



Datum
23 september 2019

Scopebepaling Geuzensloot

PO2-033A

Inhoud

	Voorwoord	5
1	Conclusies technische scopebepaling 2019 dijktraject P033A	7
2	Resultaat vorige toetsing	11
2.1	Technische toetsing	11
2.2	Beheerdersoordeel	12
2.3	Veiligheidsoordeel	12
2.4	Conclusie	13
3	Historische gegevens	14
4	Uitgangspunten	15
4.1	Algemene uitgangspunten	15
4.2	Kadevakindefining	15
5	Hoogte (HT)	17
5.1	Inleiding	17
5.2	Hoogtetoefting	17
5.3	Resultaat per kadevak	20
6	Piping/heave (STPH)	21
7	Microstabiliteit (STMI)	23
8	Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	23
8.1	Inleiding	23
8.2	Normering	23
8.3	Maatgevend boezempeil (MBP)	23
8.4	Polderpeil	24
8.5	Verloop freatische lijn in de dijk	24
8.6	Stijghoogte eerste watervoerende pakket en stijghoogteverloop	25
8.7	Verkeersbelasting	25
8.8	Schematisering dwarsprofielen	26
8.9	Grondopbouw en volumiek gewicht	26
8.10	Sterkteparameters	27
8.11	Schematiseringsfactor	27
8.12	Nieuw toetsingsresultaat	27
8.12.1	Resultaat opbarsten en opdrijven	27
8.12.2	Resultaat STBI	28
9	Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	30
9.1	Inleiding	30
9.2	(Her)toetsing	30
9.3	Conclusies STBU	31
10	Potentiële dijkverbeteringsmaatregelen	31
10.1	Hoogte	31
10.2	Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	33

10.2.1 Kadevak 29	33
10.2.2 Kadevak 30A (en 30)	33
10.2.3 Kadevak 30B	35
10.2.4 Kadevak 31	35
10.2.5 Kadevak 32	35
10.2.6 Kadevak 32A en 32B	36
10.2.7 Kadevak 33	36
10.2.8 Kadevak 33A	37
10.2.9 Kadevak 33B	37
10.2.10 Kadevak 34	38
10.2.11 Kadevak 35	38
10.2.12 Kadevak 36	38
10.2.13 Kadevak 37	38
10.2.14 Kadevak 38	39
10.3 Overige aandachtspunten	39
11 Referenties	40

Bijlagen

Bijlage 1: Metreering
Bijlage 2: <i>As build</i> -tekening damwand
Bijlage 3: Beheerdersoordeel
Bijlage 4: Hoogtetoetsing AHN3
Bijlage 5: Dwarsprofielen
Bijlage 6: Opbarstberekeningen
Bijlage 7: Optimalisatie schematiseringsfactor
Bijlage 8: Resultaten STB – glijcirkels toetsing
Bijlage 9: Resultaten STBI – glijcirkels ontwerp
Bijlage 10: Potentiële stijghoogte tussenzandlaag DP1120
Bijlage 11: Pipinganalyse – overzicht boringen en Sellmeijer-berekening
Bijlage 12: Bodemopbouw
Bijlage 13: Normering schetsontwerp

Voorwoord

Met het project "scopebepaling dijken" wordt de laatste toetsing van met name afgekeurde dijktrajecten nog een keer kritisch doorgelicht en waar nodig verbeterd, 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. Behalve het verschaffen van helderheid wordt hiermee beoogd eventuele fouten in eerdere schematiseringen en berekeningen vroegtijdig op te sporen en te verbeteren.

In de scopebepaling worden achtereenvolgens de volgende stappen doorlopen:

1. review toetsingsrapport
2. review stabiliteitsberekeningen
3. review beheerdersoordeel
4. doorspreken bevindingen met expert-team
5. aanbrengen van verbeteringen in schematiseringen 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 dijkverbeteringsmaatregelen
9. vaststellen definitieve scope dijkverbetering
10. overdracht aan de afdeling Projecten.

Dit rapport beschrijft de technische scopebepaling van het dijktraject Geuzensloot (PO2-033A). De kade, met een officiële lengte van 3456 meter, ligt in de gemeente De Ronde Venen en beschermt het achterland van de polder Oukoop, de Polder Donkervliet en de Vinkeveensepolder tegen het hoge water uit de Geuzensloot. Door veranderingen in referentielijnen in de afgelopen jaren kunnen de trajectlengten in diverse tekeningen variëren en kunnen metreringen ook onderling afwijken. Het dijktraject met de metreringen is weergegeven in figuur 1-1.

Het rapport kan worden gezien als oplegnotitie bij het laatste toetsingsrapport. [1]
Figuur 1-1 toont het traject met een lengte van 3456 meter met de oude metrerings van de toetsing uit 2012. Bijlage 1 bevat dezelfde afbeelding in een wat groter formaat.

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



Dit rapport bevat eerst de conclusie van de huidige toetsing. Vervolgens wordt het resultaat beschreven van de toetsing uit 2012. Daarna komen de historische gegevens van de waterkering aan bod. Hoofdstuk 4 bevat algemene uitgangspunten en de kadevakindeling. Hoofdstuk 5 bevat de resultaten van de hoogtetoets (HT). Hoofdstuk 6 beschrijft de resultaten van de toets op piping en heave (STPH). In hoofdstuk 7 is de toets op microstabiliteit (STMI) opgenomen, hoofdstuk 8 is de toets op macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) en hoofdstuk 9 de toets op macrostabiliteit buitenwaarts (STBU). Potentiële dijkverbeteringsmaatregelen worden beschreven in hoofdstuk 10.

1 Conclusies technische scopebepaling 2019 dijktraject P033A

In de toetsingsronde van 2012 is 40 m afgekeurd op hoogte en 40 m op binnenwaartse stabiliteit (STBI). Daarnaast is over 1215 meter geen oordeel gegeven over 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 hoogtetoetsing 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 het was niet in de toetsing van 2012 opgenomen. In totaal is 2621 meter afgekeurd op hoogte en is 1636 meter afgekeurd op STBI. Onderzocht is 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	Stabiliteitstoetsing		
	Van	Tot	Van	Tot			Macrostabiliteit binnentalud	Macrostabiliteit buitentalud ²	Microstabiliteit
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

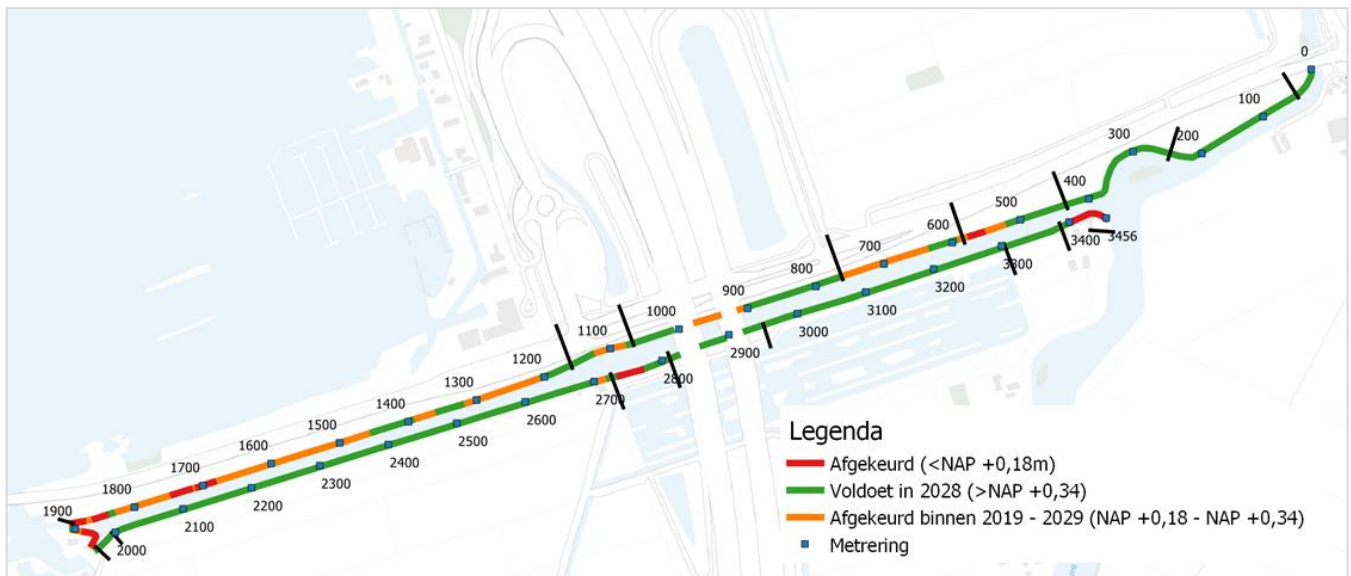
¹ Dit betreft een kadevak dat is toegevoegd op basis van de huidige toetsing t.o.v. de toetsing uit 2012.

² Goedgekeurd op basis van de eenvoudige toetsing.

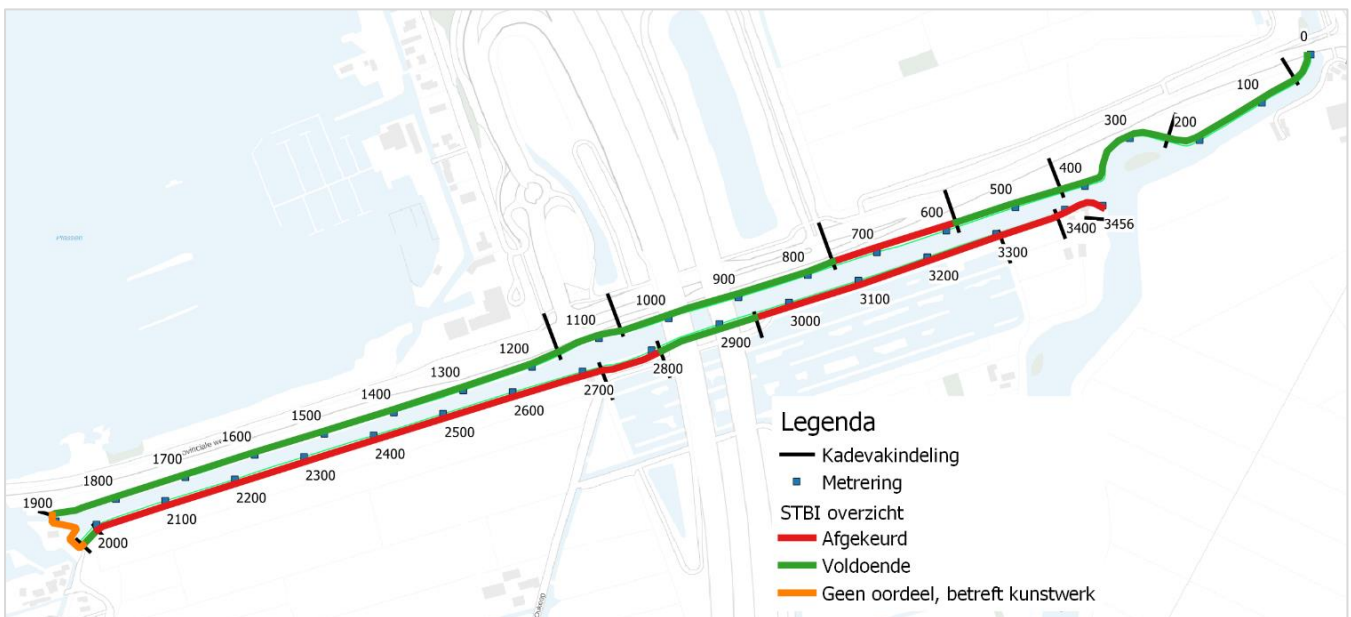
³ Dit betreft de lengte van de kadevakken. De daadwerkelijke afgekeurde lengte is korter. Dit is beschreven in hoofdstuk 5 - Hoogte.

De hoogtetoetsing is gevisualiseerd in figuur 1-1. Het oordeel over de STBI is gevisualiseerd in figuur 1-2.

Figuur 1-1: Overzicht oordeel hoogtoets



Figuur 1-2: Overzicht oordeel STBI



Advies dijkverbetering

Hieronder zijn de maatregelen per dijkvak samengevat.

Dijkvak 29:

In dijkvak 29 is een soortgelijke maatregel nodig als in kadevak 30. Dit is niet berekend door middel van een dwarsprofiel. De reden hiervoor is dat bebouwing aanwezig is. Daarom moet een maatwerkoplossing in het project worden opgezet. Het profiel moet hier worden opgehoogd.

Dijkvak 30 en 30A:

In kadevak 30A is watercompensatie aangelegd. Dit heeft een negatief effect op de waterkering en dus is een grote kleiberm nodig om te voldoen aan stabiliteit. De

kleiberm is 19 meter lang. Een tweede optie is een onderwaterberm van zand van 20 meter lang. Ook kan worden gekozen 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, maar hier is geen watercompensatie aangelegd. Daarom moet de ontwerphoogte van de berm in dijkvak 30A op dijkvak 30 worden toegepast.

Geadviseerd wordt om in de projectfase extra onderzoek te doen naar de stijghoogte met een raai peilbuizen en naar de cohesie van de veenlaag met triaxiaal- of DSS-proeven. Uit de 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 sprake van een stabiliteitstekort, dat kan worden opgelost door de bestaande berm op te hogen met circa 0,5 tot 0,6 meter en te verlengen met 2 meter. Ook is de kruinhoogte te laag. De kruinophoging wordt uitgevoerd tot NAP +0,6 m met een kruinbreedte van 1,5 meter. Vanwege de kruinhoogte moet het binnentalud worden aangevuld met een talud van 1:3.

Dijkvak 32:

In kadevak 32 is sprake van een stabiliteitstekort. Ook is sprake van een hoogte-tekort over 30 meter. De kruinhoogte moet worden aangelegd op NAP +0,6 m. De kruinbreedte is circa 2,6 m. Over een dwarslengte van circa 18,5 meter moet achter de binnenteen een ophoging worden uitgevoerd. Het betreft het ophogen van het bestaande achterland/berm met circa 0,2 tot 0,3 meter.

Dijkvak 32A en 32B

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

Dijkvak 33:

Kadevak 33 voldoet op binnenwaartse stabiliteit, maar hier is wel sprake van een hoogtetekort. De kruin moet worden opgehoogd 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, maar de kruin moet wel worden opgehoogd tot NAP +0,6 m. Vanwege de ophoging is ook een herprofilering van het binnentalud nodig (1:3) om een stabiel dijklichaam te creëren.

Dijkvak 33B:

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

Dijkvak 34:

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

Dijkvak 35:

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

Dijkvak 36:

Geen opgave.

Dijkvak 37:

Geen opgave.

Dijkvak 38:

Geen opgave.

2 Resultaat vorige toetsing

Dit hoofdstuk bevat het resultaat van de vorige toetsing. De locatie van de Geuzensloot inclusief metrerings is weergegeven in figuur 1-1. Voor een gedetailleerde weergave is de metrerings ook opgenomen in bijlage 1.

2.1 Technische toetsing

Tabel 2-1 bevat het oordeel van de technische toetsing.

Tabel 2-1: Resultaten toetsing 2012 [1]

Dijkvak	Traject [m]		Hoogte	Piping/heave	Stabiliteitstoetsing		
	Van	Tot			Macrostabieliteit binnentalud	Macrostabieliteit buitentalud	Microstabieliteit
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 metrerings 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 biedt 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 nodig zijn. Deze zijn uitgevoerd door Waternet. Vanuit de aanvullende acties wordt opgemerkt dat in theorie piping mogelijk is via de tussenzandlaag. Maar als dit het geval is moet, gezien het grote tekort aan pipinglengte, ook bij een gemiddelde boezemwaterstand sprake zijn van zandmeevoerende wellen in het achterland. Hierover is bij de beheerder niets bekend. Het advies van Waternet is het periodiek inspecteren van het pipinggevoelige traject op welvorming, al dan niet zand meevoerend.

³ De situatie met kortsluiting biedt 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 nodig zijn. Deze zijn uitgevoerd door Waternet. De dikte van het slappe-lagenpakket onder de boezembodem bedraagt 4 meter. De kans op hydraulische kortsluiting wordt, ondanks het lage volumegewicht, zeer klein geacht. De stijghoogte bij hydraulische kortsluiting is vrijwel gelijk aan de stijghoogte in het pleistocene zandpakket. Waternet heeft daarom het oordeel voldoende gegeven.

2.2 Beheerdersoordeel

Tabel 2-2: Resultaten Beheerdersoordeel 2011 [2]

		Toetsspoor	Oordeel	Toelichting
HT	=	hoogte (overlopen/overslag)	onvoldoende	diverse delen onvoldoende op hoogte.
STPI	=	piping en heave	voldoende	geen verdachte situaties aangetroffen
STBI	=	macrostabiliteit binnenwaarts (nat)	onvoldoende	dijk op delen onvoldoende stabiel
STBU	=	macrostabiliteit buitenwaarts	onvoldoende	op een aantal plaatsen tekenen van instabiliteit
STMI	=	microstabiliteit	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 door aanwezigheid bomen en een huis in de kering

Voor de gehele tabel wordt verwezen naar bijlage 3.

2.3 Veiligheidsoordeel

Het definitieve veiligheidsoordeel van het dijktraject luidt op hoofdlijnen als volgt [Ref. [3]:

Tabel 2-3: Definitief veiligheidsoordeel op hoofdlijnen

	Traject [m]		Hoogte	Pipingheave	Stabiliteitstoetsing		
	Van	Tot			Macrostabiliteit binnentalud.	Macrostabiliteit buitentalud.	Microstabiliteit
	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 worden de in het veiligheidsoordeel afgekeurde trajecten getoond.

Figuur 2-1: Veiligheidsoordeel, blauw gemarkeerde delen zijn onvoldoende



Tabel 2-4: Overzicht veiligheidsoordeel 2012 [Ref. [3]]

		Toetsspoor	Oordeel	Toelichting
HT	=	hoogte (overlopen/overslag)	onvoldoende	traject 1940 – 2020, 2680 – 2850 en 3380 - 3409 voldoet niet op HT
STPI	=	piping en heave	GO	traject 635 – 940 en 1030 – 1940 geen oordeel
STBI	=	macrostabiliteit binnenwaarts (nat)	onvoldoende	traject 1940 – 1980, 2750 – 2850 en 3100 – 3200 voldoet niet op STBI
STMI	=	microstabiliteit	voldoende	gehele metring voldoet op STMI

2.4 Conclusie

Het dijktraject voldoet conform deze toetsing niet op de volgende onderdelen of deze zijn niet beoordeeld:

1. hoogte (HT)
2. piping/heave (STPH)
3. macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)
4. macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)
5. bekleding (STBK)
6. niet-waterkerende objecten (NWO's).

In de volgende hoofdstukken wordt achtereenvolgens op deze onderdelen ingegaan.

4 Uitgangspunten

In de volgende 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

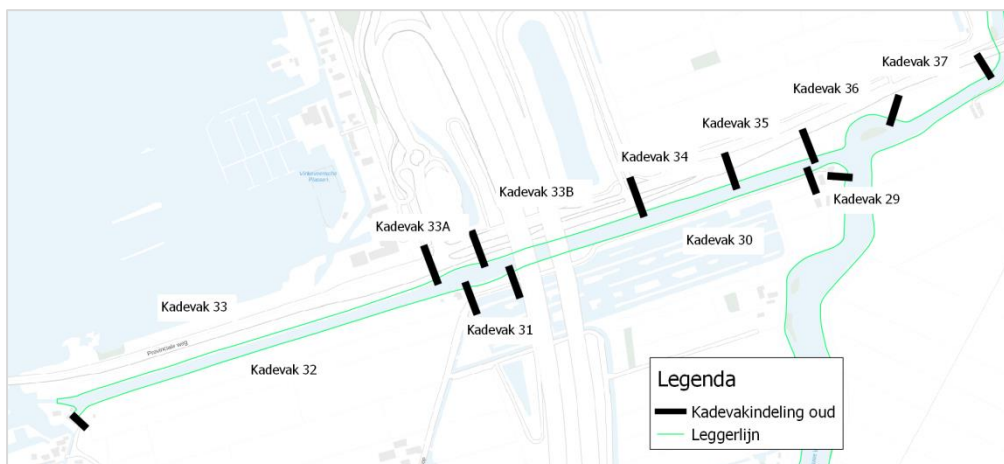
De uitgangspunten die zijn gehanteerd voor de verschillende faalmechanismen, zijn per faalmechanisme beschreven. Hieronder volgen een aantal algemene uitgangspunten die gelden voor elk faalmechanisme:

- Het dijktraject 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.
- Daarbij wordt rekening gehouden met een modelfactor en een schematiseringsfactor, maar niet met een robuustheidsfactor. De robuustheidsfactor is wel toegepast als verbeteringsmaatregelen nodig zijn.
- De dijk wordt getoetst volgens de Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen (LTVRW 2015) [5].
- Potentiële dijkverbeteringen zijn ontworpen volgens de uitgangspunten uit dezelfde leidraad.
- Voor dijkverbeteringen is uitgegaan van een planperiode van 30 jaar.

