



Datum
21 juni 2019

Versie
0.1

Scopebepaling

PO2-033A



Inhoud

Voorwoord	5
1 Conclusies Technische Scopebepaling dijktraject	8
2 Resultaat vorige toetsing	12
2.1 Technische toetsing	12
2.2 Beheerdersoordeel	13
2.3 Veiligheidsoordeel	13
2.4 Conclusie	14
3 Historische gegevens	15
4 Uitgangspunten	16
4.1 Algemene uitgangspunten	16
4.2 Kadevakindeling	16
5 Hoogte (HT)	19
5.1 Inleiding	19
5.2 Hoogtetoets	19
5.3 Resultaat per kadevak	21
6 Piping / Heave (STPH)	24
7 Microstabiliteit (STMI)	26
8 Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	27
8.1 Inleiding	27
8.2 Normering	27
8.3 Maatgevend boezempeil (MBP)	27
8.4 Polderpeil	28
8.5 Verloop freatische lijn in de dijk	28
8.6 Stijghoogte 1 ^e watervoerend pakket en stijghoogteverloop	29
8.7 Verkeersbelasting	29
8.8 Schematisatie dwarsprofielen	30
8.9 Grondopbouw en volumiek gewicht	30
8.10 Sterkteparameters	31
8.11 Schematiseringsfactor	31
8.12 Nieuw toetsresultaat	31
8.12.1 Resultaat opbarsten en opdrijven	31
8.12.2 Resultaat STBI	33
9 Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	34
9.1 Inleiding	34
9.2 (Her)toetsing	34
9.3 Conclusies STBU	35
10 Potentiële dijkverbeteringsmaatregelen	36
10.1 Hoogte	36

10.2	Macrostabiliiteit binnenwaarts (STBI)	38
10.2.1	Kadevak 29	38
10.2.2	Kadevak 30A (en 30)	38
10.2.3	Kadevak 30B	40
10.2.4	Kadevak 31	40
10.2.5	Kadevak 32	40
10.2.6	Kadevak 32A en 32B	40
10.2.7	Kadevak 33	41
10.2.8	Kadevak 33A	41
10.2.9	Kadevak 33B	42
10.2.10	Kadevak 34	42
10.2.11	Kadevak 35	43
10.2.12	Kadevak 36	43
10.2.13	Kadevak 37	43
10.2.14	Kadevak 38	44
10.3	Overige aandachtspunten	44
11	Geciteerde werken	45
	Bijlage 1: Metreering	46
	Bijlage 2: As build tekening damwand	49
	Bijlage 3: Beheerdersoordeel	50
	Bijlage 4: Hoogtetoets AHN3	52
	Bijlage 5: Dwarsprofielen	61
	Bijlage 6: Opbarstberekeningen	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
	Bijlage 7: Optimalisatie schematiseringsfactor	71
	Bijlage 8: Resultaten STBI – glijcirkels toetsing	76
	Bijlage 9: Resultaten STBI – glijcirkels ontwerp	77
	Bijlage 10: Potentiële stijghoogte tussenzandlaag DP1120	78
	Bijlage 11: Piping analyse – overzicht boringen en Sellmeijer berekening	79
	Bijlage 12: Bodemopbouw	86
	Bijlage 13: Normering schetsontwerp	91

Voorwoord

Het project "scopebepaling dijken" heeft tot doel de laatste toetsing van met name afgekeurde dijktrajecten nog een keer kritisch door te bekijken, waar nodig te verbeteren, om daarna een eenduidige scope voor de benodigde dijkverbetering te kunnen geven. Daarbij worden echter ook goedgekeurde dijktrajecten nog eens kritisch tegen het licht gehouden.

Naast helderheid verschaffen wordt door deze aanpak ook beoogd fouten in eerdere schematisaties en berekeningen vroegtijdig op te sporen en te verbeteren.

De stappen die in de scopebepaling achtereenvolgens worden doorlopen zijn:

1. Review toetsrapport.
2. Review stabiliteitsberekeningen.
3. Review beheerdersoordeel
4. Doorspreken bevindingen met expert-team
5. Aanbrengen van verbeteringen in schematisaties en berekeningen.
6. Tussenconclusie: de dijk voldoet niet of nog wel voor een bepaalde levensduur
7. Aangeven van potentiële dijkverbeteringsmaatregelen.
8. Een eerste doorrekening van potentiële dijkverbeteringmaatregelen.
9. Vaststellen definitieve scope dijkverbetering.
10. Overdracht aan afdeling projecten.

Deze memo beschrijft de technische scopebepaling van dijktraject: Geuzensloot (PO2-033A). De kade met een officiële lengte van 3.456 m ligt in de gemeente De Ronde Venen en beschermt het achterland van de Oukooerpolder, Polder Donkervliet en de Vinkeveensepolder tegen het hoge water uit de Geuzensloot.

Opgemerkt wordt dat door veranderingen in referentielijnen in de afgelopen jaren, de trajectlengtes in diverse tekeningen kunnen variëren en metreringen ook onderling kunnen afwijken. Het dijktraject met metrerings is weergegeven in Figuur 1-1.

De memo kan worden gezien als oplegnotitie bij het laatste toetsrapport. [1]

In Figuur 1-1 is het traject weergegeven met een lengte van 3456 meter. Voor de leesbaarheid is de afbeelding ook in bijlage 1 opgenomen. Tevens is hierin de oude metrerings opgenomen van de toetsing uit 2012.



Figuur 1-1: Dijktraject PO2-318C, Geuzensloot inclusief nieuwe metring

Ten eerste is de conclusie beschreven van de huidige toetsing. Vervolgens is het resultaat opgenomen van de toetsing uit 2012. Daarna zijn historische gegevens beschreven van de waterkering. In hoofdstuk 4 zijn algemene uitgangspunten beschreven en is de kadevakindeling opgenomen. In hoofdstuk 5 is de hoogtetoets (HT) uitgevoerd. In hoofdstuk 6 is de toets op piping en heave (STPH) beschreven. In hoofdstuk 7 is de toets op microstabiliteit (STMI) opgenomen. In hoofdstuk 8 is de toets op macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) beschreven. Hoofdstuk 9 beschrijft de toets op macrostabiliteit buitenwaarts (STBU). Indien uit de verschillende hertoetsingen blijkt dat een potentiële dijkverbetering benodigd is, dan is dit beschreven in hoofdstuk 10.

1 Conclusies Technische Scopebepaling 2019 dijktraject P033A

In de toetsronde van 2012 is 40 m afgekeurd op hoogte en 40 m op binnenwaartse stabiliteit (STBI). Daarnaast is over 1215 meter geen oordeel gegeven op het faalmechanisme piping op basis van de technische toetsing [1]. Na de technische scopebepaling is de opgave groter geworden. Dit komt onder meer doordat de hoogtetoets is aangepast waarbij recente bodemdaling is meegenomen. Daarnaast is watercompensatie in het achterland van een dijkvak aangelegd, dit leidt tot negatieve effecten voor de stabiliteit van de waterkering en was niet in de toetsing van 2012 opgenomen. In totaal is er 2621 m afgekeurd op hoogte en 1636 m afgekeurd op STBI. Er is onderzocht of piping kan optreden en dit is uitgesloten.

Tabel 1-1 Resultaten na technische scope

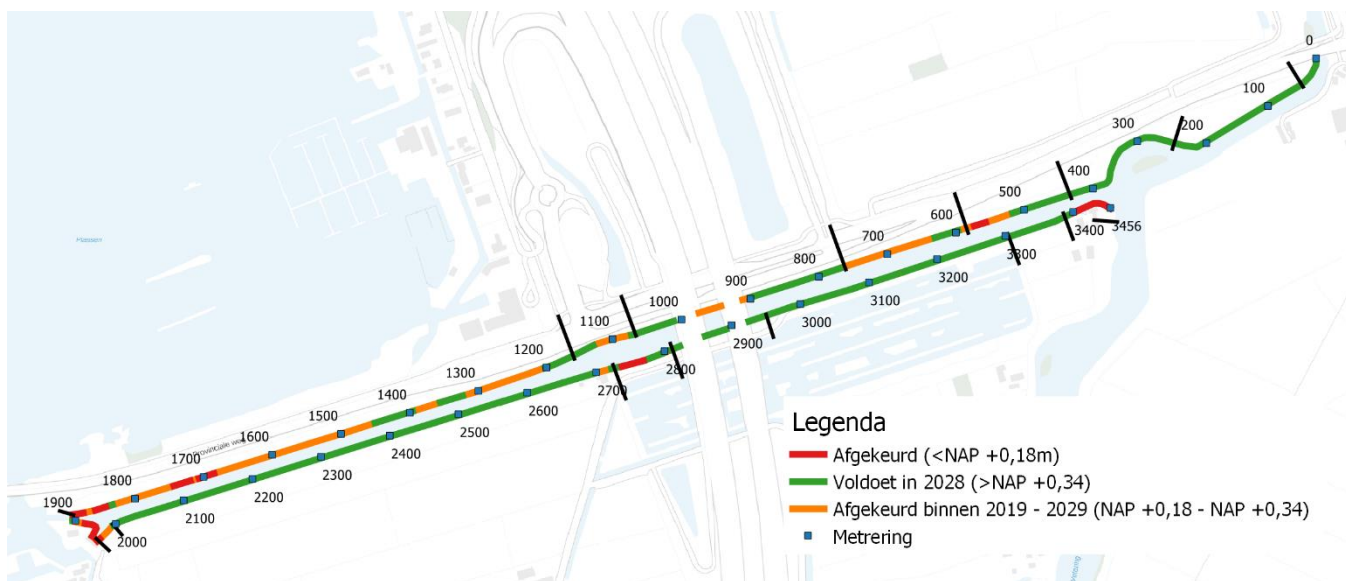
dijkvak	Traject (nieuw) [m]		Traject (oud) [m]		Hoogte	Piping/ heave	Stabiliteitstoets		
	Van	Tot	Van	Tot			macrostabiliteit binnentalud	macrostabiliteit buitentalud ²	Micro- stabiliteit
38 ¹	0	45	N.v.t.	N.v.t.	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
37	45	250	0	130	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
36	250	433	130	300	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
35	433	584	300	450	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
34	584	761	450	635	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
33B	761	1067	635	940	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
33A	1067	1159	940	1030	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
33	1159	1889	1030	1940	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
32B ¹	1889	1966	N.v.t.	N.v.t.	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
32A	1966	1997	1940	1980	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
32	1997	2726	1980	2695	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
31	2726	2811	2695	2770	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
30B ¹	2811	2950	N.v.t.	N.v.t.	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
30A ¹	2950	3304	N.v.t.	N.v.t.	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
30	3304	3387	2770	3355	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
29	3387	3456	3355	3409	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
Totaal voldoet [m]					835	3456	1820	3456	3456
Totaal voldoet niet [m]					2621 ³	0	1636	0	0

¹: Betreft een kadevak die toegevoegd is op basis van de huidige toetsing t.o.v. de toetsing uit 2012

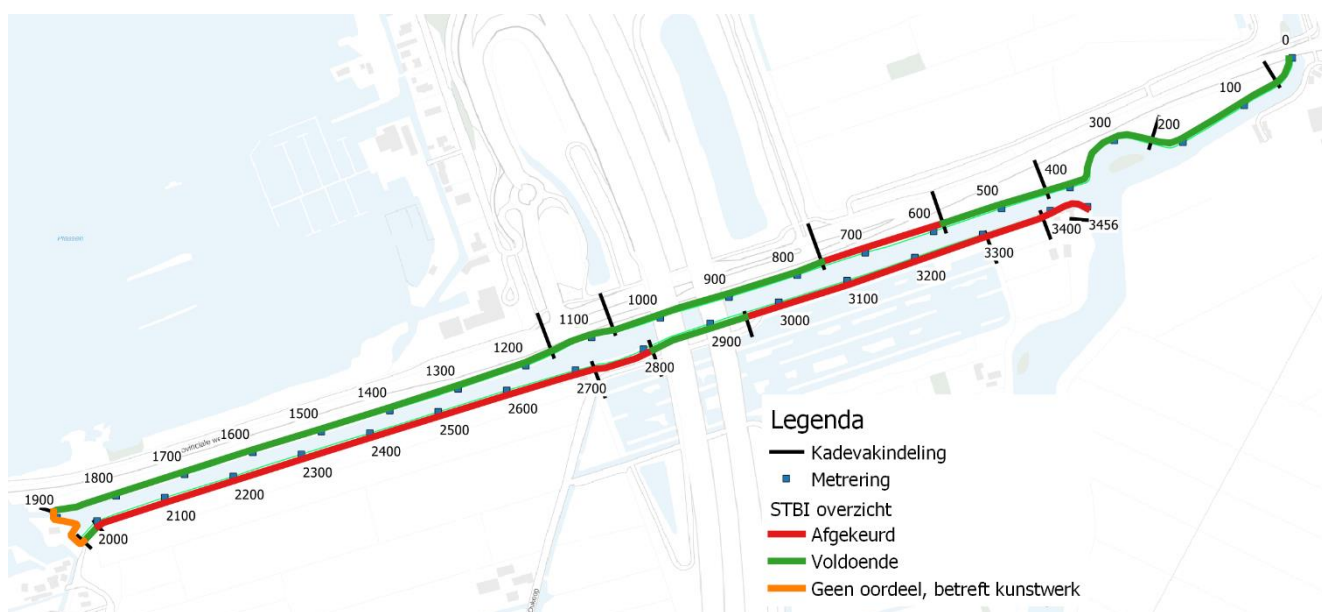
²: Op basis van de eenvoudige toets goedgekeurd.

³: Dit betreft de lengte van de kadevakken. De daadwerkelijke afgekeurde lengte is korter, dit is beschreven in hoofdstuk 5: Hoogte.

De hoogtetoets is gevisualiseerd in Figuur 1-1, het oordeel van STBI is gevisualiseerd in Figuur 1-2.



Figuur 1-1: Overzicht oordeel hoogtetoeets



Figuur 1-2: Overzicht oordeel STBI

Advies dijkverbetering

Hieronder zijn de maatregelen per dijkvak samengevat

Dijkvak 29:

In dijkvak 29 is een soortgelijke maatregel benodigd als in kadevak 30, dit is niet berekend door middel van een dwarsprofiel. De reden hiervoor is dat bebouwing aanwezig is, daarom dient een maatwerkoplossing in het project opgezet te worden. Het profiel dient hier opgehoogd te worden.

Dijkvak 30 en 30A:

In kadevak 30A is watercompensatie aangelegd. Dit heeft een negatief effect op de waterkering en dus is een grote kleiberm benodigd om te voldoen aan stabiliteit. De kleiberm is 19 m lang. Een tweede optie is een onderwaterberm van zand van 20 m lang. Er kan ook gekozen worden voor een waterkerende damwand of het plaatsen van een beschoeiing die de glijcirkel doorsnijdt aan de binnenzijde van de dijk.

Dijkvak 30 heeft eenzelfde maatregel nodig, echter hier is geen watercompensatie aangelegd. Daarom dient de ontwerphoogte van de berm in dijkvak 30A op dijkvak 30 toegepast te worden.

In projectfase wordt geadviseerd om extra onderzoek uit te voeren naar de stijghoogte door middel van een raai peilbuizen en naar de cohesie van veenlaag in de vorm van triaxiaal- of DSS-proeven. Uit gevoeligheidsanalyse is gebleken dat de stijghoogte en de cohesie twee relevante parameters zijn die invloed hebben op het ontwerp. Een hogere cohesie van de veenlaag in combinatie met een lagere stijghoogte in de pleistocene zandlaag leidt tot een optimaler ontwerp, door bijvoorbeeld een kortere berm.

Dijkvak 30B:

In kadevak 30B wordt geen stabiliteitsprobleem verwacht. In dit kadevak zijn de twee viaducten van de A2 geplaatst

Dijkvak 31:

In kadevak 31 is een stabiliteitstekort, dit kan opgelost worden door de bestaande berm op te hogen met circa 0,5 tot 0,6 m en te verlengen met 2 m. Tevens is de kruinhoogte te laag. De kruinophoging wordt uitgevoerd tot NAP +0,6m met een kruinbreedte van 1,5 meter. Door de kruinhoogte dient het binnentalud aangevuld te worden met een talud van 1:3.

Dijkvak 32:

In kadevak 32 is een stabiliteitstekort. Tevens is over 30 meter een hoogtetekort aanwezig. De kruinhoogte dient aangelegd te worden op NAP +0,6 m. De kruinbreedte is circa 2,6 m. Er dient over een dwarslengte van circa 18,5 meter een ophoging uitgevoerd te worden achter de binnenteen. Het betreft het ophogen van het bestaande achterland/berm met circa 0,2 tot 0,3 m.

Dijkvak 32A en 32B

In kadevak 32A is een waterkerende damwand aangebracht, om deze reden is hier geen sprake van binnenwaarts instabiliteit. Tevens is een sluis aanwezig in kadevak 32B, dit kunstwerk is niet getoetst en valt buiten de scope van deze toetsing. Wel is de kade niet op voldoende hoogte. Geadviseerd wordt om dit op te hogen tot de hoogte van de waterkerende damwand +0,2 m.

Dijkvak 33:

Kadevak 33 voldoet op binnenwaartse stabiliteit. Echter hier is wel een hoogtetekort. De kruin dient opgehoogd te worden tot NAP+0,6 m met een binnentalud van 1:3. De kruinbreedte is beperkt tot de minimale eis van 1,5 meter, dit beperkt de aanvulling op het binnentalud.

Dijkvak 33A:

Er is geen stabiliteitsprobleem, echter de kruin dient wel opgehoogd te worden tot NAP +0,6 m. Vanwege de ophoging is ook een herprofilering van het binnentalud benodigd (1:3) om een stabiel dijklichaam te creëren.

Dijkvak 33B:

Er is geen stabiliteitsprobleem, wel is een hoogtetekort aanwezig. De hoogte onder de viaducten is onbekend, dit zou voor een optimalisatie nog ingemeten kunnen worden. Geadviseerd wordt om de kruinhoogte op de ontwerphoogte van NAP +0,6m aan te leggen, met een minimale breedte van 1,5 m. Indien de kruin breder dan 1,5m wordt gemaakt voldoet het ontwerp niet, dan wordt geadviseerd om de greppel in de binnenteeën te vullen met zand in combinatie met het toepassen van een grindkoffer en een drain.

Dijkvak 34:

In kadevak 34 is de dijk instabiel, tevens is de dijk niet op hoogte. Geadviseerd wordt om de dijk op te hogen tot de ontwerphoogte NAP+0,6 m. De kruinbreedte is circa 2 meter indien de ophoging wordt toegepast tot de binnenkruinlijn. Daarnaast dient een berm toegevoegd te worden tussen de teensloot en het binnentalud. De ophoging bedraagt 0,6 m.

Dijkvak 35:

Kadevak 35 voldoet op binnenwaartse stabiliteit. Echter hier is wel een hoogtetekort. Het ontwerp omvat het op hoogte brengen van de kade tot NAP +0,60m, hierbij is aan de binnenzijde een talud van 1:3 aangehouden. De kruinbreedte is circa 2,6 m indien de ophoging aangesloten wordt op de binnenkruinlijn.

Dijkvak 36:

Geen opgave.

Dijkvak 37:

Geen opgave.

Dijkvak 38:

Geen opgave.

2 Resultaat vorige toetsing

In dit hoofdstuk is het resultaat van de vorige toetsing weergegeven. De locatie van de Geuzensloot inclusief metring is weergegeven in Figuur 1-1. Voor een gedetailleerde weergave is de metring ook opgenomen in bijlage 1.

2.1 Technische toetsing

Het oordeel van de technische toetsing is weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Resultaten toetsing 2012 [1]

dijk vak	Traject [m]		Hoogte	Piping\ heave	Stabiliteitstoets		
	Van	Tot			macrostabiliteit binnentalud.	macrostabiliteit buitentalud.	microstabiliteit
37	0	130	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet getoetst ¹	Voldoende
36	130	300	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet getoetst	Voldoende
35	300	450	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet getoetst	Voldoende
34	450	635	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet getoetst	Voldoende
33b	635	940	Voldoende	GO ²	Voldoende	Niet getoetst	Voldoende
33a	940	1030	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet getoetst	Voldoende
33	1030	1940	Voldoende	GO ²	Voldoende ³	Niet getoetst	Voldoende
32A	1940	1980	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet getoetst	Voldoende
32	1980	2695	Voldoende	Voldoende	Voldoende ³	Niet getoetst	Voldoende
31	2695	2770	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet getoetst	Voldoende
30	2770	3355	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet getoetst	Voldoende
29	3355	3409	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet getoetst	Voldoende
Totaal voldoet [m]			3369	3409	3369	n.v.t.	3409
Totaal voldoet niet [m]			40	0	40	n.v.t.	0

1: In juli 2005 is de oeverconstructie van de noordelijke kade van de Angstel tussen metring 0 tot 130 bezwaken. In de toetsing van 2012 is een brief gevoegd die een analyse van de oorzaak en een inventarisatie van maatregelen geeft. [1]

2: De situatie met kortsluiting geeft een onvoldoende beoordeling van de stabiliteit, aanbevolen wordt dit risico nader te onderzoeken en eventueel parameters nader te beschouwen. Deltares heeft aangegeven dat hier aanvullende acties benodigd zijn. Deze zijn uitgevoerd door Waternet. Uit de aanvullende acties wordt opgemerkt dat in theorie piping mogelijk is via de tussenzandlaag. Echter indien dit het geval is, moet gezien het grote tekort aan pipinglengte ook bij een gemiddelde boezemwaterstand sprake zijn van zandmeevoerende wellen in het achterland. Hier is bij de beheerder niets over bekend. Het advies van waternet is het periodiek inspecteren van het piping gevoelige traject op welvorming al dan niet zand meevoerend.

3: De situatie met kortsluiting geeft een onvoldoende beoordeling van de stabiliteit, aanbevolen wordt dit risico nader te onderzoeken en eventueel parameters nader te beschouwen. Deltares heeft aangegeven dat hier aanvullende acties benodigd zijn. Deze zijn uitgevoerd door Waternet. De dikte van het slappe lagen pakket onder de boezembodem bedraagt 4 meter. De kans op hydraulische kortsluiting wordt, ondanks het lage volume gewicht, zeer klein geacht. De stijghoogte bij hydraulische kortsluiting is vrijwel gelijk aan de stijghoogte in het pleistocene zandpakket. Waternet heeft derhalve het oordeel voldoende gegeven.

2.2 Beheerdersoordeel

Tabel 2-2: Resultaten Beheerdersoordeel 2011 [3]

		Toetsspoor	Oordeel	Toelichting
HT	=	Hoogte (Overlopen/overslag)	onvoldoende	Diverse delen onvoldoende op hoogte.
STPI	=	Piping en Heave	voldoende	Geen verdachte situaties aangetroffen
STBI	=	Macrostabieliteit binnenwaarts (nat)	onvoldoende	Dijk op delen onvoldoende stabiel
STBU	=	Macrostabieliteit buitenwaarts	onvoldoende	Op een aantal plaatsen tekenen van instabiliteit
STMI	=	Microstabieliteit	voldoende	Overal voldoende
STBK	=	Bekleding	onvoldoende	Op verschillende delen onvoldoende
STVL	=	Voorland	n.v.t.	N.v.t.
Kunstw	=	Kunstwerken en kerende constructies	voldoende	Kunstwerken en kerende constructies
NWO's	=	Niet Waterkerende Objecten	onvoldoende	Onvoldoende i.v.m. aanwezigheid bommen en een huis in de kering

Voor de gehele tabel wordt verwezen naar de bijlage 3.

2.3 Veiligheidsoordeel

Het eind veiligheidsoordeel van het dijktraject luidt op hoofdlijn als volgt [Ref. [2]]:

	Traject [m]		Hoogte	Piping\ heave	Stabiliteitstoets		
	Van	Tot			macrostabieliteit binnentalud.	macrostabieliteit buitentalud.	microstabieliteit
	0	635	voldoende	voldoende	voldoende	Niet getoetst*	voldoende
	635	940	voldoende	onvoldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	940	1030	voldoende	voldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	1030	1300	voldoende	onvoldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	1300	1750	voldoende	onvoldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	1750	1940	voldoende	onvoldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	1940	1980	onvoldoende	voldoende	onvoldoende	Niet getoetst	voldoende
	1980	2020	onvoldoende	voldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	2020	2680	voldoende	voldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	2680	2750	onvoldoende	voldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	2750	2800	onvoldoende	voldoende	onvoldoende	Niet getoetst	voldoende
	2800	2850	onvoldoende	voldoende	onvoldoende	Niet getoetst	voldoende
	2850	3100	voldoende	voldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	3100	3200	voldoende	voldoende	onvoldoende	Niet getoetst	voldoende
	3200	3380	voldoende	voldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
	3380	3409	onvoldoende	voldoende	voldoende	Niet getoetst	voldoende
Totaal voldoet [m]			3369	3409	3369	n.v.t.	3409
Totaal voldoet niet [m]			40	0	40	n.v.t.	0

Het resultaat van het veiligheidsoordeel is ook weergegeven in een bovenaanzicht, zie Figuur 2-1. Hierdoor wordt een visueel inzicht verkregen in de trajecten die afgekeurd zijn in het veiligheidsoordeel.

3 Historische gegevens

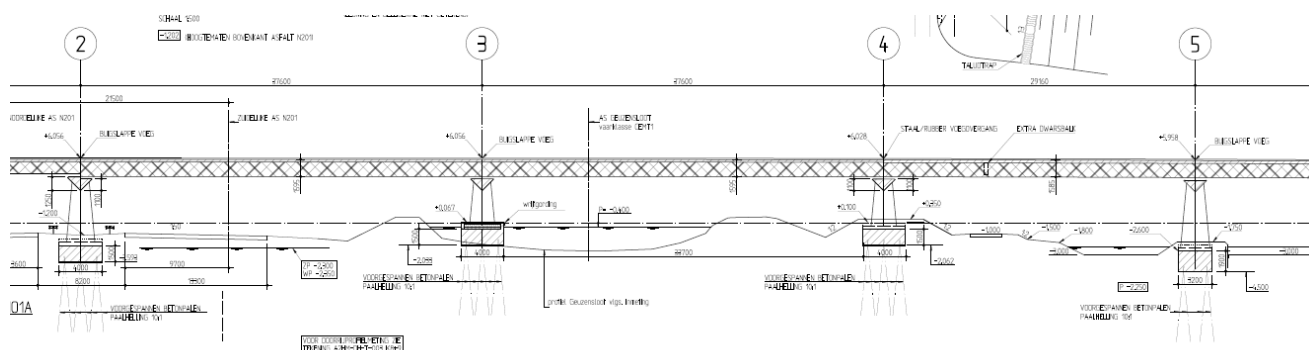
Er zijn gegevens opgevraagd uit het archief van dijktraject PO2-033A.

Hieruit volgt dat er een revisietekening beschikbaar is van het vervangen van een damwand nabij de sluis. In deze tekening zijn de aanleghoogtes weergegeven van de damwand en het naastgelegen grondlichaam. Zie hiervoor bijlage 2 of tekening 'Groot onderhoud Angstelkade – Demmeriksekade 2013 – 2014, dijktraject PO2-033A, revisie, projectnr: 320715. Tevens is het ontwerpverslag beschikbaar, waarin de afmetingen en het type damwand in beschreven staat, met de uitgangspunten en de ontwerpberekeningen.

Tevens is een reconstructie van de Geuzensloot in 2003 en 2004 opgesteld door GeoDelft. Hierin is de kadevakindeling en de bodemopbouw per kadevak beschreven.

De A2 is verbreed tussen 2006 en 2010. Dit heeft tot gevolg dat de gehele A2 verplaatst is richting het oosten ten opzichte van de oude ligging van de A2. Hiervoor zijn twee nieuwe viaducten over de Geuzensloot aangelegd en is het oude viaduct gesloopt. Er is een bovenaanzicht beschikbaar van de uitbreiding van de A2. Ten gevolge van de uitbreiding is watercompensatie in het achterland ter hoogte van de Geuzensloot. De watercompensatie is ook te vinden in het bovenaanzicht van de uitbreiding van de A2. De uitbreiding van de A2 en de aanpassingen in het achterland zijn allen met vergunning verleend. Uit het archief is informatie opgezocht over de vergunningverlening. Hier is weinig informatie over bekend. Er is een document beschikbaar waarin is beschreven dat 6 meter uit de teen van de dijk gegraven mag worden ten behoeve van watercompensatie. Ref [4]. De oude pijlers zijn verwijderd tot 1,5 meter onder de Geuzensloot. Dit is in de bijlage van de vergunning opgenomen, zie hiervoor Ref [4].

De pijlers van de nieuwe viaducten staan aan de zuidzijde achter de dijk en aan de noordzijde in de Geuzensloot. Dit is ook weergegeven in onderstaande afbeelding, een knipsel van de as build tekening, tekening nr: A2HM-K8_9-AB-T-11 v4.



De ligging van de vernieuwde A2 en de watercompensatie hebben tevens gevolgen voor de kadevak indeling. Dit is nader beschreven in de uitgangspunten in hoofdstuk 4.

4 Uitgangspunten

In de navolgende hoofdstukken zijn de verschillende faalmechanismen beschreven en is indien nodig een hertoetsing uitgevoerd. Hiervoor zijn eerst een aantal algemene uitgangspunten opgesteld en een beschrijving van de kadevakingdeling.

