



**Analyse Waterveiligheid
Piping**
Irenestraat Nieuwegein

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0486575.100
definitief revisie 9
17 februari 2026

Analyse Waterveiligheid Piping

Irenestraat Nieuwegein

projectnummer 0486575.100
definitief revisie 9
17 februari 2026

Auteur(s)




Opdrachtgever

Stichting Woonin
Koningin Wilhelminalaan 9
3527 LA Utrecht

Gecontroleerd



datum	beschrijving	vrijgave
17 februari 2026	Definitief rev9	

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Proces	6
1.3	Doel	9
1.4	Leeswijzer	9
2.	Situatie	11
2.1	Algemeen	11
2.2	Maaiveldhoogte	12
2.3	Hoogte waterbodembodem	13
2.4	Primaire kering	14
2.5	Bodemopbouw	14
2.6	Bodemopbouw waterbodembodem	16
2.7	Waterstanden	18
2.8	Huidige bebouwing	20
2.8.1	Bebouwing Irenestraat	20
2.8.2	Bebouwing Margrietstraat	21
2.9	Voorgenomen ontwikkelingen	22
2.9.1	Woningbouw Irenestraat	22
2.9.2	Woningbouw Margrietstraat	25
2.9.3	Woningbouw Wilhelminastraat	26
2.9.4	Vuilcontainer	28
2.9.5	Waterberging – Aquaflow	29
2.9.6	Tijdelijke situatie	31
2.9.7	Archeologisch onderzoek	33
2.10	Geotechnische parameters	36
2.11	Huidige waterveiligheid	37
3.	Beleid	39
3.1	Beleid HDSR	39
3.1.1	Algemeen	39
3.1.2	Overig	39
3.2	Beleid landelijk en beoordelingskaders	40
3.2.1	WBI2017	40
3.2.2	Toets op maat bebouwing	43
4.	Analyse	45
4.1	Werkwijze	45
4.2	Toets op effecten	47
4.3	Huidige situatie	49
4.4	Bouwfase	52
4.4.1	Bouwfase 1 – plaatsen damwand(en), sloop oude fundatie, en installatie funderingspalen	52
4.4.2	Bouwfase 1 – archeologie	52
4.4.3	Bouwfase 2 – bouwrijp maken, aanbrengen bemaling, ontgraving, inbrengen funderingspalen, realisatie diepe delen.	55
4.5	Overbruggingsfase	57
4.5.1	Woningbouw Irenestraat	57
4.5.2	Woningbouw Margrietstraat	60
4.5.3	Woningbouw Wilhelminastraat	61
4.5.4	Woningbouw Wilhelminastraat - liftput	61
4.6	Eindfase	63
4.6.1	Woningbouw Irenestraat	63
4.6.2	Woningbouw Margrietstraat	65

4.6.3	Woningbouw Wilhelminastraat	66
4.6.4	Woningbouw Wilhelminastraat - liftput	67
4.7	Samenvatting rekenresultaten	71
5.	Mitigerende maatregelen	72
5.1	Bouwfase	72
5.1.1	Bouwfase 1 – plaatsen damwand(en), sloop oude fundatie, en installatie funderingspalen	72
5.1.2	Bouwfase 1 – archeologie	72
5.1.3	Bouwfase 2 – bouwrijp maken, aanbrengen bemaling, ontgraving, inbrengen funderingspalen, realisatie diepe delen.	73
5.2	Overbruggingsfase	74
5.2.1	Woningbouw Irenestraat	74
5.2.2	Woningbouw Margrietstraat	74
5.2.3	Woningbouw Wilhelminastraat	74
5.2.4	Woningbouw Wilhelminastraat - liftput	74
5.3	Eindfase	74
5.3.1	Woningbouw Irenestraat	74
5.3.2	Woningbouw Margrietstraat	74
5.3.3	Woningbouw Wilhelminastraat	75
5.3.4	Woningbouw Wilhelminastraat - liftput	75
6.	Conclusie	77
6.1	Algemeen	77
6.2	Deelconclusies	77
7.	Geavanceerde analyses	79
7.1	Algemeen	79
7.2	Geavanceerde analyse eindsituatie	79
7.2.1	Systeemanalyse	79
7.2.2	Hydraulische randvoorwaarden	81
7.2.3	Geohydrologische schematisering	82
7.2.4	Terugschrijdende erosie	84
7.2.5	Geavanceerde analyse tijdelijke situatie	88
7.3	Gevoeligheden in berekening 2024	91
7.3.1	Afwijkende doorlatendheden voorland	91
7.3.2	Afwijkende hydraulische achterrand	91
7.4	Gevoeligheden in berekening 2025	92
7.4.1	Systeemanalyse	92
7.4.2	Hydraulische randvoorwaarden	94
7.4.3	Geohydrologische schematisering	95
7.4.4	Terugschrijdende erosie	96
8.	Verwijzingen	98
	Bijlage 1 Gegevens huidige situatie	100
	Bijlage 2 Gegevens opdrachtgever	102
	Bijlage 3 Gegevens HDSR	104
	Bijlage 4 Waterbodemhoogte	106
	Bijlage 5 Grondonderzoek	108

Bijlage 6 Beschouwing BOI2023	110
Bijlage 7 Analyse heave schermen	114
Bijlage 8 Oppervlaktewaterstanden	116
Bijlage 9 Geohydrologische analyse	121

moeten zijn; dat er wordt aangetoond wat voor invloed dit initiatief heeft op de dijk en dat er wordt aangetoond dat dit initiatief geen nadelige gevolgen heeft op de dijkveiligheid. Dat wil zeggen er dient te worden aangetoond dat op alle faalmechanismen (niet alleen piping) er geen verslechtering /achteruitgang mag zijn op de bestaande situatie.”

- D.D. 2023-07-20.

Op deze datum is een piping analyse van Antea Group voor dit project gedeeld met HDSR. Deze piping analyse heeft als bestandsnaam “20230623-0467886-0001-Memo pipinganalyse Irenestraat_def01.pdf” (Antea Group, 2023).

Deze memo heeft als conclusie dat piping geen risico is op deze projectlocatie, omdat de rivier de Lek op zeer grote afstand is van de projectlocatie. Het nabijgelegen Merwedekanaal is dermate ondiep dat het aannemelijk is dat hier geen water infiltreert.

- D.D. 2023-11-06

Op deze datum is een schriftelijke reactie gegeven op eerder verstrekte gegevens. Dit is gedaan in de email getiteld “RE: IR_terugkoppeling piping onderzoek project Irenestraat Nieuwegein”. Deze gaat in op meerdere onderwerpen. Op het piping onderzoek zijn drie punten benoemd, daarvan zijn de eerste twee inhoudelijk. Deze zijn hieronder herhaald:

“In tegenstelling tot de aanname in de pipinganalyse (Antea) bij de vergunningaanvraag, is wat ons betreft een intredepunt in het Merwedekanaal/ voorhaven Koninginnesluis niet uit te sluiten op basis van de beschikbare informatie. De conclusie van Antea is daarmee wat te snel. Het is echter wel mogelijk dat er geen intredepunt is, dus het is de moeite waard dat te verifiëren door aanvullend onderzoek. Ook omdat, als blijkt dat er geen intredepunt is, de versterkingsopgave voor piping aan de keringen langs het Merwedekanaal mogelijk vervalt/ sterk reduceert.

Ons advies voor het aanvullende onderzoek:

- a. Verificatie van de deklaagdikte in de as van het Merwedekanaal met minimaal 3, maar liever 5 à 6 sonderingen op regelmatige afstand (zie figuur)*
- b. Verificatie van het niveau van de waterbodem door een batymetrische meting.”*

- D.D. 2023-12-07

Reactie van AG op eerdergenoemde email. De reactie is opgenomen in de email “20231207-Irenestraat-IR_terugkoppeling PVA en piping onderzoek project Irenestraat Nieuwegein”.

Voornaamste zaken rondom het pipingonderzoek is dat de aanbevelingen van HDSR rondom aanvullend onderzoek worden overgenomen.

- D.D. 2023-12-22

Aanvraag vergunningen door Woonin en AG. Dit zijn vergunningsaanvraag voor de bouw van de nieuwe woningen (aanvraagnummer 8276977) en een vergunningsaanvraag voor de sloop van bestaande woningen (aanvraagnummer 8305773). Deze aanvraag omvat onder andere grondonderzoek en tijdelijke maatregelen die nodig zijn voor de sloop onderbouw (o.a. damwand).

- D.D. 2024-3-27

Verificatie van het niveau van de waterbodem door een batymetrische meting. Dit is gedaan door DEEP. Resultaten zijn verwerkt in deze studie.

- D.D. 2024-4-23

Verificatie van de deklaagdikte in de as van het Merwedekanaal met minimaal 3, maar liever 5 à 6 sonderingen op regelmatige afstand (zie figuur). Dit is gecombineerd met sonderingen ter plaatse van de bebouwing. Dit is uitgevoerd door SOCOTEC. Resultaten zijn verwerkt in deze studie.

- D.D. 2024-04-25

Antea Group heeft een plan van aanpak opgesteld met als datum 2024-03-29. Daarop heeft HDSR een reactie gegeven op d.d. 2024-04-23. Deze is besproken op d.d. 2024-04-25. De hoofdlijnen van de reacties zijn: ‘waaraan te toetsen’, ‘wat toetsen’ en ‘missende zaken’. Bij de eerste is gesproken over regelgeving als BOI2023 vs. WBI2017. In paragraaf ‘Vigerende normering’ is daarop ingegaan. Bij de tweede is aangegeven dat er een overzicht met duidelijke figuren opgenomen moeten zijn. Deze figuren waren reeds opgenomen in de notitie ‘20230623-0467886-0001-Memo pipinganalyse Irenestraat_def01.pdf’. In deze notitie zijn ook bijbehorende figuren opgenomen. In het laatste deel wordt ingegaan op onder andere het type funderingspalen en de effecten daarvan. Dit is opgenomen in de tekeningen die onderdeel zijn van ‘20230623-0467886-0001-Memo pipinganalyse

Irenestraat_def01.pdf'. Deze tekeningen zijn ook hier opgenomen. Er is hier aanvullende ingegaan op de rol van funderingspalen op de dijkveiligheid.

- 2024-06-20
Antea Group heeft meerdere documenten ingediend bij HDSR. Een daarvan was revisie 1.0 van voorliggend document (gedeeld op d.d. 2024-06-05). Deze is besproken op d.d. 2024-06-20 verdeeld over twee overleggen. Daarin is feedback geleverd op het voorliggende document. De feedback ging onder andere over het aanscherpen van de te vergelijken situaties. Deze omvatten de volgende zaken:
1) De initiatiefnemer heeft aanvullend grondonderzoek uitgevoerd, dit leidt tot een aanscherping van de rekenresultaten. Deze aanscherping moet meegenomen ook in de berekeningen van de referentie situatie. Deze aanscherping mag niet meegenomen als maatregel ten gunste van de initiatiefnemer.
2) De verslechtering moet in beeld gebracht worden ten opzichte van de huidige situatie. De berekeningen van huidige situatie van HDSR omvatten nog niet de bestaande bebouwing. Deze moet meegenomen worden voor een juist vergelijk.
3) De bestaande bebouwing heeft verschillende eigenschappen. De voorgenomen ontwikkelingen hebben een souterraindiepte die dieper is dan de bebouwing op de locatie van de voorgenomen ontwikkeling. Het souterrain is niet dieper dan het diepste bestaande souterrain. HDSR heeft aangegeven dat de verslechtering in beeld gebracht ten opzichte van het ondiepste souterrain ter plaatse van de voorgenomen ontwikkeling.
4) HDSR heeft gevraagd meerdere gevoeligheidsanalyses op te nemen rondom de berekeningen. Zo kan HDSR een beeld krijgen van de gevoeligheid van de invloed van enkele parameters. Ook is gevraagd of de berekeningen bij de volgende oplevering meegeleverd kunnen worden.
- 2025-01-21
Antea Group heeft meerdere documenten ingediend bij HDSR. Deze omvatten o.a. versie 5 van voorliggend document. Op deze documenten heeft HDSR meerdere vragen en opmerkingen. Deze zijn gedeeld op d.d. 2025-01-21 en zijn beschreven in het bestand "Bevindingen HDSR Stabiliteit damwand en dijk.docx". Deze opmerkingen en vragen zijn besproken op meerdere momenten, onder andere op d.d. 2025-02-06. Deze feedback is verwerkt in voorliggende versie.
- 2025-02-21
De initiatiefnemer heeft het ontwerp gewijzigd. Dit met als doel de impact op de omgeving en de dijk te minimaliseren en de maakbaarheid te verbeteren. De wijziging die de grootste impact heeft op onderhevig rapport is dat de hoogte van de keldervloer is aangepast van NAP +2,15 m naar NAP +2,50 m.
- 2025-02-27
Vragen van d.d. 2025-01-21 omvatten de schematisatie van de bodem van het Merwedekanaal. Op deze datum is een gevoeligheidsanalyse gedeeld waarbij is verkend wat de invloed is van een Merwedekanaal dat lokaal geen slechtdoorlatende lagen omvat.
- 2025-03-06
Op deze datum heeft HDSR besloten dat in de analyses geen positieve invloed van weerstand biedende lagen op de bodem van het Merwedekanaal meegenomen mogen worden (in de eindsituatie). Daarbij gelden meerdere argumenten, onder andere dat op termijn de diepte van het kanaal kan wijzigen en daarmee de eigenschappen van de waterbodem.
- 2025-03-10
Op deze datum is afstemming geweest tussen de initiatiefnemer en HDSR. Daarin is besloten dat de analyses meerdere fases dienen te omvatten. Dat omvat o.a. de bouwfase en de eindfase. Daartussen ligt ook een overbruggingsfase. Dit is een fase tussen de bouw van de woning en de uitvoering van de dijkversterking door HDSR. In deze fase mogen minder strenge uitgangspunten gehanteerd worden.
- 2025-03-17
Op deze datum heeft HDSR besloten dat in de analyses geen positieve invloed van weerstand biedende lagen op de bodem van het Merwedekanaal meegenomen mogen worden in alle overige fases (dus ook bouwfase)
- 2025-04-02
Op deze datum is een toelichting gegeven bij HDSR. Daarbij is als reactie gegeven dat aanvullende analyses voor de eindfase vereist zijn (liftput zonder positieve invloed van aanliggende bebouwing).
- 2025-11-26
In de periode tussen april en november is overleg geweest tussen de initiatiefnemer en HDSR. Daarbij zijn de volgende besluiten genomen:

1) De eindsituatie is vergunbaar mits de initiatiefnemer een aanpassing doet aan het ontwerp (kruipruimteloos bouwen langs Wilhelminastraat) en een bijdrage levert aan de dijkversterking (5 m extra kwelscherm) om de verslechtering te mitigeren.

2) De overbruggingsfase wordt gedoogd.

3) De bouwfase dient opnieuw beoordeeld te worden.

De initiatiefnemer heeft meerdere ontwerp-aanpassingen voorgenomen. Dit leidt tot onder andere een herziening van de maatregelen die nodig zijn in de bouwfase. Deze fase inclusief maatregelen dienen nog beoordeeld te worden door HDSR.

- 2026-2-13

Eind 2025 heeft HDSR een reactie gegeven op de voorliggende stukken. Deze reactie is verwerkt, dat heeft geleid tot diverse (tekstuele) aanscherpingen. Voornaamste inhoudelijke wijziging is het opnemen van een hoogwateractieplan in dit rapport en andere rapporten. Deze heeft als kern dat bij hoogwater de werkzaamheden worden afgeschaald met als doel het borgen van veiligheid.

Vigerende normering

Op d.d. 2024-01-01 is de omgevingswet van kracht gegaan. Een deel van de activiteiten en onderzoeken hebben plaatsgevonden voor deze datum een deel van de activiteiten hebben plaatsgevonden na deze datum. Er is in samenspraak met HDSR besloten een vergunningsaanvraag in te dienen na 2024-01-01 daarmee is de vigerende normering de omgevingswet.

Met de omgevingswet zijn ook nieuwe kaders voor dijkveiligheid geïntroduceerd. Dit is het BOI2023. Voorafgaand aan de omgevingswet waren het WBI2017 en OI2014v4 vigerend. Het BOI2023 maakt een pas op de plaats, daarmee zijn nog niet alle inhoudelijke documenten gereed. Hiervan missen ten tijde van schrijven alle technische leidraden. Inhoudelijk bouwt het BOI2023 voort op het eerdere WBI2017 en OI2014v4. In samenspraak met HDSR is besloten om daarom de beoordelingskaders van WBI2017 en OI2014v4 toe te passen.

1.3 Doel

Deze analyse waterveiligheid heeft de volgende doelen:

- Beschrijven huidige situatie.
- Beschrijven voorgenomen ontwikkelingen.
Dit omvat tijdelijke en permanente ontwikkelingen.
- Toetsen van de voorgenomen ontwikkelingen aan het geldende beleid.
- Analyse van de waterveiligheid met betrekking tot het faalmechanisme Piping.

Nb.

Deze analyse richt zich hoofdzakelijk op het faalmechanisme piping. Vanuit HDSR is aangegeven dat ook andere delen van de waterveiligheid beschouwd dienen te worden. Gezien de aanloop en geschiedenis van het proces, samen met alle onderzoeken die specifiek voor dit onderwerp zijn uitgevoerd, is het onderwerp piping in alle fases van het proces losstaand behandeld.

Het ontwerp van de tijdelijke damwand wordt opgenomen in een separate notitie. Het beschouwen van de invloed op het faalmechanisme stabiliteit wordt ook behandeld in die separate notitie.

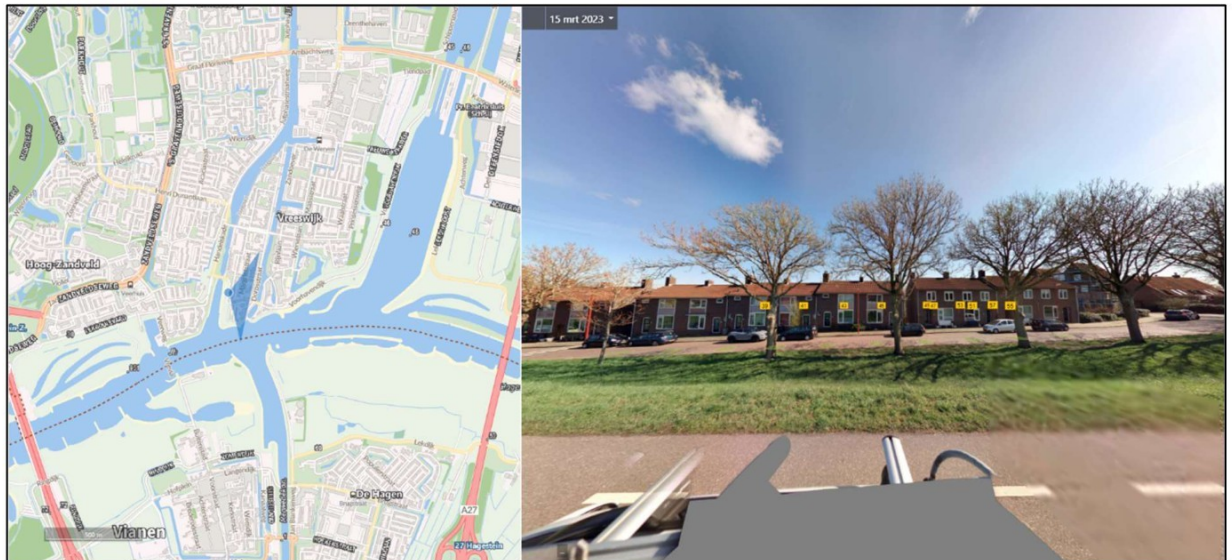
1.4 Leeswijzer

Dit rapport start in hoofdstuk 2 met een beschouwing van de huidige situatie. Daarin is aandacht voor zowel de technische zaken, zoals de maaiveldhoogte, niveau van de waterbodem en bodemopbouw. Daarnaast is er aandacht voor de lopende ontwikkelingen. Dit zijn de voorgenomen ontwikkelingen van de initiatiefnemer en het huidige veiligheidsoordeel van de dijk. In het opvolgende hoofdstuk (hoofdstuk 3) wordt ingegaan op het vigerende beleid en wordt beschouwd hoe de voorgenomen ontwikkelingen daarin passen. In hoofdstuk 4 wordt een analyse gemaakt van de waterveiligheid en de impact van de voorgenomen ontwikkelingen op de waterveiligheid. In hoofdstuk 5 zijn de mitigerende maatregelen uitgewerkt. In het hoofdstuk 6 zijn de conclusies opgenomen.

2. Situatie

2.1 Algemeen

In de huidige situatie ligt op de projectlocatie een woonwijk, met aan de Irenestraat rijtjeshuizen, deze is weergegeven in Figuur 2-1. Ten tijde van schrijven zijn diverse woningen op deze locatie reeds gesloopt.

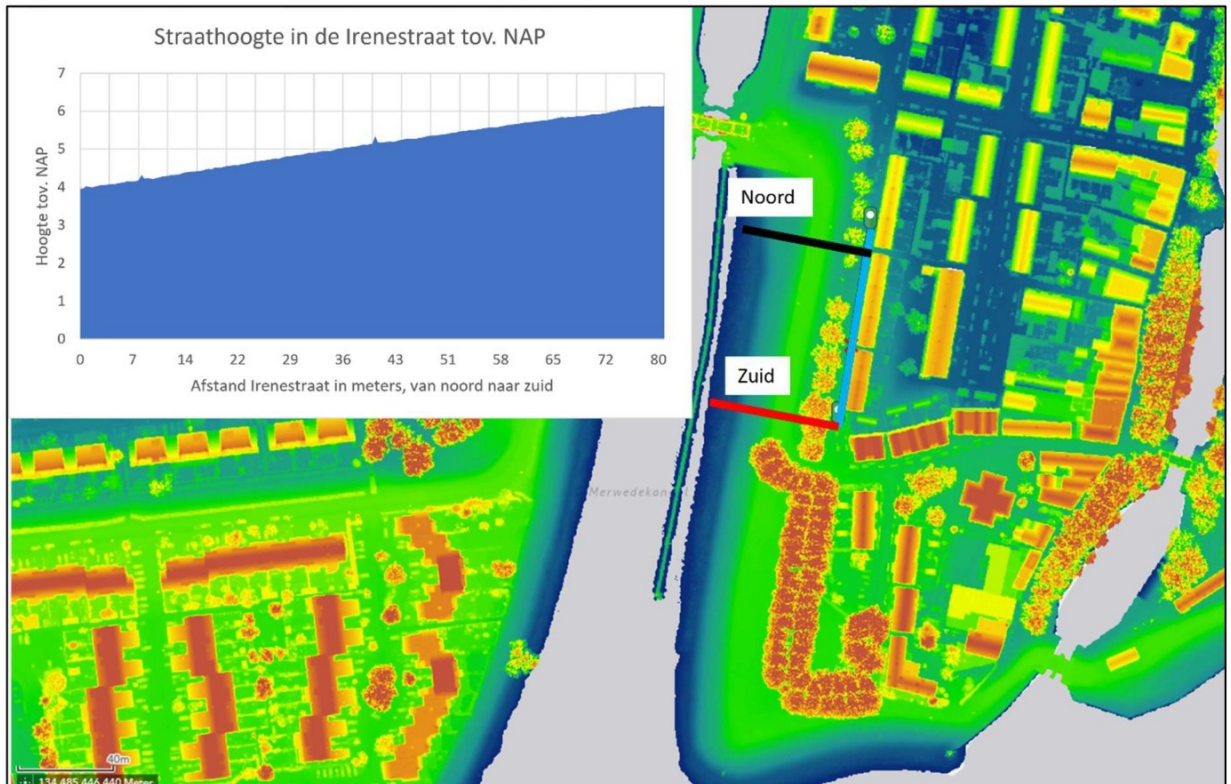


Figuur 2-1: De Irenestraat gezien vanaf de dijk [1].

2.2 Maaiveldhoogte

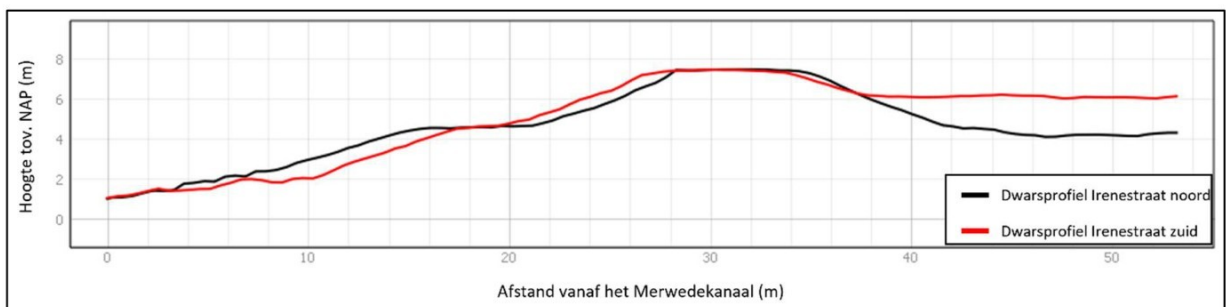
De maaiveldhoogte van de projectlocatie is bepaald op basis van AHN4. Dit is weergegeven in Figuur 2-2. Te zien is dat de Lekdijk hoog ligt (ca. NAP +7 à +8 m). Achter de dijk verloopt het maaiveld geleidelijk van de Irenestraat (NAP +4 à +6 m) naar de lagergelegen woningen achter de dijk (Margrietstraat NAP +2,0 à +2,2 m).

De Irenestraat zelf sluit aan op de weg die op de kruin van de dijk ligt. Daardoor heeft deze weg een noemenswaardig hoogteverloop. Een lengteprofiel over deze weg is ook weergegeven in Figuur 2-2.



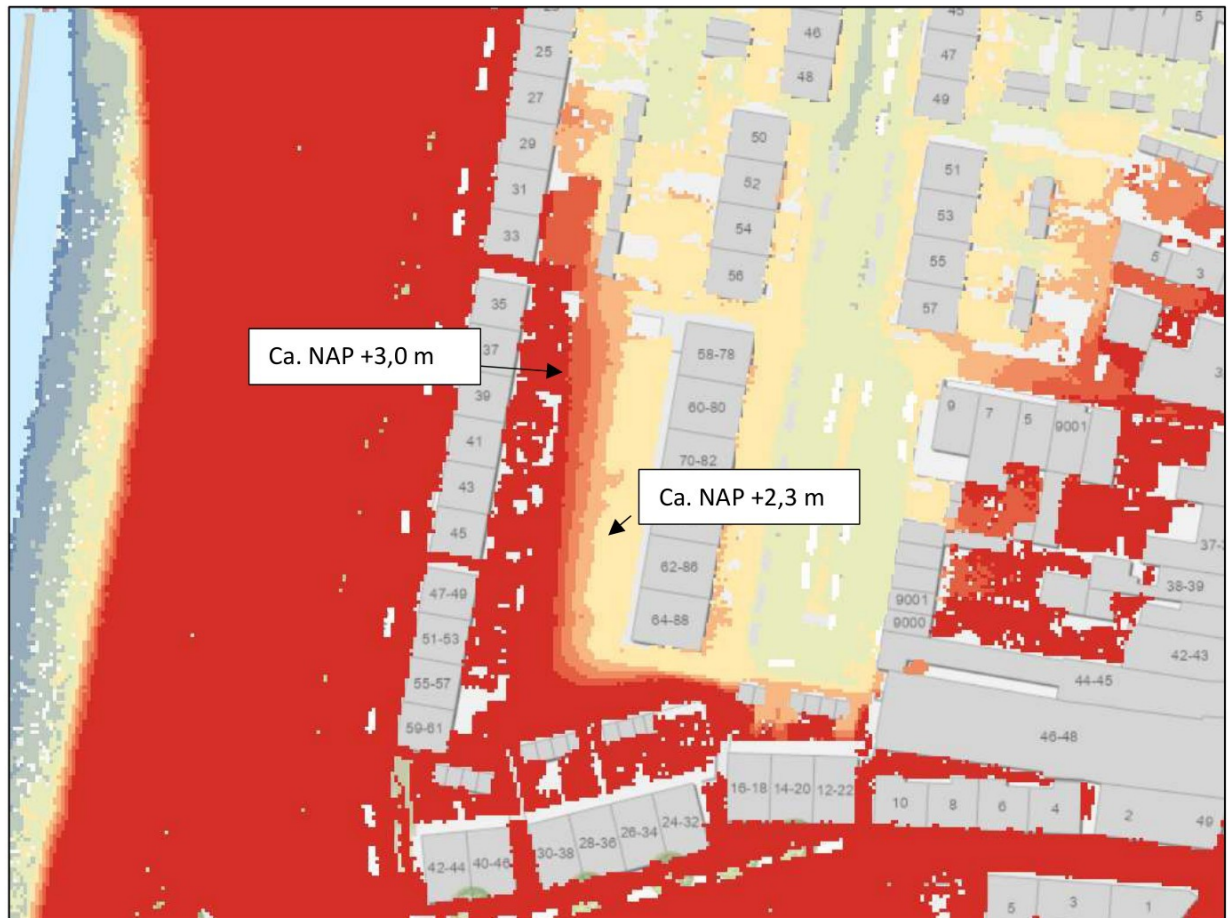
Figuur 2-2: Uitsnede van de AHN4 ter plaatse van de Irenestraat (Nederland E. , sd). Daarnaast is een hoogteverloop van de straat zelf weergegeven.

Aanvullend zijn twee dwarsprofielen gemaakt en zijn opgenomen in Figuur 2-2. Te zien is dat de Irenestraat ca. 50 m van het Merwedekanaal vandaan ligt. Daarbij is te zien dat de Irenestraat een variërende hoogte heeft.



Figuur 2-3: Dwarsprofiel Lekdijk ter hoogte van de Irenestraat (data uit (Nederland E. , sd)).

Achter de bebouwing van de Irenestraat ligt een groene zone, dit is de 'binnentuin'. Hierbinnen is ook een noemenswaardig verloop van de maaiveldhoogte. Dit is weergegeven in Figuur 2-3. Te zien is dat dit verloopt van delen hoger dan NAP +3,0 m naar delen lager dan NAP +2,3 m.



Figuur 2-4: Maaiveldhoogte conform AHN4 verloop rondom de 'binnentuin' achter de Irenestraat.

2.3 Hoogte waterbodembodem

De hoogte waterbodembodem van de Lek en het Merwedekanaal zijn opgenomen in bijlage 4.

Deze omvat de hoogte waterbodembodem zoals overgenomen van de data van Rijkswaterstaat. Deze is gebruikt in de analyse van "20230623-0467886-0001-Memo pipinganalyse Irenestraat_def01.pdf".

Daarnaast omvat de bijlage de batymetrische meting, zoals verzocht door HDSR op d.d. 2023-11-06. Deze is uitgevoerd door DEEP op d.d. 2024-03-07.

De gegevens van d.d. 2023 06-23 geven het volgende weer:

- Lek: bodemhoogte ligt tussen NAP -4,5 en -6,5 m.
- Merwedekanaal: bodemhoogte ligt tussen NAP -3,0 en -3,5 m.

De gegevens DEEP geven het volgende weer:

- Lek: beperkt gemeten, maar ligt dieper dan NAP -5 m.
- Merwedekanaal: Bodemhoogte ligt tussen NAP -3,1 en -3,4 m.

Merk op dat ten tijde van schrijven Rijkswaterstaat nieuwe inpeiling heeft van haar wateren. Deze zijn ook opgenomen in bijlage 4. Voornaamste verschil is dat er binnendijs nu meer data voorhanden is.

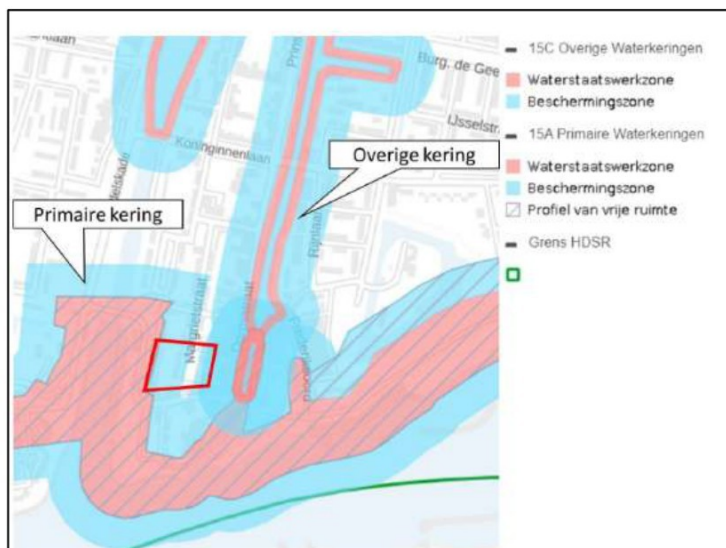
2.4 Primaire kering

De Irenestraat ligt nabij de primaire kering. De locatie van de primaire kering is opgenomen in de legger. Er zijn meerdere versies van de legger. Hier worden twee versies benoemd:

- Legger tot 2023-12-31 (genoemd: Legger Primaire Waterkeringen 2020).
Link: <https://experience.arcgis.com/experience/934142986d1d413b8c857a202ca95fa4/>
- Legger na 2024-01-01 (genoemd: waterschapsverordening 2024).
<https://experience.arcgis.com/experience/12a412068d8e4a89b7161cac1dfaf689/>

Gegevens van deze oude legger zijn opgenomen in bijlage 3. Van de tweede legger is een afdruk gemaakt en opgenomen in bijlage 6. Een uitsnede hiervan is weergegeven in Figuur 2-4.

De primaire kering naast de projectlocatie bevindt zich in het normtraject 15-1, heeft een trajectlengte van 23,0 km en wordt beheerd door HDSR. De vigerende normering is uit het WBI2017 (RWS, 2017) en heeft een faalkanseis met een ondergrenswaarde van 1:10.000 jaar.

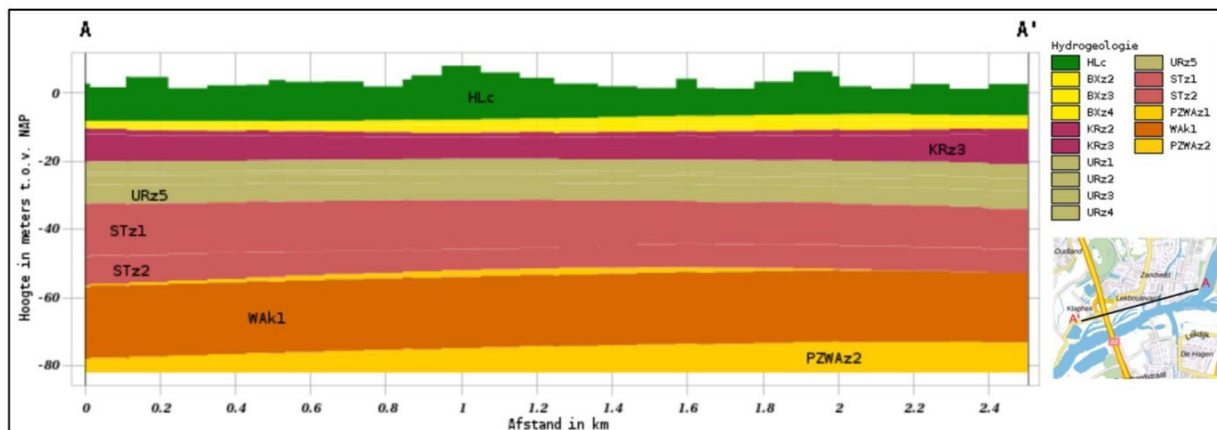


Figuur 2-5: Primaire waterkering inclusief beschermingszone en profiel van vrije ruimte (plangebied in het rode kader) (Rijnlanden, 2021).

2.5 Bodemopbouw

Regionale bodemopbouw

De regionale bodemopbouw is gebaseerd op het ondergrondmodel REGIS II v2.2.1 van DINoloket. Deze is weergegeven in Figuur 2-5. De bovenste (groene) HLc (Holocene) laag bestaat uit klei tot ongeveer een diepte van -5,0 m NAP. Hieronder zit een dunne laag fijn zand die onderdeel is van de formatie van Bortel (BXz). Daaronder zitten grove rivierafzettingen (KRz3, URz5, STz1, STz2) tot een diepte van -55,0 m NAP. Daaronder zit nog een afsluitende kleilaag (WAK1).



Figuur 2-6: Bodemopbouw op basis van REGIS II v2.2.1 uit Dinoloket (Nederland T. G., sd).

Lokale bodemopbouw

De bodemopbouw is beschreven aan de hand van het aanwezige grondonderzoek. Dit geeft meer gedetailleerde invulling van de regionale bodemopbouw.

Voor project Sterke Lekdijk is grondonderzoek uitgevoerd in de omgeving van de projectlocatie door Wiertsema-Inpijn Blokpoel (Wiertsema en Partners, 2020). Hierbij zijn boringen en sonderingen gedaan in de buitenteen, kruin en de binnenberm in de omgeving van de projectlocatie. De sondering die het dichtst bij de projectlocatie is uitgevoerd is sondering: DP-M19+054_DKMP1_BERM. Deze gegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

Aanvullend grondonderzoek is uitgevoerd door SOCOTEC (voorheen Inpijn-Blokpoel) op d.d. 2024-04-23. Deze gegevens zijn opgenomen in bijlage 5. Ook is grondonderzoek uitgevoerd door Koops grondmechanica op d.d. 2021-6-17. Deze gegevens zijn ook opgenomen in bijlage 5

De bodemopbouw is beschreven ter plaatse van de projectlocatie. De onderzoekpunten die het dichtst bij het buitenwater liggen, zijn sonderingen DKM1, DKM2 en DKM3. Daarnaast is sondering DP-M19+054_DKMP1_BERM gebruikt. Hieronder is een overzicht gegeven per onderzoekpunt:

- DKM1
 - Vanaf het maaiveld tot NAP +0,0 m: antropogene lagen (o.a. zand).
 - Van NAP -0,0 m tot NAP -5,7 m: holocene lagen (veen en klei).
 - Van NAP -5,7 tot -22,5 m: pleistocene zandlagen.
 - Van NAP -22,5 tot -24,0 m: pleistocene stoorlagen (mogelijk zand en klei).
- DKM2
 - Vanaf het maaiveld tot NAP +0,0 m: antropogene lagen (o.a. zand).
 - Van NAP -0,0 m tot NAP -5,9 m: holocene lagen (veen en klei).
 - Van NAP -5,9 tot -24,0 m: pleistocene zandlagen.
- DKM3
 - Vanaf het maaiveld tot NAP -1,5 m: antropogene lagen (o.a. zand).
 - Van NAP -1,5 m tot NAP -4,0 m: holocene lagen (veen en klei).
 - Van NAP -4,0 tot -25,0 m: pleistocene zandlagen.
- DP-M19+054_DKMP1_BERM
 - Vanaf het maaiveld tot NAP +0,0 m: antropogene lagen (o.a. zand).
 - Van NAP -0,0 m tot NAP -5,0 m: holocene lagen (veen en klei).
 - Van NAP -5,0 tot -11,0 m: pleistocene zandlagen.

Voor het faalmechanisme piping zijn dunne deklagen maatgevend. De bodemopbouw zoals is aangetroffen in DKM3 is daarmee maatgevend. Dit resulteert in de bodemopbouw te zien in Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Bodemopbouw ter hoogte van de Irenestraat: conform DKM3.

Diepte (m NAP)	Grondsoort
+4,9 tot -1,5	Ophoogzand, zandige klei
-1,5 tot -3,0	Veen en organische klei
-3,0 tot -4,0	Klei
-4,0 tot -5,0	Zand Waarschijnlijk matig fijn zand onderdeel van de formatie van Boxtel.
-5,0 tot -54,0 ^[1]	Zand, Waarschijnlijk zeer grof zand onderdeel van de formatie van Kreftenheye.

^[1] De onderzijde is zo gekozen dat de dikte van de zandlaag consistent is met de beoordeling van de dijk.

Nb.

Bovenstaande bodemopbouw wijkt af van de bodemopbouw in de beoordeling van de dijk. Daarbij is als onderzijde van de deklaag NAP -4,21 m aangehouden. De verschillen tussen de twee bronnen worden gezien als gering. Daarnaast zijn deze verklaarbaar, omdat het nieuwe onderzoek meer gegevens omvat.

2.6 Bodemopbouw waterbodem

De bodemhoogte van de waterbodem is onderzocht met o.a. de bathymetrische meting.

In (Antea Group, 2023) is uitgegaan dat de bodemopbouw en laagscheidingen ter plaatse van het Merwedekanaal consistent zijn met het grondonderzoek ter plaatse van de dijk. HDSR heeft op d.d. 2023-11-06 aangegeven dat “De conclusie van Antea is daarmee wat te snel”. Er is aanbevolen om minimaal 3, maar liever 5 à 6 sonderingen uit te voeren op regelmatige afstand.

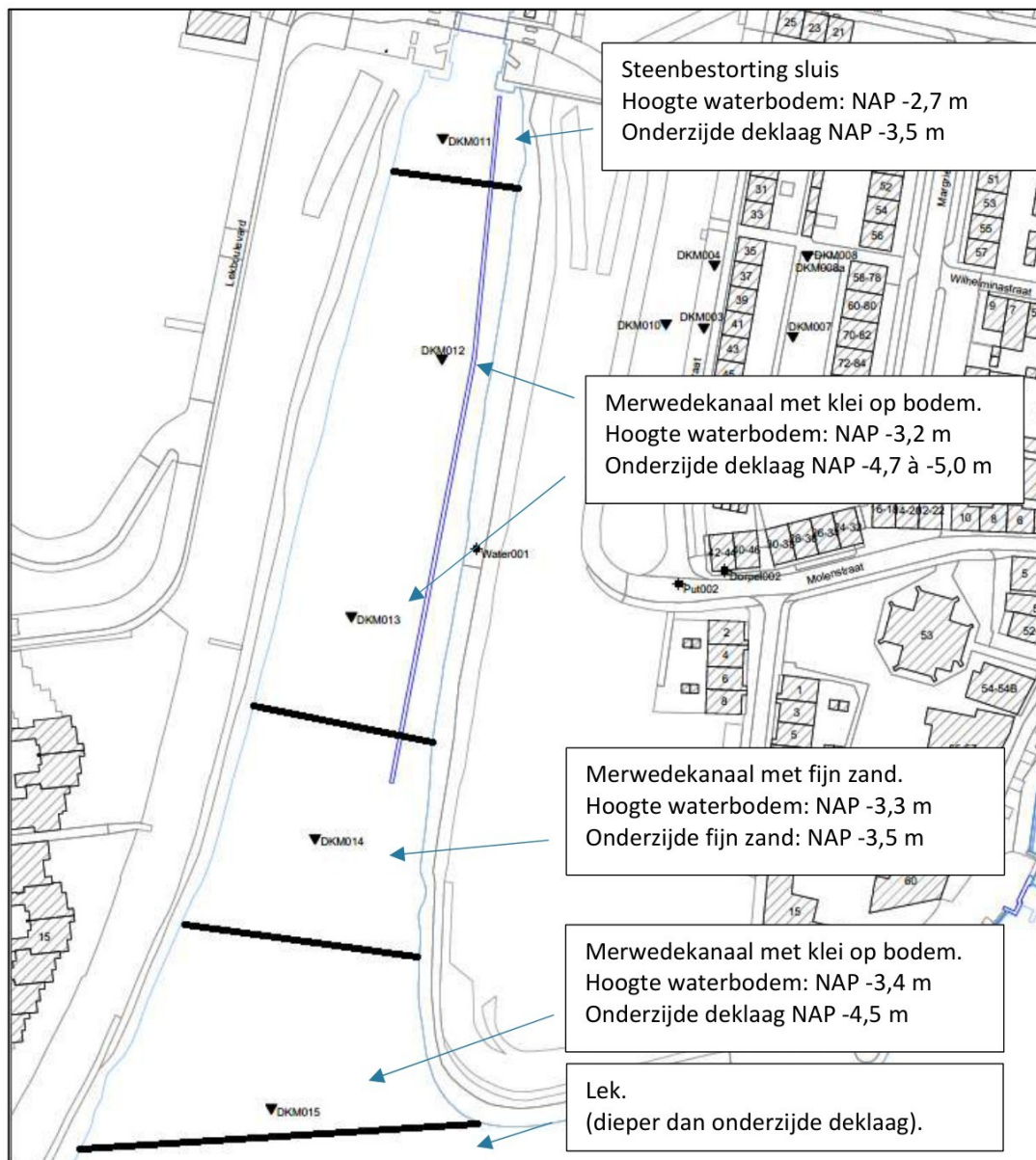
Bovengenoemde aanbeveling is overgenomen. Er zijn vijf sonderingen uitgevoerd ter plaatse van de waterbodem. Dit zijn sondering DKM011 t/m DKM015. Deze sonderingen hebben een voorboring. Deze voorboring geeft aanvullende informatie over de bodemopbouw. Deze sonderingen zijn vergeleken met grondonderzoek ter plaatse van de dijk. Dit vergelijk is weergegeven in Tabel 2-2. Een overzicht is gegeven in Figuur 2-6.

Tabel 2-2: Onderzijde deklaag ter plaatse van de waterbodem.

Onderzoekspunt waterbodem	Onderzijde deklaag [m+ NAP]	Onderzoekspunt dijk	Onderzijde deklaag [m+ NAP]	opmerking
DKM011	-3,5	CPT000000011045 CPT000000030306	-3,6 -4,0	Vooraf steenbestorting nabij sluis
DKM012	-5,0	DKM010 M19+054_DKMP1_BERM	-5,0 ^[2] -5,0	Omvat 0,55 m slib
DKM013	-4,7	DKM001 M17+153_DKMP1_BERM	-5,7 -4,8	
DKM014	n.v.t. ^[1]			
DKM015	-4,5	S38F01251	-5,0	

^[1] De waterbodem ligt op NAP -3,2 m. Daar is 0,3 m matig fijn zand met brokken klei aangetroffen. Daarmee is de bodem kleiig, maar geen klei.

^[2] De sondering geeft tot NAP -4,0 m cohesieve lagen. Daarna 0,5 m zand, dan 0,3 m cohesieve laag, daarna 0,6 m zand, daarna weer 0,3 m cohesieve laag.



Figuur 2-7: Meetlocaties van het grondonderzoek ten behoeve van de waterbodem.

De eerdere studie ging ervan uit dat het Merwedekanaal geen intredepunt is voor piping. Uit het grondonderzoek blijkt dat op de waterbodem er op meerdere locaties slecht doorlatende lagen zijn. Deze lagen zijn aanwezig direct voor de projectlocatie. Maar deze lagen zijn niet overal aanwezig en hebben een wisselende dikte.

Addendum 2025-03-06

Op deze datum heeft HDSR besloten dat in de analyses geen positieve invloed van weerstand biedende lagen op de bodem van het Merwedekanaal meegenomen mogen worden (in de eindsituatie). Daarbij gelden meerdere argumenten, onder andere dat op termijn de diepte van het kanaal kan wijzigen en daarmee de eigenschappen van de waterbodem. Op d.d. 2025-03-17 heeft HDSR ook aangegeven dat de positieve effecten van de weerstand biedende lagen ook niet meegenomen mogen worden in de bouwfase.

2.7 Waterstanden

Rondom de locatie zijn meerdere waterstanden aanwezig. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de waterstanden onder dagelijkse omstandigheden en waterstanden ten tijde van hoogwater.

Voor de Oude Sluis is contact geweest met HDSR. Op d.d. 2024-04-22 is een reactie ontvangen. Deze stelt dat het streefpeil daar ligt op NAP +0,58 m. Bij hoogwater wordt het peil in de sluiskolk opgezet, omdat anders de druk vanuit de Lek te groot wordt. Er is op deze datum geen exacte waarde aangegeven over de mate aan opzet. In deze studie is derhalve hier een pragmatische invulling aangegeven.

Dagelijkse waterstanden

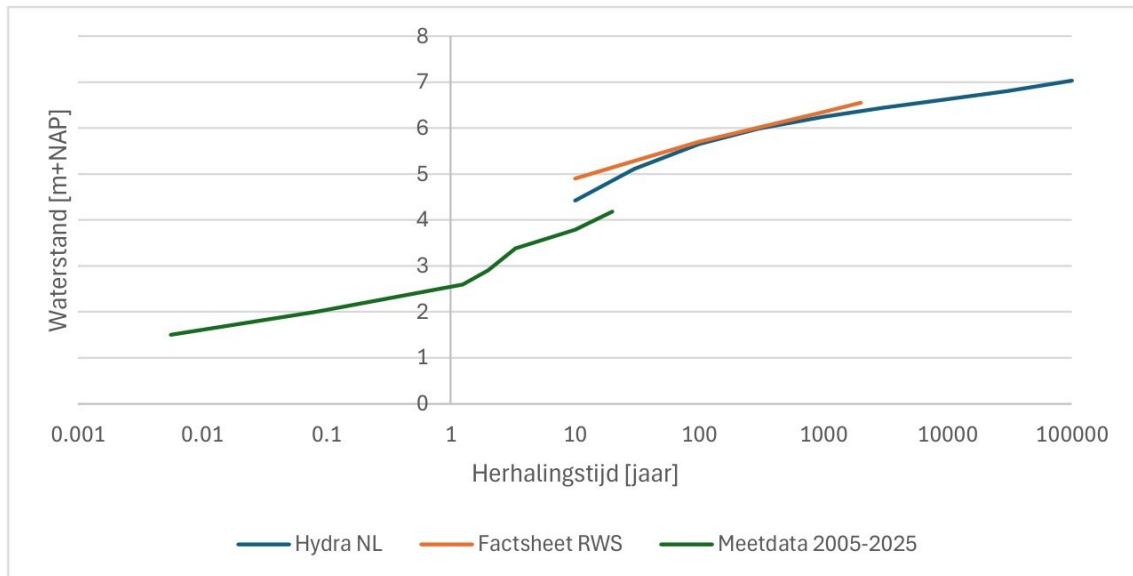
- Rivier de Lek: NAP +0,7 tot 1,6 m.
De waterstanden van de rivier de Lek worden gemeten door Rijkswaterstaat bij meetlocatie Hagestein beneden. Meetgegevens zijn te vinden op <https://waterinfo.rws.nl/>. De geraadpleegde periode betreft 13 tot 15 mei 2024.
- Merwedekanaal (rivierzijde): gelijk aan rivier de Lek.
- Merwedekanaal (polderzijde): NAP +0,55 à +0,70 m.
Waterstanden worden gemeten door HDSR. Deze zijn te vinden op: <https://data-hdsr.opendata.arcgis.com/documents/b1dd54ba481d4ba49e1710e265322369/explore>
- Amsterdam-Rijnkanaal en Lekkanaal: NAP -0,3 à -0,4 m.
Het Amsterdam-Rijnkanaal en het Lekkanaal staan met elkaar in verbinding en hebben hetzelfde peil. De waterstanden worden gemeten door Rijkswaterstaat bij meetlocatie Nieuwegein. Meetgegevens zijn te vinden op <https://waterinfo.rws.nl/>. De geraadpleegde periode betreft 13 tot 15 mei 2024.
- Polderpeilen: niet van toepassing.
De polderpeilen worden beheerd door het hoogheemraadschap (HDSR). De vigerende polderpeilen zijn te vinden op:
<https://hdsr.maps.arcgis.com/apps/instant/interactivelegend/index.html?appid=9e93c659d8a94b63a66f7d7c41f5a15b>
Rondom de projectlocatie geldt een flexibel peil van NAP +0,51 tot +0,66 m. Er zijn echter geen watergangen op korte afstand van de projectlocatie anders dan de Koninginnensluis of de Oude Sluis.

Waterstanden tijdens toets omstandigheden

- Rivier de Lek: NAP +6,67 m.
Dit betreft waterstanden bij de norm zoals gehanteerd in de beoordeling van de dijk (herhalingstijd 1x 10.000 jaar). Deze waarde is ook opgenomen in bijlage 3 in het bestand "AV veiligheidsopgave STPH november 2021.xlsx"
- Merwedekanaal (rivierzijde): gelijk aan rivier de Lek.
- Merwedekanaal (polderzijde): NAP +0,55 à +0,70 m (na sluis).
Waterstanden in de sluizen worden opgezet teneinde tegendruk te bieden. De waterstand in de compartimenten zijn als volgt aangehouden:
1^e compartiment: NAP +3 m (meetwaarde december 2023 ca. +2,7 m bij meetpunt 'VREESWIJK_2130-w_kom').
2^e compartiment: NAP +2 m (tussenwaarde)
Merwedekanaal: NAP +0,70 m (meetwaarde december 2023 ca. +0,65 m bij meetpunt 'DOORSLAG ADCP_2147-w_Doorslag').
Meetwaarden zijn te vinden op: <https://data-hdsr.opendata.arcgis.com/documents/b1dd54ba481d4ba49e1710e265322369/explore>
- Polderpeilen: niet van toepassing.

Variatie van waterstanden Lek

Informatie over gemiddelde waarden op de Lek zijn hierboven beschreven. Informatie over extremere waarden is opgenomen in bijlage 1 (factsheet RWS) en in bijlage 8. De overschrijdingslijn van de waterstanden is weergegeven in Figuur 2-8.



Figuur 2-8: Overschrijdingslijn waterstanden Lek op basis van 3 bronnen.

2.8 Huidige bebouwing

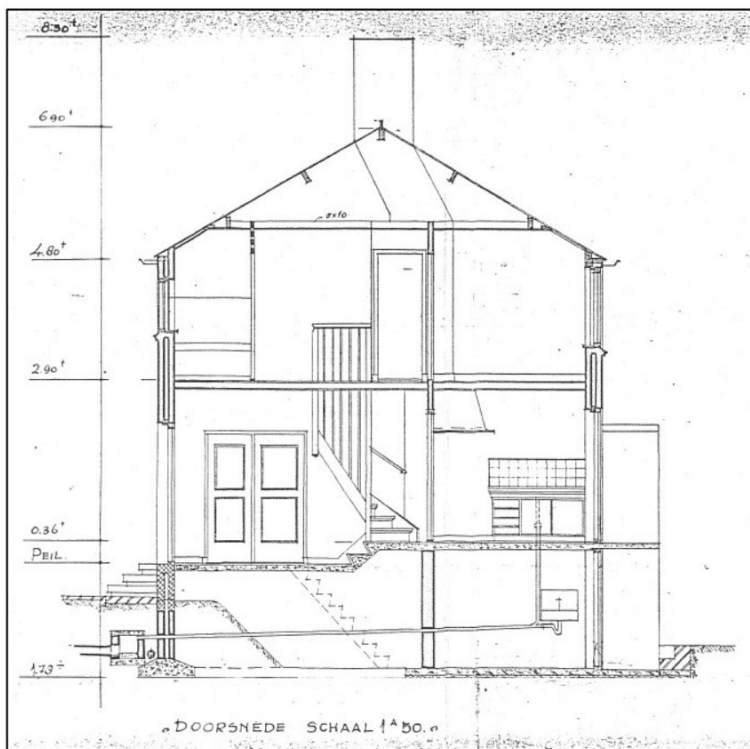
2.8.1 Bebouwing Irenestraat

Tekeningen van de huidige bebouwing aan de Irenestraat zijn opgenomen in bijlage 1. In Figuur 2-7 is hiervan een uitsnede te vinden. Te zien is dat de bestaande woningen de voordeur aan de zijde van de Irenestraat hebben. Deze woningen hebben een souterrain die lager ligt dan het niveau van de Irenestraat. Het vloerniveau van dit souterrain is iets lager dan met maaiveldniveau van de achtertuin. Het souterrain heeft een fundering met poeren. De hoogte van deze fundering is weergegeven op de tekeningen. Het niveau van het souterrain is ruwweg gelijk aan de bovenzijde van de fundering (poer). Dit is:

- Noordzijde
Onderkant fundering: NAP +2,04 m.
Dikte fundering (poer): 0,15 m.
Bovenzijde fundering: NAP +2,19 m.
- Midden
Onderkant fundering: NAP +3,24 m.
Dikte fundering (poer): 0,15 m.
Bovenzijde fundering: NAP +3,39 m.
- Zuidzijde
Onderkant fundering: NAP +4,00 m.
Dikte fundering (poer): 0,15 m.
Bovenzijde fundering: NAP +4,15 m.

De projectlocatie omvat een deel van de bebouwing die is weergegeven in bijlage 1. Dit is namelijk alleen het deel midden tot aan zuid. Dit heeft een bovenzijde van de fundering tussen NAP +3,39 à +4,15 m.

Merk op dat bovengenoemde waarden afkomstig zijn uit de tekeningen van 1949. Deze waarden zijn dan ook 75 jaar oud. Het is aannemelijk dat in deze periode er sprake is geweest van bodemdaling.

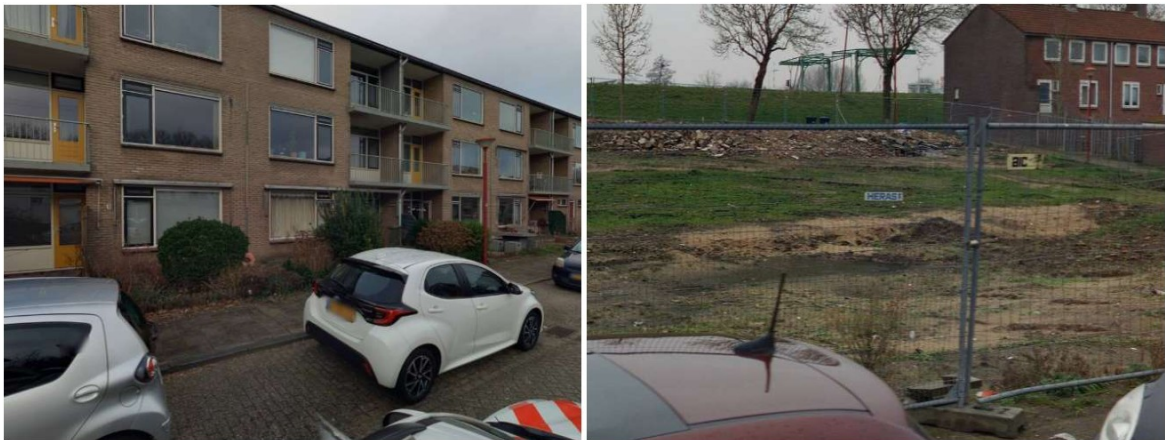


Figuur 2-9: Schets van bestaande bebouwing. Te zien is dat deze een souterrain heeft die lager gelegen is dan het maaiveldniveau aan de voorzijde van de woning.

De vloer van de bestaande bebouwing is niet expliciet weergegeven. Het beeld ontstaat dat deze vloer geen constructieve sterkte heeft (bv. wapening of fundatie). Daarmee kan de bestaande vloer een mogelijk uittredepunt zijn voor piping.

2.8.2 Bebouwing Margrietstraat

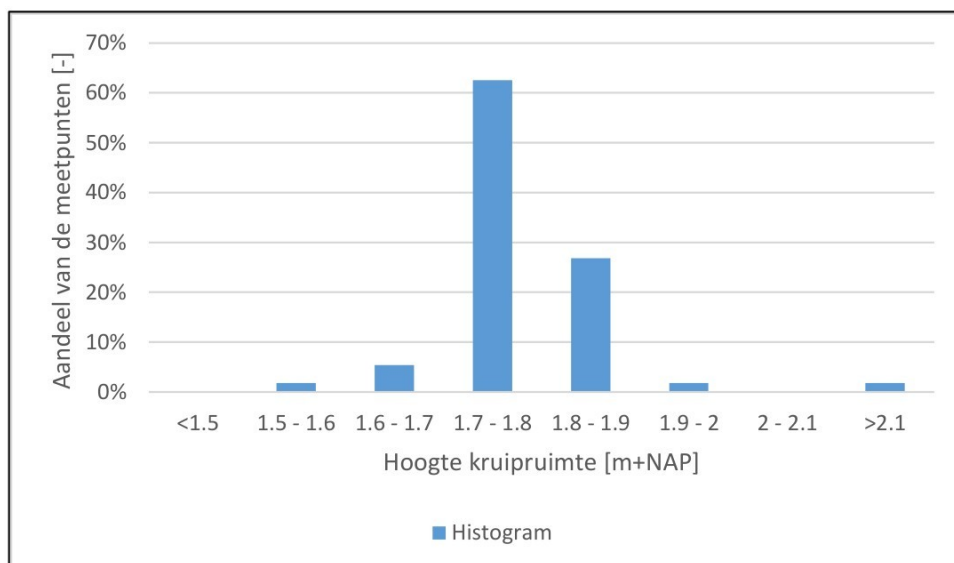
Beelden van de 'huidige' bebouwing aan de Margrietstraat zijn weergegeven in Figuur 2-10. Te zien is dat de bestaande bebouwing middelhoogbouw is met de voordeur aan de Margrietstraat. Deze bebouwing is gesloopt eind 2024. Deze woningen hadden een fundering die bestond uit funderingspalen en een kruipruimte. Deze kruipruimte ligt lager dan het niveau van de Margrietstraat. In Figuur 2-10 is een restant van de verlaagde kruipruimte zichtbaar.



Figuur 2-10: Huidige situatie Irenestraat (links 2024, rechts 2025).

De funderingspalen zijn verwijderd tot het niveau van de kruipruimte. Deze zijn ingemeten. Deze inmeting is opgenomen in bijlage 1. Daaruit blijkt dat de hoogte van de kruipruimte varieert. De variatie van de kruipruimte hoogte is weergegeven in Figuur 2-11. Er gelden de volgende waarden voor de hoogte van de kruipruimte:

- 10% bovengrens: NAP +1,85 m.
- Gemiddelde waarde: NAP +1,77 m.
- 10% ondergrens: NAP +1,71 m.



Figuur 2-11: Histogram met de variatie van de kruipruimte hoogte van de Margrietstraat.

2.9 Voorgenomen ontwikkelingen

2.9.1 Woningbouw Irenestraat

Tekeningen van de voorgenomen ontwikkeling zijn opgenomen in bijlage 2.

De huizen die nu aan de Irenestraat staan hebben hun levensduur bereikt en zijn toe aan renovatie. De huidige woningen worden daarom vervangen voor een nieuw woningcomplex. Een bovenaanzicht is gegeven in Figuur 2-8, deze is ingetekend op de topografische kaart in Figuur 2-9. Dwarsdoorsneden zijn weergegeven in bijlage 2, daarvan is het middelste dwarsprofiel herhaald in Figuur 2-10.

De voorgenomen ontwikkeling omvat bebouwing, dit is vergelijkbaar aan de huidige situatie. De voorgevellijn van de toekomstige bebouwing komt overeen met de huidige gevellijn. Deze vloer staat in verbinding met dragende muren die gefundeerd zijn op palen. Er wordt gebruik gemaakt van grondverdringende palen¹.

Achter de nieuwbouw aan de Irenestraat wordt een binnentuin aangelegd. Daarbij wordt het terrein geëgaliseerd. Dit leidt er toe dat de delen direct achter de Irenestraat worden verlaagd.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen toegestaan zijn, maar dat dit niet leidt tot een herziening van de benodigde mitigatie. Daarmee omvat het ontwerp dus enige reserves. Er gelden de volgende uitgangspunten qua geometrie:

- Maaiveldhoogte binnentuin:
Huidig: verloopt van zuidwest (NAP +3,7 m) naar noordoost (NAP +2,3 m).
Overeengekomen ontwerp met HDSR: verloopt van zuidwest (NAP +2,7 m) naar noordoost (NAP +2,3 m).
Huidig ontwerp: zuidwest (NAP +2,95 m) noordoost (NAP +2,35 m).
- Vloerhoogte souterrain bebouwing:
Originele bebouwing: zuid (NAP +4,15 m), projectgrens aan noordzijde (NAP+3,39 m).
Overeengekomen ontwerp met HDSR: constante hoogte (NAP +2,50 m).
Huidig ontwerp: zuid (NAP +2,97 m), projectgrens aan noordzijde (NAP +2,50 m).

¹ Het type funderingspalen is soms van invloed op de dijkveiligheid. Dit is het geval wanneer palen worden gebruikt die een verbrede voet hebben. Dit type palen wordt expliciet niet toegepast in dit project. Het voorgenomen type paal is een drukpaal (of gelijkwaardig).



Figuur 2-12: Bovenaanzicht van voorgenomen ontwikkeling.



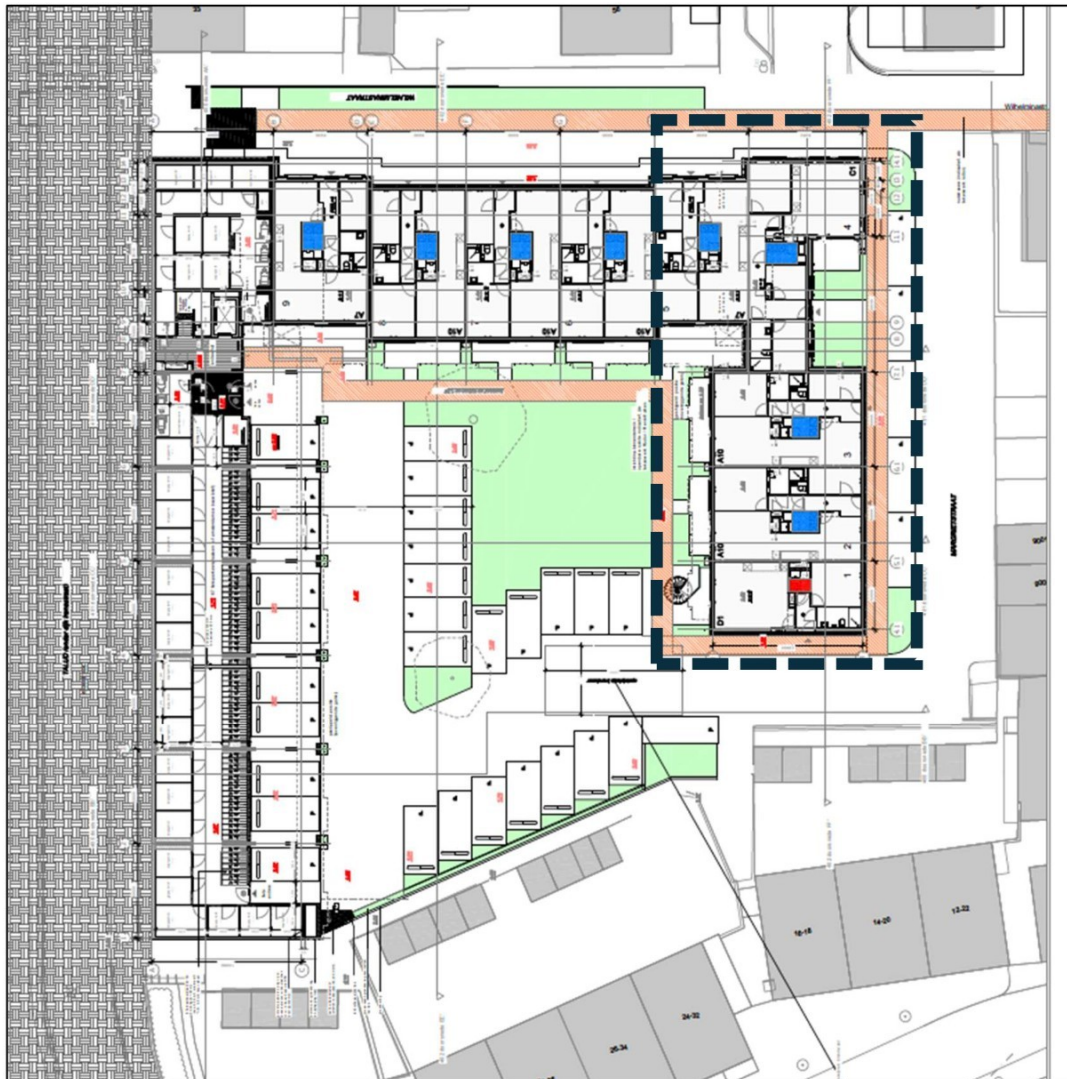
Figuur 2-13: Bovenaanzicht met ingetekende locatie van voorgenomen ontwikkeling.



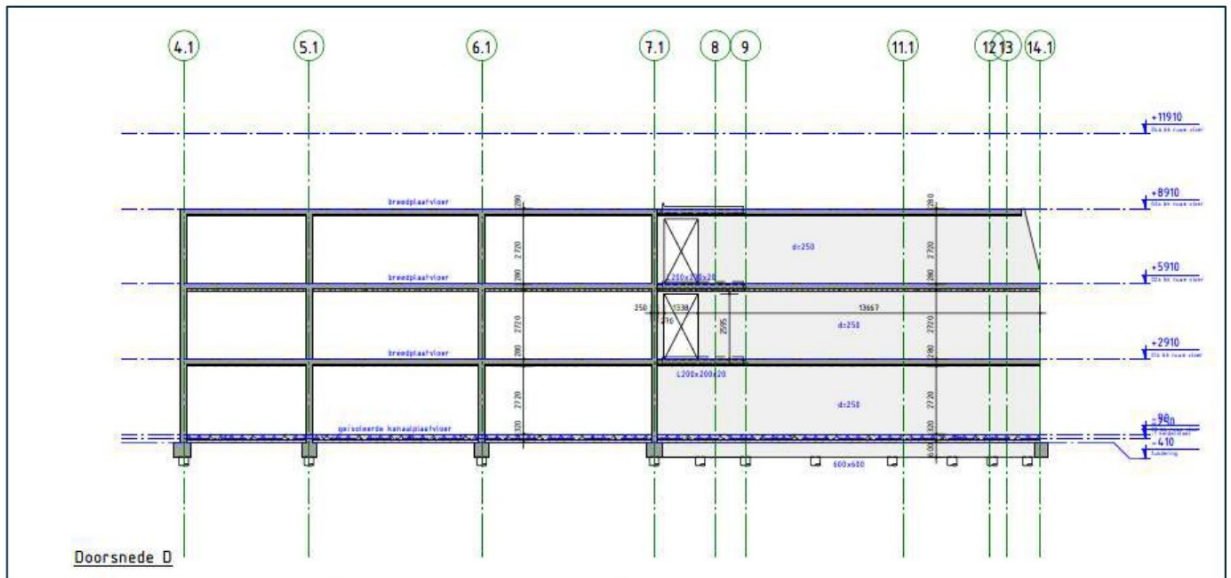
Figuur 2-14: Dwarsdoorsnede (haaks op de dijk) voorgenomen ontwikkeling.

2.9.2 Woningbouw Margrietstraat

De algemene kaders rondom de nieuwbouw zijn beschreven in paragraaf 2.9.1. Hier wordt ingezoomd op de nieuwbouw ter plaatse van de Margrietstraat. Hieronder is de tekening van het gehele deel weergegeven. Het deel aan de Margrietstraat is omlijnd. Te zien is dat de nieuwe locatie van de bebouwing op een grotere afstand is van de dijk dan de huidige bebouwing (10 m verder). Een dwarsdoorsnede van de nieuwbouw is weergegeven in Figuur 2-16.



Figuur 2-15: Bovenaanzicht van voorgenomen ontwikkeling. Deel Margrietstraat is omlijnd.



Figuur 2-16: Dwarsdoorsnede DO van deel woningbouw Margrietstraat (links: zuid, rechts: noord).

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen toegestaan zijn, maar dat dit niet leidt tot een herziening van de benodigde mitigatie. Daarmee omvat het ontwerp dus enige reserves. Er gelden de volgende uitgangspunten qua geometrie:

- Type kelder:
Huidig: kruipruimte (NAP +1,71 m).
Overeengekomen ontwerp met HDSR: kruipruimte (NAP +1,39 m).
Huidig ontwerp: geen kruipruimte (vloerpeil NAP +2,40 m).

Bovenstaande leidt ertoe dat de kruipruimte een mogelijk uittredepunt was voor piping. Deze was dieper dan de huidige kruipruimte, maar ligt verder weg van de dijk. Door de aanpassingen in het ontwerp (geen kruipruimte) is er dus sprake van een verbetering ten opzichte van de huidige situatie rondom de Margrietstraat. Elders in het projectgebied zijn nog wel ontgravingen, waardoor de conclusie 'verbetering' niet geldt voor het gehele projectgebied.

2.9.3 Woningbouw Wilhelminastraat

De algemene kaders rondom de nieuwbouw zijn beschreven in paragraaf 2.9.1. Hier wordt ingezoomd op de nieuwbouw ter plaatse van de Wilhelminastraat. Hieronder is de tekening van het gehele deel weergegeven. Het deel aan de Wilhelminastraat is omlijnd. Te zien is dat dit bebouwing betreft op een locatie waar nu deels nog geen bebouwing is. Een dwarsdoorsnede van de nieuwbouw is weergegeven in Figuur 2-18.

Op dit deel is ook een liftput aanwezig. De liftput wordt waterdicht uitgevoerd, omvat meerdere fundatiepalen en wordt in de gebruiksfase met regelmaat geïnspecteerd. Daarmee is dit normaliter geen uittredepunt voor piping. Op d.d. 2025-04-02 heeft HDSR aangegeven dat er ook een scenario beschouwd dient te worden waarbij de liftput een uittredepunt voor piping is.



Figuur 2-17: Bovenaanzicht van voorgenomen ontwikkeling. Deel Wilhelminastraat is omlijnd.



Figuur 2-18: Dwarsdoorsnede DO van deel woningbouw Wilhelminastraat (links: west, rechts: oost).

Addendum november 2025

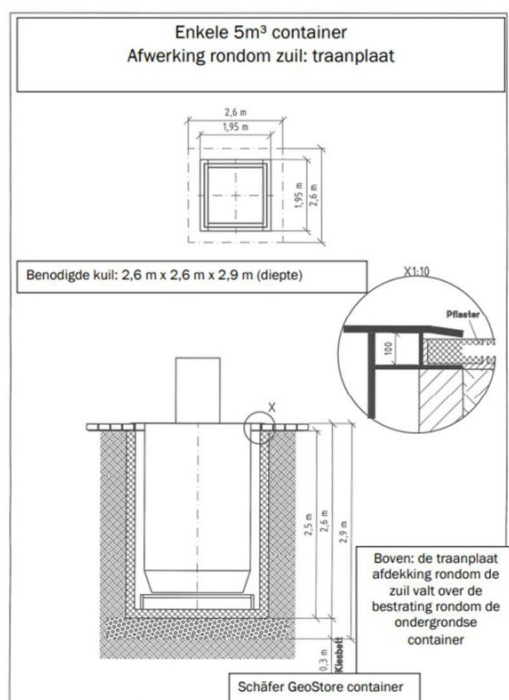
De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen toegestaan zijn, maar dat dit niet leidt tot een herziening van de benodigde mitigatie. Daarmee omvat het ontwerp dus enige reserves. Er gelden de volgende uitgangspunten qua geometrie:

- Type kelder:
 Huidig: souterrain ter plaatse van Irenestraat (NAP +3,39 m), binnentuin (NAP +3,2 tot +2,3 m) en kruipruimte ter plaatse van Margrietstraat (NAP +1,71 m).
 Ontwerp april 2025: souterrain ter plaatse van Irenestraat (NAP +2,5 m) en na 9 m kruipruimte over het deel langs de Wilhelminastraat (NAP +1,39 m).
 Overeengekomen ontwerp met HDSR: kruipruimteloos (vloerpeil NAP +2,5 m en na 9 m NAP +2,4 m).
 Huidig ontwerp: kruipruimteloos, maatvoering gelijk aan bovenstaande.

Bovenstaande leidt ertoe dat de kruipruimte een mogelijk uittredepunt was voor piping. Deze was dieper dan de huidige situatie. Door de aanpassingen in het ontwerp (geen kruipruimte) is er dus sprake van een verbetering.

2.9.4 Vuilcontainer

Naast het woningcomplex moet er gezorgd worden voor een vuilophaallocatie. Dit wordt ingevuld in de vorm van ondergrondse vuilcontainers. Voor deze ondergrondse vuilcontainers is in samenspraak met de gemeente een locatie gekozen. In bijlage 2 zijn deze locatie weergegeven. Daarnaast is diverse technische informatie opgenomen. De afmetingen van de ondergrondse vuilcontainers zijn te zien in Figuur 2-7, deze heeft een diepte van 2,9 m onder maaiveld. Het maaiveld op locatie van de container is +5,9 m NAP, dus de onderkant van de ondergrondse vuilcontainer is +3,0 m NAP.



Figuur 2-19: Afmetingen ondergrondse vuilcontainers.

In ontwerpen van voor 2024 waren deze ondergrondse vuilcontainers ook opgenomen. In deze oude ontwerpen was een locatie voorgenomen die in de kernzone van de kering lag. In 2024 heeft de initiatiefnemer overeenstemming bereikt met HDSR dat de locatie hiervan wordt aangepast. Deze is nu, zoals weergegeven in de tekeningen van bijlage 2, in de beschermingszone van de kering.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. De initiatiefnemer laat de bebouwing realiseren en heeft een expliciete planning voor (aannemer is reeds

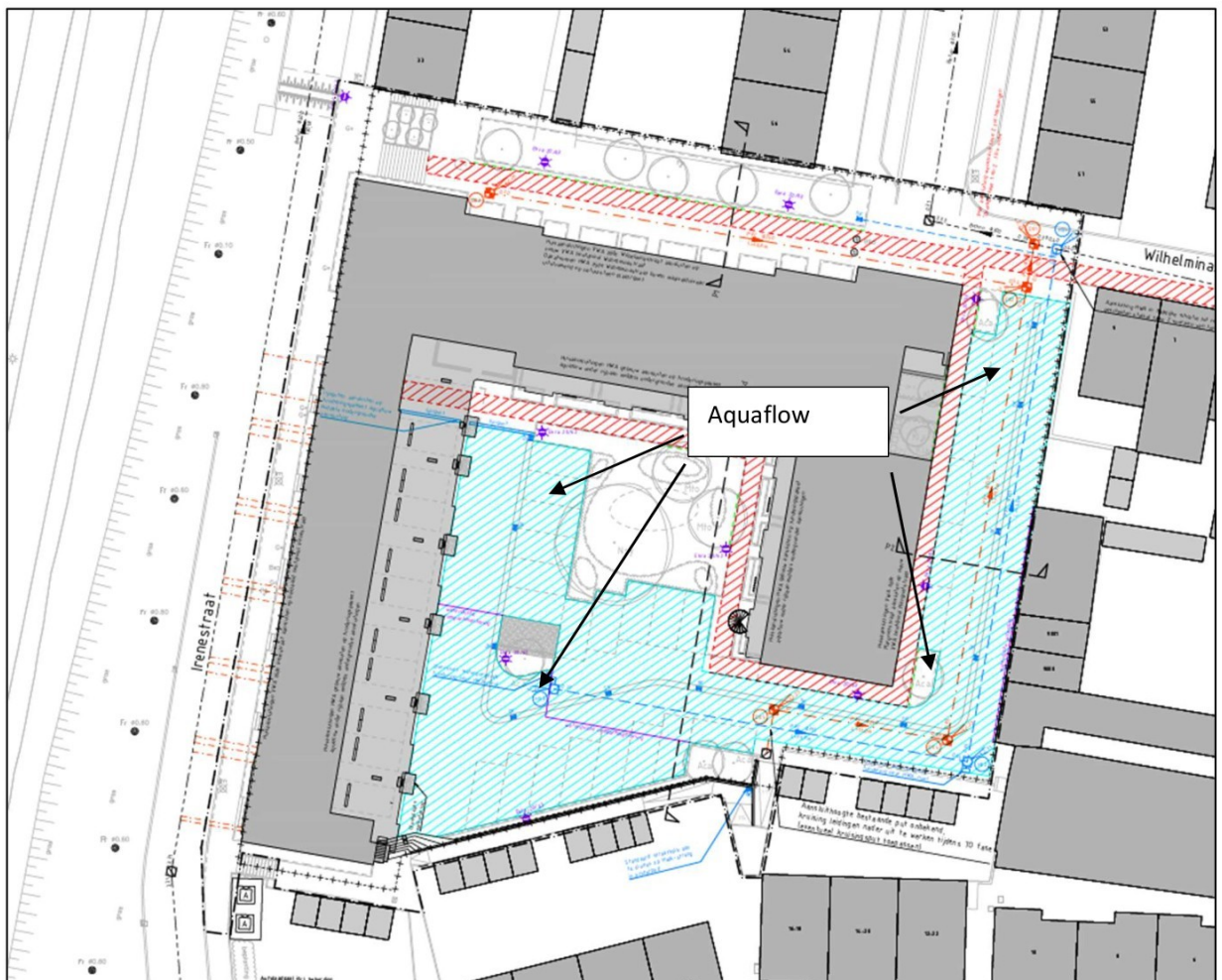
gecontracteerd). Voor de vuilcontainers is nog geen planning bekend, hier is ook nog geen aannemer voor gecontracteerd.

De initiatiefnemer geeft het volgende aan rondom de realisatie van de ondergrondse containers:

- Locatie conform opgenomen tekeningen.
- Ontgraving conform aangegeven diepten, deze zijn opgenomen in de ontgravingstekening.
- Vergunning aanvraag omvat de realisatie van deze containers.
- Uitvoering vindt plaats buiten het gesloten seizoen.

2.9.5 Waterberging – Aquaflow

De voorgenomen ontwikkelingen omvatten een toename aan verhard oppervlak (bebouwing / parkeeroppervlak). Daarvoor is een compensatiemaatregel voorgenomen, dat is het realiseren van extra waterberging, type: Aquaflow. Uitwerking hiervan is gedaan in het stedenbouwkundigontwerp. In Figuur 2-20 is de locatie van de voorgenomen waterberging weergegeven. Deze tekening is in groter formaat opgenomen in de bijlage. Te zien is dat de waterberging een aanzienlijk deel van het binnenterrein en de Margrietstraat omvat. Derhalve wordt in dit document aandacht aan dit onderwerp besteed vanuit het perspectief dijkveiligheid. Een productblad van Aquaflow is tevens opgenomen in de bijlage.



Figuur 2-20: Locatie van de voorgenomen waterberging (blauw).

Voorgenomen invulling

De waterberging met Aquaflow wordt ingevuld onder de parkeervakken en de toegangswegen. Daarvoor wordt het maaiveld afgegraven, wordt het systeem aangelegd en wordt het maaiveld afgewerkt. Hier bestaat de

afwerking uit straatwerk voor de parkeervakken en de toegangswegen. Er worden de volgende afmetingen aangehouden:

- Dikte klinkers+vlijlaag: 0,13 m
Conform tekeningen Aquaflow.
- Dikte AquaFlow: 0,45 m.
Conform tekeningen Rod'or.
- Totale dikte: 0,58 m.

De voorgenomen ontgravingsdiepten zijn derhalve 0,58 m minus de voorgenomen maaiveldhoogte. Deze variëren binnen het terrein. Ter plaatse van de Margrietstraat ligt het voorgenomen maaiveld (wegdek) op NAP +2,21 m, dat geeft een ontgravingsdiepte van NAP +1,63 m. De parkeerplaats met het laagste maaiveldniveau waar Aquaflow wordt toegepast is NAP +2,55 m, dat geeft een ontgravingsdiepte van NAP +1,98 m.

Beschrijving Aquaflow

Bij de voorgenomen werkzaamheden wordt bestaande grond verwijderd en komt Aquaflow daarvoor in de plaats. Daarmee is het relevant om inzicht te hebben in de verschillen tussen de bestaande grond en Aquaflow.

De bestaande bodemopbouw is onderzocht in het milieukundig onderzoek uit 2021. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 5. Ter plaatse van de binnentuin zijn boringen 6 t/m 11 zijn uitgevoerd. Ter plaatse van de Margrietstraat zijn boringen 12 t/m 19 zijn uitgevoerd. Daaruit blijkt dat overal minimaal de bovenste 1 m van de bodem bestaat uit zandlagen (ophoogzand onder de stoep en de weg). Het volumegewicht van zand varieert afhankelijk van de verdichtingsgraad tussen 19 en 20 kN/m³.

Wanneer zandlagen worden vervangen met Aquaflow dan is in beide gevallen spraken van een granulair cohesieloos materiaal met een verzadigd volumegewicht van 19 kN/m³ of meer. Dat betekent dat veel eigenschappen evengoed of gelijk zijn aan de huidige situatie. Conform NEN9997-1 tabel 2.b heeft dit materiaal een sterkte (schoon zand) een sterkte van $\phi' = 30$ à 35° .

Voor het faalmechanisme opbarsten is het volumegewicht relevant. Aquaflow is even goed of vergelijkbaar wanneer het verzadigd volumegewicht even hoog is, dus 19 à 20 kN/m³. Voor het faalmechanisme piping zijn geen materiaal eigenschappen relevant². Daarmee is Aquaflow altijd evengoed of vergelijkbaar. Voor het faalmechanisme stabiliteit is ook het volumegewicht relevant en de schuifsterkte. Aquaflow is even goed of vergelijkbaar wanneer het volumegewicht even hoog is en de sterkte, dus 19 à 20 kN/m³ en $\phi' > 30$ à 35° .

In Figuur 2-21 is een weergave gegeven van Aquaflow. Dit bestaat uit 'Aquaflow meervoudig gebroken hardsteen 8-32+ mm, samenstelling conform mengsel type MHK53'. Daarmee is het een vorm van grond/steensortering. Dit materiaal wordt na aanbrengen verdicht, daarmee is het verzadigd volumegewicht vergelijkbaar met verdicht schoon grind (conform NEN9997-1 tabel 2.b is dit 21 kN/m³). De schuifsterkte van dit materiaal is conform het productblad $\phi' > 55^\circ$. Daarmee is dit onderdeel even goed of vergelijkbaar aan het bestaande materiaal op deze locaties.