4.2 Kadevakingdeling

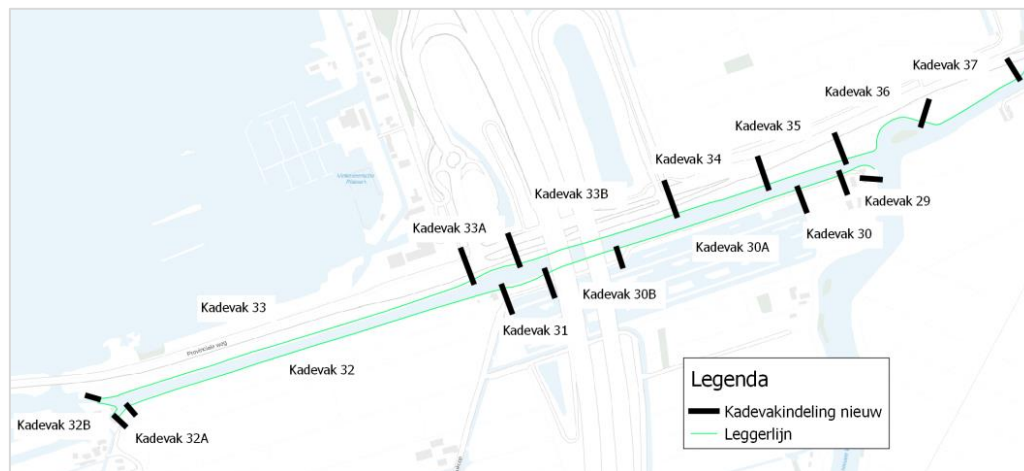
De kadevakingdeling is deels gewijzigd vanwege de nieuwe ligging van de A2 en de watercompensatie die is aangelegd. De oude kadevakingdeling is weergegeven in figuur 4-1. Deze kadevakingdeling was gebaseerd op een rapportage waarin de reconstructie van de Angsteltkade en de Geuzensloot is toegelicht [6]. In de huidige toetsing zijn de grenzen van de kadevakingdeling verschoven. De wijzigingen zijn hieronder per kadevak beargumenteerd.

Figuur 4-1: Bestaande kadevakingdeling Geuzensloot



De nieuwe kadevakingdeling is weergegeven in figuur 4-2.

Figuur 4-2: Nieuwe kadevakindefining Geuzensloot



Kadevak 29

Dit kadevak blijft ongewijzigd.

Kadevak 30

Kadevak 30 is aangepast. In dit kadevak is watercompensatie aangelegd in het achterland ten behoeve van de uitbreiding van de A2. Ook 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 fundering van de poeren is aanwezig in het binnentalud van de dijk.

Kadevak 31

Kadevak 31 blijft ongewijzigd ten opzichte van de voorgaande toetsing. Vóór 2006 geschiedde de kruising met de A2 in dit kadevak met één viaduct. Dit viaduct is gesloopt.

Kadevak 32

Dit kadevak is grotendeels gelijk gebleven, maar ter hoogte van de sluis is een deel van de kade opgehoogd en gelijktijdig is een waterkerende damwand aangebracht. Ook is een sluis aanwezig, die apart is opgenomen in het kadevak. 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 metrerings 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. Vóór 2006 viel de kruising met de A2 was in kadevak 33A. 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 fundering van de poeren is aangebracht in het buitenwater van de Geuzensloot en niet in de dijk.

Kadevak 34 t/m 37

De kadevakken 34 tot en met 37 zijn niet aangepast en blijven daardoor ongewijzigd.

5 Hoogte (HT)

5.1 Inleiding

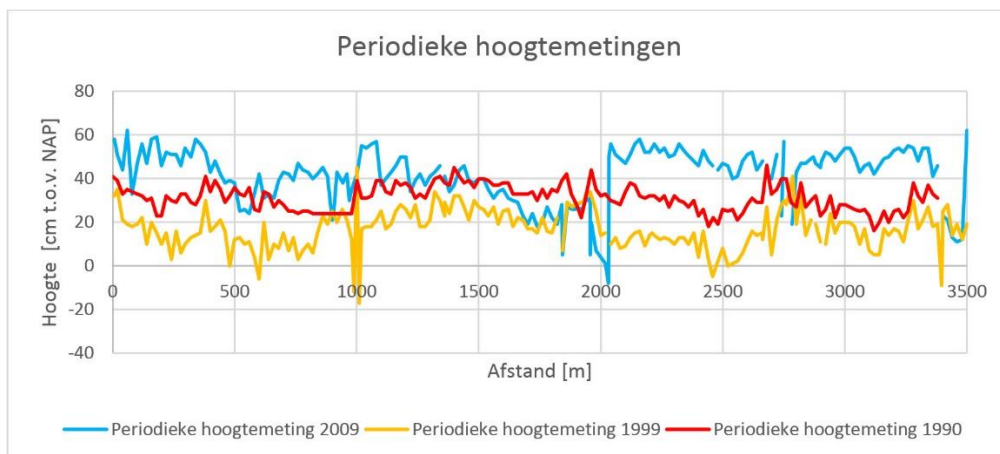
In dit hoofdstuk is de hoogtetoetsing beschreven. De hoogtetoetsing is uitgevoerd met behulp van gegevens uit het AHN3. Een kruinhoogte van NAP +0,1 m dient minimaal aanwezig te zijn in de periode tot 2029. Als een deel van de dijk in deze periode lager ligt, dan krijgt dit segment een onvoldoende wat betreft hoogte. Verder moet de kruinbreedte minimaal 1,5 meter zijn. Als een significant segment niet voldoet aan deze minimale kruinbreedte, dan is dit segment afgekeurd op hoogte.

Beschikbaar zijn drie periodieke hoogtemetingen, namelijk uit 1990, 1999 en 2009. Voor het bepalen van de achtergrondzetting zijn de periodieke hoogtemetingen van 1990 en 1999 gebruikt. De gegevens van 1990 en 1999 zijn gebruikt, omdat de kade na 1999 is versterkt en op verschillende plekken is opgehoogd.

5.2 Hoogtetoetsing

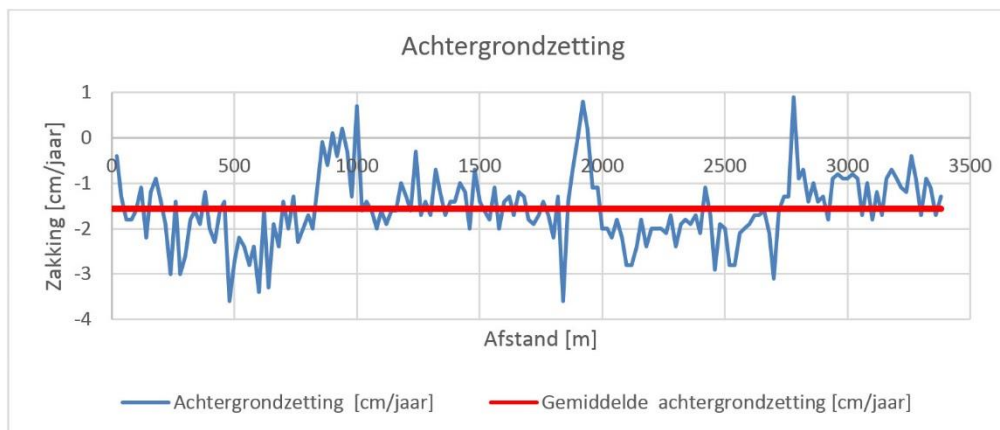
Figuur 5-1 geeft de periodieke hoogtemetingen weer van 1990, 1999 en 2009. Hieruit is ook af te leiden dat tussen 1999 en 2009 een ophoogslag is uitgevoerd.

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



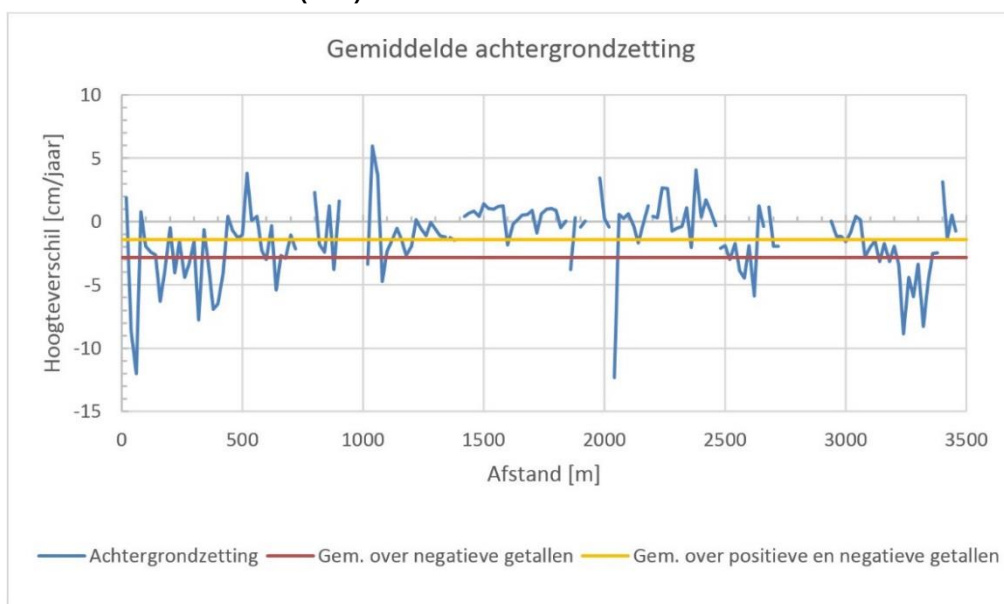
Voor de achtergrondzetting is het verschil berekend tussen de hoogten die zijn gemeten in 1990 en in 1999. Vervolgens is de gemiddelde achtergrondzetting per jaar berekend. Dit is gevisualiseerd in figuur 5-2.

Figuur 5-2: Achtergrondzetting Geuzensloot, op basis van periodieke hoogtemetingen in 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 als 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 vijf jaar (2009-2014). Dit leidt eveneens tot een hoge achtergrondzetting. Hier is een grafiek van geplott, die is weergegeven in figuur 5-3. Er volgen positieve en negatieve waarden met betrekking tot de verschillen in hoogte. De negatieve waarden zijn relevant voor de achtergrondzetting.

Figuur 5-3: Achtergrondzetting Geuzensloot op basis van periodieke hoogtemetingen in 2009 en in AHN3 (2014)



Twee gemiddelde waarden zijn 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 in de ordegrrootte van 0,75 m tot 1,4 m. Dit toont aan dat het een zettingsgevoelige ondergrond is, ondanks het gegeven dat hij voor een groot deel uit primaire zettingen bestaat [6].

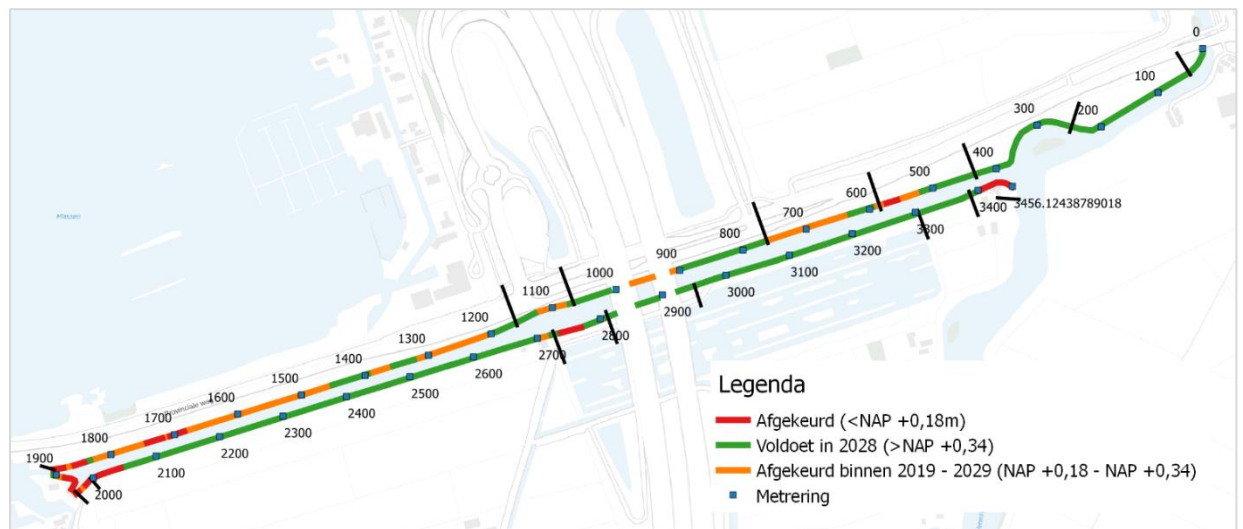
Recentelijk zijn geen periodieke hoogtemetingen uitgevoerd. Voor de hoogtetoetsing is daarom gebruikgemaakt van gegevens uit AHN3. De hoogte is gecontroleerd ter hoogte van de leggerlijn (buitenkruinlijn). Omdat de kruinbreedte minimaal 1,5 meter moet zijn, is de hoogte ook op 1,5 meter naast de leggerlijn getoetst.

Om tot 2029 een kruinhoogte van NAP +0,1 m te hanteren 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 leidt tot een hoogte van NAP +0,26 meter. De data komen echter

voort uit het AHN3, dat is ingemeten in 2014. Dit betekent dat nog een zettingscompensatie van $5 \times 0,016$ m moet worden toegevoegd. Dit leidt tot een afkeurgrens van NAP +0,34 m voor het jaar 2029. De afkeurgrens voor 2019 ligt op NAP +0,1 m + $5 \times 0,016$ m, wat leidt tot een afkeurgrens van NAP +0,18 m.

De resultaten uit het AHN3 zijn weergegeven in bijlage 4 en de toetsingsresultaten zijn gevisualiseerd in figuur 5-4. Het resultaat van AHN3 in combinatie met de informatie uit revisietekeningen van recente ophogingen is beschreven in paragraaf 5.3 en is gevisualiseerd in figuur 1-1.

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

Tabel 5-1 geeft de resultaten per kadevak weer.

Tabel 5-1: Resultaten per kadevak

Dijkvak	Metreering [m]	Hoogteoordeel	Levensduur [jaar]	Opmerking
29	3387-3456	Afgekeurd	0	Hier is bebouwing aanwezig en moet in het project een maatwerkoplossing worden toegepast.
30	3304-3387	Voldoende	>10	-
30A	2950-3304	Voldoende*	>10	Over een afstand van 10 meter is sprake van een gering hoogte-tekort van 1 cm in 2028. Omdat dit minimaal is, 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 bij metreering 2700. De locatie ligt naast kadevak 31 en het betreft een particuliere tuin. Geadviseerd wordt om dit deel met de ophoging van kadevak 31 mee te nemen. Volgens de gegevens van het AHN3 is de hoogte bij metreering 2000 in 2019 niet voldoende. Dit is echter hersteld in 2014 met een kadeophoging. De revisietekening is in de bijlage opgenomen. Hier is geen ophoging nodig.
32A	1966-1997	Voldoende	>10	-
32B	1889-1966	Afgekeurd	1	Volgens de gegevens van het AHN3 is de hoogte bij metreering 1900 in 2019 niet voldoende. Dit is echter hersteld in 2014 met een kadeophoging. De revisietekening is in de bijlage opgenomen. Hier heeft echter een geringe ophoging plaatsgevonden tot NAP +0,2 m. In 2029 zal dit niet voldoen aan NAP +0,1 m als 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 de huidige hoogte in 2019 over een lengte van circa 50 m 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 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 sprake van een te smalle kruinbreedte, maar 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 geen oordeel voor piping gegeven. In theorie zou piping kunnen optreden als een tussenzandlaag aanwezig is. Op basis van het grote tekort aan kwelling zou piping al optreden bij een gemiddelde boezemwaterstand onder dagelijkse omstandigheden. Dit is in de praktijk niet het geval. Ook bij de beheerder is niets bekend over een pipingprobleem op deze trajecten. In de toetsingsrapportage van Waternet [1] wordt het advies gegeven om periodiek te controleren of (zandmeevoerende) wellen aanwezig zijn op de trajecten die voor piping gevoelig zijn.

Wel zijn op meerdere locaties in het achterland natte plekken geconstateerd, onder andere in kadevak 33 in december 2008 (meer dan 15 m²). Tevens zijn in 2012 natte plekken geconstateerd (meer in oostelijke richting) op het binnentalud in kadevak 33 (5 tot 10 m²). Dit is ook waargenomen in november 2011 (10 tot 15 m²). Daarna zijn geen natte plekken meer waargenomen. De geconstateerde natte plekken waren in ieder geval niet zandmeevoerend. Aan de andere zijde (zuidzijde) van de Geuzensloot zijn ook natte plekken waargenomen, maar dit betrof geen pipinggevoelige ondergrond. Waarschijnlijk zijn deze natte plekken ontstaan als gevolg van veel neerslag.

In 2019 is nader onderzoek verricht naar de zandlaag. In verschillende raaien zijn meerdere handboringen uitgevoerd. Hieruit is geconcludeerd dat drie opties kunnen voorkomen:

- Optie 1: de tussenzandlaag staat in verbinding 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 daardoor de stijghoogte laag, dat opbarsten is uitgesloten ter hoogte van de teen en het achterland.
- Optie 3: de tussenzandlaag is te dun voor het optreden van piping.

Optie 1 en 3 worden ondersteund door middel van de uitgevoerde handboringen. De handboringen zijn na elkaar te vinden in bijlage 11. Hieronder staan de conclusies 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 dat hij wordt onderbroken door een kleilaag. Bovendien is de zandlaag dunner 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 moet de watervoerende laag groter zijn dan 0,5 m.

Ter hoogte van metrerings 1050 is de zandlaag ook kleiner dan 0,5 meter in het achterland, namelijk 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. De dijk ligt hier echter lokaal dicht tegen de provinciale weg aan. Verwacht wordt dat het zand, met een bijmenging van resten grind, deel uitmaakt 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. De bovenstaande informatie is in bijlage 11 inzichtelijk gemaakt door middel van de handboringen, die na elkaar zijn weergegeven, van kruin tot achterland.

Verder wordt niet verwacht dat de zandlaag watervoerend is. Als de zandlaag watervoerend is, dan is de verwachting dat dit ook al het geval is onder dagelijkse omstandigheden. Tijdens het veldwerk waren echter geen natte plekken zichtbaar. De waargenomen natte plekken zijn alleen gemeld in het najaar, de natte periode.

Optie 1 en 2 worden ondersteund met de gegevens van de peilbuizen in twee raaien. Met de twee raaien is gecontroleerd of de tussenzandlaag in contact staat met het boezemwater. Het gaat om een raai ter hoogte van metrerings 650 en een raai ter hoogte van metrerings 1050. Als de zandlaag in contact staat met het boezemwater is de verwachting dat een stijghoogte van NAP -0,4 m wordt aangetroffen wordt in de tussenzandlaag in de kruin en in de teen. Uit de peilbuisanalyse lijkt de potentiële stijghoogte echter 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 worden geconcludeerd dat de zandlaag niet doorloopt van de kruin naar het achterland.

