

Geotechnisch advies Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker

WERKEN AAN BODEM EN WATER

**Geotechnisch advies
Nieuwbouwplan
De Scheg te
Pijnacker**



ADCIM Geotechniek b.v.
Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht
Tel. 0184 677505
Fax. 0184 617790
Info: algemeen@adcimgeotechniek.nl



Verantwoording

Titel : Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker

Betreft : Zettingsanalyse + damwandadvies

Projectnummer : G20210046

Documentnummer : G20210046-rap-01

Status : Definitief

Datum : 06-05-2021

Opdrachtgever : ADCIM
Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Auteur : Ing. G. van Hoogenhuizen

e-mail adres : gvh@adcimgeotechniek.nl

Gecontroleerd : RS

Paraaf auteur :



INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	5
2.	PROJECTINFORMATIE	5
2.1.	Locatie	5
2.2.	Omschrijving	5
2.3.	Omgeving	6
2.4.	Restzettingseis	6
2.5.	Informatie	6
2.6.	Broninformatie	7
3.	GRONDONDERZOEK	8
3.1.	Algemeen	8
3.2.	Sonderen	8
3.3.	Boren	8
3.4.	Laboratoriumonderzoek	8
4.	BODEMGEGEVENS	9
4.1.	Bodemopbouw	9
4.2.	Hoogteligging	9
4.3.	Grondwater	9
4.3.1.	Boorgaten projectlocatie	9
4.3.2.	Peilbuizen projectlocatie	9
4.3.3.	Peilbuizen TNO	9
4.3.4.	TNO grondwaterkaart	10
4.4.	Open water	10
5.	ZETTINGSANALYSE	11
5.1.	Inleiding	11
5.2.	Uitgangspunten berekening	11
5.2.1.	Model	11
5.2.2.	Bodemprofiel en bodemparameters	12
5.2.3.	Ophoogmaterialen	12
5.2.4.	Voorbelasting	12
5.2.5.	Voorsleuven	13
5.2.6.	Beschouwde profielen	13
5.2.7.	Geometrie	13
5.3.	Resultaten berekeningen	14
5.3.1.	Algemeen	14
5.3.2.	Analyse berekeningsresultaten	14
6.	GRONDKERING	15
6.1.	Inleiding	15
6.2.	Algemeen	15
6.3.	Bodemprofiel en grondparameters	15
6.4.	Grondwater en open water	15
6.5.	Bovenbelasting	15
6.6.	Plasberm	15
6.7.	Gehanteerde grootheden grondkering	16
6.8.	Geometrie	16
6.9.	Resultaten berekening	17
6.10.	Toetsing	17
6.10.1.	Moment	17
6.10.2.	Vervorming	18
6.11.	Conclusie	18

BIJLAGEN:

Nummer	Omschrijving	Aantal
A	Geometrie zettingsberekeningen	1
B	Resultaten damwandberekeningen	9

1. INLEIDING

Voor het project Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker is onder ons opdrachtnummer G20190052, d.d. 29-03-2021 geotechnisch grond- en laboratoriumonderzoek uitgevoerd en een geotechnisch advies verzorgd. Hierin werd voor de kade langs de oostzijde van de projectlocatie een zettings- en stabiliteitsanalyse en een damwandadvies verzorgd. In het navolgende wordt nagegaan wat de additionele zetting van de gasleiding is ten gevolge van de geplande voorbelasting en wordt een nieuw damwandadvies opgesteld voor de situatie met de gewijzigde plasberm.

2. PROJECTINFORMATIE

2.1. Locatie

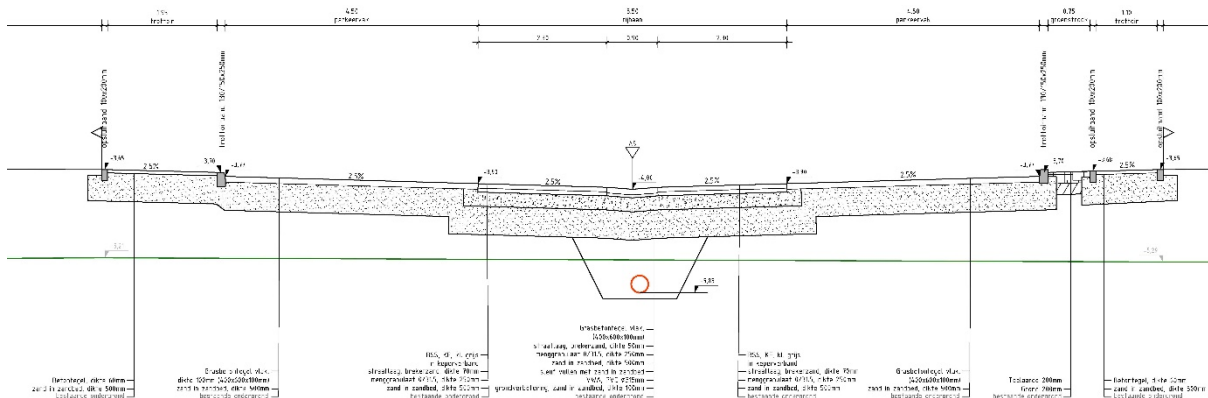
De projectlocatie is gesitueerd aan de Vlielandseweg te Pijnacker. Op de locatie staat nog te slopen bebouwing. In de onderstaande figuur 1 is een satellietfoto weergegeven met daarop de ligging van de projectlocatie.



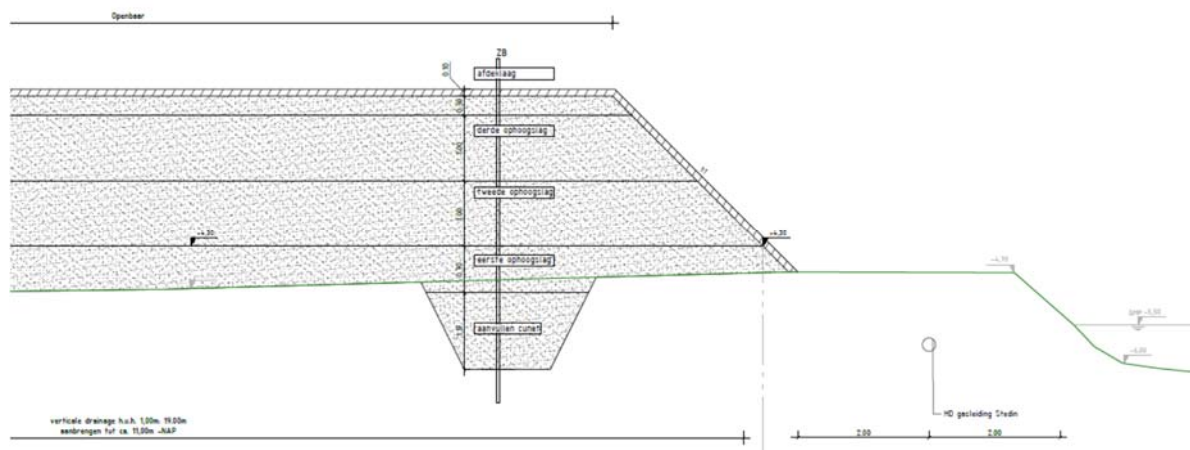
Figuur 1. Overzichtsfoto locatie aan de Vlielandseweg te Pijnacker.

2.2. Omschrijving

Het plan omvat de realisatie van een woonwijk. In het ontwerp zijn ontsluitingswegen en riolering opgenomen. In het ontwerp is uitgegaan van een klinkerbestrating op een vlijlaag van 0,05 m brekerzand met daaronder een funderingslaag van 0,25 m menggranaat en 0,50 m zand. Om aan de gestelde restzettingseis te kunnen voldoen wordt de locatie voorbelast. Ter plaatse van dwarsprofiel 15 bevindt zich op een afstand van 2,0 m uit de teen van de voorbelasting een HD gasleiding van Stedin. Deze leiding heeft een diameter van 88 mm en een dekking van ca. 1,0 m. In de onderstaande figuur 2 is een doorsnede van de nieuwe verhardingsconstructie en riolering weergegeven en in figuur 3 de voorbelasting naast de gasleiding.



Figuur 2. Doorsnede nieuwe verhardingsconstructie en riolering.



Figuur 3. Doorsnede voorbelasting met positie gasleiding.

2.3. Omgeving

In de omgeving van de projectlocatie bevindt zich bestaande bebouwing. Nadere informatie omtrent de funderingswijze en conditie van deze bebouwing is bij ons bureau niet bekend.

2.4. Restzettingseis

Volgens het Hoogheemraadschap van Delfland is de kade ten oosten van de projectlocatie een regionale waterkering. Voor deze kade is geen restzettingseis geformuleerd. Door het Hoogheemraadschap van Delfland is aangegeven dat er een afkeurgrens c.q. ontwerpkuinhoopte van 2,10 m - NAP wordt gehanteerd.

Verder is aangegeven dat in het gebied een zetting van 2,0 cm per jaar gangbaar is. Dit betreft de som van de autonome zetting en de primaire zetting. Uitgaande van een planperiode van 10 jaar bedraagt deze zetting 0,20 m.

Uit de site Bodemdalingkaart 2.0 blijkt dat de autonome zetting (kruip) in het plangebied varieert van 4 tot 10 mm per jaar. Deze kaart komt tot stand via satellietmeting waarbij er viermaal per week verschillende vaste punten in een gebied worden ingemeten.

Voor de verhardingsconstructies in het plangebied wordt uitgegaan van een restzettingseis van 15 cm na 30 jaar.

2.5. Informatie

De inhoud van dit rapport is gebaseerd op de volgende verstrekte informatie:

Omschrijving	Opsteller	Projectnr.	Tekening nr.	Datum
Bestaande situatie	ADCIM	20170167	10	31-03-2020
Profielen ophoging kade	ADCIM	20170167	91	12-01-2021
Bestaande situatie	ADCIM	20170167	92	20-04-2020
Profielen voorbelasting	ADCIM	20170167	243	29-04-2021
Proevenverzameling 2.1	Defland	--	--	Maart 2018
Tabel 2-5	Delfland	--	--	--
Grondonderzoek	WIHA	1900998	--	12-07-2019

Opmerkingen:

- Geadviseerd wordt om na te gaan of de verstrekte informatie actueel is. Wijzigingen in het ontwerp en de in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten kunnen van invloed zijn op de resultaten van de in dit rapport vermelde berekeningen.
- ADCIM Geotechniek kan geen verantwoordelijkheid nemen ten aanzien van de juistheid en volledigheid van de verstrekte informatie.
- De inhoud van het rapport heeft niet de insteek uitputtend te zijn.
- Uitvoeringsaspecten vallen buiten het kader van de opdracht.

