



Natuurinrichting en -begraven Kardinges

Waterhuishoudkundig plan

NBN Ontwikkeling BV

3 oktober 2023

Project Natuurinrichting en
 -begraven Kardingse
Opdrachtgever NBN Ontwikkeling BV

Document Waterhuishoudkundig plan
Status Definitief 03
Datum 3 oktober 2023
Referentie 136852/23-015.734

Projectcode 136852
Projectleider Ir. T.H. van Wee
Projectdirecteur Ir. H.J. Mondeel

Auteur(s) Ir. P. Spekreijse
Gecontroleerd door Ir. T.H. van Wee
Goedgekeurd door Ir. T.H. van Wee

Paraaf 

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
 Leeuwenbrug 8
 Postbus 233
 7400 AE Deventer
 +31 (0)570 69 79 11
 www.witteveenbos.com
 KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel	6
1.3	Leeswijzer	6
2	UITGANGSPUNTEN VANUIT BELEID EN WETTELIJK KADER	7
2.1	Beleid Waterschap Noorderzijlvest	7
2.2	Wet op Lijkbezorging	7
2.3	Overig relevant beleid	8
3	HUIDIGE SITUATIE	9
3.1	Ligging plangebied	9
3.2	Maaiveldhoogte	10
3.3	Landgebruik	10
3.4	Bodemopbouw	11
	3.4.1 Regionaal: de ondergrond op basis van ondergrondmodel GeoTOP	11
	3.4.2 Lokaal: de ondergrond op basis van boringen	12
3.5	Geohydrologische schematisatie	15
3.6	Grondwatersysteem	15
	3.6.1 Freatisch grondwater	15
	3.6.2 Stijghoogte	18
3.7	Oppervlaktewatersysteem	20
	3.7.1 Peilgebieden	20
	3.7.2 Stroomrichting	21
4	INRICHTINGSPLAN	23
4.1	Plantoelichting	23
4.2	Waarborgen minimale ontwateringsdiepte	24
	4.2.1 Ophoging	24
	4.2.2 Ontwatering (grindkoffers)	24
	4.2.3 Zettingen als gevolg van ophogen	24

4.3	Watersysteem	26
5	(GEO)HYDROLOGISCHE EFFECTEN EN GEVOLGEN	33
5.1	Effecten van peilwijzigingen	33
5.2	Watercompensatie	36
5.3	Waterkwaliteit	38
6	REFERENTIES	40
	Laatste pagina	40
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Boringen uit het verkennend geohydrologisch onderzoek	6
II	Sonderingen uit het veldwerk van Wiertsema	8
III	Diepe grondwaterstandmeting uit het verkennend onderzoek	1
IV	Ophoogadvies Kardingse	22

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Begin 2021 verscheen de gebiedsvisie 'Kardinge Geeft' voor het natuurgebied Kardinge, ten noordoosten van Groningen. Daarin wordt voorgesteld Kardinge uitbreiden van 300 naar 500 ha. om de biodiversiteit te verhogen en Kardinge te verbinden met omliggende natuurgebieden.

Inmiddels is circa 38 ha. landbouwgrond aangekocht en is een voorlopig ontwerp gemaakt voor de natuurontwikkeling Kardinge, ook bekend als 'Kardinge Groeit' (zie afbeelding 1.1). Van de 38 ha. krijgt 30 ha. de functie natuurbegraven waar mensen zelf hun laatste rustplaats kunnen uitkiezen.

Afbeelding 1.1 Natuurontwikkeling Kardinge Groeit



Ten behoeve van dit plan, dient er een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd te worden naar de effecten van de inrichtingsmaatregelen op de waterhuishouding en bodem. Ten behoeve van de watertoets dient er een waterhuishoudkundige plan te worden opgesteld. Dit plan is integraal opgenomen in voorliggende rapportage.

1.2 Doel

Het doel is het opstellen van een waterhuishoudkundige plan dat als onderbouwing kan dienen van de watertoets in het kader van het bestemmingsplan.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de belangrijkste wettelijke kaders voor dit plan besproken. De gebiedsbeschrijving van de huidige situatie is opgenomen in hoofdstuk 3, waarna in hoofdstuk 4 het inrichtingsplan wordt toegelicht. De (geo)hydrologische effecten van het plan worden in hoofdstuk 5 behandeld.

2

UITGANGSPUNTEN VANUIT BELEID EN WETTELIJK KADER

In dit hoofdstuk worden de relevante voorwaarden die volgen uit de beleidsregels voor het Waterschap Noorderzijlvest uiteengezet. Ook zijn een aantal relevante eisen die volgen uit de wet op de lijkbezorging opgenomen.

2.1 Beleid Waterschap Noorderzijlvest

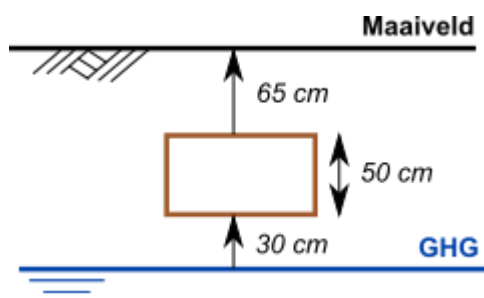
Het Waterschap Noorderzijlvest heeft beleid opgesteld met betrekking tot waterberging. In de keur is opgenomen dat het veranderen van oppervlaktewateren niet mag leiden tot verlies aan waterbergend vermogen in het plangebied [ref. 1]. Dit betekent dat het inrichtingsplan niet minder waterbergend oppervlakte mag hebben dan de huidige situatie. Daarnaast geldt dat de aanleg van verhard oppervlakte gecompenseerd dient te worden. Voor plannen en projecten met een maximale toename van verhard oppervlak van 750 m², geldt echter een vrijstelling voor het creëren van compenserende waterberging. Wel dient voorkomen te worden dat overlast ontstaat door het afstromende hemelwater [ref. 2].

Voor de wateren waar geen kwaliteitsdoel op ligt vanuit het KRW- of natuurwateren-beleid streeft het waterschap naar een waterkwaliteit zoals opgenomen in het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkwm 2009) en de onderliggende Ministeriële Regeling monitoring kaderrichtlijn water (MR Monitoring) [ref. 2].

2.2 Wet op Lijkbezorging

De Wet op de Lijkbezorging en de daarbij behorende inspectierichtlijnen zijn zo ingericht dat zo goed mogelijk wordt voldaan aan milieuhygiënische randvoorwaarden van de inspectie van de volksgezondheid. Hierbij wordt opgemerkt dat bij natuurbegraven een eeuwige grafrust geldt en het graf nooit geruimd zal worden. Volgens de Wet op de Lijkbezorging moet een graf minimaal 30 cm boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) liggen en moet een de bovenkant van de kist minimaal 65 cm onder het maaiveld liggen (afbeelding 2.1). Verder moet de minimale afstand tussen graven 30 cm bedragen en mogen er ten hoogste 3 lijken boven elkaar worden begraven met tenminste een laag grond van 30 cm ertussen [ref. 3].

Afbeelding 2.1 Schematische weergave van de Wet op Lijkbezorging



De grond- en grondwatercriteria in de inspectierichtlijnen van de Wet op Lijkbezorging dienen een tweeledig doel. De criteria dragen zorg voor de vereiste (grond)waterpeilbeheersing en waarborgen dat eventuele verontreiniging zich niet naar de omgeving kan verspreiden via het oppervlaktewater en grondwater, ook via de diepere bodemlagen. In 2014 is de inspectierichtlijn geactualiseerd en wordt er specifiek verwezen naar natuurbegraven. Er wordt aangegeven dat de grond- en grondwatercriteria bij natuurbegraven geen belemmerend thema zijn gezien de eeuwigdurende grafrust. De originele inspectierichtlijnen van de wet op Lijkbezorging vormen het vertrekpunt voor de waterhuishoudkundige inrichting.

2.3 Overig relevant beleid

WB21/NBW (landelijk beleid)

De kern van het Waterbeleid 21 e eeuw (WB21) houdt in dat water de ruimte moet krijgen en dat er voldoende schoon water moet zijn. Het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW, 2003) is gericht op structurele veranderingen in de waterproblematiek (klimaatveranderingen, zeespiegelstijging, maaiveldddaling en verstedelijking). In 2008 is het NBW geactualiseerd (NBW2008). Waterkwaliteit en de stedelijke wateropgave staan nu prominenter in het akkoord verwoord. Artikel 5 van NBW2008 gaat over grondwater. Met name wordt genoemd dat de waterpeilen en ruimtelijke grondgebruiksfuncties op elkaar afgestemd dienen te worden. In 2011/2013 heeft er een actualisatie/evaluatie van het NBW plaatsgevonden naar het Bestuursakkoord Water (BAW). Doel van het Bestuursakkoord Water is te blijven zorgen voor:

- veiligheid tegen overstromingen;
- een goede kwaliteit water;
- voldoende zoet water.

Provinciaal beleid

Op grond van de Waterwet, dient de provincie in de Omgevingsverordening de waterhuishoudkundige functies voor wateren en watersystemen vast te leggen. Deze functies vormen de ruimtelijke component van het waterbeleid. Zij bepalen welke waterhuishoudkundige situatie wordt nagestreefd. Het gaat daarbij onder andere om de waterkwaliteit, de grondwaterstand en de inrichting van waterlopen.

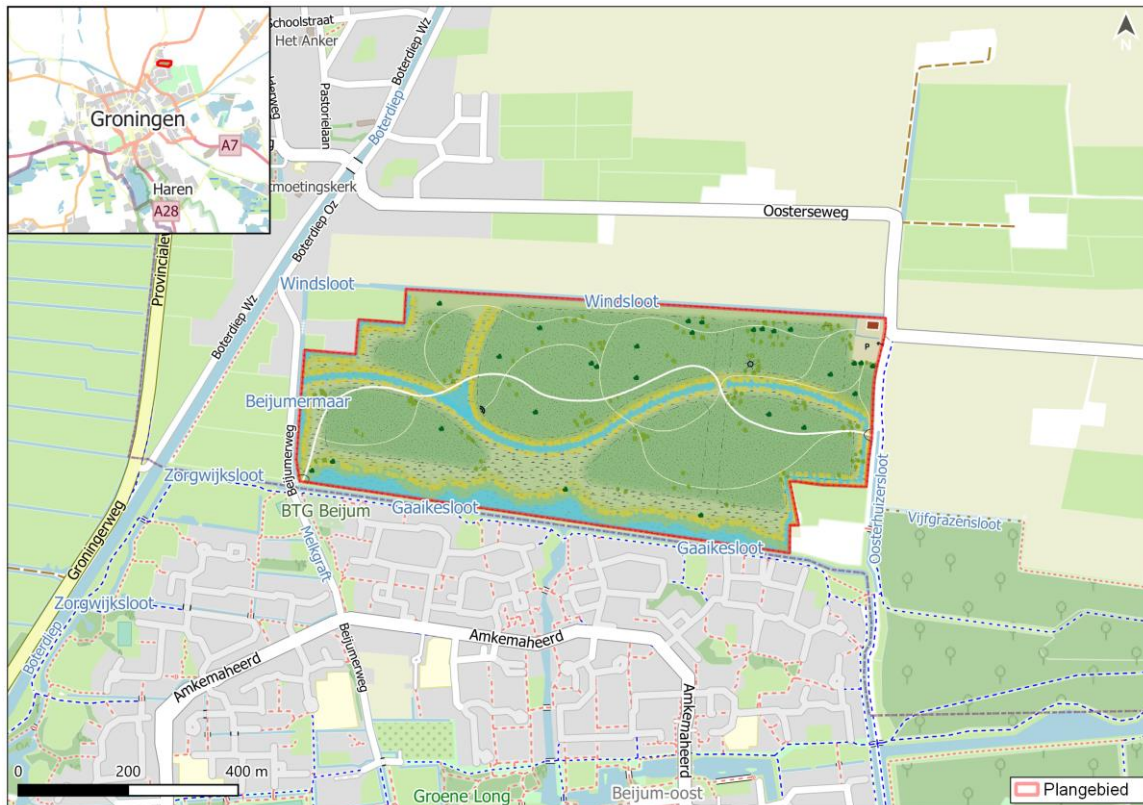
Bij het ontwerp van het waterhuishoudkundig plan wordt rekening gehouden met het landelijk, provinciaal en waterschapsbeleid

HUDIGE SITUATIE

3.1 Ligging plangebied

Het plangebied ligt ten noordoosten van de stad Groningen, noord van de wijk Beijum. Het plangebied is een polder nabij natuur- en recreatiegebied Karding, De ligging van het plangebied is weergegeven in afbeelding 3.1.

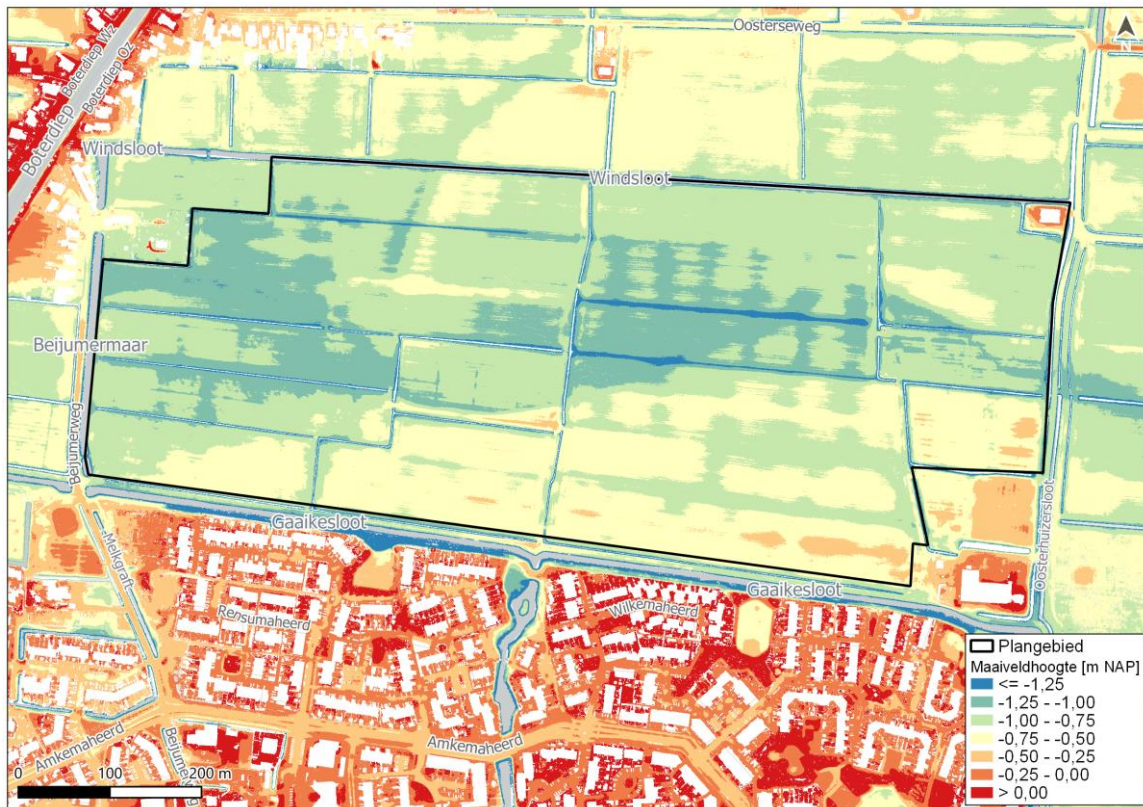
Afbeelding 3.1 Planlocatie



3.2 Maaiveldhoogte

De maaiveldhoogte in het plangebied ligt tussen de circa NAP -0,5 m en NAP -1,1 m, zie ook afbeelding 3.2 [ref. 4].

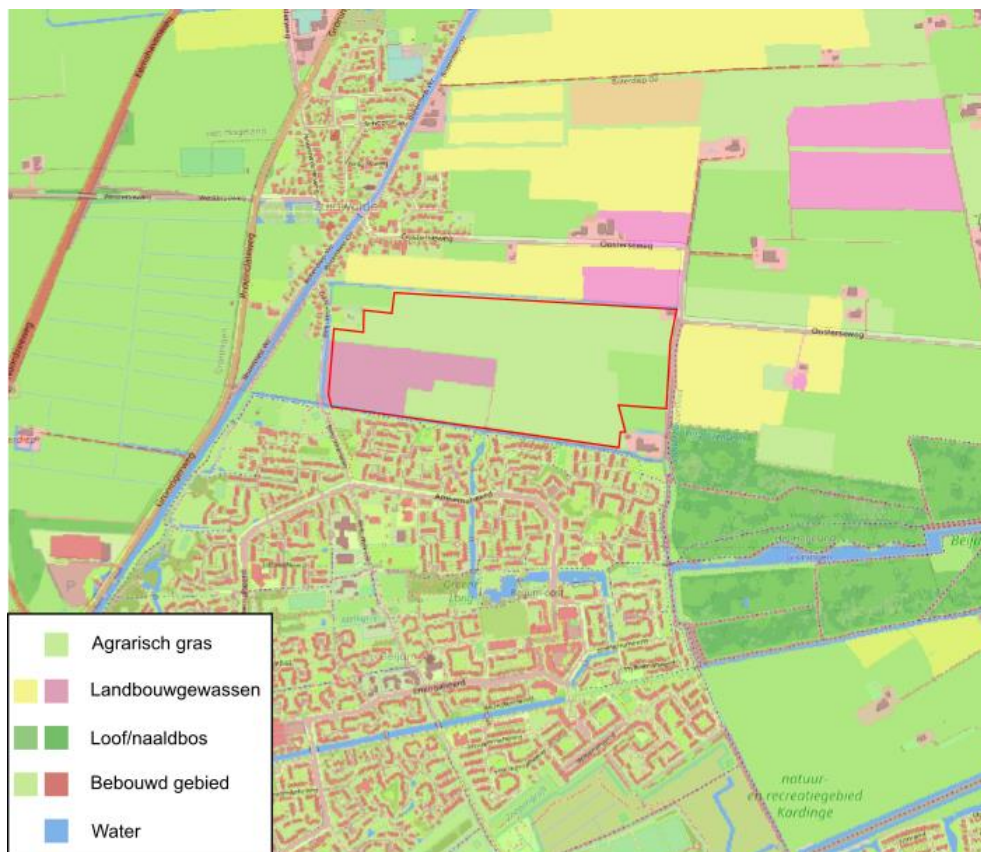
Afbeelding 3.2 Maaiveldhoogte in het plangebied



3.3 Landgebruik

Het huidige landgebruik is in kaart gebracht met Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN 2021) [ref. 5]. In het plangebied is het landgebruik agrarisch, zowel gras als gewas (zie afbeelding 3.3). Ten zuiden van het plangebied ligt de Groningse wijk Beijum. Ten zuidoosten ligt het Beijumer Bos, onderdeel van natuur- en recreatiegebied Karding. Ten noordwesten ligt, na een stukje agrarisch perceel, het dorpje Zuidwolde. Ten westen ligt het Boterdiep, het boezemwater waar het watersysteem van het plangebied via een gemaal op afwatert. Verder liggen rondom het plangebied voornamelijk agrarische percelen.

