ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

VIEW II 2D PLAXIS

Controle verplaatsingen kademuur Rijnhaven

Frame vastgoed BV

5 OKTOBER 2020

Contactpersoon

[redacted] [redacted]
Adviseur Constructie

T +31 (0)88 4261 319
M +31 [redacted]
E [redacted]@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

1.1 Projectinformatie 5
1.1.1 The View I 5
1.1.2 The View II 5
1.2 Aanleiding 6
1.3 Doel van de rapportage 6
1.4 Leeswijzer 6
1.5 Literatuur en bronnenlijst 7
1.5.1 Normen en richtlijnen 7
1.5.2 Project specifieke documenten 7

2 UITGANGSPUNTEN 8

2.1 Veiligheidsfilosofie 8
2.2 Geometrie 8
2.3 Geotechnische uitgangspunten 8
2.3.1 Grondopbouw 8
2.3.2 Grondparameters 10
2.4 Eigenschappen constructieve elementen 11
2.4.1 Volume-elementen 11
2.4.2 Plate-elementen 12
2.4.3 Embedded beam elementen 13
2.5 Geohydrologische uitgangspunten 14
2.6 Belastingen 14
2.6.1 Belasting View II 15
2.6.2 Belasting View I 16
2.7 Overige uitgangspunten Plaxis 16
2.8 Plaxis fasering 17

3 BEREKENINGSRESULTATEN 21

3.1 Invloed bouw View II op kademuur 21
3.2 Invloed windbelasting View II op kademuur 22

3.3 Invloed bouw View II en wind op de kademuur 22

4 RISICOANALYSE 25

4.1 Impact View I op vervormingen kademuur 25
4.2 Installatie-effecten en bouwfasering 25
4.3 Tijdsafhankelijke zetting (kruip) 25
4.4 Huidige staat van kademuur onbekend 25
4.5 Kwaliteit van rijzendam 25
4.6 Dempen van de Rijnhaven 25

5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN 26

BIJLAGEN

BIJLAGE A DOORSNEDEN UIT CONSTRUCTIEVE 3D MODEL 27

BIJLAGE B TEKENING VII-ARC-VII-B2-DR-SE-DO-1910 28

BIJLAGE C SONDERINGEN 29

Sondering C 29
Sondering K 33
Sondering 20B 36
Sondering 22 37

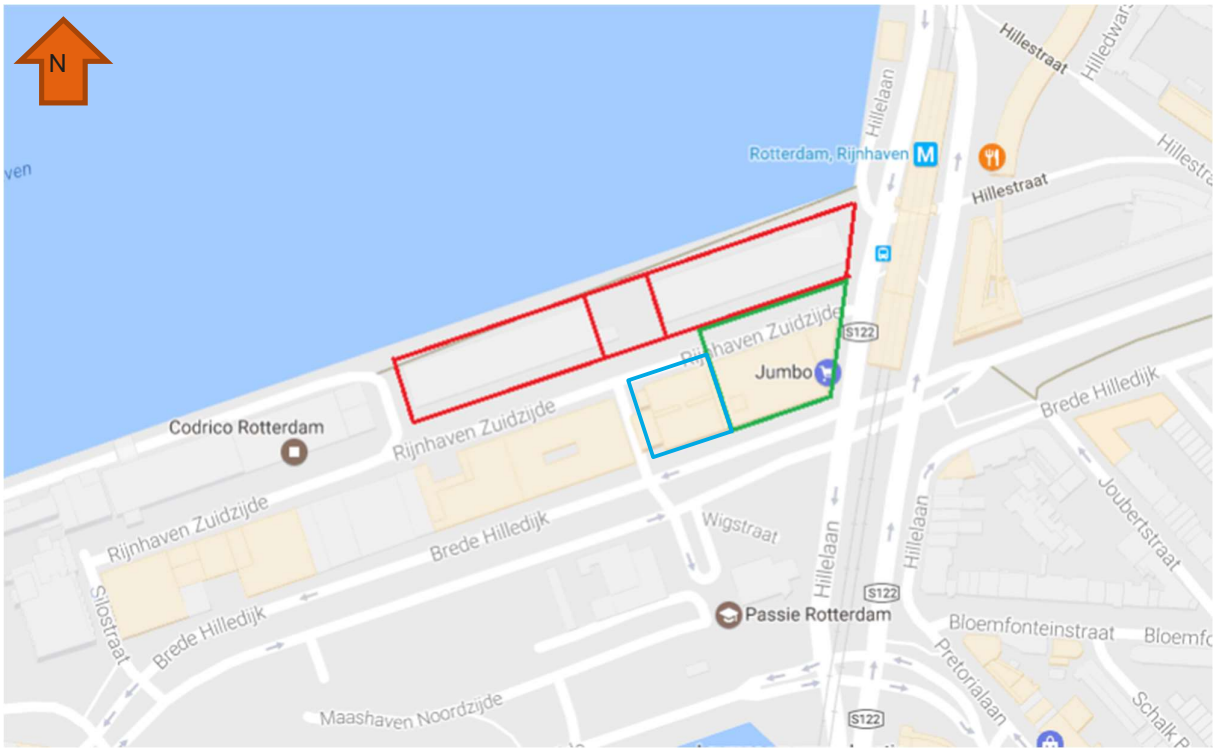
BIJLAGE D BELASTINGEN VIEW II 38

COLOFON 40

1 INLEIDING

1.1 Projectinformatie

In de wijk Katendrecht te Rotterdam wordt het project The View of Rotterdam fase 1 en 2 ontwikkeld; ook wel The View I en II genoemd. In Figuur 1-1 zijn de contouren van The View I aangeduid met de rode kleur. De contouren van The View II zijn aangeduid met de groene kleur. Het naastgelegen Santos gebouw is aangeduid met een blauwe kleur.



Figuur 1-1: Locaties The View I en II

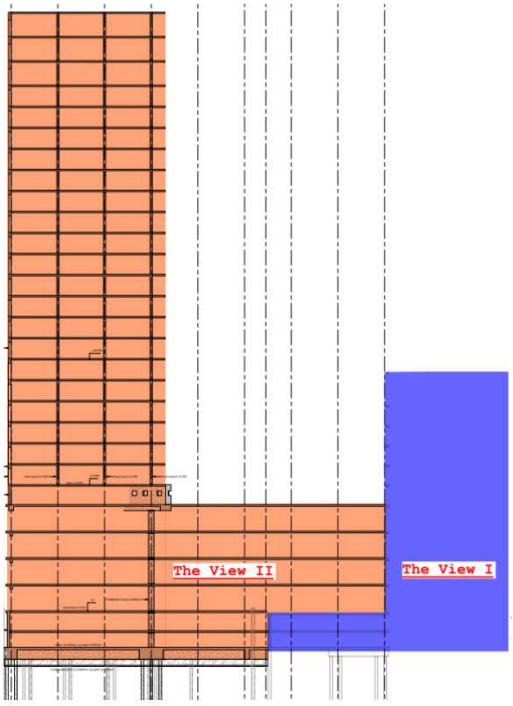
1.1.1 The View I

Het bouwplan van The View I voorziet in de realisatie van twee gebouwen Oost en West. Onder de twee gebouwen die in elkaars verlengde liggen is één grote parkeerkelder gerealiseerd bestaande uit 2 bouwlagen (onderkant keldervloer op NAP-2,79 m). De parkeergarage is in het verleden (een aantal jaren geleden) gerealiseerd.

Een zettingsanalyse van The View I valt buiten de scope van dit rapport. De ontwerpgegevens van View I worden waar nodig meegenomen voor het ontwerp van View II, aangezien deze gebouwen invloed op elkaar hebben.

1.1.2 The View II

The View II bestaat uit een deel laagbouw en een deel hoogbouw (woontoren). De woontoren wordt zoveel mogelijk naar de Brede Hilledijk gepositioneerd. De laagbouw is het verbindende element tussen de View I en II. Onder de woontoren en de laagbouw wordt een parkeergarage gerealiseerd bestaande uit 2 bouwlagen. De parkeergarage zal aansluiten op de al bestaande parkeergarage van The View I. In Figuur 1-2 is de verdeling van View I en View II weergegeven.



Figuur 1-2 Verdeling Project The View I & II:

1.2 Aanleiding

De realisatie van de View II is een complexe uitdaging. In de omgeving van de View II zijn namelijk meerdere objecten aanwezig die beïnvloed kunnen worden door de realisatie van de View II. Een van deze objecten is de Rijnhaven kademuur, dat zich ten noordwesten van de View I & II bevindt. Aan deze kademuur zijn door Havenbedrijf Rotterdam (HbR) strenge vervormingseisen gesteld, die tijdens de realisatie en de gebruiksfase van de View II gerespecteerd dienen te worden.

In voorliggende rapportage is om deze reden de beïnvloeding van de Rijnhaven kademuur door de View II nader beschouwd. Daarbij is er voornamelijk gefocust op de horizontale wind- en verticale permanente belastingen.

1.3 Doel van de rapportage

Het doel van de voorliggende rapportage is het inzichtelijk maken van welke invloed de funderingskrachten van de View II hebben op de Rijnhaven kademuur. Om dit resultaat te bereiken is een 2D Plaxismodel opgesteld waarin de View I, View II en de kademuur zijn gemodelleerd. Uit dit model zijn vervolgens de vervormingen van de Rijnhaven kademuur bepaald en getoetst aan de eisen.

Opgemerkt wordt dat in het Plaxismodel geen rekening is gehouden met de bouwfasering van de View I en View II. In het model is enkel de eindsituatie beschouwd.

Aanvullend is buiten de scope van de opdracht ook de invloed van View I op de kademuur beschouwd.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 1 is een projectintroductie en de doestelling van voorliggende rapportage toegelicht. In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten gedefinieerd die zijn gehanteerd in de uitgevoerde vervormingsanalyse. De resultaten van de vervormingsanalyse zijn samengevat in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 is een risicoanalyse toegevoegd en tot slot is een conclusie opgenomen in hoofdstuk 5.

1.5 Literatuur en bronnenlijst

Bij het opstellen van dit rapport zijn onderstaande documenten geraadpleegd.

1.5.1 Normen en richtlijnen

[Ref A] NEN 9997-1+C2:2017, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels, d.d. november 2017

1.5.2 Project specifieke documenten

[Ref 1] Arcadis, The View II Rotterdam Plaxis 3D zettingsanalyse The View II, kenmerk D10015471:10, status definitief, 9 september 2020
[Ref 2] MOS Grondmechanica B.V., rapport, Zettingsprognose (s2) voor nieuwbouw The View fase II aan de Hillelaan, Rijnhaven Zuidzijde te ROTTERDAM, revisie 5, kenmerk R1603796-17, d.d. 2 maart 2020.
[Ref 3] Arcadis, The View of Rotterdam Fase 2 (The View II) – Uitgangspunten constructive DO, kenmerk D10005099:48, d.d. 21 februari 2020.
[Ref 4] PLAXIS, Plaxis Material Models Manual Connect edition V20,
[Ref 5] R.B.J. Brinkgreve et al, Validation of empirical formulas to derive model parameters for sands, d.d. juni 2010.
[Ref 6] MOS Grondmechanica B.V., Damwandadvies The View fase 2, revisie 3, kenmerk R1603796-14, d.d. 21 februari 2020.
[Ref 7] MOS Grondmechanica B.V., Funderingsadvies ten behoeve van nieuwbouw The View fase II revisie 4, kenmerk R1603796-16, d.d. 21 februari 2020.
[Ref 8] Arcadis, Memo Belastingen The View I & II voor zettingsberekeningen, kenmerk 083967139A, d.d. 26 juli 2019.
[Ref 9] Gemeente Rotterdam, Notitie Rijnhaven zuidzijde 6; The View, kenmerk 2017-059-004, d.d. 30 juli 2018.

2 UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk zijn de gehanteerde uitgangspunten gesommeerd.

2.1 Veiligheidsfilosofie

In de voorliggende analyse wordt er gefocust op de vervormingen van de Rijnhaven kademuur. De vervormingen dienen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) beschouwd te worden. Er zijn om die reden geen veiligheidsfactoren toegepast op de geotechnische en constructieve parameters. In het model zijn enkel de permanente en quasi permanente belastingen gemodelleerd zonder veiligheidsfactoren.

Aanvullend is de invloed van de horizontale component van de winbelasting beschouwd om een indicatie te krijgen van de beïnvloeding. Bij deze beschouwing zijn geen veiligheidsfactoren toegepast.

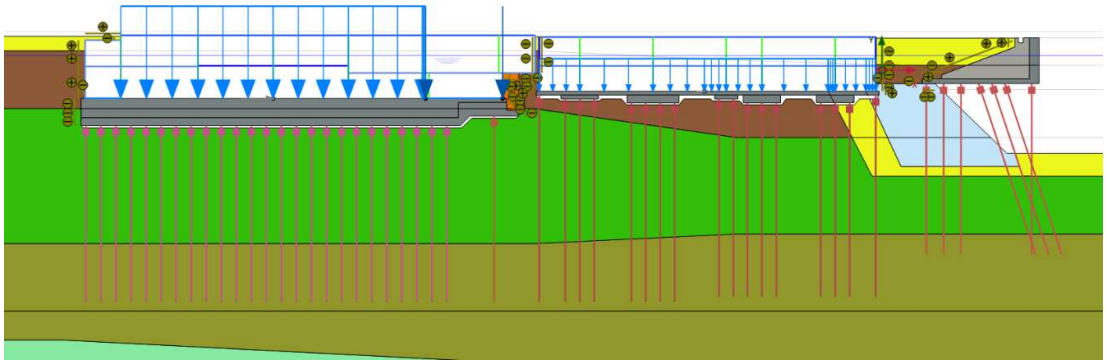
2.2 Geometrie

Het Plaxis 2D model is opgesteld op basis van een AutoCAD doorsnede verkregen uit het constructieve 3D model, zie Bijlage A.

De volgende geometrische aanpassingen zijn aanvullend doorgevoerd in het Plaxis 2D model:

- De bovenbouw van de View I en View II zijn niet gemodelleerd. In Plaxis zijn enkel de ondergrondse elementen gemodelleerd.
- De liftput onder de View II is niet gemodelleerd. Er is gekozen om een snede zonder liftput te modelleren omdat dit maatgevender is voor de horizontale vervormingen.
- De palen onder de View II zijn niet gemodelleerd op basis van de doorsnede opgenomen in Bijlage A. Op deze doorsnede zijn niet alle palen zichtbaar. Voor het modeleren van de palen is het palenplan van View II gehanteerd uit tekening VII-ARC-VII-B2-DR-SE-DO-1910, zie Bijlage B.

De aanpassingen resulteren in de Plaxisgeometrie zoals weergeven in Figuur 2-1.

