

Rapport

Projectnummer: 368289

Referentienummer: SWNL0253452

Datum: 05-12-2019

Waterhuishoudkundig advies ontwikkeling Zonnepark Zouwdal

Advies afwateringsmogelijkheden en erosiewerende maatregelen

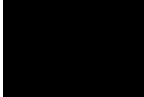
Definitief

Opdrachtgever:
Gemeente Maastricht
Postbus 1992
6201 BZ Maastricht

Verantwoording

Titel	Waterhuishoudkundig advies ontwikkeling Zonnepark Zouwdal
Subtitel	Advies afwateringsmogelijkheden en erosiewerende maatregelen
Projectnummer	368289
Referentienummer	SWNL0253452
Revisie	D0
Datum	05-12-2019

Auteur	
E-mailadres	 @sweco.nl

Gecontroleerd door	
Paraaf gecontroleerd	

Goedgekeurd door	
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Onderzoeksgebied	4
1.3	Doel en leeswijzer.....	4
1.3.1	Doel.....	4
1.3.2	Leeswijzer	5
1.3.3	Beschikbare gegevens.....	5
2	Randvoorwaarden waterhuishouding	6
2.1	Beleid	6
2.2	Gebiedskenmerken	6
2.2.1	Ontstaanswijze.....	6
2.2.2	Kenmerken lössgrond	6
2.2.3	Maaiveldhoogte.....	7
2.2.4	Bodemopbouw	8
2.2.5	Grondwater	9
2.3	Veldonderzoek.....	10
2.3.1	Locatiebezoek.....	10
2.3.2	Uitgevoerde boringen.....	11
2.3.3	Doorlatendheidsmetingen	12
2.3.4	Conclusies geohydrologisch onderzoek.....	13
3	Advies hemelwater	14
3.1	Neerslag en afstroming	14
3.2	Waterberging	15
4	Erosiewerende maatregelen	16
4.1	Oorzaken van erosie	16
4.2	Oplossingsrichtingen	16
4.3	Tijdelijke situatie aanlegfase.....	16
5	Knelpunten en kansen	17

Bijlage 1 Situatietekening met locaties boringen en sonderingen

Bijlage 2 Boorprofielen en sondeergrafieken

Bijlage 3 Berekeningsmethode omgekeerde boorgatmethode

Bijlage 4 Uitwerking doorlatendheidsmetingen

1 Inleiding

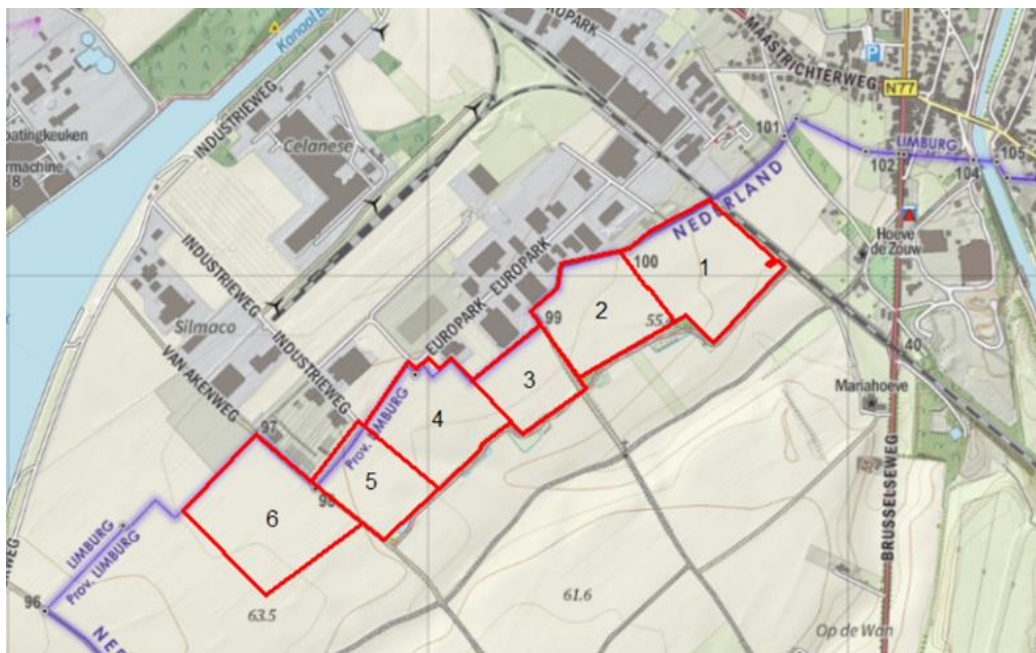
1.1 Aanleiding

Als bijdrage aan het behalen van haar klimaatdoelstellingen is gemeente Maastricht voornemens Zonneweide Lanakerveld aan te besteden als een concessie. De ontwikkeling bestaat uit de ontwikkeling en exploitatie van een zonnepark. Met de concessie wordt een bijdrage beoogd aan reductie van CO₂-uitstoot.

Ten behoeve van de aanbesteding heeft gemeente Maastricht Sweco opdracht verleend de waterhuishouding in het gebied te onderzoeken. Het onderzoek bestaat uit analyse van de beleidsuitgangspunten en gebiedskenmerken binnen het thema water.

1.2 Onderzoeksgebied

Het plangebied is gelegen op de grens met België ter hoogte van Lanakerveld en Oud-Caberg. Ten noordoosten van het plangebied ligt een spoorlijn van Nederland naar België. Het gedeelte ten noorden van het plangebied, dat gelegen is in België, is ontwikkeld als bedrijventerrein. In figuur 2.1 is de globale ligging van het plangebied weergegeven. De weergegeven onderverdeling in deelgebieden zijn in dit onderzoek gehanteerd.



Figuur 1 Globale ligging plangebied met aanduiding deelgebieden

1.3 Doel en leeswijzer

1.3.1 Doel

De onderzoeken dienen ter input voor het opstellen van eisen en kwaliteitscriteria voorafgaand aan de aanbesteding. De resultaten dragen bij aan het zoveel mogelijk wegnemen van onduidelijkheden of onzekerheden omtrent het aspect waterhuishouding om daarmee te komen tot een betere bieding.

1.3.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de randvoorwaarden vanuit het waterbeleid en de gebiedskenmerken beschreven. Het waterbeleid is in dit hoofdstuk beknopt samengevat, de onderliggende en uitgebreide beleidstoets water is in separaat onderzoek beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft vervolgens de kansen voor omgang met hemelwater. Hoofdstuk 4 gaat in op erosiewerende maatregelen en tenslotte worden in hoofdstuk 5 knelpunten en kansen benoemd.

1.3.3 Beschikbare gegevens

Dit onderzoek is uitgevoerd met behulp van onderstaande gegevens en bronnen:

- [1] Landschappelijk Nederland. Berendsen 2008
- [2] Landschapsvisie Lanakerveld. Gemeente Maastricht, augustus 2018
- [3] Geohydrologisch veldwerk. Sweco, november 2018
- [4] Klimaatatlas gemeente Maastricht (<https://maastricht.klimaatatlas.net/>)
- [5] Geologie van Nederland
(<http://www.geologievannederland.nl/landschap/landschappen/heuvellandschap>)
- [6] Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN, Rijkswaterstaat, 2011);
- [7] Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000);
- [8] Dinoloket; Gegevens over de ondergrond van Nederland, (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond, www.dinoloket.nl)
- [9] Interactieve kaarten provincie Limburg: <https://www.limburg.nl/over/kaarten-cijfers/>
- [10] Uitgevoerde boringen op 6 en 13 november 2019
- [11] Uitgevoerde sonderingen op 28 oktober 2019
- [12] Handreiking zonnepanelen en natuur. Consortium Zon in landschap en landbouw, december 2018

2 Randvoorwaarden waterhuishouding

2.1 Beleid

De relevante beleidsstukken op het gebied van water zijn de Europese Kaderrichtlijn Water, Nationaal Waterplan 2016-2021, Nationaal Bestuursakkoord Water Actueel, Provinciaal Waterplan Limburg 2016-2021 'Samen werken aan water', het Waterbeheerplan 2016-2021 'Water in beweging' en de Keur van Waterschap Limburg (de thans geldende keur is de Keur van Waterschap Limburg, die van kracht is sinds 1 april 2019).

De belangrijkste gezamenlijke punten uit deze beleidstukken zijn dat water een belangrijk sturend element is in de ruimtelijke ordening en dat verdroging en wateroverlast bestreden dienen te worden.

2.2 Gebiedskenmerken

2.2.1 Ontstaanswijze

De ontwikkeling is gelegen in het Zuid-Limburgse heuvelland wat zich kenmerkt door relatief sterk reliëf. Het heuvelland kent een complexe ontstaansgeschiedenis [5]. Waar in het westen van Nederland sprake is van bodemdaling, heft het heuvelland zich langzaam op. Rivieren en beken snijden zich hierdoor in het landschap in en begrenzen de zogenaamde plateaus aan weerszijden. Door steeds diepere insnijdingen van de rivier is het zogenaamde terrassenlandschap ontstaan.

In het lössgebied komen vele droge dalen voor. De ontwikkeling is gelegen op de westelijk helling van het droogdal Zouwdal. Kenmerkend voor de droogdalen is de asymmetrische vorm [1]. De ene dalwand is steiler dan de overstaande dalwand. De dalen zijn gevormd onder periglaciale condities, toen de ondergrond bevroren was. De zijde van het dal, dat het meeste zonlicht ontving, had een drogere bodem waardoor de helling stijl bleef. De schaduwzijde bleef echter natter, waardoor bodemmateriaal met het smeltwater kon worden meegevoerd en dus minder stijl werden. Dit vormingsproces wordt gelifluctie genoemd.

Het heuvelland is grotendeels bedekt met een lösslaag variërend in dikte van enkele meters tot tientallen meters. Lössdeeltjes zijn kleiner dan zandkorrels en daarom gevoelig voor verplaatsing door wind. Daarom was het mogelijk dat tijdens extreme koude perioden in de geschiedenis (Pleistoceen) deze bodemdeeltjes door de wind konden worden vervoerd vanuit het noorden. Door de luwte van de Limburgse heuvels konden de lössdeeltjes neerdalen naar de grond. Ditzelfde proces heeft later (Weichselien) plaatsgevonden op de stuwwallen rondom Nijmegen en Arnhem [1][5].

Nu stroomt er geen permanent water meer door het Zouwdal. Het meest regenwater infiltreert in de bodem. Echter als gevolg van landgebruik en verslamping van de bodem stroomt hemelwater versneld af bij hevige regenbuien. Hemelwater verzamelt zich dan in het laagste deel van het dal, waardoor een tijdelijke waterstroom ontstaat.

2.2.2 Kenmerken lössgrond

Lössgrond is van origine rijk aan kalk en houdt water goed vast. Daarmee is lössgrond zeer vruchtbaar en reden dat de eerst landbouw in Nederland op lössgrond werd bedreven, waar langdurige landbouw zonder bemesting mogelijk was.

Löss is echter ook gevoelig voor erosie door neerslag en wind. Dit heeft als oorzaak niet alleen door een gevolg van de granulaire samenstelling (kleine deeltjes) maar ook de aanwezigheid van weinig bindende elementen zoals klei en humus [1]. Bij hevige neerslag spoelt bodemmateriaal af en verzamelt zich in het dal (colluvium). Löss is gelig tot oranje van kleur en wordt, als gevolg van inspoeling, lichter van kleur naarmate het dieper voorkomt. In figuur 1 is dit duidelijk zichtbaar in een boring in het plangebied tot circa 1 m -mv.



Figuur 2 Boorprofiel in plangebied Lanakerveld. Sweco november 2019

2.2.3 Maaiveldhoogte

Binnen het plangebied is veel variantie in de hoogteligging van het maaiveld. Deze hoogteverschillen zijn te herleiden aan de aanwezigheid van een holle weg, droog dal, lösswanden en dalwandterrassen. Op basis van de hoogteverschillen en ligging van het plangebied is een onderverdeling gemaakt in deelgebieden zoals in figuur 1 weergegeven. Onderstaand is de hoogteligging per deelgebied aangeduid.