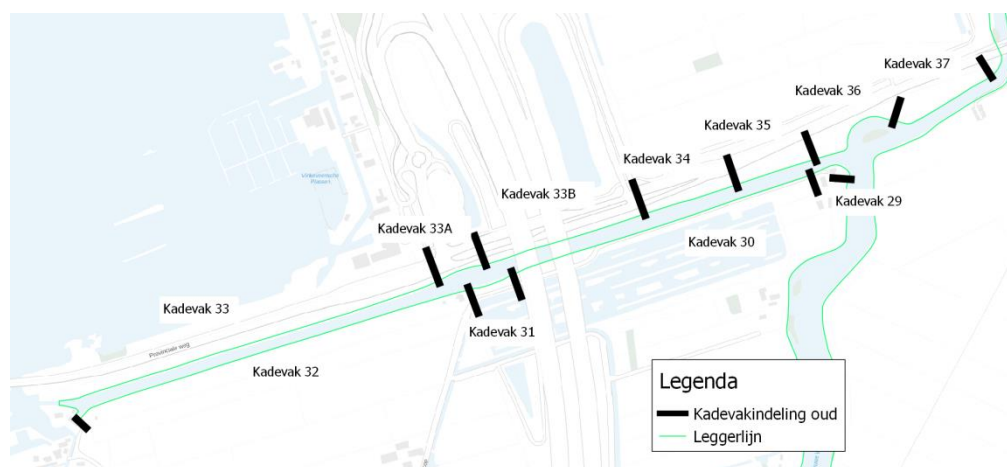
4.1 Algemene uitgangspunten

De uitgangspunten die zijn gehanteerd voor de verschillende faalmechanismen, zijn beschreven per faalmechanismen / toetsspoor. Hieronder volgen een aantal algemene uitgangspunten die voor elk toetsspoor geldt.

- Het dijktraject de Geuzensloot met codering PO2-033A is opgenomen in de Provinciale Verordening. De veiligheidsnorm is veiligheidsklasse III en de bijbehorende overschrijdingsfrequentie is 1/100. De bijbehorende schadefactor voor binnenwaartse stabiliteit (STBI) bedraagt 0,90.
- Er wordt hierbovenop rekening gehouden met een modelfactor en een schematiseringsfactor, maar niet met een robuustheidsfactor. De robuustheidsfactor is wel toegepast indien verbetermaatregelen benodigd zijn.
- De dijk wordt getoetst volgens de Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen (LTVRW 2015) [5].
- Potentiële dijkverbeteringen zijn volgens de uitgangspunten uit dezelfde leidraad ontworpen.
- Voor dijkverbeteringen is uitgegaan van een planperiode van 30 jaar.

4.2 Kadevakingdeling

De kadevakingdeling is deels gewijzigd op basis van de nieuwe ligging van de A2 en de watercompensatie die aangelegd is. De oude kadevakingdeling is in Figuur 4-1 weergegeven, deze kadevak indeling is gebaseerd op een rapportage waarin de reconstructie van de Angstelsloot en Geuzensloot is toegelicht Ref [6]. In de huidige toetsing zijn de grenzen van de kadevakingdeling verschoven ten opzichte van de oude indeling. De wijzigingen zijn hieronder per kadevak beargumenteerd.



Figuur 4-1: Bestaande kadevak indeling Geuzensloot

De nieuwe kadevakingdeling is weergegeven in Figuur 4-2.

Kadevak 29

Dit kadevak blijft ongewijzigd.

Kadevak 30

Kadevak 30 is aangepast. In dit kadevak is, ten behoeve van de uitbreiding van de A2, watercompensatie aangelegd in het achterland. Tevens is de snelweg verplaatst in oostelijke richting en is een nieuw viaduct over de Geuzensloot aangelegd. De geometrie van het dijkprofiel is daardoor gewijzigd en daarom is kadevak 30 opgesplitst in kadevak 30, kadevak 30A en kadevak 30B.

Kadevak 30 bevat de bestaande geometrie. Kadevak 30A bevat de gewijzigde geometrie met watercompensatie in het achterland. Kadevak 30B bevat de kruising van de A2 met de Geuzensloot door middel van twee viaducten. De fundatie van de poeren is aanwezig in het binnentalud van de dijk.

Kadevak 31

Kadevak 31 blijft ongewijzigd ten opzichte van de voorgaande toetsing. In dit kadevak was voor 2006 de kruising met de A2 aanwezig door middel van één viaduct. Dit viaduct is gesloopt.

Kadevak 32

Dit kadevak is grotendeels gelijk gebleven, echter ter hoogte van de sluis is een deel van de kade opgehoogd en gelijktijdig een waterkerende damwand aangebracht. Tevens is een sluis aanwezig, en apart opgenomen in het kadevak. Het kadevak 32 is opgesplitst in kadevak 32, kadevak 32A en kadevak 32B.

Kadevak 32 bevat de bestaande geometrie, kadevak 32A bevat de waterkerende damwand en kadevak 32B bevat de sluis.

Kadevak 33

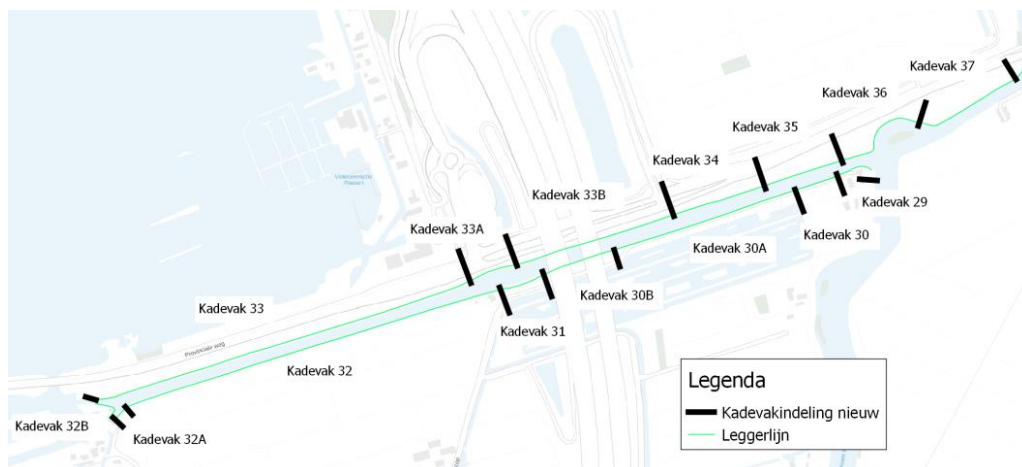
In de oude metring was de sluis in kadevak 33 aanwezig. Deze is nu opgenomen als kadevak 32B. De grens van kadevak 33 ligt daardoor na de sluis, verder is kadevak 33 niet aangepast. Kadevak 33 was al opgesplitst in kadevak 33, kadevak 33A en kadevak 33B.

In kadevak 33A was voor 2006 de kruising met de A2 aanwezig. Deze is verschoven in oostelijke richting en valt nu buiten kadevak 33A.

In kadevak 33B ligt de vernieuwde A2. Er is niet voor gekozen om het kadevak te begrenzen rondom de snelweg zoals in kadevak 30B. De fundatie van de poeren zijn in het buitenwater van de Geuzensloot aangebracht en niet in de dijk.

Kadevak 34 t/m 37

Kadevak 34 tot en met kadevak 37 zijn niet aangepast en blijven daardoor ongewijzigd.



Figuur 4-2: Nieuwe kadevak indeling Geuzensloot

5 Hoogte (HT)

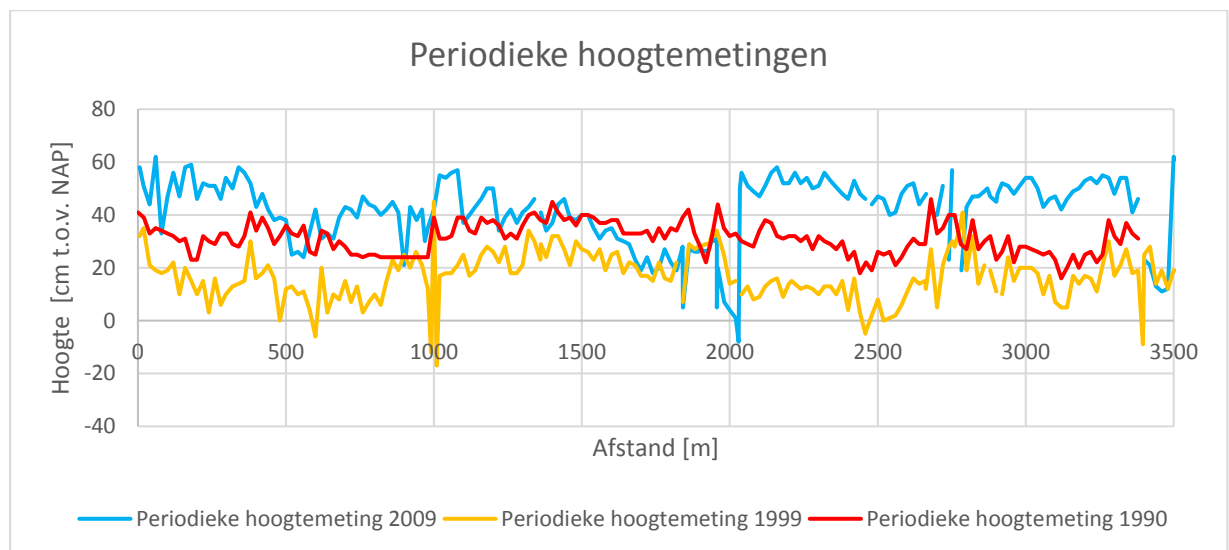
5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de hoogtetoets beschreven. De hoogtetoets is uitgevoerd met behulp van gegevens uit AHN3. Er dient minimaal een kruinhoogte van NAP + 0,1 m aanwezig te zijn in de periode tot 2029. Indien een deel van de dijk lager ligt in deze periode dan krijgt dit segment een onvoldoende met betrekking tot hoogte. Daarnaast dient de kruinhoogte van NAP +0,1 m over een minimale kruinbreedte van 1,5 meter aanwezig te zijn. Indien een significant segment niet voldoet aan de minimale kruinbreedte, dan is deze afgekeurd op hoogte.

Er zijn drie periodieke hoogtemetingen beschikbaar. De metingen zijn verricht in 1990, 1999 en 2009. Om de achtergrondzetting te bepalen zijn de periodieke hoogtemetingen van 1990 en 1999 gebruikt. Na 1999 is de kade versterkt en op verschillende plekken opgehoogd, daarom zijn de gegevens van 1990 en 1999 gebruikt.

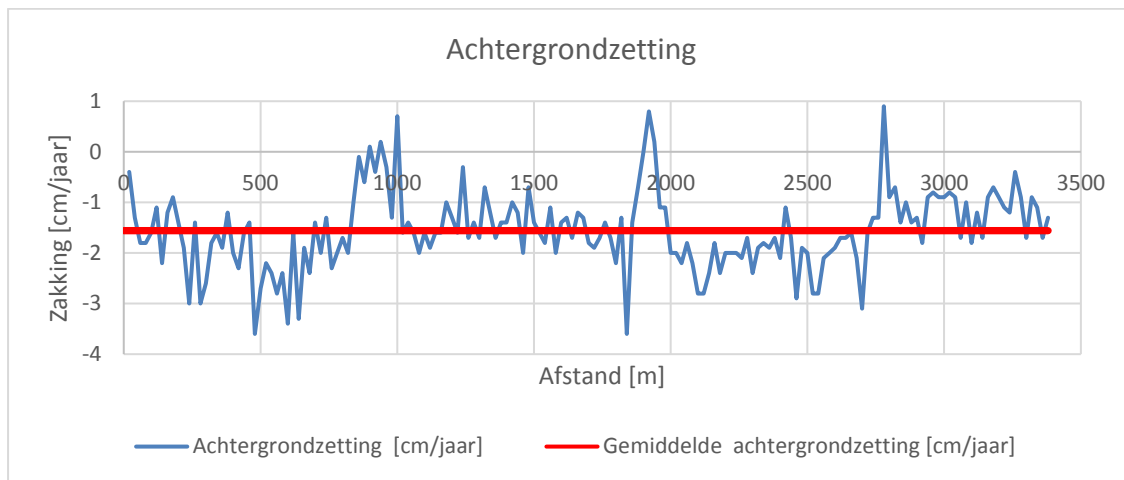
5.2 Hoogtetoets

In Figuur 5-1 zijn de periodieke hoogtemetingen weergegeven van 1990, 1999 en 2009. Hieruit is ook af te leiden dat een ophoogslag is uitgevoerd tussen 1999 en 2009.



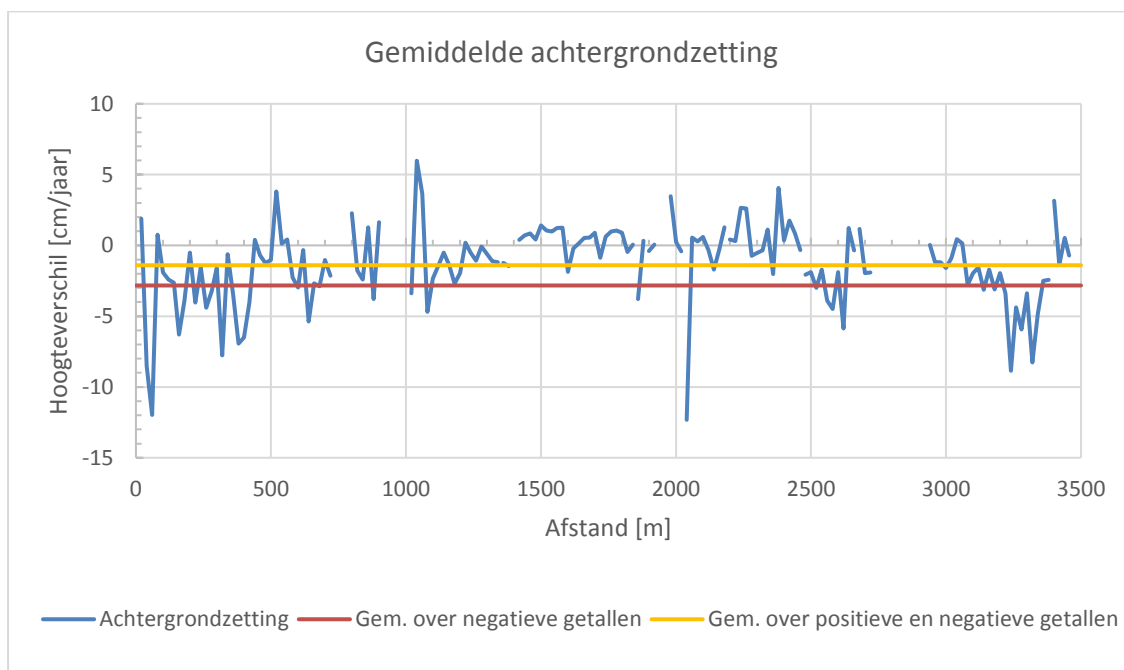
Figuur 5-1: Periodieke hoogtemetingen Geuzensloot 1990, 1999 en 2009

Voor de achtergrondzetting is het verschil berekend tussen de hoogte gemeten in 1990 en 1999. Vervolgens is de gemiddelde achtergrondzetting per jaar berekend. Dit is gevisualiseerd in Figuur 5-2.



Figuur 5-2: Achtergrondzetting Geuzensloot, o.b.v. periodieke hoogtemeting 1990 en 1999

Er is een gemiddelde achtergrondzetting van 1,6 cm per jaar. Dit is in de grafiek weergegeven met een rode lijn. Het gemiddelde is ook aangehouden om de achtergrondzettingen te verwerken indien een ontwerp wordt gemaakt met een planperiode van 30 jaar. Deze hoge waarde van de achtergrondzetting is nader geanalyseerd. Wellicht is er sprake van primaire zettingen die nog optreden door een ophoging in 1988. Hiertoe zijn de gegevens van AHN3 uit 2014 vergeleken met de gegevens van de periodieke hoogtemeting uit 2009. Het verschil in hoogte is uitgezet over de trajectlengte en gemiddeld over 5 jaar (2009-2014). Dit leidt eveneens tot een hoge achtergrondzetting. Hier is een grafiek van geplot en is weergegeven in Figuur 5-3. Er volgen positieve waarden met betrekking tot de verschillen in hoogte en negatieve waarden. De negatieve waarden zijn relevant voor de achtergrondzetting.



Figuur 5-3: Achtergrondzetting Geuzensloot, o.b.v. periodieke hoogtemeting 2009 en AHN3 (2014)

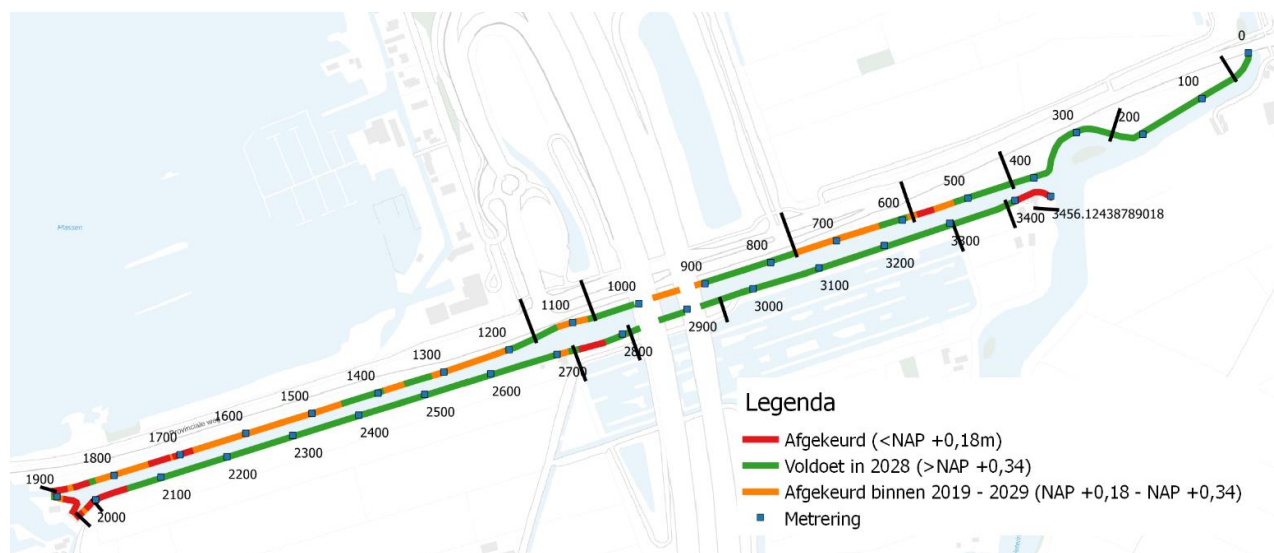
Er zijn twee gemiddelde waarden bepaald. Het betreft een gemiddelde waarde van alle positieve en negatieve getallen (-1,4 cm per jaar) en een gemiddelde over alleen de negatieve getallen (-2,83 cm per jaar). De gemiddelde waarde van -2,8 cm per jaar is extreem groot. De gemiddelde waarde van 1,4 cm per jaar sluit meer aan bij een achtergrondzetting van 1,6 cm per jaar. Daarom wordt een achtergrondzetting van 1,6 cm per jaar aangehouden.

Voor een versterking zijn zettingsberekeningen uitgevoerd. Deze tonen een hoge zetting orde grootte 0,75 m tot 1,4 m. Dit toont aan dat het een zettingsgevoelige ondergrond is, ondanks dat dit voor een groot deel uit primaire zettingen bestaat. [6]

Er zijn geen recente periodieke hoogtemetingen uitgevoerd. Voor de hoogtetoets is daarom gebruik gemaakt van gegevens uit AHN3. De hoogte is gecontroleerd ter hoogte van de leggerlijn (buitenkruinlijn). De kruinbreedte dient minimaal 1,5 meter te zijn, daarom is de hoogte ook op 1,5 meter naast de leggerlijn getoetst.

Om een kruinhoogte van NAP +0,1 m te hanteren tot 2029 is de achtergrondzetting in rekening gebracht. Dit betekent dat de hoogte moet voldoen aan $\text{NAP}+0,1 \text{ m} + 10 \cdot 0,016 \text{ m}$, dit geeft een hoogte van $\text{NAP}+0,26$ meter. Echter de data komt voort uit AHN3 en deze is ingemeten in 2014. Dit betekent dat er nog een zettingscompensatie van $5 \cdot 0,016 \text{ m}$ toegevoegd moet worden. Dit geeft een afkeurgrens van $\text{NAP}+0,34$ voor het jaar 2029. De afkeurgrens voor 2019 ligt op $\text{NAP}+0,1 \text{ m} + 5 \cdot 0,016 \text{ m}$, dit geeft een afkeurgrens van $\text{NAP}+0,18 \text{ m}$.

De resultaten uit AHN3 zijn weergegeven in bijlage 4 en de toetsresultaten zijn gevisualiseerd in Figuur 5-4.



Figuur 5-4: Hoogtetoets gevisualiseerd gebaseerd op AHN3. Rood: reeds afgekeurd, oranje: binnen 10 jaar afgekeurd, groen: voldoet in 2029

5.3 Resultaat per kadevak

In deze paragraaf zijn de resultaten per kadevak weergegeven.

Dijkvak	Metreering [m]	Hoogteoordeel	Levensduur [jaar]	Opmerking
29	3387-3456	Afgekeurd	0	Er is hier bebouwing aanwezig en hier dient een maatwerkoplossing toegepast te worden in het project.
30	3304-3387	Voldoende	>10	-
30A	2950-3304	Voldoende*	>10	Over een afstand van 10 meter is een gering hoogtetekort van 1 cm om te laten voldoen in 2028. Dit is minimaal en daarom is dit kadevak goedgekeurd
30B	2811-2950	Voldoende	>10	-
31	2726-2811	Afgekeurd	0	Op deze locatie heeft vroeger de A2 gelegen.
32	1997-2726	Afgekeurd	7,5	Over een lengte van circa 30 meter is een tekort aanwezig t.h.v. metreering 2700. De locatie ligt naast kadevak 31 en betreft een particuliere tuin. Geadviseerd wordt om dit deel met de ophoging van kadevak 31 mee te nemen. Ter hoogte van metreering 2000 is de hoogte niet voldoende in 2019 volgens de gegevens van AHN3. Echter dit is hersteld in 2014 door middel van een kadeophoging. De revisietekening is in de bijlage opgenomen. Hier is geen ophoging benodigd.
32A	1966-1997	Voldoende	>10	Ter hoogte van metreering 2000 is de hoogte niet voldoende in 2019 volgens de gegevens van AHN3. Echter dit is hersteld in 2014 door middel van een kadeophoging. De revisietekening is in de bijlage opgenomen. Hier is geen ophoging benodigd.
32B	1889-1966	Afgekeurd	1	Ter hoogte van metreering 1900 is de hoogte niet voldoende in 2019 volgens de gegevens van AHN3. Dit is hersteld in 2014 door middel van een kadeophoging. De revisietekening is in de bijlage opgenomen. Echter hier heeft een geringe ophoging plaatsgevonden tot NAP +0,2 m. In 2029 zal dit niet voldoen aan NAP+0,1m indien een zetting optreedt van 0,016 m/jaar.
33	1159-1889	Afgekeurd	0 4,5 5 7,5 7,5	Ter hoogte van metreering 1900 is over een lengte van circa 50 m de huidige hoogte in 2019 niet voldoende. Dit geldt ook ter hoogte van metreering 1700 over een lengte van circa 60 meter. Ter hoogte van metreering 1800 heeft de kade over een lengte van circa 85 m een restlevensduur van circa vier tot vijf jaar. Ter hoogte van metreering 1500/1600 heeft de kade over een lengte van circa 185 m een restlevensduur van circa vijf jaar. Ter hoogte van metreering 1400 heeft de kade over een lengte van circa 40 m een restlevensduur van circa zeven tot acht jaar. Ter hoogte van metreering 1300 heeft de kade over een lengte van circa 120 m een restlevensduur van circa zeven tot acht jaar.
33A	1067-1159	Afgekeurd	5	Ter hoogte van metreering 1100 heeft de kade over een lengte van circa 55 m een restlevensduur van circa vijf jaar.
33B	761-1067	Afgekeurd	5,5	Ter hoogte van metreering 950 heeft de kade over een lengte van circa 45 m een restlevensduur van circa vijf tot zes jaar. Hier ligt ook de A2 en zijn geen gegevens

Dijkvak	Metreering [m]	Hoogteoordeel	Levensduur [jaar]	Opmerking
				van de kade onder de viaducten beschikbaar.
34	584-761	Afgekeurd	7,5	Ter hoogte van metreering 700 heeft de kade over een lengte van circa 140 m een restlevensduur van circa zeven tot acht jaar.
35	433-584	Afgekeurd	0 5,5	Ter hoogte van metreering 565 is de huidige hoogte van de kade over een lengte van circa 20 meter in 2019 niet voldoende. Ter hoogte van metreering 540 heeft de kade over een lengte van circa 55 m een restlevensduur van circa vijf tot zes jaar.
36	250-433	Voldoende	>10	-
37	45-250	Voldoende*	8	Over een lengte van 10 meter is een te smalle kruinbreedte aanwezig. Echter dit is zo gering dat het kadevak toch is goedgekeurd
38	0-45	Voldoende	>10	-

6 Piping / Heave (STPH)

Op het traject van metrerings 635 tot en met 940 m (kadevak 34 en 33B) en 1030 m tot en met 1940 m (kadevak 33 en 33A) is er geen oordeel voor piping gegeven. In theorie zou piping op kunnen treden door een tussenzandlaag die aanwezig is. Op basis van het grote tekort aan piping lengte zou piping al optreden bij een gemiddeld boezemwaterstand onder dagelijkse omstandigheden. Dit is in de praktijk niet het geval. Ook bij de beheerder is niets bekend over een piping probleem op deze trajecten. In de toetsrapportage van Waternet [1] wordt het advies gegeven om periodiek te controleren of er (zandmeevoerende) wellen aanwezig zijn op de piping gevoelige trajecten.

Er zijn wel natte plekken geconstateerd op meerdere plekken in het achterland, onder andere in kadevak 33 in december 2008 (meer dan 15 m²). Tevens zijn er in 2012 natte plekken geconstateerd (meer richting oosten) op het binnentalud in kadevak 33 (5 tot 10 m²). Dit is ook in november 2011 (10 tot 15 m²) waargenomen. Daarna zijn geen natte plekken meer waargenomen. Indien natte plekken zijn geconstateerd waren deze in alle gevallen niet zand meevoerend. Aan de andere zijde (zuidzijde) van de Geuzensloot zijn ook natte plekken waargenomen, echter dit betreft geen piping gevoelige ondergrond. Waarschijnlijk zijn de natte plekken ontstaan als gevolg van veel neerslag.

Er is nader onderzoek verricht in 2019 naar de zandlaag. Er zijn meerdere handboringen uitgevoerd in verschillende raaien. Hieruit is geconcludeerd dat drie opties voor kunnen komen.

- Optie 1: de tussenzandlaag staat in verbindingen met het boezemwater, maar heeft geen verbinding met de zandlaag in het achterland.
- Optie 2: de tussenzandlaag staat in verbinding met het boezemwater, maar de doorlatendheid is dusdanig klein en dus de stijghoogte laag, dat opbarsten is uitgesloten ter hoogte van de teen en het achterland.
- Optie 3: de tussenzandlaag is te dun om piping op te laten treden.

Optie 1 en 3 worden ondersteund door middel van de uitgevoerde handboringen. De handboringen zijn naast elkaar uitgezet in bijlage 11, hieronder is beschreven wat de conclusies zijn uit het grondonderzoek.

Uit de boringen is gebleken dat de zandlaag ter hoogte van metrerings 650 niet doorloopt van de kruin richting het achterland, maar onderbroken wordt door een kleilaag. Tevens is de zandlaag kleiner dan 0,5 meter, de dikte is circa 0,3 m in de kruin en het achterland. Deze gegevens zijn ontleend aan handboring N08-0015 t/m N08-017. Voor piping dient de watervoerende laag groter te zijn dan 0,5 m.

Ter hoogte van metrerings 1050 is de zandlaag ook kleiner dan 0,5 meter in het achterland, circa 0,15 tot 0,2 m. In de kruin is een zandlaag aanwezig van circa 1 meter. De zandlaag wordt ook onderbroken door een kleilaag in de teen. Dit is ontleend aan handboring N08-008 t/m N08-012.

Een raai ter hoogte van metrerings 1120 geeft een zandlaag die groter is dan 0,5 m in de kruin. Hier is een zandlaag aanwezig in de teen die doorloopt tot het maaiveld, echter de dijk ligt hier lokaal dichter tegen de provinciale weg aan. Verwacht wordt dat het zand met een bijmenging van resten grind onderdeel is van het cunet van de provinciale weg. Onder de (cunet)zandlaag ligt een 0,25 m zandlaag die

overeenkomt met de boorbeschrijving van de zandlaag in de kruin. De diepte van de zandlagen varieert sterk over het dwarsprofiel, hier wordt ook verwacht dat de zandlaag niet doorloopt. Dit is ontleend aan handboring N08-005 tot en met N08-007. Bovenstaande informatie is inzichtelijk gemaakt door middel van de handboringen die naast elkaar zijn weergegeven, van kruin tot achterland, in bijlage 11.

