

Notitie

Red Company

Antoine Platekade 1000
3072 ME ROTTERDAM
NL**Contactpersoon** : Gabriël Steenberg (088-5130241)
Betreft : Project RISE, zetting fundering

Geachte heer

Naar aanleiding van de door de Gemeente Rotterdam gestelde vragen over de belastinginvoer van het geotechnisch Plaxis-model en het hieromtrent met u en Tielemans gehouden overleg heeft Mos Grondmechanica in notitie M2000582-11 d.d. 10 november 2023 een eerste analyse gedaan van het effect van een 10% hogere belasting vanuit de poer van de Coolsingeltoren.

In deze notitie is ook toegezegd dat Mos Grondmechanica de opmerkingen van CC3 toetser Geobest op de door Mos Grondmechanica in deze Plaxis-berekeningen aangehouden parameterset nader zal beschouwen. Het resultaat daarvan wordt in de voorliggende notitie behandeld.

Toelichting gewijzigde berekeningsuitgangspunten

De belastingen in het Plaxis-model zijn niet meer gewijzigd ten opzichte van notitie M2000582-11 d.d. 10 november 2023; dit betekent dat de paalbelastingen vanuit de Coolsingeltoren met 10% verhoogd blijven t.o.v. Mos Grondmechanica rapport R2000582-04-v4 d.d. 27 juli 2023.

Door Geobest is in notitie 52235-N003-V1-RSC d.d. 31 augustus 2023 beschreven dat de geotechnische parameters op een aantal punten herziening behoeven. Mos Grondmechanica heeft de opmerkingen omtrent de parameters nauwkeurig beschouwd en is tot de volgende aanpassingen gekomen:

- De opmerking met betrekking tot de stijfheid van de zandlagen is overgenomen. De stijfheid van de zandlagen is in het nieuwe model bepaald op basis van een eenduidige correlatie met de conusweerstand. Dit heeft geleid tot iets hogere waarden.
- De voorgestelde onderverdeling van de Pleistocene zandlaag in een bovenste gedeelte tussen NAP -17,0 m en NAP -24,0 m met een gemiddeld lagere conusweerstand en een dieper gedeelte tussen NAP -24,0 m en NAP -34,5 m met een gemiddeld hogere conusweerstand is toegepast.
- De verhouding tussen de parameters van de samendrukbare laag Waalre2 tot de overige als samendrukbaar gemodelleerde lagen is beschouwd alsmede het zandgehalte in de laag Waalre2. Dit heeft geleid tot aanpassing van de zettingsparameters van deze laag naar 20% lagere (stijvere) waarden.

Mos Grondmechanica is van oordeel dat de verwerking van de door Geobest geplaatste opmerkingen tot een minder pessimistisch maar tegelijk meer realistisch en voldoende betrouwbaar resultaat leidt. Voor wat betreft de opmerking van Geobest dat de lagen onder de paalpunt - gemodelleerd als Waalre 4, Waalre 5 en Waalre 6 - in hoofdzaak uit zand en silt bestaan en beter met het materiaalmodel Hardening Soil kunnen

Notitie

worden gemodelleerd, het volgende. Een gering aandeel van de grondlagen onder de paalpunt is op dit moment als Soft Soil Creep met consolidatie en kruip gemodelleerd, waarbij geldt dat dit materiaalmodel geschikt is voor het gedrag van cohesief materiaal. Mos Grondmechanica is het ermee eens dat de opbouw van deze diepe lagen in hoofdzaak zand en silt betreft; de relatie van het materiaalmodel en de zettingsparameters met de gemeten conusweerstand mag niet uit het oog mag worden verloren. Echter vooralsnog is vanuit een voorzichtige aanpak het materiaalmodel met consolidatie en kruip gehandhaafd. Na uitvoering van een boring met identificatie van de diepe lagen en classificatieproeven kan het materiaalmodel worden aangepast of de dikte van de als cohesief gemodelleerde laag worden verkleind indien het aandeel aan fijn cohesief materiaal in de betreffende lagen niet significant blijkt.

De aangehouden aangepaste grondparameterset is weergegeven in een tabel in de bijlage.

Behoudens bovenstaande wijzigingen zijn alle overige berekeningsuitgangspunten overgenomen uit Mos Grondmechanica rapport R2000582-04-v4 d.d. 27 juli 2023.