Deelgebied 1

Hoogste ligging maaiveld:	NAP +58,7 m
Laagste ligging maaiveld:	NAP +52,5 m
Verhang (laag naar hoog):	Zuidoosten naar noordwesten

Deelgebied 2

Hoogste ligging maaiveld:	NAP +56,0 m
Laagste ligging maaiveld:	NAP +59,6 m
Verhang (laag naar hoog):	Zuidoosten naar noordwesten

Deelgebied 3

Hoogste ligging maaiveld (Lanakerweg):	NAP +58,1 m
Laagste ligging maaiveld (Lanakerweg):	NAP +55,1 m
Hoogste ligging maaiveld:	NAP +59,6 m
Laagste ligging maaiveld:	NAP +57,7 m
Verhang (laag naar hoog):	Zuidoosten naar noordwesten

Deelgebied 4

Hoogste ligging maaiveld (droog dal):	NAP +57,7 m
Laagste ligging maaiveld (droog dal):	NAP +56,6 m
Hoogste ligging maaiveld:	NAP +60,7 m
Laagste ligging maaiveld:	NAP +58,0 m
Verhang (laag naar hoog):	Zuidoosten naar noordwesten

Deelgebied 5

Hoogste ligging maaiveld:	NAP +60,8 m
Laagste ligging maaiveld:	NAP +57,8 m
Verhang (laag naar hoog):	Oost naar west

Deelgebied 6

Hoogste ligging maaiveld:	NAP +63,2 m
Laagste ligging maaiveld:	NAP +60,3 m
Verhang (laag naar hoog):	Noord naar zuid

2.2.4 Bodemopbouw

Ondiepe bodemopbouw

Uit de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, blijkt dat de bodem binnen het deelgebied voornamelijk bestaat uit siltig lemige Radebrikgronden (Bodemcode BLd6). Voor het gebied ter plaatse van het droog dal is sprake van siltig lemige Ooivaaggronden met roest beginnend dieper dan 80 cm (Bodemcode Ld6).

Diepe bodemopbouw

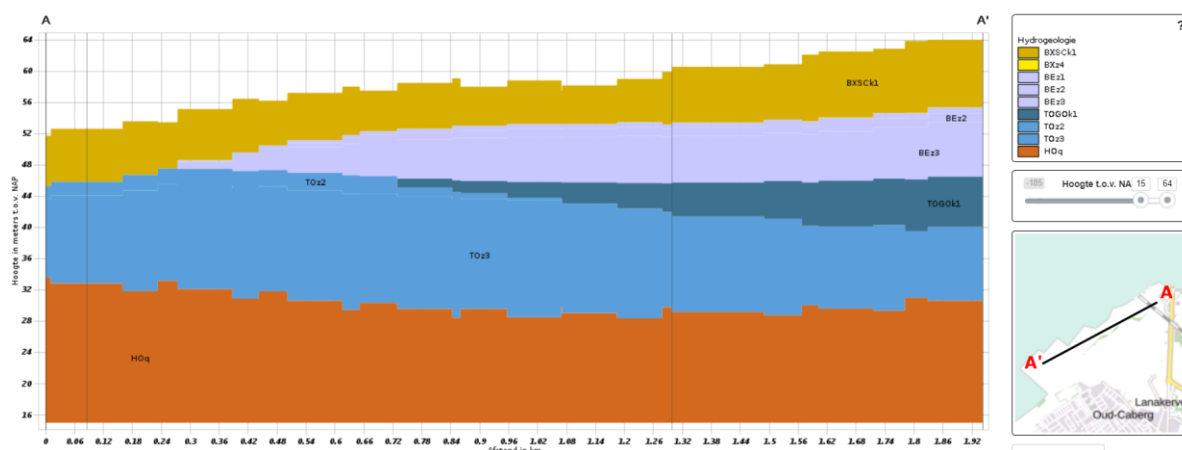
Door middel van een geohydrologische schematisatie met behulp van DINOloket wordt een indruk verkregen van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijbehorende geohydrologische variabelen. Hierbij worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD -waarde in m^2/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m). Het doorlaatvermogen kan lokaal afwijken. Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c -waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

In tabel 2.1 staat de geohydrologische schematisatie weergegeven. In figuur 2.1 is een profiellijn weergegeven van de opbouw van de diepere bodemopbouw. Deze zijn gebaseerd op REGIS II.2 van TNO-NITG.

Tabel 1 Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters

Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	Samenstelling	Formatie	Geohydrologische eenheid	Doorlaatvermogen (m ² /dag)	Weerstand (dagen)
<i>Zuidoost</i>						
55,0	47,9	Leem, sporen klei	Boxtel, laagpakket van Schimmert	Deklaag	-	100 – 500
47,9	47,1	Grof zand en grind	Beegden	Watervoerend pakket	60 – 120	-
47,1	30,7	Kleiig zand	Tongeren	Watervoerend pakket	5 – 25	-
30,7	10,6	Kalksteen	Houthem	Watervoerend pakket	500 – 1.000	-
<i>Noordwest</i>						
61,8	54,7	Leem, sporen klei	Boxtel, laagpakket van Schimmert	Deklaag	-	100 – 500
54,7	46,4	Grof zand en grind	Beegden	Watervoerend pakket	1.000 – 1000.000.000	-
46,4	41,1	Zandige klei	Tongeren, laagpakket van Goudsberg	Scheidende laag	-	10.000 – 100.000
41,1	27,8	Kleiig zand	Tongeren	Watervoerend pakket	5 – 25	-
27,8	8,7	Kalksteen	Houthem	Watervoerend pakket	500 – 1.000	-

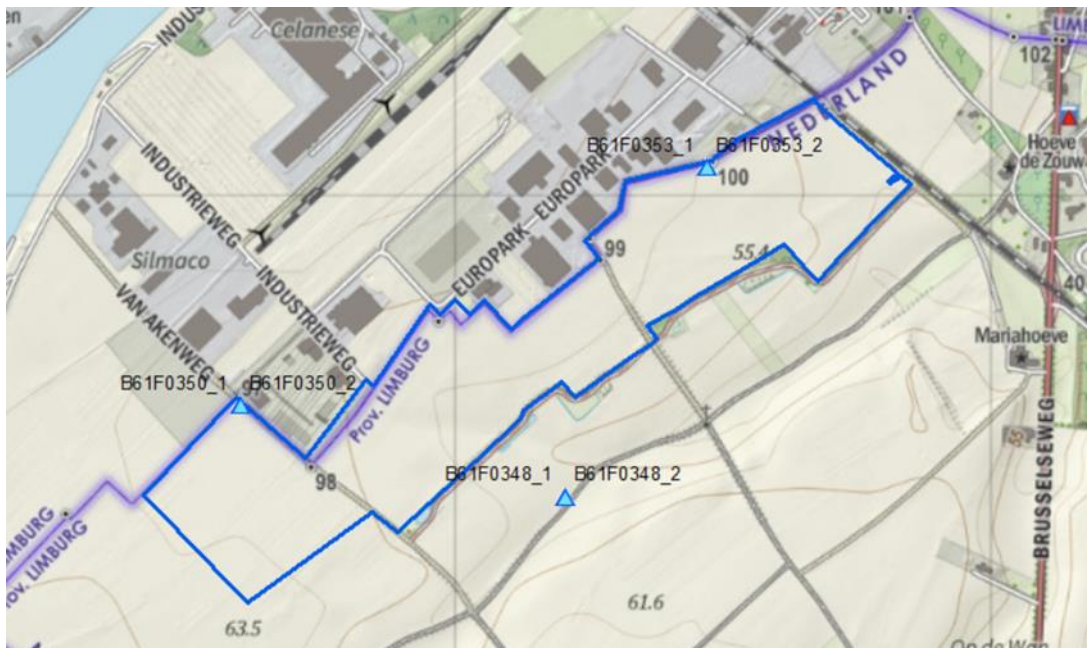


Figuur 3 Dwarsdoorsnede REGIS II v2.2

2.2.5 Grondwater

Voor het plangebied is op de bodemkaart geen grondwatertrap aangegeven omdat de grondwaterstand zich dieper dan 5 m -mv bevindt [7].

Binnen en in de omgeving van het plangebied bevinden zich bruikbare peilbuizen, waarvan de grondwaterstanden opgenomen zijn in het digitale archief van TNO [8]. In tabel 2.2 zijn de karakteristieken van de grondwaterstanden weergegeven van de peilbuizen binnen een straal van 200 m (binnen Nederlands grondgebied). De situering is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4 Overzicht locaties monitoringspeilbuizen TNO [8]

Tabel 2 Karakteristieken grondwaterstanden

Peilbuis	X-coord (m)	Y-coord (m)	Afstand (m)	Filterstelling (m +NAP)	Maaiveld (m +NAP)	GLG (m +NAP)	GHG (m +NAP)	GHG (m -mv)
B61F0348_1	174205	320440	163	46,8 tot 43,8	55,3	47,63	48,35	7,67
B61F0348_2	174205	320440	163	37,5 tot 34,5	55,3	45,44	45,91	7,67
B61F0350_1	173600	320610	0	50,1 tot 47,1	61,0	49,65	50,15	11,35
B61F0350_2	173600	320610	0	22,4 tot 25,4	61,0	47,21	47,45	11,35
B61F0353_1	174470	321055	0	N.b.	57,9	47,16	47,83	10,69
B61F0353_2	174470	321055	0	N.b.	57,9	40,80	41,54	10,69

Uit analyse van de grondwaterstanden blijkt dat grondwater in het plangebied zich dieper dan 10 m -mv bevindt.

2.3 Veldonderzoek

2.3.1 Locatiebezoek

In november 2019 is door Sweco een locatiebezoek uitgevoerd. In de huidige situatie is het gebied in gebruik als landbouwgrond. In onderstaande foto 1 is een het plangebied van het laagste punt , nabij de spoorbaan, weergegeven. Foto 2 geeft het gebied van hoog naar laag weer, vanaf de Van Akenweg in noordoostelijke richting. Op foto 3 is de waterbuffer ter plaatse van bedrijventerrein Europark zichtbaar, op de grens met België. Foto 4 laat de Kantoorweg zien. Ten noorden van de spoortunnel is een drempel in de weg aanwezig met roostergoten om afstromend hemelwater op te vangen.



Foto 1 Plangebied noord-zuid



Foto 2 Plangebied zuid-noord



Foto 3 Grens met Europark (België)



Foto 4 Bypass Zouw t.h.v. spoortunnel

2.3.2 Uitgevoerde boringen

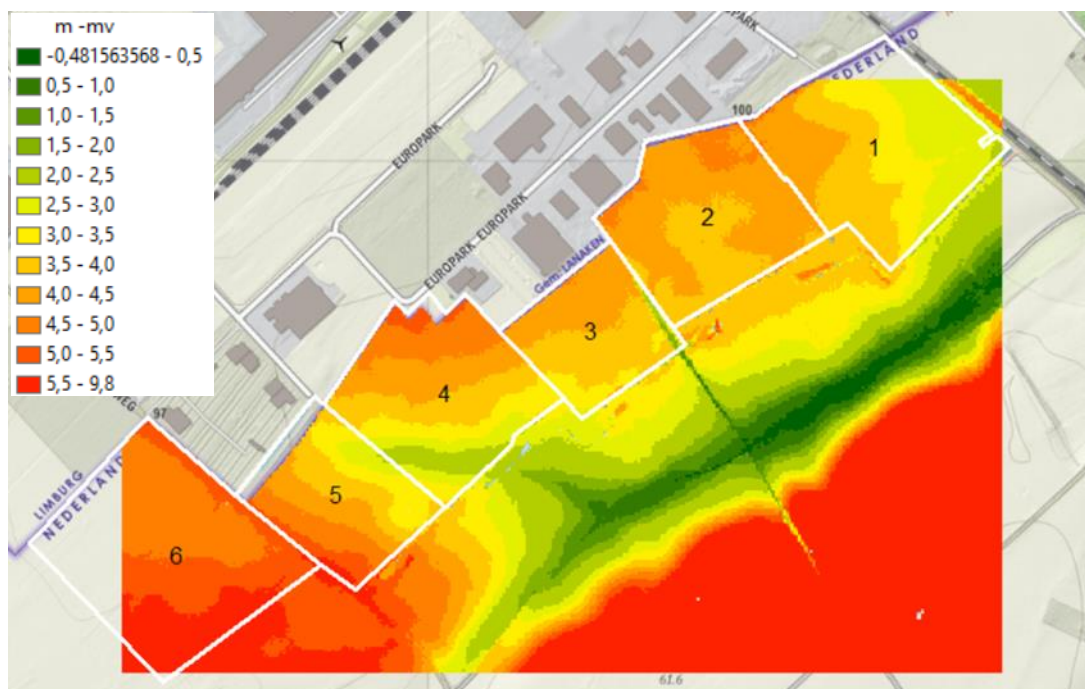
In oktober en november 2019 zijn boringen en sonderingen uitgevoerd. In de onderstaande tabel is de dikte van de leemlaag bepaald op basis van de uitgevoerde sonderingen. In bijlage 1 is een situatietekening met de locaties van de boringen en sonderingen weergegeven. De boorprofielen en sondeergrafieken zijn bijgevoegd in bijlage 2.

