

Bijlagenboek 7.1

MARKERMEERDIJKEN - TRILLINGSPROGNOSE INSTALLEREN DAMWANDEN TBV MER

6 FEBRUARI 2017



Contactpersonen

MICHEL VAN LANGERAAD
Junior specialist Geotechniek

AGNES VAN UITERT
Senior specialist Geotechniek

E michel.vanlangeraad@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel	5
1.3	Leeswijzer	5
2	UITGANGSPUNTEN	6
2.1	Normen, richtlijnen en documenten	6
2.2	Aanpak	6
	Schade	6
	Hinder	7
	Bepaling slagkracht	9
2.3	Situatiebeschrijvingen	10
2.3.1	Gemaal Westerkogge	10
	Damwandconstructie	10
	Grondprofiel Gemaal Westerkogge	11
2.3.2	Gemaal Volendam	13
	Damwandconstructie	13
	Grondprofiel ter plaatse van Gemaal Volendam	13
2.3.3	Hornsluis	15
	Grondprofiel tpv Hornsluis	16
2.3.4	Inlaat Katwoude	18
	Damwandconstructie	19
	Paalfundering	19
	Grondprofiel inlaat Katwoude	20
2.3.5	Dijkversterking Warder	23
	Damwandconstructie	23
	Grondprofiel dijkversterking Warder	24
2.3.6	Inlaat tussenwater Noord	26
	Damwandconstructie	27
	Paalfundering	27
	Grondprofiel tussenwater Noord	28
2.3.7	Inlaat tussenwater Zuid	30
	Damwandconstructie	31

Paalfundering	31
Grondprofiel Inlaat tussenwater zuid	32
2.3.8 Warder Zeevang (module 7)	36
Damwandconstructie	36
Grondprofiel Warder	37
2.4 Materieel - Slagkracht	45
2.5 Parameters intrillen damwanden	45
3 PROGNOSE TRILLINGEN	46
3.1 Trillingen ten gevolge van installeren damwanden	46
3.1.1 Trillingen - Schade	46
3.1.2 Trillingen - Hinder	47
3.2 Trillingen als gevolg van transportbewegingen	48
3.3 Beoordeling Trillingen	49
3.3.1 Inbrengen damwanden	49
3.3.2 Verkeertrillingen	51
Bijlage 1, Bouwtrillingen	52
Bijlage 2, Verkeerstrillingen	60
Bijlage 3 Memo trillinganalyse kistdam bij Uitdam	61
Inleiding	62
Grondprofiel t.p.v. Uitdam	63
Slagkracht	65
Parameters intrillen damwanden	66
Trillingen - Schade	66

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

De Markermeerdijk tussen Hoorn en Amsterdam voldoet niet aan de huidige norm en zal versterkt moeten worden. Ten behoeve van deze dijkversterking wordt materieel ingezet dat kan leiden tot trillingen in de ondergrond. Om de effecten van deze trillingen op de omgeving inzichtelijk te maken en te beoordelen, is in het kader van het MER het voorliggende bureauonderzoek uitgevoerd.

1.2 Doel

In deze rapportage zijn voor de zes locaties waar damwanden en of palen zijn voorzien de tijdelijke effecten op de omgeving ten aanzien van schade en hinder ten gevolge van het installeren van de wanden in beeld gebracht en beoordeeld ten behoeve van het MER Dijkversterking Markermeerdijken.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. Als eerst zijn in hoofdstuk 2 de uitgangspunten opgenomen, waarbij wordt ingegaan op de gehanteerde aanpak en methodiek ter bepaling van de effecten naar de omgeving en de beoordeling er van. Tevens zijn in dit hoofdstuk de locatie specifieke uitgangspunten te vinden waarbij ingegaan wordt op de constructie, de grondslag en gehanteerde uitvoeringswijze. In hoofdstuk 3 zijn de prognoses van de te verwachte effecten ten aanzien van schade aan gebouwen en hinder voor personen gepresenteerd en beoordeeld.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Normen, richtlijnen en documenten

Voor de bepaling van de trillingsintensiteiten en de contourlijnen zijn de volgende normen, richtlijnen en documenten gebruikt.

Normen en richtlijnen:

- [1] Eurocode 7, NEN9997-1+C1:2012, versie: april 2012
- [2] CUR-publicatie 166 (6e herziene druk) Damwandconstructies, Stichting CURNET, Gouda, 2012.
- [3] SBR-richtlijn –Schade aan gebouwen, Deel A, Stichting CURNET, Gouda, 2002.
- [4] SBR-richtlijn –Hinder voor personen, Deel B, Stichting CURNET, Gouda, 2002.

Documenten:

- [5] Rapport: Dijkversterking Markermeerdijken, Stabiliteitsschermen ter plaatse gemaal “Westerkogge”, de “Hornsluis” en gemaal “Volendam”, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 15.0023772, d.d. 27-02-2015
- [6] Tekening: Voorontwerp, AMMD-GEMWEST-TEK-002, versie 0.3, d.d. 24-06-2016
- [7] Tekening: Voorontwerp, AMMD-GEMVOL-TEK-002, versie 0.2, d.d. 24-06-2016
- [8] Tekening: Voorontwerp, AMMD-HORN-TEK-001, versie 0.1, d.d. 24-04-2016
- [9] Geotechnisch lengteprofiel, Fugro, 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 KR&W-VL 2 van 4, 12-11-2014
- [10] Geotechnisch lengteprofiel, Fugro, 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 A&BI-T 2 van 4, 12-11-2014
- [11] Geotechnisch lengteprofiel, Fugro, binnenberm en binnenteen / achterland, 1214-0007-10, d.d. 17-10-2014
- [12] Geotechnisch lengteprofiel, Fugro, 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 KR&W-VL 4 van 4, 14-11-2014
- [13] Geotechnisch lengteprofiel, Fugro, 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 A&BI-T 4 van 4, 14-11-2014
- [14] AMMD-001379 Memo onderbouwing hoeveelheden MER, 27 mei 2016
- [15] Vakblad Geotechniek, artikel “Beoordeling voorspelde trillingen bij intrillen damwanden”, April 2012
- [16] Tekening Versterking markermeerdijken vergunningsontwerp (t.b.v.) MER. Situatie en dwarsprofiel Module 14 Sectie EA07A – Uitdam, datum: 23-05-2017 Registratie nummer: 001472

2.2 Aanpak

Voor de bepaling van de trillingsintensiteiten en de afname met het toenemen van de afstand is de methode conform CUR-publicatie 166 – Damwandconstructies [2] gehanteerd. Hierbij worden o.a. de volgende aspecten meegenomen:

- de toe te passen zwaarte van damwandplank
- de lengte van damwandelementen,
- de inbrengwijze, (trillend of heidend)
- de aanwezige grondslag

Op basis van deze trillingsintensiteiten worden de contourlijnen bepaald. De contourlijnen geven de grens aan waar de trillingsintensiteiten naar een bepaalde waarde zijn afgenomen waarbij de kans op schade acceptabel is. Hierbij worden de grenswaarden gehanteerd zoals beschreven in de SBR-richtlijn [3]. De SBR geeft de grenswaarden ten aanzien van schade voor trillingssterkte op het funderingsniveau en de draagconstructie. Hieronder is de SBR-richtlijn korte toegelicht.

De SBR-richtlijn trillingen bestaat uit drie delen, één voor schade aan gebouwen (deel A), één voor hinder voor personen (deel B) en één voor storing aan apparatuur (deel C).

Schade

Voor de beoordeling van schade aan gebouwen is SBR-richtlijn Trillingen deel A van toepassing. Deel A geeft een procedure voor het meten van trillingen en een procedure voor de beoordeling van de invloed van

trillingen met het oog op mogelijke schade aan het bouwwerk of aan onderdelen daarvan. De richtlijn behandelt de wijze waarop trillingsmetingen aan bouwwerken kunnen worden uitgevoerd en de wijze waarop de resultaten van trillingsmetingen aan bouwwerken of van berekeningen kunnen worden beoordeeld, om tot een oordeel te komen over de toelaatbaarheid van de trillingen in verband met mogelijke schade aan een bouwwerk. In deze SBR-richtlijn zijn er veilige grenswaarden gegeven, waarbij de kans op schade aanvaardbaar klein wordt geacht (overschrijdingskans: 1%).

De richtlijn heeft betrekking op alle trillingsbronnen, voor zover de daardoor veroorzaakte trillingen in het beschouwde frequentie-interval voorkomen.

Onder schade aan een bouwwerk wordt een verandering van de eigenschappen of van de positie van (een onderdeel van) een bouwwerk verstaan, met één of meer van de volgende gevolgen:

- een verlies van functie, zoals het bezwijken van dragende onderdelen;
- een vermindering van de integriteit van het onderdeel of van het bouwwerk als geheel met betrekking tot zijn dragende functie, waarbij sprake is van een significante vermindering van de veiligheid op de korte of langere termijn (vermindering van de verwachte levensduur);
- een vermindering van de economische waarde of van de gebruikswaarde, zoals bij scheurvorming in afwerkklagen of betegeling.

Als gevolg van het installeren van de damwanden ondervinden diverse objecten (onder andere gebouwen) in de nabijheid een mogelijke (ongewenste) beïnvloeding die schade kan veroorzaken en/of invloed kan hebben op de operationele functie van deze objecten. Voor deze objecten wordt nader onderzocht of er door het trillend inbrengen van damwanden schade optreedt. Dit gebeurt door de trillingsintensiteit uitgedrukt in mm/s te toetsen aan een grenswaarde om te bepalen of er een risico is op schade. Hiervoor dient de trillingsintensiteit ter plaatse van een object op een zekere afstand te worden bepaald.

Voor het bepalen van de bronwaarde van de trillingsintensiteit is de methode uit de CUR 166 gehanteerd. Hierbij wordt de trillingsintensiteit bepaald op basis van de slagkracht van het trilblok. Met behulp van de slagkracht wordt de bronwaarden bepaald op basis van de 95%-waarde (zie artikel "Beoordeling voorspelde trillingen bij intrillen damwanden" vakblad Geotechniek, April 2012 ref. [15]).

Om de trillingsintensiteit ter plaatse van de fundering (maatgevend voor toets op 'schade') van de bebouwing te bepalen gaat CUR 166 er van uit dat er drie vormen van demping op de trillingen van invloed zijn:

- Geometrische demping van de trilling (ruimtelijke spreiding van trillingsenergie);
- Demping van de trilling door voortplanting door het medium, in dit geval de ondergrond;
- Demping van de trilling bij overdracht van de grond naar de fundering.

Na inschatting van de trillingsintensiteit op de fundering kan de toetsing van de trillingsintensiteit conform de CUR 166 (gebaseerd op de SBR-richtlijn Trillingen, deel A) worden uitgevoerd.

Bij de toets op schade is hier het type bouw en het type fundering van belang. De bebouwing wordt in een van deze drie categorieën in gedeeld:

- Categorie 1: Betonbouw (ook staalbouw)
- Categorie 2: Metselwerk (in goede staat verkerend)
- Categorie 3: Monumenten en slechte staat verkerende bouwwerken (onder andere metselwerk verkerend in slechte staat)

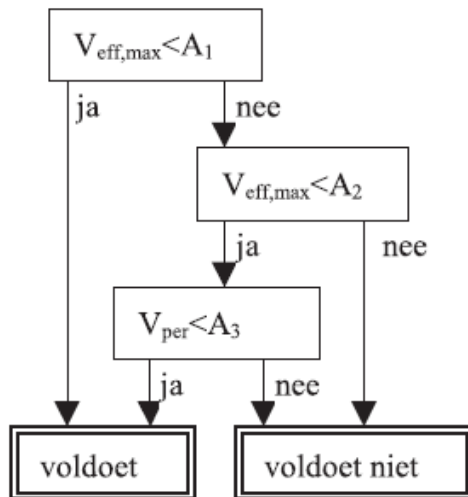
Bij het type fundering wordt onderscheid gemaakt naar trillingsgevoelige en niet-trillingsgevoelige funderingen. Een fundering is trillingsgevoelig indien als gevolg van verdichting van de bodem zettingen ontstaan. Wanneer de trillingsintensiteit onder de gestelde grenswaarden blijft, is de kans op schade dermate klein dat deze aanvaardbaar is.

Hinder

Deel B gaat in op de beoordeling van trillingshinder voor bewoners en/of gebruikers van gebouwen. Voor de beoordeling van hinder is niet de topwaarde van de trilsnelheid, maar de voortschrijdende effectieve waarde (V_{max}) en de trillingssterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) van belang. In de SBR B trillingsrichtlijn wordt aangegeven hoe deze waarde moet worden bepaald. In de richtlijn staan tevens streefwaarden voor

bouwwerkzaamheden met een beperkte doorlooptijd gegeven. Afhankelijk van de periode wanneer de werkzaamheden plaatsvinden, overdag, 's avonds of 's nachts en de duur van de werkzaamheden zijn hogere of lagere streefwaarden toelaatbaar.

Aan de hand van onderstaand schema is aangegeven hoe het trillingsniveau is getoetst.



Figuur 1, Schematisatie toetswijze trillingsniveau ten behoeve van Hinder voor personen in gebouwen

De streefwaarden A1, A2 en A3 waaraan wordt getoetst zijn onderstaand weergegeven. Deze streefwaarden zijn geldig voor continue trillingen gedurende korte perioden in gebouwen

Alle gebouwfuncties aantal dagen	Alleen overdag		
	A ₁	A ₂	A ₃
1	0,8	6	0,4
2	0,72	6	0,38
3	0,64	6	0,36
4	0,56	6	0,34
5	0,48	6	0,32
6-28	0,4	6	0,3
27-78	0,3	6	0,2

Voor trillingshinder zijn met name trillingen op de vloeren van belang. Hiervoor wordt de overdracht van trillingen van de fundering naar de vloeren berekend. De grootte van de trilling in een gebouw kan worden vergroot door opslingereffecten van de vloer. Afhankelijk van het type vloer, hout of beton wordt er een dynamische vergrotingsfactor C_{fc} gehanteerd bij de bepaling van de trillingsintensiteit (zie berekening CUR 166 ref [2]).

Doordat trillingen in verband met schade op een ander punt in de bebouwing wordt getoetst dan hinder, kan het zijn dat de hindercontour voor trillingen gedurende een beperkte periode verder weg is gelegen dan de schadecontour voor dezelfde werkzaamheden.

Bepaling slagkracht

Op basis van de genoemde uitgangspunten is met behulp van de NVAF-PSD grafieken uit de CUR166, deel 1 ref [2] een inschatting gemaakt van de benodigde slagkracht van het trilblok of heiblok om de damwanden te installeren. In Bijlage B van CUR 166 deel 1 ref [2] zijn de NVAF-grafieken opgenomen voor respectievelijk laag frequent trillen en hoogfrequent trillen van de damwanden.

Grafieken NVAF-PSD: Door de NVAF (Nederlandse Vereniging Aannemers Funderingswerken) en de PSD (Vereniging Promotie Stalen Damwand) zijn grafieken samengesteld om een inschatting te maken van de installeerbaarheid van damwandplanken in diverse grondsoorten in Nederland.

Maatregelen zoals fluïderen om het inbrengen van de wand te bevorderen waardoor mogelijk met een kleinere slagkracht gewerkt kan worden, zijn niet beschouwd, te meer in verband met de onzekerheid over de bijdrage die dit levert op de afname van de trillingsintensiteit en het feit dat deze maatregelen mogelijk nieuwe/aanvullende risico's met zich mee brengen. Voorboren geeft bijvoorbeeld lokaal een lossere grondpakking waardoor lokaal de zakking iets groter kan zijn. Tevens hebben dergelijke maatregelen ook invloed op de sterkte en stijfheid van de grond waardoor mogelijk een iets zwaardere damwand nodig is dan wanneer deze maatregelen niet worden genomen.

2.3 Situatiebeschrijvingen

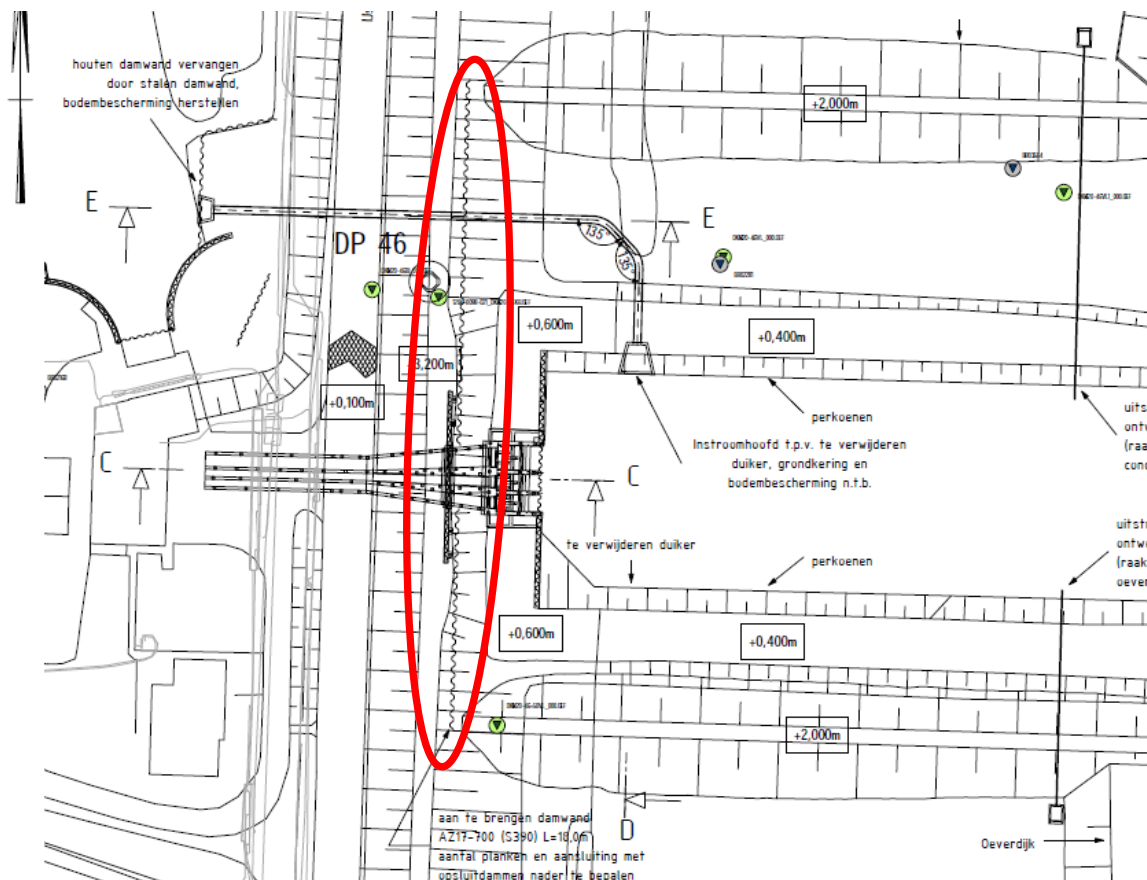
Op een zestal locaties worden damwanden en of palen geïnstalleerd. Deze zijn:

- Gemaal Westerkogge, ter hoogte van dijkpaal 46, dijksectie HE3B2
- Hornsluis, ter hoogte van dijkpaal 78/1, dijksectie HE6A
- Gemaal Volendam, ter hoogte van dijkpaal 15, dijksectie EA1B-3
- Inlaat Katwoude, ter hoogte van dijkpaal 38, dijksectie EA-04B
- Dijkversterking Warder, ter hoogte van dijkpaal 47 en 48, dijksectie HE8B
- Inlaat tussenwater Noord, ter hoogte van dijkpaal 13, dijksectie HE-01C

In de navolgende paragrafen is per locatie de situatie beschreven voor de locaties met bebouwing binnen 75 m. Voor de locaties met bebouwing op 75 m of meer is geen aanvullende analyse uitgevoerd, voor deze locaties wordt geen schade of hinder verwacht van de bouwwerkzaamheden.

2.3.1 Gemaal Westerkogge

Gemaal Westerkogge is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal 46 (dijksectie HE3B2). In de bestaande dijk is een uitstroomvoorziening aanwezig. Voor de versterking van de Markermeerdijk wordt hier naast een paal fundering ook een damwandscherm trillend of heidend aangebracht. Hierbij is het damwandscherm maatgevend voor de bouwtrillingen in de omgeving. Onderstaand is daarom alleen voor de damwand een prognose opgesteld.



Figuur 2, Locatie damwand Gemaal Westerkogge

Damwandconstructie

Op basis van het voorontwerp AMMD-GEMWEST-TEK-002, versie 0.3, d.d. 24-06-2016, is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie

- Damwand: AZ17-700
- Planklengte: 18 m
- Bovenzijde plank: NAP +2,2 m
- Onderzijde plank: NAP -15,8 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Gemaal Westerkogge.

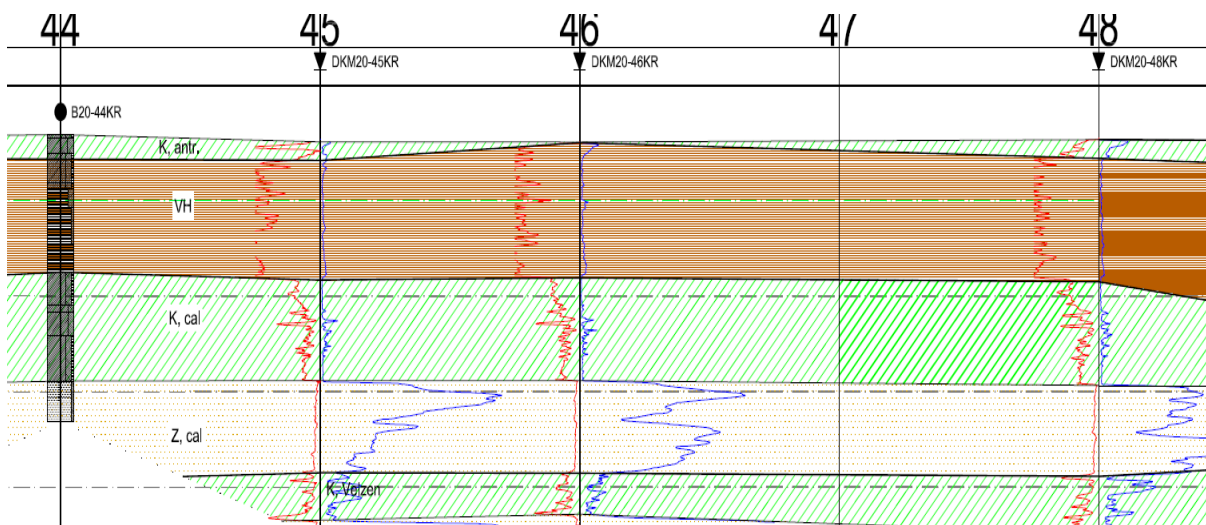
Tabel 1, Uitgangspunten damwand

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 120	[m]
Aantal enkele planken	Circa 172	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	60	[sec]
Aantal dagen	5	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Grondprofiel Gemaal Westerkogge

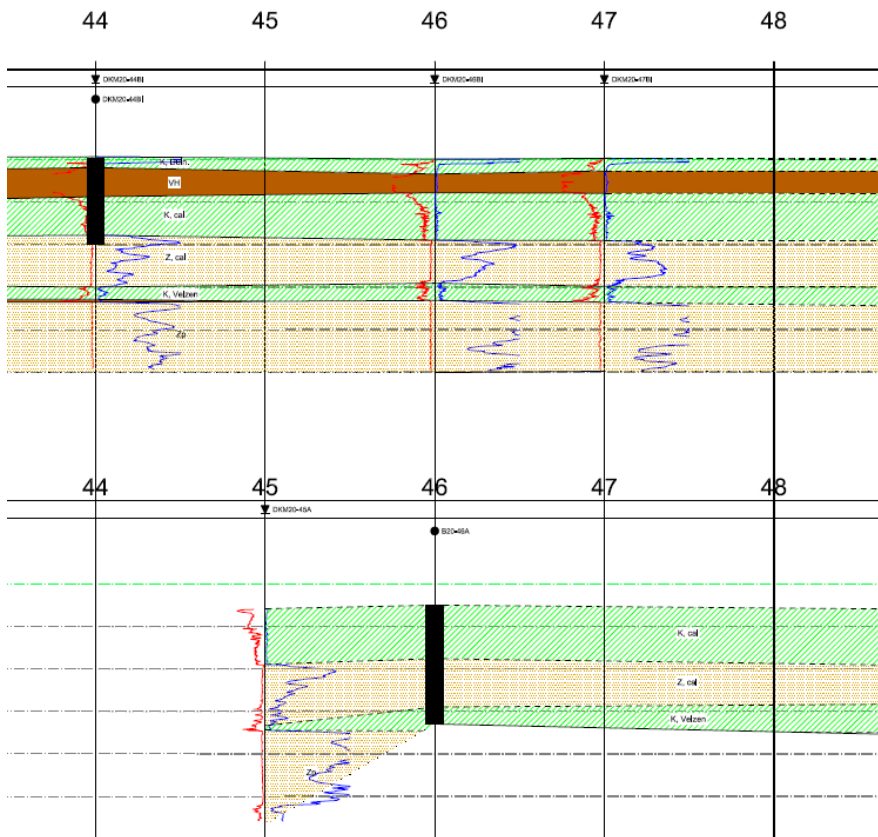
Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van gemaal Westerkogge gehanteerd. In figuren 3 en 4 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven.

Grondprofiel tpv Gemaal Westerkogge (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 KR&W-VL 2 van 4, 12-11-2014) Kruin:



Figuur 3, Dwarsprofiel grondopbouw kruin dijk, ter plaatse van Gemaal Westerkogge

Binnenberm en achterland (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 A&BI-T 2 van 4, 12-11-2014)



Figuur 4, Dwarsprofielen grondopbouw Binnenberm en achterland dijk ter plaatse van Gemaal Westerkogge

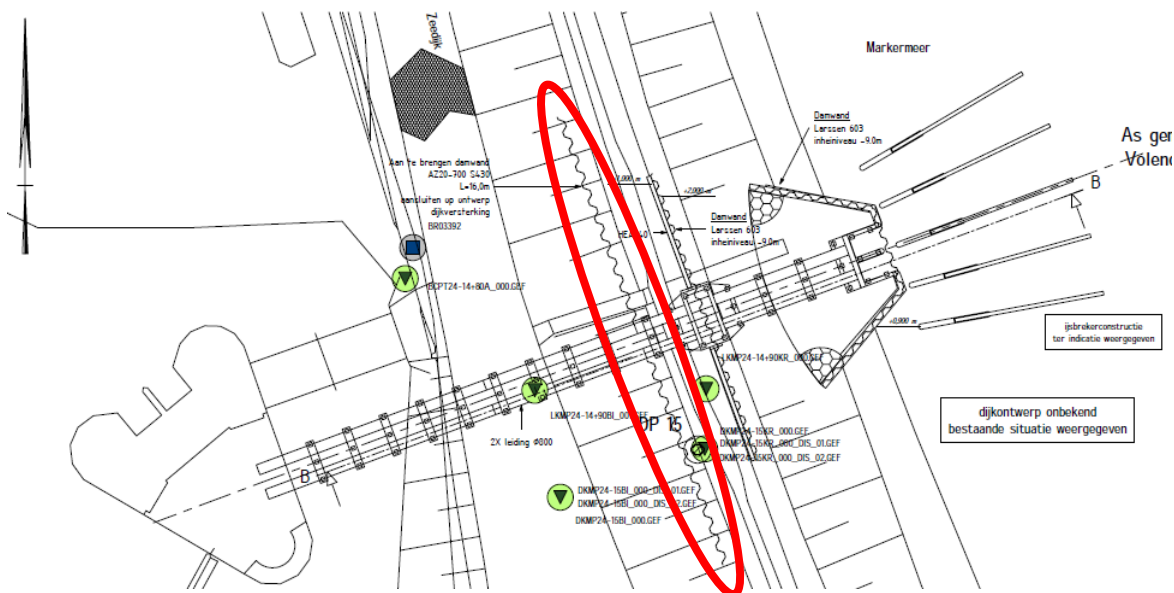
De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -10 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen). Aan de onderzijde van het Holocene pakket bevindt zich een tussen zandlaag (Calais) en een kleilaag (Velzen).

Daaronder wordt een dikker en vaster gepakte zandlaag aangetroffen met zijn oorsprong uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met de grondprofielen "Amsterdam" en "Tiel" zoals deze in CUR 166 ref [2] zijn beschreven.

2.3.2 Gemaal Volendam

Gemaal Volendam is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal 15 (dijksectie EA1B-3). Door de bestaande dijk is een uitstroomvoorziening aanwezig. Voor de versterking van de Markermeerdijk wordt hier een damwandscherm aangebracht in het binnentalud van de bestaande waterkering.