Ook is 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 vijf korrelverdelingen van de tussenzandlaag. 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 nodig te zijn. Dit voldoet aan de kwelweglengte die aanwezig is van 11 meter. Dus het dwarsprofiel voldoet op basis van Sellmeijer aan piping. Zie bijlage 11 voor de Sellmeijer-berekening.

De gemeten peilbuiswaarden 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 tussenzandlaag. Daardoor vond opbarsten plaats. Na de peilbuisanalyse kan echter 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 moet een controle worden uitgevoerd 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 tussenzandlaag staat in verbinding met het boezemwater, maar heeft geen verbinding met de zandlaag in het achterland’, 2: ‘de tussenzandlaag staat in verbinding met het boezemwater, maar de doorlatendheid is dusdanig klein, en daardoor de stijghoogte laag, dat opbarsten is uitgesloten ter hoogte van de teen en het achterland’, en 3: ‘de tussenzandlaag is te dun voor het optreden van piping’ – zijn alle drie onderbouwd door middel van het uitgevoerde grondonderzoek en de peilbuisanalyse. Om onzekerheid uit te sluiten (mocht de zandlaag wel in verbinding staan met het achterland) is een Sellmeijer-berekening uitgevoerd. 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. Op het talud zit geen zandlaag. Microstabiliteit is niet van toepassing.

8 Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de berekeningen systematisch doorlopen en waar nodig zijn verbeteringen toegepast. Op basis van de wijzigingsvoorstellen zijn nieuwe of aangepaste schematiseringen 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 [7]. In overeenstemming met de Leidraad toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen (LTVRW) [5], hoofdstuk 2.9.4, heeft deze klasse een bijbehorende overschrijdingskans van 1/100 per jaar. De stabiliteit van de kering is theoretisch gewaarborgd als bij de rekenwaarden van de sterkteparameters van de ondergrond wordt voldaan aan het volgende:

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

Waarin:

- γ = stabiliteitsfactor, berekend bij rekenwaarden van de sterkteparameter
- 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. Tabel 8-1 bevat een overzicht 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	Schematiserings- factor*	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

* Gestart is met een schematiseringsfactor van 1,2. Als de resultaten onvoldoende zijn, moet worden bekeken of de schematiseringsfactor wordt geoptimaliseerd.

8.3 Maatgevend boezempeil (MBP)

Het maatgevende boezempeil bedraagt NAP +0,0 m.

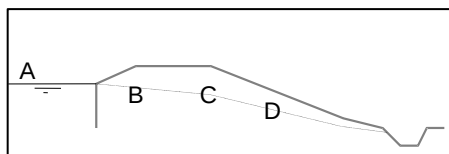
8.4 Polderpeil

De polderpeilen zijn ontleend aan GeoWeb. De vigerende polderpeilen zijn toegepast in de berekeningen. Tabel 8-2 bevat een overzicht van de polderpeilen.

8.5 Verloop freatische lijn in de dijk

Het verloop van de freatische lijn is schematisch weergegeven in figuur 8-1. De waarden in tabel 8-2 zijn overgenomen uit de toetsing van 2012. De waarden uit de oude toetsing zijn gebaseerd op waterspanningsmeters die vijfmaal zijn uitgelezen in de periode maart-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: Schematisering freatische lijn



Tabel 8-2: Verloop freatische lijn

Kadevak	Hoogte freatische lijn					Stijghoogte 1 ^e watervoerende pakket [NAP .. m]
	A Boezempeil [NAP.. m]	B Buitenkruinlijn ¹ [NAP.. m]	C Binnenkruinlijn [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 als geen gegevens bekend zijn. In de oude toetsing is echter 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 bedraagt NAP -2,35 m.

Natte plekken

Op verschillende locaties zijn natte plekken waargenomen, onder andere 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. Meldingen van natte plekken na die tijd zijn niet bekend.

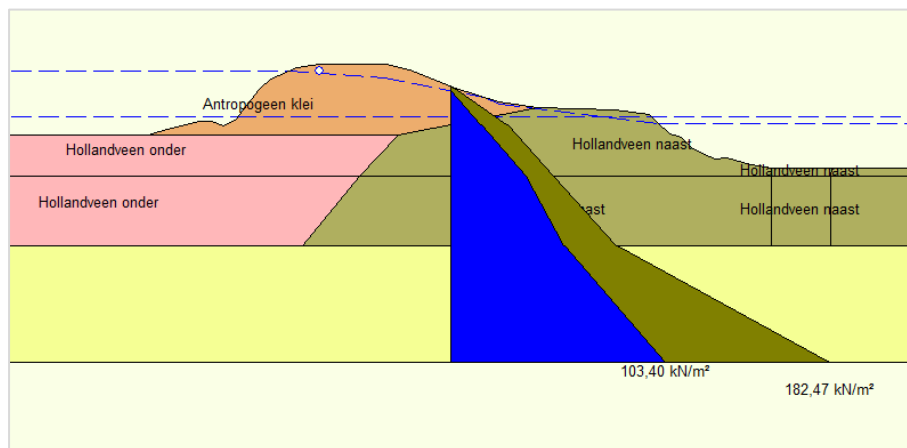
De freatische lijn is om deze reden hoog geschematiseerd ter plaatse van het binnentalud. De freatische lijn ligt in enkele gevallen vlak onder maaiveld dat de natte plekken representeert.

8.6 Stijghoogte eerste watervoerende pakket en stijghoogteverloop

De gebruikte stijghoogte in de stabiliteitsberekeningen is gebaseerd op basis van de isohypsenkaart [8], die is gebaseerd op gemiddelde stijghoogten. 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 tussenzandlaag 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 [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 asfaltweg op de dijk. Voor de verkeersbelasting op verharde keringen wordt volgens de LTVRW 2015 [5] 13 kN/m² aangehouden. De verkeersbelasting is gespreid over 2,5 m. Hierbij is de verkeersbelasting geplaatst op de meest ongunstige locatie van de weg.

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

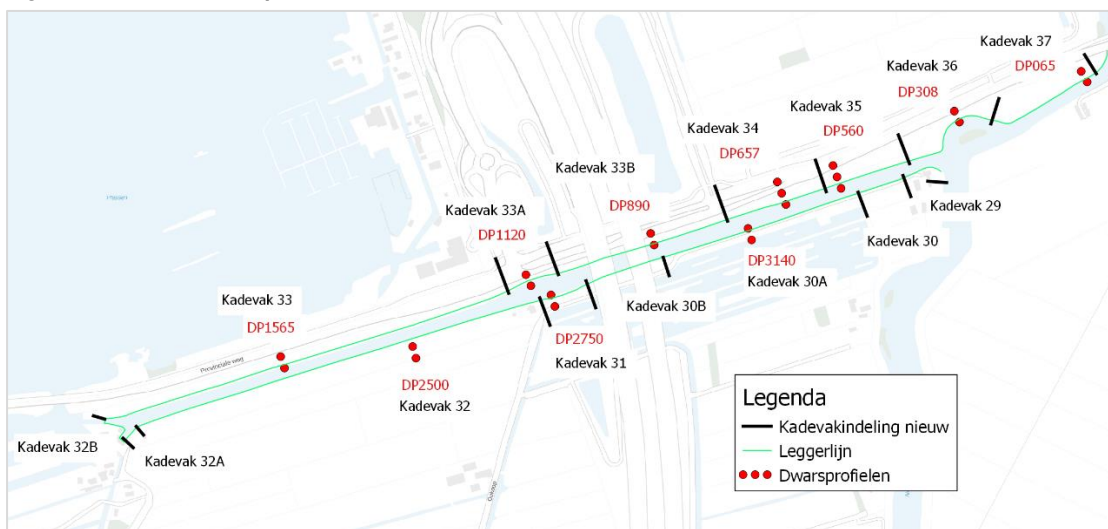
De overige dijkvakken bevatten geen weg. Het zijn groene dijken met smalle kruin. Een lichte verkeersbelasting van 5 kN/m² is hierdoor voldoende en kan worden gezien als een onderhoudsbelasting.

8.8 Schematisering 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 het 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 dat is opgesteld voor de reconstructie van de westelijke kade Angstelsloot, de kade Geuzensloot en de zuidelijke kade Nieuwe Wetering [6]. De boringen en sonderingen zijn gecontroleerd en het geotechnisch lengteprofiel sluit hierop goed aan. In het geotechnisch lengteprofiel is een veenlaag te zien 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 de kadevakken 33, 33A, 33B en 34. Hiervoor zijn handboringen uitgevoerd, peilbuizen geplaatst en korrelverdelingen bepaald van vijf zandmonsters.

De gehanteerde sterkteparameters in de toetsing van 2012 zijn afkomstig uit de proevenverzameling Amstelland, 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 celproefresultaten 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 rekenwaarden 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, de kade Geuzensloot en de zuidelijke kade Nieuwe Wetering [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 een nieuwe regionale proevenverzameling beschikbaar [10] en worden berekeningen uitgevoerd bij 5% rekgrens. Tabel 8-3 toont de rekenwaarden van de sterkteparameters bij 5% rekgrens, die op basis van volumieke gewichten zijn toegewezen aan de grondlagen en grondsoorten die zijn 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'_d (°)
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. Als de toetsing niet voldoet, wordt onderzocht of het mogelijk is om de schematiseringsfactor te optimaliseren (zie LTVRW 2015 Bijlage B, pg. 24 [5]).

8.12 Nieuw toetsingsresultaat

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

8.12.1 Resultaat opbarsten en opdrijven

Conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [11], hoofdstuk 5.6.3 is een opbarstberekening uitgevoerd. Deze opbarstberekening is, in overeenstemming met de LTVRW [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.

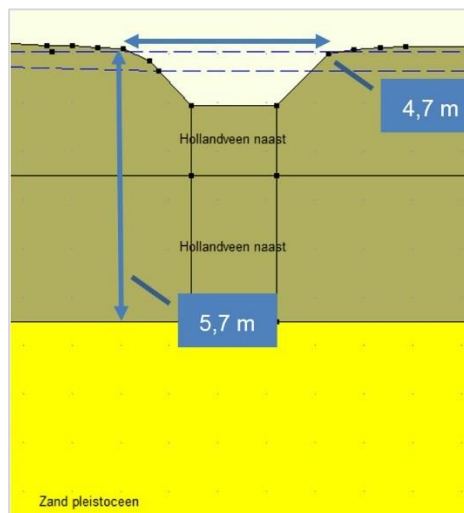
Tabel 8-4: Resultaat opbarstberekening

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 de afdekkende laag van circa 3,5 meter en een opbarstfactor van 0,97. Daarom is niet gerekend met gereduceerde sterkteparameters in een eventuele opbarstzone. Als wordt gerekend 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 nodig, omdat niet wordt verwacht dat hier extra sterkte aan kan worden ontleend.

De locatie van de teensloot is gebruikt voor de opbarstberekening of, als 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 bij kadevak 32, 33, 34, 35, 36 en 37. Toegepast is een effectieve laagdikte, omdat de sloot smaller 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 tabel 8-5 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 staan in bijlage 8.

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	Omdat in kadevak 32A en 32B een waterkerende damwand aanwezig is, wordt hier geen binnenwaartse instabiliteit verwacht. Ook 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 ontwerprapport 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 en een controle met LiftVan is niet nodig, 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 nodig met het model LiftVan (geen oprijfsituatie), maar het model Spencer geeft een horizontaal glijvlak. Daarom is het dwarsprofiel wél 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 staat in bijlage 7.

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

⁶ Bishop en LiftVan zijn 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 Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)

9.1 Inleiding

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

9.2 (Her)toetsing

De richtlijn stelt dat in sommige situaties macrostabiliteit geen rol speelt met betrekking tot de waterveiligheid. Macrostabiliteit van het buitentalud kan optreden als één van de volgende situaties zich voordoet:

1. extreem laagwater door natuurlijke variatie
2. val van het peil door een calamiteit elders
3. verdieping van de waterbodem of vooroever door baggeren en schade aan de oeverconstructie
4. extreme verkeersbelasting
5. extreem laag water door tijdelijke verlaging van de 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 overstrooming in het boezemstelsel een voldoende lage waterstand resteert.

Langs het boezemstelsel van de Geuzensloot zijn enkel waterkeringen aanwezig uit veiligheidsklasse III. Omdat de Geuzensloot is ingedeeld in klasse III zijn in het systeem dus geen waterkeringen aanwezig met een lagere veiligheidscategorie. 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: verdieping van de waterbodem door baggeren of schade aan de oeverconstructie. Conform de LTVRW 2015 module C [5] mag worden aangenomen dat er adequaat wordt beheerd. Daarom hoeft 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, maar dat is een zeer smalle kade die praktisch gezien nauwelijks voertuigen toelaat. Daarom kan worden aangenomen dat extreme verkeersbelasting niet relevant is.

Oorzaak 5: Extreem lage waterstand door menselijk handelen. Conform de LTVRW 2015 module C [5] kan er van worden uitgegaan dat een dergelijke belasting alleen

kan plaatsvinden wanneer een vergunning is uitgegeven. Daarom mag worden beredeneerd dat dit in de vergunningaanvraag wordt ondervangen en hoeft dus geen rekening te worden gehouden met oorzaak 5.

9.3 Conclusies STBU

Het faalmechanisme STBU is niet relevant wanneer aan vijf voorwaarden wordt voldaan. Dat is het geval bij de Geuzensloot. 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, de buitenstabiliteit waar mogelijk bij de dijkverbetering te verbeteren.

10 Potentiële dijkverbeteringsmaatregelen

10.1 Hoogte

De Geuzensloot voldoet niet volledig wat betreft hoogte. Dit is beschreven in hoofdstuk 5. In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke metreringen ophogingen nodig zijn voor het schetsontwerp (SO). Deze hoogte is ook meegenomen in de stabiliteitsberekeningen van de schetsontwerpen.

Voor de hoogtetoetsing is een achtergrondzetting gebruikt van 1,6 cm/jaar. Dit is verkregen uit ingemeten lengteprofielen. Deze waarde is relatief hoog. In het beheergebied wordt vaak een achtergrondzetting van 1 cm/jaar toegekend. Doordat de achtergrondzetting relatief hoog is, moet de kruin worden opgehoogd naar NAP +0,58 m. Dit is gebaseerd op de norm van NAP +0,1m, die is gecompenseerd met een achtergrondzetting over een planperiode van dertig jaar. In de praktijk wordt hiervoor een kruin-ontwerphoogte aangehouden van NAP +0,6 m.

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

Ook wordt geadviseerd om de ophoging uit te voeren in twee slagen als hij significant meer dan 0,4 meter bedraagt, namelijk de eerste ophoging tot NAP +0,4 m en na zes weken ophogen tot NAP +0,6 m. Op die manier zijn de primaire zettingen al opgetreden en worden ze gecompenseerd in de tweede ophoogslag. In tabel 10-1 staat per dijkvak (dat is afgekeurd op hoogte) beschreven hoe hoog de ophoging moet zijn.

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

Tabel 10-1: Ophoogslag

Dijkvak	Metrering [m]	Levensduur [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	Hier is bebouwing aanwezig en moet in het project een maatwerkoplossing worden toegepast.
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	Bij metrerling 2700 is sprake van een tekort over een lengte van circa 30 meter. De locatie, een particuliere tuin, ligt naast kadevak 31. Geadviseerd wordt om dit deel op te hogen met de ophoging van kadevak 31.
32B	1889-1966	1	+0,2	+0,12	0,1 Tot bovenkant waterkerende damwand NAP +0,18 m	Bij metrerling 1900 is de hoogte niet voldoende in 2019 volgens de gegevens van AHN3. Dit is hersteld in 2014 met een kadeophoging. De revisietekening is in de bijlage opgenomen. Hier heeft echter een geringe ophoging plaatsgevonden tot NAP +0,2 m. In 2029 zal dit niet voldoen aan NAP +0,1 m als 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 m maar tot de hoogte van de waterkerende damwand.
33	1159-1889	0	+0,05	-0,03	0,6	Bij metrerling 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 bij metrerling 1700 over een lengte van circa 60 meter.
		4,5	+0,25	+0,17	0,43	Bij metrerling 1800 heeft de kade over een lengte van circa 85 meter een restlevensduur van 4-5 jaar.
		5	+0,26	+0,18	0,42	Bij metrerling 1500/1600 heeft de kade over een lengte van circa 185 meter een restlevensduur van ca. 5 jaar.
		7,5	+0,30	+0,22	0,38	Bij metrerling 1400 heeft de kade over een lengte van circa 40 meter een restlevensduur van 7-8 jaar.
		7,5	+0,30	+0,22	0,38	Bij metrerling 1300 heeft de kade over een lengte van circa 120 meter een restlevensduur van 7-8 jaar.
33A	1067-1159	5	+0,26	+0,18	0,42	Ter hoogte van metrerling 1100 heeft de kade over een lengte van circa 55 meter een restlevensduur van circa 5 jaar.
33B	761-1067	5,5	+0,27	+0,19	0,41	Ter hoogte van metrerling 950 heeft de kade over een lengte van circa 45 meter een restlevensduur van 5-6 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 metrerling 700 heeft de kade over een lengte van ca. 140 m een restlevensduur van 7-8 jaar.
35	433-584	0	+0,16	+0,08	0,52	Ter hoogte van metrerling 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 metrerling 540 heeft de kade over een lengte van ca. 55 m een restlevensduur van 5-6 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 voor de vereiste hoogte over een planperiode van dertig jaar. Daarom is bij de dwarsprofielen waar een ophoging nodig is een ontwerphoogte van NAP +0,6 m ingevoerd in de berekeningen.

Daar waar in de toetsing (zie hoofdstuk 8) geen stabiliteitsprobleem is gevonden en wel een ophoging nodig 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 toetsingsresultaten gebleken dat het niet nodig is of niet zinvol is om de schematiseringsfactor te optimaliseren om de toetsingsresultaten 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 staat in bijlage 7. De normering verschilt per kadevak waar deze aan moet voldoen doordat de schematiseringsfactor per kadevak verschilt. De eisen zijn te vinden 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 volumieke 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 moet worden uitgevoerd om te voldoen aan de vereiste stabiliteitsfactor.

10.2.1 Kadevak 29

In kadevak 29 is geen dwarsprofiel opgezet, de verwachting is dat hier een soortgelijke maatregel nodig is als in kadevak 30. De maatregel is vergelijkbaar, omdat de ondergrond gelijk is. Hier is echter bebouwing aanwezig. Daarom moet een maatwerkoplossing in het project worden opgezet.

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 nodig 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 nodig, waarvan 12 meter in het gebied van de watercompensatie. Dit is een behoorlijke afmeting en gezien luchtfoto is dit ook te verklaren. In ordegrootte is de kleiberm gelijk aan de grondmoot die is weggegraven toen de watercompensatie werd 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.

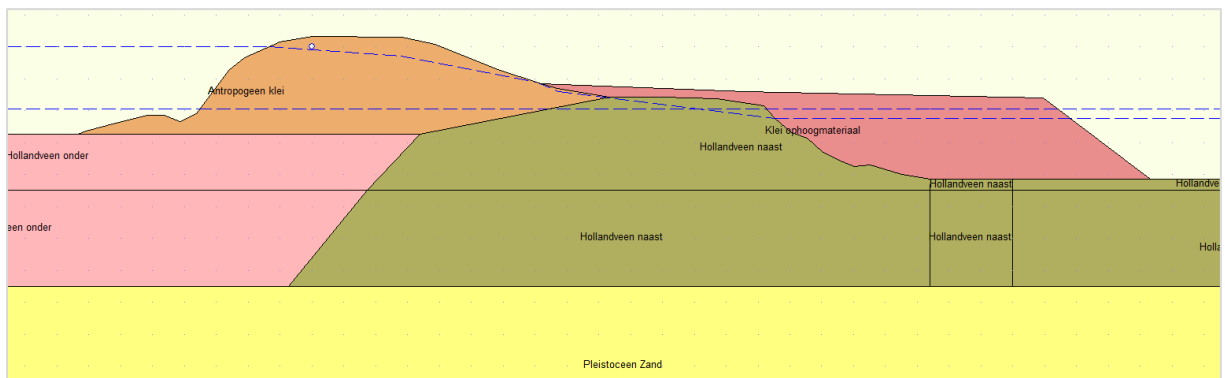
Een derde optie om de kade te verbeteren is het plaatsen van een waterkerende damwand langs het boezemwater, die wordt geplaatst tot een hoogte van tenminste NAP +0,1 m.