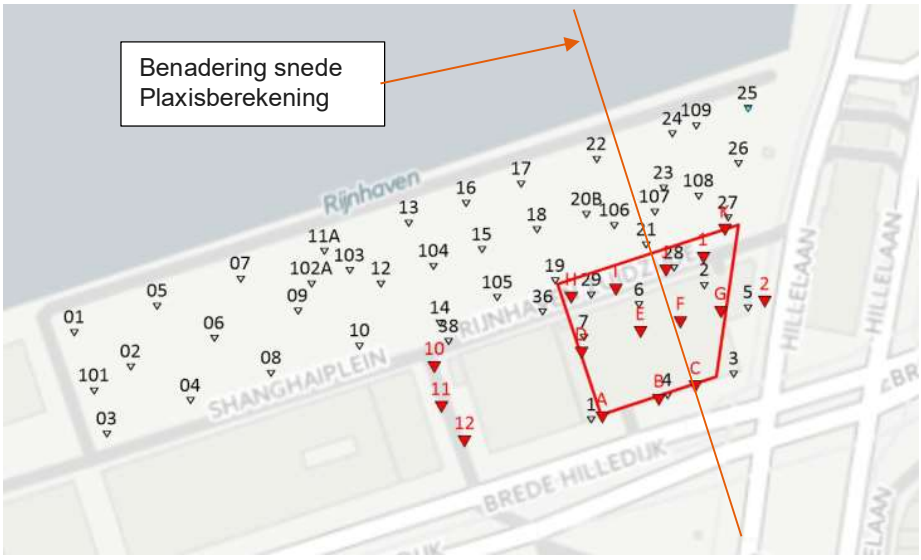


Figuur 2-1: Geometrie in Plaxis

2.3 Geotechnische uitgangspunten

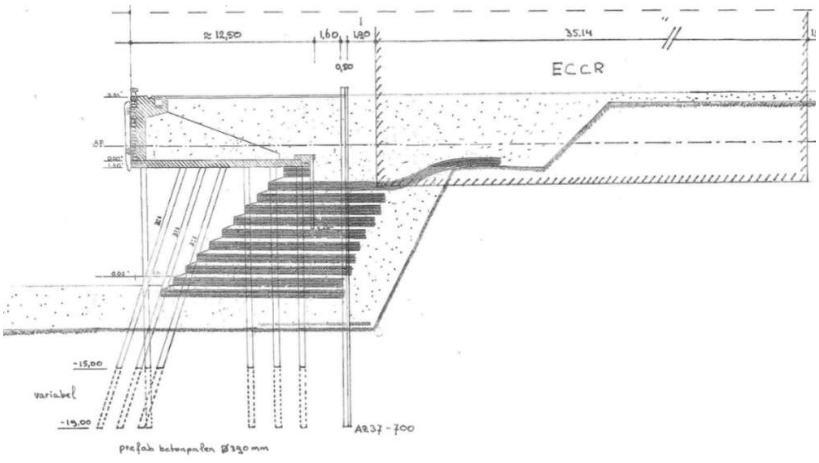
2.3.1 Grondopbouw

De grondopbouw op locatie is vastgesteld op basis van beschikbare sonderingen, zie Figuur 2-2. Voor het opstellen van de grondopbouw ter plaatse van de gehanteerde doorsnede zijn de sonderingen C (borehole 1), K (borehole 2), 20B (borehole 3) en 22 (borehole 4) gehanteerd, zie Bijlage C. Opgemerkt wordt dat de sonderingen die parallel aan de kademuur op één lijn zitten een vergelijkbare grondopbouw weergeven.



Figuur 2-2: beschikbare sonderingen (rood is contour View II)

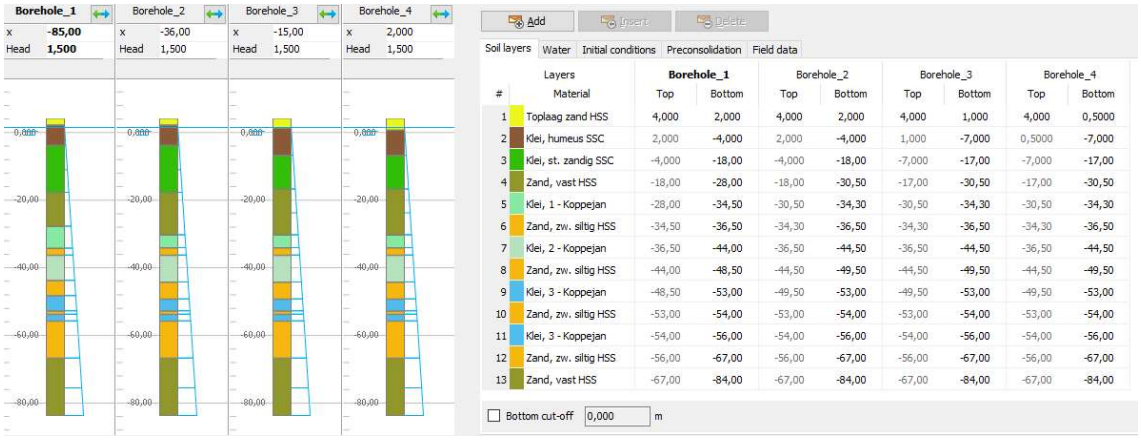
Sondering 22 geeft de grondopbouw langs de kademuur weer na realisatie van de kademuur. Omdat er geen sonderingen beschikbaar zijn van de situatie voorgaand aan de realisatie van de kademuur, is aangenomen dat de grondopbouw van sondering 20B aanwezig was op de locatie van sondering 22. De grondopbouw na realisatie van de kademuur is gemodelleerd op basis van sondering 22 en archieftekeningen, waarop een grondversterking van zand en een zogenaamde rijzendam is aangegeven, zie Figuur 2-3. De rijzendam kan gezien worden als een opeenstapeling van zinkstukken met elk een dikte van ca. 0,5m.



Figuur 2-3: Grondversterking rond kademuur

De grondopbouw op locatie kan als volgt worden omschreven. Het maaiveld ligt op NAP+3,5 m met daaronder een 2 à 3 m dikke toplaag bestaande uit zand. Onder deze laag bevindt zich een humeuze kleilaag tot een diepte van NAP-4,0 m gevolgd door een sterk zandig kleilaag tot een diepte van ca. NAP-17 à -19 m. Vanaf dit niveau begint de zwak zandige zandlaag met daarin een viertal samendrukbare kleilagen, zie Figuur 2-4. Het vaste zand begint op een diepte van ca. NAP-67 m. De maximaal verkende diepte bedraagt NAP-84 m. Ter plaatse van de kademuur en deels onder de View I is op basis van de archieftekeningen zand aangenomen, dit is direct in het model verwerkt en komt daardoor niet terug in de boreholes. In Figuur 2-4 is de grondopbouw weergegeven zoals deze in Plaxis is gemodelleerd.

In het Plaxismodel zijn enkele laagscheidingen maximaal 0,5 m omhoog of omlaag verschoven om problemen met de mesh te voorkomen. De kleine aanpassingen hebben geen impact op het resultaat.



#	Material	Borehole_1 Top	Borehole_1 Bottom	Borehole_2 Top	Borehole_2 Bottom	Borehole_3 Top	Borehole_3 Bottom	Borehole_4 Top	Borehole_4 Bottom
1	Toplaag zand HSS	4,000	2,000	4,000	2,000	4,000	1,000	4,000	0,5000
2	Klei, humeus SSC	2,000	-4,000	2,000	-4,000	1,000	-7,000	0,5000	-7,000
3	Klei, st. zandig SSC	-4,000	-18,00	-4,000	-18,00	-7,000	-17,00	-7,000	-17,00
4	Zand, vast HSS	-18,00	-28,00	-18,00	-30,50	-17,00	-30,50	-17,00	-30,50
5	Klei, 1 - Koppejan	-28,00	-34,50	-30,50	-34,30	-30,50	-34,30	-30,50	-34,30
6	Zand, zw. siltig HSS	-34,50	-36,50	-34,30	-36,50	-34,30	-36,50	-34,30	-36,50
7	Klei, 2 - Koppejan	-36,50	-44,00	-36,50	-44,50	-36,50	-44,50	-36,50	-44,50
8	Zand, zw. siltig HSS	-44,00	-48,50	-44,50	-49,50	-44,50	-49,50	-44,50	-49,50
9	Klei, 3 - Koppejan	-48,50	-53,00	-49,50	-53,00	-49,50	-53,00	-49,50	-53,00
10	Zand, zw. siltig HSS	-53,00	-54,00	-53,00	-54,00	-53,00	-54,00	-53,00	-54,00
11	Klei, 3 - Koppejan	-54,00	-56,00	-54,00	-56,00	-54,00	-56,00	-54,00	-56,00
12	Zand, zw. siltig HSS	-56,00	-67,00	-56,00	-67,00	-56,00	-67,00	-56,00	-67,00
13	Zand, vast HSS	-67,00	-84,00	-67,00	-84,00	-67,00	-84,00	-67,00	-84,00

Figuur 2-4: Grondopbouw Plaxis 2D model

2.3.2 Grondparameters

Voor het modelleren van de grondlagen zijn twee verschillende grondmodellen gebruikt namelijk: Hardening Soil Small Strain (HSS) en Soft Soil Creep (SSC). Voor de zandlagen is het HSS-model gehanteerd en voor de samendrukbare lagen het SSC-model. In Tabel 2-1 en Tabel 2-2 zijn respectievelijk de HSS- en SSC-parameters weergegeven.

Tabel 2-1: Grondparameters HSS

Parameter	Eenheid	Aanvulzand	Toplaag zand	Zand vast	Zand zwak siltig	Rijzendam
Drainage type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
$\gamma_{unsat}/\gamma_{sat}$	[kN/m³]	18/20	17/19	19/21	19/21	17/19
E_{50}^{ref}	[kN/m²]	30.000	20.000	43.500	40.000	20.000
E_{oed}^{ref}	[kN/m²]	30.000	20.000	43.500	40.000	20.000
E_{ur}^{ref}	[kN/m²]	90.000	60.000	130.500	120.000	60.000
Power (m)	[-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
c'_{ref}	[kN/m²]	0,1	0,1	0,1	0,1	3
Φ' (phi)	[°]	30	30	35	32,5	32
Ψ (psi)	[°]	0	0	5	2,5	2
$\gamma_{0,7}$	[-]	$1,8^{E}$-4	$2,6^{E}$-4	3^{E}-4	3^{E}-4	$2,6^{E}$-4
G_0^{ref}	[kN/m²]	94.000	80.000	120.000	105.000	80.000
R_{inter}	[-]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
k_x / k_y / k_z	m/day	0,120614	0,120614	0,599962	0,120614	0,120614

De doorlatendheden (k_x / k_y / k_z) van de zandlagen zijn op basis van de Plaxis standaard waarden gehanteerd. Doordat de zandlagen als “drained” zijn gemodelleerd heeft de doorlatendheid vrijwel geen effect op de resultaten.

De stijfheden van de zandlagen zijn op basis van correlaties uit [Ref 4], [Ref 5], CUR 162 en ervaringsgetallen vastgesteld. De stijfheden zijn voor zowel de verticale als horizontale vervormingen van belang.

De rijzendam grondverbetering is in Plaxis als een zandlaag gemodelleerd met het HSS-grondmodel. Aan deze grondlaag is een wat hogere phi en cohesie toegekend.

Tabel 2-2: Grondparameters SSC

Parameter	Eenheid	Klei humeus	Klei sterk zandig	Klei 1	Klei 2	Klei 3
Material model	[-]	Soft soil creep	Soft soil creep	Soft soil creep	Soft soil creep	Soft soil creep
Drainage type	[-]	Undrained (A)	Undrained (A)	Undrained (A)	Undrained (A)	Undrained (A)
$\gamma_{unsat}/\gamma_{sat}$	[kN/m³]	15/15	18/18	19,5/19,5	19/19	19/19
λ*	[-]	0,099888	0,039955	0,0547	0,0427	0,0588
K*	[-]	0,03331	0,01333	0,0127	0,0096	0,0169
μ*	[-]	0,010857	0,001357	0,0011	0,0008	0,0014
c'_{ref}	[kN/m²]	1	0,1	5	5	5
Φ’ (phi)	[°]	22,5	30	25	25	25
Ψ (psi)	[°]	0	0	0	0	0
R_{inter}	[-]	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
k_x / k_y / k_z	m/day	$5,0^{E}$-3	$5,0^{E}$-2	4^{E}-6	4^{E}-6	4^{E}-6
OCR	[-]	1	1	2	2	2

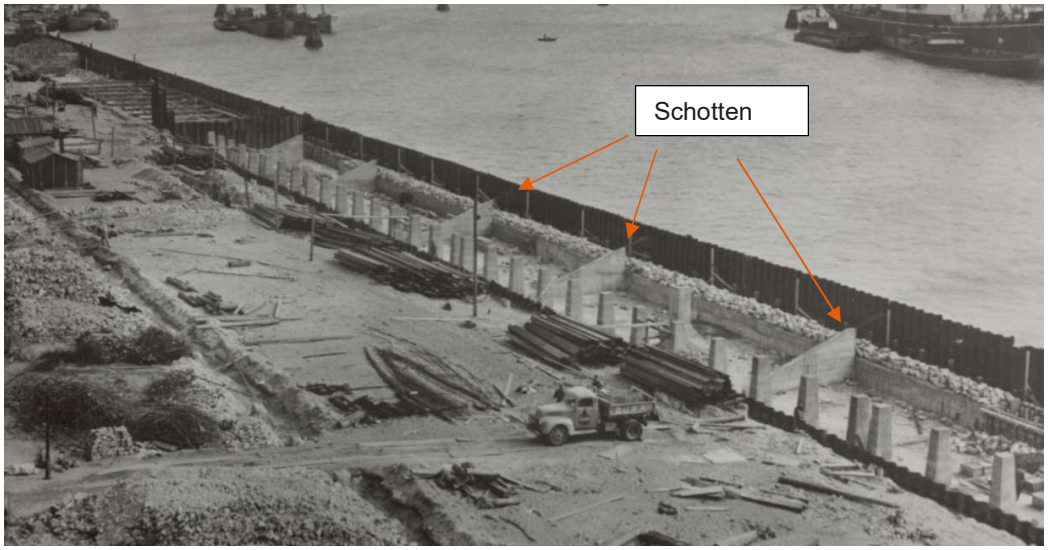
De parameters van de lagen “Klei humeus” en “Klei sterk zandig” zijn bepaald op basis van standaardwaarden uit NEN tabel 2b [Ref A]. Voor de doorlatendheid van deze lagen zijn standaardwaarden gehanteerd op basis van ervaringsgetallen. De grondparameters van de diepgelegen kleilagen 1 t/m 3 zijn overgenomen uit [Ref 1], waarin de parameters voor deze lagen zijn afgeleid.

2.4 Eigenschappen constructieve elementen

In het Plaxis 2D model zijn verschillende constructieve elementen aanwezig. Deze elementen kunnen ingedeeld worden in de groepen “Volume-elementen”, “Plates” en “Embedded beams”.

2.4.1 Volume-elementen

In het Plaxismodel zijn verschillende betonelementen van de View I, View II en de kademuur gemodelleerd met “volume-elementen” daarvoor is gebruik gemaakt van het lineair elastisch grondmodel. In het model is onderscheid gemaakt tussen de volume-elementen “Beton” en “Beton kademuur vleugel”. Het volume-element “Beton” is gebruikt voor onder andere de diepste vloer van de View I, View II en voor de betonnen delen van de kademuur. Het volume-element “Beton kademuur schotten” is een op stijfheid gecorrigeerde volume-element, dat enkel is toegepast voor de betonnen schotten van de kademuur, zoals weergegeven in Figuur 2-5. Voor de schotten is een hart op hart afstand van 15 m en een dikte van 0,2 m gehanteerd.



Figuur 2-5: Archieffoto Rijnhaven Kademuur

In Tabel 2-3 zijn de gehanteerde waarden voor de volume-elementen weergegeven. Voor de R_{inter} van de schotten is een waarde van 1,0 gehanteerd aangezien tussen de schotten grond op grond interface aanwezig is. Voor het overige beton (vloeren) is aangenomen dat deze direct tegen de grond aan zijn gestort, waardoor een R_{inter} van 0,9 gehanteerd kan worden.

Tabel 2-3: Parameters volume-elemten

Parameter	Eenheid	Beton	Beton kademuur schotten
Material model	[-]	Linear elastic	Linear elastic
Drainage type	[-]	Non-porous	Non-porous
$\gamma_{unsat}/\gamma_{sat}$	[kN/m³]	25/25	25/25
E	[kN/m²]	11^E6	$1,47^E5$
R_{inter}	[-]	0,9	1,0

2.4.2 Plate-elementen

Voor het modelleren van de wanden en de overige vloeren zijn “plate-elementen” gebruikt. De stijfheid van de kolommen is vastgesteld op basis van een hart op hart afstand van 7,8 m. In Tabel 2-4 zijn de eigenschappen van de gehanteerde “plate-elementen” samengevat, daarin is voor de elasticiteitsmodulus van beton E= 11^E6 gehanteerd (gescheurd beton).