Figuur 5, Locatie damwand gemaal Volendam

Damwandconstructie

Op basis van het voorontwerp, AMMD-GEMVOL-TEK-002, versie 0.2, d.d. 24-06-2016, is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie:

- Damwand: AZ20-700
- Planklengte: 16 m
- Bovenzijde plank: NAP +2,2 m
- Onderzijde plank: NAP -13,8 m

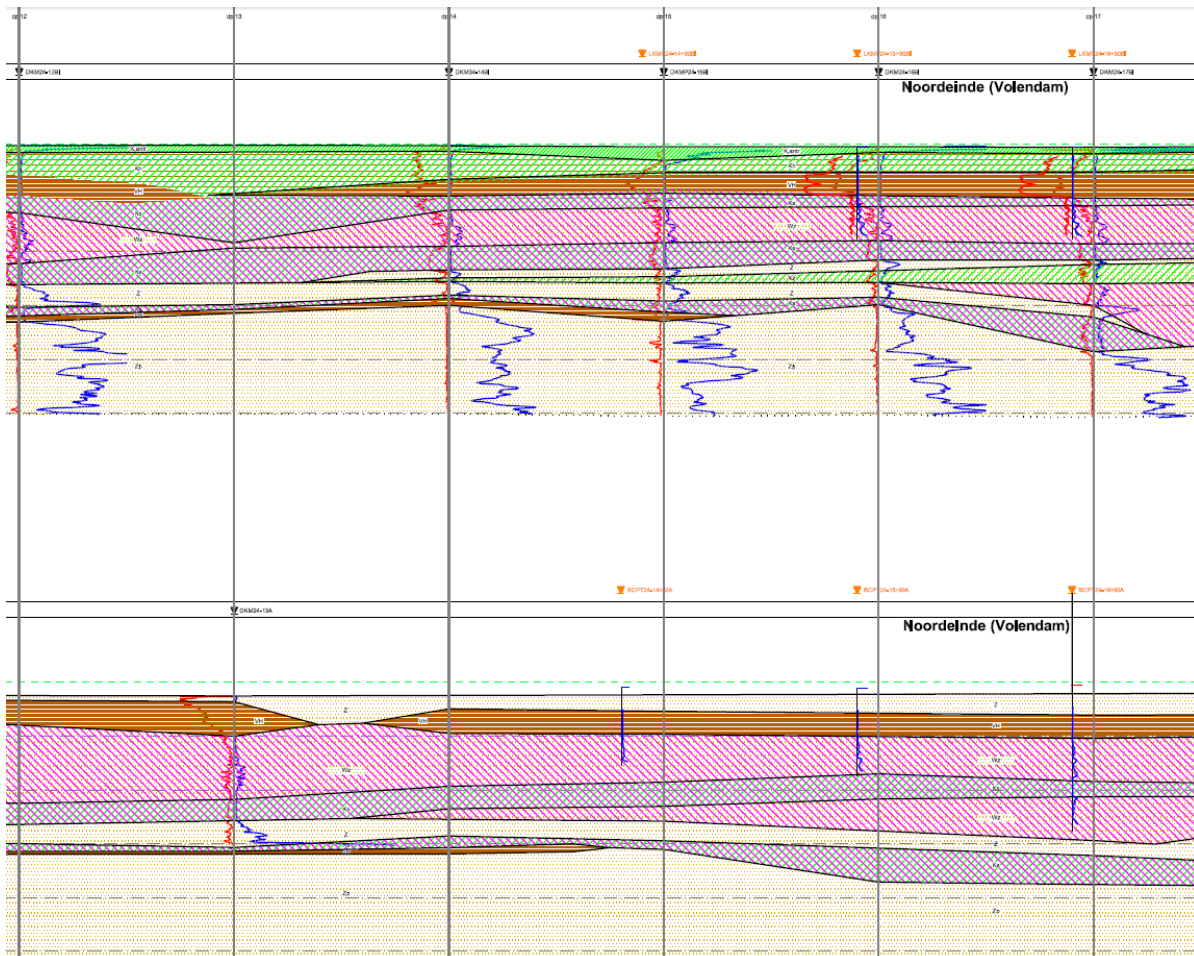
Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Gemaal Volendam.

Tabel 2, Uitgangspunten damwand gemaal Volendam

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 20	[m]
Aantal enkele planken	Circa 30	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	60	[sec]
Aantal dagen	2	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Grondprofiel ter plaatse van Gemaal Volendam

Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van gemaal Volendam gehanteerd. In figuren 6 is een uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland (geotechnisch lengteprofiel, binnenberm en binnenteen / achterland, 1214-0007-10, d.d. 17-10-2014) weergegeven.



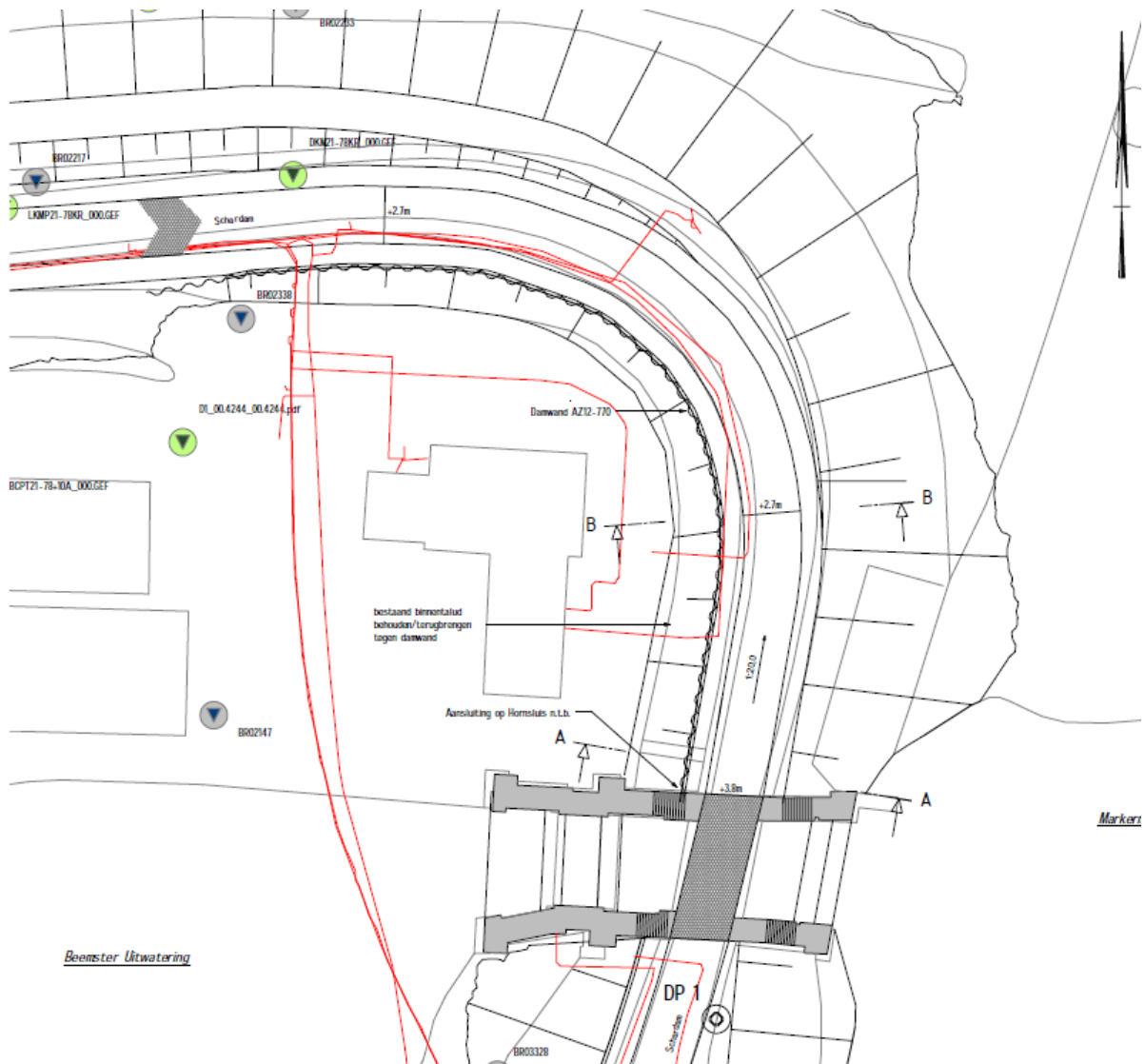
Figuur 6, Dwarsprofiel grondopbouw binnenberm en achterland dijk ter plaatse van Gemaal Volendam

De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -15 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen). Hieronder bevindt zich een wadzandafzetting en enkele siltige kleilagen (Velzen). Daaronder wordt een dikker vaster gepakte zandlaag aangetroffen (Pleistoceen). In het huidige ontwerp wordt de damwand wordt niet tot deze laag aangebracht.

Het grondprofiel komt overeen met het grondprofiel "Amsterdam" en "Tiel" uit CUR 166 ref [2].

2.3.3 Hornsluis

De Hornsluis en aansluitende damwand is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal 78 en dijkpaal 1 (dijksectie HE6A). Door de bestaande dijk is een uitstroomvoorziening aanwezig. Voor de versterking van de Markermeerdijk wordt hier een damwandscherm aangebracht in het binnentalud van de bestaande waterkering.



Figuur 7, Locatie damwand, Hornsluis

Op basis van het voorontwerp, AMMD-HORN-TEK-001, versie 0.1, d.d. 24-04-2016 en rapport: Dijkversterking Markermeerdijken, Stabiliteitsschermen ter plaatse gemaal "Westerkogge", de "Hornsluis" en gemaal "Volendam", Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 15.0023772, d.d. 27-02-2015 is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie:

- Damwand: AZ12-770
- Planklengte: 9 m
- Bovenzijde plank: NAP +3,60 m
- Onderzijde plank: NAP -5,40 m

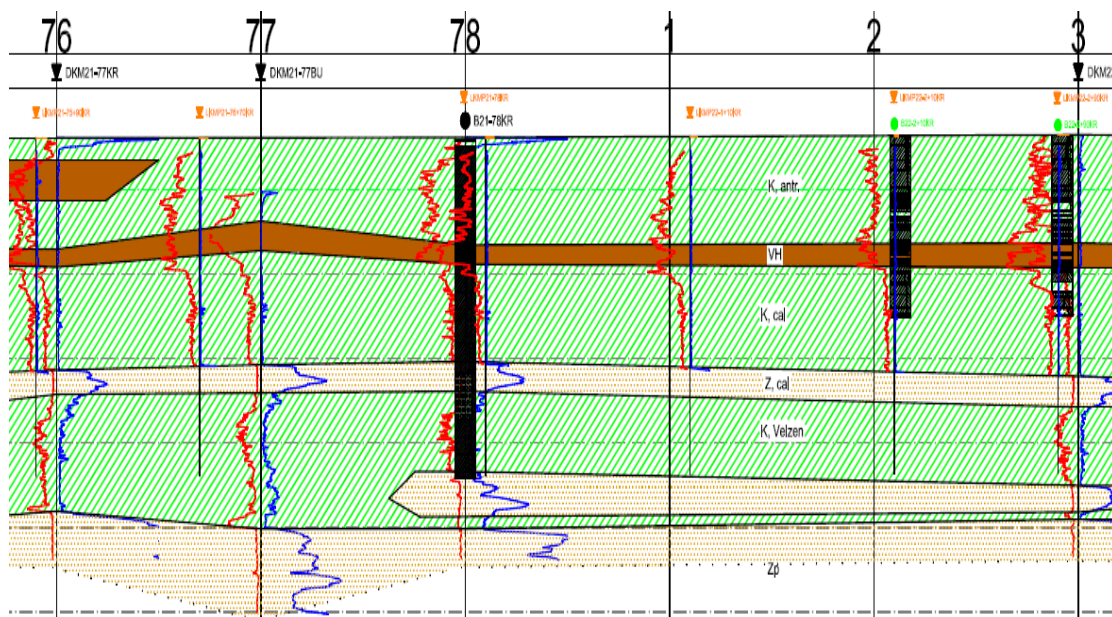
Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Hornsluis.

Tabel 3, Uitgangspunten damwand Hornsluis

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 60	[m]
Aantal enkele planken	Circa 86	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	45	[sec]
Aantal dagen	4	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

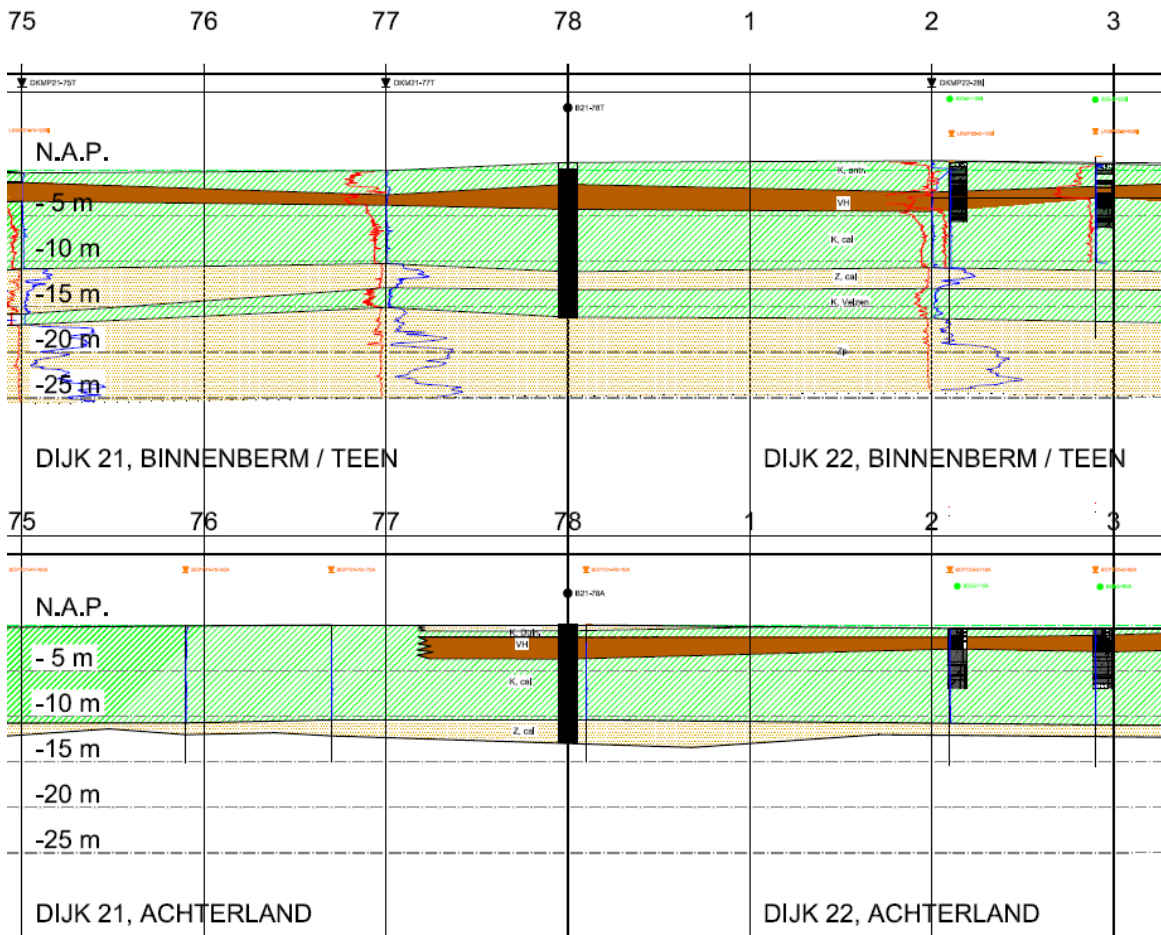
Grondprofiel tpv Hornsluis

Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van de Hornsluis gehanteerd. In figuren 8 en 9 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven. Kruijn: Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 KR&W-VL 4 van 4, 14-11-2014)



Figuur 8, Dwarsprofiel grondopbouw kruin dijk ter plaatse Hornsluis

Binnenberm/teen en achterland (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 A&BI-T 4 van 4, 14-11-2014)



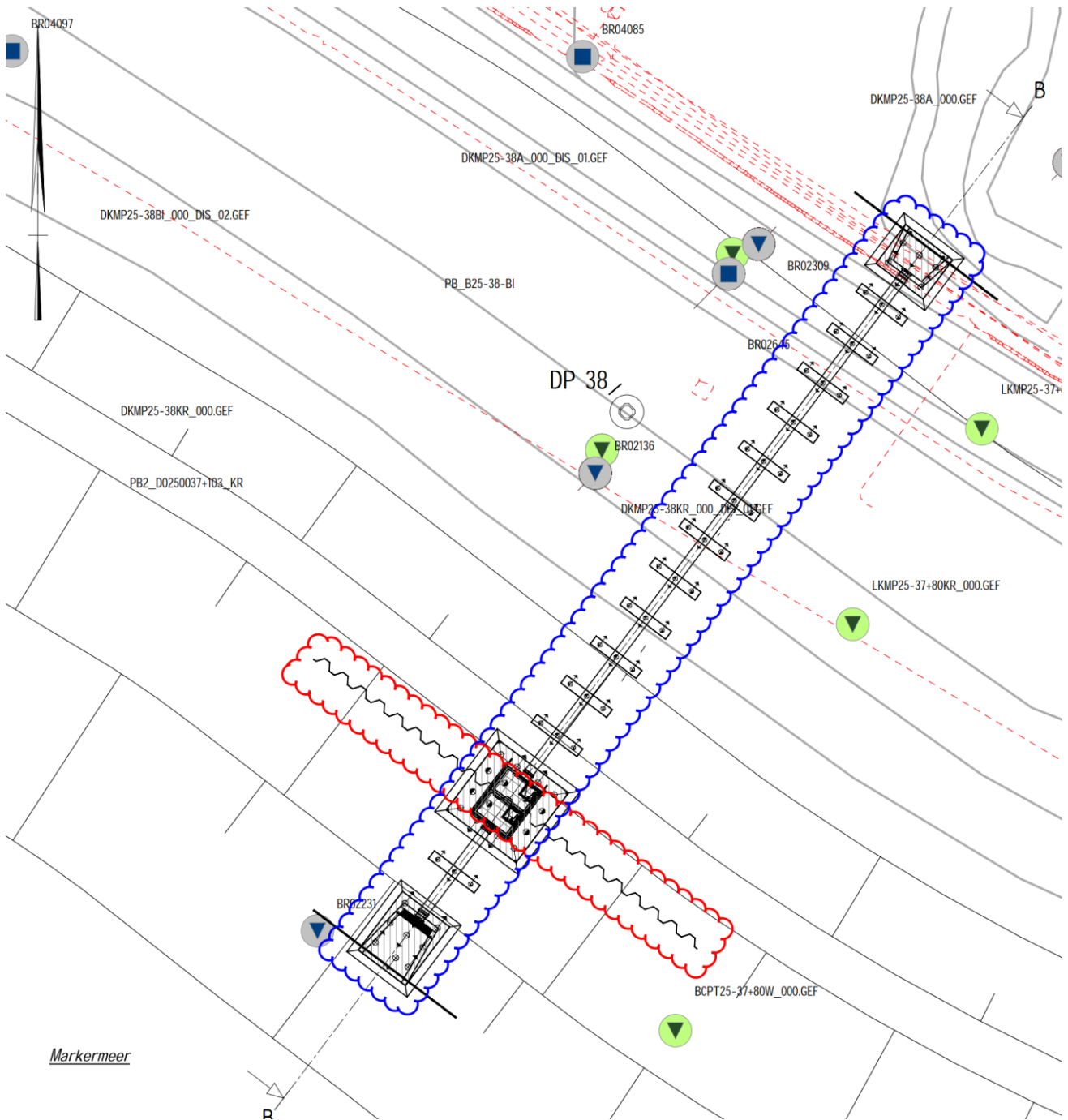
Figuur 9, Dwarsprofiel grondopbouw binnenberm en achterland dijk, ter plaatse van Hornsluis

De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -15 m a 20 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen). Hieronder bevindt zich een tussenzandlaag (Calais) en een kleilaag (Velzen). Daaronder wordt een dikke vaster gepakte zandlaag aangetroffen uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met het grondprofiel "Amsterdam" en "Tiel" zoals beschreven in de CUR 166 ref [2].

2.3.4 Inlaat Katwoude

Inlaat Katwoude is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal 38 (dijksectie EA-04B). De bestaande hevelleiding wordt vervangen door een nieuwe inlaat. Hiervoor zal een nieuwe paalfundering worden aangelegd en damwanden worden geïnstalleerd in de ondergrond. De aanleg van de damwandconstructie is hierbij maatgevend voor de bouwtrillingen.



Figuur 10, Locatie damwand (rode omkadering) en paalfundering (blauwe omkadering)

Damwandconstructie

Op basis van het voorontwerp AMMD-001058, versie 1.0, d.d. 23-09-2016, is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie

- Damwand: AZ24-700
- Planklengte: 13 m
- Bovenzijde plank: NAP +1,5 m
- Onderzijde plank: NAP -11,0 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Gemaal Westerkogge.

Tabel 4, *Uitgangspunten damwand*

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 30	[m]
Aantal enkele planken	Circa 42	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	60	[sec]
Aantal dagen	2	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Paalfundering

Op basis van het voorontwerp AMMD-001058, versie 1.0, d.d. 23-09-2016, is uitgegaan van de onderstaande stalen buispalen

- Buisdiameter: Ø273 en Ø356
- Paallengte: ca. 19 m en ca. 21 m
- Bovenzijde paal: NAP -1,70 m en NAP -1,70 m
- Paalpuntniveau (ppn): NAP -20,5 m en NAP -22,5 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie inlaat Katwoude.

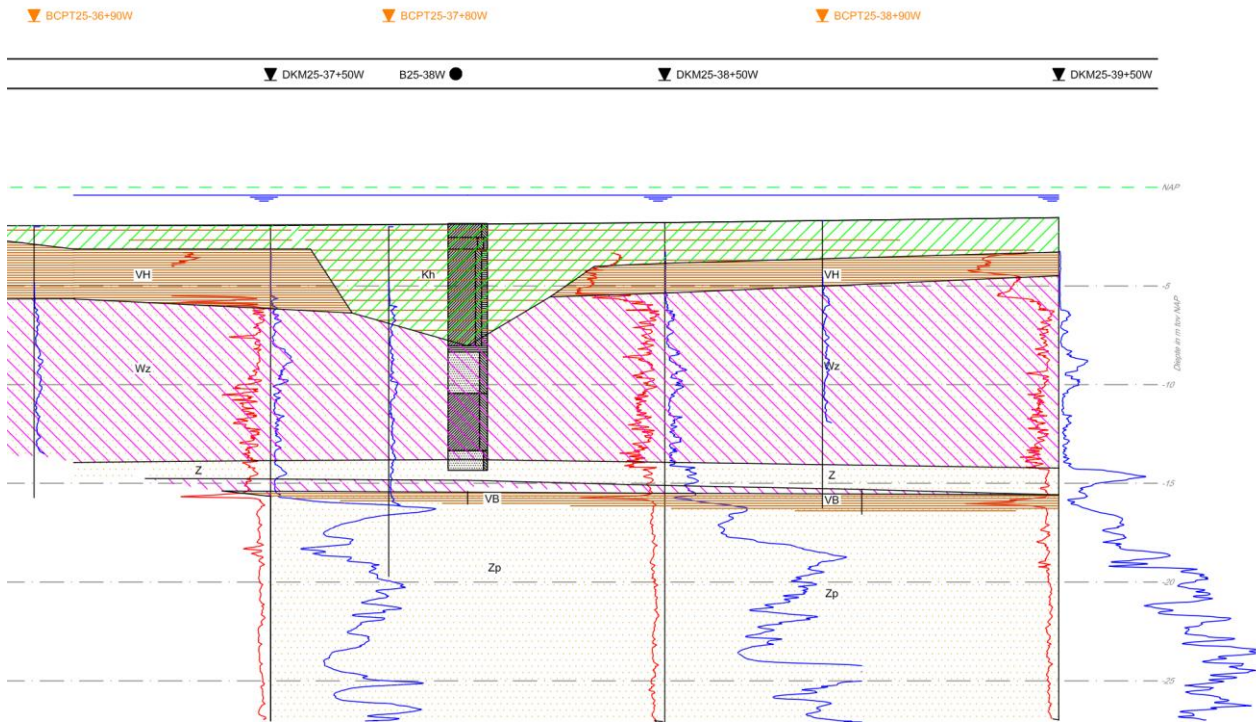
Tabel 5, *Uitgangspunten paalfundering*

	Waarde	Eenheid
Aantal palen onder leiding	39 Ø273 (3 per kesp)	[stuks]
Aantal palen onder uitstroombak	6 Ø356	[stuks]
Aantal palen onder inspectieschacht	16 Ø356	[stuks]
Aantal palen onder instroombak	9 Ø356	[stuks]
Type paal	Stalen buispaal	
Tijdsduur inbrengen enkele paal	300	[sec]
Aantal dagen	20	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

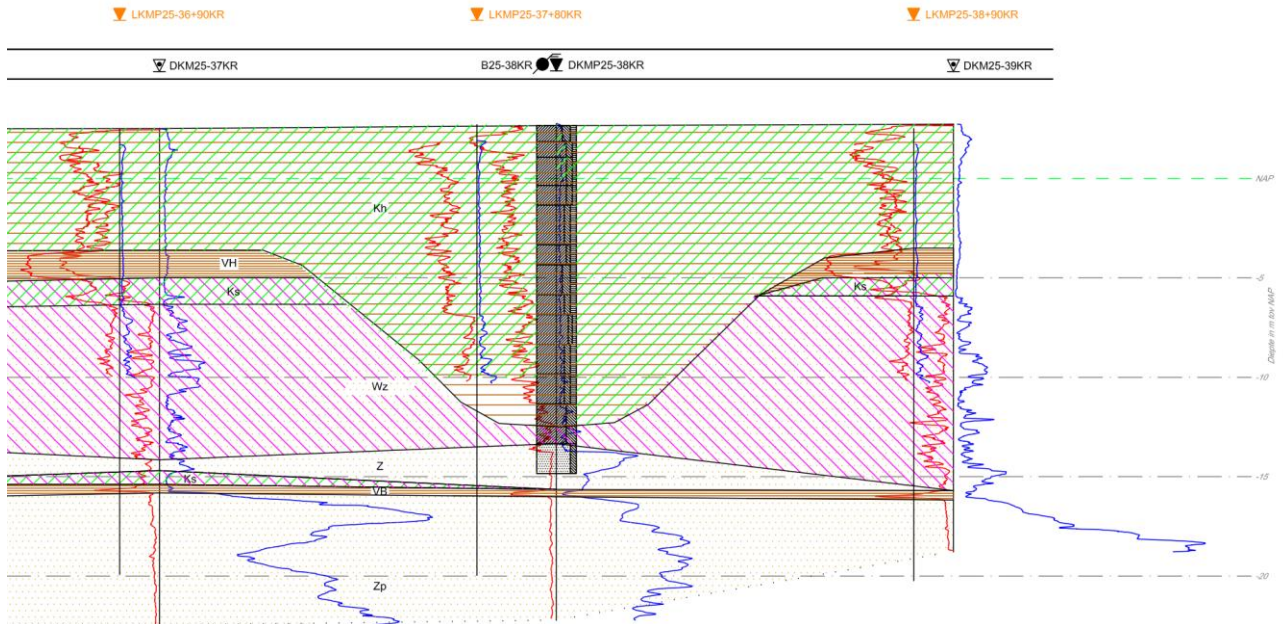
Grondprofiel inlaat Katwoude

Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van inlaat Katwoude gehanteerd. In figuren 11 t/m 14 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven.