Nieuwe berekeningsresultaten

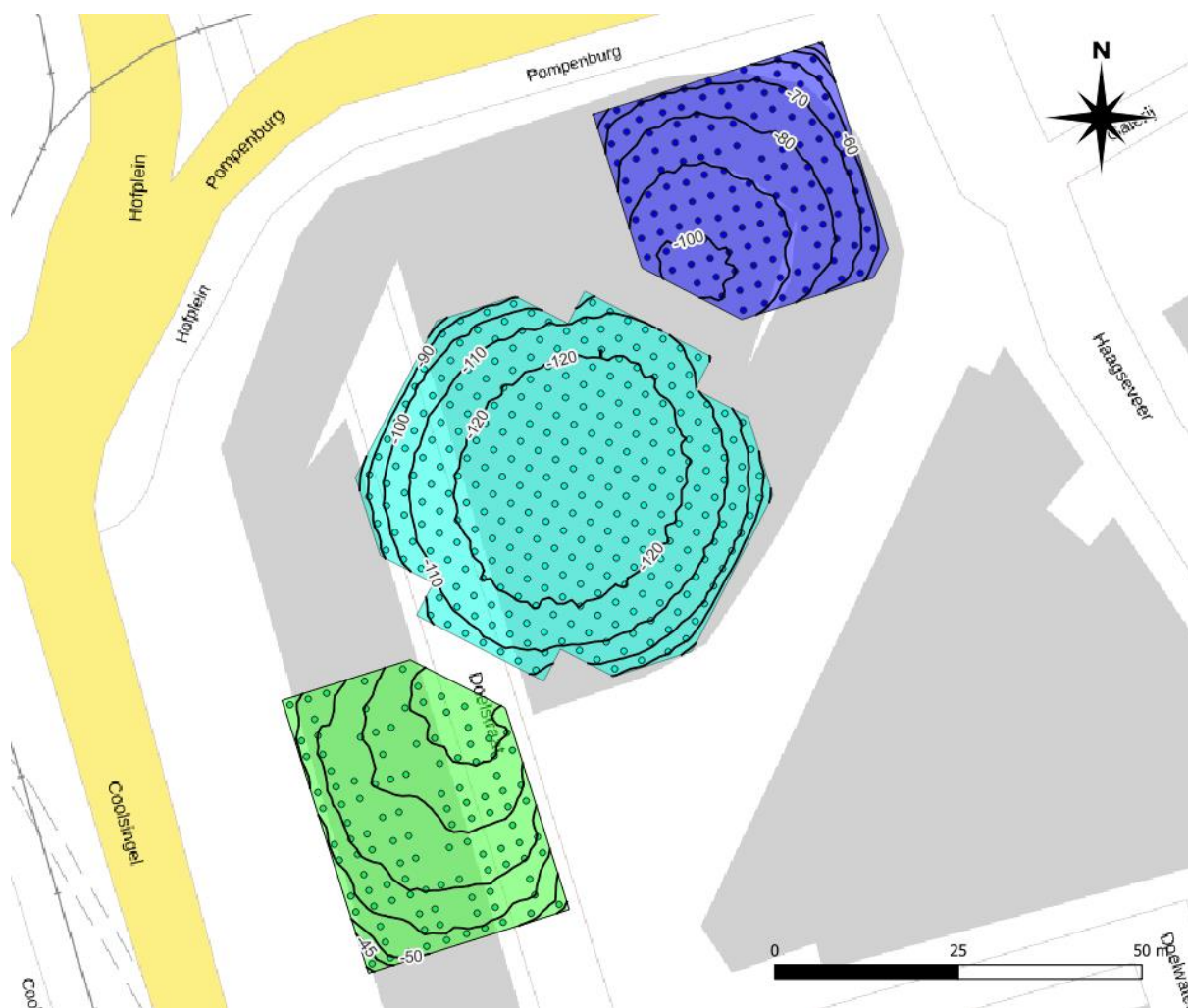
De zettingen zijn uitgelezen en op een kaartondergrond gepresenteerd op 2 niveaus, namelijk NAP -65 m, het geplande funderingsniveau van de nieuwbouw, en NAP -20 m, het funderingsniveau van de belendingen Stadhuis, Politiebureau en metrotunnelmoten + metro-ingang.

Na correctie voor autonome zetting van de diepe lagen onder het paalpuntniveau bedraagt de maximale eindzetting na 100 jaar onder de Hofpleintoren op het paalpuntniveau NAP -65 m 129 mm. De zettingscontouren van de nieuwbouw zijn in figuur 1 weergegeven. De zettingscontouren van de nieuwbouw na de bouwphase zijn in figuur 2 weergegeven. Het betreft s_2 zettingen, dat wil zeggen de zetting door samendrukking van de beneden het paalpuntniveau aanwezige samendrukbare lagen; dus exclusief de directe paalpuntzetting eigen aan het paaltype en de paalverkorting (samen s_1) zoals opgegeven in rapport R2000582-04-v4 d.d. 27 juli 2023.