2.6. Broninformatie

Door ons bureau zijn voor het opstellen van het rapport de volgende bronnen geraadpleegd:

- NEN 9997-1
- TNO Grondwaterkaart
- TNO Dinoloket
- Beleidsregels Hoogheemraadschap van Delfland

3. GRONDONDERZOEK

3.1. Algemeen

Conform de door ons bureau aangegeven opzet en omvang is op de projectlocatie geotechnisch grond- en laboratoriumonderzoek uitgevoerd. Het grondonderzoek heeft thans bestaan uit 9 sonderingen en 3 boringen.

Het laboratoriumonderzoek heeft bestaan uit samendrukkingsproeven en de bepaling van volumegewichten.

In verband met de bereikbaarheid konden de geplande sonderingen D6 en D10 niet worden uitgevoerd.

3.2. Sonderen

Op de projectlocatie zijn 9 sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN 5140. Bij deze sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en het wrijvingsgetal weergegeven. Dit getal is de verhouding tussen voornoemde meetwaarden. Middels het wrijvingsgetal wordt in het algemeen een goede indicatie van de verschillende grondsoorten verkregen. In de onderstaande tabel is een globale indeling van grondsoort en wrijvingsgetal weergegeven.

Tabel 1. Grondsoort en bijbehorend wrijvingsgetal (*).

Grondsoort	Wrijvingsgetal	Grondsoort	Wrijvingsgetal
Grind	0,2 - 0,5	Löss	1,5 - 3,0
Zand	0,6 - 2,2	Klei	2,0 - 6,0
Leem	1,5 - 3,0	Veen	5,0 - 10,0

* De in de tabel vermelde waarden mogen slechts als indicatie worden gebruikt.

Voor de grafieken van de sonderingen wordt verwezen naar bijlage A en B van rapport G20190052.

3.3. Boren

Op de locatie zijn 3 boringen tot een diepte van 5,0 m minus maaiveld uitgevoerd. In de boorgaten van de boringen B1 en B2 zijn peilbuizen geplaatst.

Tijdens het boren is in de boorgaten en de peilbuizen de grondwaterstand gepeild en zijn monsters genomen voor nader onderzoek in het laboratorium.

Voor de boorstaten wordt verwezen naar bijlage A van rapport G20190052.

3.4. Laboratoriumonderzoek

Op de ongeroerde monsters genomen bij de boringen B1 t/m B3 zijn in het laboratorium de volgende proeven verricht:

Omschrijving	Norm	Aantal
Bepaling volumegewicht, poriëngehalte en verzadigingsgraad	NEN 5110 en 5112	9
Samendrukkingsproeven	NEN 5118	3

Voor de resultaten van het laboratoriumonderzoek wordt verwezen naar bijlage B van rapport G20190052.

4. BODEMGEGEVENS

4.1. Bodemopbouw

Vanaf het maaiveld wordt tot 6,0 m - à 5,0 m - NAP een silthoudende kleilaag wordt aangetroffen. Hieronder wordt een 0,5 à 1,0 m dikke veenlaag gevonden. Vervolgens wordt tot 15,5 m - à 13,5 m - NAP een silt- en zandhoudend kleipakket gemeten. Hierna wordt een ca. 0,5 m dikke laag basisveen aangetoond.

Tenslotte worden tot de maximaal onderzochte diepte weinig vaste tot zeer vaste zandafzettingen geregistreerd met een conusweerstand van 3 tot 10 MPa.

4.2. Hoogteligging

Tijdens de grondonderzoek is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten ingemeten op een niveau variërend van 5,21 m - tot 2,19 m - NAP.

Verder zijn puthoogten gemeten van 2,37 m - en 2,28 m - NAP.

Voor de positie van de punten en de meetdata wordt verwezen naar de situatietekening en de waterpasstaat, zie bijlage A van dit rapport.

4.3. Grondwater

4.3.1. Boorgaten projectlocatie

Op 5 juli 2019 werd tijdens het verrichte onderzoek, in de boorgaten B1 t/m B3 de freatische grondwaterstand aangetroffen op 6,66 m - en 3,29 m - NAP.

Dit zijn slechts eenmalige waarnemingen, die afhankelijk zijn van de bodemopbouw, neerslag, aanwezigheid van open water, etc.

4.3.2. Peilbuizen projectlocatie

Op de projectlocatie zijn 2 peilbuizen geplaatst. De locatie van de peilbuizen is weergegeven op bijlage A.

In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de peilbuisgegevens.

Tabel 2. Peilbuizen projectlocatie

Peilbuisnummer	Filterstelling in m t.o.v. NAP	Positie	Datum	Gemeten in m t.o.v. NAP
PB1	6,7 m - tot 7,7 m -	Deklaag	05-06-2019	4,70 m -
PB2	6,2 m - tot 7,2 m -	Deklaag	05-06-2019	3,14 m -

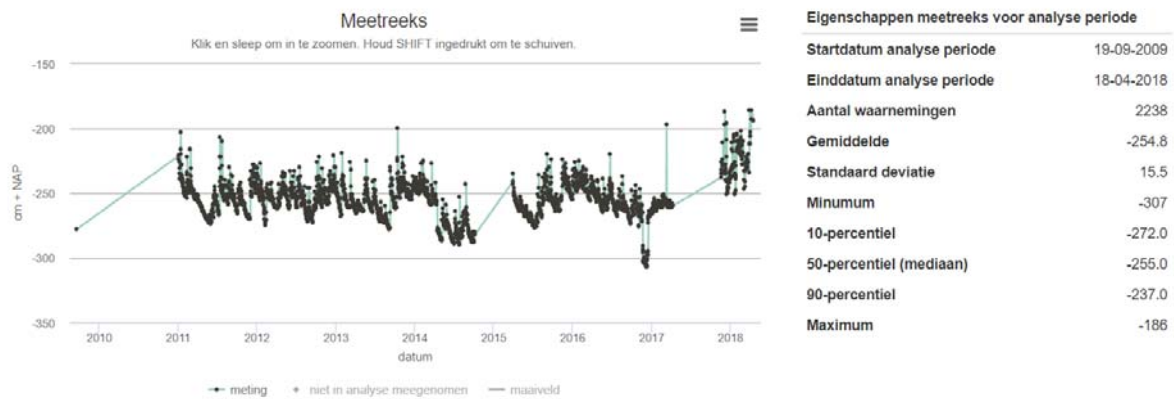
4.3.3. Peilbuizen TNO

Om een indruk te krijgen van maatgevende grondwaterstanden en de fluctuatie ervan zijn bij NITG-TNO langjarige gegevens opgevraagd van peilbuizen in de omgeving van de projectlocatie.

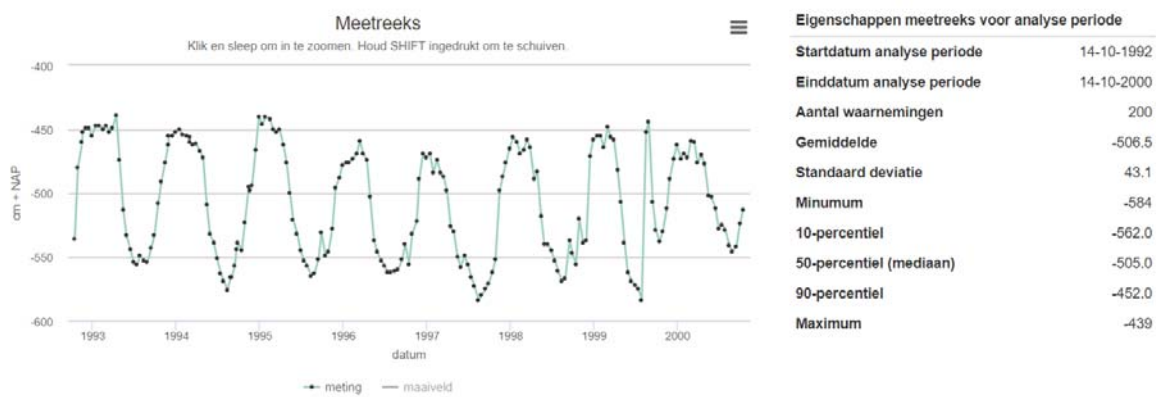
In de onderstaande figuur 4 t/m 6 is de fluctuatie van de stijghoogte van het grondwater in de deklaag en in het eerste watervoerend pakket weergegeven.



Figuur 4. Peilbuis B37E3657 – Filterstelling deklaag.



Figuur 5. Peilbuis B37E3660 – Filterstelling deklaag.



Figuur 6. Peilbuis B37E0305 – Filterstelling eerste watervoerend pakket.

4.3.4. TNO grondwaterkaart

Volgens de TNO Grondwaterkaart 37 West / 37 Oost bedraagt de stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket ter hoogte van de projectlocatie ca. 5,0 m - NAP.

4.4. Open water

Tijdens het grondonderzoek van mei 2019 is het waterpeil van de Boezem waargenomen op 2,80 m - en 2,79 m - NAP.

Volgens de ons verstrekte informatie worden voor de projectlocatie de volgende waterpeilen gehanteerd:

Tabel 3. Waterpeilen open water

Omschrijving	Waterpeil in m t.o.v. NAP
Streefpeil boezem	2,70 m - / 2,75 m -
Toetspeil boezem	2,25 m -
Polderpeil	5,52 m -

5. ZETTINGSANALYSE

5.1. Inleiding

Vanaf met maaiveld worden tot ca. 13,5 m - NAP voornamelijk klei- en veenlagen aangetroffen.

Een dergelijke bodemopbouw is als zettingsgevoelig te kwantificeren.

Door de belastingverhoging die het voornoemde klei- veenpakket ondervindt ten gevolge van de geplande ophoging zullen zakkingen optreden.

Dit zettingsproces is langdurig en strekt zich naar verwachting uit over een periode van ca. 30 jaar.

De grootte van de zettingen en zettingsverschillen zullen grotendeels worden bepaald door de dikte en variatie in ophoging en dikte van het samendrukbare pakket dat vanaf maaiveld wordt aangetroffen.

Teneinde inzicht te krijgen in het zettingsproces van de verhardingsconstructies en de kavels, zijn op basis van het uitgevoerde grond- en laboratoriumonderzoek alsmede grondparameters conform tabel 2b van NEN 9997-1 zettingsberekeningen uitgevoerd.

In het navolgende wordt de additionele zetting van de gasleiding berekend ter plaatse van de voorbelasting van dwarsprofiel 15.

5.2. Uitgangspunten berekening

5.2.1. Model

Bij de modellering is uitgegaan van representatieve waarden zowel voor de bodemopbouw als voor de geometrie. De berekening is uitgevoerd met behulp van het programma D-Settlement (versie 18.1).

Bij het berekenen van de zettingen is uitgegaan van de formules van Koppejan (formule van Keverling-Buisman gecombineerd met de logaritmische samendrukkingswet van Terzaghi). De formule geeft de totale samendrukking aan van de op belastingverhoging onderhevige lagen, die de som is van de primaire samendrukking na consolidatie en de seculaire samendrukking na een zekere belastingduur. Bij de interpretatie van de berekende zettingen dient rekening te worden gehouden met een zekere spreiding in verband met variatie in de bodemparameters. In het algemeen wordt uitgegaan van een marge van 30 % die voor dit soort geotechnische berekeningen van toepassing is.