Grondprofiel t.p.v. Inlaat Katwoude (Geotechnisch Lengteprofiel_1214-0007-010 PROFIEL DIJK25 binnenberm & binnen(2), 12-11-2014) Kruijn:

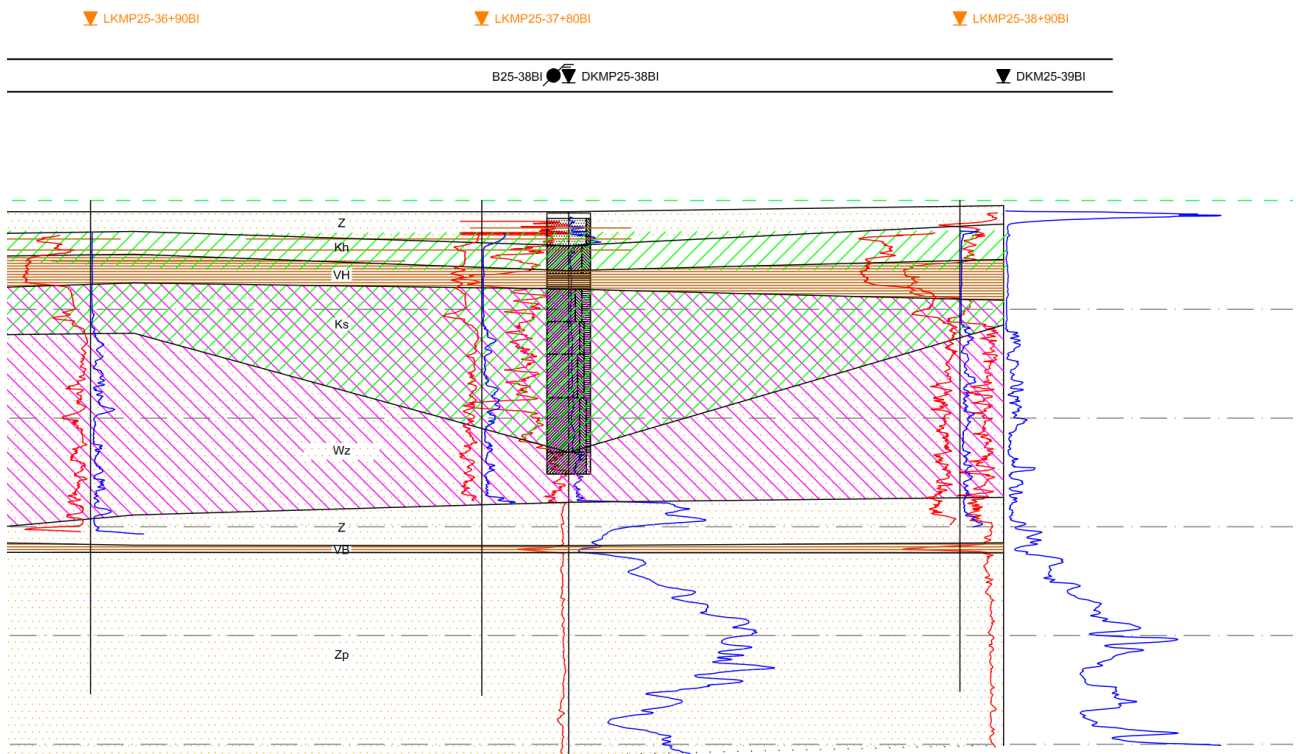


Figuur 11, Dwarsprofiel grondopbouw voorland dijk, ter plaatse van Inlaat Katwoude

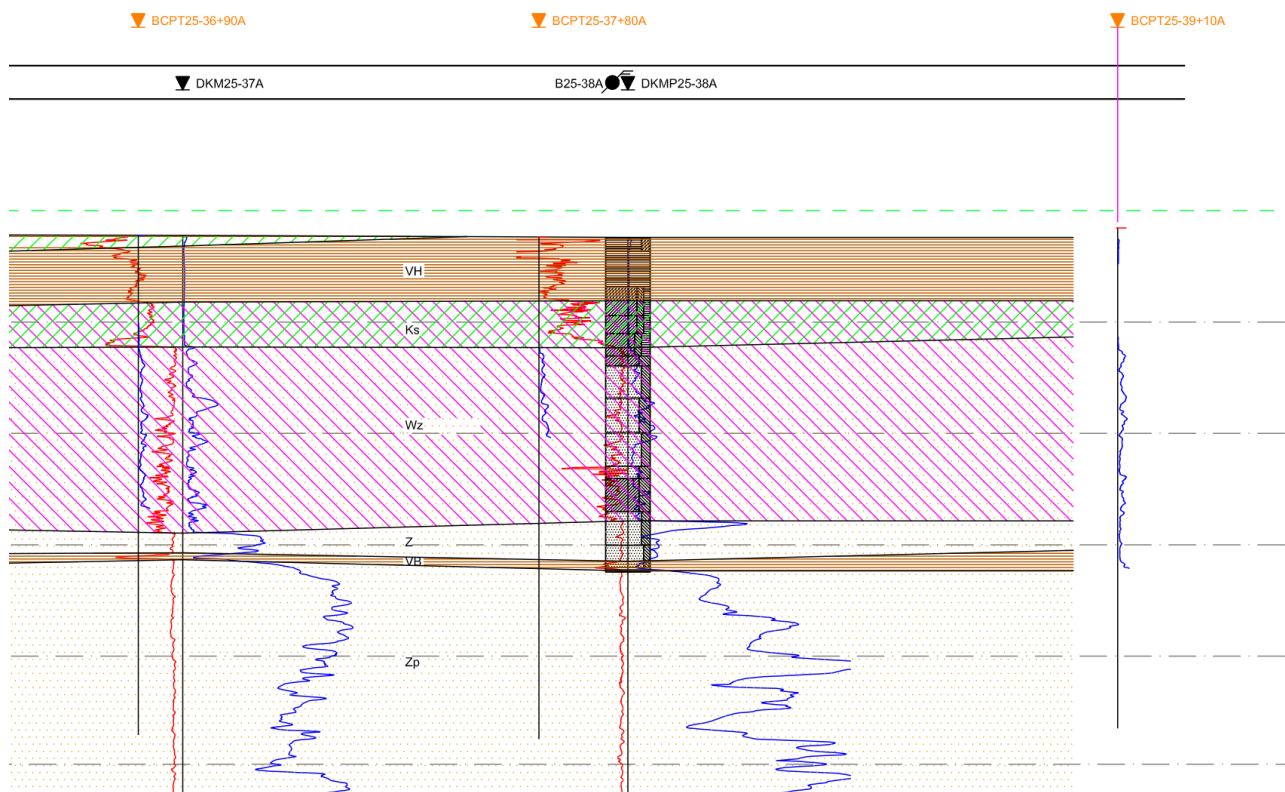


Figuur 12, Dwarsprofiel grondopbouw kruin dijk, ter plaatse van Inlaat Katwoude

Binnenberm en achterland (Geotechnisch Lengteprofiel_1214-0007-010 PROFIEL DIJK25 binnenberm & binnen(2), 21-10-2014)



Figuur 13, Dwarsprofielen grondopbouw Binnenberm dijk ter plaatse van Gemaal Westerkogge



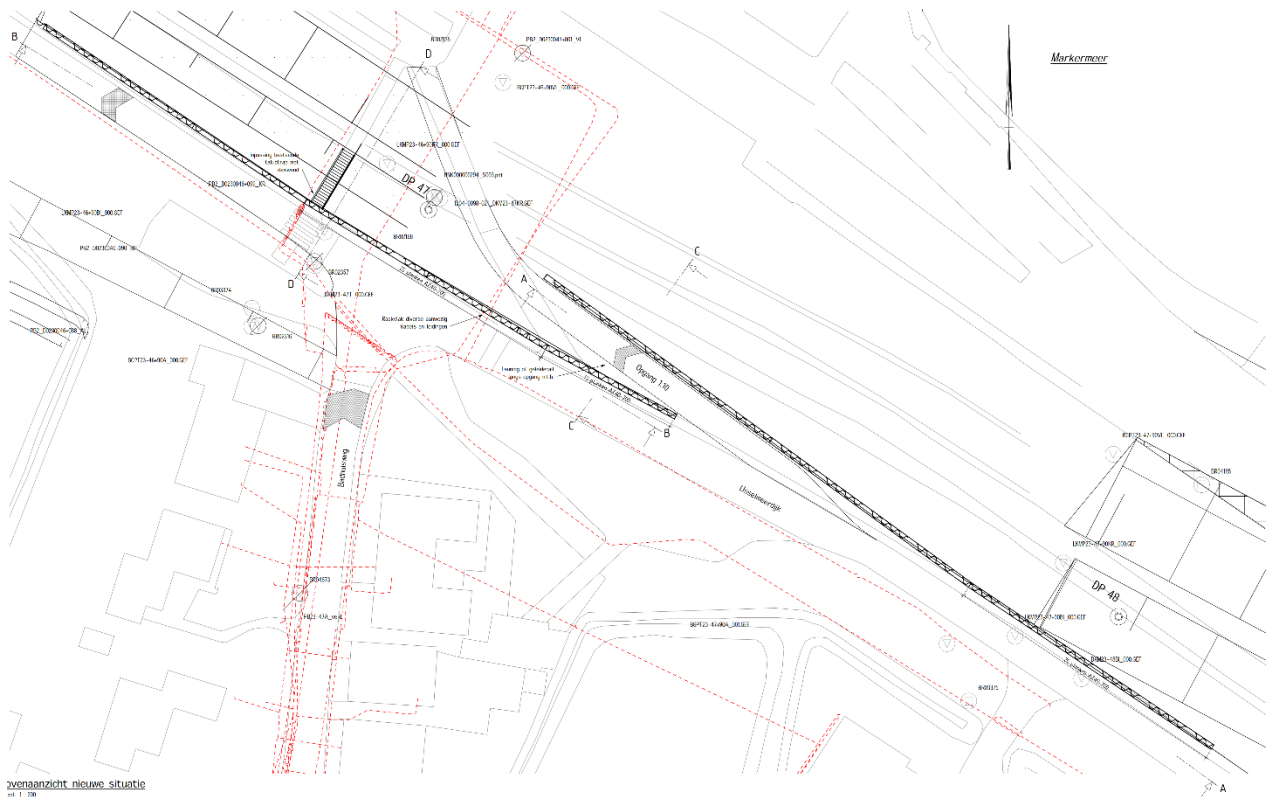
Figuur 14, Dwarsprofielen grondopbouw achterland dijk ter plaatse van Gemaal Westerkogge

De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -10 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen). Aan de onderzijde van het Holocene pakket bevindt zich en tussen zandlaag (Calais) en een kleilaag (Velzen). Daaronder wordt een dikker en vaster gepakte zandlaag aangetroffen met zijn oorsprong uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met de grondprofielen “Amsterdam” en “Tiel” zoals deze in CUR 166 ref [2] zijn beschreven.

2.3.5 Dijkversterking Warder

De dijkversterking Warder is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal 47 en 48 (dijksectie HE8B).



Figuur 15, Locatie damwand Warder, nabij zwembad Warder

Damwandconstructie

Op basis van het voorontwerp AMMD-001061, versie 1.0, d.d. 23-09-2016, is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie

- Damwand: AZ40-700
- Planklengte: 23 m
- Bovenzijde plank: NAP +2,3 m
- Onderzijde plank: NAP -20,0 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie dijkversterking Warder.

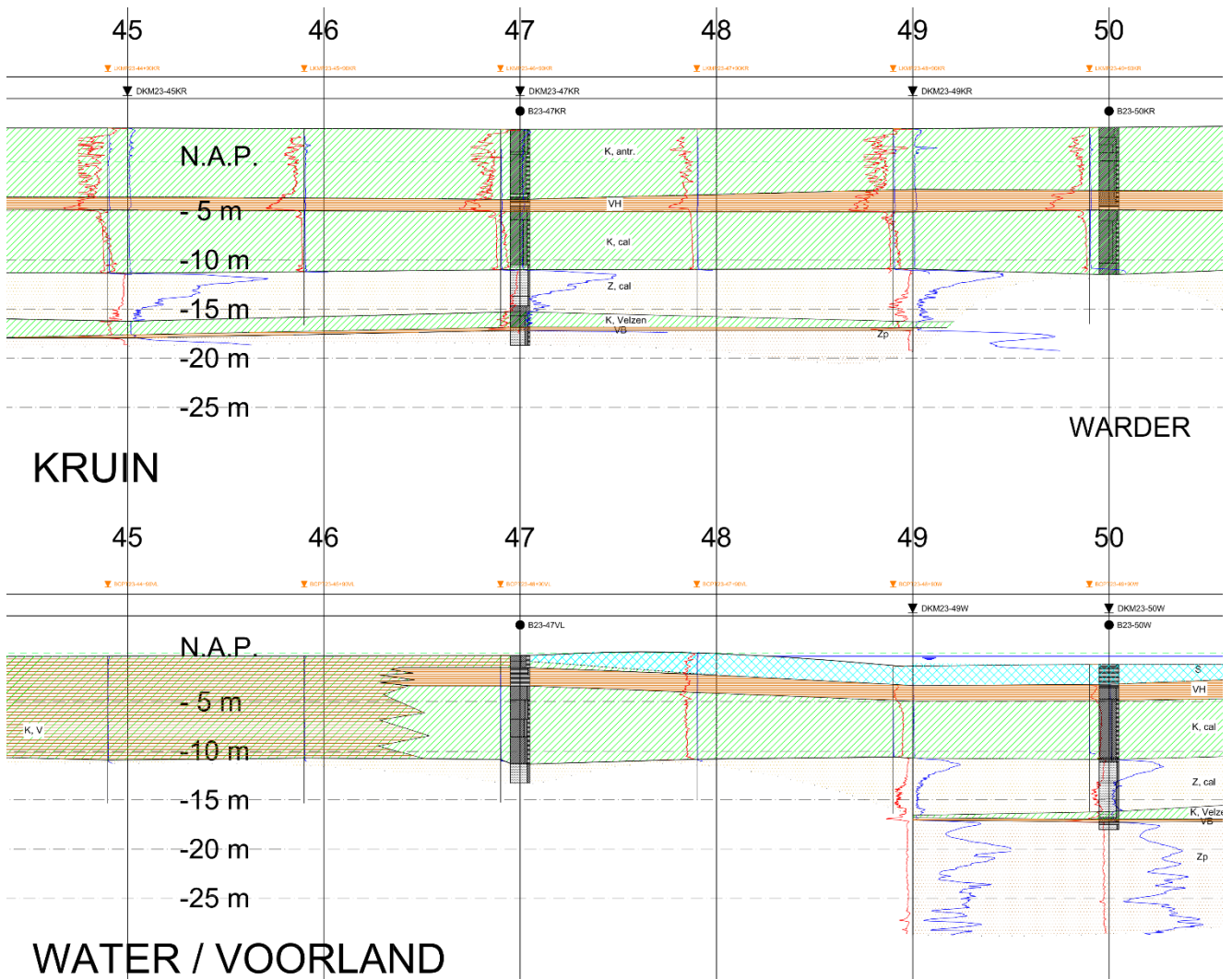
Tabel 6, Uitgangspunten damwand

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 2x 100 meter	[m]
Aantal enkele planken	Circa 280	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	60	[sec]
Aantal dagen	8	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Grondprofiel dijkversterking Warder

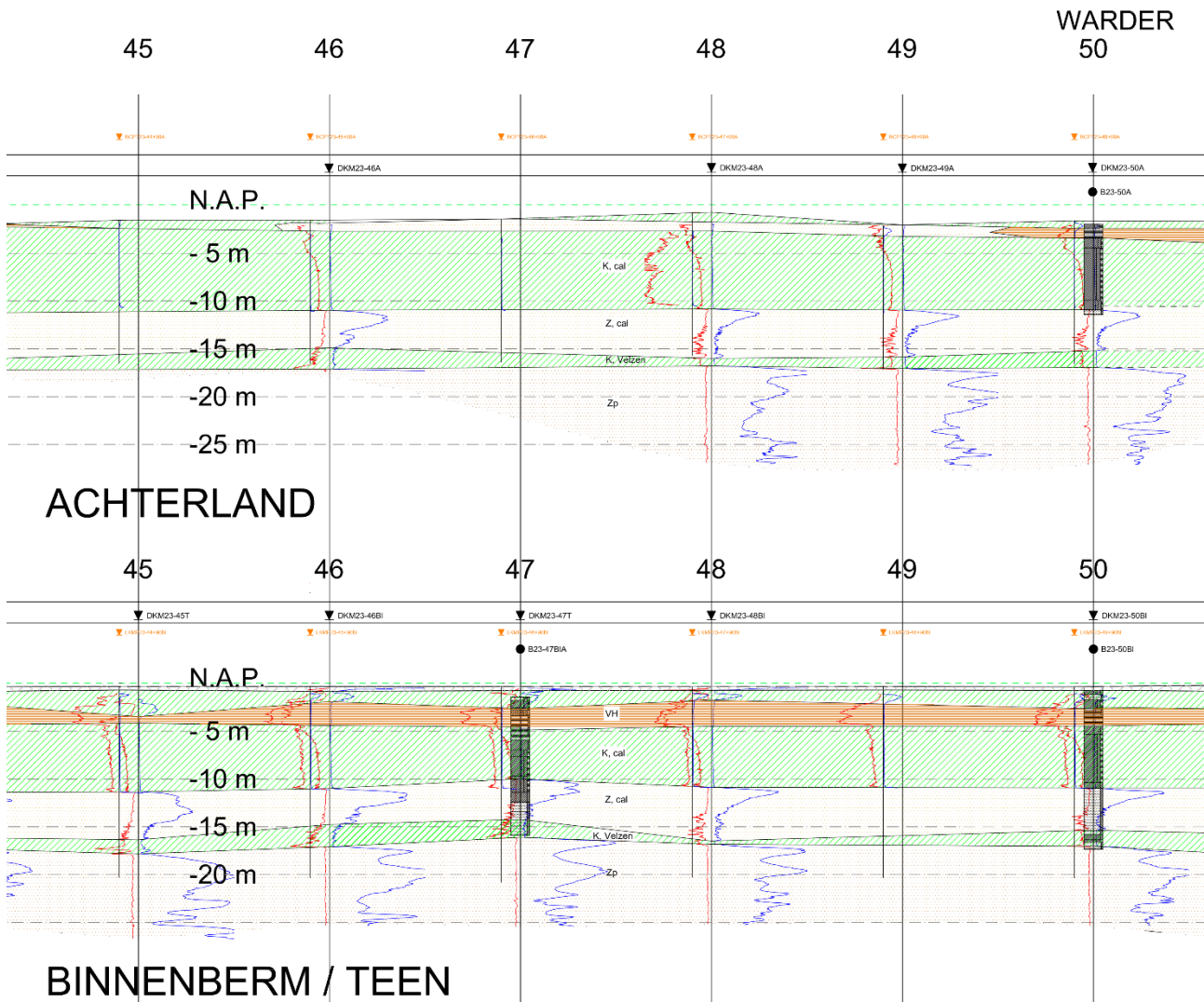
Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van inlaat Katwoude gehanteerd. In figuren 16 en 17 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven.

Grondprofiel t.p.v. Inlaat Katwoude (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK23 def dijk23 KR&W-VL 2 van4, 05-11-2014) Kruijn:



Figuur 16, Dwarsprofiel grondopbouw kruijn dijk, ter plaatse van de dijkversterking Warder

Binnenberm en achterland (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK23 def dijk23 A&BI-T 2 van 4, 05-11-2014).



Figuur 17, Dwarsprofielen grondopbouw achterland en binnenberm dijk ter plaatse van dijkversterking Warder tussen dijkpaal 47 en 48

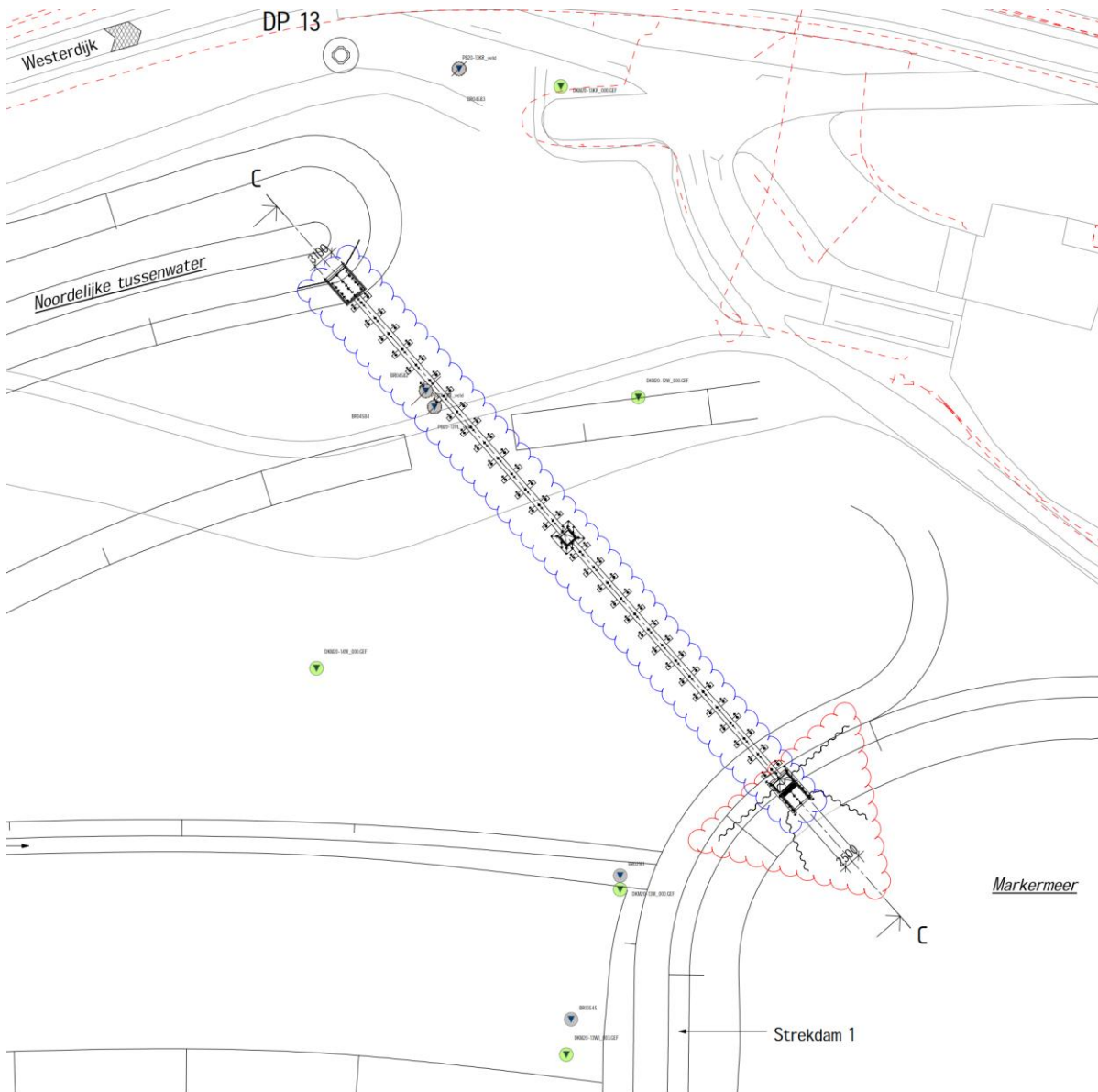
De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -10 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen). Aan de onderzijde van het Holocene pakket bevindt zich een tussen zandlaag (Calais) en een dunne kleilaag (Velzen).

Daaronder (vanaf ca. NAP -17 m) wordt een dikker en vaster gepakte zandlaag aangetroffen met zijn oorsprong uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met de grondprofielen "Amsterdam" en "Tiel" zoals deze in CUR 166 ref [2] zijn beschreven.

2.3.6 Inlaat tussenwater Noord

De dijkversterking Warder is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal 47 en 48 (dijksectie HE8B). in deze dijkversterking zal een inlaat worden gerealiseerd. Deze wordt gefundeerd op palen. Tevens bestaat de constructie uit damwanden. De bouwtrillingen veroorzaakt door het inbrengen van de damwand in de grond zijn maatgevend boven de trillingen veroorzaakt bij het heien van de palen.



Figuur 18, Locatie inlaat tussenwater Noord, damwand (rode omkadering) en paalfundering (blauwe omkadering)

Damwandconstructie

Op basis van het voorontwerp AMMD-001466, versie 1.0, d.d. 23-09-2016, is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie:

- Damwand: AZ18-700
- Planklengte: 11 m
- Bovenzijde plank: NAP +1,2 m
- Onderzijde plank: NAP -10,0 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie tussenwater Noord.

Tabel 7, *Uitgangspunten damwand*

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 25 + 2x10 = 45	[m]
Aantal enkele planken	Circa 63	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	60	[sec]
Aantal dagen	4	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Paalfundering

Op basis van het voorontwerp AMMD-001466, versie 1.0, d.d. 23-09-2016, is uitgegaan van de onderstaande stalen buispalen

- Buisdiameter: Ø273 en Ø356
- Paallengte: ca. 18 m en ca. 20 m
- Bovenzijde paal: NAP -2,20 m en NAP -2,20 m
- Paalpuntniveau (ppn): NAP -20,5 m en NAP -22,5 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie inlaat tussenwater Noord.

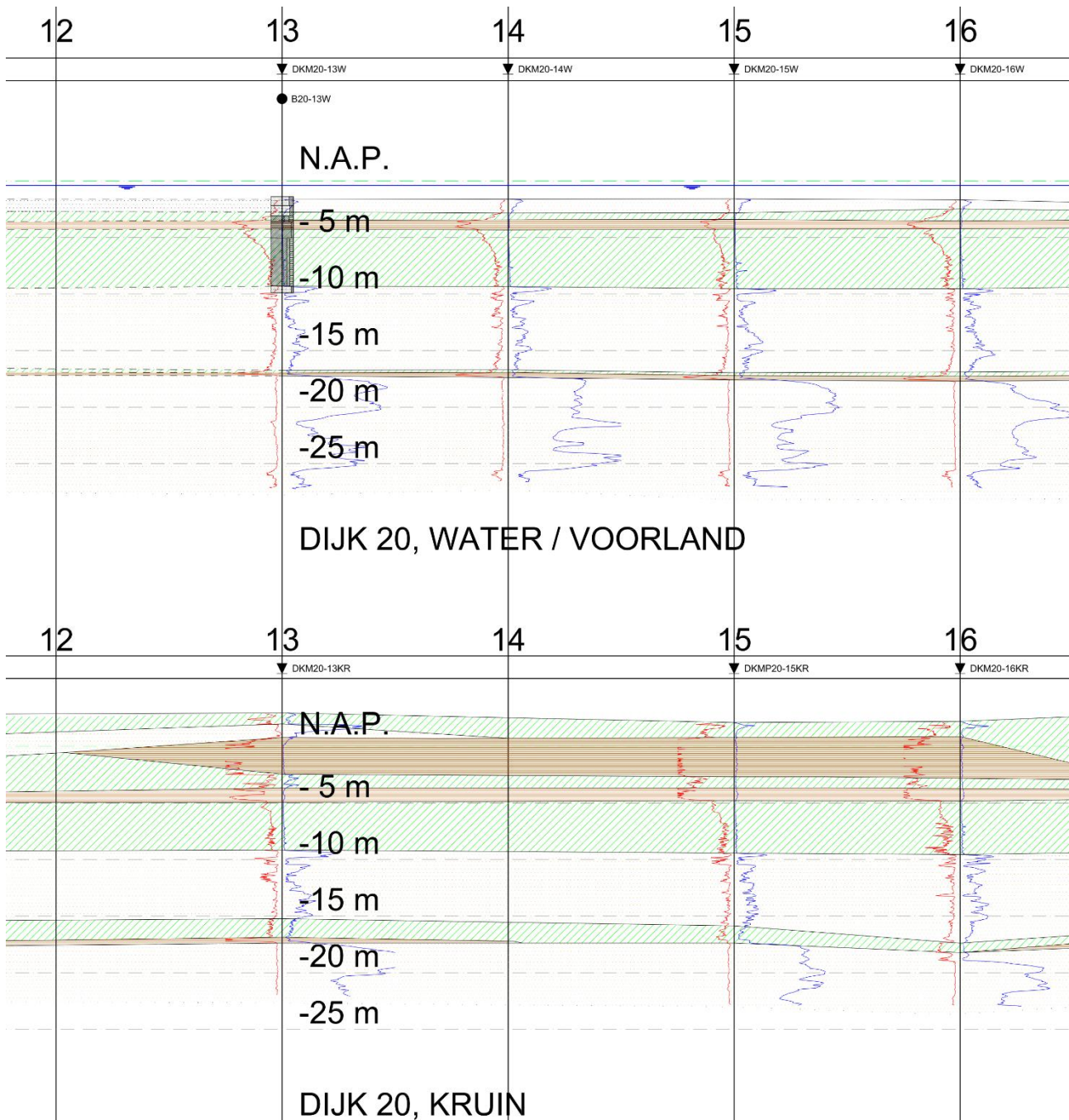
Tabel 8, *Uitgangspunten paalfundering*

	Waarde	Eenheid
Aantal palen onder leiding	90 Ø273 (3 per kesp)	[stuks]
Aantal palen onder uitstroombak	10 Ø356	[stuks]
Aantal palen onder inspectieschacht	8 Ø356	[stuks]
Aantal palen onder instroombak	11 Ø356	[stuks]
Type paal	Stalen buispaal	
Tijdsduur inbrengen enkele paal	300	[sec]
Aantal dagen	25	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Grondprofiel tussenwater Noord

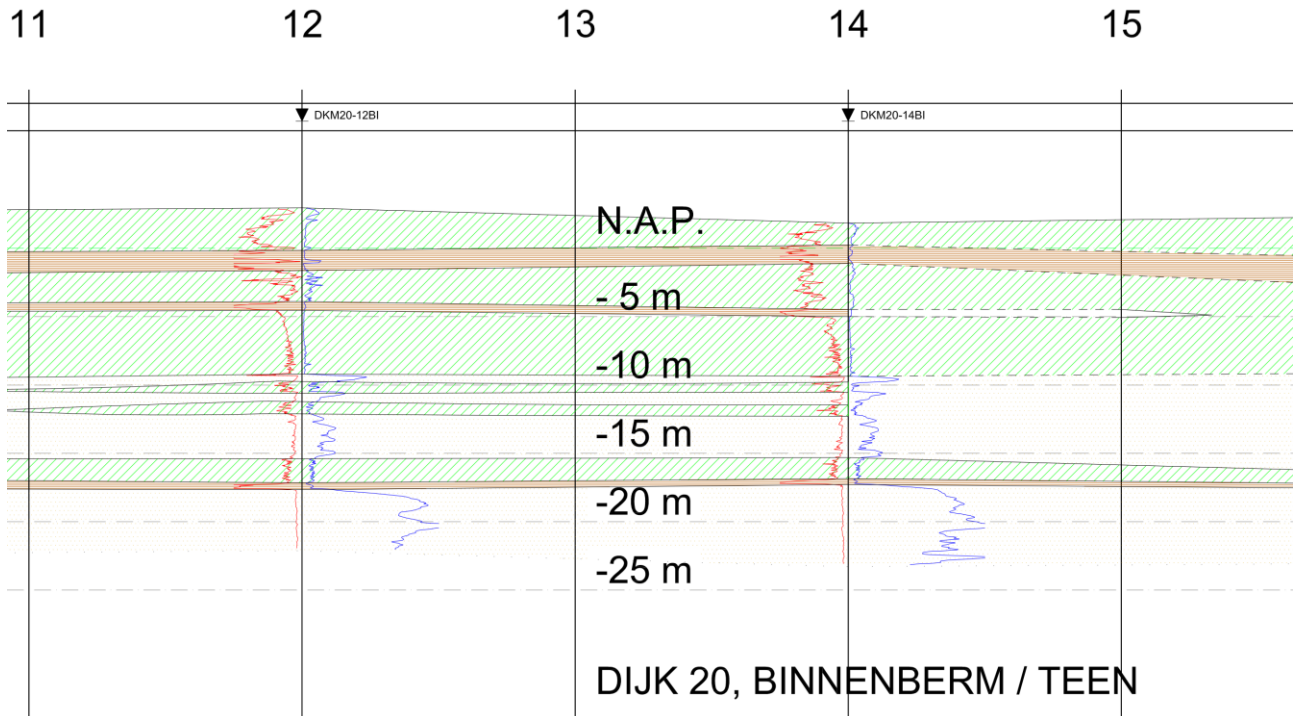
Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van inlaat tussenwater Noord gehanteerd. In figuren 19 en 20 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven.

Grondprofiel t.p.v. Inlaat Katwoude (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 KR&W-VL 1 van 4, 14-11-2014) Kruin:



Figuur 19, Dwarsprofiel grondopbouw kruin dijk, ter plaatse van de inlaat tussenwater Noord

Binnenberm en achterland (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 A&BI-T 1 van 4, 12-11-2014).



Figuur 20, Dwarsprofielen grondopbouw achterland en binnenberm dijk ter plaatse van inlaat tussenwater Noord bij dijkspaal 13.