Afbeelding 3.3 Landgebruikskaat in en rondom het plangebied. Opgehaald van [ref. 5]



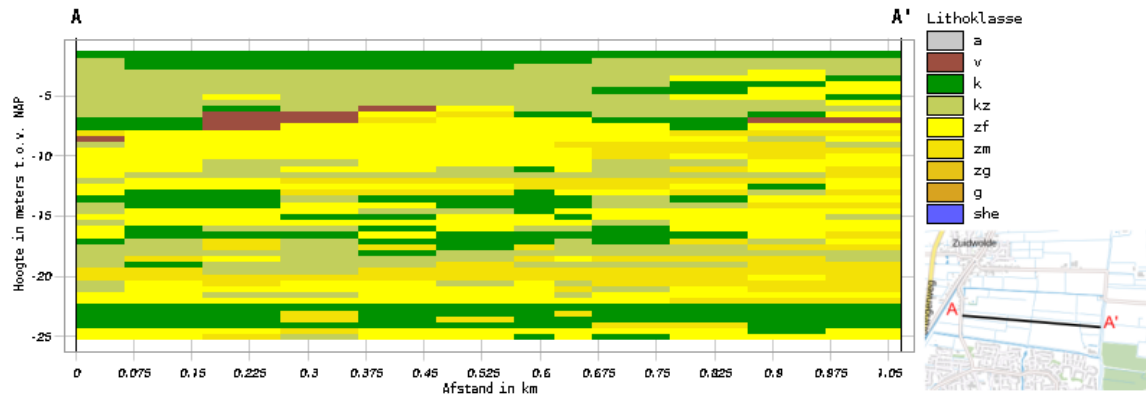
3.4 Bodemopbouw

De regionale bodemopbouw is in kaart gebracht met behulp van ondergrondmodel GeoTOP v1.5. Vervolgens is de bodemopbouw lokaal in kaart gebracht via boringen van DINOloket in het plangebied [ref. 6] en het uitgevoerde veldwerk, dat is beschreven in 'Verkennd geohydrologisch onderzoek NBP Karding' door Landslide [ref. 7] en grondonderzoek uitgevoerd door Wiertsema [ref. 8].

3.4.1 Regionaal: de ondergrond op basis van ondergrondmodel GeoTOP

De ondiepe ondergrond bestaat in het plangebied overwegend uit klei (afbeelding 3.4). Met name de eerste paar m bestaan uit klei tot kleiig zand. Op circa NAP -6 m kan ook wat veen aanwezig zijn. Tot circa NAP -23 m bestaat de bodem mogelijk uit een heterogeen pakket van afwisselend zandige en kleiige lagen. Volgens GeoTOP ligt op circa NAP -23 m een vlakdekkende kleilaag van ongeveer 1 m dik.

Afbeelding 3.4 Bodemopbouw van het plangebied volgens GeoTOP v1.5. Opgehaald van [ref. 6]

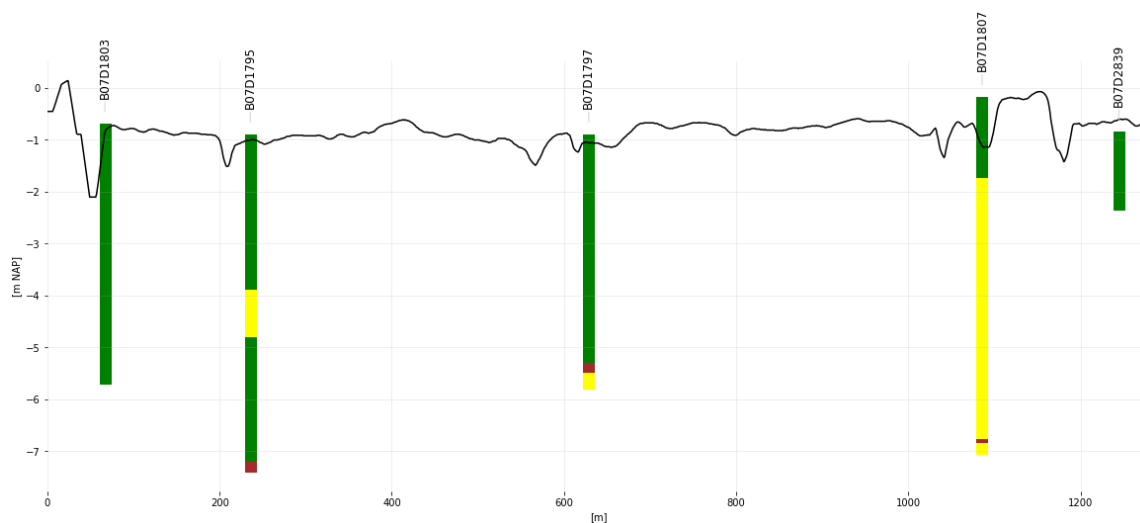


3.4.2 Lokaal: de ondergrond op basis van boringen

Boringen uit DINOlaket

Op basis van de boringen uit DINOlaket [ref. 6], bestaat de ondiepe ondergrond ook uit klei. Een doorsnede langs de DINOlaket boringen laat zien dat de eerste paar meters van de ondergrond uit klei bestaan. Dieper komen ook zandige lagen voor.

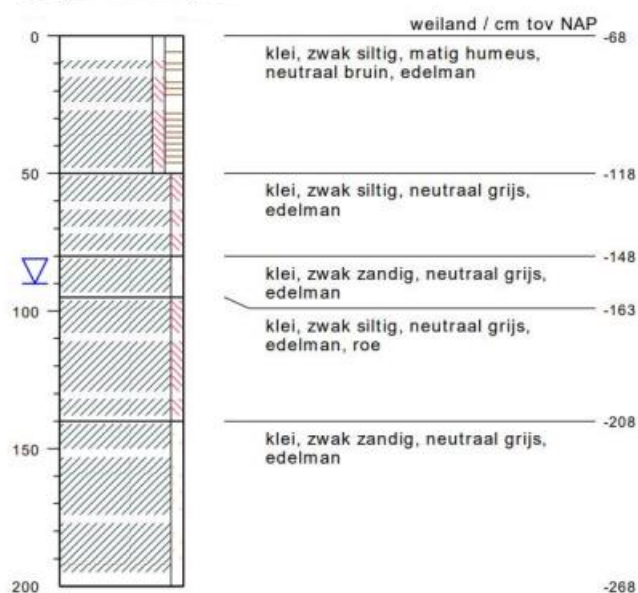
Afbeelding 3.5 Doorsnede met maaiveldhoogte en DINOlaket boringen, van noordwest naar zuidoost



Boringen uit het veldwerk van Landslide

Ook uit de boringen verricht bij het veldwerk [ref. 7] volgt dat de ondergrond zeer kleiig is. In de meeste boringen is de ondergrond tot circa 1 - 2 m-mv zwak siltige klei. Vanaf 1 tot 2 m-mv bestaat de ondergrond in de meeste boringen uit zwak zandige klei. Een indicatieve boring is weergegeven in afbeelding 3.6. Alle boringen uit het 'Verkennd geohydrologisch onderzoek' en hun locaties zijn toegevoegd in bijlage I.

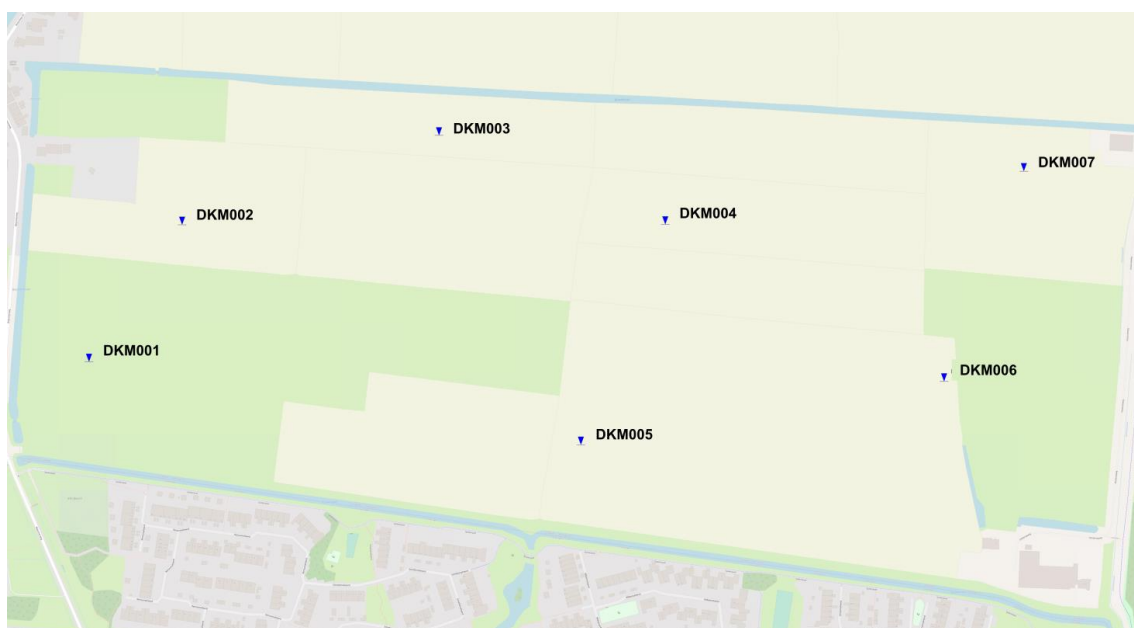
Afbeelding 3.6 Indicatieve boring (nr. 9). Opgehaald van [ref. 7]



Aanvullend bodemonderzoek Wiertsema

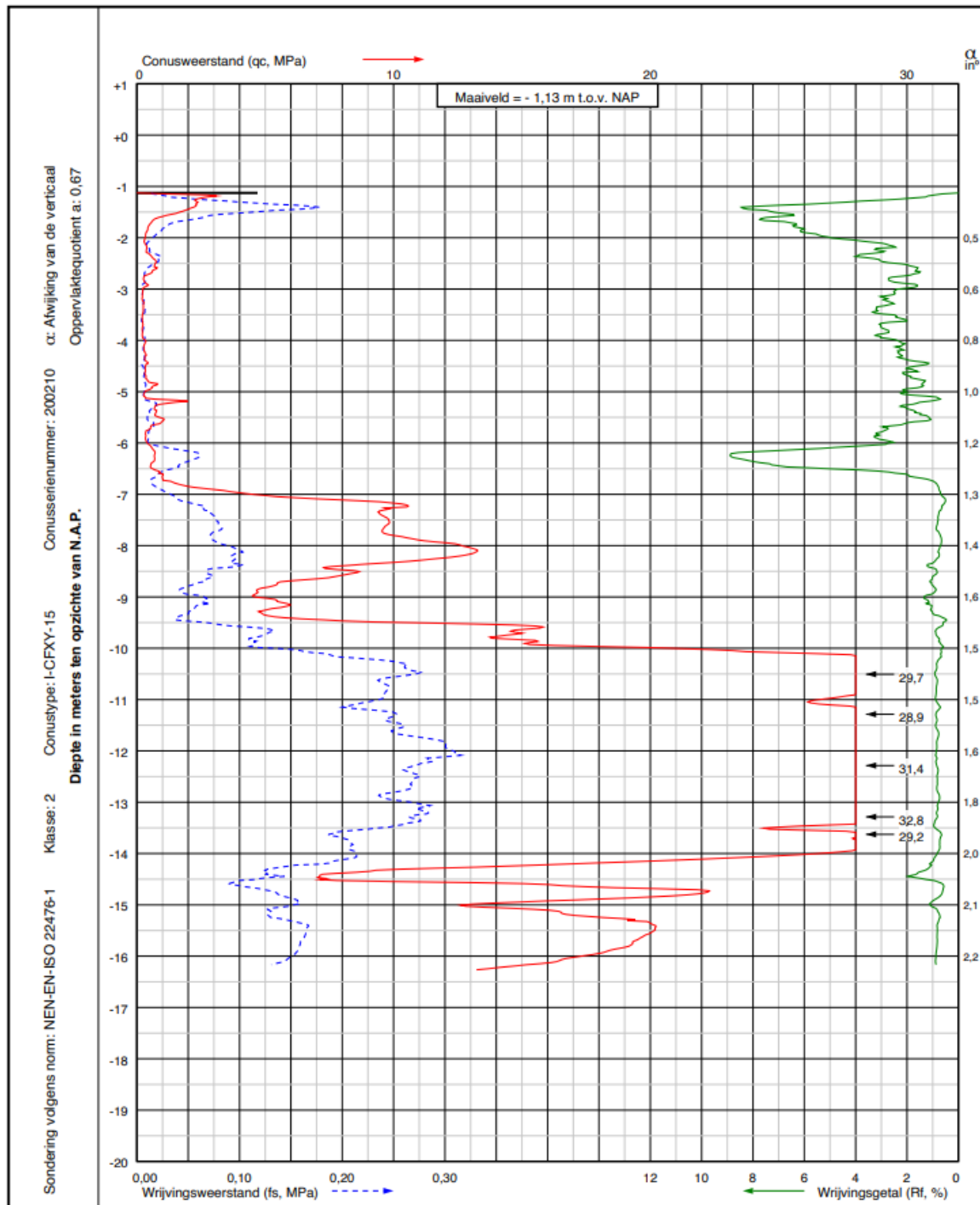
In juni 2023 is door Wiertsema aanvullend bodemonderzoek verricht [ref. 8]. Er zijn een aantal sonderingen uitgevoerd (afbeelding 3.7). Ook zijn grondmonsters in het laboratorium onderzocht om zettingsparameters te bepalen. Deze resultaten zijn opgenomen in Bijlage IV.

Afbeelding 3.7 Locaties van verrichte sonderingen van het veldwerk van Wiertsema



Uit deze sonderingen volgt een vergelijkbaar beeld. Een representatieve sondering is weergegeven in afbeelding 3.8. Alle sonderingen uit het veldwerk van Wiertsema zijn bijgevoegd in bijlage II. Aan maaiveld ligt een laagje venige klei tot veen, van enkele tientallen cm dik. Hierna volgt een laag (soms zandige) klei tot circa NAP -6 à -7 m. Daarna volgt weer een venige klei tot enig laagje van ca. een halve meter, waarna het watervoerend pakket begint, bestaande uit zand tot kleig zand.

Afbeelding 3.8 Representatieve sondering (DKM004) verricht bij het veldwerk van Wiertsema



3.5 Geohydrologische schematisatie

De geohydrologische schematisatie beschrijft de belangrijkste geohydrologische aspecten van de ondergrond en is gebaseerd op de bodemopbouw als beschreven in paragraaf 3.4. De ondergrond begint met een slecht doorlatende deklaag van klei, gevolgd door zwak zandige klei. In deze deklaag ligt de freatische grondwaterstand. Onder de deklaag begint het watervoerend pakket, bestaande uit een heterogeen zandpakket, dat wordt afgewisseld met klei en kleiig zand. De doorlatendheid van dit pakket is daarom relatief laag [ref. 6]. Het grondwater in het watervoerend pakket heet de stijghoogte. Onder deze laag ligt een kleiige laag met aanzienlijke weerstand, waardoor deze laag kan worden aangehouden als de geohydrologische basis.

Tabel 3.1 Geohydrologische schematisatie van de ondergrond

Bovenkant laag [m NAP]	Onderkant laag [m NAP]	Lithologie	Geohydrologische laag	Bodemparameter*
-0,80	-1,5	klei, weinig	deklaag	$kh = 0,001 - 0,005 \text{ m/d}$
-1,5	-6,5	klei, zwak zandig	deklaag/freatisch pakket	$kh = 0,05 - 0,3 \text{ m/d}$
-6,5	-7,0	klei, weinig	scheidende laag	$c = 200 - 500 \text{ d/m}$
-7,0	-23	zand met laagjes klei	watervoerend pakket met scheidende laagjes	$kh = 5 - 10 \text{ m/d}^{**}$
-23	-	klei	geohydrologische basis	-

* Bodemparameters zijn indicatief. Opgehaald van grondwaterformules [ref. 10] en het Grondwaterzakboekje [ref. 9].

** Bodemparameter opgehaald uit ondergrondmodel REGIS v2.2.1 [ref. 6].

3.6 Grondwatersysteem

In deze paragraaf is het grondwatersysteem besproken. Hierbij is zowel naar de freatische grondwaterstand (in de deklaag) als de stijghoogte (in het watervoerend pakket) gekeken.

3.6.1 Freatisch grondwater

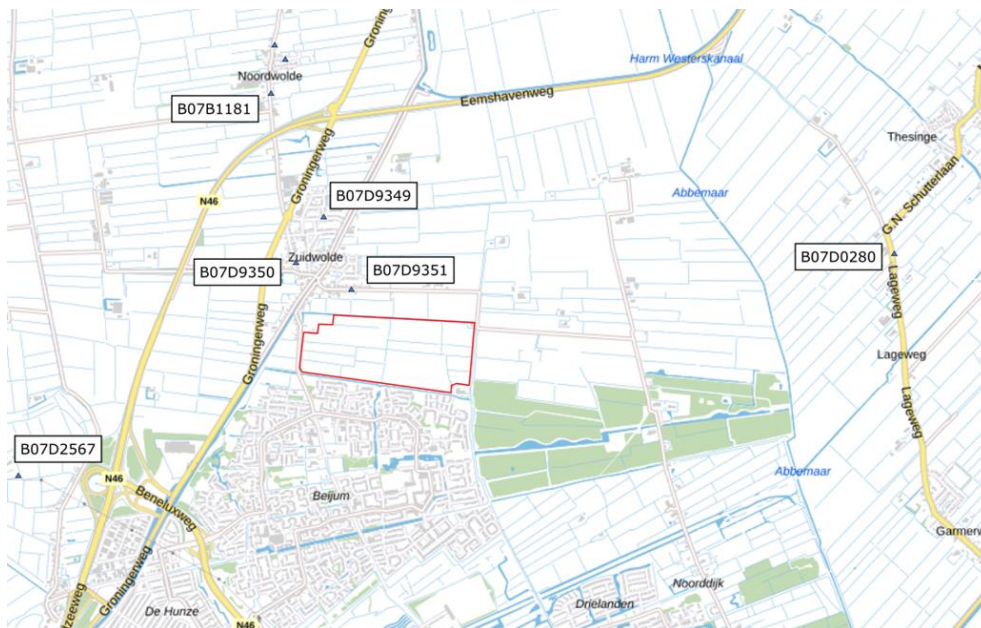
De freatische grondwaterstanden zijn zowel gemeten met DINOloket peilbuizen, als met een peilbuis geplaatst bij het 'Verkennd geohydrologisch onderzoek'.

Freatische grondwaterstand op basis van DINOloket

In en nabij het plangebied, en in hetzelfde peilgebied, staan een aantal freatische peilbuizen (afbeelding 3.9). Gebaseerd op de afstand tot het plangebied en vergelijkbare oppervlaktewaterpeilen van het plangebied en de peilbuis, zijn 3 peilbuizen representatief:

- B07D349;
- B07D350;
- B07D351.

Afbeelding 3.9 Locatie freatische peilbuis aangegeven met de blauwe driehoek



De gegevens van deze peilbuizen zijn opgenomen in tabel 3.2. De meetreeksen zijn weergegeven in afbeelding 3.10.

De verwachte gemiddelde grondwaterstand in het plangebied bedraagt circa NAP -1,40 m tot -1,60 m. De meest conservatieve gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) ligt op circa NAP -1,15 m, de meest conservatieve gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) op circa NAP -1,91 m. Het laagste maaiveld in het projectgebied bedraagt ca. NAP -1,0 m (zie ook paragraaf 3.2). Dit betekent dat de maatgevende grondwaterstand (maaiveld minus de GHG, en dus ontwateringsdiepte) in het plangebied op circa 0,2 m-mv ligt.