² Bij piping worden grondlagen in de binnentoeën van de dijk meegenomen middels de 0,3D-regel. Daarbij wordt deze regel toegepast ongeacht de materiaal eigenschappen.



Figuur 2-21: Aquaflow, weergave van het toe te passen materiaal.

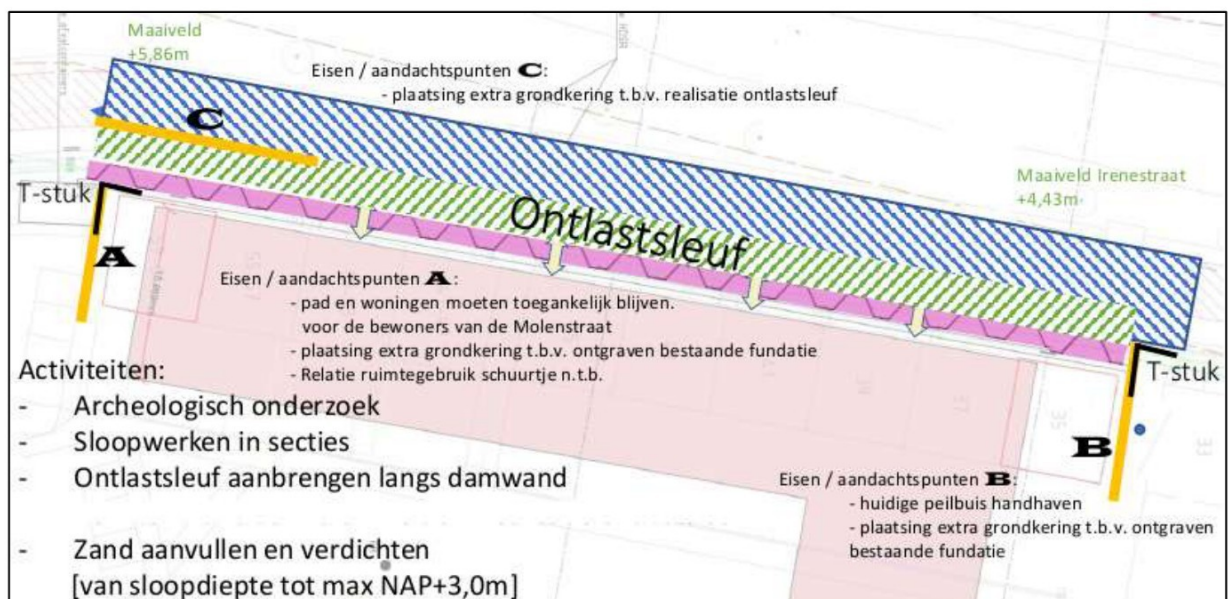
Rondom Aquaflow worden ook geotextielen toegepast. In deze studie naar de dijkveiligheid wordt geen sterkte toegekend aan deze geotextielen.

2.9.6 Tijdelijke situatie

Rondom de voorgenomen ontwikkeling worden verschillende (tijdelijke) werkzaamheden uitgevoerd. Deze werkzaamheden zijn tijdelijk, maar hebben een dermate lange doorlooptijd dat er gewerkt wordt zowel in het open als in het gesloten seizoen. Deze werkzaamheden worden gefaseerd uitgevoerd. Deze fases zijn hieronder beschreven.

Bouwfase 1 – plaatsen damwand(en), archeologisch onderzoek, sloop oude fundatie, en installatie funderingspalen

In deze fase worden damwanden geplaatst. Er wordt bij de damwand een ontlastsleuf gerealiseerd. Aan de kopse eindén worden maatregelen genomen om effecten op aanliggende panden uit te sluiten. Dat wordt ingepast met een berliner wand. Daarnaast wordt archeologisch onderzoek uitgevoerd. De bestaande fundatie verwijderd. Deze wordt daarna direct aangevuld met zand (tot NAP +3,0 m). Dit is geschetst in Figuur 2-22.



Figuur 2-22: Weergave van de voorgenomen ingrepen in de eerste bouwfase.

In deze bouwfase wordt niet dieper ontgraven dan de fundering van de bestaande bebouwing ter plaatse van de Irenestraat. Het plaatsen van de damwand leidt tot een toename van de veiligheid.

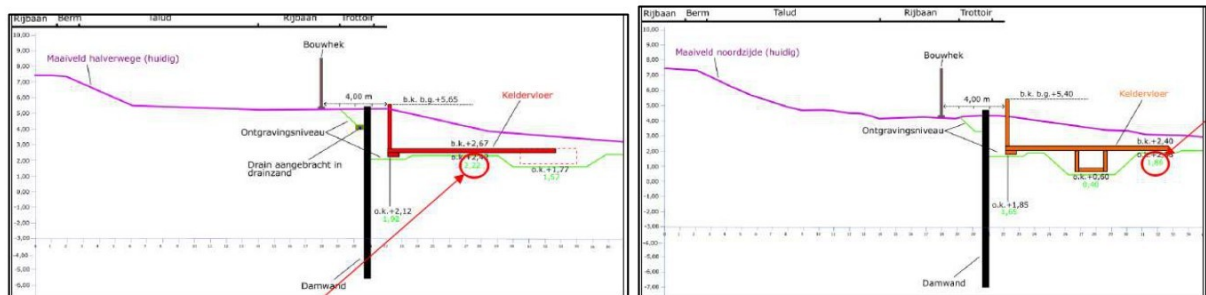
Voor de damwand wordt een ontlastsleuf gerealiseerd. HDSR heeft hier het volgende over aangegeven: “De sleuf aantast de bekleding (gras / asfalt) en daarmee de erosiebestendigheid van de dijk.” De ontlastsleuf is derhalve nader uitgewerkt. De locatie is weergegeven in Figuur 2-22 en Figuur 2-23. Te zien is dat de ontlastsleuf niet ter plaatse van de bekleding (gras / asfalt) is, maar ter plaatse van de huidige stoep. Daarnaast is er tussen het talud van de kering (teenlijn) en stoep een noemenswaardige afstand (ca. 10 m). In deze zone zitten meerdere erosiebestendige objecten, zoals een grasmat en de Irenestraat (klinkerweg). Daarmee is de ontlastsleuf niet van invloed op het faalmechanisme GEKB (Gras Erosie Kruin en Binnentalud). Er bestaat wel een risico dat regenwater in de ontlastsleuf komt. Doordat de weg Irenestraat hellend is, is de ontlastsleuf parallel daaraan ook hellend. Dat geeft daarmee het risico dat het regenwater dat in de ontlastsleuf komt snelstromend wordt richting het laagste punt. Het leidt zowel tot een (ongunstige) verhoging van de grondwaterstand als tot erosie. Op d.d. 2025-11-27 zijn hiervoor beheersmaatregelen geformuleerd en deze zijn gedeeld met HDSR. Dit is omvat de volgende beheersmaatregelen:

- Drainage onder de ontlastsleuf.
- Bemaling op de drainage voor afvoer van regenwater.

In deze fase wordt ook archeologie uitgevoerd. Dit is separaat beschreven in paragraaf 2.9.7.

Bouwphase 2 – bouwrijp maken, aanbrengen bemaling, ontgraving, inbrengen funderingspalen, realisatie diepe delen.

Na voorgaande fase worden de voornaamste werkzaamheden gedaan rondom de nieuwbouw. De voorgenomen ontgravingen zijn weergegeven in Figuur 2-23. In deze fase is een bemaling aanwezig ten behoeve van de opbarstveiligheid van de ontgraving.



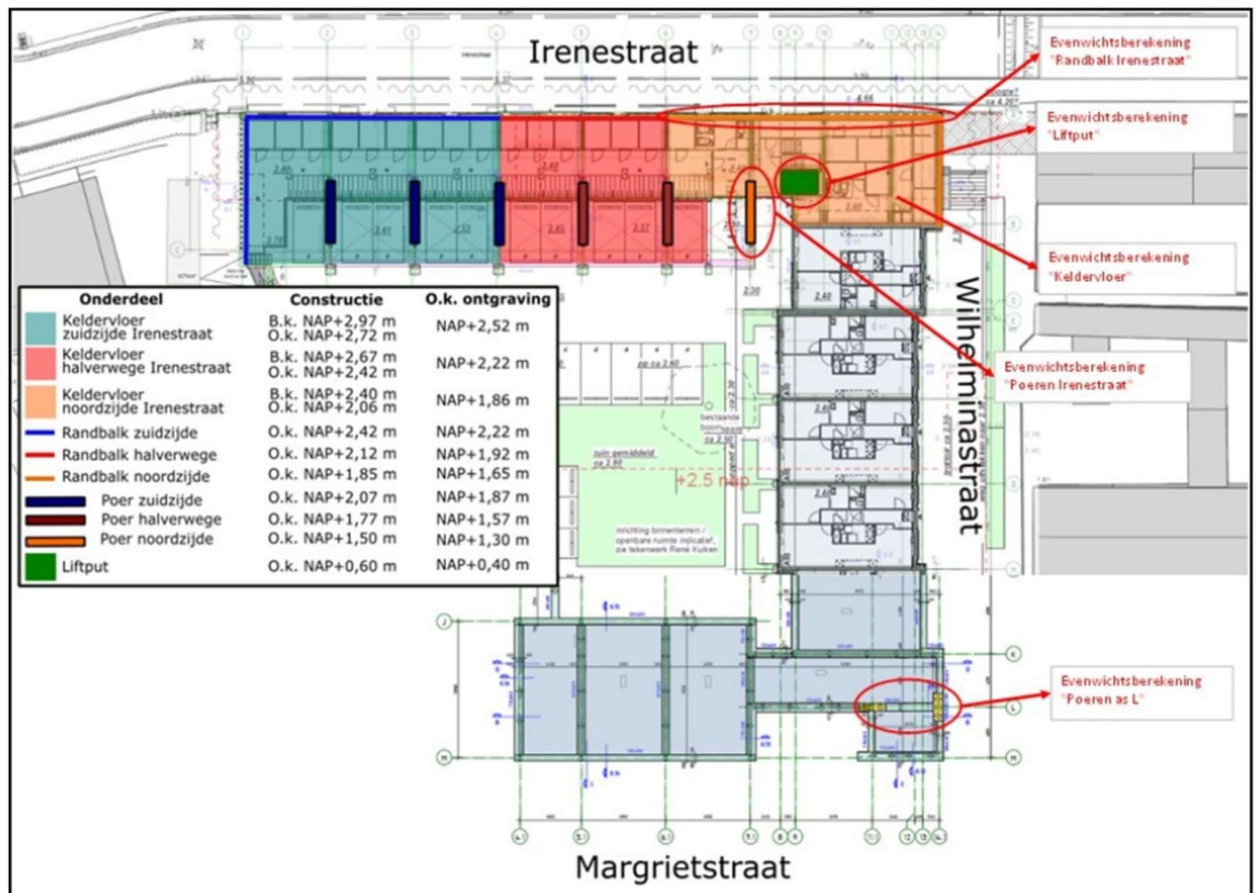
Figuur 2-23: Weergave damwand en voorgenomen ontgravingen.

In de tijdelijke situatie is (met name in deze fase) sprake van ontgraving. Daardoor ontstaat een lager bouwterrein. Dit omvat onder andere de volgende werkzaamheden:

- Bouwwerkzaamheden voor de begane grond vloer.
- Bouwwerkzaamheden voor de funderingsbalken.
Plaatselijk worden poeren gerealiseerd onder deze funderingsbalken.
- Aanbrengen bekisting/ verwijderen bekisting voor bovenstaande.
- Aanbrengen werkvloer om fundering te storten.

In Figuur 2-24 is aanvullend te zien dat een deel van het gebouw een dikkere fundering omvat. Dit is het deel dat op ca. 10 m afstand van de Irenestraat aanwezig is. Hiervoor wordt gedurende de periode van het aanbrengen van de bekisting en het betonstorten dieper ontgraven dan NAP +1,50 à +2,07 m. Uitgangspunt is dat in deze fase de maximale ontgravingsdiepte NAP +0,60 m is³.

³ Formeel is de maximale diepte van de constructie NAP +0,60 m. Hieronder wordt 0,2 m zandbed aangebracht. Daarmee is de maximale ontgravingsdiepte NAP +0,40 m. De zandlaag wordt aangebracht direct na het ontgraven van deze kleine put. Door de geringe afmeting van deze put is de periode tussen ontgraven kleiner korter dan de aanloop van de hoogwatergolf. Daarmee is dit niet meegenomen in de rekenkundige analyses.



Figuur 2-24: Ontgravingstekening zoals opgenomen in Bouwputadvies (Huisman traject, 2025).

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. Daarin is het volgende overeengekomen dat de tijdelijke damwand na realisatie van de begane grondvloer Irenestraat (maaiveld) wordt verwijderd.

2.9.7 Archeologisch onderzoek

Ten tijde van de tijdelijke bouwphase loopt ook archeologisch onderzoek. Er is reeds een inventariserend veldonderzoek uitgevoerd. Dat is gerapporteerd in (Transect, 2024). Opgravingen zijn gedaan op meerdere locaties. Dat is weergegeven in Figuur 2-25. In Figuur 2-26 is een weergave gegeven van reeds uitgevoerd archeologisch onderzoek. Te zien is dat er resten van voormalige funderingen zijn gevonden, het onderzoek stelt dat dit bestaat uit muurwerk uit de 20^e eeuw. Het archeologisch onderzoek heeft als conclusie:

“Op basis van de waardestelling kan worden geconcludeerd dat in het plangebied sprake is van behoudenswaardige vindplaats. Ons advies is om alle archeologische resten die in verband met de geplande bouwwerkzaamheden niet in situ behouden kunnen worden, ex situ (middels opgraving, Protocol 4004 - variant archeologische begeleiding) te behouden. (...) Archeologisch onderzoek kan op locatie niet uitgevoerd worden voordat de huidige bebouwing gesloopt is. Om te garanderen dat de aanwezige archeologie niet ongezien en zonder documentatie verwijderd wordt, dient de sloop en het aanleggen van de bouwputten onder archeologische begeleiding te gebeuren.”

Bovenstaande leidt er toe dat er onder archeologische begeleiding wordt gewerkt. Dat heeft geen impact op de dijkveiligheid. Het opgraven van archeologische resten (ex situ) bewaren leidt mogelijk tot diepere ontgravingen. In Figuur 2-26 is een archeologische rest weergegeven. Deze heeft als onderzijde NAP +1,27 m. Dit is minder diep dan de maximale ontgravingdiepte die genoemd is in paragraaf 2.9.6.



Figuur 2-25: Sporenkaart.



Figuur 2-26: Weergave van reeds uitgevoerd archeologisch onderzoek.

Archeologie wordt in dit onderzoek meegenomen met de volgende uitgangspunten:

- Planning.
Streven is uitvoering buiten het gesloten seizoen.
Veiligheidshalve wordt uitgegaan dat er wel wordt uitgevoerd in het gesloten seizoen.
- Locatie.
De locatie van archeologische werkzaamheden is weergegeven in Figuur 2-27. Dit is op ten minste 15 m afstand uit de bestaande gevel aan de Irenestraat.
- Ontgravingsdiepte.
Archeologische vondsten zijn gedaan met als onderzijde NAP +1,27 m. Uitgangspunt is dat de onderzijde van deze werkzaamheden maximaal NAP +1,0 m is.



Figuur 2-27: Sporenkaart en locatie ontgraving ten behoeve van archeologie.

2.10 Geotechnische parameters

Berekeningen voor de waterveiligheid worden uitgevoerd met dezelfde uitgangspunten als die zijn aangehouden voor de beoordeling van de Lekdijk. Deze parameters zijn opgenomen in bijlage 3 (bestand: JAV veiligheidsopgave STPH november 2021.xlsx).

Hieronder is een herhaling gegeven van deze uitgangspunten:

- Beoordeling bij de ondergrensnorm (1x per 10.000 jaar).
- Toelaatbare faalkans op dwarsdoorsnede niveau: $3,58 \times 10^{-7}$ kans/jaar.
- Schematiseringsfactor piping: $\gamma_b = 1,1$.

Hieronder is een herhaling gegeven van de geotechnische parameters:

- Karakteristieke bovengrens doorlatendheid grof zand: 0,000579 m/s (50 m/dag).
- Karakteristieke ondergrens D70: 0,000163 m (163 μ m).
- Dikte watervoerend pakket: 50 m.
- Rc-waarde: 0,3.

Op het dijktraject komen lokaal ook lagen fijn zand voor. Deze hebben een lagere doorlatendheid dan het grove zand. Het meenemen van de lagere doorlatendheid is niet meegenomen in de analyse.

2.11 Huidige waterveiligheid

De Lekdijk is een primaire dijk en is recentelijk beoordeeld als onvoldoende veilig, onder andere op piping. Daarom is het project Sterke Lekdijk opgestart (normtraject 15-1). Gegevens over deze dijkversterking zijn te vinden op de website: <https://www.hdsr.nl/buurt/sterke-lekdijk/>

In de overleggen met het hoogheemraadschap zijn ook de ontwikkelingen rondom deze dijkversterking aan bod gekomen. Daaruit komen de volgende zaken:

- Informatie over het deel Nieuwegein is te vinden op:
<https://www.hdsr.nl/buurt/sterke-lekdijk/nieuwegein/>
- De volgende planning geeft deze bron:
Het project is in 2020 opgestart en zit nu in de planuitwerkingsfase. HDSR is volgens deze bron voornemens om in 2026 of 2027 te starten we met de uitvoering van de dijkversterking.
- Veiligheidsopgave ter plaatse van de Irenestraat bestaat uit twee faalmechanismen: Macrostabieliteit en Piping. Berekeningen van deze faalmechanismen zijn gedeeld door HDSR. De resultaten van het faalmechanisme piping (STPH) zijn opgenomen in bijlage 3.
- De legger geeft weer dat de projectlocatie nabij DWP M18.50 ligt.
Er is een berekening geleverd voor DP-M 19. Daarin is voor het faalmechanisme STPH (resultaat.MaatgevendeFaalkansPiping) een faalkansgegeven van: $7,01 \times 10^{-6}$ kans per jaar. Dit is gebaseerd op een uittredepunt dat ligt op een hoogte van NAP +2,27 m en een afstand van 82 m uit het Merwedekanaal⁴. In de berekeningen is aangehouden dat het watervoerende pakket een dikte heeft van 50 m.

De veiligheid van de primaire kering betreft een uittredepunt ter plaatse van het maaiveld achter de bebouwing. Dit betreft niet een uittredepunt ter plaatse van de bebouwing. De bebouwing met het laagst gelegen souterrain is het souterrain aan de noordzijde van de reeks bebouwing. Deze heeft een vloerniveau van NAP +2,19 à +4,15 m uitgaande van het aanlegniveau van de souterrains in 1949 (in plaats van de aangehouden NAP +2,27 m). Binnen het project gebied varieert het vloerniveau van vloerniveau van NAP +3,39 à +4,15 m. In Figuur 2-12 is de kwelweglengte weergegeven. Te zien is dat de kwelweglengte naar dit souterrain 66 m is gerekend vanaf de vaargeul in het Merwedekanaal (i.p.v. 82 m).

⁴ De uitgangspunten zijn aangeleverd door HDSR, te vinden in: "JAV veiligheidsopgave STPH november 2021.xlsx"



Figuur 2-28: Kwelweglengte vanuit Merwedekanaal naar bebouwing met laagste souterrainniveau.

3. Beleid

3.1 Beleid HDSR

3.1.1 Algemeen

Op d.d. 2023-12-22 was het vigerende beleid 'Keur Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden 2018' actualisatie 2023-02-16 (HDSR, 2023). Dit beleid is te vinden op de website van HDSR⁵. Dit beleid bestaat uit meerdere delen, dit omvat: de Keur, Toelichting op de keur en Uitvoeringsregels op de keur (HDSR, 2022). In 'Uitvoeringsregels bij de keur HDSR 2018' zijn de meest toegepaste voorwaarden gegeven. Na invoering van de omgevingswet is het vigerende beleid de 'Waterschapsverordening van HDSR⁶' en daarnaast 'Beleidsregels bij de waterschapsverordening Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden 2024'⁷.

Met HDSR is overeengekomen dat de werkzaamheden vergunningsplichtig zijn. Dat betreft de combinatie tussen 'Graafwerkzaamheden bij een waterkering' en 'Bouwwerken bij een waterkering'. Dit analyserapport gaat dan ook in op deze vergunningsplichtig activiteiten.

In algemene zin is het beoordelingscriterium dat de werkzaamheden veilig uitgevoerd kunnen worden qua dijkveiligheid. Daarnaast is het criterium stand-still, dus geen achteruitgang van de dijkveiligheid.

In het kader van 'Graafwerkzaamheden bij een waterkering' is een van de indieningsvereisten een ontgravingstekening. In bijlage 2 is tekening 486575-HO-1-010 opgenomen met het ontgravingsplan.

3.1.2 Overig

Aanvullend is het beleid van HDSR gescreend op de volgende zaken:

- Voorwaarden rondom funderingen.
- Voorwaarden rondom tijdelijke damwanden.

In de uitvoeringsregels voor de keur komt het onderwerp fundering of funderingspalen meerdere keren voor. Deze komen niet voor in het hoofdstuk 'bouwwerken bij een waterkering' (hst 36). Deze komen wel voor bij andere hoofdstukken, zoals de aanleg van een brug. Bij deze werkzaamheden gelden voorwaarden aan funderingspalen die staan in de waterstaatswerkzone en de beschermingszone, maar niet voor palen die staan in de beschermingszone. Met de inwerkingtreding van de omgevingswet zijn er wel voorwaarden opgenomen aan funderingspalen. Deze staan in beleidsregels bij de waterschapsverordening, daar staat in artikel 4.16:

"Fundering onder maaiveldniveau of op palen. Voor de fundering worden alleen grondverdringende systemen gebruikt."

Het voorgenomen funderingssysteem, Drukpaal, is grondverdringend en voldoet hieraan. Er wordt derhalve geen verdere aandacht aan dit onderdeel gegeven.

In de uitvoeringsregels voor de keur komt het onderwerp (tijdelijke) damwanden expliciet voor. Dit is opgenomen in het hoofdstuk 'Beschoeiing en damwanden bij een waterkering' (hst 30). Deze toetst of de werkzaamheden plaatsvinden in het profiel van vrije ruimte (inclusief zone waterstaatswerk). Wanneer dat niet het geval is, dan geldt de zorgplicht. Deze is opgenomen in paragraaf 30.2.5 van de uitvoeringsregels. Deze zaken zijn opgenomen in paragraaf 3.1.3 van dit document. Deze zaken worden in brede zin al meegenomen, daarom worden vanuit het beleid van HDSR geen verdere bepalingen meegenomen rondom de tijdelijke damwand.

⁵ <https://www.hdsr.nl/zelf-regelen/initiatiefnemers-onderhoudsplichtigen/regelgeving-waterbeheer/eerdere-versies-keur-leggers/>

⁶ <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR707248>

⁷ <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR732911>

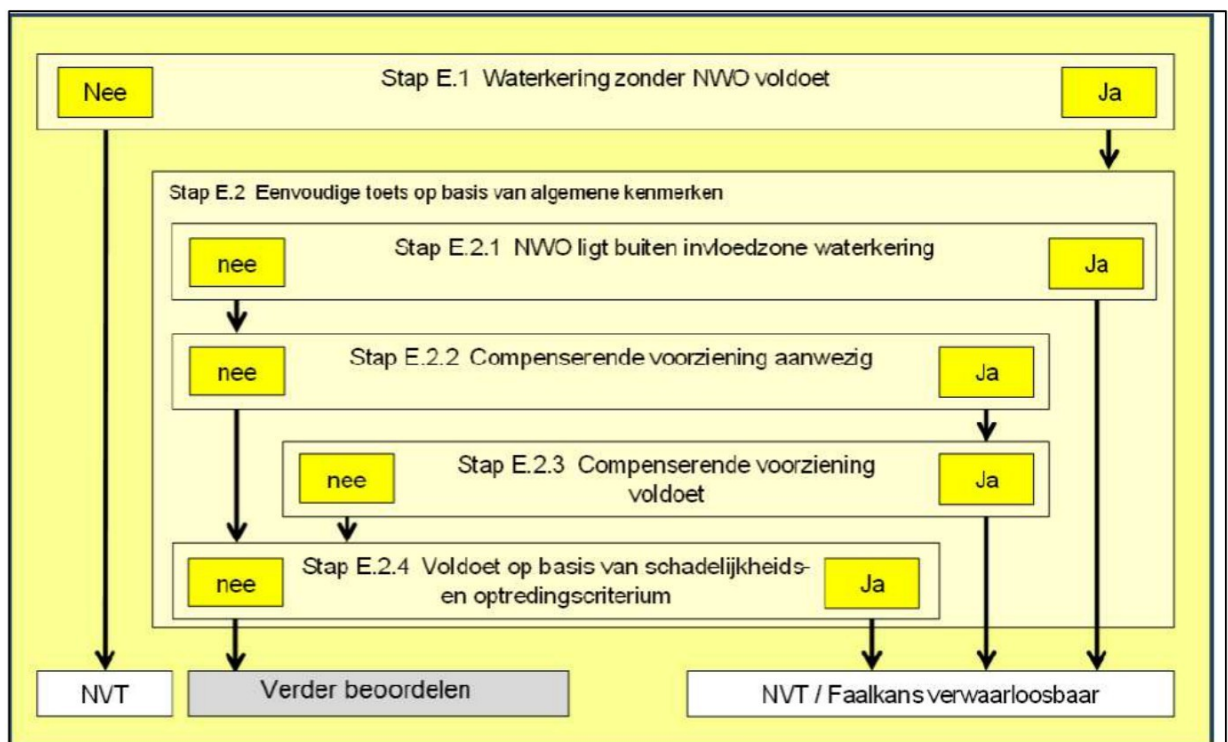
In de omgevingsregeling en daarbinnen ‘Besluit bouwwerken leefomgeving’⁸ is wel een expliciete uitspraak gedaan rondom tijdelijke damwanden. Daar staat in hoofdstuk 2, afdeling 2.3, paragraaf 2.3.3, lid q dat geen omgevingsvergunning vereist is voor hulpconstructies, zoals een hijskraan of een damwand. Daarom wordt in dit document geen/weinig aandacht aan deze hulpconstructies gegeven.

3.2 Beleid landelijk en beoordelingskaders

3.2.1 WBI2017

Dijkveiligheid van de primaire waterkeringen is geregeld in het Wettelijk Beoordelings Instrumentarium 2017 (WBI2017). Deze bestaat uit de regeling Veiligheid primaire keringen 2017 (RWS, 2017), de toelichting en de drie bijlagen. In de bijlagen wordt de procedure voor de beoordeling beschreven, de methode om de hydraulische belastingen af te leiden en staan de rekenregels. Informatie over deze regeling is opgenomen in de website van helpdeskwater⁹.

Bebouwing nabij de waterkering is een Niet waterkerend object (NWO). Rekenregels rondom NWO's zijn gegeven in Ministeriele regeling deel III: sterkte en veiligheid (RWS, 2017c). Deze zijn opgenomen in hoofdstuk 25 van voorgenoemd document. Er bestaan meerdere soorten NWO's, hier is ingegaan op het type NWO ‘bebouwing’ ook wel NWO_{be}. De beoordelingsmethode daarvan is opgenomen in paragraaf 25.2 van eerder genoemd document. Deze is hieronder herhaald.

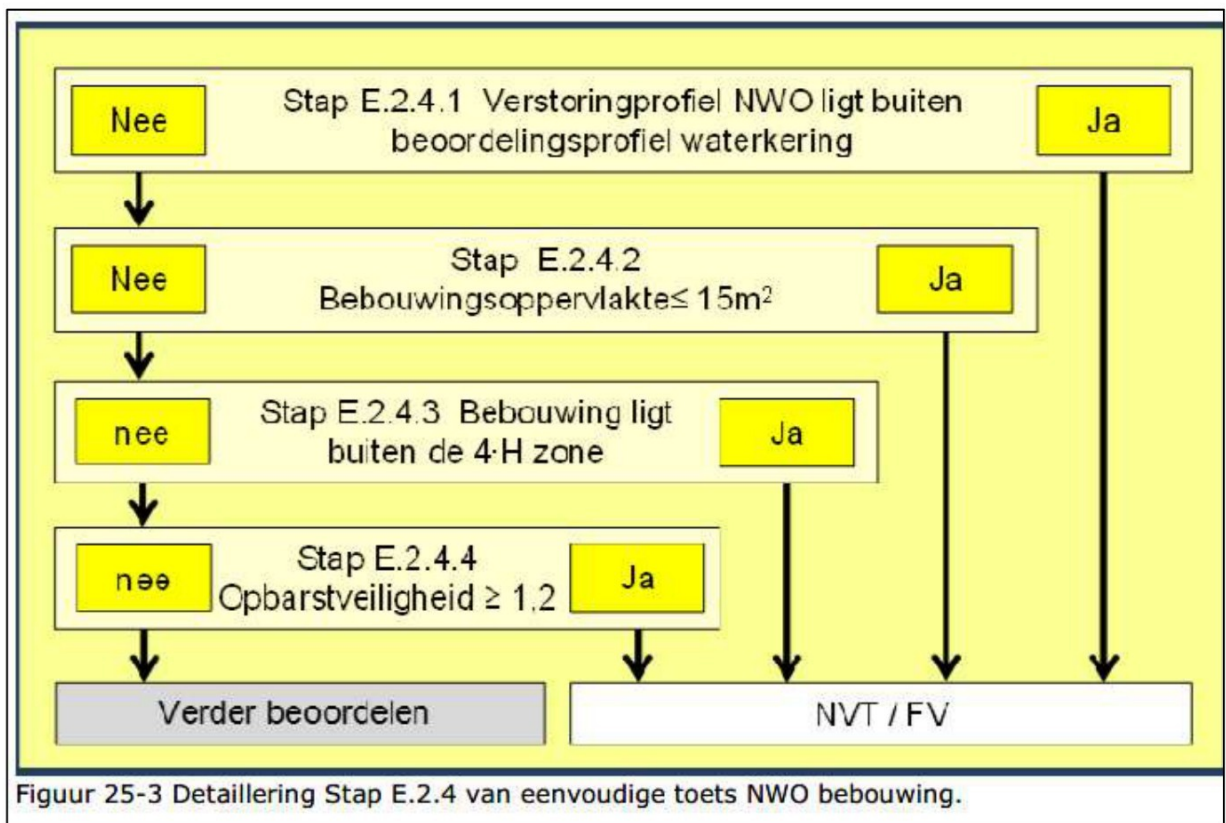


Figuur 25-1 Schema eenvoudige toets voor niet waterkerende objecten (NWO).

⁸ Link: https://wetten.overheid.nl/BWBR0041297/2024-08-01#Hoofdstuk2_Afdeling2.3_Paragraaf2.3.3

⁹

<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/beoordelen/beoordelingsinstrumentarium-wbi2017-0/>



De stroomschema's zijn voor de bebouwing en de ondergrondse vuilcontainers separaat doorlopen.

Stroomschema t.b.v. woningbouw

- E.1: 'nee'
Ten tijde van schrijven loopt een programma voor de dijkversterking. Dit wordt gedaan omdat de dijk onvoldoende veilig is. Formeel hoeft de beoordeling van de NWO daarmee niet uitgevoerd te worden. Deze wordt hier volledigheidshalve wel gedaan. Daarom wordt doorgedaan naar stap E.2
 - E.2.1: nee
Voor het faalmechanisme piping is gerekend met uittredepunten die verder liggen dan de woningen. Daarmee ligt de bebouwing binnen de invloedszone.
 - E.2.2: nee
Er zijn geen compenserende voorzieningen aanwezig in de huidige situatie.
- Indien de veiligheid van de dijk te gering blijkt door de NWO, dan is een compenserende voorziening in theorie een mogelijkheid. Daarom is doorgedaan naar stap E2.4.
- E2.4: nee
Dit betreft of de bebouwing aanwezig is binnen het schadelijkheidsprofiel. Een beschrijving van het beoordelingsprofiel is gegeven in appendix A van (RWS, 2017c). Daarin is aangegeven dat de ligging van het beoordelingsprofiel gebaseerd wordt op basis van het opdrijf- en heave-criterium. Daarnaast is dit gebaseerd op de benodigde kwelengte. Deze zaken zijn bepaald in het kader van de beoordeling van de dijk. Daaruit blijkt dat de projectlocatie niet voldoet aan de opbarstcriteria/heave criteria (JAV veiligheidsopgave STPH november 2021.xlsx).
 - Op basis van stap E.1 t/m E.4 is het oordeel 'verder beoordelen'.
 - E.2.4.1: nee
Er zijn handvaten gegeven voor de bepaling van het verstoringsprofiel van een NWO. Dit is afhankelijk van de diepte van het souterrain. Er is een souterrain aanwezig, daardoor is het verstoringsprofiel gelijk aan de diepte van het souterrain/locatie van het souterrain. De bebouwing ligt conform punt E2.4 binnen het beoordelingsprofiel. Omdat het verstoringsprofiel niet nihil is, ligt het verstoringsprofiel binnen het beoordelingsprofiel.

- E2.4.2: nee
Het oppervlak van de bebouwing is groter dan 15 m². Daarmee voldoet het niet aan dit criterium.
- E2.4.3: n.v.t..
De hoogte van de kering conform de legger bij DWP M18.50 is NAP +6,80 m (zie bijlage 3). De hoogte wordt bepaald ten opzichte van een horizontaal maaiveld. In het leggerprofiel ligt dit op NAP +4,3 m (hoogte Irene straat). Daarmee is de hoogte van de kering 2,5 m. Het 4H criterium betreft daarmee een afstand van 10 m uit de rand van de Irenestraat. De aanwezige ruimte is conform de legger ca. 16 m. Daarmee voldoet de locatie aan het 4H criterium.
In de toelichting staat dat er dan alleen gecontroleerd moet worden op het faalmechanisme piping. Deze notitie betreft het faalmechanisme piping. Voor dit mechanisme kan de invloed dus niet worden uitgesloten met deze beoordelingsstap. Daarom is het oordeel van deze stap 'n.v.t.'.
- E2.4.4: nee.
Opbarstveiligheid dient een waarde groter dan 1,2 te hebben. In de beoordeling is gekeken naar de opbarstveiligheid. Dit is opgenomen in bijlage 3. Daaruit blijkt een veiligheidsfactor kleiner dan 1,0 bij een maaiveldniveau van NAP +2,27 m (JAV veiligheidsopgave STPH november 2021.xlsx). Voor de bebouwing is derhalve het oordeel gegeven dat de opbarstveiligheid onvoldoende is. Daarom is de het eindoordeel 'verder beoordelen'.

Stroomschema ten behoeve van ondergrondse vuilcontainers.

- E.1 t/m E.2.4: 'nee'
Voor de ondergrondse vuilcontainers gelden voor de stappen E.1 t/m E.2.4 dezelfde conclusies als voor de woningbouw. Daarom is op basis van stap E.1 t/m E.4 het oordeel 'verder beoordelen'.
- E.2.4.1: nee
Er zijn handvaten gegeven voor de bepaling van het verstoringsprofiel van een NWO. Dit is afhankelijk van de diepte van de kelder. Er is een kelder aanwezig bij de ondergrondse vuilcontainers, daardoor is het verstoringsprofiel gelijk aan de diepte van de kelder/locatie van de kelder. De ondergrondse vuilcontainers ligt conform punt E2.4 binnen het beoordelingsprofiel. Omdat het verstoringsprofiel niet nihil is, ligt het verstoringsprofiel binnen het beoordelingsprofiel.
- E2.4.2: ja
Het oppervlak van de ondergrondse vuilcontainers is kleiner dan 15 m² (ca. 1,95x1,95 = 3,8 m²). Daarmee voldoet het aan dit criterium.
- E2.4.4.
Formeel is het oordeel na stap E2.4.2 dat de faalkans verwaarloosbaar is (FV). Volledigheidshalve is ook gekeken naar het criterium opbarstveiligheid¹⁰, uit onderstaande blijkt dat dit deel ook voldoet (SF > 1,2), omdat de kelder in de berm staat en gering van afmeting is.

Deze rekenwijze is hieronder beschreven.

- a) Maaiveldniveau rondom ondergrondse kelder: NAP +5,9 m (conform bijlage 2, tekening 'VO-Vreeswijk-plankaart 26-04-2024-studie container-klic-Alternatief-A3 1-50 container', maaiveldhoogte in DP-2).
- b) Onderzijde ondergrondse kelder: NAP +3,0 m (diepte 2,9 m-mv).
- c) Onderzijde deklaag: NAP -5,7 m (locatie is nabij DKM1).
- d) Deklaagdikte onder ondergrondse vuilcontainers: 8,9 m.
- e) Effectieve deklaagdikte onder ondergrondse vuilcontainers: 11,8 m.
De effectieve deklaagdikte kan bepaald worden conform de schematiseringshandleiding piping (RWS, 2021) bijlage C.2. Daarbij wordt rekening gehouden met de (geringe) breedte van een object bij een dikke deklaag.
- f) Stijghoogte: NAP +6,4 m.

¹⁰ Bij opbarsten zijn ook rekenwijzen gegeven in de NEN-norm voor geotechniek. De verouderde norm is NEN6740-, de vigerende norm is NEN9997-1. Conform NEN6740 wordt bij opbarsten getoetst aan een veiligheidsfactor van 1,1. Bij opbarsten conform NEN9997-1 wordt getoetst aan een veiligheidsfactor van 1,0, maar wordt de neerwaartse kracht vermenigvuldigd met een factor 0,9. Netto omvatten deze NEN-normen 10% veiligheid in de opbarst berekening. De rekenwijze voor dijken omvat dan ook het dubbele aan veiligheid ten opzichte van de NEN.

WBN heeft een waarde van NAP +6,67 m. De bij het uittredepunt is bepaald in de stabiliteitsberekeningen die zijn uitgevoerd door HDSR. Deze geven een iets lagere stijghoogte ter plaatse van de binnenberm van de dijk.

g) Opwaartse kracht: 119 kPa.

Dit gaat uit van eerder genoemde stijghoogte en onderzijde deklaag en een volumegewicht van water van 9,81 kN/m³.

h) Neerwaartse kracht: 180 kPa.

Berekening is opgenomen in Tabel 3-1.

i) Aanwezige opbarstveiligheid: 1,51 (=180/ 119 kPa).

Tabel 3-1: Berekening neerwaartse kracht met bodemopbouw conform DV5b DPM19+63.stix en onderzijde deklaag conform DKM1.

Van [m +NAP]	Tot [m +NAP]	Laagdikte [m]	Grondsoort	Volumegewicht	Druk [kPa]
+5,9	+2,0	3,9 ^[1]	Dijksmateriaal	18,9	73
+2,0	-0,5	2,5	Klei siltig	16,1	40
-0,5	-2,8	2,3	klei organisch	13,2	30
-2,8	-3,8	1,0	veen	10,9	11
-3,8	-5,7	1,9	klei organisch	13,2	25
totaal					180

^[1] Deze laag is geheel meegewogen omdat dit onderdeel is van de effectieve deklaagdikte. De effectieve deklaagdikte kan bepaald worden conform de schematiseringshandleiding piping (RWS, 2021) bijlage C.2. Daarbij wordt rekening gehouden met de (geringe) breedte van een object bij een dikke deklaag.

Uit bovengenoemde stroomschema's blijkt dat de woningbouw mogelijk invloed heeft op de dijkveiligheid, daarbinnen met name op het onderdeel piping. Het oordeel hierbij is 'verder beoordelen' in een toets op maat. Voor deze toets op maat worden de volgende kaders gegeven:

Bij nadere analyses binnen de toets op maat bebouwing dient per mechanisme de invloed van de NWO te worden meegenomen in de beoordeling. In het geval van bebouwing kan de ontgrondingskuil als scenario worden meegenomen in de modelschematisaties voor de verschillende directe mechanismen. Anderzijds kan met nadere analyses worden aangetoond dat de invloed van het NWO verwaarloosbaar klein is op de faalkans van de waterkering.

Uit bovengenoemde stroomschema's blijkt dat de ondergrondse vuilcontainers geen invloed heeft op de dijkveiligheid. Dat komt doordat deze gering van afmeting is (<15 m²). Daardoor geeft het stroomschema van het WBI het oordeel 'faalkans verwaarloosbaar'. Volledigheidshalve is ook een opbarstberekening gemaakt om te toetsen of dit ook voldoet. Daaruit blijkt dat door de geringe afmeting de opbarstveiligheid gelijk is aan de rest van de berm. Dit voldoet aan de eist van SF > 1,2.

3.2.2 Toets op maat bebouwing

In Ministeriele regeling deel III: sterkte en veiligheid wordt verwezen naar historische documenten die invulling geven aan de beoordeling van bebouwing in een toets op maat. Hieronder zijn een deel van deze documenten opgesomd:

- Rijkswaterstaat (2021) Schematiseringshandleiding piping, par 7.2.2.: uittredepunt (RWS, 2021).
- Deltares (2012) Achtergrondrapportage Technisch deel VTV, hoofdstuk 19: NWO's. (Deltares, 2021).
- STOWA (2014) NWO bebouwing op regionale keringen (STOWA, 2014).

Schematiseringshandleiding piping

In de schematiseringshandleiding wordt aandacht gegeven op een plek aan NWO's. Dit betreft het aanpassen van het uittredepunt naar de locatie van de NWO. Daar wordt ook aandacht gegeven aan funderingspalen. Indien deze slecht aansluiten op de omliggende grond, wat het geval is bij palen met een verzwaarde voet, dat

kan dit een uittredepunt zijn voor piping. De voorgenomen ontwikkeling maakt gebruik van funderingspalen, maar niet met een verzwaarde voet. De palen worden vervaardigd uit beton. Daardoor is er geen risico op een slechte aansluiting met de ondergrond. Deze bron geeft naast de ligging van het souterrain geen verdere handvaten voor de beoordeling.

Achtergrondrapportage Technisch deel VTV

Deze rapportage uit 2012 is een voorloper van het WBI2017. Deze gaat in op NWO's zoals bebouwing. Daarin zijn meer details gegeven dan in het WBI2017, zoals de benodigde actualiteit van gegevens. Vuistregels voor de diepte van een kelder wijken af van het WBI2017. Aanvullende handvaten worden gegeven voor ondiepe bebouwing zonder kelder.

Voor bebouwing met een souterrain en met funderingspalen wordt dezelfde werkwijze aangegeven als in WBI2017. Dit is het doen van een piping berekening met als uittredepunt de souterrainvloer van de woning.

NWO bebouwing op regionale keringen

Dit document gaat specifiek in op bebouwing op regionale keringen. Daarbij is input meegegeven waaronder van HDSR. Hierin worden diverse optimalisaties meegegeven waarmee gerekend kan worden.

Hierin wordt aandacht gegeven aan bebouwing die op staal is gefundeerd. Deze kan onder bepaalde voorwaarden geheel buiten een beoordeling gehouden worden. Dit is voor deze notitie niet van toepassing.

Hierin is ook aangegeven dat souterrains van bebouwing bij extreme kwel zich vullen met water. Daardoor ontstaat mogelijk extra tegendruk, waardoor piping minder snel optreedt. Dit wordt alleen aanbevolen bij alleenstaande bebouwing/ losse kelders. Wanneer onder een souterrain een vloer zit en de fundering op palen is gefundeerd, dat kan door zetting onder de vloer een ruimte ontstaan. Deze ruimte zal zich opvullen met water en in extreme gevallen met zand. De notitie gaat op blz. 31 en 38 zover om te stellen dat er een relatie zit tussen kwel en funderingen op palen. Daardoor ontstaat een vuistregel "Indien de bebouwing op palen gefundeerd is en aan de binnenzijde staat, kan voor het toets spoor STPH, het oordeel 'goed' worden gegeven."

Deze notitie stelt dat HDSR voor regionale keringen een bijdrage heeft geleverd aan een document van de STOWA voor bebouwing op keringen. Daarin is de aanwezigheid van funderingspalen niet als een knelpunt beoordeeld. De aanwezigheid van een souterrain kan wel als uittredepunt zijn. Dit is consistent met het WBI2017/schematiseringshandleiding piping.

4. Analyse

4.1 Werkwijze

In hoofdstuk 2 is de huidige situatie beschreven samen met de voorgenomen ontwikkelingen. Daarin is o.a. te lezen dat de initiatiefnemer voornemens bebouwing op palen te realiseren binnen de beschermingszone van de primaire kering. Deze bebouwing heeft een souterrain. De diepte van dit souterrain is dieper dan het aanlegniveau in 1949 van de bestaande bebouwing (NAP +2,50 m vs. NAP +2,19 à +4,15 m). Daarnaast is de initiatiefnemer voornemens een ondergrondse vuilcontainers te realiseren binnen de beschermingszone op een hooggelegen deel (maaiveld NAP +5,9 m, onderzijde ondergrondse vuilcontainers NAP +3,0 m).

In hoofdstuk 3 is het vigerende beleid weergegeven. Daaruit blijkt dat de graafwerkzaamheden in samenhang met de bouwwerkzaamheden vergunningsplichtig zijn. Daarbij geldt de eis dat het waterkerende vermogen van de dijk niet aangetast mag worden in de tijdelijke fase (bouwphase) of in de permanente fase (eindfase). De definitie van de eindfase is de fase na de dijkversterking van HDSR (zie paragraaf 2.11).

Aanvullend is besproken met HDSR dat er ook een overbruggingsfase is, dit is een fase na gereedkomen van de bouw. In deze fase mag met aangepaste uitgangspunten gewerkt worden. HDSR stelt eisen waarbij wordt vergeleken met de huidige fase. In Figuur 4-1 zijn de relevante fases weergegeven.



Figuur 4-1: Fases die worden meegenomen in de analyses.

[1] Huidige fase

De huidige fase is een combinatie van de volgende situaties:

- 2022.
Op dit moment was de bebouwing in de Irenestraat intact.
- 2024
Op dit moment was de bebouwing Irenestraat niet meer intact.
- Fictief, bebouwing Irenestraat is vervangen met een 'gat in de grond'.

Rekenkundig wordt uitgegaan van de derde situatie. Dat betekent dat het maaiveldniveau waarmee wordt gerekend gelijk is aan het vloerniveau van het souterrain. Bij Irenestraat 35 is de bovenzijde van de fundering NAP +3,39 m.

Deze situatie wordt gebruikt als vergelijkingsmateriaal met de eindfase. Daarom wordt voor deze fase met dezelfde uitgangspunten gewerkt als voor de eindfase. Dat betekent concreet:

- Geen weerstand van kleilagen in het voorland.
- Geen positieve effecten van funderingen in de bodem, zoals funderingspalen.
- Geen positieve effecten van bebouwing, zoals het gewicht ervan tegen opbarsten.

[2] Bouwphase

De omschrijving van de bouwphase betreft de tijdelijke situatie. Deze is beschreven in paragraaf 2.9.6. In deze fase wordt tot maximaal NAP +0,60 m ontgraven. In deze fase wordt de veiligheid geborgd met diverse

hulpmiddelen, zoals damwanden. Ook wordt deze fase op kortere termijn uitgevoerd, daarmee zijn er geen onzekerheden rondom de eigenschappen van het Merwedekanaal. Daarom wordt voor deze fase met realistische uitgangspunten gewerkt. Dat betekent concreet:

- Geen weerstand van kleilagen in het voorland.
- Wel positieve effecten van hulpconstructies, zoals tijdelijke damwanden.

Op d.d. 2025-02-06 heeft het Hoogheemraadschap aangegeven dat zij het wenselijk vindt dat de stijghoogte wordt gemeten in de bouwperiode. Op deze datum heeft de initiatiefnemer aangegeven dat er gewerkt wordt aan een monitoringsplan. Dit monitoringsplan wordt als bijlage meegestuurd met de vergunningaanvraag. Deze omvat ten minste een peilbuis die tot in het watervoerende pakket staat. De peilbuis wordt afgedopt.

[3] Overbruggingsfase

Dit betreft de fase dat de bouwwerkzaamheden afgerond zijn. In deze fase is de dijkversterking van HDSR nog niet uitgevoerd, waardoor eventueel meekoppelen nog niet mogelijk is. Indien rekenresultaten noodzaak aangeven, dan omvat deze fase (nog steeds) de tijdelijke damwand.

Deze fase gaat uit van de volgende zaken:

- Geen weerstand van kleilagen in het voorland.
- Wel positieve effecten van funderingen in de bodem, zoals funderingspalen.
- Wel positieve effecten van bebouwing, zoals het gewicht ervan tegen opbarsten.

Bovenstaande wordt getoetst conform (STOWA, 2014).

[4] Eindfase

In deze fase is het uitgangspunt dat de bebouwing geen onderdeel is van de dijk. Daardoor kan deze ieder moment verwijderd worden, dit mag niet leiden tot een risico voor de dijkveiligheid. Indien dat wel leidt tot een risico, dan moeten maatregelen opgenomen worden.

Deze fase gaat uit van de volgende zaken:

- Geen weerstand van kleilagen in het voorland.
- Bebouwing wordt verwijderd tot vloerniveau en afgewerkt met het achterliggende maaiveld (NAP +2,50 m verloopt naar NAP +2,4 m).

Getoetst wordt of er een verslechtering is ten opzichte van fase 1.

De definitie van de eindfase is de fase na de dijkversterking van HDSR (zie paragraaf 2.11). Indien er mitigerende maatregelen nodig zijn, dan bestaat de mogelijkheid om eventueel mee te koppelen.

Rekenwijze

Dijkveiligheid kan getoetst worden op drie manieren: eenvoudige toets, gedetailleerde toets en de geavanceerde toets (ook wel toets op maat). Het toetsen van situaties waarbij geen weerstand aanwezig is op de bodem van het Merwedekanaal, komt overeen met de gedetailleerde toets. Dit wordt gedaan met de rekenregel van Sellmeijer voor terugschrijdende erosie.

Bepaling significante effecten

Binnen deze analyse worden effecten bepaald. Deze effecten worden geclassificeerd als significant en als niet-significant. Daarbij wordt als criterium 1% van de norm toegepast. Dit is conform par 4.2.1 van 'Handreiking NWO's in de veiligheidsanalyse van primaire waterkeringen in LBO1' (RWS, 2021).

4.2 Toets op effecten

In WBI2017 en BOI2023 wordt nader ingegaan op het toets spoor piping. Deze bestaat uit de kleinste kans op falen door: opbarsten, heave en terug schrijdende erosie (Figuur 3-1). Uit de beoordeling van HDSR blijkt dat terugschrijdende erosie bepalend is voor de faalkans. Deze analyse wordt dus uitgevoerd. Indien positieve zaken zoals het gewicht van het gebouw meegenomen kan worden, dan is ook opbarsten relevant.



Figuur 4-2 Foutenboom beoordeling op piping en heave (RWS, 2017).

Er gelden twee beoordelingscriteria. De eerste is dat de dijkveiligheid moet voldoen aan de norm. Dit betreft dat de faalkans van het dijkvak kleiner moet zijn dan de faalkanseis. Deze wordt bepaald conform het WBI2017 (RWS, 2021) en OI2104v4 (RWS, 2017). Deze waarde is ook reeds bepaald door HDSR en is opgenomen in bijlage 3. Er geldt de onderstaande faalkanseis:

$$P_{eis,dsn} = 7,58E - 07 \frac{1}{jaar}$$

Het tweede criterium is dat wordt vergeleken met de bestaande dijkveiligheid tegen piping.

De faalkans van een dijk op het faalmechanisme 'terugschrijdende erosie' wordt berekend conform onderstaande vergelijking uit WBI2017 (RWS, 2017).

$$P_{f,p} = \Phi\left(-\frac{\ln\left(\frac{F_p}{1,04}\right) + 0,43\beta_{norm}}{0,37}\right)$$

Waarin:

- F_p = Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie (piping) [-]
- Φ = Standaard (cumulatieve) normale verdeling [-]
- β_{norm} = Betrouwbaarheidsindex van het dijktraject [-], volgt uit de herhalingstijd (1/10.000 jaar) van de waterstand, bepaald in Paragraaf 2.4
- $P_{f,p}$ = Faalkans voor deelmechanisme terugschrijdende erosie [1/jaar]

Bovenstaande vergelijking heeft een veiligheidsfactor benodigd. Dit is het quotiënt van het kritieke verval en het optredende verval over de waterkering, de rekenwijze is weergegeven in (RWS, 2017) en is hieronder herhaald:

$$F_p = \frac{\Delta H_c}{(h - h_{exit} - r_c D_{deklaag})}$$

Hierin is:

- ΔH_c = Het kritieke verval over de waterkering [m]
- F_p = Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie [-]
- h = Niveau buitenwaterstand ten opzichte van NAP met

- een kans van voorkomen gelijk aan de norm [m]
- h_{exit} = Freatisch niveau, of hoogte van het maaiveld, bij uittredepunt ten opzichte van NAP [m]
- r_c = Reductiefactor voor de weerstand bij het uittredepunt = 0,3 [-]
- $D_{deklaag}$ = Dikte van het afdekkende pakket bij het uittredepunt [m]

De faalkans van een dijk op het faalmechanisme 'opbarsten' wordt berekend conform onderstaande vergelijking uit WBI2017 (RWS, 2017).

$$P_{f,u} = \Phi\left(-\frac{\ln\left(\frac{F_p}{0,48}\right) + 0,27\beta_{norm}}{0,46}\right)$$

Waarin:

- F_p = Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende opbarsten [-]
- Φ = Standaard (cumulatieve) normale verdeling [-]
- β_{norm} = Betrouwbaarheidsindex van het dijktraject [-], volgt uit de herhalingsjijd (1/10.000 jaar) van de waterstand, bepaald in Paragraaf 2.4
- $P_{f,u}$ = Faalkans voor deelmechanisme opbarsten [1/jaar]

Bovenstaande vergelijking heeft een veiligheidsfactor benodigd. Dit is het quotiënt van het kritieke verval en het optredende verval over de waterkering, de rekenwijze is weergegeven in (RWS, 2017) en is hieronder herhaald. In het geval dat de positieve invloed van de massa van de bebouwing meegenomen mag worden is daarvoor een aanvulling gedaan. Daarbij wordt de rekenwaarde van de massa van de bebouwing meegenomen¹¹. Dit is gelijk aan de massa van de lege bebouwing vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor 0,9 (veiligheidsfactor voor gunstig werkende permanente belasting conform NEN9997-1).

$$F_u = \frac{\Delta\phi_{c,u}}{\Delta\phi} \approx \frac{\Delta\phi_{c,u}}{\Delta\phi - M_{bebouwing}/g}$$

Hierin is:

- F_u = Stabiliteitsfactor voor opbarsten [-]
- $\Delta\phi_{c,u}$ = Het kritieke stijghoogte verschil over de deklaag bij uittredepunt [m]
- $\Delta\phi$ = Optredend stijghoogteverschil over de deklaag (bij uittredepunt) [m]
- $M_{bebouwing,d}$ = rekenwaarde van de massa van de bebouwing [kPa]
- g = Versnelling van de zwaartekracht [9,81 m/s²]

Het kritisch stijghoogteverschil, de sterkte, wordt gegeven door:

$$\Delta\phi_{c,u} = \frac{D_{deklaag}(\gamma_{sat} - \gamma_{water})}{\gamma_{water}}$$

Hierin is:

- $D_{deklaag}$ = Laagdikte van de deklaag [-]
- γ_{sat} = Verzadigd volumiek gewicht van de deklaag [kN/m³]
- γ_{water} = Volumiek gewicht van water [9,81 kN/m³]

Het optredend stijghoogteverschil, de belasting, volgt uit onderstaande vergelijking. Indien er peilbuismetingen voorhanden zijn, dan wordt in de berekening het eerste deel van de vergelijking gebruikt. Daarbij wordt gerekend met de gemeten stijghoogte (ϕ_{exit}). Indien er wordt gerekend voor de eindsituatie, dan wordt gerekend zonder weerstand biedende lagen op het Merwedekanaal, dan wordt gerekend met het tweede deel van de vergelijking. Daarbij wordt voor de responsfactor (r_{exit}) en waarde van 0,87 aangehouden. Deze geeft bij een buitenwaterstand gelijk aan WBN (NAP +6,67 m) en een maaiveld van NAP +2,5 m eenzelfde stijghoogte als is aangehouden in de stabiliteitsberekeningen (NAP +6,11 m).

¹¹ Bij terugschrijdende erosie wordt het optredend verval gereduceerd met de 0,3D regel. Hier is eenzelfde rekenwijze aangehouden.

$$\Delta\phi = \Delta\phi_{exit} - h_{exit} = (h - h_{exit})r_{exit}$$

Hierin is:

- ϕ_{exit} = Stijghoogte in de watervoerende laag bij uittredepunt ten opzichte van NAP [m]
- h_{exit} = Freatisch niveau, of hoogte van het maaiveld, bij uittredepunt ten opzichte van NAP [m]
- H = Niveau van de buitenwaterstand ten opzichte van NAP, met een kans van voorkomen gelijk aan de norm [m]
- r_{exit} = Damping- of responsfactor bij uittredepunt [-]

4.3 Huidige situatie

Een beschrijving van de huidige situatie is gegeven in paragraaf 2.11. Een beschrijving van de werkwijze is gegeven in paragraaf 4.1. In paragraaf 2.9 zijn de voorgenoemde ontwikkelingen geprojecteerd boven op de huidige situatie. De huidige situatie is ook reeds doorgerekend, maar op grover detailniveau door HDSR in het kader van de beoordeling van de dijk. De resultaten zijn gegeven in 'JAV veiligheidsopgave STH november 2021.xlsx'.

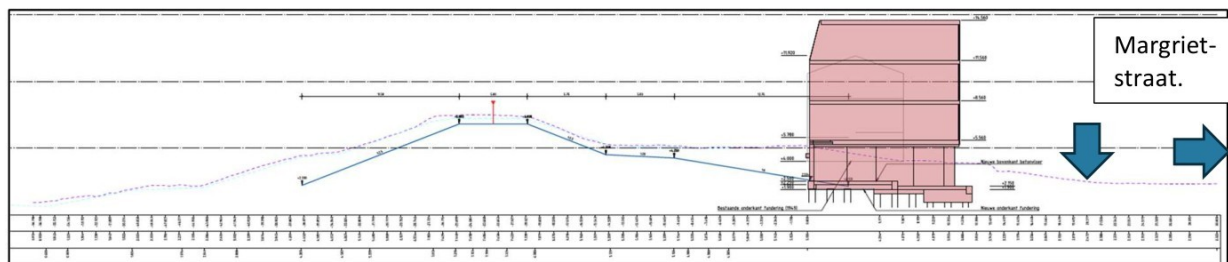
Binnen het spoor stabiliteit worden stabiliteitsberekeningen gemaakt voor twee locaties (DWP1 en DWP2). Er is een derde locatie in de beoordeling aan toe gevoegd ten noorden van DWP1, dit is DWP0. Ligging van de dwarsprofielen is weergegeven in Figuur 4-3. Bij het faalmechanisme STH is in JAV veiligheidsopgave STH november 2021.xlsx het deelfaalmechanisme terugschrijdende erosie bepalend voor de faalkans. De ligging van het intredepunt is aangehouden conform Figuur 2-28 (ter hoogte van het remmingwerk).



Figuur 4-3: Ligging dwarsprofielen t.b.v. beoordeling STH.

De ligging van het maatgevende uittredepunt is weergegeven in Figuur 4-9. Te zien is dat achter de bestaande bebouwing is waar het maaiveldniveau lager is dan (het vloerniveau van) de bebouwing. Deze binnentuin is een mogelijk uittredepunt voor piping. Langs de Margrietstraat is (of was) in de huidige bebouwing met

kuipruimtes. Dat is beschreven in paragraaf 2.8.2. De kuipruimtes van de referentiesituatie (ca. 2022) zijn ook een mogelijk uittredepunt. Beide uittredepunten zijn beschouwd, de maatgevende locatie is aangehouden voor de verdere analyses.



Figuur 4-4: Dwarsprofiel van de situatie ter hoogte van DWP1. De ligging van het uittredepunt voor STPH in de huidige situatie is aangegeven met een peil. Er worden twee verschillende uittredepunten verkend.

De rekenresultaten zijn weergegeven in Tabel 4-1 en Tabel 4-2. Conclusie is dat op een deel van het bestaande dijktraject een veiligheidsopgave geldt. Dat is consistent met de conclusies uit 'JAV veiligheidsopgave STPH november 2021.xlsx'. Conclusie is dat de berekeningen voor de referentie situatie (ca. 2022) met als uittredepunt de kuipruimte van de margrietstraat maatgevend zijn.

Tabel 4-1: Rekenresultaten huidige situatie – uittredepunt binnentuin.

		DWP0	DWP1	DWP2
Fase	[-]	Huidig	Huidig	Huidig
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	Sellmeijer	Sellmeijer
Kwelweglengte	[m]	84	83	84
Hoogte uittredepunt	[m+NAP]	2.3	2.3	2.3
Buitenwaterstand	[m+NAP]	6.67	6.67	6.67
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0 ^[1]	-4.0 ^[2]	-5.5 ^[3]
Deklaagdikte	[m]	6.3	6.3	7.8
Hc	[m]	2.83	2.80	2.83
$\Delta H-0,3D$	[-]	2.48	2.48	2.03
SF	[-]	1.14	1.13	1.39
γ_b	[-]	1.1	1.1	1.1
Fp	[-]	1.04	1.03	1.27
$P_{f,p}$	[kans/jaar]	7.9×10^{-6}	8.9×10^{-6}	5.9×10^{-7}
Norm	[kans/jaar]	7.58×10^{-7}	7.58×10^{-7}	7.58×10^{-7}
Oordeel	[-]	Onvoldoende	Onvoldoende	Voldoet

^[1] Conform DKM004.

^[2] Conform DKM003.

^[3] Conform DKM001 en DKM002.

Tabel 4-2: Rekenresultaten huidige situatie – uittredepunt kruipruimte Margrietstraat.

		DWP0	DWP1	DWP2
Fase	[-]	Huidig	Huidig	Huidig
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	Sellmeijer	Sellmeijer
Kwelweglengte	[m]	91	90	91
Hoogte uittredepunt	[m+NAP]	1.71	1.71	1.71
Buitenwaterstand	[m+NAP]	6.67	6.67	6.67
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0 ^[1]	-4.0 ^[1]	-5.5 ^[2]
Deklaagdikte	[m]	5.7	5.7	7.2
Hc	[m]	3.03	3.00	3.03
$\Delta H-0,3D$	[-]	3.25	3.25	2.80
SF	[-]	0.93	0.92	1.08
γ_b	[-]	1.1	1.1	1.1
Fp	[-]	0.85	0.84	0.98
$P_{t,p}$	[kans/jaar]	8.21×10^{-5}	9.10×10^{-5}	1.5×10^{-5}
Norm	[kans/jaar]	7.58×10^{-7}	7.58×10^{-7}	7.58×10^{-7}
Oordeel	[-]	Onvoldoende	Onvoldoende	Onvoldoende

^[1] Conform Koops sondering 103.

^[2] Conform Koops sondering 104. Deze sondering geeft als onderzijde van de holocene laag NAP -4 m. Daarna is er sprake van een meter zand gevolgd door een stoorlaag tot NAP -5,5 m. Deze stoorlaag komt voor aan de zuidzijde van het Margrietstraat en wordt ook gevonden in ander onderzoekspunten, zoals DKM005 en DKM006 van Socotec.

4.4 Bouwfase

Een beschrijving van de bouwfase / tijdelijke situatie is gegeven in paragraaf 2.9.6. In deze fase wordt ook archeologisch onderzoek uitgevoerd. Dit is beschreven in paragraaf 2.9.7. Een beschrijving van de werkwijze is gegeven in paragraaf 4.1.

Binnen het spoor STPH in de bouwfase wordt gewerkt met zelfde profielen als voor de huidige situatie. Deze zijn weergegeven in Figuur 4-3. De analyse van de bouwfase wordt beschreven per deel van de bouwfase.

4.4.1 Bouwfase 1 – plaatsen damwand(en), sloop oude fundatie, en installatie funderingspalen

In deze fase wordt de tijdelijke damwand tussen de Irenestraat en de bouwlocatie aangebracht. Daarna wordt de bestaande fundatie verwijderd. Deze wordt daarna direct aangevuld met zand (tot maximaal NAP +3,0 m).

Beschrijving impact per dwarsprofiel:

- DWP0
Voor STPH is de maatgevende locatie het uittredepunt in de binnenteen. De bestaande bebouwing en de fundering is nergens het maatgevende punt voor STPH (zie analyses paragraaf 4.3). Er is dus geen achteruitgang van de dijkveiligheid.
- DWP1
Voor STPH is de maatgevende locatie het uittredepunt in de binnenteen. De bestaande bebouwing en de fundering is nergens het maatgevende punt voor STPH (zie analyses paragraaf 4.3). Er is dus geen achteruitgang van de dijkveiligheid.
- DWP2
Voor STPH is de maatgevende locatie het uittredepunt in de binnenteen. De bestaande bebouwing en de fundering is nergens het maatgevende punt voor STPH (zie analyses paragraaf 4.3). Er is dus geen achteruitgang van de dijkveiligheid.

4.4.2 Bouwfase 1 – archeologie

De bouwfase is wordt vergeleken met de huidige situatie. Een beschrijving van de werkzaamheden die zijn voorgenomen rondom archeologie zijn opgenomen in paragraaf 2.9.7. Deze werkzaamheden vinden plaats gelijktijdig met de eerdere bouwfases, maar worden vanwege de afwijkende locatie en eigenschappen separaat beschreven.

Er worden drie profielen beschouwd (dwp0, dwp1, dwp2). De ligging van deze profielen zijn herhaald in Figuur 4-5. Te zien is dat de vorm van de profielen sterk wordt beïnvloed door de aanwezige damwand. Het maatgevende profiel qua bodemopbouw zijn dwp0 en dwp1. Het maatgevende dwarsprofiel met betrekking tot kortste kwelweglengte is dwp0. Deze locatie wordt dus beschouwd.



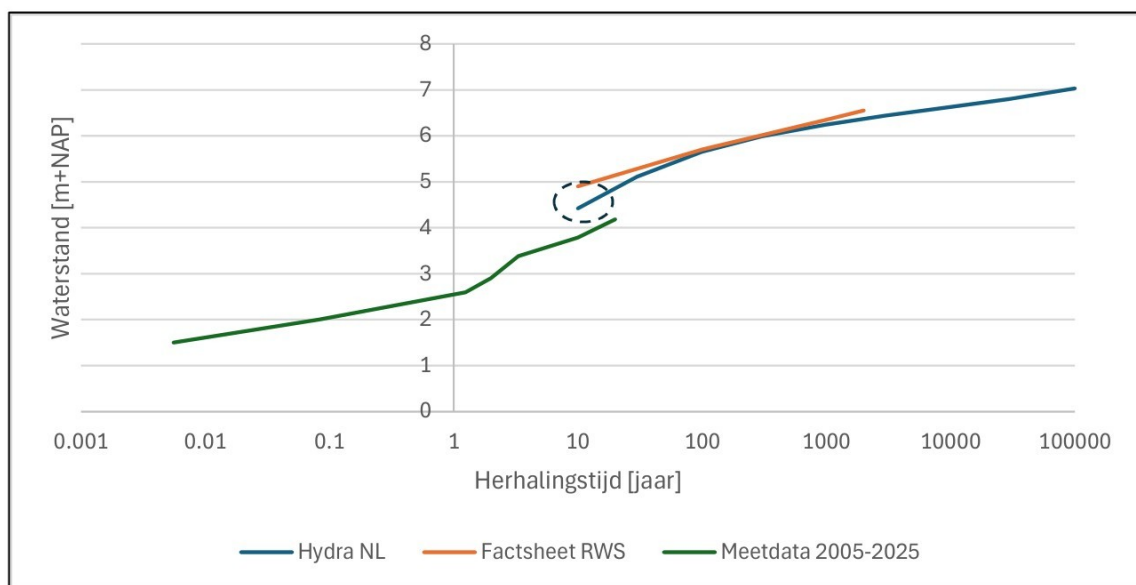
Figuur 4-5: Ligging dwarsprofielen t.b.v beoordeling STPH in bouwfase archeologie. Te zien is dat door de ligging van de damwand de ligging van de profielen worden bepaald door achterloopsheid.

De rekenresultaten zijn weergegeven Tabel 4-3. Te zien is dat door de ontgraving de veiligheid in de bouwphase lager is dan in de huidige fase. De vereiste veiligheid is $SF = 1.38$. In de tabel is te zien dat deze locatie veilig is bij een buitenwaterstand van NAP +4.4 m. Er zijn dus mitigerende maatregelen nodig. Deze maatregelen zijn nodig bij waterstanden extremer dan NAP +4.4 m. De mitigerende maatregelen zijn uitgewerkt in paragraaf 5.1.2. In Figuur 4-6 is de overschrijdingslijn van de waterstanden op de Lek weergegeven. Op basis daarvan worden waterstanden van NAP +4,4 m of extremer 1x per 10 jaar verwacht.

Tabel 4-3: Rekenresultaten bouwfase - archeologie.

		DWPO	DWPO	DWPO
Fase	[-]	Bouw - archeologie	Bouw - archeologie	Bouw - archeologie
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	Sellmeijer	Sellmeijer
Kwelweglengte	[m]	81	81	81
Hoogte uittredepunt	[m+NAP]	1.0	1.0	1.0
Buitenwaterstand	[m+NAP]	6.67	5.67	4.4
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0	-4.0	-4.0
Deklaagdikte	[m]	5.5	5.5	5.5
Hc	[m]	2.75	2.75	2.75
$\Delta H-0,3D$	[-]	4.20	3.20	1.90
SF	[-]	0.65	0.86	1.45
γ_b	[-]	1.1	-	-
Fp	[-]	0.59	-	-
$P_{t,p}$	[kans/jaar]	2.59×10^{-3}	-	-
Norm (faalkans huidig)	[kans/jaar]	5.7×10^{-6}	-	-
SF eis ^[1]	[-]	-	1.38	1.38
Oordeel	[-]	Verslechtering	Onvoldoende	Voldoet

^[1] Omvat een schadefactor van $\gamma_n = 1.25$ en een schematiseringsfactor van $\gamma_b = 1.1$.



Figuur 4-6: Overschrijdingslijn waterstanden Lek. Hierin is de waarde van NAP +4,4 m omcirkeld. Te zien is dat de verschillende bronnen hier afwijkende herhalingstijden voor geven. Gemiddeld wordt een herhalingstijd van 1x per 10 jaar verwacht voor deze waterstand.

4.4.3 Bouwfase 2 – bouwrijp maken, aanbrengen bemaling, ontgraving, inbrengen funderingspalen, realisatie diepe delen.

In deze fase wordt ontgraven tot maximale diepte. Daarbij wordt de fundering gerealiseerd (maken poeren, realiseren bekisting voor fundering). Deze fase is kritisch voor de werkzaamheden omdat de bouwwerkzaamheden op zijn laagst zijn.

De damwanden in deze fase kunnen functioneren als heave scherm. Daarvoor moeten deze aan een aantal voorwaarden voldoen. Dit zijn:

- Damwandscherm is waterdicht.
De voorgenomen damwanden voldoen aan dit criterium over de lengte van de damwandplanken. Alle damwandplanken sluiten op elkaar aan (geen openingen/coupures). De damwandplanken zijn massief (geen openingen om grondwaterdoor te laten). De aansluitingen bij de hoeken worden uitgevoerd met een T-stuk dat waterdicht aansluit over de gehele verticale lengte.
- Damwanden voldoen aan minimale lengte.
Conform (DIV, 2023) geldt een minimale inbeddingslengte in de zandlaag van 3,0 m. De bovenzijde van de zandlaag varieert tussen NAP -4 m (DKM 3, 4, 7 en 8) tot -5,5 à -6 m (DKM1, 2 en 5). Daarmee is de onderzijde minimaal NAP -7 à -9 m.

Addendum november 2025

Het vigerende damwandontwerp heeft voldoende lengte op de delen waar dichte damwanden worden geplaatst. Echter worden aan de noord- en zuidzijde ook open constructies toegepast (Berlinerwand). Daardoor kan grondwater om de damwanden heen stromen. Het samenhangende geheel van verticale constructies voldoet daarmee niet aan achterloopsheid. Daarom wordt in voorliggend ontwerp de positieve invloed van de damwand niet meegenomen in de analyses.

- Damwanden voldoen aan heave criteria.
In (DIV, 2023) is gesteld dat de heave schermen een minimale veiligheid van $SF = 2$ tegen heave dienen te omvatten met de VEM methode. In bijlage 7 zijn een berekening voor dwp0 en dwp2 opgenomen. Bij maximale ontgraving gedurende hoogwater (wbn) is de aanwezige veiligheid gelijk aan $SF = 7,5$ en $8,2$.

Addendum november 2025

Het vigerende damwandontwerp heeft voldoende lengte op de delen waar dichte damwanden worden geplaatst. Echter worden aan de noord- en zuidzijde ook open constructies toegepast (Berlinerwand). Daardoor kan grondwater om de damwanden heen stromen. Het samenhangende geheel van verticale constructies voldoet daarmee niet aan achterloopsheid. Daarom wordt in voorliggend ontwerp de positieve invloed van de damwand niet meegenomen in de analyses.

Omdat de damwanden niet per se voldoen aan de heave criteria en achterloopsheid, is alleen het faalmechanisme terugschrijdende erosie getoetst met de rekenregel van Sellmeijer. Deze stroming is als of de damwand niet aanwezig is. Dit is dus de kortste afstand.

De rekenresultaten zijn weergegeven Tabel 4-9. Te zien is dat door de ontgraving de veiligheid in de bouwfase lager is dan in de huidige fase. In Tabel 4-5 is te zien bij welke waterstand op het Merwedekanaal de situatie kritisch wordt.

Tabel 4-4: Rekenresultaten bouwfase terugschrijdende erosie.

		DWP0	DWP1	DWP2
Fase	[-]	Bouwfase	Bouwfase	Bouwfase
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	Sellmeijer	Sellmeijer
Kwelweglengte	[m]	70	70	70
Hoogte uittredepunt	[m+NAP]	0.6	1.77	2.07
Buitenwaterstand	[m+NAP]	6.67	6.67	6.67
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0	-4.0	-5.5
Deklaagdikte	[m]	4.6	5.8	7.6
Hc	[m]	2.44	2.44	2.44
$\Delta H-0,3D$	[-]	4.69	3.17	2.33
SF	[-]	0.52	0.77	1.05
g_b	[-]	1.1	1.1	1.1
Fp	[-]	0.47	0.70	0.95
$P_{t,p}$	[kans/jaar]	1.4×10^{-2}	$5,8 \times 10^{-4}$	2.2×10^{-5}
Norm ^[1]	[kans/jaar]	5.7×10^{-6}	8.0×10^{-6}	0.1×10^{-6}
Oordeel	[-]	Verslechtering	Verslechtering	Verslechtering

^[1] Huidige situatie

Tabel 4-5: Rekenresultaten bouwfase terugschrijdende erosie – II (waterstand waarbij situatie kritisch is).

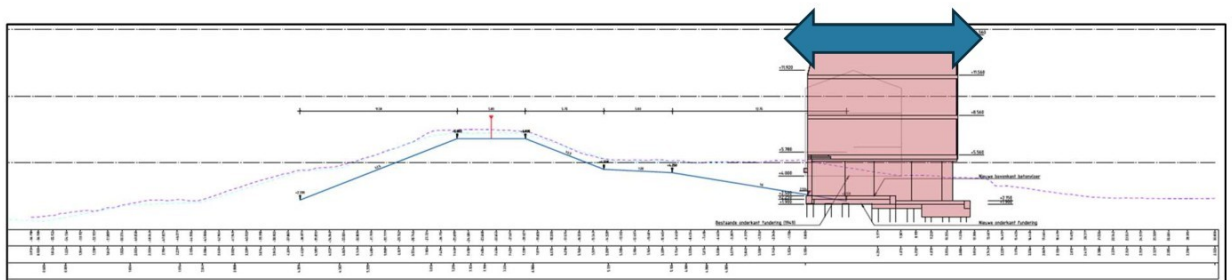
		DWP0	DWP1	DWP2
Fase	[-]	Bouwfase	Bouwfase	Bouwfase
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	Sellmeijer	Sellmeijer
Kwelweglengte	[m]	70	70	70
Hoogte uittredepunt	[m+NAP]	0.6	1.77	2.07
Buitenwaterstand	[m+NAP]	3.75	5.25	6.0
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0	-4.0	-5.5
Deklaagdikte	[m]	4.6	5.8	7.6
Hc	[m]	2.44	2.44	2.44
$\Delta H-0,3D$	[-]	1.77	1.75	1.66
SF	[-]	1.38	1.39	1.47
Eis	[-]	1.38	1.38	1.38
Oordeel	[-]	Voldoet bij NAP+3,75 m	Voldoet bij NAP+5,25 m	Voldoet bij NAP+6,0 m

4.5 Overbruggingsfase

4.5.1 Woningbouw Irenestraat

De overbruggingsfase is vergelijkbaar met de eindsituatie. Een beschrijving van de eindfase is gegeven in paragraaf 2.9. Een beschrijving van de werkwijze is gegeven in paragraaf 4.1.

Een schets van de situatie in de overbruggingsfase is weergegeven in Figuur 4-7. Er is een wijziging ten opzichte van de huidige situatie op twee vlakken. In Figuur 4-7 is de wijziging weergegeven ter plaatse van de bebouwing. Dit wordt beoordeeld conform (STOWA, 2014) / (STOWA, 2023).

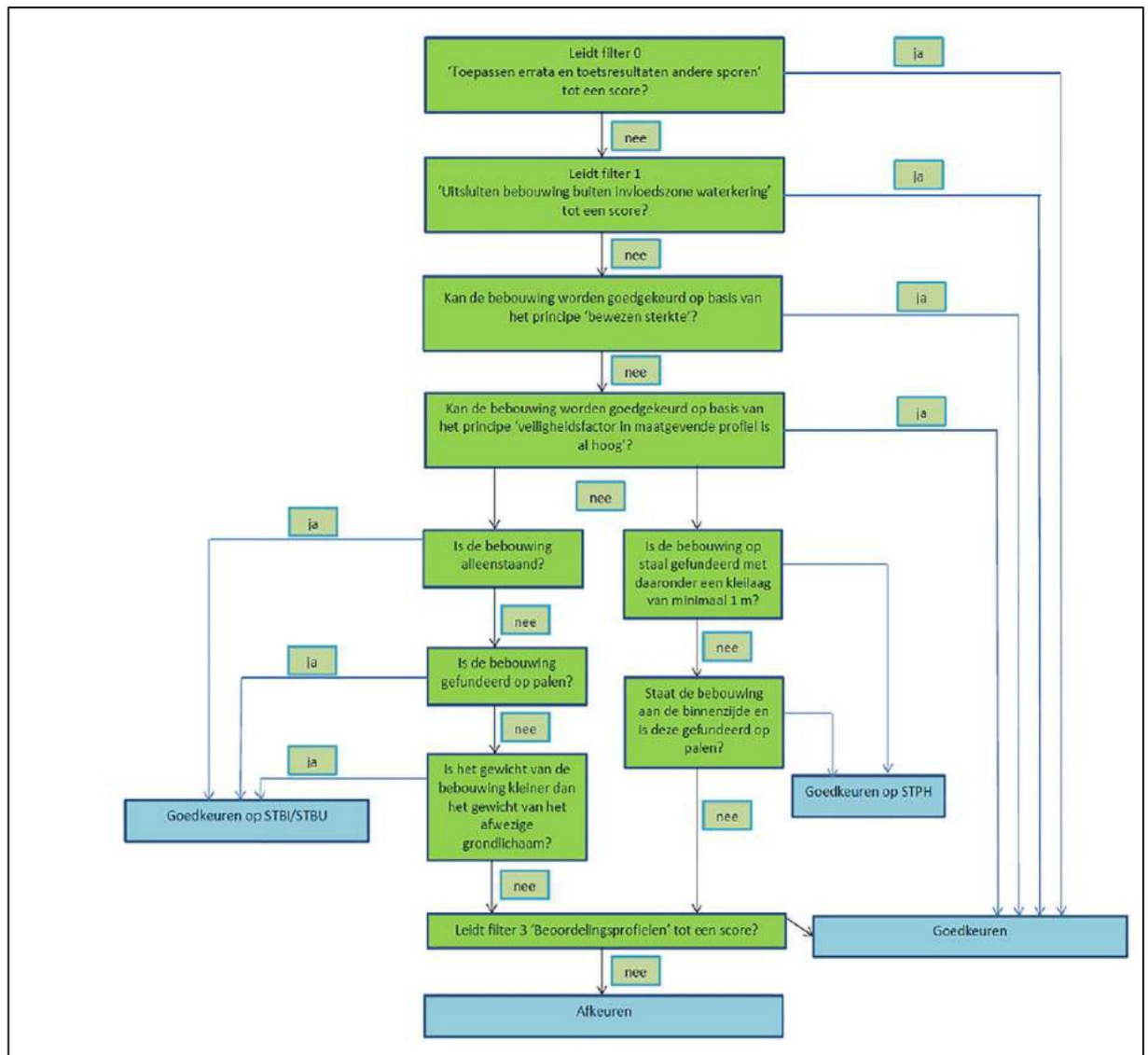


Figuur 4-7: Dwarsprofiel van de situatie ter hoogte van DWP1. De ligging van het kritische (uittredpunt) voor STPH in de huidige situatie is aangegeven met een peil.

Het stroomschema van (STOWA, 2014) / (STOWA, 2023) is weergegeven in Figuur 4-8. Te zien is dat deze een beoordeling geeft in termen van goedkeuren / afkeuren. Andere bewoording zijn 'faalkans verwaarloosbaar' of 'impact verwaarloosbaar'. Doorlopen van het spoor heeft de volgende resultaten:

- Filter 0
 Het kijken naar andere faalmechanismen is niet uitgevoerd. Doel is namelijk van deze rapportage om de veiligheid van de dijk met bebouwing te beoordelen voor STPH.
- Filter 1
 Uitsluiten bebouwing is het criterium voor de eindfase. Hier wordt bewust de bebouwing niet uitgesloten.
- Bewezen sterkte.
 De bebouwing kan niet worden goedgekeurd op basis van het principe van bewezen sterkte. De bebouwing betreft nieuwbouw.
- Hoge veiligheidsfactor in maatgevend profiel
 Voor de huidige situatie en eindsituatie wordt gerekend met conservatieve uitgangspunten. Daarbij is geen sprake van hoge veiligheidsfactoren.
- Bebouwing gefundeerd op staal:
 De bebouwing is niet gefundeerd op staal.
- Bebouwing gefundeerd op palen.
 De bebouwing is wel gefundeerd op palen. Het stroomschema geeft dan als oordeel 'goedkeuren op STPH'

Op basis van bovenstaande is het oordeel dat de bebouwing in de overbruggingsfase geen negatieve invloed heeft op STPH.



Figuur 4-8: Stroomschema beoordelen bebouwing nabij keringen conform (STOWA, 2023). Dit stroomschema heeft betrekking op stabiliteit en piping.

Voorgaande is aanvullend bepaald op basis van een opbarstberekening. Daarbij is het gewicht van de bebouwing meegenomen in de opbarstberekening. Deze gaat uit van de volgende gegevens:

- Nieuwbouw is volledig afgerond.
In de opbarstberekening wordt gerekend vanaf het vloerniveau van de begane grond. De lagen onder bovenkant vloer (vloer, fundering, poeren) worden meegenomen als onderdeel van de 'grond'. Massa van de bovenbouw is beschouwd als extra belasting. Er is een beschouwing gemaakt van de nieuwbouw over de eerste 10,96 m van het dwarsprofiel. Deze nieuwbouw heeft een lengte van 62 m, dat geeft een oppervlak van 680 m².
- Bovenbouw omvat de volgende zaken:
Vloeren, exclusief afwerkvloer begane grond: 20200 kN.
Gevels (metselwerk): 1000 kN.
HSB/pui: 800 kN.
Muur (zijde Irenestraat): 1000 kN.
Tussenwanden (10 stuks): 6500 kN.

Totaal: 29500 kN.

Gemiddelde druk: 43,4 kPa.

Rekenwaarde gewicht nieuwbouw: 39 kPa (=43 x 0,9).

- Bovenstaand gewicht is exclusief de volgende zaken:
trappenhuizen, interne afwerking (o.a. toiletvoorzieningen), isolatie, of installaties (o.a. verwarming).
Daarmee is bovengenoemd gewicht een veilige waarde.

De vereiste veiligheidsfactor tegen opbarsten is conform (RWS, 2017) $\gamma_{up} = 1,61$. Daarbij geldt een schematiseringsfactor van $\gamma_{b,u} = 1,1$. Er wordt derhalve getoetst aan een veiligheidsfactor van 1,77. De rekenresultaten zijn weergegeven in Tabel 4-6. Te zien is dat locaties die in de huidige fase een maaiveldhoogte van NAP +4,0 m hebben voldoen aan opbarsten. Te zien is dat de bebouwing dermate veel gewicht geeft, dat dit voldoende is om de gehele opwaartse druk weg te nemen. Het gewicht van de deklaag is dan geheel een 'extra'. Dit is veilig.