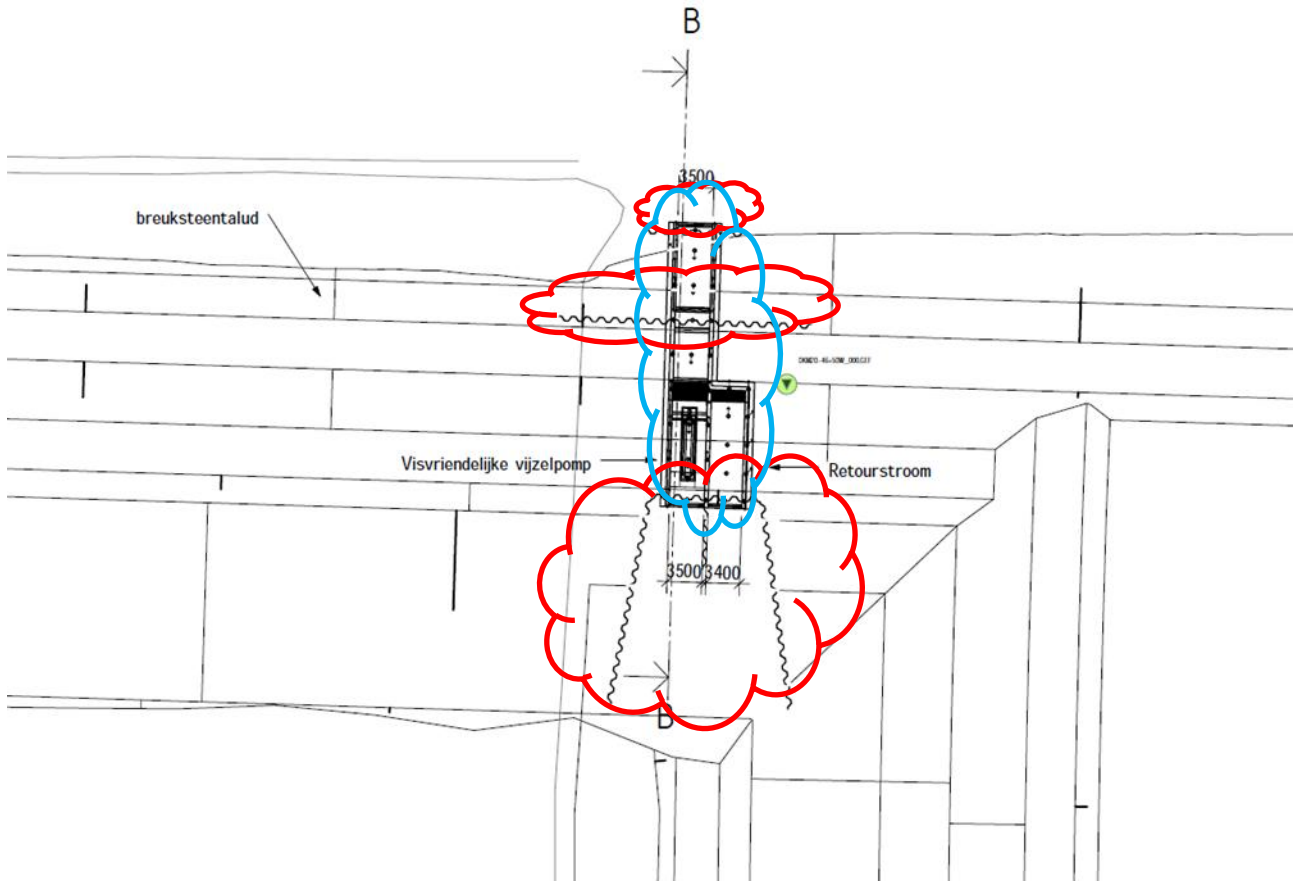
De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -10 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais, bovenste 2 meter deels antropogeen) en veen (Hollandveen). Aan de onderzijde van het Holocene pakket bevindt zich een tussen zandlaag (Calais) en een dunne kleilaag (Velzen).

Daaronder (vanaf ca. NAP -17 m) wordt een dikker en vaster gepakte zandlaag aangetroffen met zijn oorsprong uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met de grondprofielen "Amsterdam" en "Tiel" zoals deze in CUR 166 ref [2] zijn beschreven.

2.3.7 Inlaat tussenwater Zuid

De dijkversterking Warder is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal 62 (dijksectie HE4). Ten behoeve van de aan te brengen inlaat Zuid zullen zowel palen als damwanden in de grond worden geïnstalleerd. Het installeren van de damwanden is in deze situatie maatgevend ten aanzien van bouwtrillingen.



Figuur 21, Locatie inlaat tussenwater zuid, damwand (rode omkadering) en paalfundering (blauwe omkadering)

Damwandconstructie

Op basis van het voorontwerp AMMD-001465, versie 1.0, d.d. 23-09-2016, is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie

- Damwand: AZ24-700
- Planklengte: 13 m
- Bovenzijde plank: NAP +1,5 m
- Onderzijde plank: NAP -10,0 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Gemaal Westerkogge.

Tabel 9, Uitgangspunten damwand

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 50	[m]
Aantal enkele planken	Circa 72	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	60	[sec]
Aantal dagen	4.5	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Paalfundering

Op basis van het voorontwerp AMMD-001465, versie 1.0, d.d. 23-09-2016, is uitgegaan van de onderstaande stalen buispalen

- Buisdiameter: Ø356
- Paallengte: ca. 21 m
- Bovenzijde paal: NAP -1,70 m
- Paalpuntniveau (ppn): NAP -20,5 m en NAP -22,5 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Inlaat tussenwater Zuid

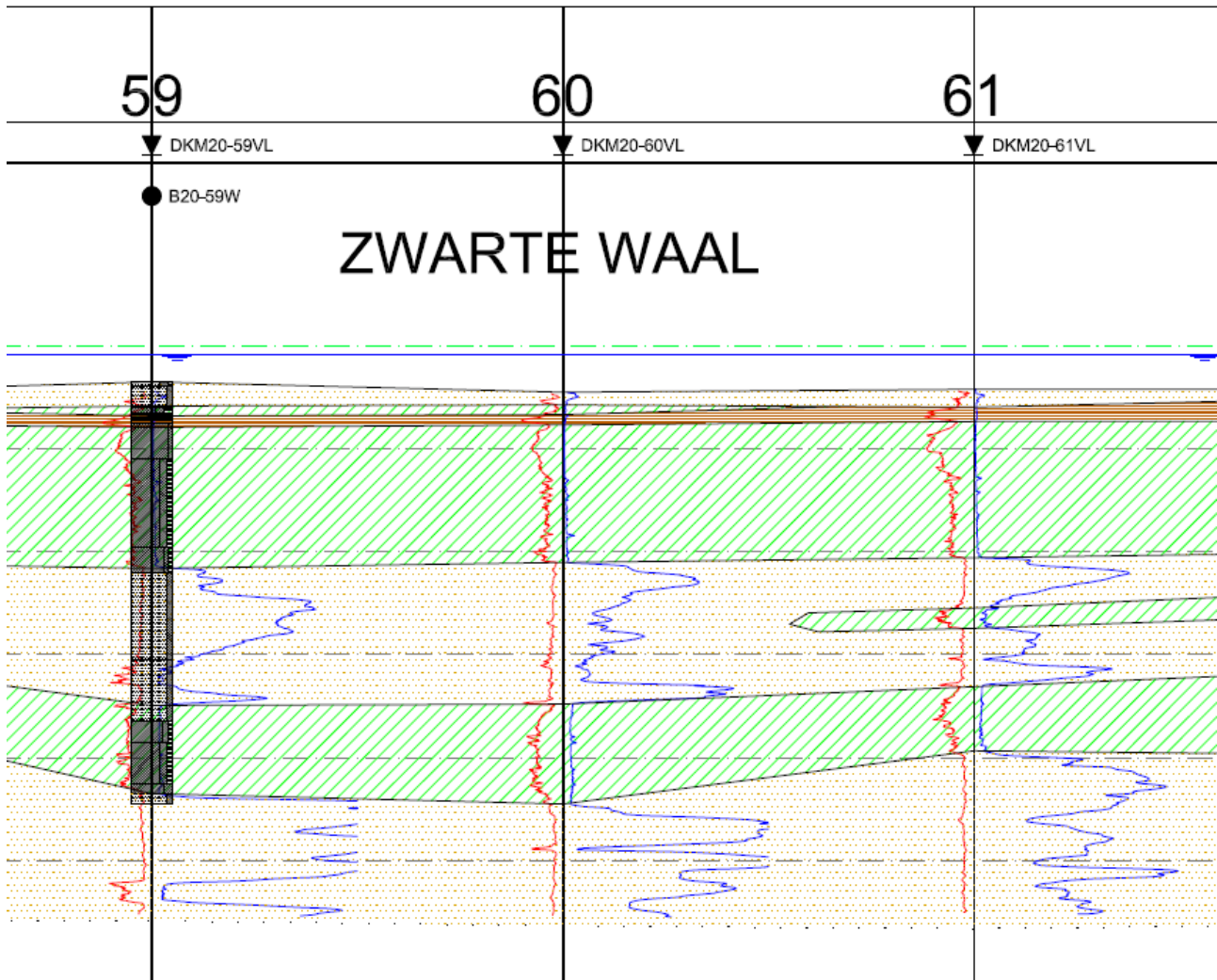
Tabel 10, Uitgangspunten paalfundering

	Waarde	Eenheid
Aantal palen onder leiding	39 Ø273 (3 per kesp)	[stuks]
Type paal	Stalen buispaal	
Tijdsduur inbrengen enkele paal	300	[sec]
Aantal dagen	10	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

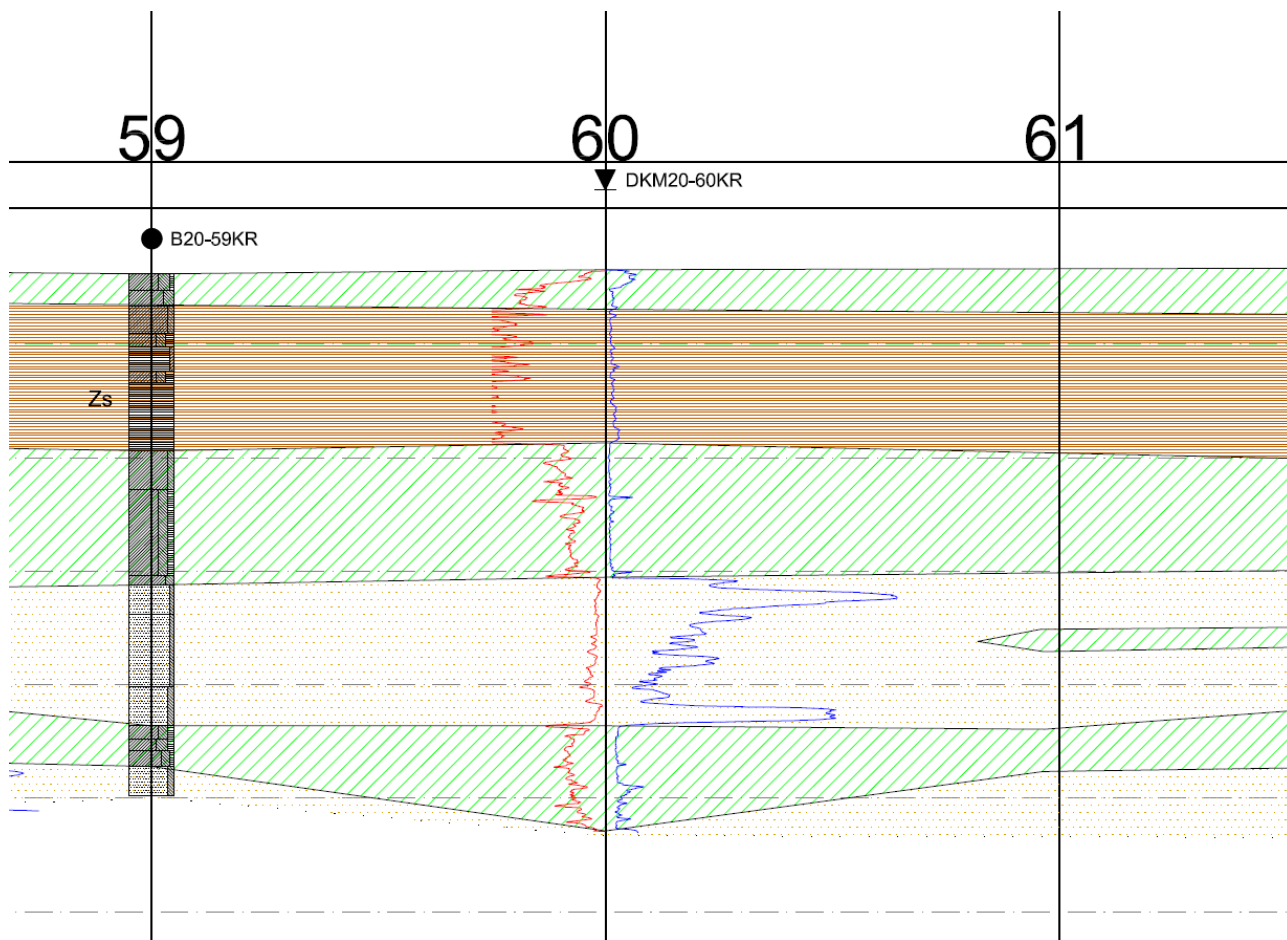
Grondprofiel Inlaat tussenwater zuid

Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van inlaat tussenwater Zuid gehanteerd. In figuren 11 t/m 14 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven.

Grondprofiel t.p.v. Inlaat tussenwater Zuid (Geotechnisch Lengteprofiel 1214-0007-10 Kruin / Water & Voorland Markermeerdijk Hoorn – Edam – Amsterdam Dijk 20 t/m 22 (3/4), 16-11-2010.)

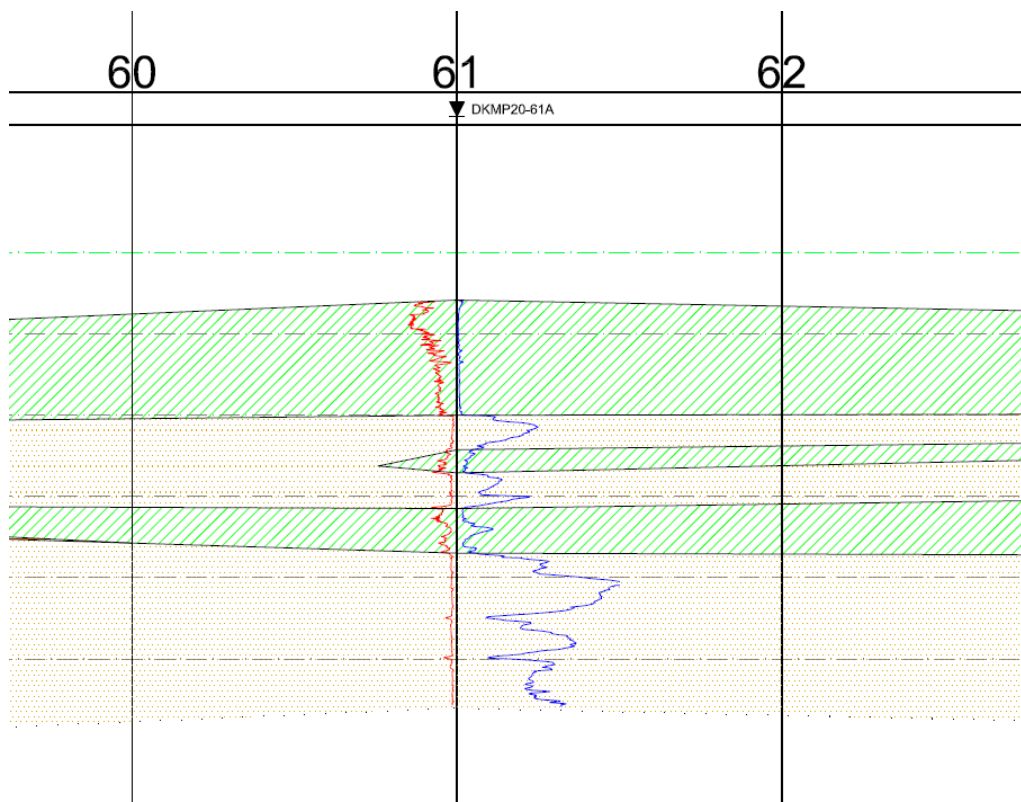


Figuur 22 Dwarsprofiel grondopbouw water/ Voorland, ter plaatse van Inlaat tussenwater Zuid



Figuur 23 Dwarsprofiel grondopbouw Dijk21, Kruin ter plaatsen van Inlaat tussenwater Zuid

Grondprofiel t.p.v. Inlaat tussenwater Zuid (Geotechnisch Lengteprofiel_1214-0007-010 Achterland / Binnenberm & Teen Markermeerdijk Hoorn – Edam – Amsterdam Dijk 20 t/m 22 (3/4) , 16-11-2014) Kruin:



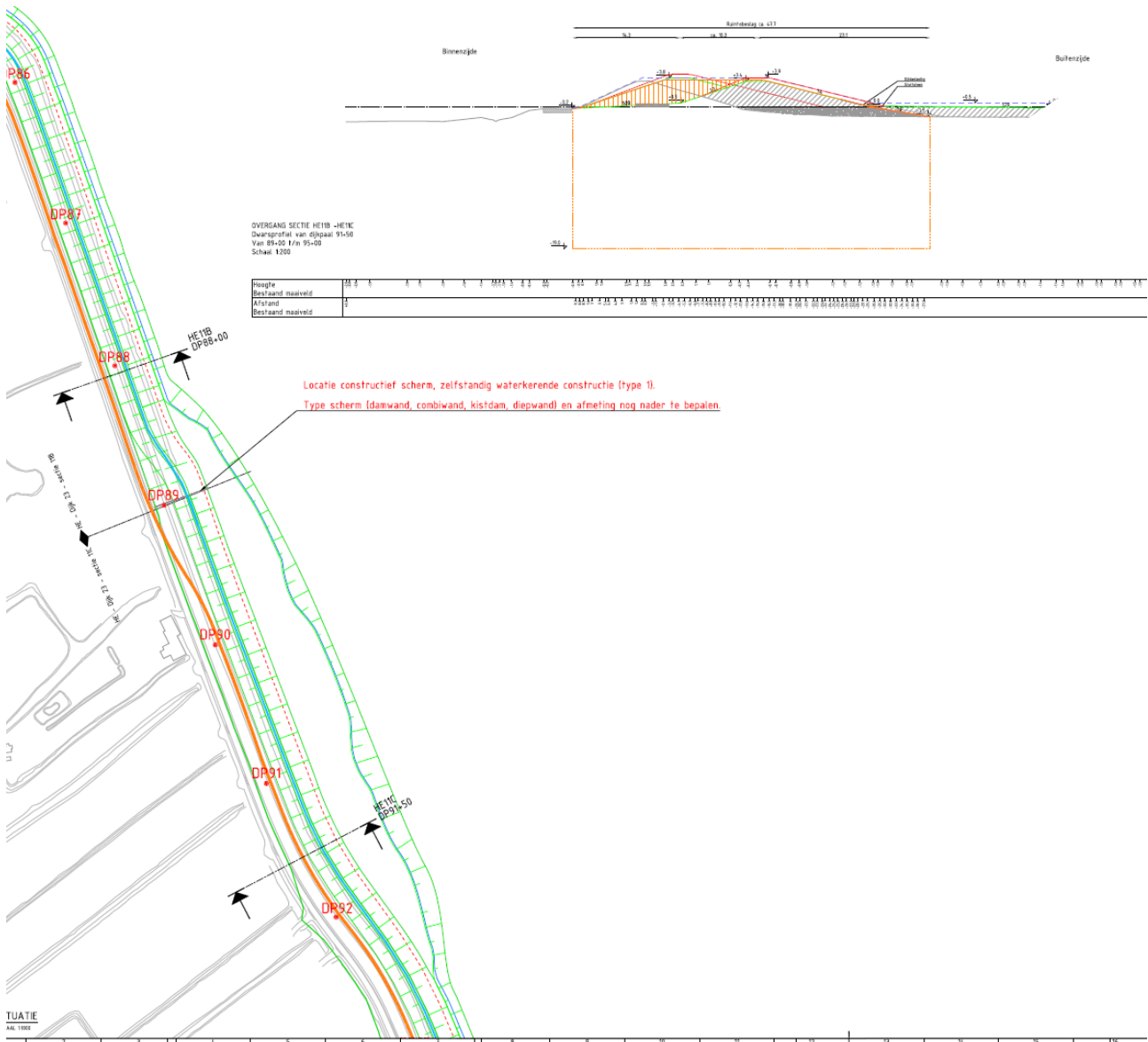
Figuur 25, Dwarsprofiel grondopbouw achterland dijk 21, ter plaatse van Inlaat tussenwater Zuid

De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -10 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen). Aan de onderzijde van het Holocene pakket bevindt zich een tussen zandlaag (Calais) en een kleilaag (Velzen). Daaronder wordt een dikker en vaster gepakte zandlaag aangetroffen met zijn oorsprong uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met de grondprofielen "Amsterdam" en "Tiel" zoals deze in CUR 166 ref [2] zijn beschreven.

2.3.8 Warder Zeevang (module 7)

De dijkversterking Warder is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal 88 en 89 (dijksectie HE118).



Figuur 26, Locatie damwand Warder, nabij zeevang Warder

Damwandconstructie

Op basis van tekening: Versterking markermeerdijken vergunningsontwerp situatie en dwarsprofiel buitendijkse versterking module 07 Constructiee overgang HE11B-HE 11C, reg: 001472 datum: 23-05-217. Bepaald. Uit de tekening is bepaald welke lengte van de damwand benodigd is. Aan de hand van de lengte is de soort damwand gekozen.

- Damwand: AZ24-700
- Planklengte: 23 m
- Bovenzijde plank: NAP +3.8 m
- Onderzijde plank: NAP -19,0m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie dijkversterking Warder.

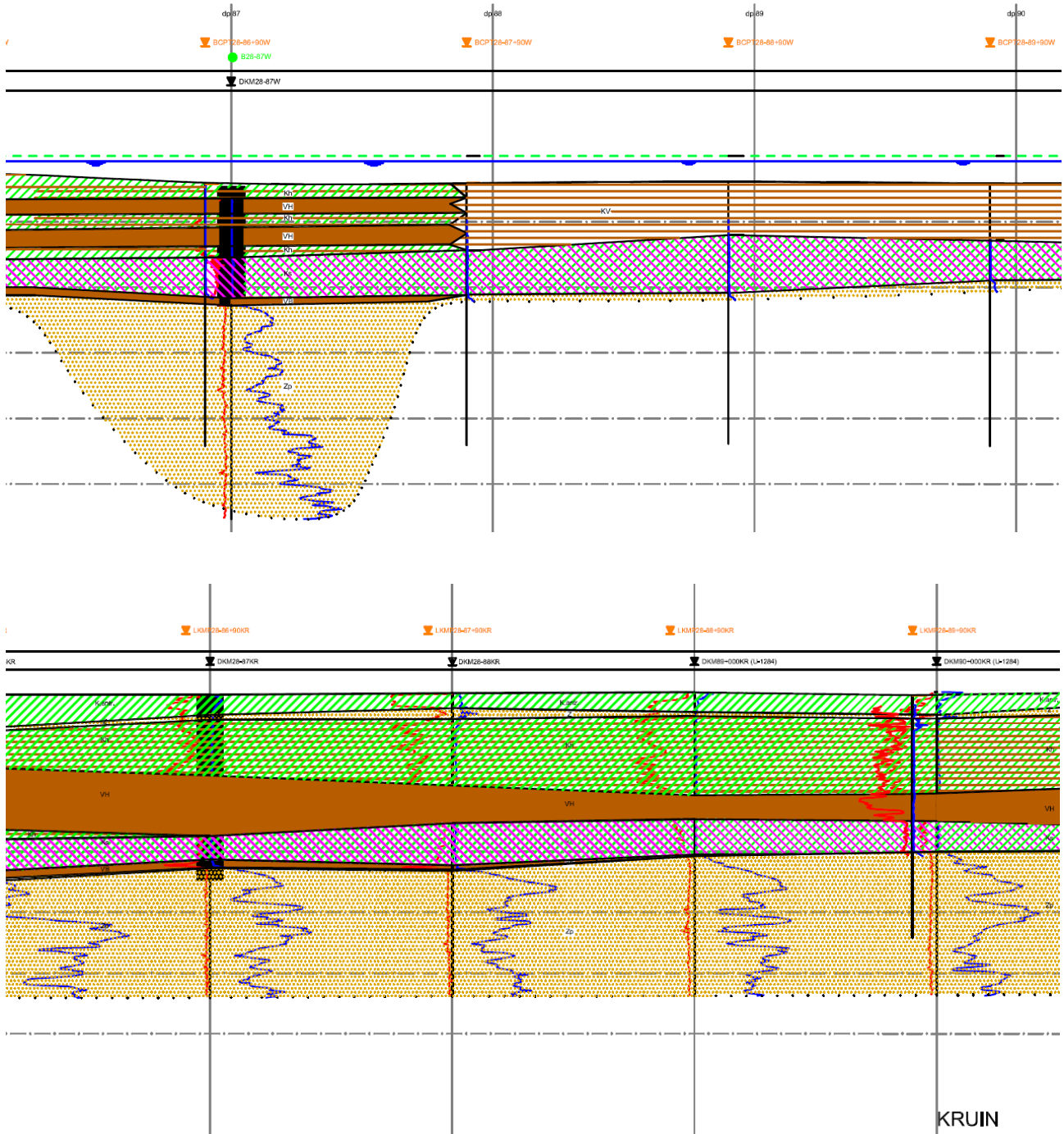
Tabel 11, Uitgangspunten damwand

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	50	[m]
Aantal enkele planken	72	[stuks]
Aantal planken per keer	2	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	60	[sec]
Aantal dagen	5	[dagen]
Uitvoering	Overdag (maximaal 8 uur perdag)	

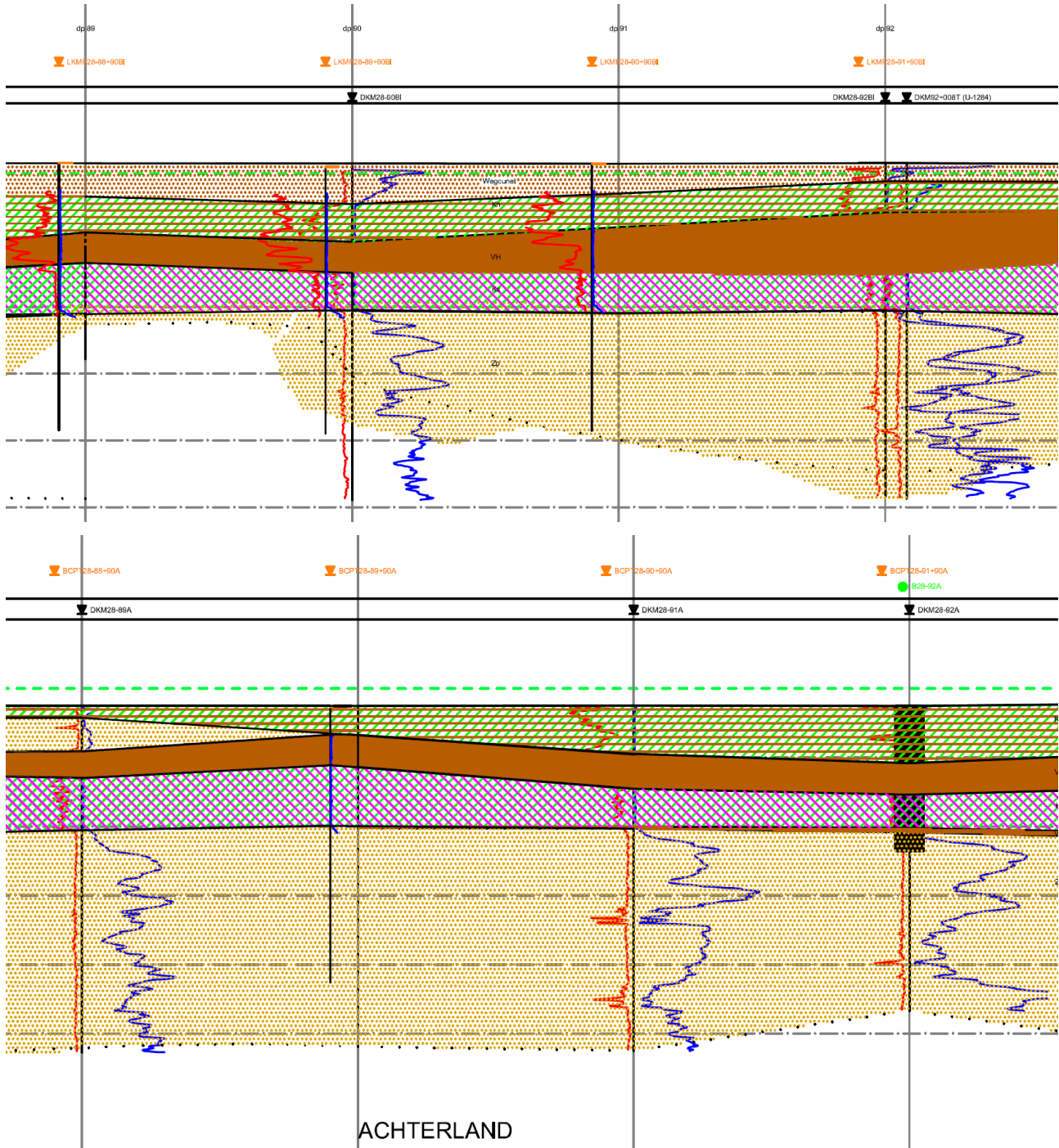
Grondprofiel Warder

Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van de constructieve overgang HE11b – HE11C gehanteerd. In figuren 27 en 28 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven.

