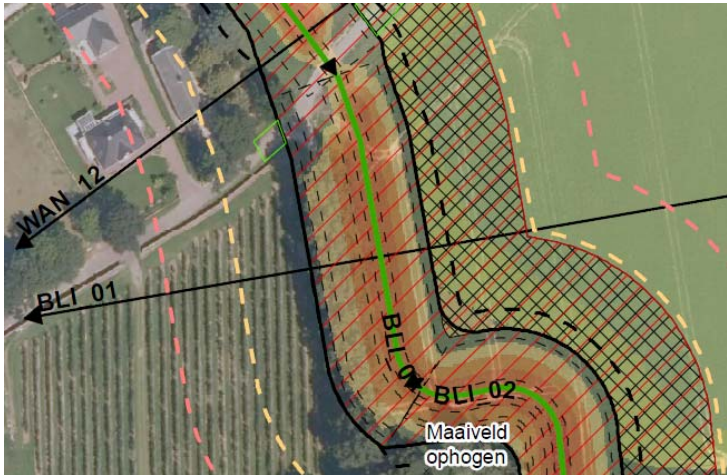


Ooijen&Wanssum		Datum: 12-03-2015	
Factsheet groene dijken			
Deeltraject: Blitterswijck		Dijkvak	BLI_01
		Dijkpalen	n.v.t.
1. Dijkvak			
Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_01. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de toegangsweg naar de schutterij. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.			
			
Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak.			
2. Uitgangspunten			
2.1. Algemeen			
1. Het dijkvak bevindt ligt parallel aan een toegangsweg naar de schutterij. Deze schutterij bevindt zich ten zuiden van het dijkvak. De toegangsweg dient in gebruik te kunnen blijven. 2. Binnendijks zijn bomen aanwezig (zie figuur 2). Deze bomen dienen behouden te blijven. 3. Er is aangenomen dat de ondoorlatende lagen niet onderbroken worden en het watervoerende pakket dus volledig wordt afgesloten			
			
Figuur 2: Locatie dijktraject met aanwezige toegangsweg en bomen.			
2.2. Bodembeschrijving			
Het ondergrondmodel voor dijkvak BLI_01 is vastgesteld op basis van HB71 en HB72. Het profiel bestaat uit zand met relatief dicht onder het maaiveld een kleilaag. Deze kleilaag heeft een dikte van 1,1 m. De kleilaag begint op NAP +13,4 m en eindigt op NAP +12,3 m.			
3. Ontwerpberekeningen			
3.1. Macrostabieleit			
Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.			

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI, basis	Voldoet niet	
2.	STBI, met stabiliteitsberm	1,26	Voldoet
3.	STBU	1,21	Voldoet

Som 1 **voldoet niet** op stabiliteit. De sommen 2 en 3 **voldoen wel** op stabiliteit. Binnendijks is er een stabiliteitsberm nodig. Onder het dijklichaam dient een grondverbetering toe gepast te worden om te zorgen voor een open verbinding tussen het watervoerend pakket en de zandkern. Ook dient er een open verbinding aanwezig te zijn tussen de onderkant van de binnendijkse kleibekleding en de kleilaag. In tabel 1 is de geometrie van de grondverbetering weergegeven.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

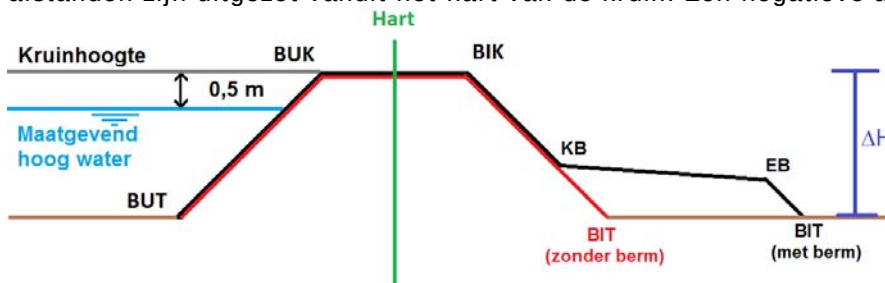
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_01	n.v.t.	16,60	14,00	2,60	49

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



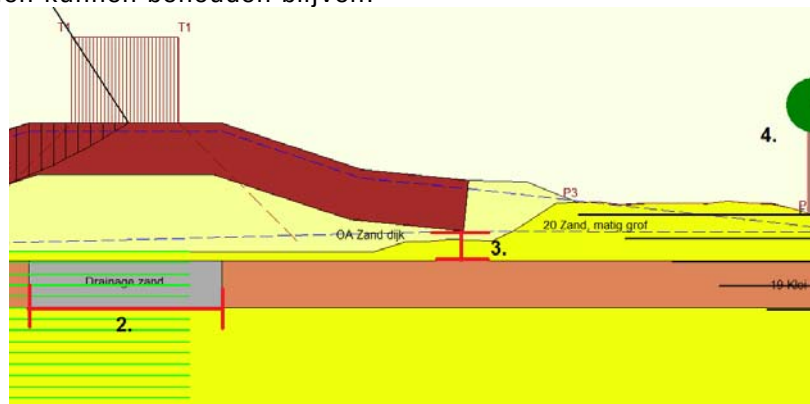
Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_01		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-11,25	13,6	BUT
-2,25	16,6	BUK
0	16,60	Hart
2,25	16,6	BIK
5,5	15,52	KB
14,05	15,1	EB
17,05	14,1	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten (in figuur 3 zijn enkele van deze aspecten toegelicht):

1. Door het ontwerp van de stabiliteitsberm ontstaat er binnendijs een getrapt maaiveld (zie Figuur 3). **Vanuit architectonisch oogpunt is dit aanzicht niet gewenst. Hierdoor is er een ophoging van het weglichaam noodzakelijk.** Door deze ophoging ontstaat er één grote stabiliteitsberm. Het weglichaam kan vervolgens op deze berm geplaatst worden. Tevens ontstaat er mogelijkheid tot (langs)parkeren. De maaiveldophoging is ontworpen met een talud van 1:20. Het ontwerp is weergegeven in Figuur 4. Deze opvulling dient uitgevoerd te worden met goed doorlatend zand.
2. De grondverbetering onder de kruin van de dijk dient zo uitgevoerd te worden dat er een voor grondwater open verbinding ontstaat tussen de dijk kern en het watervoerend pakket. Door na de ontgraving drainagezand aan te brengen kan grondwater sneller intreden in en uittreden uit de zandkern.
3. Er dient voldoende ruimte aanwezig te zijn tussen de kleiverbetering binnendijs en de kleilaag zodat er een open verbinding ontstaat tussen de dijk kern en het maaiveld.
4. De bomen kunnen behouden blijven.



Figuur 3: Technische aandachtspunten / raakvlakken

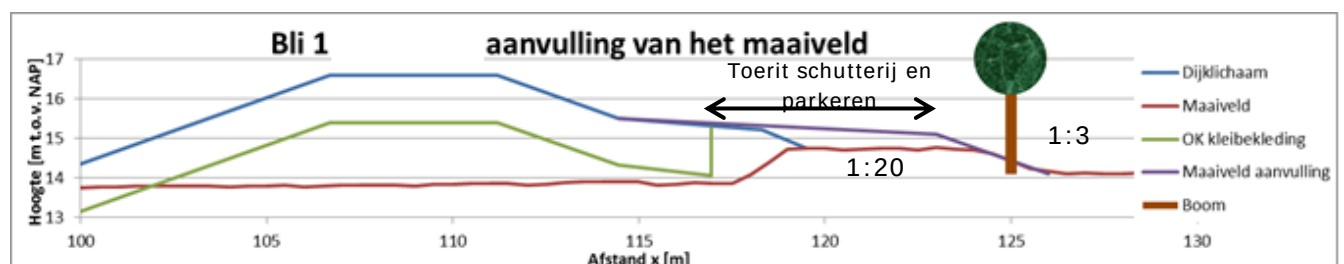
5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De bomen op het talud van de weg, aan binnendijsse zijde, liggen mogelijk verder richting het dijklichaam. Als dit het geval is kan de ontgrondingskuil van de bomen een gevaar opleveren voor de binnenwaartse stabiliteit van de waterkering.
2. In het dijkontwerp is binnendijs een zandtalud van 1:3 ontworpen. Er is een risico aanwezig dat dit talud kan eroderen. Mocht dit het geval zijn is de stabiliteit van het dijklichaam niet in gevaar en kan het talud hersteld worden.
3. De drainagevoorziening binnendijs dient onderhouden te worden.

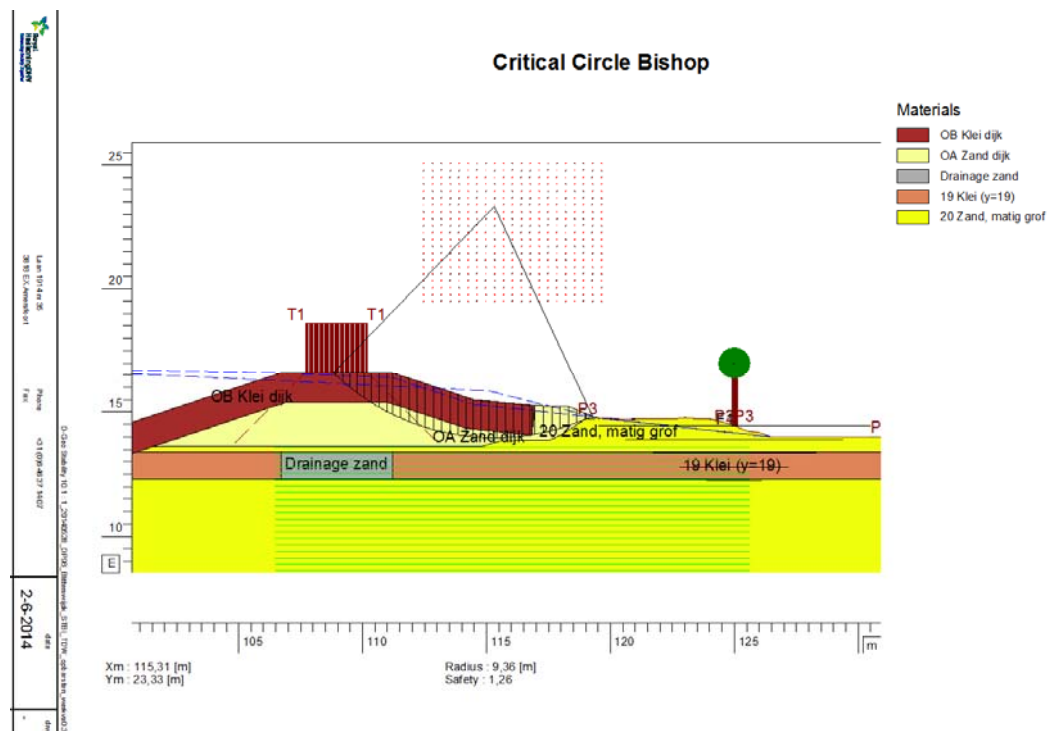
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

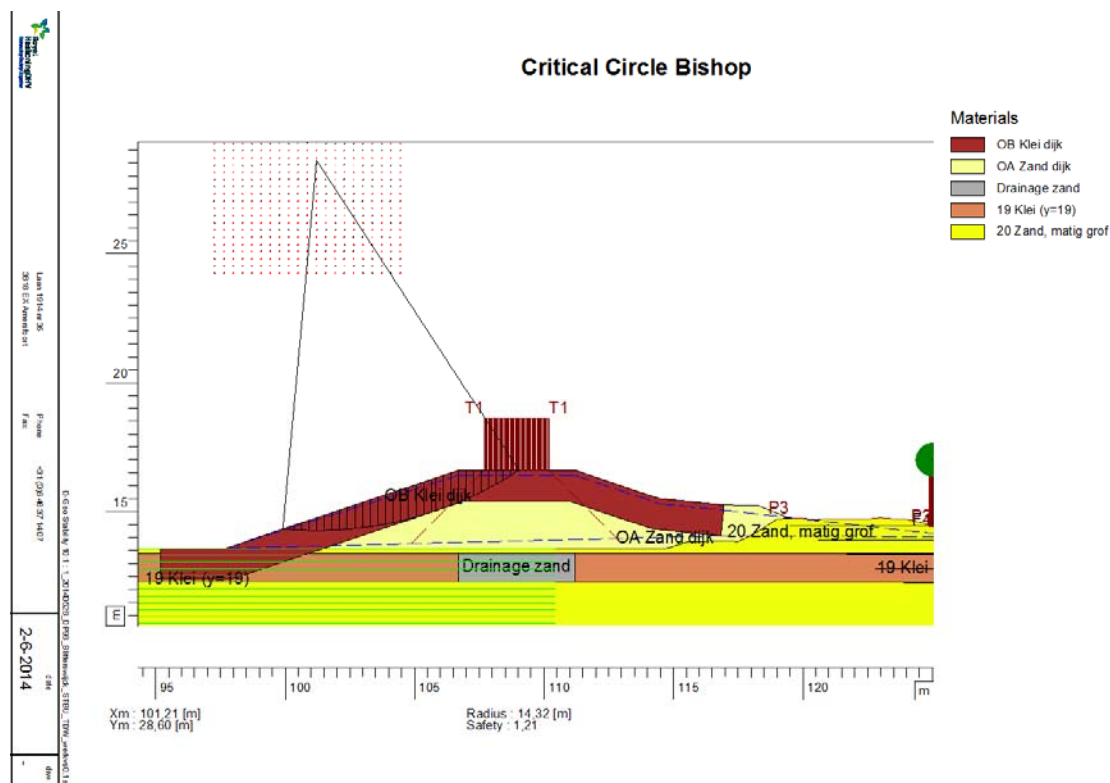


Figuur 4: Het binnendijs ontwerp van het dijklichaam, waarbij het weglichaam is opgehoogd.

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit incl. berm ($SF=1,26 > 1,20$)

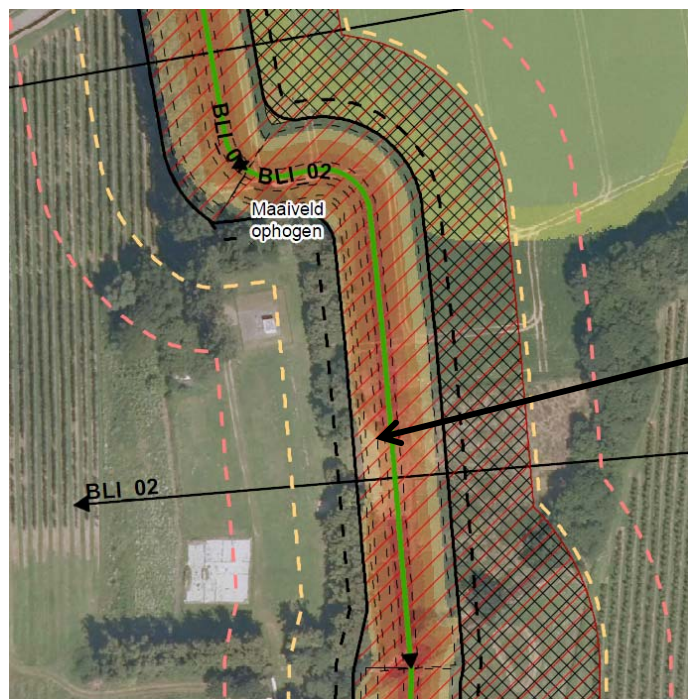


Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,21 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum		Datum: 12-03-2015	
Factsheet groene dijken			
Deeltraject: Blitterswijck		Dijkvak	BLI_02
		Dijkpalen	n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_02. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de schutterij/kasteelruïne. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Oude fundering drukkerij

Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Binnendijs zijn bomen aanwezig. Deze bomen dienen behouden te blijven.
2. Een overstortriool kruist de dijk. Deze kruising is niet verder ontworpen.
3. Het dijkvak loopt parallel aan de schutterij en de kasteelruïne.
4. De bomenlaan langs het kasteelterrein ligt wat hoger dan de rest van het terrein, direct achter de bomen (binnendijs) is een wat lager gelegen gebied aanwezig. Dit gebied is weergegeven in figuur 2.
5. In het midden van het dijkvak is een hoger gelegen gebied aanwezig. Dit gebied is de locatie van een oude drukkerij. De fundering van deze drukkerij is nog aanwezig in de ondergrond.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak BLI_02 is vastgesteld op basis van S26 en handboringen HB71 t/m HB75. Uit het grondonderzoek wordt zand aangetroffen en een ondoorlatende laag beginnend op NAP +13,4 m en eindigend op NAP + 12,3 m. Voor de dikte van deze laag is HB71 als maatgevend beschouwd.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI, standaardprofiel	Voldoet niet	
2.	STBI, met stabiliteitsberm	1,43	Voldoet
3.	STBU	Voldoet niet	
4.	STBU 1:3,5 buitentalud	1,11	Voldoet

Som 1 en 3 **voldoen niet** op stabiliteit. De sommen 2 en 4 **voldoen wel** op stabiliteit. Binnendijks is er een stabiliteitsberm nodig en buitendijks een flauwer talud (1:3,5) om voldoende stabiliteit te realiseren.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_02	n.v.t.	16,60	14,00	2,60	49

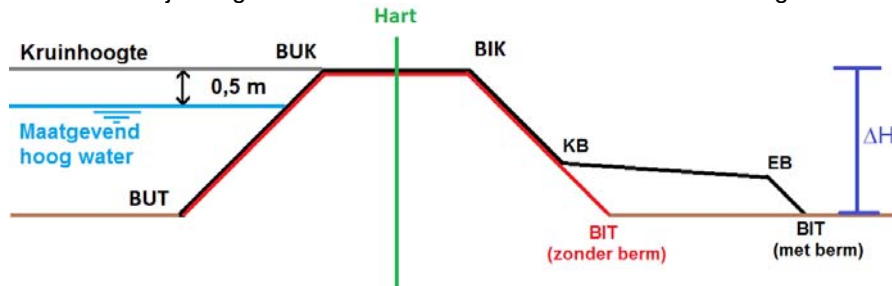
De in de tabel aangegeven maaiveldhoogte hoort bij een lokale laagte (figuur 2). Deze laagte bevindt zich op een dermate grote afstand van de binnentoe van de dijk dat is aangenomen dat deze laagte geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit. In de stabiliteitsberekening is dus gerekend met een hogere maaiveldhoogte aan binnendijkse zijde.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_02		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-13,75	13,31	BUT
-2,25	16,60	BUK
0,00	16,60	Hart
2,23	16,60	BIK
4,47	15,85	KB
8,01	15,50	EB
9,51	15,00	BIT

In bovenstaande tabel is een maaiveldhoogte aangegeven die hoger is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de pipingberekening. De laagste binnendijkse maaiveldhoogte (NAP

+14,00 m), welke is aangegeven in tabel 2, bevindt zich op enige afstand van de binnenteen. In de stabiliteitsberekening (STBI) is rekening gehouden met deze lagere maaiveldhoogte in het profiel (figuur B1.1).

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Om voldoende stabiliteit te realiseren is er een buitendijks talud van 1:3,5 nodig en binnendijks een kleine stabiliteitsberm.
2. De bomen kunnen behouden blijven. De waterkering is zo ontworpen dat de stam van de bomen samenvalt met de zone vrij van beplanting.
3. In het midden van het dijkvak (zie figuur 1) bevindt zich een uitstulping (hoger gelegen terrein komt hier lokaal naar voren). Vroeger stond hier de drukkerij. De fundering van de drukkerij zit nog in de ondergrond en dient naar verwachting verwijderd te worden. De uitstulping/locatie oude drukkerij hoeft niet te worden behouden.
4. Eventuele laagtes tussen dijklichaam en bomenlaan dienen te worden aangevuld.

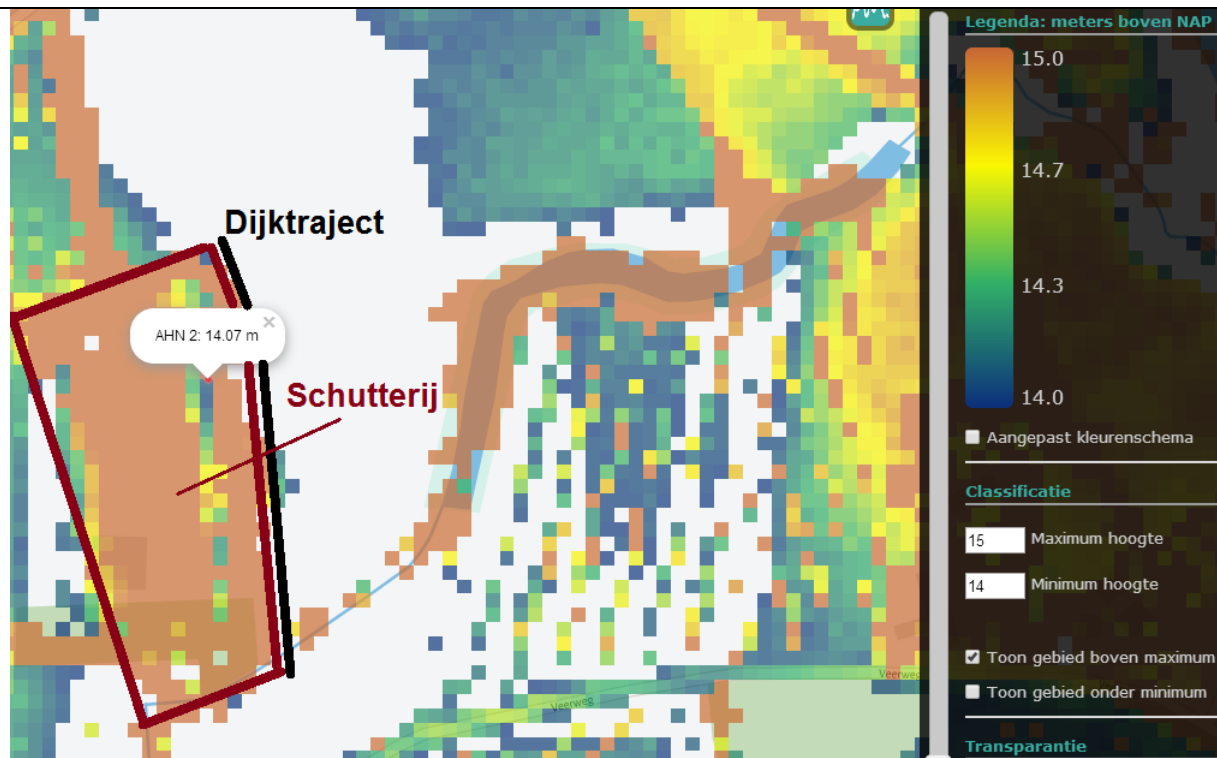
5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De kruising van het overstortriool is niet in het ontwerp meegenomen. Mogelijk heeft dit gevolgen voor het ontwerp.
2. Omdat er binnendijks enkele lage gebieden aanwezig zijn kan er bij een hoge buitendijkse waterstand water omhoog kwellen. Er is in het ontwerp geen rekening gehouden met de afwatering van dit kwelwater.
3. De locatie van de bomen is bij benadering (visueel) geschat. Het dijkontwerp is uitgezet vanuit de verwachte locatie van de bomenlaan. Onnauwkeurigheden in deze aanname kunnen ervoor zorgen dat de locatie van de dijk mogelijk nog moet opschuiven.

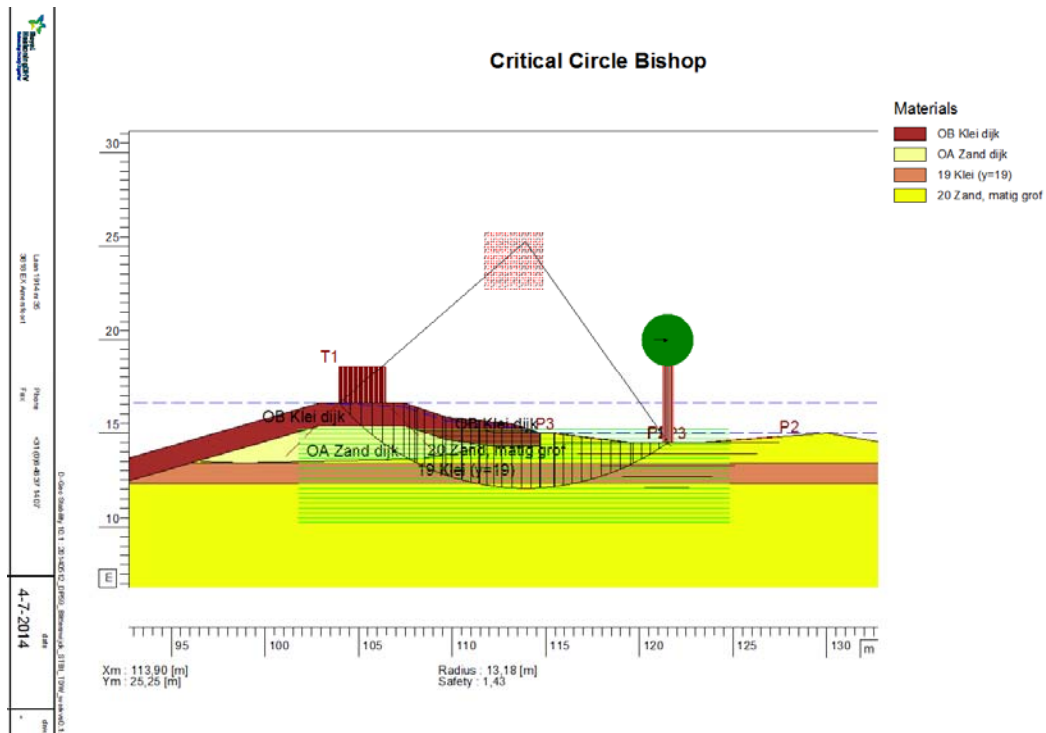
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

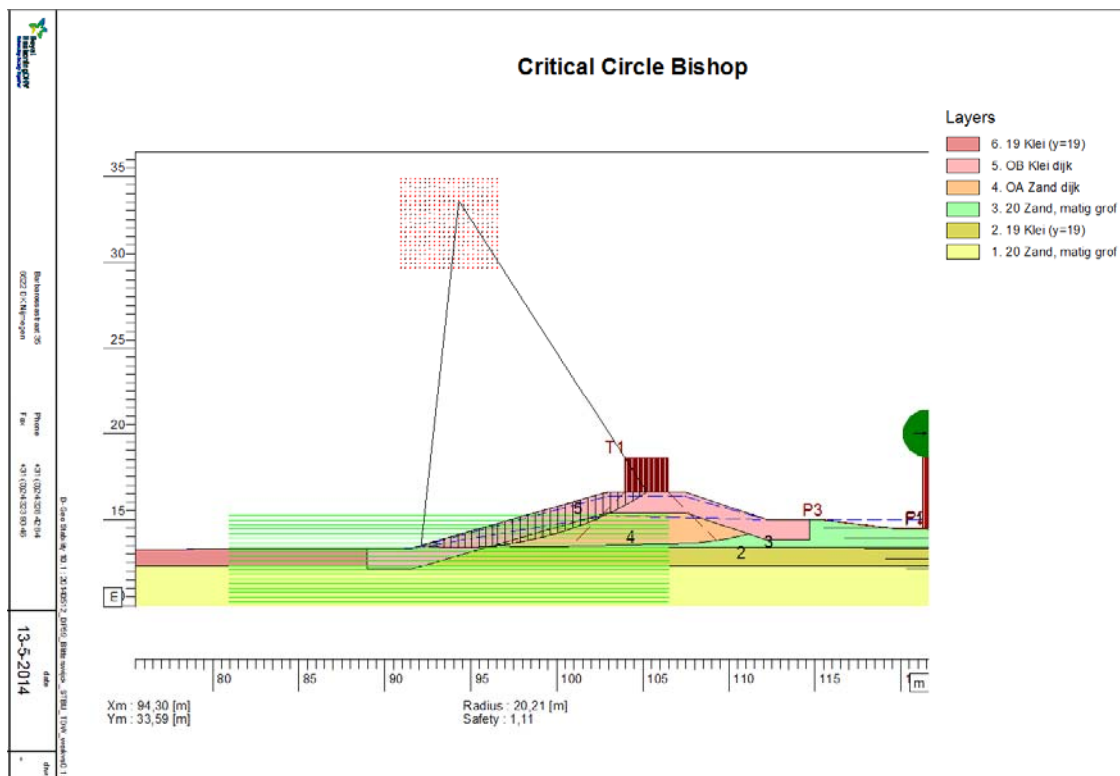


Figuur 2: Maaiveldhoogtes van het dijktraject (www.ahn.nl).

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,43 > 1,20$)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,11 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Blitterswijck	Dijkvak	BLI_03
	Dijkpalen	n.v.t.

Aanpassing 01

- Wat is aangepast: Optimalisatie ruimtebeslag van dijkvak BLI_03d t.h.v. perceel Ooijenseweg 1. Geen aankoop grond op dit perceel. Zie onderstaande punten a) en b).
 - a) Ter hoogte van de tuin (noordelijk deel van het perceel) wordt het binnendijs maaiveld opgehoogd tot NAP +15,5 m, waardoor het ruimtebeslag van de dijk kleiner wordt.
 - b) Ter hoogte van het bosje (zuidelijk deel van het perceel) is het dijkontwerp geoptimaliseerd, rekening houdende met het daar aangetroffen binnendijs maaiveld van NAP +13,75 m (laagst gevonden waarde). Doel is om het ruimtebeslag van de waterkering buiten de perceelgrens te houden en het tracé van de dijk zo min mogelijk naar buiten op te schuiven.
 - c) In het dijktracé van dijkvakken BLI_03a, b en c zit een knikje. Het knikje moet worden aangepast naar een recht tracé.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven:
 - a) Door het ophogen van het binnendijs maaiveld wordt het benodigde ruimtebeslag voor de kering kleiner. De kerende hoogte (binnendijs) bedraagt na ophogen ca. 1,35 m. Door de geringe kerende hoogte is een stabiliteitsberm op dit deel niet meer nodig en kan worden volstaan met het standaard dijkprofiel (d.w.z. binnentalud 1:3). Binnendijs was hier een greppel voorzien voor het afwateren van regen- en kwelwater van de zuidelijk gelegen percelen naar de noordelijk gelegen watergang. Door het ophogen van het maaiveld komt de greppel te vervallen. Hiervoor in de plaats zal een duiker moeten komen. Het ruimtebeslag voor de waterkering valt nu binnendijs samen met de perceelgrens.
 - b) Het tracé van de kering ter hoogte van dijkvak BLI_03d en BLI_04_1 is 1,7 m naar buiten opgeschoven, parallel aan de huidige ligging. Het ontwerp van de kering ter hoogte van het bosje bij BLI_03d is aangepast. Het ruimtebeslag van de kering komt daarmee aan binnendijkse zijde op de perceelgrens van Ooijenseweg 1 te liggen.
 - c) Hart keringlijn is aangepast naar een rechte lijn van het begin van dijkvak BLI_03a tot het einde van dijkvak BLI_03c.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd:
 - a) Op verzoek van perceeleigenaar, wens om geen grond aan te kopen op het perceel en tuin op te hogen tot NAP +15,5 m.
 - b) Op verzoek van perceeleigenaar, wens om geen grond aan te kopen op het perceel en zoveel mogelijk bomen te sparen.
 - c) Verzoek is ingediend bij inspraakronde.

Optimalisatie van de voorlandverbetering is niet doorgevoerd omdat er binnendijs slechts over een beperkte lengte wordt opgehoogd. Voor dijkvak BLI_03d is het maaiveldniveau van NAP +13,75 m nog steeds maatgevend.

Het ontwerp van het dijklichaam is wel gewijzigd, ter hoogte van de tuin is het dijkontwerp als volgt:

BLI_03_d1 (t.h.v. tuin Ooijenseweg 1)		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,84	13,3	BUT
-2,25	16,83	BUK
0	16,83	Hart
2,25	16,83	BIK
6,25	15,5	BIT

NB: Binnendijks is naast de ruimte voor het doorzetten van de kleibekleding (2,5m) ook ruimte nodig voor het aanbrengen van een duiker. Hiervoor is in voorliggend ontwerp 6 m beschikbaar, dit is ruim voldoende.

Aandachtspunten voor de vervolgfase zijn:

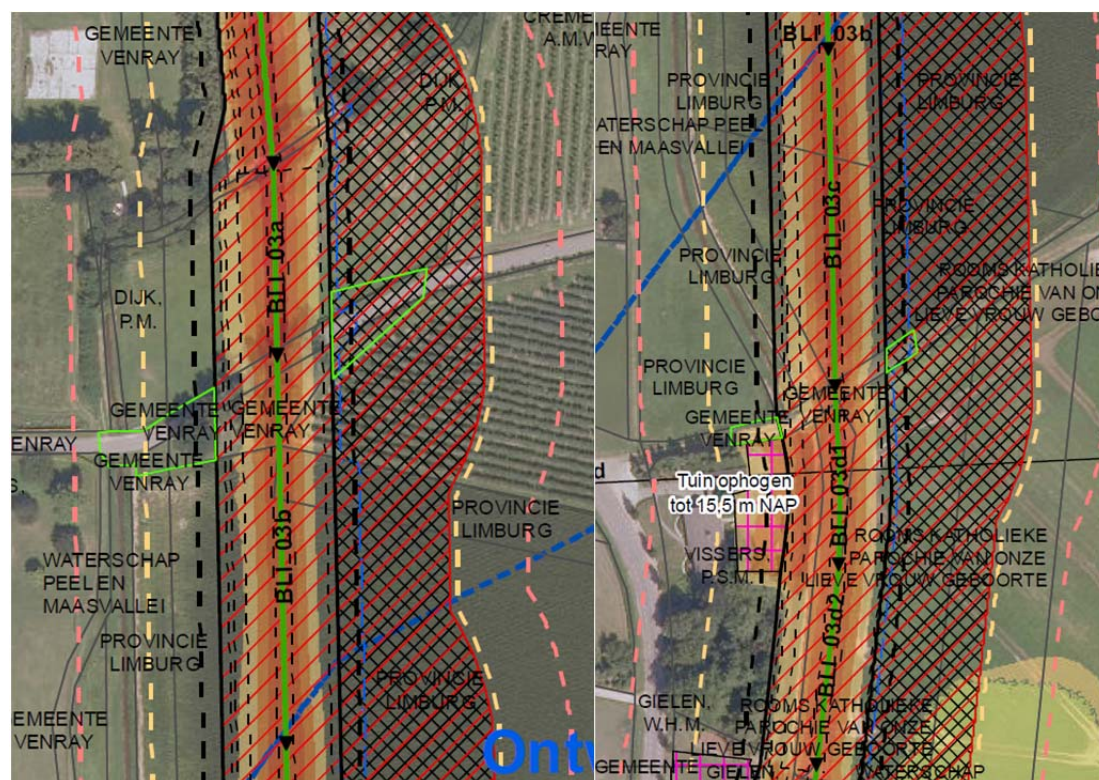
- De invloed van het ophogen op de fundering van de woning is niet onderzocht.
- De duiker ligt in het invloedsgebied van de kering, hier zijn aanvullende eisen van toepassing conform beleid van het Waterschap en NEN3650series en NEN3651.

Ter hoogte van het bosje is het dijkontwerp als volgt:

BLI_03_d2 (t.h.v. bosje Ooijenseweg 1)		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,84	13,3	BUT
-2,25	16,83	BUK
0	16,83	Hart
2,25	16,83	BIK
9,10	14,55	KB
12,87	14,20	EB
14,22	13,75	BIT

Opdat het ontwerp voldoet, dienen evt. aanwezige binnendijkse cohesieve deklagen (zoals aangetroffen in BH81) te worden vervangen door goed drainerend zand. Om dit te kunnen realiseren is binnendijks een extra strook van 2,5 m gereserveerd (bovenop de 2,5 m waarin de kleibekleding wordt doorgezet). Deze strook is tevens nodig voor het realiseren van een greppel voor waterhuishouding, afvoer van regen- en kwelwater in noordelijke richting naar de watergang.

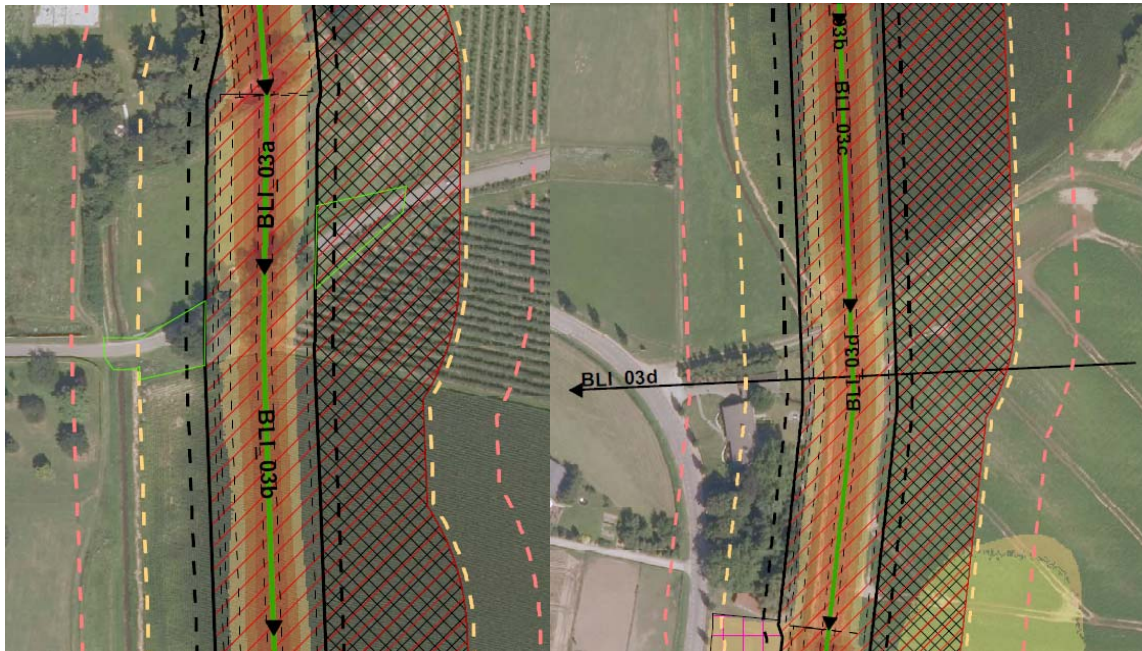
De aangepaste stabiliteitsberekening voor dijkvak BLI_03_d2 is opgenomen in bijlage 2.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_03. Het dijkvak bevindt zich tussen de schutterij en de Monseigneur Martensstraat. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De perceelsgrens van het huis Ooijenseweg 1, 5863 AL Blitterswijck vormt een harde grens aan de binnenzijde van de nieuwe kering.
2. De nieuwe kering kruist de Wijnhoverhofweg ter plaatse van een bestaande brug
3. De nieuwe kering kruist de Veerweg. Bestaande hoogte weg bedraagt ca. NAP +14,0 m (op basis van www.ahn.nl). Dit betekent dat de weg ca. 2,8 m moet worden opgehoogd.
4. Parallel aan de Veerweg liggen kabels & leidingen die in de nieuwe situatie de dijk kruisen. Het ontwerp van de leidingkruising dient in de volgende fase te worden uitgevoerd.
5. De nieuwe kering komt deels op het tracé van een bestaande sloot te liggen. Deze moet worden gedempt.
6. De nieuwe kering komt deels op het tracé van een drukriool te liggen. Het riool dient te worden verplaatst, zodat het op voldoende veilige afstand van de dijk komt te liggen.
7. Er is aangenomen dat de ondoorlatende lagen niet onderbroken worden en het watervoerende pakket dus volledig wordt afgesloten

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak BLI_03 is vastgesteld op basis van S27, S28 en HB73 t/m 81. Het profiel bestaat uit zand met relatief dicht onder het maaiveld een kleilaag. De kleilaag begint op NAP +13,3 m en eindigt op NAP +12,8 m.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

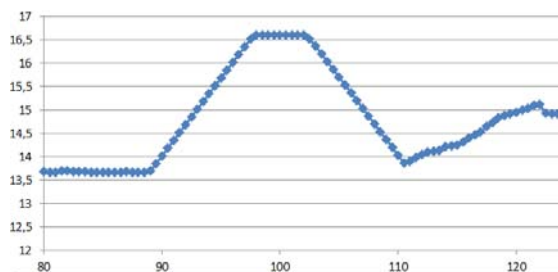
Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI, standaardprofiel	Voldoet niet	
2.	STBI, met stabiliteitsberm	1,23	Voldoet
3.	STBU, met grondverbetering	1,20	Voldoet

Som 1 **voldoet niet** op stabiliteit. De sommen 2 en 3 **voldoen wel** op stabiliteit. Binnendijks is er een stabiliteitsberm nodig met een breedte van 3,6 meter (van kruinberm tot einde berm). Onder het dijklichaam dient een grondverbetering toe gepast te worden om te zorgen voor een open verbinding tussen het watervoerend pakket en de zand kern.

In figuur 2 is het verloop van het binnendijkse maaiveld ter hoogte van het perceel Ooijenseweg 1 weergegeven (let op: het dijkprofiel in onderstaande figuur komt niet overeen met het uit de berekeningen resulterende dijkprofiel). In de figuur is te zien dat het maaiveld van NAP +14 m omhoog loopt naar NAP +15 m. Met relatief weinig aanvulling kan hierdoor een hoger binnendijks maaiveld verkregen worden. Een binnendijks maaiveld van bijvoorbeeld NAP +15 m zorgt voor een ΔH van 1,83 m en een benodigde kwelweglengte van 32 m. Of een dergelijke ophoging mogelijk is hangt af van het afwateringsontwerp (zie waterhuishouding).



Figuur 2: Verloop binnendijks maaiveld t.h.v. Ooijenseweg 1

Tussen het perceel Ooijenseweg 1 en de schutterij bevindt zich een laagte, met laagste maaiveldniveau als aangegeven in tabel 2.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_03	a	16,60	13,00	3,60	71
BLI_03	b	16,60	13,50	3,10	60
BLI_03	c	16,83	13,25	3,58	71
BLI_03	d	16,83	13,75	3,08	60

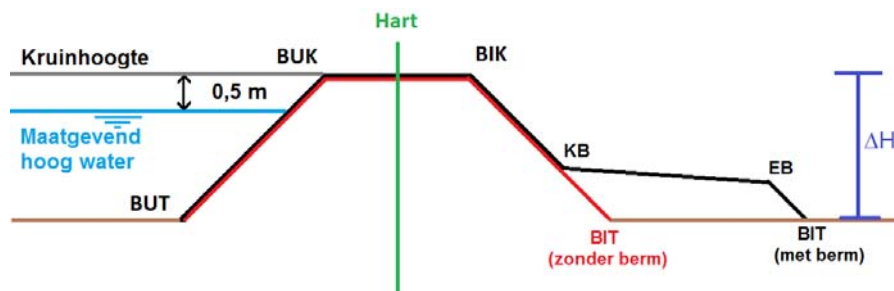
In bovenstaande tabel is voor dijkvak BLI_03 een maaiveldhoogte aangegeven die 30 cm lager is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de stabiliteitsberekening. De in de tabel aangegeven maaiveldhoogte hoort bij een lokale laagte. Deze laagte bevindt zich op een dermate grote afstand van de binnentoe van de dijk dat is aangenomen dat deze laagte geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit. In de stabiliteitsberekening is dus gerekend met een hogere maaiveldhoogte aan binnendijkse zijde.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts.



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_03		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,84	13,3	BUT
-2,25	16,83	BUK
0	16,83	Hart
2,25	16,83	BIK
10,25	14,16	KB
13,84	13,8	EB
15,34	13,3	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De kleilaag dient onder het nieuwe dijkprofiel gedeeltelijk verwijderd te worden om een open verbinding te creëren tussen het zand in de dijk-kern en het watervoerend pakket
2. Ligging beek/watergang aanpassen. Deels zal de beek gedempt moeten worden. Hiervoor wordt verwezen naar het waterhuishoudingsplan.
3. Kruising Wijnhoverhofweg en Veerweg met kering nodig. Aansluiting van bekleding en voorlandverbetering op asfalt en wegfundering is een belangrijk aandachtspunt.
4. Kruising kabels en leidingen parallel aan Veerweg met kering.
5. Op de geplande locatie van de kering ligt nu over een kort traject een leiding (overdruk-riool). Deze zal verlegd moeten worden.
6. Ten zuiden van huis Ooijenseweg 1 is een bosje aanwezig. Een deel van deze bomen moet worden gekapt, zie overzichtstekeningen.
7. Ten behoeve van afwatering perceel Ooijenseweg 1 (in bosperceel ten zuiden van Ooijenseweg 1) ruimte houden tussen dijk en perceelsgrens voor greppeltje van ca. 0,4 m breedte (0,2 à 0,3 m diep).

5. Risico's

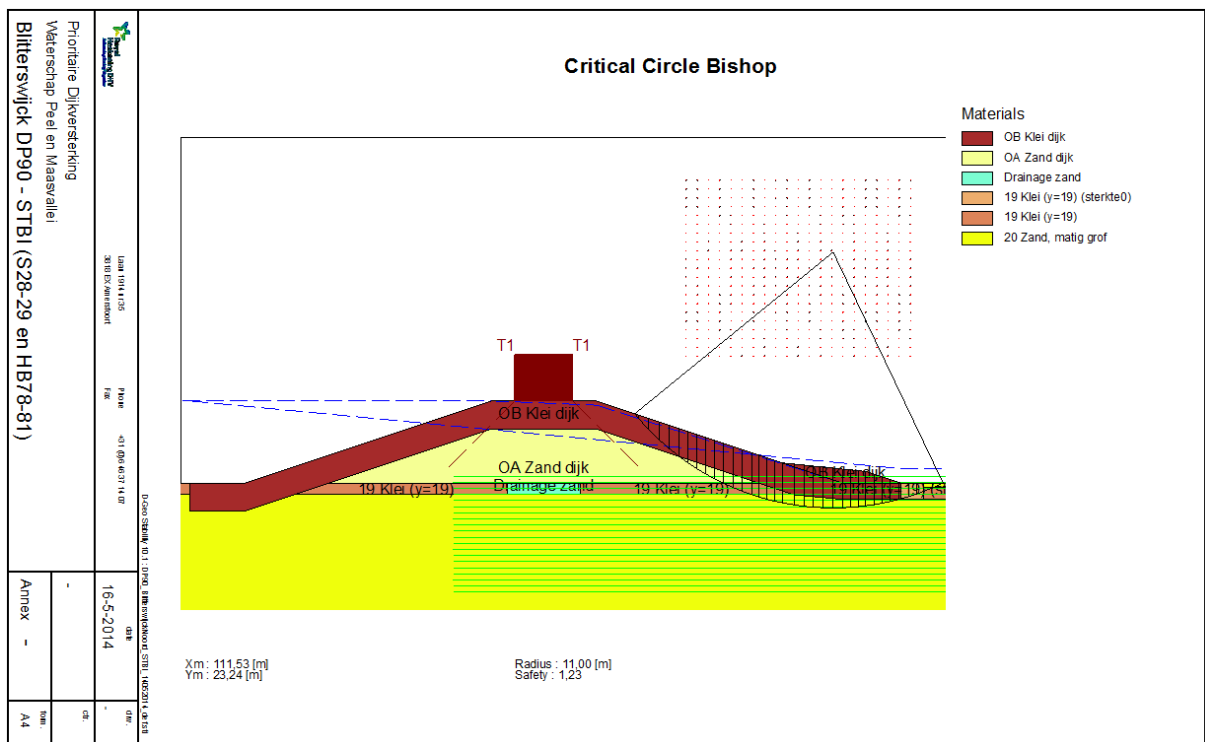
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Locatie perceelsgrens bij benadering
2. Om restzettingen te voorkomen, beektaluds eerst opschonen alvorens aan te vullen. Verschilzettingen is een aandachtspunt voor uitvoering.
3. Locatie nieuwe watergang (binnendijks) mag niet in invloedsgebied kering liggen, als dit wel het geval is kan dit de stabiliteit van de kering beïnvloeden en kan dit consequenties hebben voor het benodigde ruimtebeslag.

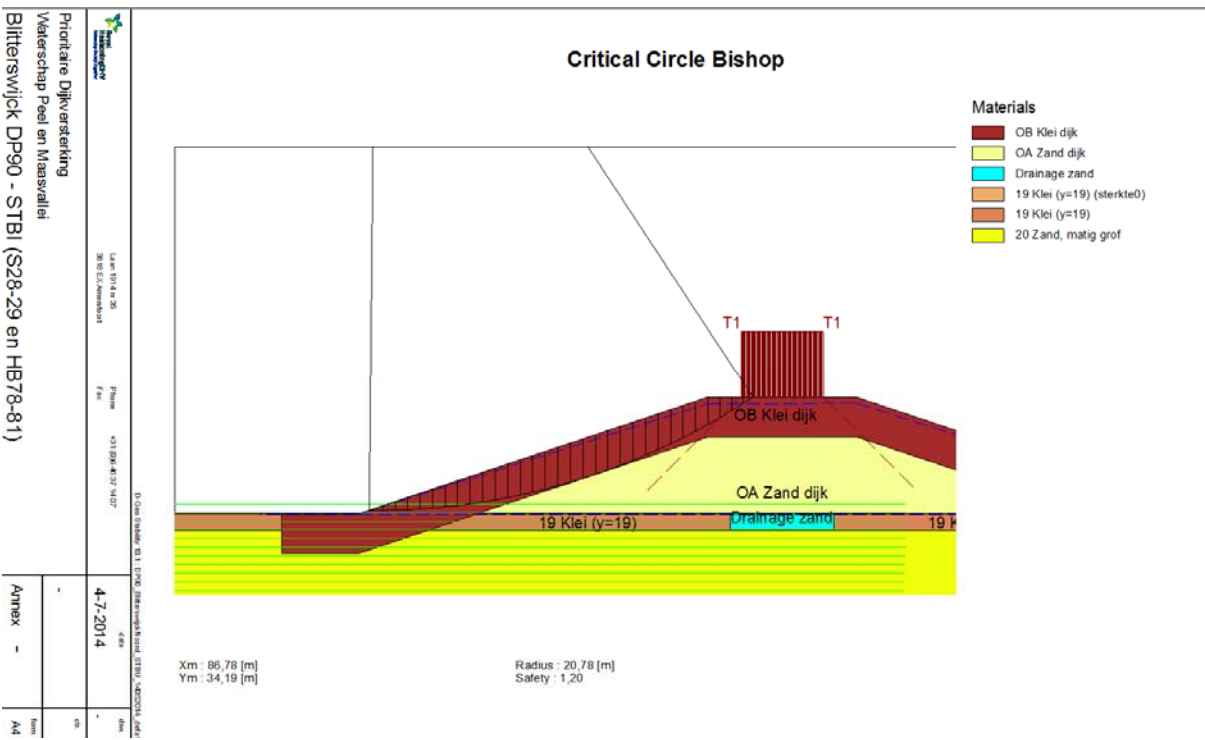
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit
2. Resultaat toetsing macrostabiliteit dijkvak BLI_03d t.h.v. bosje (optimalisatie onder aanpassing 01)

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit

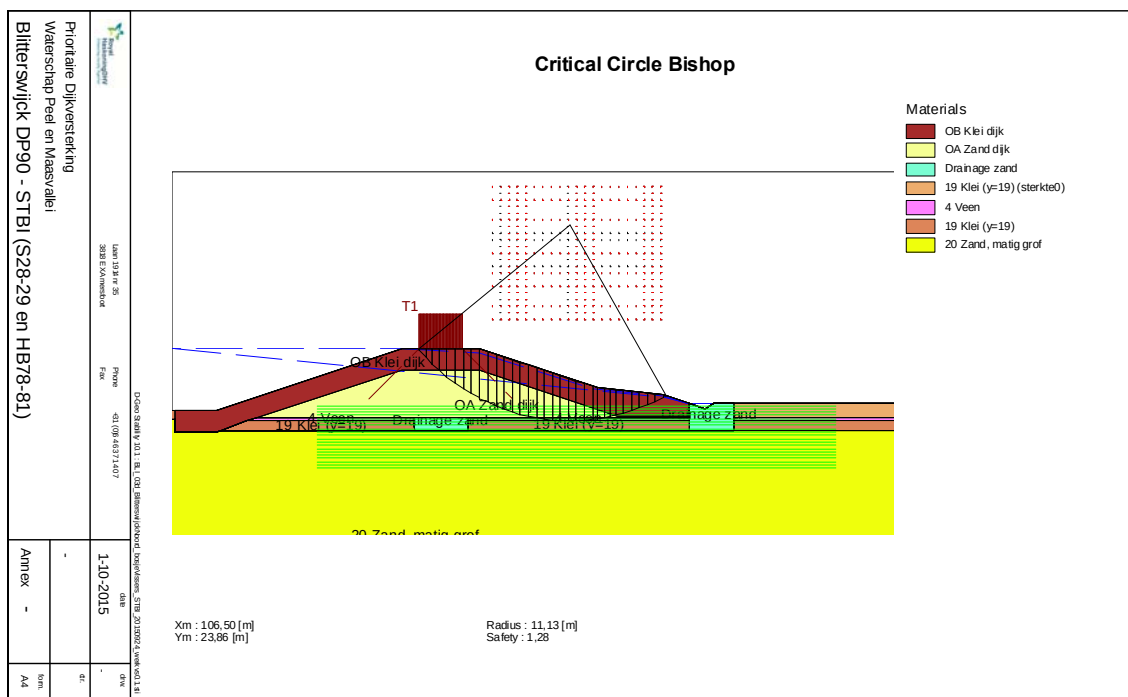


Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit incl. berm (SF=1,23>1,20)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit (SF=1,20 > 1,11)

Figuur B2 Resultaat toetsing macrostabiliteit dijkvak BLI_03_d2 t.h.v. bosje (optimalisatie onder aanpassing 01) (SF=1,28>1,20)

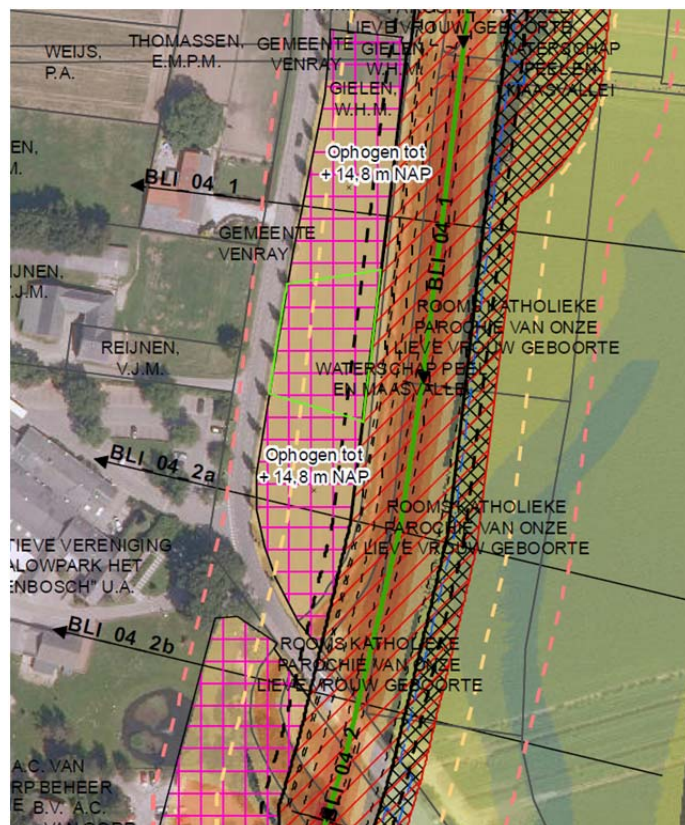


Figuur B2 Resultaat toetsing macrostabiliteit dijkvak BLI_03_d2 t.h.v. bosje (optimalisatie onder aanpassing 01) (SF=1,28>1,20)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject Blitterswijk	Dijkvak	BLI_04
	Dijkpalen	n.v.t.

Aanpassing 01

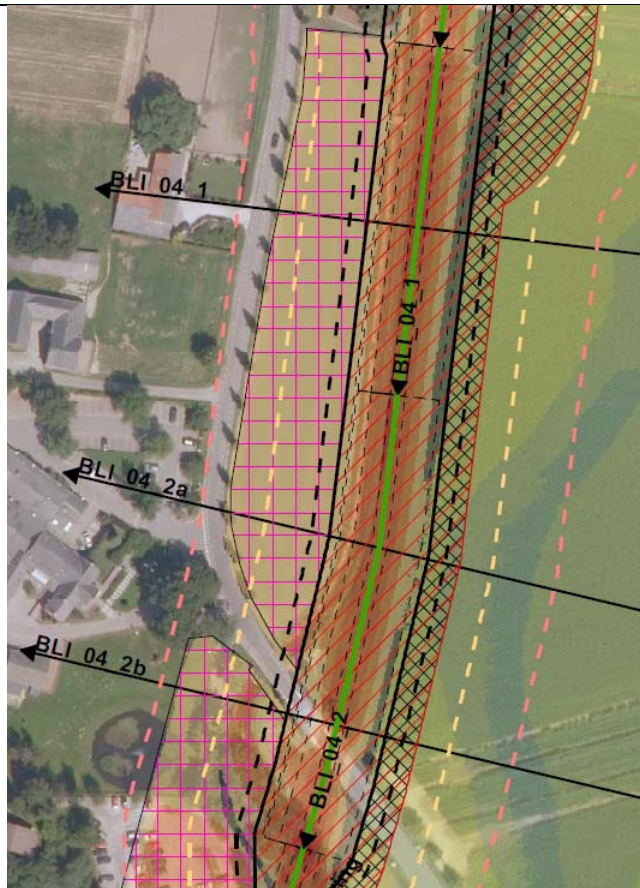
- Wat is aangepast: hart keringlijn van dijkvak BLI_04_1 schuift 1,7 m naar buiten.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: Het tracé van de kering ter hoogte van dijkvak BLI_04_1 is 1,7 m naar buiten opgeschoven, parallel aan de huidige ligging. Ter hoogte van dijkvak BLI_04_2 loopt hart keringlijn geleidelijk terug naar de oorspronkelijke ligging.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Dijkvak BLI_03d is hierin leidend geweest, hier is hart keringlijn 1,7 m naar buiten opgeschoven. Om niet meer knikken in het dijk tracé te introduceren is de rechte lijn (tussen dijkvak BLI_03d en BLI_04_1) behouden.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_04. Het dijkvak bevindt zich tussen de Monseigneur Martensstraat en het Roekenbos. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Op dit dijkvak kruist de nieuwe brug over de geul bij Blitterswijck het keringtracé. Het ontwerp van kering in relatie tot (aan)brug dient nader te worden ontworpen.
2. Buitendijks zijn de uitlopers van de geul bij Blitterswijck gelegen.
3. Ten zuiden van de brug wordt de toegang tot het vakantiepark Roekenbosch nieuw vormgegeven. Hier komt onder andere een parkeerplaats binnendijks. Het maaiveld wordt binnendijks tot aan de Ooijenseweg of over een afstand van 25 m uit binnenteen dijk minimaal opgehoogd tot NAP +14,8 m in verband met het beperken van de benodigde lengte nodig voor voorlandverbetering (tot insteek geul).
4. Locatie kering komt op huidige locatie beek/watergang.
5. Er is aangenomen dat de ondoorlatende lagen niet onderbroken worden en het watervoerende pakket dus volledig wordt afgesloten

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor BLI_04 is vastgesteld op basis van S29, SBL15/2 en HB82 t/m 84. Het profiel bestaat uit zand met relatief dicht onder het maaiveld een veen- en kleilaag. HB82 is hierbij maatgevend beschouwd. De aangenomen grondopbouw bestaat uit 0,3 m zand toplaag, 0,7 m veen en 0,8 m klei.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI, Bishop zonder grondverbetering	0,13	<1,20

2.	STBI, Uplift Van met stabiliteitsberm, zonder grondverbetering	0,94	<1,20
3.	STBI, stabiliteitsberm met grondverbetering	1,25	Voldoet
4.	STBU, geen grondverbetering	0,78	<1,11
5.	STBU, grondverbetering verwijderen veenlaag	1,22	Voldoet

Som 1, 2 en 4 **voldoen niet** op stabiliteit. De sommen 3 en 5 **voldoen wel** op stabiliteit. Binnendijks is er een stabiliteitsberm (5 meter breed van kruin berm t/m einde berm) nodig en een grondverbetering onder de gehele dijk. In bijlage 1 is de geometrie van de grondverbetering weergegeven. De grondverbetering dient alleen onder het dijklichaam uitgevoerd te worden. De grondverbetering dient enkel te bestaan uit het verwijderen van de veenlaag. In bijlage 1 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_04_1	n.v.t.	16,83	14,80	2,03	36
BLI_04_2	n.v.t.	16,83	14,80	2,03	36

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

3.3. Stabiliteit voorland (STVL)

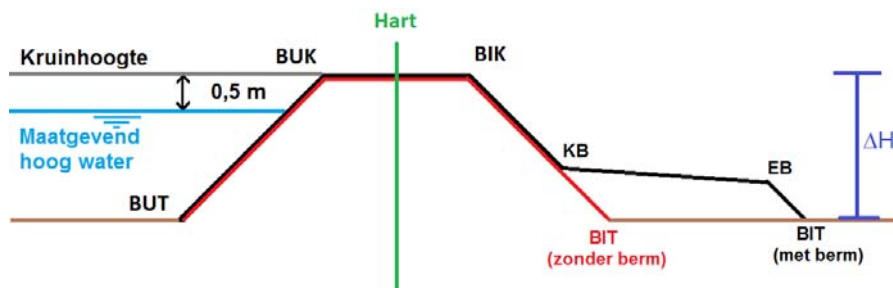
In bijlage 2 is een toetsing opgenomen van stabiliteit voorland. Het faalmechanisme STVL bestaat uit twee deelsporen; zettingsvloeiing (ZV) en afschuiving (AF). In deze beoordeling wordt het stappenplan uit Katern 9 van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid gevolgd.

Het profiel **voldoet** op afschuiving en zettingsvloeiing.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_04		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,84	13,30	BUT
-2,25	16,83	BUK
0	16,83	Hart
2,25	16,83	BIK
6,66	15,80	KB
11,66	15,30	EB
13,18	14,80	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Bij het eventueel verplaatsen van de beek rekening houden met benodigde lengte voorlandverbetering.
2. Er is grondverbetering nodig om de stabiliteit te waarborgen. Deze grondverbetering bestaat uit het verwijderen van de veenlaag onder de waterkering.
3. Ten zuiden van de brug wordt de toegang tot het vakantiepark Roekenbosch nieuw vormgegeven. Hier komt onder andere een parkeerplaats binnendijks. Het maaiveld wordt hier binnendijks over een afstand van 25 m uit binnenteen dijk minimaal opgehoogd tot NAP +14,8 m in verband met het beperken van de benodigde lengte nodig voor voorlandverbetering (tot insteek geul).
4. Om restzettingen te voorkomen, beekbodem en taluds eerst opschonen alvorens aan te vullen. Verschilzettingen is een aandachtspunt voor uitvoering.
5. Op dit dijkvak kruist de nieuwe brug over de geul bij Blitterswijck het keringtracé. Het ontwerp van kering in relatie tot (aan)brug dient nader te worden ontworpen. Aandachtspunten hierbij zijn: het voorkomen van lekwegen voor piping wanneer funderingspalen de bekleding of voorlandverbetering doorboren. Het lokaal hoger aanleggen van de groene kering onder het brugdek, omdat daar later niet meer bij te komen is. Toegankelijkheid onderhoudspaden en het aanbrengen van een harde bekleding t.h.v. de brug omdat gras in de schaduw van de brug niet groeit.
6. Ten behoeve van afwatering van het perceel ten noorden van de toekomstige brug ruimte reserveren voor afwateringsgreppeltje van ca. 0,4 m breedte (0,2 à 0,3 m diep) achter de dijk. Afwatering vindt plaats richting dijkvak BLI_03.
7. Het dijklichaam en geul zijn zo ontworpen dat er minimaal 4 meter ruimte aanwezig is tussen de buitenteen en insteek geul. Aangezien de afstand tot insteek van de geul lokaal zeer gering is, dient er voor gezorgd te worden dat de insteek en het geultalud vormvast blijft onder alle mogelijke belastingen (o.a. hydraulische belastingen, erosie, voorlandstabiliteit etc.). Hiertoe dient mogelijk taludbescherming toegepast te worden. Dit dient nader uitgewerkt te worden in de vervolgfasen van het project.

5. Risico's

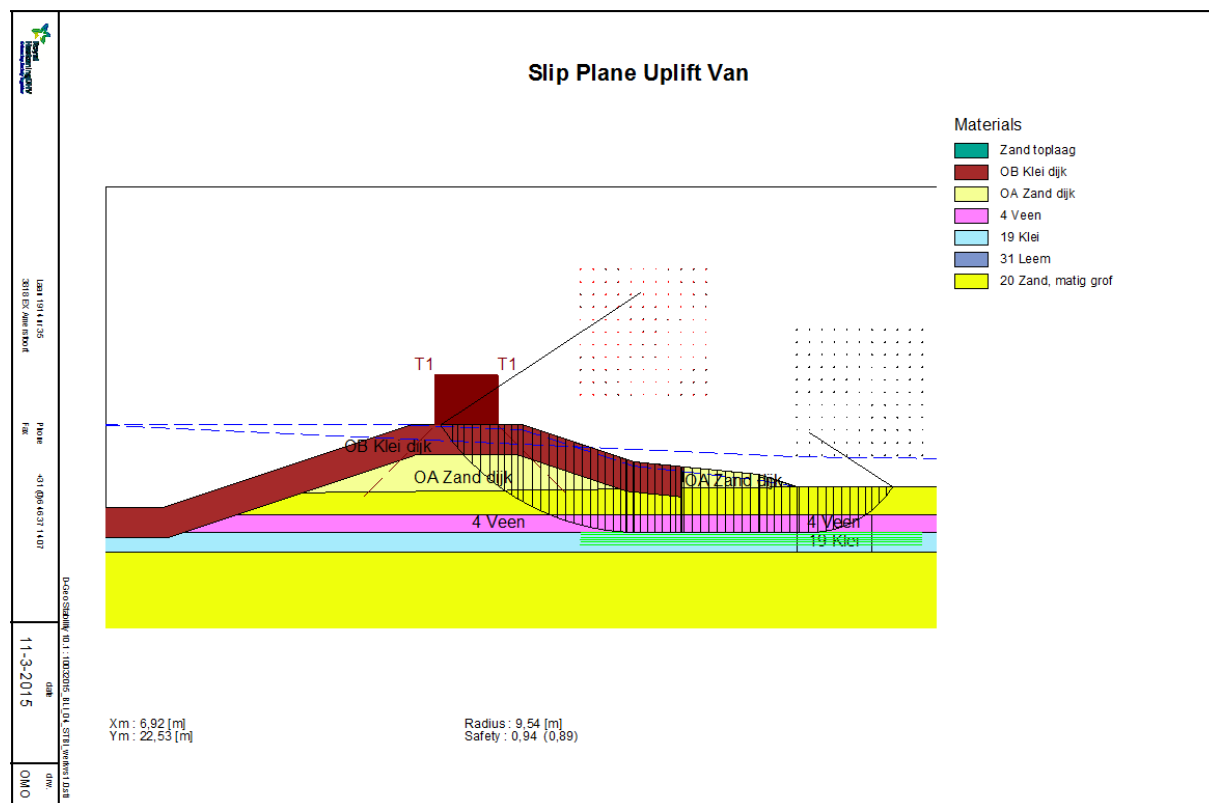
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Om restzettingen te voorkomen, beekbodem en taluds eerst opschonen alvorens aan te vullen. Verschilzettingen is een aandachtspunt voor uitvoering.
2. Geen rekening gehouden met vijverpartij achter dijk bij ingang Roekenbosch, aangenomen dat deze op voldoende afstand van de dijk ligt. Check in volgende fase noodzakelijk.
3. Aanwezige kabels&leidingen bij ingang Roekenbosch niet meegenomen in ontwerp, deze moeten mogelijk worden verlegd. Ontwerp uitwerken in volgende fase.
4. De afwatering van het gebied tussen Roekenbosch en nieuwe brug is hier niet nader beschouwd.

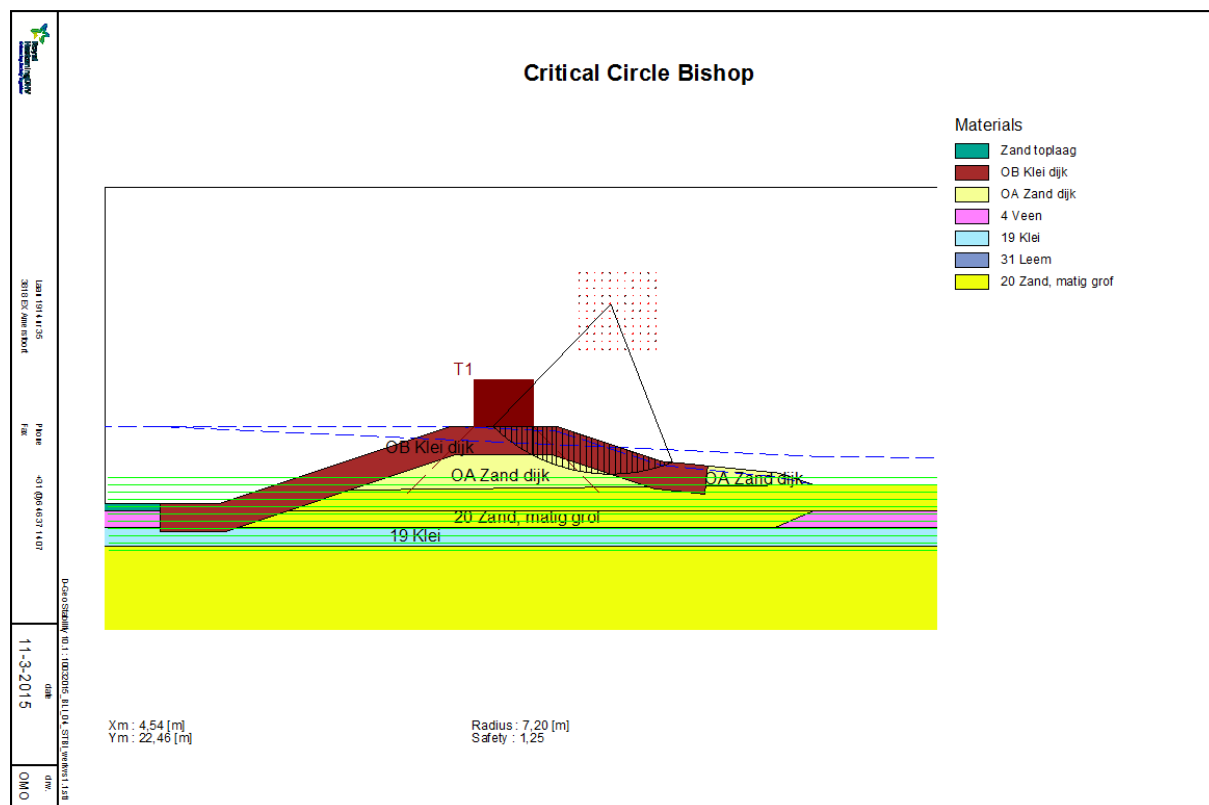
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit
2. Toets op stabiliteit voorland (STVL)

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit incl. berm (SF=0,94<1,20)



Figuur B1.2 Binnenwaartse macrostabiliteit incl. berm en grondverbetering (SF=1,25>1,20)

Bijlage 2: Toets op stabiliteit voorland (STVL)

Het faalmechanisme STVL bestaat uit twee deelsporen; zettingsvloeiing (ZV) en afschuiving (AF). In deze beoordeling wordt het stappenplan uit Katern 9 van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid gevolgd.

Stap 1 – vuistregel

Is de kering veilig op basis van de vuistregel?

AF/ZV: NEE

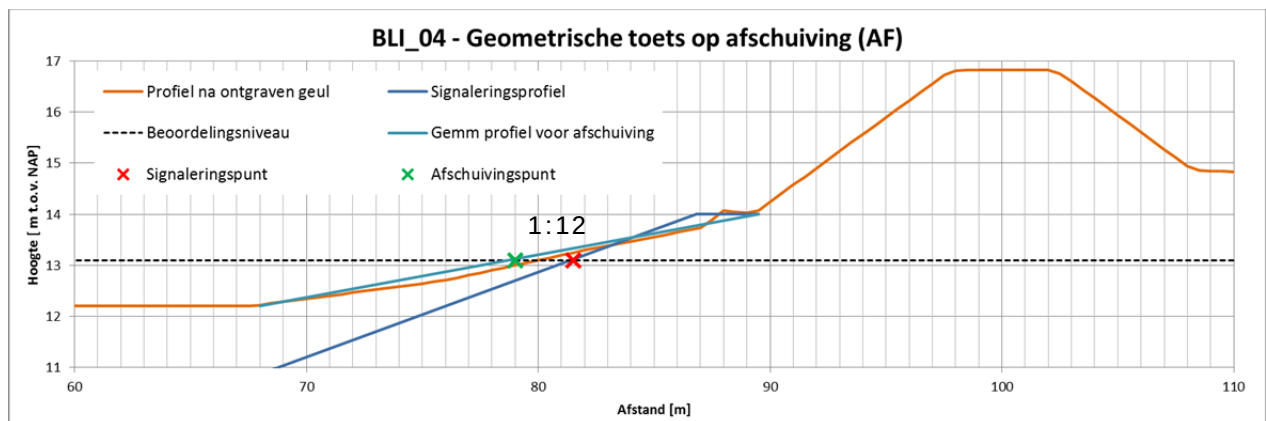
De hoogwatergeul is geen natuurlijk geul.

Stap 2 – schadelijk op basis van geometrie

Is het faalmechanisme schadelijk voor de kering op basis van geometrie?

AF: Voldoet

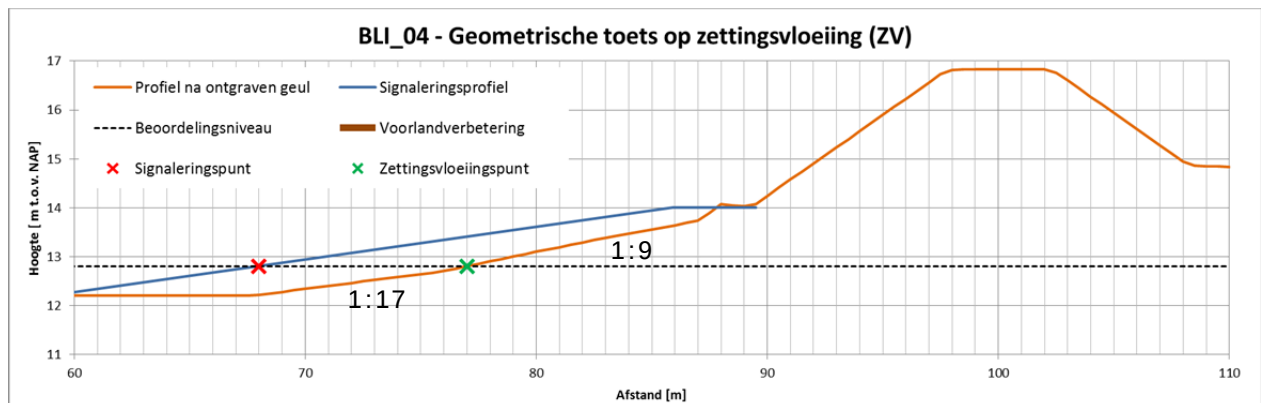
In onderstaande figuur is de geometrische toets op afschuiving weergegeven. In de grafiek is te zien dat het signaleringspunt verder landinwaarts ligt dan het afschuivingspunt. Dit betekent dat is voldaan aan het schadelijkheidscriterium en het profiel voldoet op afschuiving.



Figuur 2: Geometrische toets voor het schadelijkheidscriterium van afschuiven in het voorland

ZV: Voldoet niet

In onderstaande figuur is de geometrische toets op zettingsvloeiing weergegeven. Het profiel is getoetst met als uitgangspunt dat de ondergrond volledig uit verwekingsgevoelige lagen bestaat. Deze benadering is conservatief. Als het profiel niet voldoet aan het schadelijkheidscriterium zal de laagdikte geoptimaliseerd worden aan de hand van beschikbaar grondonderzoek. In de grafiek is te zien dat het zettingsvloeiingspunt verder landinwaarts ligt dan het signaleringspunt. Dit betekent dat het profiel niet voldoet op afschuiving en er een verdere optimalisatie nodig is.



Figuur 3: Geometrische toets voor het schadelijkheidscriterium van zettingsvloeiing in het voorland

Stap 3 – optredingscriterium zettingsvloeiing

Het profiel voldoet niet aan de geometrische toets. Het optreden van zettingsvloeiing is echter alleen mogelijk als aan één van deze voorwaarden wordt voldaan:

- De gemiddelde helling is steiler of gelijk aan 1:4 over een hoogte van minimaal 5 m in zand.
- De totale helling is gemiddeld steiler of gelijk aan 1:7.

ZV: Voldoet

Zoals in bovenstaand figuur is weergegeven is het meest steile talud 1:9. De gemiddelde helling heeft een talud van ongeveer 1:12 (zie figuur 2). Hiermee voldoet het profiel aan het optredingscriterium.

Stap 4 - verwekingsgevoeligheid

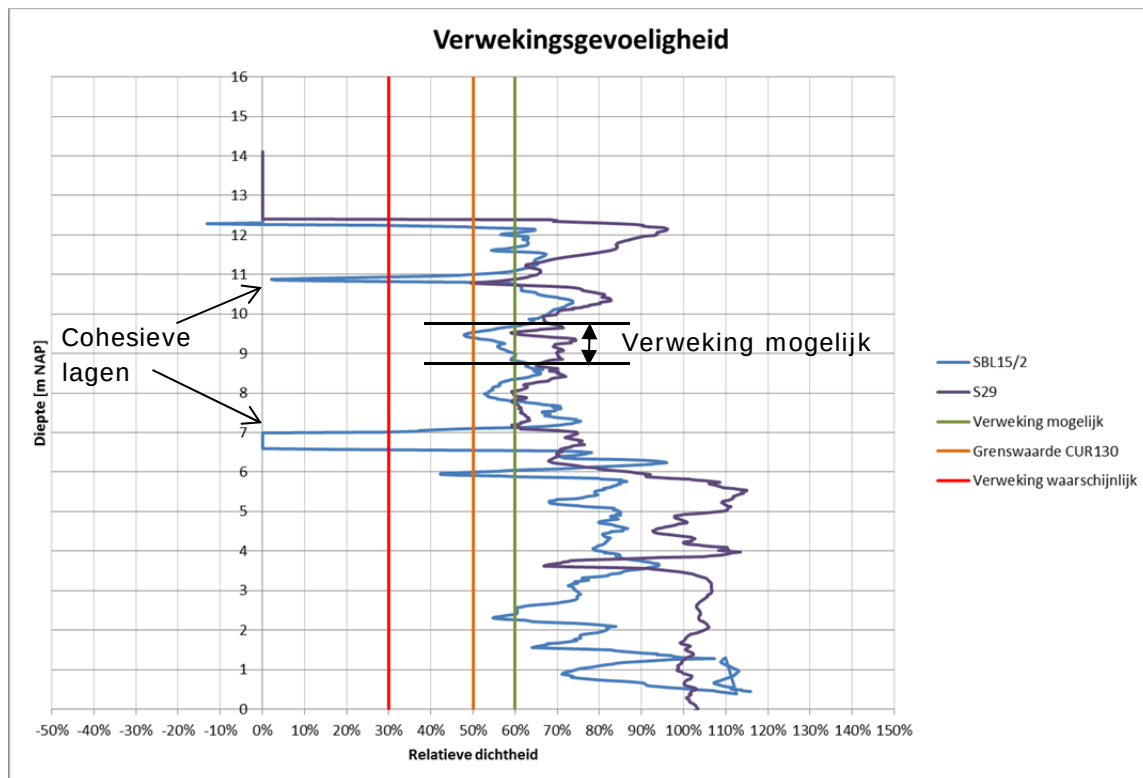
Zijn er verwekingsgevoelige lagen aanwezig ter plaatse van het dijkprofiel en zijn deze van een dermate grote dikte dat zettingsvloeiing kan optreden?

Verweking van losgepakte zandlagen is mogelijk indien de relatieve dichtheid kleiner is dan 60%. Indien de relatieve dichtheid kleiner is dan 30% is optreden van verweking waarschijnlijk. Volgens CUR-aanbeveling 130 kan zettingsvloeiing optreden in losgepakte zandlagen met een minimale dikte van 2 m.

Het voorkomen van dergelijke lagen in de ondergrond ter plaatse van het dijkvak is onderzocht aan de hand van twee sonderingen. Het gaat hierbij om de sonderingen SBL15/2 en S29. De sonderingen bevinden zich beiden ter plaatse van het dijkvak.

ZV: Voldoet

In onderstaande figuur is de analyse van de twee sonderingen weergegeven. Er zijn geen zandlagen aanwezig met een lagere relatieve dichtheid dan de grenswaarde van CUR130. In sondering SBL15/2 is één zandlaag aanwezig waar verweking mogelijk is. Deze laag is echter niet maatgevend beschouwd omdat deze laag maar een beperkte dikte heeft van ± 1 m. Deze laag is tevens niet waar te nemen in sondering S29. Hiermee zijn er geen relevante verwekingsgevoelige lagen aanwezig ter plaatse van het dijkvak.

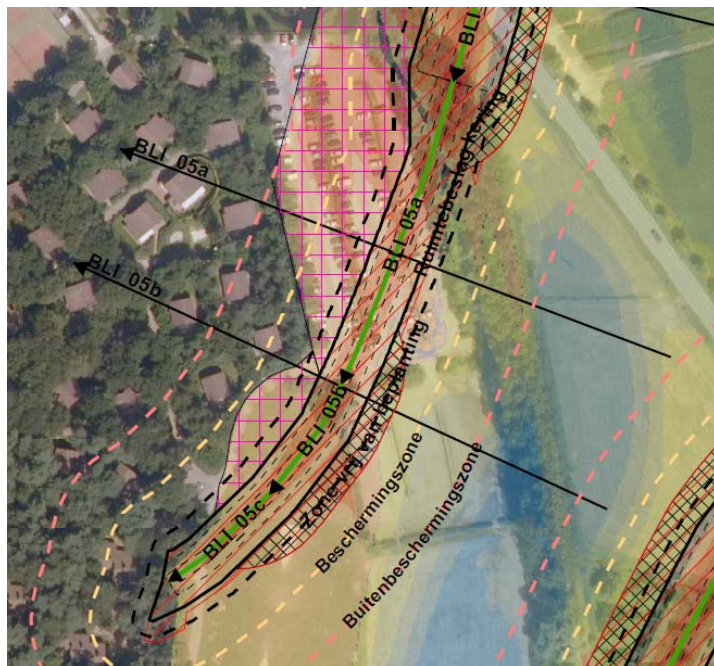


Figuur 4: Analyse van sondering DBL15/2 en S29 op het voorkomen van verwekingsgevoelige lagen.

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken		Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Blitterswijck		Dijkvak	BLI_05
		Dijkpalen	n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_05. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van het vakantiepark roekenbos. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Ter plaatse van het dijkvak zijn bomen aanwezig. Alle bomen die binnen de in figuur 1 aangegeven stippellijn vallen dienen verwijderd te worden.
2. De nieuwe waterkering loopt over een bestaande parkeerplaats.
3. Binnendijs is er een nieuw ontwerp gemaakt voor de parkeerplaats. Het terrein ter plaatse van de parkeerplaats zal worden opgehoogd tot NAP +15,72 m. Deze hoogte is hierbij dus ook aangehouden als laagste maaiveldhoogte.
4. Binnendijs bevindt zich het vakantiepark Roekenbos. De aanwezige vakantiehuisjes dienen behouden te blijven en ophoging op percelen van de huisjes is niet toegestaan.
5. Buitendijs begint op relatief korte afstand van de waterkering het geulontwerp.
6. De nieuwe waterkering kruist een beek. Deze beek dient gedempt te worden.
7. Het dijkvak sluit in het zuiden aan op hoge grond.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit dijkvak is vastgesteld op basis van sondering 31.

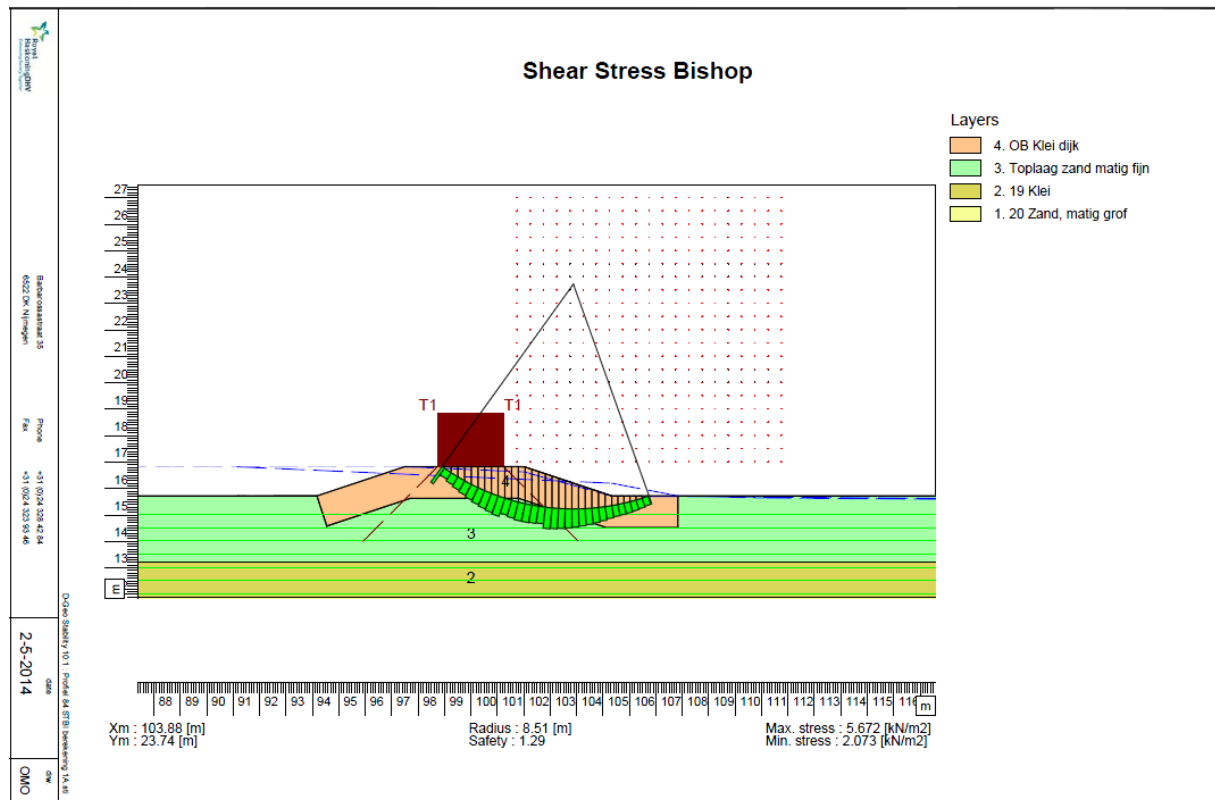
Het profiel bestaat tot NAP +13,2 m uit zand, hieronder wordt een 1,6 m dikke kleilaag aangetroffen. Onder de kleilaag wordt wederom zand aangetroffen.

De kleilaag wordt slechts op een deel van het dit deeltraject aangetroffen. Gezien de beperkte kerende hoogte van het dijklichaam (1,1m) en de diepteligging van de kleilaag (2,5 m onder maaiveld) heeft deze laag geen noemenswaardige impact op het ontwerp.

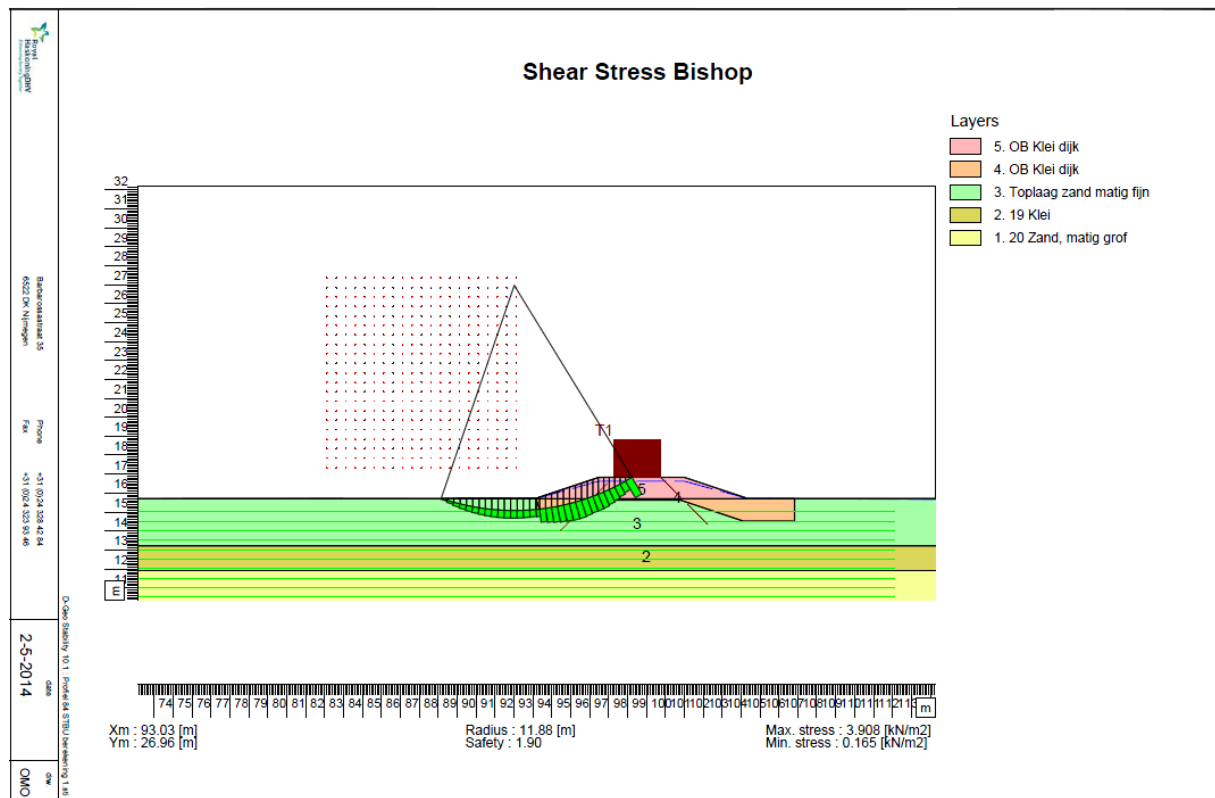
BLI_05		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7.64	15,00	BUT
-2,25	16,83	BUK
0	16,83	Hart
2,25	16,83	BIK
5.58	15.72	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten
Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten: 1. Stabiliteit voorland en analyse zettingsvloeiing niet apart beschouwd, hiervoor wordt verwezen naar dijkvak BLI_06. 2. De wegverharding en de fundering van de parkeerplaats dient verwijderd te worden. 3. Bij de aansluiting op de hoge grond dient de bekleding minimaal 5 - 10 m doorgezet te worden om erosie en achterspoeling te voorkomen. 4. Binnendijs dient het terrein te worden opgehoogd tot NAP +15,72 m. Ter hoogte van subvak BLI_05_b is dit slechts beperkt mogelijk in verband met naastgelegen vakantiehuisjes. 5. Het dijkvak sluit in het zuiden aan op hoge grond. Ter hoogte van de aansluiting is het onvermijdelijk dat grond op particulier terrein wordt overschreden. Getracht is de aansluiting zo te leggen dat vakantiehuisjes gespaard kunnen blijven.
5. Risico's
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp): 1. Locatie van vakantiehuisjes ter hoogte van de aansluiting op hoge grond is bij benadering. Mogelijk is hier maatwerk nodig om de aansluiting te realiseren zonder vakantiehuisjes te hoeven amoveren. 2. Het ontwerp van de geul en buitendijs maaiveld/talud was op het moment van ontwerp nog onduidelijk. Hier is uitgegaan van eenzelfde niveau als binnendijs. Mogelijk is dit uitgangspunt over een deel van het dijkvak niet correct en is buitendijs meer ruimte nodig voor de waterkering.
6. Bijlagen
1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit incl. berm (SF=1,29 > 1,20)

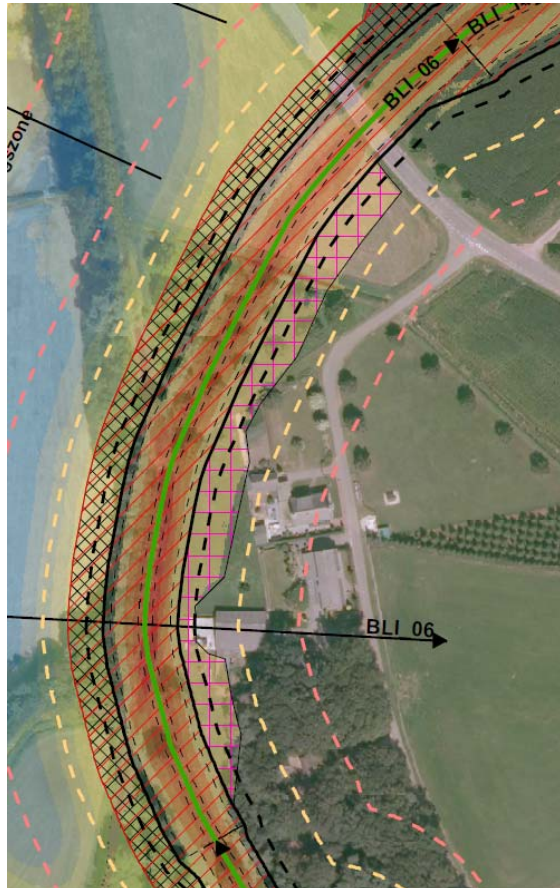


Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit (SF=1,90 > 1,11)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken		Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: : Boltweg		Dijkvak	BLI_06
		Dijkpalen	n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_06. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van het perceel van de familie Camps. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak



Figuur 2: Impressie van de aanwezig: bomen, sloot, perceel Camps en de locatie van de schuur van Camps.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

In figuur 2 is een impressie weergegeven van enkele van de onderstaande punten.

1. Buitendijks begint op relatief korte afstand van de waterkering het geulontwerp.

2. Er zijn veel bomen aanwezig in het dijkvak. Alle bomen die binnen de in figuur 1 aangegeven stippellijn vallen dienen verwijderd te worden.
3. Voorkeur voor oplossing in grond, als alternatief voor de voorlandverbetering is (indicatief) gekeken naar de benodigde dimensies van een kwelscherm.
4. Binnendijs is het perceel van de familie Camps aanwezig. Er dient een oplossing te worden gezocht waarbij zoveel mogelijk buiten het perceel wordt gebleven. De op het perceel aanwezige schuur dient behouden te blijven.
5. Het is toegestaan op het perceel van de familie Camps gedeeltelijk op de hogen. Het perceel van Boltweg 2A mag niet opgehoogd worden.
6. De afmetingen van de geul liggen vast.
7. Ter plaatse van de nieuwe waterkering is een sloot aanwezig. Deze sloot dient gedempt te worden.
8. De waterkering kruist de watergang de Bolt, hier moet een uitwateringsduiker worden gerealiseerd. De duiker is niet ontworpen.

2.2. Bodembeschrijving

De ondergrond voor DP84 is gemodelleerd op basis van de sonderingen S30, S31, S43 en SBL15/1.

De bodem bestaat voornamelijk uit zand met lokaal dunne cohesieve stoorlaagjes.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit, STVL

Macrostabiliteit

Ten aanzien van macrostabiliteit wordt verwezen naar WAN_02, waar het standaardprofiel voldoet bij gelijke opbouw van de bodem en kerende hoogte.

Stabiliteit voorland (STVL)

STVL is beoordeel volgens de geometrische methode (zie bijlage 2) van VTV 2006, Katern 9. De toetsing op verwekingsgevoeligheid is uitgevoerd aan de hand van de relatieve dichtheid en lokaal grondonderzoek. Uit de analyse volgt:

Afschuiven van het voorland is niet schadelijk wanneer insteek geul 5 m uit buitenteen begint. Er wordt voldaan aan het bestortingscriterium. Zettingsvloeiing is schadelijk op basis van de geometrie. De ondergrond is echter niet verwekingsgevoelig (zie bijlage 3).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Binnendijs ophogen tot NAP +14,80 m

Omdat buitendijs op relatief korte afstand de insteek van de geul begint is er weinig ruimte aanwezig voor de voorlandverbetering. Hierdoor is er voor een zo kort mogelijke voorlandverbetering gezorgd. Dit is gedaan door middel van het ophogen van een deel van het perceel van de familie Camps. Deze ophoging is weergegeven in bijlage 1.

Om de benodigde lengte aan voorlandverbetering te beperken en daarmee voldoende ruimte voor de geul te realiseren, is het nodig om het maaiveld binnendijs op te hogen tot minimaal NAP + 14,5 m en in een strook van 7 m direct achter de dijk (gerekend vanaf BIT) minimaal NAP + 14,8 m.

Het ophoogmateriaal dient te bestaan uit zandig materiaal met terugbrengen van de aanwezige leeflaag.

Pipingberekening

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	MHW [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_06	n.v.t.	16,83	14,80	2,03	36

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

Optie kwelscherm

Een kwelscherm (verticaal damwandscherm) is een alternatief voor het ingraven van klei in het voorland (voorlandverbetering) ter voorkoming van het faalmechanisme 'piping'. Door middel van een indicatieve berekening (Lane) is aan de hand van de kerende hoogte binnendijs een inschatting gegeven voor de lengte van het kwelscherm (t.b.v. kostenraming). De invoerparameters en het resultaat is onderstaand weergegeven.

ΔH binnendijs	2,03+ 0,5 m = 2,53 m
Horizontale kwelweglengte aanwezig	25 m
Verticale kwelweglengte benodigd	9,5 m
Lengte kwelscherm	4,75 m
Lengte voorlandverbetering	0 m

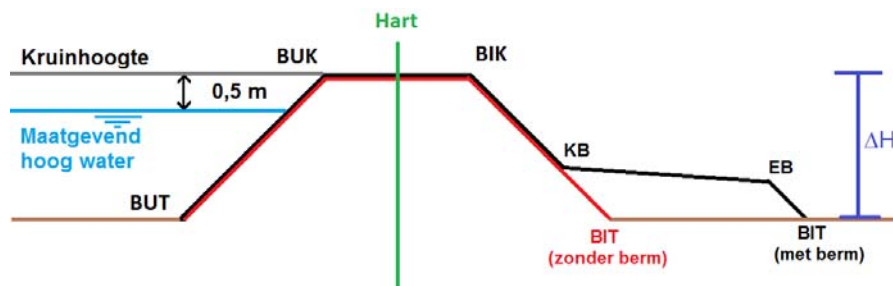
*Hierin is rekening gehouden met eventuele uitbreidbaarheid van de keermuur. In de berekening voor de kwelweglengte en kwelscherm lengte dient om deze reden 0,5 m extra kerende hoogte meegenomen te worden.

Op basis van de beschikbare sonderingen en veronderstelde inbrengmethode 'hoog frequent trillen' dient (voor doeleinden van kostenraming) minimaal uit te worden gegaan van planken met een weerstandsmoment $\geq 1100 \text{ cm}^3/\text{m}$. AZ12 damwandplanken voldoen aan dit criterium ($W = 1245 \text{ cm}^3/\text{m}$).

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_06		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-11,34	13,8	BUT
-2,25	16,83	BUK
0	16,83	Hart
2,25	16,83	BIK
8,34	14,8	BIT
15,34	14,8	Oph. Terrein
16,24	14,5	Oph. Terrein
23	14,5	Oph. Terrein

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De waterkering komt op de locatie van een bestaande sloot te liggen. Om zetting te verminderen dient de slootbodem eerst opgeschoond te worden voordat deze wordt aangevuld. De kans op ongelijke zettingen is naar verwachting klein i.v.m. weinig

zettingsgevoelige ondergrond.

2. Noodzaak tot ophogen maaiveld binnendijs betekent dat hierdoor bomen (evt. tijdelijk) moeten worden verwijderd.
3. De dijk kruist een watergang (de Bolt). Deze watergang dient behouden te blijven door middel van een duiker-constructie. Het ontwerp van de voorlandverbetering in relatie tot de watergang de Bolt en de te realiseren duikerconstructie dient nader ontworpen te worden.

5. Risico's

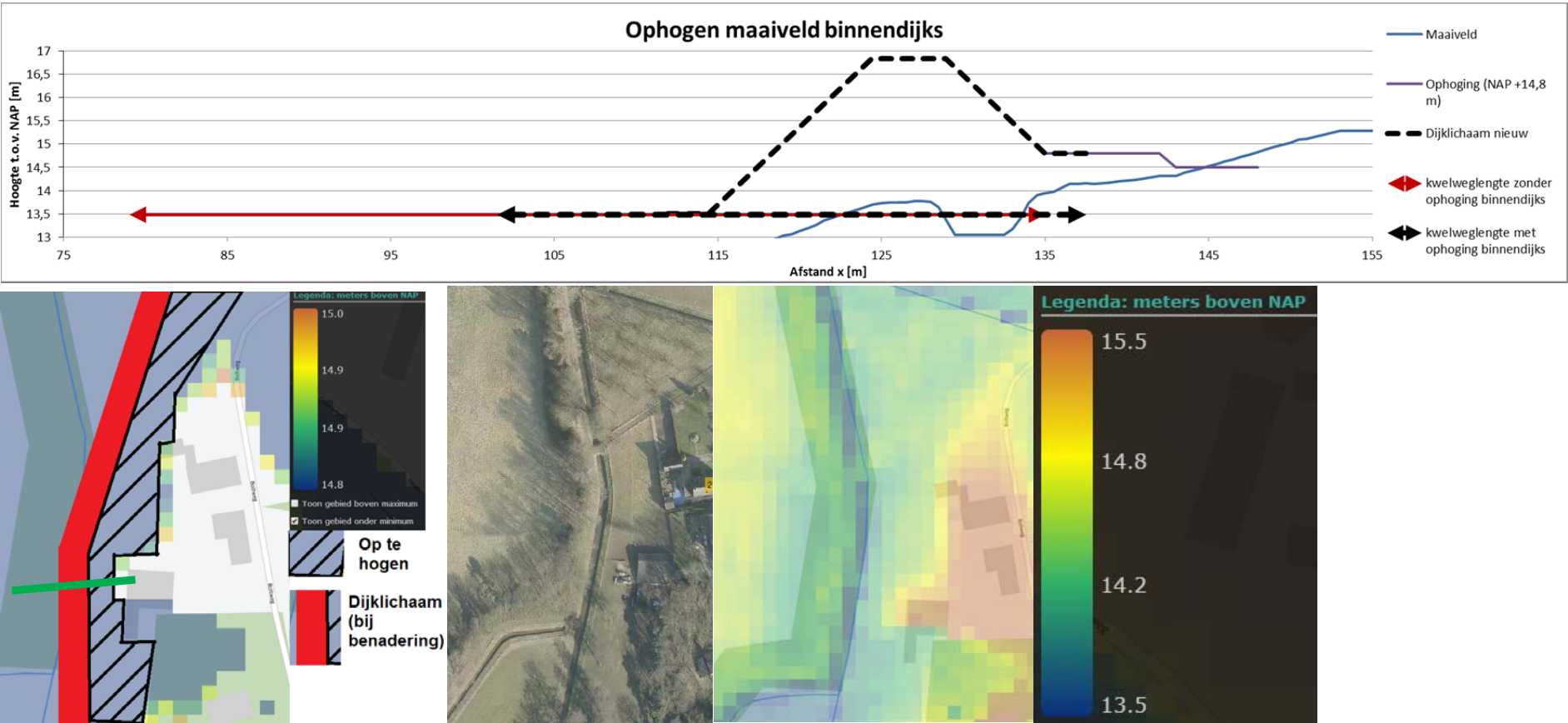
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Om restzettingen te voorkomen, beekbodem en taluds eerst opschonen alvorens aan te vullen. Verschilzettingen is een aandachtspunt voor uitvoering.
2. Als er voor de toepassing van een kwelscherm wordt gekozen in plaats van een voorlandverbetering verandert het verloop van de waterspanningen in het eerste watervoerend pakket. Dit kan gevolgen hebben voor het benodigd ruimtebeslag.
3. De benodigde afstand tot insteek geul (vanuit faalmechanisme STVL) is afhankelijk van het geulontwerp. Als het geulontwerp afwijkt van hetgeen hier aangehouden verandert ook de aan te houden afstand. Opgemerkt wordt dat de benodigde afstand vanuit faalmechanisme STPH (piping) maatgevend zal zijn.
4. Er is kans op het optreden van het faalmechanisme heave achter het kwelscherm. Het optreden van dit faalmechanisme dient uitgesloten te worden.
5. Er is een risico aanwezig van het opbarsten van de kleibekleding voor het kwelscherm. Ook dit dient uitgesloten te worden.
6. Er bestaat een risico op afslag van het voorland door te hoge stroomsnelheden. Dit risico dient nader beschouwd te worden.

6. Bijlagen

1. Ophogen maaiveld binnendijs
2. Geometrische toets STVL
3. Analyse verwekingsgevoeligheid bodem

Bijlage 1: Ophogen maaiveld binnendijks

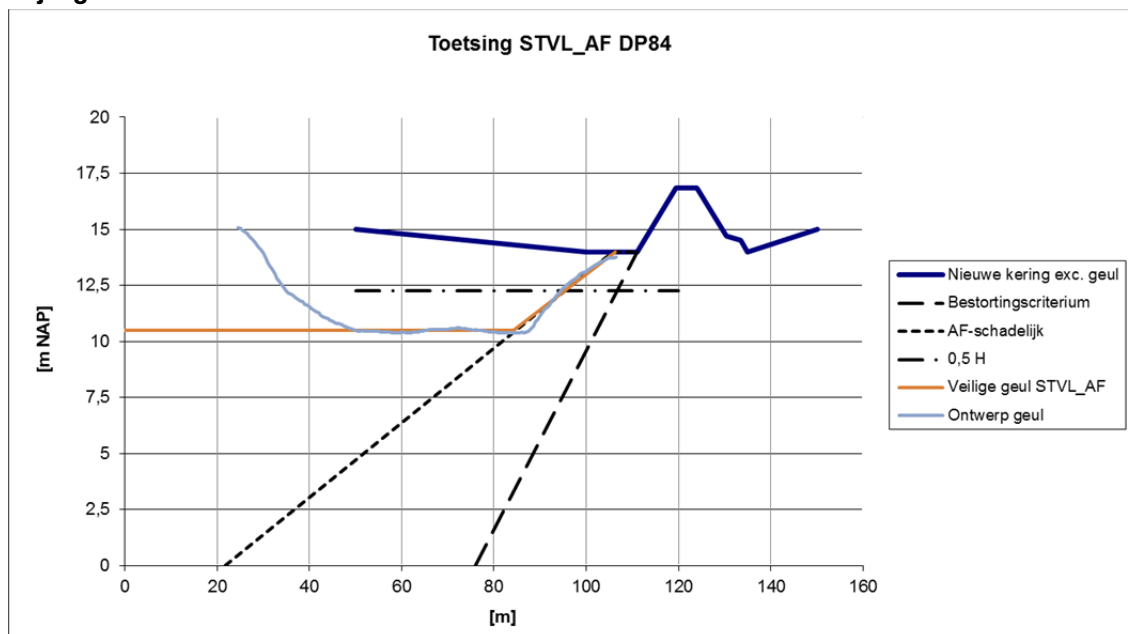


Op te hogen maaiveld

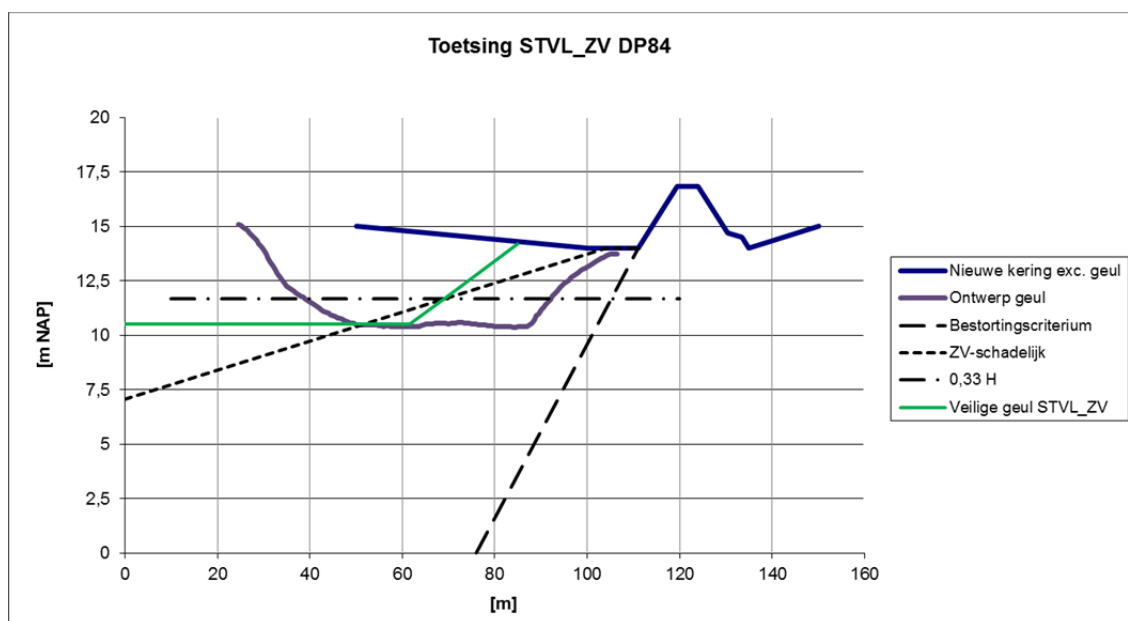
Luchtfoto situatie

Maaiveld hoogtes (ahn.nl)

Bijlage 2: Geometrische toets conform Katern 9 van de VTV

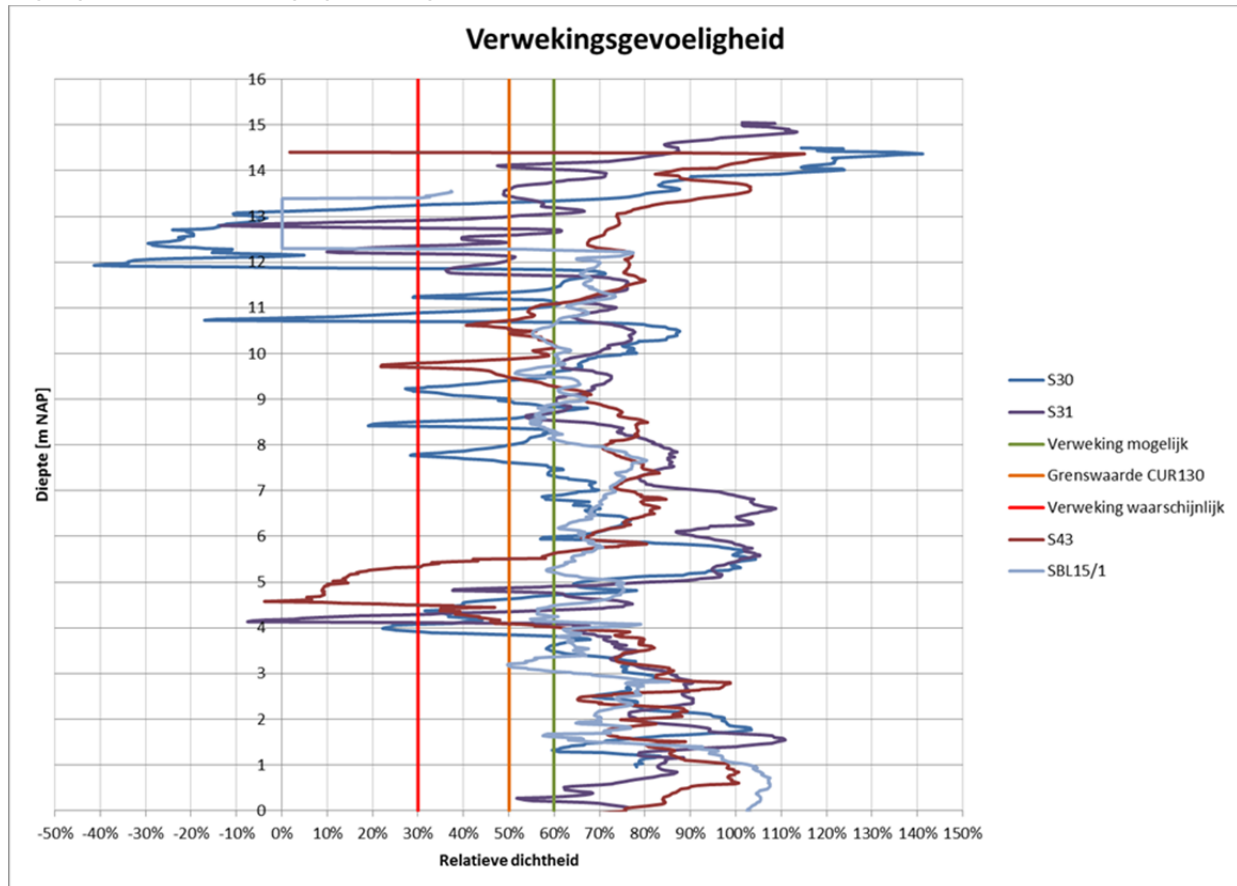


Figuur B2.1 Geometrische toets afschuiving voorland (STVL-AF)



Figuur B2.2 Geometrische toets zettingsvloeiing voorland (STVL-ZV)

Bijlage 3: Verwekingsgevoeligheid



Toelichting:

De verwekingsgevoeligheid is bepaald aan de hand van de relatieve dichtheid en de dikte van het pakket. Volgens "T.C. Raaijmakers - Submarine slope development of dredged trenches and channels - TU Delft juni 2005" is optreden van zettingsvloeiing mogelijk indien de relatieve dichtheid kleiner is dan 60%. Indien de relatieve dichtheid kleiner is dan 30% is optreden van zettingsvloeiing waarschijnlijk. In CUR130 wordt een relatieve dichtheid van 50% aangehouden als grenswaarde. Daarnaast is volgens de CUR130 voor het mogelijk optreden van zettingsvloeiing een losgepakte zandlaag met een minimale dikte van 2 à 5 m nodig.

Bovenstaand figuur geeft voor de vier beschikbare sonderingen de relatieve dichtheid als functie van de diepte weer. Een losgepakte zandlaag met een minimale dikte van 2 m is niet aangetroffen.

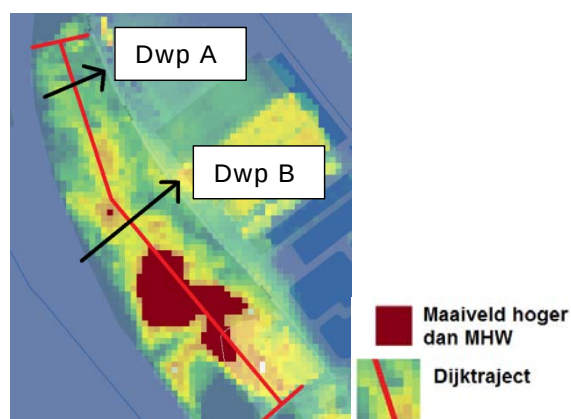
Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken		Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Boltweg	Dijkvak		BLI_07
	Dijkpalen		n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_07. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de Boltweg (ten zuidwesten van dijkkring Boltweg). De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak



Figuur 2: Ligging dijkvak in relatie tot maaiveld hoogte

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De waterkering volgt zo veel mogelijk de hoge grond. In het midden van het dijkvak is het maaiveld op hoogte. In figuur 2 is de ligging van het dijkvak weergegeven in relatie tot de hoogte.
2. Het dijkvak loopt door het midden van een stuk bos. Alle bomen die binnen de in figuur 1 aangegeven stippellijn vallen dienen verwijderd te worden.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijktraject BLI_07 is vastgesteld op basis van S44 t/m S45 en HB125 t/m HB130. Het profiel bestaat volledig uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Ten aanzien van stabiliteit wordt er verwezen naar de stabiliteitsberekening van WAN_03. In deze berekening blijkt het profiel zowel binnendijs als buitendijs te voldoen op stabiliteit. Hierbij is geen stabiliteitsberm meegenomen.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_07_1	a	16,83	16,83	0,00	0
BLI_07_1	b	16,83	15,75	1,08	16
BLI_07_1	c	16,83	15,00	1,83	32
BLI_07_2		16,83	15,00	1,83	32

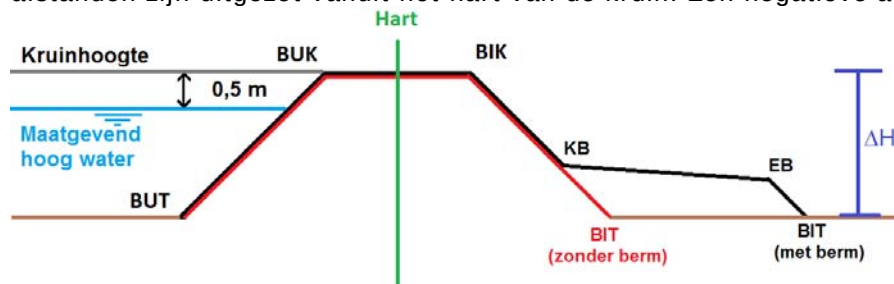
In bovenstaande tabel is voor dijkvak BLI_07_1 een maaiveldhoogte aangegeven die lager is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de stabiliteitsberekening. De in de tabel aangegeven maaiveldhoogte hoort bij een lokale laagte. Deze laagte bevindt zich op een dermate grote afstand van de binnentoe van de dijk dat is aangenomen dat deze laagte geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit. In de stabiliteitsberekening is dus gerekend met een hogere maaiveldhoogte aan binnendijs zijde.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_07_01			BLI_07_02		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-4,42	16,04	BUT	-6,24	15,5	BUT
-2,25	16,83	BUK	-2,25	16,83	BUK
0	16,83	Hart	0	16,83	Hart
2,25	16,83	BIK	2,25	16,83	BIK
4,32	16,14	BIT	7,14	15,2	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

1. Aan de zuidzijde van dijkvak BLI_07_1 is het maaiveld gedeeltelijk op hoogte. Hier dient het dijkprofiel (inclusief kleibekleding) onder de lokale hoogte door te lopen. Daartoe dient de lokale hoogte tijdelijk te worden ontgraven.
2. Ter plaatse van de voorlandverbetering moeten eerst bomen verwijderd worden voordat deze aangebracht kan worden. Na het aanbrengen van de voorlandverbetering kunnen er breedwortelende bomen op de voorlandverbetering worden herplant.