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

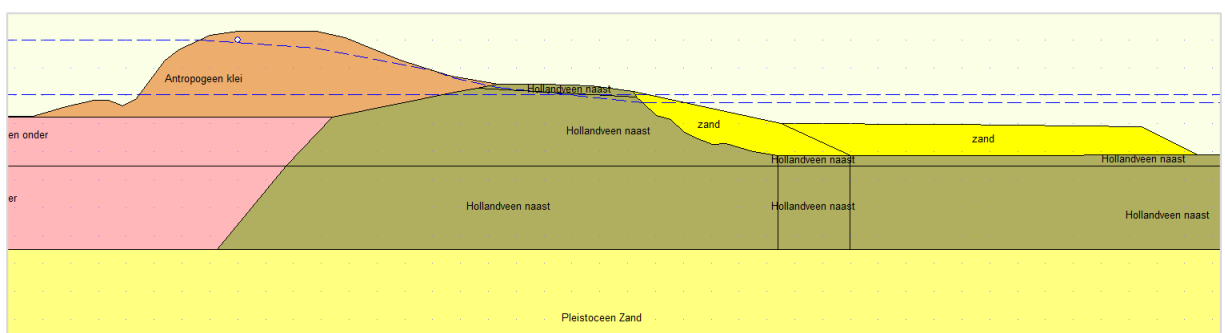
Optie drie en vier zijn niet doorgerekend. Mogelijk andere opties zijn onder andere vernagelingstechnieken of het verleggen van de dijk rondom de aangelegde watercompensatie. Een visualisering van de grondaanvullingen is weergegeven in de figuren 10-1 en 10-2.

Geadviseerd wordt om in de projectfase 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 de 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: Verbeteringsmaatregel kadevak 30A, optie grondaanvulling 1



Figuur 10-2: Verbeteringsmaatregel kadevak 30A, optie grondaanvulling 2



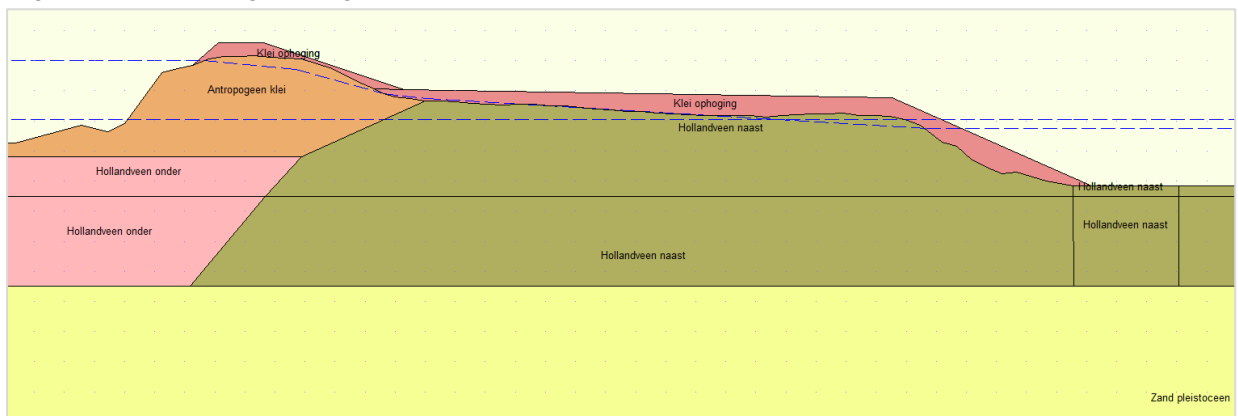
10.2.3 Kadevak 30B

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 geplaatst, ter hoogte van de binnenteen/het binnentalud. Hierdoor doorsnijdt de paalfundering een mogelijk glijvlak, waardoor geen instabiliteit ontstaat van het binnentalud. Hiervoor is geen berekening gemaakt.

10.2.4 Kadevak 31

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

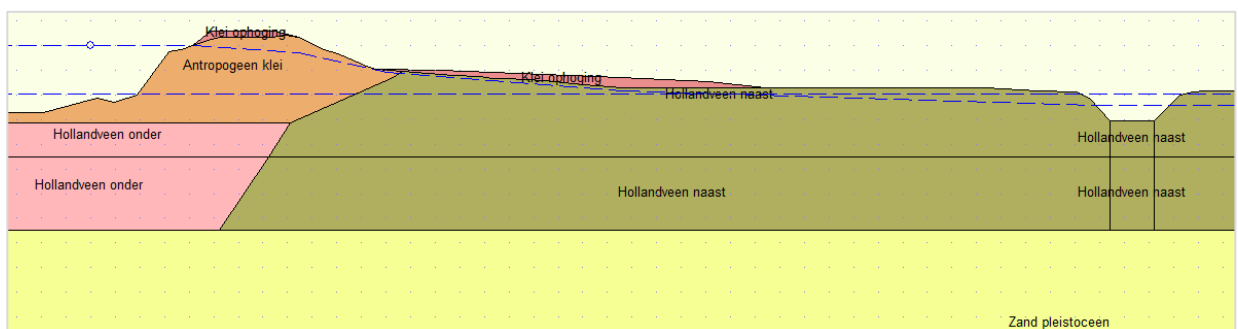
Figuur 10-3: Verbeteringsmaatregel kadevak 31



10.2.5 Kadevak 32

In kadevak 32 is een stabiliteitstekort. Tevens is de stabiliteit doorgerekend 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: Verbeteringsmaatregel kadevak 32



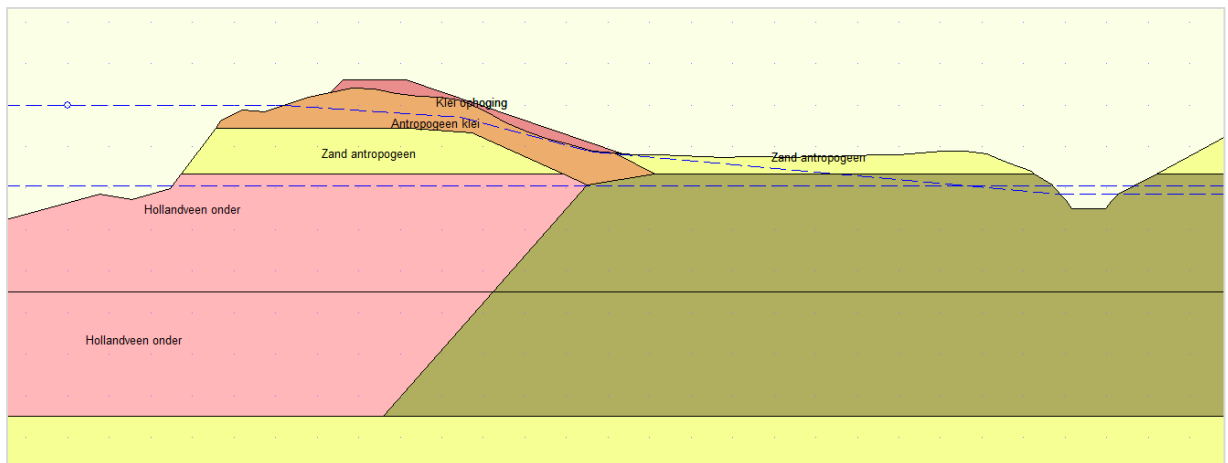
10.2.6 Kadevak 32A en 32B

Omdat in kadevak 32A een waterkerende damwand is aangebracht, wordt hier geen binnenwaartse instabiliteit verwacht. Hier is geen ophoging benodigd. De waterkerende damwand in kadevak 32A heeft een levensduur van vijftig jaar. De ontwerpberekening en de uitgangspunten zijn gecontroleerd met de huidige uitgangspunten. Er zijn geen wijzigingen in de uitgangspunten, dus voldoet de waterkerende damwand. In dijkvak 32B is een sluis aanwezig. Dit kunstwerk is niet getoetst en valt buiten de scope van deze toetsing. Het profiel is hier niet op hoogte. Dit moet worden aangevuld tot de hoogte van de damwand, namelijk +0,2 meter.

10.2.7 Kadevak 33

Kadevak 33 voldoet op binnenwaartse stabiliteit, maar hier is wel sprake van een hoogtetekort. De nieuwe ophoging kan voor binnenwaartse instabiliteit zorgen. Daarom is het dwarsprofiel wel doorgerekend op STBI. Er treedt een horizontaal glijvlak op, dus moet de stabiliteitsfactor minimaal voldoen aan 1,06. Hier wordt aan voldaan als de kruin wordt opgehoogd tot NAP+0,6 m en een binnentalud van 1:3 wordt aangelegd. Een talud van 1:2 volstaat ook, maar 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: Verbeteringsmaatregel kadevak 33

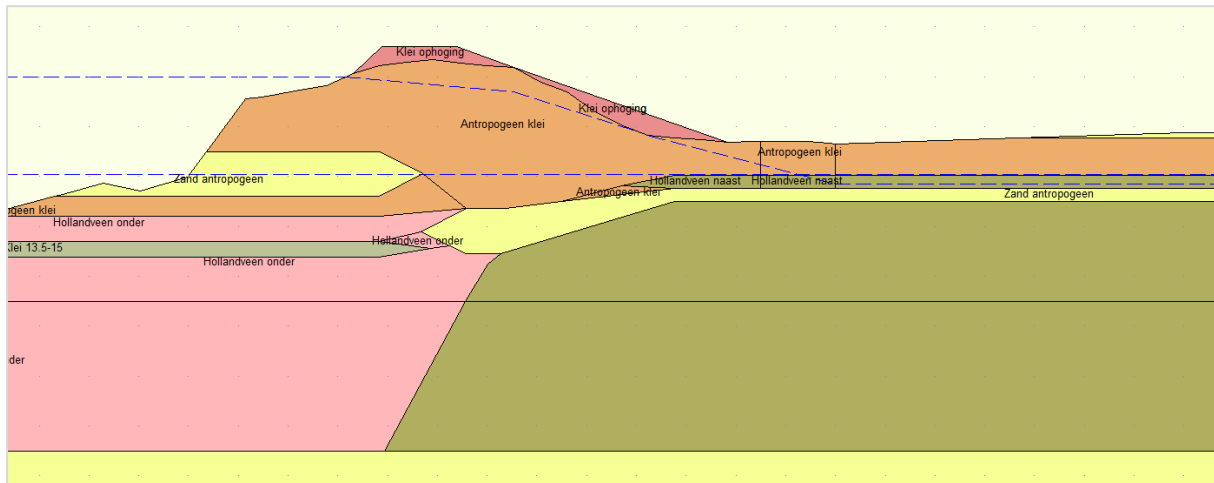


10.2.8

Kadevak 33A

In kadevak 33A ligt de dijk dicht bij de provinciale weg. Hier is geen sprake van een stabiliteitsprobleem, maar de kruin moet wel worden opgehoogd tot NAP +0,6 m. De ophoging kan voor binnenwaartse instabiliteit zorgen en daarom is het dwarsprofiel gecontroleerd op STBI. Als alleen de kruin wordt opgehoogd tot NAP+0,6 m is de dijk instabiel. Voor een stabiel dijklichaam, dat voldoet aan een stabiliteitsfactor van 0,93 (Spencer) en 0,98 (Bishop), is een herprofilering van het binnentalud nodig (1:3).

Figuur 10-6: Verbeteringsmaatregel kadevak 33A

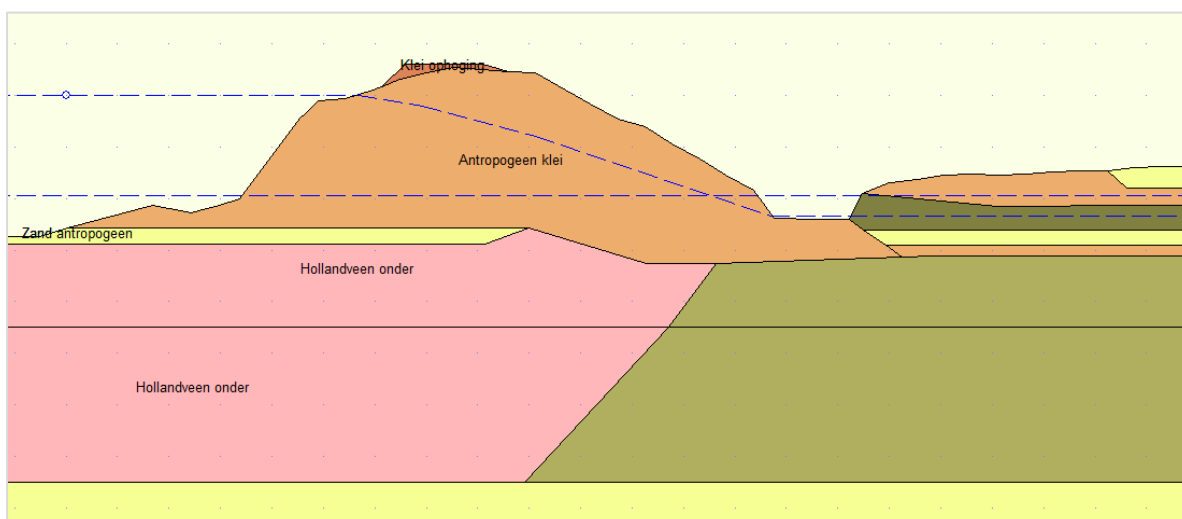


10.2.9

Kadevak 33B

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

Figuur 10-7: Verbeteringsmaatregel kadevak 33B

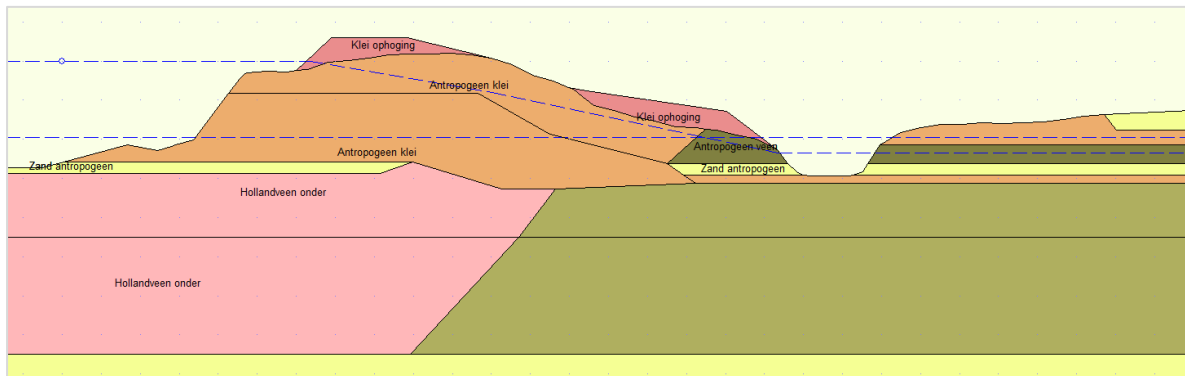


10.2.10

Kadevak 34

In kadevak 34 is de dijk instabiel en ook niet op hoogte. Geadviseerd wordt om de dijk op te hogen tot de ontwerphoogte NAP +0,6 m. De kruinbreedte is circa 2 meter als de ophoging wordt toegepast tot de binnenkruinlijn. Daarnaast moet tussen de teensloot en het binnentalud een berm worden toegevoegd. De ophoging bedraagt 0,6 m. Het ontwerp voldoet aan een veiligheidsfactor van 1,2 (Spencer en LiftVan).

Figuur 10-8: Verbeteringsmaatregel kadevak 34

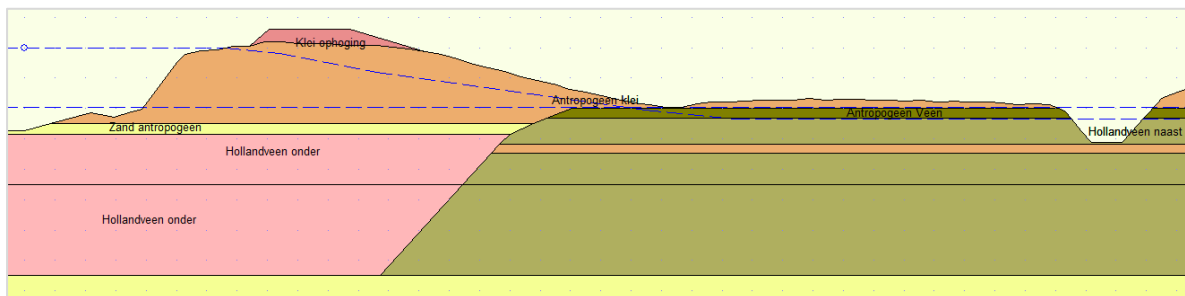


10.2.11

Kadevak 35

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

Figuur 10-9: Verbeteringsmaatregel kadevak 35



10.2.12

Kadevak 36

Kadevak 36 bevat geen ophoging en hier is ook geen sprake van een stabiliteitsprobleem. Dit is gecontroleerd via 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. Hier ligt dus geen opgave.

10.2.13

Kadevak 37

In kadevak 37 is sprake van een gering hoogtetekort. De kruinbreedte is over tien meter onvoldoende en moet worden aangevuld naar minimaal 1,5 meter. Het

kadevak voldoet ruim aan de stabiliteitseis. Gezien het beperkte hoogtetekort in de dwarsrichting van de dijk wordt geadviseerd om dit niet op te hogen. Hier ligt 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. Hier ligt dus geen opgave.

10.3 Overige aandachtspunten

Vanuit het beheerdersoordeel is de bekleding onvoldoende. Als de scopebepaling in de projectfase komt, moet hier (indien nodig) een ontwerp voor worden gemaakt. Ook is geen analyse uitgevoerd naar niet-waterkerende objecten (NWO's), zoals de bomen en de bebouwing op het dijktraject. Deze moeten in projectfase worden getoetst.

Vanuit het beheer is het dijktraject afgekeurd op het faalmechanisme STBU, maar binnen de eenvoudige toetsing van het technisch oordeel is het dijktraject hierop goedgekeurd. Voor het veiligheidsoordeel moet dit nader worden onderzocht.

Het dijkverbeteringsvoorstel voor kadevak 30/30A betreft een ingreep bij een gebied waar in het verleden watercompensatie is toegepast. De watercompensatie is aangelegd voor het compenseren van verhard oppervlak bij de verbreding van de A2. Tevens vervult de watercompensatie belangrijke ecologische functies. Het tenietdoen van de watercompensatie kan bij bepaalde instanties op weerstand stuiten.

Bij de versterking in 2005 is de oeverconstructie van de noordelijke kade van de Angstel tussen metring 0 en 130 bezweken. 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 2,5 kN/m² en in de veenlaag eveneens een wateroverspanning van 2,5 kN/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 bezweken 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 larikspalen 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 STBU tijdens de projectfase te controleren.