Naast de absolute zetting van een constructie is er sprake van zettingsverschillen. Deze kunnen o.a. worden veroorzaakt door:

- Variatie in dikte bodemlagen
- Variatie in samendrukbaarheid bodemlagen
- Variatie in hoogteligging terrein
- Ongelijkmatige permanente belastingen
- Vroeger aanwezige langdurige terreinbelasting

Uit de praktijk blijkt dat de onderlinge zettingsverschillen veelal kunnen oplopen tot ca. 50% van de uiteindelijk opgetreden maximale zetting.

5.2.2. Bodemprofiel en bodemparameters

Voor het bodemprofiel is op basis van het uitgevoerde grondonderzoek en informatie van het TNO Dinoloket de volgende schematisatie aangehouden en zijn op basis van het uitgevoerde laboratoriumonderzoek alsmede tabel 2b van NEN 9997-1 de volgende samendrukkingscoëfficiënten bepaald.

Bodemprofiel 3 (boring B3)

Diepte in m t.o.v. NAP	Omschrijving	Volumegewichten		Samendrukkingscoëfficiënten			
		$\gamma_{\text{aardvochtig}}$	γ_{nat}	C'_p	C_p	C'_s	C_s
MV tot 6,0 m -	Klei zwak siltig (top)	14,7	14,7	9,3	34,8	65,3	263,7
6,0 m - tot 6,5 m -	Veen	10,2	10,2	4,4	19,4	30,8	133,1
6,5 m - tot 7,0 m -	Klei humeus	14,5	14,5	7,6	21,3	95,2	193,7
7,0 m - tot 8,8 m -	Klei zwak siltig	10,2	10,2	5,3	26,0	89,9	154,6
8,8 m - tot 9,0 m -	Veen	10,2	10,2	4,4	19,4	30,8	133,1
9,0 m - tot 9,5 m -	Klei zandhoudend	17,0	17,0	20	80	240	960
9,5 m - tot 10,0 m -	Veen	10,2	10,2	4,4	19,4	30,8	133,1
10,0 m - tot 10,5 m -	Klei humeus	14,5	14,5	7,6	21,3	95,2	193,7
10,5 m - tot 12,8 m -	Klei zandhoudend	17,0	17,0	20	80	240	960
12,8 m - tot 13,5 m -	Veen (Basis)	12,0	12,0	7,5	30	30	120
Vanaf 13,5 m -	Zand (Pleistoceen)	18,0	20,0	1.000	4.000	10.000	40.000

Verklaring symbolen

$\gamma_{\text{aardvochtig}}$	: volumiek gewicht droge grond (natuurlijk vochtgehalte)	[kN/m ³]
γ_{nat}	: volumiek gewicht verzadigde grond	[kN/m ³]
C_p	: primaire samendrukkingscoëfficiënt beneden de grensspanning	[-]
C'_p	: primaire samendrukkingscoëfficiënt boven de grensspanning	[-]
C_s	: seculaire samendrukkingscoëfficiënt beneden de grensspanning	[-]
C'_s	: seculaire samendrukkingscoëfficiënt boven de grensspanning	[-]

5.2.3. Ophoogmaterialen

Voor de geplande verhardingsconstructie wordt uitgegaan van een ophoging met zand en voor de kavels met kleigrond.

5.2.4. Voorbelasting

Voor de verhardingsconstructie wordt uitgegaan van een voorbelasting met zand dat wordt opgezet onder een talud van 1:1. Voor de kavels wordt uitgegaan van een voorbelasting van kleigrond.

In de onderstaande tabel is een overzicht van de gehanteerde niveaus en materialen van de voorbelasting.

Dwarsprofiel	Positie	Materiaal voorbelasting	Niveau voorbelasting
1	Verhardingsconstructie	Zand	3,4 m - NAP
4	Verhardingsconstructie	Zand	2,9 m - NAP
	Kavels	Klei	2,9 m - NAP
6	Verhardingsconstructie	Zand	2,3 m - NAP
	Kavels	Klei	2,8 m - NAP
7	Verhardingsconstructie	Zand	1,7 m - NAP
	Kavels	Klei	2,7 m - NAP
15	Verhardingsconstructie	Zand	2,0 m - NAP
	Kavels	Klei	3,0 m - NAP

Teneinde het zettingsproces te versnellen wordt ter plaatse van de verhardingsconstructies en de Wadi uitgegaan van het toepassen van verticale drains.

De verticale drains kunnen worden geplaatst in een driehoeks raster. In deze rapporten zal een h.o.h. afstand van 1,0 m worden beschouwd. De diepte van de drains moet dusdanig zijn dat er geen kortsluiting met het 1^{ste} watervoerende pakket of andere watervoerende zandlagen ontstaat.

Ons advies is verticale drains te stoppen tot minimaal 1,0 m boven het eerste watervoerend pakket. Indien de verticale drains tot in watervoerende zandafzettingen worden doorgezet zal de afvoer van overspannen poriënwater bemoeilijkt worden en zal de effectiviteit van de drains afnemen en daarmee het zettingsproces langzamer gaan verlopen.

Uit de resultaten van het grondonderzoek blijkt dat in de deklaag een ingesloten zandlaag wordt aangetroffen reikt tot 13,5 m - NAP en vervolgens het eerste watervoerend pakket aanvangt.

Afgestemd op het voornoemde kan voor dit werk worden volstaan om de verticale drains tot een diepte van 11,0 m - NAP aan te brengen.

Tussen de ophoogslagen dient een dusdanig tijdsbestek te zitten dat er geen instabiliteit ontstaat door te hoge waterspanningen. Uitgaande van een horizontaal maaiveld dient tussen de ophoogslagen van ca. 1,0 m een tijdsbestek van minimaal 2 weken te worden aangehouden.

Tot slot wordt geadviseerd in de voorbelasting horizontale drains aan te brengen die het vrijkomende spanningswater kunnen afvoeren.

5.2.5. Voorsleuven

Om aan de restzettingseis van 10 cm na 30 jaar te voldoen wordt geadviseerd ter plaatse van de dwarsprofiel 4 de rioolsleuf voor te sleuven tot een niveau van minimaal 5,4 m - NAP en bij dwarsprofiel 15 tot 5,7 m - NAP.

5.2.6. Beschouwde profielen

De zettingen zijn berekend voor dwarsprofiel 15 conform tekening nr. 20170167, blad 40-1 t/m 40-3, d.d. 11-02-2021.

Over dit dwarsprofiel zijn meerdere verticalen genomen, de positie hiervan is weergegeven in de onderstaande tabel. Voor de situering van deze verticalen wordt verwezen naar de geometrie zoals weergegeven op bijlage C.

Dwarsprofiel 15

Verticaal	Afstand t.o.v. 0 punt (hart rijbaan)	Omschrijving positie
1	-13,9	Rand trottoir
2	-11,5	Rand trottoir
3	-8,0	Rand parkeervak
4	-3,0	Rand rijbaan
5	-1,0	Hart rioolsleuf
6	+0,0	Hart rijbaan
7	+3,0	Rand rijbaan
8	+5,7	Gasleiding

5.2.7. Geometrie

Op basis van de verstrekte informatie zijn voor de zettingsberekeningen de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Huidig niveau maaiveld : 5,06 m - tot 4,70 m - NAP (dwarsprofiel 15)
- Niveau slootbodern : 6,23 m - NAP (dwarsprofiel 15)
- Toekomstig niveau verharding : 3,44 m - tot 3,71 m - NAP (dwarsprofiel 15)
- Ontgravingsniveau rioolsleuf : 6,16 m - NAP (dwarsprofiel 15)
- Freatische grondwaterstand : 5,30 m - NAP
- Stijghoogte 1^e watervoerend pakket : 4,70 m - NAP
- Ophoogmateriaal : Klei + verhardingsconstructie
- Volumegewicht klinkers en tegels : 24 kN/m³
- Volumegewicht menggranulaat : 19,0 kN/m³ (natuurlijk vochtgehalte)
21,0 kN/m³ (nat)
- Volumegewicht zand : 18,0 kN/m³ (natuurlijk vochtgehalte)
20,0 kN/m³ (nat)
- Volumegewicht klei : 15,0 kN/m³ (natuurlijk vochtgehalte)
- Periode voorbelasten : 6 maanden
- Niveau voorbelasting : Zie paragraaf 5.2.4.
- Afzetniveau verticale drains : 11,0 m - NAP
- H.o.h. afstand verticale drains : 1,0 m
- Niveau onderkant gasleiding : 5,78 m - NAP

Geadviseerd wordt de voor de berekeningen gehanteerde uitgangspunten te verifiëren alsmede de toelaatbaarheid van de verkregen resultaten te toetsen aan de eisen die aan het ontwerp en de omgeving worden gesteld.

5.3. Resultaten berekeningen

5.3.1. Algemeen

Aan de hand van de eerder geformuleerde uitgangspunten is van de voorbelasting behorende bij dwarsprofiel 15 de additionele zetting berekend van de gasleiding. Op de berekende zettingen geldt een minimale marge van 30 % die in het algemeen voor dergelijke geotechnische berekeningen van toepassing is.

Dwarsprofiel 15 – Voorbelasting met voorsleuven

Verticaal	Omschrijving positie	Zettingen in cm $\pm$ 30%	
		6 maanden	9 maanden
1	Rand trottoir	93,0	98,7
2	Rand trottoir	99,8	106,0
3	Rand parkeervak	101,0	107,2
4	Rand rijbaan	94,3	100,1
5	Hart riolsleuf	98,1	104,4
6	Hart rijbaan	94,0	100,0
7	Rand rijbaan	38,9	41,4
8	Gasleiding	7,9	8,4

De geometrie van de beschouwde dwarsprofielen is weergegeven op bijlage A: ZA-01.

Opmerkingen

- Door de opdrachtgever moet aan de hand van de te stellen eisen aan het ontwerp worden nagegaan of de voornoemde zettingen acceptabel zijn.
- In de praktijk kan het zettingsverloop afwijken van het theoretische verloop.
- Afwijkingen in het uiteindelijke volumegewicht van het aanvulmateriaal kunnen aanleiding geven tot grotere zettingen en zettingsverschillen. Het is derhalve gewenst controle uit te oefenen op de kwaliteit van het materiaal.

5.3.2. Analyse berekeningsresultaten

Uit de berekeningsresultaten volgt dat na 6 maanden voorbelasten met zand in combinatie met verticale drainage, de gasleiding een additionele zetting kan ondervinden van 7,9 cm $\pm$ 30 %.