Daarnaast wordt niet verwacht dat de zandlaag watervoerend is. Indien de zandlaag watervoerend is, dan is de verwachting dat dit ook al onder dagelijkse omstandigheden optreedt. Er zijn echter geen natte plekken zichtbaar ten tijde van het uitvoeren van het veldwerk. De waargenomen natte plekken zijn alleen in het najaar, de natte periode, gemeld.

Optie 1 en 2 worden ondersteund uit de gegevens van geplaatste peilbuizen in twee raaien. Met de twee raaien is gecontroleerd of de tussen zandlaag in contact staat met het boezemwater. Er is een raai aanwezig ter hoogte van metring 650 en een raai ter hoogte van metring 1050. Indien de zandlaag in contact staat met het boezemwater is de verwachting dat een stijghoogte van NAP -0,4 m aangetroffen wordt in de tussen zandlaag in de kruin en in de teen. Echter uit de peilbuisanalyse lijkt de potentiële stijghoogte te reageren als een freatische lijn. In de binnenteen is een veel lagere waarde gevonden ten opzichte van de kruin. (NAP -0,59 m tot NAP -0,75 m in de kruin en NAP -2,07 m in de binnenteen/achterland). Dit verhang treedt op over een afstand van circa 5 tot 10 meter. De stijghoogtelijn is weergegeven in bijlage 10. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de zandlaag niet doorloopt van de kruin naar het achterland.

Er is ook een tweede optie mogelijk. De zandlaag staat wel in verbinding, maar de doorlatendheid is dusdanig klein dat het geen watervoerende zandlaag is die leidt tot piping. De doorlatendheid is berekend aan de hand van 5 korrelverdelingen van de tussen zandlaag. Er is een kans dat de zandlaag wel in verbinding staat met het achterland in kadevak 33B, daarom is wel een Sellmeijer berekening uitgevoerd met de gemeten gegevens in het veld. Op basis van de Sellmeijer berekening blijkt een kritieke kwelweglengte van 7,15 m benodigd te zijn. Dit voldoet aan de kwelweglengte die aanwezig is van 11 meter. Dus het dwarsprofiel voldoet op basis van Sellmeijer aan piping. Voor de Sellmeijer berekening zie bijlage 11.

De gemeten peilbuis waarden in het achterland zijn als input gebruikt voor de opbarstberekening. In eerste instantie is gerekend met een conservatieve waarde van NAP+0,0 m in de tussen zandlaag, daardoor vond opbarsten plaats. Echter na de peilbuisanalyse kan gerekend worden met een waarde van NAP -2,07 m, met deze waarde is opbarsten uitgesloten en is er geen kans op piping. Zie hoofdstuk 8.12.1 voor de opbarstberekening. Vervolgens dient een controle uitgevoerd te worden op de stijghoogte in het pleistocene zandpakket. Dit ligt op NAP -1,95 m, deze waarde resulteert ook niet in opbarsten.

De beschreven opties, 1: 'de tussen zandlaag staat in verbinding met het boezemwater, maar heeft geen verbinding met de zandlaag in het achterland', 2: 'de tussen zandlaag staat in verbinding met het boezemwater, maar de doorlatendheid is dusdanig klein en dus de stijghoogte laag, dat opbarsten is uitgesloten ter hoogte van de teen en het achterland' en 3: 'de tussen zandlaag is te dun om piping op te laten treden' zijn alle drie onderbouwd door middel van het uitgevoerde grondonderzoek en de peilbuisanalyse. Er is een Sellmeijer berekening uitgevoerd om onzekerheid uit te sluiten mocht de zandlaag wel in verbinding staan met het achterland. Op basis van de verschillende opties en de Sellmeijer berekening is piping uitgesloten.

7 Microstabiliteit (STMI)

Het dijktraject is geheel op Microstabiliteit (STMI) goedgekeurd. Deze conclusie wordt niet gewijzigd. Achtergrond: de dijk bestaat uit een kern van klei en of veen, er is geen zandlaag op het talud aanwezig. Microstabiliteit is niet van toepassing.

8 Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de berekeningen systematisch doorlopen en daar waar nodig verbeteringen toegepast. Op basis van de wijzigingsvoorstellen zijn nieuwe of aangepaste schematisaties en berekeningen gemaakt. De berekeningen zijn uitgevoerd met D-Geo Stability versie 18.1.

8.2 Normering

De kade is door de provincie Utrecht ingedeeld in IPO-klasse III [Ref [7]]. In overeenstemming met de Leidraad toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen (LTVRW) [Ref [5]], hoofdstuk 2.9.4, heeft deze klassen een bijbehorende overschrijdingskans van 1/100 per jaar. De stabiliteit van de kering is theoretisch gewaarborgd indien bij rekenwaarden van de sterkteparameters van de ondergrond voldaan wordt aan:

$$\gamma / (\gamma_n \times \gamma_d \times \gamma_b) \geq 1,0$$

Waarin:

γ = Stabiliteitsfactor berekend bij rekenwaarden van de sterkteparameters.

γ_n = Schadefactor.

γ_d = Modelfactor.

γ_b = Schematiseringsfactor.

Op deze wijze is de stabiliteit gewaarborgd indien de berekende stabiliteitsfactor γ groter is dan het product tussen de haakjes. In Tabel 8-1 is een overzicht opgenomen van de vereiste stabiliteitsfactoren voor situaties waarbij wel of geen opbarsten/opdrijven voorkomt.

Tabel 8-1: Berekening vereiste stabiliteitsfactor Geuzensloot

Situatie	Schadefactor (IPO-III)	Model-factor	Schematiseringsfactor*	Stabiliteitsfactor SF _{eis}
Spencer-Van der Meij geen opbarsten (vigerend)	0,90	0,95	1,2	1,03
Bishop (controle)	0,90	1,0	1,2	1,08
Spencer-Van der Meij opbarsten (vigerend)	0,90	1,05	1,2	1,13
Uplift Van (controle indien opbarsten)	0,90	1,05	1,2	1,13
Bishop (controle bij opdrijven)	0,90	1,10	1,2	1,19

*: Er is gestart met een schematiseringsfactor van 1,2. Indien blijkt dat de resultaten onvoldoende zijn, dan is bekeken of de schematiseringsfactor geoptimaliseerd wordt.

8.3 Maatgevend boezempeil (MBP)

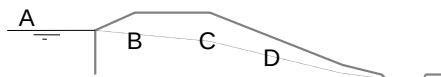
Het maatgevend boezempeil is NAP+0,0 m.

8.4 Polderpeil

De polderpeilen zijn ontleend aan Geoweb. De vigerende polderpeilen zijn geraadpleegd en toegepast in de berekeningen. Een overzicht van de polderpeilen is weergegeven in Tabel 8-2.

8.5 Verloop freatische lijn in de dijk

Het verloop van de freatische lijn is schematisch weergegeven door middel van Figuur 8-1, de waarden zijn weergegeven in Tabel 8-2. De gehanteerde waarden zijn overgenomen uit de toetsing van 2012. De waarden uit de oude toetsing zijn gebaseerd op waterspanningsmeters die 5 maal zijn uitgelezen in de periode maart tot en met april 2002. De gemiddelde waarden zijn geëxtrapoleerd voor de situatie extreme neerslag. De ligging van de freatische lijn is daarbij deels gebaseerd op MSEEP berekeningen gebaseerd op de toetsing van 2012 [1].



Figuur 8-1: Schematisatie freatische lijn

Tabel 8-2: Verloop freatische lijn

Kadevak	Hoogte freatische lijn					Stijghoogte 1 ^e watervoerend pakket [NAP .. m]
	A Boezem-peil [NAP.. m]	B Buiten-Kruinlijn ¹ [NAP.. m]	C Binnen-kruinlijn [NAP.. m]	D Uittreden binnentalud [NAP.. m]	Slootpeil/ polderpeil [NAP.. m]	
29	0,00	n.v.t.	-0,30	-1,10	-2,25	-1,95
30, 30A	0,00	n.v.t.	-0,30	-1,10	-2,25	-1,95
30A	0,00	n.v.t.	-0,30	-1,10	-2,25	-1,95
30B	0,00	n.v.t.	-0,30	-1,10	-2,25	-1,95
31	0,00	n.v.t.	-0,30	-1,10	-2,25	-1,95
32 en 32A	0,00	n.v.t.	-0,30	-1,10	-2,52	-1,95
32B	0,00	n.v.t.	-0,30	-1,10	-2,15	-1,95
33 en 33B	0,00	n.v.t.	-0,30	-1,10	-2,15 ²	-1,95
33A	0,00	n.v.t.	-0,30	-1,10	-2,15	-1,95
34	0,00	n.v.t.	-0,80	T.p.v. teen	-2,35	-1,95
35	0,00	n.v.t.	-0,80	T.p.v. teen	-2,35	-1,95
36	0,00	n.v.t.	-0,80	T.p.v. teen	-2,35	-1,95
37	0,00	n.v.t.	-0,80	T.p.v. teen	-2,35	-1,95

¹: De waarden bij de buitenkruinlijn zijn niet van toepassing. Dit is NAP -0,20 m indien geen gegevens bekend zijn, echter in de oude toetsing is een analyse uitgevoerd naar de freatische lijn. Deze gegevens zijn overgenomen in de huidige toetsing.

²: kadevak 33B bevat een polderpeil variërend van NAP -2,15 m tot en met NAP -2,35 m, hier is een conservatieve waarde van NAP -2,15 aangehouden. Dit betreft het zomerpeil, het winterpeil is NAP -2,35 m.

Natte plekken

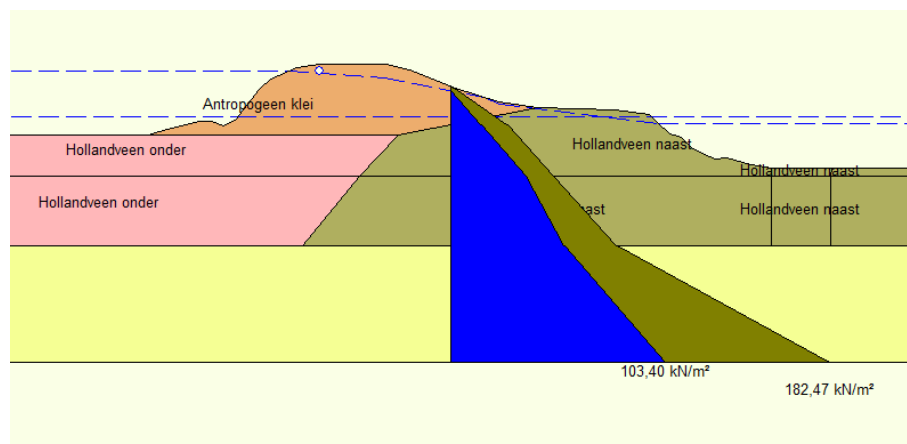
Er zijn op verschillende locaties natte plekken waargenomen. De natte plekken zijn onder andere waargenomen in het achterland en op het binnentalud in kadevak 36, 33, 32, 30 en 29. De omvang van de natte plekken varieerde tussen de 5 en 15 m² en in enkele gevallen meer dan 15 m². Dit is geconstateerd tussen 2008 en 2013. Daarna zijn geen meldingen bekend van natte plekken.

De freatische lijn is om deze reden hoog geschematiseerd ter plaatse van het binnentalud. De freatische lijn ligt in enkele gevallen vlak onder maaiveld wat de natte plekken representeert.

8.6 Stijghoogte 1^e watervoerend pakket en stijghoogteverloop

De gebruikte stijghoogte in de stabiliteitsberekeningen is gebaseerd op basis van de isohypse-kaart [Ref [8]], gebaseerd op gemiddelde stijghoogtes. Hieruit volgt een waarde van NAP -1,95 m.

Het stijghoogteverloop over de slappe lagen is lineair geïnterpoleerd tussen de freatische lijn en de stijghoogte in de tussen zandlaag en/of het pleistocene zandpakket over een indringingslengte van drie meter. De indringingslengte is conservatief ingestoken en is gebaseerd op het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken, bijlage b4-3. [Ref [9]] Als voorbeeld is dit weergegeven voor dwarsprofiel 3140 in Figuur 8-2.



Figuur 8-2: Stijghoogteverloop over cohesieve slappe lagen

8.7 Verkeersbelasting

In kadevak 30 ligt een asfalt weg op de dijk. Voor de verkeersbelasting op verharde keringen wordt volgens de LTVRW 2015 [5] 13kN/m² aangehouden. De verkeersbelasting is gespreid over 2,5m. Hierbij zal het oppervlak op de meest ongunstige locatie van de weg aanwezig zijn.

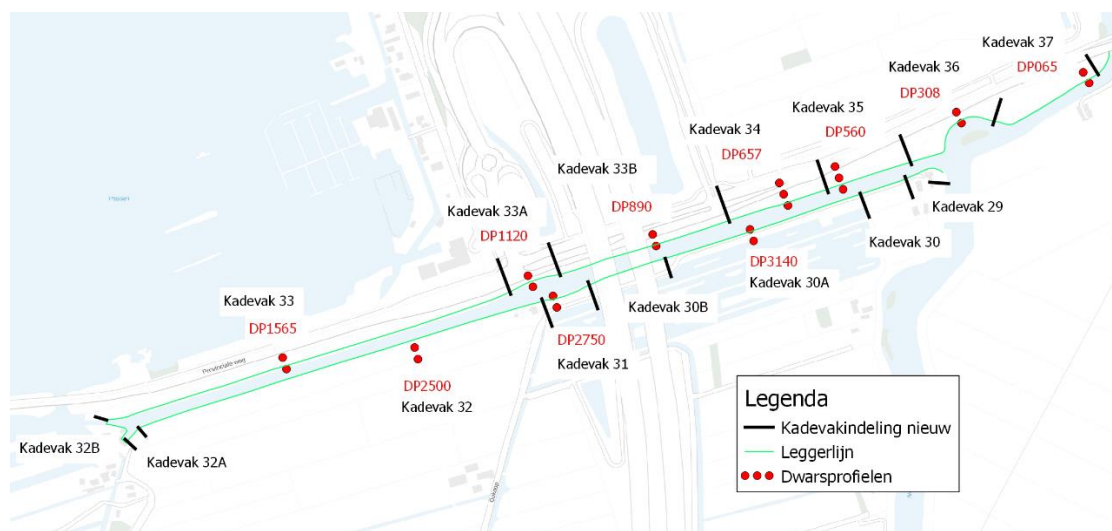
Het aanpassingspercentage is voor het slappe lagenpakket 50% en voor zandlagen 100%, ook deze waarden zijn conform LTVRW 2015. Voor de stabiliteitsberekening is een spreiding aangehouden van de verkeersbelasting van 26,6° voor zand en 18,3° voor klei aangehouden (LTVRW 2015 Module B, pg. 13) [Ref [5]].

De overige dijkvakken bevatten geen weg en dit betreft een groene dijk met smalle kruin. Een lichte verkeersbelasting van 5 kN/m² is hierdoor voldoende en kan worden gezien als een onderhoudsbelasting.

8.8 Schematisatie dwarsprofielen

De dwarsprofielen zijn geschematiseerd op basis van maatgevende locaties met betrekking tot het al dan niet aanwezig zijn van een teensloot en de taludhelling. De profielen zijn ontleend aan AHN3 vanuit het programma QGIS. Daarnaast is een inmeting verricht ter hoogte van de watercompensatie in kadevak 30. Hierbij is ook het natte profiel ingemeten van het buitenwater. Het natte profiel is ook gebruikt voor de overige dwarsprofielen waarvan het natte profiel niet beschikbaar is. De profielen zijn weergegeven in bijlage 5.

De locaties van de dwarsprofielen zijn gevisualiseerd in Figuur 8-3.



Figuur 8-3: Locatie dwarsprofielen

8.9 Grondopbouw en volumiek gewicht

De grondopbouw is gebaseerd op basis van een geotechnisch lengteprofiel die opgesteld is voor de reconstructie van de westelijke kade Angsteltkade, kade Geuzensloot en zuidelijke kade Nieuwe Wetering [Ref [6]]. De boringen en sonderingen zijn gecontroleerd en het geotechnisch lengteprofiel sluit hierop goed aan. In het geotechnisch lengteprofiel is een veen laag aanwezig die plaatselijk klei bevat. In de handboringen is dit niet aangetroffen, hier betreft het alleen veen. Daarom is alleen Hollandveen geschematiseerd in de berekeningen. Daarnaast is een recent grondonderzoek uitgevoerd naar een tussenzandlaag in kadevak 33, 33A, 33B en 34. Er zijn hiervoor handboringen uitgevoerd, peilbuizen geplaatst en korrelverdelingen bepaald van 5 zandmonsters.

De gehanteerde sterkteparameters in de toetsing van 2012 zijn afkomstig uit de proevenverzameling Amstel die is opgesteld op basis van celproef resultaten uit het COW-onderzoek. Dit is een spanningsafhankelijke proevenverzameling van rekenparameters. De proevenverzameling is weergegeven in GD-rapport CO-389490/39 van augustus 2001. Op basis van de celproef resultaten zijn ook de volumieke massa's bepaald. In de voorliggende rapportage zijn de volumieke

gewichten overgenomen en op basis van de volumieke gewichten zijn de huidige sterkteparameters gekoppeld aan de grondlagen. De sterkteparameters zijn in paragraaf 8.10. beschreven. De rekenwaarde van de volumieke gewichten zijn weergegeven in de tabellen van de bodemopbouw, opgenomen in bijlage 12. De waarden zijn ontleend aan de rapportage van de reconstructie van de westelijke kade Angstelskade, kade Geuzensloot en zuidelijke kade Nieuwe Wetering [Ref [6]].

Er is een scheiding aangebracht in het volumiek gewicht van veen onder de kruin en het achterland. De kruin is in de loop der tijd gezet waardoor het volumiek gewicht van veen in de kruin iets hoger is vergeleken met het veen in het achterland. Dit sluit aan op de methode die Deltares in de toetsing van 2012 heeft toegepast.

De bodemopbouw is weergegeven in tabellen. Gezien het aantal kadevakken is de bodemopbouw in de bijlage opgenomen ten behoeve van de leesbaarheid. Zie bijlage 12: Bodemopbouw.

8.10 Sterkteparameters

De berekeningen uit de laatste toetsing zijn uitgevoerd met de sterkteparameters uit de toenmalige proevenverzameling bij 2% rekgrens.

Inmiddels is er een nieuwe regionale proevenverzameling beschikbaar [10] en worden berekeningen uitgevoerd bij 5% rekgrens. In Tabel 8-3 zijn de rekenwaarden van de sterkteparameters bij 5% weergegeven, die op basis van volumieke gewichten zijn toegewezen aan de grondlagen en grondsoorten, zoals beschreven in paragraaf 8.9.

Tabel 8-3 Rekenwaarden van de sterkteparameters voor veen en klei bij 5% rek [3]

Grondsoort	Volumieke massa γ_{nat} (kN/m ³)	Sterkteparameter 5% rek	
		c'_d (kPa)	ϕ (°)
Veen	<10,8	1,23	26,54
Klei	10,8 - 13,5	3,84	25,14
	13,5 - 15	4,20	25,38
	15,0 - 17,0	0,0	31,43
	>17,0	0,09	31,83

8.11 Schematiseringsfactor

In eerste instantie is gerekend met een schematiseringsfactor van 1,20. Indien de toetsing niet voldoet, dan wordt onderzocht of het mogelijk is om de schematiseringsfactor te optimaliseren. (zie LTVRW 2015 Bijlage B, pg. 24. [Ref [5]])

8.12 Nieuw toetsresultaat

In deze paragraaf is het resultaat opgenomen van de nieuwe opbarst- en stabiliteitsberekeningen.

8.12.1 Resultaat opbarsten en opdrijven

Er is een opbarstberekening uitgevoerd conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [Ref [11]], hoofdstuk 5.6.3. Deze opbarstberekening is, in overeenstemming met de LTVRW [Ref [5]], uitgevoerd voor

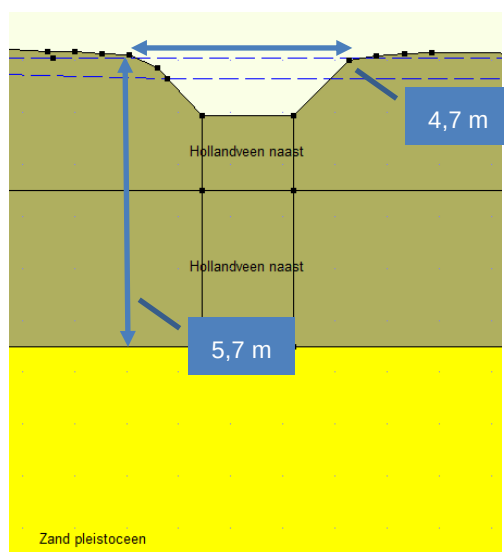
de belastingsituatie hoogwater. Het resultaat van deze berekening bepaalt welk model vigerend is voor de stabiliteitsberekeningen. De opbarstberekeningen zijn gepresenteerd in bijlage 6 en het resultaat is opgenomen in Tabel 8-4.

Tabel 8-4: Resultaat opbarstberekening

Dijkvak	Traject [m]		Dwarsprofiel	Inclusief bepaling effectieve laagdikte?	SF_eis	SF hoogwater	Oordeel
	Van	Tot					
30A	2811	3387	3140	Nee	1 – 1,2	0,97	Opdrijven*
31	2726	2811	2750	Nee	1 – 1,2	0,97	Opdrijven*
32	1889	2726	2500	Ja	1 – 1,2	1,03	Opdrijven, deklaag > 4 m
33	1159	1889	1565	Ja	1 – 1,2	1,22	Voldoet
33A	1067	1159	1120	Nee	1 – 1,2	1,27	Voldoet
33B	761	1067	890	Ja	1 – 1,2	1,20	Voldoet
34	584	761	657	Ja	1 – 1,2	1,14	Opdrijven, deklaag > 4 m
35	433	584	560	Ja	1 – 1,2	1,08	Opdrijven, deklaag > 4 m
36	250	433	308	Ja	1 – 1,2	1,24	Voldoet
37	45	250	065	Ja	1 – 1,2	1,40	Voldoet

*: Op basis van overleg met Deltares is aangenomen dat de veenlaag in dit profiel niet opbarst, ondanks dat de afdekkende laag ca. 3,5 meter is en een opbarstfactor van 0,97 wordt gevonden. Derhalve is niet gerekend met gereduceerde sterkteparameters in een eventuele opbarstzone. Indien gerekend wordt met $c=0$, $\phi=0$ dan is dit erg conservatief. Het veen kan iets opliften, maar zal niet in zijn geheel opbarsten. Een sondering voor het bepalen van de sterkte van het veen is niet benodigd, aangezien niet verwacht wordt dat hier extra sterkte aan kan worden ontleend.

De locatie van de teensloot is gebruikt voor de opbarstberekening of, indien een teensloot afwezig is, de binnenteen van de dijk. Op basis van de bepaling van de effectieve laagdikte voor opbarsten bij een sloot is opbarsten uitgesloten voor kadevak 32, 33, 34, 35, 36 en 37. Er is een effectieve laagdikte toegepast, omdat de slootbreedte kleiner is dan de dikte van het ondoorlatende pakket naast de teensloot. Dit is weergegeven in Figuur 8-4 voor kadevak 32 in dwarsprofiel 2500.



Figuur 8-4: Bepaling effectieve laagdikte, kadevak 32, DP2500: slootbreedte < dikte cohesieve lagen

8.12.2 Resultaat STBI

In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven van de berekeningen met betrekking tot binnenwaartse stabiliteit.

Uit de resultaten blijkt dat kadevak 30 t/m 32 en kadevak 34 onvoldoende zijn. Het optimaliseren van de schematiseringsfactor is voor deze kadevakken ook niet haalbaar. Kadevak 33, 33A en 33B zijn in eerste instantie onvoldoende, voor deze profielen is het optimaliseren van de schematiseringsfactor wel zinvol. Na optimalisatie van de schematiseringsfactor voldoen deze profielen wel aan de stabiliteitseis. De uitwerking hiervan is opgenomen in bijlage 7. Uit de resultaten blijkt dat kadevak 35 t/m 37 voldoende zijn. De resultaten van de glijcirkels zijn in bijlage 8 opgenomen.

Tabel 8-5: Resultaten STBI, (her)toetsing

Dijkvak - dwarsprofiel	Traject[m]		Stabiliteitsfactor Spencer (vigerend)		Stabiliteitsfactor LiftVan (controle)		Conclusie
	Van	Tot	Eis	Berekend	Eis	Berekend	
30(A) – DP3140	2811	3387	1,13	0,61	1,13	0,54	Onvoldoende
31 – DP2750	2726	2811	1,13	0,70	1,13	0,73	Onvoldoende
32 – DP2500	1997	2726	1,13	0,86	1,13	0,88 ²	Onvoldoende
32A	1966	1997	In kadevak 32A en 32B is een waterkerende damwand aanwezig, om deze reden wordt hier geen binnenwaartse instabiliteit verwacht. Tevens is een kunstwerk aanwezig (sluis en gemaal) in kadevak 32B, dit kunstwerk valt buiten de scope van deze toetsing. De damwand in kadevak 32A behoort tot het kunstwerk. Van de waterkerende damwand is een ontwerp rapport gecontroleerd. Het ontwerp bevat een levensduur van 50 jaar. De uitgangspunten zijn niet gewijzigd. Daarmee voldoet de huidige damwand.				Voldoende
32B	1889	1966					Voldoende
33 – DP1565	1159	1889	0,91 ⁴	1,15	1,00 ^{3,4}	1,13	Voldoende
33A – DP1120	1067	1159	0,88 ⁴	0,92	0,93 ⁴	1,03 ¹	Voldoende
33B – DP890	761	1067	0,93	1,01	0,98 ¹	1,03	Voldoende
34 – DP657	584	761	1,19 ⁶	0,95 ⁵	1,13	0,87	Onvoldoende
35 – DP560	433	584	1,13	1,37 ⁷	1,13	1,29	Voldoende
36 – DP308	250	433	1,03	1,30	1,08 ¹	1,34 ¹	Voldoende
37 – DP065	45	250	1,03	1,77 ³	1,13 ³	1,65	Voldoende

¹: Het model is gecontroleerd met Bishop, er is geen horizontaal glijvlak aanwezig en een controle met LiftVan is niet benodigd, ook niet conform de opbarstberekening.

²: Het model geeft geen horizontale glijcirkel. Daarom is het model ook gecontroleerd met Bishop. Spencer en Bishop en LiftVan komen overeen met een niet horizontaal maatgevend glijvlak.

³: Conform de opbarstberekening is geen controle benodigd met het model LiftVan (geen oprijfsituatie), echter het model Spencer geeft een horizontaal glijvlak. Daarom is toch het dwarsprofiel wel gecontroleerd met het model LiftVan.

⁴: De schematiseringsfactor is geoptimaliseerd, daarom wijkt de eis af van de beschreven normering in paragraaf 8.2, de uitwerking is in bijlage 7 opgenomen.

⁵: Dit dwarsprofiel is berekend met Bishop en LiftVan. Spencer geeft niet een maatgevend resultaat.

⁶: Het model Bishop en LiftVan is toegepast, zie 5. Bishop geeft een eis van 1,19, omdat opdrijven niet uitgesloten kan worden.

⁷: Indien het model Spencer vrij zoekt naar een glijcirkel wordt een glijcirkel berekend die niet horizontaal is met een SF van 1,40. Controle met LiftVan geeft een horizontaal glijvlak met een SF van 1,29. Daarom is het model Spencer geforceerd om een horizontaal glijvlak te berekenen, hieruit komt een SF van 1,37.

9 Macrostabiliiteit buitenwaarts (STBU)

9.1 Inleiding

Er is een (her)beschouwing van het faalmechanisme STBU uitgevoerd aan de hand van de LTVRW 2015 module C [Ref. [5]].

9.2 (Her)toetsing

De richtlijn stelt dat in sommige situaties macrostabiliiteit geen rol speelt met betrekking tot de waterveiligheid. Macrostabiliiteit van het buitentalud kan optreden als 1 van de volgende situaties zich voor doet:

1. Extreem laag water door natuurlijke variatie.
2. Val van het peil door calamiteit elders.
3. Verdieping van de waterbodem of vooroever door baggeren en schade aan oeverconstructie.
4. Extreme verkeersbelasting.
5. Extreem laag water door tijdelijke verlaging van waterstand door menselijke activiteit.

Het peil in de boezem is strikt gereguleerd, er is dus geen sprake van extreme natuurlijke variatie. Daarmee kan oorzaak 1 worden uitgesloten.

Oorzaak 2, een val van het peil door een calamiteit kan worden uitgesloten als aan minimaal één van de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- Aan dezelfde boezem bevindt zich geen polder met een veiligheidsnorm die tenminste een factor 10 lager is.
- De daling van de waterstand ter plaatse van de beschouwde kade is minder dan 0,30 m, doordat een waterbergingsgebied of een polder met een lagere veiligheidsnorm zich op een voldoende grote afstand bevindt.
- Een nabijgelegen waterbergingsgebied of polder met een lage veiligheidsnorm heeft een dusdanig grote waterbergingscapaciteit dat na de inzet of overstroming in het boezemstelsel een voldoende lage waterstand resteert.