Tabel 2-4: Eigenschappen plates (wanden en vloeren)

Plate	Type [-]	Dikte [m]	Breedte [m]	Gewicht [kN/m/m]	EA [kN/m]	EI [kN/m]
Kolommen d=0,25	Elastic	0,25	0,25	0,20	$8,81^E4$	$4,59^E2$
Kolommen d=0,3	Elastic	0,3	0,3	0,29	$1,27^E5$	$9,52^E2$
Kolommen d=0,35	Elastic	0,35	0,35	0,39	$1,73^E5$	$1,76^E3$

Plate	Type [-]	Dikte [m]	Breedte [m]	Gewicht [kN/m/m]	EA [kN/m]	EI [kN/m]
Kolommen d=0,4	Elastic	0,4	0,4	0,51	2,26E5	3,01E3
Kolommen d=0,5	Elastic	0,5	0,5	0,80	3,53E5	7,35E3
Kolommen d=0,8	Elastic	0,8	0,8	2,05	9,03E5	4,81E4
Kolommen d=1	Elastic	1	1	3,21	1,41E6	1,18E5
Vloer/wand d=0,25	Elastic	0,25	1	6,25	2,75E6	1,43E4
Vloer/wand d=0,3	Elastic	0,3	1	7,5	3,30E6	2,48E4
Vloer/wand d=0,35	Elastic	0,35	1	8,75	3,85E6	3,93E4
Vloer/wand d=0,4	Elastic	0,4	1	10	4,40E6	5,87E4
Vloer/wand d=0,5	Elastic	0,5	1	12,5	5,50E6	1,15E5
Vloer/wand d=0,8	Elastic	0,8	1	20	8,80E6	4,69E5
Vloer/wand d=1	Elastic	1	1	25	1,10E7	9,17E5

2.4.3 Embedded beam elementen

In het Plaxismodel zijn verschillende funderingspalen aanwezig, deze zitten onder de View I, View II en de kademuur. De funderingspalen zijn met “Embedded beams” gemodelleerd in het Plaxismodel. Voor de hart op hart afstand van de View I funderingspalen is een gecorrigeerde hart op hart afstand aangehouden van 3,8 m op basis van het aantal palen in lengterichting en de lengte van het gebouw. De hart op hart afstand van de palen van de kademuur is onbekend, hiervoor is een hart op hart afstand van 2 m aangenomen. In Tabel 2-5 zijn de gehanteerde eigenschappen weergegeven.

Tabel 2-5: Eigenschappen embedded beams (funderingspalen)

Ebeam	Type [-]	E [kN/m²]	Gewicht [kN/m³]	Diameter / breedte [m]	Hart op hart afstand [m]	Puntdraagvermogen Fmax kN
View II - Vibro Rond 457 (hoogbouw)	Elastic	20E6	24	0,457	1,56	2000
View II – Fundex GI Rond 540 (laagbouw)	Elastic	20E6	24	0,540	1,56	3000
View I - Prefab vierkant 450 mm	Elastic	20E6	24	0,450	3,8	1500
Kademuur – prefab vierkant 390 mm	Elastic	20E6	24	0,390	2,0	1000

De schuifweerstand langs de funderingspalen is op twee verschillende manieren ingevuld. Voor de funderingspalen van de View II is de “Multi-linear” methode gebruikt zoals weergegeven in Tabel 2-6. Deze invoer waarden zijn overgenomen uit de 3D Plaxis analyse[Ref 1], waarin deze waarden zijn bepaald op basis van beschikbare paalfunderingsanalyses. Voor de voor de funderingspalen van de View I en kademuur

is de “Linear” optie gehanteerd, zie Tabel 2-7. Er is voor deze methode gekozen, omdat er geen paalfunderingsanalyses voor deze constructies beschikbaar zijn. Aan de hand van de paaldiameter is een gangbare schuifweerstand langs de paal vastgesteld.

Tabel 2-6: Schuifweerstand embedded beams View II (funderingspalen)

Axial skin resistance Ebeams	Distance [m]	Axial skin resistance [kN/m]
View II - Vibro Rond 457 (hoogbouw)	0 (NAP-4 m)	50
	13,5 (NAP-17,5 m)	50
	14,5 (NAP-18,5 m)	300
	20 (NAP-24 m)	300
View II – Fundex GI Rond 540 (laagbouw)	0 (NAP-4 m)	50
	13,5 (NAP-17,5 m)	50
	14,5 (NAP-18,5 m)	367
	20 (NAP-24 m)	367

Tabel 2-7: Schuifweerstand embedded beams View I en kademuur (funderingspalen)

Axial skin resistance Ebeams	$T_{skin, start\ max}$ [kN/m]	$T_{skin, end\ max}$ [kN/m]
View I - Prefab vierkant 450 mm	200	200
Kademuur – prefab vierkant 390 mm	100	100

2.5 Geohydrologische uitgangspunten

In de rapportage van MOS [Ref 1] zijn op basis van peilbuizen in de omgeving van de bouwlocatie geohydrologische uitgangspunten afgeleid. Deze uitgangspunten zijn beoordeeld en overgenomen in voorliggende rapportage.

Gemiddelde freatische grondwaterstand: NAP+1,5 m

Gemiddelde stijghoogte diepe zandlagen: NAP-0,5 m

Opgemerkt wordt dat de waterstand in de Rijnhaven de stijghoogte in de diepe zandlagen (vanaf NAP-18 m) beïnvloedt. Bij hoge waterstanden in de Rijnhaven (hoger dan NAP+2,0 m) kan de stijghoogte hoger worden dan NAP+0,0 m. Door de hogere waterdruk omhoog kan de netto verticale belasting op paalpuntniveau iets afnemen, dit is gunstig voor de verticale vervormingen. De drukkrachten in de drukpalen zal wat afnemen en de trekpalen zullen wat zwaarder belast worden op trek. De frequentie van deze waterstand is op basis van de beschikbare gegevens niet hoog, waardoor dit als een incidentele situatie beschouwd kan worden. Voor de stijghoogte in de diepe zandlagen is om deze reden NAP-0,5 m gehanteerd.

Opgemerkt wordt dat in het model geen verval over de kademuur wordt gemodelleerd. Oftewel de waterstand in de Rijnhaven is gelijk aan de freatische grondwaterstand achter de kademuur.

2.6 Belastingen

In het Plaxis 2D model zijn belastingen van de View II en View I gemodelleerd. Aangenomen is dat verticale en horizontale belastingen direct op de fundering aangrijpen. Op de kademuur zijn geen belastingen

gemodelleerd, aangezien er enkel naar de beïnvloeding van de View II op de vervormingen van de kademuur wordt gekeken. Voor zover bekend wordt de kademuur ook niet meer gebruikt wordt voor havenactiviteiten

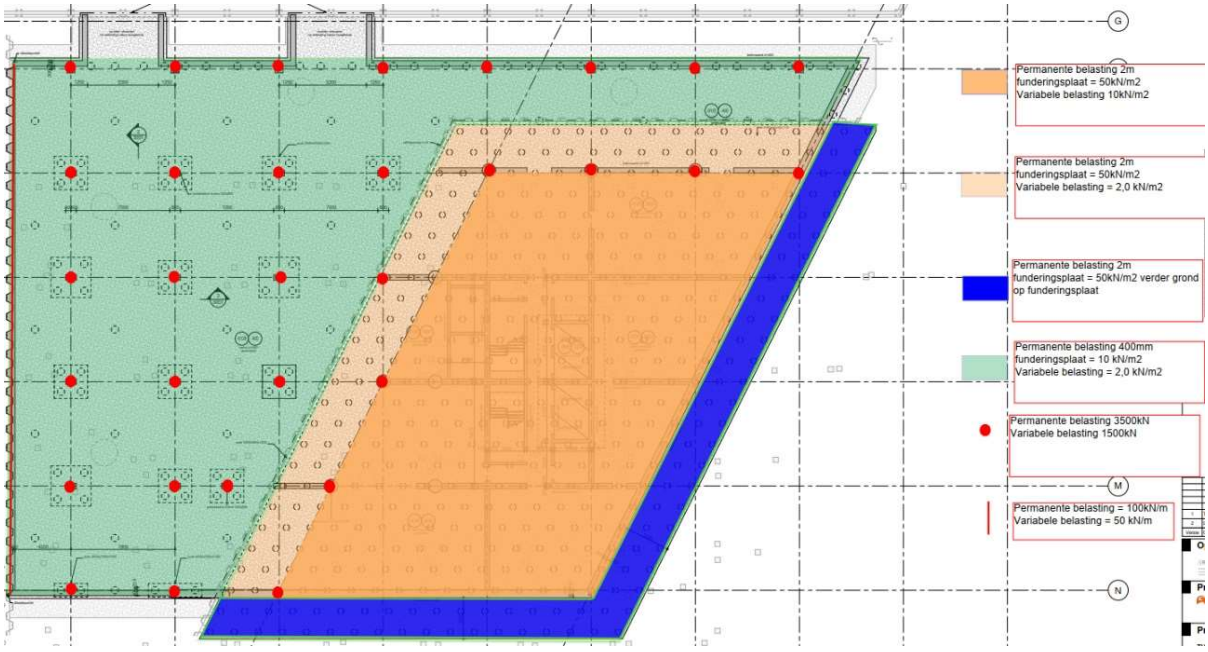
Opgemerkt wordt dat de belastingen in de BGT-situatie zijn gemodelleerd zonder veiligheidsfactoren.

2.6.1 Belasting View II

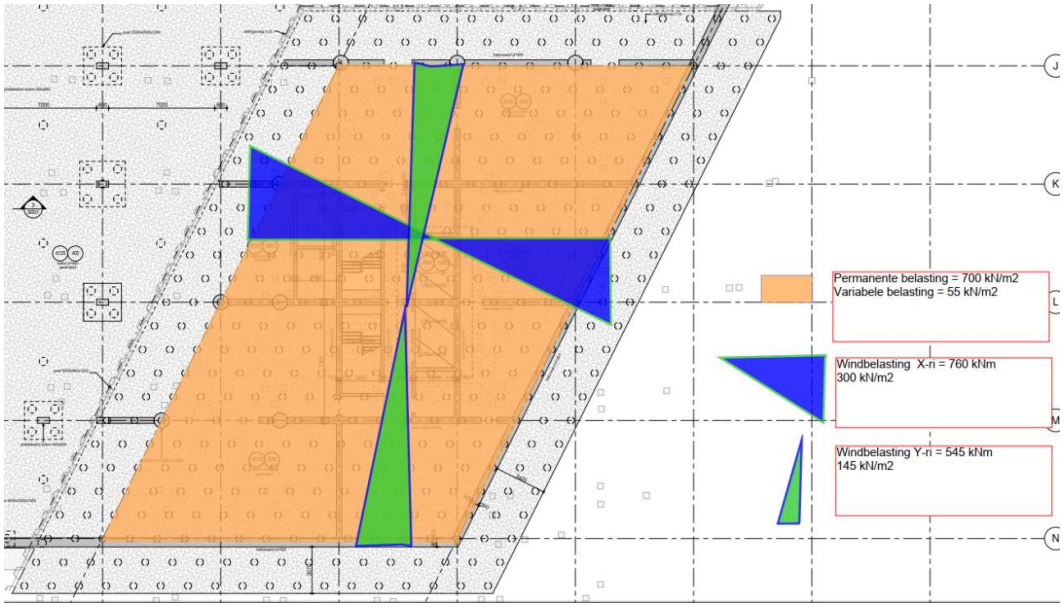
Voor de View II zijn de belastingen door de constructeur opgegeven [Ref 8] zoals weergegeven in Figuur 2-6 en Figuur 2-7. Van de verticale belastingen zijn enkel de permanente componenten gemodelleerd. De variabele verticale belastingen zijn niet gemodelleerd. In de analyse is daarnaast de horizontale component van de windbelasting gemodelleerd als 200 kN/m (opgave constructeur). Momenten op de fundering ten gevolge van de windbelasting worden als variabele verticale belastingen gezien en zijn buiten beschouwing gelaten. De funderingspalen zullen stijver reageren bij kortdurende verticale belastingen, omdat deze belastingen grotendeels opgenomen zullen worden door een afname aan negatieve kleef en positieve wandwrijving.

Op basis van een gevoeligheidsanalyse zijn de quasi permanente belastingen van de View II ook gemodelleerd. Wanneer de quasi permanente belastingen aan het model worden toegevoegd nemen de totale verplaatsingen van de significant kade toe. De invloed van wind op de vervormingen van kademuur wordt echter in de orde van 0,5 mm kleiner. Doordat de invloed van wind op de vervormingen van de kade zeer beperkt en vrijwel verwaarloosbaar zijn, is ervoor gekozen de quasi permanente belastingen op te nemen in het model.

De quasi permanente belasting zijn verkregen door de variabele belastingen in Figuur 2-6 te vermenigvuldigen met Ψ=0,6 (voor winkels, parkeergarage en kantoren) en voor de variabele belasting in Figuur 2-7 is een afgeronde waarde van 45 kN/m² gehanteerd ((55*0,3)/0,4 = 41,25 kN/m²). Dus met een Ψ=0,3 in plaats van de met een Ψ=0,4 berekende waarde voor de woningen.



Figuur 2-6: Belastingen View II laagbouw en hoogbouw, zie Bijlage D voor grote weergave.



Figuur 2-7: Belastingen View II hoogbouw, zie Bijlage D voor grote weergave.

2.6.2 Belasting View I

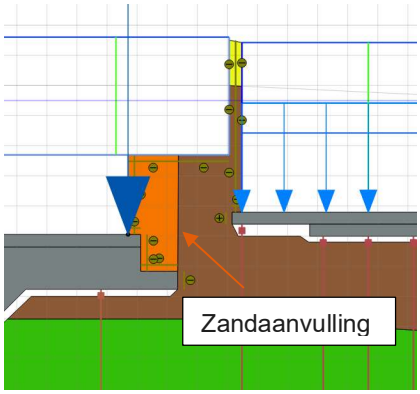
De belastingen van View I zijn gemodelleerd als een verdeelde verticale belasting van 265 kPa. Deze belasting is opgegeven door Bouwadviesbureau Van Der Ven BV die verantwoordelijk is voor het ontwerp van View I. Daarnaast is een belastingsituatie met de horizontale component van de windbelasting gemodelleerd als 50 kN/m (opgave constructeur).

2.7 Overige uitgangspunten Plaxis

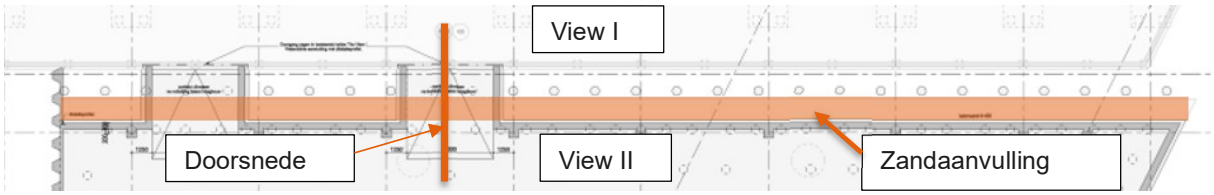
- In het Plaxismodel zijn de verbindingen van vloeren, wanden en kolommen als vaste verbindingen gemodelleerd. In werkelijkheid zullen deze verbinden minder sterk zijn. Daarnaast zijn wanden van de stabiliserende kern van de View I en II niet gemodelleerd. In het Plaxismodel heeft deze aanname weinig invloed, omdat de belastingen op de funderingsvloer worden gemodelleerd. Er is hierdoor in het model geen belastingafdracht van de bovenbouw naar de fundering. De gemodelleerde wanden en vloeren hebben alleen een grond- en waterkerende functie en geven visueel aan waar de parkeerlagen zich bevinden ten opzichte van de dikke massieve betonnen constructieve vloeren van de torens.