Opmerkingen

- Door de opdrachtgever moet aan de hand van de te stellen eisen aan het ontwerp worden nagegaan of de voornoemde zettingen acceptabel zijn.
- Zettingen ten gevolge van in het verleden aangebrachte terreinophogingen (kruip) zijn niet in de vermelde zettingen meegenomen.
- In de praktijk kan het zettingsverloop afwijken van het theoretische verloop.

6. GRONDKERING

6.1. Inleiding

Uit de resultaten van het grondonderzoek blijkt dat bij dwarsprofiel 18, 18A en 18B vanaf het maaiveld kruin kade voornamelijk sprake is van kleiafzettingen. Gezien de kerende hoogte en het bodemprofiel kan voor de grondkering een vrijstaande damwand worden toegepast. In het navolgende wordt een houten damwand gedimensioneerd.

6.2. Algemeen

Bij de dimensionering is uitgegaan van representatieve waarden zowel voor de bodemopbouw als voor de geometrie.

De berekeningen zijn uitgevoerd conform de norm Eurocode 7 NL / CUR-166 "Damwandconstructies", waarbij onderscheid is gemaakt in de uiterste grenstoestanden 1A en 1B (UGT) en grenstoestand 2 (BGT) ook wel bruikbaarheidsgrenstoestand genoemd. De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het programma D-Sheet Piling (versie 18.1), waarbij de grondkering is beschouwd als een elastoplastisch ondersteunde ligger. Hiermee kunnen momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van een al dan niet gestempelde of verankerde grondkering worden berekend.

6.3. Bodemprofiel en grondparameters

Op basis van de resultaten van de beschikbare grondonderzoek is voor het bodemprofiel de volgende schematisatie en bodemparameters aangehouden.

Tabel 4. Bodemprofiel – Dwarsprofiel 18

Laag	Niveau in m t.o.v. NAP	Omschrijving
1	MV tot 2,60 m -	Klei categorie II
2	2,60 m - tot 5,00 m -	Klei zwak siltig
3	5,00 m - tot 5,50 m -	Veen
4	5,50 m - tot 7,00 m -	Klei humeus
5	Vanaf 7,0 m -	Klei zwak siltig

In de onderstaande tabel zijn de representatieve waarden voor de gehanteerde grondparameters weergegeven, bepaal aan de hand van het beschikbare grondonderzoek en tabel 3.1 en 3.3 uit de CUR 166.

Tabel 5. Bodemparameters

Materiaal	γ kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	ϕ (°)	δ (°)	c' kN/m ²	$K_{h,1;\text{laag}}$ kN/m ³	$K_{h,2;\text{laag}}$ kN/m ³	$K_{h,3;\text{laag}}$ kN/m ³
Klei categorie II	17,0	17,0	22,5	15,1	5,0	6.000	3.000	1.500
Klei zwak siltig	14,7	14,7	22,5	15,1	2,5	4.000	2.000	1.000
Klei humeus	13,0	13,0	17,5	0	3,0	2.000	1.000	500
Veen	10,5	10,5	15,0	0	1,0	2.000	1.000	500

6.4. Grondwater en open water

Voor de grondwaterstand direct achter de grondkering wordt uitgegaan van een niveau van 2,70 m - en 2,75 m - NAP en het open water van 2,70 m - en 2,75 m - NAP overeenkomstig het geldende Streefpeil. In de berekening conform het stappenplan van de CUR 166 wordt de grondwaterstand in de rekentoestand 0,10 m hoger gezet dan de in de gebruikstoestand en het niveau van het open water 0,15 m lager.

6.5. Bovenbelasting

Voor de verhardingsconstructie achter de damwand uitgegaan van een bovenbelasting van 13,0 kN/m².

6.6. Plasberm

In het nieuwe ontwerp wordt uitgedaan van een plasberm zonder horizontaal vlak. De plasberm loopt direct af onder een talud van 1:3 naar de waterbodem.

6.7. Gehanteerde grootheden grondkering

Voor de grondkering wordt uitgegaan van een damwand van Azobé met een plankdikte van 60 mm. Voor de damwand zijn conform NEN EN 1995-1-1 de volgende grootheden gehanteerd:

• Veiligheidsklasse damwand	: RC1
• Houtsoort	: Azobé
• Sterkteklasse	: D70
• Buigsterkte	: 70 N/mm ²
• Modificatiefactor (k_{mod})	: 0,70
• Hoogtefactor (k_h)	: 1,00
• Systeefactor (k_{sys})	: 1,15
• Materiaalfactor ($\gamma_{m,st}$)	: 1,30
• Buigspanning (f_y)	: 56,4 N/mm ²
• Elasticiteitsmodules	: 20,0 · 10 ⁶ kN/m ²
• Plankdikte	: 60 mm
• Factor scheve buiging (R_w)	: n.v.t.
• Factor scheve buiging (R_i)	: n.v.t.
• Stijfheid (EI)	: 360 kNm ² /m ¹
• Weerstandsmoment (W)	: 600 · 10 ⁻⁶ m ³ /m ¹

6.8. Geometrie

Bij de berekening zijn dwarsprofiel 18, 18A en 18B conform tekening nr. tekening nr. 201700167, blad 91, d.d. 12-01-2021 beschouwd. De geometrie hiervan is grafisch weergegeven op de bijlage B en

Dwarsprofiel 18 – Zonder onderwatertalud tegen damwand

• Kop damwand	: 2,40 m - NAP
• Onderkant damwand	: 6,40 m - NAP
• Maaiveld achter damwand	: 1,85 m - tot 3,65 m - NAP
• Niveau waterbodembodem	: 3,74 m - NAP
• Grondwaterstand	: 2,70 m - NAP
• Niveau water boezem	: 2,70 m - NAP
• Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
• Afstand bovenbelasting tot damwand	: 0,5 m
• Lengte damwandplank	: 4,0 m
• Plankdikte	: 60 mm

Dwarsprofiel 18A

• Kop damwand	: 2,40 m - NAP
• Onderkant damwand	: 8,90 m - NAP
• Maaiveld achter damwand	: 1,85 m - NAP
• Niveau waterbodembodem	: 3,98 m - NAP
• Niveau plasberm	: 3,20 m - NAP
• Breedte bovenkant palsberm	: 0,50 m
• Onderwatertalud plasberm	: 1:3
• Grondwaterstand	: 2,70 m - NAP
• Niveau water boezem	: 2,70 m - NAP
• Bovenbelasting	: 13 kN/m ²
• Afstand bovenbelasting tot damwand	: 2,5 m
• Lengte damwandplank	: 6,5 m
• Plankdikte	: 60 mm

Dwarsprofiel 18B

- Kop damwand : 2,40 m - NAP
- Onderkant damwand : 8,40 m - NAP
- Maaiveld achter damwand : 1,85 m - tot 1,60 m - NAP
- Niveau waterbodembodem : 3,63 m - NAP
- Niveau plasberm : 3,20 m - NAP
- Breedte bovenkant palsberm : 0,50 m
- Onderwatertalud plasberm : 1:3
- Grondwaterstand : 2,70 m - NAP
- Niveau water boezem : 2,70 m - NAP
- Bovenbelasting : 13 kN/m²
- Afstand bovenbelasting tot damwand : 2,5 m
- Lengte damwandplank : 6,0 m
- Plankdikte : 60 mm

6.9. Resultaten berekening

In onderstaande tabel zijn van de beschouwde doorsnede de berekeningsresultaten gepresenteerd.

Dwarsprofiel	M _{s;d} [kNm/m ¹]	D _{s;d} [kN/m ¹]	F _{A,max;d} [kN/m ¹]	F _{A,max;rep} [kN/m ¹]	U _{max} [mm]
18 zonder onderwater talud	4,6	4,8	--	--	ca. 3
18A	21,7	27,5	--	--	ca. 10
18B	9,8	13,2	--	--	ca. 7

Verklaring symbolen

M _{s;d}	: Buigen moment in rekentoestand	[kNm/m ¹]
D _{s;d}	: Dwarskracht in rekentoestand	[kN/m ¹]
F _{A,max;d}	: Ankerkracht in rekentoestand	[kN/m ¹]
F _{A,max;rep}	: Ankerkracht in gebruikstoestand	[kN/m ¹]
U _{max}	: Doorbuiging in gebruikstoestand	[mm]

Op bijlage B zijn de berekeningsresultaten van grenstoestand 1 en 2 weergegeven.

6.10. Toetsing

6.10.1. Moment

Bij controle op het moment moet voldaan worden aan: M_{s;d} < M_{r;d}

$$\begin{aligned}
 M_{r;d} &= \beta_B \times W_{el} \times f_y / \gamma_{m;st} \\
 \beta_B &= 1,0 \text{ (factor scheve buiging conform CUR 166)} \\
 W_{el} &= 600 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^1 \\
 f_y &= 56,4 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 \\
 \gamma_{m;st} &= 1,3 \\
 M_{r;d} &= 26,0 \text{ kNm/m}^1
 \end{aligned}$$

In de onderstaande tabel is de toetsing voor de beschouwde doorsnede weergegeven.

Dwarsprofiel	Plankdikte [mm]	M _{s;d} [kNm/m ¹]	M _{r;d} [kNm/m ¹]	Toetsing
18 zonder onderwater talud	60	4,6	26,0	Voldoet
18A	60	21,7	26,0	Voldoet
18B	60	9,8	26,0	Voldoet

6.10.2. Vervorming

Bij controle op vervormingen moet worden voldaan: $u_{\max} \leq u_{\text{grens}}$

Waarin:

u_{grens} = rekenwaarde maximaal toelaatbare uitbuiging in grenstoestand 2

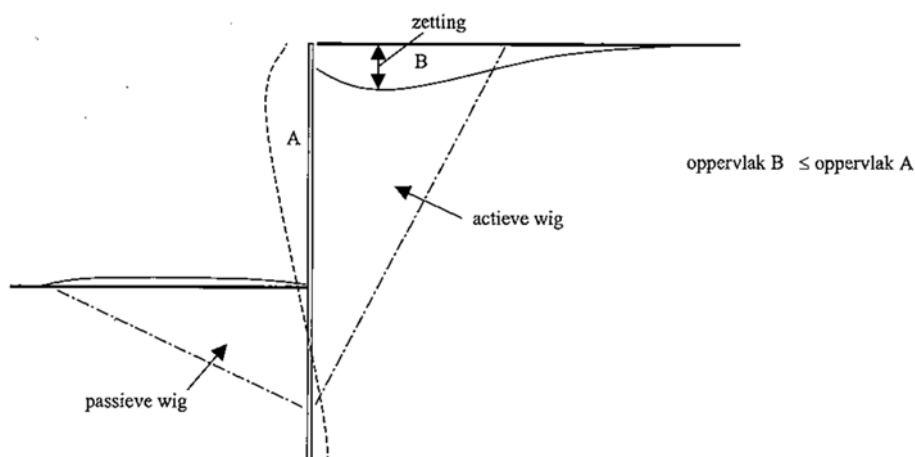
$u_{\max}$ = rekenwaarde optredende uitbuiging in grenstoestand 2

Naast vervorming als gevolg van ontgraving kunnen vervormingen ook ontstaan door andere factoren dan doorbuiging. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan de volgende punten:

- Vervormingen als gevolg van het inbrengen van de wand
- Verlaging van de grondwaterstand onder de laagste grondwaterstand

Binnen dit kader wordt opgemerkt dat voor maaiveldzakkingen direct achter de wand als vuistregel geldt dat deze in de orde van grootte ca. 0,5 à 2,0 x de berekende wanduitbuiging kunnen bedragen (CUR 166 deel 2 par.2.2.3).