Langs het boezemstelsel van de Geuzensloot zijn enkel waterkeringen uit veiligheidsklasse III, aanwezig. Omdat de Geuzensloot is ingedeeld in klasse III zijn er dus geen waterkeringen in het systeem aanwezig met een lagere veiligheids categorie. Daarmee wordt voldaan aan de voorwaarde 'Aan dezelfde boezem bevindt zich geen polder met een veiligheidsnorm die tenminste een factor 10 lager is'.

Oorzaak 3: Het verdiepen van de waterbodem door baggeren of schade aan de oeverconstructie. Er mag conform de LTVRW 2015 module C [Ref. [5]] worden aangenomen dat er adequaat beheerd wordt. Daarom hoeft er met oorzaak 3 geen rekening te worden gehouden.

Oorzaak 4, Extreme verkeersbelasting. Langs de Geuzensloot ligt een groene kade en een deel bevat een weg op de kade. Echter dit deel is een zeer smalle kade die praktische gezien nauwelijks voertuigen toelaat. Er kan dus worden aangenomen dat extreme verkeersbelasting niet relevant is.

Oorzaak 5: Extreem lage waterstand door menselijk handelen. Er kan conform de LTVRW 2015 module C [Ref. [5]] vanuit worden gegaan dat een dergelijke belasting alleen plaats kan vinden wanneer er een vergunning is uitgegeven. Daarom mag worden beredeneerd dat dit in de vergunningaanvraag wordt ondervangen. Er hoeft daarom geen rekening gehouden te worden met oorzaak 5.

9.3 Conclusies STBU

Het faalmechanisme STBU is niet relevant wanneer aan vijf voorwaarden wordt voldaan. De vijf voorwaarden zijn voor de Geuzensloot beschouwd. Er is aan alle vijf voorwaarden voldaan. Hiermee kan STBU worden uitgesloten als relevant faalmechanisme. Wel wordt aanbevolen in de uitvoering praktische maatregelen te nemen om de buitenstabiliteit niet verder te laten afnemen of beter nog waar mogelijk gedurende de dijkverbetering te verbeteren.

10 Potentiële dijkverbeteringsmaatregelen

10.1 Hoogte

De Geuzensloot voldoet niet volledig aan hoogte. Dit is beschreven in hoofdstuk 5: Hoogte. Hier is beschreven op welke metreringen ophogingen benodigd zijn voor het schetsontwerp (SO). Deze hoogte is tevens meegenomen in de stabiliteitsberekeningen van de schetsontwerpen.

Voor de hoogtetoeets is een achtergrondzetting gebruikt van 1,6 cm/jaar. Dit is verkregen uit ingemeten langsprofielen. Deze waarde is relatief hoog, in het beheergebied wordt vaak een achtergrondzetting van 1 cm/jaar toegekend. Doordat de achtergrondzetting relatief hoog is, dient de kruin opgehoogd te worden naar NAP+0,58 m. Dit is gebaseerd op de norm van NAP+0,1m, welke gecompenseerd is met een achtergrondzetting over een planperiode van 30 jaar. In de praktijk wordt hiervoor een kruin ontwerphoogte van NAP+0,6 m aangehouden.

Doordat de ophoging relatief hoog is vergeleken met een achtergrondzetting van 1 cm/jaar wordt geadviseerd om geen zettingscompensatie aan te brengen. Na aanleg dient een langsprofiel ingemeten te worden en na 10 jaar dient dit opnieuw uitgevoerd te worden. Op deze manier kan opnieuw de achtergrondzetting berekend worden om het oordeel aan te scherpen. Indien de achtergrondzetting alsnog hoog is, kan een onderhoudsslag uitgevoerd worden om de zettingen te compenseren.

Tevens wordt geadviseerd om de ophoging in twee slagen uit te voeren indien de ophoging significant meer dan 0,4 meter bedraagt. De eerste ophoging tot NAP+0,4 m en vervolgens na zes weken ophogen tot NAP+0,6 m. Hiermee zijn de primaire zettingen al opgetreden en deze zettingen worden gecompenseerd in de tweede ophoogslag. In Tabel 10-1 staat per dijkvak (die afgekeurd zijn op hoogte) beschreven hoe hoog de ophoging dient te zijn.

De minimale kruinbreedte dient 1,5 meter te bedragen. Echter in de legger is een kruinbreedte van 3 m opgenomen. Indien er ruimte is om een kruinbreedte van 3 m aan te leggen zonder aanvulling van het talud, dan wordt dit toegepast. Als een kruinbreedte van 3 m resulteert in een aanvulling op het talud/berm, dan is een kruinbreedte tussen 1,5 en 3 m toegepast. Hierbij is getracht de kruinophoging aan te sluiten op de bestaande kruinlijnen.

Tabel 10-1: Ophoogslag

Dijkvak	Metrering [m]	Levens- duur [jaar]	Huidige hoogte [NAP + ... m]		Ophoging [m]	Opmerkingen
			2014 ¹	2019 ²		
29	3387-3456	0	+0,04 tot +0,11	-0,04 tot +0,03	0,6	Er is hier bebouwing aanwezig, hier dient een maatwerkoplossing toegepast te worden in het project.
31	2726-2811	0	-0,05 tot +0,05	-0,13 tot -0,03	0,65	Op deze locatie heeft vroeger de A2 gelegen.
32	1997-2726	7,5	+0,3	+0,22	0,38	Over een lengte van circa 30 meter is een tekort aanwezig t.h.v. metrerings 2700. De locatie ligt naast kadevak 31 en betreft een particuliere tuin. Geadviseerd wordt om dit deel met de ophoging van kadevak 31 op te hogen.

Dijkvak	Metrering [m]	Levens- duur [jaar]	Huidige hoogte [NAP + ... m]		Ophoging [m]	Opmerkingen
			2014 ¹	2019 ²		
32B	1889-1966	1	+0,2	+0,12	0,1 Tot bovenkant waterkerende damwand NAP +0,18 m	Ter hoogte van metrerings 1900 is de hoogte niet voldoende in 2019 volgens de gegevens van AHN3. Dit is hersteld in 2014 door middel van een kadeophoging. De revisietekening is in de bijlage opgenomen. Echter hier heeft een geringe ophoging plaatsgevonden tot NAP +0,2 m. In 2029 zal dit niet voldoen aan NAP+0,1m indien een zetting optreedt van 0,016 m/jaar. Hier is een waterkerende damwand aanwezig, geadviseerd wordt om dit deel niet op te hogen tot NAP+0,6 maar tot de hoogte van de waterkerende damwand.
33	1159-1889	0	+0,05	-0,03	0,6	Ter hoogte van metrerings 1900 is over een lengte van circa 50 m de huidige hoogte in 2019 niet voldoende.
		0	+0,16	+0,08	0,52	Dit geldt ook ter hoogte van metrerings 1700 over een lengte van circa 60 meter.
		4,5	+0,25	+0,17	0,43	Ter hoogte van metrerings 1800 heeft de kade over een lengte van circa 85 m een restlevensduur van circa vier tot vijf jaar.
		5	+0,26	+0,18	0,42	Ter hoogte van metrerings 1500/1600 heeft de kade over een lengte van circa 185 m een restlevensduur van circa vijf jaar.
		7,5	+0,30	+0,22	0,38	Ter hoogte van metrerings 1400 heeft de kade over een lengte van circa 40 m een restlevensduur van ca. zeven tot acht jaar.
33B	761-1067	7,5	+0,30	+0,22	0,38	Ter hoogte van metrerings 1300 heeft de kade over een lengte van circa 120 m een restlevensduur van ca. zeven tot acht jaar.
		5	+0,26	+0,18	0,42	Ter hoogte van metrerings 1100 heeft de kade over een lengte van circa 55 m een restlevensduur van circa vijf jaar.
33A	1067-1159	5	+0,26	+0,18	0,42	Ter hoogte van metrerings 950 heeft de kade over een lengte van circa 45 m een restlevensduur van circa vijf tot zes jaar. Hier ligt ook de A2 en zijn geen hoogtegegevens van de kade onder de viaducten beschikbaar.
34	584-761	7,5	+0,30	+0,22	0,38	Ter hoogte van metrerings 700 heeft de kade over een lengte van circa 140 m een restlevensduur van ca. zeven tot acht jaar.
35	433-584	0	+0,16	+0,08	0,52	Ter hoogte van metrerings 565 is de huidige hoogte van de kade over een lengte van circa 20 meter in 2019 niet voldoende.
		5,5	+0,27	+0,19	0,41	Ter hoogte van metrerings 540 heeft de kade over een lengte van circa 55 m een restlevensduur van circa vijf tot zes jaar.

1: Hoogte verkregen via AHN3, ingevlogen in 2014

2: Hoogte berekend naar aanleiding van de hoogtegegevens uit 2014 gecompenseerd met
achtergrondzetting van 1,6 cm/jaar

10.2 Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)

In deze paragraaf zijn de schetsontwerpen beschreven met betrekking tot binnenwaartse stabiliteit. De berekeningen die hiervoor zijn gebruikt zijn gelijk aangepast met betrekking tot de vereiste hoogte over een planperiode van 30 jaar. Dus er is een ontwerphoogte van NAP+0,6 m ingevoerd in de berekeningen bij de dwarsprofielen waar een ophoging benodigd is.

Daar waar geen stabiliteitsprobleem is gevonden uit de toetsing (beschreven in hoofdstuk 8) en wel een ophoging benodigd is van de kruin, is een controle uitgevoerd of de ophoging niet de stabiliteit in het geding brengt.

De normering van het ontwerp verschilt vergeleken met de toetsing. Bij het ontwerp wordt een robuustheidsfactor van 0,05 meegenomen. Deze is als volgt toegevoegd aan de normering:

*Normering = (schadefactor + 0,05) * modelfactor * schematiseringsfactor.*

De schematiseringsfactor is niet geoptimaliseerd voor de Geuzensloot, met uitzondering van kadevak 33, 33A en 33B. Voor de overige kadevakken is uit de toetsresultaten gebleken dat het niet nodig is of niet zinvol is om de schematiseringsfactor te optimaliseren om de toetsresultaten met een voldoende te beoordelen. Voor het ontwerp is de schematiseringsfactor wel geoptimaliseerd voor kadevak 29 tot en met 32 en voor kadevak 34. De optimalisatie is in bijlage 7 opgenomen. De normering verschilt per kadevak waar deze aan moet voldoen doordat de schematiseringsfactor verschilt per kadevak. De eisen zijn weergegeven in bijlage 13.

Voor de ophoging is uitgegaan van een kleibekleding met een volumiek gewicht van 16,19 kN/m³ en sterkteparameters die behoren bij dit volumiek gewicht. De locatie van de ophoging ligt op de leggerlijn, dus de buitenkruinlijn valt samen met de leggerlijn.

Hieronder is per kadevak beschreven en gevisualiseerd wat voor soort maatregel uitgevoerd moet worden om aan de vereiste stabiliteitsfactor te voldoen.

10.2.1 Kadevak 29

In kadevak 29 is geen dwarsprofiel opgezet, de verwachting is dat hier een soortgelijke maatregel benodigd is zoals in kadevak 30. De maatregel is vergelijkbaar omdat de ondergrond gelijk is. Echter er is hier bebouwing aanwezig, daarom dient een maatwerkoplossing in het project opgezet te worden.

10.2.2 Kadevak 30A (en 30)

In kadevak 30A is watercompensatie aangelegd. Dit heeft een negatief effect op de waterkering en dus is een grote berm benodigd om te voldoen aan stabiliteit. Om het ontwerp te laten voldoen aan de eis van 1,19 (kans op opdrijven is aanwezig) is een kleiberm van circa 19 meter benodigd, waarvan 12 meter in het gebied van de watercompensatie. Dit is een behoorlijke afmeting en gezien luchtfoto is dit ook te verklaren. De kleiberm is orde grootte gelijk aan de grondmoot die weg gegraven is toen de watercompensatie is aangelegd.

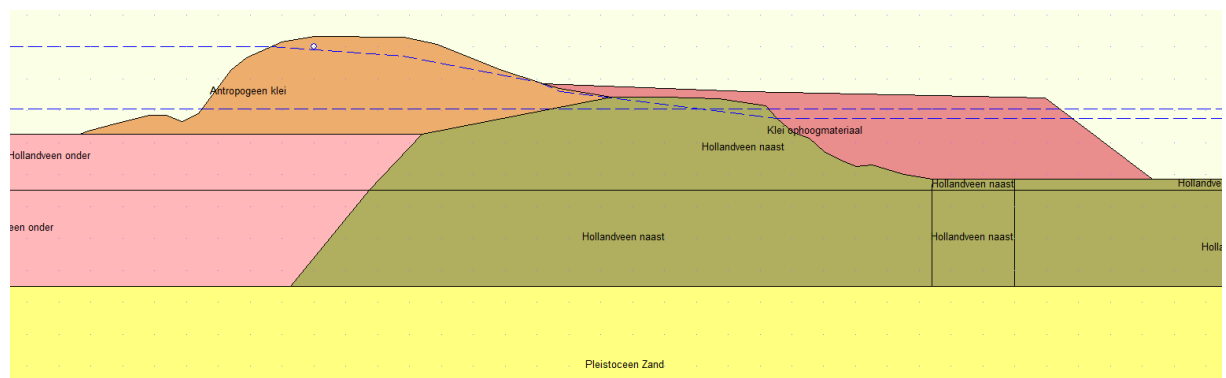
Een tweede optie met betrekking tot grondaanvulling is het aanleggen van een onderwaterberm van zand. De onderwaterberm strekt zich 20 meter uit vanaf de waterlijn. De ophoging is gemiddeld 1,1 meter dik

Een derde optie om de kade te verbeteren is het plaatsen van een waterkerende damwand langs het boezemwater die geplaatst wordt tot een hoogte van ten minste NAP +0,1 m.

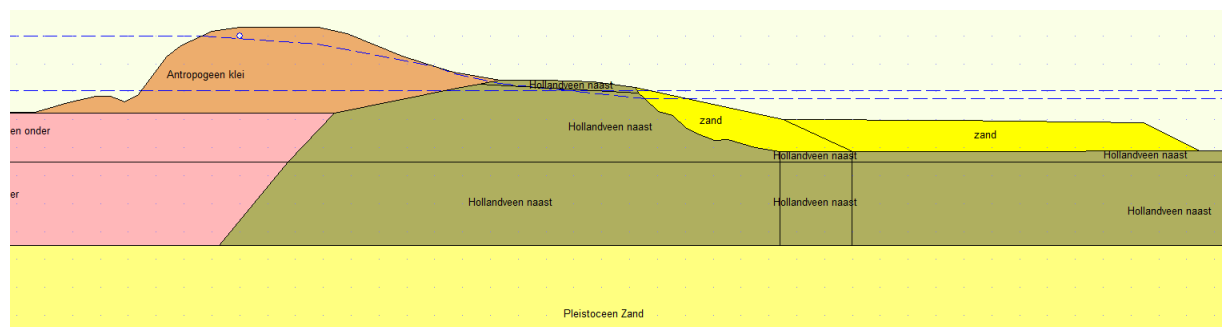
Een vierde optie is het plaatsen van een beschoeiing aan de binnenzijde om de glijcirkel te doorbreken, waardoor er geen horizontale afschuiving gaat plaatsvinden. Dit kan eventueel ook uitgevoerd worden door een verkorte berm toe te passen in combinatie met een beschoeiing.

Optie drie en vier zijn niet doorgerekend. Mogelijk andere opties zijn onder andere vernagelingstechnieken of het verleggen van de dijk rondom de aangelegde watercompensatie. Een visualisatie van de grondaanvullingen zijn weergegeven in Figuur 10-1 en Figuur 10-2.

In projectfase wordt geadviseerd om extra onderzoek uit te voeren naar de stijghoogte door middel van een raai peilbuizen en naar de cohesie van veenlaag in de vorm van triaxiaal- of DSS-proeven. Uit gevoeligheidsanalyse is gebleken dat de stijghoogte en de cohesie twee relevante parameters zijn die invloed hebben op het ontwerp. Een hogere cohesie van de veenlaag in combinatie met een lagere stijghoogte in de pleistocene zandlaag leidt tot een optimaler ontwerp, door bijvoorbeeld een kortere berm.



Figuur 10-1: Verbetermaatregel kadevak 30A optie grondaanvulling 1



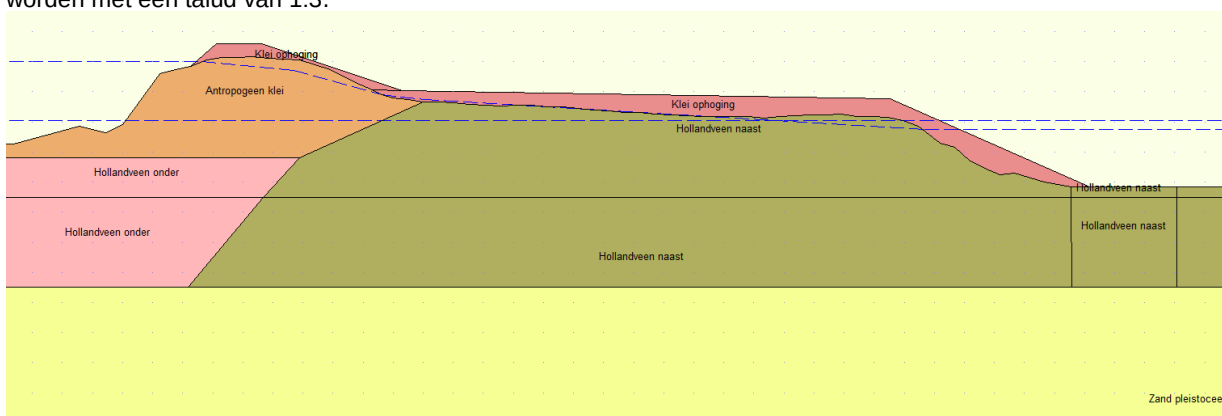
Figuur 10-2 Verbetermaatregel kadevak 30A optie grondaanvulling 2

10.2.3 Kadevak 30B

In kadevak 30B wordt geen stabiliteitsprobleem verwacht. In dit kadevak zijn de twee viaducten van de A2 geplaatst. De pijlers van de viaducten zijn vlak achter de dijk ter hoogte van de binnenteen/binnentalud geplaatst. Hierdoor doorsnijdt de paalfundatie een mogelijk glijvlak, waardoor geen instabiliteit ontstaat van het binnentalud. Hier is geen berekening voor gemaakt.

10.2.4 Kadevak 31

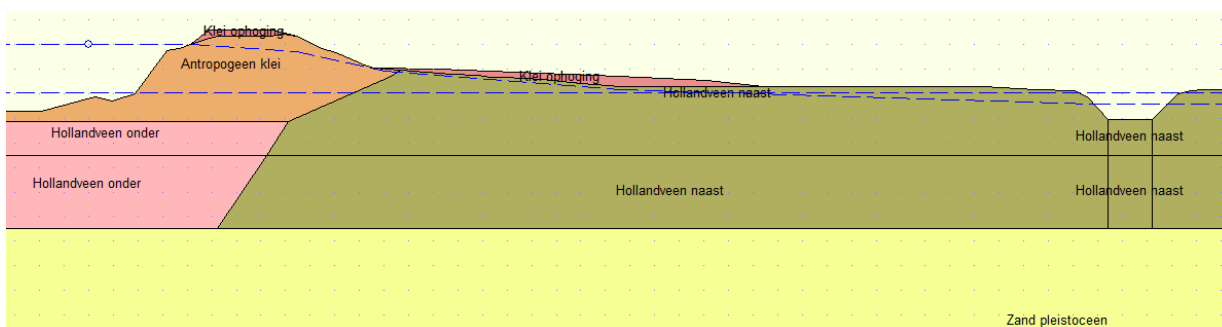
In kadevak 31 is een stabiliteitstekort, dit kan opgelost worden door de bestaande berm op te hogen met circa 0,5 tot 0,6 m en te verlengen met 2 m. Dit is gevisualiseerd in Figuur 10-3. Tevens is de kruinhoogte te laag. De kruinophoging wordt uitgevoerd tot NAP +0,6m met een kruinbreedte van 1,5 meter, dit beperkt een kleiaanvulling op het talud. Door de kruinophoging dient het talud aangevuld te worden met een talud van 1:3.



Figuur 10-3: Verbetermaatregel kadevak 31

10.2.5 Kadevak 32

In kadevak 32 is een stabiliteitstekort. Tevens is de stabiliteit doorerekend met een ontwerp kruinhoogte van NAP +0,6 m. De kruinbreedte is circa 2,6 m. Er dient over een lengte van circa 18,5 meter een ophoging uitgevoerd te worden achter de binnenteen. Het betreft het ophogen van het bestaande achterland met circa 0,2 tot 0,3 m. Dit is gevisualiseerd in Figuur 10-4.



Figuur 10-4: Verbetermaatregel kadevak 32

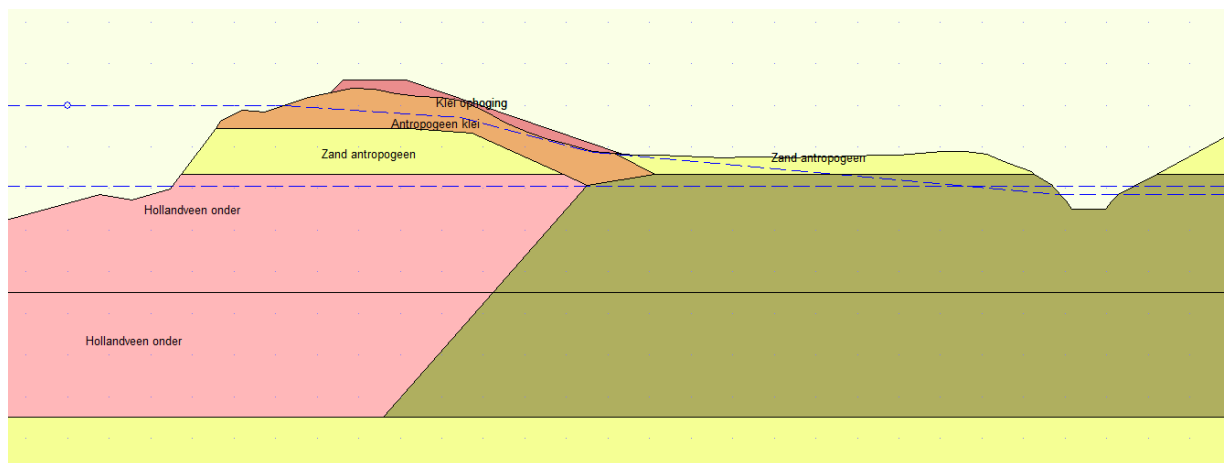
10.2.6 Kadevak 32A en 32B

In kadevak 32A is een waterkerende damwand aangebracht, om deze reden wordt hier geen binnenwaartse instabiliteit verwacht. Tevens is een sluis aanwezig in kadevak 32B, dit kunstwerk is niet getoetst en valt buiten de scope van deze toetsing. De waterkerende damwand in kadevak 32A heeft een levensduur van 50

jaar. De ontwerpberekening en uitgangspunten zijn gecontroleerd met de huidige uitgangspunten. Er zijn geen wijzigingen in de uitgangspunten, dus voldoet de waterkerende damwand. Het profiel is hier niet op hoogte. Dit dient aangevuld te worden tot de hoogte van de waterkerende damwand +0,2 m.

10.2.7 Kadevak 33

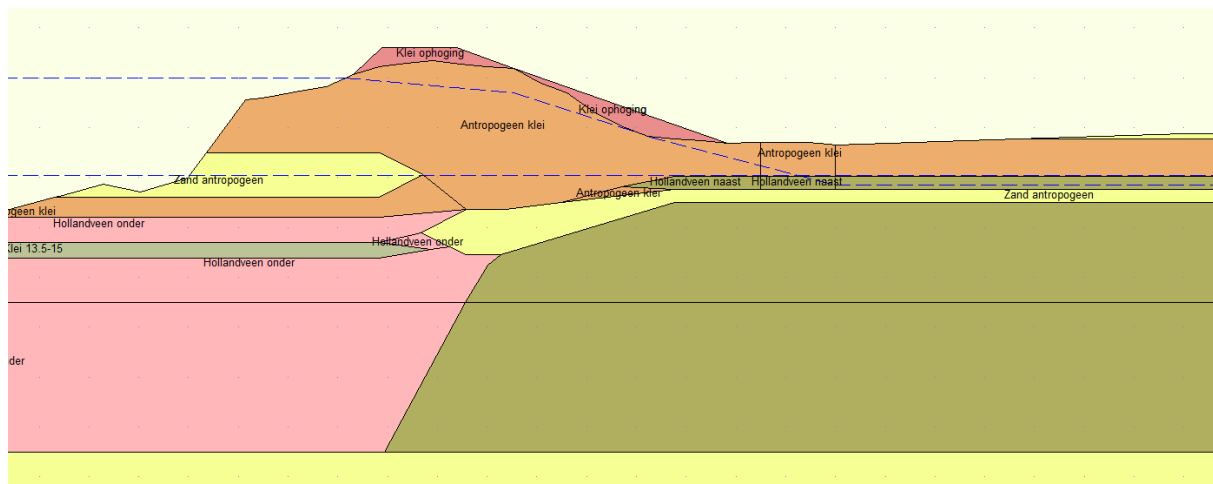
Kadevak 33 voldoet op binnenwaartse stabiliteit. Echter hier is wel een hoogtetekort. De nieuwe ophoging kan voor binnenwaartse instabiliteit zorgen. Om deze reden is het dwarsprofiel wel doorgerekend op STBI. Er treedt een horizontaal glijvlak op dus de stabiliteitsfactor moet minimaal voldoen aan 1,06. Hier wordt aan voldaan indien de kruin opgehoogd wordt tot NAP+0,6 m en een binnentalud van 1:3 wordt aangelegd. Een talud van 1:2 volstaat ook, echter binnen de scope wordt een binnentalud van 1:3 gehanteerd en een buitentalud van 1:1. De kruinbreedte is beperkt tot de minimale eis van 1,5 meter, dit beperkt de aanvulling op het binnentalud.



Figuur 10-5: Verbetermaatregel kadevak 33

10.2.8 Kadevak 33A

In kadevak 33A ligt de dijk dicht bij de provinciale weg. Er is geen stabiliteitsprobleem, echter de kruin dient wel opgehoogd te worden tot NAP +0,6 m. De ophoging kan voor binnenwaartse instabiliteit zorgen en derhalve is het dwarsprofiel gecontroleerd op STBI. Indien alleen de kruin wordt opgehoogd tot NAP+0,6 m, dan is de dijk instabiel. Er is een herprofilering van het binnentalud benodigd (1:3) om een stabiel dijklichaam te creëren, wat voldoet aan een stabiliteitsfactor van 0,93 (Spencer) en 0,98 (Bishop).

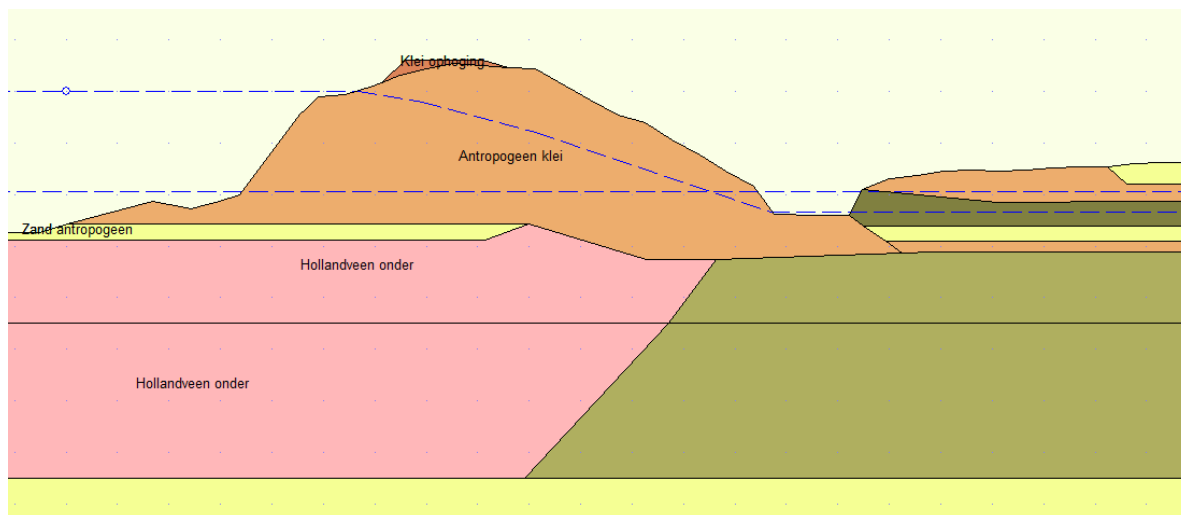


Figuur 10-6: Verbetermaatregel kadevak 33A

10.2.9

Kadevak 33B

De dijk in kadevak 33B ligt niet op hoogte, echter er is geen stabiliteitsprobleem. De hoogte onder de viaducten is onbekend, dit zou voor een optimalisatie nog ingemeten kunnen worden. Er is een profiel naast de A2 gevonden, die maatgevend is met betrekking tot steilheid van het talud. De kruin van dit profiel ligt iets hoger ten opzichte van de rest van het kadevak. Desondanks is toch een berekening gemaakt om te controleren wat de ophoging voor effect heeft op de stabiliteit. Geadviseerd wordt om de kruinhoogte op de ontwerphoogte van NAP +0,6m aan te leggen, met een minimale breedte van 1,5 m. De ophoging voldoet aan de stabiliteitseisen van 0,98 (Spencer) en 1,04 (Bishop). Indien de kruin breder dan 1,5m wordt gemaakt voldoet het ontwerp niet, dan wordt geadviseerd om de greppel te vullen met zand in combinatie met het toepassen van een grindkoffer en een drain.