5. Risico's

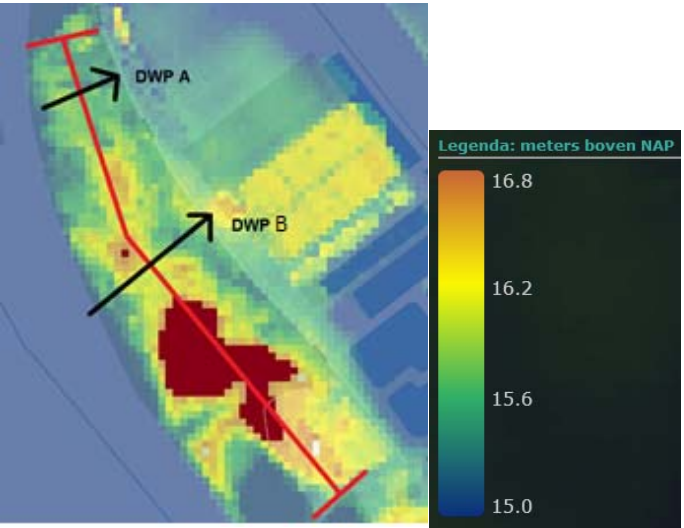
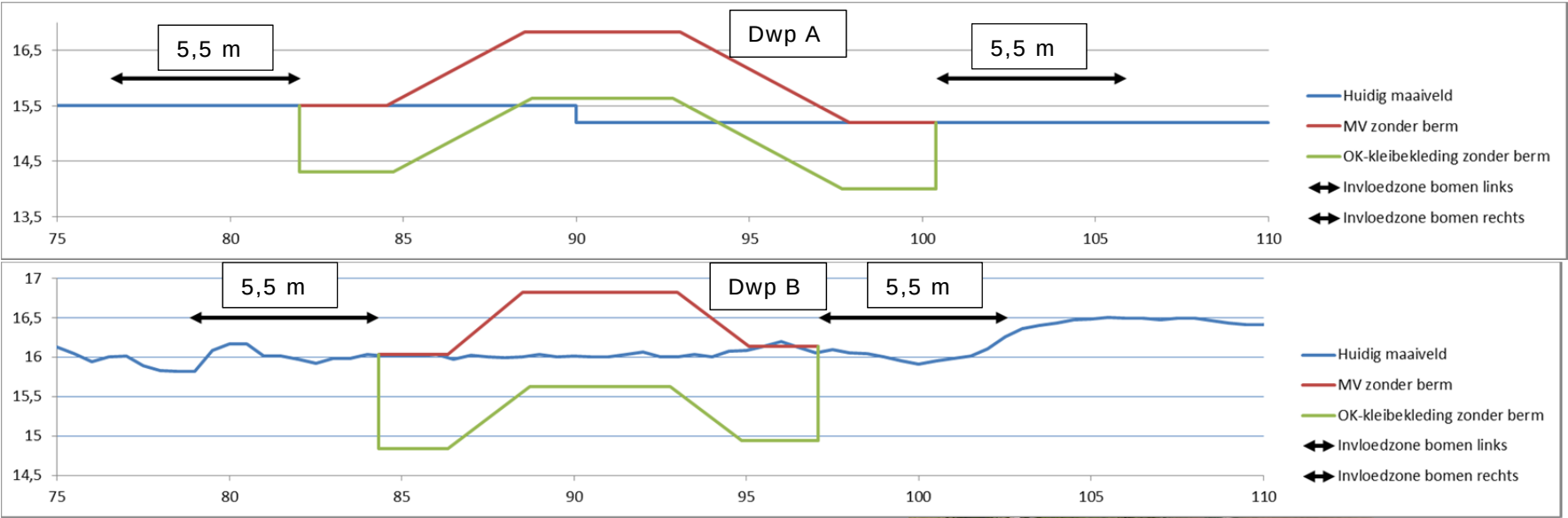
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er zijn geen voor dit dijkvak specifieke risico's geïdentificeerd.

6. Bijlagen

1. Locatie dijkvak BLI_07, dijkontwerp dwarsprofiel A en B

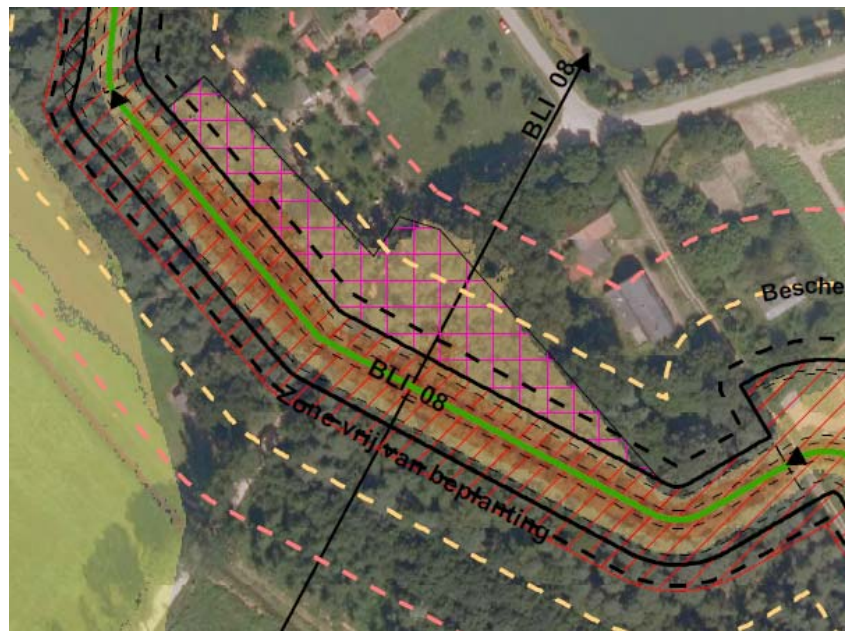
Bijlage 1: Locatie dijkvak BLI_07, dijkontwerp dwarsprofiel A en B



Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: Boltweg	Datum: 12-03-2015	
	Dijkvak	BLI_08
	Dijkpalen	n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_08. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van Boltweg nummer 6 en nummer 10. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Er zijn veel bomen aanwezig in het dijkvak. Alle bomen die binnen de in figuur 1 aangegeven stippellijn vallen dienen verwijderd te worden.
2. Aan binnendijkse zijde zijn twee percelen aanwezig. Het gaat hierbij om Boltweg nummer 6 en nummer 10.
- 3.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor BLI-08 is vastgesteld op basis van S45 t/m S46 en HB128 t/m HB134. Het profiel bestaat uit volledig uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Ten aanzien van stabiliteit wordt er verwezen naar de stabiliteitsberekening van WAN_02. In deze berekening blijkt het profiel zowel binnendijks als buitendijks te voldoen op stabiliteit. Hierbij is geen stabiliteitsberm meegenomen.

3.2. Zandmeevoerende wellen

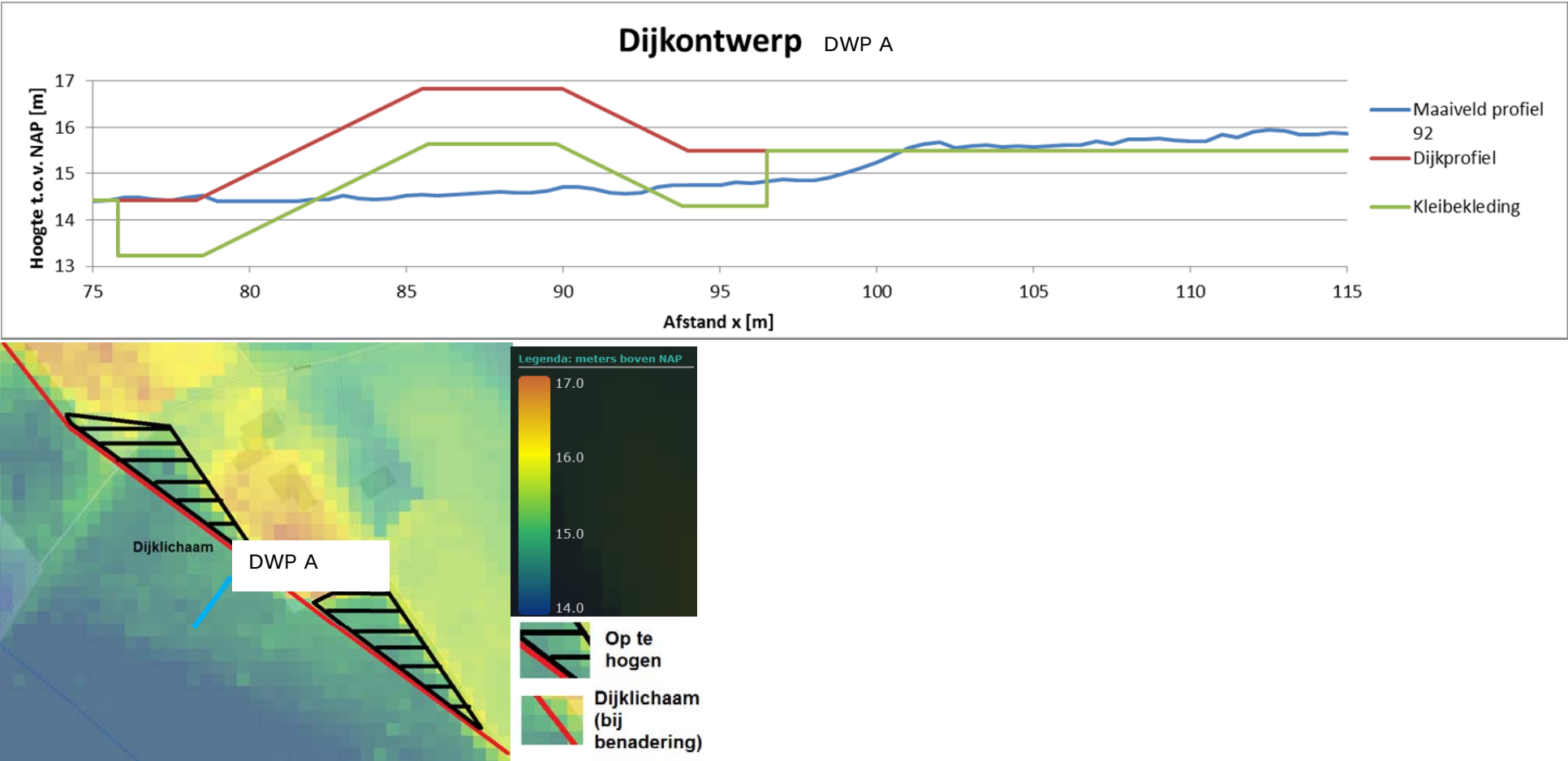
Omdat buitendijks veel bomen aanwezig zijn is er voor gekozen om zo veel mogelijk van deze bomen te sparen door de voorlandverbetering zo veel mogelijk te beperken. Om deze reden is er voor gekozen om het maaiveld binnendijks op te hogen.

In bijlage 1 is het verloop van het binnendijks maaiveld weergegeven. Te zien is dat het maaiveld binnendijks oploopt naar NAP +15,50 m of hoger. Het maaiveld zal aangevuld worden tot NAP +15,50 m.

Door het maaiveld binnendijks op te hogen bedraagt de kerende hoogte 1,33 m in plaats van 2 m. Hierdoor neemt de kwelweglengte 14 m af van 35 m naar 21 m. Dit betekent dat de

1. Locatie dijktraject, dijkontwerp en ophogen binnendijks maaiveld

Bijlage 1: Locatie dijktraject, dijkontwerp BLI-08 en op te hogen maaiveld



Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Boltweg	Dijkvak	BLI_09
	Dijkpalen	n.v.t.

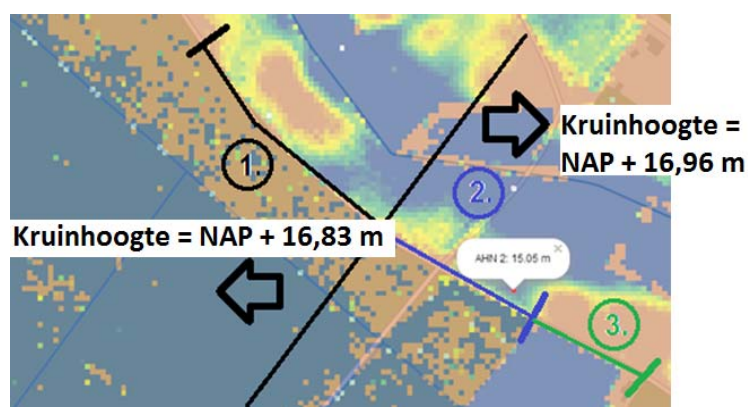
1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_09. Het tracé van de dijk loopt parallel aan de Boltweg. De ligging van het tracé is weergegeven in onderstaande figuur.

Het dijkvak BLI_09 is onderverdeeld in 3 subvakken. Deze subvakken zijn in onderstaande figuren weergegeven. De indeling is gemaakt aan de hand van binnendijks maaiveldhoogte en MHW-hoogte, zie figuur 2.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak Bli 09



Figuur 2: Onderverdeling dijkvak Bli 09 in deelvakken

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en -issues:

1. Aan buitendijkse zijde van de Boltweg is een steilrand aanwezig met hoge ecologische waarde. De steilrand, inclusief bomen, dient intact te blijven.
2. De Boltweg blijft op dezelfde locatie liggen. De dijk wordt binnendijs van de Boltweg gesitueerd.

Uitgangspunten

1. Er kan geen voorlandverbetering uitgevoerd worden door de aanwezigheid van de te behouden steilrand en bomen. Om het faalmechanisme piping tegen te gaan wordt een pipingberm ontworpen.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor BLI-09 is vastgesteld op basis van S47 t/m S50 en HB132 t/m HB141. Het profiel bestaat volledig uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Omdat dijkvak BLI_09 vergelijkbaar is in grondopbouw en kerende hoogte met dijkvak WAN_03 wordt verwezen naar de stabiliteitsberekening van dit profiel.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI)	1)	Voldoet
2.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	2)	Voldoet

Toelichting bij de tabel:

1) : Zie WAN_03.

2) : Zie WAN_03.

In deze berekening blijkt het profiel zowel binnendijs als buitendijs te voldoen op stabiliteit. Binnendijs wordt de stabiliteit in dijkvak BLI_09 nog verhoogd door aanwezigheid van de pipingberm.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_09_1		16,83	15,13	1,70	29
BLI_09_2		16,96	15,0	1,96	35
BLI_09_3		16,96	15,5	1,46	24

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een pipingberm.

Ontwerp pipingberm:

De pipingberm is ontworpen aan de hand van de benodigde kwelweglengte (L, bepaald met de formule van Sellmeijer) en de binnendijs kerende hoogte (ΔH). Hiermee wordt vervolgens de helling van de Sellmeijer(L/ ΔH)lijn bepaald. Deze lijn start bij het begin van het dijklichaam op kruinhoogte en loopt door tot het maaiveld.

Het ontwerp van de pipingberm dient boven de Sellmeijer($L/\Delta H$)lijn te blijven om het optreden op het faalmechanisme piping te voorkomen. Het beginpunt van de pipingberm is 20 cm hoger gestart dan de Sellmeijer($L/\Delta H$)lijn aangeeft. In bijlage 1 is het ontwerp van de pipingberm weergegeven.

De pipingberm heeft een talud van 1:20 en heeft ter plaatse van het einde van de berm een hoogte van 0,5 m.

3.3. Erosiegevoeligheid steilrand

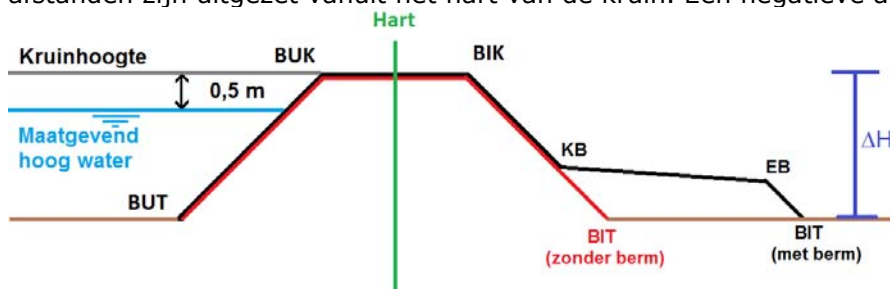
Er is onderzoek gedaan naar de gevolgen van het eroderen van de steilrand op de stabiliteit van het dijklichaam. Er zijn drie maatgevende dwarsprofielen onderzocht. De dwarsprofielen en de locatie van deze zijn weergegeven in bijlage 2.

De ondergrond ter plaatse van het dijkvak (en de steilrand) bestaat uit zand. In bijlage 2 is voor ieder dwarsprofiel een potentiële erosie lijn getekend waarbij de gehele steilrand afschuift of erodeert. De resterende taludhellingen zijn in alle gevallen flauwer dan 1:11. In dezelfde doorsnedes zijn tevens meer realistische 1 op 7 lijnen getekend. Deze lijnen snijden het maaiveld op ongeveer 4,5 meter afstand van de buitenteen van het dijklichaam. Er kan dus geconcludeerd worden dat het eventueel eroderen van de steilrand niet zal zorgen voor een onstabiel dijklichaam.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_9_1			BLI_9_2			BLI_9_3		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7,74	15,00	BUT	-8,13	15	BUT	-6,63	15,5	BUT
-2,25	16,83	BUK	-2,25	16,96	BUK	-2,25	16,96	BUK
0	16,83	Hart	0	16,96	Hart	0	16,96	Hart
2,25	16,83	BIK	2,25	16,96	BIK	2,25	16,96	BIK
4,15	16,20	KB	4,23	16,3	KB	4,23	16,3	KB
20,63	15,38	EB	23,34	15,34	EB	15,69	15,73	EB
21,76	15,00	BIT	24,37	15	BIT	16,37	15,5	BIT

Bij het uitzetten van de geometrie is gestart bij de rand van het talud van de Boltweg (binnendijkse zijde).

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De aansluiting van de pipingberm op naastgelegen dijkvakken is niet ontworpen en zodoende een aandachtspunt voor vervolgfasen.
2. In het noordwesten van het dijkvak kruist de Boltweg het tracé van de kering. De kruising is niet ontworpen. De Boltweg dient ruim 1 m te worden opgehoogd.

3. Er zijn geen eisen gesteld aan het materiaal van de pipingberm bij de gegeven geometrie conform bijlage 1. De pipingberm dient zo uitgevoerd te worden dat de afmetingen tot einde levensduur behouden blijven. Als de pipingberm naar verloop van tijd in hoogte af zal nemen (door bijvoorbeeld zettingen) kan de berm mogelijk niet meer als maatregel tegen piping functioneren. Wanneer de pipingberm uit zand wordt gemaakt zal een afdekkende leeflaag van ca. 0,50 m klei nodig zijn om erosie van het zand tegen te gaan.

5. Risico's

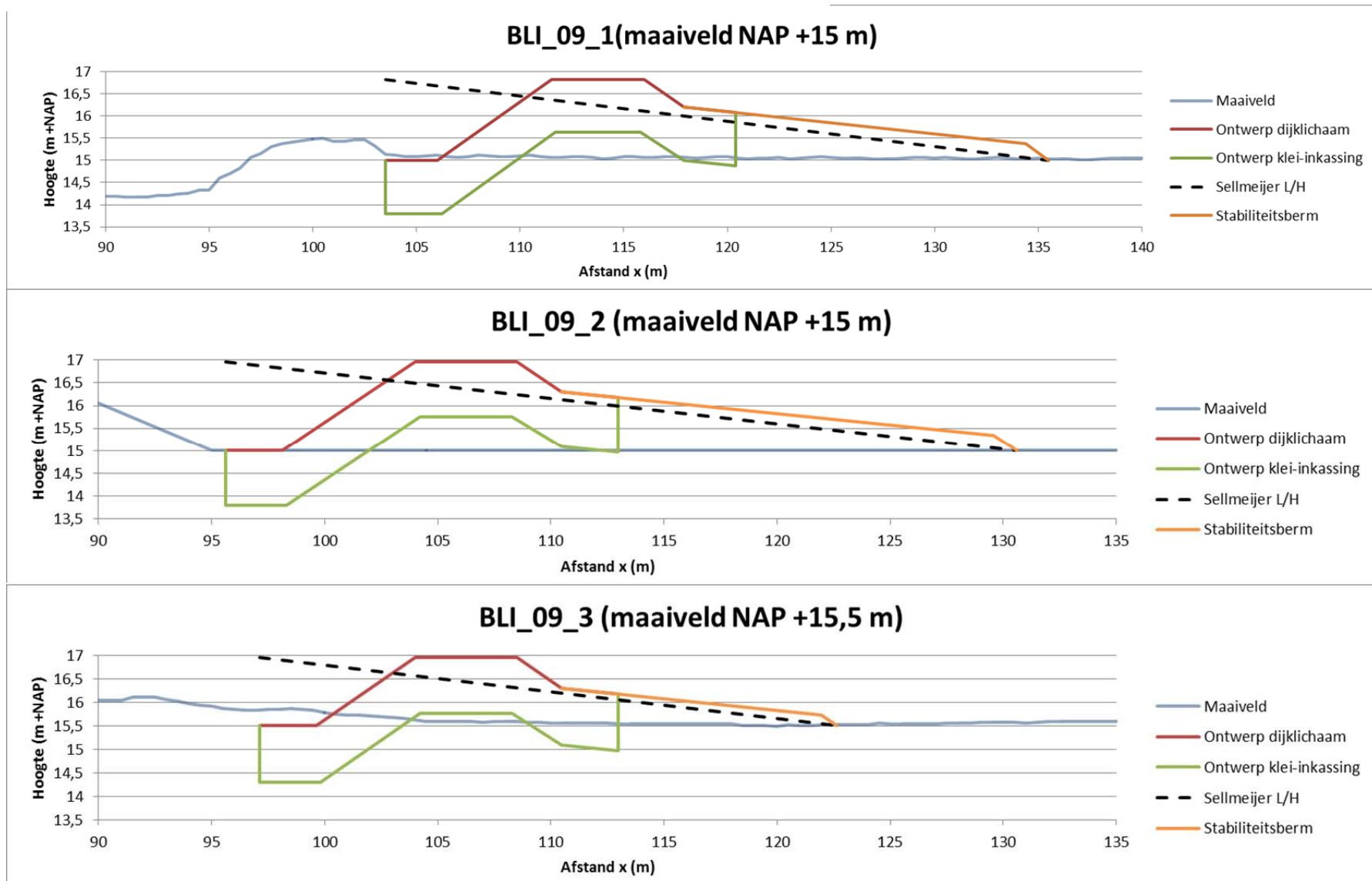
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De pipingbermen zijn ontworpen aan de hand van het binnendijks maaiveld. Omdat dit maaiveld varieert kunnen de lengtes van de pipingbermen variëren.

6. Bijlagen

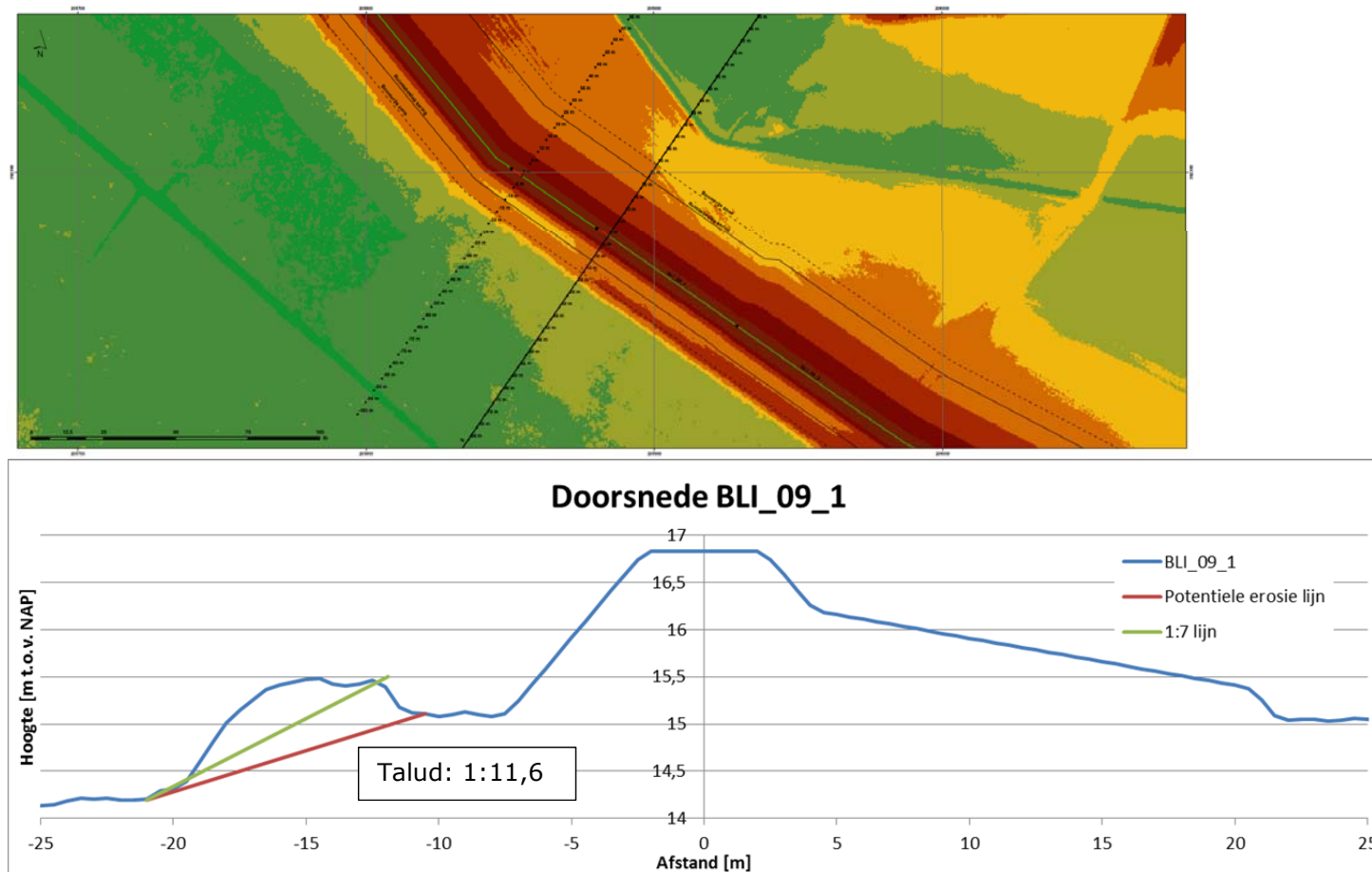
1. Ontwerp van de pipingberm
2. Potentiele erosie van de steilrand

Bijlage 1: Ontwerp van dijkvak BLI_09 (incl. pipingberm)

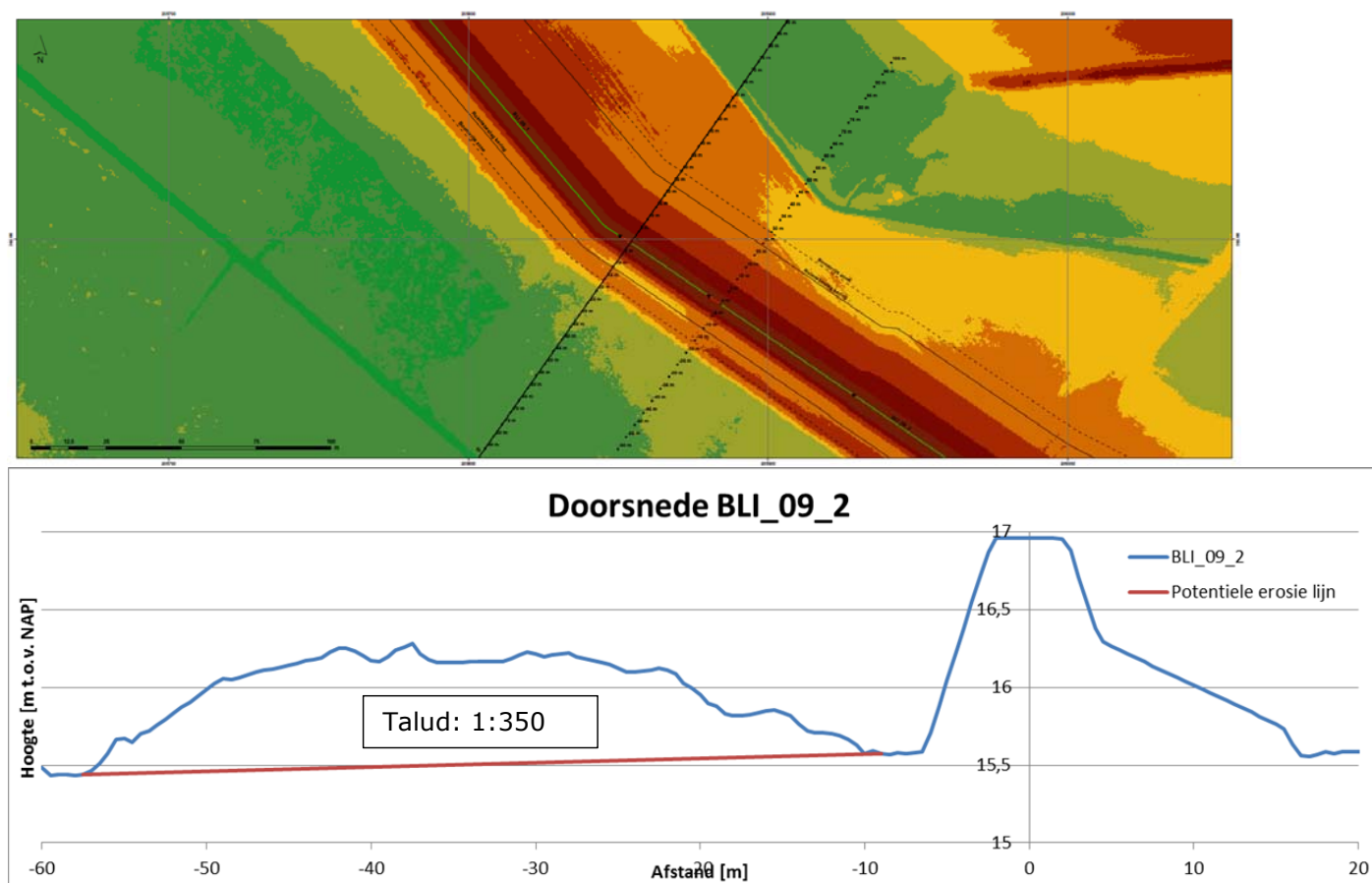


Bijlage 2: Potentiele erosie van de steilrand

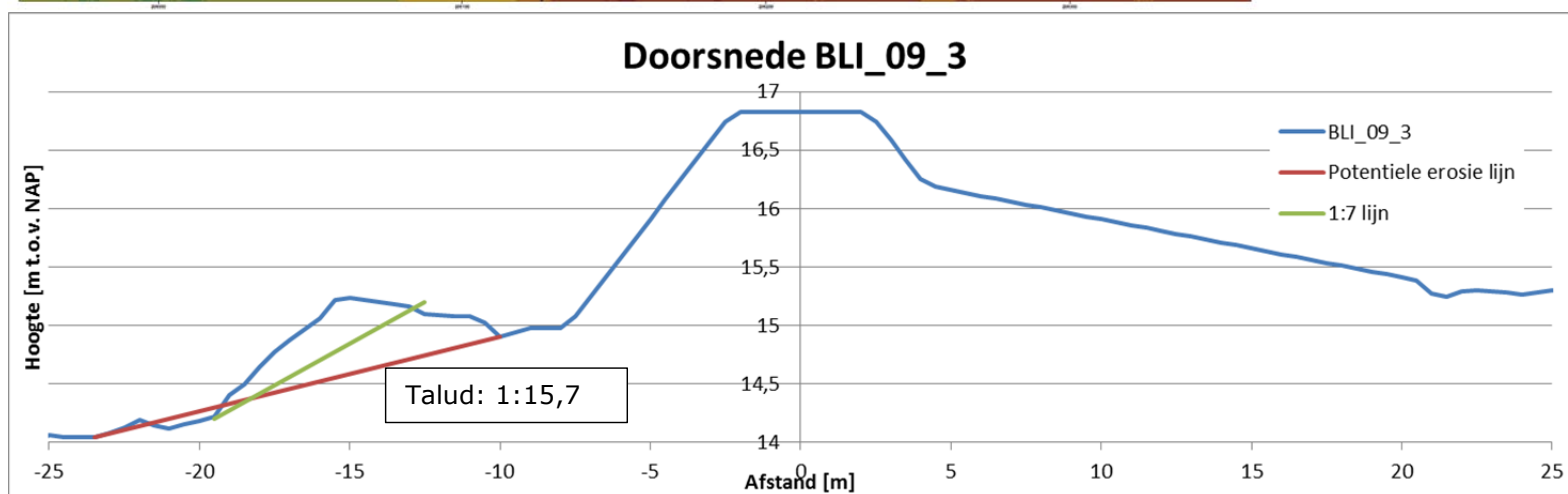
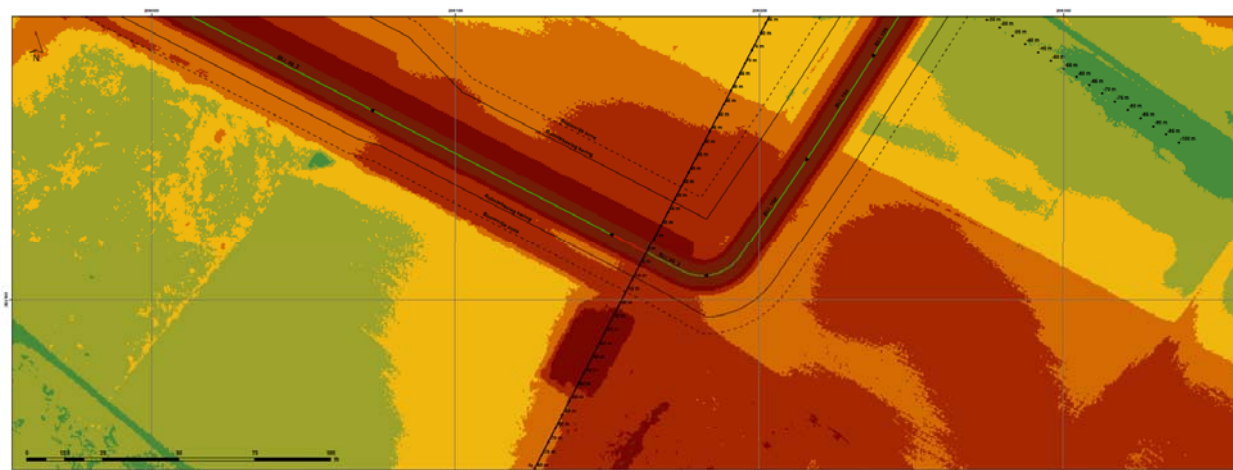
Let op: onderstaande figuren zijn schematische weergaven. De doorsneden zijn niet op schaal en het talud van de erosielijnen kunnen hierdoor verkeerd ingeschat worden.



Figuur 3: BLI_09_1 Locatie doorsnede en schematische weergave van de doorsnede.



Figuur 4: BLI_09_2 Locatie doorsnede en schematische weergave van de doorsnede.

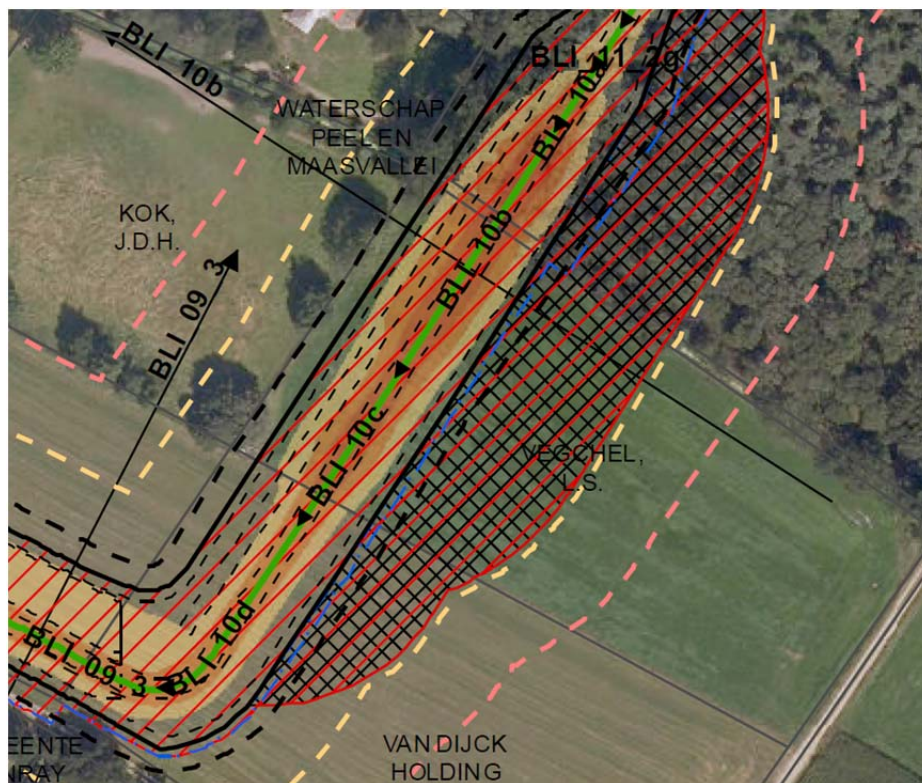


Figuur 5: BLI_09_3 Locatie doorsnede en schematische weergave van de doorsnede.

Ooijen&Wanssum		Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken		12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Boltweg		Dijkvak	BLI_10
		Dijkpalen	n.v.t.

Aanpassing 01

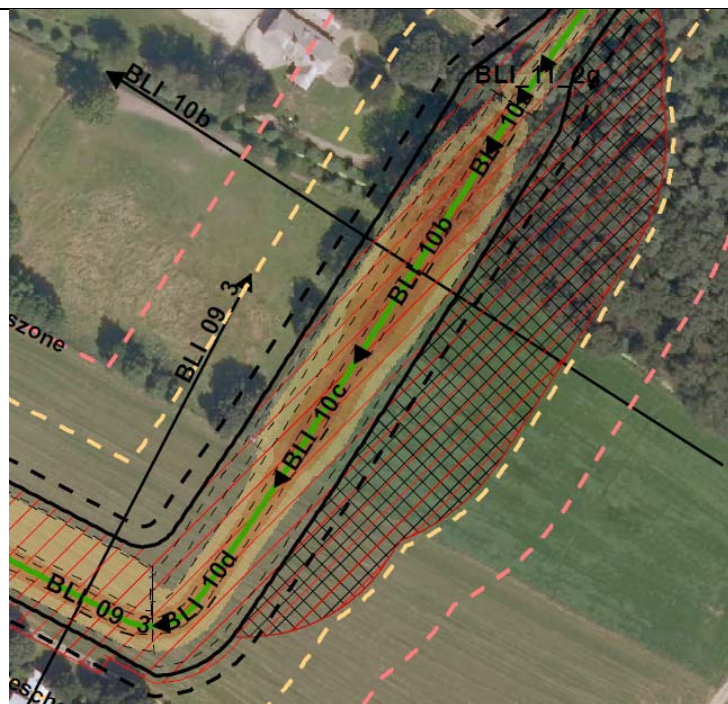
- Wat is aangepast: Het tracé van de waterkering ter hoogte van dijkvakken BLI_10, BLI_11_2g en het aansluitende deel van BLI_11_2f is enkele meters opgeschoven in zuid-oostelijke richting. Zodat de zone vrij van beplanting aan de binnenzijde samenvalt met de perceelsgrens van KOK, J.D.H.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: De gehele 'aftakking', bestaande uit BLI_10, BLI_11_2g en het aansluitende deel van BLI_11_2f is parallel opgeschoven naar buiten.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Op verzoek van perceeleigenaar, zodat bomen gespaard kunnen blijven.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_10. Het tracé steekt het dal van de Bolt over tussen de Ooijenseweg en de Boltweg. De ligging van het tracé is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak BLI_10

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en –issues:

1. In het midden van het dijkvak is een laagte aanwezig. Het dijklichaam is ontworpen met deze laagte als uitgangspunt.
2. Ten westen van de dijk is een perceel aanwezig (Hagenheuvel). Het dijklichaam dient buiten de grens van dit perceel ontworpen te worden. Zie figuur 1.
1. De dijk kruist een watergang (de Bolt). De kruising tussen de watergang en de dijk wordt opgeheven. De watergang wordt buitendijks in zuidelijke richting verlegd en aangesloten op de geul van de Oude Maasarm.

2.2. Bodembeschrijving

De ondergrond bestaat volledig uit zand. In het achterland en het voorland is er geen deklaag aanwezig.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI)	< 1,20	Voldoet niet
2.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI) met berm	1,42	Voldoet
3.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	1,17	Voldoet

De volgende berekeningen hebben plaatsgevonden:

1. Stabiliteit binnenwaarts (STBI).
2. Stabiliteit binnenwaarts (STBI).
Met **stabiliteitsberm**.
3. Stabiliteit buitenwaarts (STBU).

Som 1 blijkt **niet** te voldoen op stabiliteit. Binnendijks blijkt een stabiliteitsberm noodzakelijk. Met een stabiliteitsberm (som 2) voldoet het dijklichaam op stabiliteit binnenwaarts en

stabiliteit buitenwaarts.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

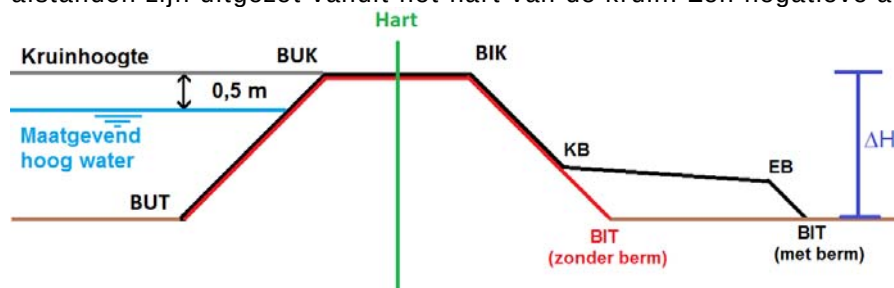
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_10	a	16,96	14,75	2,21	40
BLI_10	b	16,96	14,00	2,96	57
BLI_10	c	16,96	14,50	2,46	46
BLI_10	d	16,96	15,50	1,46	24

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_10		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-11,13	14,00	BUT
-2,25	16,96	BUK
0	16,96	Hart
2,25	16,96	BIK
6,70	15,50	KB
10,03	15,20	EB
13,65	14,00	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

Aandachtspunten/raakvlakken met omgeving

1. Het profiel sluit haaks aan op profiel van het naastgelegen dijkvak BLI_09. Deze aansluiting dient nader ontworpen te worden.
2. Buitendijs dient de watergang de Bolt minimaal over de lengte van de voorlandverbetering gedempt te worden om ruimte te maken voor de voorlandverbetering, binnendijs dient de watergang de Bolt minimaal over een lengte van 5 m gedempt te worden om de stabiliteit van de dijk te waarborgen.

3. Het dijk tracé loopt deels door een bosrijk gebied. Als uitgangspunt wordt genomen dat de bomen in het invloedsgebied van de kering en op de voorlandverbetering verwijderd zullen worden.

5. Risico's

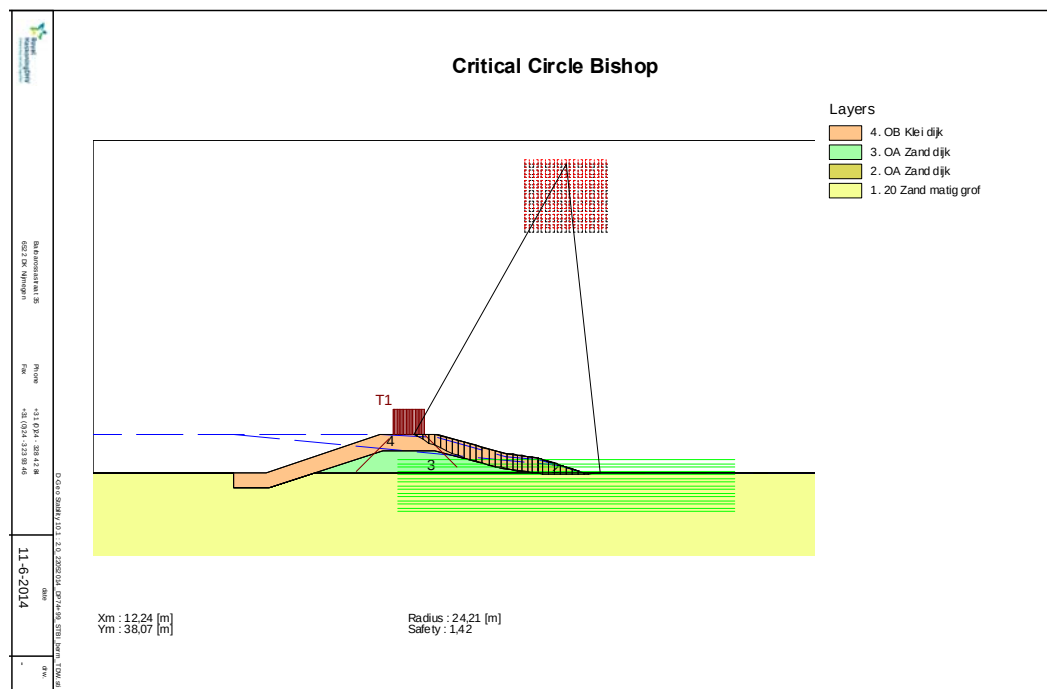
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er zijn geen voor dit dijkvak specifieke risico's geïdentificeerd.

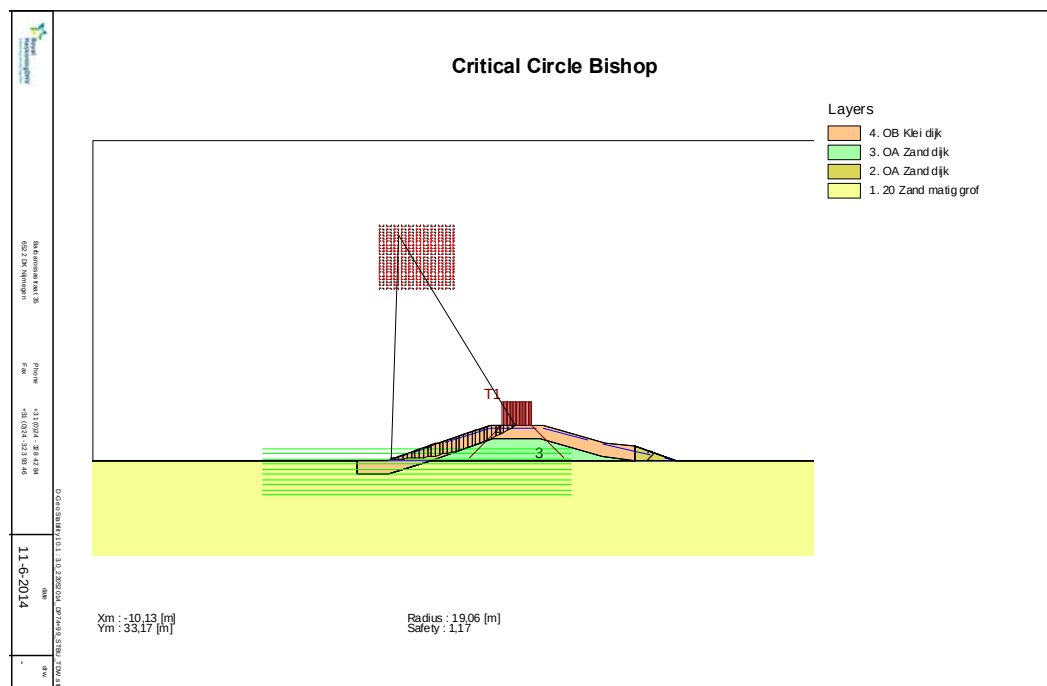
6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,42 > 1,20$)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,17 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Boltweg	Dijkvak	BLI_11
	Dijkpalen	n.v.t.

Aanpassing 01

- Wat is aangepast:
 - a) Het tracé van de waterkering ter hoogte van dijkvakken BLI_10, BLI_11_2g en het aansluitende deel van BLI_11_2f is enkele meters opgeschoven in zuid-oostelijke richting. Zodat de zone vrij van beplanting aan de binnenzijde samenvalt met de perceelsgrens van KOK, J.D.H.
 - b) De slinger in het dijktracé t.h.v. dijkvak BLI_11_2d is recht getrokken.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven:
 - a) De gehele 'aftakking', bestaande uit BLI_10, BLI_11_2g en het aansluitende deel van BLI_11_2f is parallel opgeschoven naar buiten.
 - b) Dijkvak BLI_11_2d is opgesplitst in 2 delen, te weten dijkvak BLI_11_2d en BLI_11_3. Ter hoogte van dijkvak BLI_11_3 is het laagste aangetroffen maaiveldniveau ca. NAP +15,7 m. De maximale kerende hoogte bedraagt hiermee ca. 1,3 m. De benodigde kwelweglengte bedraagt zodoende voor dijkvak BLI_11_3 is 20,5 m.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd:
 - a) Op verzoek van perceeleigenaar, zodat bomen gespaard kunnen blijven.
 - b) Op verzoek van het Waterschap, zodoende wordt een korter dijktracé gerealiseerd.

De geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp voor BLI_11_3 zijn als volgt:

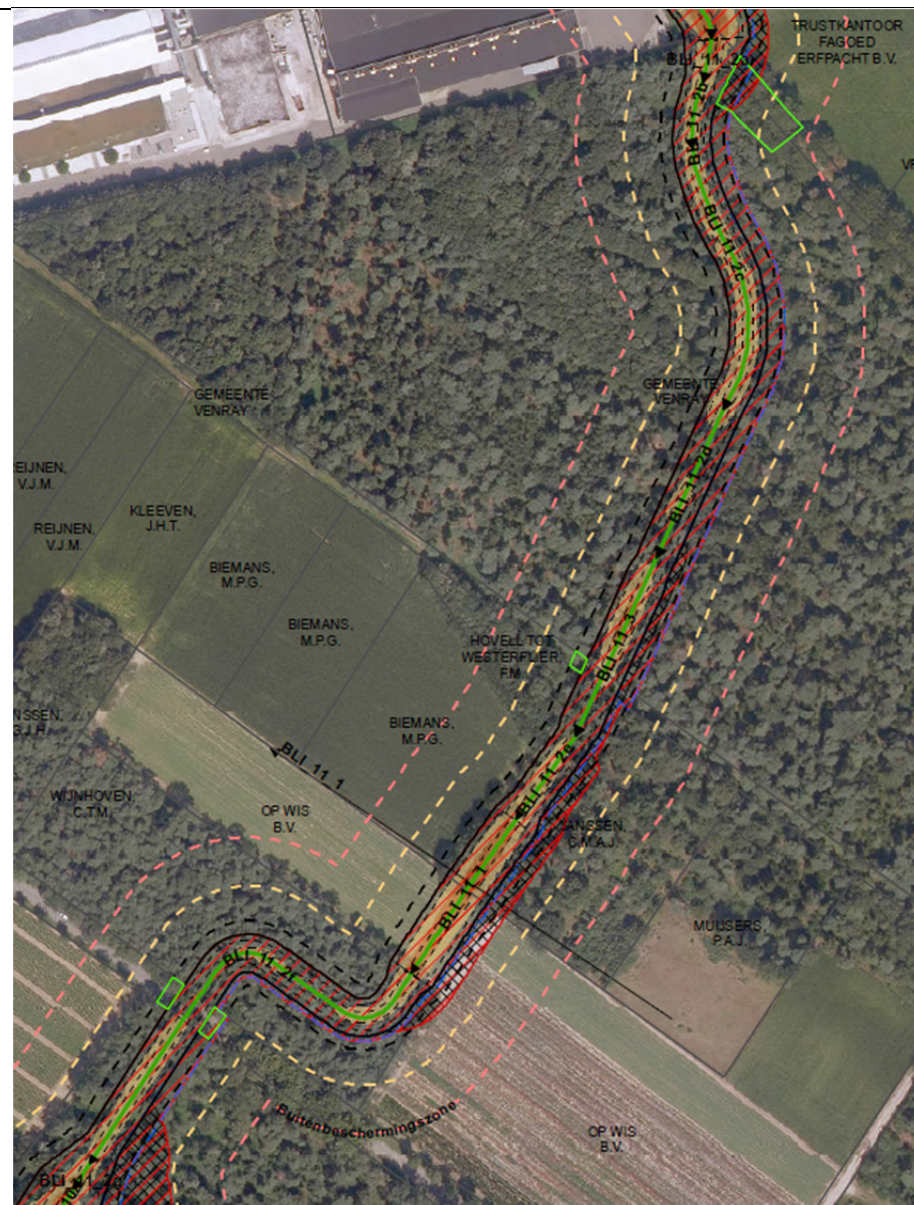
BLI_11_3		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-6,15	15,7	BUT
-2,25	16,96	BUK
0	16,96	Hart
2,25	16,96	BIK
6,15	15,7	BIT

Onderstaand is het resultaat van de pipingberekening voor dijkvak BLI_11_3 toegevoegd.

Aanvulling resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_11_3		16,96	15,7	1,26	20,5

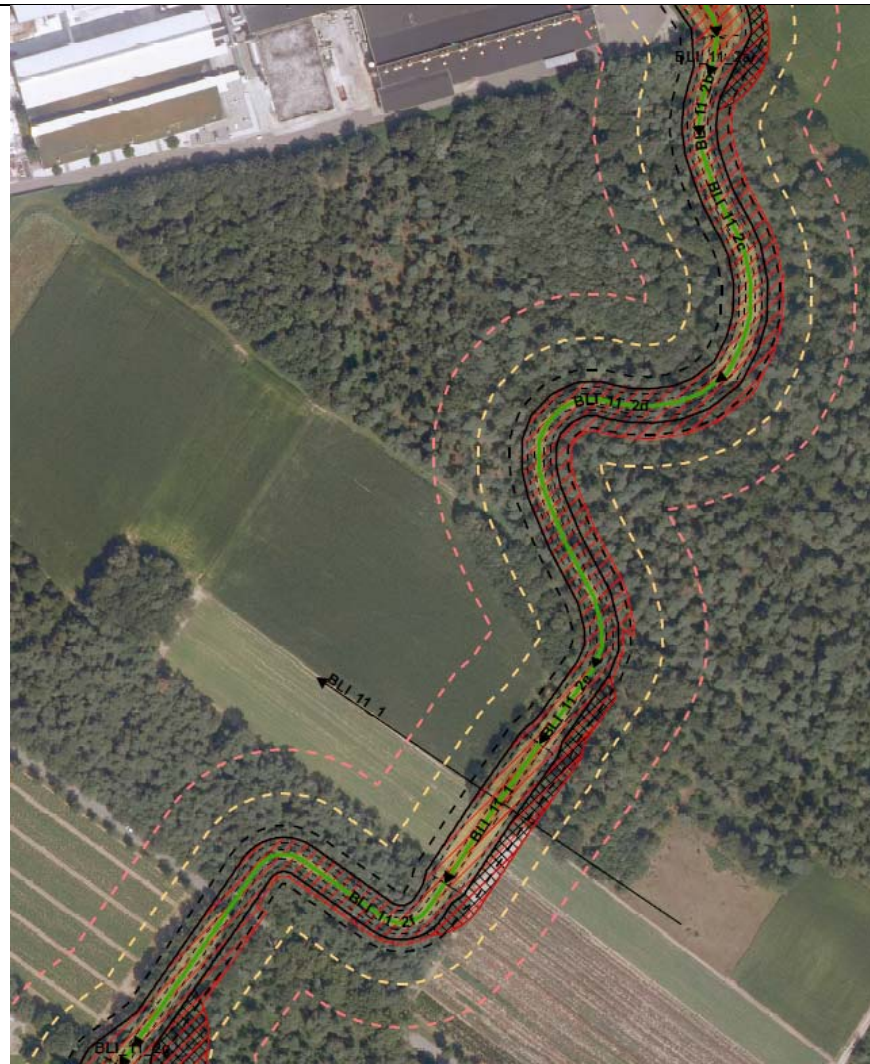
Het tekort aan kwelweglengte wordt ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_11. Het dijk tracé volgt op dit deel zoveel mogelijk de hoge(re) gronden van de Galgenberg. De ligging van het tracé is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak Bli 11

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en –issues:

1. De kering gaat op dit dijkvak grotendeels door bebost gebied.
2. Het terrein is relatief hooggelegen, enkele delen liggen boven kruinniveau (hoge grond).
3. De maximale kerende hoogte bedraagt ca. 1,75 m, over het grootste deel is de kerende hoogte kleiner dan 1 m.
4. Er is naar gestreefd om landbouwpercelen zo min mogelijk te doorsnijden.
5. Langs de toegangsweg naar perceel Ooijenseweg 32 en langs de Ooijense-/Blitterswijckseweg liggen kabels en leidingen.
6. De dijk kruist de Ooijense-/Blitterswijckseweg, t.h.v. de kruising ligt de weg op hoogte.

2.2. Bodembeschrijving

Omdat het dijk tracé hier is verlegd, is op de locatie van het nieuwe tracé geen grondonderzoek beschikbaar. Op basis van het bestaande grondonderzoek in dit gebied (HB113 t/m 123 en S40, S41, S42, S51), kan met redelijk grote waarschijnlijkheid worden aangenomen dat de ondergrond voornamelijk uit zand bestaat.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Omdat de dijk op dit deeltraject vergelijkbaar is in grondopbouw en kerende hoogte met WAN_03 wordt verwezen naar de stabiliteitsberekeningen van dit profiel. In deze berekening blijkt het standaardprofiel zowel binnendijs als buitendijs te voldoen op stabiliteit. Hierbij is geen stabiliteitsberm meegenomen.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI).	1)	Voldoet
2.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	2)	Voldoet

Toelichting bij de tabel:

1) : Zie WAN_03.

2) : Zie WAN_03.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_11_1		16,96	15,25	1,71	29
BLI_11_2	a	16,96	15,96	1,00	14
BLI_11_2	b	16,96	16,50	0,46	5
BLI_11_2	c	16,96	15,96	1,00	14
BLI_11_2	d	16,96	16,50	0,46	5
BLI_11_2	e	16,96	15,50	1,46	24
BLI_11_2	f	16,96	16,00	1,00	14
BLI_11_2	g	16,96	14,75	2,21	40

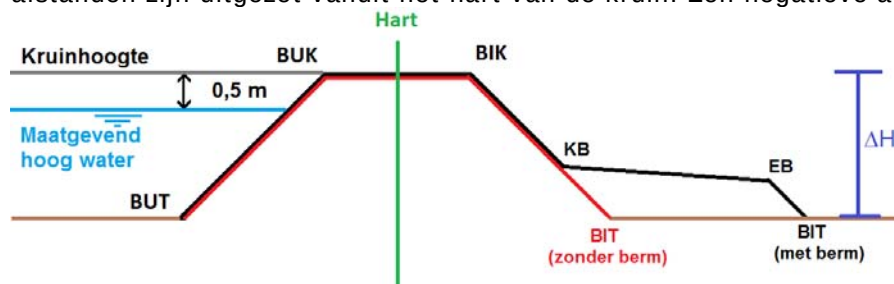
In bovenstaande tabel is voor dijkvak BLI_11_2 sub-segment g een maaiveldhoogte aangegeven die lager is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de stabiliteitsberekening. De in de tabel aangegeven maaiveldhoogte hoort bij een laagte. Deze laagte bevindt zich op een dermate grote afstand van de binnenteen van de dijk dat is aangenomen dat deze laagte geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit. In de stabiliteitsberekening is dus gerekend met een hogere maaiveldhoogte aan binnendijsse zijde.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

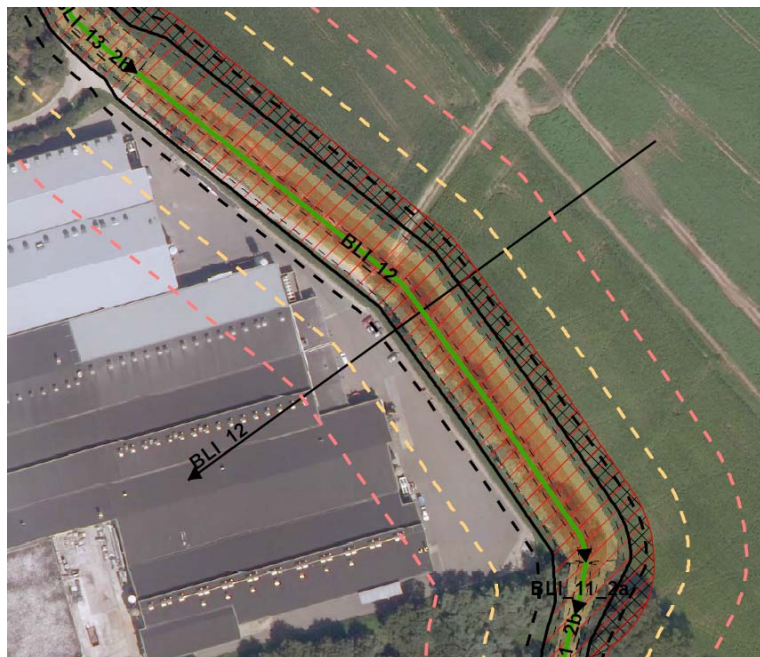
BLI_11_1			BLI_11_2		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7,53	15,2	BUT	-5,25	15,96	BUT
-2,25	16,96	BUK	-2,25	16,96	BUK
0	16,96	Hart	0	16,96	Hart
2,25	16,96	BIK	2,25	16,96	BIK
7,53	15,2	BIT	5,25	15,96	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten					
Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten: Technische aandachtspunten/raakvlakken: 1. De overgang naar naastgelegen dijktrajecten is niet ontworpen. 2. Voor de waakhoogte is de standaard waarde van 0,5 m aangehouden. In een volgende fase kan worden overwogen om de waakhoogte onderbouwd naar beneden bij te stellen in verband met de hoge ligging van het terrein. 3. Het tracé doorsnijdt ook delen die hoger liggen dan kruinhoogte. Hier dient het dijkprofiel (inclusief kleibekleding) onder de lokale hoogte(n) door te lopen. Daartoe dienen de lokale hoogte(n) tijdelijk te worden ontgraven. Onderhoudsvoertuigen dienen ook ter hoogte van de lokale hoogten door te kunnen rijden. Aandachtspunten/raakvlakken met omgeving 4. De Ooijense-/Blitterswijckseweg kruist het dijkontwerp. Het ontwerp van deze kruising is buiten beschouwing gelaten. 5. Aan buitendijkse- en binnendijkse-zijde van het profiel zijn bomen aanwezig welke verwijderd moeten worden. Er dient een zone van 5,5 m vrij van beplanting te worden gehouden buiten de ingreep. Indien gewenst kunnen breedwortelende bomen bovenop de voorlandverbetering worden teruggebracht, wanneer de dekking minimaal 1,0 m bedraagt en de zone van 5,5 m tot de kleibekleding wordt gerespecteerd. 6. De aan te houden dekking op de voorlandverbetering t.h.v. de akkers dient 1,0 m te bedragen in verband met diepploegen. 7. De kabels en leidingen langs de Ooijense-/Blitterswijckseweg kruisen het dijk tracé, de k&l kruising en parallelle ligging moet nog ontworpen worden. Evt. moeten k&l worden verlegd/aangepast.					
5. Risico's					
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp): 1. Er is geen grondonderzoek aanwezig op de exacte locatie van de dijk. Indien uit aanvullend onderzoek mocht blijken dat de grondopbouw afwijkt van hetgeen hier aangenomen kan dit consequenties hebben voor het benodigde ruimtebeslag.					
6. Bijlagen					
-					

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Boltweg	Dijkvak	BLI_12
	Dijkpalen	n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_12. Het dijk tracé loopt parallel aan de Busweiderweg en langs het terrein van Walkro International BV. De ligging van het dijkvak is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak Bli 12



Figuur 2: Impressie huidige situatie Busweiderweg (bron: globespotter)

Walkro BV heeft rondom haar terrein een noodkering gelegd in de vorm van een L-wand afgewerkt met een grondtalud. Dit talud is op foto 2 te zien.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en –issues:

1. Waterkering buitendijks van Busweiderweg en perceelsgrens Walkro situeren.
2. Dijk zo dicht mogelijk richting het terrein van Walkro leggen om ruimte voor de rivier te maximaleren.
3. In de huidige situatie is er direct naast de perceelsgrens van Walkro een onverharde weg aanwezig. Deze weg wordt vooral gebruikt als fietspad maar is ook in gebruik door landbouwvoertuigen. In de nieuwe situatie dient dit pad over de kruin van de dijk te lopen.
4. De huidige L-wand op het terrein van Walkro dient als grens te worden genomen. Tussen deze L-wand en binnenteen nieuwe kering (BIT) komt een strook van 4,5 m te liggen, waarvan in de 2,5 m aan de kant van de dijk klei wordt ingegraven.

- Naast de rand van de weg zijn bomen aanwezig. Deze bomen dienen verwijderd te worden (zie figuur 2).
- Als de huidige noodkering (L-wand met grondterp) wordt verwijderd dient hiervoor een groenstrook (met een minimale breedte van 3 m) in de plaats te komen.

Uitgangspunten

- Grondwaterstand in zandkern bij val na hoog water NAP +15,66 m (tussenpotentiaal voor STBU som).
- Er is aangenomen dat de ondoorlatende lagen onderbroken zijn en het watervoerende pakket in verbinding staat met de zandkern.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijktraject BLI-12 is vastgesteld op basis van S37-40 en HB111-112. Het profiel bestaat uit zand. Lokaal kan een kleilaag voorkomen. Hierbij is de kleilaag uit sondering S39 als maatgevend beschouwt.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI).	1,21	Voldoet
2.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	1,18	Voldoet

Beide sommen **voldoen** op stabiliteit. Zowel binnendijs als buitendijs is er geen stabiliteitsberm nodig

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

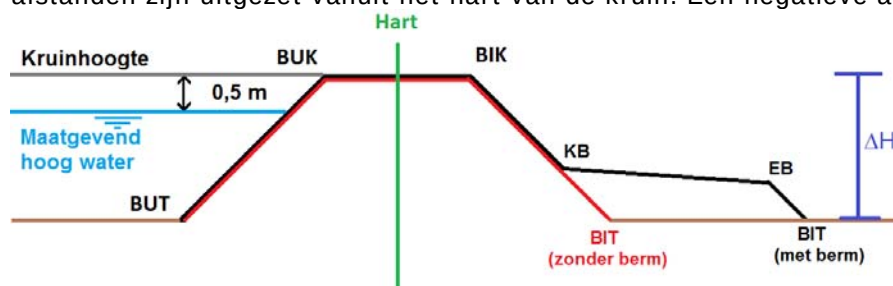
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_12		16,96	15,00	1,96	35

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_12		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-13,23	13,3	BUT
-2,25	16,96	BUK
0	16,96	Hart
2,25	16,96	BIK
8,73	14,8	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Het ontwerp van fietspad en afwatering zijn niet meegenomen in voorliggend ontwerp. Hiermee dient in vervolgfases rekening gehouden te worden.
2. Er bevinden zich kabels en leidingen parallel aan de Busweider- en Veerweg. In dit ontwerp is daar geen rekening mee gehouden. Wellicht dienen deze verplaatst te worden.
3. Bomen aan riviervoorzijde van de weg moeten worden verwijderd.
4. De dikte van de leeflaag op de voorlandverbetering dient 1 m te bedragen in verband met diepploegen (akkerland).
5. Indien in de groenstrook bomen gepland gaan worden moet de rand van de groenstrook minimaal 5,5 m uit de ingreep en 8 m uit BIT verwijderd blijven.
6. Vanwege beperkte ruimtelijke mogelijkheden binnendijs wordt geadviseerd om het fietspad op de kruin van de dijk te leggen. Dit (fiets)pad dient ook toegankelijk te zijn voor landbouwverkeer.

5. Risico's

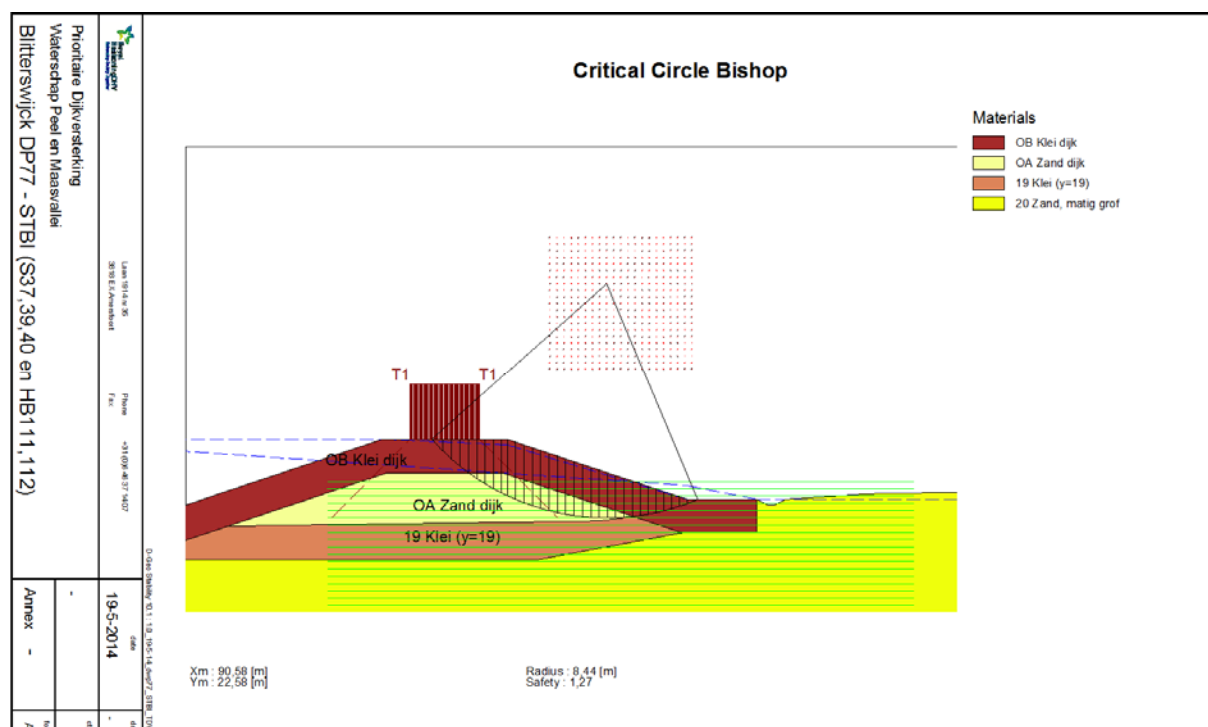
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De locatie van de L-wand is niet exact ingemeten. De locatie van de binnentoeegang van de nieuwe kering is zodoende bij benadering.

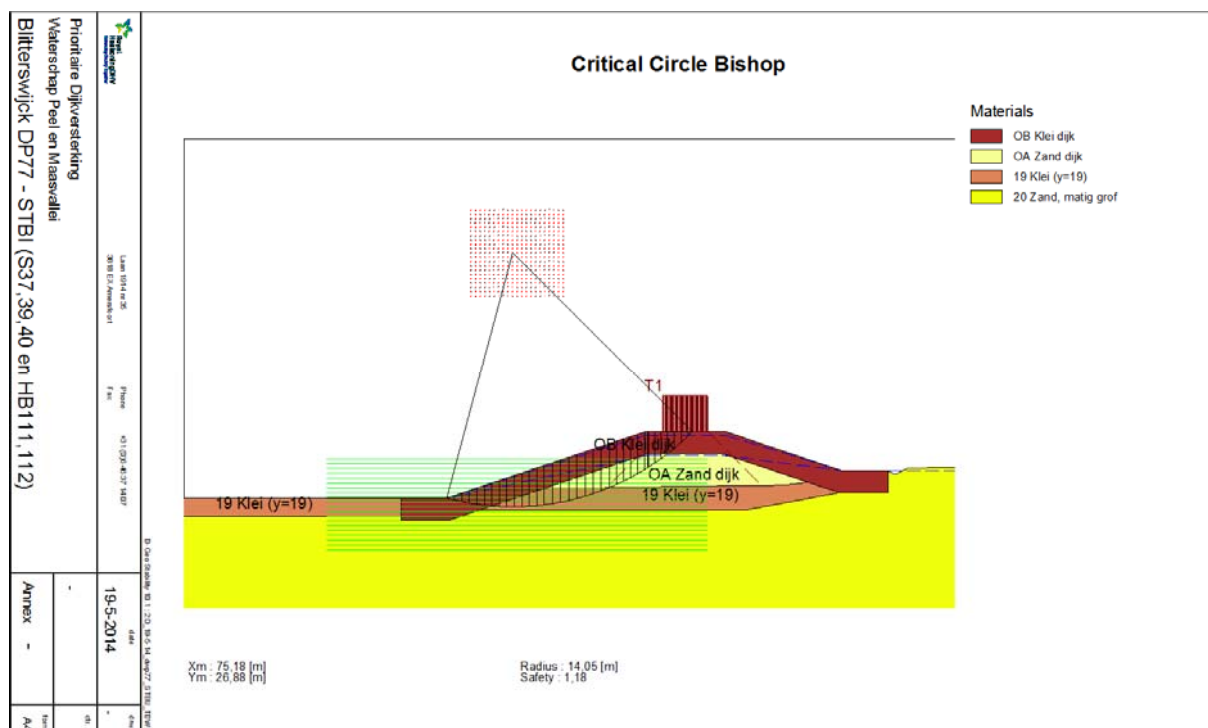
1. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,21 > 1,20$)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,18 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Boltweg	Dijkvak	BLI_13
	Dijkpalen	63.070 t / m 63.077

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_13. Het dijkvak bevindt zich parallel aan de Veerweg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak Bli 13

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en –issues:

1. Waterkering komt buitendijks van Veerweg te liggen.
2. Dijk zo dicht mogelijk tegen de weg aan om ruimte voor de rivier te maximaliseren.
3. Over een beperkt deel van het traject is reeds een dijk aanwezig. Afgesproken is om de bestaande BIT-lijn aan te houden voor positionering van de nieuwe kering, deze ligt ca. 1 à 1,5 m uit de rand van de verharding van de weg.
4. Indien nodig kan de Veerweg worden opgehoogd om als stabiliteitsberm te fungeren (aandachtspunt hierbij is ontsluiting percelen).
5. Naast de rand van de weg zijn bomen aanwezig. Binnen het invloedsgebied van de groene kering dienen bomen verwijderd te worden.
6. Ter hoogte van Veerweg 10-12 is buitendijks een boomgaard gelegen. Indien de voorlandverbetering in grond te veel impact heeft kan worden overwogen om de kwelweglengte middels een kwelscherm op te lossen.

Uitgangspunten

1. T.h.v. de 4 clusters met woningen zijn dwarsprofielen gegenereerd. Het maximale hoogte verschil t.h.v. deze dwarsprofielen aan binnendijkse zijde bedraagt ca. 1,1 – 1,5 m.
2. Het maximale hoogteverschil aan buitendijkse zijde bedraagt ca. 2,2 – 3,1 m.
3. Aanname: bestaande dijk op dit tracé deel bestaat uit zand. Grondonderzoek ontbreekt.

2.2. Bodembeschrijving

Langs de Veerweg is geen grondonderzoek uitgevoerd, omdat het tracé van de nieuwe kering is gewijzigd.

Het ondergrondmodel voor de Veerweg is daarom vastgesteld op basis van het beschikbare grondonderzoek t.h.v. BLI_12 en er is gekeken naar beschikbaar grondonderzoek in DINO.

Ter hoogte van dijkvak BLI_12 is beschikbaar: S37-40 en HB111-112. Het profiel bestaat uit zand. Lokaal kan een kleilaag voorkomen. Hierbij is de kleilaag uit sondering S39 als maatgevend beschouwd.

De boringen uit DINO zijn bijgevoegd bij dit factsheet. Het hoger gelegen gebied (ten zuidwesten van de Veerweg) lijkt voornamelijk zandig, t.h.v. het buitendijkse voorland wordt een relatief dikke klei-deklaag aangetroffen.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Gezien de geringe verschillen met BLI_12 zijn voor BLI_13 geen aparte stabiliteitsberekeningen uitgevoerd.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI).	_ ¹⁾	Voldoet
2.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU) met stabiliteitsberm.	_ ²⁾	Voldoet

Toelichting bij de tabel:

¹⁾ : Zie BLI_12.

²⁾ : Zie BLI_12.

De kerende hoogte (zowel binnen- als buitendijks) is vergelijkbaar of kleiner dan aangenomen in de berekeningen van BLI_12. Ook de ondergrond lijkt vergelijkbaar (op basis van de beperkte beschikbare gegevens). De resultaten van BLI_12 zijn daarom van toepassing verondersteld op het traject langs de Veerweg. Het standaard dijkprofiel (zonder bermen) kan worden toegepast. De Veerweg hoeft dus niet te worden opgehoogd.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

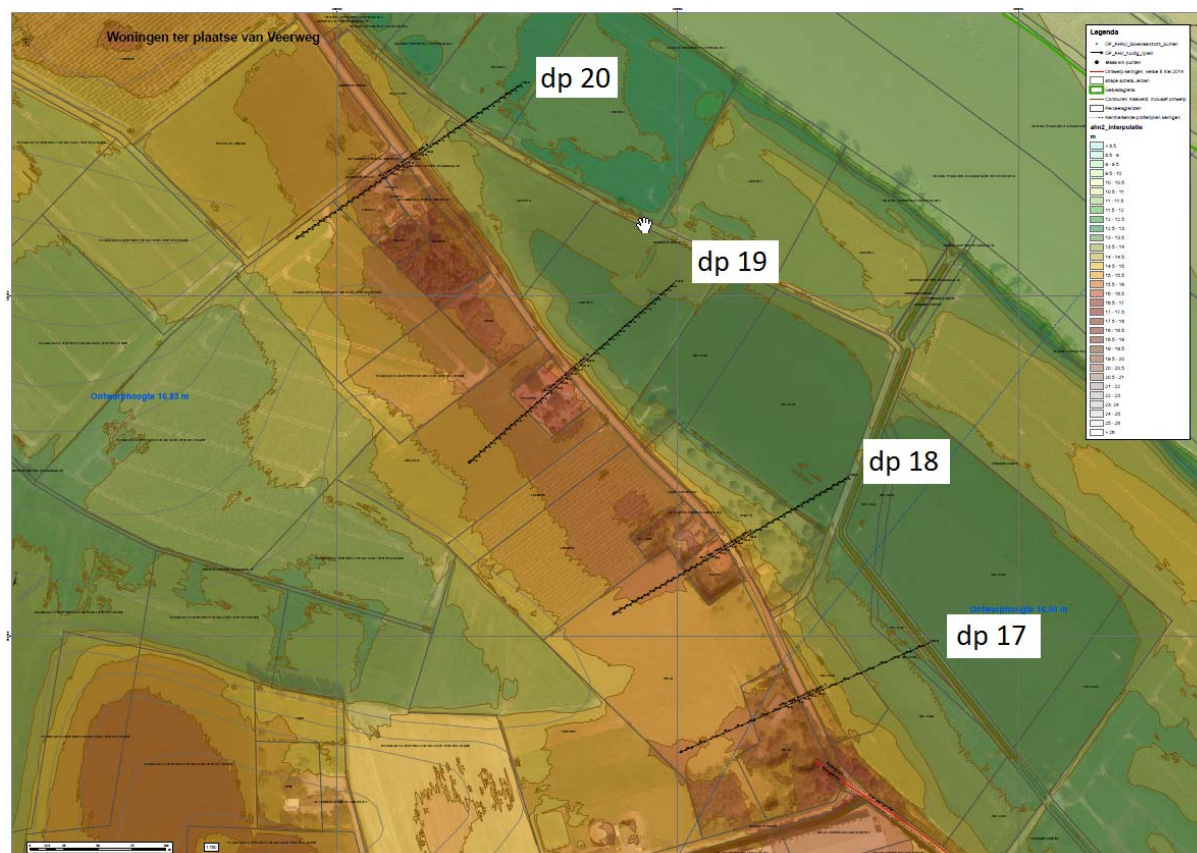
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_13_1		16,83	15,75	1,08	16
BLI_13_2	a	16,96	15,33	1,63	28
BLI_13_2	b	16,96	15,50	1,46	24
BLI_13_3	a	16,83	15,00	1,83	32
BLI_13_3	b	16,83	15,50	1,33	21
BLI_13_3	c	16,83	15,40	1,43	23
BLI_13_3	d	16,83	15,20	1,63	28

In bovenstaande tabel is voor dijkvak BLI_13_2 sub-segment b en voor BLI_13_3 sub-segment a een maaiveldhoogte aangegeven die lager is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de stabiliteitsberekening. De in de tabel aangegeven maaiveldhoogte hoort bij een lokale laagte. Deze laagte bevindt zich op een dermate grote afstand van de binnenteen van de dijk dat is aangenomen dat deze laagte geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit.

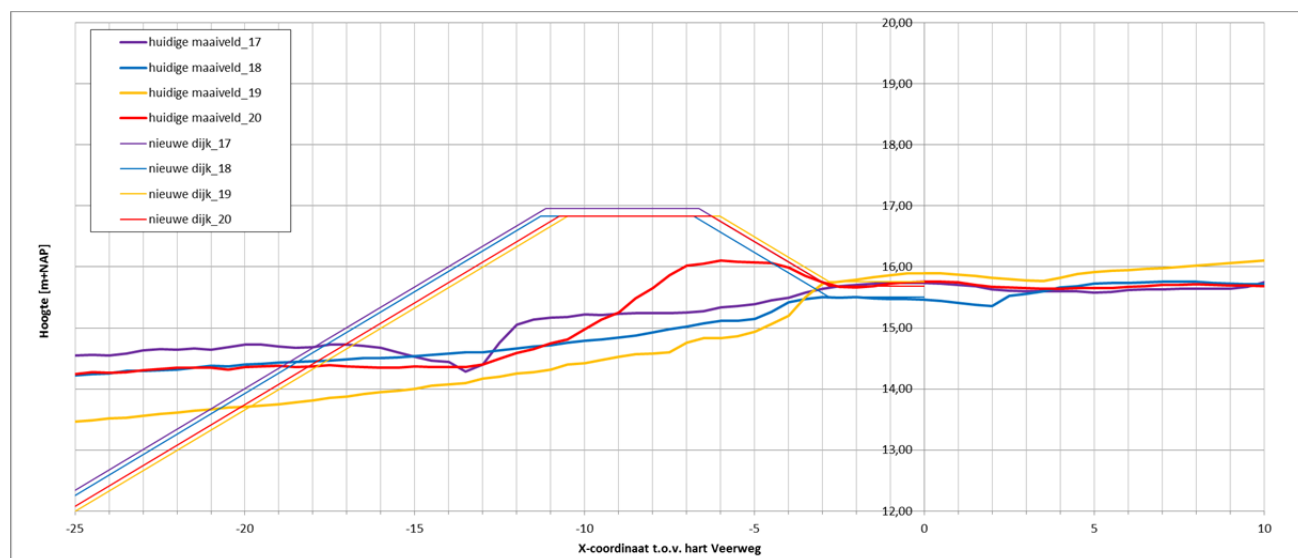
1. Afwatering van de weg. Tussen weg en BIT is in voorliggend ontwerp geen ruimte voor een greppeltje. In de huidige situatie (t.h.v. deel met kering) is ook geen greppeltje

aanwezig tussen rand verharding en BIT. 2. Kabels en leiding parallel aan Busweider- en Veerweg. In dit ontwerp is daar geen rekening mee gehouden. 3. Bomen aan rivierzijde van de weg zullen moeten worden verwijderd. 4. De dikte van de leeflaag op de voorlandverbetering dient 1 m te bedragen in verband met diepploegen (akkerland). 5. Aan de noordzijde van het dijkvak is buitendijks een bosje gelegen. Ten behoeve van de voorlandverbetering zal dit moeten worden verwijderd. 6. De bekleding zal goed moeten worden aangesloten op rand verharding. 7. Ter hoogte van Veerweg 10-12 is buitendijks een boomgaard gelegen. Om impact op boomgaard te verkleinen is mogelijk een verticaal kwelscherm nodig.
5. Risico's De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp): 1. Op dit tracé deel is alleen beperkt grondonderzoek uit DINO beschikbaar. Wijzigingen in het veronderstelde ondergrondprofiel kan tot andere conclusies/benodigd ruimtebeslag leiden. 2. Bovenstaande punt geldt ook voor de opbouw van de bestaande dijk op dit tracé deel, hiervan is geen informatie bekend. 3. Bij toepassing van het alternatief (kwelscherm) is er kans op het optreden van het faalmechanisme heave achter het kwelscherm. Het optreden van dit faalmechanisme dient uitgesloten te worden. Tevens zal dan ook gekeken moeten worden naar achterloopsheid en het opdrukken van de kleibekleding ter hoogte van het kwelscherm. 4. Parallel aan de Veerweg zijn kabels en leidingen aanwezig op de locatie van het nieuwe dijktraject. Het ontwerp van deze kruisingen is niet nader beschouwd. Mogelijk dienen de kabels en leidingen verplaatst te worden.
6. Bijlagen 1. Situatie dwarsprofielen en benodigde kwelweglengte 2. Dijkontwerp 3. Situatie en grondonderzoek

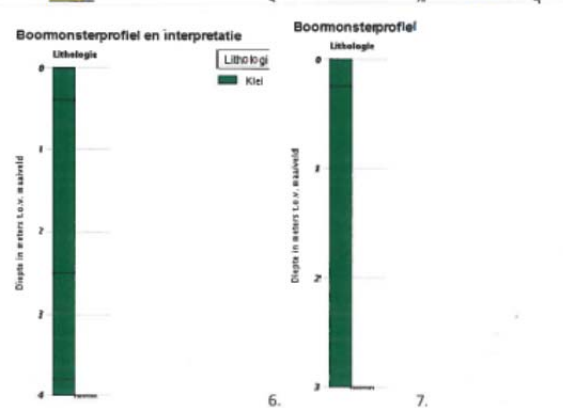
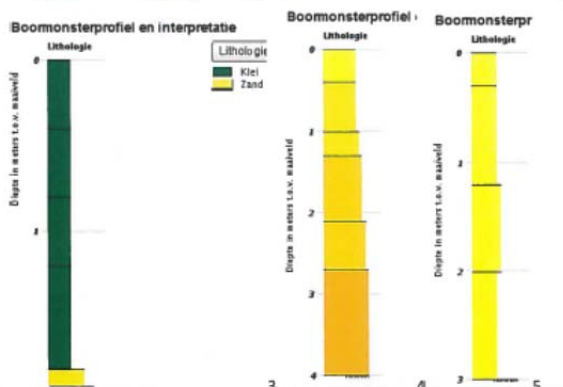
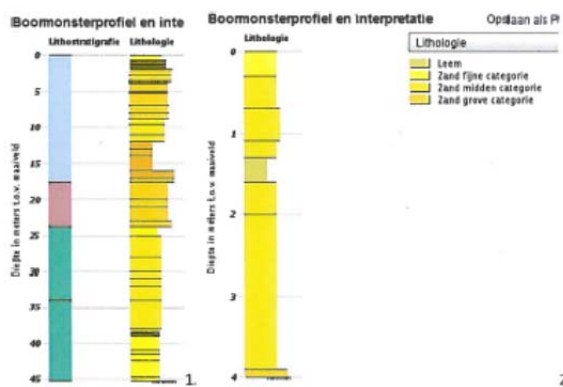
Bijlage 1: Situatie met dwarsprofielen



Bijlage 2: Dwarsprofielen huidige situatie en toekomstige positionering dijk



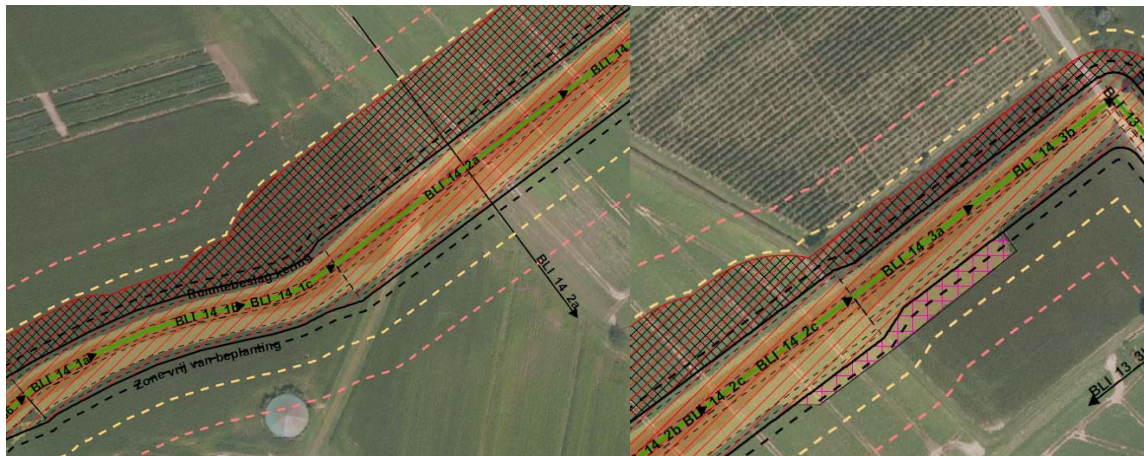
Bijlage 3: Situatie en grondonderzoek ter hoogte van dijkvak BLI_13 (bron: DINO)



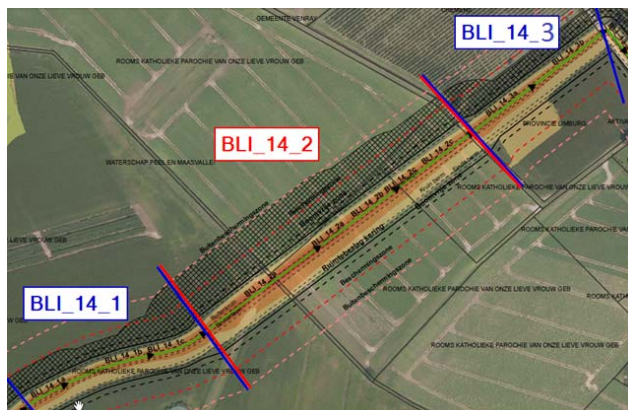
Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Boltweg	Dijkvak	BLI_14
	Dijkpalen	n.v.t.

1. Dijkvak

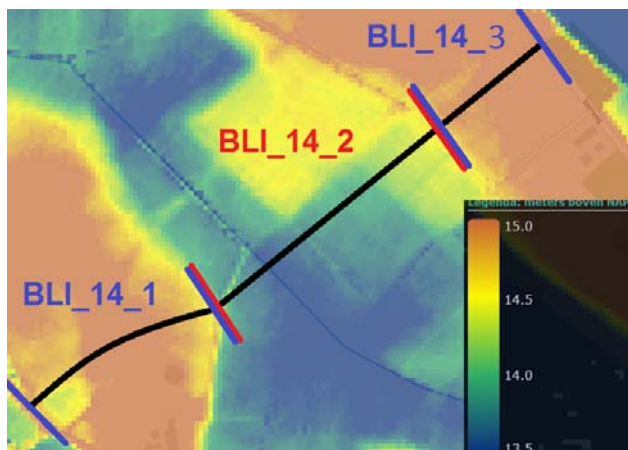
Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BLI_14. De ligging van het tracé is weergegeven in onderstaande figuur. Het tracé loopt door agrarisch gebied en verbindt de Veerweg en de Ooijenseweg. Het dijktracé is onderverdeeld in drie deeltrajecten (Bli_14_1, Bli_14_2 en Bli_14_3). Deze onderverdeling is gemaakt aan de hand van de aangetroffen verschillen in binnendijkse maaiveldhoogtes.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak BLI_14



Figuur 2: Onderverdeling van het dijktracé



Figuur 3: Onderverdeling van het dijktracé naar aanleiding van de maaiveldhoogte uit ahn

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Het dijktracé kruist de Ooijenseweg. De weg zal de dijk op kruinniveau of hoger kruisen en aansluiten op de brug over de geul bij Blitterswijck.
2. Het dijktraject kruist de Veerweg.
3. Het dijklichaam sluit in het noord-oosten aan op traject BLI_13 en in het zuid-westen op BLI_06.
4. In het midden van het dijktraject is een laagte aanwezig.
5. De aan te houden dekking op de voorlandverbetering dient 1 m te bedragen in verband met diepploegen (akkerland).
6. In het midden van de laagte is een sloot aanwezig. Deze sloot kan behouden blijven door middel van een duikerconstructie voor de afwatering van het toekomstige binnendijks gebied.
7. Het perceel Cremers, onderstaand weergegeven, mag niet overschreden worden. Ook niet door een voorlandverbetering.
8. Op het tracé van de nieuwe kering is geen aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Het ontwerp is daarom gebaseerd op veilige aannames aan de hand van de beschikbare data. Optimalisatie is wellicht in vervolgfases mogelijk.



Figuur 4: locatie perceel Cremers

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject BLI_14 is vastgesteld aan de hand van boringen uit DINOloket. Deze boringen zijn weergegeven in bijlage 2. Te zien is dat de ondergrond voor het grootste gedeelte uit zand bestaat maar dat er in boring 3 en 4 een leem-/kleilaag te onderscheiden is.

Voor dit profiel is boring 4 als maatgevend beschouwd. In boring 4 is een leem/kleilaag aanwezig vanaf het maaiveld tot ± 1 m – maaiveld.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI) met stabiliteitsberm	1,25	Voldoet
2.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU) met stabiliteitsberm	1,15	Voldoet

Als uitgangspunt voor de berekening is het gebied met de laagste maaiveldhoogte gekozen, t.w. BLI_14_2 met maaiveldniveau NAP +13,3 m en een kerende hoogte van 3,5 m. De volgende berekeningen hebben plaatsgevonden (resultaat zie bijlage 1):

1. Stabiliteit binnenwaarts (STBI) met berm lengte van 7 m (Berm lengte = $2 \times \Delta H$)
2. Stabiliteit binnenwaarts (STBI) met berm lengte van 8,75 m. (Berm lengte = $2,5 \times \Delta H$)
3. Stabiliteit binnenwaarts Uplift Van (STBI)
4. Stabiliteit buitenwaarts (STBU).

Berekening **1** blijkt niet te voldoen op stabiliteit. Berekeningen **2 t/m 4** zijn uitgevoerd met een langere berm en blijken te voldoen.

Voor de aanliggende gebieden BLI_14_1 en BLI_14_3 is het ruimtebeslag bepaald op basis van de maximale kerende hoogte en de berekende verhouding tussen kerende hoogte en benodigde berm lengte uit BLI_14_2.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BLI_14_1	a	16,83	14,75	2,08	37
BLI_14_1	b	16,83	15,00	1,83	32
BLI_14_1	c	16,83	14,50	2,33	43
BLI_14_2	a	16,83	13,50	3,33	65
BLI_14_2	b	16,83	13,75	3,08	60
BLI_14_2	c	16,83	14,00 / 15,00 (opgehoogd)	2,83 / 1,83	54 / 32
BLI_14_3	a	16,83	15,00 (opgehoogd)	1,83	32
BLI_14_3	b	16,83	15,00	1,83	32

Ter plaatse van BLI_14_2a is een watergang aanwezig. Ter plaatse van de watergang is het maaiveldniveau op het laagste niveau NAP +13,30 m (www.ahn.geodan.nl). Naast de watergang ligt het maaiveld niveau op NAP +13,50 m. Aangenomen wordt dat de watergang in een hoogwatersituatie vol kwelt met water. In deze situatie is het binnendijs niveau gelijk aan NAP+13,50 m.

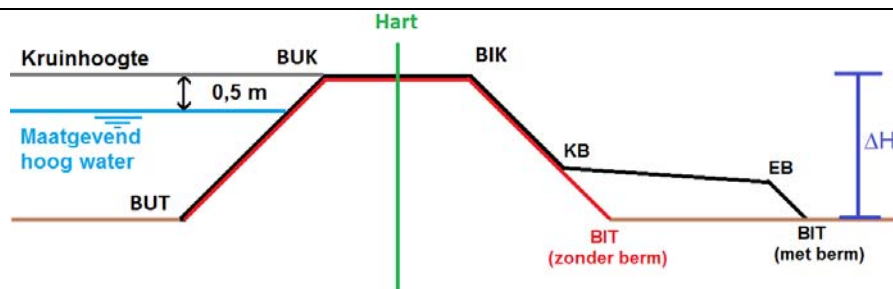
Ter hoogte van BLI_14_2c en BLI_14_3a wordt het maaiveld binnendijs over een smalle strook opgehoogd tot NAP +15,0 m met als doel om de benodigde lengte aan voorlandverbetering te verkleinen. Daarmee wordt voorkomen dat er werkzaamheden op het perceel van Cremers dienen te worden uitgevoerd.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BLI_14_1			BLI_14_2			BLI_14_3		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-9,75	14,33	BUT	-12,84	13,3	BUT	-9,75	14,33	BUT
-2,25	16,83	BUK	-2,25	16,83	BUK	-2,25	16,83	BUK
0	16,83	Hart	0	16,83	Hart	0	16,83	Hart
2,25	16,83	BIK	2,25	16,83	BIK	2,25	16,83	BIK
4,07	16,223	KB	6,06	15,56	KB	4,07	16,223	KB
13	15,33	EB	18,67	14,3	EB	13	15,33	EB
16	14,33	BIT	21,67	13,3	BIT	16	15	BIT

In de doorsnede is de perceelgrens aangenomen op start voorlandverbetering. Het hart van de kering is aangenomen op $x = 0$ m.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

Technische aandachtspunten/raakvlakken:

- Over het gehele dijktraject dient een stabiliteitsberm toegepast te worden met een lengte van $2,5 \times$ de kerende hoogte. Optimalisatie is wellicht mogelijk op basis van gegevens van aanvullend grondonderzoek.

Aandachtspunten/raakvlakken met omgeving

- Ter hoogte van de kruisingen met de Veerweg en de Ooijenseweg zijn er kabels en leidingen aanwezig op de locatie van het nieuwe dijktraject. Het ontwerp van deze kruisingen is niet nader beschouwd.
- De kruising met de Ooijenseweg en Veerweg is niet nader beschouwd.
- De aansluiting op naast liggende dijktrajecten is niet nader beschouwd.
- Om overlap van de benodigde voorlandverbetering met het perceel van Cremers te voorkomen is er binnendijs een ophoging benodigd. Aan binnendijs zijde is ter plaatse van deelvak BLI_14_2c en BLI_14_3a een minimale ophoging (aanvulling maaiveld tot NAP +15,0 m) gepland om de lengte van de voorlandverbetering te beperken. De ophoging is maximaal 90 cm hoog en dient te worden doorgezet over een afstand van ca. 6 - 12 m binnendijs van de waterkering, conform tekening.

5. Risico's

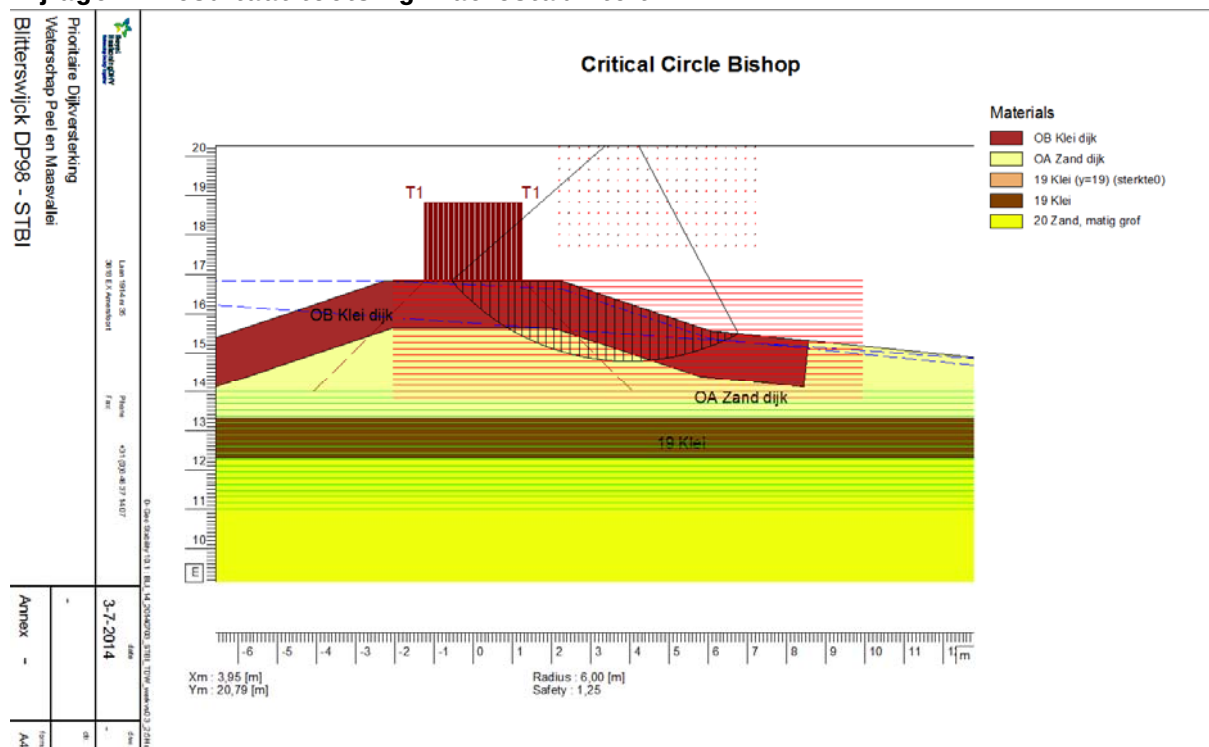
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

- Aansluiting van kleibekleding en voorlandverbetering op asfalt en wegfundering dient nader te worden uitgewerkt om het risico op erosie en lekwegen te minimaliseren.
- Het grondonderzoek is gelegen in de nabijheid van het nieuwe tracé, maar niet exact ter plaatse van het tracé. Dit is een risico. Als het grondonderzoek een ander beeld geeft dan nu aangenomen kan de ruimtereservering voor het PIP onvoldoende zijn.

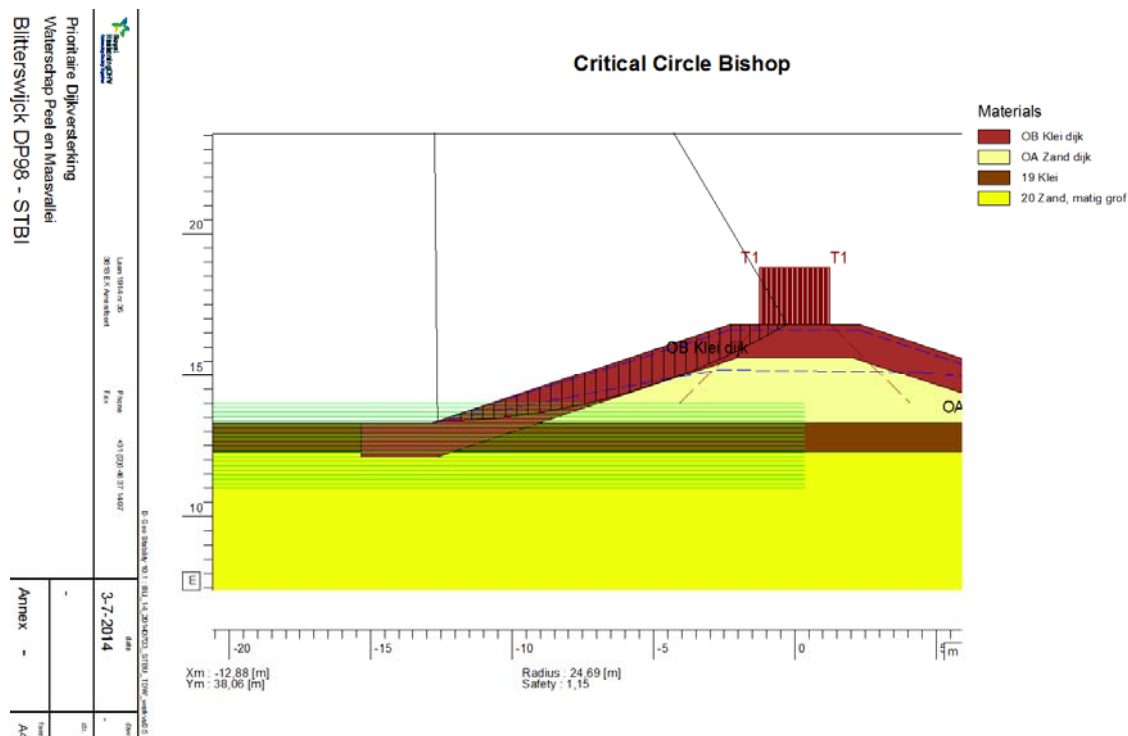
6. Bijlagen

- Resultaten toetsing macrostabiliteit
- Grondonderzoek uit DINOloket

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit

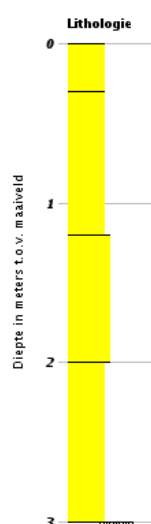
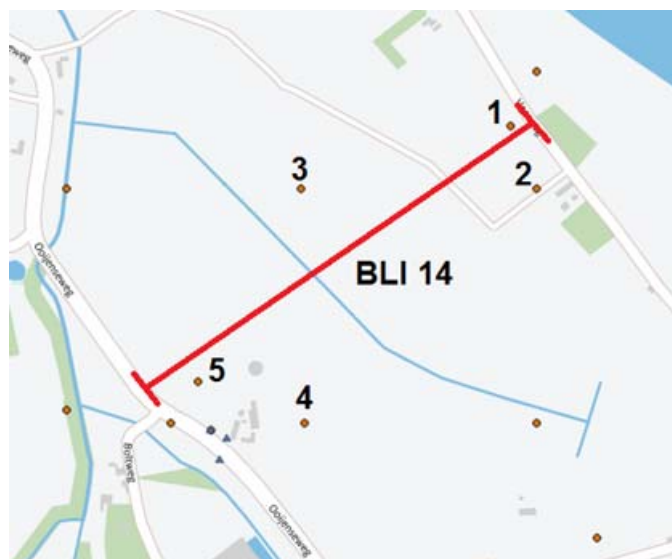


Figuur B2.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,25 > 1,20$)

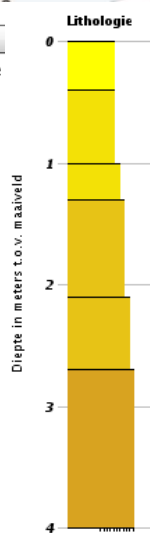
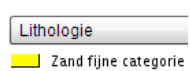


Figuur B2.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,15 > 1,11$)

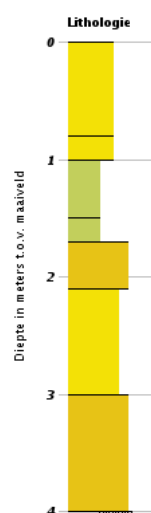
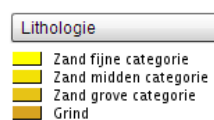
Bijlage 3: Grondonderzoek uit DINOloket



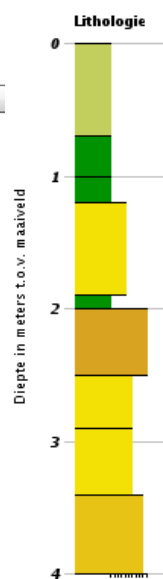
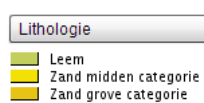
1



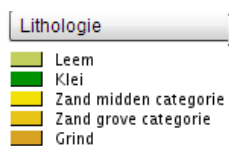
2

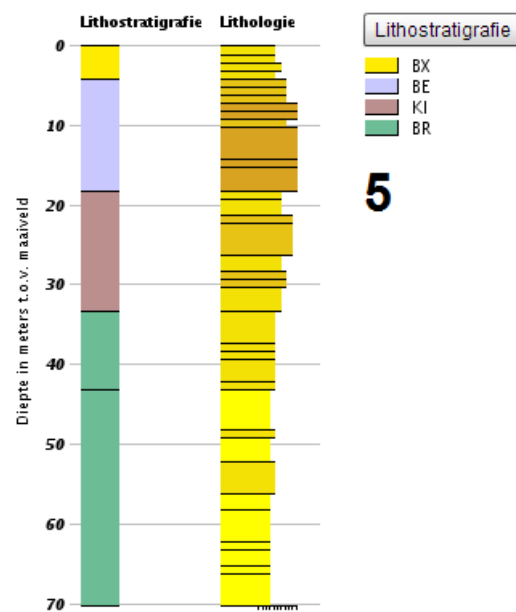


3



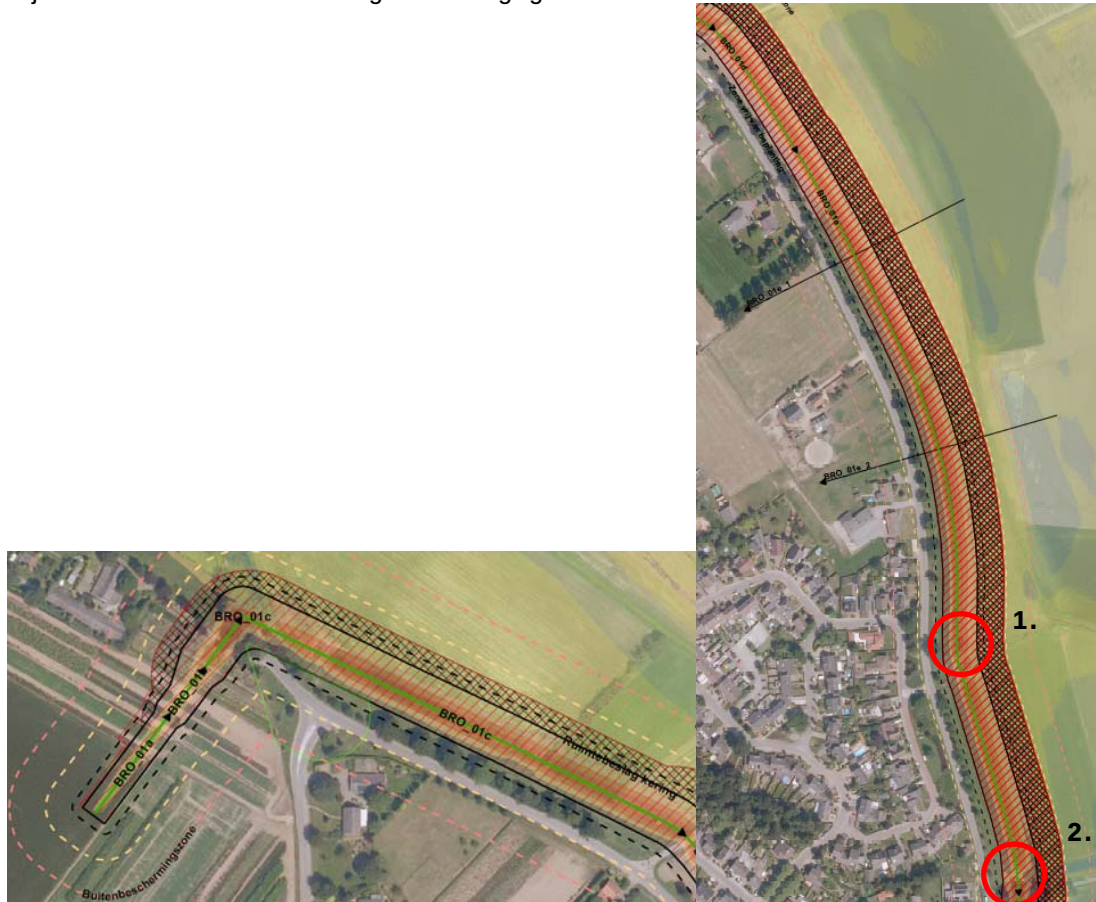
4





1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BRO_01. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de Broekstraat, Ooijenseweg en loop door tot de Maasveldweg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie locatie dijkvak. De linker afbeelding sluit aan op de rechter afbeelding.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Ter plaatse van het dijkvak is een bestaande kering aanwezig. De bestaande waterkering dient zo min mogelijk afgraven te worden. Dit betekent dat de nieuwe kering op dezelfde plaats zal komen te liggen als de bestaande waterkering.
2. Ten zuiden van het dijkvak is aan binnendijkse-zijde een slootje aanwezig. Dit slootje is verbonden met een buitendijkse watergang. Deze verbinding is gemaakt met behulp van een duiker onder de bestaande waterkering. Deze duiker is in figuur aangegeven bij punt 1.
3. In het meest zuidelijke punt wijkt de ligging van de nieuwe kering af van de bestaande waterkering. De bestaande kering dient afgegraven te worden daar waar de ligging van de nieuwe kering afwijkt van de bestaande kering.
4. Binnendijs van het dijkvak zijn bomen aanwezig. Deze bomen dienen behouden te blijven.
5. Binnendijs van de waterkering is een greppel aanwezig.
6. Binnendijs is parallel aan het dijkvak een weglichaam aanwezig. De waterkering dient zo ontworpen te worden dat het weglichaam op de huidige locatie behouden kan blijven. De hoogte van de weg is hierbij een belangrijke variabele. De hoogte van de weg varieert hoofdzakelijk tussen NAP +15,6 m en NAP +15,7 m.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit deeltraject is vastgesteld op basis van HB174 en BBR15/1.

Het profiel bestaat uit een hoofdzakelijk uit leem opgebouwde deklaag. Buitendijs van de

bestaande waterkering is een dunne laag veen aanwezig. Deze laag heeft echter geen invloed op de stabiliteit van de waterkering. De bestaande waterkering is hoofdzakelijk uit leem opgebouwd.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI standaardprofiel	0,98	<1,20
2.	STBI grondverbetering/ drainageconstructie	1,25	Voldoet
3.	STBU standaardprofiel	0,99	<1,11
4.	STBU talud 1:4	1,23	Voldoet
5.	STBU talud 1:3,5 (optimalisatie)	1,11	Voldoet

In de STBI-berekening (berekening 1) is uitgegaan van opbarsten van de greppel achter de stabiliteitsberm. Bij de bepaling van het stijghoogteverloop in het watervoerend pakket is voor deze situatie uitgegaan van een grenspotentiaal.

Uit berekening 1 volgt een significant tekort aan veiligheid ter plaatse van het einde van de berm. Dit tekort aan stabiliteit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de hoge grenspotentiaal (NAP +16,4 m) ter plaatse van de greppel.

Gezien deze uitkomsten is er een berekening uitgevoerd waarbij de leemlaag onder de bodem van de greppel volledig wordt afgegraven en vervangen door goed doorlatend zand (berekening 2). De stijghoogte in het watervoerend pakket ter plaatse van de greppel wordt hier dan gelijk aan de freatische grondwaterstand (NAP +15,00 m bij MHW). Door deze aanpassing voldoet het dijkontwerp op binnenwaartse stabiliteit.

Het dijkontwerp voldoet op buitenwaartse stabiliteit met als uitgangspunt dat er in plaats van een 1:3 (v/h) talud (berekening 3), een buitenwaarts talud van ten minste 1:3,5 wordt toegepast.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

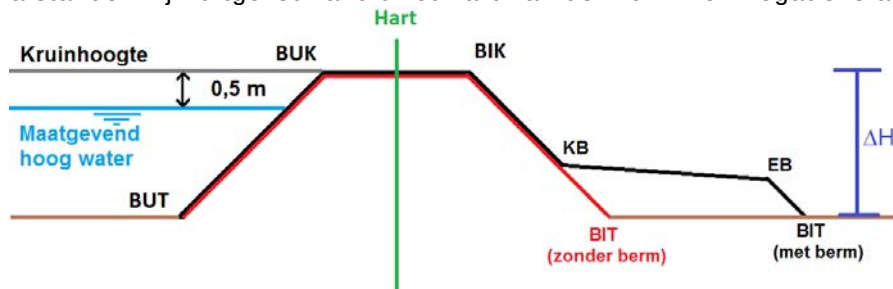
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BRO_01	a	17,45	16,75	0,70	9
BRO_01	b	17,45	16,00	1,45	24
BRO_01	c	17,45	15,36	2,09	38
BRO_01	d	17,45	15,00	2,45	46
BRO_01	e	17,53	15,00	2,53	47

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BRO_01		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-13,73	14,25	BUT
-2,25	17,53	BUK
0	17,53	Hart
2,25	17,53	BIK
7,48	15,79	KB
10,34	15,50	EB
11,84	15,00	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De bomen en het weglichaam kunnen behouden blijven.
2. De leemlaag onder de greppel dient te worden vervangen door drainerend materiaal om opbarsten tegen te gaan en opbouw van waterdruk onder de leemlaag te voorkomen. De drainage/grondverbetering dient onderhoudsvrij te worden uitgevoerd.

5. Risico's

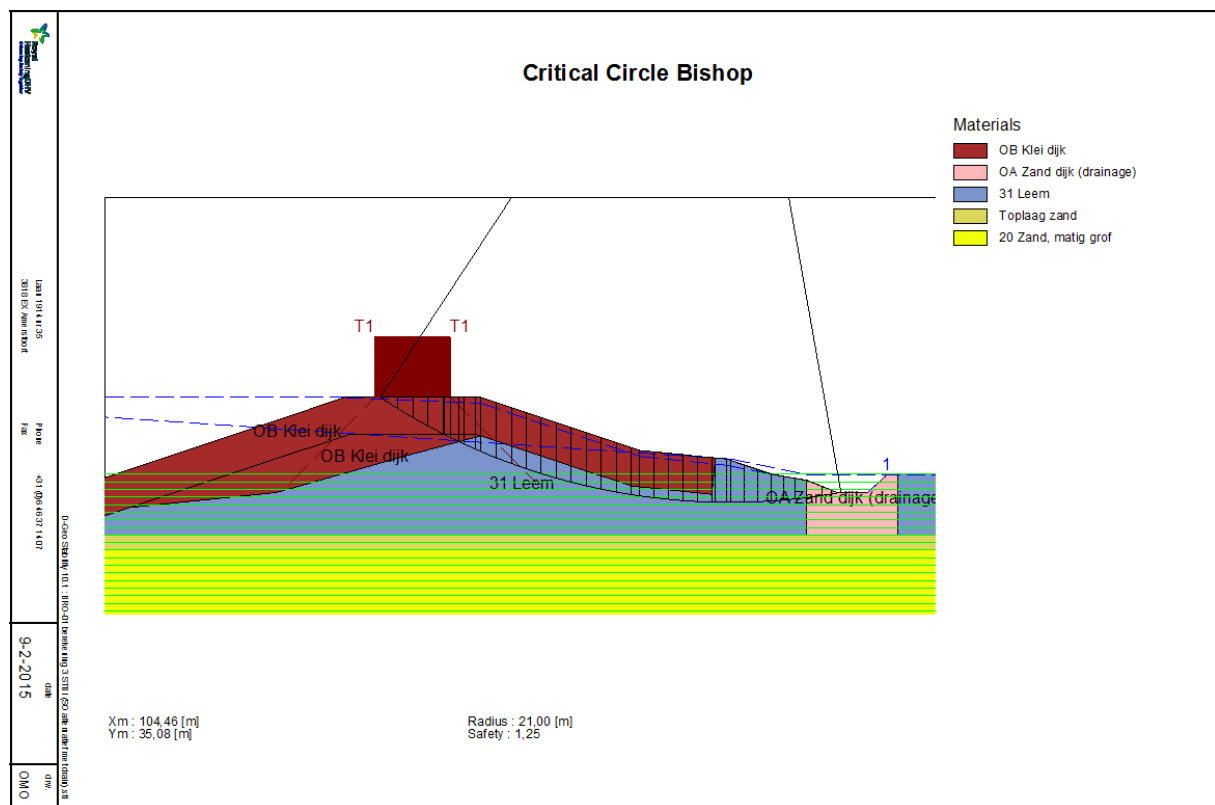
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Bij het uitvoeren van de grondverbetering dient erop gelet te worden dat de wortels van de bomen niet worden beschadigd.