Uitgaande van een gelijkblijvend grondvolume wordt als eerste en grove indicatie wel aangenomen dat de maaiveldzakking globaal een verloop heeft overeenkomstig de uitbuiging van de damwand. (zie figuur 7).



Figuur 7. Bron CUR 166.

Genoemde factoren kunnen door een degelijk ontwerp en correcte uitvoering zo veel mogelijk worden beperkt, echter bij toetsing van de vervormingen moet rekening worden gehouden dat naast de berekende vervorming additionele vervormingen kunnen optreden.

6.11. Conclusie

Voor damwand kan worden volstaan met een vrijstaande hardhouten damwand met een plankdikte van 60 mm en een planklengte van 4,0 m bij dwarsprofiel 18 zonder onderwatertalud.

Voor dwarsprofiel 18A is een planklengte van 6,5 m benodigd en voor dwarsprofiel 18B is dit 6,0 m.

BIJLAGE A



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31 (0)6 77 500
Fax

D-Settlement 18.1 : G20210046-dwarsprofiel 15-Voorbelasting-vs-gvh.sil

date
6-5-2021

dwv.
GVH

Plan De Scheg te Pinacker

Dwarsprofiel 15 - Voorbelasting met voorsleuven

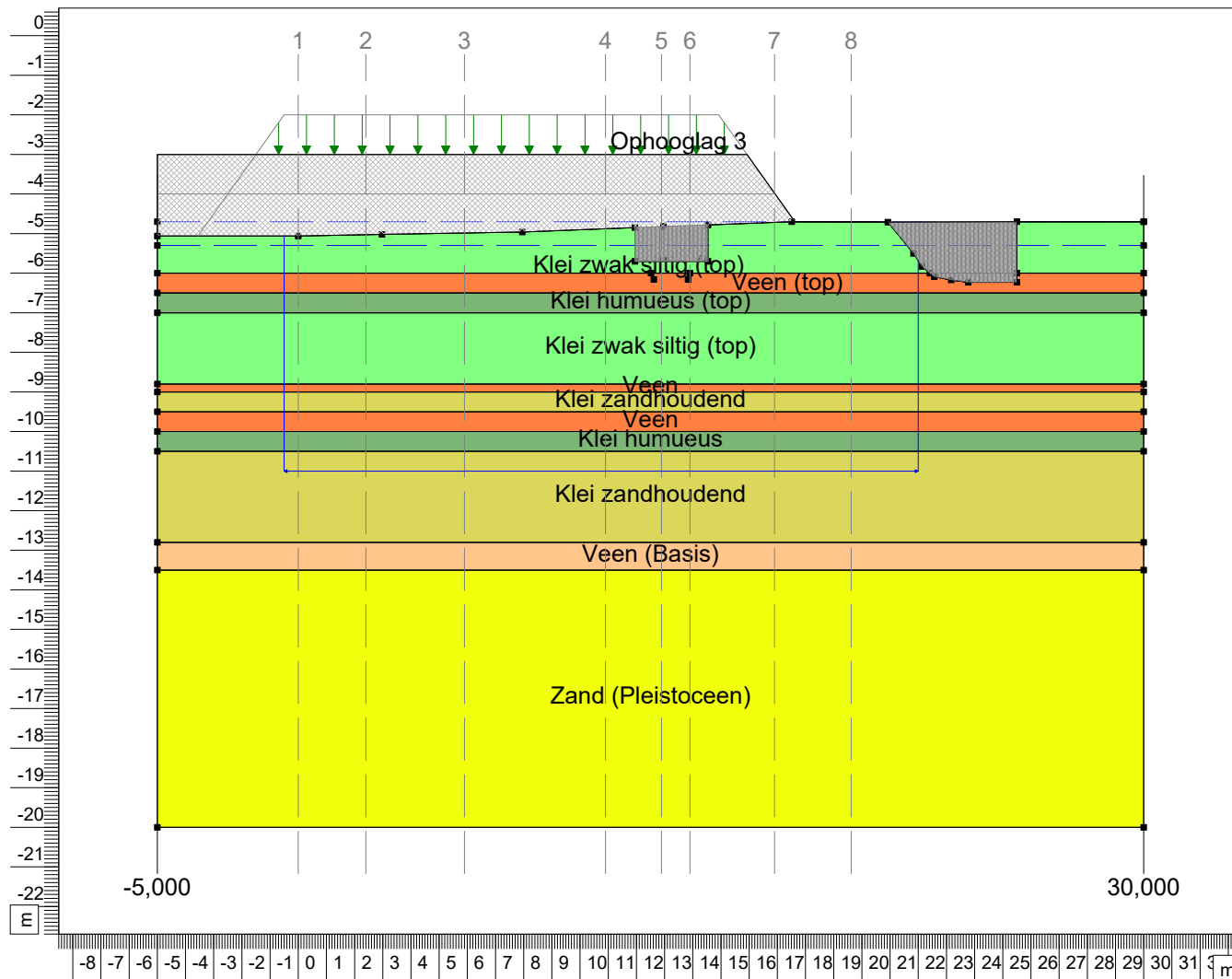
G20210046

Bijlage ZA-01

Annex

form.
A4

Input View

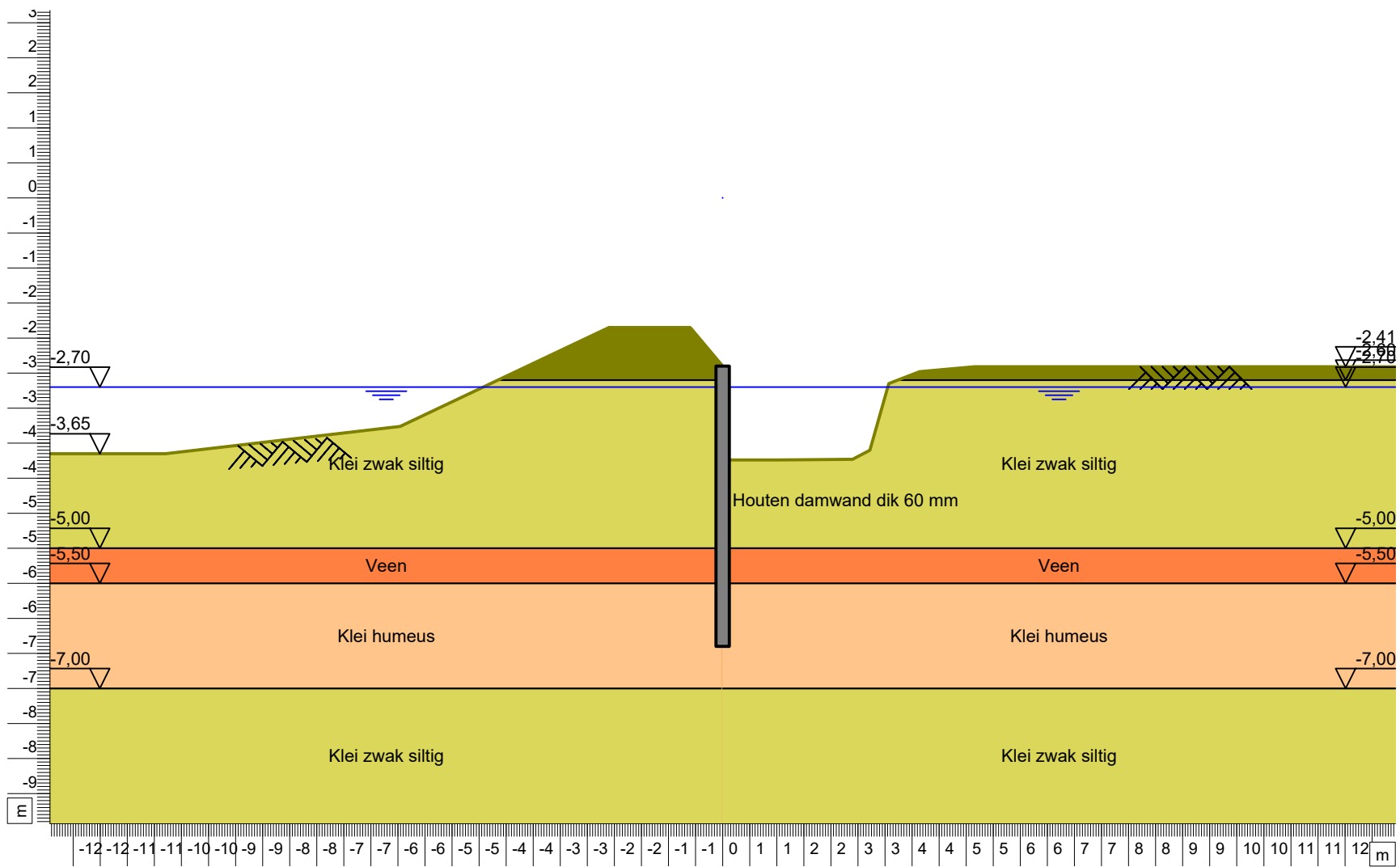


Materials

- Veen (top)
- Klei humueus (top)
- Klei zwak siltig (top)
- Veen
- Klei humueus
- Klei zandhoudend
- Veen (Basis)
- Zand (Pleistocene)

BIJLAGE B

Outline - Stage 1: New Stage



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31184677500
Fax

D-Sheet Piling 20.2 : G20210046-dwarsprofiel 18-aangepast-gvh.sht

5/6/2021

dw. GVH

Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker
Dwarsprofiel 18 - Zonder onderwatertalud