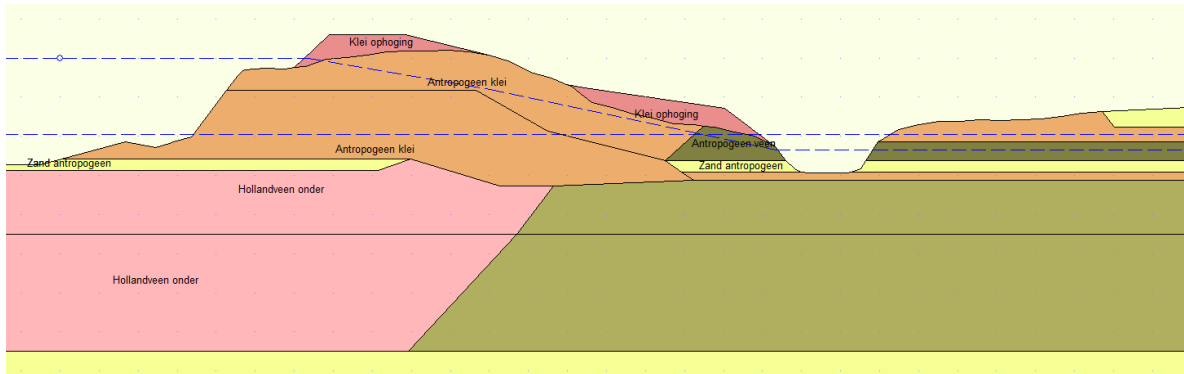
Figuur 10-7: Verbetermaatregel kadevak 33B

10.2.10

Kadevak 34

In kadevak 34 is de dijk instabiel, tevens is de dijk niet op hoogte. Geadviseerd wordt om de dijk op te hogen tot de ontwerphoogte NAP+0,6 m. De kruinbreedte is circa 2 meter indien de ophoging wordt toegepast tot de binnenkruinlijn. Daarnaast dient een berm toegevoegd te worden tussen de teensloot en het binnentalud. De ophoging

bedraagt 0,6 m. Het ontwerp voldoet aan een veiligheidsfactor van 1,2 (Spencer en Liftvan)

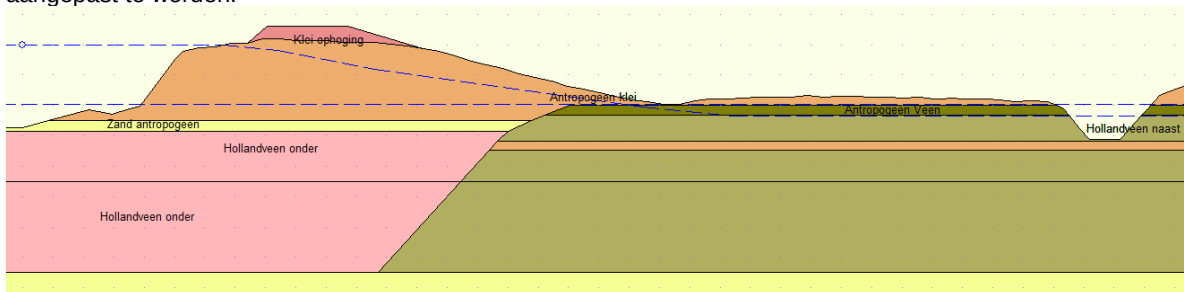


Figuur 10-8: Verbetermaatregel kadevak 34

10.2.11

Kadevak 35

Kadevak 35 voldoet op binnenwaartse stabiliteit. Echter hier is wel een hoogtetekort. De nieuwe ophoging kan voor binnenwaartse instabiliteit zorgen. Om deze reden is het dwarsprofiel wel doorgerekend op STBI. Het ontwerp omvat het op hoogte brengen van de kade tot NAP +0,60m, hierbij is aan de binnenzijde een talud van 1:3 aangehouden. De kruinbreedte is circa 2,6 m indien de ophoging aangesloten wordt op de binnenkruinlijn. Het ontwerp voldoet aan de stabiliteitsfactor van 1,2 (Spencer en LiftVan). De kruin is breed in dit profiel, dus de bestaande taludhelling hoeft niet aangepast te worden.



Figuur 10-9: Verbetermaatregel kadevak 35

10.2.12

Kadevak 36

Kadevak 36 bevat geen ophoging en hier is ook geen stabiliteitsprobleem. Dit is gecontroleerd door middel van een stabiliteitsberekening met de geometrie uit kadevak 36 en de bodemopbouw uit kadevak 35. De bodemopbouw in kadevak 36 is ongeveer gelijk aan de bodemopbouw in kadevak 35. Er is hier dus geen opgave.

10.2.13

Kadevak 37

In kadevak 37 is een geringe hoogtetekort, de kruinbreedte is over tien meter onvoldoende en dient aangevuld te worden naar een minimale kruinbreedte van 1,5 meter. Het kadevak voldeed ruim aan de stabiliteitseis. Gezien het beperkte hoogtetekort in dwarsrichting van de dijk wordt geadviseerd om dit niet op te hogen. Er is hier dus geen opgave.

10.2.14 Kadevak 38

In kadevak 38 is geen dwarsprofiel opgezet. In dit kadevak kruist de provinciale weg de Angstel door middel van een brug/viaduct. De provinciale weg is hier opgehoogd, waardoor hier geen stabiliteitsprobleem wordt verwacht. Er is hier dus geen opgave.

10.3 Overige aandachtspunten

Vanuit het beheerdersoordeel is de bekleding onvoldoende. Indien de scopebepaling in projectfase komt, dient hier (indien nodig) een ontwerp voor gemaakt te worden.

Tevens is geen analyse uitgevoerd naar niet waterkerende objecten (NWO's), zoals de bomen en bebouwing op het dijktraject. Deze dienen in projectfase getoetst te worden.

Vanuit beheer is STBU afgekeurd, echter binnen de eenvoudige toets van het technisch oordeel is het dijktraject goedgekeurd op het faalmechanisme STBU. Dit dient nader onderzocht te worden voor het veiligheidsoordeel.

Het dijkverbeteringsvoorstel in kadevak 30 / 30A betreft een ingreep op een gebied waar watercompensatie in het verleden is toegepast. De watercompensatie is aangelegd ten behoeve van het compenseren van verhard oppervlak bij de verbreding van de A2. Tevens heeft de watercompensatie belangrijke functies met betrekking tot ecologie. De verwachting is dat het teniet doen van de watercompensatie op weerstand stuit bij overige instanties.

Bij de versterking in 2005 is de overconstructie van de noordelijke kade van de Angstel tussen metring 0 en 130 bezwaken. Hierbij werd het volgende geconcludeerd:

'Bij de berekening van de voorziene eindsituatie van de gereconstrueerde kade treedt geen bezwijken op. Bezwijken treedt wel op wanneer in de antropogene kleilaag de wateroverspanning richting onderkant toeneemt tot 2,5kN/m² en in de veenlaag eveneens een wateroverspanning van 2,5kN/m² aanwezig is. Direct na aanleg van de kade is het reëel om te veronderstellen dat deze wateroverspanningen zullen optreden.

Geconcludeerd wordt dat de constructie is bezwaken door de tijdelijke wateroverspanningen die na reconstructie van de kade in de ondergrond zijn ontstaan. Door dissipatie van de wateroverspanningen wordt de constructie weer stabiel. Dit blijkt ook uit de monitoringgegevens. Direct na reconstructie zijn grote verplaatsingen van de larijspalen gemeten. Na een maand is de constructie op de meeste plaatsen stabiel en worden geen verplaatsingen meer gemeten.' [1]

Hieruit wordt geconcludeerd dat het belangrijk is om de uitvoeringsstabiliteit van STBU te controleren in een projectfase.

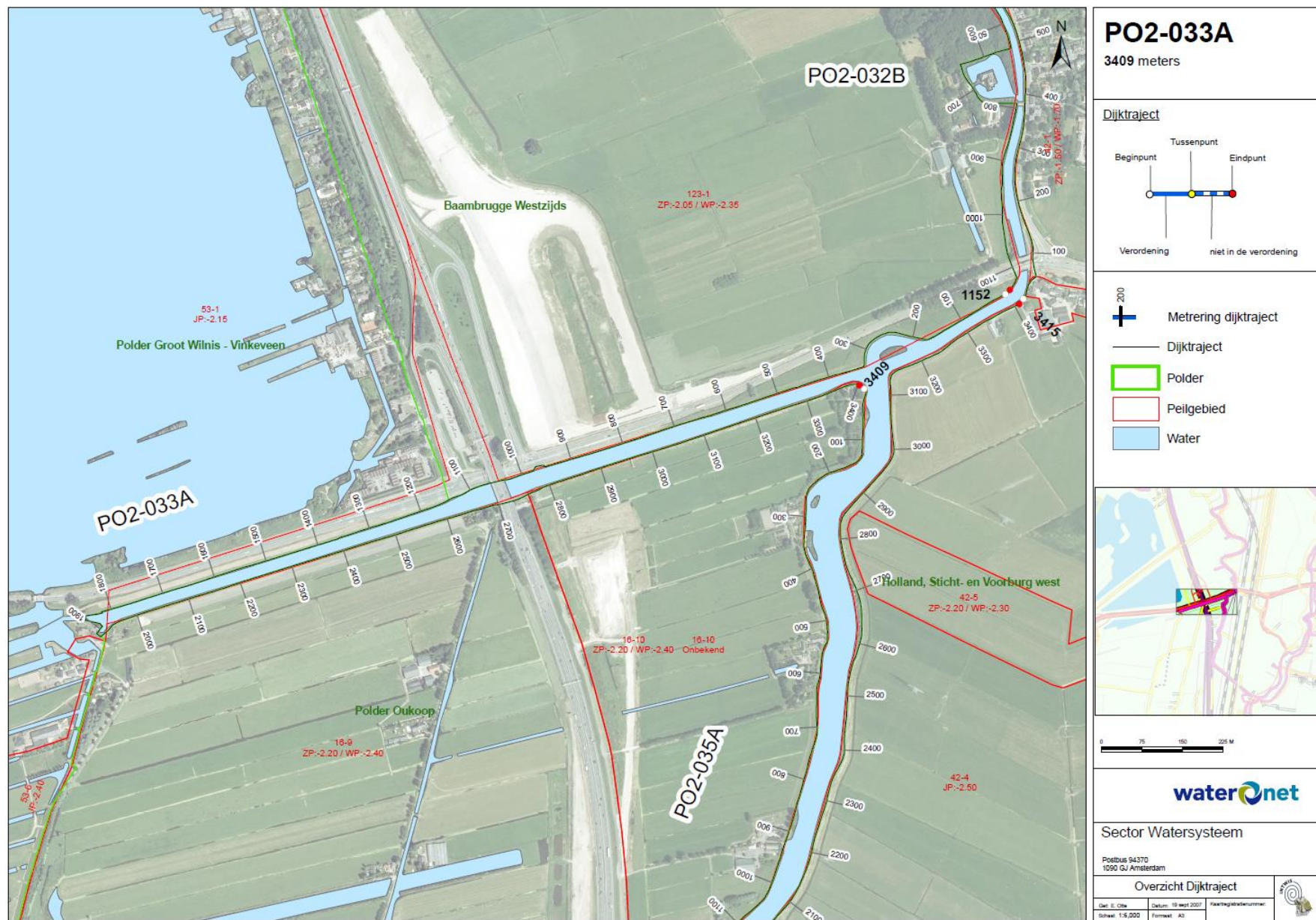
11 **Geciteerde werken**

- [1] Waternet, „Toetsing dijktraject P02-033A Geuzensloot (onderdeel van toetsblok 1),” Amsterdam, 25-11-2010.
- [2] Waternet, „Veiligheidsoordeel Geuzensloot PO2-033A,” Amsterdam, 04-2012.
- [3] Waternet, „Beheerdersoordeel PO2-033A_Geuzensloot tussen metrerings 0 en 3409 m,” Amsterdam, 14-12-2010.
- [4] Waterschap Amstel Gooi en Vecht en RWS, „Bijlage 2 - notitie gemaakte afspraken met Waternet, waterhuishouding A2 gedeelte Abcoude - Breukelen, versie 01-05-2006,” 06-2006.
- [5] STOWA, „Leidraad toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen,” 2015.
- [6] GeoDelft, „De Ronde Venen - Reconstructie westelijke kade Angstelskade, kade Geuzensloot en zuidelijke kade Nieuwe Wetering,” Delft, Feb. 2003.
- [7] Provincie Noord-Holland, Provincie Utrecht, Provincie Zuid-Holland, „Verordeningsschaart met regionale waterkeringen en de bijbehorende veiligheidsnormen, bedoeld in artikel 2.1, eerste lid van de Waterverordening Waterschap Amstel, Gooi en Vecht 2017,” oktober 2015.
- [8] Waternet, „Isohyphenkaart AGV,” AGV, 2005.
- [9] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW), „Technisch Rapport Waterspanning bij dijken,” sept 2004.
- [10] Waternet, „Regionale proevenverzameling, sterkteparameters ondergrond beheergebied AGV,” 2016.
- [11] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW), „Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies (TRWG),” juni 2001.
- [12] Witteveen+Bos - dienst Waterbeheer en Riolerings - Afdeling Waterbeheer/Beleid en Plannen, Kadereconstructie Geuzensloot, Amsterdam, 18-09-2001.
- [13] Waterschap Amstel Gooi en Vecht, „Legger,” 3 april 2018. [Online]. Available: <http://waternet.maps.arcgis.com/apps/PublicInformation/index.html?appid=67d17c6701074b679b32d2cd96abf208>.
- [14] Actueel Hoogtebestand Nederland, *AHN3*, 2015.
- [15] Cyclopedia, „Street smart,” 2016. [Online].

Bijlage 1: Metrerering

In onderstaande afbeeldingen is de nieuwe metrerering (lengte 3456 m) weergegeven en de oude metrerering (lengte 3409 m) van de Geuzensloot.





Bijlage 2: As build tekening damwand

Bijlage 3: Beheerdersoordeel

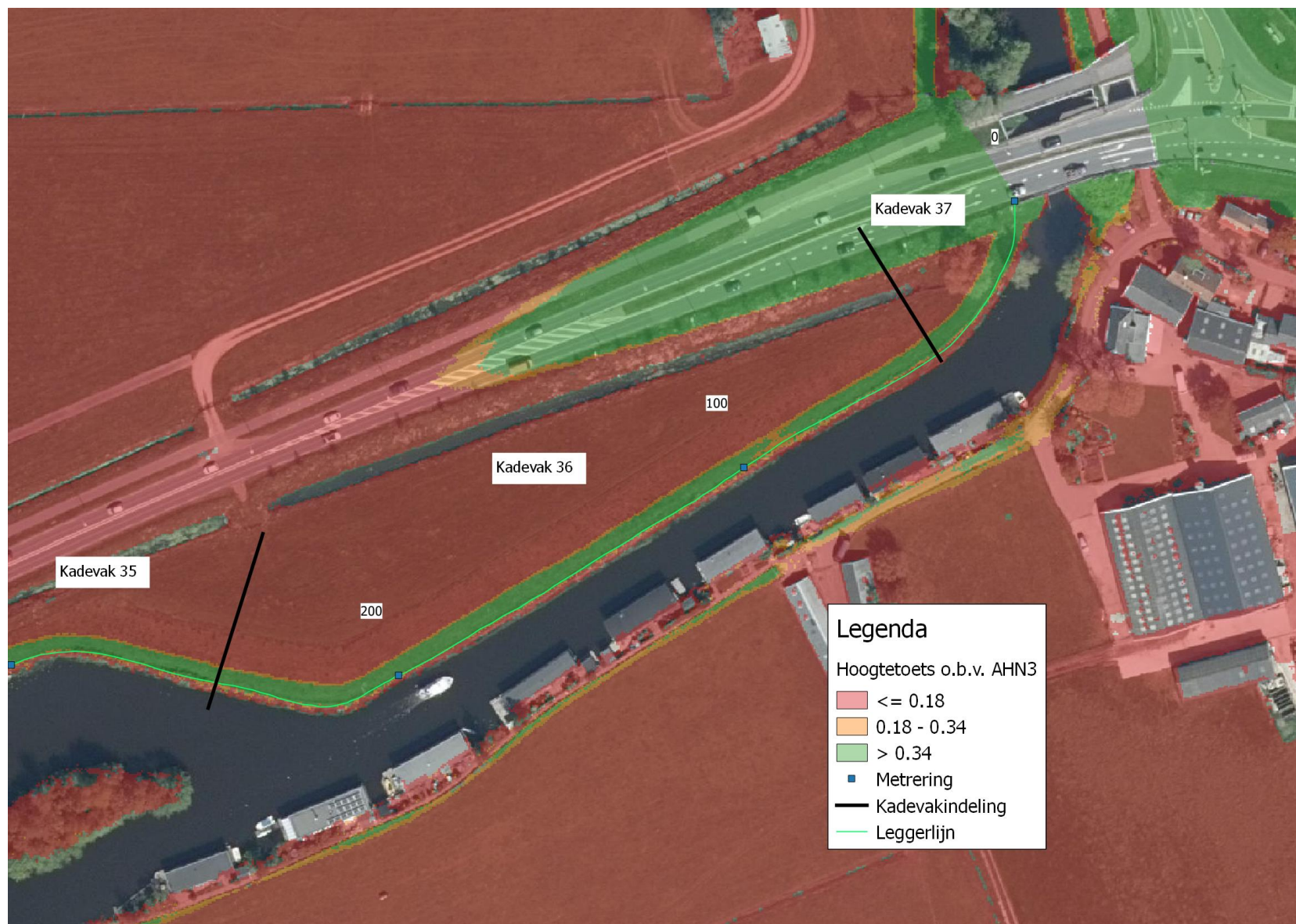
Tabel 0-1: Resultaten beheerdersoordeel 2011 [Ref. [3]]

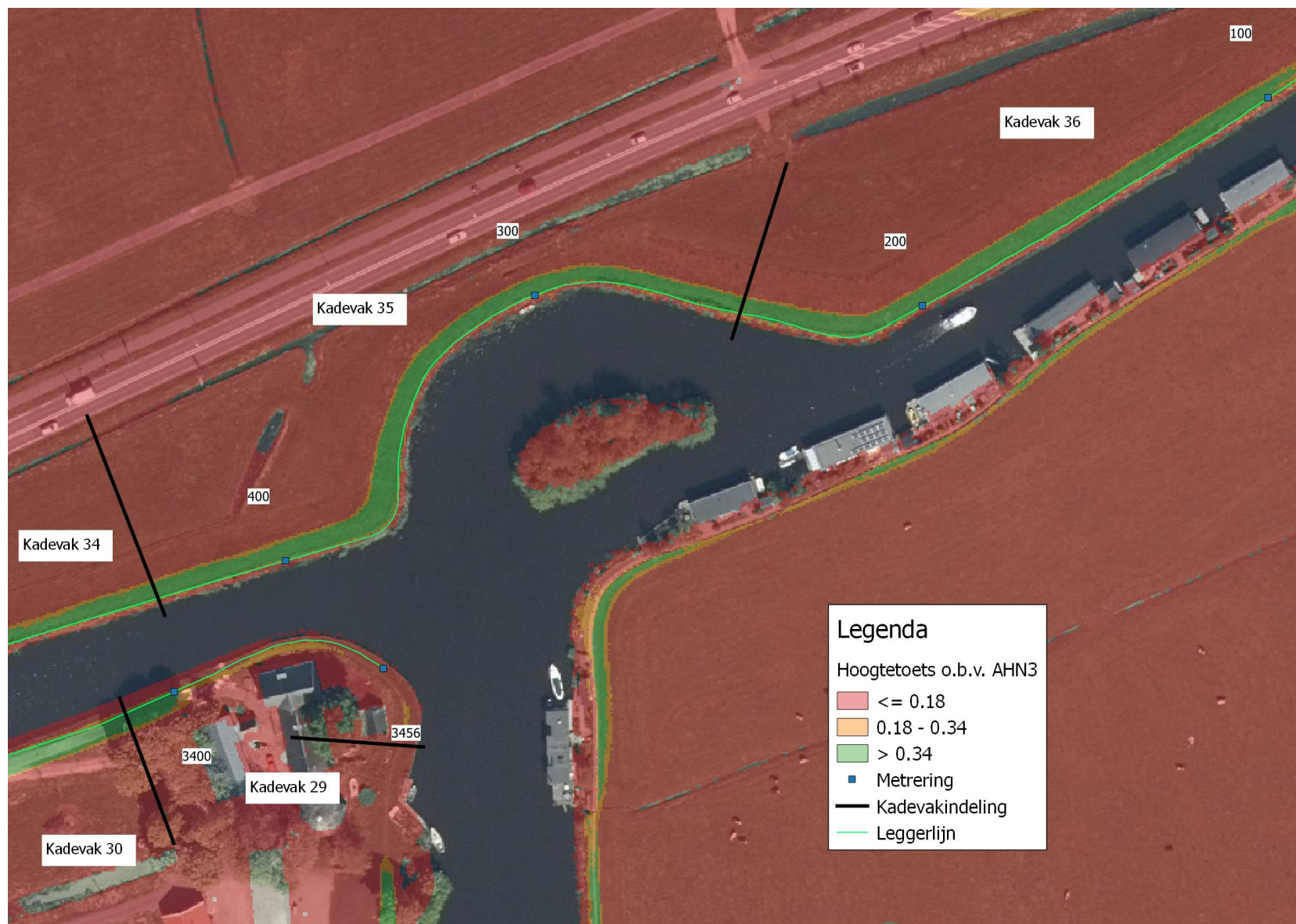
dijk vak	Traject [m]		Hoogte	Piping\ heave	Stabiliteitstoets						
	Van	Tot			STBI	STBU	STMI	STBK	STVL	Kunstw.	NWO's
	0	500	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	500	850	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	850	1000	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	1000	1100	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	1100	1110	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	Voldoende
	1110	1200	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	1200	1210	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	Voldoende
	1210	1250	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	1250	1280	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	Voldoende	N.v.t.
	1280	1300	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	1300	1750	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	1750	1800	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	1800	1900	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	1900	1930	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	Voldoende	N.v.t.
	1930	1950	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	Voldoende	N.v.t.
	1950	1960	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	1960	2000	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.

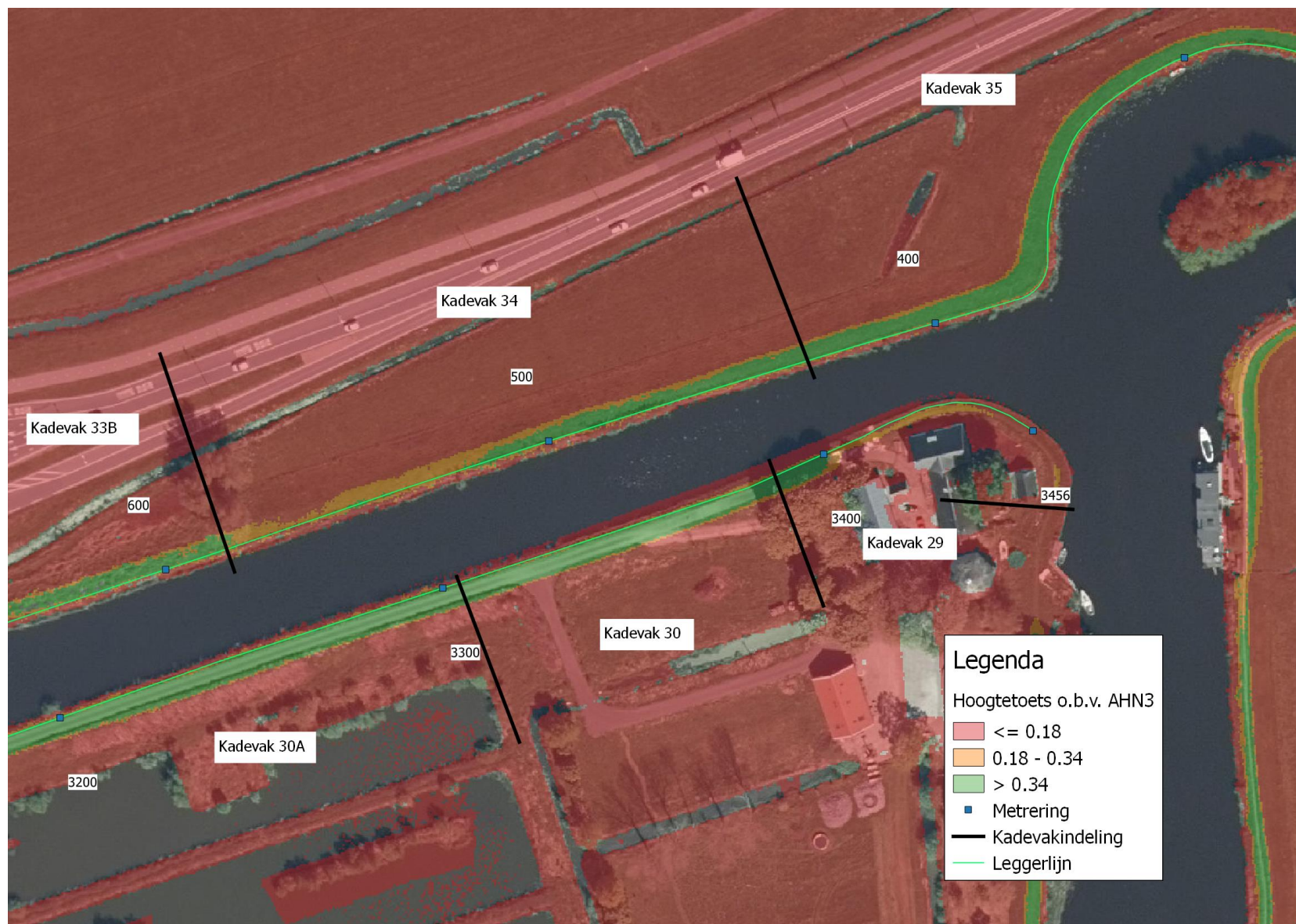
dijk vak	Traject [m]		Hoogte	Piping/ heave	Stabiliteitstoets						
	Van	Tot			STBI	STBU	STMI	STBK	STVL	Kunstw.	NWO's
	2000	2020	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	2020	2540	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	2540	2570	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	Voldoende	N.v.t.
	2570	2600	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	2600	2620	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	2620	2650	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	Voldoende
	2650	2660	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	Voldoende
	2660	2680	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	2680	2720	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	2720	2750	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	2750	2800	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	2800	2850	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	2850	3100	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	3100	3200	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	3200	3350	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	3350	3380	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	Onvoldoende
	3380	3390	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	Onvoldoende
	3390	3409	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	Onvoldoende
Totaal voldoet [m]			2740	3409	3209	3209	3409	2990	N.v.t.	110	60
Totaal voldoet niet [m]			669	0	200	200	0	419	N.v.t.	N.v.t.	59