- In het model is een “opening” gemodelleerd tussen de funderingsvloeren van de View I/View II en de ondergrond. Hierdoor worden er via de vloer geen schuif en verticale krachten afgedragen aan de ondergrond. Deze krachten worden direct naar de funderingspalen en wanden van de kelder geleid. In werkelijkheid zal er enige afdracht van krachten zijn. Naar verwachting zal het effect hiervan beperkt zijn, omdat direct onder de vloeren alleen zeer slappe grondlagen aanwezig zijn.

- Tussen de View II en View I, onder de uitkraging van de View II, is een zandaanvulling gemodelleerd, zie Figuur 2-8. Deze aanvulling is onderdeel van de bouwfasering van de View II. Er is gekozen om deze aanvulling te modelleren omdat deze mogelijk invloed kan hebben op de horizontale krachtsafdracht richting de View I. Naast de uitkragingen loopt de zandaanvulling door tot aan maaiveld, zie In Figuur 2-8.



Figuur 2-8: Zandaanvulling tussen View I en View II (oranje)



Figuur 2-9: Bovenaanzicht kelder aansluitingen View I en View II

2.8 Plaxis fasering

In het Plaxismodel is de onderstaande fasering aangehouden. Elke fase is hieronder nader toegelicht.



Figuur 2-10: Plaxis fasering

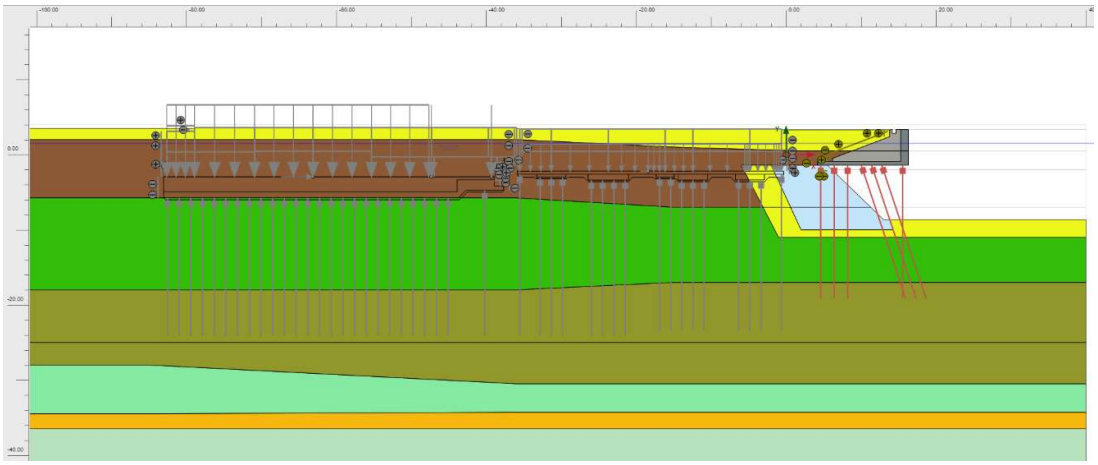
Initial phase:
In de Initial phase wordt de grondopbouw geactiveerd en worden de spanningen in de ondergrond gemodelleerd met de K0 procedure. De OCR in de diepe kleilagen blijft hierdoor gehandhaafd. Alle constructieve elementen zijn in deze fase uitgeschakeld. In deze fase in aangenomen dat de Rijnhaven nog niet bestaat en er een horizontaal maaiveld aanwezig is, zie Figuur 2-11.



Figuur 2-11: Initial phase

Kademuur + ontgraving Rijnhaven
In deze fase wordt de kademuur geactiveerd en wordt de Rijnhaven ontgraven. Er wordt geen rekening gehouden met de bouwfasering, enkel de eindsituatie wordt gemodelleerd.

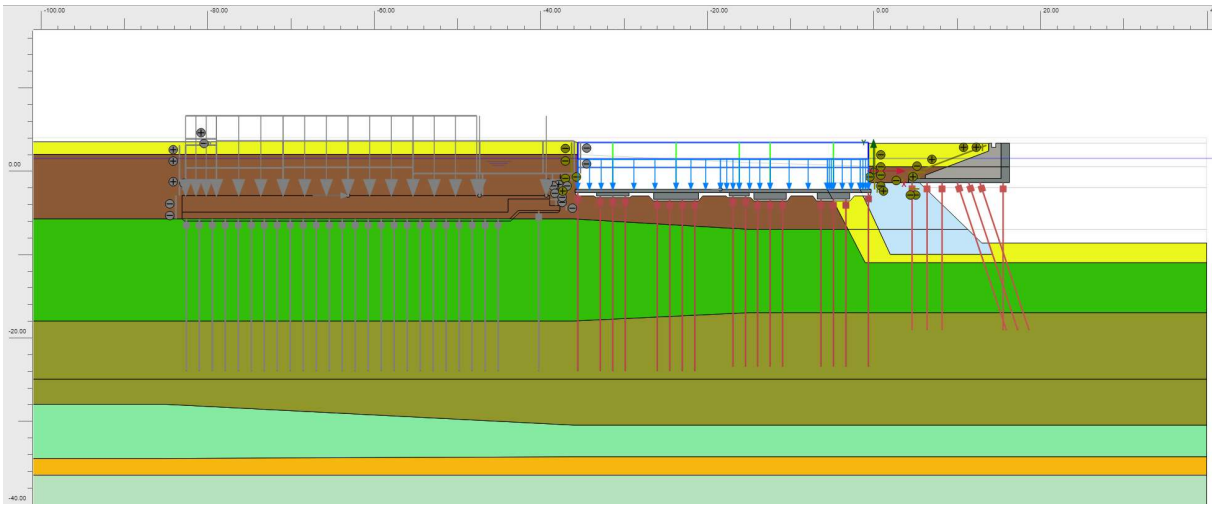
- Time interval 1 dagen
- Ignore undrained behavior yes
- Reset displacements to zero yes



Figuur 2-12: Kademuur + ontgraving Rijnhaven

View I
De View I wordt in deze fase geactiveerd. Er wordt geen rekening gehouden met bouwfasering en bouwduur. De verticale permanente belasting van de View I wordt geactiveerd.

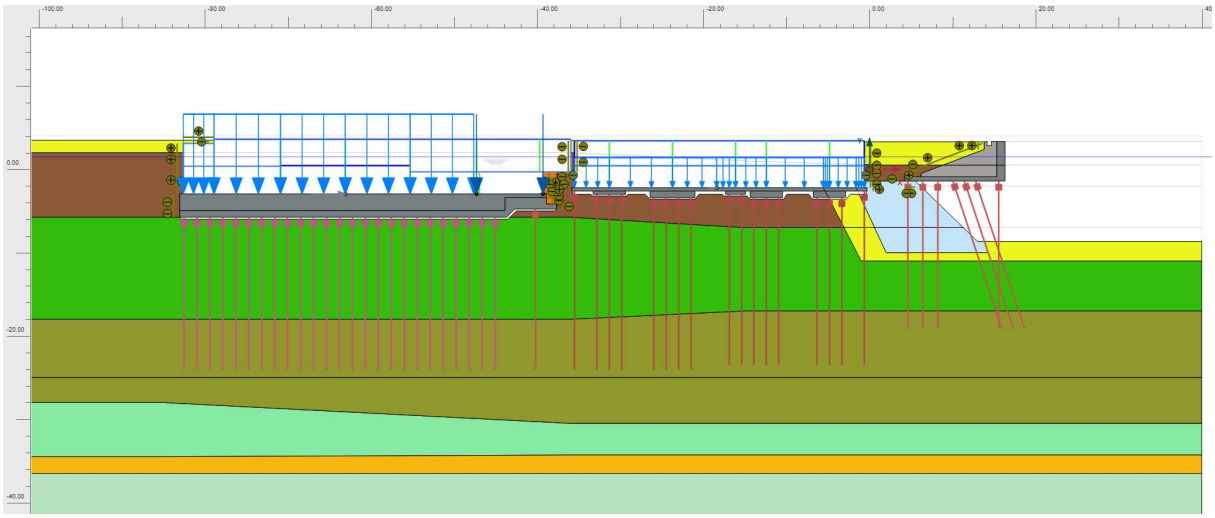
- Time interval 1 dag
- Ignore undrained behavior yes
- Reset displacements to zero yes



Figuur 2-13: View I

View II
De View II wordt in deze fase geactiveerd. Er wordt geen rekening gehouden met bouwfasering en bouwduur. De verticale permanente belasting van de View II wordt geactiveerd.

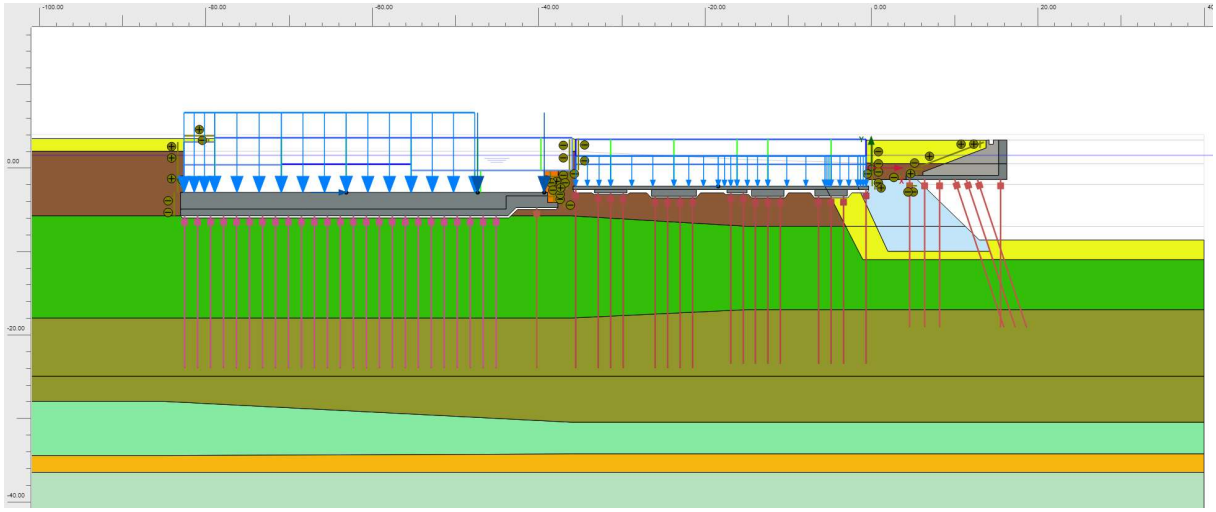
- Time interval 1 dag
- Ignore undrained behavior yes
- Reset displacements to zero no



Figuur 2-14: View II

Windbelasting naar rechts en links
In deze twee fases wordt aanvullend de windbelasting op de View I en View II geactiveerd, zodat de invloed van deze horizontale belasting op de vervormingen van de kademuur beschouwd kunnen worden.

- Time interval 1 dag
- Ignore undrained behavior yes
- Reset displacements to zero no



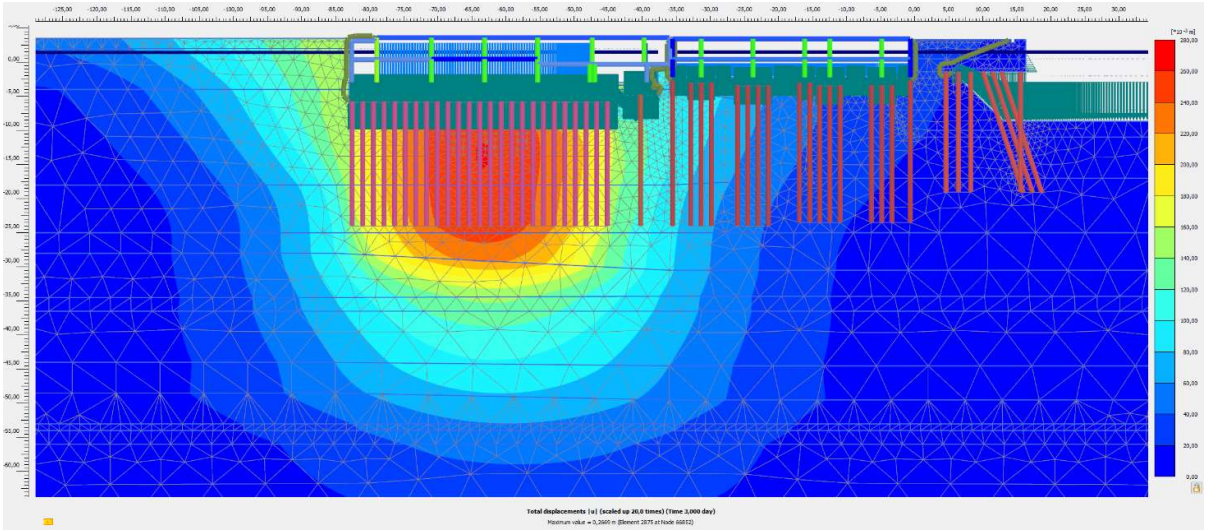
Figuur 2-15: Windbelasting naar rechts

3 BEREKENINGSRESULTATEN

In Plaxis 2D is op basis van de behandelde uitgangspunten een vervormingsanalyse uitgevoerd. Daarbij is de invloed van de View II op de Rijnhaven kademuur beschouwd. Hoewel de View I ook in het model is opgenomen, is de invloed van de bouw van de View I op de Rijnhaven niet beschouwd.

3.1 Invloed bouw View II op kademuur

Het grootste deel van kademuur vervormingen worden veroorzaakt door de bouw van de View II. De verticale belastingen van de View II veroorzaken een zettingstrog, die rijkt tot aan de Rijnhaven kademuur. In Figuur 3-1 is deze zettingstrog weergegeven zonder de windbelastingen.



Figuur 3-1: Totale vervormingen door View II (phase displacements)

De invloed van de verticale (en quasi) permanente belastingen van de View II op de kademuur zijn inzichtelijk gemaakt door de vervormingen van de voorwand (centerline) van de kademuur uit te lezen, zie Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Vervormingen voorwand kademuur door View II

Vervormingen	Eenheid	Invloed View II
Total displacement |u|	[mm]	18,7
Horizontal total displacement u_x	[mm]	-18,5*
Vertical total displacement u_y	[mm]	-2,6**

** Negatieve vervormingen zijn naar links gericht.*
*** Negatieve vervormingen zijn naar beneden gericht.*

Uit bovenstaande tabel kan geconcludeerd worden dat de View II significante invloed heeft op de vervormingen van de kademuur. Door de zettingstrog van de View II wordt de kademuur landinwaarts getrokken.

3.2 Invloed windbelasting View I + II op kademuur

De invloed van de windbelastingen op de kademuur is ook uitgelezen op de voorwand van de kademuur. In Tabel 3-2 zijn de vastgestelde vervormingen weergeven.