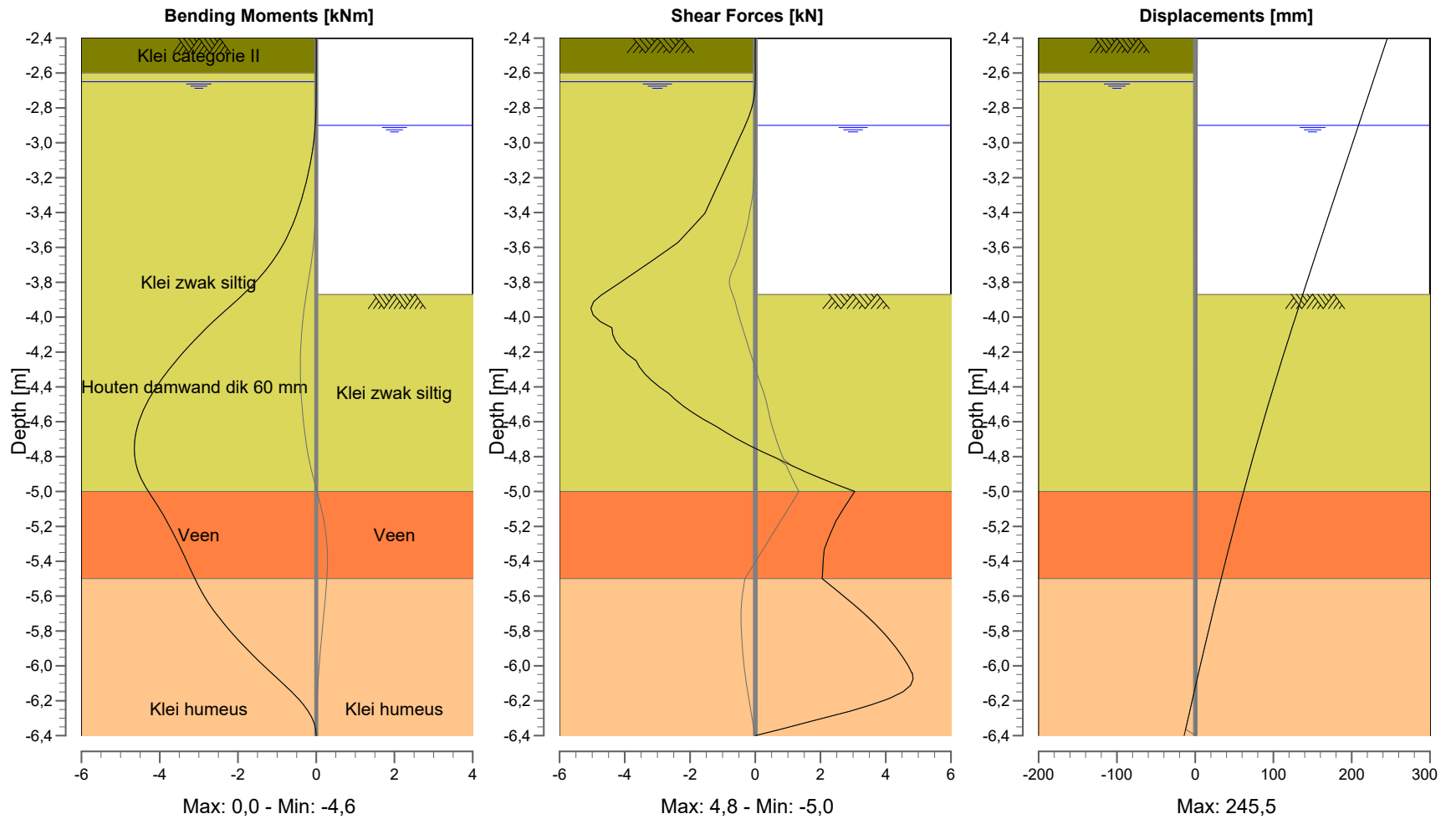
G20210046

Bijlage DW-01
Annex

ct. A4

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31 18467 7500
Fax

D-Sheet Piling 20.2 : G20210046-dwarsprofiel 18-aangepast-gvh.sht

5/6/2021

date

GVH

drw.

Bijlage DW-02

Annex

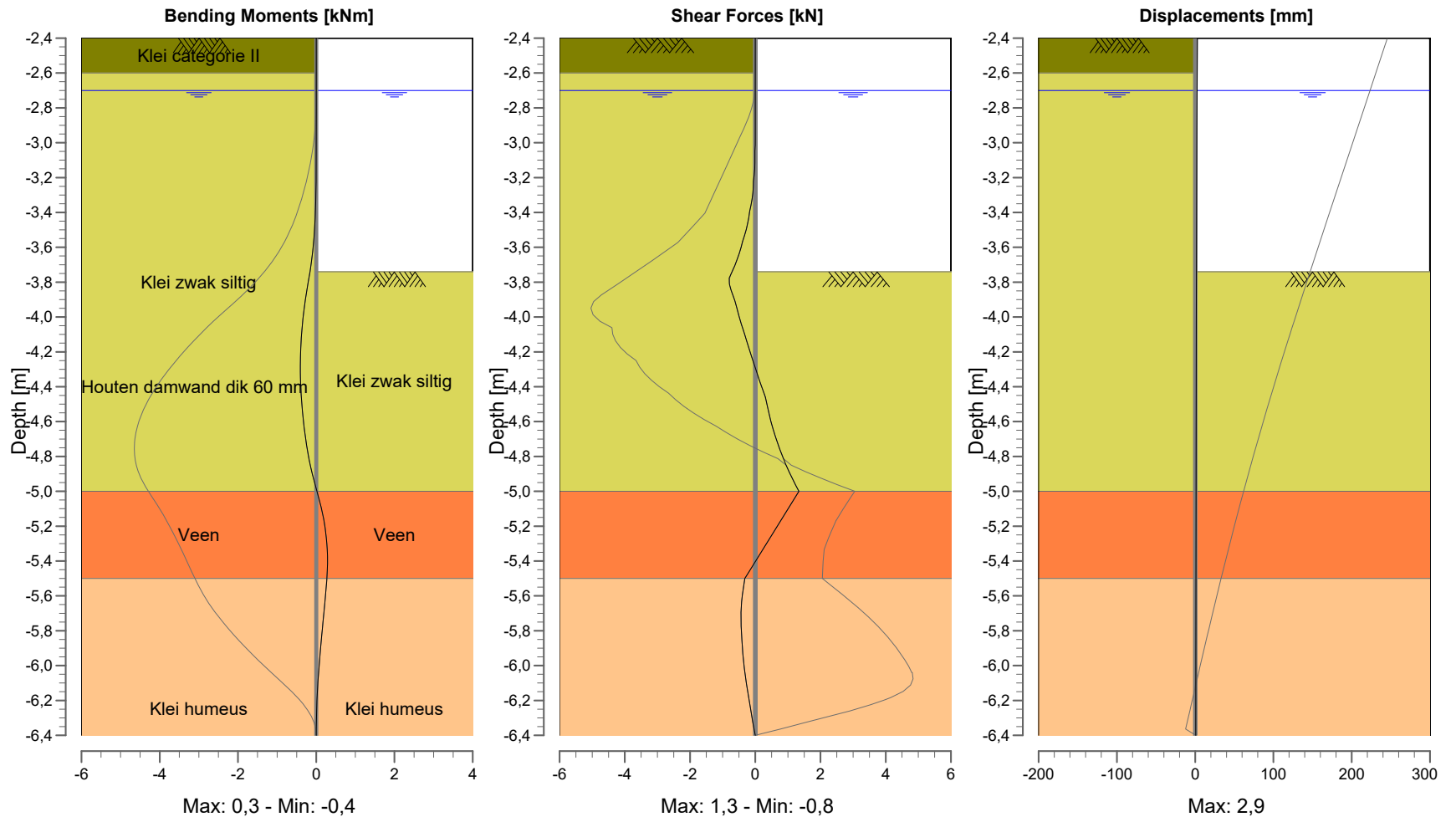
form.

Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker
Dwarsprofiel 18 - Zonder onderwatertalud
G20210046

A4

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31 18467 7500
Fax

D-Sheet Piling 20.2 : G20210046-dwarsprofiel 18-aangepast-gvh.shl

5/6/2021

date

GVH

drw.

Bijlage DW-03

Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker
Dwarsprofiel 18 - Zonder onderwatertalud

G20210046

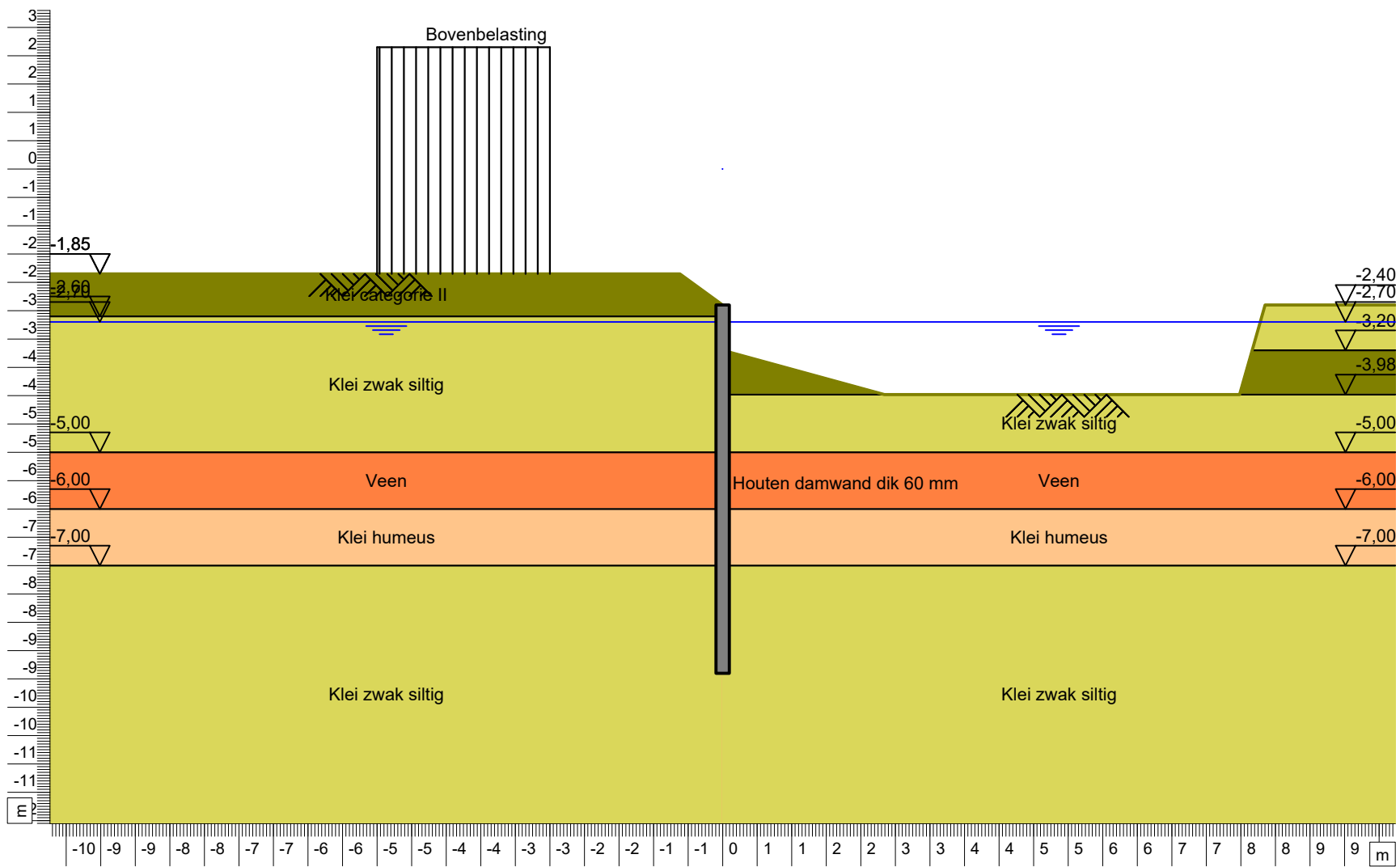
Annex

A4

form.

ctf.