Tabel 3 Dikte leemlaag op basis van sonderingen en boringen

Nummer	Maaiveldhoogte (m +NAP)	Begindiepte zandlaag / stenen (m +NAP)	Dikte leemlaag (m)
S1	63,1	57,5	5,5
S2	60,4	55,1	5,4
S3	60,2	54,6	5,6
S4	58,0	55,0	3,0
S5	56,7	52,8	4,0
S6	52,6	50,2	2,3
S6a	52,8	50,2	2,5
D1	53,2	50,3	2,9
D2	54,1	51,6	2,5
D3	59,0	55,2	3,8
D4	57,0	52,3	4,7
D7	58,4	55,8	2,6
D8	57,0	54,5	2,5
D11	60,2	55,2	Dieper dan 5,0
D12	61,6	56,9	Dieper dan 5,0
D13	61,2	56,5	4,7

Tijdens de uitvoering van de boringen is de bodemopbouw beschreven. Op basis van deze boringen is een globale bodemopbouw afgeleid. Op basis van de uitgevoerde boringen kan opgemaakt worden dat de bodem vanaf maaiveld is opgebouwd uit een leemlaag tot wisselende diepte. Daaronder is over het algemeen een laag zeer fijn zand aanwezig, waarna zeer vermoedelijk een laag met stenen aanwezig is. Dit kan niet met zekerheid gesteld worden omdat de boringen op deze laag gestuit zijn. Verder zijn de sonderingen S6 en S6a gestaakt op een diepte van circa 2,5 m -mv, vanwege een maximaal behaalde weerstand in de conus. Vermoedelijk is ook hier sprake van stenen/grind.

Om inzicht te krijgen in de begindiepte van de zandlaag ten opzicht van maaiveld is allereerst de begindiepte ten opzichte van NAP geïnterpoleerd op basis van de uitgevoerde sonderingen en boringen. Vervolgens is met behulp van de AHN de begindiepte van de zandlaag/stenen laag in m -mv berekend. Dit is weergegeven in figuur 5.



Figuur 5 Interpolatie van de begindiepte zandlaag in m -mv.

2.3.3 Doorlatendheidsmetingen

De ondiepe ondergrond ter plaatse van het zonnepark bestaat hoofdzakelijk uit leem met een wisselende dikte. Om vast te kunnen stellen of infiltratie binnen het plangebied mogelijk is, zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De metingen zijn niet uitgevoerd in slecht doorlatende leemlagen omdat deze laag geen mogelijkheden biedt voor infiltratie. Omdat een aantal boringen gestaakt zijn op vermoedelijk stenen konden maar een beperkt aantal doorlatendheidsmetingen uitgevoerd worden. De resultaten van de doorlatendheidsmetingen zijn in tabel 3.2 weergegeven. De gehanteerde methode en uitwerking van de doorlatendheidsmetingen zijn in respectievelijk bijlage 3 en bijlage 4 bijgevoegd.

Tabel 4 Resultaten doorlatendheidsmetingen (m/dag)

Meetpunt	Grondsoort	Doorlatendheid (m/dag)
D1	Zand, zeer fijn, zwak siltig	0,25

Op basis van de resultaten van de doorlatendheidsmetingen kan opgemaakt worden dat de zeer fijne, zwak tot matig siltige zandlaag onvoldoende mogelijkheden biedt voor de infiltratie van hemelwater. Of de stenen laag mogelijkheden biedt voor infiltreren kon niet bepaald worden, omdat deze laag niet doorboord kon worden met behulp van handkracht. Hierdoor kon er ook geen doorlatendheidsmeting in deze laag uitgevoerd worden. Zeer waarschijnlijk is de bodemlaag met zeer grof materiaal (stenen/grind) voldoende doorlatend om in te kunnen infiltreren.

2.3.4 Conclusies geohydrologisch onderzoek

Op basis van het uitgevoerde geohydrologische onderzoek kan opgemaakt worden dat met name in het droogdal (deelgebied 4) de leemlaag het dunst is. De boringen op deze locatie zijn gestaakt op stenen/grind, waardoor wordt verwacht dat op deze diepte (circa 3 m -mv) voldoende mogelijkheden zijn voor de infiltratie van hemelwater. Dit kon echter niet vastgesteld worden met een doorlatendheidsmeting omdat handmatig niet in de laag geboord kon worden.

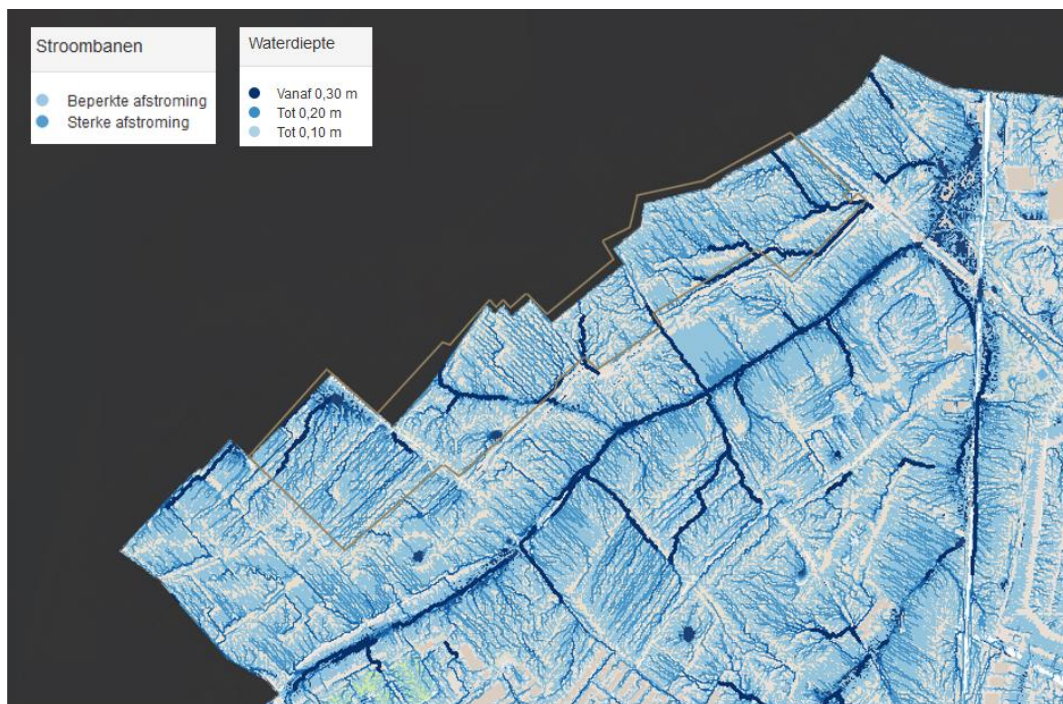
Verder zijn de sonderingen in het noordoostelijke deel (deelgebied 1) gestaakt op vermoedelijk een laag stenen/grind op een diepte van circa 2,5 m -mv. Op basis hiervan wordt ook voor deze locatie verwacht dat deze diepte (circa 3 m -mv) voldoende mogelijkheden zijn voor de infiltratie van hemelwater.

3 Advies hemelwater

3.1 Neerslag en afstroming

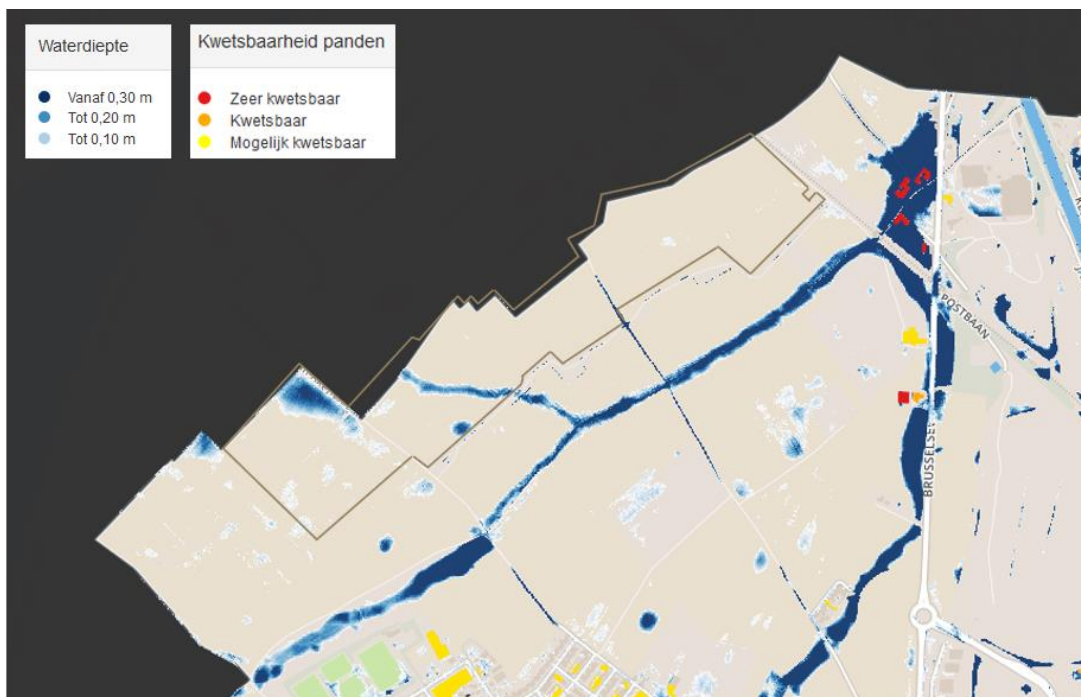
Om inzicht te verkrijgen in de afstroming van hemelwater in het gebied is de klimaatatlas van gemeente Maastricht geraadpleegd. In figuur 6 zijn de stroombanen en in figuur 7 de waterdiepte en kwetsbare panden bij een extreme bui weergegeven (T=100).

De stroombanenkaart laat zien hoe de neerslag in het gebied tot afstroming komt. De stroombanenkaart is afgeleid uit dezelfde hoogtekartaat (AHN2) die gebruikt wordt voor de wateroverlastkaart. Stroombanen beginnen klein, groeien uit tot grotere stroombanen en stoppen op het moment dat de laagste plek in het maaiveld bereikt is of op het moment dat de stroombaan bij een waterloop uitkomt. Figuur 6 laat zien dat hemelwater in noord-oostelijke richting afstroomt richting de spoortunnel van de Kantoorweg. Lokaal is ook de instroming uit België zichtbaar. De donkerblauwe aders in het plangebied geven de laagtes weer waar hemelwater zich verzameld en via waar het verder afstroomt naar het Zouwdal. Binnen de percelen is ook afstroming via de ploegvoren goed terug te zien.



Figuur 6 Stroombanen plangebied bij extreme neerslag (T=100)

De kwetsbare panden zijn in beeld gebracht, waar het water naar binnen kan stromen bij een T=100 neerslaggebeurtenis. Hierbij is per gebouw een drempelhoogte aangehouden, die is afgeleid uit de hoogtekartaat. Uit de klimaatatlas is af te leiden dat de panden aan de noordzijde van de spoorbaan tot de categorie zeer kwetsbare panden behoort. Afstromend hemelwater uit zowel het Zouwdal en het oostelijk dal ter hoogte van de Brusselseweg verzamelt zich aan de uitstroomzijde van de spoortunnel.



Figuur 7 Kwetsbare panden benedenstrooms van het plangebied bij extreme neerslag ($T=100$)

3.2 Waterberging

Bij de verwerking van hemelwater is het uitgangspunt om zoveel mogelijk water in het gebied vast te houden, de voorkeursvolgorde is als volgt:

1. Lokaal infiltreren onder de panelen;
2. Zones creëren op basis van natuurlijk afstroming en per zone opvangen/infiltreren;
3. Afvoer naar greppel buiten plangebied;
4. Maatregelen buiten plangebied (stuwen in greppel).

Op basis van het uitgevoerde bodem- en infiltratieonderzoek zijn de mogelijkheden voor infiltratie van hemelwater in de deklaag in het gebied zeer beperkt. Neerslag die van de panelen (geconcentreerd) op de bodem terecht komt zal in beperkte mate infiltreren en grotendeels afstromen. Hierbij zal, zonder maatregelen, na verloop van tijd verslemping van de bodem optreden. In welke mate is mede afhankelijk van de hoogte van de panelen en daarmee de valhoogte van de regendruppels.

Mogelijk is infiltratie naar diepere bodemlagen mogelijk. In combinatie met zonering van het gebied met daarin waterbergingsvoorzieningen kan afstromend hemelwater deels worden opgevangen en op voorkeurslocaties worden geïnfiltreerd.

De bergingsvoorzieningen dimensioneren op bestaande afvoer mits geen significante verhardingstoename wordt gerealiseerd. Uit de stroombanen kaart (figuur 6) is reeds zichtbaar waar hemelwater zich verzamelt. Hierbij gebruik maken bij de locatiekeuze van de voorzieningen.

De voorzieningen voorzien van overstortmogelijkheid buiten het plangebied. In geval van hevige neerslag kan hemelwater gecontroleerd afstromen naar de bestaande afwateringsstructuur.