Tabel 3-2: Vervormingen voorwand kademuur door windbelastingen (phase displacements)

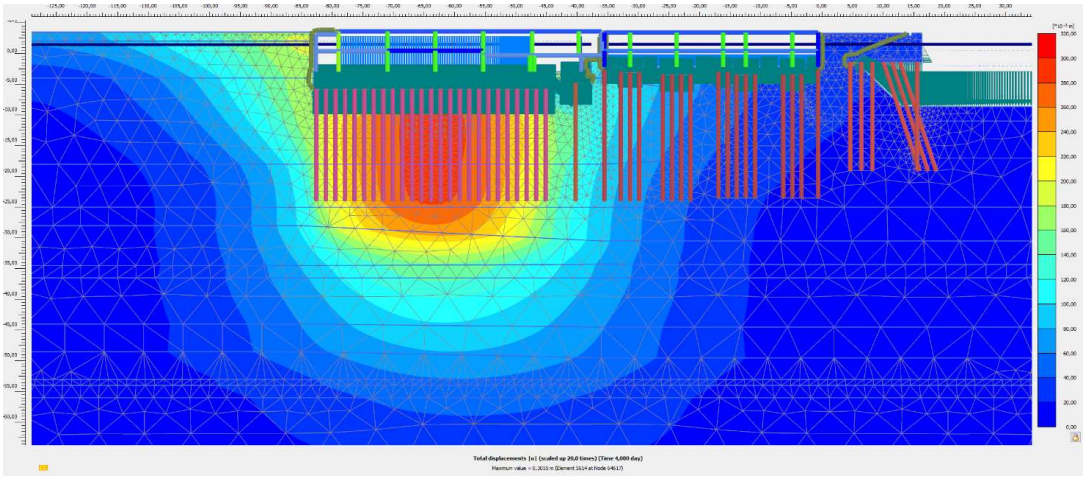
Vervormingen	Eenheid	Wind naar rechts	Wind naar links
Total displacement |u|	[mm]	4	7
Horizontal total displacement u_x	[mm]	4	-7
Vertical total displacement u_y	[mm]	0	0,2

Uit bovenstaande tabel volgt dat de windbelastingen een verwaarloosbaar invloed hebben op de verticale vervormingen van de kademuur. De horizontale vervormingen van de kademuur worden echter wel beïnvloed. Er kan grofweg aangenomen worden dat de kademuur tussen de 4 en 7 mm horizontaal vervormt in de richting van de windbelasting.

3.3 Invloed bouw View II en wind op de kademuur

In deze paragraaf wordt het gecombineerde effect gepresenteerd van de View II, zoals opgenomen in paragraaf 3.1, en het effect van de windbelasting, zoals weergegeven in paragraaf 3.2. De grootste totale vervorming in het model betreft 0,3055 m en treedt op in de situatie met een windbelasting naar links recht onder de View II, zie Figuur 3-2. In de situatie met een windbelasting naar rechts bedraagt de grootste totale vervorming 0,3031 m.

Aan een vergelijking tussen Figuur 3-2 en Figuur 3-1 kan geconcludeerd worden dat het invloedsgebied groter wordt door de windbelastingen. Daarbij wordt opgemerkt dat zettingen door de verticale belasting van de View I niet zijn beschouwd. De invloedzone zal nog wat uitbreiden richting de kademuur als dit wel was meegenomen.



Figuur 3-2: Totale vervormingen door View II + Windbelastingen naar links

De invloed van de View II en de windbelastingen op View I en II worden beschouwd door de totale vervormingen van de voorwand (centerline) van de kademuur te analyseren, zie Tabel 3-3. In deze tabel zijn ook de vervormingseisen opgenomen die door de Gemeente Rotterdam zijn gesteld aan de kademuur [Ref 9].

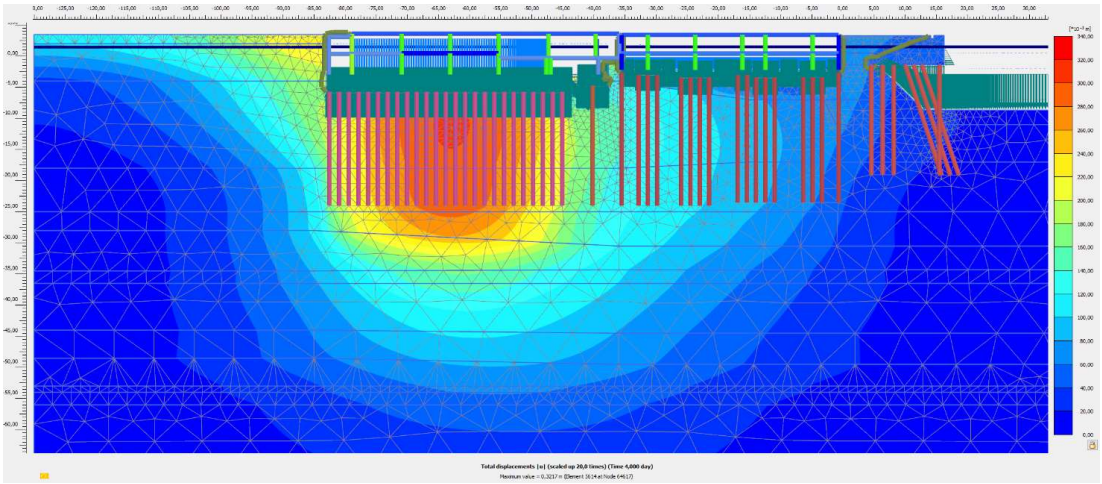
Tabel 3-3: Vervormingen voorwand (centerline) kademuur door View II en windbelastingen op View I + II

Vervormingen	Eenheid	Wind naar rechts	Wind naar links	Eis	Check
Total displacement |u|	[mm]	15	25	-	-
Horizontal total displacement u_x	[mm]	-15*	-25*	30	Voldoet
Vertical total displacement u_y	[mm]	-3**	-3**	10	Voldoet

** Negatieve vervormingen zijn naar links gericht.*
*** Negatieve vervormingen zijn naar beneden gericht.*

Uit bovenstaande tabel volgt dat de maximale horizontale belasting optreedt met de windbelasting naar links. De maximale verticale vervorming treedt op in de situatie met de windbelasting naar rechts. Er volgt dat er wordt voldaan aan de gestelde vervormingseisen.

Doordat de vervormingen vrij kritisch zijn en dicht in de buurt van de gestelde vervormingseisen liggen, is ook aanvullend op het doel van deze rapportage de situatie met de verticale belasting van de View I beschouwd. Wanneer de invloed van de View I ook wordt beschouwd, is de zettingstrog breder en omvat deze een groter deel van de kademuur. In Figuur 3-3 is de zettingstrog weergegeven. In Tabel 3-4 zijn de resultaten voor de vervormingen weergegeven.



Figuur 3-3: Totale vervormingen door View I + II + Windbelastingen naar links

Tabel 3-4: Vervormingen voorwand (centerline) kademuur door View I + II en windbelastingen op View I + II

Vervormingen	Eenheid	Wind naar rechts	Wind naar links	Eis	Check
Total displacement |u|	[mm]	37	46	-	-
Horizontal total displacement u_x	[mm]	-34*	-44*	30	Voldoet niet
Vertical total displacement u_y	[mm]	-15**	-15**	10	Voldoet niet

** Negatieve vervormingen zijn naar links gericht.*
*** Negatieve vervormingen zijn naar beneden gericht.*

Uit bovenstaande tabel volgt dat wanneer de invloed van de verticale permanente belastingen van de View I worden meegenomen, er niet meer wordt voldaan aan de vervormingseisen. Zowel de verticale als de horizontale vervormingen van de kademuur nemen significant toe.

3.4 Dwarskracht funderingspalen ten gevolge van windbelasting

Aanvullend is op verzoek van de constructeur de toename van dwarskrachten in de kop van de funderingspalen van de View I en View II ten gevolge van wind beschouwd. In Tabel 3-5 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 3-5: Toename dwarskrachten funderingspalen

Gebouw	Windbelasting richting	Totale toename dwarskracht [kN/m']	Gemiddelde toename dwarskracht per paal [kN/m']
View II	Rechts	106	4,1
	Links	-154	-5,9
View I	Rechts	28	1,6
	Links	-30	-1,8

Uit bovenstaande tabel volgt dat de grootste deel van de windbelasting wordt opgenomen door de funderingspalen van de View I en View II. Om de dwarskracht per paal te krijgen dienen de waardes uit Tabel 3-5 vermenigvuldigd te worden met de h.o.h. afstanden. Voor de View I is dat ca. 3,8 m en View II ca. 1,56 m. Opgemerkt wordt dat de weergegeven waarden BGT-waarden betreffen. In de analyse zijn geen veiligheidsfactoren gehanteerd.

3.5 Zettingen 2D versus 3D model

Als een aanvullende controle zijn de zettingen uit het 2D en 3D model [Ref 1] met elkaar vergeleken. Daarbij is in Plaxis 2D de zetting ten gevolge van alleen de verticale belasting van de View II zonder windbelasting vergeleken met de Plaxis 3D berekening.

- Maximale zetting 2D model: 0,27 m
- Maximale zetting 3D model: 0,17 m

Over het algemeen kan aangenomen worden dat de zettingen in 3D ca. 1/3 gereduceerd worden ten opzichte van 2D door spreiding. Uit bovenstaande vergelijking volgt een vergelijkbaar resultaat. Opgemerkt wordt dat tussen de modellen enkele verschillen zitten, waardoor het geen zuivere vergelijking is. In het 2D model is o.a. een diepere kelder onder de View II gemodelleerd (wijziging dat nog niet in het 3D model is verwerkt) en zijn tijdsafhankelijke zettingen niet beschouwd.

Als een vergelijkbare reductie van de vervormingen ook in horizontale richting van toepassing is, is de verwachting dat de gepresenteerde vervormingen in Tabel 3-4 zullen voldoen aan de gestelde vervormingseisen.

4 RISICOANALYSE

In dit hoofdstuk zijn enkele risico's kwalitatief beschouwd.

4.1 Impact View I op vervormingen kademuur

Uit de resultaten volgt dat de vervormingseisen van de kademuur enkel voldoen als de invloed van de permanente belastingen van de View I niet worden meegenomen. In realiteit zullen de projecten View I en View II allebei een vervorming introduceren op de kademuur en kan de impact van de View I niet zonder meer buiten beschouwing gelaten worden. In het project dient afstemming tussen View I en View II plaats te vinden met betrekking tot de vervormingen, zodat er kan worden voldaan aan de vervormingseisen.

4.2 Installatie-effecten en bouwfasering

In het huidige model zijn installatie-effecten en de bouwfaseringen niet beschouwd. De zettingen kunnen naar verwachting hoger uitvallen als deze effecten worden beschouwd.

4.3 Tijdsafhankelijke zetting (kruip)

In de voorliggende analyse is geen rekening gehouden met tijdsafhankelijke zetting (kruip). Het effect van kruip kan de invloed van de permanente belastingen laten toenemen. De vervormingen van de kademuur landinwaarts kunnen daardoor groter worden.

4.4 Huidige staat van kademuur onbekend

De huidige staat van de kademuur is onbekend. Indien de vervormingen van de kademuur in de gebruiksfase beperkt zijn gebleven kunnen wellicht wat grotere vervormingen toegestaan worden. Daarbij wordt opgemerkt dat de vervormingen in de gebruiksfase voornamelijk richting de haven zullen zijn geweest en de vervorming door de bouw van de View landinwaarts zijn.

4.5 Kwaliteit van rijzendam

In het model zijn enkele aannamen gedaan voor zaken waarover geen volledige informatie beschikbaar is. Een van deze onderdelen is de rijzendam onder de kademuur. Het is onbekend wat de huidige staat van deze rijzendam is en welke sterkte eraan ontleend kan worden. Deze onzekerheid kan de resultaten zowel positief als negatief beïnvloeden.

4.6 Dempen van de Rijnhaven

In de toekomst zal de Rijnhaven mogelijk gedempt worden. Op basis van de huidige analyse lijkt het reëel dat de View I + II en de kademuur hierdoor beïnvloed zullen worden.

5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

In voorliggende rapportage is een vervormingsanalyse uitgevoerd voor de View II in Plaxis 2D. Daarbij is de invloed van de funderingskrachten van de View II op de Rijnhaven kademuur beschouwd.

Uit de analyse volgt dat de verticale (en quasi) permanente belasting van de View II een significante invloed heeft op de Rijnhaven kademuur. Ten gevolge van deze belasting vervormt de kademuur ca. 19 mm landinwaarts en ca. 3 mm omlaag.

Het effect van de windbelastingen (View I + II) op de kademuur is beperkt tot enkel een horizontale vervorming van ca. 4 à 7mm. De richting van de vervorming is afhankelijk van de windrichting.

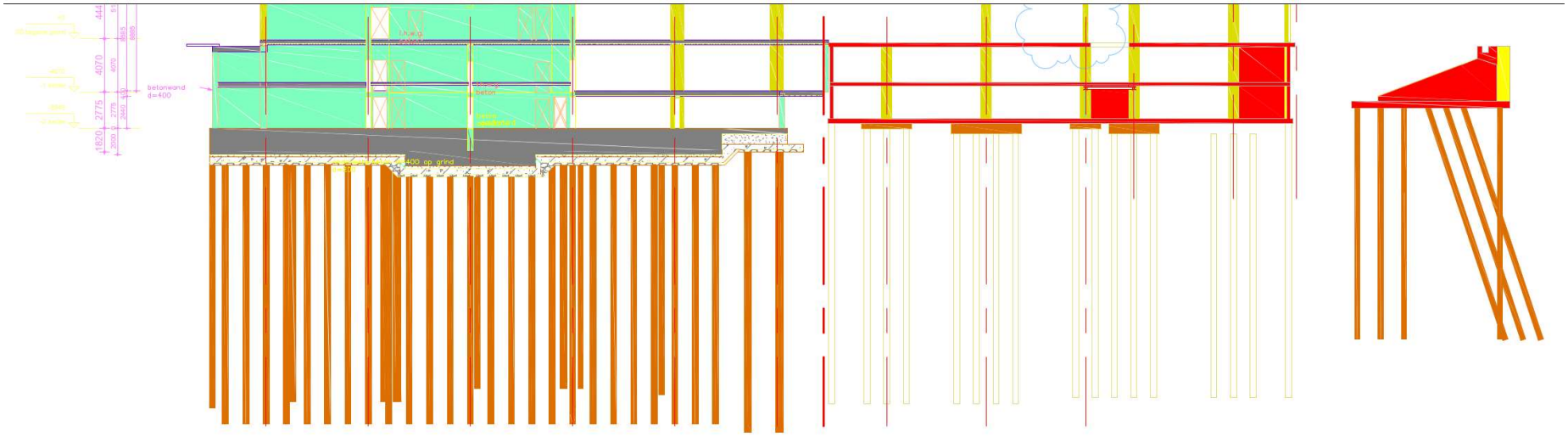
Totaal geven de verticale belastingen van de View II en de windbelasting op de View I en II een vervorming van de kademuur van ca. 26 mm horizontaal landinwaarts en ca. 3 mm verticale zakking. Deze vervormingen voldoen aan de gestelde eisen van respectievelijk 30 mm horizontaal en 10 mm verticaal.

Aanvullend is een analyse uitgevoerd naar de vervormingen wanneer de invloed van de verticale permanente belastingen van de View I worden meegenomen. De resultaten van deze analyse laten zien dat de vervormingen van de kademuur toenemen. De horizontale vervormingen nemen toe tot maximaal 44 mm landinwaarts (toename 18 mm) en een verticale zakking van 15 mm (toename 12 mm). Uitgaande van deze vervormingen wordt er niet voldaan aan de gestelde vervormingseisen voor de kademuur. Naar verwachting kunnen de vervormingen geoptimaliseerd worden door de vervormingen te beschouwen in een 3D model, waarbij meer spreiding in rekening gebracht wordt. Een reductie van de vervormingen van 1/3 lijkt haalbaar, wat zou betekenen dat er voldaan kan worden aan de vervormingseis. Om een definitief oordeel te kunnen geven dienen de vervormingen van de kademuur in Plaxis 3D beschouwd te worden.