Grondprofiel t.p.v. Inlaat Katwoude (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK28-29 def 1214-0007-010; datum: 26-11-2014



Figuur 27, lengte profiel grondopbouw water / voorland van de dijk, ter plaatse van de constructieve overgang HE11b-HE11C. Warder



Figuur 28 Lengte profiel grondopbouw binnenberm / achterland van de dijk ter plaatse van de constructieve overgang HE11b-HE11C. warder

Binnenberm en achterland (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK28-29 binnenberm & teen – achterland (2)

De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -12 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen).

Daaronder (vanaf ca. NAP -12 m) wordt een dikker en vaster gepakte zandlaag aangetroffen met zijn oorsprong uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met de grondprofielen “Amsterdam” en “Tiel” zoals deze in CUR 166 ref [2] zijn beschreven.

2.3.9 Afvoer de Rietkoog

De afvoer de Rietkoog is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal (dijksectie HE 05B (dijk 20)). Ten behoeve van de aan te brengen afvoer zullen zowel palen als damwanden in de grond worden geïnstalleerd. Er zal moeten worden beschouwd welke constructie maatgevend is voor de trillingen



Figuur 29, Locatie Afvoer de Rietkoog, damwand (rode omkadering) en paalfundering (blauwe omkadering)

Damwandconstructie

Op basis van het voorontwerp AMMD-001050, versie 2.0, d.d. 13-01-2017, is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie

- Damwand: AZ24-700
- Planklengte: 9 m
- Bovenzijde plank: NAP -2,050 m
- Onderzijde plank: NAP -11,0 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Afvoer de Rietkoog.

Tabel 12, Uitgangspunten damwand

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 15	[m]
Aantal enkele planken	Circa 22	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	60	[sec]
Aantal dagen	2	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Paalfundering

Op basis van het voorontwerp AMMD-001050, versie 2.0, d.d. 13-01-2017, is uitgegaan van de onderstaande stalen buispaalen

- Buisdiameter: Ø356
- Paallengte: ca. 21 m
- Bovenzijde paal: NAP -2,05 m
- Paalpuntniveau (ppn): NAP -22,5 m
- Buisdiameter Ø273
- Paallengte: ca. 19 m.
- Bovenzijde paal: NAP -2,05 m
- Paalpuntniveau (ppn): NAP -20,5 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Afvoer de Rietkoog

Tabel 13, Uitgangspunten paalfundering

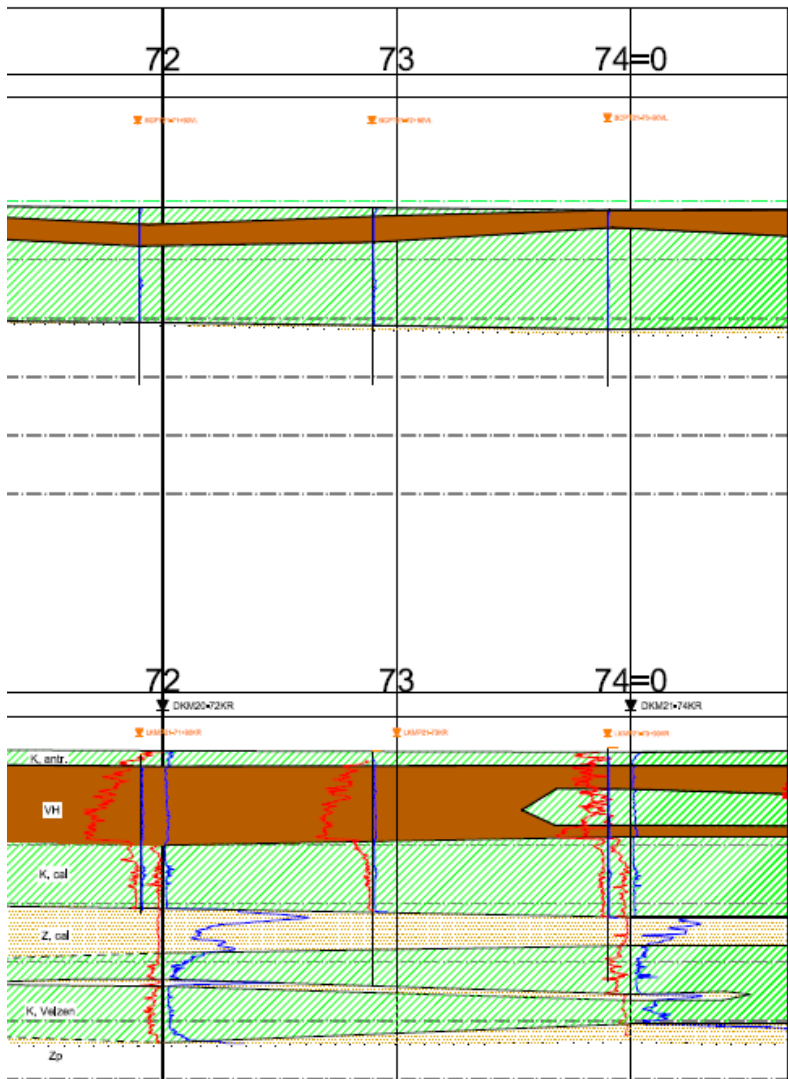
	Waarde	Eenheid
Aantal palen onder leiding	31 Ø356	[stuks]
Type paal	Stalen buispaal	
Tijdsduur inbrengen enkele paal	300	[sec]
Aantal dagen	8	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

	Waarde	Eenheid
Aantal palen onder leiding	42 Ø273 (3 per kesp)	[stuks]
Type paal	Stalen buispaal	
Tijdsduur inbrengen enkele paal	300	[sec]
Aantal dagen	11	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

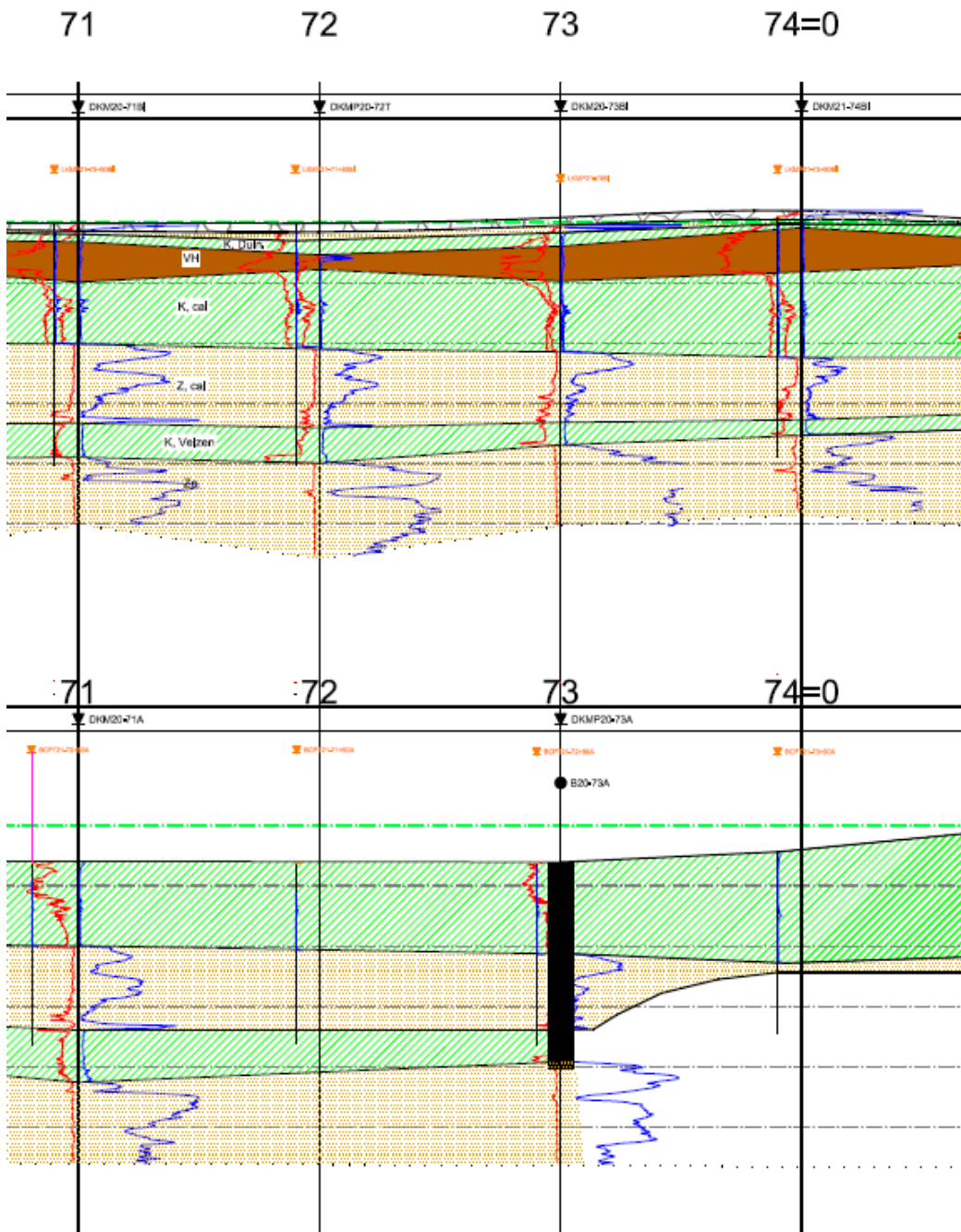
Grondprofiel afvoer Rietkoog

Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van de rietkoog gehanteerd. In Figuur 30 t/m Figuur 31 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven.

Grondprofiel t.p.v. de Rietkoog (Geotechnisch Lengteprofiel 1214-0007-10 Kruin / Water & Voorland Markermeerdijk Hoorn – Edam – Amsterdam Dijk 20 t/m 22 (3/4), 16-11-2010.)



Figuur 30 Dwarsprofiel grondopbouw water/ Voorland, ter plaatse van Inlaat tussenwater Zuid



Figuur 31 Dwarsprofiel grondopbouw Dijk21, Kruin ter plaatsen van Inlaat tussenwater Zuid

Grondprofiel t.p.v. de Rietkoog (Geotechnisch Lengteprofiel_1214-0007-010 Achterland / Binnenberm & Teen Markermeerdijk Hoorn – Edam – Amsterdam Dijk 20 t/m 22 (3/4) , 16-11-2014) Kruin:

De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -11 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen). Aan de onderzijde van het Holocene pakket bevindt zich en tussen zandlaag (Calais) en een kleilaag (Velzen). Daaronder wordt een dikker en vaster gepakte zandlaag aangetroffen met zijn oorsprong uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met de grondprofielen “Amsterdam” en “Tiel” zoals deze in CUR 166 ref [2] zijn beschreven.

2.4 Materieel - Slagkracht

Op basis van de voornoemde grondopbouw en damwandconstructies is aan de hand van de NVAF grafieken¹ uit de CUR166, een inschatting gemaakt van de benodigde slagkracht van het trilblok om planken te installeren.

Maatregelen zoals fluïderen om het inbrengen van de wand te bevorderen waardoor mogelijk met een kleinere slagkracht gewerkt kan worden, zijn niet beschouwd, te meer in verband met de onzekerheid over de bijdrage die dit levert op de afname van de trillingsintensiteit en het feit dat deze maatregelen mogelijk extra risico's met zich mee brengen voor de waterkering en veelal niet zijn toegestaan.

De volgende slagkrachten zijn ingeschat op basis van de NVAF-grafieken:

	Laagfrequent trilblok	Hoog frequent trilblok	Eenheid
Damwand gemaal Westerkogge	1600	2000	kN
Damwand gemaal Volendam	1600	2000	kN
Damwand Hornsluis	800	1100	kN
Damwand inlaat Katwoude	1600	2000	kN
Damwand dijkversterking Warder	2300	2000	kN
Damwand inlaat tussenwater Noord	1600	2000	kN
Damwand inlaat tussenwater Zuid	1600	2000	kN
Damwand Warder zeevang	2300	2000	kN
Damwand afvoer de Rietkoog	1600	2000	kN

2.5 Parameters intrillen damwanden

De overdracht van trillingen door de grond is berekend conform de methode zoals vermeld in CUR166, 6e druk, paragraaf 5.8. De amplitude van de trillingssnelheid als functie van de afstand tot de trillingsbron in de grond is berekend met onderstaande formule:

$$v(r) = v_0 \times \sqrt{\frac{r_0}{r}} \times e^{-\alpha \times (r-r_0)}$$

Hierin is:

- v_0 is de referentiesnelheid op $r = r_0$
- r is de afstand tot de bron m
- r_0 is een referentieafstand tot de bron in m
- α is de dempingsconstante op

De methode zoals in de CUR-166 [2] is beschreven betreft een empirisch model die uit gaat van een zevental karakteristieke bodemprofielen waarvoor parameters zijn vastgesteld die het trillingsniveau en de afname met afstand bepalen. Bij deze empirische methode wordt het bodemprofiel zoals ter plaatse wordt aangetroffen vertaald naar een van de gedefinieerde karakteristieke bodemopbouw. De bodemopbouw ter hoogte van de projectlocaties komt het meest overeen met de in de CUR166 gedefinieerde bodemopbouw "Tiel" en "Amsterdam". In onderstaande tabel zijn de parameters aangegeven, zoals deze in de berekeningen zijn aangehouden.

	Laagfrequent trilblok	Hoog frequent trilblok	Eenheid
Bodemprofiel	Amsterdam / Tiel	Amsterdam / Tiel	
Dominante frequentie trilblok	25	38	[Hz]
Dempingsconstante α^*	0,01	0,01	[m ⁻¹]
Referentie trillingssnelheid v_0 (95%)	9,0	9,0	[mm/s]
Factor voor slagkracht C_{vel}	0,011	0,011	[mm/s/kN]

Tabel: Gehanteerde grondparameters voor trillen van damwanden

* Voor het intrillen van de damwandplanken is een dempingsconstante van $\alpha = 0,01 \text{ m}^{-1}$ aangehouden.

¹ Grafieken NVAF-PSD: Door de NVAF (Nederlandse Vereniging Aannemers Funderingswerken) en de PSD (Vereniging Promotie Stalen Damwand) zijn grafieken samengesteld om een inschatting te maken van de installeerbaarheid van damwandplanken in diverse grondsoorten in Nederland.

3 PROGNOSE TRILLINGEN

3.1 Trillingen ten gevolge van installeren damwanden

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de berekeningen gepresenteerd voor de zes locaties waar de damwanden/palen worden geïnstalleerd.

3.1.1 Trillingen - Schade

Voor de locaties Gemaal Westerkogge, Gemaal Volendam, inlaat Katwoude, inlaat tussenwater Noord, inlaat tussenwater Zuid en de Zeevang Warder wordt als gevolg van het installeren van damwanden de grenswaarde zoals in de SBR-Richtlijn A (Schade aan gebouwen) is opgenomen overschreden op een afstand van 10 m en minder voor categorie 1 gebouwen. Bij een kleinere afstand van de gebouwen tot de bron is de kans op schade groter dan aanvaardbaar. Voor categorie 2 gebouwen ligt de verwachte grens op 50 m en voor categorie 3 gebouwen op 75 m. In onderstaande tabel zijn de afstanden weergegeven.

Tabel 14, Afstand tot te installeren damwand waarbinnen schade/ aan bebouwing kan optreden (Volendam/Westerkogge/Katwoude/ tussenwater Noord/tussenwater Zuid)

Categorie	Afstand laagfrequent	Afstand hoogfrequent
	F = 1600 kN	F = 2000 kN
	[m]	[m]
1	10	10
2	50	40
3	75	75
fundering	25	45

Voor de locatie Hornsluis zijn de verwachte afstanden waar de grenswaarden worden overschreden kleiner doordat gerekend wordt op een lichtere constructie en een lagere benodigde slagkracht. In onderstaande tabel 10 zijn voor de locatie Hornsluis de afstanden voor de diverse categorieën opgenomen.

Tabel 15, Afstand tot te installeren damwand waarbinnen schade aan bebouwing kan optreden (Hornsluis)

Categorie	Afstand laagfrequent	Afstand hoogfrequent
	F = 800 kN	F = 1100 kN
	[m]	[m]
1	5	5
2	25	25
3	50	45
fundering	10	30

In onderstaande tabel zijn voor de locatie Warder de afstanden voor de diverse categorieën opgenomen.

Tabel 16, Afstand tot te installeren damwand waarbinnen schade aan bebouwing kan optreden (Warden)

Categorie	Afstand laagfrequent	Afstand hoogfrequent
	F = 2300 kN	F = 2000 kN
	[m]	[m]
1	15	10
2	60	40
3	100	75
fundering	35	45

In onderstaande tabel zijn voor de locatie Katwoude, tussenwater Noord, tussenwater Zuid en de Afvoer rietkoog de afstanden tot de te installeren palen voor de diverse categorieën opgenomen.

Tabel 17, Afstand tot te installeren palen waarbinnen schade/ aan bebouwing kan optreden (Katwoude/ tussewater Noord/ tussewater Zuid)

Categorie	Slagkracht	Slagkracht
	E = 110 kNm	E = 60 kNm
	[m]	[m]
1	5	-
2	25	20
3	50	30

In onderstaande tabel zijn voor de locatie Warder de afstanden voor de diverse categorieën opgenomen.

Tabel 18, Afstand tot te installeren damwand waarbinnen schade aan bebouwing kan optreden (Warder Zeevang)

Categorie	Afstand laagfrequent F = 2300kN	Afstand hoogfrequent F = 2000 kN
	[m]	[m]
1	16	10
2	65	45
3	100	75
fundering	30	45

3.1.2 Trillingen - Hinder

Voor de zes locaties zijn de volgende afstanden afgeleid waarbinnen de streefwaarden conform SBR-Richtlijn B (Hinder voor personen in gebouwen).

Tabel 19, Afstand tot aan bebouwing waarbinnen hinder veroorzaakt door bouwtrillingen verwacht wordt.

Locatie	Aantal dagen	V _{per} = A ₃ [mm/s]	Afstand [m]	V _{eff,max} [mm/s]	A ₂ streefwaarde [mm/s]	V _{eff,max} < A ₂
Gemaal Westerkogge	5	0,32	60	0,99	6	Voldoet
Gemaal Volendam	2	0,38	30	1,88	6	Voldoet
Hornsluis	4	0,34	50	1,20	6	Voldoet
Inlaat Katwoude	2	0,38	35	1,66	6	Voldoet
Dijkversterking Warder	8	0,3	80	0,79	6	Voldoet
Inlaat tussenwater Noord	4	0,34	50	1,20	6	Voldoet
Inlaat tussenwater Zuid	4.5	0.34	40	1,48	6	Voldoet
Warder Zeevang	5	0.32	40	1.66	6	Voldoet
Afvoer de Rietkoog	4.5	0.34	40	1,48	6	Voldoet

De afstanden voor trillingshinder verschilt per locatie. Ter plaatse van Westerkogge is de verwachting ten aanzien van overschrijding van de streefwaarde voor hinder bepaald op 60 m. Voor Gemaal Volendam is dit 30 m en voor de Hornsluis is dit 50 m.

Voor de worstcase scenario waarbij de uitvoeringsduur langer duurt en ligt tussen de 6 en 28 dagen, zijn de volgende afstanden bepaald.

Tabel 20, Afstand (worstcase scenario) waarbinnen hinder veroorzaakt door bouwtrillingen verwacht wordt

Locatie	Aantal dagen	V _{per} = A ₃ [mm/s]	Afstand [m]	V _{eff,max} [mm/s]	A ₂ streefwaarde [mm/s]	V _{eff,max} < A ₂
Gemaal Westerkogge	6-28	0,30	70	0,70	6	Voldoet
Gemaal Volendam	6-28	0,30	40	1,48	6	Voldoet
Hornsluis	6-28	0,30	50	1,20	6	Voldoet
Inlaat Katwoude	6-28	0,30	45	1,32	6	Voldoet
Dijkversterking Warder	6-28	0,30	80	0,79	6	Voldoet
Inlaat tussenwater Noord	6-28	0,30	50	1,20	6	Voldoet
Inlaat tussenwater Zuid	6-28	0,30	45	1,32	6	Voldoet
Warder Zeevang	6-28	0.3	45	4.49	6	Voldoet
Afvoer de Rietkoog	6-28	0,30	45	1,32	6	Voldoet

Voor de MER wordt uitgegaan van het worstcase scenario.

Voor de twee locaties zijn de afstanden afgeleid voor het aanbrengen van palen (heiwerk) waarbinnen de streefwaarden conform SBR-Richtlijn B (Hinder voor personen in gebouwen).

Locatie	Aantal dagen	V _{per} = A ₃ [mm/s]	Afstand [m]	V _{eff,max} [mm/s]	A ₂ streefwaarde [mm/s]	V _{eff,max} < A ₂
Inlaat Katwoude	20	0,30	50	1,66	6	Voldoet
Inlaat tussenwater Noord	25	0,30	60	120	6	Voldoet
Inlaat tussenwater Zuid	10	0.30	45	1.56	6	voldoet
Afvoer de Rietkoog	10	0.30	45	1.56	6	voldoet

3.2 Trillingen als gevolg van transportbewegingen

Over diverse lengtes van het traject wordt voor de aan- en afvoer van materieel en materialen gebruik gemaakt van het bestaande wegennet. Tevens vinden op het werk zelf transportbewegingen plaats met verschillende soorten materieel. In ref. [14] is per sectie aangegeven welke werkzaamheden er gaan plaatsvinden en met welk materieel. Voor het weggedeelte is een inschatting gemaakt met behulp van het programma VP-drempel. Er van uitgaande dat oneffenheden in de weg en verkeersdrempels maatgevend zijn voor eventuele schade of hinder. Met behulp van dit programma is de volgende inschatting gemaakt:

- Tot 10 m uit de weg kunnen de streefwaarden voor schade worden overschreden.
- Tot 20 m uit de weg kunnen de streefwaarden voor hinder worden overschreden.

In bijlage 2 is de toetsing van verkeerstrillingen veroorzaakt door bouwverkeer weergegeven.

3.3 Beoordeling Trillingen

3.3.1 Inbrengen damwanden

In navolgende tabellen is de beoordeling van hinder en schade opgenomen voor de zeven locaties: Gemaal Westerkogge, Gemaal Volendam, Hornsluis, inlaat Katwoude, Dijkversterking Warder, inlaat tussenwater Noord en Warder Zeevang waar damwanden worden aangebracht.

Object	Aantal objecten binnen afstand bron [m] Installeren damwand		Totaal
	75 m (categorie 3) Schade	70 m Hinder	
Gemaal Westerkogge	1	1	1

Tabel: Aantal gebouwen waar mogelijk trillingsschade en hinder kan optreden Gemaal Westerkogge

Object	Aantal objecten binnen afstand bron [m] Installeren damwand		Totaal
	50 m (categorie 2) Schade	40 m Hinder	
Gemaal Volendam	1	1	1
Industrie/bedrijfspanen	1	0	1

Tabel: Aantal gebouwen waar mogelijk trillingsschade en hinder kan optreden Gemaal Volendam

Object	Aantal objecten binnen afstand bron [m] Installeren damwand		Totaal
	25 m (categorie 2) Schade	50 m Hinder	
Hornsluis	1	1	1
Industrie/bedrijfspanen	1	1	1
Woning	1	2	2

Tabel: Aantal gebouwen waar mogelijk trillingsschade en hinder kan optreden Hornsluis

Object	Aantal objecten binnen afstand bron [m] Installeren damwand / palen		Totaal
	50 m (categorie 2) Schade	40 m Hinder	
Inlaat Katwoude	2	1	2
Industrie/bedrijfspanen	1	1	1
Woning	2	1	2

Tabel: Aantal gebouwen waar mogelijk trillingsschade en hinder kan optreden Inlaat Katwoude

Object	Aantal objecten binnen afstand bron [m] Installeren damwand		Totaal
	100 m (categorie 2) Schade	50 m Hinder	
Dijkversterking Warder	1	1	1
Industrie/bedrijfspanen	3	2	3
Woning	9	7	9
Zwembad	1	0	1
School	1	0	1

Tabel: Aantal gebouwen waar mogelijk trillingsschade en hinder kan optreden dijkversterking Warder

Object	Aantal objecten binnen afstand bron [m] Installeren damwand		Totaal
	75 m (categorie 2) Schade	40 m Hinder	
Inlaat tussenwater Noord	1	1	1
kantoor/bedrijfspanen	1	0	1
Schouwburg	1	1	1

Tabel: Aantal gebouwen waar mogelijk trillingsschade en hinder kan optreden Inlaat tussewater Noord

Object	Aantal objecten binnen afstand bron [m] Installeren damwand		Totaal
	75 m (categorie 2) Schade	40 m Hinder	
Inlaat tussenwater Zuid	1	1	1
Woning	2	1	2

Tabel: Aantal gebouwen waar mogelijk trillingsschade en hinder kan optreden Gemaal Volendam

Object	Aantal objecten binnen afstand bron [m] Installeren damwand		Totaal
	65m (categorie 2) Schade	40 m Hinder	
Woning	1	1	1

Tabel: Aantal gebouwen waar mogelijk trillingsschade en hinder kan optreden Constructieve overgang Warder

Object	Aantal objecten binnen afstand bron [m] Installeren damwand		Totaal
	75 m (categorie 2) Schade	40 m Hinder	
Afvoer de Rietkoog	1	1	1
Woning	1	0	1

Tabel: Aantal gebouwen waar mogelijk trillingsschade en hinder kan optreden Afvoer de Rietkoog

3.3.2 Verkeertrillingen

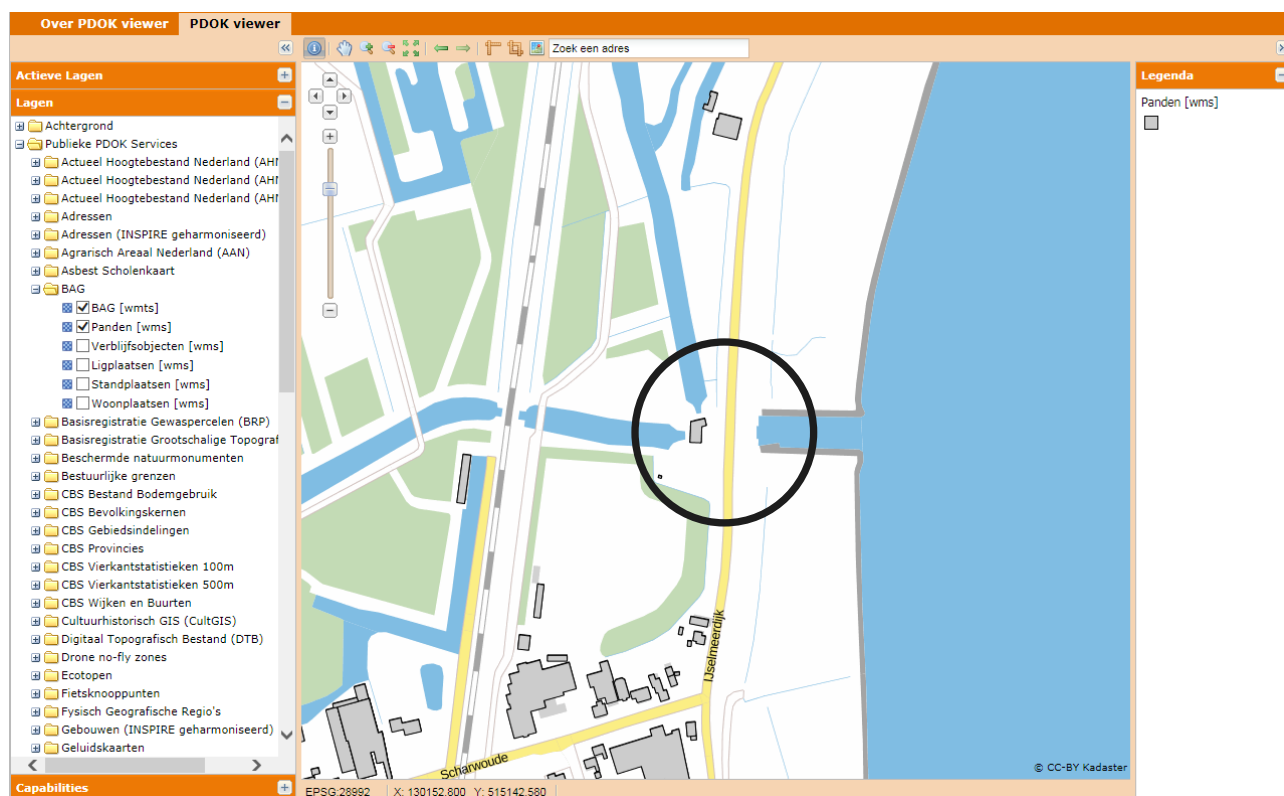
Onderstaand is in de tabel per module aangegeven waar schade en hinder als gevolg van de werkzaamheden kan optreden. Tevens is de betreffende bebouwing in bijlage 2 weergegeven.