4 Erosiewerende maatregelen

4.1 Oorzaken van erosie

De deklaag ter plaatse van het plangebied is gevoelig voor erosie. Dit heeft een aantal oorzaken:

- De samenstelling van de bodem. Door de kleine korrelgrootte en de fysische samenstelling (weinig bindende mineralen) is löss gevoelig voor verplaatsing door water en wind.
- Dichtslaan van de bodem. Dit wordt ook verslemping genoemd. Wanneer hemelwater geconcentreerd op de bodem terechtkomt kan de bodem dichtslaan. Water wordt dan niet meer geïnfiltreerd en gaat afstromen. Dit proces brengt verder transport van sediment op gang, omdat hogere stroomsnelheden over maaiveld worden bereikt.
- De helling. Door de hellingshoek en hellingslengte kan afstromend hemelwater grotere snelheden bereiken en tijdens afstromen bodemmateriaal meennemen. Het colluvium verzamelt zich in het dal.

4.2 Oplossingsrichtingen

De uiteindelijke waterhuishoudkundige en erosiewerende maatregelen staan niet op zichzelf maar zijn een samenspel tussen de gebiedskenmerken, de uiteindelijke inrichting van het gebied en de keuze voor nevenfuncties zoals bijvoorbeeld landbouw of biodiversiteit. Op basis van de gebiedskenmerken zijn een aantal oplossingsrichtingen voorgesteld:

Zonering. Afstroming beperken tot deelgebiedjes, waardoor geen grote stroomsnelheden worden bereikt. Eventuele afstroming van sediment beperkt zich tot een kleiner gebied. In combinatie met infiltratie of bergingsvoorzieningen kan sediment daar lokaal bezinken, in geval van extreme neerslag kan helderder hemelwater overstromen naar lager gelegen gebieden.

Bodembegroeiing. Door begroeiing van de bodem neemt de weerstand voor over maaiveld afstromend hemelwater toe. Door een hogere weerstand zal water in mindere mate gaan afstromen en ter plaatse infiltreren. De keuze voor vegetatie is daarbij belangrijk; geschikte vegetatie gaat erosie tegen en is bestand tegen de verminderde hoeveelheid licht, als gevolg van de schaduwwerking van de zonnepanelen.

Gebruik maken van hoogtelijnen. Door de (fundering van) de panelen in raaien haaks op de hoogtelijnen te plaatsen vormt iedere raai een lijn van gelijke hoogte. Hiermee kan gebruik gemaakt worden van de bestaande hoogteverschillen om onderlinge schaduwwerking tussen de panelen te reduceren. Tevens kan hiermee terrasvormig worden gecreëerd om afstromend hemelwater lokaal vast te houden en te infiltreren.

4.3 Tijdelijke situatie aanlegfase

Welke opstelling en indeling ook gekozen wordt, in de aanlegfase zal het gebied bereden worden door voertuigen voor aanvoer van materialen, plaatsen van funderingen, constructies en panelen. Belangrijk aandachtspunt is verdichting van de bodem door de voertuigen zoveel mogelijk tegen te gaan. De infiltratiecapaciteit van de bodem is reeds gering, wanneer de toplaag te zeer verdicht wordt neemt de infiltratiecapaciteit sterk af. Bij voorkeur wordt de afwateringsstructuur gerealiseerd voorafgaand aan de overige werkzaamheden.

5 Knelpunten en kansen

De realisatie van Zonnepark Lanakerveld brengt kansen met zich mee voor de omgeving. Door water zoveel mogelijk in het gebied vast te houden, wordt een bijdrage geleverd aan het tegengaan van verdroging door aanvulling van de grondwatervoorraad. Daarmee wordt ook de kans op wateroverlast kleiner in het benedenstrooms gebied.

Aan de zuidoostgrens van het plangebied is een greppelstructuur aanwezig, zie figuur 8. Door het reliëf in het gebied is in deze greppel een groot verhang aanwezig. Op een klein aantal duikers na vindt geen opstuwings plaats, waardoor water zeer snel richting de spoortunnel wordt afgevoerd. Geadviseerd wordt stuwen in deze greppel aan te brengen om de afvoer te dempen/vertragen en meer hemelwater lokaal te laten infiltreren/verdampen.



Figuur 8 Bestaande greppel aan zuidoostgrens van het plangebied

Grondverzet tot een minimum beperken. Vrijkomende grond bij benodigde ontgravingen voor aanleg van funderingen, infrastructuur en bergingsvoorzieningen zoveel mogelijk hergebruiken binnen het plangebied voor bijvoorbeeld terrasvorming.

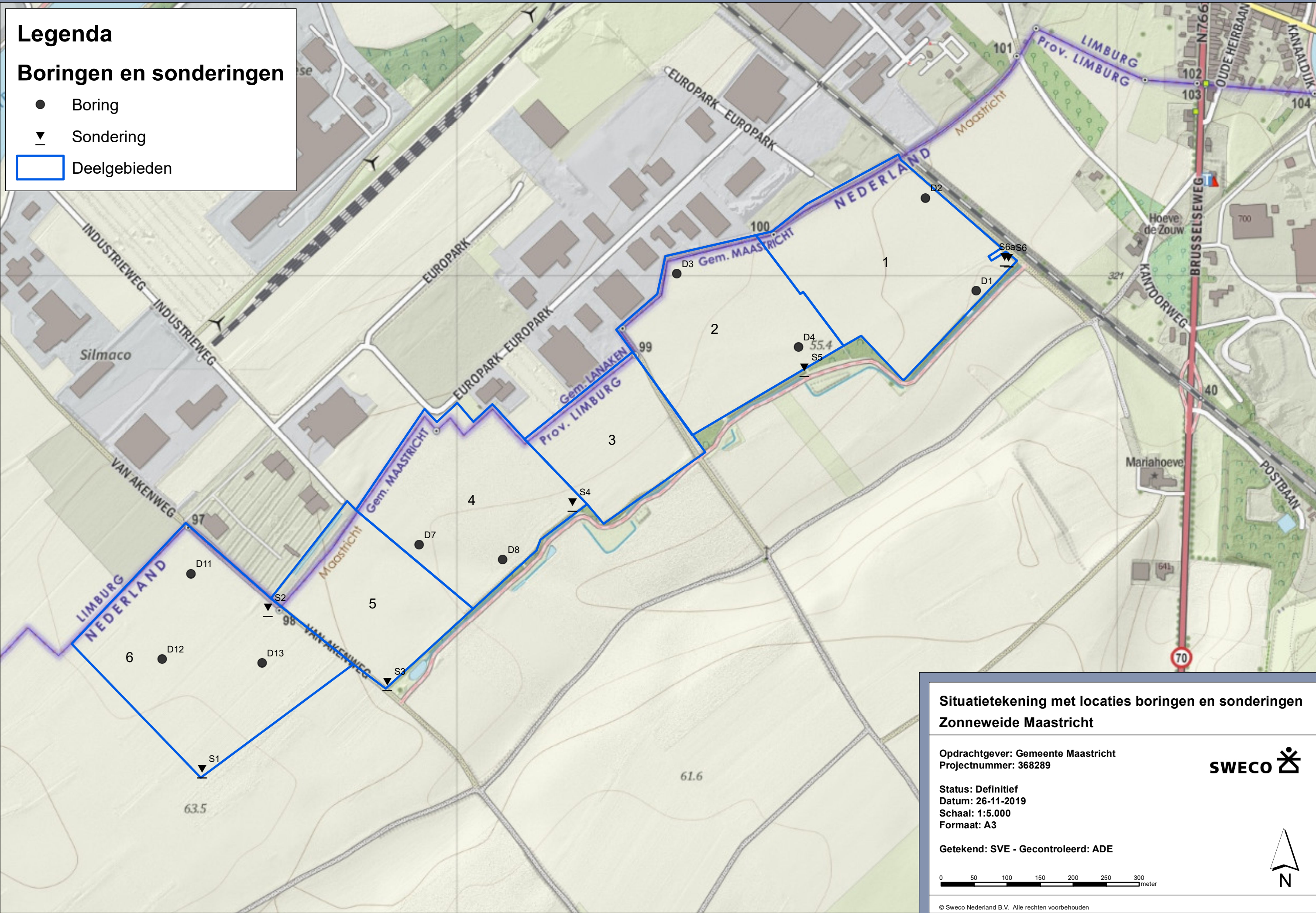
Meervoudig ruimtegebruik. Bij herinrichting van het gebied als zonnepark wordt in principe energievoorziening de hoofdfunctie. Echter bij de juiste opstelling zijn diverse combinaties mogelijk. In de praktijk zijn voorbeelden bekend [12] van zonneparken gecombineerd met (extensieve) landbouw zoals pluimvee, druiven en kleine grazers en inrichting ter bevordering van de biodiversiteit. Voorschriften van de gemeente zijn hierbij leidend, denk bijvoorbeeld aan de maximaal toegestane hoogte van de constructie.

Bijlage 1 Situatietekening met locaties boringen en sonderingen

Legenda

Boringen en sonderingen

- Boring
- ▼ Sondering
- Deelgebieden

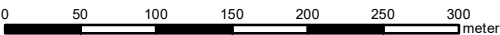


Situatietekening met locaties boringen en sonderingen
Zonneweide Maastricht

Opdrachtgever: Gemeente Maastricht
Projectnummer: 368289

Status: Definitief
Datum: 26-11-2019
Schaal: 1:5.000
Formaat: A3

Getekend: SVE - Gecontroleerd: ADE



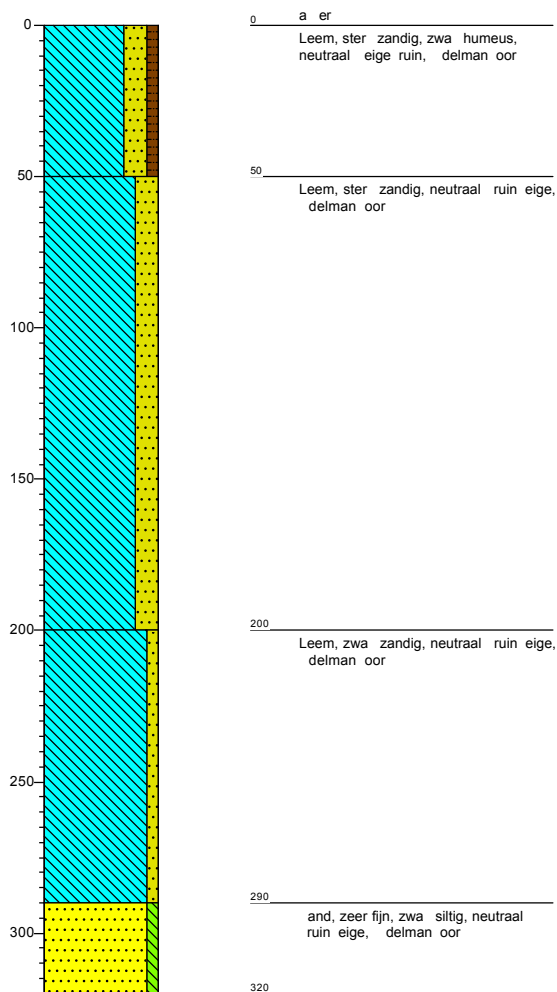
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden



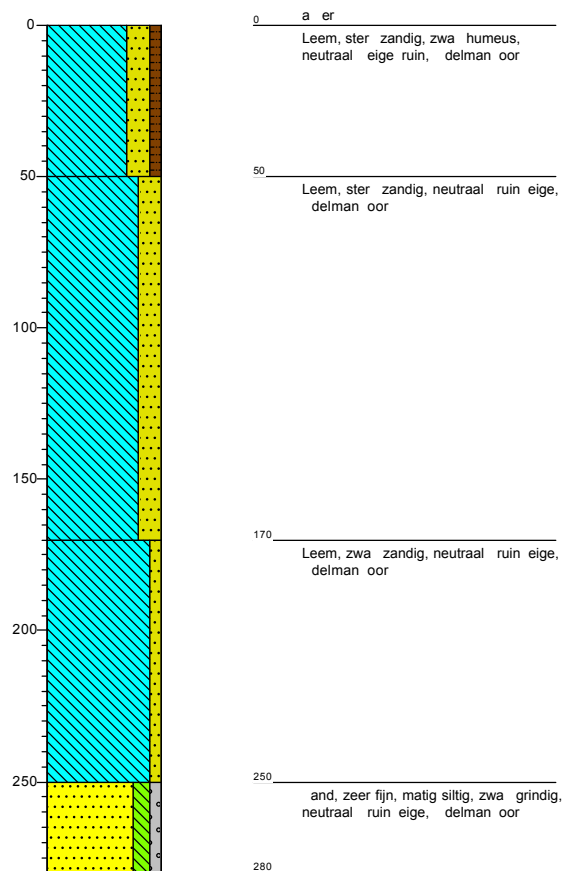
Bijlage 2 Boorprofielen en sondeergrafieken