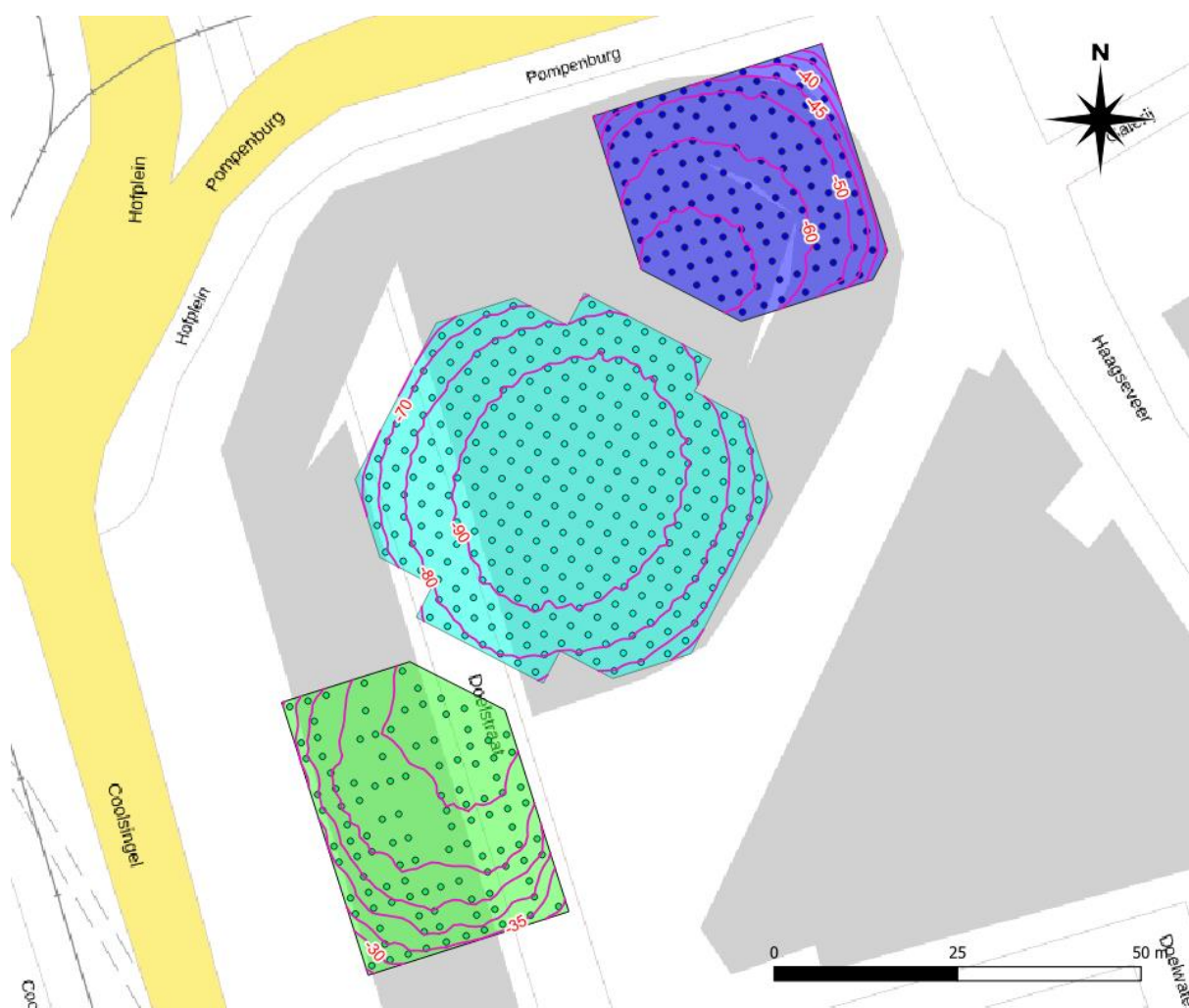
De zettingen van op palen in de Pleistocene zandlaag gefundeerde objecten in de omgeving zijn weergegeven in figuur 3 (eindzetting) en figuur 4 (na de bouw).