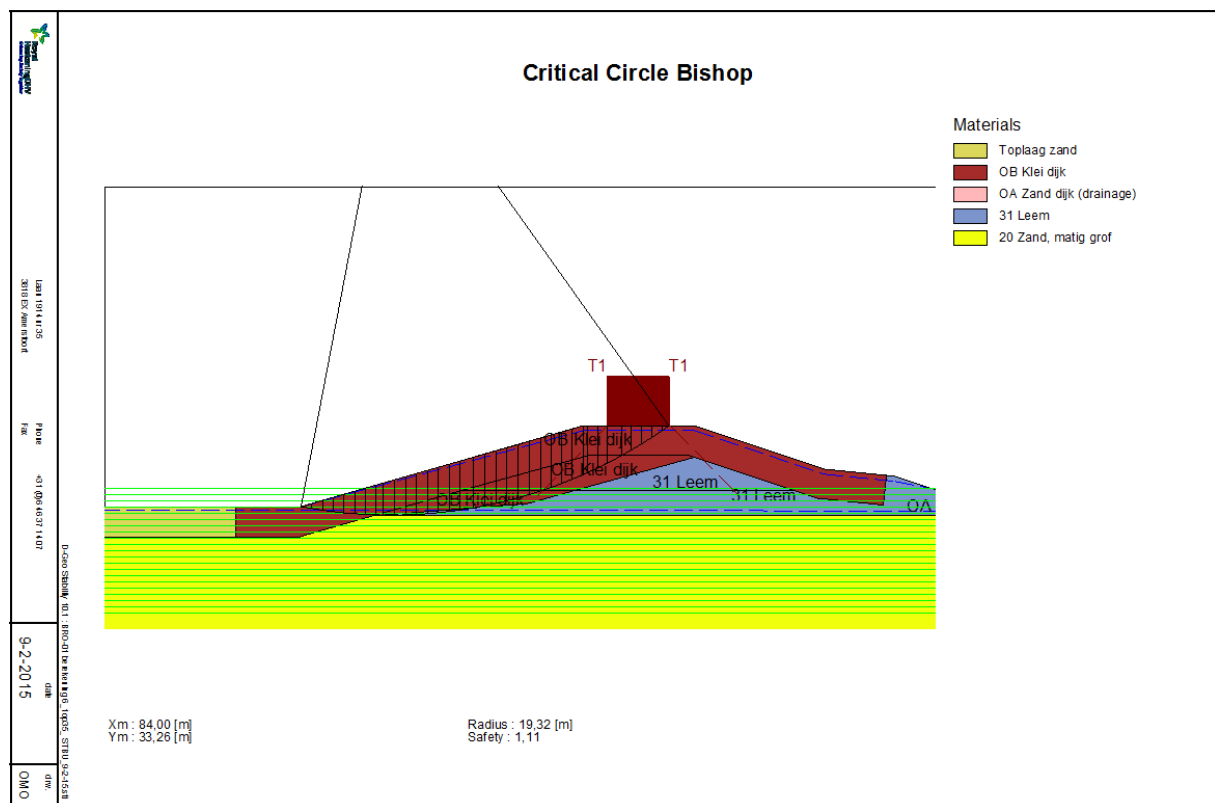
6. Bijlagen

- 1: Resultaten toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,25 > 1,20$)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,11 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Broekhuizenvorst	Dijkvak	BRO_02
	Dijkpalen	64.036 tot 65A.033 (globaal)

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BRO_02. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de Broekstraat, Broekhuizerweg, Maasveldweg en loopt door tot Molenberg 1. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.

In dit dijkvak zijn 3 secties te onderscheiden, te weten het noordelijk deel (BRO_02_1) waar sprake is van een relatief laag voorland en een laag achterland. In het midden van het dijkvak is een deel aanwezig (BRO_02_2) waarbij het voorland en achterland hoger liggen dan het noordelijke deel. Het in het zuiden gelegen deel van het dijkvak is aanzienlijk hoger gelegen dan de vorige deelgebieden (BRO_02_3). BRO_02_3 is zo ontworpen dat deze zo direct mogelijk aansluit op BRO_03. In een eerder ontwerp was BRO_02_2 ontworpen in een U-vorm waarbij de waterkering langs de weg loopt. In het huidige ontwerp kan de waterkering korter uitgevoerd worden en is de hoogte geringer.



Figuur 1: Impressie locatie dijkvak. De linker afbeelding (noord) sluit aan op de rechter afbeelding (zuid).

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Binnendijs van het dijkvak zijn bomen aanwezig. Deze bomen dienen behouden te blijven.
2. Ter plaatse van het dijkvak is een bestaande kering aanwezig. De bestaande waterkering dient zo min mogelijk afgraven te worden. Dit betekent dat de nieuwe kering op dezelfde plaats zal komen te liggen als de bestaande waterkering.
3. In het noorden van het dijkvak wijkt de ligging van de nieuwe kering af van de bestaande waterkering. De bestaande kering dient afgegraven te worden daar waar de ligging van de nieuwe kering afwijkt van de bestaande kering.
4. Binnendijs is parallel aan het dijkvak een weglichaam aanwezig. De waterkering dient zo ontworpen te worden dat het weglichaam op de huidige locatie behouden kan

blijven.

5. Binnendijks is parallel aan dijkvak BRO_02_1 een greppel/sloot aanwezig. Deze sloot is meegenomen in de stabiliteitsberekening.
6. De woningen Broekstraat nummer 1 en 3 dienen te worden geamoveerd. De waterkering loopt parallel aan de Broekstraat.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit deeltraject is vastgesteld op basis van HB30 t/m 33 (A t/m E) HB180 en S62.

Het profiel bestaat hoofdzakelijk uit zand. De bestaande waterkering bestaat uit leem.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBU BRO_02_01	1,27	Voldoet

Het dijklichaam ter plaatse van BRO_02_1 is voor een groot deel gelijk aan dat van BRO_01. Het profiel verschilt enkel in buitendijkse maaiveldhoogte. Ter plaatse van BRO_02_01 is namelijk een hoger maaiveld niveau aanwezig van NAP +15,25 m in plaats van NAP +14,25 m. Door dit hoogteverschil kan het buitendijks talud worden uitgevoerd in een talud van 1:3 in plaats van 1:3,5 (hetgeen is toegepast bij BRO_01). Ten aanzien van de binnendijkse stabiliteit (STBI) wordt verwezen naar de factsheet van BRO_01. Om de binnendijkse stabiliteit te waarborgen blijkt een stabiliteitsberm noodzakelijk en een grondverbetering onder de bodem van de sloot.

Ter plaatse van het middelste deelvak zijn twee verschillende ontwerphoogtes van toepassing. Namelijk een ontwerphoogte van NAP +17,53 m en een ontwerphoogte van NAP +17,71 m. Aan de hand van de relatief hoge ligging van het binnen- en buitendijks maaiveldniveau is er geen stabiliteitsberekening uitgevoerd voor dit profiel. De ondergrond ter plaatse van het dijklichaam bestaat tevens uit zand waardoor er geen stabiliteitsproblemen worden verwacht. Het standaardprofiel voldoet.

Het dijklichaam ter plaatse van het meest zuidelijke deel van het dijkvak kan worden uitgevoerd door toepassing van het standaardprofiel. Het maaiveld ter plaatse van het dijkvak is namelijk niet lager dan NAP +16,80 m. Dit komt neer op een kerende hoogte van minder dan 1 m (ontwerphoogte is gelijk aan NAP +17,71 m). Voor dit profiel is geen stabiliteitsberekening uitgevoerd.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

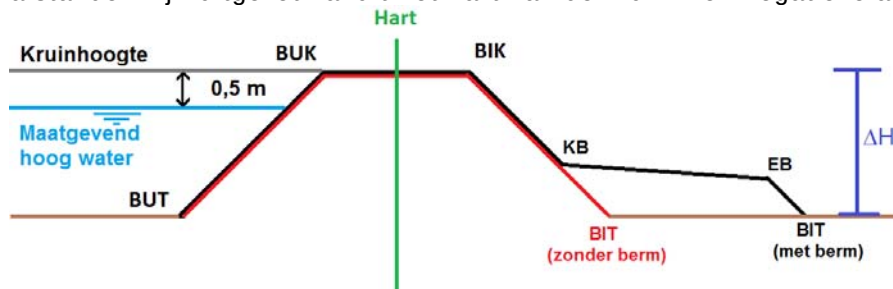
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BRO_02_1		17,53	15,20	2,33	43
BRO_02_2	a	17,53	16,20	1,33	21
BRO_02_2	b	17,71	16,40	1,31	21
BRO_02_3		17,71	17,00	0,71	9

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:

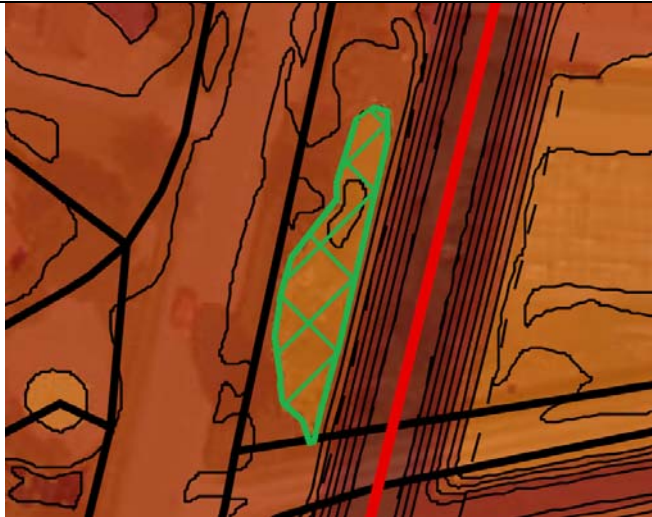


Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BRO_02_1			BRO_02_2			BRO_02_3		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-9,09	15,25	BUT	-8,28	15,7	BUT	-4,98	16,8	BUT
-2,25	17,53	BUK	-2,25	17,71	BUK	-2,25	17,71	BUK
0	17,53	Hart	0	17,71	Hart	0	17,71	Hart
2,25	17,53	BIK	2,25	17,71	BIK	2,25	17,71	BIK
7,48	15,79	KB	5,13	16,20	BIT	4,98	16,8	BIT
10,34	15,5	EB						
11,84	15	BIT						

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

1. Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten: De bestaande waterkering kan niet behouden blijven. Ter plaatsen van BRO_02_1 wijkt de locatie van de nieuwe dijk af van de bestaande waterkering. De bestaande waterkering dient hier verwijderd te worden. Ter plaatse van BRO_02_2 en BRO_02_3 is er sprake van een dermate kleine kerende hoogte dat door het aanbrengen van de 1,2m dikke kleibekleding de bestaande dijk volledig zal verdwijnen.
2. De bomen en het weglichaam kunnen behouden blijven.
3. Ter plaatse van BRO_02_1 is de zone vrij van beplanting gelijk gesteld aan het ruimtebeslag van de kering. Er is hier voor gekozen omdat er aan binnendijkse zijde een greppel aanwezig is. Door de aanwezigheid van de greppel kunnen de bomen achter de greppel geen ontgrondingskuil te weeg brengen die groter is als dan de greppel zelf.
4. Om de binnendijkse stabiliteit te waarborgen en de benodigde kwelweglengte (piping) te minimaliseren is er aan binnendijkse zijde een beperkte ophoging nodig. De locatie van deze ophoging is in figuur 1 aangegeven (punt 1). In onderstaand figuur is de locatie schematisch weergegeven. Het gebied dient opgehoogd te worden tot een hoogte van minimaal NAP +16,20m. Het op te hogen gebied heeft een breedte van ongeveer 10 meter en een lengte van 40 ongeveer 40 meter. Op het laagste punt is het gebied ongeveer NAP +15,70 m hoog. Door deze ophoging neemt de benodigde kwelweglengte af van 37 m naar 21 m.



Figuur 2: Schematische weergave van de locatie van de ophoging

5. Risico's

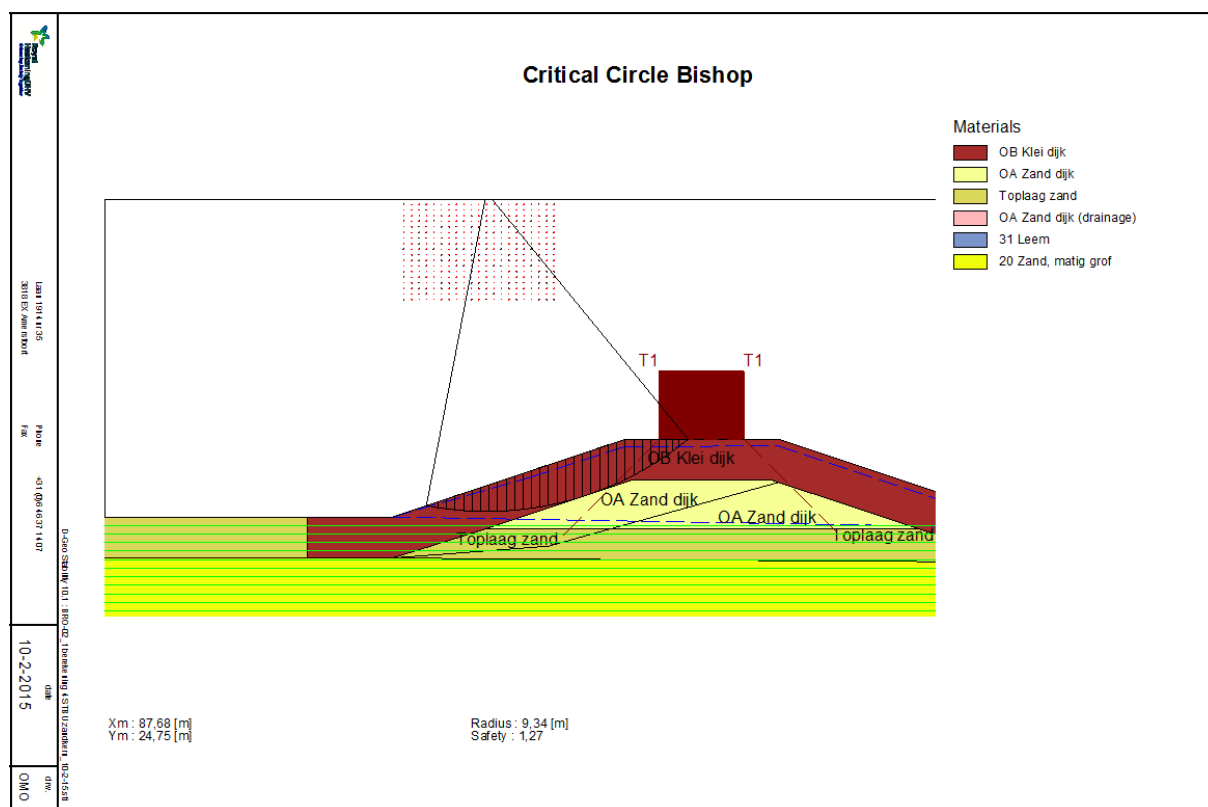
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er zijn geen voor dit dijkvak specifieke risico's gedefinieerd.

6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit

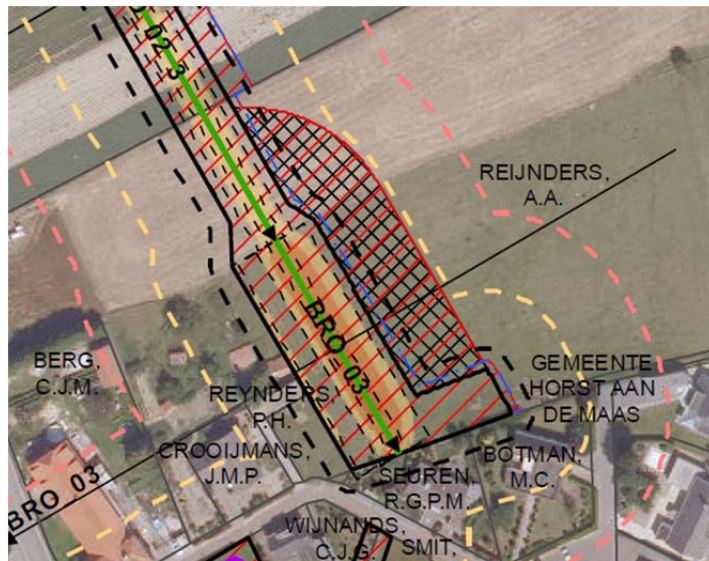


Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit profiel zuid ($SF=1,27>1,11$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: Broekhuizenvorst	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
	Dijkvak	BRO_03
	Dijkpalen	65A.033

Aanpassing 01

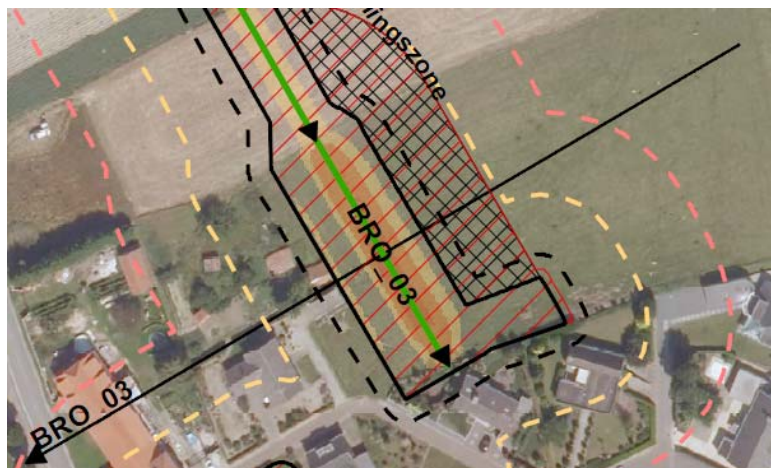
- Wat is aangepast: Het ruimtebeslag voor de waterkering is aangepast, geen aankoop grond op perceel SEUREN, R.G.P.M.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: De aankoopgrens voor het ruimtebeslag van de waterkering is verschoven en valt nu samen met de perceelgrens van SEUREN, R.G.P.M. De aankoopgrens is ter hoogte van het naastgelegen perceel BOTMAN, M.C. ook gelijk getrokken met de perceelgrens.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: op verzoek van perceeleigenaar, de grond op het perceel van SEUREN, R.G.P.M. is niet nodig voor het realiseren van een veilige aansluiting op de hoge grond van de 'Molenberg'.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BRO_03. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de Molenberg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie locatie dijkvak.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De freatische grondwaterstand achter waterkering is, bij een waterstand tot ontwerphoogte, aangehouden op NAP +15,0 m.
2. Het dijkvak sluit aan op hoge grond.
3. Binnendijs is bebouwing aanwezig.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit dijkvak is vastgesteld op basis van HB181 en HB182. Opgemerkt wordt dat HB183 een lemige deklaag aangeeft. Omdat HB183 uitgevoerd is in het talud van de Molenbeek is deze als niet-representatief beoordeeld.

Het bodemprofiel bestaat uit zand. Er zijn geen cohesieve lagen onderscheden.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI basis	0,88	<1,20
2.	STBI alt.	1,26	Voldoet
3.	STBU	- ¹⁾	Voldoet

Toelichting bij de tabel:

¹⁾ : Niet beschouwd, voldoet gezien lage kerende hoogte en zandige ondergrond.

In de basisoplossing (berekening 1) vormt de bestaande waterkering de berm van de nieuwe waterkering. Deze berekening blijkt niet te voldoen op binnenwaartse stabiliteit.

Alternatief (berekening 2) is een oplossing beschouwd waarbij de bestaande waterkering deels wordt afgegraven en vervangen door een lage, bredere berm. De hartlijn van de nieuwe waterkering ligt dan 8 m buiten de hartlijn van de bestaande kering. Deze berekening voldoet op binnenwaartse stabiliteit en is weergegeven in bijlage 1.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

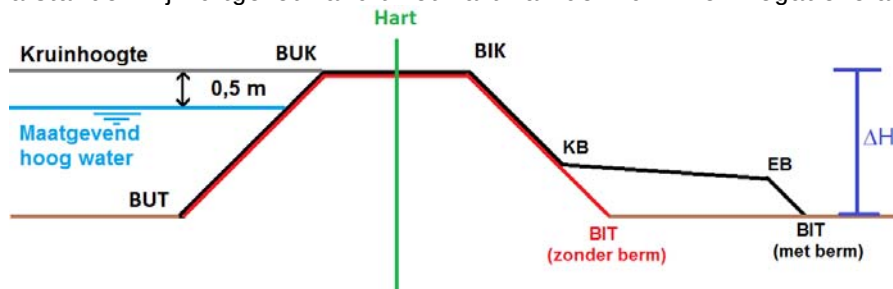
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BRO_03		17,71	15,60	2,11	38

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BRO_03		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-8,58	15,6	BUT
-2,25	17,71	BUK
0	17,71	Hart
2,25	17,71	BIK
5,67	16,57	KB
11,38	16	EB
12,88	15,5	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Binnendijs is er bebouwing aanwezig. In het huidige dijkontwerp kan deze bebouwing behouden blijven.
2. Een deel van de bestaande waterkering dient te worden afgegraven. Ter plaatse van de bestaande waterkering is een lage bredere berm ontworpen.

5. Risico's

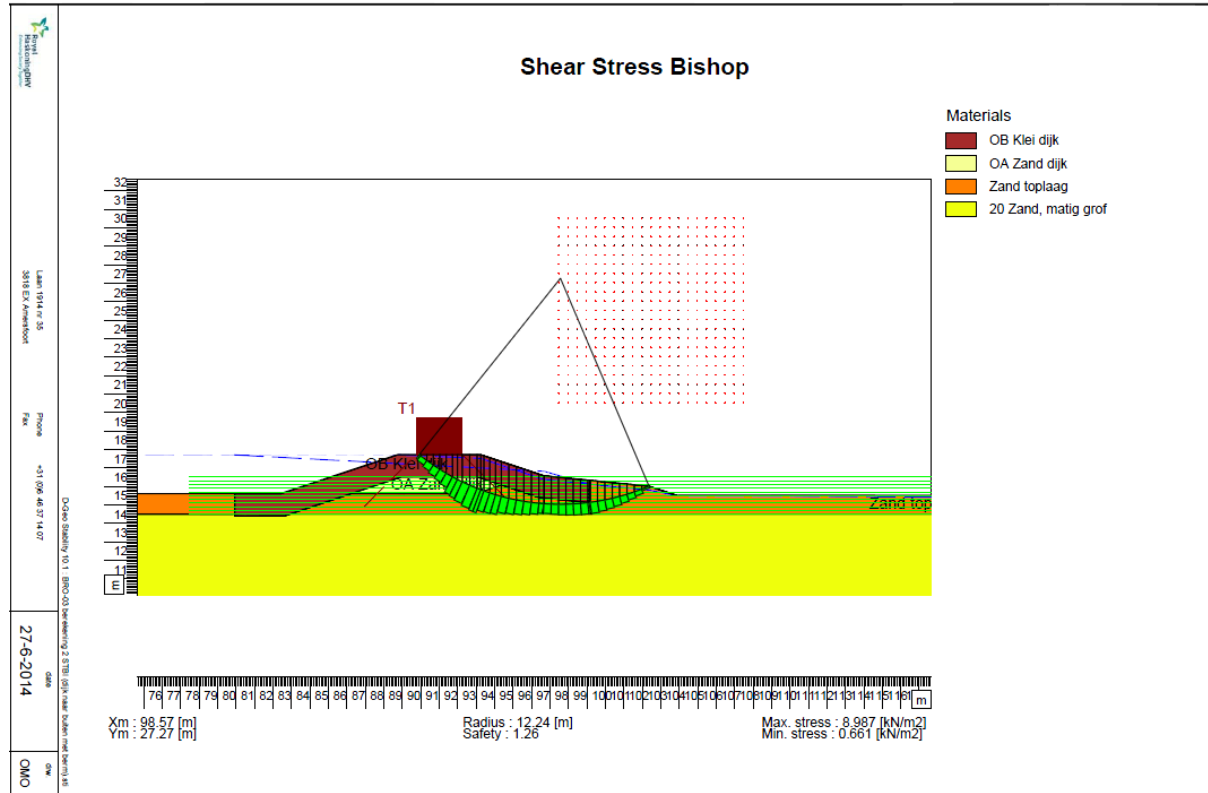
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

Daar waar het dijkvak aansluit op hoge grond is mogelijk een verlaagd terras aanwezig (op het naastliggende perceel). In dit stadium van het ontwerp is deze laagte niet meegenomen. In een later stadium van het ontwerp dient de invloed van deze laagte onderzocht te worden/meegenomen te worden in het ontwerp.

6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit

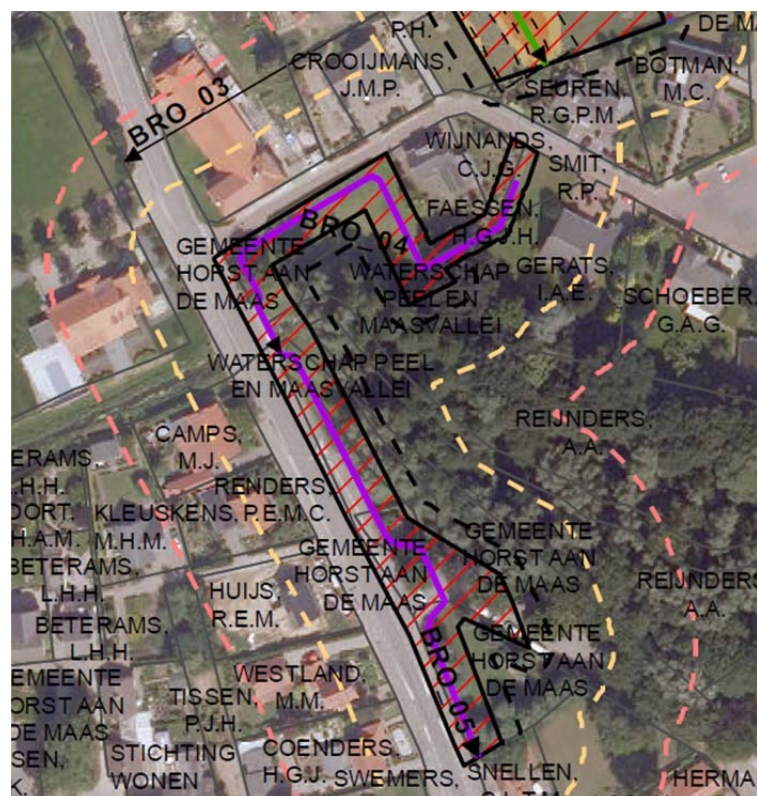


Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit (SF=1,26>1,20)

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet harde waterkering	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Broekhuizenvorst	Dijkvak	BRO_04
	Dijkpalen	t.p.v. 65A.032

Aanpassing 01

- Wat is aangepast:
 - a) Uitgangspunt bovenkant harde waterkering: NAP +17,5 m
 - b) Aansluiting op de hoge grond ter hoogte van de 'Molenberg'.
 - c) Aankoopp grens op perceel 'GERATS, I.A.E.'
 - d) Vormgeving en tracéligging van de harde kering.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven:
 - a) De ontwerp hoogte van de harde kering bedraagt NAP +17,5 m (Conform ontwerp kader Maaskaden geldt voor de harde kering een 0,2 m lagere waakhoogte dan voor de groene kering)
 - b) De strook 'ruimtebeslag kering' van 7 m breed is ter hoogte van het perceel van GERATS doorgetrokken naar de openbare weg zodat toegang tot de waterkering mogelijk wordt voor doeleinden van onderhoud, inspectie en noodmaatregelen. Deze strook wordt niet aangekocht, maar er wordt een zakelijk recht overeenkomst aangegaan met de eigenaar.
 - c) Op het perceel van GERATS wordt een strook van 2 m aangekocht, voor de resterende strook van 1,5 m wordt een zakelijk recht overeenkomst aangegaan met de eigenaar.
 - d) Zie architectonisch ontwerp in bijlage 4. De nieuwe waterkering bestaat uit een harde kering/constructie met een groen buitentalud (taludhelling 1:3). Hierdoor wordt het ruimtebeslag van de kering kleiner en schuift de locatie van de harde kering op richting openbare weg.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd:
 - a) Optimalisatie ontwerp, het vorig ontwerp was namelijk nog veilig ingestoken (d.w.z. ontwerp hoogte harde kering gelijk aan ontwerp hoogte groene kering)
 - b) Toegang tot waterkering vastleggen/regelen voor Waterschap.
 - c) Op verzoek van perceeleigenaar
 - d) Betere inpassing in de omgeving (zie architectonisch ontwerp)

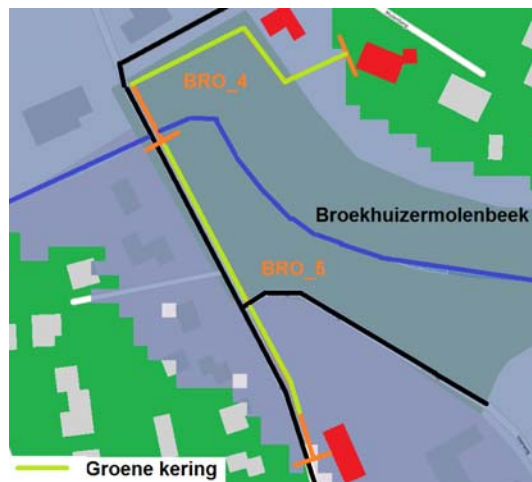


Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BRO_4. Het dijkvak bevindt zich ten zuiden van Broekhuizenvorst. De ligging van het dijkvak is in figuur 1 weergegeven. In bijlage 1 zijn foto impressies weergegeven van het dijkvak.

Voor het ontwerp van het dijkvak zijn verschillende mogelijkheden onderzocht. De waterkering kan ontworpen worden als een groene kering of een harde kering (bijzonder waterkerende constructie). In voorliggend factsheet zijn beide opties nader beschouwd. Hierbij zijn zowel technische- als omgevingsaspecten meegenomen in de afweging van de voorkeursoplossing.



Figuur 1: Ligging van dijkvak BRO_04 en 05. In het groen is de locatie van een mogelijke groene kering aangegeven.

Onderstaand zijn de aandachtspunten per optie weergegeven. De voorkeursoplossing gaat uit van een **bijzonder waterkerende constructie (in combinatie met een kwelscherm)** voor dijkvak BRO_05. Een ontwerp met een bijzonder waterkerende constructie blijkt beter aan te sluiten bij de volgende punten:

- Ruimtebeslag
- Beperkte hoogte bijzonder waterkerende constructie
- Kabels en leidingen
- Uitvoering
- Bomen
- Aankoop percelen
- Aansluiting met duikerconstructie
- Aansluiting met hoge grond

Optie: Groene kering

In deze optie zal er vanaf de hoge grond tot aan de duikerconstructie een groene kering ontworpen worden. Het globale ontwerp van deze optie is weergegeven in bijlage 2. De groene kering is uitgezet vanaf de rand van de weg "Molenberg" en volgt de huidige groene kering. Bij deze optie spelen de volgende aandachtspunten een rol:

1. Om de buitenwaartse stabiliteit te waarborgen is er een talud nodig van 1:4. Dit talud is tot stand gekomen door het profiel te vergelijken met dijkvak GEI_07. Er is hierbij een vergelijking gemaakt in kerende hoogte en ondergrond.
2. Door de lage ligging van de beek/het beekdal is er een grote buitendijkse kerende hoogte aanwezig van 4 m.
3. Ter plaatse van de hoge grond zal de kering op de grens van twee percelen ontworpen worden (zie Figuur 8 in bijlage 2). Hierdoor dient er een groot deel van de percelen opgekocht te worden. De groene kering kan ook een knelpunt vormen voor de beide bewoners van de percelen.
4. In het beekdal zijn veel bomen aanwezig. Deze bomen zullen grotendeels verwijderd dienen te worden om plaats te maken voor het brede 1:4 talud. Dit is weergegeven in figuur 7 in bijlage 2 (boomvrije zone).

5. Langs de bestaande wegen zijn veel kabels en leidingen aanwezig. Door het grote ruimtebeslag van de groene kering zal er een knelpunt ontstaan tussen de waterkering en de kabels en leidingen.
6. Omdat de buitenteen op dezelfde hoogte ligt als de bovenkant van de beek zal er waarschijnlijk een bemaling toegepast moeten worden om de kleibekleding in te kunnen graven. Deze bemaling heeft mogelijk negatieve effecten op de omgeving.
7. De groene kering sluit in het zuiden van het dijkvak aan op een duikerconstructie. Om het optreden van het faalmechanisme piping (achterloopsheid) tegen te gaan dient de constructie met kwelscherm door te lopen in de groene kering. Dit principe is in onderstaand figuur weergegeven.



Figuur 2: Het doorzetten van de bijzonder waterkerende constructie met kwelscherm in de groene kering.

Optie: Bijzonder waterkerende constructie (in combinatie met kwelscherm)

In deze optie zal langs het volledige dijkvak een bijzonder waterkerende constructie (damwand) uitgevoerd worden. De damwand loopt hierbij over de bestaande groene kering en de muur op de duiker zal verhoogd worden (indien dit sterkte-technisch toelaatbaar is). Het globale ontwerp van deze optie is weergegeven in bijlage 2. Bij deze optie spelen de volgende aandachtspunten een rol:

1. De bijzonder waterkerende constructie dient ongeveer 0,5 m hoger te worden dan bestaand kruinniveau om aan de uitgangspunten te voldoen.
2. Om het risico op het optreden van het faalmechanisme piping tegen te gaan moet er een kwelscherm aangebracht worden. Dit kwelscherm kan evt. als combinatie met het stabiliteitsscherm worden uitgevoerd.
3. Het ruimtebeslag is weergegeven in bijlage 2 figuur 7. Het ruimtebeslag is relatief klein. Waardoor:
 - a. De kabels en leidingen zullen waarschijnlijk geen knelpunt vormen. De kabels en leidingen kunnen dus op de huidige locatie blijven liggen.
 - b. De bomen kunnen voor het grootste deel behouden blijven
 - c. De bijzonder waterkerende constructie zal op de grens van twee percelen aansluiten op de hoge grond. Hierdoor dient er alleen perceelruimte beschikbaar te zijn voor inspectie en onderhoud van de constructie.
4. Omdat er één type constructie wordt toegepast hoeft er geen overgang ontworpen te worden.
5. Mogelijke problemen met het inbrengen van het stabiliteit-/kwelscherm.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Het dijkvak sluit aan op hoge grond
2. De Broekhuizermolenbeek ligt laag in het landschap (zie bijlage 2). De beek kruist het dijkvak door middel van een duikerconstructie.
3. De bestaande duikerconstructie (zie bijlage 1) fungeert als waterkering.
4. Ter plaatse van de hoge grond zijn percelen aanwezig
5. In het beekdal en op de percelen zijn bomen aanwezig.
6. Er zijn veel kabels en leidingen aanwezig langs het dijkvak. Deze liggen voornamelijk langs de wegen Molenberg en de Hoogstraat.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak BRO_04 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB182, HB183 en sondering S63.

Handboring HB183 is als maatgevend beschouwd. In deze handboring is direct onder het maaiveld een leemlaag aanwezig met een dikte van één meter (ca. NAP +14,9 m t/m ca. NAP +13,9 m).

De rest van het profiel bestaat volledig uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

Er heeft geen berekening plaats gevonden voor het bepalen van de exacte locatie en dimensies van het stabiliteits-/kwelscherm.

4. Ontwerp bijzonder waterkerende constructie

4.1. Geometrie

In bijlage 3 is een voorstel opgenomen voor een mogelijke ligging en bijbehorend ruimtebeslag van de harde kering (bij het ruimtebeslag is rekening gehouden met 1 m constructiedikte, 2 m zone buitendijks en 4 m zone binnendijks van de harde kering). Opgemerkt wordt dat hieraan geen ontwerp ten grondslag ligt en het ruimtebeslag zodoende als indicatief moet worden beschouwd.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

Technische aandachtspunten/raakvlakken:

1. De lengte van het kwelscherm/stabiliteitsscherm dient nader bepaald te worden.
2. Hoogte bijzonder waterkerende constructie boven maaiveld naar inschatting ter plaatse van:
 - a. Bestaande groene kering: ± 50 cm
 - b. Bestaande waterkerend kunstwerk (duikerconstructie): ± 30 cm
3. Harde kering minimaal 10 m (of meer i.v.m. achterloopsheid) doorzetten in hoge grond voor het verkrijgen van een goede aansluiting.

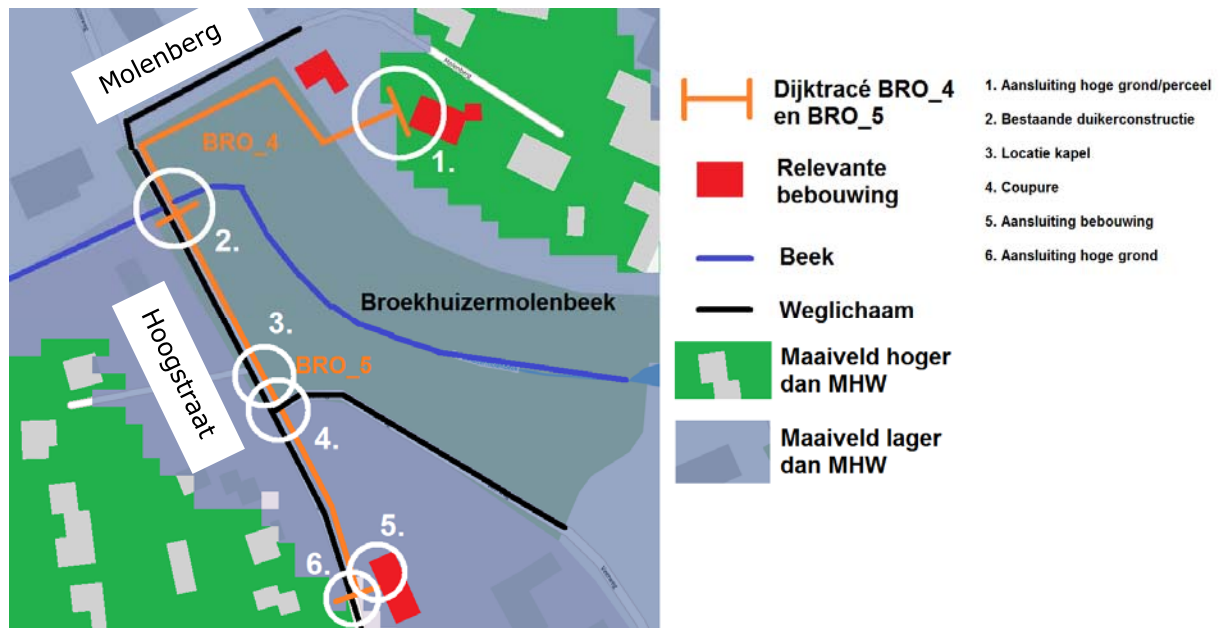
5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Door het ontbreken van sonderingen kan niet bepaald worden of een stabiliteit-/kwelscherm eenvoudig is in te brengen. In het gebied zijn harde grindlagen aanwezig welke het inbrengen kunnen bemoeilijken.
2. De huidige status van de duikerconstructie is niet bekend. Indien de constructie niet stabiel genoeg is voor een ophoging van de keermuur dient constructie versterkt/vernieuwd te worden. Tevens is niet bekend of de duiker in de Broekhuizermolenbeek is voorzien van kwelschermen. Indien dit niet het geval is, dient dit meegenomen te worden in het ontwerp.
3. De aanwezige kabels en leidingen kunnen mogelijk een knelpunt vormen met de te ontwerpen bijzondere waterkerende constructie.
4. De aangegeven ligging en ruimtebeslag van de harde kering variant (bijlage 3) is slechts indicatief en niet gebaseerd op een ontwerp. In het PIP zal zodoende een groter ruimtebeslag beschikbaar gesteld moeten worden voor de aannemer, zodat enige ontwerp vrijheid in locatie en definitieve oplossingsvariant mogelijk is.

6. Bijlagen

1. Foto impressie van dijkvak BRO_04
2. ~~Ontwerp dijklichaam en ontwerp harde kering~~
3. ~~Dijkvak voorstel harde kering en bijbehorend ruimtebeslag (indicatief)~~
4. Aanpassing 01: architectonisch ontwerp nieuwe waterkering en inpassing in de omgeving



Figuur 3: Ligging van dijkvak BRO_04 en 05 met de aanwezige omgevingsaspecten

Bijlage 1: Foto impressie van dijkvak BRO_04



Figuur 4: Bestaande groene kering (richting hoge grond)

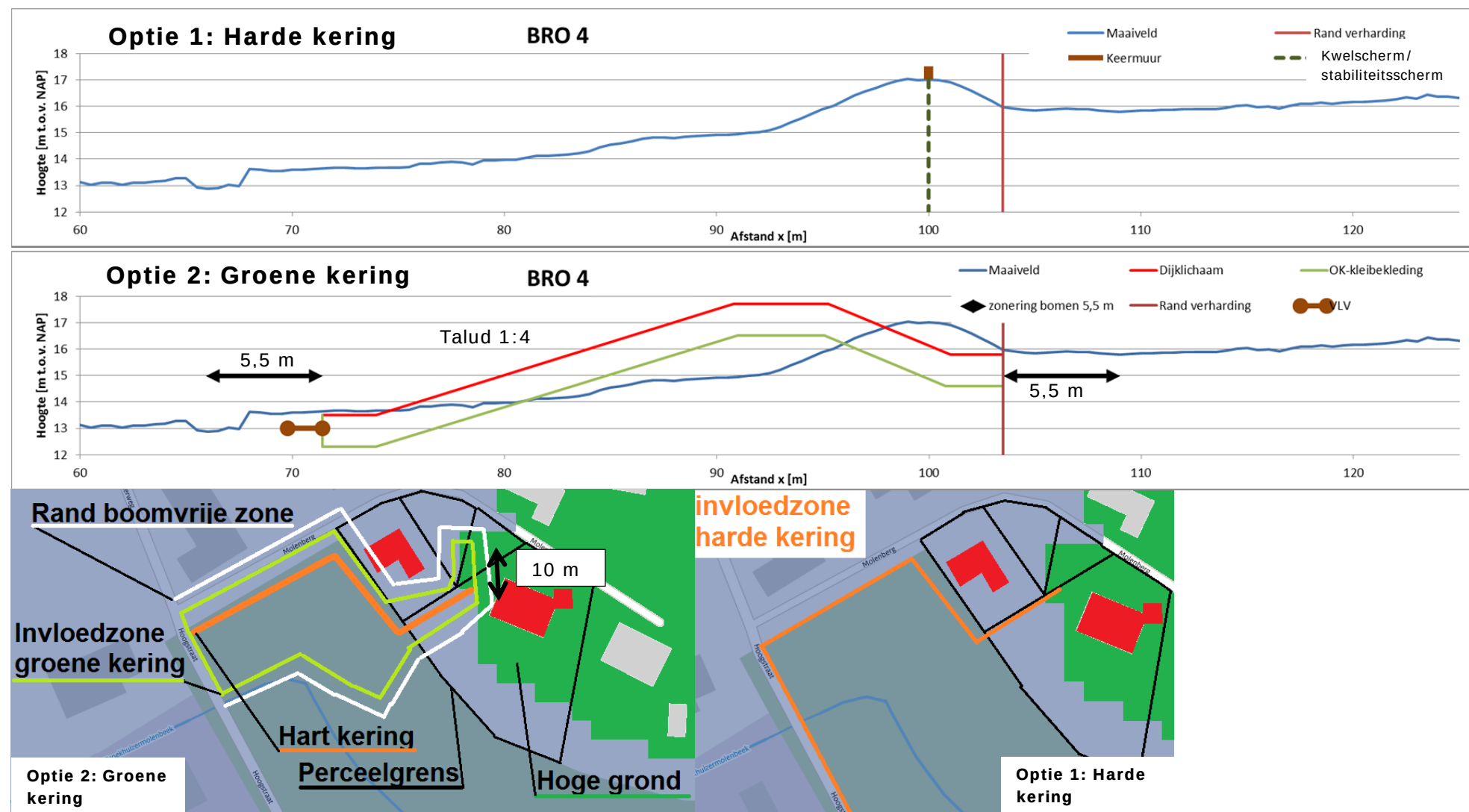


Figuur 5: Bestaande groene kering (richting coupure)



Figuur 6: De buitendijkse zijde van de duikerconstructie.

Bijlage 2: Ontwerp dijklichaam en ontwerp harde kering



Figuur 8: Invloedzone optie 2: groene kering (links) en invloedzone optie 1: harde kering (rechts).

Bijlage 3: Dijkvak voorstel harde kering en beschikbaar ruimtebeslag (indicatief)



Figuur 9: Tracé voorstel harde kering en bijbehorend ruimtebeslag (indicatief)

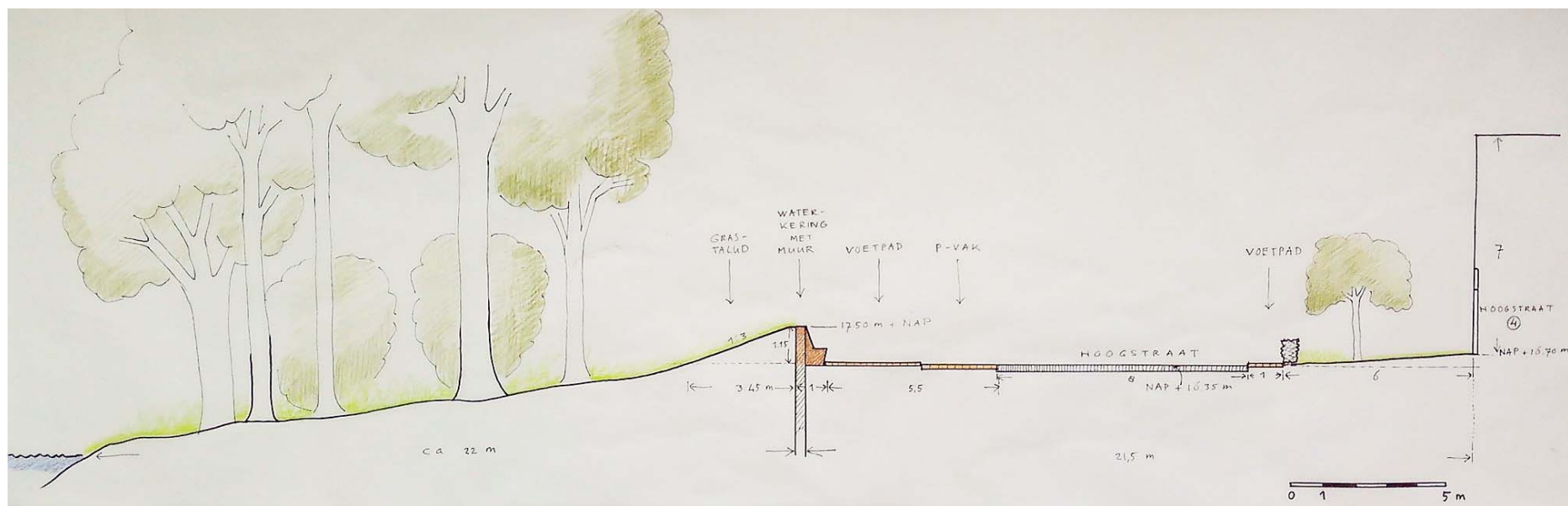


Figuur 10: Tracé voorstel harde kering en bijbehorend ruimtebeslag (indicatief)

Bijlage 4: Aanpassing 01: architectonisch ontwerp nieuwe waterkering en inpassing in de omgeving (d.d. 25-09-2015)



Figuur 11: Plattegrond architectonisch ontwerp nieuwe waterkering t.h.v. Broekhuizen



Figuur 12: Dwarsdoorsnede architectonisch ontwerp nieuwe waterkering t.h.v. Broekhuizen – Hoogstraat 4

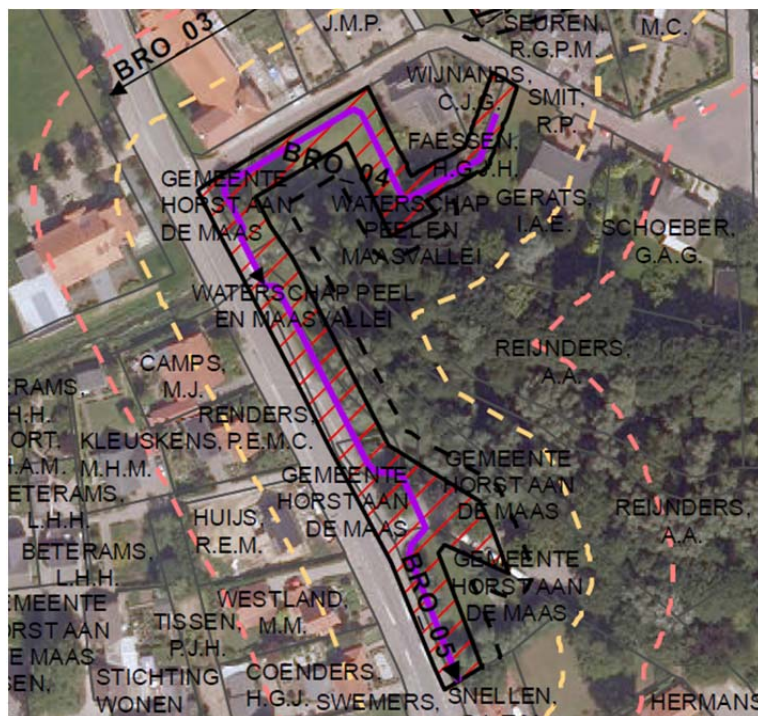
Ooijen&Wanssum Factsheet harde waterkering Deeltraject: Broekhuizenvorst	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
	Dijkvak	BRO_05
	Dijkpalen	65A.031 t/m 65A.030

Aanpassing 01

- Wat is aangepast:
 - a) Uitgangspunt bovenkant harde waterkering: NAP +17,5 m
 - b) Aansluiting op de hoge grond ter hoogte van Hoogstraat 1 te Broekhuizen.
 - c) Vormgeving en tracéligging van de harde kering.
 - d) Coupure komt te vervallen.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven:
 - a) De ontwerphoogte van de harde kering bedraagt NAP +17,5 m (Conform ontwerpkader Maaskaden geldt voor de harde kering een 0,2 m lagere waakhoogte dan voor de groene kering)
 - b) De lagere ontwerphoogte zorgt ervoor dat de waterkering minder ver hoeft door te lopen in de hoge grond. Daarmee kan het ruimtebeslag voor de kering buiten het perceel van Hoogstraat 1 blijven. Aankoop van grond op dit perceel is daardoor niet meer nodig. Op de kaart is de lijn van het ruimtebeslag voor de kering aangepast tot de grens van dit perceel.
 - c) Zie architectonisch ontwerp in bijlage 4. De nieuwe waterkering bestaat uit een harde kering met een groen buitentalud. Hierdoor wordt het ruimtebeslag van de kering kleiner en schuift de locatie van de harde kering op richting openbare weg (Hoogstraat). Daarnaast is besloten om het koppelletje te verplaatsen. Het tracé van de kering loopt nu zoveel mogelijk parallel aan de Hoogstraat. Enige uitzondering is ter hoogte van de kruising met de Veerweg.
 - d) De Veerweg wordt lokaal opgehoogd met een drempel op NAP +17,50 m, daarmee kan de coupure komen te vervallen.

Waarom is de aanpassing doorgevoerd:

- a) Optimalisatie ontwerp, het vorig ontwerp was namelijk nog veilig ingestoken (d.w.z. ontwerphoogte harde kering gelijk aan ontwerphoogte groene kering)
- b) Gevolg ontwerpoptimalisatie en wens projectbureau om geen grond aan te kopen van het perceel Hoogstraat 1.
- c) Betere inpassing in de omgeving (zie architectonisch ontwerp)
- d) Wens Waterschap om zo min mogelijk coupures in de waterkering op te nemen.

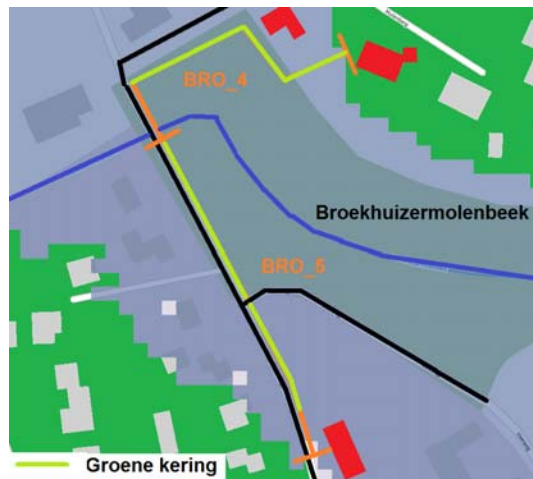


Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BRO_05. Het dijkvak bevindt zich ten zuiden van Broekhuizenvorst. De ligging van het dijkvak is in figuur 1 weergegeven. In bijlage 1 zijn foto impressies weergegeven van het dijkvak. Het dijkvak is onderverdeeld in deel A en deel B.

Voor het ontwerp van het dijkvak zijn verschillende mogelijkheden onderzocht. De waterkering kan ontworpen worden als een groene kering of een harde kering (bijzonder waterkerende constructie). In voorliggend factsheet zijn beide opties nader beschouwd. Hierbij zijn zowel technische- als omgevingsaspecten meegenomen in de afweging van de voorkeursoplossing.



Figuur 1: Ligging van dijkvak BRO_04 en 05. In het groen is de locatie van een mogelijke groene kering aangegeven.

Onderstaand zijn de aandachtspunten per optie weergegeven. De voorkeursoplossing gaat uit van een **bijzonder waterkerende constructie (in combinatie met een kwelscherm)** voor dijkvak BRO_05. Een ontwerp met een bijzonder waterkerende constructie blijkt beter aan te sluiten bij de volgende punten:

- Ruimtebeslag
- Beperkte hoogte bijzonder waterkerende constructie
- Kabels en leidingen
- Uitvoering
- Bomen
- Aankoop percelen
- Aansluiting met coupure
- Aansluiting met duikerconstructie
- Aansluiting met hoge grond
- Kapel

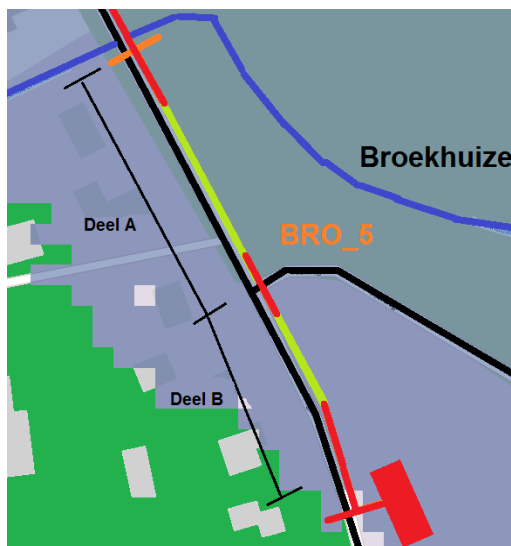
Optie: Groene kering

In deze optie zal er vanaf de duikerconstructie tot de aansluiting met hoge grond een groene kering ontworpen worden (zie figuur 1). Het globale ontwerp van deze optie is weergegeven in bijlage 2. De groene kering loopt hierbij parallel aan de Hoogstraat. Bij deze optie spelen de volgende aandachtspunten een rol:

1. Om de buitenwaartse stabiliteit ter plaatse van deel A te waarborgen is er een talud nodig van 1 op 4. Dit talud is tot stand gekomen door het profiel te vergelijken met dijkvak GEI_07/BRO_04. Er is hierbij een vergelijking gemaakt in kerende hoogte en ondergrond.
2. Door de lage ligging van de beek/het beekdal is er een grote buitendijkse kerende hoogte aanwezig van ongeveer 4,5 m. In combinatie met het benodigde buitentalud van 1:4 betekent dit een te groot benodigd ruimtebeslag, er blijft geen ruimte over voor de beek (bijlage 2, figuur 8).
3. In het beekdal zijn veel bomen aanwezig. Deze bomen zullen grotendeels verwijderd

dienen te worden om plaats te maken voor het brede 1:4 talud. Dit is weergegeven in figuur 8 in bijlage 2 (zone vrij van beplanting).

4. Langs de bestaande wegen zijn veel kabels en leidingen aanwezig. Door het grote ruimtebeslag van de groene kering zal er een knelpunt ontstaan tussen de waterkering en de kabels en leidingen.
5. Omdat de buitenteen op dezelfde hoogte ligt als de bovenkant van de beek zal er waarschijnlijk een bemaling toegepast moeten worden om de kleibekleding in te kunnen graven. Deze bemaling heeft mogelijk negatieve effecten op de omgeving.
6. Aan het einde van deel A (zie onderstaand figuur) is een kapel aanwezig. Door het toepassen van een groene kering dient deze kapel te worden geamoveerd.
7. Ter plaatse van de hoge grond kan er vanwege de huidige bebouwing geen groene kering uitgevoerd worden. Dit knelpunt is weergegeven in bijlage 2, figuur 8. Hierdoor dient de aansluiting met de hoge grond gerealiseerd te worden door middel van een bijzonder waterkerende constructie.
8. De groene kering sluit in het noorden van het dijkvak aan op een duikerconstructie, op de overgang van deel A naar deel B is een coupure voorzien en in het zuiden dient de aansluiting op de hoge grond door middel van een constructie te worden gerealiseerd. Om het optreden van het faalmechanisme piping en achterloopsheid tegen te gaan, dienen de kwelschermen/achterloopsheidschermen op alle hiervoor genoemde grensvlakken tussen groene kering en constructies over voldoende afstand in de groene kering te worden doorgezet. Dit principe is in onderstaande figuur weergegeven. In de figuur is te zien dat de bijzonder waterkerende constructie in een groot deel van de groene kering dient door te lopen.



Figuur 2: Het doorzetten van de bijzonder waterkerende constructie met kwelscherm in de groene kering.

Optie: Bijzonder waterkerende constructie (in combinatie met kwelscherm)

In deze optie zal langs het volledige dijkvak een bijzonder waterkerende constructie uitgevoerd worden. De bijzonder waterkerende constructie loopt hierbij parallel aan de Hoogstraat. Het globale ontwerp van deze optie is weergegeven in bijlage 2. Bij deze optie spelen de volgende aandachtspunten een rol:

1. De bijzonder waterkerende constructie dient ongeveer 0,5 m hoger te worden dan bestaand maaiveld (kruinniveau groene dijk) om aan de uitgangspunten te voldoen.
2. Om het risico op het optreden van het faalmechanisme piping tegen te gaan moet er onder de bijzonder waterkerende constructie een kwelscherm aangebracht worden of als combinatie uitgevoerd worden.
3. De bijzonder waterkerende constructie kan achter de kapel (ten zuiden van deel A) worden gesitueerd. Hierdoor hoeft deze niet geamoveerd te worden.
4. Het ruimtebeslag is weergegeven in bijlage 2 figuur 7. Het ruimtebeslag is relatief klein. Waardoor:
 - a. De kabels en leidingen zullen waarschijnlijk geen knelpunt vormen. De kabels

en leidingen kunnen dus op de huidige locatie blijven liggen. b. De bomen kunnen voor het grootste deel behouden blijven c. De bijzonder waterkerende constructie zal aan kunnen sluiten op de hoge grond zonder een knelpunt te vormen met bestaande bebouwing. Een aandachtspunt hierbij is de oprit naar de bebouwing toe. 5. Omdat er één type constructie wordt toegepast hoeven er geen overgangen ontworpen te worden. 6. Mogelijke problemen met het inbrengen van het stabiliteit-/kwelscherm.
2. Uitgangspunten
2.1. Algemeen
1. Het dijkvak sluit aan op hoge grond 2. De Broekhuizermolenbeek ligt laag in het landschap (zie bijlage 2). De beek kruist het dijkvak door middel van een duikerconstructie. 3. De bestaande duikerconstructie (zie bijlage 1) fungeert als waterkering. 4. Ter plaatse van de hoge grond is bebouwing aanwezig 5. In het beekdal en op de percelen zijn bomen aanwezig. 6. Er zijn veel kabels en leidingen aanwezig langs het dijkvak. Deze liggen parallel langs de Hoogstraat. 7. Ter plaatse van de t-splitsing tussen de weg “Veerweg” en de “Hoogstraat” dient een coupure ontworpen te worden. 8. In het midden van dijktraject BRO_05 is een kapelletje aanwezig. Dit kapelletje staat op de locatie van het nieuw te ontwerpen dijktraject. Door een bijzonder waterkerende constructie achter het kapelletje te plaatsen kan deze behouden blijven.
2.2. Bodembeschrijving
Het ondergrondmodel voor deeltraject BRO_05 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB182, HB183 en sondering S63. Handboring HB183 is als maatgevend beschouwd. In deze handboring is direct onder het maaiveld een leemlaag aanwezig met een dikte van één meter (ca. NAP +14,9 m t/m ca. NAP +13,9 m). De rest van het profiel bestaat volledig uit zand.
3. Ontwerpberekeningen
Er heeft geen berekening plaats gevonden voor het bepalen van de lengte van het stabiliteits-/kwelscherm.
4. Dijkontwerp
4.1. Geometrie
In bijlage 3 is een voorstel opgenomen voor een mogelijke ligging en bijbehorend ruimtebeslag van de bijzonder waterkerende constructie (bij het ruimtebeslag is rekening gehouden met 1 m constructiedikte, 2 m zone buitendijks en 4 m zone binnendijks van de harde kering). Opgemerkt wordt dat hieraan geen ontwerp ten grondslag ligt en het ruimtebeslag zodoende als indicatief moet worden beschouwd. Belangrijke keuzes hierin zijn wel/niet behoud kapelletje op huidige locatie en locatie van coupure ter hoogte van de “Veerweg”.
4.2. Ontwerp specifieke aspecten
Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten: Technische aandachtspunten/raakvlakken: 1. Het creëren van voldoende kwelweglengte (zie hierboven). 2. Bij de aansluiting op hoge grond (Error! Reference source not found.) dient de bijzonder waterkerende constructie door te lopen tot de rand van de oprit. Hierna is het maaiveld op hoogte. 3. De lengte van het kwelscherm/stabiliteitsscherm dient nader bepaald te worden. 4. Hoogte bijzonder waterkerende constructie (boven maaiveld) naar inschatting variërend van 1 m tot 20 cm 5. Door het ontbreken van sonderingen kan niet bepaald worden of een stabiliteitsscherm eenvoudig is in te brengen. In het gebied zijn harde grindlagen aanwezig welke het inbrengen kunnen bemoeilijken.

6. Ter hoogte van de voorziene coupure is het te overbruggen hoogteverschil 1,1 m (NAP +17,71 m – NAP +16,6 m). Door benodigde taludhellingen van 1:25 ter plaatse van het weglichaam is sanering van de coupure niet realiseerbaar. Indien mogelijk heeft het de voorkeur om de drempelhoogte zo hoog mogelijk te leggen.

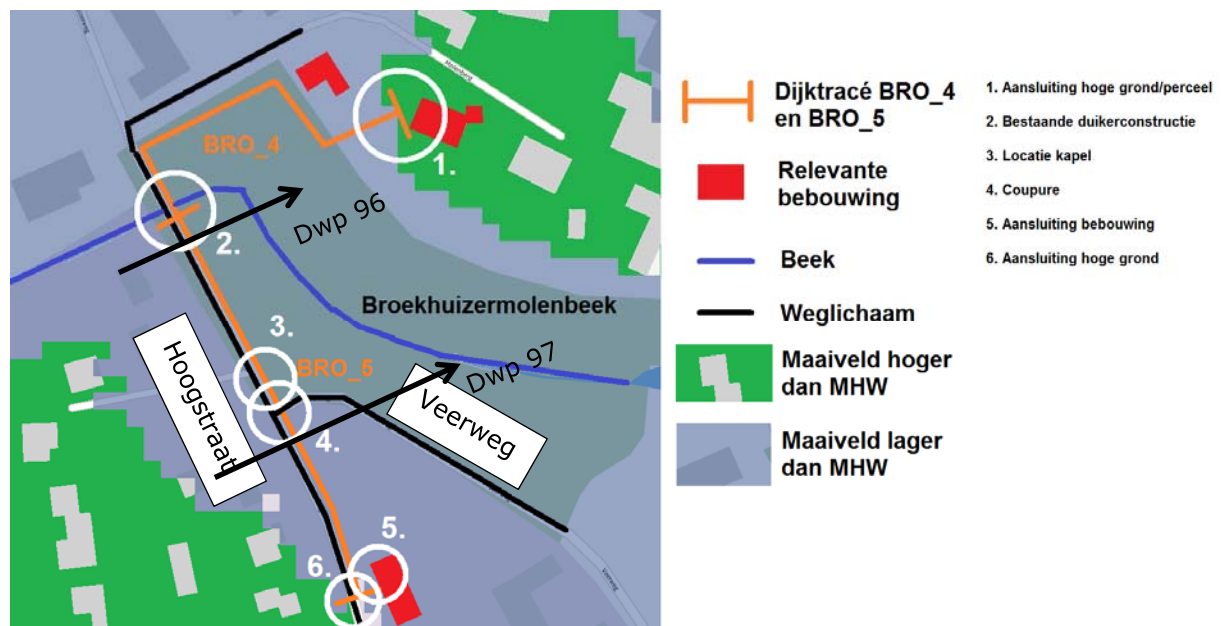
5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De aanwezige kabels en leidingen kunnen mogelijk toch een knelpunt vormen met het nieuw ontworpen dijklichaam/harde kering en moeten indien nodig verwijderd worden.
2. Ontwerp en locatie coupure "Veerweg" nader uit te werken.
3. Aandachtspunt is aanleg constructie in relatie tot bereikbaarheid woning Hoogstraat 1.
4. Installatie van een evt. constructie in de directe nabijheid van woning Hoogstraat 1 kan leiden tot schade aan de woning.
5. Het aangegeven tracé en ruimtebeslag van de harde kering variant (bijlage 2) is slechts indicatief en niet gebaseerd op een ontwerp. In het PIP zal zodoende een groter ruimtebeslag beschikbaar gesteld moeten worden voor de aannemer, zodat enige ontwerp vrijheid in dijkvak ligging en definitieve oplossingsvariant mogelijk is.
6. De huidige status van de duikerconstructie is niet bekend. Indien de constructie niet stabiel genoeg is voor een ophoging van de bestaande keermuur dient de constructie versterkt/vernieuwd te worden. Tevens is niet bekend of de duiker in de Broekhuizermolenbeek is voorzien van kwelschermen. Indien dit niet het geval is, dient dit meegenomen te worden in het ontwerp.

6. Bijlagen

1. Foto impressie dijkvak BRO_05
2. Ontwerp dijklichaam en ontwerp harde kering
3. Dijkvak voorstel harde kering en bijbehorend ruimtebeslag (indicatief)
4. Aanpassing 01: architectonisch ontwerp nieuwe waterkering en inpassing in de omgeving



Figuur 3: Ligging van dijktraject BRO_04 en 05 met de aanwezige omgevingsaspecten

Bijlage 1: Foto impressie dijkvak BRO_05



Figuur 4: Locatie ten noorden van de kapel



Figuur 5: Locatie tussen de kapel en de bebouwing ter plaatse van de hoge grond

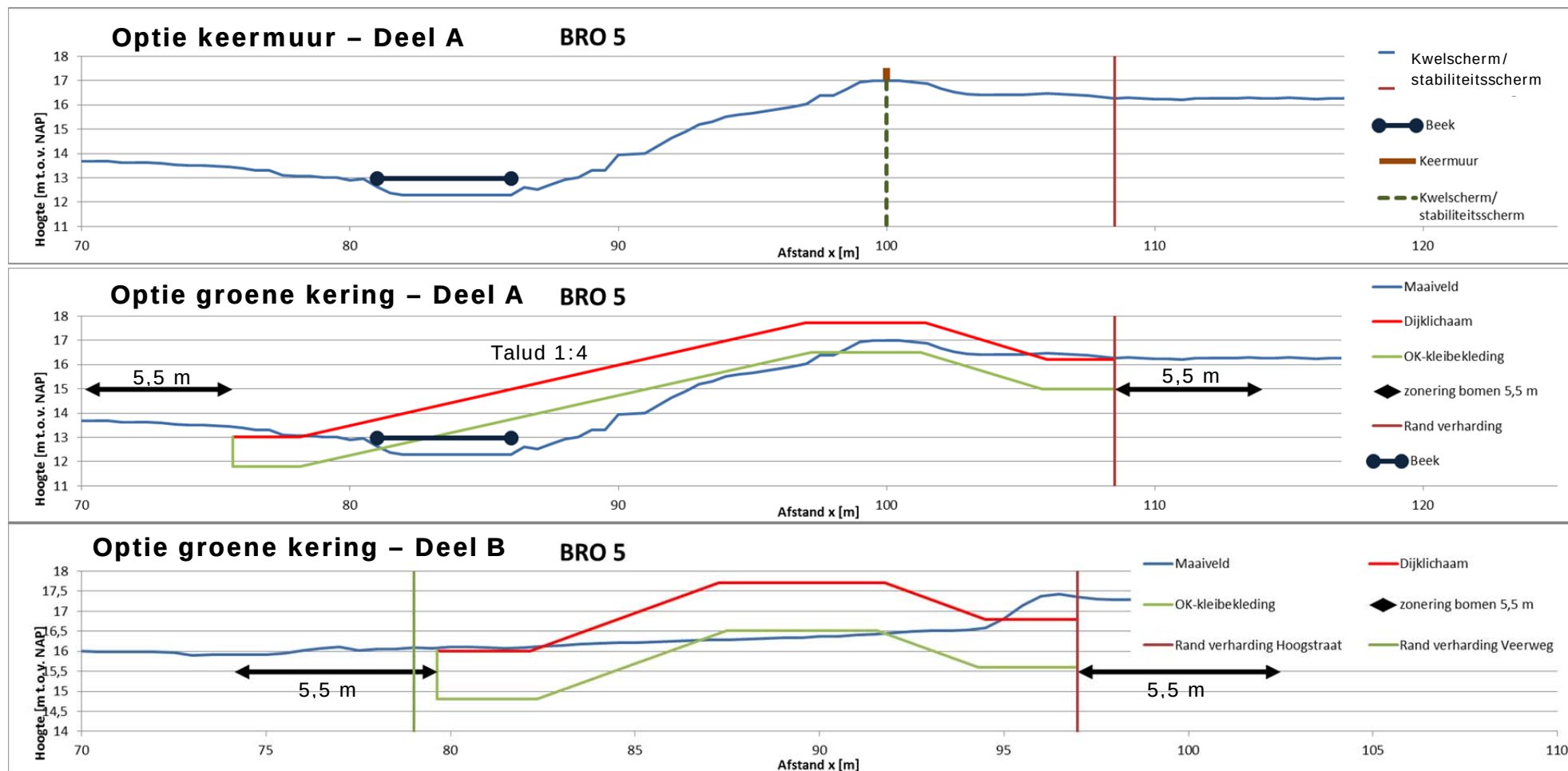


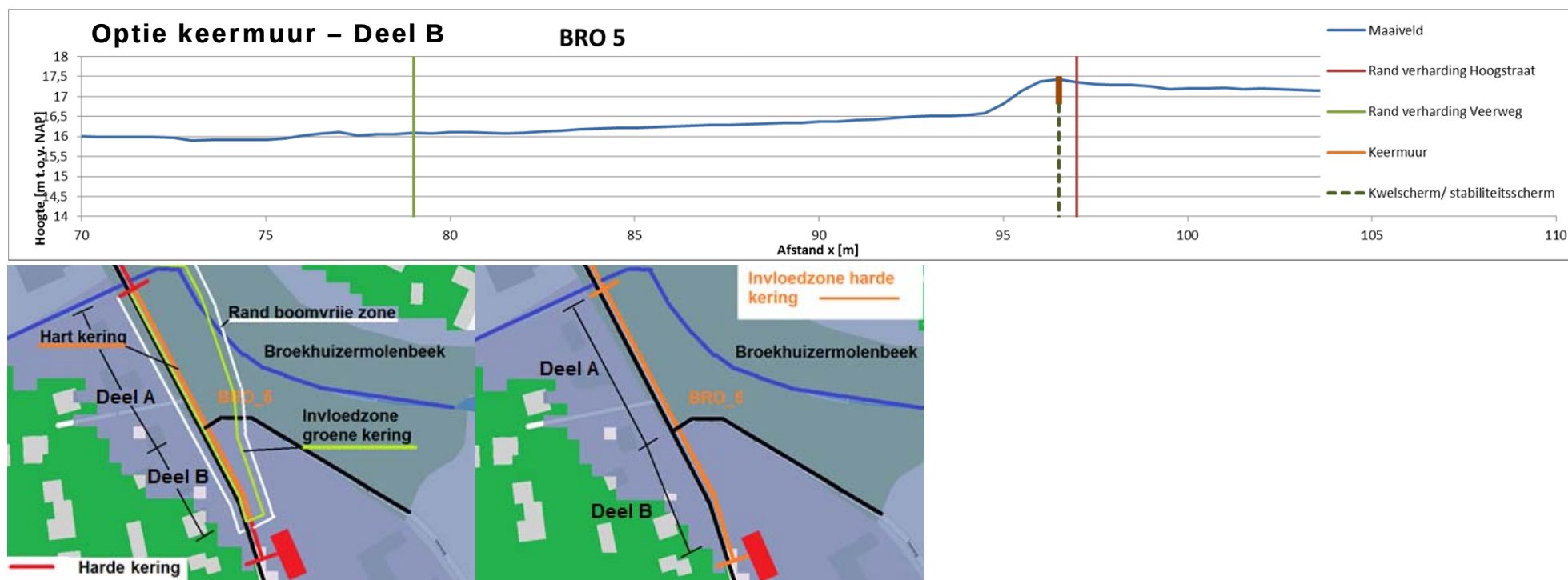
Figuur 6: De kapel en de locatie van de toekomstige coupure.



Figuur 7: De aansluiting op hoge grond en locatie van de bebouwing

Bijlage 2: Ontwerp dijklichaam en ontwerp harde kering





Figuur 8: Invloedzone optie 2: groene kering (links) en invloedzone optie 1: harde kering (rechts).

Bijlage 3: Tracé voorstel harde kering en beschikbaar ruimtebeslag (indicatief)



Figuur 9: Tracé voorstel harde kering en bijbehorend ruimtebeslag (indicatief)

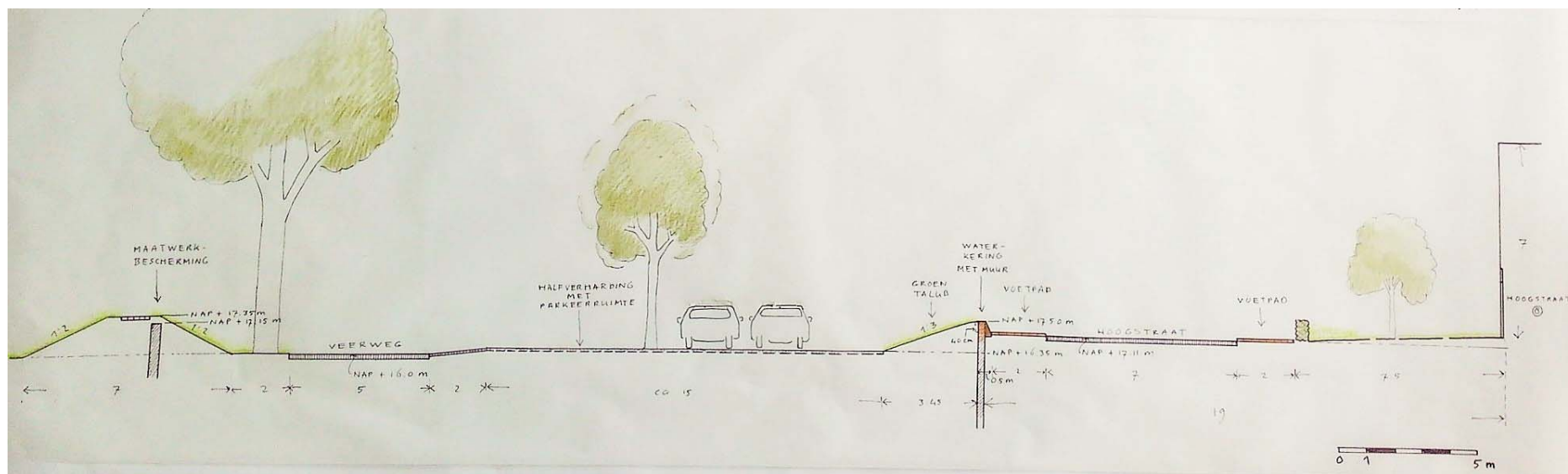


Figuur 10: Tracé voorstel harde kering en bijbehorend ruimtebeslag (indicatief)

Bijlage 4: Aanpassing 01: architectonisch ontwerp nieuwe waterkering en inpassing in de omgeving (d.d. 25-09-2015)



Figuur 11: Plattegrond architectonisch ontwerp nieuwe waterkering t.h.v. Broekhuizen

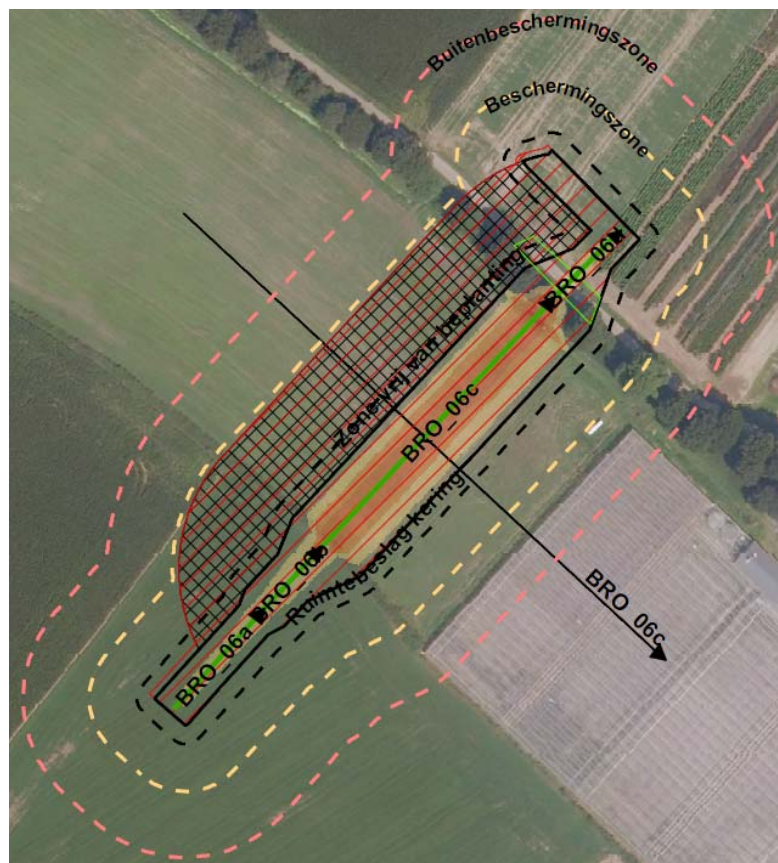


Figuur 12: Dwarsdoorsnede architectonisch ontwerp nieuwe waterkering t.h.v. Broekhuizen – Hoogstraat 8

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Broekhuizenvorst	Dijkvak	BRO_06
	Dijkpalen	n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BRO_06. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de geul ter plaatse van Zeelberg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie locatie dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De freatische grondwaterstand achter waterkering is, bij een waterstand tot ontwerphoogte, aangehouden op NAP +14,8 m.
2. Ten zuiden van het dijkvak is een sloot aanwezig. Deze dient opgevuld te worden.
3. Ten noorden van het dijkvak kruist de waterkering een weg. Ter plaatse van de kruising dient de weg opgehoogd te worden.
4. De waterkering sluit zowel in het noorden als in het zuiden aan op hoge grond.
5. Parallel aan het dijkvak lopen kabels en leidingen.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit deeltraject is vastgesteld op basis van handboring HB166, t/m 171 en sondering S58 t/m S59.

Bij handboringen HB168 en HB171 is veen aangetroffen, dit is maatgevend voor de sterkte. In de overige handboringen en sonderingen zijn geen waterremmende lagen aangetroffen. In het geotechnisch model wordt daarom niet uitgegaan van een doorlopende, waterremmende laag.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI basis met berm ¹⁾	1,12	<1,20
2.	STBI met grond-verbetering ²⁾	1,17	<1,20
3.	STBI met grond-verbetering ²⁾ en berm 2,0 m	1,24	Voldoet
4.	STBU met grond-verbetering	- ³⁾	Voldoet

Toelichting bij de tabel:

¹⁾ : Bermlengte 10 m.

²⁾ : Grondverbetering (zand) tot aan ok-veenlaag op NAP +13,20 m.

³⁾ : Niet rekenkundig beschouwd, STBU voldoet voor standaardprofiel op zand (grond-verbetering).

In bovenstaande tabel is te zien dat berekening 1, berm(10 m) zonder grondverbetering, en berekening 2, grondverbetering zonder berm, niet voldoen op stabiliteit binnenwaarts.

Berekening 3 voldoet op binnenwaartse stabiliteit. In dit profiel is een grondverbetering toegepast en een berm met een lengte van 2 m.

De grondverbetering bestaat uit het verwijderen van de veenlaag en het aanbrengen van goed doorlatend zand. Deze grondverbetering dient 2,5 m achter de binnenteen door te lopen om te zorgen voor een goede drainerende werking van de zandkern. Deze drainage constructie/grondverbetering dient onderhoudsvrij te worden uitgevoerd.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

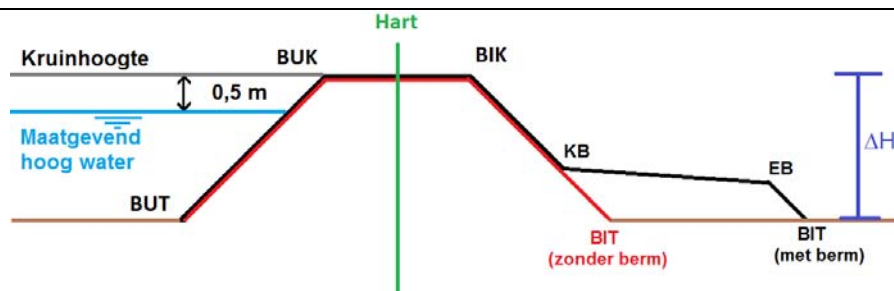
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BRO_06	a	17,45	17,00	0,45	5
BRO_06	b	17,45	16,50	0,95	13
BRO_06	c	17,45	14,75	2,70	51
BRO_06	d	17,45	17,24	0,21	2

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BRO_06		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-10,2	14,8	BUT
-2,25	17,45	BUK
0	17,45	Hart
2,25	17,45	BIK
7,84	15,59	KB
10,7	15,3	EB
12,2	14,8	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Er is een grondverbetering nodig onder het dijklichaam.
2. Achter de binnenteen dient over een lengte van 2,5 m een drainagevoorziening/grondverbetering aangebracht te worden. De drainageconstructie/grondverbetering dient onderhoudsvrij te worden uitgevoerd.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Kruisende kabels en leidingen dienen mogelijk verlegd te worden.

6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit

Shear Stress Bishop

Materials

- OB Klei dijk
- OA Zand dijk
- 4 Veen
- Toplaag zand matig fijn
- 20 Zand, matig grof

Diagram Labels:

- T1
- OB Klei dijk
- OA Zand dijk
- Toplaag zand matig fijn
- 20 Zand, matig grof

Dimensions and Parameters:

- Xm : 108.61 [m]
- Ym : 28.06 [m]
- Radius : 14.01 [m]
- Safety : 1.24
- Max. stress : 10.533 [kN/m²]
- Min. stress : 0.034 [kN/m²]

Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,24>1,20$)

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Broekhuizenvorst	Dijkvak	BRO_07
	Dijkpalen	n.v.t.

Aanpassing 01

- Wat is aangepast: Uitbreiding van de 'gemaakte' hoge grond.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: Naast de ophoging die reeds was voorzien, wordt in het nieuwe ontwerp ook de laagte ten westen van de ophoging (d.w.z. het gehele perceel van LENSEN, J.M.J.H ten westen van BRO_07 opgehoogd tot NAP + 17,8 m). Daarnaast wordt het oostelijk talud (binnentalud) van het oorspronkelijke ontwerp verflauwd, waarbij de kruinlijn in het oorspronkelijke ontwerp op dezelfde plek blijft en de teenlijn verder in oostelijke richting opschuift, zover tot deze in lijn komt met de perceelgrens van het zuidelijk gelegen perceel van 'LENSEN, B.M.J.G.'.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Hiermee wordt een robuuster ontwerp gerealiseerd. De lokale hoogte uit het oorspronkelijk ontwerp was voor het Waterschap moeilijk tot niet bereikbaar voor onderhoud, inspectie en noodmaatregelen. Het doel is om de ophoging zo robuust uit te voeren opdat geen onderhoud en inspectie meer nodig is.
- Aandachtspunten:
 - a) Door het ophogen komt de functie van de sloot te vervallen. Vooralsnog is niet duidelijk welke percelen afwateren op deze sloot en of er dus mitigerende maatregelen nodig zijn om de afwatering van deze percelen (indien van toepassing) op niveau te houden.
 - b) Officieel zal de ophoging nog steeds als waterkering behandeld moeten worden, tenzij een wetswijziging wordt doorgevoerd. Daar tegenover staat dat de ophoging zo robuust wordt uitgevoerd dat onderhoud achterwege kan blijven. Het waterschap zal nog wel toestemming moeten geven voor het in gebruik nemen van de gronden op de hoogte.
 - c) De bomenlaan ter hoogte van de steilrand aan de zuidzijde van de geplande ophoging dient behouden te blijven. De exacte locatie van de bomen is vooralsnog niet ingemeten, waardoor niet bekend is hoe dicht de ophoging in de buurt van de bomen komt. Het ophogen van grond op boomwortels kan de gezondheid van de boom nadelig beïnvloeden. Evt. dienen mitigerende maatregelen te worden getroffen, zoals bijvoorbeeld het ophogen in dunne laagjes met voldoende wachttijd ertussen, zodat de wortels zich kunnen aanpassen.

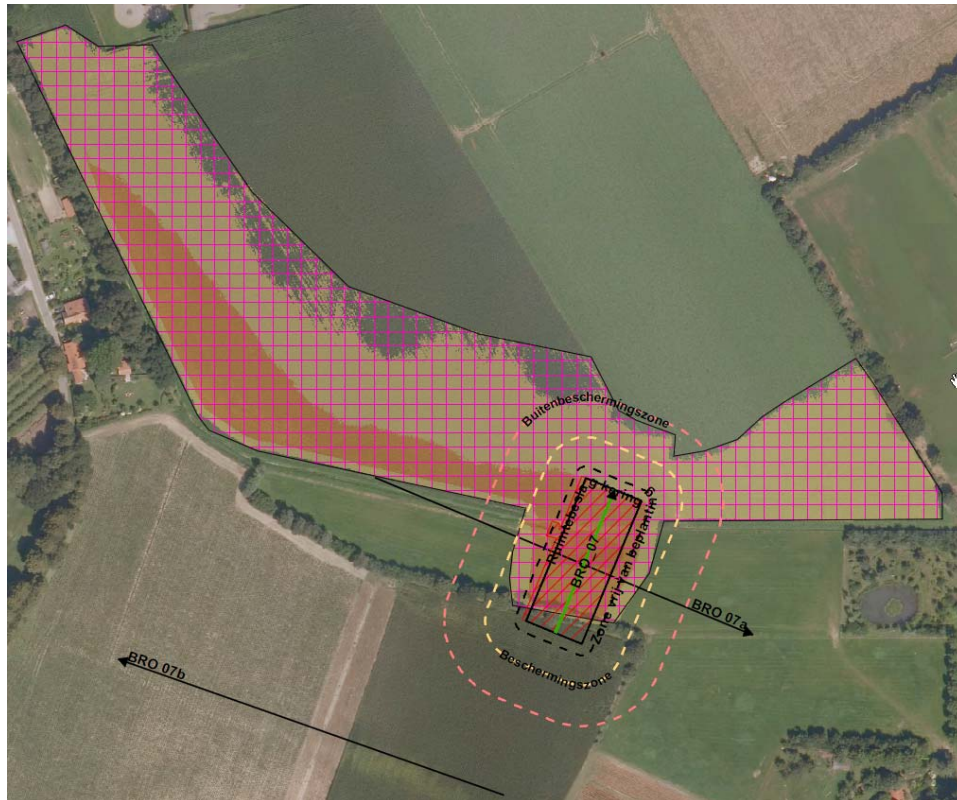


Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak BRO_07. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van een oude geul in het landschap ter plaatse van een kwekerij-visvijver. Ter plaatse

van het dijkvak zal geen 'traditionele' waterkering worden ontworpen. Er is gekozen om hoge grond te creëren door grond lokaal op te hogen. In onderstaande afbeelding is de locatie van deze ophoging weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De ophoging zal moeten voldoen aan de minimale eisen op basis van de geometrische toets uit de VTV. Hiervoor is gebruik gemaakt van paragraaf 4.2 van katern 5 van de VTV. Hierin staat omschreven dat er binnen een lokale hoogte een verholten kering dient te passen. De volledige toetsing is opgenomen in bijlage 1. In paragraaf 3.1 is een samenvatting van de resultaten weergegeven.
2. Op basis van afspraken met particuliere eigenaren wordt een perceel ten noorden van het dijkvak eveneens deels opgehoogd/genivelleerd.
3. Ten zuidwesten van het dijkvak is een laagte aanwezig in de hoge grond. Ook voor deze laagte is getoetst of deze voldoet aan de eisen uit het VTV, zie bijlage 2.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit dijkvak is vastgesteld op basis van handboring HB176 t/m 178 en sondering S61.

Bij de handboringen is een overwegend zandig profiel aangetroffen. Bij sondering S61 is een ondiepe cohesieve laag aangetroffen. Waarschijnlijk bestaat deze laag uit veen. Het ontwerp van de hoge grond is zo getoetst dat deze voldoet ongeacht de aanwezigheid van deze veenlaag.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Toets hoge grond

Het ontwerp van de hoge grond is getoetst aan de VTV 2006 en op piping om de waterveiligheid te garanderen. Het ontwerp voldoet aan zowel de eisen van het VTV als aan het faalmechanisme piping. In bijlage 1 is de complete toetsing weergegeven.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is de voor BRO_07 maatgevende kerende hoogte weergegeven. De benodigde kwelweglengte is bepaald met de formule van Sellmeijer.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

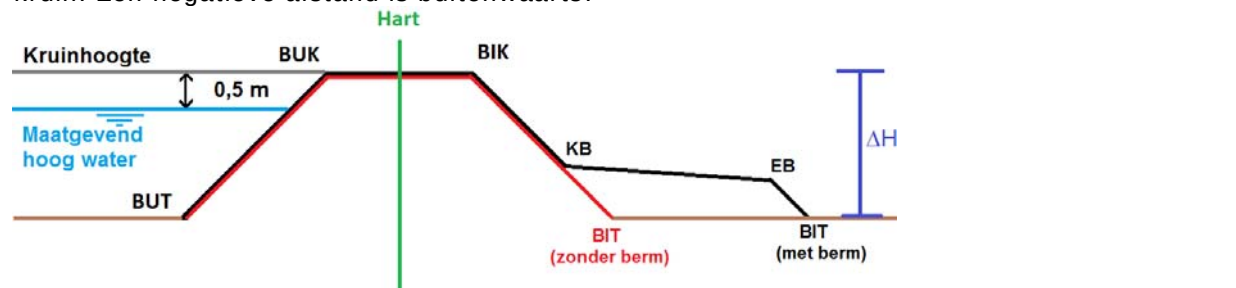
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
BRO_07	n.v.t.	17,45	15,50	1,95	35

In bovenstaande tabel is te zien het laagst gevonden binnendijks maaiveldniveau gelijk is aan NAP +15,50 m. het ontwerp van de hoge grond is aan dit maaiveldniveau getoetst op piping. Het resultaat hiervan is terug te zien in bijlage 1.

4. Ontwerp hoge grond

4.1. Geometrie

De hoge grond kent de volgende geometrie. De afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

BRO_07 (hoge grond)		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-36	15,65	BUT
-14,50	17,80	BUK
0	17,80	Hart
14,50	17,80	BIK
29	15,96	BIT

Er is een duidelijk verschil aanwezig tussen het laagst gevonden binnendijs maaiveld niveau en het maaiveldniveau van de binnenteen (NAP +15,50 m t.o.v. NAP +15,96 m). Dit hoogteverschil komt door het verschil in locatie van deze twee hoogtes. Het laagst gevonden binnendijs maaiveld niveau is namelijk gebaseerd op een klein gebied onder de nieuwe hoge grond. Dit is een erg conservatieve aanname. De hoogte ter plaatse van de binnenteen is gebaseerd op de maaiveldhoogte ter plaatse van het einde van de nieuwe hoge grond.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Het ruimtebeslag van de verholten kering (zie bijlage 1) dient eigendom te worden van het waterschap. Het gaat hierbij om een breedte van niet meer dan 30 meter.
2. Ten zuidwesten van het dijkvak is een laagte aanwezig in de hoge grond. Er is getoetst of ter plaatse van deze laagte de waterveiligheid gegarandeerd kan worden. Deze toets is weergegeven in bijlage 2.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er zijn geen voor dit dijkvak specifieke risico's gedefinieerd.

6. Bijlagen

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Toets hoge grond2. Laagte in bestaande hoge grond |
|---|

Bijlage 1: Toets hoge grond

Ter plaatse van dijkvak BRO_07 wordt geen waterkering ontworpen maar hoge grond. Het ontwerp van de hoge grond is getoetst aan de VTV 2006 en op piping om de waterveiligheid te garanderen.

Geometrische toets volgens VTV

Volgens het VTV moet de ontworpen lokale hoogte voldoen aan de minimale eisen op basis van de geometrische toets uit de VTV. Hiervoor is gebruik gemaakt van paragraaf 4.2 van katern 5 van de VTV. Hierin staat omschreven dat er binnen een lokale hoogte een verholen kering dient te passen. Praktisch betekent dit een minimale breedte op kruinniveau die afhankelijk is van het verschil tussen de kruinhoogte en het achterland. De afmetingen van de verholen kering zijn als volgt bepaald:

De breedte van de kruin dient minimaal gelijk te zijn aan:

$$b_{kr} = k + f_{k,max} * h + n * h$$

Hierin is:

b_{kr} = de breedte van de kruin van de verholen kering [m]

k = minimaal vereiste kruinbreedte ($k = 3$ voor rivierdijken) [m]

$f_{k,max}$ = de maximale waarde van de factor f_k . f_k is afhankelijk van de hoogte van de kruin en de dikte van het klei/veenpakket ter plaatse van het achterland. Vanuit een conservatieve benadering wordt er een maximale waarde gekozen voor f_k (bij een 1:3 talud is de maximale f_k 2). [-]

h = actuele kruinhoogte t.o.v. maaiveld achterland [m]

n = cotangens van de taludhelling van het binnentalud [-]

Het standaardprofiel is als uitgangspunt gekozen voor de verholen kering (talud 1:3). Met een actuele kruinhoogte (h) gelijk aan 2,30 m (actuele hoogte 17,8 – laagst gevonden binnendijks maaiveldniveau 15,5 m). Kan de breedte van de kruin van de verholen kering worden bepaald:

$$b_{kr} = 14,5 \text{ m } (3 + 2 * 2,3 + 3 * 2,3)$$

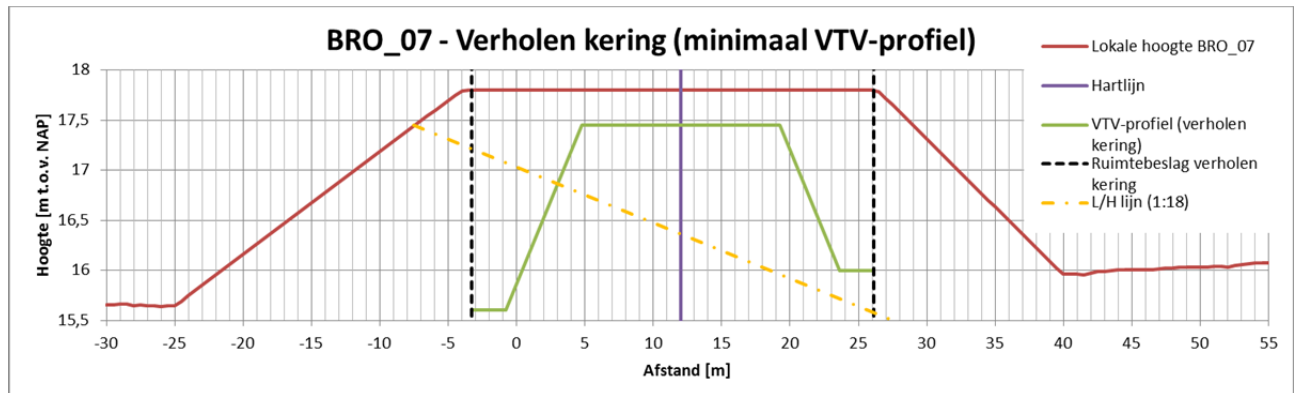
Volgens het VTV dient de hoogte van de hoge grond minimaal gelijk te zijn aan de kruinhoogte van de naastliggende waterkering (par 6.3.1 van de VTV). Hierbij is de kruinhoogte van de verholen kering gelijk gesteld aan de ontwerp hoogte van de waterkering op dezelfde locatie (NAP +17,45 m).

De verholen kering is precies in het midden van de hoge grond gepositioneerd. De verholen kering blijkt ruim in de hoge grond te passen. Dit is weergegeven in figuur 2. Met zwarte stippellijnen is het ruimtebeslag van de verholen kering weergegeven (29,40 meter). Deze ruimte dient eigendom te worden van het waterschap.

Faalmechanisme piping

De hoge grond is geometrisch getoetst aan het faalmechanisme piping door de L/H-lijn te schematiseren. De helling van de L/H-lijn is gelijk aan de benodigde kwelweglengte (L , bepaald met de formule van Sellmeijer) en de binnendijkse kerende hoogte (H). Ter plaatse van dijkvak BRO_07 is de maatgevende kerende hoogte gelijk aan 1,95 meter (zie paragraaf 3.2). Met de formule van Sellmeijer is een minimaal benodigde kwelweglengte van 35 meter berekend bij deze hoogte. De helling van de L/H-lijn is hierbij gelijk aan 1:18.

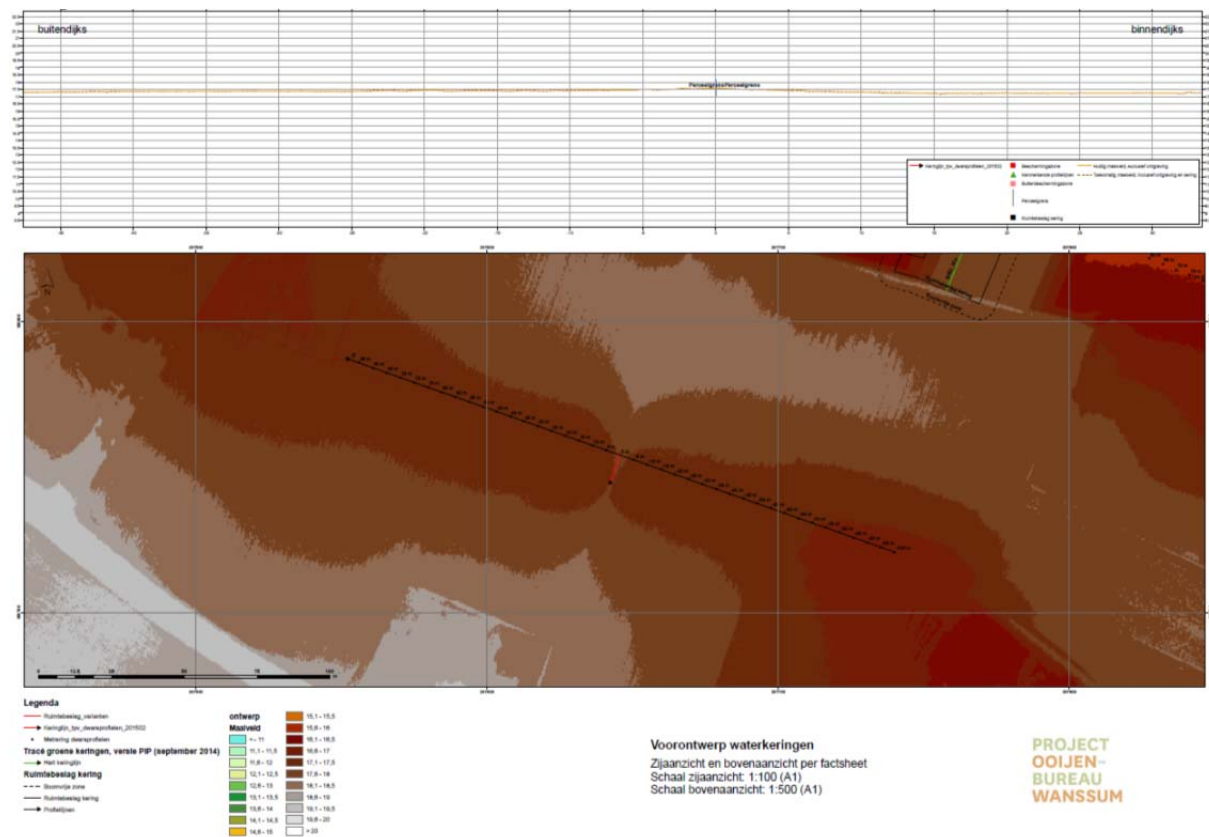
De L/H-lijn start bij het begin van het dijklichaam op kruinhoogte en loopt door tot het maaiveldniveau. Als de lijn volledig binnen de hoge grond blijft is er geen risico op het faalmechanisme piping. In onderstaand figuur is te zien dat de lijn volledig binnen de hoge grond blijft en dus voldoet aan het faalmechanisme piping.



Figuur 2: Doorsnede ter plaatse van de ontworpen hoge grond met daarin de verholen kering en de L/H-lijn afgebeeld.

Bijlage 2: Laagte in bestaande hoge grond

In onderstaande figuur is de locatie van een laagte in de hoge grond weergegeven.



Figuur 3: Doorsnede ter plaatse van de BRO_07_1 ten zuidwesten van dijkvak BRO_07 ter hoogte van een lokale laagte in de hoge grond

Ter plaatse van deze laagte is een dwarsprofiel gemaakt (BRO_07_1). Dit dwarsprofiel is te zien in figuur 3 en 4. Dit dwarsprofiel is getoetst als waterkernig conform de VTV 2006 om de waterveiligheid te garanderen.

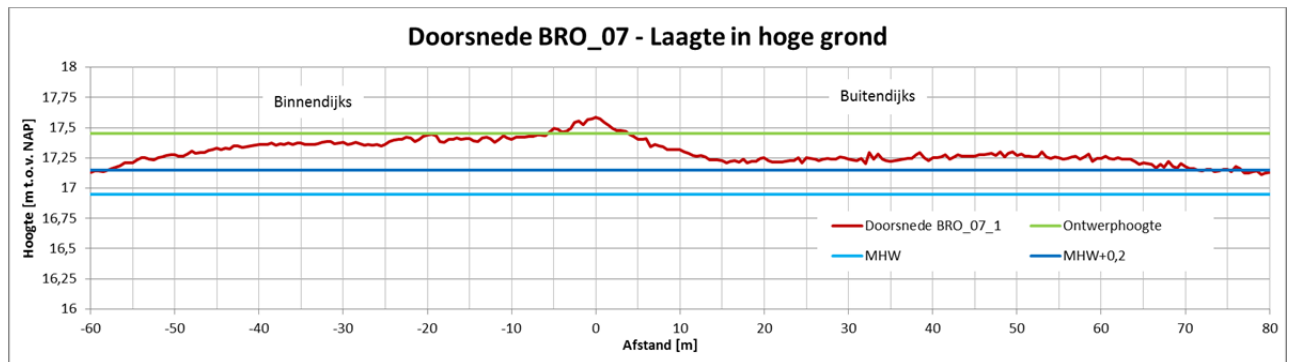
Geometrische toets volgens VTV

In dit dwarsprofiel is de kruinhoogte (ontwerphoogte) van de naastliggende kering uitgezet. In figuur 4 is te zien dat maar een beperkt deel van het maaiveld hoger is dan de benodigde ontwerphoogte. Het gaat hierbij om 9,5 meter. Vanuit de de geometrische toets (zoals weergegeven in bijlage 1) is er minimaal een kruinbreedte benodigd van 14,50 meter. De laagte voldoet dus **niet** aan de gestelde eisen van de geometrische toets uit het VTV.

Op basis van een gereduceerde waakhogte (ervaring)

De ontwerphoogte (kruinhoogte) bestaat uit het maatgevend hoogwater (MHW) plus een waakhogte van 0,50 meter. Deze waakhogte bestaat uit toeslagen voor golfoverslag, bereikbaarheid en onzekerheden in het stromingsmodel.

Omdat er ter plaatse van de laagte een zeer hooggelegen (minimaal NAP +17,15 m) en lang voorland (70 meter) aanwezig is, kunnen golven zich niet ontwikkelen. Om deze reden is het aannemelijk dat een waakhogte van 0,50 meter te conservatief is, op basis van ervaring is deze bijgesteld naar 0,20 meter. Dit resulteert in een toetshoogte van NAP +17,15 m. Er is ongeveer over een breedte van 130 meter grond aanwezig die hoger ligt dan deze waarde.



Figuur 4: Doorsnede ter plaatse van de laagte in de hoge grond. De locatie van de doorsnede is te zie in figuur 3

Conclusie

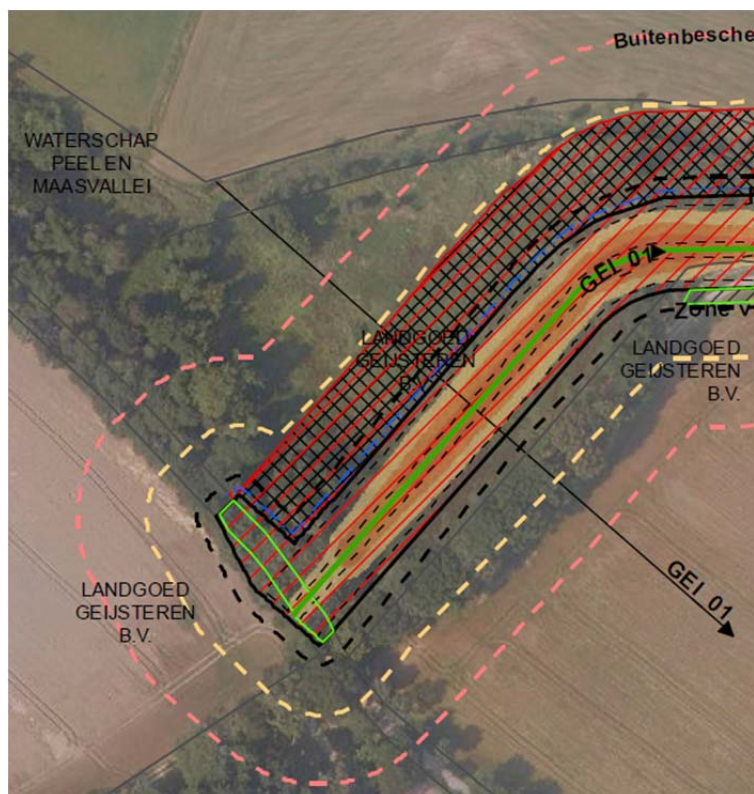
Het bovenstaand profiel kan niet goed gekeurd worden op basis van de geometrische toets uit het VTV (2006), uitgaande van de aan te houden MHW waarde + 0,5 m waakhogte.

Vanwege de aanwezigheid van een hoog en lang voorland kan de waakhogte naar verwachting gereduceerd worden. Hieruit volgt een toetshoogte die 30 cm lager is dan de ontwerphoogte van de naastliggende kering. Bij deze hoogte voldoet het profiel ruim aan de eis. Op basis van ervaring kan dus gesteld worden dat de lokale laagte in de hoge grond **goed** in staat is om het water tijdens een hoogwatersituatie te keren.

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak	GEI_01
	Dijkpalen	61.079

Aanpassing 01

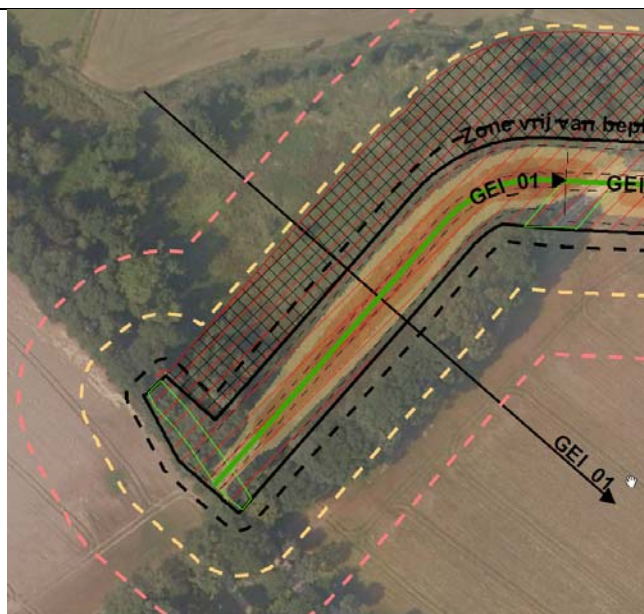
- Wat is aangepast: De overgang van dijkvak GEI_01 naar GEI_02 is aangepast.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: De overgang is iets naar het westen opgeschoven en de bocht is wat verflauwd.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Om beter aan te sluiten op de gewijzigde ligging van het tracé in dijkvak GEI_02.



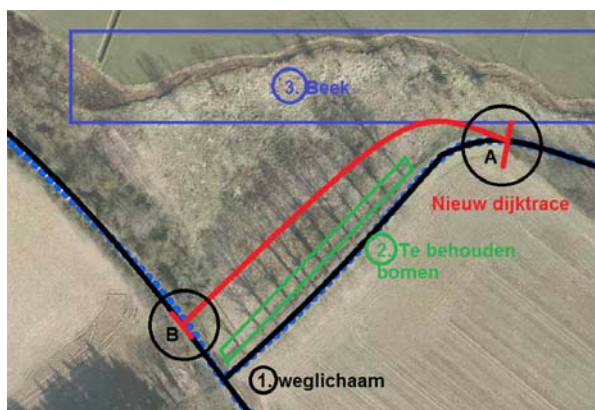
Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_01. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de Alde Pasterie en sluit aan op de Sint Wilbertsweg. De ligging en de omgevingskenmerken van het dijkvak zijn in de onderstaande figuren weergegeven.



Figuur 1: Ligging nieuwe groene kering dijkvak GEI_01



Figuur 2: Omgevingsaspecten GEI_01



Figuur 3: Het huidige dijklichaam.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De bomenrij langs de huidige kering dient behouden te blijven.
2. Het huidige tracé van de kering wordt verlegd om de bomenrij langs de huidige kering te kunnen behouden. De nieuwe kering komt daarmee noordwestelijk van de bomenrij te liggen, waarmee de bomen binnendijs van de nieuwe kering komen te liggen. De bomen zijn weergegeven in figuur 2 en 3.
3. Buitendijs ligt er een beek. De locatie van de beek blijft ongewijzigd.
4. Het ontwerp van het weglichaam is buitenbeschouwing gelaten.

5. Een oplossing met een pipingberm is landschappelijk gezien onwenselijk.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject GEI_01 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB1, 1A t/m 1^E en aanvullende handboringen HB274, HB275 en HB276.

De oorspronkelijke handboringen zijn genomen ter plaatse van de huidige waterkering. In deze boringen is een kleilaag aanwezig. Uit

Uit aanvullend onderzoek (resultaten verkregen op 13-1-15) blijkt dat ter plaatse van de locatie van het nieuwe dijktraject de ondergrond voornamelijk uit zand bestaat. In dit onderzoek (handboringen HB274, HB275 en HB276) is enkel in HB275 een dunne leem laag waargenomen (30 cm dikte). De overige boringen ter plaatse van het dijkvak bestaan uit zand. In de stabiliteitsberekening is om deze reden een leemlaag van 30 cm meegenomen zonder opbarstpotentiaal. Door het ontbreken van de leemlaag in andere boringen is er van uitgegaan dat er geen waterdruk onder de leemlaag kan opbouwen.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Vanwege de zandige drainerende ondergrond is er geen stabiliteitsberekening uitgevoerd. Het standaardprofiel (1:3 talud) voldoet ten aanzien van binnenwaartse en buitenwaartse stabiliteit.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_01		15,74	13,25	2,49	47

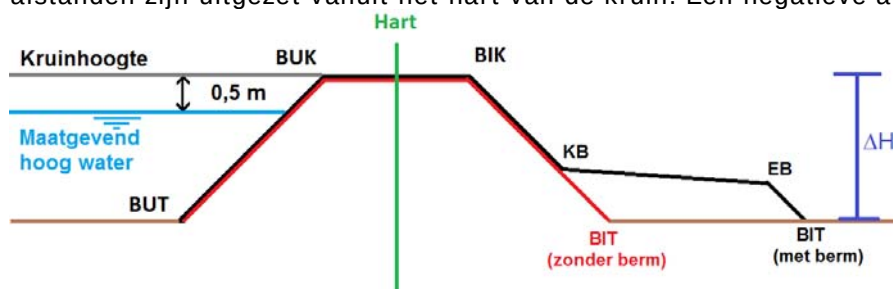
Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

De voorlandverbetering ondervindt echter een knelpunt met de beek. De voorlandverbetering overschrijdt namelijk de huidige locatie van de beek. Als uitgangspunt is gesteld dat de huidige locatie van de beek behouden moet blijven. De huidige locatie van de beek kan behouden blijven door de beek tijdelijk droog te leggen. De voorlandverbetering wordt vervolgens 1 m onder het maaiveld aangelegd. Hierna kan de beek weer hersteld worden.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

Gei_1		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-11,07	12,8	BUT
-2,25	15,74	BUK
0	15,74	Hart
2,25	15,74	BIK
9,27	13,4	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De bomen naast de weg Alde pasterie kunnen behouden blijven.
2. De nieuwe waterkering kruist op twee locaties een bestaand weglichaam (zie tevens figuur 2):
 - a. ter plaatse van snijpunt A zal de weg "Alde pasterie" van de kruin van de kering aflopen naar het binnendijkse maaiveld;
 - b. bij snijpunt B sluit de kering aan op hoge grond, net ten zuidwesten van de bestaande weg (de "Sint Wilbertsweg"). De weg dient 0,5 tot 1 m opgehoogd te worden om aan de kruinhoogte van NAP +15,74 m te voldoen.
3. De weg "Alde Pasterie" blijft in voorliggend ontwerp op de huidige locatie liggen.
4. Het is een optie om de weg "Alde pasterie" over de kruin van de nieuwe kering te laten verlopen en aan te laten sluiten op de verhoogde weg de "Sint Wilbertsweg". Deze optie is in voorliggend ontwerp niet verder onderzocht.
5. De voorlandverbetering ondervindt een knelpunt met de beek. De voorlandverbetering overschrijdt namelijk de huidige locatie van de beek. Als uitgangspunt is gesteld dat de huidige locatie van de beek behouden blijft. Als oplossing wordt voorgesteld om de voorlandverbetering onder de beek door te zetten. Hiervoor moet de beek tijdelijk droog worden gelegd. De voorlandverbetering wordt vervolgens 1 m onder het leggerbodemniveau van de beek aangelegd. Hierna kan de beek weer hersteld worden.
6. De Oostrumsche beek is een meanderende beek. Daarom wordt geadviseerd om de voorlandverbetering aan weerszijden van de beek minimaal 5 m op het diepe niveau (minimaal 1 m onder leggerbodemniveau beek) door te zetten zodat enige erosie van de oevertaluds van de beek is toegestaan zonder dat dit de voorlandverbetering aantast.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De stabiliteit van de oevertaluds van de beek is buiten beschouwing gelaten.
2. Door het deels "inpakken" van de Oostrumsche beek met klei zal de natuurlijke drainerende werking van de beek afnemen. Omdat het oppervlak waarover de beek wordt ingepakt beperkt is, is de verwachting dat het risico op substantiële vernatting in het beekdal beperkt zal zijn.
3. Als gevolg van erosie van de beekbodem en aangelegde kleilaag onder de beekbodem kan de werking van de voorlandverbetering verloren gaan en het risico op piping toenemen. Erosie van de beekbodem dient uitgesloten te worden om de werking van de voorlandverbetering blijvend te waarborgen. Dit speelt met name ook ter hoogte van de overgang van oorspronkelijke beek naar her-aangelegde beek met klei afsluiting op de beekbodem.
4. Locatie te behouden bomen bij benadering.
5. De minimale afstand tussen BUT en insteek beek dient 4 m te bedragen. Rekening houdende met de mogelijkheid van oevererosie heeft het de voorkeur om de insteek van de beek minimaal 9 m uit BUT te houden. Deze ruimte is lokaal niet aanwezig, waardoor de beek indien mogelijk opgeschoven dient te worden.