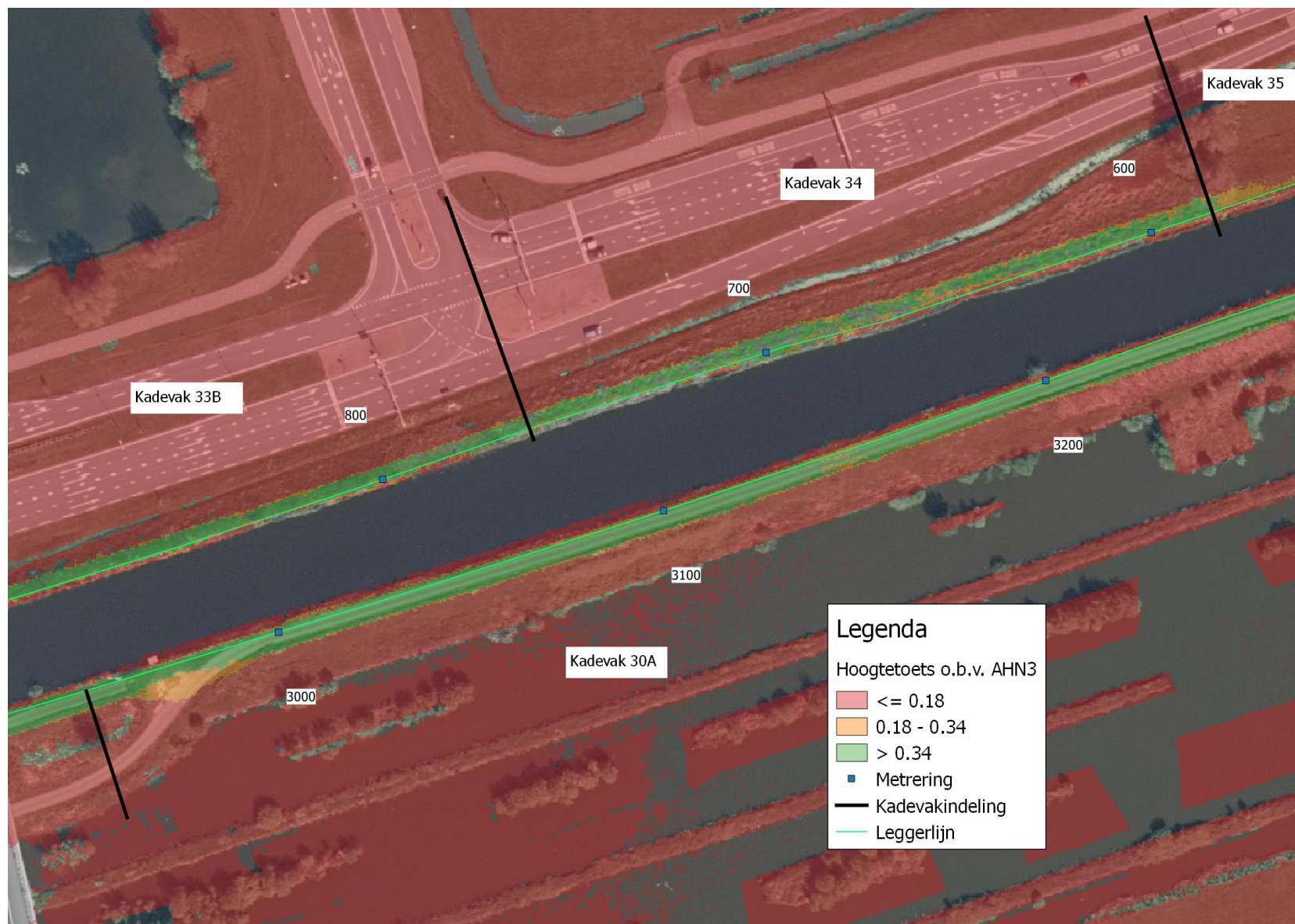
Bijlage 4: Hoogtetoets AHN3

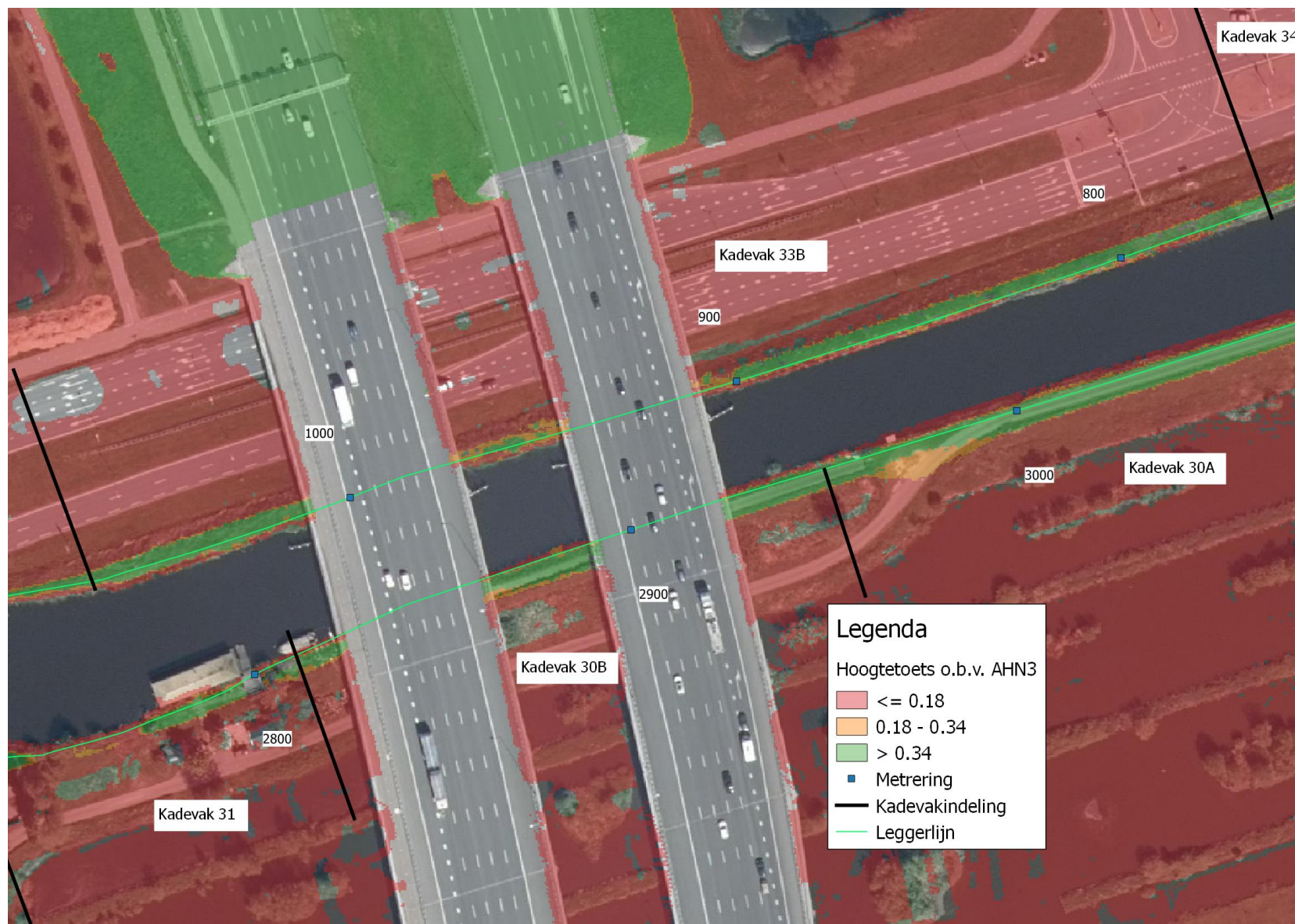
Onderstaande figuren geven het resultaat van de hoogtetoets op basis van de gegevens uit AHN3. De hoogtetoets is weergegeven door middel van drie kleuren, rood betreft een hoogteligging kleiner of gelijk aan NAP +0,18 m (afkeurgrens 2019), oranje tussen NAP +0,18 m en NAP +0,34 m en groen betreft een hoogteligging van groter dan NAP +0,34 m (afkeurgrens in 2029).

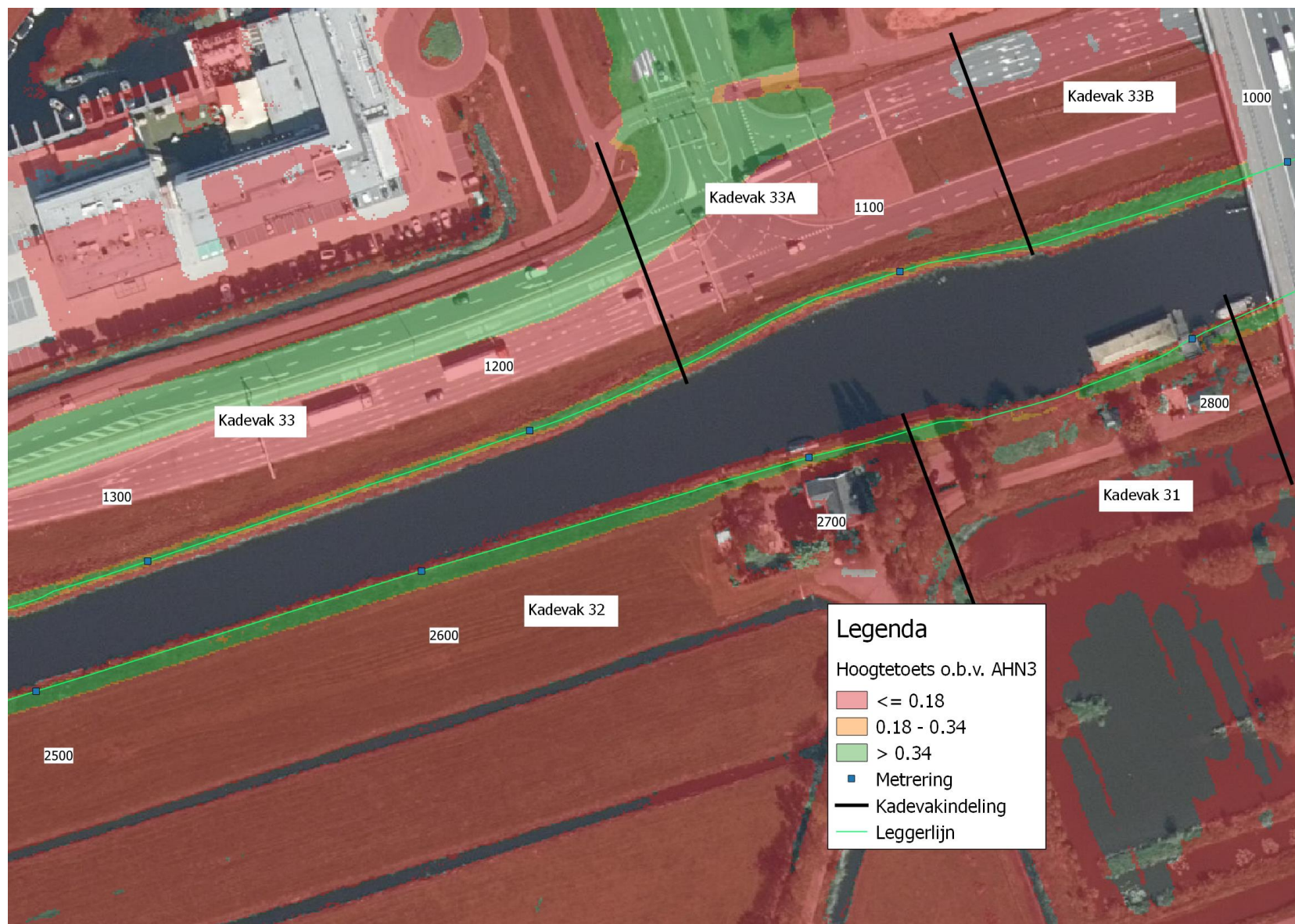


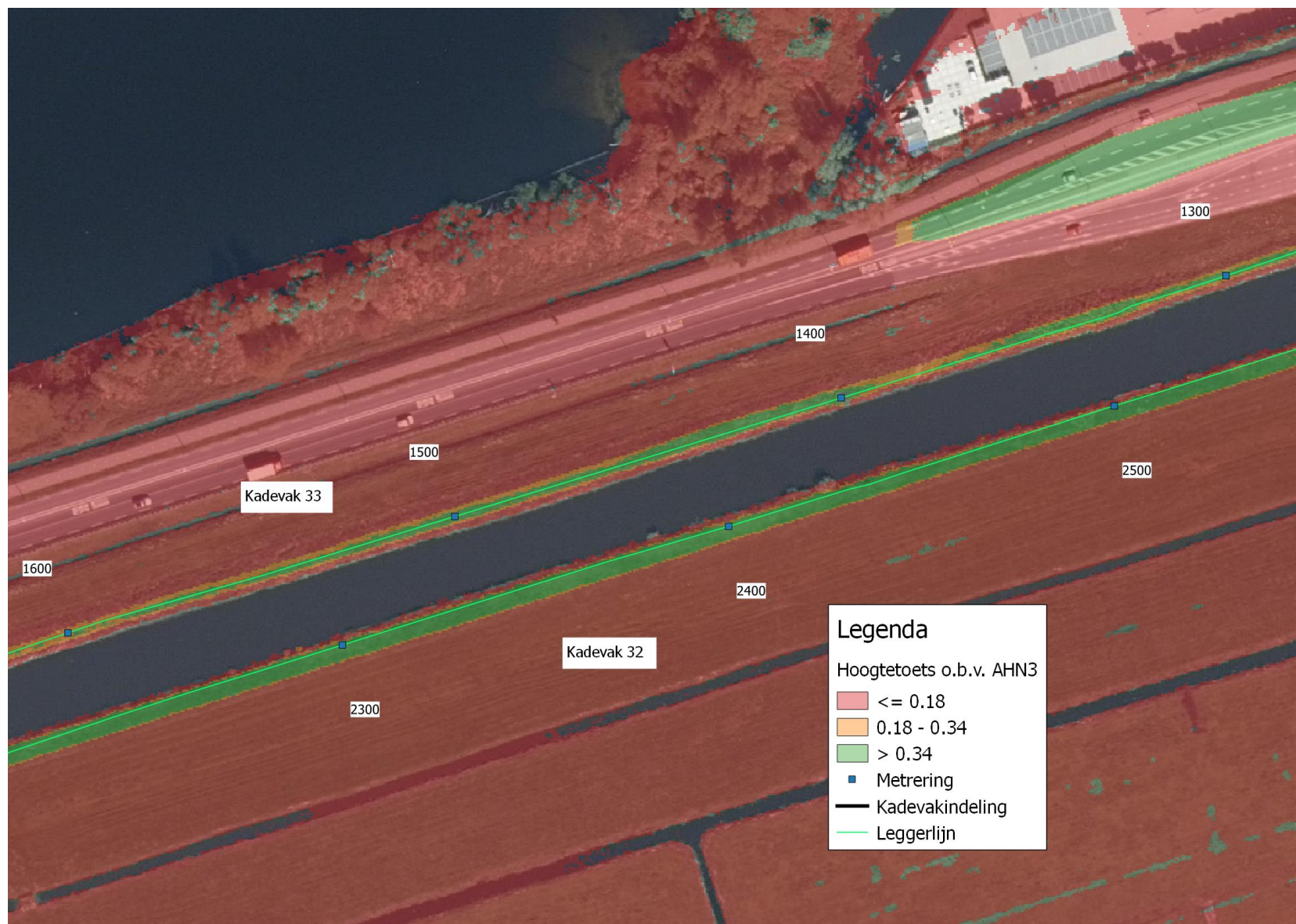


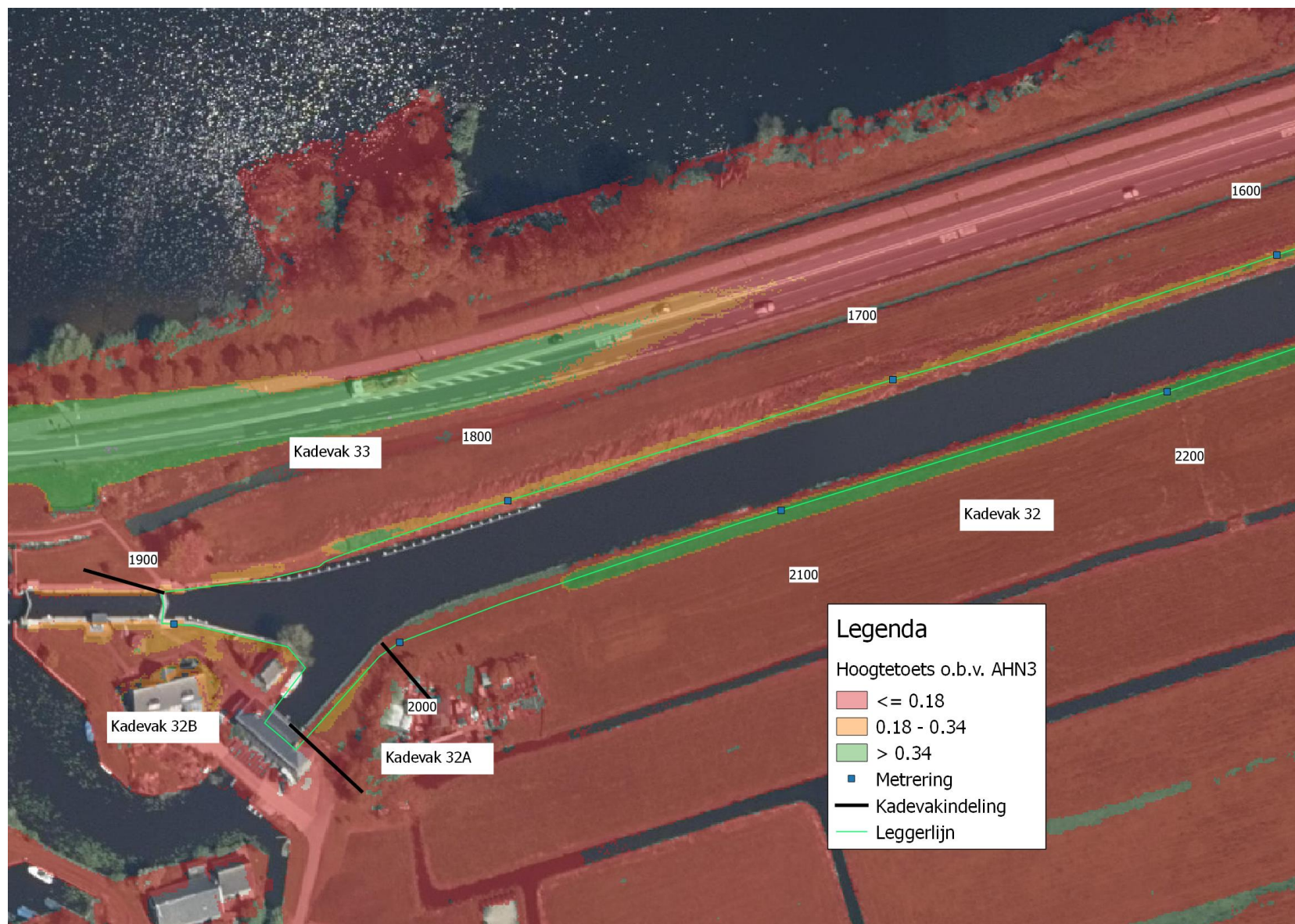












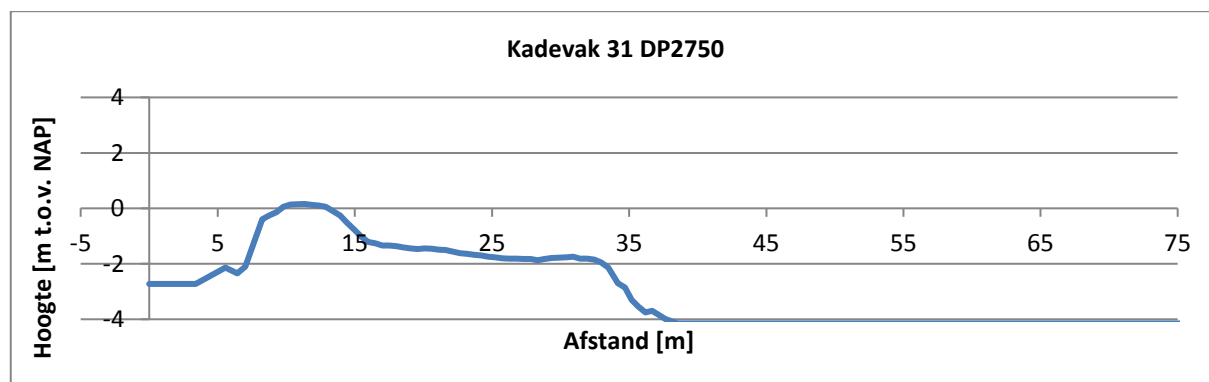
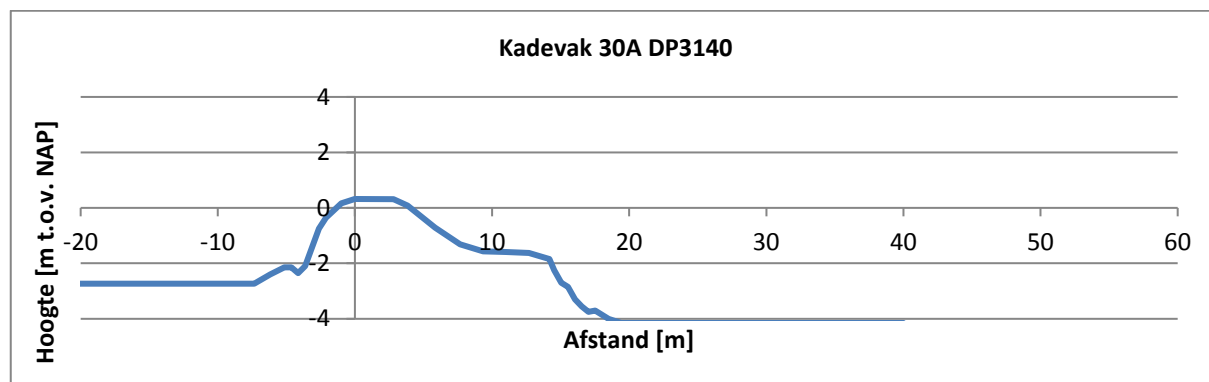
Bijlage 5: Dwarsprofielen

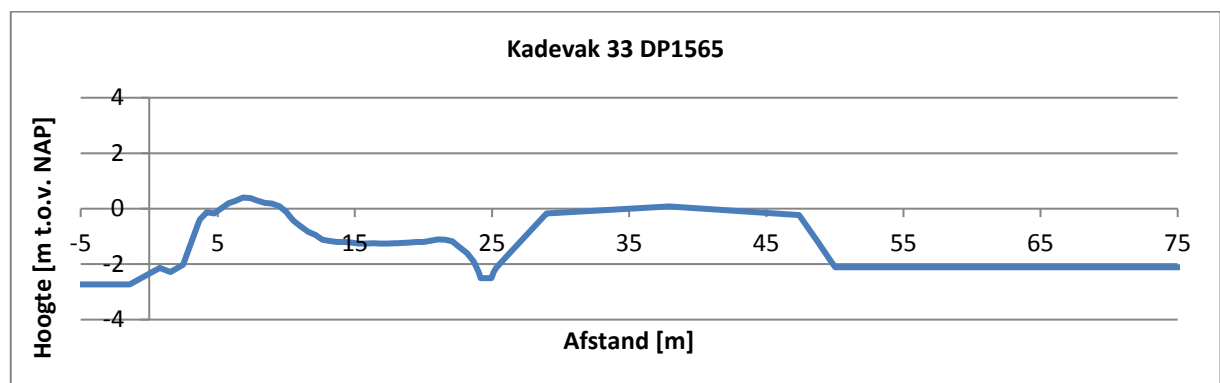
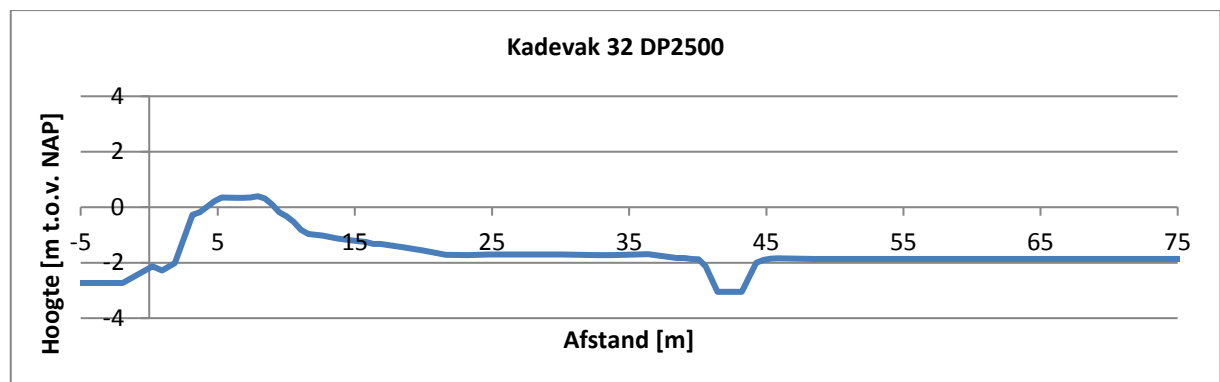
In deze bijlage zijn de profielen weergegeven van de kadevakken.

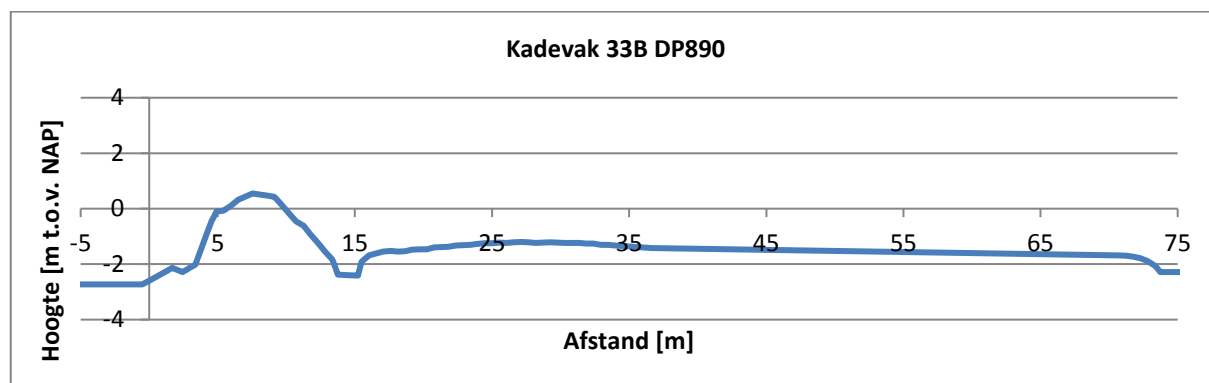
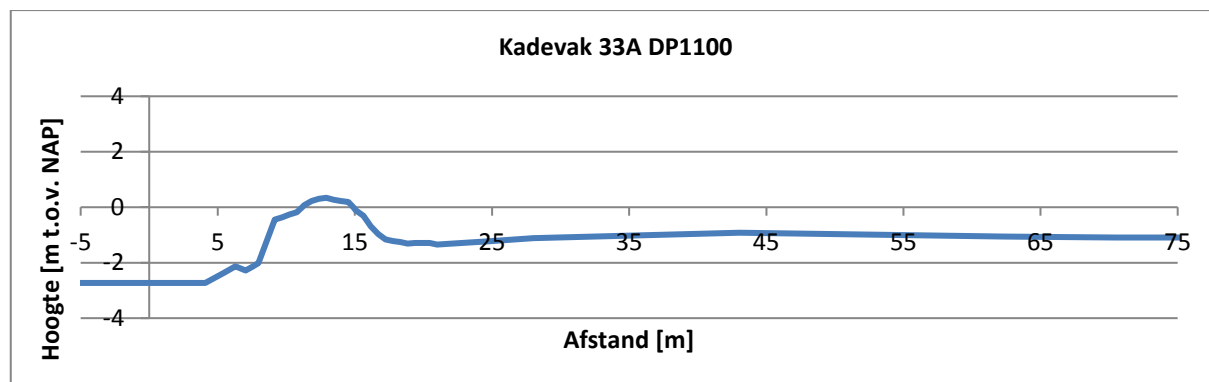
In Tabel 0-1 is een overzicht gegeven van de profielen.