Aanvullend geldt dat bij de realisatie van nieuwe gebouwen in de eerste jaren, dus de overbruggingsperiode, geen gebreken worden verwacht. Daarmee is grondwaterstroming door (doorgaande) scheuren (in vloeren) ook niet plausibel. Daarmee is het optreden van een nieuw uittredepunt voor piping niet plausibel. In combinatie met het voorgaande is ook dit veilig.

Tabel 4-6: Rekenresultaten opbarsten

		Huidig	Overbruggingsfase bebouwing
Hexit	[m+NAP]	4.0	2.5 ^[3]
ϕ_{exit}	[m+NAP]	6.11	6.11
Ddeklaag	[m]	8.0	6.5
γ_{sat}	[kN/m ³]	14.6 ^[1]	14.6 ^[1]
$\Delta\phi_{c,u}$	[m]	3.9	3.2
$\Delta\phi$	[m]	2.1	3.6
$M_{bebouwing}$	[kPa]	-	39
$\Delta\phi - M_{bebouwing}/g$		2.1	Nihil
SF	[-]	1.85	> 999 ^[2]
Oordeel		Voldoet	Voldoet

^[1] Volumegewichten zijn overgenomen van de macrostabiliteitsberekening. Op basis daarvan is een gemiddeld volumegewicht bepaald deze omvat veenlagen, organische klei en antropogeen materiaal.

^[2] De positieve invloed van de funderingspalen die trek kunnen opnemen is in deze berekening niet meegenomen.

^[3] *Addendum November 2025*

Het ontwerp is herzien. Delen van de bebouwing langs de Irenestraat hebben een hoger vloerpeil. Dat leidt tot lokaal een verdere verbetering van de veiligheid.

HDSR heeft voor alleen de overbruggingsfase akkoord gegeven dat de positieve invloed van de bebouwing meegenomen kan worden. Op basis daarvan is het oordeel dat de bebouwing in de overbruggingsfase geen negatieve invloed heeft op STPH.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen toegestaan zijn en dat de overbruggingsfase wordt gedoogd.

4.5.2 Woningbouw Margrietstraat

De overbruggingsfase is vergelijkbaar met de eindsituatie. Een beschrijving van de eindfase is gegeven in paragraaf 2.9. Een beschrijving van de werkwijze is gegeven in paragraaf 4.1.

Rondom de Margrietstraat is er een wijziging ten opzichte van de huidige situatie met betrekking op de bebouwing op twee vlakken. De eerste is de locatie (10 m verder) de tweede is de afmeting van de kruipruimte. De bebouwing wordt beoordeeld conform (STOWA, 2014) / (STOWA, 2023). Dit beoordelingsschema is reeds doorlopen voor bebouwing aan de Irenestraat in paragraaf 4.5.1. De conclusie was: "Op basis van bovenstaande is het oordeel dat de bebouwing in de overbruggingsfase geen negatieve invloed heeft op STPH." Voor de Margrietstraat gelden dezelfde conclusies.

Voorgaande is aanvullend bepaald op basis van een opbarstberekening. Daarbij is het gewicht van de bebouwing meegenomen in de opbarstberekening. Deze gaat uit van de volgende gegevens:

- Nieuwbouw is volledig afgerond.
In de opbarstberekening wordt gerekend vanaf de onderzijde van de kruipruimte. De lagen die hoger gelegen zijn dan de kruipruimte vloer en bovenbouw).
- Vloer en bovenbouw omvat de volgende zaken:
Ter plaatse van de Margrietstraat is de bebouwing minder hoog dan aan de Irenestraat. Bij de Irenestraat heeft de bebouwing een hoogte van 12,16 m boven bouwpeil. Bij de Margrietstraat heeft de bebouwing een hoogte van 8,9 m boven bouwpeil. De bebouwing nabij de Irenestraat is berekend op basis van gegevens van de constructeur op een gemiddeld gewicht van 43 kPa. Uitgaande van een gelijk volumegewicht geeft dat voor de bebouwing aan de Margrietstraat een bovenbelasting van 31 kPa ($=43 \times 8,9 / 12,16$). Het gepresenteerde volumegewicht van de Irenestraat is exclusief de fundering. Dat komt omdat in de opbarstberekening wordt gerekend vanaf het vloerniveau, dat omvat reeds de fundering. Bij de Margrietstraat wordt gerekend vanaf het niveau van de kruipruimte. Daarom wordt ook het gewicht van de fundering meegenomen. Bij de Irenestraat is het gemiddelde gewicht van de fundering 2.2 kPa ($=1500 \text{ kN} / 680 \text{ m}^2$).

Dat geeft een rekenwaarde van de bovenbelasting van 30,5 kPa ($=0.9 \times 31 + 0.9 \times 2.2$).
- Bovenstaand gewicht is exclusief de volgende zaken:
trappenhuizen, interne afwerking (o.a. toiletvoorzieningen), isolatie, of installaties (o.a. verwarming).
Daarmee is bovengenoemd gewicht een veilige waarde.
- *Addendum november 2025*
De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Op deze locatie wordt kruipruimteloos gebouwd.

De vereiste veiligheidsfactor tegen opbarsten is conform (RWS, 2017) $\gamma_{up} = 1,61$. Daarbij geldt een schematiseringsfactor van $\gamma_{b,u} = 1,1$. Er wordt derhalve getoetst aan een veiligheidsfactor van 1,77. De rekenresultaten zijn weergegeven in Tabel 4-7. Te zien is dat de bebouwing dermate veel gewicht geeft, dat dit voldoende is om de opbarstveiligheid te borgen tot een veiligheidsfactor van 1,63. Wanneer enige extra belasting aanwezig is (2 kPa), zoals trekkrachten vanuit de palen, of objecten binnen in de bebouwing, dan wordt voldaan aan de veiligheidsfactor tegen opbarsten inclusief schematiseringsfactor.

Tabel 4-7: Rekenresultaten opbarsten.

		Overbruggingsfase bebouwing	Overbruggingsfase bebouwing	Overbruggingsfase bebouwing	Overbruggingsfase Bebouwing -add
Hexit	[m+NAP]	1.39	1.39	1.39	2.4 ^[2]
ϕ_{exit}	[m+NAP]	6.11	6.11	6.11	6.11
Ddeklaag	[m]	5.39	5.39	5.39	6.4 ^[2]
γ_{sat}	[kN/m3]	14.6	14.6	14.6	15.5 ^[2]
$\Delta\phi_{c,u}$	[m]	2,6	2,6	2,6	3.7
$\Delta\phi$	[m]	4,6	4,6	4,6	3.71
M _{bebouwing}	[kPa]	-	30.5 ^[1]	30.5 + 2 ^[1]	23.0 ^[2]
$\Delta\phi - M_{bebouwing} / g$			1.6	1.4	1.4
SF	[-]	0,56	1.63	1.87	2.70
Oordeel		Onvoldoende	Voldoet mits $\gamma_{b,u} = 1,0$	Voldoet	Voldoet

^[1] De positieve invloed van de funderingspalen die trek kunnen opnemen is in deze berekening niet meegenomen.

^[2] Addendum November 2025

In het ontwerp van November 2025 wordt kruipruimte loos gebouwd. Dat leidt tot een hoger gelegen uittredepunt. Daarmee een dikkere deklaag. Deze deklaag omvat ophoogzand onder de vloer en de vloer zelf, dat leidt tot een toename van het gemiddelde volumegewicht. Om dubbeltelling van de vloer te voorkomen is de massa hiervan niet meer meegenomen in M_{bebouwing}.

Op basis van bovenstaande is het oordeel dat de bebouwing in de overbruggingsfase geen negatieve invloed heeft op STH.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen toegestaan zijn en dat de overbruggingsfase wordt gedoogd.

4.5.3 Woningbouw Wilhelminastraat

De overbruggingsfase is vergelijkbaar met de eindsituatie. Een beschrijving van de eindfase is gegeven in paragraaf 2.9. Een beschrijving van de werkwijze is gegeven in paragraaf 4.1.

Rondom de Wilhelminastraat heeft de bebouwing vergelijkbare afmetingen als ter plaatse van de Margrietstraat. De conclusies bij de Margrietstraat waren "Op basis van bovenstaande is het oordeel dat de bebouwing in de overbruggingsfase geen negatieve invloed heeft op STH". Deze conclusies zijn overgenomen.

4.5.4 Woningbouw Wilhelminastraat - liftput

De overbruggingsfase is vergelijkbaar met de eindsituatie. Een beschrijving van de eindfase is gegeven in paragraaf 2.9. Een beschrijving van de werkwijze is gegeven in paragraaf 4.1.

De Liftput staat in het gedeelte waarbij de bebouwing eenzelfde hoogte heeft als ter plaatse van de Irenestraat.

De Liftput is dieper dan de andere delen. Deze is echter zeer smal (2,05 m). Onder de liftput resteert een dikke deklaag (tot NAP -4 m). Bij het bepalen van het faalmechanisme opbarsten wordt rekening gehouden met de breedte van het object aan de hand van de 2:1 methode. Dit leidt ertoe dat het lage smalle deel niet maatgevend is. Voor de beoordeling dient gerekend te worden met het omliggende deel, dat is de bebouwing langs de Irenestraat. Analyses van dit deel zijn beschreven in paragraaf 4.5.1. De conclusies bij de Irenestraat waren "Op basis van bovenstaande is het oordeel dat de bebouwing in de overbruggingsfase geen negatieve invloed heeft op STPH." Deze conclusies zijn overgenomen.

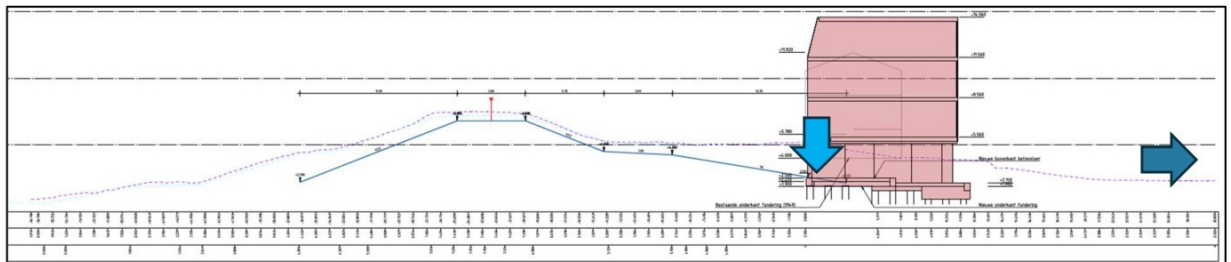
Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen toegestaan zijn en dat de overbruggingsfase wordt gedoogd.

4.6 Eindfase

4.6.1 Woningbouw Irenestraat

Een beschrijving van de eindfase voor de Irenestraat is gegeven in paragraaf 2.9. Een beschrijving van de werkwijze is gegeven in paragraaf 4.1. Deze fase betreft een vergelijk met de huidige situatie. Deze is doorgerekend in paragraaf 4.3. Door de realisatie van de bebouwing ter plaatse van de Irenestraat wordt het maaiveld verlaagd. Daardoor heeft de toetssituatie een lager maaiveld dicht bij het buitenwater. De locatie van het uittredepunt van de huidige situatie en van de eindfase zijn weergegeven in Figuur 4-9.



Figuur 4-9: Dwarsprofiel van de situatie ter hoogte van DWP1. De ligging van het kritische (uittredepunt) voor STPH in de huidige situatie is aangegeven met een donker blauwe peil. De ligging van het kritische (uittredepunt) voor STPH in de eindfase is aangegeven met een licht blauwe peil .

De rekenresultaten zijn weergegeven in Tabel 4-8. Conclusie is dat op alle delen de bebouwing ter plaatse van de Irenestraat lager is dan de bestaande bebouwing. Echter is deze locatie niet het maatgevende uittredepunt. Daarmee neemt de faalkans van de dijk niet toe door de bebouwing aan de Irenestraat. Daarmee is sprake van stand-still voor het faalmechanisme piping.

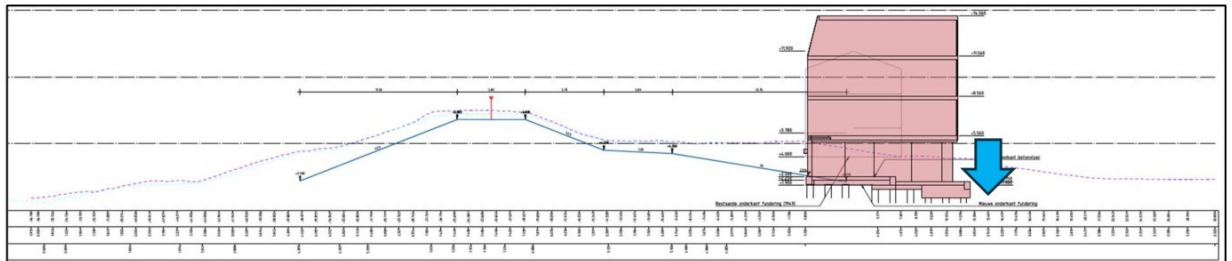
Tabel 4-8: Rekenresultaten eindfase – bebouwing Irenestraat.

		DWP0	DWP1	DWP2
Fase	[-]	Eind	Eind	Eind
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	Sellmeijer	Sellmeijer
Kwelweglengte	[m]	66	62	60
Hoogte uittredepunt	[m+NAP]	2.5	2.5 ^[1]	2.5 ^[1]
Buitenwaterstand	[m+NAP]	6.67	6.67	6.67
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0	-4.0	-5.5
Deklaagdikte	[m]	6.5	6.5	8.0
Hc	[m]	2.33	2.16	2.16
$\Delta H-0,3D$	[-]	2.22	2.22	1.77
SF	[-]	1.05	0.97	1.22
γ_b	[-]	1.1	1.1	1.1
Fp	[-]	0.95	0.88	1.11
$P_{i,p}$	[kans/jaar]	2.22×10^{-5}	5.3×10^{-5}	3.55×10^{-6}
Norm (faalkans huidig)	[kans/jaar]	8.21×10^{-5}	9.1×10^{-5}	1.5×10^{-5}
Oordeel	[-]	Stand still	Stand still ^[2]	Stand still ^[2]

^[1] Addendum november 2025

Deze vloerniveaus zijn herzien. Deze liggen nu op NAP +2,71 en +2,97 m. Dat leidt tot een herziening / verbetering van de oordelen. Deze zijn conform afspraak niet aangepast.

De locatie achter de bebouwing (nr. 2) heeft een lager maaiveld gekregen. Terugschrijdende erosie is beschreven voor de huidige situatie in paragraaf 4.3. Daar is te lezen dat de huidige situatie onvoldoende veilig is. Dit is expliciet beschouwd voor de binnentuin. Het relevante uittredepunt is weergegeven in Figuur 4-10. Dat is weergegeven in Tabel 4-9. Te zien is dat de binnentuin, ondanks de verlaging voldoet aan het stand-still principe.



Figuur 4-10: Dwarsprofiel van de situatie ter hoogte van DWP1. De ligging van het kritische (uittredepunt) voor STPH in de overbruggingsfase is aangegeven met een licht blauwe peil.

Tabel 4-9: Rekenresultaten eindfase terugschrijdende erosie - binnentuin.

		DWP0	DWP1	DWP2
Fase	[-]	Eind	Eind	Eind
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	Sellmeijer	Sellmeijer
Kwelweglengte	[m]	77	71	71
Hoogte uittredepunt	[m+NAP]	2.4	2.4 ^[2]	2.4 ^[2]
Buitenwaterstand	[m+NAP]	6.67	6.67	6.67
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0	-4.0	-5.5
Deklaagdikte	[m]	6.4	6.4	7.9
Hc	[m]	2.63	2.47	2.47
$\Delta H-0,3D$	[-]	2.38	2.38	1.93
SF	[-]	1.11	1.04	1.28
γ_b	[-]	1.1	1.1	1.1
Fp	[-]	1.01	0.94	1.16
P _{r,p}	[kans/jaar]	1.1 x 10 ⁻⁵	2.5 x 10 ⁻⁵	1.9 x 10 ⁻⁶
Norm ^[1]	[kans/jaar]	8.21 x 10 ⁻⁵	9.1 x 10 ⁻⁵	1.5 x 10 ⁻⁵
Oordeel	[-]	Stand-still	Stand-still ^[2]	Stand-still ^[2]

^[1] Huidige situatie

^[2] Addendum november 2025

Deze maaiveldniveaus herzien. Deze liggen nu op NAP +2,67 en +2,95 m. Dat leidt tot een herziening / verbetering van de oordelen. Deze zijn conform afspraak niet aangepast.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. In algemeenheid leidt het ontwerp van de initiatiefnemer tot een verslechtering. Er wordt namelijk grond verwijderd binnen de beschermingszone. Voor de vereiste mitigatie zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking. Dit betreft een bijdrage voor 5 m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK). Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen niet leiden tot een wijziging van de overeengekomen mitigatie.

4.6.2 Woningbouw Margrietstraat

Een beschrijving van de eindfase voor de Margrietstraat is gegeven in paragraaf 2.9. Een beschrijving van de werkwijze is gegeven in paragraaf 4.1. Deze fase betreft een vergelijk met de huidige situatie. Deze is doorgerekend in paragraaf 4.3. Door de realisatie van de bebouwing ter plaatse van de Margrietstraat komt de bebouwing verder weg van de dijk (ca. 10m). Echter is de voornomen kruipruimte ook dieper.

De rekenresultaten zijn weergegeven in Tabel 4-10. Conclusie is dat op alle delen de bebouwing ter plaatse van de Margrietstraat lager is dan de bestaande bebouwing. Dit leidt tot een verslechtering van de dijkveiligheid. De grootste verslechtering treedt op ter plaatse van DWP1. Daar is de verslechtering $3,66 \times 10^{-5}$ kans per jaar. Deze verslechtering is meer dan 1% van de dwarsdoorsnede eis. Dit is dus een significante verslechtering. Er is dus een mitigerende maatregel nodig.

Tabel 4-10: Rekenresultaten eindfase – bebouwing Margrietstraat.

		DWP0	DWP1	DWP2
Fase	[-]	Eind	Eind	Eind
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	Sellmeijer	Sellmeijer
Kwelweglengte	[m]	101	100	101
Hoogte uittredepunt	[m+NAP]	1.39 ^[1]	1.39 ^[1]	1.39 ^[1]
Buitenwaterstand	[m+NAP]	6.67	6.67	6.67
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0	-4.0	-5.5
Deklaagdikte	[m]	5.4	5.4	6.9
Hc	[m]	3.30	3.28	3.30
$\Delta H-0,3D$	[-]	3.66	3.66	3.21
SF	[-]	0.90	0.89	1.03
γ_b	[-]	1.1	1.1	1.1
Fp	[-]	0.82	0.81	0.94
$P_{t,p}$	[kans/jaar]	11.7×10^{-5}	12.7×10^{-5}	27.4×10^{-5}
Norm (faalkans huidig)	[kans/jaar]	8.21×10^{-5}	9.10×10^{-5}	1.5×10^{-5}
Oordeel	[-]	Verslechtering ^[1]	Verslechtering ^[1]	Verslechtering ^[1]

^[1] Addendum november 2025

Op deze locatie wordt kruipruimteloois gebouwd. Daarmee zijn deze niveaus herzien. Deze maaiveldniveaus herzien. Deze liggen nu op NAP +2,4 m. Dat leidt tot een herziening / verbetering van de oordelen. Deze zijn conform afspraak niet aangepast.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. In algemeenheid leidt het ontwerp van de initiatiefnemer tot een verslechtering. Er wordt namelijk grond verwijderd binnen de beschermingszone. Voor de vereiste mitigatie zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking. Dit betreft een bijdrage voor 5m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK). Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen niet leiden tot een wijziging van de overeengekomen mitigatie.

4.6.3 Woningbouw Wilhelminastraat

Een beschrijving van de eindfase voor de Wilhelminastraat is gegeven in paragraaf 2.9. Een beschrijving van de werkwijze is gegeven in paragraaf 4.1. Deze fase betreft een vergelijk met de huidige situatie. Deze is doorgerekend in paragraaf 4.3. Door de realisatie van de bebouwing ter plaatse van de Wilhelminastraat komt er nieuwe bebouwing. Deze bebouwing sluit aan op de bebouwing aan de Irenestraat deze is kruipruimte loos. De bebouwing aan de Wilhelminastraat heeft een kruipruimte, deze kruipruimte is aanwezig vanaf een afstand van ca. 9 m vanaf de Irenestraat. De bebouwing is alleen aanwezig ter plaatse van DWP0.

De rekenresultaten zijn weergegeven in Tabel 4-11. Conclusie is dat door het realiseren van de (lage) kruipruimte de bebouwing ter plaatse van de Wilhelminastraat lager is dan de bestaande bebouwing aan de Irenestraat en ook lager is dan de bestaande bebouwing aan de Margrietstraat. Dit leidt tot een verslechtering van de dijkveiligheid. De verslechtering treedt op ter plaatse van DWP0. Daar is de verslechtering $1,22 \times 10^{-3}$ kans per jaar. Deze verslechtering is meer dan 1% van de dwarsdoorsnede eis. Dit is dus een significante verslechtering. Er is dus een mitigerende maatregel nodig.

Tabel 4-11: Rekenresultaten eindfase – bebouwing Wilhelminastraat.

		DWP0	DWP1	DWP2
Fase	[-]	Eind	-	-
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	-	-
Kwelweglengte	[m]	75	-	-
Hoogte uittredepunt	[m+NAP]	1.39 ^[1]	-	-
Buitenwaterstand	[m+NAP]	6.67	-	-
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0	-	-
Deklaagdikte	[m]	5.4	-	-
Hc	[m]	2.58	-	-
$\Delta H-0,3D$	[-]	3.21	-	-
SF	[-]	0.70	-	-
γ_b	[-]	1.1	-	-
Fp	[-]	0.64	-	-
$P_{t,p}$	[kans/jaar]	131×10^{-5}	-	-
Norm (faalkans huidig)	[kans/jaar]	8.21×10^{-5}	-	-
Oordeel	[-]	Verslechtering ^[1]	-	-

^[1] Addendum november 2025

Op deze locatie wordt kruipruimtelos gebouwd. Daarmee zijn deze niveaus herzien. Deze maaiveldniveaus herzien. Deze liggen nu op NAP +2,4 m. Dat leidt tot een herziening / verbetering van de oordelen. Deze zijn conform afspraak niet aangepast.

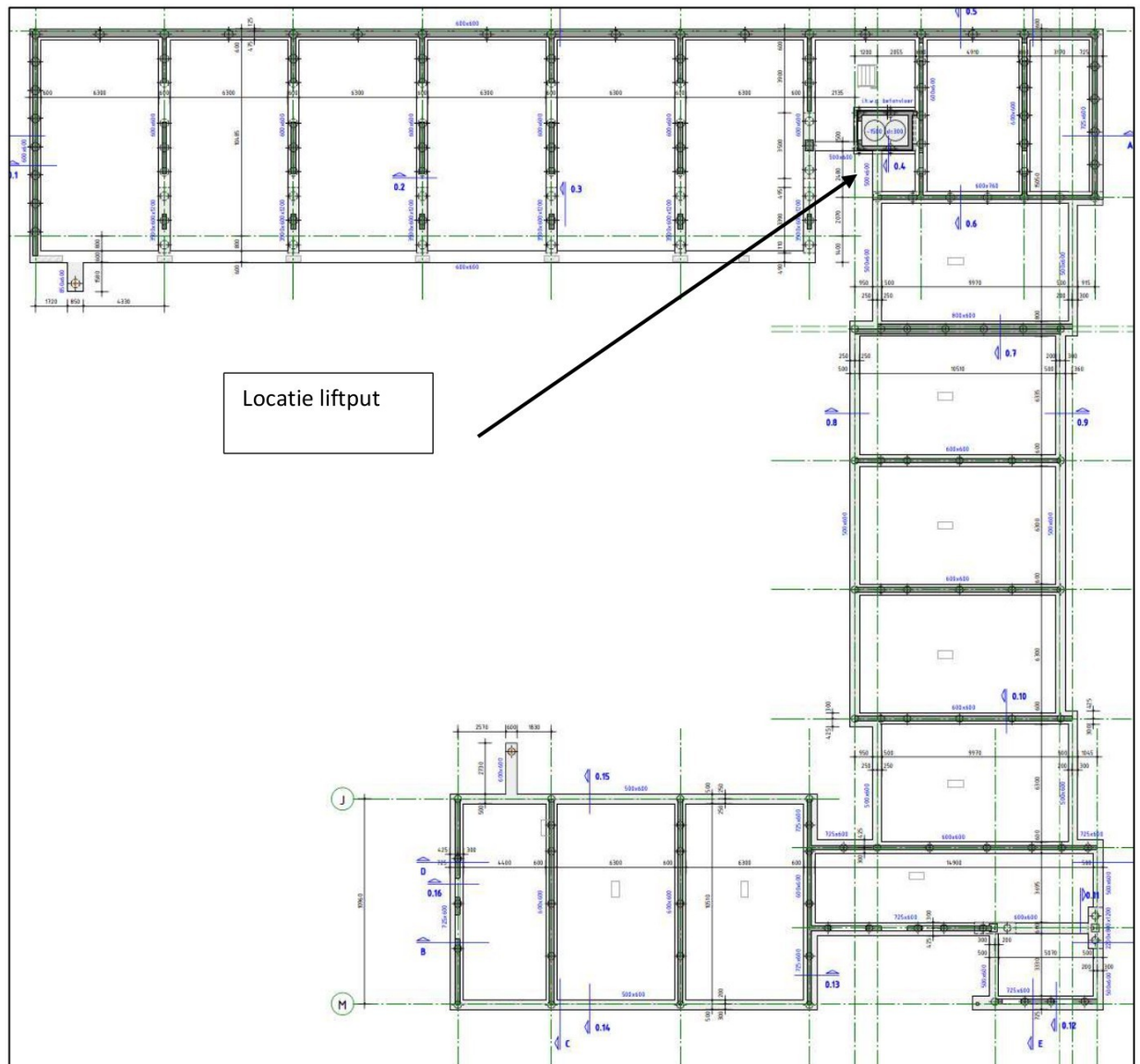
Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. In algemeenheid leidt het ontwerp van de initiatiefnemer tot een verslechtering. Er wordt namelijk grond verwijderd binnen de beschermingszone. Voor de vereiste mitigatie zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking (en ter plaatse van de Wilhelminastraat kruipruimte loos bouwt). Dit betreft een bijdrage voor 5m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK). Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen niet leiden tot een wijziging van de overeengekomen mitigatie.

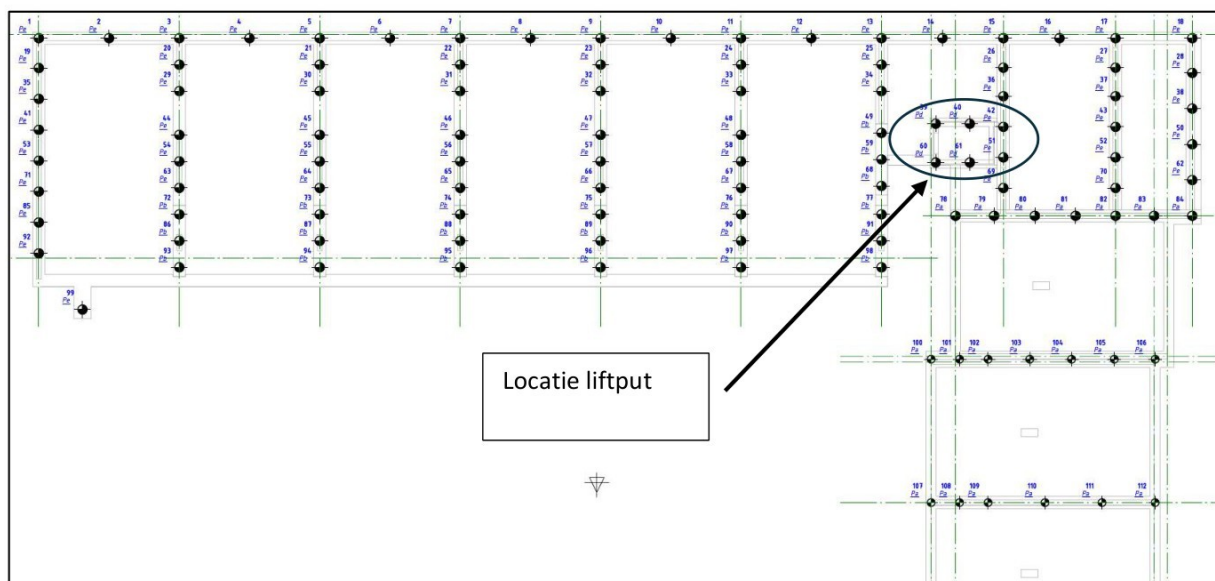
4.6.4 Woningbouw Wilhelminastraat - liftput

Nabij het kruispunt van de Wilhelminastraat / Irenestraat omvat de woningbouw een laagpunt. Dit is de liftput. Deze is in eerdere analyses niet beschouwd. Op d.d. 2025-04-02 heeft HDSR aangegeven van deze locatie wel een berekening benodigd is.

Hieronder zijn enige technische tekeningen (Figuur 4-11 en Figuur 4-12) opgenomen rondom de liftput uit het DO van Pieters (Pieters, bouwtechniek, 2023). Te zien is dat de liftput omringd is door meerdere onderdelen van de constructie (muren en funderingspalen).



Figuur 4-11: Uitsnede uit het DO van (Pieters, bouwtechniek, 2023).



Figuur 4-12: Uitsnede uit het palen plan van (Pieters, bouwtechniek, 2023).

Het risico op dijkveiligheid rondom de liftput is in algemene zin gering. Dat komt door de volgende zaken:

- Gering oppervlak.
De liftput heeft een uitwendige maat van 2,05 x 2,9 m en een inwendige maat van 1,65 x 2,50 m. Daarmee is de invloed op faalmechanismes die grootschalig zijn, nihil. Een voorbeeld van een dergelijk grootschalig faalmechanisme is macrostabiliteit binnenwaarts¹². Ook bij faalmechanismes waarbij 3D-werking meegenomen kan worden, zoals opbarsten, zorgt de geringe afmeting ervoor dat deze locatie niet maatgevend is. Dat komt door het meenemen van spanningsspreiding conform de 2:1 regel uit de schematiseringshandleiding (RWS, 2021).
- Geen impact gebruiksfase.
In de gebruiksfase omvat de bebouwing rondom de liftput een noemenswaardige hoeveelheid funderingspalen (6 palen binnen het oppervlak van 2,05 x 2,9 m). Daarnaast is de bebouwing verzaamd uitgevoerd. Het gewicht van de bebouwing in combinatie met de funderingspalen zorgt ervoor dat opbarsten ook in de extreemste situaties niet kan optreden.
- Frequentie monitoring.
In de liftput is een lift aanwezig. Liften moeten conform de wetgeving iedere 18 maanden gekeurd worden¹³. Daarbij worden meerdere zaken gecontroleerd, zoals de onderzijde van de lift en de liftput. De onderzijde van de liftput is lager dan de grondwaterstand, eventuele lekkages in de liftput zorgen dus voor water in de liftput. Dit volgt uit de inspecties, daardoor kan (tijdig) beheersmaatregelen genomen worden (dichten van scheurvorming).
- Geen risico bij schade
Bij (extreme) schade kan het gebouw instorten. Dan worden lage delen van de bebouwing (bedolven) onder het punt. De liftput wordt dan (van nature) opgevuld met puin. Er ontstaat dan een situatie waarbij de bodem niet afwijkend is ten opzichte van de binnentuin.
- Geen risico na sloop
Na de sloopfase wordt de projectlocatie opgeleverd met een vlak maaiveld. Daardoor zijn er geen lokale diepe punten meer aanwezig. Daardoor is de liftput geen risico meer na de sloopfase.
- Gereduceerd risico na kwel
In het theoretische geval dat de bebouwing verwijderd is, maar dat de locatie niet is aangevuld, ligt de

¹² Bij het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts wordt gekeken naar bezwijkvlakken waarbij 50 m lengte van de dijk bezwijkt. Daarbij heeft het bezwijkvlak in de dwarsrichting ook een afmeting van 40 à 50 m. Het oppervlak is derhalve 0,3%. Dit valt in eenzelfde categorie als een kopsloot.

¹³ Bron:

<https://www.nlarbeidsinspectie.nl/onderwerpen/liften#:~:text=Wanneer%20de%20lift%20aan%20de,%2DCBI%3A%20de%20periodieke%20keuring.>

grond rondom de liftput open. Dit is een ingesloten laagte. Wanneer er sprake is van neerslag of, kwel, dan kan dit water niet wegstromen. In dat geval zal, conform (STOWA, 2014), het waterpeil in de liftput gelijk worden aan het maaiveldniveau van de nabije omgeving (ca. NAP +2,5 m). Daardoor neemt het risico op falen door piping af.

Hier is de situatie beschouwd dat de gehele bebouwing is verwijderd inclusief onderzijde van de liftput (onderzijde NAP +0,60 m, bovenzijde NAP +0,90 m), dat deze niet is aangevuld met grond en dat gelijktijdig hoogwater optreedt. De rekenresultaten zijn weergegeven in Tabel 4-12. Conclusie is dat bij deze samenloop van omstandigheden er hoge faalkansen optreden.

Tabel 4-12: Rekenresultaten eindfase – bebouwing Wilhelminastraat - liftput.

		DWPO	DWPO Water in liftput door kwel	-
Fase	[-]	Eind	Eind	-
Rekenwijze	[-]	Sellmeijer	Sellmeijer	-
Kwelweglengte	[m]	70	70	-
Hoogte uitredepunt	[m+NAP]	0.6	0.6+1.9	-
Buitenwaterstand	[m+NAP]	6.67	6.67	-
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4.0	-4.0	-
Deklaagdikte	[m]	4.6	4.6	-
Hc	[m]	2.45	2.45	-
$\Delta H-0,3D$	[-]	4.69	2.79	-
SF	[-]	0.52	0.88	-
γ_b	[-]	1.1	1.1	-
Fp	[-]	0.48	0.80	-
$P_{i,p}$	[kans/jaar]	1.3×10^{-2}	1.5×10^{-4}	-
Norm (faalkans huidig)	[kans/jaar]	8.21×10^{-5}	8.21×10^{-5}	-
Oordeel	[-]	Verslechtering	Verslechtering	-

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. In algemeenheid leidt het ontwerp van de initiatiefnemer tot een verslechtering. Er wordt namelijk grond verwijderd binnen de beschermingszone. Voor de vereiste mitigatie zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking. Dit betreft een bijdrage voor 5m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK). Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen niet leiden tot een wijziging van de overeengekomen mitigatie.

4.7 Samenvatting rekenresultaten

In Tabel 4-13 is een samenvatting gegeven van de rekenresultaten in dit hoofdstuk.

Tabel 4-13: Samenvatting van rekenresultaten.

Fase	Oordeel	Toelichting
Bouwfase – fase 1	Voldoet aan standstill	
Bouwfase – fase 2		
DWP0	Risico bij WBN	Voldoet bij NAP+3,75 m
DWP1	Risico bij WBN	Voldoet bij NAP+5,25 m
DWP2	Voldoet aan standstill	Voldoet bij NAP+6,0 m
Bouwfase archeologie	Risico bij WBN	Voldoet bij NAP+4,4 m
Overbruggingsfase		
Irenestraat	Voldoet	Positieve invloed van bebouwing is meegenomen.
Margrietstraat	Voldoet	
Wilhelminastraat	Voldoet aan standstill	
Eindfase		
Irenestraat	Voldoet aan standstill	
Margrietstraat	Verslechtering tgv kruipruimte	Ontwerp is nu kruipruimteloos
Wilhelminastraat	Verslechtering tgv kruipruimte	Ontwerp is nu kruipruimteloos

5. Mitigerende maatregelen

5.1 Bouwfase

5.1.1 Bouwfase 1 – plaatsen damwand(en), sloop oude fundatie, en installatie funderingspalen

In deze fase worden de volgende werkzaamheden uitgevoerd: plaatsen damwand(en), sloop oude fundatie, en installatie funderingspalen. De activiteiten: plaatsen damwand(en), sloop oude fundatie, en installatie funderingspalen zijn geen werkzaamheden die kritisch zijn voor de dijkveiligheid. Er zijn derhalve geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.

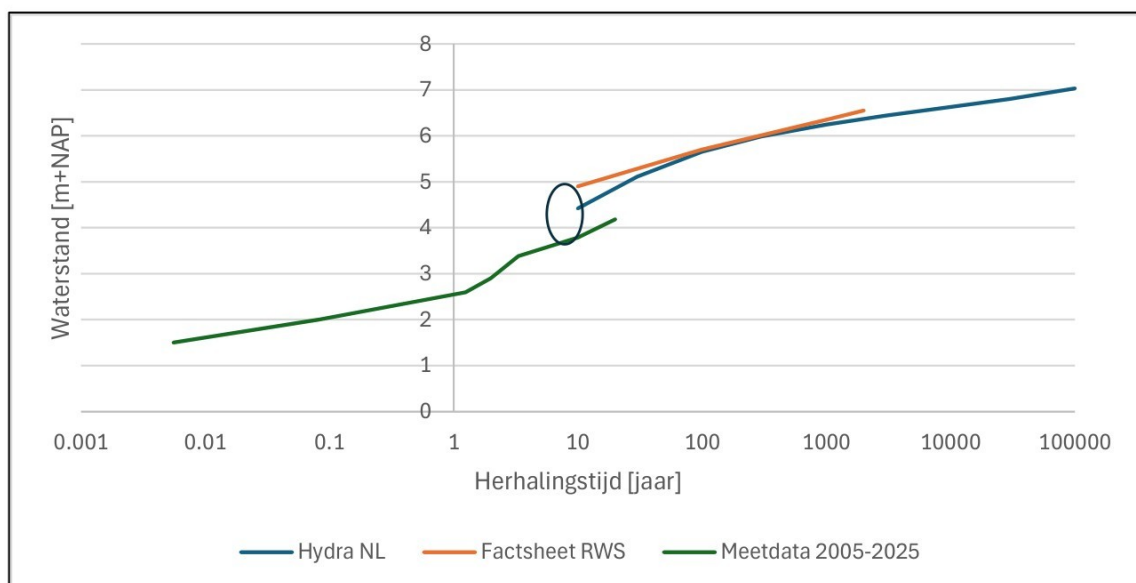
5.1.2 Bouwfase 1 – archeologie

Het onderdeel Archeologie is beschreven in paragraaf 2.9.7. De analyse is uitgevoerd in paragraaf 4.4.2. Conclusie van de analyse is dat er een verslechtering is van de dijkveiligheid. De dijkveiligheid komt vooral in het gedrang bij hoogwater met een waterstand van NAP +4,4 m en hoger. Daarom wordt maatregel toegepast.

De archeologische werkzaamheden vallen wel samen met de aanwezigheid van de damwand. Deze worden waarschijnlijk eerder uitgevoerd dan de bemaling, die benoemd is in paragraaf 5.1.3. Daarom is hier een afwijkende maatregel ingezet, dit betreft het dempen van de ontgraving die wordt gedaan in het kader van Archeologie.

Het inzetten van een maatregel kost tijd. Daarom wordt onderstaand protocol aangehouden

- Tijdens de werkzaamheden worden de waterstanden en prognoses van de waterstanden van Hagestein Beneden gemonitord.
- Bij een voorspelde waterstand van NAP +3,40 m of hoger. Worden geen nieuwe graafwerkzaamheden uitgevoerd.
- Bij een voorspelde waterstand van NAP +3,90 m of hoger (ca. 1x per 10 jaar, zie Figuur 5-1). Worden de werkputten gedempt en afgewerkt tot het oorspronkelijke maaiveld (ca. NAP +2,3 m).
- Bij een voorspelde waterstand van NAP +4,40 m of hoger zijn alle werkputten gedempt.
- Wanneer de waterstanden na een hoog watergolf gezakt zijn tot NAP +3,40 m of lager kunnen de graafwerkzaamheden weer worden hervat.



Figuur 5-1: Overschrijdingslijn waterstanden Lek op basis van 3 bronnen. Op basis van deze gegevens treedt een waterstand van NAP +3,9 m op ongeveer 1x per 10 jaar.

5.1.3 Bouwfase 2 – bouwrijp maken, aanbrengen bemaling, ontgraving, inbrengen funderingspalen, realisatie diepe delen.

In deze fase is sprake van grote(re) ontgravingen. Ook is in deze fase sprake van het toepassen van meerdere damwanden die veiligheid geven. Deze fase is beschreven in paragraaf 2.9.6. De analyse is uitgevoerd in paragraaf 4.4.3. Conclusie van de analyse is dat er een verslechtering is van de dijkveiligheid. De dijkveiligheid komt vooral in het gedrang bij hoogwater met een waterstand van NAP +3,75 m bij de diepste ontgraving van dwp 0 (NAP +0,6 m). De dijkveiligheid komt in het gedrang bij een waterstand van NAP +5,75 m bij de diepste ontgraving van dwp 1 (NAP +1,77 m).

Dijkveiligheid beschouwd vanuit het redeneren met faalpaden. Daarbij is het volgende faalpad relevant:

- Waterstanden op de rivier stijgen (Rijn, daarna Lek en Merwedekanaal).
- Stijghoogten onder de deklaag stijgen.
- Bovenstaande leidt tot (mogelijk) falen op opbarsten.
- Bovenstaande leidt tot (mogelijk) falen op heave.
- Bovenstaande leidt tot (mogelijk) falen op terugschrijdende erosie / achterloopsheid.

Dijkveiligheid is te borgen door te voorkomen dat de stijghoogten onder de deklaag stijgen. Dit wordt gerealiseerd middels robuuste spanningsbemaling. Daarnaast is een 'actieplan deepwells en big bags (hoogwaterprotocol' opgesteld. Deze is opgenomen in (Huisman traject, 2025). Deze is hieronder op hoofdlijnen herhaald.

Hoogwaterprotocol(Actieplan deepwells en big bags)

In het bemalingsadvies is het risico op opbarsten beschouwd. Daaruit volgt dat opbarst risico optreedt wanneer de stijghoogte een zekere drempelwaarde overschrijdt. Tijdens het werk beschikken wij over een vijftal diepe peilbuizen in het watervoerende pakket. De stijghoogte in deze peilbuizen wordt real time gemonitord. Er is bemaling met deepwells ingericht die ingezet kan worden wanneer dat nodig is. Het opvolgen van alle maatregelen van metingen op de bouwplaats en daarbuiten ter bewaking van haar omgeving vindt plaats door een team (geo-monitoring van Huisman Traject BV met wekelijkse verlagen en bevindingen naar alle partijen.

Er gelden de volgende stappen in het hoogwaterprotocol:

- Deepwells worden geactiveerd bij bereiken drempelwaardes van de stijghoogte (NAP +0,90 m tot NAP +2,30 m).
- De (graaf)werkzaamheden worden uitgevoerd tot waterstanden op de Lek van NAP +4,40 m (circa 1x per 10 jaar).
- Bij extremere waterstanden (> NAP +4,40 m):
 - Zullen er geen nieuwe ontgravingen plaatsvinden;
 - Diepe delen worden opgevuld met big bags;
 - Deepwells blijven actief in dit scenario t.b.v. dijkveiligheid.

Dit leidt tot een verdere verhoging van de veiligheid.

Veiligheid van spanningsbemaling hoogwater omstandigheden

De spanningsbemaling bestaan uit meerdere deepwells die verdeeld staan gepositioneerd op de bouwplaats. Drie deepwells worden elektrisch voorzien van bouwstroom met daarop een noodstroomaggregaat volautomatisch bij uitval bouwstroom. De overige twee deepwells zullen via een separate bouwstroom voeding ontvangen met een tweede noodstroomvoorziening. Bij uitval bouwstroom zal een melding worden gedaan bij de servicedienst.

Zo is een lopende actieve spanningsbemaling altijd volledig gegarandeerd en kan op afstand het debiet en verlagingen worden gecontroleerd. Dit zorgt ervoor dat deze maatregel veilig is.

5.2 Overbruggingsfase

5.2.1 Woningbouw Irenestraat

De overbruggingsfase is beschouwd in paragraaf 4.5.1. Conclusie is dat in de overbruggingsfase de Woningbouw aan de Irenestraat voldoet aan de norm.

5.2.2 Woningbouw Margrietstraat

De overbruggingsfase is beschouwd in paragraaf 4.5.2. Conclusie is dat in de overbruggingsfase de Woningbouw aan de Margrietstraat voldoet aan de norm.

5.2.3 Woningbouw Wilhelminastraat

De overbruggingsfase is beschouwd in paragraaf 4.5.24.5.3. Conclusie is dat in de overbruggingsfase de Woningbouw aan de Wilhelminastraat voldoet aan de norm.

5.2.4 Woningbouw Wilhelminastraat - liftput

De overbruggingsfase is beschouwd in paragraaf 4.5.4. Conclusie is dat in de overbruggingsfase de Woningbouw aan de Wilhelminastraat voldoet aan de norm.

5.3 Eindfase

5.3.1 Woningbouw Irenestraat

In paragraaf 4.6.1 is de eindfase rondom de Irenestraat onderzocht. Er treedt in de eindfase geen verslechtering op ter plaatse van de Irenestraat. In paragraaf 3.1 is het beleid weergegeven. Daar staat dat het stand-still principe wordt toegepast. Er dienen geen mitigerende maatregelen toegepast te worden ter plaatse van de Irenestraat.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. In algemeenheid leidt het ontwerp van de initiatiefnemer tot een verslechtering. Er wordt namelijk grond verwijderd binnen de beschermingszone. Voor de vereiste mitigatie zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking. Dit betreft een bijdrage voor 5m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK). Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen niet leiden tot een wijziging van de overeengekomen mitigatie.

5.3.2 Woningbouw Margrietstraat

In paragraaf 4.6.2 is de eindfase rondom de Margrietstraat onderzocht. Er treedt in de eindfase verslechtering op ter plaatse van de Margrietstraat. Deze verslechtering is significant. In paragraaf 3.1 is het beleid weergegeven. Daar staat dat het stand-still principe wordt toegepast. Er dienen dus mitigerende maatregelen toegepast te worden ter plaatse van de Irenestraat.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. In algemeenheid leidt het ontwerp van de initiatiefnemer tot een verslechtering. Er wordt namelijk grond verwijderd binnen de beschermingszone. Voor de vereiste mitigatie zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking. Dit betreft een bijdrage voor 5m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK). Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Voor de woningbouw aan de Margrietstraat betreft dit het kruipruimteeloos bouwen. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen niet leiden tot een wijziging van de overeengekomen mitigatie.

5.3.3 Woningbouw Wilhelminastraat

In paragraaf 4.6.3 is de eindfase rondom de Wilhelminastraat onderzocht. Er treedt in de eindfase verslechtering op ter plaatse van de Margrietstraat. Deze verslechtering is significant. In paragraaf 3.1 is het beleid weergegeven. Daar staat dat het stand-still principe wordt toegepast. Er dienen dus mitigerende maatregelen toegepast te worden ter plaatse van de Irenestraat. Er zijn hieronder twee opties geschetst.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. In algemeenheid leidt het ontwerp van de initiatiefnemer tot een verslechtering. Er wordt namelijk grond verwijderd binnen de beschermingszone. Voor de vereiste mitigatie zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking (en ter plaatse van de Wilhelminastraat kruipruimte loos bouwt). Dit betreft een bijdrage voor 5m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK). Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen niet leiden tot een wijziging van de overeengekomen mitigatie.

5.3.4 Woningbouw Wilhelminastraat - liftput

Nabij het kruispunt van de Wilhelminastraat/ Irenestraat omvat de woningbouw een laagpunt. Dit is de liftput. Deze is in eerdere analyses niet beschouwd. Op d.d. 2025-04-02 heeft HDSR aangegeven van deze locatie wel een berekening benodigd is.

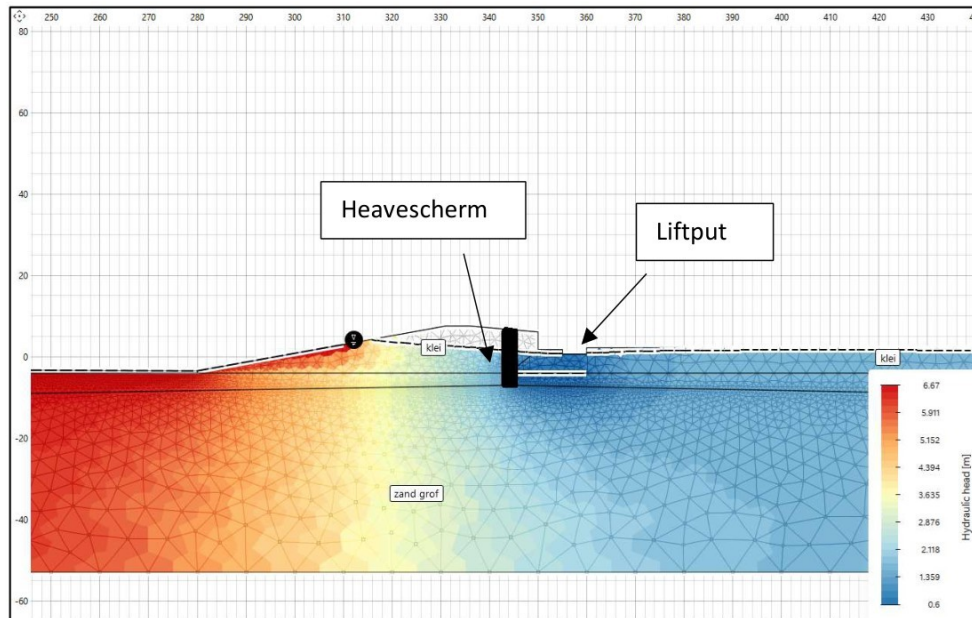
Het risico op dijkveiligheid rondom de liftput is in algemene zin gering. In paragraaf 4.6.4 zijn daarvoor meerdere argumenten gegeven. In het uitzonderlijke geval dat de liftput geheel wordt verwijderd, er geen enkel water in de liftput aanwezig is, er geen rekening gehouden mag worden met positieve invloed van klei op de bodem van het Merwedekanaal, niet wordt aangevuld en er sprake is van hoogwater, dan is er een risico voor dijkveiligheid.

Gezien de uitzonderlijkheid van bovenstaande zijn geen mitigerende maatregelen opgenomen.

HDSR is bezig met een dijkversterking. Daarbij wordt waarschijnlijk een verticale oplossing gekozen, zoals een kwelscherm / heavescherm. Wel is een analyse gemaakt of een heavescherm dat voldoet aan de minimale afmetingen (3 m in de zandlaag) voldoende veiligheid biedt om ook bovengenoemde uitzonderlijke situatie af te vangen.

De berekening is opgenomen in bijlage 7. Een weergave van de berekening is opgenomen in Figuur 5-2. Te zien is dat het heave scherm is geplaatst op afstand van 9 m uit de liftput. Dit komt overeen met een heave scherm die wordt geplaatst in de groenstroom tussen de dijk en de Irenestraat. Te zien is dat de grondwaterstroming achter de damwand gekromd is en omhoog komt. Deze gekromde grondwaterstroming kan risico geven op heave.

Een heave scherm moet getoetst worden conform (DIV, 2023). Daarbij is de eis dat het heave criterium een veiligheid geeft die groter is dan $SF > 2$. De berekening geeft bij minimale afmetingen van het heavescherm een veiligheidsfactor van $SF = 13.6$. Conclusie is dat een heavescherm met minimale afmetingen ruim voldoende veiligheid geeft voor deze uitzonderlijke situatie.



Figuur 5-2: Weergave van de heave berekening.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer heeft afstemming bereikt met HDSR over het ontwerp, vergunbaarheid en vereiste mitigatie. In algemeenheid leidt het ontwerp van de initiatiefnemer tot een verslechtering. Er wordt namelijk grond verwijderd binnen de beschermingszone. Voor de vereiste mitigatie zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking. Dit betreft een bijdrage voor 5m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK). Daarnaast heeft de initiatiefnemer het ontwerp tussen april en november 2025 herzien. Dit leidt op meerdere vlakken tot een verbetering van meerdere onderwerpen, zoals dijkveiligheid. Er is in overleg tussen de initiatiefnemer en HDSR besloten dat deze verbeteringen niet leiden tot een wijziging van de overeengekomen mitigatie.

6. Conclusie

6.1 Algemeen

In opdracht van Woonin heeft Antea Group een analyse waterveiligheid uitgevoerd voor woningbouw ter plaatse van de Irenestraat te Nieuwegein. Deze locatie is gelegen in het beheersgebied van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) op korte afstand van de Lekdijk langs het Merwedekanaal.

Toetsen van de voorgenomen ontwikkelingen aan het geldende beleid

Met HDSR is overeengekomen dat de werkzaamheden vergunningsplichtig zijn. Dat betreft de combinatie tussen 'Graafwerkzaamheden bij een waterkering' en 'Bouwwerken bij een waterkering'.

Dit analyse rapport gaat in op de vergunning plichtige onderdelen. Dat betreft de bouwfase (tijdelijk) en het effect dat de voorgenomen ontwikkeling heeft op de eindsituatie. Overeengekomen is ook een extra fase mee te nemen, dat is de overbruggingsfase. Daarin is gerekend met optimistischere uitgangspunten.

Analyse van de waterveiligheid met betrekking tot het faalmechanisme Piping - algemeen

De werkzaamheden dienen te voldoen aan de voorwaarden. Hier is verder ingegaan op de voorwaarde *'het waterkerend vermogen van de waterkering, zowel tijdens de uitvoering als na gereedkomen van het werk, niet worden aangetast'*. Teneinde hiervan zijn meerdere onderzoeken en analyses gedaan. Deze omvatten bathymetrische metingen, grondonderzoek ter plaatse van het Merwedekanaal, analyse van de vigerende eisen rondom niet waterkerende constructies (o.a. bebouwing en de funderingswijze ervan) en (geavanceerde) piping berekeningen. In samenspraak met HDSR zijn diverse uitgangspunten bijgesteld en aangescherpt.

Addendum november 2025

De initiatiefnemer (Woonin) en het bevoegd gezag (HDSR) zijn in overleg getreden met als doel het inpassen van de woningbouw met minimale impact op de omgeving (dijkveiligheid). Dit heeft geresulteerd in het nemen van maatregelen in de bouwfase en het nemen van maatregelen in de eindfase.

In de bouwfase bestaan deze maatregelen uit het plaatsen van een tijdelijke damwand en het toepassen van bemaling teneinde opbarsten van de bouwkuip te voorkomen in tijden van (zeer) hoog water.

Voor de eindfase zijn ontwerpoptimalisaties toegepast (geen vuilniscontainer in de kernzone, aanpassen bouwhoogten deel, kruipruimteloos bouwen). Binnen het ontwerp wordt grond verwijderd binnen de beschermingszone. Teneinde de impact hiervan te mitigeren zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking. Dit betreft een bijdrage voor 5m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK).

6.2 Deelconclusies

Waterveiligheid faalmechanisme Piping – tijdelijke situatie

Er worden graafwerkzaamheden uitgevoerd binnen het gesloten seizoen. Deze graafwerkzaamheden zijn (lokaal) lager dan het niveau van de eindsituatie (NAP +2,50 m). De veiligheid is beoordeeld. Daaruit blijkt dat de veiligheid van de primaire kering in het geding is wanneer hoge rivierwaterstanden gelijk optreden met diepe ontgravingen.

Voor de bouwfase wordt de veiligheid van de dijk en bouwput geborgd door het inzetten van monitoring in combinatie met bemaling en een hoogwaterprotocol. Wanneer de stijghoogten dermate hoog zijn dat risico's op opbarsten ontstaan, wordt de spanningsbemaling ingezet. De spanningsbemaling omvat meerdere robuustheden, daarmee is de veiligheid geborgd. Het hoogwaterprotocol omvat werken bij waterstanden op de lek tot NAP +4,40 m. Bij extremere waterstanden zullen geen nieuwe ontgravingen plaatsvinden en worden mitigerende maatregelen ingezet (diepe opvullen met big bags). Dit leidt tot een verdere verhoging van de veiligheid.

Waterveiligheid faalmechanisme Piping – Archeologie

Er worden graafwerkzaamheden uitgevoerd binnen het gesloten seizoen. Deze graafwerkzaamheden zijn (lokaal) lager dan het niveau van de eindsituatie (NAP +2,50 m). De veiligheid is beoordeeld. Daaruit blijkt dat de veiligheid van de primaire kering in het geding is wanneer hoge rivierwaterstanden (hoger dan NAP +4,4 m) gelijk optreden met diepe ontgravingen. Voor de archeologische werkzaamheden is een protocol opgezet, waarmee wordt voorkomen dat de graafwerkzaamheden gelijktijdig optreden met hoogwater. Wanneer voorspelde waterstanden te hoog zijn, wordt de archeologische ontgraving gedempt. Dit protocol is opgenomen in paragraaf 5.1.2.

Waterveiligheid met betrekking tot het faalmechanisme Piping – overbruggingsfase

In de overbruggingsfase zijn de risico's voor de dijkveiligheid beoordeeld. Conclusie is dat de veiligheid ter plaatse van de bebouwing voldoet aan de normen en/of aan stand still. Dit is aangetoond met twee beoordelingssporen.

Waterveiligheid met betrekking tot het faalmechanisme Piping – eindfase

In de eindfase zijn de risico's voor de dijkveiligheid beoordeeld. Conclusie is dat de veiligheid (op basis van een verouderd ontwerp) lokaal achteruit gaat en onvoldoende is.

De initiatiefnemer (Woonin) en het bevoegd gezag (HDSR) zijn in overleg getreden met als doel het inpassen van de woningbouw met minimale impact op de omgeving (dijkveiligheid). Daartoe heeft de initiatiefnemer ontwerpaanpassingen doorgevoerd (geen kruipruimtes ter plaatse van Wilhelminastraat). Daarnaast zijn beide partijen overeengekomen dat de initiatiefnemer bijdraagt aan de dijkversterking. Dit betreft een bijdrage voor 5m kwelscherm. Dit wordt tussen beide partijen geregeld in een samenwerkingsovereenkomst (SOK).

Bovenop bovenstaande heeft de initiatiefnemer verdere optimalisaties getroffen. Deze bestaan uit het kruipruimteloos maken van alle bebouwing en het verhogen van meerdere vloerpeilen en maaiveldniveaus.

De combinatie van al deze zaken leidt er toe dat er sprake is van een veilig en vergunbaar ontwerp.

Waterveiligheid – vuilcontainers

Naast het woningcomplex moet er gezorgd worden voor een vuilophaallocatie. Dit wordt ingevuld in de vorm van ondergrondse vuilcontainers. Voor de vuilcontainers is nog geen planning bekend, hier is ook nog geen aannemer voor gecontracteerd.

De initiatiefnemer geeft het volgende aan rondom de realisatie van de ondergrondse containers:

- Locatie conform opgenomen tekeningen.
- Ontgraving conform aangegeven diepten, deze zijn opgenomen in de ontgravingstekening.
- Vergunning aanvraag omvat de realisatie van deze containers.
- Uitvoering vindt plaats buiten het gesloten seizoen.

In deze rapportage is aangetoond dat de vuilcontainers geen impact hebben op de dijkveiligheid. Dit is aangetoond middels de eenvoudige toets voor NWO's uit het WBI2017.

Waterveiligheid – Aquaflow

De voorgenomen ontwikkelingen omvatten een toename aan verhard oppervlak (bebouwing / parkeeroppervlak). Daarvoor is een compensatiemaatregel voorgenomen, dat is het realiseren van extra waterberging, type: Aquaflow. De conclusie is dat het toepassen van dit type waterberging voor dijkveiligheid geen impact heeft indien de materiaaleigenschappen van Aquaflow zijn even goed of beter dan de bestaande materialen (ophoogzand). Dit leidt tot de volgende technische eisen:

- Opbarsten: verzadigde volumegewicht van minimaal 19 à 20 kN/m³.
- Stabiliteit: bovenstaande en sterkte minimaal $\phi' = 30^\circ$.
- Aan bovenstaande wordt voldaan wanneer de toe te passen oplossing voor waterberging bestaat uit 'Aquaflow meervoudig gebroken hardsteen 8-32+ mm, samenstelling conform mengsel type MHK53'.

7. Geavanceerde analyses

7.1 Algemeen

In 2024 en 2025 zijn door Antea Group geavanceerde piping analyses uitgevoerd. Daarnaast heeft HDSR gevraagd diverse gevoeligheidsanalyses uit te voeren. Deze analyses hebben met name betrekking op de modellering van infiltratie aan de zijde van het Merwedekanaal.

Op d.d. 2025-03-06 heeft HDSR besloten dat in de analyses geen positieve invloed van weerstand biedende lagen op de bodem van het Merwedekanaal meegenomen mogen worden (in de eindsituatie). Daarbij gelden meerdere argumenten, onder andere dat op termijn de diepte van het kanaal kan wijzigen en daarmee de eigenschappen van de waterbodem.

Daarmee zijn de uitgevoerde analyses niet meer van waarde voor de toetsituatie voor de eindsituatie. Deze zijn wel van waarde in het kader van de gevolgde gedachtegang die binnen het proces is doorlopen in de periode 2023 – heden. Deze geven daarnaast een beeld van de gevoeligheden / robuustheden van het systeem. Daarnaast geven deze een beeld van de achterliggende overwegingen in de gemaakte analyses. Daarom zijn deze analyses behouden in deze rapportage.

7.2 Geavanceerde analyse eindsituatie

7.2.1 Systeemanalyse

De geavanceerde analyse betreft (ook) het faalmechanisme terugschrijdende erosie. De onderliggende principes betreffen grondwaterstroming. Het grondwater stroomt vanuit de Rivier de Lek en het Merwedekanaal via het watervoerende pakket onder de projectlocatie door, naar het achterland.

Wanneer het water niet of moeizaam kan infiltreren ter plaatse van het Merwedekanaal door de aanwezige slecht doorlatende lagen daar, dan infiltreert het water ter plaatse van de Lek. Wanneer het water naar het achterland stroomt, dan wordt de stijghoogte bepaald door de polderpeilen en waterstanden in de watergangen in het achterland.

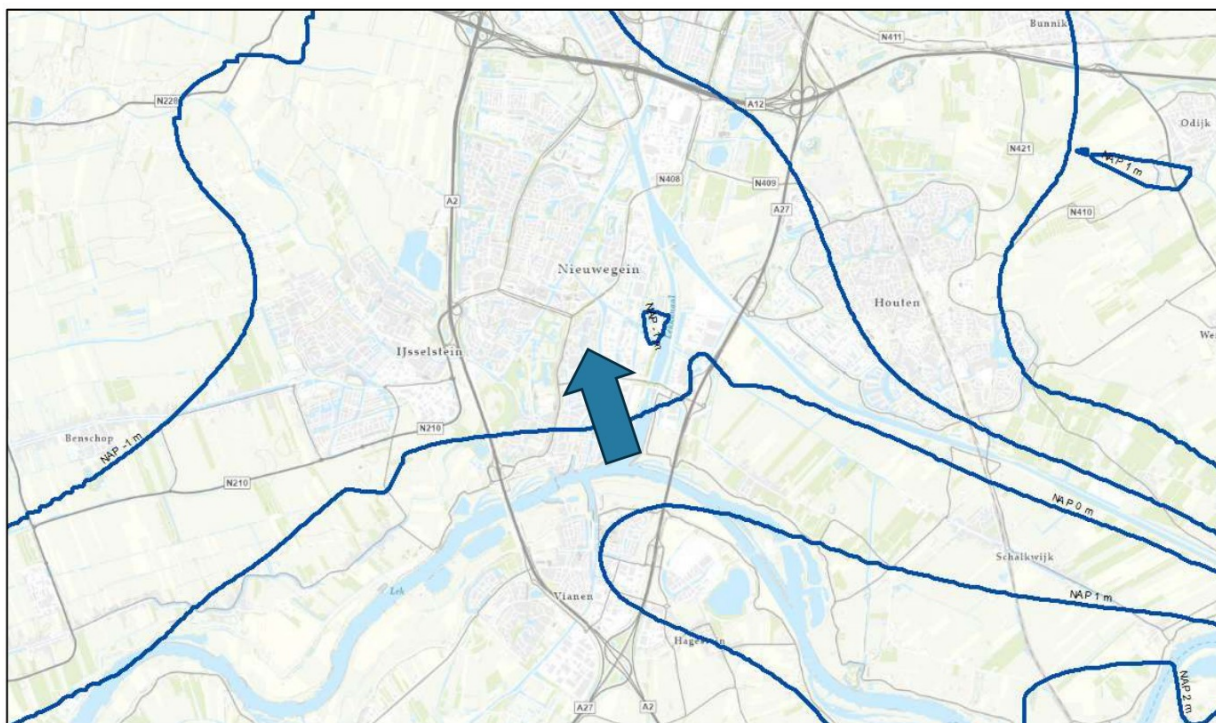
Door TNO zijn in 1997 isohypsen gemaakt van de stijghoogte op verschillende delen in Nederland. In Figuur 4-2 zijn de isohypsen weergegeven rondom Nieuwegein. Te zien is dat ondanks dat de rivierwaterstand varieert tussen NAP +0,7 tot 1,6 m de stijghoogte ligt op ca. NAP +0,0 m of lager in het achterland. Dat komt doordat de waterpartijen, zoals het binnendijkse deel van het Merwedekanaal structureel een peil hebben dat lager is dan de rivierwaterstand (NAP +0,55 à +0,70 m). Ook de invloed van het Amsterdam-Rijnkanaal en het Lekkanaal zijn terug te zien door de lagere peilen (NAP -0,3 à -0,4 m). Tenslotte hebben de polderpeilen verderop in het systeem lage streefpeilen, rondom de A12 zijn er peilvakken met polderpeilen variërend van NAP -0,85 tot -2,00 m.

De waterpartijen Amsterdam-Rijnkanaal, Lekkanaal en Merwedekanaal zijn dermate diep, dat de deklaagdikte eronder zeer dun is. De legger¹⁴ van Rijkswaterstaat geeft weer dat de bodemhoogte van het Amsterdam-Rijnkanaal ligt op NAP -4,0 à -6,4 m. De bodemhoogte van het Merwedekanaal¹⁵ is NAP -2,0 à -3,0 m. De onderzijde van de deklaag rondom dit kanaal is NAP -4,0 m. Onder het kanaal resteert daarmee 1 à 2 m deklaag. Tijdens hoogwater barst dit op, daardoor de stijghoogte tijdens hoogwater sterk(er) wordt beïnvloed.

¹⁴ Bron: dwarsprofiel MN_ARKA_40 tot en met MN_ARKA_44b

<https://maps.rijkswaterstaat.nl/geoweb55/index.html?viewer=LeggerRijkswaterstaatswerken>

¹⁵ De legger van Rijkswaterstaat geeft bodemhoogte van NAP -2,3 tot -3,4 m voor dwarsprofiel MN_MKAW_44 tot en met MN_MKAW_46. Voor het deel rondom de Oude Sluis geven bathymetrische metingen dieptes die geringer zijn. Deze zijn aangehouden in de analyse.



Figuur 7-1: Isohypsen van de stijghoogte conform TNO1997. Hierin is de dominante richting van de grondwaterstroming weergegeven.

In de D-Geo Flow analyse is een dwarsprofiel doorgerekend die haaks staat op de dijk en meebeweegt met de richting van de grondwaterstroming. Het dwarsprofiel is weergegeven in Figuur 4-3. Te zien is dat dit dwarsprofiel het buitendijkse deel van het Merwedekanaal meeneemt, daarbij worden de doorlatende delen van de waterbodem en de ondoorlatende delen van de waterbodem meegenomen.



Figuur 7-2: Ligging dwarsprofiel dat zowel haaks op de dijk staat als rekening houdt met de richting van de grondwaterstroming.

7.2.2 Hydraulische randvoorwaarden

De volgende hydraulische randvoorwaarden zijn meegenomen:

- Lek: conform WBN (NAP +6,67 m).
- Merwedekanaal (rivierzijde): WBN (NAP +6,67 m).
- Merwedekanaal (polderzijde): NAP +0,7 m.
- Heave niveau Merwedekanaal: NAP +1,3 m.

De heave boundary wordt bepaald door het niveau van de projectlocatie te verhogen met 0,3x de deklaagdikte. De onderzijde van de deklaag ligt conform DKM3 op NAP -4,0 m. De waterbodem van het Merwedekanaal ligt op NAP -2,5 à -3,0 m rondom de Koninginnensluis en op ca. NAP -2,0 à -2,5 m ter plaatse van de Oude sluis. Er is uitgegaan van de dikste deklaagdikte van deze opties. Dit geeft een deklaagdikte van 2,0 m.

Er bestaat de situatie dat in de Oude sluis het waterpeil wordt opgezet teneinde tegendruk te bieden. Daarom is de heave boundary alleen meegenomen in het deel voorbij het laatste compartiment.

Voor de bebouwing aan de noordzijde (ten noorden van nieuwbouw) is het volgende meegenomen:

- Hoogte souterrainvloer: NAP +2,15 m (NAP +2,19 m in 1949, er is uitgegaan van 0,04 m bodemdaling tussen 1949 en heden)

- Heave niveau bebouwing noord: NAP +4,0 m.
De heave boundary wordt bepaald door het niveau van de projectlocatie te verhogen met 0,3x de deklaagdikte. De onderzijde van de deklaag ligt conform DKM3 op NAP -4,0 m. Dit geeft een deklaagdikte van 6,15 m.

Voor de bebouwing aan de zuidzijde is het volgende meegenomen:

- Hoogte souterrainvloer: NAP +4,11 m (NAP +4,15 m in 1949, er is uitgegaan van 0,04 m bodemdaling tussen 1949 en heden)
- Heave niveau bebouwing zuid: NAP +6,54 m.
De heave boundary wordt bepaald door het niveau van de projectlocatie te verhogen met 0,3x de deklaagdikte. De onderzijde van de deklaag ligt conform DKM3 op NAP -4,0 m. Dit geeft een deklaagdikte van 8,11 m.

Voor de nieuwbouw is het volgende meegenomen:

- Hoogte souterrainvloer: NAP +2,50 m.
- Heave niveau projectlocatie: NAP +4,455 m.
De heave boundary wordt bepaald door het niveau van de projectlocatie te verhogen met 0,3x de deklaagdikte. De onderzijde van de deklaag ligt conform DKM3 op NAP -4,0 m. Dit geeft een deklaagdikte van 6,5 m.

7.2.3 Geohydrologische schematisering

De grondwaterstroming wordt in sterke mate bepaald door de slecht doorlatende lagen die aanwezig zijn op de waterbodem. Het dwarsprofiel verloopt van de projectlocatie langs DKM012, naar DKM013, naar DKM014 en ten slotte naar DKM015.

De aanwezige slechtdoorlatende lagen omvatten de volgende grondsoorten:

- Slib (voor boring S012).
- Klei, matig siltig, zwak humeus (voor boring S012).
- Klei, matig siltig, zwak humeus, licht grijs (voor boring S013).
- Klei, matig stevig, matig siltig, zwak humeus (voor boring S015).
- Klei, matig siltig, sterk zandig (voor boring S015).

De doorlatendheden van deze lagen zijn gebaseerd op GWZ2016 (B.Bot, 2016):

- Klei: 0,001 m/dag
(GWZ2016 geeft een weerstand van 1000 dagen/m in tabel 3.13).
- Gemiddeld holocene in west Nederland: 0,0067 tot 0,0025 m/dag.
(GWZ2016 geeft een weerstand van 150 - 400 dagen/m in tabel 3.13).
- Gemiddelde deklaag van slibhoudend zand, leem en veenlaagjes: 0,01 tot 0,02 m/dag.
(GWZ2016 geeft een weerstand van 50 - 100 dagen/m in tabel 3.13).

Deze studie hanteert een waarde van 0,01 m/dag voor de holocene deklaag wanneer het hoofdbestanddeel klei is. Voor de deklaag zelf zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- DKM012:
Hoogte waterbodem NAP -3,2 m.
Onderzijde slechtdoorlatende laag: NAP -5,0 m.
Dikte slechtdoorlatende laag: 1,8 m.
Doorlatendheid slechtdoorlatende laag: 0,01 m/dag.
Weerstand slechtdoorlatende laag: 180 dagen.

In de modellering is uitgegaan dat mogelijk een deel van deze laag wordt verstoord. Daarom is een laagdikte van 0,7 m meegenomen. Er is dus gerekend met een weerstand van 70 dagen in plaats van 180 dagen.

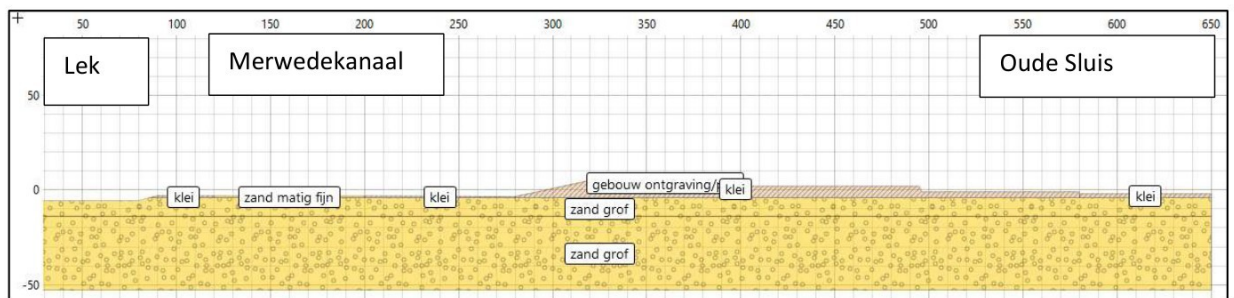
- DKM013:
Hoogte waterbodem NAP -3,2 m.
Onderzijde slechtdoorlatende laag: NAP -4,7 m.
Dikte slechtdoorlatende laag: 1,5 m.
Doorlatendheid slechtdoorlatende laag: 0,01 m/dag.
Weerstand slechtdoorlatende laag: 150 dagen.

In de modellering is uitgegaan dat mogelijk een deel van deze laag wordt verstoord. Daarom is een laagdikte van 0,7 m meegenomen. Er is dus gerekend met een weerstand van 70 dagen in plaats van 150 dagen.

- DKM014:
Hoogte waterbodem NAP -3,2 m.
Onderzijde slechtdoorlatende laag: n.v.t.
Op deze locatie is matig fijn zand met kleibrokken aangetroffen. Deze laag heeft een doorlatendheid hoger dan dat van klei, maar lager dan dat van schoon zand. Daarom is een laagdikte van 0,7 m met een doorlatendheid van schoon zand meegenomen ($k = 10$ m/dag). Er is dus gerekend met een weerstand van 0,7 dagen.
- DKM015:
Hoogte waterbodem NAP -3,2 m.
Onderzijde slechtdoorlatende laag: NAP -4,7 m.
Dikte slechtdoorlatende laag: 1,5 m.
Doorlatendheid slechtdoorlatende laag: 0,01 m/dag.
Weerstand slechtdoorlatende laag: 150 dagen.

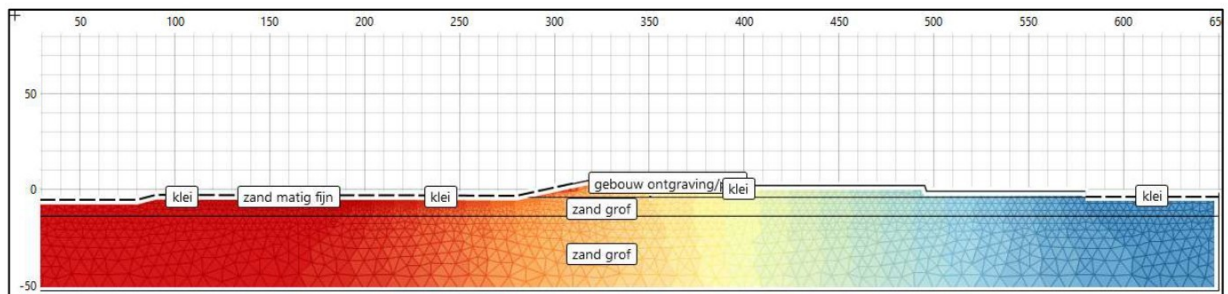
In de modellering is uitgegaan dat mogelijk een deel van deze laag wordt verstoord. Daarom is een laagdikte van 0,7 m meegenomen. Er is dus gerekend met een weerstand van 70 dagen in plaats van 150 dagen.

De aangehouden schematisatie is weergegeven in Figuur 4-4.



Figuur 7-3: Schematisatie D-Geo Flow berekening.

Bovengenoemde schematisatie geeft onderstaand stijghoogte verloop bij WBN (NAP +6,67 m). Te zien is dat hoge stijghoogten worden berekend rondom de Lek en het Merwedekanaal. Richting het achterland worden lagere stijghoogten berekend, dit als gevolg van het diepe oppervlaktewater (opbarstpotentiaal/heave potentiaal: NAP +1,3 m). Ter plaatse van de projectlocatie worden stijghoogten gevonden die daar tussenin liggen.



Figuur 7-4: Berekende stijghoogten in dwarsprofiel D-Geo Flow berekening.

7.2.4 Terugschrijdende erosie

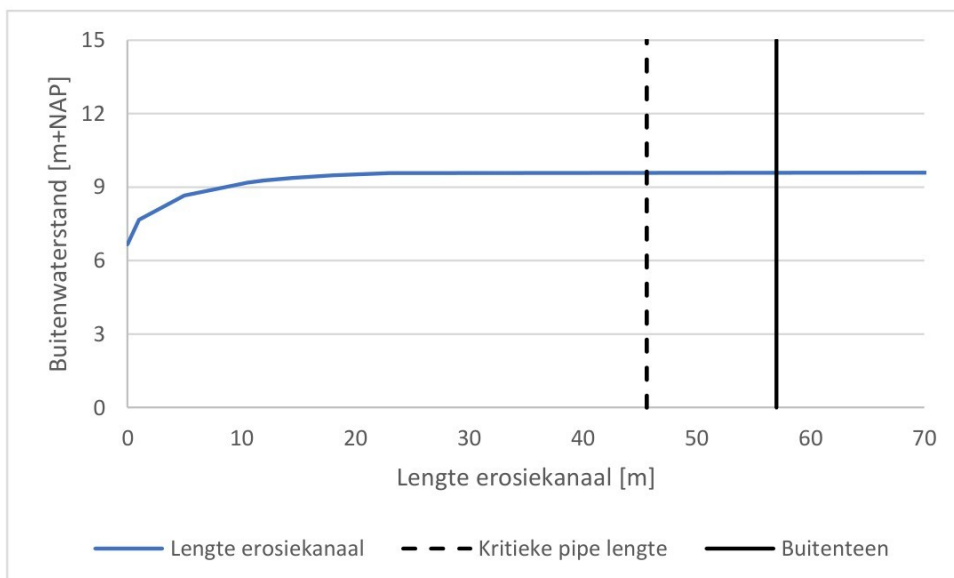
De beoordeling met terugschrijdende erosie wordt gedaan met D-Geo Flow. Handvaten voor het rekenen zijn gegeven in de Fact-sheet voor D-Geo Flow (Deltares, 2020b). In de berekeningen wordt de buiten waterstand stapsgewijs verhoogd totdat een erosiekanaal groeit. Wanneer het erosiekanaal te lang is, faalt de dijk/NWO. Het rekenen met erosiekanaalen voorbij de buitenteen worden gezien als kritiek.

Conform (Deltares, 2020b) worden de volgende uitgangspunten aangehouden:

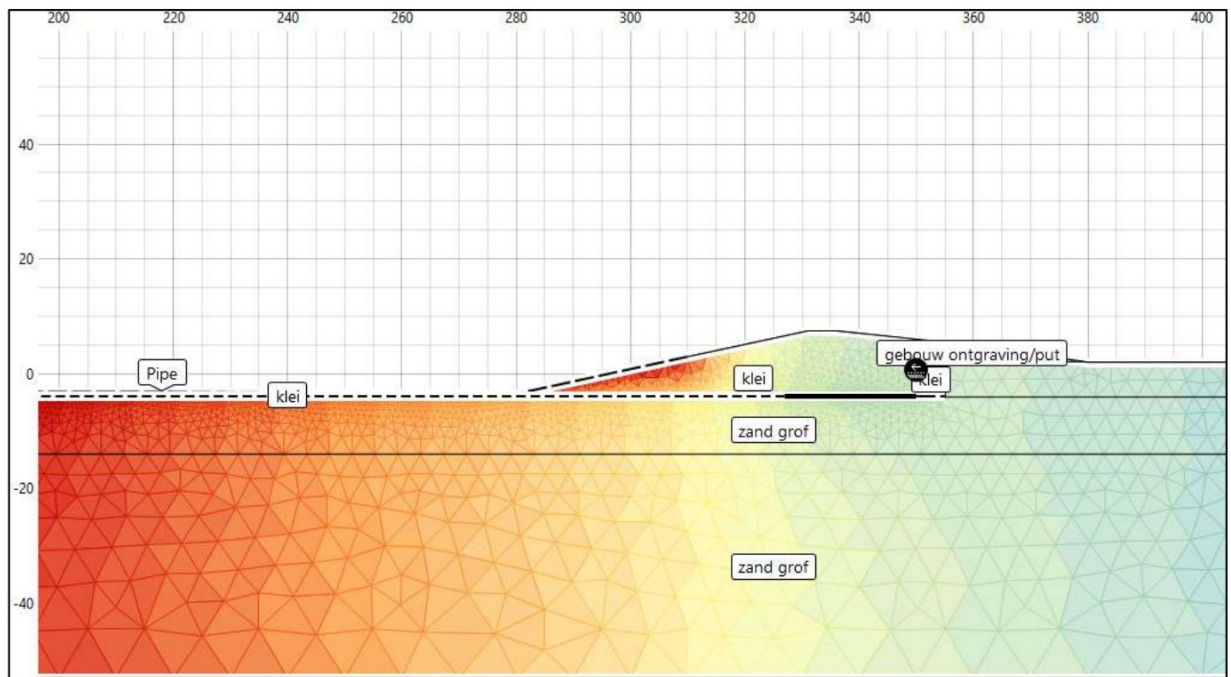
- Elementgrootte van het erosiekanaal dient kleiner te zijn dan 1 m.
Antea Group rekt met een elementgrootte van 0,5 m.
- Erosiekanaal mag niet voorbij de buitenteen komen.
Hierop wordt een veiligheidsfactor toegepast (maximale lengte wordt vermenigvuldigd met 0,8 of gedeeld door 1,25).
Deze lengte is loodrecht op de dijk 57 m. Deze lengte in het dwarsprofiel van Figuur 4-3 is door het diagonale karakter dit 70 m. De toelaatbare lengte van het erosiekanaal is 45 m ($=57 \text{ m} / 1,25$).

Huidige situatie

Rekenresultaten van de huidige situatie zijn weergegeven in Figuur 4-6 en Figuur 4-7. Te zien is dat de D-Geo Flow berekening aangeeft bij buitenwaterstanden tot NAP +9,57 m (WBN +2,9 m) de dijk op het deel noord voldoet op het faalmechanisme terugschrijdende erosie omdat de lengte van het erosiekanaal gering is. Bij het deel zuid, waar de onderzijde van het huidige souterrain hoger gelegen is, voldoet de dijk tot buitenwaterstanden van NAP +12,67 (WBN + 5,0 m).



Figuur 7-5: Rekenresultaten D-Geo Flow. Te zien is dat de maximale lengte van het erosiekanaal wordt overschreden bij buitenwaterstanden van hoger dan NAP +9,57 m (WBP + 2,9 m).

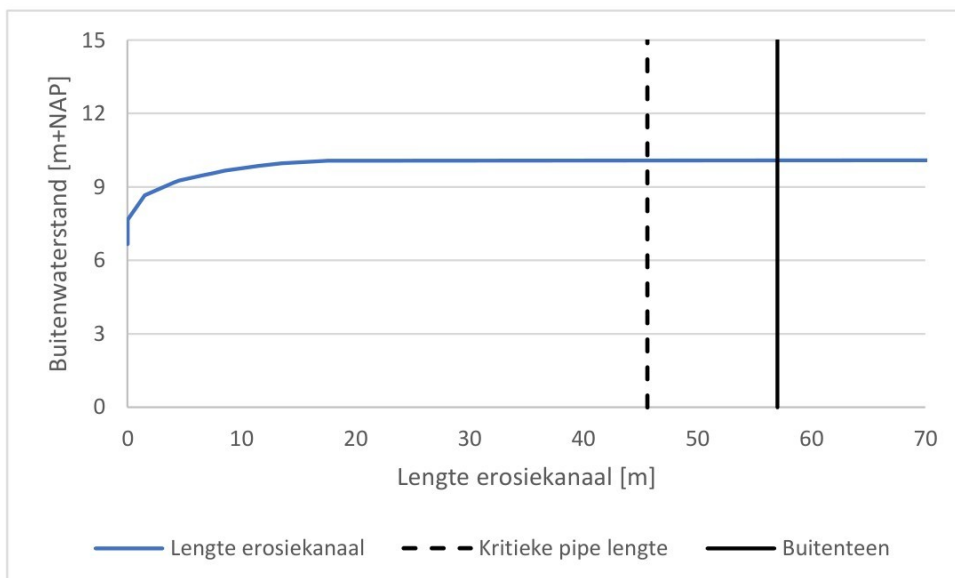


Figuur 7-6: Rekenresultaat D-Geo Flow berekening bij een buitenwaterstand van NAP +9,67 m (WBN + 2,9 m).