Module	Wijze van transport	Schade	Hinder
HE-1	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-2	Vanaf water en weg + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-3	Vanaf water en weg + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-4	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-5	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-6a	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-6B	Geen werkzaamheden	10 m	20 m
HE-7	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-8	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-9	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-10	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-11	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
HE-12	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-1A	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-1B	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-2	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-3	Geen werkzaamheden	10 m	20 m
EA-4	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-5	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-6	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-7	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-8	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-9	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-10	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-11	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-12	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m
EA-13	Aan- en afvoer van asfalt via hoofdwegennet + middelen van transport en vervoer op werk	10 m	20 m

Bijlage 1, Bouwtrillingen

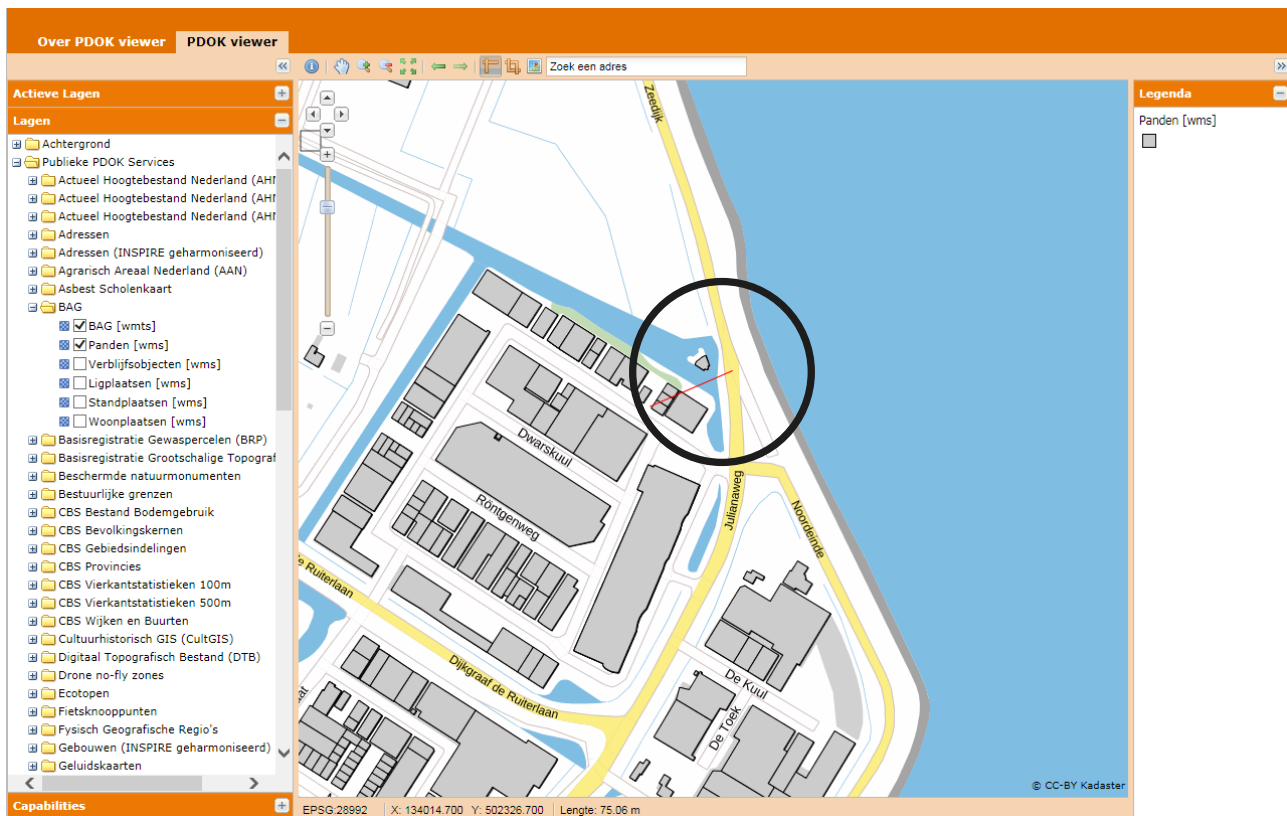
Locaties damwanden en panden binnen contourlijn categorie 3

Gemaal Westerkogge, Contour schade categorie 3 – afstand 75 m



1 Pand: Gemaal Westerkogge, overige gebruiksfunctie – bouwjaar 1982

Gemaal Volendam, Contour schade categorie 3 – afstand 75 m

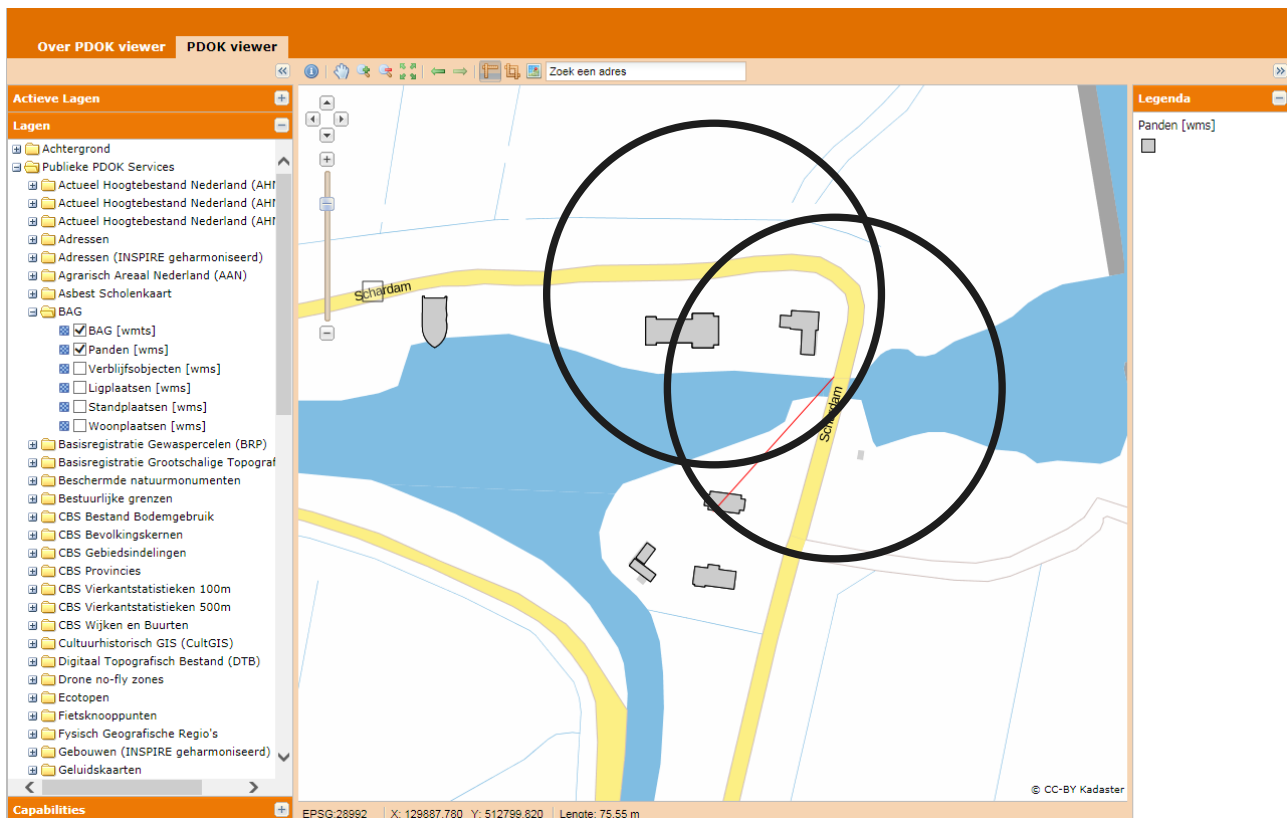


Panden:

1 pand – Gemaal Volendam, overige gebruiksfunctie – bouwjaar 2004

6 panden - Industrie/bedrijfspanden – bouwjaar 1981

Hornsluis Contour schade categorie 3 – afstand 50 m



Panden:

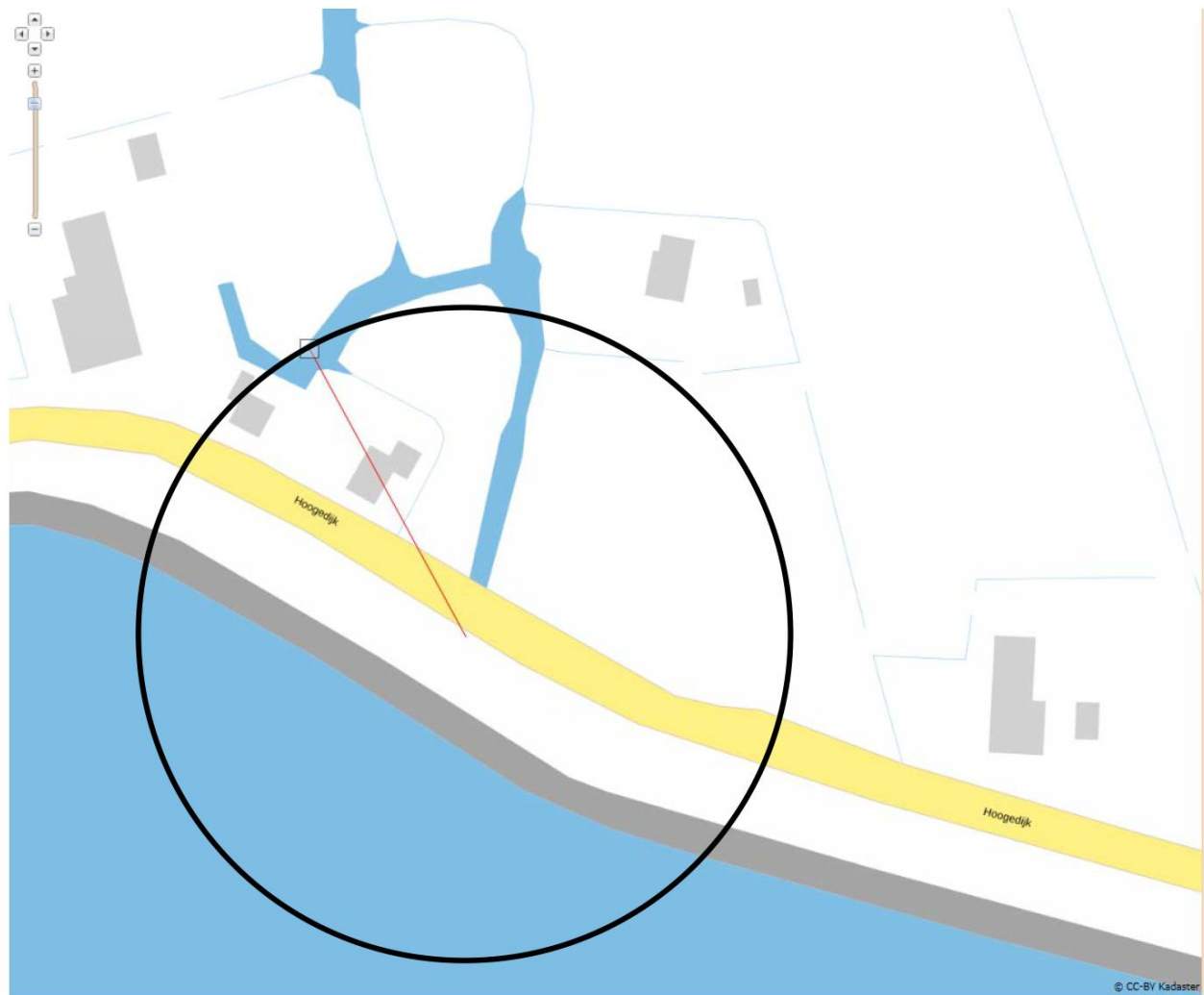
1 object – Hornsluis

1 pand – woonhuis – bouwjaar 1960

1 pand – woonhuis – bouwjaar 2012

1 panden - Industrie/kantoor/bijeenkomst – bouwjaar 2012

Katwoude Contour schade categorie 3 – 75 m



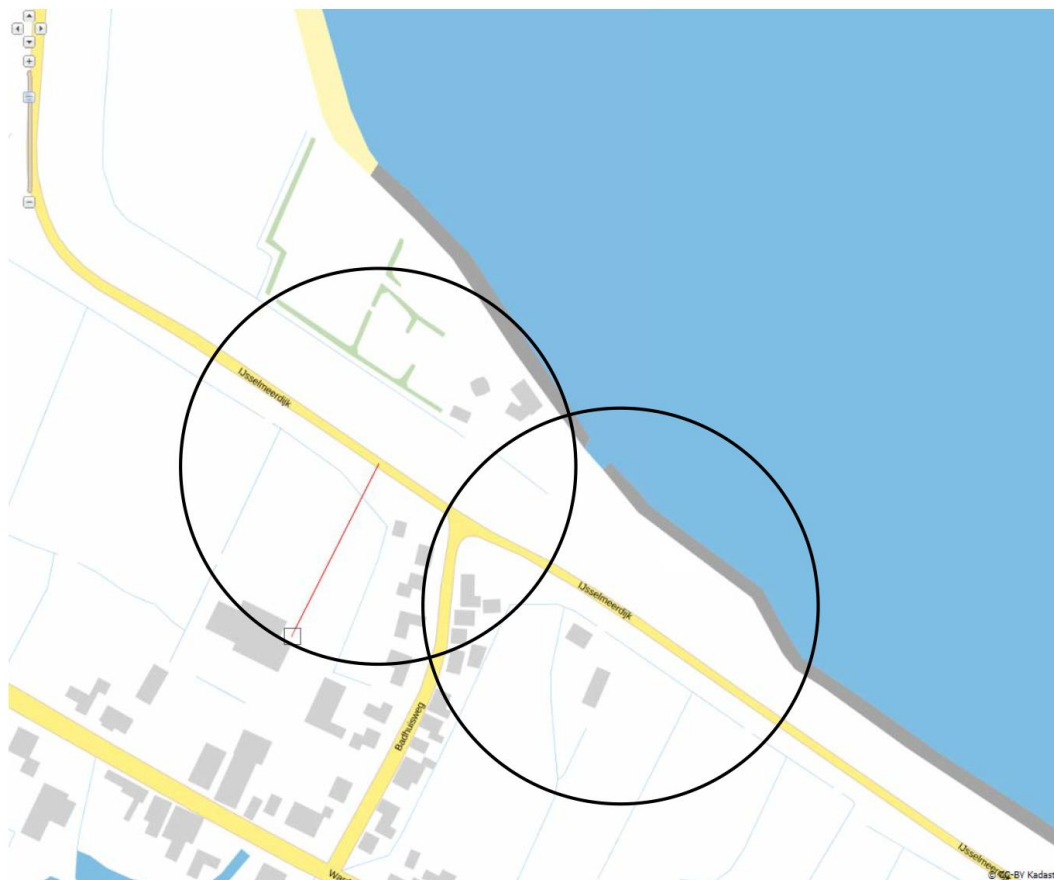
Panden:

1 pand – woonhuis – bouwjaar 2004

1 pand – woonhuis – bouwjaar 1981

1 pand – bijgebouw - bouwjaar 1981

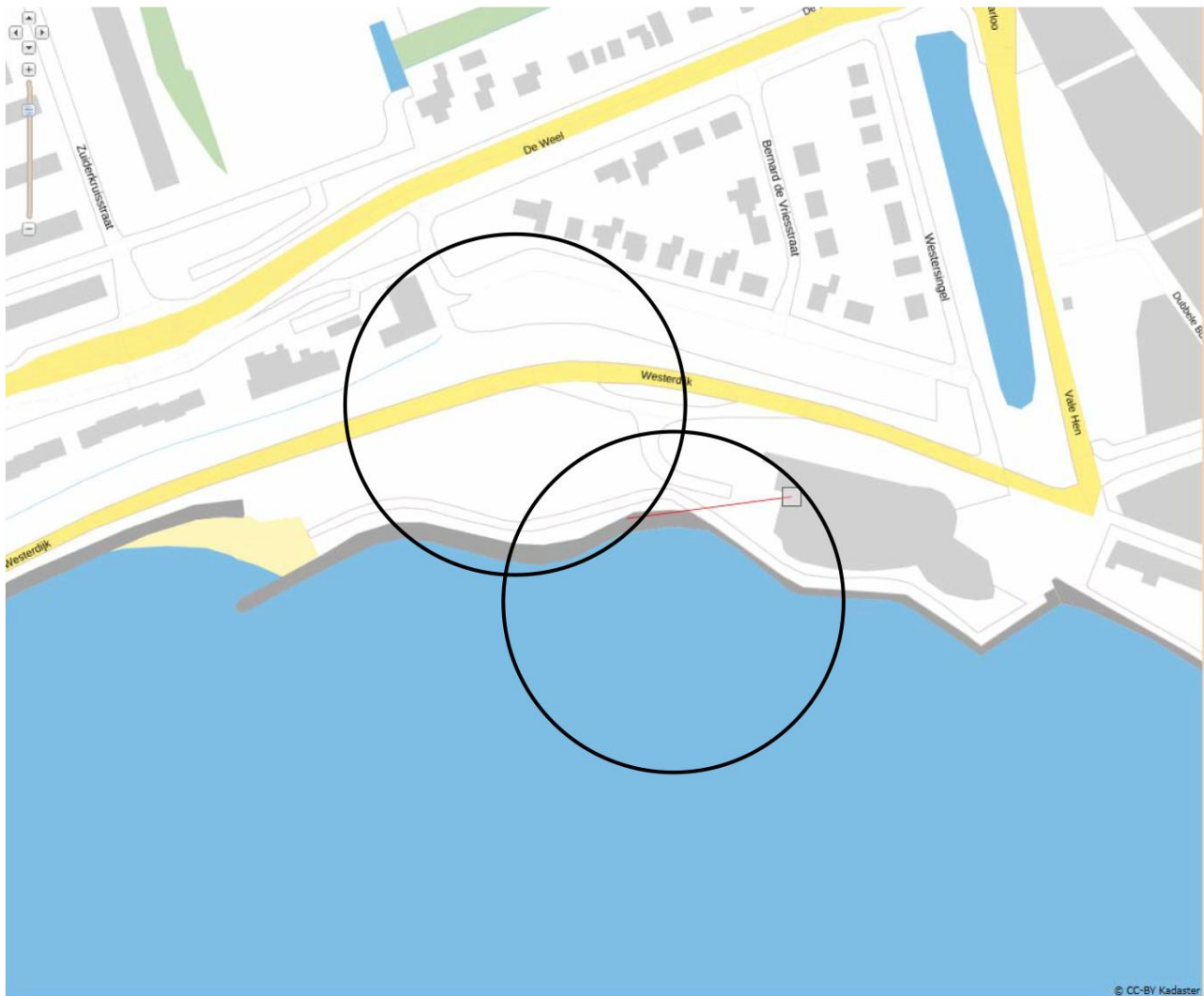
Warder Contour schade categorie 3 – 100 m



Panden:

- 1 pand – woonhuis – bouwjaar 1972
- 1 pand – woonhuis – bouwjaar 1914
- 1 pand – woonhuis – bouwjaar 1949
- 1 object – bijgebouw – bouwjaar 1949
- 1 pand – woonhuis – bouwjaar 1970
- 1 pand – woonhuis – bouwjaar 1985
- 1 pand – woonhuis – bouwjaar 1995
- 1 pand – woonhuis – bouwjaar 1919
- 1 pand – woonhuis – bouwjaar 1925
- 1 pand – woonhuis – bouwjaar 1963
- 1 object – bijgebouw – bouwjaar 1963
- 1 pand – school – bouwjaar 2003
- 1 object – functie onbekend - bouwjaar 1970
- 1 object – bijeenkomstfunctie - bouwjaar 1970
- 1 object – overig - bouwjaar 1995

Inlaat tussenwater Noord Contour schade categorie 3 – 75 m

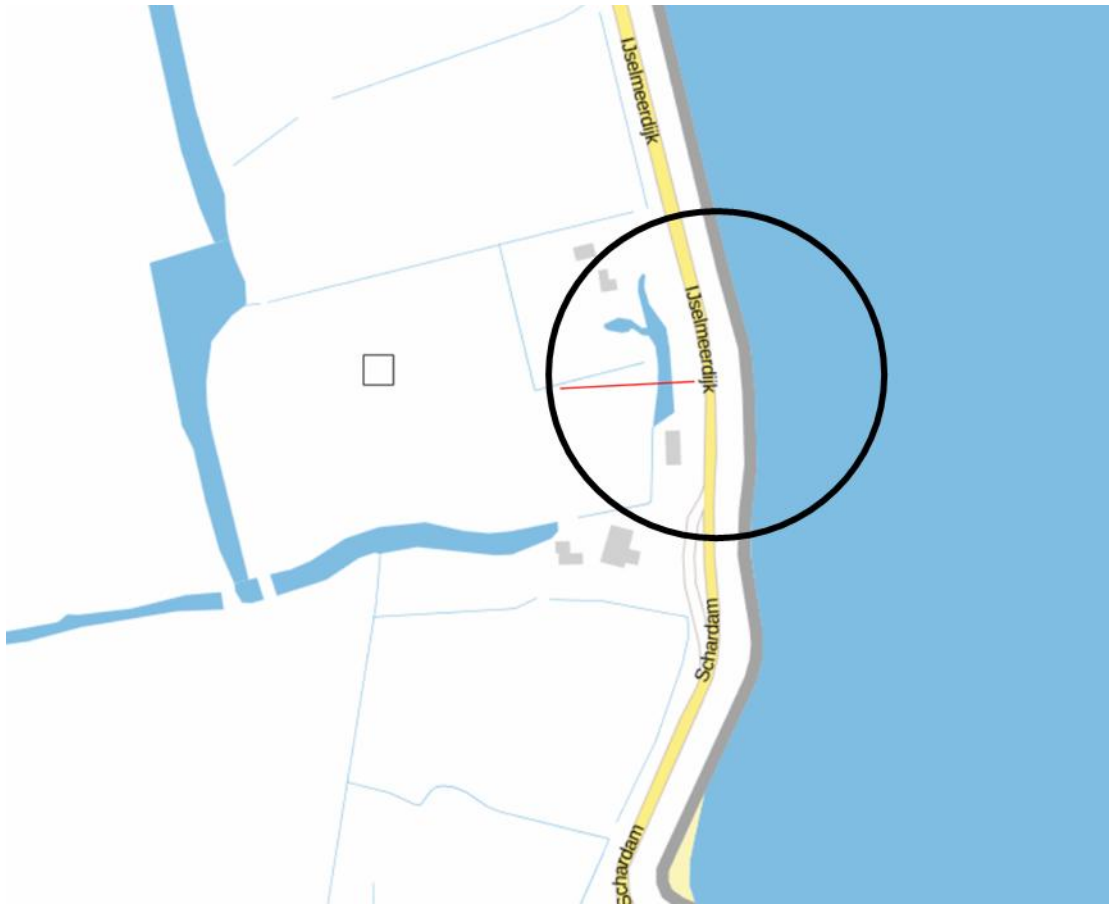


Panden:

1 pand – Schouwburg het Park – bouwjaar 2003

1 pand – kantoorfunctie (historisch) – bouwjaar 1984

Inlaat tussenwater zuid, Contour schade categorie 3 – 75m

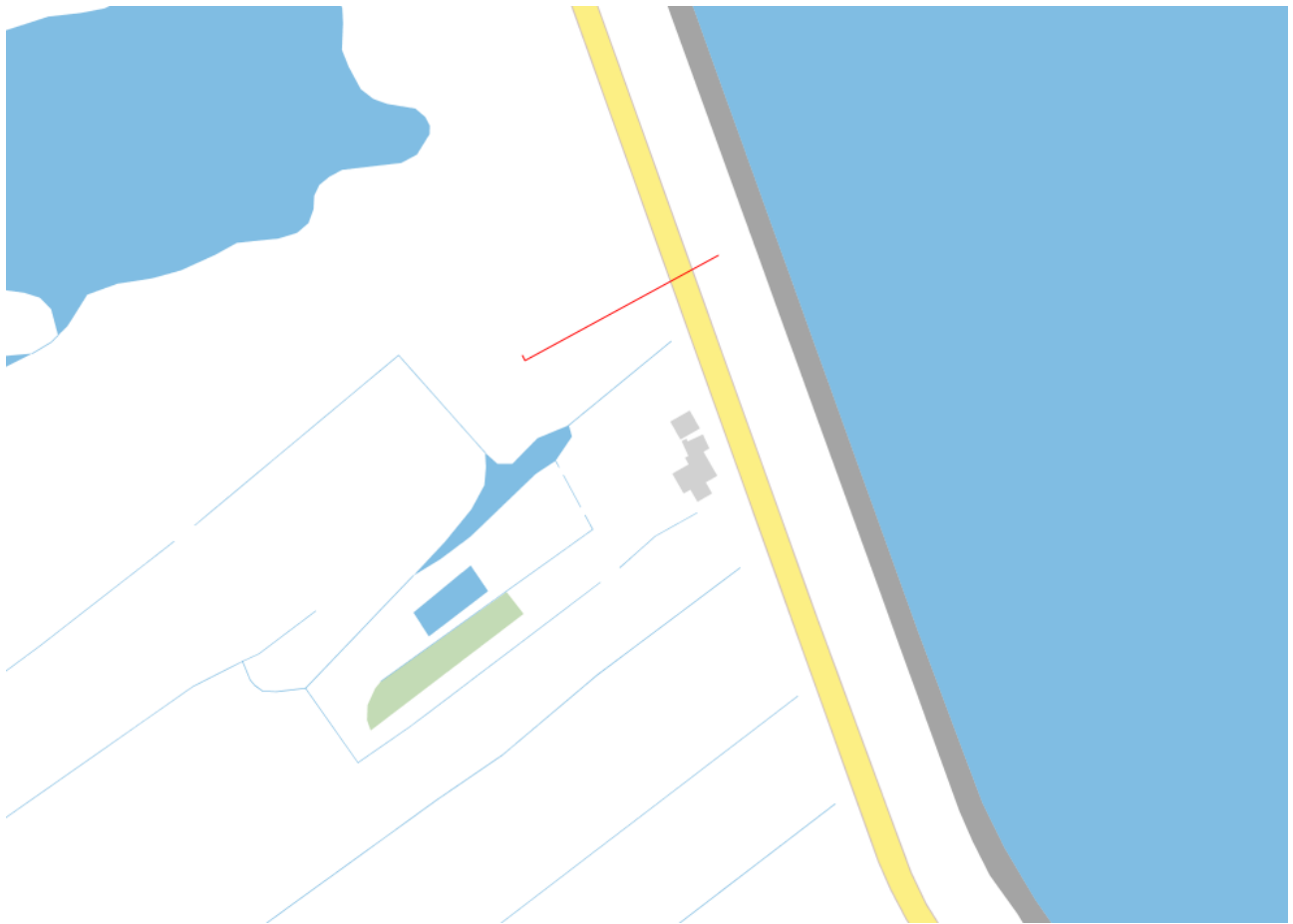


Panden

1 pand woonhuis bouwjaar 2001

1 pand woonhuis bouwjaar 1909

Warder zeevang schade categorie 2 (...m.)