Projectnummer: 368289
Projectnaam: onneweide Maastricht

Boring: D1
oormeester: Marijn arten
Datum: 13-11-2019

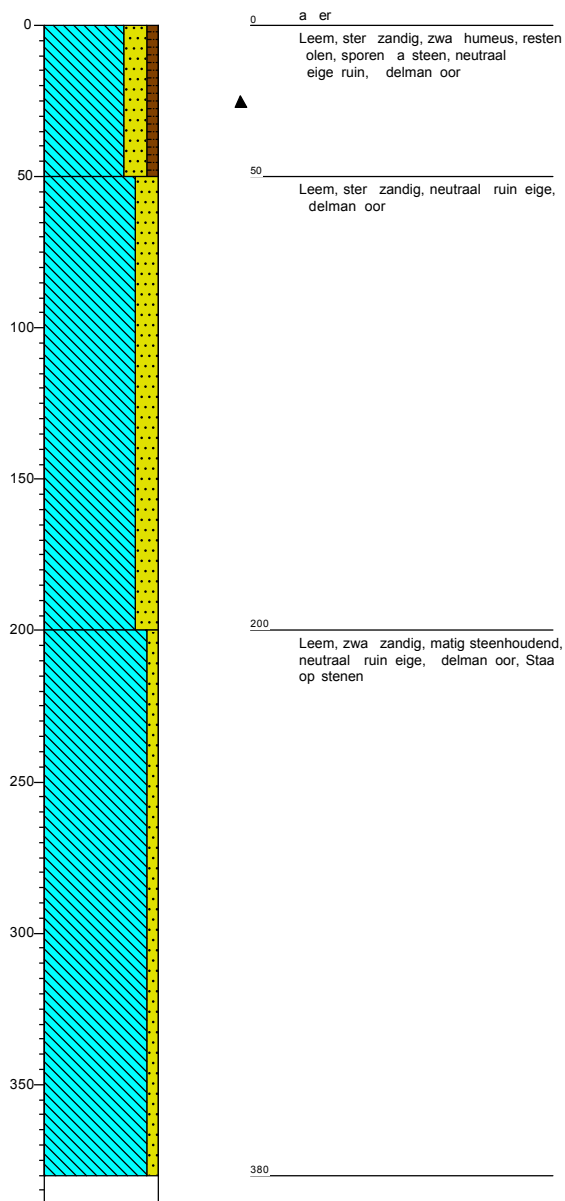


Boring: D2
oormeester: Marijn arten
Datum: 13-11-2019

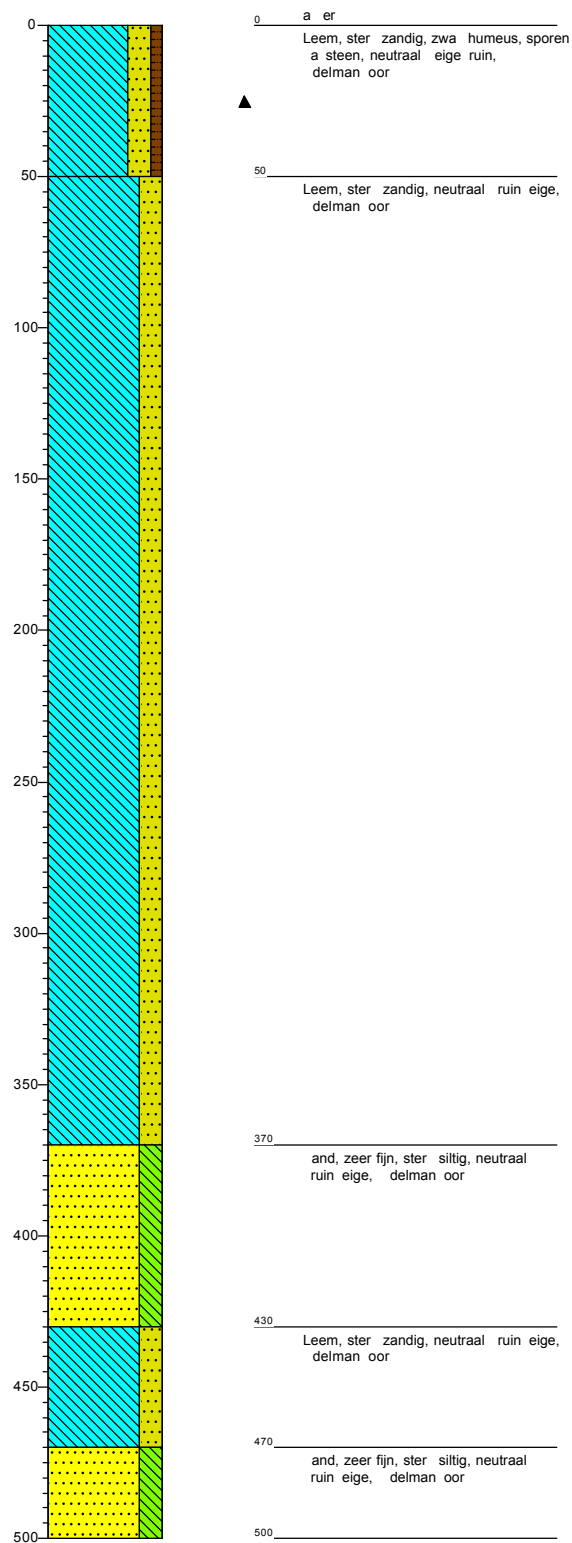


Projectnummer: 368289
Projectnaam: onneweide Maastricht

Boring: D3
oormeester: Marijn arten
Datum: 13-11-2019



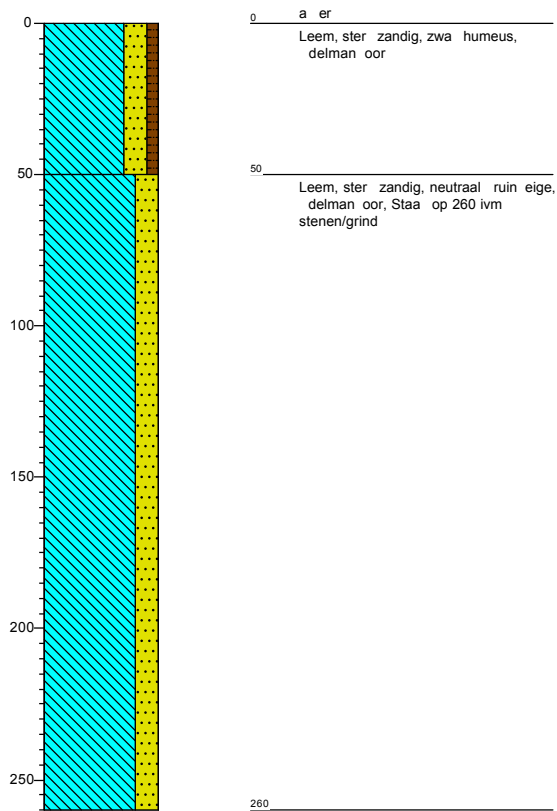
Boring: D4
oormeester: Marijn arten
Datum: 13-11-2019



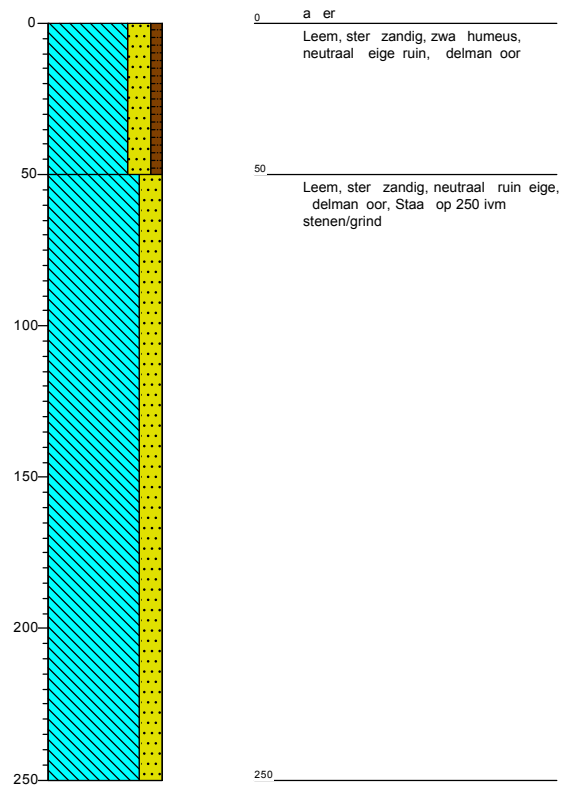


Projectnummer: 368289
Projectnaam: onneweide Maastricht

Boring: D7
oormeester: Marijn arten
Datum: 13-11-2019



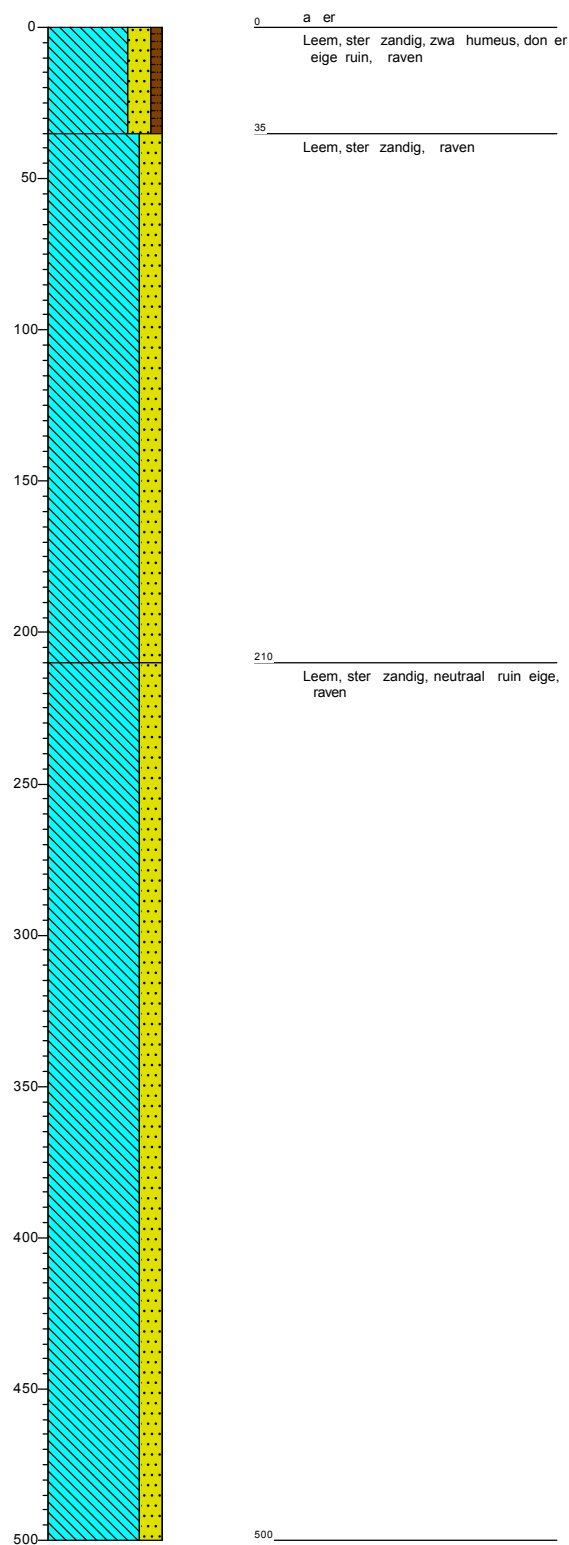
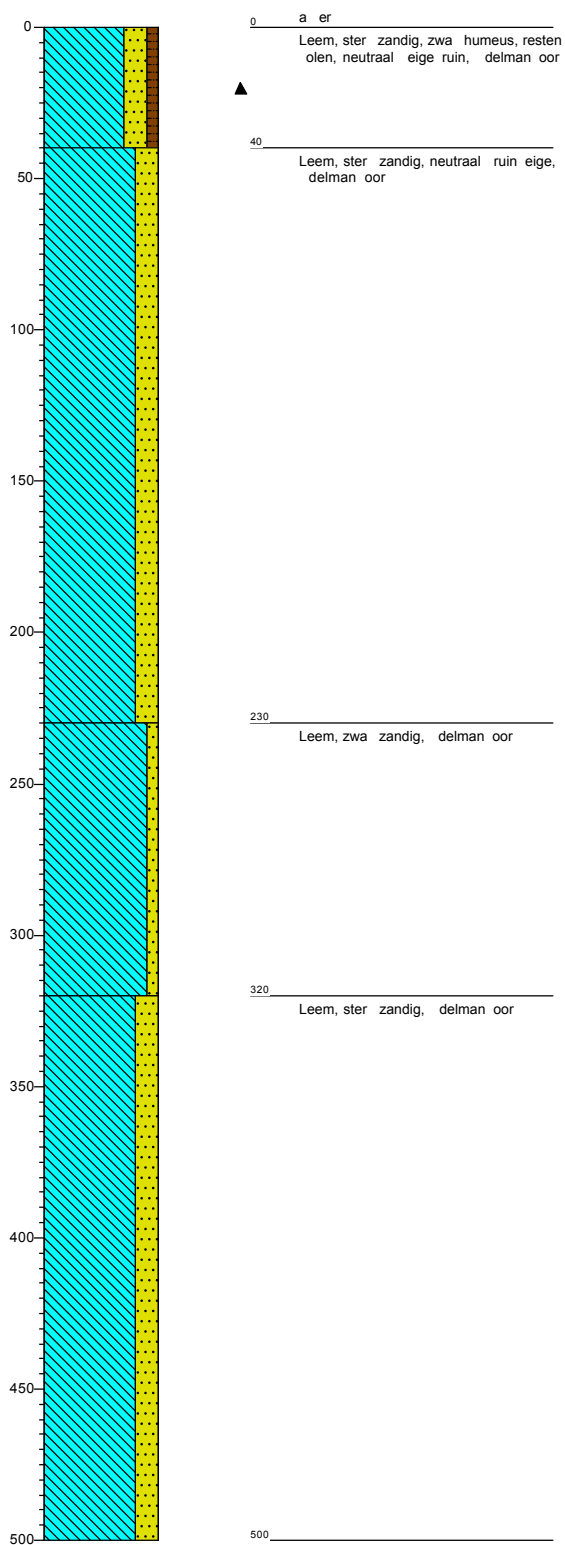
Boring: D8
oormeester: Marijn arten
Datum: 13-11-2019