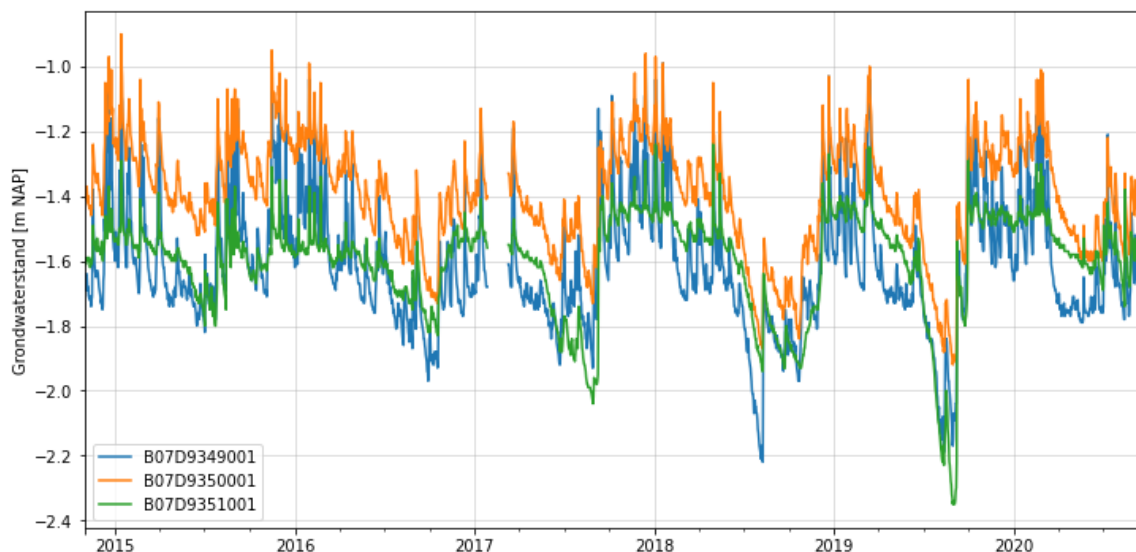
Tabel 3.2 Gegevens van de freatische peilbuizen

Naam	Maaiveld*	Filter top [m NAP]	Filter bot [m NAP]	Gemiddelde meting [m NAP]	GHG** [m NAP]	GLG** [m NAP]
B07D349	-0,61	-1,59	-3,59	-1,62	-1,26	-1,90
B07D350	-0,34	-1,29	-3,29	-1,40	-1,15	-1,67
B07D351	-0,58	-1,09	-3,09	-1,60	-1,42	-1,91

* Dit maaiveld is niet van toepassing in het projectgebied, omdat de peilbuizen buiten het projectgebied liggen

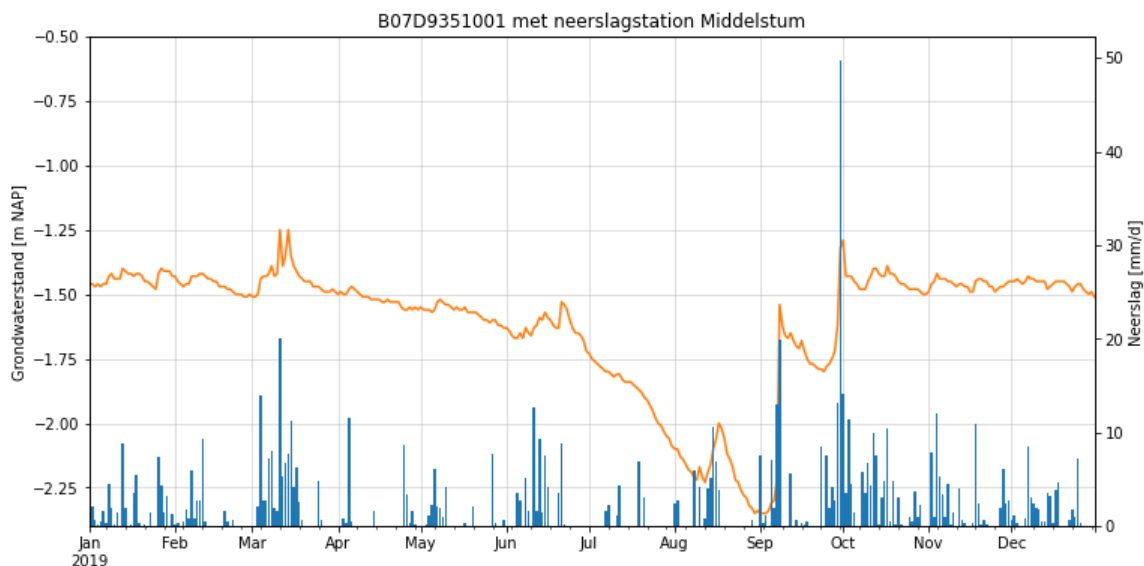
** Er zijn vanaf oktober 2014 tot november 2020 gegevens beschikbaar, dus de GxG's worden over minder dan 8 jaar berekend

Afbeelding 3.10 Meetreeksen van de freatische peilbuizen



De freatische grondwaterstand reageert snel op de neerslag. In afbeelding 3.11 is (als voorbeeld) de grondwaterstand van peilbuis D9351 over 2019 weergegeven, in combinatie met de gemeten neerslag van neerslagstation Middelstum [ref. 11]. Dit station is het dichtstbijzijnde neerslagstation, circa 7 km ten noorden van het plangebied. De verdamping bij dit station is niet gemeten en daarom ook niet weergegeven. Te zien is dat de grondwaterstand stijgt in reactie op een neerslaggebeurtenis. Ook zakt de grondwaterstand weer snel uit na dagen met grote neerslaghoeveelheden. Goede voorbeelden hiervan zijn te zien in maart, halverwege augustus en in september. Na de grotere buien is een duidelijke reactie van de grondwaterstand te zien.

Afbeelding 3.11 Grondwaterstand van peilbuis D9351 over 2019 met neerslag als gemeten in station Middelstum

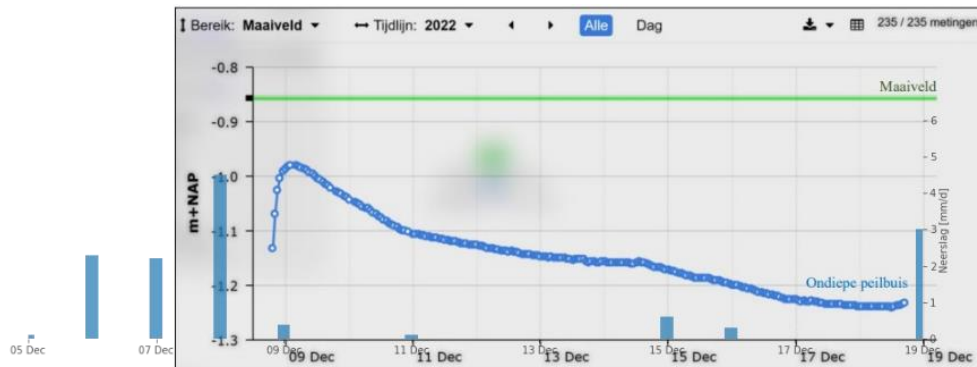


Freatische grondwaterstand op basis van het verkennend onderzoek

Centraal in het plangebied is een 'ondiepe' (filter NAP -0,86 - -1,76 m) en 'diepe' (NAP -5,56 - -6,56 m) peilbuis geplaatst (zie ook bijlage I). Deze peilbuis heeft een zeer beperkt aantal metingen in december 2022.

De grondwaterstand laat direct na plaatsing een stijging zien (afbeelding 3.12). Deze stijging is het gevolg van een neerslaggebeurtenis voorafgaand aan het plaatsen van de peilbuis. Vanaf 9 december regent het minder en neemt de grondwaterstand weer af. Na de regenbui stijgt de grondwaterstand in het plangebied tot circa NAP -0,98 m (is circa 0,1 m-mv). De grondwaterstand kan dus kortstondig dicht aan maaiveld komen te staan, wat gezien de kleiige bodemopbouw niet onverwacht is. Na de regenbui daalt de grondwaterstand tot ca NAP -1,2, wat rond de verwachte GHG ligt.

Afbeelding 3.12 Freatische metingen van de ondiepe peilbuis [ref. 7] en neerslag bij station Middelstum [ref. 11]



3.6.2 Stijghoogte

In of nabij het plangebied zijn geen peilbuizen aanwezig die langere tijd de stijghoogte meten. Er is daarom gebruik gemaakt van de indicatieve berekening van het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) [ref. 12] en de geplaatste peilbuis voor het 'Verkenndend geohydrologisch onderzoek'.

Stijghoogte uit het LHM

De stijghoogte ter plaatse van het plangebied zijn, volgens het LHM, naar verwachting gemiddeld circa NAP -1,50 m (afbeelding 3.13). Hierbij moet wel opgemerkt worden dat dit een indicatieve gemiddelde stijghoogte is en dus geen vervanging is voor gedegen stijghoogtemetingen.

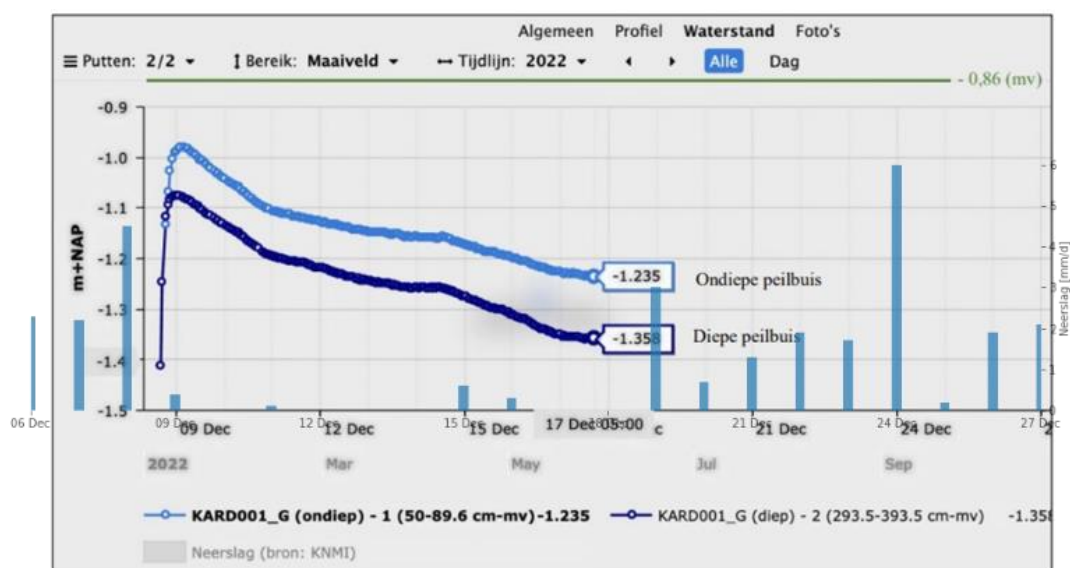
Afbeelding 3.13 Stijghoogte op basis van het LHM [ref. 12]



Stijghoogte op basis van het verkennend onderzoek

Op basis van de korte meetreeks in december 2022 (afbeelding 3.14) is te zien dat de stijghoogte in deze peilbuis is lager dan de freatische grondwaterstand (voor de losse meting van de diepe peilbuis, zie Bijlage III), wat laat zien dat er sprake is van inzijging. Grondwater zakt dus vanaf het freatisch pakket weg richting het watervoerend pakket. De stijghoogte reageert ook op de neerslag, maar blijft consistent onder de freatische grondwaterstand liggen.

Afbeelding 3.14 Stijghoogte metingen van de diepe peilbuis [ref. 7] en neerslag bij station Middelstum [ref. 11]



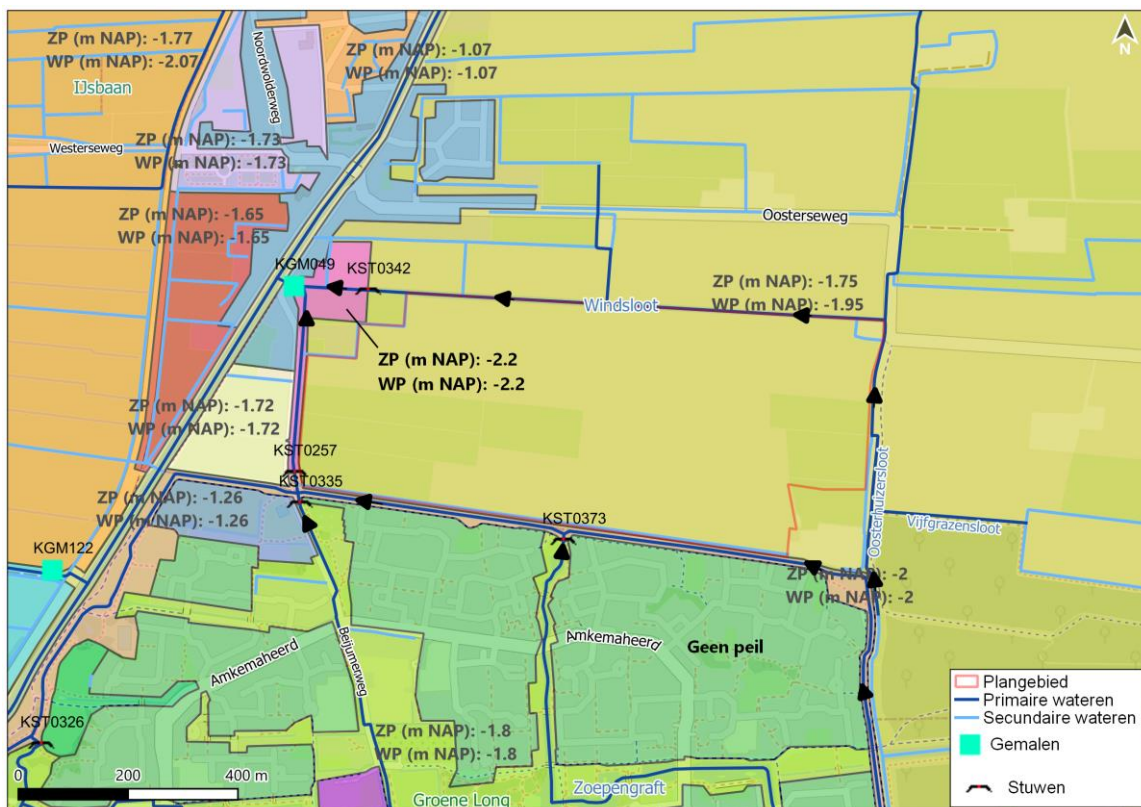
3.7 Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewatersysteem is in kaart gebracht op basis van het Beheerregister/de Waterschapskaart [ref. 13].

3.7.1 Peilgebieden

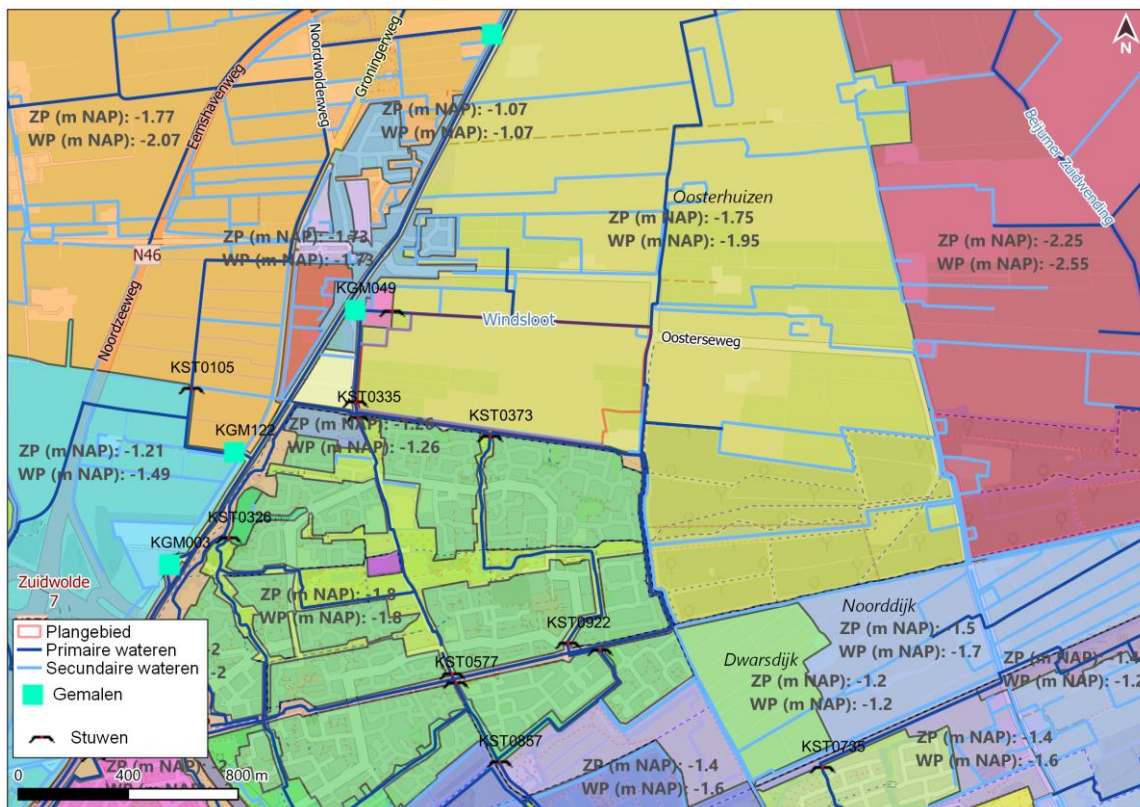
Het plangebied heeft in de huidige situatie een zomerpeil van NAP -1,75 meter en winterpeil van NAP -1,95 m. Dit peilgebied, Oosterhuizen, loopt vanaf het Beijumer Bos tot aan de Eemshavenweg ruim ten noorden van het plangebied. Het peilgebied Beijum-Ringsloot, ten zuiden van het plangebied heeft een vast peil van NAP -2 m. Op dit peilgebied watert de wijk Beijum via een aantal stuwen rondom de wijk af. Vervolgens stroomt het water over stuw KST0257 naar peilgebied Beijum (ZP: NAP -2,2 m, WP: NAP -2,2 m), west van het plangebied. Het water wordt daarna via gemaal GKM049 naar het Boterdiep gepompt met een vast peil van NAP -1,07 m. Een overzicht van de oppervlaktewaterpeilen en peilgebieden in en rondom het plangebied is weergegeven in afbeelding 3.15.

Afbeelding 3.15 Peilgebieden in en rondom het plangebied



Belangrijk om op te merken is dat de peilgebied Noorddijk, ten zuidoosten van het plangebied, niet in verbinding staat met peilgebied Oosterhuizen (afbeelding 3.16). Peilgebied Noorddijk heeft nu een zomer- en winterpeil van NAP -1,5 m en NAP -1,7 m.

Afbeelding 3.16 Peilgebieden in en rondom het plangebied, uitgezoomde versie



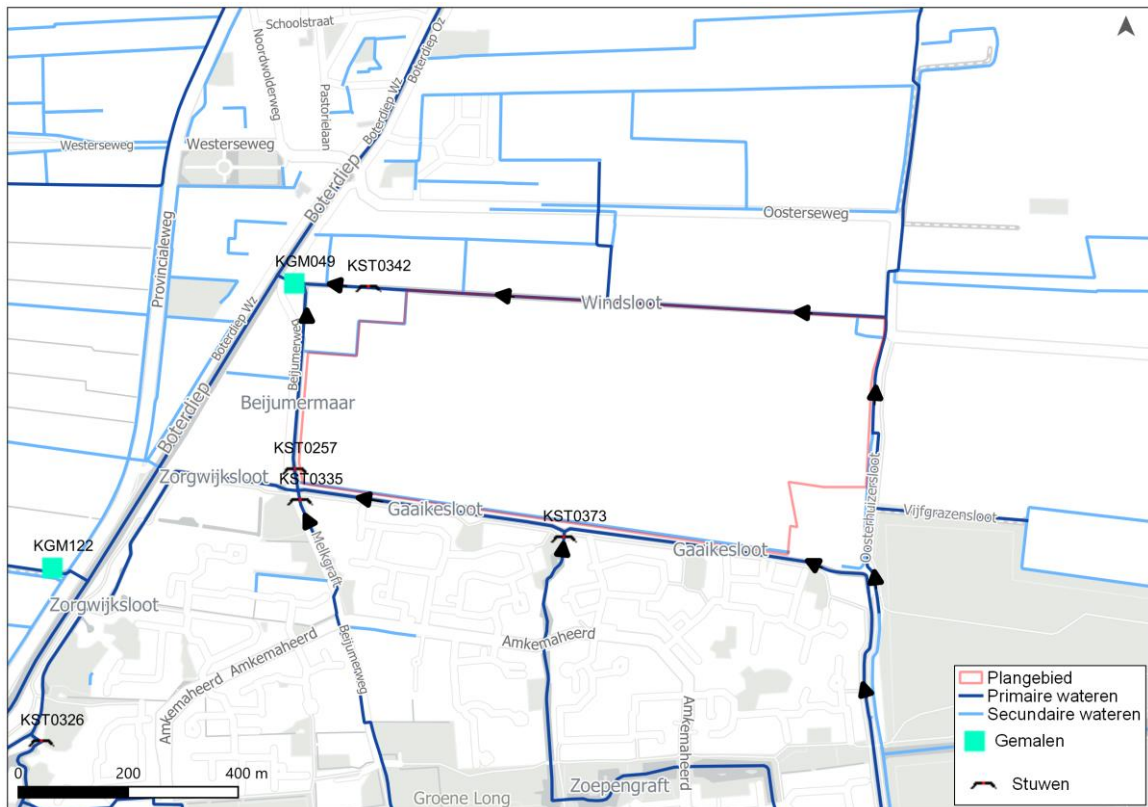
3.7.2 Stroomrichting

De stroomrichting van het oppervlaktewater is vanaf het zuiden van het plangebied richting gemaal KGM049 (afbeelding 3.17). Dit gemaal pompt het water naar het boezemwater, het Boterdiep. Belangrijk om op te merken is dat er aan twee zijdes van het plangebied water richting gemaal KGM049 stroomt. Ten zuidwesten van het plangebied lopen parallel aan elkaar een primaire en secundaire watergang. Deze watergangen liggen niet in hetzelfde peilgebied.