De vrije grondrotaties in de omgeving na de bouw (als indicatie) en na 100 jaar op NAP -20 m, berekend als het zettingsverhang over de afstand tot de nieuwbouw, zijn weergegeven in figuur 5 (eindzetting) en figuur 6 (na de bouw). In de figuren moet een in de isolijnen genoteerde waarde x worden gelezen als rotatie 1: x , bijvoorbeeld 1000 moet worden gelezen als 1:1000. Rotaties van de belendende constructies zelf zullen kleiner zijn door de afmetingen van deze belendingen (bij toenemende afstand neemt de rotatie immers af) en de eigen stijfheid van de constructies.

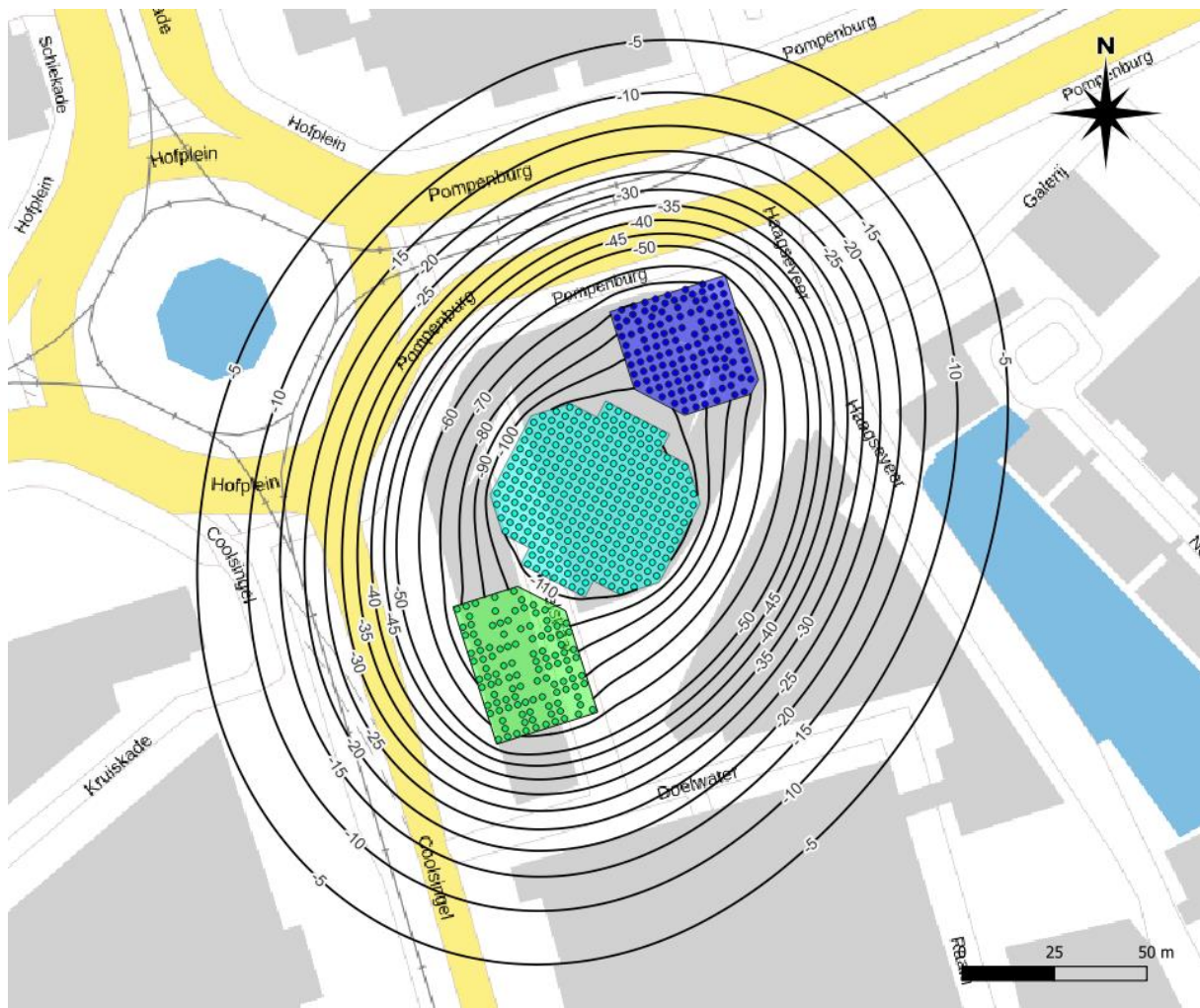
Voor de metro is de kaartondergrond aangepast met in plaats van de belendingen uit het Kadaster een tekening van de metro met de tunnelmoten. Op dezelfde wijze als in de figuren 3 t/m 6 zijn de zettingsresultaten weergegeven in de figuren 7 t/m 10, echter ditmaal specifiek ingezoomd op de metro. De zettingen van de metro zijn weergegeven in figuur 7 (eindzetting) en figuur 8 (na de bouw). De rotaties na de bouw en na 100 jaar zijn weergegeven in figuur 9 (eindzetting) en figuur 10 (na de bouw).



