

LiveDijk Willemspolder

Praktijkproeven Verticaal Zanddicht Geotextiel

Andre Koelewijn

1208555-000

Titel
LiveDijk Willemspolder

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Waterschap Rivierenland	1208555-000	1208555-000-GEO-0006	52

Trefwoorden

pipng, pipngpreventie, verticaal zanddicht geotextiel, grofzandbarrière, zandmeevoerende wellen, onderloopsheid, achterloopsheid, veldexperiment, heterogeniteit, monitoring, glasvezeltemperatuurmetingen




Samenvatting

Deze rapportage beschrijft praktijkonderzoek naar het functioneren van het Verticaal Zanddicht Geotextiel als preventiemaatregel tegen het faalmechanisme pipng. Dit is uitgevoerd achter de zomerkade van de Willemspolder, nabij IJzendoorn aan de Waal.

De hoofddoelstelling van dit onderzoek is het monitoren van de functionaliteit van een verticaal zanddicht geotextielscherm als preventieve maatregel tegen pipng onder maatgevende omstandigheden.

Het scherm is in oktober 2015 geïnstalleerd. In de eerste helft van 2016 is dit tijdens een vijftal periodes met relatief hoog water belast, totdat uiteindelijk sterke zandmeevoerende wellen werden geconstateerd.

Deze rapportage start met een uitgebreide inhoudelijke samenvatting, gevolgd door een gedetailleerde beschrijving van het gehele onderzoek.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	april 2017	dr.ir. A.R. Koelewijn ir. M.L. Taccari		ir. U. Förster		ir. L. Voogt	
2	december 2017	dr.ir. A.R. Koelewijn		ir. U. Förster		ir. L. Voogt	

Status
definitief

Inhoud

0 Samenvatting	iii
0.1 Inleiding	iii
0.2 Onderzoeksplan	iii
0.3 Waarnemingen	iv
0.4 Analyse	v
0.5 Conclusies, aanbevelingen en vervolgonderzoek	vi
1 Inleiding	1
1.1 Kader	1
1.2 Doelstellingen	2
1.3 Leeswijzer	2
2 Onderzoeksplan	3
2.1 Situatiebeschrijving	3
2.2 Oorspronkelijke plan	6
2.3 Opgetreden wijzigingen	8
2.4 Herziene plan	9
2.5 Haalbaarheid doelstellingen	11
3 Waarnemingen	13
3.1 Inleiding	13
3.2 1e hoogwater – januari 2016	13
3.2.1 Aanlooperperiode	13
3.2.2 Uitvoering	14
3.2.3 Na afloop	15
3.3 2e hoogwater – begin februari 2016	15
3.3.1 Aanlooperperiode	15
3.3.2 Uitvoering	16
3.3.3 Na afloop	19
3.4 3e hoogwater – midden februari 2016	20
3.4.1 Aanlooperperiode	20
3.4.2 Uitvoering	20
3.4.3 Na afloop	23
3.5 4e hoogwater – begin juni 2016	24
3.5.1 Aanlooperperiode	24
3.5.2 Uitvoering	25
3.5.3 Na afloop	27
3.6 5e hoogwater – midden juni 2016	28
3.6.1 Aanlooperperiode	28
3.6.2 Uitvoering	29
3.6.3 Na afloop	31
3.7 Algemeen	32
4 Analyse	33
4.1 Inleiding	33
4.2 Meten van de ontwikkeling van de pipes	33

4.2.1	Passage van een pipe bij een waterspanningsmeter – achter de grofzandbarrière	33
4.2.2	Passage van een pipe bij een waterspanningsmeter – in het referentiegedeelte	35
4.2.3	Passage van een pipe bij een waterspanningsmeter – achter het geotextiel	36
4.2.4	Herverdeling van grondwaterstroming door pipevorming – toename verval voor zandtransport	37
4.2.5	Herverdeling van grondwaterstroming door pipevorming – reductie van stijghoogten	38
4.2.6	Onderlinge beïnvloeding van wellen	38
4.2.7	Detectie van grondwaterstromingsveranderingen met temperatuurmetingen	38
4.3	Dichtvallen van de pipes en nazakken van de deklaag	41
4.3.1	Verminderd zandtransport niet verkeerd interpreteren	41
4.3.2	Mogelijk dichtvallen van pipes	41
4.4	Metten van de bulkdoorlatendheid over het scherm	41
4.5	Metten van de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte	42
4.6	Overige aspecten	42
4.6.1	Opschuiven uittredepunt	42
4.6.2	Variatie in grondopbouw in relatie tot de installatiediepte van het geotextiel	42
4.6.3	Korrelverdelingen bij de wellen	42
4.6.4	Weerstand over de deklaag	43
4.6.5	Kwaliteit metingen	44
5	Conclusies, aanbevelingen en vervolgonderzoek	45
5.1	Conclusies	45
5.2	Aanbevelingen	46
5.3	Mogelijkheden voor vervolgonderzoek op deze locatie	46
Bijlage(n)		
Referenties		47
A Tekeningen		A-1
B Grondonderzoek		B-2
C Visuele waarnemingen		C-3
D Metingen waterspanningen		D-4
E Lokale temperatuurmetingen		E-6
F Metingen glasvezelsystemen		F-7
G Speciale onderdelen en metingen		G-8

0 Samenvatting

0.1 Inleiding

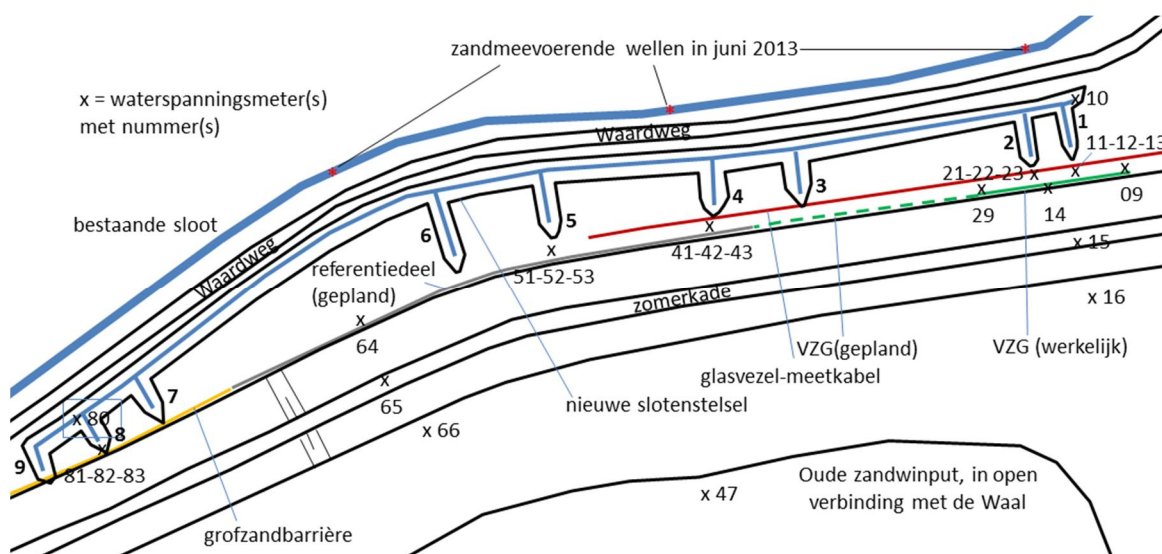
Ter bestrijding van het faalmechanisme piping zijn nieuwe maatregelen ontwikkeld, waaronder het Verticaal Zanddicht Geotextiel (VZG). Het functioneren hiervan in de praktijk was echter nog ongewis, daarom is bij de zomerkade van de Willemspolder een proeflocatie gevonden voor “het monitoren van de functionaliteit van een verticaal zanddicht geotextielscherm als preventieve maatregel onder maatgevende omstandigheden.”

De opbouw van deze samenvatting volgt die van de rapportage.

0.2 Onderzoeksplan

In de Willemspolder waren in juni 2013 bij een waterstand nét onder de kruin van de zomerkade meerdere zandmeevoerende wellen opgetreden in de sloot op enige afstand achter de kade, zie figuur 0.1. Met een VZG kort achter de kade met daarachter een nieuw te graven sloot, waarvan het peil apart gereguleerd zou kunnen worden, zou het VZG beproefd kunnen worden bij een vaker voorkomende hoogwaterstand. Het VZG zou over een afstand van 100 meter worden aangebracht en daarnaast zou een strook van eveneens 100 meter als referentie overblijven. Naast waterspanningsmeters zou ook gebruik gemaakt worden van verwarmbare glasvezelkabels, zowel in het geotextiel zelf als op korte afstand daarachter (benedenstrooms van het VZG).

Na een geslaagde test vlakbij de beoogde locatie (zo'n 30 meter verderop, over een lengte van 30 meter) is het VZG in oktober 2015 aangebracht. Voorbij het referentiedeel is toen tevens over een afstand van 50 meter een grofzandbarrière (GZB) aangebracht. Dit was primair bedoeld als maakbaarheidstest gegeven het beschikbare materieel. Deze test is geslaagd. Het VZG bleek echter alleen over de eerste 30 meter aanwezig te zijn, daar voorbij door scheurvorming tijdens installatie niet meer. Daarop is de slootconfiguratie aangepast tot een beperkt aantal kopsloten (die lokaal een groter risico op piping vormen), verbonden met een langssloot, zie figuur 0.1. Achter het aanwezige VZG, ongelukkigerwijs precies daar waar de kleilaag onder de tussenzandlaag het dikst is, was net genoeg ruimte voor twee kopsloten.



Figuur 0.1 Bovenaanzicht Willemspolder met indicatie van de kopsloten (1-9) en de locaties van de waterspanningsmeters, het verticaal zanddicht geotextiel, de grofzandbarrière en de losse glasvezelkabel

Door de veranderde configuratie en de daardoor slechte bereikbaarheid van de kabels in het VZG kon daarin alleen nog passief worden gemeten met de glasvezelkabels. Dit betekent een lagere nauwkeurigheid.

Bovengenoemde hoofddoelstelling is nader geconcretiseerd in vier deeldoelstellingen:

- a) Meten van de ontwikkeling van pipes – door de korte lengte van het VZG en de ontwikkeling van dwarspipes benedenstrooms achter het VZG is dit wel lastiger geworden, mede door de lagere meetnauwkeurigheid van de glasvezelkabel in het VZG zelf.
- b) Dichtvallen van de pipes en nazakken van de deklaag – te bepalen uit de waterspanningsmetingen en de deformatiemetingen met de losse glasvezelkabel.
- c) Meten van de bulkdoorlatendheid over het scherm – door de lagere nauwkeurigheid van de glasvezelmeteringen in het VZG is er een grotere mate van verstopping nodig om dit te kunnen detecteren dan oorspronkelijk gepland, maar volledig dichtslibben is zeker meetbaar.
- d) Meten van de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte – de hiervoor benodigde instrumentatie is reeds in een vroeg stadium als optioneel gekenmerkt en geschrapt.

Al met al leek de hoofddoelstelling echter nog steeds haalbaar met de aangepaste configuratie.

0.3 Waarnemingen

In het voorjaar van 2016 is gedurende een vijftal periodes een relevante hoogwaterstand opgetreden en zijn er waarnemingen verricht bij een verlaagde waterstand in het nieuwe slotenstelsel of een gedeelte daarvan.

Van 14 t/m 17 januari is er gedurende ruim tweeëneenhalf etmaal continu bemalen en geïnspecteerd. De grootste wellen traden daarbij op in het gedeelte met de kortste kwelweglengte, bij de grofzandbarrière. Nadat er grote zandmeevoerende wellen met vermoedelijk ook achterloopsheid waren opgetreden bij de grofzandbarrière is de bemaling gestaakt. In het referentiegedeelte waren enkele kleinere zandmeevoerende wellen, terwijl er achter het VZG niets noemenswaardigs gebeurde, doordat de kopsloten daar slechts tot in de eerste tussenzandlaag staken.

Van 3 t/m 8 februari zijn bij daglicht (circa 10 uur per dag) nieuwe observaties uitgevoerd terwijl alleen het gedeelte van kopsloot 1 t/m 4 werd bemalen. Vooraf waren kopsloten 1 en 2 dieper gegraven, tot in de tweede tussenzandlaag, maar er traden geen noemenswaardige wellen op in deze kopsloten, terwijl dit in kopsloten 3 en 4 en in de verbindende langssloot, evenals in de oude sloot, wel het geval was. Daarop is op 6 februari besloten om halverwege kopsloot 2 door middel van een handboring de onderliggende zandlaag aan te boren. Dit resulteerde direct in een zandmeevoerende wel. Twee dagen later was er amper nog welactiviteit, nadat de rivierwaterstand gedaald was.

Van 12 t/m 15 februari zijn de waarnemingen en de bemaling bij daglicht hervat, omdat de waterstand toen weer zo hoog was dat hierbij ook weer zandmeevoerende wellen optraden. Op 16 februari zijn nog enkele bijzondere metingen verricht naar de stroomsnelheid en de drukverdeling in het boorgat.

Het verder verdiepen van de beide kopsloten achter het VZG bij laag water bleek niet uitvoerbaar. Van 1 t/m 8 juni zijn opnieuw waarnemingen uitgevoerd bij daglicht (circa 17 uur per dag) terwijl alleen kopsloot 1 en 2 bemalen werden. Op 2 juni zijn handboringen gemaakt bij de kop van beide kopsloten, in kopsloot 2 om fysieke redenen overigens slechts tot in de

daar aanwezige derde tussenzandlaag. Vanuit het boorgat in de eerste kopsloot, dat wel tot in de diepe zandlaag stak, trad na het opnieuw doorsteken van de derde tussenzandlaag een forse zandmeevoerende wel op, totdat het buitenwater weer gezakt was. Vanaf 6 juni stortte daarbij regelmatig het talud nabij de kop van de sloot in als gevolg van de grote hoeveelheid afgevoerd materiaal. Daarbij traden ook sterke fluctuaties in de kwelstroming op.

Van 16 t/m 19 juni zijn deze beide kopsloten voor de vijfde keer bemalen, weer alleen bij daglicht. Vanaf het einde van de eerste dag schoof het uittredepunt rivierwaarts op. Op 18 juni 's avonds werd het karakter van de wel te zorgwekkend geacht en is de bemaling vroegtijdig gestopt. De volgende dag is na een tweetal korte tests besloten om de metingen te staken, omdat er werd gevreesd voor mogelijk falen van de dijk. Veiligheidshalve zijn de activiteiten vervolgens op veilige wijze afgebouwd.

0.4 Analyse

De analyse is primair uitgevoerd aan de hand van de vier voornoemde deeldoelstellingen. Daarnaast zijn er nog enkele andere opmerkelijke bevindingen benoemd.

Het meten van de ontwikkeling van de pipes was over het algemeen goed mogelijk met behulp van de waterspanningsmetingen. De situatie rond de grofzandbarrière is in detail geanalyseerd en er is een aannemelijke verklaring gevonden voor de metingen en de waarnemingen; hier is hoogstwaarschijnlijk achterloopsheid opgetreden. Doorbraak van de grofzandbarrière is onwaarschijnlijk omdat het zandtransport daarna veel sneller zou moeten zijn toegenomen. Ook in het referentiegedeelte is de passage van een pipe bij een waterspanningsmeter gedetecteerd. Bij het VZG is alleen door middel van boorgaten piping tot stand gebracht, omdat ontgraven tot op de diepe zandlaag niet mogelijk bleek. Daarbij is vanuit de eerste kopsloot mogelijk falen van de inklemming van het VZG (slechts 60 cm) opgetreden, na een combinatie van forse erosie benedenstrooms van het geotextiel en verzwakking van de inklemming. De pipevorming in het onderzoeksgebied bleek te leiden tot een afname van de welactiviteit in de achterliggende bestaande sloot. De grondwaterstroming en het pipingproces zijn ook terug te vinden in de temperatuurmetingen, maar met de analyse daarvan moet nog meer ervaring worden opgedaan.

Het dichtvallen van de pipes is af te leiden uit visuele waarnemingen en fluctuaties in de waterspanningen. Nazakken van de deklaag is echter niet waargenomen. De gevoelige deformatiemetingen met de losse glasvezelkabel konden niet in verband worden gebracht met de waarnemingen in het veld; niet met het pipingproces en niet met andere activiteiten.

Metingen van de bulkdoorlatendheid over het scherm en eventuele veranderingen daarin bleken niet af te leiden te zijn uit de beschikbare waterspanningsmetingen. Mogelijk is dit wel af te leiden uit de metingen met de verwarmde glasvezelkabel, maar dat is hier niet uitgewerkt.

Het meten van de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte werd niet meer goed mogelijk geacht na het schrappen van de daarvoor aangegeven aanvullende waterspanningsmeters. Wellicht is dit alsnog mogelijk door ook de temperatuurmetingen hierbij te betrekken, maar dit vergt naar verwachting een complexe analyse.

Enkele andere aspecten die bij dit onderzoek naar voren zijn gekomen, buiten de oorspronkelijke onderzoeksvragen, zijn:

- het rivierwaarts opschuiven van het uittredepunt als gevolg van erosie ter plaatse, een verschijnsel waar tot dusverre voor zover bekend nooit rekening mee gehouden is;

- de uitzeying van korrelmateriaal: het fijnere materiaal wordt sneller afgevoerd dan het grovere materiaal, dat in de krater blijft en de weerstand in het verticale deel van de pipe vergroot;
- de weerstand over de deklaag is met eenvoudige middelen meetbaar.

0.5 Conclusies, aanbevelingen en vervolgonderzoek

Geconcludeerd is dat het hoofddoel van dit onderzoek, namelijk het monitoren van de functionaliteit van een verticaal zanddicht geotextielscherm als preventieve maatregel onder maatgevende omstandigheden, in belangrijke mate behaald is.

De conclusies per deeldoelstelling zijn in deze samenvatting al in de vorige paragraaf behandeld.

Aanbevolen wordt om de in de Groene Versie van de Ontwerp- en Beoordelingsrichtlijn Verticaal Zanddicht Geotextiel (Taal, 2017) aanbevolen inklemmingslengte onderaan van 1 meter in het zandpakket als een noodzakelijke ondergrenswaarde te beschouwen, gelet op de negatieve ervaringen bij dit onderzoek bij een inklemmingslengte van circa 60 cm,. Hier kan met lange-duurlaboratoriumproeven op een geschikte schaal wellicht meer duidelijkheid over verkregen worden.

Over de eventuele veranderingen in de bulkdoorlatendheid over het scherm is mogelijk zinnige informatie af te leiden uit de metingen met de verwarmde glasvezelkabel. De analyse van deze gegevens, samen met de overige temperatuurmetingen en de waterspanningsmetingen, vormt mogelijk een zinvol afstudeeronderwerp. Dit geldt tevens voor de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte.

Verder wordt aanbevolen om de metingen naar de drukval in het verticale deel van een zandmeevoerende wel ook elders uit te voeren wanneer zich bij een hoogwater de gelegenheid voordoet. Deze metingen kunnen meer inzicht verschaffen in de juistheid van de '0,3D'-term in pipinganalyses.

Voor de locatie van het onderzoek, de Willemspolder, geldt dat deze in de komende jaren wordt herontwikkeld, van landbouwpolder naar natuurgebied. Eigenaar Dekker en gemeente Neder-Betuwe hebben hier overeenstemming over bereikt. De eigenaar is daarbij bereid om het werk zó te faseren dat er op deze locatie nog enige jaren kan worden doorgemeten. Ook bezwijken van de zomerkade behoort daarbij tot de mogelijkheden. Gezien het hier reeds uitgevoerde onderzoek en de aanwezige, operationele monitoringsvoorzieningen, biedt dit goede mogelijkheden voor vervolgonderzoek. Dit is ook reeds onderkend door stakeholders als USACE, STOWA, Deltares en WSRL. De mogelijkheden hiertoe in technische zin zijn nader beschreven door Koelewijn & Zomer (2017). Om kort te gaan, leidt een dergelijk vervolgonderzoek tot een goed gedocumenteerde bezwijkcase voor 3D-uitstroomcondities inclusief natuurlijke heterogeniteit, waarmee beoordelingsmethoden gevalideerd en op onderdelen verbeterd kunnen worden.

1 Inleiding

1.1 Kader

Het faalmechanisme piping vormt met name in het riviereengebied een serieus probleem onder maatgevende omstandigheden, zoals bijvoorbeeld een nadere analyse naar aanleiding van verontrustende resultaten uit het project 'Veiligheid Nederland in Kaart' liet zien (Vrijling et al., 2010). De aanscherping van de veiligheidsnormen per 1 januari 2017 om zowel sociale als economische redenen maakt dit probleem alleen nog maar groter: de kans op falen moet aantoonbaar nog kleiner worden.

Vanwege de maatschappelijke impact en de kosten van de meer traditionele maatregelen ter voorkoming van piping, namelijk bermen en afsluitende schermen, wordt sinds 2010 met hernieuwde inspanning gewerkt aan alternatieve pipingpreventiemaatregelen. Eén van die maatregelen betreft het Verticaal Zanddicht Geotextiel (VZG). Het innovatieve karakter van het VZG zit in de conceptuele werking: anders dan bij een afsluitend scherm wordt de kwelstroom onveranderd doorgelaten. Hierdoor zullen pipes stroomopwaarts van een eventueel optredende zandmeevoerende wel in eerste instantie worden gestuit bij het VZG. Heave en andere mogelijke bezwijkvormen zullen pas optreden bij een veel groter verhang dan bij een waterafsluitend scherm, mits het geotextiel niet dichtslibt.

Waterschap Rivierenland heeft omstreeks 2011 gekozen om specifiek in te zetten op de ontwikkeling van het VZG als oplossing bij pipingproblemen. Om dit op verantwoorde wijze te kunnen doen zijn diverse laboratoriumproeven en een test bij de IJkdijk uitgevoerd (Förster et al., 2013). Daarnaast zijn maakbaarheidsproeven in het veld uitgevoerd. Op een viertal locaties binnen de dijkversterking Hagestein – Opheusden is, telkens over een korte afstand, VZG toegepast in een primaire waterkering (Van Beek, 2013). De kans dat het VZG op deze locaties in de komende jaren daadwerkelijk op zijn pipingremmende functie wordt aangesproken is echter vrij klein, omdat de kans op een voldoende hoge rivierwaterstand vrij klein is.

Om echter binnen afzienbare tijd toch zicht te krijgen op het functioneren van een dergelijk scherm onder praktijkomstandigheden, is besloten om dit ook toe te passen bij een zomerkade: de kade langs de Willemspolder, nabij IJzendoorn, waar bij een waterstand vlak onder de kruin van de kade al zandmeevoerende wellen zijn opgetreden in een sloot op enige afstand achter de kade (Van den Berg, 2013). De kans op (herhaald) optreden van piping is hier veel groter dan bij primaire keringen omdat er vaker een rivierwaterstand zal optreden waarbij piping kan ontstaan. Bovendien kan hier het pipingprobleem nog worden versterkt door de binnenwaterstand ter plaatse van de proeflocatie extra te verlagen en dichter bij de dijk een nieuwe sloot te maken ten behoeve van dit onderzoek. Het LiveDijk-initiatief van de Stichting IJkdijk, bedoeld om nieuwe monitoringstechnieken in de praktijk toe te passen, bood hier aanvullende mogelijkheden (Zomer & Bakkenist, 2013). Later is deze proeflocatie onderdeel gemaakt van de pas later gestarte projectoverstijgende verkenning naar piping (POV-Piping) vanuit het hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP).

Het onderzoek past in het bredere kader van onderzoek naar piping en maatregelen daartegen. Daarom is op deze locatie ook de ruimte geboden aan een maakbaarheidsproef met de grofzandbarrière en zijn speciale metingen verricht naar onder meer de drukval in het verticale gedeelte van een pipe.

1.2 Doelstellingen

De hoofddoelstelling van dit onderzoeksproject is *het monitoren van de functionaliteit van een verticaal zanddicht geotextielscherm als preventieve maatregel tegen piping onder maatgevende omstandigheden.*

Deze doelstelling is nader geconcretiseerd in een viertal deeldoelstellingen:

- a) meten van de ontwikkeling van de pipes
- b) dichtvallen van de pipes en nazakken van de deklaag
- c) meten van de bulkdoorlatendheid over het scherm
- d) meten van de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte

Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 2.

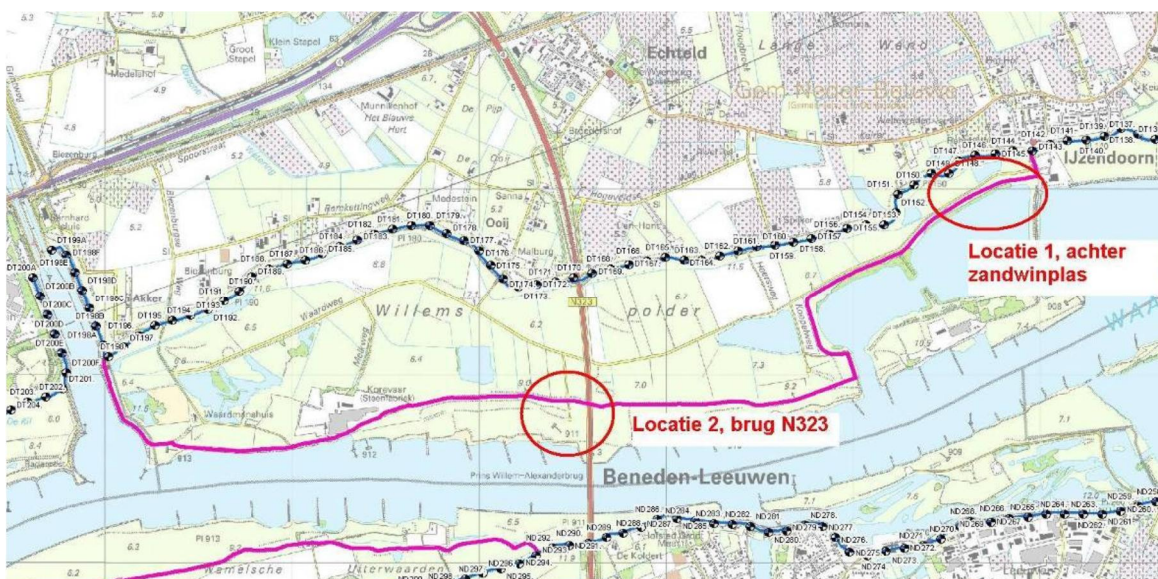
1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het onderzoeksplan beschreven, met zowel het oorspronkelijke plan als de opgetreden wijzigingen. Hoofdstuk 3 beschrijft de waarnemingen tijdens de perioden van hoogwater. De analyse is beschreven in hoofdstuk 4 en de conclusies en aanbevelingen staan in hoofdstuk 5.

2 Onderzoeksplan

2.1 Situatiebeschrijving

De Willemspolder ligt aan de rechterkant van de Waal, bovenstrooms van Tiel tot aan IJzendoorn, zie Figuur 2.1. De polder wordt in de zomer gebruikt voor de landbouw en kent daarnaast een recreatieve functie. Het polderpeil wordt in de zomer gehandhaafd op circa NAP +4,8 m met behulp van het gemaal aan de westzijde en in de winter meer vrijgelaten.



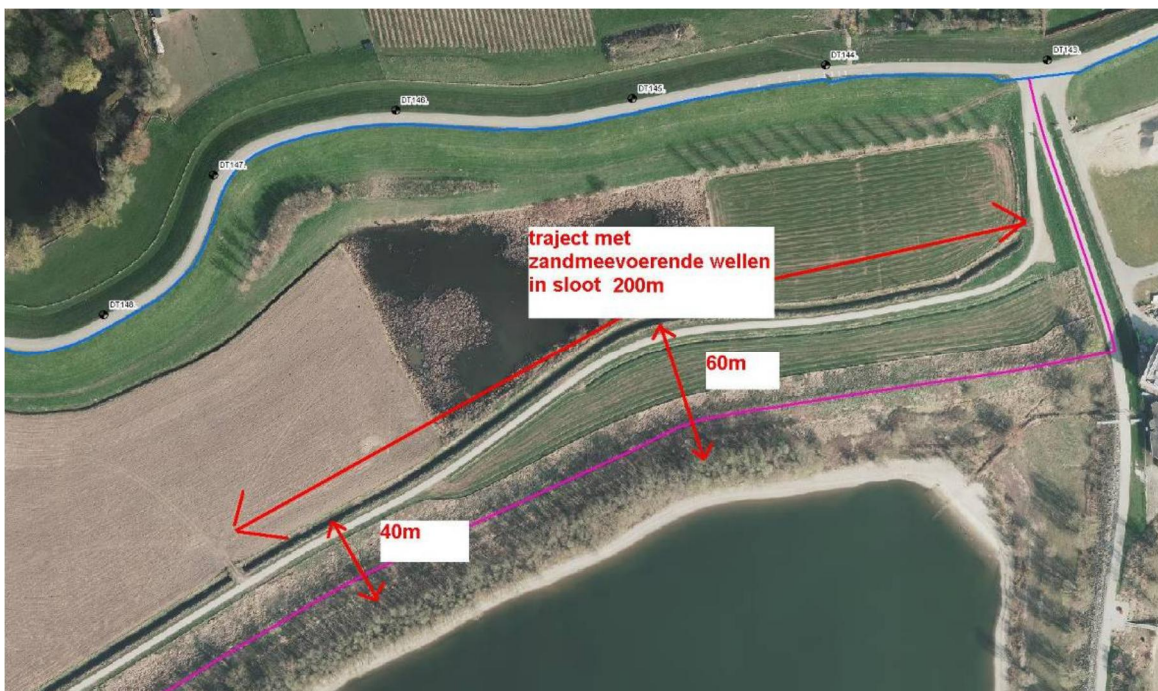
Figuur 2.1 Overzicht van de Willemspolder met indicatie van de beide potentiële onderzoekslocaties

De kruin van de zomerkade ligt op een niveau van circa NAP +9,1 m. Ter bescherming van de binnenteen tegen erosie wordt het peil in de polder tot boven het maaiveld opgezet als de verwachting bestaat dat de kruin zal overlopen; dit is te verwachten bij een peil boven NAP +13,60 m bij Lobith en komt gemiddeld ongeveer eens in de twee jaar voor.

Begin juni 2013 heeft de rivier tot vlak onder de kruin gestaan. Op een enkele plek, waar de kruin iets lager was, zijn zandzakken gebruikt om de polder droog te houden. Bij een kopsloot nabij locatie 2 in bovenstaande figuur is toen een zandmeevoerende wel opgetreden. Daarnaast zijn bij locatie 1 in die figuur meerdere zandmeevoerende wellen opgetreden. Tijdens een veldbezoek op 10 juli 2013 zijn daar de restanten gevonden van drie zandmeevoerende wellen in de sloot, zie Figuur 2.2. Deze lagen verspreid over de in Figuur 2.3 aangegeven lengte (zie ook Figuur 2.8 voor een indicatie van deze locaties).



Figuur 2.2 De drie zandmeevoerende wellen die op 10 juli 2013 bij locatie 1 tot boven het oppervlak van de sloot reikten, van west naar oost



Figuur 2.3 Luchtfoto met details van locatie 1

Tussen de drie gevonden wellen in waren verscheidene lichtere plekken in de sloot waarneembaar die wezen op kleinere, minder ontwikkelde wellen. Dit is echter niet nader onderzocht.

Op basis van een nadrukkelijker voorkomen van zandmeevoerende wellen in het recente verleden en vanwege een betere bereikbaarheid en ontsluitbaarheid is voor de uitvoering van dit onderzoek gekozen voor locatie 1 (Koelewijn & Förster, 2014).

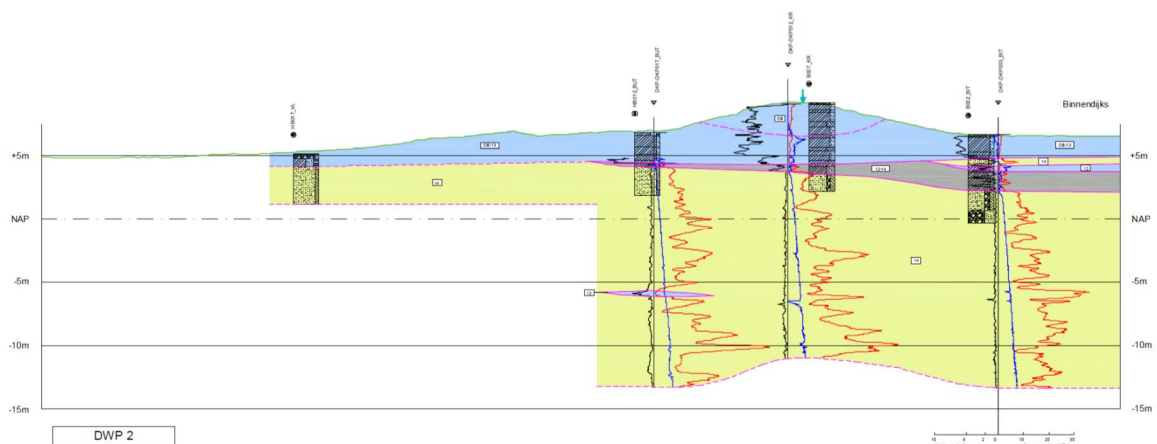
Zoals in Figuur 2.3 te zien is, bedraagt de kwelweglengte gerekend van de buitenteen van de zomerkade tot aan de sloot achter de weg 40 tot 60 meter. Op het bredere deel bevindt zich een strook grasland tussen de dijk en de weg. Dat grasland ligt op een niveau van circa NAP +6,6 m en de weg op circa NAP +6,8 m. De weg is eigendom van de gemeente Nederbetuwe. De sloten en de achtergelegen primaire kering zijn eigendom van Waterschap Rivierenland. De zomerkade en de rest van het omliggende terrein zijn eigendom van een zandwinbedrijf, Dekker BV. Dit bedrijf is direct ten oosten van de locatie gevestigd en heeft volledige medewerking aan de proefnemingen toegezegd. Er is al enige jaren een plan om het gebied opnieuw in te richten, ten koste van de landbouwfunctie en ten gunste van natuur (Dekker & Neder-Betuwe, z.j.). Daarbij zal de dijk zijn functie verliezen en deels verdwijnen en zal ook grond uit het gebied verdwijnen. Dit plan zou ergens tussen 2018 en 2023 uitgevoerd kunnen gaan worden, maar is op dit moment nog steeds onzeker. Dit biedt overigens wel mogelijkheden voor vervolgonderzoek op deze locatie, hier wordt in §5.3 nader op ingegaan.

In de zomer van 2013 is uitgebreid onderzoek gedaan naar de opbouw van de zomerkade en de ondergrond, ook bij de binnenteen, de buitenteen en een gedeelte van het voorland, langs het bredere gedeelte van de strook grasland, langs het gehele gedeelte met een greppel (zie Figuur 2.3 en bijlage A1). Dit betreft:

- 6 boringen en 15 handboringen
- 20 sonderingen

- 11 korrelverdelingen op uit de boringen verkregen materiaal

Dit is gerapporteerd in Dijkstra (2013). Vanwege het belang van de toegankelijkheid van dit materiaal voor het hier beschreven onderzoek zijn belangrijke delen hiervan overgenomen in Bijlage B (zie de eerste pagina daarvan voor een overzicht). In Figuur 2.4 is het dwarsprofiel weergegeven waaromheen het in deze rapportage beschreven onderzoek voornamelijk is geconcentreerd.



Figuur 2.4 Geotechnisch dwarsprofiel 2 op de proeflocatie (Dijkstra, 2013).

De zomerkade bestaat uit een mengsel van zand, grind en klei. De waterdichtheid is niet bijzonder groot, zodat er bij een hoogwater waarbij de kruin niet overstroomt en de polder niet preventief volgezet wordt, op diverse plekken achter de zomerkade plassen ontstaan van het kwelwater. Op enkele honderden meters van de hier beschreven locatie is het daarbij niet ongevoel dat het water over de weg stroomt.

De ondergrond varieert vrij sterk op onderdelen die voor het faalmechanisme piping van belang zijn (zie bijlagen B45 en B46):

- in dwarsrichting:
 - onder de binnenteen een deklaag van antropogeen materiaal en klei van enkele meters, met daaronder eerst een afwisseling van zand- en kleilagen met daaronder een dik zandpakket
 - onder de kruin geen tussenzandlagen, hier ligt de bovenkant van het dikke zandpakket op een hoger niveau
 - bij de buitenteen en onder het voorland is nauwelijks nog sprake van een afdekkende laag op het zandpakket
- in lengterichting is eveneens een variatie in de ligging van de zandlagen achter de kade zichtbaar.

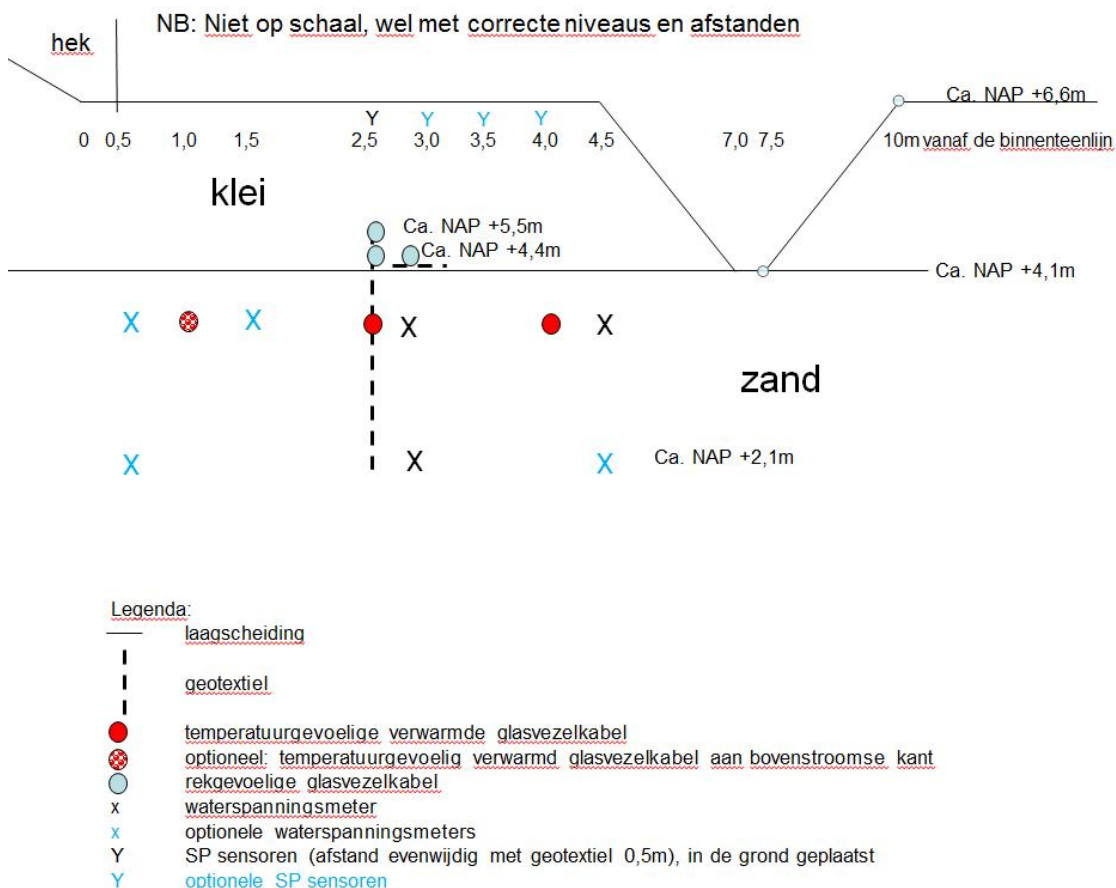
Minder zichtbaar in de geotechnische profielen, maar wel zichtbaar in de boringen, is de variatie in de zandlagen, met name nabij de binnenteen. Boringen 1, 3 en 5 vertonen slechts één tussenzandlaag, terwijl er in boringen 2 en 4 sprake is van meerdere tussenzandlagen en –laagjes. Volgens de uitgevoerde bepalingen van de korrelverdeling betreft dit matig grof tot zeer grof zand. Voor het pipingmechanisme is het de vraag in hoeverre de tussenzandlagen verbinding maken met het zandpakket onder de dijk en onder het voorland.

Het voorland is betrekkelijk kort: de zandwinput kent een steile oever, zoals te zien is in bijlage A4.

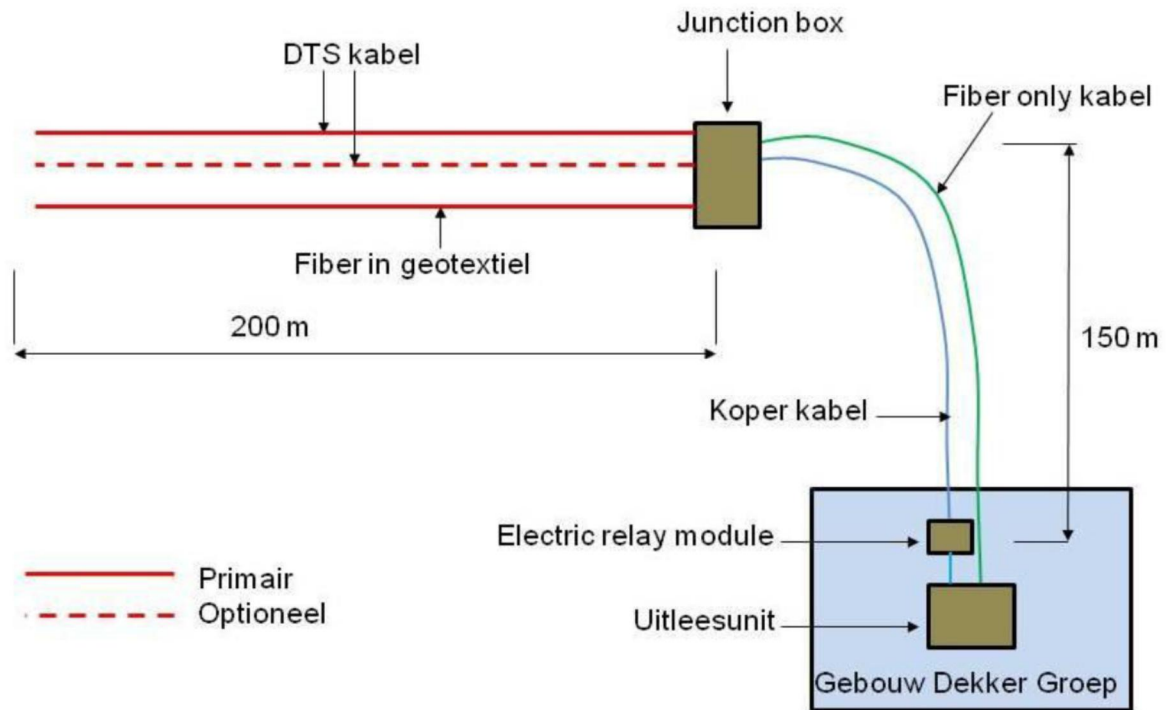
2.2 Oorspronkelijke plan

Volgens het oorspronkelijke geconcretiseerde plan (Koelewijn & Förster, 2014) zou er parallel aan de zomerkade over een afstand van 200 meter een nieuwe sloot worden gegraven met de bodem tot in het zand, op zo'n 7 m achter de binnenteen, zie ook Figuur 2.5. De kwelweglengte werd hiermee aanzienlijk verkort, zodat het pipingproces al bij een beduidend lager verval zou optreden, zeker als de nieuwe sloot ook nog zou worden bemalen. Een bemalingsadvies is gegeven door Van der Linden (2014).

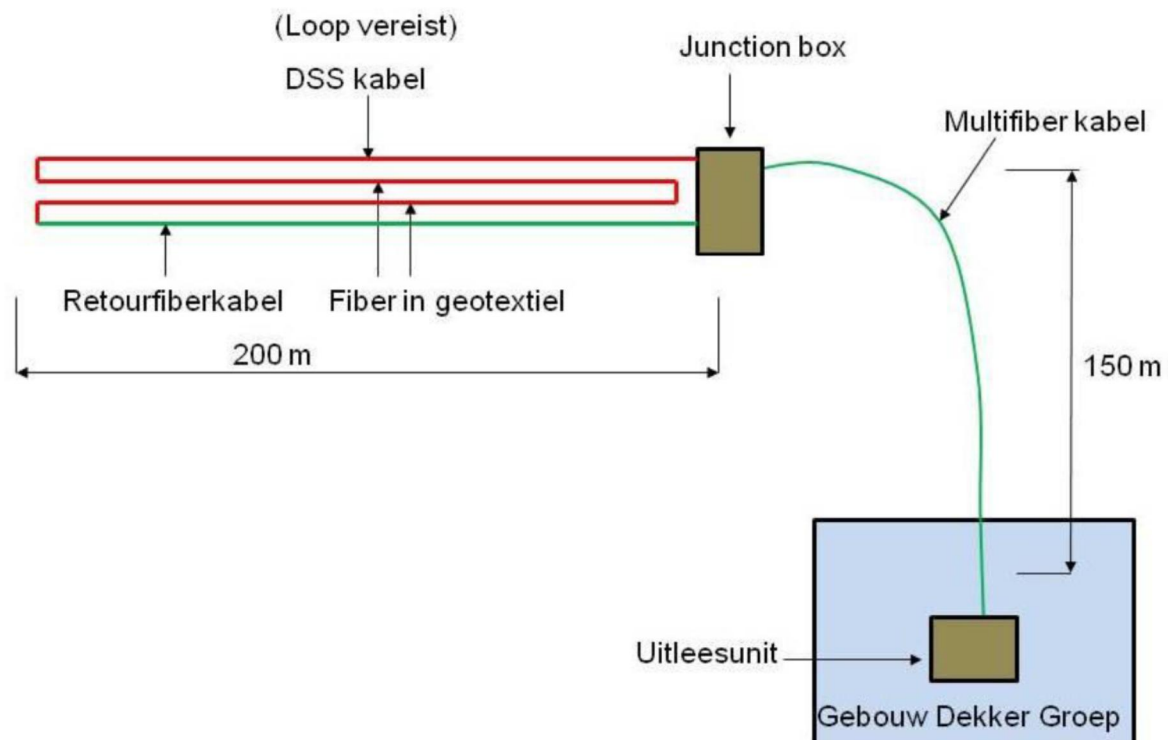
Het verticaal zanddichte geotextiel, waarvan de specificaties zijn aangegeven door Hesami (2013), zou in de oostelijke helft worden aangebracht. De westelijke helft zou als referentie dienen. Op drie locaties achter het geotextiel en op twee locaties in het referentiegedeelte zouden waterspanningsmeters worden aangebracht, daarnaast zou over de gehele afstand ruimtelijk-continue monitoring worden aangebracht door middel van glasvezelkabels zoals aangegeven in de dwarsdoorsnede in Figuur 2.5, in bovenaanzicht voor de temperatuurmetingen met glasvezelkabel in Figuur 2.6 en voor de rekmetingen in Figuur 2.7. In deze figuur is ook optionele monitoring aangegeven waarmee een completer beeld verkregen zou kunnen worden.



Figuur 2.5 Positionering sloot en monitoring binnen een dwarsdoorsnede (Koelewijn & Förster, 2014)



Figuur 2.6 Schematische lay-out temperatuurgevoelige glasvezelmetingen (Inventec, 2014)



Figuur 2.7 Schematische lay-out glasvezelrekmetingen (Inventec, 2014)

Als doelstelling werd nagestreefd 'het monitoren van de functionaliteit van een verticaal zanddicht geotextielscherm als preventieve maatregel tegen piping onder maatgevende

omstandigheden'. Deze doelstelling is in de memo van Koelewijn & Förster (2014) nader geconcretiseerd in de volgende vier deeldoelstellingen:

- a) Meten van de ontwikkeling van de pipes. Hierbij is het de vraag of de pipe-ontwikkeling stopt bij het scherm of niet, en in hoeverre er grote hoeveelheden materiaal bij het uittredepunt worden afgevoerd die tot verzakkingen ter plaatse van het scherm kunnen leiden.
- b) Dichtvallen van de pipes en nazakken van de deklaag. De deklaag boven een pipe kan instorten, leidend tot een tijdelijke vermindering van de kwelstroom en verhoging van de waterdruk bovenstrooms van de instorting. Naarmate de betrokken volumes groter zijn, kan een groter volume van de deklaag instorten (en vervolgens weer deels afgevoerd worden). Dit kan leiden tot verzakking van de deklaag. Dit kan als consequentie hebben dat de inklemming van het geotextiel aan de bovenzijde, in de deklaag, verzwakt.
- c) Meten van de bulkdoorlatendheid over het scherm. Na installatie van het scherm kan de bulkdoorlatendheid groter zijn geworden, zowel door de installatie van het geotextiel zelf als door het eromheen ter opvulling aangebrachte zand. Door pipevorming kan de bulkdoorlatendheid verder toenemen. Een afname van de bulkdoorlatendheid is denkbaar door versmering van het geotextiel met klei tijdens installatie of latere verstopping van het geotextiel of de omliggende grond.
- d) Meten van de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte: door het scherm heen en eronder door. Dit vormt een indicatie voor de mate van verstopping van het scherm in de loop van de tijd.

Voor het behalen van deze doelen gold dat toepassing van niet alleen de basismonitoring, maar ook de optionele monitoring tot duidelijker uitkomsten zou leiden en de interpretatie eenvoudiger zou zijn. Daarbij lag de nadruk op metingen van de grondwaterstroming met behulp van temperatuur, ter bevestiging van de interpretatie ondersteund met waterspanningsmetingen op enkele locaties die naar verwachting voldoende representatief zouden zijn met betrekking tot het optredende pipingproces en eventuele verstopping. De effectiviteit van de continue rekmelingen voor het behalen van de doelstellingen met betrekking tot het pipingproces, het dichtvallen van de pipes en het nazakken van de deklaag was op voorhand minder zeker, vanwege de onzekerheid met betrekking tot elastische parameters van de ondergrond (zoals de effectieve dwarscontractiecoëfficiënt in dit gelaagde systeem) en mogelijke veranderingen in de pakkingsdichtheid, waardoor vervormingen zouden kunnen uitdoven of misschien juist versterkt zouden kunnen worden.

2.3 Opgetreden wijzigingen

Om budgettaire redenen is al snel besloten om de optionele monitoring achterwege te laten.

Het verticaal zanddichte geotextiel is aangebracht met een aangepaste kettinggraafmachine (de zogenoemde 'horizontale methode') op 7 oktober 2015. Er is een geotextiel aangebracht met een hoogte van 3,5 meter met de top op 1,4 meter onder het maaiveld.

Enkele dagen daarna is voorbij het referentiegedeelte een maakbaarheidsproef gehouden ten behoeve van een doorontwikkeling van een andere pipingpreventiemaatregel: de grofzandbarrière (GZB). Dit kan namelijk met hetzelfde materieel worden aangebracht, al worden diverse onderdelen die voor het inbrengen van het geotextiel nodig zijn bij deze maatregel natuurlijk niet gebruikt. Eén van de vragen die bij deze proef speelde was of het nieuw aan te brengen grove zand niet zou vastlopen in de machine door bijvoorbeeld silowerking. Dit was niet het geval. De korrelverdeling van het toegepaste materiaal is weergegeven in bijlage F1. Overigens is de d_{15} van dit materiaal niet fijn genoeg uitgaande van de filterregels van Terzaghi. Om geen problemen ten aanzien van de doorlatendheid te

krijgen, zou de d_{15} ongeveer tweemaal zo grof moeten zijn. Voor de rest is wel voldaan aan de eisen aan de grofzandbarrière zoals deze voorlopig zijn aangegeven in een memo daarover (Koelewijn, 2015).

Niet lang daarna is een ontgraving uitgevoerd bij het veronderstelde uiteinde van het geotextiel om de daarin aangebrachte glasvezelkabel op correcte wijze aan te sluiten. Het geotextiel werd hierbij echter niet aangetroffen! Er zijn vervolgens enkele aanvullende ontgravingen uitgevoerd, waaruit bleek dat het geotextiel op diverse locaties net onder de bovenzijde gescheurd was. De bevindingen zijn schematisch weergegeven in bijlage A3.

In het kort komt het er op neer dat het VZG slechts over een afstand van ongeveer 30 meter onbeschadigd aanwezig is op het scheidingsvlak tussen klei en zand – op de eerste 21 meter is het doek nog niet tot op dit scheidingsvlak aanwezig maar alleen daarboven (het zogenoemde “aanloopstuk”), en 30 meter verderop is een doorgaande scheur aanwezig waarbij het geotextiel tot onder het scheidingsvlak duikt. Twaalf meter verderop eindigt ook het signaal in de glasvezelkabel, hetgeen duidt op een breuk.

Op basis van het grondonderzoek (bijlage B, met name de profielen in B45 en B46) kan hieruit geconcludeerd worden dat het VZG alleen aanwezig is over een korte lengte van het gedeelte waar zowel sprake is van één of meer tussenzandlagen als van een relatief dik pakket van klei- en zandlagen bovenop de dikke zandlaag in de ondergrond. Enkele kenmerken van het VZG en de bodem in de zone waar dit daadwerkelijk aanwezig is:

- maaiveld op NAP +6,6 m;
- bovenkant VZG op NAP +5,2 m; dit is slechts 0,2 tot 0,4 m boven de eerste tussenzandlaag;
- onderkant onderste kleilaag op NAP +2,2 tot 2,4 m;
- onderkant VZG op NAP +1,7 m; de inklemming aan de onderzijde bedraagt daarmee 0,5 tot 0,7 m.

Als verklaring voor het scheuren van het geotextiel is naderhand de lagere stijfheid van het toegepaste niet-geweven geotextiel aangewezen, waardoor haperingen tijdens het inbrengen niet tijdig gecorrigeerd werden maar er zodanig grote vervormingen konden optreden dat scheurvorming onvermijdelijk werd. Dit is onder meer gebleken uit proeven ‘op het droge’ bij aannemer Van den Herik Sliedrecht. Dergelijke proeven waren eerder uitgevoerd met het geweven geotextiel dat bij de diverse maakbaarheidsproeven en de twee locaties op de primaire keringen tussen Hagestein en Opheusden door deze aannemer is toegepast. Bij de Willemspolder is gekozen voor een geotextiel met daarin glasvezelkabels. Dit betreft een gepatenteerd systeem dat alleen beschikbaar is met niet-geweven geotextiel, dat echter veel slapper is. Geen van de betrokken partijen heeft dit zich tijdig gerealiseerd, waardoor dit pas boven water gekomen is toen gezocht werd naar de oorzaak van de voor een groot deel mislukte installatie in de Willemspolder. Hierbij wordt opgemerkt dat enkele dagen eerder een proefstuk van circa 30 meter enkele meters ten zuiden van de greppel min of meer aan de oostkant van het terrein wél over de gehele geplande lengte succesvol is ingebracht.

2.4 Herziene plan

Tijdens een crisisberaad, gehouden naast de Willemspolder in het kantoor van Dekker op 2 november 2015, is geconstateerd dat er drie gedeelten onderscheiden konden worden:

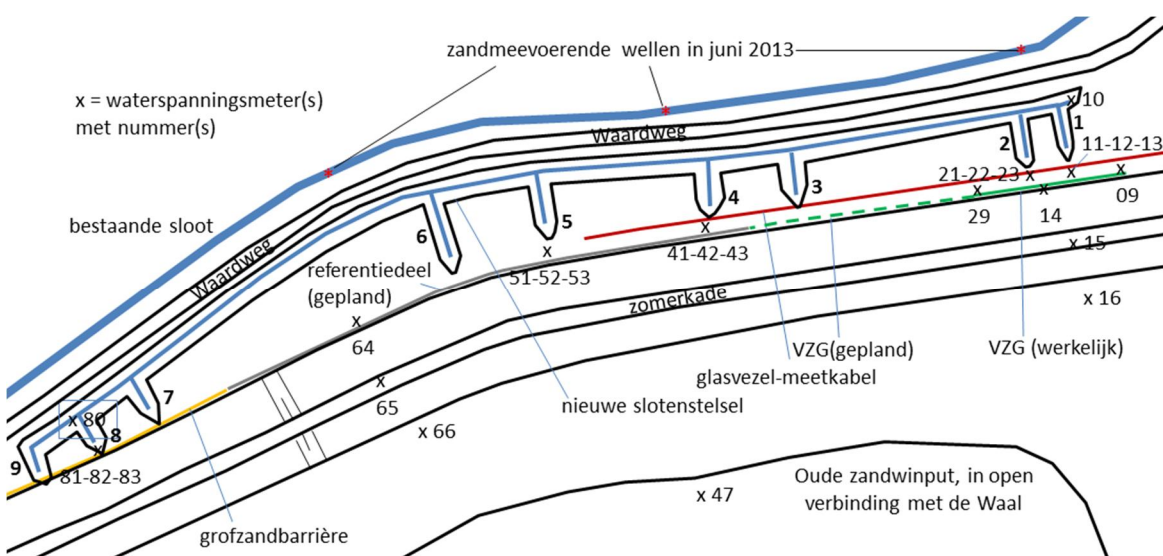
- een gedeelte met een VZG van 30 meter lengte
- een referentiegedeelte van 170 meter lengte
- een gedeelte met een GZB van 50 meter lengte met een kortere kwelweglengte

Vanuit de constatering dat de kans op piping juist achter het korte VZG-gedeelte relatief klein is vanwege het dikkere slappe-lagenpakket ter plaatse terwijl dit onderzoek daar wel op is gericht, is gezocht naar een manier om de kans op piping achter het VZG te vergroten. De oplossing is gevonden in het toepassen van een beperkt aantal kopsloten¹. Deze zijn om praktische redenen (bemalen met één pomp, peilmeting met een beperkt aantal instrumenten) onderling verbonden met een parallelsloot, die juist weer op maximale afstand tot de dijk moest liggen om de kans op piping in deze parallelsloot zo klein mogelijk te maken. Een kopsloot trekt verhoudingsgewijs veel grondwater aan, waardoor er een lokaal grotere gradiënt ontstaat waardoor gronddeeltjes gemakkelijker kunnen worden meegevoerd door de grondwaterstroming. De gevoeligheid voor piping neemt hierdoor met circa een factor 1,5 toe (van Beek, 2015).

Achter het korte gedeelte met een intact aangebracht VZG was ruimte voor twee kopsloten, met een onderlinge afstand (h.o.h.) van 10 meter. In het referentiegedeelte is nog een viertal kopsloten gepland, waarbij voor de ruimtelijke verdeling mede rekening gehouden is met de vooraf reeds afgepaste kabellengten voor de waterspanningsmeters.

Om van de gelegenheid gebruik te kunnen maken om ook de grofzandbarrière te kunnen beproeven is besloten om ook achter die pipingpreventiemaatregel kopsloten te maken, drie in totaal.

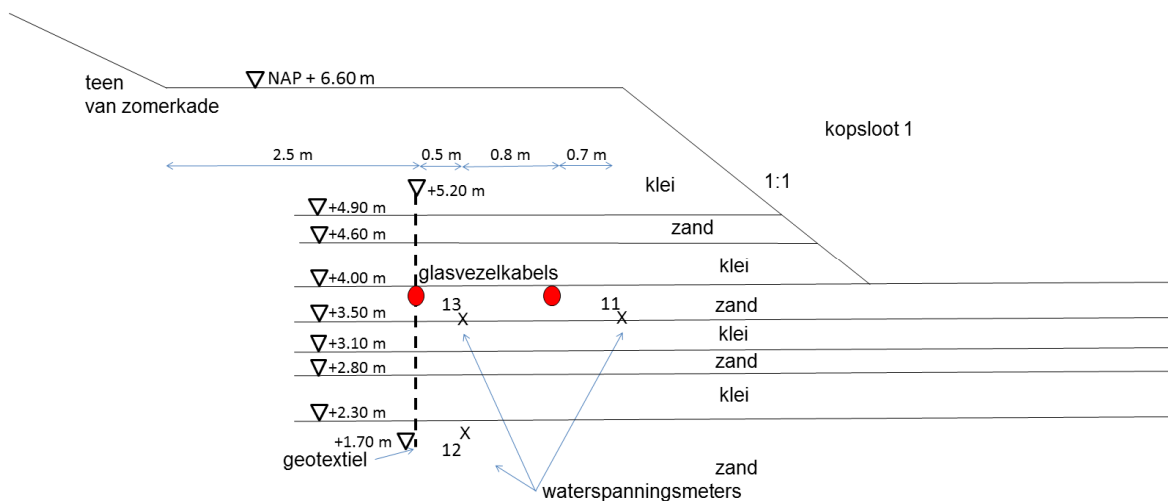
De uiteindelijke configuratie is in bovenaanzicht schematisch weergegeven in Figuur 2.8. De vijf locaties met elk drie waterspanningsmeters zijn herverdeeld over de kopsloten 1 en 2 (achter het VZG), 4 en 5 (in het referentiegedeelte) en 8 (achter de GZB). Daarnaast zijn nabij de uiteinden van de parallelsloot twee waterspanningsmeters als peilmeter geplaatst en is in de oude zandwinput voor de zomerkade een waterspanningsmeter als peilmeter geplaatst. Verder zijn er twee dwarsdoorsneden over de dijk geïnstrumenteerd met elk drie waterspanningsmeters. Alle waterspanningsmeters zijn ook uitgerust met temperatuursensoren. De exacte locaties van alle voornoemde instrumenten behalve de twee dwarsdoorsneden over de dijk zijn aangegeven in bijlage D1.



Figuur 2.8 Bovenaanzicht Willemspolder met indicatie van de kopsloten (1-9) en de locaties van de waterspanningsmeters, het verticaal zanddicht geotextiel, de grofzandbarrière en de losse glasvezelkabel

¹ Een kopsloot is een sloot die loodrecht op de lengterichting van de dijk tot vlakbij de dijk doodloopt

In dwarsdoorsnede is de situatie ook veranderd ten opzichte van het plan in Figuur 2.5; de uiteindelijke situatie bij kopsloot 1 is weergegeven in Figuur 2.9. De rekmetingen in het geotextiel vinden plaats op vrijwel dezelfde locatie als de temperatuurmetingen, dus niet bovenaan. De glasvezelkabel in het geotextiel kan niet verwarmd worden, doordat er geen rondgaande lus gemaakt kon worden omdat het uiteinde niet kon worden opgegraven. De nauwkeurigheid is daardoor kleiner. De 'losse' glasvezelkabel, op 1,3 meter achter het geotextiel, kan wel worden verwarmd. De grondopbouw in deze figuur is overigens gebaseerd op aanvullende informatie die later verkregen is, zie daarvoor §3.5 en bijlage B58. Merk op dat er meerdere tussenzandlagen worden onderscheiden.



Figuur 2.9 Dwarsdoorsnede bij kopsloot 1 met instrumentatie en diepten laagovergangen

2.5 Haalbaarheid doelstellingen

Met al deze wijzigingen ontstond de vraag in hoeverre de doelstellingen zoals die oorspronkelijk waren geformuleerd (zie §2.2) nog haalbaar waren. Hier is in een memo (Koelewijn, 2016) op ingegaan. In het kort worden hierna de belangrijkste conclusies herhaald:

- Meten van de ontwikkeling van de pipes. Het zal met name bij het VZG lastig worden om hier goed aan te meten. Bij het VZG is ook de zijdelingse ontwikkeling van de pipe van belang aan weerszijden van de benedenstroomse zijde van het VZG zodra dat door een pipe is bereikt. Dit is een extra groot probleem door de beperkte lengte van het intacte deel van het VZG en doordat er alleen passief aan de temperatuur kan worden gemeten in het VZG. Dit probleem is aanzienlijk te verkleinen door nabij de beide uiteinden van het intacte deel van het VZG aan de benedenstroomse zijde een aanvullende waterspanningsmeter te plaatsen (2 waterspanningsmeters in totaal), waarmee eventueel optredende achterloopsheid van het scherm te detecteren is.
- Dichtvallen van de pipes en nazakken van de deklaag. Dit kan worden bepaald uit de deformatiemetingen en de waterspanningsmeters. Deze doelstelling is onverkort haalbaar.
- Meten van de bulkdoorlatendheid over het scherm. Dit is bemoeilijkt doordat er geen actieve glasvezeltemperatuurmetingen mogelijk zijn in het VZG. Met passieve metingen en verder alleen waterspanningsmetingen is het lastiger om harde uitspraken te doen over de eventuele verstopping van het VZG. Anders gezegd: er is een grotere mate van verstopping nodig voordat dit met voldoende zekerheid vastgesteld kan worden, dan wanneer alle metingen beschikbaar zouden zijn.
- Metten van de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte: door het scherm heen en eronder door. Deze deeldoelstelling vergde vooral de als optioneel aangegeven

monitoring, die niet aangebracht is. Deze doelstelling is daardoor in de bereikte situatie net zo lastig te bereiken als bij de geplande uitvoering.

In de memo is als conclusie gesteld dat de hoofddoelstelling nog grotendeels haalbaar is gebleven.

3 Waarnemingen

3.1 Inleiding

De verslaglegging van de waarnemingen is primair opgedeeld per hoogwater waarbij er metingen zijn uitgevoerd. Dit betreft bij elkaar vijf hoogwaterperiodes, van januari t/m juni 2016.

De visuele waarnemingen zijn gerapporteerd in bijlage C, de metingen van waterspanningen in bijlage D, de temperatuurmetingen ter plaatse van de waterspanningsmeters in bijlage E en de metingen met de glasvezelsystemen (temperatuur en rek) in bijlage F. Waar relevant is in bijlagen E en F ook de luchttemperatuur van het meest nabijgelegen KNMI-station, Herwijnen, opgenomen. In bijlage E betreft dit het etmaalgemiddelde en in bijlage F de waarde iedere 10 minuten. Enkele speciale onderdelen en metingen zijn weergegeven in bijlage G. Dit hoofdstuk is hoofdzakelijk beperkt tot de waarnemingen per hoogwater, al worden wel enkele tussentijdse conclusies genoemd omdat deze van invloed waren op de genomen beslissingen voorafgaand aan of tijdens het volgende hoogwater. Voor de analyse per deeldoelstelling wordt verwezen naar het volgende hoofdstuk.

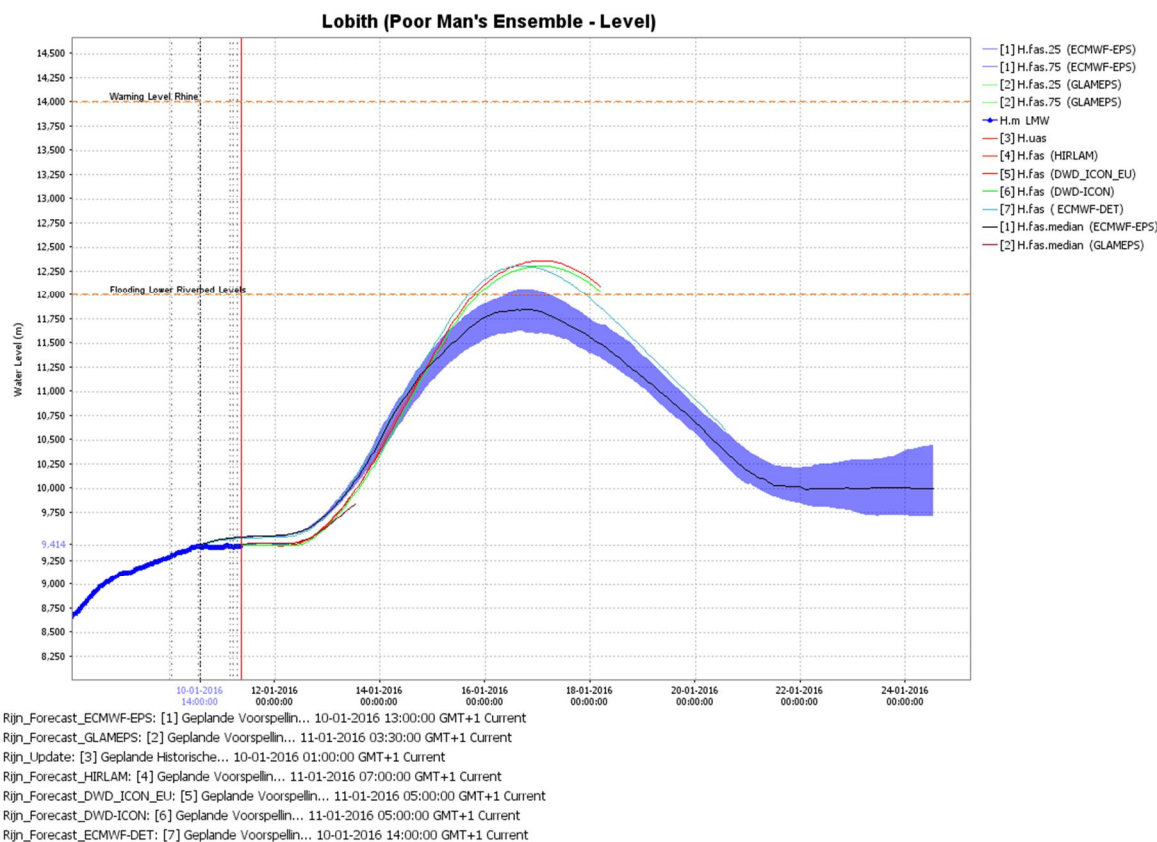
3.2 1e hoogwater – januari 2016

3.2.1 Aanlooperperiode

In november en december 2015 zijn de waterspanningsmeters geïnstalleerd en is het slotenstelsel gegraven. Het systeem om de glasvezelskabels te verwarmen moest opnieuw ontworpen worden omdat het uiteinde van de kabel in het VZG niet aangesloten kon worden als gevolg van de opgetreden beschadiging, en voor verwarming een gesloten stroomkring is vereist.

Ondertussen is gewerkt aan een draaiboek, dat echter nog niet gereed was toen het eerste hoogwater zich aandiende. Op basis van de dagelijks bijgewerkte waterstandsvoorspelling voor Lobith van maandag 11 januari 2016 (zie Figuur 3.1) is in de loop van die dag besloten dat enkele dagen later met intensieve waarnemingen zou worden gestart. Tevoren was op kwalitatieve gronden met engineering judgment ingeschat dat de eerste zandmeevoerende wellen zich zouden aandienen bij een waterstand van ongeveer NAP +6,5 m. Dit was daarmee te verwachten ongeveer 24 uur nadat de waterstand bij Lobith boven de NAP +10,5 m zou zijn gestegen. Bij de proeflocatie is de waterstand namelijk 4 tot 4,5 meter lager dan bij Lobith (meer naarmate de waterstand hoger is) en is er sprake van een vertraging van 23 à 25 uur.

Er is tevoren vastgesteld dat voor een adequate vastlegging van de zandmeevoerende wellen en tijdige detectie van potentieel falen (in te schatten op basis van de welactiviteit, waarbij bedacht moet worden dat een zandmeevoerende wel tot kort voor falen geen uitsluitsel kan geven of een pipe de rivier heeft bereikt) er tenminste eens in de vier uur geïnspecteerd zou moeten worden. Dit is mede gebaseerd op de ervaringen bij de IJkdijk. Dat vergt in de praktijk een 24-uursinzet van gekwalificeerde mensen. Daarbij geldt dat om veiligheidsredenen tenminste twee personen tegelijk aanwezig moeten zijn, zeker 's nachts. Dit is ingevuld door een team van mensen van Waterschap Rivierenland en Deltares, waarbij gewerkt is van diensten van acht uur per persoon.



Figuur 3.1 Waterstand en waterstandsverwachting bij Lobith op 11 januari 2016

3.2.2 Uitvoering

De observaties zijn uitgevoerd vanaf donderdagmiddag 14 januari t/m zondagmiddag 17 januari. Vanaf donderdagavond 23:00 uur is in principe elk uur een inspectieronde gelopen waarbij op een gestandaardiseerde wijze de waarnemingen zijn genoteerd op formulieren. Vandalisme leek er om 23:20 uur de oorzaak van dat de pomp niet kon worden opgestart, na een snelle vervanging van een onderdeel door de plaatselijke aannemer is om 23:54 uur de pomp met een capaciteit van circa 120 m³/uur aangezet. De capaciteit van deze pomp werd adequaat bevonden. Vanwege de weersomstandigheden (buien met natte sneeuw, regen en hagel) zijn de notities enkele keren pas na terugkeer in de ter plaatse gemobiliseerde bouwkeet genoteerd. Deze waarnemingen zijn weergegeven in bijlage C2 (de legenda is te vinden in bijlage C1). Bij de zandmeevoerende wel in kopsloot 7 zijn enkele monsters genomen. De korrelverdelingen hiervan zijn te vinden in bijlage G2 (ontleend aan Dijkstra (2016)).

De waterspanningsmetingen rond dit hoogwater zijn weergegeven in bijlage D3, waarbij een onderscheid is gemaakt tussen alle instrumenten (D3.1), de metingen onder de dijk en van het oppervlaktewater (D3.2), het gedeelte met het VZG (D3.3) en achtereenvolgens de geïnstrumenteerde kopsloten, nummers 1, 2, 4, 5 en 8 (D3.4 t/m D3.8). De temperatuurmetingen met dezelfde instrumenten zijn te vinden in bijlage E3, met eenzelfde verdeling maar met metingen over een langere periode, vanwege de langere responstijden.

De temperatuurmetingen met de losse glasvezelkabel (onverwarmd) zijn weergegeven in bijlage E1. Deze metingen betreffen gemiddelde waarden over telkens een half uur, na een korte opstartfase waarin de metingen iedere minuut werden gemiddeld en opgeslagen.

Actieve temperatuurmetingen (met verwarming van de kabel) waren nog niet mogelijk. Ook konden geen temperatuurmetingen worden uitgevoerd in het VZG. Daarnaast waren ook geen deformatiemetingen mogelijk in deze periode.

De wel-activiteit achter het VZG was opvallend gering. Daarop is besloten om een handboring uit te voeren in kopsloot 2. Daaruit bleek dat deze kopsloot slechts tot een tussenzandlaag was uitgegraven: na zo'n 20 cm zand werd opnieuw een kleilaag aangetroffen, met een dikte van circa 40 cm. Voor kopsloot 1 werd ingeschat dat daarvoor hetzelfde gold.

Daarentegen ontstonden al snel twee grote zandmeevoerende wellen in het gebied achter de GZB, één in kopsloot 7 en één in de langssloot, vlakbij het uiteinde nabij kopsloot 9. In de loop van zaterdag leek het zandtransport geleidelijk aan af te nemen, terwijl de watertoevoer onverminderd groot bleef. In de nacht van zaterdag naar zondag nam de zandconcentratie echter geleidelijk aan weer duidelijk toe. Ook werd geconstateerd dat de waterspanningen in de twee waterspanningsmeters die het dichtst bij de GZB aanwezig zijn, in kopsloot 8, tot tweemaal toe een kleine dip vertoonden in afwijking van de algemeen stijgende trend (samenhangend met de stijgende buitenwaterstand), terwijl de ene meer benedenstreams geplaatste waterspanningsmeter een dergelijke dip niet vertoonde. Dit werd geïnterpreteerd als de invloed van een zijdelings langskomende pipe aan de benedenstreamse kant van de GZB. Daarbij geldt dat als de pipe dermate kan groeien in zijdelingse richting dat vanuit de twee buitenste kopsloten pipes tot direct vóór de middelste kopsloot kunnen groeien, de pipes evengoed een vergelijkbare afstand naar de zijkanten van de slechts 50 meter lange GZB kunnen groeien. De toename van de zandconcentratie is daarop gekoppeld aan achterloopsheid, hetgeen een acuut gevaar kon vormen voor de zomerkade. Gebaseerd hierop is op zondagochtend om 10:15 uur in onderling overleg besloten het pompen te staken. Zodra de situatie veilig werd bevonden (verwaarloosbare welactiviteit), zijn ook de observaties gestaakt. Voor de analyse wordt verder verwezen naar §4.2.

3.2.3 Na afloop

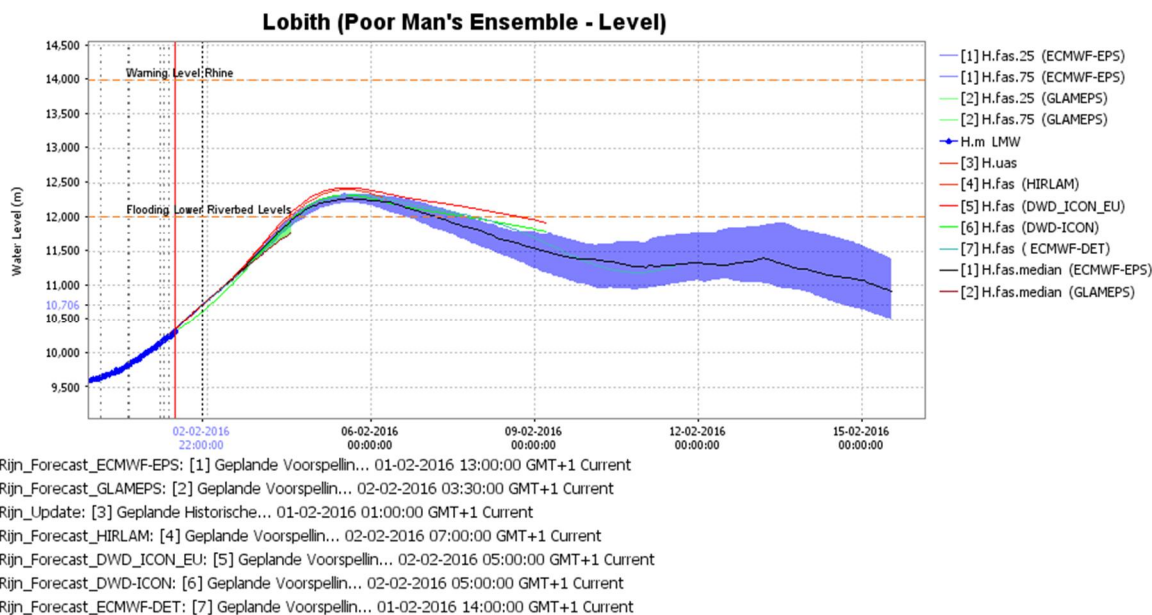
Op basis van de constatering uit de handboring in kopsloot 2 is naderhand bij laag water deze kopsloot verder uitgediept, tot aan de aangetroffen zandlaag onder de genoemde kleilaag. Dit is ook gedaan met kopsloot 1, nadat eerst met één verkennende schep met de graafmachine geconstateerd was dat de situatie hier vergelijkbaar was.

De zandmeevoerende wellen in kopsloot 7 en achter kopsloot 9 (wel 22 in de visuele observaties, zie bijlage C2) hebben geleid tot een aanmerkelijke verhoging van de bodem in dit gedeelte van het slotenstelsel. Om hier een betrouwbare inschatting van te kunnen maken is het bodemniveau gedetailleerd ingemeten – dit kan worden vergeleken met de (grofmaziger) inmetingen direct na het graven van de kopsloten. Beide sets metingen zijn weergegeven in bijlage G3.

3.3 2e hoogwater – begin februari 2016

3.3.1 Aanlooperperiode

Enkele weken later diende het volgende hoogwater zich alweer aan. Vanwege de onzekerheid of dit niet het laatste hoogwater tot aan het einde van de meetperiode (december 2017 of eventueel nog een jaar later) zou zijn, is op 2 februari besloten om opnieuw te mobiliseren. Het verwachte waterstandsverloop bij Lobith van die dag is weergegeven in Figuur 3.2.



Figuur 3.2 Waterstand en waterstandsverwachting bij Lobith op 2 februari 2016

Er is daarbij geconcludeerd dat de inzet op zeer korte termijn van een voldoende grote groep deskundigen om de benodigde diensten te kunnen vervullen niet alleen tamelijk kostbaar is, maar ook een vrij zware wissel trekt op de betrokken personen. Vanuit ook de constatering met de proefnemingen met het DMC-systeem op de IJkdijk in zowel 2009 (Koelewijn et al., 2009) als 2012 (Koelewijn et al., 2012) dat het pipingproces praktisch onveranderd doorzet nadat dat onderbroken is door een tijdelijke reductie van het verval, is besloten om bij de volgende hoogwaters de personele inzet aanzienlijk te reduceren. In plaats van continue aanwezigheid van twee personen, is gekozen voor de inzet van één persoon (van Deltares) met op afroep een tweede persoon (van Waterschap Rivierenland) gedurende alleen de daglichtperiode, waarbij ook de pomp alleen bij daglicht aanstaat. De overweging was daarbij dat na het uitzetten van de pomp het peil in de sloot voldoende snel zou toenemen (en het verval evenredig zou afnemen) om het risico op een doorbraak voldoende te verkleinen. Naarmate er een groter debiet uit de wellen komt, gaat deze risicoreductie natuurlijk ook sneller. De frequentie van de inspecties is daarbij gereduceerd van eens per uur naar minimaal eens in de vier uur overdag. De periode van ongestoorde pipe-vorming zou daarbij naar verwachting 7 tot 10 uur per etmaal bedragen.

Om problemen bij het GZB-gedeelte te vermijden is daar een dam in de sloot gelegd, iets ten oosten van kopsloot 7. Het verval hier is daardoor kleiner, zodat hier geen doorgaand pipingproces hoeft te worden verwacht. Ter controle is dit gedeelte minimaal eens per dag geïnspecteerd, maar niet opgenomen in iedere inspectie.

3.3.2 Uitvoering

De eerste observaties zijn uitgevoerd op 3 februari aan het einde van de middag. Om het te bemalen gebied (en daardoor de benodigde dagelijkse bemalingstijd) flink te verkleinen zonder al te groot verlies van areaal is besloten om een tweede dam aan te leggen, iets westelijk van kopsloot 4. Daardoor zijn ook kopsloten 5 en 6 onttrokken aan het gebied waarin piping gestimuleerd wordt. In vergelijking met kopsloten 3 en 4 gebeurde daar tijdens het eerste hoogwater wat minder. Daarnaast was de inschatting dat er met kopsloten 3 en 4 nog voldoende referentiegebied overbleef.

Bij kopsloten 1 en 2 ontstond het vermoeden dat deze opnieuw slechts ontgraven waren tot aan een voor piping niet-maatgevende tussenzandlaag. Daarom is op 6 februari een handboring gemaakt in kopsloot 2. Om na het aanboren van een pipinggevoelige zandlaag niet meteen bij de kop van de kopsloot een situatie te creëren die het dieper ontgraven zou compliceren, is besloten om deze boring betrekkelijk dicht bij de achterzijde van de kopsloot uit te voeren. De eerste 40 à 50 cm bestond uit zand, daaronder een 10 cm dikke kleiige leemlaag, vervolgens circa 120 cm vrij plastische grijze klei en dan weer zand. Vergelijking met Figuur 2.9, die specifiek de situatie bij kopsloot 1 toont, laat zien dat de op één na onderste zandlaag hier ontbreekt: de variatie in de opbouw van de ondergrond is hier groot.

Het effect van deze boring was duidelijk zichtbaar, zie Figuur 3.3 t/m Figuur 3.6. De vermelde tijdstippen zijn gebaseerd op de time-stamps van de foto's. Het proces verloopt dus vrij snel.



Figuur 3.3 Begin van een wel in kopsloot 2, kort na de laatste keer boren (6 februari 12:54:04)



Figuur 3.4 Wel in kopsloot 2 bij boorgat (6 februari 12:59:00)



Figuur 3.5 Wel in kopsloot 2 bij boorgat (6 februari 13:03:24)



Figuur 3.6 Wel in kopsloot 2 bij boorgat (6 februari 13:07:08)

De observaties zijn op 8 februari aan het begin van de middag gestaakt omdat de welactiviteit in sterke mate verminderd was. De verwachting was op dat moment dat de waarnemingen na ongeveer een halve week weer hervat zouden worden, gezien de waterstandsverwachting op dat moment.

Het verslag van de waarnemingen in deze periode is te vinden in bijlage C3. De waterspanningsmetingen rond dit hoogwater zijn weergegeven in bijlage D4, met daarbij onderscheid tussen alle instrumenten (D4.1), de metingen onder de dijk en van het oppervlaktewater (D4.2), het gedeelte met het VZG (D4.3) en achtereenvolgens de geïnstrumenteerde kopsloten voor zover daar iets gebeurde, dus nummers 1, 2, 4 en 5 (D4.4 t/m D4.7). De temperatuurmetingen bij de waterspanningsmeters zijn weergegeven in bijlage E4. De temperatuurmetingen met de losse glasvezelkabel en de glasvezelkabel in het geotextiel (beide nog onverwarmd in deze fase) zijn weergegeven in bijlage F2. Na de opstartfase, waarin iedere kabel om de minuut werd doorgemeten, is verder gemeten in een cyclus van 45 minuten, met gedurende 30 minuten middeling over de metingen van de losse kabel en gedurende 15 minuten middeling over de metingen aan de kabel in het geotextiel. De rekmetingen kort na installatie, kort voorafgaand aan het tweede hoogwater en op latere tijdstippen (bij latere hoogwaters) zijn weergegeven in bijlage F4.

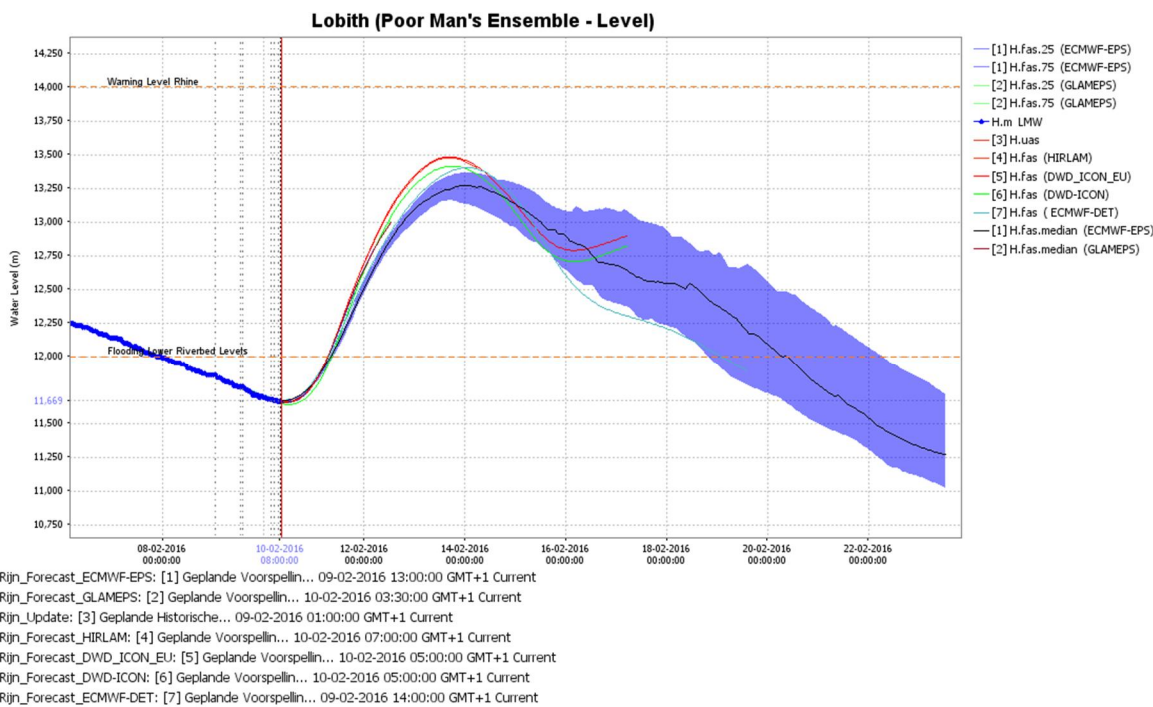
3.3.3 Na afloop

Het was de bedoeling om na afloop de beide kopsloten achter het geotextiel verder uit te diepen, maar een vereiste daarvoor was wel dat de waterstand voldoende gezakt zou zijn. Dat is niet gebeurd waardoor dit niet mogelijk was.

3.4 3e hoogwater – midden februari 2016

3.4.1 Aanlooperperiode

Op 10 februari was de verwachting voor de waterstandsontwikkeling dusdanig dat op 12 februari weer zandmeevoerende wellen verwacht zouden kunnen worden. Het peil zou stijgen tot de hoogste stand tot dusverre, zonder dat de kruin zou worden overschreden. De verwachting is weergegeven in Figuur 3.7.



Figuur 3.7 Waterstand en waterstandsverwachting bij Lobith op 10 februari 2016

3.4.2 Uitvoering

Vanaf 12 februari 's ochtends vroeg zijn de observaties weer gestart, deze zijn (tijdens de daglichtperiode) doorgezet tot en met 15 februari 's middags. In Figuur 3.8 en Figuur 3.9 wordt een overzicht gegeven van het proefterrein toen de rivierwaterstand ongeveer maximaal was. De eerste foto toont aan de linkerkant de kopsloten bij de grofzandbarrière, op de tweede foto is rechts de eerste kopsloot te zien. Daarop zijn ook de natte plekken bij de binnenteen en verder op het achterland goed zichtbaar.



Figuur 3.8 Overzicht van de zomerkade en het proefterrein in oostelijke richting vanaf kopsloot 9



Figuur 3.9 Overzicht van de zomerkade en het proefterrein in westelijke richting vanaf kopsloot 1

In deze periode zijn diverse zandmonsters genomen in kopsloot 2, in een wel 9 meter oostelijk van kopsloot 3 ('wel 25') en in de oude sloot achter de weg. De korrelverdelingen zijn weergegeven in bijlage G2. Het verslag van de waarnemingen in deze periode is te

vinden in bijlage C4. De waterspanningsmetingen rond dit hoogwater zijn weergegeven in bijlage D5, met daarbij onderscheid tussen alle instrumenten (D5.1), de metingen onder de dijk en van het oppervlaktewater (D5.2), het gedeelte met het VZG (D5.3) en achtereenvolgens de geïnstreunde kopsloten 1, 2, 4, 5 en 8 (D5.4 t/m D5.8). De temperatuurmetingen in de waterspanningsmeters zijn in dezelfde bijlage te vinden als van het vorige hoogwater, dus in bijlage E4. De temperatuurmetingen met de losse glasvezelkabel en de glasvezelkabel in het geotextiel (beide onverwarmd in deze fase) zijn weergegeven in bijlage F2. Ook hierbij is telkens 30 minuten gemeten aan de losse kabel en 15 minuten aan de kabel in het geotextiel. Een rekmeting kort na het derde hoogwater is weergegeven in bijlage F4.

Op 16 februari zijn in de loop van de ochtend enkele bijzondere metingen uitgevoerd aan de wel in het boorgat in kopsloot 2. Dit betreft ten eerste enkele metingen aan de stroomsnelheid in de pipe. Daartoe is aan de onderkant van de pipe een felrode, niet-giftige vloeistof geïnjecteerd. Gemeten is hoe lang het duurde tot de vloeistof in de wel zichtbaar werd. Vervolgens is op verschillende dieptes in het boorgat de drukhoogte gemeten door een slangetje af te hangen op verschillende dieptes en te meten hoe hoog het water in dat slangetje vervolgens kwam (zie Figuur 3.10). Daarbij duurde het telkens enkele minuten voordat zich een evenwicht had ingesteld. Tot slot zijn debietmetingen uitgevoerd met behulp van een stuk pijp met een grote diameter waarin een V-vormige uitsparing was gemaakt (zie Figuur 3.11). De resultaten hiervan zijn weergegeven in bijlage G4. Dit type metingen is vooralsnog zeldzaam en wordt waardevol geacht voor een nader begrip van het pipingproces in het algemeen, met name voor vraagstukken die samenhangen met de weerstand in een verticale pipe – materie waar de ‘0,3D-regel’ in de Nederlandse voorschriften rond piping mee samenhangt.



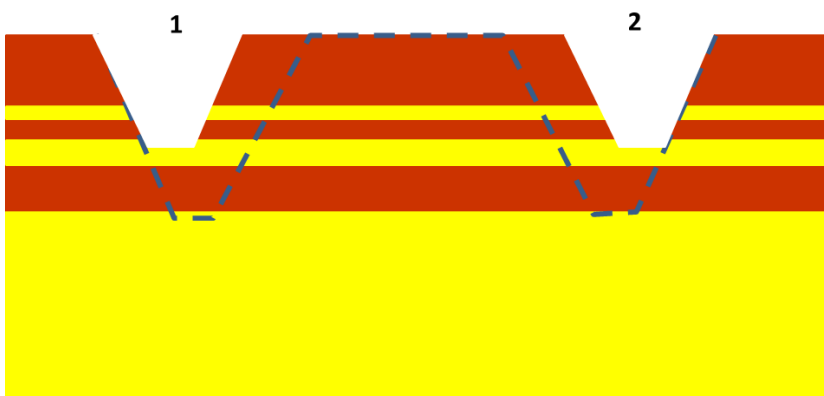
Figuur 3.10 Opstelling voor drukvalmetingen in kopsloot 2



Figuur 3.11 Debietmeting aan het boorgat in kopsloot 2

3.4.3 Na afloop

Na afloop is geconcludeerd dat bij laagwater de eerste twee kopsloten verdiept moeten worden. Om er daarbij voor te zorgen dat de kopsloten niet te ver naar de rand van het geotextiel zouden komen, is daarbij aangegeven dat de ontgraving zou moeten plaatsvinden zoals aangegeven in Figuur 3.12, waarbij was uitgegaan van het grondprofiel zoals aangetroffen in de boring.



Figuur 3.12 Gewenste ontgraving bij kopsloten 1 en 2

Enige tijd later, toen het water al enige tijd laag stond, is aan de uitvoering begonnen. Dit bleek echter niet haalbaar doordat de taluds instortten als gevolg van vervloeiing van de tweede zandlaag bij het ontgraven.

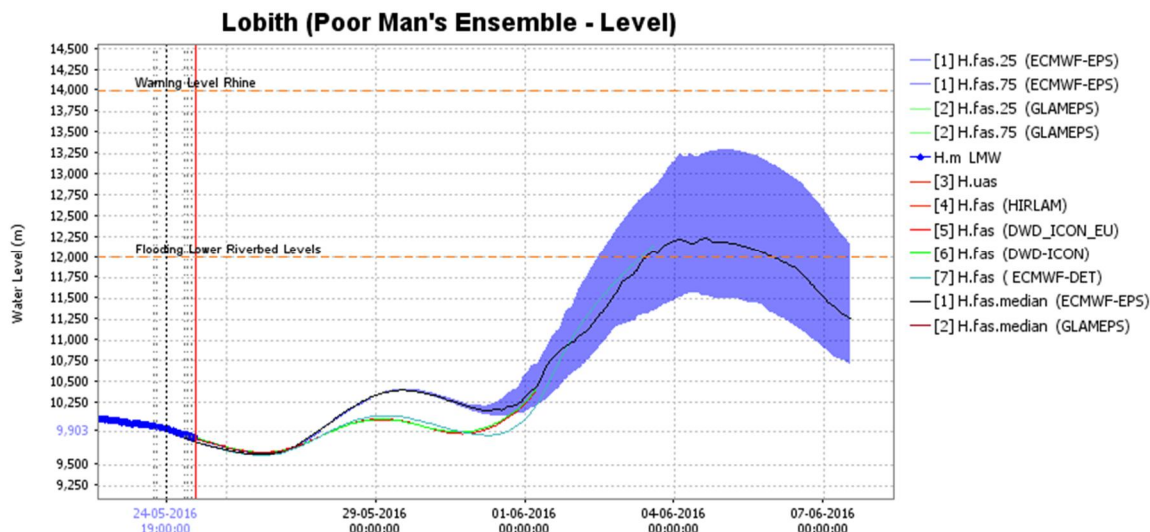
Daarnaast is geconcludeerd dat twee extra waterspanningsmeters, één nabij elke rand van het geotextiel, zeer bruikbaar zouden kunnen zijn voor de detectie van achterloopsheid bij het korte VZG.

3.5 4e hoogwater – begin juni 2016

3.5.1 Aanlooperperiode

In de aanloop naar het volgende hoogwater is geconcludeerd dat er in het referentiegedeelte inmiddels wel voldoende data was verzameld en dat de resterende hoogwaters primair benut zouden moeten worden voor het onderzoek naar de werking van het verticaal zanddicht geotextiel. Daarom is besloten om een derde afdamming aan te brengen in de langssloot die de kopsloten met elkaar verbindt, iets ten westen van kopsloot 2.

Het volgende hoogwater begon zich aan te dienen op 25 mei, toen de mediane verwachting voor Lobith voor meer dan een week vooruit boven de 12 m uitkwam, maar nog wel onder de voor de Willemspolder kritische grens van 13,6 m bleef, zie Figuur 3.13.

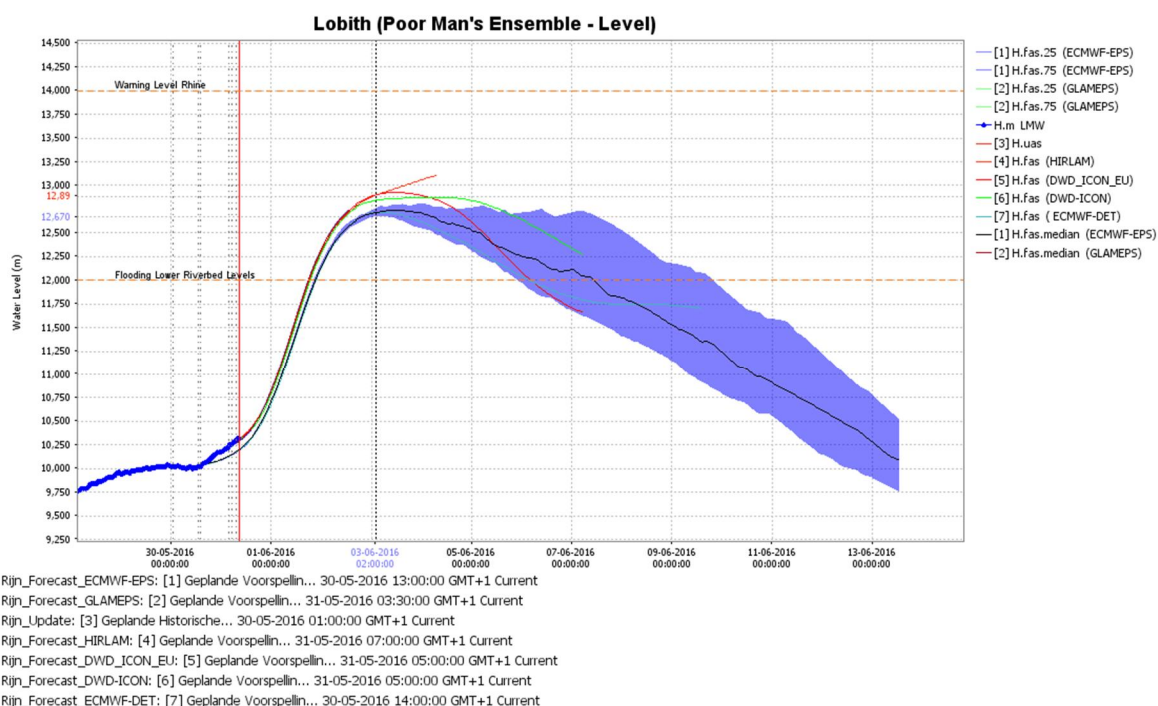


Rijn_Forecast_ECMWF-EPS: [1] Geplande Voorspellin... 24-05-2016 13:00:00 GMT+1 Current
 Rijn_Forecast_GLAMEPS: [2] Geplande Voorspellin... 25-05-2016 03:30:00 GMT+1 Current
 Rijn_Update: [3] Geplande Historische... 23-05-2016 01:00:00 GMT+1 Current
 Rijn_Forecast_HIRLAM: [4] Geplande Voorspellin... 25-05-2016 07:00:00 GMT+1 Current
 Rijn_Forecast_DWD_ICON_EU: [5] Geplande Voorspellin... 25-05-2016 05:00:00 GMT+1 Current
 Rijn_Forecast_DWD-ICON: [6] Geplande Voorspellin... 25-05-2016 05:00:00 GMT+1 Current
 Rijn_Forecast_ECMWF-DET: [7] Geplande Voorspellin... 24-05-2016 14:00:00 GMT+1 Current

Figuur 3.13 Waterstand en waterstandsverwachting bij Lobith op 25 mei 2016

Een kleine week later, op 31 mei, was de mediane verwachting nog iets hoger geworden, met een mogelijk langzame afvlakking, zie Figuur 3.14. Die dag is besloten om de volgende middag, 1 juni, al te starten met de observaties, omdat het water op 2 juni mogelijk al te veel gestegen zou kunnen zijn om het begin van wel-activiteiten te zien.

Het laten aanbrengen van de twee extra waterspanningsmeters was vooraf al wel in gang gezet, maar nog niet ten uitvoer gebracht.



Figuur 3.14 Waterstand en waterstandsverwachting bij Lobith op 31 mei 2016

3.5.2 Uitvoering

Om 1 juni rond 15 uur is de verwarmbare glasvezelkabel geactiveerd (zie bijlage F3) en kort daarna zijn de observaties gestart (zie bijlage C5).

De aanvullende waterspanningsmeters zijn op 3 juni geïnstalleerd. Figuur 3.15 toont de beide instrumenten aan weerszijden van kopsloten 1 en 2 kort na installatie. Deze instrumenten zijn aangeduid met de nummers 09 (oostelijk) en 29 (westelijk) en weergegeven in Figuur 2.8. In bijlage B58 zijn de bijbehorende boorgegevens aangegeven. De waterspanningsmetingen rond dit hoogwater zijn weergegeven in bijlage D6, met daarbij onderscheid tussen alle instrumenten (D6.1), de metingen onder de dijk en van het oppervlaktewater (D6.2), het gedeelte met het VZG (D6.3) en de geïnstrumenteerde kopsloten 1 en 2 (D6.4 en D6.5). De temperatuurmetingen in de waterspanningsmeters in deze periode zijn weergegeven in bijlage E5. De temperatuurmetingen met de losse glasvezelkabel (in deze fase wél verwarmd!) en de glasvezelkabel in het geotextiel (noodgedwongen onverwarmd) zijn weergegeven in bijlage F3. Hierbij is telkens 30 minuten gemeten aan de losse kabel en 15 minuten aan de kabel in het geotextiel. Een rekmeting uitgevoerd op 1 juni is weergegeven in bijlage F4.



Figuur 3.15 Beide aanvullende waterspanningsmeters (rode paaltjes) nabij de uiteinden van het VZG (Bardoel, 2016)

Omdat het uitdiepen van de beide kopsloten achter het geotextiel (de enige kopsloten die nu nog bemalen werden) tot aan de volgende zandlaag niet was gelukt, zijn op 2 juni 's ochtends gaten geboord in deze kopsloten, dicht achter de kop. In kopsloot 1 is daarbij een extra tussenzandlaag aangetroffen in vergelijking met het profiel in Figuur 3.12 dat was gebaseerd op de handboring in kopsloot 2 op 6 februari. De stroming die aanvankelijk op gang kwam nadat de onderste zandlaag (conform het profiel in Figuur 2.9) was aangeboord, doofde betrekkelijk snel weer uit. Vervolgens is het gat opnieuw geboord, daarbij bleek dat het op het niveau van de extra tussenzandlaag was dichtgefallen. Daarna kwam de stroming geleidelijk aan sterker op gang (zie bijlage C5).

Ook in kopsloot 2 bleek de extra tussenzandlaag nabij de kop aanwezig te zijn. Om fysieke redenen was het hier niet mogelijk om dieper te boren. Dit boorgat was aanvankelijk enige tijd zandmeevoerend, maar daarna slechts watervoerend behalve op de meeste momenten tijdens het leegpompen 's ochtends.

Vanaf 6 juni begon het talud nabij de kop van kopsloot 1 aan de westkant in te storten. Daarnaast viel het onregelmatige karakter van de stroming vanuit de actieve wel in kopsloot 1 op, zowel op een korte tijdschaal (variatie van de waterstroom op een tijdschaal van minder dan 10 seconden) als op een langere tijdschaal (variatie van de water- en zandstroom op een tijdschaal van naar schatting vele minuten tot enkele uren). Op 6 juni is een poging gedaan om opnieuw de stroomsnelheid, de drukval in de verticale pipe en het debiet te meten. De meting van de stroomsnelheid is volledig mislukt: er werd geen kleurstof zichtbaar aan de oppervlakte. Bij de drukvalmetingen lukte het niet om een goed evenwicht te bereiken – de aflezingen die telkens na een kwartier werden gedaan op verschillende diepten duiden zelfs op een neerwaarts gerichte stroming in het bovenste gedeelte van de pipe, terwijl de visuele waarnemingen de andere kant op wezen. Dit is te verklaren uit de optredende fluctuaties in

de waterstroming. Ook de debietmetingen mislukten door de sterke variatie in de stroming vanuit de wel (debietmetingen met een V-vormige opening zoals toegepast vereisen namelijk dat het debiet niet fluctueert).

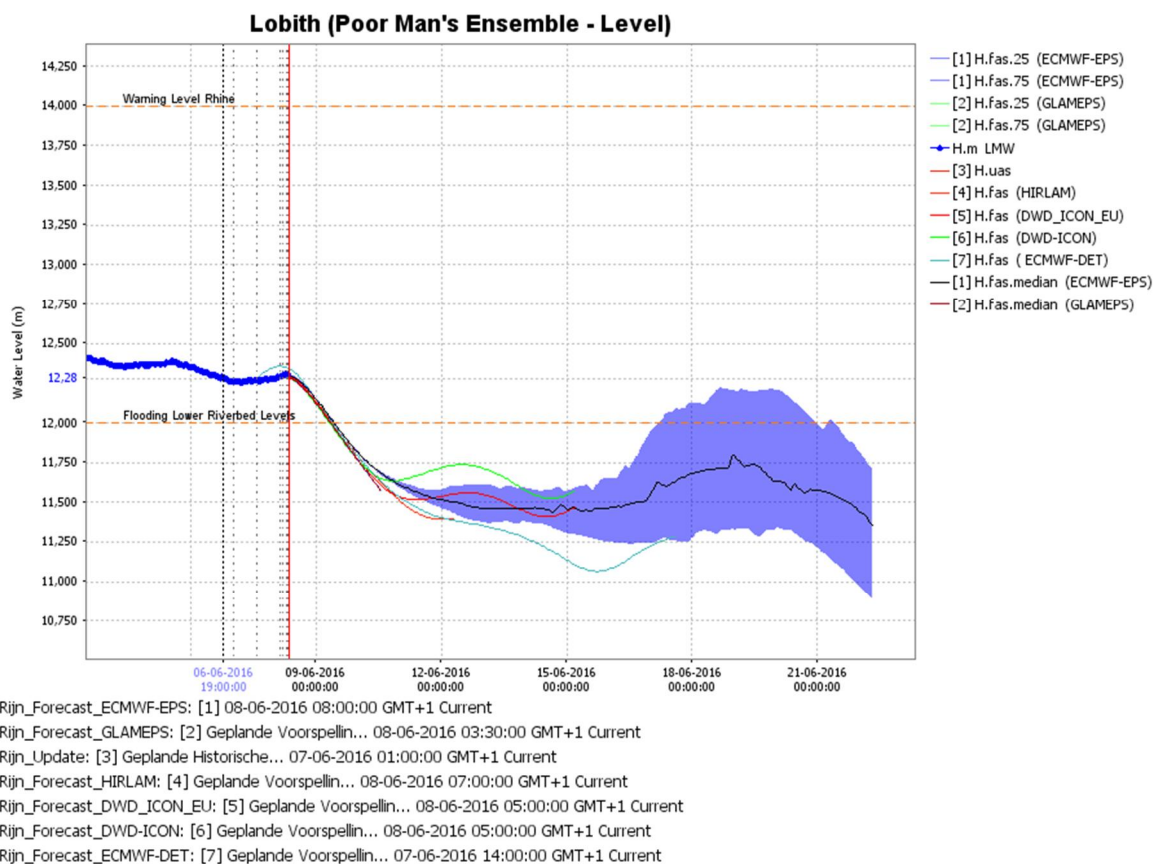
Op 8 juni zijn de metingen aan het einde van de dag gestaakt omdat de wel-activiteit duidelijk afnam.

3.5.3 Na afloop

Vragen die bij demobilisatie leefden, waren:

- treedt heractivering van de zandmeevoerende wellen pas weer op een etmaal nadat de waterstand bij Lobith de 12,2 m is gepasseerd, of al eerder? Herstarten van de observaties werd daarom gewenst geacht binnen een etmaal na een buitenwaterstand bij Lobith van 12,0 m.
- herhaalt het proces van de langere fluctuaties in de water- en zandstroom zich telkens, of komt er een einde aan zoals bij de pipingproeven zonder pipingremmende maatregelen op de IJkdijk in 2009?
- treedt hier ook achterloopsheid op rond het geotextiel, zoals ook de hypothese is voor het hoogwater in januari bij de grofzandbarrière (zie §4.2)?
- is er sprake van enig verstoppend effect als gevolg van herhaalde belasting/ontlating op het geotextiel?

Op het moment van demobilisatie was de verwachte waterstandsontwikkeling zoals weergegeven in Figuur 3.16.

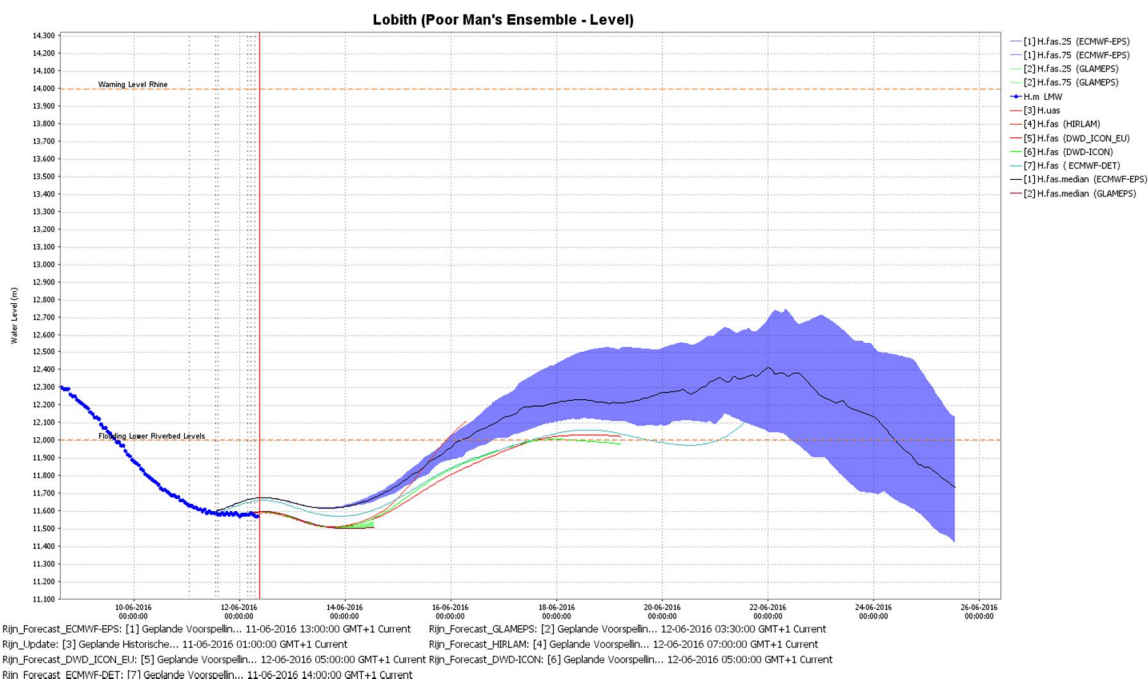


Figuur 3.16 Waterstand en waterstandsverwachting bij Lobith op 8 juni 2016

3.6 5e hoogwater – midden juni 2016

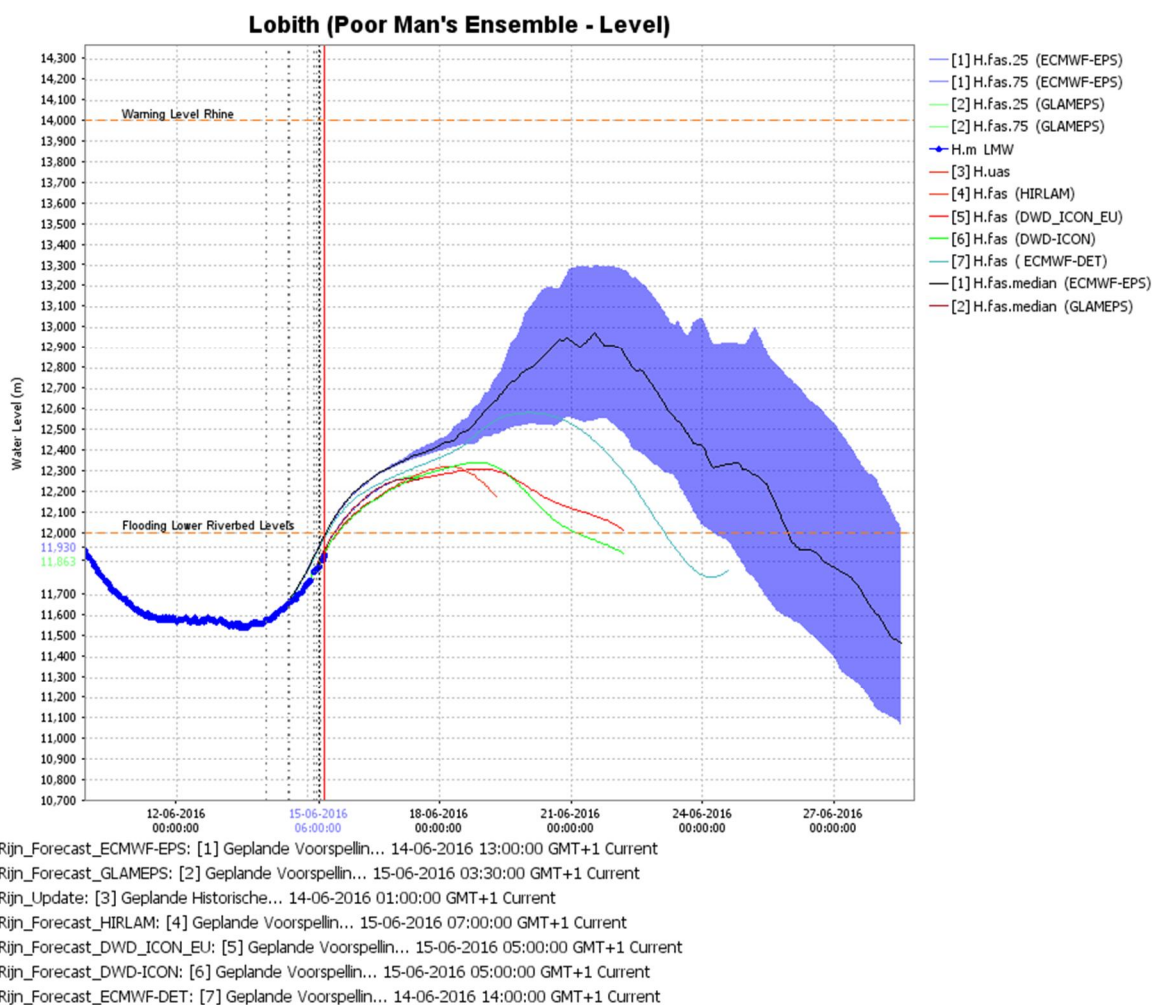
3.6.1 Aanlooperperiode

De verwachting uit Figuur 3.16 is diverse keren naar boven toe bijgesteld. Daardoor werd al op 12 juni aangegeven dat het op basis van de verwachting van die dag (Figuur 3.17) er vanaf 17 juni (mogelijk al op 16 juni) opnieuw gemeten zou gaan worden – op voorwaarde dat de piekstand van het weekend daarvoor (NAP +12,42 m bij Lobith) naar verwachting wel zou worden bereikt.



Figuur 3.17 Waterstand en waterstandsverwachting bij Lobith op 12 juni 2016

Drie dagen later, op 15 juni, is in overleg met Waterschap Rivierenland door Deltares besloten om de dag erna (16 juni) de observaties en het bijbehorende pompen gedurende de daglichtperiode (in deze tijd van het jaar van circa 5 uur 's ochtends tot 10 uur 's avonds) te hervatten, gelet op de bijgestelde verwachting van die dag (Figuur 3.18).



Figuur 3.18 Waterstand en waterstandsverwachting bij Lobith op 15 juni 2016

3.6.2 Uitvoering

Om donderdag 16 juni is om 7:40 uur het pompen hervat, evenals de observaties. De observaties zijn samengevat in bijlage C6. De waterspanningsmetingen rond dit hoogwater zijn weergegeven in bijlage D7, met daarbij onderscheid tussen alle instrumenten (D7.1), de metingen onder de dijk en van het oppervlaktewater (D7.2), het gedeelte met het VZG (D7.3) en de geïnstrumenteerde kopsloten 1 en 2 (D7.4 en D7.5). De temperatuurmetingen met de waterspanningsmeters (met uitzondering van de twee nieuwgeplaatste met codes 09 en 29, daar is geen temperatuur bij geregistreerd) zijn weergegeven in bijlage E5. De temperatuurmetingen met de losse glasvezelkabel (verwarmd in deze fase) en de glasvezelkabel in het geotextiel (onverwarmd) zijn weergegeven in bijlage F3. Ook hierbij is telkens 30 minuten gemeten aan de losse kabel en 15 minuten aan de kabel in het geotextiel. Rekmetingen zijn uitgevoerd op 15 juni en op 5 juli. Deze zijn weergegeven in bijlage F4.

Op 16 juni trad er om 11:50 uur een probleem op bij de acquisitie van de metingen van de waterspanningsmeters (uitgezonderd de instrumenten 09 en 29). Dit probleem werd om 15:30 uur opgelost, waarbij door het personeel van Inventec dat ter plaatse aanwezig was, de verwachting werd uitgesproken dat er geen data verloren zou zijn gegaan.

Vanaf 16 juni 's avonds waren er meerdere wellen zichtbaar in kopsloot 1, waarbij ook de afvoer van grof zand opviel. De volgende dag bleek de belangrijkste wel rivierwaarts te zijn opgeschoven – het uitredepunt was dus verplaatst! Dit proces van opschuiven zette zich in de loop van die dag en de volgende dag voort. Om zaterdag 18 juni werd halverwege de middag een forse groei van de hoeveelheid water en van de hoeveelheid meegevoerd zand geconstateerd, hetgeen mede bleek uit een grote toename van het niveau van de afzetting in het slotenstelsel (kopsloot 1 en de parallelsloot, richting de pomp die voorbij kopsloot 2 stond opgesteld). 's Avonds werden de sterkste wellen gepeild, hieruit bleek dat bij twee van deze wellen een rechte pipe tot het niveau van de onderste zandlaag aanwezig was (zie Figuur 3.19 en Figuur 3.20, hieruit blijkt een insteekdiepte van 2,02 m - let ook op de mate waarin deze kopsloot is ingestort). NB: het ging hier om wellen bovenstrooms van het boorgat. Daarnaast concludeerden Wim Cornelisse (dijkbeheerder Waterschap Rivierenland) en André Koelewijn (projectleider Deltares) beiden ter plaatse dat de situatie als onveilig overkwam en de inspectie-intervallen teruggebracht dienden te worden tot eens per uur of maximaal eens per twee uur. Voor die dag werd het pompen gestaakt om 20:46 uur.