Panden

1 pand

woonhuis

bouwjaar 1950

Bijlage 2, Verkeerstrillingen



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject

- 10m buffer
- 20m buffer
- Gebouwen



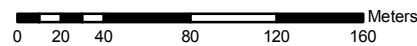
Markermeerdijken Trillingen buffers

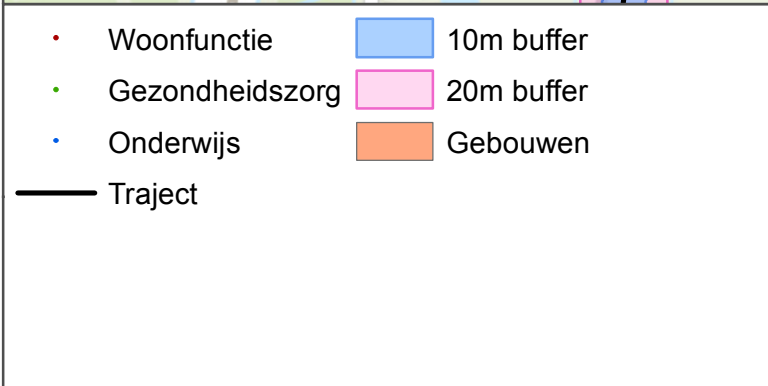
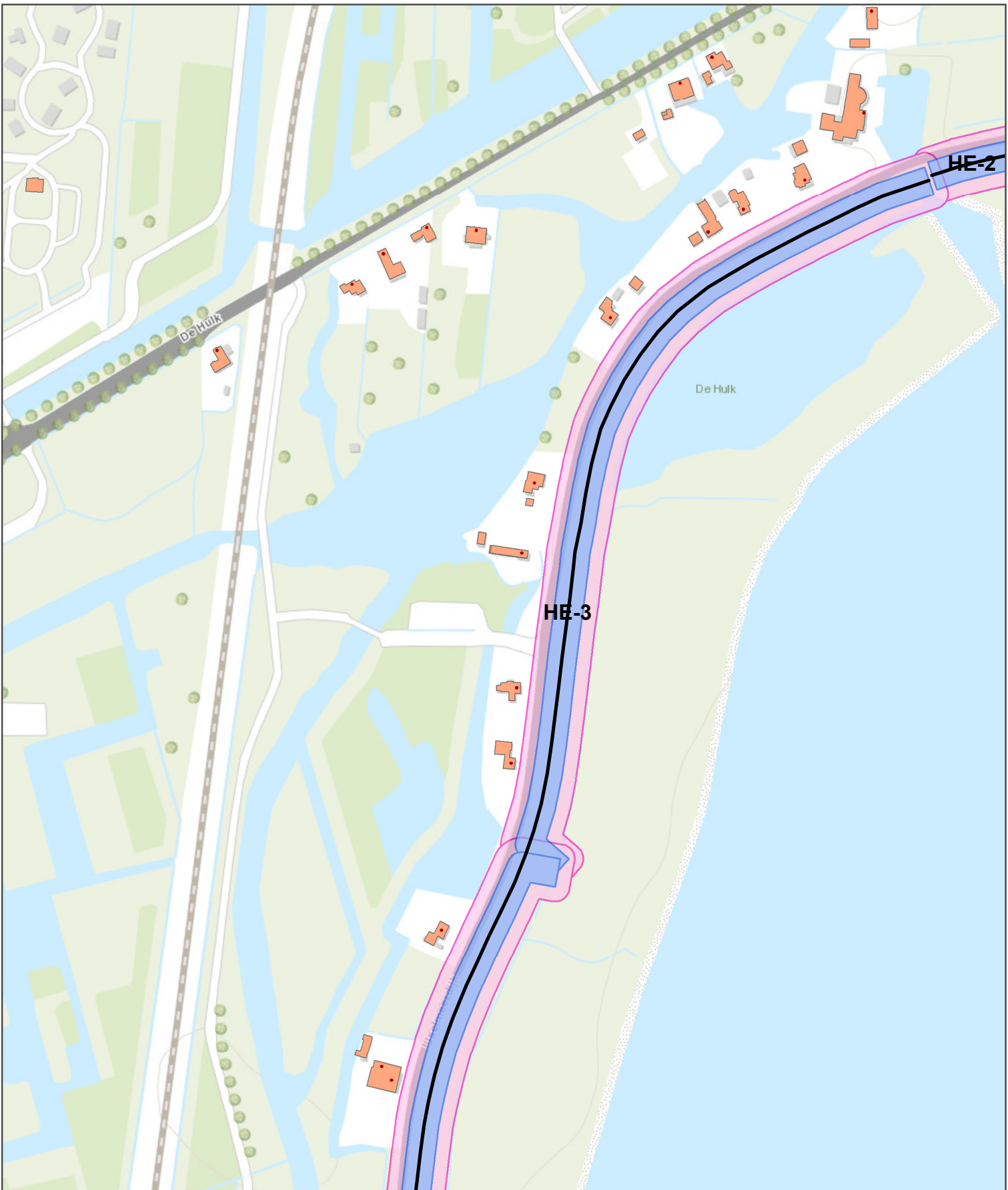
opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier



datum: 3-10-2016 N 110403.002031


schaal (A4): 1:3.500





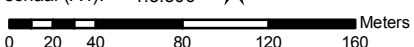
Markermeerdijken
Trillingen buffers

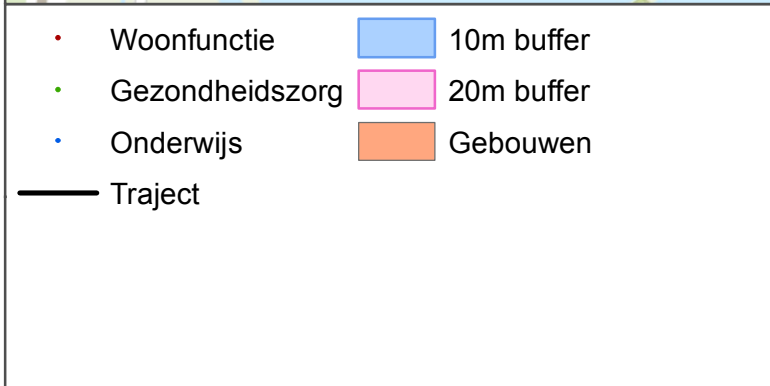
opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

 **ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 N 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500

 Meters
0 20 40 80 120 160

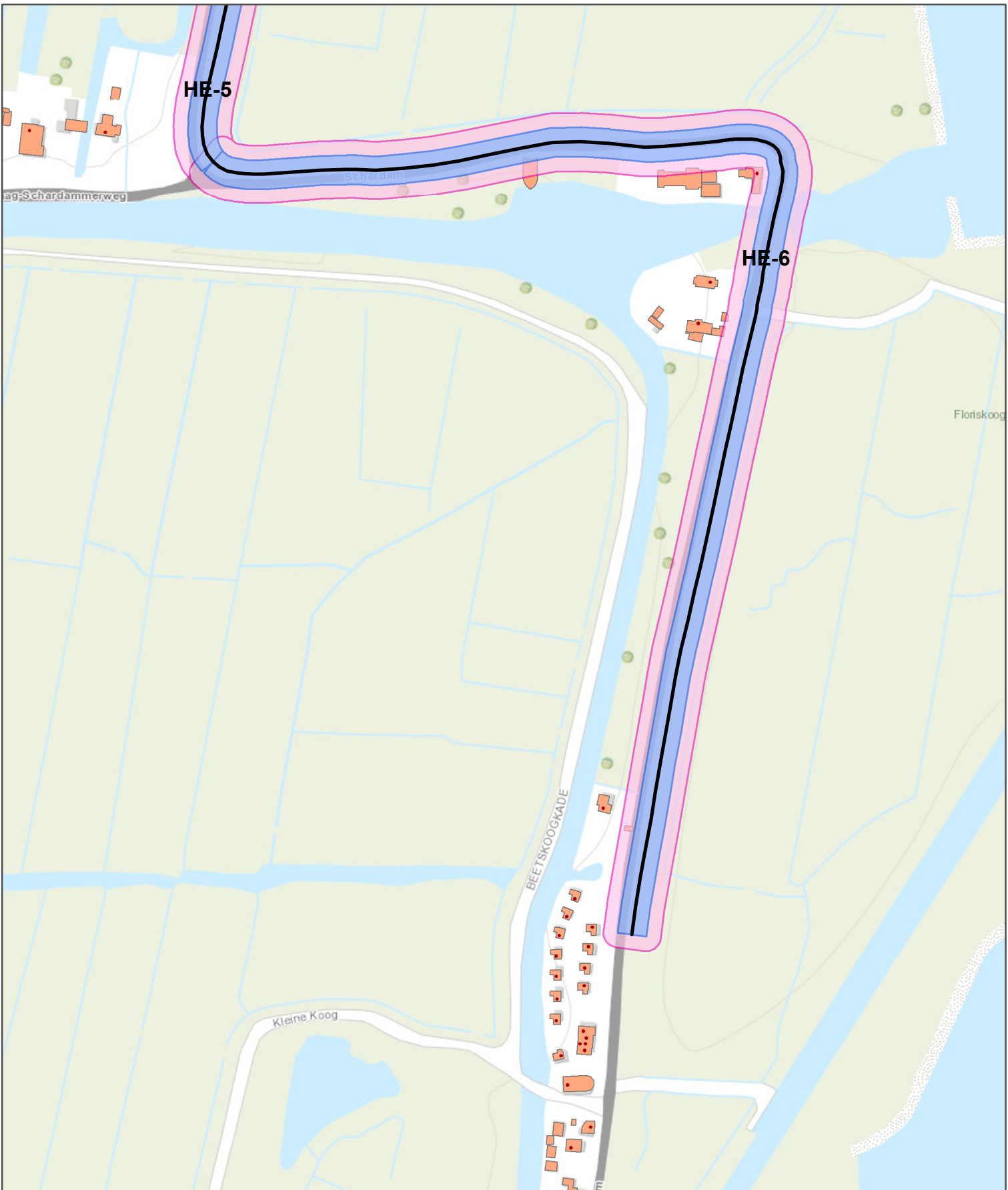


Markermeerdijken
Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 N 110403.002031
 schaal (A4): 1:3.500



- Woonfunctie 10m buffer
- Gezondheidszorg 20m buffer
- Onderwijs Gebouwen
- Traject



Markermeerdijken

Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets




datum: 3-10-2016 N 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500 ▲

Meters



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject


	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken

Trillingen buffers

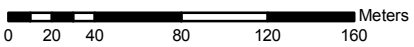
opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

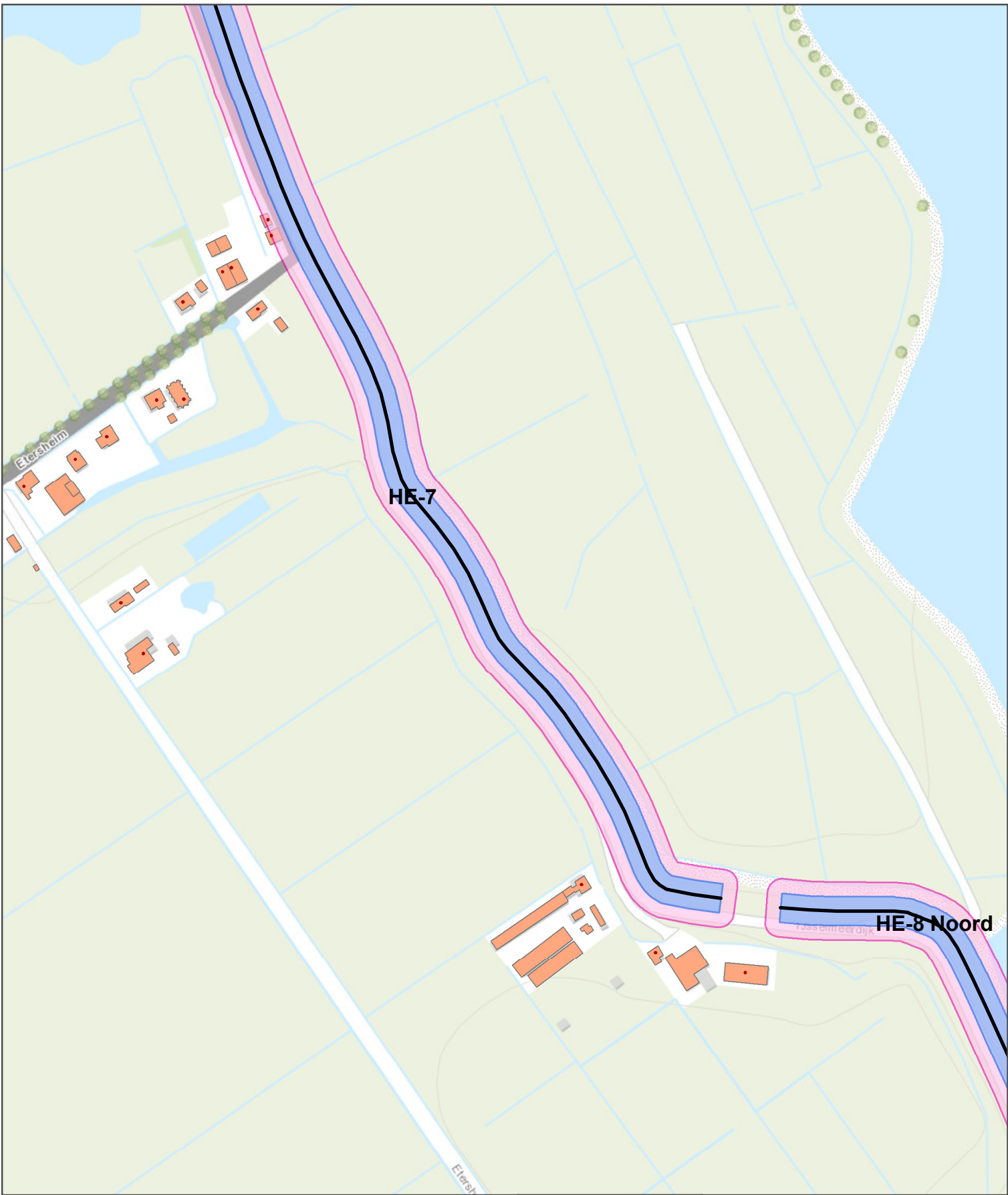
 **ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 110403.002031




schaal (A4): 1:3.500

N





- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject


	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken

Trillingen buffers

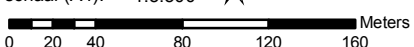
opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

 **ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500

N




Meters

0 20 40 80 120 160



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject


	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken

Trillingen buffers

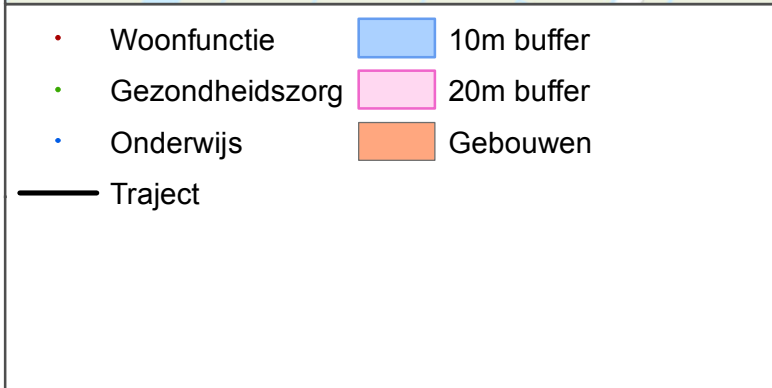
opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

 **ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 N 110403.002031


schaal (A4): 1:3.500

0 20 40 80 120 160 Meters



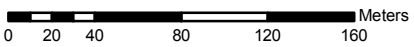
Markermeerdijken
Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

 **ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets




datum: 3-10-2016 N 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500

 Meters
0 20 40 80 120 160




- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject

	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken Trillingen buffers

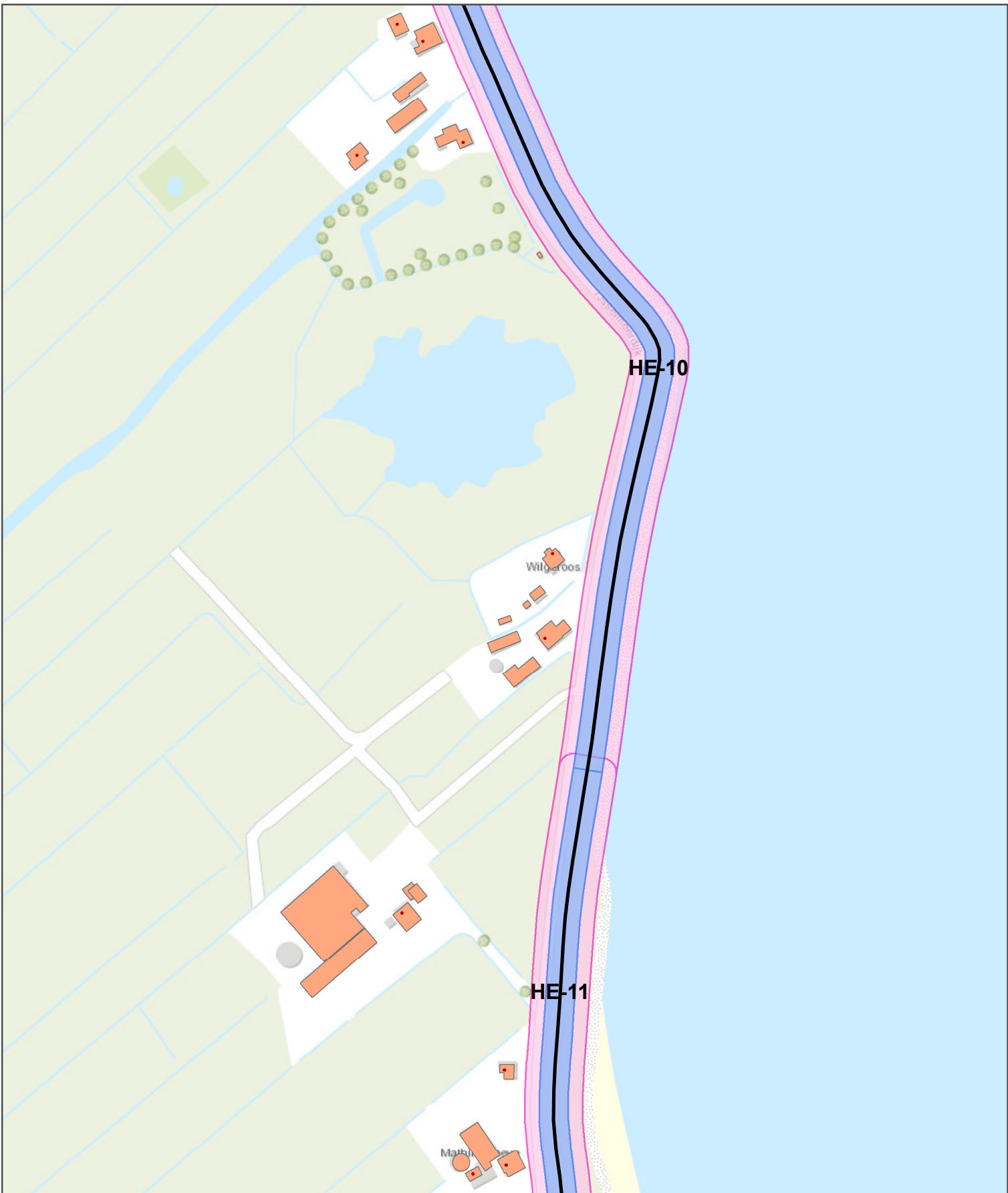
opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier




 **ARCADIS** Design & Consultancy
for natural and
built assets

datum: 3-10-2016 110403.002031
 schaal (A4): 1:3.500

N

0 20 40 80 120 160 Meters




• Woonfunctie		10m buffer
• Gezondheidszorg		20m buffer
• Onderwijs		Gebouwen
— Traject		



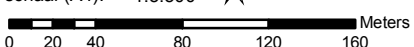
Markermeerdijken
Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

 **ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 N 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500

 Meters
0 20 40 80 120 160



HE-11

- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject

-  10m buffer
-  20m buffer
-  Gebouwen



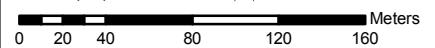
Markermeerdijken Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier



datum: 3-10-2016 N 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500





- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject

	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken

Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500

0 20 40 80 120 160 Meters



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject

	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken

Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500

0 20 40 80 120 160 Meters



Markermeerdijken
Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 N 110403.002031
 schaal (A4): 1:3.500



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject

	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

ARCADIS Design & Consultancy
for natural and
built assets




datum: 3-10-2016 N 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500

Meters



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject


	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken

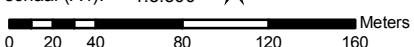
Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

 **ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 N 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500

 Meters
0 20 40 80 120 160



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject

	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken

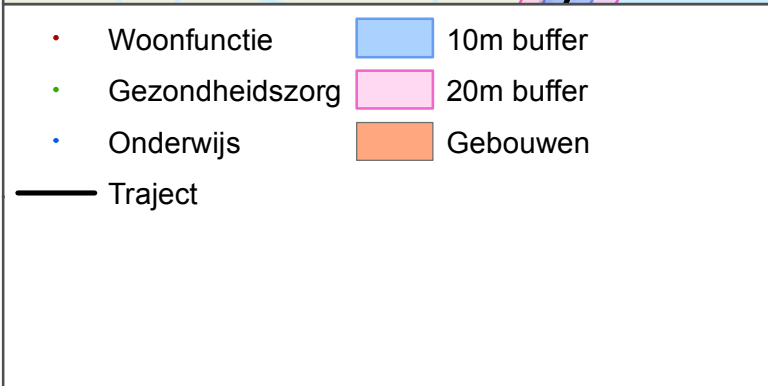
Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

ARCADIS Design & Consultancy
for natural and built assets

datum: 3-10-2016 N 110403.002031
 schaal (A4): 1:3.500

Meters



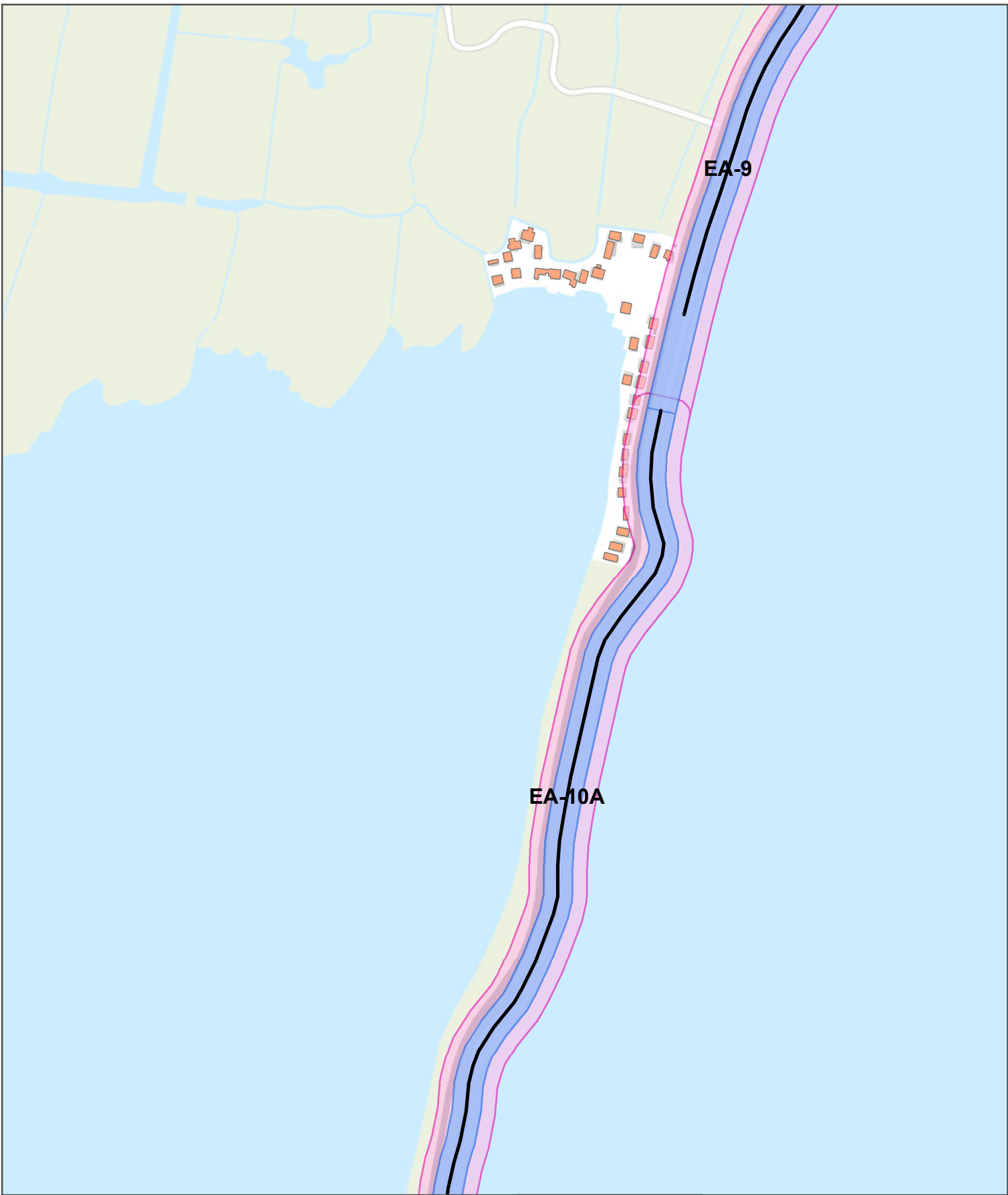
Markermeerdijken
Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 N 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500



- Woonfunctie 10m buffer
- Gezondheidszorg 20m buffer
- Onderwijs Gebouwen
- Traject



Markermeerdijken

Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier




ARCADIS

Design & Consultancy
for natural and
built assets

datum: 3-10-2016 N 110403.002031
 schaal (A4): 1:3.500



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject


	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken

Trillingen buffers

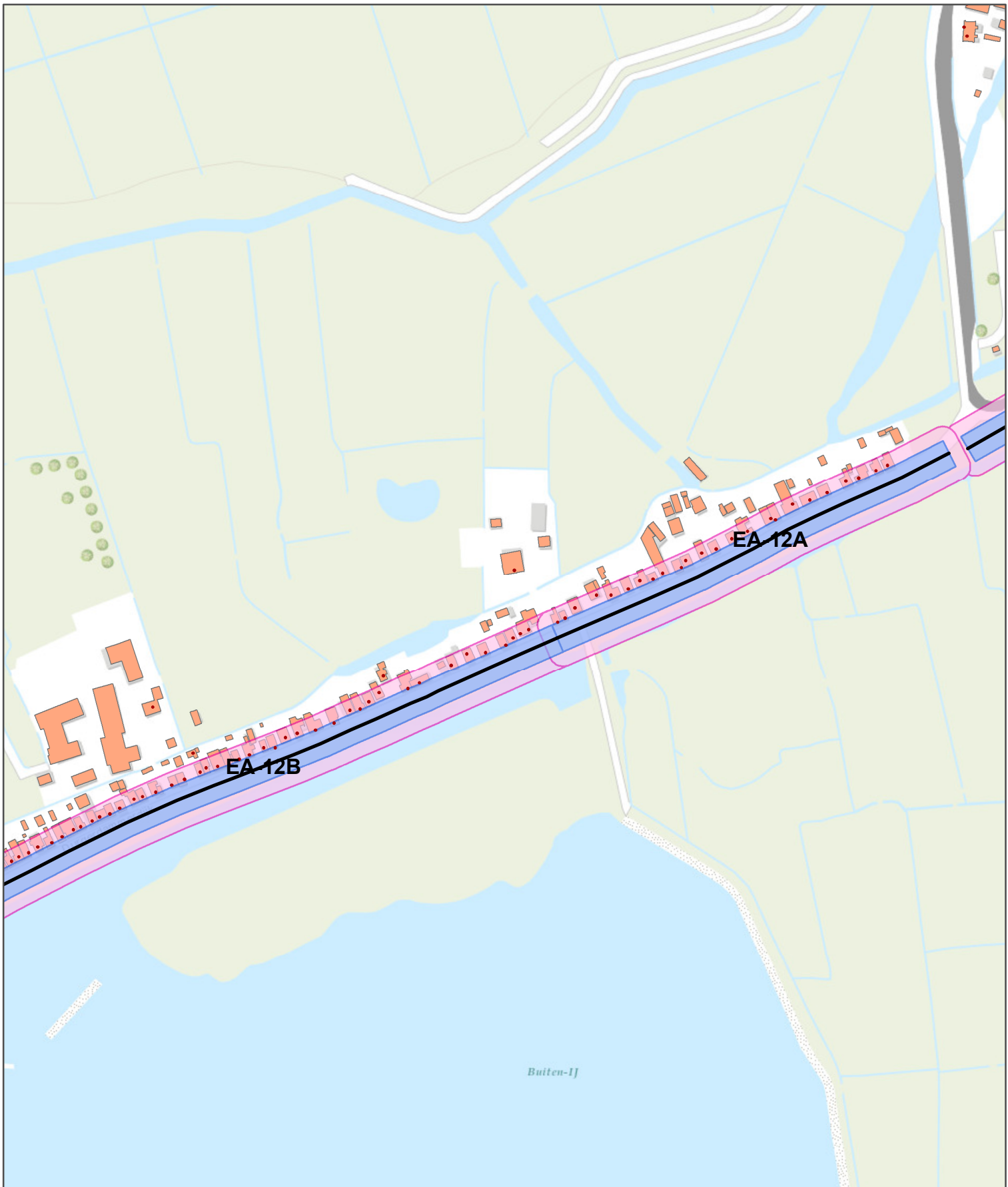
opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

 **ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets




datum: 3-10-2016 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500

0 20 40 80 120 160 Meters



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject


	10m buffer
	20m buffer
	Gebouwen



Markermeerdijken

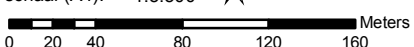
Trillingen buffers

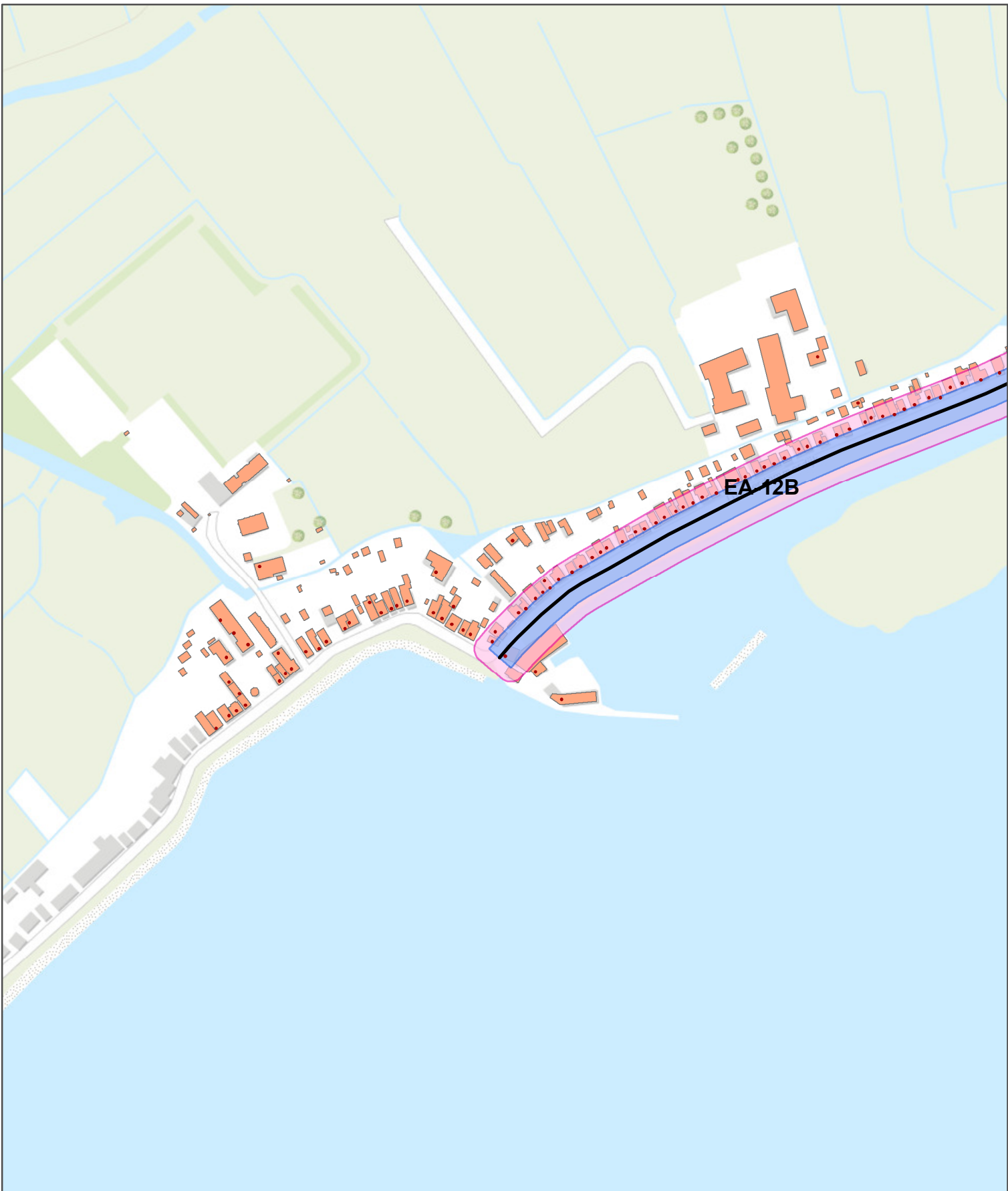
opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier

 **ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 3-10-2016 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500


Meters



- Woonfunctie
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Traject

- 10m buffer
- 20m buffer
- Gebouwen



Markermeerdijken

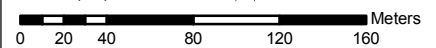
Trillingen buffers

opdrachtgever: Hollands Noorderkwartier



datum: 3-10-2016 N 110403.002031

schaal (A4): 1:3.500



Bijlage 3 Memo trillinganalyse kistdam bij Uitdam

ONDERWERP

Trillingen bij aanbrengen kistdam bij Uitdam

ONZE REFERENTIE

079176514 D

DATUM

13-6-2017

VAN

Michel van Langeraad

Inleiding

Ter plaatse van Uitdam wordt overwogen een kistdam aan te leggen. De kistdam is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal 74 en dijkpaal 79 (dijksectie EA07A). Voor de versterking van de Markermeerdijk wordt hier een damwandscherm aangebracht in het binnentalud van de bestaande waterkering.