Outline - Stage 1: New Stage



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31 (0)467 7500
Fax

D-Sheet Piling 20.2 : G20210046-dwarsprofiel 18A-gvh.sfl

date
5/6/2021

dwv.
GVH

Bijlage DW-04

ctf.

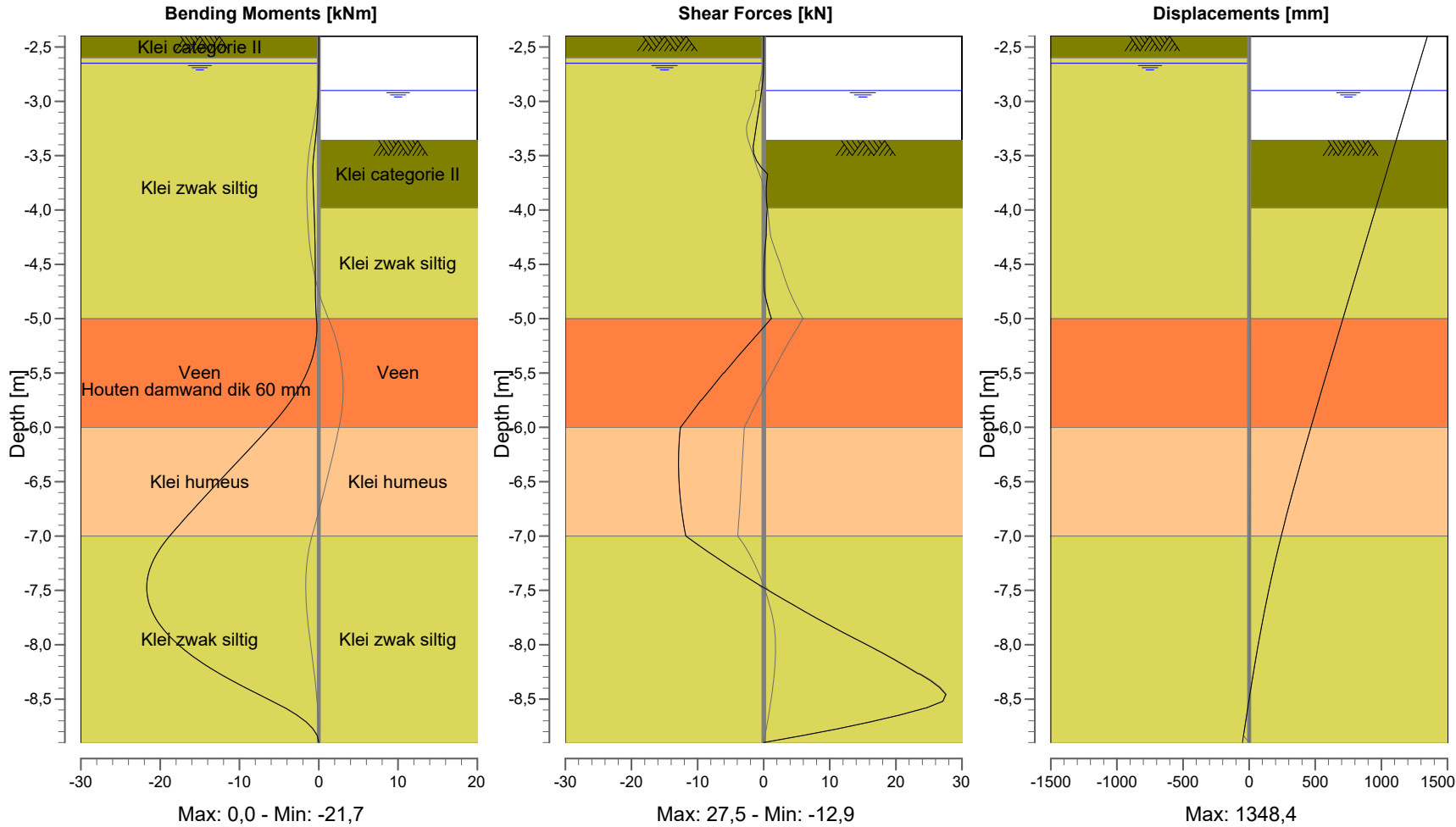
Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker
Dwarsprofiel 18A
G20210046

Annex

form.
A4

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31 18467 500
Fax

D-Sheet Piling 20.2 : G20210046-dwarsprofiel 18A-gvh.sht

5/6/2021

date

GVH

drw.

Bijlage DW-05

Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker
Dwarsprofiel 18A

G20210046

Annex

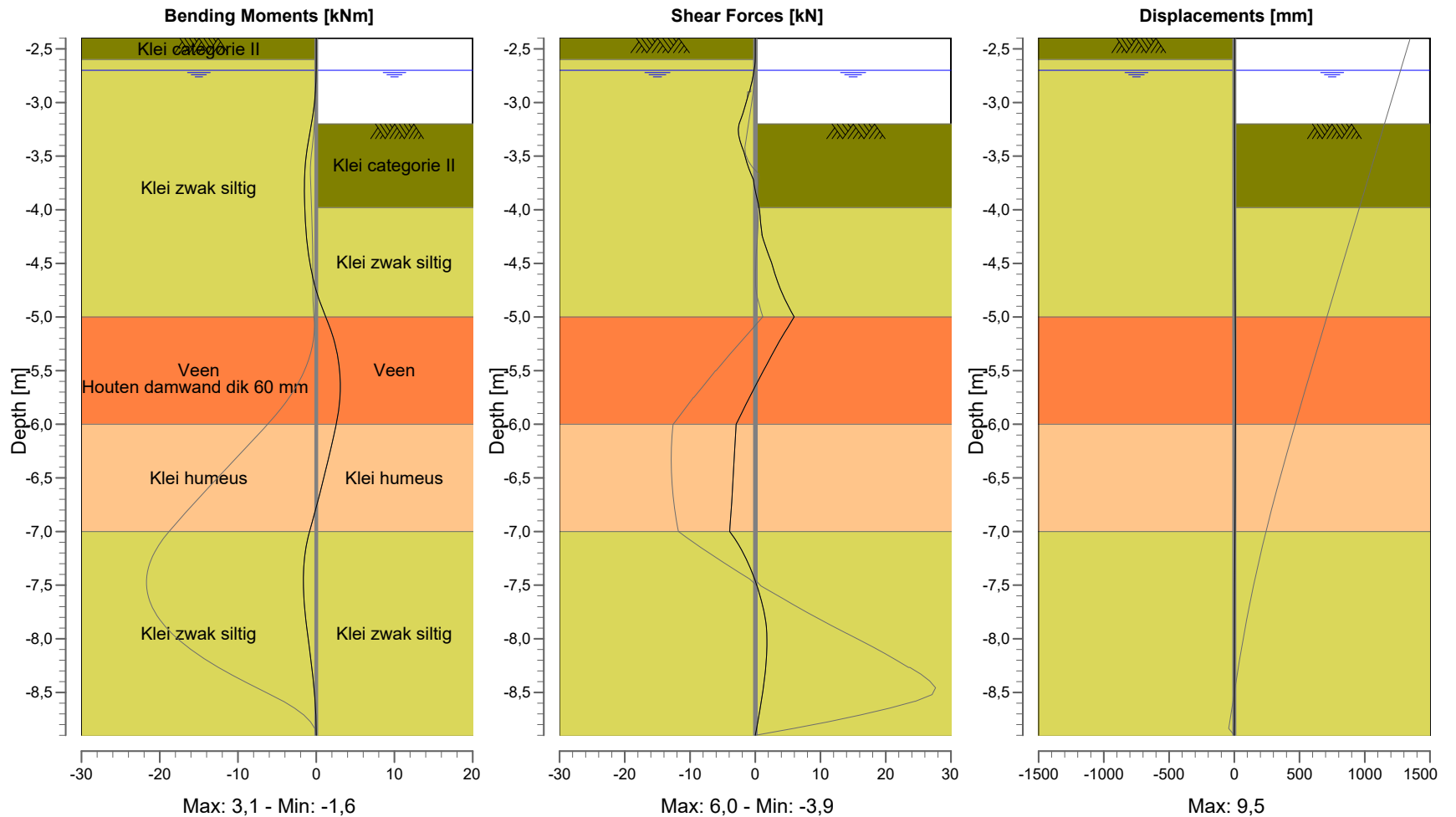
A4

form.

ctf.

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31 18467 7500
Fax

D-Sheet Piling 20.2 : G20210046-dwarsprofiel 18A-gvh.sjh

5/6/2021
date

GVH
dw.