Figuur 3.19 Baak in opgeschoven wel in kopsloot 1



Figuur 3.20 Baak direct na verwijdering uit opgeschoven wel in kopsloot 1

De volgende ochtend, op zondag 19 juni, is er eerst gedurende een klein uur gepompt, waarbij de grote hoeveelheid zand die meegevoerd werd opvallend was. Gevreesd werd voor ‘terugschrijdend ruimen’ – de voorlaatste fase vóór bezwijken. Daarop werd – na telefonisch overleg tussen Wim Cornelisse en André Koelewijn – besloten de pomp weer uit te schakelen. In de loop van de middag werd de pomp weer gedurende een klein uur aangezet en werd vervolgens door hen in gezamenlijk overleg ter plaatse besloten dat het gezien de pulserende stroming met een hoge concentratie aan zand niet verantwoord kon worden geacht om het onderzoek nog langer voort te zetten.

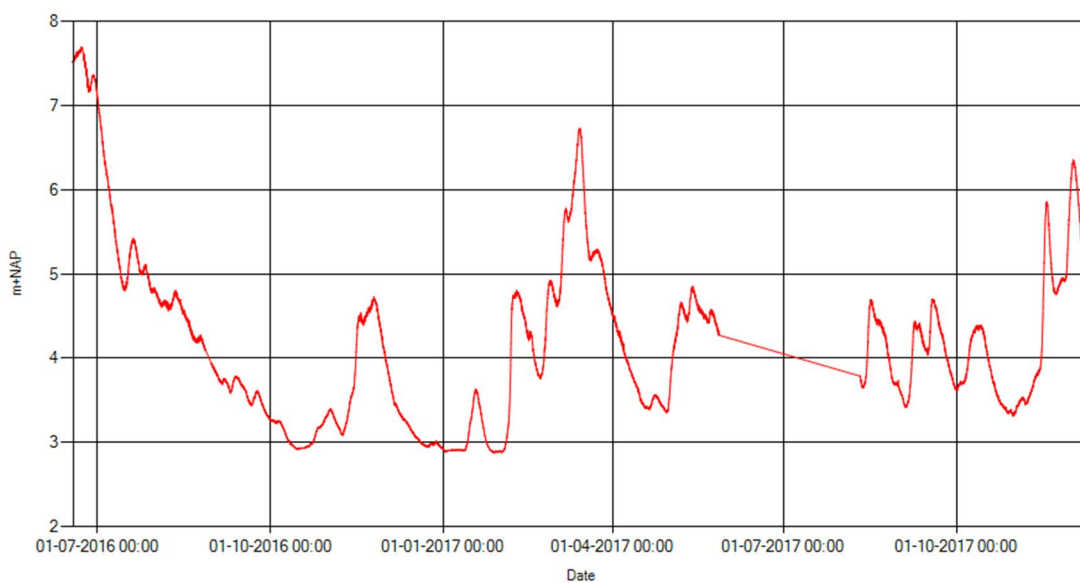
3.6.3 Na afloop

De locatie is verlaten nadat geconstateerd werd dat de wel in kopsloot 1 vrijwel stilgevallen was toen er ruim een halve meter water boven stond. In de loop van augustus zijn kopsloten 1 en 2 op initiatief van Waterschap Rivierenland dichtgegooid om in het nieuwe hoogwaterseizoen geen onnodig risico te lopen.

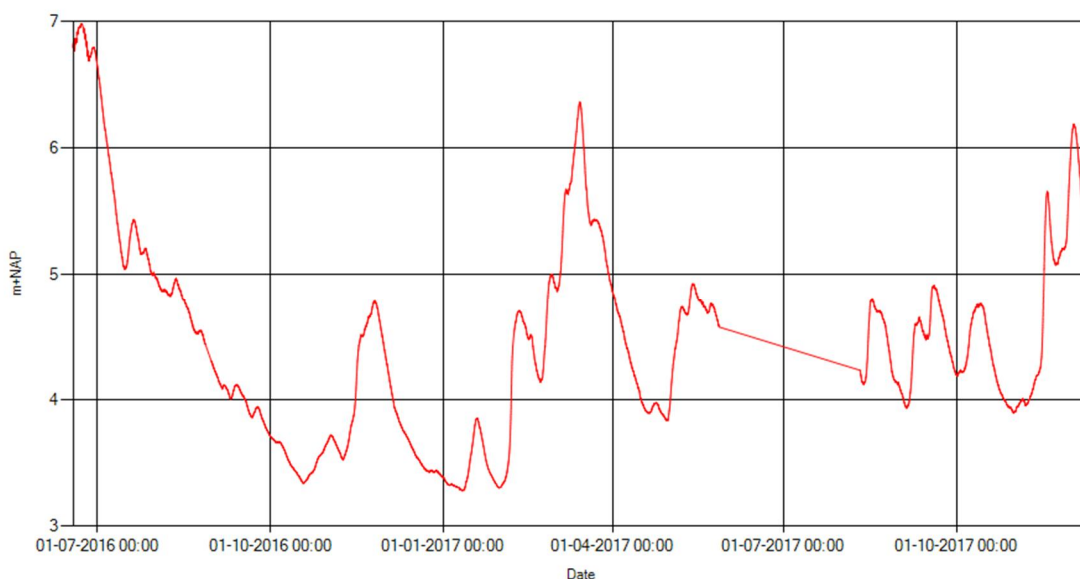
3.7 Algemeen

Een overzicht van de waterspanningsmetingen, zowel van alle instrumenten bij elkaar als van de diverse selecties, is te vinden in bijlage D2 voor de periode van half december 2015 tot half augustus 2016, dus inclusief de hiervoor beschreven vijf hoogwaterperiodes met observaties.

Na afloop van het vijfde hoogwater is de rivierwaterstand tot half december 2017 niet meer tot bij de piekwaterstand van één van de vijf hiervoor beschreven hoogwaters gekomen, zie onderstaande Figuur 3.21 in vergelijking met bijlage D2. Ter illustratie is verder de respons in instrument 12 (het diepe instrument bij kopsloot 1) weergegeven in Figuur 3.22.



Figuur 3.21 Rivierwaterstand ter plaatse van de Willemspolder (instrument 47) van 18 juni 2016 t/m 11 december 2017



Figuur 3.22 Stijghoogte nabij kop van kopsloot 1 in instrument 12 van 18 juni 2016 t/m 11 december 2017

4 Analyse

4.1 Inleiding

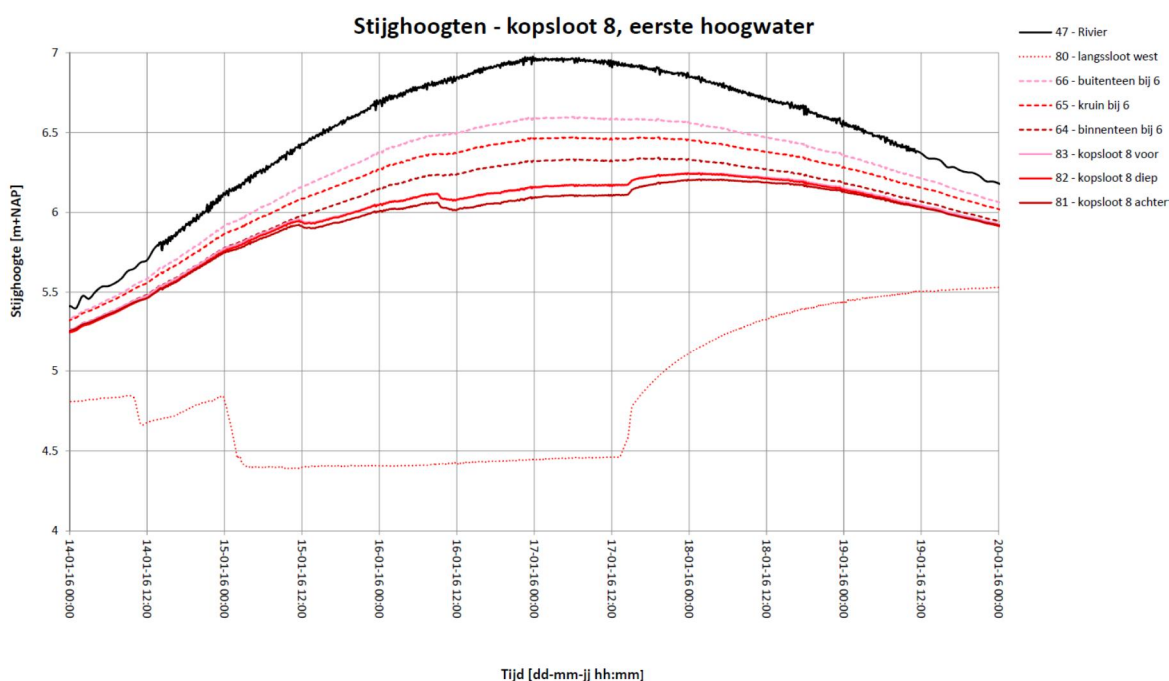
De analyse is gerangschikt onder elk van de deeldoelstellingen. Daarna komen nog enkele andere aspecten aan de orde: zaken die zijn opgevallen en wel aandacht verdienen in het grotere geheel van dit onderzoek en het onderzoek naar piping in het algemeen.

4.2 Meten van de ontwikkeling van de pipes

- 4.2.1 Passage van een pipe bij een waterspanningsmeter – achter de grofzandbarrière
Een belangrijk effect van een pipe is dat de stromingsweerstand tot aan het uittredepunt veel lager is dan in het nog intacte zandpakket. Met het groeien van de pipe treedt er al een verandering op in de verdeling van het verval over de kwelweglengte en bij de passage van de kop van de pipe treedt er een onmiskenbare sprong op. In de proeven op de IJkdijk, waar verhoudingsgewijs zeer veel waterspanningsmeters werden toegepast, was dit goed te zien in de metingen: bij de passage van een pipe in de nabijheid van een waterspanningsmeter trad een karakteristieke daling op ter grootte van enkele centimeters waterkolom.

Bij het eerste hoogwater, in januari, traden de grootste zandmeevoerende wellen op achter de grofzandbarrière, in het gebied bij kopsloten 7, 8 en 9. Dit was op zich niet verwonderlijk, omdat de kwelweglengte tot aan de koppen van deze sloten en tot aan de verbindende langssloot hier duidelijk het kortste was: ongeveer 10 meter (of: 20 procent) minder dan bij het geotextiel en het referentiegedeelte (kopsloten 1 t/m 6).

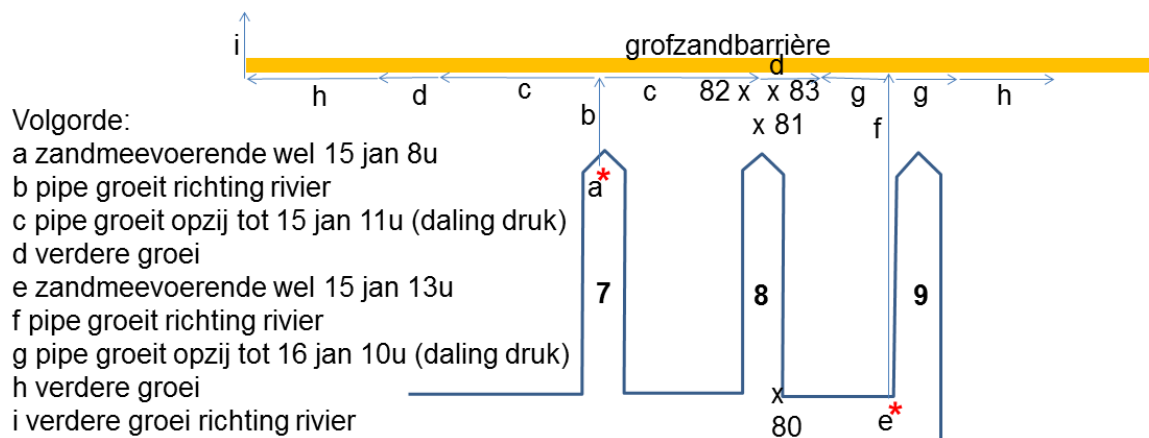
In Figuur 4.1 (dezelfde figuur als bijlage D3.8) zijn de stijghoogten weergegeven van de waterspanningsmeters nabij de kop van kopsloot 8 (de enige van deze drie kopsloten met instrumenten), de waterspanningsmeters onder de zomerkade tussen kopsloot 6 en 7 (zie Figuur 2.8) en de waterstanden buitendijks en in de langssloot achter kopsloot 8.



Figuur 4.1 Stijghoogten nabij kopsloot 8 tijdens het eerste hoogwater

In deze analyse gaat de aandacht vooral naar de dalingen in de stijghoogte in de waterspanningsmeters nabij de kop van kopsloot 8 op 15 januari rond 11 uur en op 16 januari rond 10 uur, in combinatie met de visuele waarnemingen (bijlage C2). In de hele periode zijn er in kopsloot 8 geen zandmeevoerende wellen van betekenis opgetreden. De verklaring voor de beide dalingen in de stijghoogte in instrumenten 81, 82 en 83 is als volgt opgebouwd (zie ook Figuur 4.2):

- a) Op 15 januari rond 8 uur 's ochtends ontstaat een zandmeevoerende wel in de kop van kopsloot 7.
- b) Deze wel voert al snel vrij veel zand aan en er moet dus sprake zijn van aanzienlijke pipe-ontwikkeling bovenstrooms, richting de rivier en dus ook richting de zomerkade en de grofzandbarrière.
- c) Eenmaal gestuit op de grofzandbarrière kan de pipe / kunnen de pipes niet verder doorgroeien richting de rivier. De erosiecapaciteit is echter nog wel aanwezig, dus er blijft materiaal worden afgevoerd. Deels zal dit bestaan uit een verruiming van de pipe(s) richting het uittredepunt, deels uit enige verdieping bij de kop van de pipe ter plaatse van de grofzandbarrière, en verder uit groei van de pipe in de beide zijdelingse richtingen langs de grofzandbarrière aan de benedenstroomse kant. Deze fenomenen zijn ook geconstateerd in de kleinschalige laboratoriumproeven met een grofzandbarrière (Van Beek et al., 2015) en in het laboratorium- en IJkdijkonderzoek naar het VZG (Förster et al., 2013). De tak in westelijke richting (naar rechts in Figuur 4.2) komt rond 11 uur ter hoogte van de waterspanningsmeters en veroorzaakt dan evengoed de karakteristieke daling in deze iets benedenstrooms van de grofzandbarrière geplaatste instrumenten (dat de waterdruk zijdelings wordt afgevoerd, via c en b naar de wel in a, maakt daarvoor niet uit).
- d) Daarna groeien de pipes waarschijnlijk gewoon wat verder door, achter de grofzandbarrière langs, zowel in westelijke als in oostelijke richting. Enigszins analoog aan het verschijnsel van achterloopsheid bij damwandschermen gaat dit waarschijnlijk wel steeds trager, totdat er (bij voldoende lengte van de barrière of het scherm) uiteindelijk een evenwicht optreedt.
- e) Op 15 januari rond 1 uur 's middags ontstaat er een nieuwe zandmeevoerende wel in de parallelsloot, min of meer achter kopsloot 9. In de observaties is deze gecodeerd als 'wel 22'.
- f) Ook deze wel produceert veel zand en zal waarschijnlijk dus ook gegroeid zijn richting de rivier (daarnaast waren er ook duidelijke aanwijzingen dat de zandlens ter plaatse aan het uitspoelen was, waaruit de verzakking van de berm en andere optredende verzakkingen rondom deze wel verklaard kunnen worden).



Figuur 4.2 Schematische weergave situatie bij grofzandbarrière en mogelijke verklaring voor metingen

- g) Eenmaal gestuit op de grofzandbarrière zullen ook bovenstrooms van deze wel pipes in beide richtingen achterlangs de grofzandbarrière zijn gaan groeien, totdat op 16 januari om 10 uur 's ochtends opnieuw een daling in de stijghoogten optrad in instrumenten 81, 82 en 83 – een daling die noch samenhangt met de rivierwaterstand (licht stijgend), noch met het peil in het slotenstelsel (zeer licht stijgend). Wel valt het op dat de stijghoogte in instrument 64 dan enige tijd gelijk blijft en de stijghoogten in instrumenten 65 en 66 slechts langzaam stijgen, daarmee de trend voor deze instrumenten doorbrekend. Er is op dit moment waarschijnlijk een verbinding gemaakt tussen de pipe vanuit wel 22 met de pipe vanuit kopsloot 7, die toen al voorbij instrumenten 81, 82 en 83 was gegroeid. De nieuwe afvoerroute voor het kwelwater in deze omgeving leidde er dus toe dat vanuit de westelijke kant de druk op de wel in kopsloot 7 afnam, waardoor er verhoudingsgewijs meer water vanuit de oostelijke kant naar kopsloot 7 kon stromen. Dit kan de stijghoogte-ontwikkeling in instrumenten 64, 65 en 66 verklaren.
- h) Vervolgens kan verdere groei van de pipes achter de grofzandbarrière zijn opgetreden, voor zover dit met name aan de oostelijke kant nog nodig was en het uiteinde nog niet bereikt was.
- i) Eenmaal voorbij het oostelijke uiteinde van de grofzandbarrière zal de pipe hebben kunnen doorgroeien richting de rivier, hetgeen de hernieuwde toestroming van sedimentrijk water in kopsloot 7 verklaart.

De hypothese is hiermee dat de opgetreden zandmeevoerende wellen in kopsloot 7 en achter kopsloot 9 uiteindelijk hebben geleid tot achterloopsheid van de grofzandbarrière, die op zichzelf wel goed functioneerde maar over een te korte afstand was geïnstalleerd. Indien deze hypothese juist is, dan was de beslissing op 17 januari om de proef te staken vanwege een onverantwoord risico op een dijkdoorbraak ook terecht. De mogelijkheid van een doorbraak, of anderszins falen, van de grofzandbarrière is uiteraard ook als een mogelijkheid beschouwd, maar daartegen spreekt de geleidelijke opbouw van het zandtransport gedurende meer dan een half etmaal. Bij een doorbraak van de grofzandbarrière had immers verwacht mogen worden dat dit al snel weer op hetzelfde niveau zou komen als voorheen.

Zorgvuldige inspectie van het waterspanningsverloop bij kopsloot 8 bij de latere hoogwaters laat zien dat er tijdens het derde hoogwater tot twee maal toe kleine reducties in de waterspanningen in instrumenten 81, 82 en 83 optraden die niet verklaard kunnen worden uit het verloop van het rivierpeil en het slootpeil (zie bijlage D5.8, op 12 februari rond 14 uur en op 14 februari rond 10 uur). Er zijn in die periode geen regelmatige inspecties van kopsloten 7, 8 en 9 geweest. Uit de paar waarnemingen die wél zijn uitgevoerd komt naar voren dat er wel enkele actieve wellen te zien waren, ook in kopsloot 8. Hier zouden de genoemde reducties in de waterspanningen door veroorzaakt kunnen zijn.

4.2.2 Passage van een pipe bij een waterspanningsmeter – in het referentiegedeelte

In het referentiegedeelte zijn eveneens tijdens het eerste hoogwater metingen gedaan die in verband gebracht zouden kunnen worden met pipevorming. Het gaat hier om de metingen op 15 januari tussen 3 en 10 uur 's ochtends, zie bijlage D3.6, bij de minder diep geplaatste instrumenten 41 en 43. Er waren toen meerdere wellen zichtbaar (zie bijlage C2). Samen met instortingen van de kleilaag boven de pipe tussen de waterspanningsmeters en de uitstroompunten zijn hiermee de geregistreerde kortstondige variaties en de neergaande trend verklaarbaar. Daarbij wordt opgemerkt dat het niveau voor instrument 43 verkeerd moet zijn ingemeten. Het nabijgelegen, maar diepgelegen instrument 42 is van instrumenten 41 en 43 gescheiden door een vrij dikke kleilaag. In de metingen van instrument 42 is wel enige reactie zichtbaar op de peilverlaging in de sloot, maar de invloed van de pipes is niet zichtbaar.

Verder zijn er geen duidelijke signalen van piping waargenomen in de waterspanningsmeters in dit gebied

4.2.3 Passage van een pipe bij een waterspanningsmeter – achter het geotextiel

Achter het geotextiel hebben alleen de gemaakte boorgaten tot significante pipevorming geleid.

Het effect van de wel die op 6 februari in het midden van kopsloot 2 is gemaakt, is duidelijk zichtbaar in bijlagen D4.3, D5.3, D8.1, D8.2 en D8.3. Het effect is niet beperkt tot de ondiepe waterspanningsmeters bij kopsloot 2 (instrumenten 21 en 23), maar de drukval is ook terug te vinden in alle andere waterspanningsmeters in dit gedeelte. De drukdaling op 6 februari kort voor 3 uur 'smiddags kan worden toegeschreven aan de drukval van de pipe. Deze pipe zal kort daarna het geotextiel hebben bereikt in de betreffende tussenzandlaag. In andere waterspanningsmeters is daarna geen karakteristieke daling die hiermee in verband kan worden gebracht waarneembaar.

Op de opeenvolgende dagen wordt de amplitude van de drukdaling in onder andere instrumenten 21 en 23 steeds kleiner, terwijl het slootpeil wel telkens op hetzelfde niveau terugkomt. Dit kan worden toegeschreven aan de ophoging van de slootbodem als gevolg van het uitvloeiende zand, wat al zichtbaar is in Figuur 3.4 t/m Figuur 3.6.

In de perioden dat het slotenstelsel bemalen wordt, is steeds een verschil zichtbaar tussen de waterspanning in respectievelijk instrumenten 11 en 13, en instrumenten 21 en 23. Dit is bijvoorbeeld in bijlage D6.3 goed zichtbaar. Op 8 juni, even na half elf 's ochtends, verandert dit opeens, waarbij er alleen in instrumenten 11 en 13 een daling optreedt die gangbaar is bij de passage van een pipe – in instrument 13 is dit het sterkst het geval. Hierbij dalen beide instrumenten 12 tot 18 cm waterkolom, terwijl het slootpeil en het rivierpeil allebei praktisch onveranderd blijven, zie ook bijlage D8.6 voor details. Dat de meetwaarde van instrument 13 daalt onder die van instrument 11 kan worden verklaard doordat een pipe achter het geotextiel langs passeert in de tussenzandlaag waarin deze instrumenten geplaatst zijn (zie ook Figuur 2.9), maar hierbij moet ook worden aangemerkt dat dit beslist binnen de marge valt van de plaatsingsnauwkeurigheid. Vergelijking met de observaties (bijlage C5) toont dat er rond die tijd opvallend grof zand uitstroomde – eerder was het zand fijner. Bij de handboringen in de beide kopsloten achter het geotextiel is het fijnere zand alleen in de onderste laag aangetroffen. Die ochtend was de stroming vanuit de wel in kopsloot 1 te onregelmatig om drukvervalmetingen te doen (zie §3.5.2).

Tijdens het vijfde hoogwater was de onregelmatigheid in het pipe-debiet nog opvallender bij de visuele waarnemingen. In de waterspanningsmetingen van instrumenten 11 en 13 (en in mindere mate instrumenten 21 en 23) is dit op 17 juni en vooral 18 juni ook terug te zien (zie bijlagen D7.3 en D8.8). Opgemerkt wordt dat dit waterspanningsbeeld slechts in beperkte mate lijkt op het karakteristieke beeld van een dichtvallende en vervolgens weer opengeruimde pipe – daar horen wel de fluctuaties met een tijdschaal van een kwartier tot een paar uur bij, maar niet de kortere fluctuaties.

Over de oorzaak van de kortere fluctuaties kan slechts worden gespeculeerd. Gedacht wordt aan een soort klapperen van het geotextiel nadat dit aan de onderzijde is losgeraakt, een deelfaalmecanisme dat ook bij de laboratoriumproeven voor het VZG is opgetreden (Förster et al., 2013). Het geotextiel steekt bij kopsloot 1 volgens de beschikbare gegevens namelijk slechts ongeveer 60 cm onder de onderste kleilaag (zie Figuur 2.9 en ook bijlage B2). Na het

vele afgevoerde zand, dat gezien de waarnemingen uit de onderste zandlaag kwam, zou er gedurende de beide hoogwaters in juni 2016 na enige tijd best een ondergraving van het geotextiel hebben kunnen optreden. Wellicht niet over de hele hoogte van 60 centimeter, maar er kan wel voldoende verzwakking zijn opgetreden van de verankering van het geotextiel zodat dit kan zijn losgeschoten. Gelet op de richting waarin het uittredepunt opschoof en de daaropvolgende instorting van het talud, namelijk in zuidwestelijke richting (overigens min of meer de richting van de kortste kwelweg, gelet op de situatie buitendijks), is de grootste erosie waarschijnlijk ongeveer halverwege tussen kopsloot 1 en 2 opgetreden (zie ook bijlagen F3.5 t/m F3.10 en §4.2.7). Tegen deze verklaring spreekt dat de fluctuaties in de gemeten waterspanningen in het diepstgelegen instrument 12 kleiner zijn dan in ondieper gelegen instrumenten 11 en 13, maar dit kan samenhangen met de afstand tot het vrije wateroppervlak. In instrument 12 zijn met name op 18 juni de schommelingen opvallend (zie bijlagen D7.3 en D8.8).

- 4.2.4 Herverdeling van grondwaterstroming door pipevorming – toename verval voor zandtransport Volgens de theorie (Van Beek, 2015) leidt een zandmeevoerende wel niet vanzelfsprekend tot bezwijken door piping: bij een zekere waterstand treden zandmeevoerende wellen op, waarna de ontstane pipes nabij de beschermde zijde van de waterkering tot een herverdeling van de grondwaterstroming leiden die een nieuw evenwicht betekenen, waarbij diezelfde waterstand niet langer tot zandtransport (en dus groei van de pipes) leidt. Met andere woorden: uitgaande van een constant binnendijks slootpeil is er een steeds hogere buitenwaterstand nodig om tot zandtransport te komen.

Bij dit onderzoek is dit met name bevestigd door de volgende waarnemingen bij het tweede en vierde hoogwater.

Bij het tweede hoogwater:

- op 4 februari rond 9 uur 's ochtends ontstonden de eerste wellen bij een rivierpeil van 6,6 m en een slootpeil van 4,9 m, dus een verval van 1,7 m.
- op 8 februari rond half twee 's middags was er vrijwel geen zandtransport meer bij een rivierpeil van 7,2 m en een slootpeil van 4,9 m, dus een verval van 2,3 m.

Bij het vierde hoogwater:

- op 2 juni ontstond het eerste zandtransport van betekenis pas rond 3 uur 's middags, bij een verlaagde weerstand in de kopsloten achter het geotextiel, bij een rivierpeil van 7,2 m en een slootpeil van 5,2 m, dus een verval van 2,0 m. Ongeveer zes uur eerder, bij een rivierpeil van 6,9 m en een slootpeil van 5,0 m, dus een verval van 1,9 m, was er nog geen zandtransport opgetreden.
- op 8 juni rond 9 uur 's ochtends was het zandtransport praktisch gestopt, bij een rivierpeil van 7,5 m en een slootpeil van 5,1 m, dus een verval van 2,4 m.

Merk op dat de geohydrologische situaties van hoogwaters 2 en 4 niet één op één met elkaar vergeleken kunnen worden, omdat er verschillende delen van het slotenstelsel werden bemalen en er sprake was van andere boorgaten achter het geotextiel. Deze waarnemingen vormen desondanks wel een bevestiging van de theorie.

Bij het eerste en het vijfde hoogwater waren er redenen om het slootpeil weer op te zetten voordat het rivierpeil daalde, omdat de vrees bestond dat er een pipe was die voorbij het kritische punt was gegroeid waarna er geen evenwicht meer kan worden bereikt. Bij het derde hoogwater is er te laat begonnen met pompen om duidelijke conclusies te kunnen

trekken ten aanzien van het begin van zandtransport bij een zeker verval, bovendien zijn de pompactiviteiten toen gestaakt voordat het zandtransport min of meer gestopt was.

4.2.5 Herverdeling van grondwaterstroming door pipevorming – reductie van stijghoogten

Veruit de sterkste zandmeevoerende wel trad op tijdens het vijfde hoogwater, via het door terugschrijdende erosie verder vergrote boorgat nabij de kop van kopsloot 1. In bijlage D7.3 is het effect van de pipevorming op de stijghoogten in een gedeelte van de waterspanningsmeters nabij het VZG te onderkennen.

Te zien is dat de bemaling telkens een snelle reactie te zien geeft in alle waterspanningsmeters in dit gebied. Er is alleen op 19 juni sprake van een wat vertraagde reactie van de instrumenten vooraan de beide kopsloten (instrumenten 11, 12 en 13 bij kopsloot 1 en instrumenten 21, 22 en 23 bij kopsloot 2). Verder is het effect van de gestaag stijgende rivierwaterstand in de meeste instrumenten terug te zien.

Als nu wordt gefocust op de metingen aan het einde van de dag, dus vlak voordat de bemaling wordt uitgeschakeld, en rekening houdend met de structurele afwijking in de metingen op 16 juni, dan is te zien dat de meetwaarden onder de dijk (instrumenten 14, 15 en 16) evenredig toenemen met de stijging van de rivierwaterstand. De metingen in de tussenzandlaag (instrumenten 11 en 13) wijken hier van af: ten opzichte van 16 juni zijn de meetwaarden op 17 en 18 juni verlaagd, maar op 19 juni zijn deze weer min of meer terug op de oude waarde. Dit wordt verklaard uit het afnemen van de stromingsweerstand in dit laatste deel van de kwelweglengte (de 'route' van intreden bij de zandwininput tot uittreden in de kopsloot). De toename op de laatste dag kan samenhangen met het voorkomen van extra grof materiaal in een hoge concentratie in het boorgat, waardoor de drukken in de diepte weer toenemen.

4.2.6 Onderlinge beïnvloeding van wellen

Tijdens het tweede en derde hoogwater leek de wel in het boorgat in kopsloot 2, in een tussenzandlaag, schijnbaar geen invloed te hebben op de min of meer recht daarachter gelegen wel in de oude sloot achter de weg. Tijdens het vierde hoogwater nam de activiteit in deze wel in de sloot achter de weg sterk af naarmate de wel in kopsloot 1, die tot in de onderste zandlaag reikte, in activiteit toenam. Dit versterkt de indruk dat voor piping de betrekkelijk dunne tussenzandlagen nabij het geotextiel, die blijkens de interpretatie van het grondonderzoek niet zouden doorlopen onder de dijk door, voor het pipingproces hier van ondergeschikt belang zijn.

4.2.7 Detectie van grondwaterstromingsveranderingen met temperatuurmetingen

De temperatuurmetingen met glasvezelkabels vormen een nog minder directe methode om aan piping te meten dan waterspanningsmeters. Daar waar waterspanningsmeters ook slechts een indirecte methode zijn om erosie te meten, valt hiermee wel op directe wijze iets over de grondwaterstroming te zeggen – mits er voldoende instrumenten op de juiste locaties staan. Dit 'mits' vormt in de praktijk een groot probleem voor de operationele inzet van waterspanningsmeters voor de bewaking van dijken op grote schaal. Mede rekening houdend met de levensduur zou dit onevenredig veel geld kosten.

De grootschalige inzet van glasvezeltemperatuurmetingen, bijvoorbeeld door langs alle pipinggevoelige dijken een tweetal glasvezelkabels neer te leggen in de bovenkant van de voor piping gevoelige zandlaag, is uit financieel en praktisch oogpunt een stuk beter haalbaar. Een belangrijke vraag daarbij is uiteraard 'Wat levert het op?'

Uit temperatuurmetingen kunnen conclusies worden getrokken ten aanzien van de grondwaterstroming en eventuele veranderingen daarin. Aangezien piping, net als opbarsten, leidt tot een verandering van het grondwaterstromingspatroon en de omvang van deze verandering groter is naarmate de impact groter is, bieden deze metingen in potentie goede mogelijkheden om als signalerings- of zelfs waarschuwingmethode te fungeren (Bersan et al., 2017). Visuele inspecties door dijkwachters zouden hierdoor geholpen kunnen worden om op specifieke locaties extra goed te kijken en/of bepaalde mitigerende maatregelen te treffen.

Veranderingen worden geregistreerd op basis van temperatuursveranderingen, waarbij bedacht moet worden dat door zowel de jaarlijkse als de dagelijkse temperatuursverandering in de atmosfeer en de jaarlijkse variatie in de temperatuur van het buitenwater, die bovendien nog worden beïnvloed door de schommelingen in het weer, er haast altijd wel sprake is van een voldoende contrast in temperatuur tussen de verschillende delen van het grondwater. Waar dit bij een lichte verandering van de stroming bij gematigde temperaturen eventueel onduidelijk kan zijn, zal dit bij een sterke toename van de stroming wél duidelijk zijn. De temperatuurschommelingen onder de dijk zijn over het algemeen het kleinst, terwijl de variatie aan de polderzijde doorgaans het grootst is. Bij het buitenwater zit dat er tussenin. Voor metingen aan de binnenzijde van de dijk geldt daardoor dat bij een toename van de stroming onder de dijk door de gemeten temperatuur eerst richting het jaargemiddelde zal bewegen ('s zomers omlaag, 's winters omhoog), om er pas weer vandaan te bewegen als de invloed van het buitenwater merkbaar wordt (ondanks afkoeling respectievelijk opwarming onderweg, onder het dijklichaam) of als de stroming weer afneemt.

Daarom moet enige ervaring worden opgebouwd met de duiding van temperatuurmetingen. Over het algemeen bestaat de 'trigger' dat er iets aan de hand is namelijk niet uit het detecteren van de waarde van de buitenwatertemperatuur in binnendijks uitstromend water, maar uit het detecteren van de temperatuur onder het dijklichaam daarin – een grotere afwijking in die richting dan in naastgelegen delen plaatsvindt (concentratie van kwel), of een grotere afwijking dan voorheen op dezelfde plaats onder vergelijkbare condities gebruikelijk was (dit wijst op (toegenomen) pipevorming), of juist een kleinere afwijking (dit wijst op verstopping).

Bijvoorbeeld: onder typische winteromstandigheden is de grond onder de dijk, en ook het grondwater daar, warmer dan het oppervlaktewater. Warmer uitstromend water wijst dan op sterkere stroming van onder de dijk. Hierbij moet ook bedacht worden dat buitendijks intredend water onderweg, onder de dijk door, op zal warmen. In de zomer is dit andersom: dan is het buitenwater warmer dan de dijkondergrond.

In bijlage E is te zien dat de temperatuursveranderingen, met name het herstel naar de normale situatie na afloop van hoogwater en bemaling, ter plaatse van de waterspanningsmeters veel trager verlopen dan de stijghoogteveranderingen. De verzamelde gegevens, in combinatie met de visuele waarnemingen en de waterspanningsmetingen, bieden volop mogelijkheden tot uitgebreide, omvangrijke analyses. Deze zijn (nog) niet uitgevoerd voor deze dataset, dit kan in de toekomst nog gebeuren.

In de analyse hier wordt gefocust op de temperatuurmetingen in de onverwarmde glasvezelkabel die verwerkt is in het geotextiel (zie ook Figuur 2.9 en bijlage A3) in de maand juni, dus tijdens het vierde en vijfde hoogwater, inclusief de eerste dagen na het staken van de pompactiviteiten en de visuele waarnemingen. Deze metingen zijn weergegeven in bijlagen F3.3 en F3.5 t/m F3.10. De luchttemperatuur, de rivierwatertemperatuur nabij de zomerkade (in instrument 47, zie Figuur 2.8) en de temperatuur in de losse glasvezelkabel

achter kopsloten 3 en 4 zijn weergegeven in bijlage F3.4. Hierin is te zien wanneer de losse glasvezelkabel werd verwarmd en dat de lucht- en rivierwatertemperatuur praktisch de hele periode hoger waren dan de (onverwarmde) grondwatertemperatuur onder de binnenteen van de zomerkade.

Het aanzetten van de verwarming van de losse glasvezelkabel op 1 juni heeft direct invloed op de temperatuur in de onverwarmde glasvezelkabel, die daar 1,3 m vandaan ligt richting de rivier. Het uitschakelen van de verwarming op 8 juni heeft veel minder effect, vermoedelijk omdat het pompen toen al was gestaakt. Het aanzetten van de verwarming op 15 juni, ongeveer zes uur nadat het pompen was gestart, is opnieuw goed zichtbaar, hoewel het effect kleiner is.

In grote lijnen kan uit bijlage F3.5 geconcludeerd worden dat het effect van de grondwaterstroming tijdens het vierde hoogwater duidelijk kleiner is dan tijdens het vijfde hoogwater. De stroming neemt dus verder toe – zoals in dit geval uit andere bronnen ook al bekend was, maar het punt is hier juist te illustreren wat er uit dergelijke metingen is af te leiden. Voor de analyse: kijkend naar het slootpeil in combinatie met het rivierpeil is er geen wezenlijk verschil, dus de afname van de temperatuur moet dus wel samenhangen met de sterkere grondwaterstroming. De temperatuursafname zet nog enkele dagen door nadat het pompen al is gestopt, daarna treedt er min of meer een stabilisatie op. Dat laatste is een belangrijke constatering, want bij een 'doorslag' naar de rivier toe zou de temperatuur verder zijn gestegen.

Waar bijlage F3.5 (en de uitvergrotingen tijdens respectievelijk alleen het vierde en het vijfde hoogwater in bijlagen F3.6 en F3.8) de temperatuur weergeeft in een viertal locaties (namelijk voor de beide kopsloten en voor de veronderstelde doorgangen tussen het geotextiel en de scheidingslaag tussen zand en klei volgens bijlage A3 – hetgeen met deze grondopbouw met diverse tussenzandlagen feitelijk onjuist is), geven bijlagen F3.7, F3.9 en F3.10 de temperatuur langs de hele kabel weer op in totaal 19 verschillende tijdstippen, respectievelijk tijdens het vierde hoogwater, tijdens het vijfde hoogwater en na de observaties bij het vijfde hoogwater (toen de rivierstand aanvankelijk nog steeg).

Aanvankelijk is de temperatuur aan de oostzijde wat hoger dan voor de kopsloten. Na opwarming door de verwarming van de losse glasvezelkabel blijft dit gedurende de eerste dagen zo. Wel treedt enige afkoeling op nabij het uiteinde van de kabel (ruim tien meter westelijk van kopsloot 2). Op 7 juni treedt binnen enkele uren een forse afkoeling op, in de periode dat de drukvalmetingen mislukken ten gevolge van de instationaire situatie. Daarna treedt enig herstel op, al voordat het pompen wordt gestaakt. De situatie verandert niet zo veel meer, al worden twee trends steeds duidelijker zichtbaar: de daling van temperatuur (dus een sterkere stroming) tussen de beide kopsloten in en kort voor het uiteinde. De sterke piek nabij het uiteinde is een artefact dat te maken heeft met de beschadiging van de kabel en de meetmethode; voor het grondwater mag hier niets uit worden afgeleid.

Na het herstarten op 15 juni treedt er een verdere algemene afkoeling op, waarbij de sterkere verlagingen tussen de kopsloten en nabij het uiteinde sterker nog zichtbaar worden. Hieruit mag worden geconcludeerd dat op deze twee locaties sprake is van een relatief sterke grondwaterstroming. De aan het maaiveld geconstateerde uitstroming, voornamelijk in de diverse wellen in de kop van kopsloot 1 (en nauwelijks elders, dus ook nauwelijks in kopsloot 2), vindt dus ter plaatse van het geotextiel zijn herkomst in deze twee locaties. *Speculatief* kan verondersteld worden dat hier sprake is van onderloopsheid of achterloopsheid van het verticaal zanddicht geotextiel. Hard bewijs hiervoor ontbreekt echter. De aanvullend

geplaatste waterspanningsmeters (instrumenten 09 en 29) vertonen geen duidelijke tekenen van de passage van een pipe, hetgeen daarmee losraken van de inklemming van het geotextiel aan de onderzijde meer waarschijnlijk maakt.

Ook 'zachter' bewijs in de vorm van een temperatuurstijging van het grondwater voorbij het eerder bereikte niveau in de richting van de temperatuur van het buitenwater ontbreekt. Zie echter ook hetgeen in de laatste alinea van §4.2.3 gesteld wordt op basis van de constatering in het veld en uit de waterspanningsmetingen: falen van het geotextiel door onderloopsheid en/of achterloopsheid zou best kunnen zijn opgetreden ook al is het falen van de waterkering niet opgetreden.

4.3 Dichtvallen van de pipes en nazakken van de deklaag

4.3.1 Verminderd zandtransport niet verkeerd interpreteren

Het is onwaarschijnlijk dat het verminderde zandtransport in de loop van het tweede en het vierde hoogwater bij een gelijk verval als eerder opgetreden toegeschreven mag worden aan het dichtvallen van de pipes. Hier is een meer aannemelijke verklaring voor gegeven in §4.2.4. De ervaring bij de IJkdijk bij intensievere monitoring heeft bovendien geleerd dat de vermindering van wel-activiteit door het dichtvallen altijd maar kort duurt (Koelewijn et al., 2009, 2012).

4.3.2 Mogelijk dichtvallen van pipes

Zoals hiervoor aangegeven in §4.2.2 en §4.2.3 is er hoogstwaarschijnlijk wel sprake geweest van herhaaldelijk dichtvallen van pipes. Nazakken van de deklaag is niet duidelijk waargenomen aan het maaiveld – behalve bij kopsloot 1 (zie Figuur 3.20), maar daar is het eerder een gevolg van de directe stromingserosie ter plaatse van de kopsloot. Mogelijk hangt het ook samen met diepergelegen erosie, maar daar zijn geen concrete aanwijzingen voor.

De metingen van de (axiale) rek in de losse glasvezelkabel (zie bijlage F4) zijn in dit verband onduidelijk. Ten eerste is de locatie onzeker: de metring komt duidelijk niet overeen met de metring van de temperatuurmetingen (zie bijlage F1.1). Aannemende dat het beginpunt (400 meter) bij het kastje nabij kopsloot 1 is, zou de daling bij circa 430 meter halverwege kopsloten 1 en 2 moeten zijn. Dit is echter al opgetreden vóór het tweede hoogwater, waarvoor geen oorzaken te vinden zijn in de overige waarnemingen en de uitgevoerde handelingen. Er was hier toen immers nog amper sprake geweest van enige wel-activiteiten. De belangrijkste rekken zijn te vinden voorbij 535 meter. Deze variëren ook in de loop van de tijd: voorbij 550 meter een daling tussen de eerste meting (voor het eerste hoogwater), gevolgd door een flinke stijging tussen het derde en het vierde hoogwater (waardoor is geheel onduidelijk), waarna er tijdens het vierde hoogwater een daling is opgetreden. Tijdens het vijfde hoogwater is er niets meer gebeurd.

Deze vervormingsmetingen zijn dermate onduidelijk dat hier geen conclusies ten aanzien van de proeflocatie aan kunnen worden verbonden. Bij de proeven bij de IJkdijk, onder relatief goed geconditioneerde omstandigheden bij uniforme grondslag, was de interpretatie van de vervormingsmetingen lang niet altijd eenduidig, bij deze heterogene praktijkomstandigheden is er geen verband te leggen met de waarnemingen gerelateerd aan piping. De inzet van deze meettechniek wordt daarom verder niet aanbevolen.

4.4 Meten van de bulkdoorlatendheid over het scherm

Voorafgaand aan de metingen, bij de opzet van het monitoringssysteem, was het idee dat dit ietwat grofstoffelijk zou kunnen afgeleid uit de variatie in de gradiënt in de

waterspanningsmeters nabij het scherm voor overigens vergelijkbare omstandigheden. Dit is te optimistisch gebleken: alleen al de invloed op de meetwaarden van een zandmeevoerende wel tussen de meetpunten in (zie voor een concreet voorbeeld van deze problematiek de situatie rond kopsloot 2, zoals aangegeven in de derde alinea van §4.2.3) maakt dat er essentiële randvoorwaarden onzeker zijn om zelfs maar een indicatieve schatting te kunnen maken.

Het is wellicht mogelijk om hier concrete uitspraken over te doen op basis van de verwarmde glasvezelmeteringen, zie ook Doornenbal et al. (2014). Dit is in dit kader echter niet uitgewerkt.

4.5 Meten van de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte

De verdeling van de grondwaterstroming is, zoals reeds aangegeven in §2.5, niet goed vast te stellen met de beschikbare waterspanningsmetingen, maar dit is wellicht mogelijk met behulp van de temperatuurmetingen met de waterspanningsmeters en de verwarmde glasvezelmeteringen. Ook dit is hier niet uitgewerkt en vergt waarschijnlijk een vrij complexe analyse.

4.6 Overige aspecten

Enkele aspecten die zijn opgevallen en relevant zijn ten aanzien van de kennisontwikkeling rond piping maar buiten de oorspronkelijke deeldoelstellingen vallen, zijn in deze paragraaf kort aangegeven.

4.6.1 Opschuiven uittredepunt

Het uittredepunt, dat nota bene bestond uit een twee meter diep verticaal boorgat door kleilagen en een tussenzandlaag heen, is tijdens het vijfde hoogwater uiteindelijk ongeveer anderhalve meter richting het buitenwater opgeschoven. Dit was niet alleen geheel onverwachts, maar in de pipingvoorschriften (bijvoorbeeld de schematiseringshandleiding voor piping) wordt geen rekening mee gehouden.

4.6.2 Variatie in grondopbouw in relatie tot de installatiediepte van het geotextiel

In het ontwerp van het geotextiel voor de Willemspolder (Hesami, 2013) is uitgegaan van de ondergrondgegevens zoals bekend uit Dijkstra (2013). Hierin is onder andere bepaald dat in verband met de opwaartse grondwaterstroming nabij het geotextiel de onderkant van het geotextiel op NAP -2,0 m zou moeten worden aangebracht. De bovenkant zou overal tenminste een halve meter in de kleilaag moeten steken en daarom moeten reiken tot NAP +5,5 m. De hoogte van het geotextiel moest dus 7,5 m bedragen.

In werkelijkheid is een veel smaller geotextiel toegepast, met een totale hoogte van slechts 3,5 m (zie bijlage A3 en ook Figuur 2.9 voor de inpassing in de dwarsdoorsnede). Aan de bovenzijde steekt dit dus ter plaatse van kopsloot 1 slechts 0,3 m in de kleilaag. Aan de onderzijde is de marge ten opzichte van de onderkant van de onderste kleilaag slechts 0,6 m, hetgeen mogelijk te weinig is geweest (zie ook de laatste alinea van §4.2.3). Uitgaande van een hoogte van slechts 3,5 m is er mogelijk de beste tussenweg gevonden, maar een terugkoppeling tussen de aannemer en de ontwerper zou passend zijn geweest bij een zo grote afwijking.

4.6.3 Korrelverdelingen bij de wellen

Bij een aantal wellen zijn tijdens de eerste drie hoogwaters zandmonsters genomen. Een deel hiervan is binnen de kraterwand genomen of uit de wel zelf, bij afwezigheid van een duidelijke krater ten gevolge van de beperkte ruimte in de sloot. Daarnaast zijn er ook monsters genomen van het afgezette materiaal buiten de kraterrand of verderop in de sloot. Van een

deel van deze monsters is naderhand de korrelverdeling bepaald. Deze zijn te vinden in bijlage G2.

In Tabel 4.1 is van elk monster de d_{50} vermeld. Er is duidelijk sprake van sortering: de monsters van binnen de kraterrand zijn, zoals in het veld al waargenomen kon worden, duidelijk grover dan de monsters van het verderop afgezette materiaal. Voor het materiaal uit kopsloot 2, afgezet na de eerste handboring daar, is een vergelijking te maken met een korrelverdeling uit het eerder uitgevoerde grondonderzoek. Dit materiaal is afkomstig uit de zandlaag beschreven met de korrelverdeling op monster 6 uit boring 2, opgenomen als bijlage B49. Deze korrelverdeling laat een d_{50} zien van 0,416 mm, tussen de gemeten waarden in.

Tabel 4.1 Korrelverdelingen bij wellen

Wel, monsternummer	d_{50} (mm)
kopsloot 7 (januari)	
1**	0,145
2**	0,139
3**	0,238
5*	0,408
6**	0,151
kopsloot 2 (februari)	
1**	0,150
2**	0,196
4**	0,214
5*	0,519
achtersloot 1-2 (februari)	
3*	0,644
4**	0,244
5*	0,686
6**	0,271
wel 25 (langssloot westelijk van kopsloot 2, februari)	
1**	0,166
2**	0,269
5**	0,208

* binnen de krater/wel ** buiten de krater/wel, afgezet in de sloot

Voor het materiaal in de achtersloot geldt dat dit waarschijnlijk uit dezelfde laag afkomstig is als het materiaal dat is afgezet in kopsloot 2. Ook hier liggen de gevonden waarden om de waarde zoals bepaald voor de relevante zandlaag heen.

Voor wel 25 in de langssloot geldt dat de herkomst van dit materiaal onduidelijk is, het kan uit dezelfde laag afkomstig zijn of uit de onbemonsterde tussenzandlaag.

Nabij kopsloot 7 is geen grondonderzoek uitgevoerd, zodat hier geen vergelijking mogelijk is. Wel is hier de uitsortering van materiaal duidelijk terug te zien.

4.6.4 Weerstand over de deklaag

De drukvalmetingen (bijlage G4) en de overige metingen bieden materiaal voor onder andere de in rekening te brengen weerstand over de deklaag. Hiervoor wordt in de Nederlandse voorschriften thans een reductie toegepast op het maatgevende verval van 0,3 maal de dikte

van de deklaag, waarvoor de onderbouwing relatief mager te noemen is. Dit onderzoek draagt hopelijk bij aan een betere onderbouwing van hetgeen in de toekomst toegepast kan worden.

4.6.5 Kwaliteit metingen

De waterspanningsmetingen zijn over het algemeen van goede kwaliteit. Vóór het vierde hoogwater is er geen sprake van uitval van data en ook zijn er tot die tijd geen merkwaardige sprongen waargenomen. Wel is de meetwaarde van instrument 43 constant te hoog, zoals opgemerkt in §4.2.2.

Op 6 juni treden merkwaardige sprongen op in de data, zie bijlagen D6.1 en D8.5. Daarbij treedt ook uitval op van instrument 11, dit duurt tot het begin van 8 juni. Gedurende een deel van die tijd ontbreekt ook data van instrument 47 (registratie van het buitenpeil). De meeste instrumenten van Inventec vertonen op 6 juni kort na 12 uur 's middags en ruim een etmaal later sprongen van verschillende grootte die niet fysisch te verklaren zijn (althans, als gekeken wordt naar oorzaken buiten het meetsysteem zelf).

Een heel ander probleem trad op met de metingen van Inpijn-Blokpoel (instrumenten 09 en 29). Deze waren uitgerust met een eigen barometer, die bovenin één van de rode pijpen was bevestigd (zie ook Figuur 3.15). De metingen vertoonden aanvankelijk een merkwaardig springerig beeld, met name in de middag en in sterkere mate als de zon scheen. Dit bleek samen te hangen met de opbouw van luchtdruk binnen de rode pijp, die bij enige overdruk telkens weer kon ontsnappen. Dit is teruggekoppeld met de leverancier, zodat dit bij latere toepassingen vermeden kan worden. De waterdrukmetingen zijn vervolgens gecorrigeerd met de barometer van Inventec, die ook voor de andere waterspanningsmeters gebruikt is, zodat alsnog betrouwbare waarden voor de stijghoogte verkregen konden worden.

Door de weinige ervaring met dergelijke metingen is in dit opzicht van de metingen met de glasvezelkabels niet heel veel te zeggen. Opvallend zijn wel de sterke afwijkingen die zich in januari eenmaal en in februari bijna dagelijks voordoen, telkens rond hetzelfde tijdstip in de loop van de ochtend. Hier is geen goede verklaring voor gevonden – dergelijke patronen doen zich zelden voor – maar het zou kunnen samenhangen met direct zonlicht op de uitleesunit door een raam in de ruimte waar die unit stond opgesteld. Dit zou voldoende verstoring van de metingen hebben kunnen veroorzaken. Deze afwijking trad namelijk alleen op wanneer de zon scheen, hetgeen in februari veel vaker het geval was dan in januari. In juni stond de zon veel hoger aan de hemel, waardoor de uitleesunit in de schaduw bleef.

5 Conclusies, aanbevelingen en vervolgonderzoek

5.1 Conclusies

Er kan geconcludeerd worden dat het hoofddoel van dit onderzoek, namelijk het monitoren van de functionaliteit van een verticaal zanddicht geotextielscherm als preventieve maatregel onder maatgevende omstandigheden, in belangrijke mate behaald is.

Per deeldoelstelling kan het volgende worden geconcludeerd:

a) Het meten van de ontwikkeling van de pipes was over het algemeen goed mogelijk met behulp van de waterspanningsmetingen. De situatie rond de grofzandbarrière is in detail geanalyseerd en er is een aannemelijke verklaring gevonden voor de metingen en de waarnemingen; hier is hoogstwaarschijnlijk achterloopsheid opgetreden. Doorbraak van de grofzandbarrière is onwaarschijnlijk omdat het zandtransport daarna veel sneller zou moeten zijn toegenomen. Ook in het referentiegedeelte is de passage van een pipe bij een waterspanningsmeter gedetecteerd. Bij het VZG is alleen door middel van boorgaten piping tot stand gebracht, omdat ontgraven tot op de diepe zandlaag niet mogelijk bleek. Daarbij is vanuit de eerste kopsloot mogelijk falen van de inklemming van het VZG (slechts 60 cm) opgetreden, na een combinatie van forse erosie benedenstrooms van het geotextiel en verzwakking van de inklemming. De pipevorming in het onderzoeksgebied bleek te leiden tot een afname van de welactiviteit in de achterliggende bestaande sloot. De grondwaterstroming en het pipingproces zijn ook terug te vinden in de temperatuurmetingen, maar met de analyse daarvan moet nog meer ervaring worden opgedaan.

b) Het dichtvallen van de pipes is af te leiden uit visuele waarnemingen en fluctuaties in de waterspanningen. Nazakken van de deklaag is echter niet waargenomen. De gevoelige deformatiemetingen met de losse glasvezelkabel konden niet in verband worden gebracht met de waarnemingen in het veld; niet met het pipingproces en niet met andere activiteiten.

c) Metingen van de bulkdoorlatendheid over het scherm en eventuele veranderingen daarin bleken niet af te leiden te zijn uit de beschikbare waterspanningsmetingen. Mogelijk is dit wel af te leiden uit de metingen met de verwarmde glasvezelkabel, maar dat is hier niet nader uitgewerkt.

d) Het meten van de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte werd niet meer goed mogelijk geacht na het schrappen van de daarvoor aangegeven aanvullende waterspanningsmeters. Wellicht is dit alsnog mogelijk door ook de temperatuurmetingen hierbij te betrekken, maar dit vergt naar verwachting een complexe analyse.

Daarnaast zijn nog enkele andere aspecten bij dit onderzoek naar voren gekomen, te weten:

- het rivierwaarts opschuiven van het uittredepunt als gevolg van erosie ter plaatse, een verschijnsel waar tot dusverre voor zover bekend nooit rekening mee gehouden is;
- de uitzeving van korrelmateriaal: het fijnere materiaal wordt sneller afgevoerd dan het grovere materiaal, dat in de krater blijft en de weerstand in het verticale deel van de pipe vergroot;
- de weerstand over de deklaag is met eenvoudige middelen meetbaar, dit is relevant voor de '0,3D'-term in pipinganalyses.

5.2 Aanbevelingen

De in de Groene Versie van de Ontwerp- en Beoordelingsrichtlijn Verticaal Zanddicht Geotextiel (Taal, 2017) aanbevolen inklemmingslengte onderaan van 1 meter mag, gelet op de negatieve ervaringen bij dit onderzoek bij een inklemmingslengte van circa 60 cm, als een noodzakelijke ondergrens worden beschouwd. Hier kan met lange-duurlaboratoriumproeven op een geschikte schaal wellicht meer duidelijkheid over verkregen worden.

Over de eventuele veranderingen in de bulkdoorlatendheid over het scherm is mogelijk zinnige informatie af te leiden uit de metingen met de verwarmde glasvezelkabel. De analyse van deze gegevens, samen met de overige temperatuurmetingen en de waterspanningsmetingen, vormt mogelijk een zinvol afstudeeronderwerp. Dit geldt tevens voor de verdeling van de grondwaterstroming over de diepte.

Verder wordt aanbevolen om de metingen naar de drukval in het verticale deel van een zandmeevoerende wel ook elders uit te voeren wanneer zich bij een hoogwater de gelegenheid voordoet. Deze metingen kunnen meer inzicht verschaffen in de juistheid van de '0,3D'-term in pipinganalyses.

5.3 Mogelijkheden voor vervolgonderzoek op deze locatie

In de komende jaren wordt de Willemspolder herontwikkeld, van landbouwpolder naar natuurgebied. Eigenaar Dekker en gemeente Neder-Betuwe hebben hier overeenstemming over bereikt. De eigenaar is daarbij bereid om het werk zó te faseren dat er op deze locatie nog enige jaren kan worden doorgemeten. Ook bezwijken van de zomerkade behoort daarbij tot de mogelijkheden.

Gezien het hier reeds uitgevoerde onderzoek en de aanwezige, operationele monitoringsvoorzieningen, biedt dit goede mogelijkheden voor vervolgonderzoek. Dit is ook reeds onderkend door stakeholders als USACE (al sinds 2014 op zoek naar een geschikte locatie voor pipingonderzoek, die zij hier menen te hebben gevonden), STOWA (gelet op de mogelijkheden hier aanvullende onderzoeksvragen beantwoord te krijgen, zoals op het gebied van de intredeweerstand), Deltares (waar de focus van piping in homogene pakketten verschuift naar heterogene situaties) en WSRL (dat zich op basis van de huidige beoordelingsvoorschriften voor een omvangrijke versterkingsopgave gerelateerd aan piping geplaatst ziet).

De mogelijkheden in technische zin zijn nader beschreven door Koelewijn & Zomer (2017). Om kort te gaan, leidt dit vervolgonderzoek tot een goed gedocumenteerde bezwijkcase voor 3D-uitstroomcondities inclusief natuurlijke heterogeniteit, waarmee beoordelingsmethoden gevalideerd en op onderdelen verbeterd kunnen worden.

Referenties

Bardoel, 2016

H.A.M. Bardoel, *Pipingonderzoek Willemspolder te Tiel, Installatie waterspanningsmeters*, rapportage 02P007749-RG-01, Inpijn-Blokpoel, Son en Breugel, 7 juni 2016, 15 pp.

Van Beek, 2013

Vera van Beek, *Specificaties Geotextiel t.b.v. proefproject Rivierenland*, memo 1208349-000-GEO-0003 versie 2, Deltares, Delft, 23 augustus 2013, 13 pp.

Van Beek, 2015

V.M. van Beek, *Backward erosion piping, initiation and progression*. Proefschrift, TU Delft, 2015.

Van Beek et al., 2015

V.M. van Beek, A.R. Koelewijn, G. Negrinelli & U. Förster, 'A coarse sand barrier as an effective piping measure', *Geotechniek* **19** (september):4-7, 2015.

van den Berg, 2013

Stefan van den Berg, *Inventarisatie locatie zomerkade polder Echteld*, memo aan Technische Werkgroep Verticaal Zanddicht Geotextiel, Waterschap Rivierenland, Tiel, 17 april 2013, 7 pp.

Bersan et al., 2017

S. Bersan, A.R. Koelewijn & P. Simonini, Effectiveness of distributed temperature measurements for early detection of piping in river embankments, *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/hess-2016-662>, in review, 2017. (Verbeterde versie naar aanleiding van commentaar geaccepteerd medio december 2017, definitieve versie verschijnt in 2018.)

Dekker & Neder-Betuwe, z.j.

Dekker Grondstoffen B.V. & Gemeente Neder-Betuwe, *Willemspolder IJzendoorn, Herinrichting met ruimte voor de rivier, nieuwe natuur en recreatie*, informatiefolder (A3-formaat), verschenen circa 2014-2016.

Dijkstra, 2013

J. Dijkstra, *Geotechnisch onderzoek versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn*, rapportage 58234-5 R25463, Wiertsema & Partners, Tolbert, 27 september 2013, 132 pp.

Dijkstra, 2016

J. Dijkstra, *Geotechnisch laboratoriumonderzoek, Grondonderzoek Livedijk Willemspolder te Tiel*, rapportage VN-65273-1 R42516, Wiertsema & Partners, Tolbert, 18 april 2016, 24 pp.

Doornenbal et al., 2014

Pieter Doornenbal, Wjib Sommer, Miguel Dionisio Pires, Chris Mesdag & Ivo Pothof, 'Stroomsnelheid bepalen door temperatuurmetingen met opwarmglasvezelkabels', *H2O-Online*, 20 januari 2014, 7 pp.

Förster et al., 2013

Ulrich Förster, Marien Harkes, Vera van Beek, Wim Post, Bernard van der Kolk & Ruud Termaat, *Onderzoek naar de werking van geotextielen als pipingremmende maatregel (Hoofdrapport)*, rapportage 1206806-000-GEO-0014 versie 3, Deltares, Delft, maart 2013, 169 pp.

Hesami, 2013

Farshad Hesami, *Specificatie Geotextiel; Willemspolder*, memo 1208349-000-GEO-0006, Deltares, Delft, 22 november 2013, 16 pp.

Inventec, 2014

Livedijk Willemspolder, Waterschap Rivierenland, Plan van aanpak, document 1411049501 revisie 02, Inventec, Nunspeet, 2 mei 2014, 24 pp.

Koelewijn, 2015

Andre Koelewijn, *Factsheet Grof Zand Barrière*, memo 1220240-000-GEO-0002, Deltares, Delft, 26 september 2015, 8 pp.

Koelewijn, 2016

Andre Koelewijn, *Stand van zaken LiveDijk Willemspolder*, memo 1208555-000-GEO-0008, Deltares, Delft, 7 maart 2016, 9 pp.

Koelewijn et al., 2009

A.R. Koelewijn, V.M. van Beek & H.T.J. de Bruijn, *IJkdijk Full Scale Pipingproeven najaar 2009, Factual report proef 4*, rapportage 1200375-002-GEO-0001, Deltares, Delft, december 2009, 169 pp.

Koelewijn et al., 2012

Andre Koelewijn, Dennis Peters, Goaitske de Vries, Jacqueline van Loon & Silvia Bersan, *All in One-Sensor Validatie Test, Factual report Westdijk – proefverloop en referentiemonitoring*, rapportage 1206242-006-GEO-0001, Deltares, Delft, 3 November 2012.

Koelewijn & Förster, 2014

Andre Koelewijn & Ulrich Förster, *Ontwerp voor LiveDijk Willemspolder bij Waterschap Rivierenland*, memo 1208555-000-GEO-0002 versie 6, Deltares, Delft, 31 maart 2014, 21 pp.

Koelewijn & Zomer, 2017

A.R. Koelewijn & W.S. Zomer, *Willemspolder 2018-2023*, notitie, Deltares, Delft, 6 november 2017, 19 pp.

Van der Linden, 2014

Wim van der Linden, *Modelberekening sloot IJzendoorn*, memo 1208555-000-GEO-0005, Deltares, Delft, 2 september 2014, 3 pp.

Taal, 2017

Laura Taal, *Ontwerp- en beoordelingsrichtlijn Verticaal Zanddicht Geotextiel*, groene versie, POV-piping, Tiel, 14 juni 2017, 49 pp. (excl. bijlagen)

Vrijling et al., 2010

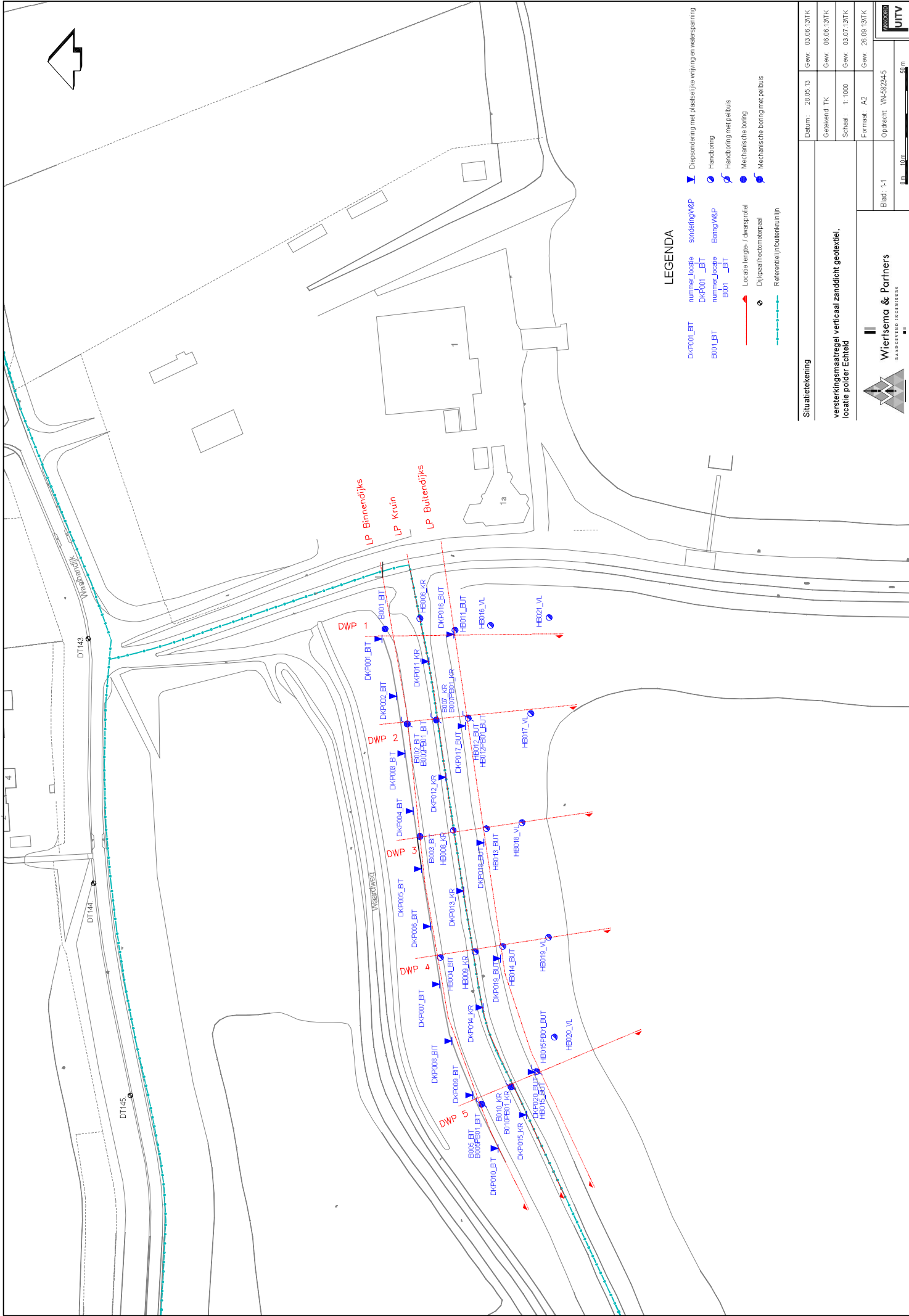
J.K. Vrijling, M. Kok, E.O.F. Calle, W.G. Epema, M.T. van der Meer, P. van den Berg & T. Schweckendiek, *Piping, realiteit of rekenfout?*, Expertisenetwerk waterveiligheid, Lelystad, 2010, 91 pp.

Zomer & Bakkenist, 2014

Wouter Zomer & Sander Bakkenist, *Startnotitie LiveDijk bij Waterschap Rivierenland*, concept-memo Stichting IJkdijk, Deventer, 23 januari 2014, 9 pp.

A Tekeningen

- A1 Locaties grondonderzoek en geotechnische profielen
- A2 Bovenaanzicht met locaties kopsloten
- A3 Aanwezigheid geotextiel volgens proefkuilen
- A4 Hoogtemetingen en bathymetrie oostelijk deel Willemspolder



LEGENDA

- ▼ Diepsondering met plaatselijke wijziging en waterspanning
- Handboring
- Handboring met peilbus
- Mechanische boring
- Mechanische boring met peilbus
- Locatie lengte- / dwarsprofiel
- Dijkpaal/electrometerpaal
- Referentie/indubiteringslijn
- ▼ Diepsondering W&P
- Boring W&P
- Boring W&P

Situatietekening

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel,
locatie polder Echteld

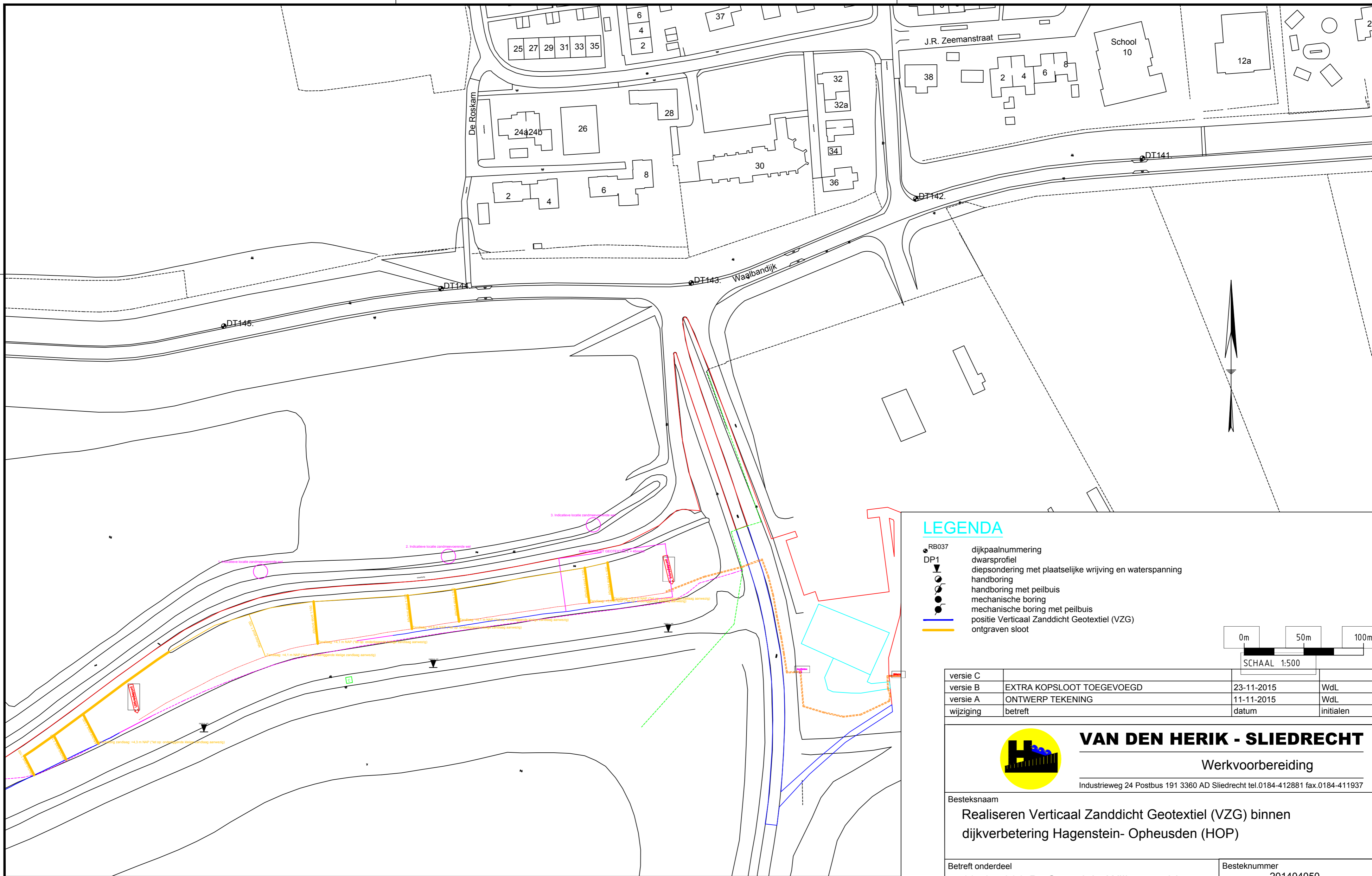
Wiersema & Partners
BAANDEVENING INGENIEERS

Blad : 1.1

0 m 10 m 50 m

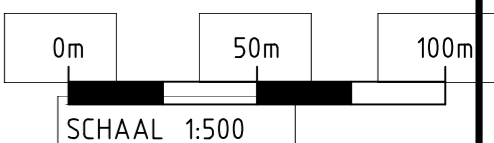
Datum :	28.05.13	Gew. :	03.06.13TK
Geleidend TK :		Gew. :	06.06.13TK
Schaal :	1:1000	Gew. :	03.07.13TK
Formaat :	A2	Gew. :	26.09.13TK
Opdracht :	VN-59234-5		

UITS

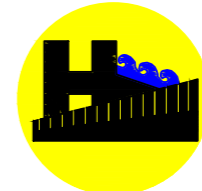


LEGENDA

- RB037 dijkpaalnummering
- DP1 dwarsprofiel
- ▼ diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
- handboring
- handboring met peilbuis
- mechanische boring
- mechanische boring met peilbuis
- positie Verticaal Zanddicht Geotextiel (VZG)
- ontgraven sloot



versie C			
versie B	EXTRA KOPSLOOT TOEGEVOEGD	23-11-2015	WdL
versie A	ONTWERP TEKENING	11-11-2015	WdL
wijziging	betreft	datum	initialen

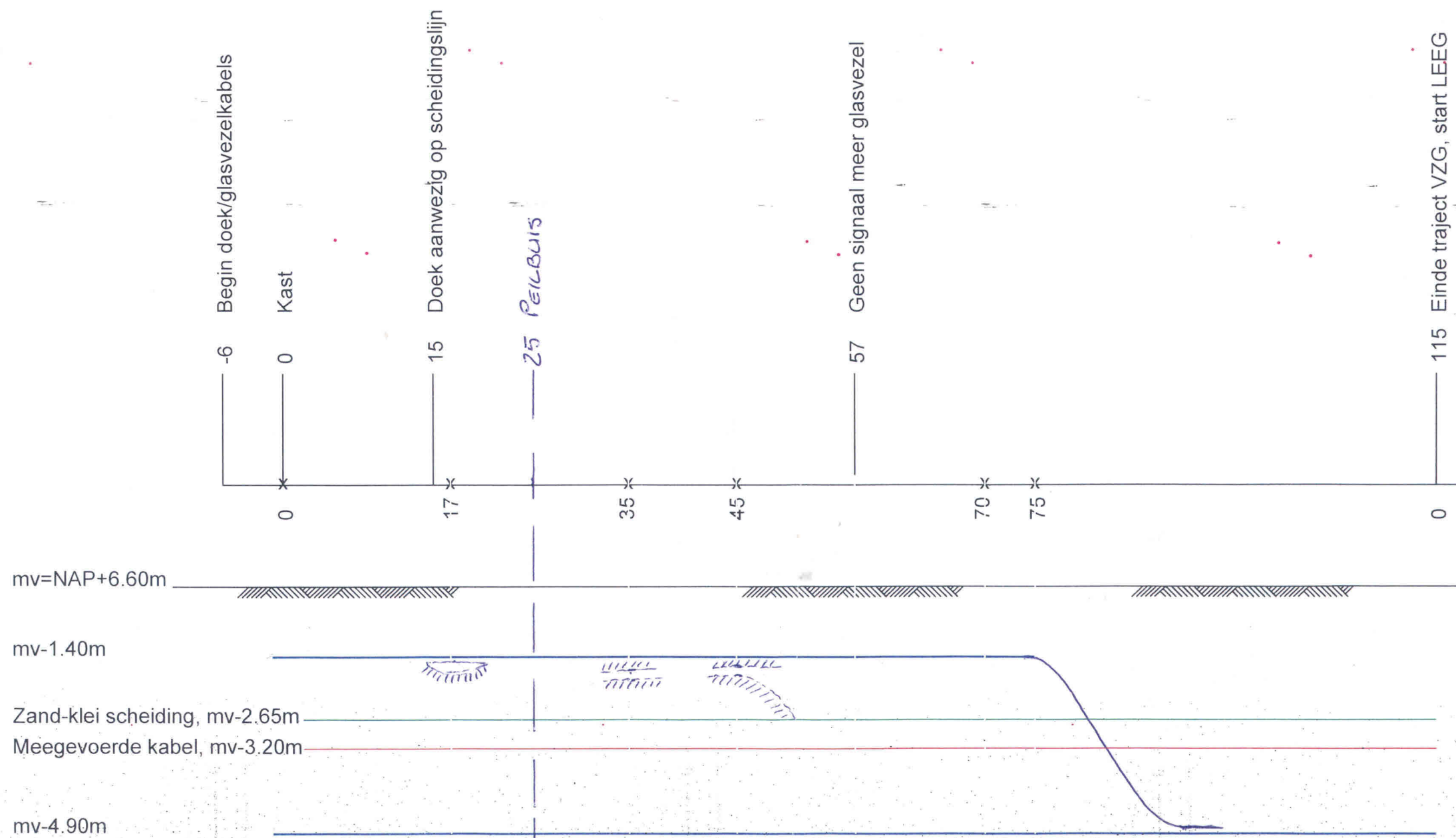
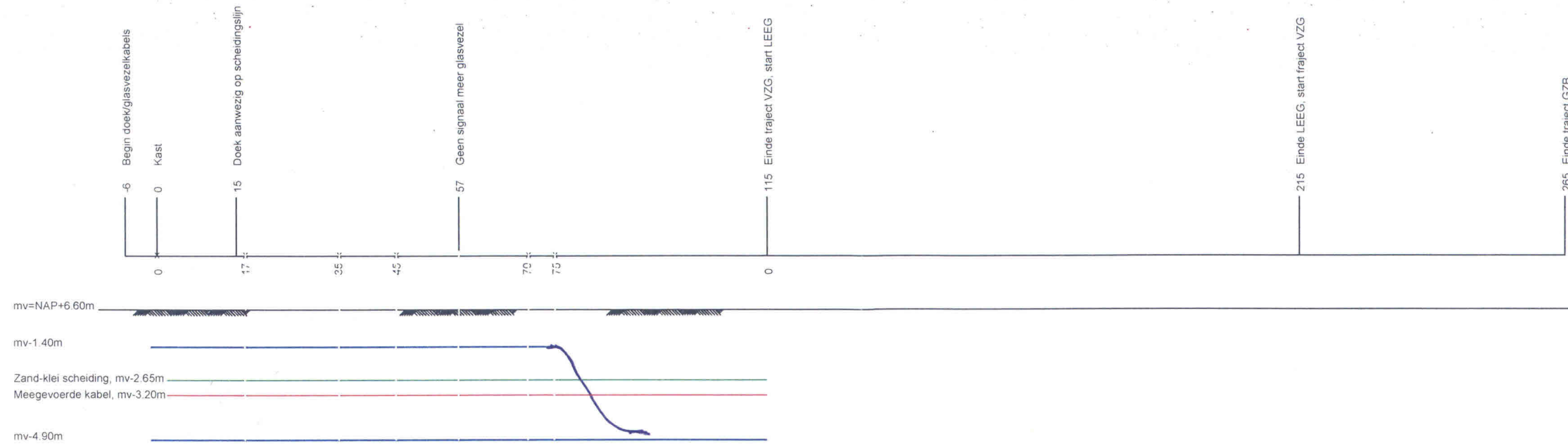


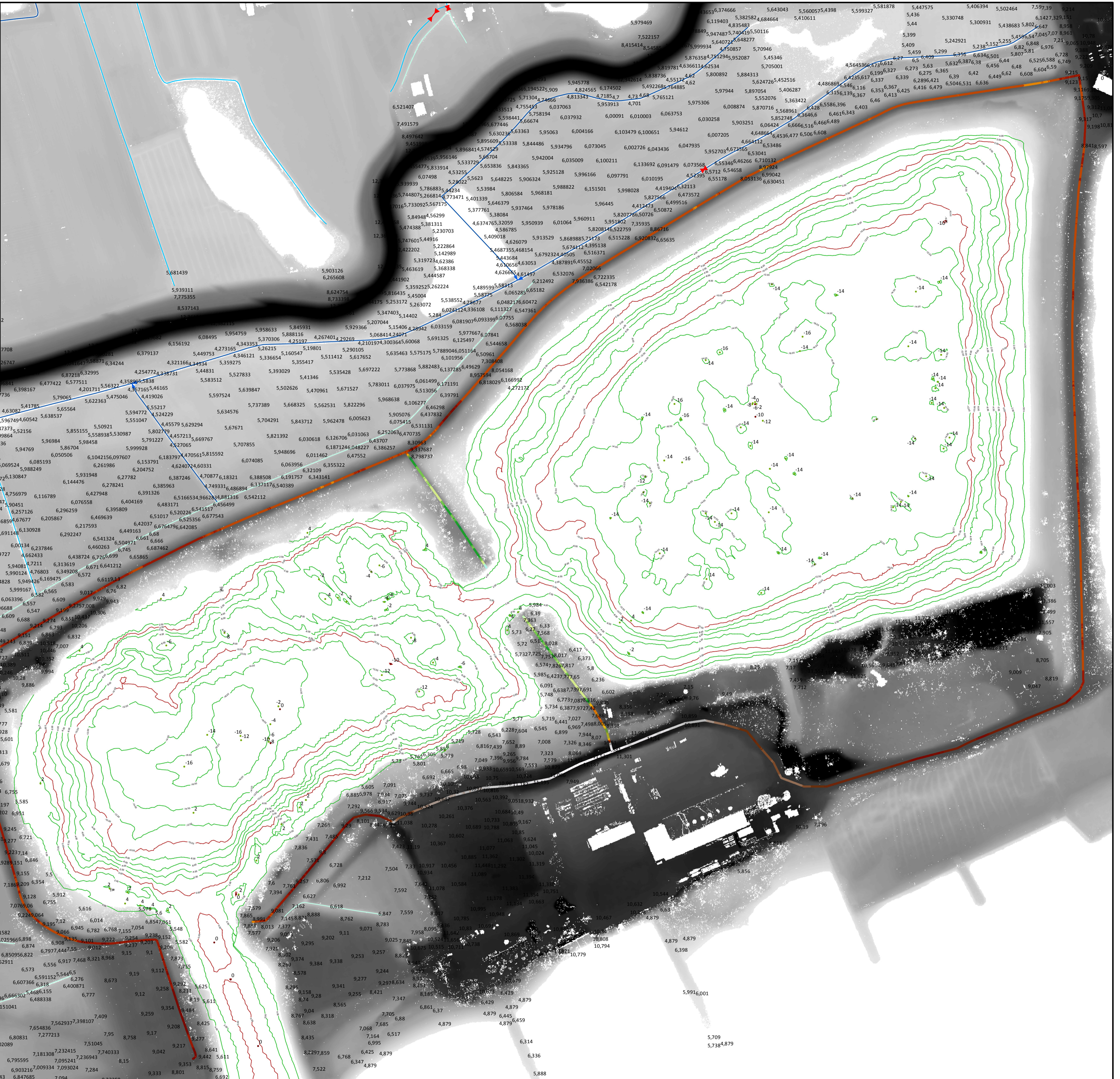
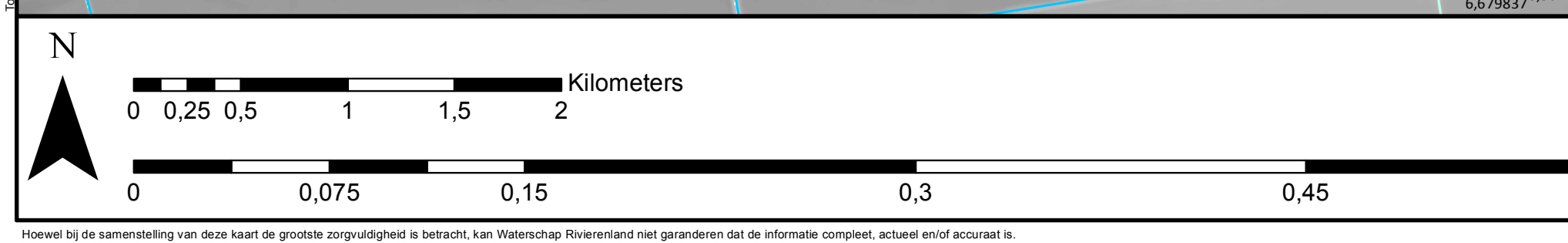
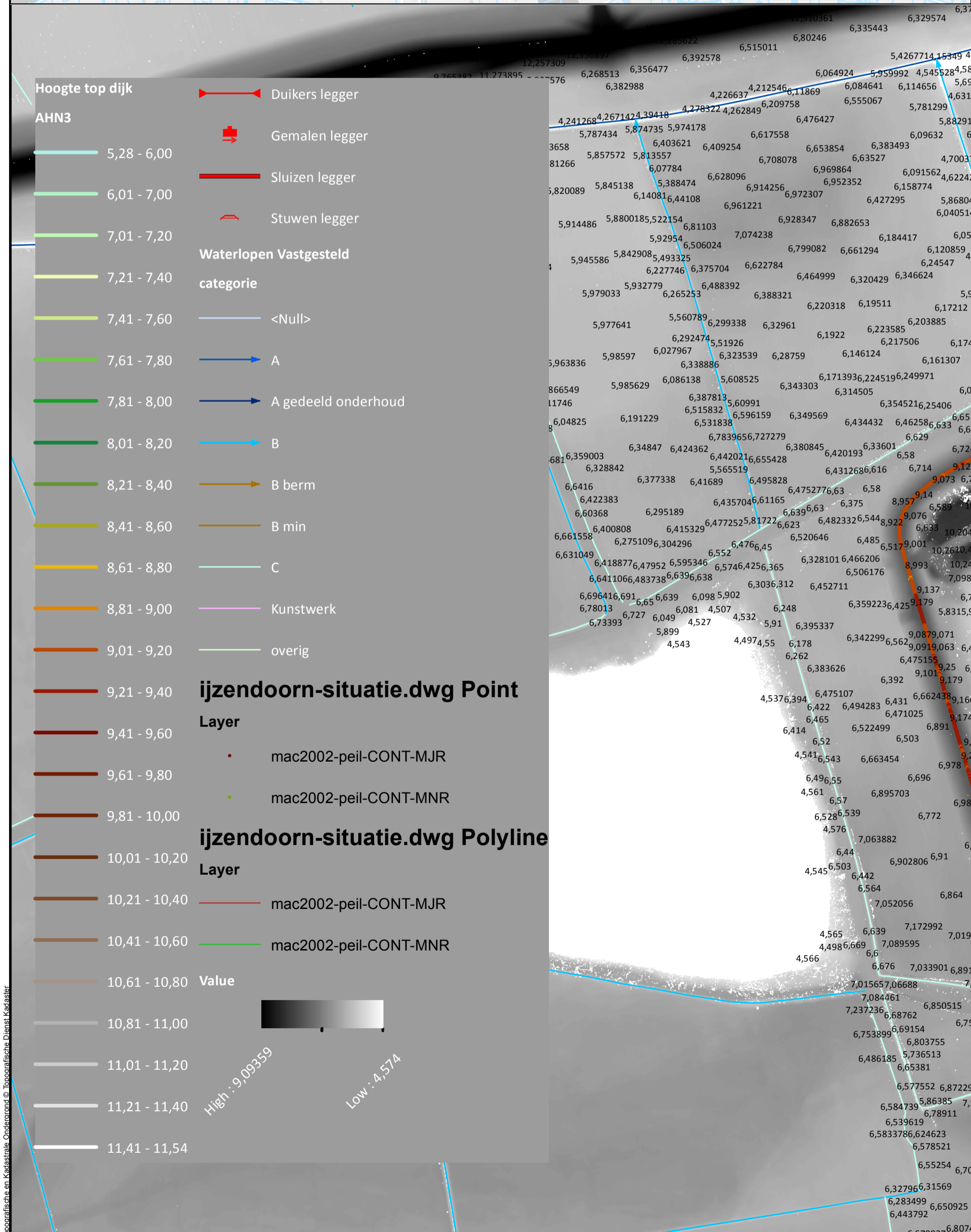
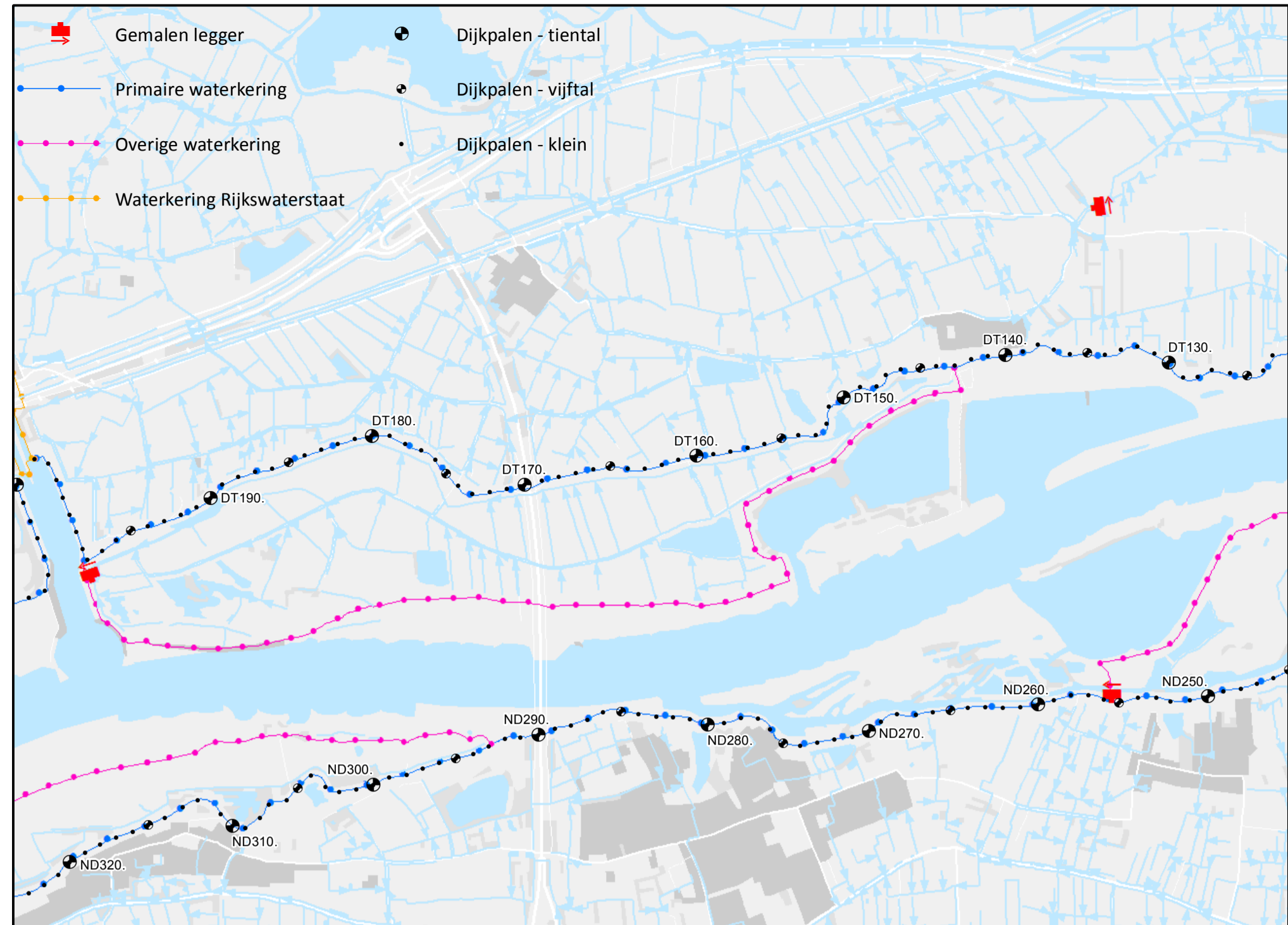
VAN DEN HERIK - SLIEDRECHT

Werkvoorbereiding

Industrieweg 24 Postbus 191 3360 AD Sliedrecht tel.0184-412881 fax.0184-411937

Besteksnaam		Besteknummer	
Realiseren Verticaal Zanddicht Geotextiel (VZG) binnen dijkverbetering Hagenstein- Opheusden (HOP)		201404050	
Betreft onderdeel	10594-030-B- Overzicht Willemspolder	Formaat	Schaal
		A2	Zie tek.
Opdrachtgever	Waterschap Rivierenland	Getekend	Datum
		CJ/WdL	11-11-2015
		Tekeningnr.	10594-030-B





Hoogte top dijk	
5,28 - 6,00	Dijkpalen - tiental
6,01 - 7,00	Dijkpalen - vijftal
7,01 - 7,20	Dijkpalen - klein
7,21 - 7,40	
7,41 - 7,60	
7,61 - 7,80	
7,81 - 8,00	
8,01 - 8,20	
8,21 - 8,40	
8,41 - 8,60	
8,61 - 8,80	
8,81 - 9,00	
9,01 - 9,20	
9,21 - 9,40	
9,41 - 9,60	
9,61 - 9,80	
9,81 - 10,00	
10,01 - 10,20	
10,21 - 10,40	
10,41 - 10,60	
10,61 - 10,80	
10,81 - 11,00	
11,01 - 11,20	
11,21 - 11,40	
11,41 - 11,54	

Waterlopen Vastgesteld categorie	
<Null>	
A	
A gedeeld onderhoud	
B	
B berm	
B min	
C	
Kunstwerk	
overig	

ijzendoorn-situatie.dwg Point Layer	
mac2002-peil-CONT-MJR	
mac2002-peil-CONT-MNR	

ijzendoorn-situatie.dwg Polyline Layer	
mac2002-peil-CONT-MJR	
mac2002-peil-CONT-MNR	

ijzendoorn-situatie.dwg Value	
High: 9,09359	
Low: 4,574	

Waterschap Rivierenland
 Postbus 599, 4000 AN Tiel, Tel. (044) 44 90 90

Project:	Willemspolder Hoogtekaart		
Onderdeel:	-	Blad:	3 van 3
Schaal:	1:21.231	Datum:	09-09-2016
Projector:	-	Status:	-
Bestator:	-	Tekeningnr.:	-
Tekeningnr.:	-	Getekend:	M. Baas
		Gecontroleerd:	-
		Versie:	-

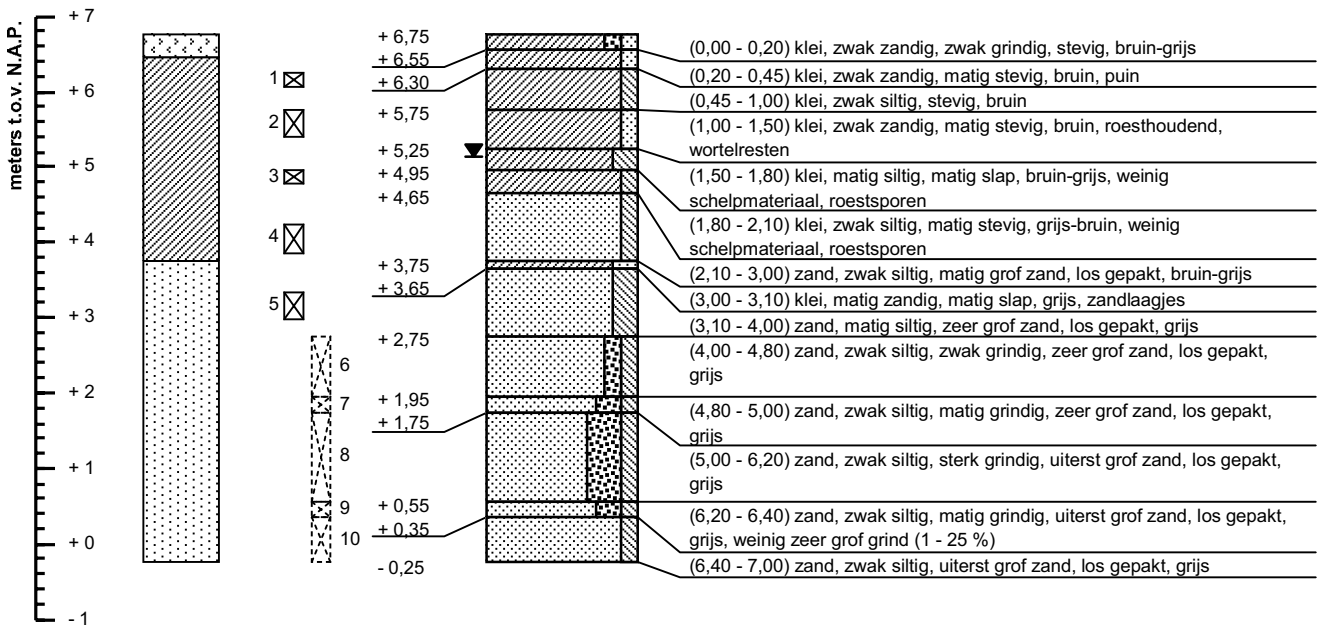
Hoewel bij de samenstelling van deze kaart de grootste zorgvuldigheid is betracht, kan Waterschap Rivierenland niet garanderen dat de informatie compleet, actueel en/of accuraat is. Waterschap Rivierenland aanvaardt dan ook geen aansprakelijkheid voor schade ontstaan door gebruik van de informatie van deze kaart.

B Grondonderzoek

B1-B22	Boringen Wiertsema B1-B5 binnenteen (B001-005_BIT) B6-B10 kruin ((H)B006-010_KR) B11-B15 buitenteen (HB011-015_BUT) B16-B21 voorland (HB016-021_VL) B22 legenda bij de boringen
B23-B42	Sonderingen Wiertsema B23-B32 binnenteen (DKP001-010_BIT) B33-B37 kruin (DKP011-015_KR) B38-B42 buitenteen (DKP016-020_BUT – zie ook bijlage B44)
B43	X-, Y- en Z-coördinaten boringen en sonderingen Wiertsema
B44	Gegevens voorboringen bij sonderingen in buitenteenlijn Wiertsema
B45	Geotechnische lengteprofielen Wiertsema
B46	Geotechnische dwarsprofielen Wiertsema
B47-B57	Korrelverdelingen Wiertsema B47 boring 1 monster 6 B48 boring 1 monster 8 B49 boring 2 monster 6 B50 boring 2 monster 7 B51 boring 3 monster 5 B52 boring 3 monster 4 B53 boring 3 monster 7 B54 boring 5 monster 6 B55 boring 7 monster 6 B56 boring 9 monster 6 B57 boring 10 monster 6
B58	Boorgegevens van installatie aanvullende waterspanningsmeters



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 5,15 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

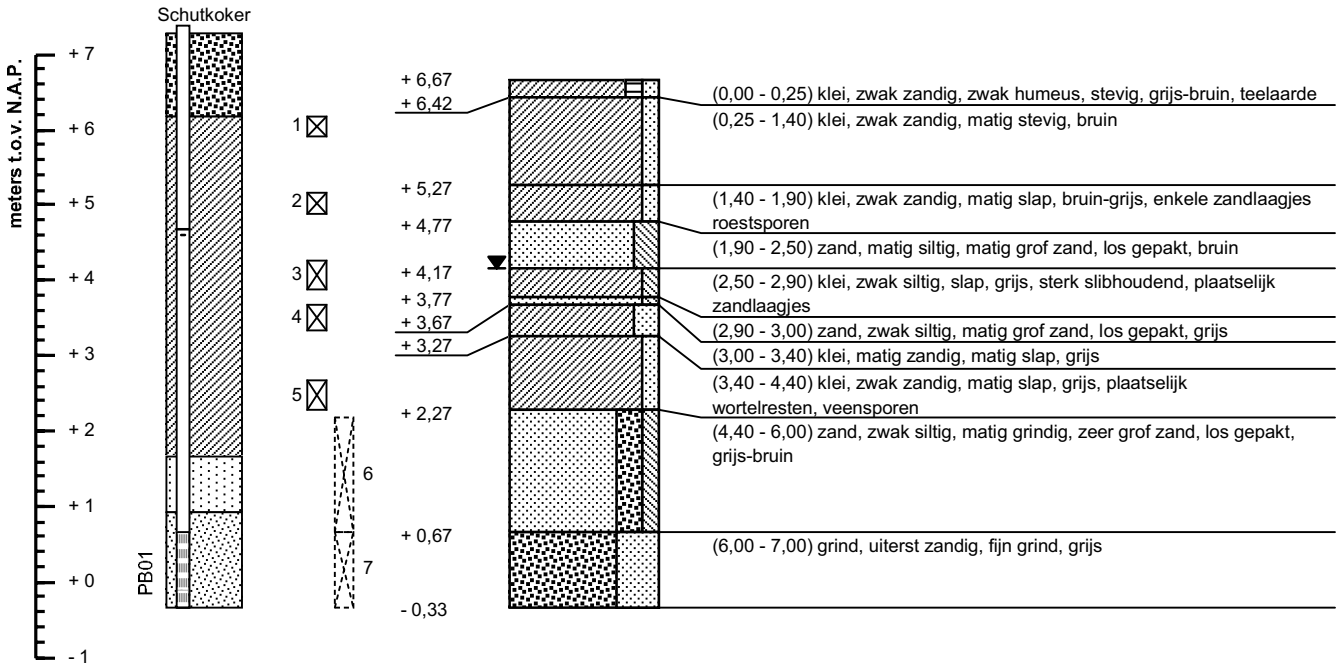
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 962,0	Pulsboring (lichte stelling)
	Y = 435 081,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 18-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: B001_BIT
		

VN-58234-5-B001-111 & VN-58234-5-B001-010-111

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,17 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld





Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 7,37 m, actuele waterniv.: + 4,67 m, $E_c = 0,68$ mS/cm, pH = 7,00

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

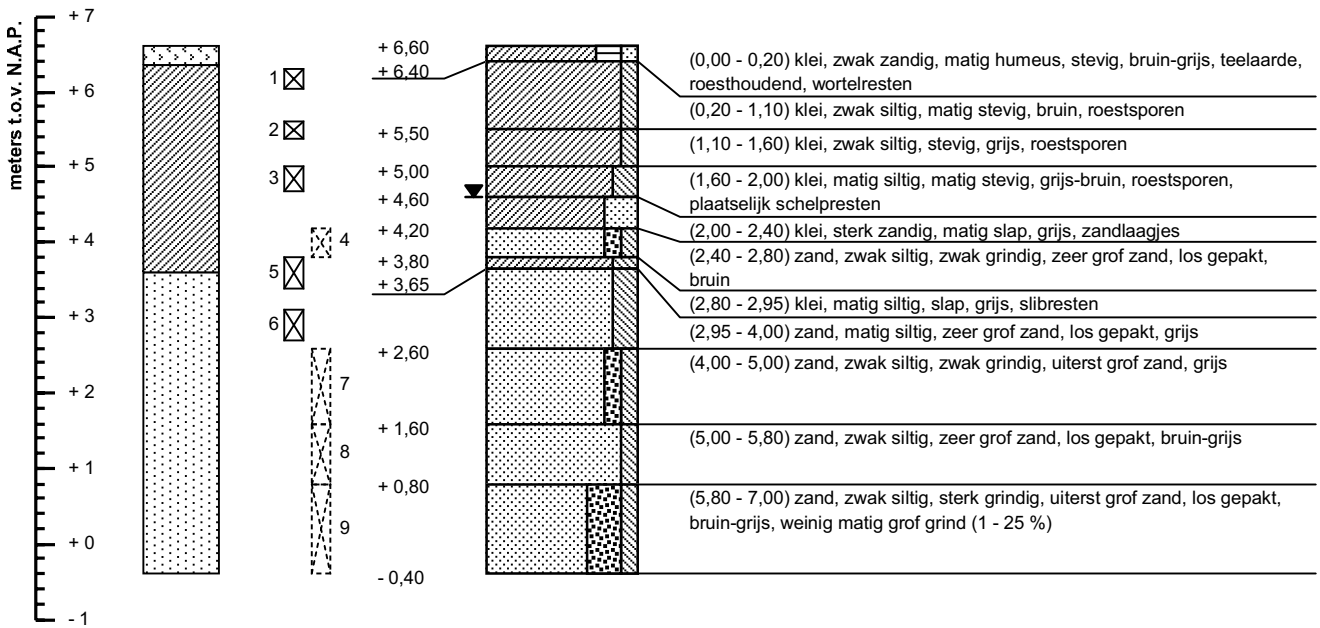
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 921,0	Pulsboring (lichte stelling)
	Y = 435 072,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 22-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: B002_BIT
		

VN-58234-5-B02.11 & VN-58234-5-B02.010:1/11



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,60 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

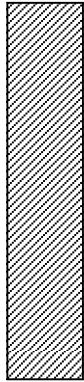
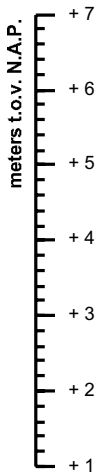
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 872,0	Pulsboring (lichte stelling)
	Y = 435 066,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 18-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: B003_BIT
		

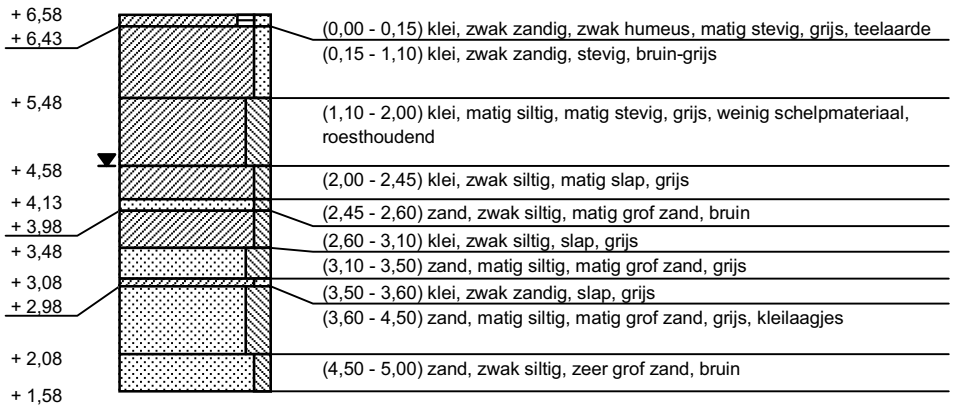
VN-58234-5-B003.111 & VN-58234-5-B003_C101.111

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,58 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld




- 1
- 2
- 3



Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

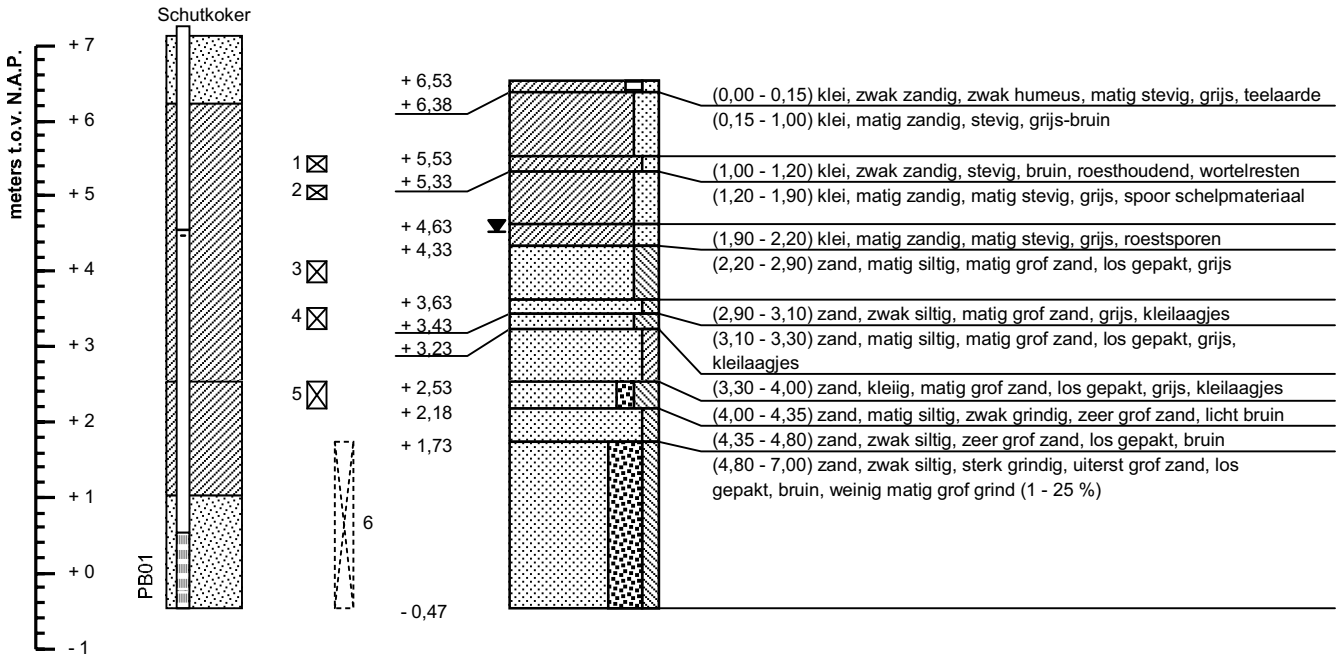
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzerdoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 821,0	Edelmanboring
 Wiertsema & Partners <small>RAADGEVEND INGENIEURS</small>	Y = 435 057,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 24-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB004_BIT
		AKKOORD LAB

VN-58234-5-B004.111 & VN-58234-5-B004_C100.111

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,53 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld




Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 7,25 m, actuele waterniv.: + 4,55 m, $E_c = 0,60$ mS/cm, pH = 8,70

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

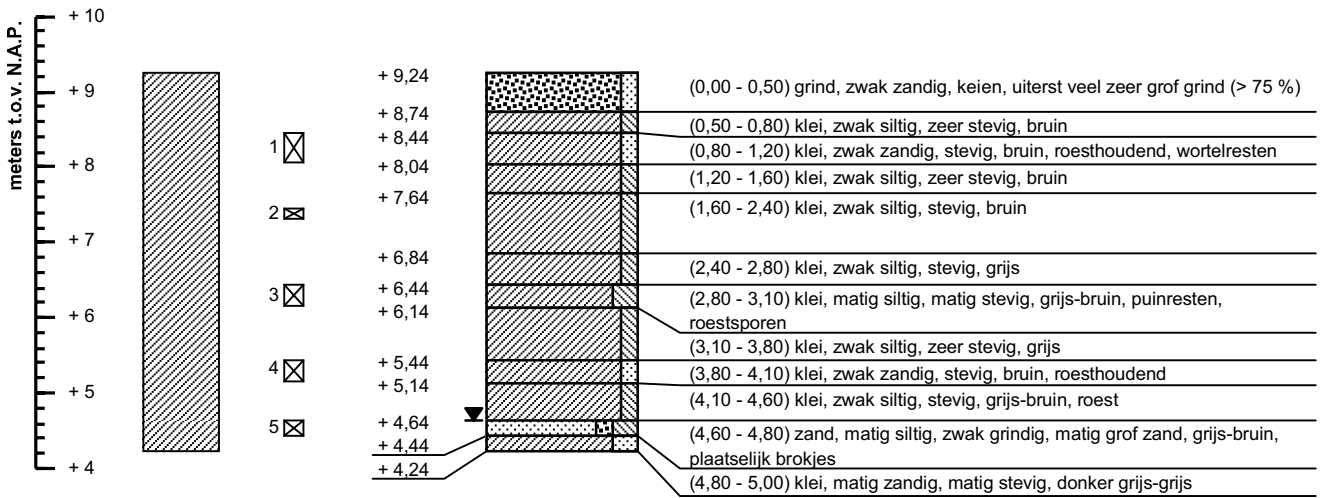
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 758,0	Pulsboring (lichte stelling)
 <p>Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS</p>	Y = 435 040,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 23-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: B005_BIT
		AKKOORD LAB

VN-58234-5-B005.111 & VN-58234-5-B005_C110.111 ...