Figuur 32, Locatie damwand, Uitdam

Op basis van het vergunningsontwerp (t.b.v. MER) situatie en dwarsprofiel constructieve versterking module 14 sectie EA07A – uitdam datum 23-04-2017”, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 001472, d. is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie:

- Damwand: AZ20-700
- Planklengte: 19m
- Bovenzijde plank: NAP +3,20 m
- Onderzijde plank: NAP -15.0 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Uitdam, zie tabel 1.

Tabel 21, Uitgangspunten damwand Uitdam

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 60	[m]
Aantal enkele planken	Circa 86	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	45	[sec]
Aantal dagen	5	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Grondprofiel t.p.v. Uitdam

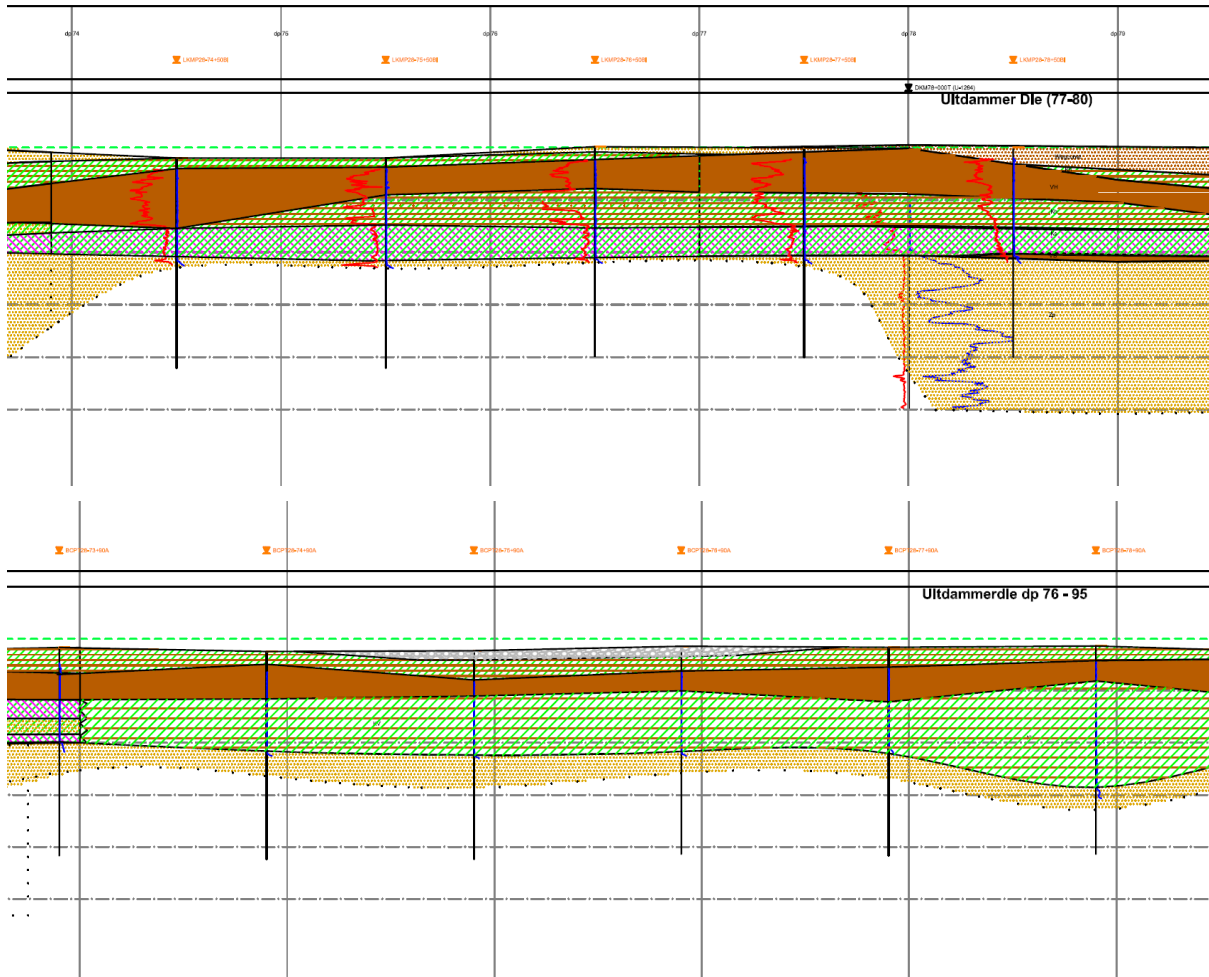
Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van Uitdam gehanteerd. In figuren 8 en 9 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven

De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -15 m a 20 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen). Hieronder bevind zich een tussenzandlaag (Calais) en een kleilaag (Velzen). Daaronder wordt een dikke vaster gepakte zandlaag aangetroffen uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met het grondprofiel “Amsterdam” en “Tiel” zoals beschreven in de CUR 166 ref [2].

Kruin: Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 KR&W-VL 4 van 4, 14-11-2014)

Binnenberm/teen en achterland (Geotechnisch lengteprofiel 1214-0007-010 PROFIEL DIJK20-22 A&BI-T 4 van 4, 14-11-2014)



Figuur 34, Dwarsprofiel grondopbouw binnenberm en achterland dijk, ter plaatse van uitdam

Slagkracht

Op basis van de voornoemde grondopbouw en damwandconstructies is aan de hand van de NVAF grafieken² uit de CUR166, een inschatting gemaakt van de benodigde slagkracht van het trilblok om planken te installeren.

Maatregelen zoals fluïderen om het inbrengen van de wand te bevorderen waardoor mogelijk met een kleinere slagkracht gewerkt kan worden, zijn niet beschouwd, te meer in verband met de onzekerheid over de bijdrage die dit levert op de afname van de trillingsintensiteit en het feit dat deze maatregelen mogelijk extra risico's met zich mee brengen voor de waterkering en veelal niet zijn toegestaan.

² Grafieken NVAF-PSD: Door de NVAF (Nederlandse Vereniging Aannemers Funderingswerken) en de PSD (Vereniging Promotie Stalen Damwand) zijn grafieken samengesteld om een inschatting te maken van de installeerbaarheid van damwandplanken in diverse grondsoorten in Nederland.

De volgende slagkrachten zijn ingeschat op basis van de NVAF-grafieken:

Tabel 22, Slagkracht trilblok

	Laagfrequent trilblok	Hoog frequent trilblok	Eenheid
Damwand Uitdam	2300	2000	kN

Parameters intrillen damwanden

De overdracht van trillingen door de grond is berekend conform de methode zoals vermeld in CUR166, 6e druk, paragraaf 5.8.

De bodemopbouw ter hoogte van de projectlocaties komt het meest overeen met de in de CUR166 gedefinieerde bodemopbouw "Tiel" en "Amsterdam". In onderstaande tabel zijn de parameters aangegeven, zoals deze in de berekeningen zijn aangehouden.

Tabel 23, Gehanteerde grondparameters voor trillen van damwanden

	Laagfrequent trilblok	Hoog frequent trilblok	Eenheid
Bodemprofiel	Amsterdam / Tiel	Amsterdam / Tiel	
Dominante frequentie trilblok	25	38	[Hz]
Dempingsconstante α^*	0,01	0,01	[m ⁻¹]
Referentie trillingssnelheid v_0 (95%)	9,0	9,0	[mm/s]
Factor voor slagkracht C_{vel}	0,011	0,011	[mm/s/kN]

* Voor het intrillen van de damwandplanken is een dempingsconstante van $\alpha = 0,01 \text{ m}^{-1}$ aangehouden.

Trillingen - Schade

Voor de locatie Uitdam, wordt als gevolg van het installeren van damwanden de grenswaarde zoals in de SBR-Richtlijn A (Schade aan gebouwen) is opgenomen overschreden op een afstand van 10 m en minder voor categorie 1 gebouwen. Bij een kleinere afstand van de gebouwen tot de bron is de kans op schade groter dan aanvaardbaar. Voor categorie 2 gebouwen ligt de verwachte grens op 50 m en voor categorie 3 gebouwen op 75 m. In onderstaande tabel zijn de afstanden weergegeven.

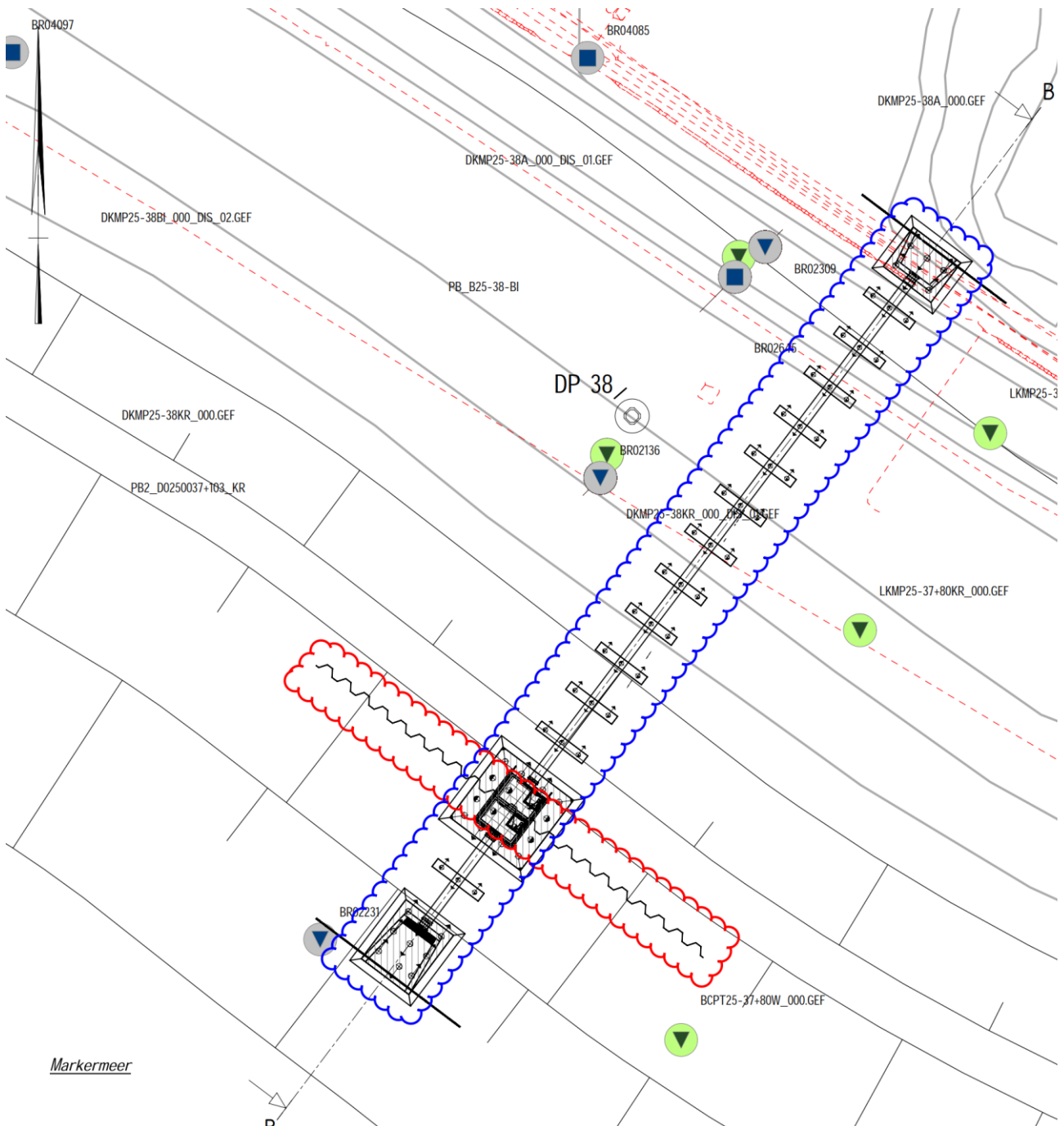
Tabel 24, Afstand tot te installeren damwand waarbinnen schade/ aan bebouwing kan optreden

Categorie	Afstand laagfrequent F = 2300 kN [m]	Afstand hoogfrequent F = 2000 kN [m]
1	15	10
2	60	40
3	95	75
fundering	30	45

De bebouwing is op een afstand van 5 tot 10 m uit de damwand gelegen waardoor er aanvullende maatregelen benodigd zijn voor het aanbrengen van de damwanden. Op deze locatie dienen de trillingen gemonitord te worden conform SBR-richtlijn Trillingen deel A Schade aan gebouwen. Wanneer bij het trillend aanbrengen van de damwanden de de grenswaarden worden overschreden zal op een andere inbrengwijze moeten worden overgegaan om schade aan de panden te voorkomen.

3.3.3 Afvoer de Rietkoog nieuwe situatie.

Afvoer Rietkoog is gesitueerd ter hoogte van dijkpaal (dijksectie EA-04B). De bestaande hevelleiding wordt vervangen door een nieuwe inlaat. Hiervoor zal een nieuwe paalfundering worden aangelegd en damwanden worden geïnstalleerd in de ondergrond. De aanleg van de damwandconstructie is hierbij maatgevend voor de bouwtrillingen.



Figuur 35, Locatie damwand (rode omkadering) en paalfundering (blauwe omkadering)

Damwandconstructie

Op basis van het voorontwerp AMMD-001058, versie 1.0, d.d. 23-09-2016, is uitgegaan van de onderstaande damwandconstructie

- Damwand: AZ24-700
- Planklengte: 13 m
- Bovenzijde plank: NAP +1,5 m
- Onderzijde plank: NAP -11,0 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie Gemaal Westerkogge.

Tabel 25, Uitgangspunten damwand

	Waarde	Eenheid
Lengte damwandtraject	Circa 30	[m]
Aantal enkele planken	Circa 42	[stuks]
Aantal planken per keer	Dubbele plank	-
Tijdsduur inbrengen dubbele plank	60	[sec]
Aantal dagen	2	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

Paalfundering

Op basis van het voorontwerp AMMD-001058, versie 1.0, d.d. 23-09-2016, is uitgegaan van de onderstaande stalen buispalen

- Buisdiameter: Ø273 en Ø356
- Paallengte: ca. 19 m en ca. 21 m
- Bovenzijde paal: NAP -1,70 m en NAP -1,70 m
- Paalpuntniveau (ppn): NAP -20,5 m en NAP -22,5 m

Ter bepaling van de hinder voor de omgeving zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de locatie inlaat Katwoude.

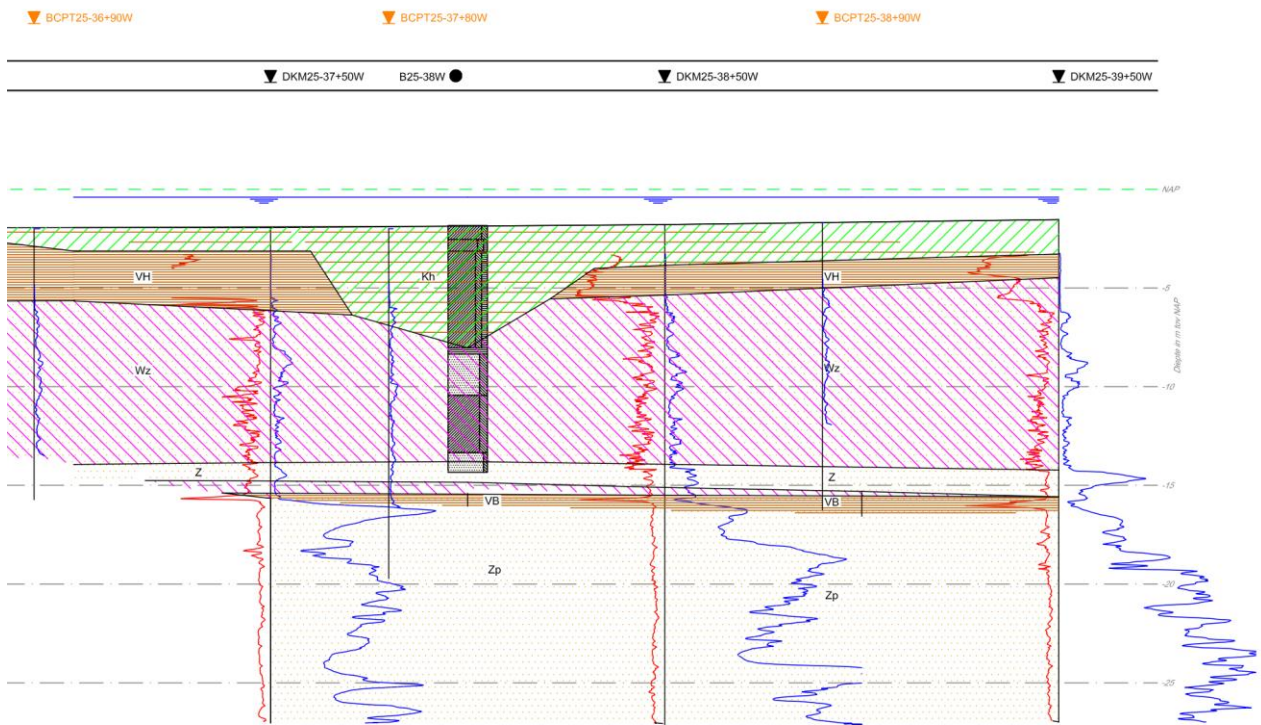
Tabel 26, Uitgangspunten paalfundering

	Waarde	Eenheid
Aantal palen onder leiding	39 Ø273 (3 per kesp)	[stuks]
Aantal palen onder uitstroombak	6 Ø356	[stuks]
Aantal palen onder inspectieschacht	16 Ø356	[stuks]
Aantal palen onder instroombak	9 Ø356	[stuks]
Type paal	Stalen buispaal	
Tijdsduur inbrengen enkele paal	300	[sec]
Aantal dagen	20	[dagen]
Uitvoering	Overdag, maximaal 8 uur per dag	

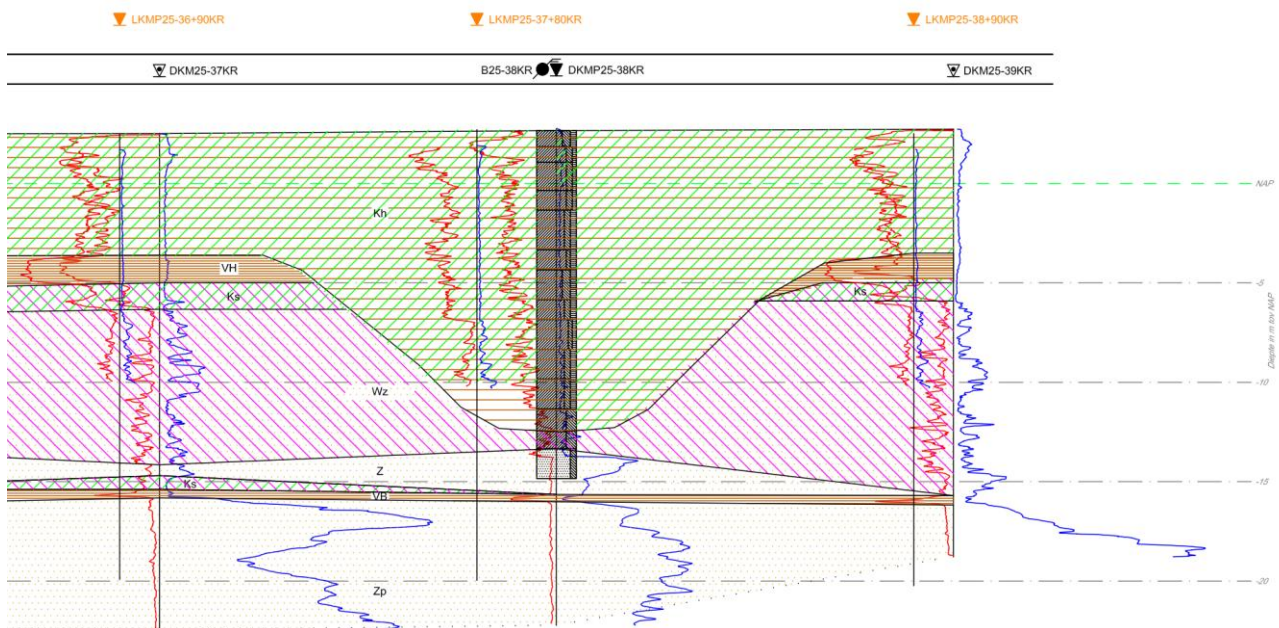
Grondprofiel inlaat Katwoude

Voor de bepaling van het kenmerkende bodemprofiel zijn de lengteprofielen ter hoogte van inlaat Katwoude gehanteerd. In figuren 11 t/m 14 zijn uitsnede uit de lengteprofielen ter plaatse van respectievelijk de binnenberm/teen en het achterland weergegeven.

Grondprofiel t.p.v. Inlaat Katwoude (Geotechnisch Lengteprofiel_1214-0007-010 PROFIEL DIJK25 binnenberm & binnen(2), 12-11-2014) Kruin:

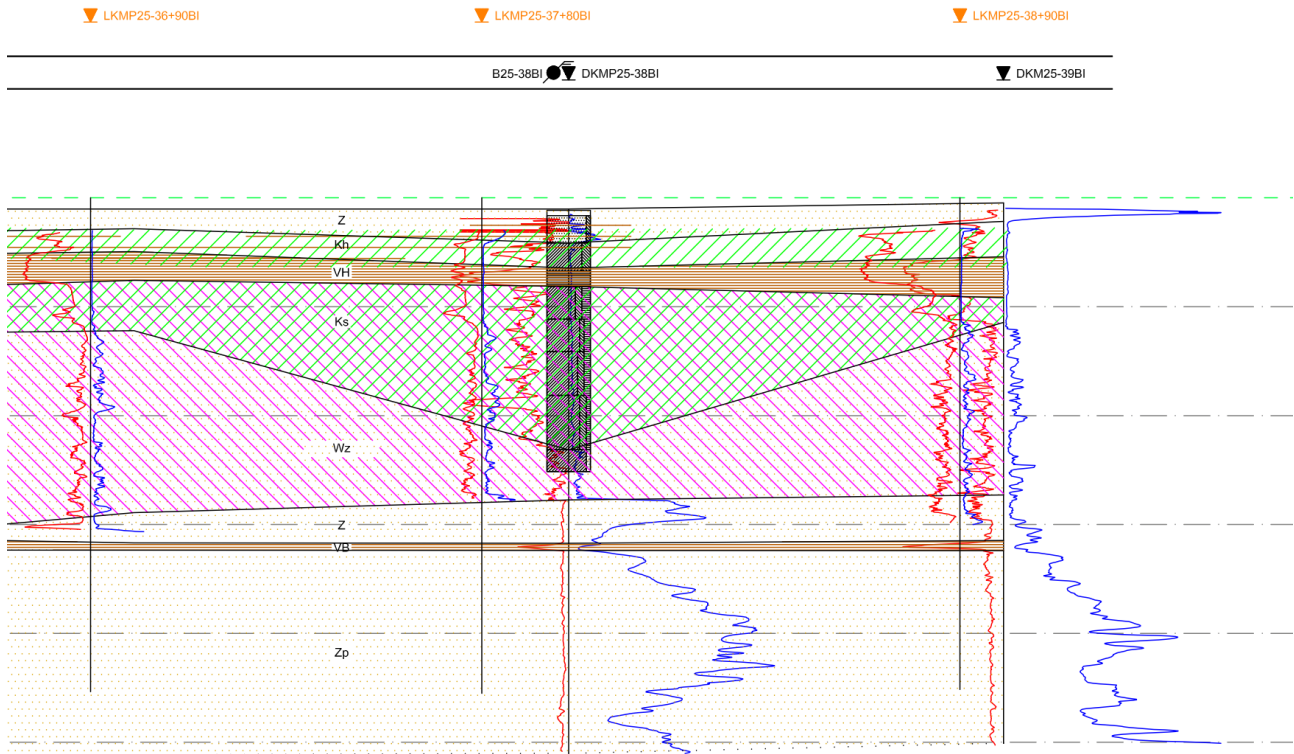


Figuur 36, Dwarsprofiel grondopbouw voorland dijk, ter plaatse van Inlaat Katwoude

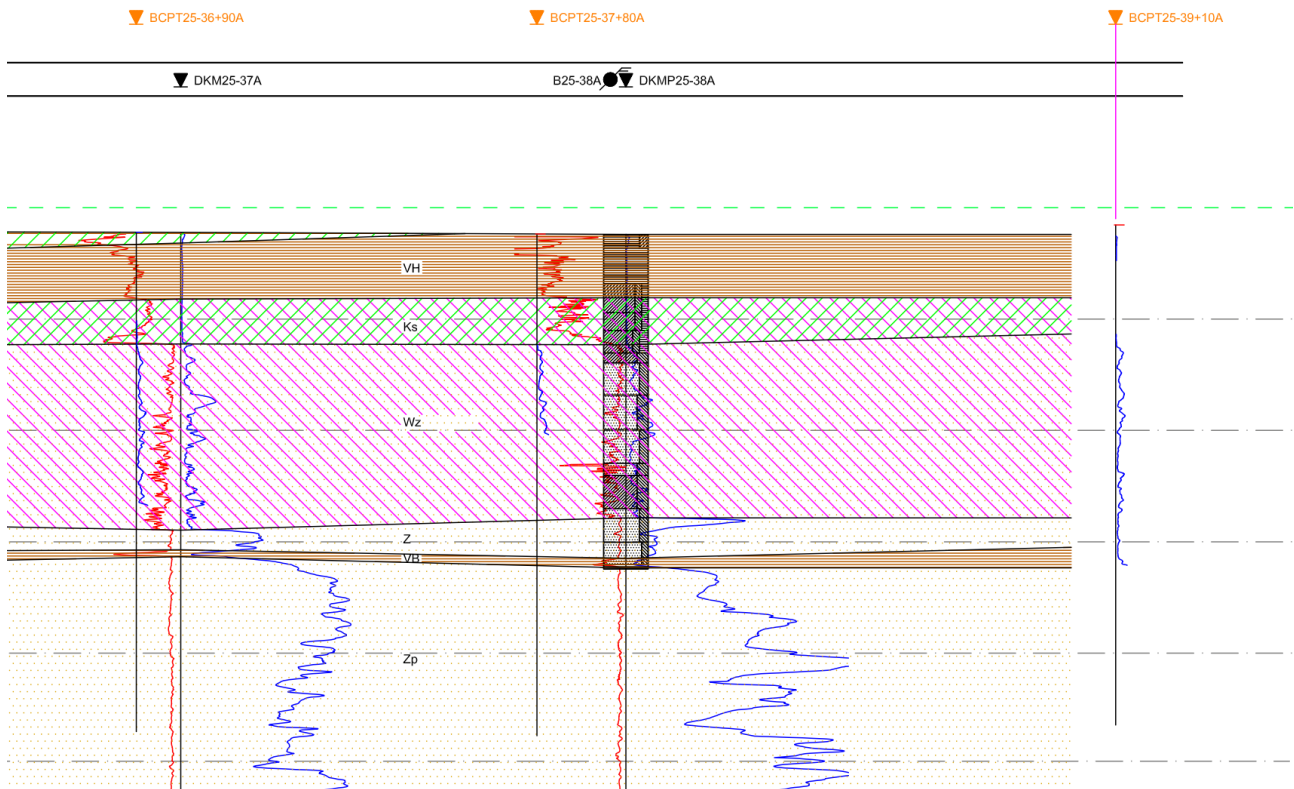


Figuur 37, Dwarsprofiel grondopbouw kruin dijk, ter plaatse van Inlaat Katwoude

Binnenberm en achterland (Geotechnisch Lengteprofiel_1214-0007-010 PROFIEL DIJK25 binnenberm & binnen(2), 21-10-2014)



Figuur 38, Dwarsprofielen grondopbouw Binnenberm dijk ter plaatse van Gemaal Westerkogge



Figuur 39, Dwarsprofielen grondopbouw achterland dijk ter plaatse van Gemaal Westerkogge

De grond bestaat de bovenste meters tot een diepte van circa NAP -10 m uit holocene samendrukbare afzetting klei (Calais) en veen (Hollandveen). Aan de onderzijde van het Holocene pakket bevindt zich en

tussen zandlaag (Calais) en een kleilaag (Velzen). Daaronder wordt een dikker en vaster gepakte zandlaag aangetroffen met zijn oorsprong uit het Pleistoceen.

Het grondprofiel komt overeen met de grondprofielen "Amsterdam" en "Tiel" zoals deze in CUR 166 ref [2] zijn beschreven.

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220

3800 AE Amersfoort

Nederland

+31 (0)88 4261261

www.arcadis.com

Projectnummer: 110403.002031

Onze referentie: 079176514 D