De secundaire watergang (de oostelijke watergang) stroomt vanaf het zuiden in noordelijke richting door en stroomt vervolgens langs de oostzijde van het plangebied. Daarna vervolgt deze watergang zijn weg, om in westelijke richting langs de noordzijde van het plangebied te stromen.

De primaire watergang aan de zuidoostelijke zijde van het gebied stroomt langs de zuidzijde van het plangebied (Gaalkesloot). Hier watert ook de watergang van de wijk Beijum af op deze sloot. Vervolgens stroomt het water aan de westzijde van het plangebied richting het gemaal.

Afbeelding 3.17 Primaire en secundaire watergangen met stuwen, gemalen en stroomrichting



4

INRICHTINGSPLAN

4.1 Plantoelichting

Als onderdeel van de natuurontwikkeling in het kader van de gebiedsvisie 'Kardinge Geeft', wordt 38 ha. natuur ontwikkeld. Hiervan krijgt 30 ha. de functie natuurbegraven. De natuurontwikkeling bestaat uit een open boslandschap met bosjes, bloemrijke velden en alleenstaande bomen. Ook worden er een wadi en natuurvriendelijke rietoevers aangelegd.

Door het nieuwe natuurgebied kan gewandeld worden over grotere en kleinere paden. Er zijn meerdere toegangspunten tot het gebied. Ook wordt er een parkeerplaats aangelegd, waar bezoekers kunnen parkeren en het gebied in kunnen. Het planvoornemen is weergegeven in afbeelding 4.1. Omdat het plangebied ook wordt ingericht als natuurbegraafplaats, moet er voldaan worden aan de Wet op lijkbezorging. Deze regelgeving is bepalend voor de inrichting van het watersysteem, aangezien een minimale ontwateringsdiepte gewaarborgd moet worden. Het watersysteem moet hier dus op worden aangepast.

Afbeelding 4.1 Planvoornemen van natuurontwikkeling en -begraafplaats Karinge



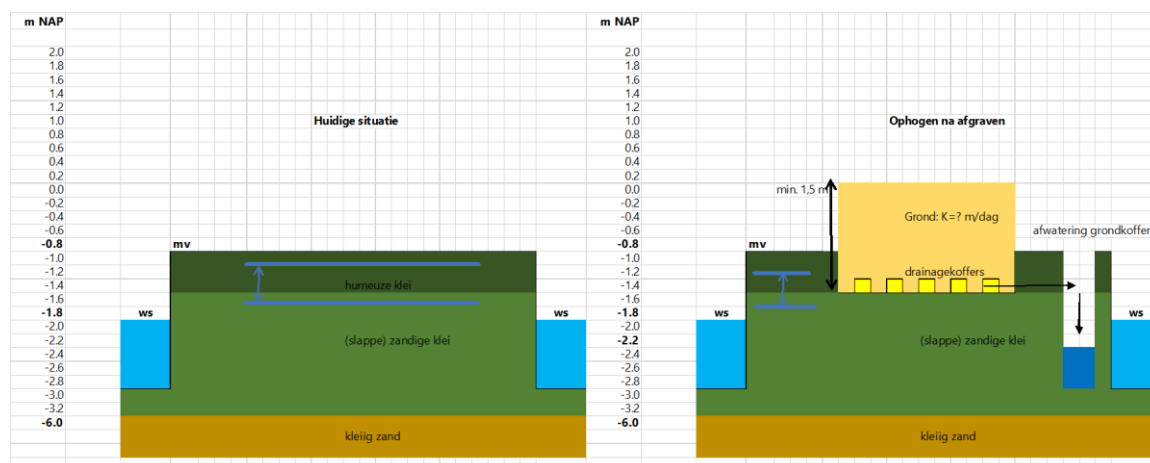
4.2 Waarborgen minimale ontwateringsdiepte

Om te voldoen aan de Wet op lijkbezorging moet er een ontwateringsdiepte van 1,45 m worden behaald. Deze volgt uit de 30 cm (afstand GHG tot kist) + 50 cm (kisthoogte) + 65 cm (kist tot mv). De ontwateringsdiepte in de huidige situatie is beperkt, aangezien de freatische grondwaterstand dicht aan maaiveld staat vanwege de slecht doorlatende kleiige ondergrond. De freatische grondwaterstand varieert tussen de 0,2 en 0,9 m-mv, terwijl deze dus minimaal 1,45 m moet bedragen. De ontwateringsdiepte kan worden vergroot door middel van een combinatie van ophoging en ontwatering.

4.2.1 Ophoging

Het maaiveld wordt netto met circa 1 m opgehoogd, zodat de ontwatering die vereist is via de Wet op lijkbezorging gegarandeerd kan worden. Met de omwonenden is afgesproken dat de ophoging relatief aan het huidige maaiveld niet meer dan 1 m bedraagt. Er wordt daarom eerst circa 0,5 m van de kleiige deklaag afgegraven, voordat de ophooglaag van 1,5 m wordt aangebracht. De afgegraven klei (of grond die vrijkomt bij het graven van de natuur) kan (deels) worden hergebruikt als leeflaag voor de planten.

Afbeelding 4.2 Schematische weergave van de uit te voeren ophoging en aan te leggen ontwatering



De aanleg van ontwatering (grindkoffers) in combinatie met deze ophoging zorgt ervoor dat aan de Wet op Lijkbezorging wordt voldaan.

4.2.2 Ontwatering (grindkoffers)

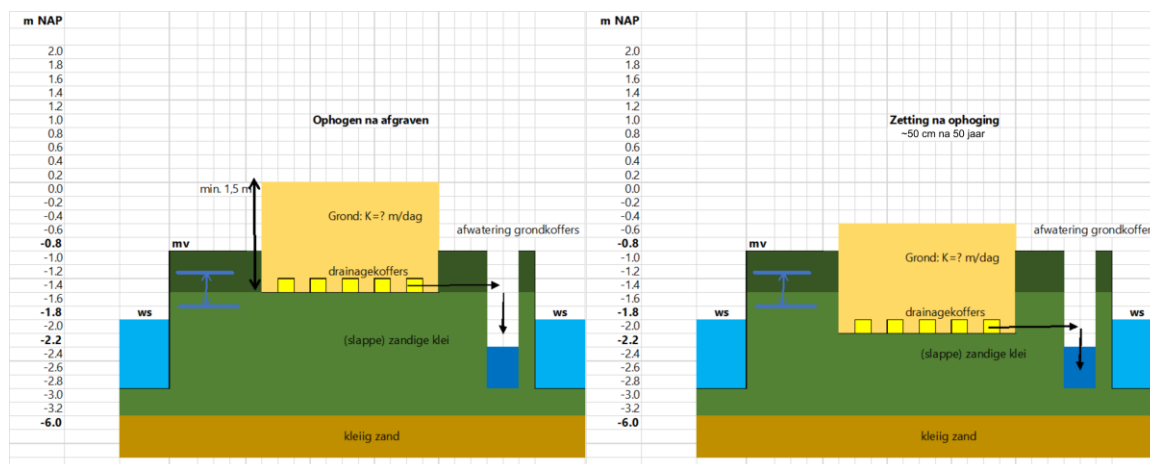
De ontwatering kan geregeld worden met stroken van grof zand of grind, ook wel bekend als grindkoffers (afbeelding 4.2). De grindkoffers hebben een zeer hoge doorlatendheid, waardoor ze grondwater kunnen afvoeren, wanneer de grondwaterstand tot aan de grindkoffers stijgt. Indicatief kan gedacht worden aan een afstand van circa 20 m tussen de grindkoffers. De afstand hangt echter af van het materiaal waarmee wordt opgehoogd en kan in een later stadium definitief bepaald worden. De breedte en hoogte van deze koffers bedragen respectievelijk indicatief circa 1 m en circa 0,3 m [ref. 14]. In de volgende alinea's wordt aangetoond dat de drainagekoffers na zettingen niet onder het oppervlaktewaterpeil eindigen (anders zouden de drainagekoffers alleen kunnen ontwateren (draineren) via een permanente (onder)bemaling).

4.2.3 Zettingen als gevolg van ophogen

De zettingsgevoelig kleilaag gaat onder het gewicht van de ophoging zetten. Het gehele opgehoogde pakket, inclusief grindkoffers, zal zakken (afbeelding 4.3). De zettingsberekeningen zijn toegevoegd in

Bijlage IV. In deze paragraaf worden alleen de belangrijkste uitgangspunten en resultaten besproken.

Afbeelding 4.3 Schematische weergave van de ophoging na zettingen



De verwachte zettingen zijn berekend met de volgende uitgangspunten:

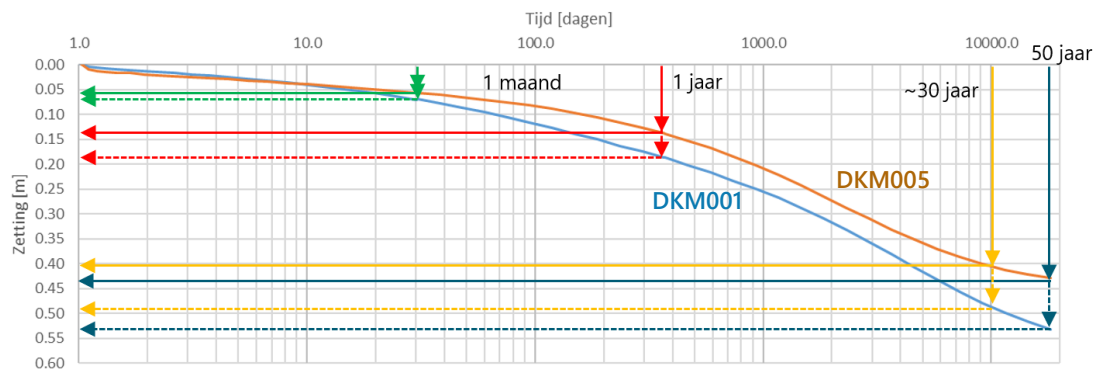
- het maaiveld ligt op NAP -1,0 m;
- de bovenste 1 m van de ondergrond is stevige klei;
- tot NAP - 5 m bestaat de ondergrond uit klei met in meer of mindere mate bijmenging van silt of zand;
- hieronder ligt 1 m voorbelast veen;
- de grondwaterstand ligt op NAP -1,5 m;
- de ophoging is 1,5 m;
- de ophoging is niet samendrukbaar (nadat deze is aangebracht). Deze bestaat dus uit goed gepakt zand.

De zettingsberekening is uitgevoerd voor 2 sonderingen, DKM001 (representatief voor het gebied) en DKM005 (afwijkende bodemopbouw). Op basis van bovenstaande aannames wordt een zetting van tussen ca. 0,43 en 0,53 cm berekend na 50 jaar (afbeelding 4.4). Dit betekent dat de overhoogte na 50 jaar nog circa 0,5 - 0,6 m bedraagt. De overhoogte was initieel immers 1 m+mv, vanwege afgraving van de deklaag.

Tabel 4.1 Resultaten zettingsberekening

Situatie	Zetting na 1 maand [m]	Zetting na 1 jaar [m]	Zetting na 30 jaar [m]	Zetting na 50 jaar [m]
DKM001 (representatief hele gebied)	ca. 0,07	ca. 0,19	ca. 0,49	ca. 0,54
DKM005 (afwijkende bodemopbouw)	ca. 0,06	ca. 0,13	ca. 0,38	ca. 0,40

Afbeelding 4.4 Zettingsgrafiek



Uit de zettingsberekening volgt dus dat de eindzettingen tussen de ca. 40 à 54 cm liggen. De grindkoffers zakken met dezelfde hoeveelheid mee, omdat deze ook boven de zettingsgevoelige lagen liggen. Na deze zettingen liggen de grindkoffers echter nog boven het (nieuwe) waterpeil van NAP -2,0 m.

4.3 Watersysteem

Om een passende waterhuishouding te creëren, moeten een aantal aanpassingen in het watersysteem gedaan worden. De aanpassingen zijn op de kaart weergegeven in afbeelding 4.5 en worden in deze paragraaf besproken:

- 1 dempen huidige waterlopen (niet weergegeven in afbeelding 4.5);
- 2 graven waterpartijen;
- 3 graven wadi;
- 4 aanleg stuw aan de westzijde;
- 5 aanleg inlaatduiker aan de oostzijde;
- 6 aanleg 'dam' in Oosterhuizenstoot;
- 7 aanleg 'dam' voor hydrologische scheiding noord- en zuidzijde plangebied;
- 8 aanpassingen aan oppervlaktewaterpeilen;
- 9 aanleg hydrologische verbinding met peilvak Noorddijk (niet weergegeven in afbeelding 4.5);
- 10 optioneel: aanleg 3 duikers de zuidzijde.

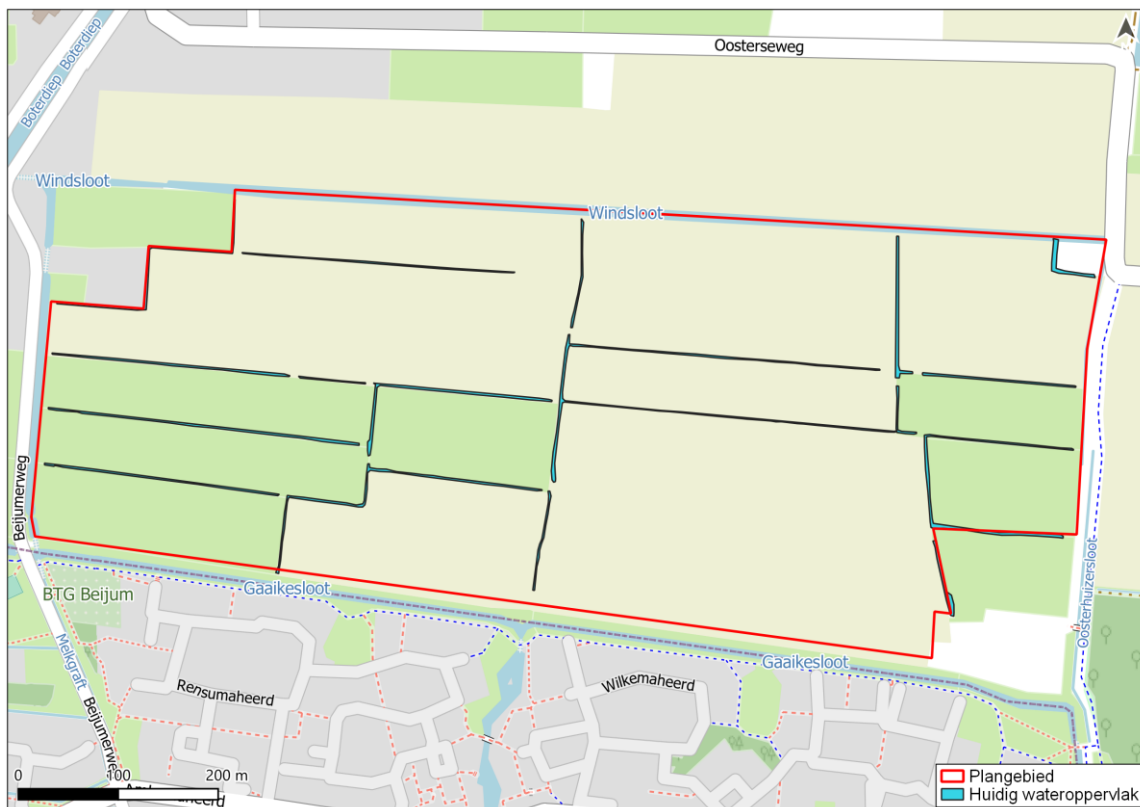
Afbeelding 4.5 Waterhuishoudkundige kaart: schematisch overzicht van de aanpassingen (in zwart) in het watersysteem. In grijs de huidige bestaande peilen voor het complete overzicht



1. Dempen huidige waterlopen

De huidige waterlopen in het plangebied (afbeelding 4.6) worden gedempt. Dit betreffen kleine ontwateringsslootjes/ greppels en dus niet de waterlopen die op de rand van het plangebied liggen.

Afbeelding 4.6 Ligging van huidige waterlopen/greppels



2. Graven waterpartijen

Er worden nieuwe waterpartijen gegraven. Deze vormen een slingerend water door het landschap en zijn veelal voorzien met natuurvriendelijke rietoevers. Het watersysteem in het plangebied wordt gesplitst in twee delen; de noordelijke helft en de zuidelijke helft. De waterlichamen aan de noord- en zuidzijde van het plangebied staan niet met elkaar in directe verbinding.

Voor het graven van waterpartijen gelden de volgende afmetingen [ref. 15], aangezien het plangebied ten noorden van het Van Starkenborghkanaal ligt:

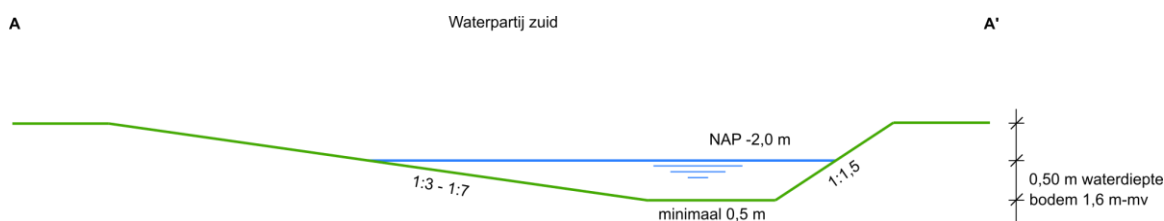
- slootdiepte 1,60 m minus maatgevende maaiveldhoogte of een bodemdiepte waarin onder normale omstandigheden een waterstand blijft van 0,50 m;
- taluds van minimaal 1: 1,5;
- bodembreedte minimaal 0,50 m.

Indicatief zijn principe profielen toegevoegd van de waterpartij aan de zuidzijde, de watergang midden in het plangebied en de wadi/moeras aan de noordzijde (afbeelding 4.7).