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,64 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

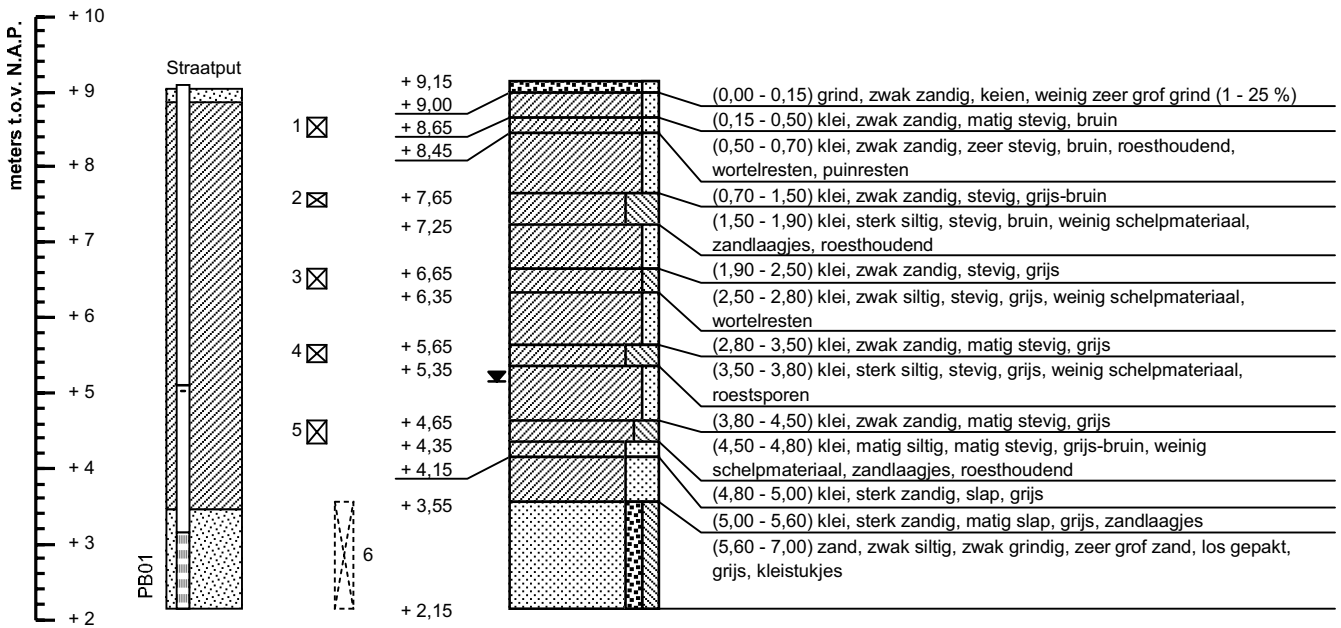
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 966,0	Edelmanboring
 <p>Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS</p>	Y = 435 066,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 17-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB006_KR
		

VN-58234-5-B006.111 & VN-58234-5-B006.010/111

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 5,15 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld




Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 9,10 m, actuele waterniv.: + 5,10 m

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

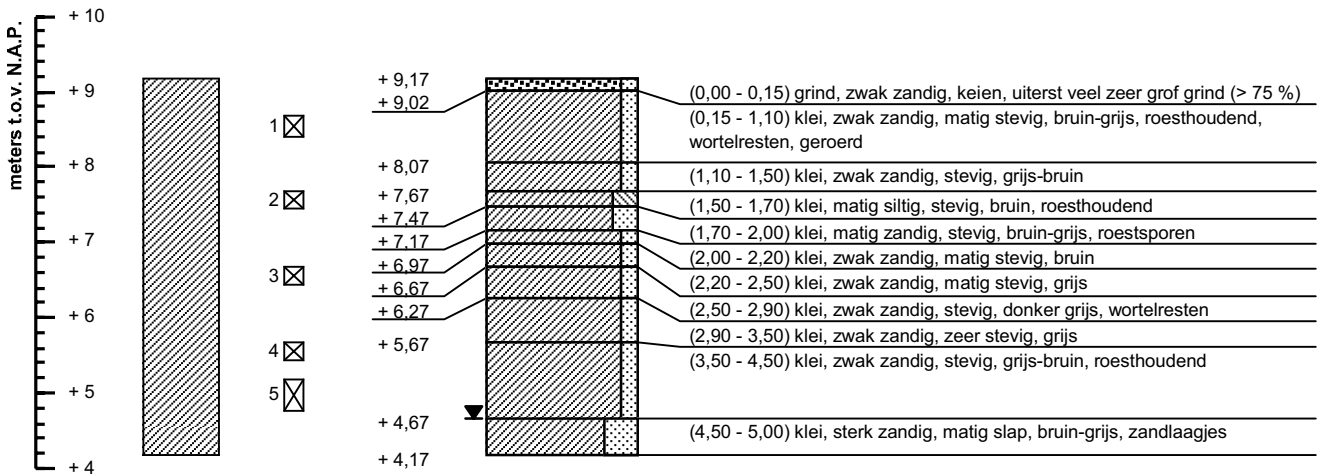
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

Versterkingsmaatregel verticale zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 923,0	Pulsboring (lichte stelling)
 <p>Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS</p>	Y = 435 059,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 22-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: B007_KR
		AKKOORD LAB

VN-58234-5-B007.11 & VN-58234-5-B007_010/111



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,67 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

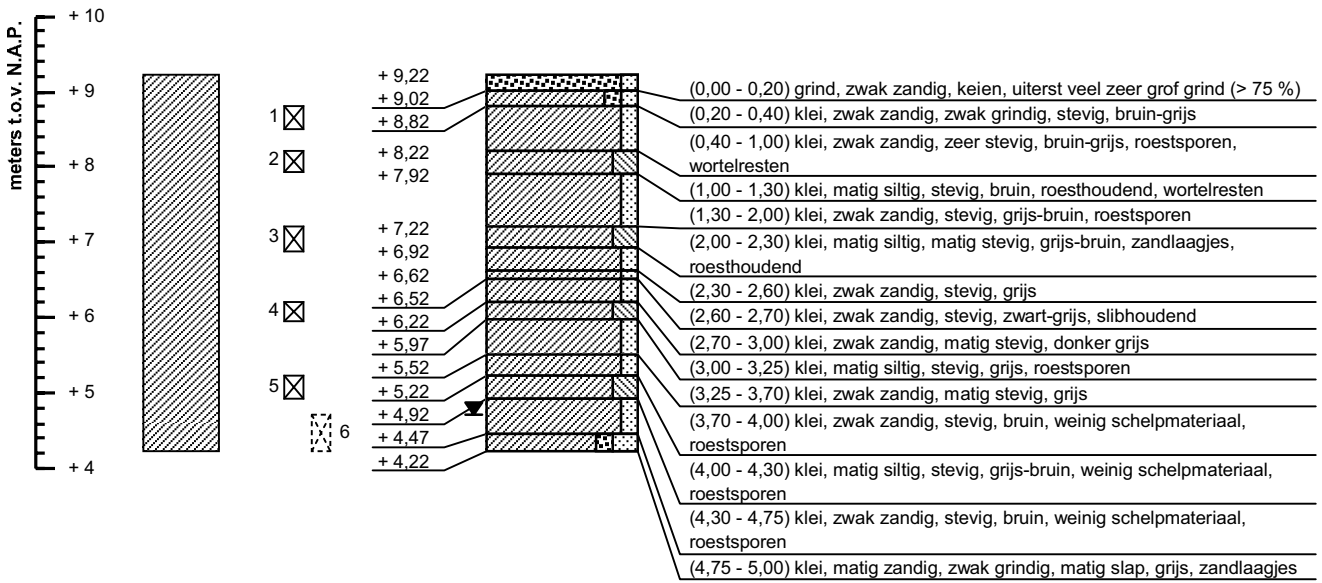
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 875,0	Edelmanboring
	Y = 435 052,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 17-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB008_KR
		

VN-58234-5-B008.111 & VN-58234-5-B008.010/111


Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,72 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

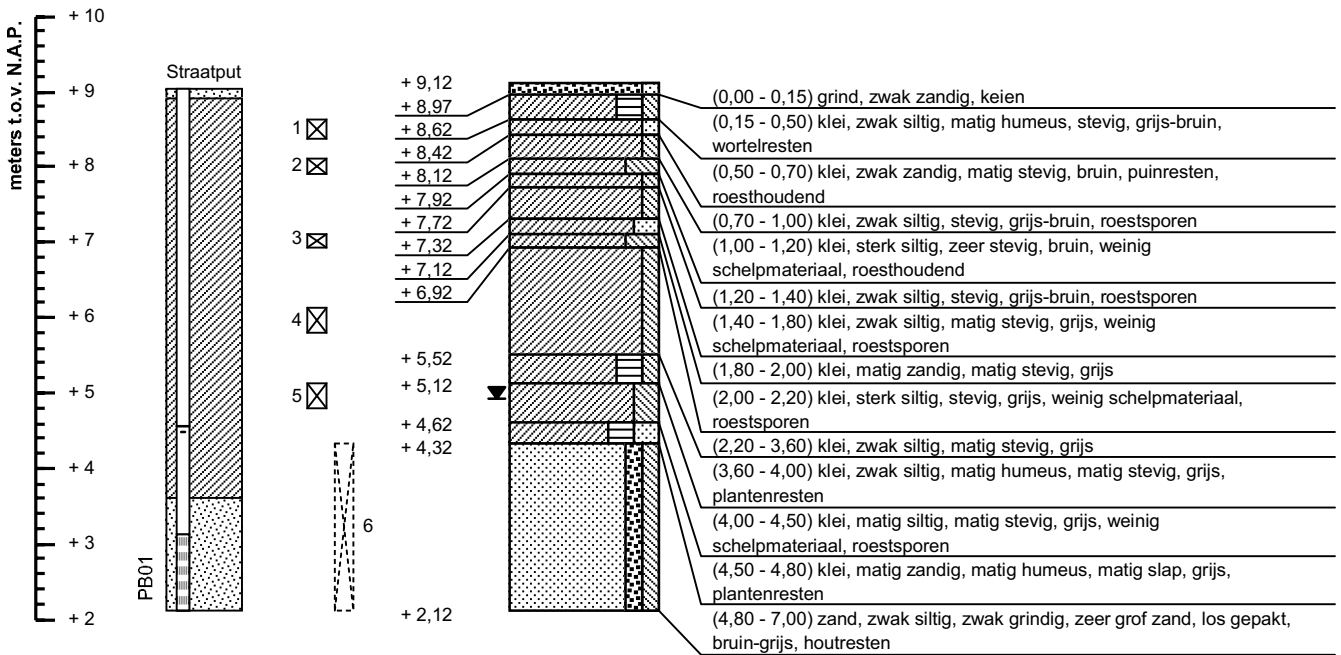
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 823,0	Edelmanboring
 <p>Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS</p>	Y = 435 042,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 17-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB009_KR
		AKKOORD LAB

VN-58234-5-B009-111 & VN-58234-5-B009-010-111

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,92 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld





Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 9,05 m, actuele waterniv.: + 4,55 m

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

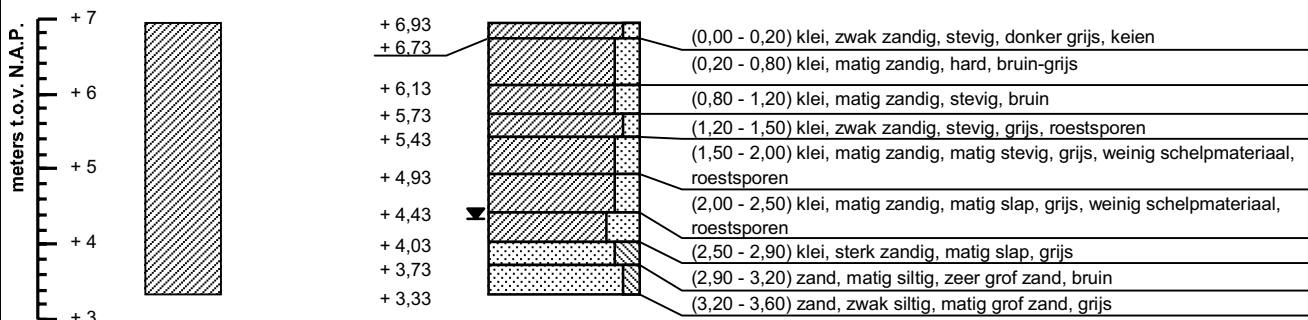
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 765,0	Pulsboring (lichte stelling)
	Y = 435 027,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 23-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: B010_KR
		

VN-58234-5-B010.11 & VN-58234-5-B010_C10C.111



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,33 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

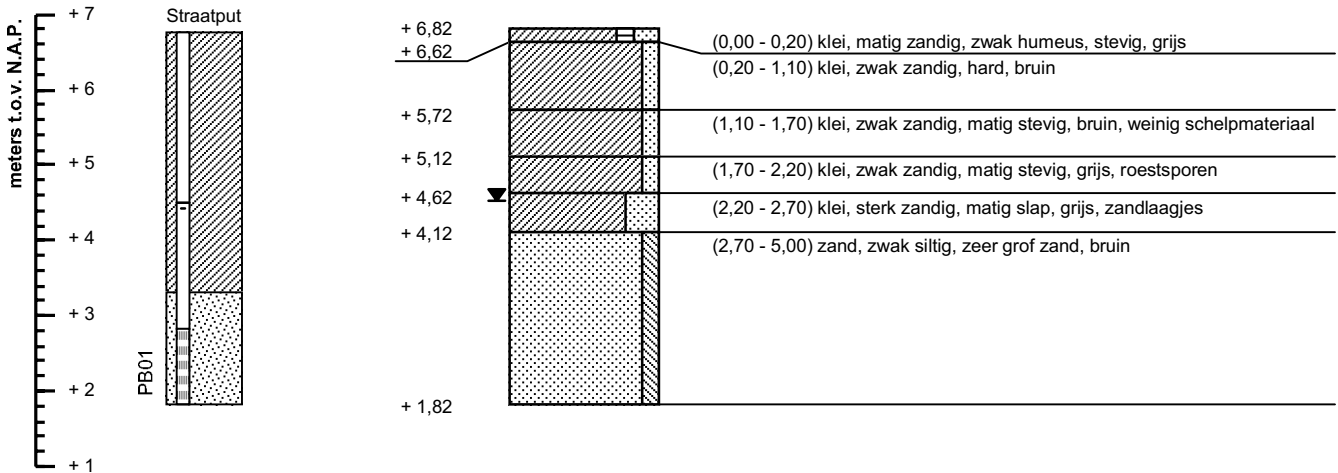
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 961,0	Edelmanboring
 <p>Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS</p>	Y = 435 051,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 25-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB011_BUT
		

VN-58234-5-B011_00 & VN-58234-5-B011_01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,52 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld





Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 6,75 m, actuele waterniv.: + 4,50 m

Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

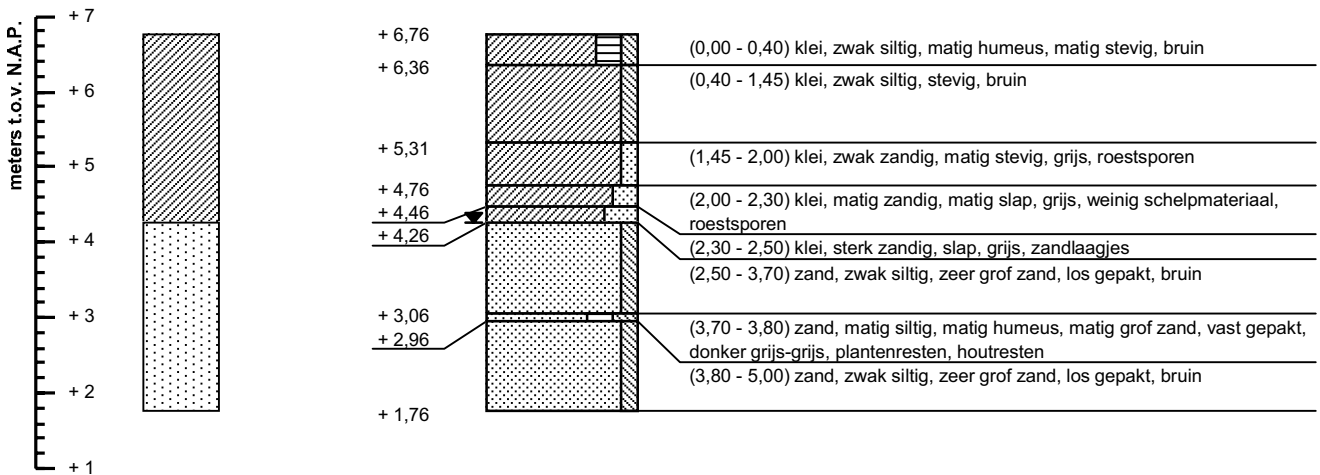
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 923,0	Edelmanboring
	Y = 435 045,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 25-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB012_BUT
		

VN-58234-5-B012.00 & VN-58234-5-B012_0101.000...


Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,26 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

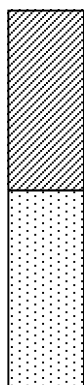
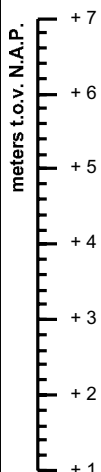
versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 876,0	Zuigboring
	Y = 435 038,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 17-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB013_BUT



VN-58234-5-B013_00 & VN-58234-5-B013_01-001-000...



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,44 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

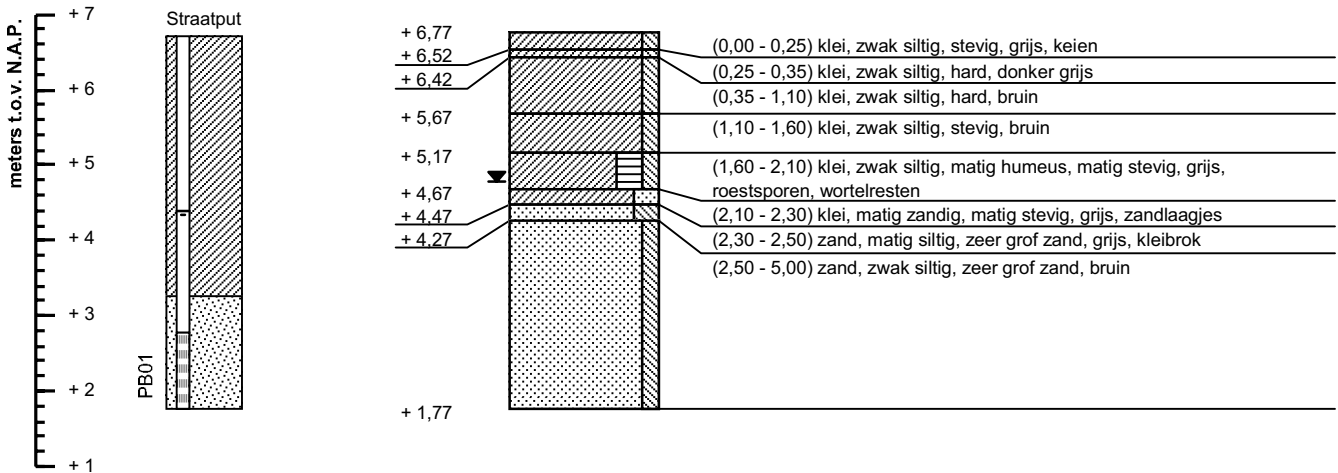
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 825,0	Zuigboring
 <p>Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS</p>	Y = 435 031,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 17-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB014_BUT
		

VN-58234-5-B014_00 & VN-58234-5-B014_01-02-03-04-05-06-07-08-09-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,77 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld





Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 6,70 m, actuele waterniv.: + 4,40 m

Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

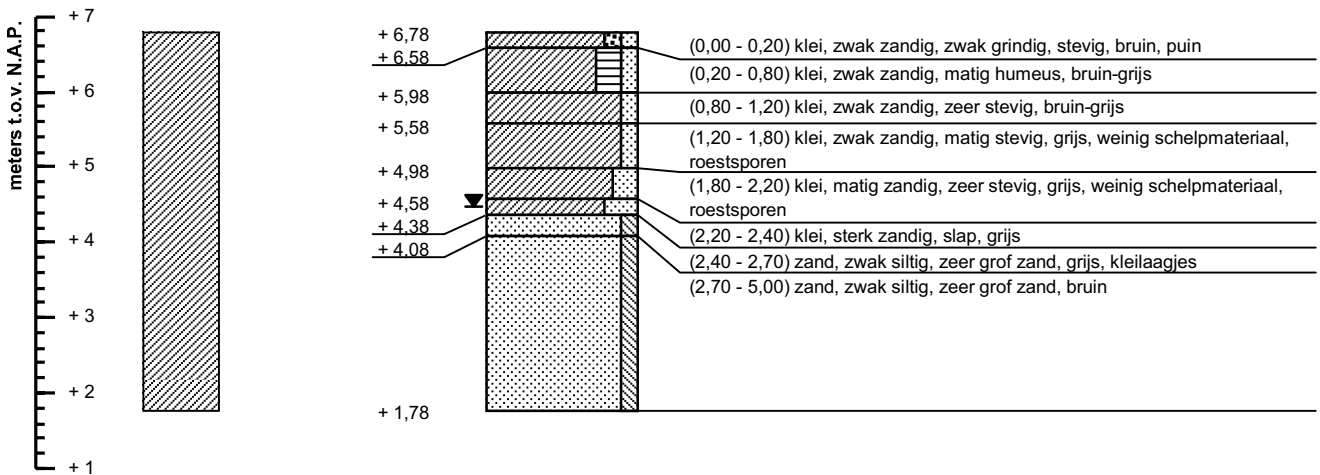
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 772,0	Edelmanboring
	Y = 435 016,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 24-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB015_BUT
		

VN-58234-5-B015_00 & VN-58234-5-B015_01-02-03-04-05-06-07-08-09-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,48 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

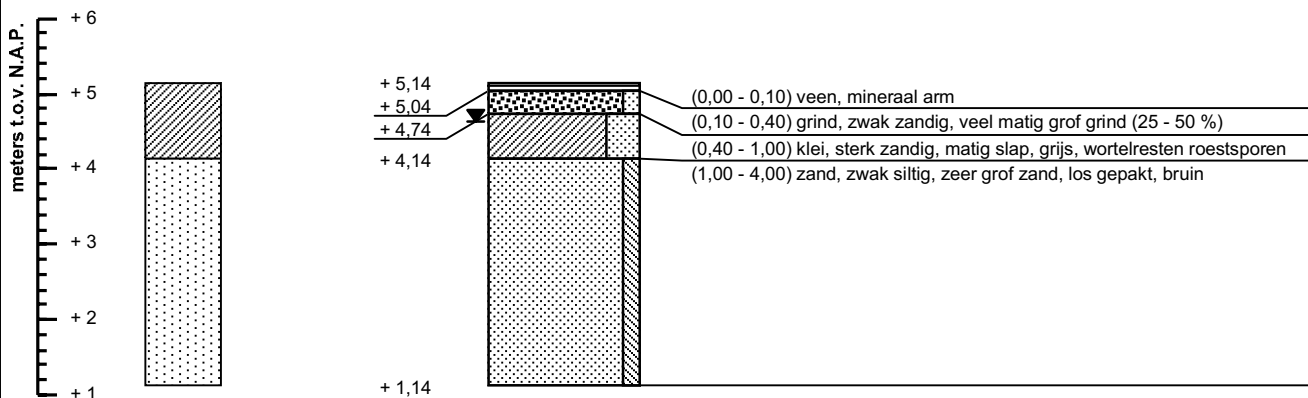
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 963,0	Edelmanboring
 <p>Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS</p>	Y = 435 036,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 24-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB016_VL
		

VN-58234-5-B016_00 & VN-58234-5-B016_01 NC:100...



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,64 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

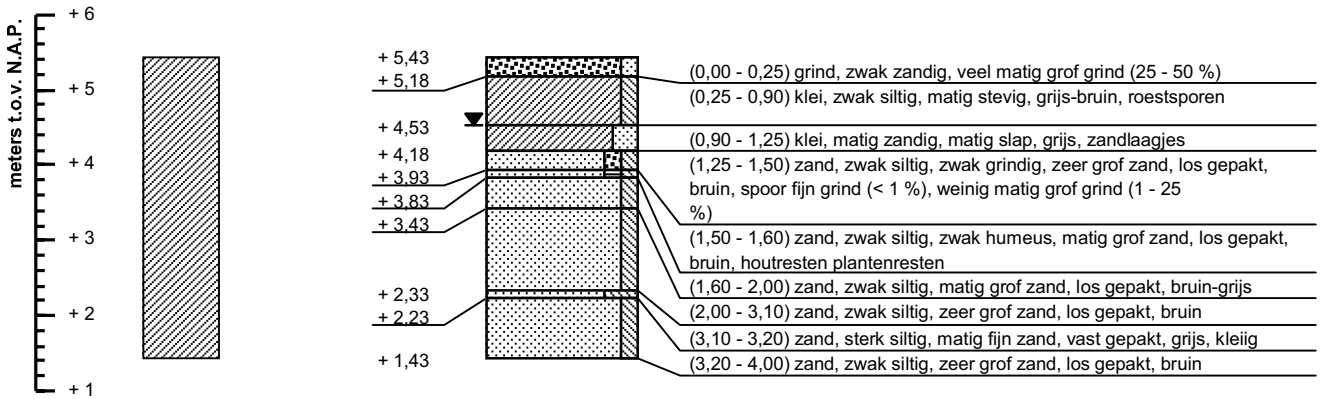
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 925,0	Edelmanboring
	Y = 435 019,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 17-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB017_VL
		

VN-58234-5-B017-00 & VN-58234-5-B017-01-001-000...



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,53 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

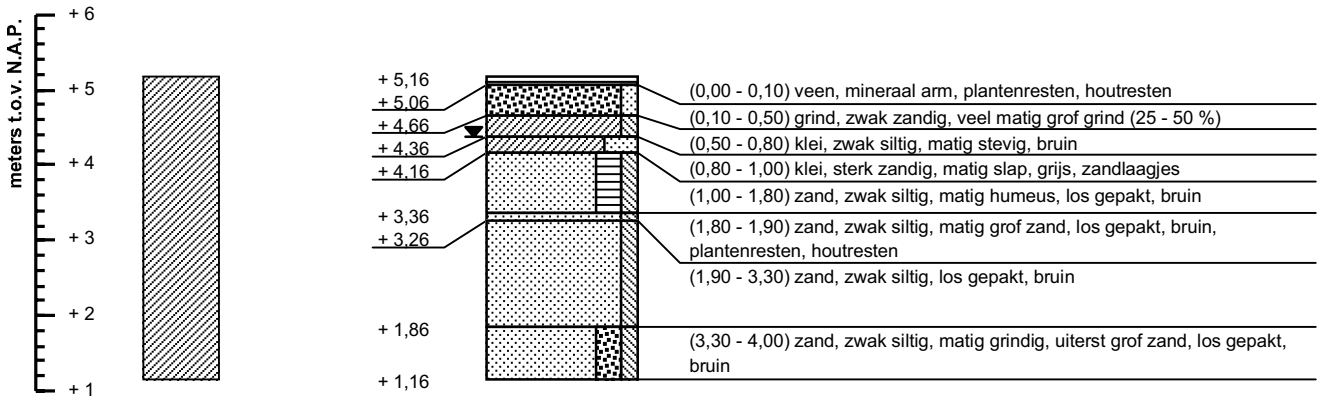
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 878,0	Edelmanboring
 <p>Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS</p>	Y = 435 022,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 17-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB018_VL
		

VN-58234-5-B018_00 & VN-58234-5-B018_01



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,36 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

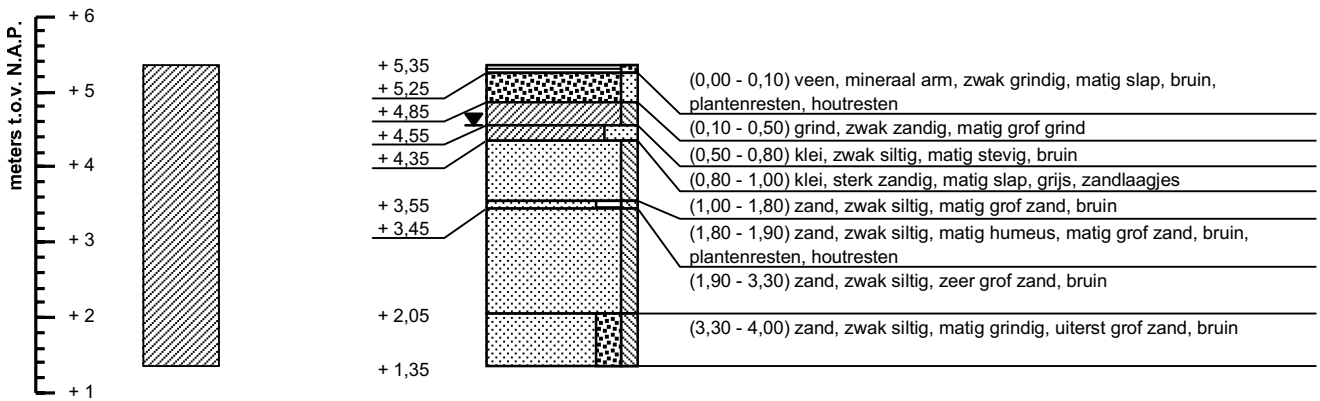
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 829,0	Edelmanboring
	Y = 435 011,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 17-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB019-VL
		

VN-58234-5-B019-00 & VN-58234-5-B019-01



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,55 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

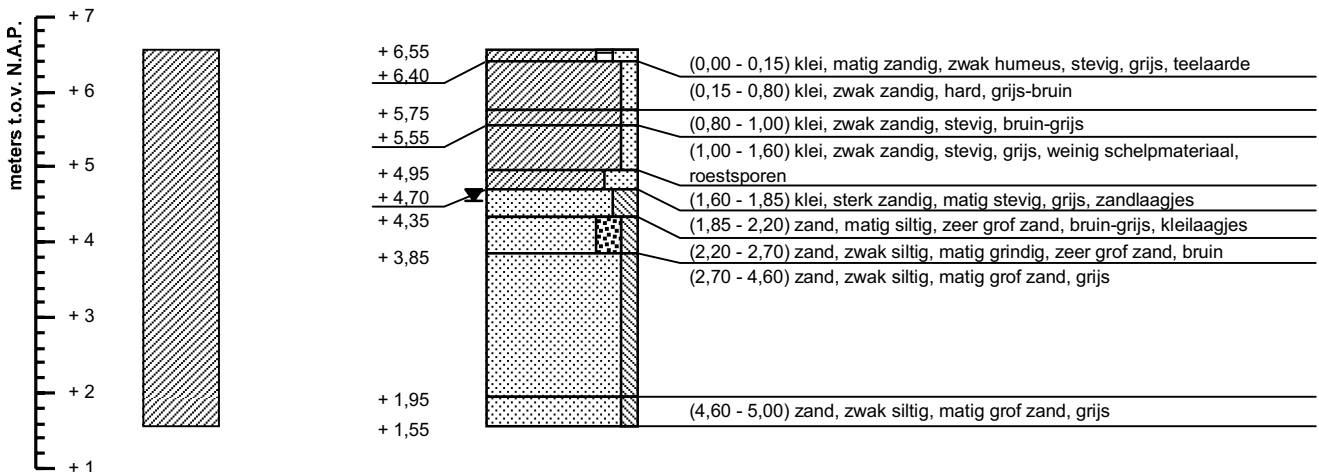
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 786,0	Edelmanboring
 <p>Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS</p>	Y = 435 008,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 30-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB020_VL
		

VN-58234-5-B020_00 & VN-58234-5-B020_01-100...



Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. + 4,55 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

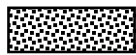
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld	RD coördinatensysteem	IJzendoorn
Waterschap Rivierenland	X = 164 966,0	Edelmanboring
	Y = 435 011,0	Boormeester: Jan Berends
	Uitgevoerd: 24-7-2013	Opdrachtnr.: 58234-5
	Blad 1 van 1	Boornummer: HB021_VL
		

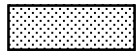
VN-58234-5-B021_VL & VN-58234-5-B021_VL-01

NEN 5104 Grondsoorten

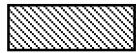
Hoofdgrondsoort / bijmenging



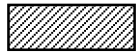
Grind / grindig



Zand / zandig



Leem / siltig



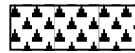
Klei / kleilig



Veem / humeus

Niet NEN 5104 hoofdbestanddelen

Gesloten verharding



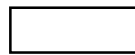
Puin



Schelpen



Water



Overige niet binnen NEN 5104 gedefinieerde hoofdbestanddelen

Geohydrologische gegevensActuele grondwaterstand
direct na boren bepaaldGemiddeld Hoogste
Grondwaterstand (GHG)Gemiddeld Laagste
Grondwaterstand (GLG)**Monsternamen**

Geroerd monster



Ongeroerd monster

Peilbuizen

Blinde buis / stijgbuis



Filter



Zandvang

Hellingmeetbuizen

Hellingmeetbuis

Aanvullingen

Filterzand



Filtergrind / Aanvulgrind



Zwelkleikorrels



Mikolit / Mikolit 00 / Mikolit 300



Mikolit B / Bentoniet



QSE



Grond (vrijgekomen / opgeboord)



Aanvulzand



Klei



Grout

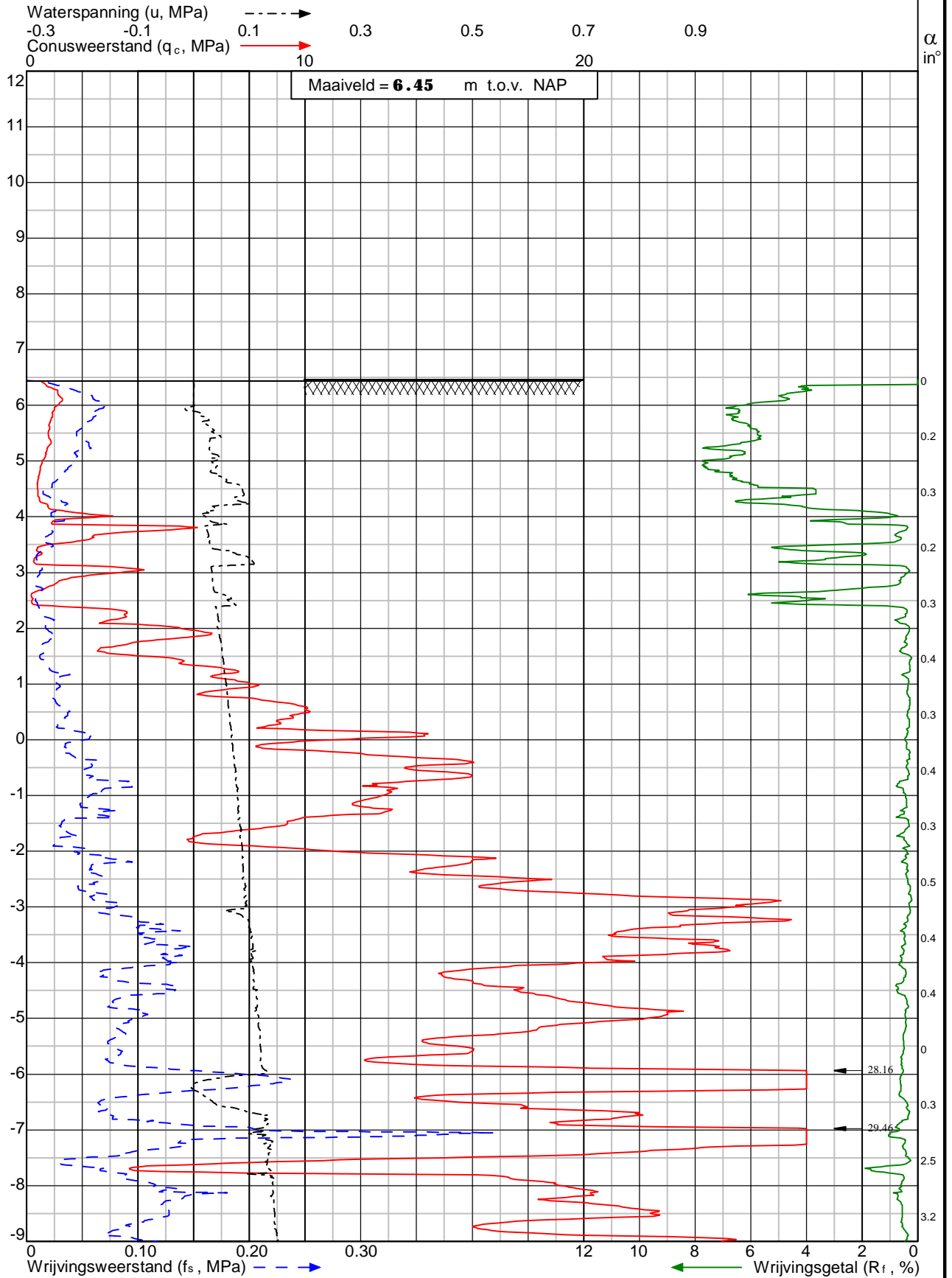
Legenda boorprofiel met aanvullende gegevens

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Sondering volgens norm NEN 5140 Conustype: cilindrisch elektrisch SUBP10-10 Conusserienummer: 061108 α : Afwijking van de verticaal Klasse: 2

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP001_BIT



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164957

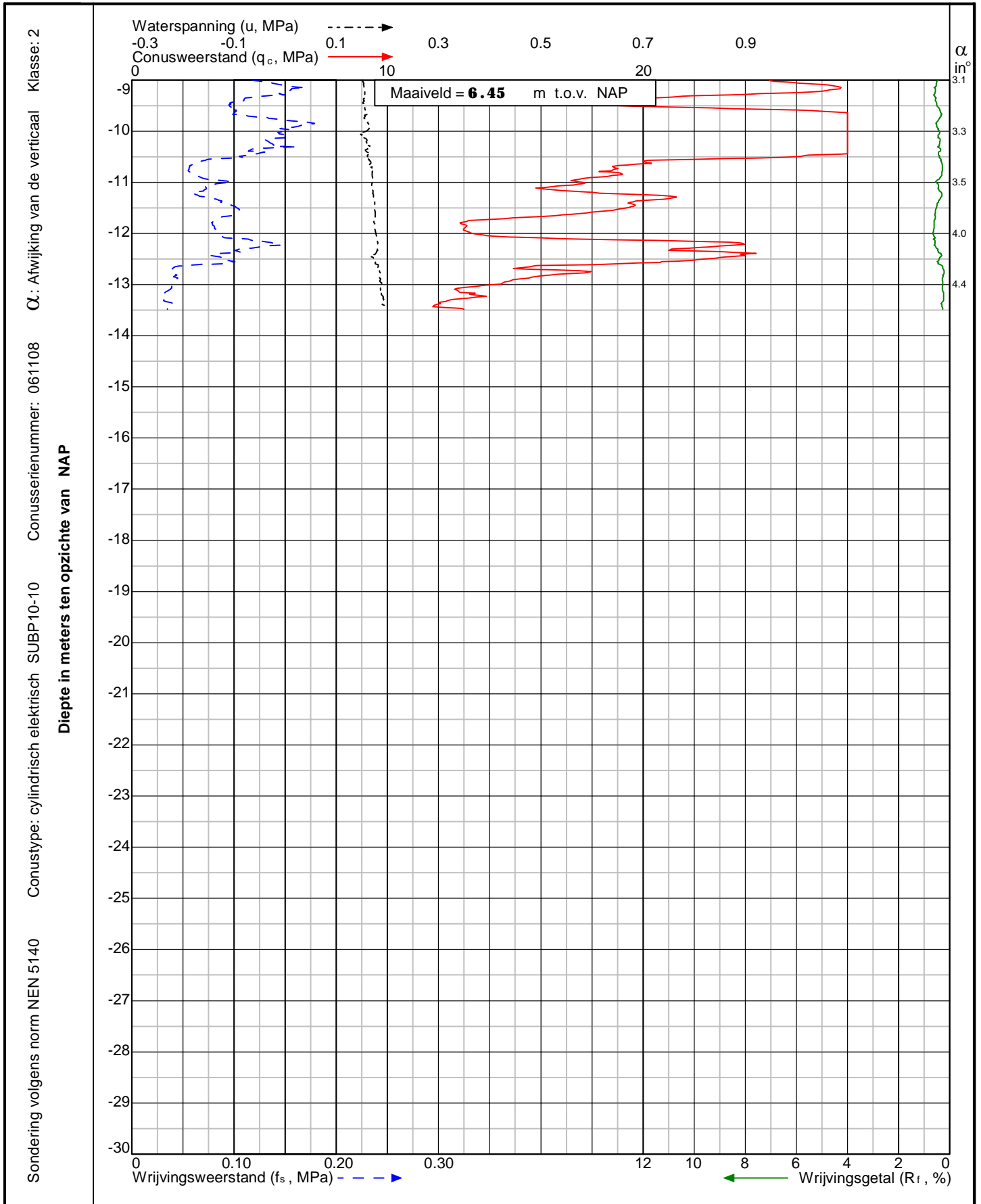
y = 435082

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013





Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP001_BIT



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164957

y = 435082

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013

AKKOORD
UITV

Klasse: 2

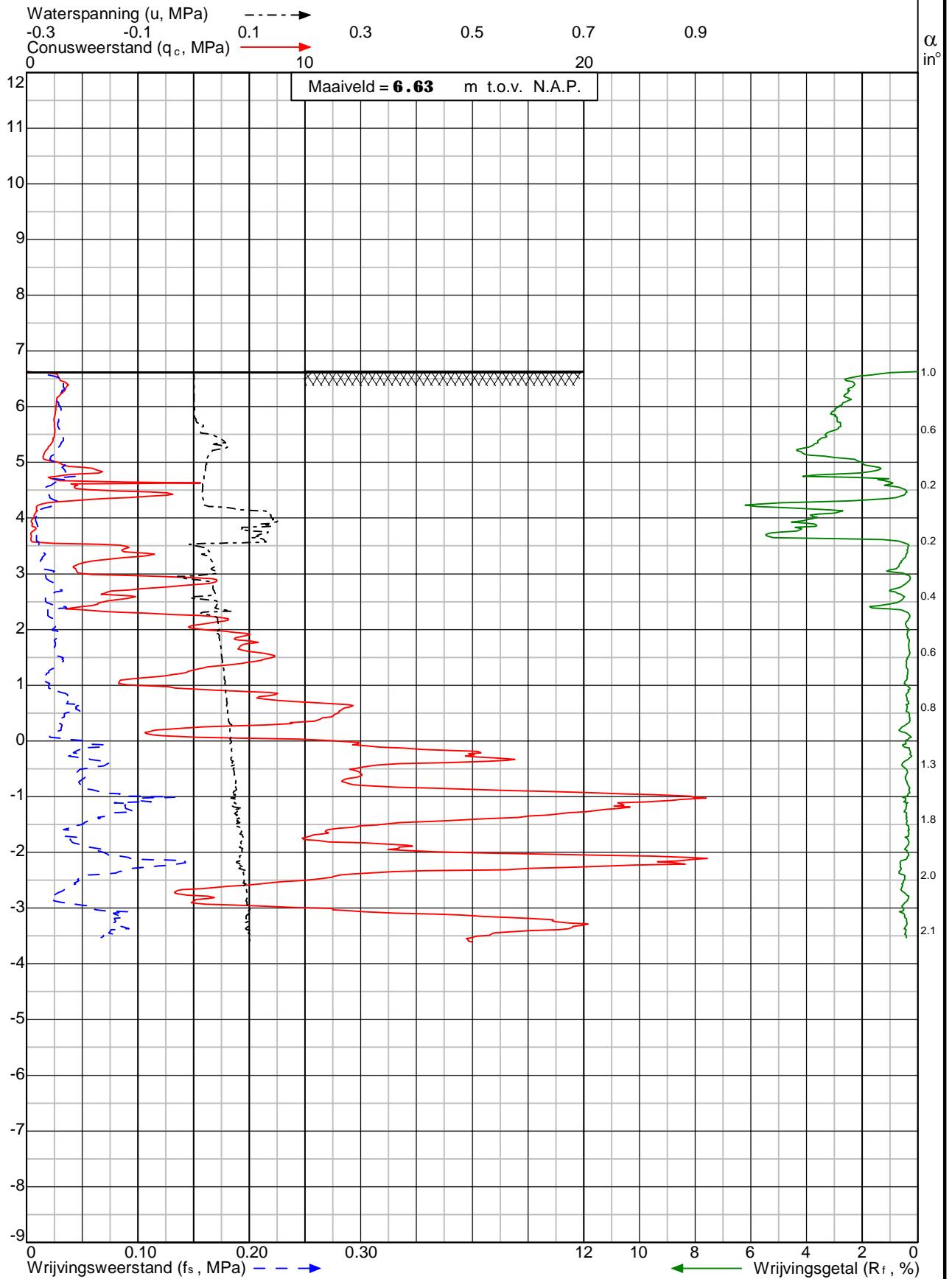
α: Afwijking van de verticaleal

Conusserienummer: 061108

Conusstype: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP002_BIT



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164933

y = 435076

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013



Klasse: 2

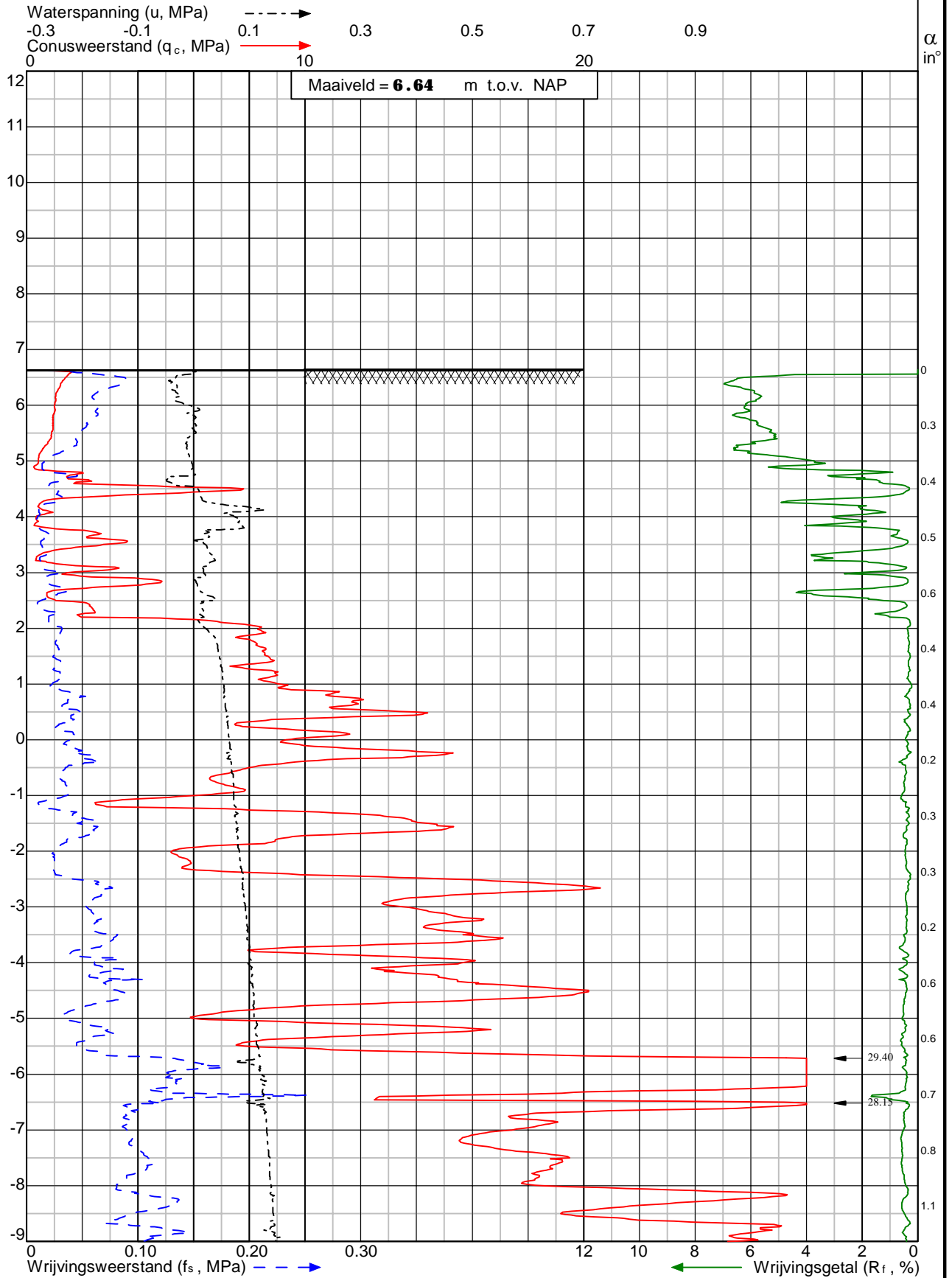
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 061108

Conus type: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP003_BIT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164908

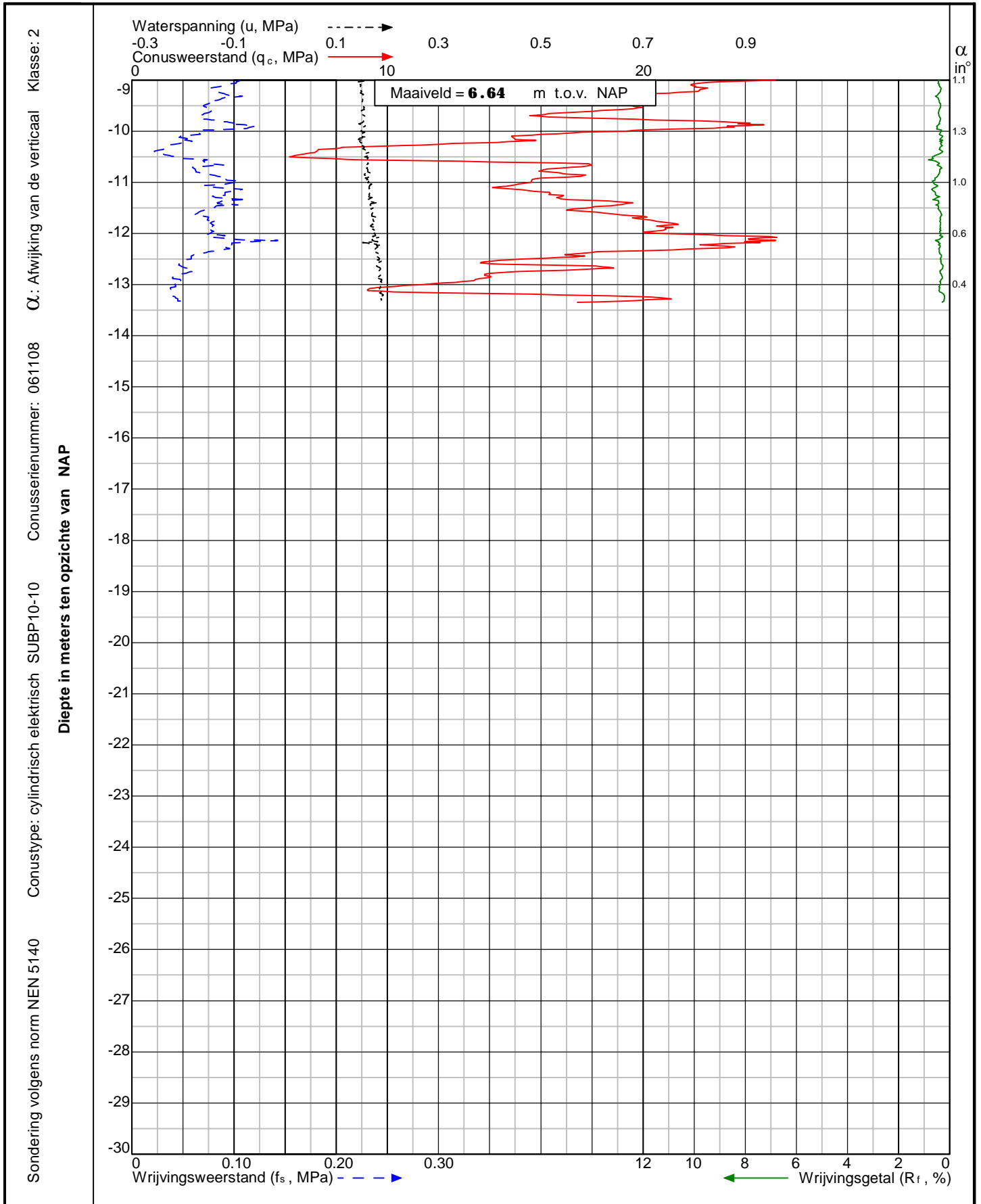
y = 435073

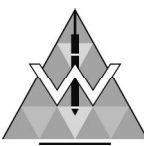

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013





Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn		Sondering: DKP003_BIT	
 Wiertsema & Partners <small>RAADGEVEND INGENIEURS</small>	x = 164908	Opdr.nr: VN-58234-5	
	y = 435073		
Blad: 2 van 2			

Klasse: 2

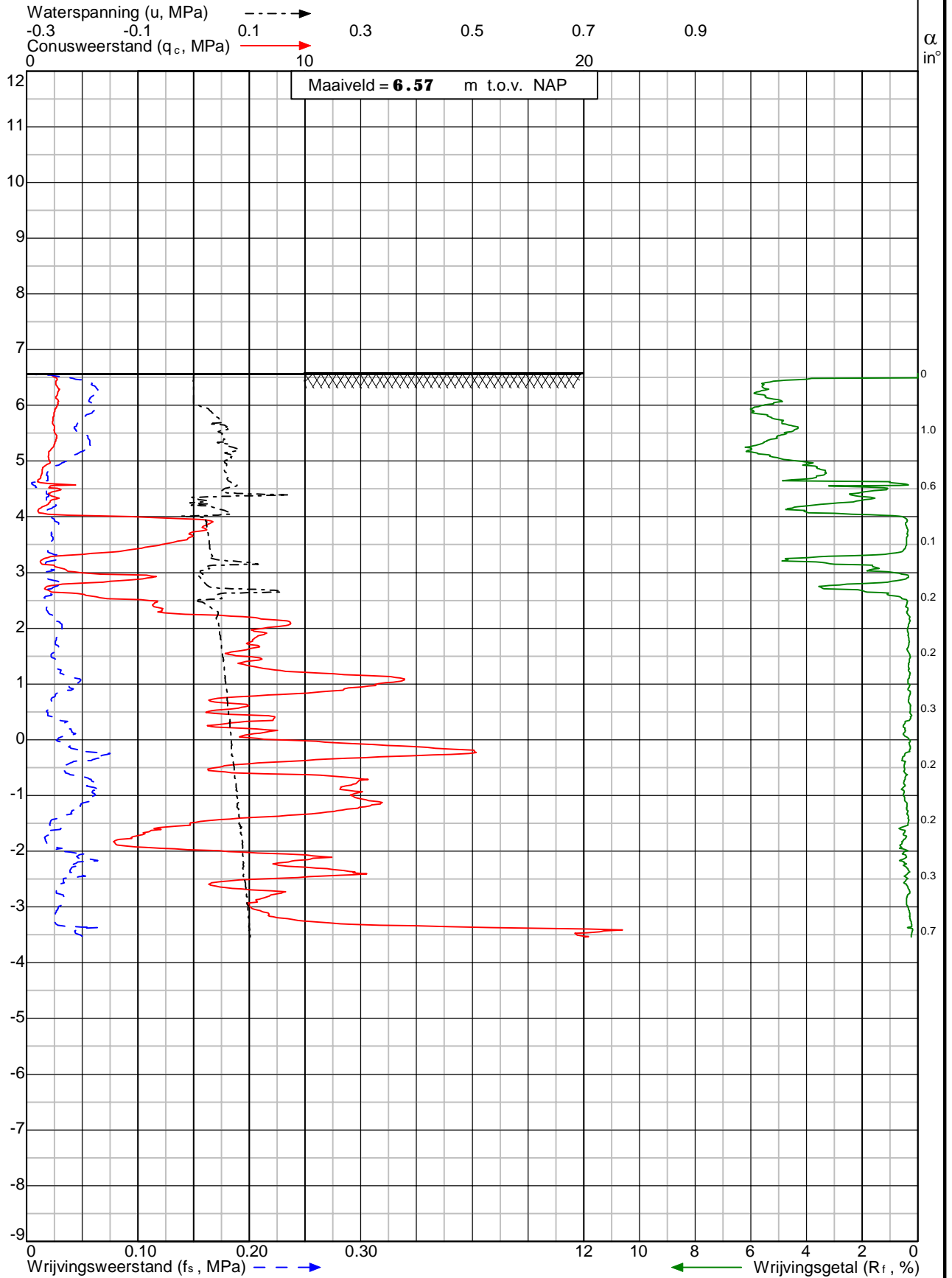
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 061108

Conusstype: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP004_BIT



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164883

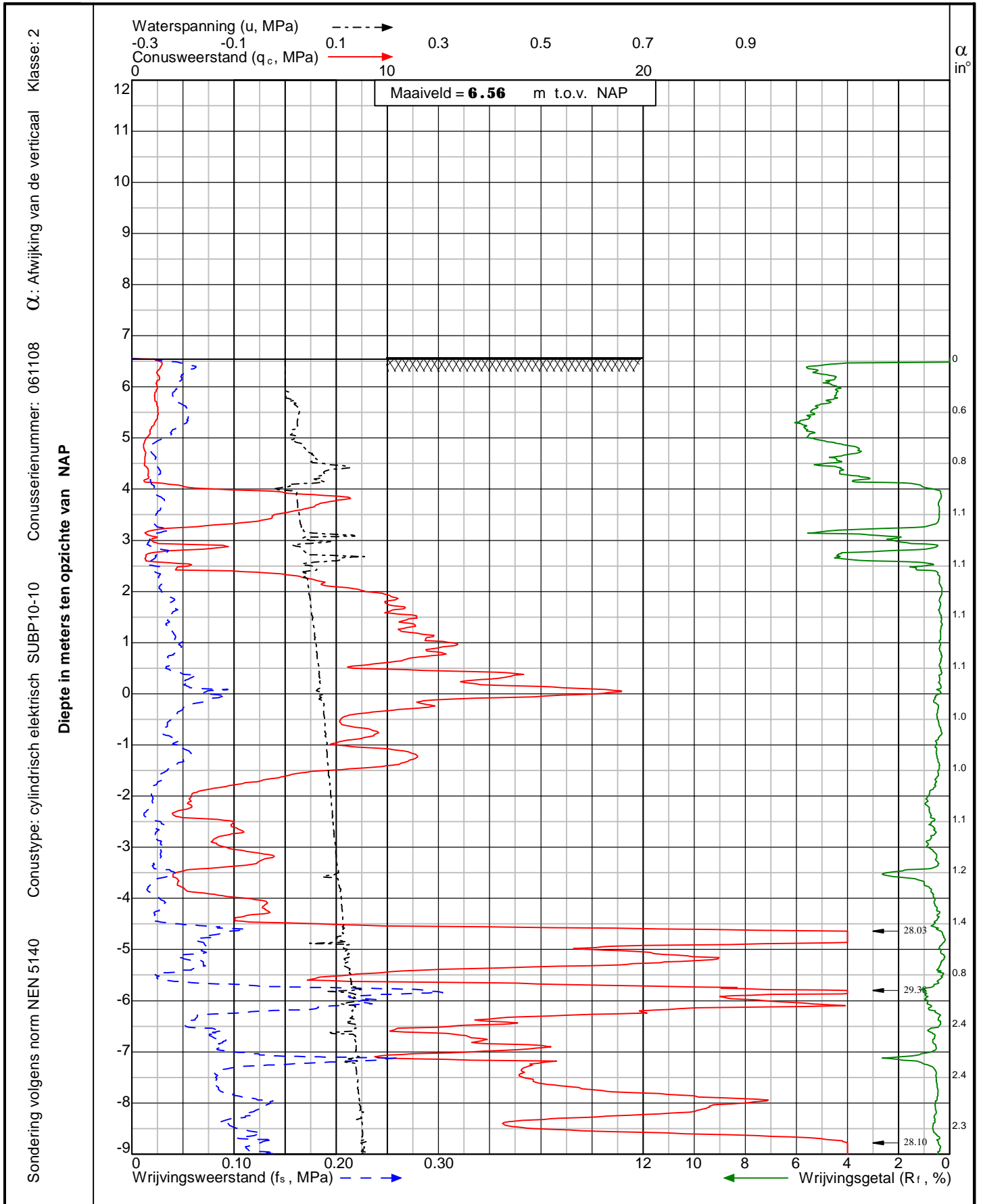
y = 435069

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 18-6-2013





Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP005_BIT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164859

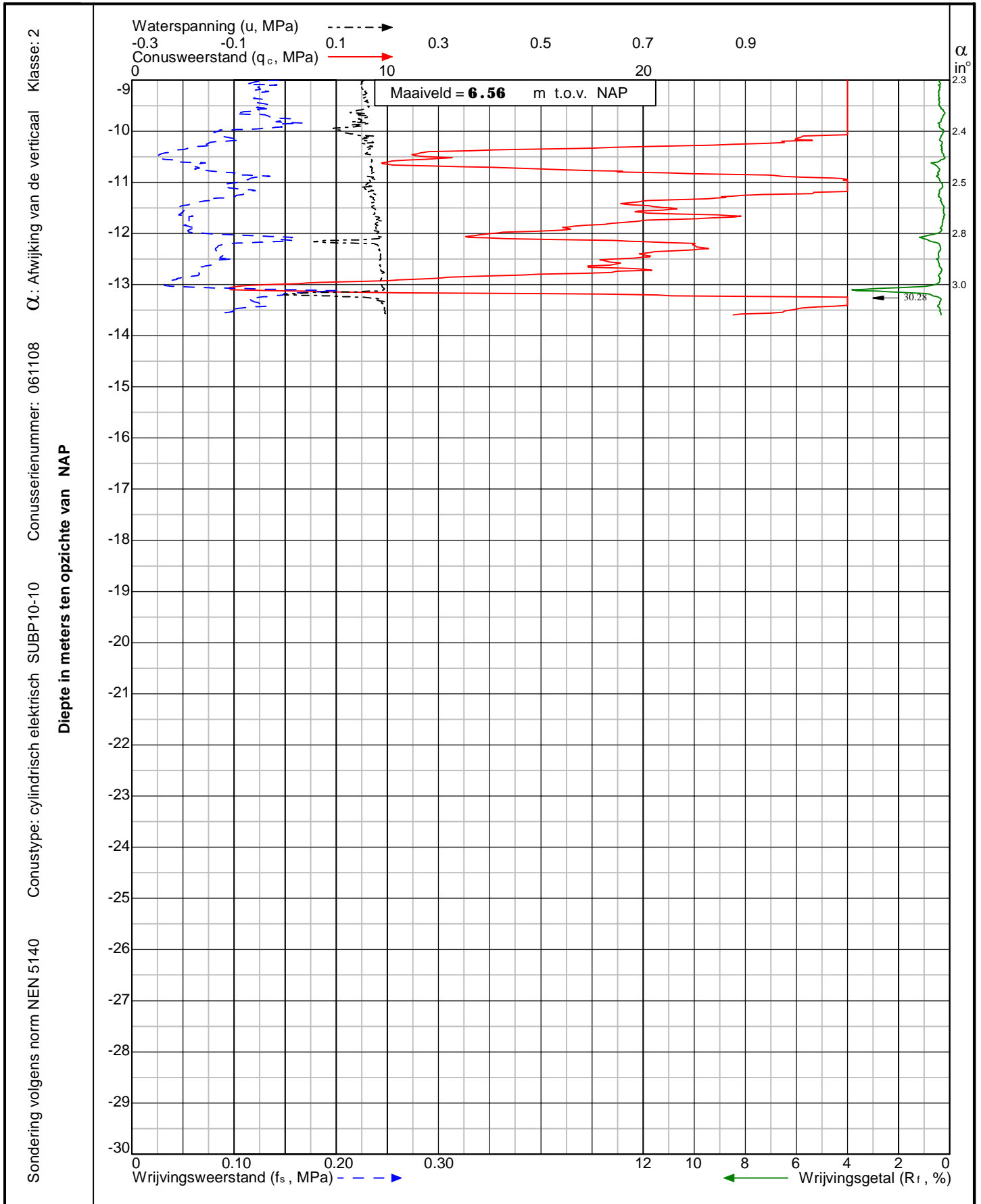
y = 435065

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013

AKKOORD
UITV



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP005_BIT



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164859

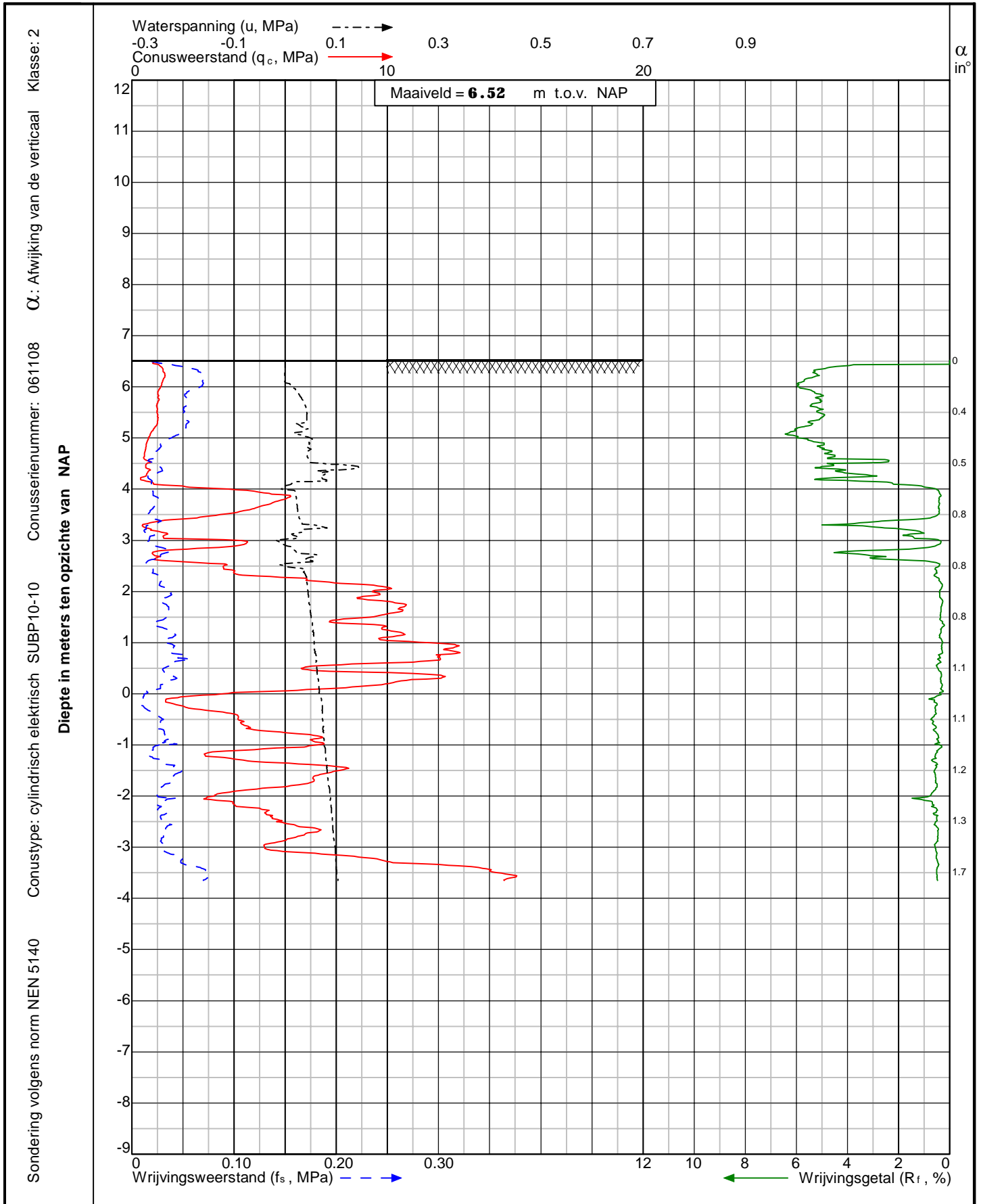
y = 435065

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013

AKKOORD
UITV



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering: DKP006_BIT



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164834

y = 435062

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 18-6-2013



Klasse: 2

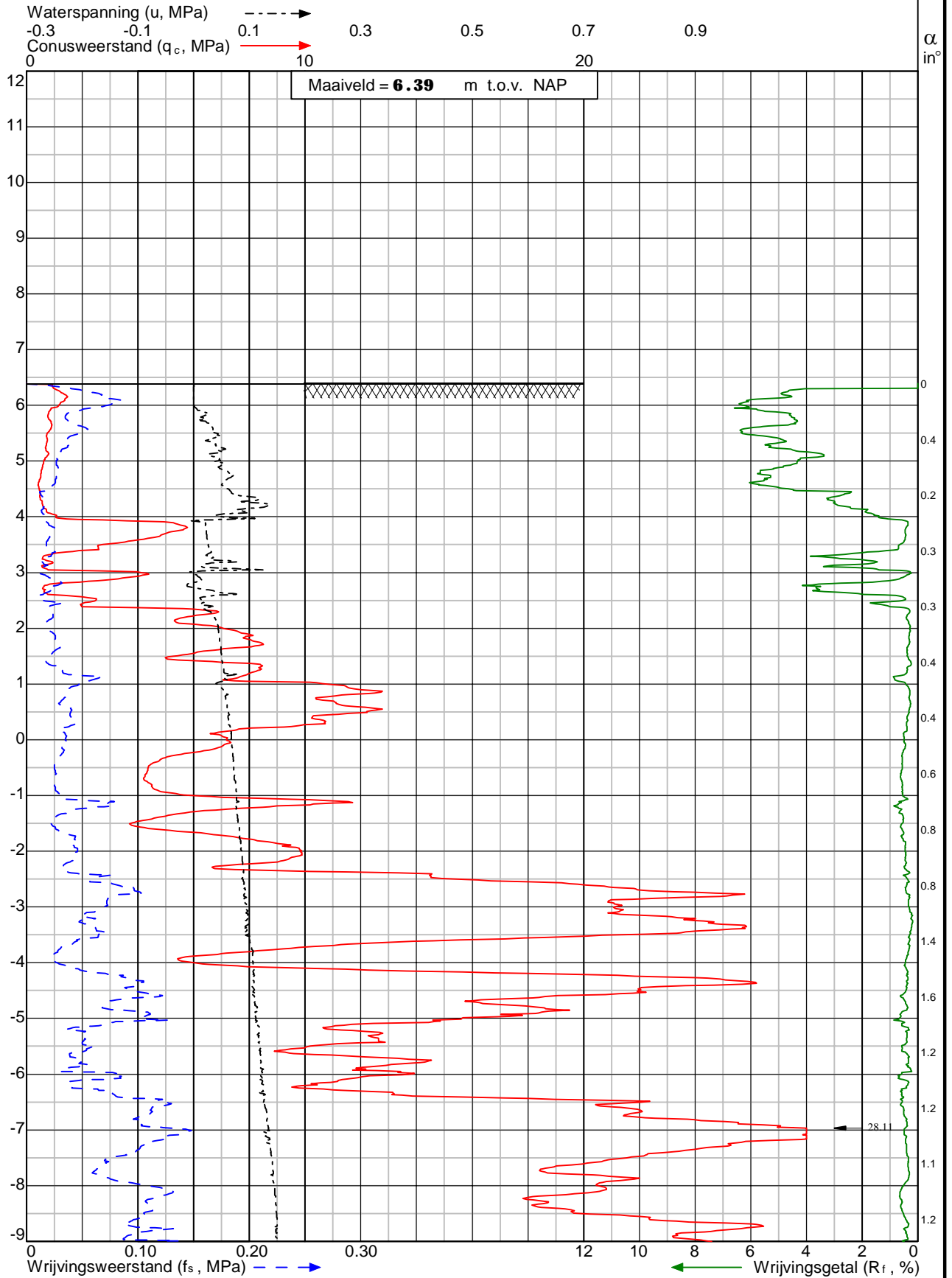
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 0611108

Conusstype: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP007_BIT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164809

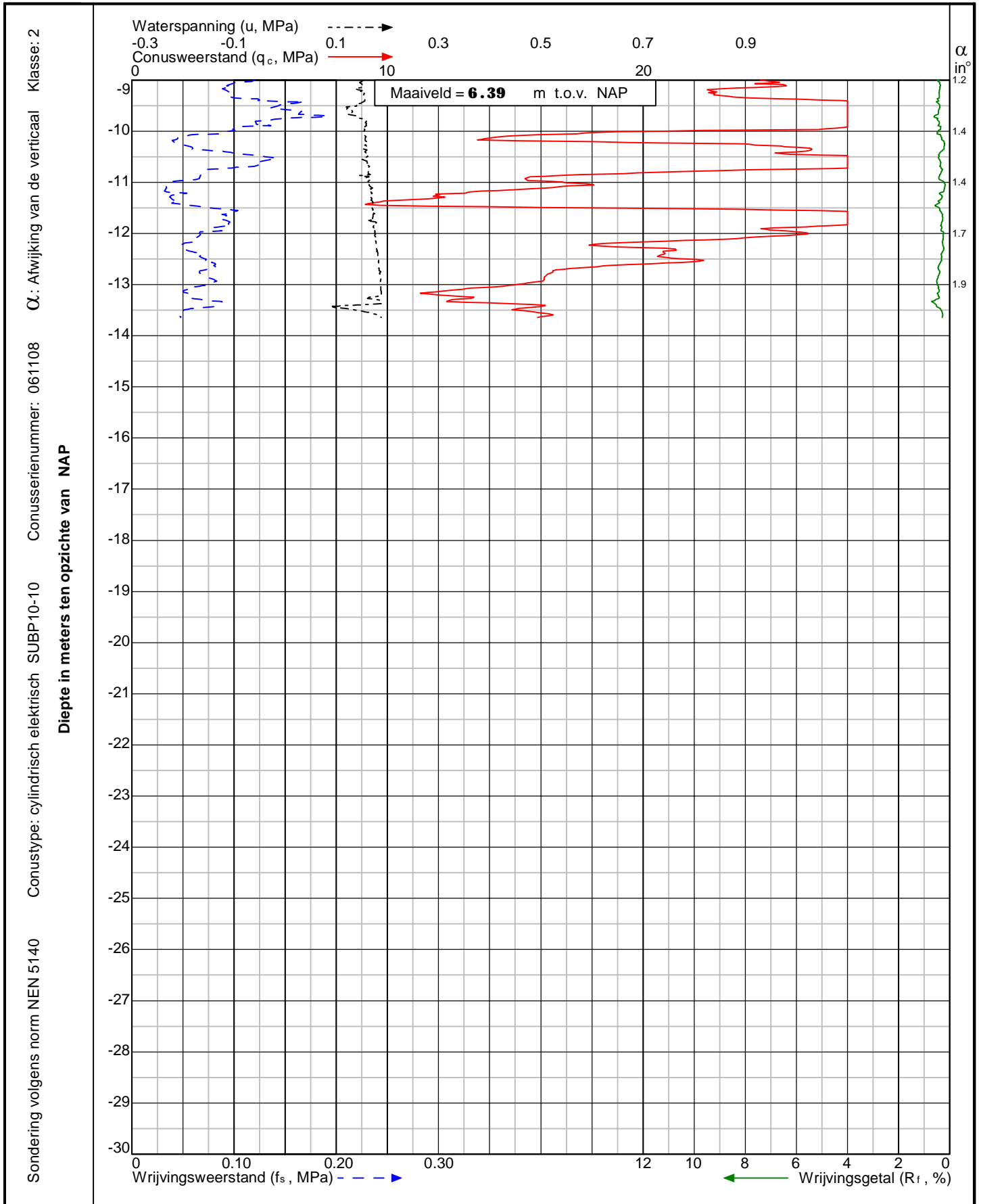
y = 435058

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 18-6-2013





Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering: DKP007_BIT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164809

y = 435058

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 18-6-2013



Klasse: 2

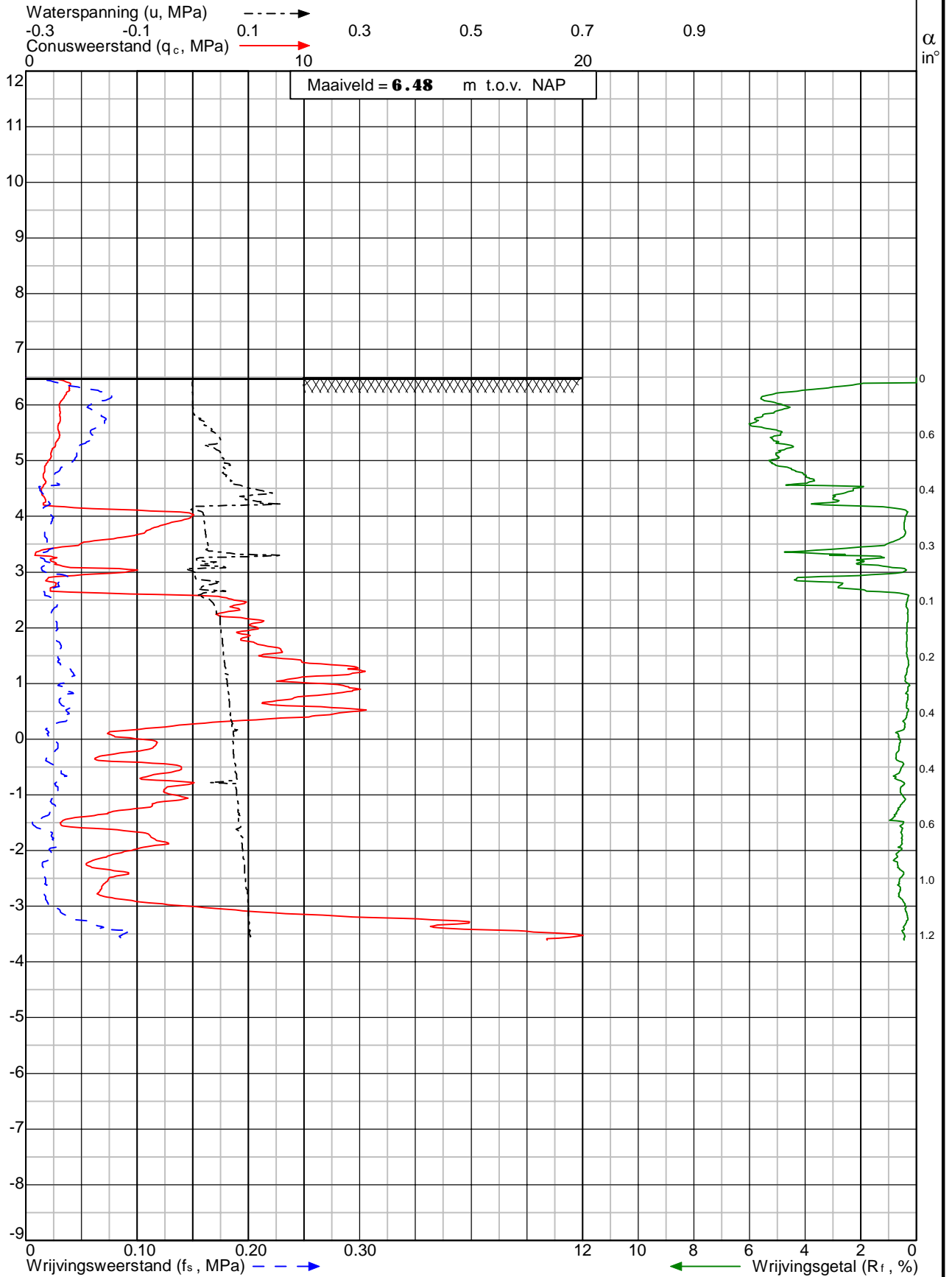
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 061108

Conus type: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP008_BIT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164785

y = 435052

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 18-6-2013



Klasse: 2

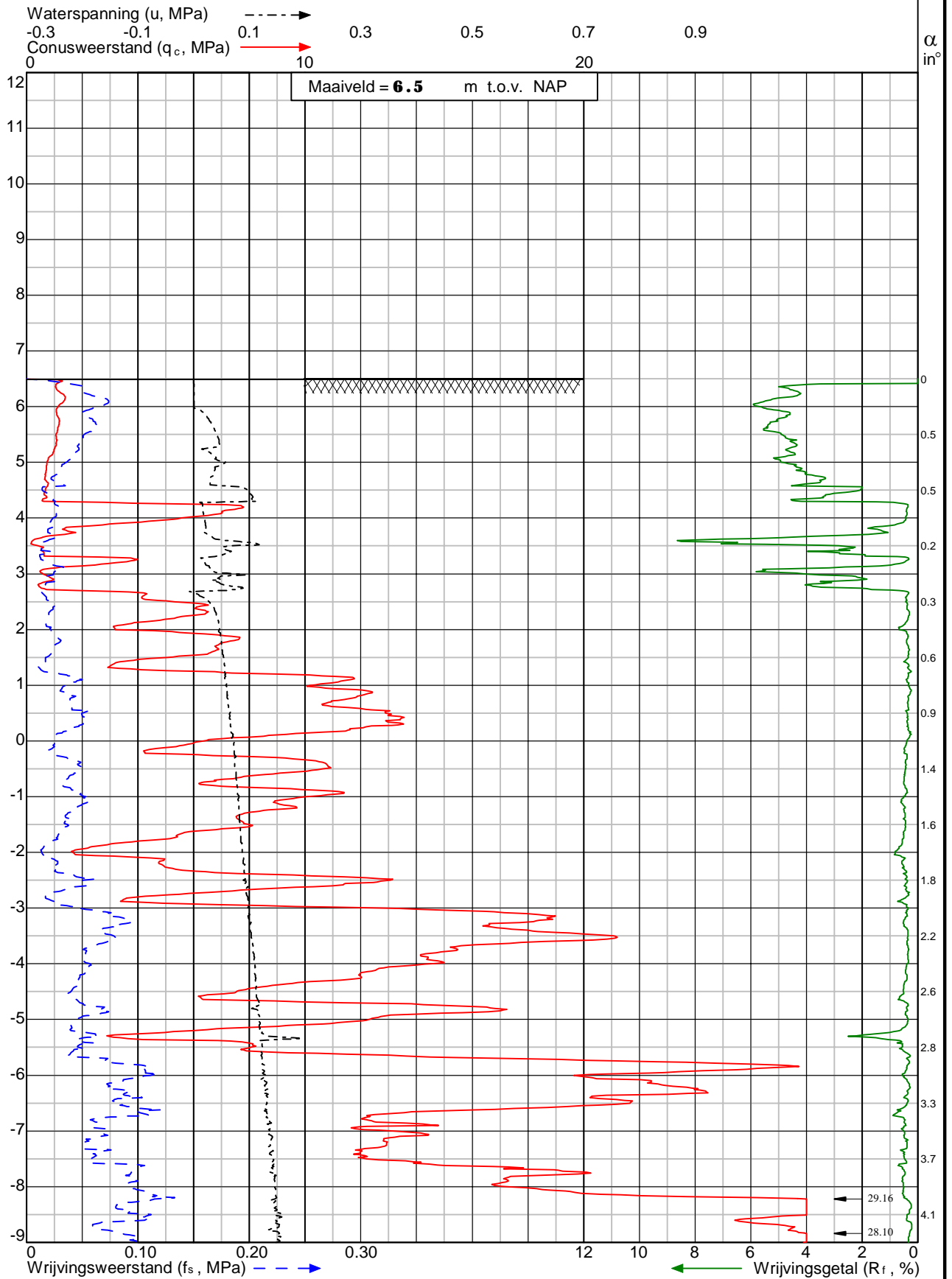
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 061108

Conusstype: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP009_BIT



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164762

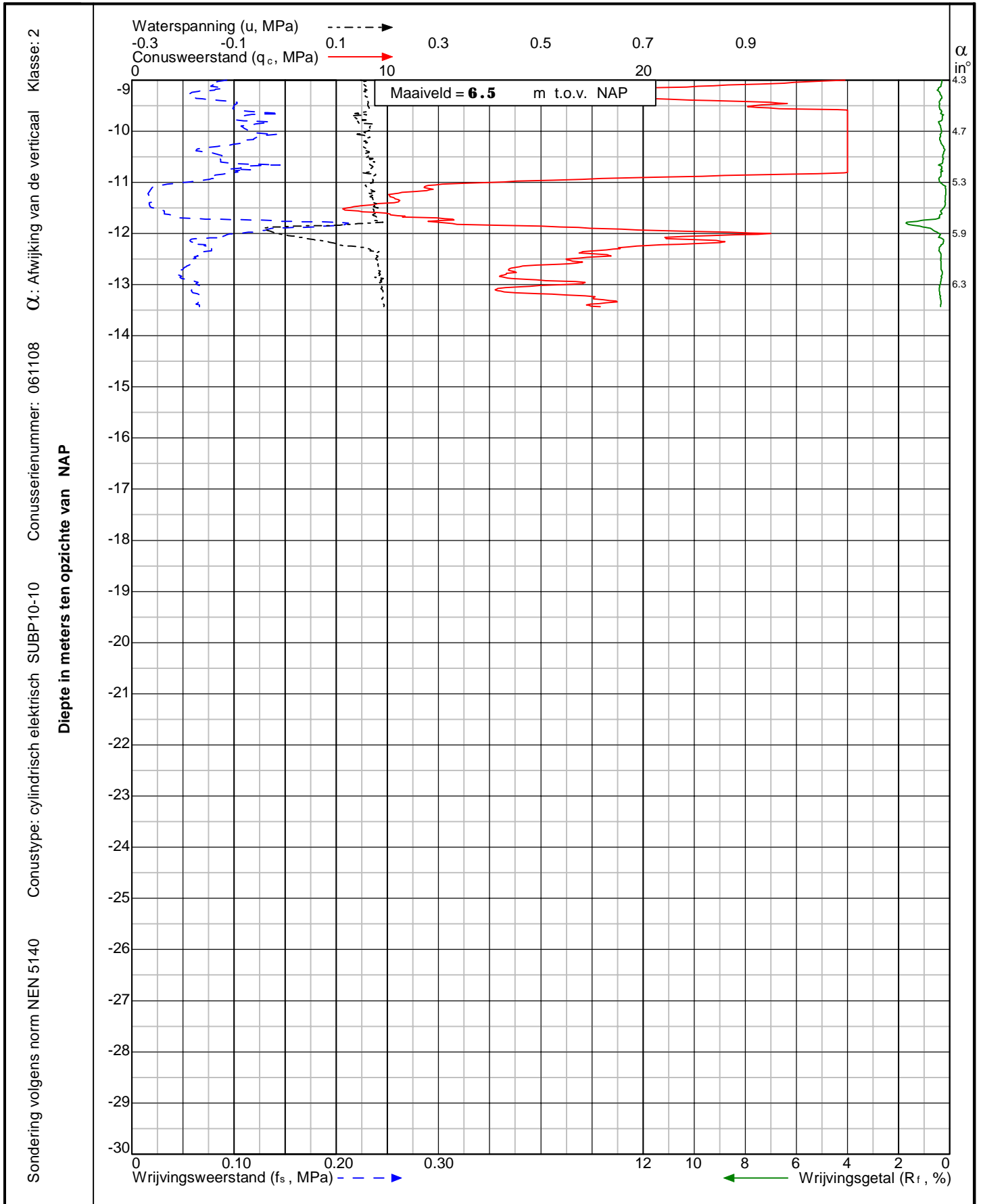
y = 435043

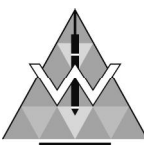

Blad: 1 van 2

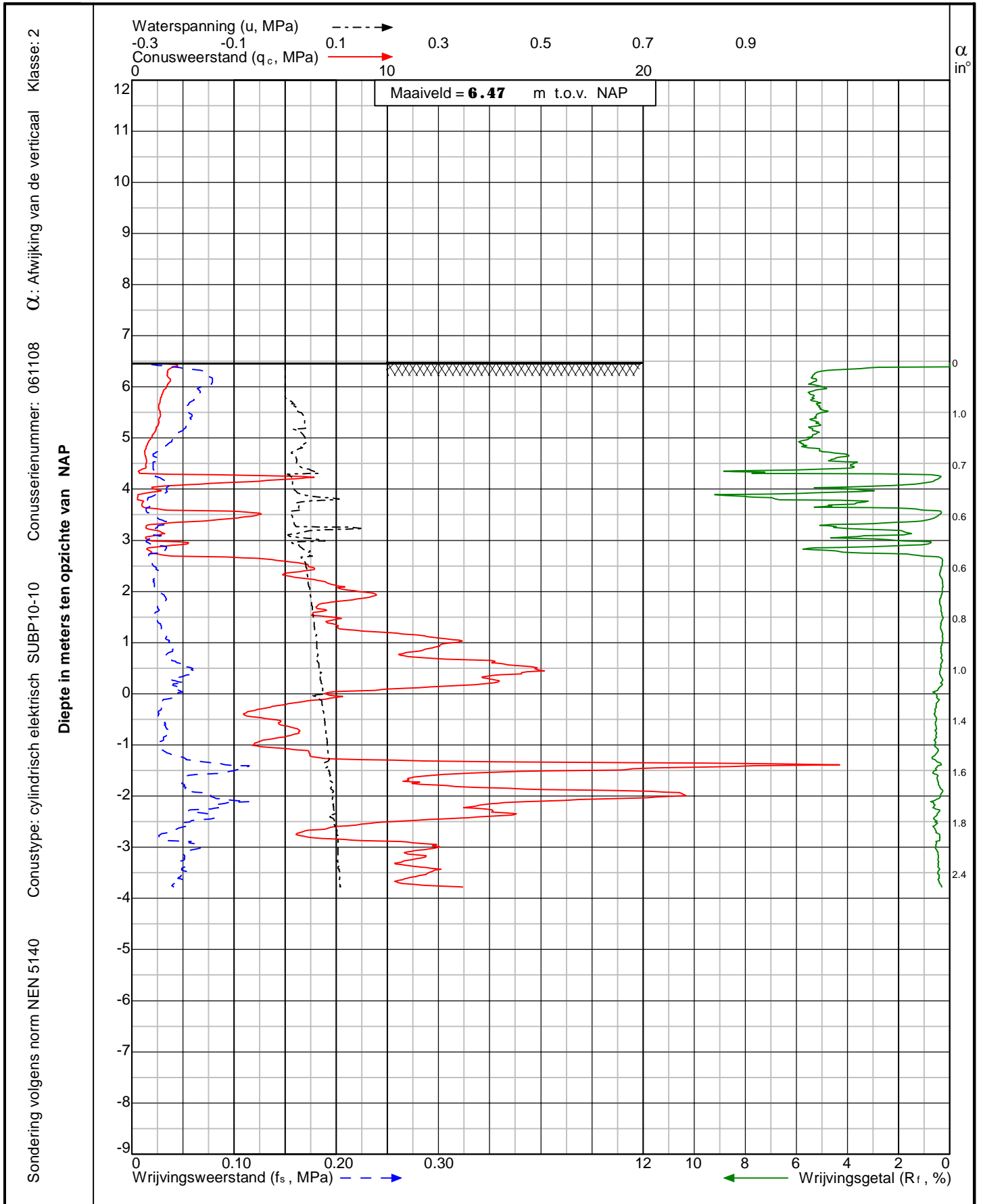
Opdr.nr: VN-58234-5

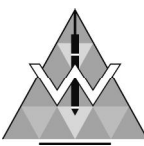

Datum: 18-6-2013

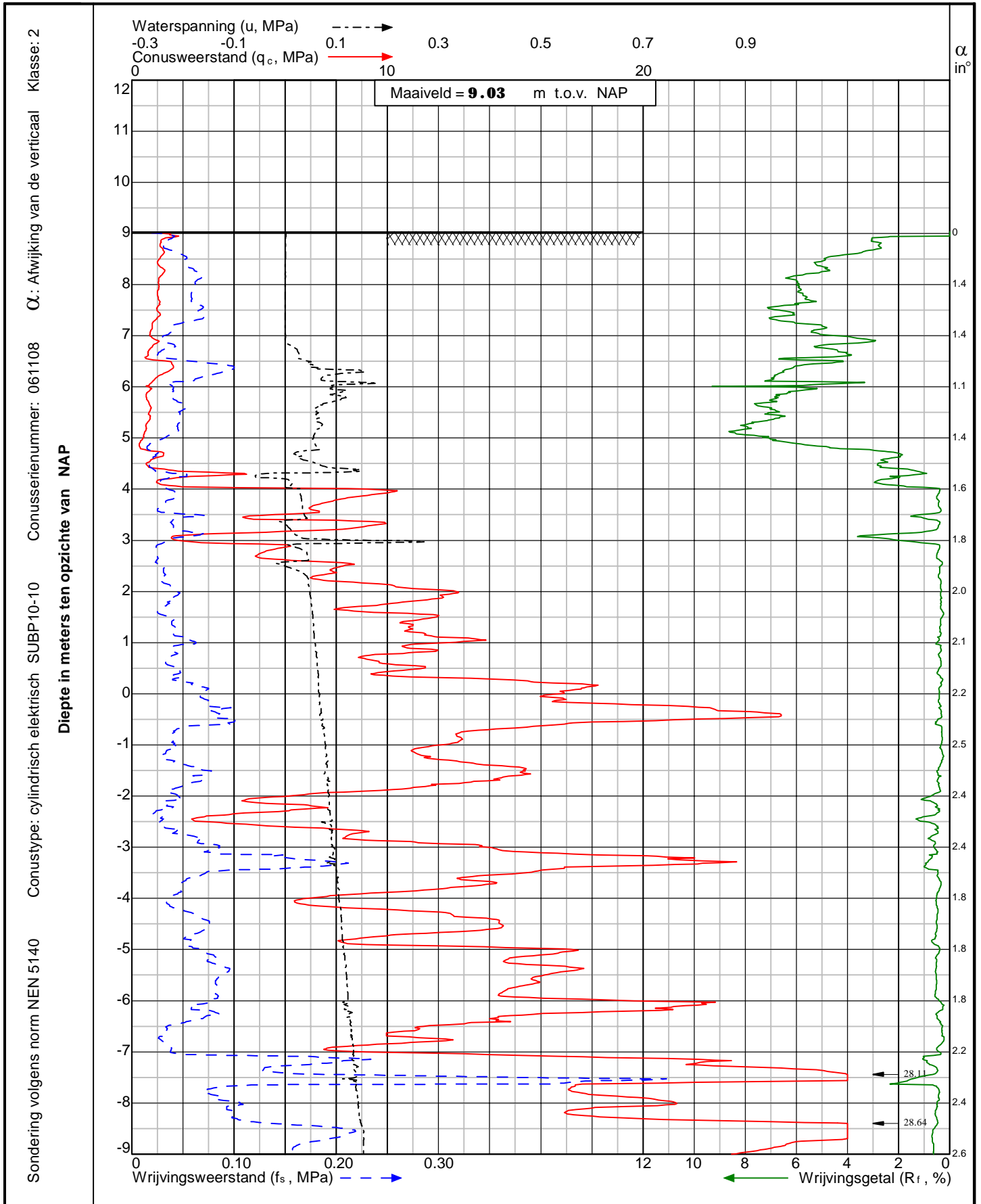




Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn		Sondering:DKP009_BIT	
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	x = 164762	Opdr.nr: VN-58234-5 Datum: 18-6-2013	
	y = 435043		
Blad: 2 van 2			



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn		Sondering: DKP010_BIT	
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	x = 164739	Opdr.nr: VN-58234-5	
	y = 435032	Datum: 18-6-2013	
Blad: 1 van 1			



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering: DKP011_KR



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164948

y = 435062

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013

AKKOORD

UITV

Klasse: 2

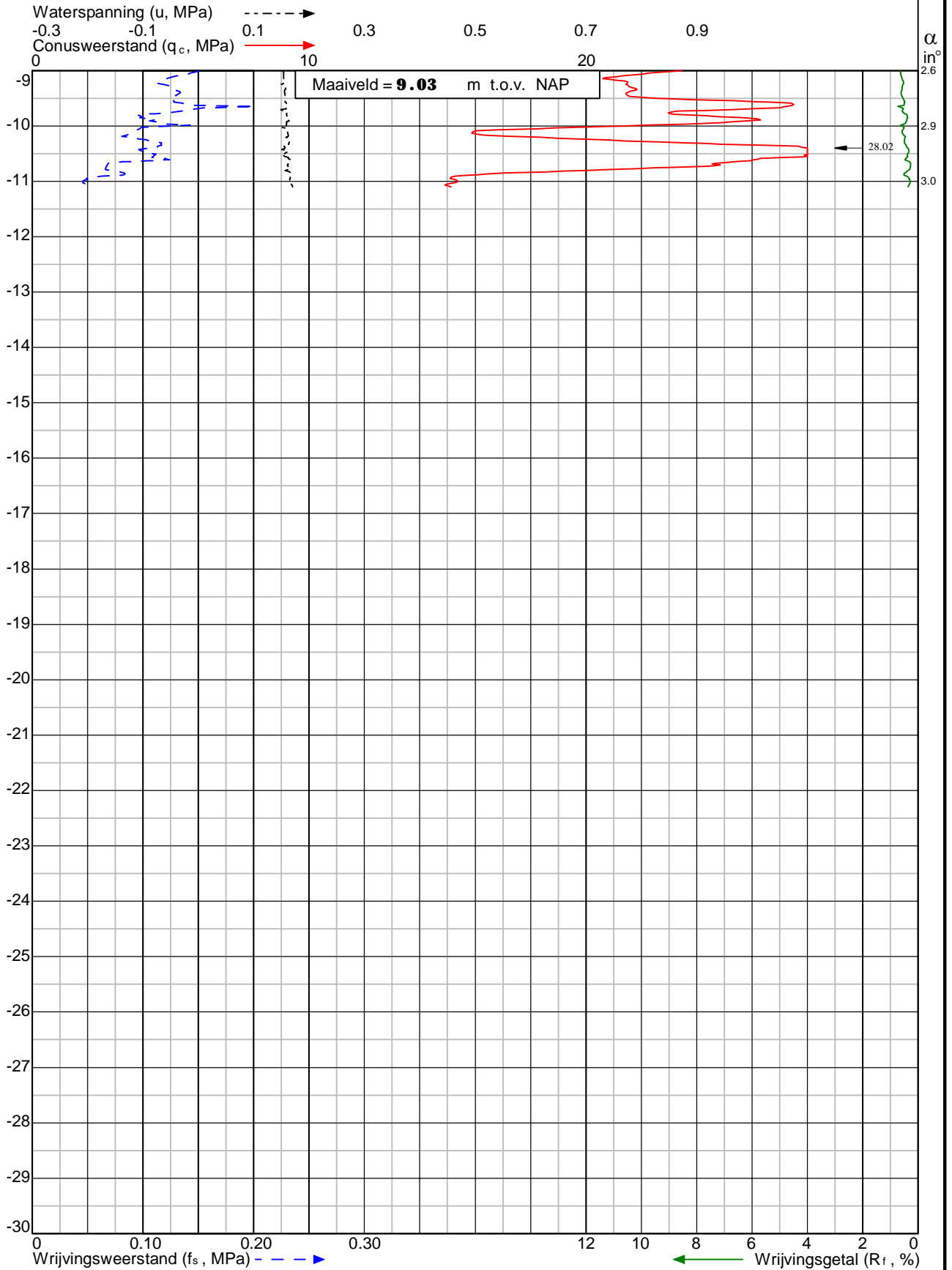
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 061108

Conustype: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP011_KR



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164948

y = 435062

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013



Klasse: 2

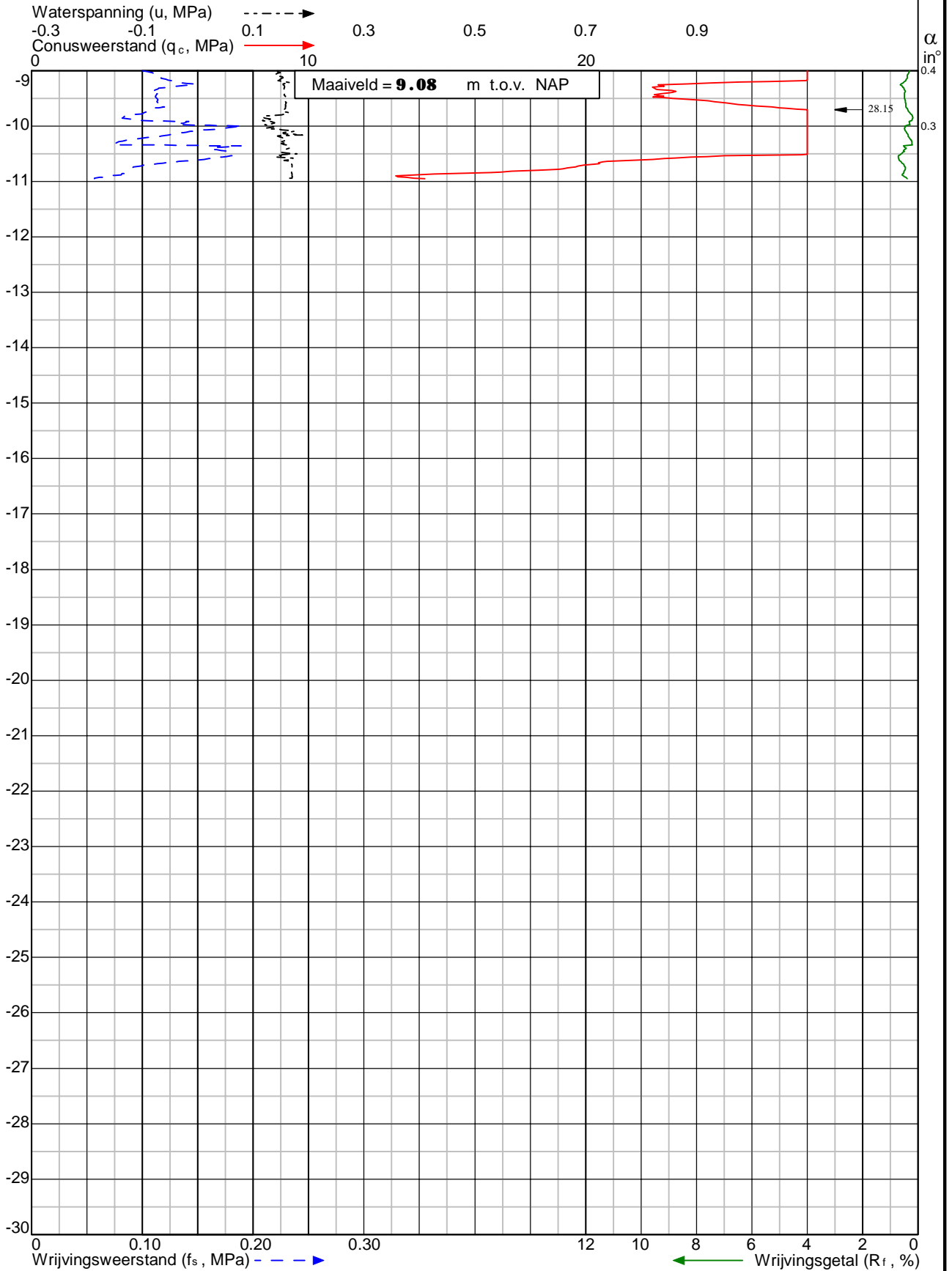
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 061108

Conusstype: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP012_KR



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164898

y = 435055

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013



Klasse: 2

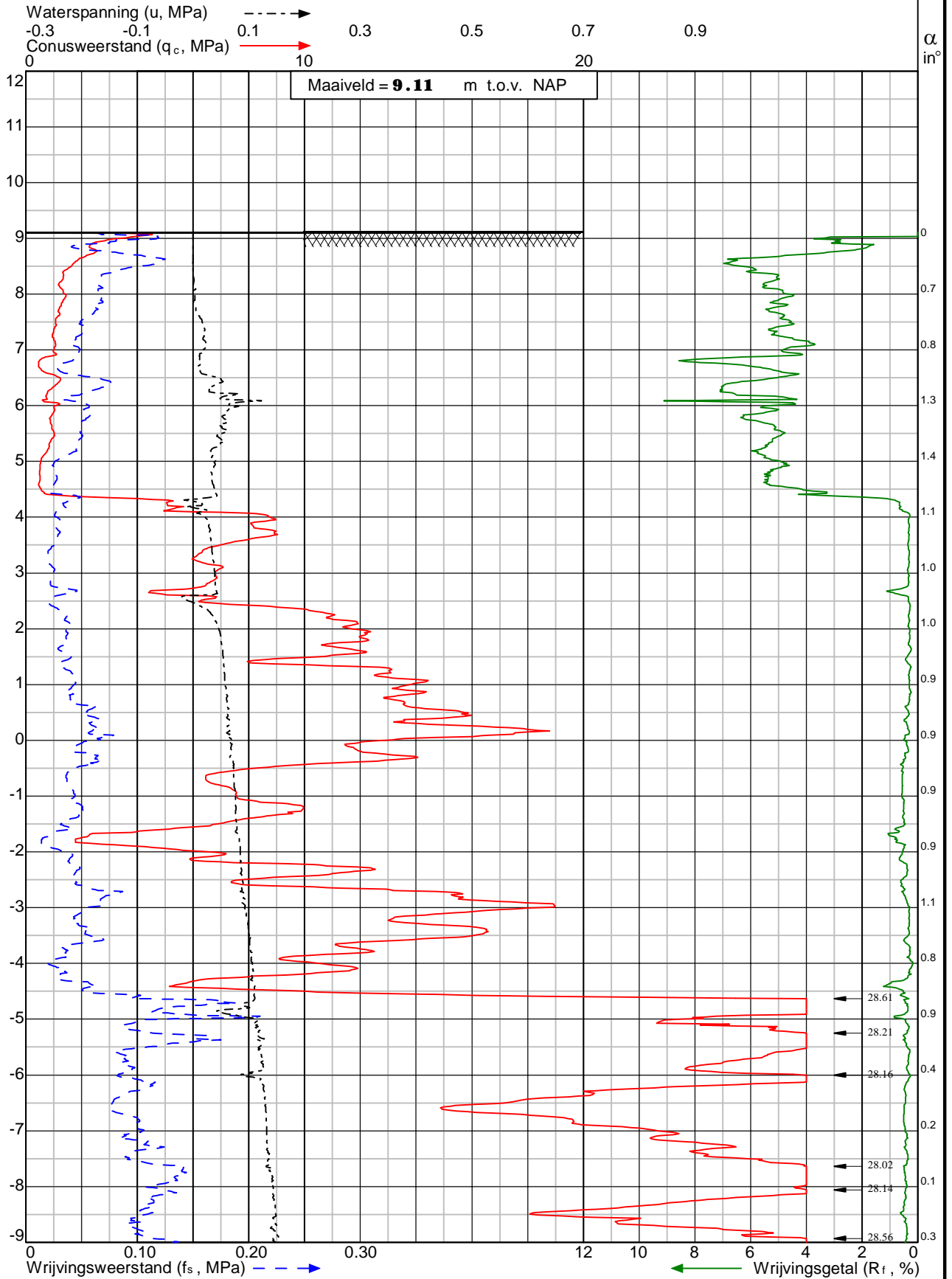
Conus: Afwijking van de verticaal

Conusnummer: 061108

Conustype: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP013_KR



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164849

y = 435046

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013



Klasse: 2

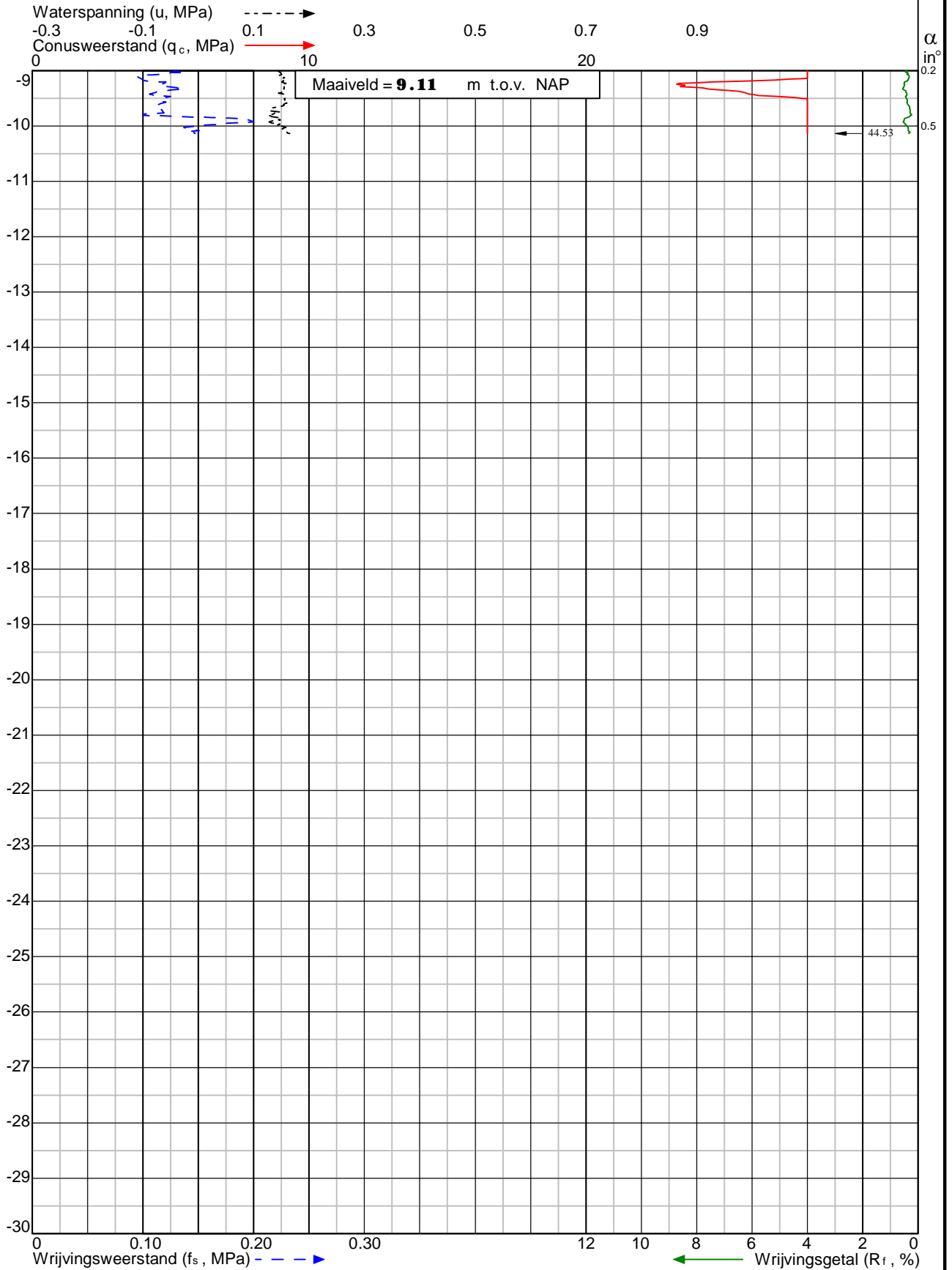
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 061108

Conustype: cilindrisch elektrisch SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP013_KR



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164849

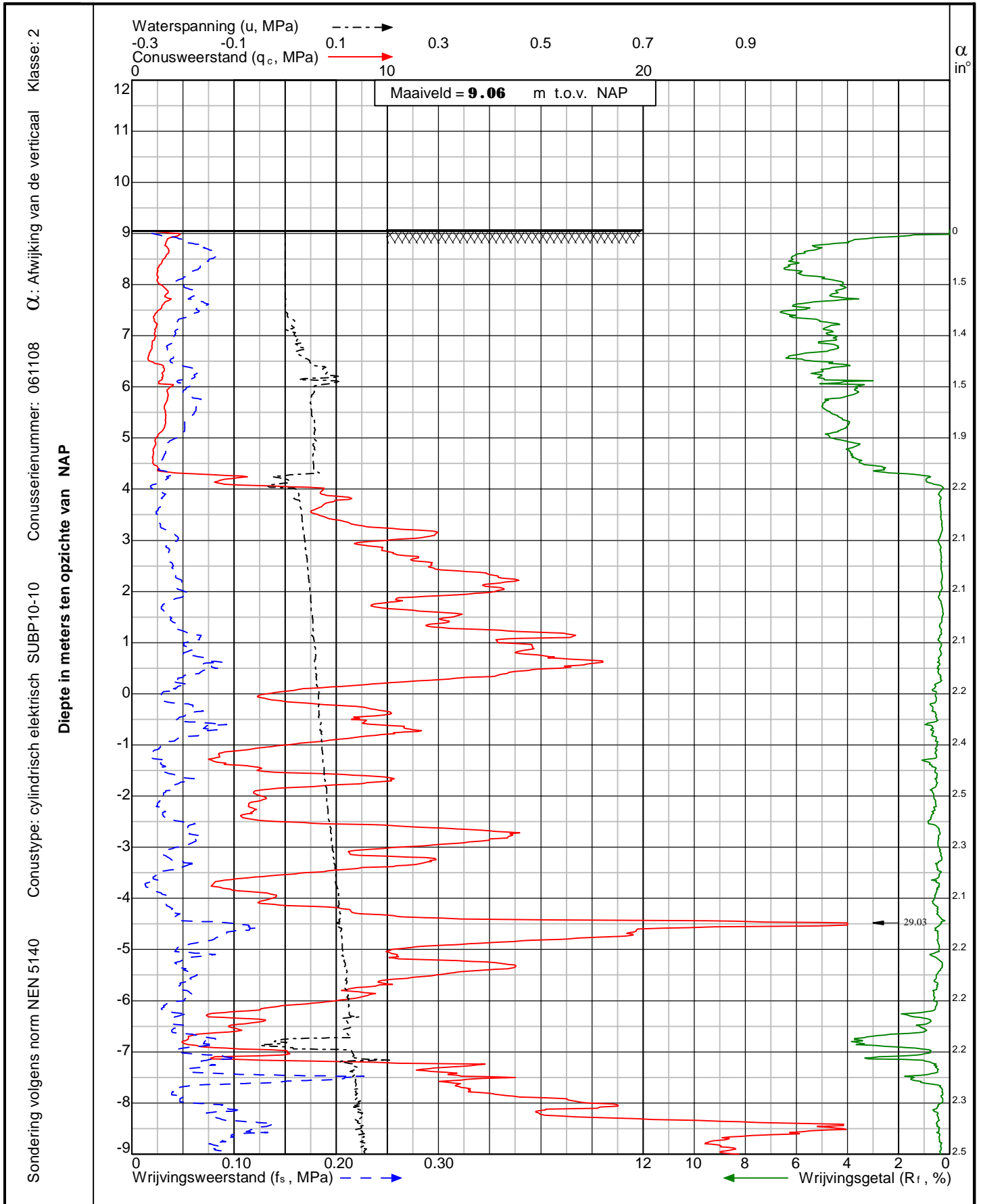
y = 435046

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013





Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP014_KR



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164799

y = 435039

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013



Klasse: 2

α: Afwijking van de verticaal

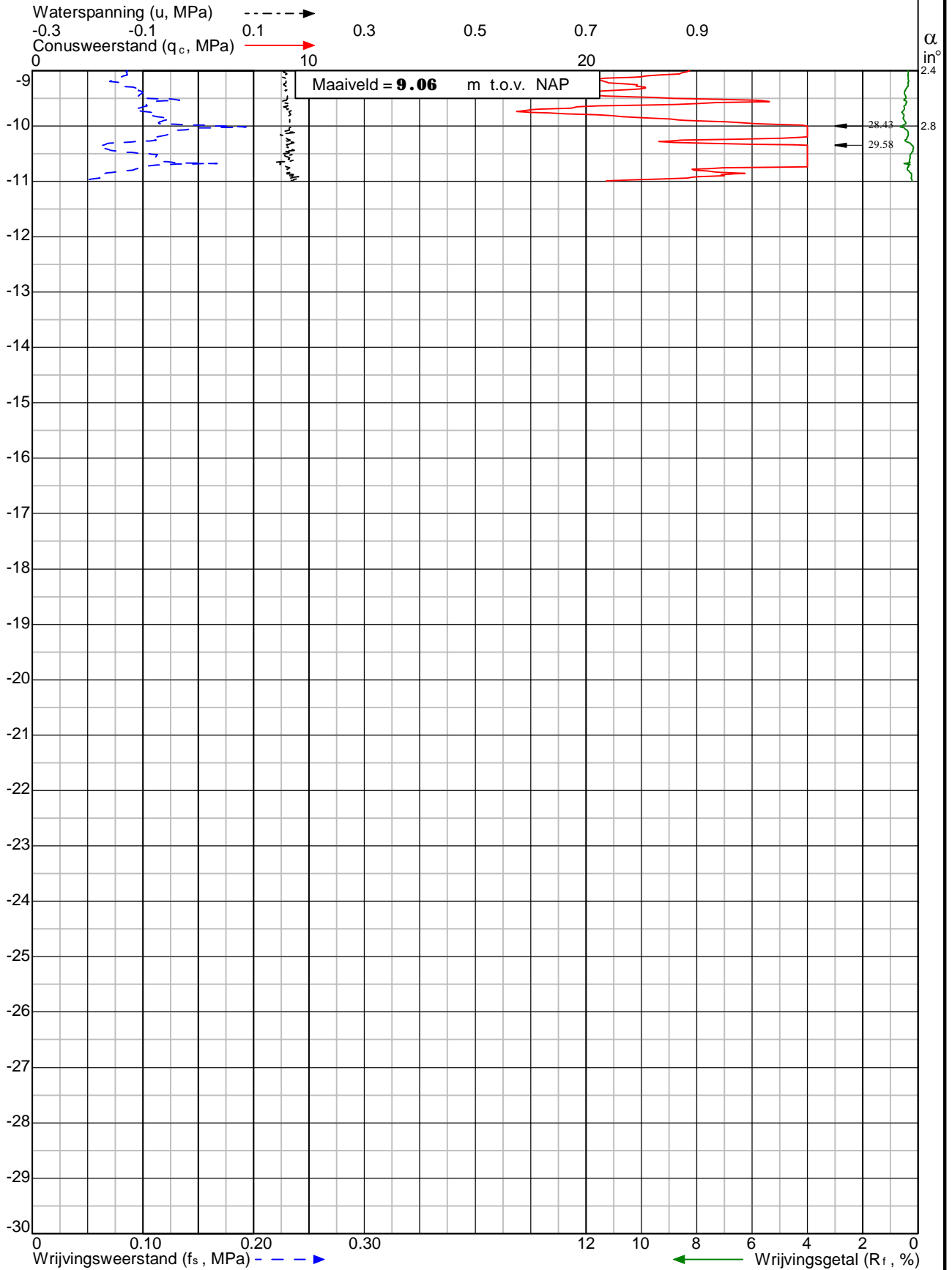
Conusserienummer: 061108

Conustype: cilindrisch elektrisch

SUBP10-10

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP014_KR



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164799

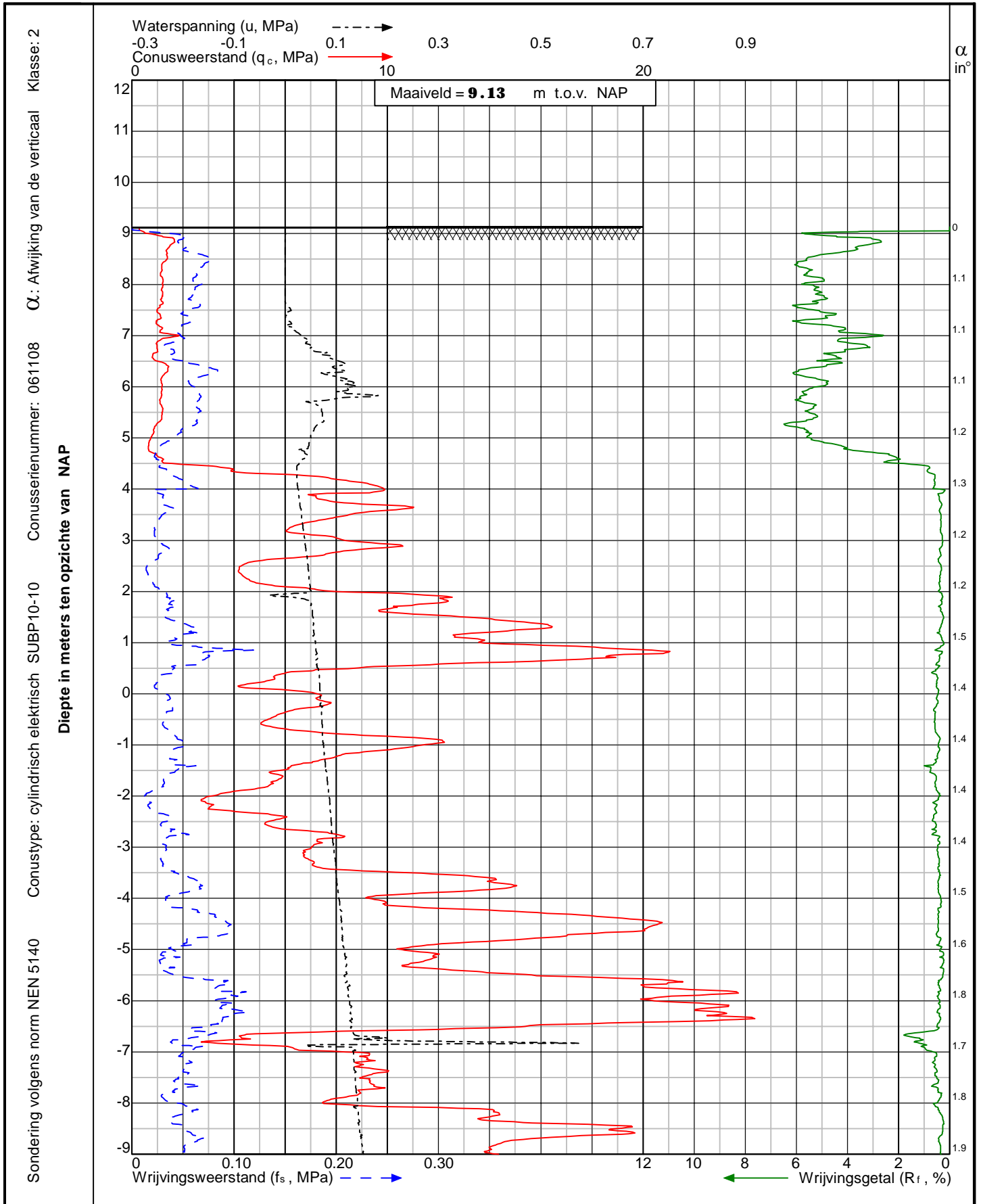
y = 435039

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013





Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP015_KR



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164753

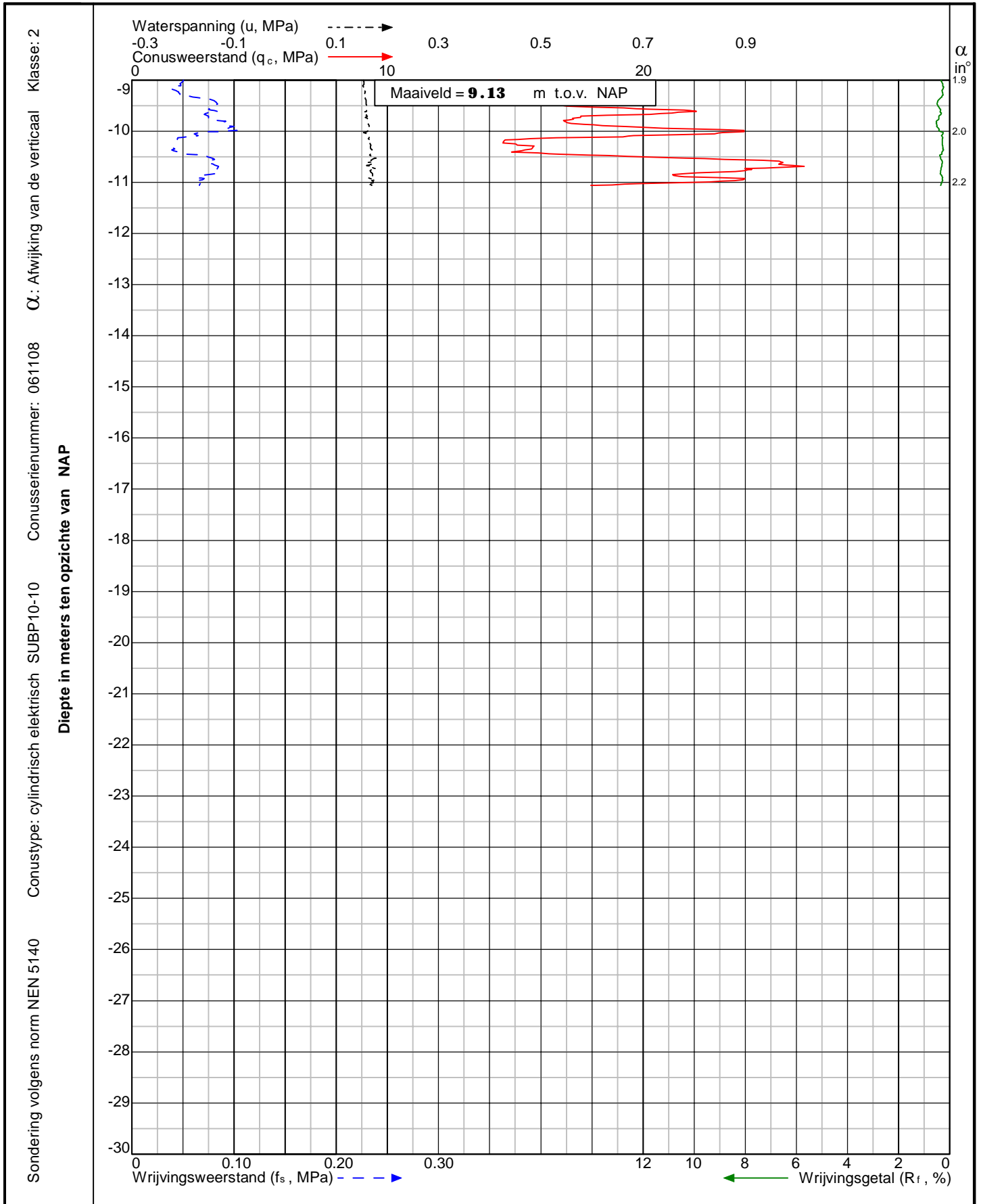
y = 435020

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013





Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering: DKP015_KR



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164753

y = 435020

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 19-6-2013



Klasse: 2

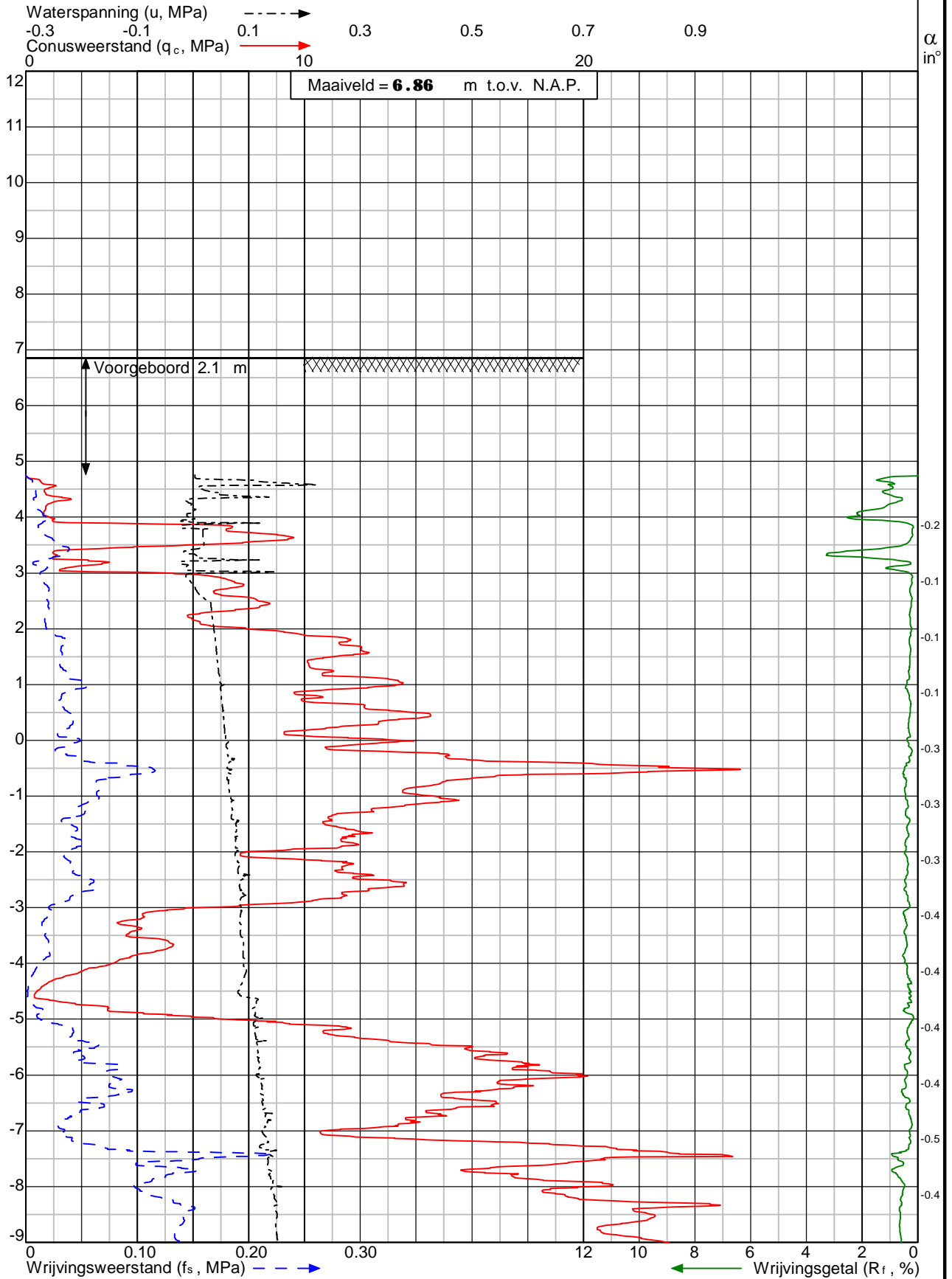
α : Afwijking van de verticaal

Conusserienummer:

Conusstype: cilindrisch elektrisch C10CFIP.d04

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP016_BUT



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164959

y = 435052

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013



Klasse: 2

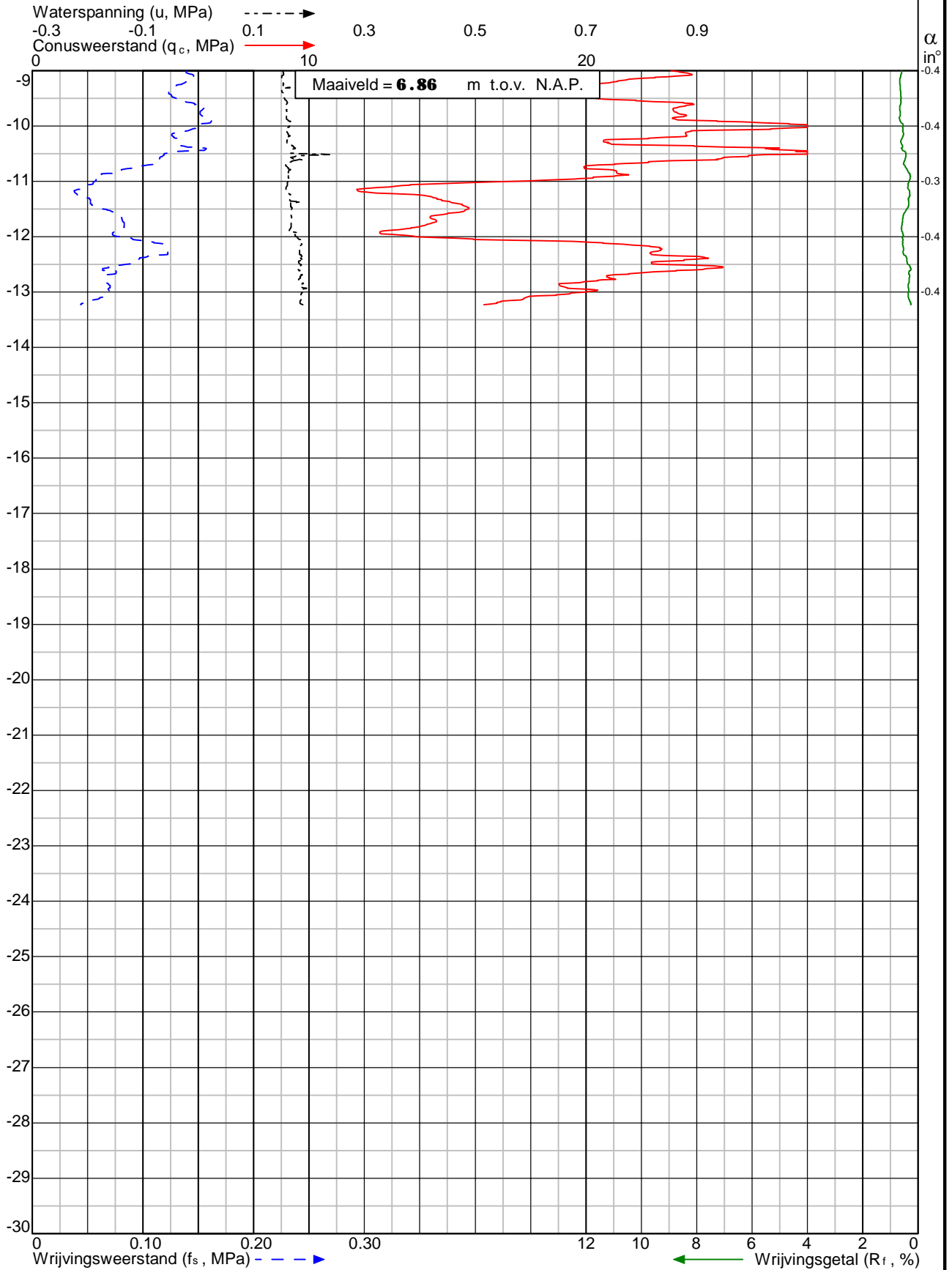
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer:

Conusstype: cilindrisch elektrisch C10CFIP.d04

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP016_BUT



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164959

y = 435052

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013



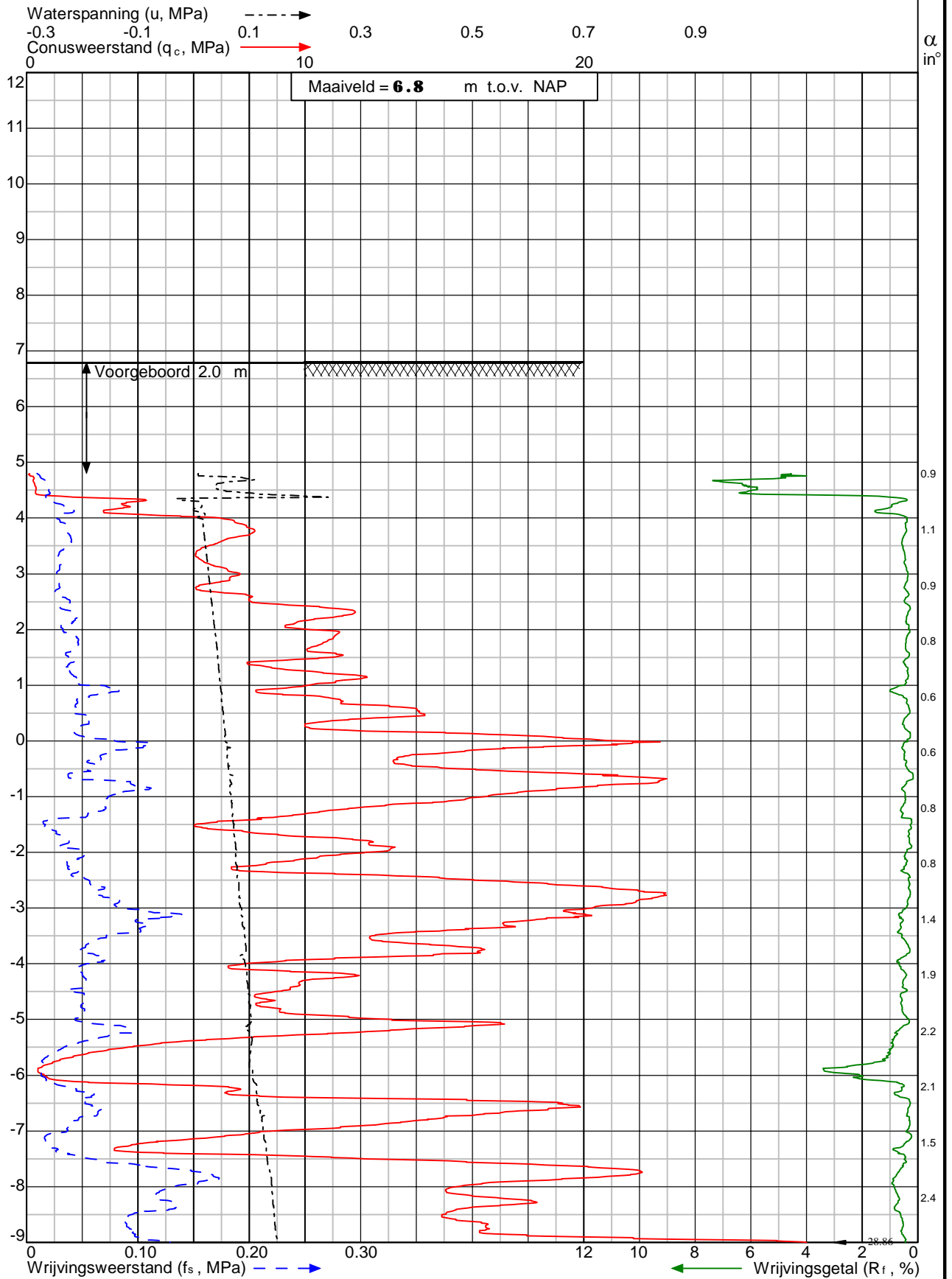
Klasse: 2

α: Afwijking van de verticaal

Conusertienummer: S15CFIIP.C50

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP017_BUT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164920

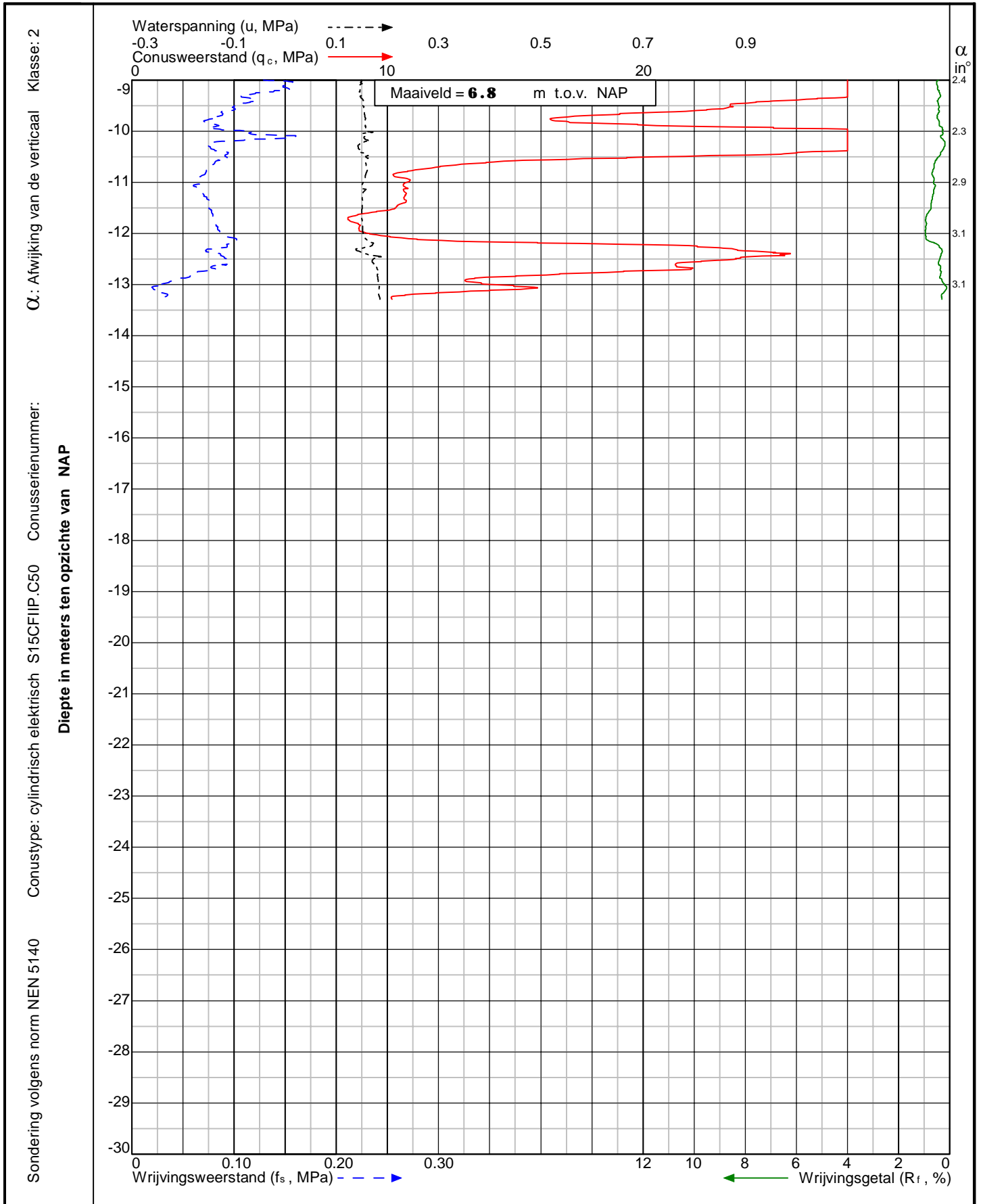
y = 435046

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013





Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering: DKP017_BUT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164920

y = 435046

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013



Klasse: 2

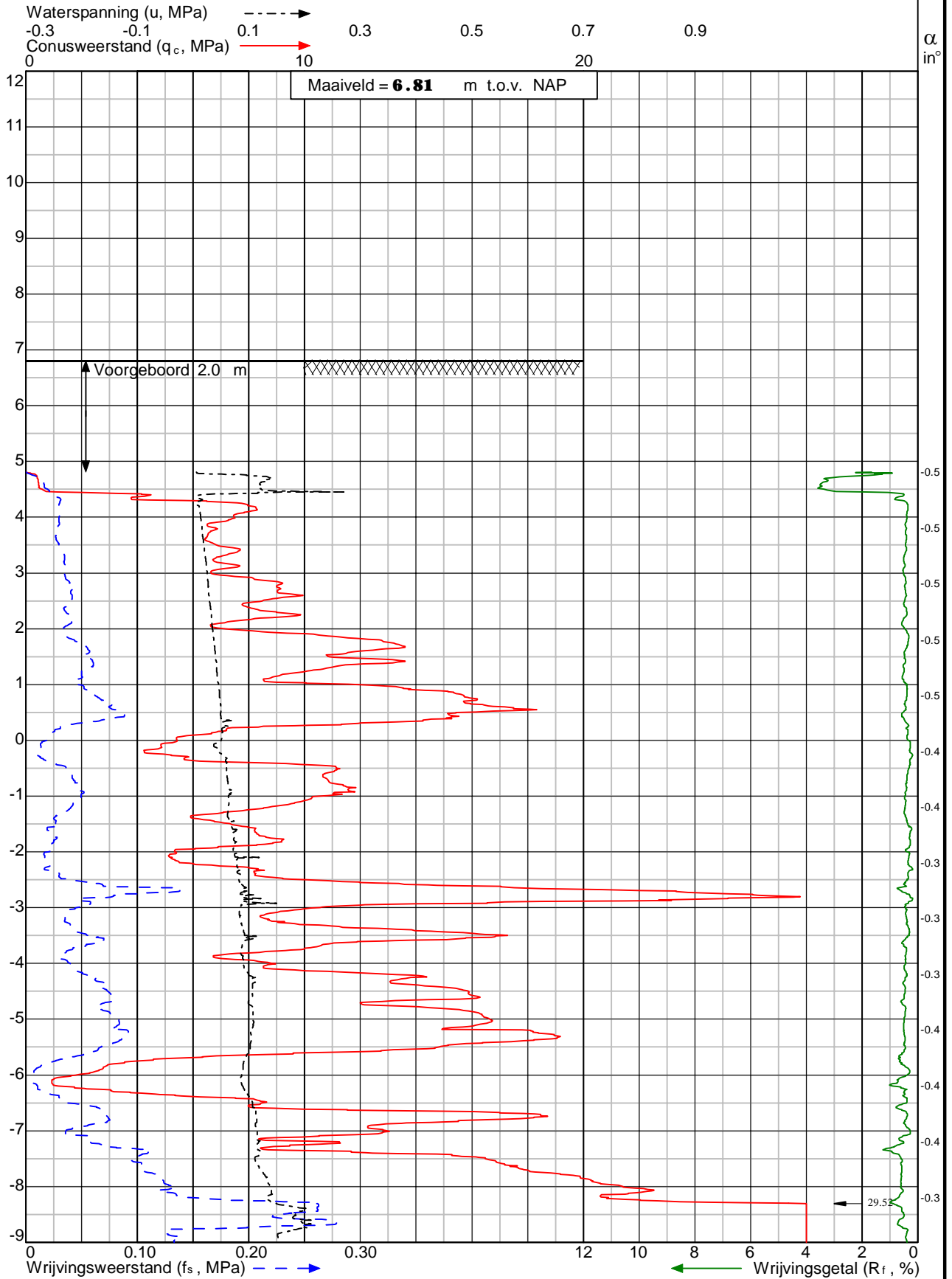
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer:

Conusstype: cilindrisch elektrisch C10CFIP.d04

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP018_BUT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164870

y = 435039

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013



Klasse: 2

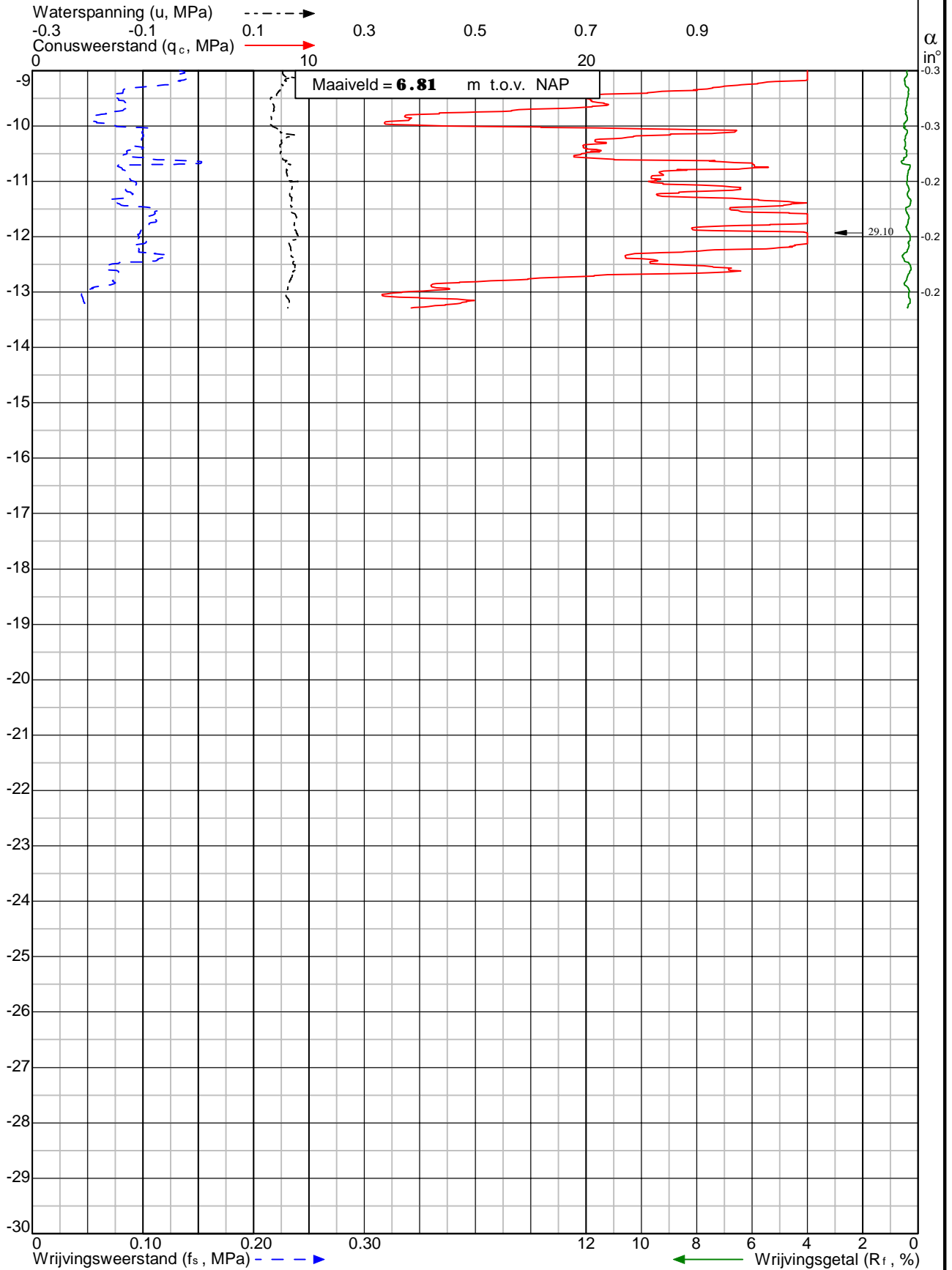
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer:

Conustype: cilindrisch elektrisch C10CFIP.d04

Diepte in meters ten opzichte van NAP

Sondering volgens norm NEN 5140



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP018_BUT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164870

y = 435039

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013

AKKOORD
UITV

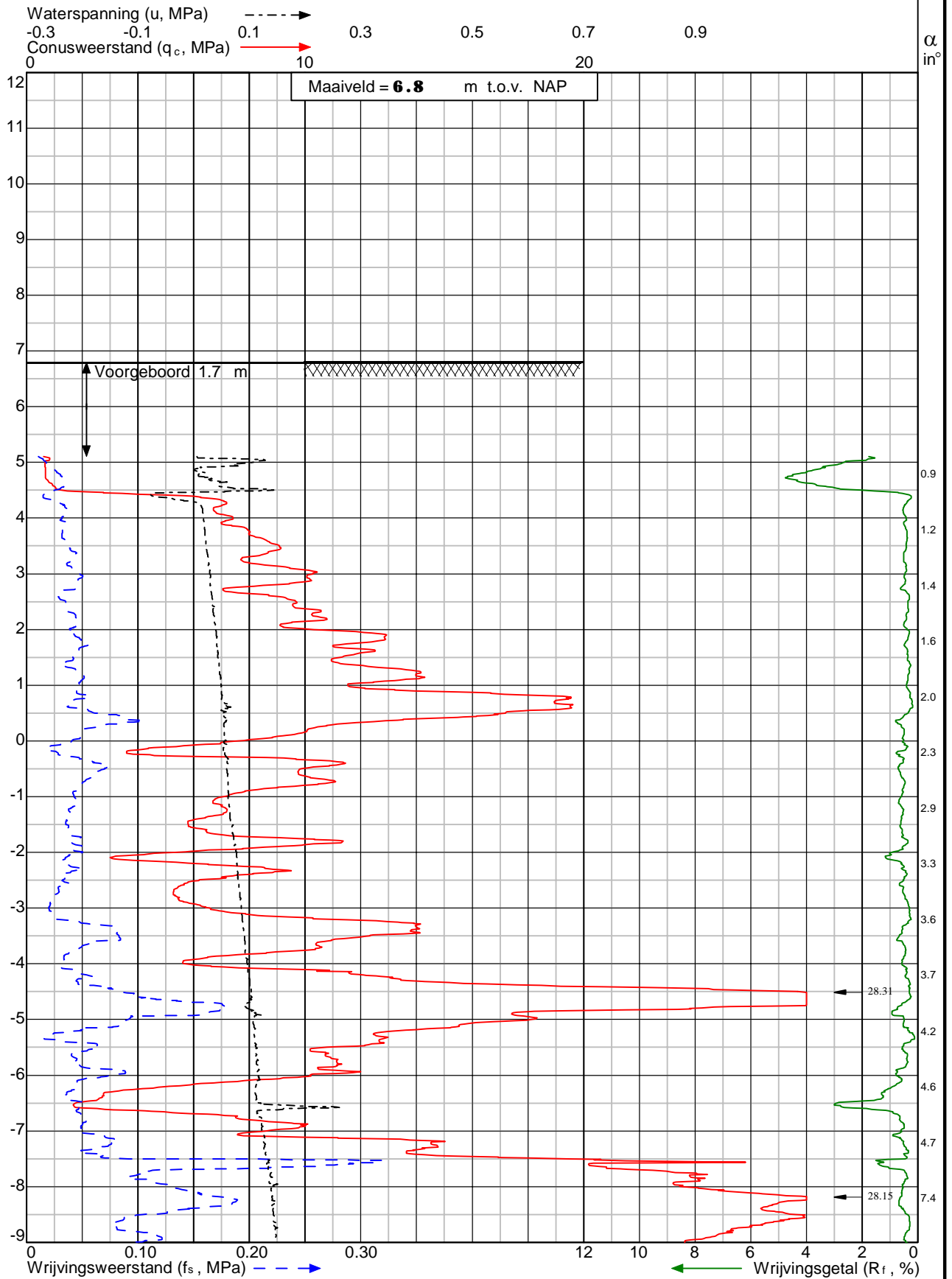
Klasse: 2

α : Afwijking van de verticaal

Conusertienummer: S15CFIIP.C50

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP019_BUT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164820

y = 435032

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013



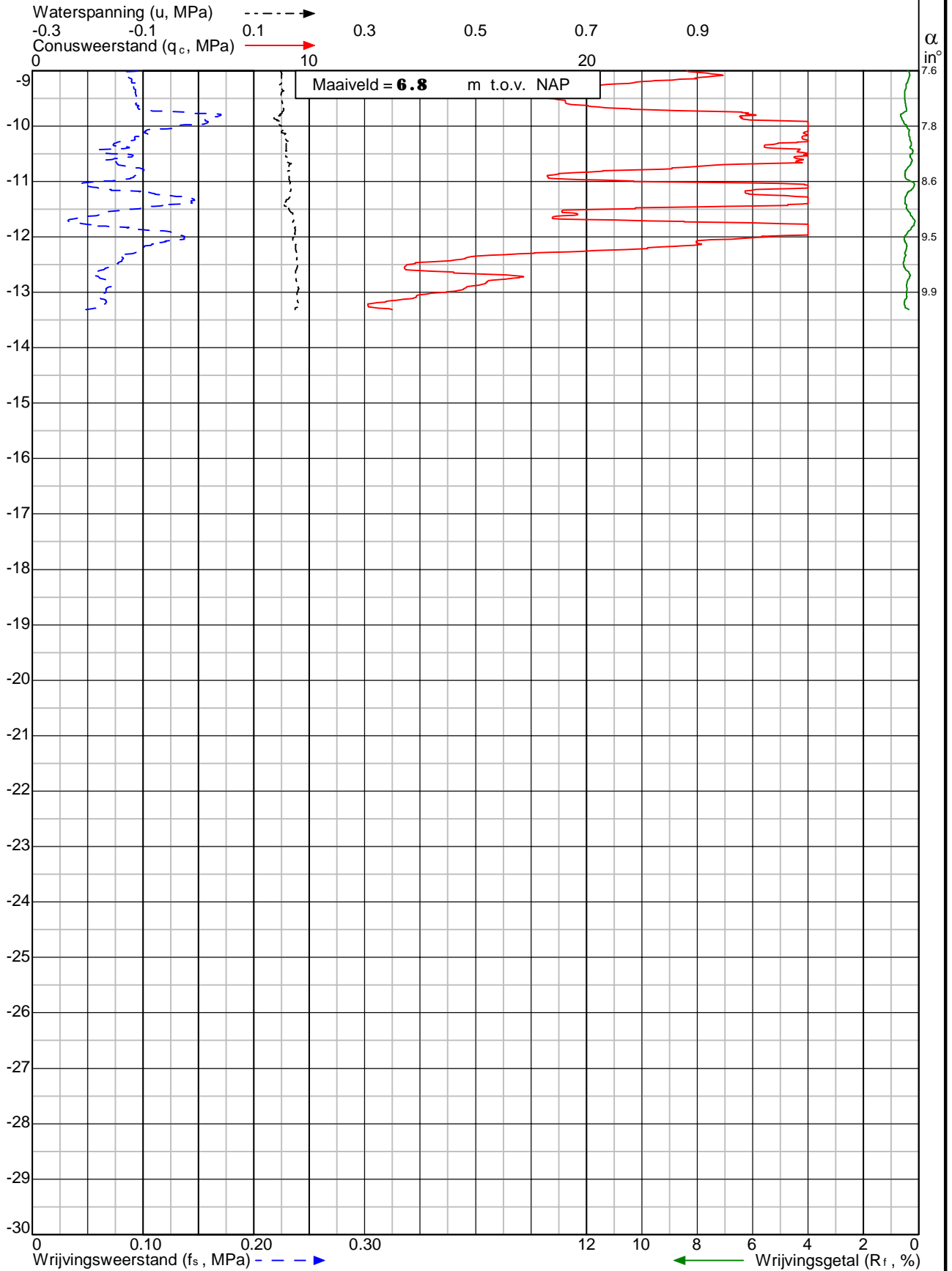
Klasse: 2

α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer:
Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP.C50

Diepte in meters ten opzichte van NAP

Sondering volgens norm NEN 5140



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP019_BUT



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164820

y = 435032

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013



Klasse: 2

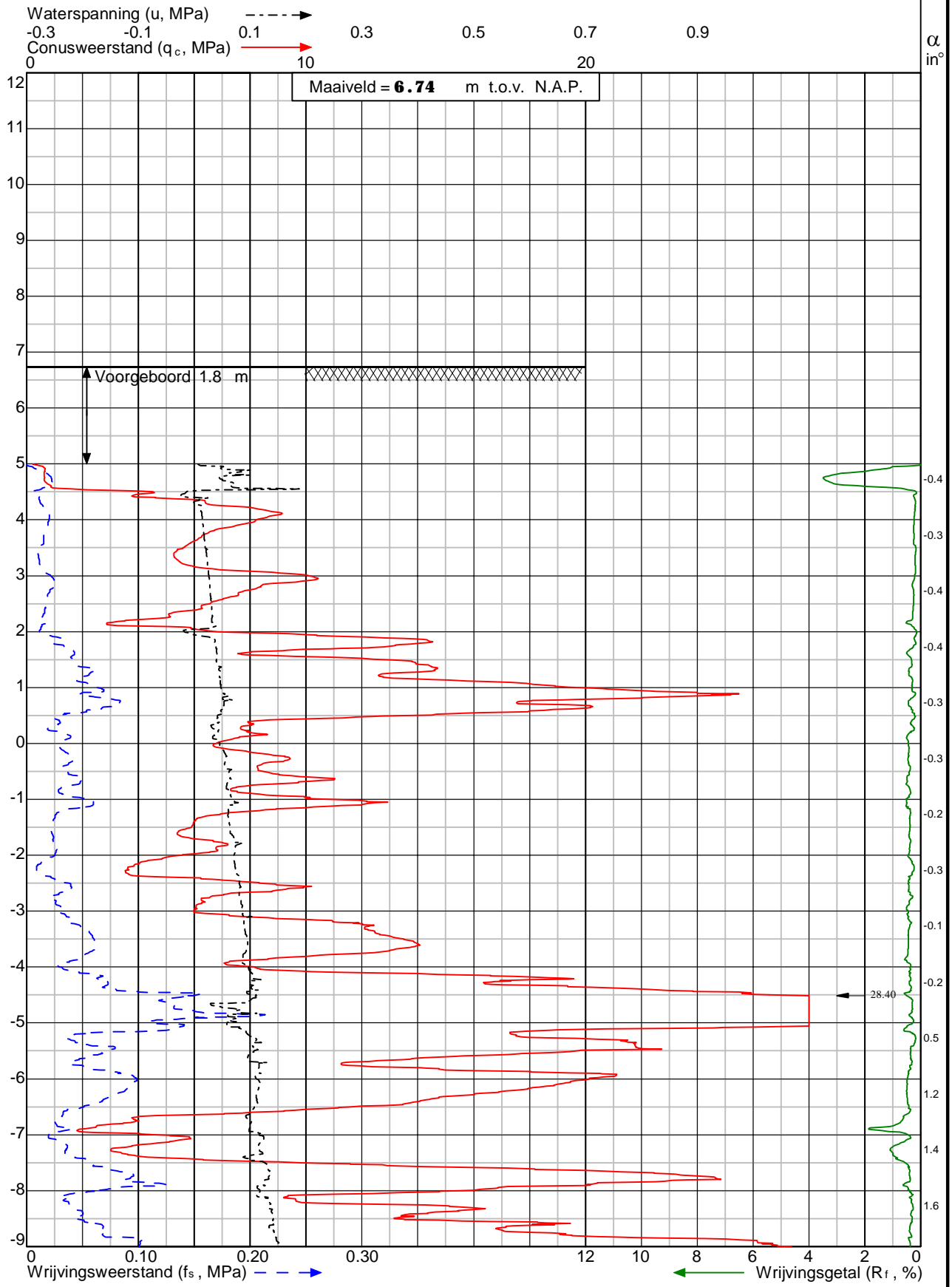
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer:

Conusstype: cilindrisch elektrisch C10CFIP.d04

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP020_BUT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164771
y = 435017
Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013



Klasse: 2

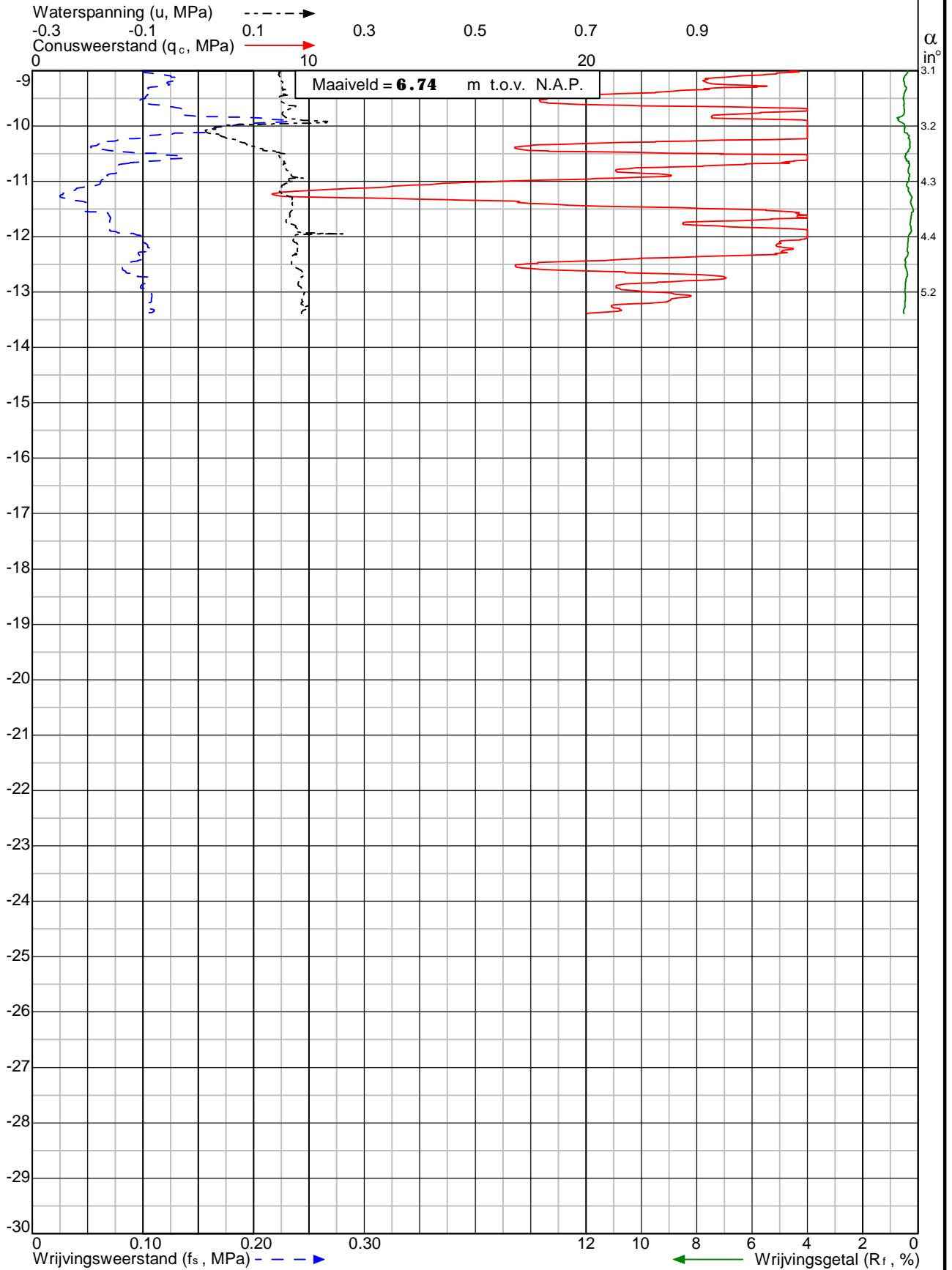
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer:

Conustype: cilindrisch elektrisch C10CFIP.d04

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld te IJzendoorn

Sondering:DKP020_BUT



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 164771

y = 435017

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-58234-5

Datum: 9-7-2013



Tabel X-, Y-, en Z-coördinaten

Meetpunt	X-coördinaten	Y-coördinaten	Z-coördinaten (N.A.P. +/- m)
DKP001_BIT	164.957	435.082	+ 6,45
DKP002_BIT	164.933	435.076	+ 6,63
DKP003_BIT	164.908	435.073	+ 6,64
DKP004_BIT	164.883	435.069	+ 6,57
DKP005_BIT	164.859	435.065	+ 6,56
DKP006_BIT	164.834	435.062	+ 6,52
DKP007_BIT	164.809	435.058	+ 6,39
DKP008_BIT	164.785	435.052	+ 6,48
DKP009_BIT	164.762	435.043	+ 6,50
DKP010_BIT	164.739	435.033	+ 6,47
DKP011_KR	164.948	435.062	+ 9,03
DKP012_KR	164.898	435.055	+ 9,08
DKP013_KR	164.849	435.047	+ 9,11
DKP014_KR	164.799	435.039	+ 9,06
DKP015_KR	164.753	435.020	+ 9,13
DKP016_BUT	164.959	435.052	+ 6,86
DKP017_BUT	164.920	435.047	+ 6,80
DKP018_BUT	164.870	435.039	+ 6,81
DKP019_BUT	164.820	435.032	+ 6,80
DKP020_BUT	164.771	435.017	+ 6,74
B001_BIT	164.962	435.081	+ 6,75
B002_BIT	164.921	435.072	+ 6,67
B002PB01_BIT	164.921	435.072	+ 7,37
B003_BIT	164.872	435.066	+ 6,60
HB004_BIT	164.821	435.057	+ 6,58
B005_BIT	164.758	435.040	+ 6,53
B005PB01_BIT	164.758	435.040	+ 7,25
HB006_KR	164.966	435.066	+ 9,24



Vervolg tabel X-, Y-, en Z-coördinaten

B007_KR	164.923	435.059	+ 9,15
B007PB01_KR	164.923	435.059	+ 9,10
HB008_KR	164.875	435.052	+ 9,17
HB009_KR	164.823	435.042	+ 9,22
B010_KR	164.765	435.027	+ 9,12
B010PB01_KR	164.765	435.027	+ 9,05
HB011_BUT	164.961	435.051	+ 6,93
HB012_BUT	164.923	435.045	+ 6,82
HB012PB01_BUT	164.923	435.045	+ 6,75
HB013_BUT	164.876	435.038	+ 6,76
HB014_BUT	164.825	435.031	+ 6,84
HB015_BUT	164.772	435.016	+ 6,77
HB015PB01_BUT	164.772	435.016	+ 6,70
HB016_VL	164.963	435.036	+ 6,78
HB017_VL	164.925	435.019	+ 5,14
HB018_VL	164.878	435.022	+ 5,43
HB019_VL	164.829	435.011	+ 5,16
HB020_VL	164.786	435.008	+ 5,35
HB021_VL	164.966	435.011	+ 6,55



Voorboringen

Voorboring is gemaakt bij DKP016_BUT, d.d. 9 juli 2013:

0,00 - 0,40	m- maaiveld	KLEI, donkerbruin.
0,40 - 1,30	m- maaiveld	KLEI, bruin.
1,30 - 1,70	m- maaiveld	KLEI, bruin/grijs.
1,70 - 2,00	m- maaiveld	KLEI, grijs.
2,00 - 2,10	m- maaiveld	KLEI, lichtgrijs.

Voorboring is gemaakt bij DKP017_BUT, d.d. 9 juli 2013:

0,00 - 0,40	m- maaiveld	KLEI, donkerbruin.
0,40 - 1,30	m- maaiveld	KLEI, bruin.
1,30 - 1,70	m- maaiveld	KLEI, bruin/grijs.
1,70 - 2,00	m- maaiveld	KLEI, grijs.

Voorboring is gemaakt bij DKP018_BUT, d.d. 9 juli 2013:

0,00 - 0,40	m- maaiveld	KLEI, donkerbruin.
0,40 - 1,40	m- maaiveld	KLEI, bruin.
1,40 - 1,80	m- maaiveld	KLEI, bruin/grijs.
1,80 - 2,00	m- maaiveld	KLEI, grijs.

Voorboring is gemaakt bij DKP019_BUT, d.d. 9 juli 2013:

0,00 - 0,50	m- maaiveld	KLEI, donkerbruin.
0,50 - 1,40	m- maaiveld	KLEI, bruin.
1,40 - 1,70	m- maaiveld	KLEI, bruin/grijs.

Voorboring is gemaakt bij DKP020_BUT, d.d. 9 juli 2013:

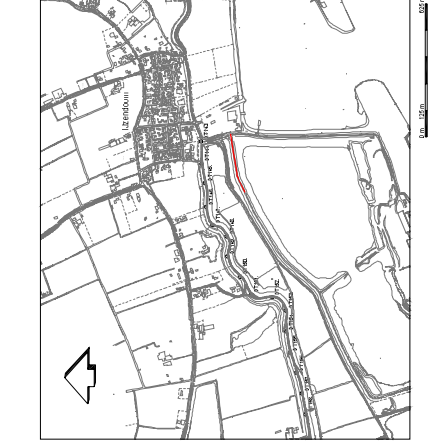
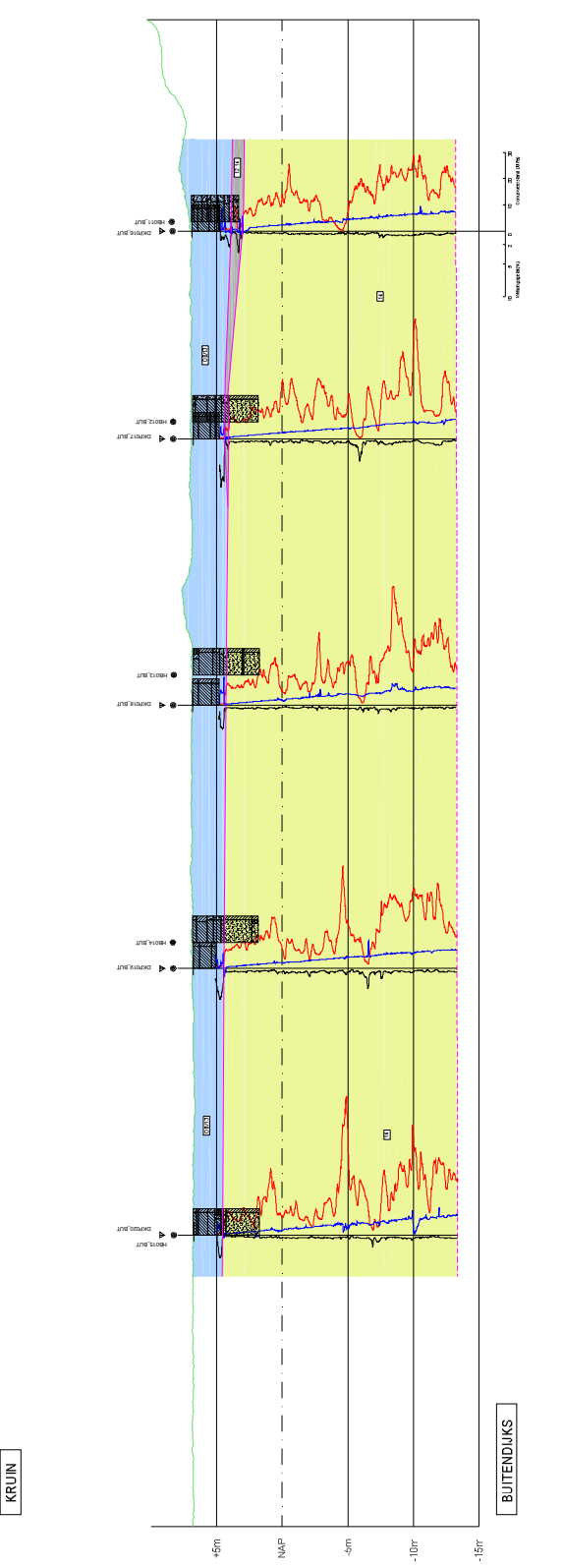
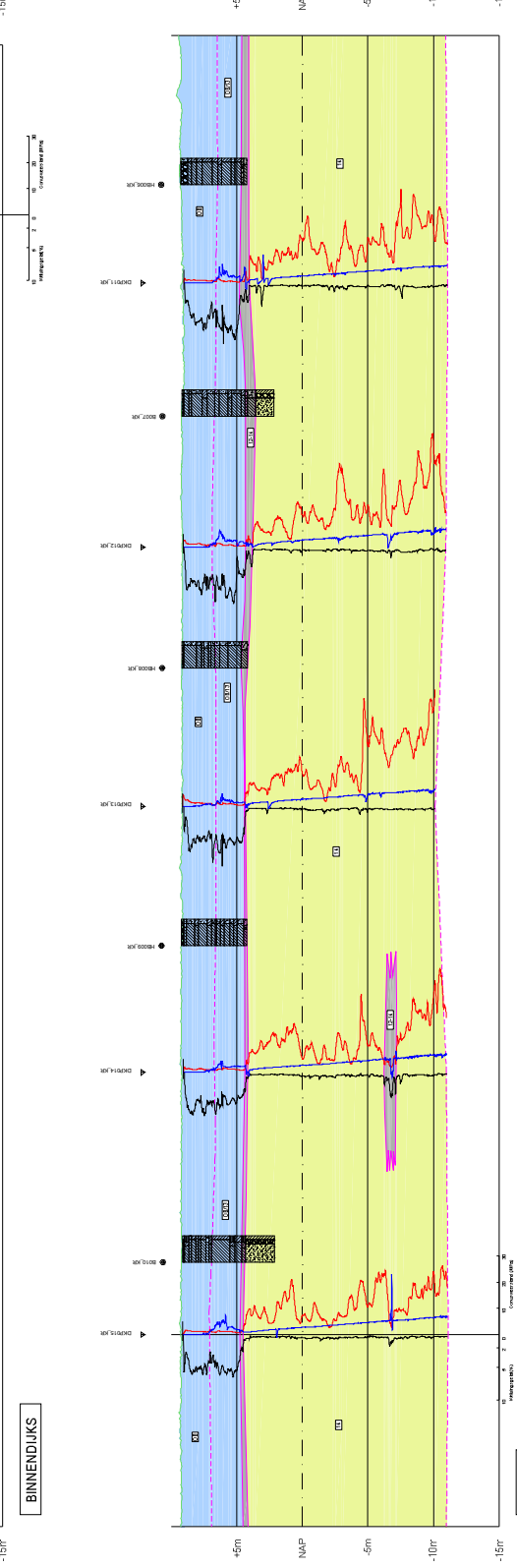
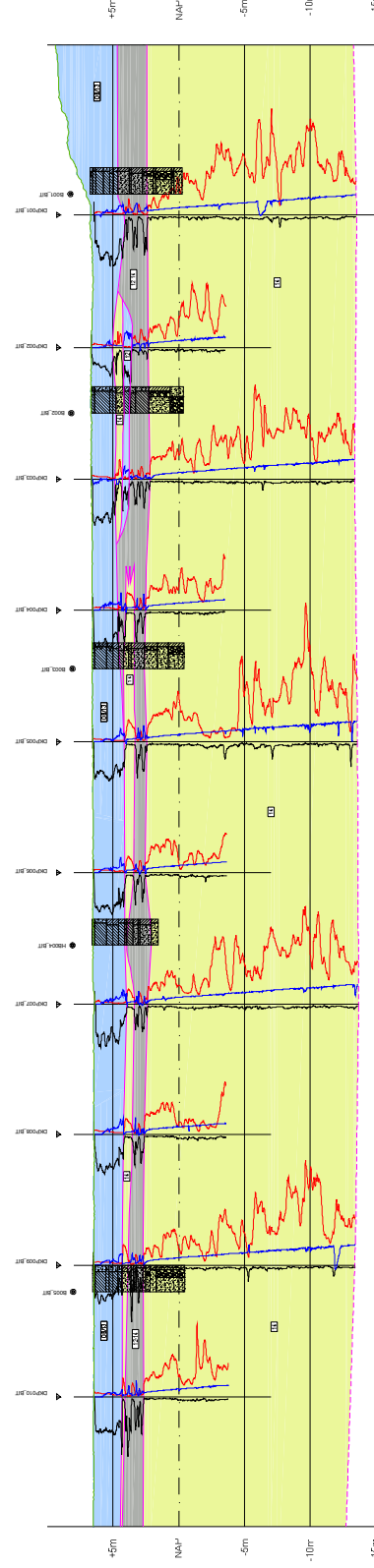
0,00 - 0,40	m- maaiveld	KLEI, donkerbruin.
0,40 - 1,40	m- maaiveld	KLEI, bruin.
1,40 - 1,80	m- maaiveld	KLEI, bruin/grijs.



LEGENDA

DIPRO_BPT	sondage vier (polder/vonding)	negatieve diepte
BOUW_BPT	buigingsvrije	positieve diepte
BOUW_VRP	buigingsvrij	positieve diepte
BOUW_BPT	buigingsvrij	positieve diepte
BOUW_BPT	buigingsvrij	positieve diepte
BOUW_BPT	buigingsvrij	positieve diepte
BOUW_BPT	buigingsvrij	positieve diepte

LITHOSTRATIGRAFISCHE LEGENDA			
NIEUW		OUD	
Aerische grond		Aerische grond	
04	loessbrijlakk	01	veenbrijlakk
05	loessbrijlakk	02	veenbrijlakk
06	loessbrijlakk	03	veenbrijlakk
07	loessbrijlakk	04	veenbrijlakk
08	loessbrijlakk	05	veenbrijlakk
09	loessbrijlakk	06	veenbrijlakk
10	loessbrijlakk	07	veenbrijlakk
11	loessbrijlakk	08	veenbrijlakk
12	loessbrijlakk	09	veenbrijlakk
13	loessbrijlakk	10	veenbrijlakk
14	loessbrijlakk	11	veenbrijlakk



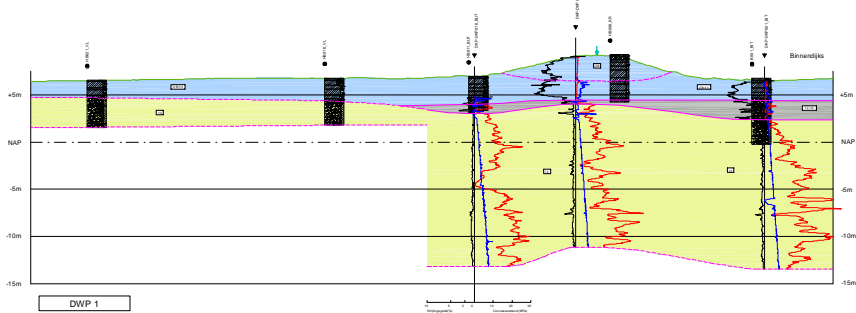
Gedetailleerde beschrijving
 Dit rapport is bedoeld voor de bestrijding van de bodemschade van de bodem van het gebied van de polder van de Oude Rijn. De polder is gelegen in de gemeente Zevenhuizen-Moerkapelle. De bodemschade is ontstaan als gevolg van de activiteiten van de landbouw en de industrie. Het doel van het rapport is om de bodemschade te onderzoeken en te beschrijven. Het rapport bevat een beschrijving van de bodemschade, de oorzaken daarvan en de maatregelen die genomen moeten worden om de bodemschade te herstellen.

Gebouwen
 Gestechnisch Engineering
 Wierissem & Formers
 Gestechnisch Terrain- en Laboratoriumonderzoek
 versterkingsmaatregel verticaal zanddielt, locatie polder Echeld, Zevenhuizen

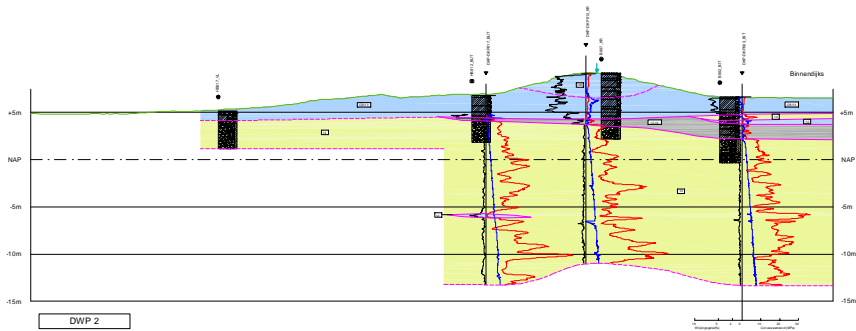
Datum: 27.05.13
 Gemaakt TK: 26.08.2013
 Schaal: 1:100
 Formaat: A1
 Blad: 1-1

Dat: 02.07.2013
 Gew: 26.08.2013
 Gew:
 Gew:
 Gew: VNB-63245
 Opliet: VN-63245

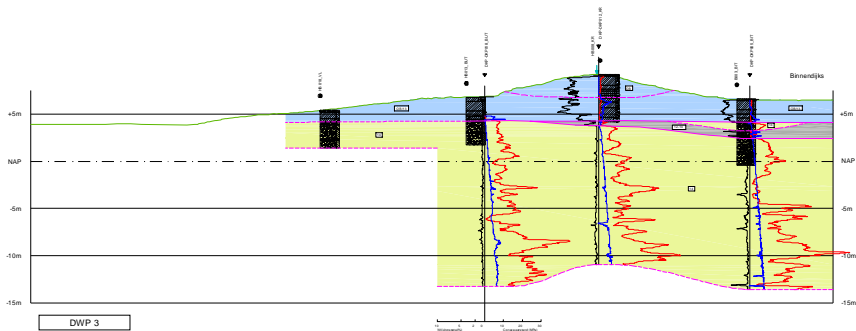
Wierissem & Formers
 BUREAU VOOR
 GEBOUWEN



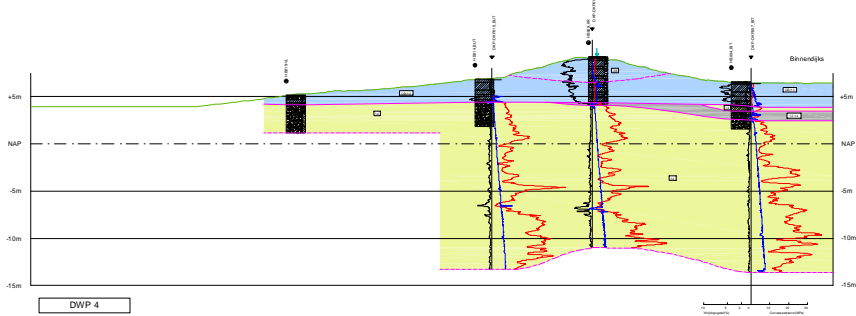
DWP 1



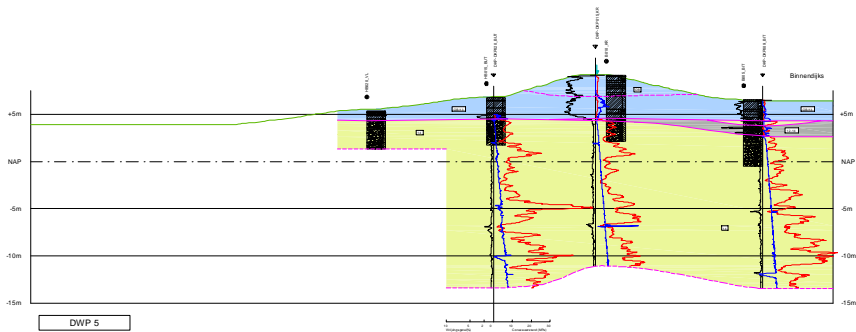
DWP 2



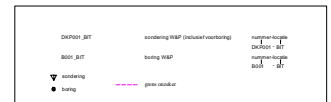
DWP 3



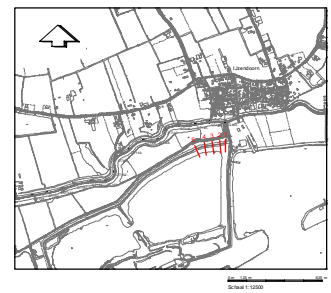
DWP 4



DWP 5



LITHOSTRATIGRAFISCHE LEGENDA		NIEUW		OUD		Kwartair
		Antropogeen		Antropogeen		
08	beddendicht klei	FORMATE VAN ECHVELD		FORMATE VAN ECHVELD		HOLOGEEN
09	beddendicht zand	FORMATE VAN NIEUWBOOD		FORMATE VAN NIEUWBOOD		
10	beddendicht zand	FORMATE VAN BOXTEL		FORMATE VAN BOXTEL		
11	beddendicht zand	FORMATE VAN ORENTE		FORMATE VAN ORENTE		
12	zand	FORMATE VAN KREFTENHE		FORMATE VAN KREFTENHE		PLEISTOCEEN
13	zand	FORMATE VAN URK		FORMATE VAN URK		
14	zand	FORMATE VAN STENZEL		FORMATE VAN STENZEL		
15	zand	FORMATE VAN WAALRE		FORMATE VAN WAALRE		
16	zand					
17	zand					
18	zand					
19	zand					
20	zand					
21	zand					
22	zand					
23	zand					
24	zand					
25	zand					
26	zand					
27	zand					
28	zand					
29	zand					
30	zand					
31	zand					
32	zand					
33	zand					
34	zand					
35	zand					
36	zand					
37	zand					
38	zand					
39	zand					
40	zand					
41	zand					
42	zand					
43	zand					
44	zand					
45	zand					
46	zand					
47	zand					
48	zand					
49	zand					
50	zand					
51	zand					
52	zand					
53	zand					
54	zand					
55	zand					
56	zand					
57	zand					
58	zand					
59	zand					
60	zand					
61	zand					
62	zand					
63	zand					
64	zand					
65	zand					
66	zand					
67	zand					
68	zand					
69	zand					
70	zand					
71	zand					
72	zand					
73	zand					
74	zand					
75	zand					
76	zand					
77	zand					
78	zand					
79	zand					
80	zand					
81	zand					
82	zand					
83	zand					
84	zand					
85	zand					
86	zand					
87	zand					
88	zand					
89	zand					
90	zand					
91	zand					
92	zand					
93	zand					
94	zand					
95	zand					
96	zand					
97	zand					
98	zand					
99	zand					
100	zand					

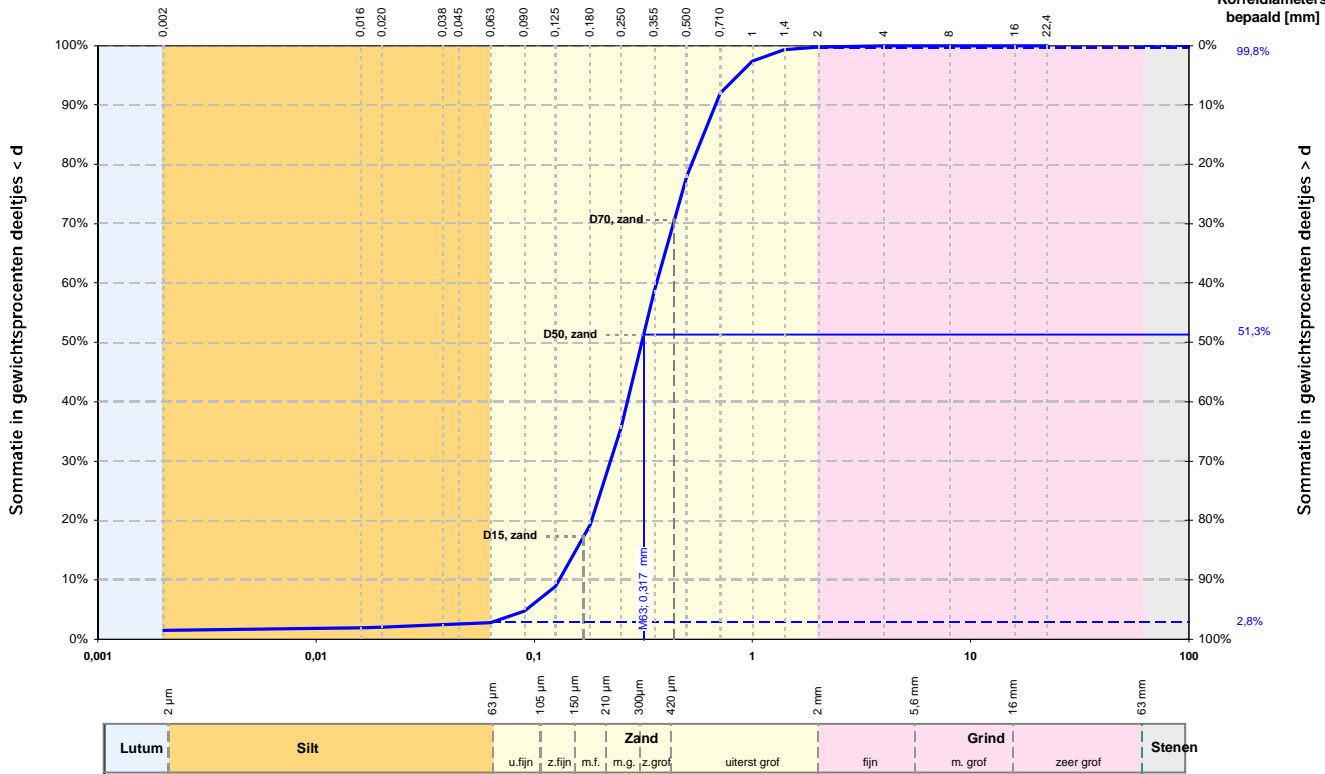


Opmerkingen:
 De lithostratigrafische gegevens geven een indicatie van de bodemprofielen, waarbij de Geologie van het gebied is meegenomen in de afbakening van de bodemprofielen.
 De profielen zijn het resultaat van veld- / pogingsonderzoek en zijn niet bedoeld voor gebruik als macrostratigrafische kaart.
 De op te maken bodemprofielen voor stabiliteitsberekeningen kunnen andere worden opgesteld aan de hand van de hier gegeven gegevens.
 Bij toepassing van de bodemprofielen dienen alle afzonderlijke onderzoekpunten in de draadomgevingen worden beoordeeld en geïntegreerd worden geïntegreerd.

Geotechnische dienstverlening		Datum: 2024-03	Deur: 0207 0276
Wierhema & Partners		Geometrie: TK	Deur: 0206 0276
Geotechnisch Techniek- en Laboratoriumonderzoek		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276
voorvoorzorgingsmaatregelen voortvattend zanddriftgevoelig, lokale peilwater Echtheid		Formaat: A1	Deur: 0206 0276
IJzandSchem		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276
Wierhema & Partners		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276
Geotechnisch Techniek- en Laboratoriumonderzoek		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276
voorvoorzorgingsmaatregelen voortvattend zanddriftgevoelig, lokale peilwater Echtheid		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276
IJzandSchem		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276
Wierhema & Partners		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276
Geotechnisch Techniek- en Laboratoriumonderzoek		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276
voorvoorzorgingsmaatregelen voortvattend zanddriftgevoelig, lokale peilwater Echtheid		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276
IJzandSchem		Schaal: 1:1.000	Deur: 0206 0276

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,130
d 15 [mm]	0,155
d 50 [mm]	0,311
d 60 [mm]	0,363
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	2,798
$d_{90} / d_{10} [-]$	5,200
$C_c [-]$	1,059

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,317
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	0,346
$F_m [-]$	1,804
$U_{16} [-]$ [16µm - 2mm]	40,47

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,142
D 15 [mm]	0,168
D 60 [mm]	0,370
D 90 [mm]	0,677
$C_u = D_{60} / D_{10} [-]$	2,606
$D_{90} / D_{10} [-]$	4,770
$U [-]$ [63µm - 2mm]	37,911

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	1,5	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	8,9	8,0	100,0		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	19,3	16,0	100,0		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	1,9	0,250	35,5	22,4	100,0		
	0,020	2,0	0,355	58,7	31,5	-		
	0,030	-	0,500	78,1	45,0	-		
	0,038	2,4	0,710	92,0	63,0	-		
	0,045	2,5	1,000	97,3				
	0,063	2,8	1,400	99,3				
		2,000	99,8					

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Zs1g1
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-001
Monster 6

Diepte +2,75 m tot +1,95 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 58234-5

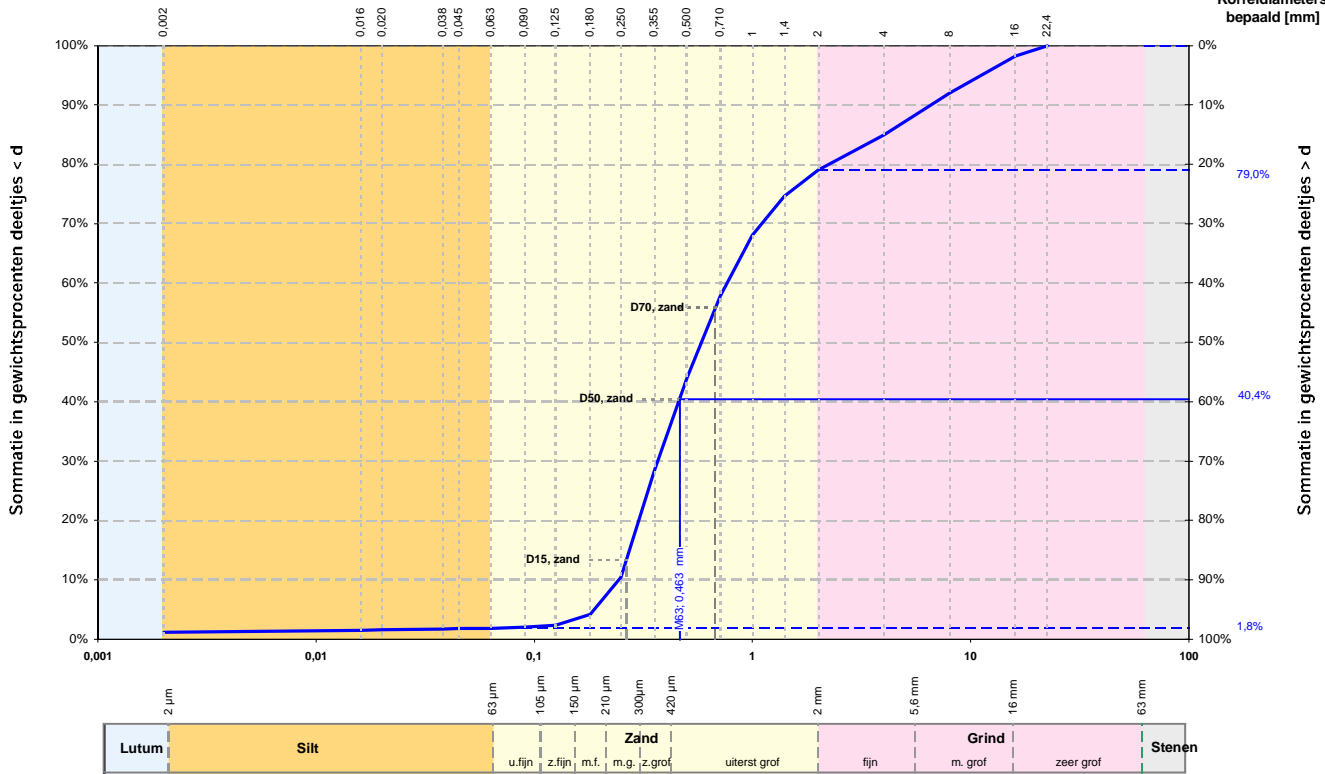


Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,244
d 15 [mm]	0,273
d 50 [mm]	0,583
d 60 [mm]	0,765
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	3,130
$d_{90} / d_{10} [-]$	26,959
$C_c [-]$	0,727

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,463
M_{2000} [mm]	6,3
D_m [mm]	1,407
$F_m [-]$	3,213
$U_{16} [-]$ [16μm - 2mm]	25,93

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,239
D 15 [mm]	0,265
D 60 [mm]	0,556
D 90 [mm]	1,180
$C_u = D_{60} / D_{10} [-]$	2,330
$D_{90} / D_{10} [-]$	4,942
$U [-]$ [63μm - 2mm]	24,446

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	1,1	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	2,3	8,0	91,9		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	4,1	16,0	98,2		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	1,5	0,250	10,4	22,4	100,0		
	0,020	1,6	0,355	28,3	31,5	-		
	0,030	-	0,500	43,9	45,0	-		
	0,038	1,7	0,710	57,8	63,0	-		
	0,045	1,8	1,000	68,1				
	0,063	1,8	1,400	74,6				
		2,000	79,0					

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Zs1g3
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-001
Monster 8

Diepte +1,75 m tot +0,55 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 58234-5

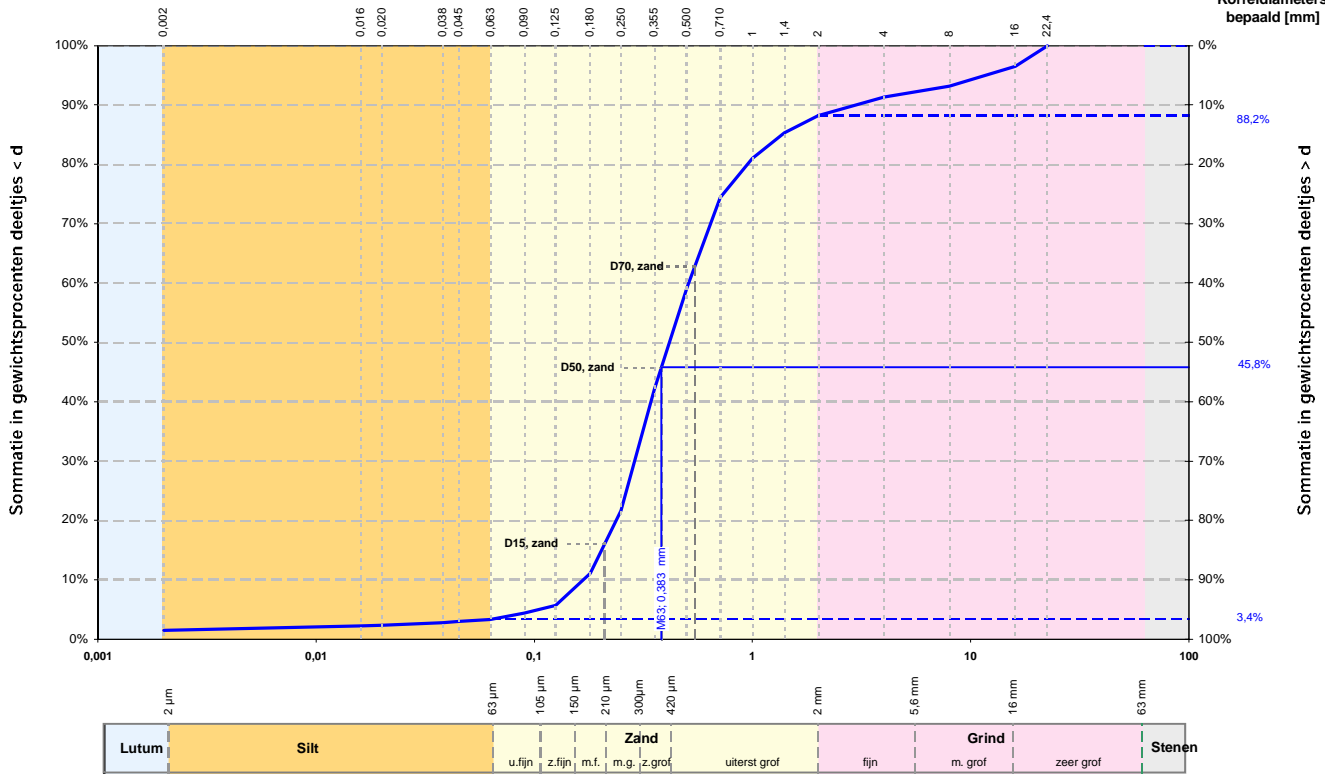


Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,168
d 15 [mm]	0,204
d 50 [mm]	0,416
d 60 [mm]	0,510
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	3,037
$d_{90} / d_{10} [-]$	17,802
$C_c [-]$	0,976

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,383
M_{2000} [mm]	9,8
D_m [mm]	0,727
$F_m [-]$	2,630
$U_{16} [-]$ [16μm - 2mm]	34,42

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,185
D 15 [mm]	0,211
D 60 [mm]	0,453
D 90 [mm]	0,937
$C_u = D_{60} / D_{10} [-]$	2,456
$D_{90} / D_{10} [-]$	5,073
$U [-]$ [63μm - 2mm]	30,705

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	1,5	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	5,7	8,0	93,1		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	11,0	16,0	96,5		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	2,2	0,250	21,6	22,4	100,0		
	0,020	2,3	0,355	42,0	31,5	-		
	0,030	-	0,500	59,2	45,0	-		
	0,038	2,8	0,710	74,4	63,0	-		
	0,045	3,0	1,000	81,0				
	0,063	3,4	1,400	85,3				
		2,000	88,2					

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Zs1g2
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-002
Monster 6

Diepte +2,17 m tot +0,67 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 58234-5



Wiertsema & Partners

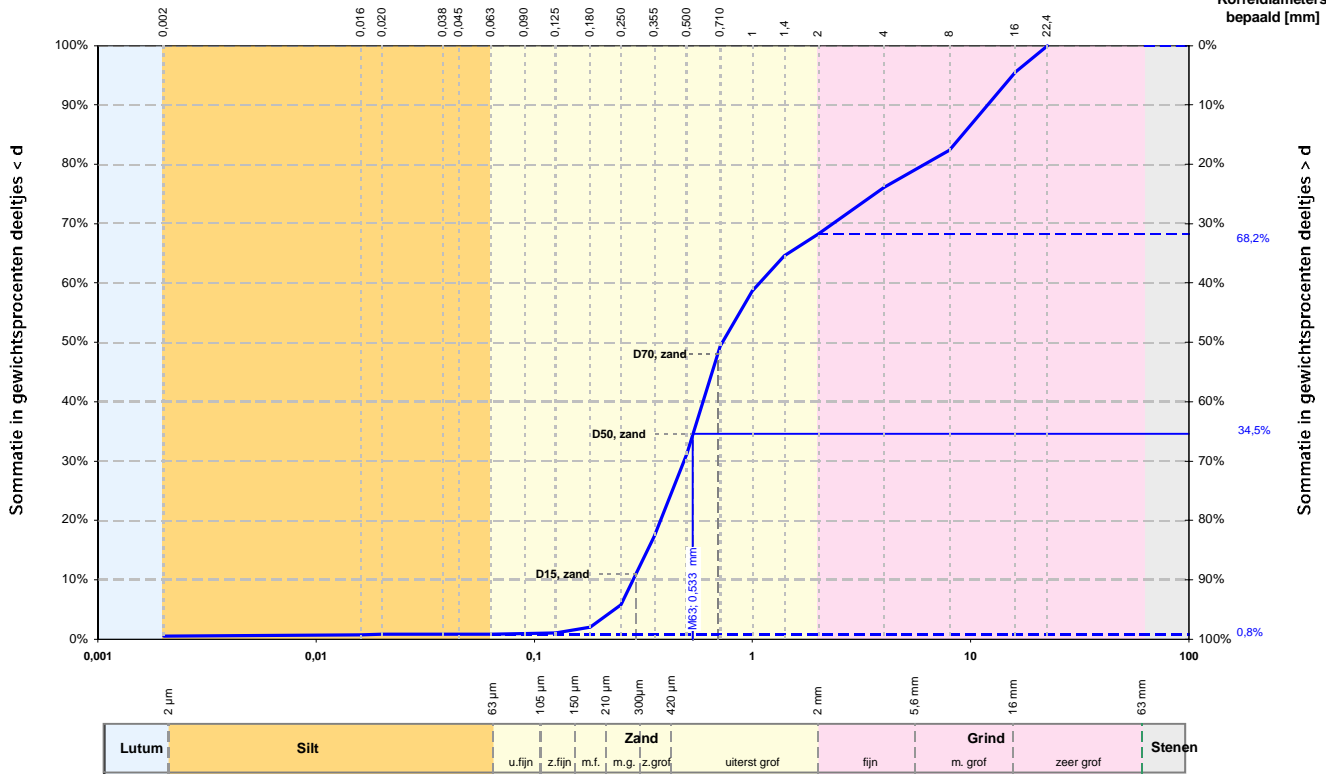
RAADGEVEND INGENIEURS

AKKOORD

LAB

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,284
d 15 [mm]	0,331
d 50 [mm]	0,728
d 60 [mm]	1,077
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	3,787
$d_{90} / d_{10} [-]$	41,977
$C_c [-]$	0,766

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,533
M_{2000} [mm]	8,8
D_m [mm]	2,662
$F_m [-]$	3,789
$U_{16} [-]$ [16µm - 2mm]	22,77

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,264
D 15 [mm]	0,293
D 60 [mm]	0,607
D 90 [mm]	1,173
$C_u = D_{60} / D_{10} [-]$	2,297
$D_{90} / D_{10} [-]$	4,437
$U [-]$ [63µm - 2mm]	21,865

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	0,5	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	1,0	8,0	82,4		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	2,0	16,0	95,6		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,7	0,250	5,8	22,4	100,0		
	0,020	0,8	0,355	17,3	31,5	-		
	0,030	-	0,500	31,3	45,0	-		
	0,038	0,8	0,710	49,3	63,0	-		
	0,045	0,8	1,000	58,7				
	0,063	0,8	1,400	64,6				
		2,000	68,2					

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Gz4
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-002
Monster 7

Diepte +0,67 m tot -0,33 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 58234-5

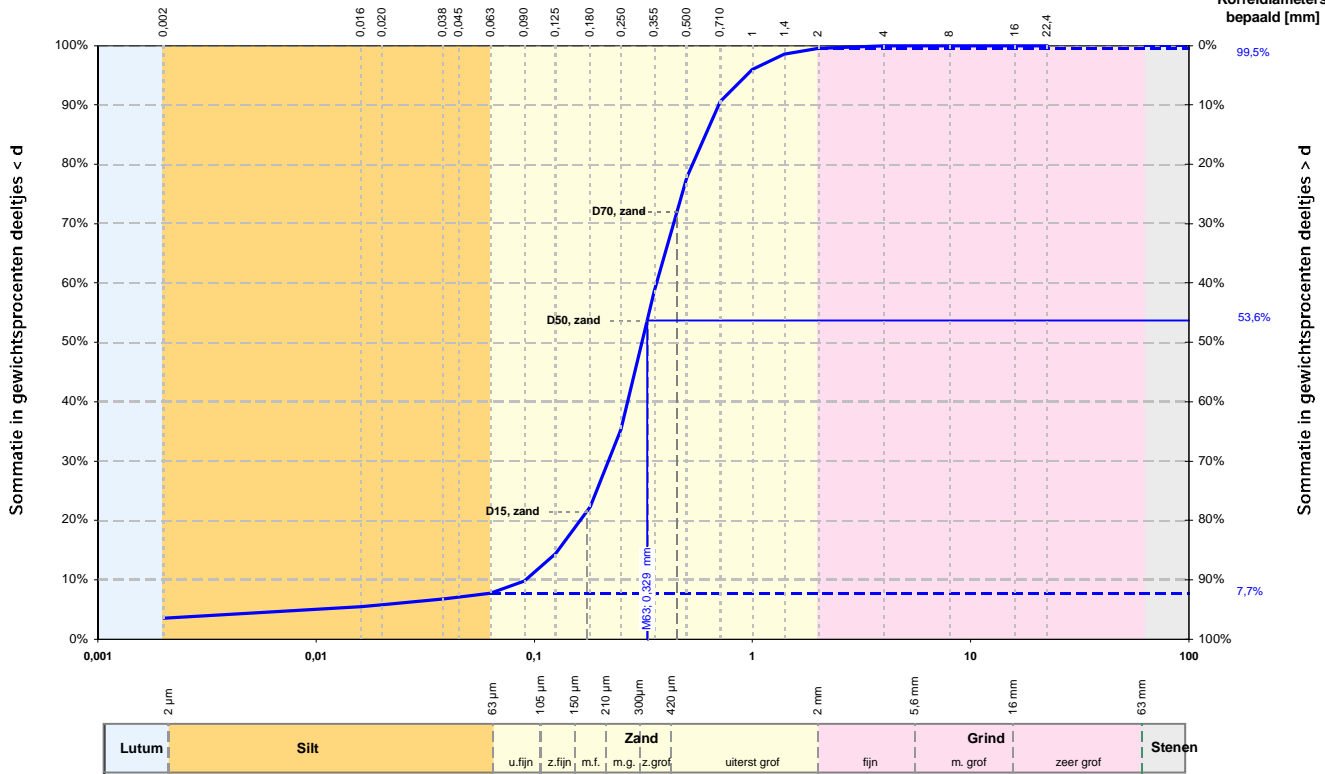
AKKOORD
LAB



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,091
d 15 [mm]	0,129
d 50 [mm]	0,312
d 60 [mm]	0,364
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	3,987
$d_{90} / d_{10} [-]$	7,658
$C_c [-]$	1,437

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,329
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	0,342
$F_m [-]$	1,769
$U_{16} [-]$ [16μm - 2mm]	44,02

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,140
D 15 [mm]	0,174
D 60 [mm]	0,383
D 90 [mm]	0,706
$C_u = D_{90} / D_{10} [-]$	2,725
$D_{90} / D_{10} [-]$	5,029
$U [-]$ [63μm - 2mm]	37,136

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	3,5	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	14,4	8,0	100,0		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	22,3	16,0	100,0		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	5,5	0,250	35,4	22,4	100,0		
	0,020	5,8	0,355	58,6	31,5	-		
	0,030	-	0,500	77,8	45,0	-		
	0,038	6,8	0,710	90,6	63,0	-		
	0,045	7,1	1,000	96,0				
	0,063	7,7	1,400	98,6				
		2,000	99,5					

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Zs1g1
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

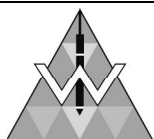
Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-003
Monster 4

Diepte +4,20 m tot +3,80 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 58234-5

AKKOORD
LAB

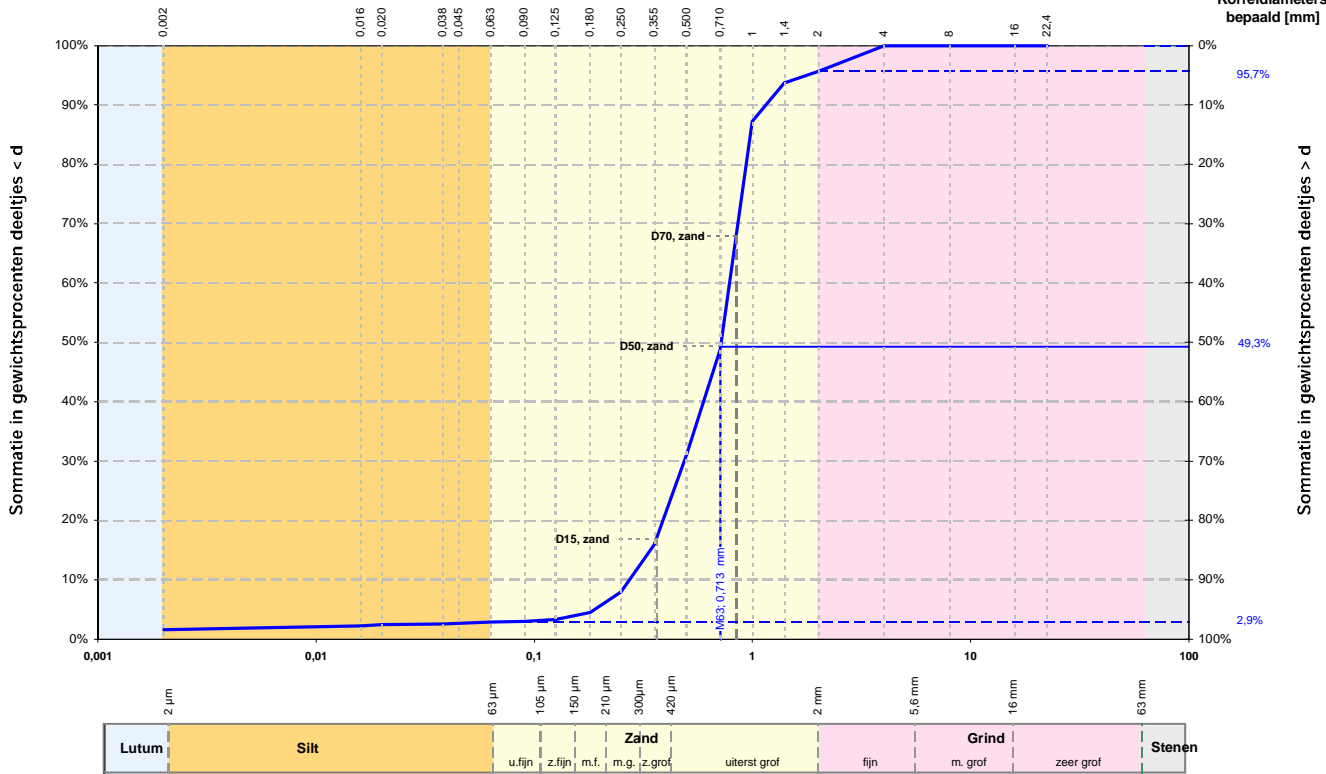


Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,273
d 15 [mm]	0,340
d 50 [mm]	0,717
d 60 [mm]	0,784
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	2,872
$d_{90} / d_{10} [-]$	4,229
$C_c [-]$	1,102

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,713
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	0,688
$F_m [-]$	2,745
$U_{16} [-]$ [16μm - 2mm]	21,26

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,301
D 15 [mm]	0,362
D 60 [mm]	0,774
D 90 [mm]	0,993
$C_u = D_{60} / D_{10} [-]$	2,576
$D_{90} / D_{10} [-]$	3,302
$U [-]$ [63μm - 2mm]	18,756

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	1,6	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	3,3	8,0	100,0		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	4,5	16,0	100,0		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	2,2	0,250	8,0	22,4	100,0		
	0,020	2,4	0,355	15,9	31,5	-		
	0,030	-	0,500	31,3	45,0	-		
	0,038	2,6	0,710	48,8	63,0	-		
	0,045	2,7	1,000	87,2				
	0,063	2,9	1,400	93,7				
		2,000	95,7					

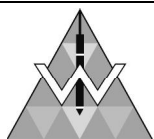
Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Zs1g1
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-003
Monster 7
Diepte +2,60 m tot +1,60 m
Referentie niveau NAP



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

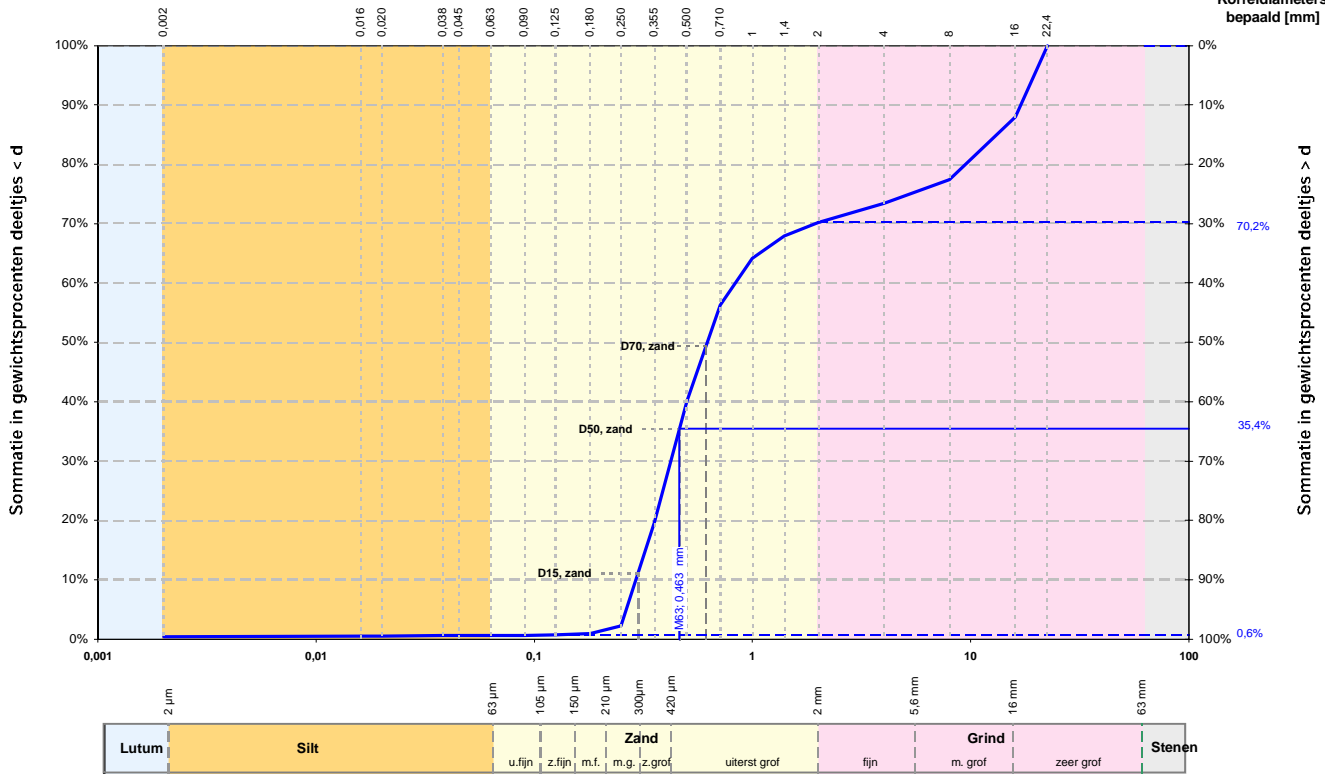
Projectnr. 58234-5

AKKOORD

LAB

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,293
d 15 [mm]	0,324
d 50 [mm]	0,619
d 60 [mm]	0,834
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	2,849
$d_{90} / d_{10} [-]$	57,827
$C_c [-]$	0,731

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,463
M_{2000} [mm]	13,3
D_m [mm]	3,485
$F_m [-]$	3,792
$U_{16} [-]$ [16 μm - 2mm]	23,21

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,279
D 15 [mm]	0,299
D 60 [mm]	0,526
D 90 [mm]	0,962
$C_u = D_{60} / D_{10} [-]$	1,885
$D_{90} / D_{10} [-]$	3,450
$U [-]$ [63 μm - 2mm]	22,576

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	0,4	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	0,7	8,0	77,4		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	1,0	16,0	88,0		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,5	0,250	2,2	22,4	100,0		
	0,020	0,5	0,355	19,6	31,5	-		
	0,030	-	0,500	40,1	45,0	-		
	0,038	0,6	0,710	56,3	63,0	-		
	0,045	0,6	1,000	64,2				
	0,063	0,6	1,400	67,9				
		2,000	70,2					

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Zs1g3
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-003

Monster 9

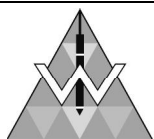
Diepte +0,80 m tot -0,40 m

Referentie niveau NAP

Projectnr. 58234-5

AKKOORD

LAB

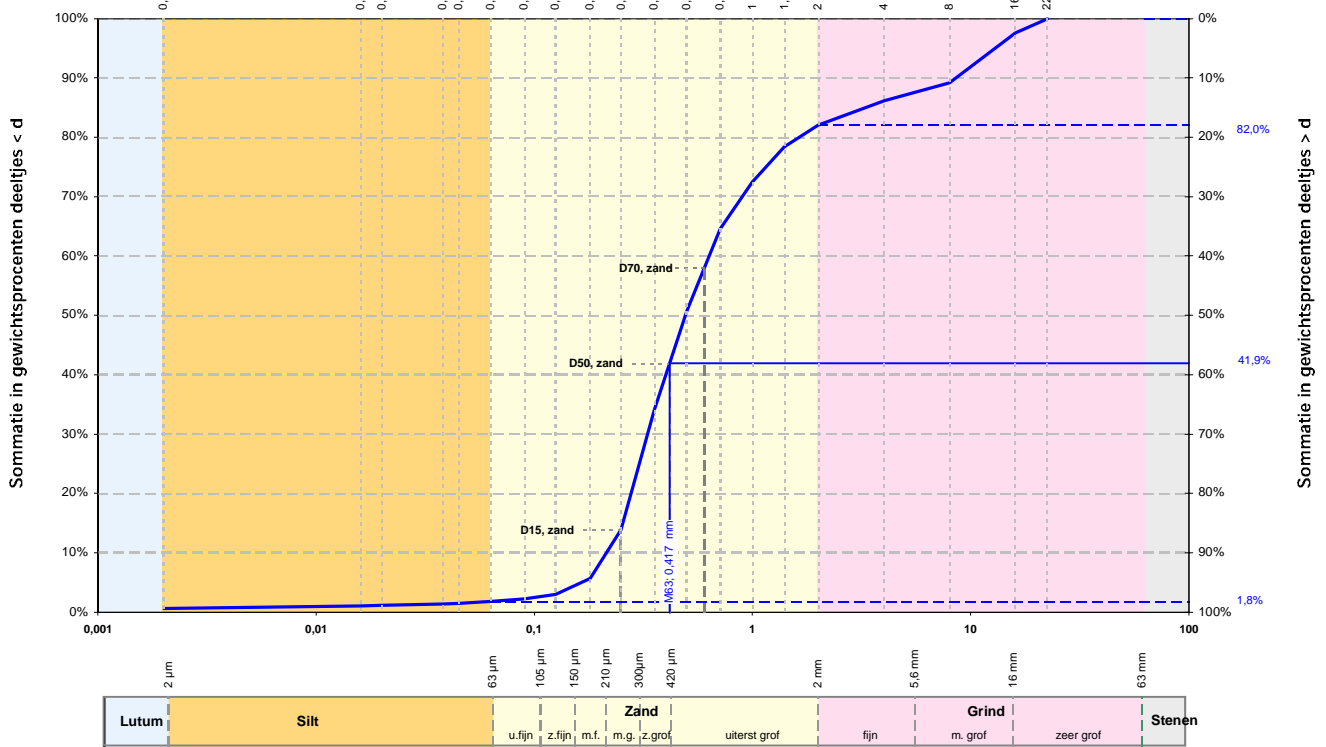


Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,214
d 15 [mm]	0,255
d 50 [mm]	0,492
d 60 [mm]	0,632
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	2,954
$d_{90} / d_{10} [-]$	40,010
$C_c [-]$	0,810

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,417
M_{2000} [mm]	9,3
D_m [mm]	1,493
$F_m [-]$	3,017
$U_{16} [-]$ [16 μm - 2mm]	29,89

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,212
D 15 [mm]	0,249
D 60 [mm]	0,492
D 90 [mm]	1,089
$C_u = D_{90} / D_{10} [-]$	2,318
$D_{90} / D_{10} [-]$	5,137
$U [-]$ [63 μm - 2mm]	27,168

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	0,6	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	3,0	8,0	89,2		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	5,7	16,0	97,6		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	1,0	0,250	13,9	22,4	100,0		
	0,020	1,1	0,355	34,0	31,5	-		
	0,030	-	0,500	50,7	45,0	-		
	0,038	1,4	0,710	64,6	63,0	-		
	0,045	1,5	1,000	72,5				
	0,063	1,8	1,400	78,4				
		2,000	82,0					

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Zs1g3
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-005
Monster 6

Diepte +1,73 m tot -0,47 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 58234-5

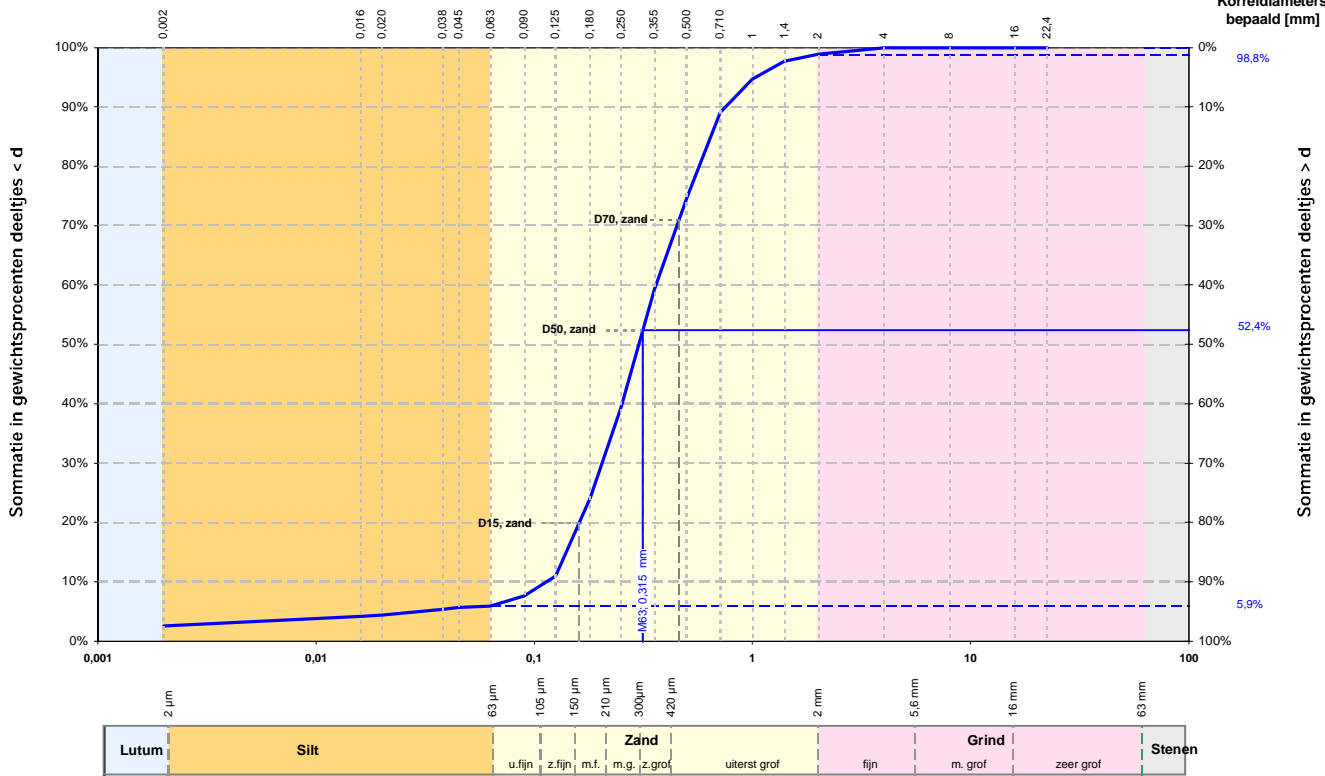
AKKOORD
LAB



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,113
d 15 [mm]	0,140
d 50 [mm]	0,302
d 60 [mm]	0,361
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	3,186
$d_{90} / d_{10} [-]$	6,628
$C_c [-]$	1,019

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,315
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	0,352
$F_m [-]$	1,814
$U_{16} [-]$ [16μm - 2mm]	43,55

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,141
D 15 [mm]	0,160
D 60 [mm]	0,375
D 90 [mm]	0,732
$C_u = D_{90} / D_{10} [-]$	2,667
$D_{90} / D_{10} [-]$	5,205
$U [-]$ [63μm - 2mm]	37,960

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	2,6	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	11,0	8,0	100,0		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	24,1	16,0	100,0		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	4,2	0,250	39,3	22,4	100,0		
	0,020	4,4	0,355	59,2	31,5	-		
	0,030	-	0,500	74,8	45,0	-		
	0,038	5,4	0,710	89,1	63,0	-		
	0,045	5,7	1,000	94,7				
	0,063	5,9	1,400	97,7				
		2,000	98,8					

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Zs1g1
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

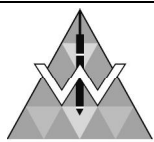
Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-007
Monster 6

Diepte +3,55 m tot +2,15 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 58234-5

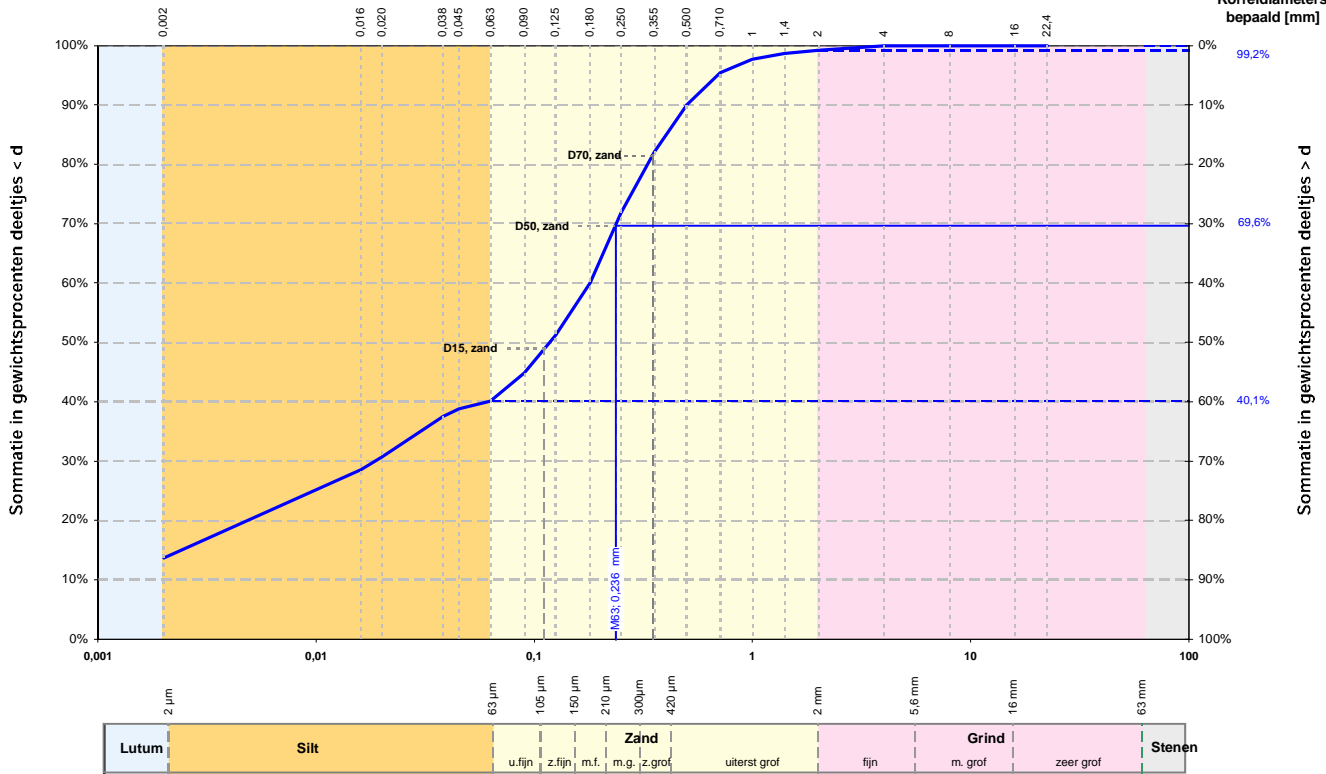
AKKOORD
LAB



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	-
d 15 [mm]	0,002
d 50 [mm]	0,118
d 60 [mm]	0,180
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	-
$d_{90} / d_{10} [-]$	-
$C_c [-]$	-

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,236
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	-
$F_m [-]$	0,901
$U_{16} [-]$ [16µm - 2mm]	103,97

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,095
D 15 [mm]	0,111
D 60 [mm]	0,285
D 90 [mm]	0,619
$C_u = D_{60} / D_{10} [-]$	2,984
$D_{90} / D_{10} [-]$	6,493
$U [-]$ [63µm - 2mm]	51,637

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	13,7	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	51,2	8,0	100,0		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	60,0	16,0	100,0		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	28,5	0,250	71,8	22,4	100,0		
	0,020	30,7	0,355	82,0	31,5	-		
	0,030	-	0,500	90,0	45,0	-		
	0,038	37,5	0,710	95,4	63,0	-		
	0,045	38,8	1,000	97,7				
	0,063	40,1	1,400	98,7				
		2,000	99,2					

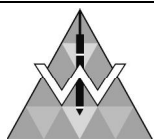
Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Kz2g1
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-009
Monster 6
Diepte +4,47 m tot +4,22 m
Referentie niveau NAP



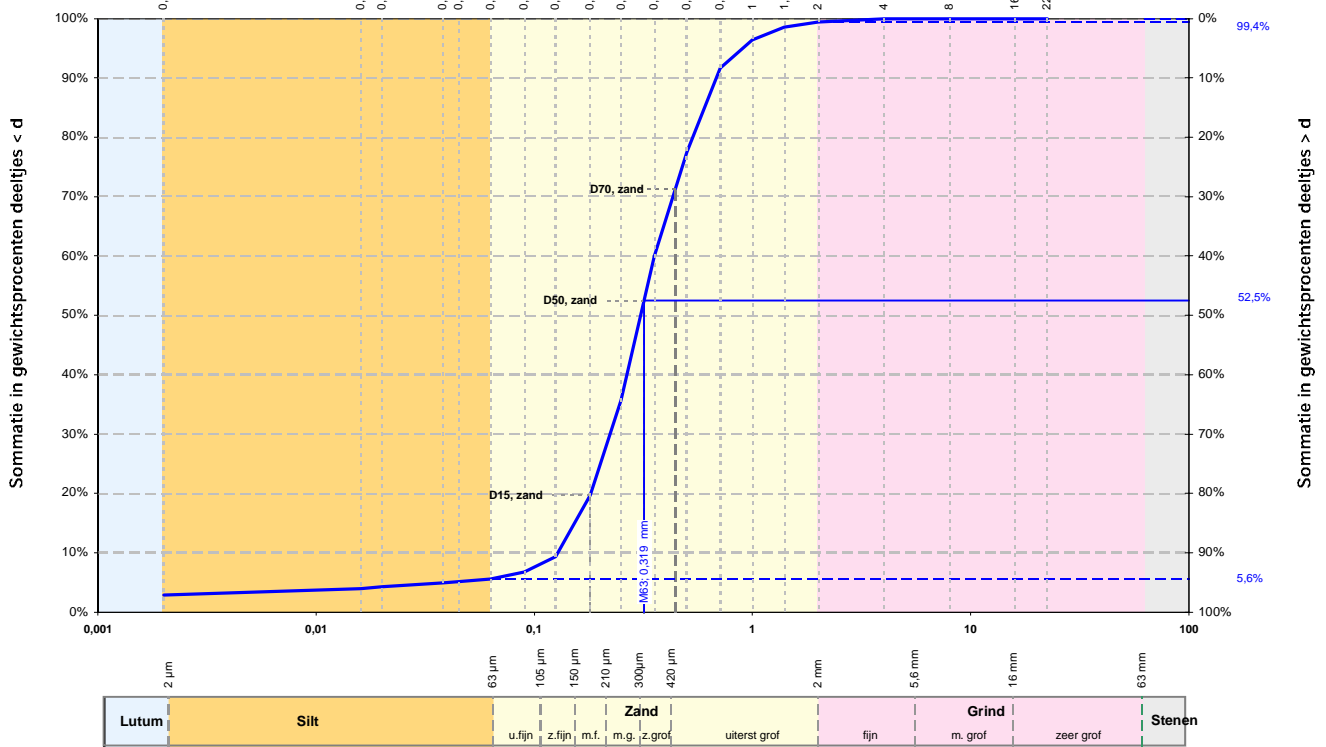
Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Projectnr. 58234-5



Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,128
d 15 [mm]	0,153
d 50 [mm]	0,308
d 60 [mm]	0,356
$C_u = d_{60} / d_{10} [-]$	2,779
$d_{90} / d_{10} [-]$	5,319
$C_c [-]$	1,088

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,319
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	0,345
$F_m [-]$	1,817
$U_{16} [-]$ [16µm - 2mm]	41,25

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,152
D 15 [mm]	0,180
D 60 [mm]	0,369
D 90 [mm]	0,681
$C_u = D_{60} / D_{10} [-]$	2,421
$D_{90} / D_{10} [-]$	4,470
$U [-]$ [63µm - 2mm]	36,348

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	2,9	0,106	-	4,0	100,0		
Silt	0,004	-	0,125	9,3	8,0	100,0		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	19,7	16,0	100,0		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	4,0	0,250	35,7	22,4	100,0		
	0,020	4,3	0,355	59,9	31,5	-		
	0,030	-	0,500	77,5	45,0	-		
	0,038	4,9	0,710	91,7	63,0	-		
	0,045	5,1	1,000	96,4				
	0,063	5,6	1,400	98,5				
		2,000	99,4					

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	Zs1g1
Gehalte humus	gloeiverlies, 500°C, 4h
Kalkgehalte	gloeiverlies, 900°C, 2h
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

versie: 13.1

Projectnaam versterkingsmaatregel verticaal zanddicht geotextiel, locatie polder Echteld
IJzendoorn

Boring B-010
Monster 6

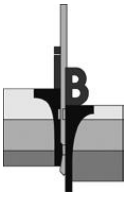
Diepte +4,32 m tot +2,12 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 58234-5



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS





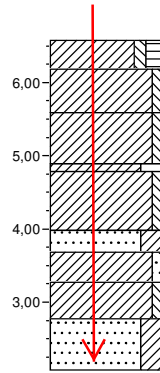
Opdracht: 02P007749

Project: Installatie waterspanningsmeters tbv pipingonderzoek Willemspolder te Tiel

Boring: WSM-01
Uitvoering op: 03-06-2016

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1
Maaiveldhoogte [m]: 6,58 N.A.P.

Classificatie volgens NEN 5104
x-coördinaat [m RD]: 164935,00
y-coördinaat [m RD]: 435077,00

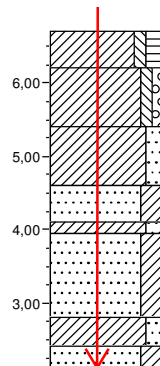


0,00	
0,40	Klei, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, donker grijsbruin
1,00	Klei, zwak siltig, zwak roesthoudend, licht grijsbruin
1,70	Klei, zwak siltig, zwak roesthoudend, grijsbruin
1,80	Klei, sterk zandig, zwak roesthoudend, grijsbruin
	Klei, zwak siltig, donkergrijs
2,60	
2,90	Zand, matig fijn, kleiig, lichtbruin
3,30	Klei, zwak zandig, donkergrijs
3,80	Klei, zwak siltig, laagjes zand, donkergrijs
3,80	Zand, matig fijn, kleiig, donkergrijs
4,50	

Boring: WSM-02
Uitvoering op: 03-06-2016

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1
Maaiveldhoogte [m]: 6,71 N.A.P.