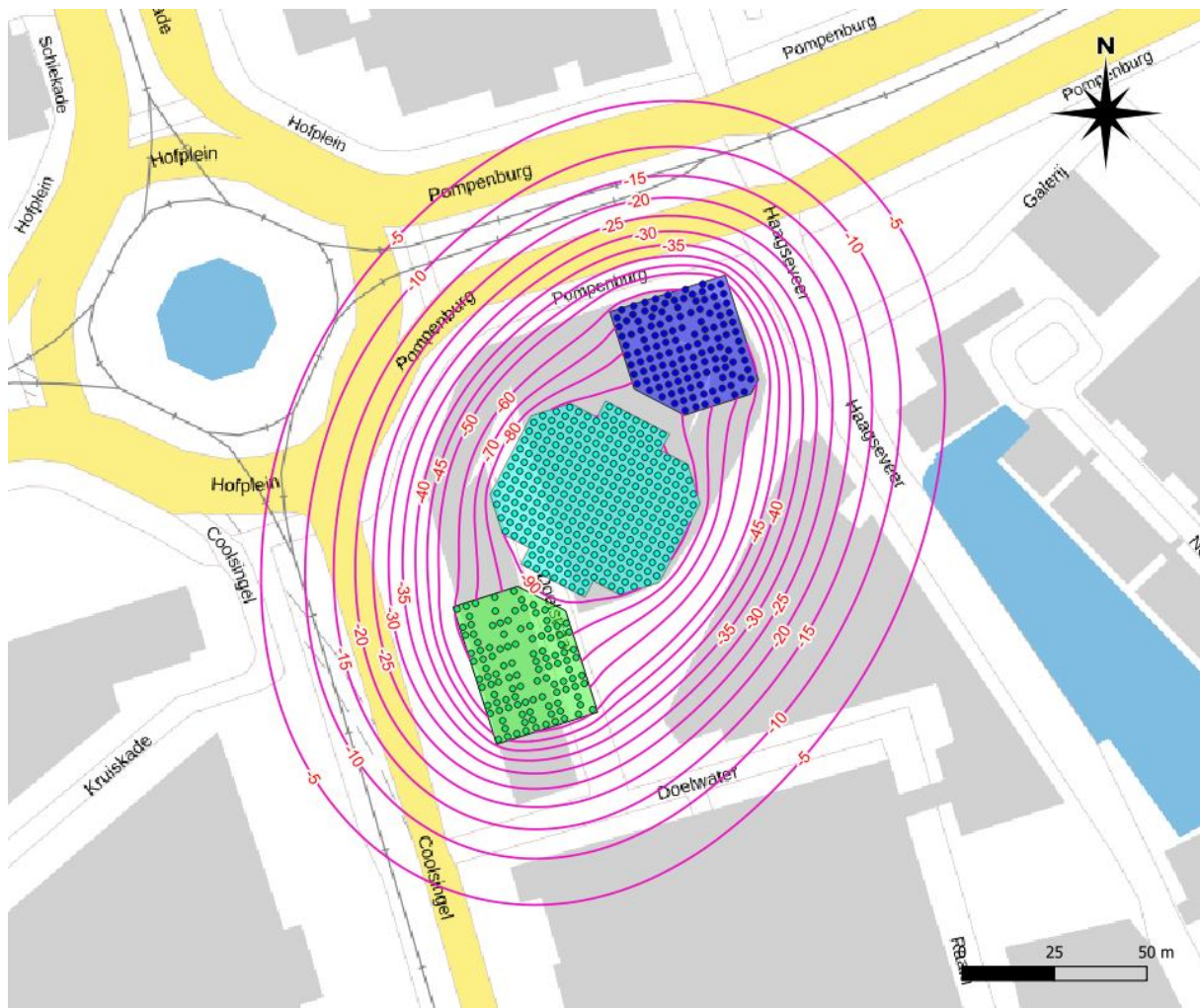
Figuur 1: Eindzetting uit totaalmodel zonder bouwfasering, op paalpuntniveau NAP -65 m