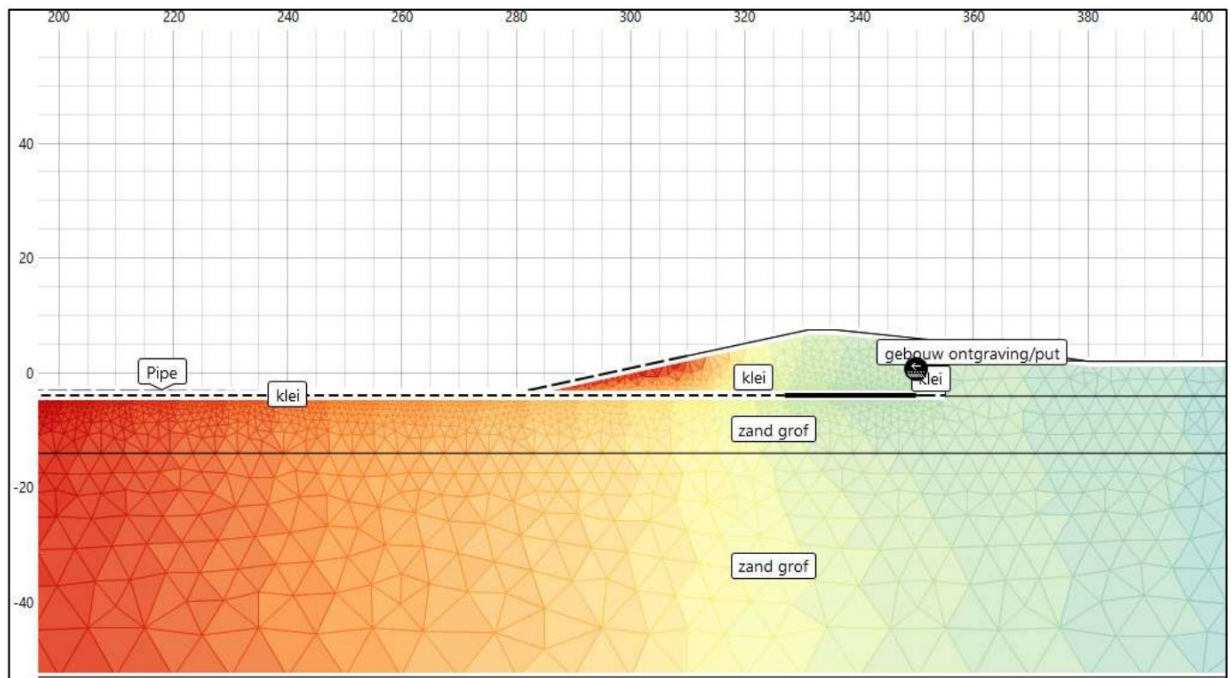
In Tabel 4-1 zijn de uitgangspunten en rekenresultaten opgesomd. Daarbij zijn deze omgerekend tot een faalkans. Te zien is dat de dijkveiligheid voor de huidige situatie voldoet.

Toekomstige situatie

De toekomstige situatie omvat geen wijzigingen in het deel noord. Deze omvat wel de nieuwbouw in het deel zuid. Het deel zuid ligt op eenzelfde afstand van het buitenwater als het deel noord. De nieuwbouw krijgt een souterrainvloer die op een hoger niveau ligt als souterrainvloer van de bestaande bebouwing in noord, namelijk NAP +2,50 m.



Figuur 7-7: Rekenresultaten D-Geo Flow. Te zien is dat de maximale lengte van het erosiekanaal wordt overschreden bij buitenwaterstanden van hoger dan NAP +10,07 m (WBP + 3,4 m).



Figuur 7-8: Rekenresultaat D-Geo Flow berekening bij een buitenwaterstand van NAP +10,07 m (WBN + 3,4 m).

In Tabel 4-1 zijn de uitgangspunten en rekenresultaten opgesomd. Daarbij zijn deze omgerekend tot een faalkans. Te zien is dat de dijkveiligheid met nieuwbouw souterrain voldoet.

Resume

In Tabel 4-1 zijn de uitgangspunten en rekenresultaten opgesomd. Daarbij zijn deze omgerekend tot een faalkans. Te zien is dat de dijkveiligheid van alle dwarsdoorsneden voldoet aan de faalkanseis.

Voor het deel zuid is sprake van een achteruitgang van de veiligheid. De nieuwbouw heeft een lager souterrain dan de bestaande bebouwing. De achteruitgang is $4,82 \times 10^{-11}$ kans per jaar.

- Huidig (zuid), faalkans op dwarsdoorsnede niveau: nihil.
- Nieuwbouw (zuid), faalkans op dwarsdoorsnede niveau: $4,82 \times 10^{-11}$ kans per jaar.
- Toename faalkans op dwarsdoorsnede niveau: $4,82 \times 10^{-11}$ kans per jaar.

Tabel 7-1: Rekenresultaten faalkans op basis van geavanceerde analyse terugschrijdende erosie – permanente situatie.

Parameter	Eenheid	Huidig (noord)	Huidig (zuid)	Nieuwbouw (zuid)
WBN	[m +NAP]	+6,67	+6,67	+6,67
Hoogte uittredepunt	[m +NAP]	+2,15	+4,15	+2,50
Verval (ΔH)	[m]	4,55	2,52	4,20
Onderzijde deklaag	[m +NAP]	-4,00	-4,00	-4,00
Deklaagdikte	[m]	6,15	8,11	6,50
Effectief verval ($\Delta H - 0,3D$)	[m]	2,71	0,09	2,22
Kwelweglengte	[m]	> 100 m	> 100 m	> 100 m
Toelaatbare lengte erosiekanaal	[m]	45 m	45 m	45 m
Kritieke buitenwaterstand ^[1]	[m +NAP]	+9,57	+12,67	+10,07
Niveau Heave Boundary ^[2]	[m +NAP]	+4,00	+6,54	+4,45
Kritiekverval	[m]	5,67	6,13	5,62
Veiligheidsfactor	[-]	2,09	>10 ^[3]	2,53
Schematiseringsfactor	[-]	1,1	1,1	1,1
Veiligheidsfactor excl. schematiseringsfactor	[-]	1,90	> 10 ^[3]	2,30
Faalkans	[kans/jaar]	$1,38 \times 10^{-9}$	Nihil ^[3]	$4,82 \times 10^{-11}$
Faalkanseis	[kans/jaar]	$7,58 \times 10^{-7}$	$7,58 \times 10^{-7}$	$7,58 \times 10^{-7}$
Oordeel	[-]	Voldoet	Voldoet	Voldoet

^[1] In een D-Geo Flow berekening wordt de waterstand stapsgewijs verhoogd tot dat het erosiekanaal een te grote lengte. De kritieke buitenwaterstand is de buitenwaterstand waarbij de lengte van het erosiekanaal net voldoet.

^[2] Het niveau van de heave boundary wordt in D-Geo Flow berekend als de hoogte van het uittredepunt verhoogd met 0,3 maal de deklaagdikte.

^[3] De veiligheidsfactor wordt bepaald door het kritieke verval te delen door het effectief verval. Het effectief verval is bijna nul, daardoor is de veiligheidsfactor bijna oneindig. Toepassen van de rekenregels geeft een bij een veiligheidsfactor van 10 een faalkans van 1×10^{-26} kans/jaar. Dit is in de tabel afgerond naar nihil.

7.2.5 Geavanceerde analyse tijdelijke situatie

Er worden mogelijk graafwerkzaamheden uitgevoerd binnen het gesloten seizoen. Deze graafwerkzaamheden zijn lager dan het niveau van de eindsituatie (NAP +2,50 m). Lokaal wordt voor het realiseren van een diepere fundering ontgraven tot NAP +0,60 m. De veiligheid is beoordeeld, dit is weergegeven in Tabel 4-3. Te zien is dat de tijdelijke situatie een diepere ontgraving betreft dan de eindsituatie, daarmee is de veiligheid ook lager. Uit de analyse blijkt dat de veiligheid lager is dan de norm. Er is dus een tijdelijke maatregel noodzakelijk. Deze is uitgewerkt in paragraaf 5.1.

Tabel 7-2: Rekenresultaten faalkans op basis van geavanceerde analyse terugschrijvende erosie – tijdelijke situatie.

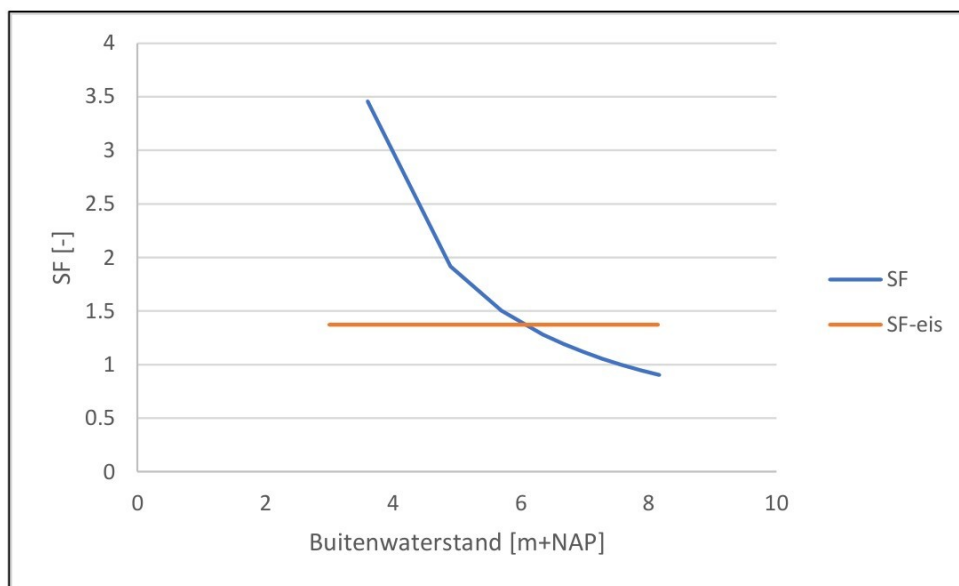
Parameter	Eenheid	Nieuwbouw eindsituatie	Nieuwbouw Tijdelijke situatie II
WBN	[m +NAP]	+6,67	+6,67
Hoogte uittredepunt	[m +NAP]	+2,50	+0,60
Verval (ΔH)	[m]	4,20	6,02
Onderzijde deklaag	[m +NAP]	-4,00	-4,00
Deklaagdikte	[m]	6,50	4,60
Effectief verval ($\Delta H - 0,3D$)	[m]	2,22	4,69
Kwelweglengte	[m]	> 100 m	> 100 m
Toelaatbare lengte erosiekanaal	[m]	45 m	53 m
Kritieke buitenwaterstand	[m +NAP]	+10,07	+7,58
Niveau Heave Boundary	[m +NAP]	+4,45	+1,98
Kritiekverval	[m]	5,62	5,60
Veiligheidsfactor	[-]	2,53	1,19
Schematiseringsfactor	[-]	1,1	1,1
Veiligheidsfactor excl. schematiseringsfactor	[-]	2,30	1,08
Faalkans	[kans/jaar]	$4,82 \times 10^{-11}$	$2,74 \times 10^{-6}$
Faalkanseis	[kans/jaar]	$7,58 \times 10^{-7}$	$7,58 \times 10^{-7}$
Oordeel	[-]	Voldoet	Vereist aanvullende maatregel

Ontwerp tijdelijke maatregel

Een tijdelijke maatregel moet ervoor zorgen dat ten tijde van hoogwater de projectlocatie de gewenste veiligheid heeft. De gewenste veiligheid bestaat uit onderstaande veiligheidsfactoren tegen piping:

- Schadefactor: $\gamma_n = 1,25$ (conform OI2014v4 (RWS, 2017)).
- Schematiseringsfactor: $\gamma_b = 1,10$ (conform paragraaf 2.10).
- Totale veiligheidsfactor: $\gamma_{tot} = 1,37$ ($=1,25 \times 1,10$).

Bij lage waterstanden op de rivier de Lek is er geen risico. Bij hoge waterstanden op de rivier de Lek neemt dit risico toe. In Figuur 7-9 zijn het verloop van de veiligheidsfactor tegen piping weergegeven bij toenemende buitenwaterstanden. Te zien is dat bij een waterstand tot NAP +6,00 m er wordt voldaan aan de vereiste¹⁶ veiligheidsfactor, bij extremere buitenwaterstanden wordt er niet meer voldaan. In bijlage 1 zijn de gegevens opgenomen van het dichtstbijzijnde meetpunt op de Lek (Hagestein beneden). Daaruit blijkt dat deze waterstanden 1x per 300 jaar verwacht worden.



Figuur 7-9: Verloop van de veiligheidsfactor tegen piping bij toenemende waterstanden gegeven een ontgravingsdiepte van maximaal NAP +0,60 m.

Tabel 7-3: Rekenresultaten faalkans op basis van geavanceerde analyse terugschrijdende erosie – tijdelijke situatie.

Parameter	Eenheid	Nieuwbouw Tijdelijke situatie II - ref	Nieuwbouw Tijdelijke situatie II – water NAP +1,50 m
WBN	[m +NAP]	+6,67	+6,67
Hoogte uittredepunt	[m +NAP]	+0,60	+1,50
Verval (ΔH)	[m]	6,02	5,92
Onderzijde deklaag	[m +NAP]	-4,00	-4,00
Deklaagdikte	[m]	4,60	4,60
Effectief verval ($\Delta H - 0,3D$)	[m]	4,69	3,75
Kwelweglengte	[m]	> 100 m	> 100 m

¹⁶ Bij een buitenwaterstand van NAP +6,35 m is de veiligheidsfactor 1,44 voor de ontgraving tot NAP +1,15 m. Voor de ontgraving tot NAP +0,75 m is de veiligheidsfactor dan 1,39.

Analyse Waterveiligheid Piping

Irenestraat Nieuwegein

projectnummer 0486575.100

17 februari 2026 revisie 9

Stichting Woonin

Toelaatbare lengte erosiekanaal	[m]	53 m	53 m
Kritiekverval	[m]	5,60	5,60
Veiligheidsfactor	[-]	1,24	1,48
Vereiste veiligheidsfactor	[-]	1,37	1,37
Oordeel	[-]	Vereist aanvullende maatregel	Voldoet ruim

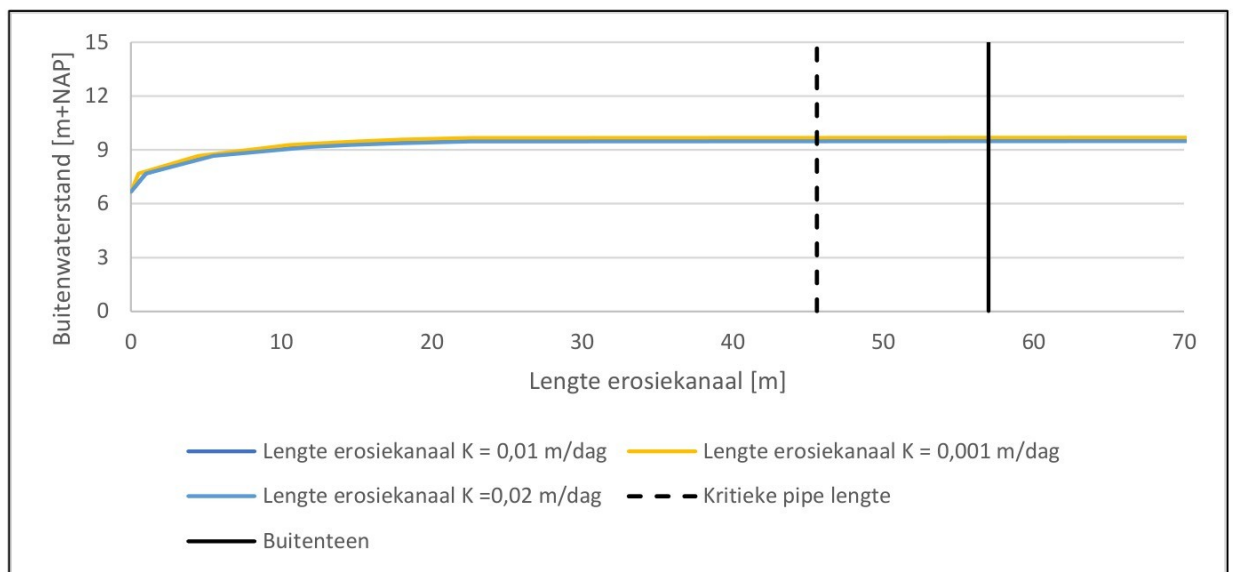
7.3 Gevoeligheden in berekening 2024

Het Hoogheemraadschap heeft op d.d. 2024-06-20 gevraagd om enkele gevoeligheden in beeld te brengen van de berekening. Deze zijn in de volgende deel paragrafen opgenomen.

7.3.1 Afwijkende doorlatendheden voorland

In deze studie is een doorlatendheid van 0,01 m/dag aangehouden voor de slecht doorlatende lagen in het voorland. Uit de literatuur komt een bandbreedte naar voren qua doorlatendheid van lagen op de waterbodem. Deze variëren van 0,001 tot 0,02 m/dag. Deze varianten zijn meegenomen in de analyse rondom gevoeligheden.

De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4-10. Te zien is dat bij alle berekeningen er bij een toenemende buitenwaterstand de lengte van het erosiekanaal toeneemt. Wanneer de buitenwaterstand toeneemt boven een bepaalde waarde, de lengte van het erosiekanaal sterk toeneemt. Bij een zekere waterstand wordt een zekere lengte van het erosiekanaal gevonden. In de basis berekening is bij een waterstand van NAP +9,17 m (WBN +2,5 m) de lengte van het erosiekanaal 10,5 m. Het scenario met een doorlatendheid van het voorland van $k = 0,02$ m/dag geeft bij deze buitenwaterstand een grotere lengte van het erosiekanaal, namelijk 12 m. Het scenario met een doorlatendheid van het voorland van $k = 0,001$ m/dag geeft bij deze buitenwaterstand een kleinere lengte van het erosiekanaal, namelijk 8 m. Het kritiek verval is in alle berekeningen gelijk aan die van de basisberekening $\pm 0,1$ m.



Figuur 7-10: Resultaten gevoeligheidsberekening afwijkende doorlatendheden voorland.

Resumerend de berekening wordt beïnvloed door de keuze van de achter rand. Deze gevoeligheid leidt tot een kritiekverval die maximaal een decimeter afwijkt, daarmee is de gevoeligheid gering.

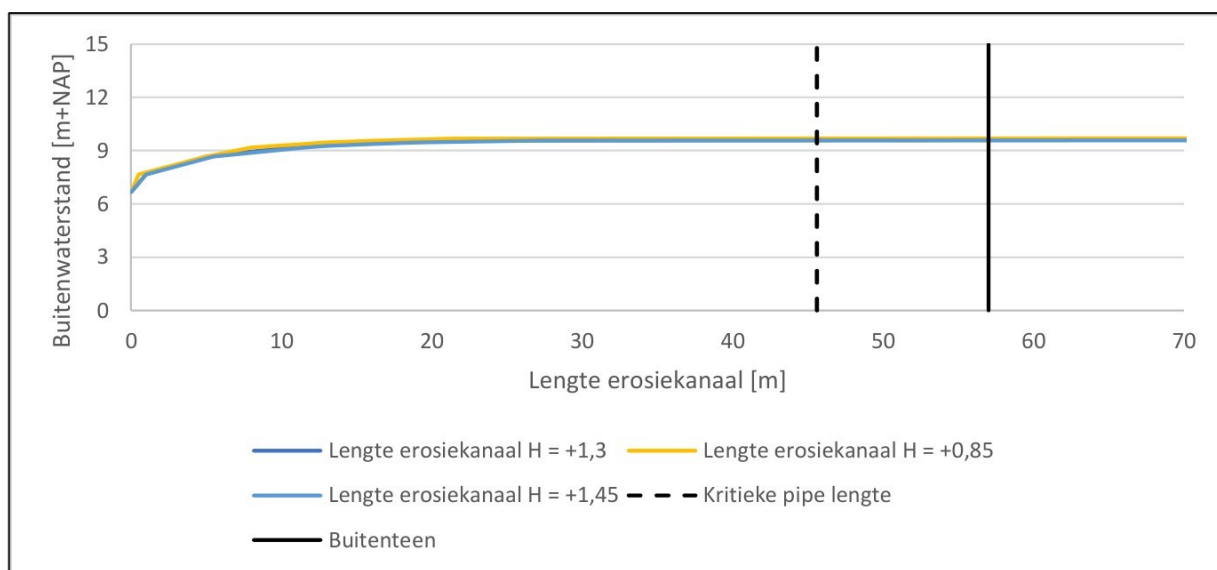
7.3.2 Afwijkende hydraulische achterrand

In deze studie is een hydraulische achterrand aangehouden rondom het Merwedekanaal en de Oude Sluis. Deze is aangehouden op NAP +1,3 m. Dit is een combinatie van het waterpeil (NAP +0,7 m) en de deklaagdikte onder de waterbodem (2,0 m).

Het waterpeil rondom de Merwedekanaal en de Oude Sluis varieert tussen NAP +0,55 en +0,70 m, dit is beschreven in paragraaf 2.7. De waterbodem ligt op ca. NAP -2,0 à -2,5 m ter plaatse van de Oude sluis. De

onderzijde van de deklaag ligt conform DKM3 op NAP -4,0 m. Dichter bij de Oude Sluis liggen twee onderzoek punten in Dinoloket (S38F00072 en S38F01250). Deze geven aan dat de onderzijde van de deklaag ligt op NAP -3,5 à -4,5 m. Daardoor varieert de deklaagdikte van 1,0 tot 2,5 m. De hoogte van deze hydraulische achter rand kan dus variëren van NAP +0,85 m tot NAP +1,45 m. Deze varianten zijn meegenomen in de analyse rondom gevoeligheden.

De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4-11. Te zien is dat bij alle berekeningen er bij een toenemende buitenwaterstand de lengte van het erosiekanaal toeneemt. Wanneer de buitenwaterstand toeneemt boven een bepaalde waarde, de lengte van het erosiekanaal sterk toeneemt. Bij een zekere waterstand wordt een zekere lengte van het erosiekanaal gevonden. In de basisberekening is bij een waterstand van NAP +9,17 m (WBN +2,5 m) de lengte van het erosiekanaal 10,5 m. Het scenario met een achter rand op NAP +1,45 m geeft bij deze buitenwaterstand een grotere lengte van het erosiekanaal, namelijk 11,5 m. Het scenario met een achter rand op NAP +0,85 m geeft bij deze buitenwaterstand een kleinere lengte van het erosiekanaal, namelijk 8 m. Het kritiek verval is in alle berekeningen gelijk aan die van de basisberekening $\pm 0,1$ m.



Figuur 7-11: Resultaten gevoeligheidsberekening afwijkende hydraulische achterrand.

Resumerend de berekening wordt beïnvloed door de keuze van de achter rand. Deze gevoeligheid leidt tot een kritiekverval die maximaal een decimeter afwijkt, daarmee is de gevoeligheid gering.

7.4 Gevoeligheden in berekening 2025

Het Hoogheemraadschap heeft op d.d. 2025-02-06 gevraagd om enkele gevoeligheden in beeld te brengen van de berekening. Deze zijn in de volgende deel paragrafen opgenomen.

Ter plaatse van de bestorting is in de sondering een cohesieve laag aangetroffen met een dikte van meer dan 0,5 m dik. In de eerdere analyses is aangehouden dat deze laag leidt tot nihil infiltratie. In deze gevoeligheidsanalyse wordt aangehouden dat deze er wel infiltratie plaatsvindt.

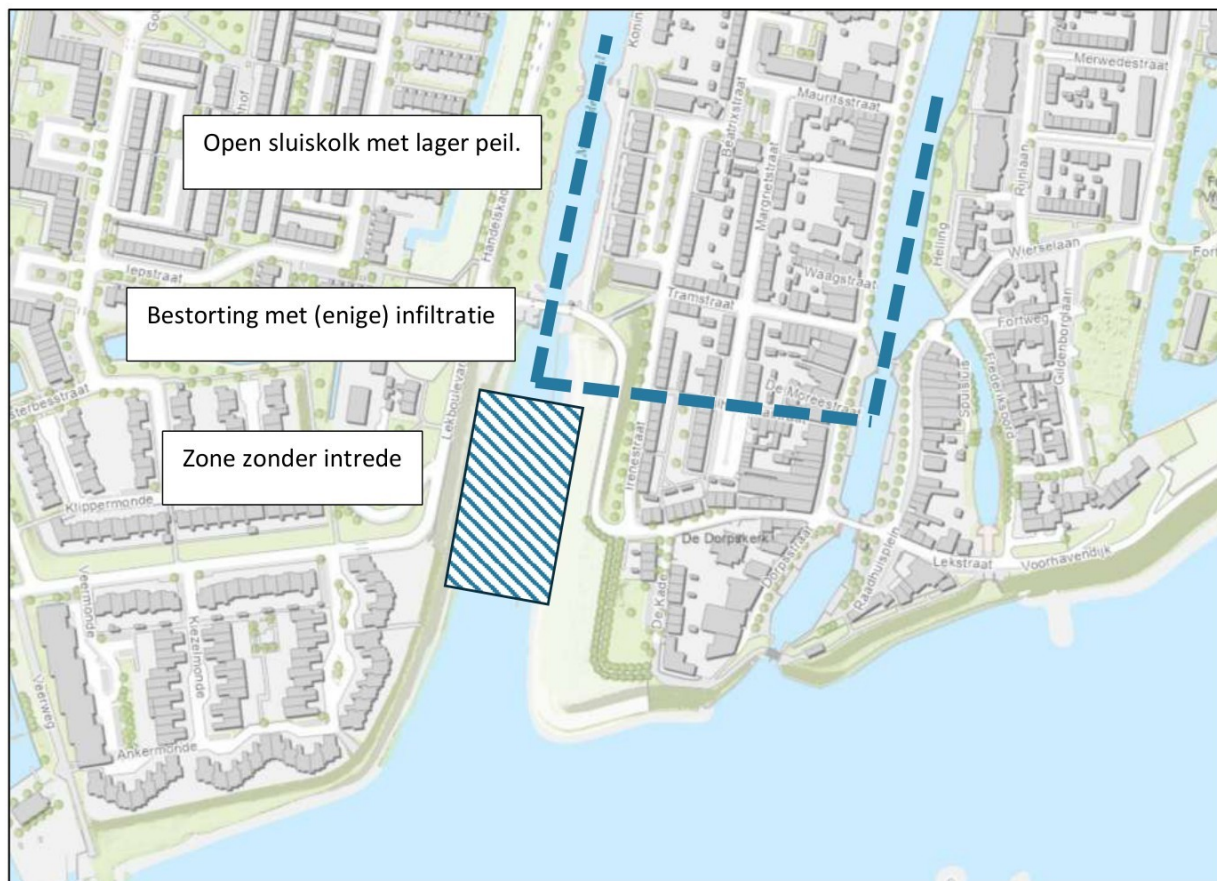
7.4.1 Systeemanalyse

Op d.d. 2025-02-06 heeft het Hoogheemraadschap aangegeven dat zij de mogelijkheid zit dat er meer water infiltreert ter plaatse van het Merwedekanaal dan in de eerdere analyses is aangehouden.

In paragraaf 2.6 is aangegeven wat de opbouw van de waterbodem is. daaruit blijkt dat rondom het bovenhoofd van de sluis er een dunnere deklaag aanwezig is. Daarnaast is hier een (doorlatende) bestorting aanwezig. Deze combinatie leidt er toe dat water kan infiltreren ter plaatse van de rivier de lek, of nabij de sluis.

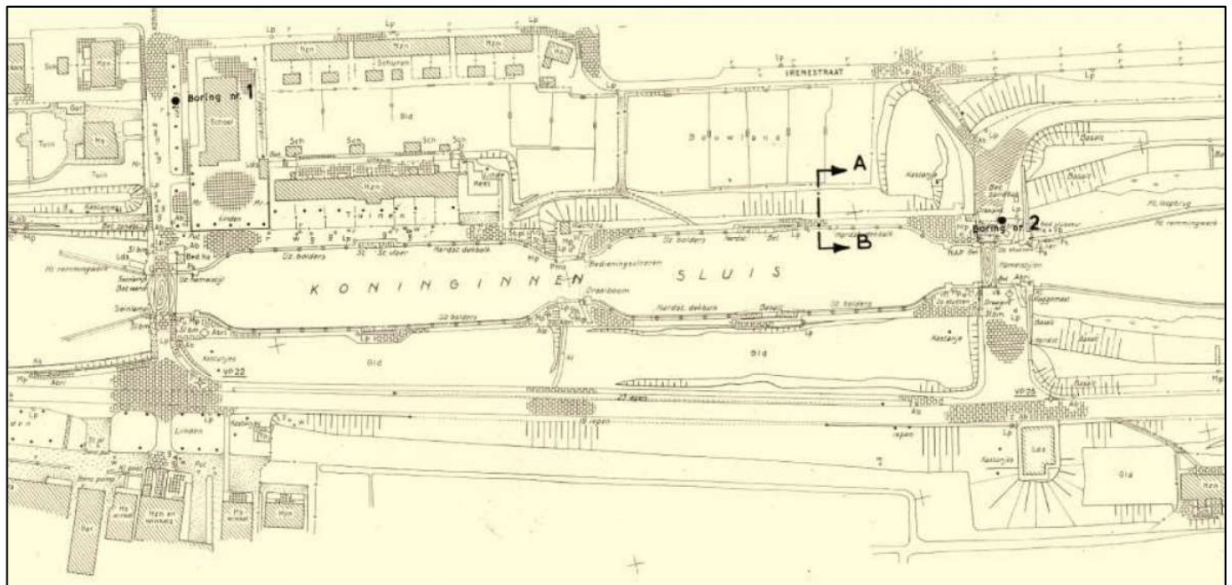
Het bovenhoofd van de sluis ligt nabij de sluiskolk. Daar kan kwelwater uittrede. Daardoor bestaat er een mogelijk intredepunt voor piping, maar deze wordt beïnvloed door sterke grondwaterstanden aan alle zijden.

Het dwarsprofiel is weergegeven in Figuur 7-12. Te zien is dat dit dwarsprofiel het buitendijkse deel van het Merwedekanaal meeneemt, daarbij worden de doorlatende delen van de waterbodem en de ondoorlatende delen van de waterbodem meegenomen.

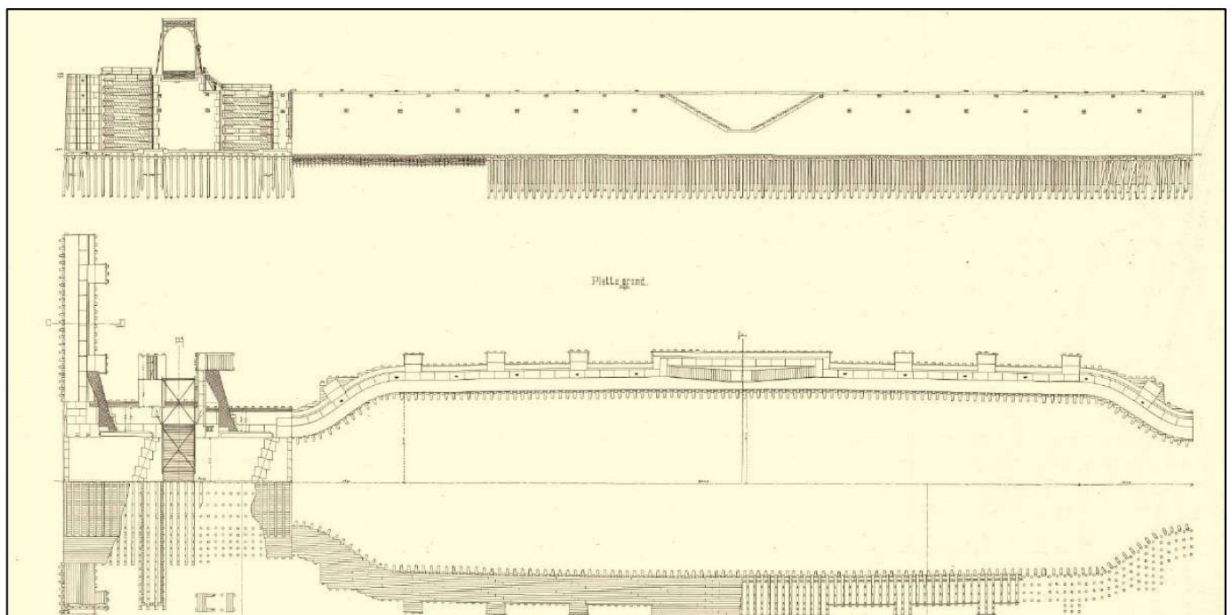


Figuur 7-12: Ligging dwarsprofiel dat zowel haaks op de dijk staat als rekening houdt met de richting van de grondwaterstroming en de intrede ter plaatse van de bestorting bij het bovenhoofd van de sluis.

Gegevens over de sluiskolk zijn weergegeven in Figuur 7-13 en Figuur 7-14. Te zien is dat de sluiskolken bestaan openkolken zijn (geen waterdichte gefundeerde constructie van beton) (Monumenten Advies Bureau, 2014).



Figuur 7-13: Situatie tekening Koninginnensluis.



Figuur 7-14: Lengtedoorsnede over bovenschutkolk en bovensluishoofd en onder plattegrond met natuursteenafdekkingen (boven) en fundering (onder).

In bovenstaande figuur zijn de volgende zaken te zien:

- Afstand bebouwing tot remmingswerk: 66 m.
- Afstand remmingswerk – sluis: 23 m (afgerond naar boven tot 25 m).
- Lengte ondoorlatende sluisconstructie: 25 m.
- Lengte eerste sluiscolk: 110 m.

7.4.2 Hydraulische randvoorwaarden

Er wordt aangehouden dat de sluiscolk eenzelfde bodemweerstand heeft. Het waterpeil in de sluiscolk is beschreven in paragraaf 2.7. Daarin is te lezen dat onder dagelijkse omstandigheden het peil NAP +0,55 à +0,70 m is. Uitgangspunt is dat bij extreem hoogwater het waterpeil wordt opgezet tot NAP +3,0 m (conform par 2.7). Worst-case wordt alleen de eerste sluiscolk mee genomen. De positieve invloed van de tweede

sluiskolk met een lager peil en de positieve invloed van het Merwedekanaal met een nog lager peil op afstand zijn ook niet meegenomen.

De volgende hydraulische randvoorwaarden zijn meegenomen:

- Merwedekanaal (rivierzijde): WBN (NAP +6,67 m).
- Merwedekanaal (1^e sluiskolk): NAP +3,0 m.

Voor de nieuwbouw is het volgende meegenomen:

- Hoogte souterrainvloer: NAP +2,50 m.
- Heave niveau projectlocatie: NAP +4,455 m.

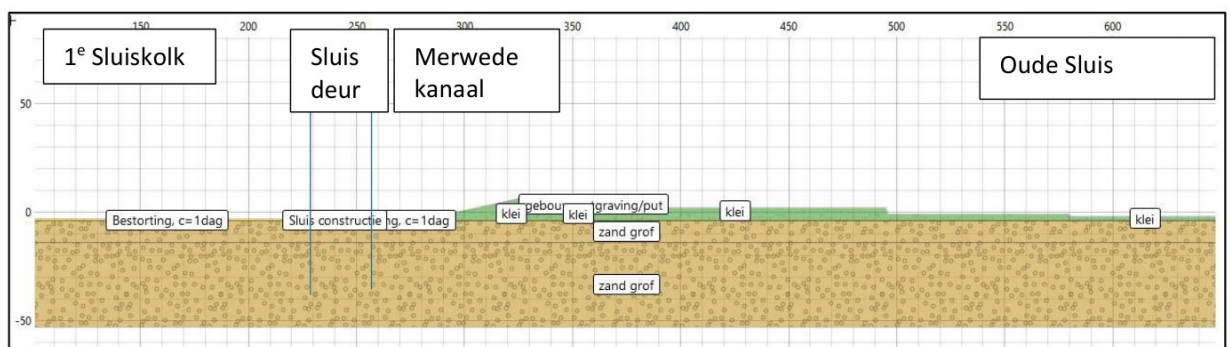
De heave boundary wordt bepaald door het niveau van de projectlocatie te verhogen met 0,3x de deklaagdikte. De onderzijde van de deklaag ligt conform DKM3 op NAP -4,0 m. Dit geeft een deklaagdikte van 6,5 m.

7.4.3 Geohydrologische schematisering

De grondwaterstroming wordt in sterke mate bepaald door de slecht doorlatende lagen die aanwezig zijn op de waterbodem. Deze zijn voor de basisberekening reeds beschreven in paragraaf 7.2.3. Hieronder zijn de wijzigingen beschreven.

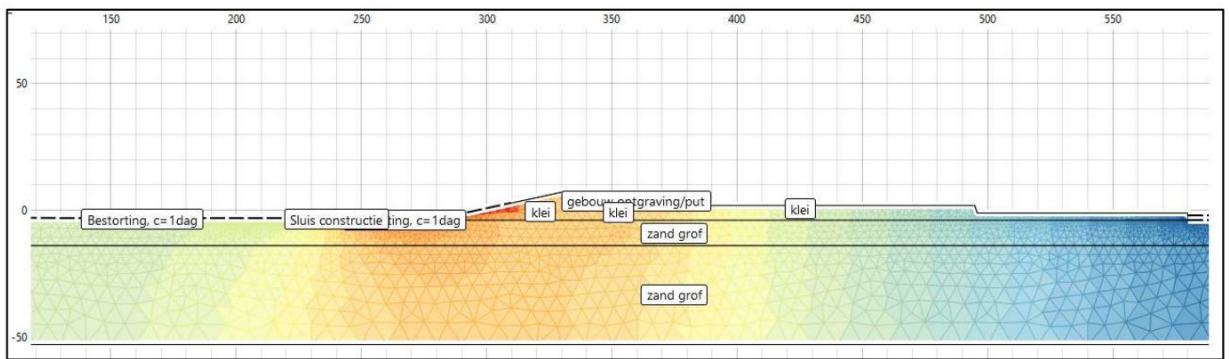
De bestorting is aangetroffen in het veldonderzoek nabij S011. De voorboring omschrijft de bestorting tussen NAP -2,39 en -2,45 m als "Volledig schelpen". De bestorting tussen NAP -2,45 en -3,11 m wordt omschreven als "Matig steenhoudend, zwak schelphoudend, uiterst puinhoudend, zwak zandhoudend". De lagen dieper dan NAP -3,11 m zijn in de andere boringen omschreven als "slib", "Klei, matig siltig, zwak humeus" (in S012) en "Zand matig fijn, brokken klei, zwak schelphoudend" (in S014).

Er wordt aan gehouden dat de combinatie van de aangetroffen bestorting en de lagen die niet beschreven zijn in de boring bij S011 worstcase een lage intredeweerstand hebben van $C = 1$ dag. Dit is een weerstand die 180x lager is dan de waarde voor het voorland bepaald ter hoogte van S012 (Daar $C = 180$ dagen, zie paragraaf 7.2.3). De aangehouden schematisatie is weergegeven in Figuur 7-15.



Figuur 7-15: Schematisatie D-Geo Flow berekening.

Bovengenoemde schematisatie geeft onderstaand stijghoogte verloop bij WBN (NAP +6,67 m). Te zien is dat hoge stijghoogten worden berekend rondom het Merwedekanaal. Richting het achterland worden lagere stijghoogten berekend, dit als gevolg van het diepe oppervlaktewater (opbarstpotentiaal/heave potentiaal: NAP +1,3 m). Richting de sluiskolk worden lagere stijghoogten gevonden. Omdat water over slechts een gering oppervlak kan infiltreren (25 m in de berekening) en over een groter oppervlak kan uittreden (110 m lengte 1^e sluiskolk) is het deel met een hoge stijghoogte gering.



Figuur 7-16: Berekende stijghoogten in dwarsprofiel D-Geo Flow berekening.

7.4.4 Terugschrijdende erosie

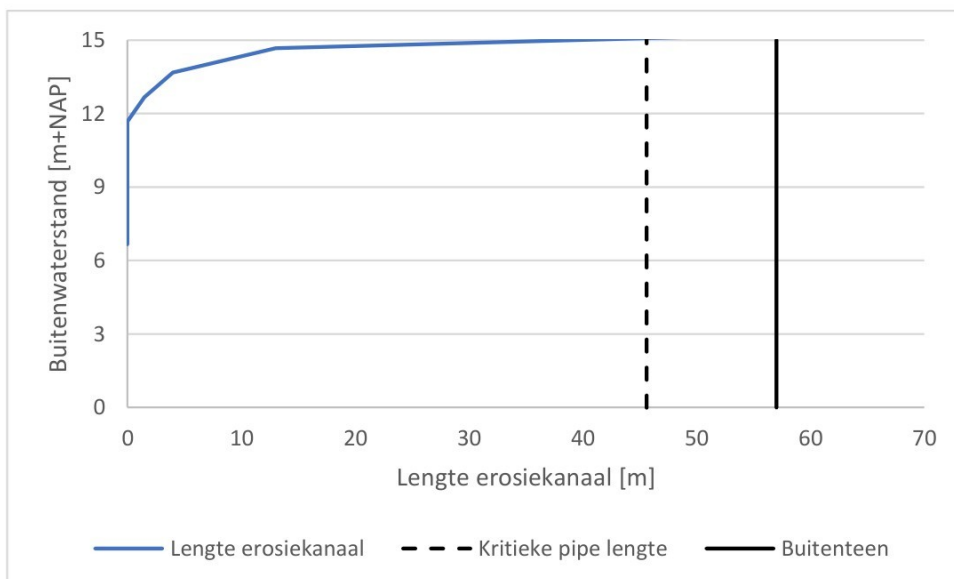
De algemene randvoorwaarden rondom terugschrijdende erosie zijn opgenomen in paragraaf 7.2.4.

Nieuwbouw situatie – origineel.

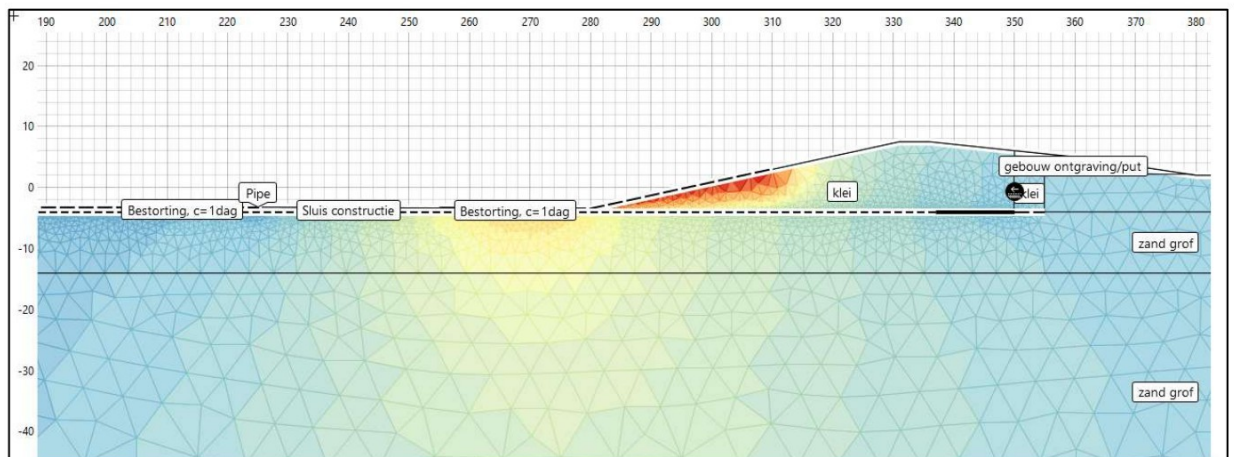
De rekenresultaten van de originele nieuwbouwsituatie zijn gegeven in paragraaf 7.2.4. Daarin gegeven dat falen optreedt bij een buitenwaterstand extremer dan NAP +10,07 m (WBN + 3,4 m).

Nieuwbouw situatie – gevoeligheid 2025

De rekenresultaten van de gevoeligheidsberekening 2025 zijn gegeven in Figuur 7-17. Daaruit valt falen bij een buitenwaterstand extremer dan NAP +14,67 m (WBN +8 m).



Figuur 7-17: Rekenresultaten D-Geo Flow. Te zien is dat de maximale lengte van het erosiekanaal wordt overschreden bij buitenwaterstanden van hoger dan NAP +14,67 m (WBP +8 m).



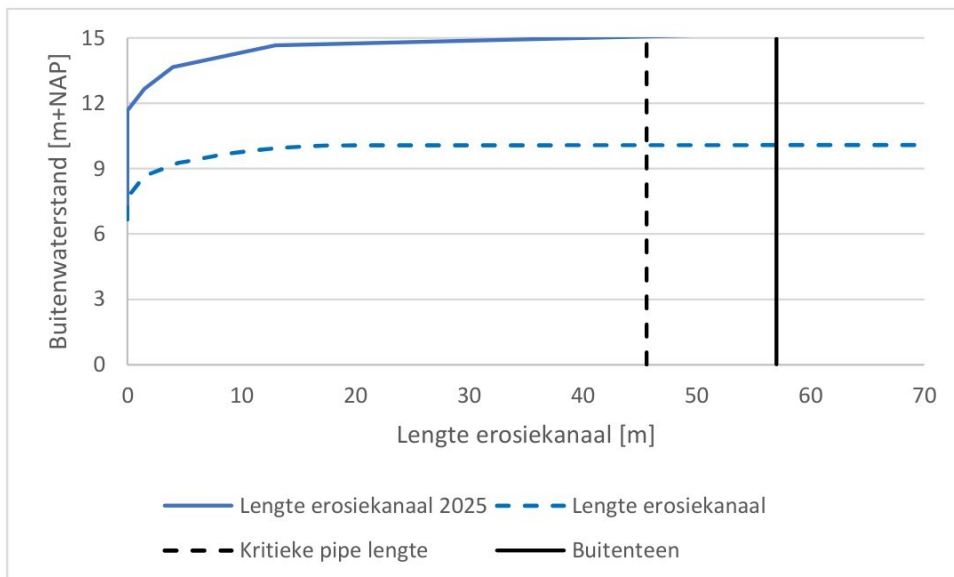
Figuur 7-18: Rekenresultaat D-Geo Flow berekening bij een buitenwaterstand van NAP +14,67 m (WBN +8 m).

In Tabel 4-1 zijn de uitgangspunten en rekenresultaten opgesomd. Daarbij zijn deze omgerekend tot een faalkans. Te zien is dat de dijkveiligheid voor de huidige situatie voldoet.

Vergelijking

In de gevoeligheidsanalyse is gekeken wat de impact is van een afwijkende schematisatie op de rekenresultaten. In de gevoeligheidsanalyse 2025 is beschouwd wat de impact is van infiltratie ter plaatse van de bestorting rondom de Koninginnesluis. Daarbij is aangehouden dat de weerstand tegen infiltratie aanmerkelijk lager is dan in de eerdere berekening ($C = 1$ dag vs. $C = 180$ dagen) ter plaatse van de bestorting. Echter is ook meegenomen dat bestorting ook aanwezig is ter plaatse van de sluiskolk waar lagere waterstanden gelden.

Een vergelijking tussen de referentie berekening en de gevoeligheidsberekening 2025 is gegeven in Figuur 7-19. Te zien is dat de gevoeligheidsanalyse hogere sterktes geeft dan de referentie berekening. Dat betekent dat de aangehouden schematisatie maatgevend is.



Figuur 7-19: Rekenresultaten D-Geo Flow. Te zien is dat de maximale lengte van het erosiekanaal wordt overschreden bij zekere buitenwaterstanden. De vereiste buitenwaterstand om te komen tot falen is lager bij de referentie berekening. Deze is dan ook maatgevend.

Volledigheidshalve zijn hieronder de faalkansen vergeleken:

- Faalkans nieuwbouw referentie berekening: $4,82 \times 10^{-11}$ kans per jaar.
- Faalkans nieuwbouw gevoeligheid 2025: $7,76 \times 10^{-19}$ kans per jaar.

8. Verwijzingen

- Antea Group. (2023). *Pipinganalyse Irenestraat*.
- B.Bot. (2016). *GWZ2016*.
- Cyclomedia. (2019). *Streetsmart*. Opgehaald van Streetsmart: <https://streetsmart.cyclomedia.com/streetsmart>
- Deltares. (2020b). *Factsheet D-Geo Flow voor op maat pipinganalyses, kenmerk: 11205758-037-GEO-0001*. Rijkswaterstaat.
- Deltares. (2021). *Achtergrondrapportage Technisch deel VTV, kenmerk: 1204143-001*. Rijkswaterstaat.
- DIV. (2023). *Publicatie Heaveschermen*. De Innovatie Versneller.
- HDSR. (2022). *Uitvoeringsregels bij de keur Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden 2018, gewijzigd d.d. 1 februari 2022*. Houten: Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden.
- HDSR. (2023). *Handreiking Beslisboom Piping Sterke Lekdijk - SAS - planuitwerkingsfase*.
- HDSR. (2023). *Keur Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden 2018, geldig van 27 september 2023 tot en met 31 december 2023*. Houten: Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden.
- Huisman traject. (2025). *Bouwputadvies, kenmerk: HT240052-B*.
- Monumenten Advies Bureau. (2014). *DE KONINGINNENSLUIS, Sluiscomplex van het Merwedekanaal te Vreeswijk (Gemeente Nieuwegein), Bouwhistorisch onderzoek en waardenbepaling*. Nijmegen: Strukton/Ooms Construction.
- Nederland, E. (sd). *AHN viewer*.
- Nederland, T. G. (sd). *DINOloket Data en informatie van de Nederlandse Ondergrond*. Opgehaald van <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart>
- Pieters, bouwtechniek. (2023). *49 woningen Irenestraat, Vreeswijk, kenmerk: 321-043, tek: DO-001*. Woonin.
- Rijnlanden, H. D. (2021). *Legger van de primaire waterkeringen langs de Neder-Rijn en Lek met de daartoe behorende kunstwerken*.
- RWS. (2017). *OI2014v4 Handreiking ontwerpen met overstromingskansen*. Rijkswaterstaat.
- RWS. (2017). *Regeling veiligheid primaire waterkeringen*. Rijkswaterstaat.
- RWS. (2017c). *Bijlage III - Voorschriften bepaling sterkte en veiligheid primaire waterkeringen*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- RWS. (2021). *Handreiking NWO's in de veiligheidsanalyse van primaire waterkeringen in LBO1*.
- RWS. (2021). *Schematiseringshandleiding piping, WBI2017*. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- STOWA. (2014). *NWO bebouwing op regionale keringen*.
- STOWA. (2023). *Handreiking NWO's, handelingsperspectief voor regionale waterkeringen*. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
- Transect. (2024). *Nieuwegein, Irenestraat fase 1 Gemeente Nieuwegein (UT), Transect-rapport 5216*. Woonin.
- Wiertsema en Partners. (2020). *Geotechnisch Veld- en Laboratoriumwerk sterkte Lekdijk Jaarsveld – Vreeswijk (JAV)*.

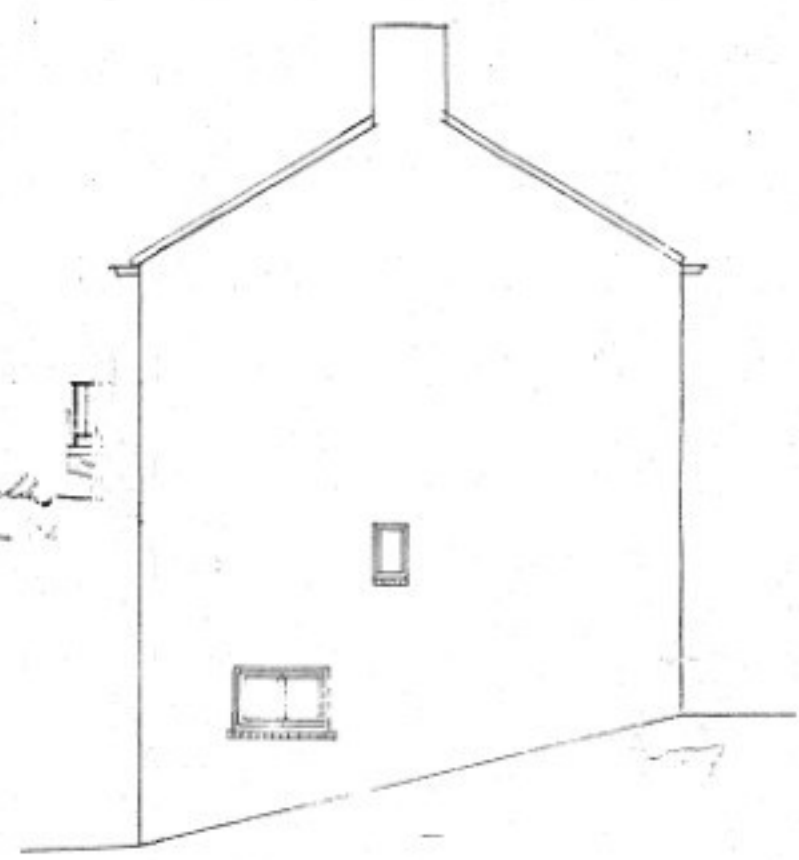
Bijlage 1 Gegevens huidige situatie

Bijlage 1 Gegevens huidige situatie

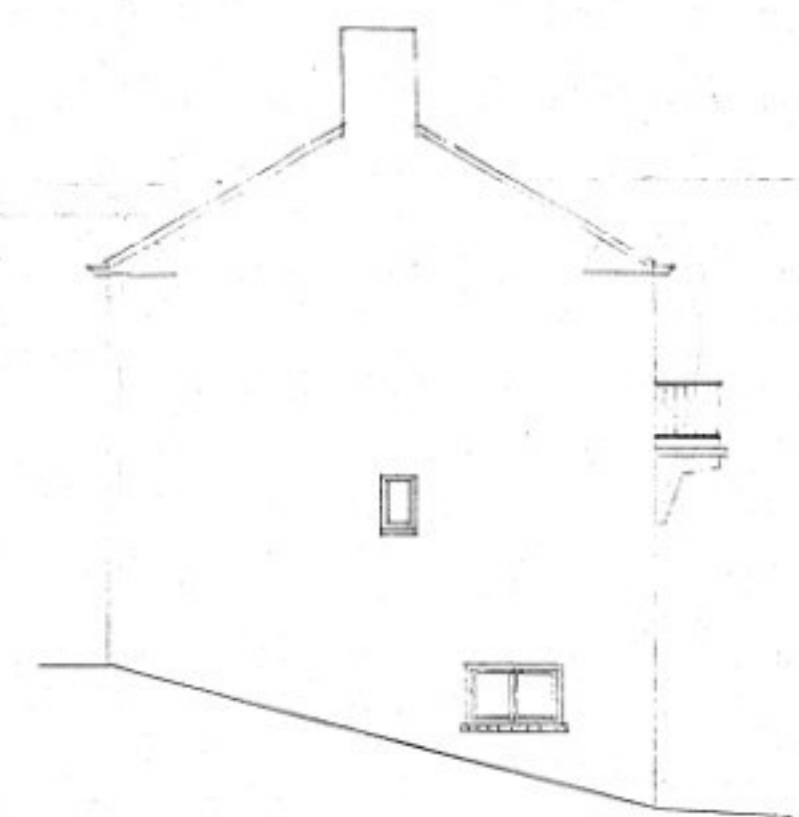
Bovenwoning 27' x 72' x 6' 1/2 11.12 m²
 Bovenwoning 27' x 72' x 6' 1/2 10.75 m²
 Zolder 107' x 72' x 6' 1/2 47.30 m²
 Bergingen 200' x 72' x 6' 1/2 44.33 m²
 Totaal: 113.50 m²



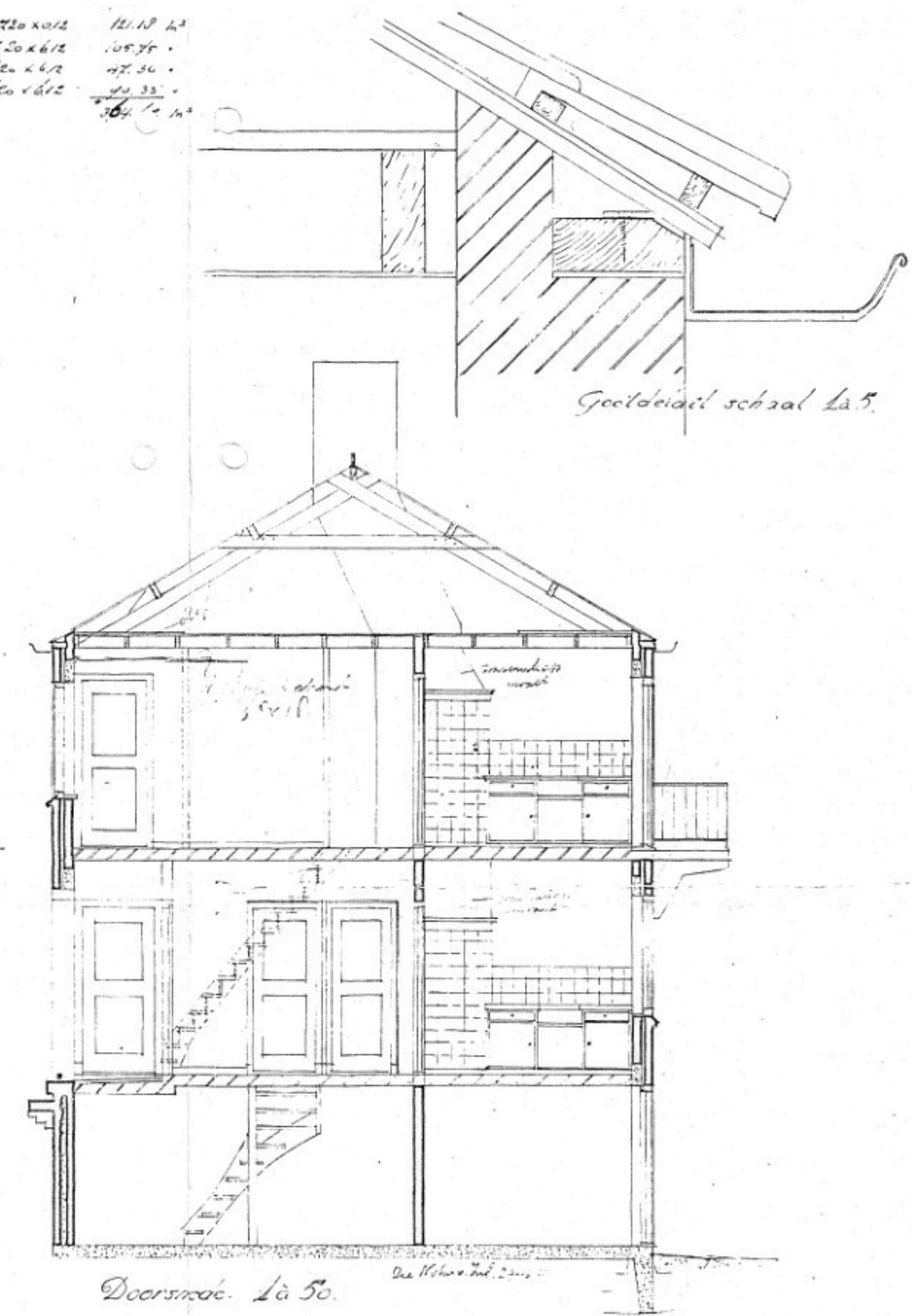
Anterocoe



Linker Zijgevel

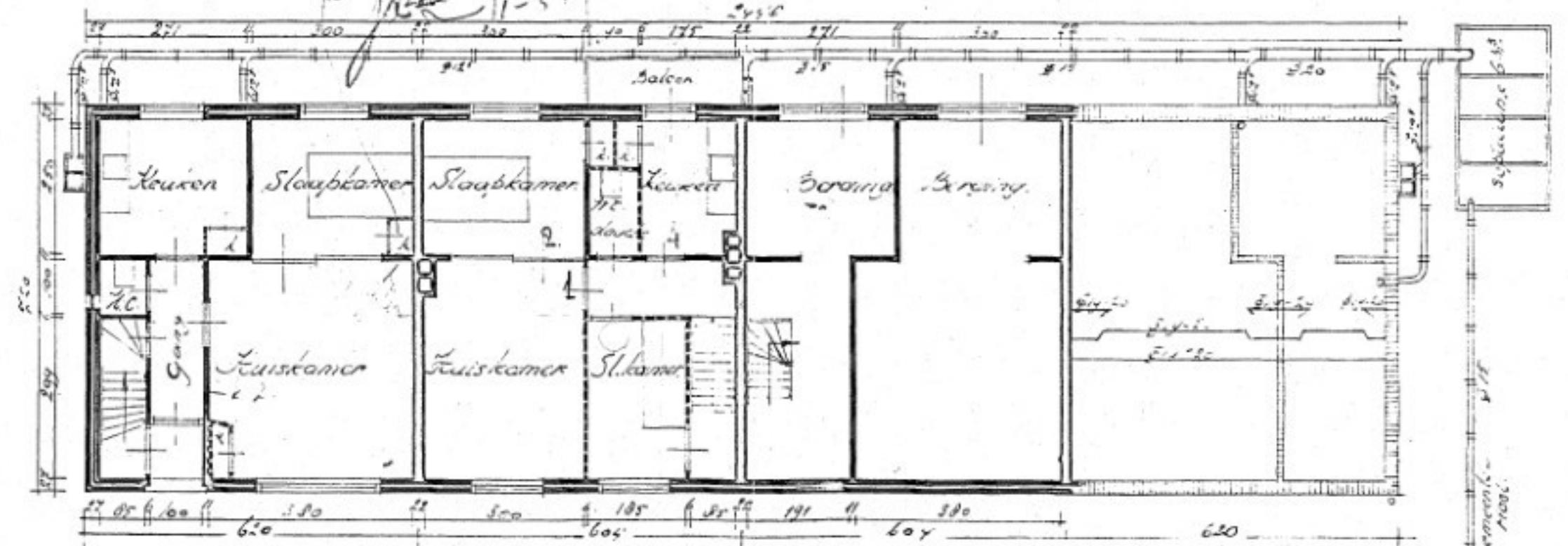


Rechter Zijgevel

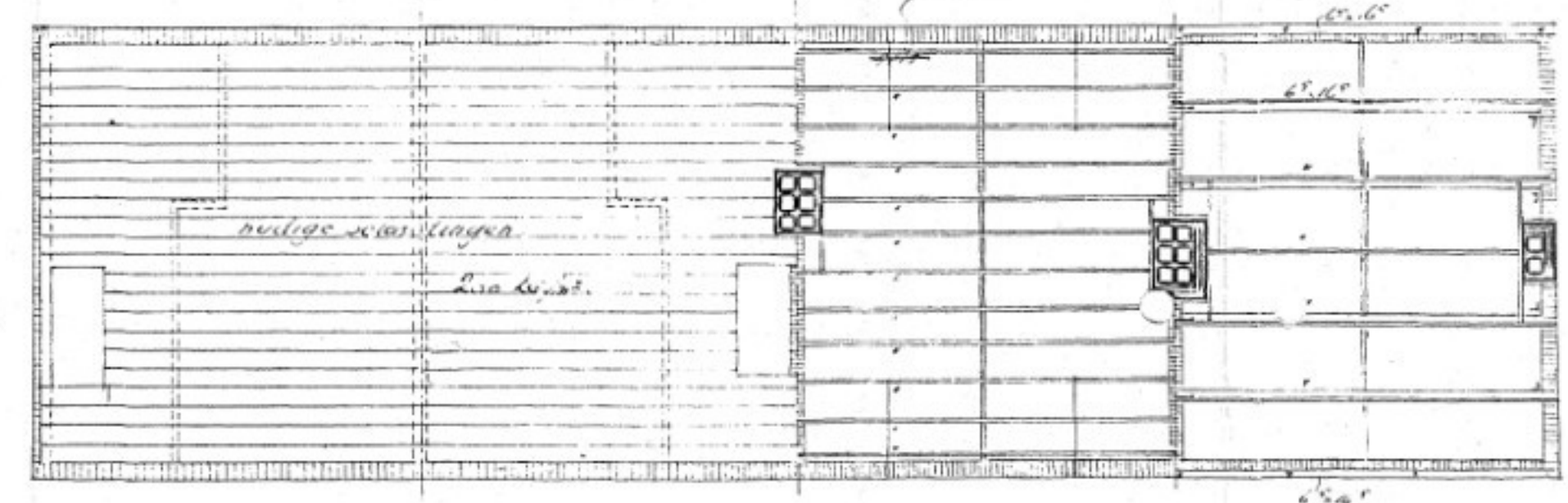


Doorsnede 1:50

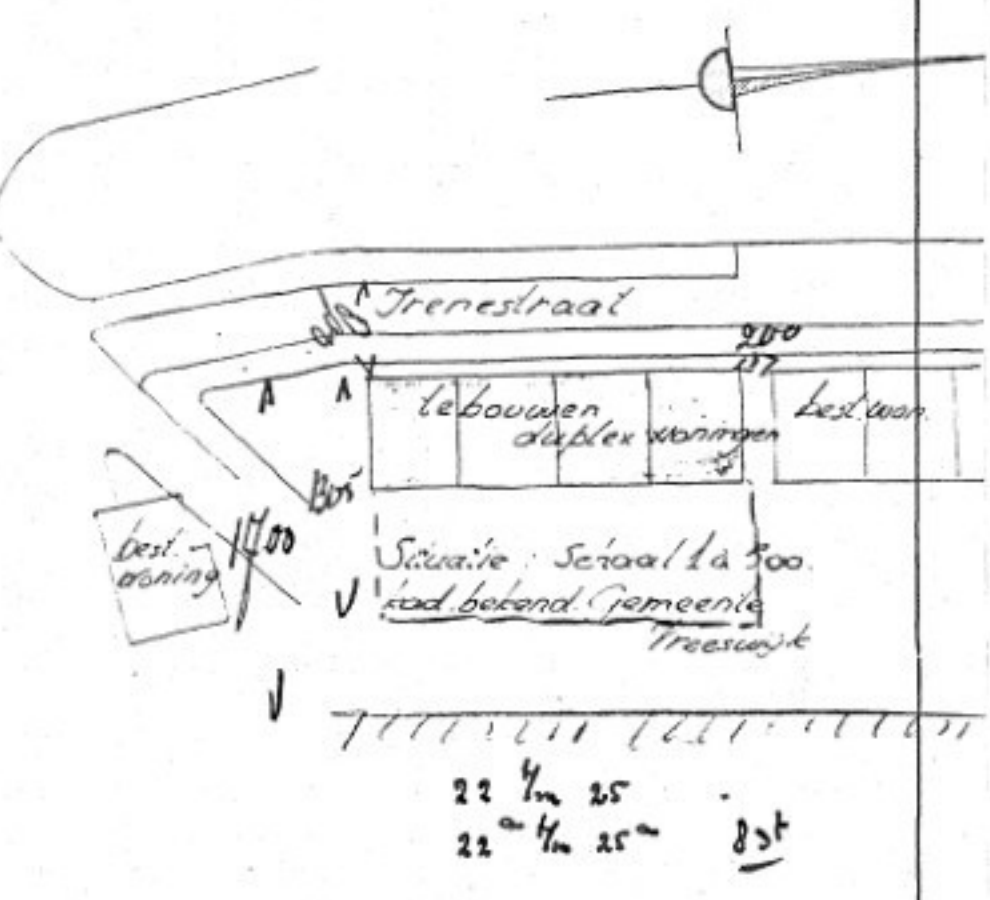
Stukmuren
 vloeren
 glas no 24
 Tegelwerk
 metselwerk
 glas no 24
 metselwerk



Begane grond

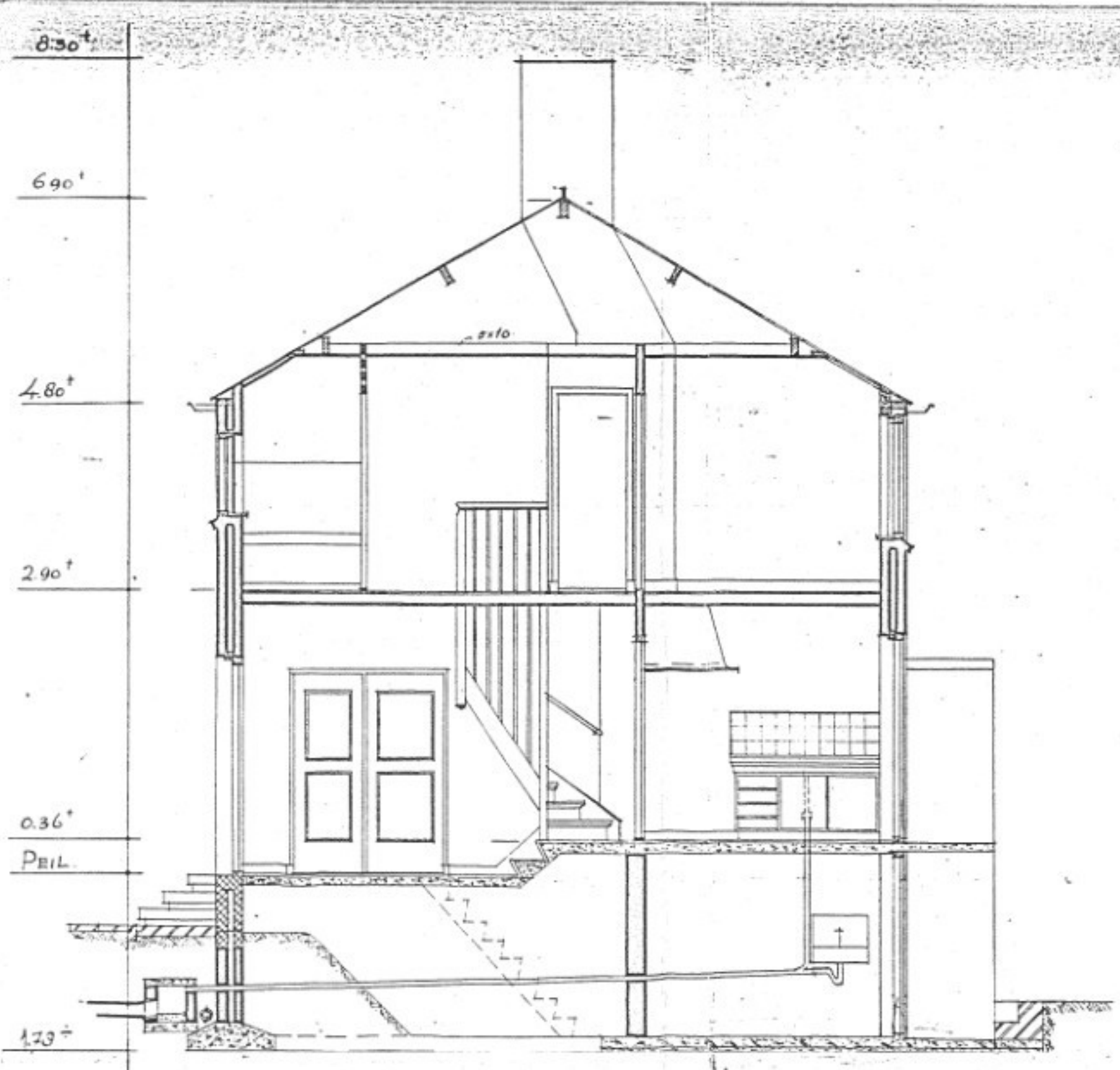
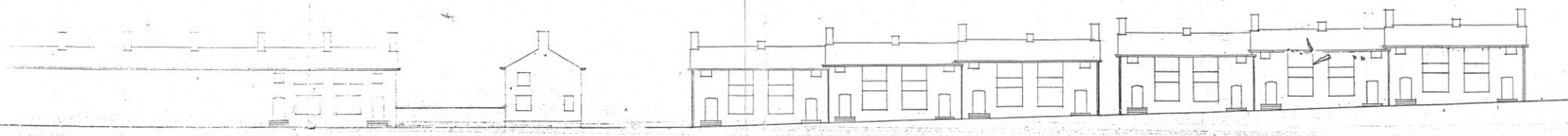


Tweede verdieping

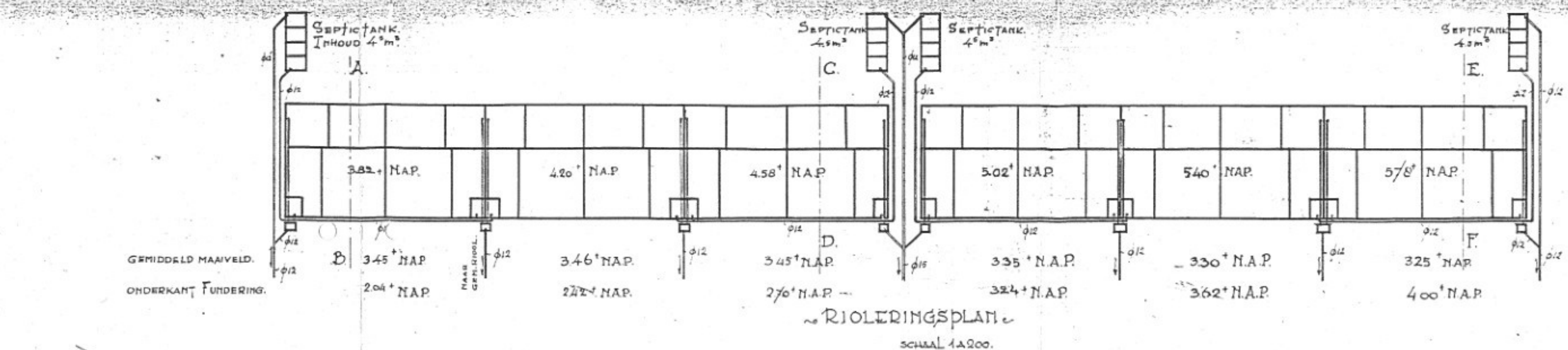


Ontwerp voor het bouwen van een blok van
 vier duplex woningen aan de Trenestraat.
 te Heerswijk
 Architect: J. G. Polhuis.
 Amersfoort Nov. 1951.

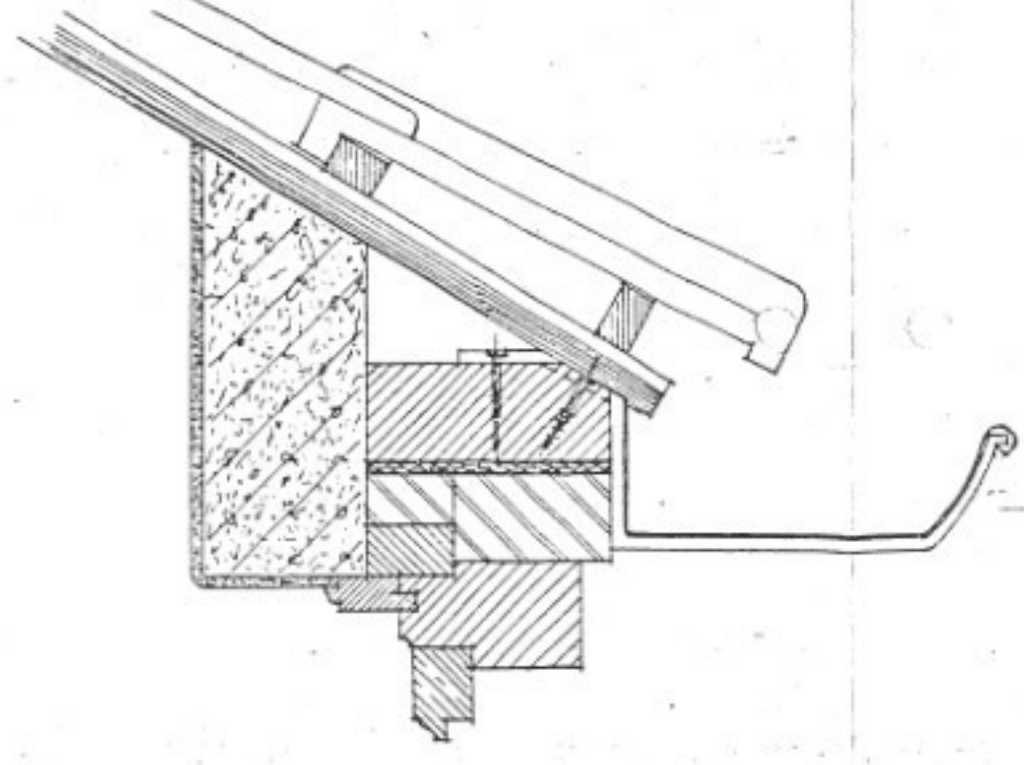
V12504
 LSV 344



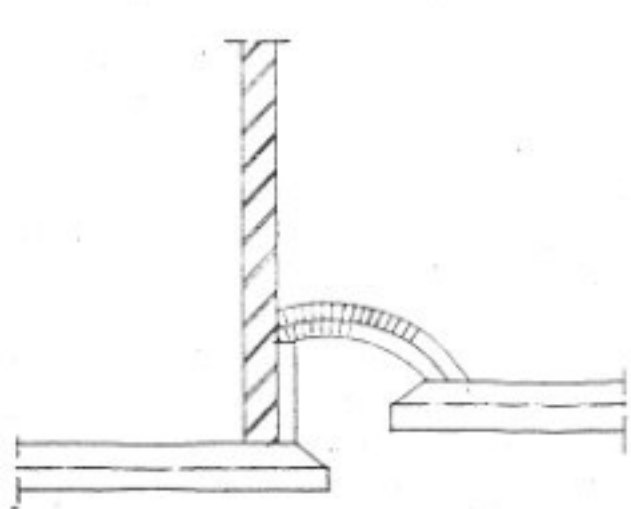
DOORSNEDE SCHAA 1:500.



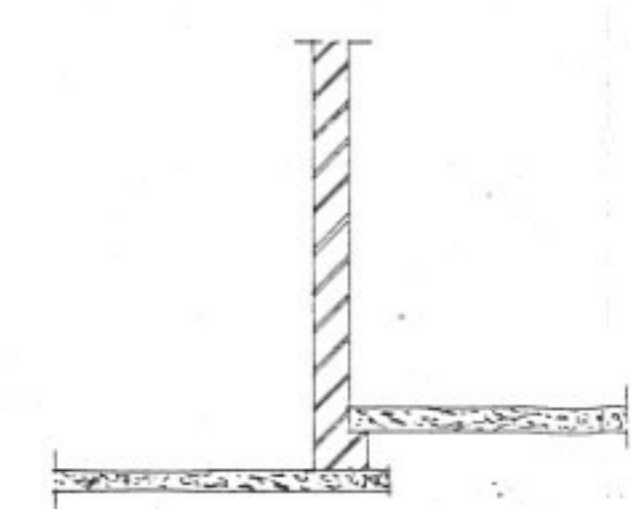
DOORSNEDEN FUNDINGEN SCHAA 1:500.



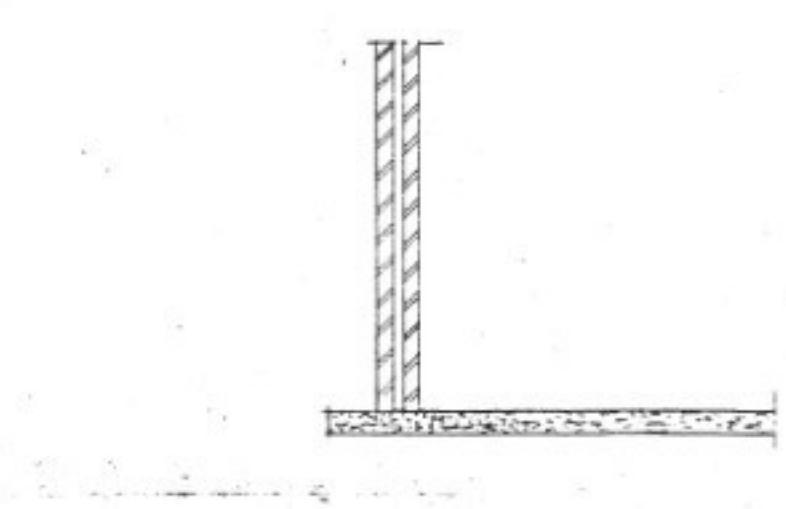
DOORSNEDE 1:5.



DOORSN. A.

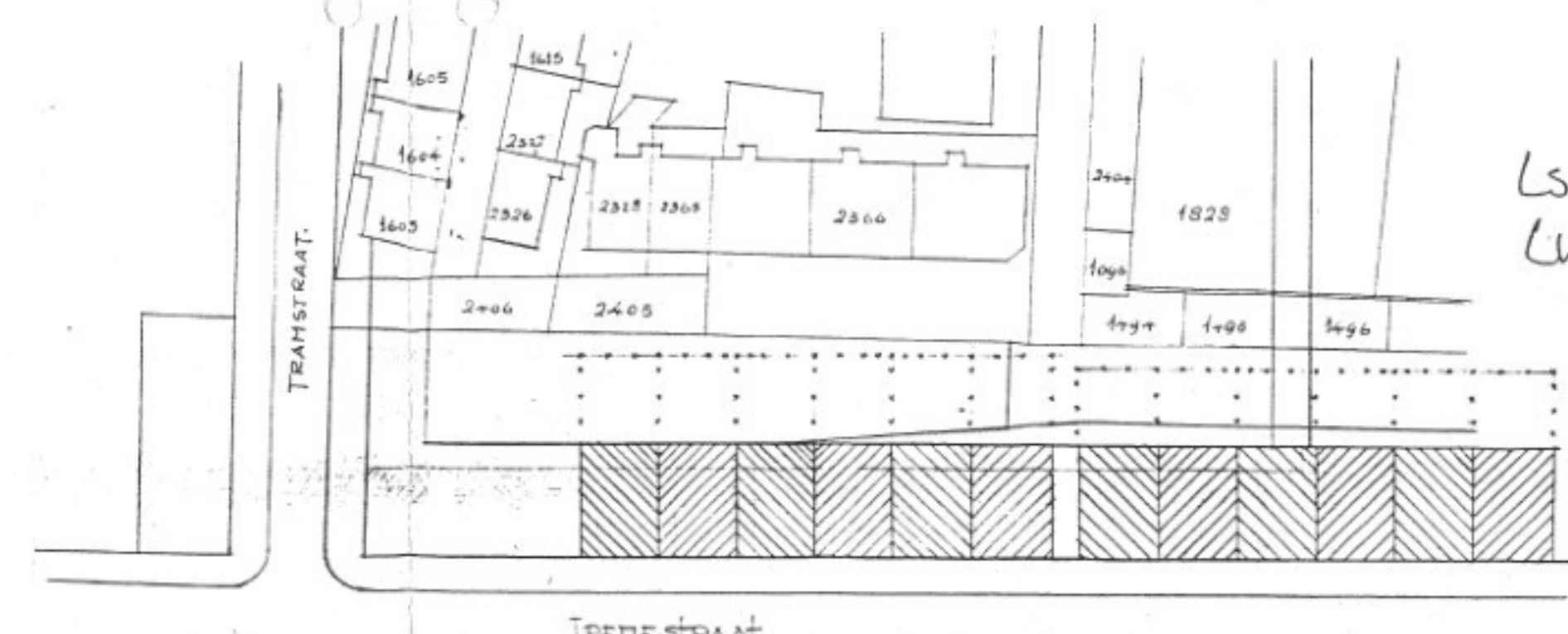
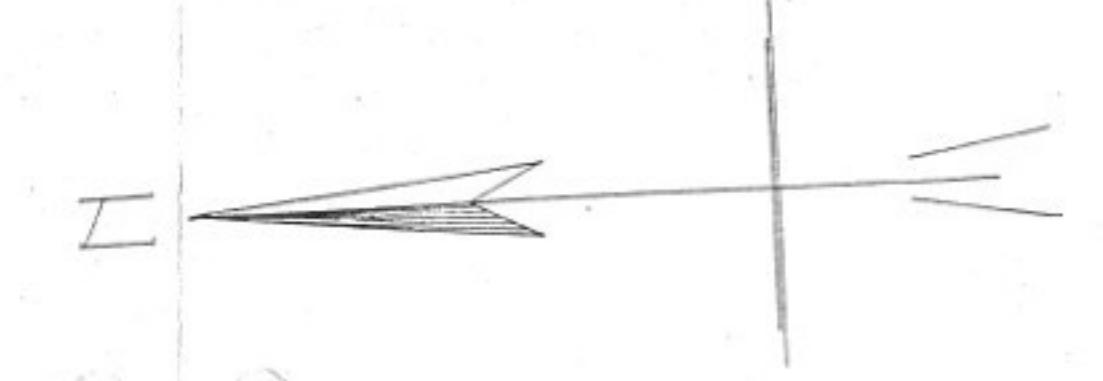
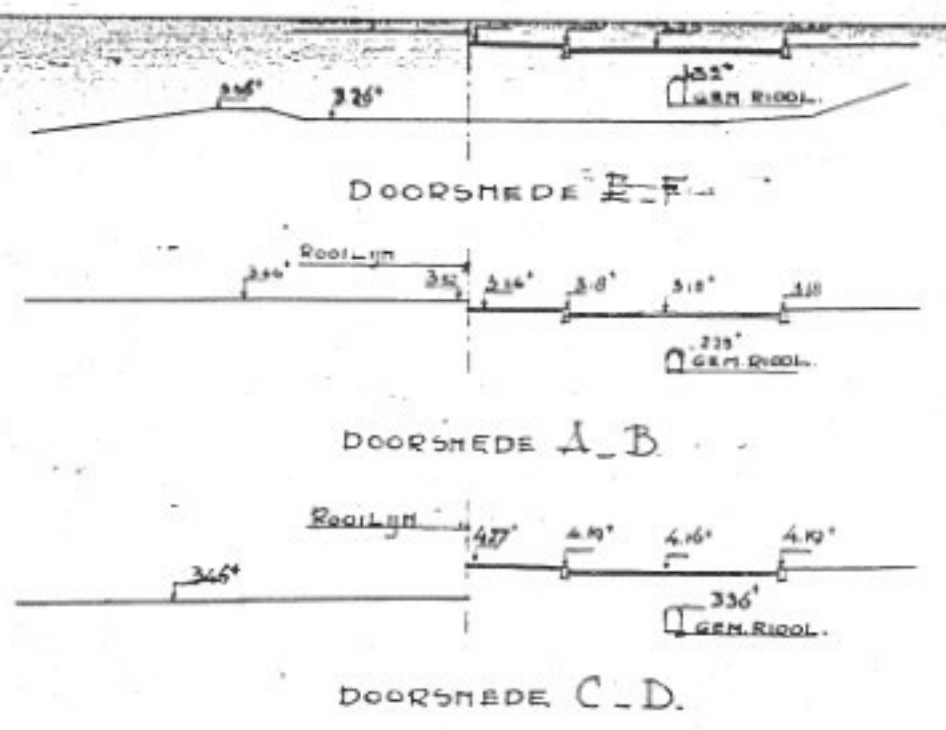


DOORSN. B.