6. Bijlagen

1. Er zijn bij dit dijkvak geen bijlagen aanwezig

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak	GEI_02
	Dijkpalen	61.077 - 61.078
Aanpassing 01		
• Wat is aangepast: a) Het tracé van de groene kering is aangepast. In de oorspronkelijke versie volgt het tracé de huidige ligging van de waterkering. Dit tracé is losgelaten. In de plaats daarvan loopt het tracé nu in een rechte lijn van GEI_01 naar het einde van GEI_02_2. b) De huidige kering wordt grotendeels afgegraven. c) De (onverharde) weg die voorheen op de kruin van de kering lag, komt daarmee lager te liggen t.h.v. de binnentoe van de nieuwe kering. d) Omdat de nieuwe kering naar buiten toe wordt verplaatst, dient ook de beek in noordelijke richting te worden opgeschoven. e) Er wordt rekening gehouden met het meanderende karakter van de beek door meer ruimte te reserveren tussen insteek beek en buitenteen. Daarnaast is ook de diepteligging van de voorlandverbetering hierop aangepast. • Hoe is de aanpassing vormgegeven: a) De hartlijn van de groene kering loopt in een rechte lijn van het einde van dijkvak GEI_01 naar het einde van GEI_02_2 c.q. het begin van dijkvak GEI_03. b) Ter hoogte van dijkvak GEI_02_1 wordt de huidige kering afgegraven tot het niveau van NAP +13,5 m. Ook een deel van de huidige kering t.h.v. GEI_02_2 komt te vervallen en dient afgegraven te worden. Het binnendijks maaiveld tussen de onverharde weg en de nieuwe kering dient genivelleerd te worden op het niveau van NAP +13,5 m (deels is ook aanvulling nodig). c) Ter hoogte van dijkvak GEI_02_1 schuift de onverharde weg iets op in zuidelijke richting, de bocht wordt iets afgesneden. Bovenkant weg wordt aangelegd op het niveau van NAP +13,5 m, iets hoger dan het binnendijks maaiveld daar ter plekke. De weg sluit in de nieuwe situatie aan de noordzijde aan op de klei-inkassing van de waterkering. Voor de wegbreedte is ca. 4 m gereserveerd. Ter hoogte van de bebouwing, Alde Pasterie 5, bedraagt het weg-/erfpeil ca. NAP +14,0 m. Het zou daarom logisch zijn om de weg vanaf het erf reeds langzaam te laten dalen naar het niveau van NAP +13,5 m t.h.v. de parallelle ligging naast de dijk t.h.v. GEI_02_1. (In de huidige situatie stijgt de weg tussen erf en de kruin van de huidige kering.) Ter hoogte van GEI_01 blijft de weg op de in de nieuwe situatie (vervallen) waterkering liggen. Ook hier kan overwogen worden om de oude waterkering (deels) af te graven. Hiermee kan binnendijks wat extra ruimte voor landbouwdoeleinden worden gerealiseerd. Doordat de functies (water keren en verkeer) worden gescheiden kan in het aangepaste ontwerp van de waterkering worden volstaan met een kruinbreedte van 4,5 m. In het oorspronkelijke ontwerp was hier 5,5 m gereserveerd in verband met de functiecombinatie. d) De insteek van de opgeschoven beek dient minimaal 5 m uit de ingreep (kernzone van de waterkering) te liggen. Alvorens de huidige beek wordt gedempt, dient deze opgeschoond te worden, teneinde een goede aanhechting tussen beekbodem en ophoging te realiseren. e) De bovenkant van de klei-inkassing in het voorland dient minimaal 1 m onder de 'legger-bodem-hoogte' van de beek door te lopen in verband met evt. risico op erosie van de beekbodem. Aan weerszijden van de beek dient de klei-inkassing minimaal 5 m op hetzelfde diepe niveau door te lopen in verband met de kans op meanderen van de beek. • Waarom is de aanpassing doorgevoerd: a) Het doel is om een groot deel van de bomen die in het oorspronkelijke ontwerp binnendijks zouden moeten verdwijnen te kunnen behouden. Daarnaast is de waterkering korter geworden en beter te onderhouden. b) De huidige kering dient te worden afgegraven om de breedte van het dijklichaam te beperken. Als de huidige kering t.h.v. dijkvak GEI_02_1 niet wordt afgegraven moet deze ook onderdeel worden van de nieuwe waterkering, hierdoor wordt het dijklichaam erg breed en moeten alsnog veel bomen verdwijnen. Het laatste is juist niet de bedoeling.		

- c) Doordat de huidige kering wordt afgegraven is het logischer om de beide functies (water keren en verkeer) te scheiden.
- d) Door de tracé wijziging van de waterkering komt de dijk ter hoogte van dijkvak GEI_02 deels op de huidige beeklocatie te liggen. Het opschuiven van de beek is daardoor noodzakelijk en gewenster dan het opofferen van de bomen binnendijks.
- e) Met het aangepaste ontwerp wordt voldaan aan de eisen van het waterschap (zoals ook weergegeven in de type-tekening 'dijk met beek in voorland').

Het dijkontwerp van GEI_02_1 is aangepast aan de gewijzigde locatie en maatgevende maaiveldniveau's. De maximale kerende hoogte aan buitendijkse zijde bedraagt 3,74 m. Deze kerende hoogte is lager dan aangehouden in de berekening van WAN_03 bij een gelijke bodemopbouw (zandige ondergrond). Hiermee voldoet het ontwerp met buitentalud 1:3. De kerende hoogte aan binnendijkse zijde is gereduceerd door aanleg van de onverharde weg op NAP + 13,5 m.

Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_02_1		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-13,50	12,00	BUT
-2,25	15,74	BUK
0,00	n.v.t.	Hart
2,25	15,74	BIK
9,00	13,50	BIT

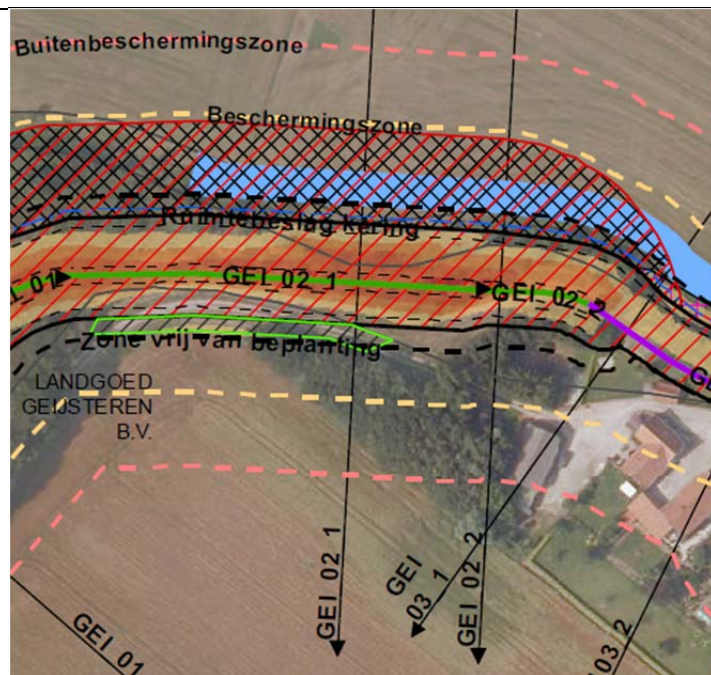
Daar waar de huidige beek wordt gedempt, dient deze na opschonen, minimaal aangevuld te worden tot het huidige maaiveldniveau, te weten ca. NAP + 12,0 à + 12,2 m.

Voor dijkvak GEI_02_1 is de piping-analyse aangepast aan het nieuwe ontwerp:

Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]	Verondersteld uittredepunt kwelweg Afstand [m]
GEI_02_1	n.v.t.	15,74	13,00	2,74	52	11,5

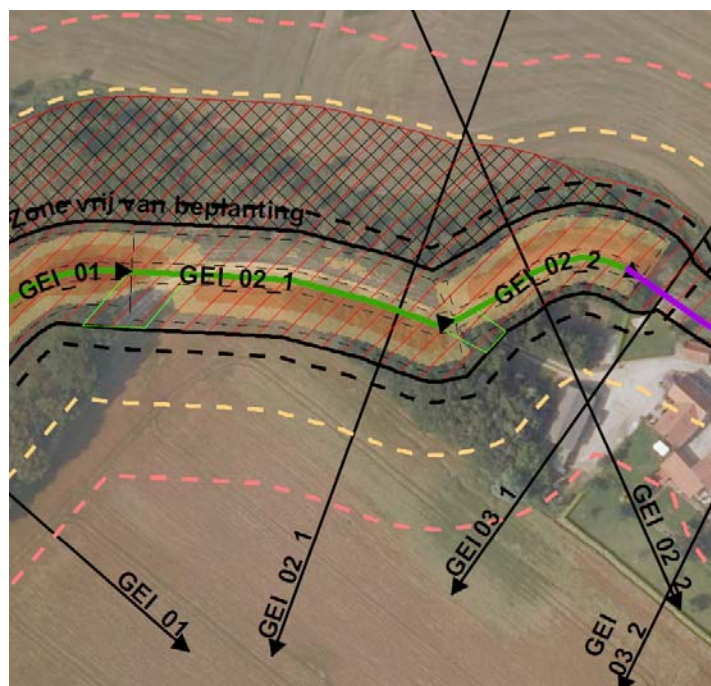
Verder binnendijks worden nog wat lagere maaiveldniveau's aangetroffen. Deze liggen echter op een dusdanige afstand van de nieuwe waterkering, dat deze niet maatgevend zijn voor de pipinganalyse.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorgliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_02. De ligging van het dijkvak is weergegeven in figuur 1. Het dijkvak is onderverdeeld in twee sub-dijkvakken: GEI_02_1 en GEI_02_2. Deze onderverdeling is gemaakt omdat het binnendijks maaiveldniveau substantieel verschilt bij beide subvakken (zie figuur 1).





Figuur 1: Onderverdeling dijkvak Gei 2 op basis van aangetroffen verschil in binnendijs maaiveldniveau, volgens ahn.nl

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Op de kruin van de huidige waterkering (subdijkvak GEI_02_1) ligt de weg Alde Pasterie. Deze weg dient behouden te blijven.
2. Ten zuiden en ten oosten van het dijkvak is bebouwing aanwezig. Deze bebouwing dient behouden te blijven.
3. Aan buitendijkse zijde ligt de Oostrumsche beek (zie figuur 1). Deze beek ligt op een afstand van ca. 15 tot 20 m van de kruin van de huidige dijk. In voorliggend ontwerp is er voor gekozen om het tracé van de beek ongewijzigd te laten.
4. Een oplossing met een pipingberm is landschappelijk gezien onwenselijk.

2.2. Bodembeschrijving

De bodemopbouw voor dijkvak GEI_02 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB1 en 2A t/m 2E. In de boringen is enkel zand en grind aangetroffen.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI profiel Gei_2_1 basis	1,20	Voldoet
2.	STBU basis	1,16	Voldoet

Stabiliteit binnenwaarts (STBI):

Voor het dijkontwerp van dijkvak GEI_02_1 is voor de basissom (no. 1.) het standaardprofiel toegepast (binnentalud 1:3). Dit dijkontwerp is getoetst op STBI en **voldoet**. Het resultaat van de berekening is weergegeven in bijlage 2. Voor wat betreft STBI is het dijkontwerp van dijkvak GEI_02_2 niet maatgevend in verband met een kleinere kerende hoogte.

Stabiliteit buitenwaarts (STBU):

Ten aanzien van buitenwaartse stabiliteit wordt er voor zowel dijkvak GEI_02_1 en GEI_02_2 verwezen naar de stabiliteitsberekening van dijkvak Wan 3. In deze berekening blijkt het dijkontwerp met talud (1:3) te voldoen op buitenwaartse stabiliteit. Het dijkontwerp in dijkvak Wan 3 is maatgevend boven dijkvak GEI_02, aangezien de ondergrond vergelijkbaar is en de kerende hoogte in Wan 3 maatgevend is. Dit is in onderstaande tabel aangegeven.

Tabel 2: Vergelijking kenmerken dijkvak GEI_02_1 en GEI_02_2 versus dijkvak WAN_03.

STBU	Wan_3 [m]	Gei_2_1 [m]	Gei_2_2 [m]
Kerende hoogte buitendijks	3,93	2,74	3,34
Klei aanwezig?	nee	nee	nee

Het resultaat van de STBU-berekening van dijkvak WAN_03 is weergegeven in bijlage 2.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 3: Samenvatting resultaten pipingberekening

Kwelwellingte vlg Sellmeijer (2011)	Gei_2_1		Gei_2_2	
Laagst gevonden binnendijks mv-niveau	+12,50 (ca.)	m + NAP	+14,25 (ca.)	m + NAP
ΔH (binnendijks)	3,24	m	1,49	m
L_kwelweg_benodigd	63	m	25	m

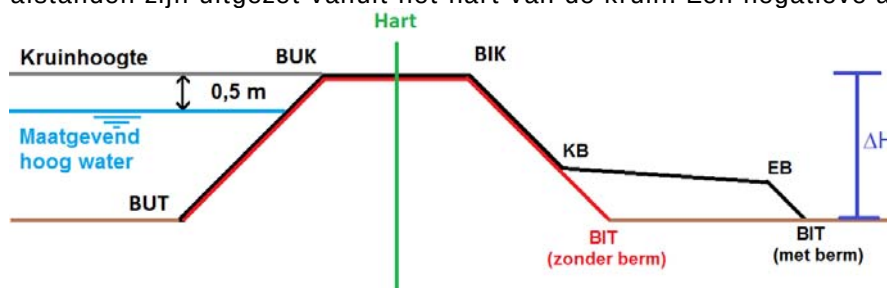
Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

De voorlandverbetering ondervindt echter een knelpunt met de beek. De voorlandverbetering overschrijdt de huidige locatie van de beek. Als uitgangspunt is gesteld dat de huidige locatie van de beek behouden blijft. De huidige locatie van de beek kan behouden blijven door de beek tijdelijk droog te leggen. De voorlandverbetering wordt vervolgens 1 m onder het maaiveld aangelegd. Hierna kan de beek weer hersteld worden. Dit principe is weergegeven in de schetsen in het hoofdrapport.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 4: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_02_1			GEI_02_2		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-10,97	13,00	BUT	-12,27	12,40	BUT
-2,75	15,74	BUK	-2,25	15,74	BUK
0,00	n.v.t.	Hart	0,00	n.v.t.	Hart
2,75	15,74	BIK	2,25	15,74	BIK
13,07	12,30	BIT	6,87	14,20	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De voorlandverbetering ondervindt een knelpunt met de beek. De voorlandverbetering overschrijdt namelijk de huidige locatie van de beek. Als uitgangspunt is gesteld dat de huidige locatie van de beek behouden blijft. Als oplossing wordt voorgesteld om de voorlandverbetering onder de beek door te zetten. Hiervoor moet de beek tijdelijk droog worden gelegd. De voorlandverbetering wordt vervolgens 1 m onder het leggerbodemniveau van de beek aangelegd. Hierna kan de beek weer hersteld worden. Dit principe is weergegeven in de schetsen in het hoofdrapport.
2. De groene dijk sluit in het oosten aan op een harde kering (bestaande keermuur, die moet worden vernieuwd c.q. versterkt en uitgebreid). Er dient voldoende overlap gecreëerd te worden tussen de verschillende maatregelen (groene dijk en harde kering) om piping te voorkomen. Aandachtspunten bij het ontwerp van de overgang van de groene dijk naar de harde kering zijn weergegeven in factsheet GEI_03.
3. De weg Alde Pasterie komt op de kruin van het nieuwe dijklichaam te liggen. De huidige weg is onverhard. Een onverharde weg op een "overstroombare" dijk is niet wenselijk in verband met erosiegevoeligheid. Geadviseerd wordt om de nieuwe weg uit te voeren met hydraulisch gebonden (meng)granulaat of zodanig uit te voeren opdat de kleibekleding onder de weg kan doorlopen (e.e.a. nader uit te werken).
4. Omdat de weg op de kruin van de dijk is ontworpen is een verbreding van de kruin noodzakelijk. De kruin van het dijklichaam is 5,5 m breed in plaats van 4,5 m, bestaande uit 3,5 wegooppervlak en minimale bermbreedte van 1,0 m.
5. Ter plaatse van vak GEI_02_2 wordt een perceelgrens overschreden.
6. Zowel binnendijs als buitendijs dienen bomen verwijderd te worden, zie VKV-ontwerpkaarten. Indien gewenst kunnen op het voorland buiten de zone vrij van beplanting breedwortelende bomen worden herplant.
7. De insteek van de Oostrumsebeek dient op minimaal 4 meter afstand van de buitenteen van het dijkvak te starten.
8. De Oostrumsche beek is een meanderende beek. Daarom wordt geadviseerd om de voorlandverbetering aan weerszijden van de beek minimaal 5 m op het diepe niveau (minimaal 1 m onder leggerbodemniveau beek) door te zetten zodat enige erosie van de oeverwal van de beek is toegestaan zonder dat dit de voorlandverbetering aantast.

5. Risico's

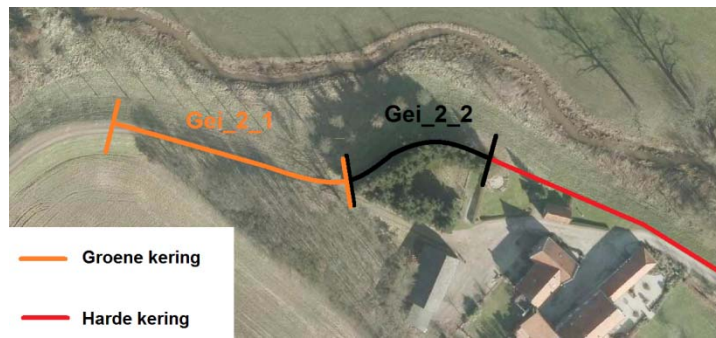
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Door het deels "inpakken" van de Oostrumsche beek met klei zal de natuurlijke drainerende werking van de beek afnemen. Omdat het oppervlak waarover de beek wordt ingepakt beperkt is, is de verwachting dat het risico op substantiële vernatting in het beekdal beperkt zal zijn.
2. Als gevolg van erosie van de beekbodem en aangelegde kleilaag onder de beekbodem kan de werking van de voorlandverbetering verloren gaan en het risico op piping toenemen. Erosie van de beekbodem dient uitgesloten te worden om de werking van de voorlandverbetering blijvend te waarborgen. Dit speelt met name ook ter hoogte van de overgang van oorspronkelijke beek naar her-aangelegde beek met klei afsluiting onder de beekbodem.
3. De overgang tussen de kleibekleding en de weg op de dijk, met bijbehorende funderingslagen vormt een gevoelig punt voor erosie.
4. De minimale afstand tussen BUT en insteek beek dient 4 m te bedragen. Rekening houdende met de mogelijkheid van oevererosie heeft het de voorkeur om de insteek van de beek minimaal 9 m uit BUT te houden. Deze ruimte is lokaal niet aanwezig, waardoor de beek indien mogelijk opgeschoven dient te worden.

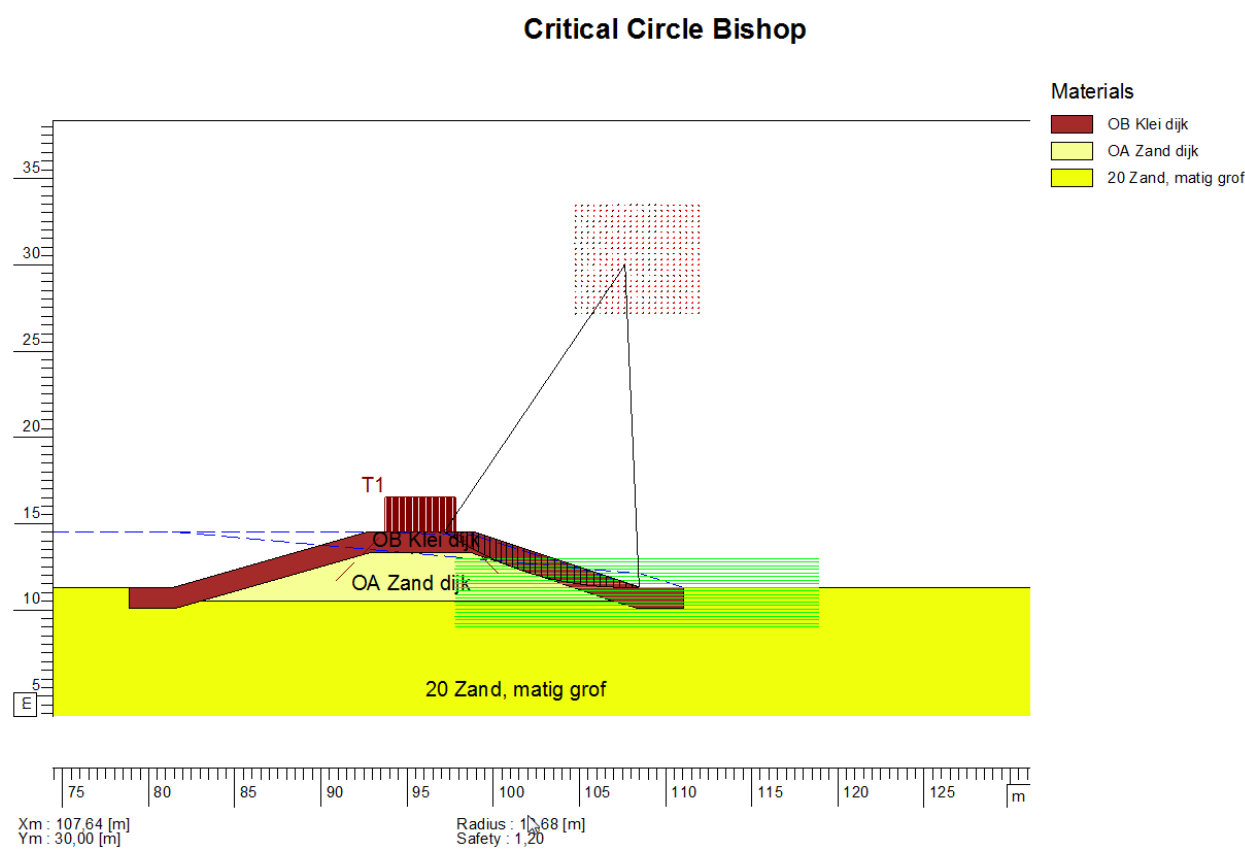
6. Bijlagen

1. Locatie dijkvak
2. Resultaten toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Locatie dijkvak

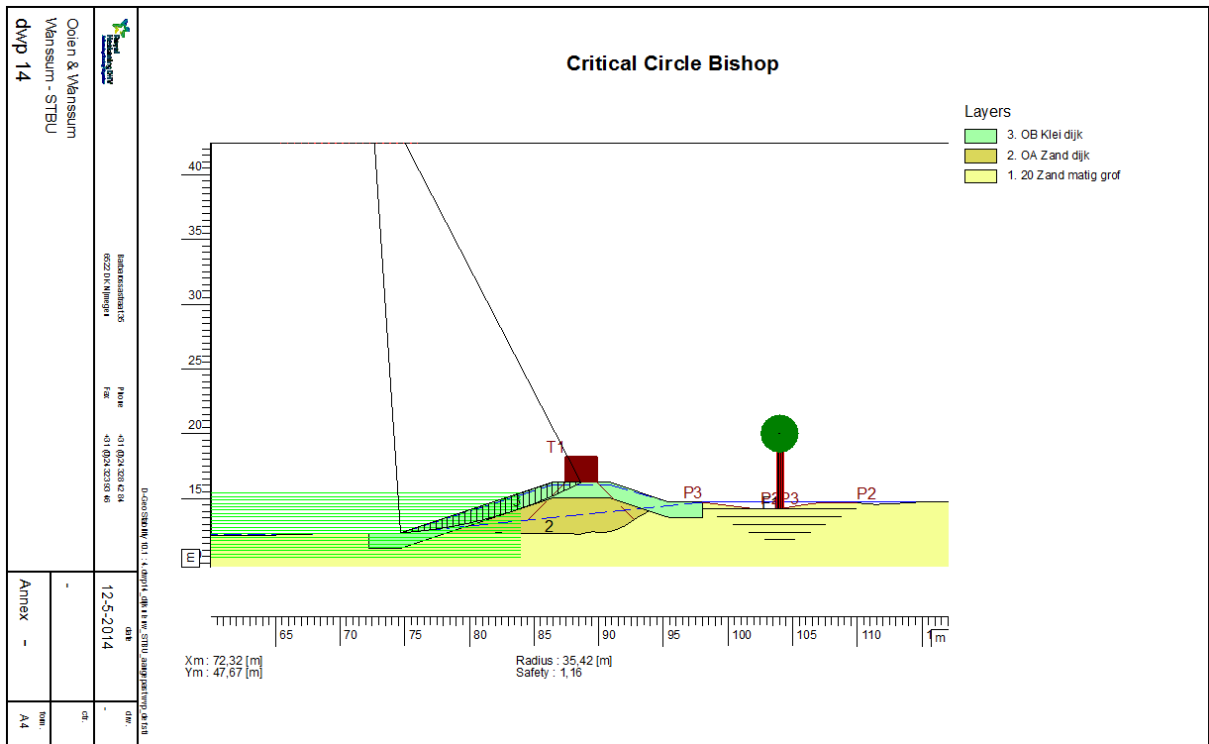


Bijlage 2: Resultaat toetsing macrostabiliteit: STBI profiel GEI_02_1



Figuur B2.1 Binnenwaartse macrostabiliteit (SF=1,20>1,20)

Resultaat toetsing macrostabiliteit: STBU vergelijkbaar profiel WAN_03



Figuur B2.2 Buitenwaartse macrostabiliteit (SF=1,16>1,11)

Ooijen & Wanssum		Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet harde waterkering		12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak		GEI_03 Constructie
	Dijkpalen		61.076 – 61.077
Aanpassing 01			
• Wat is aangepast: a) De vormgeving van het buitentalud is aangepast. b) De beek schuift iets op in noordelijke richting. c) De bijzonder waterkerende constructie doet tevens dienst als kwelscherm. Er wordt rekening gehouden met het meanderende karakter van de beek door meer ruimte te reserveren tussen insteek beek en buitenteen. Daarnaast is ook de diepteligging van de voorlandverbetering hierop aangepast, dit laatste geldt alleen ter hoogte van de overgang naar dijkvak GEI_02. • Hoe is de aanpassing vormgegeven: a) Direct vóór de bijzonder waterkerende constructie (aan buitendijkse zijde) is ruimte gereserveerd voor een vlak obstakelvrij maaiveld op het niveau van NAP +14,5 m met een breedte van 2,5 m. De helling van het aangrenzende grondtalud (buitendijks) bedraagt 1:3. Het grondtalud maakt samen met de constructie deel uit van de waterkering. b) De insteek van de opgeschoven beek dient minimaal 5 m uit de ingreep (kernzone van de waterkering) te liggen. Alvorens de huidige beek wordt gedempt, dient deze opgeschoond te worden, teneinde een goede aanhechting tussen beekbodem en ophoging te realiseren. Daar waar de huidige beek wordt gedempt, dient deze na opschonen, minimaal aangevuld te worden tot het huidige maaiveldniveau, te weten ca. NAP + 12,0 à + 12,2 m. c) De bijzonder waterkerende constructie is in deze fase niet ontworpen. De kering dient minimaal gedimensioneerd te worden als stabiliteits- en kwelscherm (onder- en achterloopsheid). De ontwerphoogte van de harde kering bedraagt NAP +15,54 m. Voor de constructiedikte is qua ruimte 1 m gereserveerd, binnendijks is een obstakelvrije zone van 4 m gereserveerd. De bovenkant van de klei-inkassing in het voorland dient minimaal 1 m onder de 'legger-bodem-hoogte' van de beek door te lopen in verband met evt. risico op erosie van de beekbodem. Aan weerszijden van de beek dient de klei-inkassing minimaal 5 m op hetzelfde diepe niveau door te lopen in verband met de kans op meanderen van de beek. • Waarom is de aanpassing doorgevoerd: a) De aanpassingen zijn doorgevoerd in lijn met het beleid van het waterschap teneinde beheer en onderhoud van de constructie en het grondtalud mogelijk te maken. Tevens bestaat nu de mogelijkheid om buiten langs de harde kering een fietspad aan te leggen. b) De aanpassingen zijn doorgevoerd in lijn met het beleid van het waterschap. c) Met het aangepaste ontwerp wordt voldaan aan de eisen van het waterschap (zoals ook weergegeven in de type-tekening 'dijk met beek in voorland').			



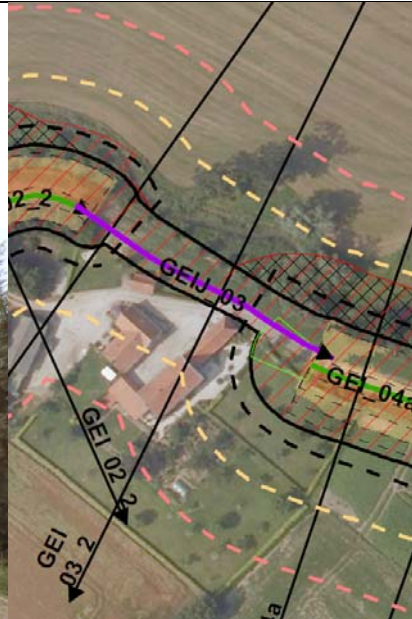
Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft de situatie van de bestaande constructie in dijkvak GEI_03. Het betreft een bestaande keermuur met groen buitentalud. De ligging van de constructie is globaal weergegeven in figuur 1.

Het ontwerp van de harde keringen is in deze fase van het project niet nader uitgewerkt. De status van de huidige keermuur is onbekend. Het is niet bekend of er een kwelscherm aanwezigheid is onder de keermuur. Mogelijk (waarschijnlijk) dient de keermuur in zijn geheel vervangen te worden.

Ter plaatse van de keermuur is buitendijks extra ruimte gereserveerd voor het definitieve ontwerp van de harde kering. In het definitieve ontwerp dient rekening gehouden te worden met een obstakelvrije zone van 2 m aan buitendijkse zijde en 4 m aan binnendijkse zijde van de harde kering.

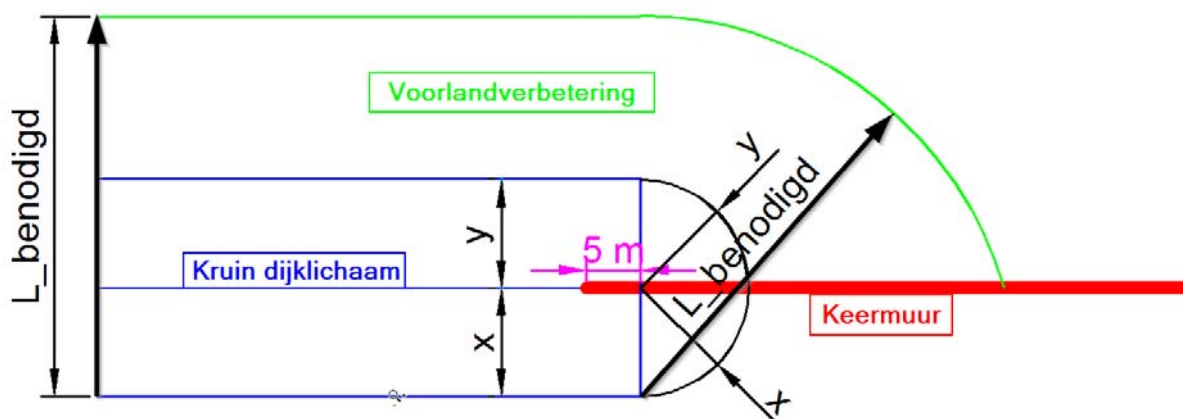


Figuur 1: Ligging en foto impressie van de constructie t.p.v. dijktraject GEI_3.

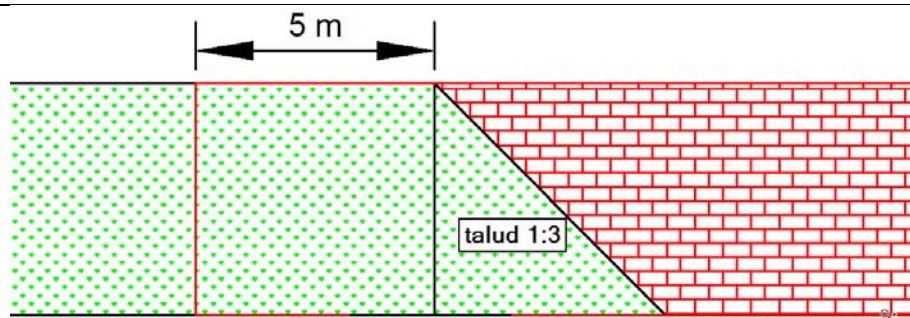
Voorstel overgang keermuur naar omliggende trajecten met groene keringen

Er moet een overgang gerealiseerd worden tussen de groene waterkeringen en de keermuur om er voor te zorgen dat het optreden van het faalmechanisme piping wordt uitgesloten. Dit wordt gedaan door langs de gehele overgangszone er voor te zorgen dat er genoeg horizontale kwelweglengte aanwezig is. Omdat constructies niet nader worden uitgewerkt is piping in verticale richting niet beschouwd. In figuur 2 is een principe-oplossing van de overgang tussen de keermuur en de waterkering weergegeven. De overgang bestaat uit de volgende onderdelen:

- Voorlandverbetering door laten lopen in een bocht van de rechteronderkant van het dijklichaam tot aan de keermuur.
- Het kopse talud van de groene kering eveneens uitvoeren onder talud 1:3 (V:H). Dit is in de langsdoorsnede weergegeven (figuur 3).
- De keermuur dient minimaal 5 m te worden doorgezet in de waterkering om het indringen van water langs de keermuur en de klei in de waterkering te voorkomen.



Figuur 2: Het principe van de overgang van de waterkering naar de keermuur.



Figuur 3: Een langsdoorsnede van de locatie waar de waterkering overgaat in de keermuur.

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak	GEI_04
	Dijkpalen	61.076 tot 61.074

Aanpassing 01

- Wat is aangepast:
 - a) Het binnendijks maaiveld is opgehoogd, hierdoor is in het voorland geen klei-inkassing benodigd.
 - b) Aan het begin van het dijkvak is de beek iets opgeschoven in noordelijke richting.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven:
 - a) Binnendijks wordt het maaiveld van twee landbouwpercelen en een tuin opgehoogd tot NAP +14,2 m. Deze hoogte sluit goed aan op de huidige maaiveldhoogte op de zuidelijker gelegen landbouwpercelen.
 - b) De insteek van de opgeschoven beek dient minimaal 5 m uit de ingreep (kernzone van de waterkering) te liggen. Alvorens de huidige beek wordt gedempt, dient deze opgeschoond te worden, teneinde een goede aanhechting tussen beekbodem en ophoging te realiseren.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd:
 - a) Op verzoek van de omgeving en het landgoed Geijsteren, teneinde zoveel mogelijk bomen in het buitendijks gelegen bos(je) te kunnen sparen.
 - b) De aanpassingen zijn doorgevoerd in lijn met het beleid van het waterschap.

De resultaten van de aangepaste pipingberekening zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Samenvatting resultaten pipingberekening (aanpassing 01)

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_04	n.v.t.	15,74	14,20	1,54	26

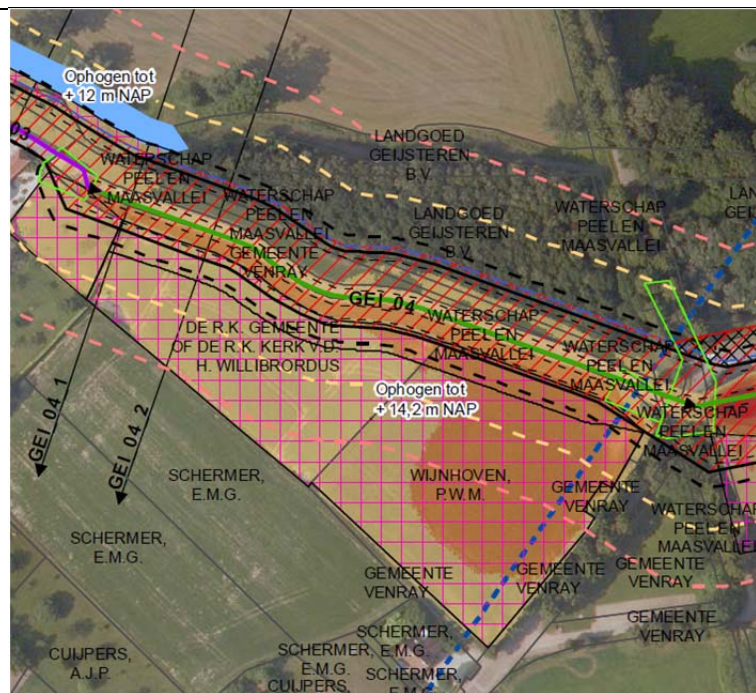
De basis van de groene kering (inclusief doorgezette bekleding) bedraagt ca. 25 m. Er is zodoende een voorlandverbetering van ca. 1 m nodig. Deze ruimte is beschikbaar binnen het (totale) gereserveerde ruimtebeslag voor de groene kering.

Het dijkontwerp is eveneens aangepast op het gewijzigde binnendijkse maaiveldniveau.

Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp (aanpassing 01)

GEI_04		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,47	12,50	BUT
-2,75	15,74	BUK
0	15,74	Hart
2,75	15,74	BIK
7,37	14,20	BIT

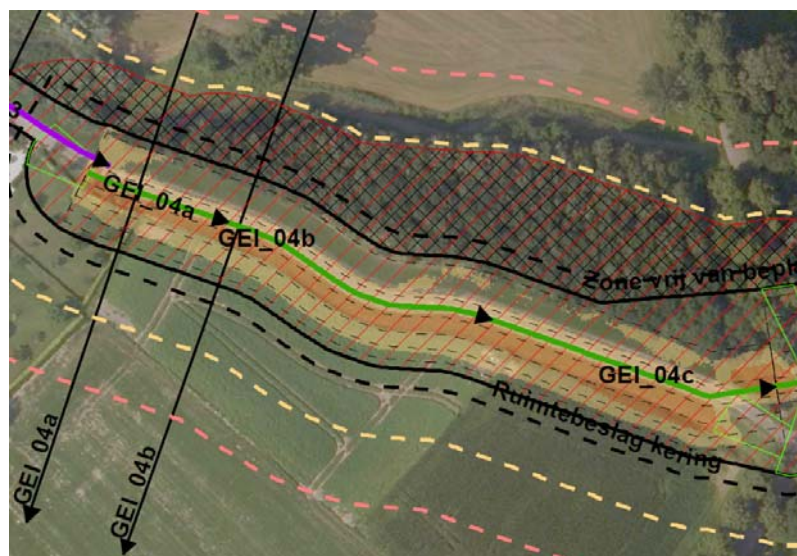
De aangepaste berekeningsresultaten voor macrostabiliteit zijn opgenomen in bijlage 2.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

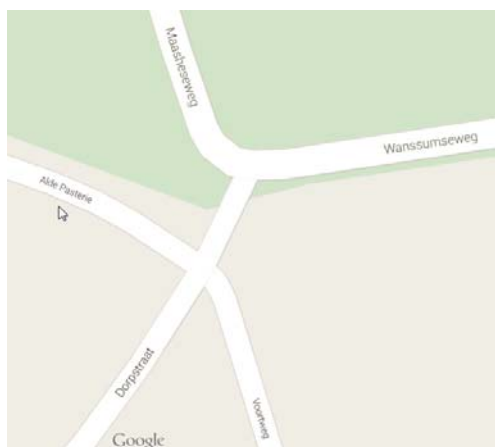
Voorgliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_04. De ligging van het dijkvak is weergegeven in figuur 1. Op de kruin van de kering ligt de weg Alde Pasterie. Aan de westzijde sluit de groene dijk aan op een harde kering (keermuur). Aan de oostzijde sluit de groene kering aan op een verkeersknooppunt waar vijf wegen samen komen (zie figuur 3).



Figuur 1: Locatie dijkvak Gei 4



Figuur 2: Het huidige dijklichaam



Figuur 3: Aansluiting dijkvak aan oostzijde op verkeersknooppunt

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Op de kruin van de huidige waterkering ligt de weg Alde Pasterie. Deze weg dient behouden te blijven.
2. Aan buitendijkse zijde stroomt de Oostrumsche beek (zie figuur 1). De beek ligt op een afstand van 15 tot 20 m van de kruin van de huidige dijk. De locatie van de beek blijft in voorliggend ontwerp ongewijzigd.
3. Een oplossing met een pipingberm is landschappelijk gezien onwenselijk.
4. Zowel buiten- als binnendijks van de kering zijn bomen aanwezig, die deels zullen moeten worden verwijderd.
5. Het ontwerp van het wegllichaam is buiten beschouwing gelaten.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject GEI_04 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB3, 3A t/m 3E en 4A t/m 4E.

Handboring 4A is maatgevend beschouwd voor het deeltraject. In deze handboring bevindt zich een kleilaag met een dikte van 1 m (van ca. NAP +11,6 m tot NAP +10,6 m). De rest van het profiel bestaat uit zand/grind.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts talud 1:3 (STBI).	1,09	Voldoet niet
2.	Stabiliteit binnenwaarts met berm (STBI)	1,20	Voldoet
3.	Stabiliteit buitenwaarts talud 1:3 (STBU)	1,18	Voldoet

Berekening 1 voldoet **niet** op stabiliteit. Binnendijks is er een berm nodig om de stabiliteit te waarborgen. Buitendijks blijkt het standaardtalud (1:3) te voldoen op macrostabiliteit. Het resultaat van de berekeningen is weergegeven in bijlage 1.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_04	a	15,74	13,50	2,24	41
GEI_04	b	15,74	13,25	2,49	47
GEI_04	c	15,74	12,75	2,99	58

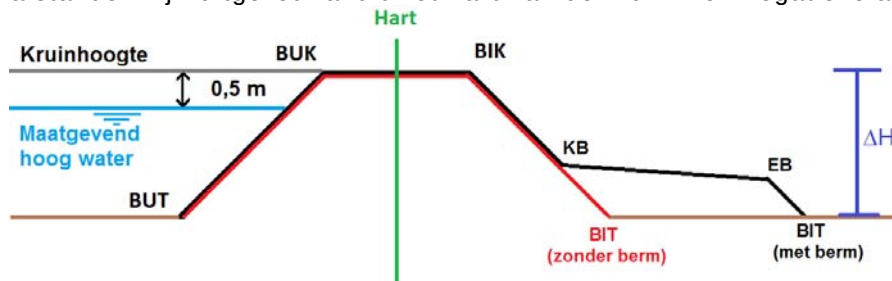
Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

De voorlandverbetering ondervindt echter een knelpunt met de beek. De voorlandverbetering overschrijdt namelijk de huidige locatie van de beek. Als uitgangspunt is gesteld dat de huidige locatie van de beek behouden moet blijven. De huidige locatie van de beek kan behouden blijven door de beek tijdelijk droog te leggen. De voorlandverbetering wordt vervolgens 1 m onder het maaiveld aangelegd. Hierna kan de beek weer hersteld worden. Dit principe is weergegeven in de schetsen in de hoofdrapportage.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_04		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,47	12,50	BUT
-2,75	15,74	BUK
0	15,74	Hart
2,75	15,74	BIK
7,58	14,13	KB
11,87	13,70	EB
15,47	12,50	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De voorlandverbetering ondervindt een knelpunt met de beek. De voorlandverbetering overschrijdt namelijk de huidige locatie van de beek. Als uitgangspunt is gesteld dat de huidige locatie van de beek behouden blijft. Als oplossing wordt voorgesteld om de voorlandverbetering onder de beek door te zetten. Hiervoor moet de beek tijdelijk droog worden gelegd. De voorlandverbetering wordt vervolgens 1 m onder het leggerbodemniveau van de beek aangelegd. Hierna kan de beek weer hersteld worden. Dit principe is weergegeven in een schets in de hoofdrapportage.
2. De groene dijk sluit in het westen aan op een harde kering (bestaande keermuur, die moet worden vernieuwd c.q. versterkt en uitgebreid). Er dient voldoende overlap gecreëerd te worden tussen de verschillende maatregelen (groene dijk en harde kering) om piping te voorkomen. Aandachtspunten bij het ontwerp van de overgang van de groene dijk naar de harde kering zijn weergegeven in factsheet GEI_03.
3. De weg Alde Pasterie komt op de kruin van het nieuwe dijklichaam te liggen waardoor deze opgehoogd dient te worden. Het weglichaam en de aansluiting van de bekleding op het weglichaam zijn niet ontworpen.
4. Omdat de weg op de kruin van de dijk is ontworpen is een verbreding van de kruin noodzakelijk. De kruin van het dijklichaam is 5,5 m breed in plaats van 4,5 m, bestaande uit 3,5 m wegooppervlak en minimaal 1,0 m berm
5. Zowel binnen- als buitendijs dienen bomen verwijderd te worden, zie VKV-ontwerpkaarten. Indien gewenst kunnen op het voorland buiten de zone vrij van beplanting breed wortelende bomen worden herplant.
6. De aansluiting van de dijk op het verkeersknooppunt is niet in detail onderzocht. In het factsheet GEI_05 is op hoofdlijnen aangegeven hoe met het knooppunt in relatie tot de dijk wordt omgegaan.
7. Onder het verkeersknooppunt ligt een duiker die de sloot westelijk van de Maasheseweg verbindt met de sloot ten westen van de Voortweg. Bij realisatie van de waterkering en voorlandverbetering op deze locatie dient met de ligging van en aansluiting op de duiker rekening gehouden te worden.
8. De insteek van de Oostrumsebeek dient op minimaal 4 meter afstand van de buitenteen van het dijkvak te starten.
9. De Oostrumsche beek is een meanderende beek. Daarom wordt geadviseerd om de voorlandverbetering aan weerszijden van de beek minimaal 5 m op het diepe niveau (minimaal 1 m onder leggerbodemniveau beek) door te zetten zodat enige erosie van de oeverwalvallen van de beek is toegestaan zonder dat dit de voorlandverbetering aantast.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Door het deels "inpakken" van de Oostrumsche beek met klei zal de natuurlijke drainerende werking van de beek afnemen. Omdat het oppervlak waarover de beek wordt ingepakt beperkt is, is de verwachting dat het risico op substantiële vernatting in het beekdal beperkt zal zijn.
2. Als gevolg van erosie van de beekbodem en aangelegde kleilaag onder de beekbodem

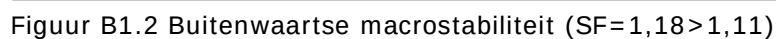
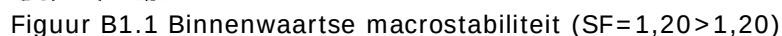
kan de werking van de voorlandverbetering verloren gaan en het risico op piping toenemen. Erosie van de beekbodem dient uitgesloten te worden om de werking van de voorlandverbetering blijvend te waarborgen. Dit speelt met name ook ter hoogte van de overgang van oorspronkelijke beek naar her-aangelegde beek met klei afsluiting op de beekbodem.

3. De minimale afstand tussen BUT en insteek beek dient 4 m te bedragen. Rekening houdende met de mogelijkheid van oevererosie heeft het de voorkeur om de insteek van de beek minimaal 9 m uit BUT te houden. Deze ruimte is lokaal mogelijk niet aanwezig, waardoor de beek indien mogelijk opgeschoven dient te worden.
4. Er is geen rekening gehouden met het ontwerp van het weglichaam. De overgang tussen de kleibekleding en de weg op de dijk, met bijbehorende funderingslagen vormt een gevoelig punt voor erosie.
5. Er is geen rekening gehouden met het ontwerp van het verkeersknooppunt.

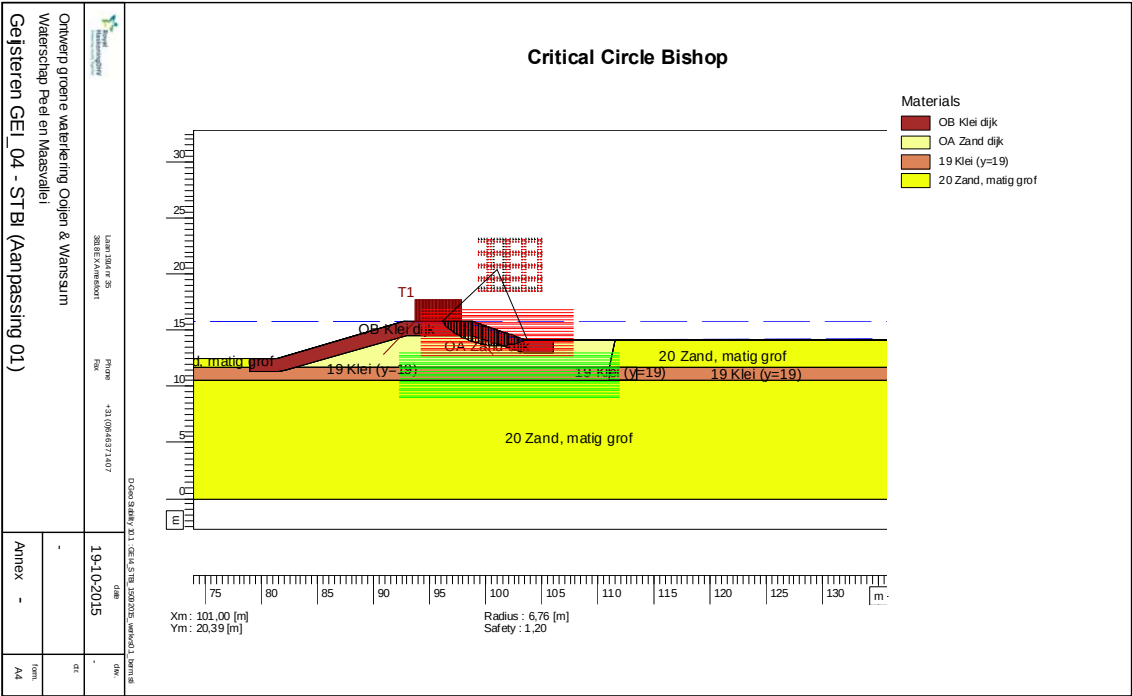
6. Bijlagen

1. ~~Stabiliteitsberekening (oorspronkelijke versie)~~
2. Stabiliteitsberekening (aangepast ontwerp 01)

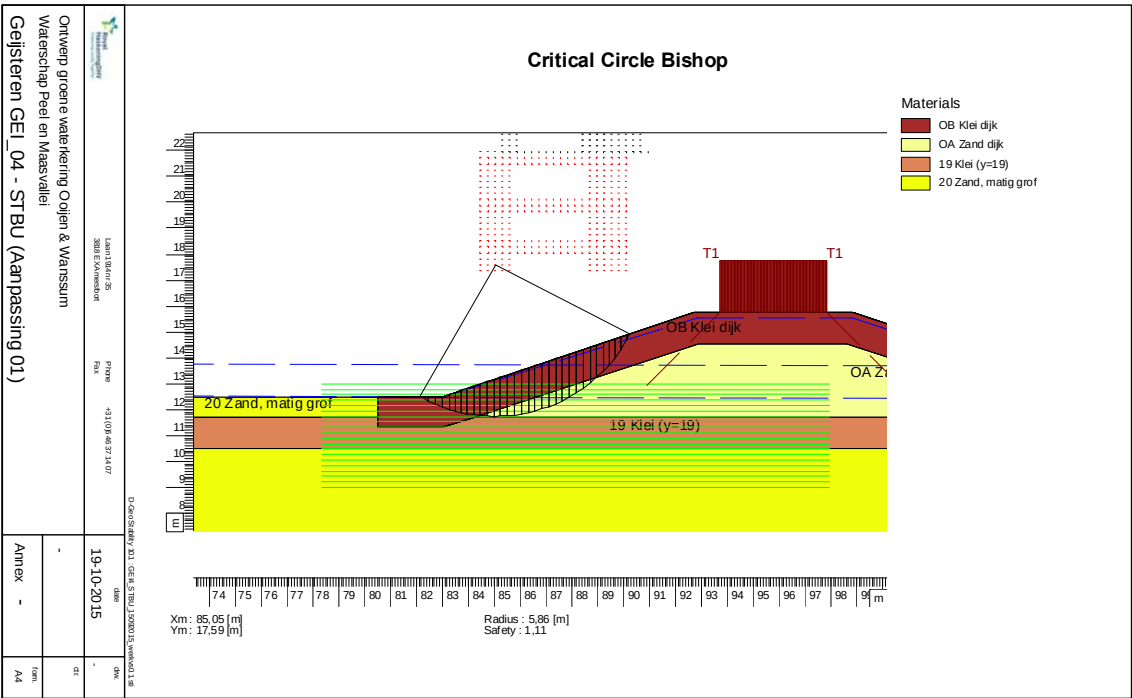
 **Prioritaire Dijkversterking
Waterschap Peel en Maasvallei
Geijsteren Gei 7 - STBU**



Bijlage 2: Resultaat toetsing macrostabiliteit (aanpassing 01)



Figuur B2.1 Binnenwaartse macrostabiliteit (SF=1,20>1,20)



Figuur B2.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,11 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak	GEI_05
	Dijkpalen	61.074 tot 61.073
Aanpassing 01		
• Wat is aangepast: Zie ook architectonisch ontwerp in Figuur A01 a) De dijk wordt ca. 17 m naar binnen geschoven. Het gebied waar nu de dijk ligt wordt gebruikt voor het realiseren van een klei-inkassing. b) Daarmee komt ook de Wanssumseweg verder naar binnen te liggen (verschuiving in zuidelijke richting). Daarnaast wil gemeente Venray het kruispunt met de Maasheseweg, Dorpstraat en Alde Pasterie qua principe ongewijzigd laten. c) Binnendijks wordt het maaiveld opgehoogd. d) De begraafplaats en woning (Wanssumseweg 2) komen buitendijks te liggen. Er is voor gekozen om het tracé van de harde kering (dijkvak GEI_06) te verleggen naar de zuidzijde van de begraafplaats. Om de woning en begraafplaats bereikbaar te houden is een coupure nodig. Aan de oostzijde van dijkvak GEI_05 sluit de groene kering aan op de coupure. • Hoe is de aanpassing vormgegeven: a) De hartlijn van de dijk is ca. 17 m in zuidelijke richting verschoven (parallel aan de oorspronkelijke ligging). Vervolgens wordt de huidige dijk afgegraven tot ca. het niveau van de huidige buitenteen. Ter hoogte van het dwarsprofiel GEI_05 is dit ca. NAP +13,5 m. Het zo gecreëerde voorland wordt onder een helling (afschot naar buiten) van ca. 1:40 aangelegd in verband met afwatering. b) De Wanssumseweg schuift op gelijke wijze en afstand mee in zuidelijke richting. Het ontwerp van het kruispunt valt buiten de scope van deze opdracht. c) Binnendijks wordt het maaiveld van de landbouwpercelen opgehoogd tot NAP +13,5 m ter hoogte van de binnenteen. Er kan voor worden gekozen om het opgehoogde maaiveld vlak aan te laten sluiten op de omgeving (de benodigde ophoging strekt zich dan behoorlijk ver uit) of (en daarvoor is in voorliggend ontwerp gekozen) het maaiveld kan onder een aflopende helling (vanaf de binnenteen/c.q. ruimtebeslag kering) van ca. 1:20 aansluiten op het oorspronkelijke maaiveld. d) Om de woning en begraafplaats bereikbaar te houden is een coupure nodig. Deze is verder niet ontworpen. Het ontwerp dient door de aannemer te worden gemaakt. Om onder- en achterloopsheid te voorkomen is een kwelscherm onder de coupure nodig die t.h.v. dijkvak GEI_06 aansluit op de harde kering en t.h.v. dijkvak GEI_05 aansluit op een achterloopsheidscherm dat minimaal ca. 24 m in de groene dijk van dijkvak GEI_05 dient door te lopen (in combinatie met de aangegeven voorlandverbetering, zie situatietekeningen). • Waarom is de aanpassing doorgevoerd: a) Op verzoek van de omgeving en het landgoed Geijsteren, teneinde zoveel mogelijk bomen en begroeiing in het buitendijks gelegen bos te kunnen sparen. De verschuiving is nodig om een veilig voorland te creëren. Daarnaast biedt de verschuiving voldoende ruimte om een klei-inkassing aan te kunnen leggen i.p.v. een extra pipingberm binnendijks. b) Logisch gevolg van de aanpassingen onder punt a). Het voordeel is dat de kruising met de Maasheseweg, Dorpstraat en Alde Pasterie veiliger kan worden vormgegeven, doordat de bocht in de Wanssumseweg nog flauwer wordt door de verschuiving in zuidelijke richting. c) Het maaiveld wordt opgehoogd om de benodigde lengte van de klei-inkassing in het voorland te beperken. d) Door de verplaatsing van de harde kering naar de zuidzijde van de begraafplaats, sluit het tracé beter aan op de verplaatste groene kering van dijkvak GEI_05. Daarnaast wordt de constructie korter en minder zwaar (kleinere kerende hoogte) en daarmee ook goedkoper. Tevens kunnen ter hoogte van de begraafplaats meer bomen behouden blijven.		



Figuur A01: Architectonisch ontwerp dijkvak GEI_05 en GEI_06

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de aangepaste pipingberekening weergegeven.

Tabel A01: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]	Verondersteld uittredepunt kwelweg Afstand [m]
GEI_05	n.v.t.	15,86	13,50	2,36	44	20,3

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering. Ter hoogte van de overgang naar dijkvak GEI_06 dient een scherm ter voorkoming van achterloopsheid over een lengte van ca. 24 m (44 m – 20,3 m) in de groene kering van dijkvak GEI_05 te worden doorgezet. Het ontwerp van dit scherm dient door de aannemer te worden uitgewerkt.

Het dijkontwerp is als volgt aangepast:

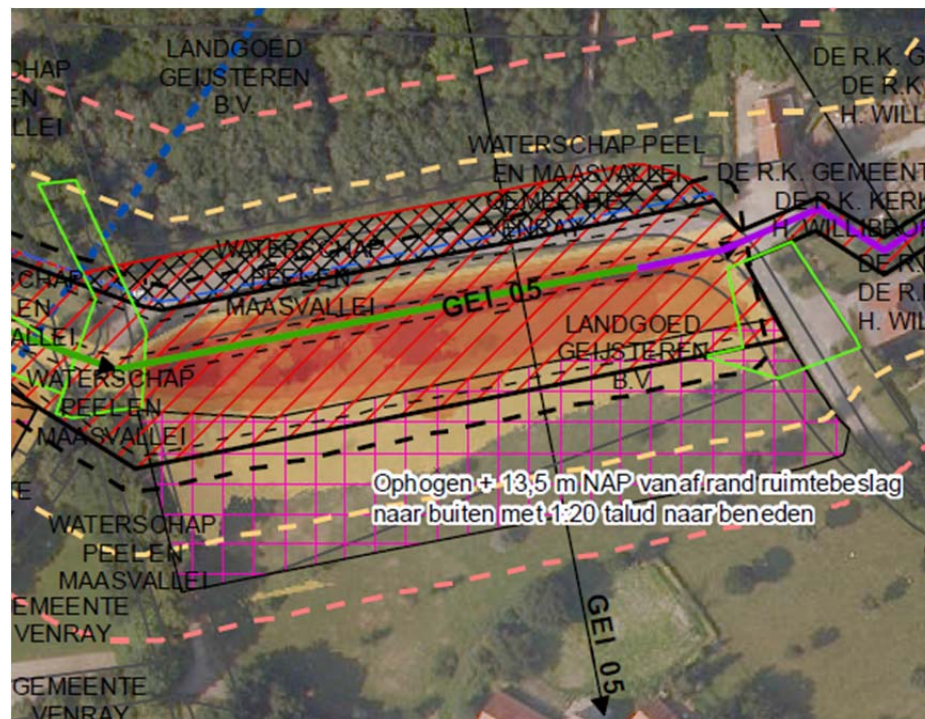
Tabel A02: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_05		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-8,73	13,7	BUT
-2,25	15,86	BUK
0	15,86	Hart
2,25	15,86	BIK
4,23	15,2	KB
12,73	15,2	EB
17,81	13,5	BIT

Ongewijzigd is dat er binnendijs een grondverbetering/drainage constructie noodzakelijk

blijft voor het realiseren van een stabiel talud (in ieder geval voor het deel waar de Wanssumseweg maximaal op hoogte is en dus niet als stabiliteitsberm kan functioneren). Voor de grondverbetering en drainage constructie is een lengte van 2,5 meter achter de doorgezette bekleding voorbij de binnenteen van de nieuwe kering gereserveerd.

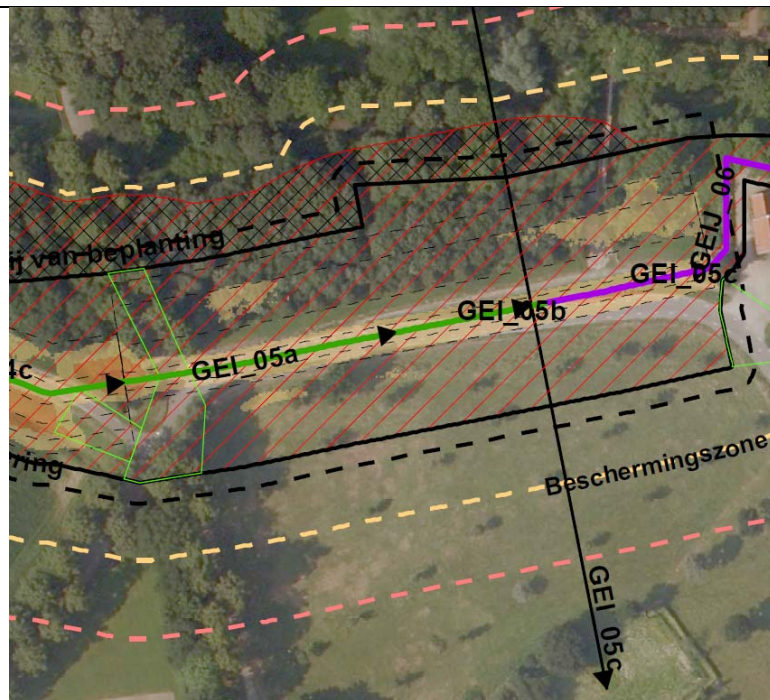
De steilrand in het voorland maakt in het aangepaste ontwerp geen onderdeel meer uit van het dijkontwerp. Er is gecontroleerd of eventuele erosie van de steilrand de dijkveiligheid kan aantasten. Op de meest kritieke locatie (ca. t.h.v. het dwarsprofiel) wordt de voorlandverbetering niet aangetast bij een restprofiel met een helling van 1:20 t.o.v. de voet van de steilrand. Dit wordt voldoende veilig geacht. Bovendien wordt extreme erosie van het doorwortelde voorland onwaarschijnlijk geacht.



Figuur A02: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_05. De ligging van het dijkvak is weergegeven in figuur 1. De groene kering ligt parallel aan de Wanssumseweg. De weg loopt in westelijke richting omhoog en kruist de bestaande dijk ter hoogte van het begin van het dijkvak (westzijde). Dit is tevens de locatie van het verkeersknooppunt waar vijf wegen samen komen (zie figuur 3). Aan de oostzijde sluit de groene dijk aan op een harde kering (bestaande keermuur). Buitendijks stroomt de Oostrumsche beek.



Figuur 1: Locatie dijkvak GEI_05



Figuur 2: Het huidige dijklichaam



Figuur 3: Aansluiting dijkvak aan westzijde op verkeersknooppunt

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Het buitentalud van de bestaande kering blijft op dezelfde plek als waar deze nu ligt. Dit betekent dat de hartlijn van de kering een aantal meters in zuidelijke richting (en dus richting weg) opschuift.
2. De as van de Wanssumseweg schuift zodoende ook enkele meters in zuidelijke richting op en moet gereconstrueerd worden. In westelijke richting moet de weg worden

opgehoogd om de nieuwe kering op kruinniveau te kunnen kruisen. In oostelijke richting daalt de weg naar het huidige wegniveau. De weg komt zodoende deels op een soort van (oplopende) 'stabiliteitsberm' te liggen. De weg op de oplopende berm maakt onderdeel uit van het gehele dijkprofiel. Het binnentalud (binnendijs van de Wanssumseweg) dient daarom eveneens een minimale taludhelling 1:3 te krijgen en te worden voorzien van kleibekleding.

3. Aangehouden breedte van de Wanssumseweg bedraagt 8,5 m, bestaande uit 5,5 m rijweg, 2x0,75m harde berm (totaal 7 m asfalt) en 2x0,75 m zachte berm.
4. Het ontwerp van het verkeersknooppunt is weergegeven in bijlage 3.
5. De Oostrumsche beek dient zijn huidige locatie te behouden.
6. Een oplossing met een pipingberm is landschappelijk gezien onwenselijk.
7. Het ontwerp van het weglichaam als onderdeel van de groene kering is buiten beschouwing gelaten.
8. Zowel buiten als binnendijs van de kering zijn bomen aanwezig. Binnen een zone van 5,5 m van de nieuwe kering dient beplanting verwijderd te worden.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject GEI_05 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB4 en 5A t/m 5E.

Handboring 5B is maatgevend beschouwd voor het deeltraject. In deze handboring bevindt zich een kleilaag met een dikte van 1,1 m (van ca. NAP +11,6 m tot NAP +10,5 m). De rest van het profiel bestaat uit zand/grind.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts talud 1:3 (STBI).	0,78	Voldoet niet
2.	Stabiliteit binnenwaarts talud 1:5 (STBI).	0,98	Voldoet niet
3.	Stabiliteit binnenwaarts talud 1:3 en grondverbetering en drainage (STBI).	1,22	Voldoet
4.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	1,13	Voldoet

Ten aanzien van stabiliteit is er getoetst op zowel binnenwaartse- als buitenwaartse stabiliteit. De volgende berekeningen zijn uitgevoerd:

1. Stabiliteit binnenwaarts **talud 1:3**
2. Stabiliteit binnenwaarts **talud 1:5**
3. Stabiliteit binnenwaarts **talud 1:3 met grondverbetering**
4. Stabiliteit buitenwaarts **talud 1:3**

Berekening 1 en 2 voldoen **niet** op stabiliteit. Binnendijks blijkt er een grondverbetering/drainage constructie noodzakelijk om een stabiel talud te realiseren (in ieder geval voor het deel waar de Wanssumseweg maximaal op hoogte is en dus niet als stabiliteitsberm kan functioneren). Het verflauwen van het talud blijkt geen efficiënte maatregel. Het toepassen van een stabiliteitsberm binnendijks van de weg is vanuit landschappelijk oogpunt ongewenst omdat er dan een 2-voudig getrapt profiel zou ontstaan. Met een grondverbetering en drainage constructie over een lengte van 2,5 meter achter de teen van de nieuwe kering **voldoet** het dijklichaam binnendijks met een talud van 1:3. Buitendijks zijn twee opties bekeken, te weten a) een doorgaand talud 1:3 en b) een talud met een berm, bij deze variant wordt meer het natuurlijke maaiveldverloop buitendijks gevolgd. Zie tevens bijlage 1. Ten aanzien van stabiliteit is optie a) maatgevend en hierboven gepresenteerd. Ten aanzien van het benodigde ruimtebeslag is optie b) maatgevend (grootste benodigde ruimtebeslag). In de tekeningen in bijlage 7 is voor wat betreft het ruimtebeslag rekening gehouden met variant b).

Het resultaat van de berekeningen is weergegeven in bijlage 2.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_05	a	15,86	12,50	3,36	66
GEI_05	b	15,86	12,25	3,61	72
GEI_05	c	15,86	12,50	3,36	66

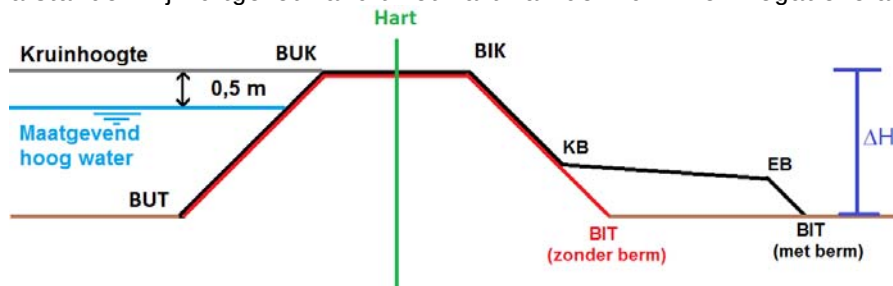
Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

Deze voorlandverbetering ondervindt echter een knelpunt met de beek. De voorlandverbetering overschrijdt namelijk de huidige locatie van de beek. Als uitgangspunt is gesteld dat de huidige locatie van de beek behouden moet blijven. De huidige locatie van de beek kan behouden blijven door de beek tijdelijk droog te leggen. De voorlandverbetering wordt vervolgens 1 m onder het maaiveld aangelegd. Hierna kan de beek weer hersteld worden. Dit principe is weergegeven in bijlage 1.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_05 optie berm aan buitenzijde		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-25,57	11,5	EBB
-19,57	13,5	KBB
-9,33	13,5	BUT
-2,25	15,86	BUK
0	15,86	Hart
2,25	15,86	BIK
5,13	14,9	KB
13,65	14,73	EB
20,40	12,25	BIT

Toelichting bij de tabel: bovenliggend profiel is het enige profiel met een 'berm' aan de buitenzijde. Het is geen berm in de zin van een stabiliteitsberm, maar het bestaande maaiveldverloop wordt gevolgd. Zie tevens bijlage 1, optie b.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De voorlandverbetering ondervindt een knelpunt met de beek. De voorlandverbetering overschrijdt namelijk de huidige locatie van de beek. Als uitgangspunt is gesteld dat de huidige locatie van de beek behouden blijft. Als oplossing wordt voorgesteld om de voorlandverbetering onder de beek door te zetten. Hiervoor moet de beek tijdelijk droog worden gelegd. De voorlandverbetering wordt vervolgens 1 m onder de leggerbodemoogte van de beek aangelegd. Hierna kan de beek weer hersteld worden. Dit principe is weergegeven in de schetsen bij het hoofdrapport.
2. De groene dijk sluit in het oosten aan op een harde kering (bestaande keermuur, die moet worden vernieuwd c.q. versterkt en uitgebreid). De aansluiting tussen de groene kering en de harde kering aan de oostzijde van het dijkvak is niet in detail ontworpen. Hier dient in de vervolgfases aandacht aan besteed te worden. Er dient in ieder geval voldoende overlap gecreëerd te worden tussen de verschillende maatregelen (groene dijk en harde kering) om piping te voorkomen. Aandachtspunten bij het ontwerp van de overgang van de groene dijk naar de harde kering zijn weergegeven in factsheet GEI_06.
3. De Wanssumseweg komt op de flank en kruin van het nieuwe dijklichaam te liggen waardoor deze opgehoogd dient te worden. Het weglichaam en de aansluiting van de bekleding op het weglichaam zijn niet ontworpen.
4. Zowel binnen- als buitendijks dienen bomen verwijderd te worden, zie VKV-ontwerpkaarten. Indien gewenst kunnen op het voorland buiten de boomvrije zone bomen worden herplant.
5. De aansluiting van de dijk op het verkeersknooppunt is niet in detail onderzocht. Het verkeersknooppunt zal in zijn geheel opgehoogd worden. Dit heeft geen directe

gevolgen voor het dijkontwerp. In bijlage 3 is op hoofdlijnen aangegeven hoe met het knooppunt in relatie tot de dijk wordt omgegaan.

6. Onder het verkeersknooppunt ligt een duiker die de sloot westelijk van de Maasheseweg verbindt met de sloot ten westen van de Voortweg. Bij realisatie van de waterkering en voorlandverbetering op deze locatie dient met de ligging van en aansluiting op de duiker rekening gehouden te worden.
7. Binnendijks van de nieuwe kering ligt een druk riool en data kabels. In het ontwerp is hier geen rekening mee gehouden. Naar verwachting zal het riool en de kabels verlegd moeten worden.
8. Achter de binnentien dient over een lengte van 2,5 m een drainagevoorziening/grondverbetering aangebracht te worden. De drainageconstructie dient onderhoudsvrij te worden uitgevoerd.
9. Door de drainageconstructie op een onderhoudsvrije manier uit te voeren en er voor te zorgen dat de kans van falen van het systeem wordt geminimaliseerd is het mogelijk om het optreden van het faalmechanisme piping uit te sluiten. Bij een goed werkend systeem zal kwelwater namelijk vrij kunnen uittreden zonder zand mee te kunnen voeren. Het zand zal namelijk tegen worden gehouden door het zanddichte geotextiel onder de drainageconstructie. Deze optie is vooralsnog niet meegenomen in het ontwerp, maar kan wellicht een optimalisatie opleveren.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

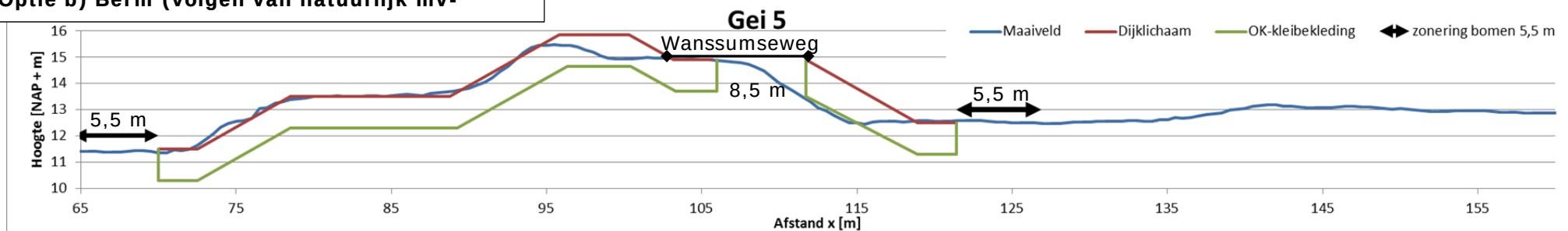
1. Door het deels "inpakken" van de Oostrumsche beek met klei zal de natuurlijke drainerende werking van de beek afnemen. Omdat het oppervlak waarover de beek wordt ingepakt beperkt is, is de verwachting dat het risico op substantiële vernatting in het beekdal beperkt zal zijn.
2. Als gevolg van erosie van de beekbodem en aangelegde kleilaag onder de beekbodem kan de werking van de voorlandverbetering verloren gaan en het risico op piping toenemen. Erosie van de beekbodem dient uitgesloten te worden om de werking van de voorlandverbetering blijvend te waarborgen. Dit speelt met name ook ter hoogte van de overgang van oorspronkelijke beek naar her-aangelegde beek met klei afsluiting op de beekbodem.
3. Er is geen rekening gehouden met het ontwerp van het weglichaam. De overgang tussen de kleibekleding en de weg op de dijk, met bijbehorende funderingslagen vormt een gevoelig punt voor erosie.
4. Er is geen rekening gehouden met het ontwerp van het verkeersknooppunt.

6. Bijlagen

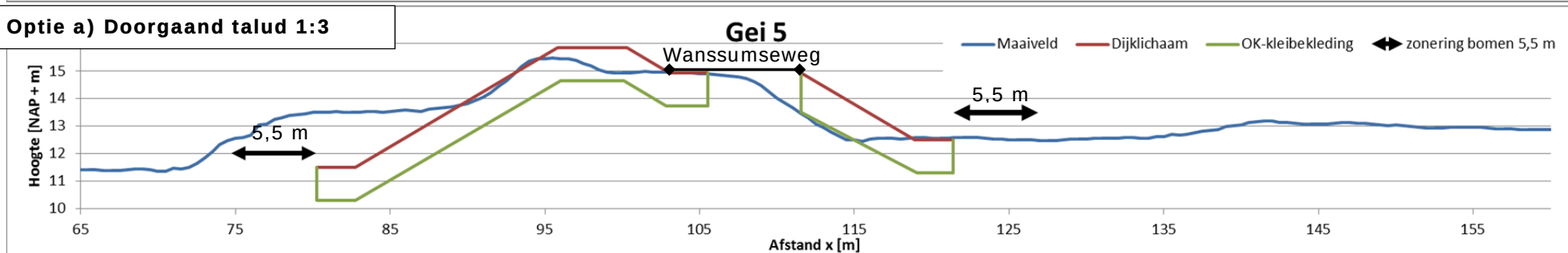
1. Ontwerp dijklichaam
2. Resultaten toetsing macrostabiliteit
3. Beschrijving ontwerp verkeersknooppunt

Bijlage 1: Ontwerp dijklichaam

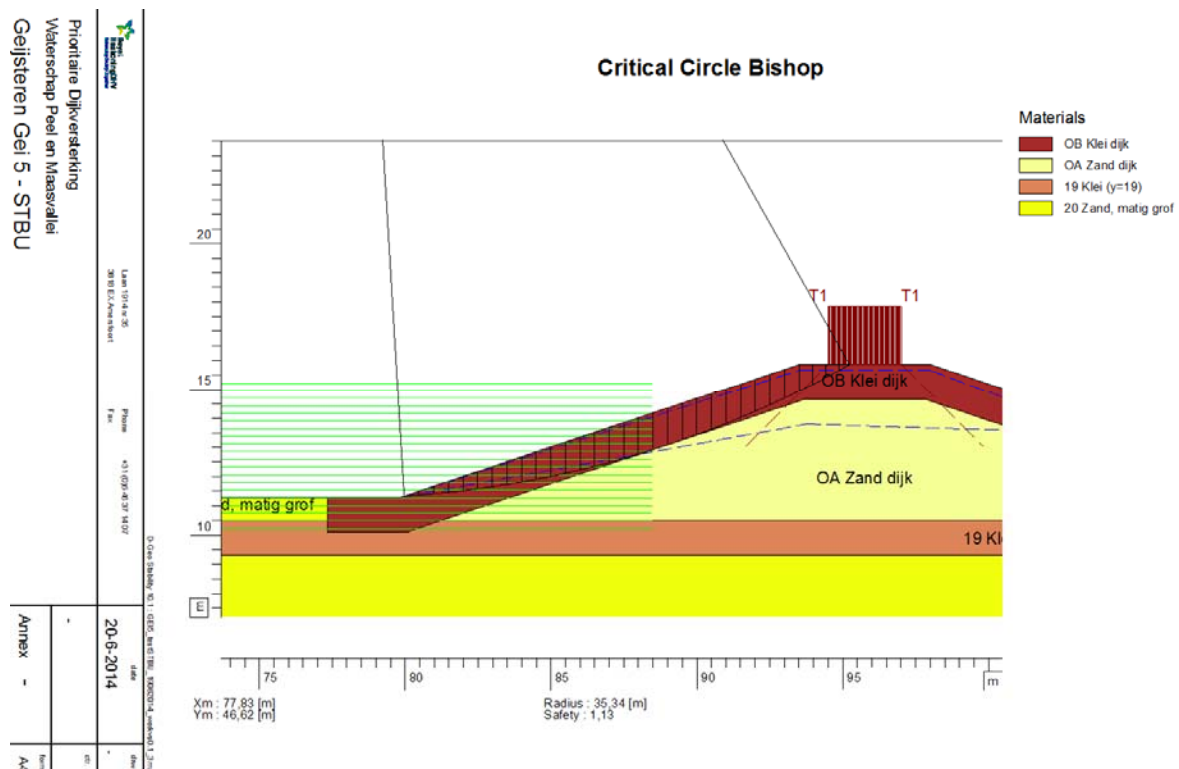
Optie b) Berm (volgen van natuurlijk mv-)



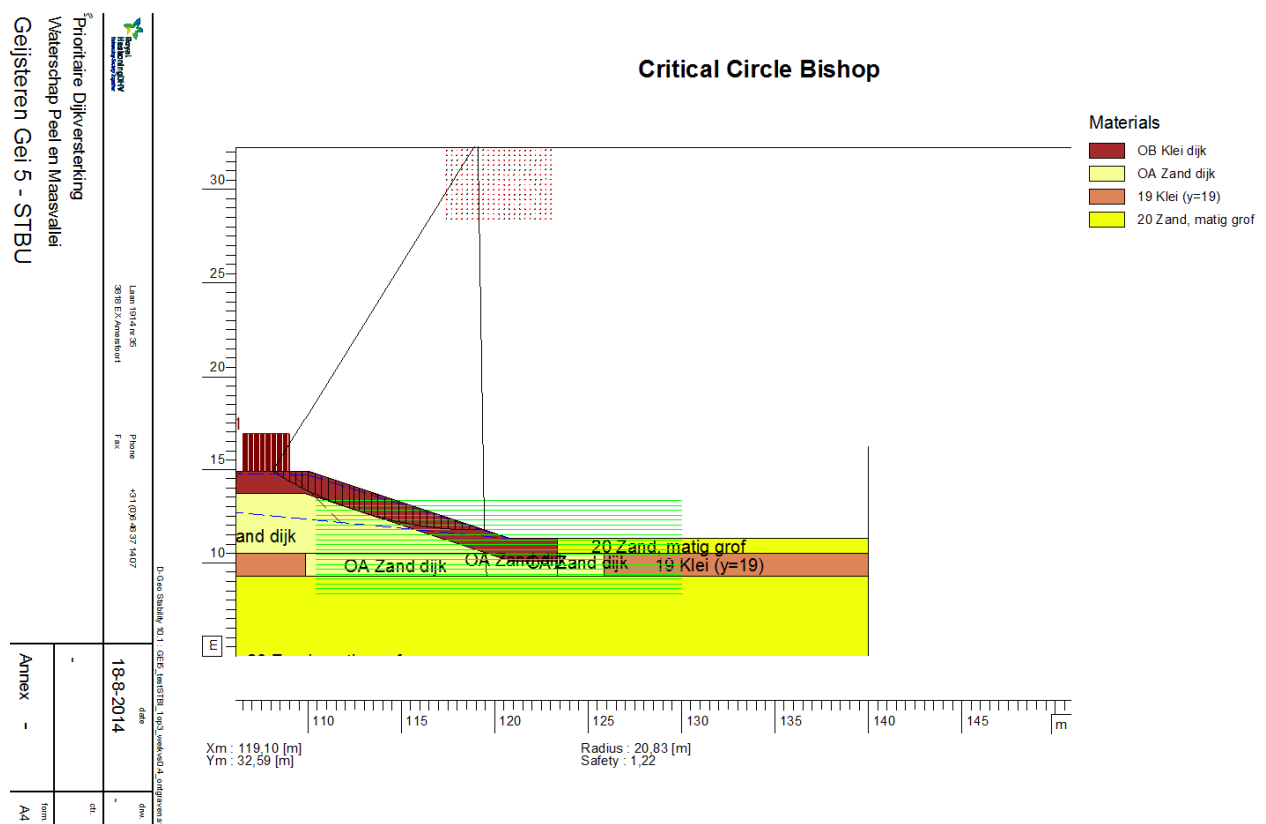
Optie a) Doorgaand talud 1:3



Bijlage 2: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B2.1 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,13 > 1,11$)



Figuur B2.2 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,22 > 1,20$)

Bijlage 3: Beschrijving ontwerp verkeersknooppunt

Rond de knoop Maasheseweg/Wanssumseweg lijken vijf wegen bij elkaar te komen. Feitelijk is het echter een Y-splitsing waar op de stam van de Y op korte afstand van het kruisingsvlak twee inritten zijn gekoppeld. De wegen zijn of worden 60km, het betreft zogenaamde Erftoegangswegen buiten de bebouwde kom. Verkeerskundig is de belangrijkste verbinding de verbinding over de tanden van de vork van de Y. Dit is de verbinding binnendoor van Wanssum naar Maashees. Het dijktracé volgt in deze situatie niet de verkeerskundige lijn. Deze loopt namelijk van de Wanssumseweg naar de Alde Pasterie. Hierdoor moet verkeer vanuit Wanssum komend vanaf de dijk een scherpe bocht maken en gelijktijdig een helling af om op de lager gelegen buitendijkse Maasheseweg uit te komen. Dit levert een lastige verkeerssituatie op.

Gegeven de noodzakelijke verhoging van de dijken is gekeken of dit aanleiding zou zijn tot aanpassing van deze knoop. Verlegging van de dijk zodat verkeerskundige lijnen en dijktracé samen vallen is niet mogelijk vanwege de aantasting van het waterbergend vermogen van de rivier en de aantasting van belangrijke landschapselementen. Gezocht is daarom naar een oplossing uitgaande van het huidige dijktracé. Verhoging van de dijken maakt dat de helling in de Maasheseweg steiler of langer wordt en nog meer geïntegreerd raakt in het kruisingsvlak. Dit is vanuit verkeersveiligheid niet wenselijk.

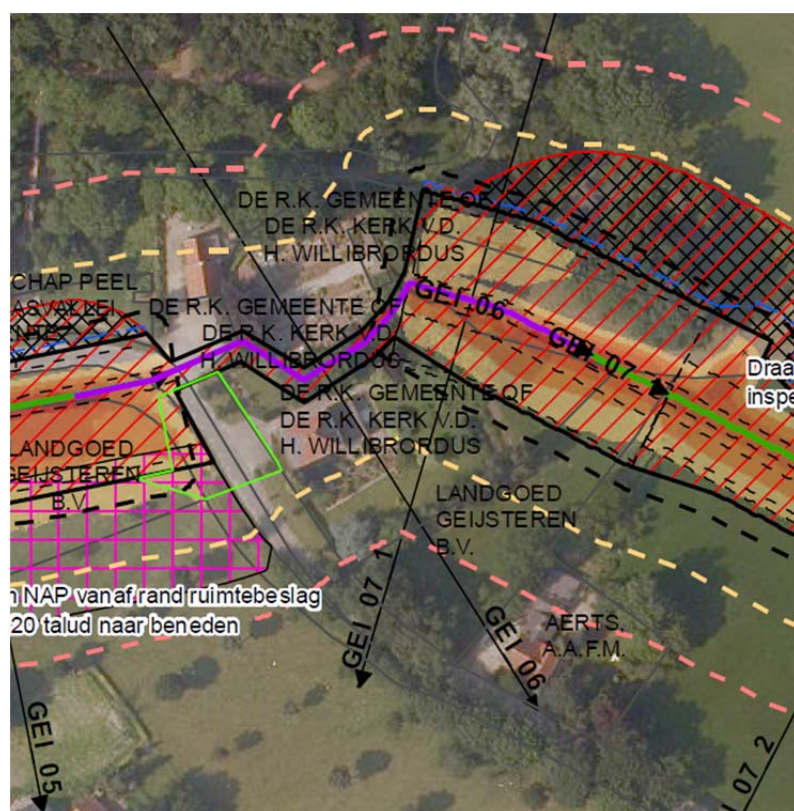


Gekozen is daarom voor het scheiden van de draaibeweging op het kruisingsvlak en het op en afrijden van de helling. Hierdoor ontstaat een situatie met een verhoogd vlak kruisingsvlak boven op het dijktracé. Het dijktracé kan daarmee een meer soepel verloop krijgen. De helling richting Maasheseweg wordt later ingezet. De aansluitende helling krijgt hetzelfde hellingspercentage maar wordt langer vanwege de verhoging van de dijken. Voor de Wanssumseweg geldt dat de helling hier wordt opgevangen tussen de bocht bij de begraafplaats en het kruisingsvlak met de Maasheseweg. De helling wordt daarmee beperkt steiler. De Alde Pasterie blijft over de hele lengte op dijkhoogte. De helling van de Voortweg zal ingepast worden zodat ook deze weer aansluit op het nieuwe dijkniveau.

Ooijen & Wanssum		Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet harde waterkering		12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak	GEI_06	
	Dijkpalen	61.071 – 61.072	
Aanpassing 01			
• Wat is aangepast: Zie ook architectonisch ontwerp in Figuur A01 a) De begraafplaats en woning (Wanssumseweg 2) komen buitendijks te liggen. Er is voor gekozen om het tracé van de harde kering te verleggen naar de zuidzijde van de begraafplaats. b) Om de woning en begraafplaats bereikbaar te houden is een coupure nodig. Aan de westzijde van dijkvak GEI_06 sluit de harde kering aan op de coupure. Aan de oostzijde van dijkvak GEI_05 sluit de groene kering aan op de coupure. • Hoe is de aanpassing vormgegeven: a) Het gewijzigde tracé van de bijzonder waterkerende constructie (harde kering) volgt de perceelgrens aan de zuidzijde van de begraafplaats (tussen de begraafplaats en de 'Pastorie'). b) Om de woning en begraafplaats bereikbaar te houden is een coupure nodig. Deze is verder niet ontworpen. Het ontwerp dient door de aannemer te worden gemaakt. De wens van het waterschap is om de drempel op een zo hoog mogelijk niveau aan te leggen. Om onder- en achterloopsheid te voorkomen is een kwelscherm onder de coupure nodig die t.h.v. dijkvak GEI_06 aansluit op de harde kering en t.h.v. dijkvak GEI_05 aansluit op een achterloopsheidscherm dat minimaal ca. 24 m in de groene dijk van dijkvak GEI_05 dient door te lopen (in combinatie met de aangegeven voorlandverbetering, zie situatietekeningen). • Waarom is de aanpassing doorgevoerd: a) Op verzoek van de omgeving en het landgoed Geijsteren, teneinde zoveel mogelijk bomen en begroeiing in het buitendijks gelegen bos te kunnen sparen. Door de verplaatsing van de harde kering naar de zuidzijde van de begraafplaats, sluit het tracé beter aan op de verplaatste groene kering van dijkvak GEI_05. Daarnaast wordt de constructie korter en minder zwaar (kleinere kerende hoogte) en daarmee ook goedkoper. Tevens kunnen ter hoogte van de begraafplaats meer bomen behouden blijven. b) Er is onvoldoende ruimte beschikbaar om de toegangsweg naar de woning en begraafplaats over de dijk te realiseren.			
De bijzonder waterkerende constructie is in deze fase niet ontworpen. De kering dient minimaal gedimensioneerd te worden als stabiliteits- en kwelscherm (onder- en achterloopsheid). De ontwerphoogte van de harde kering bedraagt NAP +15,66 m. Het ruimtebeslag dat is gereserveerd voor de harde kering bedraagt 7 m, waarvan 4 m obstakelvrije zone binnendijks, 1 m constructiedikte en 2 m obstakelvrije zone buitendijks. Aan beide zijden van de constructie dient een 'zone vrij van beplanting' van 4 m aangehouden te worden. De afstand waarover de harde kering als achterloopsheidscherm in de groene kering van dijkvak GEI_07 doorgezet dient te worden is ongewijzigd t.o.v. het oorspronkelijke ontwerp, te weten 48,5 m.			



Figuur A01: Architectonisch ontwerp dijkvak GEI_05 en GEI_06



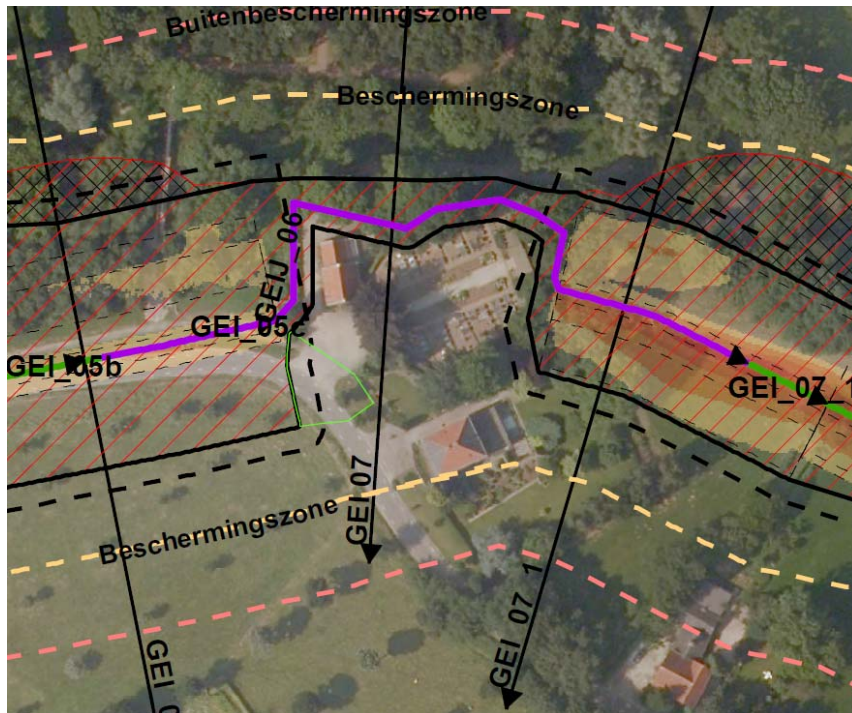
Figuur A02: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft de situatie van de bestaande constructie in dijkvak GEI_06. Het betreft een bestaande keermuur. De ligging van de constructie is globaal weergegeven in figuur 1.

Het ontwerp van de harde keringen is in deze fase van het project niet nader uitgewerkt. De status van de huidige keermuur is onbekend. Het is niet bekend of er een kwelscherm aanwezig is onder de keermuur. Mogelijk (waarschijnlijk) dient de keermuur in zijn geheel vervangen te worden.

Ter plaatse van de keermuur is buitendijks extra ruimte gereserveerd voor het definitieve ontwerp van de harde kering. In het definitieve ontwerp dient rekening gehouden te worden met een obstakelvrije zone van 2 m aan buitendijkse zijde en 4 m aan binnendijkse zijde van de harde kering.



Figuur 1: Globale locatie van de bestaande constructie (o.b.v. luchtfoto)



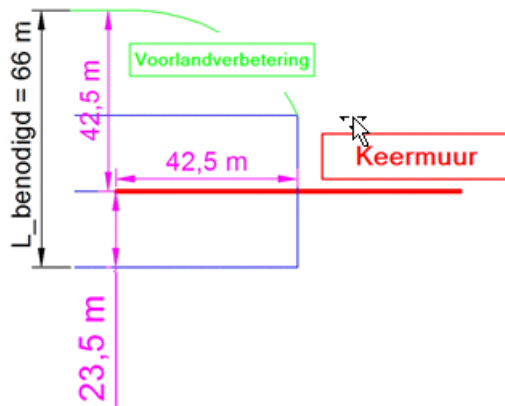
Figuur 2: Impressie deel bestaande muur (globespotter)

Overgang keermuur naar omliggende trajecten

Er moet een overgang gerealiseerd worden tussen de groene waterkering en de keermuur om er voor te zorgen dat het optreden van het faalmechanisme piping wordt uitgesloten. Dit wordt gedaan door langs de gehele overgangszone er voor te zorgen dat er genoeg horizontale kwelweglengte aanwezig is. Omdat constructies niet nader worden uitgewerkt is piping in verticale richting niet beschouwd.

Door de beperkte ruimte die aanwezig is ter plaatse van de begraafplaats is er voor gekozen om de voorlandverbetering en de groene kering niet de keermuur te laten overlappen. In plaats hiervan zal de keermuur doorlopen in de groene kering. Om dit te realiseren dient er een horizontale kwelweglengte gerealiseerd te worden die overeenkomt met de aansluitende dijktrajecten. Dit betekent het volgende:

Ter plaatse van de aansluiting naar dijktraject GEI_05 is een kwelweglengte van 66 m benodigd. Dit betekent dat, met als uitgangspunt de kortst mogelijke kwelweglengte, de keermuur 42,5 m door dient te lopen in het dijklichaam. In onderstaand figuur is het principe weergegeven.



Figuur 3: Principeschets doorzetten van keermuur de keermuur bij een kwelweglengte van 66 m.

Ter plaatse van de aansluiting naar het dijktraject GEI_07 is hetzelfde principe gebruik zoals beschreven in figuur 2. Er is ter plaatse van GEI_07 echter een kwelweglengte benodigd van 60 m. De afstand van de keermuur tot einde waterkering bedraagt 11,5 m. Dit betekent dat de keermuur 48,5 m door dient te lopen in de waterkering.

De bestaande keermuur zelf, het gedeelte tussen GEI_05 en GEI_07, heeft een lengte van ongeveer 114 m. Dit betekent dat er een totale lengte 'harde kering' benodigd is van ca. 205 m.

In figuur 3 is de ligging van de keermuur weergegeven samen met de overgang in de waterkering.



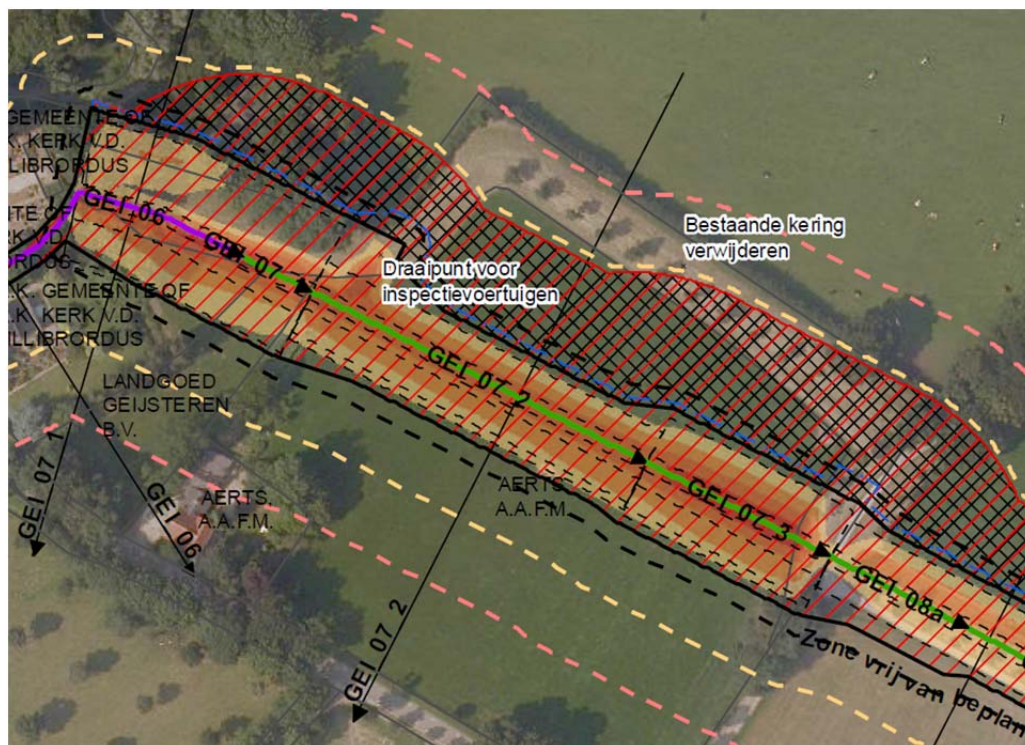
Figuur 4: Ligging en luchtfoto impressie van de constructie t.p.v. dijktraject GEI_06 aan weerszijden doorgezet in de groene keringen

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak	GEI_07_1
	Dijkpalen	61.071

Aanpassing 01

- Wat is aangepast: Aan binnendijkse zijde is het ruimtebeslag voor de kering lokaal wat verkleint.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: De tuin van de woning Wanssumseweg 6 ligt ca. 1 m hoger dan het voor de berekening aangehouden maatgevende maaiveldniveau voor dit dijkvak. Ter hoogte van de overgang naar het aangrenzende dijkvak GEI_06 is daarom in onderstaande figuur 1 (oorspronkelijk ontwerp) te zien dat er sprake is van enige overruimte tussen het vlak 'ruimtebeslag voor de waterkering' en de daadwerkelijke ophoging. De aanpassing bestaat eruit dat de lijn van 'ruimtebeslag waterkering' iets dichterbij de daadwerkelijke ophoging is gelegd (ter hoogte van de linker onderhoek).
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Op verzoek van de omgeving, teneinde een minder groot (ruimte)beslag te leggen op de tuin van de woning Wanssumseweg 6.

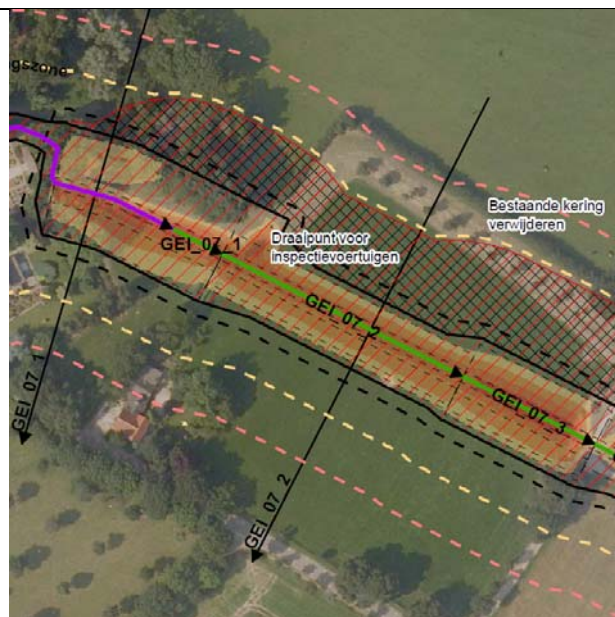
Opgemerkt wordt dat het niet noodzakelijkerwijs zo hoeft te zijn dat een hoger binnendijs maaiveld te allen tijde leidt tot een kleiner benodigd ruimtebeslag. Omdat hier de harde kering over een behoorlijke lengte in de groene kering wordt doorgezet, zal dit de stabiliteit van de groene kering verhogen. Dit aspect is bij het ontwerp van de groene kering niet meegenomen. Daarom is de verwachting dat deze geringe aanpassing in het ruimtebeslag voor deze locatie wel toelaatbaar is (niet aangetoond middels berekening).



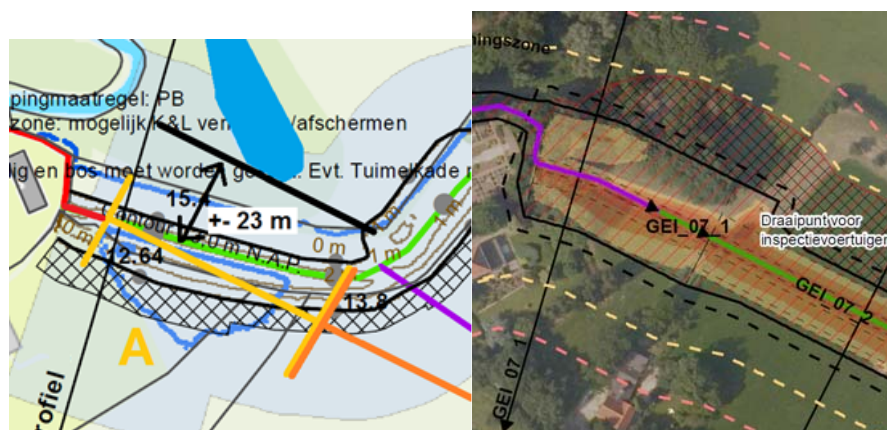
Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Dijkvak GEI_07 is onderverdeeld in drie delen, namelijk GEI_07_1, GEI_07_2 en GEI_07_3. Deze onderverdeling is in figuur 1 weergegeven. Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_07_1. Voor GEI_07_2 en 3 is een apart factsheet opgesteld (zie GEI_07_2/3). In het westen sluit de groene kering aan op een harde kering (bestaande keermuur in dijkvak GEI_06). Buitendijks stroomt de Oostrumsche beek en bevindt zich tevens een vijver in het bosgebiedje, zie figuur 2.



Figuur 1: Locatie dijkvak GEI_07



Figuur 2: Locatie en afstand van de vijver buitendijks van de nieuwe kering

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Aangenomen is dat de vijver gedempt kan worden.
2. Een oplossing met een pipingberm is landschappelijk gezien onwenselijk. Een pipingberm is ook mede door binnendijkse tuinen ongewenst.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject GEI_07_1 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB5 en 6A t/m 6E.

Op 10-12-2014 is er door MOS grondmechanica aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Ter plaatse van dijkvak GEI_07_1 zijn boringen HB258 t/m HB261 uitgevoerd.

Handboring HB259 is maatgevend beschouwd voor het deeltraject. In deze handboring bevindt zich een kleilaag met een dikte van 2,5 m (van ca. NAP +12,5 m tot ca. NAP +10,0 m). De rest van het profiel bestaat uit zand/grind.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI) 1:3	0,92	Voldoet niet
2.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI) met stabiliteitsberm	1,20	Voldoet
3.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU) 1:3	< 1,11	Voldoet niet
4.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU) 1:4	1,12	Voldoet

Ten aanzien van stabiliteit is er getoetst op zowel binnenwaartse- als buitenwaarts stabiliteit. De volgende berekeningen zijn uitgevoerd:

1. Stabiliteit binnenwaarts (STBI) **Talud 1:3**
2. Stabiliteit binnenwaarts (STBI) **Talud 1:3 en stabiliteitsberm.**
3. Stabiliteit buitenwaarts (STBU) **Talud 1:3**
4. Stabiliteit buitenwaarts (STBU) **Talud 1:4.**

Som 1 en 3 blijken **niet** te voldoen op stabiliteit. Binnendijs blijkt een stabiliteitsberm noodzakelijk. Buitendijs is het talud verflauwd naar een talud van 1:4. Met deze aanpassingen (som 2 en 4) voldoet het dijklichaam zowel binnendijs als buitendijs op stabiliteit. In de berekeningen is aangenomen dat er ruimte aanwezig is tussen de ondoorlatende lagen en de nieuwe kleibekleding waardoor na hoogwater de stijghoogte in de zandkern naar het achterland kan draineren.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_07_1	n.v.t.	15,86	12,75	3,11	60

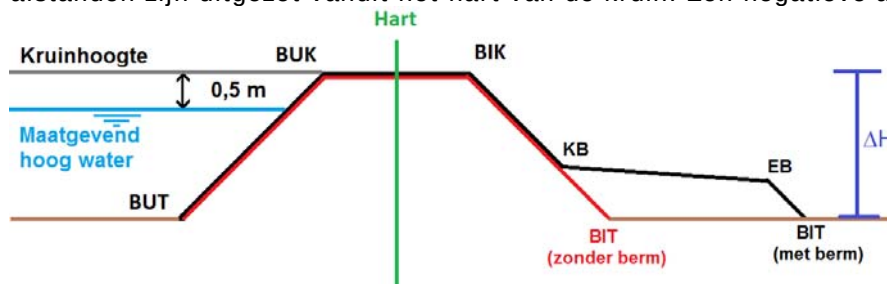
Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

Deze voorlandverbetering ondervindt echter een knelpunt met de huidige vijver (zie figuur 2). De voorlandverbetering overschrijdt namelijk de huidige locatie van de vijver. In voorliggend ontwerp is er van uit gegaan dat een deel van vijver gedempt kan worden.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



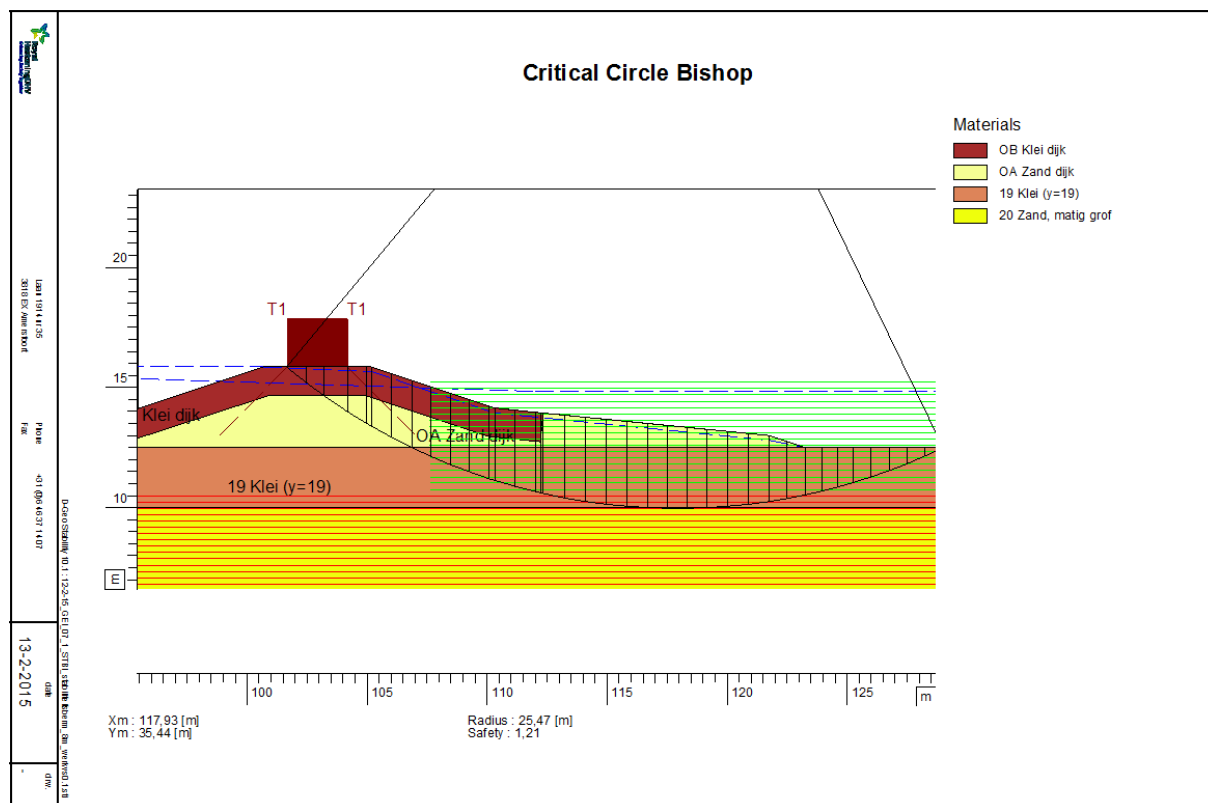
Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_07_1

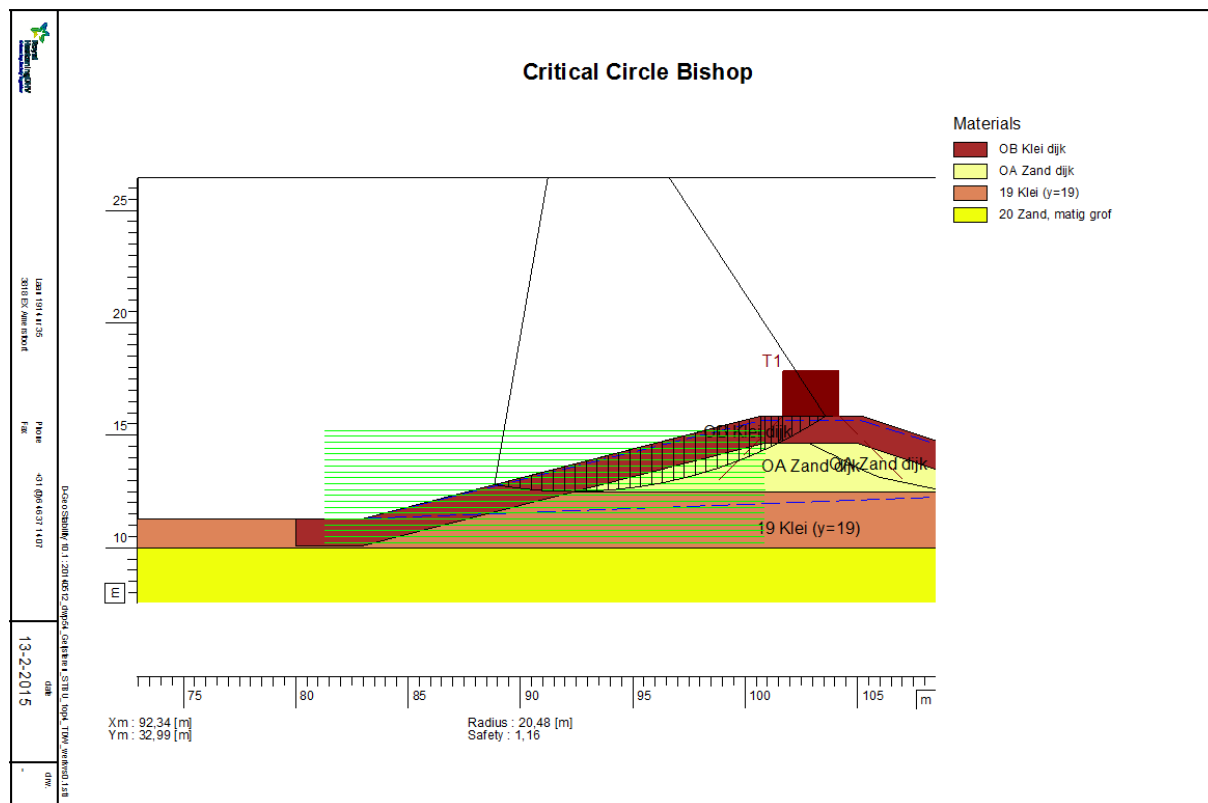
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-20,49	11,3	BUT
-2,25	15,86	BUK
0	15,86	Hart
2,25	15,86	BIK
7,40	14,14	KB
18,83	13,00	EB
20,33	12,5	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten: 1. De aansluiting tussen de groene kering en de harde kering aan de westzijde van het dijkvak is niet in detail ontworpen. Hier dient in de vervolgfases aandacht aan besteed te worden. Er dient in ieder geval voldoende overlap gecreëerd te worden tussen de verschillende maatregelen om piping te voorkomen. Dit betekent dat er een overlap gerealiseerd dient te worden tussen het traject Gei_07_1 en de naastliggende keermuur. Deze overlap is weergegeven in het factsheet van traject GEI_06. 2. De Oostrumsche beek wordt naar verwachting niet beïnvloed. 3. De voorlandverbetering ondervindt een knelpunt met de vijver buitendijks. In voorliggend ontwerp is er van uit gegaan dat de vijver deels gedempt kan worden. 4. Aangenomen is dat de zandkern naar het achterland kan draineren. Deze aanname dient gewaarborgd te worden. 5. Daar waar de locatie van de nieuwe kering afwijkt van het oude dijklichaam dient de oude dijk verwijderd te worden. 6. Zowel binnendijks als buitendijks dienen bomen en beplanting verwijderd te worden. Op het voorland kunnen buiten de zone vrij van beplanting breedwortelende bomen worden geplant.
5. Risico's Risico's en beperkingen bij aannames en uitkomsten berekeningen: 1. Locatie van de Oostrumsche beek en vijver zijn bij benadering ingeschat. De interactie tussen het ontwerp van de dijk en deze objecten verdient daarom in de vervolgfases aandacht. 2. De aansluiting tussen de groene kering en de harde kering aan de westzijde van het dijkvak is niet in detail ontworpen. Mogelijk is het aangegeven ruimtebeslag ontoereikend voor het realiseren van de aansluiting.
6. Bijlagen 1. Resultaten toetsing macrostabiliteit.

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B2.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,21 > 1,20$)

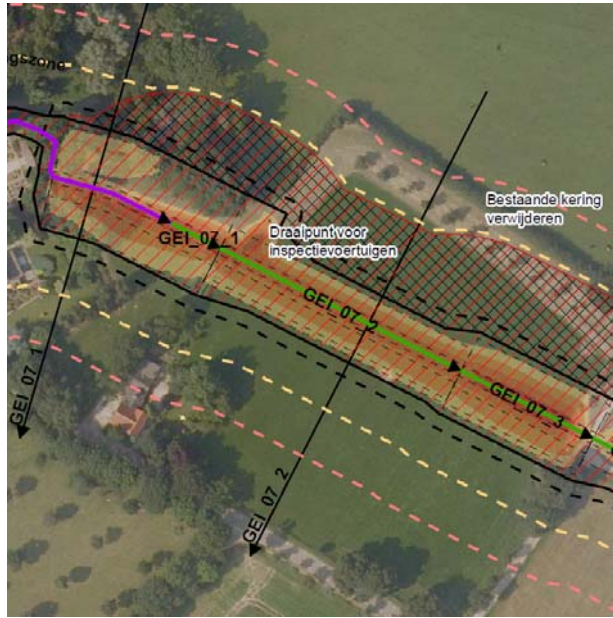


Figuur B2.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,16 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak	GEI_07_2/3
	Dijkpalen	61.069 – 61.070

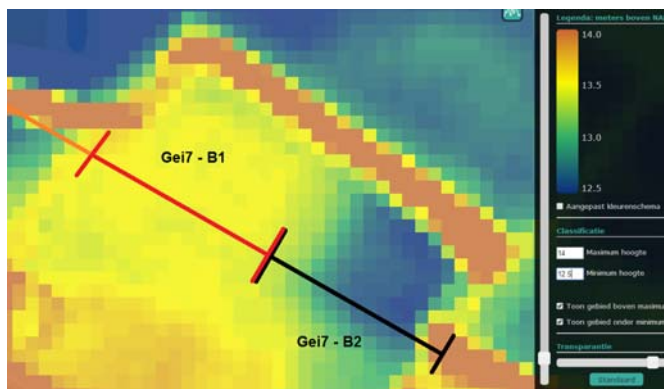
1. Dijkvak

Dijkvak GEI_07 is onderverdeeld in drie delen, namelijk GEI_07_1, GEI_07_2 en GEI_07_3. Deze onderverdeling is in figuur 1 weergegeven. Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_07_2 en GEI_07_3. Voor GEI_07_1 is een apart factsheet opgesteld (zie GEI_07_1). Het tracé ligt zuidelijk van de bestaande kering.



Figuur 1: Locatie dijkvak GEI_07

Voor dijkvak GEI_07_2/3 worden twee subvakken beschouwd. De onderverdeling binnen het dijktraject is weergegeven in figuur 2. De indeling is gemaakt naar aanleiding van een verschillend maaiveldniveau. Deze verschillen zijn in onderstaande tabel (tabel 1) weergegeven.



Figuur 2: Maaiveldhoogte o.b.v. www.ahn.nl

Tabel 1: Maaiveldhoogtes secties binnen dijktraject GEI_07_2/3

Maaiveldhoogte	GEI_07_2	GEI_07_3
Binnendijks	NAP + 13,50 m	NAP + 13,00 m
Buitendijks	NAP + 13,50 m	NAP + 12,50 m

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De locatie van het nieuwe dijktraject wijkt af van het huidige verloop van het dijklichaam (zie figuur 1 en 2). De huidige dijk dient verwijderd te worden.
2. De overgangen naar aansluitende dijktrajecten zijn buiten beschouwing gelaten.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject GEI_07B is vastgesteld aan de hand van handboringen HB6 en 7A t/m 7E. Op 10-12-2014 is er door MOS grondmechanica aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Ter plaatse van dijkvak GEI_07_2/3 zijn boringen HB254 t/m HB260 uitgevoerd.

Handboring HB6 is maatgevend beschouwd voor het deelvak GEI_07_2. In deze handboring bevindt zich een kleilaag met een dikte van 1,2 m (van ca. NAP +12,5 m tot NAP +11,3 m). De rest van het profiel bestaat uit zand/grind.

Ter plaatse van GEI_07_3 wordt boring HB255 als maatgevend beschouwd. In deze boring is een kleilaag aanwezig met een dikte van 1,3 meter. De kleilaag start op NAP +12,6 m en eindigt op NAP +11,3 m.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven voor dijkvak GEI_07_2 en voor GEI_07_3.

Tabel 2 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI GEI_07_3 stab. berm 5 m	1,21	Voldoet
2.	STBU GEI_07_2, 1:3 talud	1,11	Voldoet
3.	STBU GEI_07_3, 1:3,5 talud	1,21	Voldoet

Berekening 1 voor stabiliteit binnenwaarts (STBI GEI_07_3) is ook van toepassing op GEI_07_2. Te zien is dat er een stabiliteitsberm nodig is van 5 meter om de binnendijkse stabiliteit te waarborgen. Zonder deze berm voldoet het profiel **niet** op stabiliteit binnenwaarts. Deze stabiliteitsberm is nodig vanwege de aanwezigheid van een kleilaag. Door de aanwezigheid van deze cohesieve laag kan er waterdruk opbouwen waardoor de kleilaag achter de binnenteen kan opbarsten.