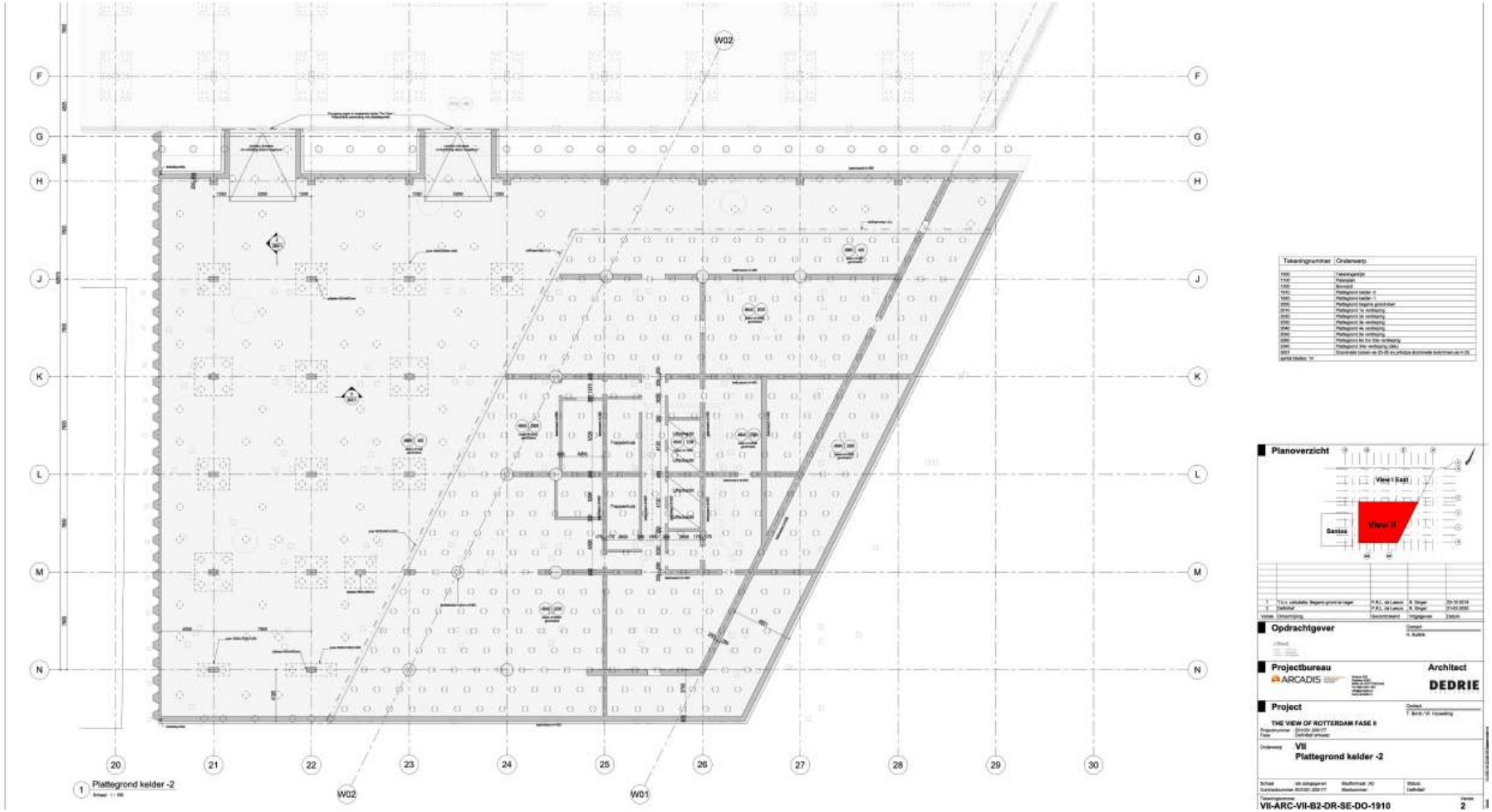
Er kan geconcludeerd worden dat de vervormingen van de kademuur kritisch zijn. De oorzaak hiervan is voornamelijk de gecombineerde verticale permanente belasting van de View I en II. Er dient afstemming plaats te vinden tussen de bouwprocessen van de View I en II om binnen de vereiste vervorming van de kademuur te blijven.

Het is aanbevolen om de vervormingen van de kademuur te monitoren gedurende de bouw van de View I en II. De monitoring data kan gebruikt worden om de voorliggende vervormingsanalyse aan te scherpen en moet ervoor dienen dat er op tijd ingegrepen kan worden als dat nodig is.

BIJLAGE A DOORSNEDEN UIT CONSTRUCTIEVE 3D MODEL

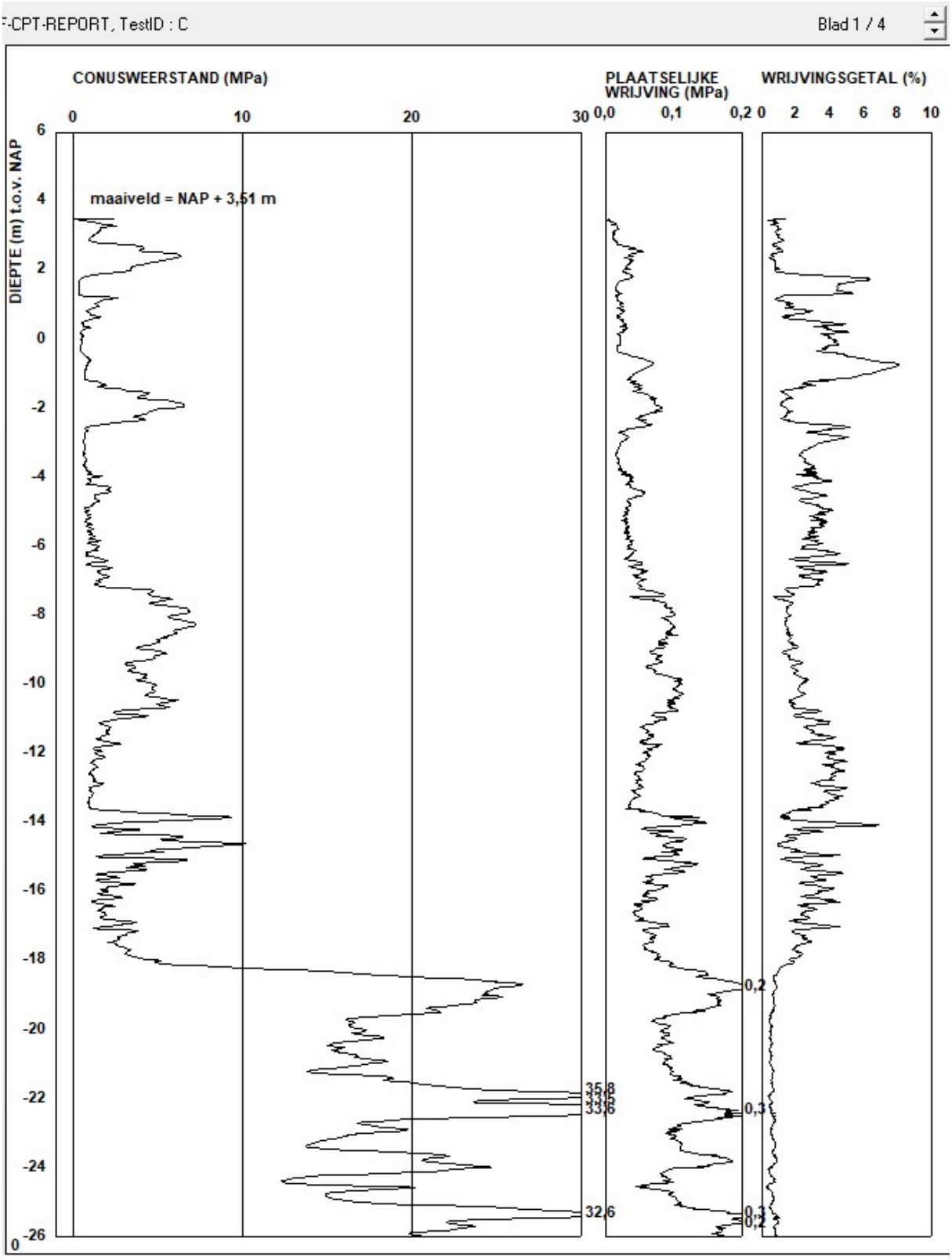


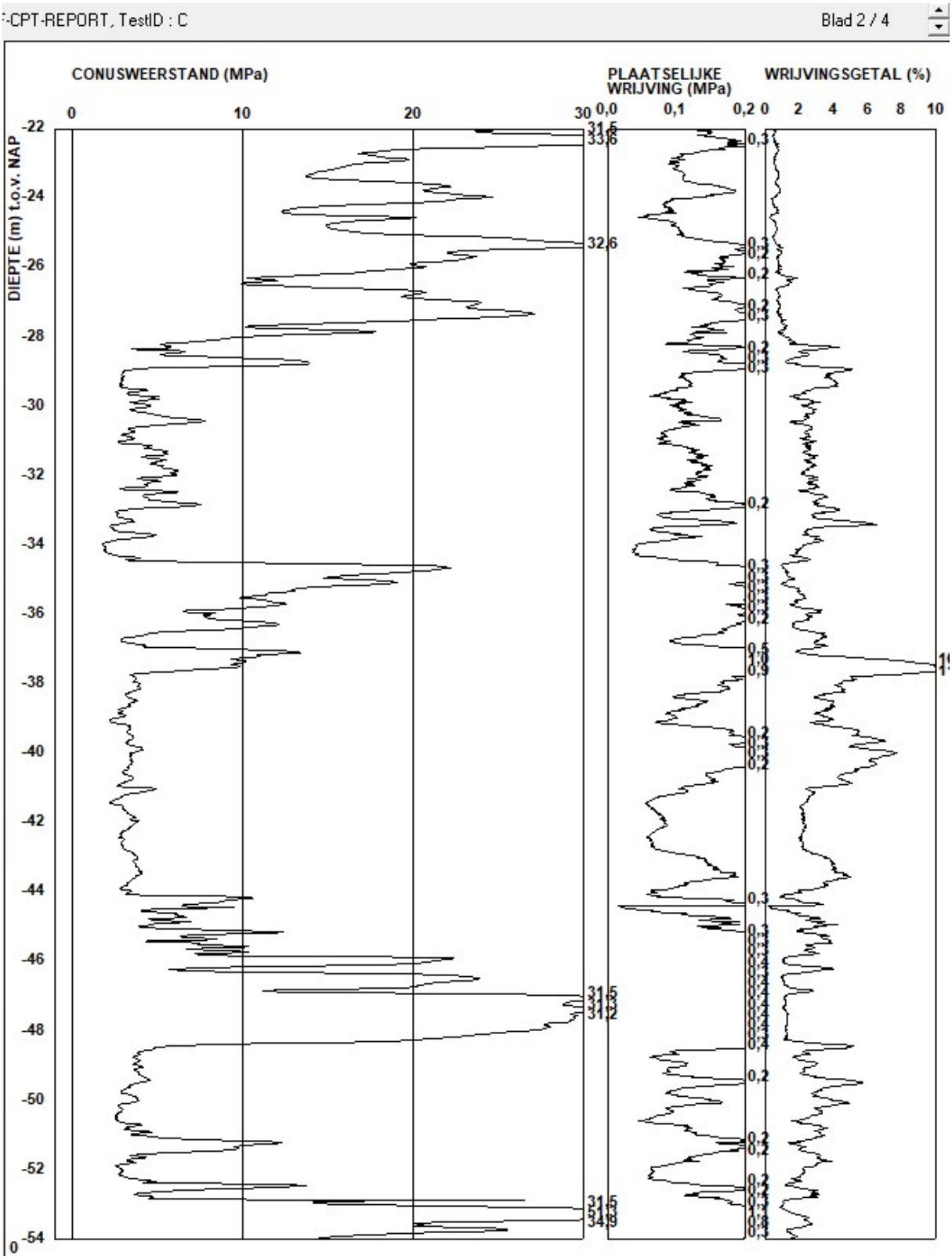
BIJLAGE B TEKENING VII-ARC-VII-B2-DR-SE-DO-1910