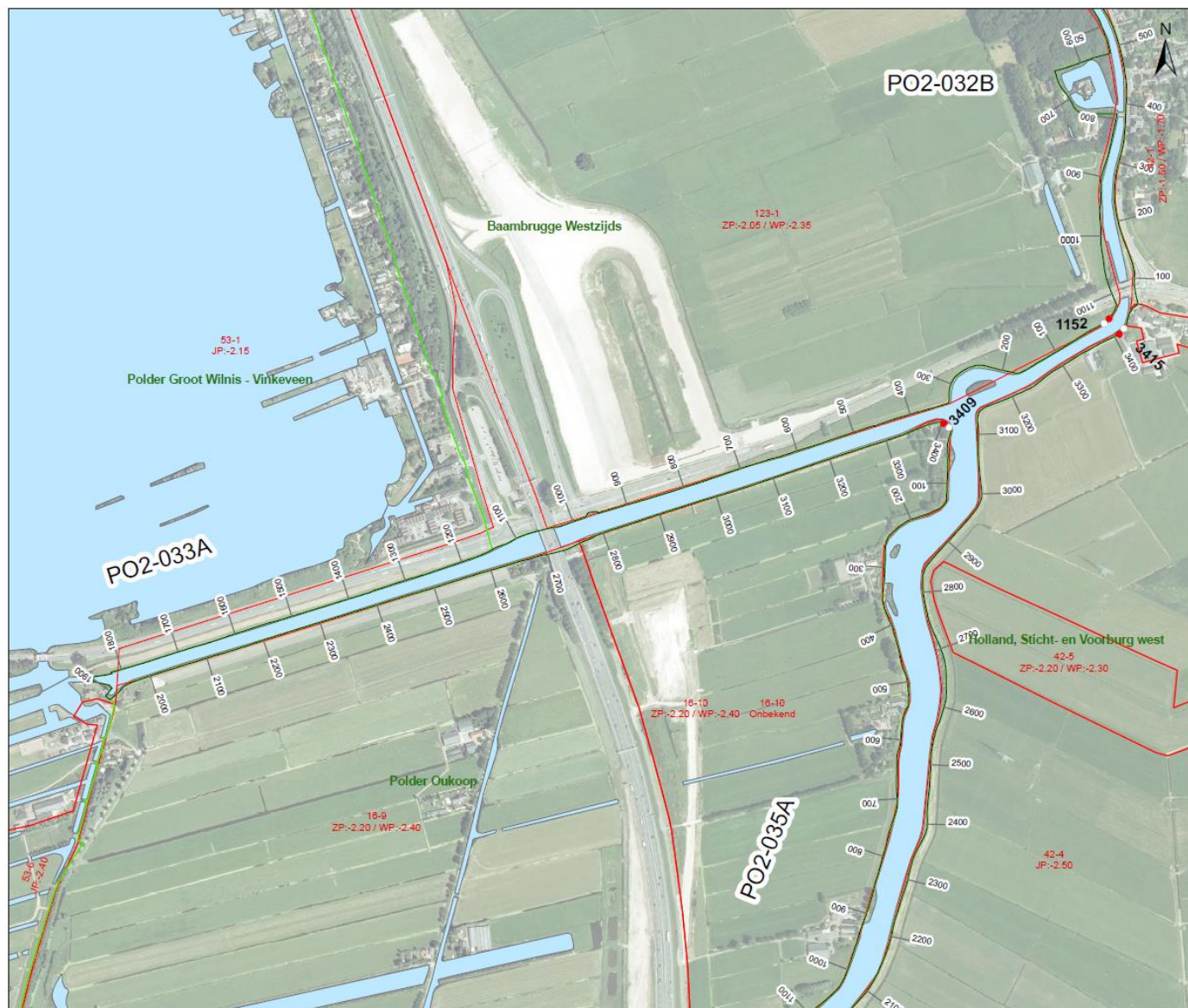
11 Referenties

- [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, „Verordeningskaart 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, „Isohypskaart 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: Metreering

De onderstaande afbeeldingen tonen de nieuwe metreering (lengte 3456 m) en de oude metreering (lengte 3409 m) van de Geuzensloot.

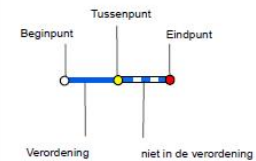




PO2-033A

3409 meters

Dijktraject



- 200 + Metring dijktraject
- Dijktraject
- ▭ Polder
- ▭ Peilgebied
- ▭ Water



0 75 150 225 M

waternet

Sector Watersysteem

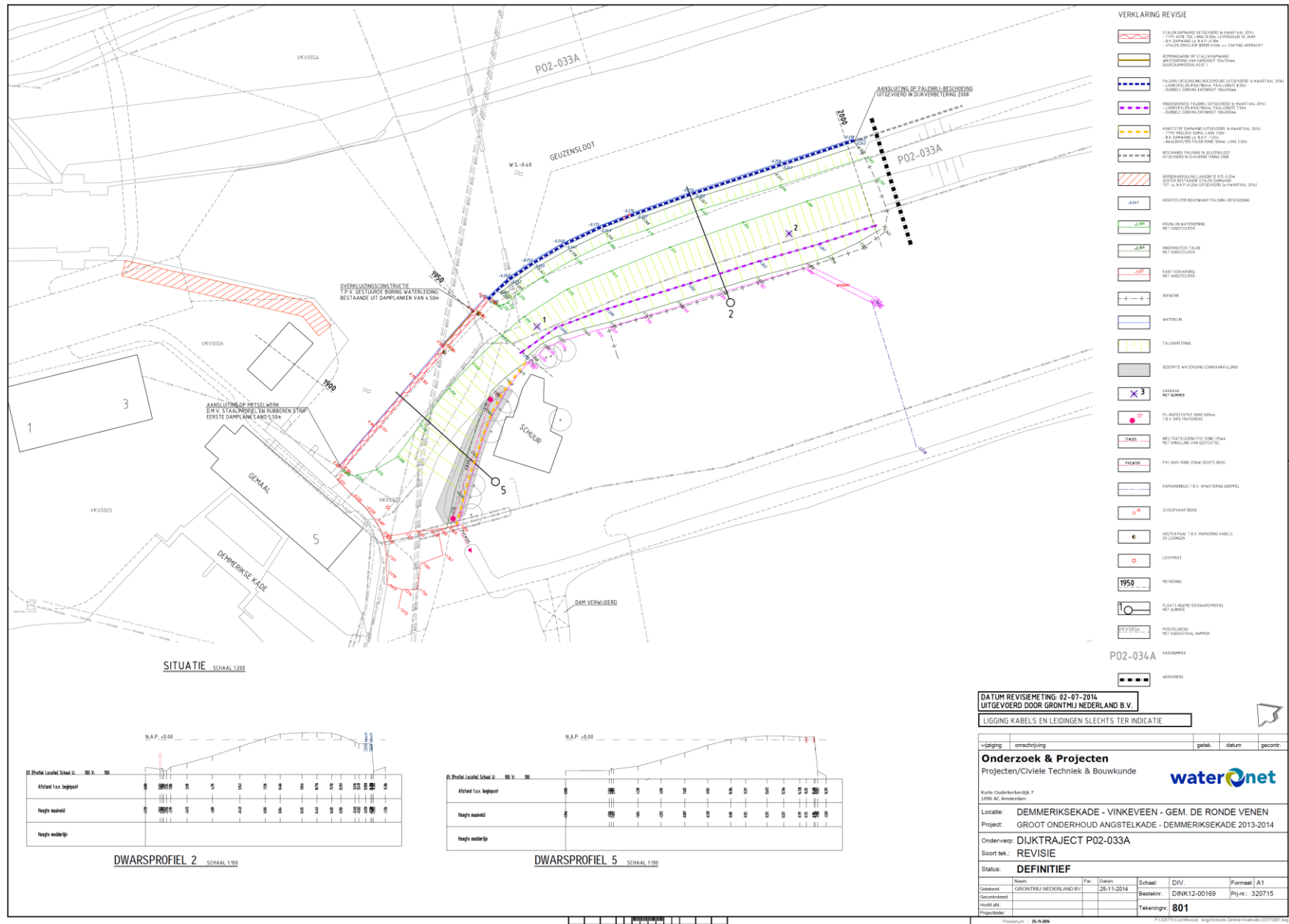
Postbus 94370
1090 GJ Amsterdam

Overzicht Dijktraject

Ont. E. Ols	Datum: 19 sept 2007	Kaartregistratienummer:
Schaal: 1:5,000	Formaat: A3	



Bijlage 2: As build-tekening damwand



Bijlage 3: Beheerdersoordeel

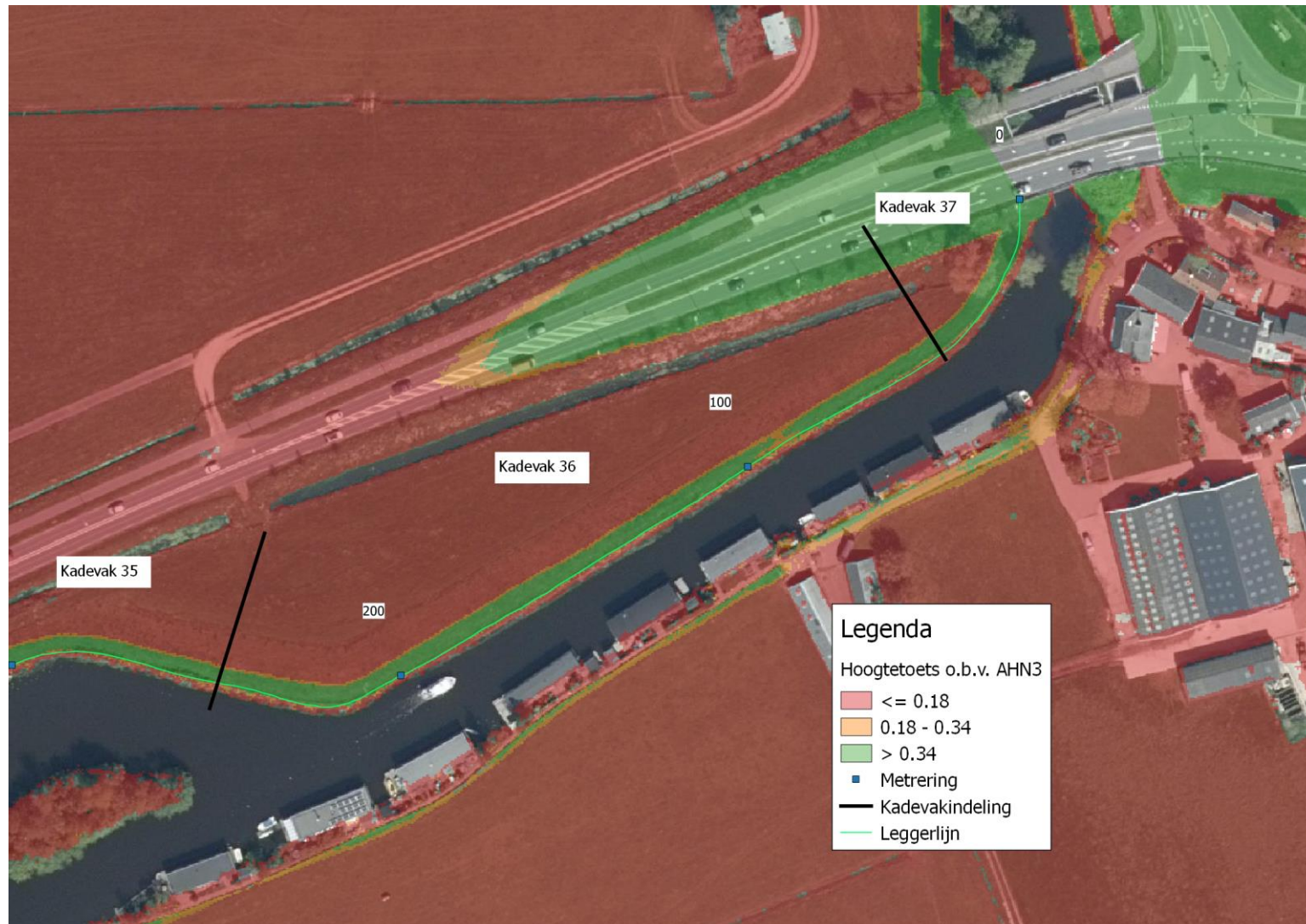
Resultaten beheerdersoordeel 2011 [3]

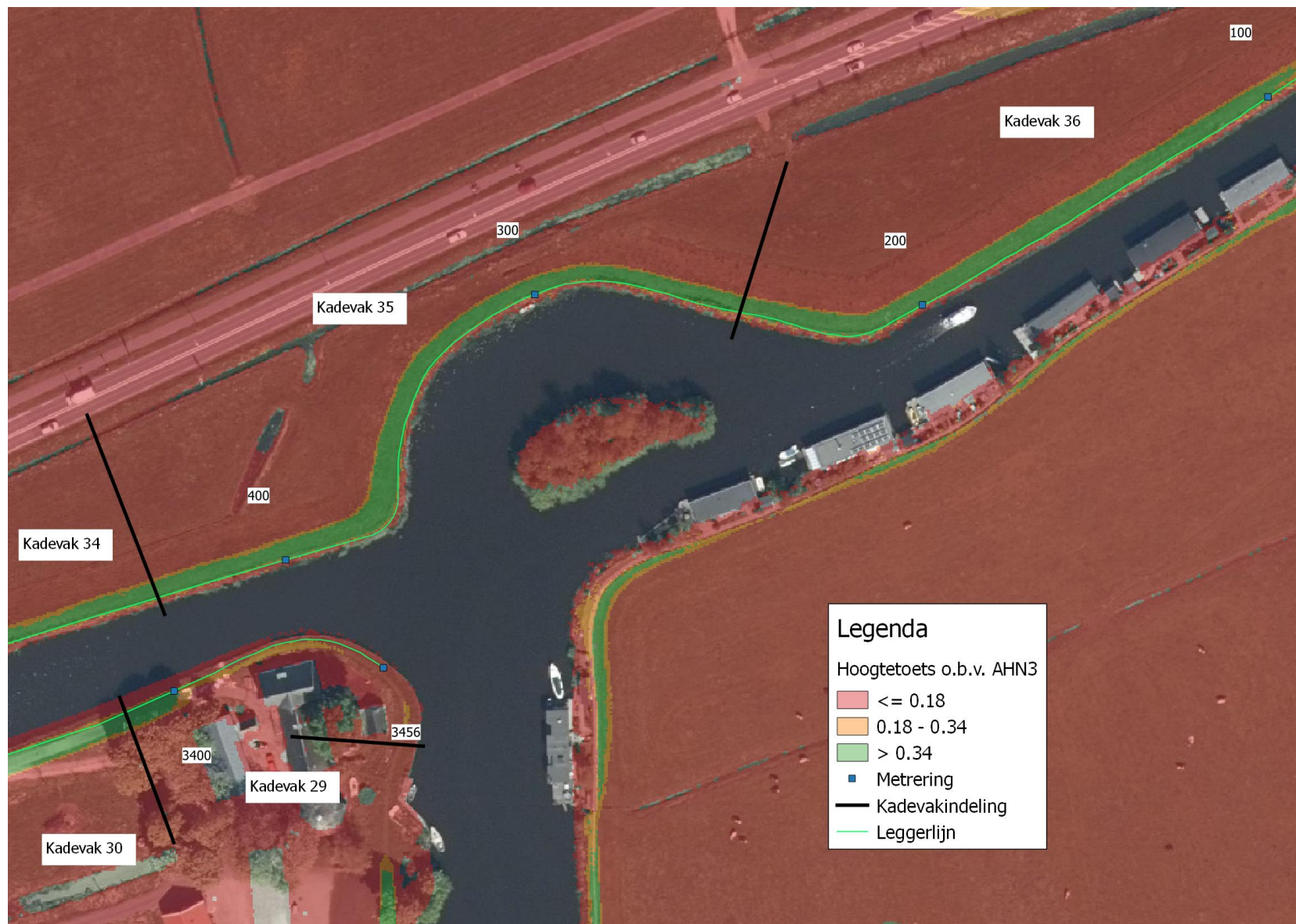
Dijkvak	Traject [m]		Hoogte	Piping\ heave	Stabiliteitstoets						
	Van	Tot			STBI	STBU	STMI	STBK	STVL	Kunstwerk	NWO's
	0	500	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	N.v.t.
	500	850	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	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.
	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

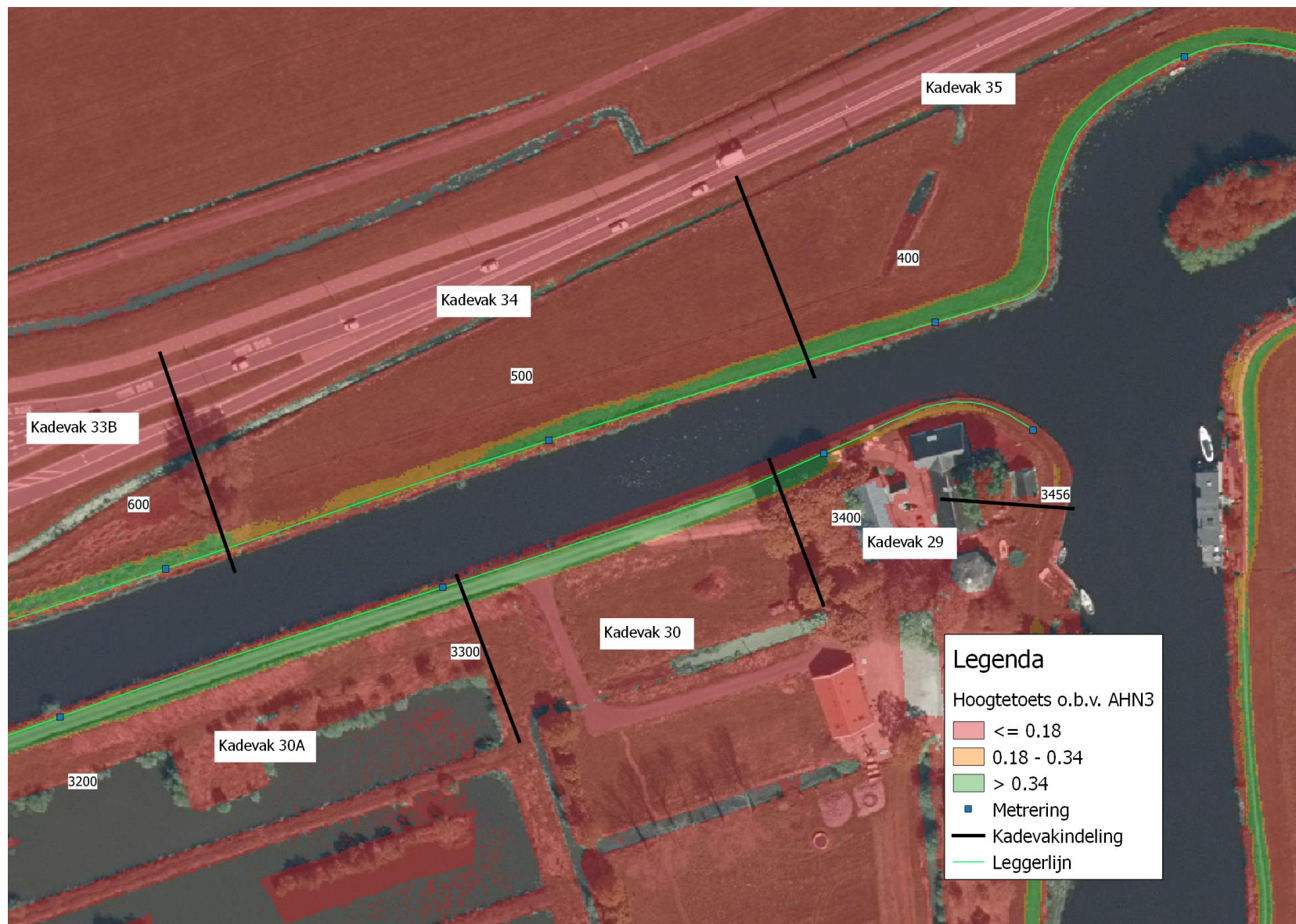
Dijkvak	Traject [m]		Hoogte	Piping\ heave	Stabiliteitstoets						
	Van	Tot			STBI	STBU	STMI	STBK	STVL	Kunstwerk	NWO's
	3380	3390	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Niet beoordeeld	N.v.t.	Onvoldoende
	3390	3409	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	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