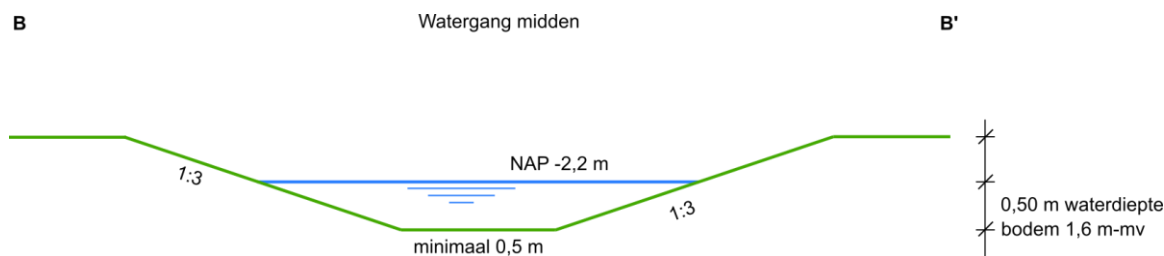
Afbeelding 4.7 Locaties van doorsnedes van de principeprofielen



Afbeelding 4.8 Principe profiel van de waterpartij aan de zuidzijde



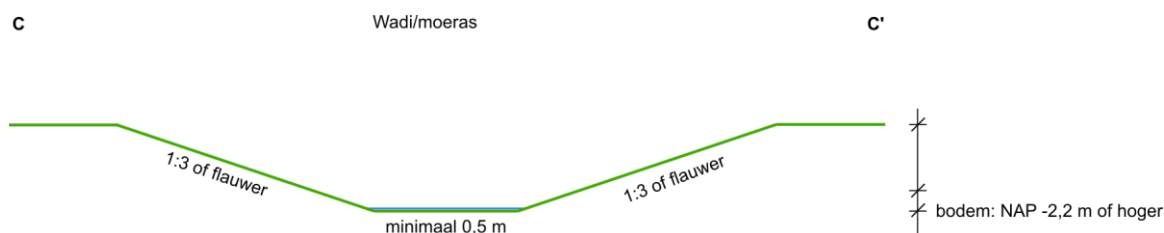
Afbeelding 4.9 Principe profiel van de watergang in het midden van het plangebied



3. Graven wadi

Als onderdeel van de planinrichting wordt een wadi aangelegd in de noordelijke arm van de nieuwe waterpartij. Deze staat niet in verbinding met de noordelijke polderwatersloot. Aandachtspunt is hierbij dat de bodemhoogte gelijk of hoger wordt gelegd dan het waterpeil (NAP -2,20 m). De wadi is dan niet altijd geïnundeerd, maar beweegt mee met het noordelijk deel van het plangebied. De waterdiepte is dus variabel.

Afbeelding 4.10 Principe profiel van de wadi/moeras aan de noordzijde



4. Aanleg stuw aan de westzijde

Aan de westzijde van het plangebied wordt een nieuwe stuw aangelegd. De nieuwe stuw laat water uit het plangebied naar peilgebied Beijum en heeft een peil van NAP -2,20 m, gelijk aan het peilgebied Beijum. Deze stuw staat er om te voorkomen dat het oppervlaktewaterpeil in het plangebied daalt wanneer het gemaal hard staat te pompen.

5. Aanleg inlaatduiker aan de oostzijde

Aan de oostzijde van het plangebied wordt een inlaatduiker aangelegd. Deze regelt de aanvoer naar het noordelijk watersysteem in het plangebied. Via een watergang in de zuidoostelijke hoek van het plangebied wordt water vanuit de Oosterhuizersloot ingelaten naar het noordelijk watersysteem van het plangebied.

6. Aanleg 'dam' in de Oosterhuizersloot

In de Oosterhuizersloot wordt een dam aangelegd om te voorkomen dat deze sloot in verbinding staat met de Windsloot. De dam wordt net ten zuiden van de Vijfgrazensloot geplaatst. De Oosterhuizersloot stroomt daardoor niet meer richting de Windsloot (ten noorden van het plangebied). De Windsloot is wel nog de afwatering voor peilgebied Oosterhuizen.

7. Aanleg 'dam' voor hydrologische scheiding noord- en zuidzijde plangebied

In de zuidoostelijke hoek van het plangebied wordt een dam of vaste overlaat aangelegd om de scheiding tussen het noordelijk en het zuidelijk watersysteem te realiseren, en om ervoor te zorgen dat het zuidelijke waterpartij kan afwateren op het noordelijk deel indien de 3 optionele duikers in het zuidelijk deel niet worden aangelegd.

8. Aanpassingen aan oppervlaktewaterpeilen

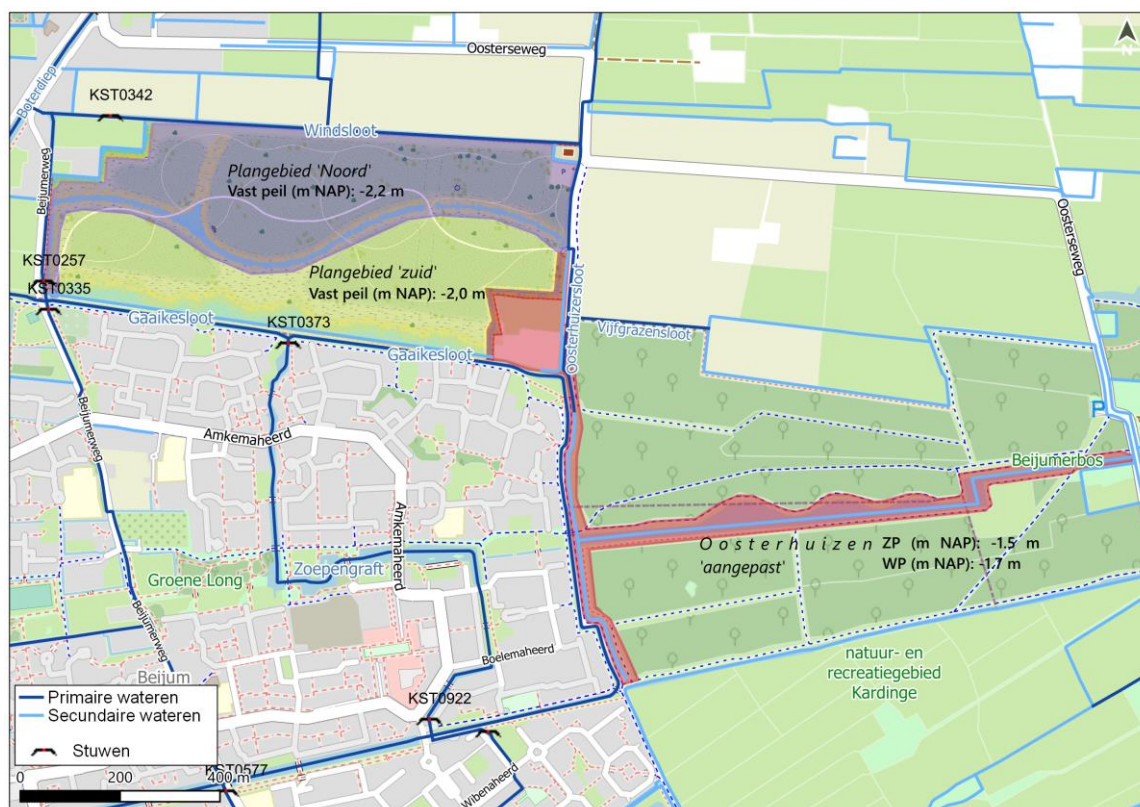
Het waterpeil van Beijumer Bos wordt afgesplitst van peilgebied Oosterhuizen (afbeelding 4.11). Het peil neemt met 25 cm toe, van een zomer- en winterpeil van NAP -1,75 m en NAP -1,95, naar een zomer- en winterpeil van respectievelijk NAP -1,50 m en NAP -1,70 m. Deze peilverhoging is nodig om water te kunnen aanvoeren van peilgebied Noorddijk naar het plangebied. Dit om het watersysteem in het plangebied te kunnen doorspoelen (i.v.m. waterkwaliteit). Met deze verbinding kan overtollig water uit peilgebied Noorddijk worden ingelaten in het plangebied. Daarnaast is een peilverhoging (en dus nattere condities) ook positief voor de natuur in het Beijumerbos.

De Oosterhuizersloot beweegt tot aan de samenvoeging met de Vijfgrazensloot ook mee. Daarnaast geldt de peilwijziging ook voor de secundaire watergang die dienst gaat doen als inlaat voor het noordelijk deel van het plangebied. Voor deze gebieden wordt het peil dus gelijk aan dat van peilgebied Noorddijk.

Het oppervlaktewaterpeil van het zuidelijk deel van plangebied verandert van een zomer- en winterpeil van NAP -1,75 m en NAP -1,95 m naar een vast peil van NAP -2,00 m, gelijk aan peilgebied Beijum-Ringsloot (en dus de Gaalkesloot).

Ook het oppervlaktewaterpeil van het noordelijk deel van het plangebied verandert. Het huidige zomer- en winterpeil bedraagt NAP -1,75 m en NAP -1,95 m. In het inrichtingsplan wordt een vast peil gehanteerd van NAP -2,2 m.

Afbeelding 4.11 Gebieden met peilwijzigingen



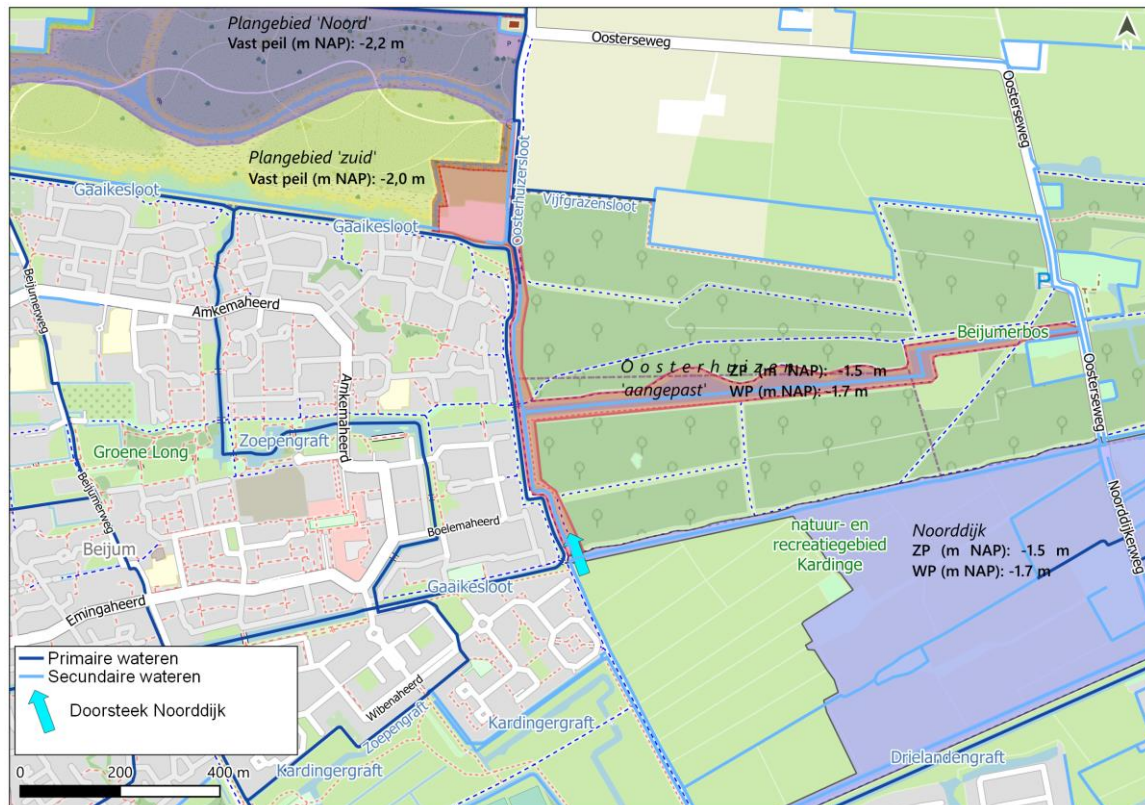
9. Aanleg hydrologische verbinding met peilgebied Noorddijk

Er wordt een doorsteek, een hydrologische verbinding, gemaakt tussen peilgebied Noorddijk en het 'aangepaste' peilgebied Oosterhuizen (afbeelding 4.12). In de huidige situatie is er geen verbinding tussen Noorddijk en Oosterhuizen. Omdat dit peilgebied hetzelfde waterpeil krijgt als Noorddijk, kan overtollig water uit Noorddijk via de regelbare duiker worden ingelaten in het plangebied.

10. Optioneel: aanleg 3 duikers aan de zuidzijde

Optioneel kunnen aan de zuidzijde van het plangebied 3 duikers worden aangelegd. Deze zorgen ervoor dat het oppervlaktewater in het zuidelijk deel in verbinding staat met de Gaalkesloot in het peilgebied Beijum-Ringsloot (vast peil van NAP -2,00 m). Het water kan in dit geval dus tussen het plangebied en de Gaalkesloot heen en weer stromen. De afvoer van de zuidelijke watergang vindt dan plaats via de ringsloot in peilgebied Beijum. De mogelijkheden van het plaatsen van deze duikers worden in afstemming met het waterschap nader onderzocht. Zonder de 3 duikers watert de zuidelijke waterpartij af op de noordelijke waterpartij.

Abbeelding 4.12 Doorsteek vanaf peilgebied Noorddijk naar het 'aangepaste' Oosterhuizen



5

(GEO)HYDROLOGISCHE EFFECTEN EN GEVOLGEN

In dit hoofdstuk worden de (geo)hydrologische effecten en gevolgen van het inrichtingsplan besproken.

5.1 Effecten van peilwijzigingen

In 3 gebieden is dus het oppervlaktewaterpeil gewijzigd (tabel 5.1).

Tabel 5.1 Gebieden met gewijzigde peilen

Gebied	Huidig peil (zomer/ winter) [m NAP]	Nieuw peil (vast of zomer/ winter) [m NAP]
plangebied noord	-1,75/ -1,95	-2,20
plangebied zuid	-1,75/ -1,95	-2,00
Beijumer bos	-1,75/ -1,95	-1,50/ -1,70

Plangebied noord

In het noorden van het plangebied daalt het peil met 25 tot 45 cm. De waterpeilen aan de noord-, west-, en oostzijde blijven (Windsloot, Beijumermaar en Oosterhuizenersloot resp.) ongewijzigd. Vanwege de onveranderde peilen (en de kleiige ondergrond) zijn er geen grondwatereffecten buiten het plangebied.

Plangebied zuid

In het zuidelijk deel van het plangebied daalt het oppervlaktewaterpeil 5 tot 25 cm. Ook hiervoor geldt dat buiten het plangebied minimale effecten worden verwacht op de grondwaterstand. Het peil van de Gaalkesloot, ten zuiden van het plangebied, blijft immers gelijk. De grondwaterstanden in Beijum-Noord veranderen daardoor niet. Het zuiden van het plangebied staat niet in verbinding met de Beijum-Ringsloot.

Net ten zuidoosten van het plangebied staat een enkel perceel met bebouwing (Afbeelding 5.1). Ter plaatse van dit perceel wordt een peilverhoging gerealiseerd, van NAP -1,75 m/ NAP -1,95 m naar NAP -1,50 m/ NAP -1,70 m (Afbeelding 5.2). De verhoging is naar verwachting beperkt, omdat het peil rond de woning al ca. NAP -1,50 m is door de stuwende werking van de duiker.

De sloten op particulier terrein aan de noord(west)- en zuidzijde van de bebouwing worden in stand gehouden. De sloot ten noordwesten ligt deels op de hartlijn van het plangebied. De sloot zelf wordt niet aangepast, ten oosten van deze sloot wordt een natte zone aangelegd. De secundaire watergang moet mogelijk worden geherprofileerd (en mogelijk worden verbreed) om aan de functie van aan- en afvoer van water naar het plangebied te kunne voldoen.

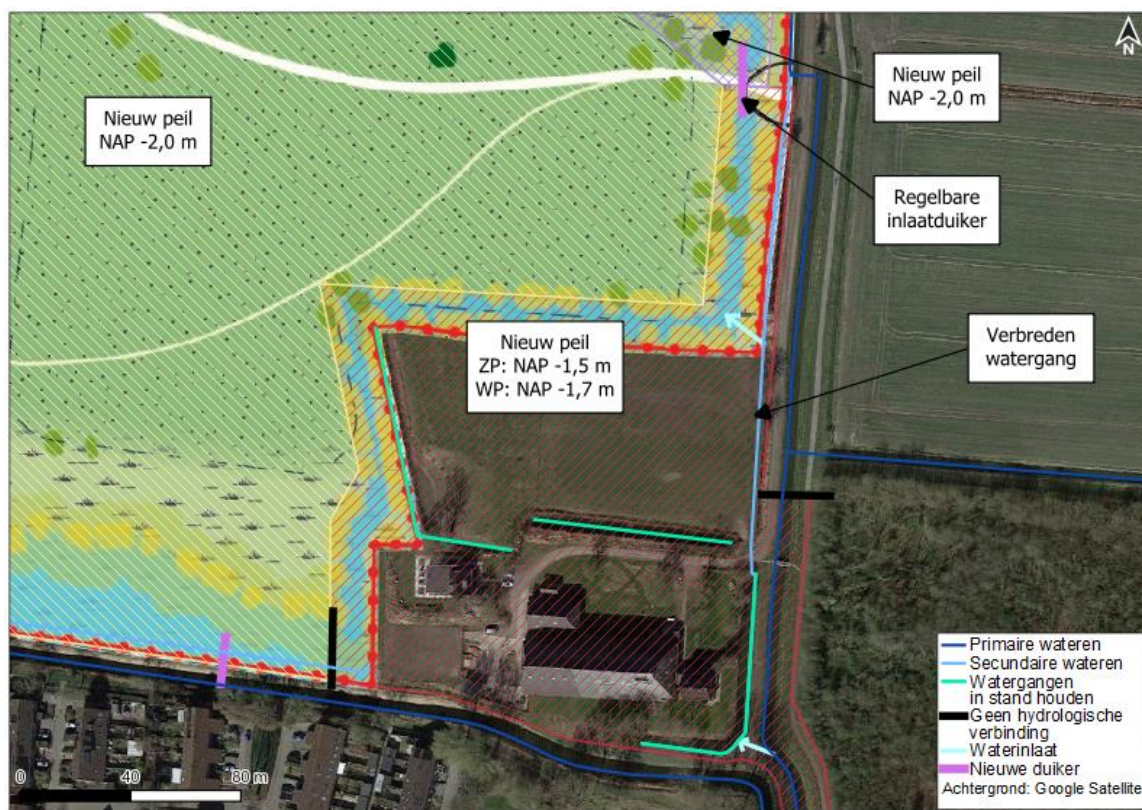
De sloten in deze zuidoostelijke hoek bewegen mee met de peilverhoging (naar NAP -1,5/ -1,7 m). Het plangebied heeft rondom het perceel een peil van NAP -1,5/ -1,7 om te voorkomen dat peilverlaging van het zuidelijk deel van het plangebied (naar NAP -2,0 m) effect heeft op deze bebouwing.

Bij de bebouwing treden bij de voorgenomen inrichting geen zettingen op, omdat deze optreden bij een verlaging van de grondwaterstand. Vanwege de peilverhoging treedt geen grondwaterstandsverlaging op. Ook worden er geen problemen voorzien met betrekking tot de ontwateringsdiepte. De drooglegging (afstand maaiveld tot waterpeil), en daarmee de ontwateringsdiepte (afstand maaiveld tot grondwaterstand) neemt beperkt af. Het maaiveld ligt op circa NAP -0,30 m [ref. 4] en het huidige waterpeil op NAP -1,75 m/ NAP -1,95 m; de huidige maatgevende drooglegging bedraagt dus 1,45 m. In het planvoornemen is de maatgevende drooglegging bij deze bebouwing 1,20 m. De nieuwe drooglegging is daarmee naar verwachting voldoende groot om overlast door hoge grondwaterstanden te voorkomen.

Afbeelding 5.1 Detail van de huidige zuidoostelijke hoek van het plangebied



Afbeelding 5.2 Detail van de nieuwe inrichting van de zuidoostelijke hoek van het plangebied



Beijumer bos

In het voorgestelde peilgebied bij het Beijumer Bos is sprake van 25 cm peilstijging. Voor de natuur is deze peilstijging naar verwachting positief, omdat er meer water beschikbaar is. Vanwege de kleiige ondergrond is de stijging van de grondwaterstand in de omgeving beperkt. Tussen de peilverhoogde sloot en de bebouwing (afbeelding 5.3) ligt een sloot die op het huidige peil blijft liggen. Deze doet daardoor dienst als buffer, waardoor geen grondwaterstandseffecten ter plaatse van de bebouwing worden verwacht. Ook hier treden geen zettingen op, omdat deze juist plaatsvinden bij een daling van de grondwaterstand.