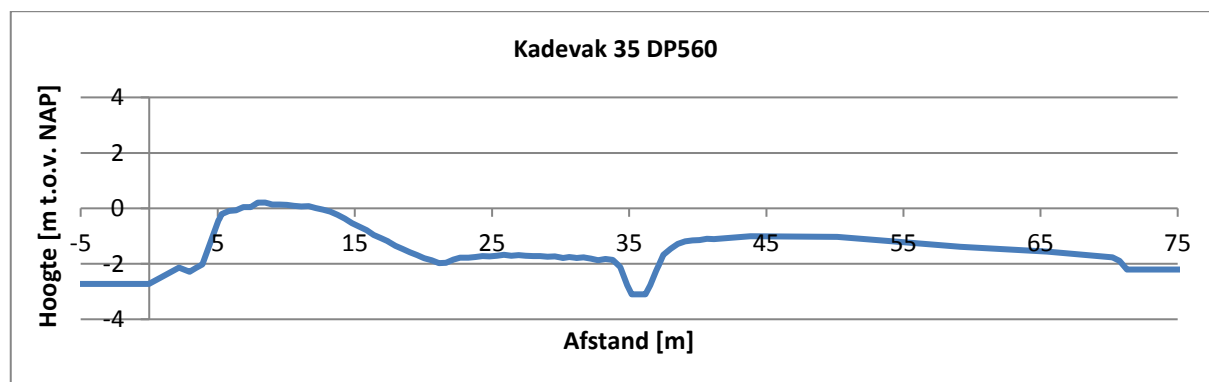
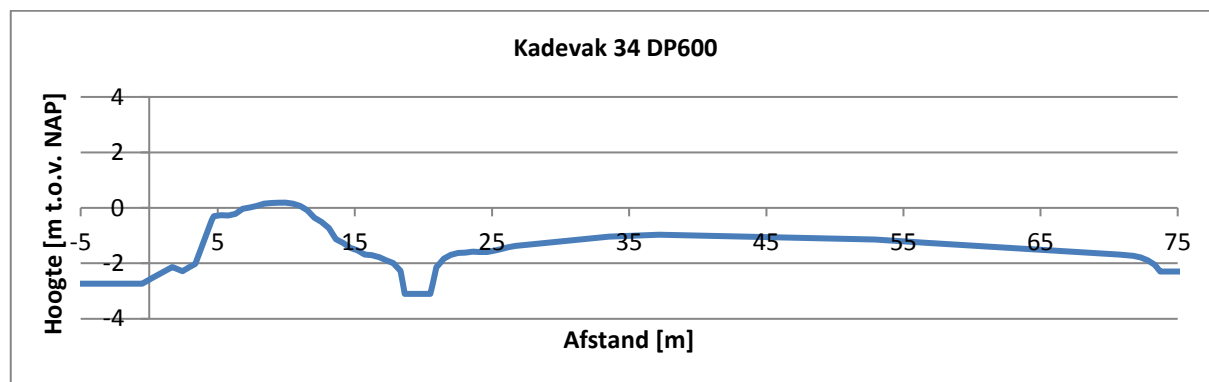
Tabel 0-1: Overzicht dwarsprofielen

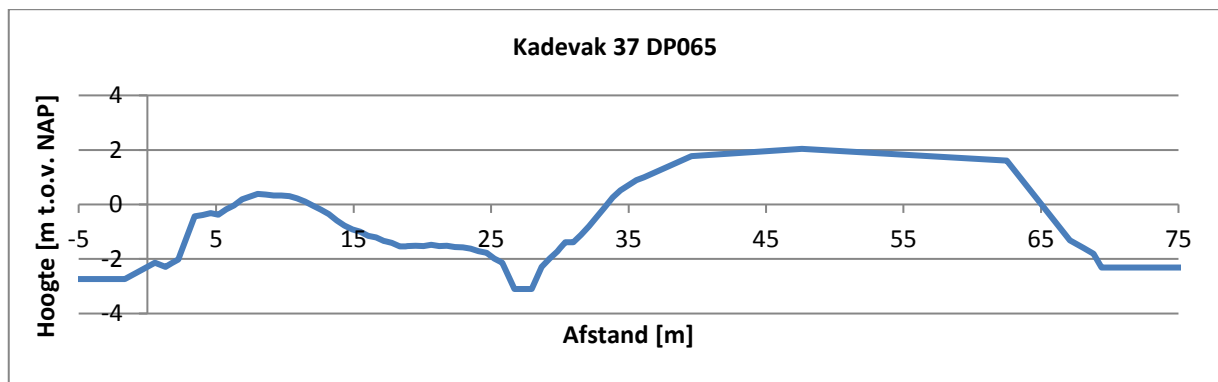
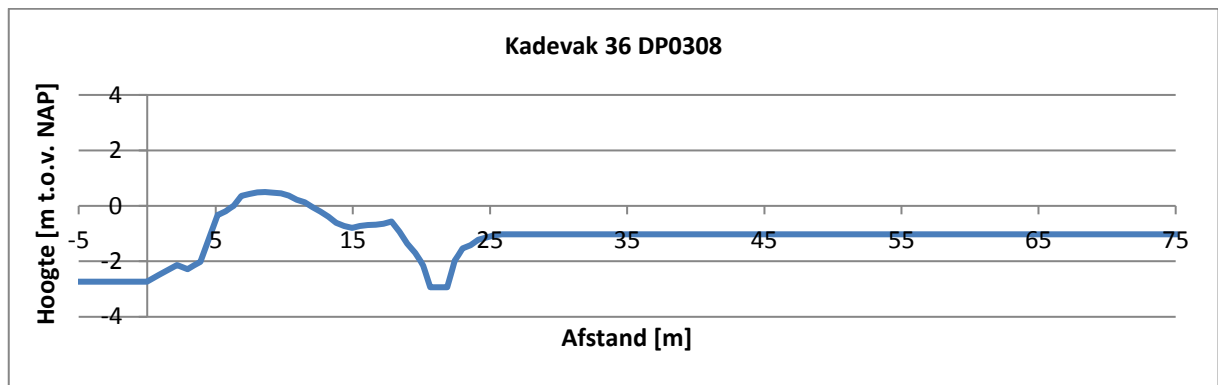
Kadevak	Metreering	DP
29	-	-
30	-	-
30A	3140	DP3140
30B	-	-
31	2750	DP2750
32	2500	DP2500
32A	-	-
32B	-	-
33	1565	DP1565
33A	1120	DP1120
33B	890	DP0890
34	657	DP0657
35	560	DP0560
36	308	DP0308
37	65	DP0065











Bijlage 6: Opbarstberekeningen

Eenvoudige Toetsing, Piping, Opbarst berekening uitreepunt, Situatie Hoogwater	Laagscheiding- Boven	Laagscheiding- Onder	Laagdikte	Volume- gewicht	Volumegewicht water	stijghoogte phi_z	Gewicht- Laag	Opwaartse druk	Gewicht LaagCum	Veiligheids-factor
Grondlaag	[m + NAP]	[m + NAP]	[m]	[kN/m3]	[kN/m3]	[m +NAP]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[-]
KV30A DP3140 Geuzensloot										
Inclusief bepaling effectieve laagdikte (water)							0,0		0,0	
Water	-2,25	-4,15	1,90	10,00			19,0		19,0	
Veen	-4,15	-7,5	3,35	10,15			34,0		53,0	
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	53,0	0,97
KV31 DP2750 Geuzensloot										
Inclusief bepaling effectieve laagdikte (water)							0,0		0,0	
Water	-2,25	-4,15	1,90	10,00			19,0		19,0	
Veen	-4,15	-7,5	3,35	10,15			34,0		53,0	
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	53,0	0,97

Afdekkende laag	Grens potentiaal
5,25	-2,097094801
5,25	-2,097094801

KV32 DP2500 Geuzensloot									
Inclusief bepaling effectieve laagdikte							0,0		0,0
Veen	-1,98	-7,5	5,52	10,15			56,0		56,0
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	56,0
									1,03
KV33 DP1565 Geuzensloot									
Inclusief bepaling effectieve laagdikte							0,0		0,0
Zand	-1,25	-1,65	0,40	18,00			7,2		7,2
Veen	-1,65	-7,5	5,85	10,15			59,4		66,6
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	66,6
									1,22
KV33A DP1120 Geuzensloot									
Klei antropogeen	-1,35	-1,98	0,63	16,19			10,2		10,2
Veen	-1,98	-2,23	0,25	10,15			2,5		12,7
Zand	-2,23	-2,5	0,27	20,00			5,4		18,1
Veen	-2,5	-7,5	5,00	10,15			50,8		68,9
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	68,9
									1,27
KV33B DP890 Geuzensloot									
inclusied bepaling effectieve laagdikte							0,0		0,0
Klei, antropogeen	-1,84	-3,13	1,29	16,16			0,0		0,0
Veen	-3,13	-7,5	4,38	10,15			20,8		20,8
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		44,4	65,2
								54,4	65,2
									1,20

5,52	-1,788685015
6,25	-0,713302752
6,15	-0,477859327
5,66	-0,856590214

KV34 DP657 Geuzensloot									
Inclusief bepaling effectieve laagdikte						0,0			
Antropogeen veen	-1,89	-2,62	0,74	11,58		8,5		8,5	
Zand	-2,62	-2,91	0,29	20,00		5,8		14,3	
Klei	-2,91	-3,12	0,21	16,19		3,4		17,7	
Veen	-3,12	-7,5	4,38	10,15		44,5		62,2	
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	62,2
									1,14
KV35 DP560 Geuzensloot									
Inclusief bepaling effectieve laagdikte						0,0		0,0	
Antropogeen Klei	-1,96	-2	0,04	16,19		0,6		0,6	
Antropogeen veen	-2	-2,33	0,33	11,58		3,8		4,5	
Hollandveen	-2,33	-3,18	0,85	10,15		8,6		13,1	
Antropogeen klei	-3,18	-3,48	0,30	16,19		4,9		18,0	
Hollandveen	-3,48	-7,5	4,02	10,15		40,8		58,8	
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	58,8
									1,08
KV36 DP308 Geuzensloot									
Inclusief bepaling effectieve laagdikte						0,0		0,0	
Antropogeen Klei	-1,41	-2	0,59	16,19		9,6		9,6	
Antropogeen veen	-2	-2,33	0,33	11,58		3,8		13,4	
Hollandveen	-2,33	-3,18	0,85	10,15		8,6		22,0	
Antropogeen klei	-3,18	-3,48	0,30	16,19		4,9		26,9	
Hollandveen	-3,48	-7,5	4,02	10,15		40,8		67,7	
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	67,7
									1,24

4,88	-1,162772681
5,54	-1,510550459
6,09	-0,60285423

KV37 DP065 Geuzensloot									
Inclusief bepaling effectieve laagdikte									
Antropogeen Klei	-1,53	-4,1	2,57	16,19			0,0		0,0
Hollandveen	-4,1	-7,5	3,40	10,15			41,6		41,6
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95	34,5	76,1	76,1
							54,4		1,40

5,97	0,259255861

Bijlage 7: Optimalisatie schematiseringsfactor

Optimalisatie schematiseringsfactor kadevak 33

Optimaliseren schematiseringsfactor Kadevak 33 DP1565

Scenario	Beschrijving	kans [%]	FoS [-]	verschil [-]
Basis schematisatie	-			1,15 -
scenario 1	Freatische lijn hoger		5	1,05 -0,1
scenario 2	Vol gew klei antropogeen 17 ipv 16,16	nvt		1,15 0
scenario 3	Hollandveen op NAP -8,5 ipv NAP -7,5		10	1,14 -0,01
scenario 4	Hollandveen op NAP -6,5 ipv NAP -7,5	nvt		1,15 0
scenario 5	Vol gew veen naast 10,00 kN/m3 ipv 10,15 kN/m ²	10		1,12 -0,03
scenario 6	Zandlaag 0,5 m dieper	nvt		1,15 0
scenario 7	Zandlaag 0,5 m dunner, vervangen door klei	nvt		1,16 0,01
scenario 8	Zandlaag 0,5 m dunner, vervangen door veen	nvt		1,18 0,03
Geef	1,06 als schematiseringsfactor voor boezemkaden			
cumulatief perc. -0,1 tot 0				25

Toets eisen	
Zonder opdrukken	
Factoren:	
IPO III	0,9
Modelfactor	0,95
Schematiseringsfactor	1,06
Sf eis	eis spencer 0,91 eis bishop 0,95
Met opdrukken	
Factoren:	
IPO III	0,9
Modelfactor	1,05
Schematiseringsfactor	1,06
Sf eis	eis spencer 1,00 eis LiftVan 1,00

Ontwerp eisen	
Zonder opdrukken	
Factoren:	
IPO III +0,05	0,95
Modelfactor	0,95
Schematiseringsfactor	1,06
Sf eis	eis spencer 0,96 eis bishop 1,01
Met opdrukken	
Factoren:	
IPO III +0,05	0,95
Modelfactor	1,05
Schematiseringsfactor	1,06
Sf eis	eis spencer 1,06 eis LiftVan 1,06

verschil in stabiliteitsfactor t.o.v. basis-schematisering ΔF_d	gesommeerde kans op voorkomen Σp	IPO klasse en schade-factor					
		IPO: I	IPO: II	IPO: III	IPO: IV	IPO: V	
		ys = 0,80 yb	ys = 0,85 yb	ys = 0,90 yb	ys = 0,95 yb	ys = 1,00 yb	
-0,4 tot -0,3	< 30%	1,4	1,39	1,38	1,36	1,35	
	< 10%	1,28	1,3	1,3	1,3	1,3	
	< 3%	1,13	1,17	1,2	1,22	1,23	
	< 0,3%	1,02	1,02	1,03	1,05	1,08	
-0,3 tot -0,2	< 30%	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25	
	< 10%	1,17	1,18	1,19	1,2	1,2	
	< 3%	1,07	1,08	1,1	1,12	1,13	
	< 0,3%	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	
-0,2 tot -0,1	< 30%	1,16	1,16	1,16	1,15	1,15	
	< 10%	1,03	1,09	1,09	1,1	1,1	
	< 3%	1,01	1,04	1,04	1,05	1,05	
	< 0,3%	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
-0,1 tot 0	< 50%	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	
	< 10%	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	
	< 3%	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
	< 0,3%	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	

Tabel 1: Schematiseringsfactor voor Boezemkaden, basis van tabel 4.2 van [1].

Optimaliseren schematiseringsfactor Kadevak 33A DP1120

Scenario	Beschrijving	kans [%]	FOS [-]	verschil [-]
Basis schematisatie	-			0,9 -
scenario 1	Freatische lijn hoger		5	0,8 -0,1
scenario 2	Hollandveen laagje in achterland is Antrop klei	nvt		0,9 0
scenario 3	Hollandveen op NAP -8,5 ipv NAP -7.5	nvt		0,9 0
scenario 4	Hollandveen op NAP -6,5 ipv NAP -7,5	nvt		0,9 0
Het heeft geen effect om meerdere scenario's te bedenken, omdat de glijcirkel oppervlakkig ligt.				
Geeft	1,03 als schematiseringsfactor voor boezemkaden			
cumulatief perc. -0,1 tot 0				5

Toets eisen	
Factoren:	Zonder opdrukken
IPO III	0,9
Modelfactor	0,95
Schematiseringsfactor	1,03
Sf eis	eis spencer 0,88 eis bishop 0,93
Factoren:	Met opdrukken
IPO III	0,9
Modelfactor	1,05
Schematiseringsfactor	1,03
Sf eis	eis spencer 0,97 eis LiftVan 0,97

Ontwerp eisen	
Factoren:	Zonder opdrukken
IPO III +0,05	0,95
Modelfactor	0,95
Schematiseringsfactor	1,03
Sf eis	eis spencer 0,93 eis bishop 0,98
Factoren:	Met opdrukken
IPO III +0,05	0,95
Modelfactor	1,05
Schematiseringsfactor	1,03
Sf eis	eis spencer 1,03 eis LiftVan 1,03

verschil in stabiliteitsfactor t.o.v. basis-schematisering ΔF_d	IPO klasse en schade-factor					
	IPO: I	IPO: II	IPO: III	IPO: IV	IPO: V	
	ys = 0,80	ys = 0,85	ys = 0,90	ys = 0,95	ys = 1,00	
	y/b	y/b	y/b	y/b	y/b	y/b
-0,4 tot -0,3	1,4	1,39	1,38	1,36	1,35	
	1,28	1,3	1,3	1,3	1,3	
	1,13	1,17	1,2	1,22	1,23	
	1,02	1,02	1,03	1,05	1,08	
-0,3 tot -0,2	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25	
	1,17	1,18	1,19	1,2	1,2	
	1,07	1,08	1,1	1,12	1,13	
	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	
	1,16	1,16	1,16	1,15	1,15	
-0,2 tot -0,1	1,03	1,09	1,09	1,1	1,1	
	1,01	1,04	1,04	1,05	1,05	
	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	
-0,1 tot 0	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	
	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	

Tabel 1: Schematiseringsfactor voor Boezemkaden, basis van tabel 4.2 van [1].

Optimalisatie schematiseringsfactor KV33B

Optimaliseren schematiseringsfactor kadevak 33B DP0890		Beschrijving	kans [%]	FoS [-]	verschil [-]
Scenario		-			1,03 -
Basis schematisatie					
scenario 1		Freatische lijn dijklichaam hoger + greppel	5	0,88	-0,15
scenario 2		Veen onder de greppel ipv klei	5	0,99	-0,04
scenario 3		Hveen op NAP -2,5 ipv -3,25 thv binnentalud/sloot	3	0,9	-0,13
scenario 4		Vol gew veen naast 10,00 ipv 10,15	n.v.t.	1,03	0
scenario 5		Vol gew antropogeen veen 10,3 ipv 11,58	n.v.t.	1,03	0
scenario 6		Tussenzandlaag in achterland is veen antropogeen n.v.t.		1,03	0
scenario 7		Greppel staat vol met water	10	0,99	-0,04
Geeft		1,09 als schematiseringsfactor voor boezemkaden			
				cum. %	-0,1 tot 0 -0,2 tot -0,1
					15
					8

Toets eisen		Zonder opdrukken	Bishop
Factoren:		Spencer	
Schadefactor, IPO III		0,9	0,9
Modelfactor		0,95	1
Schematiseringsfactor		1,09	1,09
Sf eis		0,93	0,98
		Met opdrukken	
Factoren:		Spencer	LiftVan
Schadefactor, IPO III		0,9	0,9
Modelfactor		1,05	1,1
Schematiseringsfactor		1,09	1,09
Sf eis		1,03	1,08

Ontwerp eisen		Zonder opdrukken	Bishop
Factoren:		Spencer	
IPO III +0,05		0,95	0,95
Modelfactor		0,95	1
Schematiseringsfactor		1,09	1,09
Sf eis		0,98	1,04
		Met opdrukken	
Factoren:		Spencer	LiftVan
IPO III +0,05		0,95	0,95
Modelfactor		1,05	1,1
Schematiseringsfactor		1,09	1,09
Sf eis		1,09	1,14

verschil in stabiliteitsfactor t.o.v. basis-schematisering Bifd	gesommeerde kans op voorkomen Bifd	IPO klasse en schadefactor					
		IPO: I	IPO: II	IPO: III	IPO: IV	IPO: V	
		ys = 0,80	ys = 0,85	ys = 0,90	ys = 0,95	ys = 1,00	
		yb	yb	yb	yb	yb	
-0,4 tot -0,3	< 30%	1,4	1,39	1,38	1,36	1,35	
	< 10%	1,28	1,3	1,3	1,3	1,3	
	< 3%	1,13	1,17	1,2	1,22	1,23	
-0,3 tot -0,2	< 0,3%	1,02	1,02	1,03	1,05	1,08	
	< 30%	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25	
	< 10%	1,17	1,18	1,19	1,2	1,2	
-0,2 tot -0,1	< 3%	1,07	1,08	1,1	1,12	1,13	
	< 0,3%	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	
	< 30%	1,16	1,16	1,16	1,15	1,15	
-0,1 tot 0	< 10%	1,03	1,09	1,09	1,1	1,1	
	< 3%	1,01	1,04	1,04	1,05	1,05	
	< 0,3%	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
	< 50%	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	
	< 10%	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	
	< 3%	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
	< 0,3%	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
		1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	

Tabel 1: Schematiseringsfactor voor Boezemkaden, basis van tabel 4.2 van [1].

Optimalisatie schematiseringsfactor schetsontwerp kadevak 30A.

De schematiseringsfactor is niet geoptimaliseerd voor de Geuzensloot, met uitzondering van kadevak 33, 33A en 33B. Voor de overige kadevakken is uit de toetsresultaten gebleken dat het niet nodig is of niet zinvol is om de schematiseringsfactor te optimaliseren om de toetsresultaten met een voldoende te beoordelen. Voor het ontwerp is de schematiseringsfactor wel geoptimaliseerd. Het ontwerp van kadevak 30A is gebruikt als basis som, de schematiseringsfactor die hieruit voortkomt is gebruikt voor kadevak 29 tot en met 32. De opbouw van de ondergrond is vergelijkbaar waardoor de opgestelde scenario's eenzelfde invloed hebben op de resultaten.

Er zijn vier scenario's opgesteld. In Tabel 0-1 zijn de scenario's beschreven en is het resultaat weergegeven van de stabiliteitsfactor.

Tabel 0-1: Scenario's optimalisatie schematiseringsfactor kadevak 29 t/m 32

Scenario	Beschrijving	Kans [%]	Stabiliteitsfactor Spencer [-]	Vershil [-]
0	Basis schematisatie	-	1,30	-
1	Freatische lijn hoger in het binnentalud	5	1,02	-0,28
2	Volumiek gewicht 'klei antropogeen' van 17 kN/m ³ gewijzigd naar 16,16 kN/m ³	10	1,29	-0,01
3	Volumiek gewicht 'veen naast' van 10,00 kN/m ³ gewijzigd naar 10,15	10	1,28	-0,02
4	Scheiding tussen veen en klei t.h.v. binnentalud verplaatst richting kruin (meer veen in het binnentalud)	15	1,28	-0,02
5	Hoogte overgangslaag van stijghoogteverloop aangepast van 3 m naar 2 m.	5	1,28	-0,02
6	Hoogte overgangslaag van stijghoogteverloop aangepast van 3 m naar 1 m.	5	1,28	-0,02

De gesommeerde kans op voorkomen is 45 procent indien de stabiliteitsfactor een verschil bevat van -0,1 tot 0. Dit levert een schematiseringsfactor van 1,06 op. De gesommeerde kans op voorkomen is 5 procent indien de stabiliteitsfactor een verschil bevat van -0,3 tot -0,2. Dit levert een schematiseringsfactor van 1,19. Deze is maatgevend en op basis van deze gegevens is de schematiseringsfactor geoptimaliseerd van 1,2 naar 1,19.

Optimaliseren
schematiseringsfactor
Dijkvak 34 DP0657

Scenario	Beschrijving	kans [%]	FoS [-]	verschil [-]
Basis schematisatie	-			1,14 -
scenario 1	Freatische lijn dijklichaam hoger + greppel	5	0,99	-0,15
scenario 2	geen zandlaagje nabij de teen en sloot, maar veel	5	1,04	-0,1
scenario 3	Freat. lijn kruin iets lager en in ontwerpbeerm hoge n.v.t.		1,16	0,02
scenario 4	Verloop PL lines per layer +1 m op NAP -3,5 n.v.t.		1,16	0,02
scenario 5	Verloop PL lines per layer -1 m op NAP -5,5 n.v.t.		1,14	0
scenario 6	Teensloot is 30 cm dieper	5	1,11	-0,03

Geeft	1,09 als schematiseringsfactor voor boezemkaden	cum. %	-0,1 tot 0	-0,2 tot -0,1	10	5
-------	---	--------	------------	---------------	----	---

Toets eisen		Zonder opdrukken	
Factoren:		Spencer	Bishop
Schadefactor, IPO III		0,9	0,9
Modelfactor		0,95	1
Schematiseringsfactor		1,09	1,09
Sf eis		0,93	0,98

Met opdrukken		Bishop	LiftVan
Factoren:			
Schadefactor, IPO III		0,9	0,9
Modelfactor		1,05	1,1
Schematiseringsfactor		1,09	1,09
Sf eis		1,03	1,03

Ontwerp eisen		Zonder opdrukken	
Factoren:		Spencer	Bishop
IPO III +0,05		0,95	0,95
Modelfactor		0,95	1
Schematiseringsfactor		1,09	1,09
Sf eis		0,98	1,04

Met opdrukken		Bishop	LiftVan
Factoren:			
IPO III +0,05		0,95	0,95
Modelfactor		1,05	1,1
Schematiseringsfactor		1,09	1,09
Sf eis		1,09	1,09

verschil in stabiliteitsfactor t.o.v. basisschematisering ΔF _d	IPO klasse en schadefactor			
	IPO: I	IPO: II	IPO: III	IPO: IV
	ys = 0,80	ys = 0,85	ys = 0,90	ys = 0,95
	yb	yb	yb	yb
< 30%	1,4	1,39	1,38	1,36
	1,28	1,3	1,3	1,3
	1,13	1,17	1,2	1,22
	1,02	1,02	1,03	1,05
< 10%	1,28	1,27	1,27	1,26
	1,17	1,18	1,19	1,2
	1,07	1,08	1,1	1,12
	1,01	1,01	1,02	1,02
< 3%	1,16	1,16	1,16	1,15
	1,03	1,09	1,09	1,1
	1,01	1,04	1,04	1,05
	1,01	1,01	1,01	1,01
< 0,3%	1,06	1,06	1,06	1,06
	1,03	1,03	1,03	1,03
	1,01	1,01	1,01	1,01
	1,01	1,01	1,01	1,01

Tabel 1: Schematiseringsfactor voor Boezemkaden, basis van tabel 4.2 van [1].

Bijlage 8: Resultaten STBI – glijcirkels toetsing

De glijcirkels zijn in PDF opgenomen op het netwerk:

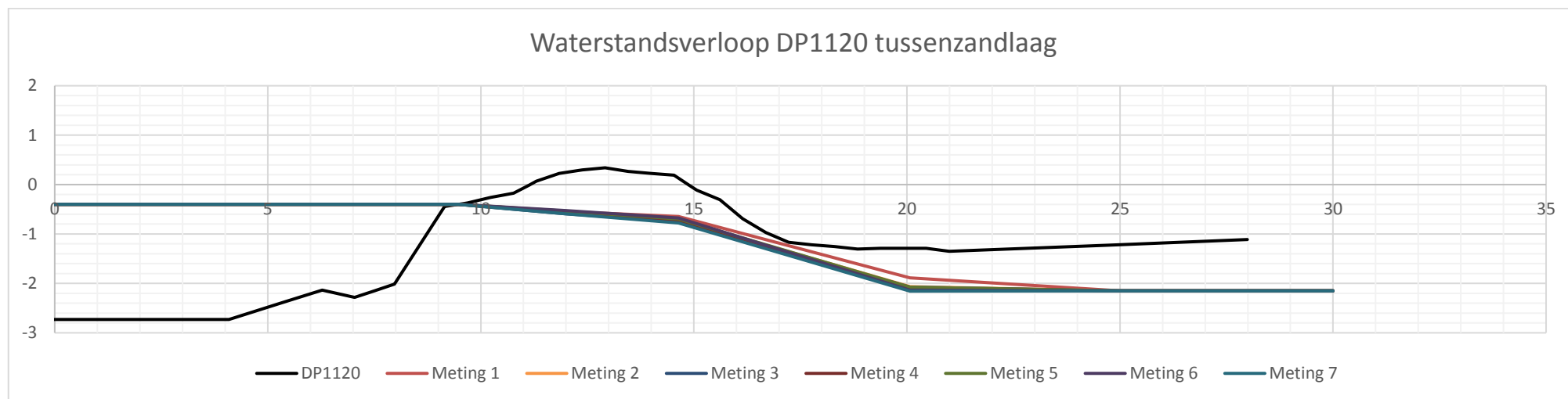
T:\TOP\Projecten OA\11 Geotechniek\01.1138-002 Scope dijken\50 Trajecten\P033 -
Geuzensloot (Bas)\300 Uitvoering\Berekeningen\3 STBI Nat\Def toetsing

Bijlage 9: Resultaten STBI – glijcirkels ontwerp

De glijcirkels zijn in PDF opgenomen op het netwerk:

T:\TOP\Projecten OA\11 Geotechniek\01.1138-002 Scope dijken\50 Trajecten\P033 -
Geuzensloot (Bas)\300 Uitvoering\Berekeningen\3 STBI Nat\Def SchetsontwerpNog
toevoegen

Bijlage 10: Potentiële stijghoogte tussenzandlaag DP1120



Bijlage 11: Piping analyse – overzicht boringen en Sellmeijer berekening

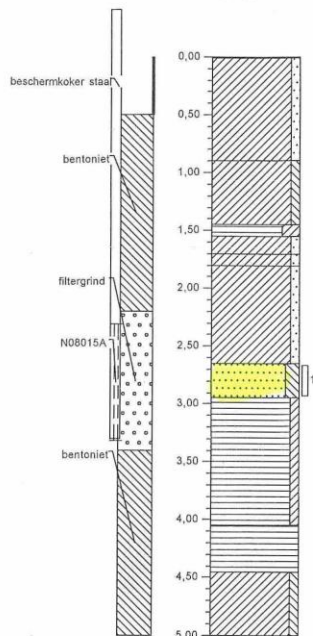
In de bijlage zijn de handboringen opgenomen per raai. De handboringen zijn naast elkaar geplaatst voor raai 650, raai 1050 en raai 1120. De tussenzandlaag is geel gearceerd.

Na de handboringen is een Sellmeijer berekening opgesteld. De input en output is opgenomen in deze bijlage.