Bijlage DW-06

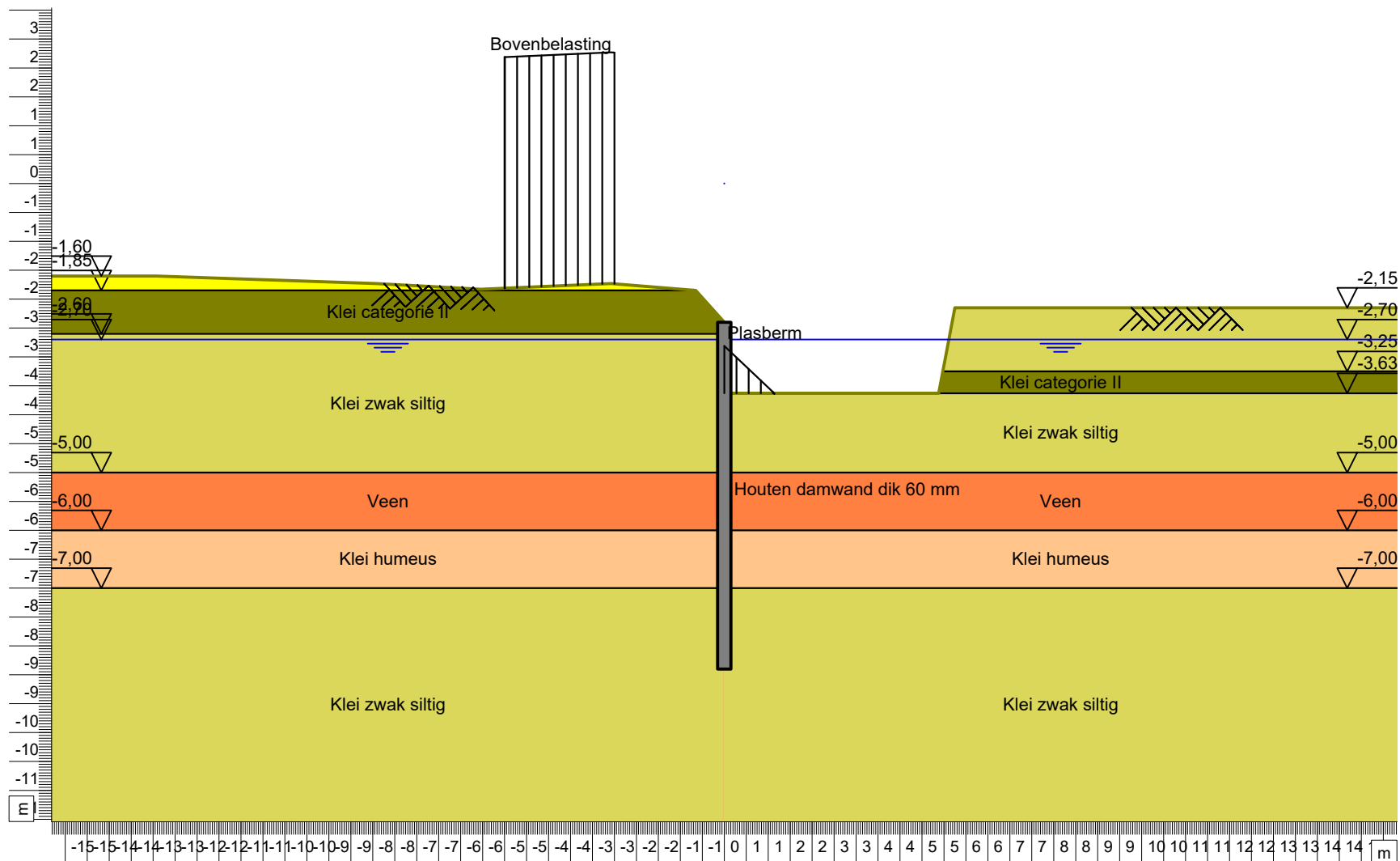
ct.

Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker
Dwarsprofiel 18A
G20210046

Annex

A4
form.

Outline - Stage 1: New Stage



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31 18467 7500
Fax

D-Sheet Piling 20.2 : G2021004-6-dwarsprofiel 18B-gvh.shl

5/6/2021

GVH

Bijlage DW-07

ctf.

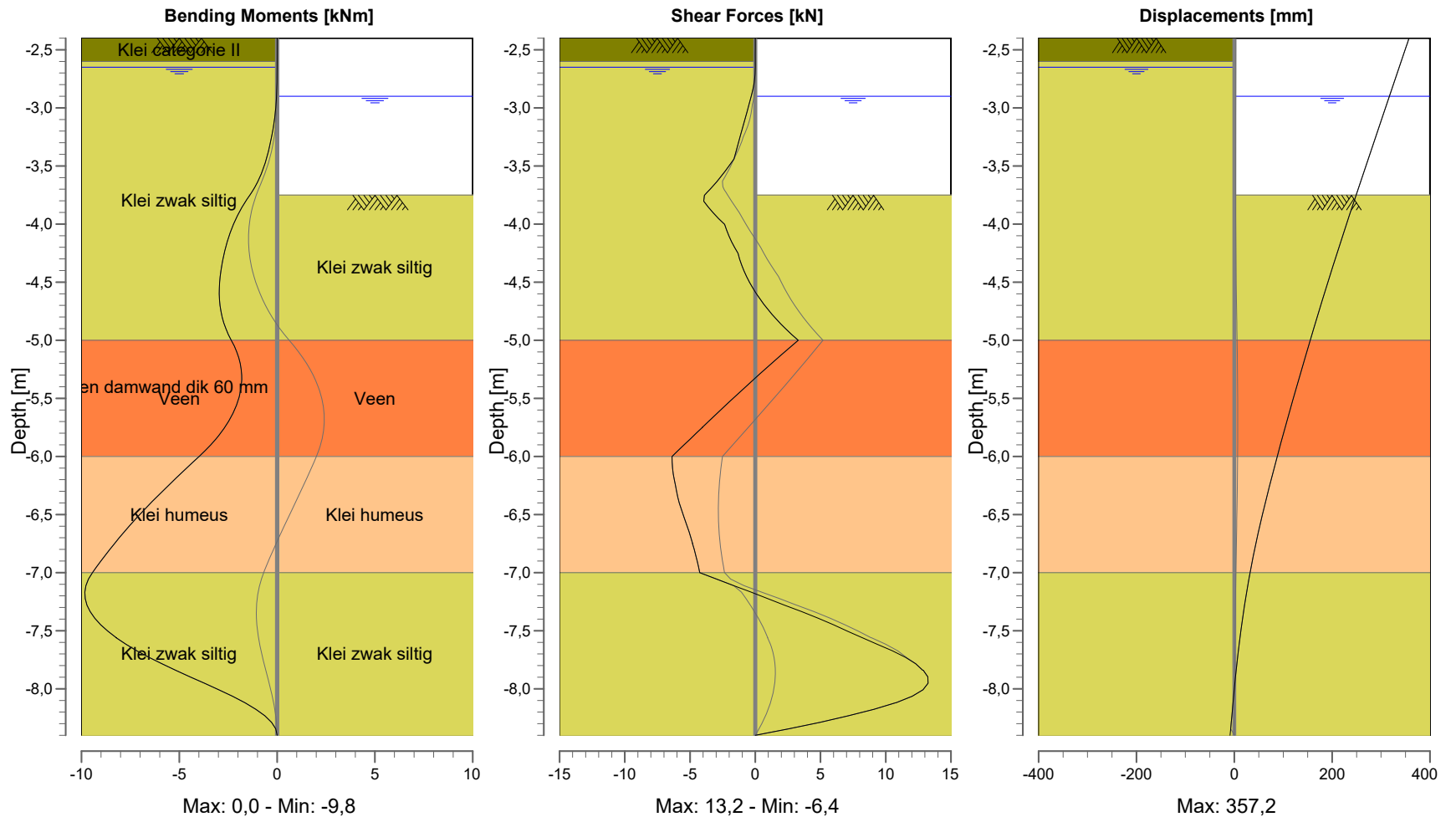
Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker
Dwarsprofiel 18B
G20190052

Annex

A4

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31184677500
Fax

D-Sheet Piling 20.2 : G20210046-dwarsprofiel 18B-gvh.sht

5/6/2021

drw.
GVH

Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker

Dwarsprofiel 18B

G20190052

Annex

Bijlage DW-08

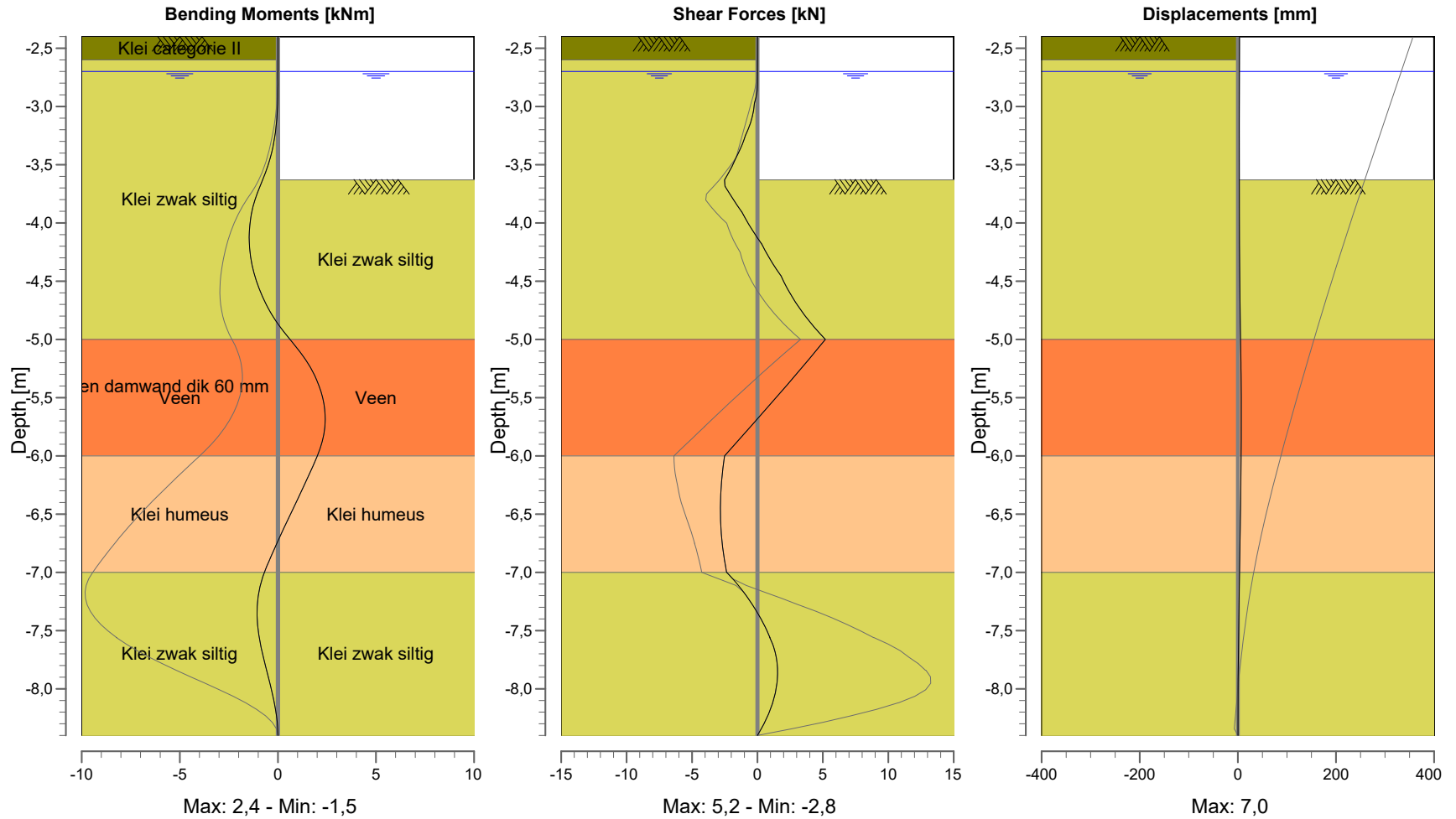
A4

form.

ctf.

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Phone +31184677500
Fax

D-Sheet Piling 2012 : G20210046-dwarsprofiel 18B-gvh.sht

5/6/2021

drw.
GVH

Bijlage DW-09

ctf.

Nieuwbouwplan De Scheg te Pijnacker
Dwarsprofiel 18B
G20190052

Annex

A4
form.



Adcim B.V.
Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht
T 0184 67 75 00
E algemeen@adcim.nl

www.adcim.nl



Adcim Geotechniek B.V.
Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht
T 0184 67 75 05
E algemeen@adcimgeotechniek.nl

www.adcimgeotechniek.nl