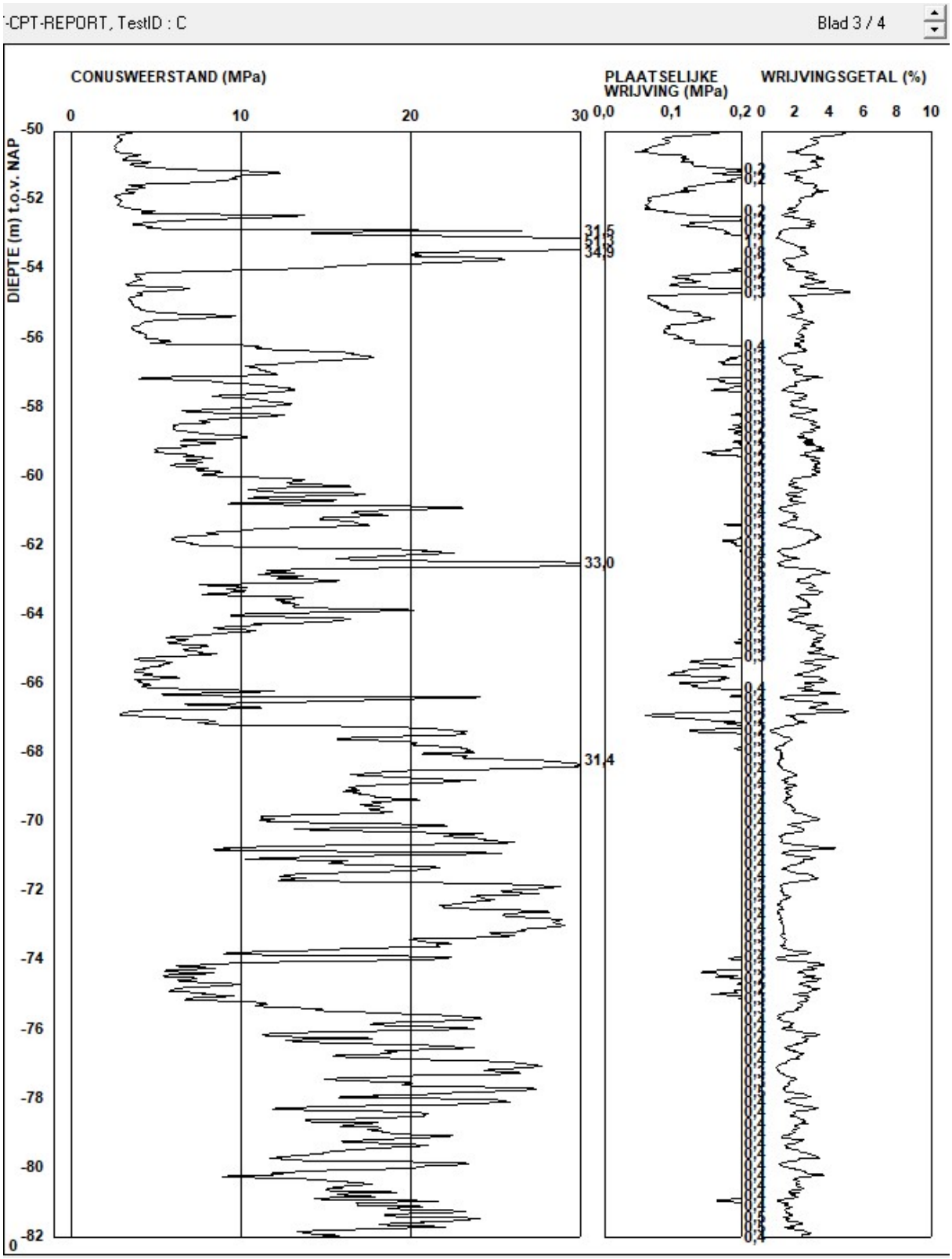


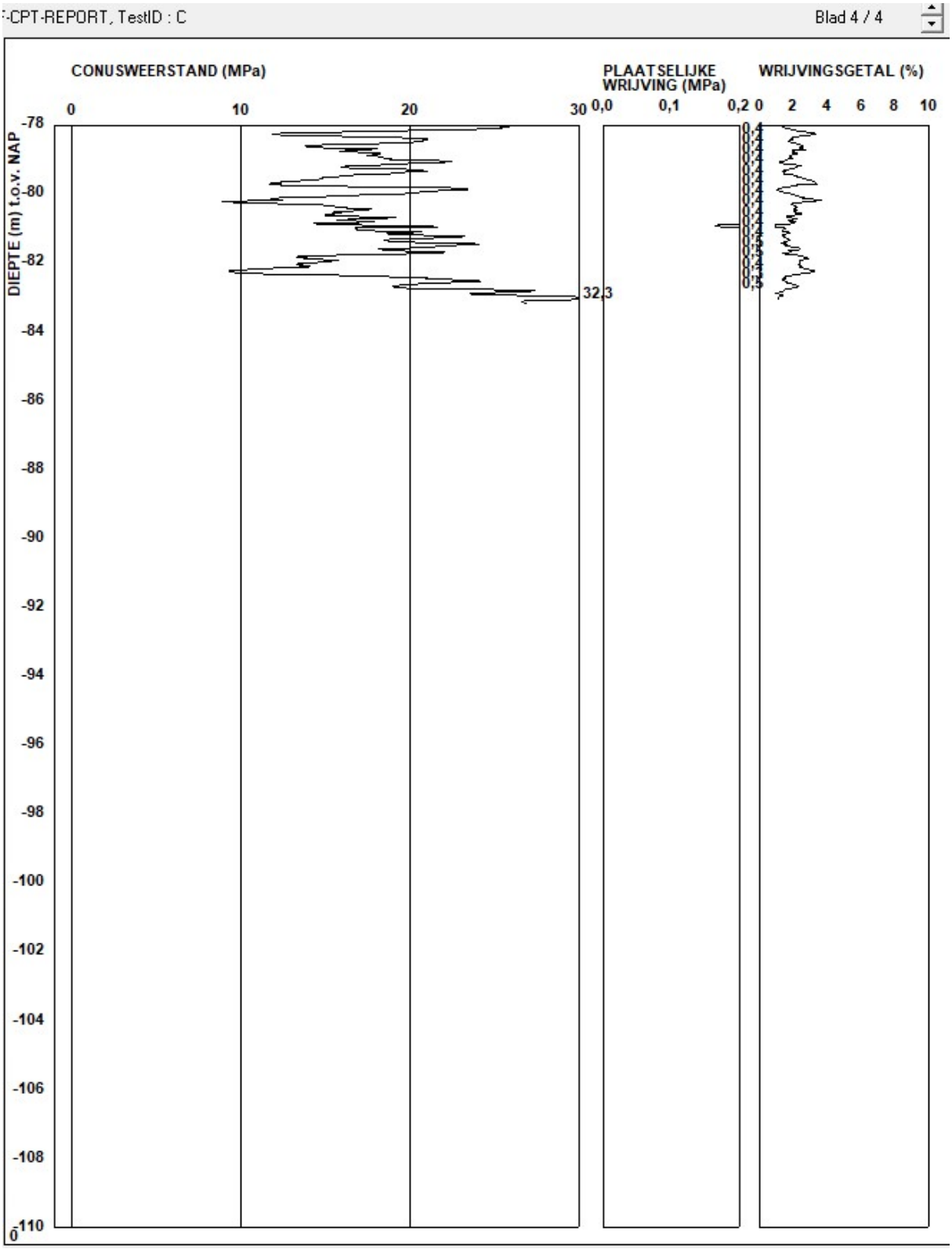
BIJLAGE C SONDERINGEN

Sondering C

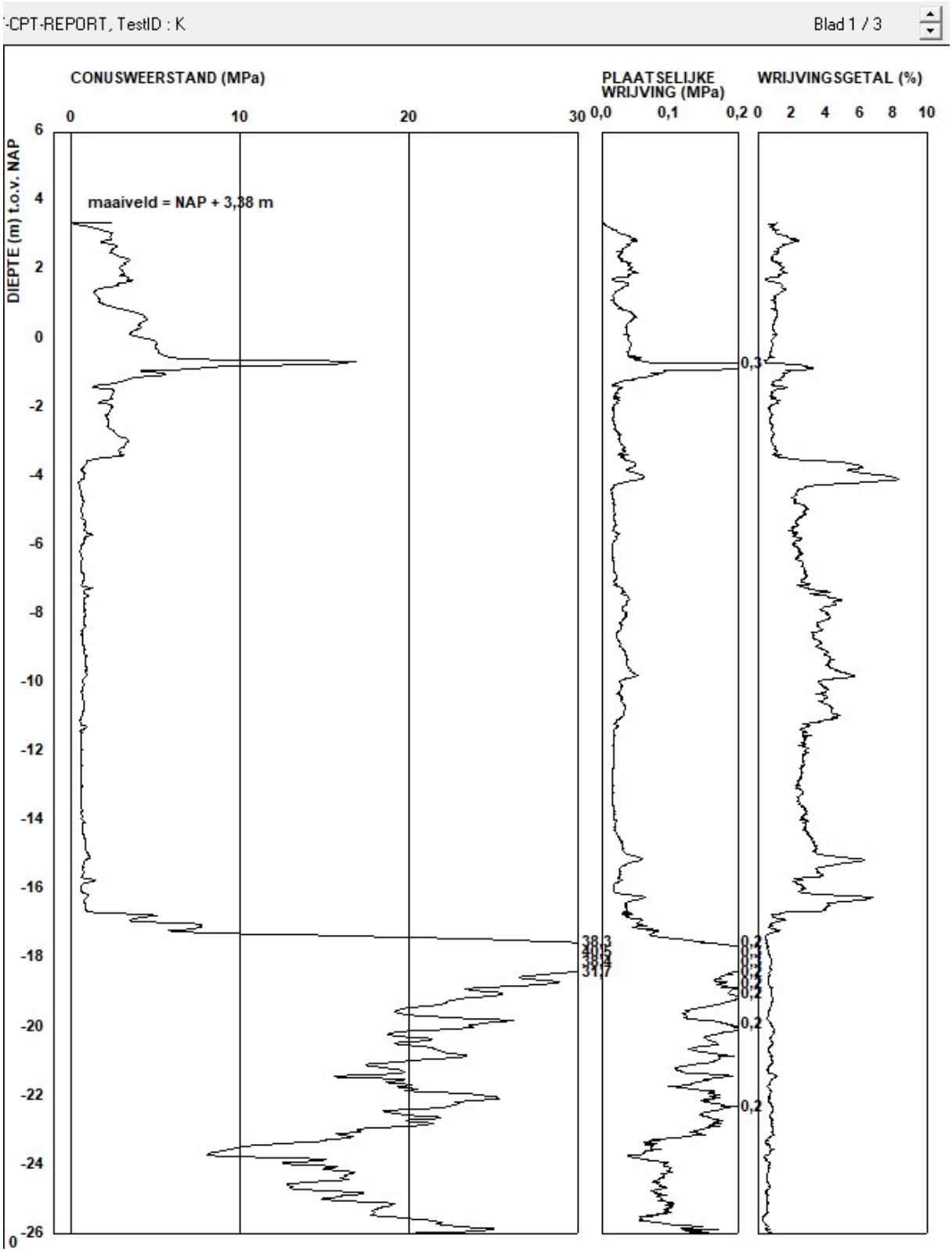


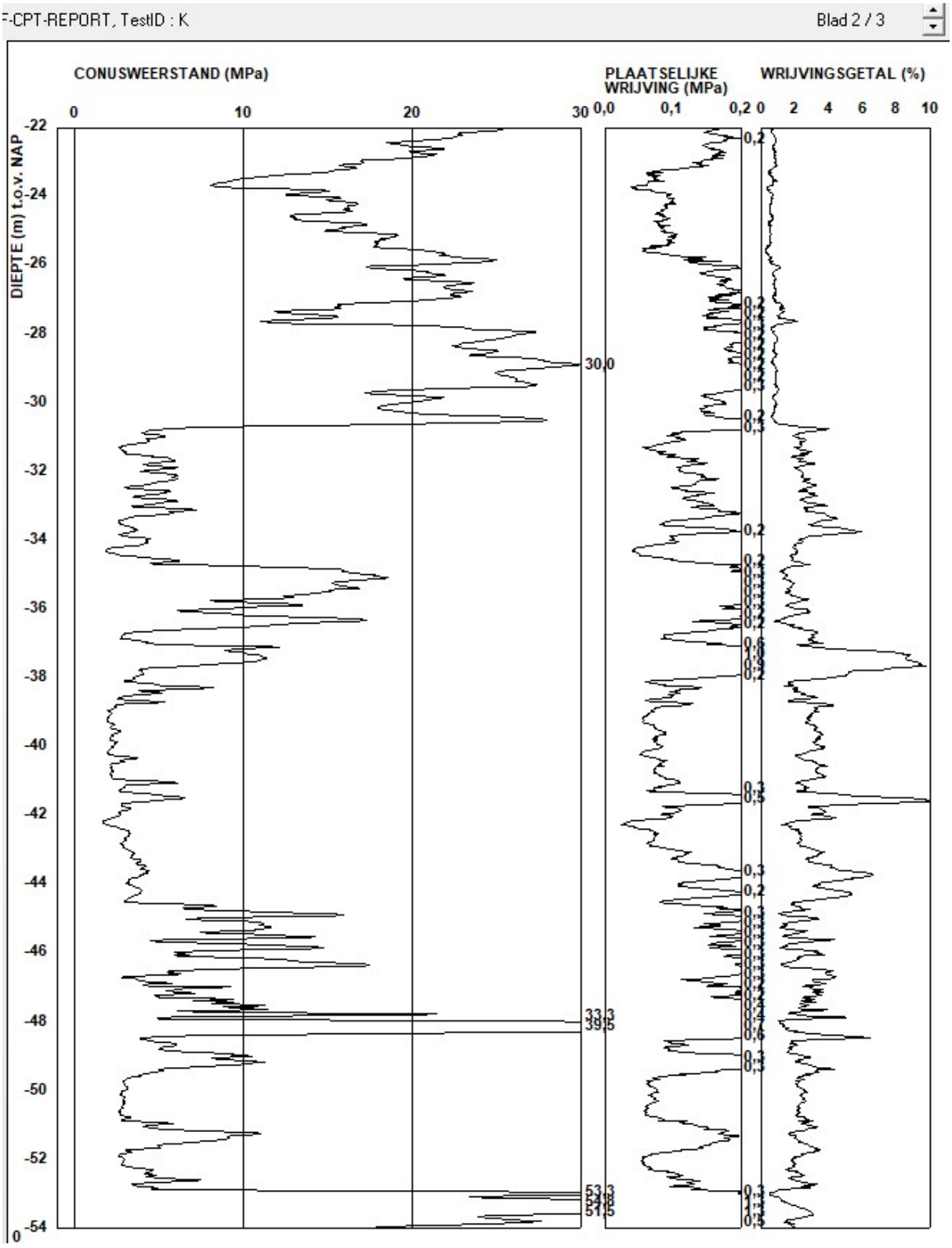

-CPT-REPORT, TestID : C
Blad 2 / 4
CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
0
2
4
6
8
10
-22
-24
-26
-28
-30
-32
-34
-36
-38
-40
-42
-44
-46
-48
-50
-52
-54
32,6

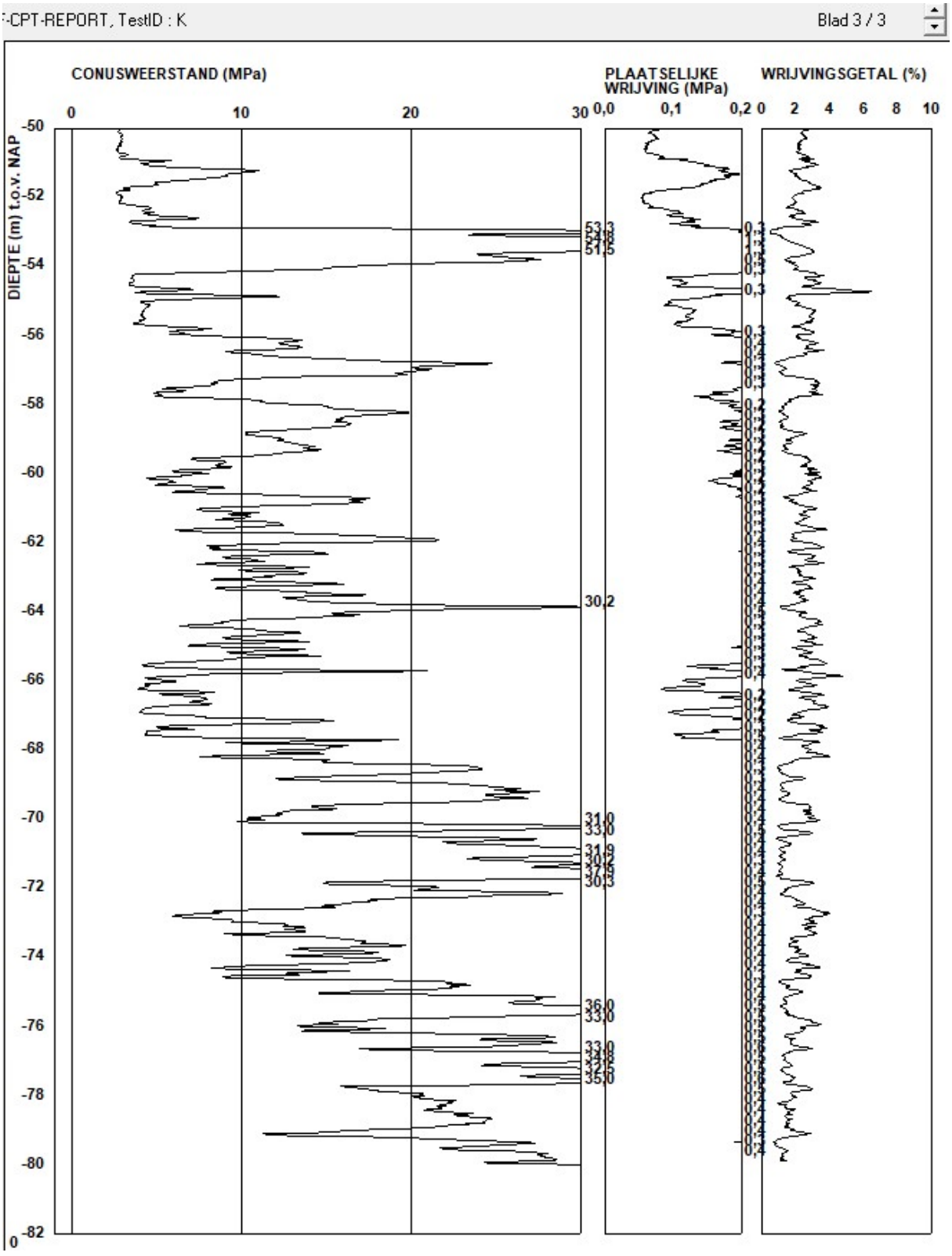

-CPT-REPORT, TestID : C
Blad 3 / 4
CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
0
2
4
6
8
10
-50
-52
-54
-56
-58
-60
-62
-64
-66
-68
-70
-72
-74
-76
-78
-80
-82
31,5
33,0
31,4


-CPT-REPORT, TestID : C
Blad 4 / 4
CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
0
2
4
6
8
10
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
-78
-80
-82
-84
-86
-88
-90
-92
-94
-96
-98
-100
-102
-104
-106
-108
-110
32,3