Classificatie volgens NEN 5104
x-coördinaat [m RD]: 164906,00
y-coördinaat [m RD]: 435072,00



0,00	
0,50	Klei, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, donker grijsbruin
	Klei, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, bruin grijs
1,30	Klei, matig zandig, matig roesthoudend, laagjes zand, bruin grijs
2,10	Zand, matig fijn, kleiig, bruin grijs
2,60	
2,75	Klei, matig zandig, matig roesthoudend, bruin grijs
	Zand, matig fijn, kleiig, bruin grijs
3,90	
4,30	Klei, matig zandig, donkergrijs
4,60	Zand, matig fijn, kleiig, donkergrijs

C Visuele waarnemingen

- C1 Legenda bij wellenoverzichten
- C2 Wellenoverzicht 1^e hoogwater (14-17 januari 2016)
- C3 Wellenoverzicht 2^e hoogwater (3-8 februari 2016)
- C4 Wellenoverzicht 3^e hoogwater (12-15 februari 2016)
- C5 Wellenoverzicht 4^e hoogwater (1-8 juni 2016)
- C6 Wellenoverzicht 5^e hoogwater (16-19 juni 2016)

Legenda bij wellenoverzichten

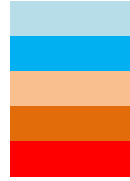
kleine wel - watervoerend

talud uitstroom - watervoerend

kleine wel - zandmeevoerend

grote wel (>0,50 m) - zandmeevoerend

grote wel (>0,50 m) - sterk zandmeevoerend



als er meerdere wellen zijn, dan is de kleur aangegeven van de meest significante wel
als dat in het wellenboek is aangegeven, dan is de grootte van de wel genoteerd

- 0 geen activiteit
- geen beschrijving
- = gelijk
- +1 een nieuwe wel

Datum	Tijd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (30)	11(21)	12 (22)	13 (23)	14 (24)	Opmerkingen
voorbeeld!	xx:xx	1	1. zandtong	2. 20-40 cm												
14-01-16	15:20	0	0	0	0	0	0	0	s ochtends al	omgevingswater?						In de ochtend is al een wel waargenomen in 8. Foto's gemaakt van de nul-situatie tussen 15:20 en 16:00
14-01-16	23:02	0	0	0	? (wel of regen?)	0	0	0	=	0						Ronde tot 23:17. Om 23:54 pomp aan, na vrijwel geheel doorsneden zuigbuis om 23:20. Snel verholpen door aannemer!
15-01-16	00:48	0	0	0	moet regenwater zijn geweest	0	0	0	=	uitstroompunt nu boven waterpeil	lijkt vooral talud-ontwatering					Ronde tot 1:06 in omgekeerde richting (eerst pomp, dan 9 t/m 1). Ruim een decimeter afgemalen.
15-01-16	02:00	0	0	0	0	0	0	0	sterker geworden (O2-oostzijde)	kleiner dan 8, aan westkant						Ronde tot 2:28 in normale volgorde. Buitenwaterstand nu ongeveer NAP +6.33m
15-01-16	03:05	0	0	water kan niet weg vanwege dammetje in langssloot												Ronde tot 3:30 in normale volgorde. Meerdere dammen/obstakels in langssloot. Pomp uitgezet aan einde ronde.
15-01-16	04:03	0	0	0	2e wel (zie comment)	0	0	0								Ronde tot 4:29, volgorde 1 t/m 9 + 4 nogmaals. Peil was aardig gestegen, pomp halfhoog aangezet, binnen 10 minuten droog. Bordje 9 geplaatst.
15-01-16	05:04	0	0	0	2	0	0	0								Ronde tot 5:28, volgorde 1 t/m 9 + 4 nogmaals.
15-01-16	06:20	-	-	-		0	0	0								watervorend helder in 8
15-01-16	06:20	-	-	-		0	0	0								kleine instorting om de talud in 8: talud nat op de kop in 9
15-01-16	07:00	-	-	-	2	0	0	0								waterpeel sloot weer laag: talud op de hop in 5 en 7 is natter dan verderop: vrij veel water (helder stroompje) uit talud in 8 met zandafzetting
15-01-16	08:00	-	-	-		0	0	0								helder stroompje met wat zandafzetting in 9
15-01-16	09:00	-	2	20 cm en 40 cm		0	0	0								troebel water in 4
15-01-16	10:00	-	2	2 70cm en 10-40cm	3	20,10 en 15 cm	0	0								2 grote wellen naast elkaar en 1 midden sloot in 4: water komt weer hoger uit talud en kleine instorting in 9
15-01-16	11:00	-	=	=	=	=	0	0								borrelen en licht zand uit de kleine wel in 3:
15-01-16	12:00	-	=	=	=	=	0	0								veel zand transport e krater 3 m lang en 20-30cm dik in 7: 2 kleine uittredepunten van water en zand bij de langssloot in 9
15-01-16	13:00	-	=	=	=	>	0	0								flinke zanduitloper wordt steeds groter in 4: veel zand transport (ca 1/2 m3) in 7
15-01-16	14:00	-	=	=	+6	4-25cm	0	0	25cm	zandtong: 2.5 m						
15-01-16	15:00	-	=	=	=	=	0	0	=	=						zandtong: 60cm langer
15-01-16	16:00	0	0	0	4	0	0	0								4 kraters met 3 actieve zmw wellen in 4: ongeveer 40cm water in sloot 6: sloot 8 "zit vol met sigarettenrook";
15-01-16	17:00	0	0	0	3	0	0	0				2	4/8 cm en 6/13 cm	3	1: 4/10 cm	3
15-01-16	18:00	0	0	0	=	0	0	0								monsters vanuit 3 (3 soeplepels rond krater en 3 rond de zandtong)
15-01-16	19:00	0	0	0	=	0	0	0								3 monsters vanuit 22 (rand van de krater, zijkant krater en zandtong): 0.5m krater diep in 22: het is donker: niet goed te zien (23-24-21)
15-01-16	20:00	0	0	0	8	0	0	0								breder krater in 7: uittredepunt is 30cm stroomafwaarts verschuiven in 22: troebel water in 24
15-01-16	21:00	0	1	10 cm	=	0	0	0								4nieuwe kleine wellen en 2 gestopt in 3:
15-01-16	22:00	0	0	0	=	1	0	0				+1				geen activiteit meer in 2: wel aan het einde van de slot is de meest actief in 3: gerooite wel borrelt meer in 23: wel is gestopt maar een nieuwe in 21
15-01-16	23:00	0	0	0	3	0	0	0								troebel water
16-01-16	00:00	0	0	0	=	0	0	0								troebel water
16-01-16	01:00	0	0	0	=	0	0	0								grove zand vanuit grote wel in 3: nieuwe niet zmw well in 7
16-01-16	02:00	0	0	0	=	0	0	0								mist: we kunnen niet goed zien
16-01-16	03:00	0	0	0	=	0	0	0								mist: we kunnen niet goed zien
16-01-16	04:00	0	0	0	=	0	0	0								groter wel in 30
16-01-16	05:00	0	0	0	=	0	0	0								belletjes
16-01-16	06:00	0	0	0	=	0	0	0								weinig tot geen zandafzetting in 3
16-01-16	07:00	0	5 a 6 kleine wellletjes, waarvan 1 'halve maan' in de kant		=	0	0	0								troebel/belletjes
16-01-16	08:00	0	=	=	=	0	0	0								zandtong: 41 cm langer
16-01-16	09:42	0	=	=	=	0	0	0								zandtong: 20 cm langer
16-01-16	10:41	0	1	10 cm?	=	8	0	0								zandtong: 13 cm langer (vorige keer niet)
16-01-16	12:01	0	2													zandtong 148 (l) cm gegroeid
16-01-16	13:20	1	extreem klein	andere alleen water												zandtong halverwege in langssloot
16-01-16	14:46	1	extreem klein	andere alleen water												zandtong 12 cm langer
16-01-16	15:00															zandtong: 41 cm langer
16-01-16	16:00															schone waterwel+kokende wel onderin (hetzelfde)
16-01-16	17:00			lager wellen												zandtong: 13 cm langer
16-01-16	18:00															zandtong: 148 (l) cm gegroeid
16-01-16	19:00															zandtong 20 cm langer
16-01-16	20:00															zandtong: 13 cm langer
16-01-16	21:00															zandtong: 13 cm langer
16-01-16	22:00															zandtong: 13 cm langer
16-01-16	23:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	00:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	01:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	02:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	03:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	04:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	05:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	06:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	07:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	08:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	09:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	11:00															zandtong: 13 cm langer
17-01-16	12:00	0	0	0												zandtong: 13 cm langer
17-01-16	13:30	-	-	-												zandtong: 13 cm langer

Datum	Tijd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Opmerkingen	10 (30)	11(21)	12 (22)	13 (23)	14 (24) / hoek bij ks3	10a (bij 2)	bij pomp	achtersloot achter 2	25 (9m oost v. K30)	achtersl. achter 21		
03-02-16	15:00	te hoog slootpeil	te hoog slootpeil	te hoog slootpeil	te hoog slootpeil						15:00 aanvoer pomp. Slooppeil iets boven oude piket. Dam bij 7 moet verhoogd. Inspectie van 9 naar 1, tot 15:40. Afvoer water met stationaire pomp + ronddraaiende kraan. Vanaf 16:43 aanleg dam 2 net ten westen van wel 30.	te hoog slootpeil	te hoog slootpeil	(ook kwijt)	te hoog slootpeil	verdwenen (bordje drijft in het water)	te hoog slootpeil	(ontstond later)	-				
03-02-16	17:23	0	0	0	bellefjes, nog onder water af en toe bellefje, water is nog diep						Rondje tot 17:30. Circa 17:40 houten paal bij wsm 10 aangeraakt, dat leidde tot plotseling opwellend water (-> drukval)	0 (weggegraven)	0										
04-02-16	07:30	0, door graven water-diepte omlaag tot 1dm	0, door graven water-diepte omlaag tot 1dm	0, water is nog diep	0						2 inspecties, 2e ks1 t/m 4 van 8:05 tot 8:17. Piket bij dam 1 (bij ks7) op waterlijn. Stijgt snel. Water is troebel maar rustig. Peil is afgelopen nacht zo'n 30-40cm opgekomen												
04-02-16	09:05	0	0	1 (5cm)	0											enige activiteit	3 (3cm)						
04-02-16	12:53	circa 20 stuks (grootste 4-5 cm)	circa 30 stuks, grootste circa 3 cm, allemaal in 2/3 deel van de sloot bij kop	3 bij elkaar	1						Rondje tot 13:20. Pomp al uit om 13:13 - om te weten hoe snel het stijgt en of de grote wel in ks 3 zwakker wordt richting de avond. Dam bij ks 7 moet vanmiddag nog worden opgehoogd.	1, niet veront-rustend					1 (5-7 cm)	zwak onver-anderd					
04-02-16	17:08	kraterfjes iets gegroeid meerdere wellen lopen weer (vermoedelijk net herstart)	kraterfjes iets gegroeid	meerdere wellen, grootste nabij kop (7-8 cm)	te diep water voor details, maar de wel is zeker niet sterk						Rondje tot 17:20 (bij 4), tot 17:27 (dam bij 7). Dammen zijn verhoogd. Stijging waterpeil is iets minder dan verwacht. Peil is nog onder drempel ks 2. Dam bij ks 7 is hoog genoeg, die bij pomp/30 mogelijk niet.	niet meer te zien (diep water)					1 (5-7 cm)						
05-02-16	09:04										Rondje tot 9:15. Pomp aan 7:30. Water was te hoog voor eerdere inspectie. Om 9:15 pas een paar cm onder piket bij pomp. Ondertussen is bedacht om vanmiddag - of liever zaterdagochtend - kopsloot 3 af te sluiten met zandzakken.						8:55 in langssloot wolk+bellefjes, zie video. 9:00 wel oogt nog rustig	1					
05-02-16	10:30	circa 20 stuks (grootste 7 cm)	circa 10, klein	circa 30 stuks, grootste 5 cm	dieper gegroeid sinds gistermiddag kooft actief (zie video), zandtong +60 cm, nieuwste zand lijkt fijner						Rondje tot 10:50. Bij aanvang was de sloot al goed leeg. Om 10:40 pomp stationair	1m naar westen, aan voet dam	1 - donker-grijs zand			alleen luchtbell	1 (5 cm)	1, in talud polderzijde, net ten westen van de pombrug					
05-02-16	13:13	onveranderd	onveranderd	onveranderd	wel in kop, zandtong +70 cm						Rondje tot 14:07. Wel in achtersloot: is er nog een tussenkleilaag onder ks 1 en ks 2? 13:33 pomp uit, 13:58 weer aan lvm monstername bij 3 (14:20-14:30). 14:40 pomp weer uit. Al langer aanwezig zandafzetting in achtersloot, circa 5 m westelijk van dam bij ks 7.	onver-anderd	1, zie foto P2051731		2 bij polder-talud	1, grijs zand, zie foto	zwak, diameter circa 30 cm, vaak luchtbell		donkergrijs zand enkele luchtbell, beetje stroming in vrij diep water	Ontdekt om 12:10, foto P2051737 is duidelijkst			
05-02-16	16:20	onveranderd	onveranderd	onveranderd	veel schuim, beetje onrust						Rondje tot 16:38, in omgekeerde volgorde. Waterniveau in sloot: bijna tot aan (voormalige) wel 21. 16:20 kwel aan binnentoe zomerkade oostelijk van 7 en een eindje westelijk van 9.	niets te zien	al de hele tijd geen enkele activiteit				onveranderd	Stecht zichtbaar, waarschijnlijk in deze categorie					
06-02-16	10:24	grootste 10-15cm, nog veel kleintjes	onveranderd	onveranderd	Interessante serie van geen naar veel naar iets minder zandtransport						Rondje tot 10:51. Om 8:30 bleek dam 1 bij ks 7 ernstig verzwakt aan de oostzijde, zie foto P2061775. 1 vracht klei ertegen (8:55 klaar). Preventief hetzelfde gedaan bij dam 2 bij pomp/ks 5. Pomp stationair om 10:51.						4						
06-02-16	12:23	grootste lijkt iets gegroeid (10-15 cm)	onveranderd	onveranderd	situatie niet veel veranderd						Rondje tot 12:36. Daarna handboring gemaakt in ks 2. Circa 40-50 cm zand, dan 10 cm kleige leemlaag, dan xx cm vrij vette grijze klei, daaronder zand. Met lepelboor tot xx cm in zandlaag gevoeld, daarna boor verwijderd om 12:54. Zie video P2061898.mov voor begin wel en ook beide foto's in WhatsApp-groep. Wel bij pomp: maatregel: zuigmond naar andere kant gelegd.	op zich stabiel onveranderd							zand verdwijnt direct in zuigmond (snel rustig bij geringe stijging)				
06-02-16	12:56	onveranderd	via boorgat, groeit snel	onveranderd	als gisteren rond deze tijd onveranderd						Rondje tot 13:11.												
06-02-16	14:40	meerdere wellen gegroeid, grootste is 10 bij 20 cm	Flink gegroeid, zandgehalte omlaag. Baak geplaatst. Redelijk gegroeid, niet veront-rustend voor de nacht	Zandtong circa 1 meter gegroeid	Zandtong circa halve meter gegroeid						Rondje tot 15:01	verdwenen onder bigbags - let op: bordje is tijdelijk verplaatst				lijkt weer heel veel zand mee te voeren	2	kooft flink, groei zandkrater valt mee	2				
06-02-16	16:54	grootste wel kooft alleen nog			3 - nu geen grijs zand meer						Rondje tot 17:15. Pomp uit om 17:11. Over wel bij pomp: eerdere gedachte over zandafzuiging door pomp is vermoedelijk onjuist geweest	3+1				1, niet zo veel materiaal meer	3+1	1, redelijk wat materiaal	2				
07-02-16	09:19	1 (+ veel kleine?)	2	Overgang naar andere zandkleur.	af en toe bellen op plaatsen van grotere wellen						Rondje tot 9:40. 7:04 pomp aan. Waterpeil in sloot tot boven piket bij pomp. Buitenwaterstand is net over top heen, zie afval op buitentalud. 9:19 slootpeil onder drempel ks 2. 9:40 beide dammen ogen solide.		schijnbaar niet actief				2+2	luchtbell					
07-02-16	09:55	1 iets actiever bij lager peil	1 wel, bij boorgat. Veel foto's rond monsternames: 10:05 vooral grijs bij oude rand, 10:12 meest verse afzetting	3 (2 grijs, 1 bruin)	1, zojuist herstart						Rondje tot 10:23. Om 10:20 pomp weer stationair gezet - 3:16 uur lang pompen dus.					grijs zand	stuk of 5	1	2, onverminderd actief				
07-02-16	11:30	circa 20 stuks, 1 is duidelijk het grootste	1, activiteit lijkt af te nemen	4	1, zandtong is verder gegroeid	1	1, zelfde als gisteren				Rondje tot 11:48, in omgekeerde volgorde.	Beetje water onder bigbags door, bordje staat weer goed.	geen activiteit			1, grijs zand	Veel bellen, geen duidelijke wellen in het water	4 (1+2+1)	1, grijs zand	2, ook 2 bellen-sporen, 2, lijkt actiever			
07-02-16	13:40	1+veel, onveranderd	1, weinig zandtransport meer	2	1 (grote wel is nu schoon)	2	1 (grote wel is nu schoon)				Rondje tot 14:45. 14:35 monster genomen bij nieuwe wel 25: grijs zand. Licht vervuld met klei uit de slootbodem.	bijna stil				2, zandtong 1.5-2m langer in 2,5 uur, ook grover zand zandtong doorgezet, materiaal lijkt grover, deels niet-grijs		1, groeit, niet alleen meer grijs	1	2, goed zichtbaar	1, grijs zand - monster genomen	2, eindje uit elkaar	
07-02-16	17:15	onveranderd	krater is verlaagd, weinig aanvoer	2	1	2	1				Rondje tot 17:38. 17:27 pomp uit. Achtersloot intensief geïnspecteerd, geen nieuwe wellen gevonden.	vrijwel stil				Inactief, begint bedekt te raken door zand uit wel 25	1+1	1, enigszins gegroeid	2, kleintjes zijn weg	1, zand is grover en deels bruin geworden	alleen oostelijke terug te vinden, zwak		
08-02-16	08:13										Rondje tot 8:17. 6:44 pomp aan. Waterpeil nog hoger dan gisteren, nu 30-40 cm onder middenpand. GZB-pand is nu tot aan oorspronkelijk maaiveld gevuld. Om 8:13 ongeveer 20 cm daling, nog te weinig om veel te zien.												
08-02-16	10:00	weer zelfde situatie, met 1 minder kleine wel	1, krater is verder verlaagd, de zandtong is verlengd (hangt met elkaar samen)	2	1						Rondje tot 10:32. Pomp stationair om 10:20. Peil bij dam bij ks 7 heeft oorspronkelijke maaiveld bereikt. Rivierpeil is enkele dm gezakt.	nog niet zichtbaar	geen activiteit			eerst 1 zichtbaar, grijs en bruin zand, 5 min later 1+2	1+1	1, gegroeid, niet alleen meer grijs	2 + meerdere kleinere in één van de kraters	1, hoge doorge-broken krater. Peil nog hoog.	zand leek stil onder water		
08-02-16	12:08	onveranderd	wel is praktisch schoon geworden	1	1 (grote wel is nu schoon)	1	1				Rondje tot 12:18. Het geheel overziend: nu de buitenwaterstand een paar decimeter is afgenomen voeren veel wellen alleen nog water zodra de 'in de nacht opgebouwde voorraad zand' is uitgespoeld, zo lijkt het. Wel 25 en de wel bij de pomp zijn nog het meest actief, naast de wel in de achtersloot - hoewel ook die in activiteit afgenomen lijkt te zijn. Wat is de toegevoegde waarde van de komende dagen door-observeren?		onveranderd			1, zandtransport lijkt niet heel groot		1+1	1, wat gegroeid tov gisteren bij laag water, 2 kleuren zand	2 + meerdere kleinere in één van de kraters	1, hoge krater-rand. Zandtong voor 2/3 voorbij ks 3		
08-02-16	13:24	onveranderd	onveranderd	1	1 (grote wel is nu schoon)	1	1				In overleg met Vera tegen 13u besloten om tijdelijk af te bouwen en bij de verwacht-hogere piek aan het eind van deze week terug te keren. Kort rondje tot 13:28. Pomp uit om 13:28.	zeer zwak stroompje				Inactief, bedekt door zand uit wel 25	1+1	1, iets gegroeid.	-		1, zandtong sluit bijna ks 3 af		

Datum	Tijd	1		2		3		4		5	6	7	8	9	Opmerkingen		
12-02-16	09:30																
12-02-16	13:30-14:30	bij geotextile stroomt water in	meerdere kleine zmw bij geotextile en een 3 m vanuit hoofd	2 wellen 6 meters vanuit kopsloot hoofd stofwolkjes (troubel water)		3 wellen verdeeld over KS	1 wel dichtbij KShoofd taluid	3 wellen in het midden van KS							pomp om 7uur aangezet, peil 30cm gezakt In Kopsloot 1: water stroomt bij kopsloot vanuit MV in sloot, troebel water, vele luchtbellen over hele kopsloot, 7 m vanuit kopsloothoogd aan talud. 13:00: peil nog steeds te hoog (5cm onder piket in water), 13:45: 2de pomp angezet + met water met bagger uit sloot geschept		
12-02-16	16:30	bij hoofd, wellen bij oud geotextiel inactief		2 wellen- wel van zand borrel is stil													
13-02-16	10:00	zeer klein welletje <0.10m, afstroom van mv = , zeer klein welletje <0.10m, afstroom van mv = = = = =	meerdere kleine zmw bij geotextile en een 3 m vanuit hoofd	zandtong grijs aan rand, bruin midden lijkt iets actiever. bruin krater en grijs zandtong tot langsloot zand in krater bruin, talud wordt ondergraven: afgezetten zand grijs 7m diep zandtong tot net voorbij - monsters genomen iets verder gegroid ; +30cm zandtong zandtong iets langer (ongeveer 20-30 cm) zandtong in de nacht niet veel gegroid zandtong niet nauwelijks gegroid; nog wel geringe afzetting van materiaal zandtong verspreid over lange afstand; ondiepe stuk van zandtong niet langer, wel iets breder	ook klein	zandtong	was gisteren schoon, nu zmw								Peil 0,5 m- onderkant piket. Besloten om peil wat te laten toenemen om wel 25 te laten kalmeren. Om		
13-02-16	11:00				welletjes												
13-02-16	11:25						niet zichtbaar										Peil 0.2 m-piket.
13-02-16	12:00						niet zichtbaar										Peil 0.15m-piket.
13-02-16	12:00																Peil 0.3m-piket, pomp uit.
13-02-16	13:00																12:45: Peil 0.1m-piket; 14:12 pomp uit en peil 0.3m onder piket; 15:00 pomp weer aan (peil ca 0.15m onder piket); 15:48 pomp weer uit (peil ca 0.25m onder piket)
13-02-16	16:30						alleen belletjes zichtbaar										16:45 : waterstand 5cm onder piket; water loopt over dan 1 keer, niveau tussenstuk 80cm onder nv
14-02-16	9:00-10:00							belletjes		belletjes							om 7:00 begonnen met pompen , 20 cm meer watre dan gisteren halverwegen bovenkant piket; 0:45 pomp uit ongeveer 30cm onder piket. Bij deze waterstand loopt 25 weer (20cm onder piket tot 0cm); 11:40 niveau bij piket en pomp aan
14-02-16	12:30-13:00				op verschillende plekken belletjes		weinig belletjes							13:00 pomp uit 20 cm onderpiket; 14:20 pomp aan (water stijgt sneller dan verwacht 5cm boven piket, 2 onder water); 15:45 - 10cm onder piket			
14-02-16	16:30				belletjes		belletjes							16:20 pomp uit , 20cm onder piket			
15-02-16	10:00				belletjes op meerdere plekken		belletjes							6:30 pomp aan, niveau half piket; 9:15 tot 0,50m onder piket; 10:50 pomp aan, 10cm onder piket; 11:05 pomp uit, 20cm onder piket; 12:00 pomp aan, ongeveer 1cm onder piket			
15-02-16	12:30				belletjes		belletjes							12:35 pomp uit, 20cm onder piket; alles rustig proberen of -30cm extra activiteit geeft; 13:30 pomp aan, bij piket; 14:45 pomp uit, -0.40cm t.o.v. piket			
15-02-16	16:30	een wel < 0,1m ; meerdere kleine			belletjes		belletjes							15:50 pomp aan, -15cm; 16:15 pomp uit , -40 cm			

10 (30)	11(21)	12 (22)	13 (23)	14 (24) / hoek bij ks3	10a (bij 2)	bij pomp	achtersloot achter 2	achtersloot achter 1-2 (A1)	achtersloot achter 2-3 (A2)	25 (9m oost v. K30)	achtersl. achter 21	
											6 m oostelijk van 21: wel uit achtertaluid drainage?	achtersloot 20m oost van 21; 25 cm diameter
						bij pomp in langsloot >0.5 m sterk ZMW	2 wellen			stof wolken in water te zien		
			brede kegel 0.6x1.5m			onder water niveau				sterk actief		
			90 cm			opborrelen op verschillende plekken	monster genomen midden wel. Material lijkt hetzelfde dan monster genomen uit wel 25			monster genomen uit midden wel		
							=			iets zmv, niet zichtbaar, gevoeld met hand. Niet zichtbaar, maar gevoeld: borrelen van kleiklumpen. Bijna geen materiaal afgezet		
							=			niet zichtbaar		
							drain; afvoer water sloot komt	2 wellen; niet veel zand; allebei 55cm, 0.3m diep	nieuw! actieve wel wordt snel groter	9cm wervelingen		
						belletjes		2 bruin wellen; lijken iets hoger geworden; grof ca. 55 cm diameter en 0.30cm diep; monsters genomen uit rand en midden	0.60m diep en 0.3m diameter	alleen belletjes zichtbaar		
								diameter= 0.9 m ; diepte=0.65m; nieuwe wel ernij 2 oude uitgedoofd; naten weer gegeven	zmv	Belletjes niet zichtbaar ; waarschijnlijk nog iets zmv	?	
								met meer zmv; piket geplaatst	nieuwe wel. Niet tot nauwelijks gegroid sinds gisteravond	weinig belletjes zichtbaar		
								diameter= 95cm , 65cm diep, iets hoger	Niet tot nauwelijks groter geworden; piket geplaatst	belletjes		
						belletjes			Niet gegroeid	belletjes bij 0.2m onder piket, zmv bij 0.5m		
										belletjes		
										2 wellen		

Datum	Tijd (van-tot)	boring 1	rest kopsloot 1	boring 2 - kop	oude boring 2	rest kopsloot 2	langssloot	overig	Opmerkingen	achtersloot achter 1-2 (A1)	achtersloot bij uiteinde (A2nw)
01-06-2016 Klw	19:40	Stil.	-	-	-	-	-	-	Nog geen uitgebreide inspectie van de achtersloot uitgevoerd. De verwarmbare glasvezelkabel is rond 15:00 uur aangezet.	Drie wellen zichtbaar, minder actief dan 's middags. Er kwam grijs zand uit.	-
01-06-2016 Klw	21:52-22:01	2 cm doorsnede (zwak)	-	n.v.t.	1 cm doorsnede, borrelt af en toe.	-	-	-	Pomp uit om 21:59.	Slootpeil lijkt al hoger.	-
02-06-2016 Klw	5:15-5:33	? (niet zichtbaar door rommel op het water)	-	n.v.t.	Af en toe licht 'ploffers'	-	-	-	Pomp aan om 4:59 (stationair). Inspectie achtersloot tot voorbij kopsloot 9: verder geen bijzonderheden.	Bij achterzijde ruim 30 cm doorsnede. Nabij voorzijde kleine zandmeevoerende wel, iets nabij midden ook zandmeevoerende wel (klein)	-
02-06-2016 Klw	8:50-9:00	Niets te zien - om 9:00 gereactiveerd met handboor.	Wolken' (uitspoeling van fijnste materiaal).	n.v.t. - wordt hierna gemaakt, zie opmerkingen.	Zeer geringe activiteit.	Stil.	Stil.	Onderin boring 1 zit wéér klei --> toch nóg een tussenkleilaag. De 3e tussenzandlaag (=niveau oude boring in kopsloot 2, van 3e hoogwater) doet vermoedelijk het gat dichtvloeien. Bij de laatste foto in boorgat 1 (ca. 9:27) merkte Wim Cornelisse op dat het ruimen duidelijk voelbaar was. Om 9:32 begin boorgat bij de kop van kopsloot 2. Om 10:20 eindelijk door de kleilaag heengeboord, tot in de 3e tussenzandlaag. Vrij grof zand. Dieper boren was fysiek niet mogelijk.	Wel is verder toegenomen en actief! Volgens meting 60 cm doorsnede, vaste bodem op 70 cm onder slootpeil.	-	
02-06-2016 Klw	12:15-12:22	Lijkt stilgevallen.	Stil.	Beperkte activiteit.	Lijkt stil.	Verder niets.	-	-	-	Oogt onveranderd.	Licht geborrel in deze zone.
02-06-2016 Klw	15:10-15:26	Doorsnede 20 cm, niet veel water	Verder geen bijzonderheden.	Doorsnede 20 cm, niet veel water	-	Verder niets bijzonders.	-	-	-	Loopt betrekkelijk rustig.	Meerdere bellensporen.
02-06-2016 Klw	18:32-18:40	Iets gegroeid (25 cm?), lichte activiteit zichtbaar.	Lijkt wat harder te stromen (meer kwel)	Iets gegroeid (25 cm?), lichte activiteit zichtbaar.	Stil.	Verder niets.	Niets. Hierna wat blokkerend materiaal weggeschept.	-	-	Situatie oogt onveranderd, wel veel drijfvuil erboven.	Omvang niet goed zichtbaar, veel bellen.
02-06-2016 Klw	21:00-21:14	Krater 30-40 cm tot aan wateroppervlak, activiteit duidelijk zichtbaar.	Geen verdere activiteit.	Actief kokend, voert niet zo veel materiaal aan.	Af en toe bellen.	Geen verdere activiteit.	Geen bijzonderheden.	-	21:10 Pomp uit.	Waterstroming duidelijk zichtbaar, ondanks drijfvuil. Zandtransport is niet duidelijk.	Af en toe bellen.
03-06-2016 Klw	5:26-5:34	Wel is relatief sterk watervoerend, begint nu ook weer zand te voeren. Is vannacht amper gegroeid.	Verder geen activiteit zichtbaar.	Rustig kokend, lijkt afgelopen nacht niet te zijn gegroeid.	Niets te zien.	Verder geen activiteit.	Slootrand zuidzijde is over hele lengte tussen kopsloten 1 en 2 ingezakt.	-	Pomp aan om 5:10, na 2 minuten op half vermogen, tot 5:24, daarna stationair.	Slecht te zien door drijfvuil.	Activiteit en omvang niet goed zichtbaar, niet groot in elk geval.
03-06-2016 Klw	8:27-8:45	Zandtong op 1,15m! Piket geplaatst.	Eén wel iets voorbij de helft, in westelijke oever, talud-uitstroming bij proefstuk, in oostelijke oever.	Kookt zachtjes.	Af en toe bellen.	7 kleine wellletjes - verspreid over de bovenstroomse helft.	Geen wellen.	-	Achtersloot uitgebreid geïnspecteerd vanaf kopsloot 4 tot aan einde (voorbij kopsloot 1): niets nieuws.	Onveranderd.	Onveranderd.
03-06-2016 Klw	11:55-12:12	80 cm opgeschoven zandtong (totaal 1,95m). Hoeveelheid zand lijkt minder. Waarneming al om 10:35: witte puntjes komen mee uit het boorgat. Zand wordt ook bruiner.	Alleen bij proefstuk geotextiel.	Kookt af en toe wild, voert zelden zand aan.	Stil.	-	-	Slootpeil achtersloot NAP +5,10 m.	Nieuwe wsm's - Inpijn 1 (nabij oostelijke uiteinde VZG): X 35076.609 Y 164934.614 Z 6,577 m, Inpijn 2 (nabij westelijke uiteinde VZG): X 35072,150 Y 164906,117 Z 6,709 m. Zand bij Inpijn 2 op 4,65 onder maaiveld.	Rond 10:30: activiteit lijkt afgenomen door kopsloot 1? Rond 12:10: activiteit IS sterk afgenomen! Misschien geen zandtransport meer.	Onveranderd.
03-06-2016 Klw	15:30-15:41	Zandtong 1,85m verder, mede door erosie/lager waterpeil na uitgraven verzakte langssloot. Totale lengte zandtong 3,80m.	Beetje lekkage bij proefstuk geotextiel.	Stabiël kokend, geen zand over kraterand.	Niets meer.	1 wel zuidelijk van nieuwe boring, 2 kleintjes op 1/3 kopsloot.	Niets te zien. Nu troebel na vergraven, ook veel dieper.	Slootpeil achtersloot NAP +5,10 m.	In de afgelopen uren is de installatie van de waterspanningsmeters afgemaakt en is het verzakte talud weggegraven en verflauwd achtergelaten. De zuigbuis van de pomp is verlegd naar een extra diep uitgegraven stukje bij de aansluiting van kopsloot 2 op de langssloot.	Inactief.	Luchtbellen??
03-06-2016 Klw	19:06-19:20	Zandtong gegroeid met 2,0m. Niet sterk ZMV.	Verder geen bijzonderheden.	Onveranderd.	Talud westzijde ingestort.	Bij kop alleen nog watervoerend.	-	-	-	Geen activiteit meer zichtbaar.	Geen activiteit meer zichtbaar.
03-06-2016 Klw	21:50-21:57	Geen groei van de zandtong! Vrij veel water.	Verder geen bijzonderheden.	Geen verandering.	Geen activiteit te bespeuren.	Wel bij kop is weer iets sterker.	-	-	Pomp uit om 21:58.	Geen activiteit meer te zien.	Lichte activiteiten zichtbaar, ondanks veel drijfvuil.
04-06-2016 Klw	5:27-5:45	Wild kokend - nieuw evenwicht zoekend na de nacht? Zandtong 10 cm gegroeid --> totaal 5,90 m. Om 6:30 zandtong verder gegroeid, zie foto's vanaf telefoon (lagere resolutie).	Verder geen bijzonderheden.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen bijzonderheden.	Dam ziet er goed uit.	5:08 pomp aan. 5:09 pomp op vol vermogen. 5:40 pomp stationair.	Geen activiteit zichtbaar, nu niet zo veel vuil	Niet goed zichtbaar door drijfvuil
04-06-2016 Klw	9:24-9:44	Mogelijk rijker aan sediment! --> Check waterspanningsmetingen. Zandtong is de hoek om en daarom niet meer meetbaar.	Zandtong ligt over alles heen.	Onveranderd.	Onveranderd.	Diverse hele kleine wellletjes, deels zandmeevoerende.	Geen bijzonderheden.	-	-	Lijkt stil.	Af en toe bellen.
04-06-2016 Klw	13:19-13:29	Meer waterafvoer, zo lijkt het. Sedimenthoeveelheid lijkt wat meer. Om 11:50 was de zandtong al min of meer tot aan de zuigbuis.	Kleine wel op circa 1,5 m stroomafwaarts van de boring.	Minder actief.	Geen activiteit zichtbaar.	Enkele kleine wellen.	Geen bijzonderheden.	11:50 Achtersloot: do ochtend 70 cm verticale pijp onder wateroppervlak. Vr ochtend waterpeil NAP +5,10 m (DGPS-meting van Inpijn-Blokpoel). 12:05 Boorgat 1 onderkant op 2,28m onder waterpeil kopsloot - baak is zonder al te veel moeite 1 m diep te steken, daarna de rest indrukbaar. Boorgat 2: slechts 1,50 m diep te steken, bovendien bevat deze grof zand en boorgat 1 levert fijn zand.	Blijkt onder het drijfvuil wel degelijk actief.	-	-
04-06-2016 Klw	17:03-17:11	Voert duidelijk meer water.	Geen verdere bijzonderheden.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Voet dam tussen 2 en 3 is vochtig.	-	Licht kokend, niet zandmeevoerende.	Een enkele bel.
04-06-2016 Klw	18:52-19:29	Geeft meer en meer water, nog NIET 'sterk zandmeevoerende' (rode categorie)	Geen bijzonderheden.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geultje is iets vergraven door Bas Effing (i.v.m. isotopenonderzoek)	Geen bijzonderheden.	-	Wellen in kopsloten 7 en 8. Pand 3-4 zal eerst overstromen in pand 5-6. Daarna zal pand 3-4 overstromen in pand 1-2 en wordt het relevant voor de huidige focus. Pand 7-8-9 stijgt trager.	Geen verandering.	Geen verandering.
04-06-2016 Klw	21:55-22:03	Water- en zandstroom lijkt beduidend kleiner. Zou er een instorting hebben plaatsgevonden?	Geen bijzonderheden.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	-	Pomp uit om 22:04.	Geen verandering (dus: geringe activiteit).	Enkele bellen, meer is niet te zien.
05-06-2016 Klw	5:41-5:52	Hoeveelheid water valt mee, wel moet mogelijk nog wat opgeschoond worden. Sedimentconcentratie lijkt ook mee te vallen.	Verder geen bijzonderheden.	Onveranderd.	Stil.	Enkele wellen. Die bij de kop lijkt veel minder, vlak voor het afvoerkanaaltje twee kleintjes (zandmeevoerende) die heel actief lijken, maar ook klein zijn.	-	Pand 3-4 kan nog zo'n 5 cm stijgen, zal dan overstromen in pand 5-6.	5:02 pomp aan (stationair), 5:06 pomp op vol vermogen, 5:41 pomp stationair. Water op maaiveld rond insteek geotextiel en tussen kopsloten 1 en 2, nabij binnenteen.	Lijkt onveranderd.	Lijkt onveranderd.
05-06-2016 Klw	9:41-9:48	Geen verandering.	Geen verandering.	Krater is groter geworden in de afgelopen uren, maar lijkt geen zand meer af te zetten.	Geen verandering.	Geen significante veranderingen.	Geen verandering.	Pand 3-4 stijgt zichtbaar. Overloop naar pand 5-6 misschien vandaag al.	-	Geen verandering. Actief kokend, niet zandmeevoerende.	Af en toe bellen. Geen verandering dus.
05-06-2016 Klw	13:41-13:54	Veel water, met vrij veel zand.	Geen bijzonderheden.	Geen groei meer geweest.	Niets te zien.	Kleine veranderingen in de kleine wellletjes.	Er heeft uitdieping plaatsgevonden, zie foto.	Dam tussen 3-4 en 5-6 houdt het nog wel tot het donker wordt.	-	Geen veranderingen.	Geen veranderingen.
05-06-2016 Klw	17:41-17:50	Debiet lijkt hoger, zandgehalte weer wat lager.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Dam tussen 3-4 en 5-6: nog slechts een paar cm (verticaal)	-	Geen verandering.	Geen verandering.
06-06-2016 Klw	21:41-21:51	Wel is betrekkelijk rustig, relatief weinig water en zand. Zie ook grote zandplaat in kopsloot nabij de wel.	Verder geen bijzonderheden.	Geen veranderingen.	Geen veranderingen.	Geen veranderingen.	Geen veranderingen.	-	Merkwaardige natte plek op maaiveld - boven teststuk geotextiel, oostelijk van kopsloot 1. Pomp uit om 22:00.	Geen veranderingen.	Regelmatig luchtbellen.
06-06-2016 Klw	5:44-5:52	Veel water, vrij veel zand. Talud wekant begint in te zakken - zit er een grote holte onder?	Geen bijzonderheden.	Wel groeit weer na afpompen. Niet spectaculair, maar toch.	Niets.	Bovenste wel geeft vuil water. Overige drie wellen tonen schoon.	Geen bijzonderheden.	Langzaam sijpelen over de dam tussen 3-4 en 5-6 om 5 uur.	Pomp aan (stationair) om 5:00. Vol vermogen om 5:02. Stationair om 5:44.	Behalve veel bellen niets te zien.	Wat bellen.
06-06-2016 Klw	9:16-9:26	Wel lijkt onveranderd. Talud is meer ingestort.	Geen bijzonderheden.	Situatie is weer tot rust gekomen.	Niets.	Ook tot rust gekomen.	Geen bijzonderheden.	Dam 3-4/5-6 stroomt wat meer over. Slijtage/erosie lijkt vooralsnog mee te vallen.	-	Onveranderd.	Onveranderd of stil.

06-06-2016 Klw	12:14-12:26	Talud rechts is iets verder ingestort. Verder geen veranderingen.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Meer kleine welltjes, diverse patronen. Maar op zich onbelangrijk.	Geen bijzonderheden.	Dam 3-4/5-6: slijtage valt mee.	Dam 3-4/1-2: stort onderaan wat in. Vooralnog geen maatregel te nemen.	Geen verandering. Kokend, niet zandmeevoerend.	Geen verandering.
06-06-2016 Klw	16:01-16:13	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Dam 3-4/5-6: stroomt meer over dan eerst, erosie is gering.	Dam 3-4/1-2: zakt wat meer in. Niet dramatisch, vooralnog.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.
06-06-2016 Klw	20:22-20:27	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.		Drukvalmetingen uitgevoerd. Snelheidsmetingen met rode kleurstof mislukt (niet zichtbaar).		
06-06-2016 Klw	21:53-22:01	Geen bijzonderheden/veranderingen.	Geen bijzonderheden/veranderingen.	Geen bijzonderheden/veranderingen.	Geen bijzonderheden/veranderingen.	Geen bijzonderheden/veranderingen.	Geen bijzonderheden/veranderingen.	Dam 3-4/5-6 begint iets (3 cm?) uitgesleten te raken.	Pand 5-6 is nog niet al te veel gestegen, dit gaat nog wel een paar dagen goed. Pomp uit om 22:03.	Piket verwoest (zie foto), verder niets veranderd. (eigenlijk niets te zien)	Geen bijzonderheden/veranderingen. Enkele luchtbellens.
07-06-2016 Klw	5:45-6:00	Enigszins onregelmatig 'ploffend'. Vrij helder water.	Alleen wat uitstroming zichtbaar bij het proefstuk geotextiel, verder geheel bedekt door de zandtong.	Grote kokende wel met grof zand, geen zandtransport over de kraterrand.	Niets te zien.	Circa 10 verschillende (hele) kleine wellen zichtbaar, in verschillende stadia.	Geen bijzonderheden.	Dam 3-4/5-6 wordt constant overspoeld, insnijding bedraagt nu circa 5 cm. Pand 5-6 raakt waarschijnlijk donderdag vol.	Pomp aan 5:04 (stationair). Pomp op vol vermogen 5:06. Pomp stationair 5:44. Dam 1-2/3-4 houdt het wel.		
07-06-2016 Fst	09:25	Actief, helder, weinig zandtransport. Debietmeting 11:40, kerf op zand, waterhoogte 11 cm.	Geen activiteiten, zandtong helemaal uitgebreid.	Wel actief	Geen activiteit	3 watervoerende wellen in midden sloot, 3 zandmeevoerende wellen bij kop sloot	Lichte scheurvorming talud.	-	Drukvalmetingen uitgevoerd.	Geen verandering t.o.v. vroeger.	Luchtbellens.
07-06-2016 Fst	13:25	Wel actief, lijkt minder te zijn. Fijn zand wordt opgewerveld, geen transport naar rand.	Geen andere wellen, zandtong uitgesmeerd.	Lichte opwerveling in krater, geen transport.		4 kleine wellen in midden van kopsloot.	Geen verandering.	-	Drukvalmetingen uitgevoerd.	Geen verandering.	Geen verandering.
07-06-2016 Fst	15:41	Wel iets minder actief. Meer fines. Scheur in talud.	-	Wel is relatief mistig. Af en toe opwerveling.		5 kleine wellen (mini). Kleien miniwellen blijven actief. Water sijpelt uit kleine opening in kop van sloot.	-	-	-	-	-
07-06-2016 Klw	19:10-19:19	Redelijk stroming, af en toe fel, voert minder zand mee.	Geen bijzonderheden, los van de stroming in het proefstuk.	Bijna geen water meer, niet zandmeevoerend.	Niets.	Diverse kleinere wellen.	Geen bijzonderheden.	-	-	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.
07-06-2016 Klw	22:01-22:08	Activiteit is hier nu ook minder (net als vorige ronde bij les 2). Nog wel zandmeevoerend.	Geen bijzonderheden.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	-	Pomp uit om 22:05.	Niets meer te zien.	Enkele bellens.
08-06-2016 Klw	5:40-5:51	Na leegpompen weer met een op het oog redelijk debiet 'herleefd', ook duidelijk zandmeevoerend.	Geen bijzonderheden.	Kokende wel, niet zandmeevoerend.	Niets.	13 (!) andere wellen actief, slechts 1 zandmeevoerend (maar onbetekenend).	Geen bijzonderheden. Scheuren in talud zuidzijde en nabij wegzijde zetten niet door.	-	Pomp aan (stationair) om 5:03. Op vol vermogen om 5:05. Terug naar stationair om 5:40.	Enkele luchtbellens.	Geen activiteit.
08-06-2016 Klw	9:37-9:45	Wel is niet meer zandmeevoerend! (op mogelijk een enkele korrel na)	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	-	8:40 debietmeting in kopsloot 1: 53-54 mm. Was eerder 59-60 mm. Zandtransport is klein geworden, maar niet nul. 12:44 idem ca. 48 mm - maar ring omsluit de wel niet helemaal! Let op: vrij grof zand stroomt er nu uit (zie ook de foto's). 12:50 ca. 70 mm (!) ==> deze laatste twee metingen komen niet niet betrouwbaar over!	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.
08-06-2016 Klw	13:09-13:18	Vooraf kleimeevoerend (in suspensie), zo lijkt het. Niet meer het boorgat, maar een ander gat lijkt dominant. Het talud is verder ingestort.	Geen bijzonderheden	Zachtjes kokend, niet zandmeevoerend.	Geen bijzonderheden.	5 andere wellen	Geen bijzonderheden.	-	-		
08-06-2016 Klw	16:24-16:56	Relatief veel water, vrij weinig zand.	Geen bijzonderheden	Licht kokend, niet zandmeevoerend.	Geen bijzonderheden.	Nieuwe watervoerende wel in de kop.	Geen bijzonderheden.	Dam 1-2/3-4: onderaan wat ingezakt, maar stevig genoeg voor de volgende keer. Dam 3-4/5-6: erosie blijft beperkt. Vullen onderste pand gaat al langzamer, 'volledig vol' wordt misschien niet gehaald. Dam 5-6/7-8-9: stabiel, zal dit hoogwater zeker niet overlopen.	16:35 pomp uit. Buitenwater is 7 tot maximaal 10 cm gedaald - check close-up foto's van buitenwater.	Niet zichtbaar.	Geen bijzonderheden, zelfs geen luchtbellens.

Datum	Tijd (van-tot)	boring 1	rest kopsloot 1	boring 2 - kop	oude boring 2	rest kopsloot 2	langssloot	overig	Opmerkingen	achtersloot achter 1-2 (A1)	achtersloot bij uiteinde (A2nw)
16-06-16	9:15-9:18	Sterke herstart. Talud westzijde flink ingezakt. Veel luchtbellens in anderhalf uur pompen voordat wel bovenkwam.	Aanvankelijk luchtbellens, nu wat uitstromend water bij proefstuk. Verder geen bijzonderheden.	Herstart, maar niet sterk.	Niets.	Enkele kleine welletjes, waaronder een paar zandmeevoerend.	Talud dreigt weer in te zakken --> eventueel maatregel nemen.	Pand 3/4 stroomt over richting pand 5/6, al om 7:35. Dam tussen 1/2 en 3/4 oogt stabiel.	7:22 aankomst, instructies gegeven voor herplaatsen pomp aan mensen van Van den Berg. 7:40 pomp aan. Betreft een andere pomp, kan maximaal op half vermogen. 9:23 pomp stationair. 9:25 inlaatkorf verlaagd omdat langssloot niet goed leeg ging.	Licht kokend, niet zandmeevoerend. Oostelijk van krater ook luchtbellens.	Vaag
16-06-16	12:39-12:58	Stabiele situatie. Zandtransport is teruggelopen, maar nog steeds significant.	Wat water uit proefstuk geotextiel	Vergelijkbaar met bij einde 4e hoogwater.	Niets.	Enkele kleine welletjes. Talud hier en daar instabiel.	Talud deels instabiel, aan beide zijden.	Waterpeil in pand 5/6 daalt, ondanks instromend water. Water gaat onder weg door?		Meer tot rust gekomen.	Zo nu en dan groepjes bellens.
16-06-16	16:39-17:02	Mogelijk iets minder zand - vooral het grove zand circuleert alleen maar.	Geen verandering.	Stilgevallen. Slechts af en toe een opwelling.	Niets.	Welletje bovenstrooms van boring. Taluds storten in nabij langssloot.	Taluds storten verder in. Nog geen consequenties voor waterpeil.	Peil in pand 5/6 is min of meer constant.	Issue met metingen Inventec: tussen 11:50 en 15:30 mogelijk helemaal geen metingen door defecte solar controller. Snel actie op ondernomen door Inventec op hun eigen initiatief!	Weinig of geen activiteit.	Niets te zien.
16-06-16	21:17-21:34	3 hoofdwelven, zo lijkt het. Ook grovere zand raakt nu meegevoerd.	Geen verandering.	Af en toe een beetje activiteit	Niets.	Enkele kleine wellens. Talud stort verder in. Daar is geen wel te zien.	Talud zakt verder in.	Pand 5/6 is nu wel iets gestegen - een halve tot een hele cm.	Latere inspectie dan binnen 4 uur vanwege zware regenval en watergevoelige camera. Vanwege nieuwe buien die in aantocht zijn is dit ook de laatste inspectie van de dag. Pomp uit om 21:25.	Stil, voor zover zichtbaar.	Af en toe luchtbellens.
17-06-16	5:15-5:24	Meerdere wellens zichtbaar, na herstarten zijn deze ook duidelijk zandmeevoerend.	Geen verandering.	Zo nu en dan actief, maar niet constant (zie fotoreeks). Ook beslist niet zandmeevoerend.	Niets.	Geen verandering.	Scheuren mogelijk groter?	Niveau in pand 5/6 is afgelopen nacht iets gestegen.	4:44 pomp aan. 4:45 te donker voor een foto (regenachtig weer). 4:46 pomp op 60% (= maximum). 5:16 pomp stationair in dezelfde minuut waarin de sloot leegviel.	Niets te zien.	Niets te zien.
17-06-16	8:51-9:16	Proces gaat onverminderd door. Voorste wel wordt steeds prominenter.	Geen verandering.	Sterk wisselend beeld - zie fotoreeks. Effectief alleen watervoerend.	Geen activiteit.	Weinig activiteit, niets significant.	Onveranderd.	-	-	Onveranderd.	Donkergrijze vlek is beter zichtbaar.
17-06-16	12:14-12:24	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	-	-	Onveranderd.	Luchtbellens!
17-06-16	15:59-16:14	De hoofdwel is feller, maakt meer geluid. Zandtransport lijkt echter niet toegenomen.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Pand 5/6 stijgt langzaam. Gaat op deze manier wel goed voor wat betreft pand 1/2.	-	Niets te zien.	Luchtbellens!
17-06-16	19:19-19:31	Grootste wel graaft zich langzaam verder naar voren. Zandtransport wisselt over de afgelopen uren.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Kleine instorting talud nabij kop (westzijde)	Geen verandering.	-	-	Geen verandering.	Weer luchtbellens.
17-06-16	21:50-22:00	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	Geen verandering.	-	Pomp uit om 22:00.	Licht koken waarneembaar (dankzij windstilte)	Lichte opwaartse stroming zichtbaar (dankzij windstilte)
18-06-16	5:24-5:45	Na herstarten sterk watervoerende wel, slechts beperkt zandmeevoerend.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden/verandering.	Niets te zien.	Geen bijzonderheden.	Talud lijkt nog iets verder verzakt, peil bovenstrooms van smalle passage loopt iets op. Voorlopig geen maatregel nodig.	Dam tussen 1/2 en 3/4 oogt stabiel. Pand 5-6 is 2-3 cm gestegen in de nacht. Pand 7-8-9 ongeveer hetzelfde in een heel etmaal.	4:51 Pomp aan (stationair), 4:53 pomp op 60% vermogen, 5:28 pomp stationair. Waar komt al dat gas vandaan voor die luchtbellens 's ochtends, bij het reactiveren?	Geen bijzonderheden zichtbaar.	Geen bijzonderheden zichtbaar.
18-06-16	9:16-9:41	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	-	-	Onveranderd.	Onveranderd.
18-06-16	12:01-12:15	Stroomt harder, meer zandmeevoerend.	Meer bruin-geel (grover) zand.	Onveranderd.	Onveranderd.	Onveranderd.	Talud meer ingezakt?	-	-	Beetje activiteit (welwater, zandwolkjes) zichtbaar.	Onveranderd.
18-06-16	15:48-16:01	Verdere progressie van het uitstroompunt richting bovenstrooms. Dit is na 15:29 pas gebeurd. Kleirijk water. Zandtransport is beperkt.	Verder geen bijzonderheden.	Vrijwel stil.	Niets te zien.	Enkele onbeduidende welletjes.	Talud blijft langzaam verder inzakken.	-	-	Licht kokend, enkele bellens. Voert ook wat water aan.	Af en toe bellens (zie foto).
18-06-16	19:48-20:09	Er is fors meer ingestort en ook VEEL zand afgezet in de afgelopen vier uur.	Flink opgehoogd.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Opgehoogd.	Pand 5/6 licht hoger.	20:46 Pomp uit in overleg met Wim Cornelisse. Tussentijds onderzoek gedaan in kopsloot 1 naar de diepte van de wellens daar.	Enkele bellens.	Niets te zien.
19-06-16	8:15-8:27	Forse groei - "terugschrijdend ruimen"?	Flink opgehoogd.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Geen bijzonderheden.	Iets meer verzakt. Dit is voor dit hoogwater niet relevant meer.	Pand 5/6 slechts weinig hoger.	7:24 pomp aan (stationair), 7:26 pomp op 60% vermogen. 8:19 pomp uit - in afstemming met Wim Cornelisse (telefonisch).	Niets te zien.	Niets te zien.
19-06-16	14:09-15:00	Sterk/ernstig zandmeevoerend. Niet meer verantwoord om door te gaan.	-	-	-	-	-	-	14:10 pomp aan (stationair), 14:11 pomp op 60% vermogen, 14:31 pomp stationair. 14:55 pomp uit.	-	-

D Metingen waterspanningen

- D1 Locatiegegevens
- D2 Overzicht meetperiode december 2015 – augustus 2016**
 - D2.1 Alle instrumenten
 - D2.2 Dijk en oppervlaktewater
 - D2.3 VZG-deel
 - D2.4 Kopsloot 1
 - D2.5 Kopsloot 2
 - D2.6 Kopsloot 4
 - D2.7 Kopsloot 5
 - D2.8 Kopsloot 8
- D3 Metingen 1^e hoogwater (14 t/m 19 januari 2016)**
 - D3.1 Alle instrumenten
 - D3.2 Dijk en oppervlaktewater
 - D3.3 VZG-deel
 - D3.4 Kopsloot 1
 - D3.5 Kopsloot 2
 - D3.6 Kopsloot 4
 - D3.7 Kopsloot 5
 - D3.8 Kopsloot 8
- D4 Metingen 2^e hoogwater (3 t/m 10 februari 2016)**
 - D4.1 Alle instrumenten
 - D4.2 Dijk en oppervlaktewater
 - D4.3 VZG-deel
 - D4.4 Kopsloot 1
 - D4.5 Kopsloot 2
 - D4.6 Kopsloot 4
 - D4.7 Kopsloot 5
- D5 Metingen 3^e hoogwater (11 t/m 19 februari 2016)**
 - D5.1 Alle instrumenten
 - D5.2 Dijk en oppervlaktewater
 - D5.3 VZG-deel
 - D5.4 Kopsloot 1
 - D5.5 Kopsloot 2
 - D5.6 Kopsloot 4
 - D5.7 Kopsloot 5
 - D5.8 Kopsloot 8
- D6 Metingen 4^e hoogwater (1 t/m 11 juni 2016)**
 - D6.1 Alle instrumenten
 - D6.2 Dijk en oppervlaktewater
 - D6.3 VZG-deel
 - D6.4 Kopsloot 1
 - D6.5 Kopsloot 2
- D7 Metingen 5^e hoogwater (12 t/m 19 juni 2016)**
 - D7.1 Alle instrumenten
 - D7.2 Dijk en oppervlaktewater
 - D7.3 VZG-deel
 - D7.4 Kopsloot 1
 - D7.5 Kopsloot 2

D8 Details VZG-deel

- D8.1 6 februari 12u t/m 9 februari 0u (tweede hoogwater)
- D8.2 12 februari 0u – 14 februari 12u (derde hoogwater)
- D8.3 14 februari 12u – 17 februari 0u (derde hoogwater)
- D8.4 3 juni 4u – 5 juni 16u (vierde hoogwater)
- D8.5 5 juni 16u – 8 juni 4u (vierde hoogwater)
- D8.6 7 juni 0u – 9 juni 12u (vierde hoogwater)
- D8.7 15 juni 0u – 17 juni 12u (vijfde hoogwater)
- D8.8 17 juni 12u – 20 juni 0u (vijfde hoogwater)

D1

Waterspanningsmeters					Ontwerp		As Build		Notes
Punt	Locatie	Piezometer	Locatie*	Kabellengte (m)	X	Y	Z (m+NAP)	Z (m+NAP)	
10	-	100D14436	G	175	164922.7	435091.43	3.00	3.00	In peilbuis
81	Noord	100E14049	E	145	164696.19	435007.83	3.35	3.31	Wegdrukken
82	Oost	100E14048	E	145	164696.88	435006.91	2.05	2.04	Wegdrukken
83	West	100E14047	E	145	164696.63	435006.79	3.40	3.42	Wegdrukken
11	Noord	100E14046	A	120	164924.42	435076.14	3.35	3.24	Wegdrukken
12	Oost	100E14045	A	120	164924.99	435074.89	2.05	2.08	Wegdrukken
13	West	100E14044	A	120	164924.74	435074.82	3.40	3.25	Wegdrukken
41	Noord	100E14043	C	90	164839.91	435063.77	3.35	3.37	Wegdrukken
42	Oost	100E14042	C	90	164840.21	435062.65	2.05	2.01	Wegdrukken
43	West	100E14041	C	90	164839.93	435062.61	3.40	3.37	Wegdrukken
51	Noord	100E14040	D	45	164801.18	435057.78	3.35	3.29	Wegdrukken
52	Oost	100E14039	D	45	164801.49	435056.67	2.05	1.97	Wegdrukken
53	West	100E14038	D	45	164801.18	435056.6	3.40	3.36	Wegdrukken
21	Noord	100E14037	B	80	164914.68	435074.87	3.35	3.32	Wegdrukken
22	Oost	100E14036	B	80	164914.91	435073.63	2.05	2.04	Wegdrukken
23	West	100E14035	B	80	164914.63	435073.62	3.40	3.37	Wegdrukken
80	-	100D14435	F	120	164690.01	435016.04	3.00	3.00	In peilbuis
47	-	100D14437	H	195	164817.07	435002.77	3.00	2.95	In peilbuis

* = locatie conform kabellengtetekening

** : 1,8m = afstand temperatuurfiber 09 t.o.v. bovenzijde Geodetect

Diepte gestuurde boring met temperatuurkabels: circa 3.3m+NAP

Ymaten	DTS	DSS	Piezo
Noord	4.00	3.00	4.50
Oost	4.00	3.00	3.25
West	4.00	3.00	3.25

Dijkraai oost:

punt piezometer

14 100D15086

15 100D15085

16 100D15084

Dijkraai west:

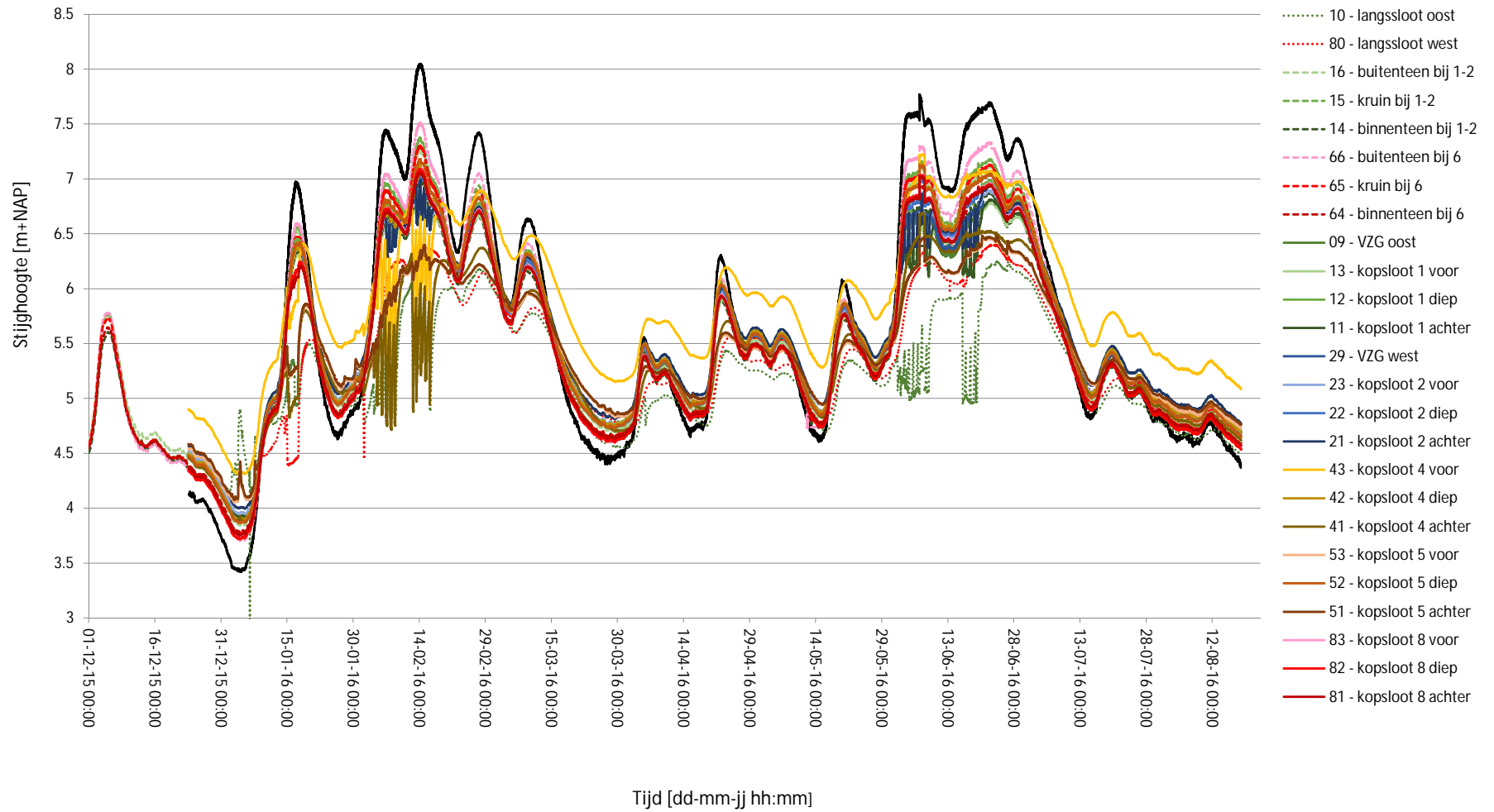
punt piezometer

64 100D15083

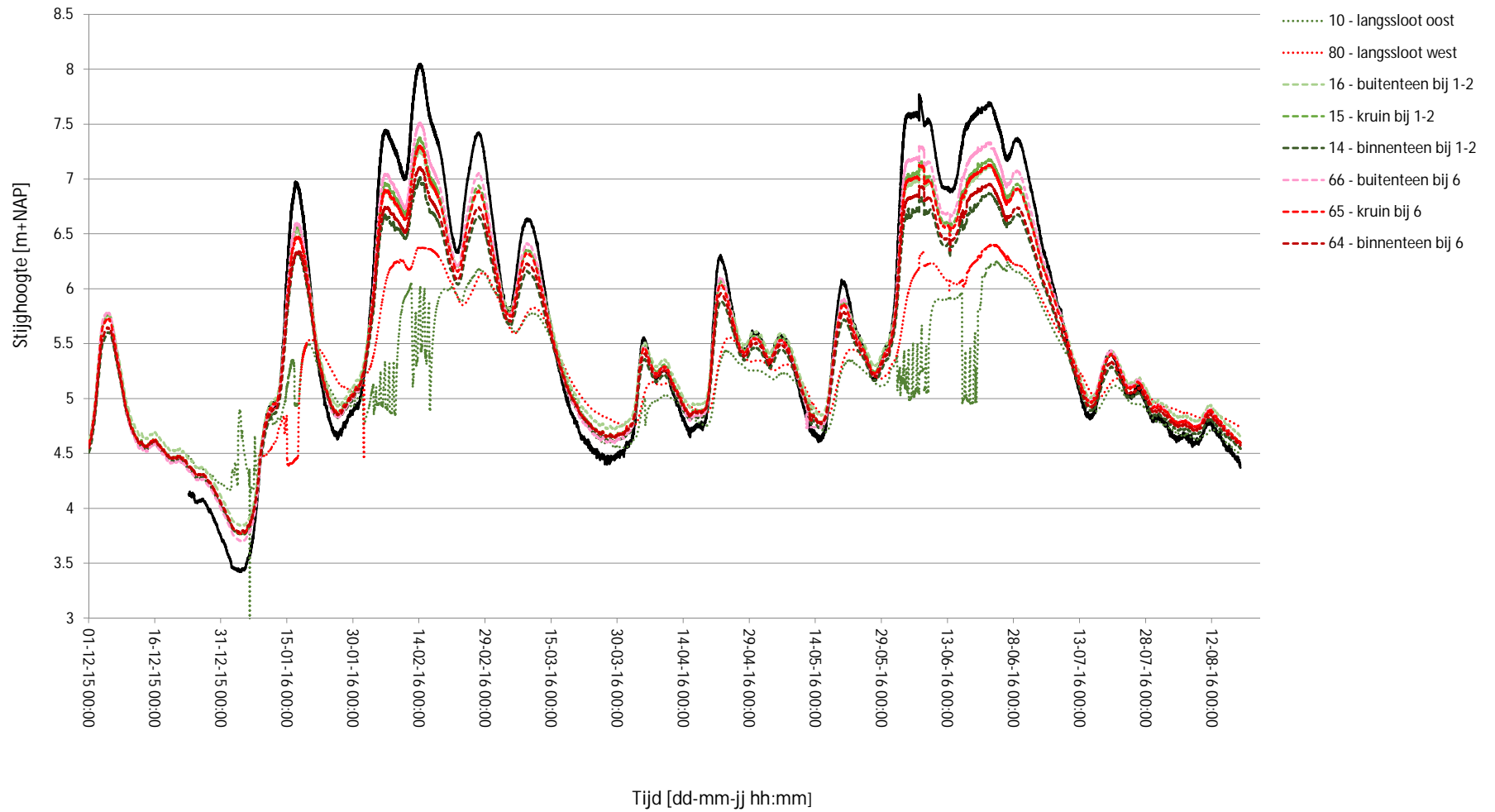
65 100D15081

66 100D15082

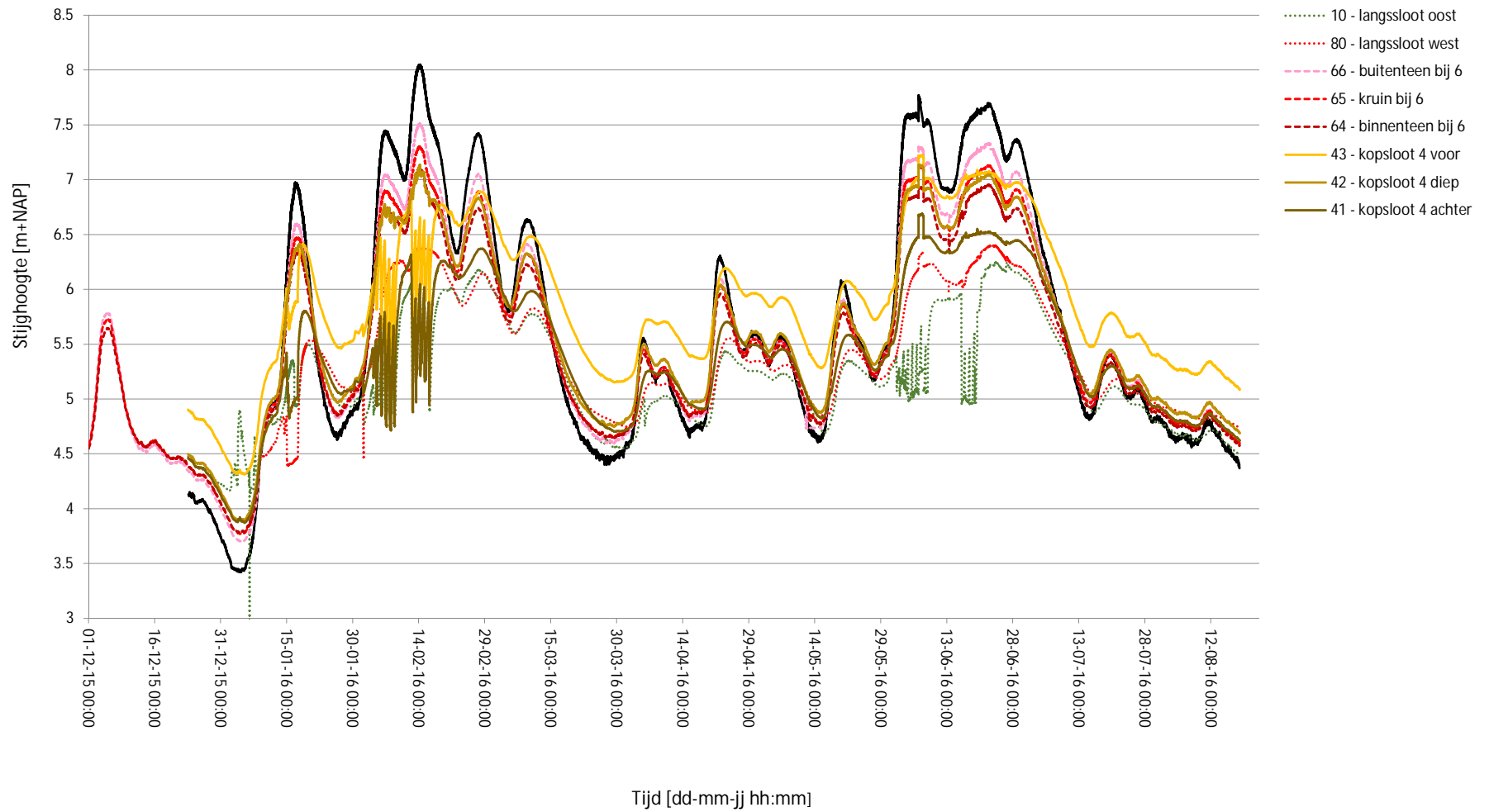
Stijghoogten - alle instrumenten, hele periode



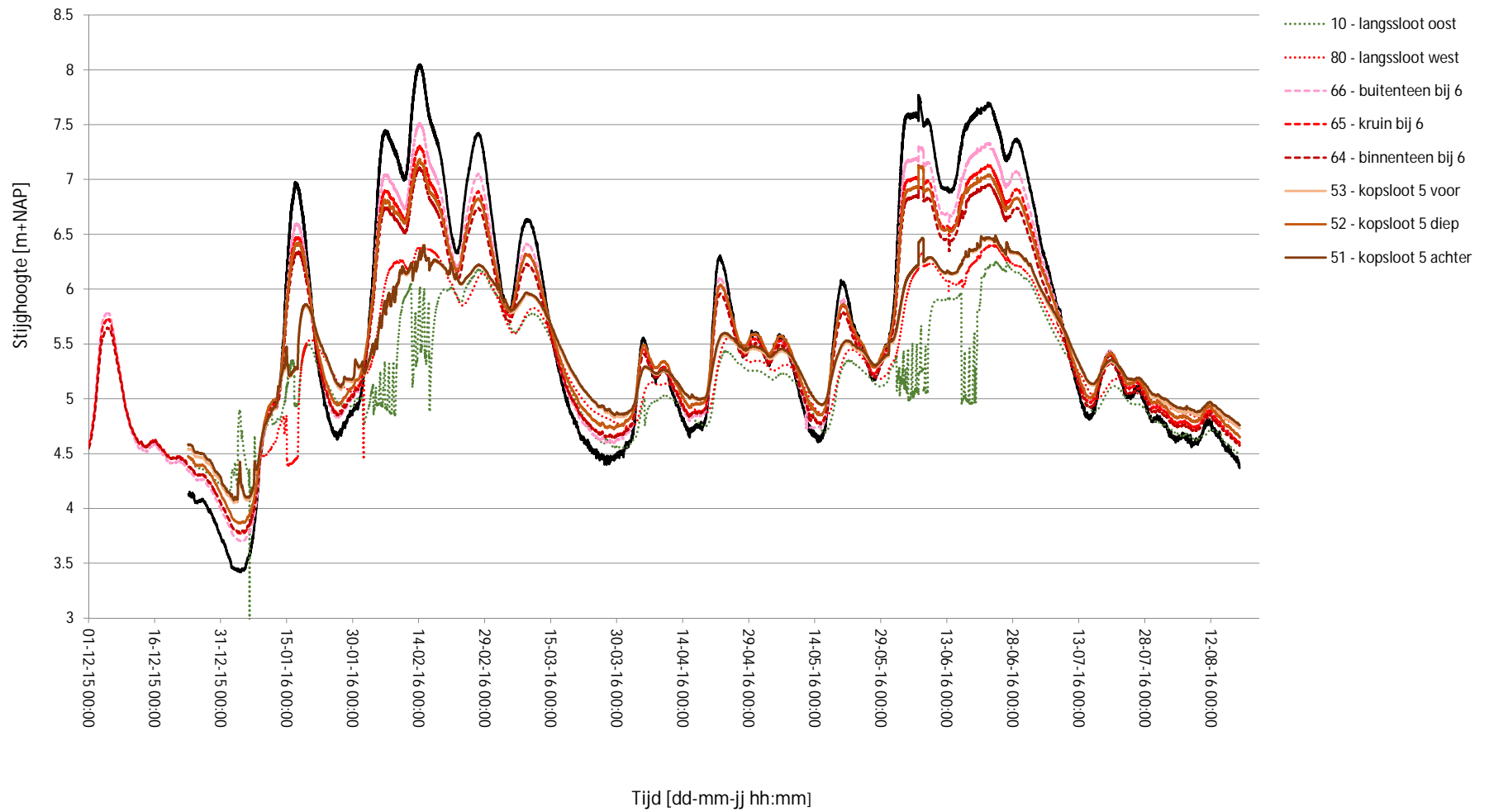
Stijghoogten - dijk en oppervlaktewater, hele periode



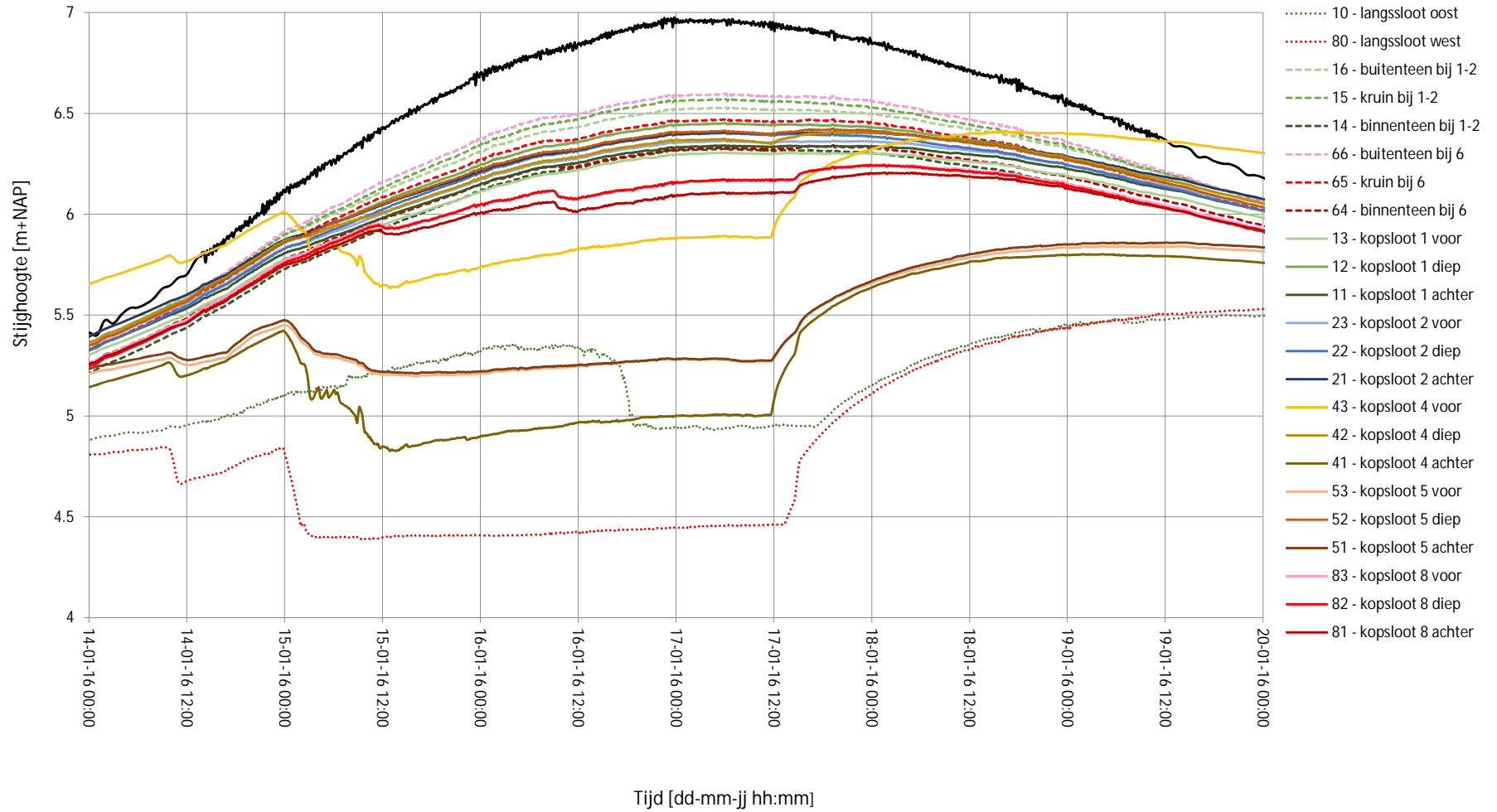
Stijghoogten - kopsloot 4, hele periode



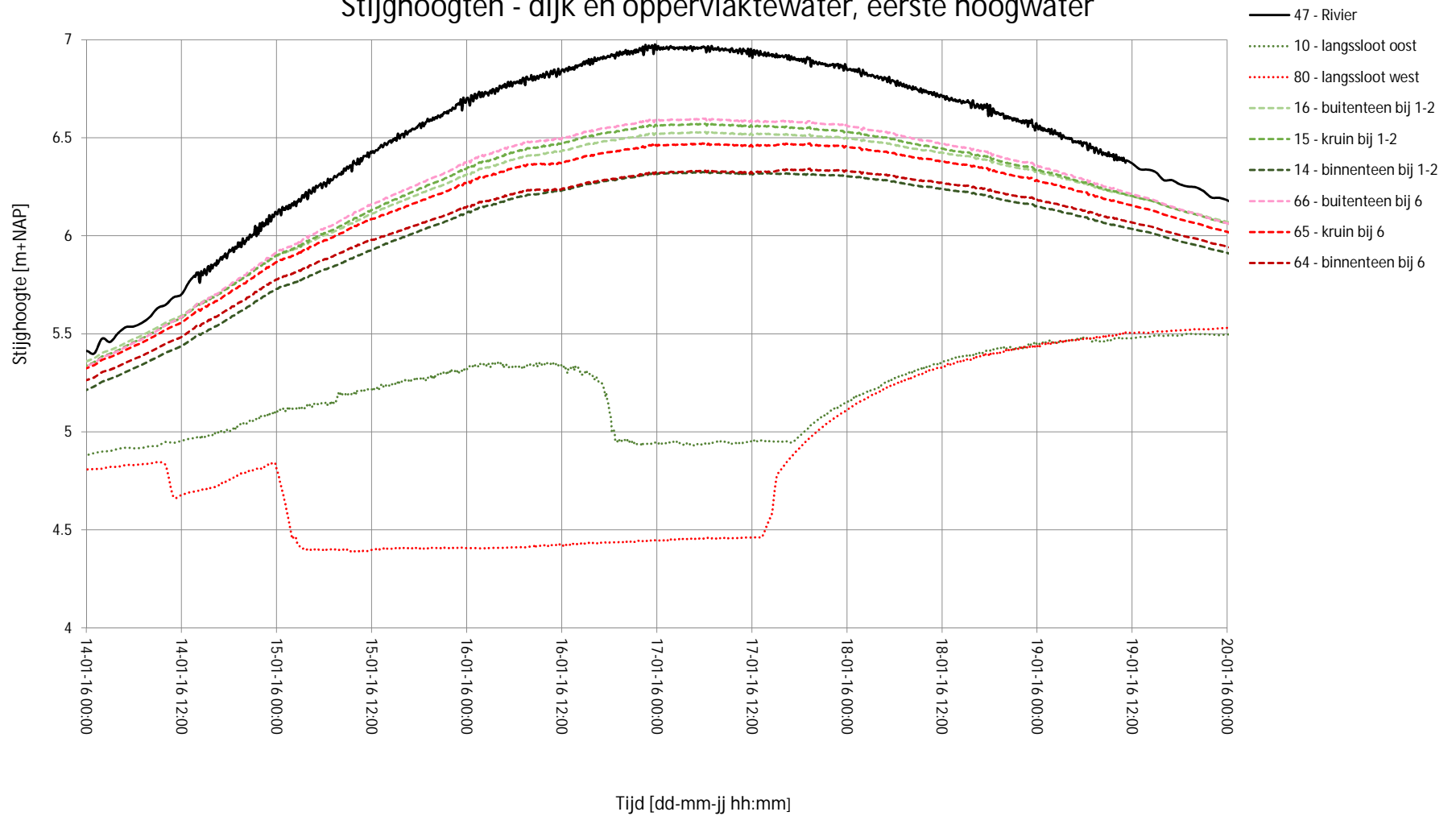
Stijghoogten - kopsloot 5, hele periode



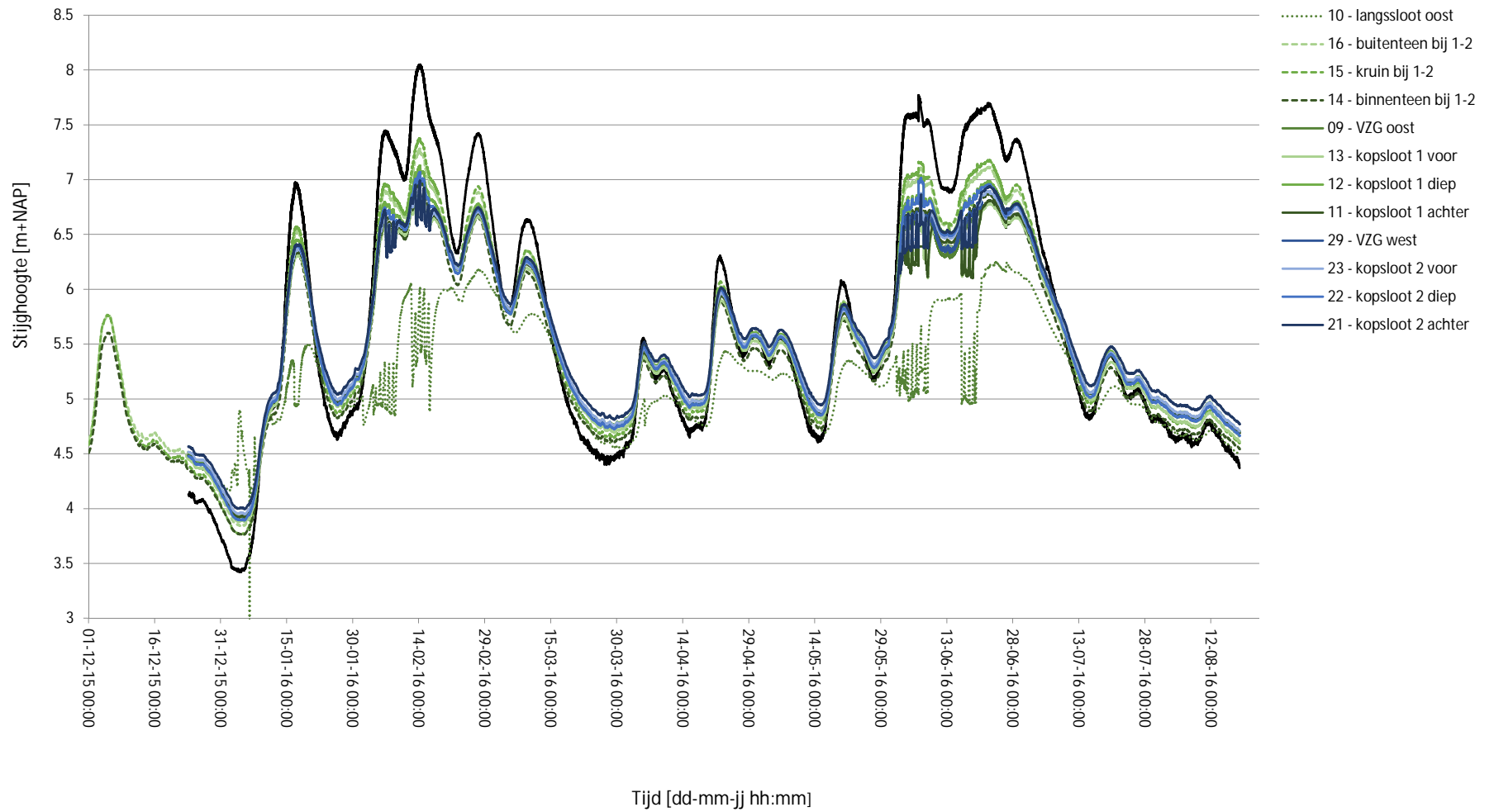
Stijghoogten - alle instrumenten, eerste hoogwater



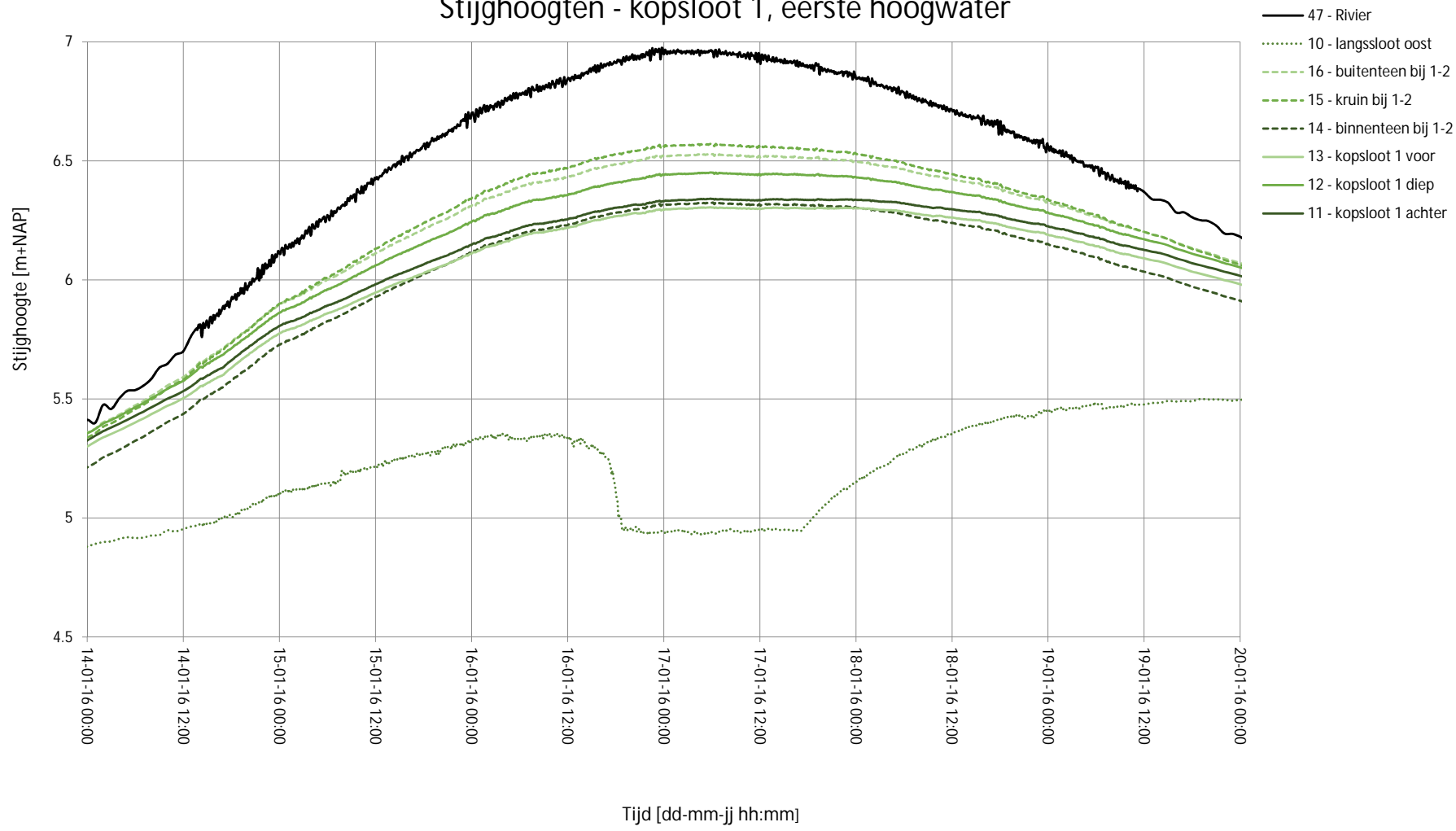
Stijghoogten - dijk en oppervlaktewater, eerste hoogwater



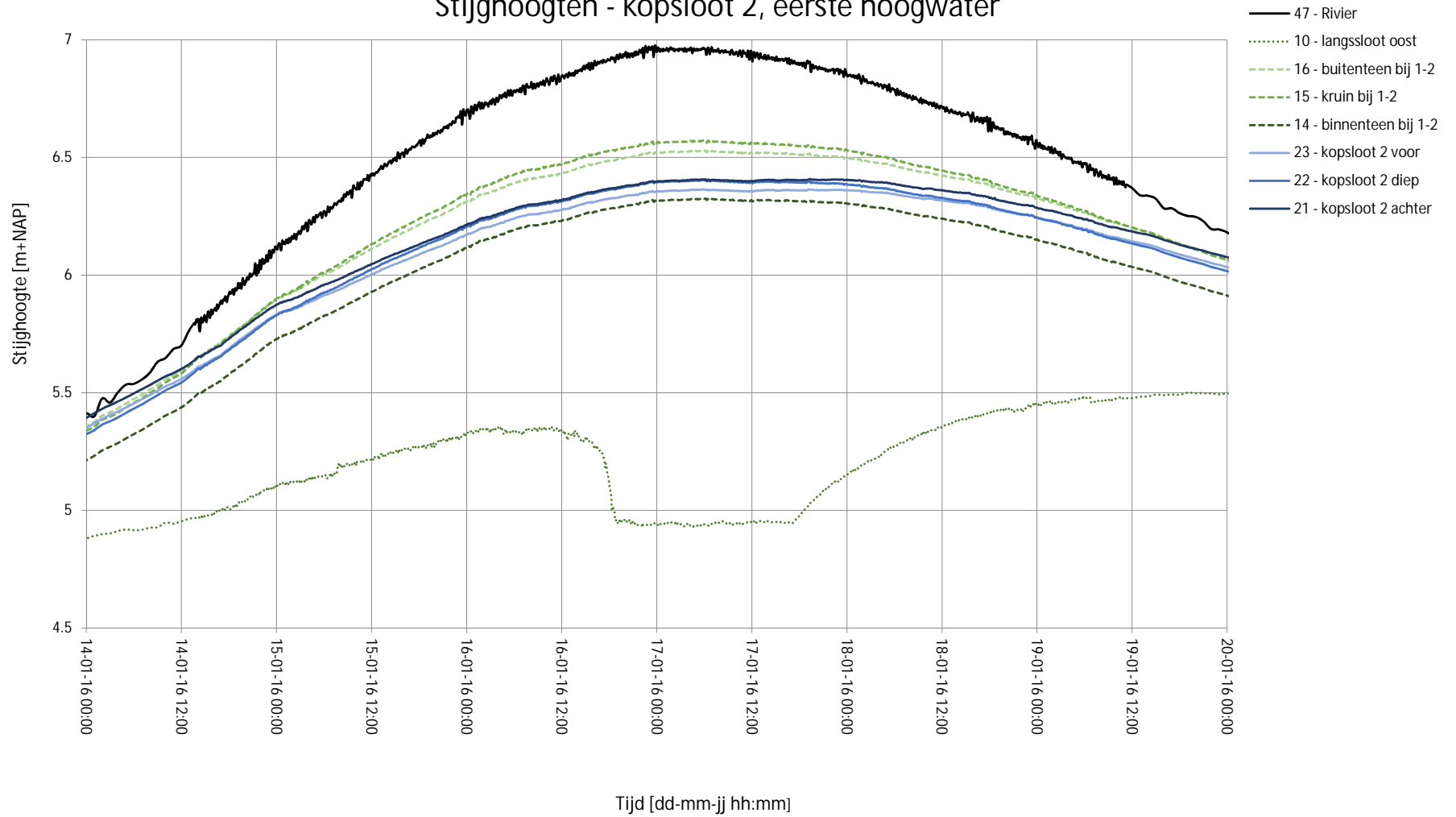
Stijghoogten - VZG-deel, hele periode



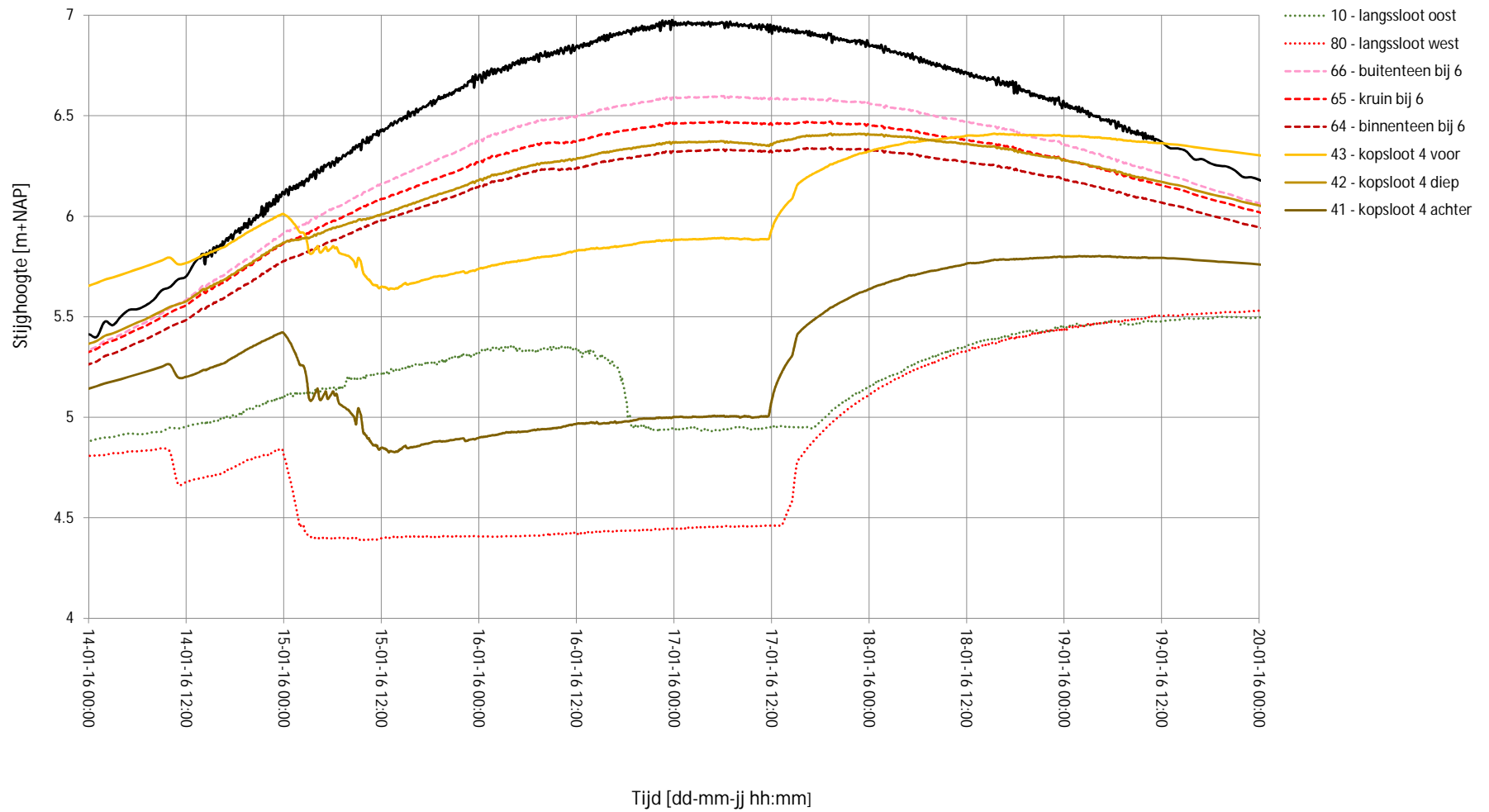
Stijghoogten - kopsloot 1, eerste hoogwater



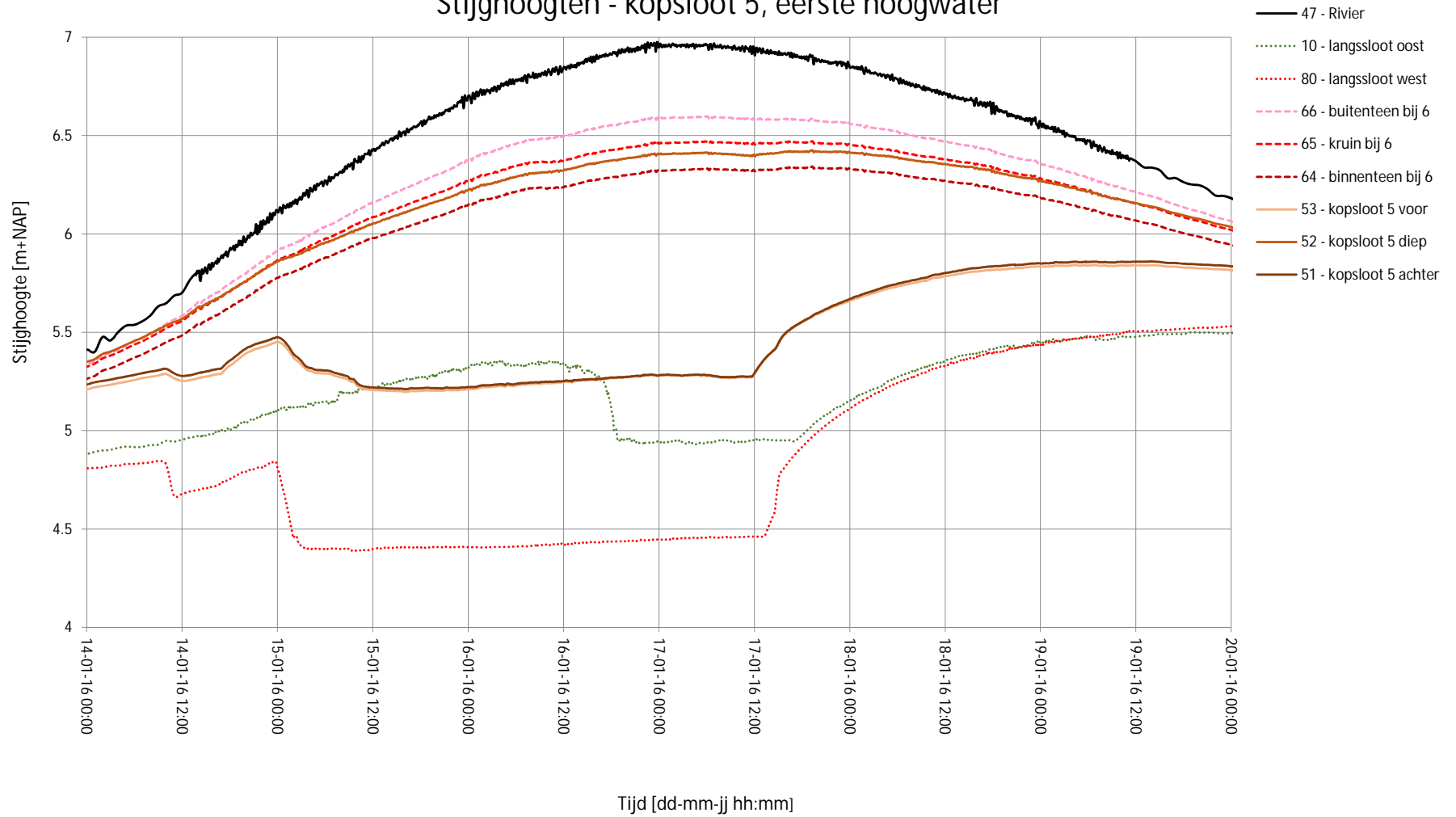
Stijghoogten - kopsloot 2, eerste hoogwater



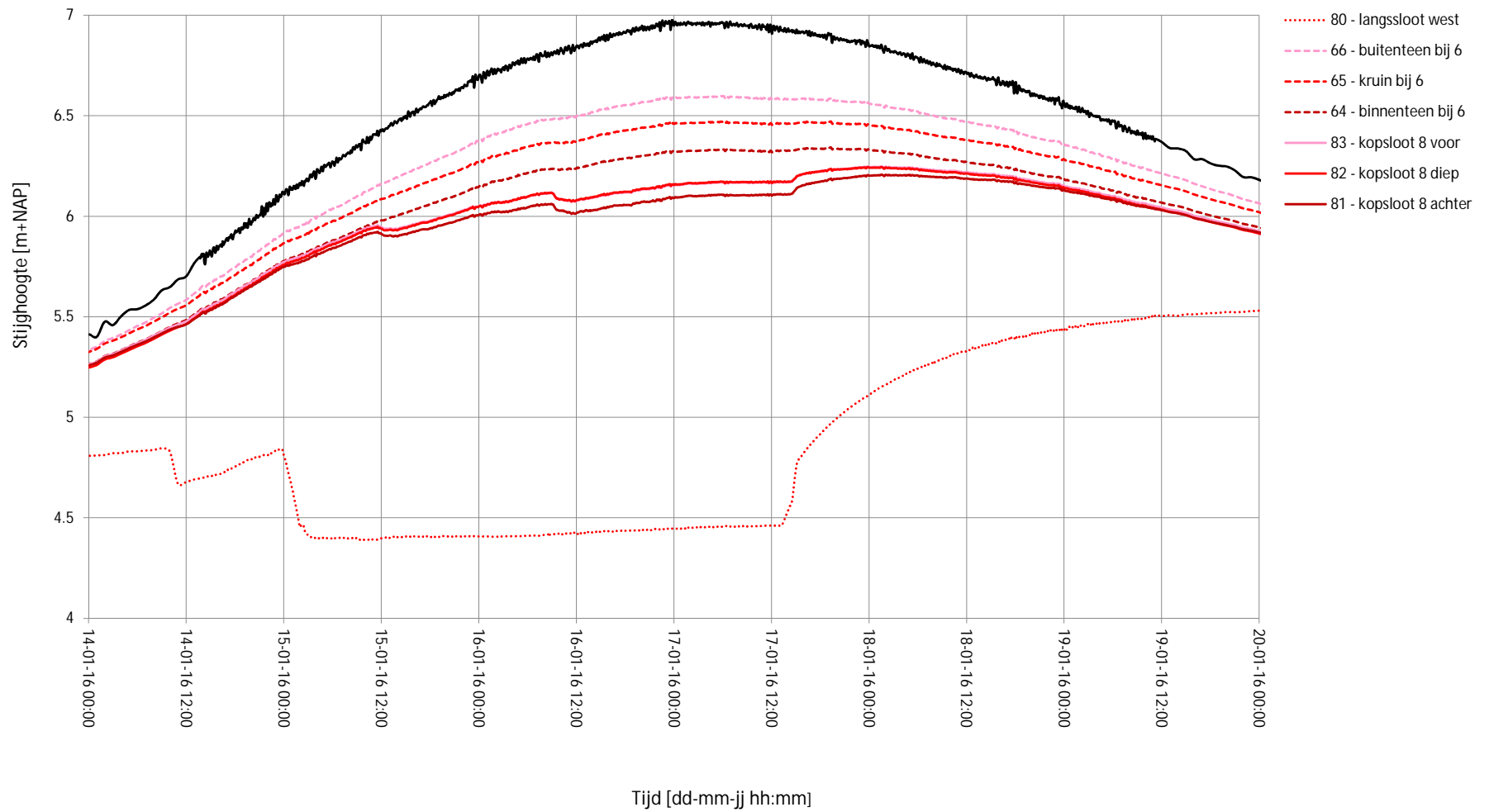
Stijghoogten - kopsloot 4, eerste hoogwater



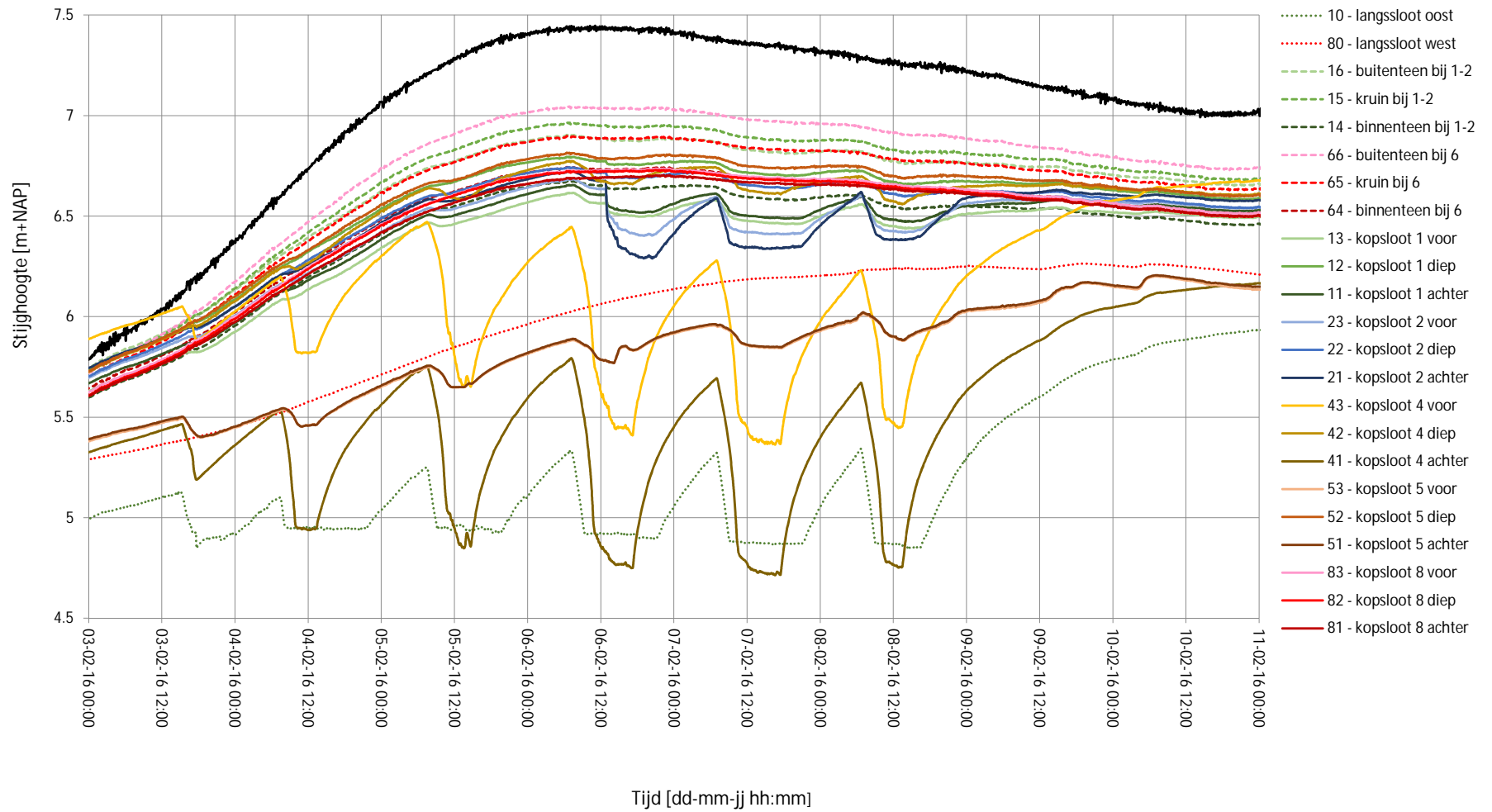
Stijghoogten - kopsloot 5, eerste hoogwater



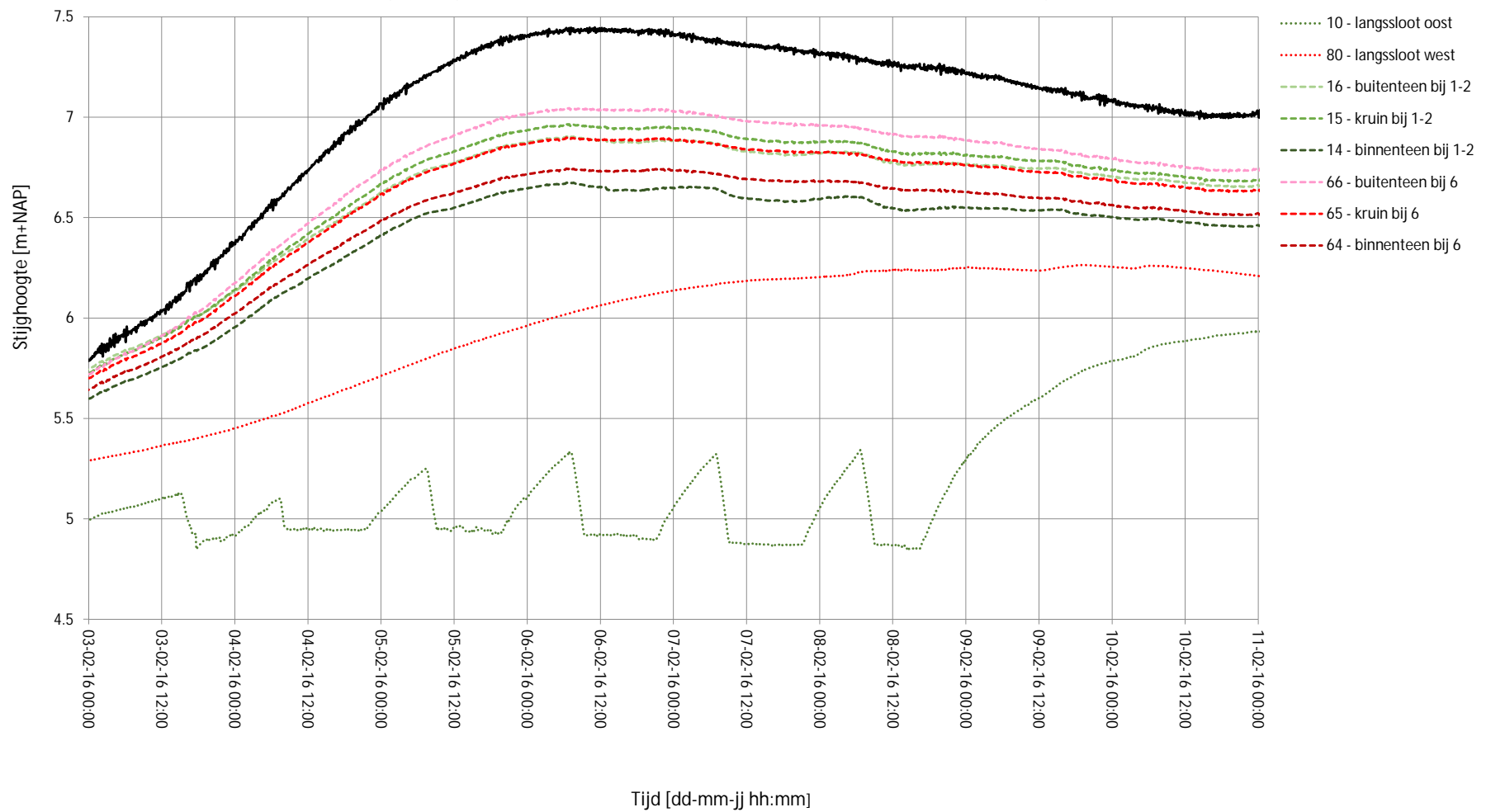
Stijghoogten - kopsloot 8, eerste hoogwater



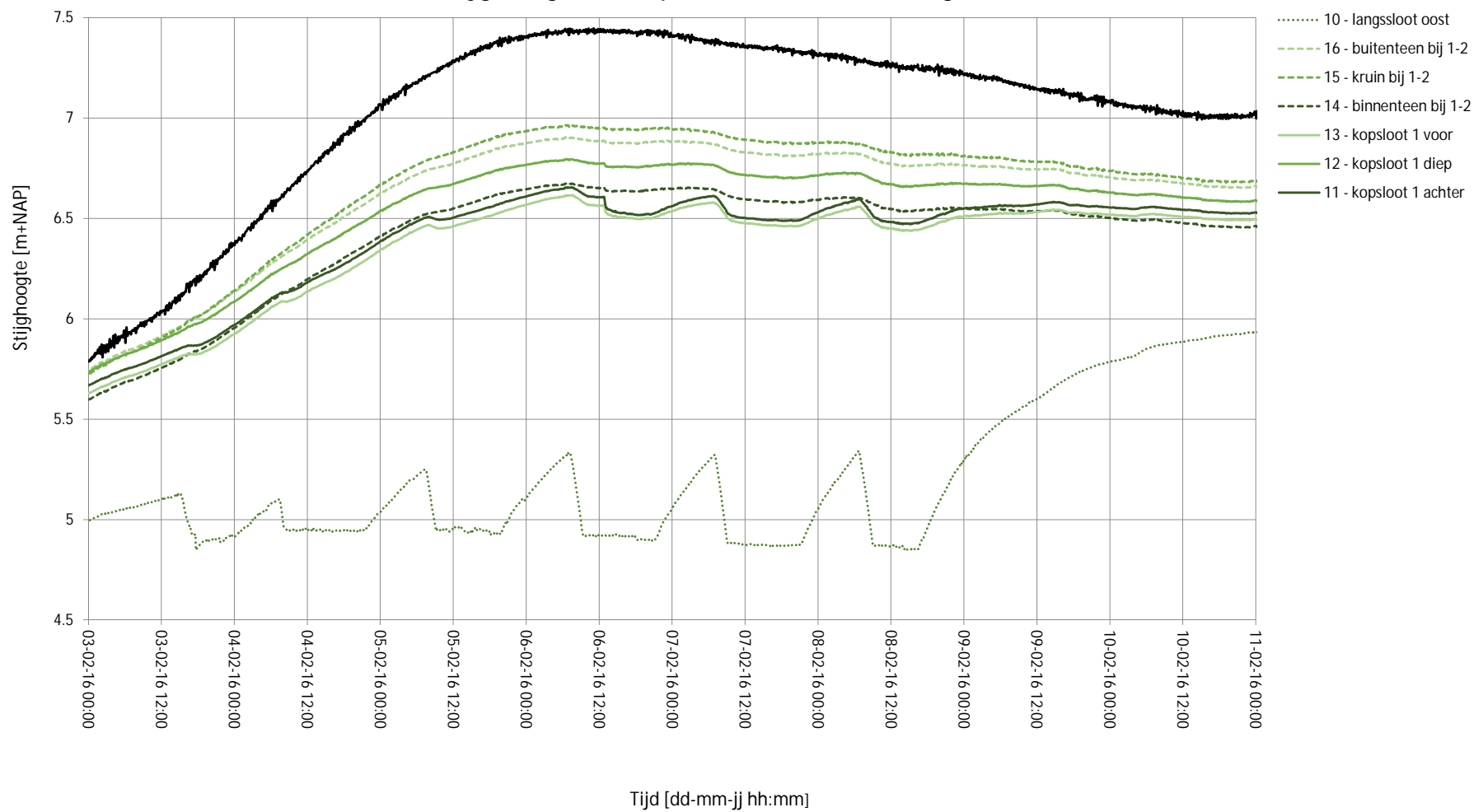
Stijghoogten - alle instrumenten, tweede hoogwater



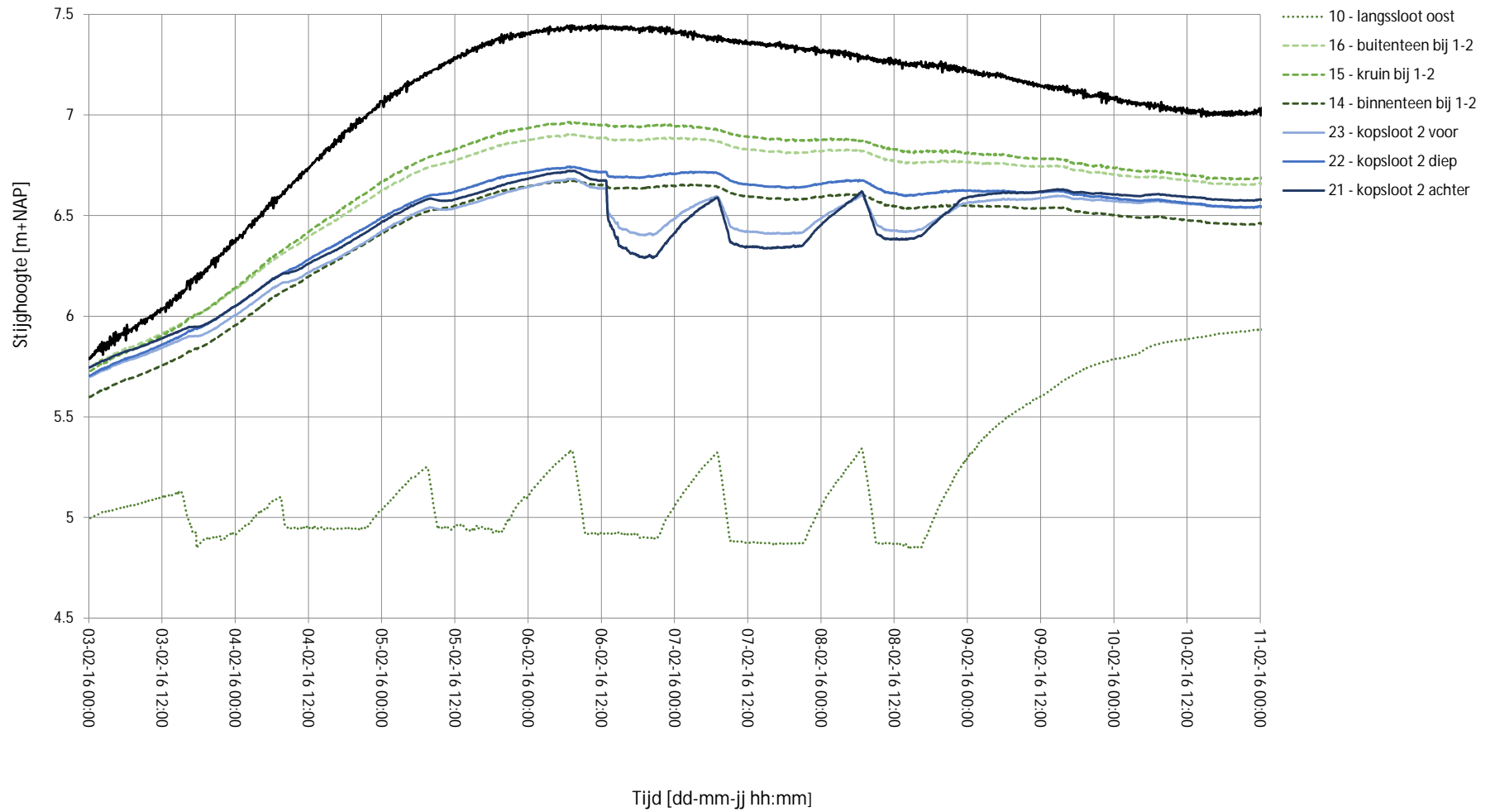
Stijghoogten - dijk en oppervlaktewater, tweede hoogwater



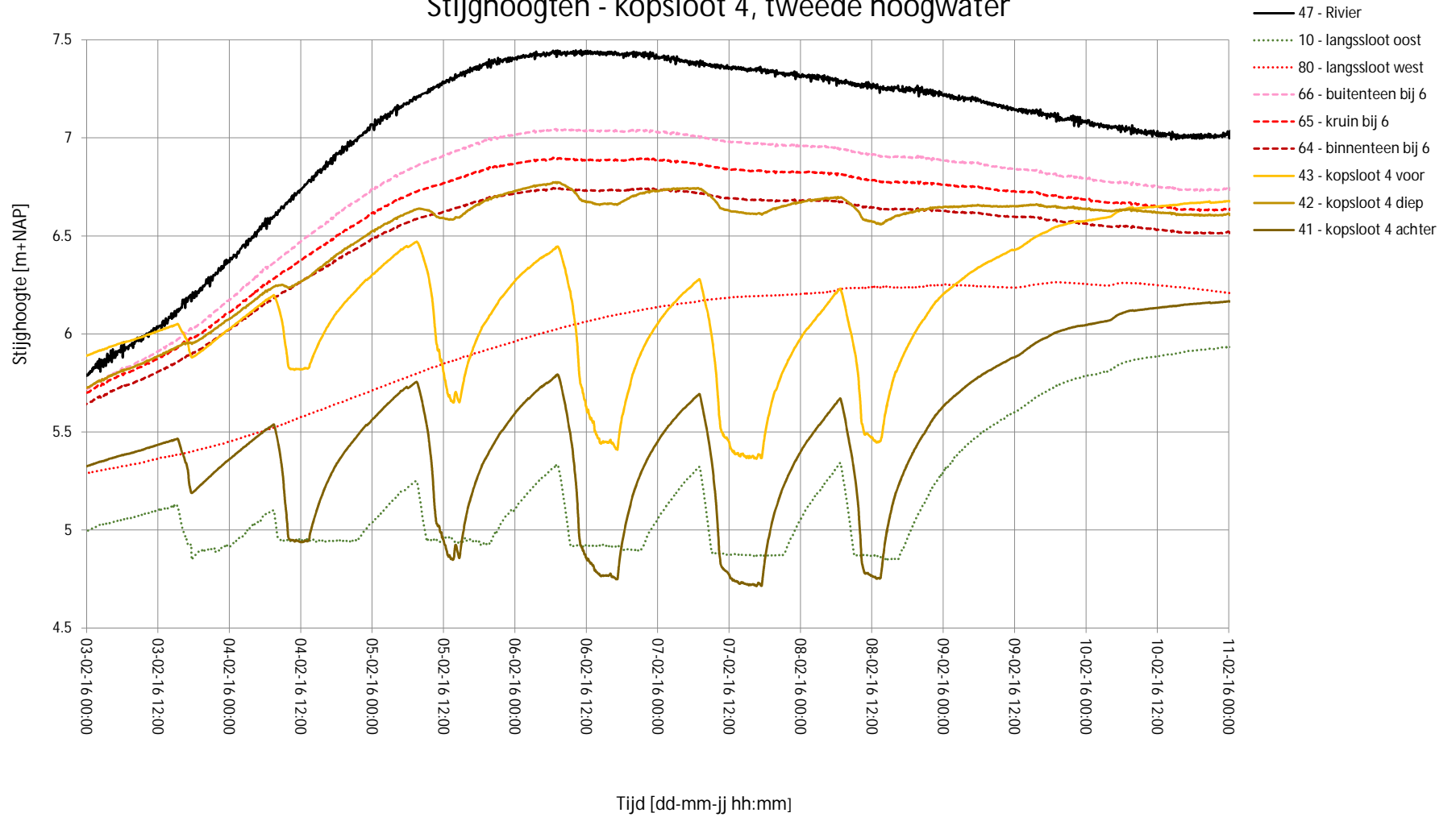
Stijghoogten - kopsloot 1, tweede hoogwater