GEI_07_2 **voldoet** op stabiliteit buitenwaarts met het standaardprofiel. Ter plaatse van GEI_07_3 is er een flauwer talud van 1:3,5 benodigd om de stabiliteit te waarborgen.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 3: Samenvatting resultaten pipingberekening

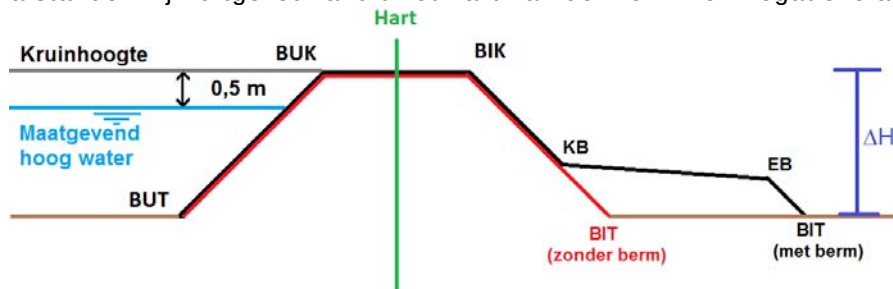
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_07_2	n.v.t.	15,86	13,25	2,61	49
GEI_07_3	n.v.t.	15,86	12,75	3,11	60

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 4: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_07_2			GEI_07_3		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-9,33	13,50	BUT	-14,01	12,50	BUT
-2,25	15,86	BUK	-2,25	15,86	BUK
0	15,86	Hart	0	15,86	Hart
2,25	15,86	BIK	2,25	15,86	BIK
5,10	14,91	KB	6,59	14,41	KB
12,23	14,20	EB	13,73	13,70	EB
14,33	13,50	BIT	15,83	13,00	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Het nieuwe dijklichaam overschrijdt de perceelgrens van twee percelen.
2. Het oude dijklichaam dient verwijderd te worden.
3. Er dient een stabiliteitsberm aangebracht te worden om de binnenwaartse stabiliteit te waarborgen. Deze stabiliteitsberm heeft een lengte van 5 meter.
4. De agrarische ontsluiting dient aangepast te worden
5. Om de buitendijkse stabiliteit te waarborgen is er ter plaatse van GEI_07_3 een talud nodig van **1:3,5**. Ter plaatse van GEI_07_2 voldoet het standaardprofiel op buitenwaartse stabiliteit.
6. Wellicht is een optimalisatie mogelijk door het binnendijks maaiveld integraal op te hogen naar NAP +13,5 m. In voorliggend ontwerp is dit niet meegenomen.

5. Risico's

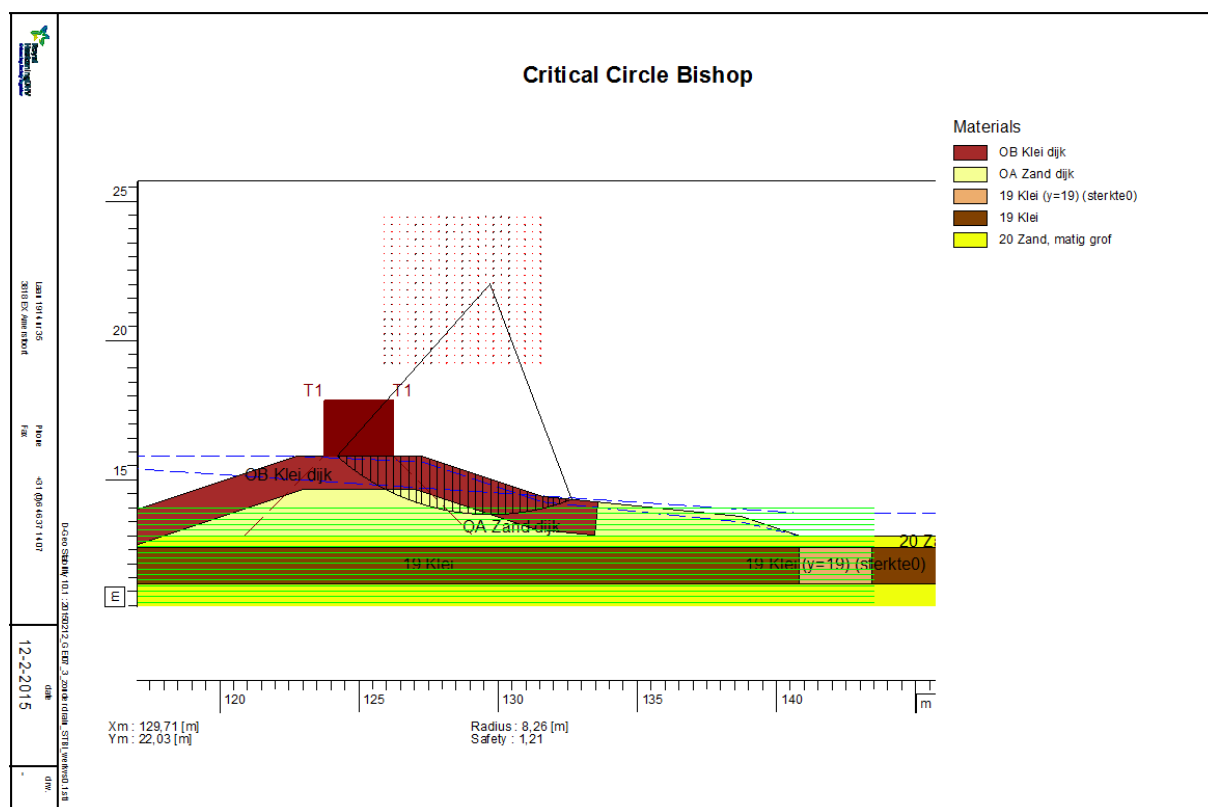
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er zijn geen voor dit dijkvak specifieke risico's gedefinieerd

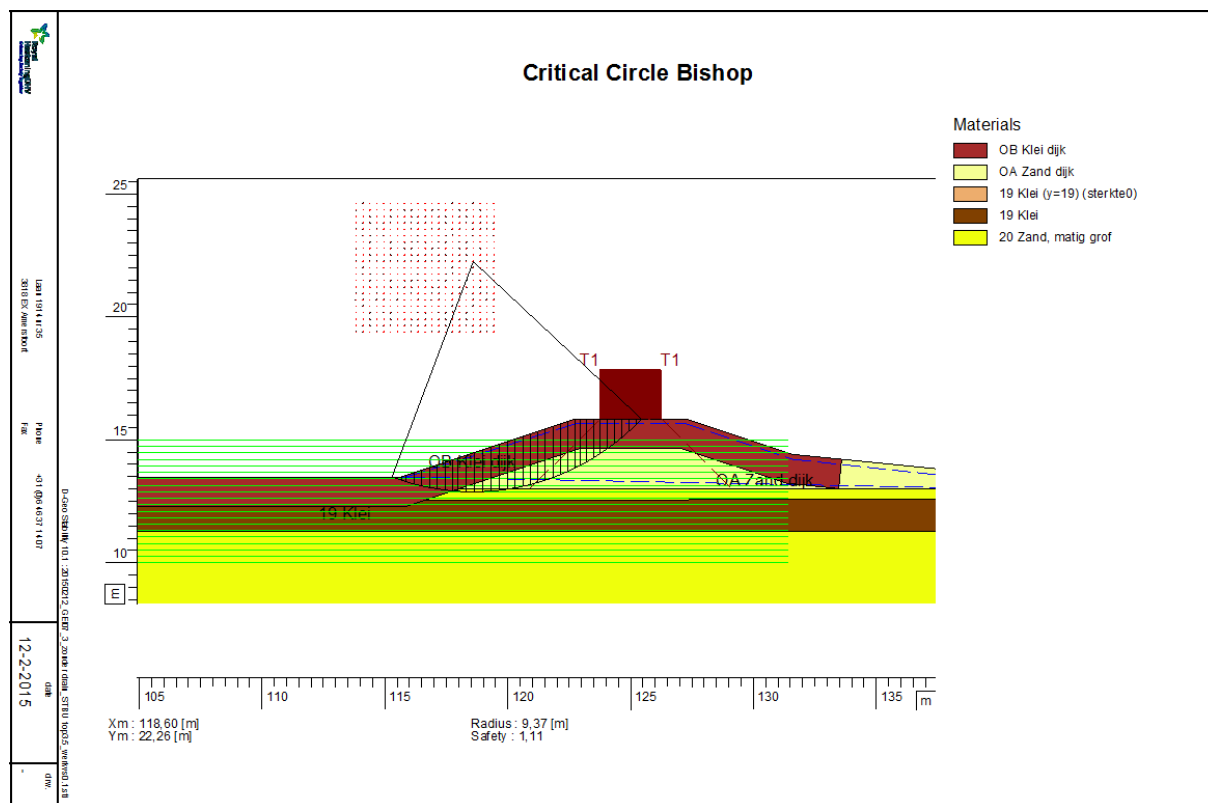
6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit.

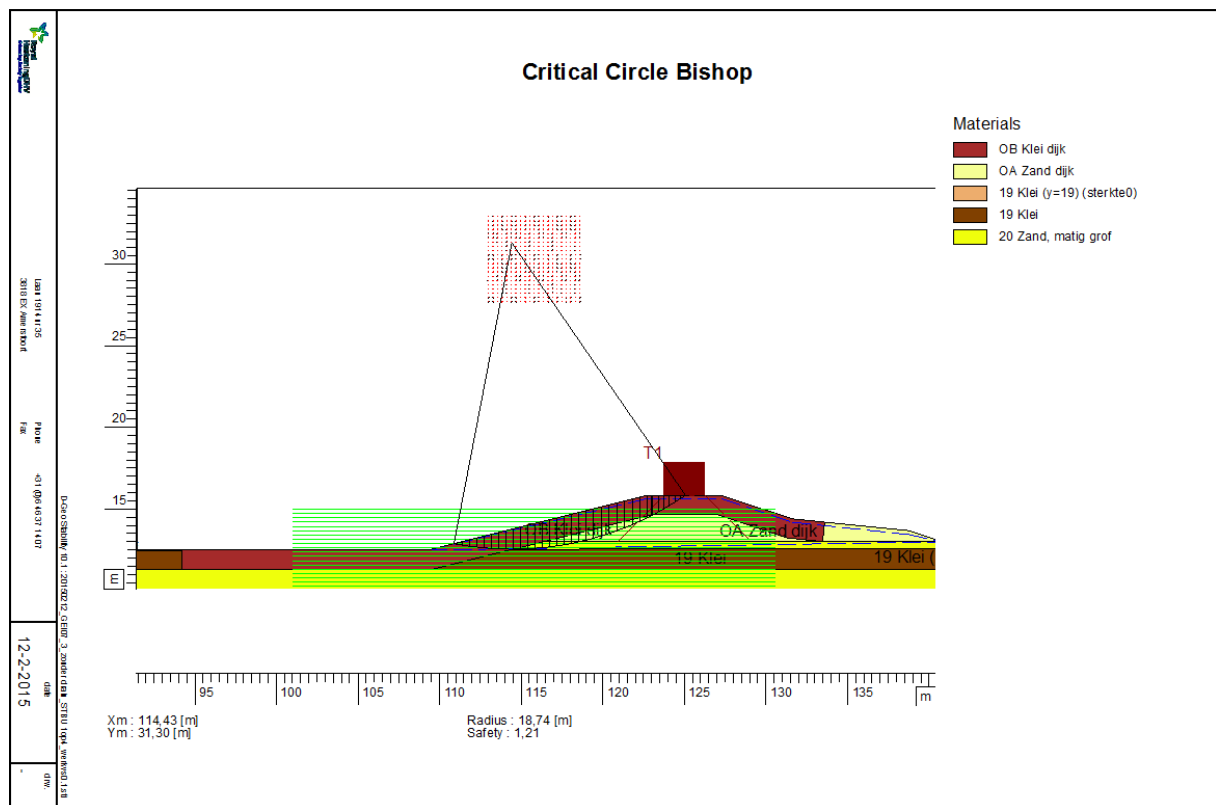
Bijlage 1: Resultaat toetsing maatgevend profiel Gei7-B2 macrostabiliteit



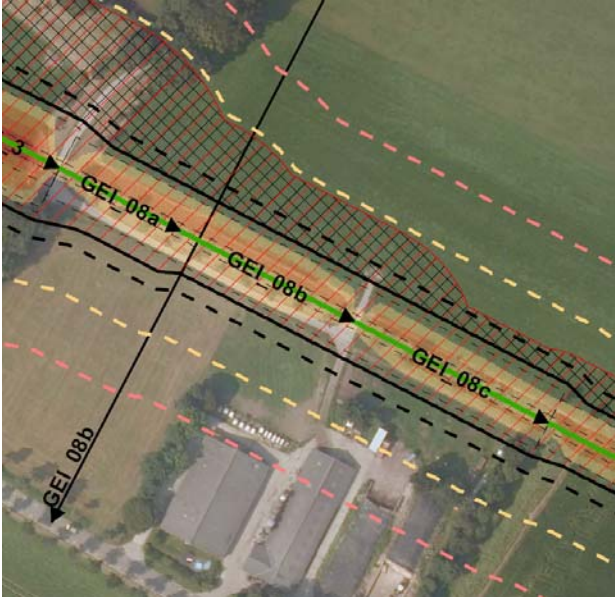
Figuur B1.1 GEI_07_2 en 3 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,21 > 1,20$)



Figuur B1.2 GEI_07_2 Buitenwaartse macrostabiliteit 1:3 ($SF=1,11 > 1,11$)



Figuur B1.3 GEI_07_3 Buitenwaartse macrostabiliteit 1:3,5 (SF=1,21>1,11)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken		Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Geijsteren		Dijkvak	GEI_08
		Dijkpalen	61.067 - 61.068
1. Dijkvak			
Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_08. De dijk blijft hier op zijn huidige locatie liggen. De dijk ligt parallel aan de Wanssumseweg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.			
			
Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak GEI_08			
2. Uitgangspunten			
2.1. Algemeen			
1. Bomenrij t.p.v. binnenteen huidige dijk worden verwijderd. 2. Rivierwaterstand en stijghoogte watervoerend pakket bij val na hoog water: NAP +12,9 m (=BUT). 3. Grondwaterstand in zandkern bij val na hoog water NAP +14,0 m (tussenpotentiaal voor STBU som, indien van toepassing). 4. Uitgegaan is van een maaiveldniveau van het voorland van NAP +12,9 m. Voor het achterland is uitgegaan van een maatgevend (laagste) niveau van NAP +13,5 m. 5. Ter plaatse van subvak GEI_08a kruist een buisleiding met gevaarlijke inhoud van N.V. Nederlandse Gasunie het dijkvak. Ter plaatse van deze kruising dienen maatregelen in de vorm van een vervangende waterkering getroffen te worden om het waterkerend vermogen van de kering te allen tijde te behouden.			
2.2. Bodembeschrijving			
Het ondergrondmodel voor dit deeltraject is vastgesteld op basis van HB7 en HB8A t/m E. Het profiel bestaat uit een zandige deklaag (fijn tot matig fijn zand) op matig grof zand. Ook de bestaande dijk is opgebouwd uit fijn tot matig fijn zand.			
3. Ontwerpberekeningen			
3.1. Macrostabieliteit			
Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven. Gezien de bodemopbouw (zand, geen cohesieve lagen) wordt uitgegaan van het standaardprofiel.			

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI standaard-profiel	1,22	Voldoet
2.	STBU basis	1,20	Voldoet

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

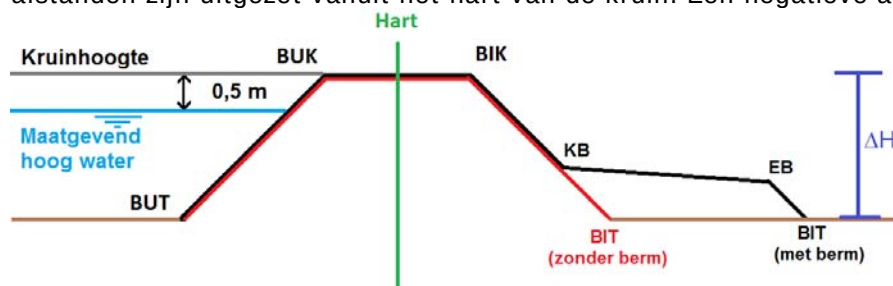
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_08	a	15,86	13,25	2,61	49
GEI_08	b	15,86	13,50	2,36	44
GEI_08	c	15,86	14,00	1,86	33

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_08		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-11,13	12,9	BUT
-2,25	15,86	BUK
0	15,86	Hart
2,25	15,86	BIK
9,33	13,5	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Smalle waterpartij t.p.v. buitenteen huidige dijk wordt opgevuld met zand.
2. Ter hoogte van de aansluiting met GEI_07 is een kruising met een landbouwweg, het huidige wegpeil ligt tot ca. 0,5 m onder kruinhoogte nieuwe dijk, de landbouwweg zal dus opgehoogd moeten worden.
3. Ter plaatse van subvak GEI_08a kruist een buisleiding met gevaarlijke inhoud van N.V. Nederlandse Gasunie het dijkvak. Ter plaatse van deze kruising is extra ruimte beschikbaar gesteld voor de realisatie van een vervangende waterkering conform NEN3650 series en NEN3651. Hierbij is uitgegaan van een bredere kruin (6 m in plaats van 4,5 m) en een hogere kruinhoogte (NAP +16,06 m in plaats van NAP +15,86 m).

De hogere kruinhoogte is nodig zodat de vervangende waterkering tot het vereiste niveau van NAP+15,86 m kan worden aangelegd en hierboven nog enige dekking is tot maaiveld. Laatste eis is gesteld vanuit beheer en onderhoud. Het vergrote ruimtebeslag is aangehouden over een totale lengte van 25 m (12,5 m aan weerszijden van de leiding). Het extra ruimtebeslag in breedte- richting, te weten 2,7 m (als gevolg van de bredere kruin en grotere hoogte) is uitgezet aan binnendijkse zijde. De damwand zal in de kruin van de dijk worden gerealiseerd zodat de vervangende waterkering duidelijk zichtbaar is in het veld.

4. Ter plaatse van GEI_08 deelvak a is er binnendijks een maaiveldhoogte aangenomen van NAP +13,25 m. In vervolgfases kan de invloed van het ophoging van het binnendijks maaiveld worden beschouwd. Waarschijnlijk zal deze invloed minimaal zijn door de grote voorlandverbetering ter plaatse van GEI_07. Een integrale ophoging (in combinatie met GEI_07 lijkt dan eerder voor de hand te liggen).

5. Risico's

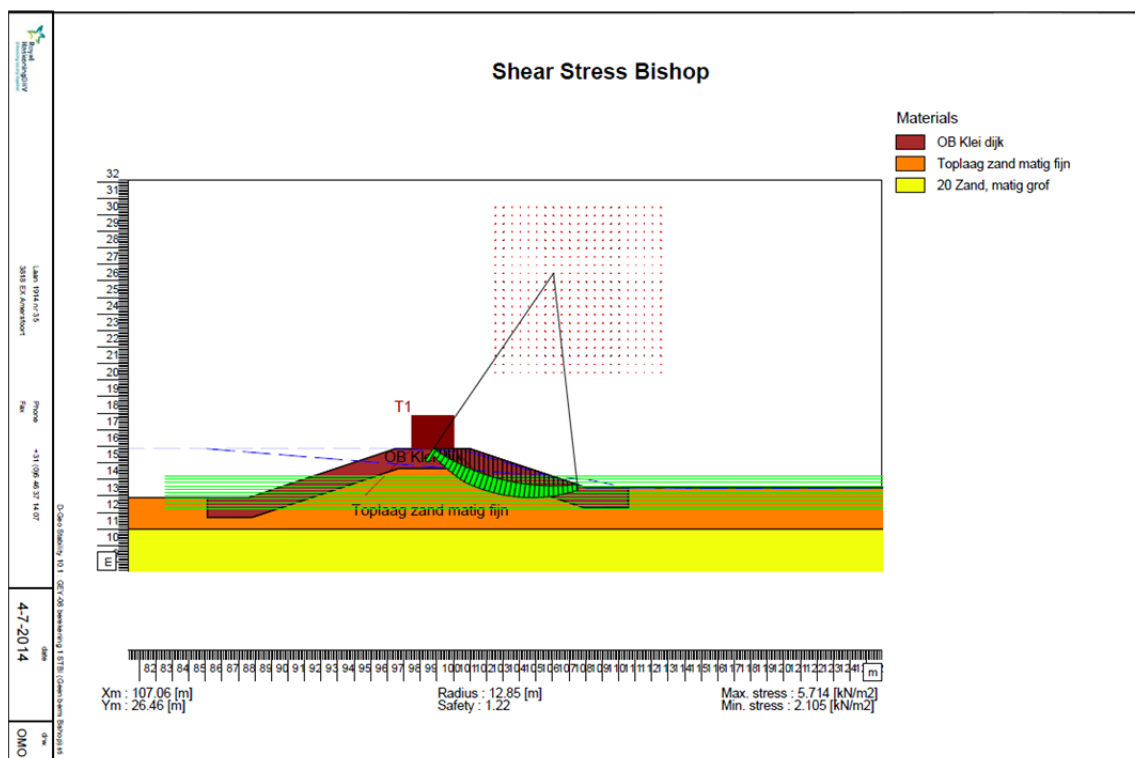
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Stijghoogte in kern dijk bij val na hoog water ingeschat. Mogelijk zijn aanvullende maatregelen nodig om drainage van de kern te waarborgen.
2. De interactie tussen dijk en leiding is niet onderzocht. De invloed van de dijkversterking (verhoging en verbreding) op de leiding zijn niet onderzocht. Zeer waarschijnlijk dient de leiding tijdelijk buiten gebruik te worden gesteld om de vervangende waterkering te kunnen maken.

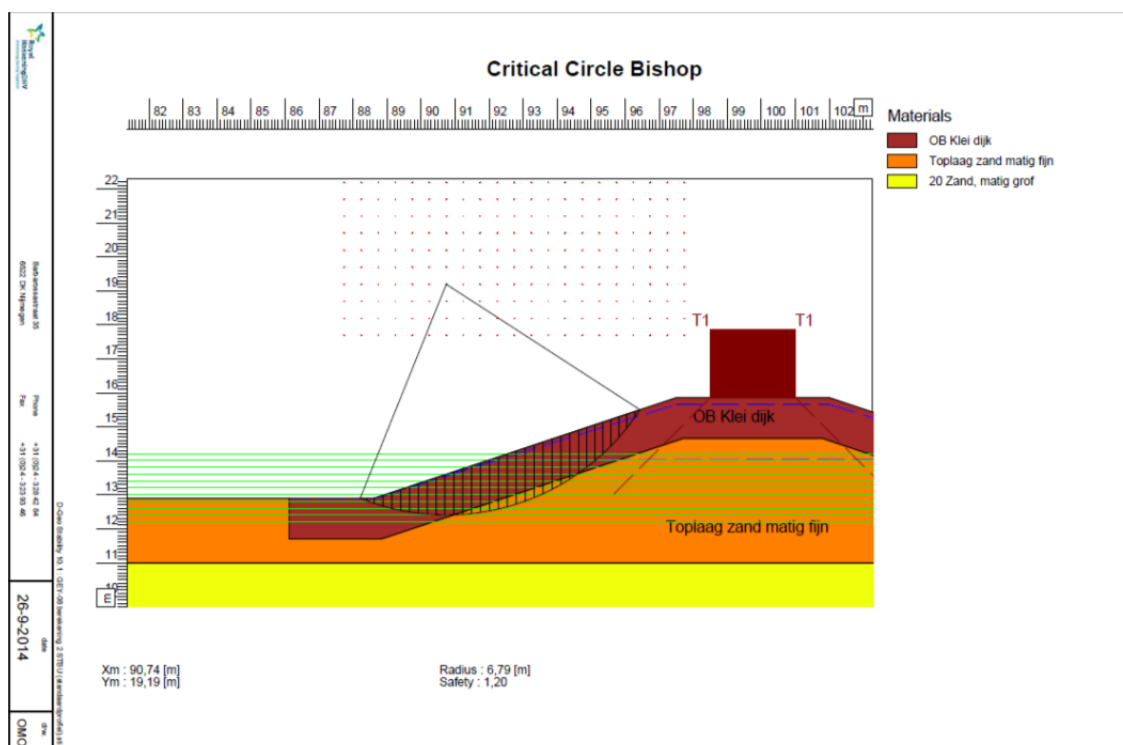
6. Bijlagen

1. Uitvoer D-Geostability (STBI en STBU)

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit (SF=1,22>1,20)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit (SF=1,20>1,11)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken		Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak	GEI_09	
	Dijkpalen	61.066 tot 61.063	

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_09. De ligging van het dijktracé is in onderstaande figuur weergegeven. Op dit deel wordt het tracé van de kering verlegd (ten opzichte van het huidige dijktracé) om ruimte te maken voor binnendijkse uitbreidingsplannen. De kering loopt in de nieuwe situatie schuin naar de Wanssumseweg.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak GEI_09

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De bestaande dijk loopt van het einde van dijkvak GEI_08 rechtstreeks naar de Wanssumseweg, dit deel dient te worden verwijderd.
2. In de nieuwe situatie staan er in het invloedsgebied van de waterkering geen bomen.
3. Aan de zuidzijde van de Wanssumseweg staan bomen. Uitgangspunt is dat deze bomen dusdanig ver uit de as van de Wanssumseweg worden geplaatst dat deze geen invloed kunnen hebben op het profiel GEI_09. Voor de oplossing t.p.v. de Wanssumseweg, zie sectie GEI_10.
4. Aansluiting met GEI_10 (Wanssumseweg, huidig wegpeil ligt tot ca. 0,5 m onder kruinhoogte nieuwe dijk).

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit deeltraject is vastgesteld op basis van HB8 t/m HB11, HB9A t/m E en S1.

Het profiel bestaat uit een zandige deklaag (fijn tot matig fijn zand) op matig grof zand. Het bodemprofiel komt hiermee vrijwel overeen met sectie GEI_08.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Gezien de bodemopbouw (zand, geen cohesieve lagen) wordt uitgegaan van het standaardprofiel.

Gezien de geringe verschillen met GEI_08 zijn voor GEI_09 geen aparte stabiliteitsberekeningen uitgevoerd.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI basis	- ¹⁾	Voldoet
2.	STBU basis	- ²⁾	Voldoet

Toelichting bij de tabel:

¹⁾ : Zie GEI_08.

²⁾ : Zie GEI_08.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

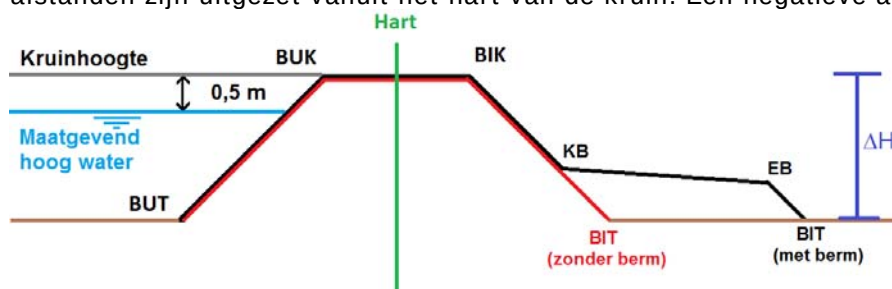
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_09	a	15,86	14,00	1,86	33
GEI_09	b	15,86	14,25	1,61	27

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_09		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-8,43	13,8	BUT
-2,25	15,86	BUK
0	15,86	Hart
2,25	15,86	BIK
7,53	14,1	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De aansluiting op de Wanssumseweg is niet nader ontworpen. Dit is een aandachtspunt voor de vervolgfases.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Het grondonderzoek is gelegen in de nabijheid van het nieuwe tracé, maar niet exact ter plaatse van het tracé. Dit is een risico. Als het grondonderzoek een ander beeld geeft dan nu aangenomen kan de ruimtereservering voor het PIP onvoldoende zijn.

6. Bijlagen

Er zijn geen bijlagen aanwezig

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Geijsteren	Dijkvak	GEI_10
	Dijkpalen	61.058 – 61.063

Aanpassing 01

- Wat is aangepast: Er is voor gekozen om alternatief 2, zoals hieronder verwoord, mee te nemen in het ontwerp. Concreet betekent dit dat de groene waterkering ter hoogte van dijkvakken GEI_10a, b en c buitendijks van de Wanssumseweg komt te liggen. Ter hoogte van dijkvak GEI_10d blijft het oorspronkelijke ontwerp wel van kracht, omdat hier buitendijks bebouwing is gelegen.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: Het dijklichaam is uitgezet ten opzichte van de perceelgrens aan de noordzijde van de Wanssumseweg (rand weg). Ter hoogte van de perceelgrens ligt het maaiveld op ca. NAP +14,8 m. De hartlijn van de groene waterkering is ten opzichte van de perceelgrens ca. 8,4 m in noordelijke richting uitgezet. Het laagst gevonden buitendijkse maaiveld bedraagt ca. NAP +14,2 m. De kruinhoogte ter hoogte van dijkvak GEI_10c bedraagt NAP +16,01 m. Zodoende bedraagt het benodigde ruimtebeslag voor de groene kering ca. 18,5 m. Ter hoogte van dijkvak GEI_10a is de benodigde kruinhoogte iets lager, te weten NAP + 15,86 m, waardoor het benodigde ruimtebeslag ca 0,9 m minder bedraagt.
Ter hoogte van de overgang naar dijkvak GEI_10d is extra ruimte gereserveerd omdat de weg hier van ca. NAP +15,2 (t.h.v. dijkvak GEI_10c) stijgt naar NAP +16,01 m (t.h.v. dijkvak GEI_10d). Uitgaande van een hellingshoek van 1:30 is ca. 25 m ruimte gereserveerd om het hoogteverschil te kunnen overbruggen.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: De aanpassing is doorgevoerd op verzoek van het landgoed Geijsteren om zoveel mogelijk laanbeplanting van het landgoed te kunnen behouden.

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de aangepaste pipingberekening weergegeven.

Tabel A01: Samenvatting resultaten aangepaste pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_10	a	15,86	14,8	1,11	17
GEI_10	c	16,01	14,8	1,21	19

Dijkvak GEI_10b is vervallen omdat de maaiveldverschillen aan de zuidzijde van de Wanssumseweg in het aangepaste ontwerp niet meer maatgevend zijn voor de benodigde kwelweglengte. Voor dijkvak GEI_10c is nog wel geverifieerd dat dit ook daadwerkelijk het geval is. Uit de analyse blijkt dat de lager gelegen maaiveldniveau's (ca. NAP +14,25 m t.h.v. GEI_10c) ver genoeg van de dijk afliggen opdat deze niet maatgevend zijn. De analyse voor dijkvak GEI_10d blijft ongewijzigd (zie tabel 3).

De benodigde kwelweglengte is kleiner dan het gereserveerde ruimtebeslag voor de groene kering. In de situatietekeningen is daarom geen voorlandverbetering opgenomen.

Het dijkontwerp is als volgt aangepast:

Tabel A02: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende aangepaste dijkontwerp.

GEI_10a			GEI_10c		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7,23	14,2	BUT	-7,68	14,2	BUT
-2,25	15,86	BUK	-2,25	16,01	BUK
0	15,86	Hart	0	16,01	Hart
2,25	15,86	BIK	2,25	16,01	BIK
5,43	14,8	BIT	5,88	14,8	BIT

Aandachtspunten voor deze oplossing zijn:

1. Afwatering van de Wanssumseweg. De Wanssumseweg is nu aangelegd met een dakprofiel waardoor het water aan twee kanten kan afvloeien. Door het realiseren van de groene kering aan de noordzijde van de weg zal dit de afwateringsmogelijkheden aan deze zijde beperken. Eventueel dient het asphalt van de Wanssumseweg op één oor gelegd te worden zodat afwatering in alle gevallen naar de zuidzijde van de weg plaatsvindt. De afwatering dient in de vervolgfases van het project nader uitgewerkt te worden.
2. Dit alternatief is naar verwachting gunstiger voor eventueel behoud van de aanwezige kabels en leidingen. Desalniettemin zullen deze conform de geldende normeringen (NEN3650 en NEN3651 series) moeten worden getoetst/ontworpen en indien nodig zijn aanpassingen c.q. verleggingen noodzakelijk. Dit dient in de vervolgfases van het project nader uitgewerkt te worden. Zie ook de ontwerp specifieke aspecten ten aanzien van dit punt in paragraaf 4.2 van voorliggend factsheet.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_10. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.

Voor dijkvak GEI_10 zijn nog verschillende varianten onderzocht. Deze staan in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 1: Varianten ter plaatse van dijkvak GEI_10.

Variant	Voordelen	Nadelen
Basisvariant – Wanssumseweg komt op de kering te liggen, daarbij blijft de Wanssumseweg op dezelfde locatie liggen als waar de weg nu ligt	• Na het verwijderen van de bomen kunnen deze weer naast de weg worden herplant zoals weergegeven in bijlage 1. • Er hoeft relatief weinig grond aangekocht te worden. • De invloed op de omgeving is bij deze variant het minst groot.	• De bomen dienen te worden verwijderd. • De weg dient opnieuw aangelegd te worden op de kruin van de waterkering. Dit maakt de variant kostbaar. • De aansluiting van het perceel op de verhoogde weg is aan aandachtspunt. • Kabels en leidingen dienen te worden verlegd
Alternatief 1 – Kering binnendijs van de Wanssumseweg plaatsen.	• Bestaande bomenlaan kan op de huidige plaats blijven. • De weg hoeft niet opnieuw ingericht te worden.	• De kabels en leidingen komen buitendijs te liggen. • Ter plaatse van de overgang naar dijkvak GEI_09 steekt de waterkering de weg over. Hierdoor dient de weg opnieuw te worden ingericht en is een grote drempel benodigd. • Ter plaatse van de overgang naar GEI_11 sluit de waterkering weer aan op de Wanssumseweg waardoor er meerdere drempels ontstaan. • Evacuatieroute mogelijk in het geding door het overstroom van de Wanssumseweg. • Er dient meer land aangekocht te worden dan wanneer de waterkering op de locatie van de weg komt te liggen.
Alternatief 2 – Kering buitendijs van de Wanssumseweg plaatsen.	• Bestaande bomenlaan kan deels behouden blijven. • De weg hoeft niet opnieuw ingericht te worden.	• De waterkering kan maar over een beperkt deel buitendijs worden geplaatst door de aanwezigheid van een perceel. • Er dient meer land aangekocht te worden dan wanneer de waterkering op de locatie van de weg komt te liggen. • Naar verwachting dienen kabels en leidingen deels verlegd te worden.
Alternatief 3 – Hoge gronden binnendijs opzoeken.	• Bestaande bomenlaan kan behouden blijven. • De weg hoeft niet opnieuw ingericht te worden.	• Meer huizen komen buitendijs te liggen. • De kabels en leidingen komen buitendijs te liggen. • Evacuatieroute mogelijk in het geding door het overstroom van de Wanssumseweg. • Er dient meer land aangekocht te worden dan in alle vorige varianten.

De basisvariant is uitgewerkt voor het PIP. Alternatief 1 en 2 zijn weergegeven in bijlage 2. Alternatief 3 is voorsnog niet verder uitgewerkt.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak GEI_10 (basisvariant)



Figuur 2: Impressie Wanssumseweg (huidige kering) met bomenlaan binnendijks (bron: globespotter)

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

3. Het aanzicht van de Wanssumseweg moet een laan met bomen blijven, bomen gesitueerd aan binnendijkse zijde (overeenkomstig huidige situatie).
4. Significante buitendijkse versterking is niet wenselijk in verband met 'ruimte voor de rivier'.
5. Kruinhoogte: NAP +15,86 m en NAP +16,01 m, in voorliggend factsheet is verder gewerkt met de hoogste waarde (NAP+16,01 m), in GIS is hier wel onderscheidt in gemaakt.
6. Aangehouden kruinbreedte t.b.v. de weg bedraagt 8,5 m, bestaande uit 5,5 m rijweg, 2x0,75m harde berm (totaal 7 m asfalt) en 2x0,75 m zachte berm.
7. Er is uitgegaan van een ontgrondingskuil van 1 m diep en 2 m uit hart boom.
8. Voor de basisvariant is een oplossing uitgewerkt zonder (kruin/weg op NAP+16,01m) en met rekening te houden met een profiel van vrije ruimte van 1,0 m (kruin/weg op NAP+17,01m).

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject GEI_10 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB12 t/m 18 en sonderingen S2 en S3. Het profiel bestaat enkel uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 2 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI).	-	Voldoet
2.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	-	Voldoet

Toelichting bij de tabel: In verband met de beperkte kerende hoogte en zandige ondergrond voldoet de stabiliteit, er zijn geen berekeningen uitgevoerd. Verwezen wordt naar de berekeningen van GEI-08

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 3: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_10	a	15,86	14,75	1,11	17
GEI_10	b	16,01	14,75	1,26	20
GEI_10	c	16,01	14,25	1,76	30
GEI_10	d	16,01	14,50	1,51	25

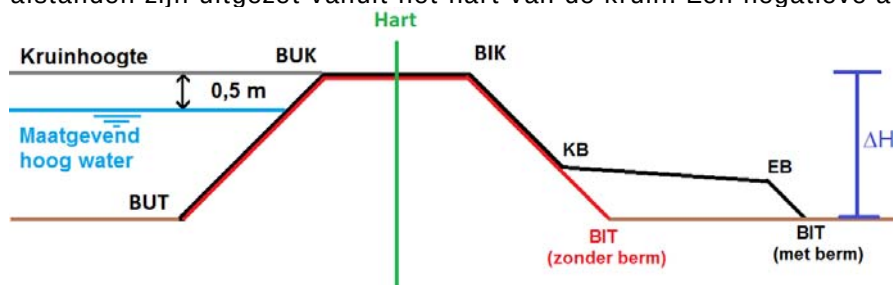
In bovenstaande tabel is voor dijkvak BLI_10 sub-segment c en voor BLI_10 sub-segment d een maaiveldhoogte aangegeven die lager is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de stabiliteitsberekening. De in de tabel aangegeven maaiveldhoogte hoort bij een lokale laagte. Deze laagte bevindt zich op een dermate grote afstand van de binnenteen van de dijk dat is aangenomen dat deze laagte geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit. In de stabiliteitsberekening is dus gerekend met een hogere maaiveldhoogte aan binnendijkse zijde.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 4: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_10		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7,5	14,9	BUT
-4,25	16,01	BUK
0	16,01	Hart
4,25	16,01	BIK
11,25	16,01	EB
14,1	14,6	BIT

Er is gekozen voor het profiel zonder rekening te houden met een profiel van vrije ruimte.

Beide oplossingen zijn weergegeven in bijlage 1.

Bij de oplossing zonder PVVR (kruin/weg op NAP+16,01m) geldt: Bomen op terp (herplant) binnendijs van kering/weg op ca. 6 m uit rand verharding.

Bij de oplossing met PVVR (kruin/weg op NAP+17,01m) geldt: Bomen op terp (herplant) binnendijs van kering/weg op ca. 9 m uit rand verharding.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

Basisvariant:

Bij de basisvariant kunnen de bestaande bomen langs de Wanssumseweg niet behouden blijven. Deze worden na ophoging weg/dijkprofiel herplant op een terp binnendijs van de weg. Door de bomen op een terp te plaatsen kan de afstand tussen weg/kering en bomen worden beperkt, zodat het beeld van 'laan met bomen' behouden kan blijven. De erosiebestendige kleibekleding van het dijklichaam loopt onder deze boomterp door. Zie dwarsprofiel in bijlage 1.

Eisen aan de terp zijn als volgt:

1. De hoogte van de terp waarop de bomen worden herplant mag niet hoger zijn dan de kering i.v.m. overstroombaarheid.
2. De terp moet bestaan uit klei materiaal, minimaal zijnde categorie 3.
3. De bovenkant van de erosiebestendige bekleding, die onderdeel uitmaakt van de kering en onder de terp doorloopt moet op voldoende diepte worden aangebracht, zodat negatieve beïnvloeding door de bomen kan worden uitgesloten (minimaal > 1,0 m afhankelijk van type beplanting).

Verder geldt voor de basisvariant:

1. De aansluiting tussen kleibekleding en asphalt, c.q. wegfundering dient nader te worden gedetailleerd teneinde risico op erosie zoveel mogelijk te beperken. Een goede aansluiting tussen kleibekleding op de taluds en rand verharding/wegfundering is noodzakelijk. Tevens dient de kleibekleding (met een minimale dikte van 1,0 m) onder het cunet van de Wanssumseweg door te lopen. De onderkant van het cunet mag daarbij niet lager liggen dan MHW. Dit ontwerp verdient aandacht in de vervolgfases van het project.
2. Noodzaak tot verleggen van kabels en leidingen, afstemming met eigenaren/beheerders k&l is vereist.

Potentiele locaties voor kabels en leidingen voor de basisvariant zijn:

1. K&L verplaatsen buiten de buitenbeschermingszone (voorkeur beheerder WPM);
2. K&L in kering positioneren of net naast kering in extra terpje: dit kan alleen als het ontwerp van de K&L voldoet aan NEN3650 en NEN3651 series.
3. Indien K&L ontwerp niet voldoet aan NEN3650 en NEN3651 series en rekening gehouden moet worden met een erosiekuil, dan leidingen evt. in koker of U-bak plaatsen net naast kering.
4. Kruisingen bij voorkeur uit te voeren als horizontaal gestuurde boring. (conform ontwerp NEN3650 en NEN3651 series). Kruisingen conform beleid en in overleg met

WPM uitvoeren.

Alternatief 1 en 2:

Potentiele locatie en benodigd ruimtebeslag voor alternatief 1 en 2 is weergegeven in bijlage 2.

5. Risico's

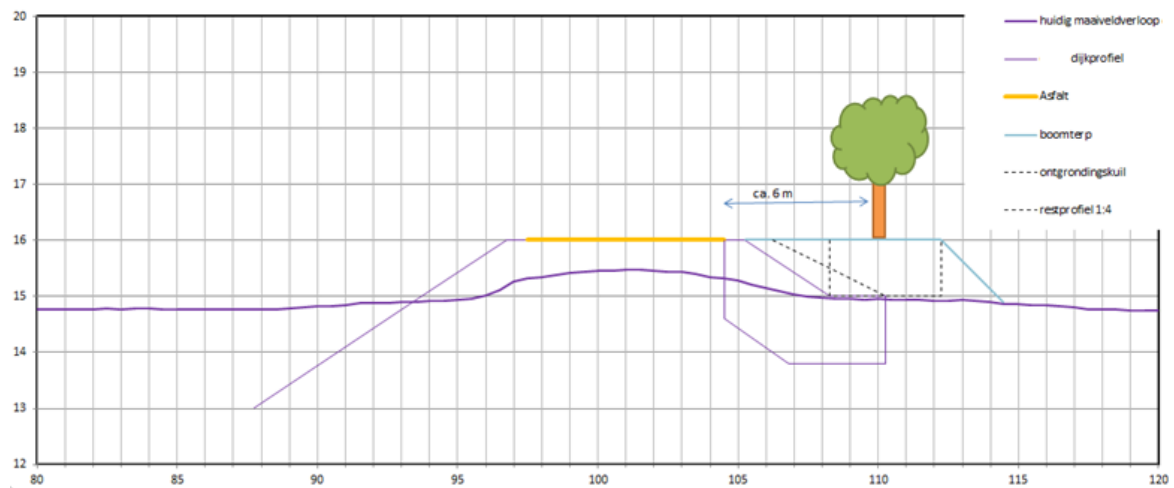
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Erosiebestendige kleibekleding loopt door onder boomterp, waardoor geen gras kan worden ingezaaid. Dit beïnvloedt de erosiebestendigheid van de dijkbekleding

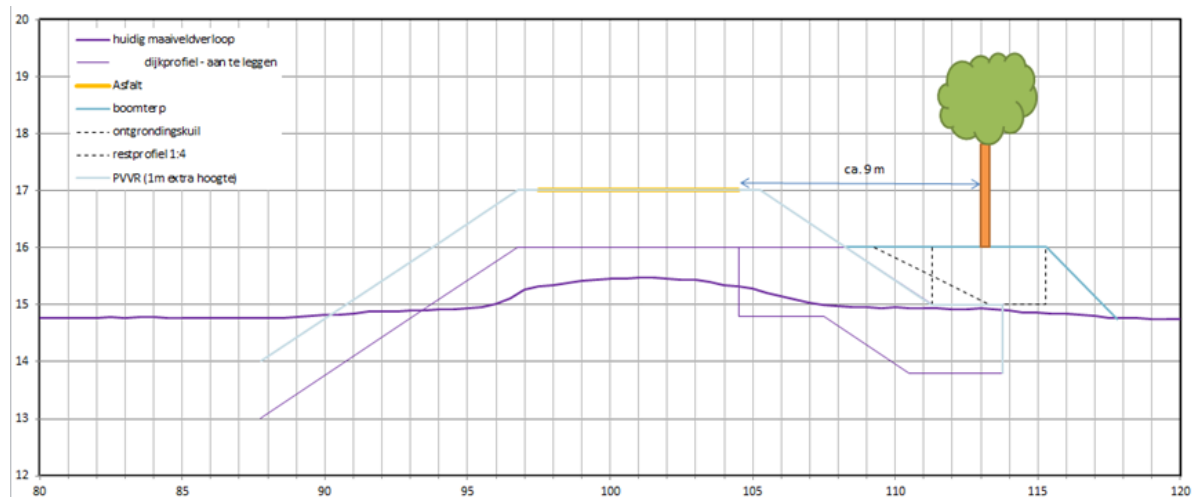
6. Bijlagen

1. Dwarsprofielen oplossing basisvariant.
2. Potentiele locatie en benodigd ruimtebeslag voor alternatief 1 en 2.

Bijlage 1: dwarsprofielen oplossing basisvariant (zonder en met PVVR)

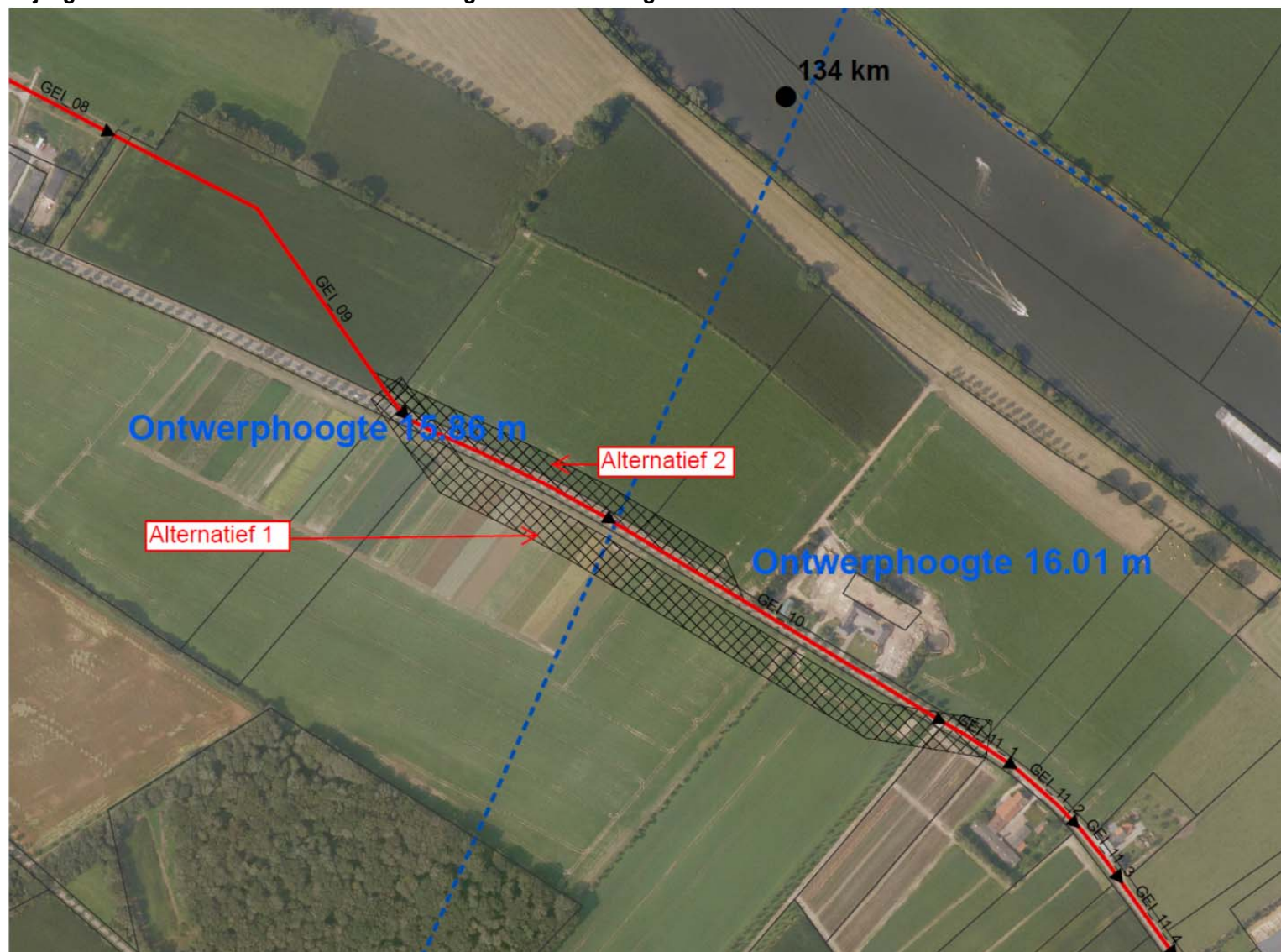


Figuur B1.1 Basisvariant met bomenlaan binnendijks zonder rekening te houden met een PVVR



Figuur B1.2 Basisvariant met bomenlaan binnendijks rekening houdend met PVVR

Bijlage 2: Potentiele locatie en benodigd ruimtebeslag voor alternatief 1 en 2



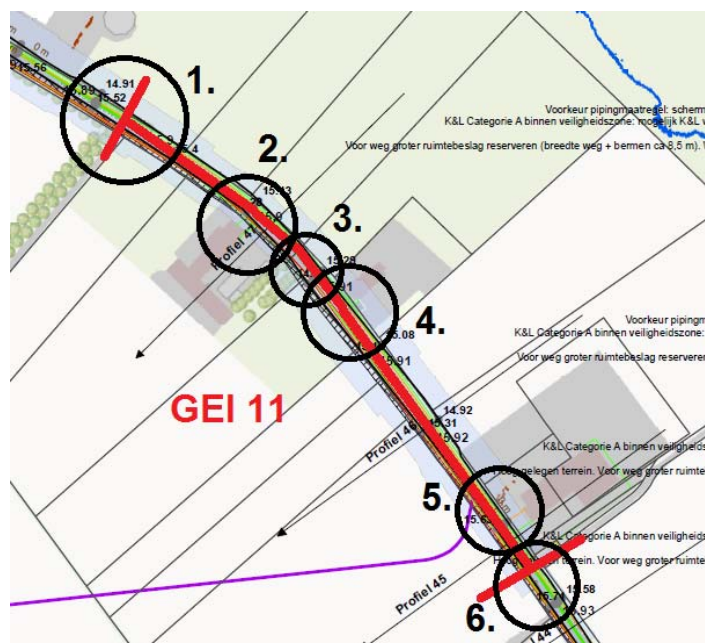
Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: Geijsteren	Datum: 12-03-2015	
	Dijkvak	GEI_11
	Dijkpalen	61.056 - 61.058

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_11. Het dijkvak volgt het tracé van de Geijsterseweg en van de huidige kering. Er is geen alternatieve ligging van het dijkvak onderzocht. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak Gei 11



Figuur 2: Omgevingsaspecten dijktraject GEI_11.



Figuur 3: Impressie van meest zuidelijk perceel (zie no.5 in figuur 2)



Figuur 4: Impressie van de percelen (pand rechts is no. 4 (in figuur 2) en pand links is no. 2 (in figuur 2))

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Het dijkvak sluit in het zuiden aan op de nieuwe uitbreiding van de industriehaven Wanssum. Het maaiveld ter plaatse van de haven zal worden opgehoogd. Rond de haven zal een waterkering worden ontworpen. Deze waterkering (en de overgang van GEI_11 op deze waterkering) is in deze fase nog niet beschouwd.
2. Rond de locatie van de het nieuwe dijklichaam zijn bomen aanwezig. Binnen een zone van 5,5 m van de ingreep van de nieuwe kering dienen bomen en beplanting verwijderd te worden.
3. De nieuwe waterkering komt op de locatie van de huidige weg 'de Geijsterseweg' te liggen. Om de huidige weg terug te kunnen plaatsen op de nieuwe waterkering is er een kruin met een breedte van 8,5 m benodigd (zie factsheet GEI_10).
4. De overgang naar GEI_10 is buiten beschouwing gelaten.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject GEI_11 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB17 t/m HB21 en sonderingen S04 en S05.

De ondergrond van het profiel bestaat enkel uit zand/grind. Er zijn geen cohesieve lagen te onderscheiden.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Vanwege de geringe kerende hoogte (binnendijks max 1,26 m en buitendijks max 1,41 m) en de aangetroffen bodemopbouw is geconcludeerd dat het standaardprofiel voldoet op stabiliteit en is er geen stabiliteitsberekening gemaakt.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

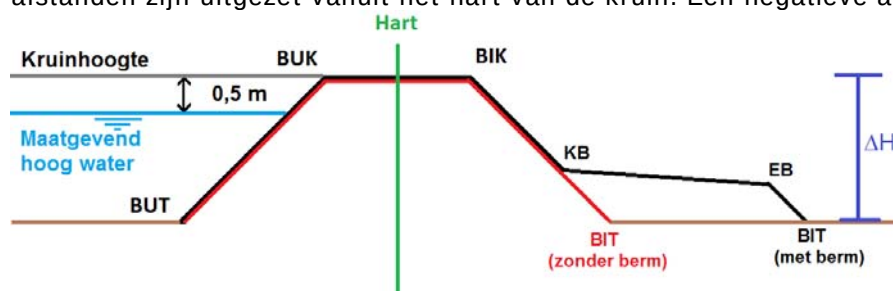
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_11_1	n.v.t.	16,01	14,75	1,26	20
GEI_11_2	n.v.t.	16,01	14,75	1,26	20
GEI_11_3	n.v.t.	16,01	n.b.	n.b.	-
GEI_11_4	n.v.t.	16,01	n.b.	n.b.	-

Het tekort aan kwelweglengte wordt ter hoogte van dijkvak GEI_11_1 en GEI_11_2 ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering. Het tekort aan kwelweglengte wordt ter hoogte van dijkvak GEI_11_3 en GEI_11_4 ondervangen door het uitvoeren van een pipingberm. Bij Gei 11_4 is een pipingberm niet strikt noodzakelijk, er is ook ruimte voor een voorlandverbetering. Echter, een pipingberm heeft hier wel de voorkeur om versnippering van maatregelen en daarmee lastige overgangsconstructies te voorkomen. Tussen de overgang van beide oplossingen (voorlandverbetering naar pipingberm) dient voldoende overlap gerealiseerd te worden opdat de benodigde kwelweglengte te allen tijde aanwezig is.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 2), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_11_1			GEI_11_2		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-8,78	14,5	BUT	-8,18	14,7	BUT
-4,25	16,01	BUK	-4,25	16,01	BUK
0	16,01	Hart	0	16,01	Hart
4,25	16,01	BIK	4,25	16,01	BIK
8,48	14,6	BIT	7,58	14,9	BIT

GEI_11_3			GEI_11_4		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-5,48	15,6	BUT	-8,18	14,7	BUT
-4,25	16,01	BUK	-4,25	16,01	BUK
0	16,01	Hart	0	16,01	Hart
4,25	16,01	BIK	4,25	16,01	BIK
6,17	15,37	KB	6,17	15,37	KB
13,02	15,2	EB	13,02	15,2	EB
14,52	14,7	BIT	14,52	14,7	BIT

Toelichting bij de tabel: Kruin Berm en Einde Berm duiden in dit geval op de pipingberm

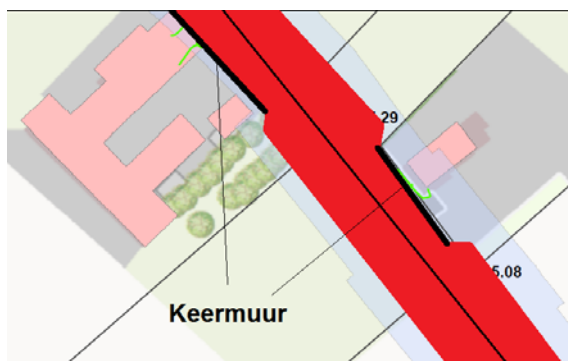
4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Omdat de bebouwing erg dicht op de weg staat en bovendien aan beide zijden van de weg op relatief korte afstand, komt de groene kering dicht tegen huis no2 (figuur 2) aan en is er een conflict met huis no4 (figuur 2).
2. In het ontwerp van de verharding dient rekening gehouden te worden met een verkanting in de weg om het afstromen van water te bevorderen. Door deze verkanting zal er in het midden van de weg een hogere kruinhoogte benodigd zijn.
3. Als de nieuwe waterkering met weg wordt uitgezet vanuit de rand van de perceelsgrenzen past het ontwerp niet, er ontstaat een knelpunt tussen de beide percelen/huizen. Dit is weergegeven in Figuur 5.
4. Mogelijke oplossingen voor bovengenoemd knelpunt zijn:
 - a. Het verleggen van het dijktraject. Hierdoor komt er een bocht in de weg.
 - b. Het toepassen van een keermuur ter plaatse van de percelen (zie Figuur 6). Meest voor de hand liggend, echter het nadeel bij dit ontwerp is dat er weinig ruimte beschikbaar is voor de toeritten naar de woningen.



Figuur 5: De waterkering uitgezet vanuit de rand van de perceelgrenzen.



Figuur 6: Oplossen van het knelpunt door middel van keermuren

5. Aan de zuidzijde sluit het dijkvak aan op de toekomstige uitbreiding van industriehaven Wanssum. De aansluiting tussen GEI_11 en de zone die als waterkering bestemd is ter hoogte van de havenuitbreiding dient in het uitvoeringsontwerp/volgende fase nader uitgewerkt te worden.
6. Tussen de verschillende pipingmaatregelen dient voldoende overlap gerealiseerd te worden. Hiervoor is slechts beperkte ruimte beschikbaar (zie Figuur 4). In het huidige weglichaam is verkanting aanwezig. Deze verkanting is niet aangebracht in het nieuwe dijkontwerp. Dit is een aandachtspunt voor de volgende fasen en het wegontwerp. De aansluiting tussen kleibekleding en asfalt, c.q. wegfundering dient nader te worden gedetailleerd teneinde risico op erosie zoveel mogelijk te beperken. Een goede aansluiting tussen kleibekleding op de taluds en rand verharding/wegfundering is noodzakelijk. Tevens dient de kleibekleding (met een minimale dikte van 1,0 m) onder het cunet van de Wanssumseweg door te lopen. De onderkant van het cunet mag daarbij niet lager liggen dan MHW. Dit ontwerp verdient aandacht in de vervolgfases van het project.

5. Risico's

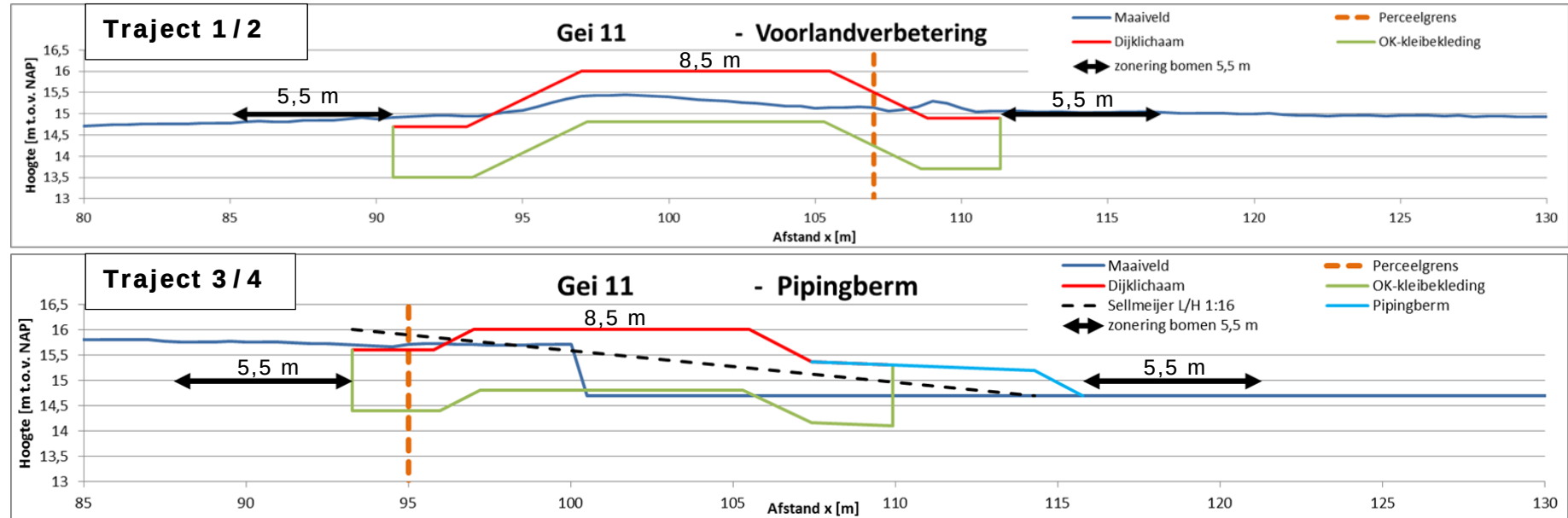
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De aansluiting tussen kleibekleding en asfalt, c.q. wegfundering dient nader te worden gedetailleerd teneinde risico op erosie zoveel mogelijk te beperken.
2. De detailuitwerking ter hoogte van de woningen vormt een risico omdat de beschikbare ruimte beperkt is.

6. Bijlagen

1. Ontwerp dijklichaam en ontwerp pipingberm

Bijlage 1: Ontwerp dijklichaam en ontwerp pipingberm



Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken		Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Geijsteren		Dijkvak	GEI_11
		Dijkpalen	61.056 - 61.058

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak GEI_11. Het dijkvak volgt het tracé van de Geijsterseweg en van de huidige kering. Er is geen alternatieve ligging van het dijkvak onderzocht. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur A01: Situatie waterkering ontwerp 12-03-2015

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Het dijkvak sluit in het zuiden aan op de nieuwe uitbreiding van de industriehaven Wanssum. Het maaiveld ter plaatse van de haven zal worden opgehoogd. Rond de haven zal een waterkering worden ontworpen. Deze waterkering (en de overgang van GEI_11 op deze waterkering) is in deze fase nog niet beschouwd.
2. Rond de locatie van de het nieuwe dijklichaam zijn bomen aanwezig. Binnen een zone van 5,5 m van de ingreep van de nieuwe kering dienen bomen en beplanting verwijderd te worden.
3. De nieuwe waterkering komt op de locatie van de huidige weg 'de Geijsterseweg' te liggen. Om de huidige weg terug te kunnen plaatsen op de nieuwe waterkering is er een kruin met een breedte van 8,5 m benodigd (zie factsheet GEI_10).
4. De overgang naar GEI_10 is buiten beschouwing gelaten.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject GEI_11 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB17 t/m HB21 en sonderingen S04 en S05.

De ondergrond van het profiel bestaat enkel uit zand/grind. Er zijn geen cohesieve lagen te onderscheiden.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Vanwege de geringe kerende hoogte (binnendijks max 1,26 m en buitendijks max 1,41 m) en de aangetroffen bodemopbouw is geconcludeerd dat het standaardprofiel voldoet op stabiliteit en is er geen stabiliteitsberekening gemaakt.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

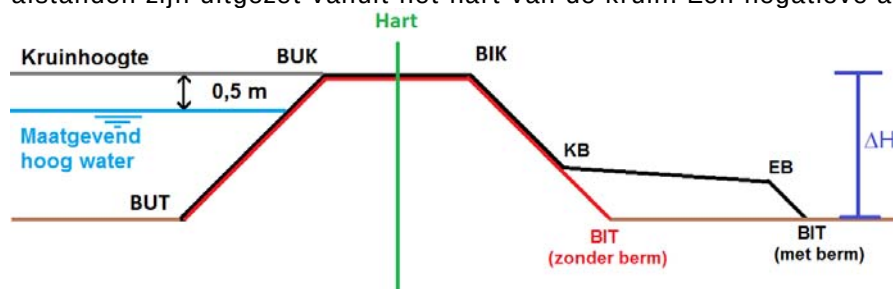
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
GEI_12	n.v.t.	16,01	15,6	0,41	6

De benodigde kwelweglengte is aanwezig. Aanvullende maatregelen zijn niet nodig.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 2), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

GEI_12		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7,3	15,0	BUT
-4,25	16,01	BUK
0	16,01	Hart
4,25	16,01	BIK
5,50	15,6	BIT

Het ruimtebeslag van de kering t.h.v. GEI_12 is zodoende: 17,8 m (7,3 + 5,5 + 2 x 2,5 m). NB: 2,5 m strook aan de binnenzijde is hier wel wat overdreven omdat het maaiveld bijna op kruinniveau ligt.

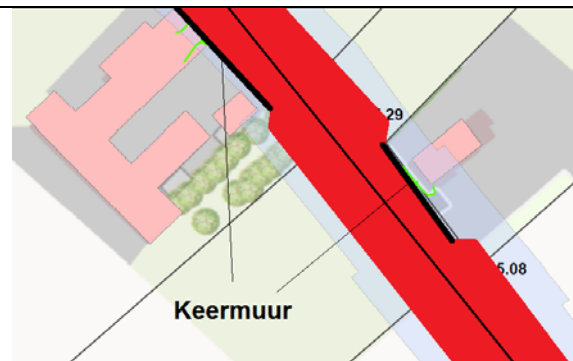
4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Omdat de bebouwing erg dicht op de weg staat en bovendien aan beide zijden van de weg op relatief korte afstand, komt de groene kering dicht tegen huis no2 (figuur 2) aan en is er een conflict met huis no4 (figuur 2).
2. In het ontwerp van de verharding dient rekening gehouden te worden met een verkanting in de weg om het afstromen van water te bevorderen. Door deze verkanting zal er in het midden van de weg een hogere kruinhoogte benodigd zijn.
3. Als de nieuwe waterkering met weg wordt uitgezet vanuit de rand van de perceelsgrenzen past het ontwerp niet, er ontstaat een knelpunt tussen de beide percelen/huizen. Dit is weergegeven in Figuur 1.
4. Mogelijke oplossingen voor bovengenoemd knelpunt zijn:
 - a. Het verleggen van het dijktraject. Hierdoor komt er een bocht in de weg.
 - b. Het toepassen van een keermuur ter plaatse van de percelen (zie Figuur 2). Meest voor de hand liggend, echter het nadeel bij dit ontwerp is dat er weinig ruimte beschikbaar is voor de toeritten naar de woningen.



Figuur 1: De waterkering uitgezet vanuit de rand van de perceelgrenzen.



Figuur 2: Oplossen van het knelpunt door middel van keermuren

5. Aan de zuidzijde sluit het dijkvak aan op de toekomstige uitbreiding van industriehaven Wanssum. De aansluiting tussen GEI_11 en de zone die als waterkering bestemd is ter hoogte van de havenuitbreiding dient in het uitvoeringsontwerp/volgende fase nader uitgewerkt te worden.
6. Tussen de verschillende pipingmaatregelen dient voldoende overlap gerealiseerd te worden. Hiervoor is slechts beperkte ruimte beschikbaar (zie). In het huidige weglichaam is verkanting aanwezig. Deze verkanting is niet aangebracht in het nieuwe dijkontwerp. Dit is een aandachtspunt voor de volgende fasen en het wegontwerp. De aansluiting tussen kleibekleding en asphalt, c.q. wegfundering dient nader te worden gedetailleerd teneinde risico op erosie zoveel mogelijk te beperken. Een goede aansluiting tussen kleibekleding op de taluds en rand verharding/wegfundering is noodzakelijk. Tevens dient de kleibekleding (met een minimale dikte van 1,0 m) onder het cunet van de Wanssumseweg door te lopen. De onderkant van het cunet mag daarbij niet lager liggen dan MHW. Dit ontwerp verdient aandacht in de vervolgfasen van het project.

5. Risico's

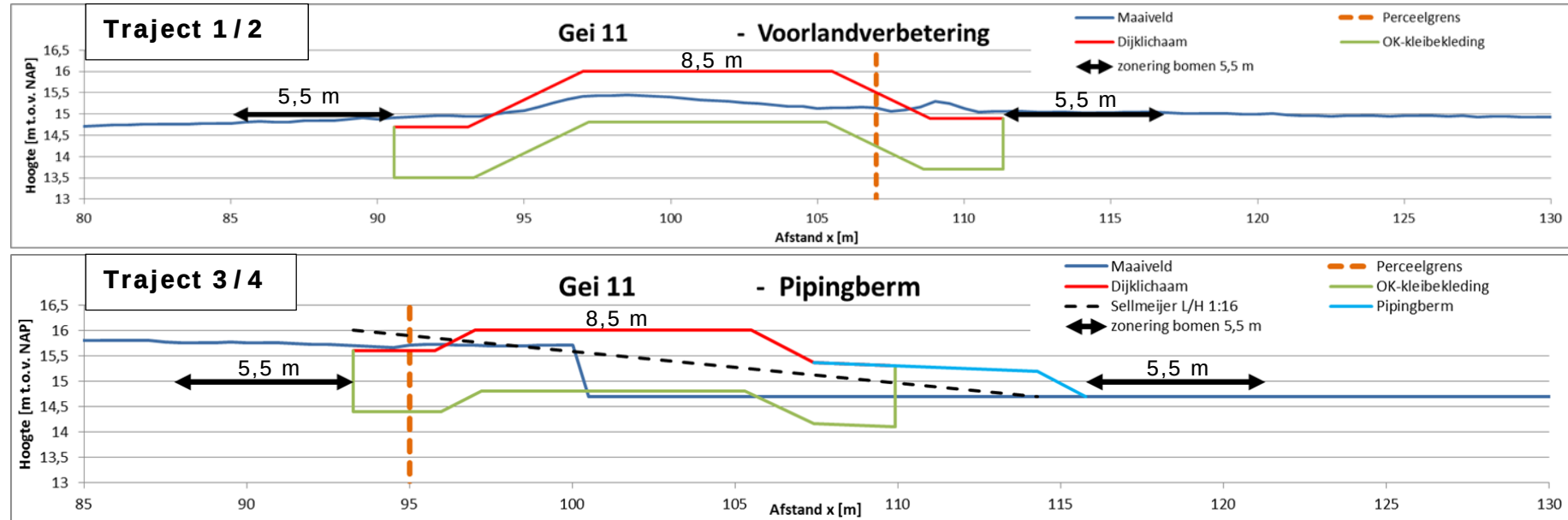
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De aansluiting tussen kleibekleding en asphalt, c.q. wegfundering dient nader te worden gedetailleerd teneinde risico op erosie zoveel mogelijk te beperken.
2. De detailuitwerking ter hoogte van de woningen vormt een risico omdat de beschikbare ruimte beperkt is.

6. Bijlagen

1. Ontwerp dijklichaam en ontwerp pipingberm

Bijlage 1: Ontwerp dijklichaam en ontwerp pipingberm



Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Ooijen	Dijkvak	OOY_01
	Dijkpalen	63.034 - 63.037

Aanpassing 01

- Wat is aangepast:
 - a) Het tracé van de groene waterkering is aangepast, waarbij de kering zover naar buiten is geschoven opdat geen ingrepen op het terrein van camping Ooijen benodigd zijn. De locatie van de hoogwatergeul blijft ongewijzigd.
 - b) Het dijkontwerp is aangepast, rekening houdende met de aanvullende bodemgegevens van MOS (2014) en grondonderzoek uit het archief.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven:
 - a) De zone 'vrij van beplanting' ligt in het aangepaste ontwerp op de perceelgrens van de camping. Omdat de beschikbare ruimte tussen het terrein van de camping en de hoogwatergeul beperkt is, is ervoor gekozen om bij uitzondering de afstand tussen binnenteen (BIT) en rand boomvrije zone te verkleinen naar 5 m (dit was 5,5 m uit de ingreep). Door deze optimalisatie in combinatie met het aangepast dijkontwerp (zie volgend punt) is de hartlijn van de aangepaste groene kering op ca. 14,5 m uit de perceelgrens gesitueerd.
 - b) Door de verschuiving van het tracé komt de nieuwe kering naast de huidige dijk te liggen. De huidige dijk dient afgegraven te worden tot een toekomstig maaiveldniveau van ca. NAP +15,0 m, dat aansluit op het achterliggende maaiveld. In het aangepaste ontwerp is er van uitgegaan dat de kern van de nieuwe kering uit zand bestaat. De kruinhoogte van de nieuwe kering bedraagt NAP +17,27 m. In het aangepaste ontwerp komt de buitenteen op ca. NAP +13,0 m te liggen. Ter hoogte van de buitenteen dient buitendijks een vlak maaiveld te worden gerealiseerd over een minimale lengte van ca. 5 m tot de insteek van het talud van de hoogwatergeul. In voorliggend ontwerp is het vlakke maaivelddeel onder een gering afschot met een helling van 1:20 aangelegd ten behoeve van afwateringsdoeleinden. Ter hoogte van dwarsprofiel OOIJ_1c past bovengenoemd ontwerp tussen de perceelgrens van de camping en de insteek van het (1:7) talud van de hoogwatergeul. Ter hoogte van dwarsprofiel OOIJ_1a blijkt bovengenoemd ontwerp net niet te passen en is na overleg met het projectbureau besloten de perceelgrens van de camping te respecteren en het talud van de hoogwatergeul lokaal maximaal ca. 5 à 7 m op te schuiven.
 Voor het aangepast ontwerp is naast het grondonderzoek, zoals beschreven in voorliggend factsheet (zie paragraaf 2.2) tevens gebruik gemaakt van het aanvullende grondonderzoek van MOS (2014), t.w. handboringen HB-2014-056 t/m HB-2014-062 en grondonderzoek uit het archief, t.w. sonderingen DKM-102 t/m DKM-104 en Handboringen B-88 t/m B-90 van Inpijn Blokpoel (2012) en DINO boringen B52E1301, B52E1374 en B52E1294. Uit bovengenoemd grondonderzoek volgt een grotendeels zandige ondergrond en een gebied (ca. halverwege de uitstulping, t.h.v. HB-2014-058, HB-2014-060, DKM-103, B-89 en B+S15/1) waar ook klei-/leemlagen in de deklaag worden aangetroffen. De dikte van deze klei-/leemlagen lijkt richting de hoogwatergeul groter te worden en richting binnendijks gebied juist uit te wiggen naar nul. Voor voorliggende beschouwing is uit gegaan van een zandige opbouw met een uitwiggende kleilaag, waarvan de bovenzijde aan binnendijkse zijde op ca. NAP +13,8 m ligt en aan buitendijkse zijde op ca. NAP +13 à +13,2 m. De onderzijde van de kleilaag bevindt zich aan binnendijkse zijde op ca. NAP +13,3 m en aan buitendijkse zijde op ca. NAP +10,5 m.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd:
 - a) Op verzoek van het projectbureau omdat de terrassencamping t.h.v. dijkvak OOY_01 is komen te vervallen.
 - b) Voor dit tracé was nog geen dijkontwerp gemaakt. Aanpassingen aan de camping (waaronder ook het verwijderen van begroeiing) zijn niet wenselijk.

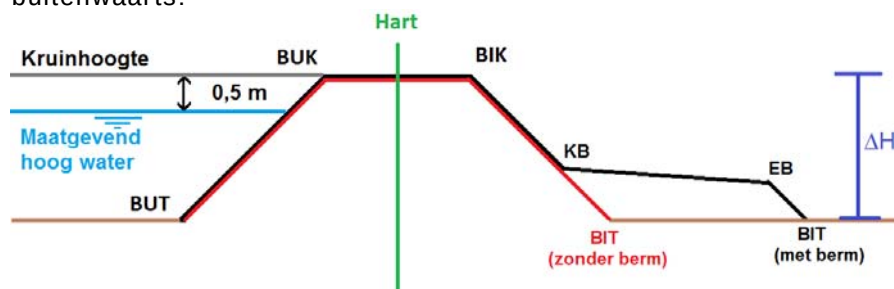
Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de aangepaste pipingberekening weergegeven.

Tabel A01: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]	Verondersteld uittredepunt kwelweg Afstand [m]
OOY_01	n.v.t.	17,27	15,0	2,27	42	11,5

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering. De ruimte tot de geul en het waterpeil (gestuwde Maaspeil op ca. NAP +11,0 m) is beperkt. Aanleg van de voorlandverbetering dient daarom grotendeels onder het grondwaterpeil plaats te vinden. Indien dit ongewenst is, kan een deel van de kwelweglengte worden ondervangen door het plaatsen van een verticaal kwelscherm.

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende aangepaste dijkontwerp (Tabel A02), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel A02: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp voor dijkvak Ooy_01.

OOY_03_1		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-15,06	13,0	BUT
-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK
9,06	15,0	BIT

De resultaten van de toetsing op macrostabiliteit zijn toegevoegd in bijlage 5.

Afschuiving (STVL-AF)

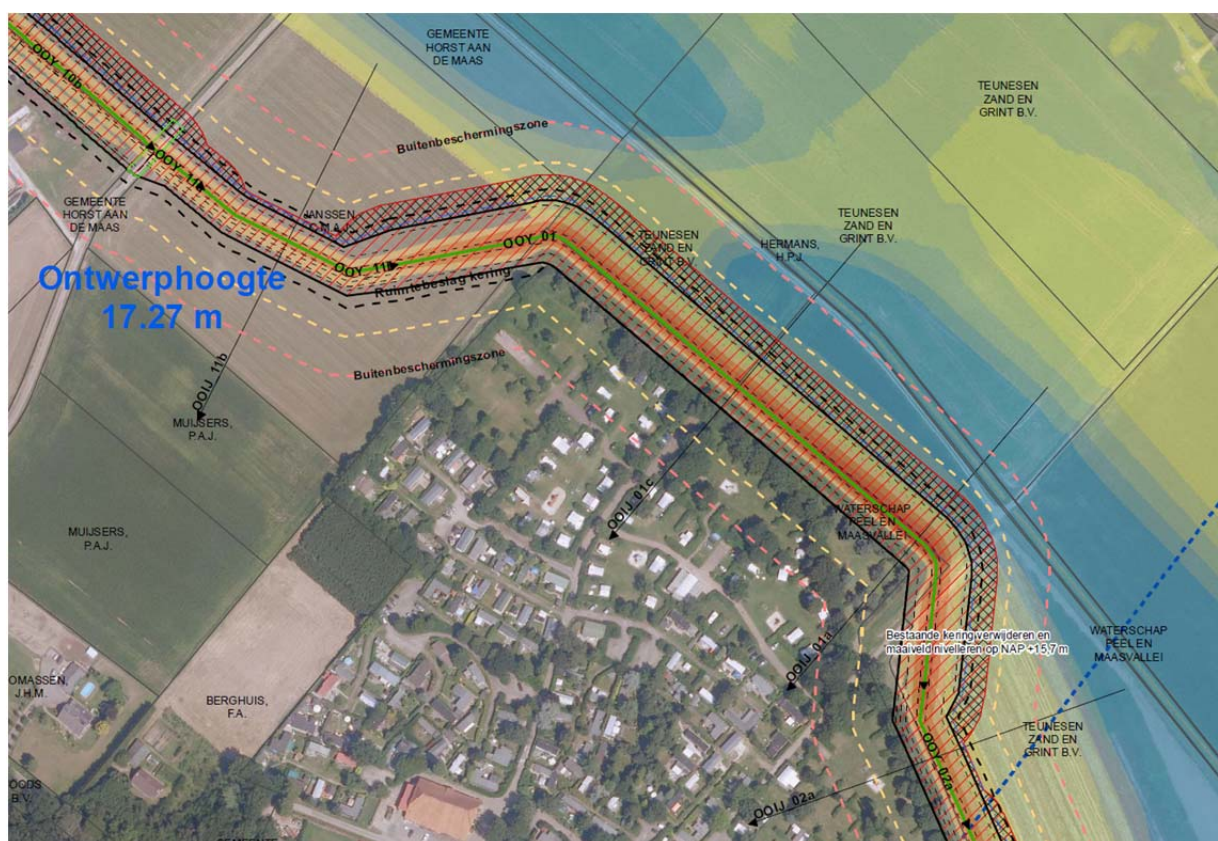
Met de toetsing van macrostabiliteit buitenwaarts is tevens aangetoond dat de macrostabiliteit van het voorland en talud van de hoogwatergeul voldoet (STVL-AF). Zie bijlage 5

Zettingsvloeiing (STVL-ZV)

In S15/2 komt tussen NAP +4 m en NAP +9 m een mogelijk verwekingsgevoelige laag voor bestaande uit losgepakt matig fijn grindig siltig zand. Verweking is niet uit te sluiten op basis van de beschikbare informatie. Zie analyse in bijlage 3. Ook in twee archiefsonderingen van Inpijn Blokpoel (2012), t.w. DKM-103 en DKM-104 lijkt een mogelijk verwekingsgevoelige laag voor te komen tussen ca. NAP + 12 m en NAP +14 m. Volgens CUR113 (Oeverstabiliteit bij zandwinputten) is voor het mogelijk optreden van zettingsvloeiing een losgepakte zandlaag met een minimale dikte van 2 à 5 m nodig. De aangetroffen dikte van de losgepakte zandlaag in de sonderingen DKM-103 en 104 bevindt zich aan de ondergrens van deze range, de aangetroffen dikte van de losgepakte zandlaag in sondering S15/2 aan de bovengrens. Op basis van bovengenoemde waarnemingen en analyses is zettingsvloeiing op voorliggende locatie niet uit te sluiten. Aanvullende analyses en/of maatregelen zijn nodig om zettingsvloeiing uit te kunnen sluiten. Dit aspect dient in de vervolgfases van het project nader uitgewerkt te worden. Zie ook de punten onder ontwerp specifieke aspecten hieronder.

Het bovenstaande aangepaste ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De zandkern van de groene dijk moet kunnen draineren. Over grote delen van het dijkvak zal dit van nature kunnen omdat de ondergrond daar enkel uit zandige lagen bestaat. Daar waar de cohesieve deklagen zijn aangetroffen dient nader uitgezocht te worden of aanvullende maatregelen nodig zijn om de drainerende werking van de zandkern tijdens de gebruiksfase te kunnen garanderen. Dit is een aandachtspunt voor de volgende fasen van het project.
2. Het dijklichaam en hoogwatergeul zijn zo ontworpen dat er minimaal 5 meter ruimte aanwezig is tussen de buitenteen en insteek van de geul. Aangezien de afstand tot insteek van de geul ter hoogte van voorliggend dijkvak zeer gering is, dient er voor gezorgd te worden dat de insteek en het geultalud vormvast blijft onder alle mogelijke belastingen (o.a. hydraulische belastingen, erosie door hoge stroomsnelheden op de Maas, voorlandstabiliteit etc.). Hiertoe dient mogelijk taludbescherming toegepast te worden. Dit dient nader uitgewerkt te worden in de vervolgfases van het project.
3. Op basis van het beschikbare grondonderzoek kan zettingsvloeiing vooralsnog niet worden uitgesloten. Geadviseerd wordt om te onderzoeken of een aanscherping van voorliggend oordeel mogelijk is aan de hand van de meer gedetailleerde regels en ervaringen uit CUR-Aanbeveling 113. Hiervoor zal aanvullend grondonderzoek nodig zijn in de vorm van aanvullende sonderingen en boringen. Indien zettingsvloeiing ook op basis van gedetailleerde en geavanceerde toetsingen niet kan worden uitgesloten zijn aanvullende maatregelen nodig. Deze zijn vooralsnog niet ontworpen omdat de kans aanwezig is dat op basis van de gedetailleerde, c.q. geavanceerde aanpak alsnog zettingsvloeiing kan worden uitgesloten. De meest voor de hand liggende beheersmaatregel is het aanbrengen van steenbestorting op de geultaluds en bodem. Het ontwerp van dergelijke maatregelen dient in overeenstemming met het waterschap te gebeuren.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak Ooy_01. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de camping. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie locatie dijkvak

Om aan de gestelde exitpunten te voldoen is er een waterkering ontworpen met ruimte voor kampeerplekken op de waterkering. Om dit te realiseren zijn er in dit ontwerp buitendijks drie terrassen ontworpen.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en –issues:

1. De nieuwe waterkering komt gedeeltelijk op het terrein van camping/recreatiepark Kasteel Ooijen te liggen. In figuur 1 is een indicatie van de ligging van het hart van de kering weergegeven.
2. Ter plaatse van het hart van de nieuwe waterkering zijn kampeerplekken aanwezig.
3. De nieuwe waterkering grenst met het voorland aan het geulontwerp.
4. Zowel binnen- als buitendijks zijn bomen aanwezig.
5. Binnendijks, op het campingterrein, is een weg aanwezig. Deze weg is met een rode lijn aangegeven in figuur 1.

Onderstaand (figuur 1) is de locatie van de camping weergegeven. Met een blauwe lijn is indicatief het hart van de kering aangegeven.



Figuur 2: Luchtfoto van de locatie van het hart van de kering

Uitgangspunten

1. Er dient ruimte beschikbaar te blijven voor kampeerplaatsen.
2. Er moet gekampeerd kunnen worden zonder het dijklichaam aan te tasten. Hiertoe dient een overhoogte op de “ verholten kering” aangehouden te worden van minimaal 1 m.
3. Er dient zo min mogelijk ruimte van het campingterrein ingenomen te worden.
4. Weg op het campingterrein naar het toiletgebouw (aangegeven met een rode lijn in figuur 1) dient behouden te blijven.
5. De locatie van de geul is leidend voor het ontwerp van de kering.
6. Tussen einde terrassen en insteek geul dient een minimale afstand van 10 m aanwezig te blijven.

2.2. Bodembeschrijving

De ondergrond voor OOO_01 is gemodelleerd op basis van de sonderingen B+S15/1 en B+S15/2. Sondering B+S15/2 bevindt zich ter plaatse van dijkvak OOO_02 (naast dijkvak OOO_01). Boringen 21A t/m 21D, 22A t/m 22D, 23A t/m 23D en boring BOD/3.

Het bodemprofiel bestaat voornamelijk uit zandlagen. Lokaal komen cohesieve stoorlagen voor op variërende diepte (in het bijzonder in sondering S15/1).

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI) talud 1:3	<1,2	Voldoet niet
2.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI) met berm	1,25	Voldoet

De volgende berekeningen hebben plaatsgevonden:

Stabiliteit binnenwaarts (STBI):

Ten aanzien van binnenwaartse stabiliteit zijn de volgende berekeningen uitgevoerd:

1. STBI **talud 1:3**
2. STBI **met stabiliteitsberm**

Berekening 1 voldoet **niet** op stabiliteit. Door een stabiliteitsberm toe te passen (berekening 2) voldoet de waterkering **wel** op binnenwaartse stabiliteit. Het resultaat van de berekeningen is weergegeven in bijlage 2.

Stabiliteit buitenwaarts (STBU):

Omdat de terrassen buitendijks kleine kerende hoogtes bezitten (maximaal 1,25 m per terras) is een STBU berekening buiten beschouwing gelaten.

Afschuiving (STVL-AF)

Het dijkontwerp is getoetst op afschuiving volgens Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) 2006. Hierbij is het beoordelingsschema afschuiving (AF) gevolgd. Er is getoetst aan de hand van stap 1, stap 2 en stap 3.

Stap1: vuistregel

Betreft geen natuurlijke geul in het getijdengebied. Vervolg stap 2.

Stap 2: geometrische toetsing

Is uitgevoerd volgens bijlage 9 – 2 schadelijkheids criterium afschuiving B2.1 standaardgeval (zonder vooroeverbetorsten). Het resultaat van de geometrische toets op afschuiving is weergegeven in bijlage 4. Vervolg stap 3.

Stap 3: bestortingscriterium

Er is geen bestorting aanwezig. De toetsing resulteert in een eindscore 'goed'.

Zettingsvloeiing (STVL-ZV)

In S15/2 komt tussen NAP +4 m en NAP +9 m een mogelijk verwekingsgevoelige laag voor bestaande uit losgepakt matig fijn grindig siltig zand. Verweking is niet uit te sluiten op basis van de beschikbare informatie. Zie analyse in bijlage 3.

Het dijkontwerp is getoetst op zettingsvloeiing volgens Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) 2006. Hierbij is het beoordelingsschema zettingsvloeiing (ZV) gevolgd. Er is getoetst aan de hand van stap 1, stap 2 en stap 3.

Stap 1: vuistregel

Zie afschuiving

Stap 2: geometrische toetsing

Is uitgevoerd volgens bijlage 9 – 4 schadelijkheids criterium zettingsvloeiing B4.1 standaardgeval (zonder vooroeverbetorsten). Het resultaat van de geometrische toets op zettingsvloeiing is weergegeven in bijlage 3. In de bijlage is te zien dat het signaleringsprofiel voldoet, echter de voorlandverbetering wordt gedeeltelijk doorsneden door het signaleringsprofiel. Dit betekent dat er bij het optreden van zettingsvloeiing mogelijk de voorlandverbetering wordt aangetast en als gevolg hiervan de kwelweglengte wordt verkort. Door het doorsnijden van de voorlandverbetering voldoet het profiel **niet** op STVL.

Er dienen maatregelen genomen te worden om het aantasten van de voorlandverbetering te voorkomen. Een voorbeeld van een dergelijke maatregel is het dieper aanbrengen van de voorlandverbetering. Door in de zone na de doorsnijding met het signaleringsprofiel de bovenkant van de voorlandverbetering gelijk te stellen aan het signaleringsprofiel **voldoet** het profiel op STVL. Tijdens het optreden van zettingsvloeiing zal de voorlandverbetering dan naar verwachting niet aangetast worden. Door deze maatregel komt de voorlandverbetering op het diepste punt ongeveer 1 m onder maaiveld te liggen. Deze maatregel heeft betrekking op de laatste 15 m van de voorlandverbetering.

Een ander voorbeeld van een maatregel bestaat uit het aanbrengen van een damwandscherm om de horizontale benodigde kwelweglengte te verkorten. Door de benodigde kwelweglengte niet langer te maken dan het punt waar de voorlandverbetering wordt doorsneden met het signaleringsprofiel **voldoet** het profiel op STVL.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
OOY_01	a	17,25	14,98	2,27	42
OOY_01	b	17,25	15,23	2,02	36
OOY_01	c	17,25	15,48	1,77	31

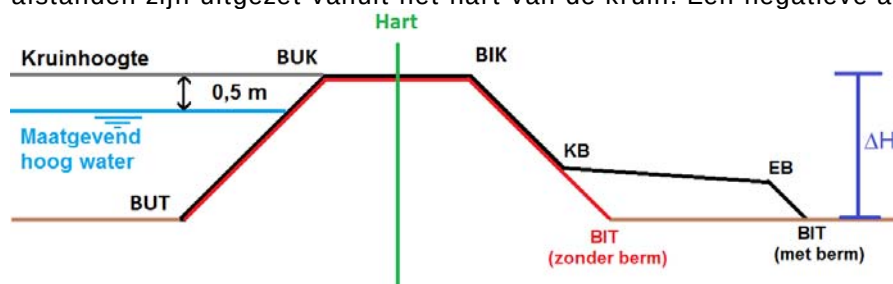
Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

De voorlandverbetering dient onder het huidige maaiveld uitgevoerd te worden en aangesloten te worden op de verholde kering. De waterkering dient vervolgens aangevuld te worden om het terrassenontwerp te realiseren. Op het terrassenontwerp zal dus geen bekleding uitgevoerd worden.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_01		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-53,5	14,77	EIT
-50,5	15,77	RT1
-35,5	15,77	RT1
-31,75	17,02	RT2
-16,75	17,02	RT2
-13	18,27	RT3
0	18,27	Hart
2	18,27	BIK
7,25	16,52	KB
12,25	16,02	EB
13,75	15,52	BIT

Het binnendijkse maaiveldniveau uit bovenstaande tabel (NAP +15,5 m) komt niet overeen met de laagste maaiveldhoogte in de piping analyse (NAP +15 m). De maaiveldhoogte is in de stabiliteitsberekening te hoog verondersteld. De berekening is opnieuw uitgevoerd met een maaiveldhoogte van NAP +15 m. In deze berekening voldoet de waterkering op stabiliteit binnenwaarts. Ter hoogte van het subsegment waar dit het geval is, is hiervoor meer ruimte gereserveerd.

Geometrisch resultaat

De waterkering is zo dicht mogelijk in de richting van het geulontwerp geplaatst. Het ontwerp is weergegeven in bijlage 1.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

Technische aandachtspunten/raakvlakken:

1. Tijdens de uitvoering dient eerst de verholten kering en de voorlandverbetering aangebracht te worden. Vervolgens kan het maaiveld aangevuld worden tot het terrassenontwerp.
2. De voorlandverbetering kan direct onder bestaand maaiveld aangebracht worden. Door het aanbrengen van de terrassen is de voorlandverbetering namelijk voldoende afgeschermd.
3. Zoals is besproken in de toetsing op stabiliteit zettingsvloeiing wordt geadviseerd om de voorlandverbetering over de laatste 15 m onder een talud van 1:15 aan te brengen. Dit talud is gelijk aan de ligging van het signaleringsprofiel (zie 3 Ontwerpberekeningen).
4. Er is een verholten kering ontworpen met de gebruikelijke kleibekleding en taluds.
5. Boven op het terrassenontwerp mogen geen bomen geplant worden om erosie aan de verholten kering te voorkomen. Beplanting is wel toegestaan.
6. De verholten kering en de voorlandverbetering mogen niet aangetast worden door graafwerkzaamheden, het aanbrengen van palen etc.
7. Aan weerszijden van het dijkvak is ruimte gereserveerd voor draaipunten voor onderhoudsvoertuigen.

Aandachtspunten/raakvlakken met omgeving

1. De weg, met een rode lijn weergegeven in figuur 1, kan behouden blijven. Alle wegen boven de rode lijn kunnen niet behouden blijven.
2. De bereikbaarheid van de terrassen met auto moet nog nader worden beschouwd.

5. Risico's

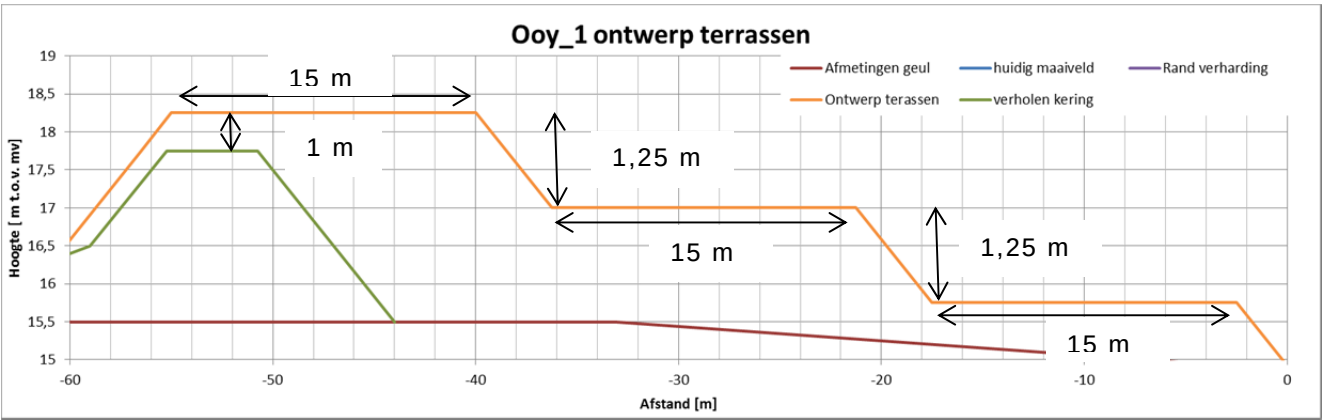
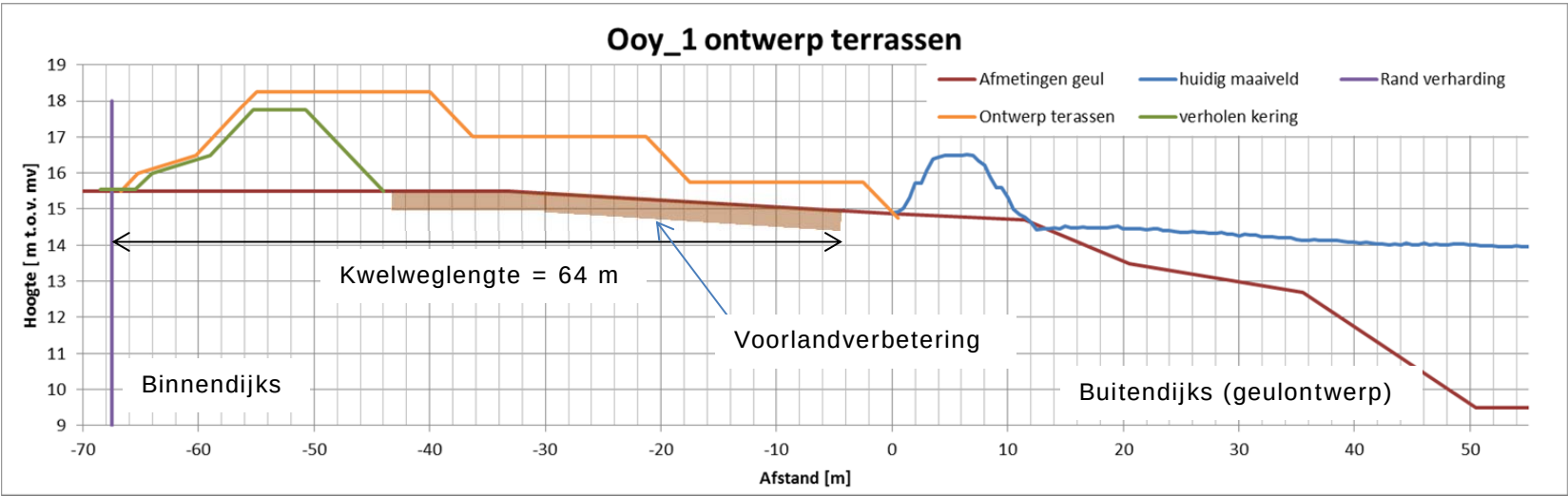
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Indien er zettingsvloeiing optreedt, kan de voorlandverbetering aangetast worden. Als zettingsvloeiing optreedt, is dit meestal na een snelle daling van de waterstand. Dit betekent dat de waterstand na optreden laag genoeg zal zijn om herstelwerkzaamheden uit te voeren voordat er een risico op het optreden van het faalmechanisme piping aanwezig is.
2. Door de variërende hoogte van de ophoging op de voorlandverbetering kunnen er verschilzettingen optreden waardoor voorlandverbetering aangetast kan worden.
3. Het ontwerp dient nog definitief afgestemd te worden met de eigenaar van camping/recreatiepark Kasteel Ooijen.
4. Als, door bijvoorbeeld graafwerkzaamheden of het aanbrengen van palen, de verholten kering of de voorlandverbetering wordt aangetast wordt het risico op het optreden van het faalmechanisme piping vergroot.
5. Erosie van onverdedigd voorland/geultaluds door hoge stroomsnelheden is een risico waar in de volgende fase aandacht aan besteed dient te worden.

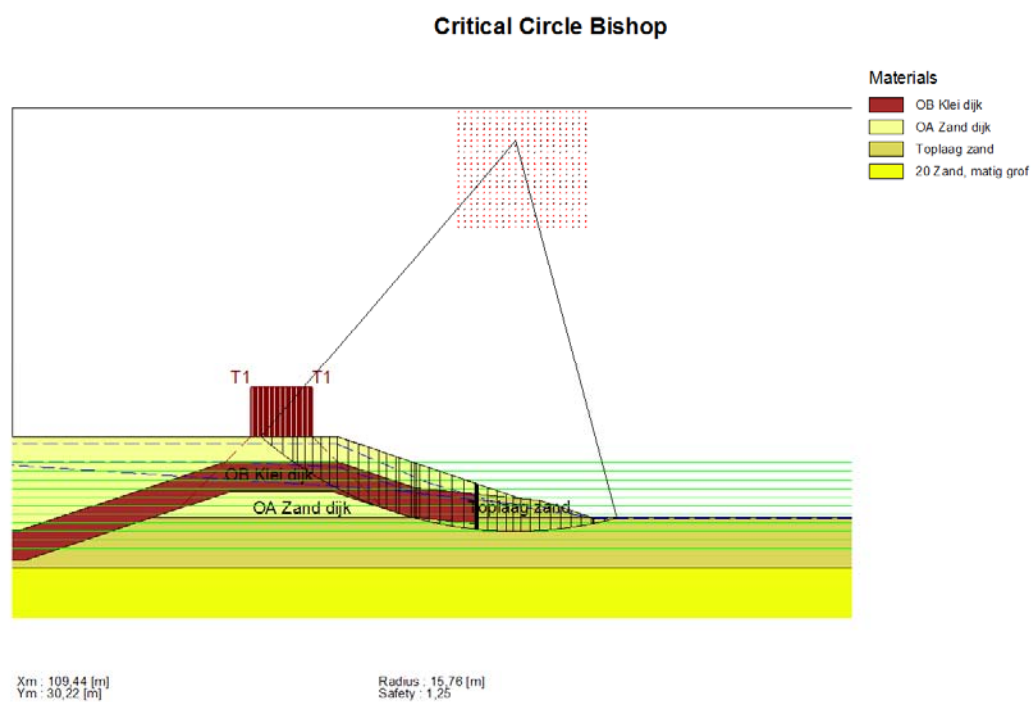
6. Bijlagen

1. Ontwerp dijklichaam
2. Toetsing STBI
3. Toetsing zettingsvloeiing
4. Toetsing afschuiven
5. Resultaten toetsing macrostabiliteit (aangepast ontwerp 15-10-2015)

Bijlage 1: Ontwerp dijklichaam

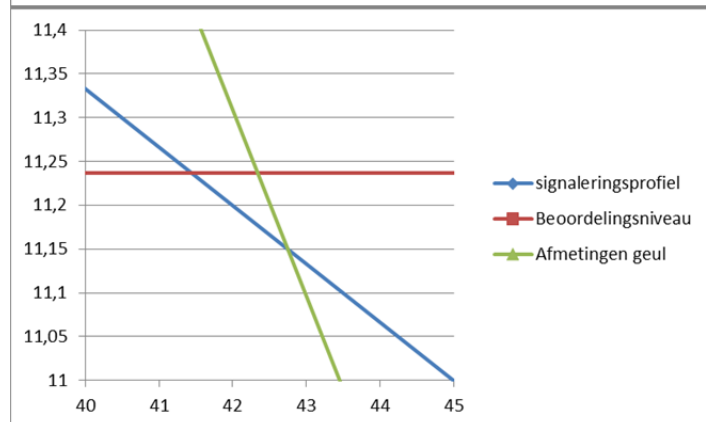
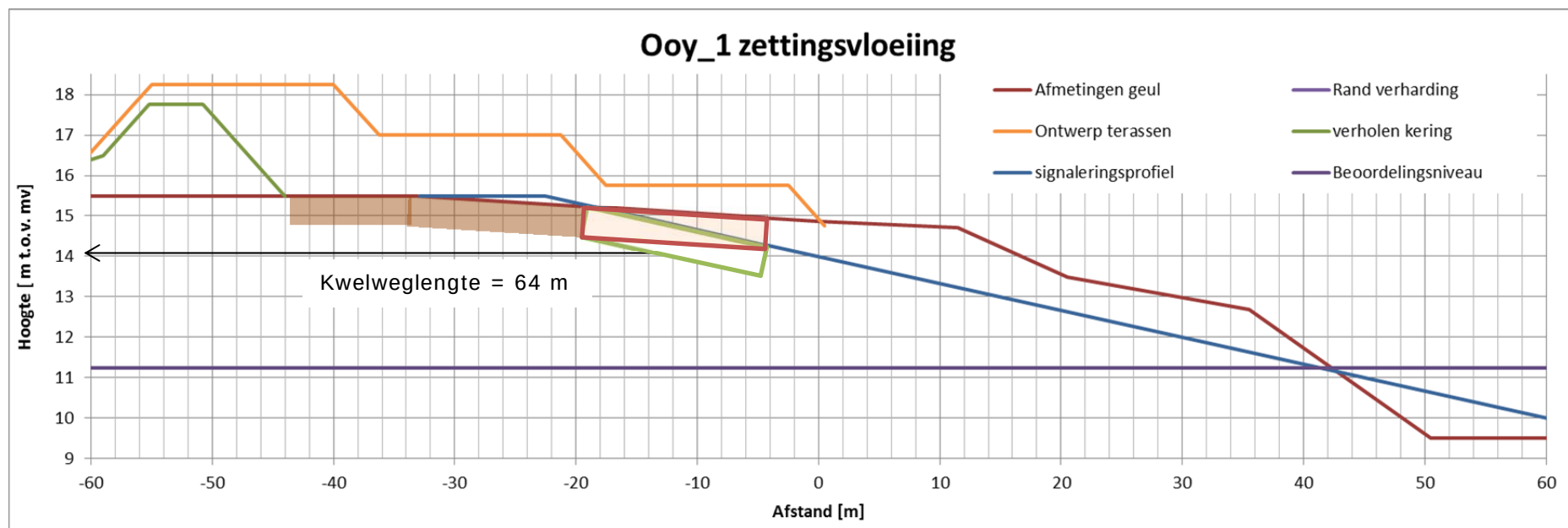


Municipality of Maastricht L. van der Grinten 2001-03-27 2001-03-27	D: 04-04-2014 10:11:11 10:11:11 10:11:11	22-08-2014	9Y3672	Annex -
		22-08-2014	9Y3672	Annex -



Figuur B2.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,25>1,20$)

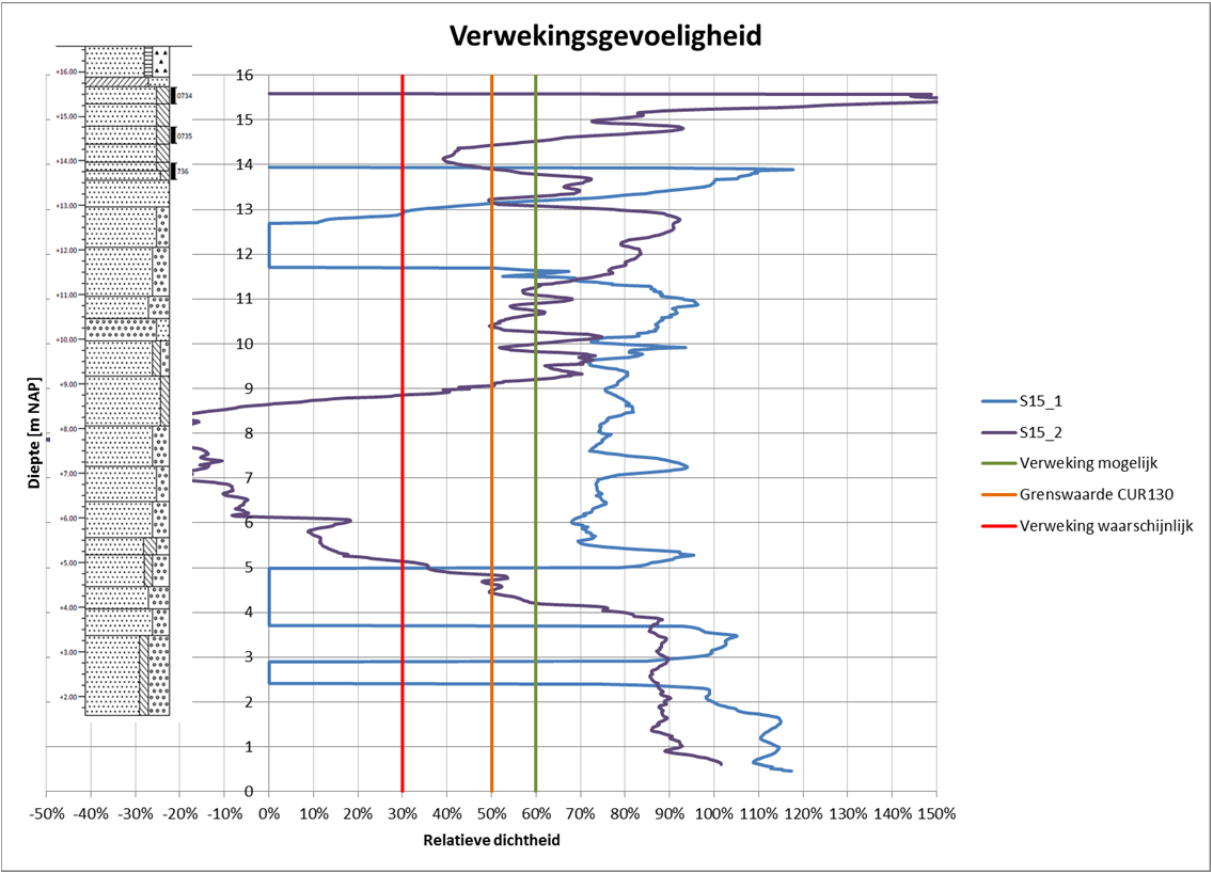
Bijlage 3: Resultaat toetsing zettingsvloeiing



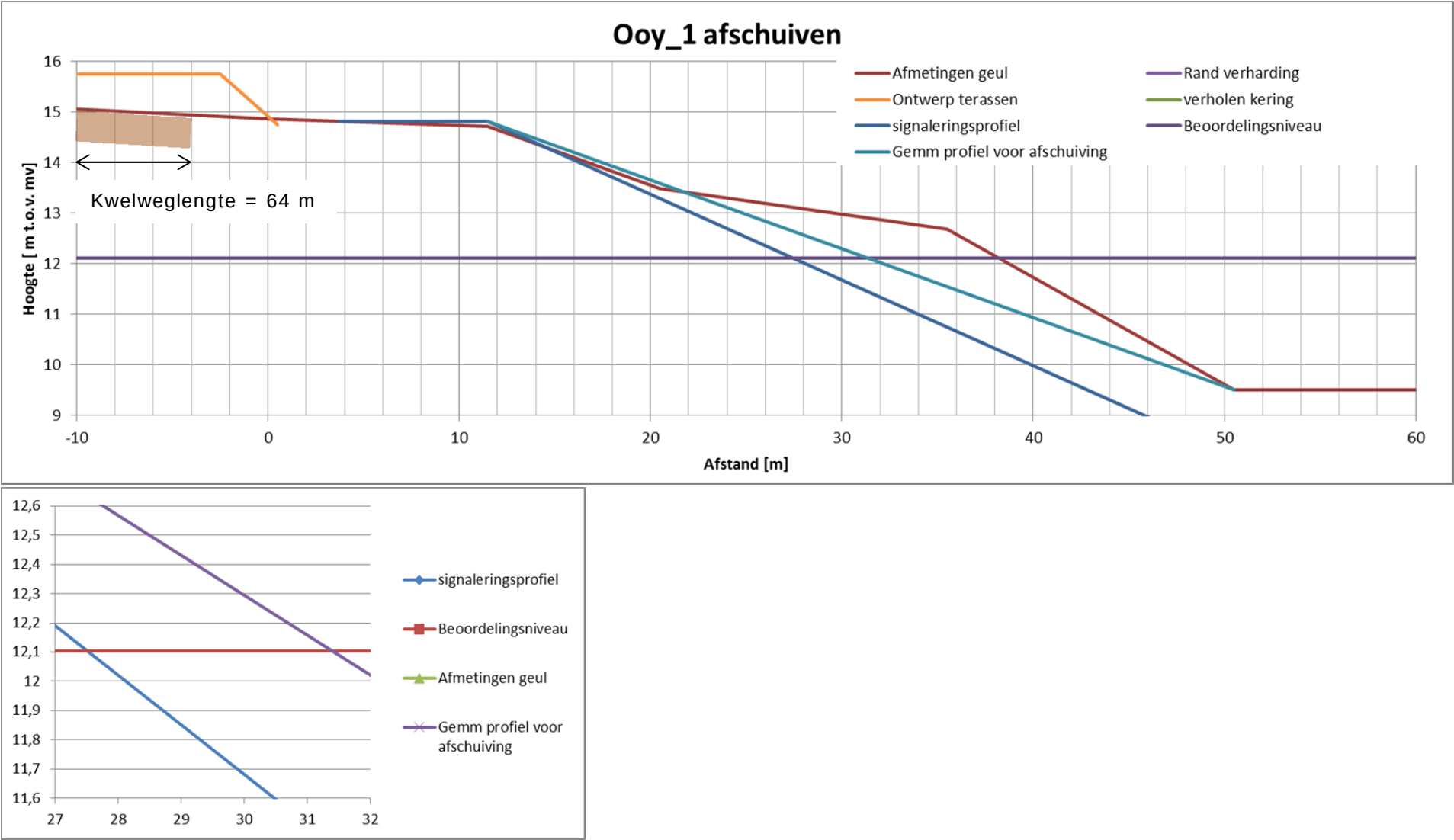
In bovenstaand figuur is te zien dat de voorlandverbetering (VLV) wordt doorsneden door het signaleringsprofiel. Dit betekent dat het profiel niet voldoet op STVL (zie 3 Ontwerpberekeningen).

De eerste voorgestelde maatregel om het profiel te laten voldoen op STVL is in bovenstaande figuur weergegeven met een groene balk. Door de voorlandverbetering parallel te laten lopen aan het signaleringsprofiel zal deze naar verwachting niet worden aangetast bij het optreden van zettingsvloeiing.

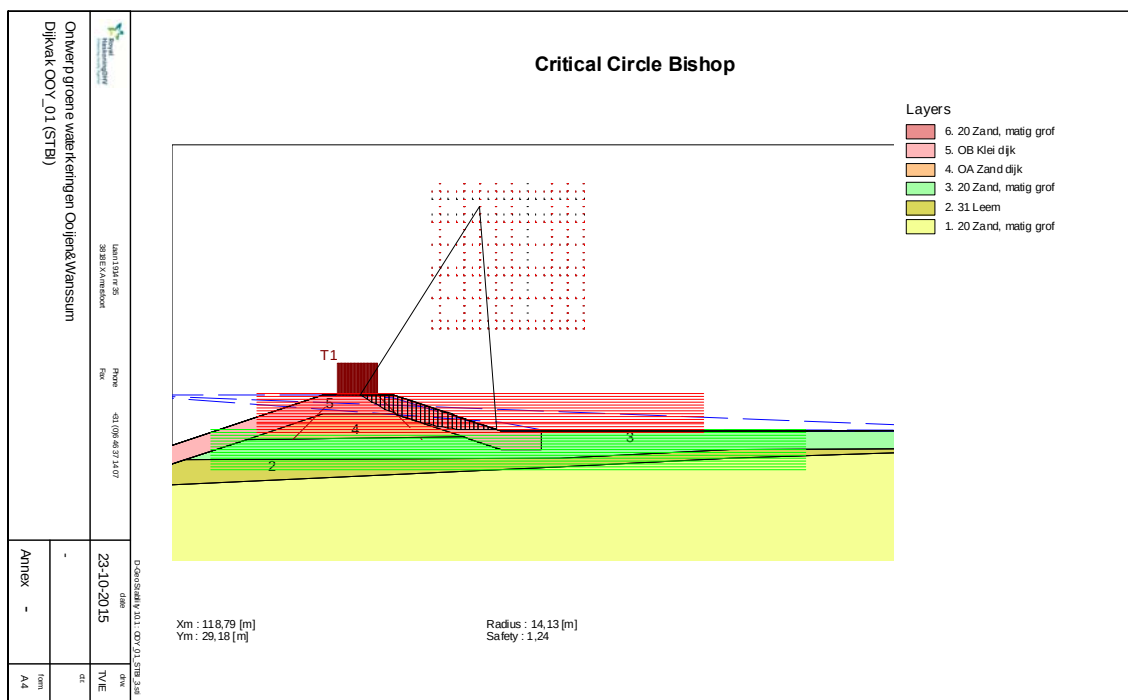
Beoordeling verwekingsgevoeligheid profiel S15/1 en S15/2



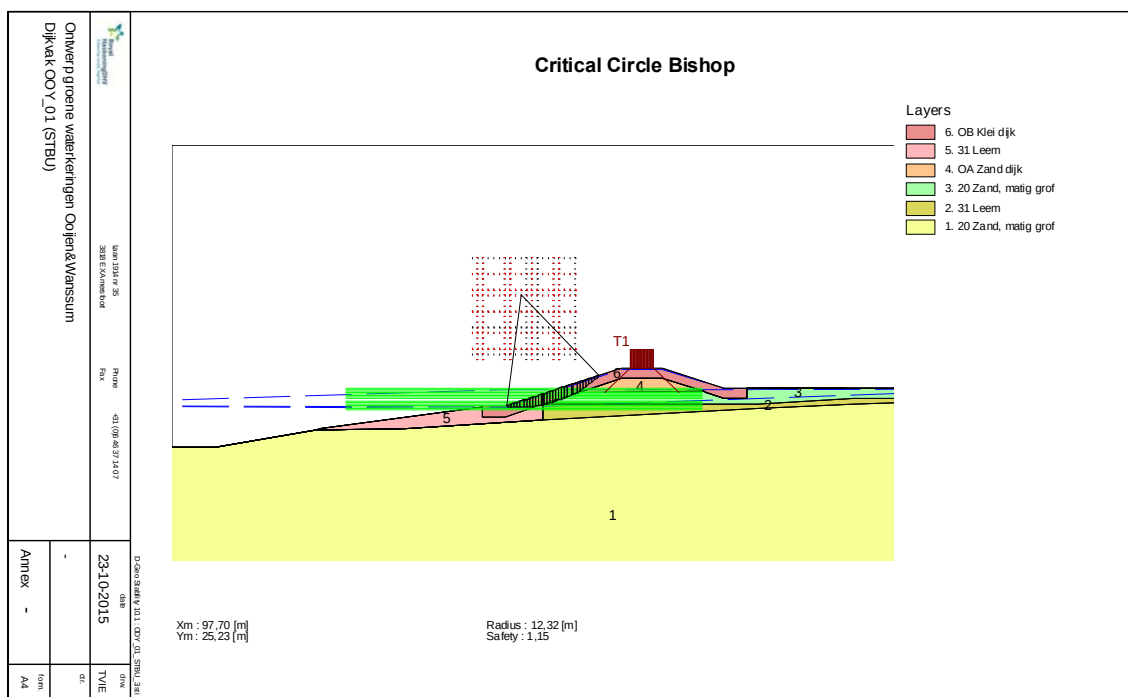
Bijlage 4: Resultaat toetsing afschuiven



Bijlage 5: Resultaat toetsing macrostabiliteit aangepast ontwerp (15-10-2015)



Figuur B5.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,24>1,20$)



Figuur B5.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,15>1,11$)

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Ooijen	Dijkvak	OOY_02
	Dijkpalen	Van 63.031 tot 63.034

Aanpassing 01

- Wat is aangepast:
 - a) Het tracé van de groene waterkering is enkele meters naar buiten geschoven opdat geen ingrepen op het terrein van camping Ooijen benodigd zijn. De locatie van de hoogwatergeul blijft ongewijzigd.
 - b) Het dijkontwerp is aangepast, rekening houdende met de aanvullende bodemgegevens van MOS (2014).
- Hoe is de aanpassing vormgegeven:
 - a) De zone 'vrij van beplanting' ligt in het aangepaste ontwerp op de perceelgrens van de camping. Omdat een substantiële verschuiving in buitendijkse richting op deze locatie onwenselijk is, o.a. in verband met de ligging van de hoogwatergeul, is ervoor gekozen om bij uitzondering de afstand tussen binnenteen (BIT) en rand boomvrije zone te verkleinen naar 5 m (dit was 5,5 m uit de ingreep). Door deze optimalisatie bedraagt de buitendijkse verschuiving maximaal ca. 6,5 m.
 - b) Door de verschuiving van het tracé komt de nieuwe kering naast de huidige dijk te liggen. De huidige dijk dient afgegraven te worden tot een toekomstig maaiveldniveau van ca. NAP +15,7 m, dat aansluit op het achterliggende maaiveld. In het aangepaste ontwerp is er van uitgegaan dat de kern van de nieuwe kering uit zand bestaat. Het aanvullende grondonderzoek van MOS (2014), t.w. handboringen HB-2014-063 t/m HB-2014-068 toont binnendijs een zeer doorlatende zandige ondergrond. Hierdoor volstaat het standaard ontwerp van de groene kering met 1:3 taluds.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd:
 - a) Op verzoek van het projectbureau.
 - b) Het voordeel van 'geen stabiliteitsberm' is dat de verschuiving van de dijk in buitendijkse richting beperkt kan blijven. Dit is wenselijk gezien de ligging van de hoogwatergeul.