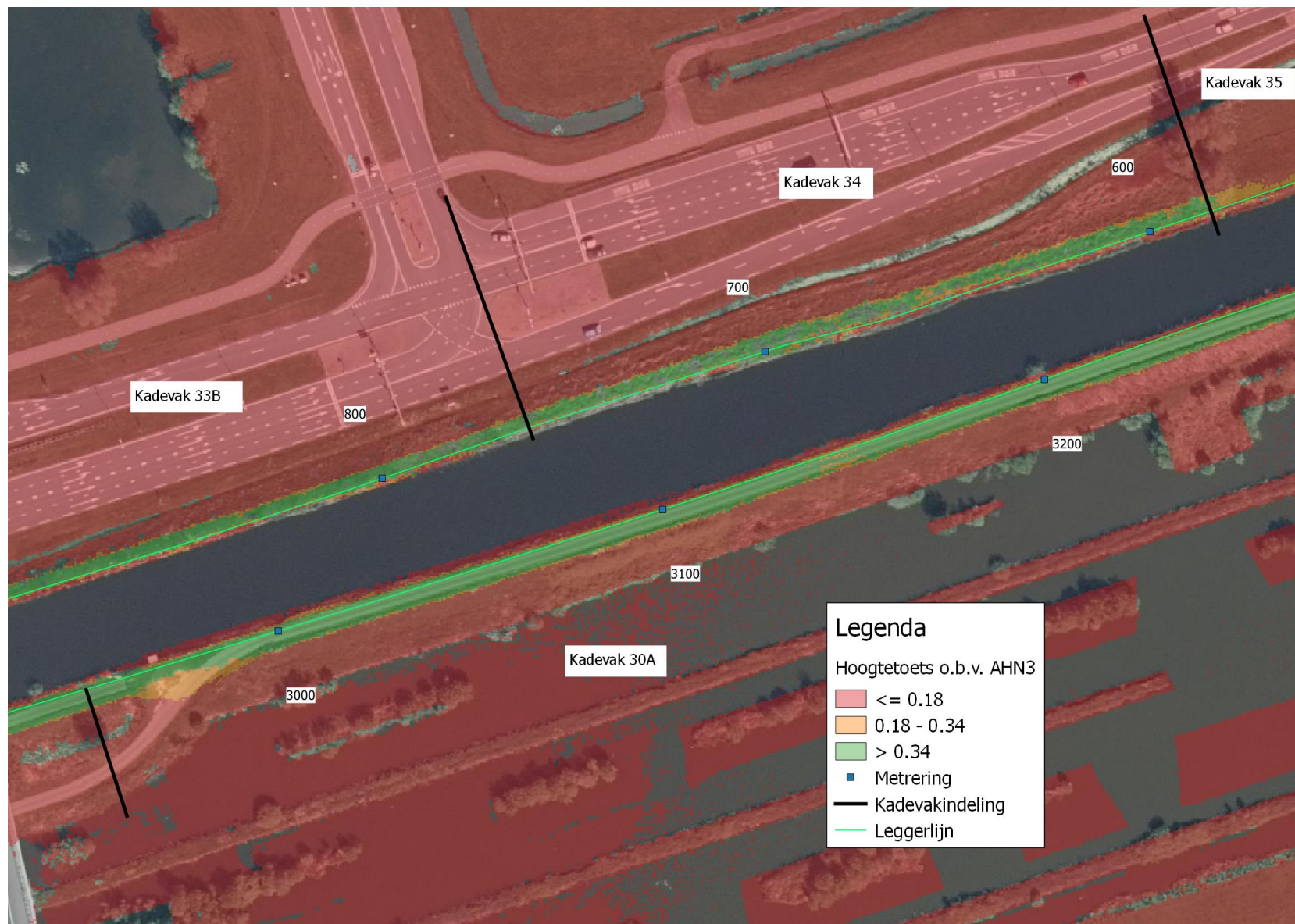
Bijlage 4: Hoogtetoetsing AHN3

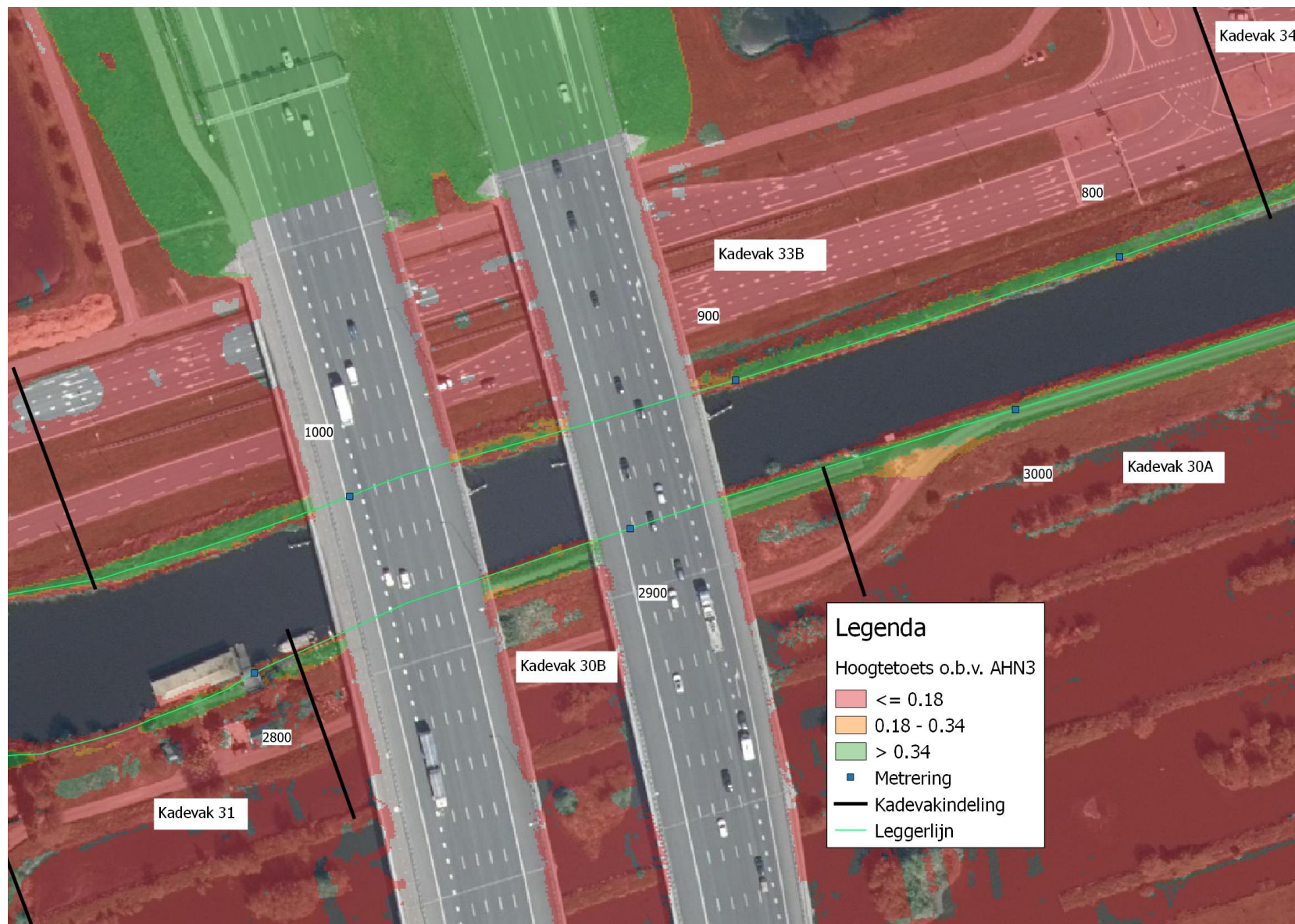
De onderstaande figuren geven het resultaat van de hoogtetoetsing op basis van de gegevens uit het AHN3. De hoogtetoetsing is weergegeven door middel van drie kleuren. Rood betreft een hoogteligging kleiner dan of gelijk aan NAP +0,18 m (afkeurgrens 2019), oranje tussen NAP +0,18 m en NAP +0,34 m en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

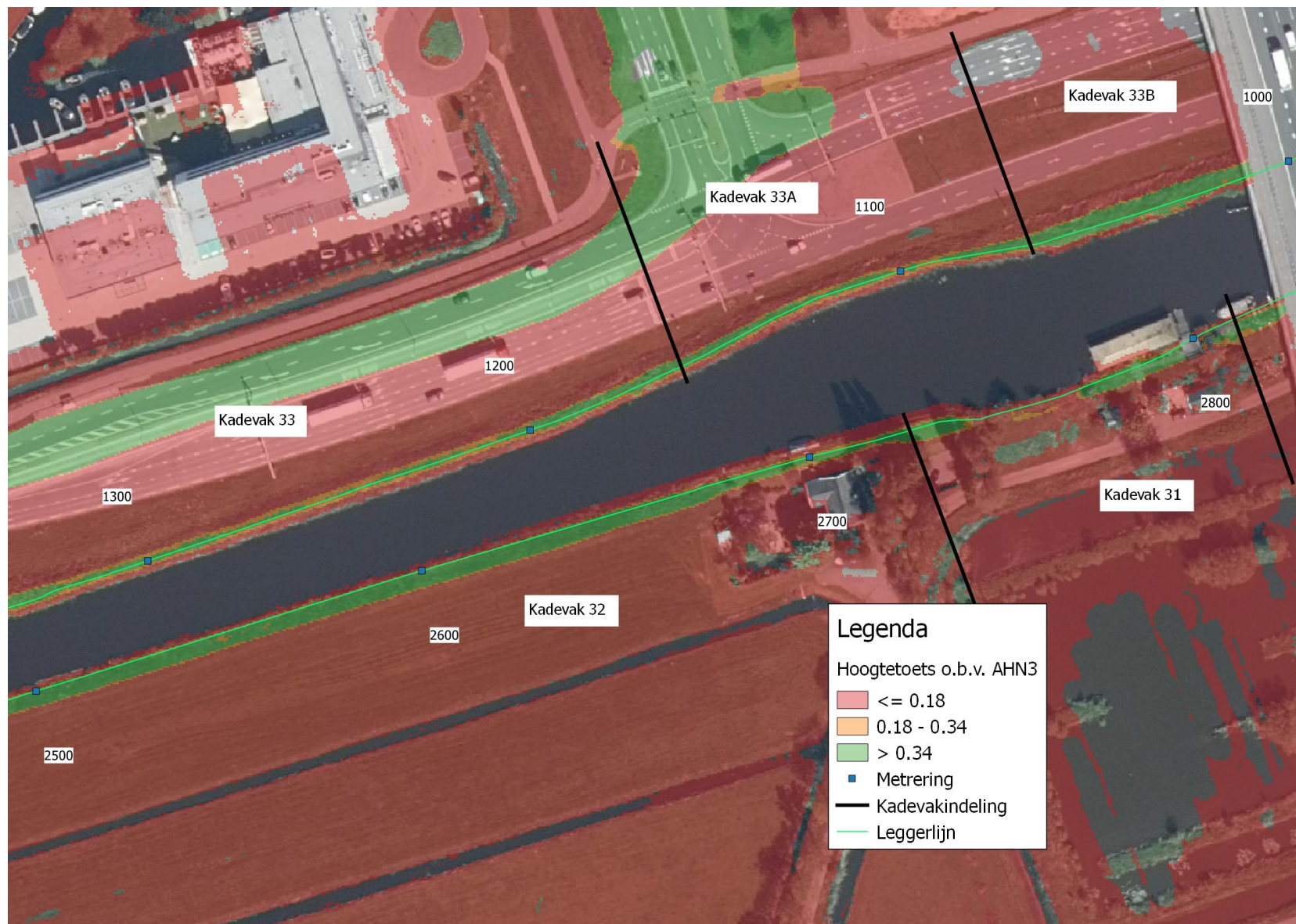


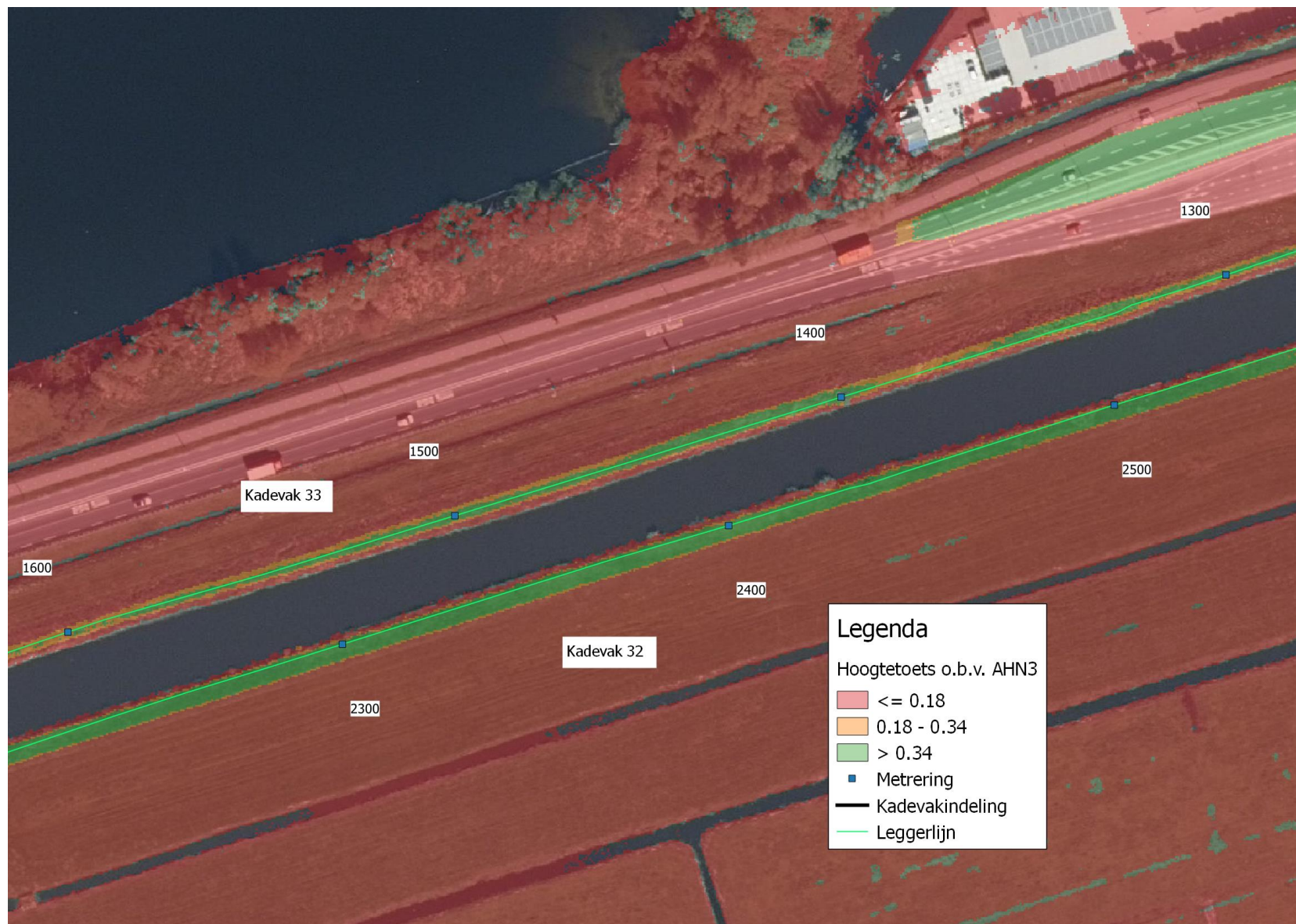


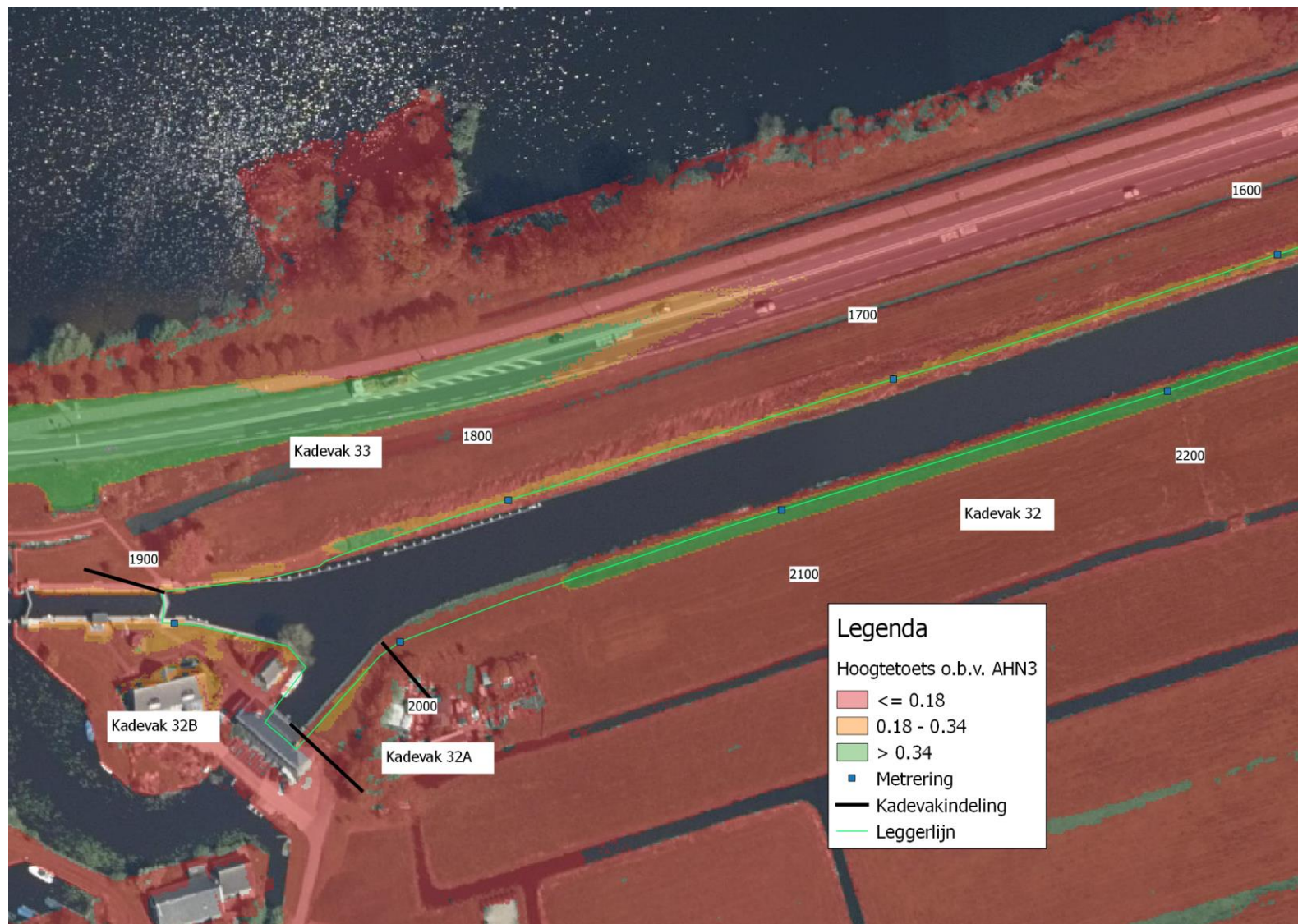










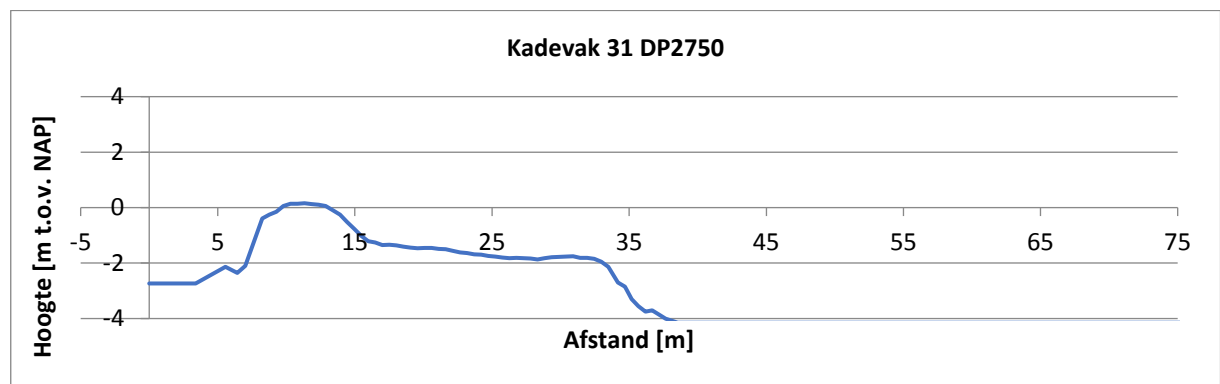
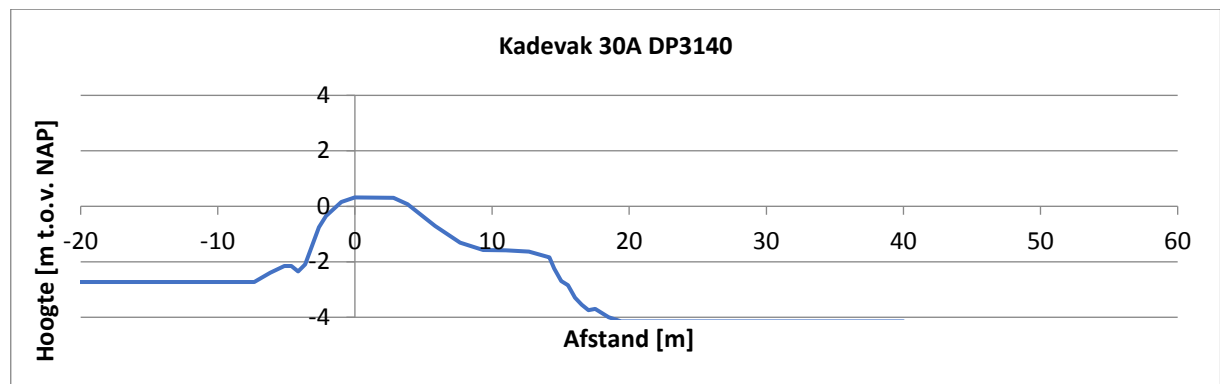