DOORSN. C.

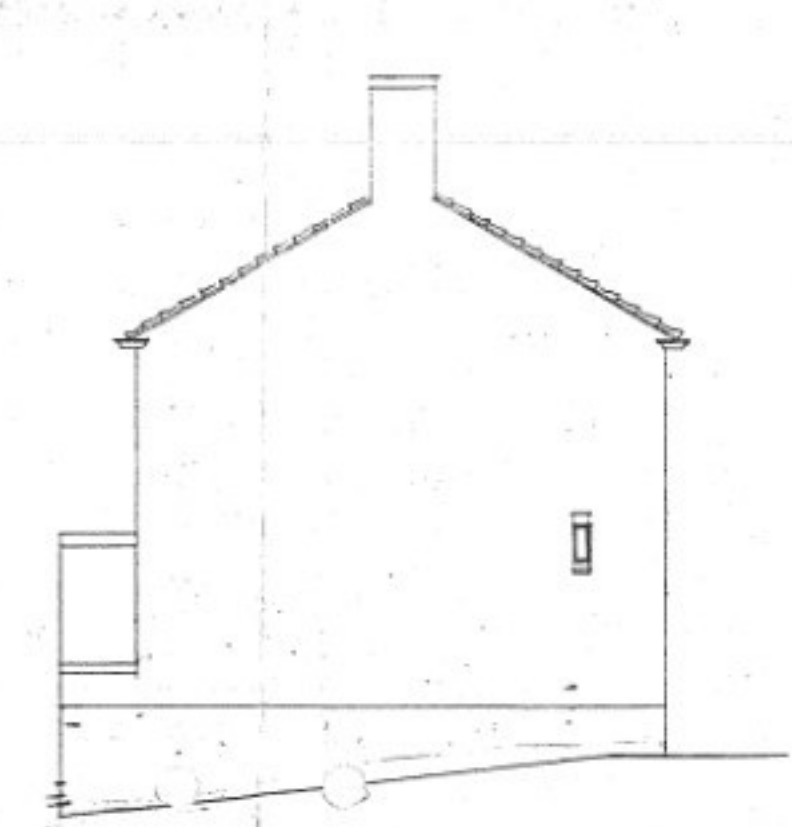
DWARSPROFIELEN IJDESTRAT.
SCHAA 1:200.



SITUATIE SCHAA 1:500.
KAD. DEKEND. GEMEENTELIJKESWK. SECTIE B. 1828
2548 ged. 2058 ged.



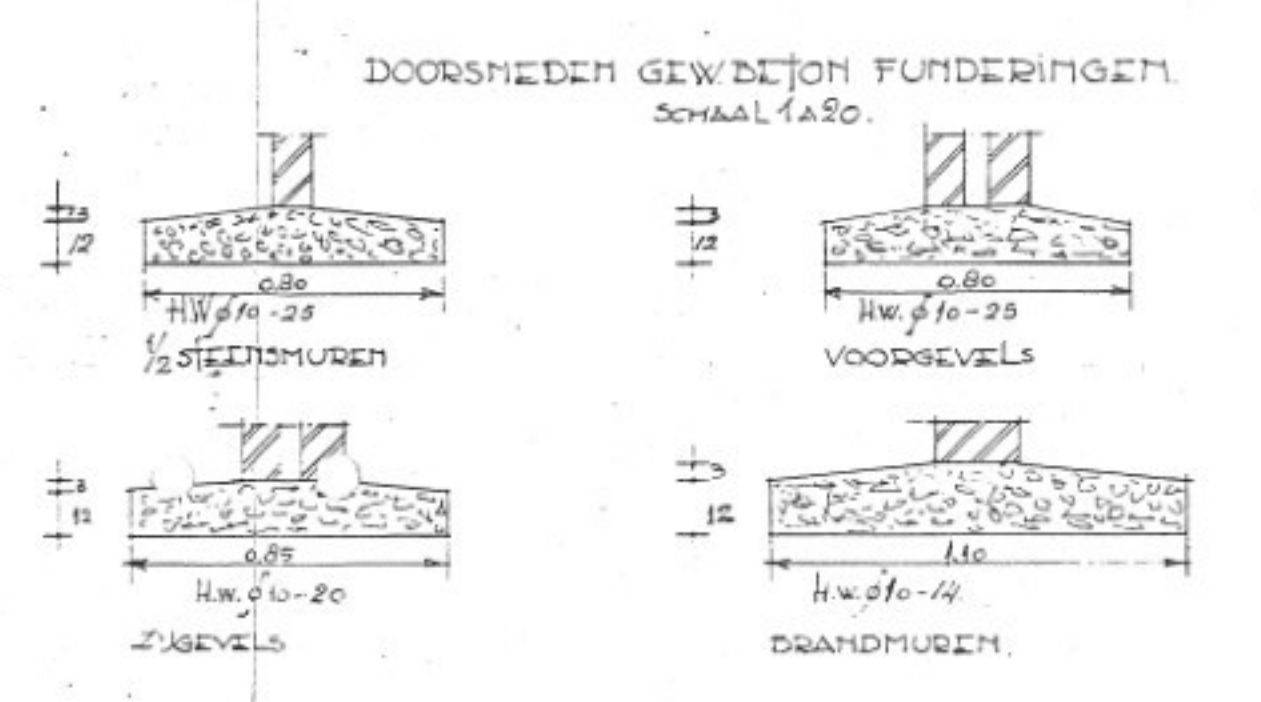
VOORGEVEL



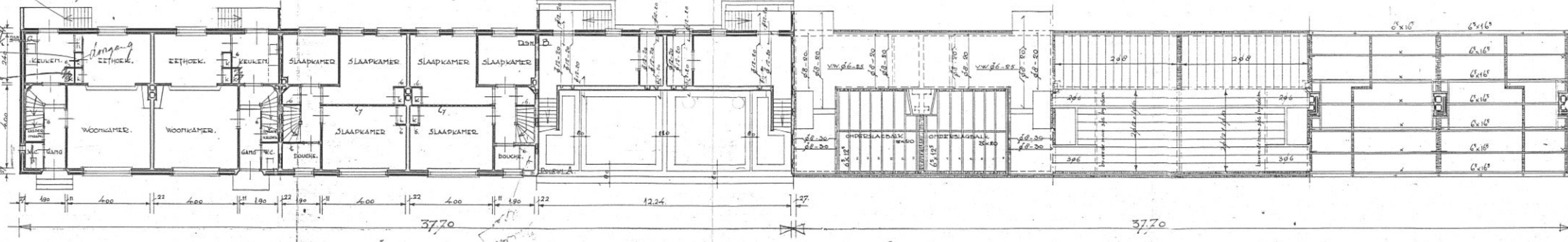
ZUGEVEL



ACHTERGEVEL



Handwritten notes:
Aankomst
Fonds
Bekendmaking
aan de
gemeente van
1828



BEGANE GROND

VERDIEPING

FUNDING

DOORSNEDEN TUSSEN BLOKKEN 1:500.

VLOERRIBBEN

HOLLE BAKSTEENVLOER
1^{ste} VERDIEPING DIK 11 1/2
INGESCHREVEN. WAP. PER BALK.

KAPPLAN

SCHAA	1:100	DATUM	GEWISSE	DATUM	ACCUSE	RIET
GETEKEND	W.	20-9-49			DAI	PAI
GECONTROLEERD						
GEZIEEN						
OPDRACHTGEVER	GEMEENTE VRIJESWK.					CPV
OMSCHRIJVING	HET DOUWEN VAN TWEE BLOKKEN					PDV
EN LIGGING	VAN ZKS. WONINGEN AAN DE					PDV
	IJDESTRAT. TE VRIJESWK.					PDV
AARD 1/2 TEKNIK	BESTEKTEKENING					PDV
OPMERKINGEN	10 4 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					PDV
ARCH. BUREAU	H. A. EN I. G. GROTHOVEN 4 FLOOR.					AMTAL. N. BLAD NR.
DE ARCHITECT	C. A. M.					1. 1



Hagestein beneden (Lek)

Slotgemiddelden 1991.0

Algemene gegevens

4 sept 1961

Peilschrijver geplaatst

8 okt 1987

DNM geplaatst

Gemiddelde waterstanden bij gemiddelde afvoer (2200 m³/s)

	HW-stand in cm + NAP	LW-stand in cm + NAP	tijverschil in cm
type tij			
gemiddeld tij	162	63	99
springtij	172	65	107
doodtij	154	67	87
gemiddelde waterstand		109	

Gemiddelde havengetallen bij gemiddelde afvoer (2200 m³/s)

	HW-tijd u:min	tijd u:min	LW-tijd u:min
type tij cq grootheid			
gemiddeld tij	5:32		15:16
springtij	5:36		15:08
doodtij	5:05		13:58
duur rijzing		2:41	
duur daling		9:44	

Gemiddelde waterstanden per afvoer

	gemiddeld tij		springtij		doodtij	
	HW-stand in cm + NAP	LW-stand in cm + NAP	HW-stand in cm + NAP	LW-stand in cm + NAP	HW-stand in cm + NAP	LW-stand in cm + NAP
afvoer Lobith						
700 m ³ /s	89	-48	101	-44	89	-44
984 m ³ /s	94	-44	107	-41	94	-40
1400 m ³ /s	99	-41	112	-37	99	-35
2200 m ³ /s	162	63	172	65	154	67
3500 m ³ /s	204	148	213	150	197	151
5000 m ³ /s	272	242	278	243	269	244
6800 m ³ /s	360	344	364	345	359	345
10000 m ³ /s						

Gemiddelde havengetallen per afvoer

	gemiddeld tij		springtij		doodtij	
	HW-tijd u:min	LW-tijd u:min	HW-tijd u:min	LW-tijd u:min	HW-tijd u:min	LW-tijd u:min
afvoer Lobith						
700 m ³ /s	06:22	13:07	06:24	13:15	05:30	12:08
984 m ³ /s	06:17	13:16	06:20	13:25	05:25	12:18
1400 m ³ /s	06:12	13:42	06:15	13:39	05:25	12:23
2200 m³/s	05:32	15:16	05:36	15:08	05:05	13:58
3500 m ³ /s	06:22	15:32	06:20	15:23	05:55	14:22
5000 m ³ /s	07:12	15:42	07:05	15:35	06:35	14:43
6800 m ³ /s	08:06	16:12	07:55	16:00	07:35	16:12
10000 m ³ /s						

Gemiddelde over- en onderschrijdings frequentie per jaar

overschrijding hoogwaterstanden		onderschrijding laagwaterstanden	
frequentie	stand in cm + NAP	frequentie	stand in cm + NAP
1x per 2.000 jaar	655	1x per 10 jaar	-115
1x per 1.000 jaar	635	1 x per jaar	-80
1x per 100 jaar	570		
1x per 10 jaar	490	OLW 1991.0	-35
Maatgevende waarde	655		

(Vijfheerenlanden en waterschap Kromme Rijn, 1x per 2.000 jaar)

Bijzonderheden

datum	stand cm + NAP	kenmerkende waarden	periode
31 mrt 1988	521	hoogst bekende waarde	(periode 1971...1990)
18 jan 1972	-131	laagst bekende waarde	(periode 1971...1990)
21 nov 1971	226	maximale rijzing	(periode 1971...1990)
4 jan 1976	230	maximale daling	(periode 1971...1990)

Zonder bronvermelding is nadruk verboden.

Hoewel de opgenomen gegevens zo goed mogelijk op juistheid en op actualiteit zijn gecontroleerd, kan door de samensteller hiervoor geen enkele aansprakelijkheid worden aanvaard.

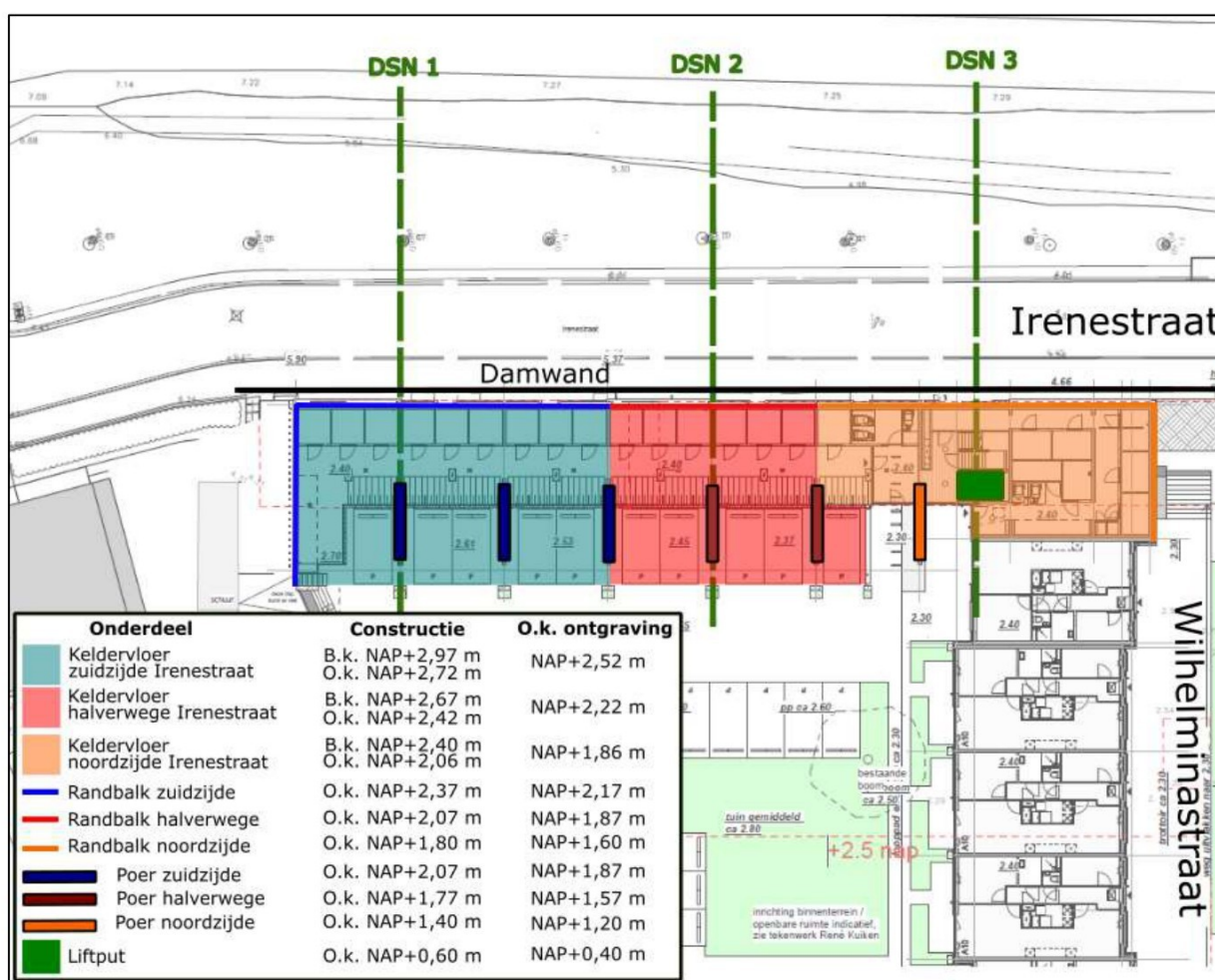
Bijlage 2 Gegevens opdrachtgever

Bijlage 2 Gegevens opdrachtgever

05 Grondkering en grondwerk

5.1 Doorsneden

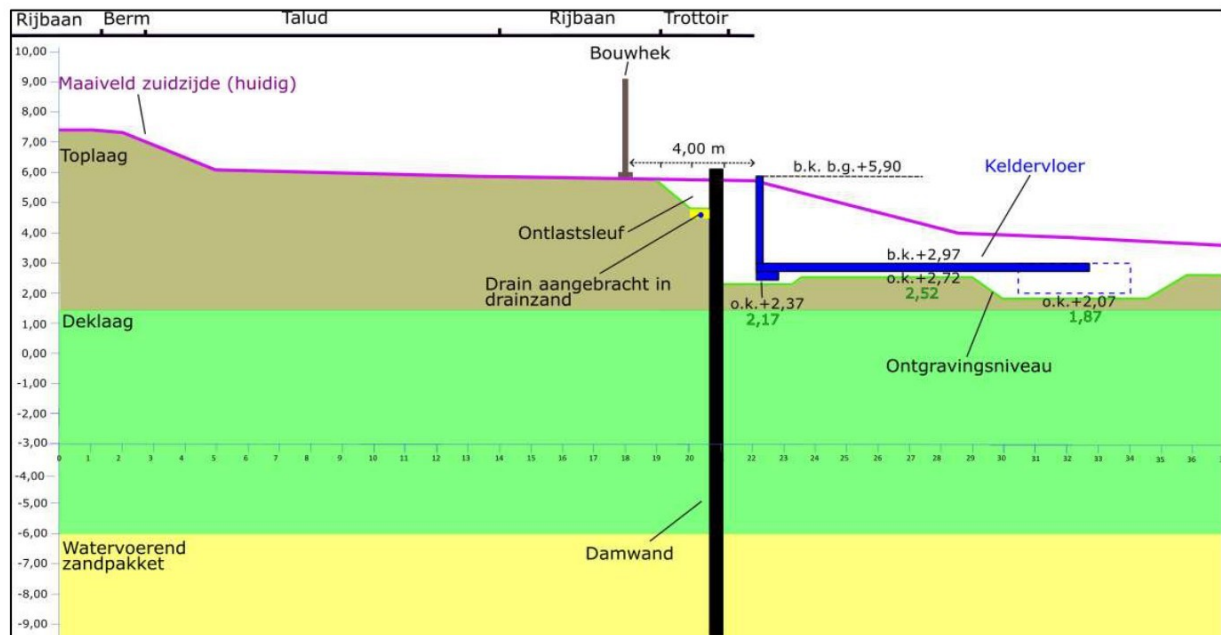
Het is voornemens om een damwand aan te brengen aan de Irenestraatzijde, vanuit grondkerend argument. Daar de keldervloer aan de Irenestraat 3 peilniveaus kent, zijn voor de damwandberekeningen 3 doorsneden berekend. Voor de doorsneden is gekeken naar de maximale ontgraving per zone (zuidzijde, halverwege en noordzijde). Onderstaande kaart geeft een overzicht van de te plaatsen damwand en de 3 berekende doorsneden. Onderstaande tabel geeft de samenvatting van de berekeningen. Hieruit blijkt een vrijstaande damwand type AZ-26 (breedte 700 mm en hoogte 460 mm) tot maximaal NAP -9,50 m (zuidzijde) en minimaal tot NAP -8,50 m (noordzijde) met maximale uitbuiging van <90mm.



Overzicht damwandberekeningen							
Doorsnede	Damwandtype	Hoogte damwand	Puntniveau damwand	Lengte damwand	Stempelkracht	Moment	Uitbuiging
1	AZ-26-700	460 mm	NAP -9,50 m	15,50 m	n.v.t.	571 kNm	86,1 mm
2	AZ-26-700	460 mm	NAP -8,50 m	14,00 m	n.v.t.	456 kNm	57,3 mm
3	AZ-26-700	460 mm	NAP -9,00 m	14,00 m	n.v.t.	608 kNm	41,3 mm

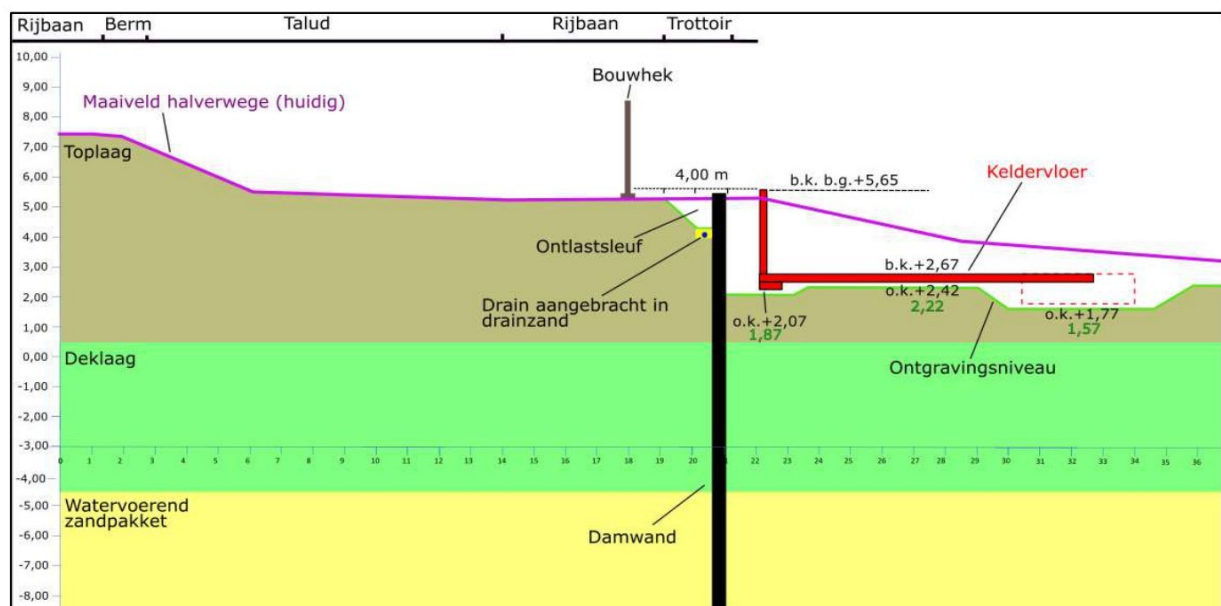
Doorsnede 1 (zuidzijde)

Onderstaand geeft een schematische doorsnede van de damwandsituatie aan de zuidzijde langs de Irenestraat (aangegeven waarden zijn in m t.o.v. NAP). Aan de zuidzijde ligt het maaiveld bij de kop van de damwand rond NAP +5,90 m. Er dient een ontlastsleuf te worden aangebracht langs de damwand. In deze damwandberekening is de grondwaterstand op NAP +4,50 m aangehouden (aan de passieve zijde), wat overeenkomt met onderkant ontlastsleuf.



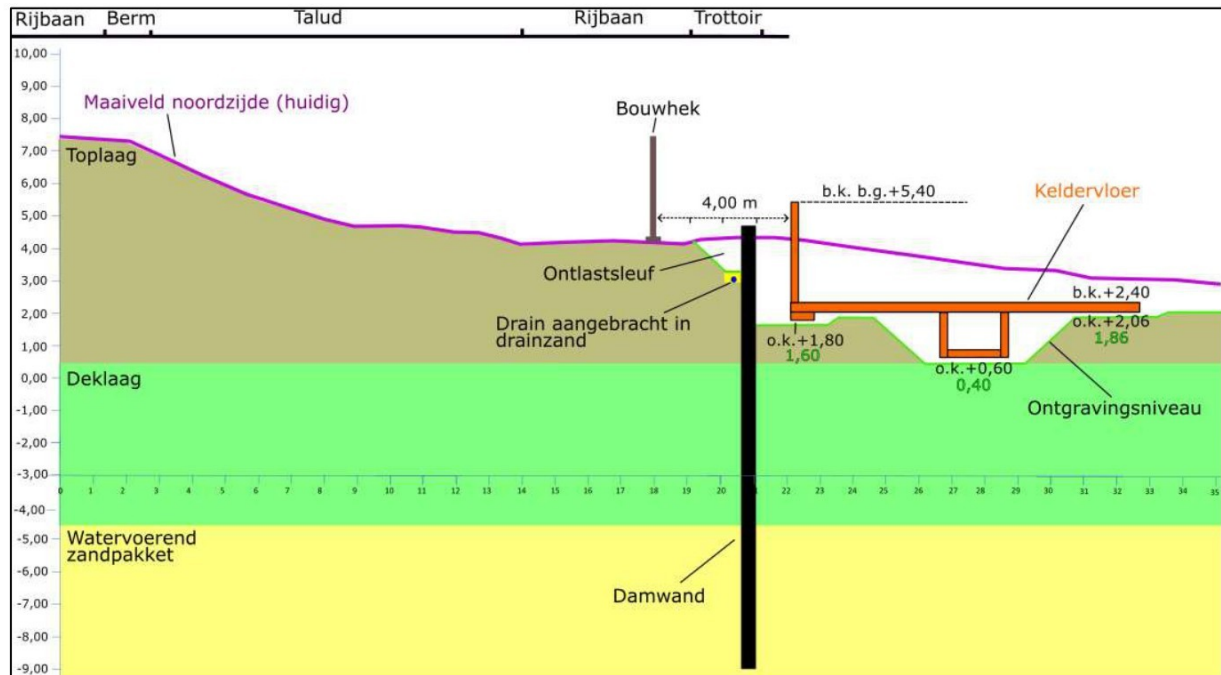
Doorsnede 2 (halverwege)

Onderstaand geeft een schematische doorsnede van de damwandsituatie halverwege langs de Irenestraat (aangegeven waarden zijn in m t.o.v. NAP). Hier ligt het maaiveld bij de kop van de damwand circa rond NAP +5,40 m. Het grondwater aan de passieve zijde is hier aangehouden op NAP +4,00 m (onderkant sleuf).

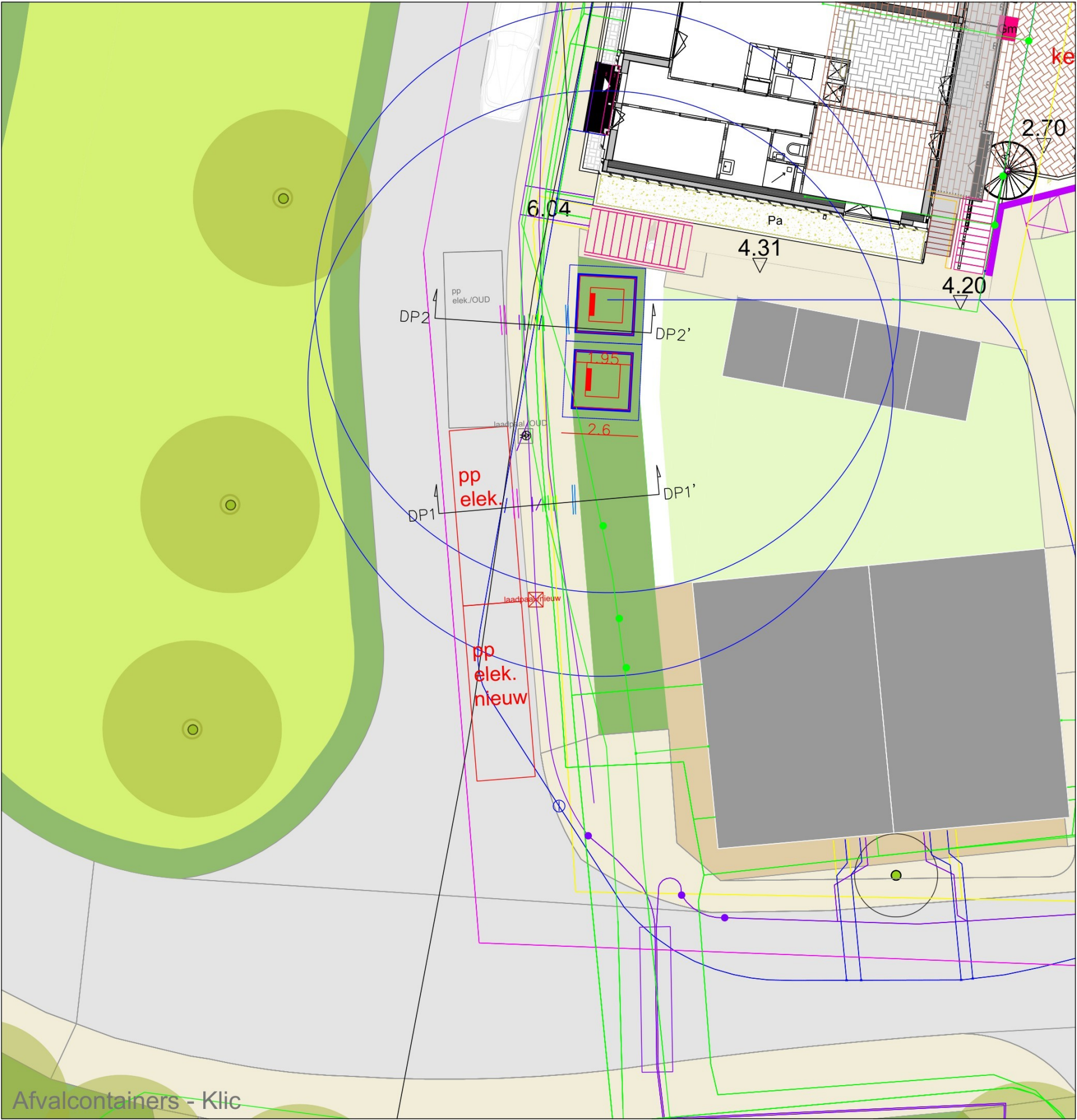


Doorsnede 3 (noordzijde)

Onderstaand geeft een schematische doorsnede van de damwandsituatie aan de noordzijde langs de Irenestraat (aangegeven waarden zijn in m t.o.v. NAP). Hier ligt het maaiveld bij de kop van de damwand circa rond NAP +4,20 m. Het grondwater aan de passieve zijde is hier aangehouden op NAP +3,00 m (onderkant sleuf).







2e gietijzer leiding
niet in sleuf tegengekomen
ligt naar alle waarschijnlijkheid
onder de rijweg

DP1
1:50
4.00 NAP

Afstand	0.00	1.11	1.91	2.57	2.71	3.36	4.10	4.57	5.19	5.73	6.28	6.94	7.58
Hoogte Maaiveld	6.36	6.30	6.24	6.17	6.25	6.30	6.32	6.35	6.28	6.05	5.82	5.60	5.40
Afstand K&L tov achterkant TB			0.44	0.00	0.48	0.70	1.13	1.35	1.50	1.65	1.80	1.95	2.10
Hoogte K&L bovenkant K&L			4.80	5.65	5.72	5.80	5.82	5.85	5.87	5.89	5.91	5.93	5.95

DP2
1:50
4.00 NAP

Afstand	0.00	0.78	1.58	2.25	2.41	3.02	3.90	4.53	5.00	5.63	6.09	6.75	7.41
Hoogte Maaiveld	6.07	6.07	6.01	5.98	6.06	6.11	6.14	6.14	6.18	6.01	5.87	5.59	5.45
Afstand K&L tov achterkant TB				0.00	0.48	0.70	1.13	1.35	1.50	1.65	1.80	1.95	2.10
Hoogte K&L bovenkant K&L				4.80	5.65	5.72	5.80	5.82	5.85	5.87	5.89	5.91	5.93

schaal 1:100/A3

RENE KUIKEN URBANISM
www.renekuiken.nl

- algemeen
- Niet vrijgegeven voor uitvoering.
 - Deze tekening is een inschatting

Project Irene-/Margrietstraat - Vreeswijk	Datum 24-04-2024	Onderwerp Afvalcontainers - KLIC Irenestraat
Opdrachtgever Woonin	Status Concept	
Werk 1909	Schaal 1:150	
Fase Voorlopig Ontwerp	Formaat A3	
		Tekening 100

Inbouwinstructie betonnen 5m³ fundamentcontainers

Ondergrondse containers die SSI Schäfer produceert kunnen met een stalen of een betonnen fundamentcontainer (buitencontainer) geleverd worden. Onderstaand kunt u verder een beschrijving en inbouwinstructie van betonnen 5m³ fundamentcontainers vinden.

Elk ondergronds systeem bestaat in de basis uit vier basiselementen:

1. de betonnen (of stalen) fundamentcontainer;
2. de veiligheidsvloer (reeds gemonteerd in de fundamentcontainer);
3. de stalen binnencontainer;
4. de inwerpzuil

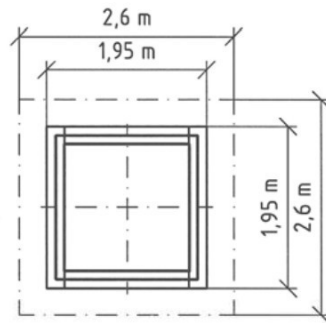
Bij aanlevering van een betonnen fundamentcontainer is deze reeds voorzien van een gemonteerde veiligheidsvloer. Ook zijn de contragewichten waarmee de vloer omhoog komt reeds aangebracht in de fundamentcontainer. In principe worden de ondergrondse systemen compleet afgeleverd. Separate aanlevering van de fundamentcontainers vooraf is echter ook mogelijk (tegen meerkosten voor transport). De zuilen worden altijd als laatste gemonteerd na plaatsing van de betonfundamentcontainer en de stalen binnencontainer. Indien een betonnen fundamentcontainer geplaatst dient te worden vooraf aan de levering van de binnencontainer met zuil, dan verdient het aanbeveling de ontstane opening af te dichten met houten of stalen platen. Deze platen dienen per container minimaal 2 x 3 meter in afmeting te zijn om het gat volledig af te dichten.

Voor het afladen van de containers moet een kraan gebruikt worden. De grootte van de benodigde kraan is afhankelijk van de leveren systemen en afstand van de vrachtwagen tot de plek waar de containers afgeladen moeten worden. Indien bijvoorbeeld containers direct na afladen ingebouwd dienen te worden dan bepaalt de afstand wagen – bouwput, welk type kraan benodigd is. Het minimale gewicht dat de kraan moet kunnen dragen, bedraagt 6500 Kg. De lengte van de benodigde arm is zoals gezegd afhankelijk van de omstandigheden ter plekke.

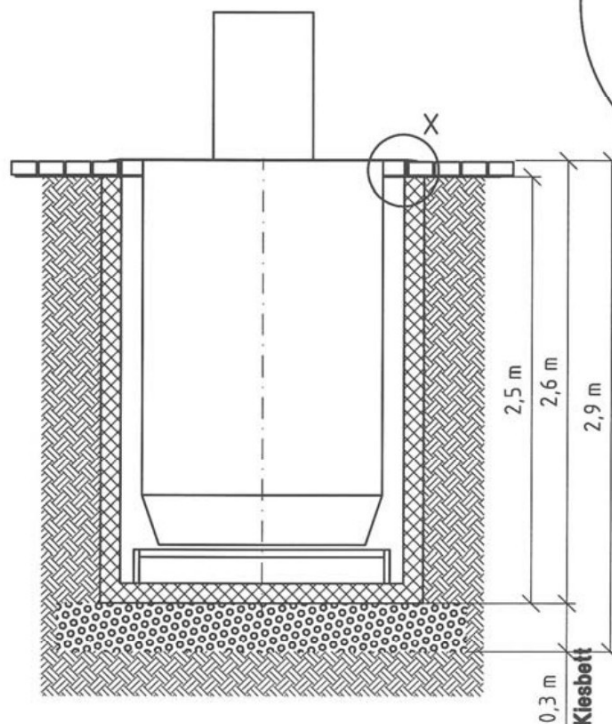
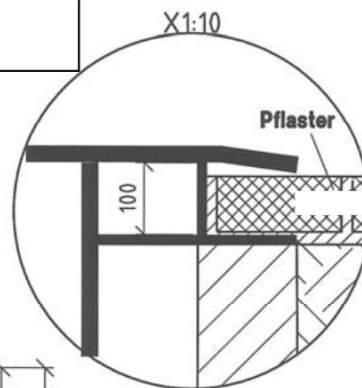
De betonnen fundamentcontainer is voorzien van vier opnameogen waarmee de bak middels een kraan van de vrachtwagen afgeladen kan worden. Op de volgende pagina's kunt u meer informatie vinden over deze opnamepunten. Voor het afladen dient een goedgekeurde viersprong te worden gebruikt met een minimale lengte van 4 x 1,8 meter.

Op de volgende pagina een afbeelding vinden van een ondergrondse container geplaatst in een betonnen fundamentcontainer.

Enkele 5m³ container Afwerking rondom zuil: traanplaat



Benodigde kuil: 2,6 m x 2,6 m x 2,9 m (diepte)



Boven: de traanplaat afdekking rondom de zuil valt over de bestrating rondom de ondergrondse container

Schäfer GeoStore container

Voor het plaatsen van de betonnen fundamentcontainer dient een put te worden gegraven. Voor een enkele container dient deze kuil 2,9 meter diep te zijn. De benodigde breedte x lengte van de kuil is 2,6 meter x 2,6 meter. Indien de grondwaterstand (te) hoog is dient eerst bronbemaling plaats te vinden om overtollig water af te voeren. Als bronbemaling niet nodig is dan kan direct na het graven van de kuil het zandbed vlak en waterpas worden afgestreken. Hiervoor kan van een wackerstamper gebruik gemaakt worden. Als de bodem van de kuil vlak is dient vervolgens een waterdoorlatende kiezellaag te worden gestort welke zo verdicht en glad mogelijk moet worden afgestreken. Een lasertoestel en/of waterpastoestel moet worden gebruikt om als eerste het zandbed en vervolgens de kiezellaag zo vlak en waterpas mogelijk te maken. De kiezellaag komt onder de fundamentcontainer en dient ca. 30 cm. dik te zijn. De kiezels mogen niet groter zijn als 32 mm. in doorsnede.

Onder: een locatie wordt gereedgemaakt voor de plaatsing van twee ondergrondse containers naast elkaar.



De betonfundamentcontainer kan vervolgens in de kuil worden gehesen. Van belang hierbij is dat de bak op de juiste diepte en waterpas geplaatst wordt. Ook hierbij kan van een laserpastoestel gebruik worden gemaakt. Zie hiervoor a.u.b. ook de bijgevoegde tekening op pagina 2.

Na plaatsing van de betonfundamentcontainer dienen de ruimtes aan de vier zijanten van de bak met zand te worden opgevuld. Dit dient zo gelijkmatig mogelijk plaats te vinden en het zand moet zoveel mogelijk worden verdicht. Dit verdichten kan plaatsvinden door inwateren of met behulp van de eerder genoemde wackerstamper. Het beste is beide werkzaamheden uit te voeren.

Onder vindt u een afbeelding van het plaatsen van betonnen fundamentcontainers direct op een inbouwlocatie.



Enige gegevens van de betonnen buitenbak:

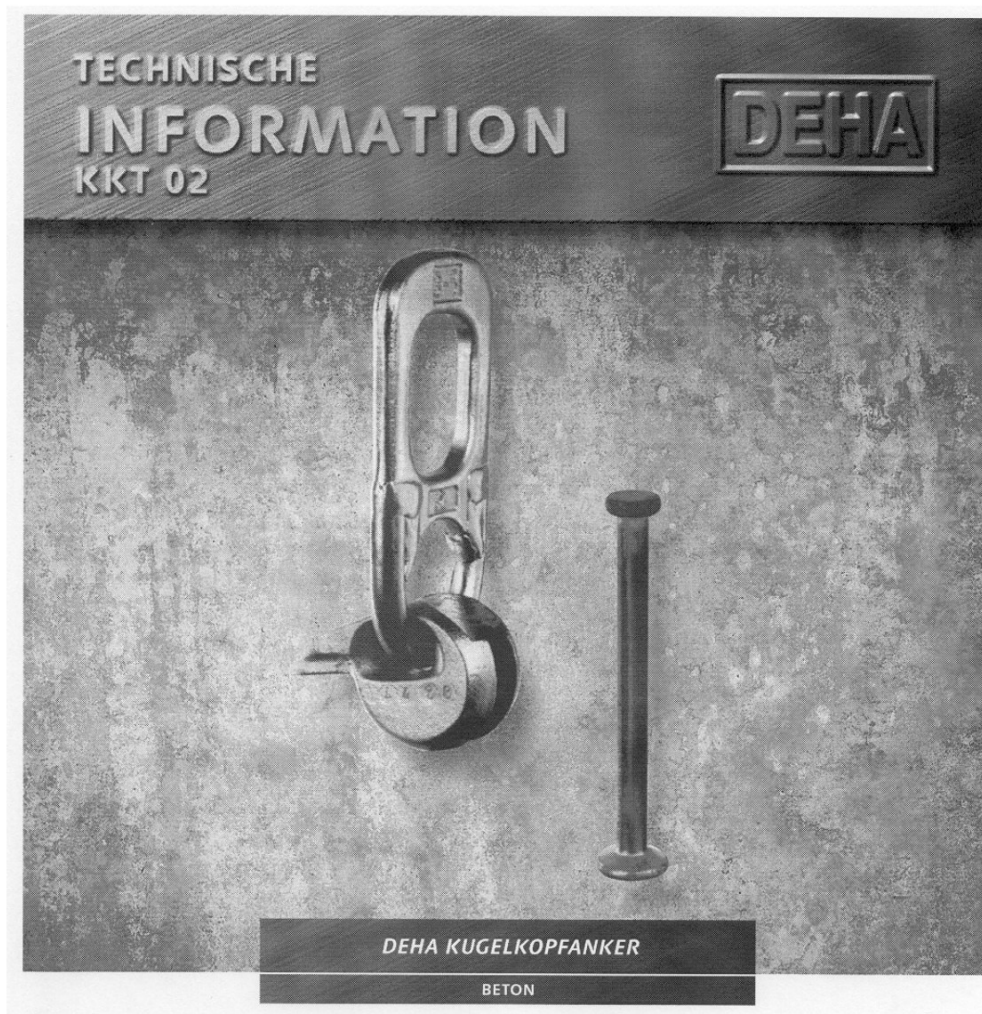
Afmetingen: l x b x h: 1710 mm. X 1710 mm. X 2480 mm. (binnenzijde) en
l x b x h: 1950 mm. X 1950 mm. X 2600 mm. (buitenzijde)

Gewicht: 6500 kg. Per 5m³ betonnen fundamentcontainer, exclusief stalen
binnenbak en veiligheidsvloer met contragewichten

maximaal 7500 kg. Per 5m³ betonnen fundamentcontainer, inclusief
5m³ stalen binnenbak en veiligheidsvloer met contragewichten

Om de betonnen fundamentcontainers van de wagen te kunnen afladen moeten eerst zogenaamde kogelankers aan de vier zijanten van de fundamentcontainer gehangen worden. Als dit heeft plaatsgevonden moet aan de kraan een vierhangsketting (viersprong) worden vastgemaakt en kan vervolgens de betonnen fundamentcontainer worden afgeladen van de vrachtwagen.

Onderstaand een afbeelding van een kogelanker en nadere uitleg over de werking ervan:



5 DEHA LASTAUFNAHMEMITTEL

5.1 DEHA UNIVERSALKOPF-KUPPLUNG

Die DEHA Universalkopf-Kupplung ist ein Lastaufnahmemittel zum Transport von Betonfertigteilen mit eingebauten DEHA Kugelkopf-Transportankern.

Die DEHA Universalkopf-Kupplung ist eine manuell zu bedienende Kupplung mit den in der Tabelle 35 aufgeführten Ausführungen.

Die zulässigen Kräfte für den jeweiligen Einzelfall sind den Tabellen der Kapitel 4.2 und 4.3 zu entnehmen.

Generell sind die Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

Insbesondere sind die VBG 9 "Krane" und VBG 9a "Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb" zu beachten.

Fertigteile, insbesondere Rohre, die mit der Dreh- und Transportkupplung transportiert werden sollen, dürfen vorher nicht mit der Universalkopf-Kupplung transportiert werden.

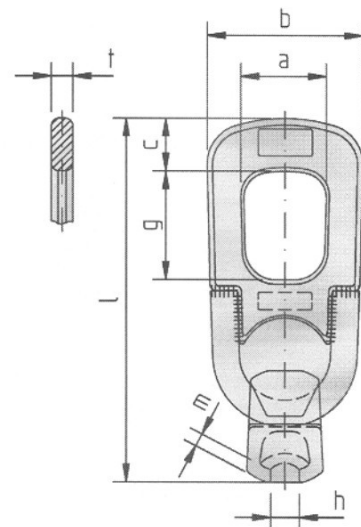


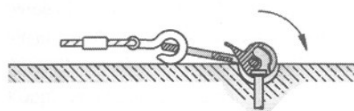
Tabelle 35 Abmessungen der DEHA Universalkopf-Kupplung

Artikelbezeichnung	Lastgruppe	a mm	b mm	c mm	g mm	h mm	t mm	l mm	m mm
6102-1,3	1,3	47	75	20	71	11	12	188	7,0
6102-1,5/2,5	1,5/2,5	59	91	25	86	16	14	230	8,5
6102-3/5	3/5	70	118	37	88	21	16	283	10,0
6102-6/10	6/10	88	160	50	115	30	25	401	14,0
6102-12/20	12/20	106	180	75	135	41	30	506	21,0
6102-32	32	172	272	100	189	52	40	680	28,5
6102-45	45	179	349	100	192	52	40	676	28,5

HANDHABUNG

Einkuppeln

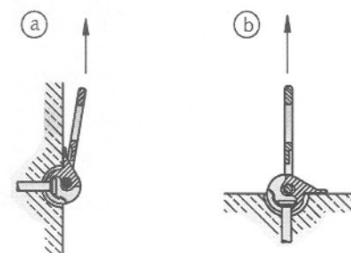
Zum Einsetzen wird die Kugel mit ihrer Öffnung nach unten über den Anker geschoben. Dann wird die Lasche der Kugel zur Betonoberfläche gedreht.



Der Universalkopf sitzt in der Aussparung und ist nun einsatzbereit.

Heben

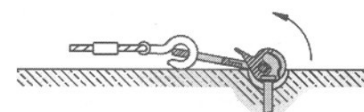
Das Fertigteil kann angehoben werden. Jede Dreh-, Kipp- und Schwenkbewegung, auch unter Last, ist mit dem Universalkopf erlaubt und unbedenklich.



Wird die Universalkopf-Kupplung zum Drehen und Aufrichten von Betonfertigteilen verwandt, muss die Lage der Lasche Abbildung a entsprechen. Durch das Gegengewicht der Lasche wird die Kugel, auch in unbelastetem Zustand, stets in der richtigen Lage gehalten.

Lösen

Zum Lösen wird der Lasthaken abgelassen und die Kugel nach oben herausgedreht.



De randen van de aanwezige verharding (bijv. stoeptegels) rondom de container moet aansluiten op het traanplaat loopvlak rondom de inwerpzuil. Als de container conform de bijgevoegde tekening wordt geplaatst zal dit probleemloos plaatsvinden. De zijkanten van de traanplaat vallen enkele centimeters over de omliggende bestrating heen.



Links: de ondergrondse container is zo ingebouwd dat het loopvlak rondom de zuil naadloos aansluit op de omliggende verharding

Rechts: een ingebouwde papiercontainer met traanplaat loopvlak en omliggende bestrating

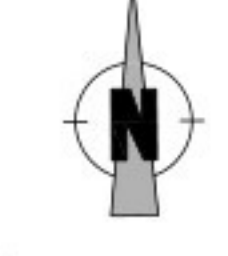


Onderstaand vindt u een voorbeeld van een compleet geplaatst en functionerend ondergronds systeem.





- ### Legenda
- werkgrens Plecht-Vos
 - grens antieure overeenkomst
 - bestaande rioolleiding GWA, vrij verval, incl. materiaal, diameter, b.o.b. en stroomrichting
 - bestaande inspectieput GWA
 - rioolleiding VWA, vrij verval, incl. materiaal, diameter, b.o.b. en stroomrichting, aansluitingen aanbrengen met een minimale gronddekking van 700 mm
 - inspectieput VWA, voorzien van dekselnummer en dekselhoogte
 - aansluitleiding VWA (Irenestraat)
 - rioolleiding HWA, vrij verval, incl. materiaal, diameter, b.o.b. en stroomrichting, aansluitingen aanbrengen met een minimale gronddekking van 700 mm
 - inspectieput HWA, voorzien van dekselnummer en dekselhoogte
 - kolkaansluiting HWA, aansluitingen aanbrengen met een minimale gronddekking van 700 mm
 - straatkolk, type:
 - WT-straatkolk t.p.v. waterbergende fundering, aansluiten op funderingspakket Aquaflo
 - straatkolk (voorzien van stankloof) t.p.v. regenwaterfijn, overstortkolk aansluiten op HWA hoofdris
 - roosterput type: BGZ-S 100
 - waterbergend funderingspakket aquaflo
 - Hoeveelheid te bergen hemelwater 156 m3
 - Hoeveelheid bergend vermogen aquaflopakket 152 m3 (voorgesteld oppervlak x 0,45 m (voorgestelde pakeldikte) x 0,6 (0,05 hollendikte) = 171 m3)
 - Restcapaciteit t.b.v. in het werk kunnen aanpassen van het oppervlak aquaflo 171 - 156 = 15 m3 waterberging (= ca. 83 m2)
 - watervichte compartimentering aquaflo pakket
 - kabel- en leidingstracé
 - wortelscherm, hoogte 120 m, minimale lengte per boom 4,0 m
 - bestaande brandhydrant
 - nieuw te plaatsen brandhydrant
 - lichtmast met armatuur type Ekra 20, 3000K, 600mA, lens 62, symm, 48 leds clear shade = FCF
 - lichtmast met armatuur type Ekra 20, 3000K, 600mA, lens 63, Asym, 48 leds clear shade = FCF
 - afvalpaal



Logo

Herinrichting Irenestraat/Margrietstraat

Projectlocatie

Woonin

Nieuwegein

Fase

DO

Status

Definitief

tekst: 1621.02.03

pl. VSK

gek. REN

gewijzigd:

d.

datum 24-01-2025

alm. AG

a. 13-02-2025

e.

sch. 1:200

blad 03

bladen 07

b.

f.

file 1621.00_Riool.dwg

c.

d.

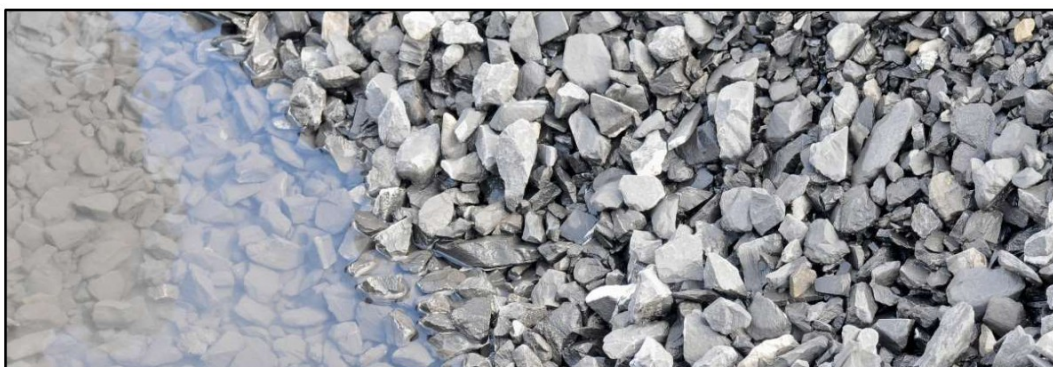
onderwerp

Ondergrondse infra

Water in de wegfundering...

Waterbergende wegen goed gefundeerd.

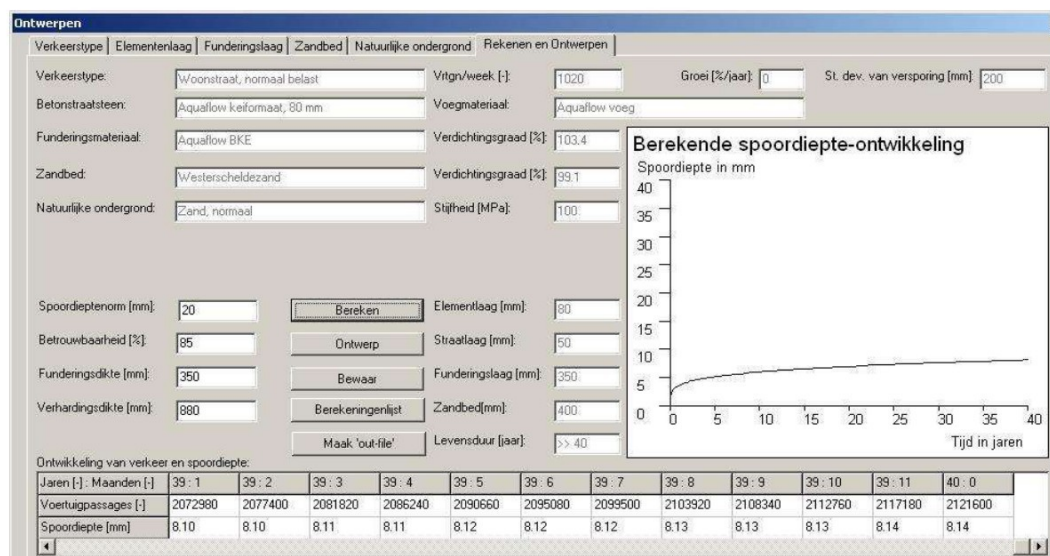
Waar let u op als u hemelwater in de wegfundering wilt bergen? Hoe voorkomt u dat de fundering door het water verpapt en op "drijfzand" gaat lijken? Waarom gaat de constructie, met 40% holle ruimte, niet schuiven? Kortom: Wat zijn de randvoorwaarden voor een goed ontwerp? Aquaflow® is uitgebreid wetenschappelijk onderbouwd en op grote schaal aangelegd en beproefd in de praktijk, ook met zwaar verkeer. De TU Delft heeft Aquaflow onderzocht en vastgesteld dat een fundering met water in de holle ruimtes, even goed kan presteren (een zelfde stijfheid heeft) als een traditioneel wegontwerp met een fundering van menggranulaat. Al dient de waterbergende fundering dan wel aan een aantal cruciale voorwaarden te voldoen.



Water bergen in wegen kan alleen indien aan de juiste voorwaarden wordt voldaan.

Ontwerpen; basis van alle wegbouw

Een wegfundering gaat lang mee als alle variabelen kloppen. Het weglichaam eronder moet bijv. voldoende draagkracht hebben. Daarom is het verstandig om de levensduur van een weg vooraf te berekenen. Dit kan o.a. met het programma Bescon van het CROW. In Bescon wordt rekening gehouden met factoren als grondsoort, verkeersbelasting, type verharding, mate van verdichting, etc.



Met Bescon (CROW) kan de levensduur (c.q. het "herstraatmoment") van een weg berekend worden.

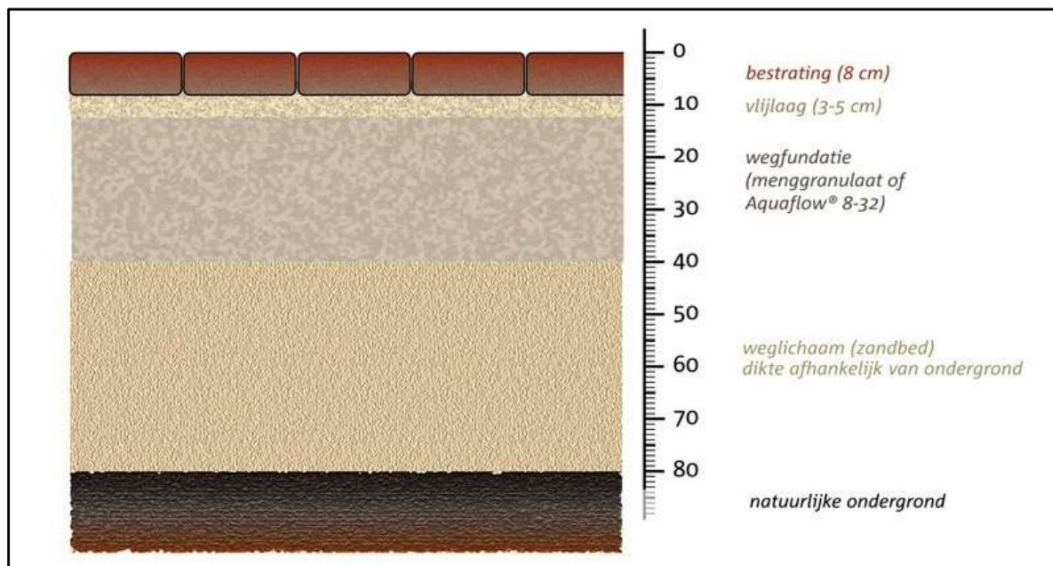
Water in de wegfundering...

Aandachtspunten bij ontwerpen van waterbergende wegen:

In principe is het zo dat de waterbergende weg, inclusief met water gevulde holle ruimte, net zo lang mee moet gaan als een traditionele weg. Dit is ook de opdracht die de TU Delft destijds van Aquaflow B.V. heeft meegekregen. Het blijkt dat de stijfheid van een goed aangelegde Aquaflow fundering > 600 MPa bedraagt, hetgeen nog beter is dan wegen gefundeerd op menggranulaat. Daardoor kan er ook direct op de Aquaflow fundering worden geasfalteerd.

1. Een goede ondergrond (onderfundering):

- Als de conusweerstand onder in het cunet < 2,5 Mpa bedraagt kan de ondergrond de weg niet kan dragen, bij > 4 MPa is het i.h.a. goed (o.a. zand).
- Let wel op; niet alle zandsoorten zijn even draagkrachtig. De doorlatendheid (drainzand) en de draagkracht (scherp zand) werken vaak tegengesteld.
- Bij Aquaflow® als infiltrerend systeem, dient men er rekening mee te houden dat sommige grondsoorten (o.a. leem en lös) in droge omstandigheden draagkrachtig zijn, maar nat "boterzacht" worden. Het devies luidt dan: grond verbeteren tot grotere diepten (80cm), of Aquaflow, als bergend systeem aanleggen, en met folie waterdicht maken, zodat de bodem droog blijft.



Wegopbouw: bestrating, vlijlaag, fundering (bijv. Aquaflow) en onderfundering

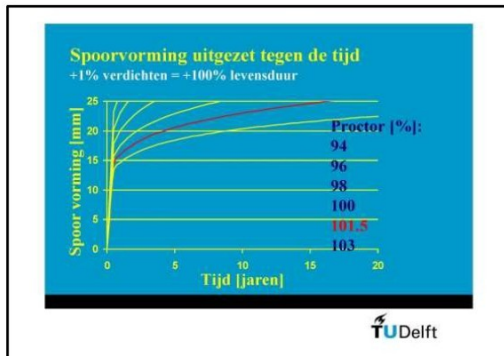
2. Fundering goed verdichten

- Goed verdichten is, net als bij normale wegen, cruciaal. Wat men vooraf niet verdicht zal het verkeer achteraf naverdichten (zetting onder de wielen).
- Bij het verdichten (aftrillen) moet het funderingsmateriaal de verdichtings-energie kunnen opvangen zonder daarbij te verbrijzelen. Als het materiaal te zacht is kan het vergruizen tot menggranulaat. Daarom wordt de Aquaflow® fundering opgebouwd met zeer harde steenslag (LA waarde < 20).

Als er minder geschikte materialen worden gebruikt, bestaat het risico dat:

- de holle ruimte ongeschikt raakt voor waterberging (bij teveel fijne delen ontstaat waterspanning).
- de weg civiel technisch ondermaats presteert, hetgeen zich uit in vervorming (naverdichten) of verplaatsing (afschuiven) van de fundering.

Water in de wegfundering...



Figuur 1 : Levensduur neemt sterk toe door grondig verdichten



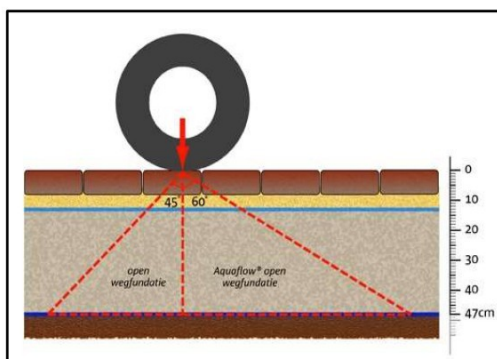
Door de hardheid (LA < 20) blijft het % holle ruimte intact

3. De fundering mag niet gaan schuiven (schuifvlakken)

Bij standaard wegfunderingen met menggranulaat (0-40mm) zijn de “holle ruimtes” gevuld met fijne delen en speelt het risico op afschuiven geen grote rol. Er is sprake van een goede cohesie (pakking) van het menggranulaat onderling. Bij waterbergende wegen zijn deze fijne delen niet aanwezig en is er nauwelijks cohesie. Om dit te compenseren en afschuiven te voorkomen, is een grote hoek van inwendige wrijving noodzakelijk. Deze grote hoek ontstaat met name door de ongelijkmatige en hoekige korrelvorm (hoge haakweerstand) en korrelsamenstelling (er worden vijf gradaties steenslag in een optimale verhouding gemengd). Bij Aquaflow is deze hoek > 55°, bij zware belastingen oplopend naar 60°.

Ter illustratie: hoek van inwendige wrijving (ϕ) voor diverse materialen

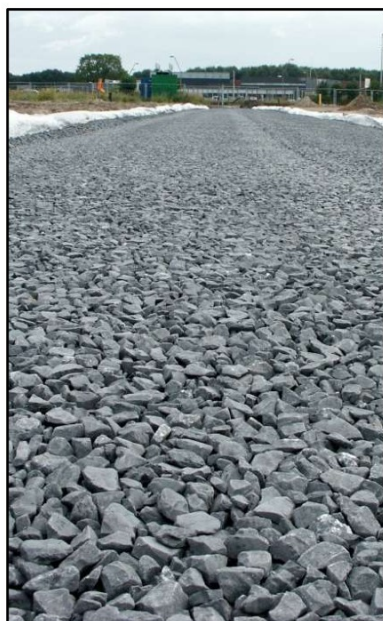
Klei en leem (nat)	: 20 ° - 25 °
Klei en leem (droog)	: 40 ° - 50 °
Zand	: 28 ° - 33 °
Gebroken grind	: 35 ° - 40 °
Basalt lava	: 40 ° - 45 °
Hardsteensplit (onbewerkt)	: 35 ° - 45 °
Aquaflow® 8-32mm (MHK53)	: 55 ° - 60 °



Figuur 2: hoek van inwendige wrijving > 55° levert brede spreiding van krachten naar de ondergrond.

Water in de wegfundering...

Door de grote spanningsspreiding presteert Aquaflow® even goed of zelfs beter dan een fundering van menggranulaat. Dit maakt Aquaflow® uniek; een weg waarin water geen schade aanricht. Dit resultaat is het gevolg van uitgebreid wetenschappelijk onderzoek naar het gedrag van de Aquaflow fundering bij langdurig herhaalde verkeersbelastingen. Dat het allerm minst vanzelfsprekend is en beslist niet het geval bij een willekeurig “gelijkend” steenslag mengsel blijkt uit het volgende. Op 47cm diepte (de normale inbouwhoogte van Aquaflow®) is de belasting bij Aquaflow ca. 300% ! lager (dus langere levensduur) dan bij een mengsel met een meer gebruikelijke wrijvingshoek van 40° - 45°. Om deze 15° verschil met Aquaflow te compenseren zou een normale steenslag fundering +/- 35cm dikker moeten worden uitgevoerd.



De Aquaflow® wegfundering heeft 40% holle ruimte voor waterberging en een stijfheid van > 600 MPa.

Omschrijving		Unit
6	Aanbrengen van een wegfundering van ongebonden steenmengsel.	m2
	Totale laagdikte 350 mm	
	Aanbrengen in lagen van maximaal 200 mm	
	Steenmengsel van natuurlijk gesteente	ton
	Betreft Aquaflow meervoudig gebroken hardsteen 8-32+ mm, samenstelling conform mengsel-type MHK 53	
	f (rest) < 2	
	Leverancier Aquaflow B.V.	
	Sortering 8-32+	
	Hardheid: Los Angeles-waarde: < LA20	
	Hoek van inwendige wrijving: minimaal 55° (bij zware belastingen Mr @ > 1000 kPa: minimaal 60°)	
	Stijfheid: minimaal 600 MPa	
	Op een kunststofinlage, aangebracht volgens bestekspostnr. <u>100031</u>	
9	De wegfundering grondig verdichten m.b.v. een zware trilwals of trilplaat, in overleg met de directie en volgens eisen deel 3 par. 80 01 03	
	De verhardingslaag met een statische wals naverdichten	

Aquaflow RAW voorbeeldbestek met functionele omschrijving

4. Zekerstellen van spanningsloos water

Waterspanning wordt wel geassocieerd met “drijfzand”. Daarbij raakt onder invloed van spanningswater een vaste massa instabiel. Klassieke wegen hebben daarom bij voorkeur een drooglegging van 80 cm.

In het Aquaflow® systeem is waterspanning onmogelijk gemaakt, doordat fijne delen afwezig zijn. Water kan vrij bewegen in de 40% open ruimte in het “Aquaflow® systeem. Bij volledig vlakke toepassing stroomt het water ongeveer 100 meter/uur horizontaal door de fundering. Waterspanning is uitgesloten.

Aquaflow voorbeeldbestek en tekeningen

Om het u makkelijk te maken zijn relevante functionele eisen voor de waterbergende weg omschreven in het Aquaflow voorbeeldbestek (raw en stabu) met bijbehorende dwg tekeningen. Bestek en tekeningen zijn digitaal voor uw beschikbaar via e-mail of website.

Bijlage 3 Gegevens HDSR

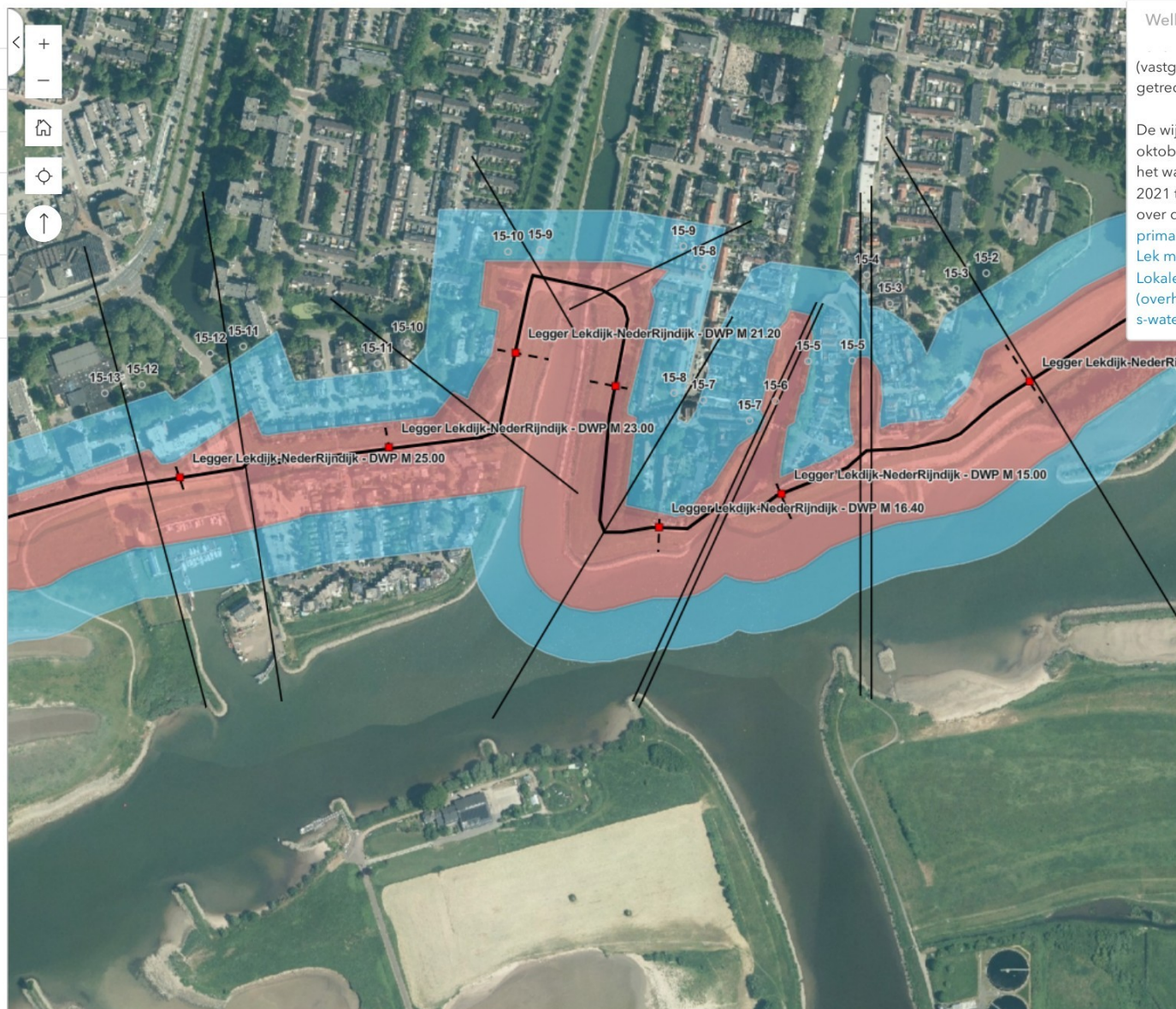
Bijlage 3 Gegevens HDSR



HDSR Legger Primaire Waterkeringen 2020



- > Sectiegrenzen ...
- > Dwarsprofielen ...
- Kunstwerken ...
- > Kadastrale kaart ...
- Referentielijn ...
- Profiel van vrije ruimte ...
- Waterstaatswerkzone ...
- Beschermingszone ...
- Grens HDSR ...



Welkom

(vastgesteld 19 december 2018, in werking getreden 1 mei 2019) en laatstelijk in 2020.

De wijzigingen in 2020 zijn vastgesteld op 7 oktober 2020 door het algemeen bestuur van het waterschap en waren geldig van 7 mei 2021 t/m 31 december 2023. Meer informatie over deze Legger vindt u op [Legger van de primaire waterkeringen langs de Neder-Rijn en Lek met de daartoe behorende kunstwerken | Lokale wet- en regelgeving \(overheid.nl\)](#) of <http://www.hdsr.nl/werk/legger-s-watertangen/>.

Legger Dwarsprofiel (DWP)

Kunstwerken

- Inlaatduiker
- Duiker
- Keermuur

Referentielijn

Profiel van vrije ruimte



Waterstaatswerkzone

- Waterstaatswerkzone

Beschermingszone

- Beschermingszone

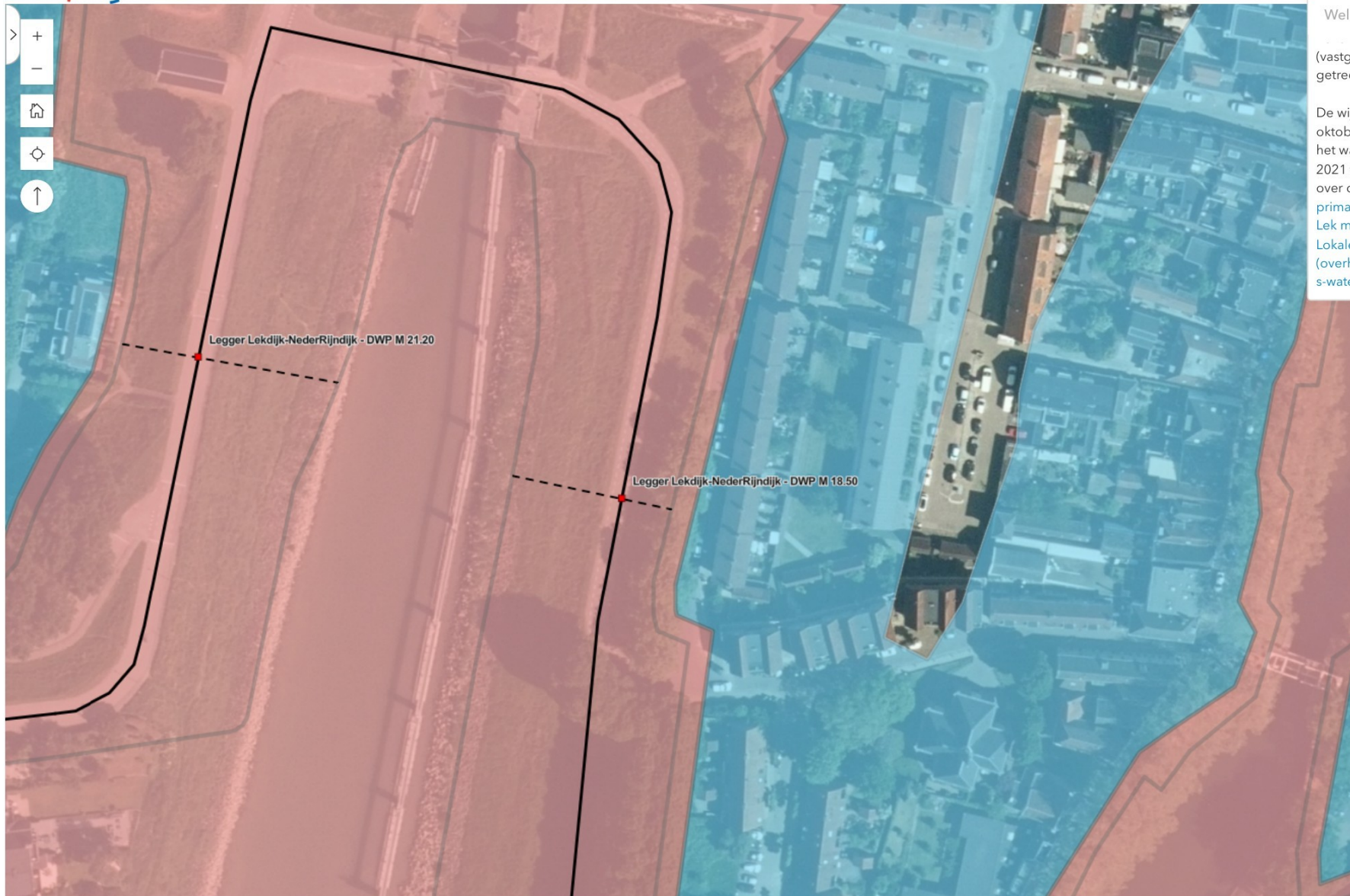


100 m

Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl | HDSR Powered by Esri



HDSR Legger Primaire Waterkeringen 2020



Welkom

De Legger Primaire Waterkeringen 2020 is vastgesteld op 19 december 2018, in werking getreden 1 mei 2019) en laatstelijk in 2020.

De wijzigingen in 2020 zijn vastgesteld op 7 oktober 2020 door het algemeen bestuur van het waterschap en waren geldig van 7 mei 2021 t/m 31 december 2023. Meer informatie over deze Legger vindt u op [Legger van de primaire waterkeringen langs de Neder-Rijn en Lek met de daartoe behorende kunstwerken | Lokale wet- en regelgeving \(overheid.nl\)](#) of <http://www.hdsr.nl/werk/legger-s-watergangen/>.