Afbeelding 5.3 Bebouwing aan de oostzijde van het Beijumer Bos



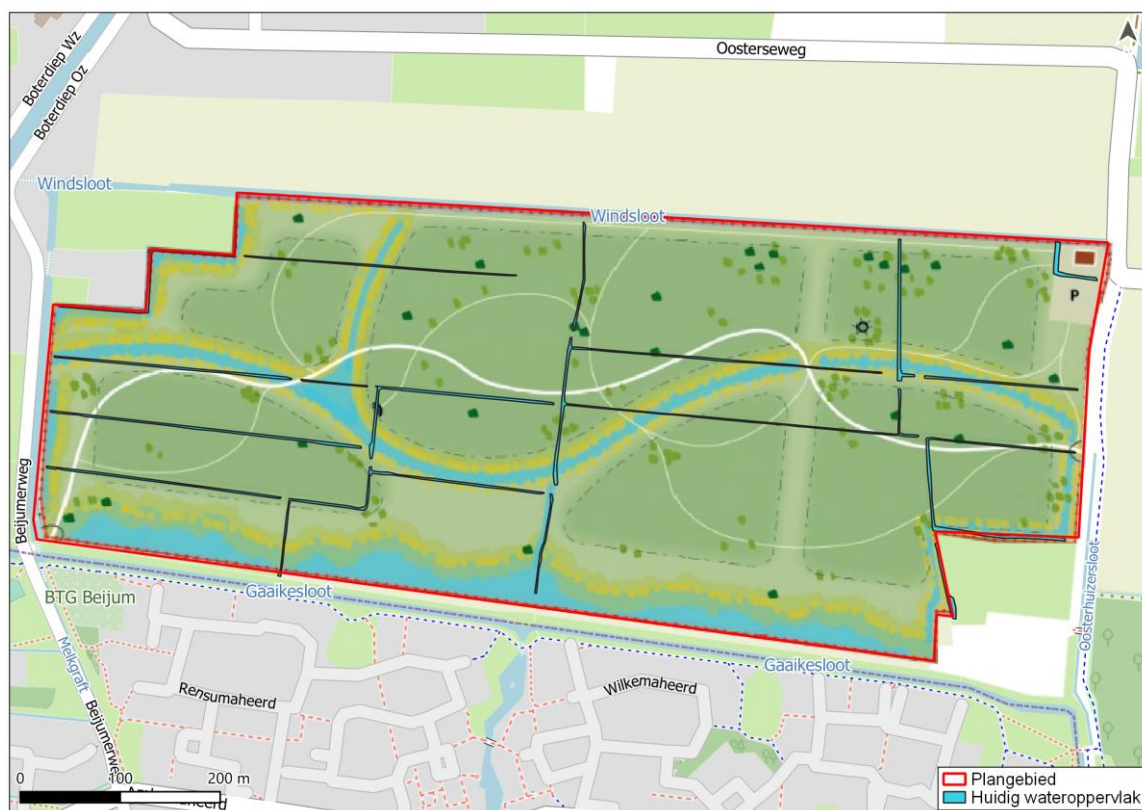
5.2 Watercompensatie

Het waterbergend oppervlak is berekend via een GIS-analyse. Voor een eerste inschatting is de natte oppervlakte gemeten van de waterlichamen in de huidige situatie en het inrichtingsplan. Er is geen rekening gehouden met het talud van de watergangen.

Huidige situatie

De waterlichamen in de huidige situatie zijn weergegeven in afbeelding 5.4. Gebaseerd op deze sloten is er in de huidige situatie circa 7.300 m² wateroppervlak.

Afbeelding 5.4 Waterlichamen in de huidige situatie, weergegeven ten opzichte van het inrichtingsplan



Inrichtingsplan

De waterberging in het inrichtingsplan wordt als 2 delen bekeken. Het oppervlaktewater is opgedeeld in een noordelijk en zuidelijk deel dat niet in directe hydrologische verbinding staan. Het noordelijk deel dient als waterberging voor peilgebied Oosterhuizen, terwijl het zuidelijk deel waterberging is voor Beijum-Noord.

Het noordelijk deel heeft in het inrichtingsplan een wateroppervlak van circa 22.000 m² (afbeelding 5.5). Het zuidelijk deel heeft een natte oppervlakte van circa 28.000 m². Gecombineerd is de wateroppervlakte in het plangebied dus toegenomen van circa 7.300 m² naar circa 50.000 m². Als onderdeel van het inrichtingsplan wordt echter ook een parkeergelegenheid aangelegd (noordoosten) van ca. 2.500 m². Hiervan wordt aangenomen dat deze half verhard is en dus voor de helft meetelt in verhard oppervlak [ref. 14]. Daarnaast staat in het inrichtingsplan een gebouwtje bij de parkeerplaats. Deze is echter in de huidige situatie ook aanwezig en leidt dus niet tot een verandering van verhard oppervlak.

In het inrichtingsplan worden ook halfverharde paden aangelegd. De neerslag die hier op valt en zijwaarts van het pad af stroomt wordt echter niet rechtstreeks afgevoerd naar het oppervlaktewater, maar kan de bodem in sijpelen (infiltreren). Deze halfverharde paden worden daarom niet meegenomen in de watercompensatieberekening.

Er is dus een aanzienlijke toename (ruim 5,5 keer) in de waterberging van het gebied (tabel 5.2). Hiermee wordt dus voldaan aan de eis van het waterschap dat het bergingsoppervlak niet mag afnemen.

Afbeelding 5.5 Waterlichamen zoals voorgenumen in het inrichtingsplan



Tabel 5.2 Overzicht waterbergend oppervlakte in huidige situatie en inrichtingsplan *

Gebied	Te dempen waterbergend oppervlak huidig [m ²]	Waterbergend oppervlak inrichtingsplan [m ²]	(Half-) verhard oppervlak [m ²]	Toename waterbergen d oppervlak [m ²]	Toename waterbergend oppervlak [%]
Noord (peilgebied Oosterhuizen)	-	22.000	-1.250	-	-
Zuid (peilgebied Beijum-Noord)	-	28.000	-	-	-
Totaal (gehele plangebied)	-7.300	50.000	-1.250	41.450	570

* De verhouding nieuw oppervlaktewater versus afname oppervlaktewater + aanleg halfverharding is dermate groot dat geen noodzaak is voor een watercompensatieberekening. Het wateroppervlak in de nieuwe situatie is ruimschoots voldoende voor de waterberging.

5.3 Waterkwaliteit

Natuurbegraven (zowel met kisten als asurnen) heeft een verwaarloosbaar klein effect op de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit. Alterra heeft in hun onderzoek naar de milieubelasting van begraven aangetoond dat begraafplaatsen verwaarloosbaar kleine milieueffecten hebben op de waterkwaliteit [ref. 17]. Aangezien de graf dichtheid bij natuurbegraven nog lager ligt, heeft natuurbegraven dus geen impact op de waterkwaliteit en de milieubelasting [ref. 13].

Er treedt zelfs een positief effect op met betrekking tot de waterkwaliteit in het gebied, aangezien het huidige agrarische perceel wordt omgevormd naar een natuurgebied. In de nieuwe situatie zal dus geen bemesting van de percelen meer plaatsvinden. Ook neemt de waterkwaliteit van het water in de omgeving toe. In voorliggend plan wordt wateraanvoer uit peilgebied Noorddijk mogelijk, waar reeds rietoevers zijn aangebracht voor de waterkwaliteit [ref. 16].

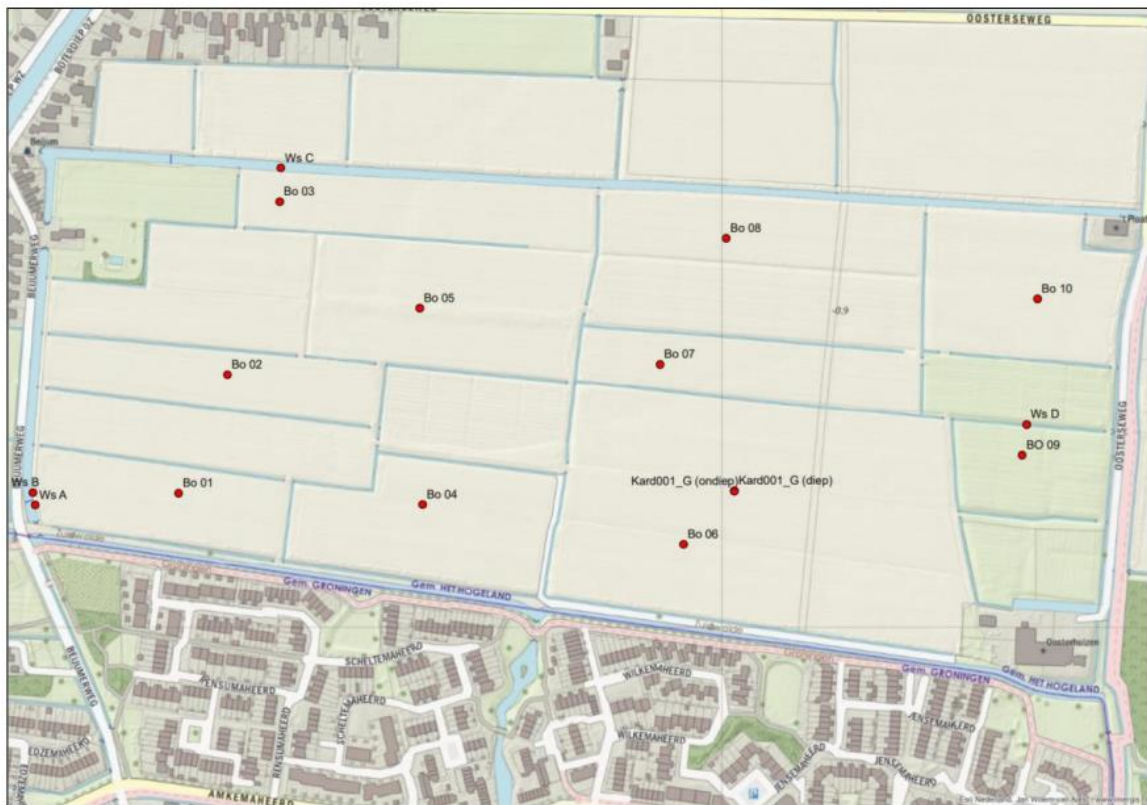
REFERENTIES

- 1 **Waterschap Noorderzijlvest (2009)**. Keur waterschap Noorderzijlvest 2009. Geraadpleegd op 7 juni 2023 via <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR386049/1#d44963320e375>.
- 2 **Waterschap Noorderzijlvest (2014)**. Water en Ruimte - Noorderzijlvest: Beleidsnotitie over de relatie tussen waterbeheer en ruimtelijke ontwikkeling. Geraadpleegd op 7 juni 2023 via https://www.noorderzijlvest.nl/_flysystem/media/beleidsnotitie-wateren-ruimte-noorderzijlvest-2014.pdf.
- 3 **Rijksoverheid (2018)**. Wet op de lijkbezorging. Geraadpleegd op 7 juni 2023 via <https://wetten.overheid.nl/BWBR0005009/2018-08-01>.
- 4 **Rijkswaterstaat (2023)**. AHN4. Geraadpleegd op 6 juni 2023 via <https://hub.arcgis.com/maps/esrinl-content::ahn4-download-kaartbladen-1/explore>.
- 5 **WUR (2021)**. LGN. Geraadpleegd op 7 juni 2023 via <https://lgn.nl/basiskaart>.
- 6 **TNO (2023)**. DINOloket. Geraadpleegd op 7 juni 2023 via <https://www.dinoloket.nl>.
- 7 **Landslide (2022)**. Verkennend geohydrologisch onderzoek NBP Karding in oprichting.
- 8 **Wiertsema (2023)**. Realisatie natuurbegraafplaats Karding te Groningen.
- 9 **Bot, B. (2016)**. Grondwaterzakboekje.
- 10 **Grondwaterformules (2023)**. Doorlatendheid k. Geraadpleegd op 9 juni 2023 via <http://grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/ondergrond/doorlatendheid-per-grondsoort>.
- 11 **KNMI (2023)**. Dagwaarden neerslagstations. Geraadpleegd op 7 juni 2023 via <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/monv/>.
- 12 **TNO (2023)**. Grondwatertools: grondwaterstanden in beeld. Geraadpleegd op 7 juni 2023 via <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/>.
- 13 **Waterschap Noorderzijlvest (2023)**. Beheerregister Waterschapskaart. Geraadpleegd op 7 juni 2023 via <https://geo.noorderzijlvest.nl/Geoweb/index.html?viewer=Waterschapskaart.Waterschapskaart>.
- 14 **Witteveen+Bos (2019)**. Natuurinrichting Bonnenpolder.
- 15 **Waterschap Noorderzijlvest (2005)**. Ontheffingenbeleid. Geraadpleegd op 14-7-2023 via <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR271717/1>.
- 16 Digitaal overleg met Edwin Rittersma van waterschap Noorderzijlvest op 17 mei 2023.
- 17 **Molenaar et. al (2009)**. Terug naar de Natuur, Alterra.

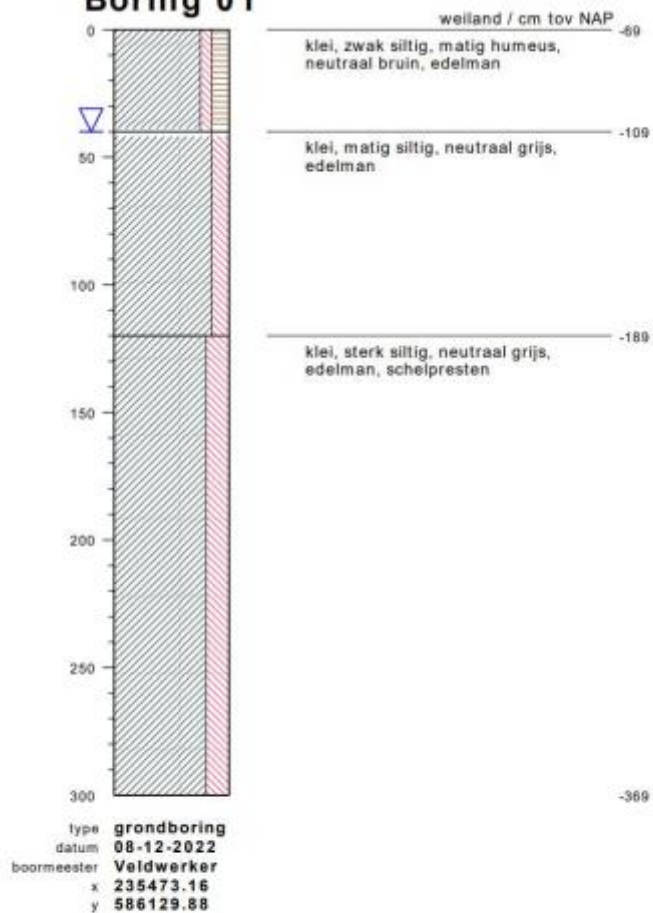
Bijlage(n)

BIJLAGE: BORINGEN UIT HET VERKENNEND GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