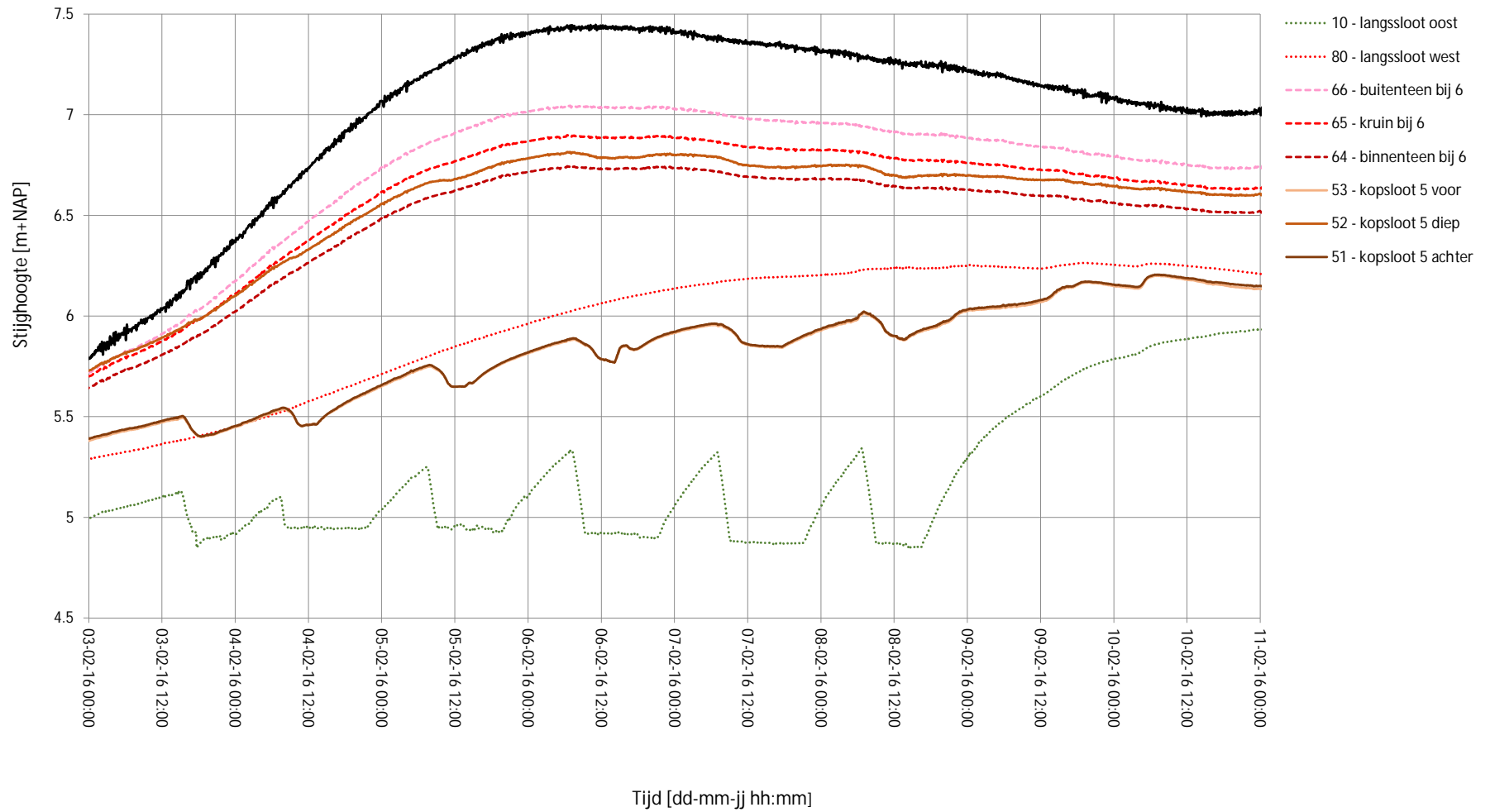
Stijghoogten - kopsloot 2, tweede hoogwater



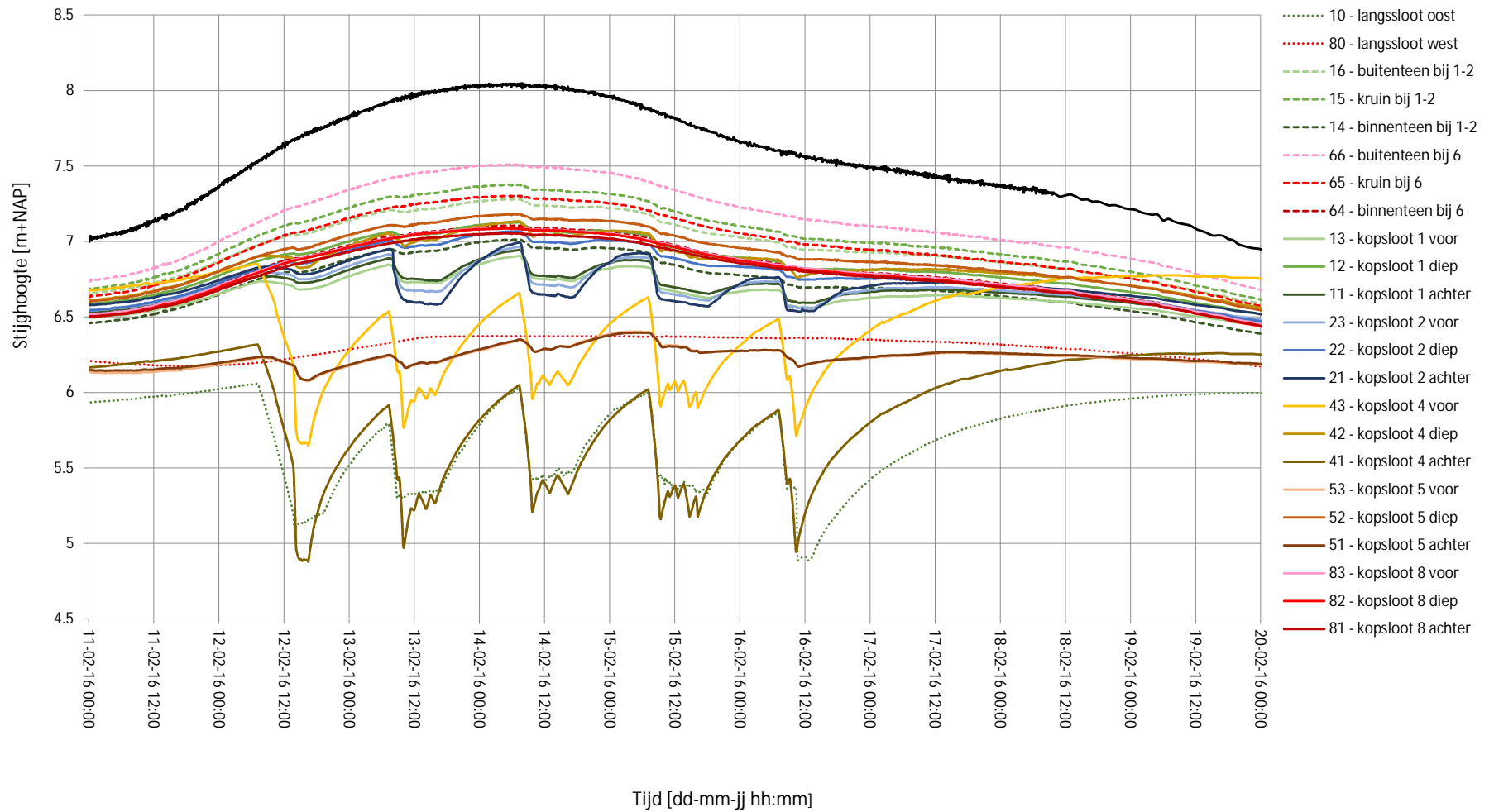
Stijghoogten - kopsloot 4, tweede hoogwater



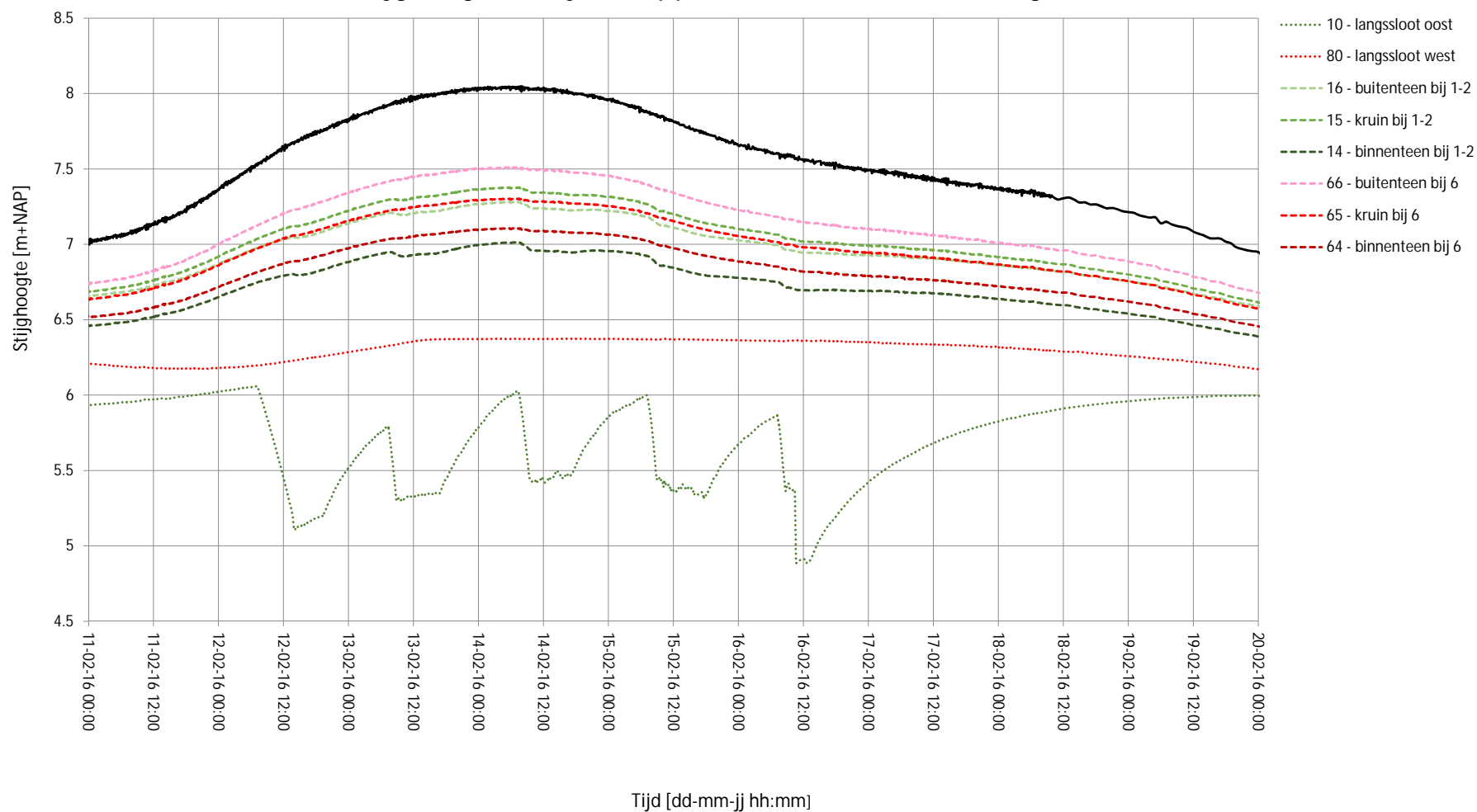
Stijghoogten - kopsloot 5, tweede hoogwater



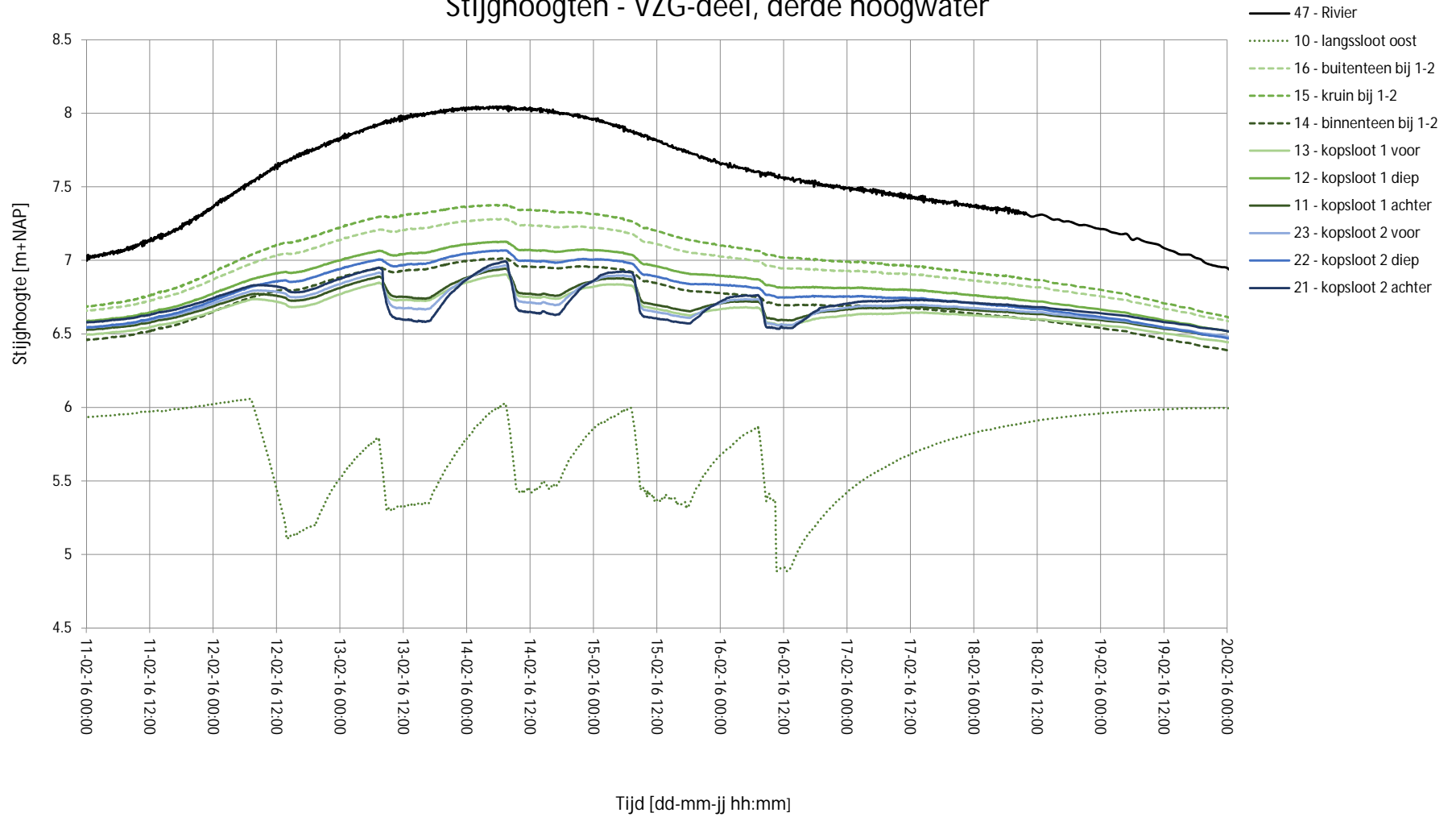
Stijghoogten - alle instrumenten, derde hoogwater



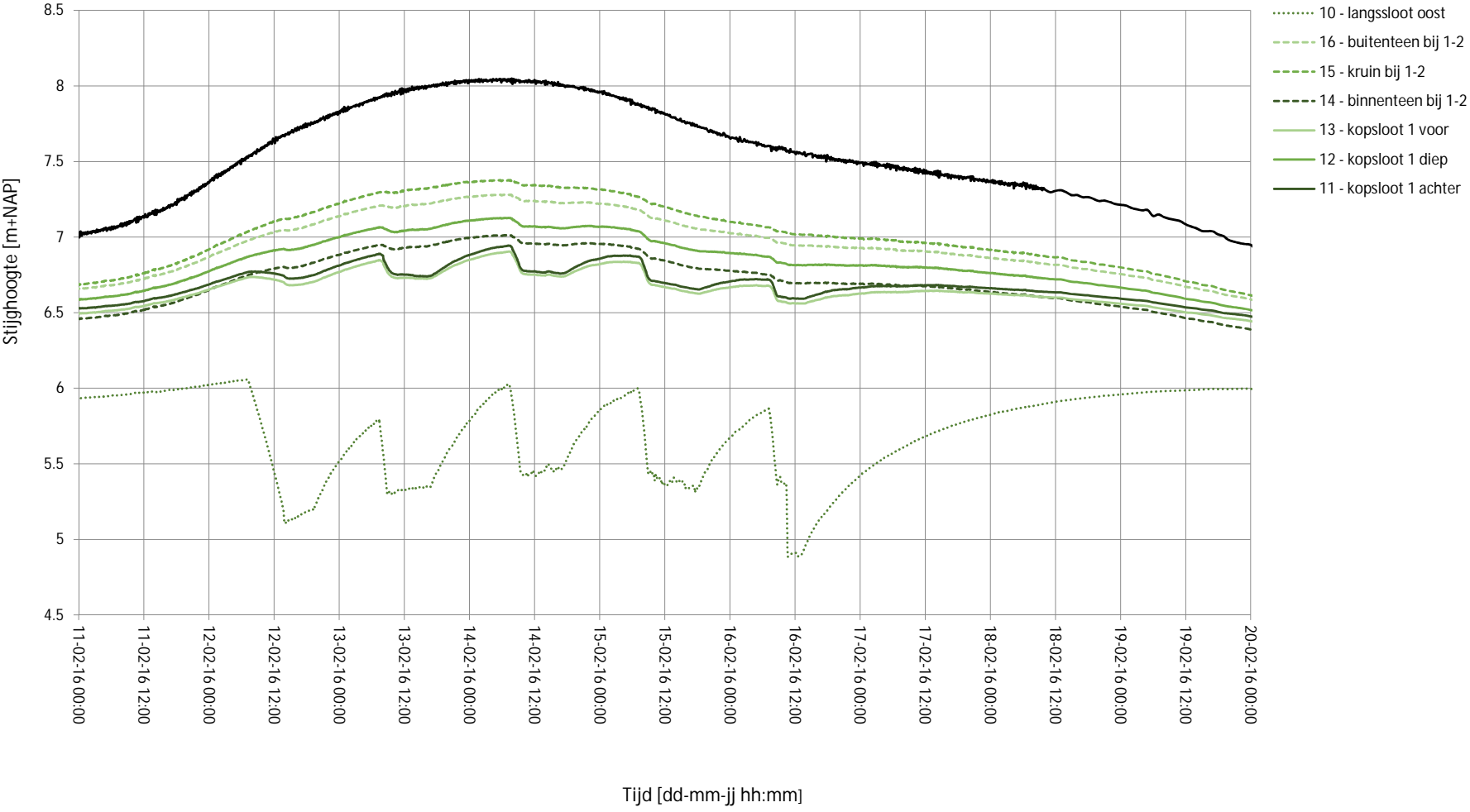
Stijghoogten - dijk en oppervlaktewater, derde hoogwater



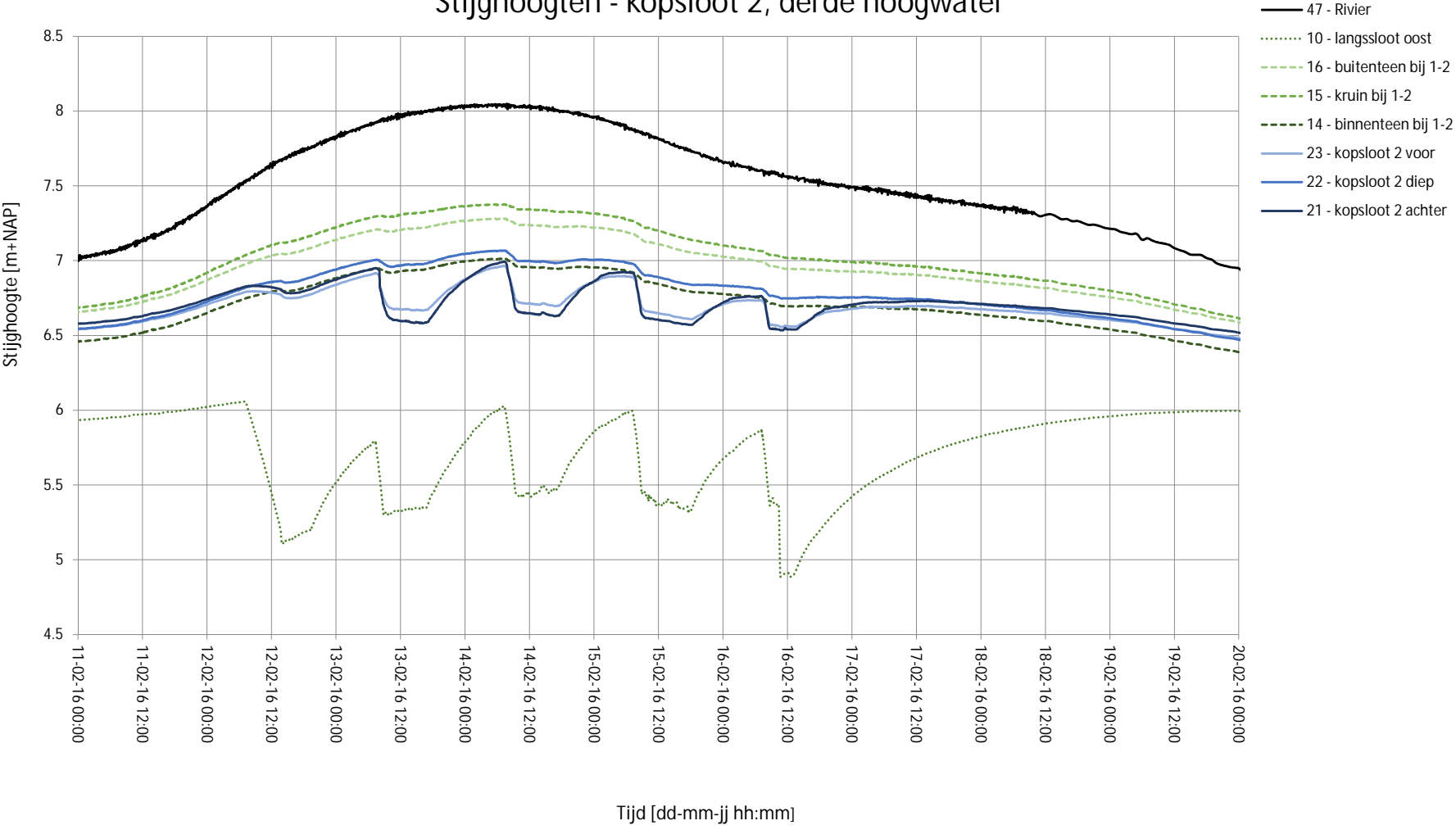
Stijghoogten - VZG-deel, derde hoogwater



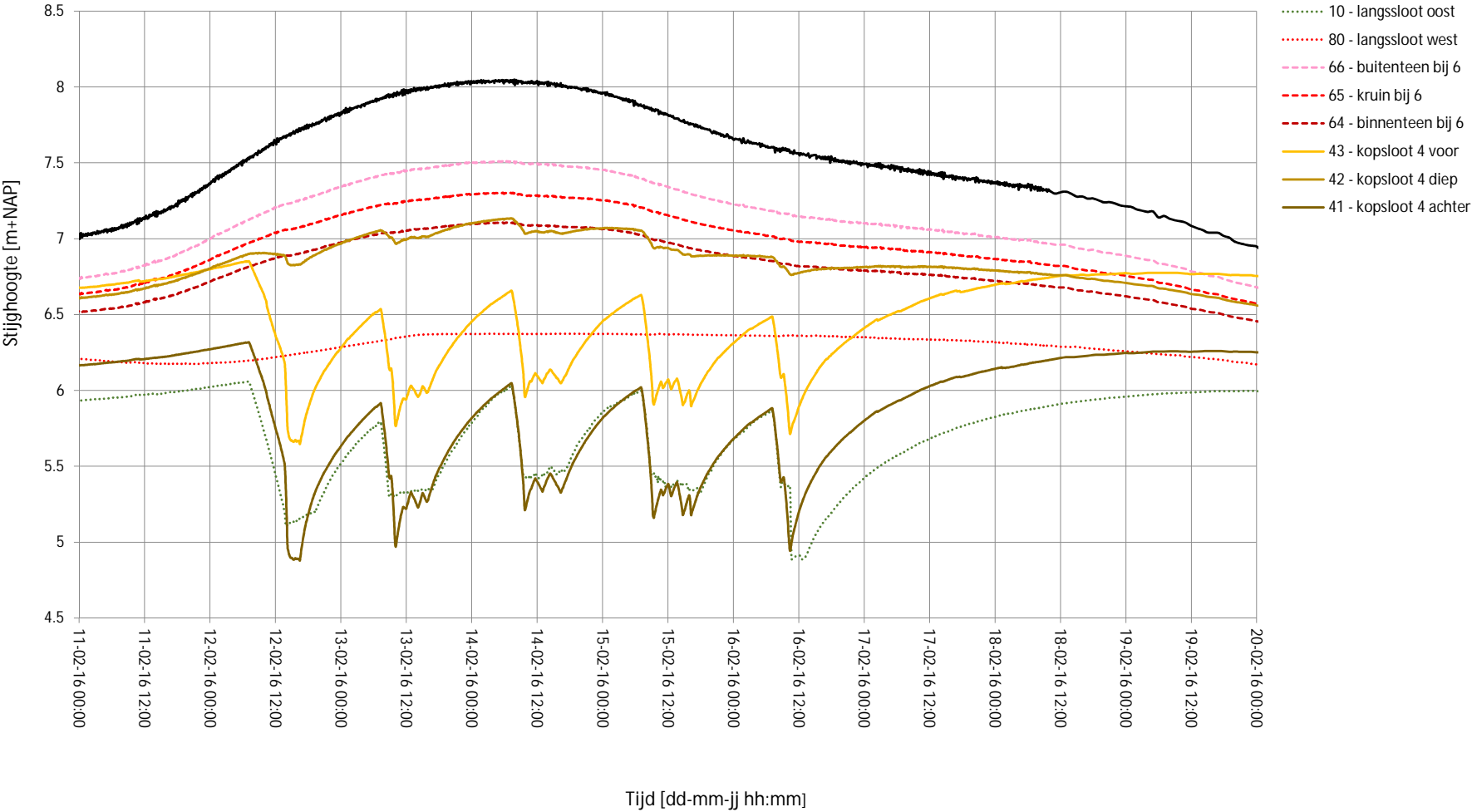
Stijghoogten - kopsloot 1, derde hoogwater



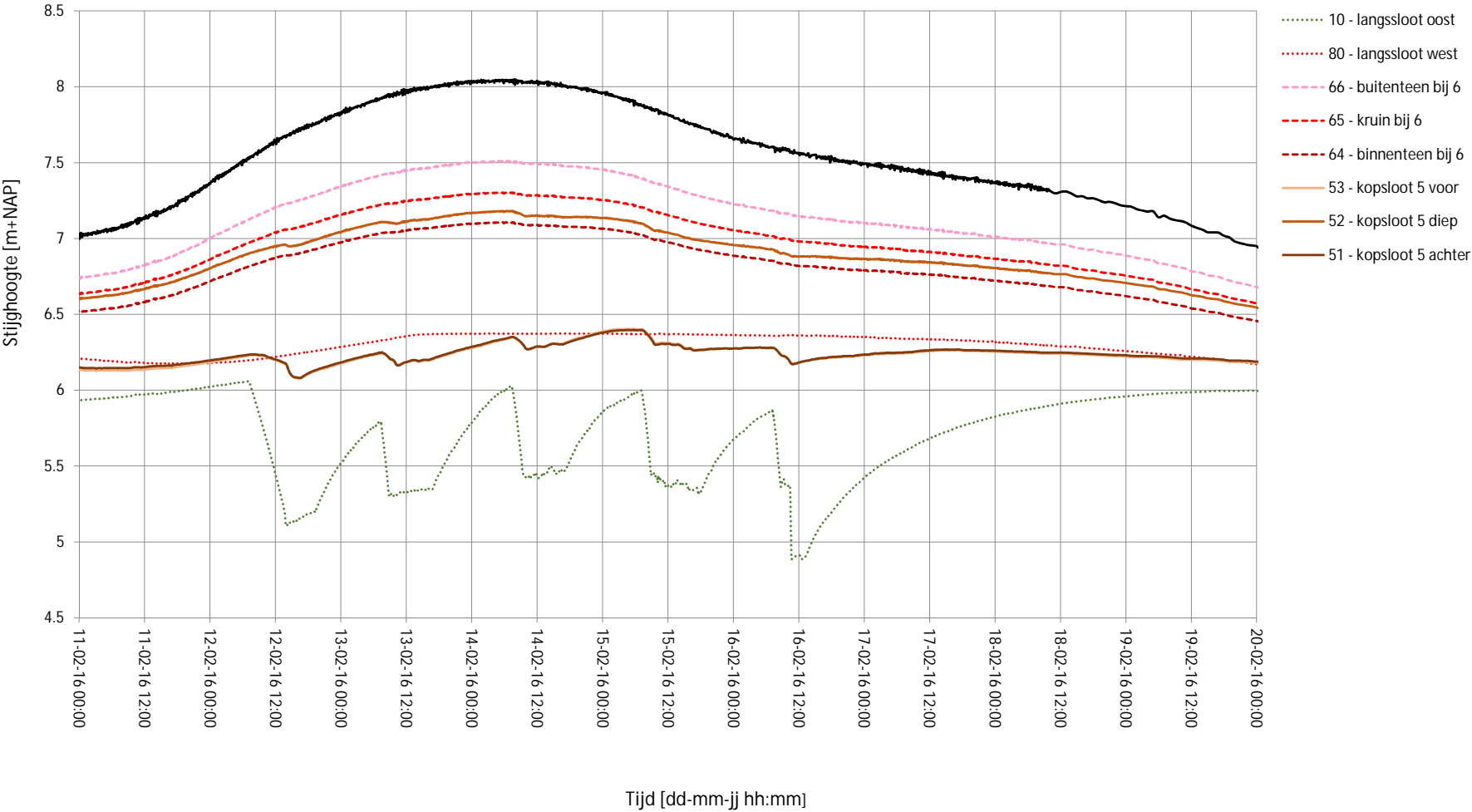
Stijghoogten - kopsloot 2, derde hoogwater



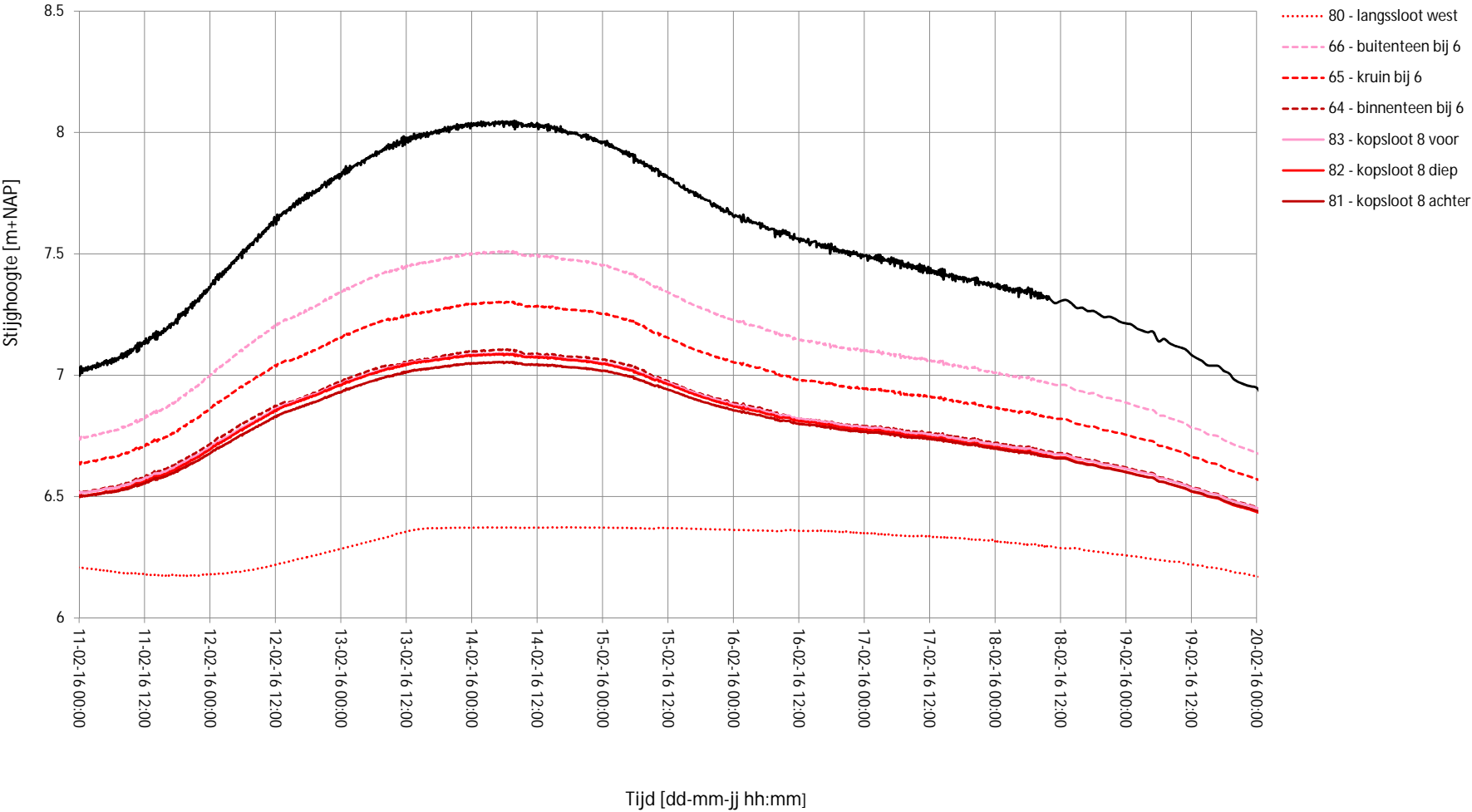
Stijghoogten - kopsloot 4, derde hoogwater



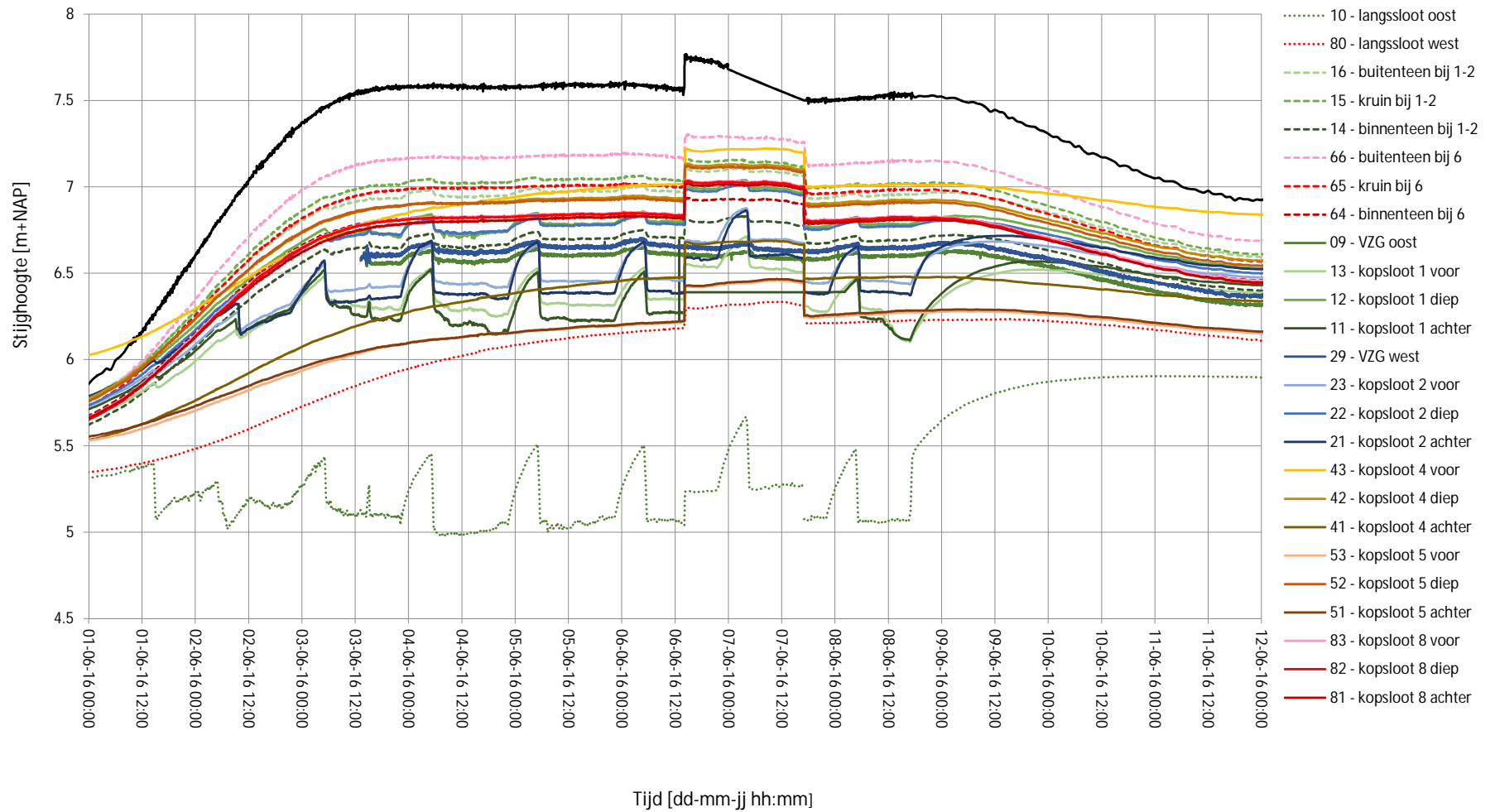
Stijghoogten - kopsloot 5, derde hoogwater



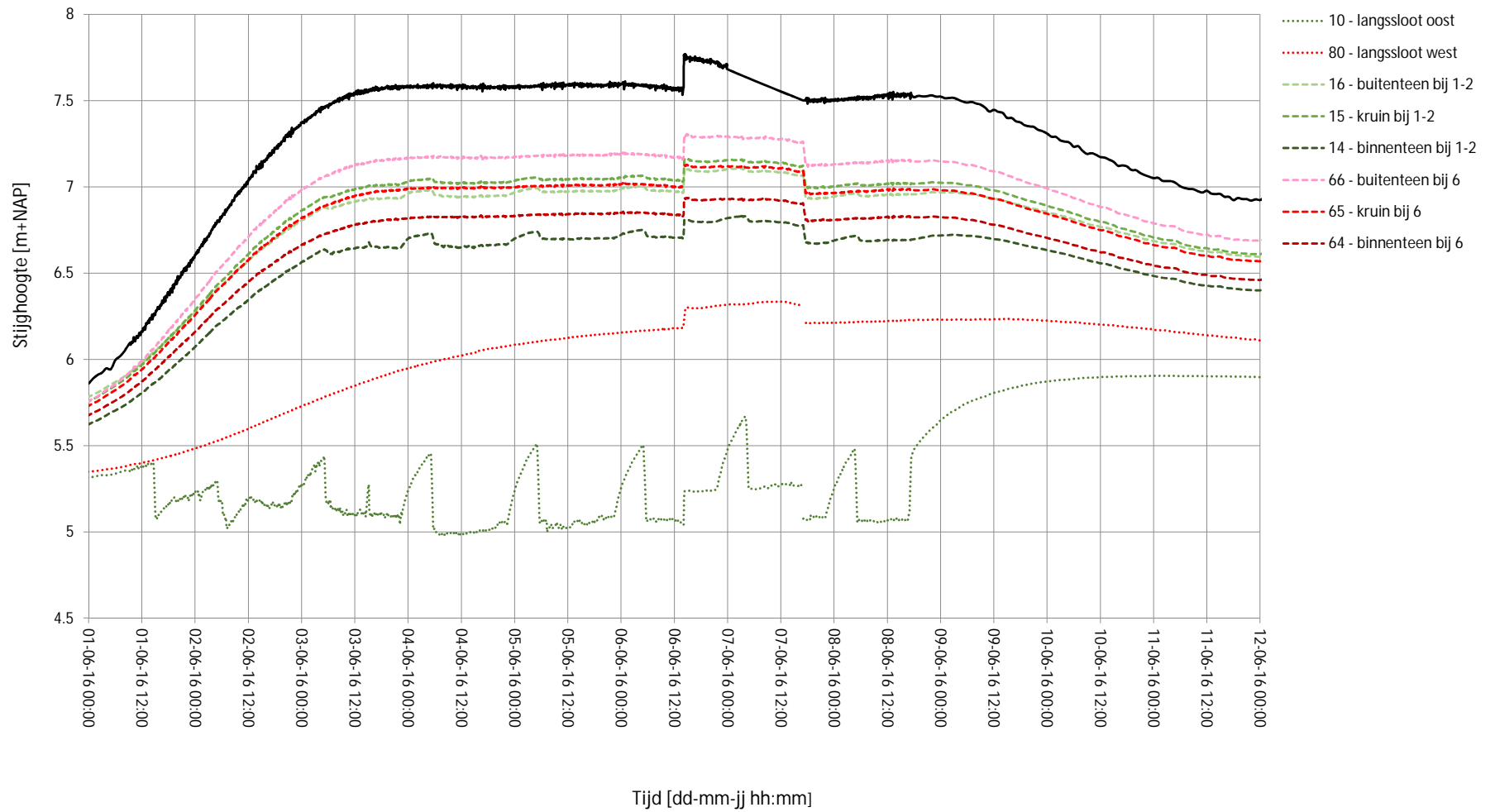
Stijghoogten - kopsloot 8, derde hoogwater



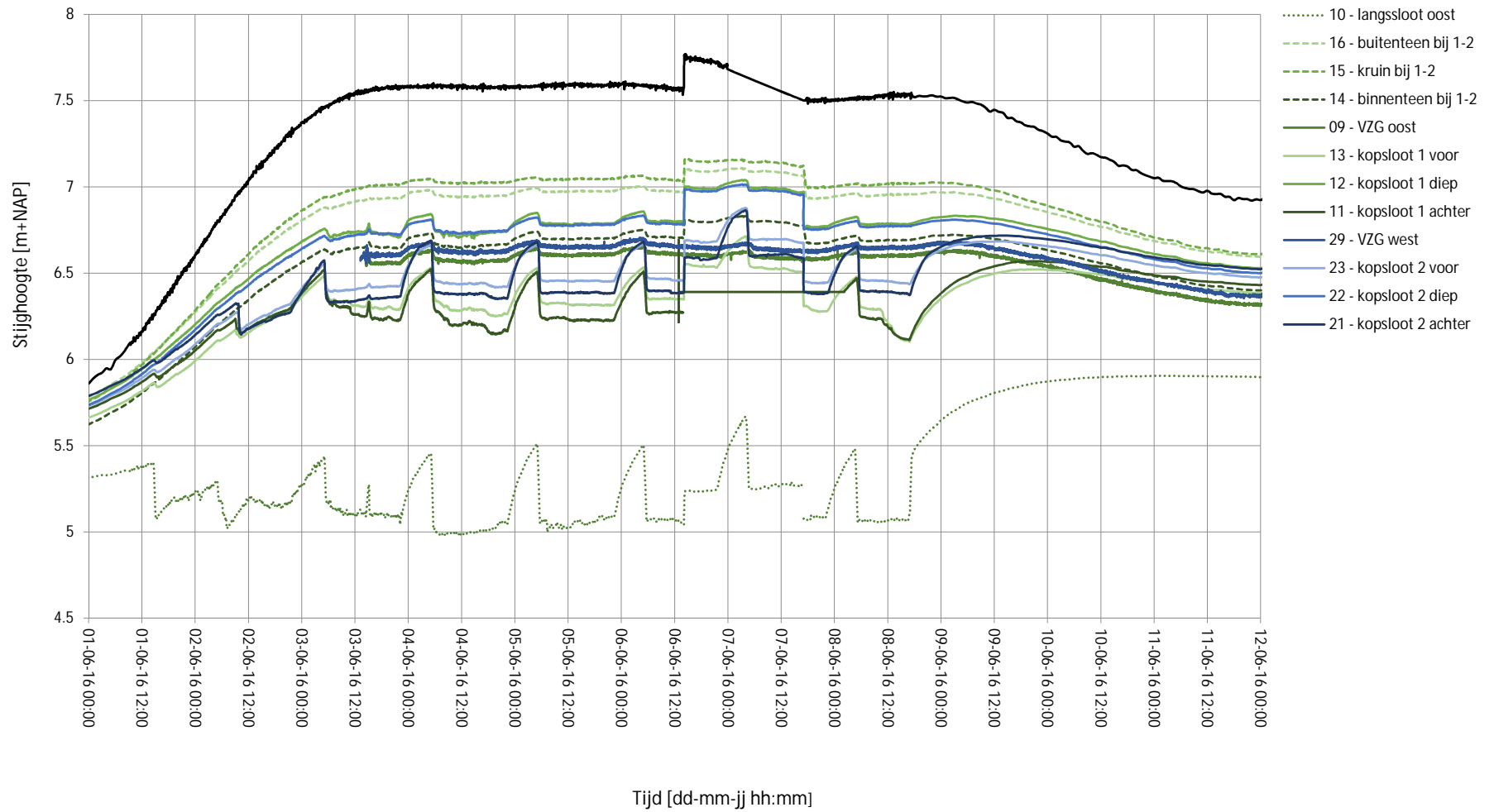
Stijghoogten - alle instrumenten, vierde hoogwater



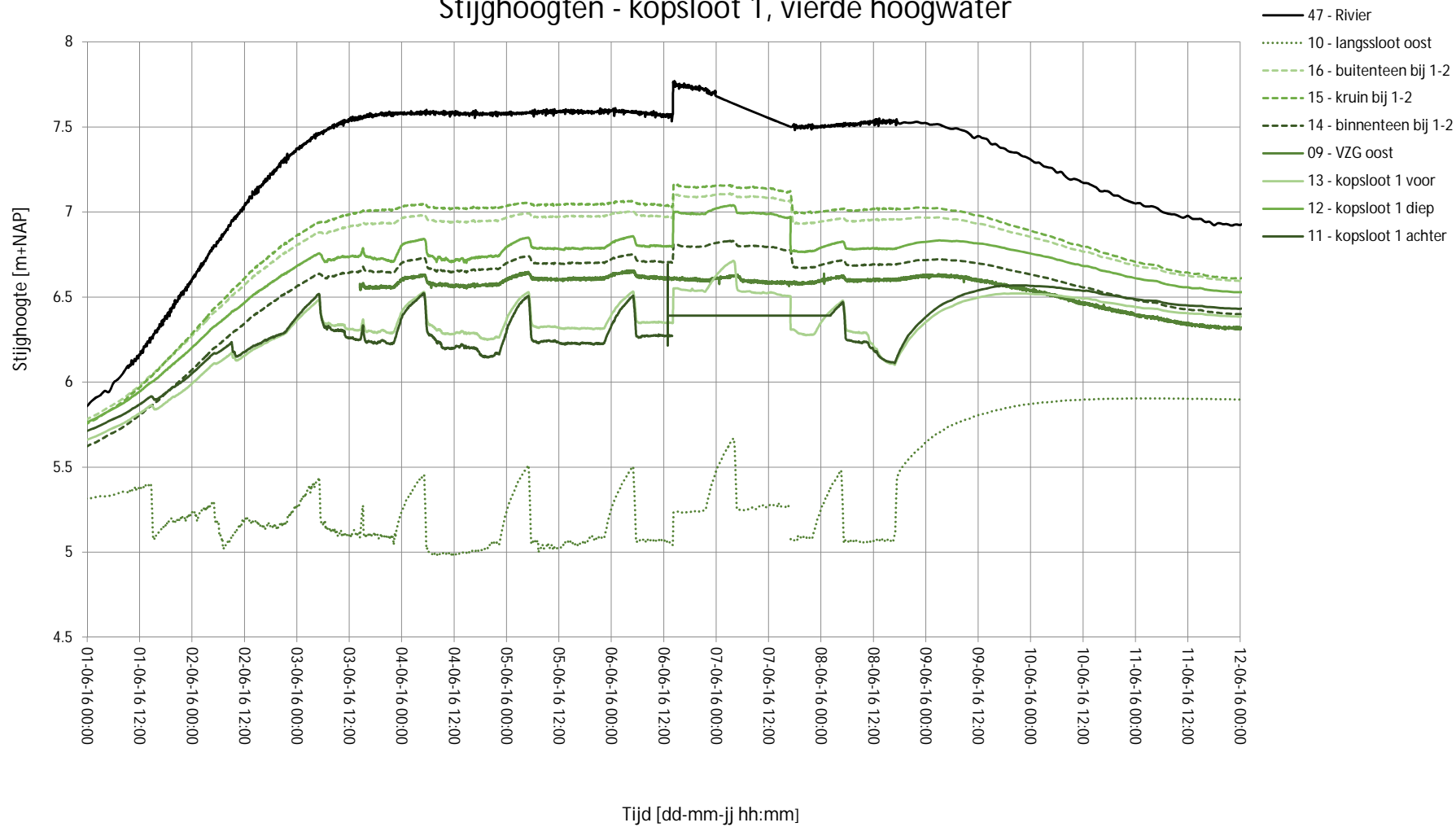
Stijghoogten - dijk en oppervlaktewater, vierde hoogwater



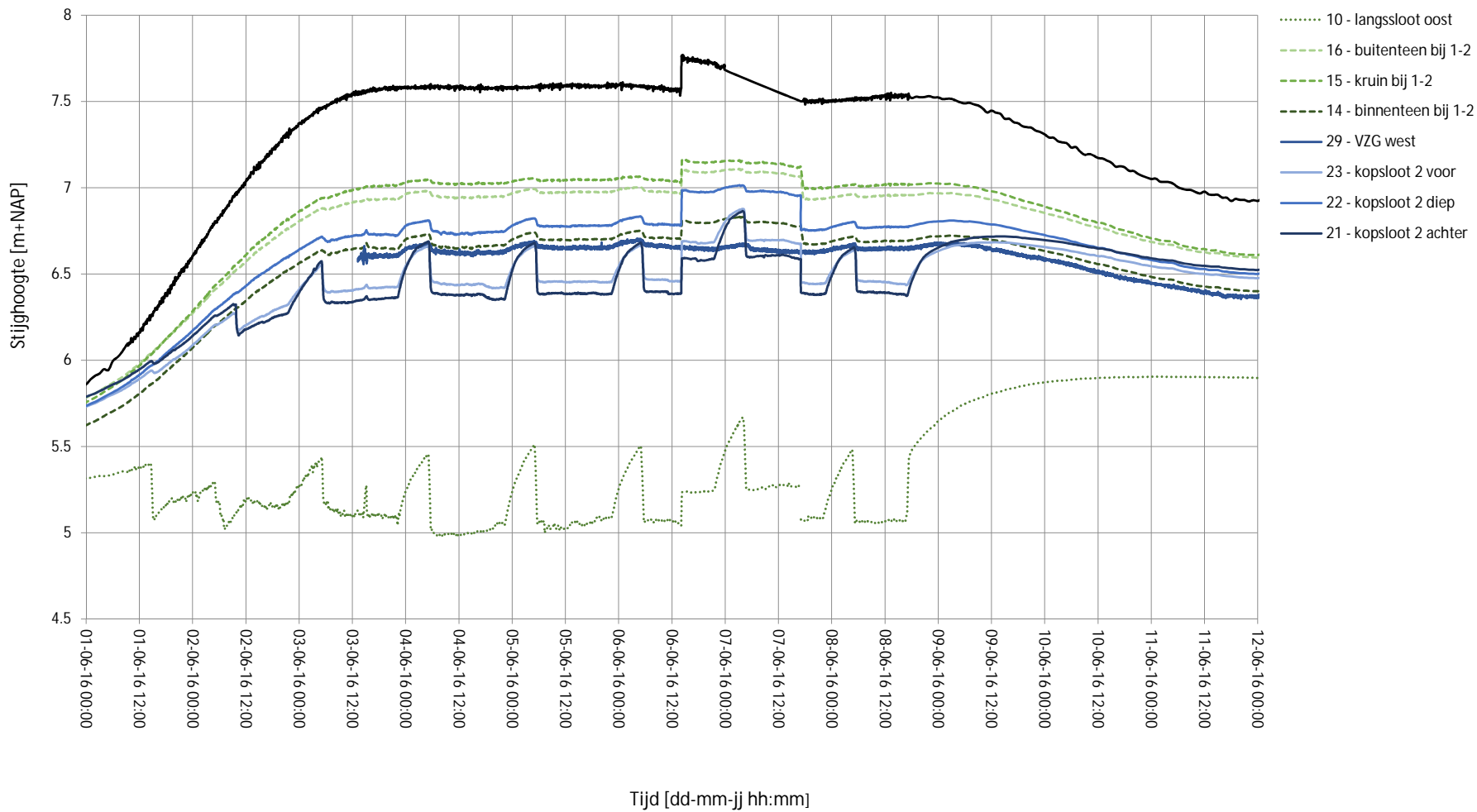
Stijghoogten - VZG-deel, vierde hoogwater



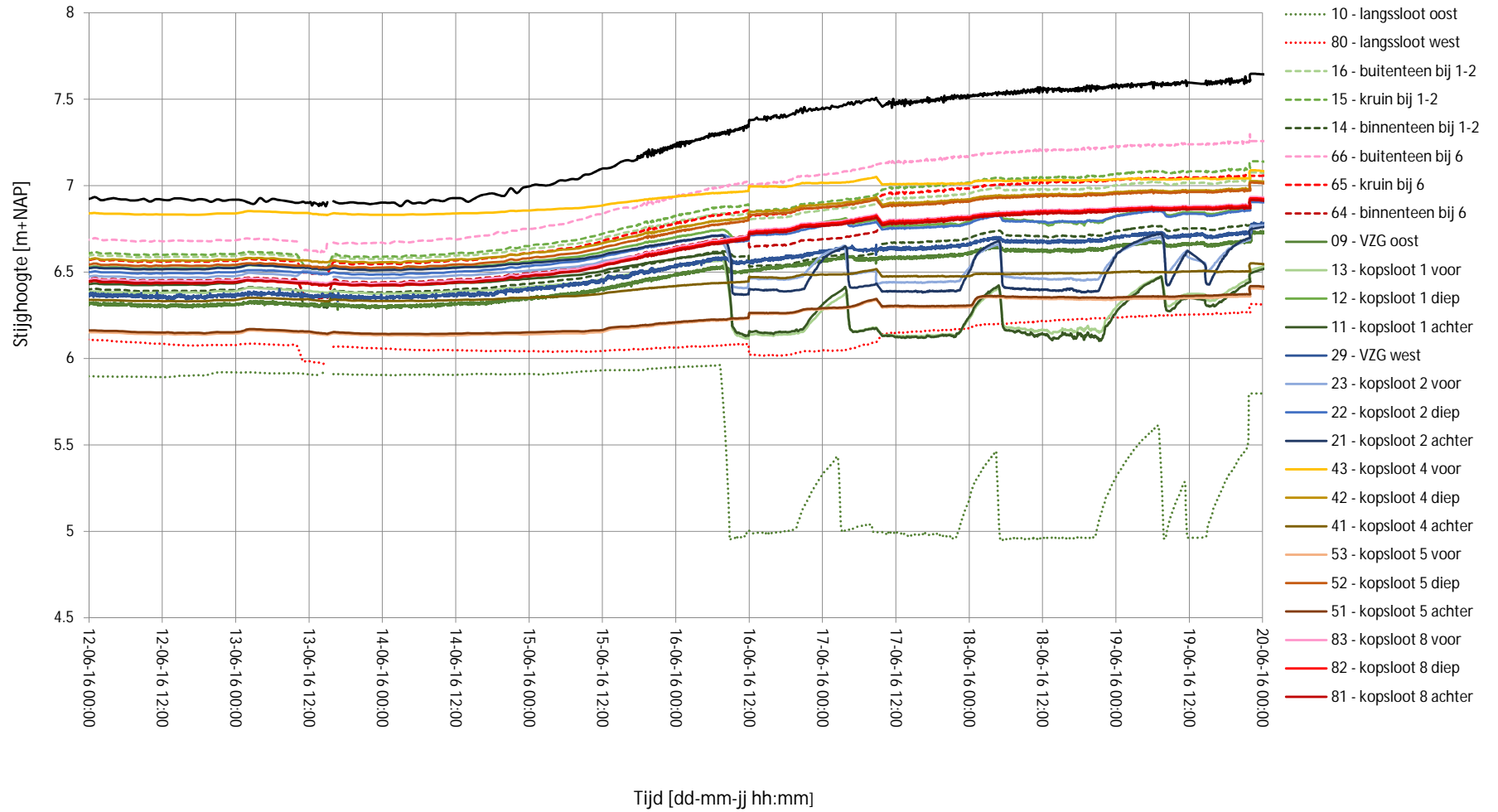
Stijghoogten - kopsloot 1, vierde hoogwater



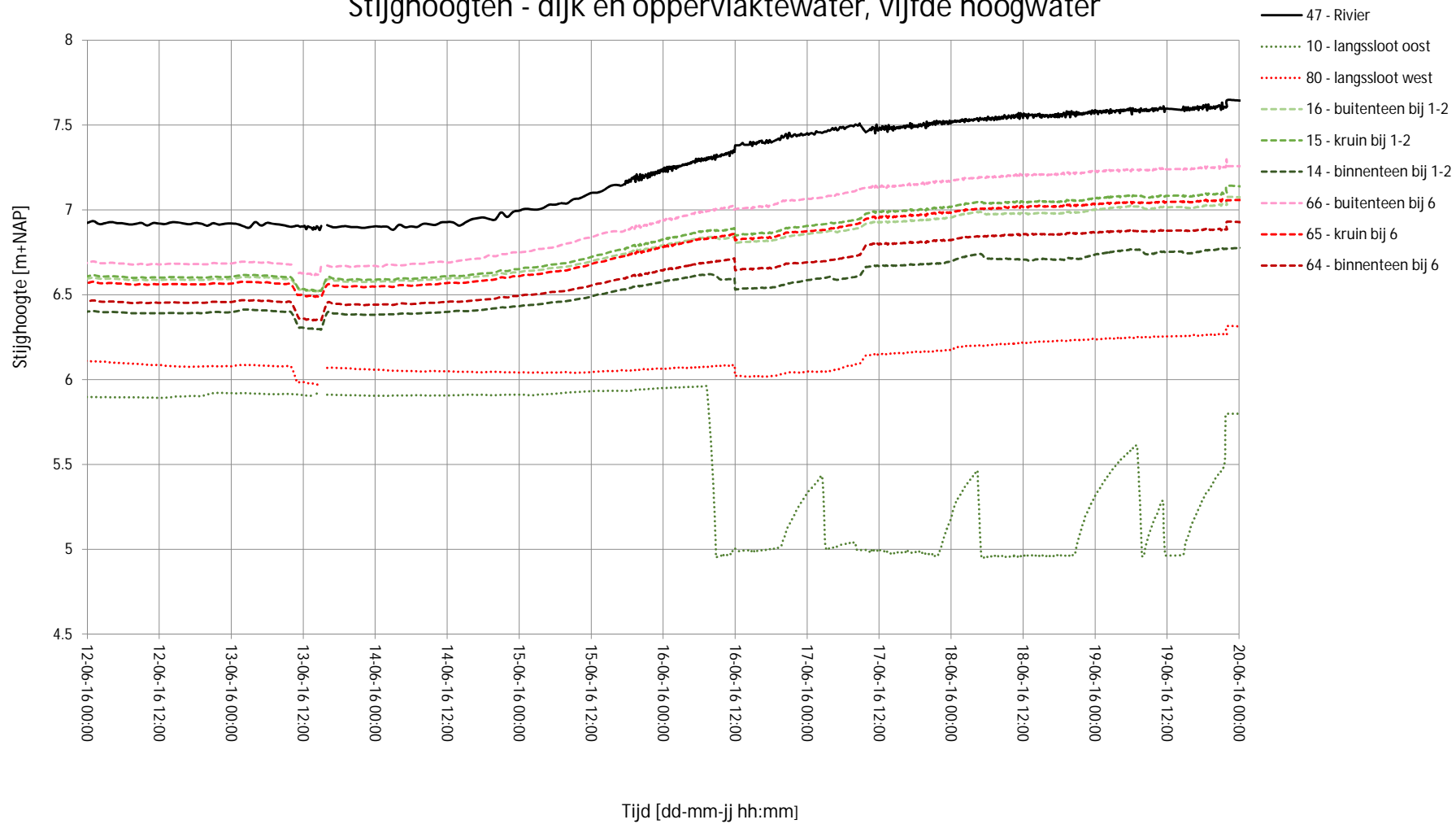
Stijghoogten - kopsloot 2, vierde hoogwater



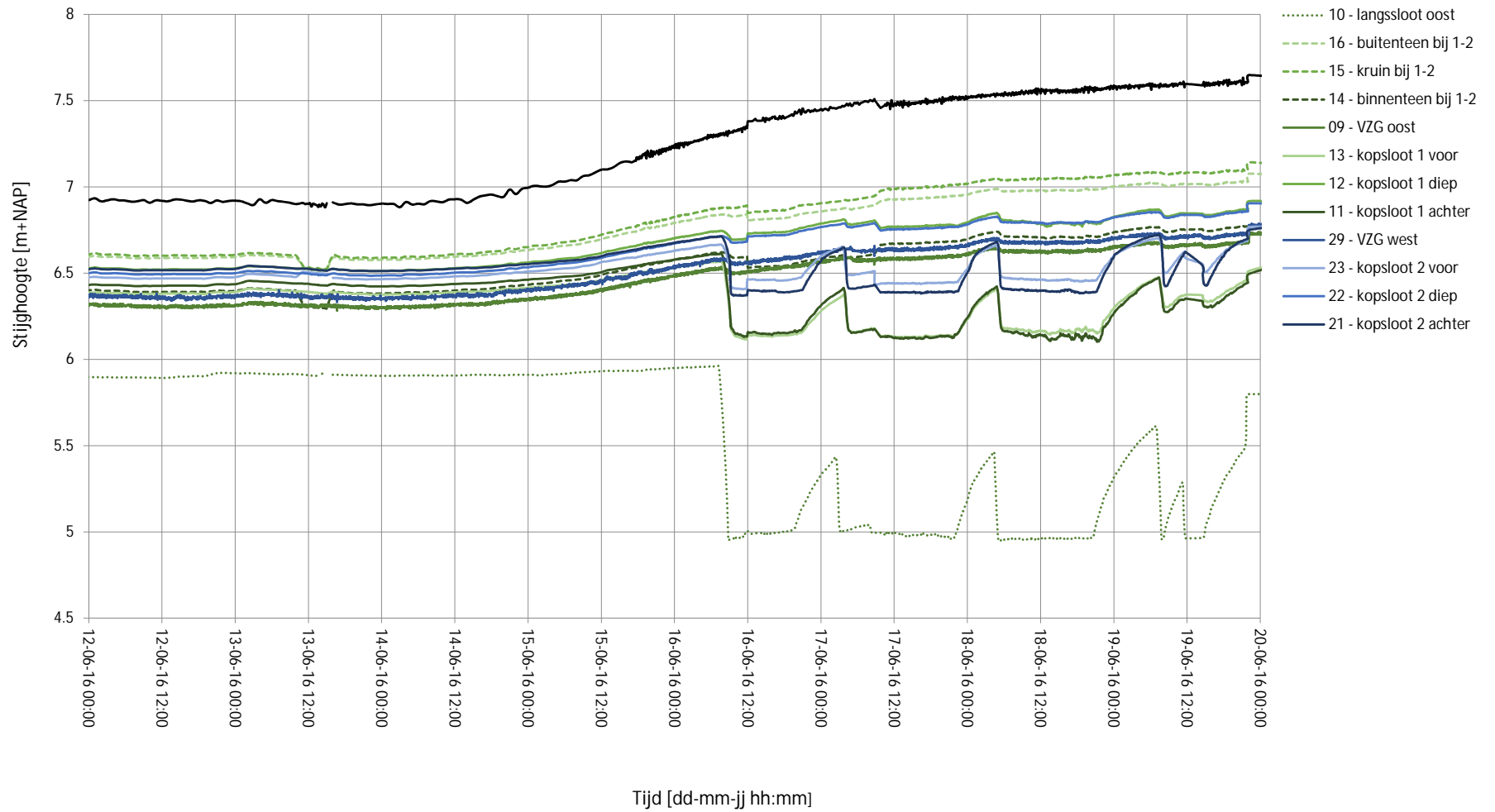
Stijghoogten - alle instrumenten, vijfde hoogwater



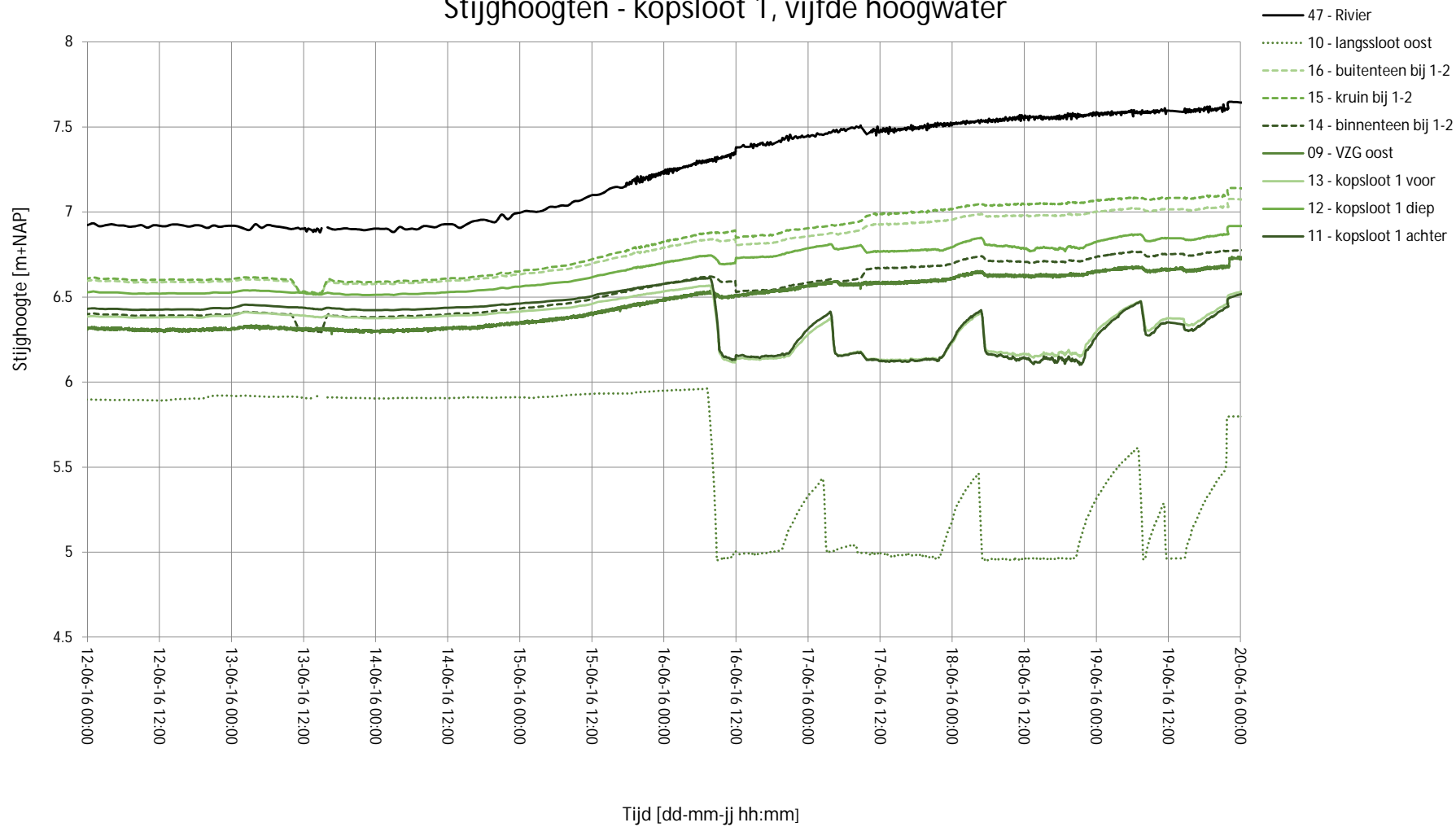
Stijghoogten - dijk en oppervlaktewater, vijfde hoogwater



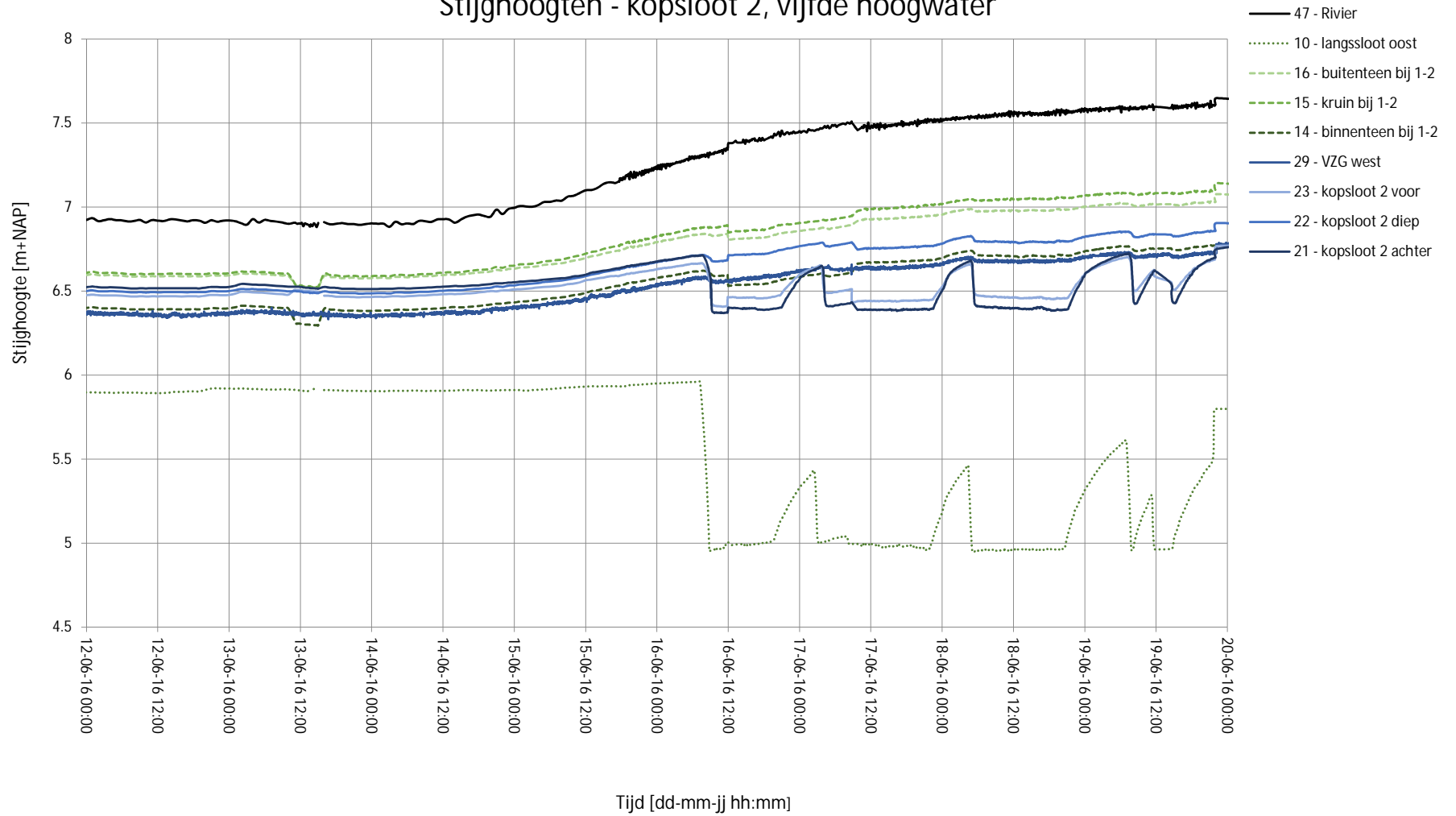
Stijghoogten - VZG-deel, vijfde hoogwater



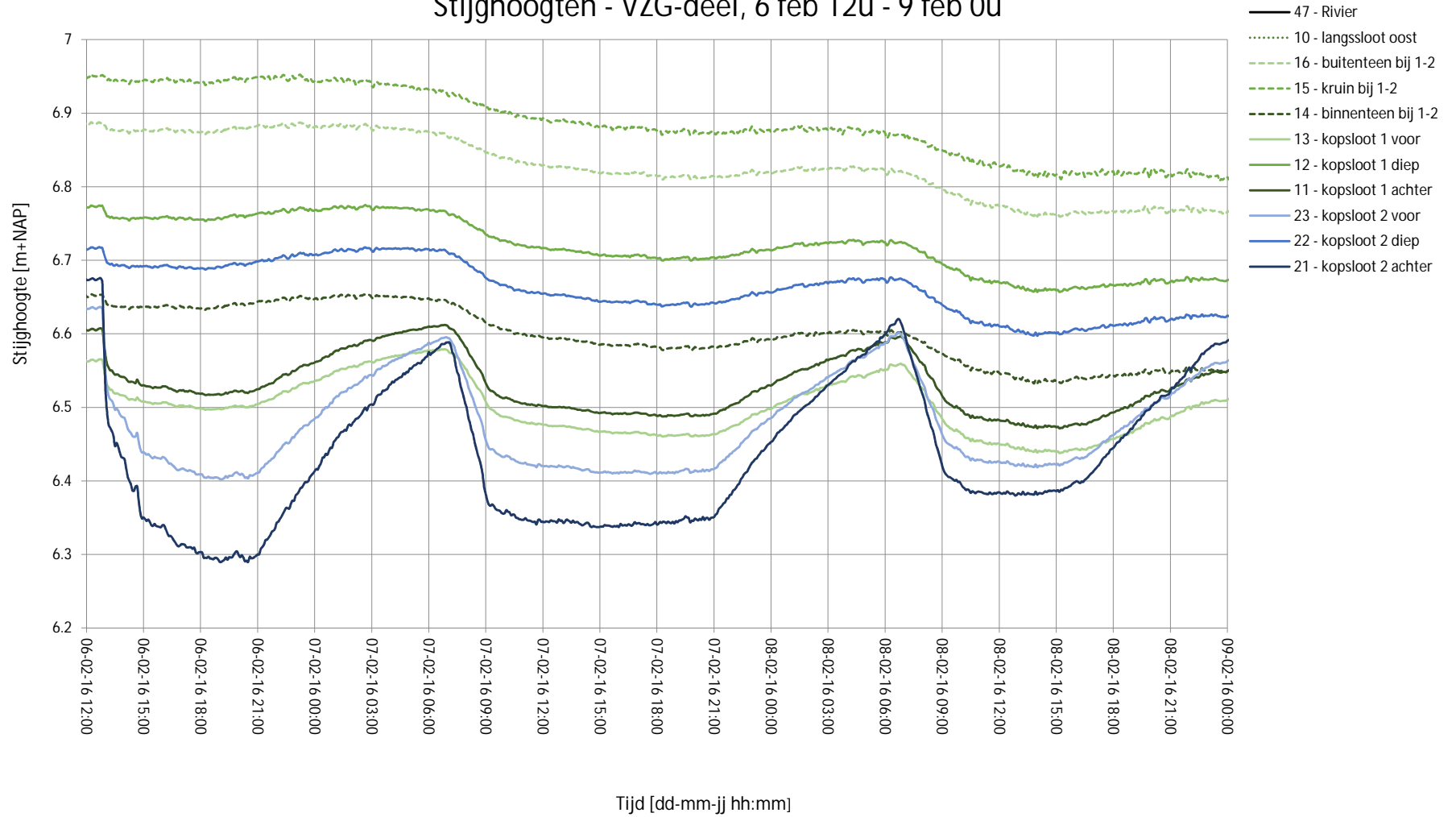
Stijghoogten - kopsloot 1, vijfde hoogwater



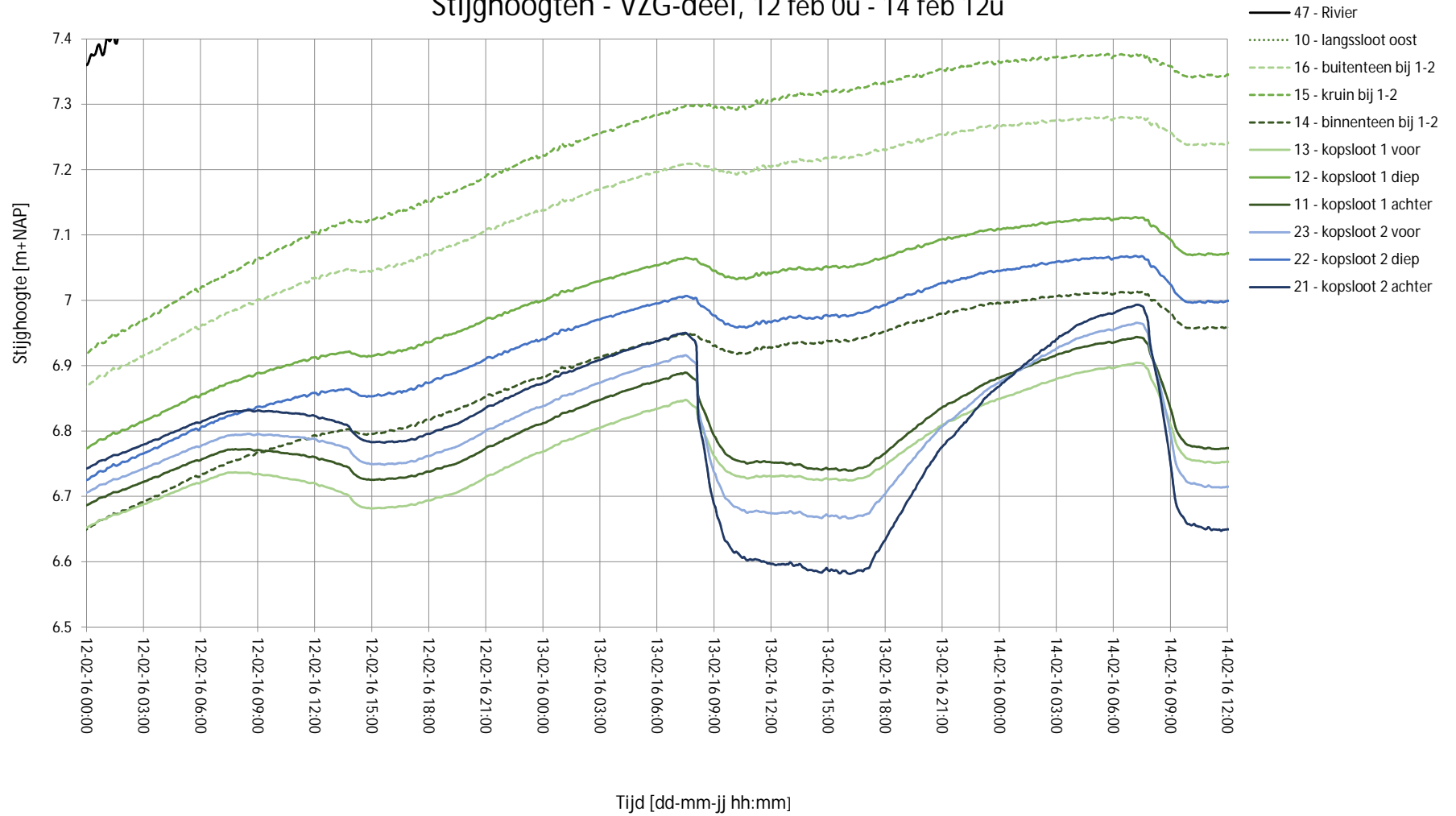
Stijghoogten - kopsloot 2, vijfde hoogwater



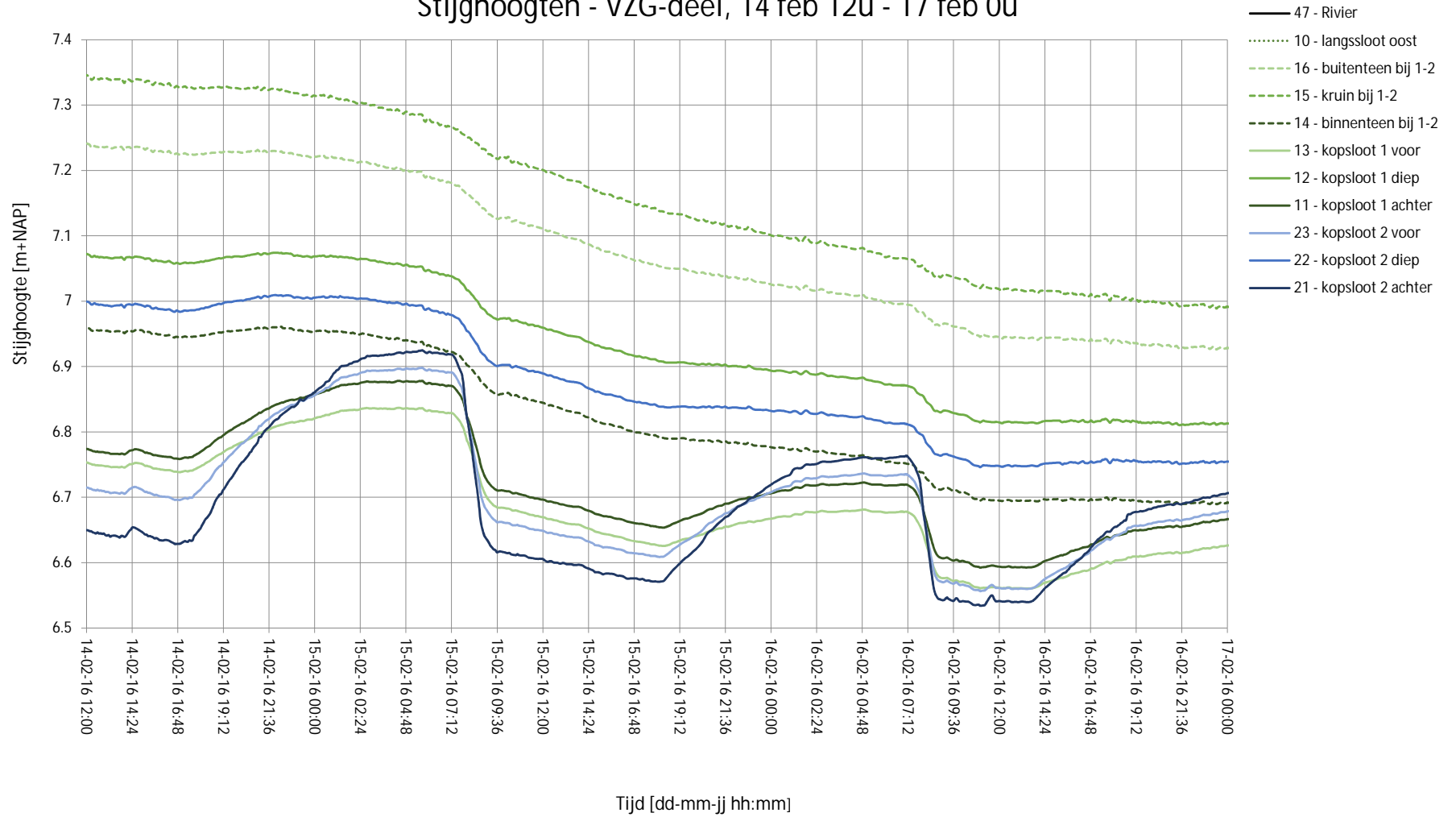
Stijghoogten - VZG-deel, 6 feb 12u - 9 feb 0u



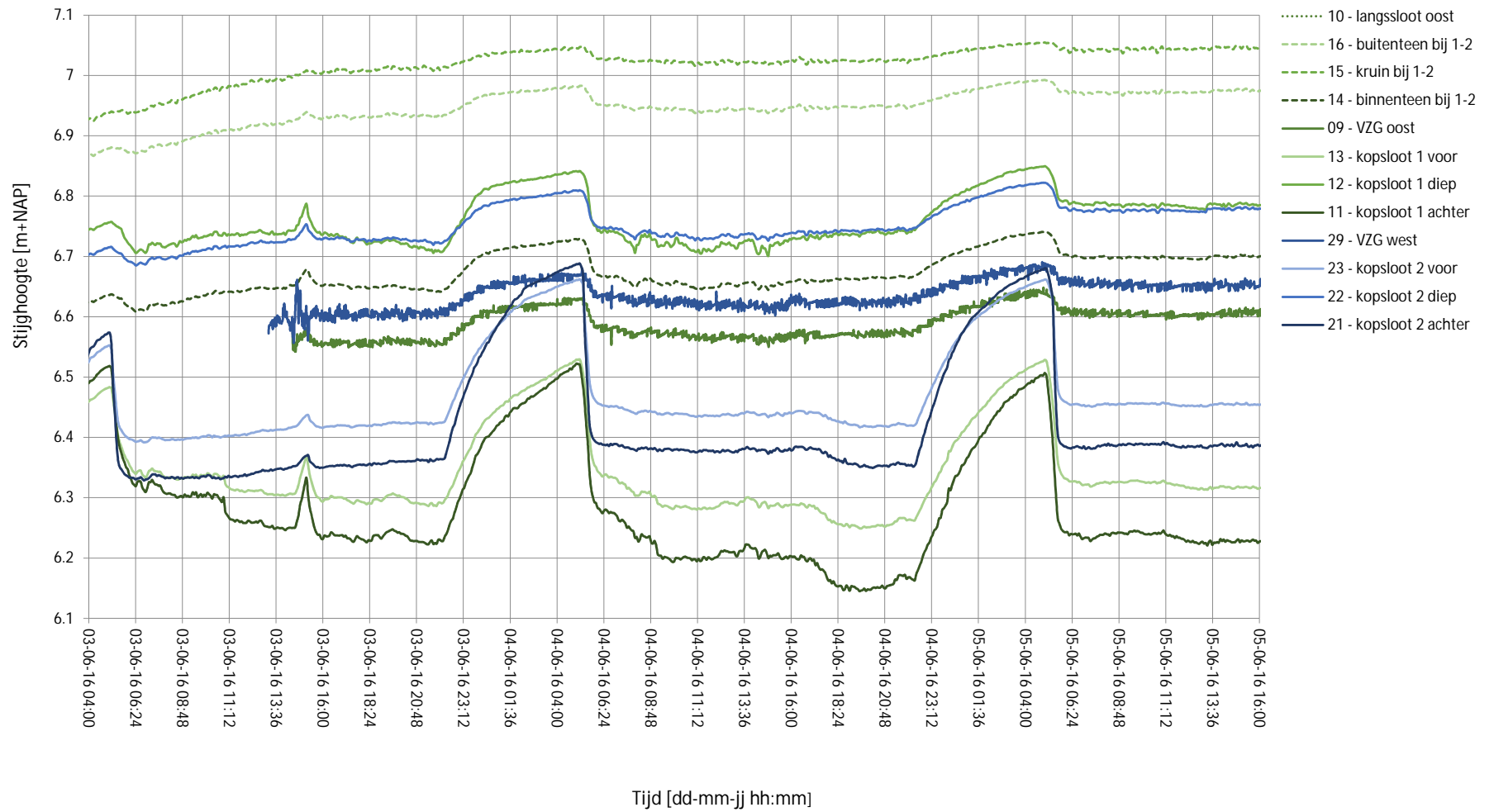
Stijghoogten - VZG-deel, 12 feb 0u - 14 feb 12u



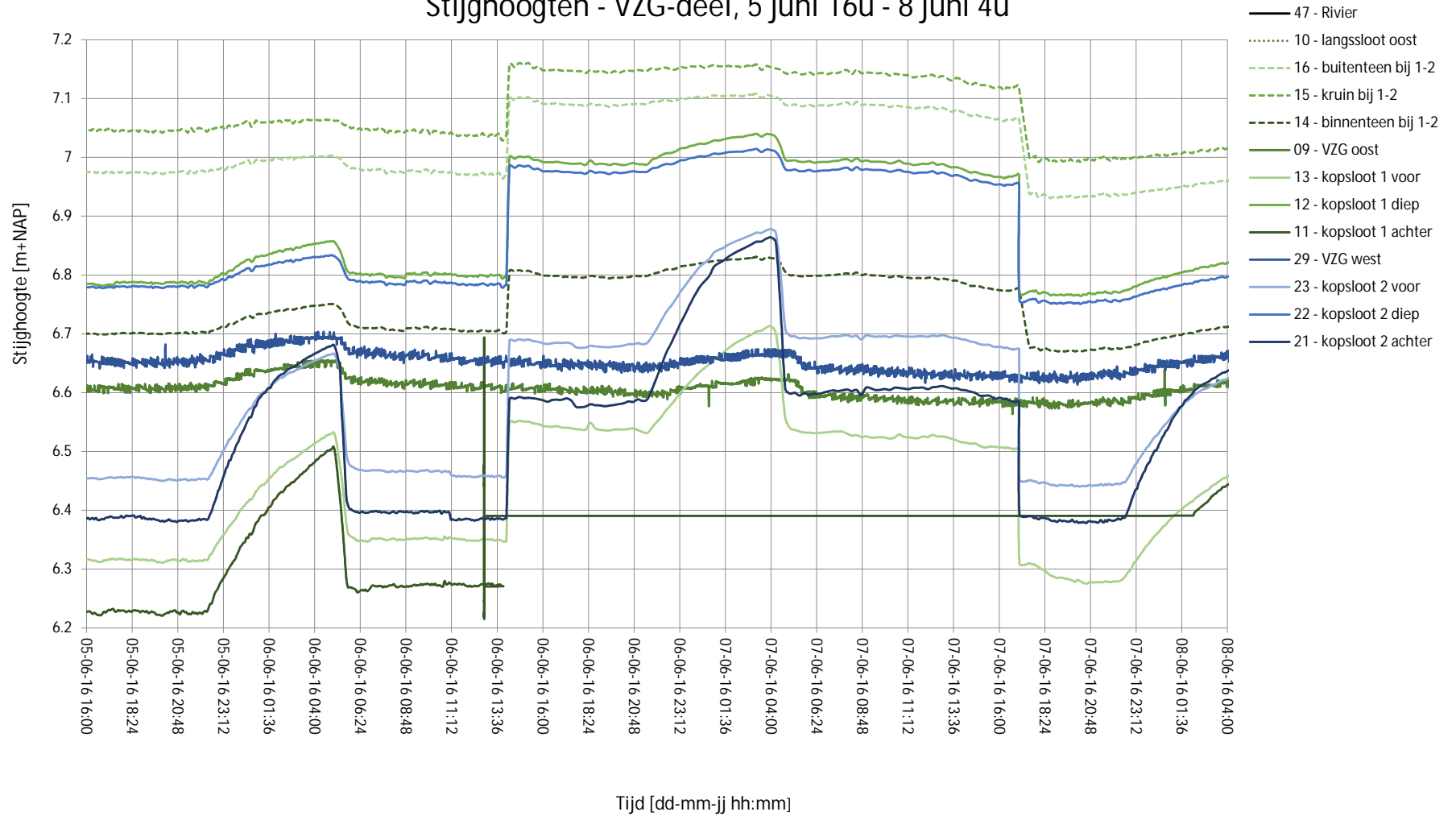
Stijghoogten - VZG-deel, 14 feb 12u - 17 feb 0u



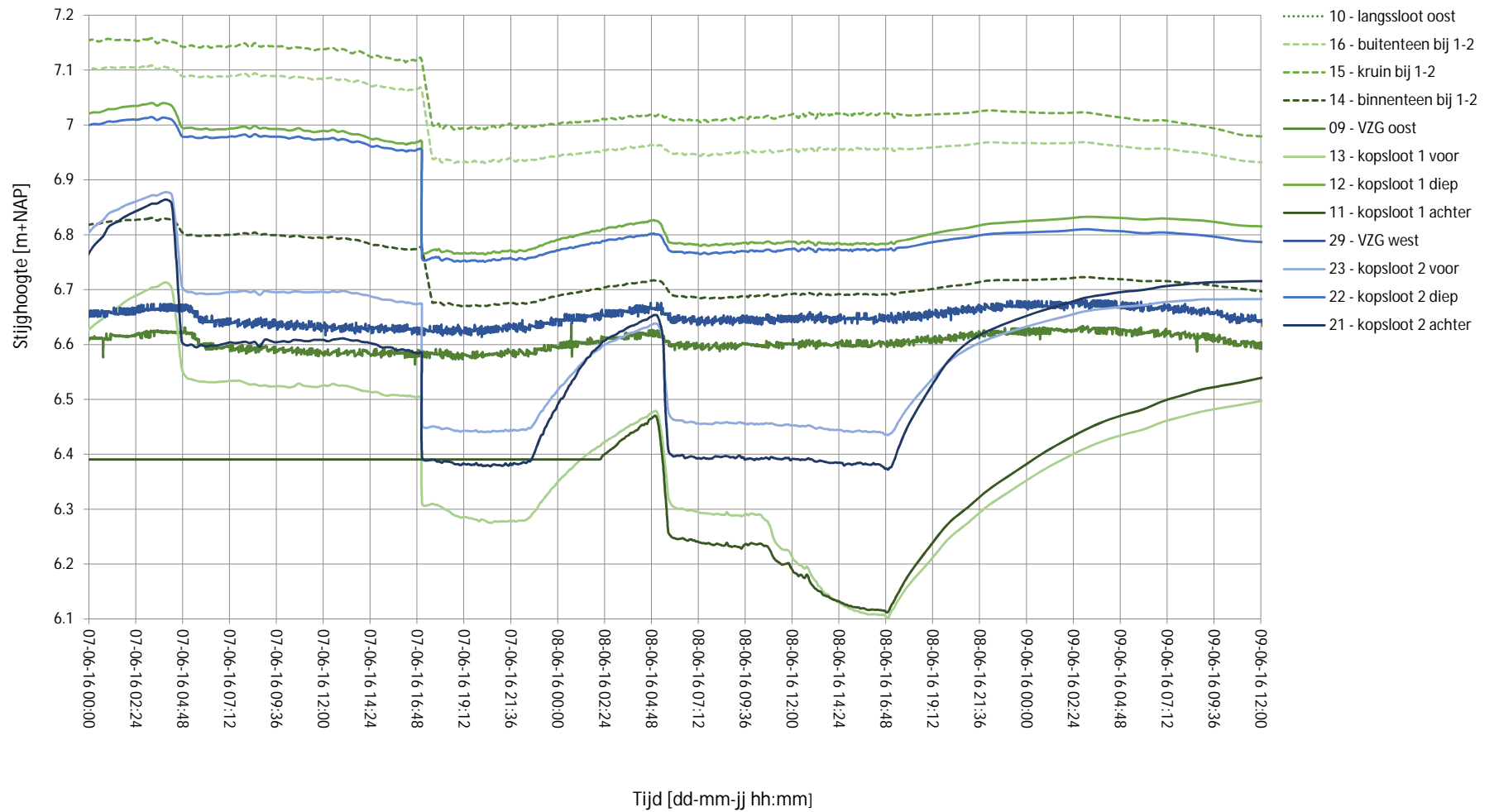
Stijghoogten - VZG-deel, 3 juni 4u - 5 juni 16u



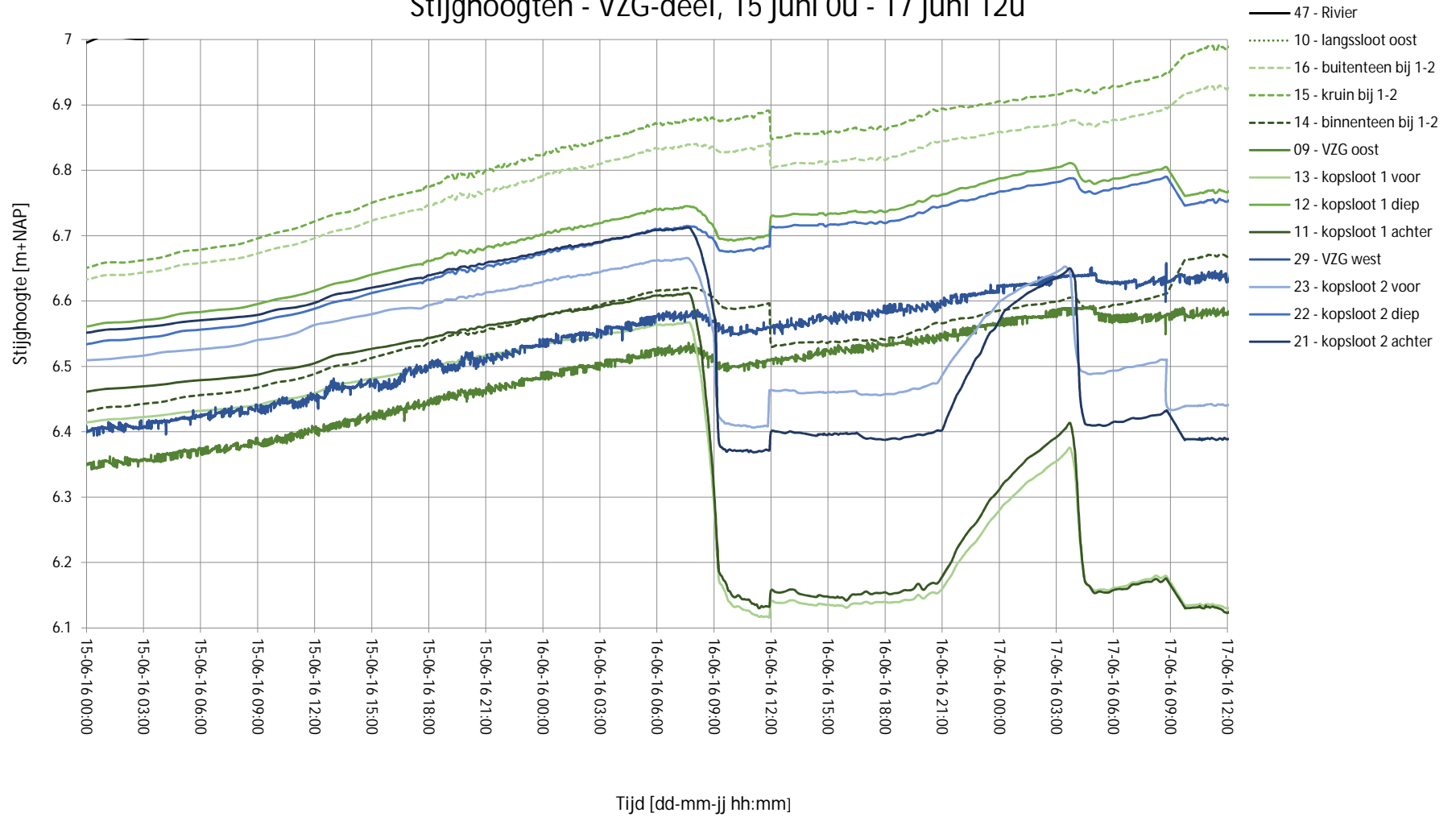
Stijghoogten - VZG-deel, 5 juni 16u - 8 juni 4u



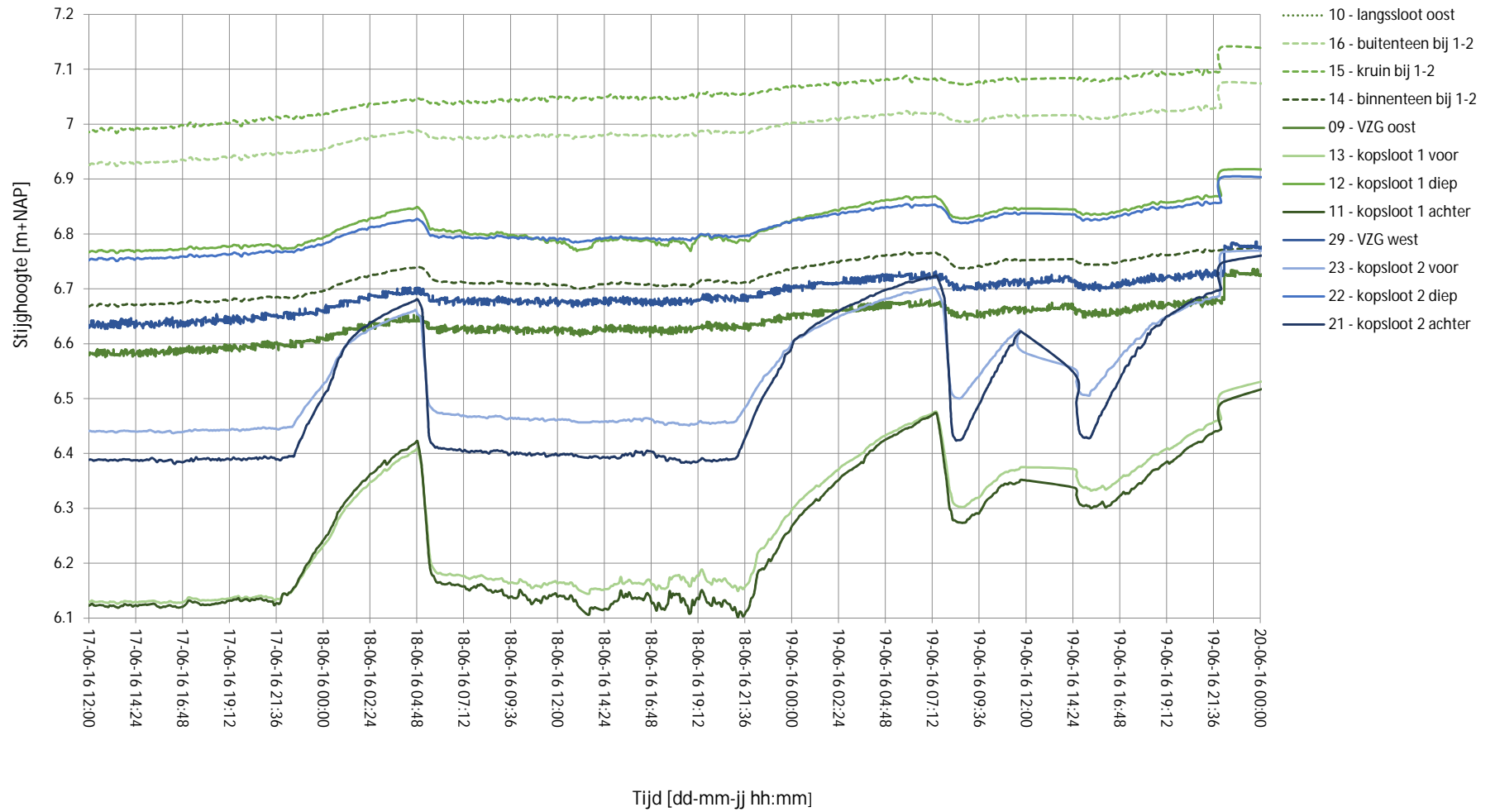
Stijghoogten - VZG-deel, 7 juni 0u - 9 juni 12u



Stijghoogten - VZG-deel, 15 juni 0u - 17 juni 12u



Stijghoogten - VZG-deel, 17 juni 12u - 20 juni 0u



E Lokale temperatuurmetingen

- E1 Locatiegegevens
- E2 Overzicht meetperiode december 2015 – augustus 2016**
 - E2.1 Alle instrumenten
 - E2.2 Dijk en oppervlaktewater
 - E2.3 VZG-deel
 - E2.4 Kopsloot 1
 - E2.5 Kopsloot 2
 - E2.6 Kopsloot 4
 - E2.7 Kopsloot 5
 - E2.8 Kopsloot 8
- E3 Metingen rond 1^e hoogwater (13 januari t/m 2 februari 2016)**
 - E3.1 Alle instrumenten
 - E3.2 Dijk en oppervlaktewater
 - E3.3 VZG-deel
 - E3.4 Kopsloot 1
 - E3.5 Kopsloot 2
 - E3.6 Kopsloot 4
 - E3.7 Kopsloot 5
 - E3.8 Kopsloot 8
- E4 Metingen rond 2^e en 3^e hoogwater (2 t/m 26 februari 2016)**
 - E4.1 Alle instrumenten
 - E4.2 Dijk en oppervlaktewater
 - E4.3 VZG-deel
 - E4.4 Kopsloot 1
 - E4.5 Kopsloot 2
 - E4.6 Kopsloot 4
 - E4.7 Kopsloot 5
 - E4.8 Kopsloot 8
- E5 Metingen rond 4^e en 5^e hoogwater (30 mei t/m 28 juni 2016)**
 - E5.1 Alle instrumenten
 - E5.2 Dijk en oppervlaktewater
 - E5.3 VZG-deel
 - E5.4 Kopsloot 1
 - E5.5 Kopsloot 2

E1 Locatiegegevens temperatuurmetingen t.p.v. waterspanningsmeters

Waterspanningsmeters					Ontwerp		As Build		Notes
Punt	Locatie	Piezometer	Locatie*	Kabellengte (m)	X	Y	Z (m+NAP)	Z (m+NAP)	
10	-	100D14436	G	175	164922.7	435091.43	3.00	3.00	In peilbuis
81	Noord	100E14049	E	145	164696.19	435007.83	3.35	3.31	Wegdrukken
82	Oost	100E14048	E	145	164696.88	435006.91	2.05	2.04	Wegdrukken
83	West	100E14047	E	145	164696.63	435006.79	3.40	3.42	Wegdrukken
11	Noord	100E14046	A	120	164924.42	435076.14	3.35	3.24	Wegdrukken
12	Oost	100E14045	A	120	164924.99	435074.89	2.05	2.08	Wegdrukken
13	West	100E14044	A	120	164924.74	435074.82	3.40	3.25	Wegdrukken
41	Noord	100E14043	C	90	164839.91	435063.77	3.35	3.37	Wegdrukken
42	Oost	100E14042	C	90	164840.21	435062.65	2.05	2.01	Wegdrukken
43	West	100E14041	C	90	164839.93	435062.61	3.40	3.37	Wegdrukken
51	Noord	100E14040	D	45	164801.18	435057.78	3.35	3.29	Wegdrukken
52	Oost	100E14039	D	45	164801.49	435056.67	2.05	1.97	Wegdrukken
53	West	100E14038	D	45	164801.18	435056.6	3.40	3.36	Wegdrukken
21	Noord	100E14037	B	80	164914.68	435074.87	3.35	3.32	Wegdrukken
22	Oost	100E14036	B	80	164914.91	435073.63	2.05	2.04	Wegdrukken
23	West	100E14035	B	80	164914.63	435073.62	3.40	3.37	Wegdrukken
80	-	100D14435	F	120	164690.01	435016.04	3.00	3.00	In peilbuis
47	-	100D14437	H	195	164817.07	435002.77	3.00	2.95	In peilbuis

* = locatie conform kabellengtetekening

** : 1,8m = afstand temperatuurfiber 09 t.o.v. bovenzijde Geodetect

Diepte gestuurde boring met temperatuurkabels: circa 3.3m+NAP

Ymaten	DTS	DSS	Piezo
Noord	4.00	3.00	4.50
Oost	4.00	3.00	3.25
West	4.00	3.00	3.25

Dijkraai oost:

punt piezometer

14 100D15086

15 100D15085

16 100D15084

Dijkraai west:

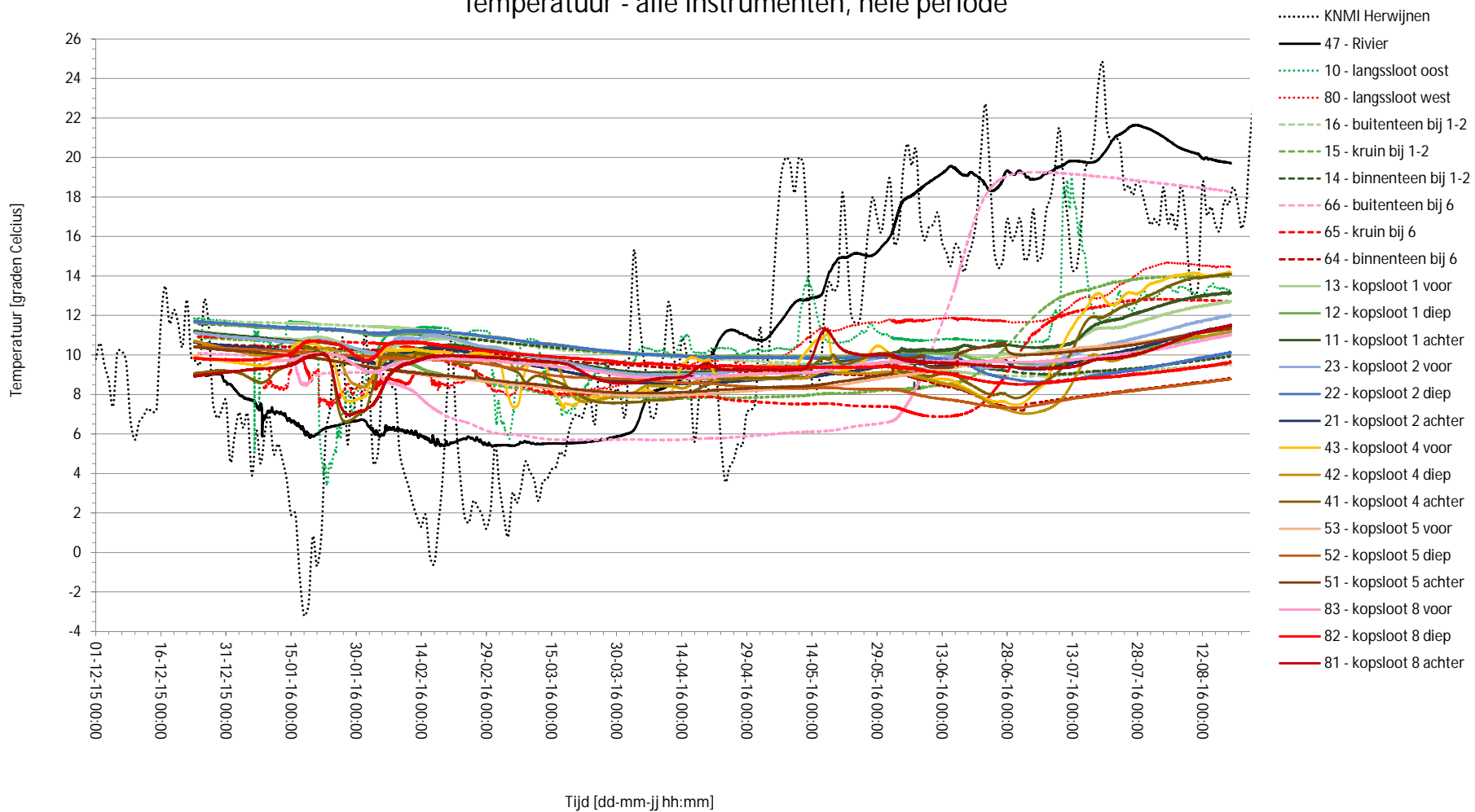
punt piezometer

64 100D15083

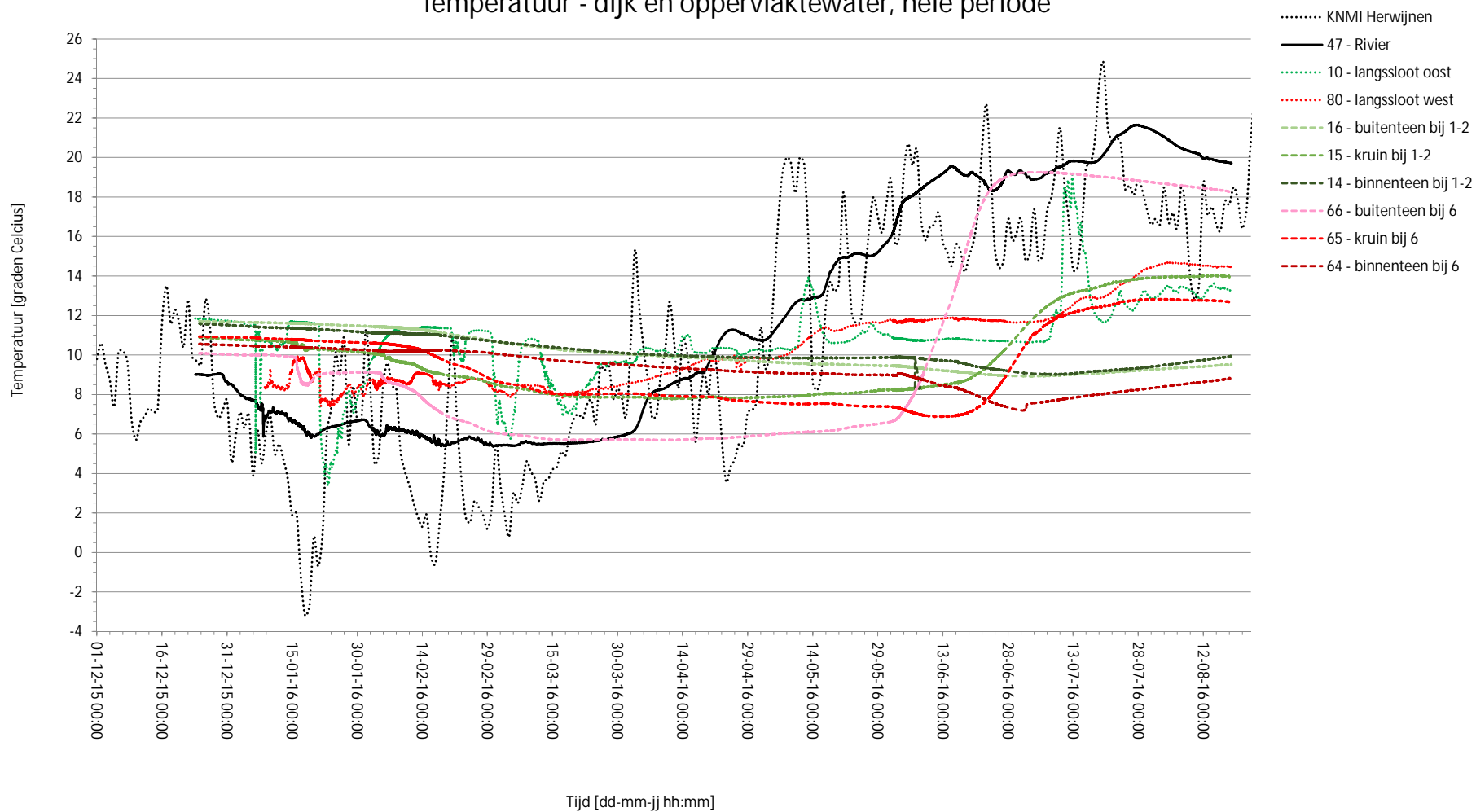
65 100D15081

66 100D15082

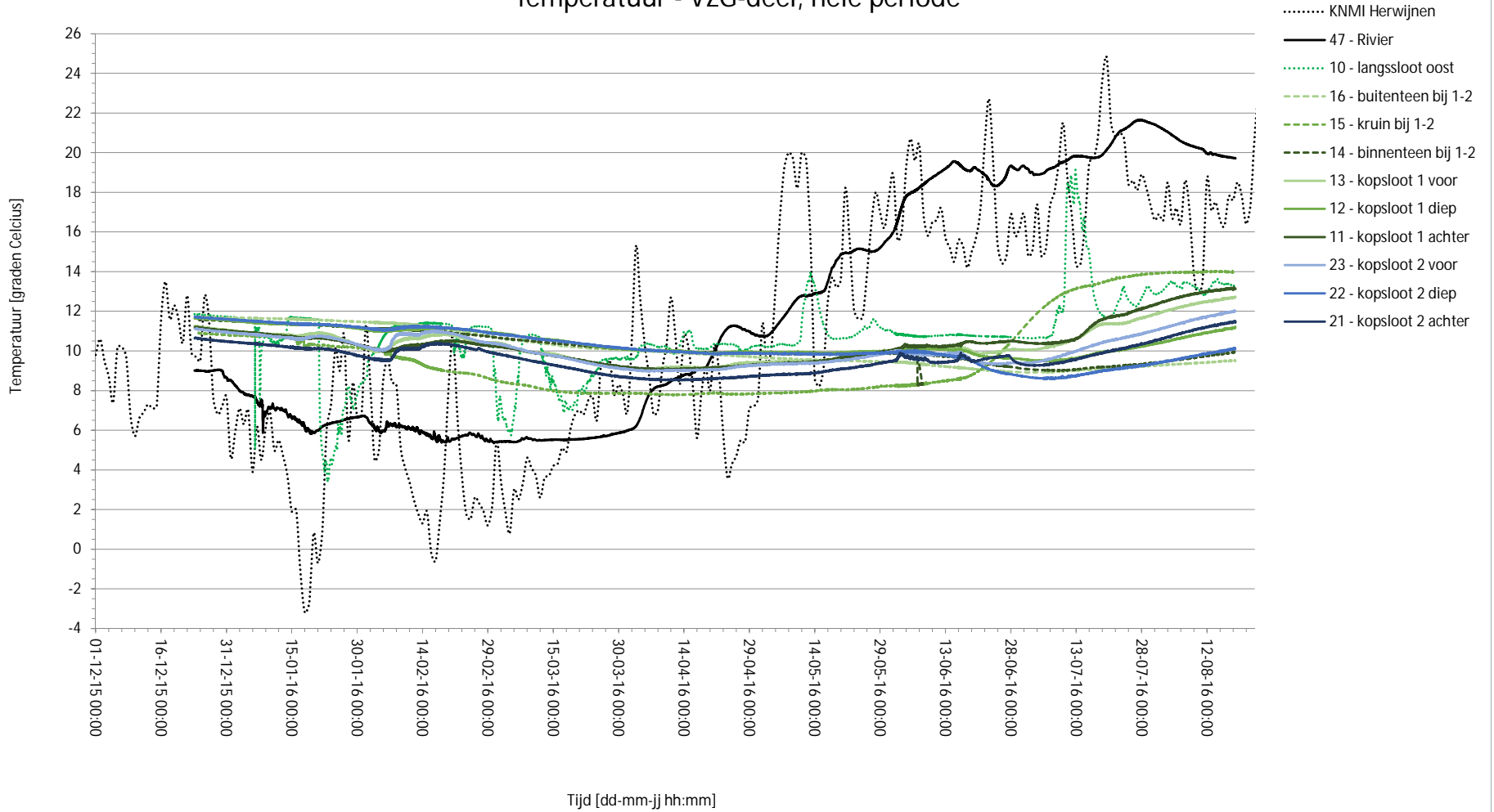
Temperatuur - alle instrumenten, hele periode