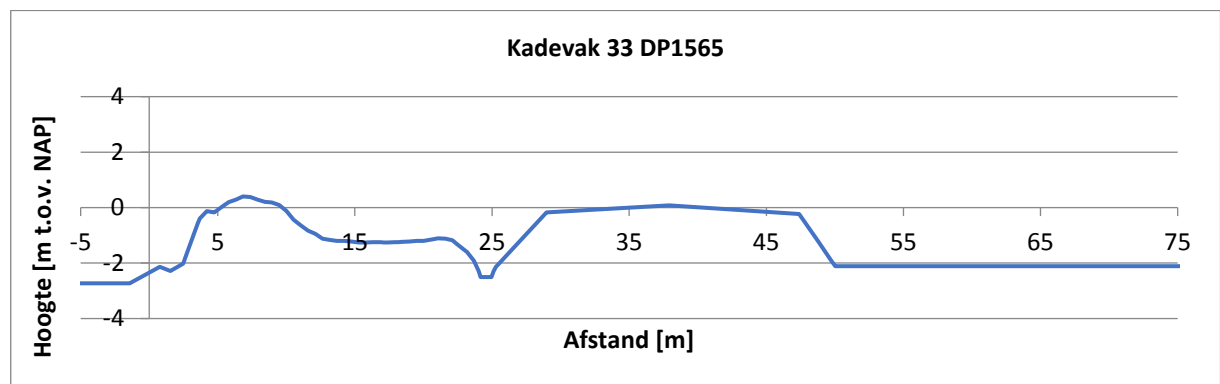
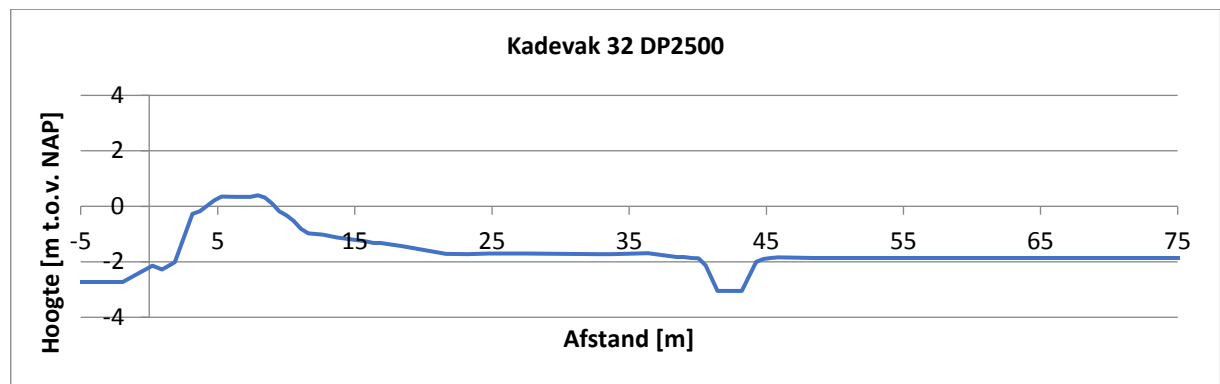
Bijlage 5: Dwarsprofielen

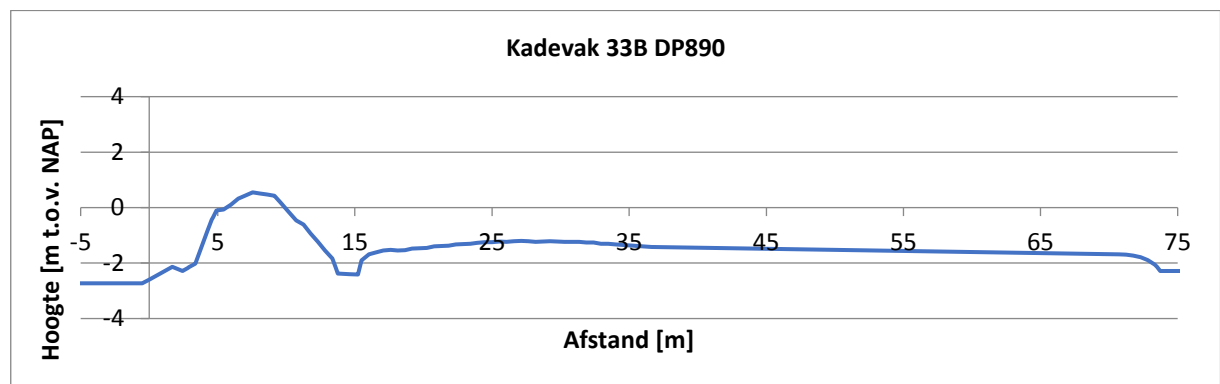
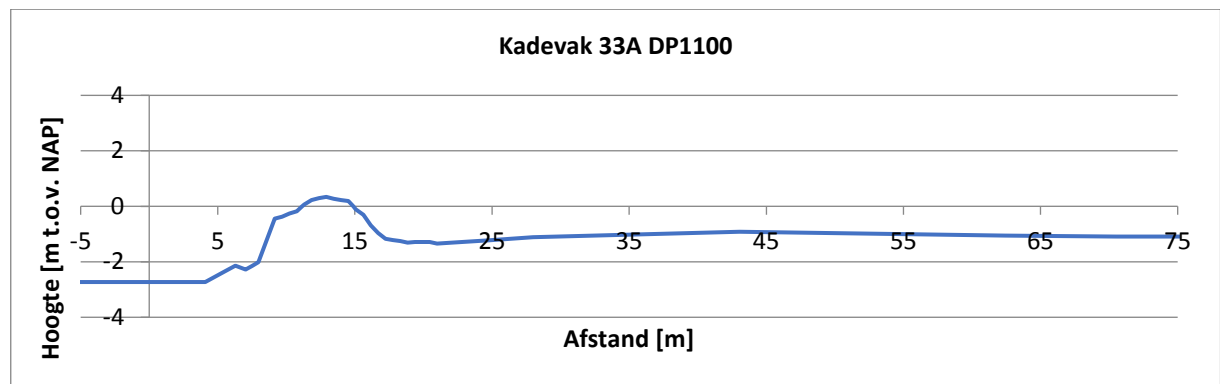
In deze bijlage zijn de profielen weergegeven van de kadevakken. De tabel hieronder bevat een overzicht van de profielen.

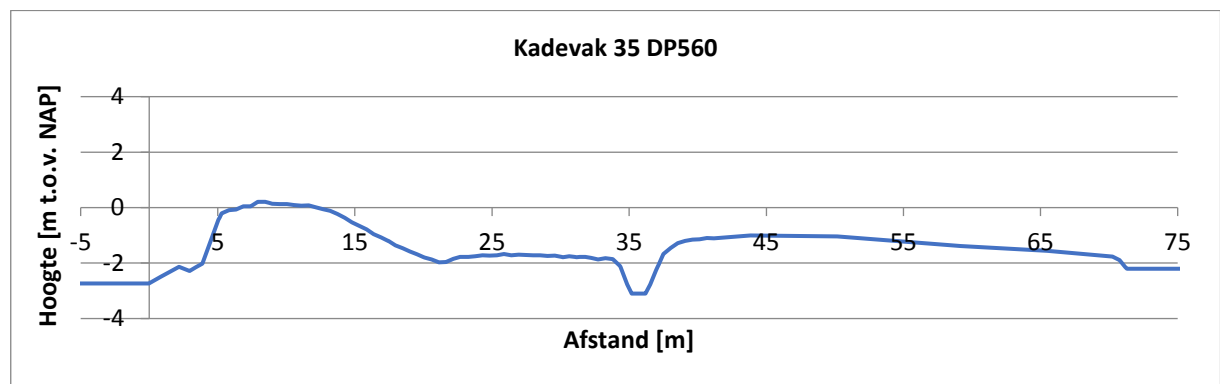
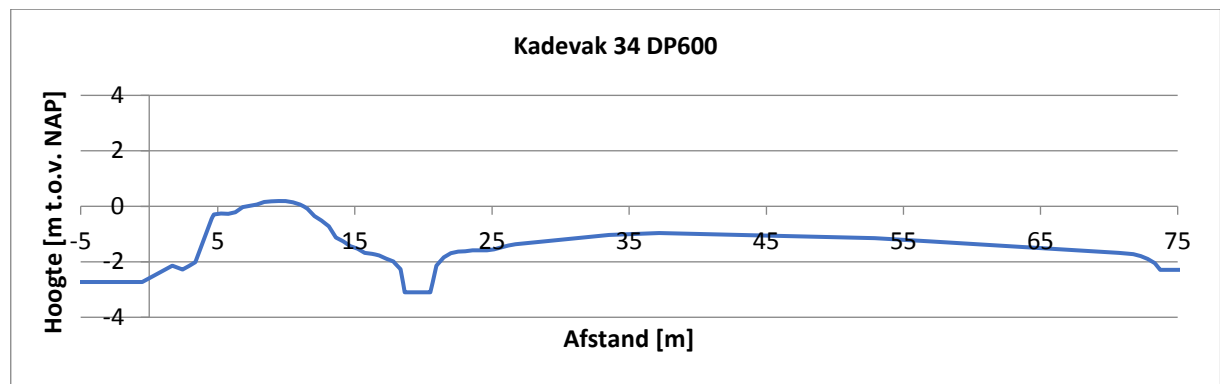
Tabel 0-1: Overzicht dwarsprofielen

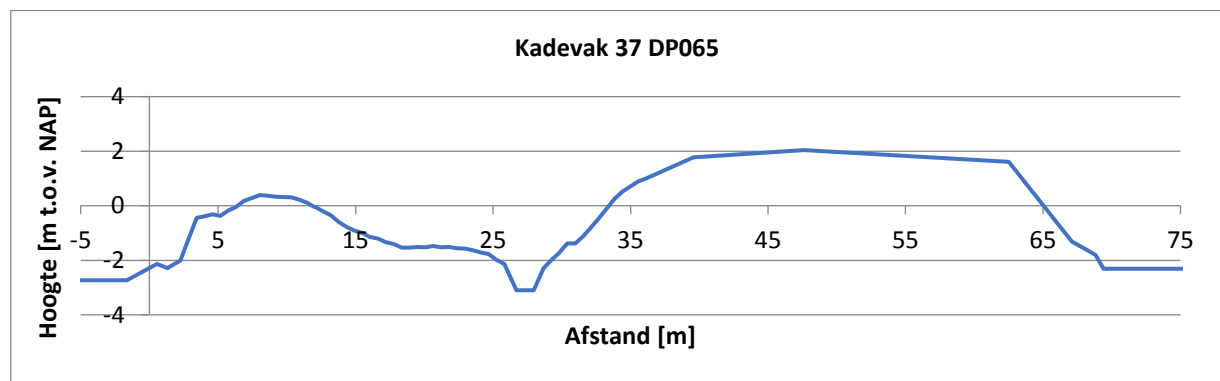
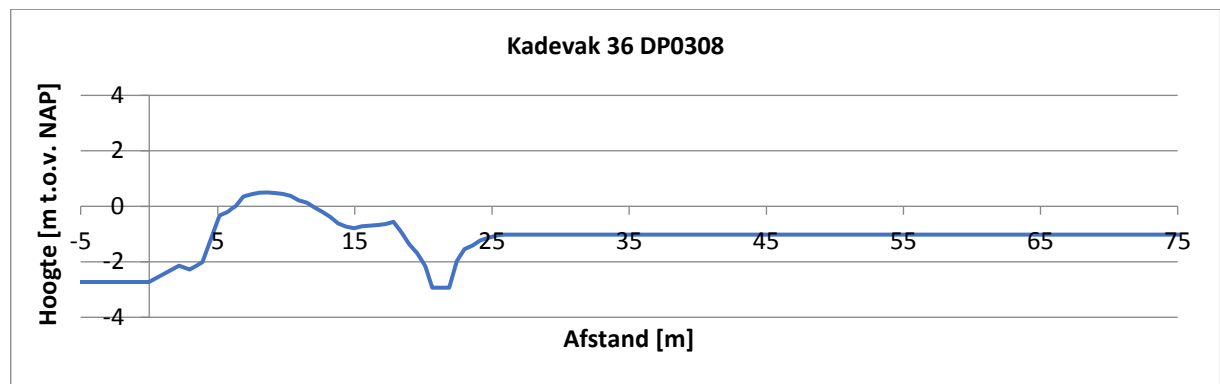
Kadevak	Metreering	DP
29	-	-
30	-	-
30A	3140	DP3140
30B	-	-
31	2750	DP2750
32	2500	DP2500
32A	-	-
32B	-	-
33	1565	DP1565
33A	1120	DP1120
33B	890	DP0890
34	657	DP0657
35	560	DP0560
36	308	DP0308
37	65	DP0065











Bijlage 6: Opbarstberekeningen

Eenvoudige Toetsing, Piping, Opbarst berekening uitreepunt, Situatie Hoogwater	Laagscheiding- Boven [m + NAP]	Laagscheiding- Onder [m + NAP]	Laagdikte [m]	Volume- gewicht [kN/m3]	Volumegewicht water [kN/m3]	stijghoogte phi_z [m +NAP]	Gewicht- Laag [kN/m2]	Opwaartse druk [kN/m2]	Gewicht LaagCum [kN/m2]	Veiligheids-factor [-]	Afdekkende laag	Grenspotentiaal
Grondlaag												
KV30A DP3140 Geuzensloot												
Inclusief bepaling effectieve laagdikte (water)							0,0		0,0			5,25
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			5,25
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		
KV32 DP2500 Geuzensloot												
Inclusief bepaling effectieve laagdikte							0,0		0,0			5,52
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			6,25
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			6,15
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									
								0,0	0,0
inclusief bepaling effectieve laagdikte								0,0	0,0
Klei, antropogeen	-1,84	-3,13	1,29	16,16				20,8	20,8
Veen	-3,13	-7,5	4,38	10,15				44,4	65,2
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	65,2
									1,20
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
KV37 DP065 Geuzensloot									
Inclusief bepaling effectieve laagdikte								0,0	0,0
Antropogeen Klei	-1,53	-4,1	2,57	16,19				41,6	41,6
Hollandveen	-4,1	-7,5	3,40	10,15				34,5	76,1
Zand, vast	-7,5				9,81	-1,95		54,4	76,1
									1,40

5,66	-0,856590214
4,88	-1,162772681
5,54	-1,510550459
6,09	-0,60285423
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/m3		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
Geeft	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. basisschematisering BFD	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	
	yb	yb	yb	yb	yb	yb
-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	
-0,2 tot -0,1	1,16	1,16	1,16	1,15	1,15	
	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	
-0,1 tot 0	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	
	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].

Optimaliseren schematiseringsfactor Kadevak 33A DP1120

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

cumulatief perc. -0,1 tot 0

5

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

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

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	ys = 0,85	ys = 0,90	ys = 0,95	ys = 1,00
		y/b	y/b	y/b	y/b	y/b
-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 33B DP0890		Beschrijving		
Scenario		kans [%]	FoS [-]	verschil [-]
Basis schematisatie				1,03 -
scenario 1			5	0,88 -0,15
scenario 2			5	0,99 -0,04
scenario 3			3	0,9 -0,13
scenario 4			n.v.t.	1,03 0
scenario 5			n.v.t.	1,03 0
scenario 6			n.v.t.	1,03 0
scenario 7			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			
Factoren:	Spencer		
Schadefactor, IPO III	0,9	Bishop	
Modelfactor	0,95	1	
Schematiseringsfactor	1,09	1,09	
Sf eis	0,93	0,98	

Met opdrukken			
Factoren:	Spencer		
Schadefactor, IPO III	0,9	Bishop	LiftVan
Modelfactor	1,05	1,1	1,05
Schematiseringsfactor	1,09	1,09	1,09
Sf eis	1,03	1,08	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			
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		1,09

verschil in stabiliteitsfactor t.o.v. basis-schematisering Bifd	IPO klasse en schadefactor					
	IPO: I		IPO: II		IPO: III	
	ys = 0,80	yb	ys = 0,85	yb	ys = 0,90	yb
< 30%	1,4	1,39	1,3	1,38	1,36	1,35
	1,28	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	1,13	1,17	1,2	1,22	1,22	1,23
	1,02	1,02	1,03	1,05	1,05	1,08
< 30%	1,28	1,27	1,27	1,27	1,26	1,25
	1,17	1,18	1,19	1,19	1,2	1,2
	1,07	1,08	1,1	1,12	1,12	1,13
	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03
< 30%	1,16	1,16	1,16	1,16	1,15	1,15
	1,03	1,09	1,09	1,09	1,1	1,1
	1,01	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05
	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
< 50%	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
	1,03	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
< 0,3%	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	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 toetsingsresultaten gebleken dat het niet nodig is of niet zinvol is om de schematiseringsfactor te optimaliseren om de toetsingsresultaten met een voldoende te beoordelen. Voor het ontwerp is de schematiseringsfactor wel geoptimaliseerd. Het ontwerp van kadevak 30A is gebruikt als basissom. 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.

Vier scenario's zijn opgesteld. In de onderstaande tabel zijn de scenario's beschreven en is het resultaat weergegeven van de stabiliteitsfactor.

Scenario's optimalisatie schematiseringsfactor kadevak 29 t/m 32

Scenario	Beschrijving	Kans [%]	Stabiliteitsfactor Spencer [-]	Vershil [-]
0	Basis schematisering	-	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 op van 1,06. De gesommeerde kans op voorkomen is 5 procent indien de stabiliteitsfactor een verschil bevat van -0,3 tot -0,2. Dit levert een schematiseringsfactor op van 1,19. Deze is maatgevend en op basis van deze gegevens is de schematiseringsfactor geoptimaliseerd van 1,2 naar 1,19.