Afbeelding I.1 Locaties van uitgevoerde boringen



Boring 01

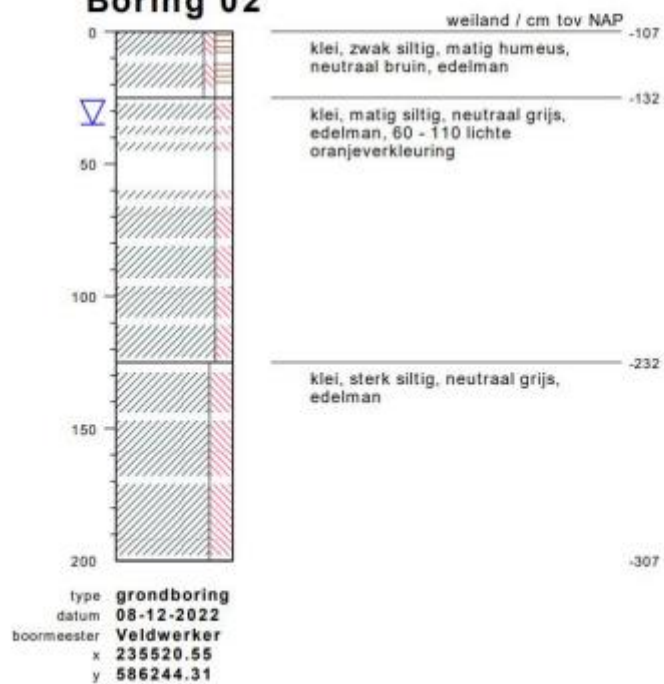


meetpunt Boring 1
356900137



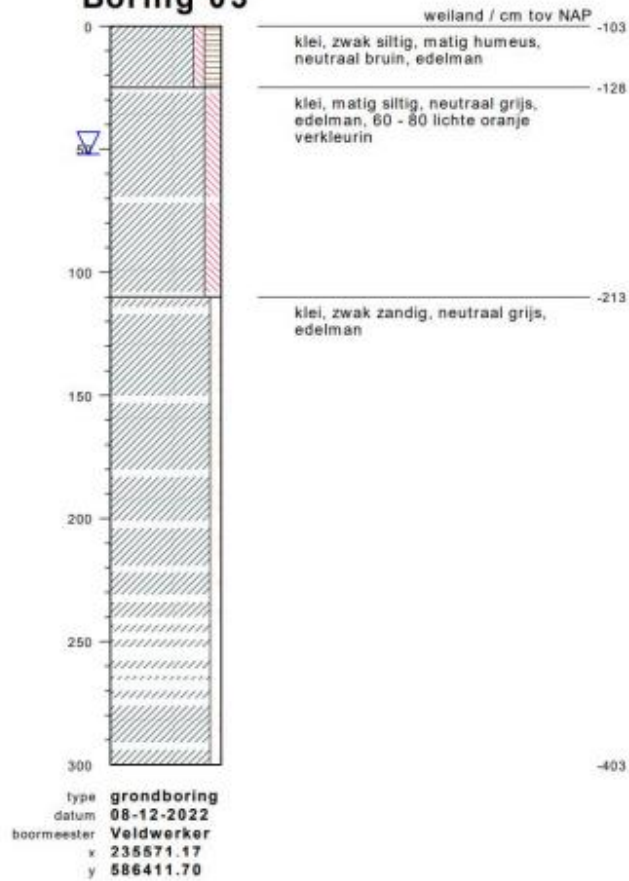
meetpunt Boring 1
356900138

Boring 02



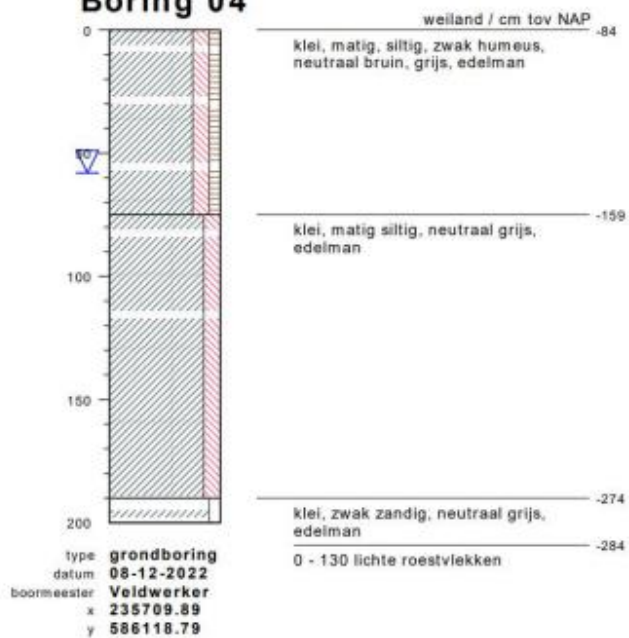
meetpunt Boring 2
356900139

Boring 03



IMG_8910.jpg
361440261

Boring 04

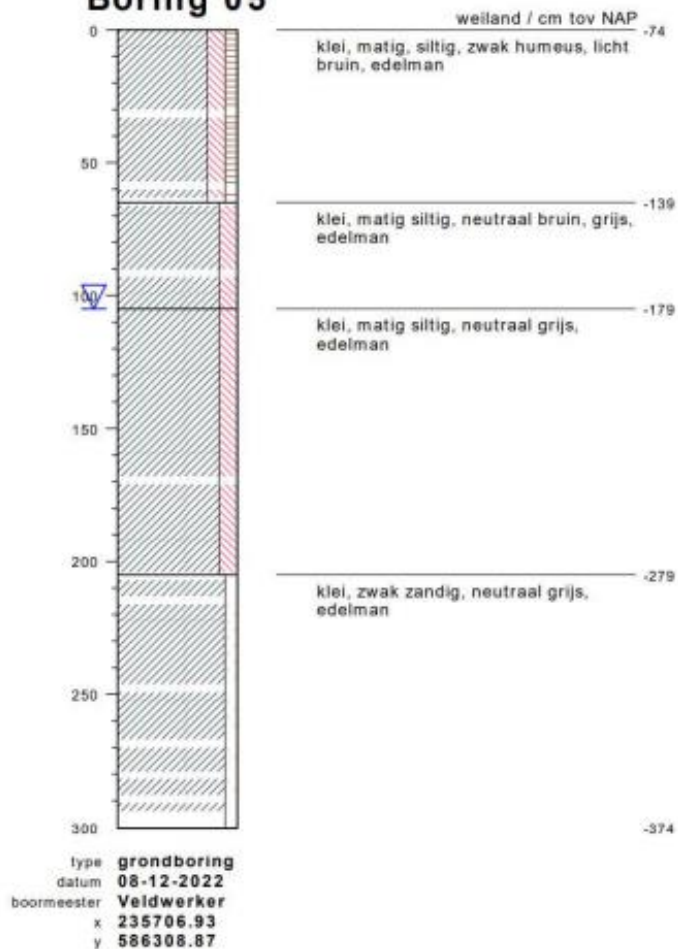


meetpunt Boring 4
356900141



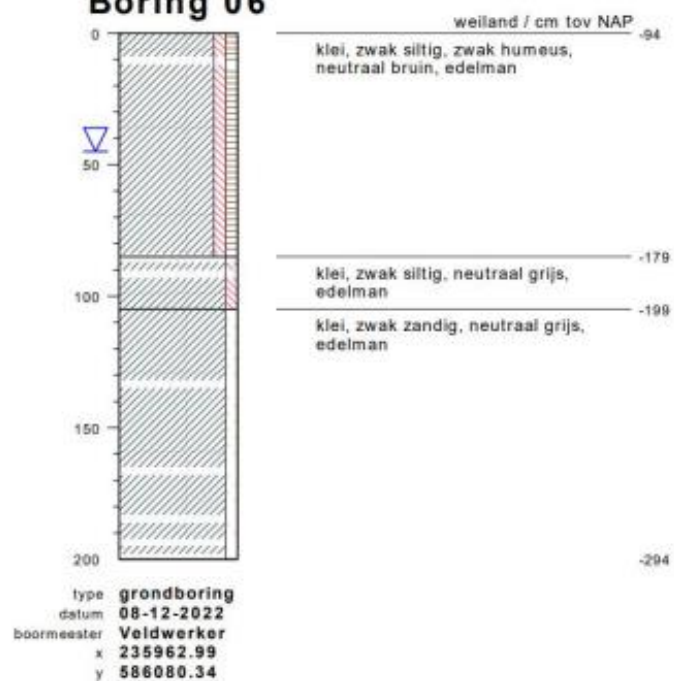
meetpunt Boring 4
356900142

Boring 05



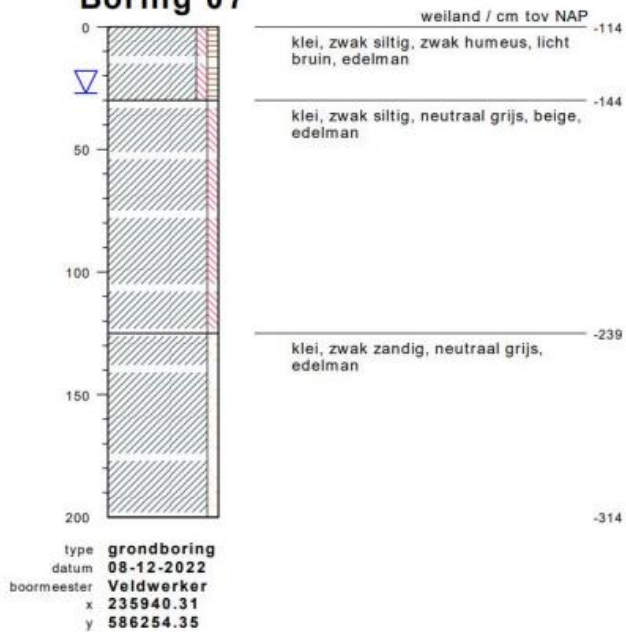
meetpunt Boring 5
356900140

Boring 06



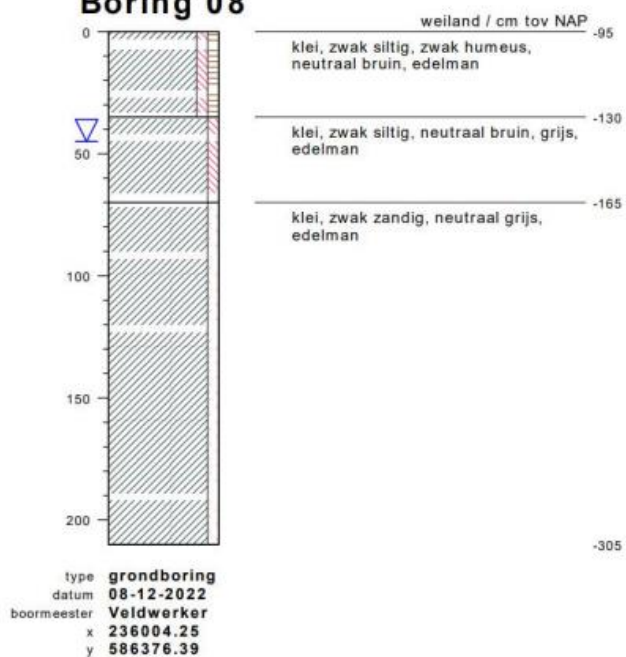
meetpunt Boring 6
356900145

Boring 07



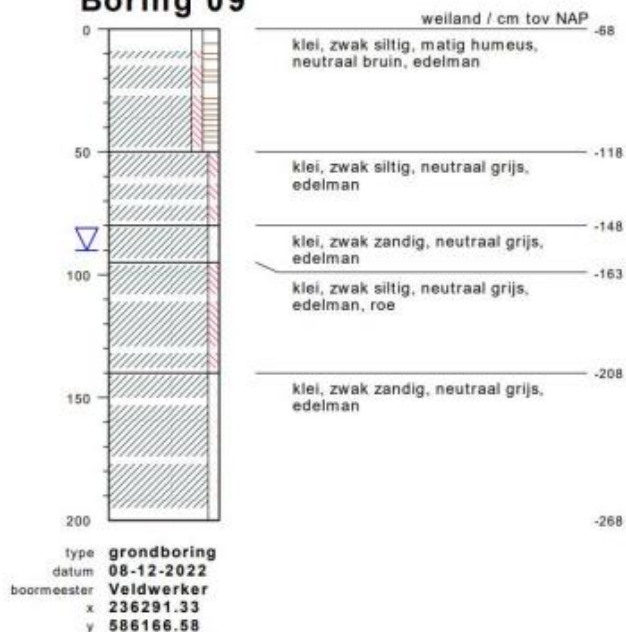
meetpunt Boring 7
356900146

Boring 08



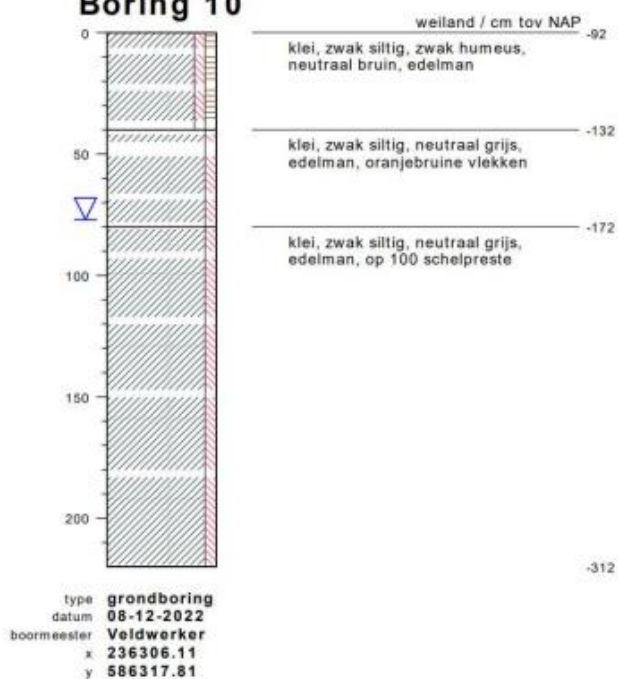
meetpunt Boring 8
356900144

Boring 09



meetpunt Boring 9
356900147

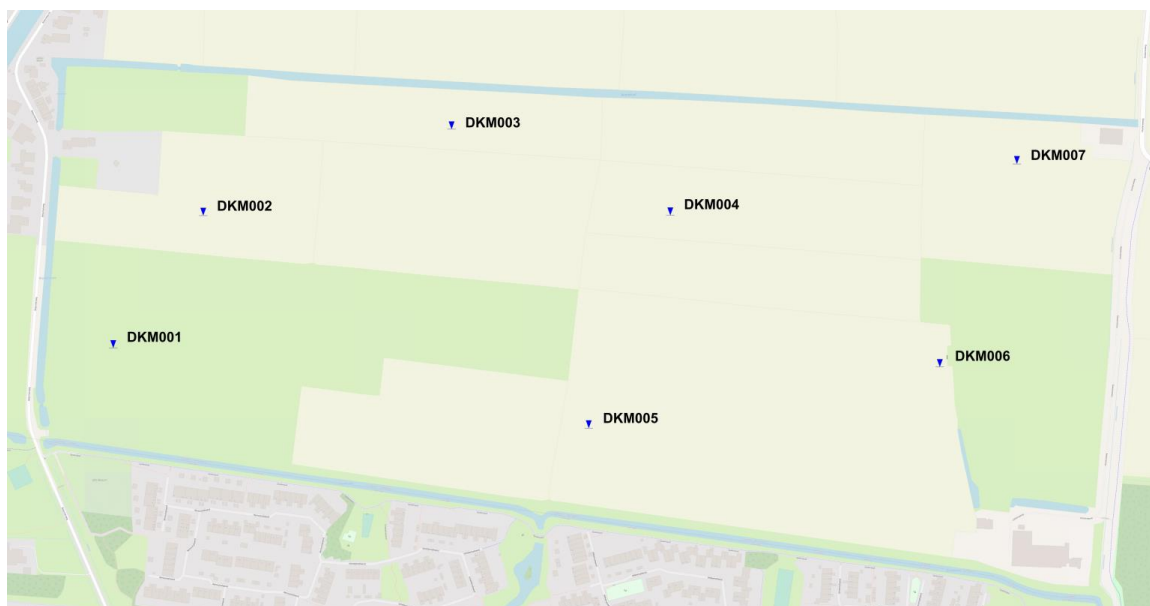