- Duiker
- Keermuur

Referentielijn



Profiel van vrije ruimte



Waterstaatswerkzone

- Waterstaatswerkzone

Beschermingszone

- Beschermingszone

M.H.W. +6.25 NAP

Y

dwp M16.40

NAP -1.00




bestande hoogten t.o.v. n.a.p.	2.03	2.03	4.67	4.85	6.08	7.80	7.80	6.43	2.03
legger afstanden t.o.v. nulpunt	-28.00	-22.64	-14.21	-10.10		-1.94	0.00	1.94	15.00
legger hoogten t.o.v. n.a.p.	1.23	1.23	3.87	4.05	5.28	7.00	7.00	5.63	5.53

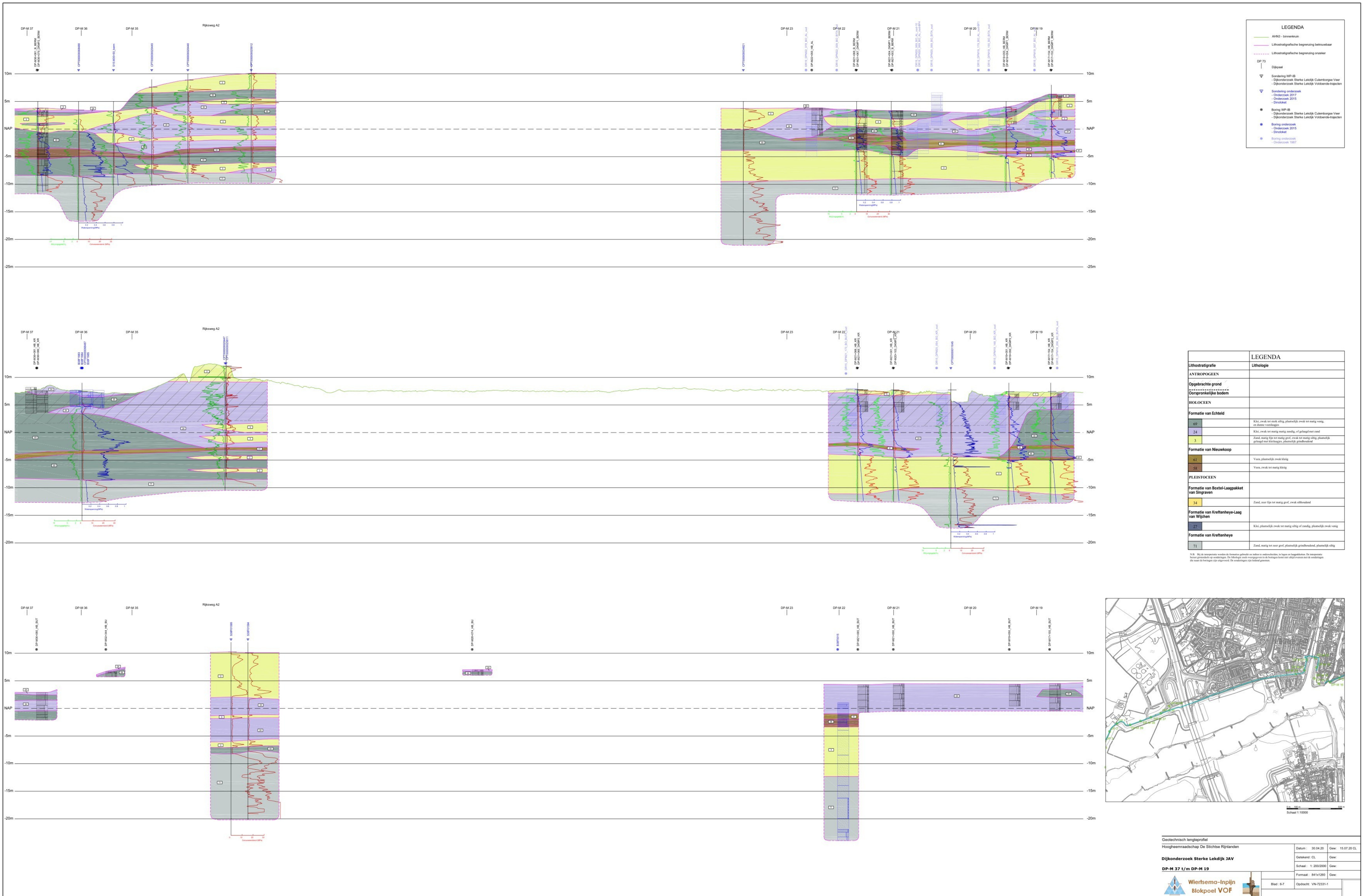
M.H.W. +6.25 NAP

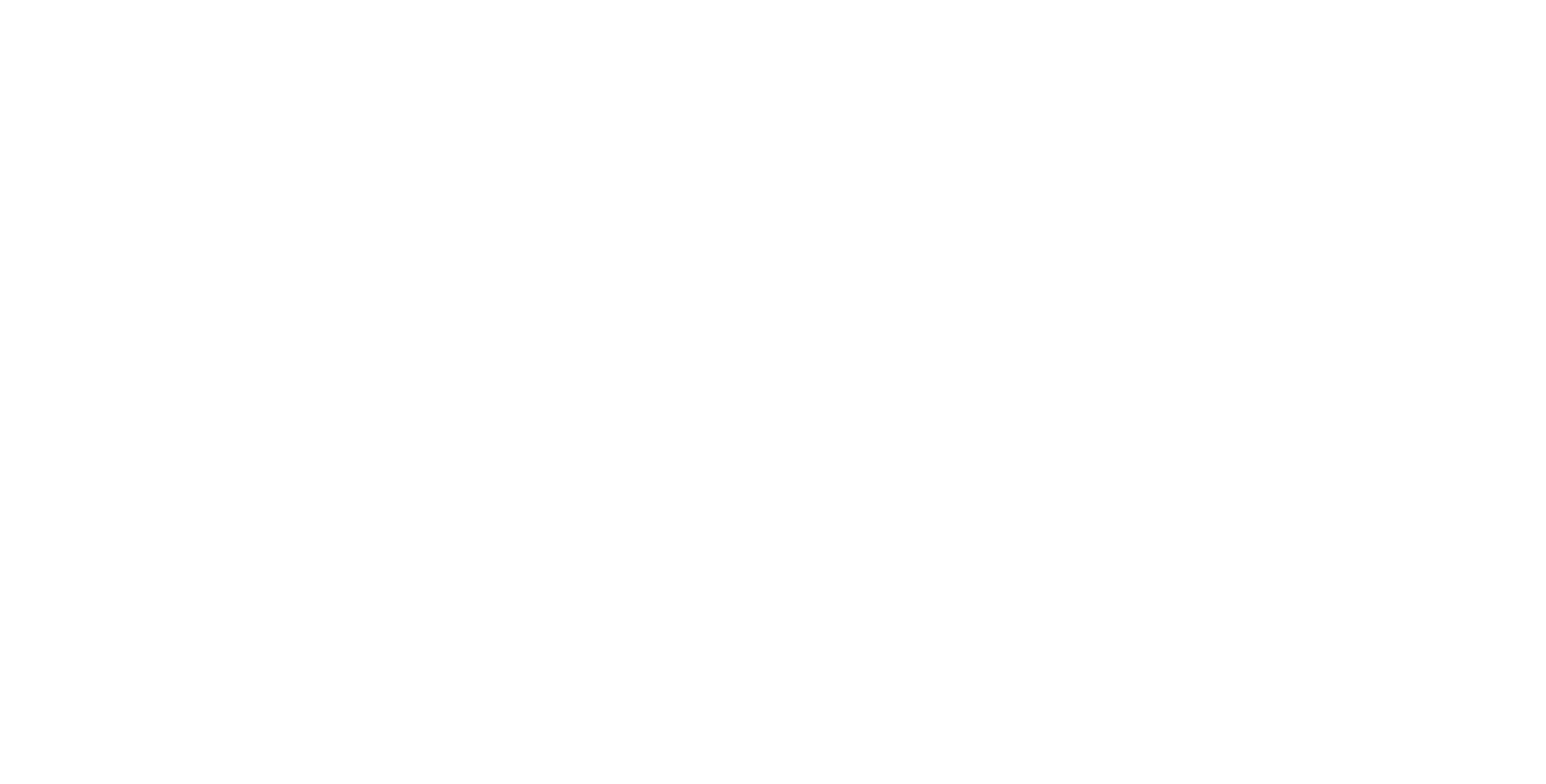
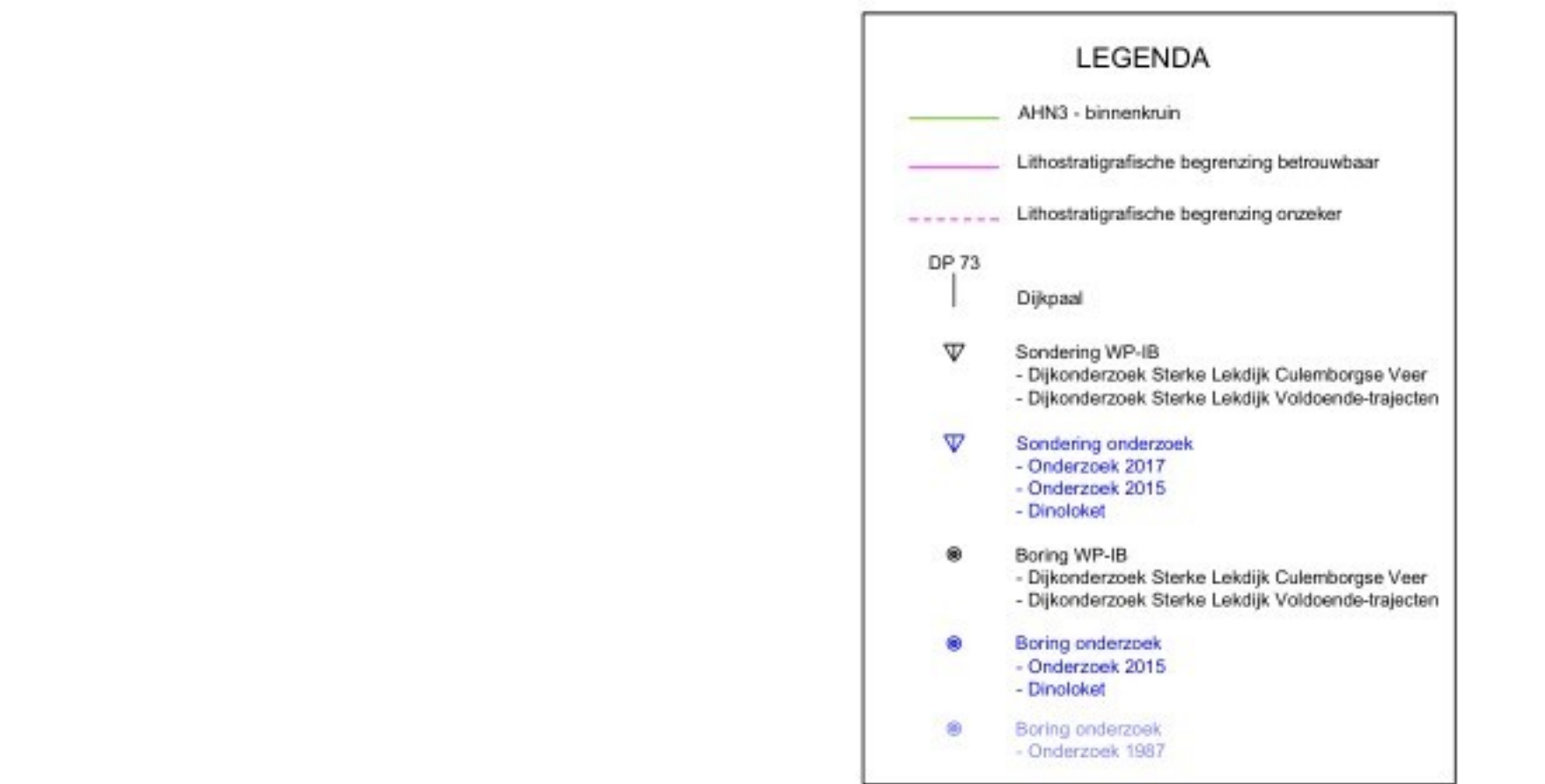
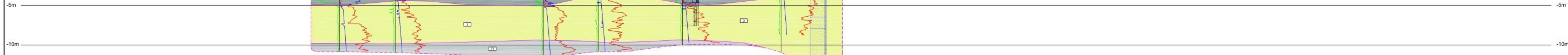
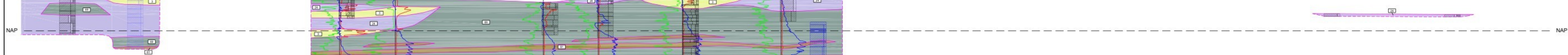
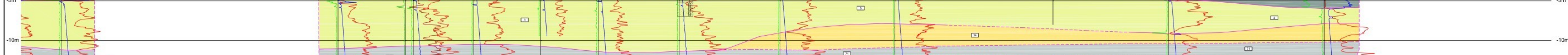
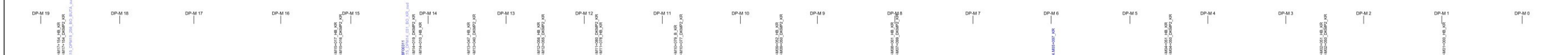
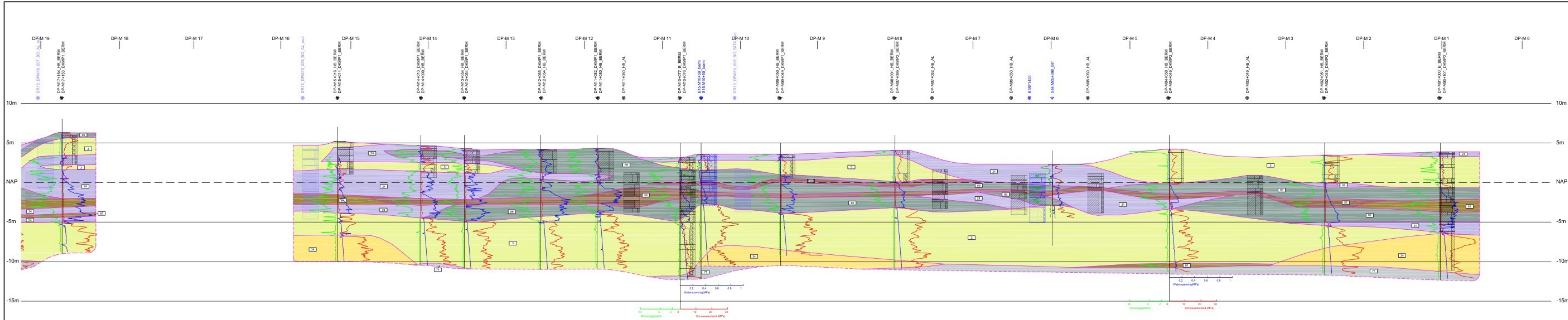
dwp M18.50

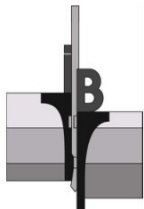
NAP -1.00

bestaande hoogten t.o.v. n.a.p.	4.30	7.50	7.50	5.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						</
------------------------------------	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

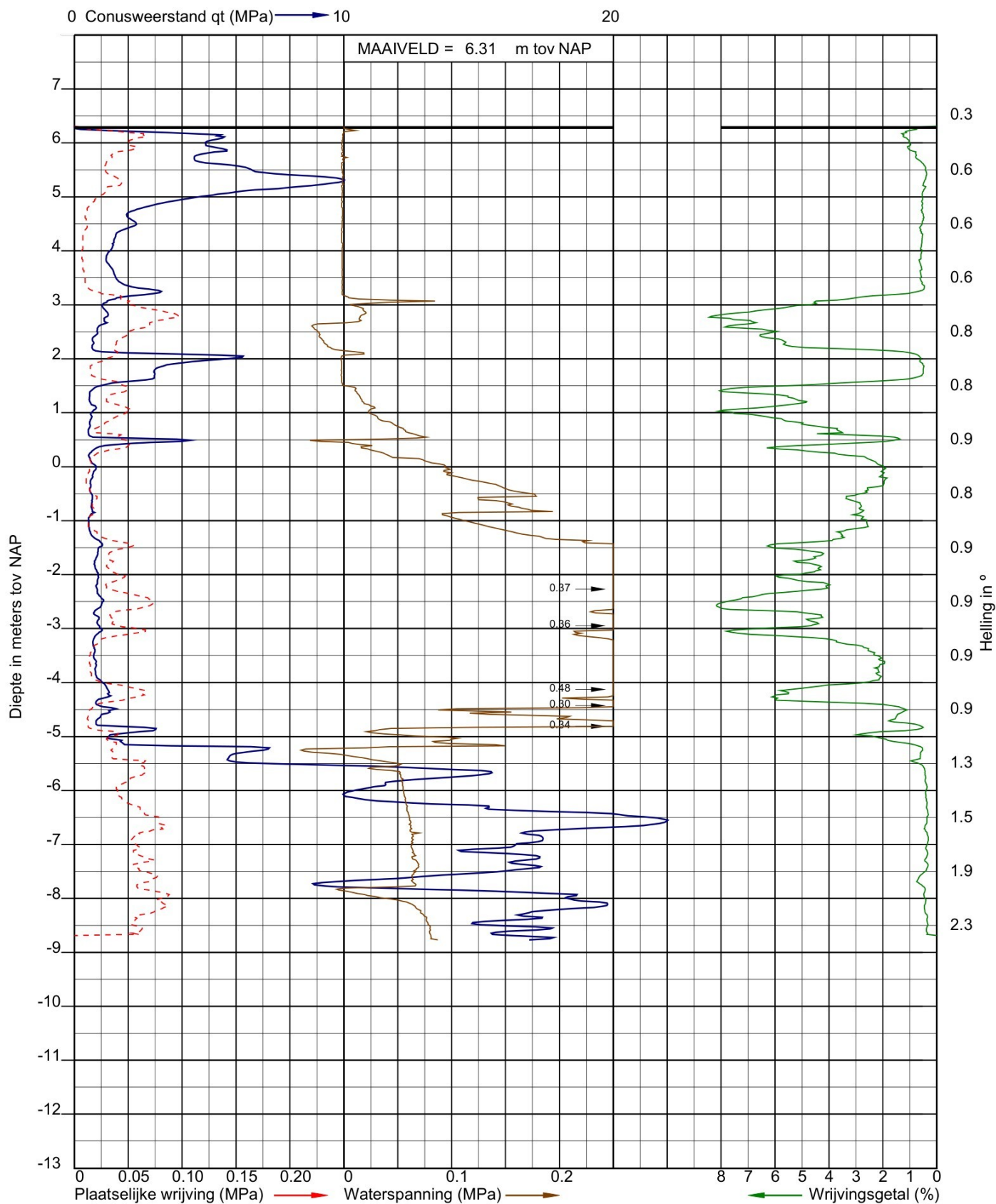
Legenda	Profielnummer : M16.40	Profielnummer : M18.50	<div>LEGER VAN DE PRIMAIRE WATERKERINGEN</div> <div>Langs de Neder-Rijn en Lek met de daartoe behorende kunstwerken</div> <div>Vastgesteld door het Algemeen Bestuur van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden in de openbare Vergadering van woensdag 22 oktober 2003.</div> <div><div><div></div><div>Secretaris-directeur (plv.)</div></div><div><div></div><div>Voorzitter</div></div></div> <div><div><div>HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN</div><div></div></div><div><div>Dwaarsprofielen</div><div>Schaal : 1:250</div><div>Dijkring 15</div></div></div>
Leggerprofiel : _____	Sectienummer : 15-7	Sectienummer : 15-8	
Profiel 1999 : _____	Dijkpalen : M15.60 – M16.90 Dijkpalen : M16.90 – M19.50		







Opdracht: 02P011039-06
Project: Grondonderzoek Sterke Lekdijk Jaarsveld - Vreeswijk (JAV)

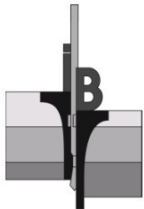


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 2
Conusnummer 060120

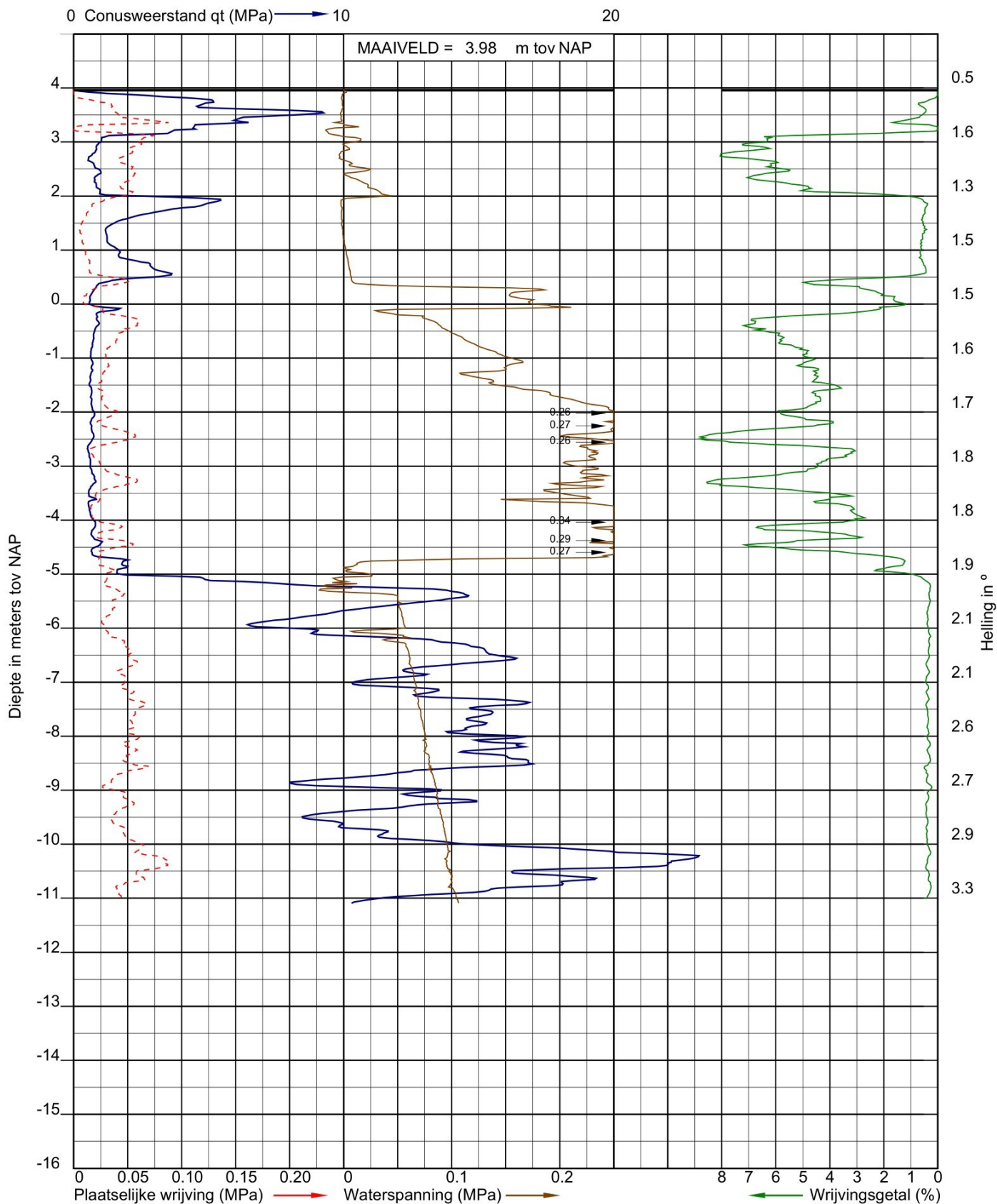
Uitvoerder: sty
Datum: 24-9-2019
GWS (m-mv): 6.80

X: 134815,800
Y: 446236,940

Sondering: DP-M17+153_DKMP1_BERM



Opdracht: 02P011039-06
Project: Grondonderzoek Sterke Lekdijk Jaarsveld - Vreeswijk (JAV)

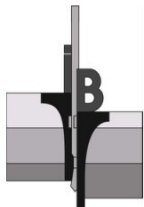


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 2
Conusnummer 060120

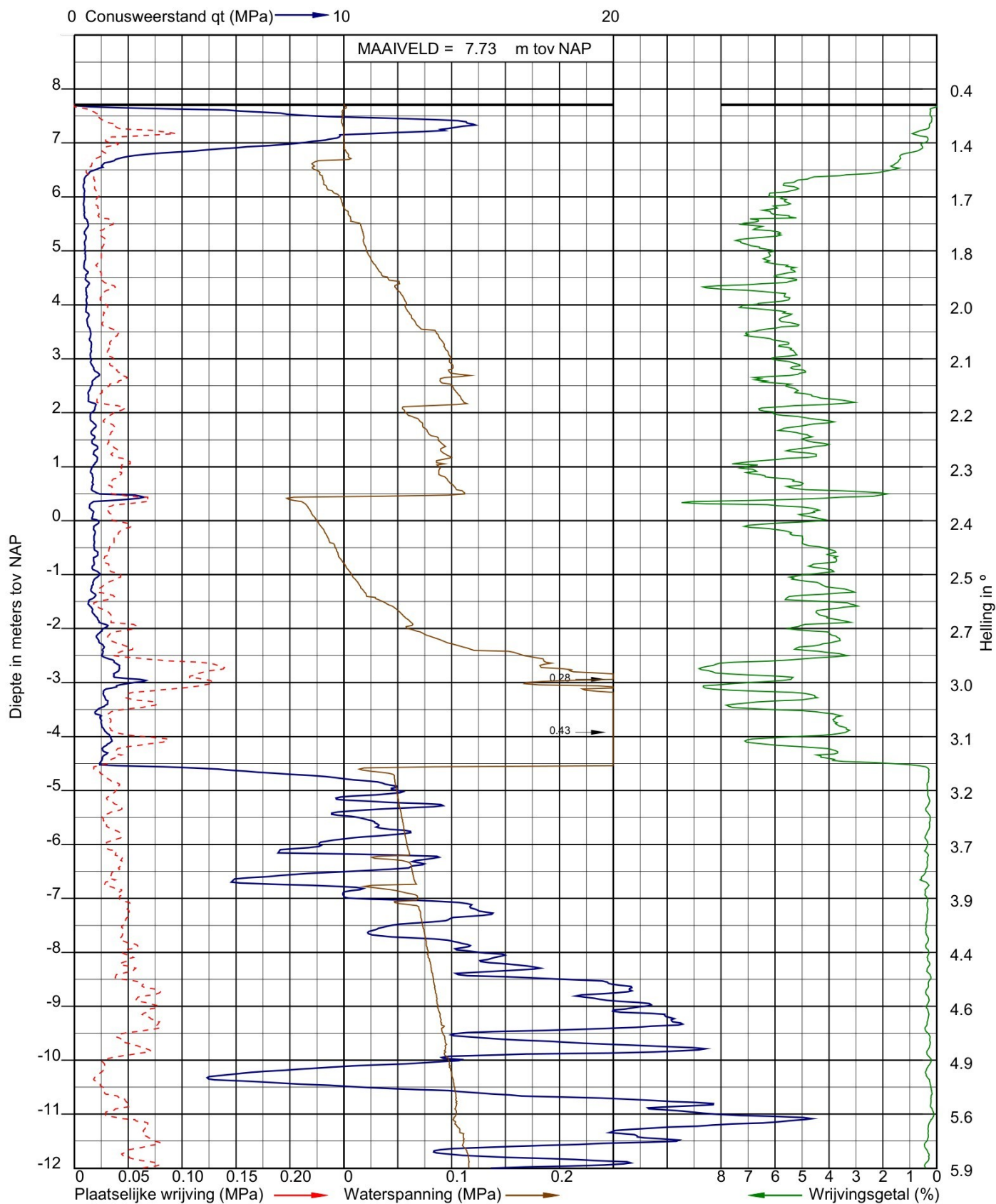
Uitvoerder: sty
Datum: 24-9-2019
GWS (m-mv): 4.40

X: 134834,250
Y: 446316,160

Sondering: DP-M19+054_DKMP1_BERM



Opdracht: 02P011039-06
Project: Grondonderzoek Sterke Lekdijk Jaarsveld - Vreeswijk (JAV)

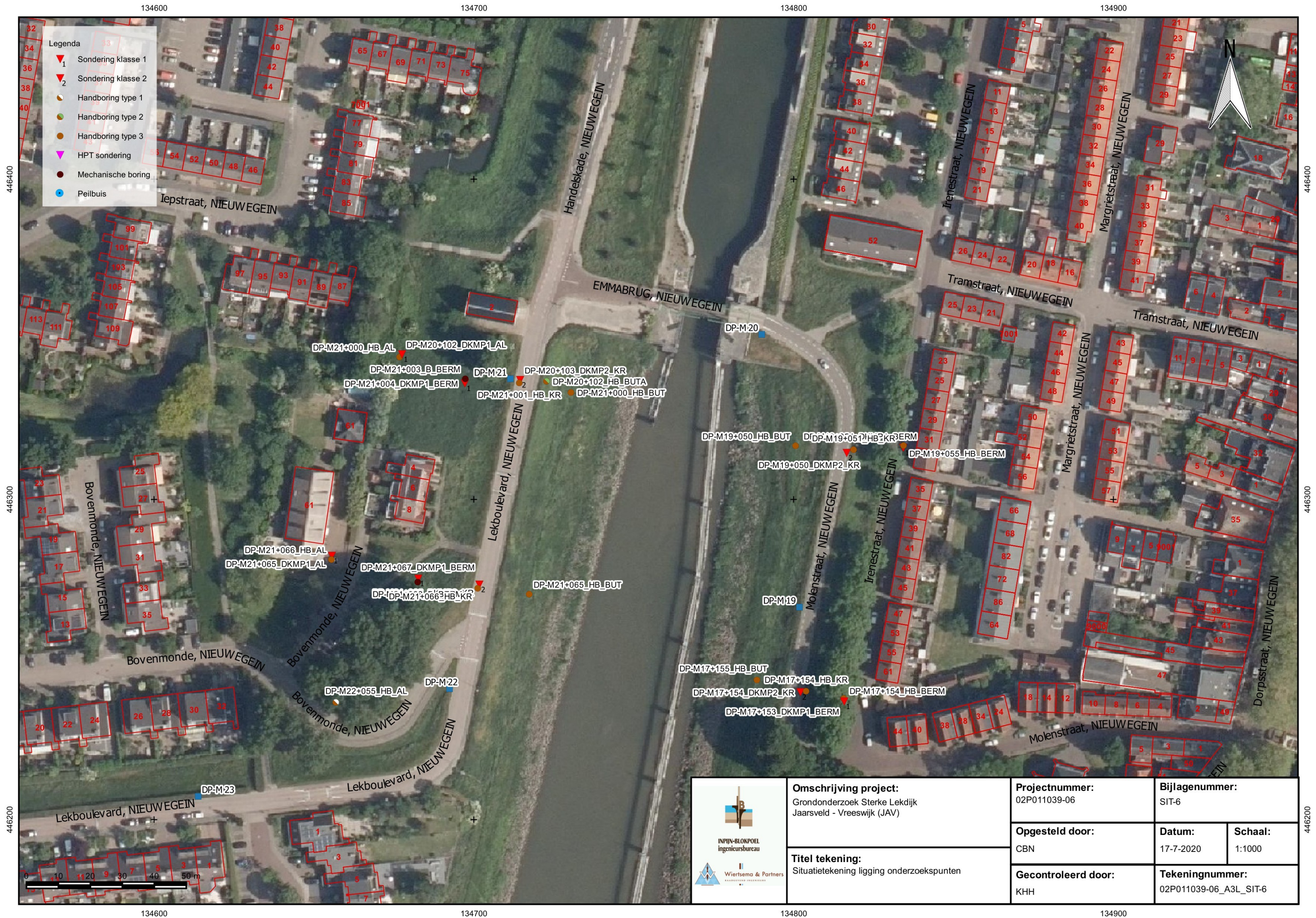


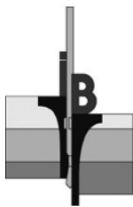
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 2
Conusnummer 060120

Uitvoerder: sty
Datum: 30-8-2019
GWS (m-mv): 8.00

X: 134714,470
Y: 446337,310

Sondering: DP-M20+103_DKMP2_KR





Opdracht: 02P011039-06

Project: Grondonderzoek Sterke Lekdijk Jaarsveld - Vreeswijk (JAV)

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DP-M17+154_HB_BERM

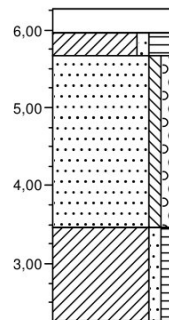
21-01-2020
Arjen weijs
HB334

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

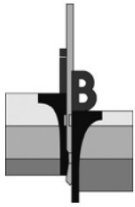
Maaiveldhoogte [m]: 6,268 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 280

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 134815,62
y-coördinaat [m RD]: 446237,91



0,00	gras
0,30	Resten wortels, neutraalbruin
0,60	Klei, zwak zandig, sterk humeus, resten wortels, donkerbruin
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgeel
2,80	Klei, zwak zandig, zwak humeus, resten planten, grijsbruin
4,00	



Opdracht: 02P011039-06

Project: Grondonderzoek Sterke Lekdijk Jaarsveld - Vreeswijk (JAV)

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DP-M17+154_HB_KR

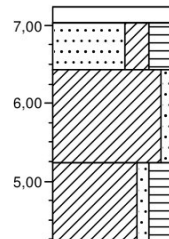
22-01-2020
Arjen weijs
HB336

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

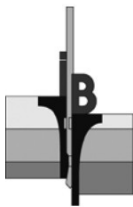
Maaiveldhoogte [m]: 7,235 N.A.P.

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 134803,85
y-coördinaat [m RD]: 446240,18



0,00	berm
▲ 0,20	Sporen baksteen, resten wortels, neutraalbruin
▲ 0,80	Zand, matig grof, kleilig, sterk humeus, zwak baksteenhoudend, resten wortels, donkerbruin
	Klei, zwak zandig, sporen planten, sporen schelpen, bruingrijs
2,00	
	Klei, zwak zandig, sterk humeus, sporen planten, sporen wortels, grijsbruin
3,00	



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Opdracht: 02P011039-06

Project: Grondonderzoek Sterke Lekdijk Jaarsveld - Vreeswijk (JAV)

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DP-M17+155_HB_BUT

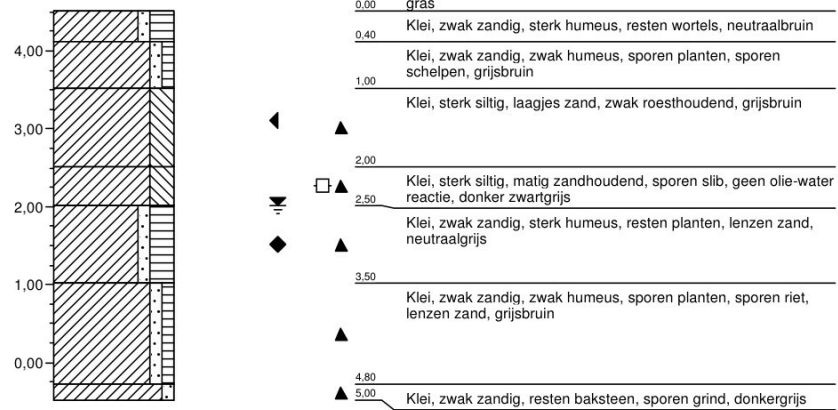
22-01-2020
Arjen weijs
HB338

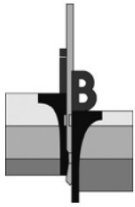
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 4,515 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 250
GHG [cm-mv]: 140
GLG [cm-mv]: 300

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 134788,49
y-coördinaat [m RD]: 446243,69





Opdracht: 02P011039-06

Project: Grondonderzoek Sterke Lekdijk Jaarsveld - Vreeswijk (JAV)

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DP-M19+050_HB_BUT

21-01-2020
Arjen weijs
HB337

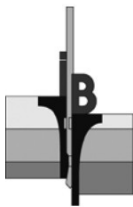
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 4,412 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 240
GHG [cm-mv]: 140
GLG [cm-mv]: 300

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 134800,57
y-coördinaat [m RD]: 446316,80





Opdracht: 02P011039-06

Project: Grondonderzoek Sterke Lekdijk Jaarsveld - Vreeswijk (JAV)

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DP-M19+051_HB_KR

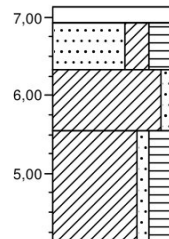
21-01-2020
Arjen weijs
HB335

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

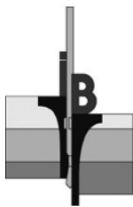
Maaiveldhoogte [m]: 7,135 N.A.P.

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 134818,71
y-coördinaat [m RD]: 446315,58



0,00	berm
▲ 0,20	Sporen baksteen, resten wortels, neutraalbruin
▲ 0,80	Zand, matig grof, kleilig, sterk humeus, zwak baksteenhoudend, brokken asfalt, donkerbruin
▲	Klei, zwak zandig, sporen planten, sporen baksteen, bruingrijs
1,60	Klei, zwak zandig, sterk humeus, sporen planten, sporen wortels, grijsbruin
3,00	



Opdracht: 02P011039-06

Project: Grondonderzoek Sterke Lekdijk Jaarsveld - Vreeswijk (JAV)

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DP-M19+055_HB_BERM

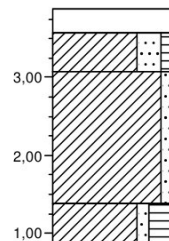
21-01-2020
Arjen weijs
HB333

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 3,882 N.A.P.

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 134834,32
y-coördinaat [m RD]: 446316,87



0,00	gras
▲ 0,30	Sporen baksteen, resten wortels, sporen kolengruis, neutraalbruin
▲ 0,80	Klei, sterk zandig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, resten wortels, donkerbruin
	Klei, zwak zandig, sporen planten, sporen roest, bruingrijs
2,50	
	Klei, zwak zandig, sterk humeus, sporen planten, sporen wortels, grijsbruin
3,00	

Bijlage 4 Waterbodemonhoogte

Bijlage 4 Waterbodemhoogte

PROJECT NR.: P4246 SURVEYOR: PGE
DATUM: 27-03-2024 OPMERKINGEN: geen
PAGINA: 1 van 2

Gegevens opdrachtgever	
Opdrachtgever:	Antea Group Nederland
Projectnummer:	-
Contactpersoon:	Pieter Erenstein

Project gegevens			
Projectomschrijving:	Vlakdekkende dieptemetingen Merwedekanaal Nieuwegein		
Projectnummer:	P4246		
Offertenummer:	Q2023_KVO_DOC_8627		
Locatie:	Merwedekanaal Nieuwegein		
Projectleider:	NPR		Opmerkingen:
Type peiling:	Inpeiling		geen
Uitvoerdatum van:	7-03-24	tot: 7-03-24	

Equipment		Kalibratie sheet(s):
Vaartuig:	Otter	P4246_20240307_DPR
GPS systeem:	Applanix Surfmaster - RTK	
Koerssensor:	Applanix Surfmaster	
Motionsensor:	Applanix Surfmaster	
Echolood:	Norbit IWBMS	
Frequentie:	400kHz	

Parameters			
Referentievlak:	N.A.P.		
Geodetische parameters:	GEODETISCH DATUM: BESSEL 1841	PROJECTIE: RIJKSDRIEHOEK	
	Ellipsoide: Bessel 1841	Oorsprong breedte: 52°09'22.178"N	
	Halve lange as: 6377397.155m	Oorsprong lengte: 05°23'15.500"E	
	Halve korte as: 6356078.963m	Verschuiving oorsprong O/W: 155000.000m	
	Afplatting: 1/299.152813	Verschuiving oorsprong N/Z: 463000.000m	
		Schaalfactor: 0.99908	
	DATUM TRANSFORMATIE van: ETRS89	naar: BESSEL 1841	
	dX: 565.7381m	rX: -0.395026"	
	dY: 50.4018m	rY: 0.330772"	
	dZ: 465.2904	rZ: -1.876073"	
		Schaalfactor: 4.07244	
Gebruikte gemiddelde geluidssnelheid:	1442.28 m/s		

Controles			
Waterstand check:	Bekend: 1.15 m.	Gemeten: 1.17 m.	Vershil: 0.03 m.
Absolute diepte check:	Bekend: - m.	Gemeten: - m.	Vershil: - m.
Overlap oude data:	Projectnr.: -	Soundinggrid: -	Layer: -
	Bevindingen: -		

Gecontroleerd (Deep BV): NMU 28-03-2024

VERSION: 220110

DOCUMENT: P4246_RES_META_R00.xlsx

PROJECT NR.: P4246
DATUM: 27-03-2024
PAGINA: 2 van 2

SURVEYOR: PGE
OPMERKINGEN: geen

Opgeleverde producten

<input checked="" type="checkbox"/>	Kaarten		
	Formaat:	Schaal: 750	Bestandstype: .pdf
	Bestandsnaam:		Inhoud:
	P4246_Merwedekanaal_INS_CHT_20240307_R00		Dieptecijferkaart
<input type="checkbox"/>	Profielen		
	Formaat:	Schaal:	Bestandstype:
	Bestandsnaam:		Inhoud:
<input checked="" type="checkbox"/>	ASCII-data		
	Cel grootte: 0.5 m.	Formaat:	Bestandstype: .pts
	Bestandsnaam:		Inhoud:
	P4246_INS_DTM_MBES_50CM_RD_NAP_20240307_R00		Gevalideerd ASCII grid
<input type="checkbox"/>	Volumes		
	Bestandstype:		
	Bestandsnaam:		Inhoud:
<input checked="" type="checkbox"/>	Rapport		
	Bestandstype: .pdf		
	Bestandsnaam:		Inhoud:
	P4246_RED_META		Metadatasheet
<input type="checkbox"/>	Anders nl.:		
	Bestandstype:		
	Bestandsnaam:		Inhoud:

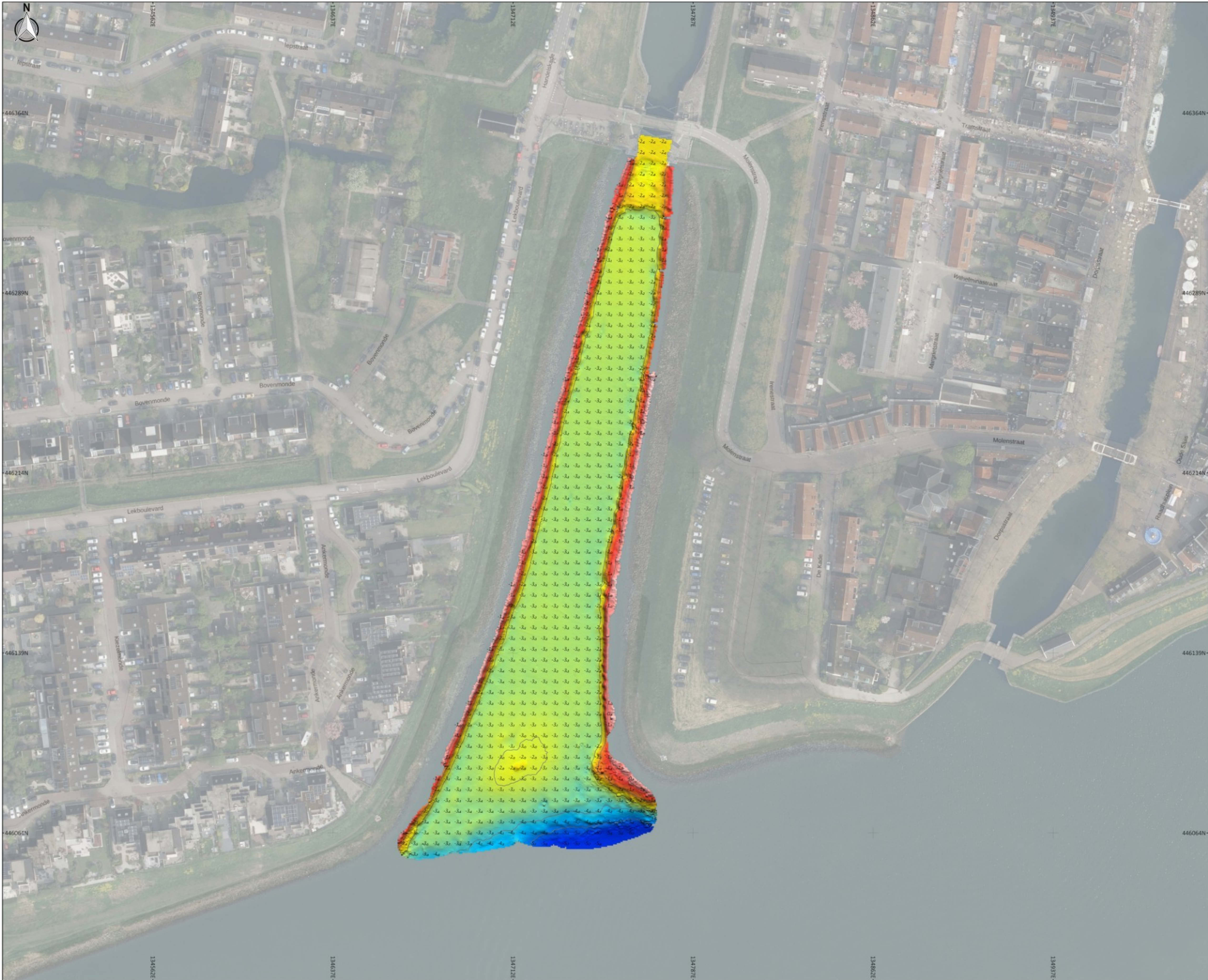
Aanleveringsinformatie

Leveringswijze:	E-mail		
Verzonden door:	NMU		

Gecontroleerd (Deep BV): NMU 28-03-2024

VERSION: 220110

DOCUMENT: P4246_RES_META_R00.xlsx



LEGENDA

Kleuren legenda:

— Dieptecontouren (1m interval)

-6.7 Dieptecijfers

VERTICALE CONTROLE

Verticale referentie: Normaal Amsterdams Peil (NAP)

Geoid model: NLGEO2018

Eenheden: m (meters)

HORizontALE CONTROLE

EPSG code: 28992

Projectie naam: Amersfoort / RD New

Datum: Amersfoort

Centrale meridiaan: 5.3876388888889 E

Ellipsoïde: Bessel 1841

Projectie: Oblique_Stereographic

Eenheden: m (meters)

SCHAAL

Horizontale schaal 1:750

OPMERKINGEN

De kade en de palen bij de kade zijn uit de data verwijderd.

LOCATIEOVERZICHT

PROJECTTITEL

vlakdekkende dieptemeting

Antea Merwede kanaal

KAARTTITEL

Dieptecijferkaart

OPDRACHTGEVER

Antea Group Nederland
Rivium Westlaan 72
2909 LD Capelle a/d IJssel
www.anteagroup.nl

OPDRACHTNEMER

Deep BV Hydrografie & Geofysica
Johan van Hasseltweg 39D
1021 KN Amsterdam
www.deepbv.nl

REVISIE EN KAARTDETAILS

Revisie	Datum	Omschrijving	Getekend	Controle
R00	27-03-2024	Versie ter goedkeuring	TDJ	NMU
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Opnameperiode: 07 maart 2024

Papierformaat: ISO A1

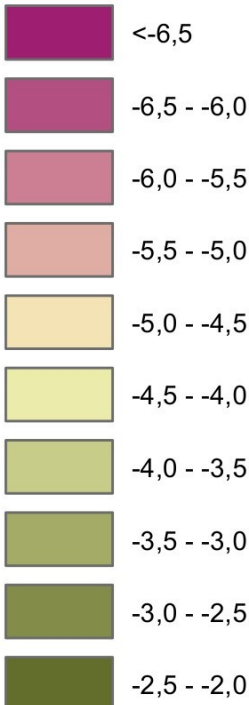
Kaart Nr.: P4246_Merwedekanaal_INS_CHT_20240307_R00

Kaart 1 van 1



Legenda

Bodemhoogte [m+NAP]



DO	6-3-2025	Definitief	BvM
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER	GIS SPECIALIST	SCHAAL
Stichting Woonin	BvM	1:3.000
PROJECTOMSCHRIJVING	PROJECTLEIDER	FORMAAT
Analyse Waterveiligheid Piping	HH	A3
DATUM	DATUM	BLAD IN BLADEN
6-3-2025	6-3-2025	1 van 1
KAARTTITEL	STATUS	WIJZ.NR
Bodemhoogte, inmeting Rijkswaterstaat.	Definitief	D0
KAARTNUMMER	www.anteagroup.nl	
486575-01		

OPDRACHTGEVER	GIS SPECIALIST	SCHAAL
Stichting Woonin	BvM	1:3.000
PROJECTOMSCHRIJVING	PROJECTLEIDER	FORMAAT
Analyse Waterveiligheid Piping	HH	A3
DATUM	DATUM	BLAD IN BLADEN
6-3-2025	6-3-2025	1 van 1
KAARTTITEL	STATUS	WIJZ.NR
Bodemhoogte, inmeting Rijkswaterstaat.	Definitief	D0
KAARTNUMMER	www.anteagroup.nl	
486575-01		



Bijlage 5 Grondonderzoek

Bijlage 5 Grondonderzoek



Sonderingen aan de Irenestraat te Nieuwegein

Documentnummer: 24SP0971-RG-01

SOCOTEC Geotechnics B.V.
Inpijn-Blokpoel ingenieurs

Ekkersrijt 2058 | 5692 BA Son en Breugel
Postbus 94 | 5690 AB Son en Breugel
T +31 499 471792 | info@socotec-geotechnics.nl
KvK 17068712
www.socotec-geotechnics.nl

Sonderingen aan de Irenestraat te Nieuwegein

Opdrachtnummer: 24SP0971

Rapport betreffende
Resultaten geotechnisch onderzoek

Documentnummer
24SP0971-RG-01

Versie
1.0

Datum rapport
23 april 2024

Opdrachtgever
Antea Nederland B.V.
Rivium Westlaan 72
2909 LD Capelle aan den IJssel

Ongesteld door:



Vrijgegeven door:



INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. ONDERZOEK	1
2.1 Sonderingen	1
2.2 Boringen	1
2.3 Inmeting en waterpassing.....	1
3. ADVISERING	1

BIJLAGEN:

- A Situatietekening en foto's
- B Waterpasstaat
- C Sondeergrafieken
- D Boorstaten
- E Verklaring codering

VERSIE

- 1.0 Rapportage

VERZENDLIJST:

- Per mail aan Antea Nederland B.V. te Capelle aan den IJssel t.a.v. [REDACTED]
[REDACTED]@anteagroup.nl)

1. INLEIDING

Ten behoeve van sonderingen aan de Irenestraat te Nieuwegein is door ons bureau op verzoek van Antea Nederland B.V. uit Capelle aan den IJssel een geotechnisch onderzoek verricht. Voorliggend rapport bevat een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

2. ONDERZOEK

2.1 Sonderingen

Op de projectlocatie zijn 16 sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. Bij de sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft beneden het grondwaterniveau een indicatie van de verschillende grondsoorten. De sonderingen zijn uitgevoerd door een sondeertruck.

Voor de grafieken van de sonderingen wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van de sondeerpunten is aangegeven op de situatietekening SIT-01 bijlage A.

Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

2.2 Boringen

Op de projectlocatie zijn 4 boringen uitgevoerd. Tijdens het boorwerk is naar de grondwaterstand gepeild. Voor de boorprofielen wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van de boringen is aangegeven op de situatietekening SIT-01 bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening en de boorprofielen gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

2.3 Inmeting en waterpassing

Van ieder onderzoekspunt (meetpunt) is de positie en de hoogte van het maaiveld ingemeten.

De meting is uitgevoerd met een GPS-systeem in combinatie met standaard landmeetapparatuur. Het horizontale coördinatensysteem is RD; de verticale referentie is NAP.

Voor de omschrijving van de meetresultaten en het referentiepunt wordt verwezen naar bijlage B.

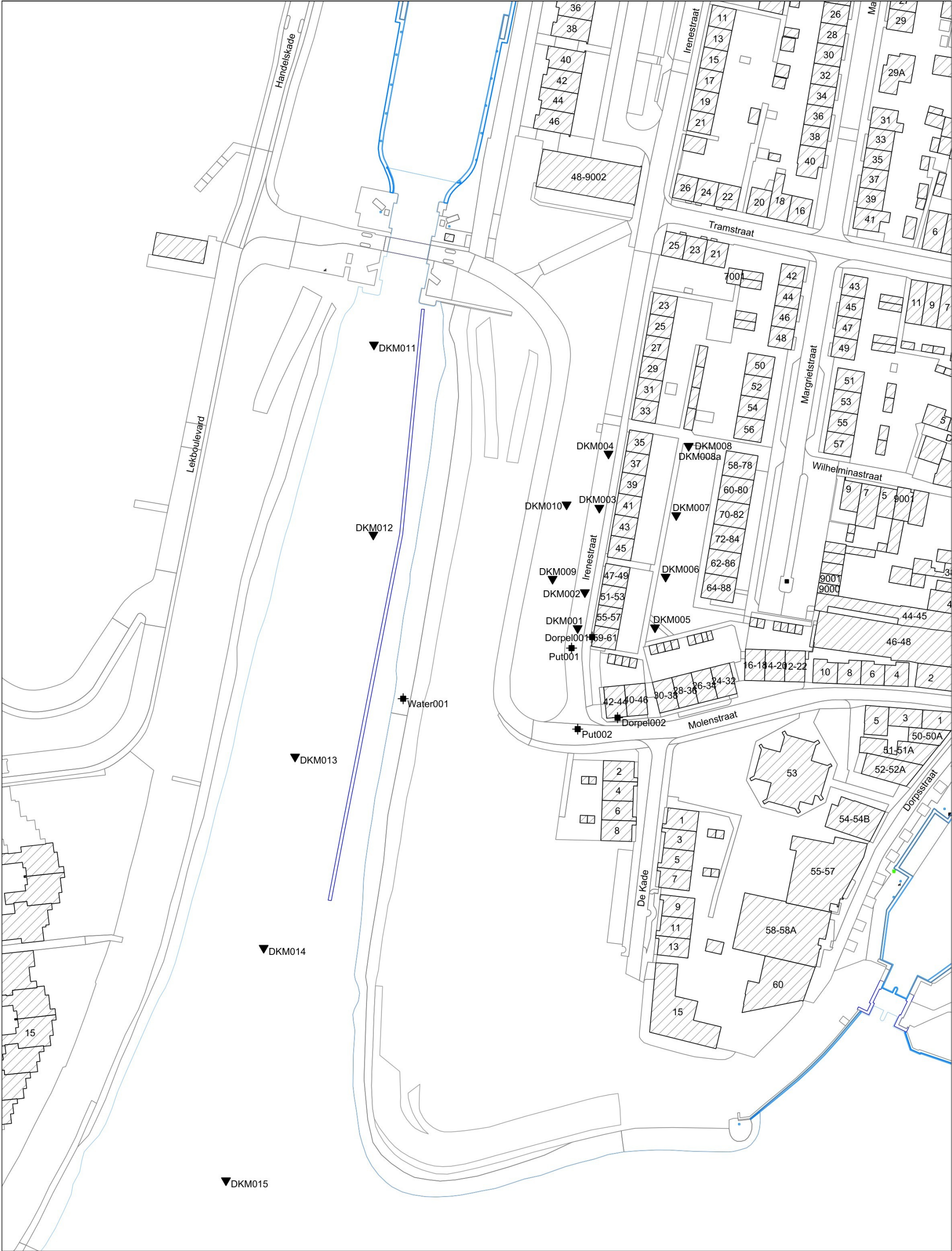
3. ADVISERING

Mocht u binnen het kader van dit project een geotechnisch, milieutechnisch en/of geohydrologisch advies wensen dan kunt u hiervoor contact opnemen met het hoofd van onze adviesafdeling ir. N.T. Debets.

Tot slot wijzen we erop dat SOCOTEC Geotechnics B.V. beschikt over een breed dienstenpakket op het gebied van de geo- en milieutechniek. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar onze website www.socotec-geotechnics.nl

BIJLAGE A

Situatietekening en foto's



Opdrachtschrijving / locatie:
**Sonderingen aan de Irenestraat
te Nieuwegein**



Bewerkt: **ENH/KGT**
Datum: **23 april 2024**

Omschrijving tekening:
Situatietekening

Schaal: **1:1000**
Formaat: **A3**

Opdrachtnummer: **24SP0971**
Bijlage: **SIT-01**

BIJLAGE B

Waterpasstaat

OVERZICHT MEETPUNTEN

Horizontaal coördinatensysteem (X,Y) Rijksdriehoeksmeting (RD)
Verticale referentie (Z) Normaal Amsterdams Peil

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]	GWS * [m t.o.v. NAP]	Datum uitvoering
DKM001	134821,57	446247,56	5,86	---	12-04-2024
DKM002	134823,67	446258,04	5,58	2,08	12-04-2024
DKM003	134827,89	446282,70	4,90	---	12-04-2024
DKM004	134830,57	446298,52	4,43	---	12-04-2024
DKM005	134844,13	446247,78	3,75	1,65	16-04-2024
DKM006	134847,21	446262,58	2,87	1,07	16-04-2024
DKM007	134850,31	446280,53	2,75	0,95	16-04-2024
DKM008	134853,94	446300,78	2,59	---	16-04-2024
DKM008a	134853,94	446300,78	2,59	0,79	16-04-2024
DKM009	134814,25	446261,96	5,49	1,29	12-04-2024
DKM010	134818,35	446283,67	4,92	1,22	12-04-2024
DKM011	134762,08	446329,99	-2,39	---	02-04-2024
DKM012	134761,93	446274,83	-3,46	---	02-04-2028
DKM013	134739,15	446210,00	-3,28	---	02-04-2024
DKM014	134729,99	446154,15	-3,18	---	03-04-2024
DKM015	134718,99	446086,31	-3,06	---	03-04-2024
vBDKM001	134821,57	446247,56	5,86	---	12-04-2024
vBDKM002	134823,67	446258,04	5,58	---	12-04-2024
vBDKM003	134827,89	446282,70	4,90	---	12-04-2024
vBDKM004	134830,57	446298,52	4,43	---	12-04-2024
Dorpel001	---	---	6,17	---	22-04-2024
Dorpel002	---	---	6,91	---	22-04-2024
Put001	134819,79	446243,27	6,01	---	22-04-2024
Put002	134821,58	446219,61	6,95	---	22-04-2024
Water001	134770,69	446228,49	1,65	---	22-04-2024

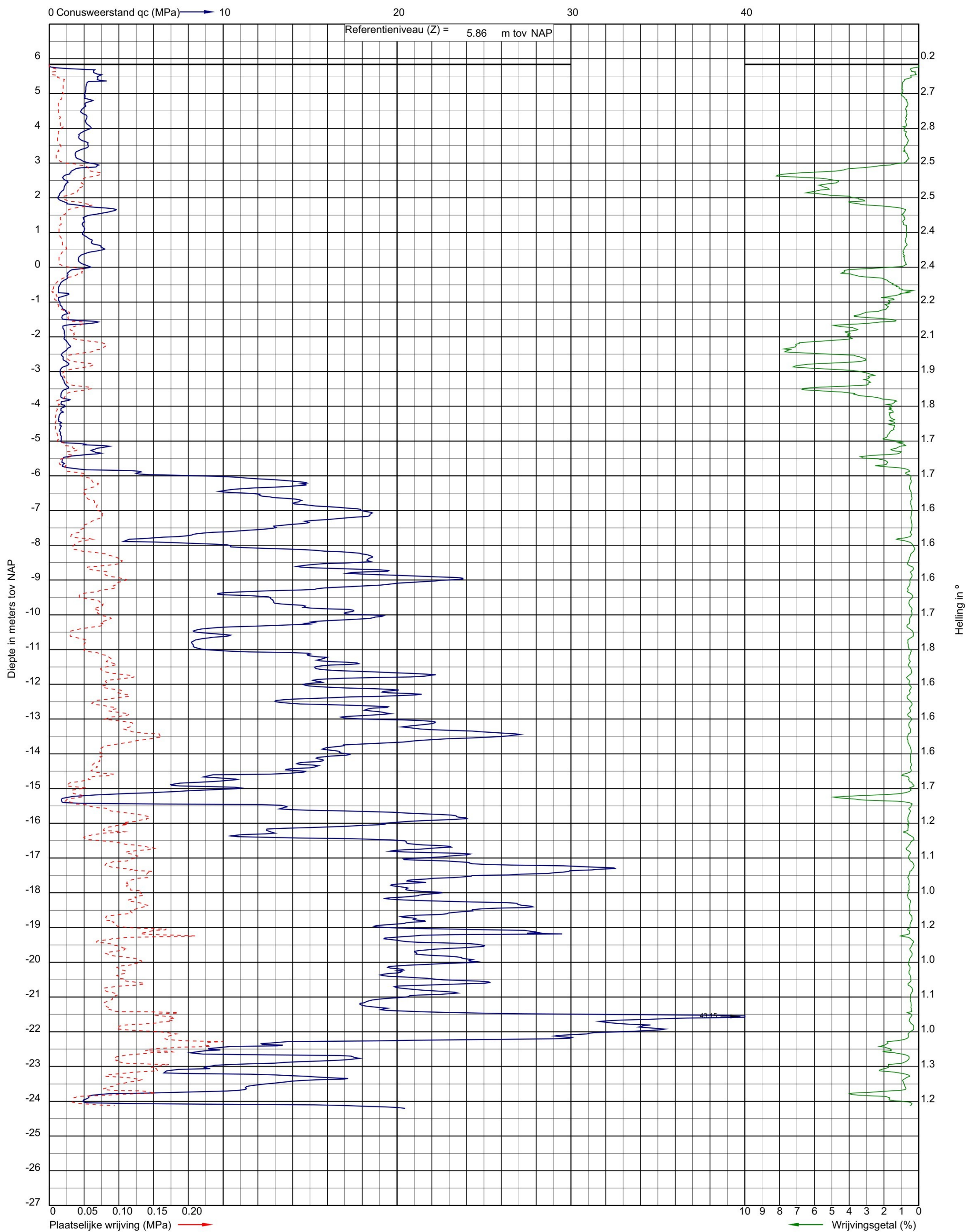
* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

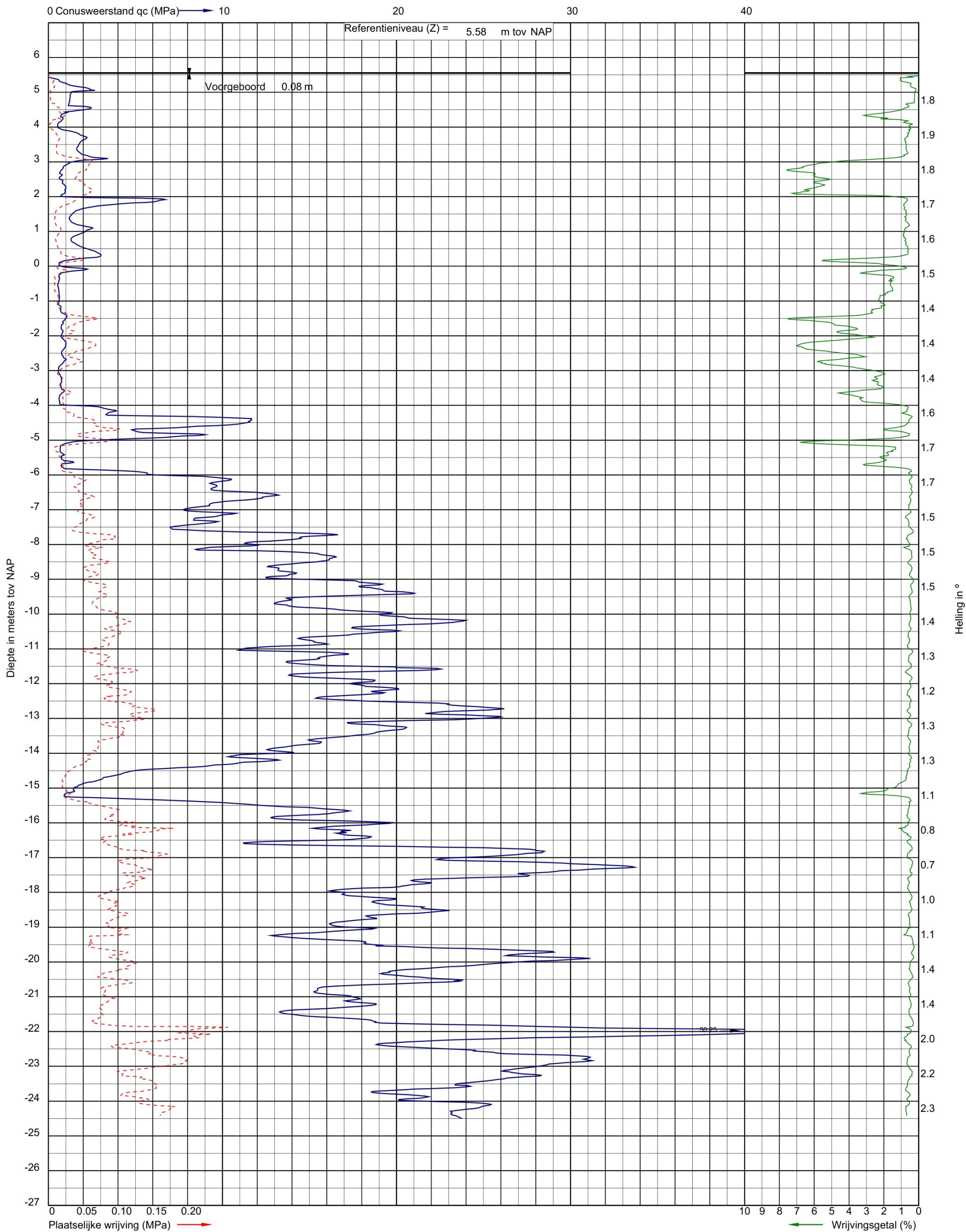
Let op:

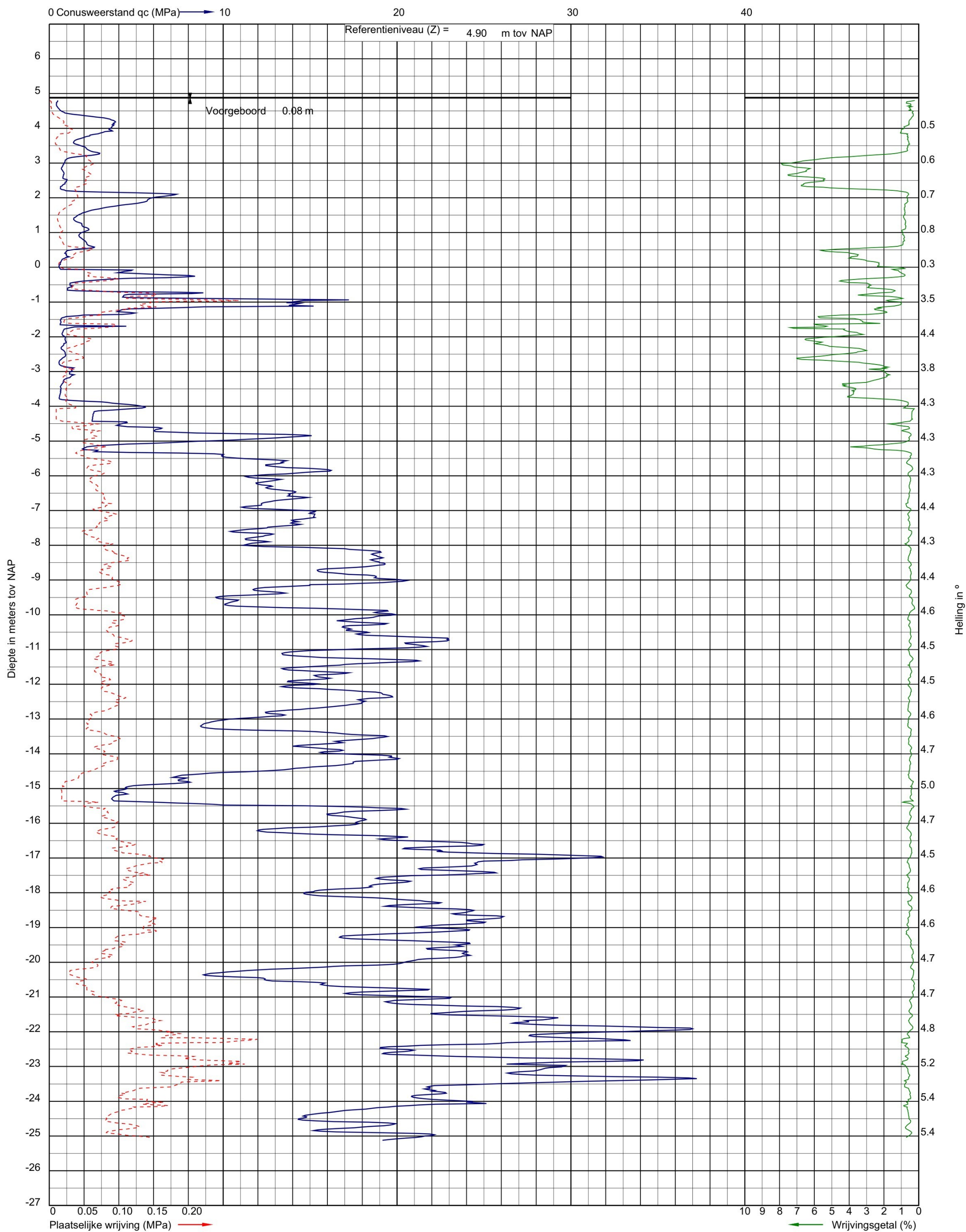
Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