Scenario	Beschrijving	kans [%]	FoS [-]	verschil [-]
Basis schematisatie	-		1,14	-
scenario 1	Freatische lijn dichtlichaam hoger + greppel		5	-0,15
scenario 2	geen zandlaagje nabij de teen en sloot, maar veel		5	-0,1
scenario 3	Freat. lijn kruin iets lager en in ontwerpbereik hoge n.v.t.			0,02
scenario 4	Verloop PL lines per layer +1 m op NAP -3,5 n.v.t.			0,02
scenario 5	Verloop PL lines per layer -1 m op NAP -5,5 n.v.t.			0
scenario 6	Teensloot is 30 cm dieper		5	-0,03
Geeft	1,09 als schematiseringsfactor voor boezemkaden			

cum. %	-0,1 tot 0	-0,2 tot -0,1	5
		10	

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

Met opdrukken			
Factoren:		Bishop	LiftVan
	Spencer		
IPO III +0,05	0,95	0,95	0,95
Modelfactor	1,05	1,1	1,05
Schematiseringsfactor	1,09	1,09	1,09
Sfeis	1,09	1,14	1,09

verschil in stabiliteitsfactor t.o.v basisregistratiewet BfD	gesommeerde kans op voorkomen BfD	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
	< 30%	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25
-0,3 tot -0,2	< 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
	< 30%	1,16	1,16	1,16	1,15	1,15
	< 10%	1,03	1,09	1,09	1,1	1,1
-0,2 tot -0,1	< 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
-0,1 tot 0	< 0,3%	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 in het netwerk:

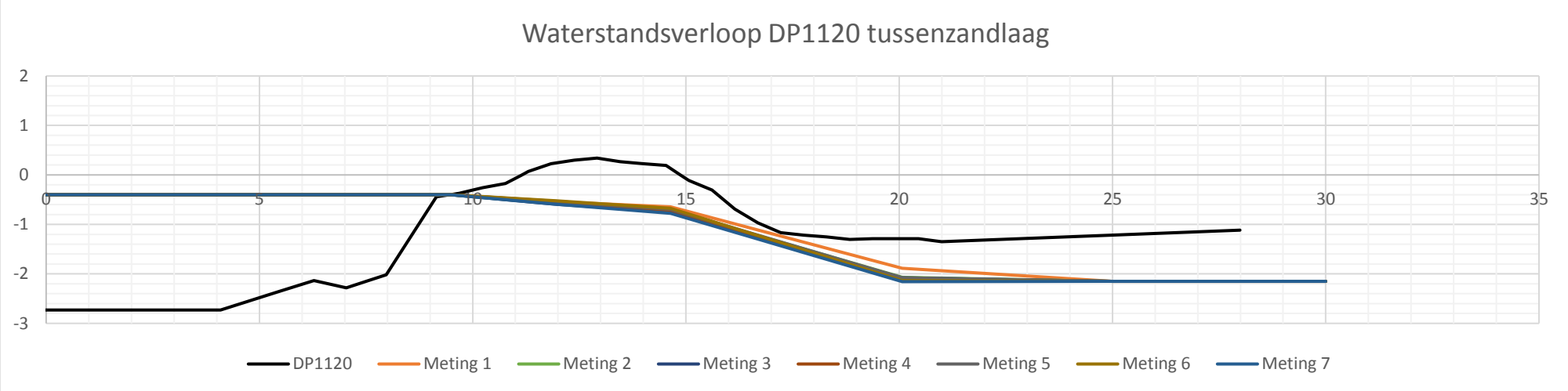
T:\TOP\Projecten OA\11 Geotechniek\01.1138-002 Scope dijken\50 Trajecten\PO33 -
Geuzensloot (Bas)\300 Uitvoering\Berekeningen\3 STBI Nat\Def toetsing

Bijlage 9: Resultaten STBI – glijcirkels ontwerp

De glijcirkels zijn in PDF opgenomen in het netwerk:

T:\TOP\Projecten OA\11 Geotechniek\01.1138-002 Scope dijken\50 Trajecten\PO33 -
Geuzensloot (Bas)\300 Uitvoering\Berekeningen\3 STBI Nat\Def Schetsontwerp

Bijlage 10: Potentiële stijghoogte tussenzandlaag DP1120



Bijlage 11: Pipinganalyse – overzicht boringen en Sellmeijer-berekening

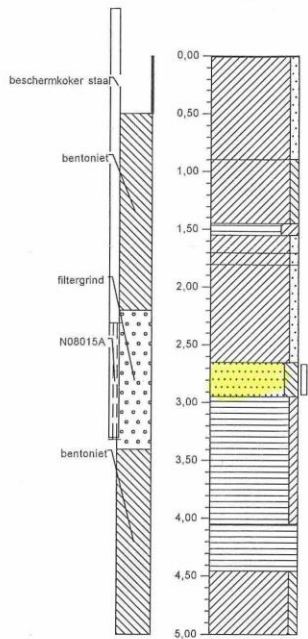
In de bijlage zijn de handboringen opgenomen per raai. De handboringen zijn naast elkaar geplaatst voor raai 650, raai 1050 en raai 1120. De tussenzandlaag is geel gearceerd.

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



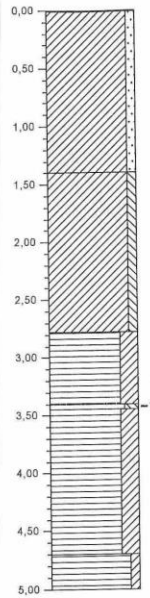
DP 650

NAP + 0,072



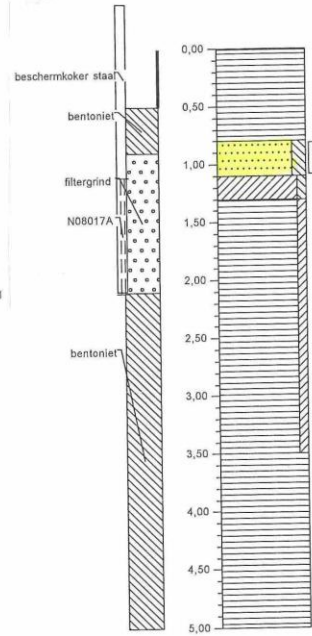
No 8 015

NAP - 0,48



No 8 016

NAP - 1,815

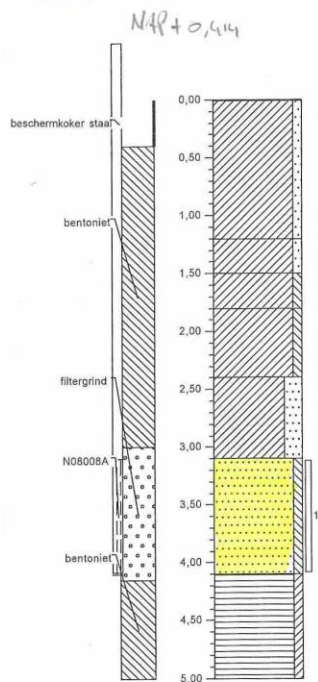


No 8 017

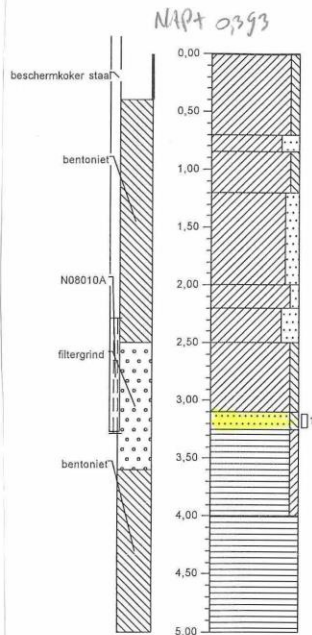
kerwin → achter land



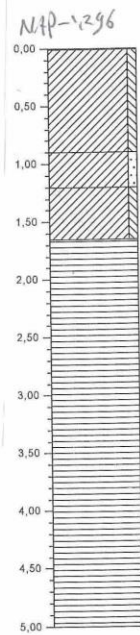
DP1050



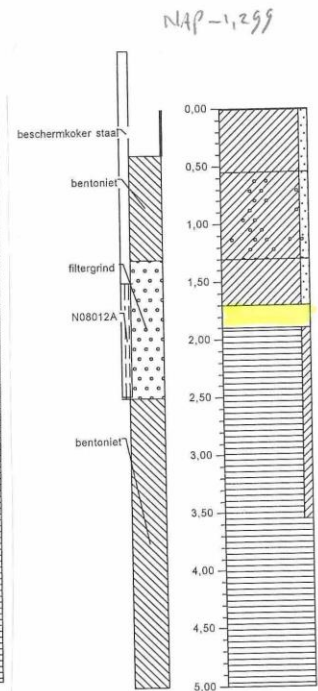
No8 008



No8 010



No8 011



No8 012

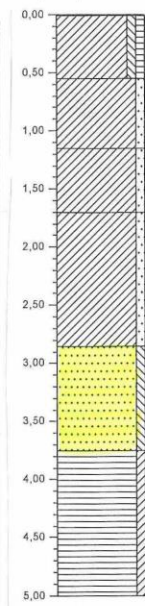
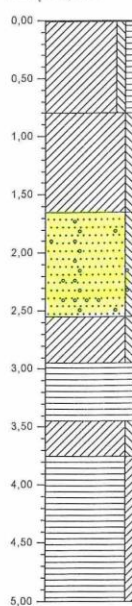
kruin → Een/achterland



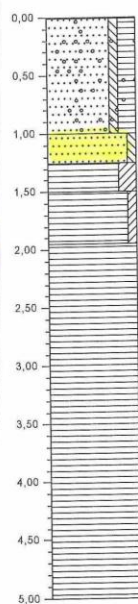
NAP + 0,115

NAP + 0,205

DP 1120



NAP - 1,26



} weg cunet.

NOS 005

NOS 006

NOS 007

kruin → 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 (minimumeis);		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 [= $1,33 \cdot 10^{-6}$ (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)]	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 [= $2,08 \times 10^{-4}$ (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]
	$\kappa = v_{\text{water}} \cdot k / g$ (Intrinsieke doorlatendheid van de korrelverdeling)	κ	1,71E-11	[m ²]
	$F_{\text{resistance}} = \eta \cdot (\gamma'_p / \gamma_w) \cdot \tan(\theta)$	$F_{\text{resistance}}$	0,317	[-]
	$F_{\text{scale}} = d_{70,m} / \sqrt[3]{(\kappa \cdot L) \cdot (d_{70} / d_{70,m})^{0,4}}$	F_{scale}	0,409	[-]
	$F_{\text{geometry}} = 0,91 \cdot (D/L)^{(0,28/((D/L)^{2,8-1})) + 0,04}$	F_{geometry}	1,829	[-]
	$\Delta H_c / L = F_{\text{resistance}} \cdot F_{\text{scale}} \cdot F_{\text{geometry}}$	$\Delta H_c / L$	0,24	[-]
	Kritiek verval (karakteristieke waarde) ($\Delta H_c = L \cdot F_{\text{resistance}} \cdot F_{\text{scale}} \cdot F_{\text{geometry}}$)	$\Delta H_{c,kar}$	2,61	[m]
	Kritiek verval rekenwaarde = $\Delta H_{c,kar} / \gamma_{\text{piping}} / \gamma_b$	$\Delta H_{c,d}$	1,67	[m]
	Aanwezig verval = $h - h_{\text{exit}} - r_c \cdot D_{\text{deklaag}}$	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: $Z_p = m_p \cdot \Delta H_{c, \text{reken}} - (h - h_{\text{exit}} - r_c \cdot D_{\text{deklaag}})$	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 waterbodem	L'_1	9,27	[m]

Bijlage 12: Bodemopbouw

Hieronder is per kadevak de bodemopbouw weergegeven. De metrerings tussen haakjes betreft de oude metrerings die is gebruikt in het rapport voor de verbetering van de Angstelkade, de kade Geuzensloot en de kade zuidzijde Nieuwe Wetering [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 een 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 1 en 2 is de representatieve grondopbouw van kadevak 30 weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel en B40A, DKM-40B en B40C.

Tabel 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) 2811-3387 DP3140	+0,32	-	-2,75	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-2,75	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Tabel 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) 2811-3387 DP3140	-1,95	-	-7,50	Hollandveen naast	10,15 / 10,15
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

Kadevak 31

In tabel 3 en 4 is de representatieve grondopbouw van kadevak 31 weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel en B44A en DKM-44C.

Tabel 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) 2726-2811 DP2750	+0,16	-	-3,20	Antropogeen klei	16,19 / 16,19
	-3,20	-	-7,50	Hollandveen onder	10,27 / 10,27
	-7,50	-	-	Zand pleistoceen	20,00 / 17,00

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

Tabel 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 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 7 en 8 is de representatieve grondopbouw van kadevak 33 weergegeven. De grondopbouw is gebaseerd op een rapport van Witteveen+Bos [12] van de kade-reconstructie Geuzensloot voor de aanleg van een busbaan. Uit een recent grond-onderzoek 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 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 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 wegfundering is niet opgenomen in bovenstaande tabel.

Kadevak 33A

In tabel 9 t/m 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 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 is onder de boezem aanwezig. Volgens geotechnisch lengteprofiel antropogene klei, maar dit is niet aannemelijk omdat de laag onder de boezem doorloopt. Het volumiek gewicht is gebaseerd op het gemiddelde van de proevenverzameling.

Tabel 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 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 12 t/m 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 12: Representatieve grondopbouw kadevak 34, onder de buitenkruin

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{\text{nat}} / \gamma_{\text{droog}}$ (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 13: Representatieve grondopbouw kadevak 34, binnentalud

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{\text{nat}} / \gamma_{\text{droog}}$ (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 14: Representatieve grondopbouw kadevak 34, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{\text{nat}} / \gamma_{\text{droog}}$ (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 15 en 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 van de naastliggende metreringsen.

Tabel 15: Representatieve grondopbouw kadevak 35, onder de kruin

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{\text{nat}} / \gamma_{\text{droog}}$ (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 16: Representatieve grondopbouw kadevak 35, achterland

Traject	Van (m+NAP)		Tot (m+NAP)	Grondsoort	$\gamma_{\text{nat}} / \gamma_{\text{droog}}$ (kN/m ³)
Vak 35 (6180-6330) 433-584 DP560	-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
	-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 die van 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 gedaan. Op basis van de resultaten daarvan, gecombineerd met het geotechnisch lengteprofiel, wordt hier een klei laag verwacht.

Kadevak 37

In tabel 17 en 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 -5 m. Hieronder is veen geschematiseerd tot de pleistocene zandlaag op circa NAP -7,5 m, omdat uit de handboring blijkt dat de diepste kleilaag (NAP -5 m) veenhoudend is.

Tabel 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 veenlaag matig kleilig is. Daarom is het volumieke gewicht verhoogd op basis van de proevenverzameling uit het COW-onderzoek. Wel zijn de sterkteparameters van de huidige proevenverzameling toegepast op basis van veen.

[2] In de proevenverzameling op basis van celproefresultaten 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. Gekozen is voor de klasse 14,6 2 kN/m³ tot 17,2 kN/m³, omdat dit ook in de oude toetsingsberekeningen voorkomt.

Tabel 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

Metreering 0-45

In kadevak 38 is geen profiel opgezet. Het betreft een kadevak waarin de provinciale weg het boezemwater oversteeft via een brug. Omdat hier een ophoging aanwezig is voor de oversteek van het boezemwater is binnenwaartse instabiliteit niet aan de orde.

Bijlage 13: Normering schetsontwerp

De basisstabiliteitsfactor is per situatie weergegeven in tabel 1. Voor verschillende kadevakken zijn optimalisaties van de schematiseringsfactor uitgevoerd. Dit betreft de kadevakken 29 t/m 32 en 33, 33A en 33B.

Tabel 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 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 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 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 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



Rapportbegeleidingsformulier (rapform)

Postregistratienummer rapform ¹ :				
• Algemeen				
Rapport/postregistratie-nummer ¹	19.034770			
Projectcode/omschrijving	01.1138-002 Scope dijken			
Projectleider/auteur	[REDACTED]			
Locatie document(en)	T:\TOP\Projecten OA\11 Geotechniek\01.1138-002 Scope dijken\50 Trajecten\PO33 - Geuzensloot (Bas)\500 Realisatie			
Speed/uit. verzenddatum				
Opmerkingen				
• Gegevens opdrachtgever/geadresseerde ²				
Naam bedrijf/instelling	Waternet			
Contactpersoon	[REDACTED]			
Afdeling + kamernummer	B13			
Adres	Korte Ouderkerkerdijk 7			
Postcode + plaats	1096 AC Amsterdam			
• Voortgang				
Fase	Datum	Handtekening ³	Naam/Opmerking(en)	
Kwaliteitsborging	12-07-2019	[REDACTED]	[REDACTED]	
Eindcontrole projectleider	19-07-2019	[REDACTED]	[REDACTED]	
Postregistratie document(en) en redactionele controle (secretariaat)	26/8/19	[REDACTED]	[REDACTED]	
Eindborging teamleider		[REDACTED]	[REDACTED]	
Pdf-bestand gemaakt/opgeslagen	20/9/19	[REDACTED]	[REDACTED]	
Verspreid (zie hieronder)	20/9/19	[REDACTED]	[REDACTED]	
Rapform gedigitaliseerd/ gearchiveerd	20/9/19	[REDACTED]	[REDACTED]	

Verspreiding (in stuks)	Ingebonden rapport kleur/zwart-wit ⁴	Losbladig kopie kleur/zwart-wit ⁴	Losbladig origineel	Pdf-bestand
Opdrachtgever				1
Projectleider				1
Auteur				
Webredactie				
Corsa				1
CardWeb				

Trefwoorden z.o.z.

Trefwoorden:

Hieronder staan algemene trefwoorden. Gebruik liever geen andere trefwoorden dan deze. Een combinatie van meerdere trefwoorden kan weergeven wat je wilt, bijvoorbeeld Afvalwater en Zuivering voor afvalwaterzuivering. Als je een trefwoord mist dat je vaak nodig hebt, laat het dan even weten.

Aanklikken: klik op het vierkantje aan het begin van de regel (evt. ongedaan maken: Control-Z)

☐ Afvalwater	☐ Locatie:
☐ Baggeren	☐
☐ Beheer	☐
☐ Beleid	☐
☐ Bodem	☐
☐ Calamiteit	☐
☐ Discrepancie	☐
☐ Drainage (waterafvoer)	☐
☐ Drinkwater	☐
☐ Duurbemonstering	☐
☐ Duurzaamheid	☐
☐ Ecologie	☐
☐ Energie	☐
☒ Geotechniek	☐
☐ Grondwater	☐
☐ Hydrologie	☐
☐ Innovatie	☐
☐ Kaderrichtlijn Water (KRW)	☐
☐ Klimaatneutraal	☐
☐ Klimaatadaptatie (klimaatbestendig)	☐
☒ Kering	☐
☐ Kunstwerk (zoals rioolgemaal)	☐
☐ LCA (levenscyclusanalyse)	☐
☐ Lozingen	☐
☐ Milieutechnologie	☐
☐ Oppervlaktewater	☐
☐ Organisme	☐
☐ Plan	☐
☐ Riolering	☐
☐ SMART bedrijfsvoering	☐
☐ Toxicologie	☐
☐ Transportleidingen	☐
☒ Veiligheid	☐
☐ Verbinden met de omgeving	☐
☐ Verontreiniging	☐
☐ Waterbalans	☐
☐ Waterbodempkwaliteit	☐
☐ Waterkwaliteit	☐
☐ Watersysteem	☐
☐ Wet- en regelgeving	☐
☐ Zuivering	☐
☐ Zwemwaterrichtlijn	☐