De pipinganalyse is ongewijzigd gebleven, zie hiervoor paragraaf 3.2 van voorliggend factsheet.

Het dijkontwerp is als volgt aangepast:

Tabel A01: Geometrische kenmerken van het aangepaste dijkontwerp.

OOY_02		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-10,2	14,80	BUT
-2,25	17,45	BUK
0	17,45	Hart
2,25	17,45	BIK
7,5	15,70	BIT

Ter hoogte van dijkvak OOY_02c is het maaiveld t.h.v. de perceelgrens net iets lager dan hierboven aangegeven, te weten ca. NAP +15,3 à +15,4 m. Voorgesteld wordt om dit hoogteverschil van 0,3 à 0,4 m tussen BIT en perceelgrens te overbruggen door het aanleggen van een afschot in het maaiveld onder een helling van ca. 1:10 à 1:15. Dit wordt voldoende veilig geacht.

Het faalmechanisme stabiliteit voorland (STVL) is in bijlage 2 van voorliggend factsheet getoetst en voldeed voor het oorspronkelijke ontwerp. Het deelspoor zettingsvloeiing was hierbij maatgevend. In bijlage 2 is te zien dat de afstand tussen het 'zettingsvloeiingspunt' en het 'signaleringspunt' (zie figuur 3 in bijlage 2) ca. 6 m bedraagt. Door de verschuiving van de dijk richting geul over een afstand van ca. 6,5 m vallen het 'zettingsvloeiingspunt' en het

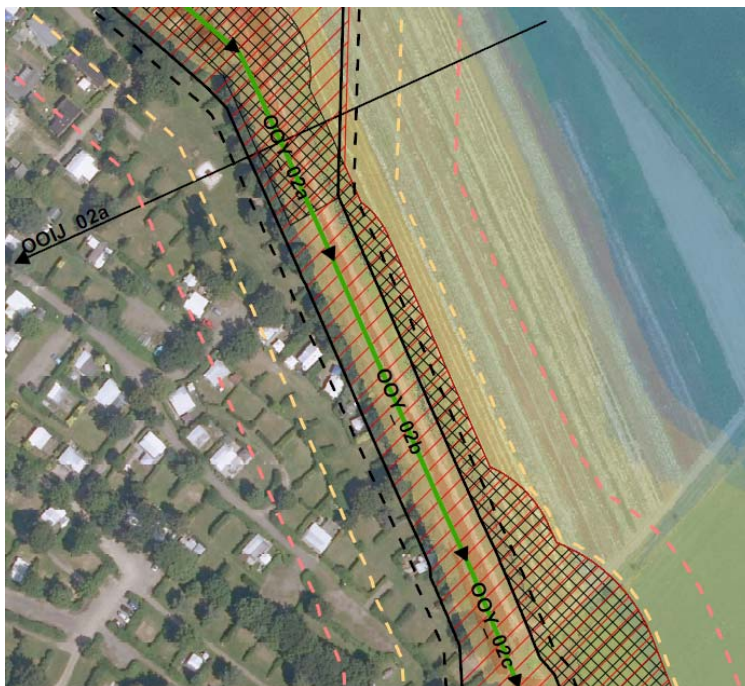
'signaleringspunt' bij het aangepaste ontwerp naar verwachting min of meer samen en kan worden gesteld dat het faalmechanisme STVL-ZV op basis van de geometrische toets uit het VTV 2006 nog net voldoet (niet rekenkundig aangetoond). Aanbevolen wordt om in de vervolgfases van het project de toets meer in detail uit te werken en indien nodig aanvullende maatregelen te nemen.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak OOIJ_02. Het dijkvak bevindt zich ten zuiden van de camping. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Binnendijks zijn er bomen aanwezig.
2. Buitendijks begint op relatief korte afstand de hoogwatergeul.
3. Ter plaatse van het dijkvak is een bestaande dijk aanwezig. De nieuwe waterkering loopt over de bestaande dijk

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak OOO_02 is vastgesteld op basis van HB's 23 (A, B, C, D), 24(A, B, C, D) en 25 (A, B, C, D).

Tevens is er gebruik gemaakt van archeologische boringen van BAAC welke zijn uitgevoerd in de hoogwatergeul. Er is gebruik gemaakt van boringen: 2064, 2065, 2066, 2079, 2080, 2081 en 2082. Deze boringen zijn ongeveer 2 meter diep.

Op 04-02-15 is aanvullend grondonderzoek ontvangen van MOS grondmechanica b.v. Ter plaatse van dijkvak OOO_02 bestaat dit grondonderzoek uit 4 handboringen, namelijk HB63 t/m 66. Deze boringen zijn uitgevoerd ter plaatse van de binnenteen van de huidige dijk. De ondergrond ter plaatse van het dijkvak bestaat volledig uit zand. Dit is vooral goed terug te zien in de uitgevoerde boringen in de hoogwatergeul (BAAC) en de uitgevoerde boringen aan de binnenteen van de bestaande dijk (uitgevoerd door MOS grondmechanica). De bestaande dijk bestaat uit leem met een zandige toplaag.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI standaardprofiel	1,13	<1,20
2.	STBI met stabiliteitsberm	1,21	voldoet
3.	STBU dijk op zand.	1,20	voldoet

In berekening 1 is een berekening uitgevoerd met het standaard dijkprofiel. Dit profiel **voldoet niet** op binnenwaartse macrostabiliteit (STBI). Om de binnendijkse stabiliteit te kunnen waarborgen is een korte stabiliteitsberm nodig (berekening 2). Het profiel **voldoet** op buitenwaartse stabiliteit (STBU).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekeningen weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
OOY_02	a	17,27	15,75	1,52	25
OOY_02	b	17,45	15,75	1,70	29
OOY_02	c	17,45	15,30	2,15	39

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

3.3. Stabiliteit voorland (STVL)

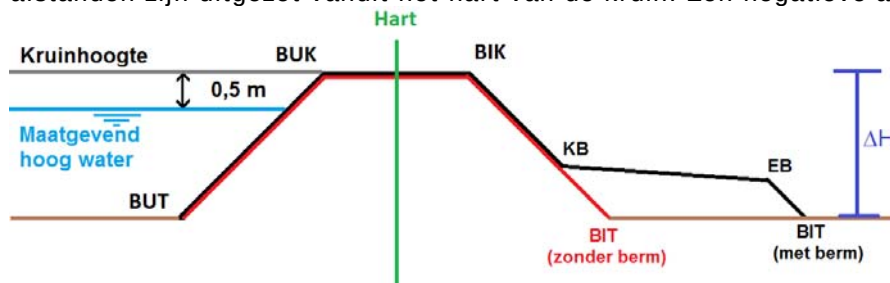
In bijlage 2 is een toetsing opgenomen van stabiliteit voorland. Het faalmechanisme STVL bestaat uit twee deelsporen; zettingsvloeiing (ZV) en afschuiving (AF). In deze beoordeling wordt het stappenplan uit Katern 9 van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid gevolgd.

Het profiel **voldoet** aan het schadelijkheidscriterium voor afschuiving en zettingsvloeiing.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_02		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7,86	15,40	BUT
-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK
6,02	16,01	KB
8,02	15,81	EB
9,66	15,30	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Enkele bomen moeten verwijderd worden. Het gaat hierbij om de bomen welke binnen de zone 'vrij van beplanting' vallen (zie stippellijn in figuur 1).
2. De waterkering ligt ter plaatse van de huidige waterkering. Bij de uitvoering van het dijkontwerp dient de toplaag van de bestaande dijk afgegraven te worden.
3. De nieuwe waterkering dient volledig uitgevoerd te worden in klei. Deze klei-aanvulling dient op de huidige (leem)dijk aangebracht te worden.
4. Om de stabiliteitsberm te beschermen tegen erosie dient deze volledig uitgevoerd te worden in klei.

5. Risico's

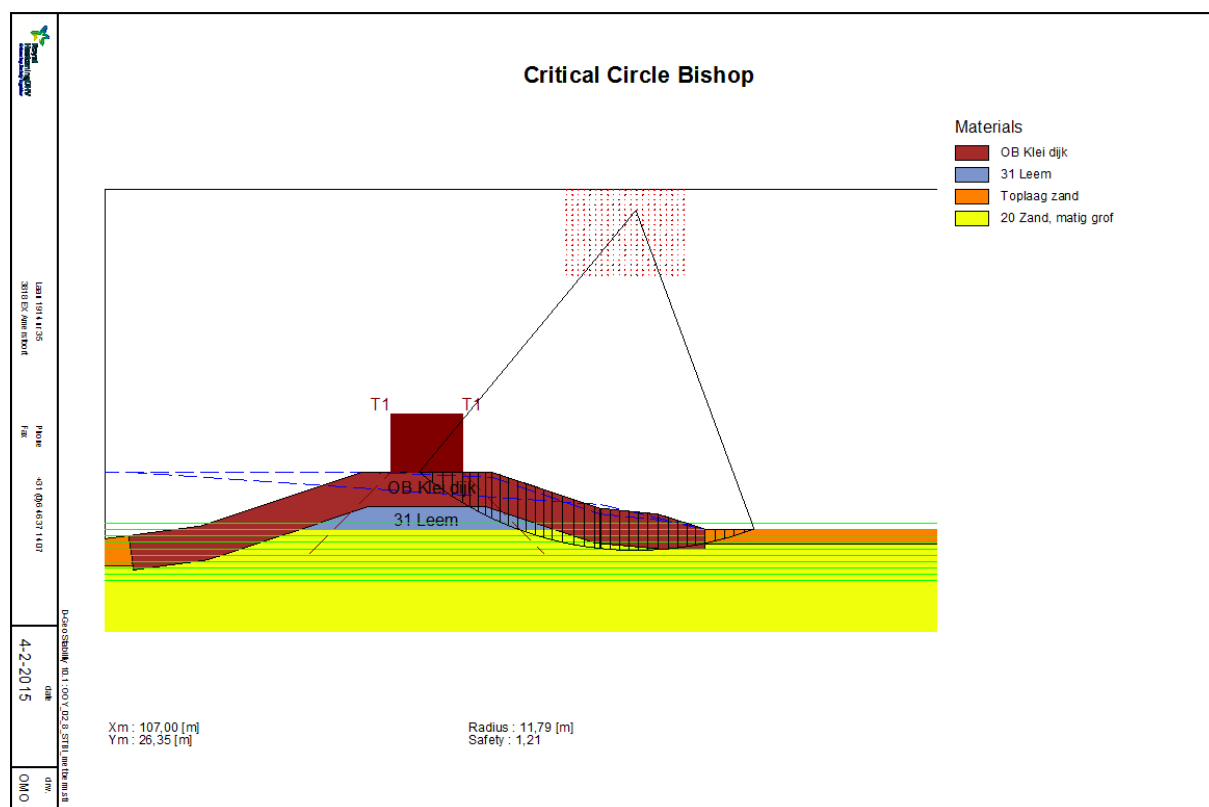
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. In de bestaande dijk is lokaal puin aangetroffen. Voordat de dijk wordt versterkt/opgehoogd dient puin en andere dijk-vreemde materialen te worden verwijderd.

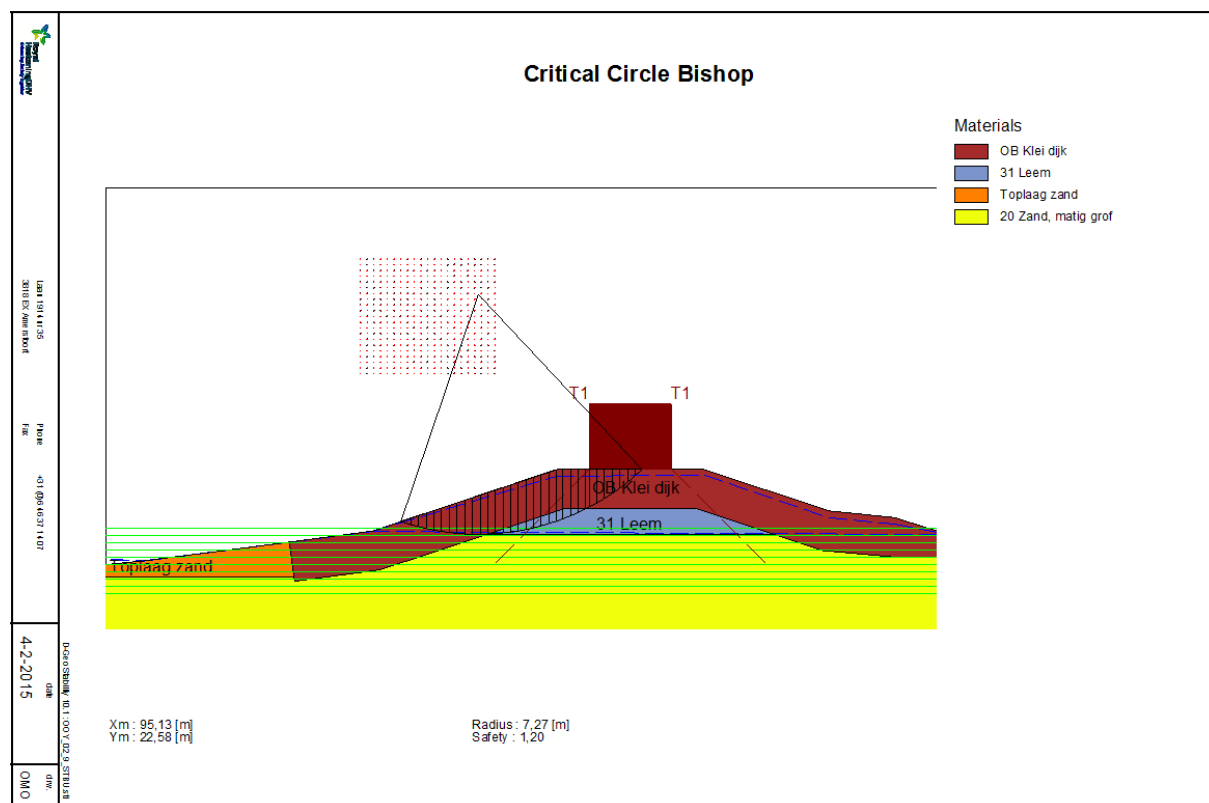
6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit
2. Toets op stabiliteit voorland (STVL)

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,21>1,20$)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,20>1,10$)

Bijlage 2: Toets op stabiliteit voorland (STVL)

Het faalmechanisme STVL bestaat uit twee deelsporen; zettingsvloeiing (ZV) en afschuiving (AF). In deze beoordeling wordt het stappenplan uit Katern 9 van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid gevolgd.

Stap 1 – vuistregel

Is de kering veilig op basis van de vuistregel?

AF/ZV: NEE

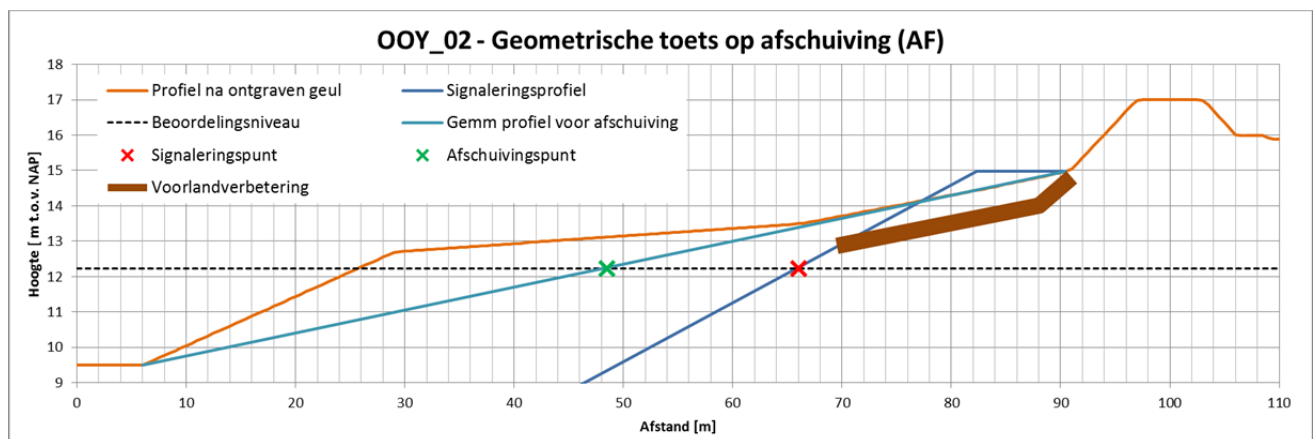
De hoogwatergeul is geen natuurlijk geul en de hoofdgeul van de Maas is dieper dan gestelde voorwaarde.

Stap 2 – schadelijk op basis van geometrie

Is het faalmechanisme schadelijk voor de kering op basis van geometrie?

AF: Voldoet

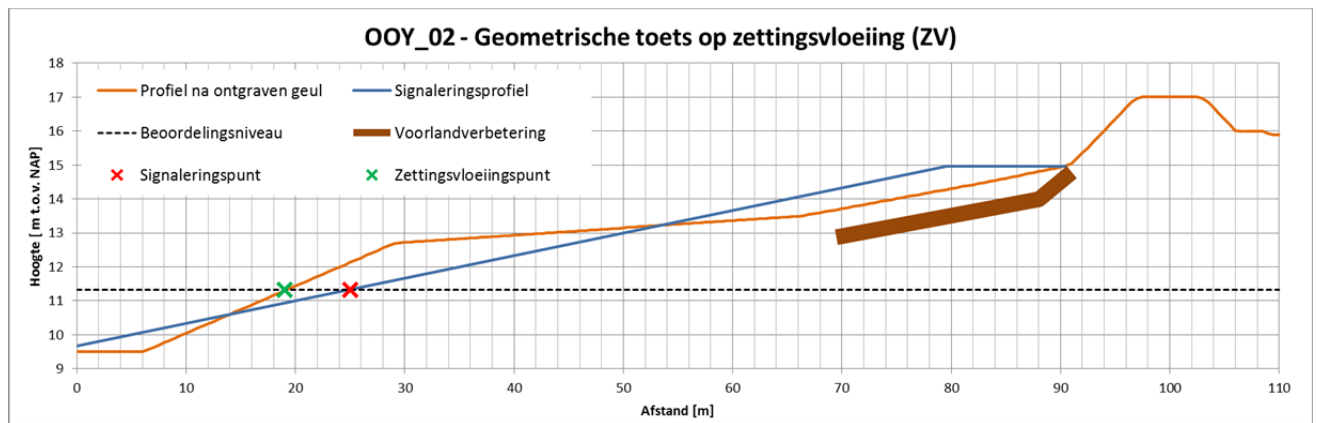
In onderstaande figuur is de geometrische toets op afschuiving weergegeven. In de grafiek is te zien dat het signaleringspunt verder landinwaarts ligt dan het afschuivingspunt. Dit betekent dat is voldaan aan het schadelijkheidscriterium en het profiel voldoet op afschuiving.



Figuur 2: Geometrische toets voor het schadelijkheidscriterium van afschuiven in het voorland

ZV: Voldoet

In onderstaande figuur is de geometrische toets op zettingsvloeiing weergegeven. Het profiel is getoetst met als uitgangspunt dat de ondergrond volledig uit verwekingsgevoelige lagen bestaat. Deze benadering is conservatief. Als het profiel niet voldoet aan het schadelijkheidscriterium zal de laagdikte geoptimaliseerd worden aan de hand van beschikbaar grondonderzoek. In de grafiek is te zien dat het signaleringspunt verder landinwaarts ligt dan het zettingsvloeiingspunt. Dit betekent dat het profiel voldoet op afschuiving en er geen verdere optimalisatie nodig is.



Figuur 3: Geometrische toets voor het schadelijkheidscriterium van zettingsvloeiing in het voorland

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: Ooijen	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
	Dijkvak	OOY_03
	Dijkpalen	Van 63.031 tot (globaal) 64A.002

Aanpassing 01

- Wat is aangepast:
 - a) Het tracé van de groene waterkering is aangepast naar ca. de ligging van de huidige groene kering, zie tevens figuur A01.
 - b) Voor de nieuwe strekking is een aangepast dijkontwerp gemaakt, waarbij er rekening mee is gehouden dat er geen ingrepen op het terrein van camping Ooijen plaatsvinden.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven:
 - a) De zone 'vrij van beplanting' ligt in het aangepaste ontwerp zoveel mogelijk op de perceelgrens van de camping. De hartlijn van de nieuwe groene waterkering komt in het aangepaste ontwerp op ca. 20 m afstand uit de perceelgrens. De knik in het huidige tracé is vervangen door een meer vloeiend verloop, zoals aangegeven in figuur A01.
 - b) In verband met verschillende maaiveldhoogtes binnendijks is het dijkvak opgesplitst in twee subdijkvakken, te weten OOY_03_1 en OOY_03_2, zie tevens figuur A01. Door de aanwezigheid van een cohesieve deklaag in de ondergrond tot ca. NAP +13,5 m is een stabiliteitsberm nodig. Ter hoogte van dijkvak OOY_03_2 is binnendijks rekening gehouden met een greppel aan het einde van de stabiliteitsberm, omdat hier ook een greppel/slootje ter hoogte van de huidige binnenteen ligt. Tussen BIT en perceelgrens is een zone 'vrij van beplanting' van 5,5 m aangehouden conform de uitgangspunten van het dijkontwerp voor Ooijen&Wanssum. De huidige groene dijk dient afgegraven te worden en kan (wellicht) deels als stabiliteitsberm fungeren (na deels te zijn afgegraven).
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd:
 - a) Op verzoek van het projectbureau omdat de uitbreiding van de camping t.h.v. de zuidpunt is komen te vervallen.
 - b) Voor dit tracé was nog geen dijkontwerp gemaakt. Aanpassingen aan de camping (waaronder ook het verwijderen van begroeiing) zijn niet wenselijk.



Figuur A01: Aangepaste ligging van het dijktracé en opsplitsing in subdijkvakken OOY_03_1 en OOY_03_2

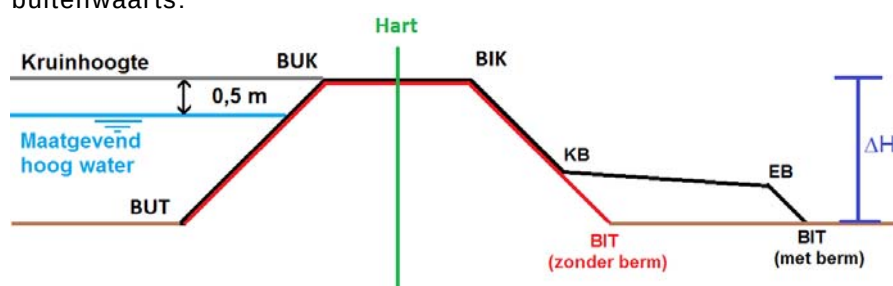
Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de aangepaste pipingberekeningen weergegeven.

Tabel A01: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]	Verondersteld uittredepunt kwelweg Afstand [m]
OOY_03_1	n.v.t.	17,45	15,10	2,35	44	8
OOY_03_2	n.v.t.	17,45	14,80	2,65	50	8

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende aangepaste dijkontwerp (Tabel A02), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel A02: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp voor de sub-dijkvakken Ooy_03_1 en Ooy_03_2.

OOY_03_1		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-10,8	14,6	BUT
-2,25	17,45	BUK
0	17,45	Hart
2,25	17,45	BIK
5,25	16,45	KB
12,8	15,7	EB
14,6	15,1	BIT

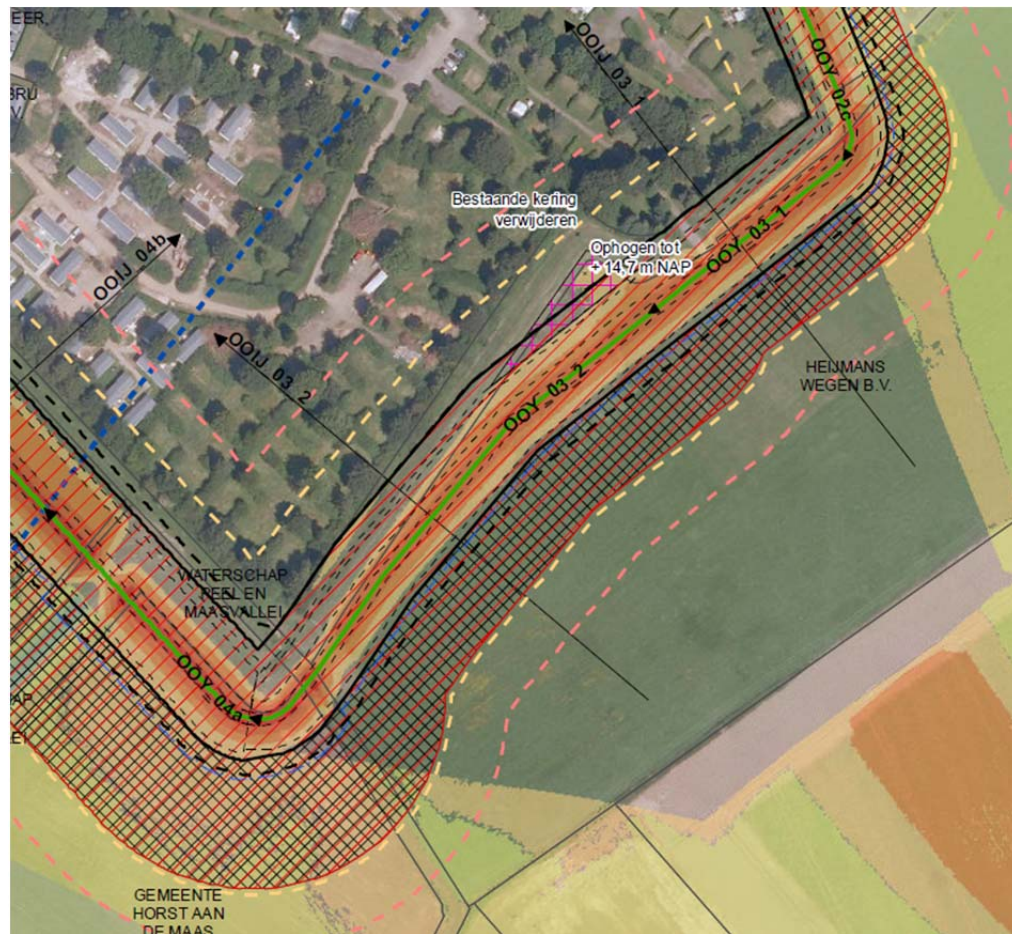
OOY_03_2		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-10,8	14,6	BUT
-2,25	17,45	BUK
0	17,45	Hart
2,25	17,45	BIK
6,30	16,1	KB
12,8	15,4	EB
14,6	14,8	BIT

De resultaten van de toetsing op macrostabiliteit zijn toegevoegd in bijlage 3.

Het bovenstaande aangepaste ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De zandkern van de groene dijk moet kunnen draineren. In bovengenoemd ontwerp is

hiermee rekening gehouden door de cohesieve deklaag onder de dijk kern deels te ontgraven en te vervangen door goed drainerend zand. Dit aspect dient in de vervolgfases van het project nader uitgewerkt te worden.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak OOLJ_03. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van het zuidoosten van de dijkkring. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Ter plaatse van de overgang naar dijkvak Ooy_04 is een sloot aanwezig. Deze sloot dient opgevuld te worden.
2. Er zijn geen bomen aanwezig.
3. Binnendijs is nog een bestaande kering aanwezig. Deze kering kan verwijderd worden.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak Ooy_03 is vastgesteld op basis van HB161, HB26A, B020/5 en HB25A.

Uit het beschouwde grondonderzoek volgt een lemige/kleiige deklaag van sterk variabele dikte. De ligging van de onderzijde van het leempakket varieert tussen NAP +14,0 m (B020/5) en NAP +12,2 m (HB161). Onder deze deklaag wordt overal matig grof zand aangetroffen.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI met berm 7,5 m ¹⁾	1,31	Voldoet
2.	STBU	1,12	Voldoet

Toelichting bij de tabel:

¹⁾ : Uplift Van model.

Bij de berekening op stabiliteit buitenwaarts is de stijghoogte in zandkern bij val na hoog water aangehouden op NAP +16,0 m.

Uit een analyse van AHN2 hoogtedata volgt dat de huidige terreinhoogte varieert tussen NAP +14,5 m t.p.v. de aansluiting op dijkvak OY_02 en NAP +15,2 m t.p.v. de aansluiting op dijkvak OY_04. De berekeningen zijn gebaseerd op een starthoogte van NAP +14,7 m. Plaatselijk lager gelegen terreinen dienen minimaal tot deze hoogte integraal aangevuld te worden. Ter plaatse van hoger gelegen gedeeltes (tot NAP +15,2 m) zijn optimalisaties mogelijk.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekeningen weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
OY_03	a	17,45	14,70	2,75	52
OY_03	b	17,45	14,70	2,75	52
OY_03	c	17,45	15,00	2,45	46

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

3.3. Stabiliteit voorland (STVL)

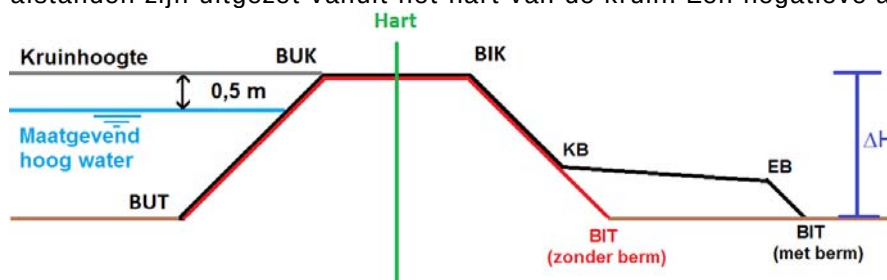
In bijlage 2 is een toetsing opgenomen van stabiliteit voorland. Het faalmechanisme STVL bestaat uit twee deelsporen; zettingsvloeiing (ZV) en afschuiving (AF). In deze beoordeling wordt het stappenplan uit Katern 9 van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid gevolgd.

Het profiel **voldoet** aan het schadelijkheidscriterium voor afschuiving en zettingsvloeiing.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_03		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-10,5	14,7	BUT
-2,25	17,45	BUK
0	17,45	Hart
2,25	17,45	BIK
5,79	16,27	KB
16,5	15,2	EB
18	14,7	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Het maaiveld dient binnendijs opgehoogd te worden tot minimaal NAP +14,7 m.
2. Aan buitendijkse zijde dient minimaal 4 m vlak maaiveld aanwezig te zijn tussen BUT en insteek geul. Het ontwerp van de geul dient hier in de vervolgfase nog op aangepast te worden.

5. Risico's

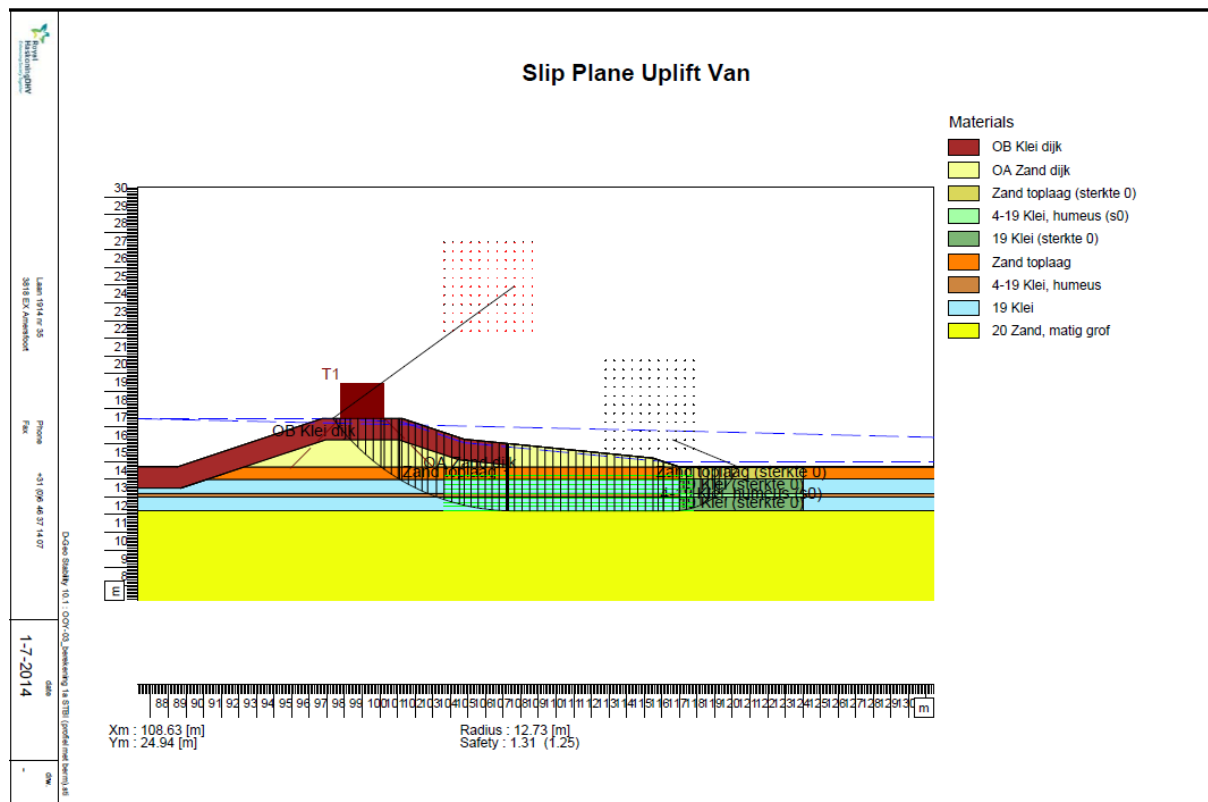
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Indien het terrein binnendijs niet tot minimaal NAP +14,7 m wordt opgehoogd is er een groter ruimtebeslag nodig.

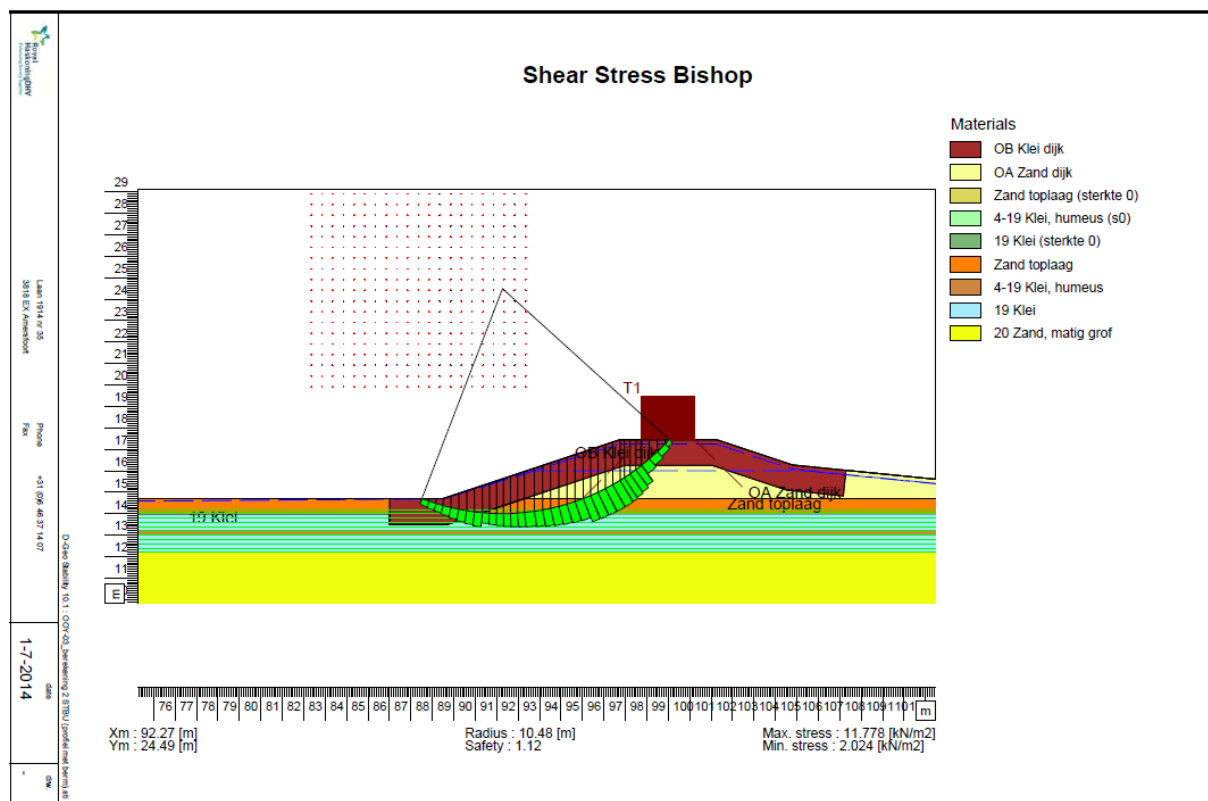
6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit
2. Toets op stabiliteit voorland (STVL)
3. Resultaten toetsing macrostabiliteit (aangepast ontwerp 15-10-2015)

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit (SF=1,31>1,20)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit (SF=1,12>1,11)

Bijlage 2: Toets op stabiliteit voorland (STVL)

Het faalmechanisme STVL bestaat uit twee deelsporen; zettingsvloeiing (ZV) en afschuiving (AF). In deze beoordeling wordt het stappenplan uit Katern 9 van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid gevolgd.

Stap 1 – vuistregel

Is de kering veilig op basis van de vuistregel?

AF/ZV: NEE

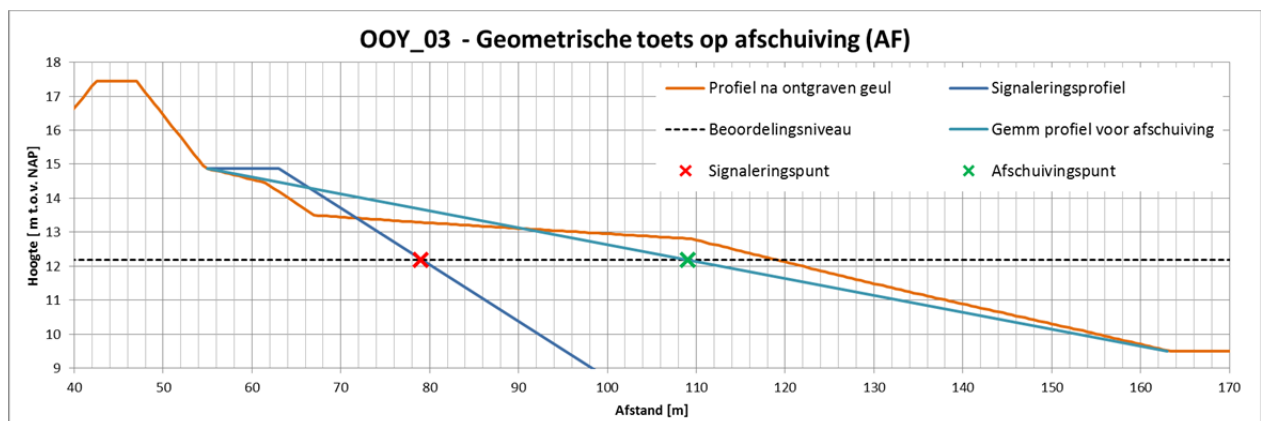
De hoogwatergeul is geen natuurlijk geul en de hoofdgeul van de Maas is dieper dan gestelde voorwaarde.

Stap 2 – schadelijk op basis van geometrie

Is het faalmechanisme schadelijk voor de kering op basis van geometrie?

AF: Voldoet

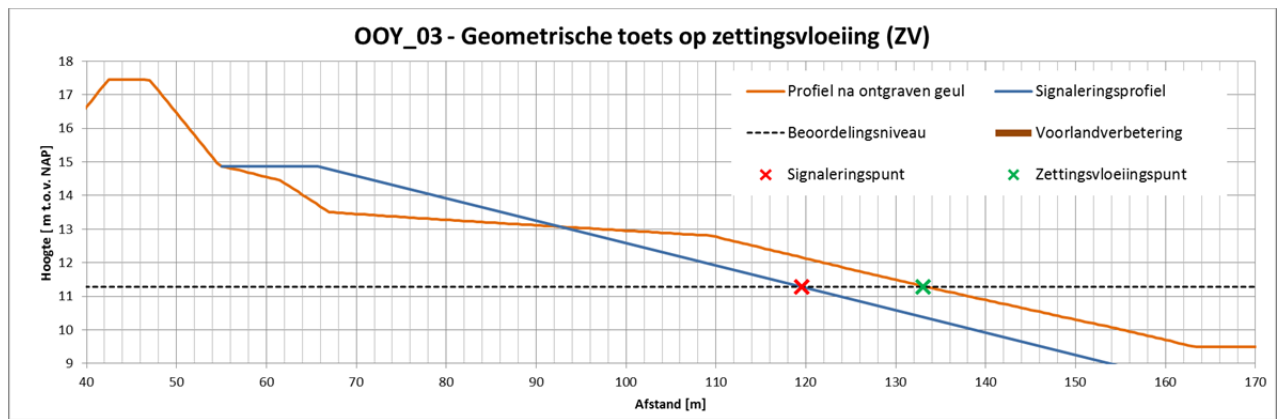
In onderstaande figuur is de geometrische toets op afschuiving weergegeven. In de grafiek is te zien dat het signaleringspunt verder landinwaarts ligt dan het afschuivingspunt. Dit betekent dat is voldaan aan het schadelijkheidscriterium en het profiel voldoet op afschuiving.



Figuur 2: Geometrische toets voor het schadelijkheidscriterium van afschuiven in het voorland

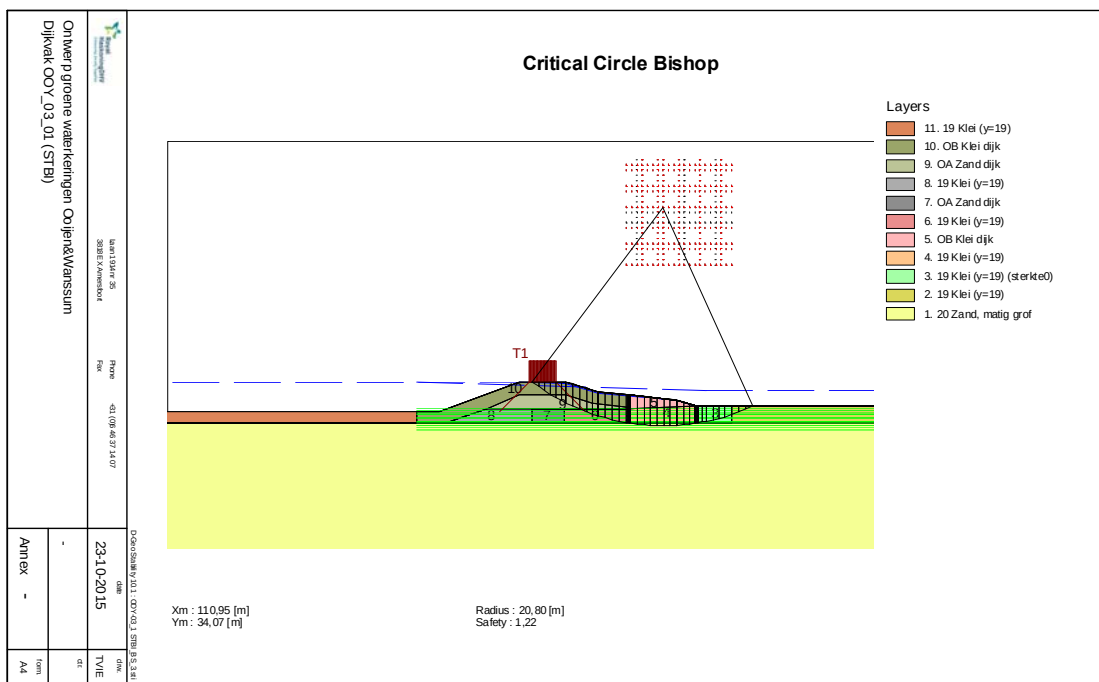
ZV: Voldoet

In onderstaande figuur is de geometrische toets op zettingsvloeiing weergegeven. Het profiel is getoetst met als uitgangspunt dat de ondergrond volledig uit verwekingsgevoelige lagen bestaat. Deze benadering is conservatief. Als het profiel niet voldoet aan het schadelijkheidscriterium zal de laagdikte geoptimaliseerd worden aan de hand van beschikbaar grondonderzoek. In de grafiek is te zien dat het signaleringspunt verder landinwaarts ligt dan het zettingsvloeiingspunt. Dit betekent dat het profiel voldoet op afschuiving en er geen verdere optimalisatie nodig is.

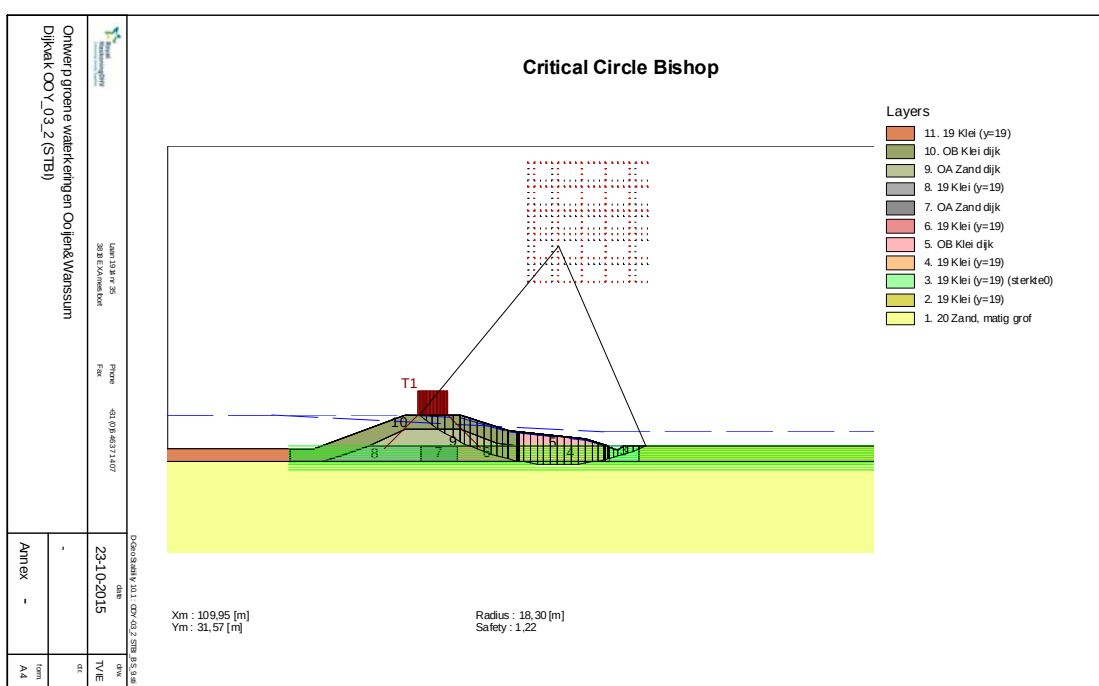


Figuur 3: Geometrische toets voor het schadelijkheidscriterium van zettingsvloeiing in het voorland

Bijlage 3: Resultaten toetsing macrostabiliteit (aangepast ontwerp 15-10-2015)



Figuur B3.1 Binnenwaartse macrostabiliteit dijkvak OOV_03_1 (SF=1,22>1,20)



Figuur B3.2 Binnenwaartse macrostabiliteit dijkvak OOV_03_2 (SF=1,22>1,20)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Ooijen	Dijkvak	OOY_04
	Dijkpalen	DP64A.002

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak OOY_04. Het dijkvak bevindt zich ter zuidoosten van het kasteel van Ooijen. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Binnendijks is er een sloot aanwezig. Deze sloot dient behouden te blijven voor de afwatering van de slotgracht.
2. Ter plaatse van de Blitterswijkseweg is het landhoofd van de brug tussen Broekhuizenvorst en Ooijen ontworpen. De invloed van dit landhoofd op de waterkering is niet beschouwd en dient meegenomen te worden in het brugontwerp.
3. Binnendijks zijn er bomen aanwezig.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak OOY_04 is vastgesteld op basis van S57, HB160 en HB161.

De ondergrond van het dijkvak bestaat uit een relatief dunne deklaag (klei op veen). Vanaf NAP +12,4 m bestaat de ondergrond uit vast gepakt zand.

Het bodemprofiel (met veenlaag) is representatief voor de strekking tussen positie HB157/HB158 en DP64A.002. Bij HB157/HB158 wordt geen veen meer in de boringen aangetroffen.

Op 10-12-2014 is er door MOS grondmechanica aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Ter plaatse van dijkvak OOY_04 zijn boringen HB75 t/m HB83 uitgevoerd. In deze boringen is geen veen aangetroffen. In de toplaag van deze boringen wordt een kleilaag aangetroffen met een gemiddelde dikte van 1 meter. Uit conservatief oogpunt is er voor gekozen om toch het profiel met veenlaag te modelleren.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI met berm ¹⁾	1,09	<1,27
2.	STBI met grond-verbetering ²⁾	1,25	voldoet
3.	STBU met grond-verbetering	1,14	voldoet

Toelichting bij de tabel:

¹⁾ : Breedte 10 m conform SO, Uplift Van model.

²⁾ : Zie toelichting.

Er is een doorgaande afsluitende laag aanwezig waaronder zich water-overspanningen kunnen opbouwen. Voor een profiel zonder grondverbetering wordt gerekend met het Uplift Van model, waarbij c en ϕ t.p.v. het uittredepunt van het bezwijkvlak zijn gereduceerd.

Voor een profiel met grondverbetering tot aan het diepe zand (veen t.p.v. kernzone dijk wordt afgegraven en vervangen door zand type OA Zand Dijk) wordt gerekend met het model Bishop zonder c, ϕ reductie.

Een dijkontwerp met een berm voldoet niet op binnenwaartse stabiliteit (berekening 1). Er is een grondverbetering nodig om het ontwerp te laten voldoen op binnenwaartse stabiliteit. Deze grondverbetering bestaat uit het verwijderen van de cohesieve lagen onder de waterkering. Hierbij moet er rekening worden gehouden met het creëren van voldoende ruimte tussen kleibekleding en cohesieve lagen. Door dit te doen zullen de stijghoogtes onder de cohesieve laag afnemen en zal de laag niet opbarsten

Bij de berekening van de buitenwaartse stabiliteit horen de volgende uitgangspunten:

1. Stijghoogte, PP bij Val na hoog water NAP +14,0 m.
2. Stijghoogte in zandkern bij val na hoog water NAP +15,0 m.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

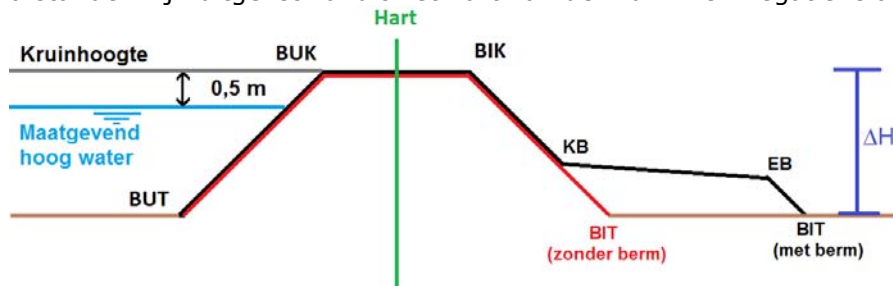
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
OOIJ_04	a	17,45	14,00	3,45	68
OOIJ_04	b	17,27	13,97	3,30	65

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 4), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_04		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,51	13,85	BUT
-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK
5,55	16,17	KB
16,25	15,1	EB
19,25	14,1	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Er is een bermhoogte aangehouden van 1 m in plaats van 0,5 m.
2. Bomen kunnen behouden blijven. In figuur 1 is met een stippellijn de boomvrije zone aangegeven.
3. Bij de aanwezigheid van cohesieve lagen (veen en klei) dient er een grondverbetering uitgevoerd te worden. Deze grondverbetering staat beschreven in 3.1 Macrostabieleit.
4. Voldoende ruimte tussen kleibekleding en cohesieve lagen om voldoende verbinding met de berm te creëren. Door dit te doen zullen de stijghoogtes onder de cohesieve laag afnemen en zal de laag niet opbarsten.
5. Ondanks dat er in het aanvullend grondonderzoek geen veen is aangetroffen is er voor gekozen wel een veenlaag te modelleren. Vanwege de conservatieve is het misschien niet nodig om over het gehele dijkvak een grondverbetering uit te voeren. Analyses in een later stadium van het project dienen hier verder inzicht over te geven.

5. Risico's

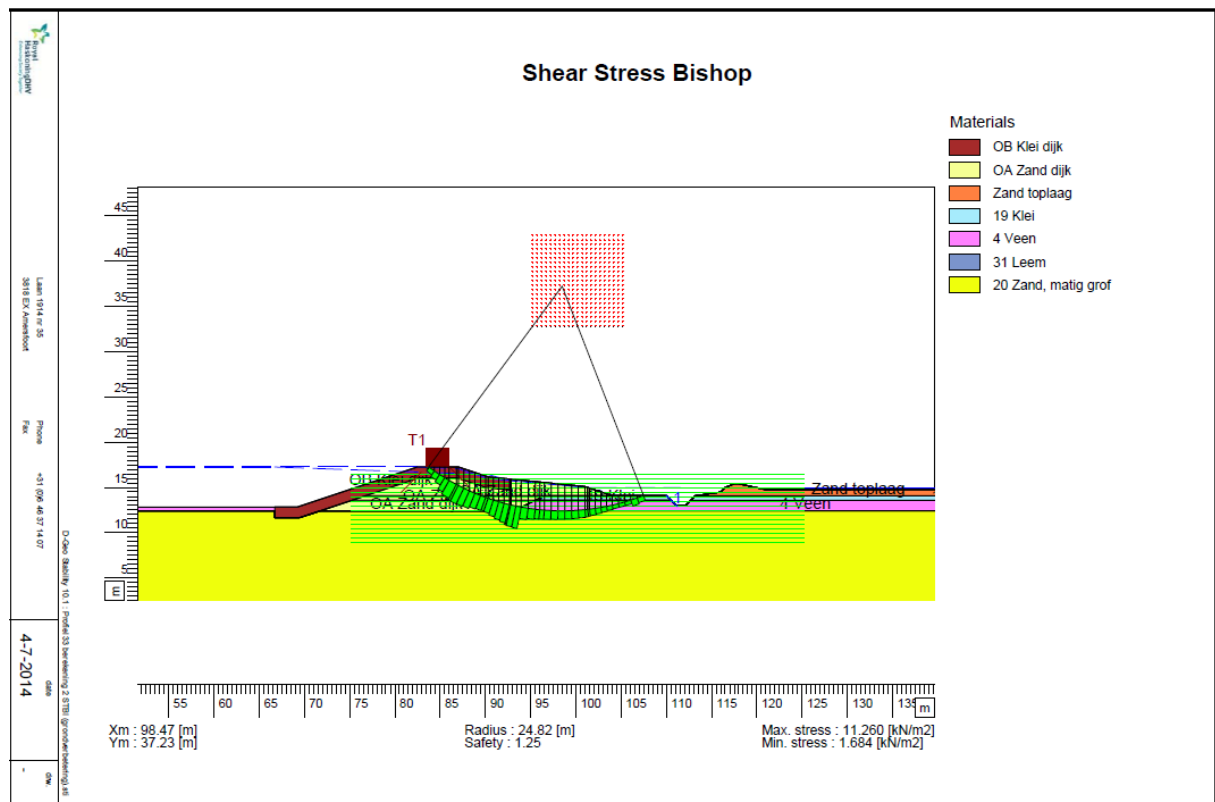
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Voor het aanbrengen van voorlandverbetering en (eventuele) grondverbetering kan het noodzakelijk zijn om de grondwaterstand tijdelijk te verlagen (uitvoeringsrisico).
2. Als er niet voldoende ruimte (minimaal 1 meter) worden aangehouden tussen de kleibekleding en de cohesieve lagen kan er druk opbouwen (door verhoogde stijghoogte) onder de cohesieve laag. Hierdoor kan deze laag opbarsten.

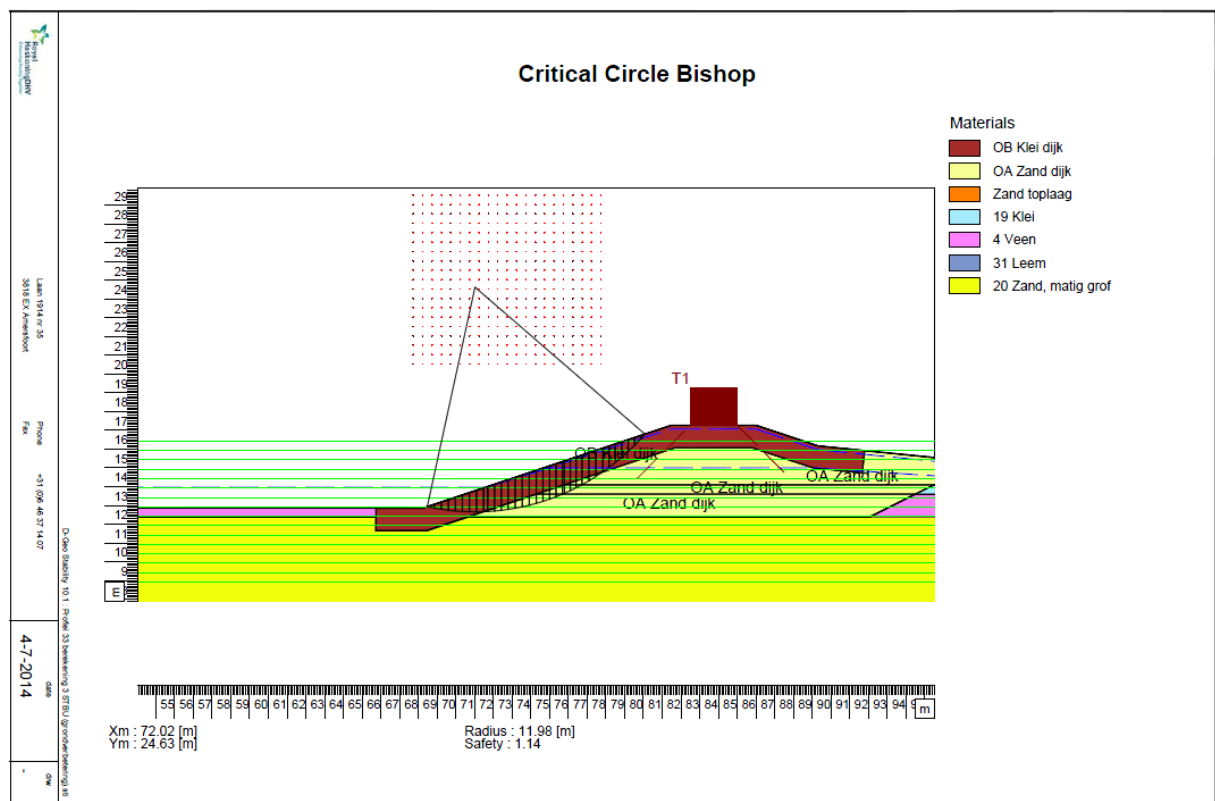
6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabieleit

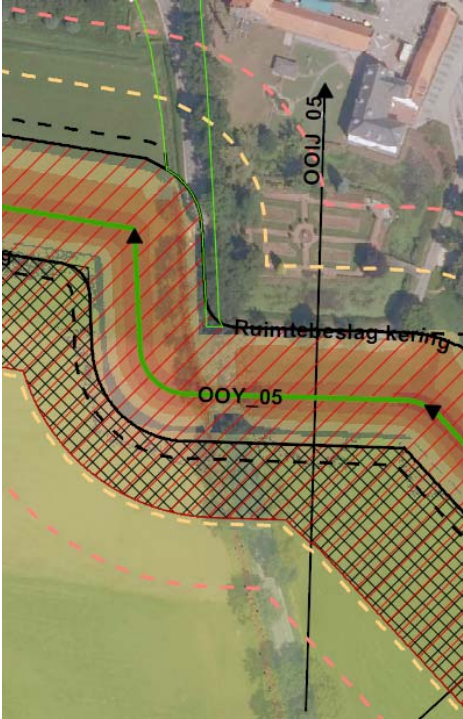
Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,25 > 1,20$)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,14 > 1,10$)

Ooijen&Wanssum		Datum: 12-03-2015	
Factsheet groene dijken			
Deeltraject: Ooijen		Dijkvak	OOY_05
		Dijkpalen	n.v.t.
1. Dijkvak			
Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak OOY_05. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van het kasteel Ooijen. Het dijklichaam bevindt zich naast de kasteelgracht. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.			
			
Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak			
2. Uitgangspunten			
2.1. Algemeen			
1. De slotgracht rond kasteel Ooijen dient behouden te blijven. 2. De bomenrij langs de slotgracht (t.h.v. de Blitterswijkseweg) en de bomenrij langs het toegangspad dienen behouden te blijven ter belijning van de dijk. 3. Het bodemniveau van de kasteelgracht is niet ingemeten. Er is een niveau aangehouden van NAP +13,00 m. 4. De taluds van de gracht zijn aangehouden op 1:1,5. 5. Ter plaatse van de Blitterswijkseweg is het landhoofd van de brug tussen Broekhuizenvorst en Ooijen ontworpen. De invloed van dit landhoofd op de waterkering is niet beschouwd en dient meegenomen te worden in het brug-/vervolgontwerp.			
2.2. Bodembeschrijving			
Het ondergrondmodel ter plaatse van OOY_05 is vastgesteld op basis van SBR15/3 en HB160. Het profiel naast de kade rondom de slotgracht bestaat uit een relatief dunne deklaag (kleiige toplaag op veen). Vanaf NAP +12,4 m bestaat het profiel uit vast gepakt zand. Voor de bestaande kade is vanaf kruin tot NAP +14,5 m uitgegaan van klei en zand, gelaagd. Bovenstaande bodembeschrijving is representatief (maatgevend) voor de gehele kade rondom de kasteelgracht (toegangspad kasteel en Blitterswijkseweg).			
3. Ontwerpberekeningen			
3.1. Macrostabieliteit			

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Bij het ontwerp van het dijklichaam zijn we uitgegaan van een buitendijkse versterking van de bestaande waterkering. Dit betekent dat het huidige weglichaam en het toegangspad behouden blijven en functioneren als stabiliteitsberm voor het dijklichaam. Dit ontwerp is onderstaand getoetst.

Omdat de stabiliteit van de bestaande kade c.q. talud van de kasteelgracht niet aantoonbaar is (onvoldoende), is gerekend met een restprofiel-benadering. Het restprofiel raakt de nieuwe waterkering niet. Hierbij is uitgegaan van een flauw talud (1:7) dat eindigt op de geschatte insteek bodem sloot op NAP +13,0 m. Het restprofiel van een omgevallen boom valt binnen het restprofiel van het talud van de kasteelgracht en is daarmee niet maatgevend.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI breed Uplift Van ¹⁾	1,19	<1,27
2.	STBI breed met grond-verb. ¹⁾	1,29	Voldoet
3.	STBU met grondverbetering	1,19	Voldoet

Toelichting bij de tabel:

¹⁾ : Omdat onder het dijklichaam in de ondergrond een doorlopende waterafsluitende laag aanwezig is (veen, klei) is gerekend met het Uplift Van model.

²⁾ : Grondverbetering onder kern dijk tot aan onderzijde veenlaag op NAP +12,4 m (ontgr.diepte 2 à 3 m)

Berekening 1 voldoet niet op binnenwaartse stabiliteit. Er zijn aanvullende maatregelen nodig om een stabiel binnentalud te realiseren. Deze aanvullende maatregelen bestaan uit het toepassen van een grondverbetering: In berekening 2 is een grondverbetering toegepast hierbij voldoet de waterkering op stabiliteit.

Het buitendijkse talud voldoet alleen op stabiliteit door het toepassen van een grondverbetering (berekening 3). Hierbij is een grondverbetering nodig waarbij de cohesieve lagen onder de nieuwe waterkering volledig worden ontgraven.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
OOY_05	-	17,27	13,97	3,30	65

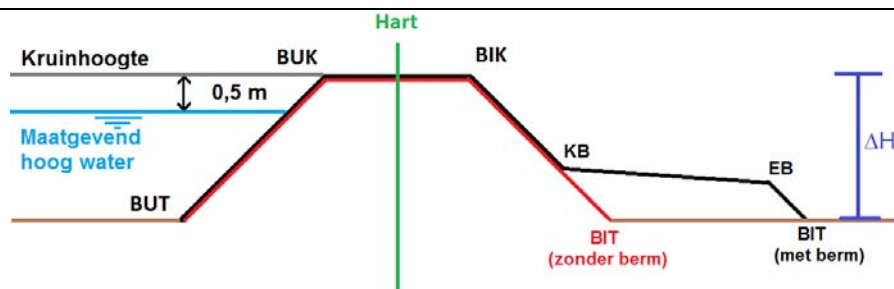
In bovenstaande tabel is een maaiveldhoogte aangegeven die lager is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de stabiliteitsberekening. De in de tabel aangegeven maaiveldhoogte hoort bij een lokale laagte. Deze laagte bevindt zich op een dermate grote afstand van de binnenteen van de dijk dat is aangenomen dat deze laagte geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit. In de stabiliteitsberekening is dus gerekend met een hogere maaiveldhoogte aan binnendijkse zijde.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_05		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,66	13,8	BUT
-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK
5,31	16,25	KB
18,25	16,25	EB
19	16	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De bomenrij langs de slotgracht (t.h.v. de Blitterswijckseweg) en de bomenrij langs het toegangspad kunnen behouden blijven. Op de overzichtstekeningen is te zien dat deze bomen (deels) binnen de kernzone van de kering vallen. Dit komt omdat de kernzone van de kering hier is doorgezet tot de binnen kruinlijn van de wegen rondom de slotgracht (Blitterswijckseweg en toegangspad). Het doorzetten van de kernzone is gedaan omdat het talud van de slotgracht ontoereikend is. Mogelijk zijn aanvullende maatregelen nodig. Dit is toegelicht in het volgende punt.
2. De stabiliteit van het talud van de kasteelgracht is onvoldoende. In de berekeningen is er van uit gegaan dat dit talud onder maatgevende omstandigheden zal bezwijken en is uitgegaan van een restprofielbenadering. Als een restprofielbenadering ongewenst is zullen andere maatregelen bedacht moeten worden om de bomen te behouden en het talud van de kasteelgracht stabiel te maken. Dit kan bijvoorbeeld door toepassing van een damwand. Hiervoor is vooralsnog niet gekozen.
3. Voor de stabiliteit van de waterkering is een grondverbetering noodzakelijk. Deze grondverbetering bestaat uit het volledig ontgraven van de cohesieve lagen onder de waterkering.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er is een bodemopbouw van het bestaande talud van de kasteelgracht aangenomen (bij gebrek aan in situ grondonderzoek). Als de bodemopbouw uit kwalitatief minder materiaal bestaat dan nu aangehouden kan het ruimtebeslag toenemen.
2. De waterstand in de kasteelgracht is ingeschat.
3. Het waterstandsverloop in de dijk bij val na hoog water situatie bij benadering gemodelleerd, in nader detail te beschouwen. Aanvullende maatregelen (drainage zandkern) zijn mogelijk nodig.
4. Er is een aanname gedaan voor de geometrie van de kasteelgracht. Mogelijk is deze aanname niet correct.
5. Het toepassen van een restprofielbenadering bij grote verwachte overslagdebieten is mogelijk niet wenselijk. Vanwege de grotere verwachte overslagdebieten is het talud van het afgeschoven maaiveld binnendijs van de kering erg flauw verondersteld (1:7) en de afschuiving blijft buiten het profiel van de werkelijke kering. Mocht dit toch ontoelaatbaar zijn, is het nodig om aanvullende maatregelen toe te passen, bijvoorbeeld het installeren van een stabiliteitsscherm (damwand) ter hoogte van het

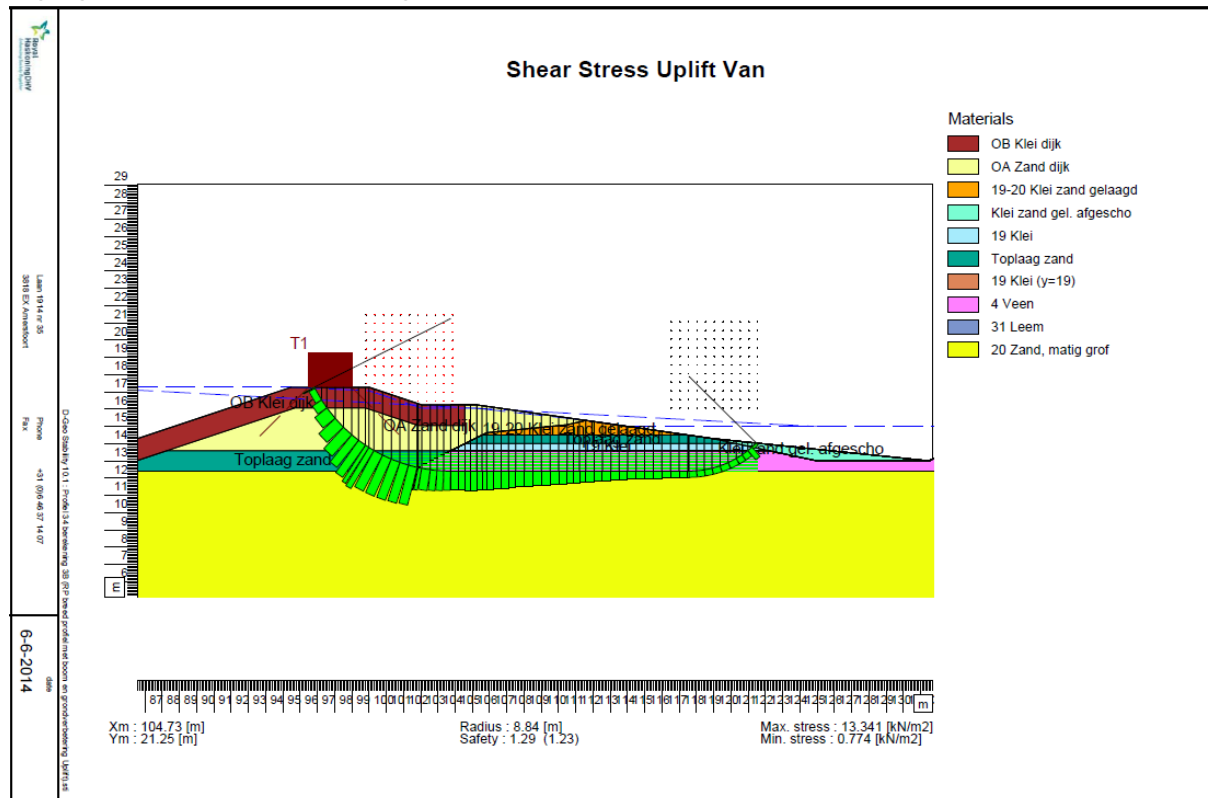
talud van de slotgracht.

6. Indien er wordt gekozen voor een ontwerp met een damwand dient de heibaarheid van de damwand onderzocht te worden.
7. Ter plaatse van het westelijke deel van OUY_05 is het landhoofd van een brug richting Broekhuizen vorst voorzien. In dit stadium van het project in de interactie tussen het ontwerp van de brug, de aansluitende wegen en de dijk niet beschouwd. Mogelijk is er naar aanleiding van deze interactie een groter ruimtebeslag nodig dan nu aangenomen.

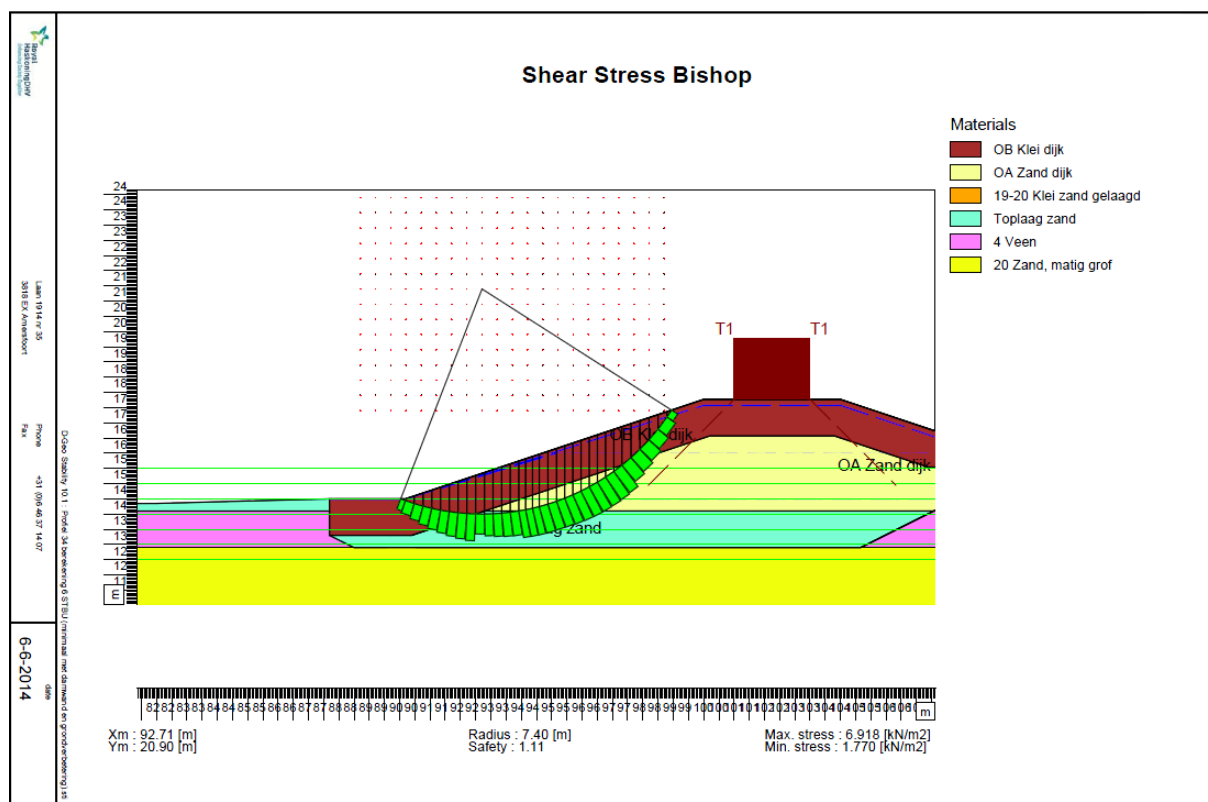
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing stabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing stabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaarts stabiliteit Uplift-Van en restprofielbenadering ($SF=1,29 > 1,27$)

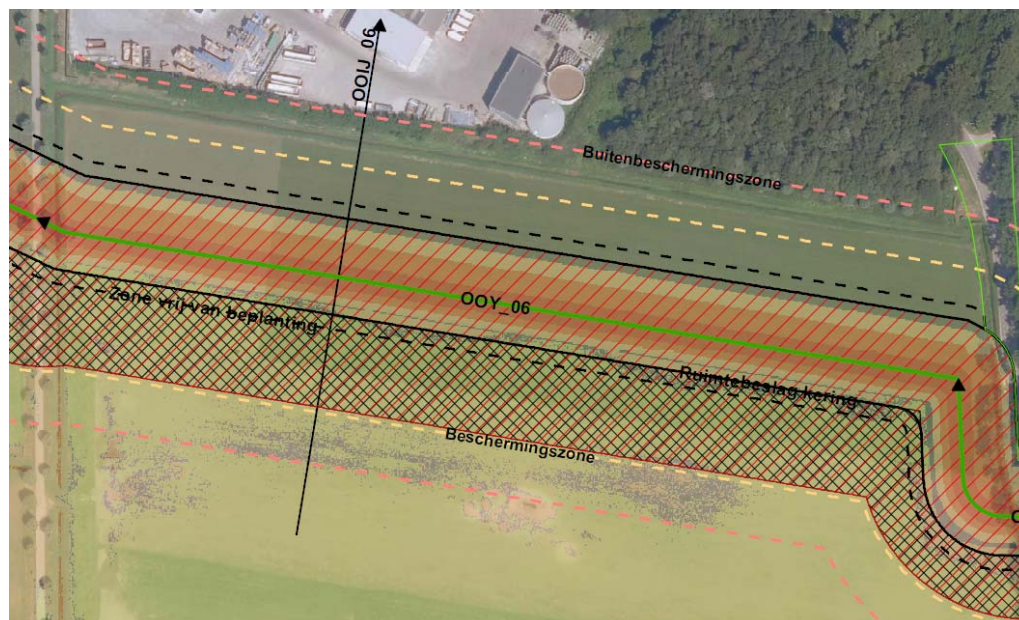


Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,11 > 1,10$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Ooijen	Dijkvak	OOY_06
	Dijkpalen	n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak OOY_06. Het dijkvak bevindt zich van de Ganzenkamstraat tot de Blitterswijckseweg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak.

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De sloot moet behouden blijven, maar deze wordt wel verplaatst richting waterkering. De minimale afstand tussen einde berm en insteek sloot bedraagt 4,0 m.
2. De waterkering dient parallel aan de sloot te liggen vanuit architectonisch oogpunt.
3. Ter plaatse van de Blitterswijckseweg is het landhoofd van de brug tussen Broekhuizenvorst en Ooijen ontworpen. De invloed van dit landhoofd op de waterkering is niet beschouwd en dient meegenomen te worden in het brug-/vervolgontwerp.
4. Wens Oerlemans om gebied tussen nieuwe en bestaande dijk op te hogen, dit is nu niet meegenomen in analyse, maar wel gunstig voor stabiliteit (aandachtspunt blijft afwatering).
5. Het dijkvak sluit aan op de Ganzenkampstraat. De weg ligt momenteel op een hoogte van NAP +14,00 m. De weg dient dus 3 m opgehoogd te worden.
6. Er zijn geen bomen aanwezig in het invloedgebied van de waterkering.
7. Het dijkvak bevindt zich in de buurt van de start van het geulontwerp. De afstand tussen de buitenteen en het geulontwerp dient minimaal 5 m te bedragen.
8. De taluds van de bestaande sloot zijn aangehouden op 1:2.
9. Het niveau van de bodem van de sloot is aangehouden op 1 m beneden maaiveld.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak OOY_06 is vastgesteld op basis van de maatgevende boringen: S55 en HB154.

Het ondergrondprofiel bestaat uit een deklaag (zand, klei en een dunne veenlaag) op zandige ondergrond. De onderzijde van de deklaag is aangehouden op NAP +12,5 m.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Er is een doorgaande afsluitende laag aanwezig waaronder wateroverspanning kan opbouwen. Daarom is gerekend met een grenspotentiaal. Voor een profiel zonder grondverbetering wordt gerekend met het Uplift Van model, waarbij c en ϕ t.p.v. het uittredepunt van het bezwijkvlak zijn gereduceerd.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI berm 9 m (Uplift Van)	1,35	voldoet
2.	STBI met kortere berm (Uplift Van)	1,28	voldoet
3.	STBU basis	0,99	<1,11
4.	STBU met grondverbetering	1,13	voldoet

In berekening 1 en 2 is het dijkontwerp getoetst op stabiliteit binnenwaarts. In de berekeningen is een berm ontworpen met een bermhoogte van 1 m en een lengte van 9 m (berekening 1). Dit ontwerp voldoet op stabiliteit. Het dijkontwerp uit berekening 1 is geoptimaliseerd door een bermlengte aan te houden van 8 m (berekening 2).

Het dijkontwerp voldoet niet op stabiliteit buitenwaarts (berekening 3). Daarom is er een grondverbetering ontworpen. Deze grondverbetering bestaat uit het ontgraven van al het veen onder het buitentalud. Door het toepassen van de grondverbetering voldoet het dijkontwerp op buitenwaartse stabiliteit (berekening 4).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

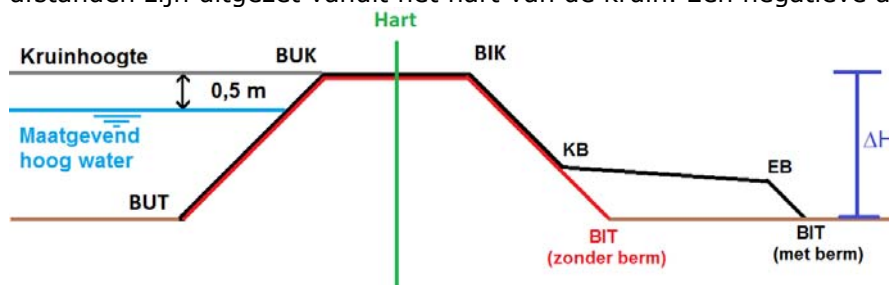
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
OOIJ_06		17,27	14,25	3,02	58

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_06		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,06	14	BUT
-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK
5,63	16,14	KB
17,06	15	EB
20,06	14	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De sloot kan op een minimale afstand van 2,5 m uit de teen van de berm worden gegraven.
2. Er is een grondverbetering nodig om de buitenwaartse stabiliteit te waarborgen. Deze grondverbetering bestaat uit het ontgraven van de volledige veenlaag onder het buitentalud.
3. Na verplaatsen van de sloot binnendijks is er minimaal 4 meter ruimte nodig tussen binnenteen dijk (BIT) en de insteek van de sloot.

5. Risico's

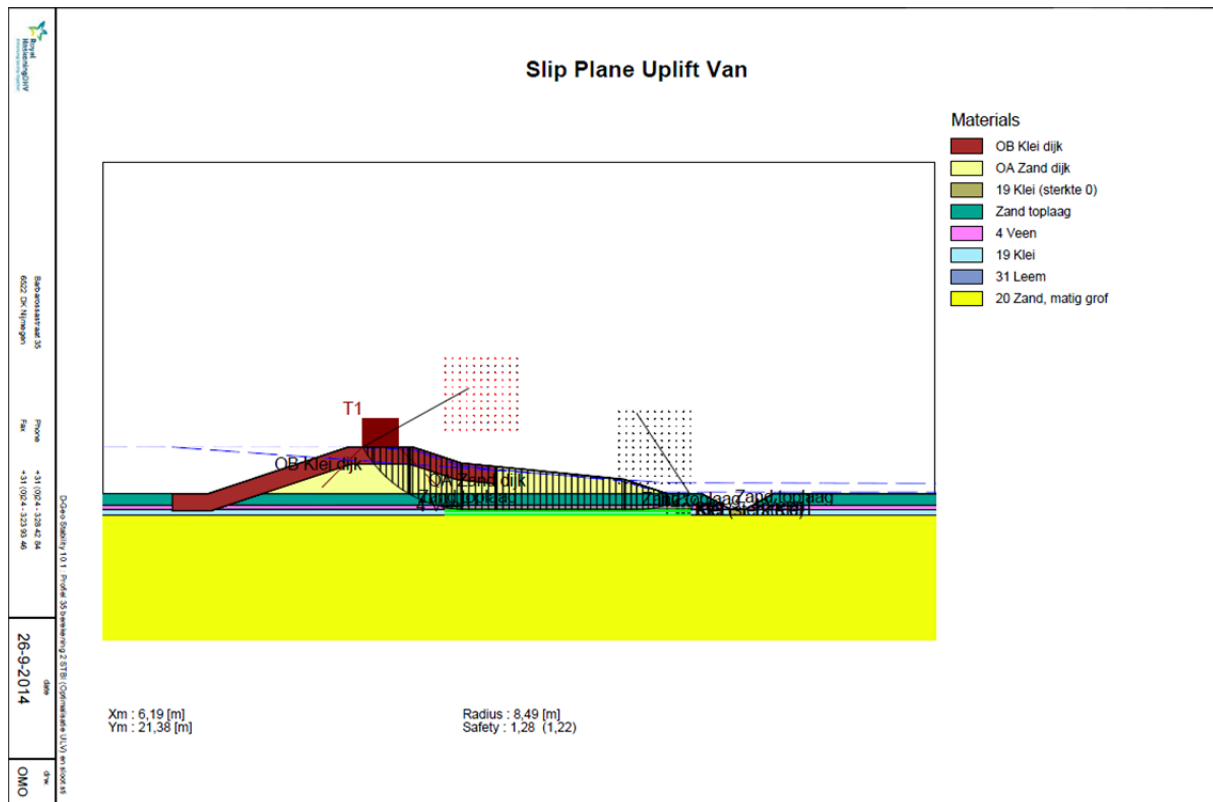
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er is een aanname gedaan voor de geometrie van sloot. Mogelijk is deze aanname niet correct.
2. Ter plaatse van het oostelijke deel van Ooy_06 is het landhoofd van een brug richting Broekhuizenforst voorzien. In dit stadium van het project in de interactie tussen het ontwerp van de brug, de aansluitende wegen en de dijk niet beschouwd. Mogelijk is er naar aanleiding van deze interactie een groter ruimtebeslag nodig dan nu aangenomen.

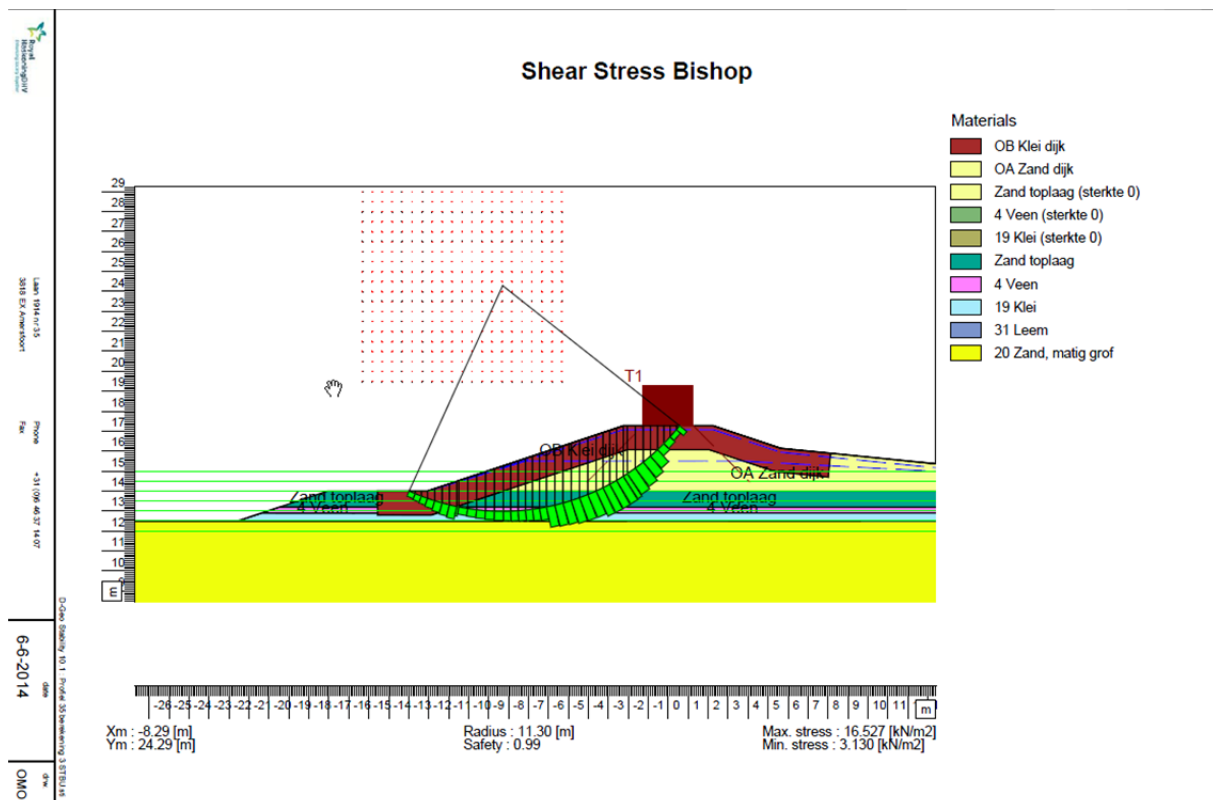
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing stabiliteit

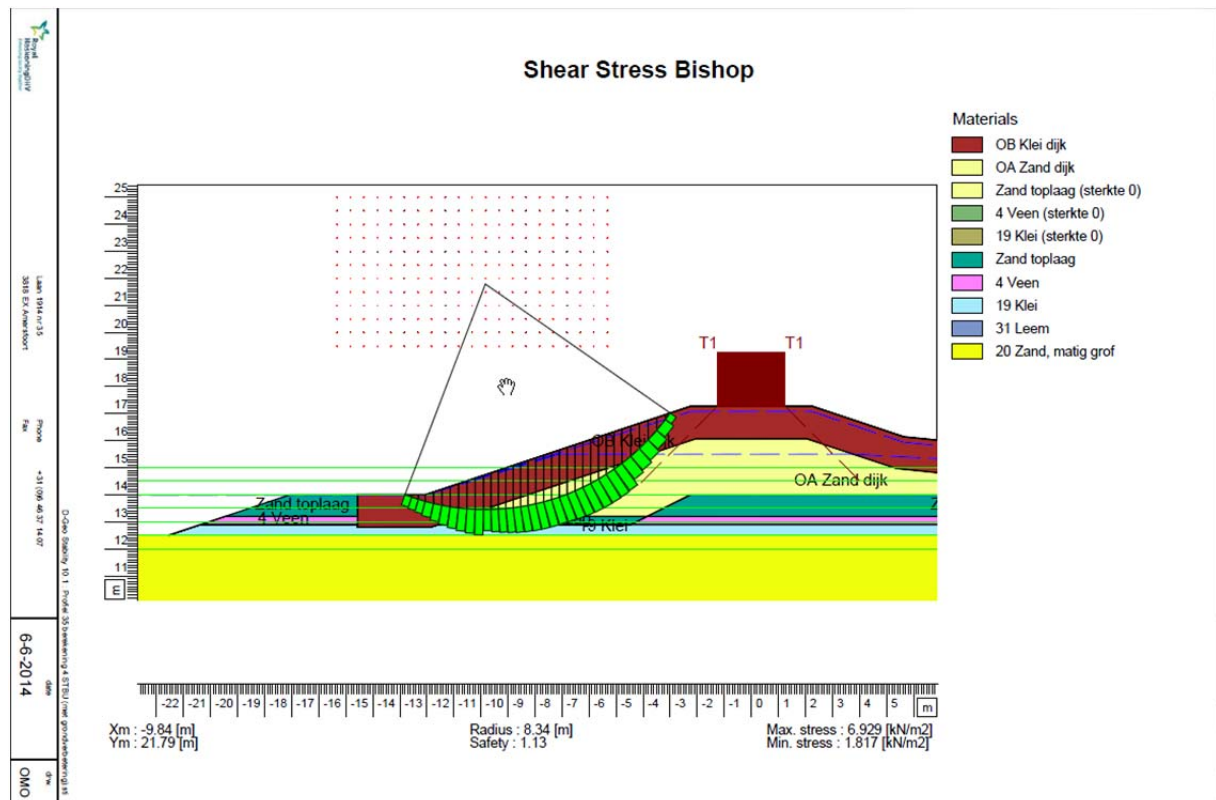
Bijlage 1: Resultaat toetsing stabiliteit



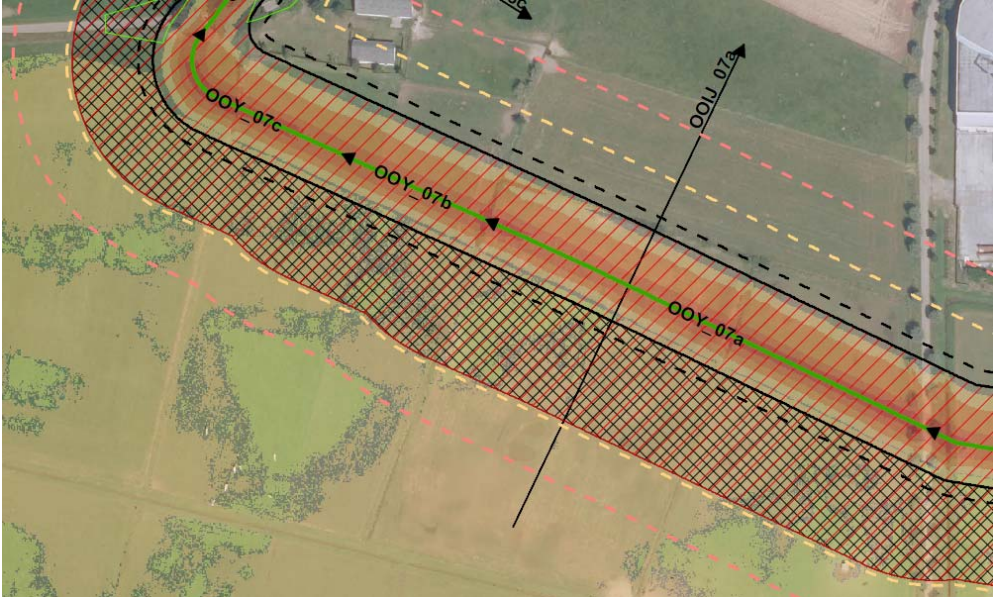
Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,28 > 1,27$)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit zonder grondverbetering ($SF=0,99 < 1,11$ voldoet niet)



Figuur B1.3 Buitenwaartse macrostabiliteit met grondverbetering ($SF=1,13 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum		Datum: 12-03-2015	
Factsheet groene dijken			
Deeltraject: Ooijen		Dijkvak	OOY_07
		Dijkpalen	n.v.t. (nieuw tracé)
1. Dijkvak			
Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak Ooy_07. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de Ganzenkampstraat tot de Nagtegaalstraat. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.			
			
Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak			
2. Uitgangspunten			
2.1. Algemeen			
1. Het dijkvak sluit in het oosten aan op de Ganzenkampstraat. De weg ligt momenteel op een hoogte van NAP +14,00 m. De weg dient dus ongeveer 3 m opgehoogd te worden. 2. Het dijkvak sluit in het westen aan op de Nagtegaalstraat. De weg ligt momenteel op een hoogte van NAP +15,30 m. De weg dient dus ongeveer 2 m opgehoogd te worden. 3. De woning Nagtegaalstraat 1 staat dicht in de buurt van de invloedzone van de watering. Mogelijk dient deze woning geamoveerd te worden. 4. Er zijn enkele bomen aanwezig binnen de bomenvrije zone. Deze zone is met een stippellijn aangegeven in figuur 1. Deze bomen dienen verwijderd te worden.			
2.2. Bodembeschrijving			
Het ondergrondmodel voor dijkvak Ooy_07 komt overeen met het ondergrondmodel van Ooy_06 (maatgevend grondonderzoek: S55 en HB154). Het ondergrondprofiel voor dijkvak Ooy_07 bestaat uit een deklaag (zand, klei en een dunne veenlaag) op zandige ondergrond. De onderzijde van de deklaag is aangehouden op NAP +12,5 m.			
3. Ontwerpberekeningen			
3.1. Macrostabieleit			
Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven. Er is een doorgaande afsluitende laag aanwezig waaronder wateroverspanning kan opbouwen. Daarom is er een grenspotentiaal aangehouden van boven de cohesieve laag. Voor een profiel zonder grondverbetering wordt gerekend met het Uplift Van model, waarbij c en ϕ t.p.v. het			

uittredepunt van het bezwijkvlak zijn gereduceerd.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI basis ¹⁾	1,35	voldoet
2.	STBI met korte berm ²⁾	1,30	voldoet
3.	STBU basis	0,96	<1,11
4.	STBU met grondverb ³⁾	1,12 ³⁾	voldoet

In berekening 1 en 2 is het dijkontwerp getoetst op stabiliteit binnenwaarts. In de berekeningen is een berm ontworpen met een bermhoogte van 1 m en een lengte van 9 m (berekening 1). Dit ontwerp voldoet op stabiliteit. Het dijkontwerp uit berekening 1 is geoptimaliseerd door een bermlengte aan te houden van 8 m (berekening 2).

Het dijkontwerp voldoet niet op stabiliteit buitenwaarts (berekening 3). Daarom is er een grondverbetering ontworpen. Deze grondverbetering bestaat uit het ontgraven van de veenlaag onder het buitentalud. Door het toepassen van de deze grondverbetering voldoet het dijkontwerp op buitenwaartse stabiliteit (berekening 4).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

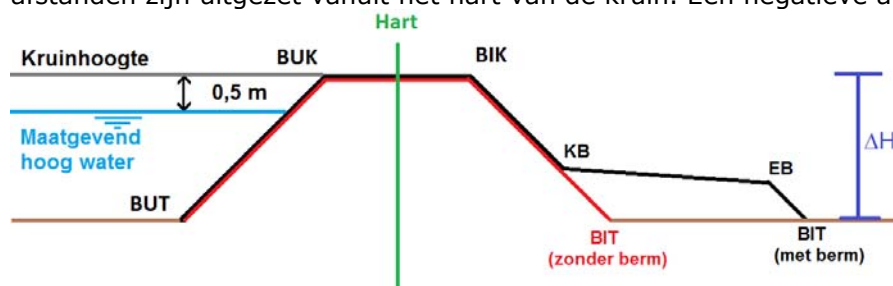
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
OOIJ_07	a	17,27	14,00	3,27	64
OOIJ_07	b	17,27	14,25	3,02	58
OOIJ_07	c	17,27	14,50	2,77	53

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_07		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,06	14	BUT
-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK
5,631	16,143	KB
17,06	15	EB
20,06	14	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. In het huidige dijkontwerp valt de woning op Nagtegaalstraat 1 buiten de invloedzone van de waterkering. De woning kan dus behouden blijven.
2. Er is een grondverbetering nodig om de buitenwaartse stabiliteit te waarborgen. Deze grondverbetering bestaat uit het ontgraven van de volledige veenlaag onder het buitentalud.

5. Risico's

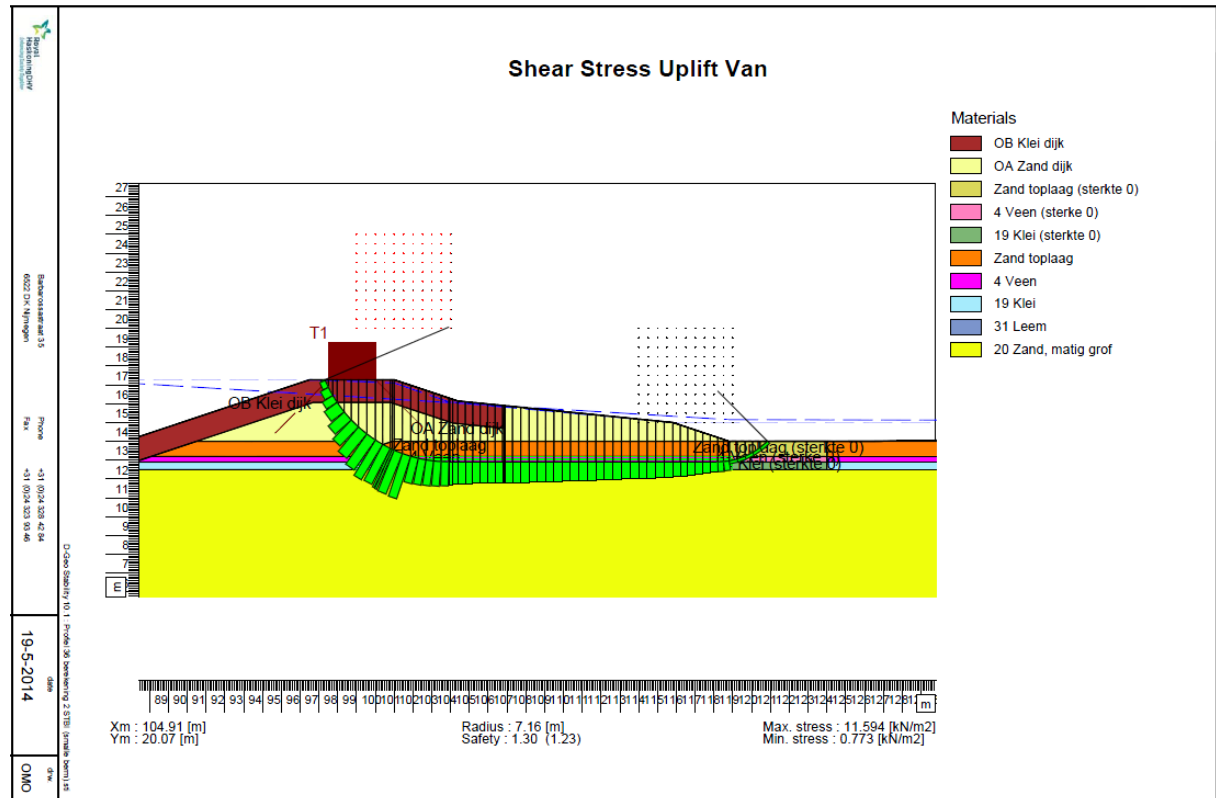
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Omdat er geen ontwateringssloot aanwezig is, kan kwelwater binnendijks mogelijk een probleem vormen. In het ontwerp van de waterhuishouding dient hier rekening mee te worden gehouden.

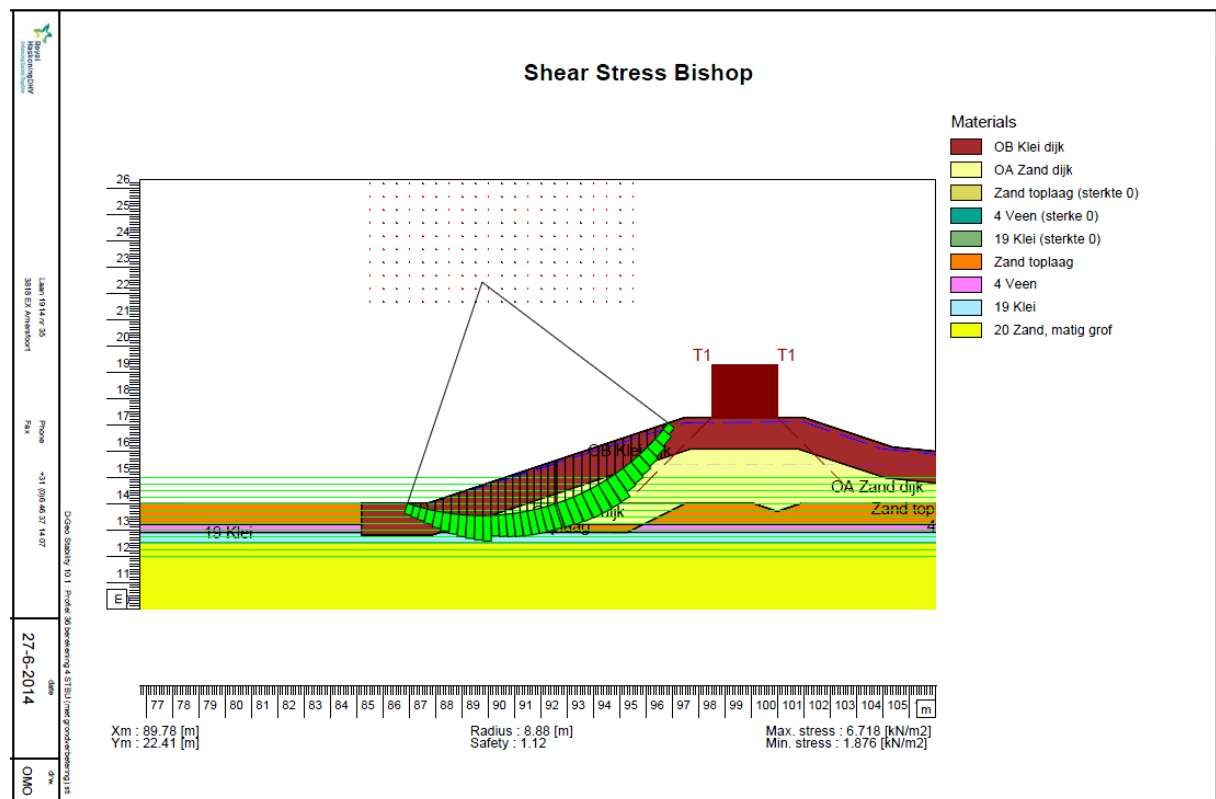
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing stabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing stabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaarts Uplift-Van ($SF=1,30 > 1,27$)

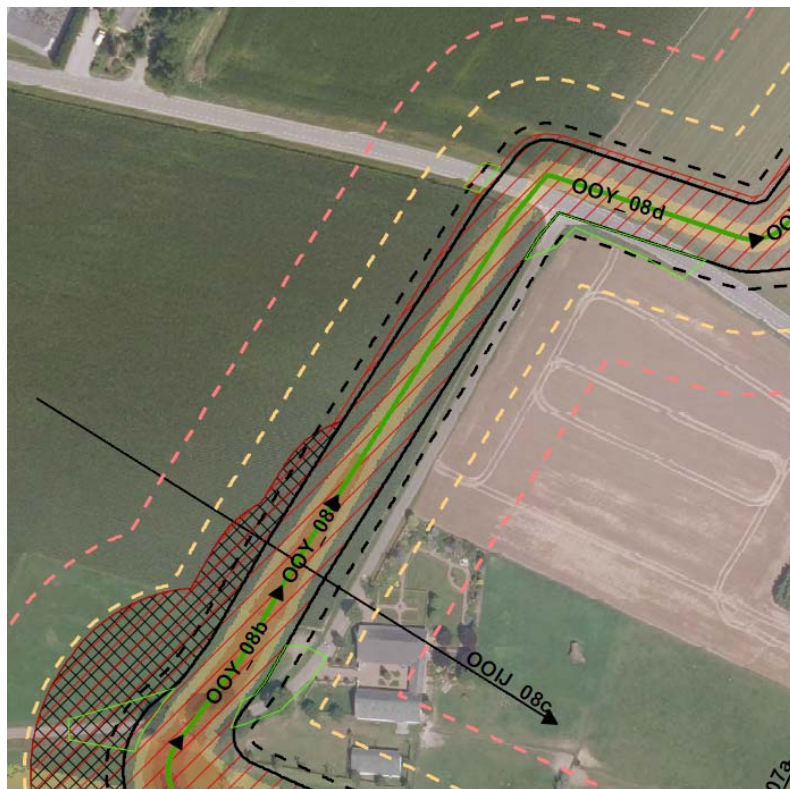


Figuur B1.2 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,12 > 1,10$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken		Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Ooijen	Dijkvak		OOY_08
	Dijkpalen		n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak OOY_08. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de Nagtegaalstraat tot de Blitterswijckseweg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De woning Nagtegaalstraat 1 staat dicht in de buurt van de invloedzone van de watering. Mogelijk dient deze woning geamoveerd te worden.
2. Het dijkvak sluit in het noorden aan op de Blitterswijckseweg.
3. Zowel binnendijks als buitendijks zijn enkele bomen aanwezig.
4. Het dijkvak sluit in het zuiden aan op een toegangsweg naar de Nagtegaalstraat 1. Deze aansluiting is niet ontworpen.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor het dijkvak is vastgesteld op basis de maatgevende boringen HB147 en HB149.

Het ondergrondprofiel bestaat uit een zandige deklaag op matig grof zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI basis	1,20	voldoet
2.	STBU basis	1,28	voldoet

De waterkering is ontworpen aan de hand van het standardprofiel. Uit de stabiliteitsberekening volgt dat er geen aanvullende maatregelen nodig zijn en het voldoet op zowel binnenwaartse als buitenwaartse stabiliteit.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

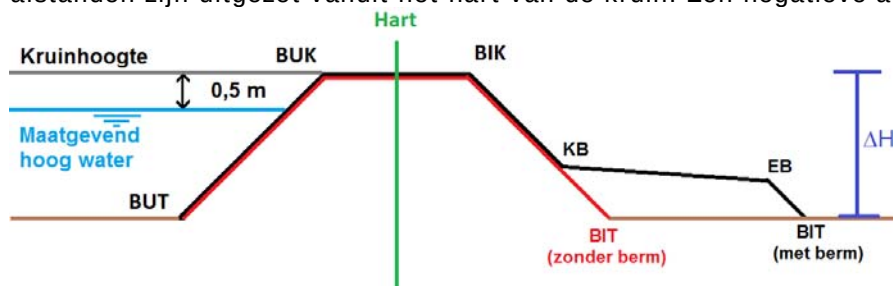
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
OOY_08	b	17,27	15,25	2,02	36
OOY_08	c	17,27	15,50	1,77	31
OOY_08	d	17,27	16,00	1,27	20

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering. Dijkvak Ooy_08a is samengevoegd met dijkvak Ooy_07c en mist daarom in bovenstaande tabel.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_08		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-9,06	15	BUT
-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK
8,16	15,3	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. In het huidige dijkontwerp valt de woning op Nagtegaalstraat 1 buiten de invloedzone van de waterkering. De woning kan dus behouden blijven.
2. Een aantal bomen dient verwijderd te worden. Het gaat hierbij om bomen welke zich binnen de boomvrije zone bevinden. Deze zone is met een stippellijn aangegeven in figuur 1.

5. Risico's

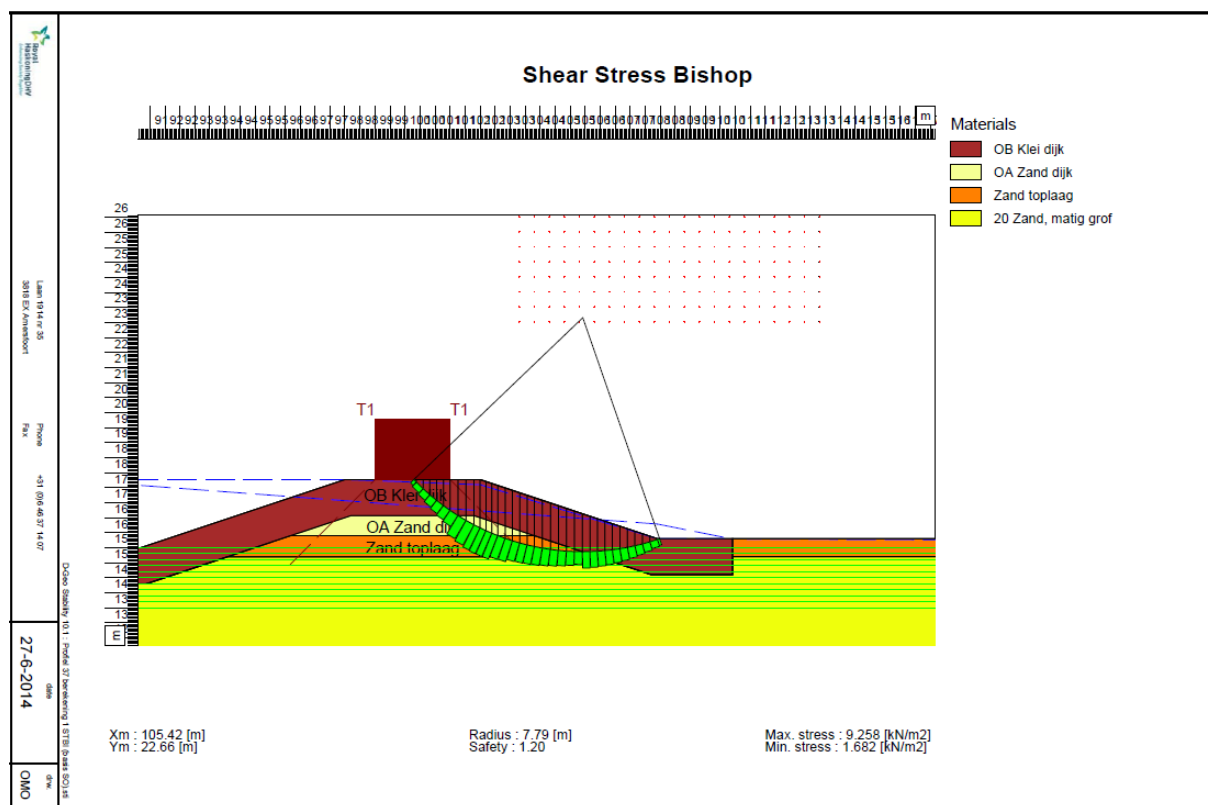
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Het dijkvak sluit in het zuiden aan op een kleine toegangsweg naar perceel Nagtegaalstraat 1. Er is geen ontwerp gemaakt van deze aansluiting. Als er voor wordt gekozen om deze weg op te heven dient er een nieuwe toegangsweg naar de Nagtegaalstraat 1 gerealiseerd te worden.
2. Het terrein in de bocht van de Nagtegaalstraat ligt mogelijk (plaatselijk) iets lager en moet dan worden aangevuld.

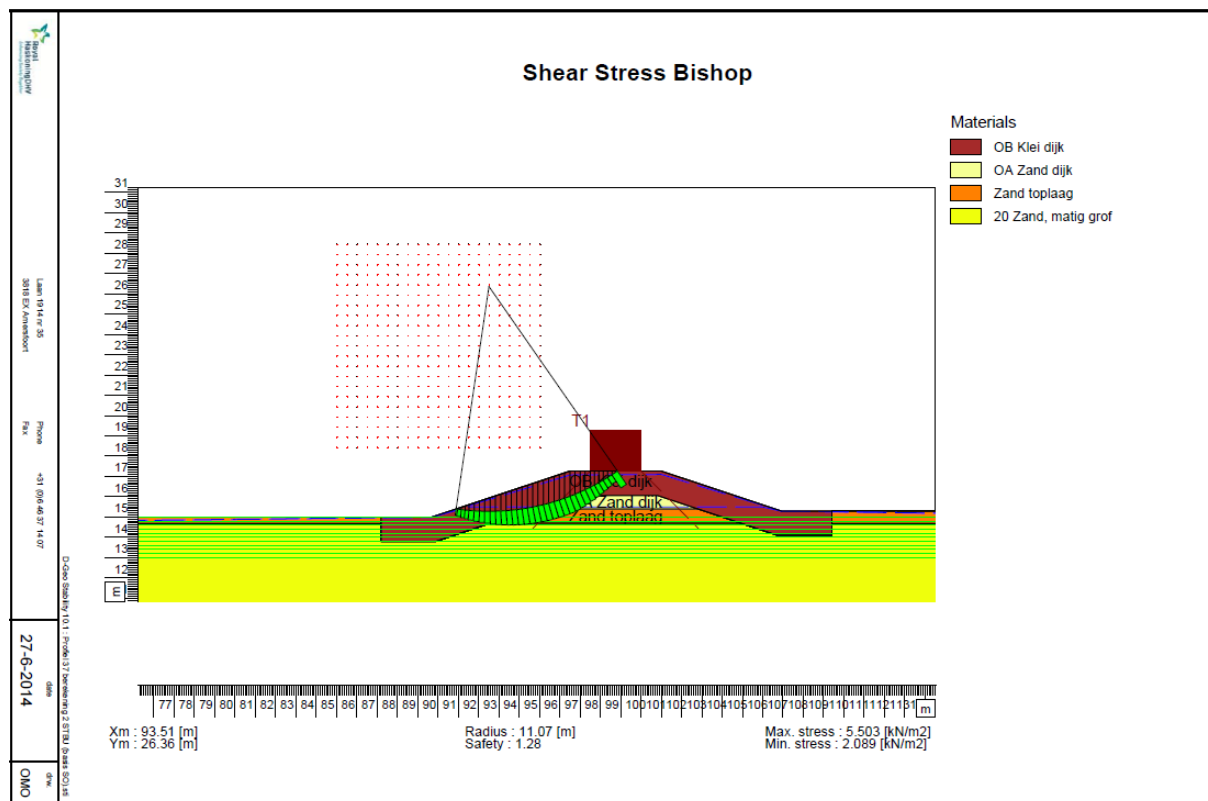
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit (SF=1,20>1,20)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit (SF=1,28>1,10)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: Ooijen	Datum: 12-03-2015	
	Dijkvak	OOY_09
	Dijkpalen	Vanaf 63.041 naar het zuidwesten

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak Ooy_09. Het dijkvak bevindt zich tussen de Blitterswijckseweg en de Horreweg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Het dijkvak sluit in het zuiden aan op de Blitterswijckseweg. De aansluiting is niet ontworpen
2. Het dijkvak sluit in het noorden aan op de Horreweg. De aansluiting is niet ontworpen
3. Ten zuid-oosten van het dijkvak is binnendijs een beek aanwezig.
4. Ter plaatse van het dijkvak is een steilrand aanwezig. Dit hoogteverschil in het landschap is vermoedelijk afkomstig van een oude geul.

2.2. Bodembeschrijving

Voor het vaststellen van het ondergrondmodel voor dijkvak Ooy_09 zijn handboringen HB142 t/m 146 en sonderingen S52 en S53 beschouwd.

Op 16-01-15 is aanvullend grondonderzoek ontvangen van MOS grondmechanica b.v. Ter plaatse van dijkvak Ooy_09 bestaat dit grondonderzoek uit 6 handboringen, namelijk HB047 t/m 052. 4 van deze boringen zijn uitgevoerd ter plaatse van de binnentoeen van de nieuwe dijk. Twee van deze boringen zijn uitgevoerd ter plaatse van de toekomstige voorlandverbetering.