Projectnummer: 368289
Projectnaam: onneweide Maastricht

Boring: D11
oormeester: Marijn arten
Datum: 6-11-2019

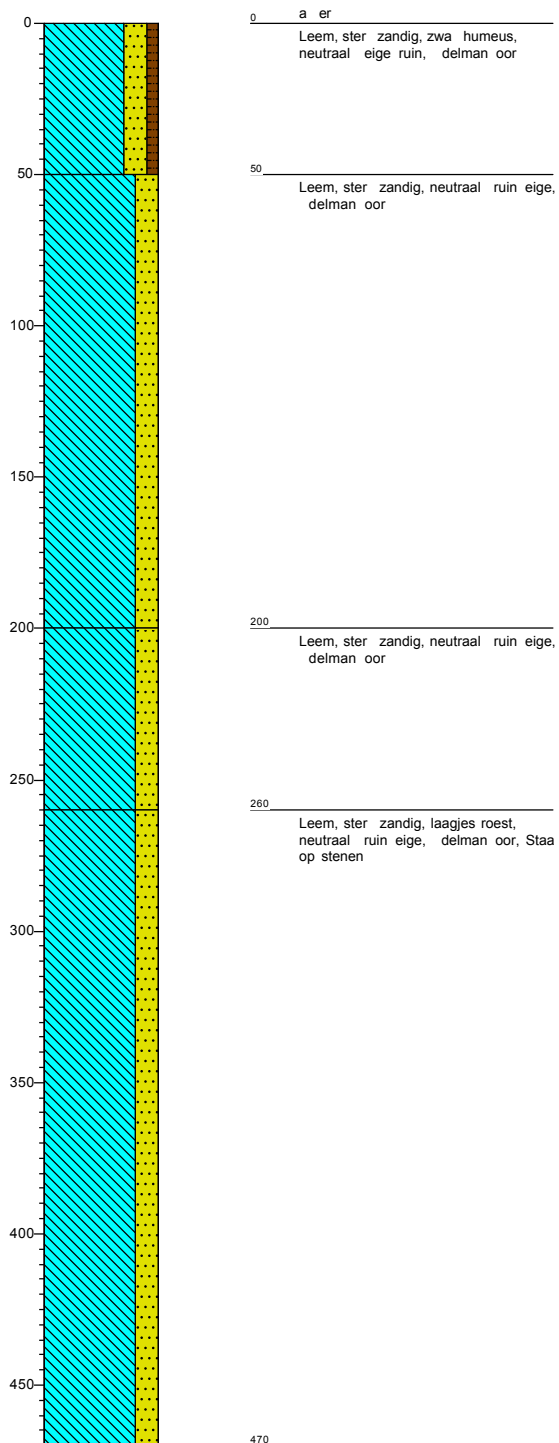
Boring: D12
oormeester: Marijn arten
Datum: 6-11-2019





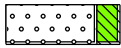
Projectnummer: 368289
Projectnaam: onneweide Maastricht

Boring: D13
oormeester: Marijn arten
Datum: 6-11-2019

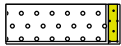


Legenda (conform NEN 5104)

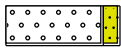
grind



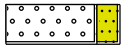
Grind, siltig



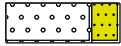
Grind, zwak zandig



Grind, matig zandig

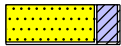


Grind, sterk zandig

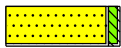


Grind, uiterst zandig

zand



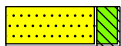
Zand, kleiig



Zand, zwak siltig



Zand, matig siltig



Zand, sterk siltig



Zand, uiterst siltig

veen



Veen, mineraalarm



Veen, zwak kleiig



Veen, sterk kleiig

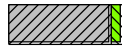


Veen, zwak zandig

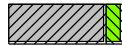


Veen, sterk zandig

klei



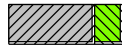
Klei, zwak siltig



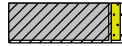
Klei, matig siltig



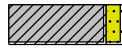
Klei, sterk siltig



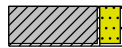
Klei, uiterst siltig



Klei, zwak zandig



Klei, matig zandig



Klei, sterk zandig

leem



Leem, zwak zandig



Leem, sterk zandig

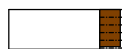
overige toevoegingen



zwak humeus



matig humeus



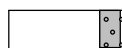
sterk humeus



zwak grindig



matig grindig



sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- ▣- zwakke olie-water reactie
- ▣- matige olie-water reactie
- ▣- sterke olie-water reactie
- ▣- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- ⬢ >0
- ⬢ >1
- ⬢ >10
- ⬢ >100
- ⬢ >1000
- ⬢ >10000

monsters

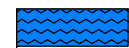
- ┌- geroerd monster
- └- ongeroerd monster
- volumering

overig

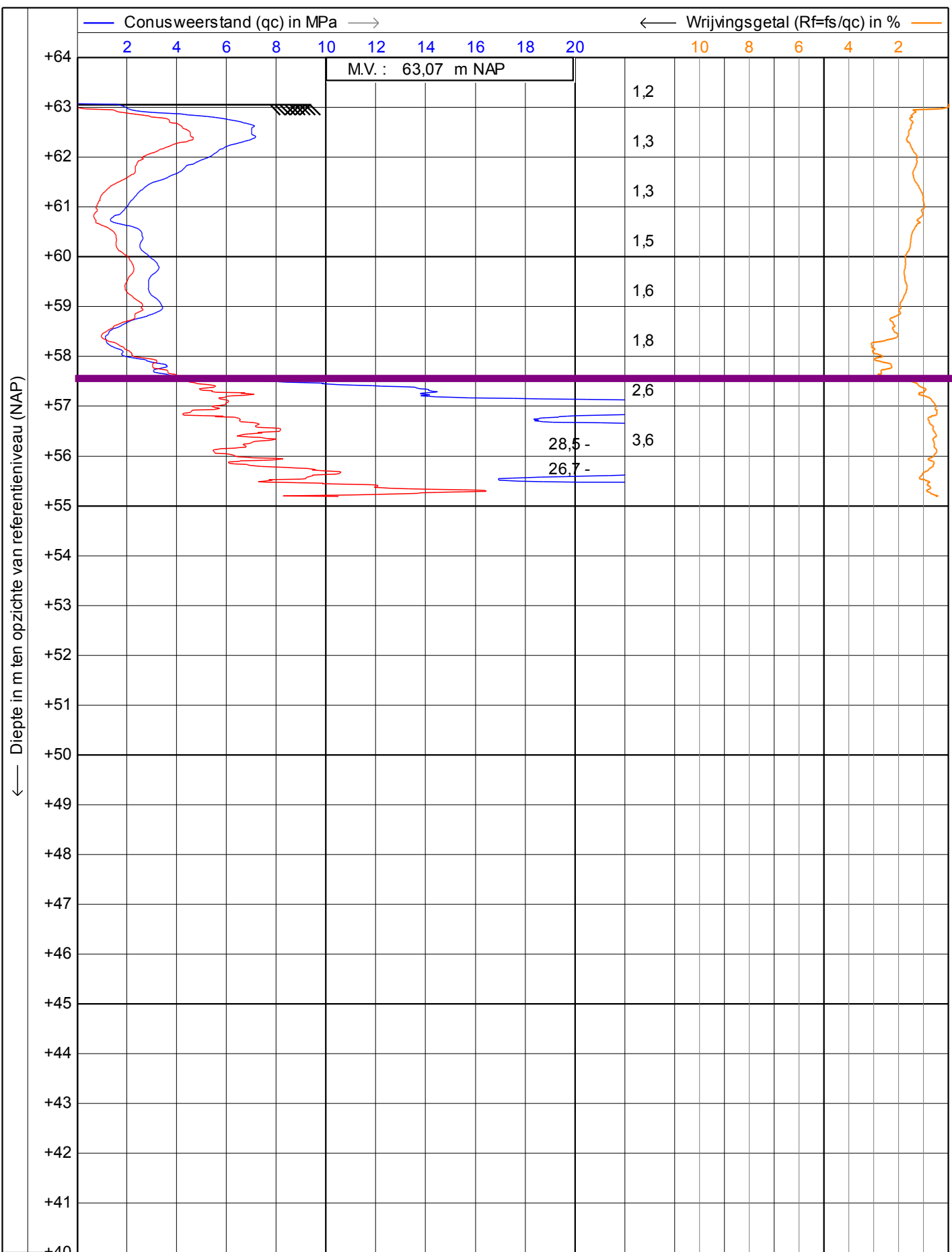
- ▲- bijzonder bestanddeel
- ◀- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ▽- grondwaterstand
- ◆- Gemiddeld laagste grondwaterstand



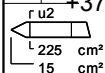
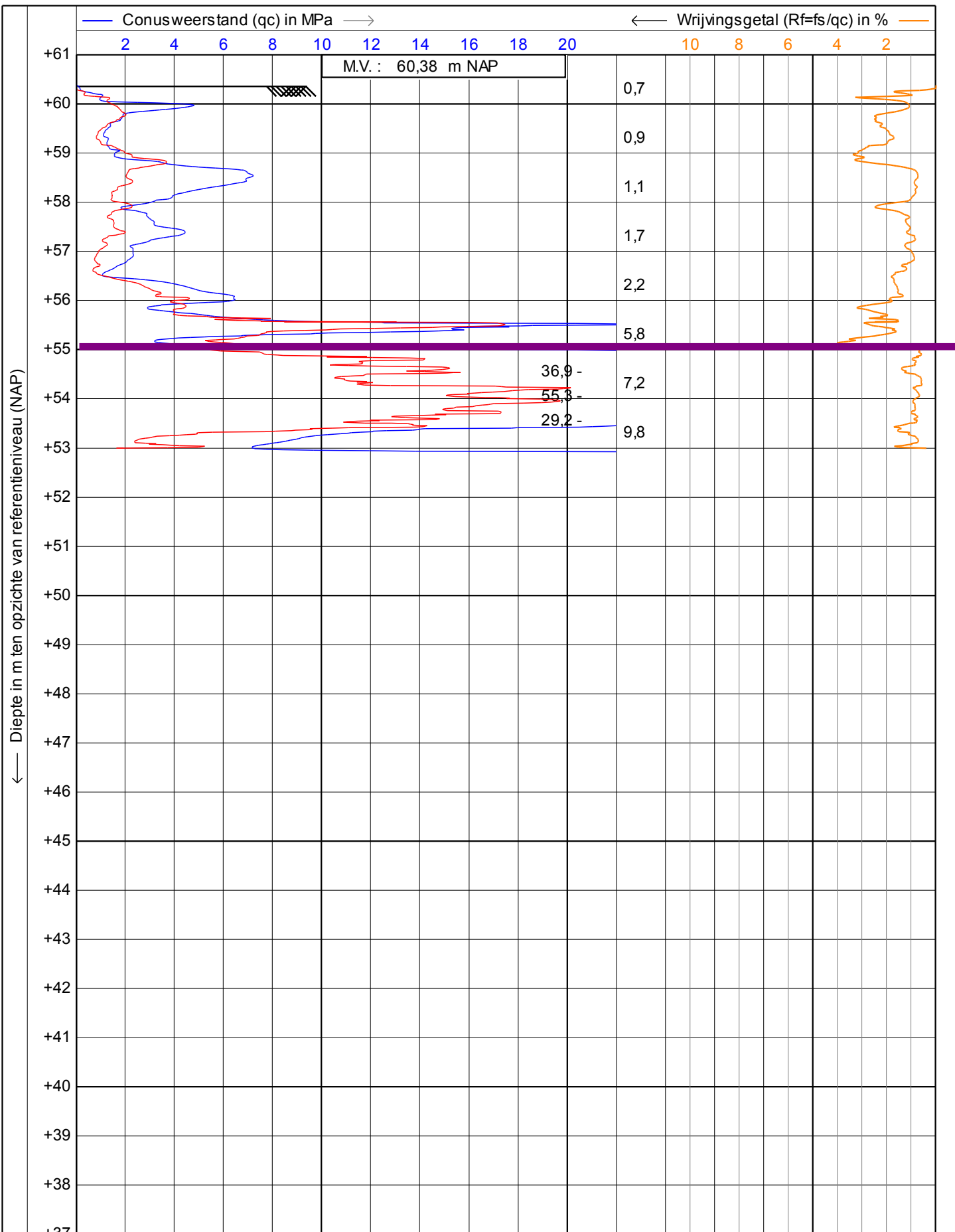
slib