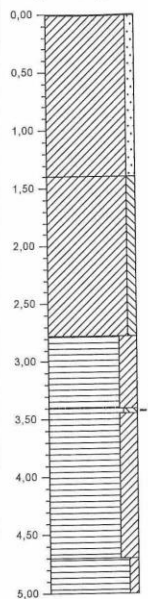
DP 650

NAP + 0,072



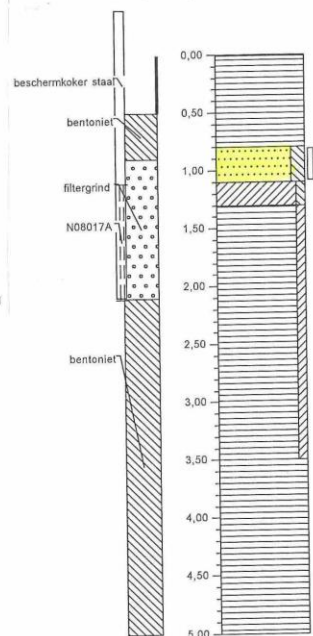
No 8 015

NAP - 0,48



No 8 016

NAP - 1,815

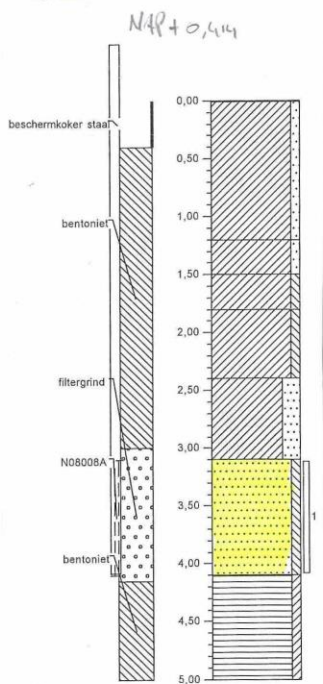


No 8 017

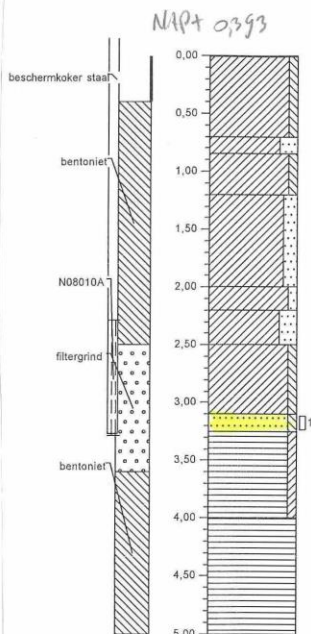
keuwin → achterland



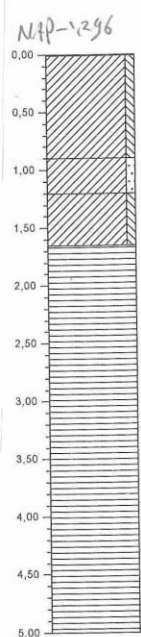
DP1050



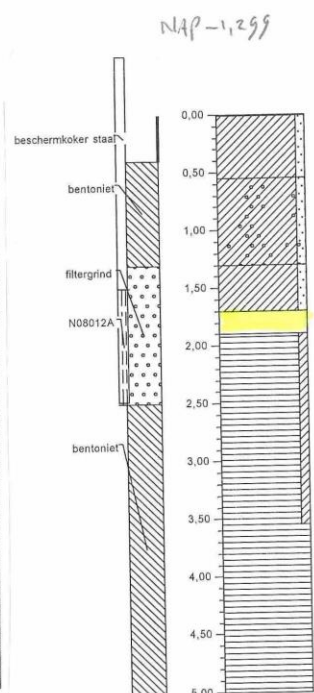
No8 008



No8 010

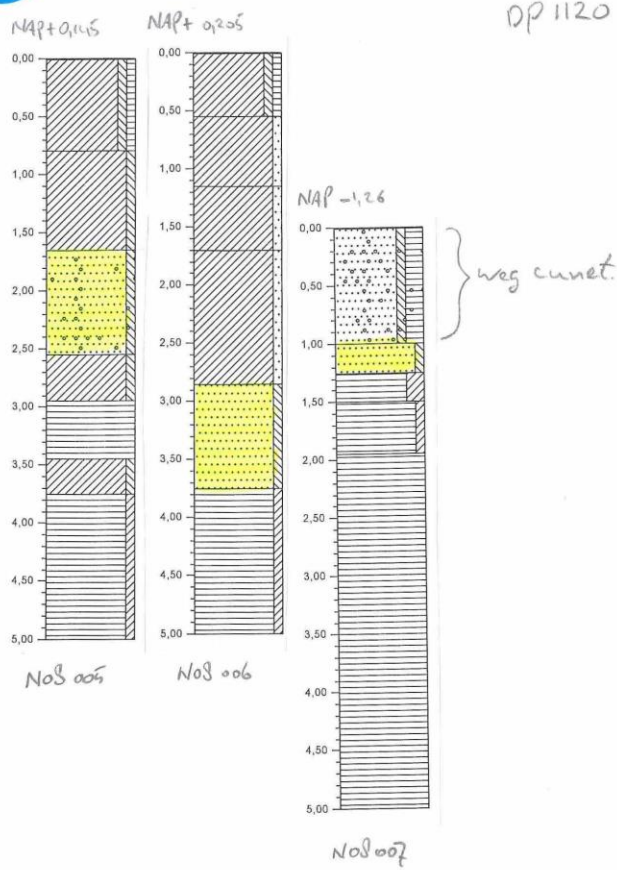


No8 011



No8 012

kruin → geen/achterbuis



krin → geen / achterland

BEOORDELINGSTABEL PIPING / HEAVE		Blauwe waarden invullen	
Er moet minimaal éénmaal Voldoet worden gescoord			
Project:	Geuzensloot		
Nummer:	PO2-033A		versie 05-10-2018
vak:	33A metrerings 1120		
Datum:	13-05-2019 (def)		
EENVOUDIGE BEOORDELING			Voldoet niet
A.	De dijk is opgebouwd uit zand, en ligt direct op de zandondergrond?		nee
B.	Een intredepunt is afwezig?		nee
	Direct aantoonbaar igv de aanwezigheid v/e slecht doorlatende laag op de waterbodem over de volledige breedte, met:		
	1. een dikte van tenminste 1,5 m (minimaleis);		nee
	2. die voldoende slecht doorlatend is cq voldoende hydraulische weerstand heeft (lutumgehalte $\geq 20\%$, zandgehalte $\leq 35\%$);		nee
	3. dat niet (gedeeltelijk) zal opdrijven; omdat		nee
	- de slecht doorlatende laag geen mineraal-arme veenlagen bevat ; of:		-
	- de aanwezige mineraal-arme veenlagen in de slecht doorlatende laag worden afgedekt met grondlagen (beneden een eventueel onderhouds- of baggerprofiel) met een gezamenlijke gewicht dat voldoende is om een oprijfvermogen van 1 kN/m^3 van de mineraal-arme veenlagen te weerstaan (nb. veen met $\gamma_{\text{nat}} > 10 + 1 > 11 \text{ kN/m}^3$ voldoet ook), en		-
	4. en optreden van hydraulische kortsluiting kan worden uitgesloten (vb. lekkage via een oeverconstructie, na baggerwerk, etc).		nee
ALGEMENE INVOERGEGEVENS*			
	Maatgevend Boezempeil	h	0,00 [m+NAP]
	streefpeil	h_{streef}	-0,40 [m+NAP]
	Freatisch niveau teensloot (polderpeil)	h_p, h_{exit}	-1,35 [m+NAP]
	Stijghoogte in de polder (stationaire toestand, rvw bij uitredepunt)	$\phi_p, \phi_{\text{polder}}$	-1,95 [m+NAP]
	Dempingsfactor (Boezeminvloed over de afstand intredepunt - uitredepunt)**	r_{exit}	-0,300 [-]
	Stijghoogte in de watervoerende laag bij het uitredepunt	$\phi_2, \phi_{\text{exit}}$	-2,07 [m+NAP]
Er wordt gerekend met een gereduceerd intredepunt			
	* Er is uitgegaan van de aanwezigheid van een teensloot		
	** $\phi_2, \phi_{\text{exit}}$ kan worden in geval van kortsluiting worden bepaald met de Deltares spreadsheet "Potentiaalstijging onder kaden door stroming vanuit boezem 2.xls".		
	Invoerwaarden t.b.v. (eventuele) invloed taluds op opbarsten		
	Is er een dijksloot (teensloot) aanwezig?		nee
	Waterlijnbreedte dijksloot		0,00 [m]
	Taludhelling (1:m)	m	1,0 [-]
	Drooglegging (verticale afstand waterlijn tot maaiveld)		0,00 [m]
	Waterdiepte	H_s	0,00 [m]
	Breedte dijksloot op maaiveld	B	0 [m]
	Breedte waterbodem dijksloot	B_{bs}	0 [m]
	Methode 1. Par.10.2 NEN9997		
	Horizontale breedte taludhelling	a	0,00 [m]
	Halve breedte sleuf/sloot/bodem	b	0 [m]
	Geometrie / spreidingsfactor effect taluds	f	0,000 [-]
	Methode 2. Ringtoets		
	Dikte van de samendrukbare laag	H_1	0,88 [m]
	Dikte van de samendrukbare laag obv snijpunt 1:2 helling	H_3	1,76 [m]
	Effectieve laagdikte	D_{eff}	0,00 [m]
GEDETAILLEERDE BEOORDELING*			
C/F	Een uitredepunt is afwezig (geen opbarsting)		
	Rekening houden met effect van (sloot)taluds		nee
	Rekening houden met cohesie deklaag?		nee
	Bovenzijde deklaag (slootbodem)		-1,35 [m+NAP]
	Onderzijde deklaag		-2,23 [m+NAP]
	Verzadigd volumiek gewicht cohesieve deklaag	γ_{sat}	14,19 [kN/m ³]
	Cohesie deklaag	c	1,00 [kPa]
	Volumiek gewicht water	γ_w	9,81 [kN/m ³]
	Veiligheidsfactor (=1,2)	$\gamma_m, \gamma_{\text{opbarsten}}$	1,20 [-]
	Dikte deklaag (onder sloot)	D_{deklaag}	0,88 [m]

	Opwaartse druk	σ_w	1,57	[kPa]
	Neerwaartse druk	σ_g	12,49	[kPa]
	Grenspotentiaal	ϕ_{grens}	-0,96	[m+NAP]
	Opbarstveiligheid (UC) (excl. Veiligheidsfactor)	σ_g/σ_w	7,96	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	10,60	[m]
			Voldoet	
D/G	Verticaal zandtransport (Heave) treedt niet op?			
	<u>* Heave criterium</u>			
	Veiligheidsfactor (=1,0)	$\gamma_n, \gamma_{\text{Heave}}$	1,00	[-]
	Kritieke heave gradiënt (0,5 = veilige waarde)	$i_{c,H}$	0,50	[-]
	Optredende heave gradiënt	i_{optr}	-0,82	[-]
	Veiligheid (UC)	$i_{c,H} / i_{\text{optr}}$	-0,61	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	1,32	[-]
			Voldoet niet	
E	De watervoerende zandlaag is dunner dan 0,5 m?			
	Dikte van de zandlaag	D	0,6	[m]
			Voldoet niet	
H.	<u>Toetsing op Piping Sellmeijer (2 krachtenmodel) (o.b.v. verval over kering)</u>			
	Kinematische viscositeit [= 1,33 · 10 ⁻⁶ (m ² /s)]	ν	1,33E-06	[m ² /s]
	Sleepkrachtfactor (coëfficiënt van White) [= 0,25 (-)]	η	0,25	[-]
	Rolweerstandshoek van de zandkorrels (= 41, 39 of 37°)	θ	37	[°]
	Versnelling van de zwaartekracht [= 9,81 (m ² /s ²)]	g	9,81	[m/s ²]
	(Schijnbaar) volume gewicht van zandkorrels onder water [= 16,5 à 17,5 (kN/m ³)]	γ_p	16,5	[kN/m ³]
	Volumiek gewicht van water [= 1000 (kg/m ³)]	γ_w	9,81	[kN/m ³]
	70-percentielwaarde van de korrelverdeling van pipinggevoelige laag	d_{70}	2,80E-04	[m]
	Referentie d_{70} -waarde [= 2,08 × 10 ⁻⁴ (m)]	$d_{70,m}$	2,08E-04	[m]
	Doorlatendheid zandlaag	k	1,26E-04	[m/s]
	Kwelweglengte van in- tot uitredpunt	L	11	[m]
	Dikte van de zandlaag	D	0,6	[m]
	Veiligheidsfactoren toepassen ?		ja	
	Rekenen met fictief intredepunt waterbodem of voorland ?		nee	
	Veiligheidsfactor (zie tabel D.2 uit LRTV (2015))	$\gamma_n, \gamma_{\text{piping}}$	1,20	[-]
	Schematiseringsfactor	γ_b	1,30	[-]
	Modelfactor [= 1,0 (-)]	m_p	1,00	[-]
	Reductiefactor voor weerstand in de deklaag bij uitredpunt [= 0,30 (m)]	r_c	0,30	[-]
	Freatisch niveau, of hoogte maaiveld, bij het uitredpunt	h_{exit}	-1,35	[m+NAP]
	Dikte deklaag	D_{deklaag}	0,88	[m]
	Boezempeil	h	0,00	[m+NAP]
	$\kappa = \nu_{\text{water}} * \kappa / g$ (Intrinsieke doorlatendheid van de korrelverdeling)	κ	1,71E-11	[m ²]
	$F_{\text{resistance}} = \eta * (\gamma_p / \gamma_w) * \tan(\theta)$	$F_{\text{resistance}}$	0,317	[-]
	$F_{\text{scale}} = d_{70,m} / \sqrt[3]{(\kappa * L) * (d_{70} / d_{70,m})^{0,4}}$	F_{scale}	0,409	[-]
	$F_{\text{geometry}} = 0,91 * (D/L)^{(0,28 / ((D/L)^{2,8-1})) + 0,04}$	F_{geometry}	1,829	[-]
	$\Delta H_c / L = F_{\text{resistance}} * F_{\text{scale}} * F_{\text{geometry}}$	$\Delta H_c / L$	0,24	[-]
	Kritiek verval (karakteristieke waarde) ($\Delta H_c = L * F_{\text{resistance}} * F_{\text{scale}} * F_{\text{geometry}}$)	$\Delta H_{c,kar}$	2,61	[m]
	Kritiek verval rekenwaarde = $\Delta H_{c,kar} / \gamma_{\text{piping}} / \gamma_b$	$\Delta H_{c,d}$	1,67	[m]
	Aanwezig verval = $h - h_{\text{exit}} - r_c * D_{\text{deklaag}}$	ΔH_{act}	1,09	[m]
	Veiligheid (UC)	$\Delta H_{\text{act}} / \Delta H_{c,kar}$	2,40	[-]
	Kritieke kwelweglengte = $L / \gamma_{\text{piping}} / \gamma_b$	$L_{c, \text{reken}}$	7,15	[m]
	Aanwezige kwelweglengte	$L_{c, \text{act}}$	11,00	[m]
	Grenstoestandfunctie: $Z_p = m_p * \Delta H_{c, \text{reken}} - (h - h_{\text{exit}} - r_c * D_{\text{deklaag}})$	Z_p	0,59	[m]
			Voldoet	
	<u>Fictief intredepunt</u>			
	Breedte waterbodem boezem (van buitenteen tot buitenteen)	B_b	20,00	[m]
	Lengte voorland of waterbodem met afdekkende laag (=max. 1/2*B)	L_1	10,00	[m]

	<i>Afdekkende slecht doorlatende laag</i>			
	Doorlatendheid afdekkende slecht doorlatende laag [k-waarde]	k_1	0,03	[m/dag]
	Dikte afdekkende slecht doorlatende laag	d_1	0,20	[m]
	Weerstand van de afdekkende slecht doorlatende laag	c	6,67	[dag]
	<i>Zandpakket</i>			
	Doorlatendheid van het zandpakket [k-waarde]	k	25,00	[m/dag]
	Dikte zandpakket	D	2,50	[m]
	Transmissiviteit watervoerende zandlaag	kD	62,50	[m ² /dag]
	Leklengte	λ_1	20,41	[m]
	Fictieve lengte voorland of waterbodembodem	L'_1	9,27	[m]

Bijlage 12: Bodemopbouw

In onderstaande subparagrafen is per kadevak de bodemopbouw weergegeven. De metrerings tussen haakjes betreft de oude metrerings gebruikt in het rapport van de kadeverbetering van de Angstelskade, kade Geuzensloot en de kade zuidzijde Nieuwe Wetering [Ref [6]]. Tevens is de nieuwe metrerings weergegeven van alleen de Geuzensloot.

Kadevak 29

3387-3456

In kadevak 29 is geen profiel geschematiseerd, de grondopbouw is gelijk aan de grondopbouw in kadevak 30. Hier is eventueel optimalisatie mogelijk omdat kadevak 30 hoofdzakelijk uit veen bestaat en in kadevak 29 is nog een kleilaagje aanwezig van circa 0,8 m.

Kadevak 30, 30A en 30B

In Tabel 0-1 en Tabel 0-2 is de representatieve grondopbouw van kadevak 30 weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel en B40A, DKM-40B en B40C.

Tabel 0-1: Representatieve grondopbouw kadevak 30, onder de kruin

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 30 (3275-3850)	+0,32	-	-2,75	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
2811-3387	-2,75	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
DP3140	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Tabel 0-2: Representatieve grondopbouw kadevak 30, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 30 (3275-3850)	-1,95	-	-7,50	Hollandveen naast	10,15 / 10,15
2811-3387	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00
DP3140					

Kadevak 31

In Tabel 0-3 en

Tabel 0-4 is de representatieve grondopbouw van kadevak 31 weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel en B44A en DKM-44C.

Tabel 0-3: Representatieve grondopbouw kadevak 31, onder de kruin

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 31 (3850-3935)	+0,16	-	-3,20	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
2726-2811	-3,20	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
DP2750	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Tabel 0-4: Representatieve grondopbouw kadevak 31, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 31 (3850-3935) 2726-2811 DP2750	-1,40	-	-7,50	Hollandveen naast	10,15 / 10,15
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Kadevak 32, 32A en 32B

In Tabel 0-5 en Tabel 0-6 is de representatieve grondopbouw van kadevak 32 weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel en B46A en DKM-47C.

Tabel 0-5: Representatieve grondopbouw kadevak 32, onder de kruin

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 32 (3935-4764) 1889-2726 DP2500	+0,34	-	-3,12	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-3,12	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Tabel 0-6: Representatieve grondopbouw kadevak 32, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 32 (3935-4764) 1889-2726 DP2500	-1,13	-	-7,50	Hollandveen naast	10,15 / 10,15
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Kadevak 33

In Tabel 0-7 en Tabel 0-8 is de representatieve grondopbouw van kadevak 33 weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op een rapport van de kadereconstructie Geuzensloot met betrekking tot de aanleg van een busbaan van Witteveen+Bos [Ref [12]]. Uit een recent grondonderzoek blijkt dat de opbouw niet aangepast hoeft te worden. De antropogene zandlaag komt niet duidelijk naar voren in het recente onderzoek. Dit is wel aangehouden, omdat dit maatgevend is met betrekking tot het aandrijvend moment ten behoeve van binnenwaartse stabiliteit.

Tabel 0-7: Representatieve grondopbouw kadevak 33, onder de kruin

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 33 (4764-5600) 1159-1889 DP1565	+0,40	-	-0,65	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-0,65	-	-1,66	Antropogeen zand	20,00 / 18,00
	-1,66	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Tabel 0-8: Representatieve grondopbouw kadevak 33, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 33 (4764-5600) 1159-1889 DP1565	-1,25	-	-1,65	Antropogeen zand	20,00 / 18,00
	-1,65	-	7,50	Hollandveen naast	10,15 / 10,15
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Achter de teensloot ligt de provinciale weg N201. Deze is geschematiseerd als antropogeen zand ($\gamma=20 / 18$ kN/m³) op het hollandveen. De weg fundering is niet opgenomen in bovenstaande tabel.

Kadevak 33A

In Tabel 0-9 t/m Tabel 0-11 is de representatieve grondopbouw van kadevak 33A weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel en B52A en B52B. Tevens is het profiel aangepast op recent grondonderzoek, boring N08-005 tot en met N08-007.

Tabel 0-9: Representatieve grondopbouw kadevak 33A, onder de buitenkruinlijn

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 33A (5600-5690) 1067-1159 DP1120	+0,13	-	-0,66	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-0,66	-	-1,50	(Antropogeen) Klei	16,19 / 16,19
	-1,50	-	-2,40	Zand antropogeen	20,00 / 18,00
	-2,40	-	-2,81	Klei antropogeen	16,19 / 16,19
	-2,81	-	-3,31	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-3,31	-	-3,61	Klei 13,5-15*	14,25 / 14,25
	-3,61	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

*: Klei 13,5-15 onder de boezem aanwezig. Volgens geotechnisch lengteprofiel antropogene klei, echter dit is niet aannemelijk omdat de laag onder de boezem doorloopt, volumiek gewicht gebaseerd op gemiddelde van de proevenverzameling.

Tabel 0-10: Representatieve grondopbouw kadevak 33A, onder de binnenkruinlijn

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 33A (5600-5690) 1067-1159 DP1120	+0,19	-	-0,35	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-0,35	-	-2,64	(Antropogeen) Klei	16,19 / 16,19
	-2,64	-	-3,55	Zand	20,00 / 18,00
	-3,55	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Tabel 0-11: Representatieve grondopbouw kadevak 33A, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 33A (5600-5690) 1067-1159 DP1120	-1,27	-	-2,26	Antropogeen klei*	16,19 / 16,19
	-2,26	-	-2,51	Zand	20,00 / 18,00
	-2,50	-	-7,50	Hollandveen naast	10,15 / 10,15
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

*: In de boring is deze laag geclassificeerd als zand, matig fijn, zwak siltig, sterk humeus, resten klei, resten grind, grijs. Echter in de berekening is antropogeen klei aangehouden omdat de boring dichtbij de provinciale weg is uitgevoerd bij het zandcunet van de weg. De dijk ligt hier lokaal dichter bij de weg.

Kadevak 33B en 34

In Tabel 0-12 t/m Tabel 0-14 is de representatieve grondopbouw van kadevak 34 weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel en B56A en B56B. Tevens is het profiel aangepast op recent grondonderzoek, boring N08-015 tot en met N08-017 en N08-008 t/m N08-012.

Tabel 0-12: Representatieve grondopbouw kadevak 34, onder de buitenkruin

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 34 (5995-6180) 584-761 DP657	+0,19	-	-2,58	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-2,58	-	-2,88	Zand	20,00 / 18,00
	-2,88	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Tabel 0-13: Representatieve grondopbouw kadevak 34, binnentalud

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 34 (5995-6180) 584-761 DP657	-0,48	-	-1,88	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-1,88	-	-3,26	(Antropogeen) klei	16,19 / 16,19
	-3,26	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Tabel 0-14: Representatieve grondopbouw kadevak 34, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 34 (5995-6180) 584-761 DP657	-1,83		-2,62	Antropogeen veen	11,58 / 11,58
	-2,62	-	-2,91	Antropogeen zand	20,00 / 18,00
	-2,91	-	-3,12	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-3,12	-	-7,50	Hollandveen naast	10,15 / 10,15
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Kadevak 35

In Tabel 0-15 en Tabel 0-16 is de representatieve grondopbouw van kadevak 35 weergegeven. De grondopbouw in het achterland is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel, voor de kruin is een oude berekening van GeoDelft gebruikt voor de grondopbouw in combinatie met gegevens uit het geotechnisch lengteprofiel uit naastliggende meteringen.

Tabel 0-15: Representatieve grondopbouw kadevak 35, onder de kruin

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 35 (6180-6330) 433-584 DP560	+0,21	-	-2,50	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-2,50	-	-2,86	Antropogeen zand	20,00 / 18,00
	-2,86	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Tabel 0-16: Representatieve grondopbouw kadevak 35, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 35 (6180-6330) 433-584	-1,75	-	-2,00	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-2,00	-	-2,33	Antropogeen veen	11,58 / 11,58
	-2,33	-	-3,18	Hollandveen naast	10,15 / 10,15

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
DP560	-3,18	-	-3,48	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-3,48	-	-7,50	Hollandveen naast	10,15 / 10,15
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Kadevak 36

De grondopbouw in kadevak 36 is qua opbouw gelijk aan kadevak 35. Met uitzondering van de antropogene zandlaag in de kruin van NAP -2,50 m tot NAP -2,86 m. Hier is geen zand aanwezig, maar klei of veen. Op deze locatie zijn enkel sonderingen aanwezig. Deze gegevens gecombineerd met het geotechnisch lengteprofiel wordt een klei laag verwacht.

Kadevak 37

In Tabel 0-17 en Tabel 0-18 is de representatieve grondopbouw van kadevak 37 weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel en B62A en B62B. De kruin is in het geotechnisch lengteprofiel geschematiseerd tot circa NAP -5m, hieronder is veen geschematiseerd tot de pleistocene zandlaag op circa NAP -7,5 m. Er is veen geschematiseerd, omdat uit de handboring blijkt dat de diepste kleilaag (NAP -5 m) veenhoudend is.

Tabel 0-17: Representatieve grondopbouw kadevak 37, onder de kruin

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 37 (6500-6700) 45-250 DP065	+0,39	-	-0,06	Antropogeen zand	20,00 / 18,00
	-0,06	-	-1,86	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-1,86		-2,06	Hollandveen kleilig onder ^[1]	12,05 / 12,05
	-2,06	-	-5,18	Klei v. Tiel onder ^[2] 14,6-17,2	15,84 / 15,84
	-5,18	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

[1]: Uit de handboring blijkt dat de veen laag matig kleilig is, daarom is het volumiek gewicht verhoogd op basis van de proevenverzameling uit het COW onderzoek. De sterkteparameters zijn wel van de huidige proevenverzameling toegepast op basis van veen.

[2]: In de proevenverzameling op basis van celproef resultaten uit het COW onderzoek zijn meerdere klassen Klei van tiel opgenomen. Waaronder een volumiek gewicht van <14,6 kN/m³, van 14,6 kN/m³ tot 17,2 kN/m³ en >17,2 kN/m³. Er is gekozen voor de klasse 14,6 2 kN/m³ tot 17,2 kN/m³, omdat dit ook in de oude toets berekeningen voorkomt.

Tabel 0-18: Representatieve grondopbouw kadevak 37, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{nat} / \gamma_{droog}$ (kN/m ³)
Vak 37 (6500-6700) 45-250 DP065	-1,40	-	-4,10	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-4,10	-	-7,50	Hollandveen naast	10,15 / 10,15
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Kadevak 38

Metrering 0-45

In kadevak 38 is geen profiel opgezet. Het betreft een kadevak waarin de provinciale weg het boezemwater oversteekt door middel van een brug. Hier is een ophoging aanwezig om het boezemwater over te steken, derhalve is binnenwaartse instabiliteit niet aan de orde.

Bijlage 13: Normering schetsontwerp

De basis stabiliteitsfactor is per situatie weergegeven in Tabel 0-1. Er zijn voor verschillende kadevakken optimalisaties uitgevoerd van de schematiseringsfactor. Dit betreft kadevakken: 29 t/m 32, 33, 33A en 33B

Tabel 0-1: Vereiste stabiliteitsfactor ontwerp Geuzensloot (basis, met schematiseringsfactor 1,2)

Situatie	Schadefactor +0,05 (IPO-III)	Model- factor	Schematiserings- factor	Stabiliteitsfactor SF _{eis} zonder robuustheid	Stabiliteitsfactor SF _{eis} inclusief robuustheid
Spencer-Van der Meij geen opbarsten (vigerend)	0,95	0,95	1,2	1,03	1,08
Bishop (controle)	0,95	1,0	1,2	1,08	1,14
Spencer-Van der Meij opbarsten (vigerend)	0,95	1,05	1,2	1,13	1,20
Uplift Van (controle indien opbarsten)	0,95	1,05	1,2	1,13	1,20
Bishop (controle bij opdrijven)	0,95	1,10	1,2	1,19	1,25

Tabel 0-2: Normering schetsontwerp voor kadevak 29, 30, 31 en 32

Situatie	Schadefactor (IPO-III)+0,05	Model- factor	Schematiserings- factor	Stabiliteitsfactor SF _{eis} zonder robuustheid	Stabiliteitsfactor SF _{eis} inclusief robuustheid
Spencer-Van der Meij geen opbarsten (vigerend)	0,95	0,95	1,19	1,02	1,07
Bishop (controle)	0,95	1,0	1,19	1,07	1,13
Spencer-Van der Meij opbarsten (vigerend)	0,95	1,05	1,19	1,12	1,19
Uplift Van (controle indien opbarsten)	0,95	1,05	1,19	1,12	1,19
Bishop (controle bij opdrijven)	0,95	1,10	1,19	1,18	1,24

Tabel 0-3: Normering schetsontwerp voor kadevak 33

Situatie	Schadefactor (IPO-III)+0,05	Model- factor	Schematiserings- factor	Stabiliteitsfactor SF _{eis} zonder robuustheid	Stabiliteitsfactor SF _{eis} inclusief robuustheid
Spencer-Van der Meij geen opbarsten (vigerend)	0,95	0,95	1,06	0,91	0,96
Bishop (controle)	0,95	1,0	1,06	0,95	1,01
Spencer-Van der Meij opbarsten (vigerend)	0,95	1,05	1,06	1,00	1,06
Uplift Van (controle indien opbarsten)	0,95	1,05	1,06	1,00	1,06
Bishop (controle bij opdrijven)	0,95	1,10	1,06	1,05	1,11

Tabel 0-4: Normering schetsontwerp voor kadevak 33A

Situatie	Schadefactor (IPO-III)+0,05	Model- factor	Schematiserings- factor	Stabiliteitsfactor SF _{eis} zonder robuustheid	Stabiliteitsfactor SF _{eis} inclusief robuustheid
Spencer-Van der Meij geen opbarsten (vigerend)	0,95	0,95	1,03	0,88	0,93
Bishop (controle)	0,95	1,0	1,03	0,93	0,98
Spencer-Van der Meij opbarsten (vigerend)	0,95	1,05	1,03	0,97	1,03
Uplift Van (controle indien opbarsten)	0,95	1,05	1,03	0,97	1,03
Bishop (controle bij opdrijven)	0,95	1,10	1,06	1,02	1,08

Tabel 0-5: Normering schetsontwerp voor kadevak 33B

Situatie	Schadefactor (IPO-III)+0,05	Model- factor	Schematiserings- factor	Stabiliteitsfactor SF _{eis} zonder robuustheid	Stabiliteitsfactor SF _{eis} inclusief robuustheid
Spencer-Van der Meij geen opbarsten (vigerend)	0,95	0,95	1,09	0,93	0,98
Bishop (controle)	0,95	1,0	1,09	0,98	1,04
Spencer-Van der Meij opbarsten (vigerend)	0,95	1,05	1,09	1,03	1,09
Uplift Van (controle indien opbarsten)	0,95	1,05	1,09	1,03	1,09
Bishop (controle bij opdrijven)	0,95	1,10	1,09	1,08	1,14