De ondergrond bestaat ter plaatse van deelvak Ooy_09_1, _2 en _3 volledig uit zand. Ten noorden van het dijkvak (ter plaatse van deelvak Ooy_09_4 en _5) zijn klei en leemlagen te onderscheiden. In het ontwerp is voor deelvak Ooy_09_5 uitgegaan van een 0,8 m dikke leemlaag. Deze leemlaag is terug te vinden in de maatgevende boring HB052. Voor Ooy_09_4 is de 0,7 m dikke kleilaag uit boring HB051 als uitgangspunt verondersteld.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI Ooy_09_5, standaardprofiel	0,99	<1,20
2.	STBI Ooy_09_5 met berm (2,5 m)	1,24	Voldoet
3.	STBU Ooy_09	1,11	Voldoet

Ter plaatse van Ooy_09_2, _3 en _4 wordt het tekort aan kwelweglengte ondervangen door het uitvoeren van een pipingberm. In overleg met belanghebbenden is besloten om deze pipingberm te ontwerpen om het buitendijks liggende perceel te ontlasten. Deze bermen zijn 30 tot 45 meter lang en beschikken over een zeer flauw talud van ongeveer 1:20. Omdat de bermen een zeer positief effect hebben op de binnenwaartse stabiliteit en de ondergrond zandig is, is besloten geen stabiliteitsberekeningen uit te voeren aan binnendijkse zijde. De stabiliteit voldoet. Het ontwerp van deze bermen is weergegeven in bijlage 2.

Voor deelvak Ooy_09_1 is geen stabiliteitsberekening uitgevoerd. Vanwege de lage kerende hoogte (1,77 m) en de zandige ondergrond is aangenomen dat zowel binnendijks als buitendijks het standaardprofiel voldoet.

Ter plaatse van Ooy_09_5 is binnendijks onvoldoende ruimte aanwezig voor een pipingberm waardoor het profiel op binnendijkse stabiliteit (STBI) is getoetst. Door de achterliggende sloot is er geen opbarstpotentiaal in rekening gebracht. Er is verondersteld dat de sloot een drainerende werking heeft. De geometrie van de sloot is in de stabiliteitsberekening meegenomen. In berekening 1 is te zien dat het profiel niet voldoet op binnenwaartse stabiliteit uitgaande van het standaardprofiel. Door het toepassen van een korte berm van 2,5 meter voldoet het profiel op stabiliteit (berekening 2).

Voor deelvakken Ooy_09_1 t/m _5 is één maatgevende doorsnede berekend op buitenwaartse stabiliteit (STBU). Dit ontwerp voldoet met het standaardprofiel (zie berekening 3).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
Ooy_09	1	17,27	16,00	1,27	20
Ooy_09	2	17,27	15,00	2,27	42
Ooy_09	3	17,27	14,50	2,77	53
Ooy_09	4	17,27	14,25	3,02	58
Ooy_09	5	17,27	14,72	2,55	48

Het tekort aan kwelweglengte wordt ter plaatse van Ooy_09_2, _3 en _4 ondervangen door een pipingberm. Ter hoogte van Ooy_09_1 is de benodigde kwelweglengte gelijk aan de basis van het standaarddijkprofiel, zodat in feite geen aanvullende maatregelen nodig zijn. Wel dient de pipingberm van Ooy_09_2 zover doorgezet te worden in dijkvak Ooy_09_1 opdat geen korstsluiting kan ontstaan. Ter plaatse van Ooy_09_5 zal het tekort aan kwelweglengte worden ondervangen door het toepassen van een voorlandverbetering.

Ontwerp pipingberm:

De pipingberm is ontworpen aan de hand van de benodigde kwelweglengte (L, bepaald met

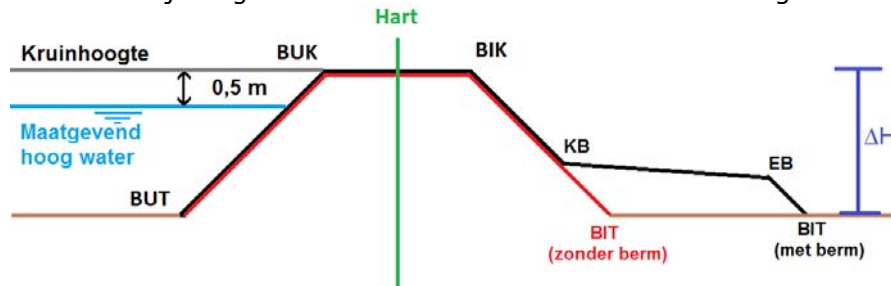
de formule van Sellmeijer) en de binnendijkse kerende hoogte (ΔH). Hiermee wordt vervolgens de helling van de Sellmeijer($L/\Delta H$)lijn bepaald. Deze lijn start bij het begin van het dijklichaam op kruinhoogte en loopt door tot het maaiveld.

Het ontwerp van de pipingberm dient boven de Sellmeijer($L/\Delta H$)lijn te blijven om het optreden op het faalmechanisme piping te voorkomen. Er is een marge van ca. 25 cm gehanteerd tussen toekomstig maaiveld (bovenkant pipingberm) en de Sellmeijer-lijn. In bijlage 2 is het ontwerp van de pipingberm weergegeven.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_09_1			OOY_09_2			OOY_09_3		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Om-schrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Om-schrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Om-schrijving
-7,56	15,5	BUT	-7,56	15,5	BUT	-7,56	15,5	BUT
-2,25	17,27	BUK	-2,25	17,27	BUK	-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart	0	17,27	Hart	0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK	2,25	17,27	BIK	2,25	17,27	BIK
7,56	15,50	BIT	3,36	16,90	KB	3,29	16,92	KB
			32,34	15,50	EB	43,34	15,00	EB
			33,84	15,00	BIT	44,84	14,50	BIT

OOY_09_4			OOY_09_5		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Om-schrijving	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Om-schrijving
-7,56	15,5	BUT	-7,56	15,5	BUT
-2,25	17,27	BUK	-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart	0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK	2,25	17,27	BIK
3,28	16,93	KB	6,49	15,86	KB
48,34	14,75	EB	10,06	15,50	EB
49,84	14,25	BIT	11,56	15,00	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De beek blijft buiten de invloedzone van het dijkontwerp (en heeft dus ook geen invloed op de stabiliteit van de waterkering). Tussen BIT en insteek beek dient te allen tijde een minimale afstand van 4 m te worden aangehouden.
2. Ter plaatse van OOO_09_5 wordt de kleibekleding doorgezet in de gehele stabiliteitsberm.
3. De erosiebestendige kleibekleding dient minimaal 2,5 m te worden doorgezet in de pipingberm. Verder zijn er geen eisen gesteld aan het materiaal van de pipingberm. De pipingberm dient zo uitgevoerd te worden dat de afmetingen tot einde levensduur

behouden blijven. Als de pipingberm naar verloop van tijd in hoogte af zal nemen (door bijvoorbeeld zettingen) kan de berm mogelijk niet meer als maatregel tegen piping functioneren. Om erosie tegen te gaan dient in ieder geval de toplaag van de pipingberm (50 cm) te worden voorzien van klei.

4. De pipingbermen zijn ontworpen aan de hand van het binnendijks maaiveld. Omdat dit maaiveld varieert, variëren de lengtes van de pipingbermen per subvak.
5. Door het ontwerp van de pipingberm is de steilrand niet meer herkenbaar terug te zien in het landschap.

5. Risico's

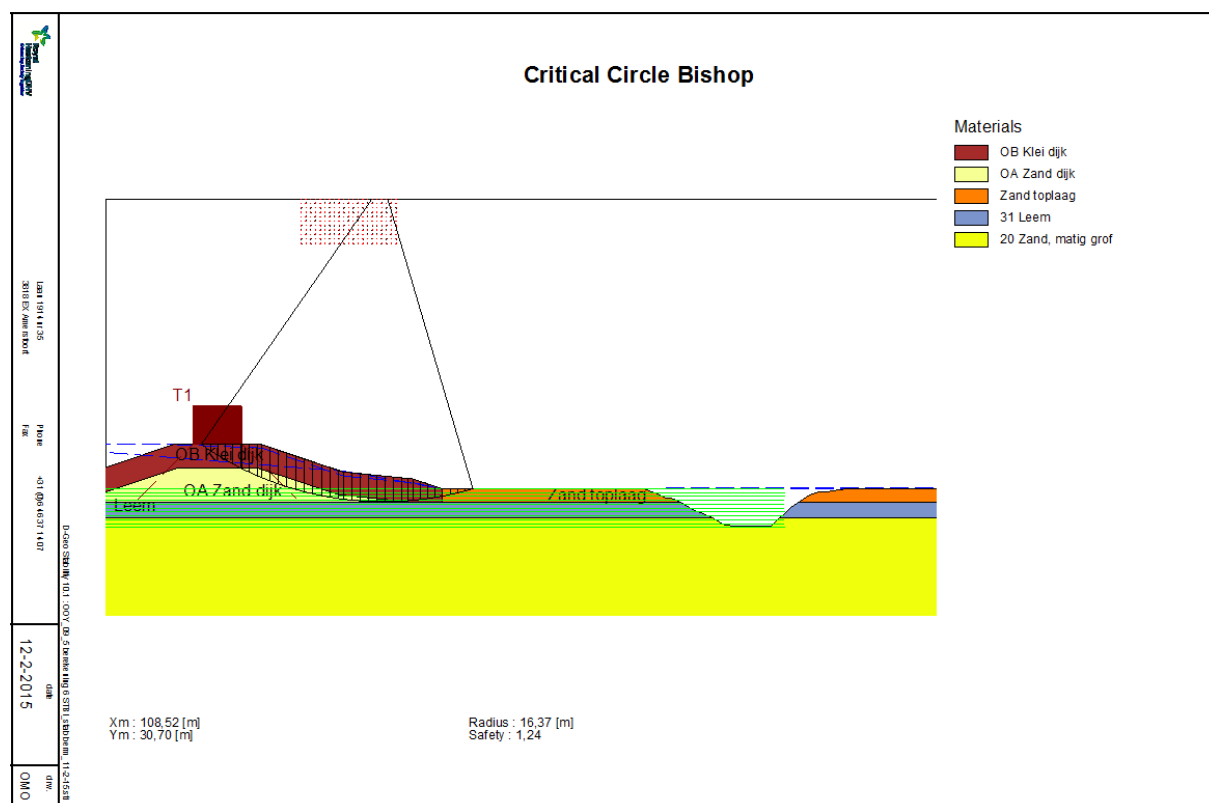
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Het alsnog ontstaan van lekwegen door te weinig overlap tussen de verschillende pipingmaatregelen.

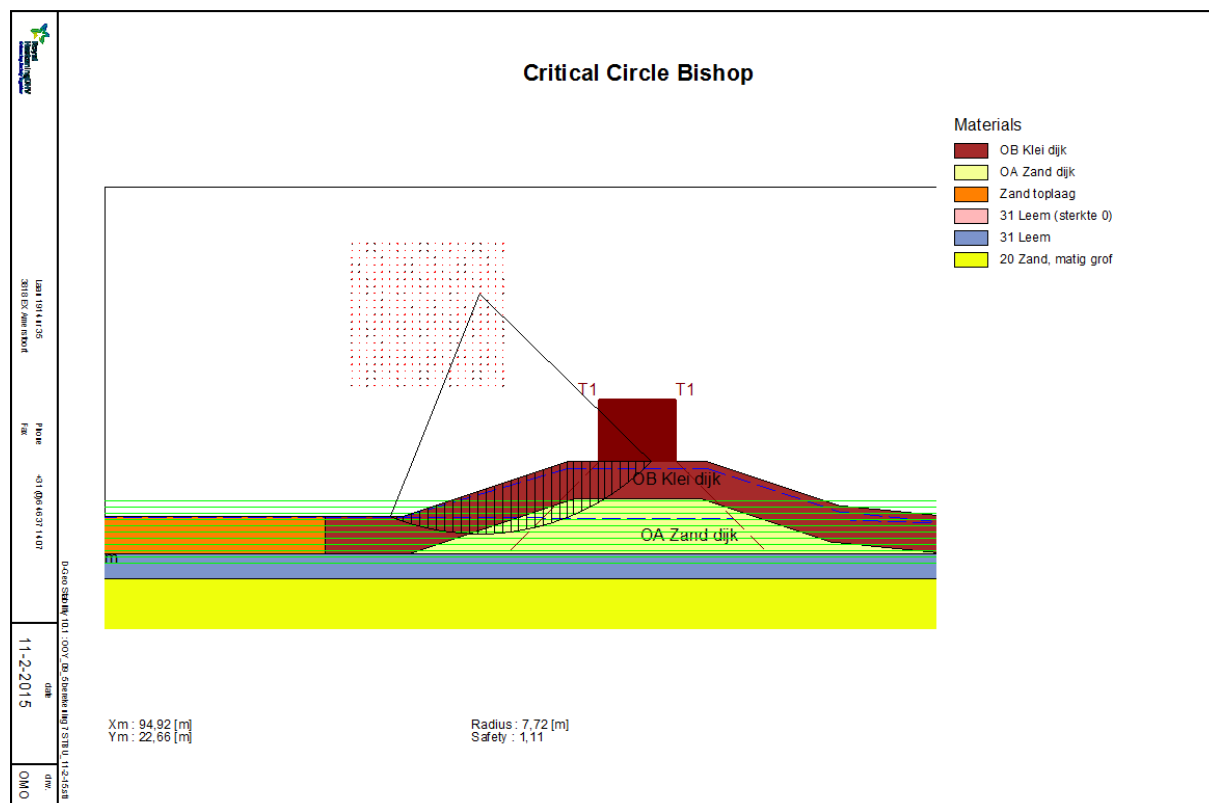
6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit
2. Ontwerp pipingbermen OOV_09_2, _3 en _4

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit

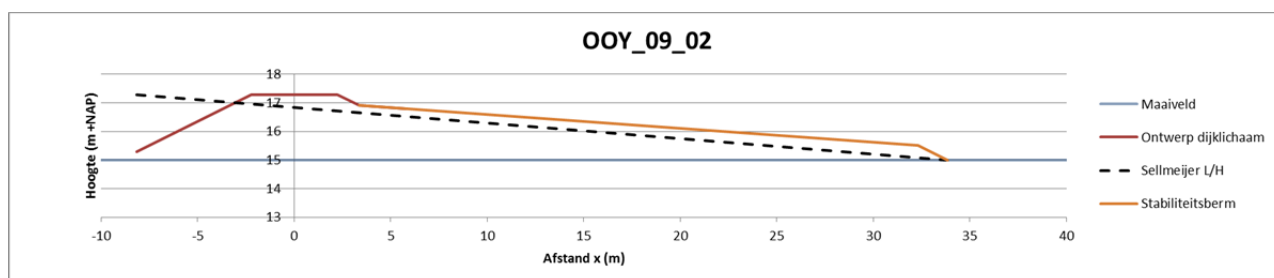


Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,24>1,20$)

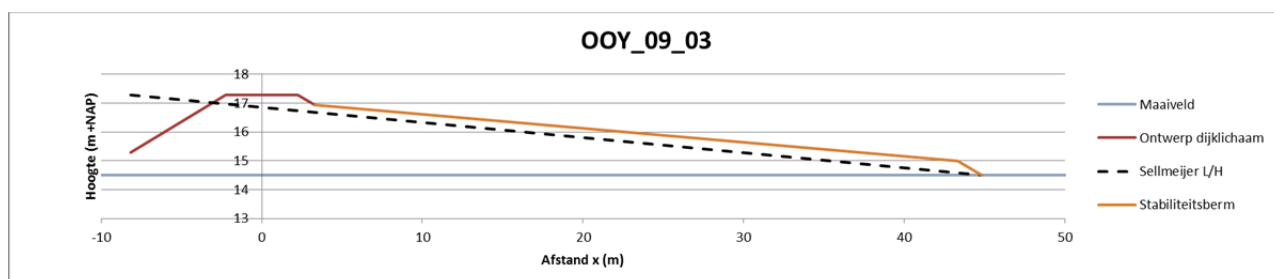


Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,11>1,11$)

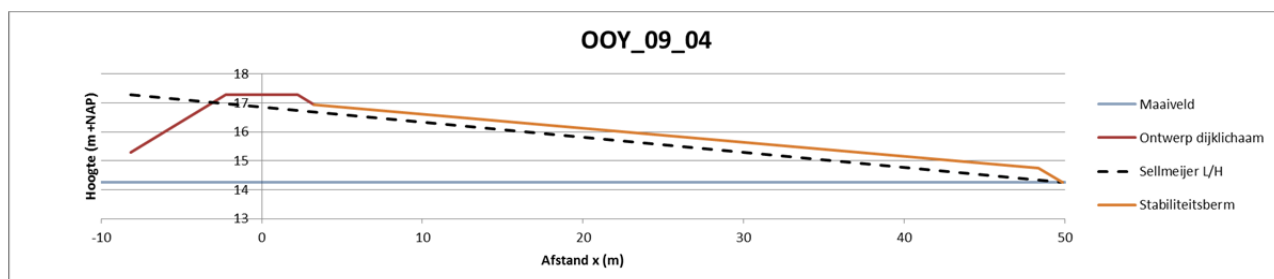
Bijlage 2: Ontwerp pipingbermen Ooy_9_2, _3, en _4



Figuur 2: Het ontwerp van de pipingberm ter plaatse van deelvak Ooy_9_2.



Figuur 3: Het ontwerp van de pipingberm ter plaatse van deelvak Ooy_9_3.

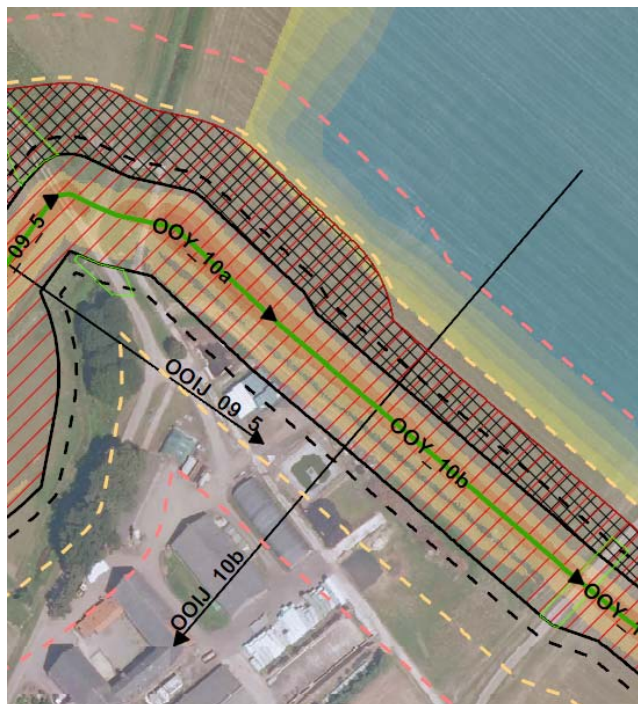


Figuur 4: Het ontwerp van de pipingberm ter plaatse van deelvak Ooy_9_4.

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Ooijen	Dijkvak	OOY_10
	Dijkpalen	63.0141

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak Ooy_10. Het dijkvak bevindt zich tussen de Horreweg en de Rietweg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak Ooy_10

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. In het noordwesten van het dijkvak is een beek aanwezig. Deze beek kruist de waterkering. Ter plaatse van deze kruising zal een duikerconstructie ontworpen worden. Het ontwerp van deze duikenconstructie is niet meegenomen in deze factsheet.
2. Binnendijks is een opslagterrein en waterbassin aanwezig. Het bodemniveau van dit bassin is onbekend. Er is aangenomen dat het bassin geen negatieve invloed uitoefent op de waterkering.
3. Aangenomen wordt dat in de stabiliteitszone van de dijk geen bomen aanwezig zijn (of worden aangebracht).

Hydraulische uitgangspunten:

4. Binnendijkse grondwaterstand bij MHW = NAP +15,0 m.
5. STBI is berekend met grenspotential in watervoerend pakket.
6. STBU is berekend met tussenpotential in zandkern van NAP +15,5 m. Hiermee wordt het leeglopen van de zandkern na volledige verzadiging in rekening gebracht.

Geometrische uitgangspunten:

7. Hoogte voorland NAP +15,40 m (of hoger).
8. Laagste punt achterland op deze strekking NAP +15,40 m.
9. Er zijn in het invloedsgebied van de nieuwe waterkering geen bomen aanwezig (en worden ook niet aangebracht).
10. Het bodempeil van het waterbassin in het achterland bedraagt in de berekening NAP +15,40 m of hoger, dit uitgangspunt dient in vervolgfases geverifieerd te worden.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor Ooy_10 is vastgesteld op basis van HB20A t/m E en MB21.

Het ondergrondprofiel bestaat uit een zandige deklaag met aan de basis een kleilaag. Vanaf NAP +13,6 m wordt wederom zand aangetroffen.

De kleilaag kan een waterafsluitende functie vervullen waardoor zich in (in de MHW situatie) een stijghoogteverschil kan instellen. Gerekend is met Uplift Van model en een grenspotentiaal achter de berm (incl. reductie sterkte achterland).

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI	0,75	<1,20
2.	STBI met berm ¹⁾	1,31	voldoet
3.	STBU	1,15	voldoet

Toelichting bij de tabel:

¹⁾ : Bermlengte ca. 6 m.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
Ooy_10	a	17,27	15,00	2,27	42
Ooy_10	b	17,27	15,50	1,77	31

In bovenstaande tabel is een maaiveldhoogte aangegeven die lager is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de stabiliteitsberekening. De in de tabel aangegeven maaiveldhoogte hoort bij een lokale laagte. Deze laagte bevindt zich op een dermate grote afstand van de binnentoe van de dijk dat is aangenomen dat deze laagte geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit. In de stabiliteitsberekening is dus gerekend met een hogere maaiveldhoogte aan binnendijkse zijde.

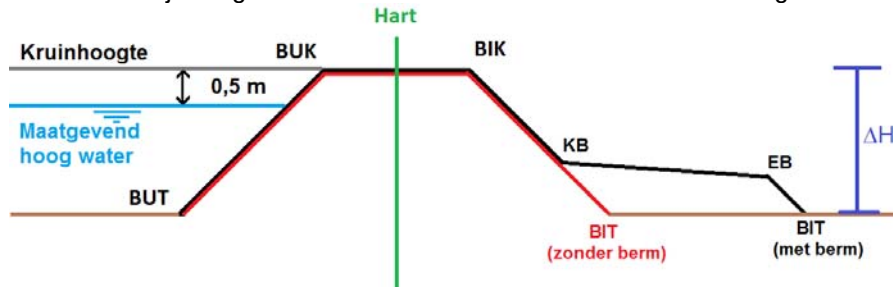
Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

Aandacht dient besteed te worden aan het ontwerp van de voorlandverbetering in relatie tot de beek die de dijk kruist. Hier is in voorliggend ontwerp niet naar gekeken.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_10		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7,86	15,4	BUT
-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK
3,79	16,76	KB
12,36	15,9	EB
13,86	15,4	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Het einde van de berm overschrijdt de perceelsgrens niet.
2. Vanuit het waterschap is een wens geformuleerd om 2,5 m extra ruimte achter het einde van de berm beschikbaar te maken voor onderhoudsdoeleinden.
3. De hierboven genoemde 2,5 m extra ruimte valt over de grens van het opslag terrein. Dit betekent dat een strook van 2,5 m over de hele lengte van het opslag terrein aangekocht dient te worden.
4. Aansluiting Rietweg met nieuwe waterkering (bestaand wegpeil ca. NAP +16,0 m, ca. 1,3 m ophogen).

5. Risico's

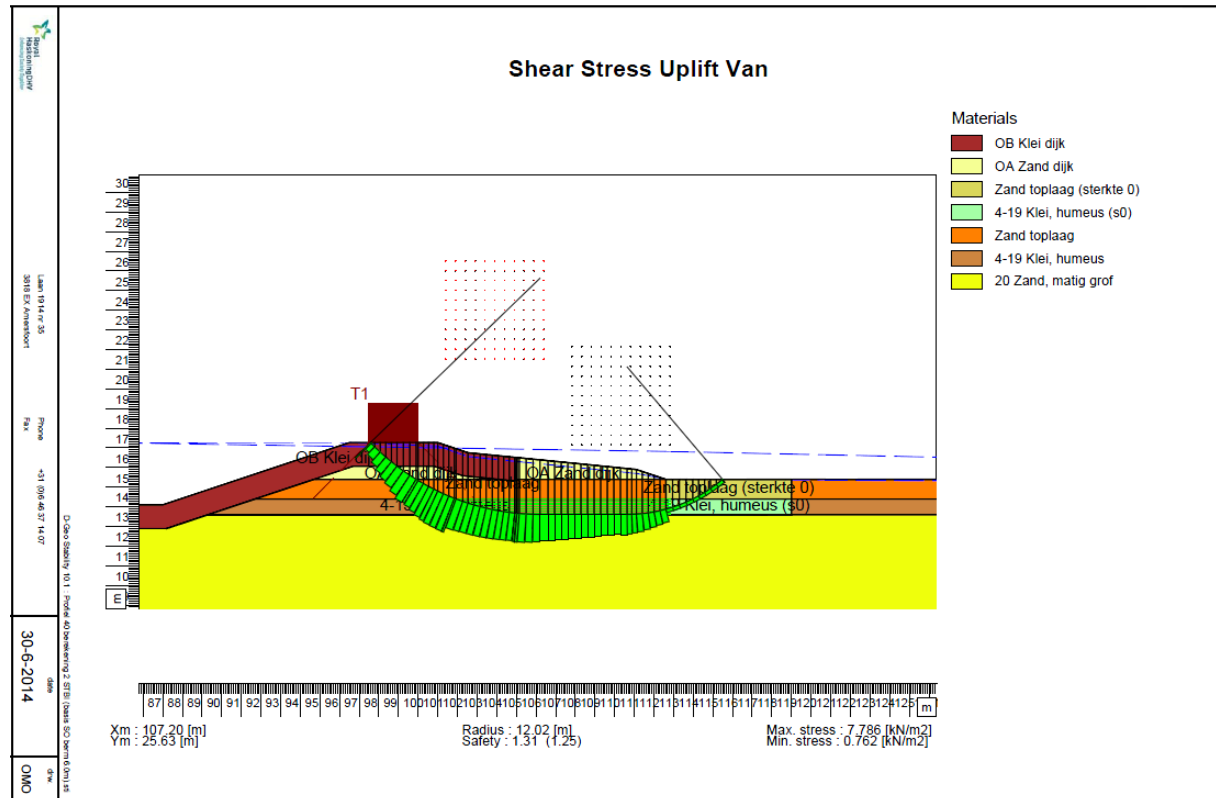
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Mogelijk heeft het waterbassin een negatieve werking op de stabiliteit van de waterkering. Het bodemniveau van het bassin is niet bekend en dient in vervolgfases geverifieerd te worden. Eventueel dient het ontwerp hierop aangepast te worden.
2. Waterstandsverloop in dijk bij val na hoog water situatie bij benadering gemodelleerd. Mogelijk dient een extra drainagevoorziening in de kern van de dijk te worden aangebracht.
Binnendijks is een opslagterrein en waterbassin aanwezig waarvan in voorliggend ontwerp is aangenomen dat deze NWO's geen invloed hebben op de stabiliteit van de waterkering. Dit uitgangspunt dient in de vervolgfases te worden geverifieerd.

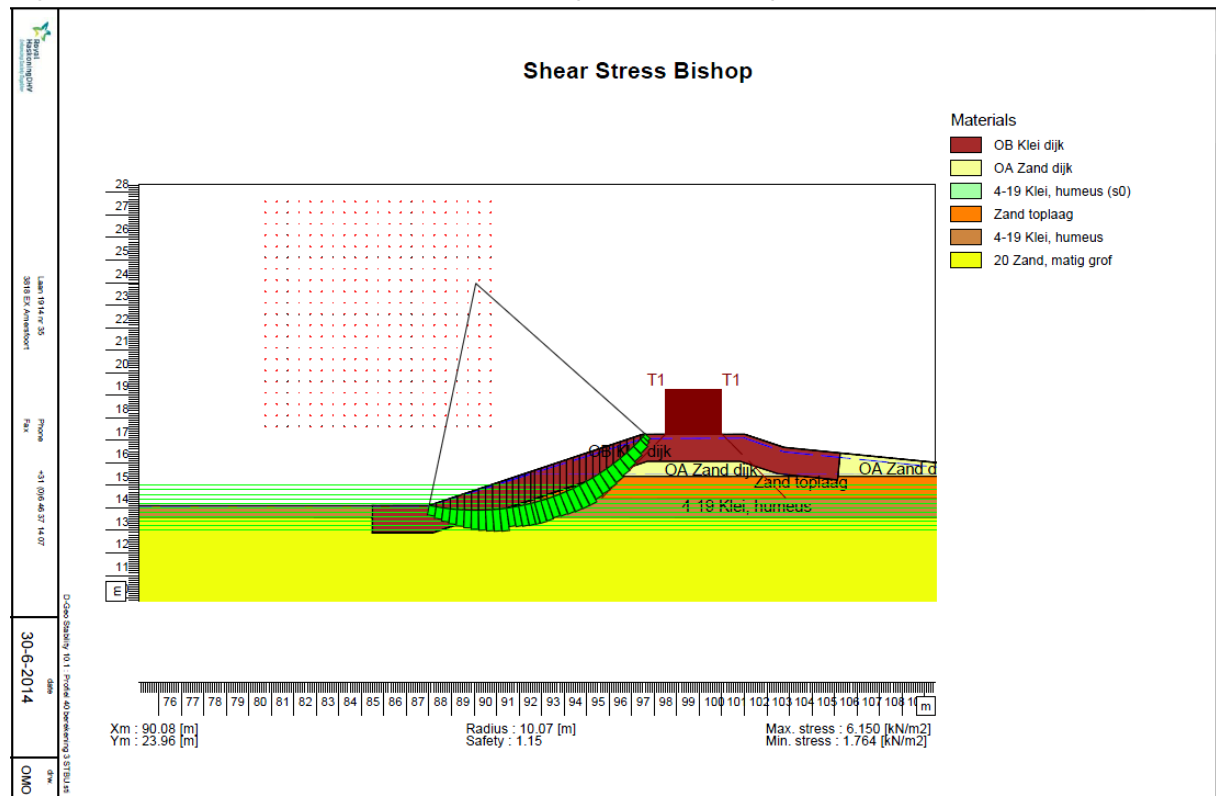
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit (SF=1,31>1,20)

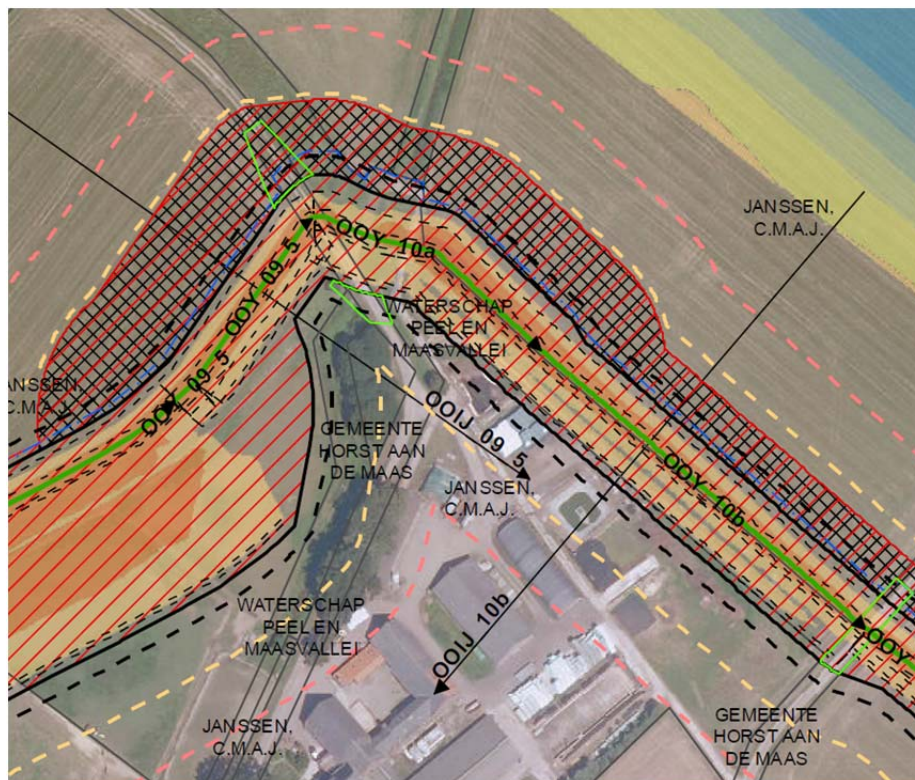


Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit (SF=1,15>1,10)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: Ooijen	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
	Dijkvak	OOY_11
	Dijkpalen	63.040 - 63.041

Aanpassing 01

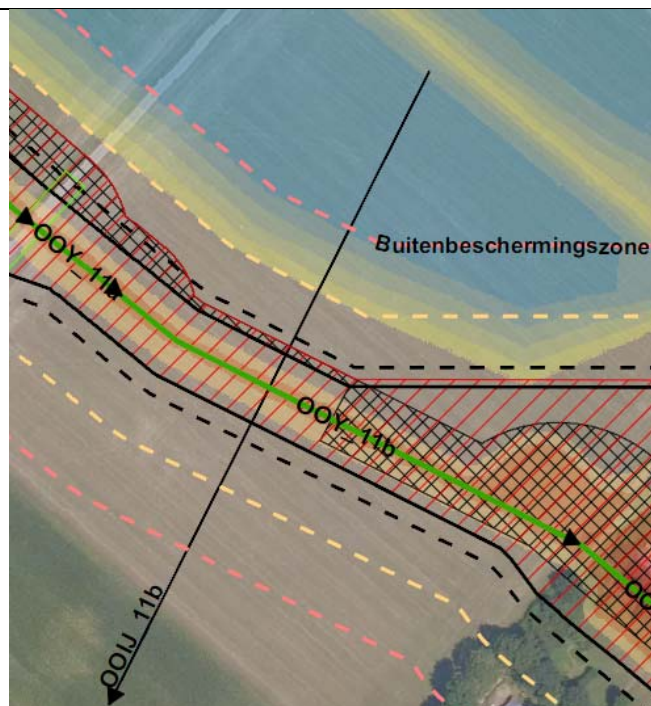
- Wat is aangepast: Ter hoogte van de overgang naar dijkvak Ooy_01 is sub-dijkvak Ooy_11b ingekort en een klein beetje aangepast om beter aan te sluiten op de gewijzigde tracéligging t.h.v. dijkvak Ooy_01.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: Door de tracéwijziging ter hoogte van dijkvak Ooy_01 moet de groene kering ter hoogte van dijkvak Ooy_11 naar buiten toe afbuigen. Ooy_11 is daarbij ingekort tot het punt waarop het binnendijs maaiveld lager komt te liggen dan NAP +16,0 m, de ontwerpwaarde waar in het oorspronkelijke ontwerp voor dit dijkvak van was uitgegaan.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Op verzoek van het projectbureau omdat de terrassencamping t.h.v. dijkvak Ooy_01 is komen te vervallen.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak Ooy_11. Het dijkvak bevindt zich tussen de Rietweg en de camping van Ooijen. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Ligging groene kering dijkvak OY_11

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Hydraulische uitgangspunten:

1. STBI is berekend met grenspotentiaal in watervoerend pakket.
2. De waterkering sluit in het oosten aan op dijkvak OY_01. Deze aansluiting is zo goed mogelijk in kaart gebracht in het bovenaanzicht maar is niet in detail ontworpen.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor OY_11 is gebaseerd op MB21.

Het ondergrondprofiel bestaat uit een zandige deklaag, doorsneden door zandige kleilagen. Vanaf NAP +14,5 m wordt matig grof zand aangetroffen.

De kleilaag kan een waterafsluitende functie vervullen. In stabiliteitsberekeningen is daarom uitgegaan van een grenspotentiaal.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI standaard-profiel	1,09	<1,20
2.	STBI met stabiliteitsberm	1,22	voldoet
3.	STBU standaard-profiel	1,11	voldoet

In bovenstaande tabel is te zien dat het standaard-profiel niet voldoet op binnenwaartse stabiliteit (berekening 1) maar wel op buitenwaartse stabiliteit (berekening 3). Dit is te wijten aan de hoge grenspotentiaal aan binnendijkse-zijde. Deze potentiaal is het gevolg van de aanwezige kleilagen. Om het profiel te laten voldoen op binnenwaartse stabiliteit is een stabiliteitsberm nodig. Een korte berm blijkt voldoende om het profiel te laten voldoen op binnenwaartse stabiliteit (berekening 2).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

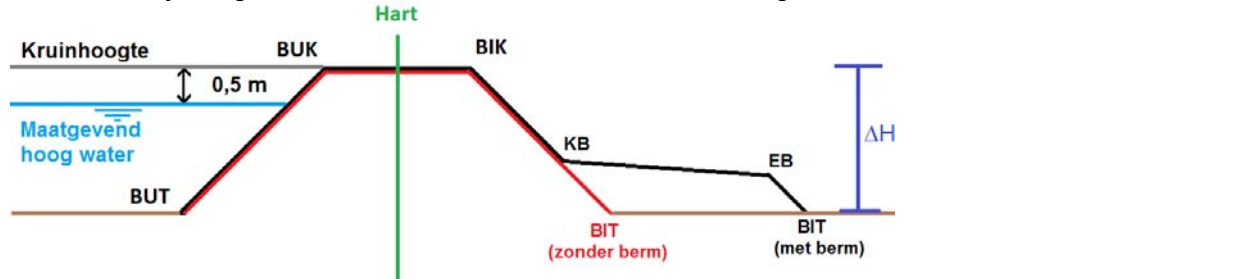
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
OOIY_11	a	17,27	15,75	1,52	25
OOIJ_11	b	17,27	16,00	1,27	20

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

OOY_11		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7,86	15,40	BUT
-2,25	17,27	BUK
0	17,27	Hart
2,25	17,27	BIK
4,40	16,54	KB
7,10	16,35	EB
8,60	16,00	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Aansluiting Rietweg met nieuwe waterkering (bestaand wegpeil ca. NAP +16,0 m, ca. 1,3 m ophogen).
2. De aansluiting tussen dijkvak OOO_11 en OOO_01 is niet ontworpen. Er is wel ruimte gereserveerd. Dit is een aandachtspunt voor de vervolgfasen van dit project.
3. Aan de oostzijde van dijkvak OOO_11 is voor de terrassen een draaipunt voor onderhoudsvoertuigen ontworpen en in het hoogtemodel in GIS verwerkt.
4. Drainage van de zandlagen in de kern van de dijk is een aandachtspunt voor het uitvoeringsontwerp.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Waterstandsverloop in dijk in val na hoog water situatie bij benadering gemodelleerd.
2. Het tracé ligt deels buiten het gebied waar grondonderzoek heeft plaatsgevonden.
Aanvullend grondonderzoek kan tot andere inzichten en benodigd ruimtebeslag leiden.

6. Bijlagen

- | |
|--|
| 1. Resultaat toetsing macrostabiliteit |
|--|

Shear Stress Bishop

Materials

- OA Zand dijk
- OB Klei dijk
- Zand top laag
- 19A Klei, zandig
- 20 Zand, matig grof

Xm : 107.45 [m]
Ym : 27.69 [m]

Radius : 13.44 [m]
Safety : 1.09

Max. stress : 9.129 [kN/m²]
Min. stress : 0.253 [kN/m²]

Critical Circle Bishop

Materials

- OA Zand dijk
- OB Klei dijk
- Zand toplaag
- 19A Klei, zandig
- 20 Zand, matig grof

Dimensions and Results:

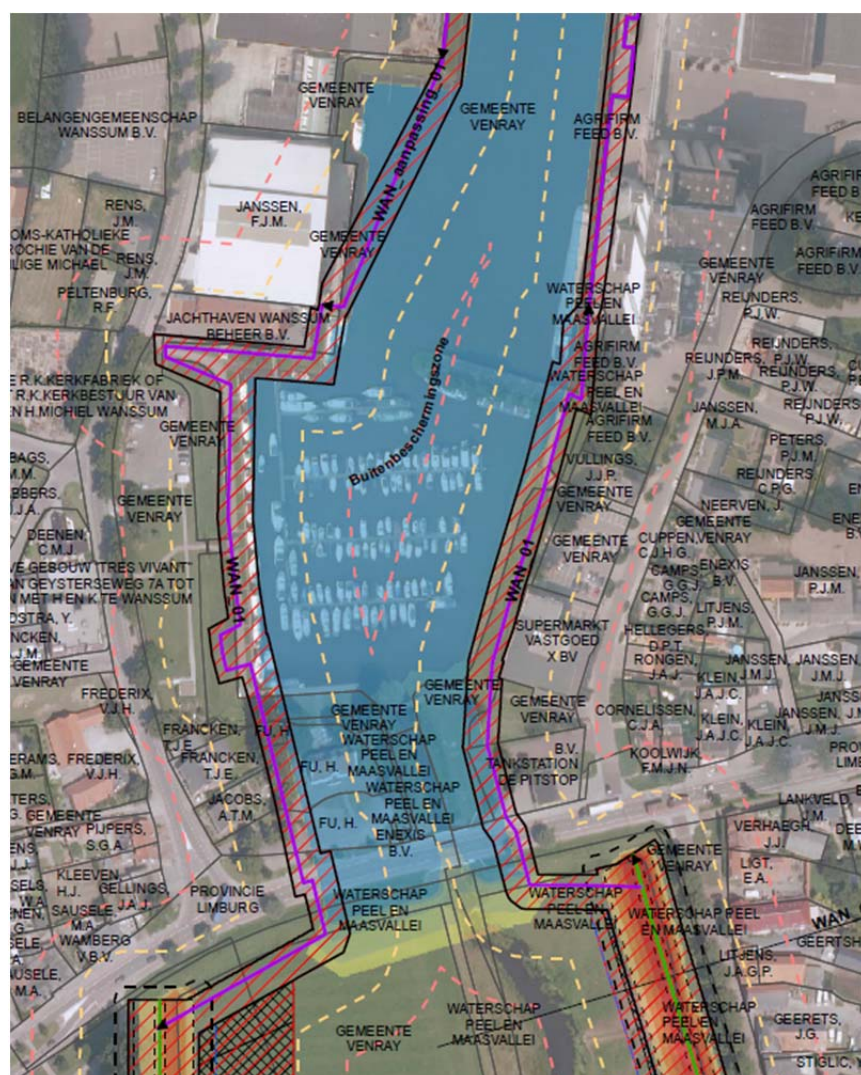
- Water level: 10.7m
- Dike crest width: 13.7m
- Dike height: 10.7m
- Radius: 13.33 [m]
- Safety: 1.22

Figuur B1.2 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,22>1,20$)

Ooijen&Wanssum Factsheet harde waterkering Deeltraject: Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
	Dijkvak	WAN_01
	Dijkpalen	61.039 t/m 61.041, dwp tussen 61.040 en 61.041

Aanpassing 01

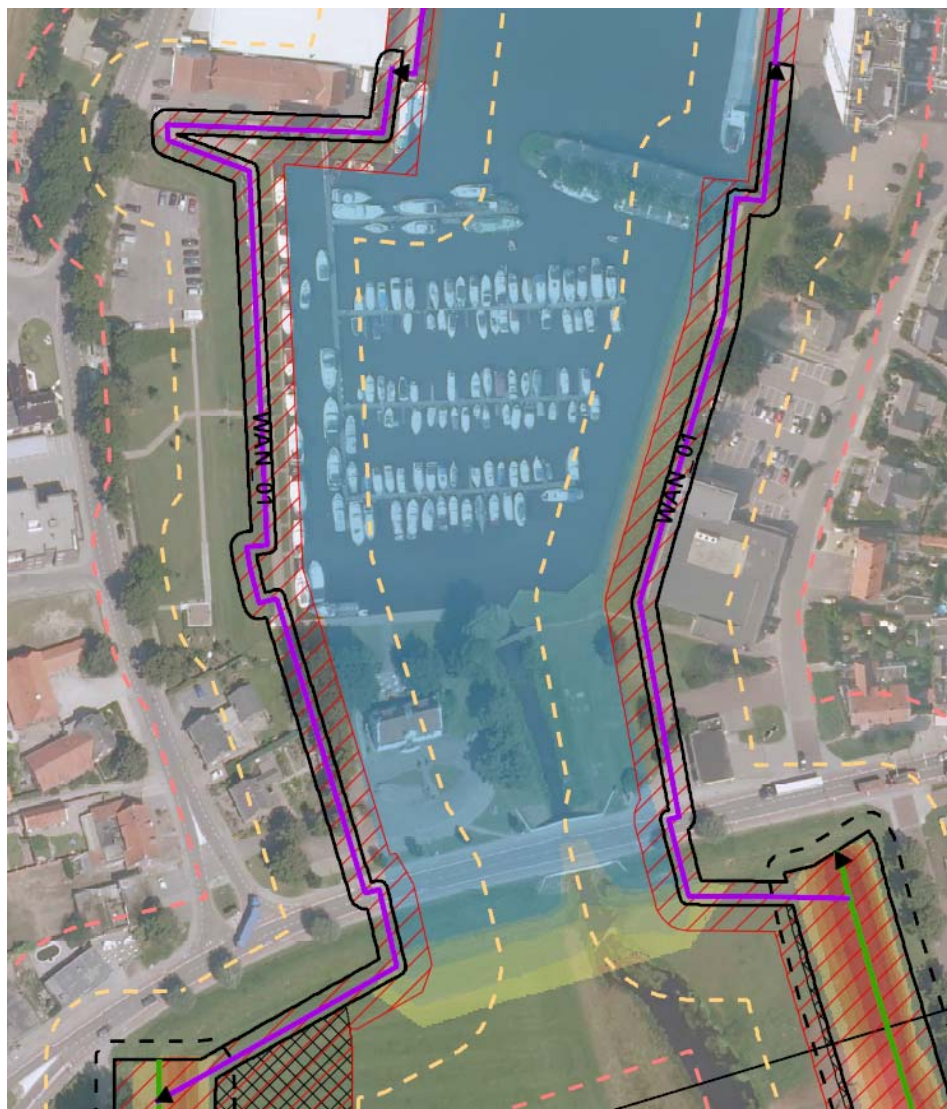
- Wat is aangepast:
 - a) Het tracé van de harde keringen in de jachthaven van Wanssum zijn verder uitgewerkt door MTD. Het ontwerp van MTD is overgenomen in het dijkentwerp.
 - b) Geen aankoop van grond op de percelen FRANKEN, T.J.E. EN JACOBS, A.T.M. en geen dubbelbestemming Waterstaat-Waterkering op deze particuliere percelen.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven:
 - a) De ontwerplijn van de 'harde keringen' van MTD is overgenomen in het dijkentwerp.
 - b) De beschikbare ruimte tussen het MTD-tracé en bovengenoemde percelen bedraagt ca. 3,5 m. Na realisatie van de harde kering resteert hier naar verwachting 3,0 m voor onderhoud-/inspectiedoeleinden (uitgaande van een verticale wand als harde kering). Dit is iets minder dan de eis van 4,0 m, maar wordt bij uitzondering voldoende geacht.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Op verzoek van perceeleigenaren.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend dijkvak betreft het indicatieve tracé van de harde keringen in de jachthaven van Wanssum. De locaties van de harde keringen zijn overgenomen uit het architectonisch ontwerp van de jachthaven en beekmonding.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak.

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken		Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Wanssum		Dijkvak	WAN_02
		Dijkpalen	61.037 t/m 61.030

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_02. Het dijkvak is gelegen aan de westzijde van de Grote Molenbeek en loopt parallel aan de Sportlaan. Op de locatie bevindt zich een bestaande kering, die moet worden opgehoogd en versterkt. De ligging van het tracé is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijktraject



Figuur 2: Aanwezige bomen binnendijs van de bestaande waterkering

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en –issues:

1. Oplossing zoeken buiten de aanwezige groenstrook parallel aan de Sportlaan.
2. Oplossing zoeken in grond, geen damwand toepassen.
3. De bomen op de binnenteen van de dijk dienen te worden verwijderd. De bomen in de groenstrook dienen te worden verwijderd. Beide rijen populieren worden verwijderd.
4. De groenstrook moet behouden blijven (figuur 1). In de groenstrook worden alle bomen verwijderd, er blijven alleen struiken.

5. Het onverharde pad (de Sportlaan, tevens onderdeel van het pieterpad) kan indien nodig aangelegd worden op een eventuele stabiliteitsberm (figuur 1).
6. Mogelijk kan het pad ook nog verhuizen naar de kruin, maar dit is afhankelijk van de bestemming/functie van het pad. Op dit moment is dit nog onduidelijk (naast wandelpad heeft de sportlaan ook een agrarische functie). Keuze om pad vooralsnog te handhaven.
7. In het zuiden sluit de dijk aan op hoge grond.
8. Aan het einde van dit dijkvak (zuidelijk deel) moet de bestaande dijkovergang behouden blijven in verband met bereikbaarheid van o.a. de zandvang en het harkwerk.
9. Er zijn op dit traject 2 overgangen over de dijk voor motorcrossers, deze moeten behouden blijven.
10. Aan het einde van dit traject t.h.v. de brug bij Wanssum bevindt zich een potentiële uitbreidingslocatie voor het MFC.

2.2. Bodembeschrijving

De bestaande dijk bestaat volledig uit zand. Volgens de meeste boorbeschrijvingen bevindt er zich ook onder de dijk, in het voorland en het achterland zand zonder cohesieve (ondoordringende) lagen. In enkele beschrijvingen(5) is een veenlaag te onderscheiden. De bovenkant van deze veenlaag ligt ongeveer op een hoogte van NAP +11,5 m en heeft een gemiddelde dikte van 0,5 m (het maaiveld varieert van NAP +12 m buitendijks tot NAP +13 m binnendijks). Deze veenlaag is gemodelleerd en is representatief verondersteld voor het deeltraject. In het achterland en het voorland is er geen deklaag aanwezig.

Op 10-12-2014 is er door MOS grondmechanica aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Ter plaatse van dijkvak WAN_02 gaat het om boringen HB215 t/m 226. In deze boringen is enkel ter plaatse van HB221(0,2 m veen) en HB224 (0,4 m veen) een duidelijke veenlaag aanwezig.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Voor de stabiliteitsberekeningen is aangenomen dat de veenlaagjes, die enkel in het zuiden van het dijkvak zijn aangetroffen, geen afgesloten laag vormen, waar zich een waterdruk onder kan opbouwen.

Uit het aanvullend onderzoek blijkt dat er in 2 van de 11 extra uitgevoerde boringen een veenlaag aanwezig is. Deze veenlaag is tevens van beperkte dikte (0,2 tot 0,4 meter). Dit sluit aan bij de eerdere aanname dat er geen aaneengesloten veenlaag aanwezig is waar een waterdruk onder kan opbouwen.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI).	1,21	Voldoet
2.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	1,23	Voldoet

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_02	a	16,23	12,75	3,48	69
WAN_02	b	16,23	13,40	2,83	54

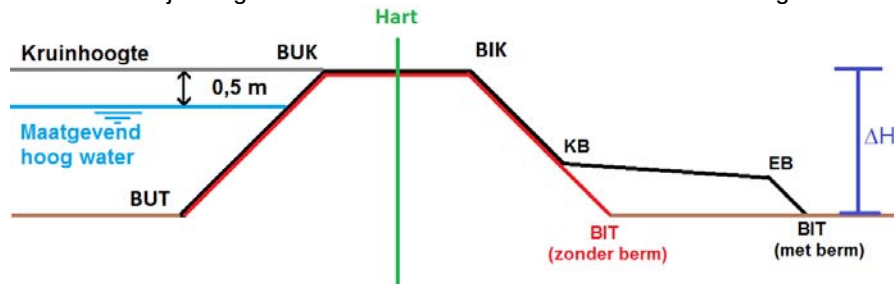
WAN_02	c	16,23	12,75	3,48	69
WAN_02	d	16,23	15,00	1,23	19
WAN_02	e	16,23	13,60	2,63	50

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_02		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-13,8	12,38	BUT
-2,25	16,23	BUK
0	16,23	Hart
2,25	16,23	BIK
10,45	13,48	BIT

In bovenstaande tabel is een maaiveldhoogte aangegeven die hoger is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de pipingberekening. De laagste binnendijkse maaiveldhoogte (NAP +12,75 m), welke is aangegeven in tabel 2, bevindt zich op enige afstand van de binnenteen. In de stabiliteitsberekening (STBI) is rekening gehouden met deze lagere maaiveldhoogte in het profiel (figuur B1.1).

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De aanwezige bomen ter hoogte van de binnenteen van de aanwezige dijk en alle bomen in de groenstrook dienen verwijderd te worden. In figuur 1 zijn deze bomen weergegeven.
2. Omdat de binnenteen van de kering stopt ter plaatse van het begin van de Sportlaan (onverhard pad op figuur 1) kan het pad in zijn huidige vorm behouden blijven. Wel dient onder een deel van het pad de kleibekleding (2,5 m) te worden doorgezet.
3. Het laagste maaiveldniveau van de onverharde weg Sportlaan is aangenomen op NAP +13,48 m ter plaatsen van de binnenteen tot NAP +13,3 m ter plaatse van de rand van de weg. Om de stabiliteit te waarborgen dient de Sportlaan op minimaal deze maaiveldhoogtes te worden aangelegd.
4. In het zuiden dient de waterkering aangesloten te worden op hoge grond. Deze aansluiting is niet in detail onderzocht en zodoende een aandachtspunt voor vervolgfases van het project.
5. De aansluiting van de dijk op de brug bij Wanssum en het ontwerp van de jachthaven dient nader gedetailleerd/ontworpen te worden.
6. Aan het einde van het dijkvak (in zuidelijke richting) is in het ruimtebeslag rekening gehouden met een draaipunt voor onderhoudsvoertuigen (vrachtwagen met maximale

lengte van ca. 10 m).

7. Ter hoogte van dijkvak WAN_02d is er sprake van lokaal hoger gelegen grond boven kruinniveau. Hier dient het dijkprofiel (inclusief kleibekleding) onder de lokale hoogte door te lopen. Daartoe dient de lokale hoogte tijdelijk te worden ontgraven. Onderhoudsvoertuigen dienen over de lokale hoogte door te kunnen rijden.

5. Risico's

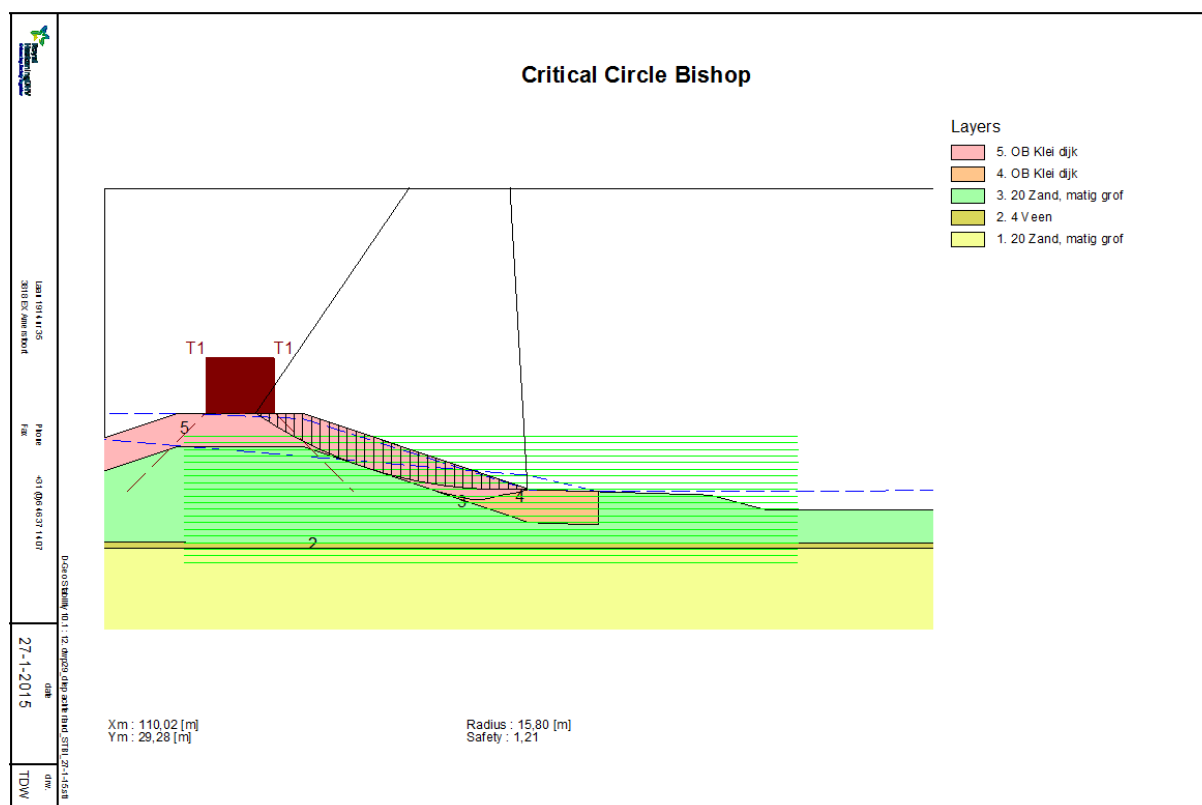
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Waterstandsverloop in de dijk bij val na hoog water situatie bij benadering gemodelleerd, in nader detail te beschouwen.
2. Locatie groenstrook bij benadering geschat.
3. Als de aanname dat de veenlaagjes onderbroken zijn niet juist is, kan dit negatieve gevolgen hebben voor de stabiliteit van de dijk. Dit dient in vervolgfases uitgesloten te worden.
4. Er is in voorliggend ontwerp geen rekening gehouden met evt. uitbreiding van het MFC ter hoogte van dit dijkvak.
5. Na het vaststellen van de AHN-hoogtes (2013) is er binnendijs een sportveld gerealiseerd. Het is niet bekend op welke hoogte dit sportveld is aangelegd. Aangenomen is dat dit niet lager is dan NAP +12,75 m en dat dit dus geen gevolgen zal hebben voor de piping- en stabiliteitsberekening.

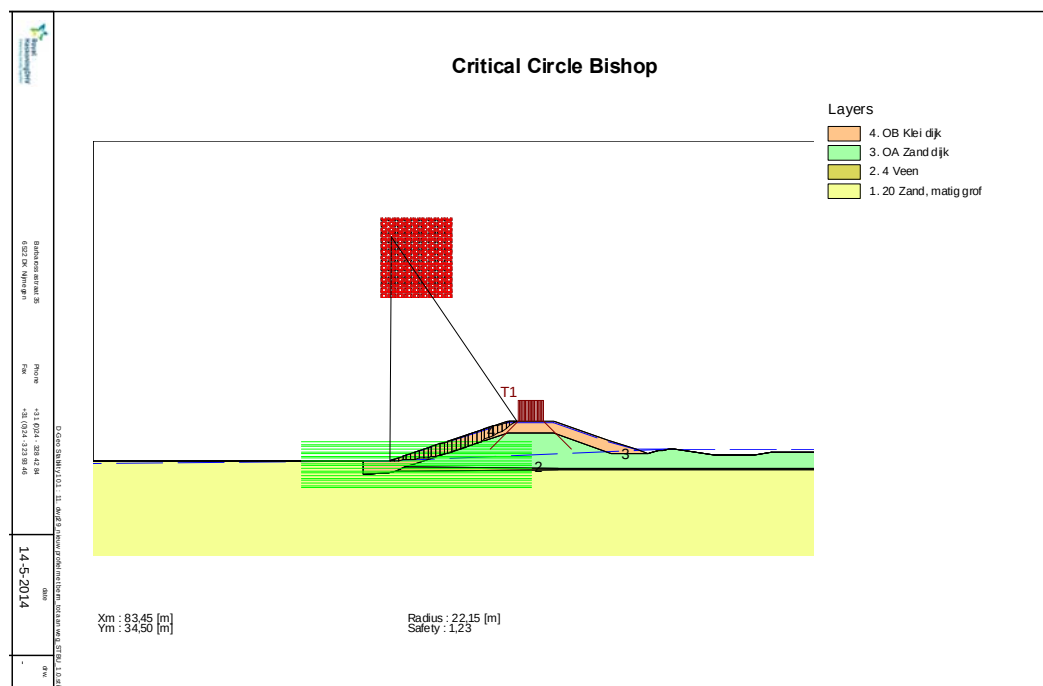
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,21 > 1,20$)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,23 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Wanssum	Dijkvak	WAN_03
	Dijkpalen	62.059 t / m 62.064

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_03. Het dijkvak is gelegen aan de oostzijde van de Grote Molenbeek en loopt parallel aan de Meerloseweg en Molenhoek. Op de locatie bevindt zich een bestaande kering, die moet worden opgehoogd en versterkt. De ligging van het tracé is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak



Figuur 2: Aanwezige bomen ter hoogte van de Meerloseweg

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Oplossing zoeken in grond, geen damwand toepassen
1. Er wordt een oplossing gezocht buiten de invloedszone van de bomen. De aanwezige bomen op de binnentoe van de huidige dijk dienen behouden te blijven. In figuur 2 zijn de bomen langs de Meerloseweg weergegeven
2. Volgende aanpak bij ontwerp dijklichaam:

- a) De invloedzone van de bestaande bomen in kaart brengen
- b) Het nieuwe dijklichaam ontwerpen vanaf de rand van deze invloedzone
- c) Na positionering het ontwerp van het dijklichaam optimaliseren

2.2. Bodembeschrijving

De bodemopbouw ter plaatse van WAN_03 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB49 t/m HB52. Met uitzondering van HB52 is de ondergrond uitsluitend zandig. In handboring 52 is een dunne cohesieve laag aangetroffen op ca. 0,5 m minus maaiveld. In de overige handboringen is enkel zand aangetroffen. Aangenomen is dat de cohesieve laag in HB52 geen doorlopende afsluitende laag vormt waaronder zich druk kan opbouwen. De bestaande dijk en bestaat uit zandig materiaal.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	Stabiliteit binnenwaarts (STBI).	1,31	Voldoet
2.	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	1,16	Voldoet

Zowel binnendijks als buitendijks is er voldoende stabiliteit aanwezig en is er geen stabiliteitsberm nodig.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_03	a	16,23	15,00	1,23	19
WAN_03	b	16,23	14,00	2,23	41
WAN_03	c	16,23	14,25	1,98	35
WAN_03	d	16,23	14,50	1,73	30

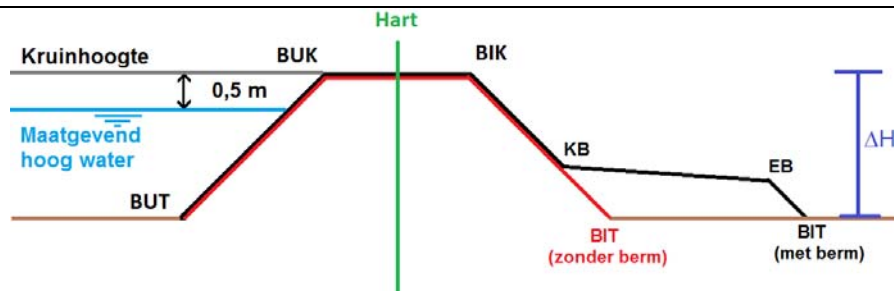
In bovenstaande tabel is voor WAN_03 sub-segment b een maaiveldhoogte aangegeven die lager is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de stabiliteitsberekening. De in de tabel aangegeven maaiveldhoogte hoort bij een lokale laagte. Deze laagte bevindt zich op een dermate grote afstand van de binnentoe van de dijk dat is aangenomen dat deze laagte geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit. In de stabiliteitsberekening is dus gerekend met een hogere maaiveldhoogte aan binnendijkse zijde.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_03		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-14,04	12,31	BUT
-2,25	16,23	BUK
0	16,23	Hart
2,25	16,23	BIK
6,85	14,7	BIT

In bovenstaande tabel is een maaiveldhoogte aangegeven die hoger is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de pipingberekening. De laagste binnendijkse maaiveldhoogte (NAP +14,00 m), welke is aangegeven in tabel 2, bevindt zich op enige afstand van de binnenteen. In de stabiliteitsberekening (STBI) is een representatieve maaiveldhoogte in het profiel opgenomen van NAP +14,7 m ter plaatse van de binnenteen (figuur B1.1).

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De aansluiting van de dijk op de brug bij Wanssum en het ontwerp van de jachthaven dient nader gedetailleerd/ontworpen te worden.
2. Langs de Meerloseweg bevinden zich kabels en leidingen die mogelijk een negatieve invloed kunnen hebben op de waterkering. Wellicht dienen de kabels en leidingen verlegd te worden. Dit dient nader onderzocht te worden.

5. Risico's

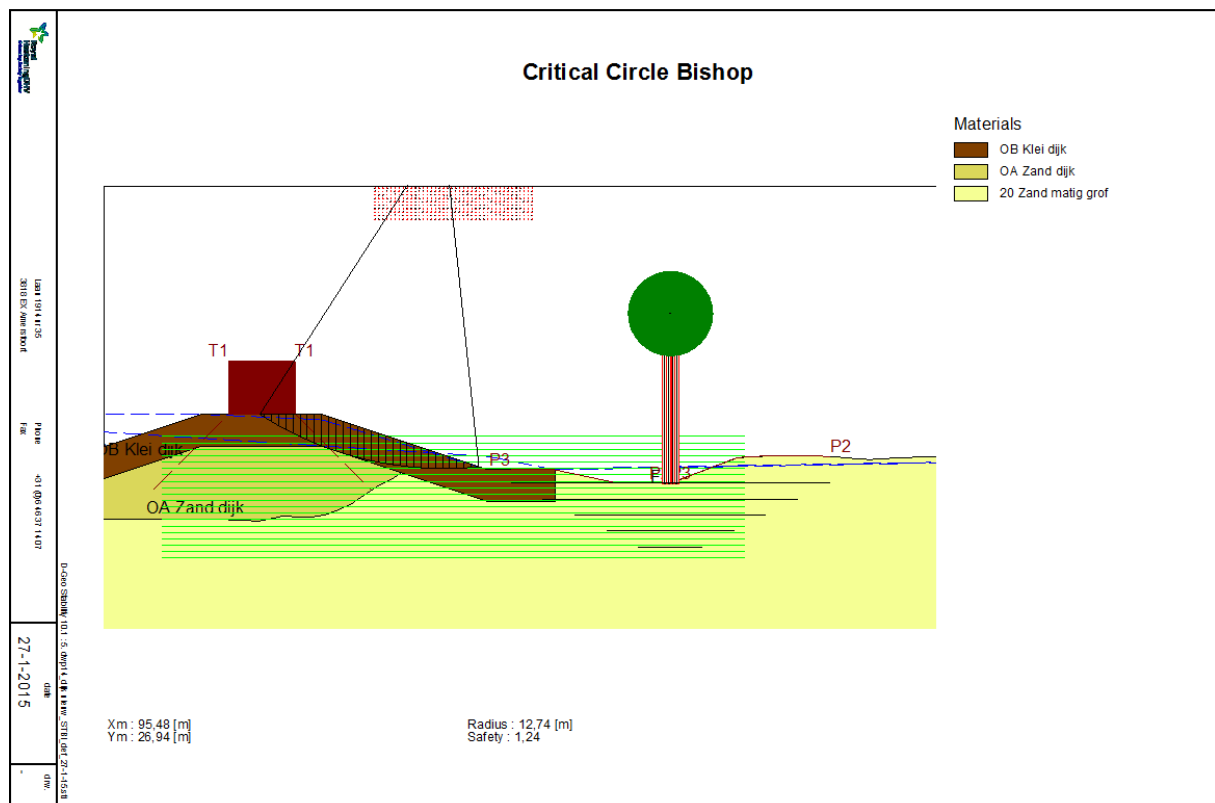
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Waterstandsverloop in de dijk bij val na hoog water situatie bij benadering gemodelleerd, in nader detail te beschouwen.
2. Locatie bomen bij benadering geschat.

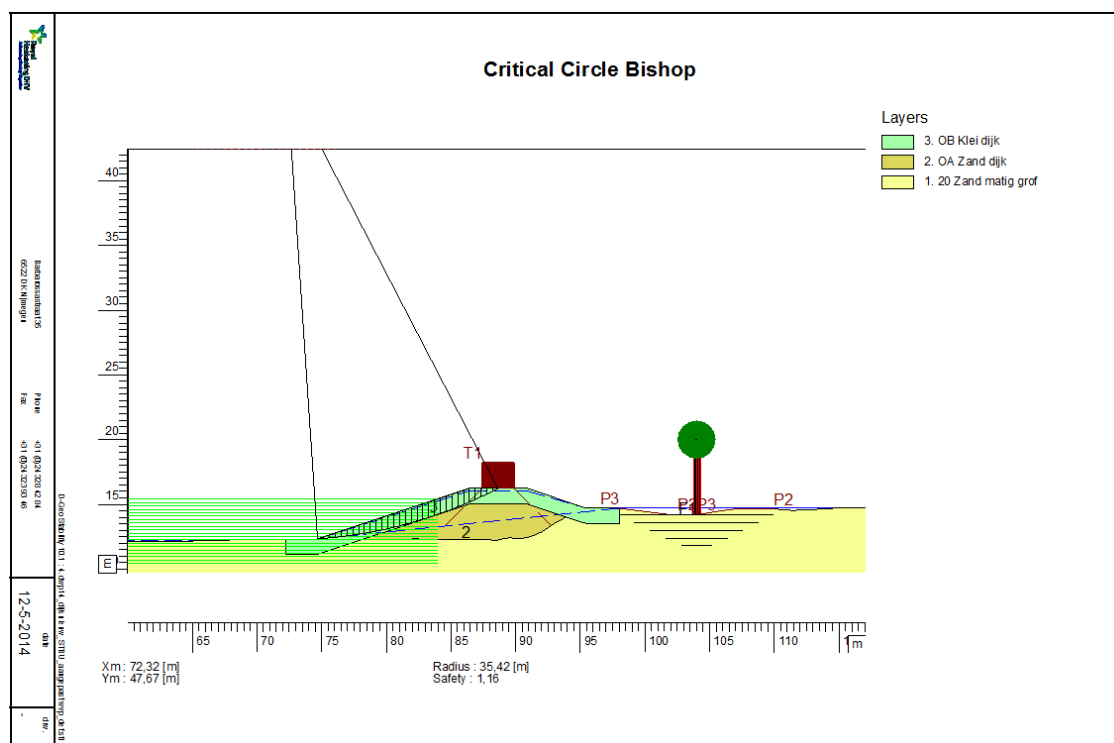
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,24 > 1,20$)

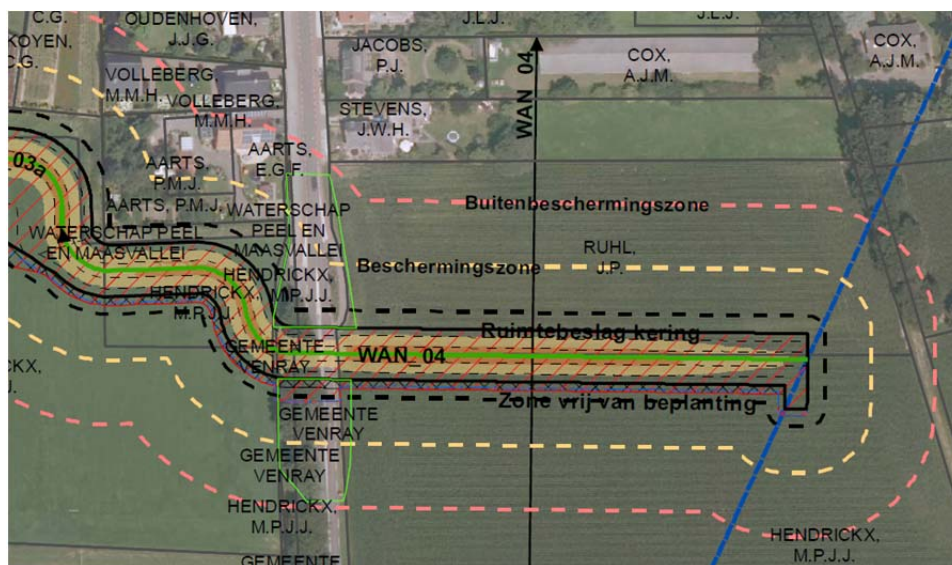


Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,16 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Wanssum	Dijkvak	WAN_04
	Dijkpalen	n.v.t.

Aanpassing 01

- Wat is aangepast: Het tracé van de groene kering ter hoogte van dijkvak WAN_04 is ten westen van de Meerloseweg aangepast.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: Na de kruising van de groene kering met de Meerloseweg buigt de kering af in noordelijke richting (kort stukje parallel aan de Meerloseweg) om vervolgens weer af te buigen in westelijke richting parallel aan het perceel van 'AARTS, P.M.J.'. Daarbij is voor het deel van de kering parallel aan het perceel van 'AARTS' de 'zone vrij van beplanting' op de perceelgrens gelegd en van daaruit het ruimtebeslag uitgezet. Voor de bochtstralen is $R = 15$ m aangehouden.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Op verzoek van de perceeleigenaar ten zuiden van de kering, t.w. 'HENDRICKX, M.P.J.J.', zodat een groter aaneengesloten landbouwperceel overblijft.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_04. Het dijkvak kruist de Meerloseweg om vervolgens aan te sluiten op hoge grond. De ligging van het tracé is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak Wan 04



Figuur 2: Situatieoverzicht gezien vanaf de Meerloseweg

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en –issues:

1. De nieuwe waterkering kruist de Meerloseweg. Ter plaatse van de kruising dient de weg over een afstand van minimaal 4,5 m op hoogte van NAP +16,23 m te worden gebracht.
2. Naast de Meerloseweg zijn enkele bomen aanwezig. Mogelijk dienen enkele van deze bomen verwijderd te worden.
3. Op de voorlandverbetering dient een dekking van 1 m aangehouden te worden in verband met diepploegen (akkerland).
4. Oostelijk van de Meerloseweg sluit de kering aan op hoge grond.

Uitgangspunten

1. De waterkering is zo ontworpen opdat de op- en afritten van de Meerloseweg passen in het huidige ruimtegebruik.
2. Enkele bomen langs de Meerloseweg moeten verwijderd worden.
3. De aangenomen maaiveldhoogtes binnendijs en buitendijs zijn de laagst aangetroffen maaiveldhoogtes volgens www.ahn.nl.
4. De overgang tussen traject WAN_03 en WAN_04 is niet meegenomen in het ontwerp.
5. Het ontwerp van het weglichaam is buiten beschouwing gelaten.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject WAN_04 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB55, HB56 en HB57. Het profiel bestaat volledig uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Vanwege de geringe kerende hoogte (maximaal 1,23 m binnen- en buitendijks) en zandige ondergrond hebben er geen stabiliteitsberekeningen plaats gevonden. Het standaardprofiel voldoet.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

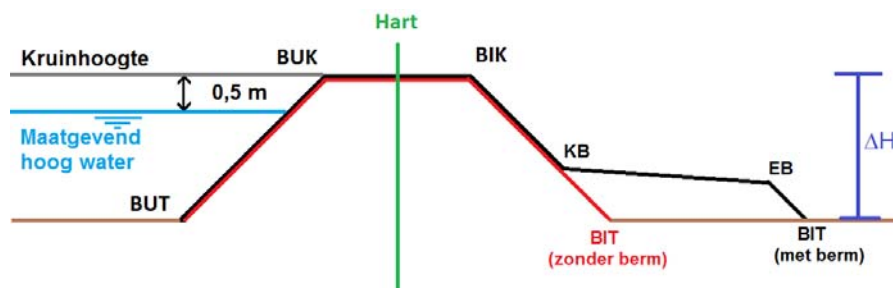
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_04		16,23	15,00	1,23	19

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_04		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-5,64	15,1	BUT
-2,25	16,23	BUK
0	16,23	Hart
2,25	16,23	BIK
5,64	15,1	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Daar waar de nieuwe kering de Meerloseweg kruist dient de weg opgehoogd te worden over een lengte van minimaal 4,5 m.
2. De overgang tussen WAN_03 en WAN_04 is niet ontworpen.
3. De aansluiting van de kering op het weglichaam is buiten beschouwing gelaten.
4. De aansluiting op hoge grond is niet nader ontworpen.
5. Er is geen rekening gehouden met het ontwerp van het weglichaam en de aansluiting van het dijklichaam op het weglichaam. De laatste zal nader ontworpen moeten worden omdat de overgang tussen kleibekleding en asfalt/wegfundering erosiegevoelig is.
6. De voorlandverbetering sluit aan op de "Meerloseweg" deze aansluiting dient zo uitgevoerd te worden dat er geen lekwegen kunnen ontstaan.

7. Langs de Meerloseweg bevinden zich kabels en leidingen die mogelijk een negatieve invloed kunnen hebben op de waterkering. Wellicht dienen de kabels en leidingen verlegd te worden. Dit dient nader onderzocht te worden.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

-

6. Bijlagen

In dit factsheet zijn geen bijlagen opgenomen.

Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Wanssum	Dijkvak	WAN_05
	Dijkpalen	n.v.t.

Aanpassing 01

- Wat is aangepast: De Stayerhofweg ten noorden van het terrein van HEEMEX B.V. met bestemming verkeer/weg en eigendom van de gemeente wordt een natuur/groenstrook. De weg verdwijnt daarmee. In totaal wordt de groenstrook 10 m breed. De Stayerhofweg zelf is slechts 4 à 5 m breed, de resterende ruimte voor de groenstrook wordt aan de noordzijde van de weg gevonden. Verder komt aan de noordkant van de groenstrook de waterkering. Doordat de groene kering in noordelijke richting wordt verlegd, dient de bestaande harde kering/kademuur langs de industriehaven van Wanssum en het terrein van HEEMEX B.V. tevens in noordelijke richting te worden verlengd om een goede aansluiting op de groene kering van dijkvak WAN_05 te kunnen realiseren.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: Het dijktracé aan de noordzijde van het terrein van HEEMEX B.V. is in noordelijke richting verlegd, rekening houdende met bovengenoemde afmetingen en ligging van de gewenste groenstrook. De 'zone vrij van beplanting' sluit in het nieuwe ontwerp aan op de noordelijke begrenzing van de groenstrook. De harde kering is zover doorgezet in noordelijke richting opdat de groene kering (haaks) tegen de harde kering kan worden aangebouwd. Om een goede aansluiting tussen de harde en groene kering te kunnen realiseren dienen enkele planken in de groene kering te worden doorgezet (over een lengte van ca. 5 m t.h.v. de kruin van de groene kering).
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: De groenstrook met hoog opgaande beplanting is wenselijk als visuele afscherming van de industriehaven gezien vanuit Well. Het terrein tussen het huidige bedrijfsterrein van HEEMEX en de Stayerhofweg is momenteel in gebruik door het betreffende bedrijf en krijgt naar verwachting de bestemming bedrijfsterrein.

Door de verlegging van het tracé in noordelijke richting zijn de maatgevende maaiveldniveau's en daarmee het ontwerp van de groene kering licht gewijzigd, zie onderstaande tabel.

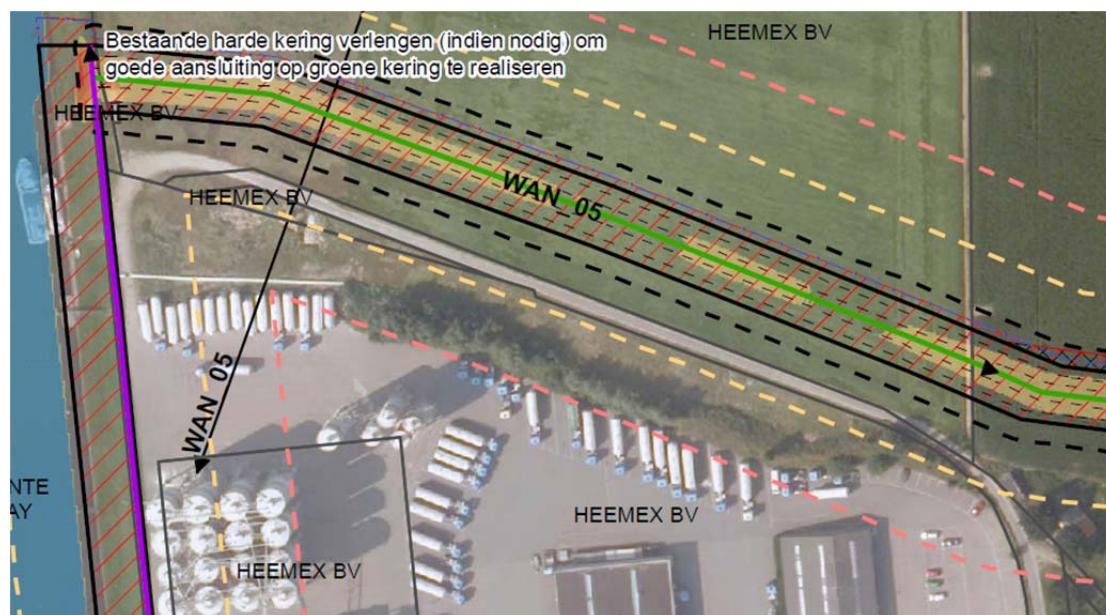
Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende aangepaste dijkontwerp.

WAN_05		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-5,64	15,1	BUT
-2,25	16,23	BUK
0	16,23	Hart
2,25	16,23	BIK
5,64	15,1	BIT

Omdat het tracé nu ook verder verwijderd ligt van de lager gelegen maaiveldniveau's ter hoogte van het HEEMEX terrein is de opgave ten aanzien van piping kleiner. De benodigde kwelweglengte is beschikbaar binnen het ruimtebeslag voor de waterkering. Een aanvullende voorlandverbetering is zodoende niet nodig.

Resultaten pipingberekening

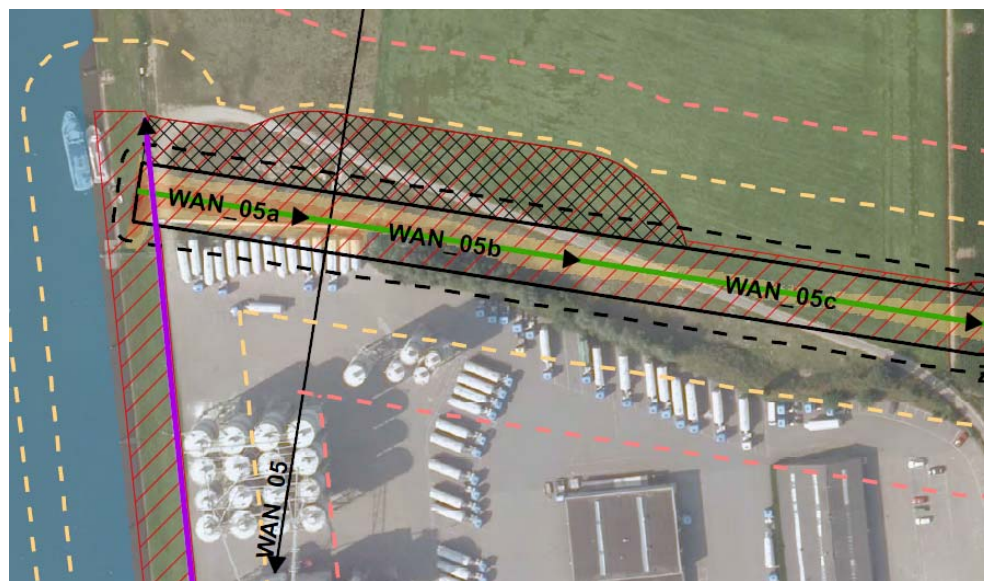
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_05		16,23	15,1	1,13	16



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

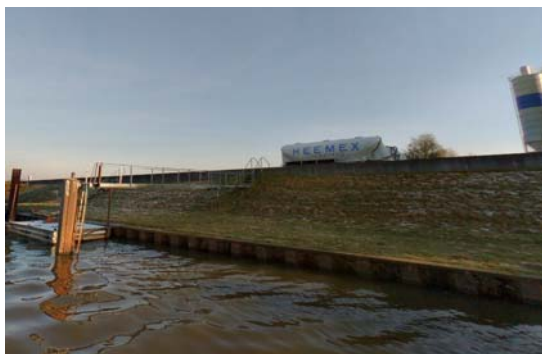
Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_05. Het hart van de dijk loopt van het einde van de harde kering in een rechte lijn naar het aansluitende dijkvak WAN_06. De ligging van het tracé is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak WAN_05



Figuur 2: Impressie gezien vanaf de Stayerhofweg



Figuur 3: Impressie vanaf het water kijkend naar de harde kering

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en –issues:

1. Binnendijks is er een perceel aanwezig. De eigenaar van dit perceel heeft het terrein ten noorden van de Stayerhofweg gekocht i.v.m. toekomstige uitbreidingsplannen. Het betreft een zogenaamd 'Artikel 2A gebied'.
2. Naast de Stayerhofweg zijn kabels en leidingen aanwezig maar betreffen naar verwachting oude (huis)aansluitingen van het buitendijkse pand (inmiddels gesloopt).
3. Het traject sluit in het westen aan op een nieuwe harde kering die op dit moment wordt gerealiseerd.
4. Ter plaatse van de overgang naar de bestaande harde kering bevindt zich in de huidige situatie een talud (figuur 3). Het ontwerp van de nieuwe harde kering is bij ons niet bekend. De aansluiting op de nieuwe harde kering is niet ontworpen.
5. Het ruimtebeslag van de kering loopt voor een gedeelte over het Heemex-terrein. Een deel van het Heemex-terrein zal heringericht moeten worden.
6. De huidige weg komt op de kruin van de dijk te liggen.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject WAN_05 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB29, HB30, HB31 en sondering S11. Het profiel bestaat volledig uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Vanwege de geringe kerende hoogte (1,13 m binnen- en buitendijks) en zandige ondergrond heeft er geen stabiliteitsberekening plaats gevonden. Het standaardprofiel voldoet.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_05	a	16,23	14,50	1,73	30
WAN_05	b	16,23	14,10	2,13	39
WAN_05	c	16,23	15,60	0,63	8

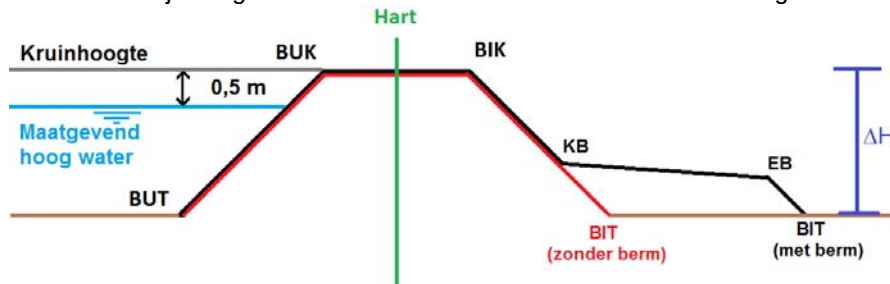
Bovenstaande kwelweglengtes zijn bepaald aan de hand van maaiveldhoogtes ter plaatse van het huidige Heemex-terrein. Ter plaatse van het Heemex-terrein is het maaiveld afgesloten door een betonnen-of asfalt deklaag. In een later stadium zal onderzocht moeten worden of verharding zorgt voor een goed afsluitende deklaag waardoor geen water kan uittreden. Als dit het geval is, is er geen risico op het faalmechanisme piping aanwezig. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is de aansluiting van het dijklichaam op de verharding. Deze aansluiting dient volkomen waterdicht uitgevoerd te worden en dient getoetst te worden aan opbarsten.

In dit factsheet is aangenomen dat het niet wenselijk is om de verharding onderdeel uit te laten maken van de waterkering (of dat de verharding niet voldoet aan de gestelde eisen). Hierdoor is het tekort aan kwelweglengte ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_05		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-5,54	15,3	BUT
-2,75	16,23	BUK
0	16,23	Hart
2,75	16,23	BIK
6,14	15,1	BIT

In bovenstaande tabel is een maaiveldhoogte aangegeven die hoger is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de pipingberekening. De laagste binnendijkse maaiveldhoogte (NAP +14,1 m), welke is aangegeven in tabel 2, bevindt zich op enige afstand van de binnenteen en beïnvloedt de stabiliteit van de waterkering naar verwachting niet.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Het tracé doorsnijdt ook delen die hoger liggen dan kruinhoogte. Hier dient het dijkprofiel (inclusief kleibekleding) onder de lokale hoogte door te lopen. Daartoe dient de lokale hoogte tijdelijk te worden ontgraven. Onderhoudsvoertuigen dienen over de evt. teruggebrachte lokale hoogte door te kunnen rijden.
2. De aansluiting van het dijklichaam en de voorlandverbetering op de harde kering is buiten beschouwing gelaten, maar wel een belangrijk aandachtspunt voor vervolgfases.
3. Omdat het ruimtebeslag gedeeltelijk op het Heemex-terrein valt dient het terrein opnieuw ingericht te worden. Bij het opnieuw inrichten van het terrein is aanbevolen om het terrein hoger op te leveren dan het huidige maaiveldniveau. Het Heemex-terrein is momenteel lager dan het naastliggende maaiveld. Door deze verlaging is er een voorlandverbetering benodigd om het optreden van piping te voorkomen. Bij het ophogen van het maaiveld kan deze voorlandverbetering mogelijk achterwege blijven.
4. Omdat de weg op de kruin van de dijk is ontworpen is een verbreding van de kruin noodzakelijk. De kruin van het dijklichaam is 5,5 m breed in plaats van 4,5 m.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De aansluiting naar de harde kering is niet ontworpen. Aan deze aansluiting dient in de vervolgfase veel aandacht besteed te worden.
2. De aanwezige kabels en leidingen kunnen mogelijk toch een knelpunt vormen met het

nieuw ontworpen dijklichaam en moeten indien nodig verwijderd worden.

3. Onduidelijk of en op welke vlakken 'Artikel 2A gebied' conflicteert met beschermingszones van het waterschap en hoe hiermee dient te worden omgegaan.
4. Het tracé loopt deels over hoge grond, deels is een beperkte ophoging nodig. Het ontwerp van deze overgangen is niet uitgewerkt, evenals de benodigde ingreep op plekken die wel op hoogte zijn.

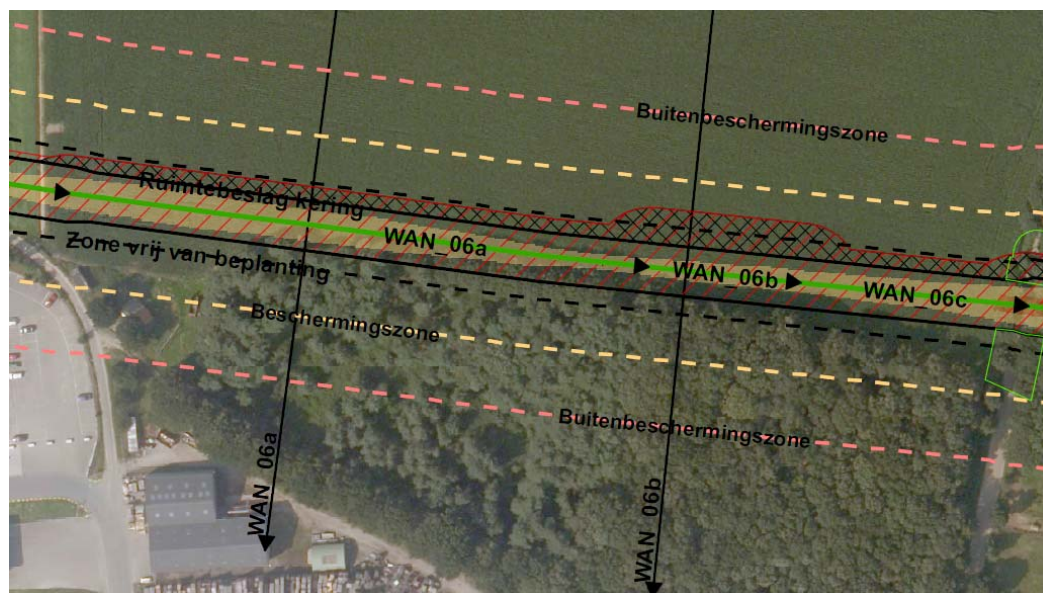
6. Bijlagen

1. Er zijn geen bijlagen aanwezig bij dit factsheet.

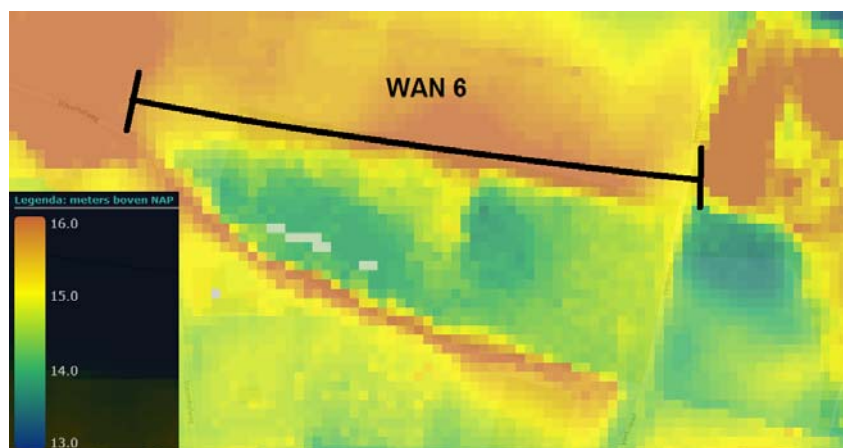
Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Wanssum	Dijkvak	WAN_06
	Dijkpalen	n.v.t.

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_06. De ligging van het tracé is weergegeven in onderstaande figuur. De ligging van het nieuwe dijklichaam heeft een sterke relatie met de ligging van de hoge(re) grond. In figuur 2 is de ligging van het dijktraject weergegeven op de hoogte kaart.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak WAN_06.



Figuur 2: Liggen traject Wan 6 op de hoogte kaart (www.ahn.nl).



Figuur 3: Impressie gezien vanaf de weg "Venkelpad/De Kooy"

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

Omgevingskenmerken en -issues:

1. De nieuwe waterkering loopt langs een bosgebied. Dit bosgebied is lager gelegen dan het akkerland (zie figuur 1). Het bosgebied is in eigendom van de gemeente Venray.
2. Het nieuwe dijklichaam is uitgezet op de overgang van het lager gelegen bosgebied en de hoger gelegen akker. Dit is weergegeven in figuur 2. Op de hoge grond is een beperkte ophoging nodig.
3. Omdat het dijklichaam dicht langs het bos komt te liggen dient mogelijk een deel van deze bomen verwijderd te worden.
4. Het dijktraject eindigt in oostelijke richting net voorbij de weg "Venkelpad/De Kooy".
5. Naast de weg "Venkelpad/De Kooy" zijn kabels en leidingen aanwezig. Deze kruisen de toekomstige kering.
6. Naast de weg "Venkelpad/De Kooy" zijn bomen aanwezig. Door het ophogen van de weg dienen enkele van deze bomen verwijderd te worden.
7. In figuur 1 is een impressie weergegeven van de toekomstige locatie van het dijklichaam.
8. Het traject sluit aan beide kanten aan op een groene kering.
9. Het ontwerp van de overgangen tussen naastliggende trajecten WAN_05 en WAN_07 is niet meegenomen in het ontwerp.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject WAN_06 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB31 t/m HB35 en sondering S11 en S15. Het profiel bestaat volledig uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Vanwege de geringe kerende hoogte (max. 1,25 m binnen- en buitendijks) en zandige ondergrond heeft er geen stabiliteitsberekening plaats gevonden. Het standaardprofiel voldoet.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_06	a	16,23	14,98	1,25	19
WAN_06	b	Deze lengte is bepaald met behulp van de L/H-lijn			25
WAN_06	c	16,23	14,98	1,25	19

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

Laagte in het achterland

In het achterland zijn laagtes aanwezig. Dit is goed te zien in figuur 2. Deze laagtes zijn getoetst aan het faalmechanisme piping. Voor deze toetsing zijn er twee maatgevende doorsneden getoetst welke in bijlage 1 zijn weergegeven.

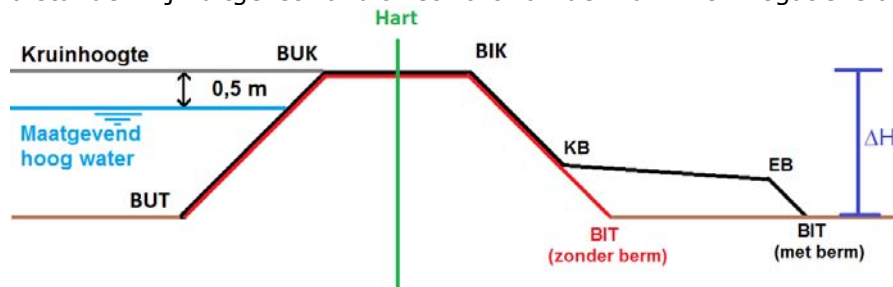
De toetsing heeft plaatsgevonden aan de hand van de benodigde kwelweglengte (L , bepaald met de formule van Sellmeijer) en de binnendijkse kerende hoogte (ΔH). Hiermee wordt vervolgens de helling van de Sellmeijer($L/\Delta H$)lijn bepaald. Deze lijn start bij het begin van het voorlandverbetering op kruinhoogte. Het profiel voldoet als de $L/\Delta H$ -lijn aan binnendijkse zijde onder het maaiveld blijft.

Ter plaatse van de twee doorsneden is de $L/\Delta H$ verhouding gelijk aan 18,5. In bijlage 1 is te zien dat de $L/\Delta H$ -lijn in doorsnede 1 onder maaiveld blijft. Ter plaatse van doorsnede 2 is de $L/\Delta H$ -lijn 6 meter verder buitendijks opgeschoven om te zorgen dat de lijn overal onder het maaiveld blijft. Het opschuiven van de L/H -lijn is verantwoord door de voorlandverbetering ter plaatsen van doorsnede 2, 6 meter langer te maken. Hierdoor **voldoen** beide doorsneden aan het faalmechanisme piping.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 2), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_06		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-4,74	15,4	BUT
-2,25	16,23	BUK
0	16,23	Hart
2,25	16,23	BIK
5,34	15,2	BIT

In de doorsnede is de rand van het bos aangenomen op de binnenteen. In het oosten van het dijktraject zal het dijklichaam verder van het bosgebied afliggen.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

Technische aandachtspunten/raakvlakken:

1. Het tracé doorsnijdt ook delen die hoger liggen dan kruinhoogte. Hier dient het dijkprofiel (inclusief kleibekleding) onder de lokale hoogte door te lopen. Daartoe dient de lokale hoogte tijdelijk te worden ontgraven. Onderhoudsvoertuigen dienen over de evt. teruggebrachte lokale hoogte door te kunnen rijden.
2. Vanwege de lage kerende hoogte als gevolg van een relatief hoog maaiveld kan over het dijktraject een standaard profiel worden toegepast.

Aandachtspunten/raakvlakken met omgeving

3. De overgang tussen WAN_05 en WAN_07 is niet ontworpen.

4. De aansluiting van het dijklichaam op de weg "Venkelpad/De Kooy" is niet in detail ontworpen. Het weglichaam dient te worden opgehoogd.
5. Er dienen bomen verwijderd te worden naast de weg "Venkelpad/De Kooy" en een gedeelte van het bos dient gekapt te worden.
6. De voorlandverbetering sluit aan op de weg "Venkelpad/De Kooy" deze aansluiting dient zo uitgevoerd te worden dat er geen water in/uit kan treden. De aansluiting van de bekleding op het asfalt van de weg dient zo uitgevoerd te worden dat het risico op erosie zo klein mogelijk is.
7. De kruising van de dijk met kabels en leidingen dient verder ontworpen te worden.
8. Het dijkprofiel, met kleibekleding, dient door te lopen onder de wegovergangen

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

Risico's en beperkingen bij aannames en uitkomsten ten aanzien van inpassing:

1. Hoogte van het maaiveld bij benadering.
2. De aansluiting tussen de dijk en voorlandverbetering en de weg verdient aandacht in verband met het voorkomen van het ontstaan van lekwegen en erosie.
3. Er dient een groot aantal bomen verwijderd te worden. Dit is mogelijk een knelpunt in afstemming met de omgeving.

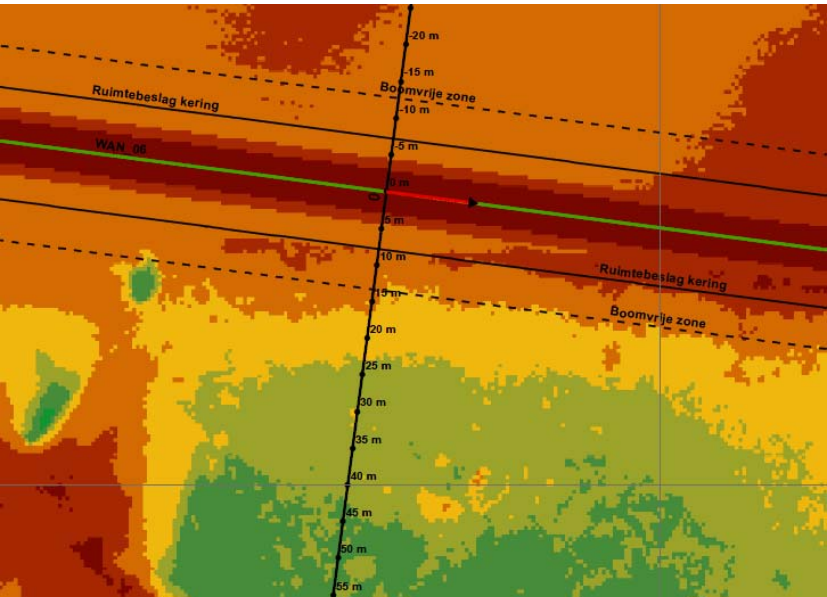
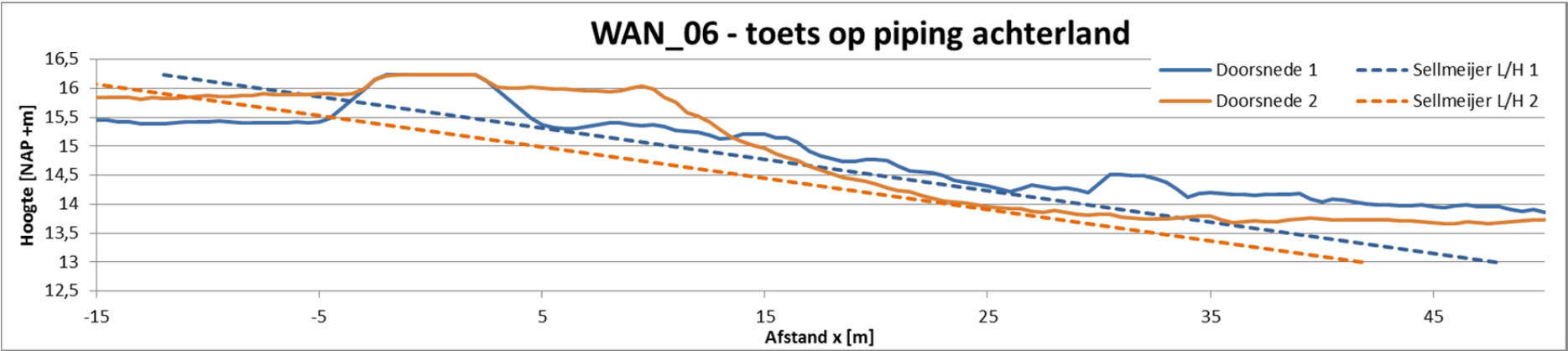
Risico's en beperkingen bij aannames en uitkomsten berekeningen:

1. Binnendijks loopt het maaiveld sterk af (zie figuur 2), mogelijk zijn langere kwelwegen maatgevend.

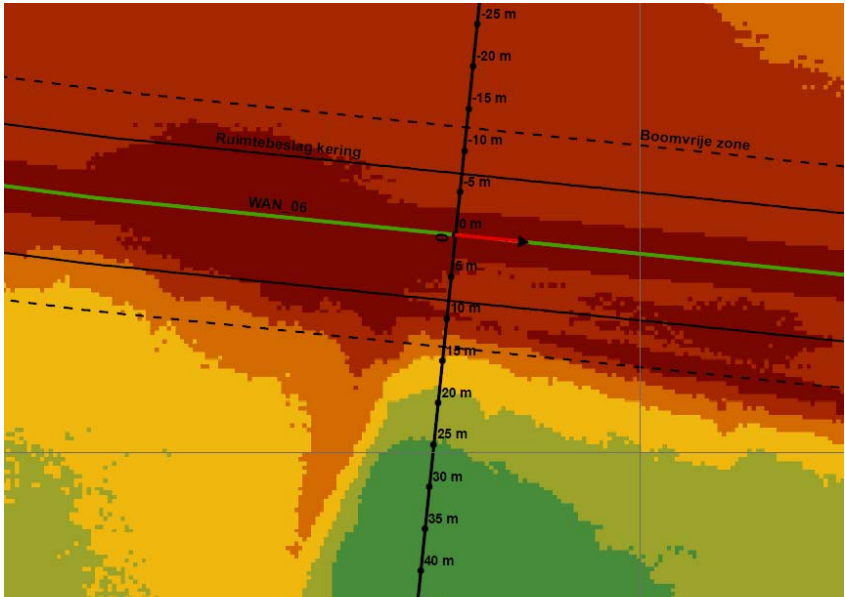
6. Bijlagen

1. Toets op piping achterland

Bijlage 1: Toets op piping achterland



Figuur 4: Doorsnede 1

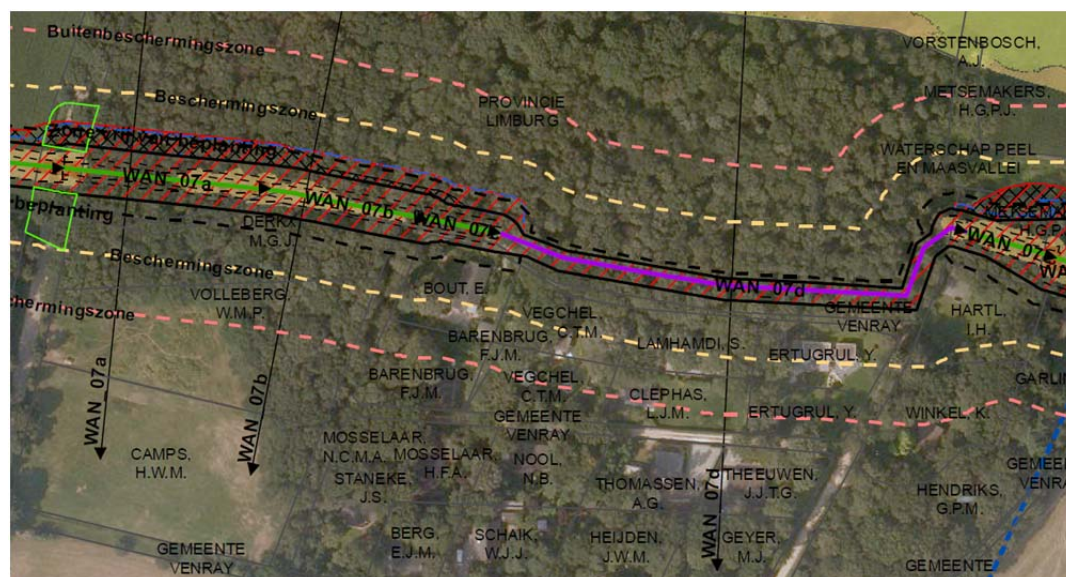


Figuur 6: Doorsnede 2

Ooijen&Wanssum Factsheet groene en harde waterkering Deeltraject: Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
	Dijkvak	WAN_07
	Dijkpalen	n.v.t.

Aanpassing 01

- Wat is aangepast: Een deel van het dijktracé van WAN_07 wordt uitgevoerd als harde kering. Het betreft de subvakken WAN_07c (deels), WAN_07d en WAN_07e (deels). Daarnaast is de ligging van het tracé iets in zuidelijke richting verplaatst.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: De hartlijn van de harde kering is geprojecteerd op 5 m afstand van de noordelijke rand van het Kamperfoelipad. De harde kering loopt zodoende parallel aan dit pad c.q. de perceelgrens. Om een goede aansluiting te kunnen realiseren op de aansluitende groene keringen dient de harde constructie ca. 5 m doorgezet te worden in de groene kering vanaf het punt waar deze zich op ontwerphoogte bevindt. De harde kering is in deze fase niet ontworpen, evenals de aansluitingen op de groene keringen. De kering dient minimaal gedimensioneerd te worden als stabiliteits- en kwelscherm (onder- en achterloopsheid). De ontwerphoogte van de harde kering bedraagt NAP +16,03 m. Het ruimtebeslag dat is gereserveerd voor de harde kering bedraagt 7 m, waarvan 4 m obstakelvrije zone binnendijks, 1 m constructiedikte en 2 m obstakelvrije zone buitendijks. Aan beide zijden van de constructie is een 'zone vrij van beplanting' van 4 m aangehouden.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: De harde kering ontziet de in het bos aanwezige (lege) dassengangen beter dan de groene kering.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

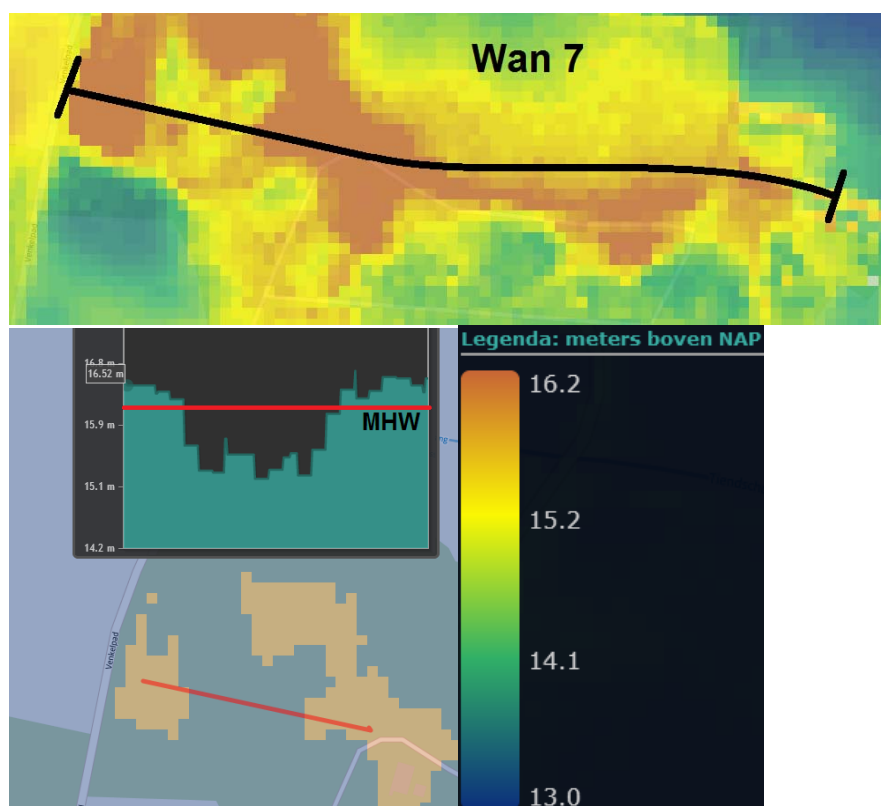
1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_07. Het dijkvak bevindt zich ten noordoosten van de haven van Wanssum. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.

De ligging van het nieuwe dijklichaam heeft een relatie met de ligging van de hoge grond. Het dijkvak volgt namelijk voor een groot deel de hoger gelegen gronden. In figuur 2 is de ligging van het dijktraject weergegeven op de hoogte kaart.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak



Figuur 2: Locatie van het dijkvak in relatie tot de maaiveld hoogte (de rode lijn staat voor de ontwerphoogte).

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

De omgevingskenmerken en -issues:

1. De bestaande weg 'Kamperfoeliepad' wordt verlegd op de kruin van de nieuwe dijk. In Figuur 5 is de huidige situatie weergegeven.
2. In het gebied is hoge grond aanwezig. In figuur 2 is de exacte locatie van de hoge grond weergegeven. Te zien is dat het dijklichaam over twee stukken hoge grond loopt. Ter hoogte van de lokale hoge gronden dient het dijkprofiel (inclusief kleibekleding) onder de lokale hoogten door te lopen. Daartoe dient de lokale hoogte tijdelijk te worden ontgraven. Onderhoudsvoertuigen dienen over de evt. teruggebrachte lokale hoogte door te kunnen rijden.
3. De weg 'Kamperfoeliepad' volgt hier het bestaande wegtracé. Dit betekent dat de weg van de kruin van de dijk afloopt.

4. Op deze locatie is een dassenburcht aanwezig.
5. Op deze locatie kruist een kleine landweg de nieuwe waterkering. Deze landweg heeft geen functie meer en dient te worden opgeheven.
6. Het wit omlijnde gebied is het perceel HARTL. Het ruimtebeslag van de nieuwe waterkering dient de grens van dit perceel zo min mogelijk te overschrijden. De perceelgrens is weergegeven in Figuur 4. Dicht bij de rand van het perceel is een woning aanwezig.
7. De bestaande waterkering komt te vervallen en dient afgegraven te worden. De uit te voeren werkzaamheden (het afgraven van het oude dijklichaam en aanleg nieuwe dijk) vormen mogelijk een knelpunt met de dassenburg.
8. Omdat het dijklichaam dicht langs het bos komt te liggen dient een deel van de bomen verwijderd te worden. De bomen welke binnen de in figuur 1 aangegeven stippellijn (zone vrij van beplanting) vallen dienen verwijderd te worden.



Figuur 3: Ligging dijkvak met daarop bovenstaande omgevingsaspecten aangegeven.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject Wan 7 is vastgesteld aan de hand van handboringen HB35 t/m HB47 en sondering S17.

Voor dit profiel zijn handboring HB39 en HB40 als maatgevend beschouwd. Deze profielen zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: De voor dit profiel maatgevende boringen

	HB39	HB40
Grondsoort	Leem	Leem
Diepte van	NAP +12,76m	NAP +12,84m
Diepte tot	NAP +8,76m	NAP +8,84m
Dikte grondlaag	4 m	4 m

Beide boringen bestaan volledig uit leem.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Vanwege de geringe kerende hoogte (± 1 m binnen- en buitendijks) heeft er geen stabiliteitsberekening plaats gevonden. Het standaardprofiel voldoet.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
---------	-------------	----------------------------	--	----------------	----------------------------

WAN_07	a	16,23	14,73	1,50	25
WAN_07	b	16,23	14,98	1,25	19
WAN_07	c	16,23	16,23	0,00	0
WAN_07	d	16,23	15,13	1,10	16
WAN_07	e	16,23	16,23	0,00	0

In bovenstaande tabel is een maaiveldhoogte aangegeven die lager is dan de aangenomen maaiveldhoogte in de stabiliteitsberekening. De laagste binnendijkse maaiveldhoogte (NAP +14,73 m) bevindt zich op enige afstand van de binnenteen. Aangenomen is dat er door de aanwezigheid van deze laagte geen verhoogd risico bestaat op een instabiel binnentalud.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

Laagte in het achterland

In het achterland zijn laagtes aanwezig. Dit is goed te zien in figuur 2. Deze laagtes zijn getoetst aan het faalmechanisme piping. Voor deze toetsing zijn er twee maatgevende doorsneden getoetst welke in bijlage 2 zijn weergegeven.

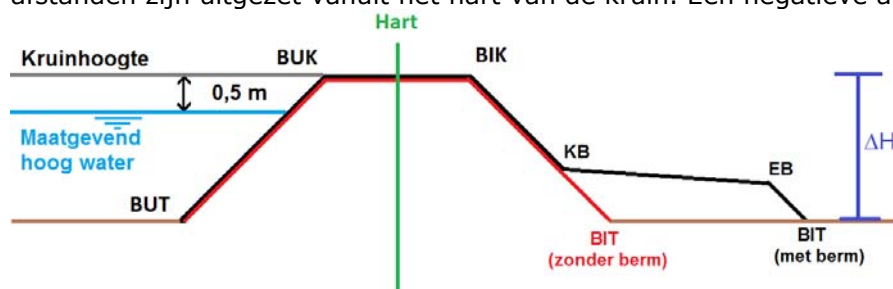
De toetsing heeft plaatsgevonden aan de hand van de benodigde kwelweglengte (L , bepaald met de formule van Sellmeijer) en de binnendijkse kerende hoogte (ΔH). Hiermee wordt vervolgens de helling van de Sellmeijer($L/\Delta H$)lijn bepaald. Deze lijn start bij het begin van het dijklichaam op kruinhoogte. Het profiel voldoet als de $L/\Delta H$ -lijn aan binnendijkse zijde onder het maaiveld blijft.

Ter plaatse van doorsnede 1 is een $L/\Delta H$ verhouding aanwezig van 18,5. Ter plaatse van doorsnede 2 is deze verhouding gelijk aan 14,5. In bijlage 2 is te zien dat de $L/\Delta H$ -lijn in beide doorsneden binnendijs onder het maaiveld blijft en dus **voldoen** aan het faalmechanisme piping.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_07		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-4,14	15,6	BUT
-2,25	16,23	BUK
0	16,23	Hart
2,25	16,23	BIK
4,14	15,6	BIT

Ter plaatse van de overgang van WAN_07a naar WAN_07b is een laagte aanwezig (zie figuur

2). Ter plaatse van deze laagte dient het maaiveld aan binnendijkse zijde opgehoogd te worden van NAP +15,15 m naar NAP +15,60 m. Door het toepassen van deze lokale ophoging is er geen risico aanwezig op een instabiel binnentalud.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Vanwege de lage kerende hoogte als gevolg van een relatief hoog maaiveld kan over het dijktraject het standaard profiel worden toegepast.
2. Er dienen bomen verwijderd te worden.
3. Mogelijk dienen kabels en leidingen langs het Kamperfoelie pad verplaatst te worden.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er dient een groot aantal bomen verwijderd te worden. Dit is mogelijk een knelpunt in afstemming met de omgeving.
2. Mogelijk zijn de werkzaamheden in de buurt van de dassenburcht niet toelaatbaar/in strijd met de wetgeving en zullen er maatregelen getroffen dienen te worden.
3. De aanwezigheid van een dassenburcht kan ook negatieve gevolgen hebben voor de dijk door aanwezige of toekomstige gangenstelsels onder de grond. Er dient nader uitgezocht te worden of het nodig is om hiervoor maatregelen te treffen.