Boring 10




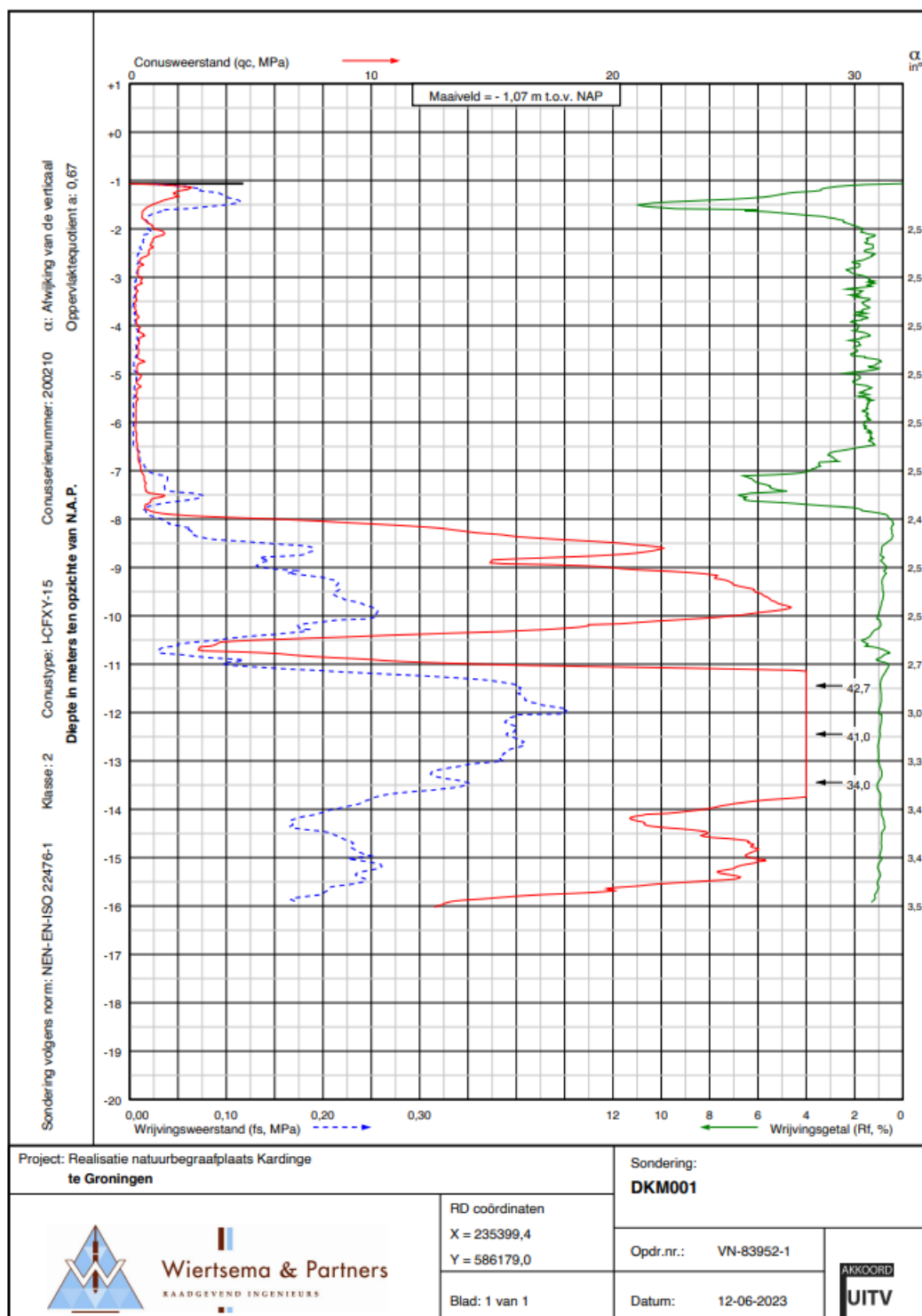
meetpunt Boring 10
356900148

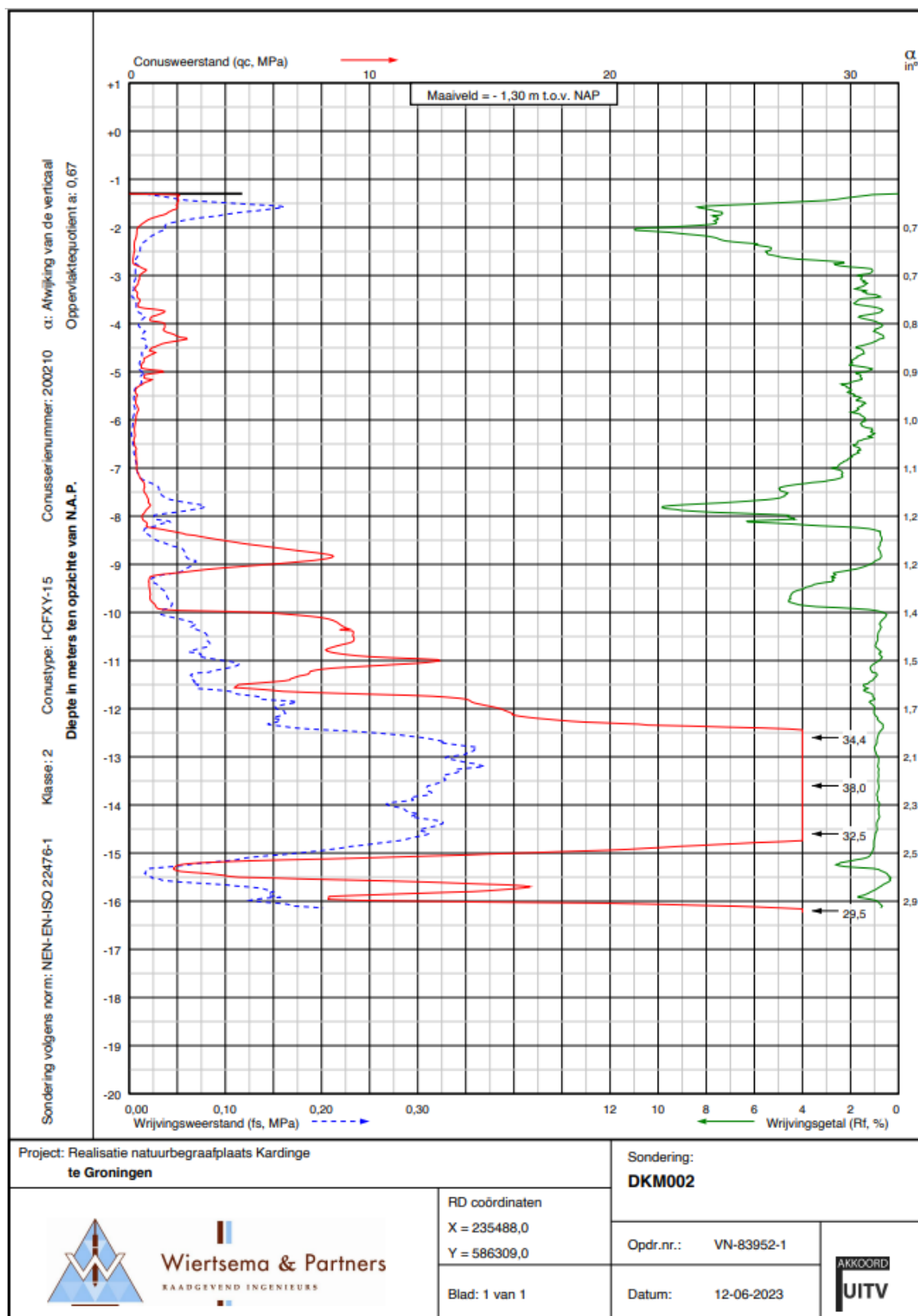


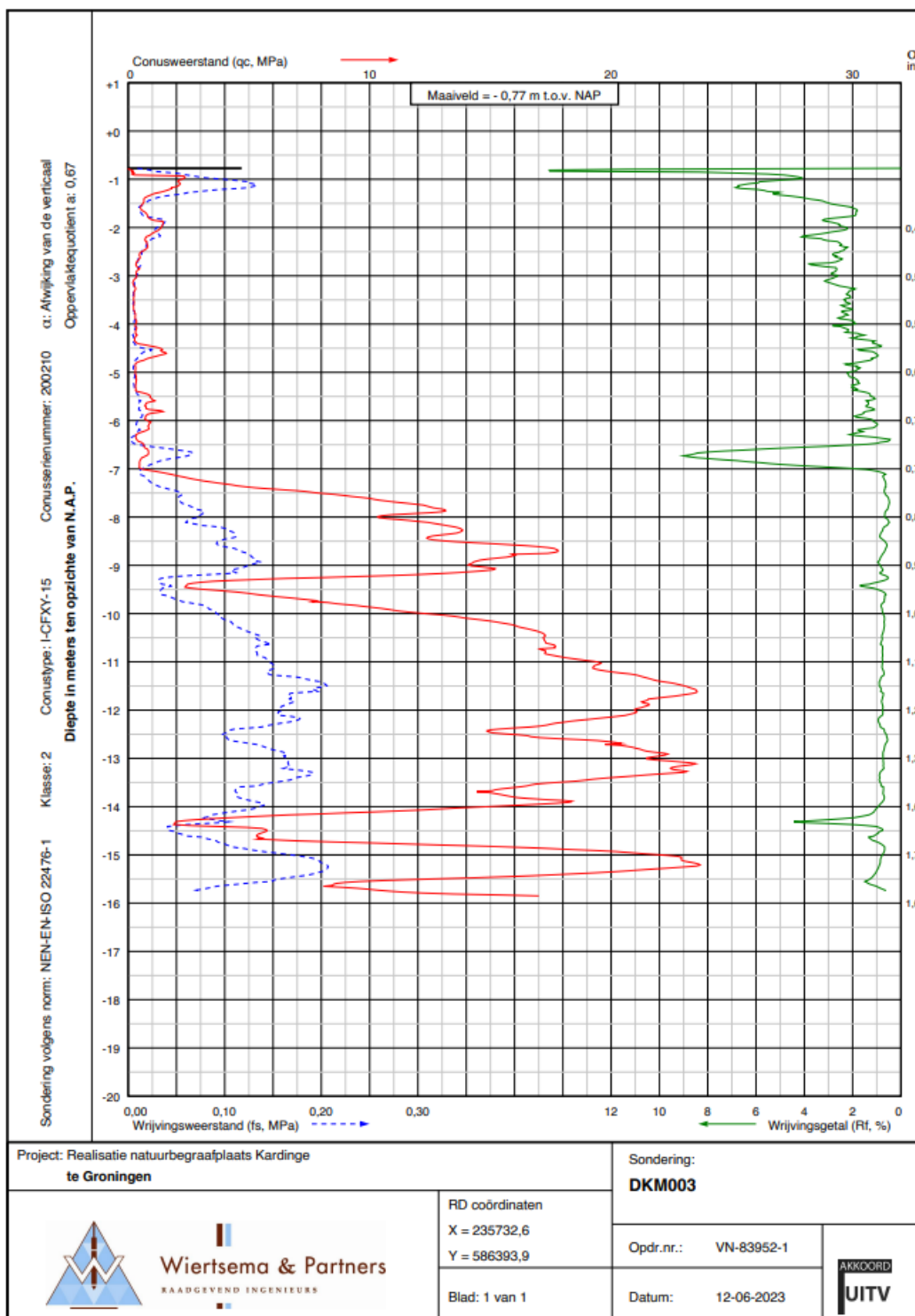
BIJLAGE: SONDERINGEN UIT HET VELDWERK VAN WIERTSEMA

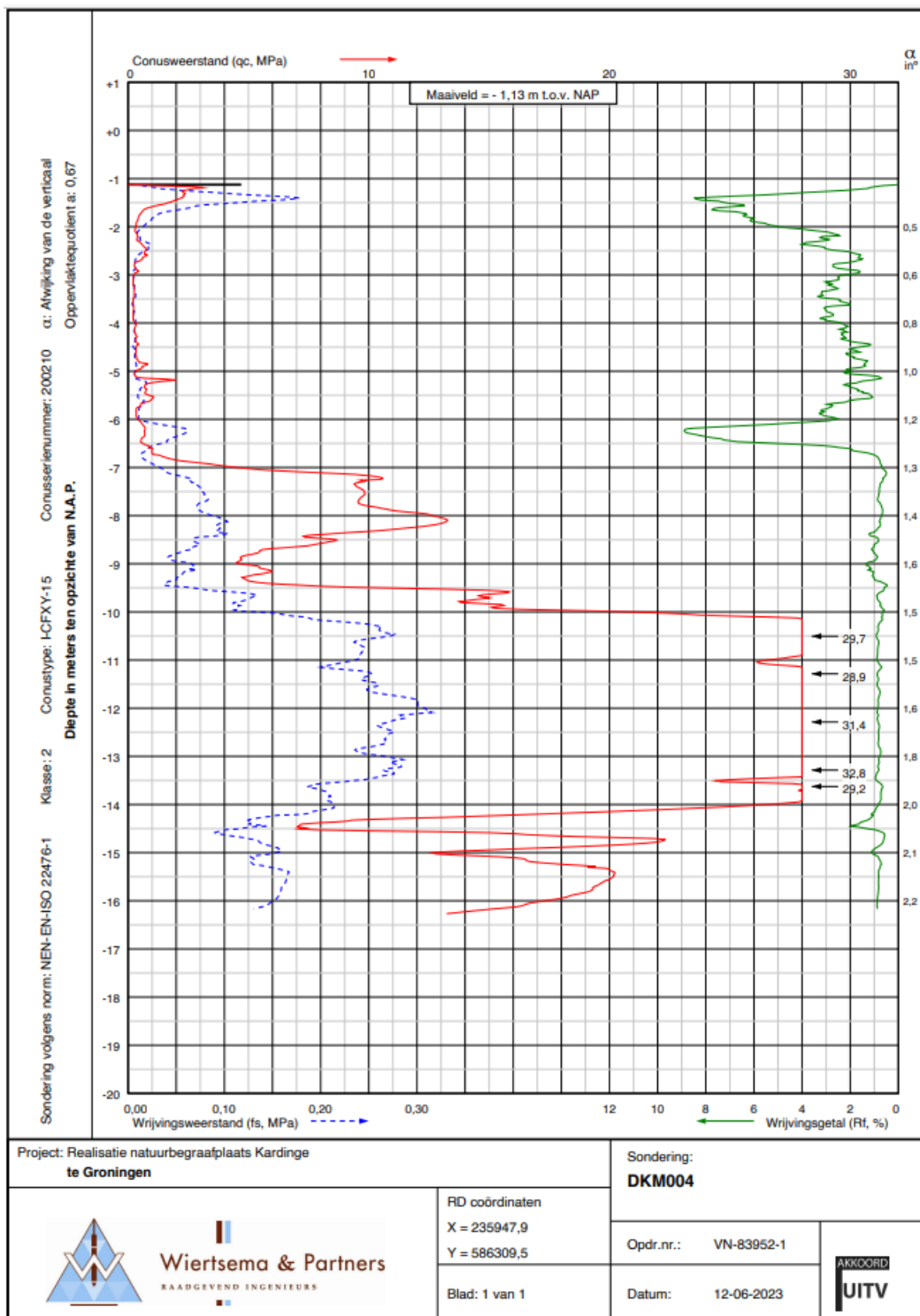


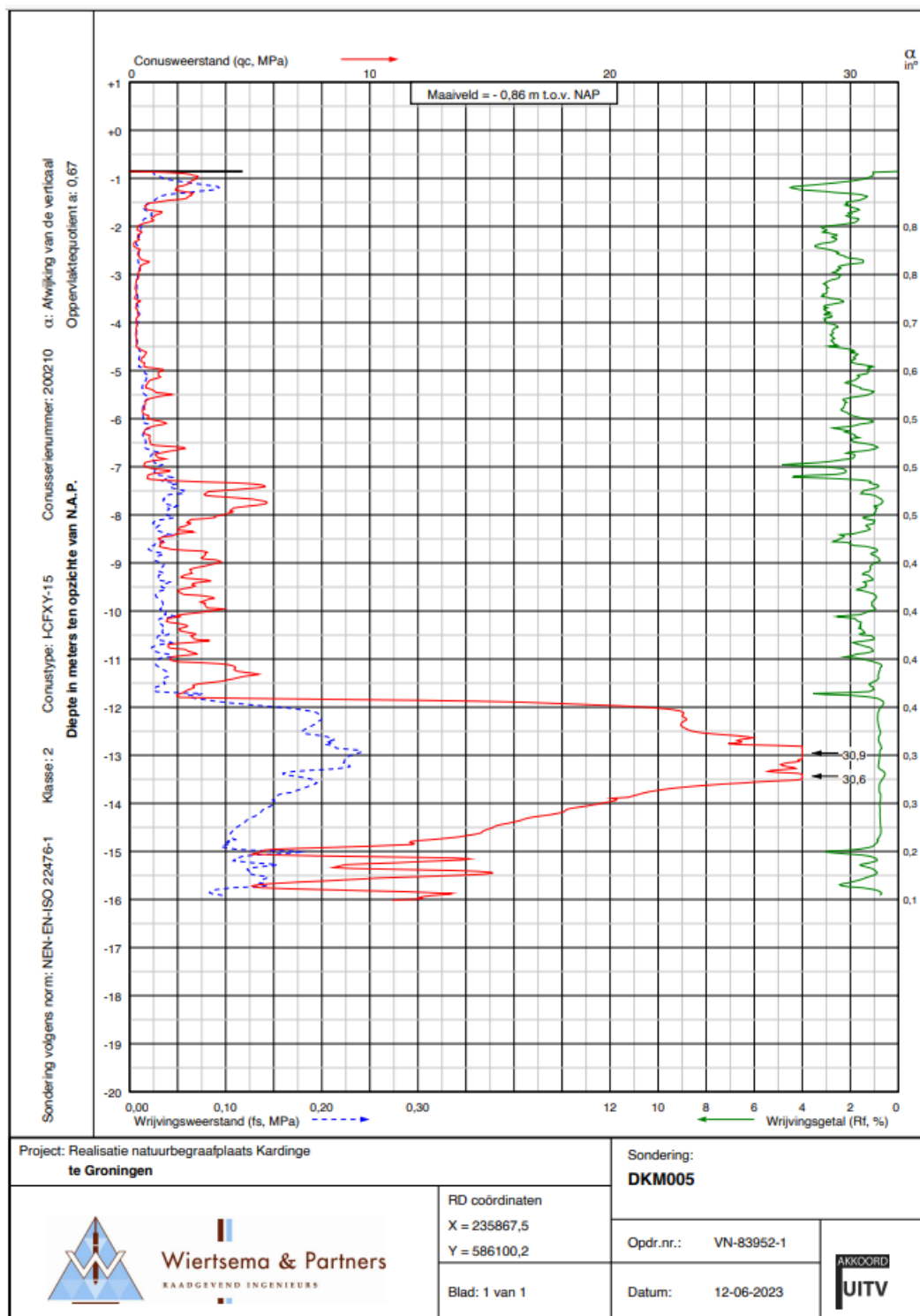
Type	Uitvoering		
 DKM (Kleefmeting)	Uitgevoerd door W&P		
Naam	X RD-coördinaten (m)	Y	Z NAP
DKM001	235399.4	586179.0	-1.07
DKM002	235488.0	586309.0	-1.30
DKM003	235732.6	586393.9	-0.77
DKM004	235947.9	586309.5	-1.13
DKM005	235867.5	586100.2	-0.86
DKM006	236213.3	586160.4	-0.64
DKM007	236289.1	586359.9	-0.87

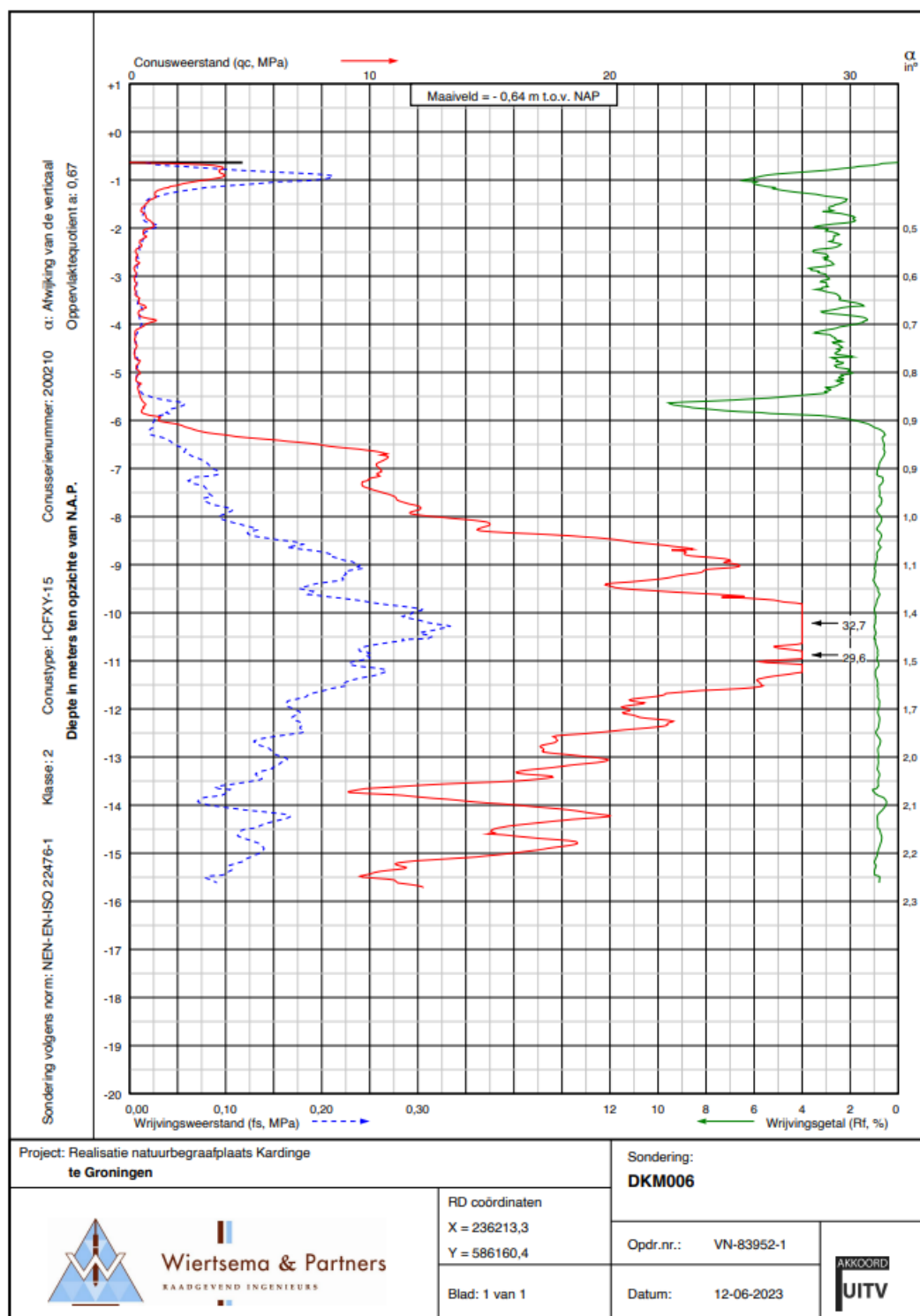


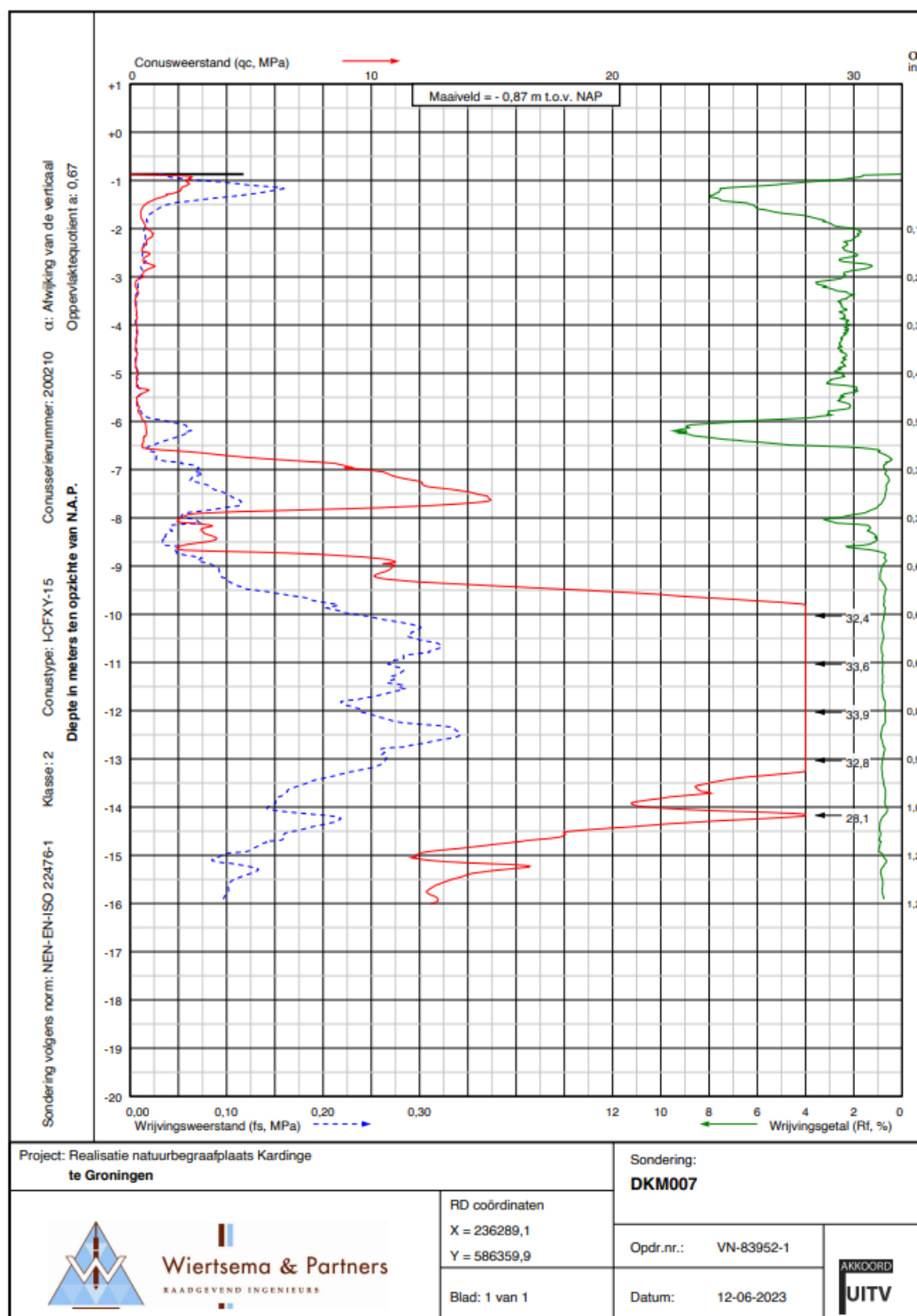






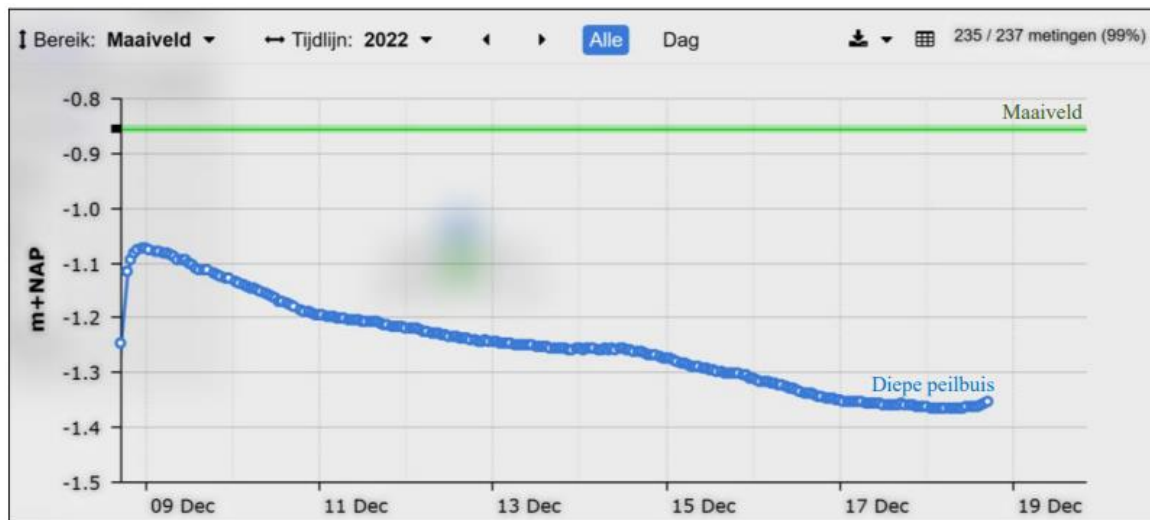








BIJLAGE: DIEPE GRONDWATERSTANDMETING UIT HET VERKENNEND ONDERZOEK



IV

BIJLAGE: OPHOOGADVIES KARDINGE