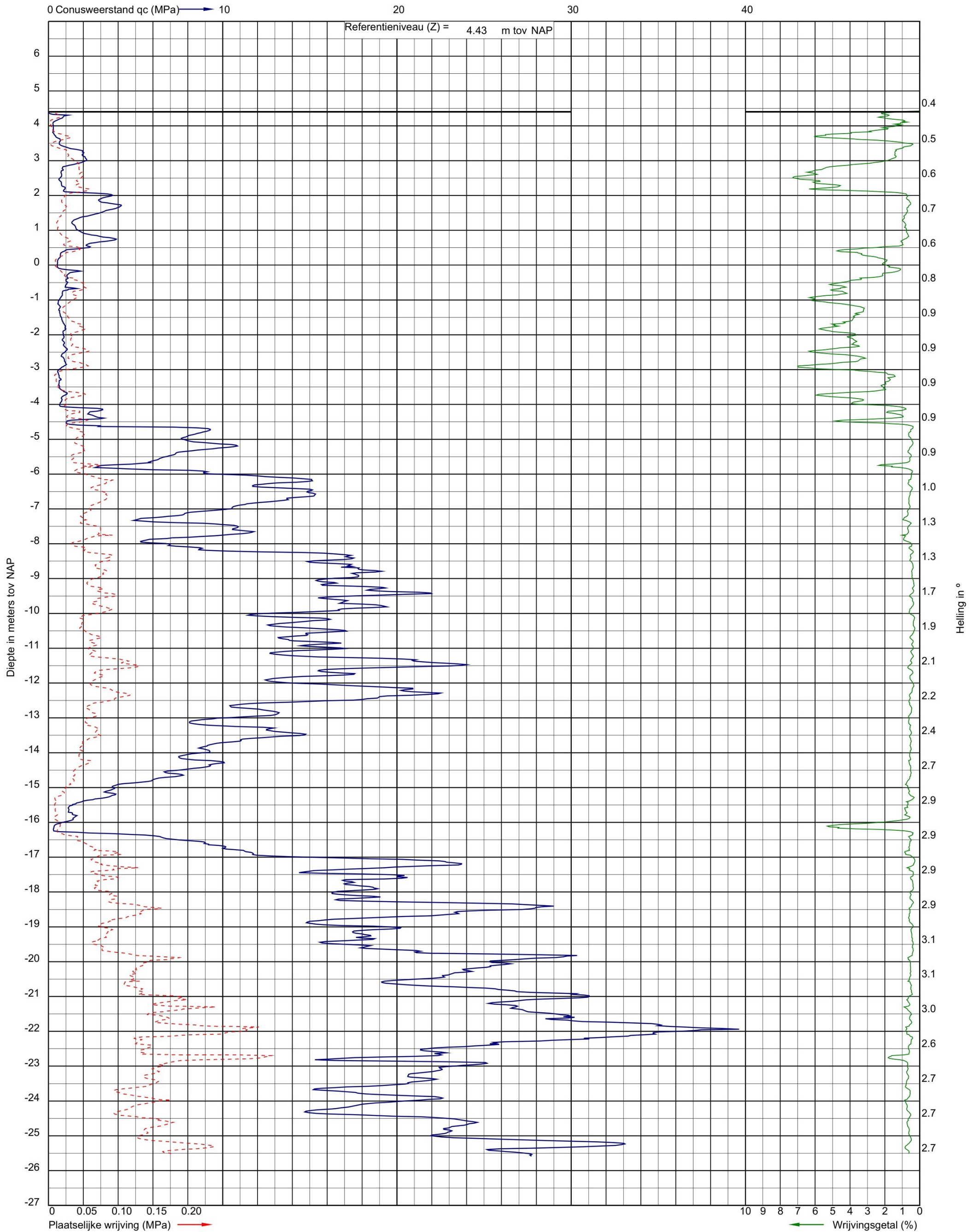
BIJLAGE C

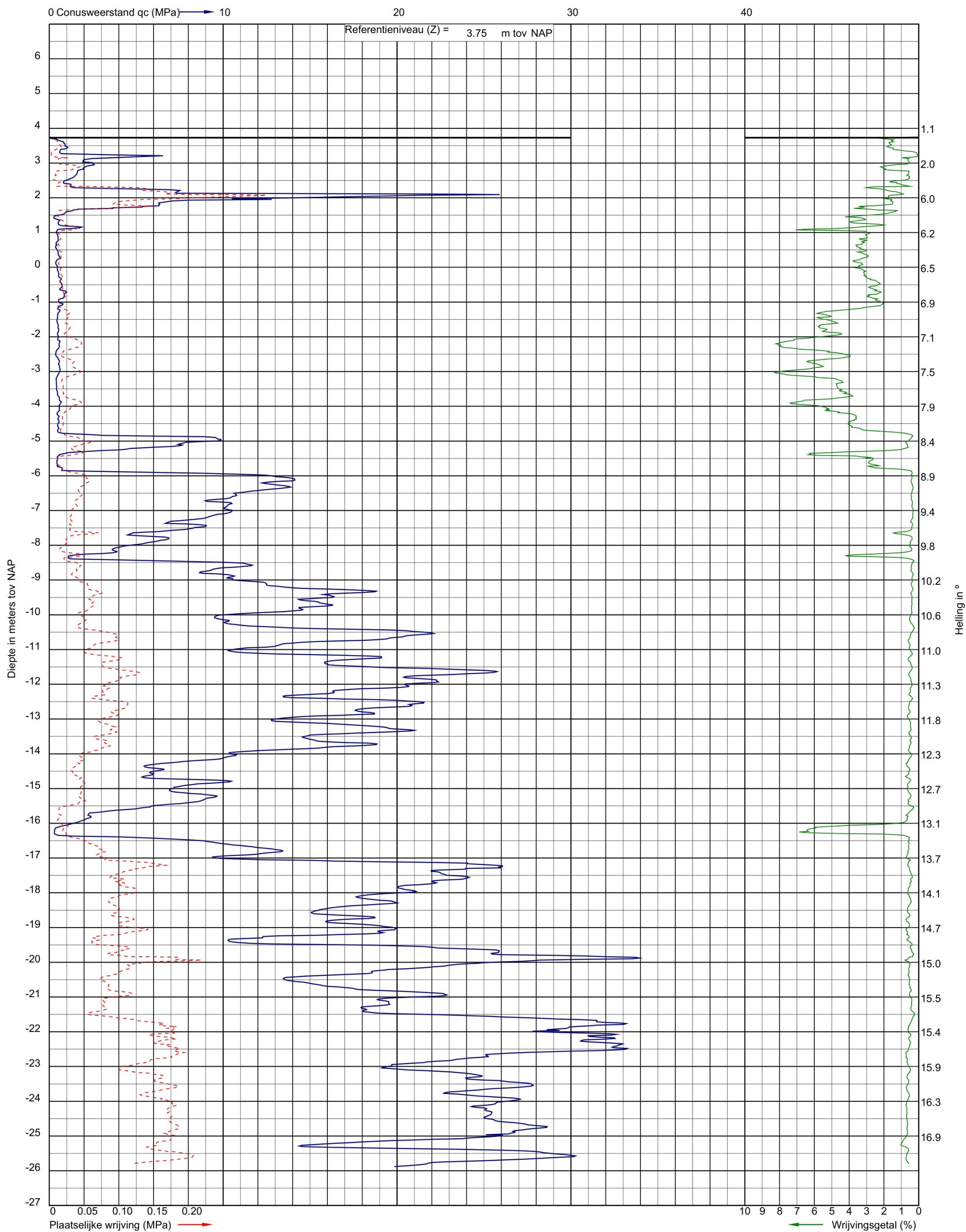
Sondeergrafieken

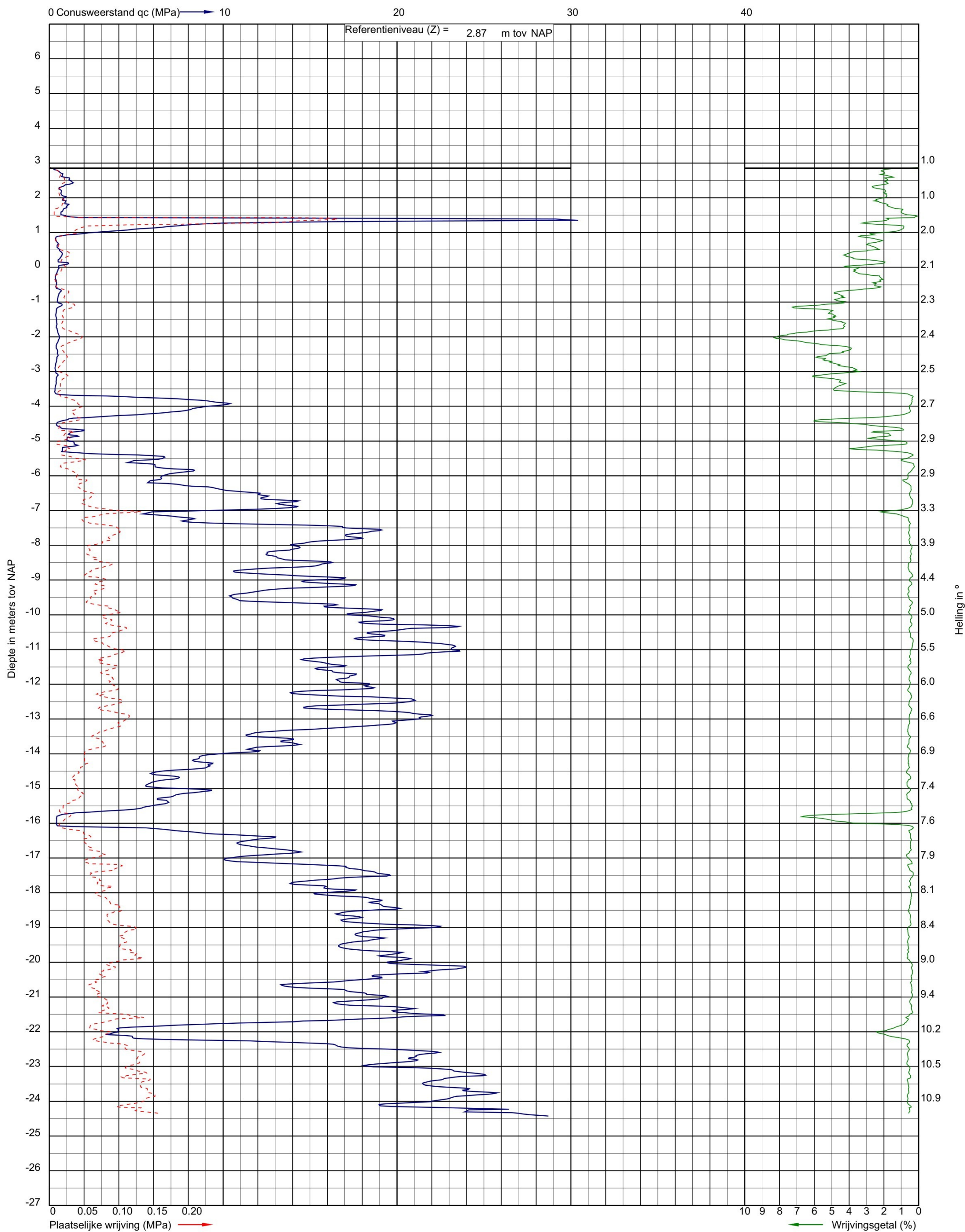


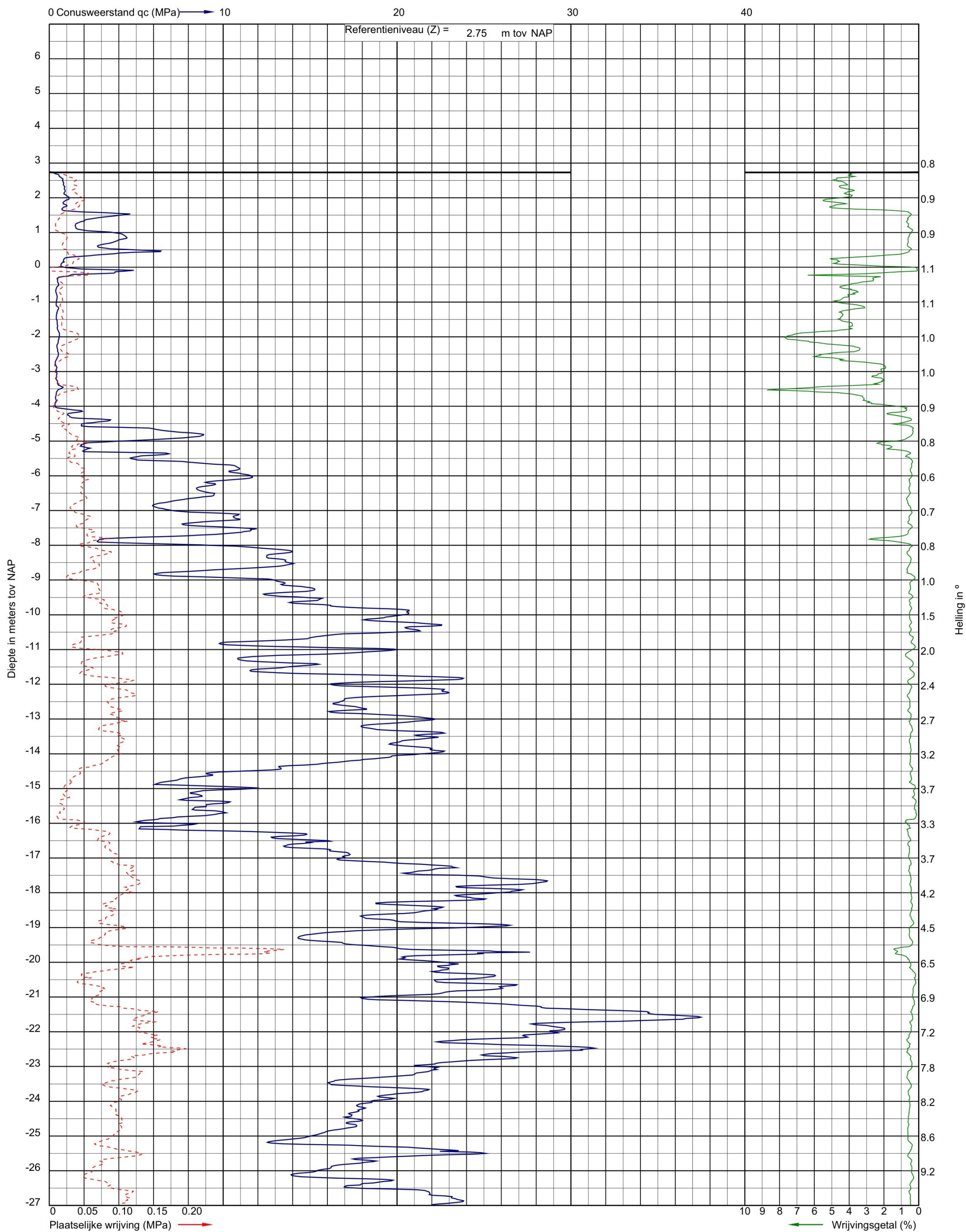


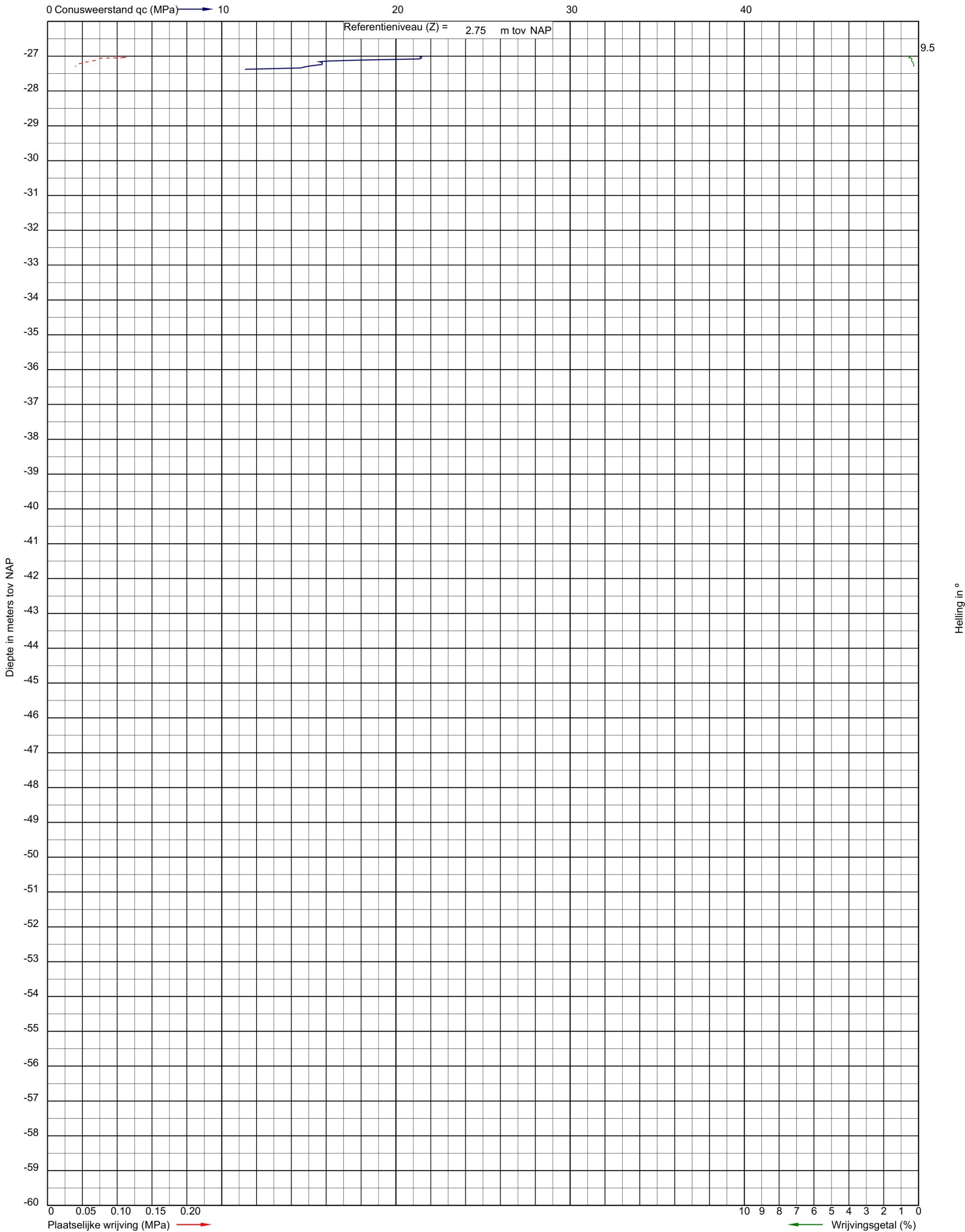


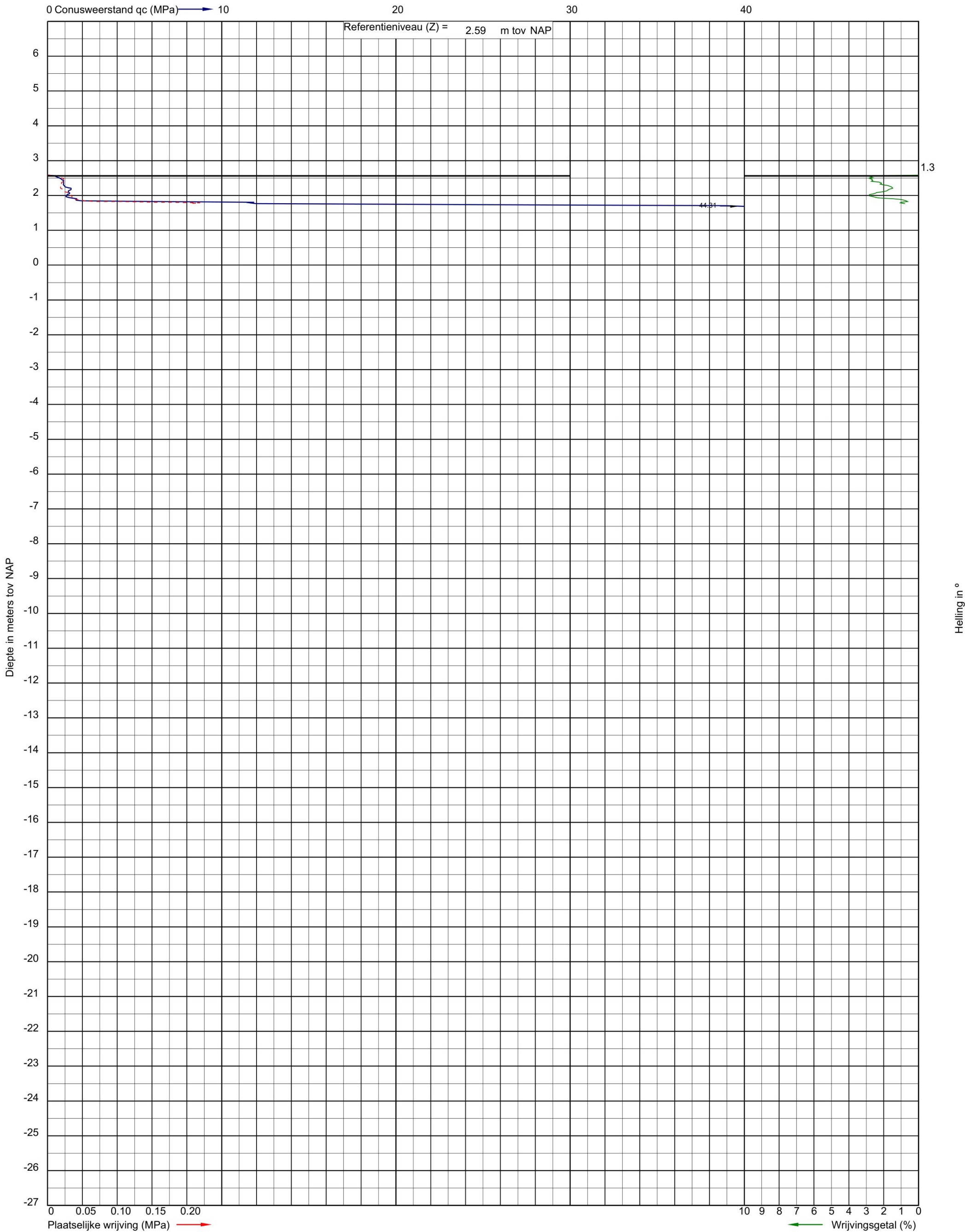


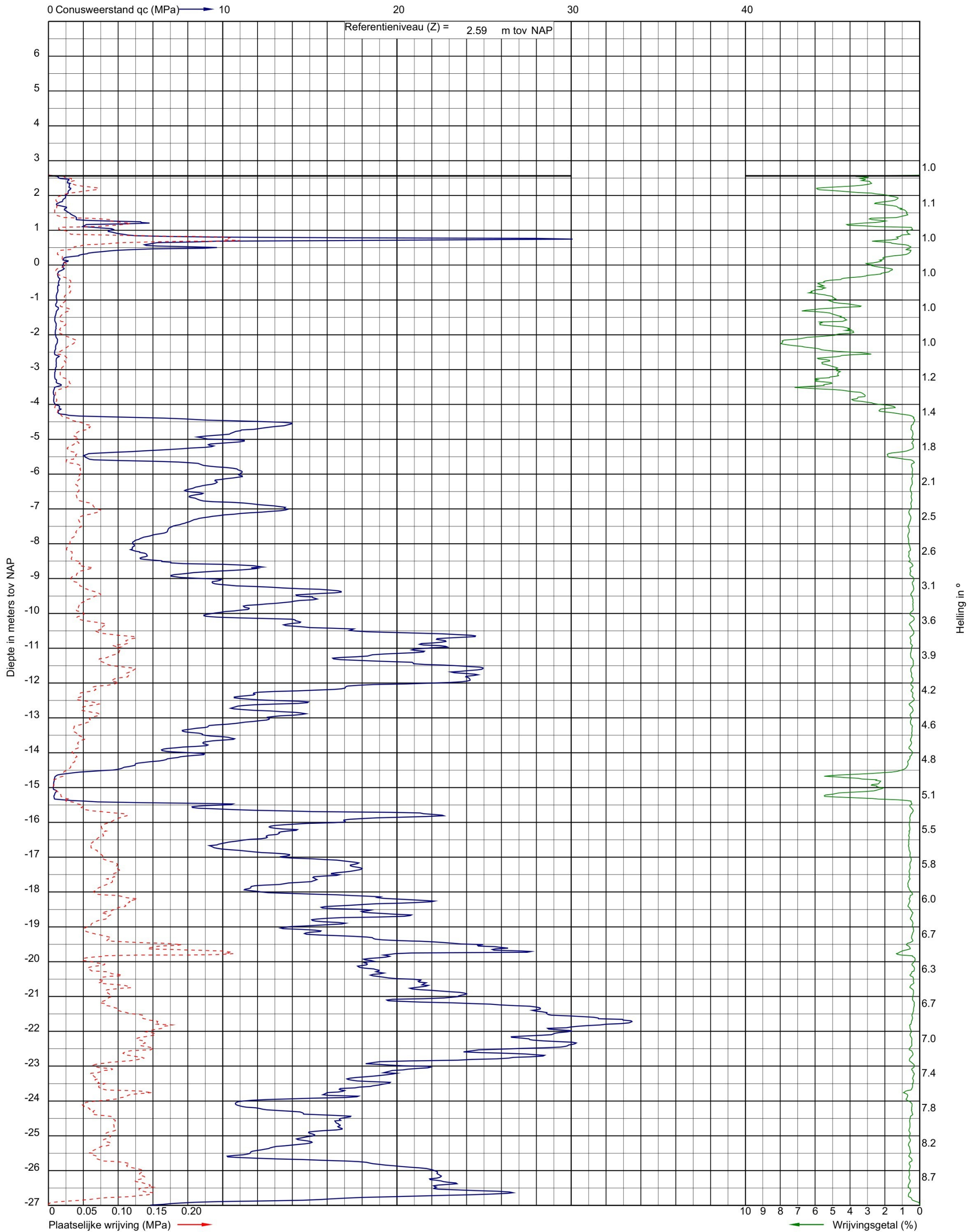


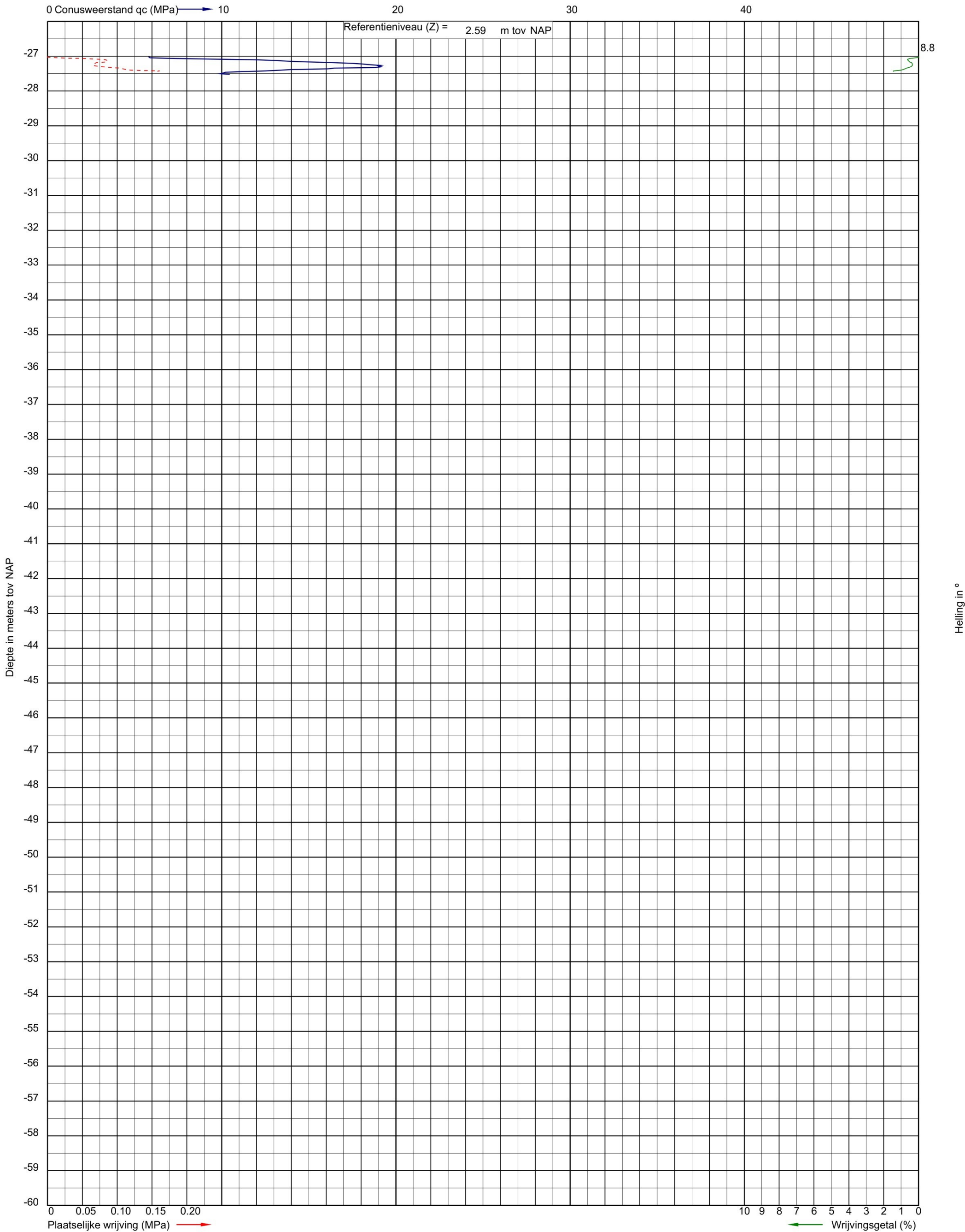


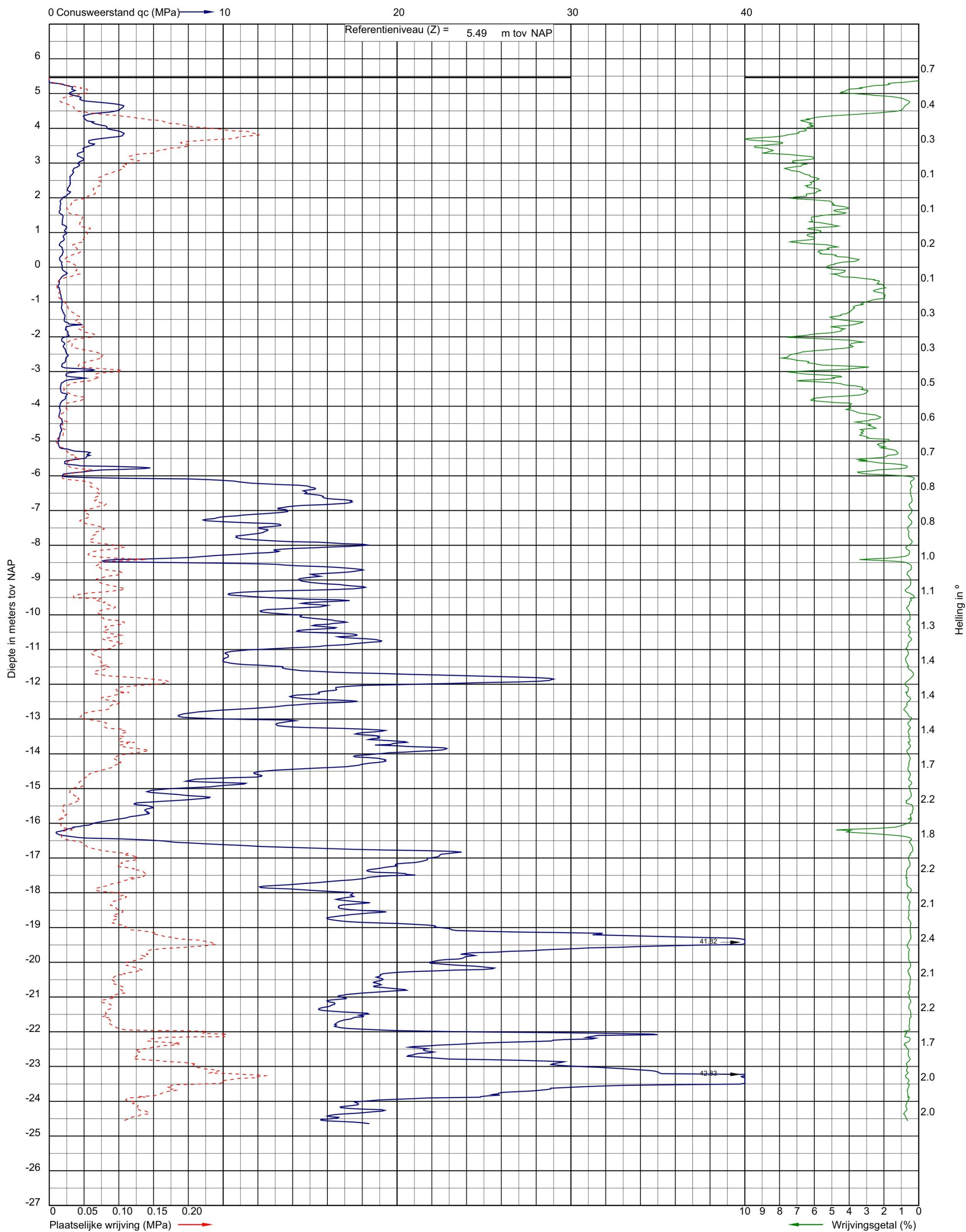


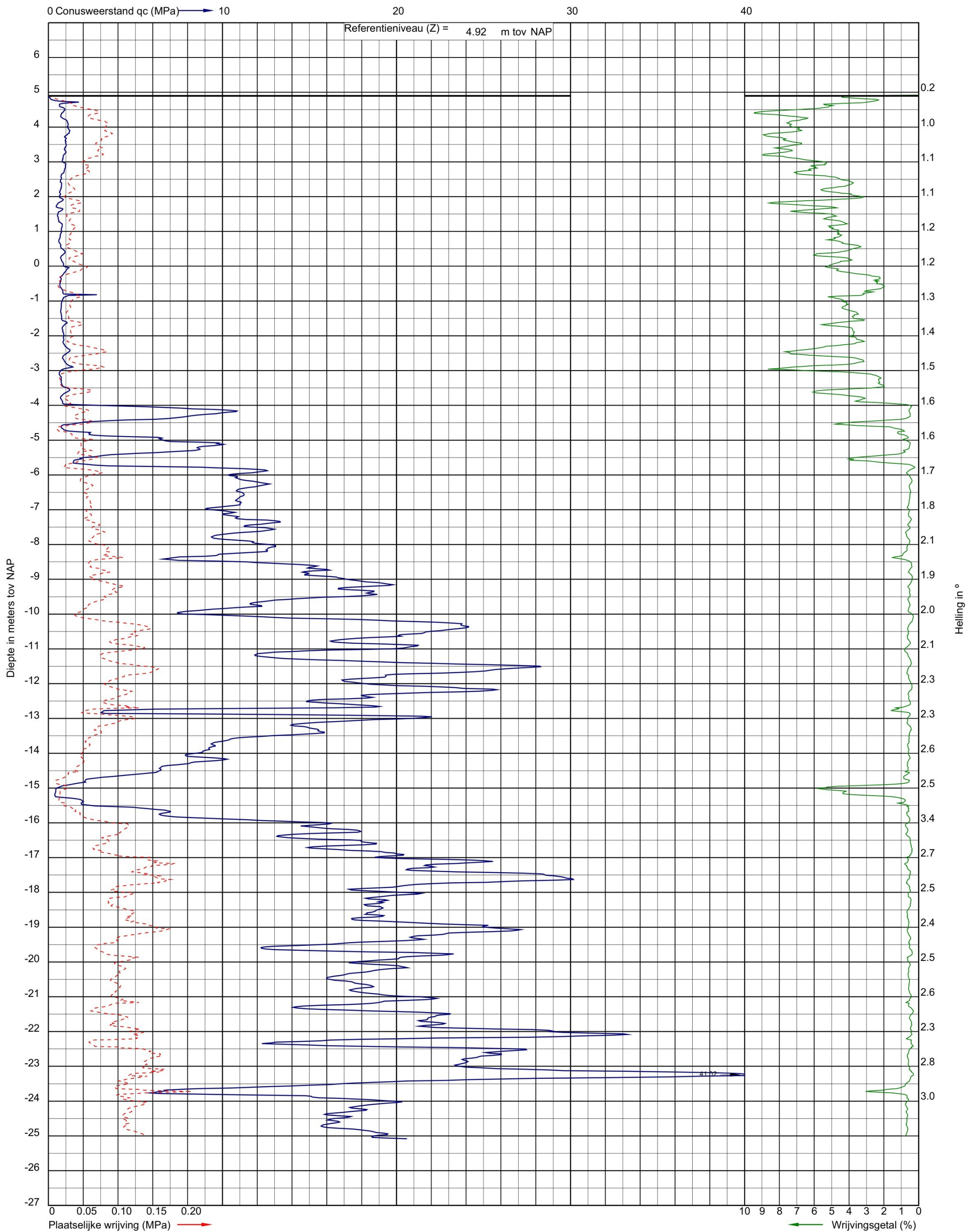


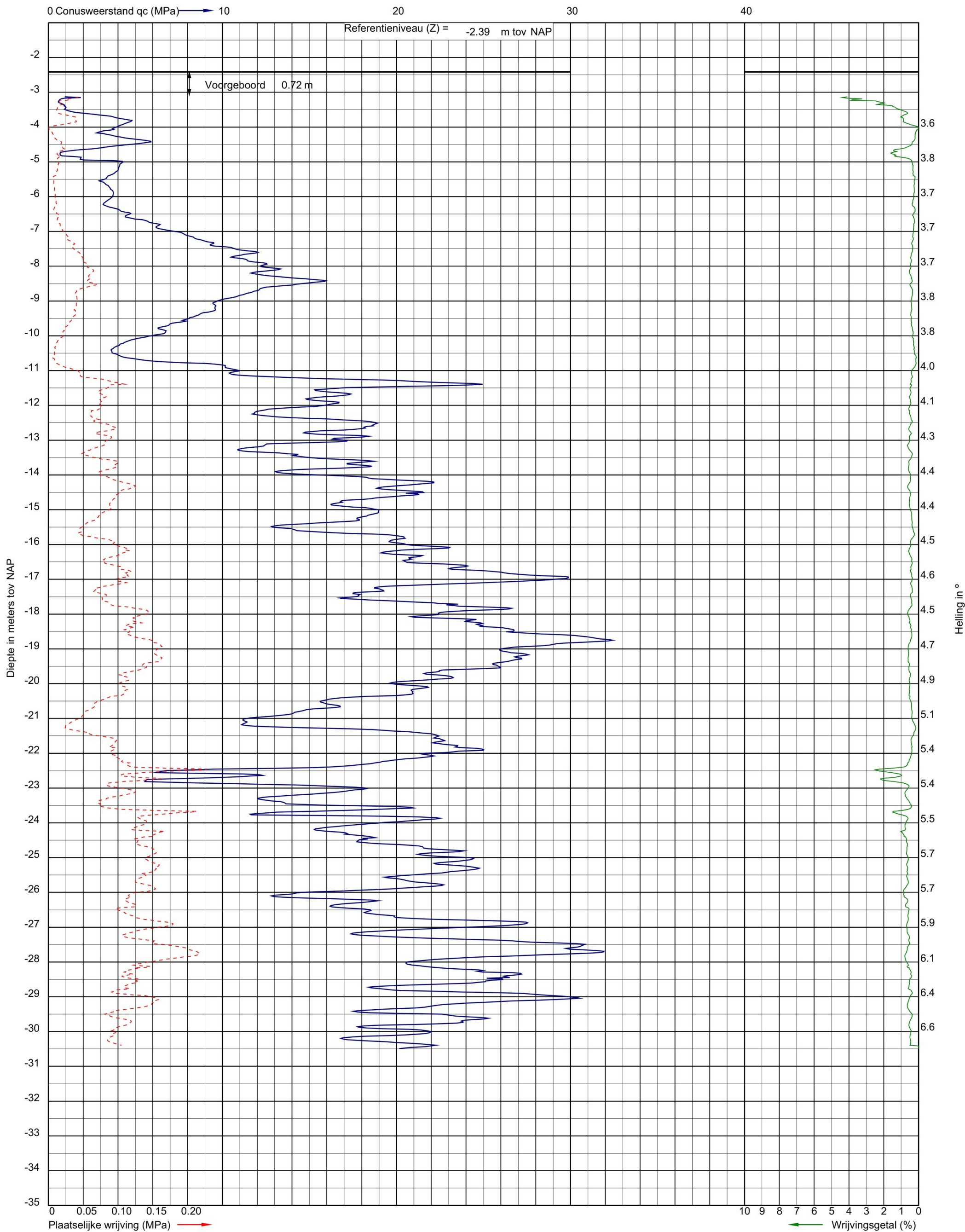


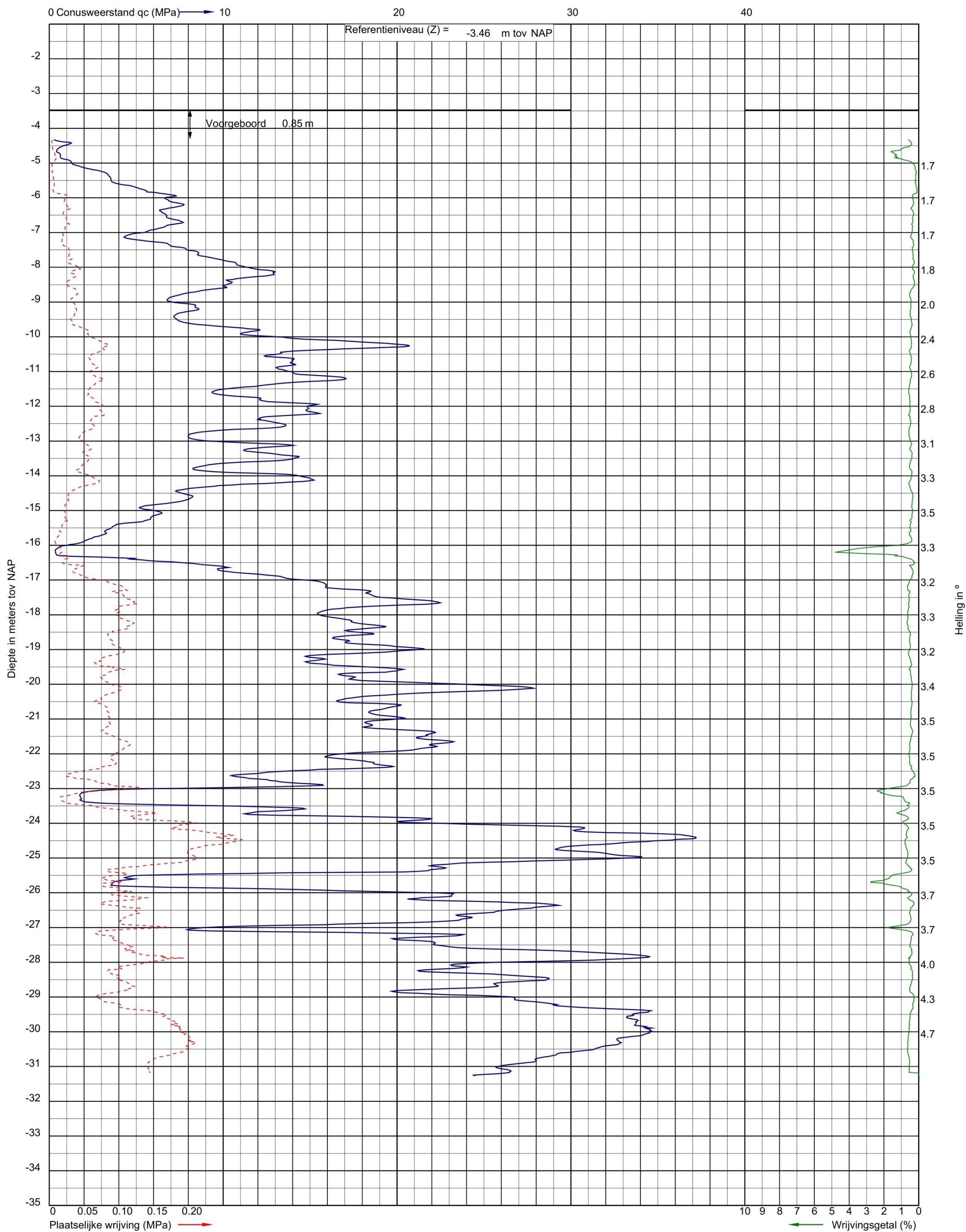


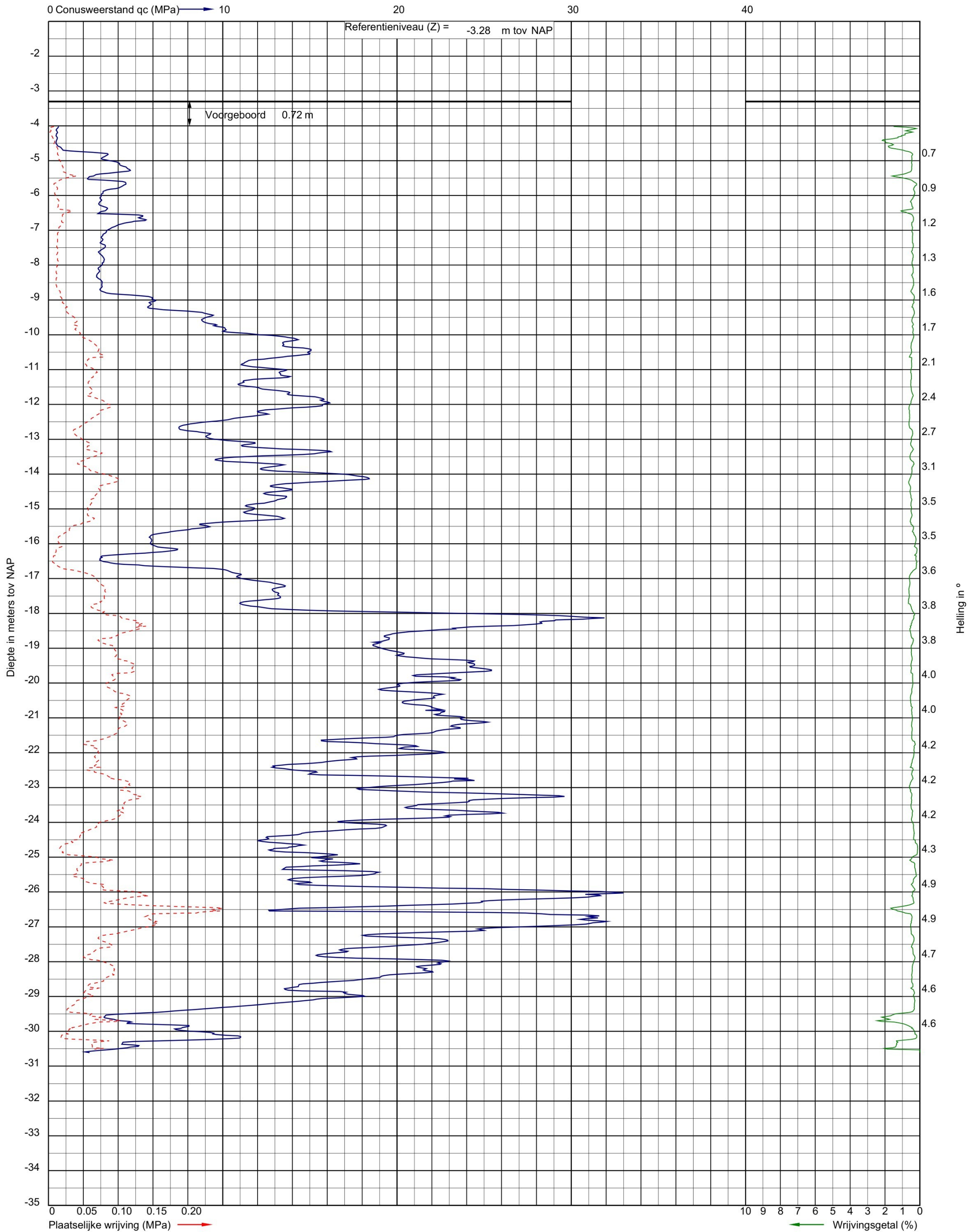


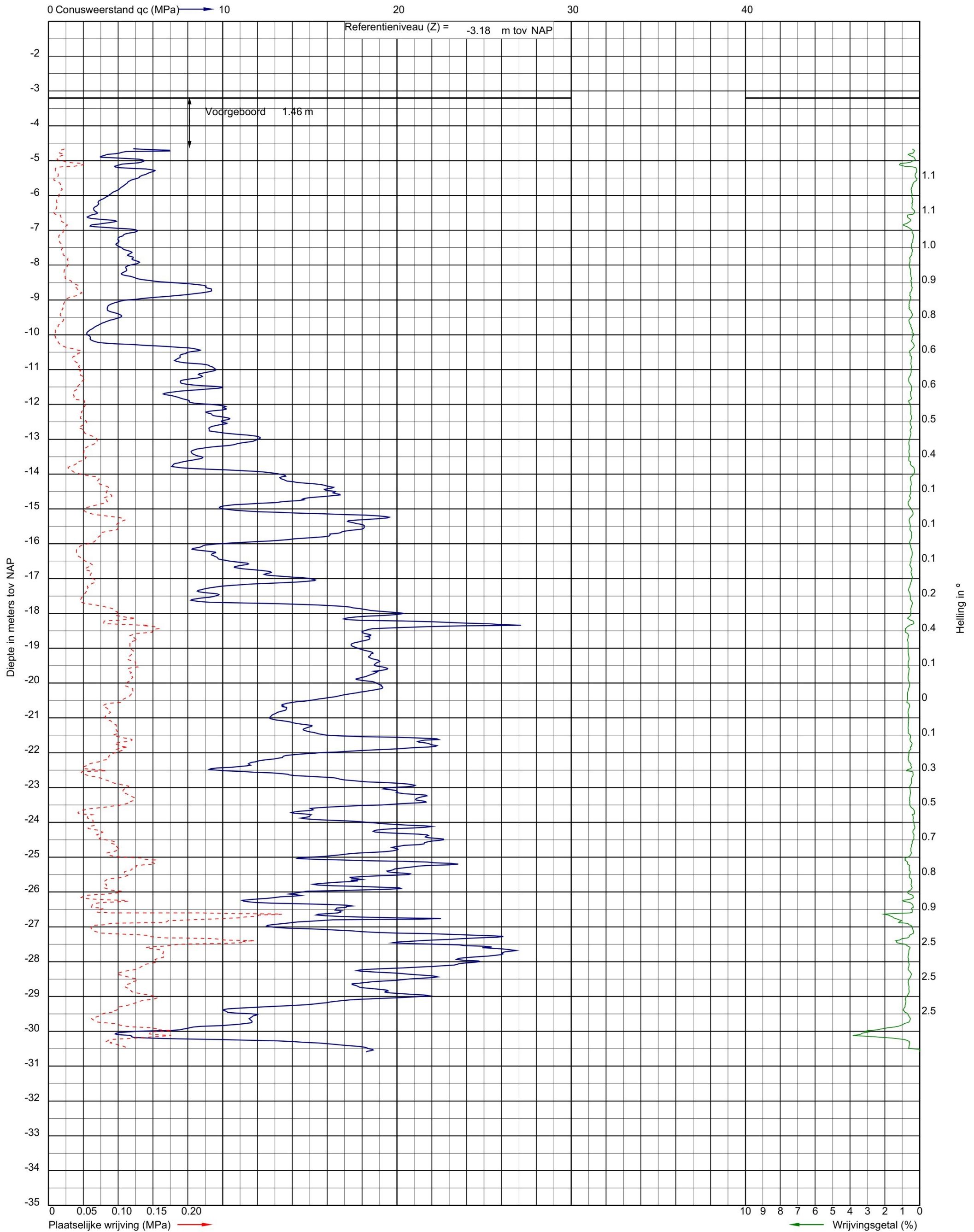


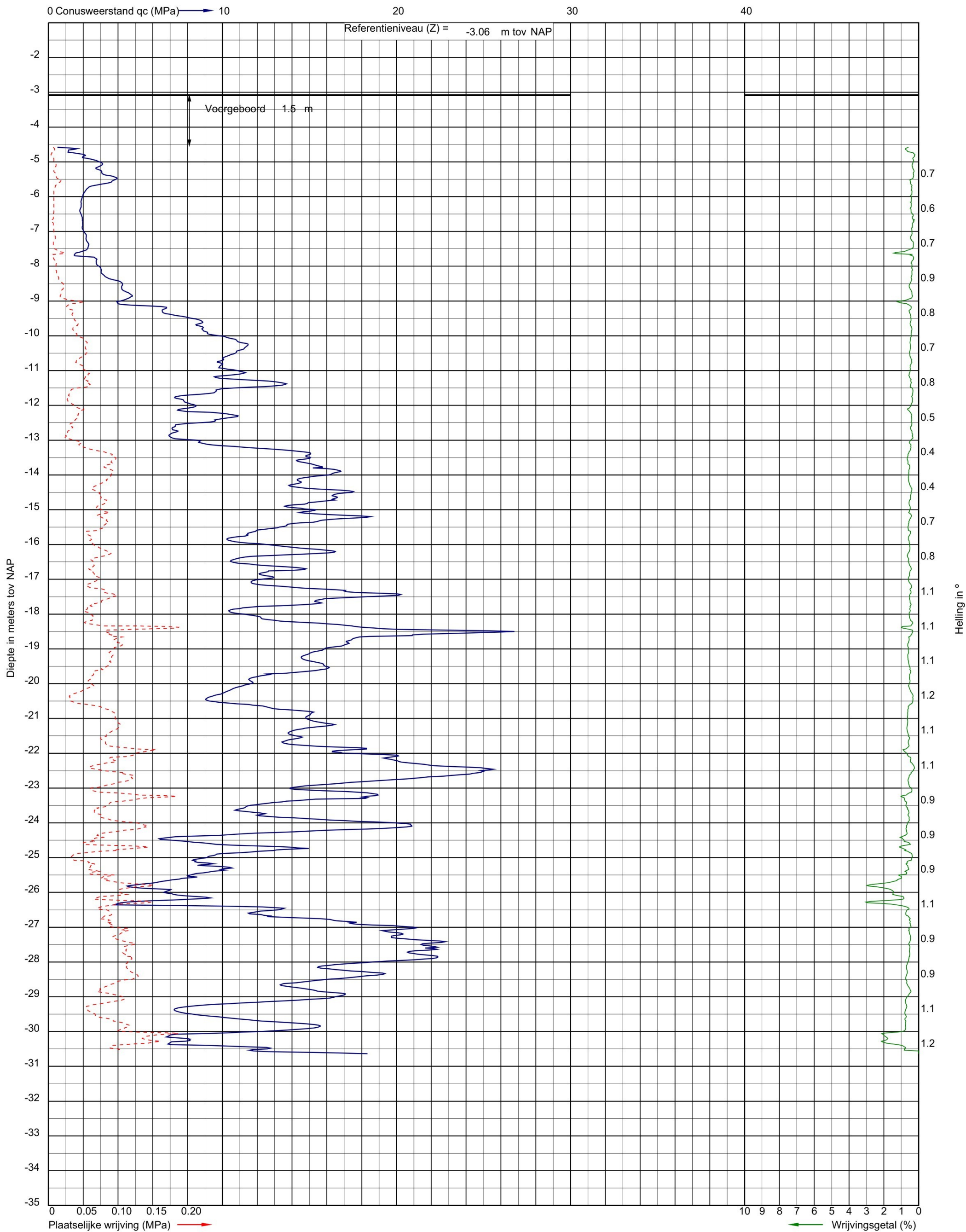












BIJLAGE D

Boorstaten

Project: Sonderingen aan de Irenestraat te Nieuwegein
Opdracht: 24SP0971
Betreft: Boorprofiel



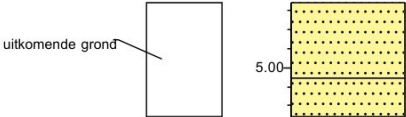
Boring: vBDKM001

Uitvoering op: 12-4-2024
Uitvoering door: AHL
Werknummer: vBDKM001

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 134821,56
y-coördinaat [m RD]: 446247,55
Referentiehoogte [m]: 5.86 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	akker
	Zand middelgrof 200-630, subbrond, bolvormig, standaardbruin
1.00	
	Zand middelgrof 200-630, subbrond, bolvormig, standaardbruin
1.50	

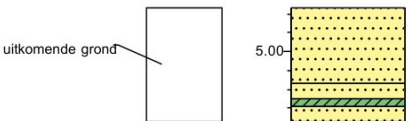
Boring: vBDKM002

Uitvoering op: 12-4-2024
Uitvoering door: AHL
Werknummer: vBDKM002

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 134823,66
y-coördinaat [m RD]: 446258,04
Referentiehoogte [m]: 5.58 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	akker
	Zand middelgrof 200-630, subbrond, bolvormig, standaardbruin
1.00	
1.20	Zand middelgrof 200-630, subbrond, bolvormig, standaardbruin
1.30	
1.50	Klei, stevig, donker bruingrijs
	Zand middelgrof 200-630, subbrond, bolvormig, standaardbruin

Project: Sonderingen aan de Irenestraat te Nieuwegein
Opdracht: 24SP0971
Betreft: Boorprofiel



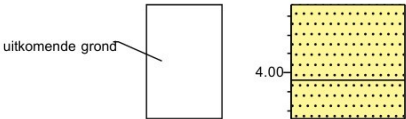
Boring: vBDKM003

Uitvoering op: 12-4-2024
Uitvoering door: AHL
Werknummer: vBDKM003

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 134827,88
y-coördinaat [m RD]: 446282,69
Referentiehoogte [m]: 4.9 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	akker
	Zand middelgrof 200-630, subrond, bolvormig, standaardbruin
1.00	
	Zand middelgrof 200-630, subrond, bolvormig, standaardbruin
1.50	

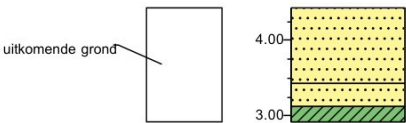
Boring: vBDKM004

Uitvoering op: 12-4-2024
Uitvoering door: AHL
Werknummer: vBDKM004

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 134830,56
y-coördinaat [m RD]: 446298,51
Referentiehoogte [m]: 4.43 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	akker
	Zand middelgrof 200-630, subrond, bolvormig, standaardbruin
1.00	
1.30	Zand middelgrof 200-630, subrond, bolvormig, standaardbruin
1.50	Klei, stevig, donker bruingrijs

Boring: S011

Datum plaatsing:

2-4-2024

Totale lengte in cm : 245

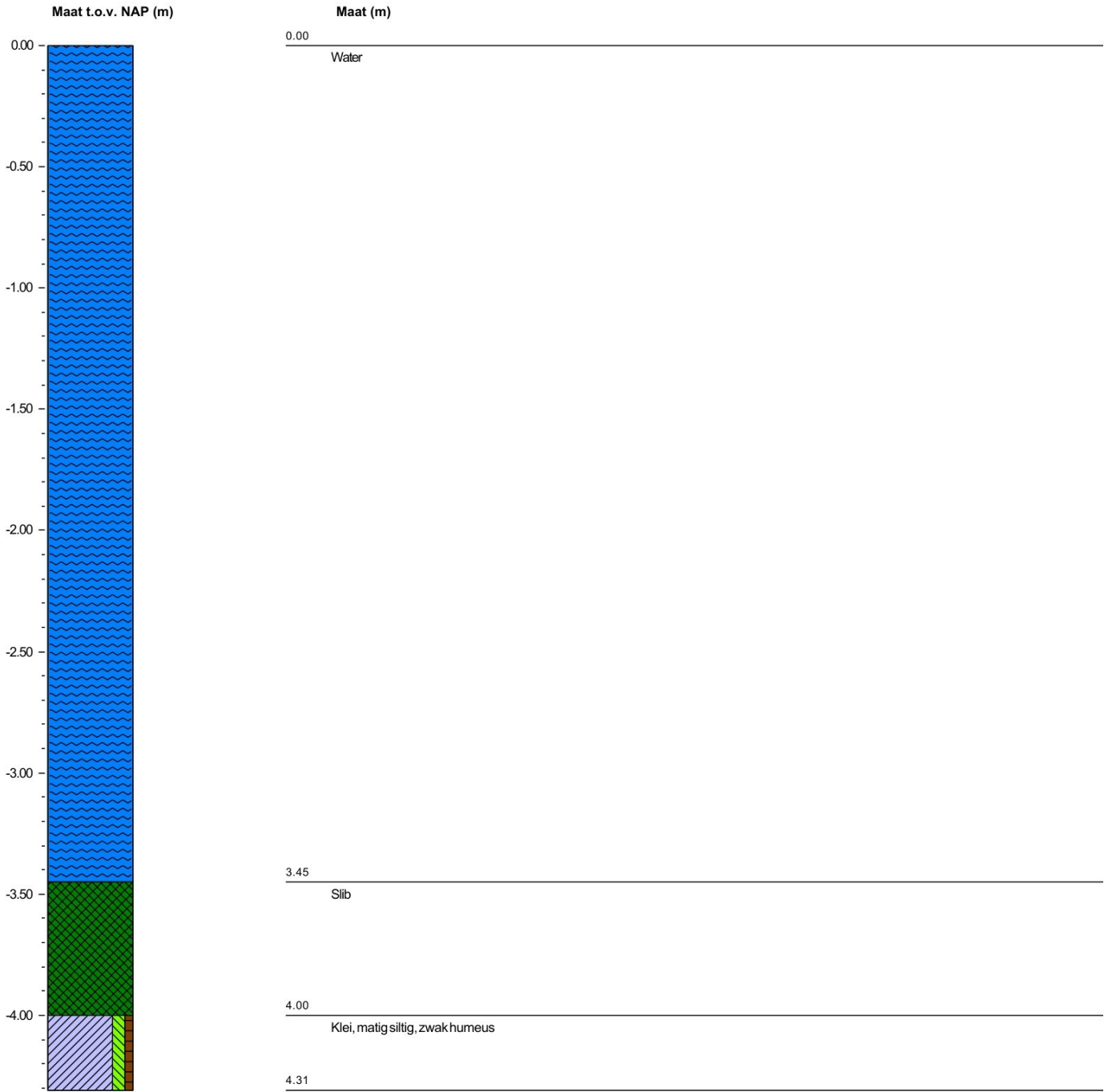


Boring: S012

Datum plaatsing:

2-4-2024

Totale lengte in cm : 431

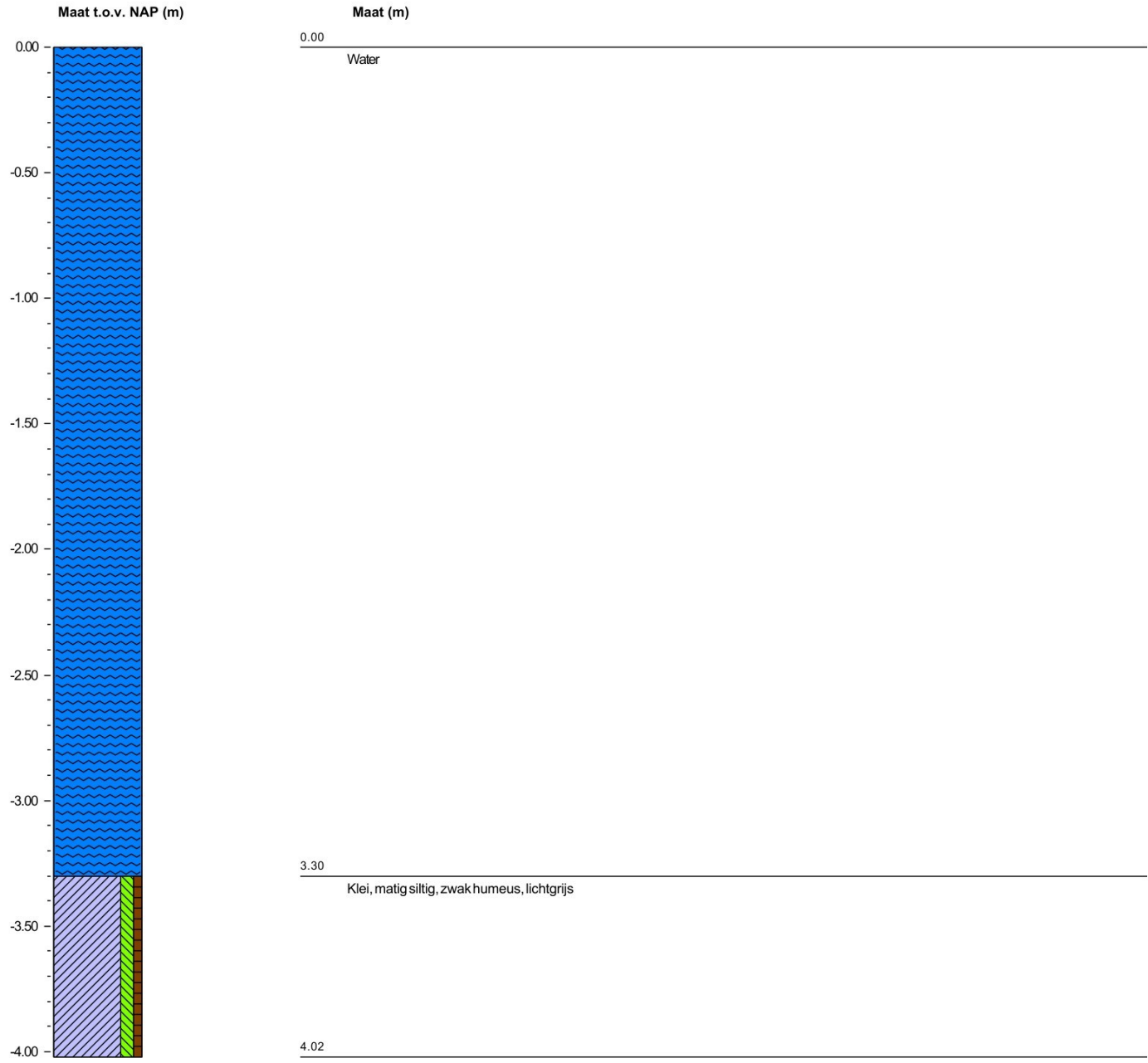


Boring: S013

Datum plaatsing:

2-4-2024

Totale lengte in cm : 330

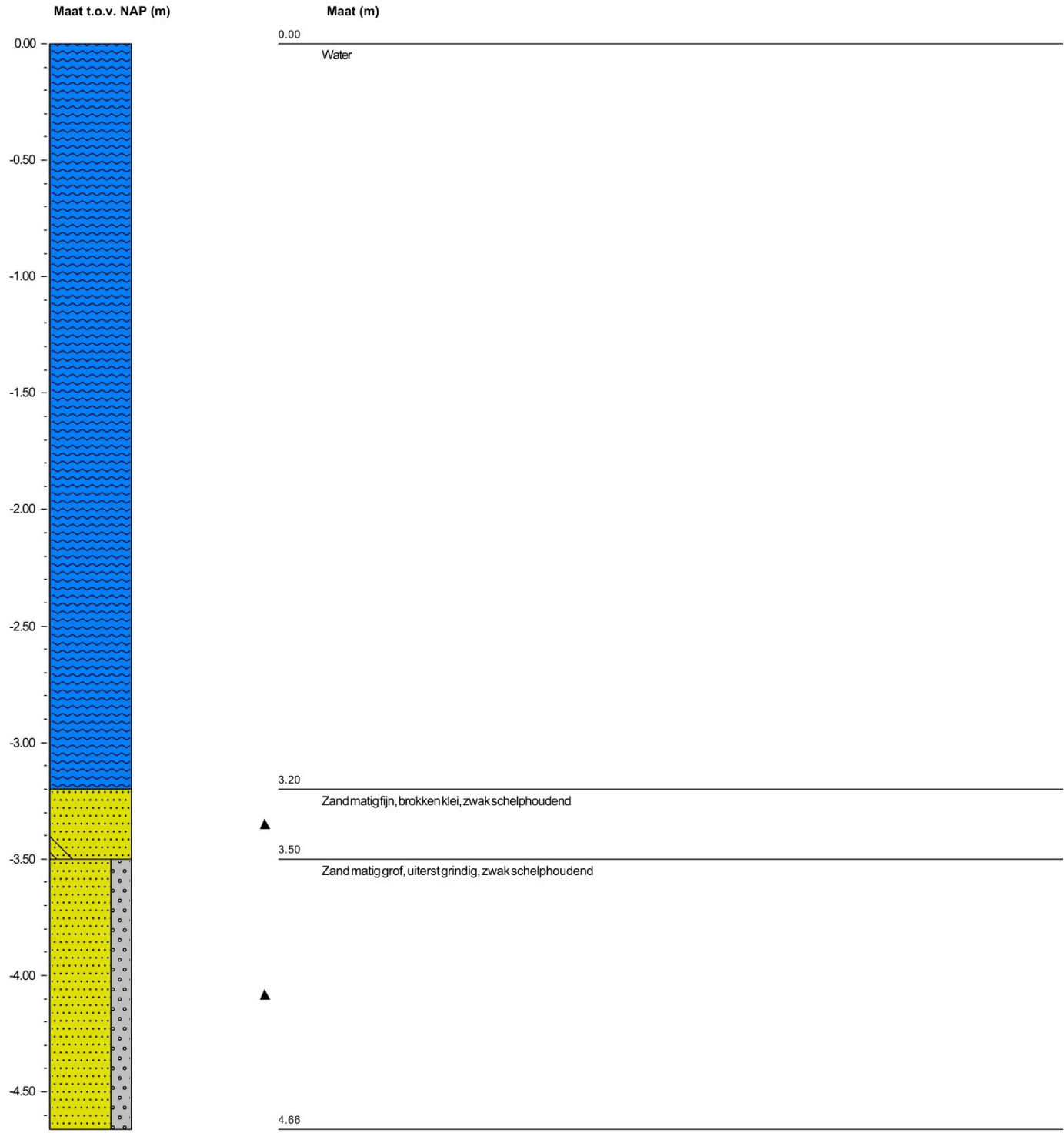


Boring: S014

Datum plaatsing:

3-4-2024

Totale lengte in cm : 350

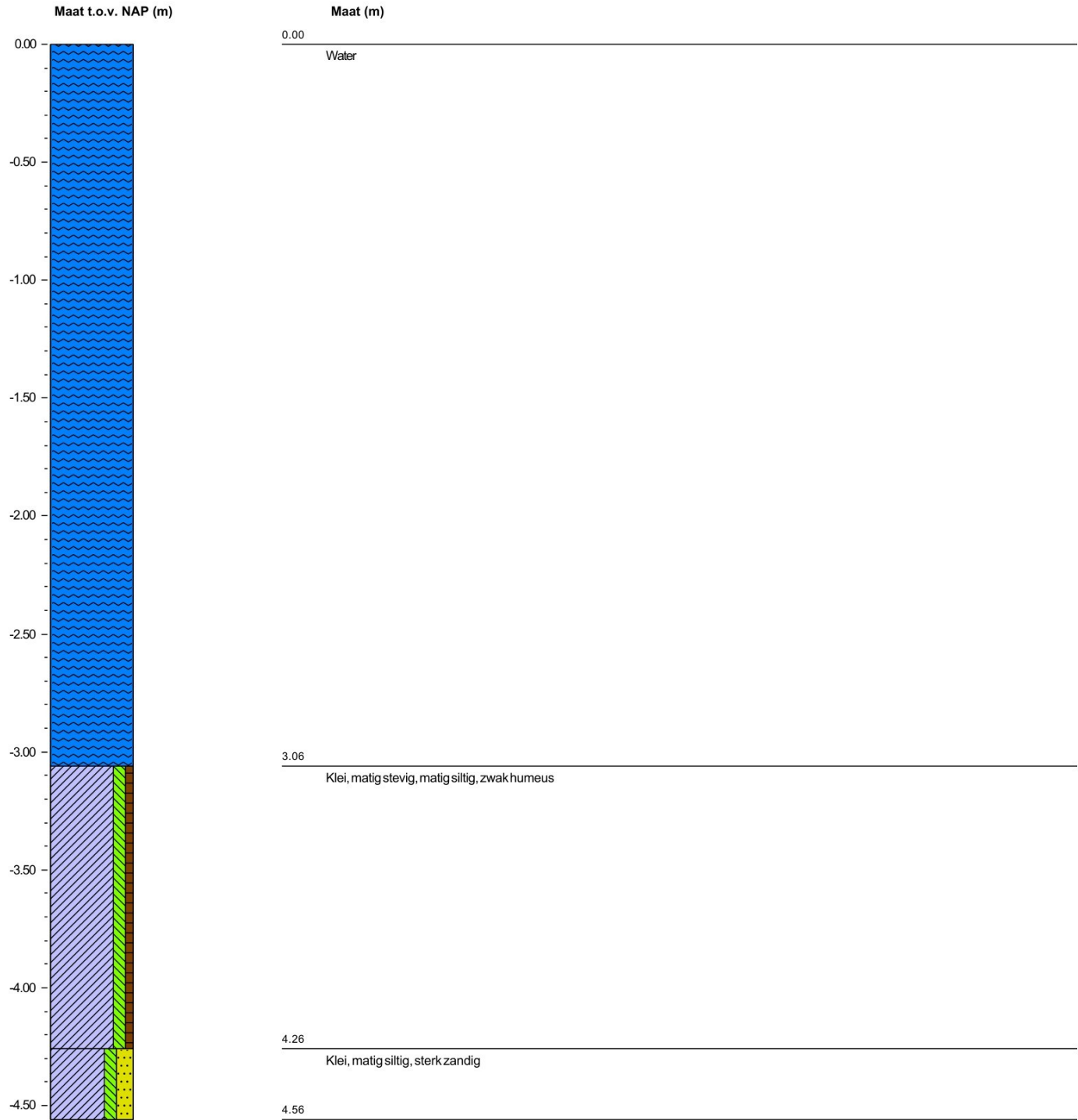


Boring: S015

Datum plaatsing:

3-4-2024

Totale lengte in cm : 456



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

BIJLAGE E

Verklaring codering

LEGENDA TEKENINGEN EN VERKLARING AFKORTINGEN

SONDERING

▼	D	Sondering zonder kleefmeting
	DKM	Sondering met kleefmeting
	DKMP	Sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DM	Mechanische sondering
	DKMS	Seismische sondering met kleefmeting
	DKMPS	Seismische sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DMA	Magnetometer sondering
	Ma	Magnetometer (zonder conusweerstand)
	DB	Bolsondering
	DT	T-bar sondering
	FVT	Field vane test
	HPT	Hydraulic profiling tool
	DS	Slagsondering
	HM	Handsondering
	SPT	Standaard penetratie test
	DKM-EC	Geleidbaarheidssondering met kleefmeting
	DKMP-EC	Geleidbaarheidssondering met kleef- en waterspanningsmeting

▽ Niet uitgevoerd ▼ fase 2 ▼ fase 3 ▼ fase 4

BORING

●	HB	Handboring
	B	Mechanische boring

○ Niet uitgevoerd

PEILBUIS

⚙	Bpb	Mechanische boring met peilbuis
	HBpb	Handboring met peilbuis
⚙	PB	Gedrukte peilbuis

MONITORING

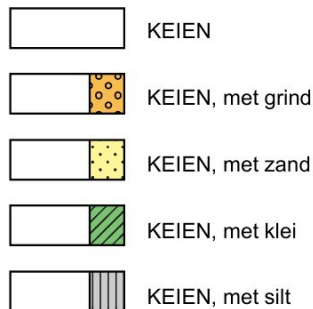
⚙	WSM	Waterspanningsmeter
▭	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⚙	DFB	Deformatiebout
⚙	SCM	Scheurmeter
⚙	EXM	Extensometer
⚙	TM	Tiltmeter
⚙	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

ALGEMEEN

⚙	Meetpunt: brug, dorpel, kolk, meetbout, put, weg, water
→	Foto
▨	Bestaande bebouwing
⚙	0-Punt lokaal assenstelsel

LEGENDA BOORPROFIELEN (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

KEIEN / KEITJES



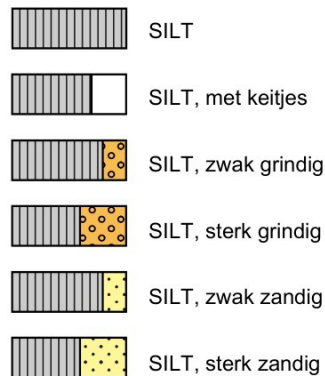
GRIND



ZAND



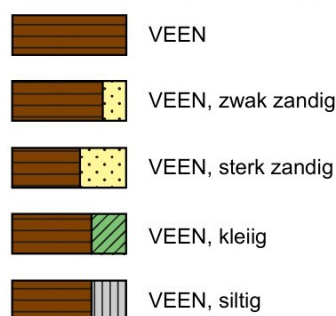
SILT



KLEI



VEEN / HUMUS / DETRITUS



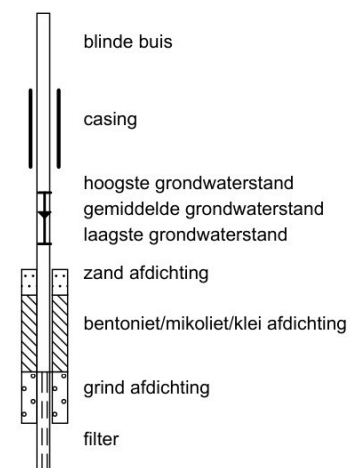
MONSTERS



KWALITEIT MONSTER

- QM1 = Ongeroid monster is geheel intact inclusief spanningstoestand
- QM2 = Ongeroid monster geheel intact
- QM3 = Ongeroid monster intact maar monsterverstoring zichtbaar
- QM4 = Monster is ernstig verstoord
- QM5 = Monster is geroerd

PEILBUIS



OVERIG

- ▲ Bijzonder bestanddeel
- ◀ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ⚡ grondwaterstand
- ◆ Gemiddeld laagste grondwaterstand



Voor meer informatie zie: www.socotec.nl

SOCOTEC NEDERLAND SPECIALIST IN:

Geotechniek en milieu-expertise

Grondonderzoek

Geotechnisch laboratoriumonderzoek

Geotechnisch- en geohydrologisch advies

Bouwplaats- en grondwater monitoring

Waterveiligheid

Uitvoeringsbegeleiding

Milieutechniek

Risicobeheer, verzekering en inspecties

Claims

Controle van de omgeving

Risicoanalyses

Waardebepalingen

Gebouw veiligheid & duurzaamheid

Binnenklimaat

Drinkwaterveiligheid

Gebouw- en techniekinspecties

Gebouwprestatie

Gebouwinformatie

Geotechnisch onderzoek

Project Project Irenestraat e.o. te Nieuwegein

Projectnummer 2021-0933

Opdrachtgever Antea Group/de heer J. van den Broek

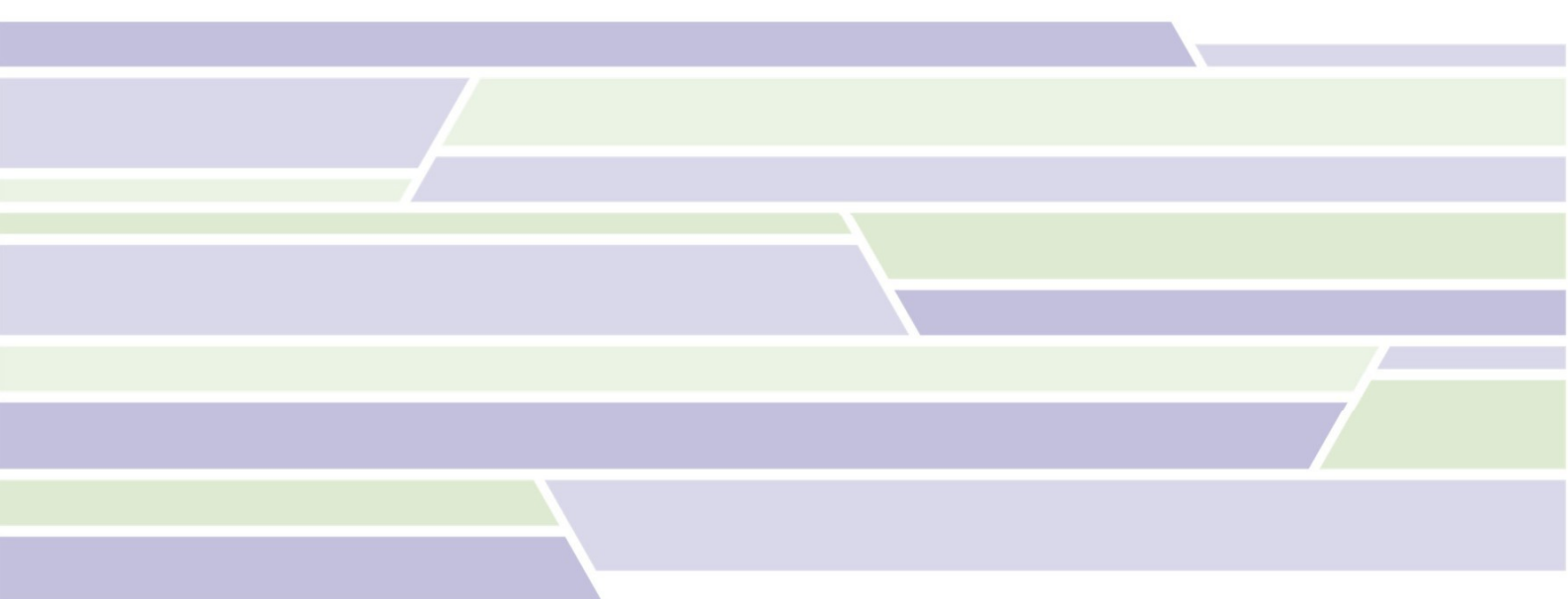
Uw projectnummer 0467886.100

Datum Roden, 17 juni 2021

Opgesteld door M. de Vries

Bijlagen

- 2 situatietekeningen
- Sondeergrafieken DKM-101 t/m DKM-108
- Voorboorstaat VB-1



Postadres Postbus 151, 9300 AD Roden

Bezoekadres Oosteinde 4B, 9301 LJ Roden

Telefoon (0522) 26 00 84

Email info@koopsggrondmechanica.nl

Website www.koopsggrondmechanica.nl

Koops grondmechanica is partner in de Koops & Romeijn Geogroep. Een groep onafhankelijke, zelfstandige en ervaren adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie die sinds 1996 samenwerkt. U kunt ons vinden in: Ammerstol, Gorredijk, Oegstgeest, Roden, Velp, Wageningen en Wijchen.

Op al onze werkzaamheden zijn de algemene leveringsvoorwaarden (ALV 2018) van de Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek (V.O.T.B.), zoals gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Nederland te Utrecht onder nr. 40476246 en de rechtsverhouding opdrachtgever-architect, ingenieurs en adviseur DNR2011 van toepassing.





Geachte heer Van den Broek,

Op 3 mei 2021 ontvingen wij van u de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek ten behoeve van bovengenoemd project. In de vorm van dit rapport, doen wij u de resultaten toekomen.

Veldwerkzaamheden

Het grondonderzoek is uitgevoerd op 10 en 14 juni 2021 en heeft bestaan uit 8 sonderingen, waarvan de resultaten zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken DKM-101 t/m DKM-108.

De conus- en wrijvingsweerstand, uitgedrukt in MN/m², is hierop uitgezet tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P.

De sonderingen zijn uitgevoerd met onze standaard sondeerwagen.

De metingen zijn verricht met een gladde elektrische (kleef-)mantelconus met hellingmeter, een en ander conform norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3.

Bij de kleefmantelsonderingen (DKM-101 t/m DKM-108) is naast de conusweerstand eveneens de plaatselijke wrijvingsweerstand geregistreerd. Het op de betreffende sondeergrafieken weergegeven wrijvingsgetal, geeft de verhouding weer tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand in procenten en is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten.

Als indicatie kunnen voor normaal geconsolideerde grondlagen, onder de grondwaterstand de volgende percentages worden aangehouden;

<u>Wrijvingsgetal in %</u>			<u>Grondsoort</u>
0.3	-	1.2	Zand, grof tot fijn
1.5	-	2.0	Silt
2.5	-	5.0	Klei
> 5.0			Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als maatgevend zijn te beschouwen.

In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen is de sondering DKM-103 voorgeboord. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd, samengesteld tot de voorboorstaat VB-1 en als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

De hoogte en de coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in N.A.P. en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.



De ligging van de sondeerlocaties is weergegeven op de bijgaande situatietekeningen.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

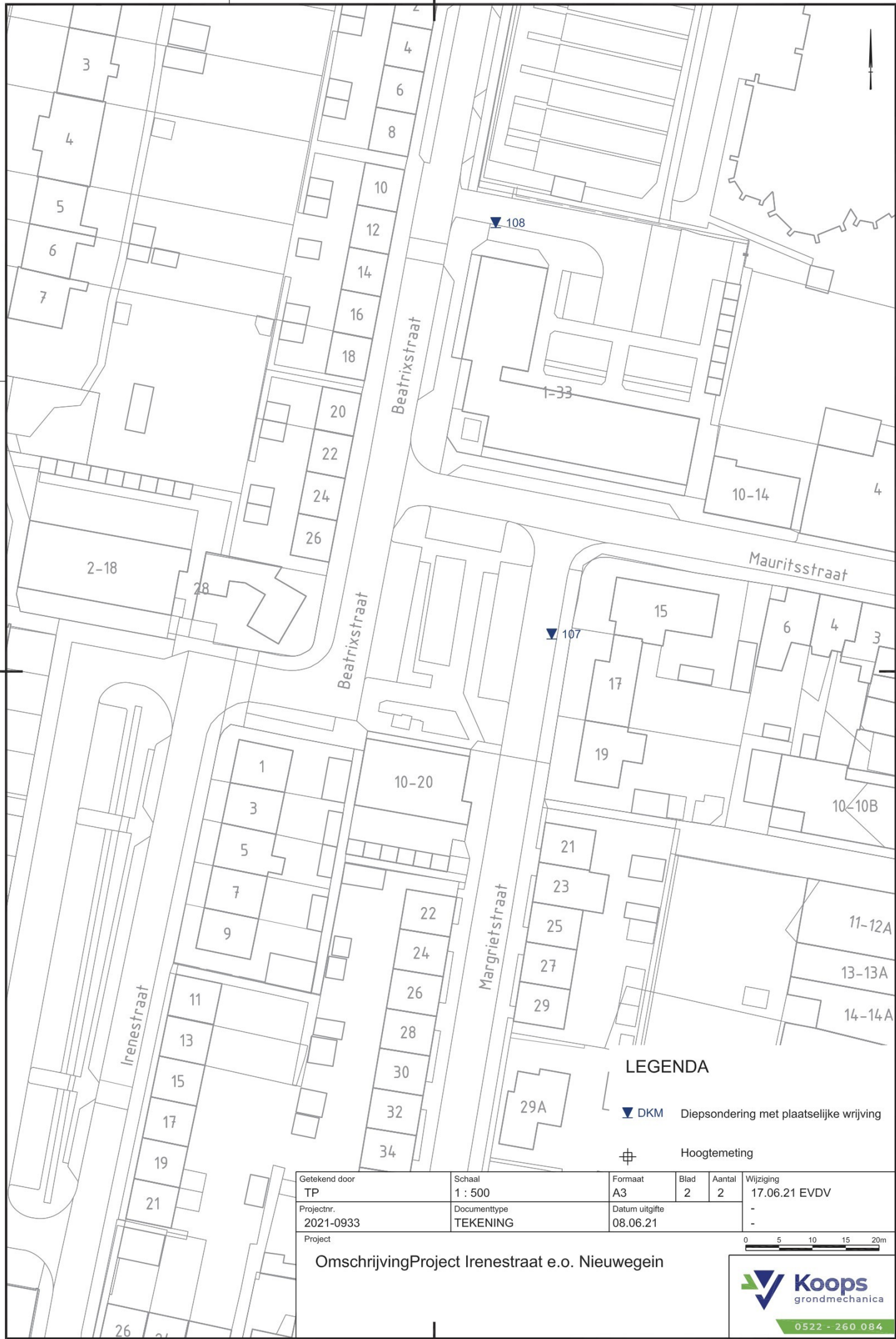
Vertrouwende u hierbij van dienst te zijn geweest, verblijven wij.

Met vriendelijke groet,
Koops grondmechanica



Telefoonnummer: 06 13 14 22 42

Email:  [@koopsgrondmechanica.nl](mailto:koopsgrondmechanica.nl)



LEGENDA

▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving

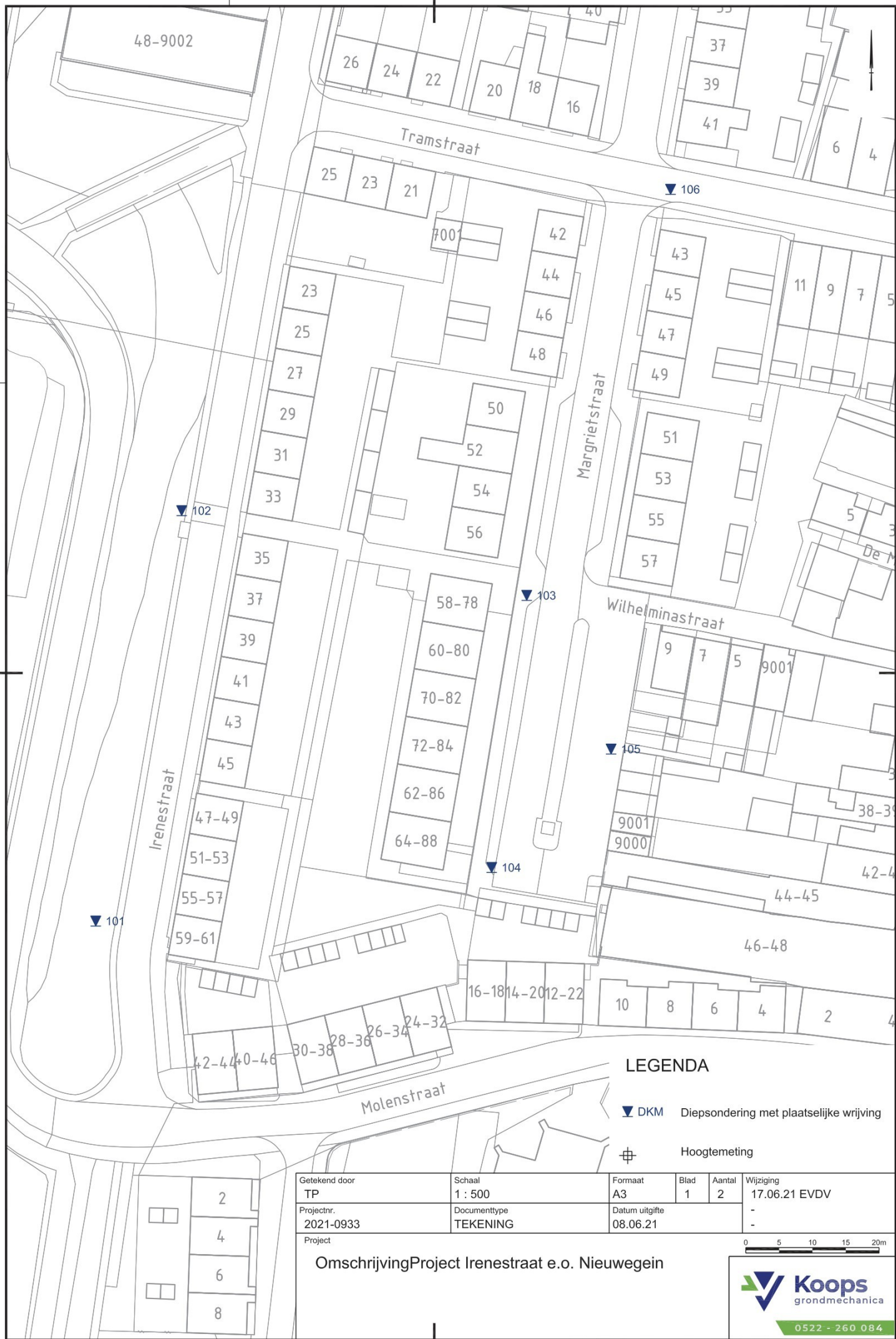
⊕ Hoogtemeting

Getekend door TP	Schaal 1 : 500	Formaat A3	Blad 2	Aantal 2	Wijziging 17.06.21 EVDV
Projectnr. 2021-0933	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 08.06.21	-	-	-
Project					

OmschrijvingProject Ireneestraat e.o. Nieuwegein



0522 - 260 084



LEGENDA

▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving

⊕ Hoogtemeting

Getekend door TP	Schaal 1 : 500	Formaat A3	Blad 1	Aantal 2	Wijziging 17.06.21 EVDV
Projectnr. 2021-0933	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 08.06.21	-	-	-
Project	OmschrijvingProject Irenestraat e.o. Nieuwegein				

0 5 10 15 20m

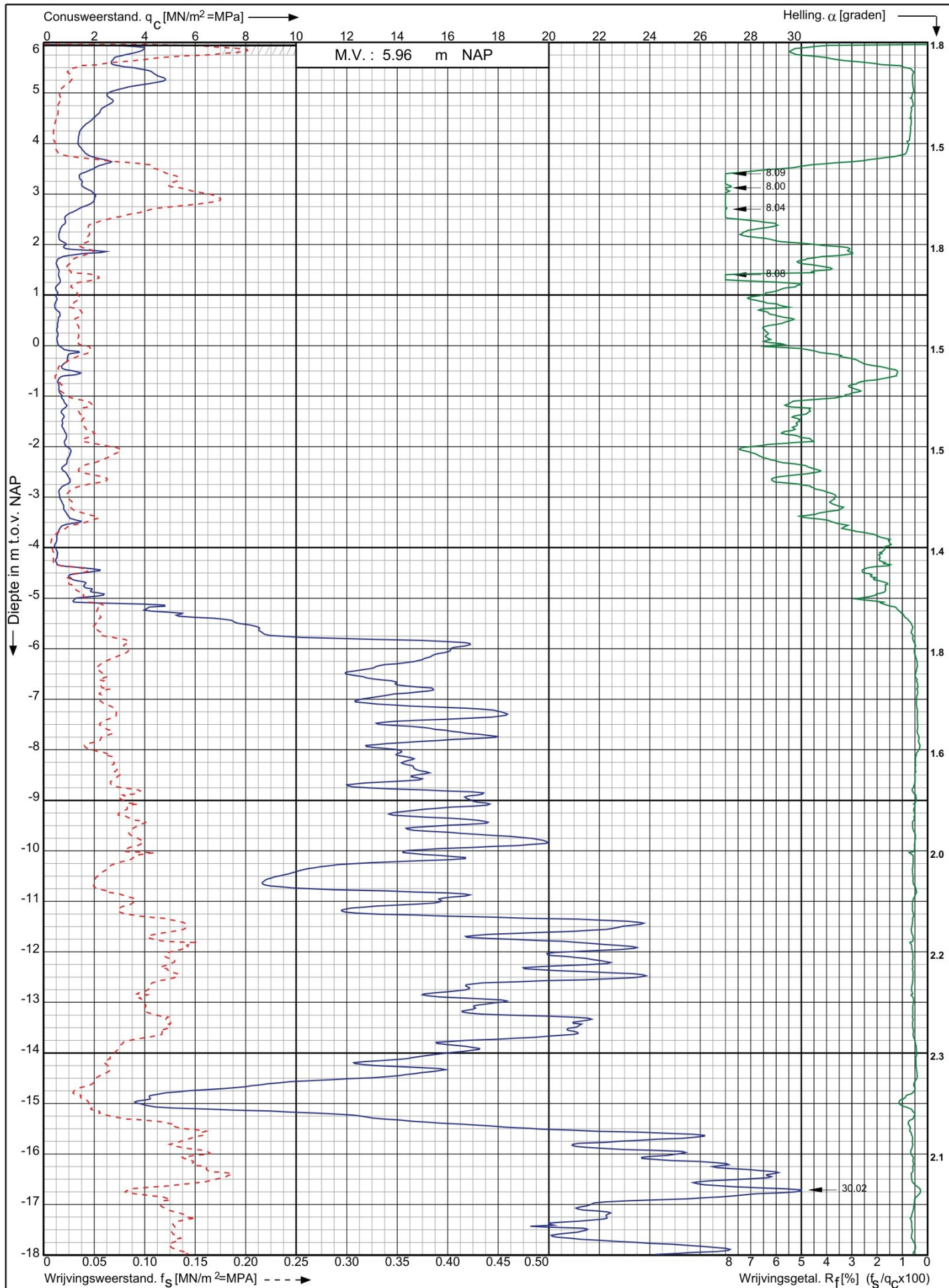


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134814.68 Y = 446248.07

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitg. : 14-6-2021

Sond. nr. : 101

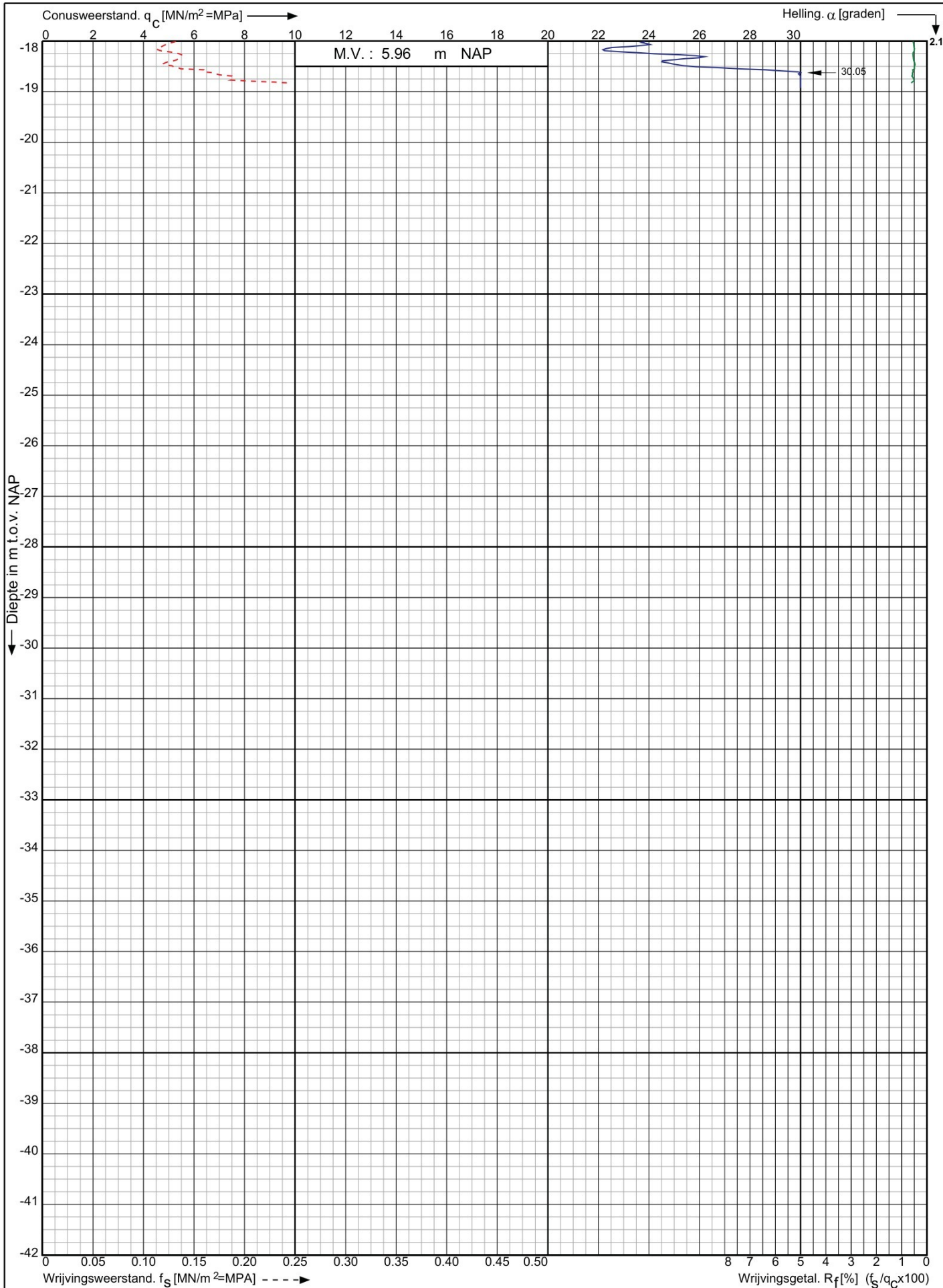
 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134814.68 Y = 446248.07

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 14-6-2021

Sond. nr. : 101

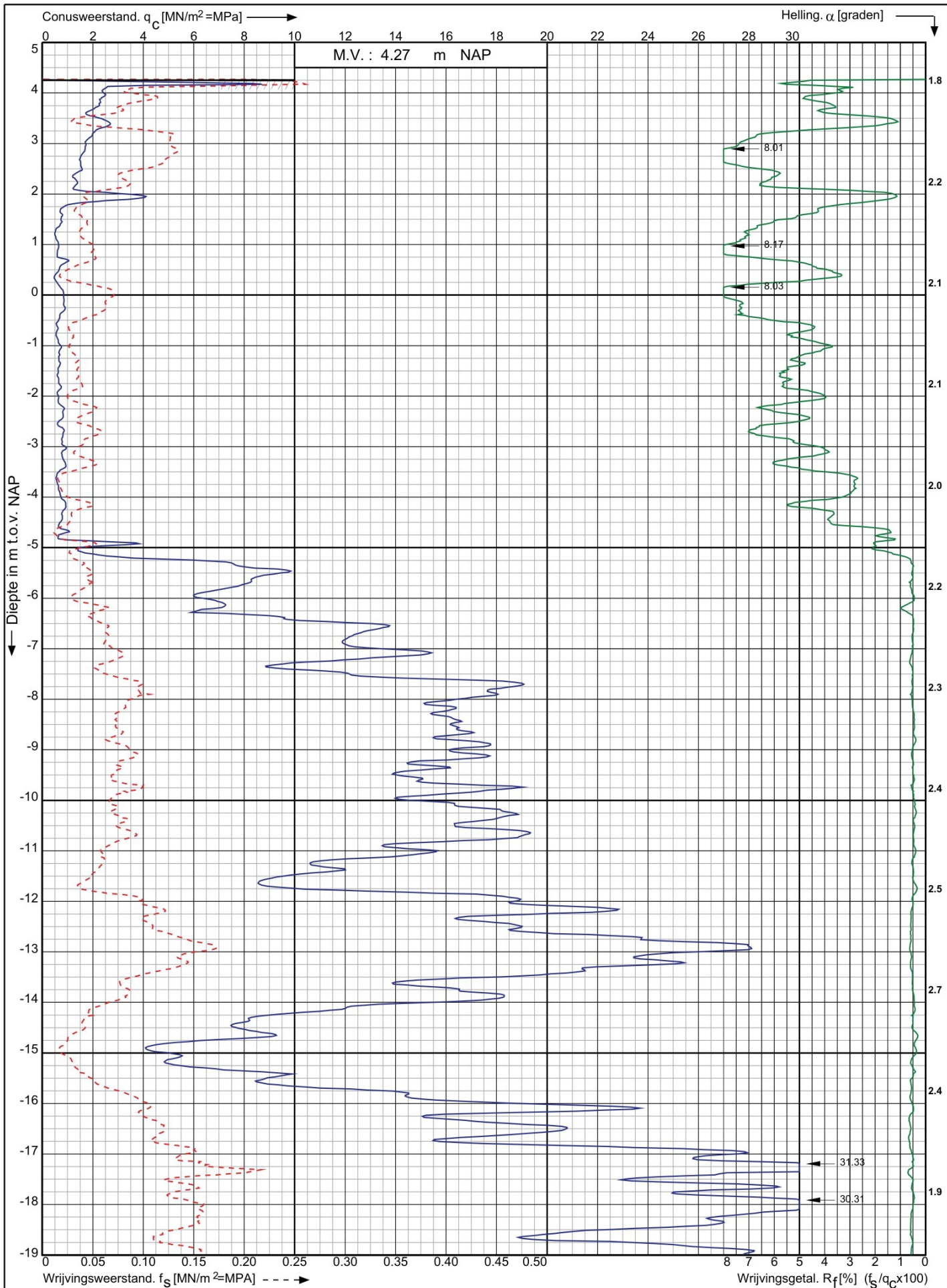
 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134827.57 Y = 446309.62

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 14-6-2021

Sond. nr. : 102

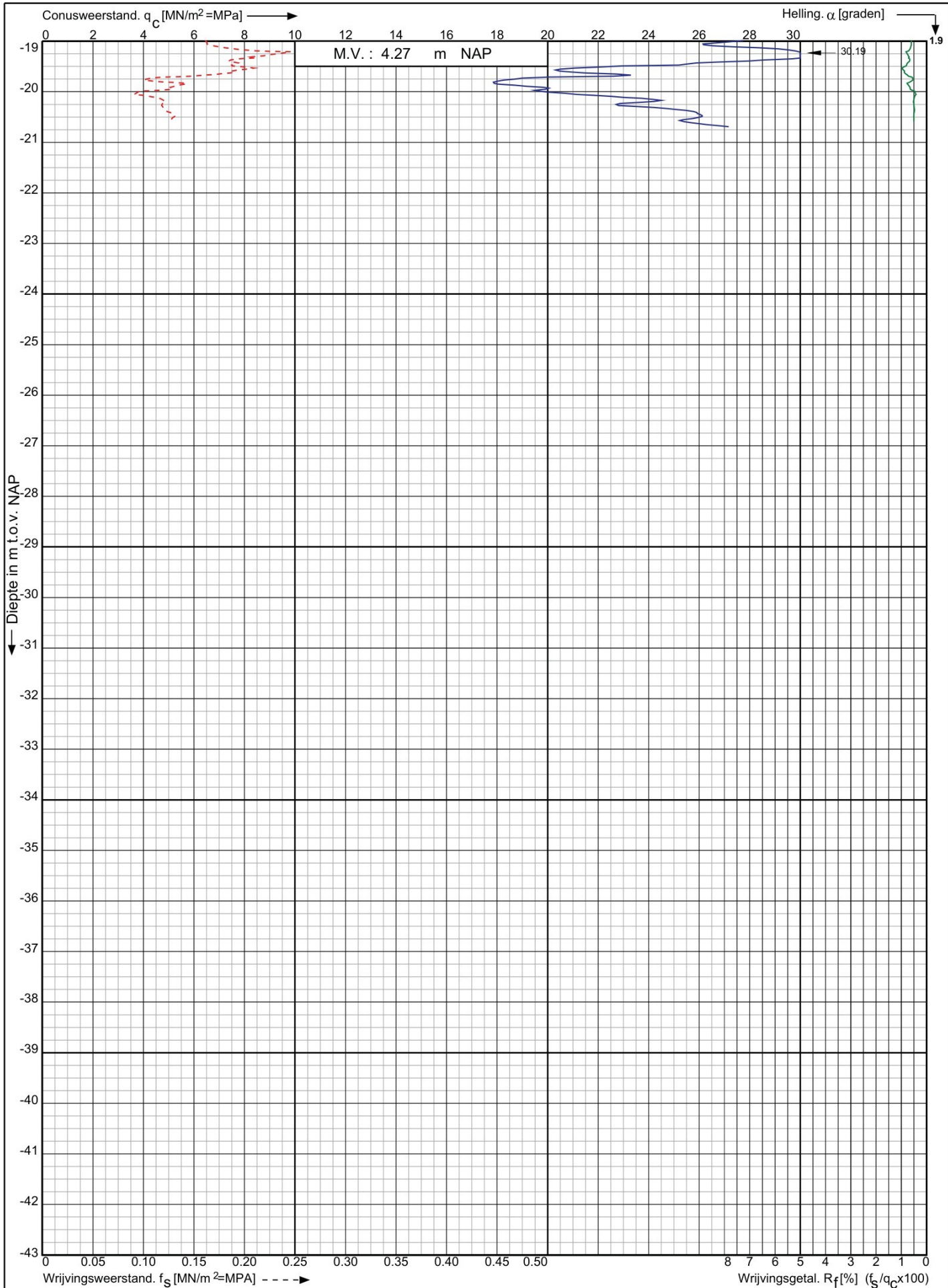
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134827.57 Y = 446309.62