6. Bijlagen

1. Impressie foto's dijkvak
2. Laag achterland, toets op het faalmechanisme piping

Bijlage 1: Impressie foto's dijkvak



Figuur 4: Perceelgrens HARTL en de aanwezige bebouwing

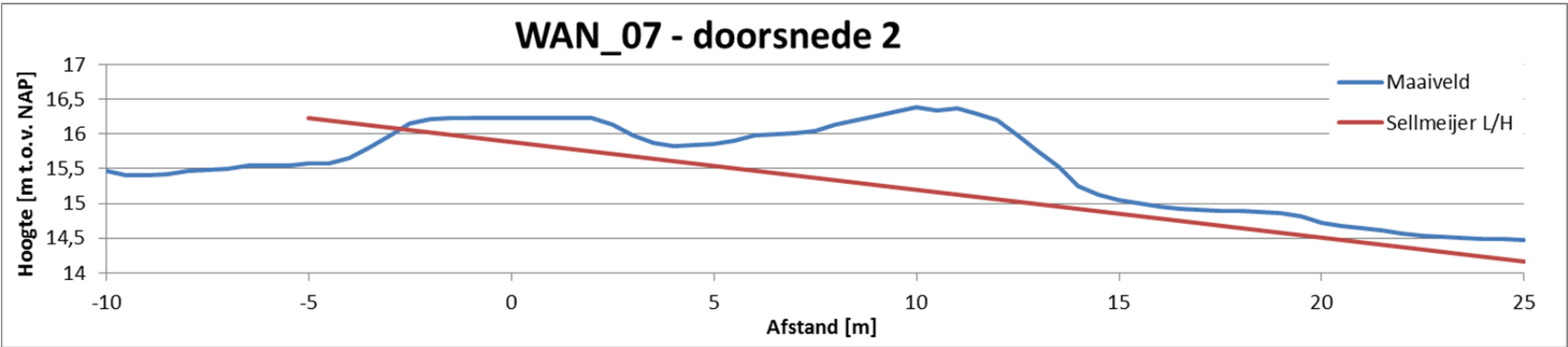
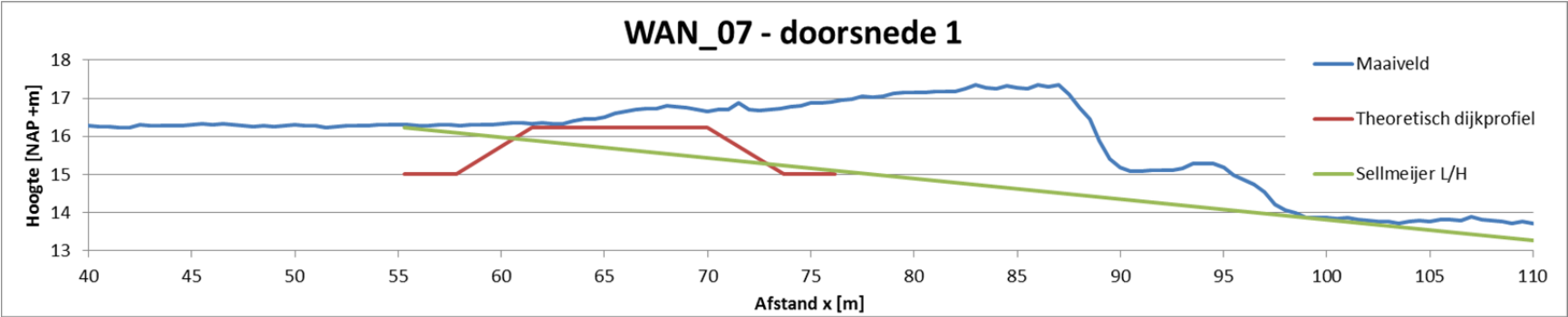


Figuur 5: Locatie waar de oude weg afwijkt van de nieuwe ligging van de dijk

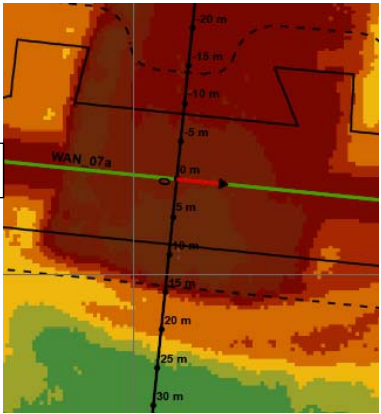


Figuur 6: De locatie waar de weg van de kruin van de nieuwe dijk afloopt.

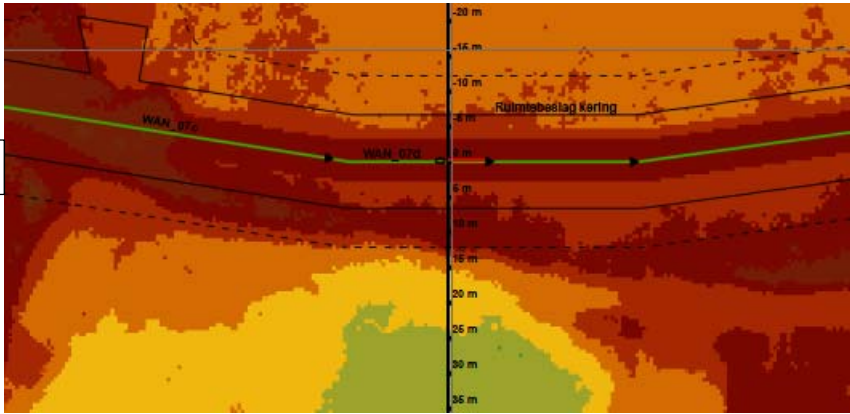
Bijlage 2: Laag achterland, toets op het faalmechanisme piping



Doorsnede 1 →



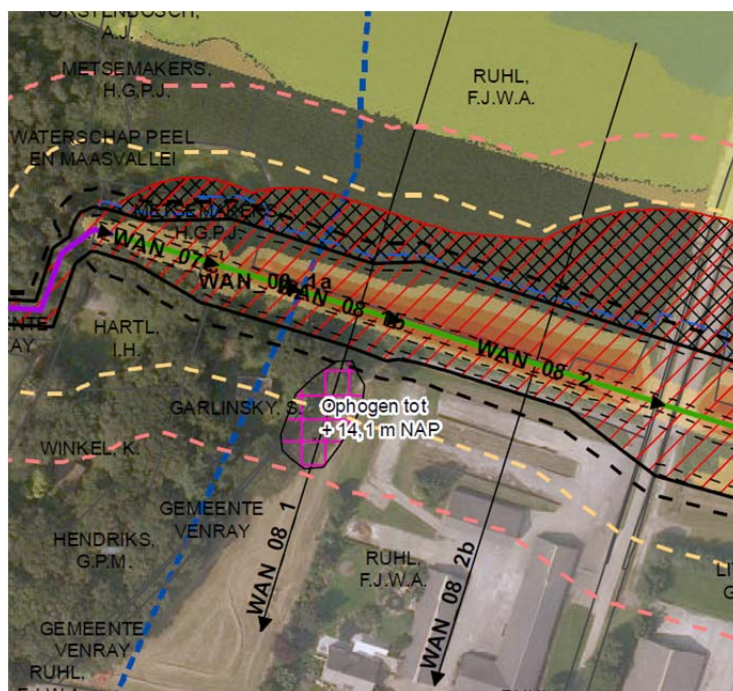
Doorsnede 2 →



Ooijen&Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01)	
Factsheet groene dijken	12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
Deeltraject: Wanssum	Dijkvak	WAN_08_1
	Dijkpalen	62.039 tot 62.038

Aanpassing 01

- Wat is aangepast: het tracé van de groene kering is iets naar buiten geschoven zodat het ruimtebeslag voor de kering samenvalt met de perceelgrens aan binnendijkse zijde en het dijktracé logisch aansluit op de naastgelegen dijkvakken.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: het tracé van dijkvak WAN_08_1a en b is zover naar buiten geschoven zodat het ruimtebeslag voor de kering samenvalt met de perceelgrens aan binnendijkse zijde. Omdat het aangrenzende dijkvak WAN_08_2 ook iets naar buiten is geschoven krijgt het dijktracé bovendien een logischer verloop, d.w.z. een rechte lijn tussen WAN_09 en WAN_07. Het dijkontwerp en benodigde lengte voorlandverbetering zijn ongewijzigd gebleven.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: De aanpassing van de hartlijn van het naastgelegen dijkvak WAN_08_2 is hierin leidend geweest.

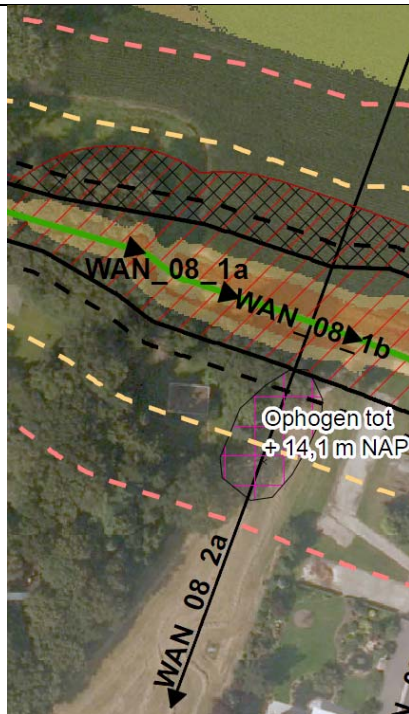


Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Dijkvak WAN_08 is onderverdeeld in twee delen, namelijk WAN_08_1 en WAN_08_2. Deze onderverdeling is gemaakt aan de hand van de aangetroffen binnendijkse maaiveldhoogte(n). Ter plaatse van WAN_08_1 is namelijk een lagere maaiveldhoogte aanwezig (NAP +13,7 m) dan ter plaatse van WAN_08_2 (NAP +14,9 m).

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_08_1. Het dijkvak bevindt zich tussen het Valeriaanpad en de Haalweide. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. In het westen sluit het dijkvak aan op de Valeriaanpad. Deze onverharde weg kan vermoedelijk opgeheven worden.
2. Ter plaatse van het dijkvak is een bestaande dijk aanwezig. De nieuwe waterkering loopt over de bestaande dijk.
3. Binnendijs is een perceel aanwezig. Een deel van dit perceel dient aangekocht te worden.
4. Binnen de invloedzone van het dijkvak zijn bomen aanwezig. De bomen en beplanting welke binnen de in figuur 1 aangegeven stippellijn (zone vrij van beplanting) vallen dienen verwijderd te worden.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit dijkvak is vastgesteld op basis van HB45 t/m HB48, HB15A t/m E en HB16A t/m E.

Op het westelijk deel van dit deeltraject (DP62.039 tot DP62.038) bestaat het grondprofiel volledig uit zand (matig fijn zand op matig grof zand) Op het oostelijk deel (DP62.038 tot DP62.037) wordt tussen (circa) NAP +14,0 m en NAP +12,0 m leem aangetroffen, zie WAN_08b.

De bestaande dijk is opgebouwd uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI	1,21	Voldoet
2.	STBU	-	Voldoet

Het dijklichaam voldoet op binnenwaartse stabiliteit. Naar verwachting voldoet het dijkontwerp op buitenwaartse stabiliteit met het standaardprofiel (zand ondergrond). Om deze reden is er geen berekening uitgevoerd.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

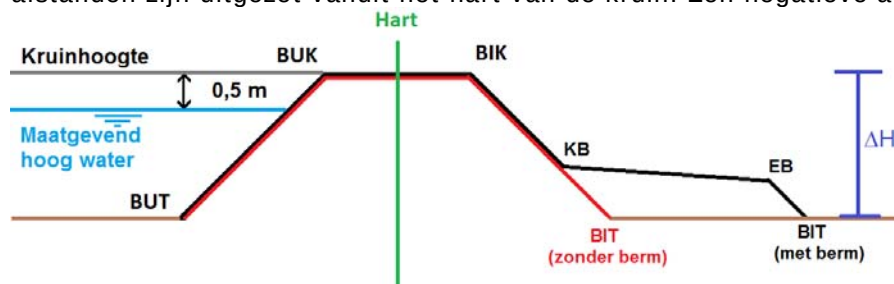
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_08_1	a	16,23	14,23	2,00	36
WAN_08_1	b	16,40	14,10	2,30	42

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

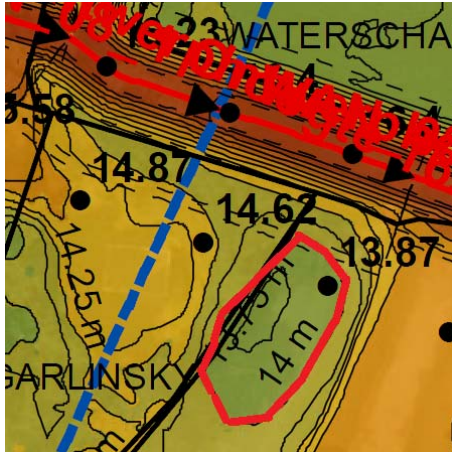
WAN_08_1		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-11,85	13,4	BUT
-2,25	16,6	BUK
0	16,6	Hart
2,25	16,6	BIK
9,75	14,1	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Er dienen bomen en beplanting verwijderd te worden.
2. Buitendijks van de nieuwe waterkering is een bestaande dijk aanwezig. Dit stuk dijk dient verwijderd te worden. Daar waar het nieuwe dijkontwerp dezelfde lijn volgt als de bestaande dijk kan deze worden hergebruikt.
3. Het in figuur 2 aangeduide gebied dient opgevuld te worden tot een maaiveldhoogte van NAP +14,10 m. Het gebied is op z'n diepste punt NAP +13,7 m. Het gaat om een gebied met een breedte van ongeveer 15 m en een lengte van ongeveer 35 meter. Door dit gebied op te hogen is er geen stabiliteitsberm nodig om de binnenwaartse stabiliteit te kunnen waarborgen. Ten aanzien van het faalmechanisme piping kan er gerekend worden met een kerende hoogte welke 0,4 meter hoger is dan zonder opvullen. Hierdoor neemt de benodigde kwelweglengte (en benodigde

voorlandverbetering) met 9 meter af. Aan het opvulmateriaal worden geen specifieke eisen gesteld.



Figuur 2: De op te hogen locatie (rood omcirkelt).

5. Risico's

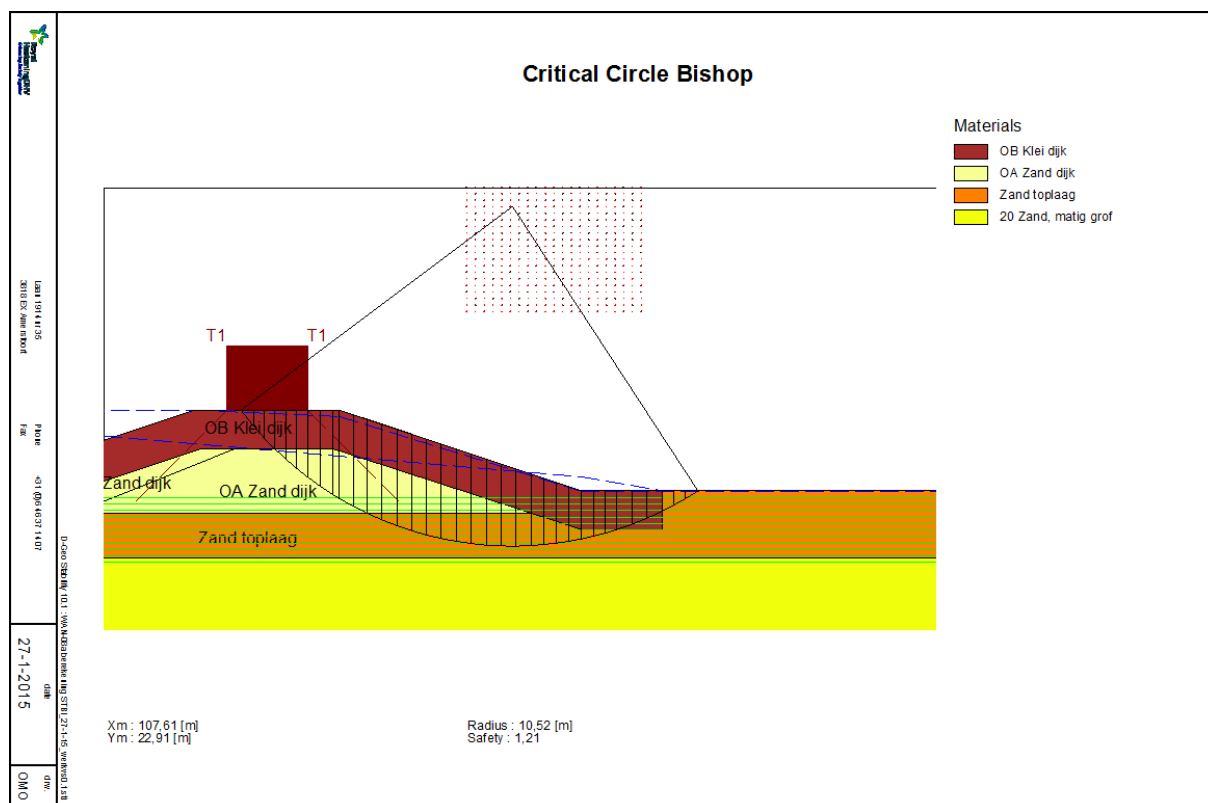
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Een deel van het perceel dient opgehoogd te worden. Dit dient gecommuniceerd te worden met de eigenaar.

6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit

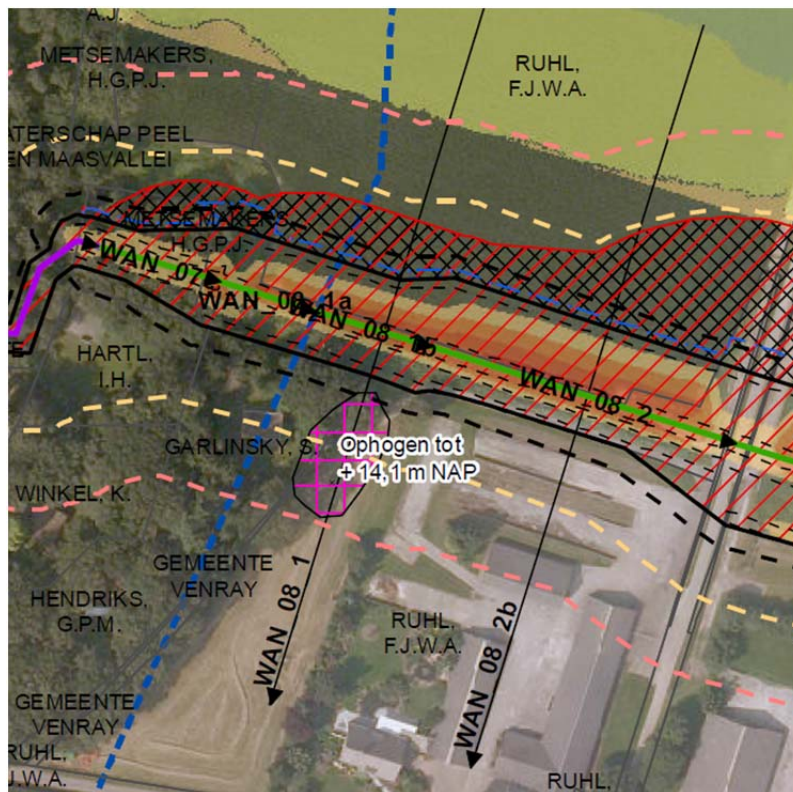


Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,21>1,20$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
	Dijkvak	WAN_08_2
	Dijkpalen	62.038 tot 62.037

Aanpassing 01

- Wat is aangepast: het tracé van de groene kering is naar buiten geschoven zodat het ruimtebeslag voor de kering samenvalt met de perceelgrens aan binnendijkse zijde.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: Ten opzichte van het vorige ontwerp is hart keringlijn ca. 6 m naar buiten geschoven. Tevens is de extra gereserveerde ruimte van 2,5 m (voorbij de stabiliteitsberm) komen te vervallen. Deze ruimte blijkt in geval van een stabiliteitsberm (toch) niet nodig.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Op verzoek van de perceeleigenaar. De extra gereserveerde ruimte is opgegeven om de buitenwaartse verschuiving te minimaliseren.

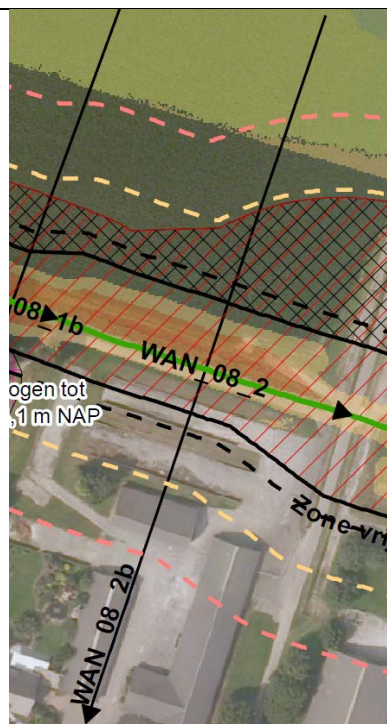


Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Dijkvak WAN_08 is onderverdeeld in twee delen, namelijk WAN_08_1 en WAN_08_2. Deze onderverdeling is gemaakt aan de hand van de binnendijkse maaiveldhoogte(n). Ter plaatse van WAN_08_1 is namelijk een lagere maaiveldhoogte aanwezig (NAP +13,7 m) dan ter plaatse van WAN_08_2 (NAP +14,9 m).

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_08_2. Het dijkvak bevindt zich tussen het Valeriaanpad en de Haalweide. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. In het oosten sluit het dijkvak aan op de Haalweide. Om de aansluiting te realiseren dient de weg ongeveer 1 m te worden opgehoogd.
2. Binnendijks is een perceel aanwezig. Een deel van dit perceel dient aangekocht te worden.
3. Ter plaatse van het dijkvak is een bestaande dijk aanwezig. De nieuwe waterkering loopt over de bestaande dijk.
4. De aansluitingen op de naastgelegen dijkvakken zijn niet in detail ontworpen. Deze aansluitingen dienen in een volgende fase ontworpen te worden.
5. Omdat er geen sprake is van het opbarsten van de deklaag is de stijghoogte in het achterland op een gelijk niveau gehouden met de ontwerpwaterstand.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit dijkvak is vastgesteld op basis van HB15A t/m E en HB16A t/m E. Tussen (circa) NAP +14,0 m en NAP +12,0 m wordt leem aangetroffen. De bestaande dijk is opgebouwd uit zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabieliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabieliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI, standaardprofiel	1,08	< 1,20
2.	STBI, met stabiliteitsberm	1,22	Voldoet
3.	STBU	1,11	Voldoet

Berekening 1 **voldoet niet** op stabiliteit. Om de binnendijkse stabiliteit te waarborgen is er een stabiliteitsberm nodig met een breedte van 3,6 meter (van kruin berm t/m einde berm). Dit dijkontwerp **voldoet** ook op stabiliteit buitenwaarts (berekening 3).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

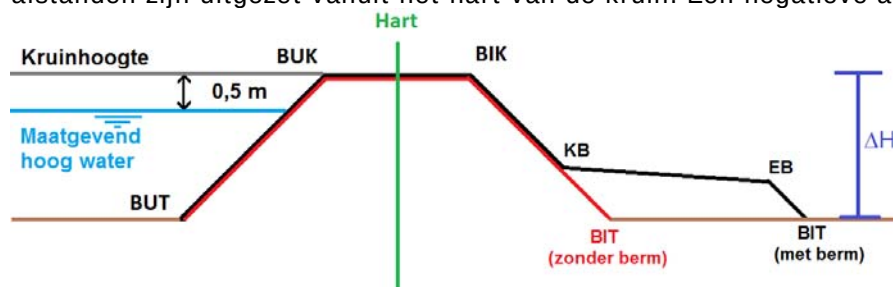
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_08_2	n.v.t.	16,40	14,75	1,65	28

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_08b		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-16,25	13,1	BUT
-2,25	16,6	BUK
0	16,6	Hart
2,25	16,6	BIK
4,78	15,76	KB
8,35	15,4	EB
9,85	14,9	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Om de binnendijkse stabiliteit te waarborgen is er een stabiliteitsberm nodig.
2. Een deel van het perceel dient aangekocht te worden.
3. Het dijkprofiel, met kleibekleding, dient door te lopen onder de wegovertgangen

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De stabiliteitsberm is mogelijk gevoelig voor erosie. Daarom is het aan te bevelen de volledige berm uit te voeren in klei.
2. Aandachtspunt is drainage van de zandkern, evt. dienen hiervoor aanvullende maatregelen te worden getroffen zoals het realiseren van een goede verbinding met de zandige toplagen in het achterland of het 1^e watervoerende pakket. Drainage van de zandkern die onderhoudsvrij te worden gerealiseerd.

6. Bijlagen

1. Resultaten toetsing macrostabiliteit

Shear Stress Bishop

Materials

- OB Klei dijk
- OA Zand dijk
- Zand toplaag
- 31 Leem
- 20 Zand, matig grof

Parameters:

- Xm : 106.71 [m]
- Ym : 28.66 [m]
- Radius : 14.42 [m]
- Safety : 1.22
- Max. stress : 6.065 [kN/m²]
- Min. stress : 0.038 [kN/m²]

Critical Circle Bishop

Materials

- Zand top laag
- OB Klei dijk
- OA Zand dijk
- 31 Leem
- 20 Zand, matig grof

Dimensions and Coordinates:

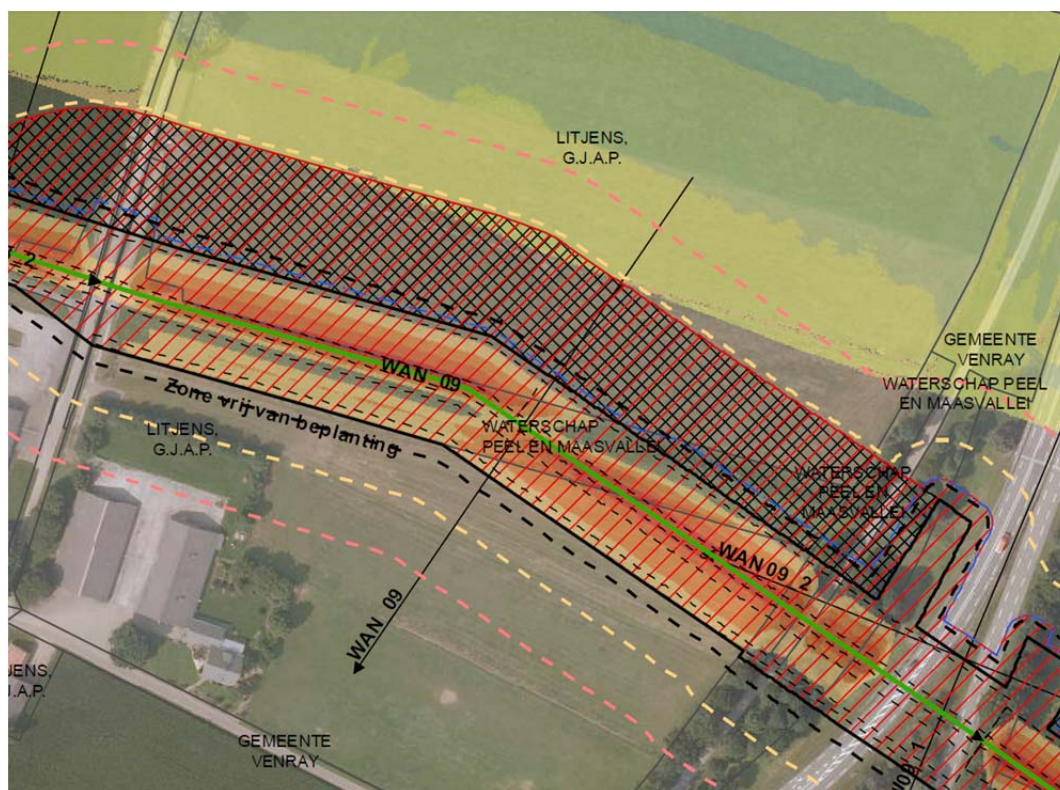
- Water level: 2.50m
- Dike crest width: 20m
- Failure circle center: $X_m = 88.67$ [m], $Y_m = 31.19$ [m]
- Failure circle radius: 18.21 [m]
- Safety factor: 1.11

Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,11 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: Wanssum	Datum: 15-10-2015 (aanpassing 01) 12-03-2015 (oorspronkelijke versie)	
	Dijkvak	WAN_09
	Dijkpalen	62.034 tot 62.037

Aanpassing 01

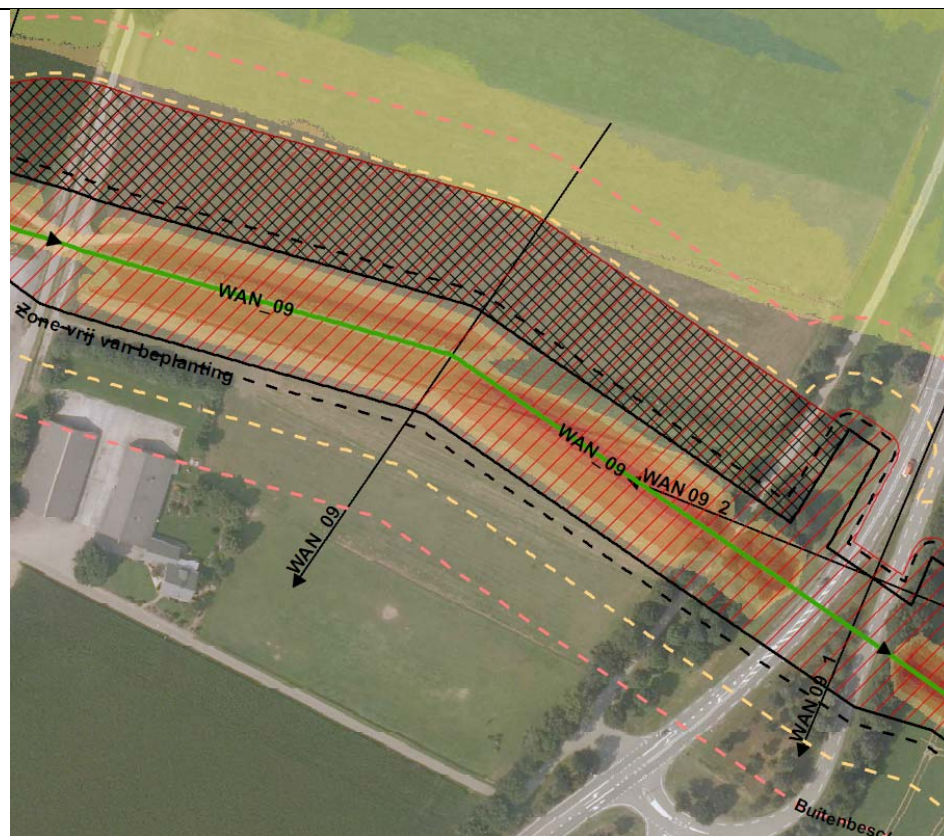
- Wat is aangepast: het tracé van de groene kering dat ter hoogte van dijkvak WAN_09 parallel aan de kavelgrens is gelegen, is naar buiten geschoven zodat het ruimtebeslag voor de kering op dit deel samenvalt met de perceelgrens aan binnendijkse zijde.
- Hoe is de aanpassing vormgegeven: Ten opzichte van het vorige ontwerp is hart keringlijn op het bovengenoemde deel ca. 6 m naar buiten geschoven. Het deel van het dijkvak dat afbuigt richting aanbrug van de Koninginnebrug is qua ligging ongewijzigd gebleven. Daarnaast is de extra gereserveerde ruimte van 2,5 m (voorbij de stabiliteitsberm) voor het gehele dijkvak komen te vervallen. Deze ruimte blijkt in geval van een stabiliteitsberm (toch) niet nodig.
- Waarom is de aanpassing doorgevoerd: Op verzoek van de perceeleigenaar. De extra gereserveerde ruimte is opgegeven om de buitenwaartse verschuiving te minimaliseren.



Figuur A01: Situatie aangepaste waterkering ontwerp 15-10-2015

1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_09. Het dijkvak bevindt zich ten noordwesten van de Koninginnebrug en loopt onder de toerit van de Koninginnebrug door. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Ter plaatse van het dijkvak is een bestaande dijk aanwezig. De nieuwe waterkering loopt voor een groot gedeelte over de bestaande dijk.
2. Daar waar de ligging van de nieuwe dijk afwijkt van de oude dijk dient de oude dijk te worden verwijderd.
3. Het dijkvak sluit in het zuidoosten fysiek aan op de Koninginnebrug. Deze aansluiting is niet in detail ontworpen. Deze aansluiting dient in een volgende fase ontworpen te worden.
4. Ter plaatse van de aansluiting met de Koninginnebrug zijn enkele bomen aanwezig. De bomen welke binnen de in figuur 1 aangegeven stippellijn (boomvrijzone) vallen dienen verwijderd te worden.
5. Het dijkvak sluit in het noordwesten aan op de Haalweide. Deze aansluiting is niet in detail ontworpen. Deze aansluiting dient in een latere fase ontworpen te worden.
6. Binnendijks is een perceel aanwezig met een bomenrij.
7. Achter de bestaande waterkering ligt in de huidige situatie een slootje. Het profiel van de nieuwe waterkering valt geheel over deze sloot heen.
8. Parallel aan de Koninginnebrug zijn kabels en leidingen aanwezig. Deze kabels en leidingen zijn niet meegenomen in het dijkontwerp.
9. De waterkering loopt dwars door het grondlichaam van de toerit van de Koninginnebrug en wordt daarmee deels onderdeel van de waterkering. De zogenaamde 'verholen kering' ter hoogte van de toerit dient als kering getoetst/ontworpen te worden. Daartoe zal de kering minimaal aan de eisen op basis van de geometrische toets uit de VTV dienen te voldoen. Hiervoor is gebruik gemaakt van paragraaf 4.2 van katern 5 van de VTV. Hierin staat omschreven dat er binnen een lokale hoogte een verholen kering dient te passen. De volledige toetsing is opgenomen in bijlage 1. In paragraaf 3.3 is een samenvatting van de resultaten weergegeven

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit dijkvak is vastgesteld op basis van HB16A t/m E en HB17A t/m E.

Het profiel bestaat uit een zandige toplaag op leem. Vanaf ca. NAP +11,5 m wordt het watervoerend zandpakket aangetroffen. De bestaande dijk bestaat uit leem met daarop een zandige toplaag.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven. In het rekenmodel is er van uitgegaan dat de in de deklaag aangetroffen leemlaag een doorlopende waterremmende laag vormt.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI op bestaande dijk, standaardprofiel	-	Voldoet niet
2.	STBI op bestaande dijk, met stabiliteitsberm	1,28	Voldoet
3.	STBU op bestaande dijk, talud 1:3 (v/h)	0,91	<1,11
4.	STBU op bestaande dijk, talud 1:3,5 (v/h)	1,04	<1,11
5.	STBU op bestaande dijk, talud 1:4 (v/h)	1,17	Voldoet
6.	STBI met zandkern, met stabiliteitsberm (ligging afwijkend van bestaande kering)	1,22	Voldoet
7.	STBU met zandkern, talud 1:4 (v/h) (ligging afwijkend van bestaande kering)	1,14	Voldoet

Omdat de waterkering voor een gedeelte wel over de bestaande waterkering loopt en voor een gedeelte niet, zijn er voor twee situatie berekeningen uitgevoerd. Eén situatie waarbij de nieuwe waterkering op de bestaande dijk van leem is gepositioneerd en één situatie waarbij de kern van de dijk volledig uit zand bestaat.

Situatie: locatie gelijk aan bestaande kering (klei/leem kern)

Berekening 1 met standaardprofiel voldoet niet op stabiliteit. Om de binnendijkse stabiliteit te waarborgen is er een stabiliteitsberm nodig (zie berekening 2). Gezien de lage ligging van het binnendijkse maaiveld is er een stabiliteitsberm benodigd met een hoogte van 1 m ter plaatse van 'Einde Berm' (in tegenstelling tot de voor dit project gehanteerde gangbare hoogte van 0,5 m).

De buitenwaartse stabiliteit voldoet niet bij dit dijkontwerp met stabiliteitsberm (zie berekening 3). Door het buitendijkse talud te verflauwen van 1:3 naar 1:3,5 wordt nog steeds niet voldaan aan de benodigde veiligheid van 1,11 (zie berekening 4). Door een buitendijks talud van 1:4 toe te passen voldoet het dijklichaam op buitendijkse stabiliteit (zie berekening 5).

Situatie: Locatie afwijkend van bestaande kering (zand kern) Als het dijklichaam wordt uitgevoerd met een kern van zand voldoet het ontwerp zowel op binnenwaartse stabiliteit (berekening 6) als op buitenwaartse stabiliteit (berekening 7).

Koninginnebrug: toets hoge grond

De Koninginnebrug is getoetst aan de VTV 2006 en op piping om de waterveiligheid te garanderen. Het ontwerp voldoet aan zowel de eisen van het VTV als aan het faalmechanisme piping. In bijlage 1 is de complete toetsing weergegeven.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

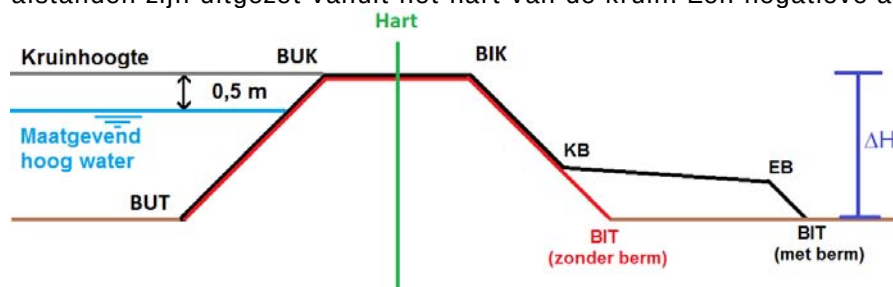
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_09	n.v.t.	16,40	13,00	3,40	67

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_09		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-16,25	13,1	BUT
-2,25	16,6	BUK
0	16,6	Hart
2,25	16,6	BIK
6,54	15,17	KB
17,25	14,1	EB
20,25	13,1	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De bomen aan de rand van het binnendijs gelegen perceel kunnen behouden blijven.
2. Ter plaatse van de aansluiting op de Koninginnebrug zijn bomen aanwezig. Alle bomen welke zich binnen de 'zone vrij van beplanting' bevinden dienen verwijderd te worden.
3. Daar waar de waterkering zich op dezelfde locatie bevindt als de bestaande waterkering dient de waterkering volledig uitgevoerd te worden in klei.
4. De waterkering ligt gedeeltelijk ter plaatse van de huidige waterkering. Bij de uitvoering van het dijkontwerp dient de zandige toplaag van de bestaande dijk afgegraven te worden.
5. Vanuit waterhuishouding zal bekeken moeten worden of het terugbrengen van de bestaande sloot noodzakelijk is.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De aansluiting op de Koninginnebrug en de Haalweide is niet in detail ontworpen. De aansluiting dient zo ontworpen te worden dat er geen erosie op kan treden en er geen kortere kwelweglengtes ontstaan.

2. De sloot achter de bestaande kering vervalst. Voor voldoende drainage van het terrein in de nieuwe situatie zijn mogelijk aanvullende maatregelen nodig.

6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Critical Circle Bishop

Materials

- OB Klei dijk
- Zand top laag (sterkte 0)
- 31 Leem (s0)
- Zand top laag
- 31 Leem
- 20 Zand, matig grof

Coordinates:
 Xm : 104,77 [m]
 Ym : 21,88 [m]

Radius: 8,00 [m]
Safety: 1,28

Critical Circle Bishop

Unit 1014.05
2010 EX. AMB. BOKAL

Page 41 of 43
File 41-05-01-05

Date 4-2-2015

Drawn by OMO

OB Klei dijk

31 Leem

Zand toplaag

T1

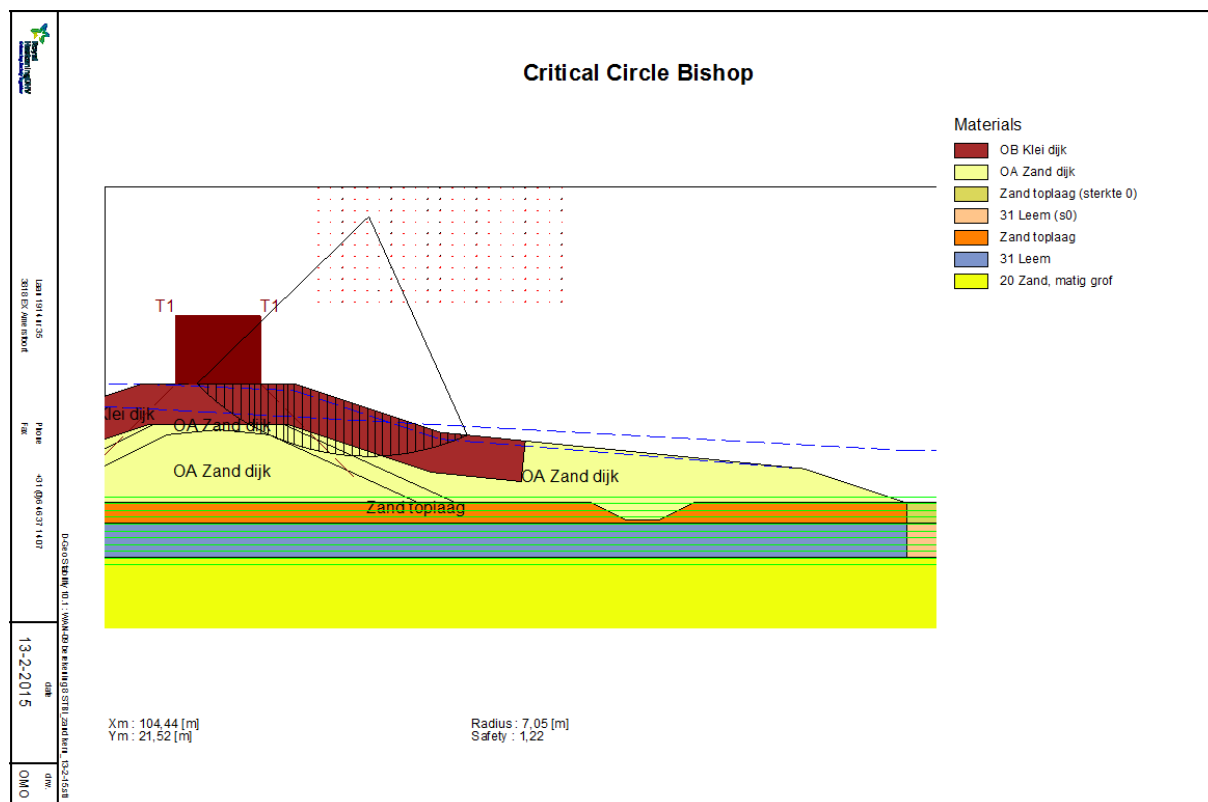
Materials

- OB Klei dijk
- Zand toplaag (sterkte 0)
- 31 Leem (s0)
- Zand toplaag
- 31 Leem
- 20 Zand, matig grof

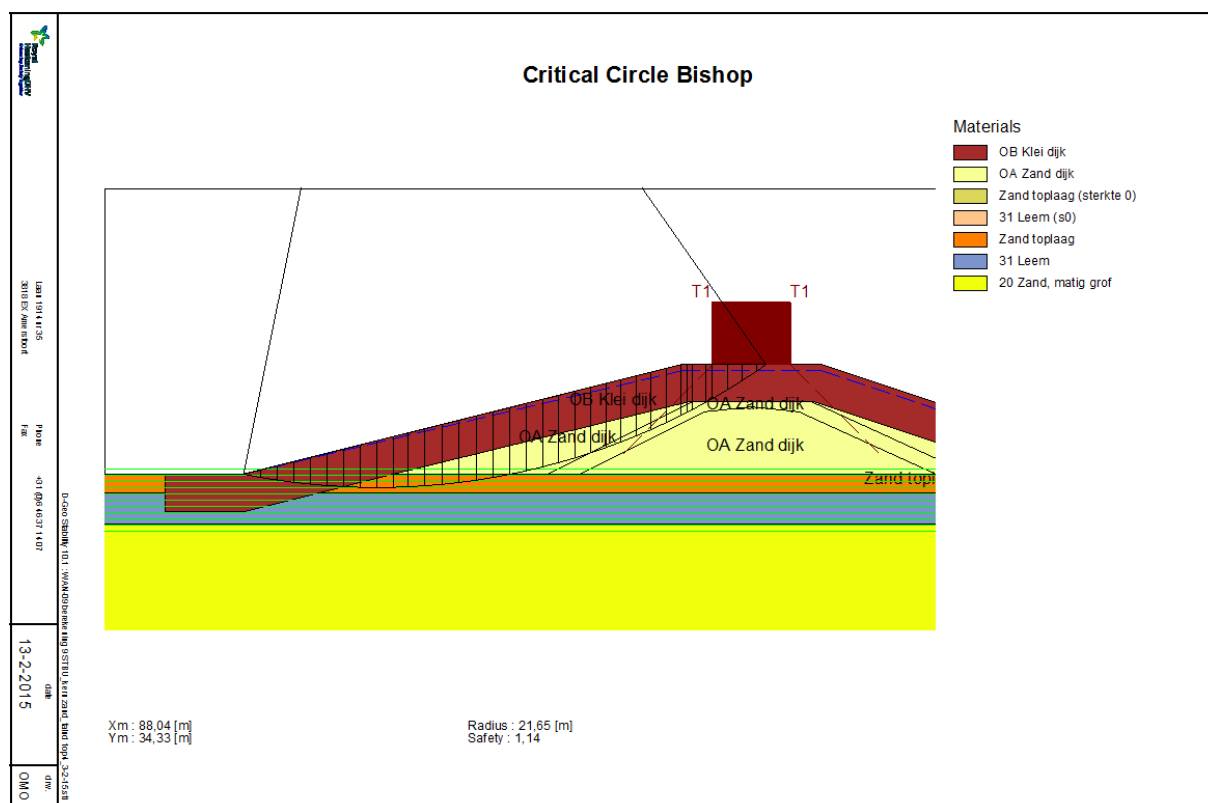
Xm : 89,22 [m]
Ym : 33,11 [m]

Radius : 20,43 [m]
Safety : 1,17

Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,17 > 1,11$)



Figuur B1.3 Binnenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,22 > 1,20$)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,14 > 1,11$)

Bijlage 2: Toets hoge grond

Het deel van dijkvak WAN_09 waar de kering als 'verholen kering' onder de toerit van de Koninginnebrug doorloopt, is op basis van de geometrische toets uit de VTV 2006 als waterkering getoetst. Daarnaast is een controle op het faalmechanisme piping uitgevoerd. De resultaten zijn in voorliggende bijlage beschreven.

Geometrische toets volgens VTV

Volgens het VTV moet een lokale hoogte voldoen aan de minimale eisen op basis van de geometrische toets uit de VTV. Hiervoor is gebruik gemaakt van paragraaf 4.2 van katern 5 van de VTV. Hierin staat omschreven dat er binnen een lokale hoogte een verholen kering dient te passen. Praktisch betekent dit een minimale breedte op kruinniveau die afhankelijk is van het verschil tussen de kruinhoogte en het achterland. De afmetingen van de verholen kering zijn als volgt bepaald:

De breedte van de kruin dient minimaal gelijk te zijn aan:

$$b_{kr} = k + f_{k,max} * h + n * h$$

Hierin is:

b_{kr} = de breedte van de kruin van de verholen kering [m]

k = minimaal vereiste kruinbreedte ($k = 3$ voor rivierdijken) [m]

$f_{k,max}$ = de maximale waarde van de factor f_k . f_k is afhankelijk van de hoogte van de kruin en de dikte van het klei/veenpakket ter plaatse van het achterland. Vanuit een conservatieve benadering wordt er een maximale waarde gekozen voor f_k (bij een 1:3 talud is de maximale waarde voor $f_k = 2$). [-]

h = actuele kruinhoogte t.o.v. maaiveld achterland [m]

n = cotangens van de taludhelling van het binnentalud [-]

Het standaardprofiel is als uitgangspunt gekozen voor de verholen kering (talud 1:3). Met een actuele kruinhoogte (h) gelijk aan 3,40 m (actuele hoogte 16,4 – laagst gevonden binnendijks maaiveldniveau 13,0 m). Kan de breedte van de kruin van de verholen kering worden bepaald:

$$b_{kr} = 20 \text{ m} (3 + 2 * 3,4 + 3 * 3,4)$$

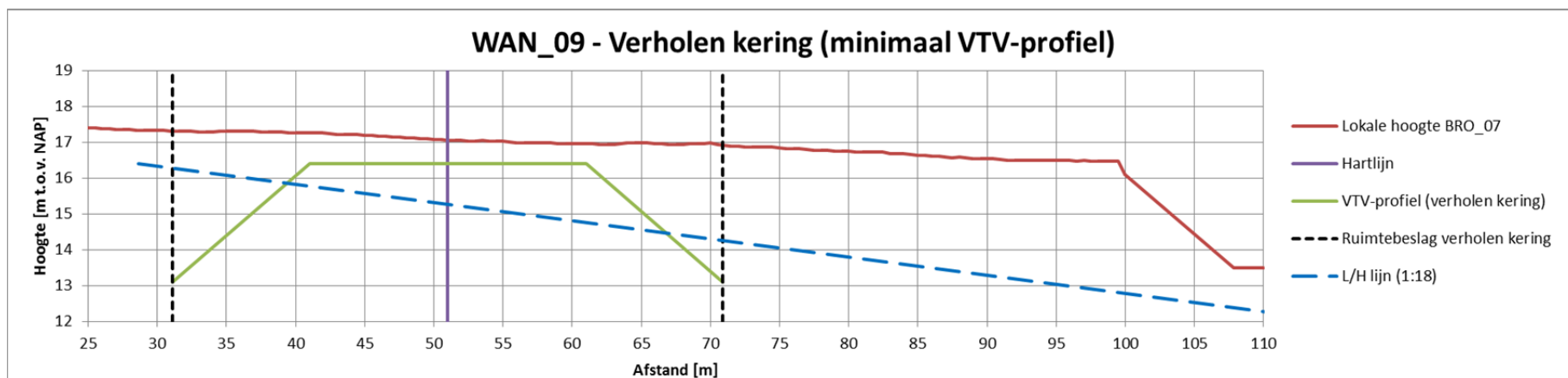
Volgens het VTV dient de hoogte van de hoge grond minimaal gelijk te zijn aan de kruinhoogte van de naastliggende waterkering (par 6.3.1 van de VTV). Hierbij is de kruinhoogte van de verholen kering gelijk gesteld aan de ontwerphoogte van de waterkering op dezelfde locatie (NAP +16,40 m).

De verholen kering is gelijk aan de naastliggende kering gepositioneerd. De verholen kering blijkt ruim in de hoge grond te passen. Dit is weergegeven in figuur 2. Met zwarte stippellijnen is het ruimtebeslag van de verholen kering weergegeven. De kering heeft een breedte van 39,80 meter en past hiermee binnen het aangegeven ruimtebeslag van 41,50 meter.

Faalmechanisme piping

De hoge grond is geometrisch getoetst aan het faalmechanisme piping door de L/H-lijn te schematiseren. De helling van de L/H-lijn is gelijk aan de benodigde kwelweglengte (L, bepaald met de formule van Sellmeijer) en de binnendijkse kerende hoogte (H). Ter plaatse van dijkvak WAN_09 is de maatgevende kerende hoogte gelijk aan 3,4 meter (zie paragraaf 3.2). Met de formule van Sellmeijer is een minimaal benodigde kwelweglengte van 35 meter berekend bij deze hoogte. De helling van de L/H-lijn is hierbij gelijk aan 1:18.

De L/H-lijn start bij het begin van het dijklichaam op kruinhoogte en loopt door tot het maaiveldniveau. Als de lijn volledig binnen de hoge grond blijft is er geen risico op het faalmechanisme piping. In onderstaand figuur is te zien dat de lijn volledig binnen de hoge grond blijft en dus voldoet aan het faalmechanisme piping.



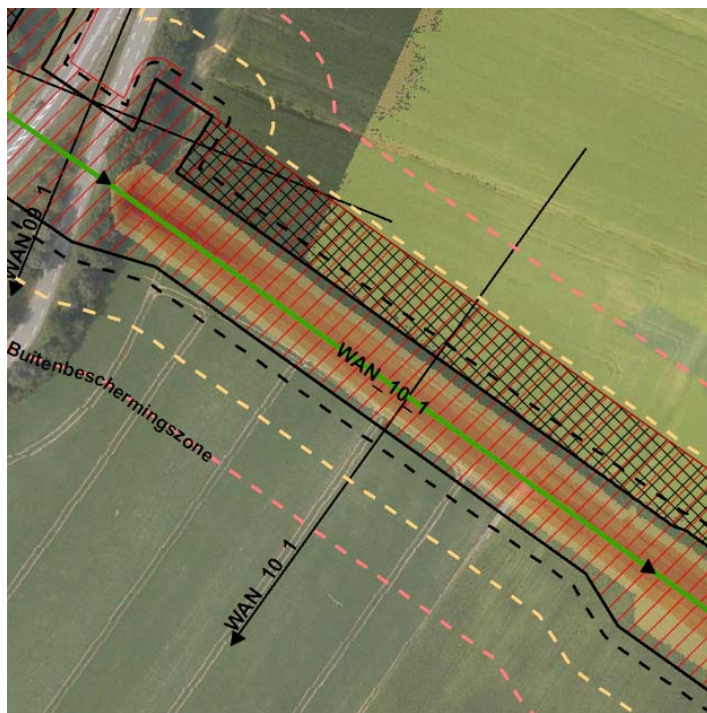
Figuur 2: verholen kering ter plaatse van de Koninginnebrug volgens het VTV 2006

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken	Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Wanssum	Dijkvak	WAN_10_1
	Dijkpalen	DP62.033 tot 200 m ZO van DP62.033

1. Dijkvak

Dijkvak WAN_10 is onderverdeeld in twee delen, namelijk WAN_10_1 en WAN_10_2. Deze onderverdeling is gemaakt aan de hand van de binnendijkse maaiveldhoogte en voorkomen van een cohesieve laag.

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_10_1. Het dijkvak bevindt zich ten zuidoosten van de Koninginnebrug. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Het dijkvak sluit in het noordwesten aan op de Koninginnebrug. Deze aansluiting is niet in detail ontworpen. Deze aansluiting dient in een latere fase ontworpen te worden.
2. De insteek van het geulontwerp begint op relatief korte afstand van het dijkvak, maar de ontgraving is slechts beperkt tot 0,5 m.
3. Ter plaatse van het dijkvak is een steilrand aanwezig. Dit hoogteverschil in het landschap is vermoedelijk afkomstig van een oude geul.
4. De dijk is zo gepositioneerd opdat buitendijks voldoende ruimte overblijft voor het geulontwerp en de Maas en binnendijks beperkte aanspraak op particuliere percelen plaatsvindt. De steilrand kan in voorliggend ontwerp niet behouden blijven.
5. Ter plaatse van de aansluiting met de Koninginnebrug zijn enkele bomen aanwezig. De bomen welke binnen de in figuur 1 aangegeven stippellijn (boomvrijzone) vallen dienen verwijderd te worden.
6. Buitendijks is een sloot aanwezig. Deze sloot dient opgeschoond en opgevuld te worden voor het uitvoeren van de dijkverbetering.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dit dijkvak is vastgesteld op basis van handboring 59 t/m 61.

Het rekenprofiel bestaat tot NAP +12,5 m uit matig fijn zand, hieronder matig grof zand aangehouden.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI, standaardprofiel	1,21	voldoet
4.	STBU	-	voldoet

Berekening 1 (standaardprofiel) **voldoet** op stabiliteit. Voor het hierboven beschreven ontwerp is geen buitenwaartse stabiliteitsberekening uitgevoerd. Vanwege de zandige ondergrond is aangenomen dat het ontwerp **voldoet** op buitenwaartse stabiliteit (berekening 4).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

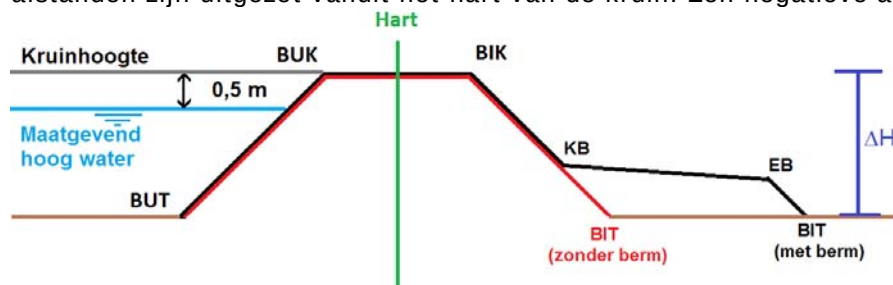
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_10_1	n.v.t.	16,40	13,70	2,70	51

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_10_1		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-13,35	12,9	BUT
-2,25	16,6	BUK
0	16,6	Hart
2,25	16,6	BIK
10,95	13,7	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De binnenteeën van de kering is op de steilrand gepositioneerd waardoor er gebruik wordt gemaakt van het hoger gelegen terrein. Hierdoor is er geen stabiliteitsberm benodigd maar gaat de steilrand verloren.
2. Ter plaatse van ieder dijkvak is een onderhoudspad aanwezig. Dit onderhoudspad dient ter plaatse van WAN_10_1 aan te sluiten op de parallelweg van de Koninginnebrug.

5. Risico's

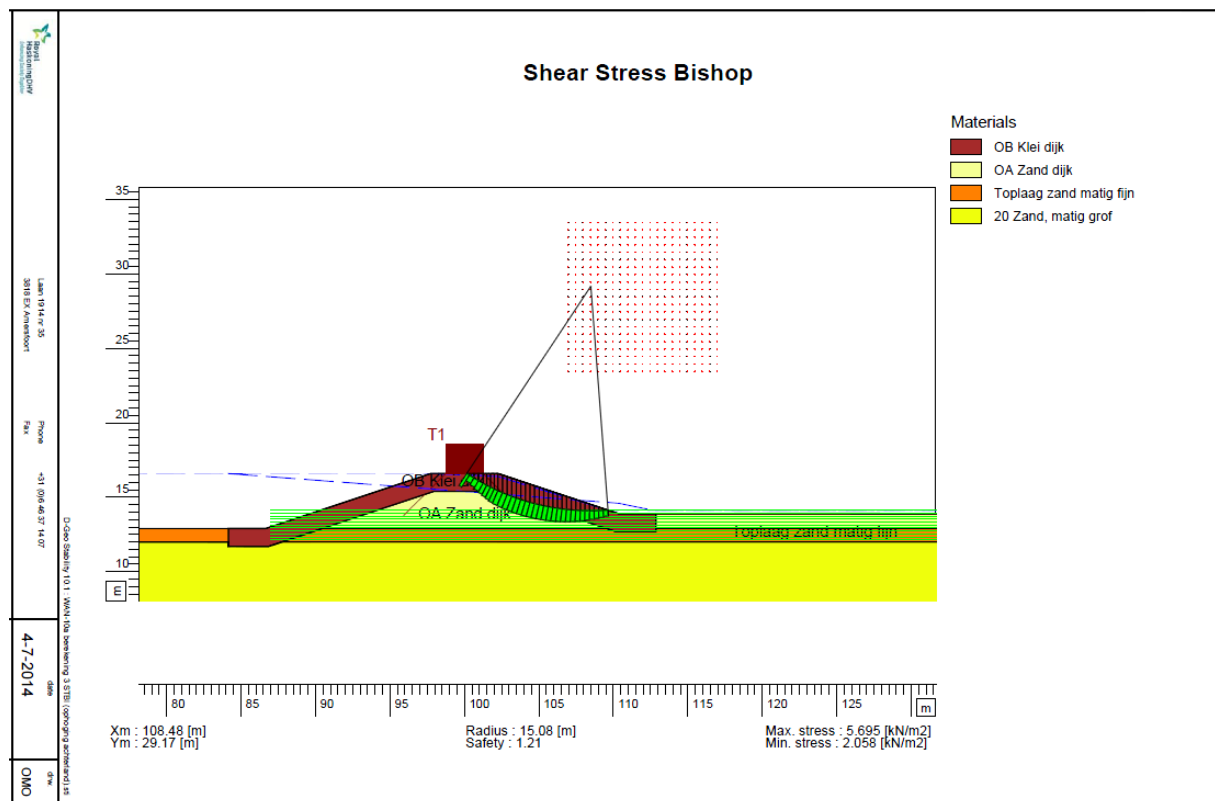
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. De aansluiting op de Koninginnebrug is niet in detail ontworpen. De aansluiting dient zo ontworpen te worden dat er geen erosie op kan treden en er geen kortere kwelweglengtes ontstaan.
2. Ter plaatse van WAN_10_2 is een kleilaag in de ondergrond aanwezig. Aangenomen is dat deze laag niet voorkomt in het dijkvak WAN_10_1. Mocht dit toch het geval zijn voldoet voorliggend dijkontwerp mogelijk niet op stabiliteit.

6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



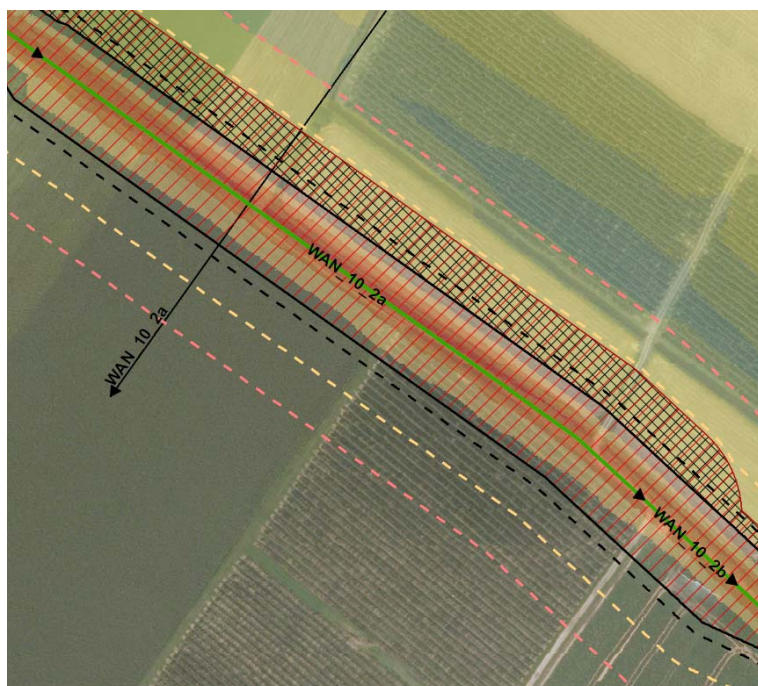
Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit (SF=1,21 > 1,20)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: Wanssum (Brugweg)	Datum: 12-03-2015	
	Dijkvak	WAN_10_2
	Dijkpalen	200 tot 570 m ZO van DP62.033

1. Dijkvak

Dijkvak WAN_10 is onderverdeeld in twee delen, namelijk WAN_10_1 en WAN_10_2. In tegenstelling tot WAN_10_1 is er ter hoogte van dijkvak WAN_10_2 een kleilaag in de ondergrond aangetroffen.

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_10_2. Het dijkvak bevindt zich ten zuidoosten van de Koninginnebrug. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. De insteek van het geulontwerp begint op relatief korte afstand van het dijkvak.
2. Ter plaatse van het dijkvak is een steilrand aanwezig. Dit hoogteverschil in het landschap is vermoedelijk afkomstig van een oude geul.
3. Buitendijks is een sloot aanwezig. Deze sloot dient opgeschoond en opgevuld te worden voor het uitvoeren van de dijkverbetering.
4. De dijk is zo gepositioneerd opdat buitendijks voldoende ruimte overblijft voor het geulontwerp en de Maas en binnendijks beperkte aanspraak op particuliere percelen plaatsvindt. De steilrand kan in voorliggend ontwerp niet behouden blijven.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak WAN_10_2 is vastgesteld op basis van handboring 62 t/m 65. HB65 is maatgevend (kleilaag).

Het rekenprofiel bestaat tot NAP +12,8 m uit zand, hieronder wordt een 1,6 m dikke kleilaag aangetroffen. Onder de kleilaag wordt wederom zand aangetroffen.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven. In de ondergrond is een waterremmende kleilaag aanwezig. Voor de berekening van de binnendijkse stabiliteit is gerekend met het Uplift Van model.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI standaardprofiel Uplift Van	Voldoet niet	
2.	STBI met berm 7,5 m lang Uplift Van	1,32	voldoet
3.	STBU	1,12	voldoet

Berekening 1 (standaardprofiel) **voldoet niet** op stabiliteit. Om de binnendijkse stabiliteit te waarborgen is er een stabiliteitsberm nodig met een lengte van 10,7 m, gemeten van kruin berm t/m einde berm (zie berekening 2). Het hierboven beschreven ontwerp **voldoet** op buitenwaartse stabiliteit (berekening 3).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_10_2	a	16,49	14,00 ¹	2,51	47
WAN_10_2	b	16,49	14,59	1,90	33

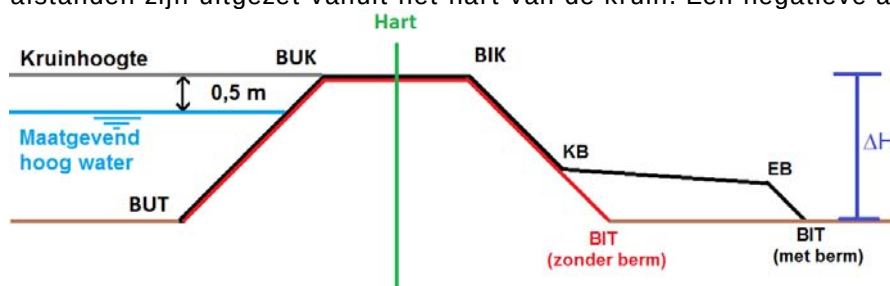
¹ Ter plaatse van WAN_10_2a is lokaal een laagte aanwezig waar de maaiveldhoogte lager is dan NAP+14,00m. Deze laagte is ongeveer 18 meter breed. Door deze laagte op te hogen tot minimaal NAP+14,00m kan de voorlandverbetering 5 meter korten worden uitgevoerd.

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_10_2		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-14,55	12,5	BUT
-2,25	16,6	BUK
0	16,6	Hart

2,25	16,6	BIK
6,54	15,17	KB
17,25	14,1	EB
18,75	13,6	BIT

Ten aanzien van binnenwaartse stabiliteit (tabel 3) is er met een lager binnendijks maaiveld gerekend dan wat is aangenomen voor de bepaling van de lengte van de voorlandverbetering (tabel 2). In een latere fase van het ontwerp kan de stabiliteitsberekening (binnenwaarts) hier mogelijk geoptimaliseerd worden waardoor eventueel een kleiner ruimtebeslag mogelijk is.

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. In het dijkontwerp is een stabiliteitsberm met een lengte van 10,7 m opgenomen (gemeten van kruinberm t/m einde berm). Deze berm is nodig ten aanzien van de binnenwaartse stabiliteit.
2. Drainage van de zandkern is een aandachtspunt voor vervolgfases.
3. Ter plaatse van WAN_10_2a is lokaal een laagte aanwezig waar de maaiveldhoogte lager is dan NAP+14,00m. Deze laagte dient opgevuld te worden tot minimaal NAP+14,00 m. De laagte is ongeveer 18 meter breed.

5. Risico's

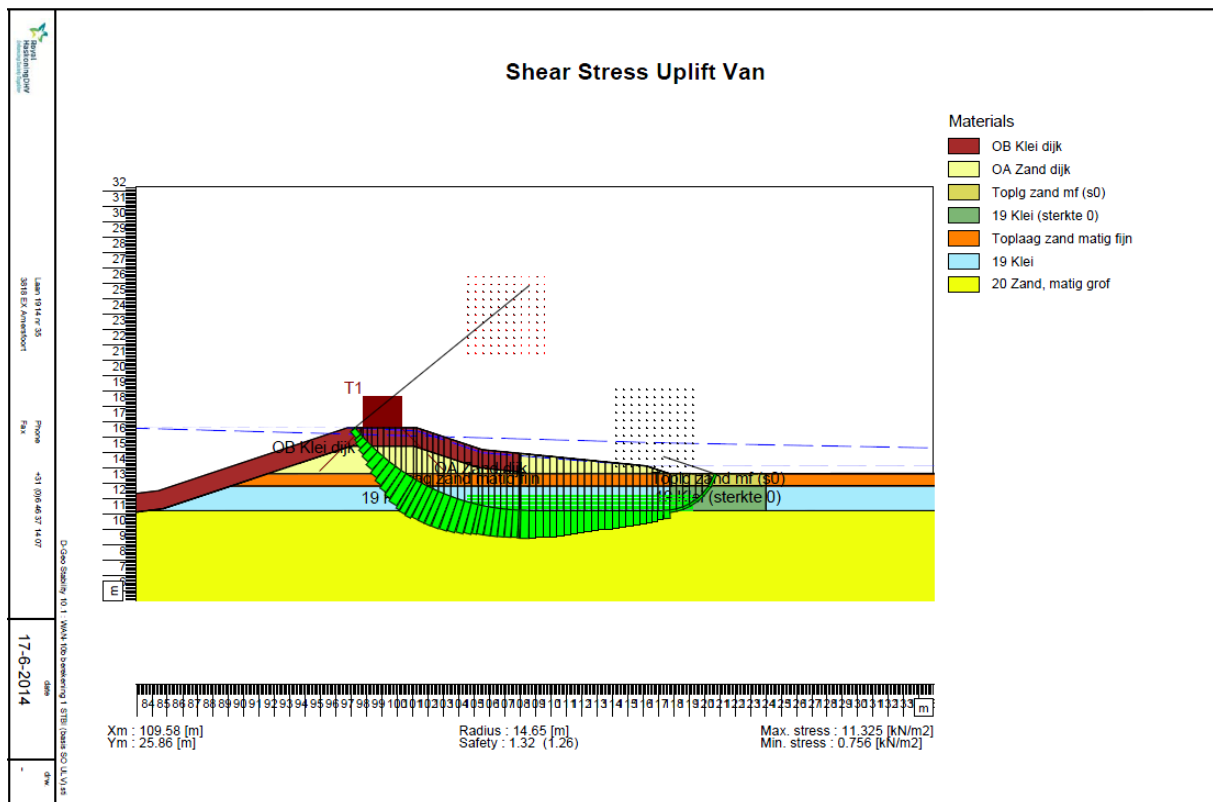
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er is geen rekening gehouden met de afwatering van het achterland. Met hoog water is het waarschijnlijk dat er in deze laagte veel kwelwater zal aantrekken.

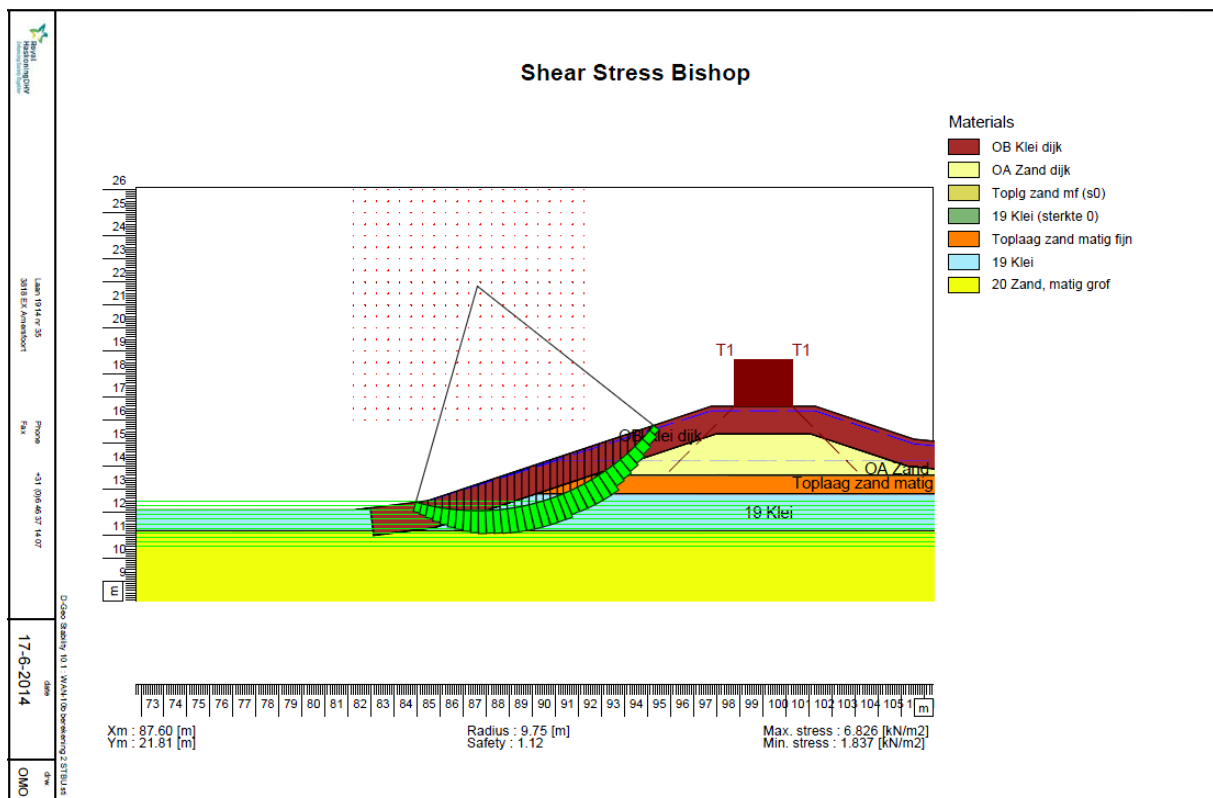
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit incl. berm (SF=1,32>1,26)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit (SF=1,12 > 1,11)

2. Ter plaatse van het dijkvak is een steilrand aanwezig. Dit hoogteverschil in het landschap is vermoedelijk afkomstig van een oude geul.
3. Er zijn geen bomen aanwezig in het dijkvak. In het zuidoosten zijn aan binnendijkse zijde een aantal grote struiken aanwezig. Er dient onderzocht te worden in hoeverre deze struiken de stabiliteit van de waterkering kunnen beïnvloeden.
4. De insteek van het geulontwerp begint op relatief korte afstand van het dijklichaam.
5. Bij de ontwerpwaterstand barst het achterland niet op. De stijghoogte in het watervoerende pakket is onder het gehele dijkprofiel gelijk gehouden aan deze ontwerpwaterstand (= ontwerphoogte).
6. Zoals in figuur 1 is te zien ligt het buitendijks maaiveld beduidend lager dan het binnendijks maaiveld. Voor het buitendijks maaiveld is een hoogte aangehouden van NAP +13,30 m.
7. De dijk is zo gepositioneerd opdat buitendijks voldoende ruimte overblijft voor het geulontwerp en de Maas en binnendijks beperkte aanspraak op particuliere percelen plaatsvindt. De steilrand kan in voorliggend ontwerp niet behouden blijven.
8. Ter plaatse van het dijkvak heeft de geul maar een diepte van 1 meter. Vanwege deze beperkte diepte wordt uitgegaan van een stabiel voorland. Een voorwaarde hierbij is wel dat de insteek van de geul minimaal 4 meter buiten de buitenteen start.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak WAN_11_1 is vastgesteld op basis van handboringen HB65 t/m HB69, sonderingen s23 en s24 en boringen 18A t/m 18E.

In boringen HB65 (1,6 m klei), HB68 (0,4 m), HB69 (0,3 m), 18A (0,2 m) en 18C (0,6 m) is klei aangetroffen. Ondanks dat HB65 net buiten het dijkvak valt is deze vanuit conservatief oogpunt als maatgevend beschouwd. Het profiel bestaat tot NAP +12,8 m uit zand, hieronder wordt een 1,6 m dikke kleilaag aangetroffen. Onder de kleilaag wordt wederom zand aangetroffen.

De kleilaag wordt slechts op een deel van het deze sectie aangetroffen maar is maatgevend voor de stabiliteit. Deze kleilaag zal niet opbarsten in een hoogwatersituatie.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI basis	1,08	<1,20
2.	STBI met berm	1,45	voldoet
3.	STBI met korte berm (3 meter)	1,23	voldoet
4.	STBU basis	1,18	voldoet

Berekening 1 (standaardprofiel) **voldoet niet** op stabiliteit. Om de binnendijkse stabiliteit te waarborgen is er een stabiliteitsberm nodig (zie berekening 2). In berekening 3 is het dijkontwerp geoptimaliseerd tot een berm met een lengte van 3 m. Het hierboven beschreven ontwerp **voldoet** op buitenwaartse stabiliteit (berekening 4).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_11_1	a	16,49	14,75	1,74	30

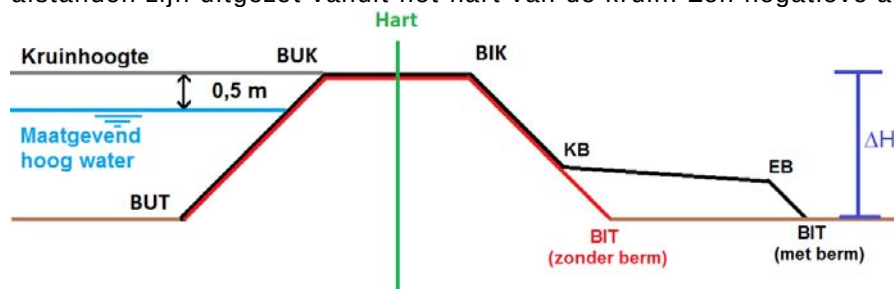
WAN_11_1	b	16,60	15,00	1,60	27
WAN_11_1	c	16,60	14,75	1,85	32

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_11_1		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,15	13,3	BUT
-2,25	16,6	BUK
0	16,6	Hart
2,25	16,6	BIK
5,59	15,49	KB
8,45	15,2	EB
9,95	14,7	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. De stabiliteitsberm dient uitgevoerd te worden in klei om erosie te voorkomen.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

- 1.

6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Shear Stress Bishop

Materials

- OB Klei dijk
- OA Zand dijk
- Toplaag zand matig fijn
- 19 Klei
- 20 Zand, matig grof

Diagram Labels:

- T1
- OB Klei dijk
- OA Zand dijk
- Toplaag zand matig fijn
- 19 Klei
- 20 Zand, matig grof

Axis Labels:

Vertical axis (left): 0 to 31

Horizontal axis (bottom): 84 to 124

Legend:

- OB Klei dijk (Red)
- OA Zand dijk (Yellow)
- Toplaag zand matig fijn (Orange)
- 19 Klei (Light Blue)
- 20 Zand, matig grof (Yellow)

Additional Information:

Radius : 12.12 [m]
 Safety : 1.23
 Max. stress : 7.532 [kN/m²]
 Min. stress : 0.035 [kN/m²]

Shear Stress Bishop

Materials

- OB Klei dijk
- OA Zand dijk
- Toplaag zand matig fijn
- 19 Klei
- 20 Zand, matig grof

Dimensions and Results:

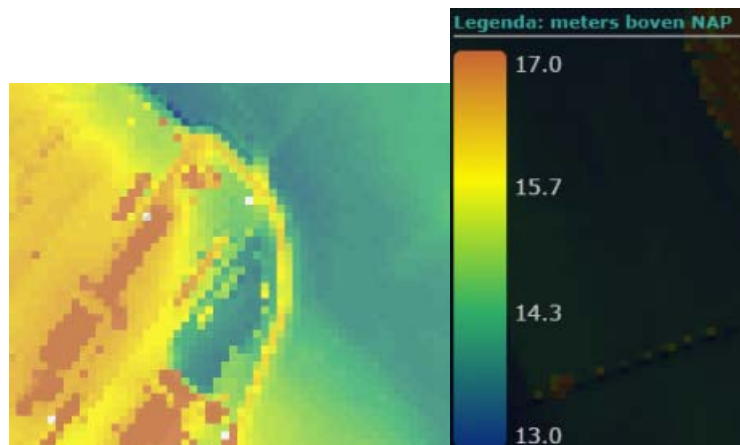
- Xm : 89.42 [m]
- Ym : 22.81 [m]
- Radius : 10.02 [m]
- Safety : 1.18
- Max. stress : 7.120 [kN/m²]
- Min. stress : 1.868 [kN/m²]

Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit ($SF=1,18 > 1,11$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken Deeltraject: : Wanssum	Datum: 12-03-2015	
	Dijkvak	WAN_11_2
	Dijkpalen	30 m voor tot 30 m na DP63.093 (circa)

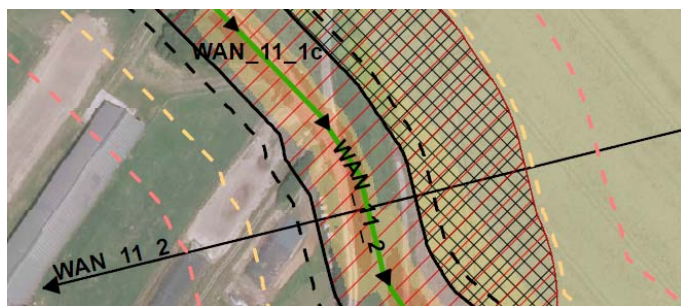
1. Dijkvak

Dijkvak WAN_11 is onderverdeeld in twee delen, namelijk WAN_11_1 en WAN_11_2. Deze onderverdeling is gemaakt aan de hand van de binnendijkse maaiveldhoogte. Ter plaatse van WAN_11_2 is namelijk een lagere maaiveldhoogte aanwezig (NAP +13,6 m) dan ter plaatse van WAN_11_1 (NAP +14,7 m). In onderstaande afbeelding is de hoogtekaart ter plaatse van WAN_11_2 weergegeven.



Figuur 1: Hoogteligging ter plaatse van dijkvak WAN_11_2.

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_11_2. Het dijkvak bevindt zich ter plaatse van de Brugweg. De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 2: Impressie van de locatie van het dijkvak

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. Ter plaatse van het dijkvak ligt een bestaande kering.
2. Binnendijks is een perceel aanwezig.
3. Buitendijks begint op relatief kort afstand de insteek van de geul.
4. Gezien de lage ligging van het achterland is rekening gehouden met een (grond)waterstand achter de dijk boven maaiveld.
5. De waterkering ligt ter plaatse van de huidige waterkering. Bij de uitvoering van het dijkontwerp dient deze bestaande dijk afgegraven te worden om het nieuwe dijklichaam te voorzien van een kleibekleding en goed doorlatend aanvulzand.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor dijkvak WAN_11_2 is vastgesteld op basis van handboring 18A t/mE.

Het profiel bestaat tot NAP +12,3 m uit fijn tot matig fijn zand. Vanaf dit niveau wordt matig

grof zand aangetroffen.

In de voor deze sectie beschouwde handboringen komen op verschillende dieptes kleilaagjes van wisselende dikte voor. Vanwege deze variatie wordt aangenomen dat het geen doorlopende, waterremmende lagen betreft.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI standaard-profiel	1,16	<1,20
2.	STBI met berm (4m lang)	1,31	voldoet
3.	STBU	1,18	voldoet

Berekening 1 voldoet niet op stabiliteit. Om de binnendijkse stabiliteit te waarborgen is er een stabiliteitsberm nodig (zie berekening 2). Door de berm in klei uit te voeren kan deze beschermd worden tegen erosie. Door dit te doen zou de berm mogelijk ook korter uitgevoerd kunnen worden

Voor de berekening van de buitenwaartse stabiliteit wordt er verwezen naar de berekening in factsheet WAN_11_1. De berekening is wel in dit factsheet opgenomen.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_11_2	n.v.t.	16,60	13,50	3,10	60

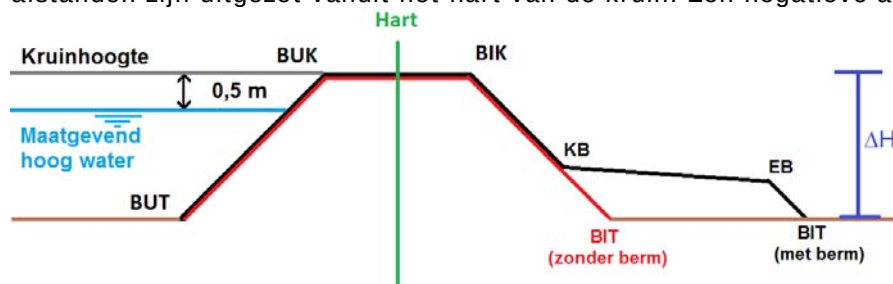
Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

Het binnendijks maaiveld ligt hier lager dan het omliggende gebied. Door binnendijks het maaiveld op te hogen kan de benodigde lengte van de voorlandverbetering worden gereduceerd. Het binnendijks perceel is eigendom van de Provincie Limburg. De optie om het maaiveld binnendijks op te hogen is in het voorliggend ontwerp nog niet meegenomen, hier is dus optimalisatie mogelijk.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_11_2		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,15	13,3	BUT
-2,25	16,6	BUK
0	16,6	Hart
2,25	16,6	BIK
8,89	14,39	KB
11,75	14,1	EB
13,25	13,6	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Het dijkvak loopt voor een deel over een perceel. Dit perceel is eigendom van de provincie Limburg.
2. De waterkering ligt ter plaatse van de huidige waterkering. Bij de uitvoering van het dijkontwerp dient deze bestaande dijk afgegraven te worden om het nieuwe dijklichaam te voorzien van doorlatend zand en een kleibekleding.
3. Waarschijnlijk is het mogelijk het binnendijs maaiveld op te hogen. Deze optie is in dit factsheet niet verder beschouwd. Het ophogen van het binnendijs maaiveld kan zorgen voor een kortere voorlandverbetering en mogelijk dient er geen stabiliteitsberm toegepast te worden.

5. Risico's

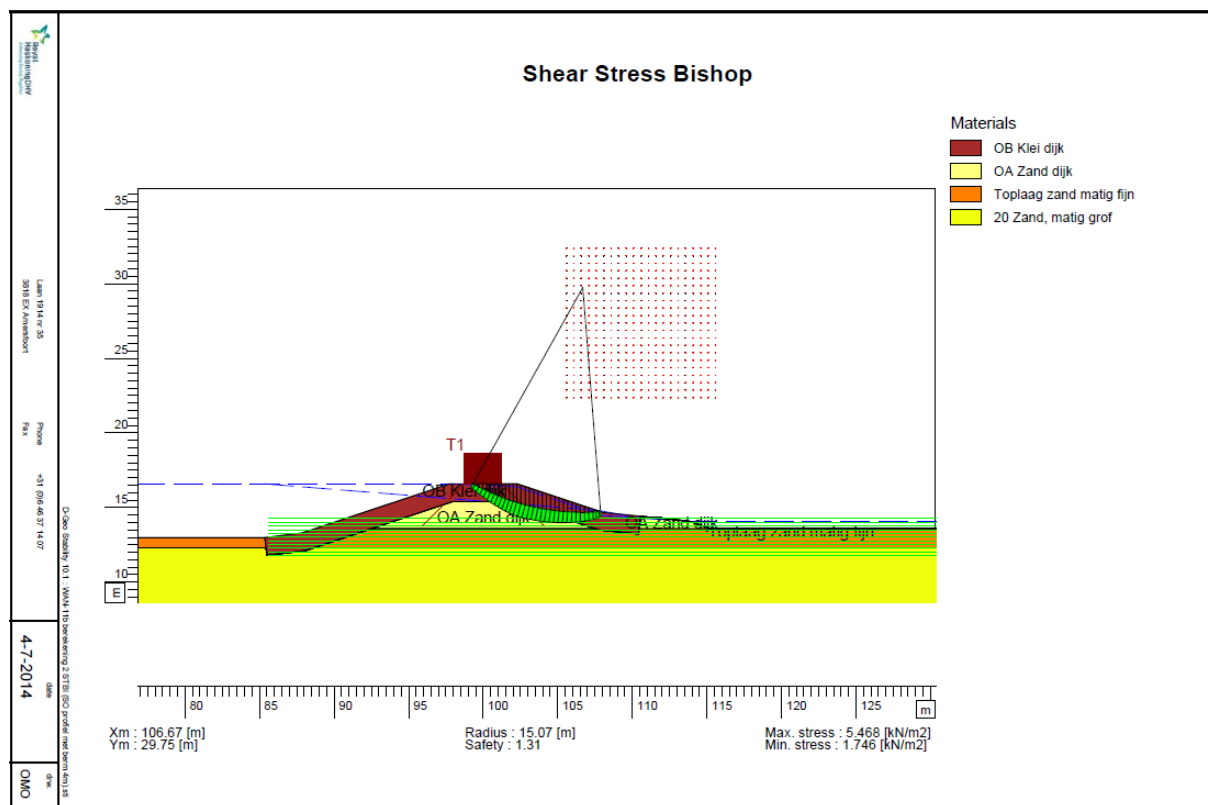
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Er is geen rekening gehouden met de afwatering van de binnendijkse laagte. Met hoog water is het waarschijnlijk dat er in deze laagte veel kwelwater zal aantrekken.
2. Indien toch doorlopende cohesieve lagen aanwezig kan Uplift Van situatie optreden (met lagere veiligheid). Mede hierom wordt gekozen voor een veilige benadering (extra berm lengte). Het restrisico wordt dan als beheersbaar klein ingeschat.

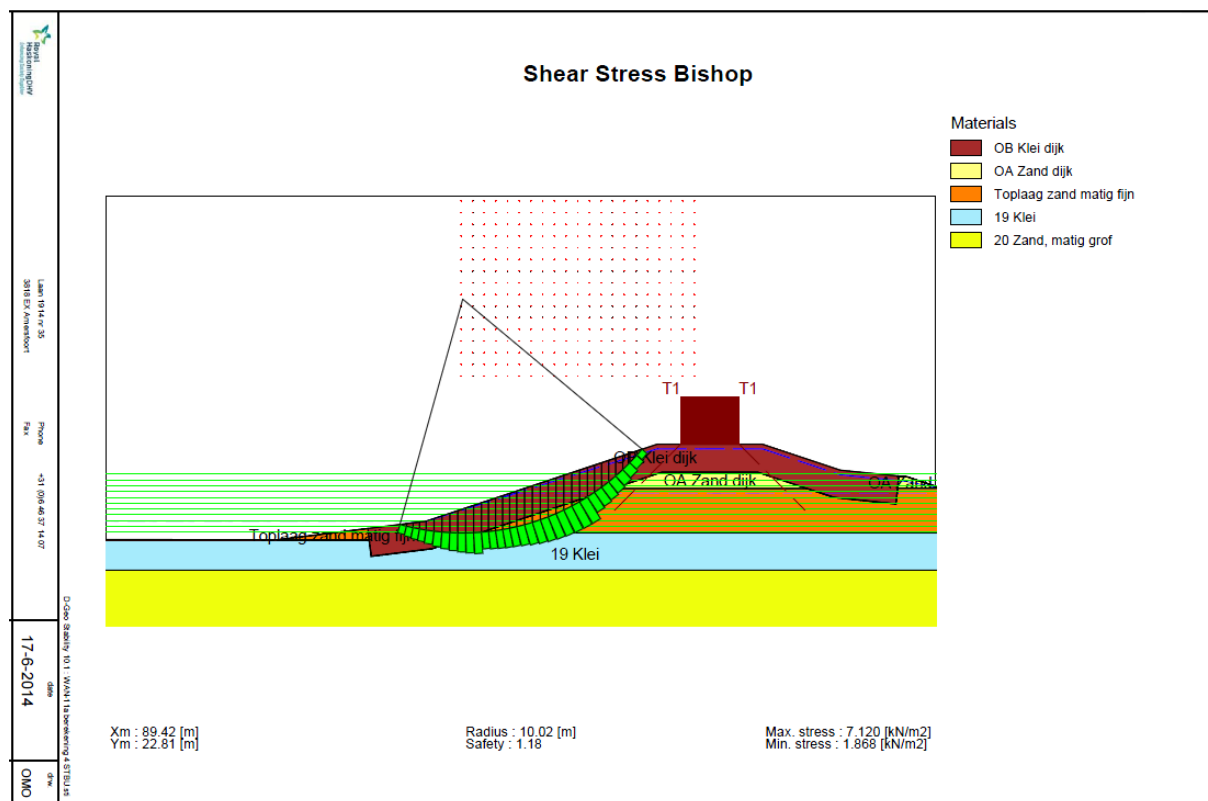
6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Bijlage 1: Resultaat toetsing macrostabiliteit



Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit incl. berm (SF=1,31>1,20)



Figuur B1.2 Buitenwaartse macrostabiliteit (SF=1,18 > 1,11)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene dijken		Datum: 12-03-2015	
Deeltraject: Wanssum		Dijkvak	WAN_12
		Dijkpalen	30 m zuid van DP63.093
1. Dijkvak			
Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van dijkvak WAN_12. Het dijkvak bevindt zich ten noorden van Blitterswijck tussen de Brugweg (noord) en de Maasweg (zuid). De ligging van het dijkvak is in onderstaande figuur weergegeven.			
			
Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak			
2. Uitgangspunten			
2.1. Algemeen			
1. Ter plaatse van het dijkvak zijn bomen aanwezig. Deze bomen dienen behouden te blijven. 2. Binnendijks is op relatief korte afstand een begraafplaats aanwezig. De begraafplaats en de bomen langs de begraafplaats dienen behouden te blijven. 3. Er komt een fietspad op de dijk. 4. Het dijkvak kruist in het zuiden met de Maasweg (wegpeil ca. NAP +16,2 m, ca. 0,4 m op te hogen). 5. De helling van de Maasweg mag niet steiler worden dan de huidige situatie (1:20). Om dit te realiseren dient de nieuwe kering zover naar buiten op te schuiven dat de helling gelijk kan blijven.			
2.2. Bodembeschrijving			
Het ondergrondmodel voor dit deeltraject is vastgesteld op basis van handboring HB70, HB19 At/mE en sondering S25. Het profiel bestaat tot NAP +12,3 m uit fijn tot matig fijn zand. Vanaf dit niveau wordt matig grof zand aangetroffen. De bestaande waterkering bestaat uit zand. In het voorland wordt (plaatselijk) een dunne kleilaag aangetroffen. In het geotechnisch model wordt <u>geen</u> doorlopende kleilaag opgenomen.			

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de macrostabiliteitsberekeningen weergegeven.

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde berekeningen:

No.	Berekening	Uitkomst	Conclusie
1.	STBI, met berm	1,46	voldoet
2.	STBI, standaard-profiel ²⁾	1,20	voldoet
3.	STBU	-	voldoet

Berekening 1 **voldoet** op stabiliteit. In deze berekening is een stabiliteitsberm gemodelleerd. De berekening is hierna geoptimaliseerd door uit te gaan van een standaardprofiel en het dijklichaam buitendijks te verplaatsen (zie ligging dijkvak figuur 1). Hierbij **voldoet** het ontwerp op stabiliteit binnenwaarts, zonder een stabiliteitsberm. Er is geen berekening uitgevoerd voor stabiliteit buitenwaarts omdat is aangenomen dat een standaardprofiel op zand **voldoet** op buitenwaartse stabiliteit.

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 2: Samenvatting resultaten pipingberekening

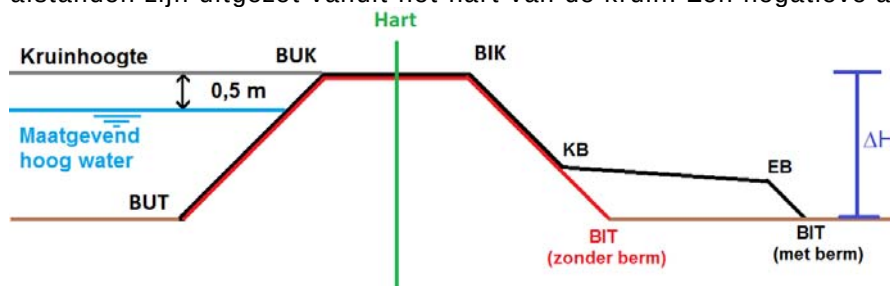
Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijks mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
WAN_12	n.v.t.	16,60	14,25	2,35	43

Het tekort aan kwelweglengte wordt (daar waar nodig) ondervangen door het uitvoeren van een voorlandverbetering.

4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

De berekeningen hebben geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 3), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 3: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_12		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-12,9	13,05	BUT
-2,25	16,6	BUK
0	16,6	Hart
2,25	16,6	BIK
10,05	14	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. Helling van de Maasweg ter hoogte van de huidige dijk kruising bedraagt ca. 1:20. Om de kruising met de nieuwe dijk te kunnen realiseren bij minimaal gelijkblijvende helling (1:20) dient de nieuwe kering 8 m (0,4 m ophoging x 20) naar buiten op te schuiven (t.o.v. de bestaande kering). In voorliggend ontwerp is deze afstand gewaarborgd (maar niet leidend).
2. De keuze voor de ligging van de dijk is bepaald op basis van een veilige afstand tot de bomen, welke behouden kunnen worden.
3. De begraafplaats kan in zijn huidige staat behouden blijven.
4. De aanwezige bomen ter plaatse van de begraafplaats kunnen behouden blijven.
5. Het dijkontwerp met kleibekleding dient door te lopen onder de wegovergangen.

5. Risico's

De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Mogelijk is er aan buitendijkse zijde toch een cohesieve laag aanwezig welke een risico kan vormen voor de buitenwaartse stabiliteit.
2. Locatie van de bomen bij benadering geschat.

6. Bijlagen

1. Resultaat toetsing macrostabiliteit

Shear Stress Bishop

Materials

- OB Klei dijk
- OA Zand dijk
- Toplaag zand matig fijn
- 20 Zand, matig grof

Parameters:

- Xm : 99.29 [m]
- Ym : 27.66 [m]
- Radius : 15.07 [m]
- Safety : 1.20
- Max. stress : 11.603 [kN/m²]
- Min. stress : 0.597 [kN/m²]

Figuur B1.1 Binnenwaartse macrostabiliteit incl. berm ($SF=1,20 > 1,20$)

Ooijen&Wanssum Factsheet groene en harde waterkering Deeltraject: Wanssum	Datum: 15-10-2015	
	Dijkvak	WAN_Tijdelijke oplossing
	Dijkpalen	61.056 – 61.051

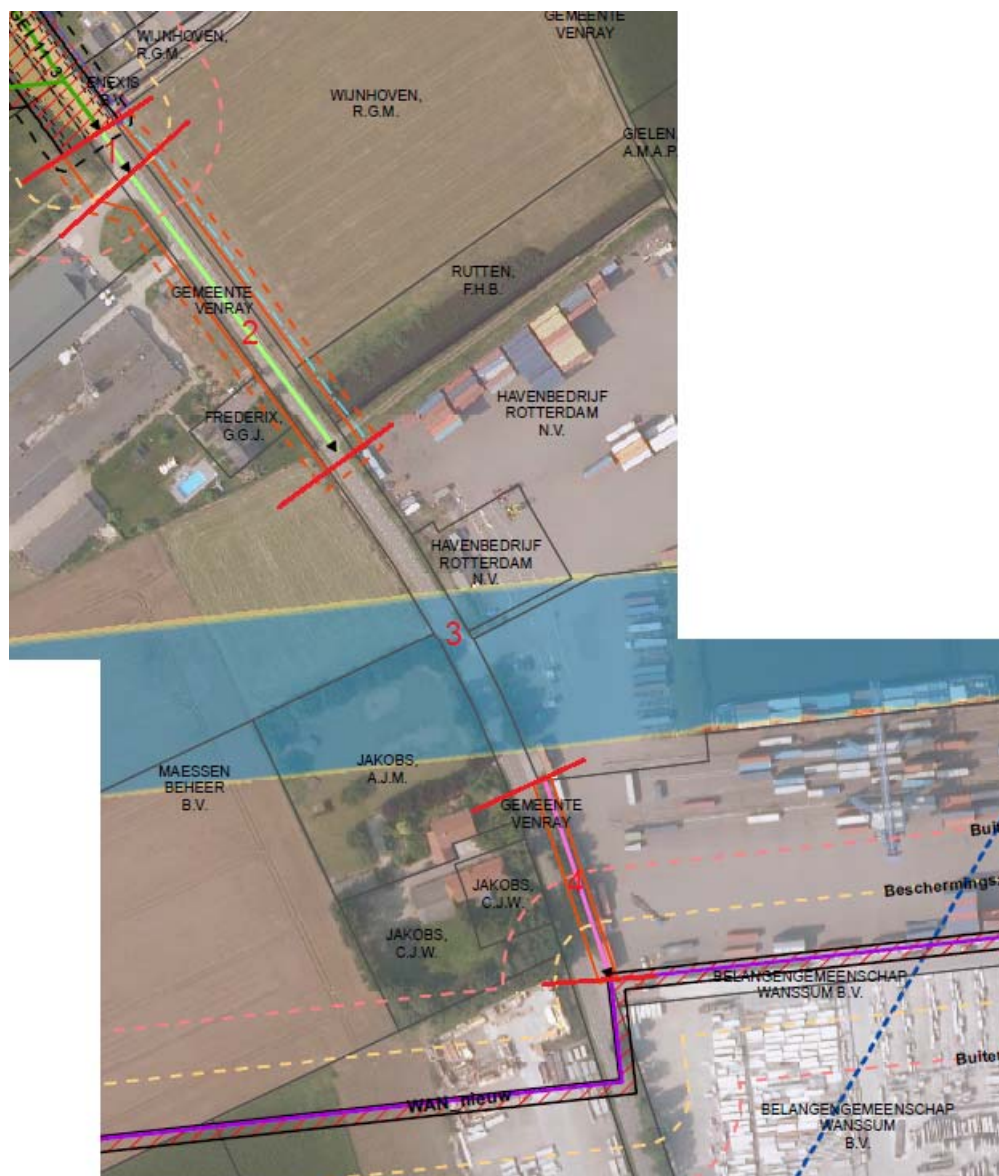
1. Dijkvak

Voorliggend factsheet beschrijft het ontwerp van een oplossing om de dijkkring ter hoogte van de voorgenomen uitbreiding van de industriehaven in Wanssum te sluiten voor het geval dat de uitbreiding:

- a) pas over enkele jaren doorgaat;
- b) helemaal niet doorgaat.

Indien a) van toepassing is, zou het gaan om een tijdelijke oplossing (aannee maximaal 10 jaar). Indien b) van toepassing is, gaat het om een definitieve oplossing.

Het betreft het deel van de Geijsterseweg te Wanssum vanaf Geelen Beton (oftewel het einde van de harde kering tussen Geelen Beton en de containerterminal langs de insteekhaven) tot het begin/einde van dijkvak GEI_11. Een impressie van het dijkvak is weergegeven in Figuur 1, hierbij is het dijkvak onderverdeeld in 4 subvakken die later in voorliggend factsheet nader aan bod zullen komen.



Figuur 1: Impressie van de locatie van het dijkvak



Figuur 2: Impressie Geijsterseweg (bron: globespotter)

2. Uitgangspunten

2.1. Algemeen

1. In de huidige legger van dijkkring 61 ontbreekt dit deel, vermoedelijk omdat hier sprake is van lokaal hoger gelegen gronden. Desalniettemin fungeert dit deel van de Geijsterseweg in de huidige situatie ook als verbinding tussen de harde waterkering langs de insteekhaven en de groene waterkering (zijnde de Geijsterseweg) ter hoogte van de woning aan de Geijsterseweg 20.
2. De benodigde kruinhoogte van de groene kering is hier vastgesteld op NAP +16,01 m. MHW bedraagt NAP +15,51 m. De ontwerpwaterstand voor de faalmechanismen macrostabiliteit en piping is gelijk aan kruinhoogte (MHW + 0,5 m waakhoogte). Het maaiveld van de Geijsterseweg varieert van ca. NAP +15,7 m (aan het einde van de harde kering ter hoogte van Geelen Beton) tot ca. NAP + 16,2 m (aan de noordzijde van de insteekhaven), tot ca. NAP +15,8 m (ter hoogte van de aansluiting op dijkvak GEI_11).
3. Ter hoogte van de hoger gelegen gronden bevinden zich niet waterkerende objecten (NWO's) zoals een woning (zie foto 2), bomen en kabels & leidingen.
4. Inventarisatie van de NWO's is voor deze fase van het project niet uitgevoerd. Derhalve is niet bekend of de woning over een kelder/kruipruimte beschikt en zijn de exacte locaties en type(n) bomen en kabels & leidingen niet bekend.

2.2. Bodembeschrijving

Het ondergrondmodel voor deeltraject WAN_Tijdelijke oplossing is vastgesteld aan de hand van handboringen HB21 en HB-2014-242, HB-2014-243, HB-2014-244 en HB-2014-245. In de handboringen langs de Geijsterseweg (HB-2014-242 t/m 245) wordt vanaf maaiveld tot ca. NAP + 13,5 à NAP +14,1 m klei aangetroffen. Daaronder zand. In HB21, welke in het buitendijkse landbouwperceel noordelijk van de containerterminal is genomen is alleen zand aangetroffen. Voor voorliggende beschouwing is uit gegaan van een opbouw bestaande uit een kleitoplaag, met daaronder zand.

3. Ontwerpberekeningen

3.1. Macrostabiliteit

Het binnendijs maaiveld (naast de Geijsterseweg) lijkt nergens lager te liggen dan NAP +15,1 m. Het maximaal te keren hoogteverschil bedraagt daarmee ca. 0,9 m. Deze kerende hoogte is zo beperkt dat stabiliteitsproblemen niet worden verwacht bij toepassing van het standaard verbeteringsprofiel (met taludhellingen 1:3).

3.2. Zandmeevoerende wellen

Onderstaand is een samenvatting van de resultaten van de pipingberekening weergegeven.

Tabel 1: Samenvatting resultaten pipingberekening

Dijkvak	sub-segment	Kruinhoogte [m t.o.v. NAP]	Laagst gevonden binnendijs mv-niveau [m t.o.v. NAP]	ΔH [m]	Kwelweglengte benodigd [m]
Wan_Tijdelijke oplossing	n.v.t.	16,01	15,10	0,91	13

Aan de noordzijde is deze ruimte beschikbaar binnen het gereserveerde 'ruimtebeslag voor de (tijdelijke) waterkering/oplossing'. Ter hoogte van de containerterminal is er sprake van hoog gelegen grond in het voorland, welke zich over een voldoende breed gebied loodrecht op de Geijsterseweg uitstrekt. In het zuidelijke deel is een harde kering voorzien, die tevens als kwelscherm kan dienen, indien dit nodig is.

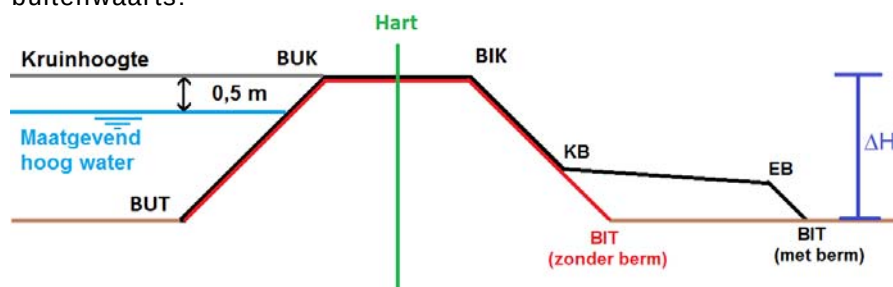
4. Dijkontwerp

4.1. Geometrie

Het dijkvak kan worden onderverdeeld in 4 verschillende delen, zoals aangegeven in figuur 1, het dijkontwerp per deelgebied verschilt.

1. Ter hoogte van deelgebied 1 is het ontwerp van dijkvak GEI_11_3 van toepassing. Hiervoor wordt verwezen naar het factsheet van dijkvak GEI_11. Met dien verstande dat het buitendijs maaiveld iets lager ligt, hiervoor is het ruimtebeslag aan buitendijs zijde aangepast (vergroot).
2. Ter hoogte van deelgebied 2 is een nieuw dijkontwerp gemaakt, zoals aangegeven in Tabel 2. Het ruimtebeslag van de kering t.h.v. deelgebied 2 is zodoende: 17,8 m (7,3 + 5,5 + 2 x 2,5 m).
3. Ter hoogte van deelgebied 3 ligt de Geijsterseweg overal boven kruinniveau (ca. NAP +16,1 à +16,2 m). Bovendien ligt het voorland hier ook over een substantiële afstand vanaf de Geijsterseweg (minimaal ca. 15 m à 20 m, maar over grote delen meer) op een niveau van minimaal NAP +15,8 m. Zodoende kan hier worden gezegd dat er sprake is van lokaal hoge grond. De hoge grond is globaal getoetst aan de regels in VTV2006, op eenzelfde wijze als gedaan bij dijkvak BRO_07 (bijlage 1 bij factsheet BRO_07). De strook hoge grond ter hoogte van deelgebied 3 is over een breedte van ca. 25 à 30 m overal hoger dan NAP +15,8 m. Ondanks dat dit iets lager is dan de vereiste kruinhoogte van NAP +16,01 m wordt dit voldoende veilig geacht. Voor dit deelgebied is zodoende sprake van een verholten kering.
4. Ter hoogte van deelgebied 4 ligt de Geijsterseweg deels te laag (ca. NAP +15,6 m tot ca. NAP +16,1 m). Daarnaast is de strook hoger gelegen grond hier bovendien beperkt tot ca. de breedte van de Geijsterseweg. Om deze reden is hier een harde kering voorzien tot de zone waar de strook hoge grond (> NAP +15,8 m) een minimale breedte heeft van ca. 25 à 30 m. Het ruimtebeslag dat is gereserveerd voor de harde kering bedraagt 7 m, waarvan 4 m obstakelvrije zone binnendijs, 1 m constructiedikte en 2 m obstakelvrije zone buitendijs. Aan beide zijden van de constructie dient een 'zone vrij van beplanting' van 4 m aangehouden te worden.

Voor deelgebied 2 heeft de analyse geresulteerd in het volgende dijkontwerp (Tabel 2), waarbij afstanden zijn uitgezet vanuit het hart van de kruin. Een negatieve afstand is buitenwaarts:



Tabel 2: Geometrische kenmerken van het uit de berekening resulterende dijkontwerp.

WAN_Tijdelijke oplossing_deelgebied 2		
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Omschrijving
-7,3	15,0	BUT
-4,25	16,01	BUK
0	16,01	Hart
4,25	16,01	BIK
5,50	15,6	BIT

4.2. Ontwerp specifieke aspecten

Het bovenstaande ontwerp kent de volgende ontwerp specifieke aspecten:

1. In de analyse van de hoge grond zijn de NWO's niet meegenomen. Voor het definitieve ontwerp dient dit wel te gebeuren. Eventueel dienen aanvullende maatregelen ten behoeve van de NWO's te worden getroffen.
2. Volgens het VTV dient de hoogte van de hoge grond minimaal gelijk te zijn aan de kruinhoogte van de naastliggende waterkering (par 6.3.1 van de VTV). Ter hoogte van deelgebied 3 is dit niet overal het geval. Het voorland ligt op delen net iets lager, maar ruim binnen de waakhoogte. Derhalve wordt dit toelaatbaar geacht. Aanbevolen wordt om dit in de vervolgfases van het project af te stemmen met het waterschap.
3. Overwogen dient te worden of het ruimtebeslag voor de verholde kering in eigendom dient te komen van het waterschap. Officieel zal dit deel als waterkering beheert, getoetst en onderhouden moeten worden. Afstemming met het waterschap op dit punt is wenselijk. Welke strookbreedte dan in beheer/eigendom van het waterschap moet komen zal tevens met het waterschap afgestemd moeten worden.
4. Voor deelgebied 1 en 2 geldt dat de aansluiting tussen kleibekleding en asfalt, c.q. wegfundering nader gedetailleerd dient te worden, teneinde risico op erosie zoveel mogelijk te beperken. Een goede aansluiting tussen kleibekleding op de taluds en rand verharding/wegfundering is noodzakelijk. Tevens dient de kleibekleding (met een minimale dikte van 1,0 m) onder het cunet van de Wanssumseweg door te lopen. De onderkant van het cunet mag daarbij niet lager liggen dan MHW. Dit ontwerp verdient aandacht in de vervolgfases van het project.
5. De locatie van de harde kering in deelgebied 4 is gesitueerd op de perceelgrens van de Geijsterseweg en de containerterminal. Hier ligt geen ontwerp aan ten grondslag. De meeste gewenste locatie dient in de vervolgfases nader te worden uitgewerkt, evenals het ontwerp als stabiliteits- en/of kwelscherm.
6. Voor alle deellocaties geldt dat de noodzaak tot het verleggen van kabels en leidingen en afstemming met eigenaren/beheerders van kabels en leidingen nog dient te worden uitgewerkt in samenwerking met en conform het beleid van het waterschap. Hierbij heeft het de voorkeur om kabels en leidingen zoveel mogelijk te verplaatsen naar locaties buiten de buitenbeschermingszone en kruisingen zoveel mogelijk uit te voeren als horizontaal gestuurde boringen. Kabels en leidingen die in de kernzone, c.q. beschermingszone(s) blijven liggen, dienen minimaal te voldoen aan de eisen en randvoorwaarden conform NEN3650 en NEN3651 series.
7. Overgangen tussen de verschillende oplossingen per deelgebied zijn niet in detail ontworpen en verdienen aandacht in de vervolgfases.

In geval van de tijdelijke oplossing (maximaal 10 jaar) kan worden overwogen om de Geijsterseweg ter hoogte van deelgebied 1 en 2 ongemoeid te laten, d.w.z. deze niet te verhogen en geen kleibekleding onder het wegcunet aan te leggen. Daarnaast kan worden overwogen om de kleibekleding aan binnendijkse zijde ter hoogte van de hoger gelegen particuliere percelen bij deelgebied 2 weg te laten. Aan de buitendijkse zijde en de lager gelegen delen binnendijs (d.w.z. ter hoogte van deelgebied 1 en een klein stukje ter hoogte van de overgang naar deelgebied 3) wordt wel geadviseerd om een degelijke kleibekleding en

minimale taludhellingen van 1:3 conform het ontwerp van Ooijen&Wanssum aan te leggen.

Daarnaast kan voor de tijdelijke oplossing worden overwogen om de eisen t.a.v. het verleggen van kabels en leidingen te versoepelen. Hiervoor zal overleg en goedkeuring van het waterschap nodig zijn.

5. Risico's

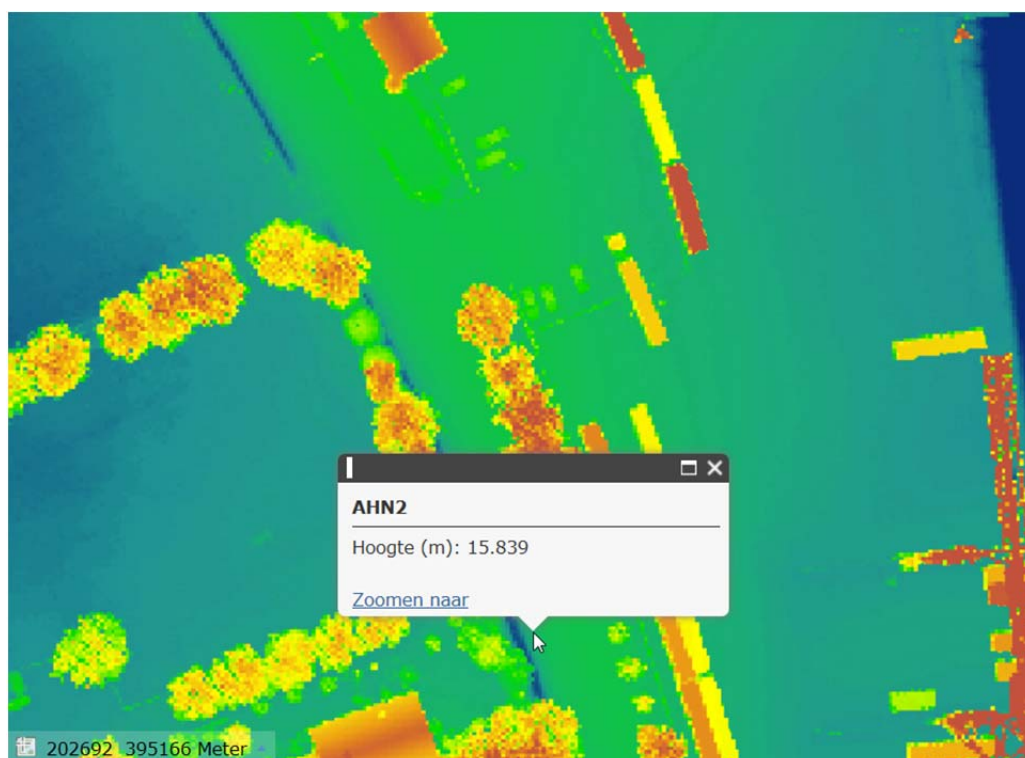
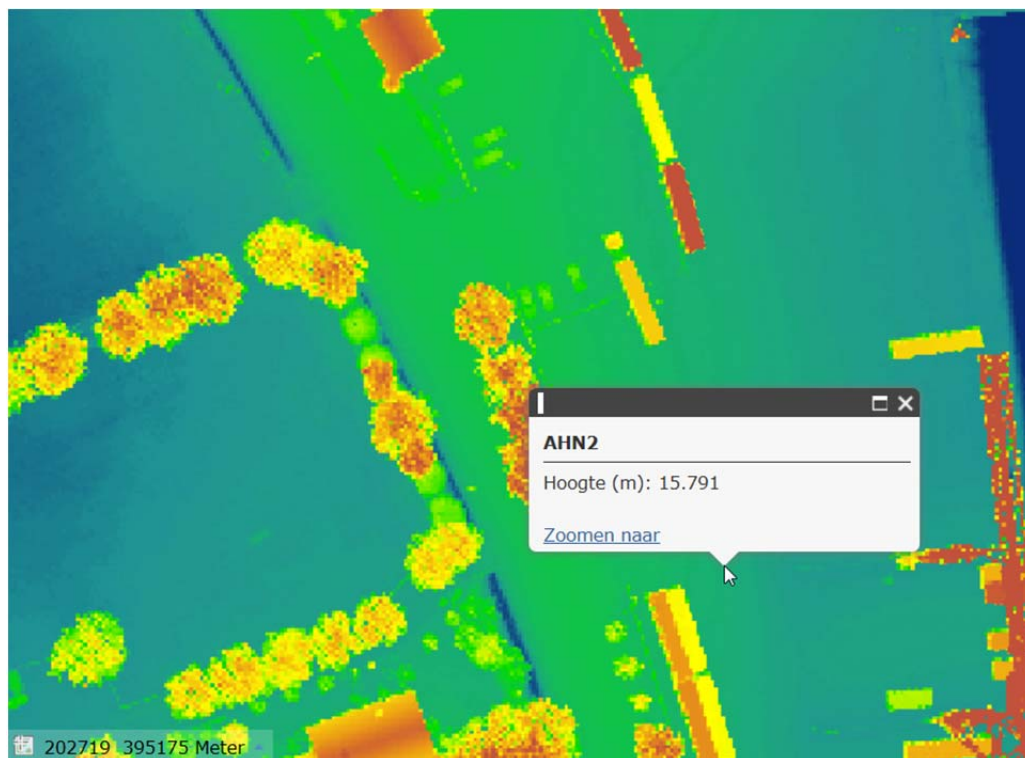
De volgende risico's zijn geïdentificeerd (specifiek voor dit dijkvak ontwerp):

1. Het ontwerp is grotendeels gebaseerd op engineering judgement. NWO's zijn hierbij niet meegenomen.
2. Onduidelijk of grond aangekocht dient te worden ter hoogte van de lokale hoge grond (deelgebied 3) voor beheer en onderhoudstaken van het waterschap. Dit is nu niet aangegeven op de situatietekeningen en kan daarmee makkelijk vergeten worden.

6. Bijlagen

1. Analyse breedte hoger gelegen grond ter hoogte van deelgebied 3.

Bijlage 1: Analyse (minimale) breedte hoger gelegen grond ter hoogte van deelgebied 3



Op basis van de bovenvermelde coördinaten bedraagt de minimale breedte van de lokale hoge grond ter hoogte van deelgebied 3 ca. 28 m.