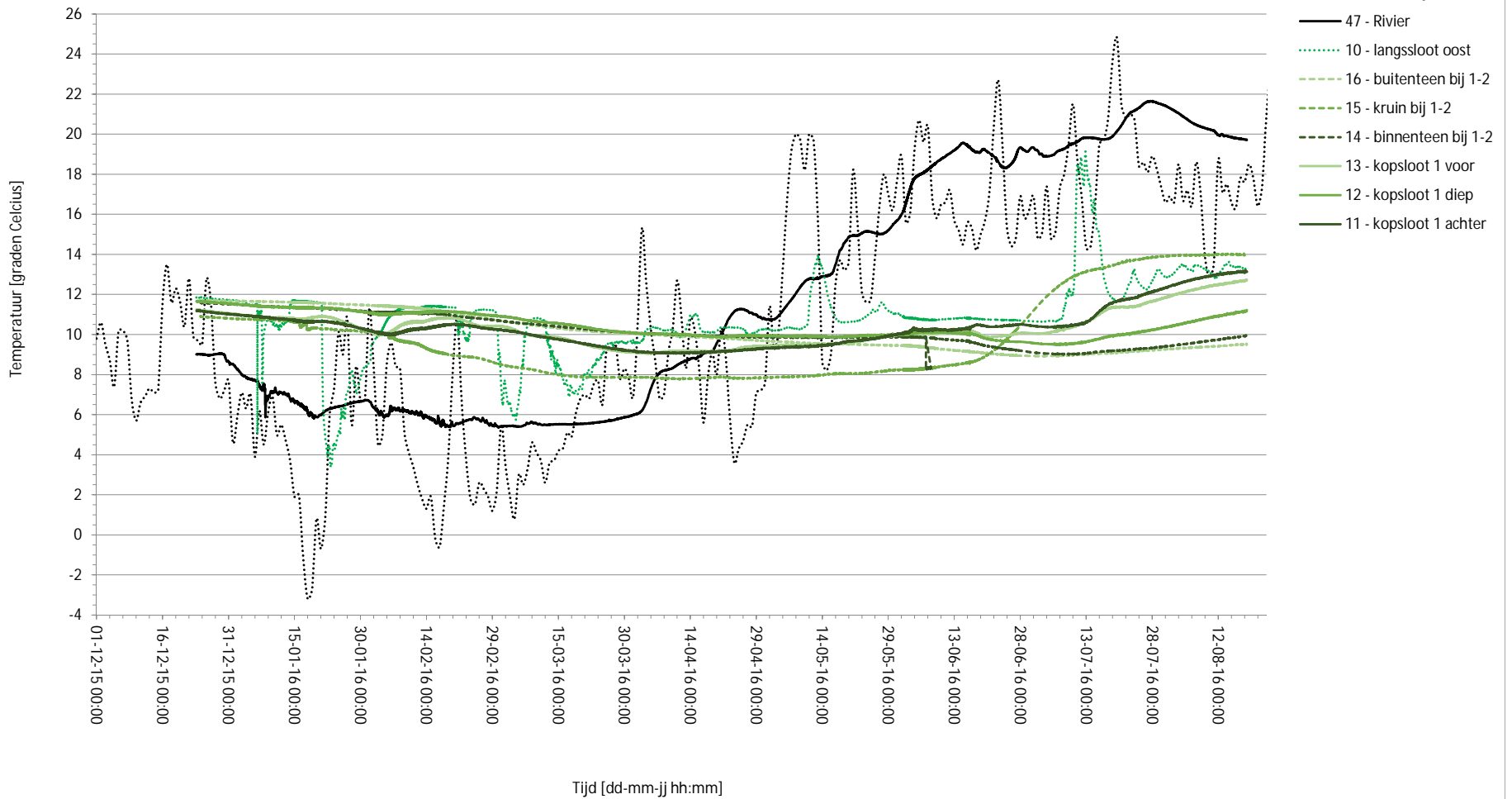
Temperatuur - dijk en oppervlaktewater, hele periode



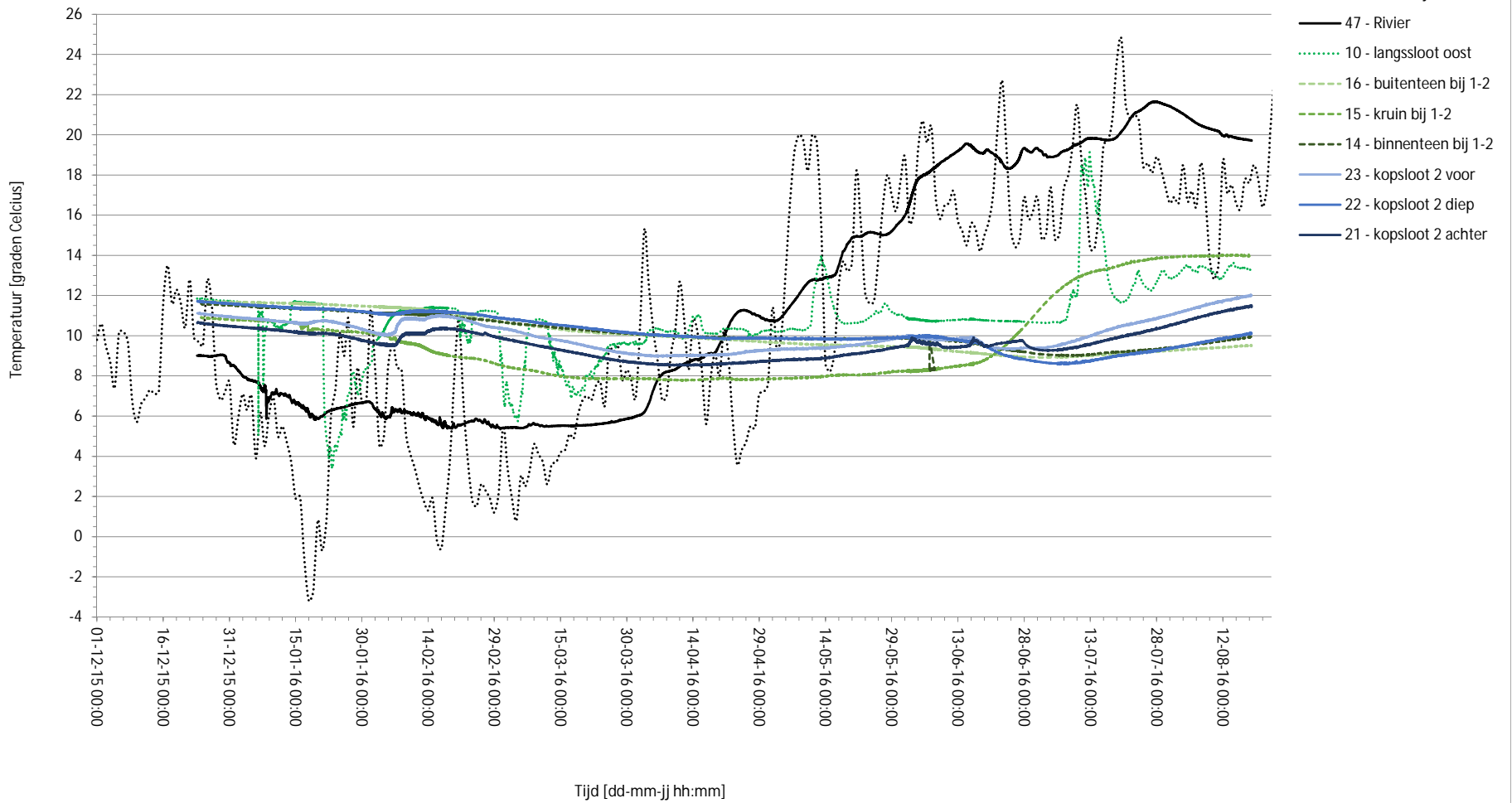
Temperatuur - VZG-deel, hele periode



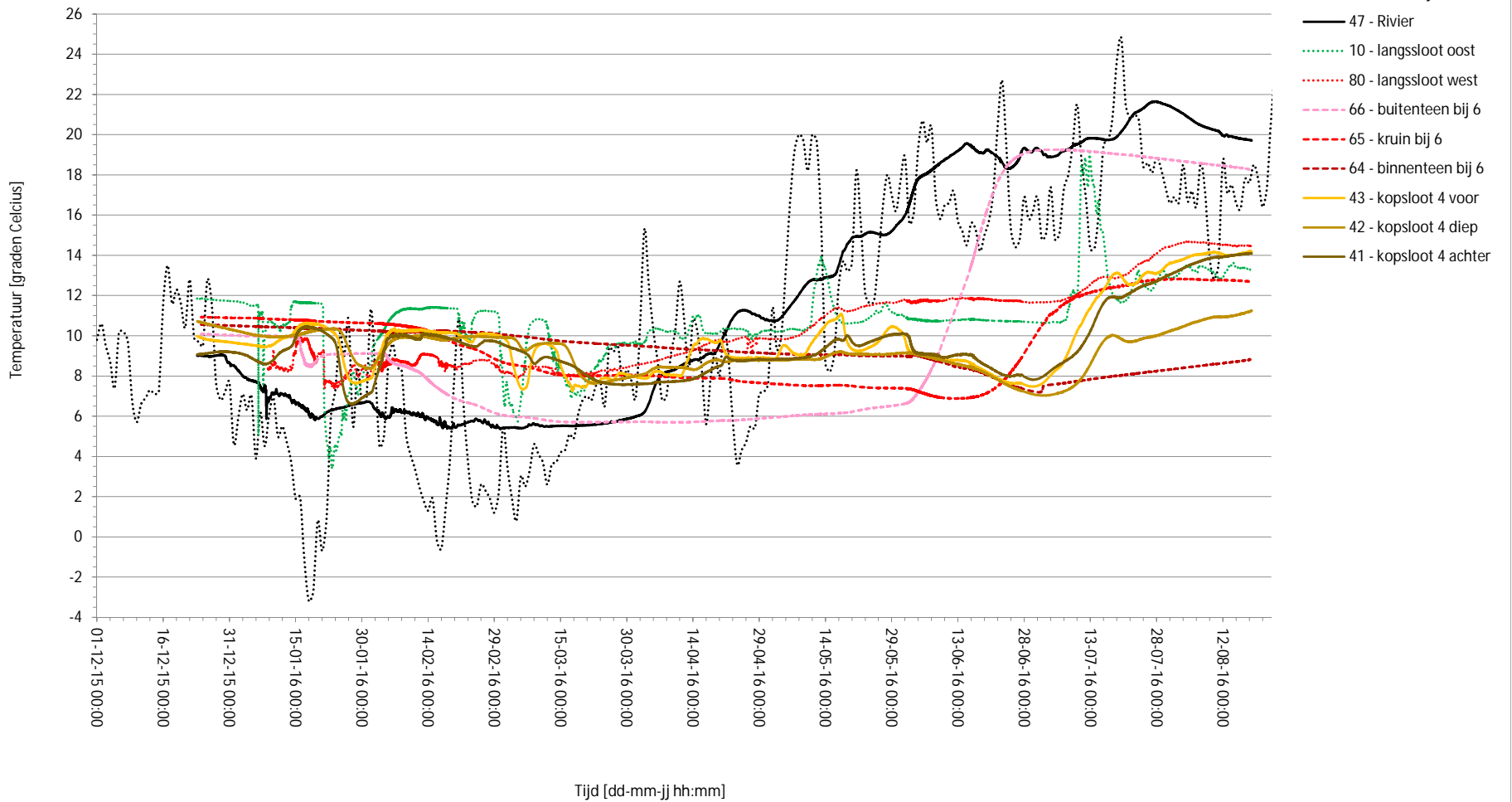
Temperatuur - kopsloot 1, hele periode



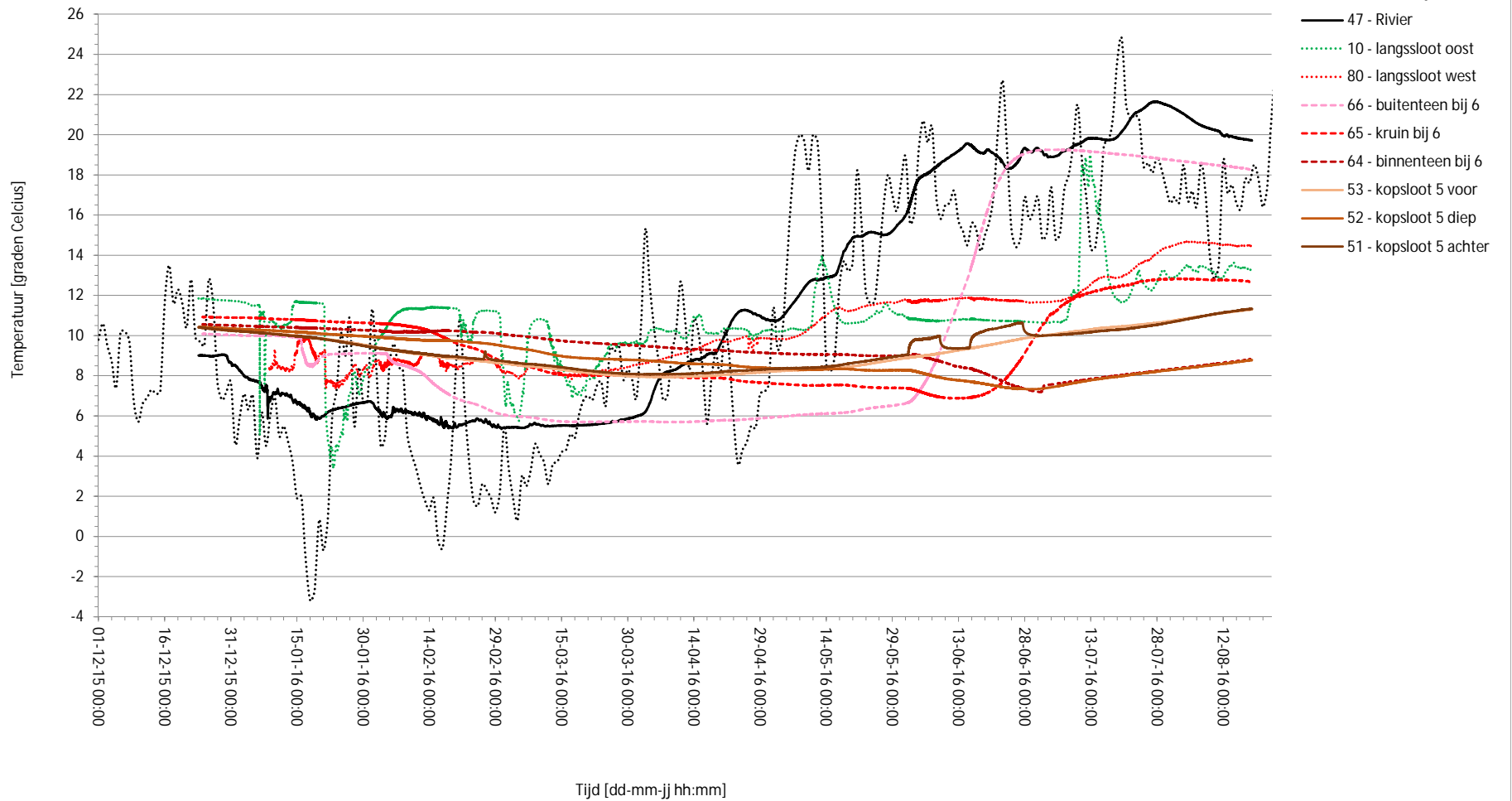
Temperatuur - kopsloot 2, hele periode



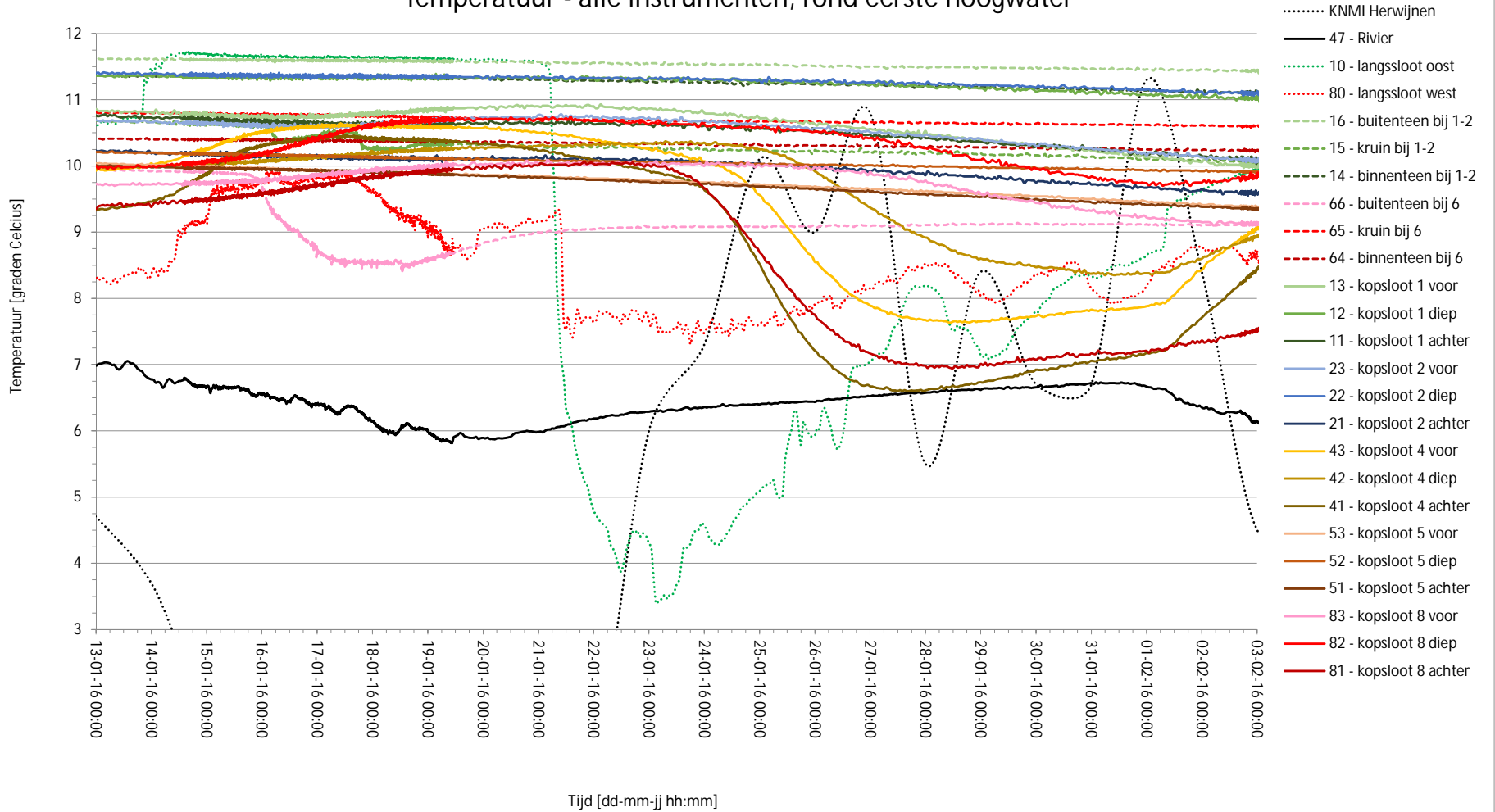
Temperatuur - kopsloot 4, hele periode



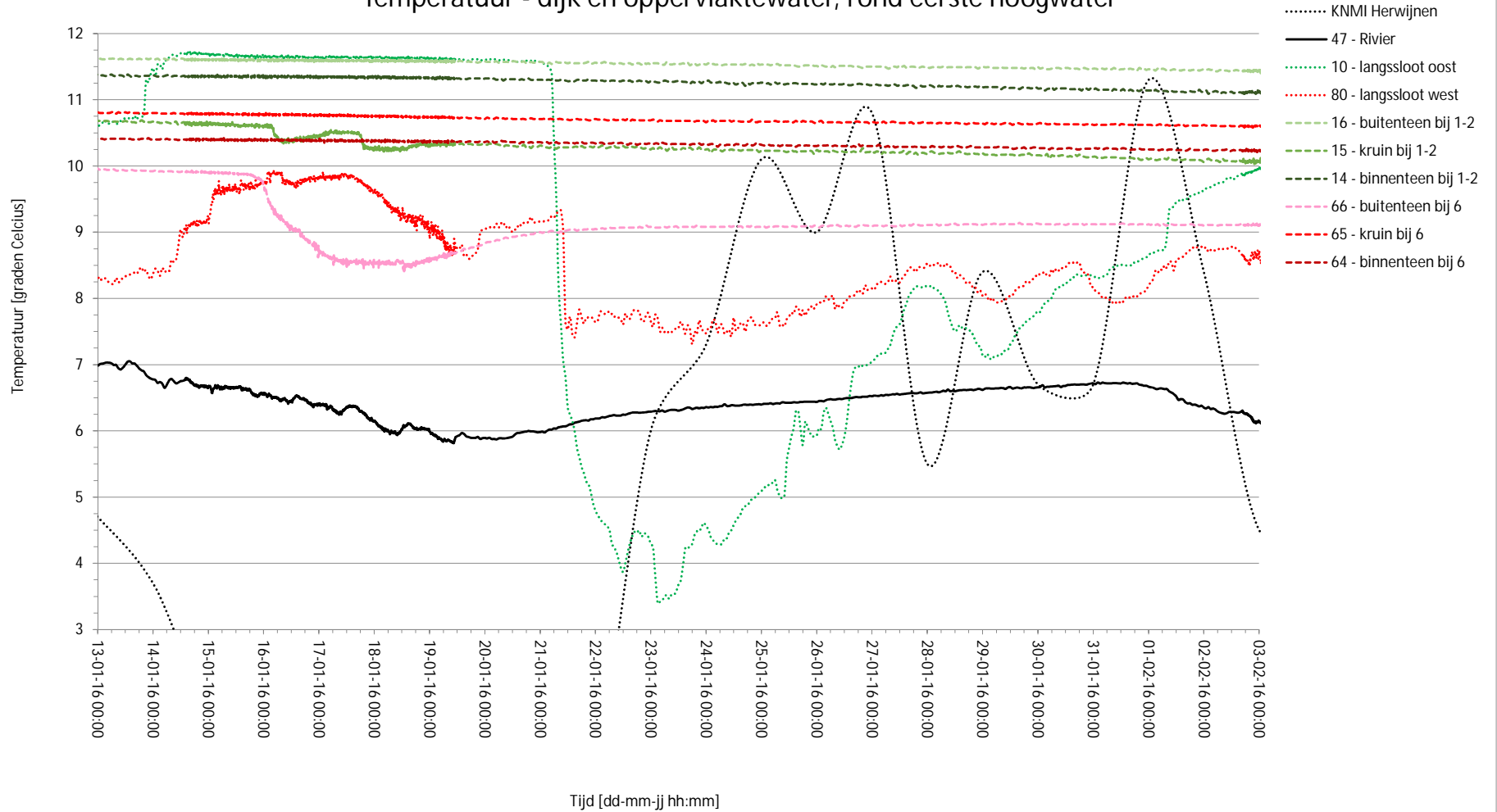
Temperatuur - kopsloot 5, hele periode



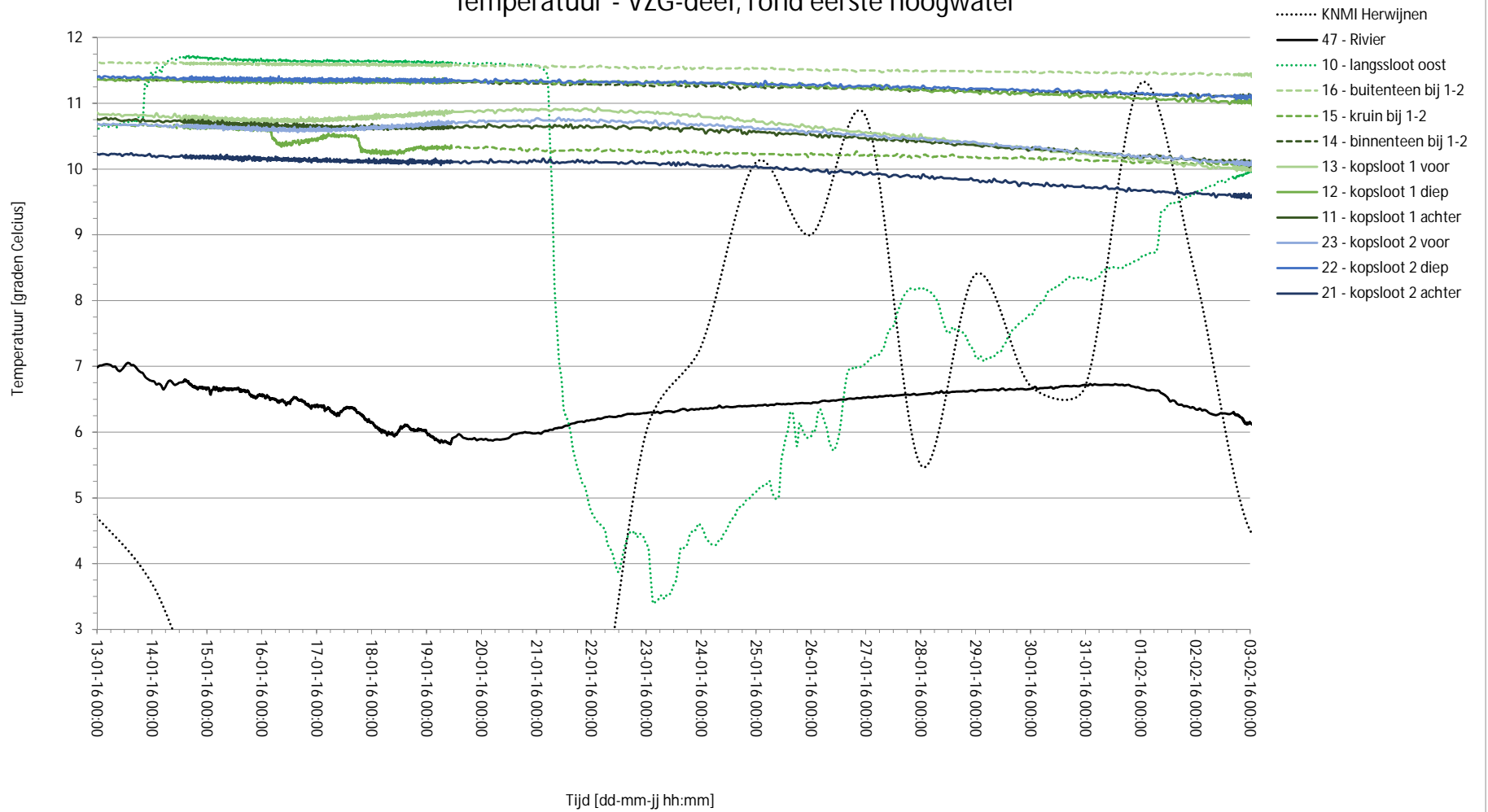
Temperatuur - alle instrumenten, rond eerste hoogwater



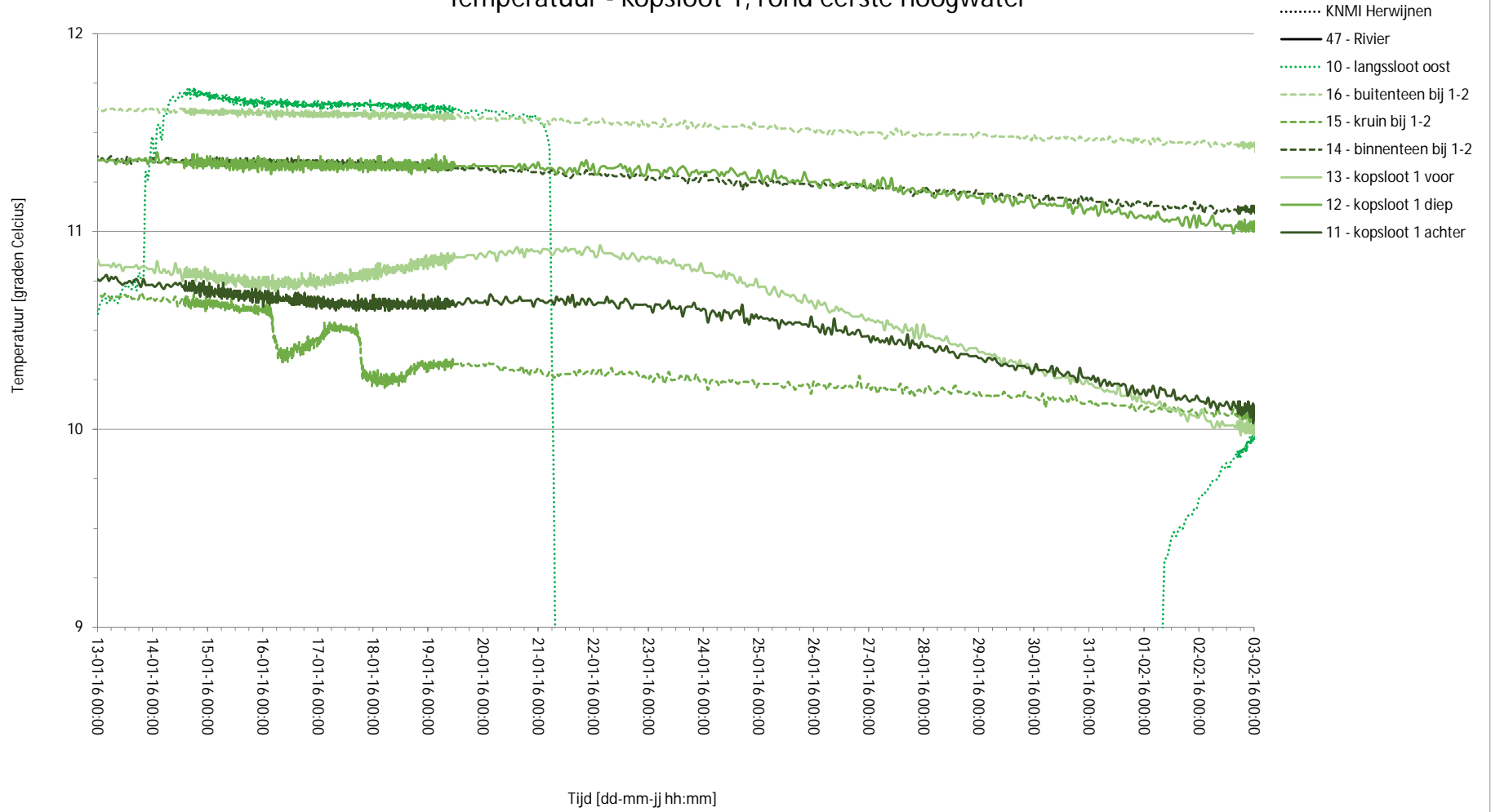
Temperatuur - dijk en oppervlaktewater, rond eerste hoogwater



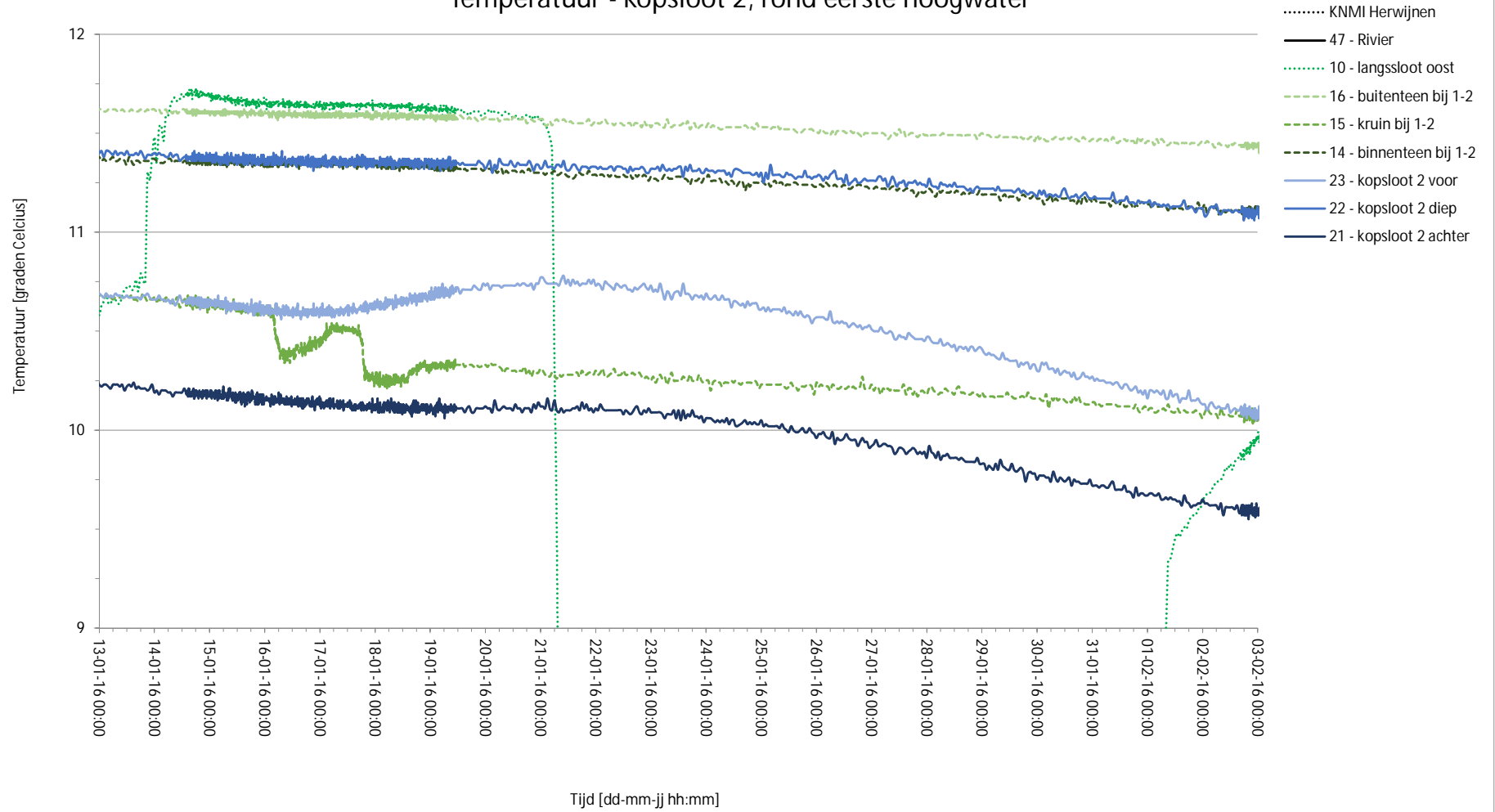
Temperatuur - VZG-deel, rond eerste hoogwater



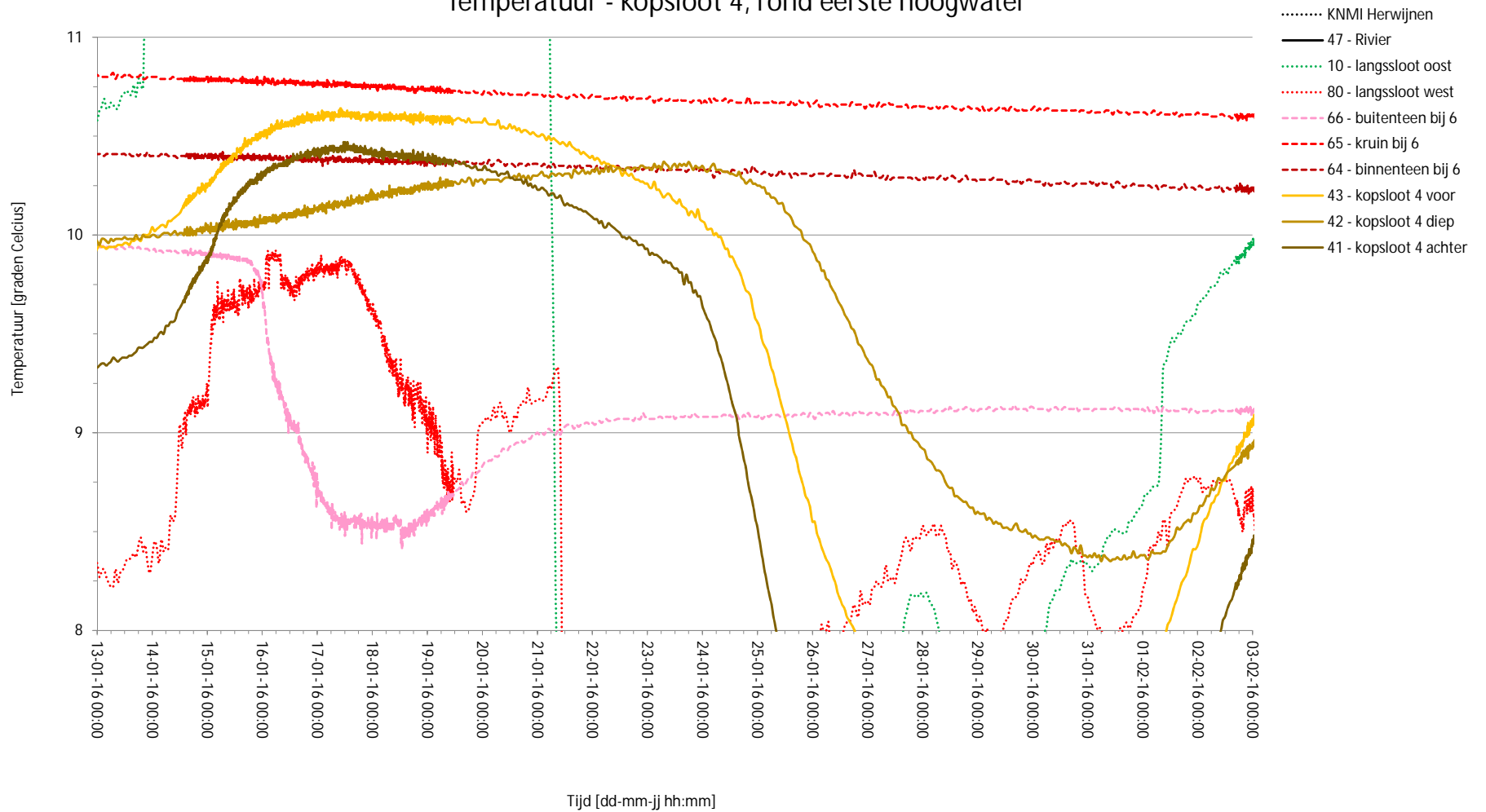
Temperatuur - kopsloot 1, rond eerste hoogwater



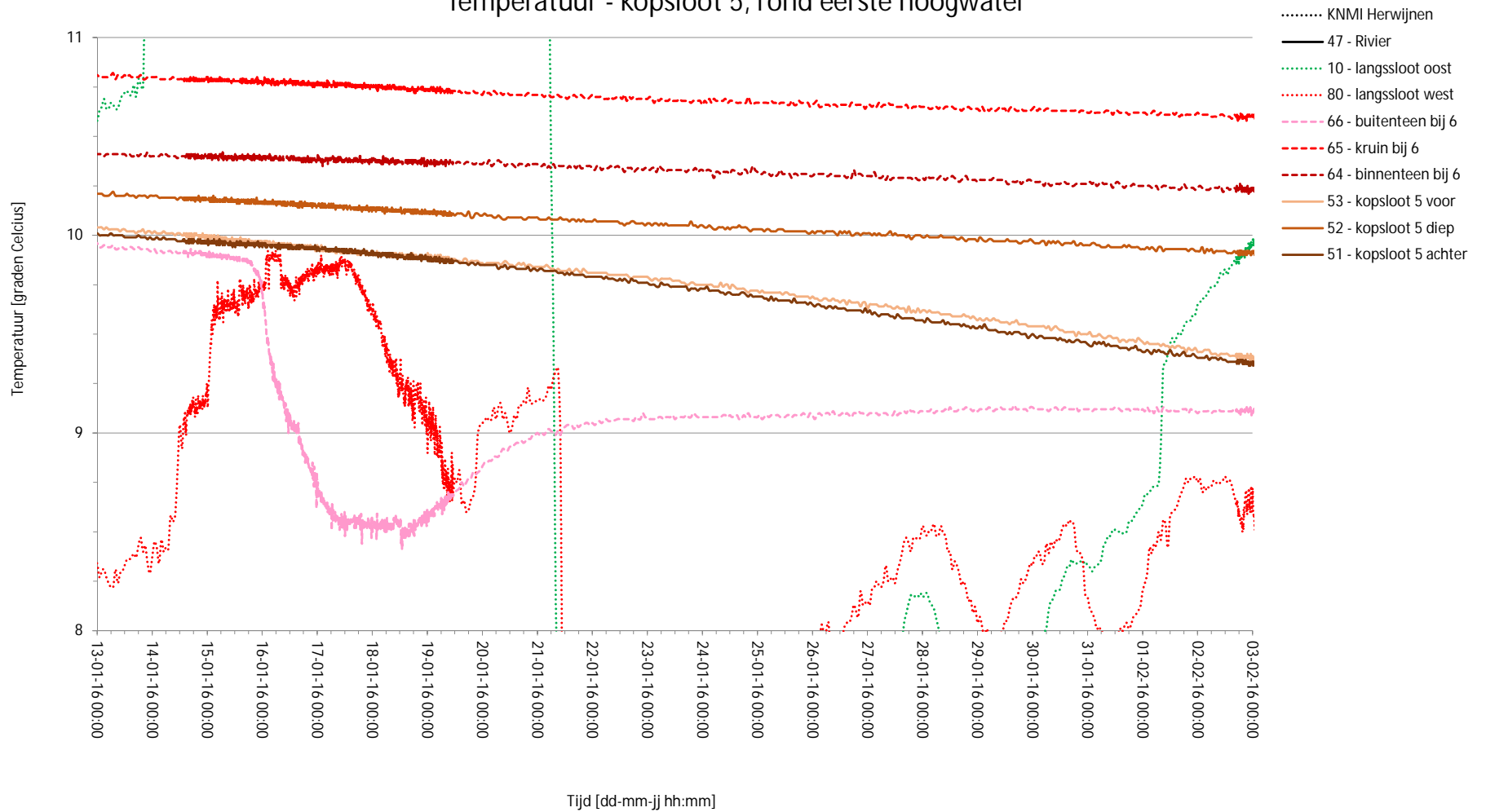
Temperatuur - kopsloot 2, rond eerste hoogwater



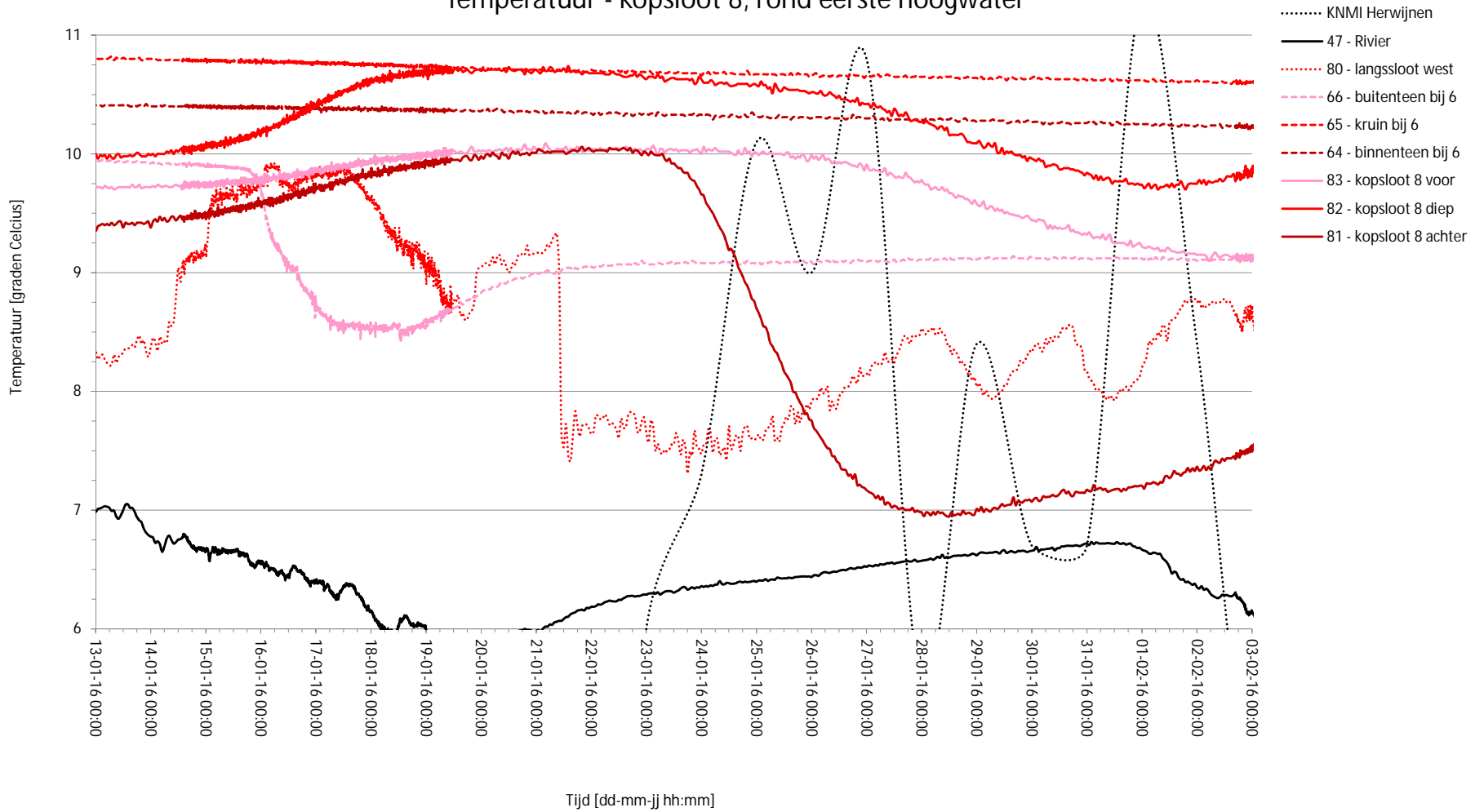
Temperatuur - kopsloot 4, rond eerste hoogwater



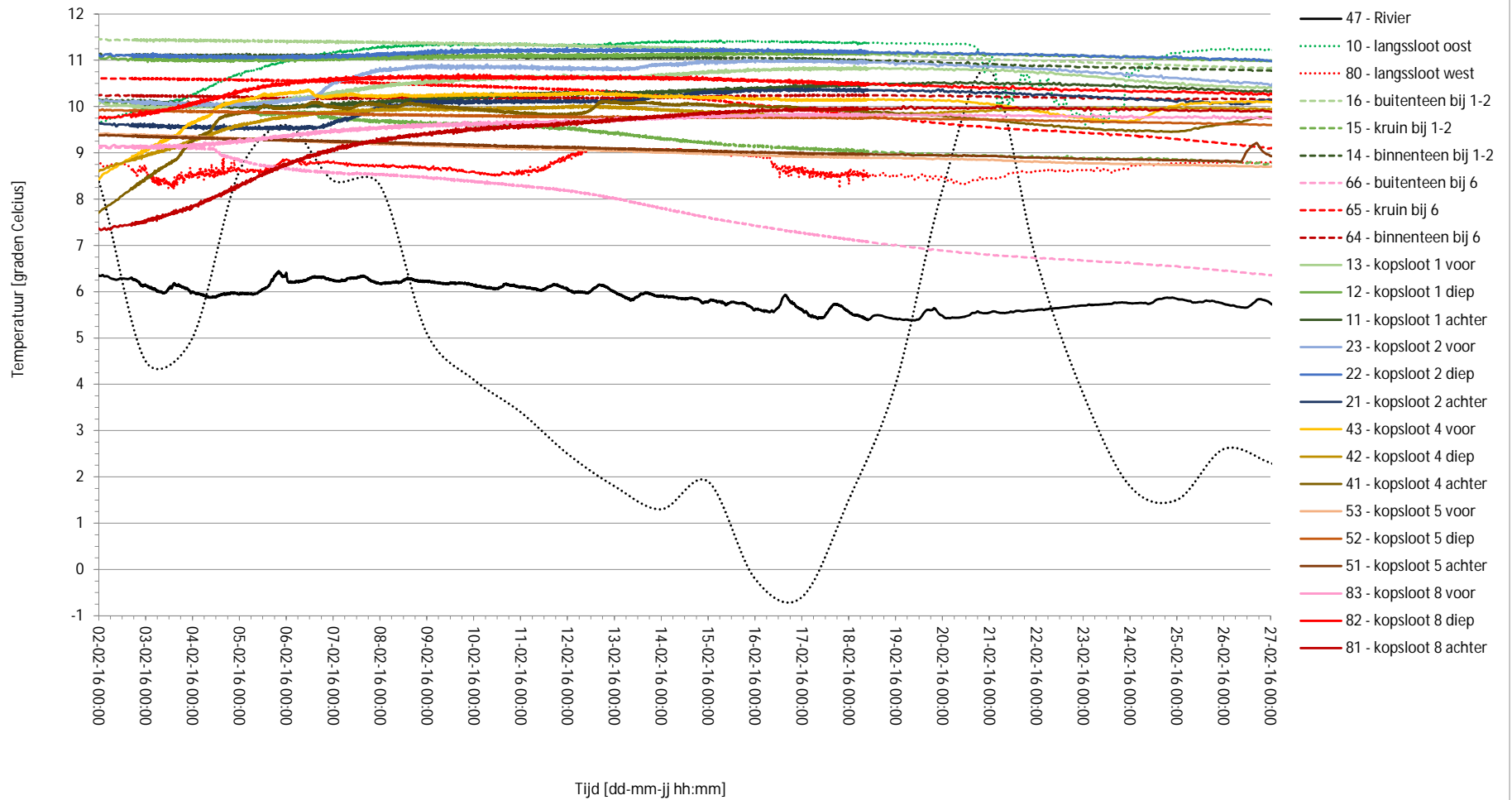
Temperatuur - kopsloot 5, rond eerste hoogwater



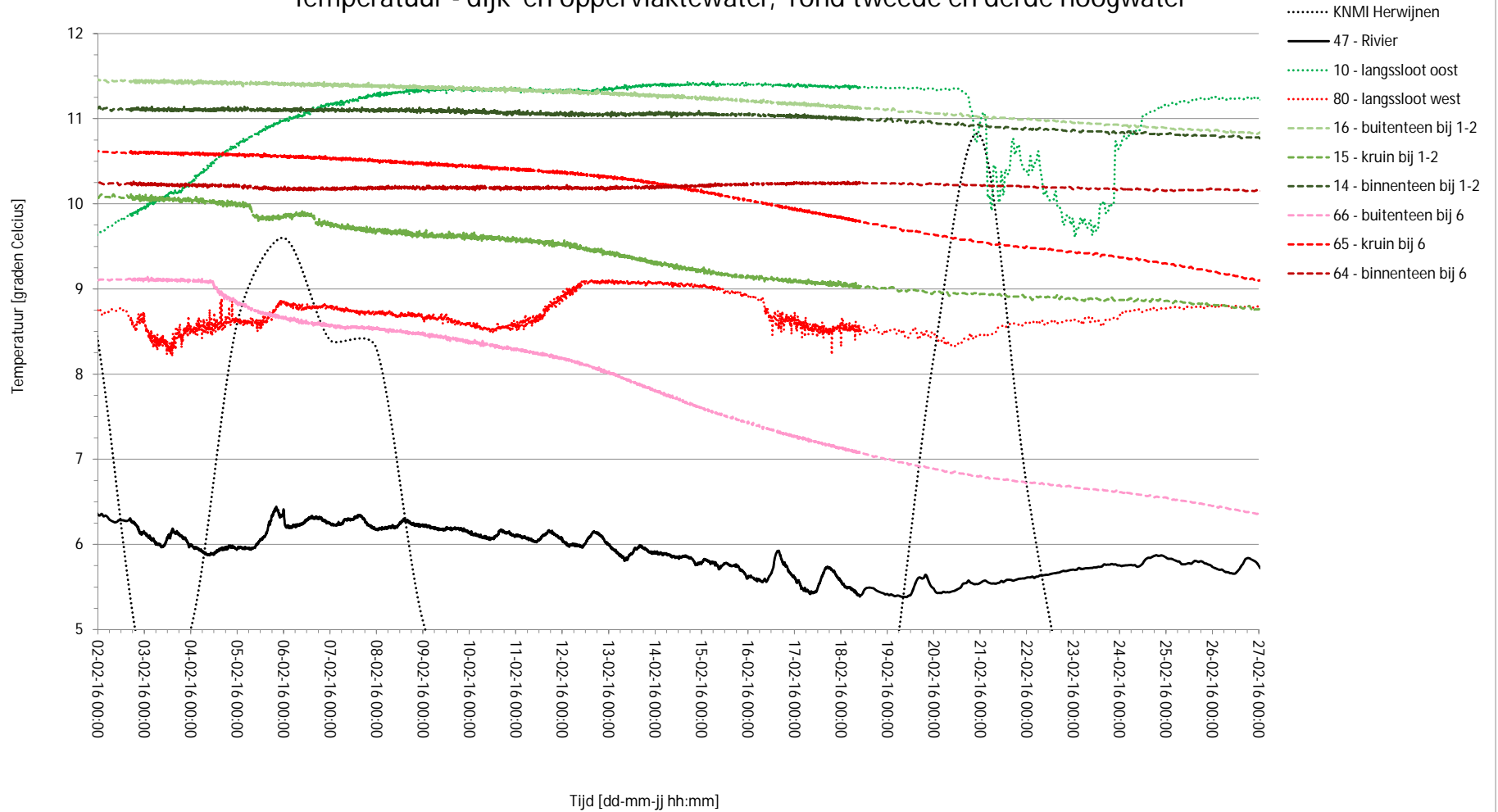
Temperatuur - kopsloot 8, rond eerste hoogwater



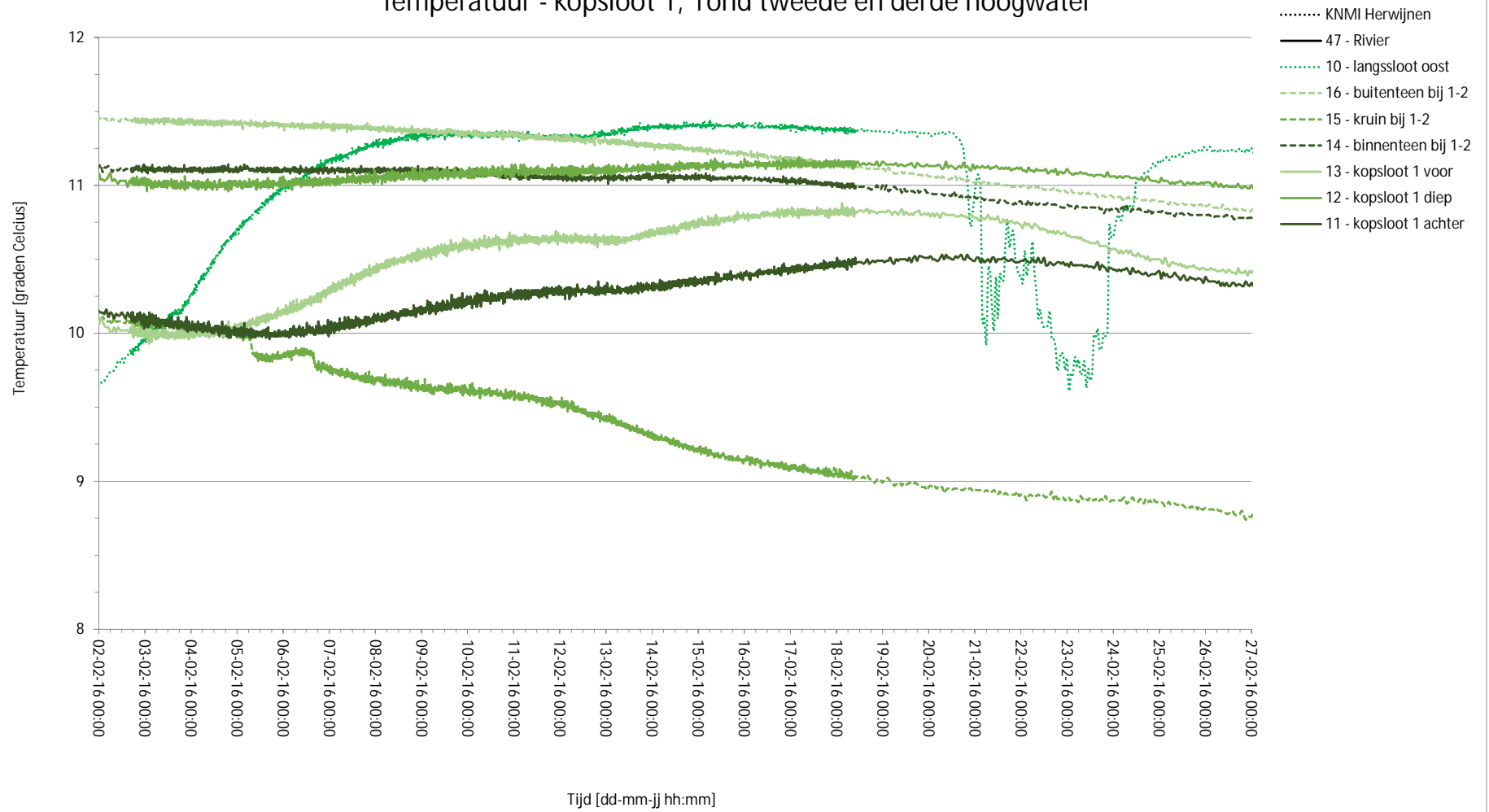
Temperatuur - alle instrumenten, rond tweede en derde hoogwater



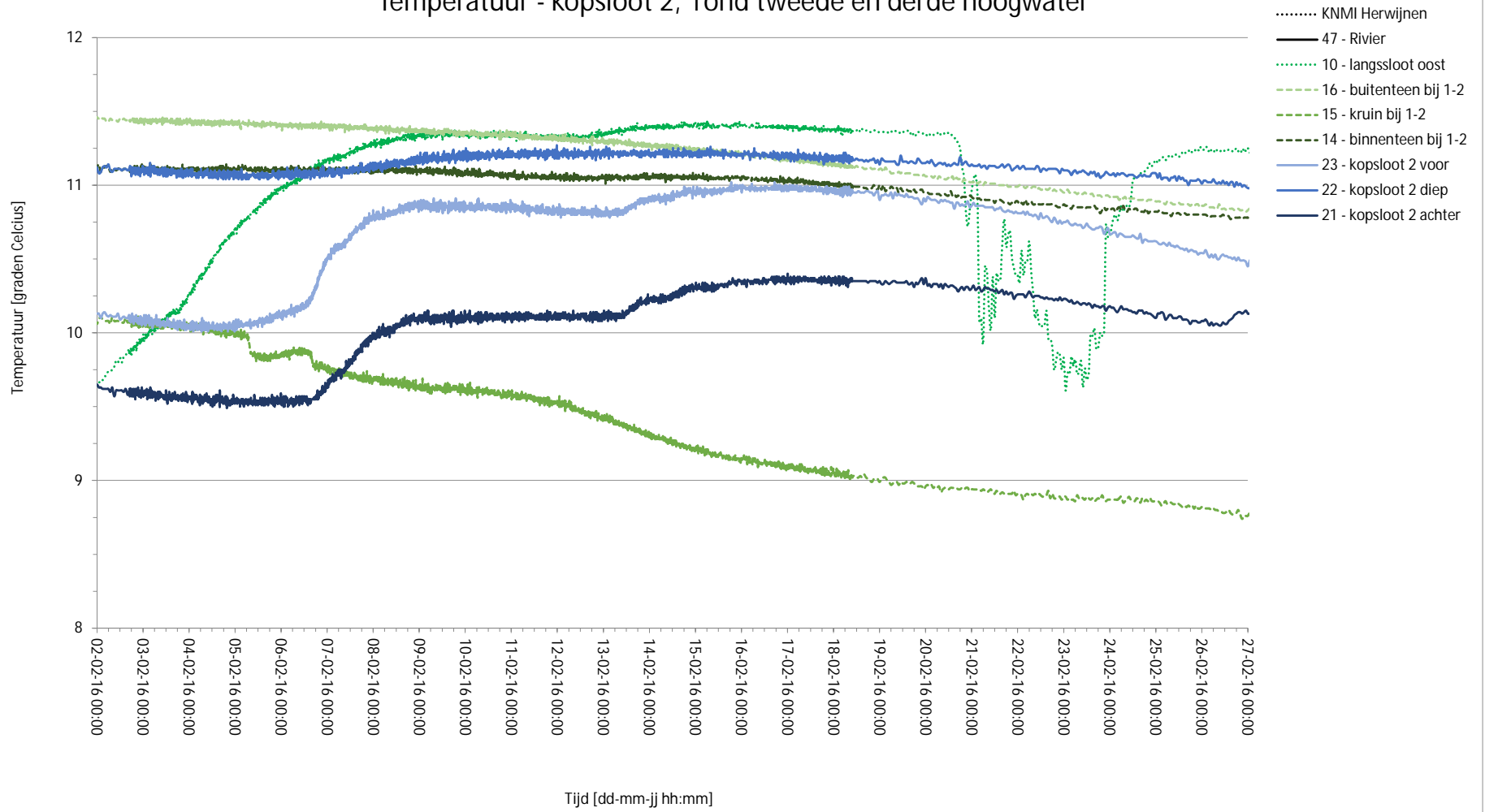
Temperatuur - dijk en oppervlaktewater, rond tweede en derde hoogwater



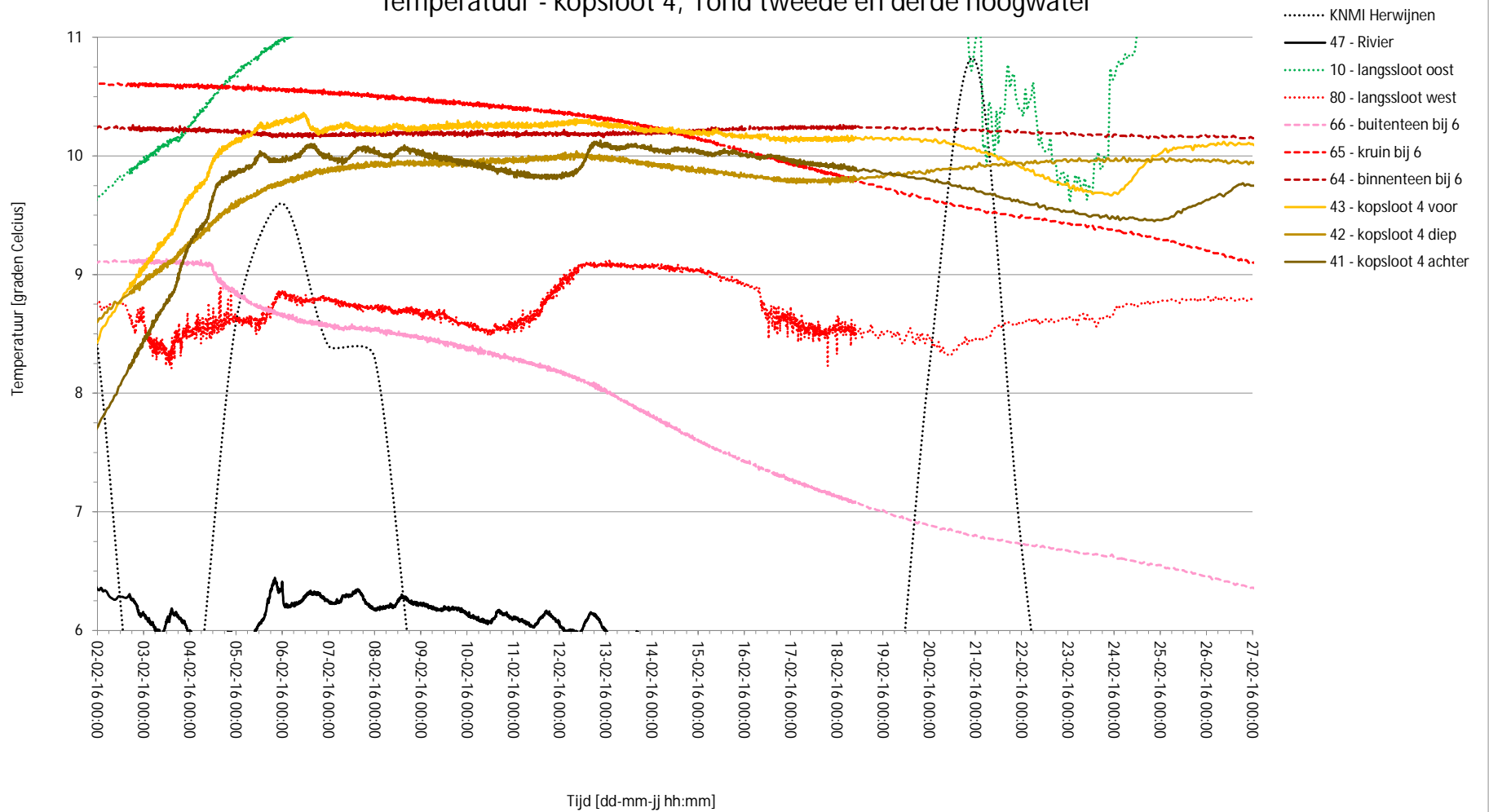
Temperatuur - kopsloot 1, rond tweede en derde hoogwater



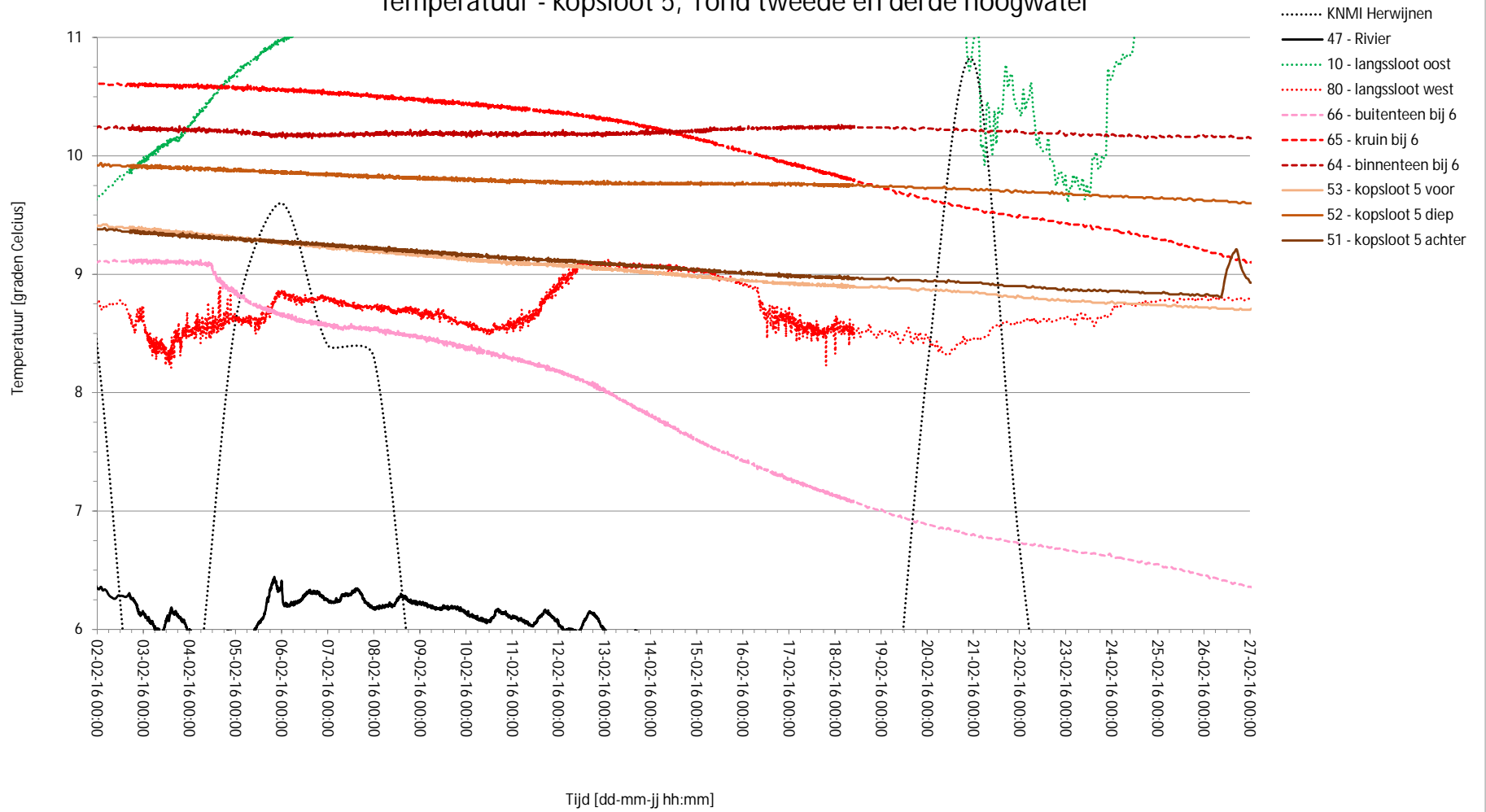
Temperatuur - kopsloot 2, rond tweede en derde hoogwater



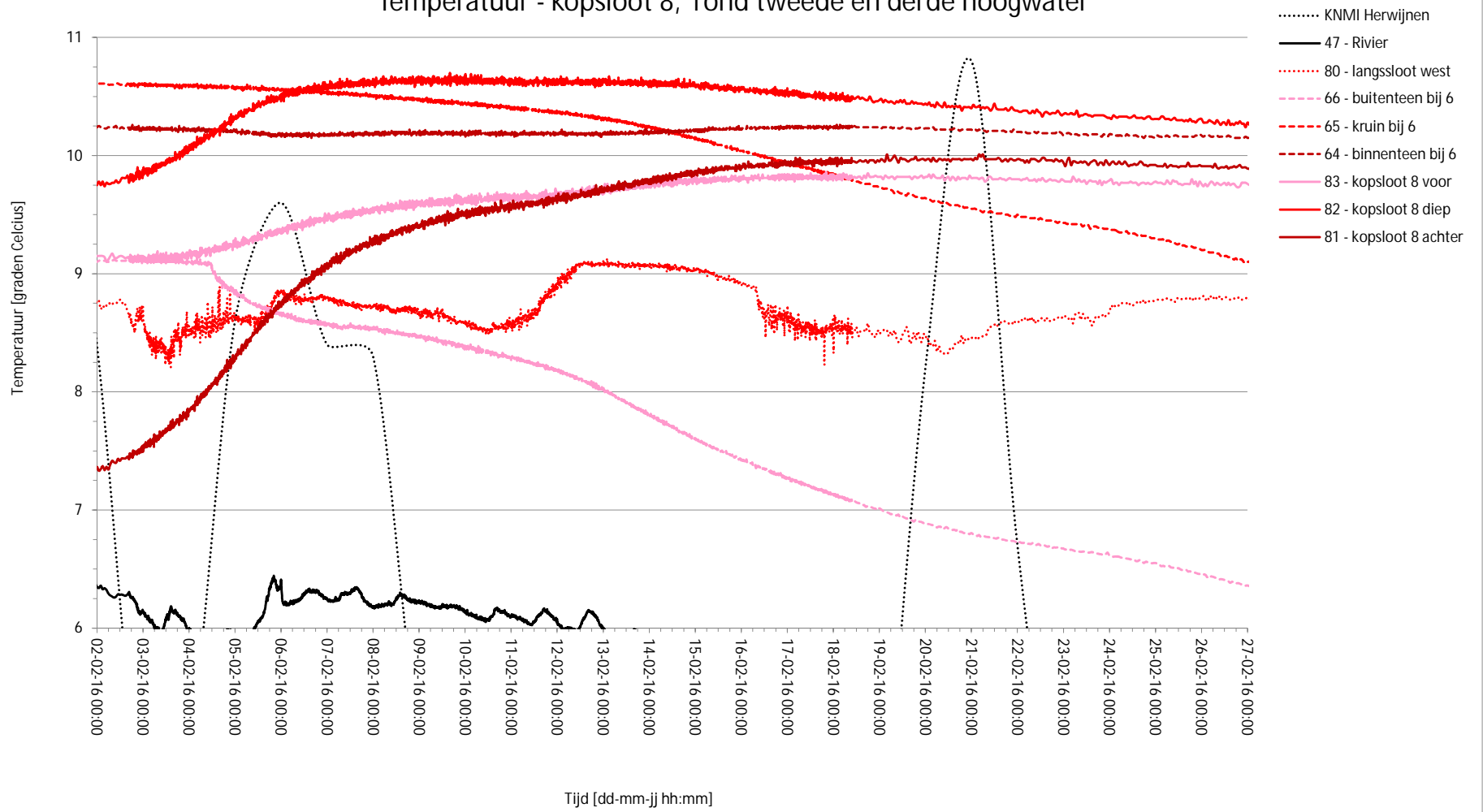
Temperatuur - kopsloot 4, rond tweede en derde hoogwater



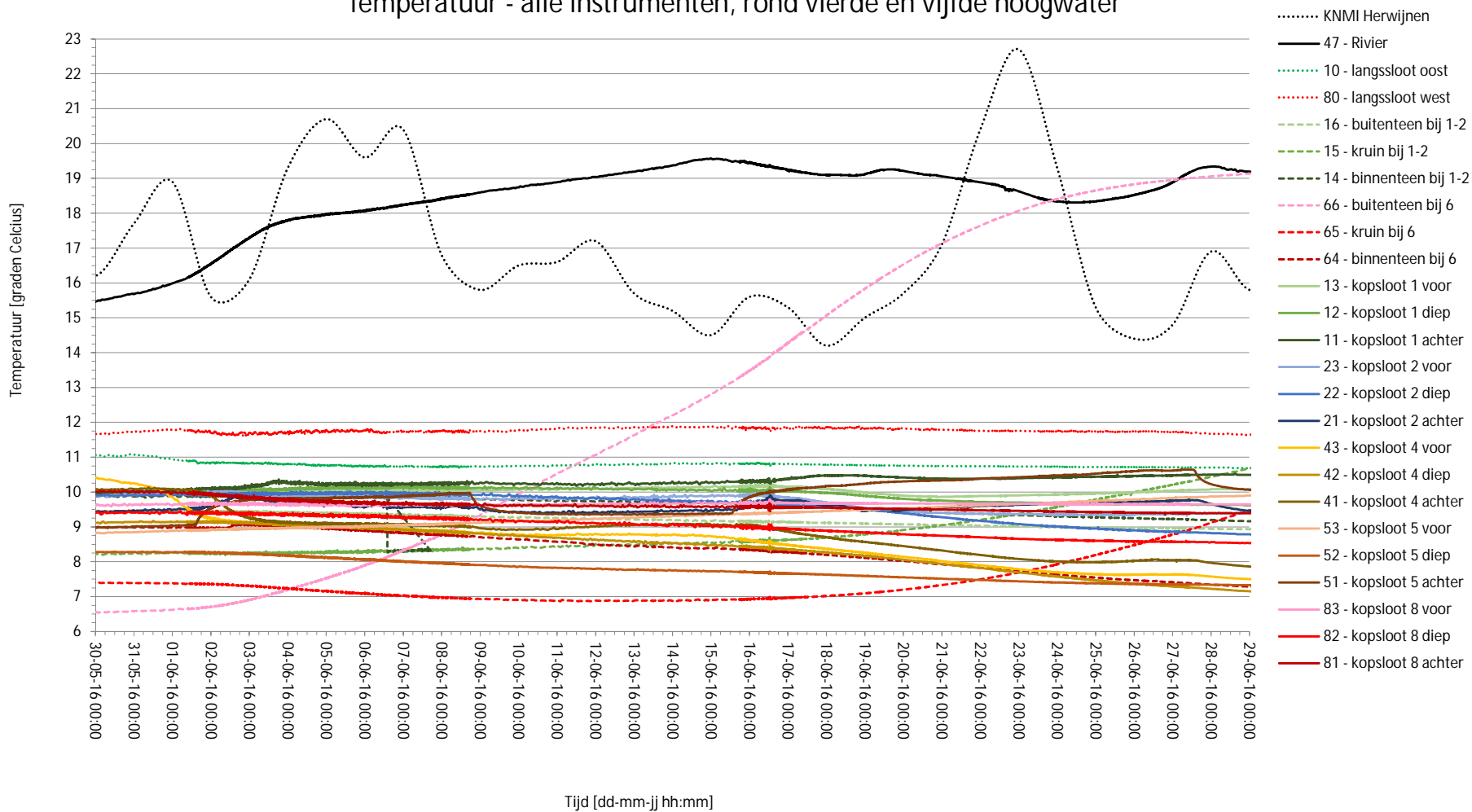
Temperatuur - kopsloot 5, rond tweede en derde hoogwater



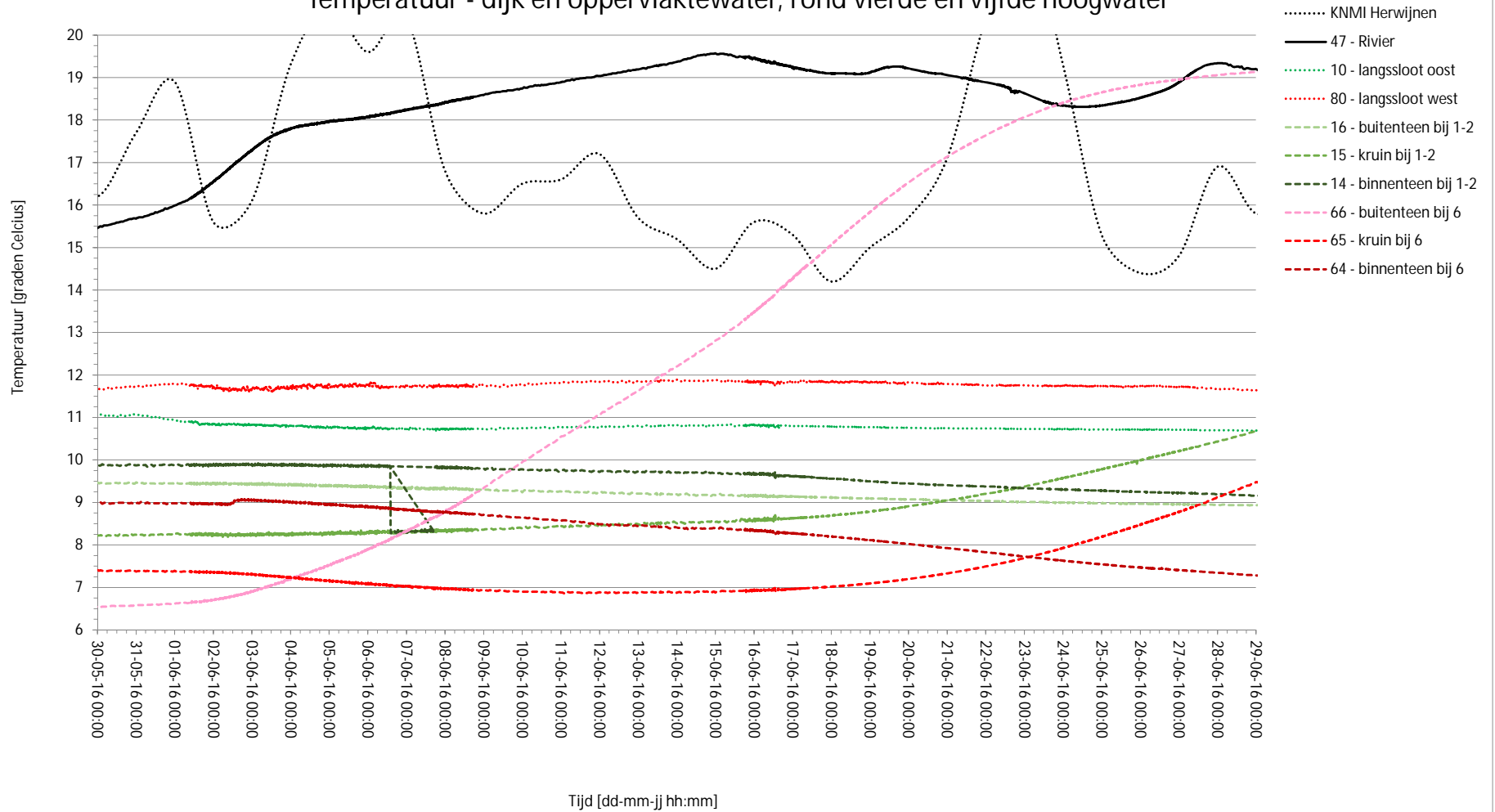
Temperatuur - kopsloot 8, rond tweede en derde hoogwater



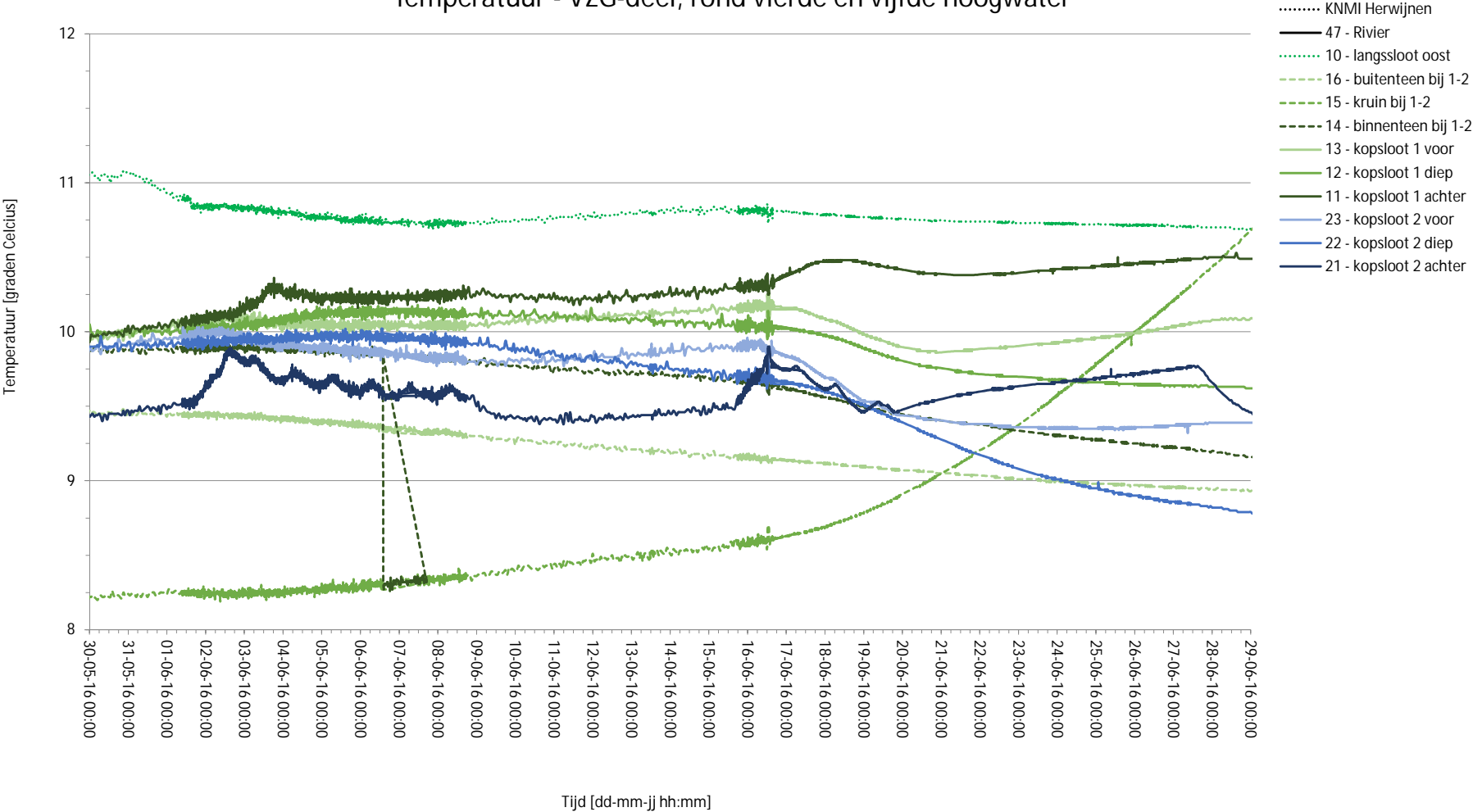
Temperatuur - alle instrumenten, rond vierde en vijfde hoogwater



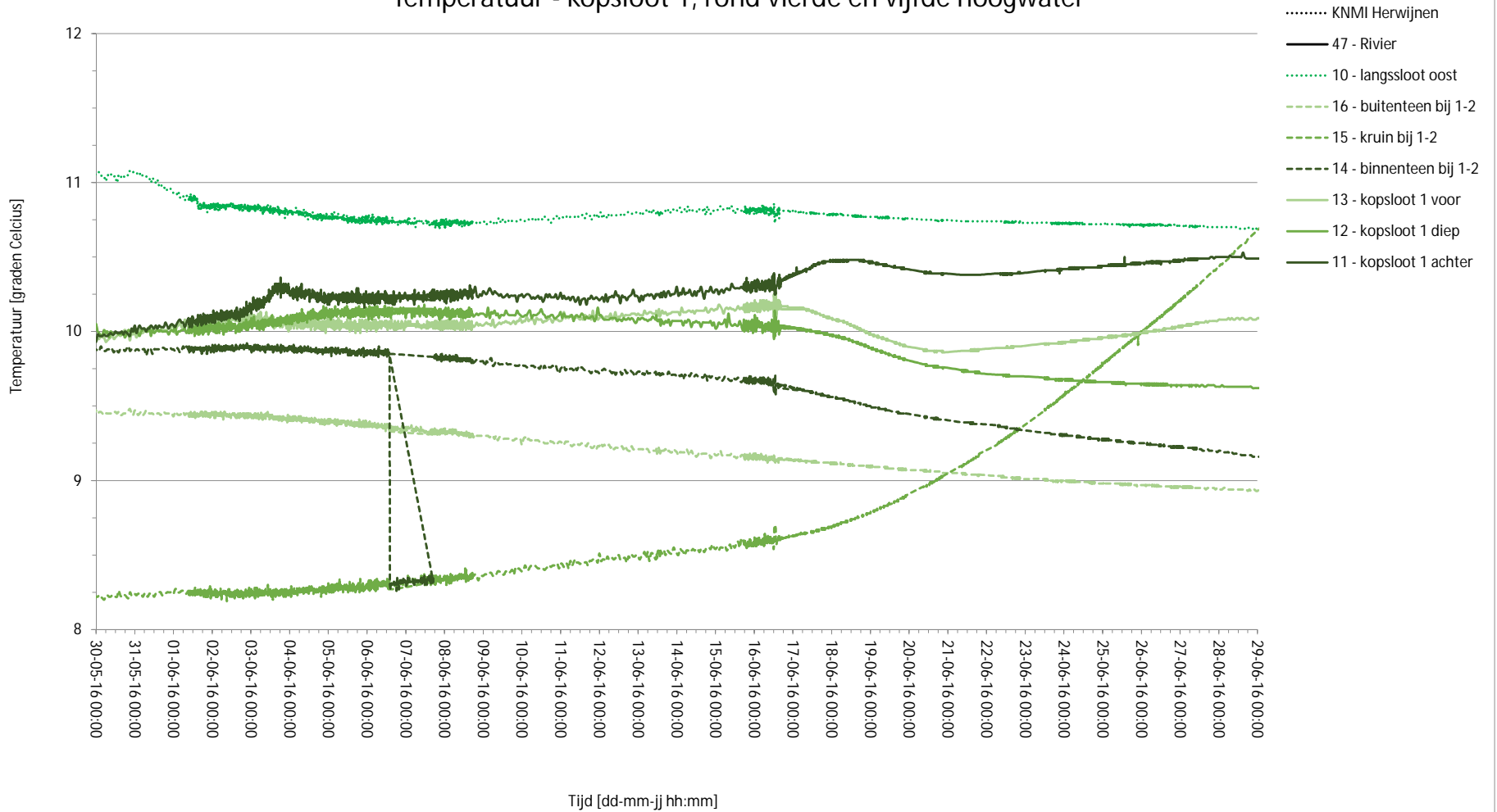
Temperatuur - dijk en oppervlaktewater, rond vierde en vijfde hoogwater



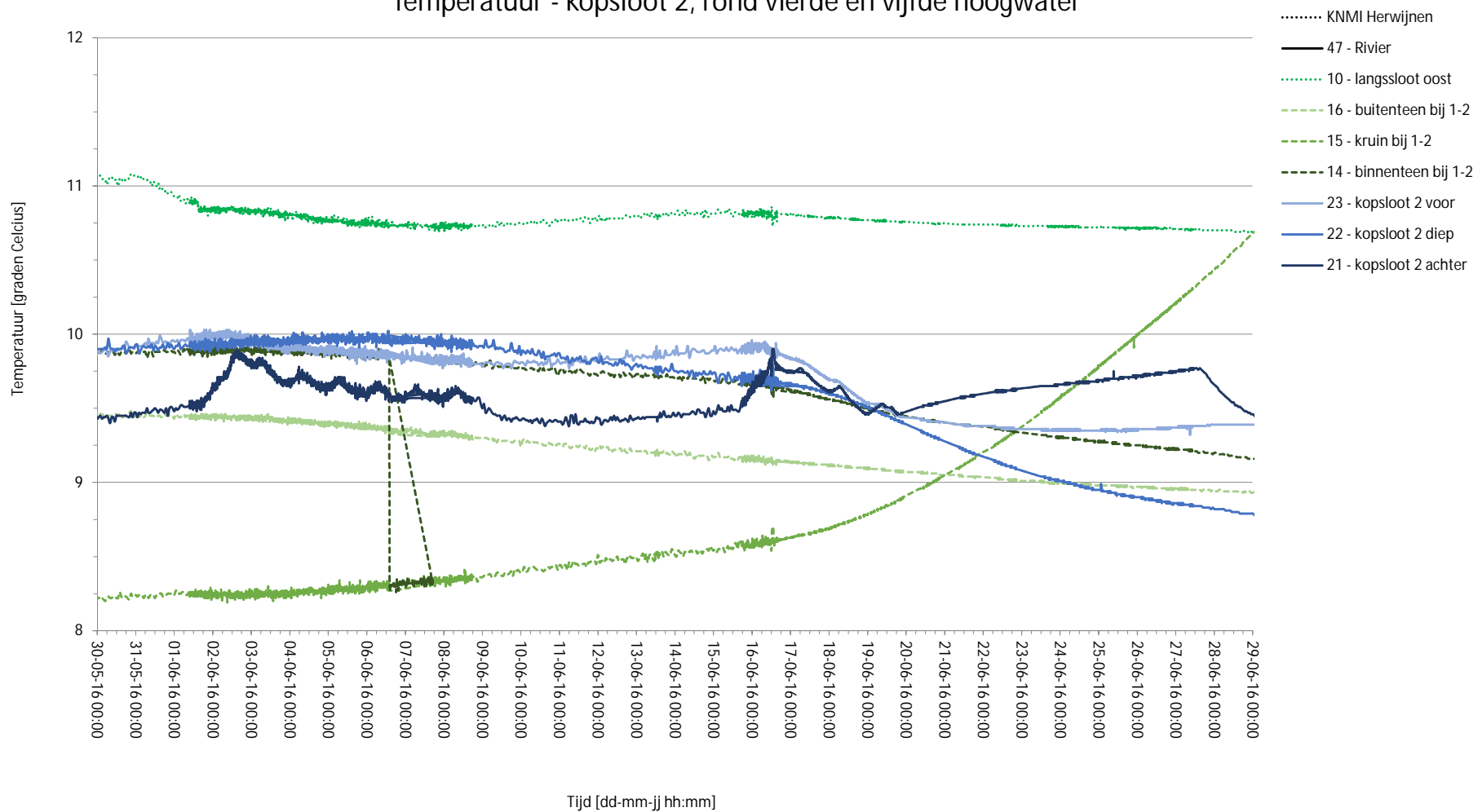
Temperatuur - VZG-deel, rond vierde en vijfde hoogwater



Temperatuur - kopsloot 1, rond vierde en vijfde hoogwater



Temperatuur - kopsloot 2, rond vierde en vijfde hoogwater



F Metingen glasvezelsystemen

F1 Temperatuurmetingen 1e hoogwater

- F1.1 Locaties glasvezelkabels (in aanvulling op bijlage D1 en figuur 2.6 t/m 2.9)
- F1.2 Gemeten temperaturen eerste hoogwater - eerste helft relevante meetgebied
- F1.3 Gemeten temperaturen eerste hoogwater - tweede helft relevante meetgebied

F2 Temperatuurmetingen 2e en 3e hoogwater

- F2.1 Eerste helft losse kabel tijdens tweede en derde hoogwater
- F2.2 Tweede helft losse kabel tijdens tweede en derde hoogwater
- F2.3 GeoDetectkabel tijdens tweede en derde hoogwater

F3 Temperatuurmetingen 4e en 5e hoogwater

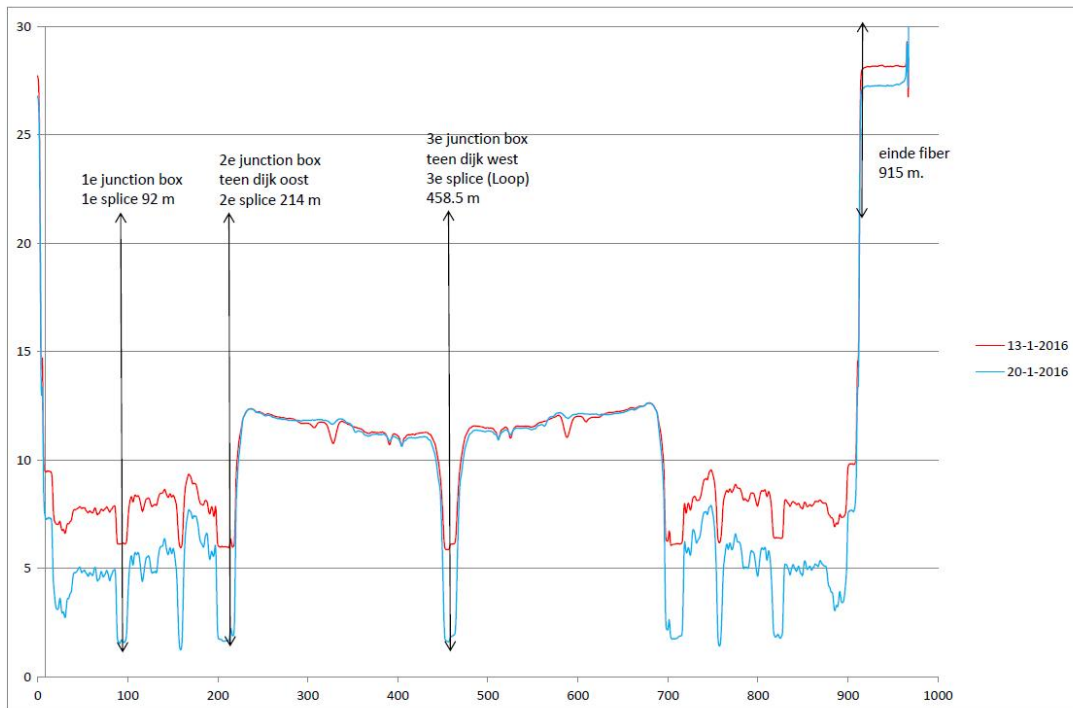
- F3.1 Eerste helft losse kabel tijdens vijfde hoogwater
- F3.2 Tweede helft losse kabel tijdens vijfde hoogwater
- F3.3 GeoDetectkabel tijdens vijfde hoogwater
- F3.4 Temperaturen lucht, rivier en losse glasvezelkabel
- F3.5 Temperatuur in VZG tijdens 4e en 5e hoogwater
- F3.6 Temperatuur in VZG tijdens 4e hoogwater
- F3.7 Temperatuur in langsrichting VZG tijdens 4e hoogwater
- F3.8 Temperatuur in VZG tijdens 5e hoogwater
- F3.9 Temperatuur in langsrichting VZG tijdens 5e hoogwater
- F3.10 Temperatuur in langsrichting VZG na 5e hoogwater

F4 Rekmetingen

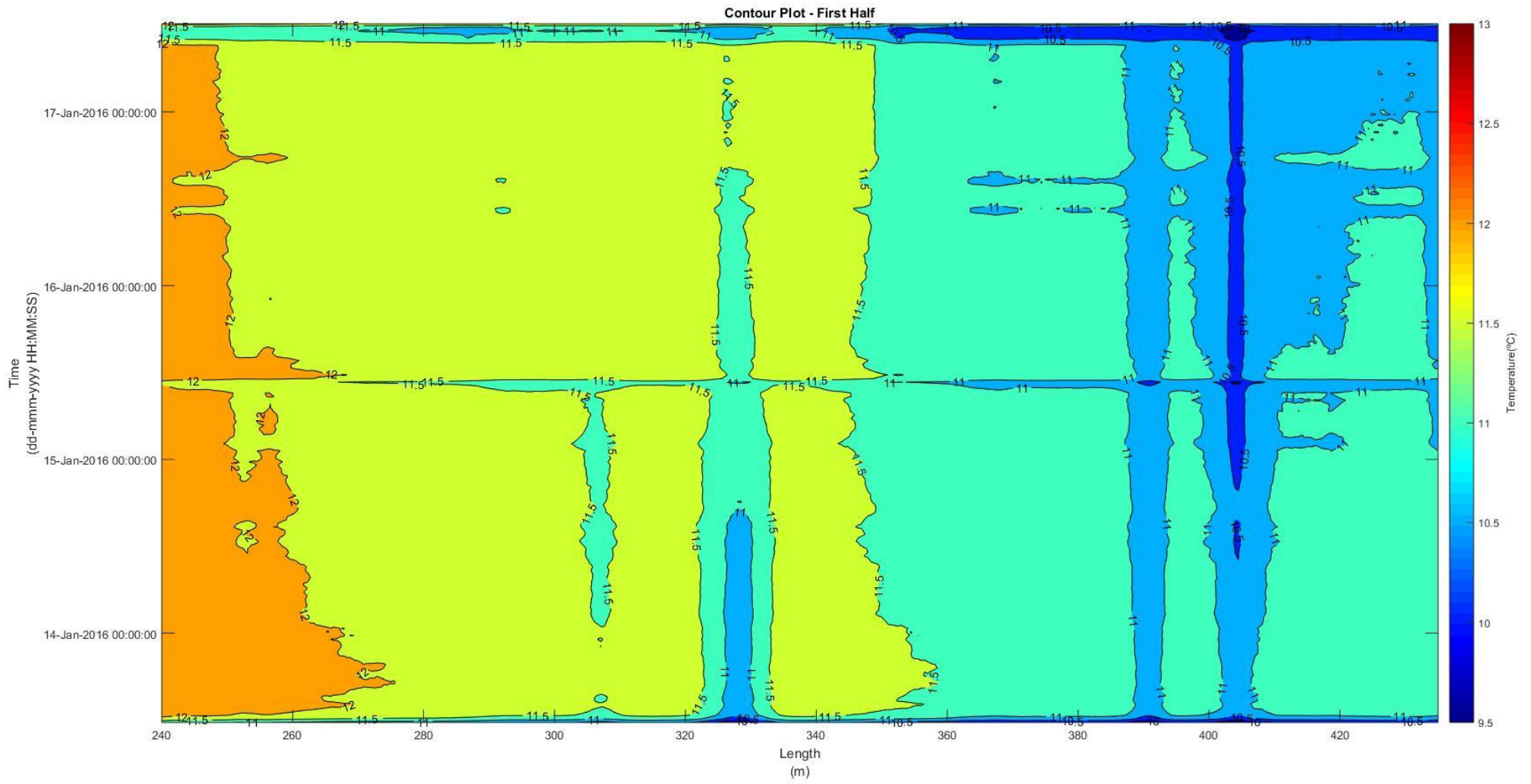
F1.1 Locaties glasvezelkabels (in aanvulling op bijlage D1/E1 en figuur 2.6 t/m 2.9)

Karakteristiek punt (heengaand)	Positie langs de kabel (m)
vanaf kastje de grond in (oostzijde)	219
kopsloot 1	244
kopsloot 2	254
kopsloot 3	309
kopsloot 4	329
kopsloot 5	369
kopsloot 6	394
vanuit de grond naar kastje (westzijde)	454

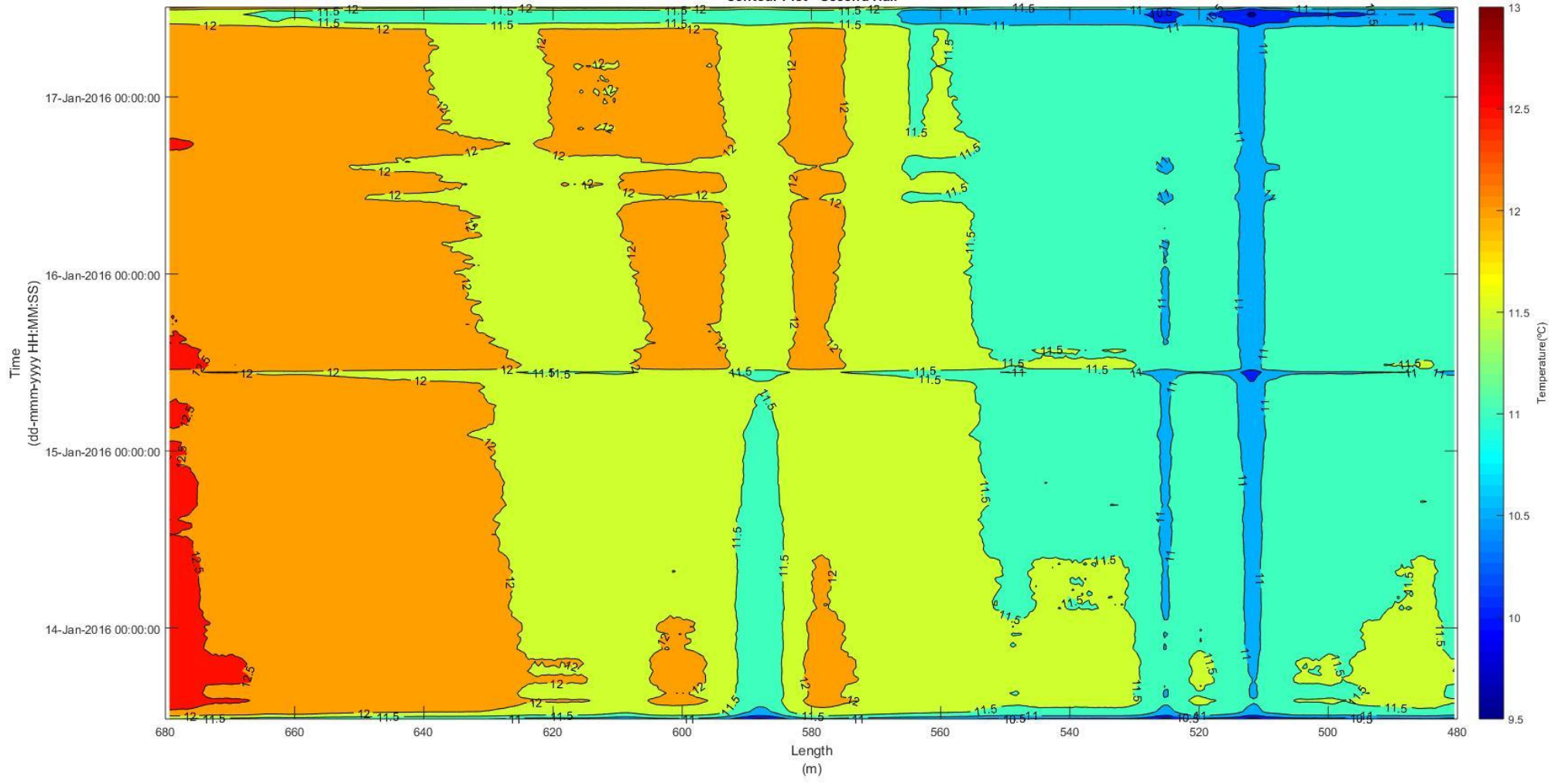
Het heen- en teruggaande signaal kent een kleine sprong/verschuiving ter plaatse van de lasverbinding in het kastje aan het westzijde. Los daarvan is het signaal symmetrisch, zoals onderstaande figuur laat zien.



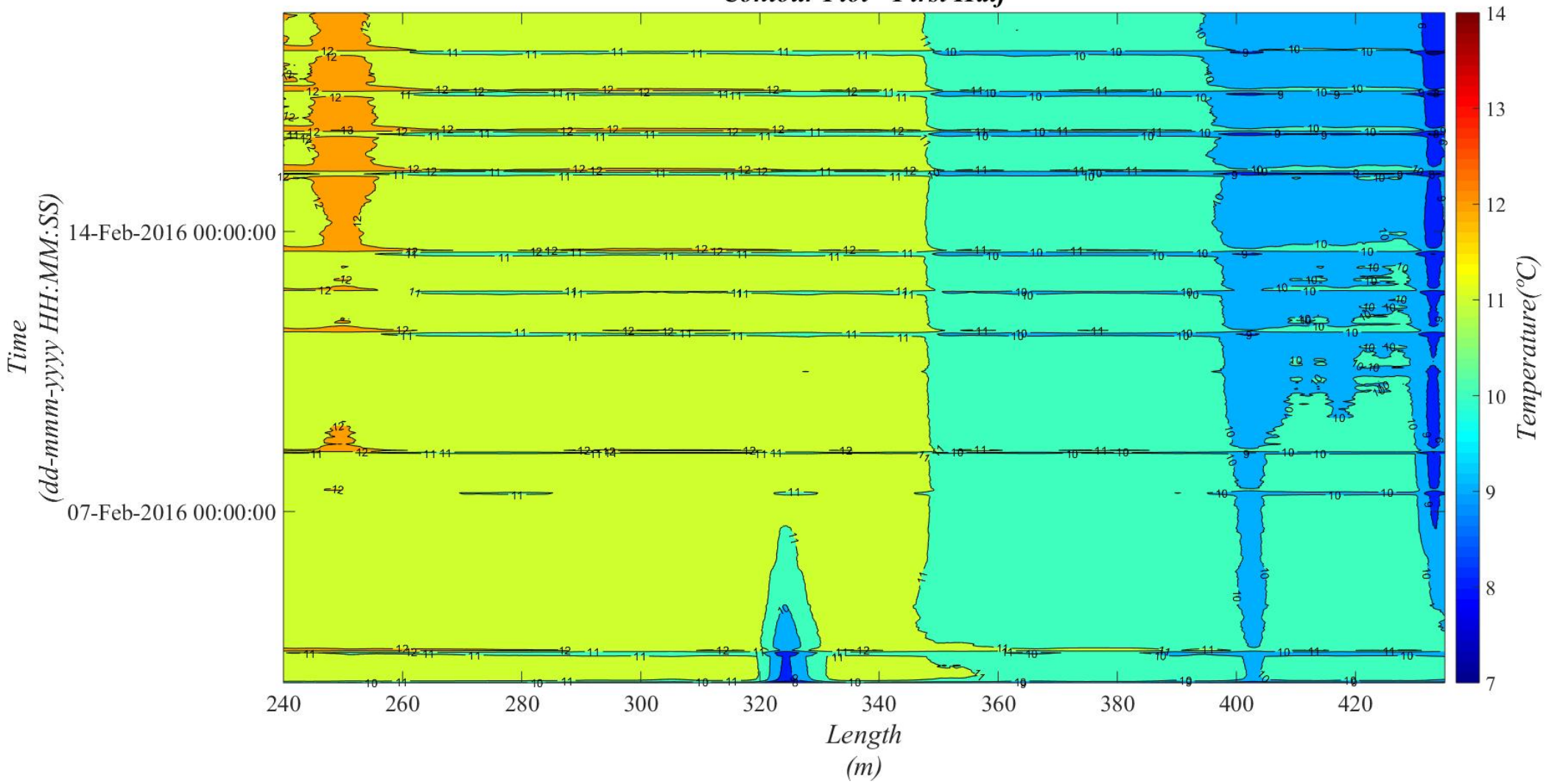
De GeoDetectkabel in het geotextiel is aangegeven in bijlage A3. De metrerings daarvan verschilt 280 meter met de figuren. Het eindpunt is dus op 57 / 337 meter, kopsloot 1 op 25 / 305 meter en kopsloot 2 op 35 / 315 meter.