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 14-6-2021

Sond. nr. : 102

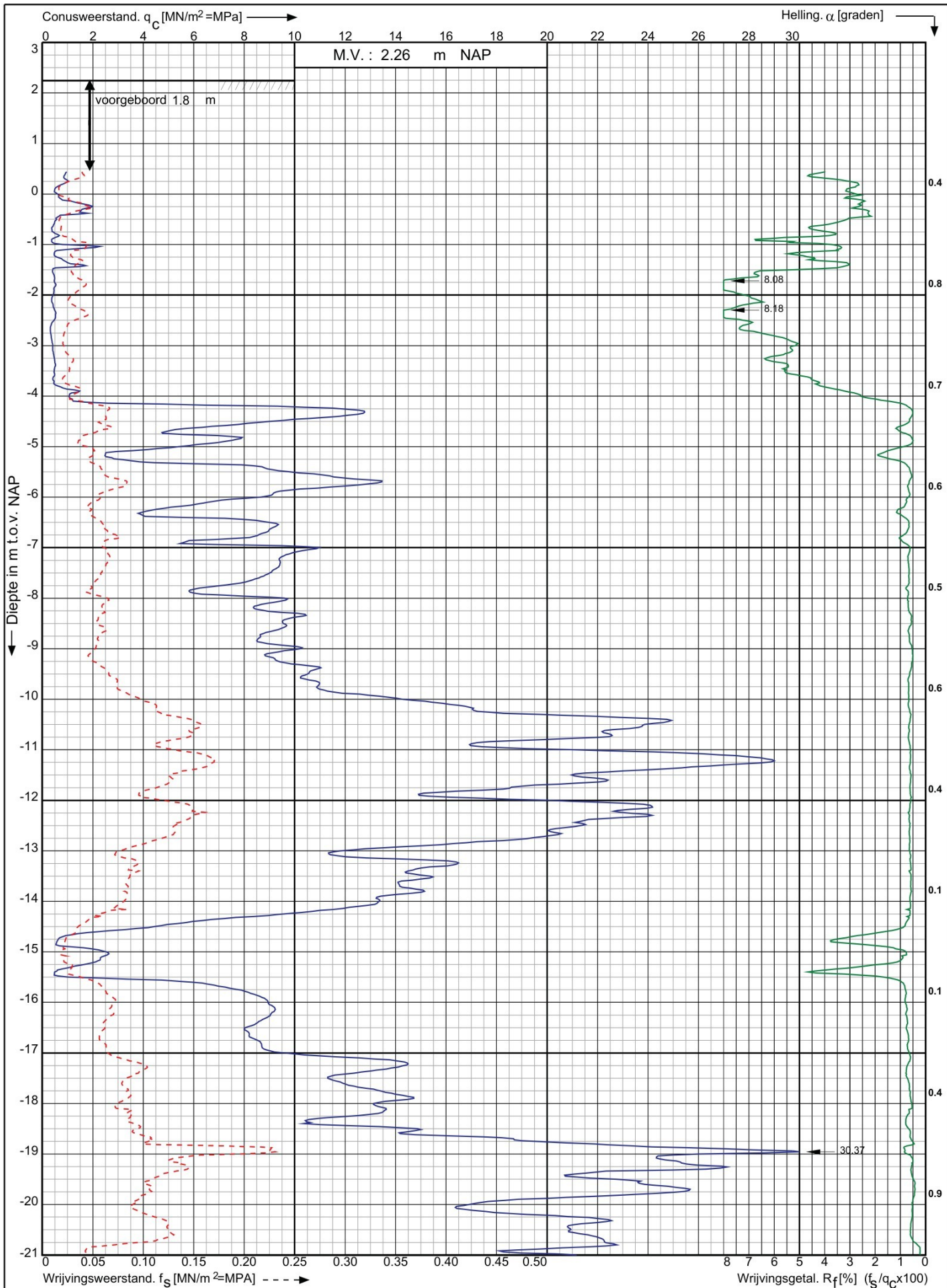


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134879.34 Y = 446296.92

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitg. : 10-6-2021

Sond. nr. : 103

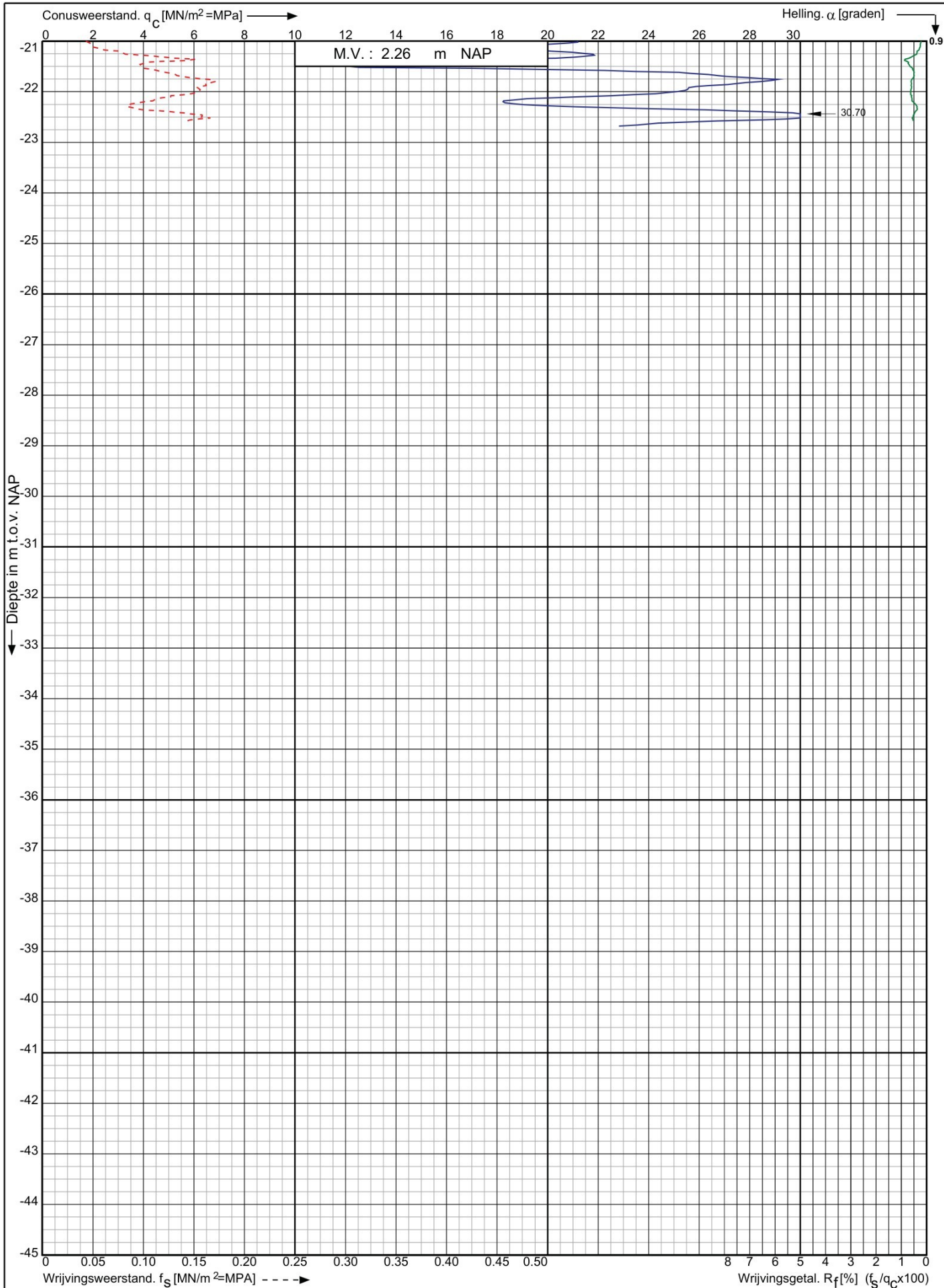
 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134879.34 Y = 446296.92

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 10-6-2021

Sond. nr. : 103

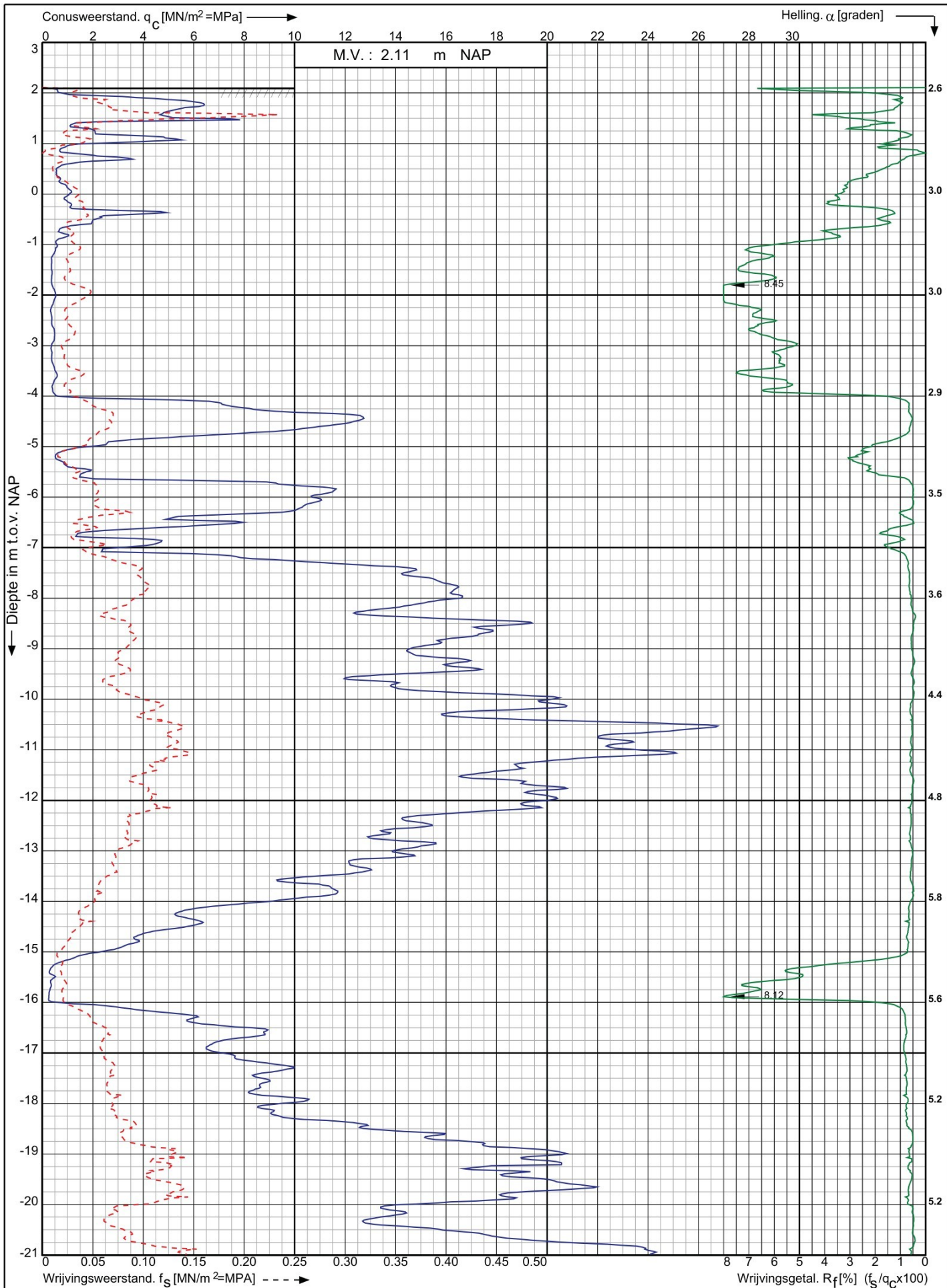
 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134874.09 Y = 446256.11

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 10-6-2021

Sond. nr. : 104

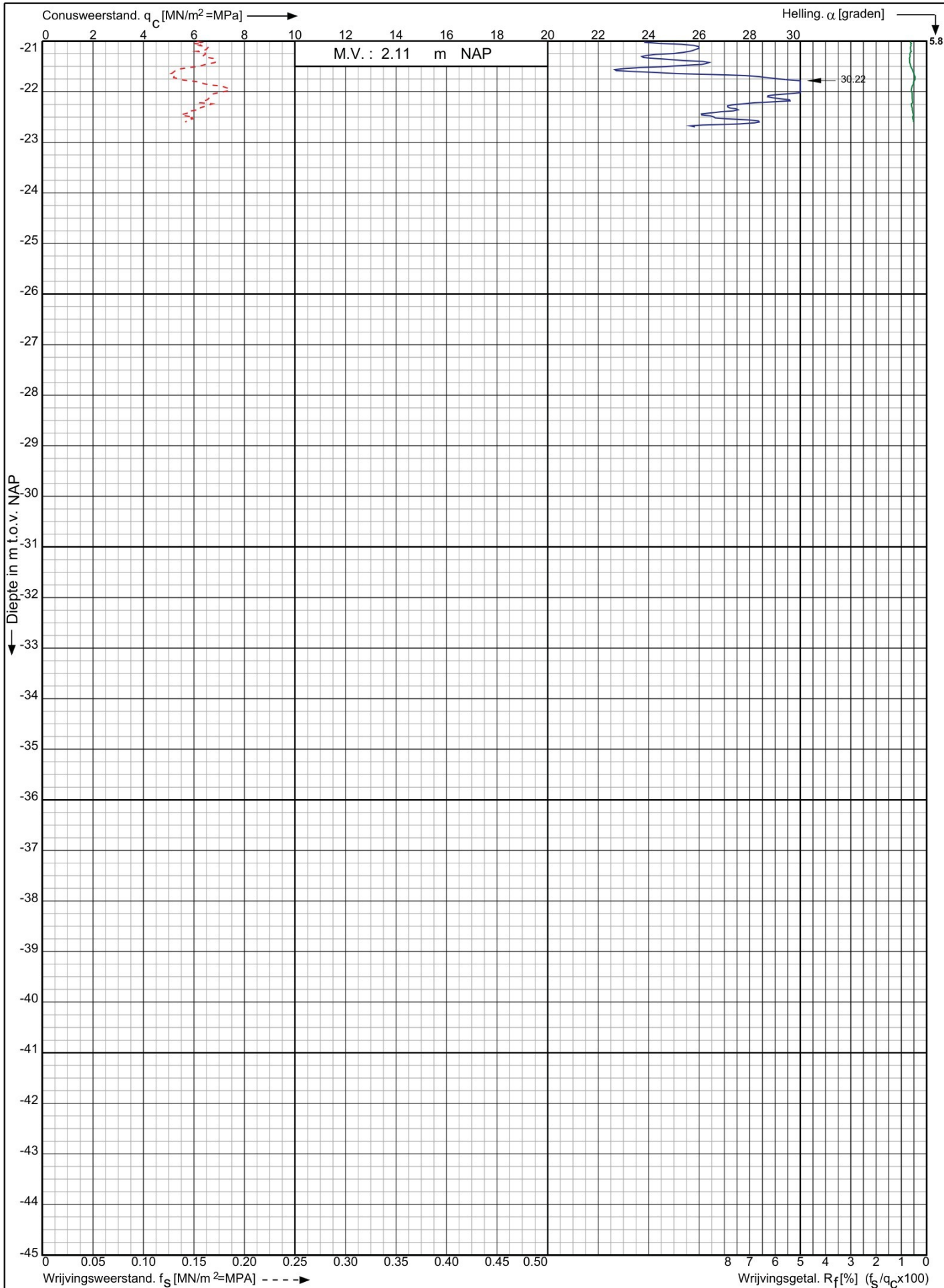


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134874.09 Y = 446256.11

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 10-6-2021

Sond. nr. : 104

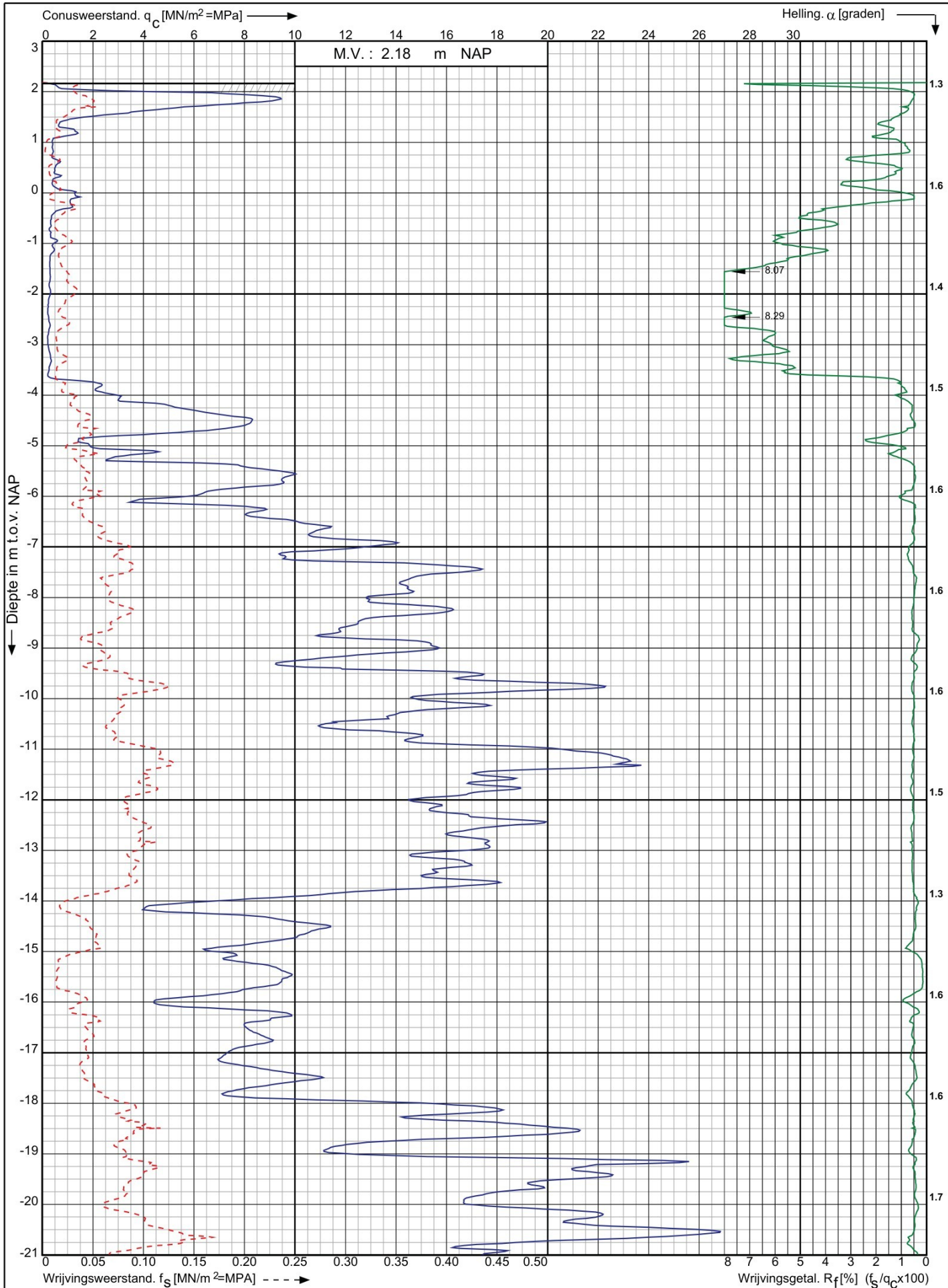
 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134892.01 Y = 446273.87

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 10-6-2021

Sond. nr. : 105

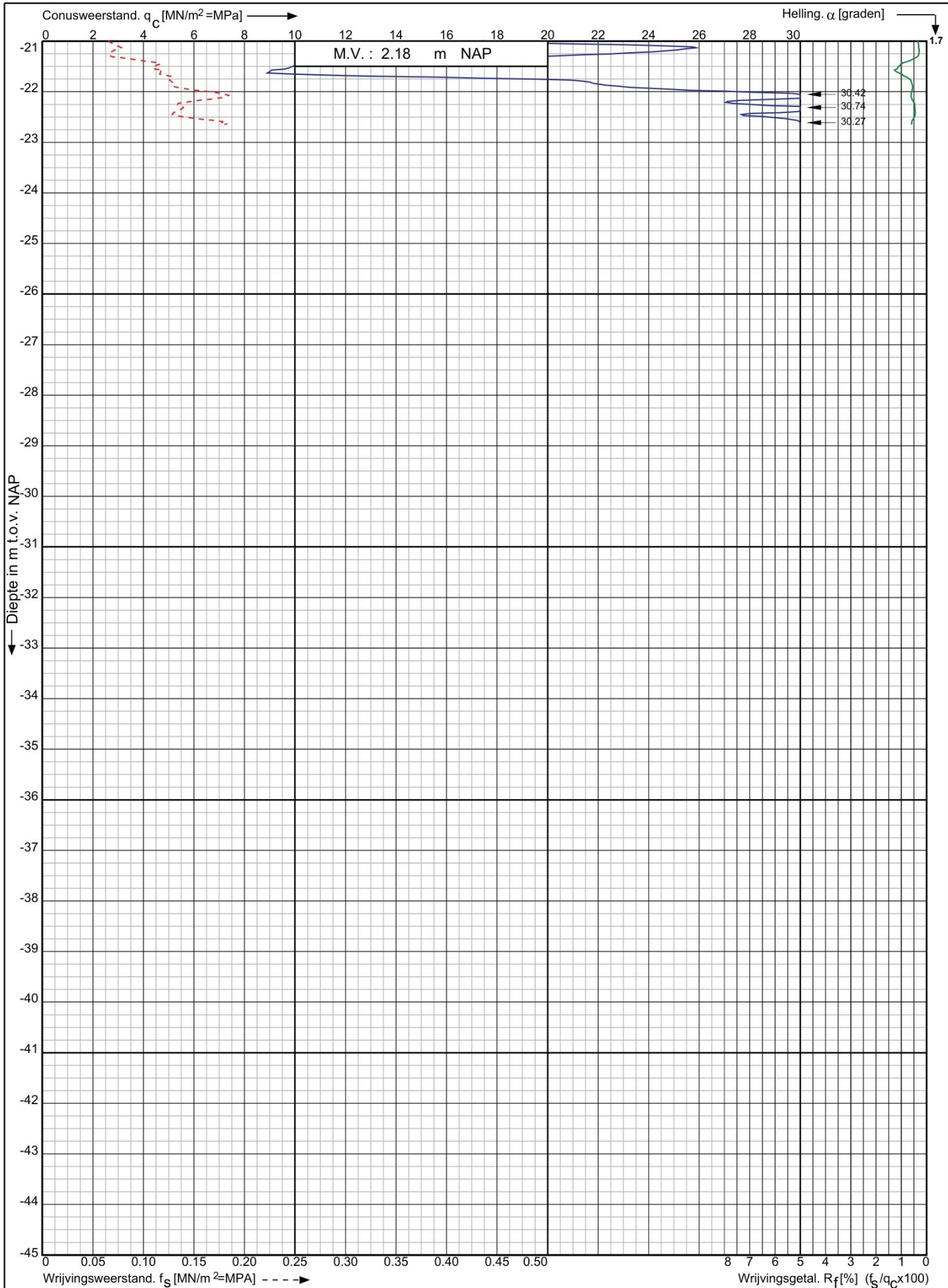


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitg. : 10-6-2021

Sond. nr. : 105

RD-coördinaten : X = 134892.01 Y = 446273.87

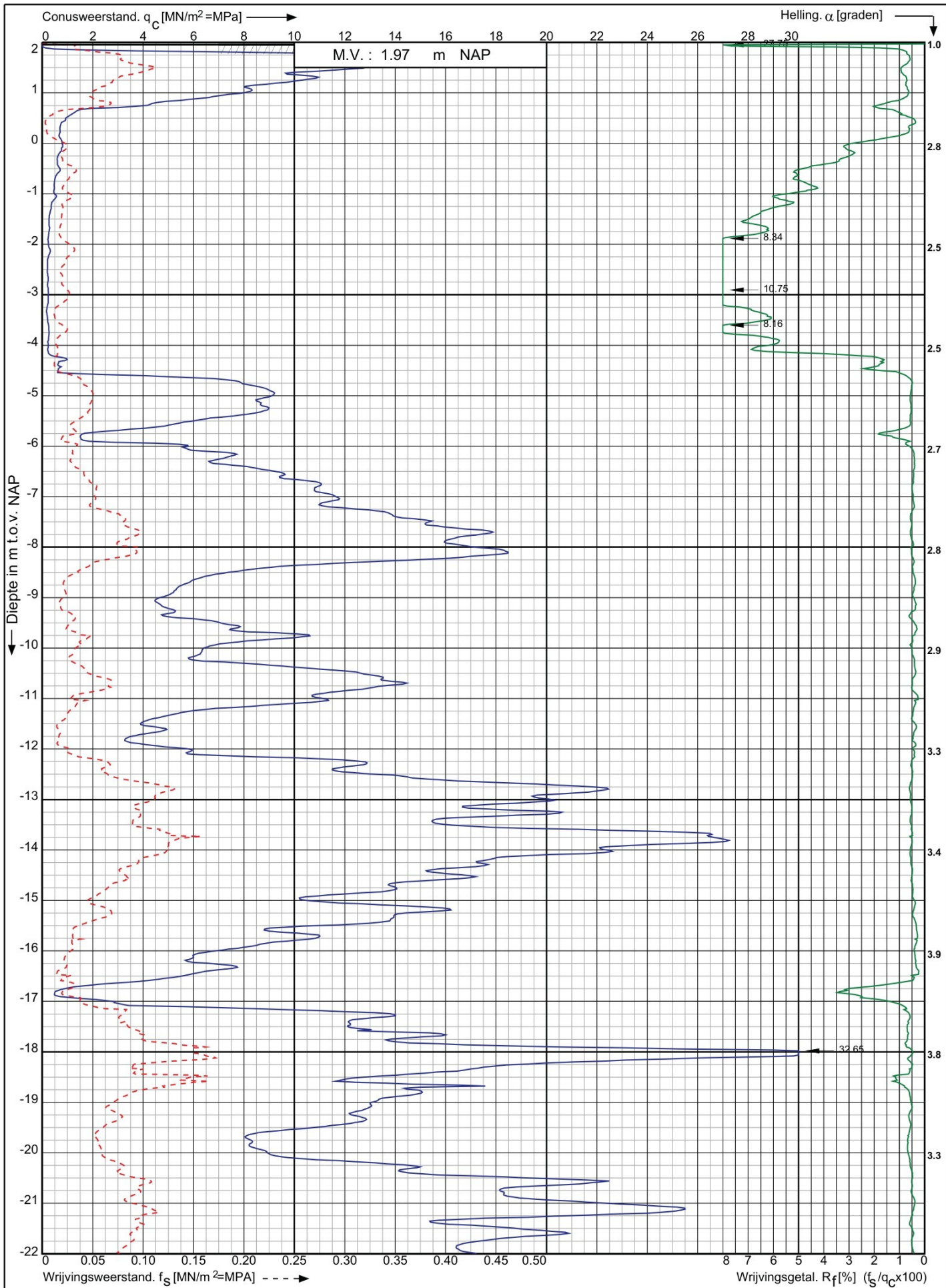


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Ireestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134900.93 Y = 446357.81

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitg. : 10-6-2021

Sond. nr. : 106

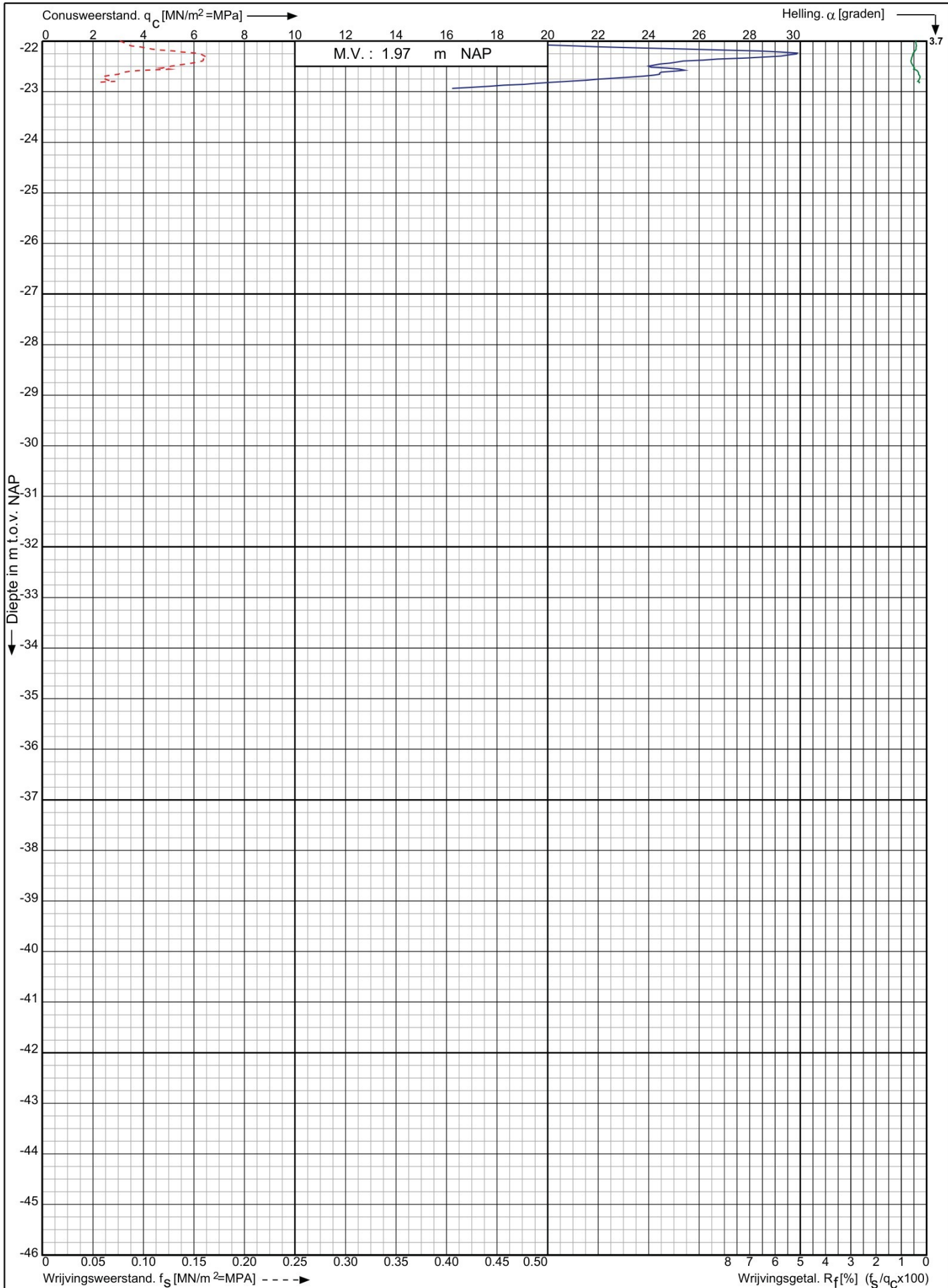
 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134900.93 Y = 446357.81

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 10-6-2021

Sond. nr. : 106

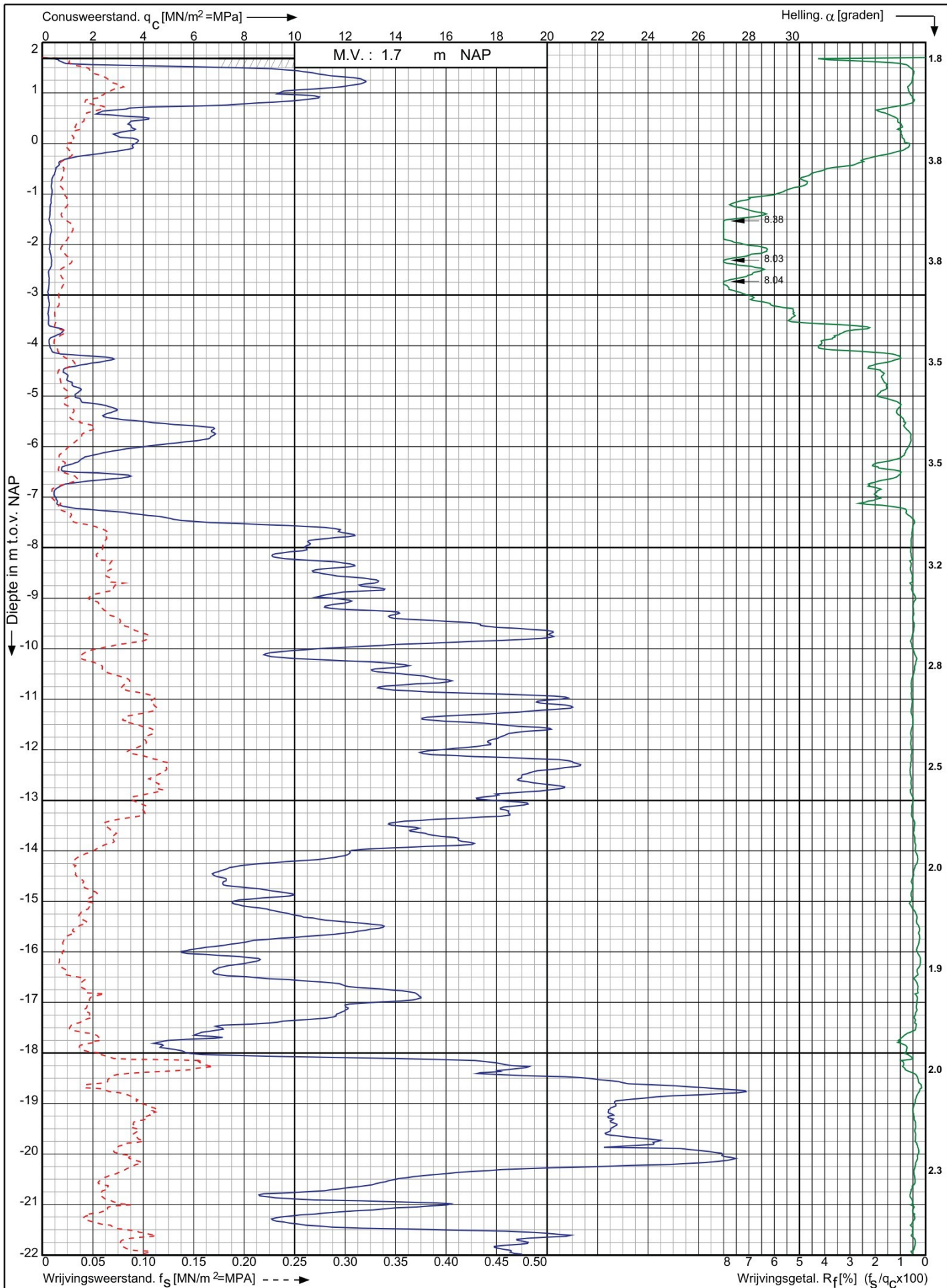


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134917.32 Y = 446481.33

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 10-6-2021

Sond. nr. : 107

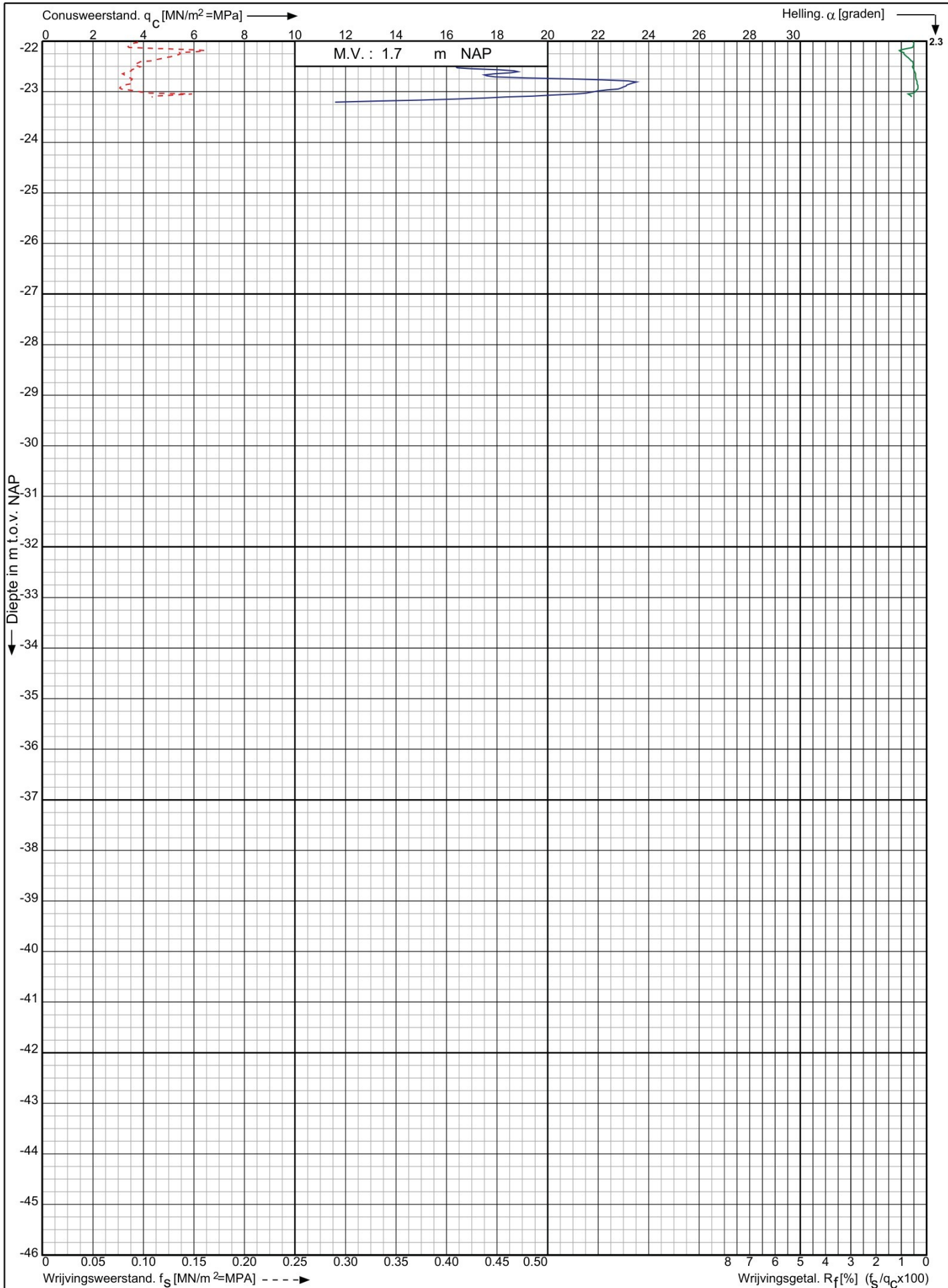
 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134917.32 Y = 446481.33

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitg. : 10-6-2021

Sond. nr. : 107

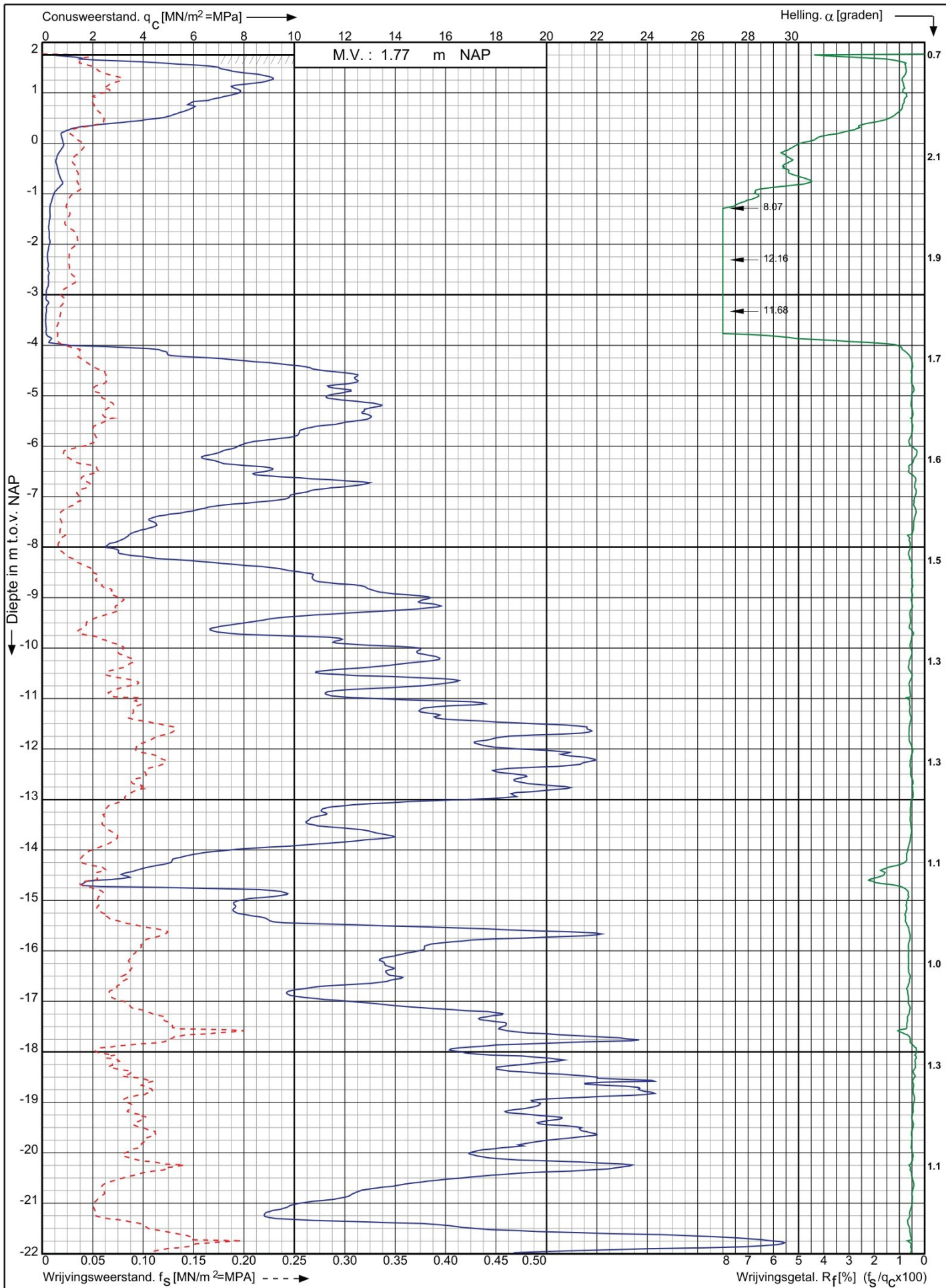


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Ireestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134908.93 Y = 446543.00

Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitv. : 10-6-2021

Sond. nr. : 108

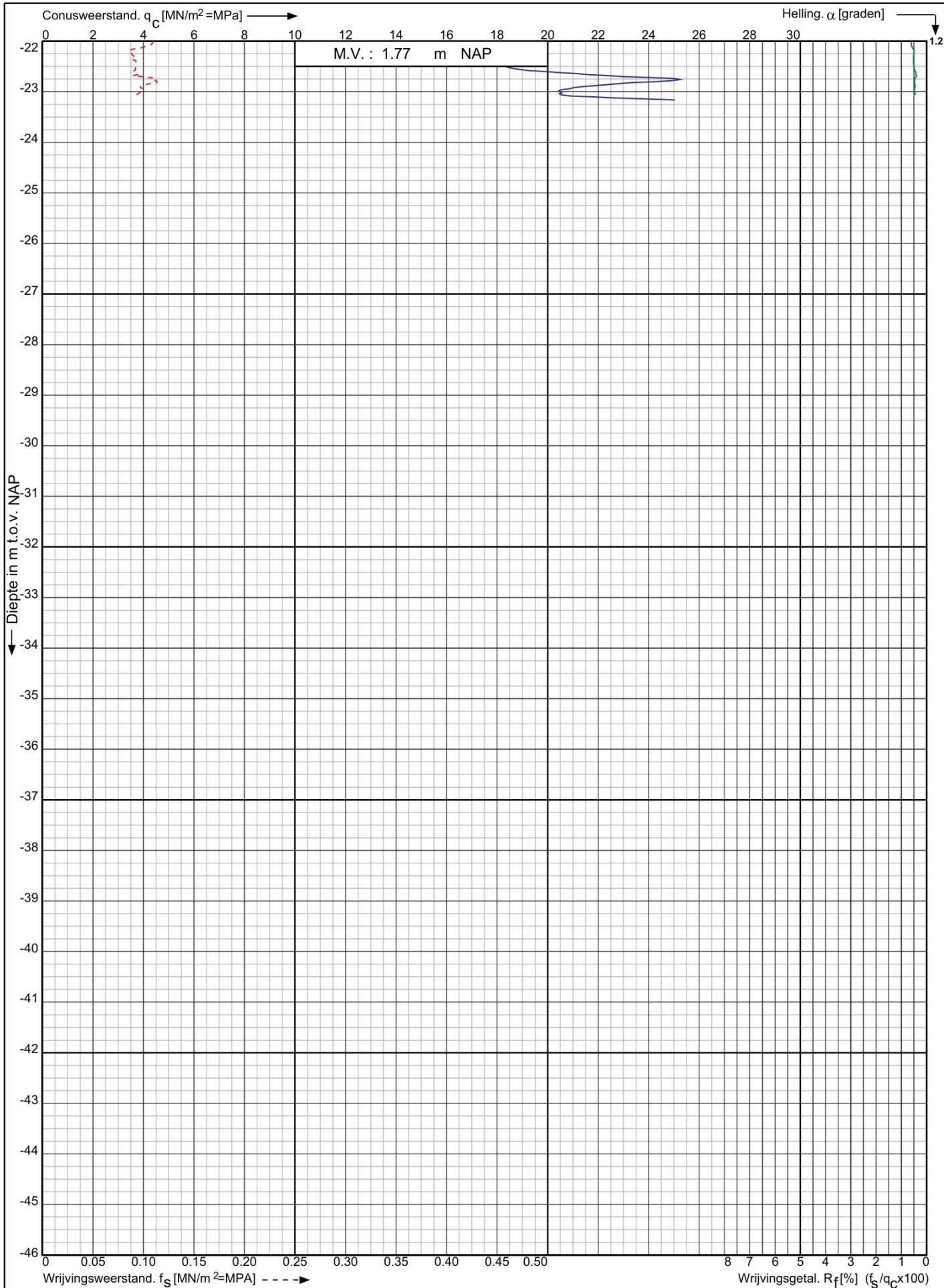
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Project Irenestraat e.o. te
Nieuwegein

RD-coördinaten : X = 134908.93 Y = 446543.00

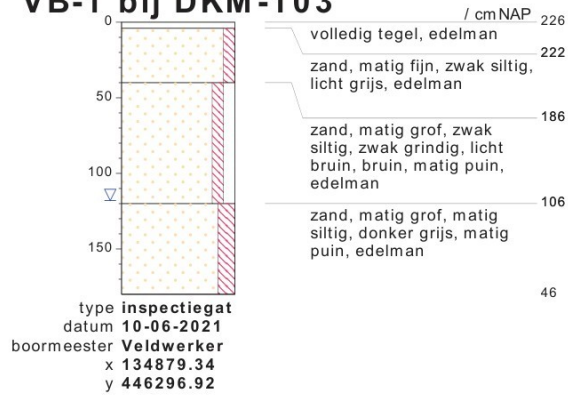
Opdr. nr. : 2021-0933

Datum uitg. : 10-6-2021

Sond. nr. : 108



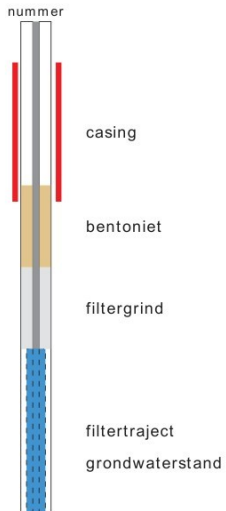
VB-1 bij DKM-103



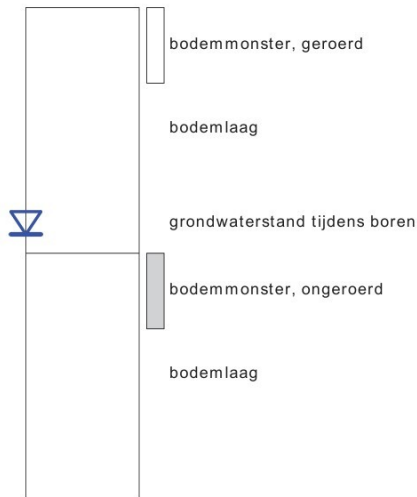
bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Project Irenestraat e.o. te Nieuwegein**
projectcode **2021-0933**
getekend conform **NEN 5104**

PEILBUIS

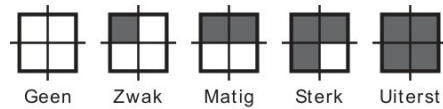


BORING

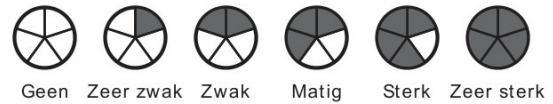


links= cm-maaiveld
rechts= cm + NAP

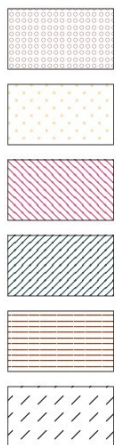
OLIE OP WATER REACTIE



GEUR INTENISTEIT



GRONDSOORTEN



GRIND, grindig (G,g)

ZAND, zandig (Z,z)

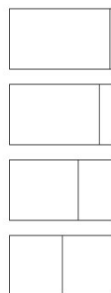
LEEM, siltig (L,s)

KLEI, kleiig (K,k)

VEEN, humeus (V,h)

slib

MATE VAN BIJMENGING



zwak - (0-5%)

matig - (5-15%)

sterk - (15-50%)

uiterst - (> 50%)

VERHARDINGEN

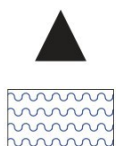


asfalt, beton, klinkers, tegels
stelconplaat, ondoordringbare laag

GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



bodemvreemde bestandsdelen aanwezig

water

GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = foto ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water

Bijlage 6 Beschouwing BOI2023

Bijlage 6 Beschouwing BOI2023

Algemeen

In de analyse van dit rapport is een beschouwing gemaakt van de vigerende normering ten tijde van d.d. 2023-12-28 (eerste vergunningsaanvraag). Na 2024-01-01 is de omgevingswet in werking getreden. Daardoor is er een wijziging geweest van het beleid. Hier is een doorkijk gemaakt van de impact van de beleidswijziging.

Doorkijk legger/ waterschapsverordening

Met de introductie van de omgevingswet is de keur vervallen. Waterschappen en hoogheemraden nemen hun beleid nu op in een 'waterschapsverordening'. Het begrip 'legger' is ook komen te vervallen. Wat de legger was, is nu onderdeel van de waterschapsverordening. Deze is te vinden op: <https://www.hdsr.nl/zelf-regelen/initiatiefnemers-onderhoudsplichtigen/regelgeving-waterbeheer/actuele-waterschapsverordening-leggers/>

Aan het einde van deze bijlage is een kaart opgenomen met daarin de ligging van de primaire kering conform de waterschapsverordening. Daarin is ook het profiel van vrije ruimte opgenomen en de beschermingszone. Deze kaart kan worden vergeleken met de legger zoals opgenomen in bijlage 3. Te zien is dat beide kaarten gelijk zijn. De bestaande bebouwing valt namelijk altijd buiten het profiel van vrijruimte en binnen de beschermingszone.

Doorkijk BOI2023

Dijkveiligheid wordt getoetst aan de hand van WBI2017. Deze is met de ingang van de omgevingswet op d.d. 2024-01-01 vervallen. Na deze datum is BOI2023 vigerend. Informatie over het BOI is opgenomen op: <https://iplo.nl/thema/water/waterveiligheid/primaire-waterkeringen/boi-portaal/>

Binnen het BOI zijn de volgende documenten vrijgegeven:

- Handleiding overstromingskansanalyse – algemeen
- Handleiding overstromingskansanalyse dijken/dammen deel 1 geotechnische stabiliteit.
- Handleiding overstromingskansanalyse dijken/dammen deel 2 piping.
- Handleiding overstromingskansanalyse dijken/dammen deel 3 dijkerosie buitentalud.
- Handleiding overstromingskansanalyse dijken/dammen deel 4 dijkerosie kruin en binnentalud.
- Handleiding overstromingskansanalyse dijken/dammen deel 5 indirecte mechanismen.

Voorliggend onderzoek richt zich op het onderwerp 'niet waterkerende objecten' en het faalmechanisme 'piping'. Daarom is een doorkijk gemaakt op basis van het algemene deel, deel 2 piping en deel 5 indirecte mechanismen.

[1] Handleiding overstromingskansanalyse – algemeen

Deze handleiding geeft algemene handvaten. Hierin is beschreven dat bebouwing valt onder 'Niet-waterkerende objecten' en dat deze vallen binnen de indirecte mechanismen. In deze handleiding zijn geen rekenkundige uitgangspunten gegeven.

[2] Handleiding overstromingskansanalyse dijken/dammen deel 2 piping

Deze handleiding geeft handvaten voor het faalmechanisme piping. Hierin zijn echter geen handvaten gegeven voor bebouwing. Zo komen de begrippen 'NWO', 'bebouwing' of 'kelder' niet voor in deze handleiding. In deze handleiding zijn voor het rekenen met NWO's geen rekenkundige uitgangspunten gegeven.

[3] Handleiding overstromingskansanalyse dijken/dammen deel 5 indirecte mechanismen

Deze handleiding gaat in op indirecte faalmechanismen, zoals Niet-waterkerende objecten in het specifiek bebouwing. Hieronder zijn twee uitsneden gegeven.

Par 2.1.1 stelt:

Piping

Het mechanisme piping kan worden beïnvloed door bebouwing indien de bebouwing (inclusief het gedeelte wat zich beneden het maaiveld bevindt) insnijdt in het maaiveld. Indien de bebouwing insnijdt tot in watervoerende lagen dan is dat evident, maar onder in slappe lagen kan opbarsten eerder optreden onder het pand dan daarnaast. Met name binnendijs kan dit bij panden op palen een rol spelen. Als de grond onder en rondom het pand zakt, maar het pand blijft op dezelfde hoogte, kan onder het pand ruimte ontstaan. Voor panden op palen met een verzwaarde punt kan kwel of piping optreden langs de palen. Dit soort verschijnselen is niet goed inspecteerbaar.

Paragraaf 4.1.1 van stelt:

Voor het modelleren van de invloed van panden op palen is doorgaans voldoende om aan te nemen dat onder de panden een kruipruimte zit. Een lege ruimte onder het pand bedraagt dan tussen 0,5 meter en 1 meter ruimte. Bij bewoners kan worden nagevraagd of er geen kelderruimtes zijn. De lege ruimte kan gemakshalve over de gehele oppervlakte van het pand worden aangenomen. Een praktische aanwijzing is verder om te beginnen met de bebouwing die in een dijkvak het dichtste bij de dijkkrui (panden op staal) of bij de binnenteen (panden op palen) staan.

Vanuit 'Handleiding overstromingskansanalyse dijken/dammen deel 5 indirecte mechanismen' wordt aandacht gevraagd voor meerdere onderwerpen. Deze worden hieronder behandeld.

- Bebouwing snijdt in tot in het watervoerende pakket.
Dit is niet het geval bij het project. De souterrainvloer ligt op NAP +2,50 m. De onderzijde van de deklaag ligt op NAP -4,0 m. Daarmee snijdt de bebouwing niet in tot het watervoerende pakket.
- Palen met een verzwaarde punt/ verbrede voet.
Er wordt aandacht gevraagd voor een specifiek soort heipaal. Binnen het project worden Drukpalen (of gelijkwaardig) met groutinjectie gebruikt. Deze hebben niet het genoemde knelpunt.
- Lege ruimtes onder de bebouwing.
Onder bebouwing kunnen lege ruimtes ontstaan. Er wordt aandacht gevraagd voor de kruipruimte. In het specifieke geval is er sprake van een souterrain. Daarmee valt dit binnen het genoemde onderwerp. Daar is reeds mee gerekend in de analyse. Er worden geen rekenkundige handvaten gegeven in het BOI2023 die anders zijn dan in WBI2017.

Resumerend

Er is een doorkijk gemaakt naar de impact van de omgevingswet en daarmee samenhangend het BOI2023. Uit deze doorkijk blijkt dat de zonering rondom de dijk niet is veranderd. Daarmee liggen de werkzaamheden nog steeds buiten het profiel van vrije ruimte en binnen in de 'beschermingszone'. Het BOI2023 geeft handvaten voor het beoordelen van dijken. Deze geeft aandacht aan het onderwerp piping en bebouwing. Dat wordt gedaan in 'Handleiding overstromingskansanalyse dijken/dammen deel 5 indirecte mechanismen'. De zaken die daar genoemd zijn, zijn niet anders dan in WBI2017.



HDSR Waterschapsverordening 2024



Open Data Portaal
HDSR



Grens HDSR



Primaire waterkering

Profiel van vrije ruimte van
primaire waterkering



Zone waterstaatswerk
primaire waterkering



Beschermingszone primaire
waterkering



50 m

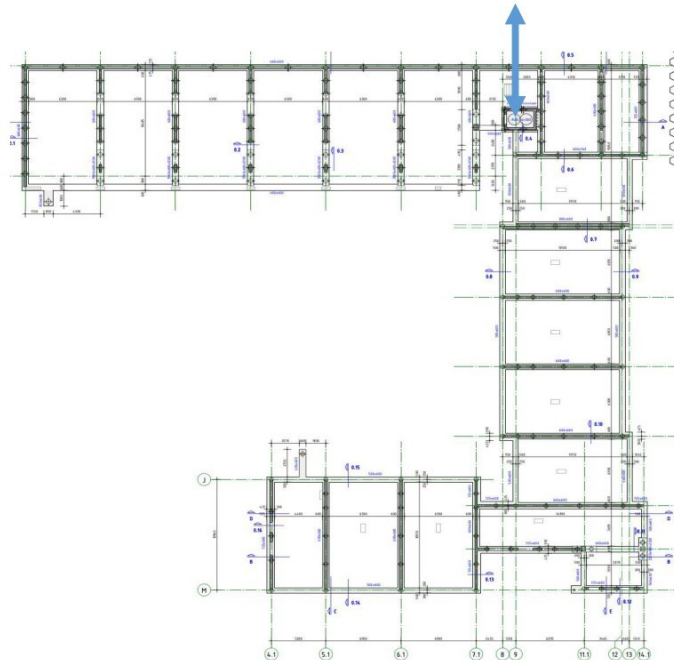
Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl Powered by Esri

Bijlage 7 Analyse heave schermen

Bijlage 7 Analyse heave schermen

Heavescherm dwp0 - eindsituatie bij liftput

Algemeen	
Traject	15-1
Deellocatie	Merwedekanaal
Dwarsprofiel	dwp0
km	ca. 18.50



Opgave	
Faalmechanisme	STPH
Oplossingsrichting	Heave scherm
Inrichting	Scherm plaatsen in de groenstrook tussen de dijk en de Irenestraat (locatie dijkversterking).

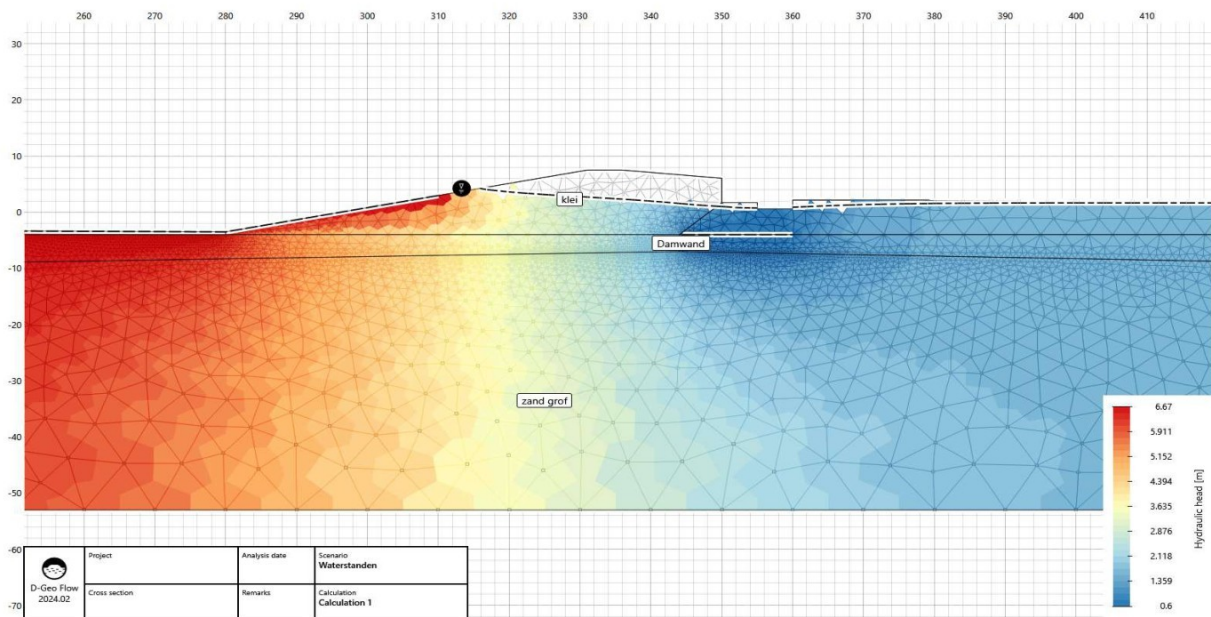
Ontwerputgangspunten		
Ontwerplevensduur	[jaar]	n.v.t.
Zichtjaar		Heden
Vigerende norm		Publicatie Heaveschermen v0.31
Bovenzijde heavescherm		n.v.t.
Onderzijde heavescherm		Minimale lengte, 3 m onder deklaag (NAP -7 m)

Waterstanden		
Buitenwaterstand in zichtjaar	[m+NAP]	6.67 (gelijk aan WBN)
Maaiveld laagste punt	[m+NAP]	0.6 Betreft onderzijde liftput
Stijghoogte in erosiekanaal	[m+NAP]	gelijk aan laagste maaiveld

Bodemopbouw		
Maaiveldhoogte	[m+NAP]	4.0 Binnenberm dijk, lokaal NAP +4,8 m
Maatgevende boring/sondering	[-]	DKM-4
Onderzijde deklaag	[m+NAP]	-4
Deklaagdikte	[m]	8.0
Onderzijde WVP	[m+NAP]	-53
Dikte WVP	[m]	49

Samenstelling watervoerende laag

Grof zand (conform JAV veiligheidsopgave STPH november 2021)



Berekening veiligheidsfactor heavescherm

Rekenwijze veiligheidsfactor	$SF = \frac{\sigma_v - u_0}{u_d - u_0}$	
Rekenwijze grondwaterstroming	Obv D-geoflow, grondwatermodule	
Stijghoogte onderzijde heave scherm	[m+NAP]	1.4
Volumegewicht deklaag	(4 m dijksmateriaal/zand, 4 m organische slappe klei)	
Volumegewicht zandlaag	19 Conform NEN9997-1	
Massa deklaag	$\sigma_{v,deklaag}$ [kPa]	124.0
Massa zandlaag	$\sigma_{v,zand}$ [kPa]	57.0
Totale verticale gronddruk	σ_v [kPa]	181.0
Waterdruk hydrostatisch	u_0 [kPa]	74.6
Waterdruk bij stroming	u_d [kPa]	82.4
Veiligheidsfactor	SF [-]	13.6 Eis: SF > 2

Bijlage 8 Oppervlaktewaterstanden

Bijlage 8 Oppervlaktewaterstanden

Algemeen

Er is een beschouwing gemaakt van de oppervlaktewaterstanden van de rivier de Lek. Dit is gedaan op basis van drie bronnen. De eerste is de factsheet van Rijkswaterstaat, deze is opgenomen in bijlage 1. Deze omvat een voorspelling van extreme waterstanden op basis van historische data. De tweede is data vanuit Hydra-NL. Dit omvat een voorspelling van extreme waterstanden op basis van modelberekeningen. De derde zijn meetgegevens van de afgelopen 20 jaar. Dit zijn werkelijke gegevens.

Factsheet Rijkswaterstaat

Dit betreft meetlocatie Hagestein Beneden aan de Lek. De waarden zijn hieronder herhaald.

Tabel B8.1: Waterstanden bij Hagestein beneden bij verschillende herhalingstijden conform factsheet RWS.

T	H	Bron
[jaar]	[m+NAP]	
10	4.90	Factsheet RWS
100	5.70	Factsheet RWS
1000	6.35	Factsheet RWS
2000	6.55	Factsheet RWS

Rekenresultaten Hydra-NL

Dit omvat de berekende waterstanden nabij de project locatie. In het specifiek is dit uitvoerlocatie 015-01_0231_9_LE_km0949. De invoerdatabase is WBI2017_Benedenrijn_15-1_v04.sqlite. De waarden zijn hieronder weergegeven.

Tabel B8.2: Waterstanden nabij Hagestein beneden bij verschillende herhalingstijden conform Hydra-NL.

T	H	Bron
[jaar]	[m+NAP]	
10	4.415	Hydra-NL, 015-01_0231_9_LE_km0949
30	5.105	Hydra-NL, 015-01_0231_9_LE_km0949
100	5.647	Hydra-NL, 015-01_0231_9_LE_km0949
300	5.987	Hydra-NL, 015-01_0231_9_LE_km0949
1000	6.244	Hydra-NL, 015-01_0231_9_LE_km0949
3000	6.438	Hydra-NL, 015-01_0231_9_LE_km0949
10000	6.628	Hydra-NL, 015-01_0231_9_LE_km0949
30000	6.802	Hydra-NL, 015-01_0231_9_LE_km0949
100000	7.026	Hydra-NL, 015-01_0231_9_LE_km0949

Meetwaarden Hagestein beneden

Dit betreft meetwaarden van de periode 2005-2025. Daarbij is per jaar de maximum waarde bepaald (peaks over threshold).

Tabel B8.3: Maximale waterstanden per periode van 12 maanden zoals gemeten bij Hagestein beneden.

Van	tot	maximum waarde [m+NAP]
1-6-2005	1-6-2006	2.83
1-6-2006	1-6-2007	3.18
1-6-2007	31-5-2008	2.9
1-6-2008	31-5-2009	2.39
1-6-2009	31-5-2010	2.7
1-6-2010	31-5-2011	4.18
1-6-2011	30-5-2012	3.38
1-6-2012	30-5-2013	3.55
1-6-2013	30-5-2014	2.86
1-6-2014	30-5-2015	2.86
1-6-2015	29-5-2016	2.69
1-6-2016	29-5-2017	2.4
1-6-2017	29-5-2018	3.68
1-6-2018	29-5-2019	2.55
1-6-2019	28-5-2020	3.34
1-6-2020	28-5-2021	3.63
1-6-2021	28-5-2022	3.08
1-6-2022	28-5-2023	2.59
1-6-2023	27-5-2024	3.78
1-6-2024	27-5-2025	2.00

Tabel B8.4: Indicatie van herhalingsrijden van gemeten waterstand bij Hagestein beneden.

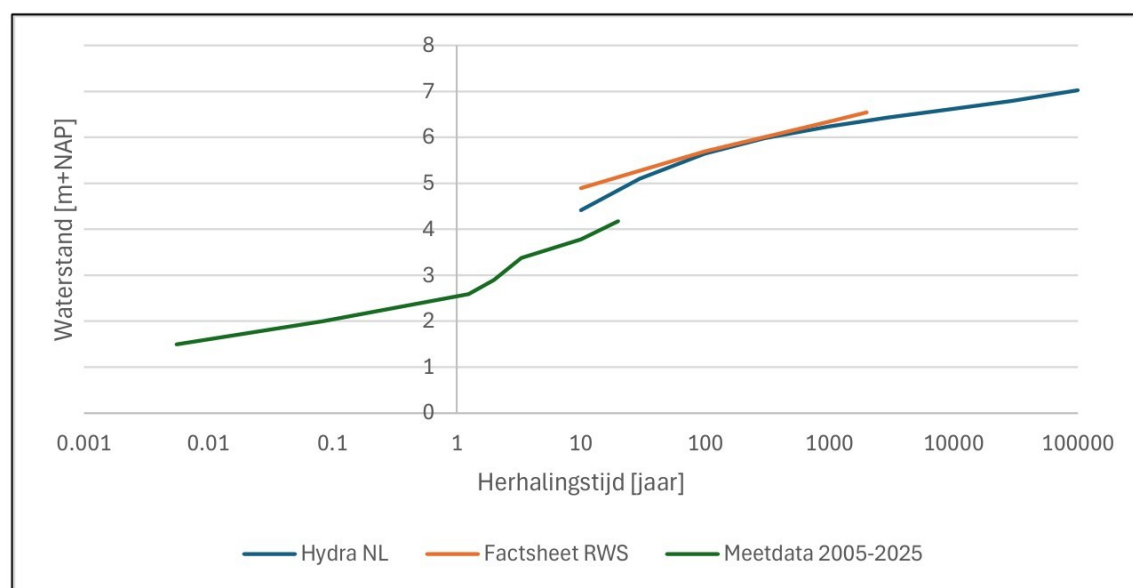
Rangnr.	T	H
[-]	[jaar]	[m+NAP]
1	20.0	4.18
2	10.0	3.78
3	6.7	3.68
4	5.0	3.63
5	4.0	3.55
6	3.3	3.38
7	2.9	3.34
8	2.5	3.18
9	2.2	3.08
10	2.0	2.9
11	1.8	2.86
12	1.7	2.86
13	1.5	2.83
14	1.4	2.7
15	1.3	2.69
16	1.3	2.59
17	1.2	2.55
18	1.1	2.4
19	1.1	2.39

Tabel B8.5: Waterstanden nabij Hagestein beneden bij verschillende herhalings tijden conform meetgegevens.

T	H	Bron
[jaar]	[m+NAP]	
0.01	1.5	Vloed, huidig
0.08	2.0	Springvloed
1.25	2.59	Meetdata 2005 - 2025
2	2.9	Meetdata 2005 - 2025
3.33	3.38	Meetdata 2005 - 2025
10	3.78	Meetdata 2005 - 2025
20	4.18	Meetdata 2005 - 2025

Resume

Het combineren van bovenstaande bronnen leidt tot onderstaande overschrijdingslijn.



Figuur B8.1: Overschrijdingslijn waterstanden Lek op basis van 3 bronnen.

Bijlage 9 Geohydrologische analyse

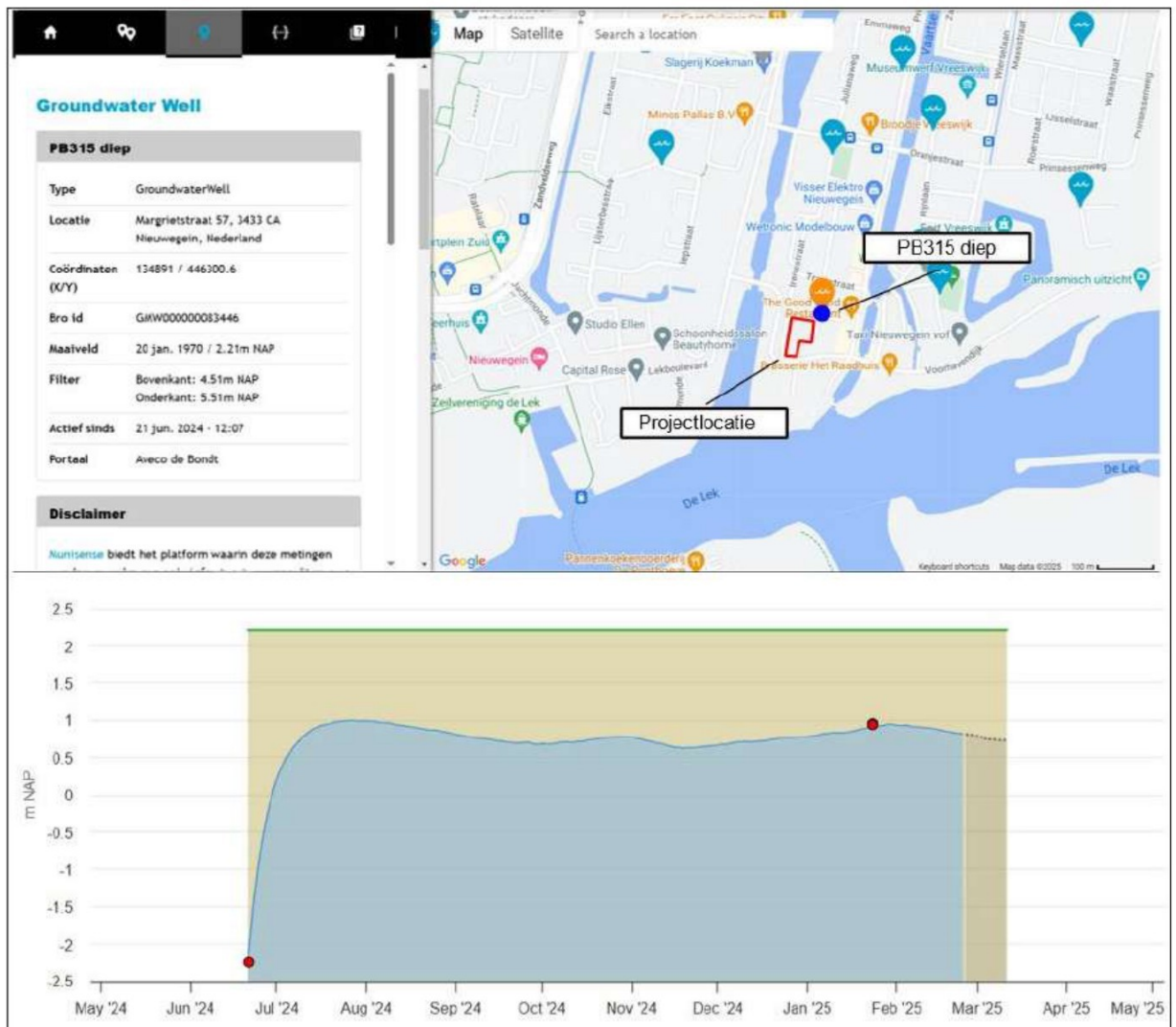
Bijlage 9 Geohydrologische analyse

Algemeen

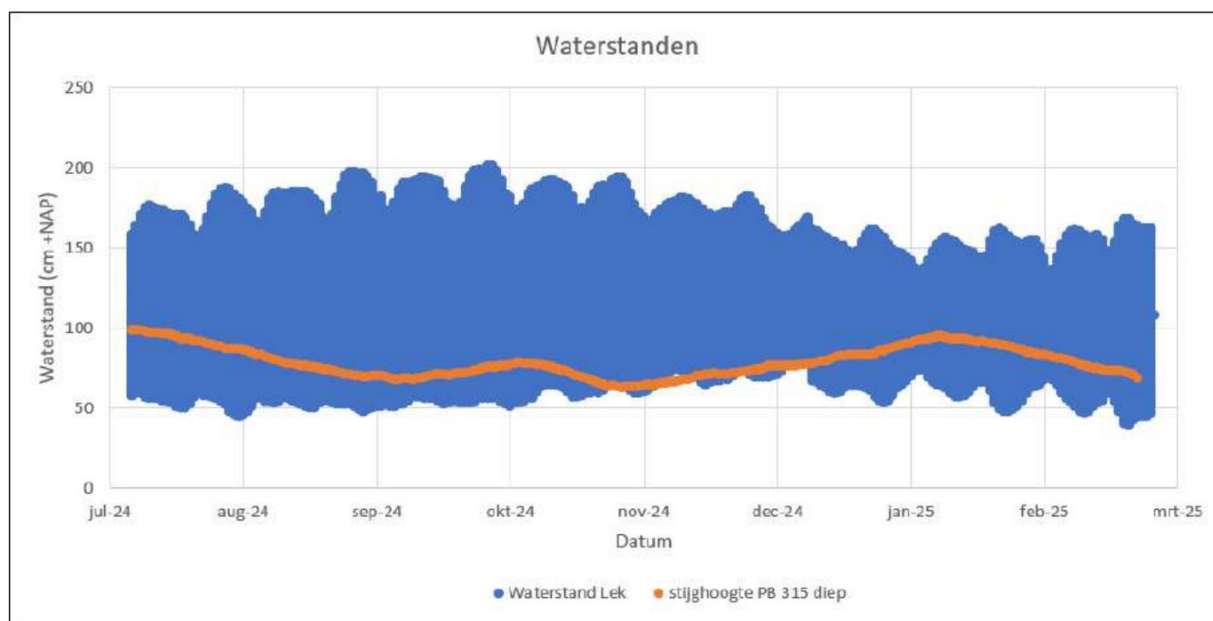
Er is een beschouwing gemaakt van de grondwaterstanden nabij de projectlocatie en de relatie ervan met de rivier de Lek. Dit is gedaan op basis van twee peilbuizen. Deze peilbuizen zijn ook reeds benoemd in het bemalingsadvies.

PB315 diep

Deze peilbuis staat op korte afstand van de projectlocatie. De locatie is weergegeven in figuur B9.1. Er is sprake van een korte meetreeks. De stijghoogte varieert in de peilbuis tussen NAP +0,7 en +1,0 m. In figuur B9.2 zijn de gemeten grondwaterstanden geplot samen met de waterstanden op de Lek. Te zien is dat op de Lek sprake is van getijde dynamiek, dit komt niet terug in de peilbuismeting. In de periode september – oktober 2024 zijn er structureel hogere waterstanden gemeten op de Lek, dat komt niet terug in de peilbuis. Dit geeft het beeld dat de grondwaterstand op deze locatie zeer gering wordt beïnvloed door de waterstanden op de lek.



Figuur B9.1: Ligging peilbuis PB315 diep.

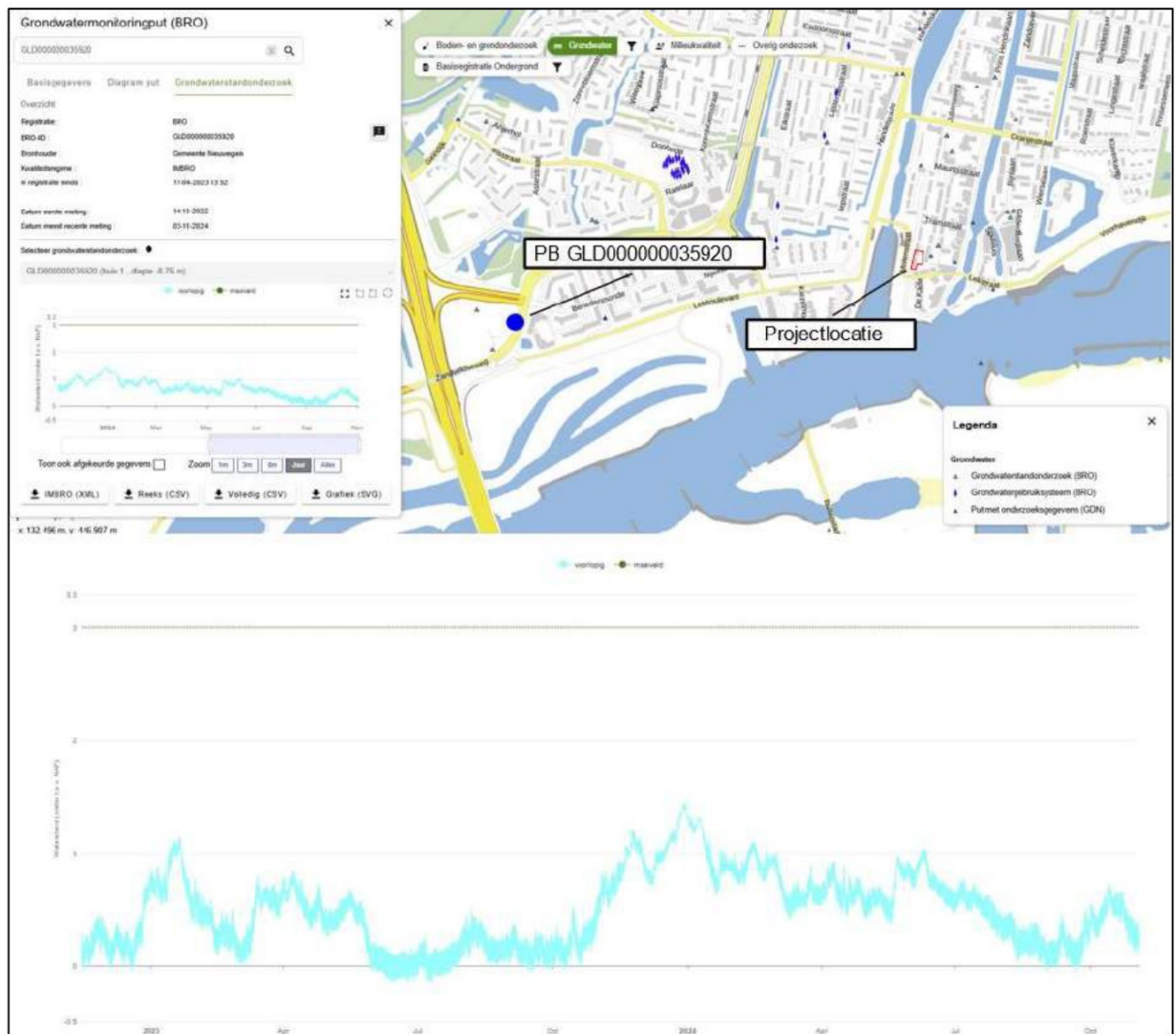


Figuur B9.2: Meetgegevens van peilbuis PB315 diep in samenhang met de waterstanden op de Lek.

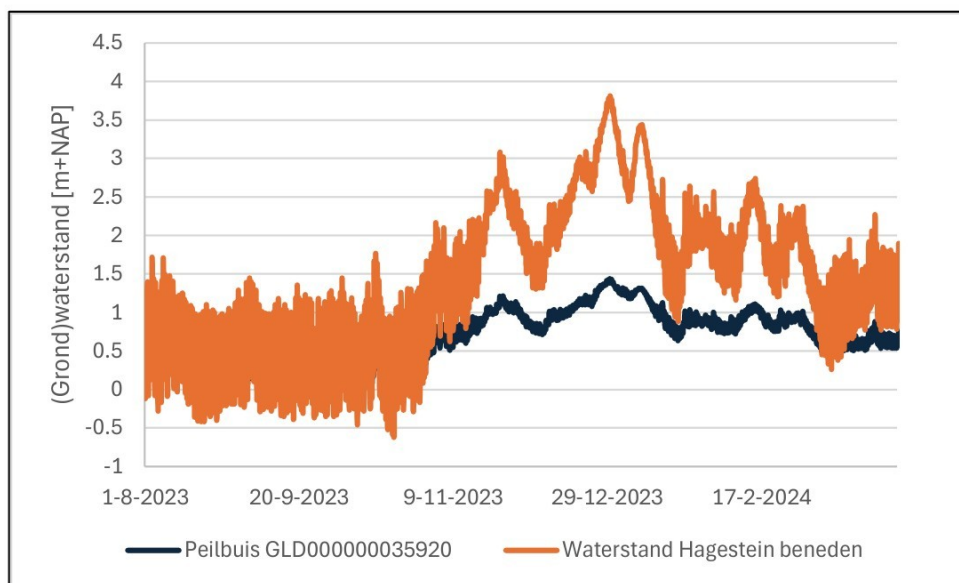
GLD000000035920

Deze peilbuis staat grotere afstand van de projectlocatie (ca. 1,5 km). De locatie is weergegeven in figuur B9.3. Er is sprake van een langere meetreeks, deze omvat het hoogwater van de periode december 2023. Er is destijds gemeten met een hoge meetfrequentie. Deze locatie heeft een bodemopbouw die vergelijkbaar is met die van de projectlocatie (deklaag tot NAP -4 à -5 m). Ook is de locatie vergelijkbaar (op geringe afstand achter de dijk). Dit geeft de mogelijkheid om de relatie te bepalen tussen de waterstanden op de Lek en de stijghoogte. Deze relatie is weergegeven in figuur B9.4. De relatie is kwalitatief bepaald in figuur B9.5. Daaruit blijkt dat wanneer de stijghoogte op de Lek stijgt, dat de stijghoogte mee stijgt, maar in een vertraagde hoeveelheid. De relatie is ongeveer 1: 0,3.

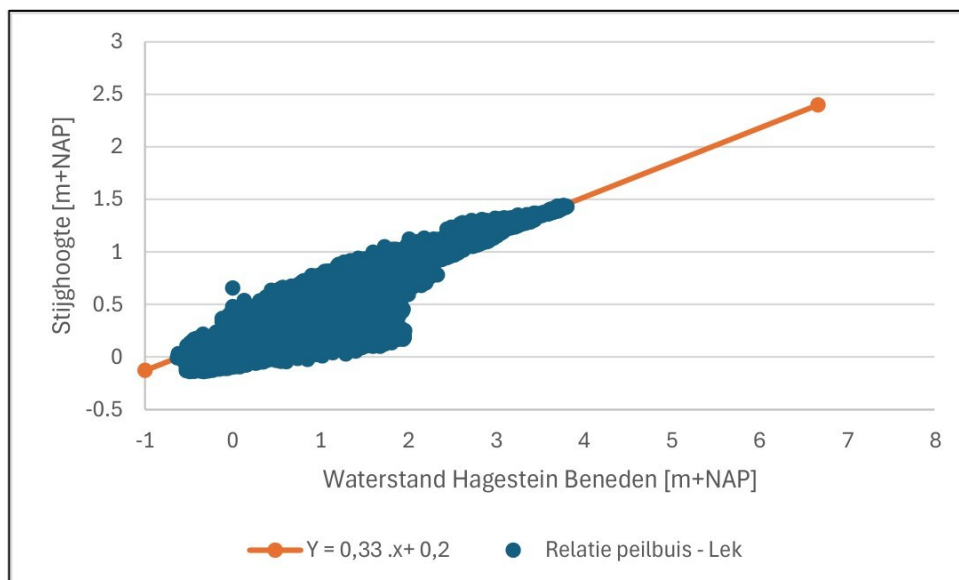
Dit geeft een indicatie van hoe de grondwaterstand op de projectlocatie kan reageren.



Figuur B9.3: Ligging peilbuis GLD000000035920.



Figuur B9.4: Meetgegevens van peilbuis GLD000000035920 in samenhang met de waterstanden op de Lek.



Figuur B9.5: Relatie tussen waterstanden op de lek en gemeten stijghoogte in peilbuis GLD000000035920.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1800 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Landdrostdreef 100
1314 SK Almere
Postbus 10044
1301 AA Almere

Copyright ©

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

www.anteagroup.nl