water



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



ISO 22476-1 Application Class 3

Project : **Sonderingen Zonneweide**

Locatie : **Maastricht**

Positie : **173713,5, 320496,69 RD**

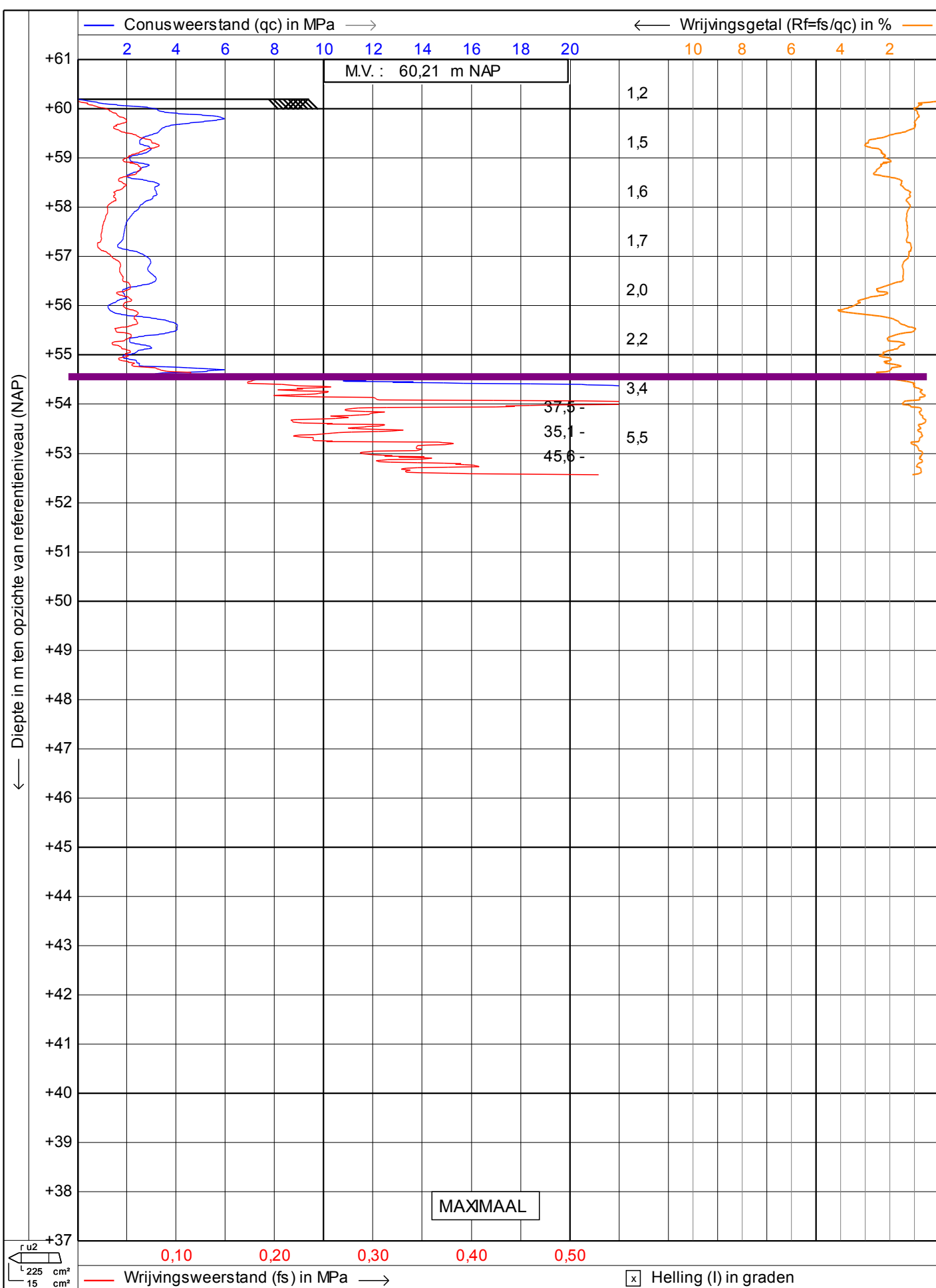
Datum : **28-10-2019**

Conusnr. : **C15CFIP.S18287**

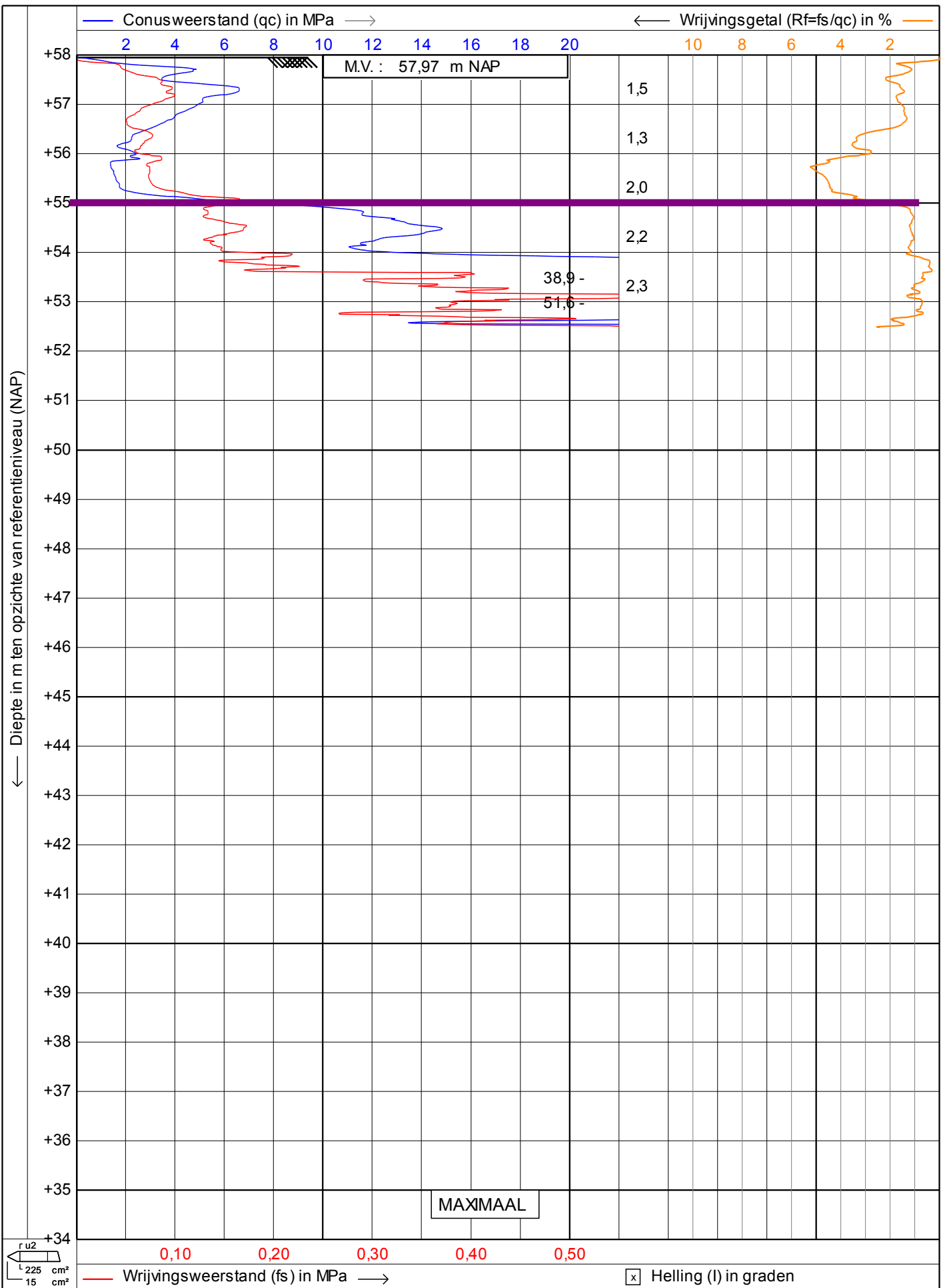
Projectnr. : **103970**

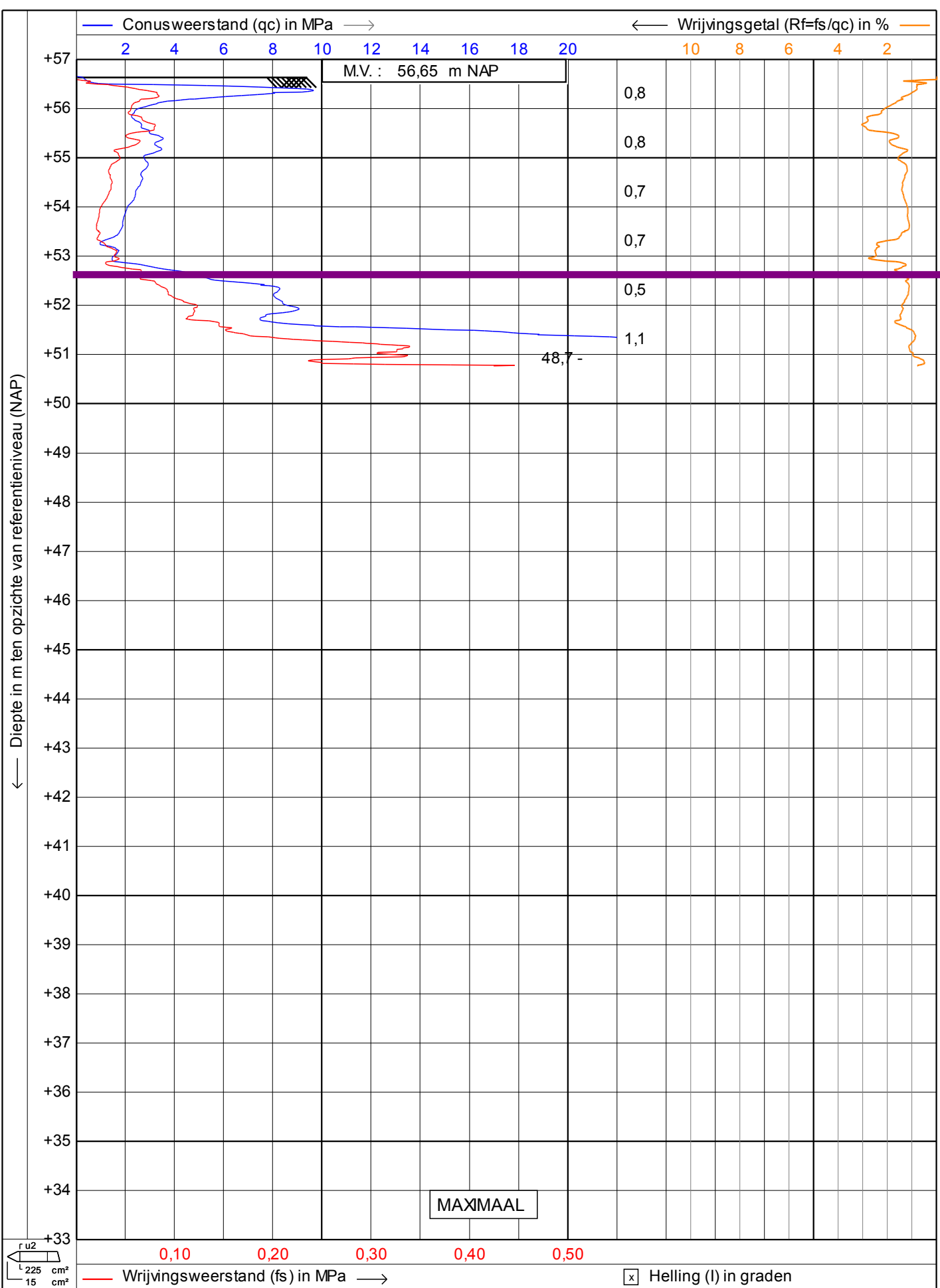
Sondeernr.: **S2**

1/1

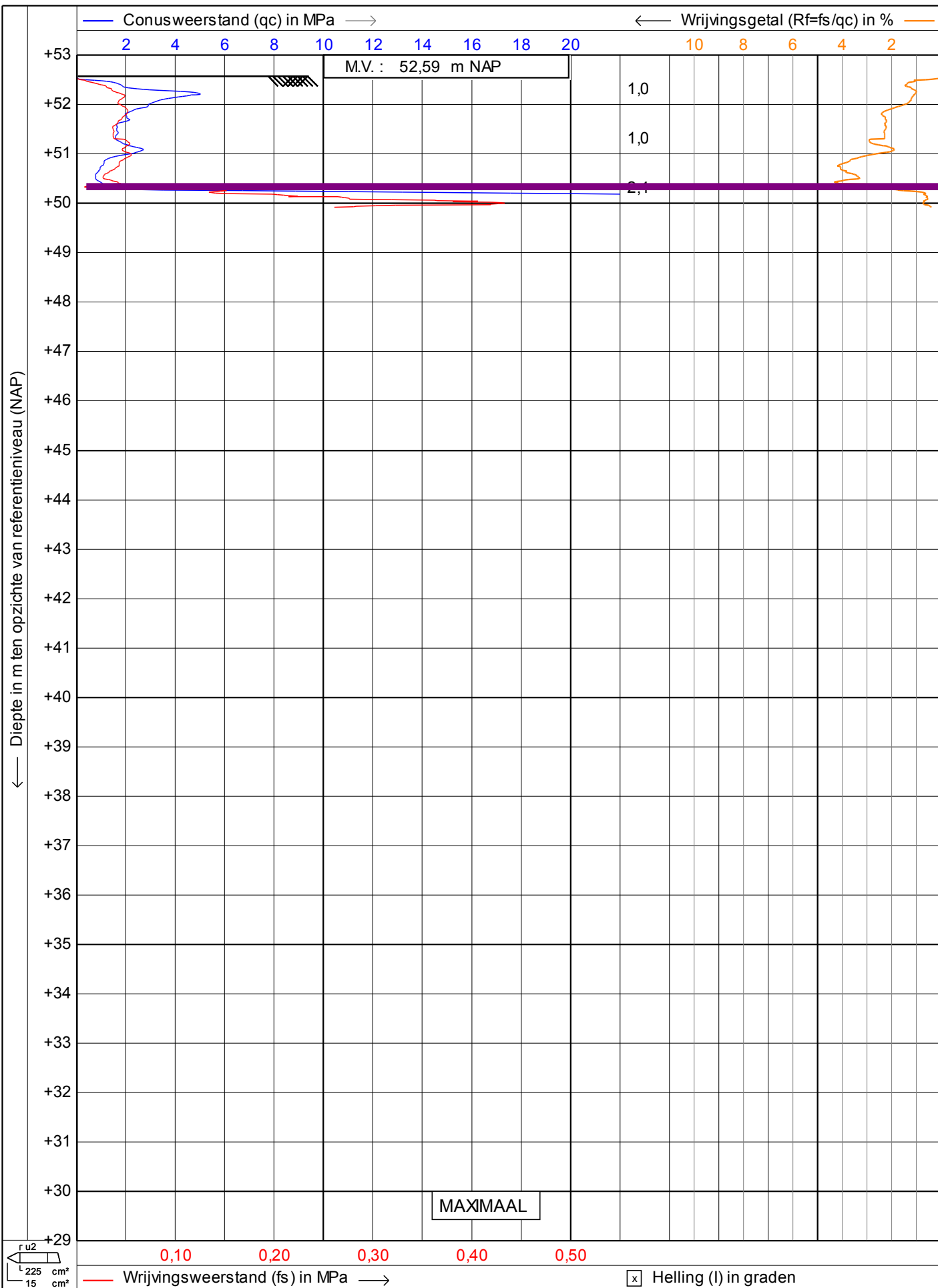


↓ Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)





← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



ISO 22476-1 Application Class 3

Project : **Sonderingen Zonneweide**

Locatie : **Maastricht**

Positie : **174836,5, 321026,48 RD**

Datum : **28-10-2019**

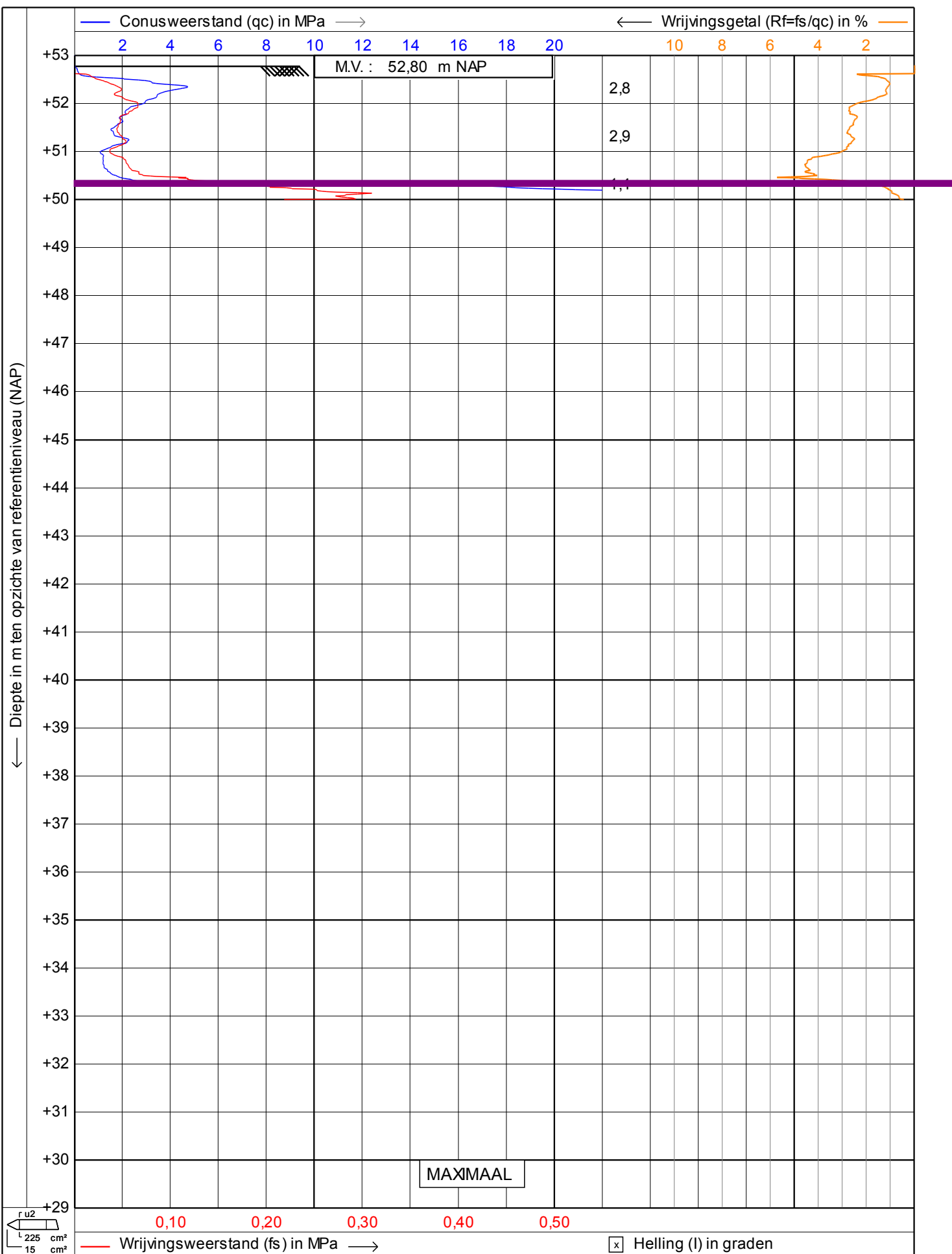
Conusnr. : **C15CFIP.S18287**

Projectnr. : **103970**

Sondeernr.: **S6**

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



Bijlage 3 Berekeningsmethode omgekeerde boorgatmethode

De berekening van de doorlatendheid (k-waarde) middels de omgekeerde boorgatmethode is gebaseerd op de formule zoals deze beschreven is in de module "C2510 doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, februari 2011-42".

$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Waarbij:

K_{verz}	=	Verzadigde doorlatendheid [m/dag]
r	=	straal van het boorgat [m]
t	=	tijd sinds het begin van de meting [dag]
h_t	=	hoogte van de waterkolom in het boorgat op tijdstip t [m]
h_0	=	ht op tijdstip $t = 0$

Bijlage 4 Uitwerking doorlatendheidsmetingen

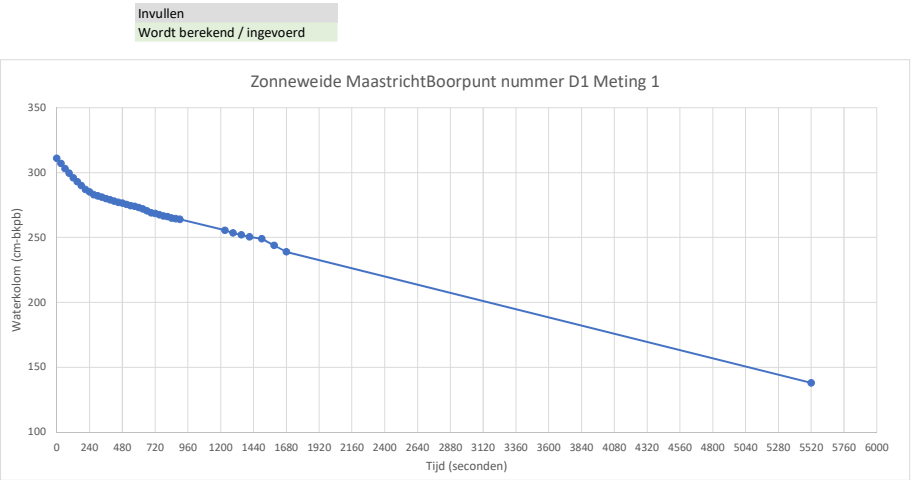
Berekening k-waarde met behulp van de omgekeerde boorgatmethode

Opdrachtgegevens	
Opdrachtgever:	Sweco
Projectleider:	Rolph Esselink
Projectnummer:	364114

Locatiegegevens	
Locatiennaam / adres:	Zonneweide
Plaats:	Maastricht
Datum veldwerk:	08-03-2019
Boorpunt nummer	D1

Input Basisparameters	
Hoogte bkpb (cm+mv)	84
Diepte boorgat (H) (cm)	320