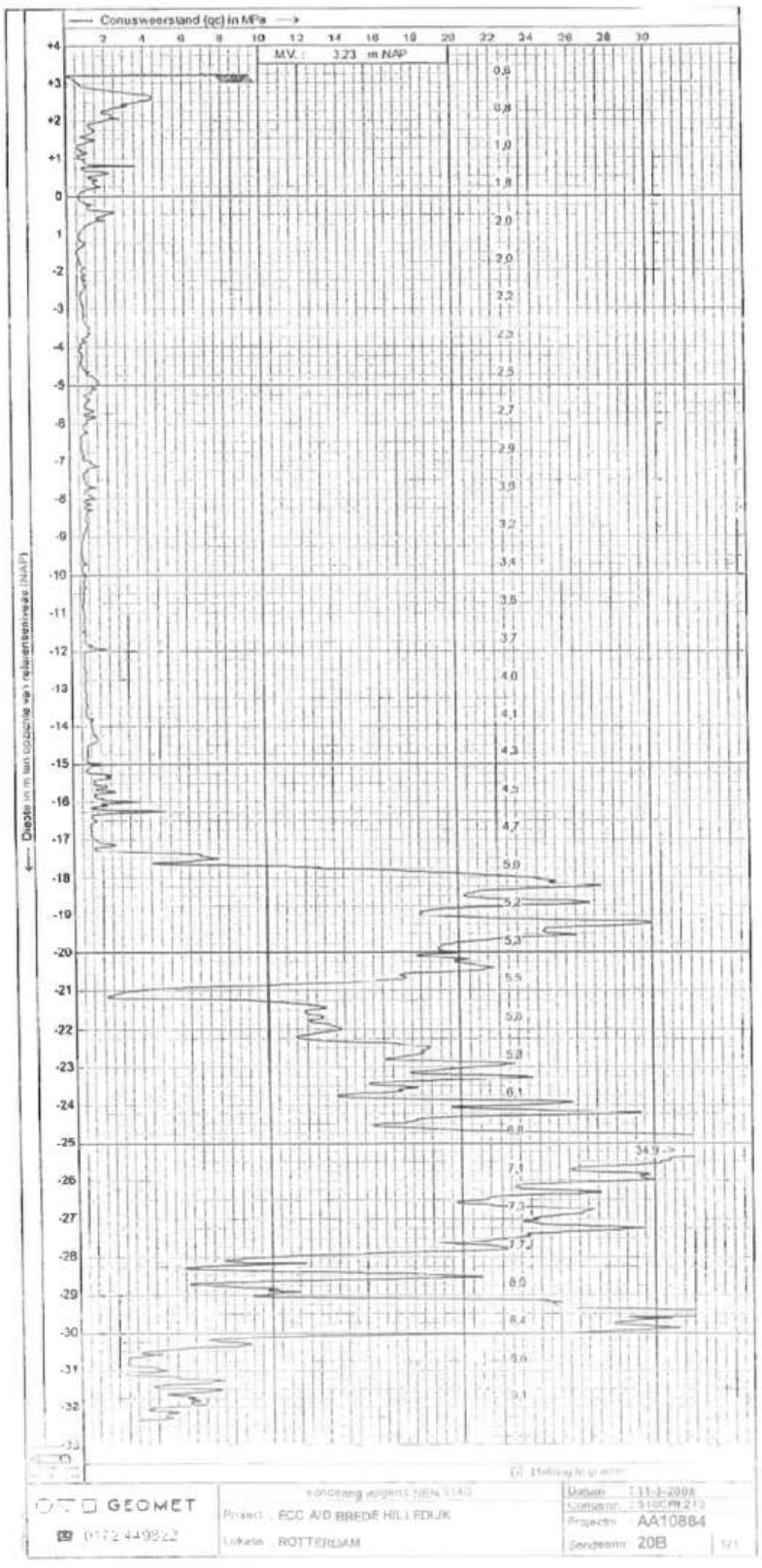
Sondering K


-CPT-REPORT, TestID : K
Blad 1 / 3
CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
maaiveld = NAP + 3,38 m

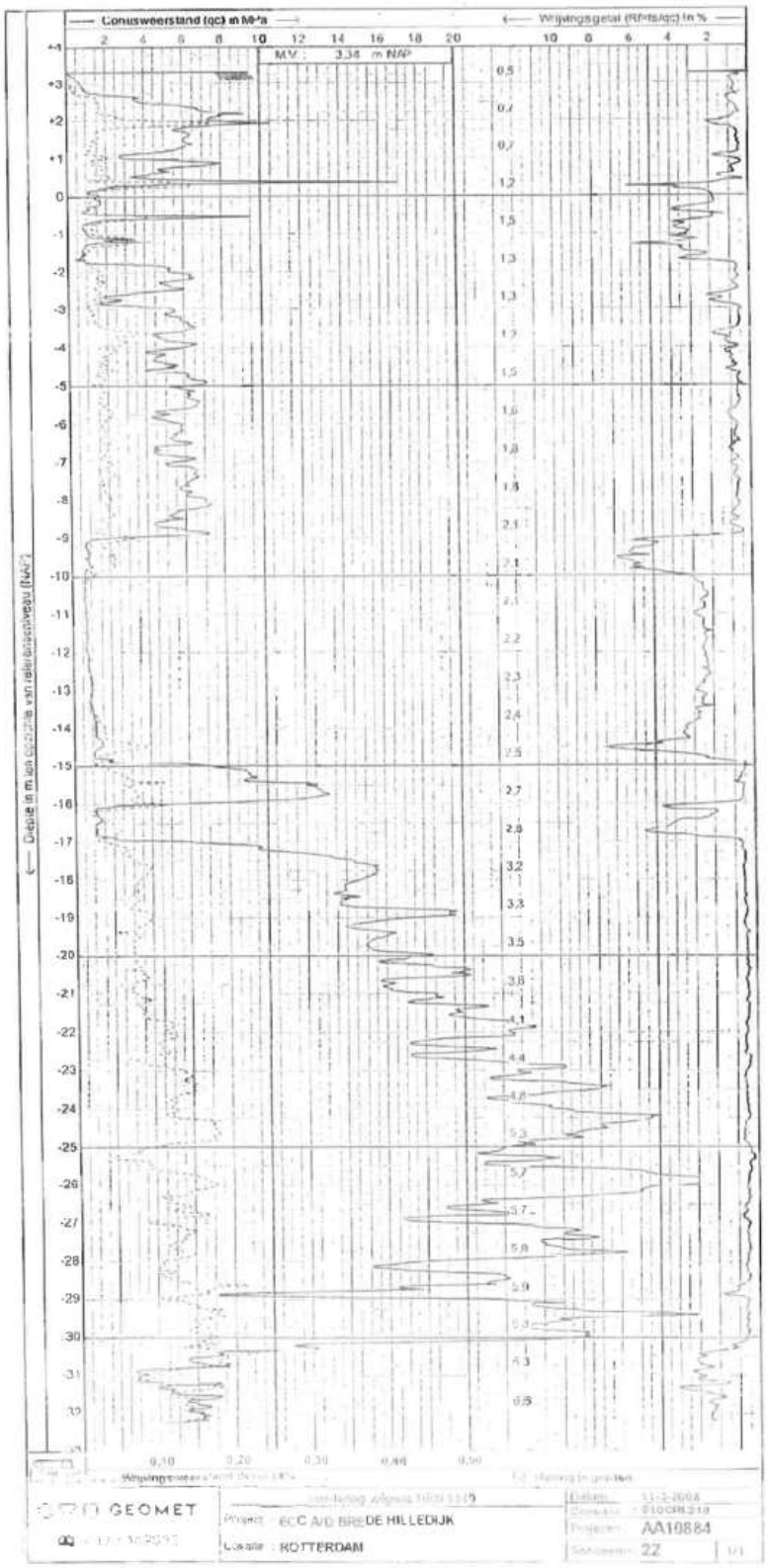

F-CPT-REPORT, TestID : K
Blad 2 / 3
CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
0
2
4
6
8
10
-22
-24
-26
-28
-30
-32
-34
-36
-38
-40
-42
-44
-46
-48
-50
-52
-54
30,0
33,3
39,5
53,3
54,8
51,5


-CPT-REPORT, TestID : K
Blad 3 / 3
CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
2
4
6
8
10
-50
-52
-54
-56
-58
-60
-62
-64
-66
-68
-70
-72
-74
-76
-78
-80
-82
53,3
51,5
30,2
31,0
33,0
30,3
36,0
33,0
35,0
0,3

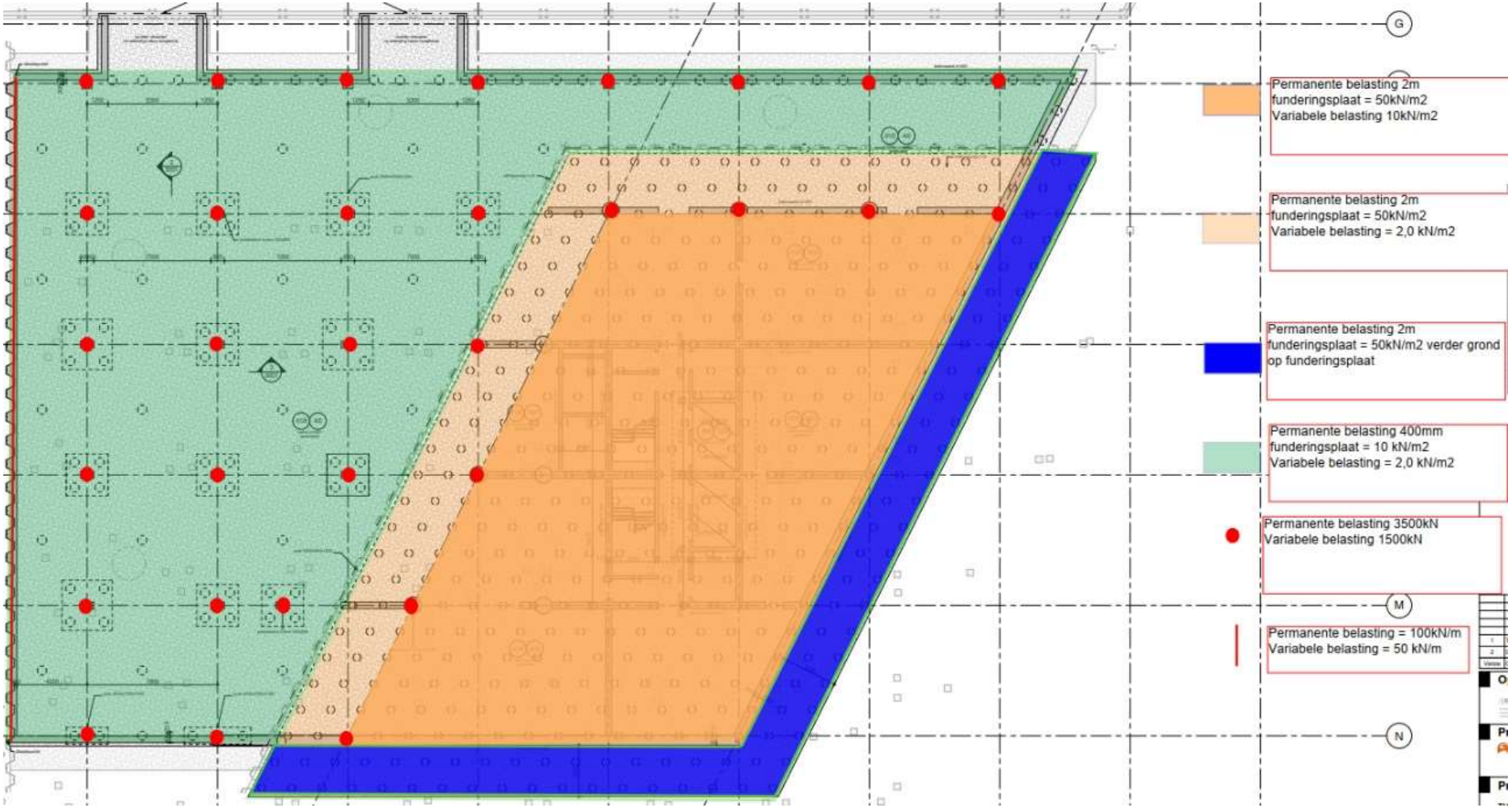
Sondering 20B

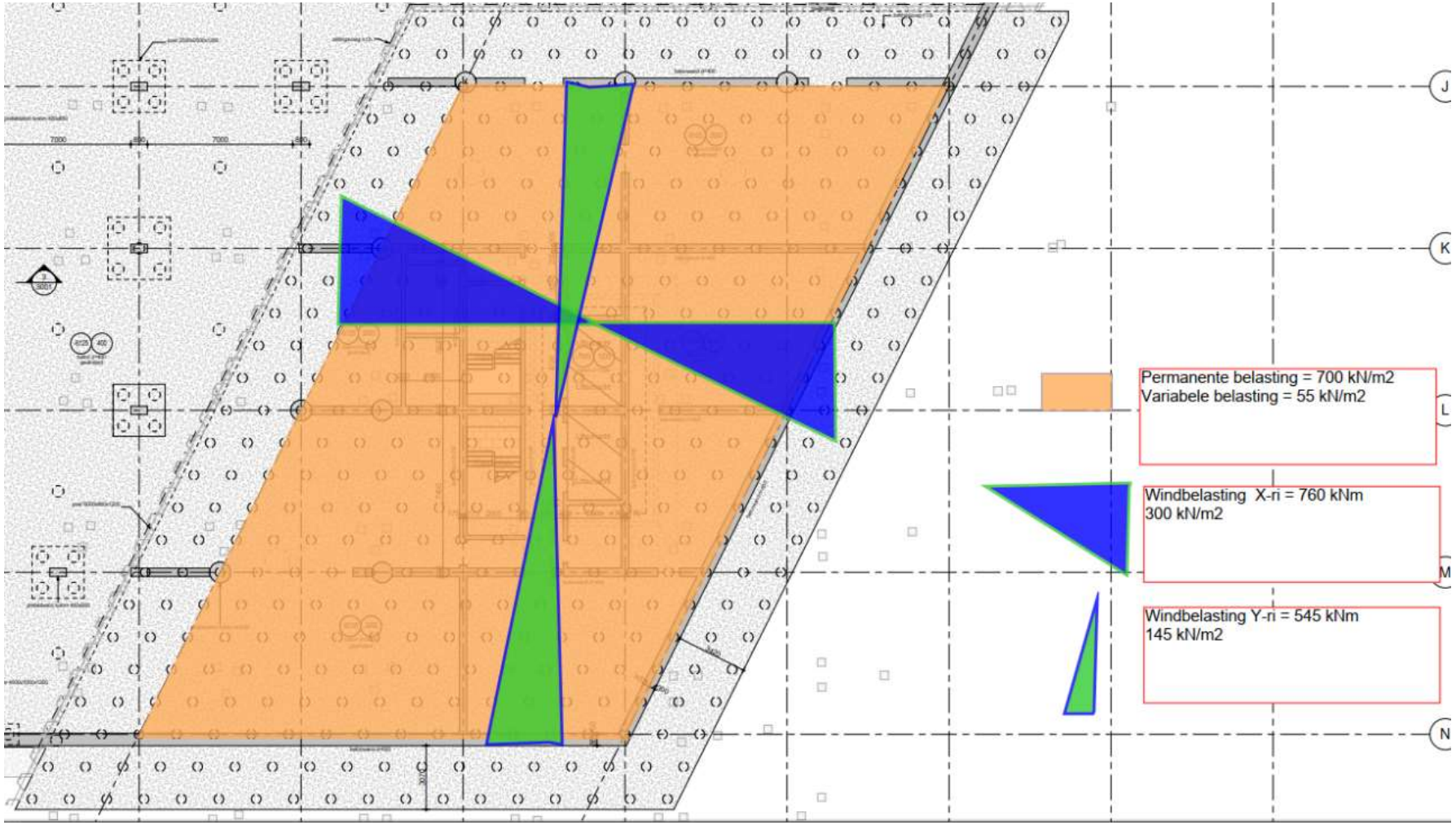


Sondering 22



BIJLAGE D BELASTINGEN VIEW II




J
K
L
M
N
Permanente belasting = 700 kN/m2
Variabele belasting = 55 kN/m2
Windbelasting X-ri = 760 kNm
300 kN/m2
Windbelasting Y-ri = 545 kNm
145 kN/m2

COLOFON

VIEW II 2D PLAXIS
CONTROLE VERPLAATSINGEN KADEMUUR RIJNHAVEN

KLANT
Frame vastgoed BV

AUTEUR
[redacted]

PROJECTNUMMER
E01031.000177

ONZE REFERENTIE
D10018900:8

DATUM
5 oktober 2020

STATUS
Definitief

GECONTROLEERD DOOR

[redacted]
Senior Specialist Geotechniek

VRIJGEGEVEN DOOR

[redacted]
Adviseur Constructie

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com