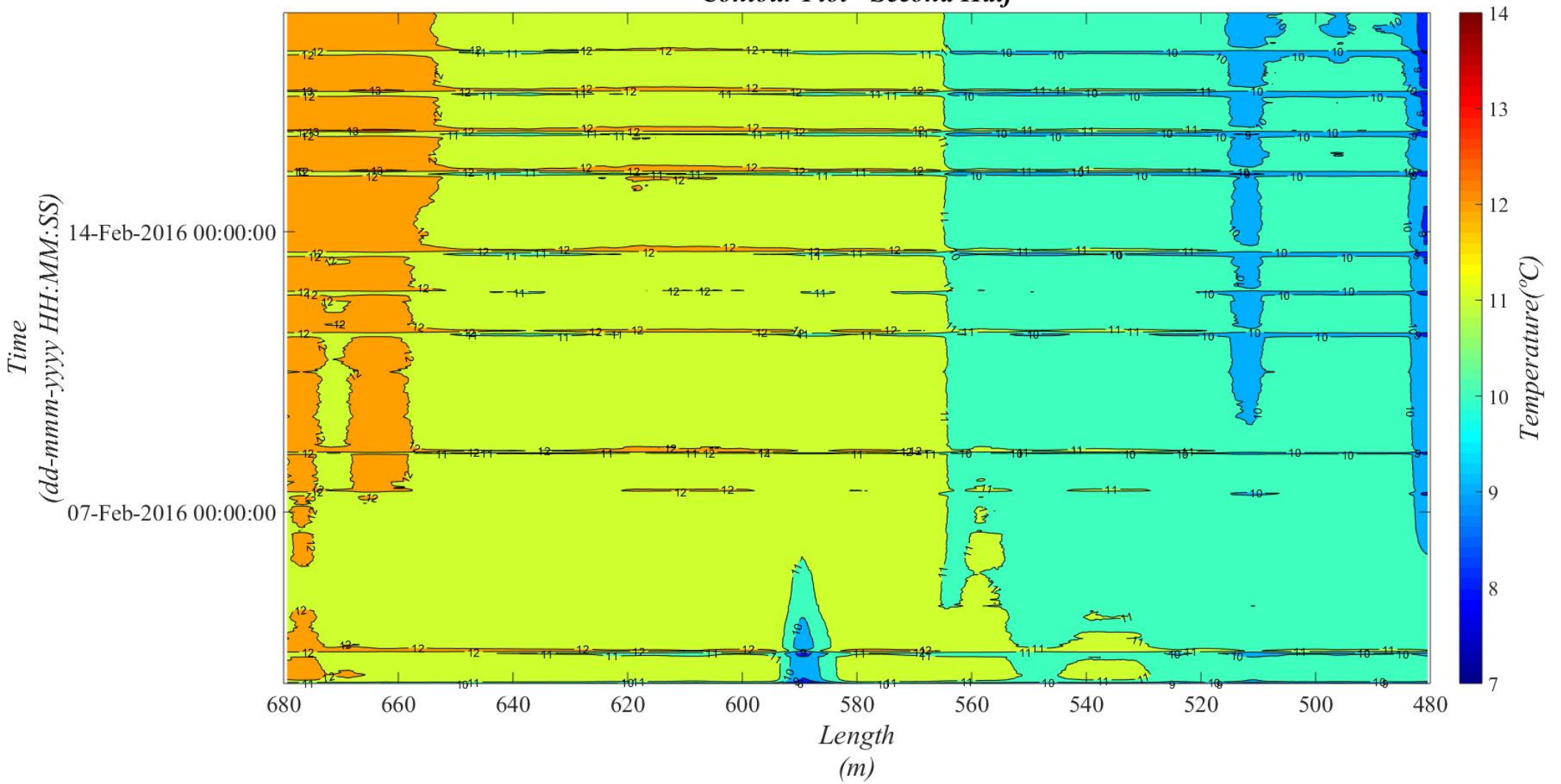
Contour Plot - Second Half



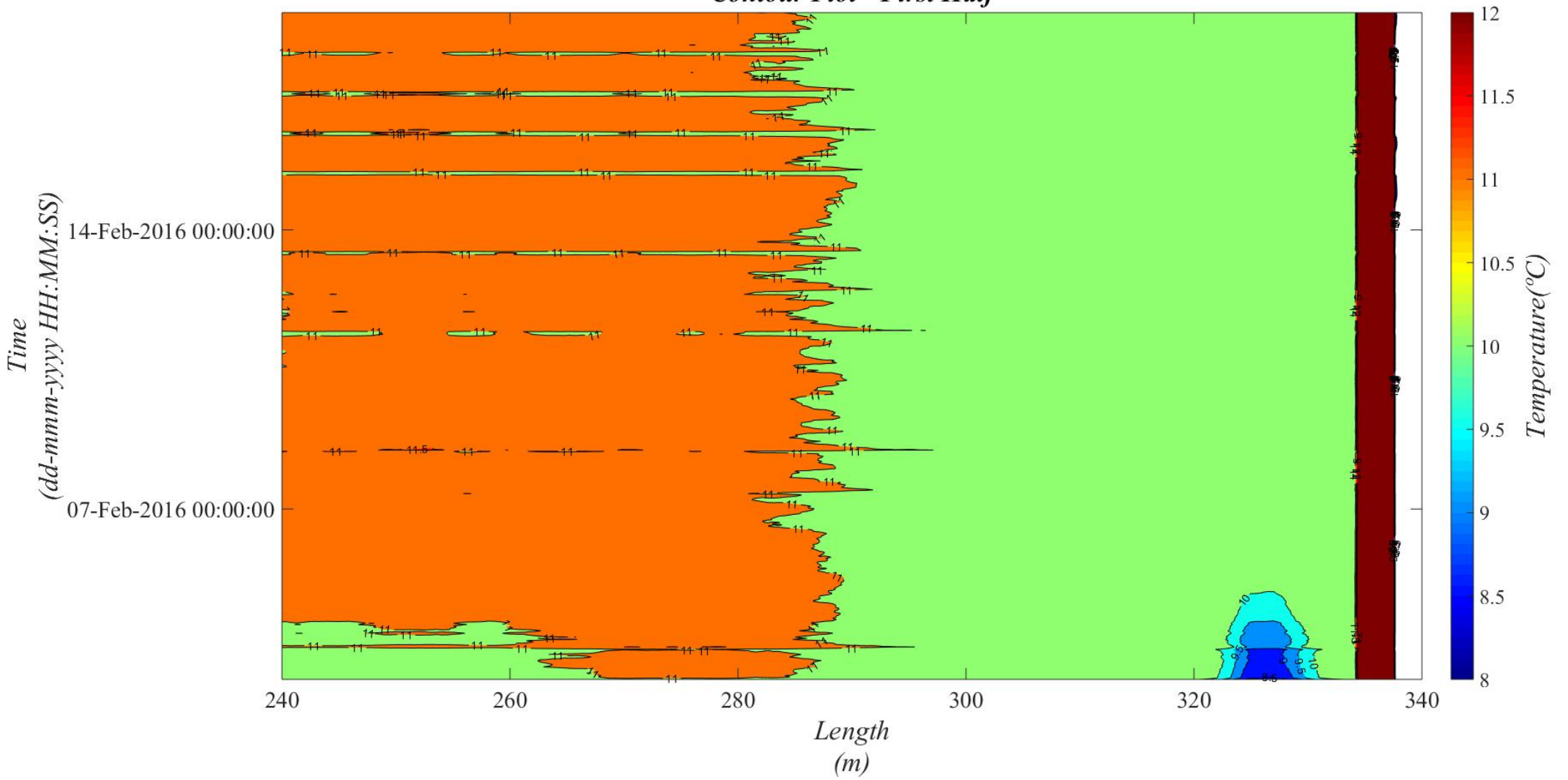
Contour Plot - First Half



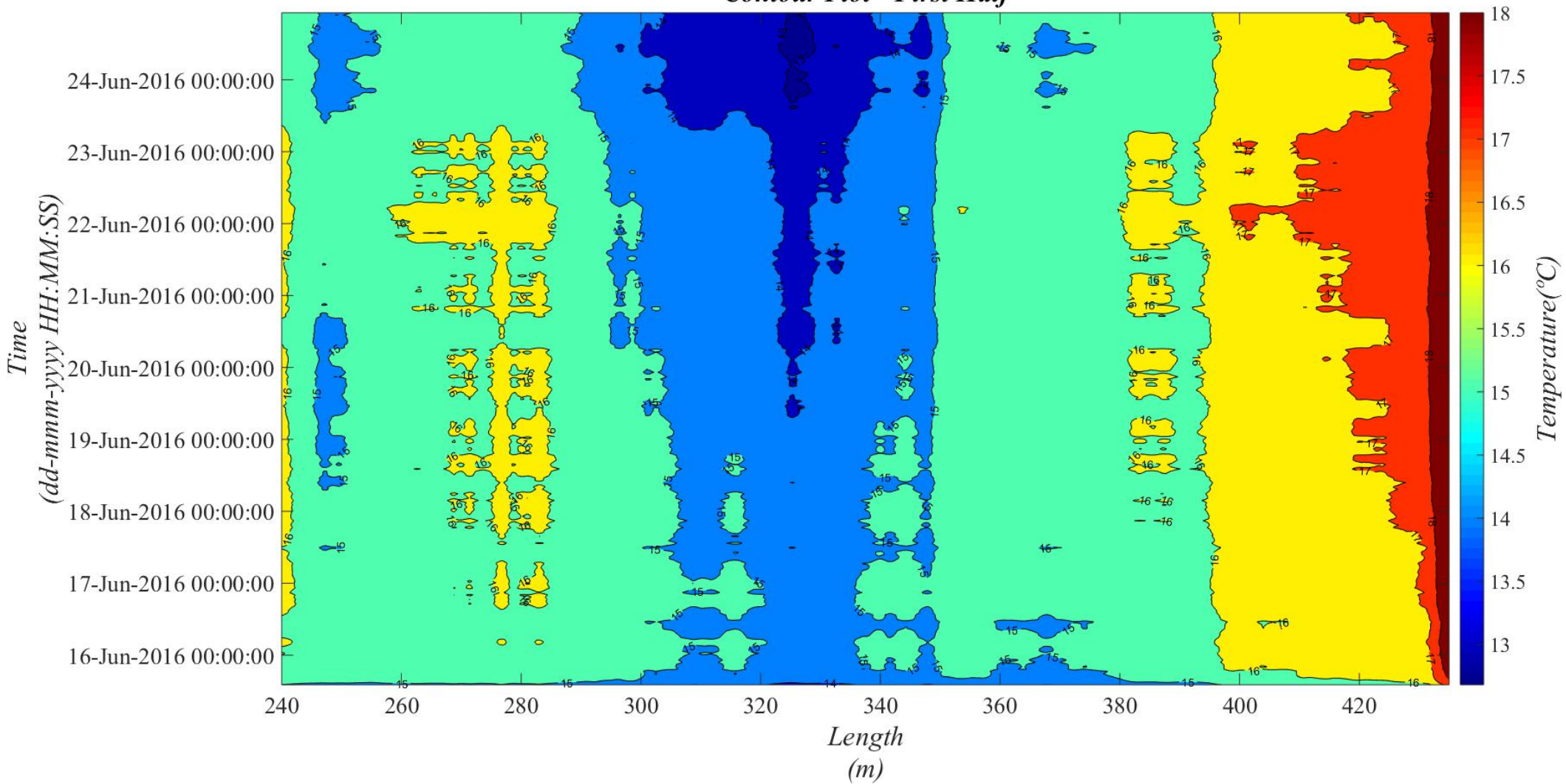
Contour Plot - Second Half



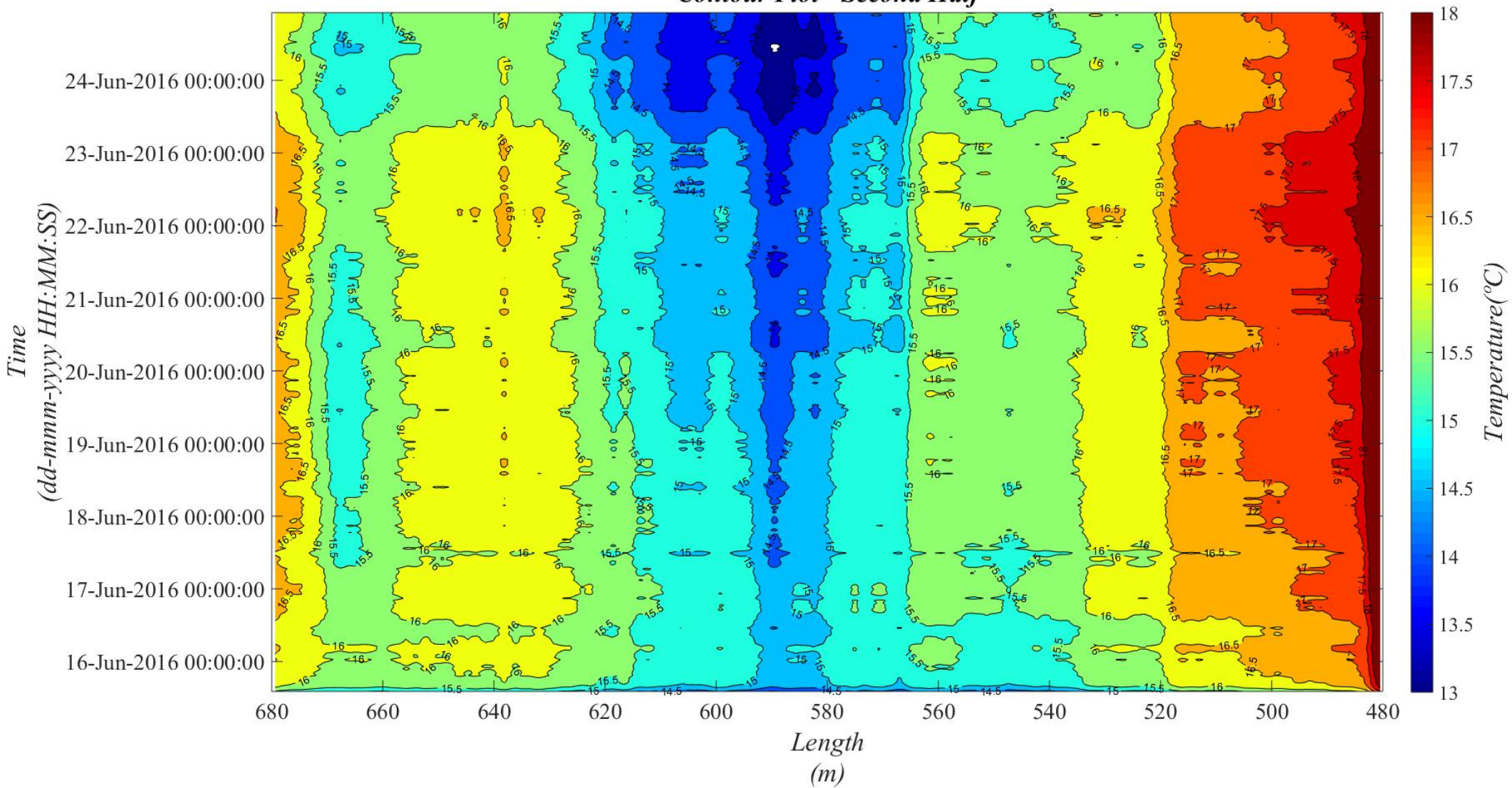
Contour Plot - First Half



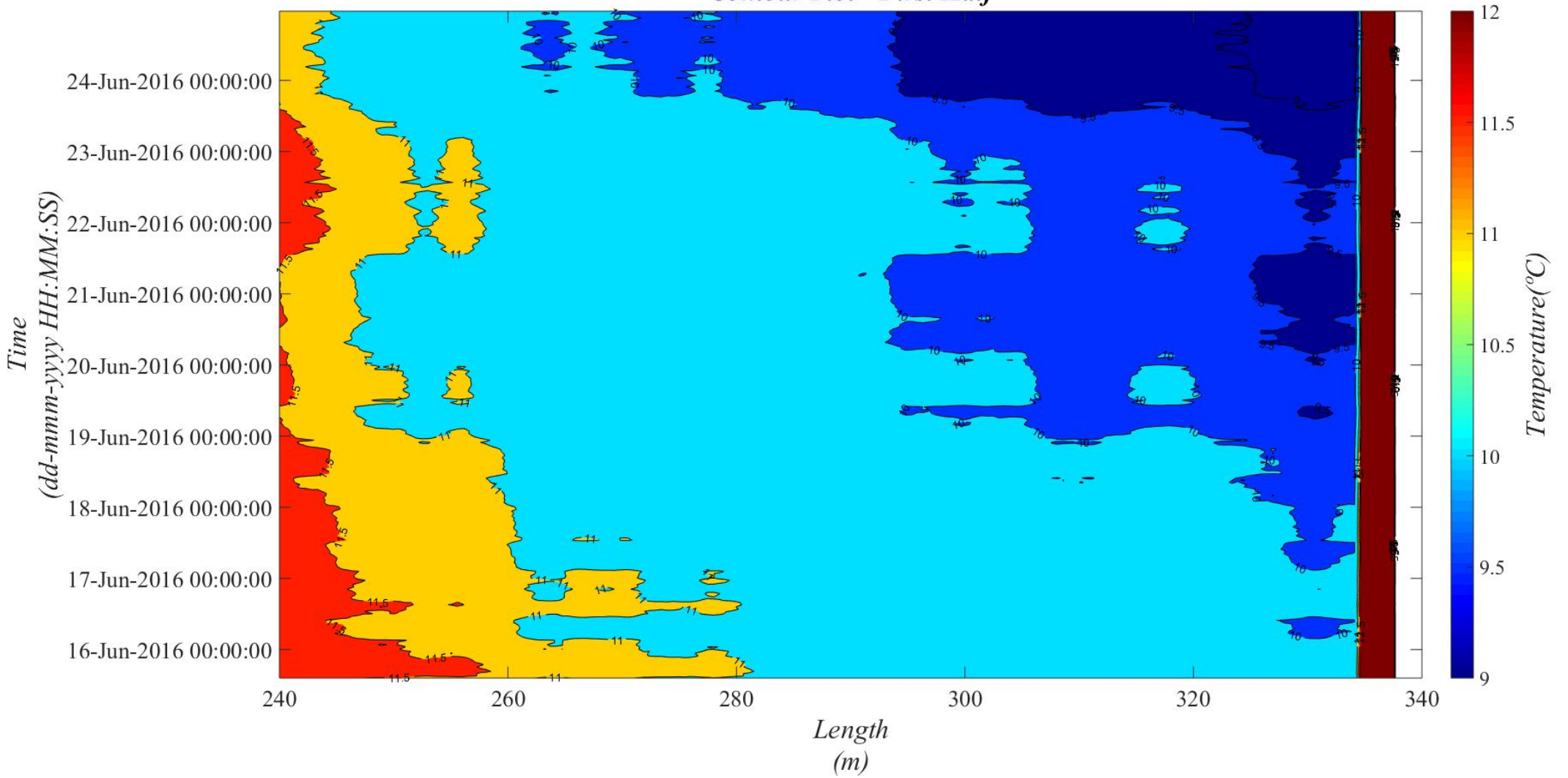
Contour Plot - First Half



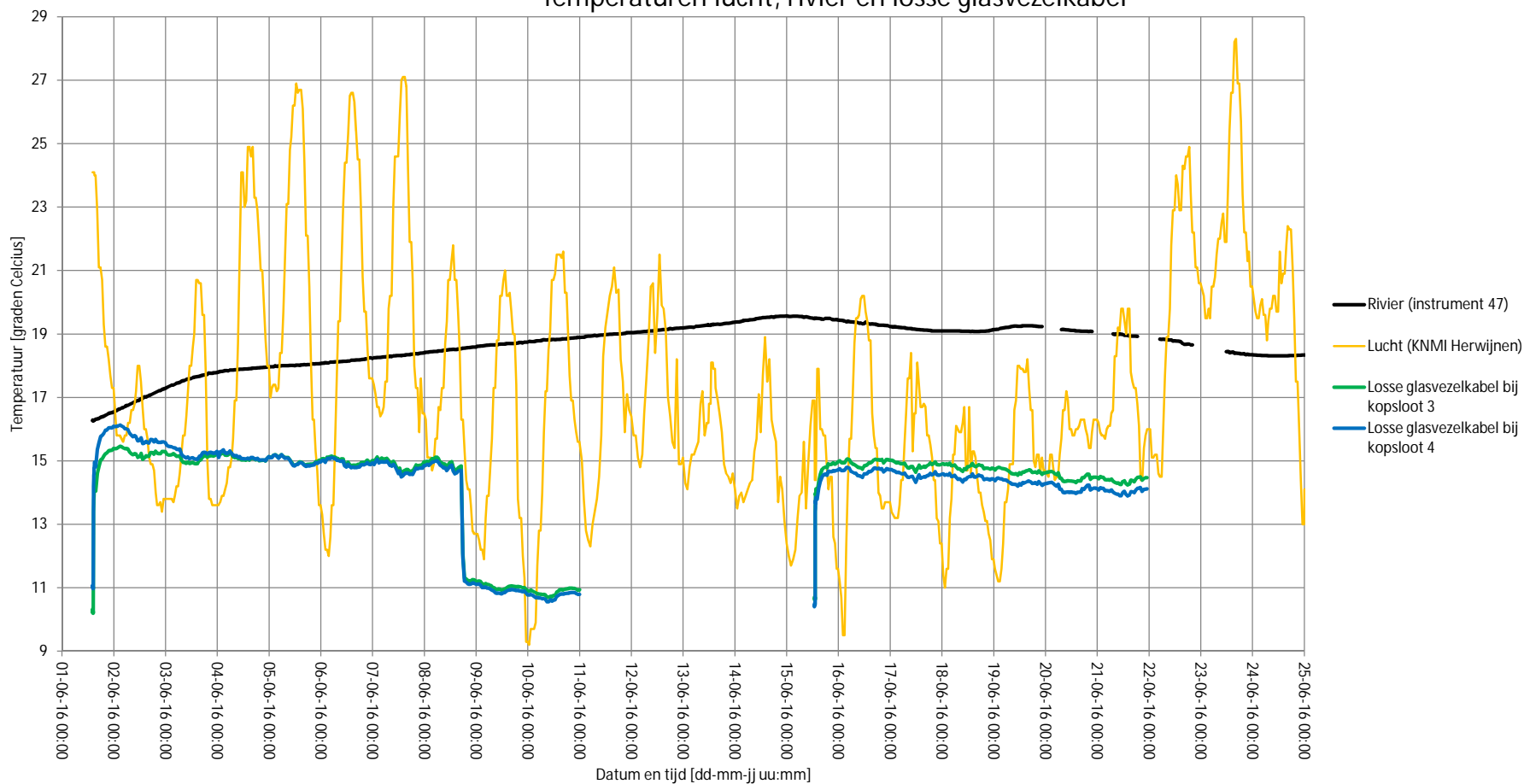
Contour Plot - Second Half



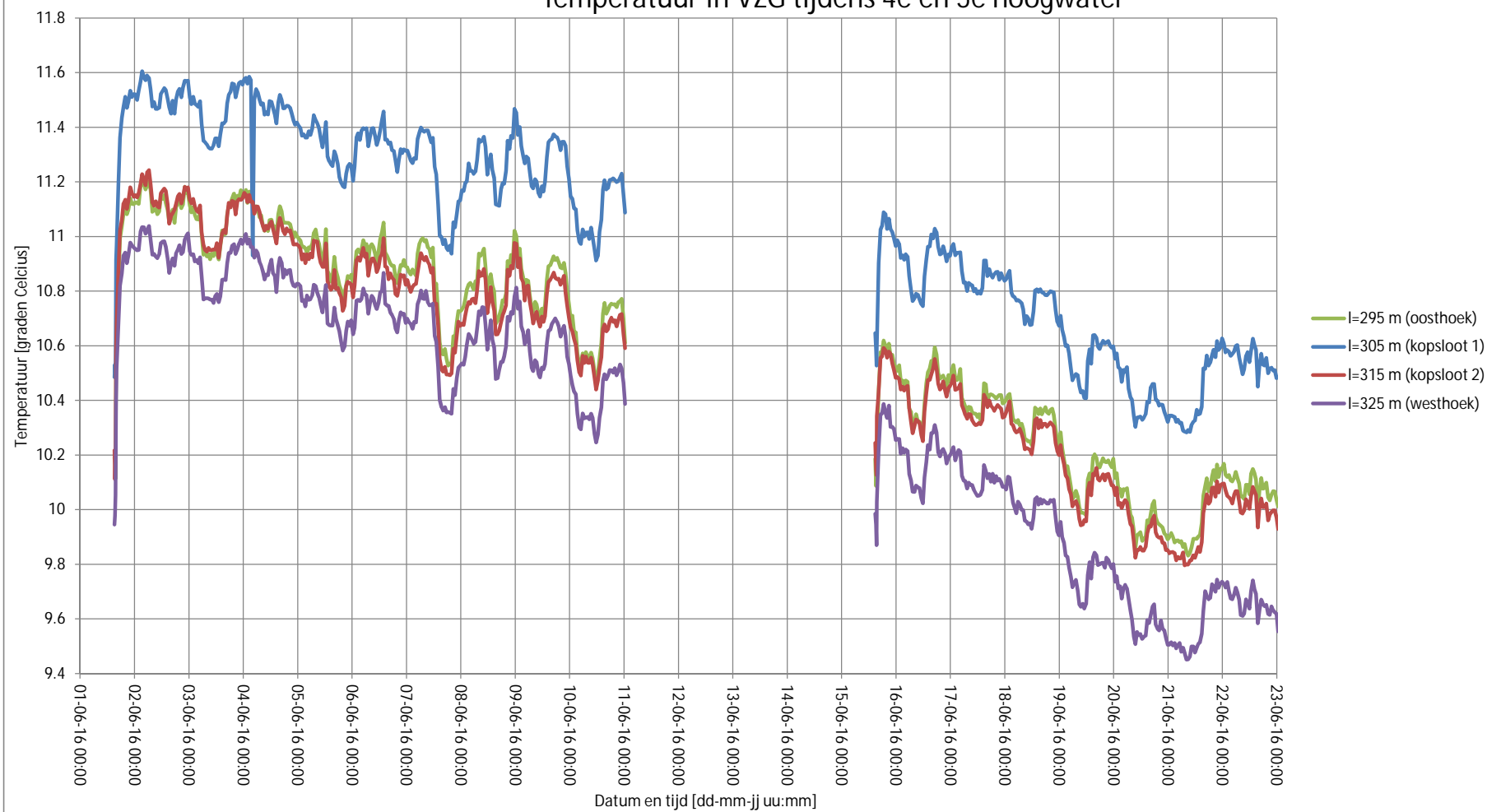
Contour Plot - First Half



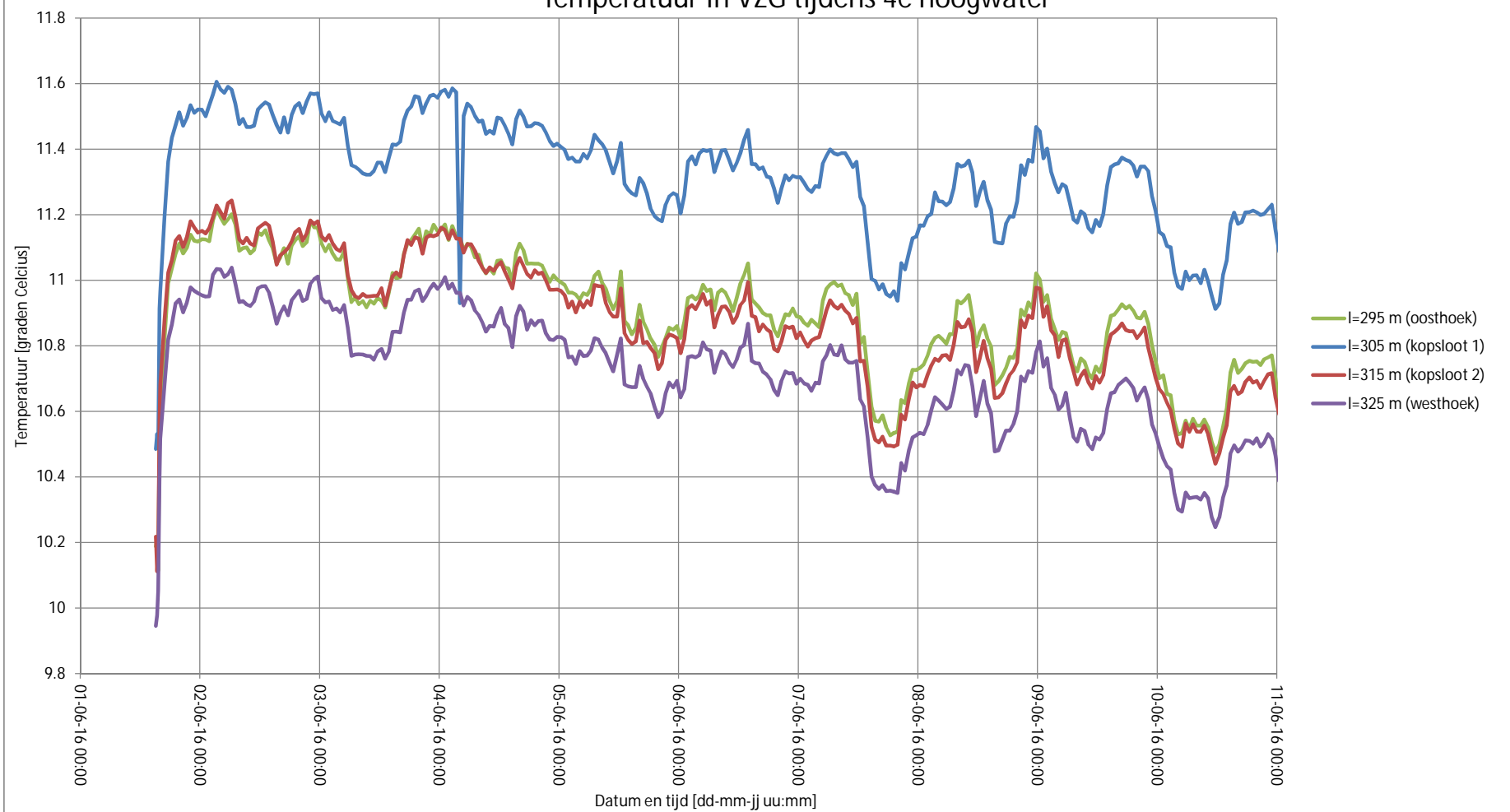
Temperaturen lucht, rivier en losse glasvezelkabel



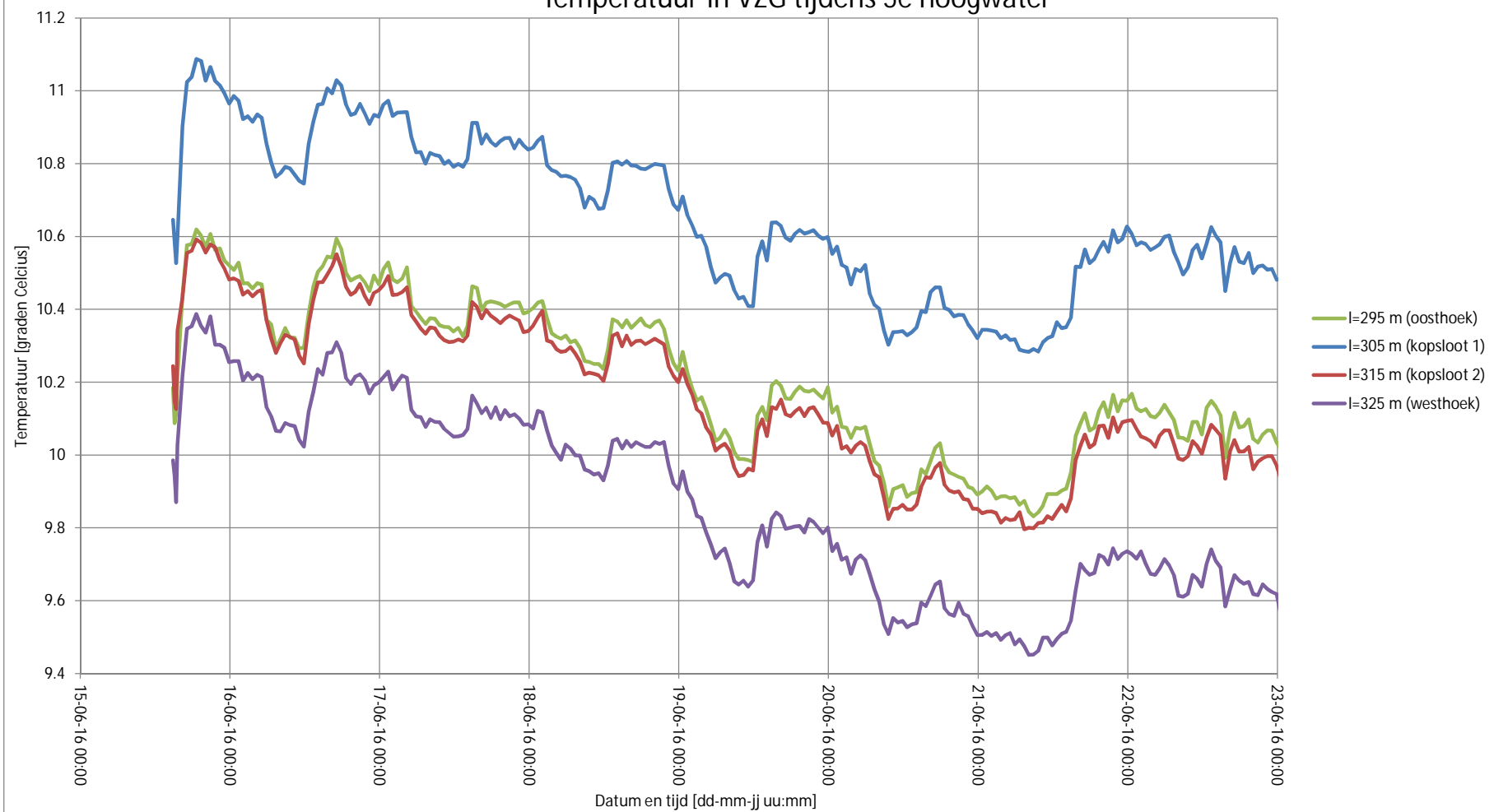
Temperatuur in VZG tijdens 4e en 5e hoogwater



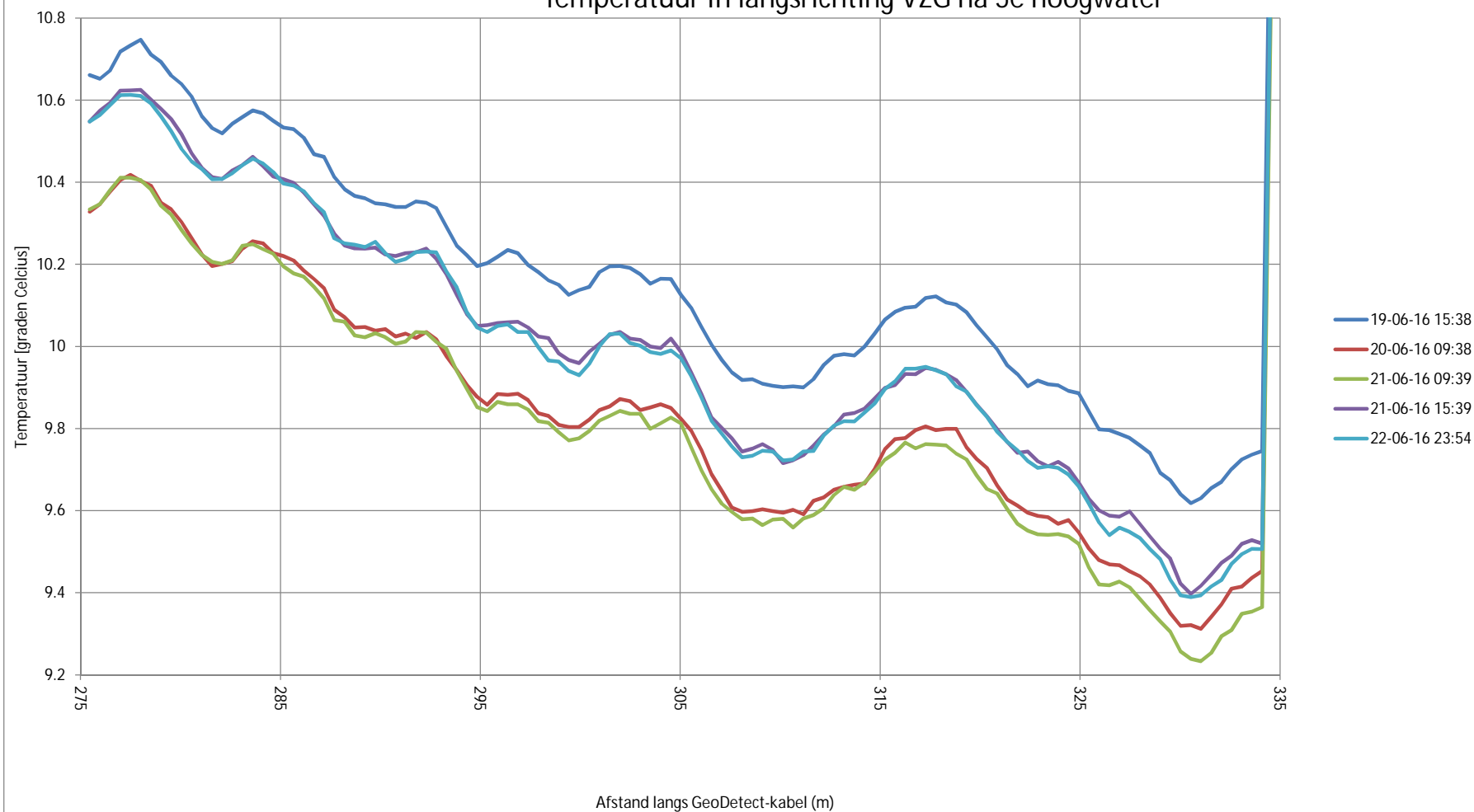
Temperatuur in VZG tijdens 4e hoogwater



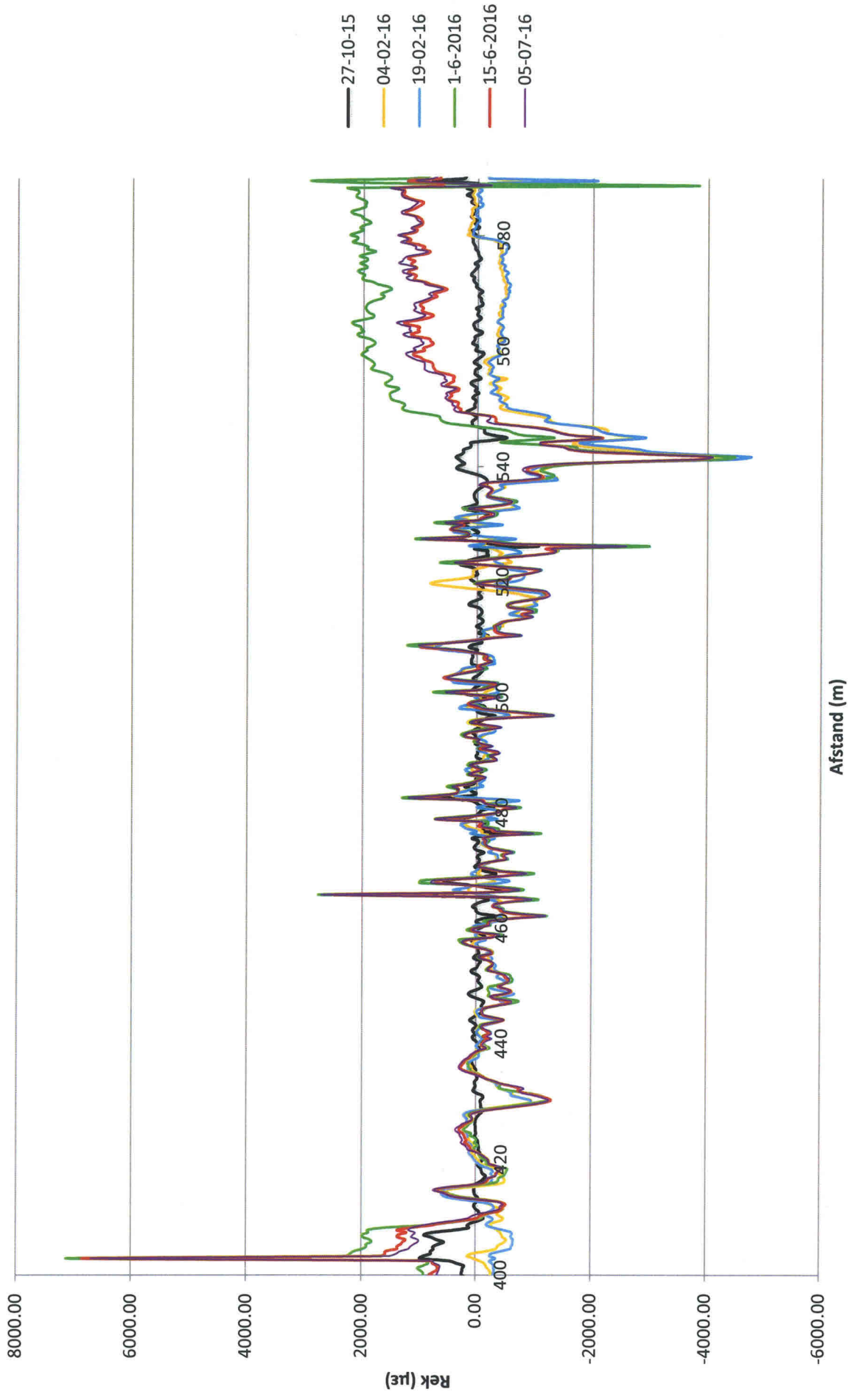
Temperatuur in VZG tijdens 5e hoogwater



Temperatuur in langsrichting VZG na 5e hoogwater

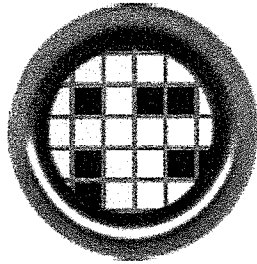


Strain t.o.v. nulmeting



G Speciale onderdelen en metingen

- G1 Toegepaste korrelverdeling grofzandbarrière
- G2 Korrelverdelingen materiaal uit wellen
- G3 Volumemetingen bij kopsloten 7, 8 en 9 voor en na het 1e hoogwater
- G4 Stroomsnelheid- en drukvalmeting in zandmeevoerende wel bij kopsloot 2



Analyse

CE

Korrelvormig
Dekker Grondstoffen
Bomhofsweg 5
8035 PJ Zwolle
15

NEN-EN 12620
Kwartzand 0/2 [80 - 10]
Specificatie

Product Kwartzand 0/2 [80 - 10]
Klasse
Kwaliteitsmanager Jan van der Bent
Nummer 3051



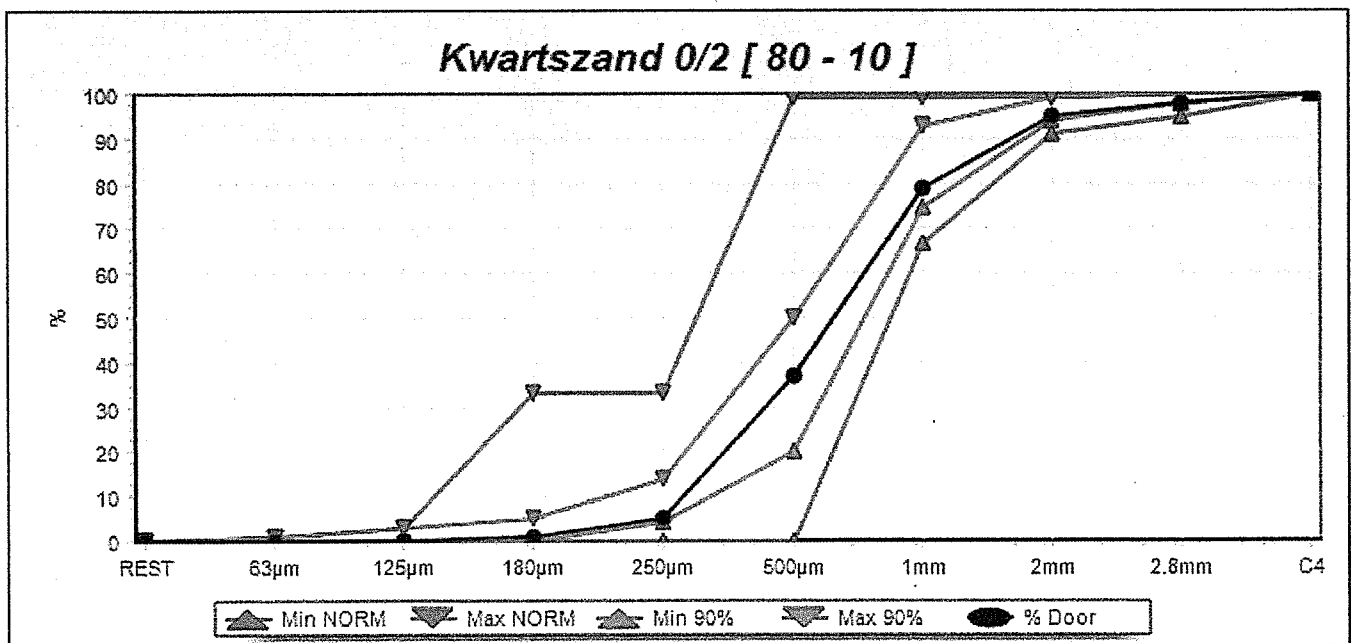
MONSTERNEMING NEN-EN 932-1

Winning	Dekker Zwolle	Datum	2015-07-09	Transport	Datum	2015-07-09
Herkomst	HaerstGenne	Tijd	11:25	Schipper	Tijd	11:25
Monsternemer	Marten Ruiten			Bonnummer	Ton	0
Monstermethode	Zeef Machinaal			Bestemming	Kuub	0
Massa	0	Vocht		Klant	Land	NEDERLA

ZEEFANALYSE NEN-EN 933-1

	NORM		90%		Frac Gr	Frac %	Door %	Laborant	Marten Ruiten	Datum	2015-07-09
	Min	Max	Min	Max							
C4	100	100	100	100	0.0	0.0	100	M50 (µm)	631	FM	2.84
2.8mm	95	100	98	100	9.6	2.0	98	M63 (µm)	631	D60/D10	2.68
2mm	91	99	94	99	15.3	3.2	95	D50 (µm)	655	CC	0.89
1mm	67	99	75	93	76.7	16.1	79				
500µm	0	99	20	50	197.3	41.4	37				
250µm	0	33	4	14	155.9	32.7	5				
180µm	0	33	0	5	17.9	3.7	1				
125µm	0	3	0	3	3.9	0.8	0				
63µm	0	1	0	1	0.3	0.1	0				
REST	0	0	0	0	0.0	0.0	0				

Opmerking



Boorr. Code	Monster	Beschrijving NEN 5104 (*) Visuele classificatie	Gebruikte zeven [mm] met cumulatieve gewichtspercentages d>											Zandfractie					
			2	1,4	1	0,71	0,500	0,355	0,250	0,180	0,125	0,09	0,063	0,000	Mz [mm]	fijnheids geel Fm [-]	D ₆₀ /D ₁₀ [-]	D ₁₅ [mm]	
Achtersloot-1-2	M1223	(Zs1g1)*	0,5	2,8	14,0	38,3	80,3	96,4	99,0	99,1	99,1	99,2	99,2	99,2	100,0	0,64	2,93	1,70	0,46
Achtersloot-1-2	M1224	(Zs1)*			0,1	0,4	2,1	13,5	48,3	73,5	89,0	93,2	96,2	99,2	100,0	0,25	1,40	2,09	0,15
Achtersloot-1-2	M1225	(Zs1g1)*	1,8	8,3	22,9	47,2	75,7	93,8	98,8	99,1	99,3	99,3	99,4	99,4	100,0	0,68	2,99	2,02	0,42
Achtersloot-1-2	M1226	(Zs1)*			0,1	0,4	2,8	19,8	59,3	82,3	94,4	97,2	98,1	98,1	100,0	0,27	1,57	1,99	0,17
Kopsloot-2	M221	Zs1			0,0	0,1	1,6	9,2	27,8	42,2	57,9	80,4	94,3	100,0	0,16	0,87	2,49	0,09	
Kopsloot-2	M222	Zs1			0,1	0,1	0,9	8,9	38,1	54,2	67,3	82,4	90,5	100,0	0,22	1,06	2,79	0,10	
Kopsloot-2	M224	Zs1			0,3	1,1	3,6	10,0	36,9	64,3	76,5	85,9	92,9	100,0	0,22	1,17	2,56	0,11	
Kopsloot-2	M225	(Zs1, met een spoor grind)*	0,1	0,8	5,7	18,5	53,7	81,6	97,2	99,0	99,3	99,5	99,5	100,0	0,52	2,56	1,93	0,33	
Kopsloot-7	M714	Zs2			0,7	2,1	4,9	6,7	11,8	28,9	64,2	80,2	87,7	100,0	0,15	0,82	1,83	0,10	
Kopsloot-7	M711	Zs1			0,0	0,1	0,1	0,2	1,7	17,6	62,9	84,2	92,4	100,0	0,14	0,65	1,69	0,10	
Kopsloot-7	M712	(Zs1)*			0,4	0,4	4,1	18,6	45,7	73,4	91,6	97,0	98,7	100,0	0,24	1,41	2,05	0,15	
Kopsloot-7	M713	(Zs1)*			0,6	4,6	28,6	64,8	92,2	96,8	98,9	99,4	99,5	100,0	0,41	2,20	1,74	0,28	
Kopsloot-7	M715	Zs1			0,1	0,3	0,9	2,8	10,7	33,7	67,7	85,1	92,6	100,0	0,16	0,79	1,87	0,10	
Kopsloot-7	M716	Zs1			0,1	0,1	0,7	3,1	15,3	42,7	74,4	89,6	94,7	100,0	0,17	0,90	1,93	0,11	
Well25	M2521	Zs1 spoor grind	0,1	0,3	1,1	3,1	13,0	30,2	55,3	64,7	76,1	86,0	90,5	100,0	0,29	1,46	3,12	0,12	
Well25	M2522	Zs2			0,4	1,5	3,8	9,7	22,2	43,2	55,5	69,4	79,9	86,9	100,0	0,25	1,24	3,04	0,11
Well25	M2523	(Zs1g1)*	0,9	5,4	24,8	63,5	94,4	98,9	99,2	99,3	99,4	99,5	99,5	100,0	0,80	3,19	1,65	0,56	

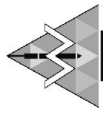
grondonderzoek Livedijk Willemspolder

Titel

Zeeanalyse

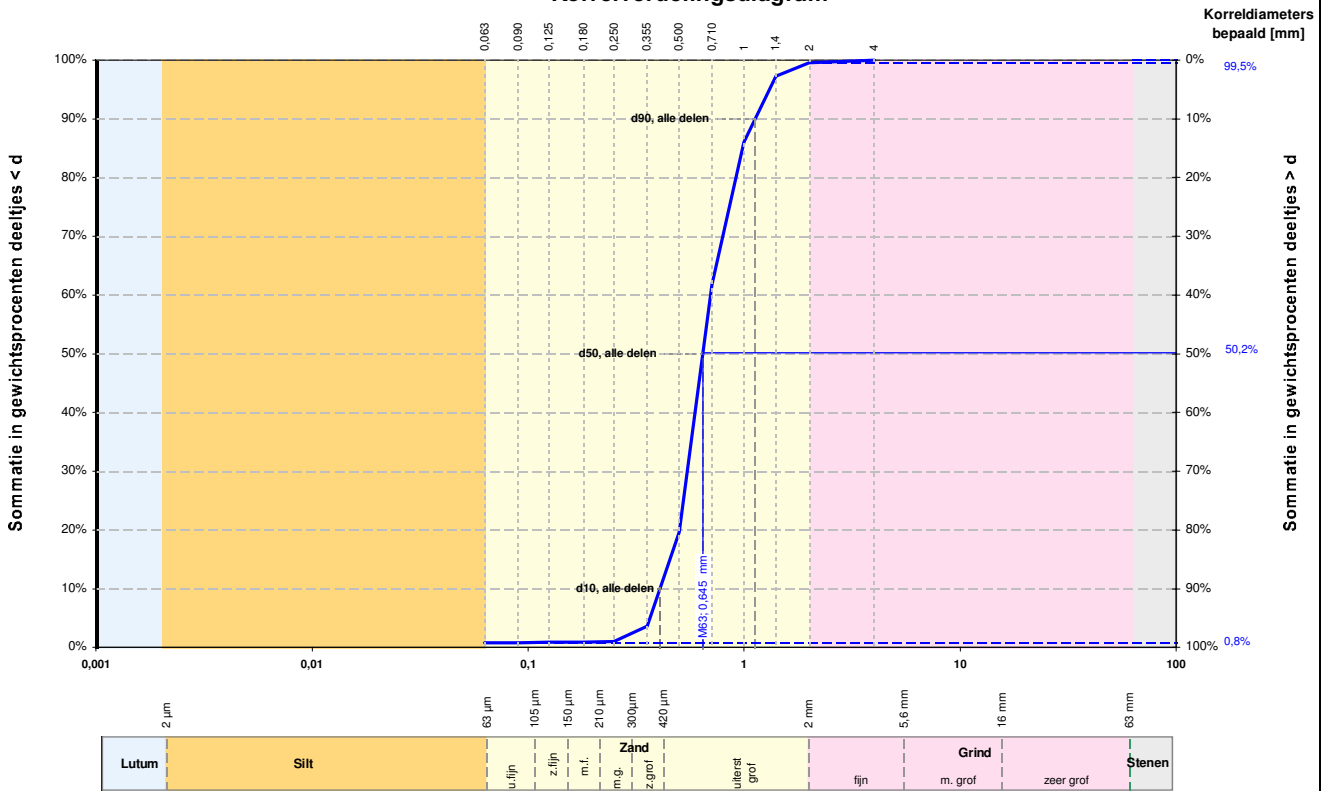
Projectnr.	65273-1
Datum	18-04-2016
Blad 1 van 1	

Totaal aantal
proeven:
zeven, nat: 17



AKKOORD
LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,407
d 15 [mm]	0,452
d 50 [mm]	0,644
d 60 [mm]	0,700
C _u = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,722
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	2,771
C _c [-]	1,043

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,645
M ₂₀₀₀ [mm]	2,8
D _m [mm]	0,693
F _m [-]	2,929
U ₁₆ [-] [16μm - 2mm]	-

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	0,9	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	0,9	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	1,0	22,4	-		
	0,020	-	0,355	3,6	31,5	-		
	0,032	-	0,500	19,7	45,0	-		
	0,038	-	0,710	61,7	63,0	-		
	0,045	-	1,000	86,0				
	0,063	0,8	1,400	97,2				
		2,000	99,5					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,412
D 15 [mm]	0,458
D 60 [mm]	0,700
D 90 [mm]	1,115
C _u = D ₆₀ / D ₁₀ [-]	1,698
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	2,705
U [-] [63μm - 2mm]	16,172

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald



Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M₆₃ = Zand mediaan
- M₂₀₀₀ = Grindmediaan
- D_m = Mediane korrel diameter

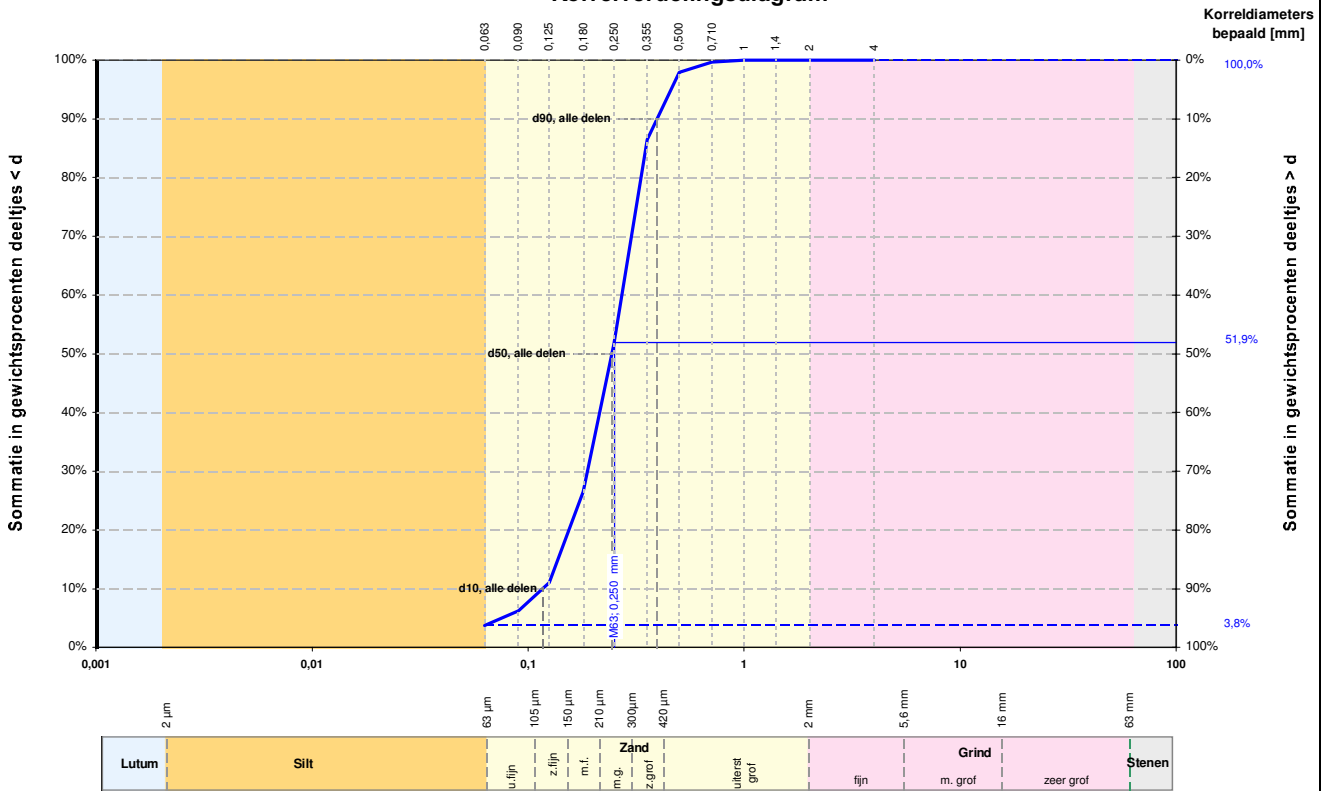
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1g1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring	Achtersloot-1-2	
Tiel	Monster	1223	
 Wiertsema & Partners <small>RAADGEVEND INGENIEURS</small>	Diepte	m tot m	
	Referentie niveau	mv	
	Projectnr.	65273-1	AKKOORD 
	Datum	18-04-2016	

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,116
d 15 [mm]	0,137
d 50 [mm]	0,244
d 60 [mm]	0,272
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	2,334
d_{90} / d_{10} [-]	3,389
C_c [-]	1,121

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,250
M_{2000} [mm]	-
D_m [mm]	0,246
F_m [-]	1,395
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	11,0	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	26,5	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	51,7	22,4	-		
	0,020	-	0,355	86,5	31,5	-		
	0,032	-	0,500	97,9	45,0	-		
	0,038	-	0,710	99,6	63,0	-		
	0,045	-	1,000	99,9				
	0,063	3,8	1,400	100,0				
		2,000	100,0					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,132
D 15 [mm]	0,148
D 60 [mm]	0,276
D 90 [mm]	0,399
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-]	2,088
D_{90} / D_{10} [-]	3,020
U [-] [63µm - 2mm]	46,678

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

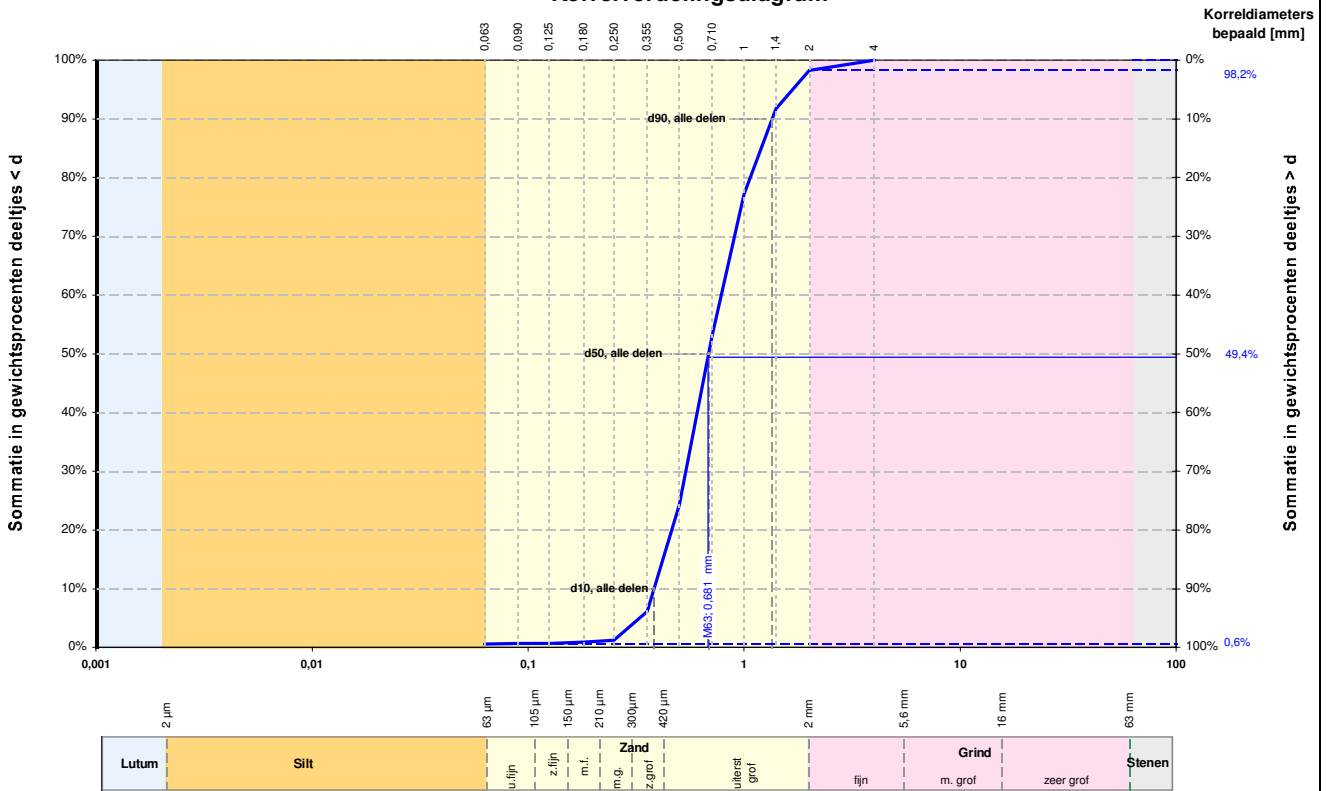
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Achtersloot-1-2
Tiel	Monster 1224
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,382
d 15 [mm]	0,420
d 50 [mm]	0,686
d 60 [mm]	0,786
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	2,058
$\frac{d_{90}}{d_{10}}$ [-]	3,527
C_c [-]	0,960

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,681
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	0,753
F_m [-]	2,985
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,384
D 15 [mm]	0,422
D 60 [mm]	0,777
D 90 [mm]	1,300
$C_u = \frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	2,020
$\frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	3,381
U [-] [63µm - 2mm]	16,095

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	0,7	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	0,9	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	1,2	22,4	-		
	0,020	-	0,355	6,2	31,5	-		
	0,032	-	0,500	24,3	45,0	-		
	0,038	-	0,710	52,8	63,0	-		
	0,045	-	1,000	77,1				
	0,063	0,6	1,400	91,7				
		2,000	98,2					

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

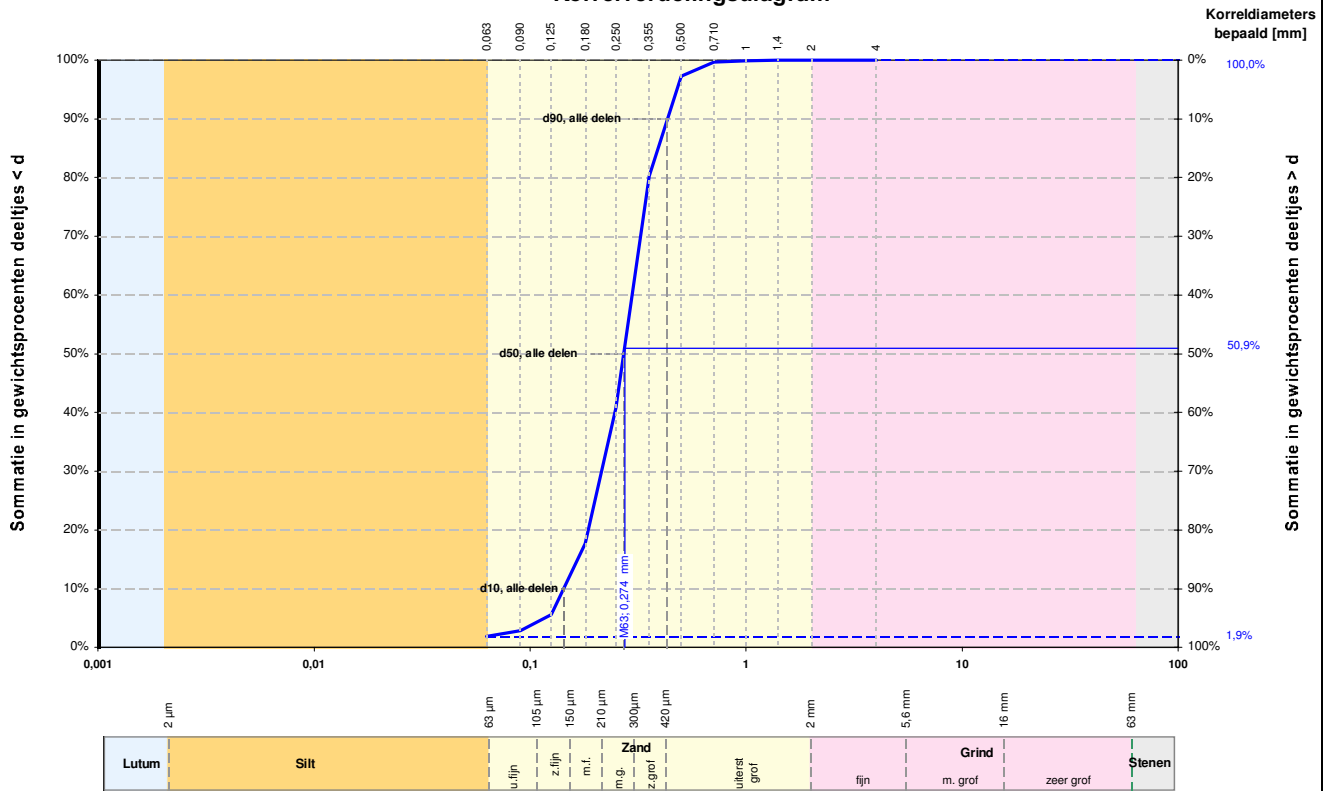
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1g1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Achtersloot-1-2
Tiel	Monster 1225
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,143
d 15 [mm]	0,166
d 50 [mm]	0,271
d 60 [mm]	0,297
C _u = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	2,077
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	3,027
C _c [-]	1,086

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,274
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,274
F _m [-]	1,566
U ₁₆ [-] [16μm - 2mm]	-

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	5,6	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	17,7	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	40,7	22,4	-		
	0,020	-	0,355	80,2	31,5	-		
	0,032	-	0,500	97,2	45,0	-		
	0,038	-	0,710	99,6	63,0	-		
	0,045	-	1,000	99,9				
	0,063	1,9	1,400	100,0				
		2,000	100,0					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,150
D 15 [mm]	0,174
D 60 [mm]	0,299
D 90 [mm]	0,434
C _u = D ₆₀ / D ₁₀ [-]	1,988
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	2,889
U [-] [63μm - 2mm]	41,534

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M₆₃ = Zand mediaan
- M₂₀₀₀ = Grindmediaan
- D_m = Mediane korrel diameter

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

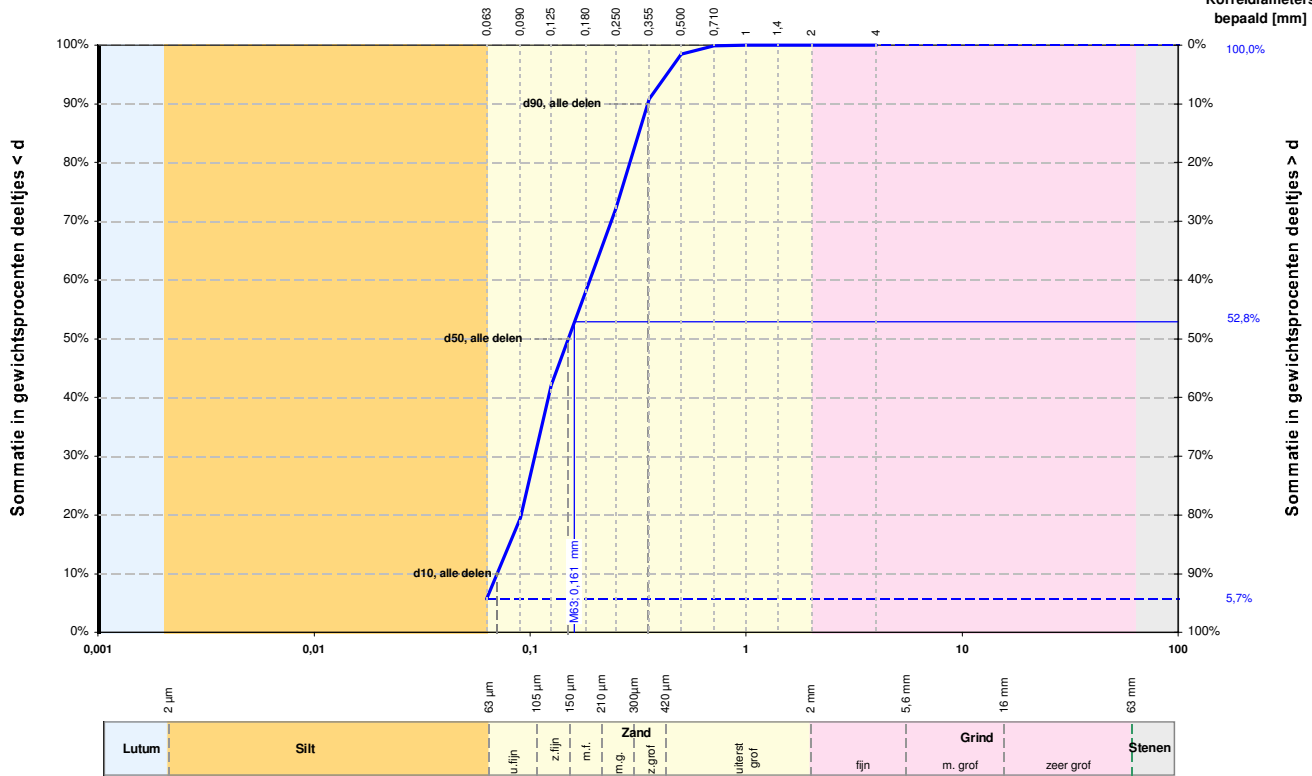
(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Achtersloot-1-2
Tiel	Monster 1226
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,070
d 15 [mm]	0,080
d 50 [mm]	0,150
d 60 [mm]	0,189
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	2,691
d_{90} / d_{10} [-]	4,968
C_c [-]	0,823

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,161
M_{2000} [mm]	-
D_m [mm]	0,178
F_m [-]	0,873
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,080
D 15 [mm]	0,090
D 60 [mm]	0,200
D 90 [mm]	0,354
$C_u = \frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	2,486
D_{90} / D_{10} [-]	4,405
U [-] [63µm - 2mm]	69,516

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	42,1	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	57,8	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	72,2	22,4	-		
	0,020	-	0,355	90,8	31,5	-		
	0,032	-	0,500	98,4	45,0	-		
	0,038	-	0,710	99,9	63,0	-		
	0,045	-	1,000	100,0				
	0,063	5,7	1,400	100,0				
		2,000	100,0					

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korrel diameter

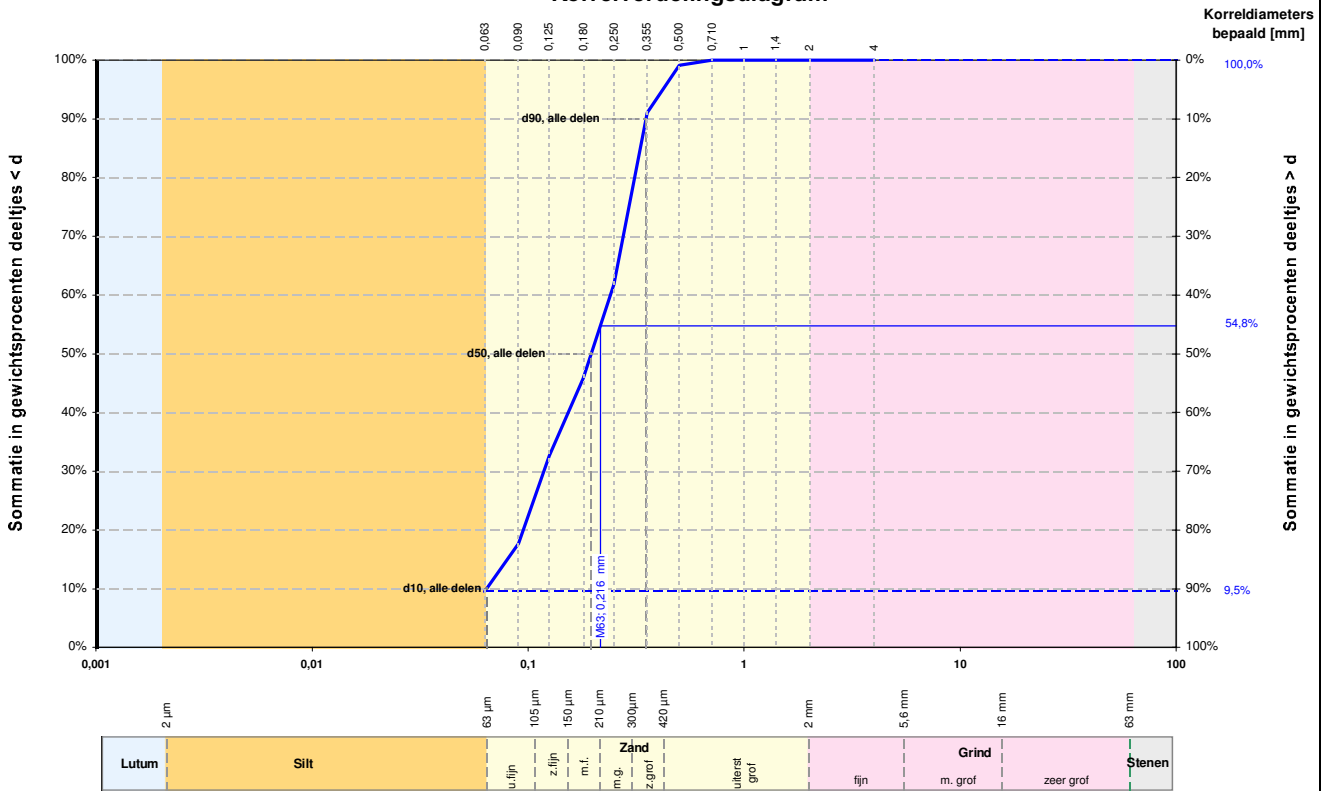
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Kopsloot-2
Tiel	Monster 221
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,064
d 15 [mm]	0,080
d 50 [mm]	0,196
d 60 [mm]	0,241
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	3,740
d_{60} / d_{10} [-]	5,445
C_c [-]	0,898

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,216
M_{2000} [mm]	-
D_m [mm]	0,200
F_m [-]	1,063
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	32,7	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	45,8	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	61,9	22,4	-		
	0,020	-	0,355	91,1	31,5	-		
	0,032	-	0,500	99,1	45,0	-		
	0,038	-	0,710	99,9	63,0	-		
	0,045	-	1,000	100,0				
	0,063	9,5	1,400	100,0				
		2,000	100,0					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,092
D 15 [mm]	0,101
D 60 [mm]	0,256
D 90 [mm]	0,354
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-]	2,786
D_{90} / D_{10} [-]	3,859
U [-] [63µm - 2mm]	59,021

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

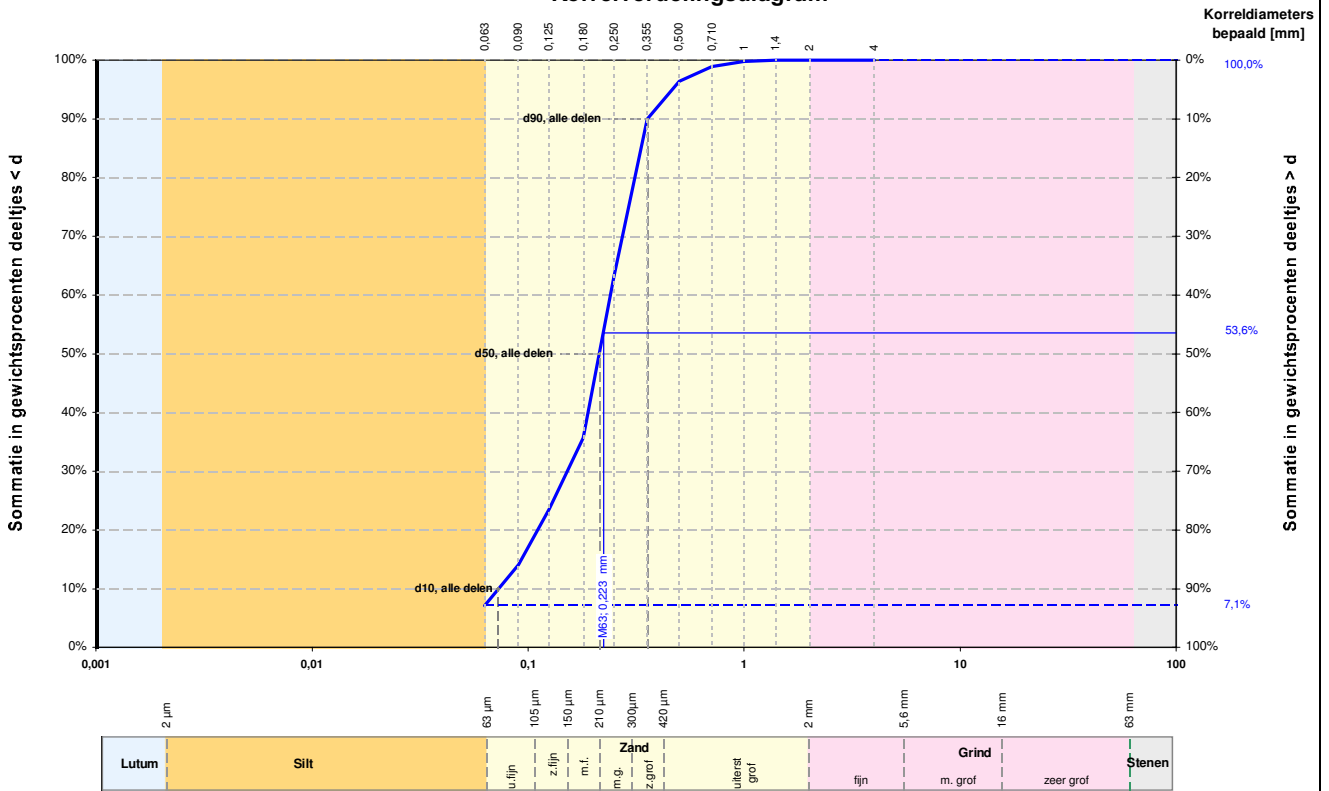
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Kopsloot-2
Tiel	Monster 222
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,073
d 15 [mm]	0,093
d 50 [mm]	0,214
d 60 [mm]	0,241
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	3,304
d_{60} / d_{10} [-]	4,883
C_c [-]	1,313

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,223
M_{2000} [mm]	-
D_m [mm]	0,213
F_m [-]	1,173
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	23,5	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	35,7	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	63,1	22,4	-		
	0,020	-	0,355	90,0	31,5	-		
	0,032	-	0,500	96,4	45,0	-		
	0,038	-	0,710	98,9	63,0	-		
	0,045	-	1,000	99,7				
	0,063	7,1	1,400	100,0				
		2,000	100,0					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,097
D 15 [mm]	0,115
D 60 [mm]	0,249
D 90 [mm]	0,370
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-]	2,556
D_{90} / D_{10} [-]	3,791
U [-] [63µm - 2mm]	54,392

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

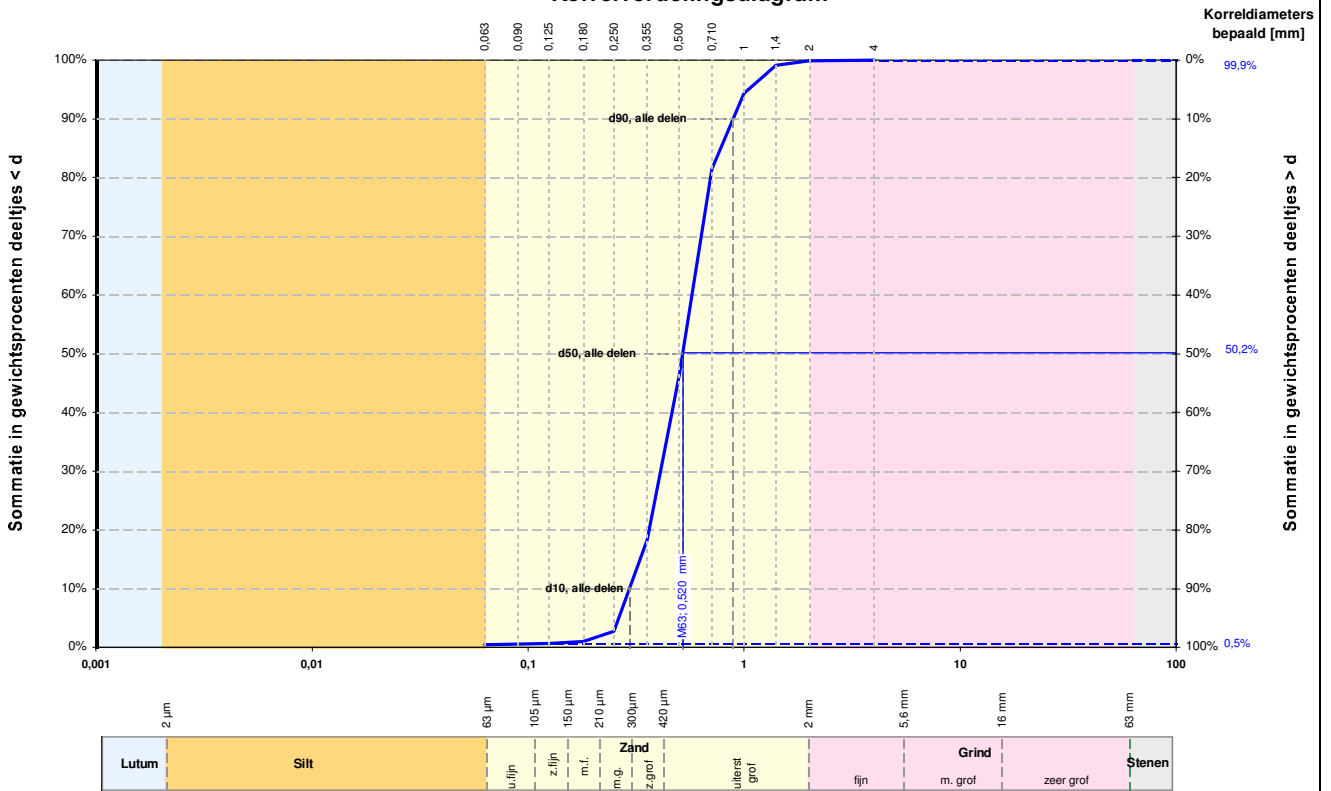
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Kopsloot-2
Tiel	Monster 224
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,294
d 15 [mm]	0,329
d 50 [mm]	0,519
d 60 [mm]	0,573
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	1,948
$\frac{d_{90}}{d_{10}}$ [-]	3,030
C_c [-]	0,994

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,520
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	0,538
F_m [-]	2,560
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,297
D 15 [mm]	0,332
D 60 [mm]	0,574
D 90 [mm]	0,890
$C_u = \frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	1,932
$\frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	2,997
U [-] [63µm - 2mm]	21,215

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	0,7	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	1,0	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	2,8	22,4	-		
	0,020	-	0,355	18,4	31,5	-		
	0,032	-	0,500	46,3	45,0	-		
	0,038	-	0,710	81,5	63,0	-		
	0,045	-	1,000	94,3				
	0,063	0,5	1,400	99,2				
		2,000	99,9					

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

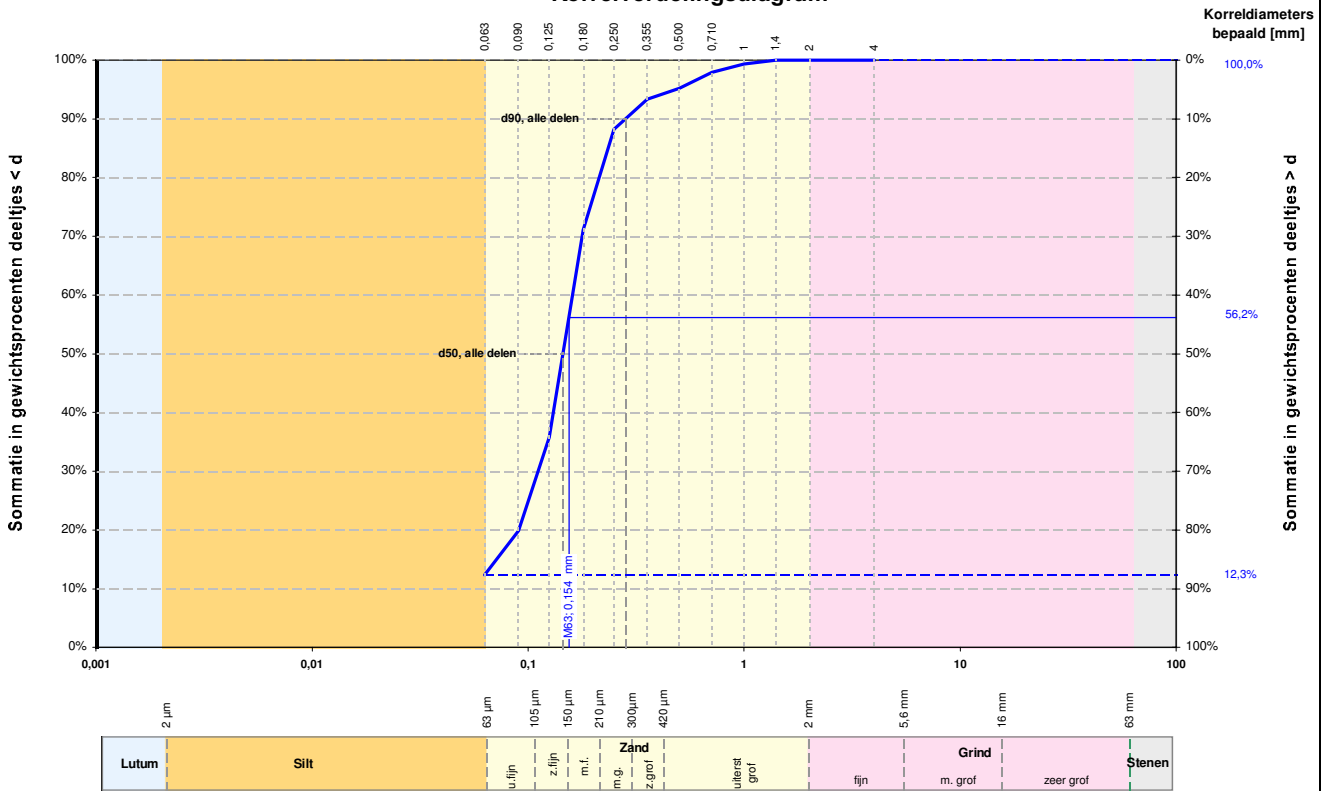
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1, met een spoor grind)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Kopsloot-2
Tiel	Monster 225
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	-
d 15 [mm]	0,072
d 50 [mm]	0,145
d 60 [mm]	0,161
C _u = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	-
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	-
C _c [-]	-

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,154
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	-
F _m [-]	0,816
U ₁₆ [-] [16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,092
D 15 [mm]	0,101
D 60 [mm]	0,169
D 90 [mm]	0,308
C _u = D ₆₀ / D ₁₀ [-]	1,828
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	3,332
U [-] [63µm - 2mm]	68,140

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	35,8	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	71,1	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	88,2	22,4	-		
	0,020	-	0,355	93,3	31,5	-		
	0,032	-	0,500	95,1	45,0	-		
	0,038	-	0,710	97,9	63,0	-		
	0,045	-	1,000	99,3				
	0,063	12,3	1,400	99,9				
		2,000	100,0					

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M₆₃ = Zand mediaan
- M₂₀₀₀ = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

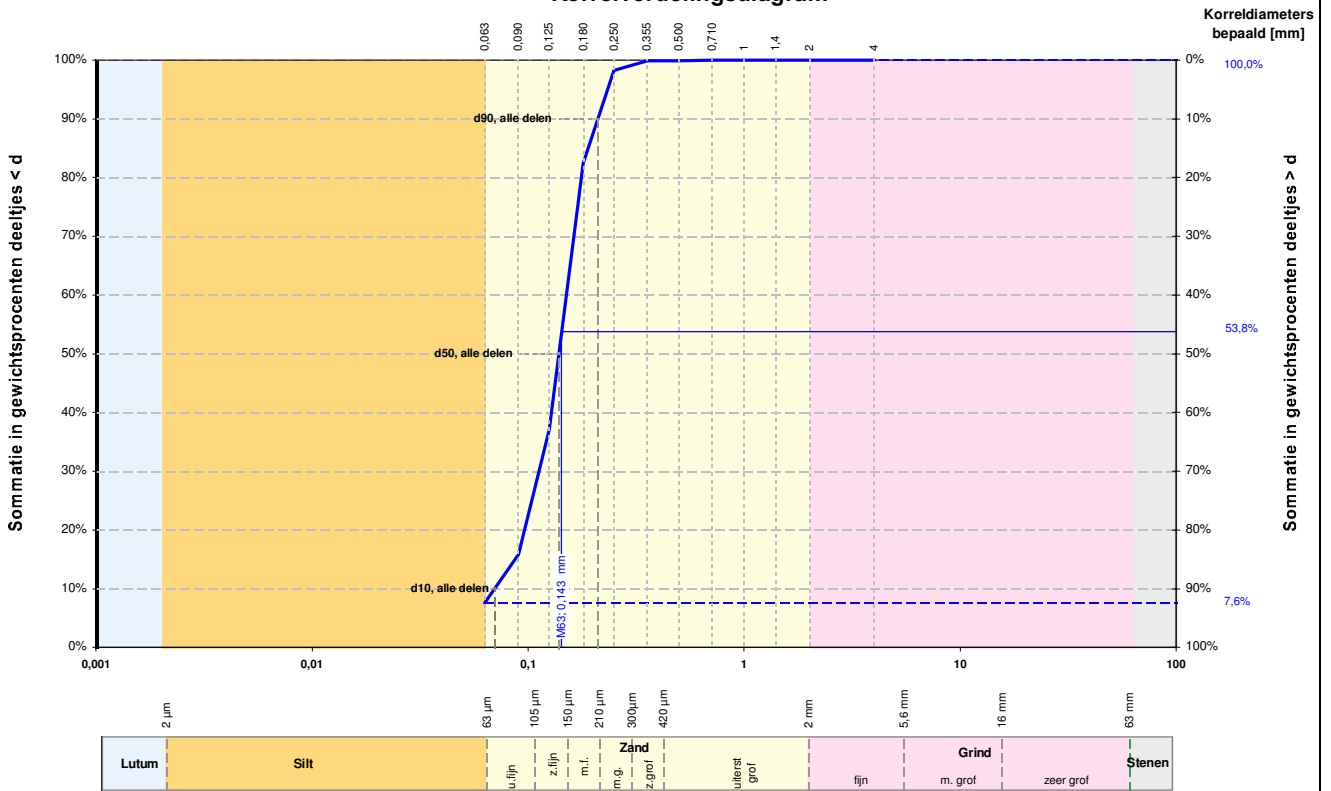
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs2)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Kopsloot-7
Tiel	Monster 714
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,070
d 15 [mm]	0,087
d 50 [mm]	0,139
d 60 [mm]	0,150
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	2,150
$\frac{d_{90}}{d_{10}}$ [-]	3,013
C_c [-]	1,194

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,143
M_{2000} [mm]	-
D_m [mm]	0,138
F_m [-]	0,647
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,091
D 15 [mm]	0,098
D 60 [mm]	0,154
D 90 [mm]	0,214
$C_u = \frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	1,685
$\frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	2,342
U [-] [63µm - 2mm]	75,300

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	37,1	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	82,4	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	98,3	22,4	-		
	0,020	-	0,355	99,8	31,5	-		
	0,032	-	0,500	99,9	45,0	-		
	0,038	-	0,710	99,9	63,0	-		
	0,045	-	1,000	100,0				
	0,063	7,6	1,400	100,0				
		2,000	100,0					

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

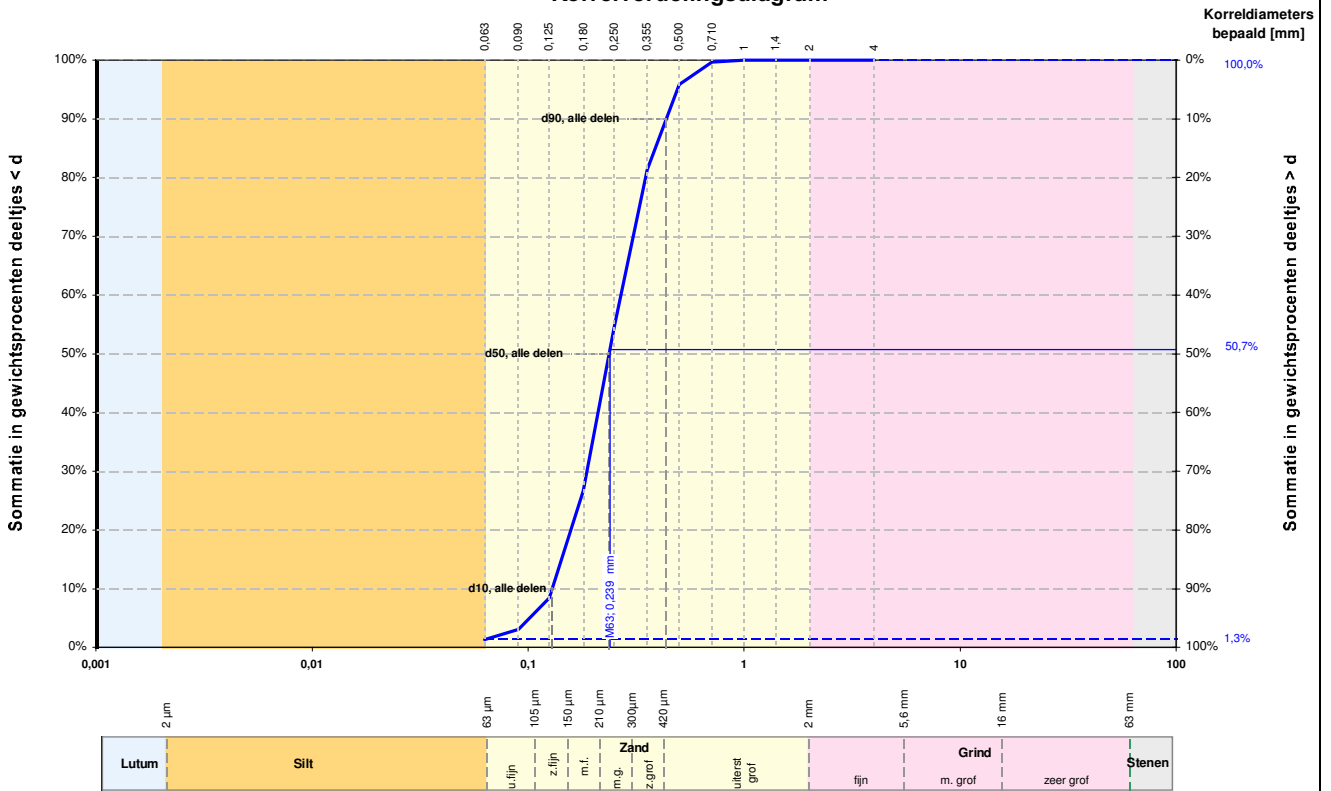
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Kopsloot-7
Tiel	Monster 711
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,129
d 15 [mm]	0,143
d 50 [mm]	0,238
d 60 [mm]	0,269
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	2,085
d_{90} / d_{10} [-]	3,371
C_c [-]	1,009

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,239
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,254
F _m [-]	1,414
U ₁₆ [-] [16μm - 2mm]	-

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	8,4	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	26,6	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	54,3	22,4	-		
	0,020	-	0,355	81,4	31,5	-		
	0,032	-	0,500	95,9	45,0	-		
	0,038	-	0,710	99,6	63,0	-		
	0,045	-	1,000	100,0				
	0,063	1,3	1,400	100,0				
		2,000	100,0					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,132
D 15 [mm]	0,146
D 60 [mm]	0,271
D 90 [mm]	0,437
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-]	2,049
D_{90} / D_{10} [-]	3,302
U [-] [63μm - 2mm]	46,556

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M₆₃ = Zand mediaan
- M₂₀₀₀ = Grindmediaan
- D_m = Mediane korrel diameter

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder

Tiel

Boring Kopsloot-7

Monster 712

Diepte m tot m

Referentie niveau mv

Projectnr. 65273-1

Datum 18-04-2016

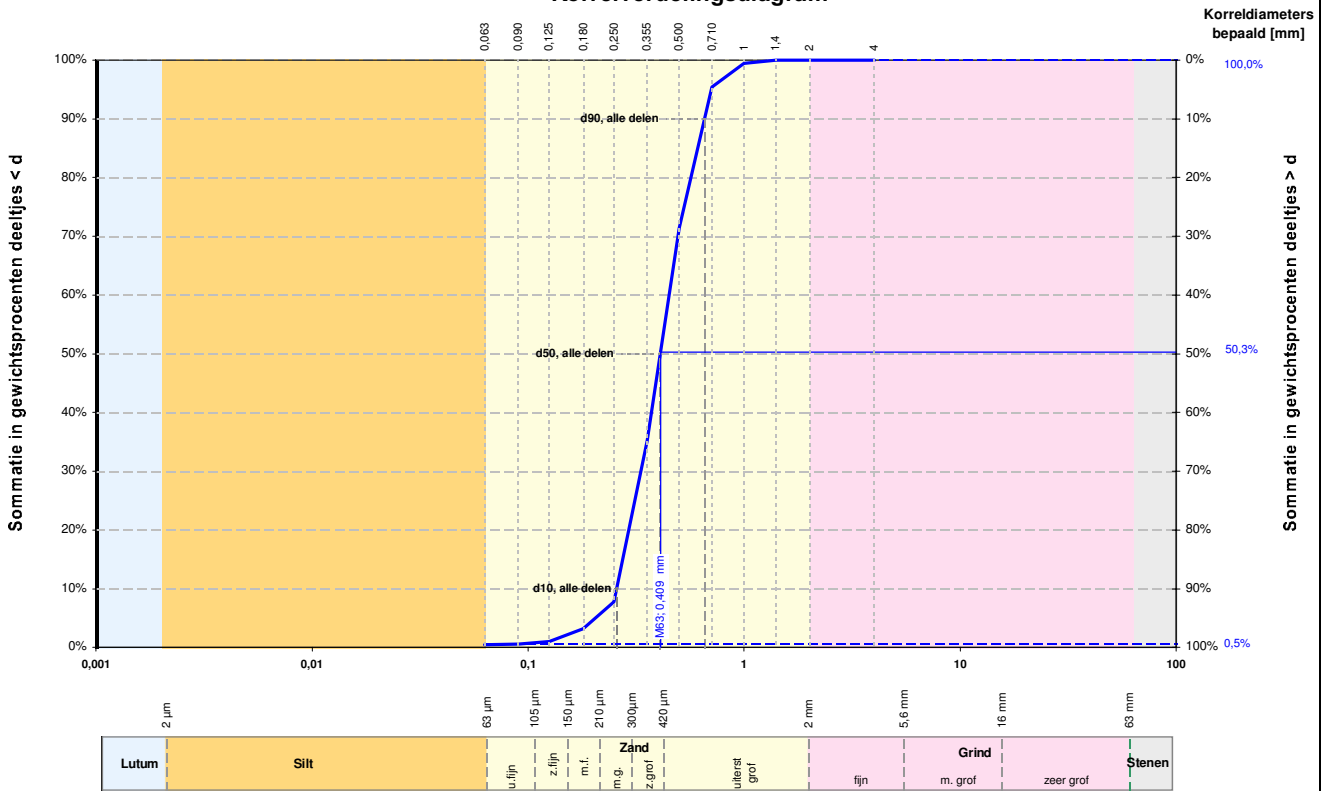
AKKOORD
LAB



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,257
d 15 [mm]	0,274
d 50 [mm]	0,408
d 60 [mm]	0,449
C _u = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,746
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	2,552
C _c [-]	0,956

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,409
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,425
F _m [-]	2,203
U ₁₆ [-] [16μm - 2mm]	-

	Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	1,1	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	3,2	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	7,8	22,4	-		
	0,020	-	0,355	35,2	31,5	-		
	0,032	-	0,500	71,4	45,0	-		
	0,038	-	0,710	95,4	63,0	-		
	0,045	-	1,000	99,4				
	0,063	0,5	1,400	100,0				
		2,000	100,0					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,259
D 15 [mm]	0,276
D 60 [mm]	0,450
D 90 [mm]	0,657
C _u = D ₆₀ / D ₁₀ [-]	1,739
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	2,539
U [-] [63μm - 2mm]	26,771

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M₆₃ = Zand mediaan
- M₂₀₀₀ = Grindmediaan
- D_m = Mediane korrel diameter

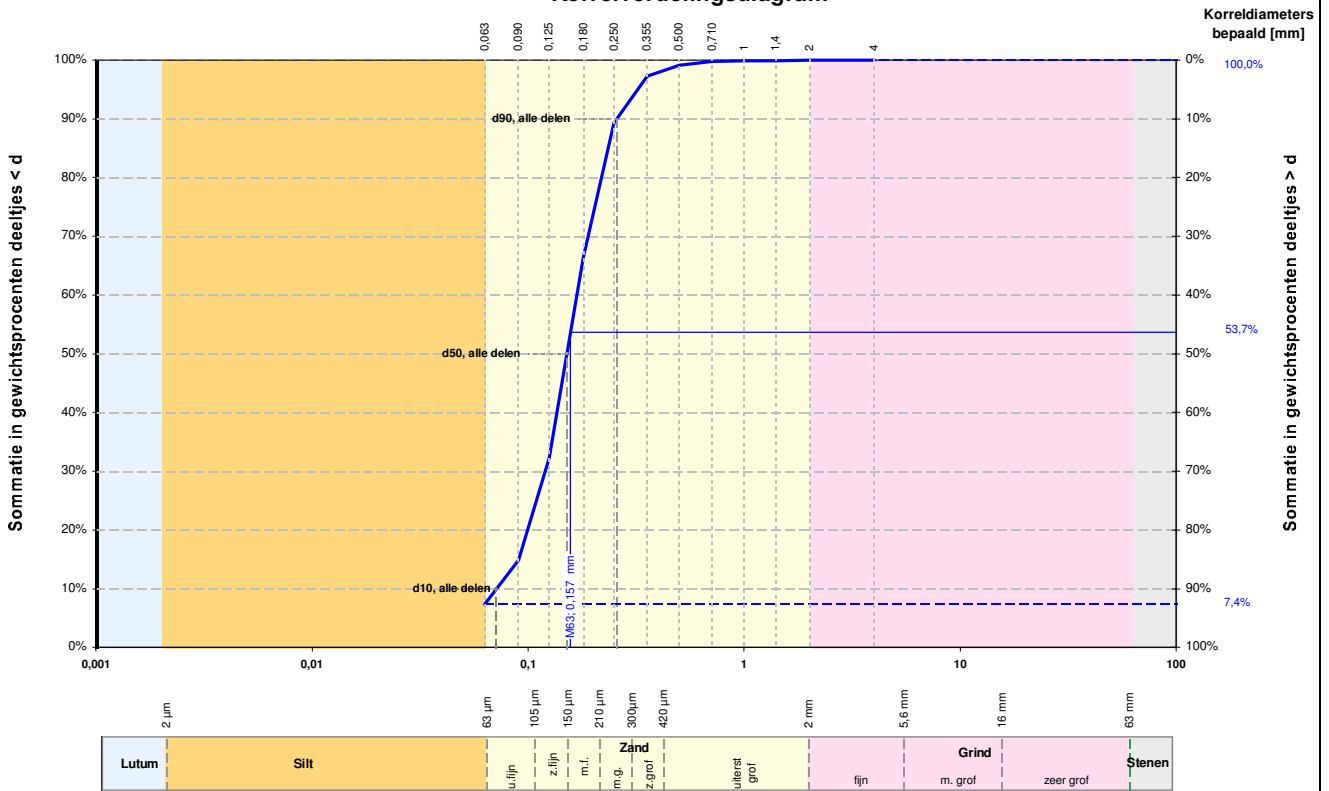
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Kopsloot-7
Tiel	Monster 713
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,071
d 15 [mm]	0,090
d 50 [mm]	0,151
d 60 [mm]	0,168
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	2,357
$\frac{d_{90}}{d_{10}}$ [-]	3,607
C_c [-]	1,195

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,157
M_{2000} [mm]	-
D_m [mm]	0,157
F_m [-]	0,794
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,093
D 15 [mm]	0,102
D 60 [mm]	0,174
D 90 [mm]	0,266
$C_u = \frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	1,866
$\frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	2,860
U [-] [63µm - 2mm]	68,506

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	32,3	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	66,3	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	89,3	22,4	-		
	0,020	-	0,355	97,2	31,5	-		
	0,032	-	0,500	99,1	45,0	-		
	0,038	-	0,710	99,7	63,0	-		
	0,045	-	1,000	99,9				
	0,063	7,4	1,400	99,9				
		2,000	100,0					

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

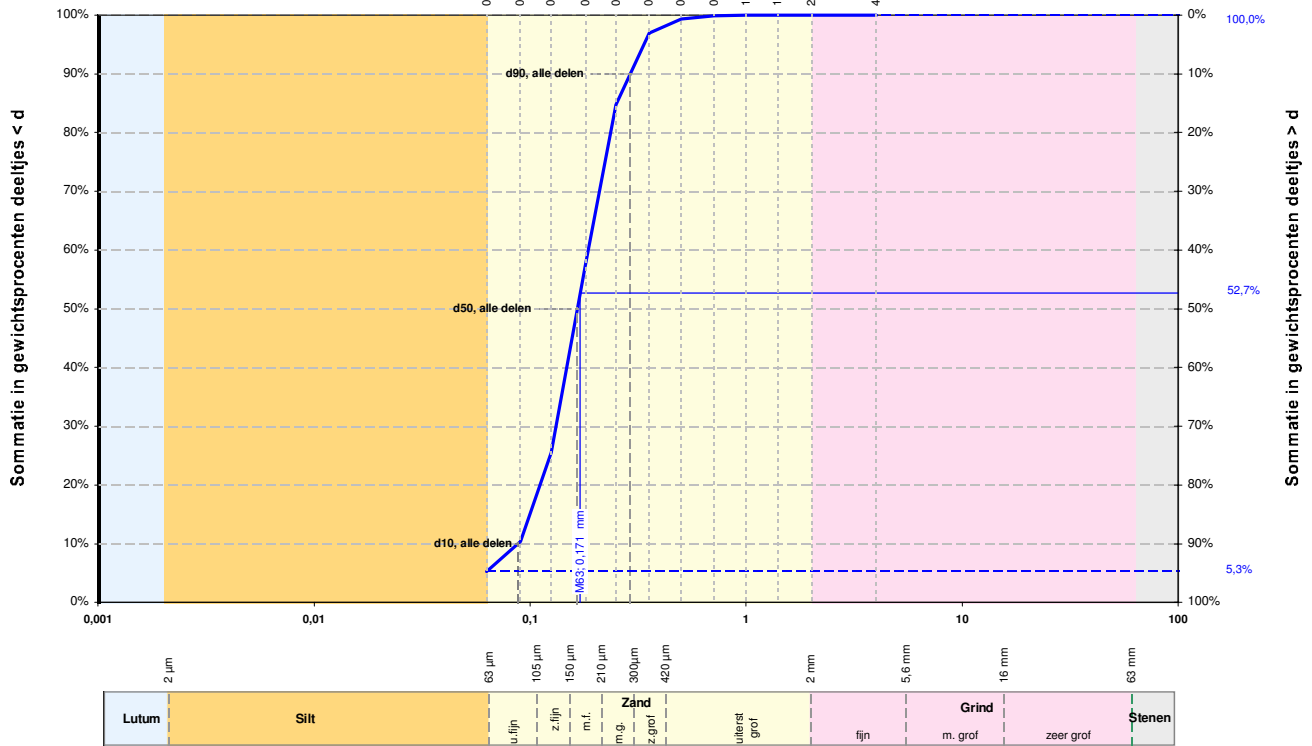
(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Kopsloot-7
Tiel	Monster 715
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters
bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,088
d 15 [mm]	0,099
d 50 [mm]	0,166
d 60 [mm]	0,186
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	2,119
d_{90} / d_{10} [-]	3,315
C_c [-]	1,060

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,171
M_{2000} [mm]	-
D_m [mm]	0,174
F_m [-]	0,904
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	25,6	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	57,3	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	84,7	22,4	-		
	0,020	-	0,355	96,9	31,5	-		
	0,032	-	0,500	99,3	45,0	-		
	0,038	-	0,710	99,9	63,0	-		
	0,045	-	1,000	100,0				
	0,063	5,3	1,400	100,0				
		2,000	100,0					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,099
D 15 [mm]	0,110
D 60 [mm]	0,191
D 90 [mm]	0,295
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-]	1,927
D_{90} / D_{10} [-]	2,983
U [-] [63µm - 2mm]	63,573

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korrel diameter

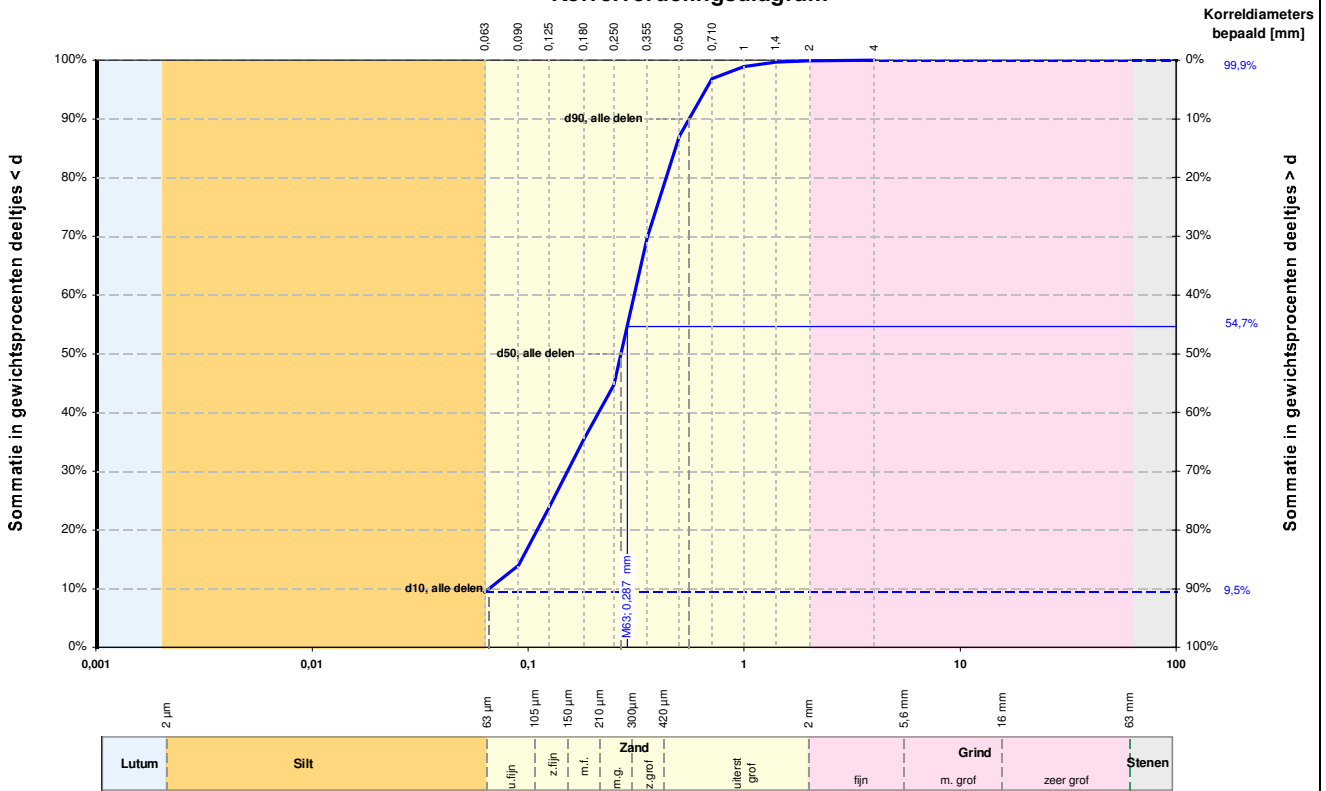
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Kopsloot-7
Tiel	Monster 716
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,066
d 15 [mm]	0,093
d 50 [mm]	0,269
d 60 [mm]	0,310
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	4,705
$\frac{d_{90}}{d_{10}}$ [-]	8,462
C_c [-]	1,137

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,287
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	0,274
F_m [-]	1,456
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,105
D 15 [mm]	0,122
D 60 [mm]	0,326
D 90 [mm]	0,574
$C_u = \frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	3,116
$\frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	5,486
U [-] [63µm - 2mm]	46,496

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	23,9	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	35,3	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	44,7	22,4	-		
	0,020	-	0,355	69,8	31,5	-		
	0,032	-	0,500	87,0	45,0	-		
	0,038	-	0,710	96,9	63,0	-		
	0,045	-	1,000	98,9				
	0,063	9,5	1,400	99,7				
		2,000	99,9					

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald



Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1 spoor grind)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

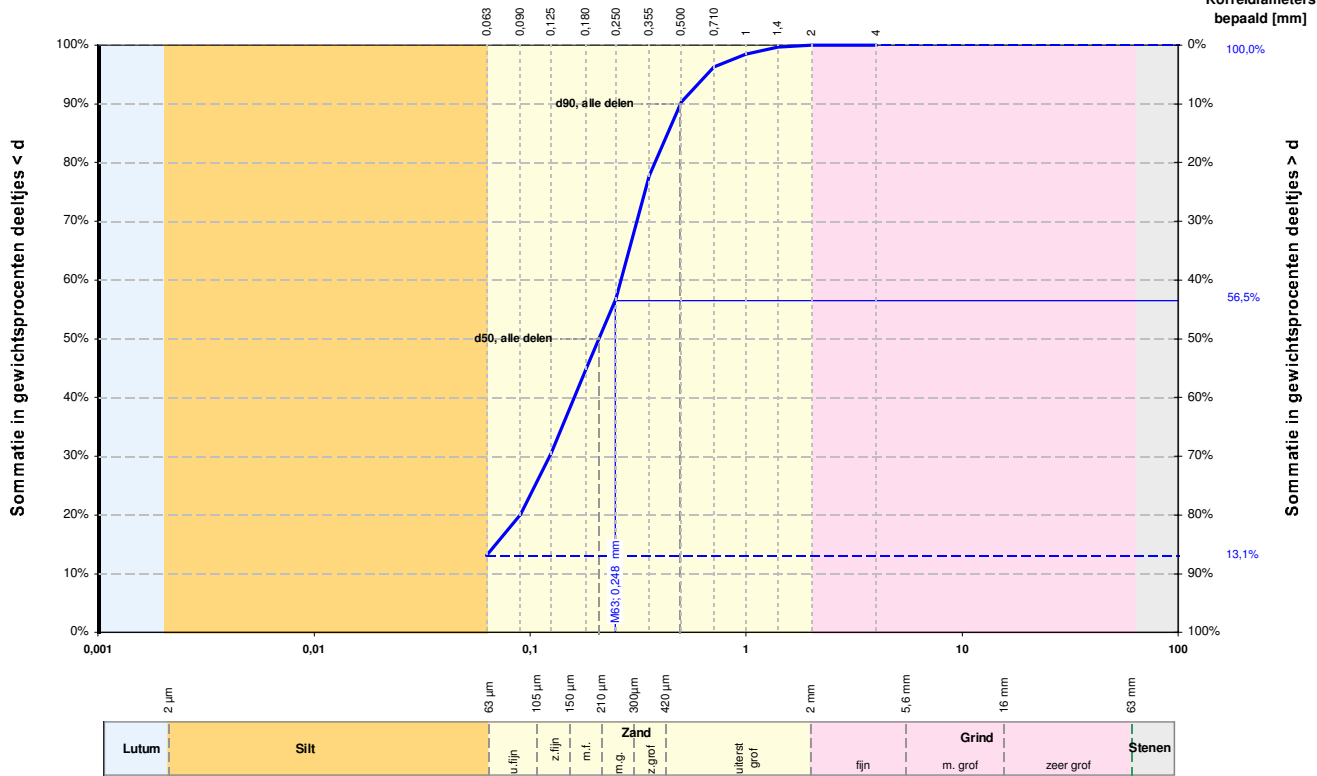
(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Well25		
Tiel	Monster 2521		
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m		
	Referentie niveau mv		
	Projectnr. 65273-1		
	Datum 18-04-2016		

Korrelverdelingsdiagram

Korreldiameters bepaald [mm]



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	-
d 15 [mm]	0,070
d 50 [mm]	0,208
d 60 [mm]	0,264
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	-
d_{90} / d_{10} [-]	-
C_c [-]	-

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,248
M_{2000} [mm]	-
D_m [mm]	-
F_m [-]	1,238
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	30,6	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	44,5	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	56,8	22,4	-		
	0,020	-	0,355	77,8	31,5	-		
	0,032	-	0,500	90,3	45,0	-		
	0,038	-	0,710	96,2	63,0	-		
	0,045	-	1,000	98,5				
	0,063	13,1	1,400	99,6				
		2,000	100,0					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,095
D 15 [mm]	0,109
D 60 [mm]	0,288
D 90 [mm]	0,530
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-]	3,036
D_{90} / D_{10} [-]	5,594
U [-] [63µm - 2mm]	52,836

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korrel diameter

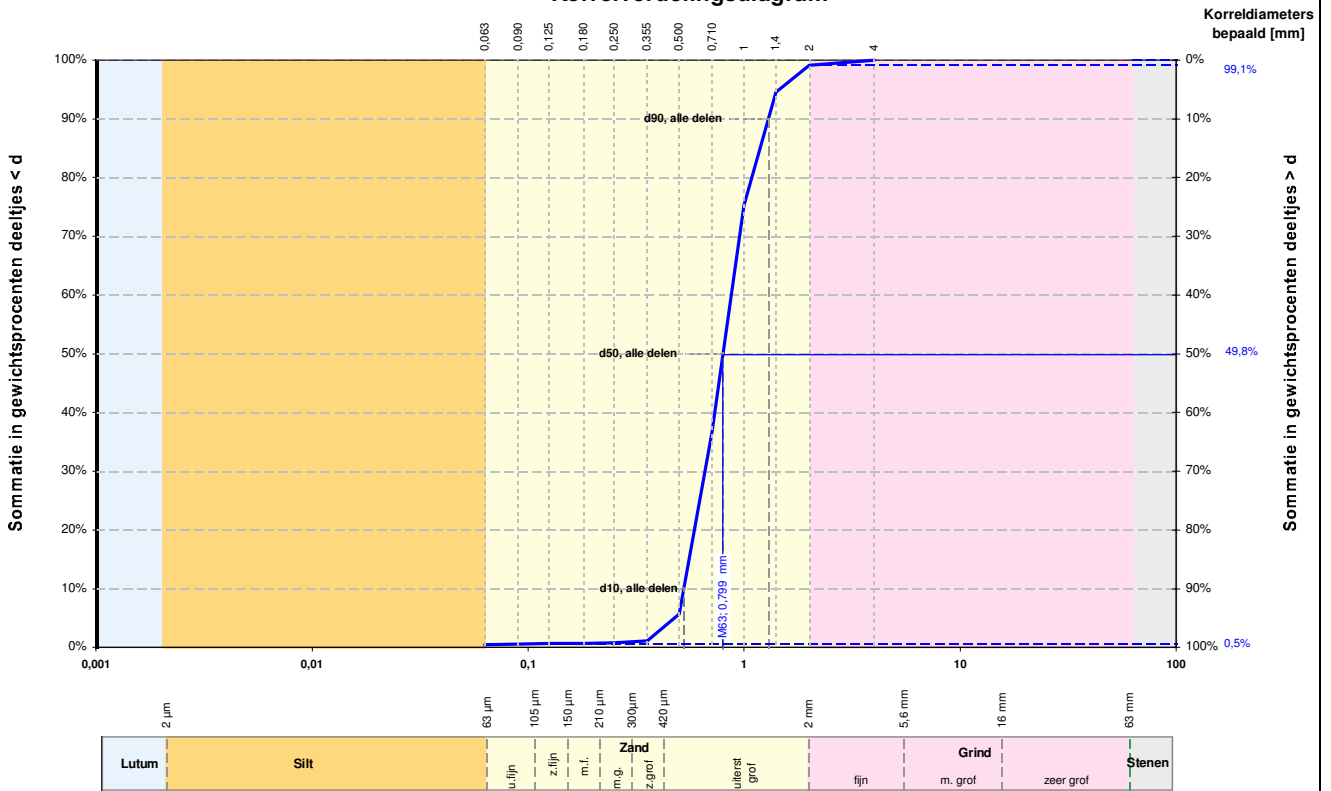
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs2)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Well25
Tiel	Monster 2522
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m
	Referentie niveau mv
	Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016
	AKKOORD LAB

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,525
d 15 [mm]	0,556
d 50 [mm]	0,800
d 60 [mm]	0,874
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-]	1,664
$\frac{d_{90}}{d_{10}}$ [-]	2,462
C_c [-]	0,946

Karakteristieke waarden	
M_{63} [mm]	0,799
M_{2000} [mm]	2,8
D_m [mm]	0,835
F_m [-]	3,187
U_{16} [-] [16µm - 2mm]	-

	Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum	0,001	-	0,075	-	2,8	-	125	-
	0,002	-	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	-	0,125	0,6	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	0,7	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	-	0,250	0,8	22,4	-		
	0,020	-	0,355	1,1	31,5	-		
	0,032	-	0,500	5,6	45,0	-		
	0,038	-	0,710	36,5	63,0	-		
	0,045	-	1,000	75,2				
	0,063	0,5	1,400	94,6				
		2,000	99,1					

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,527
D 15 [mm]	0,558
D 60 [mm]	0,871
D 90 [mm]	1,277
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-]	1,652
$\frac{D_{90}}{D_{10}}$ [-]	2,421
U [-] [63µm - 2mm]	13,349

Overige bepalingen	
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald


Legenda

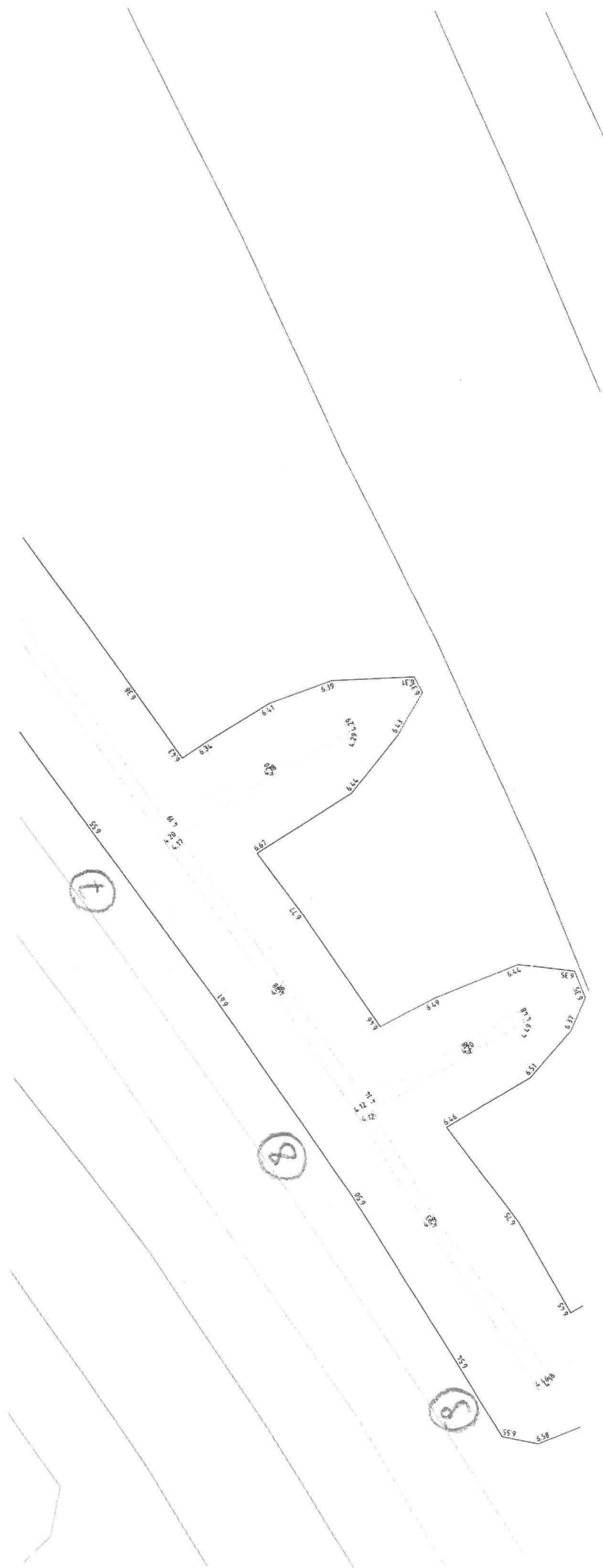
- C_u = Gelijkmatigheidscoëfficiënt
- C_c = Krommingscoëfficiënt
- U = U-Cijfer of relatief korreloppervlak
- F_m = Fijnheidsmodulus
- M_{63} = Zand mediaan
- M_{2000} = Grindmediaan
- D_m = Mediane korreldiameter

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1g1)*
Humusgehalte	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 16.3

Projectnaam grondonderzoek Livedijk Willemspolder	Boring Well25	AKKOORD LAB	
Tiel	Monster 2525		
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Diepte m tot m		
	Referentie niveau mv		Projectnr. 65273-1
	Datum 18-04-2016		



Bijlage G4 - Drukval- en stroomsnelheidsmeting in zandmeevoerende wel bij kopsloot 2
 Uitgevoerd 16 februari 2016 tussen 9:20 en 11:15

totale referentiestaaflengte 188 [cm]
 staaf steekt op diepste punt 36,7 cm uit boven waterspiegel
 max diepte zmw = 151,3 cm

Diepte in zandmeevoerende wel vanaf waterspiegel in krater [cm]	151.3	116	88	58	0
bijbehorend druk in slang boven waterspiegel [cm]	81.5	78	62	42	0
Diepte vanaf waterspiegel [cm]	116				
bijbehorend druk in slang boven waterspiegel [cm]	78				
Diepte vanaf waterspiegel [cm]	88				
bijbehorend druk in slang boven waterspiegel [cm]	62				
Diepte vanaf waterspiegel [cm]	58				
bijbehorend druk in slang boven waterspiegel [cm]	42				
stroomsnelheid met kleurstof gemeten: 14 s voor 151,3 cm	0.11 m/s				

Bepaling debiet met Venturi-methode:

Punt van de V zit direct op waterspiegel
 Water in bak stroomt met hoogte van 5 cm boven punt van de V uit
 Diameter bak: 62,5 cm
 Hoogte V = 25 cm
 Punt van V zit 10 cm boven de onderkant van de bak
 Breedte V aan bovenkant: 25 cm

tan alpha 0.5
 alpha [grad] 26.56505

$Q = C_e \cdot \frac{8}{15} \cdot \tan(\alpha/2) \cdot (2g)^{1/2} \cdot B \cdot h_e^{5/2}$ 0.00012315 m³/s
 $h_e = h_1 + 0,0012$ 0.0512 m
 $C_e = 0,602 + 0,083 \cdot h_1/p_1$ 0.602
 $h_1 =$ 0.05 m
 $p_1 =$ 0 m
 $B =$ 0.62 m

Oppervlakte pipe 0.00113955 m²
 Diameter pipe 0.03809096 m