Straal van het boorgat (r) (cm)	4
Filtertraject (cm-mv)	220 - 320

Rekendata	
t0 (seconden)	1410
tn (seconden)	5520
h0 (cm-bkpb)	250.5
hn (cm-bkpb)	138
K-waarde (cm/sec)	0.0002867
K-waarde (m/dag)	0.248



Meetresultaten			
Meting 1			
Tijd (seconden)	Waterdiepte (cm-bkpb/trechter)	Waterkolom (cm-bkpb)	waterkolom + r/2 (cm-bkpb)
0	93	311	313
30	97	307	309
60	101	303	305
90	104.5	299.5	301.5
120	108	296	298
150	111	293	295
180	114	290	292
210	117	287	289
240	119	285	287
270	121	283	285
300	122	282	284
330	123	281	283
360	124	280	282
390	125	279	281
420	126	278	280
450	127	277	279
480	127.5	276.5	278.5
510	128.5	275.5	277.5
540	129.5	274.5	276.5
570	130	274	276
600	131	273	275
630	132	272	274
660	133.5	270.5	272.5
690	135	269	271
720	135.5	268.5	270.5
750	136.5	267.5	269.5
780	137.5	266.5	268.5
810	138	266	268
840	139	265	267
870	139.5	264.5	266.5
900	140	264	266
930	140.5	263.5	265.5
960	141	263	265
990	141.5	262.5	264.5
1020	142	262	264
1050	142.5	261.5	263.5
1080	143	261	263
1110	143.5	260.5	262.5
1140	144	260	262
1170	144.5	259.5	261.5
1200	145	259	261
1230	145.5	258.5	260.5
1260	146	258	260
1290	146.5	257.5	259.5
1320	147	257	259
1350	147.5	256.5	258.5
1380	148	256	258
1410	148.5	255.5	257.5
1440	149	255	257
1470	149.5	254.5	256.5
1500	150	254	256
1530	150.5	253.5	255.5
1560	151	253	255
1590	151.5	252.5	254.5
1620	152	252	254
1650	152.5	251.5	253.5
1680	153	251	253
1710	153.5	250.5	252.5
1740	154	250	252
1770	154.5	249.5	251.5
1800	155	249	251
1830	155.5	248.5	250.5
1860	156	248	250
1890	156.5	247.5	249.5
1920	157	247	249
1950	157.5	246.5	248.5
1980	158	246	248
2010	158.5	245.5	247.5
2040	159	245	247
2070	159.5	244.5	246.5
2100	160	244	246
2130	160.5	243.5	245.5
2160	161	243	245
2190	161.5	242.5	244.5
2220	162	242	244
2250	162.5	241.5	243.5
2280	163	241	243
2310	163.5	240.5	242.5
2340	164	240	242
2370	164.5	239.5	241.5
2400	165	239	241
2430	165.5	238.5	240.5
2460	166	238	240