Figuur 2: Zetting bouwphase uit totaalmodel zonder bouwfasering, op paalpuntniveau NAP -65 m



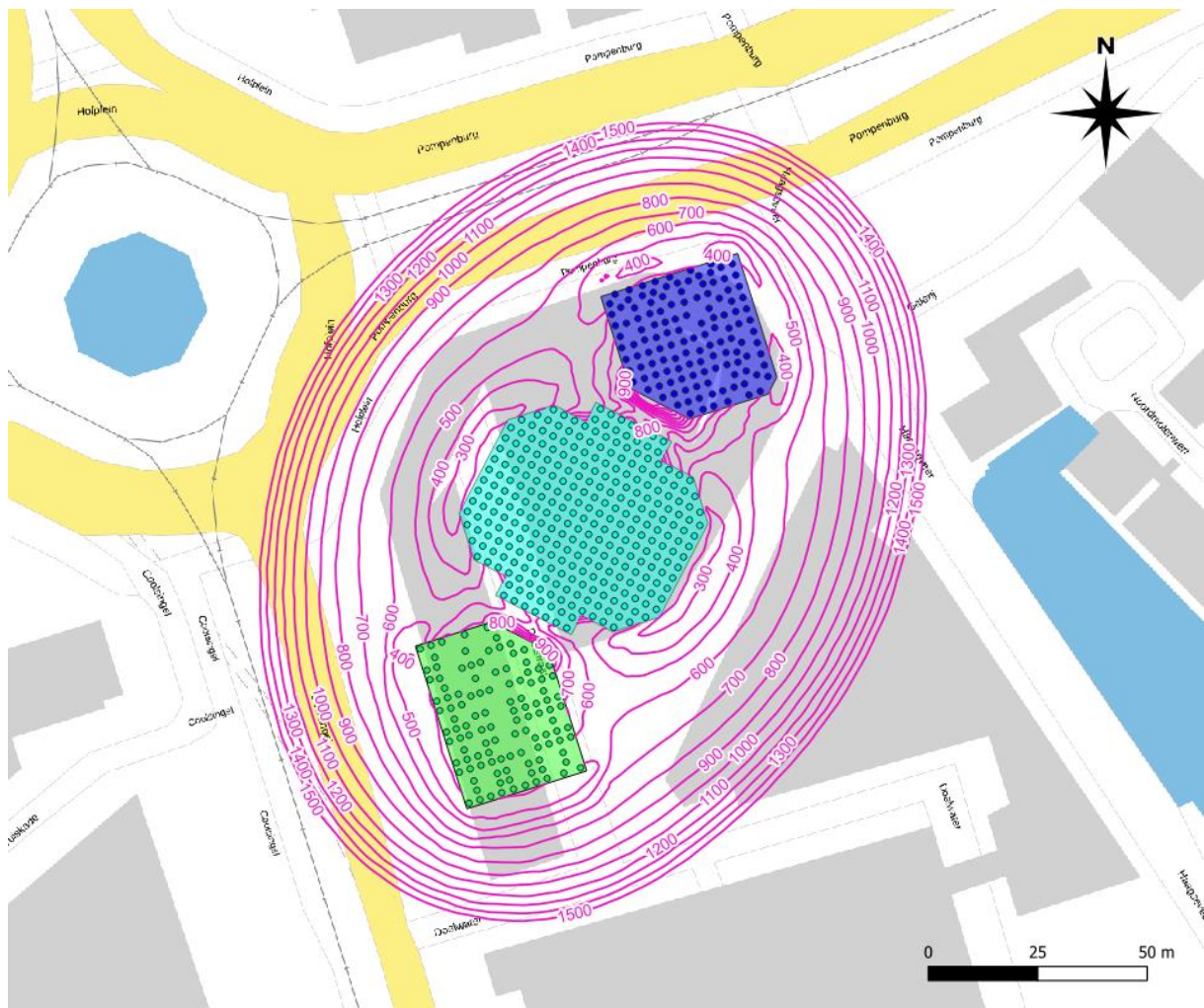
Figuur 3: Eindzetting na 100 jaar omgeving uit totaalmodel zonder bouwfaserings, NAP -20 m, ten behoeve van in Pleistoceen gefundeerde belendingen



Figuur 4: Zetting bouwphase omgeving uit totaalmodel zonder bouwfaserings, NAP -20 m, ten behoeve van in Pleistoceen gefundeerde belendingen

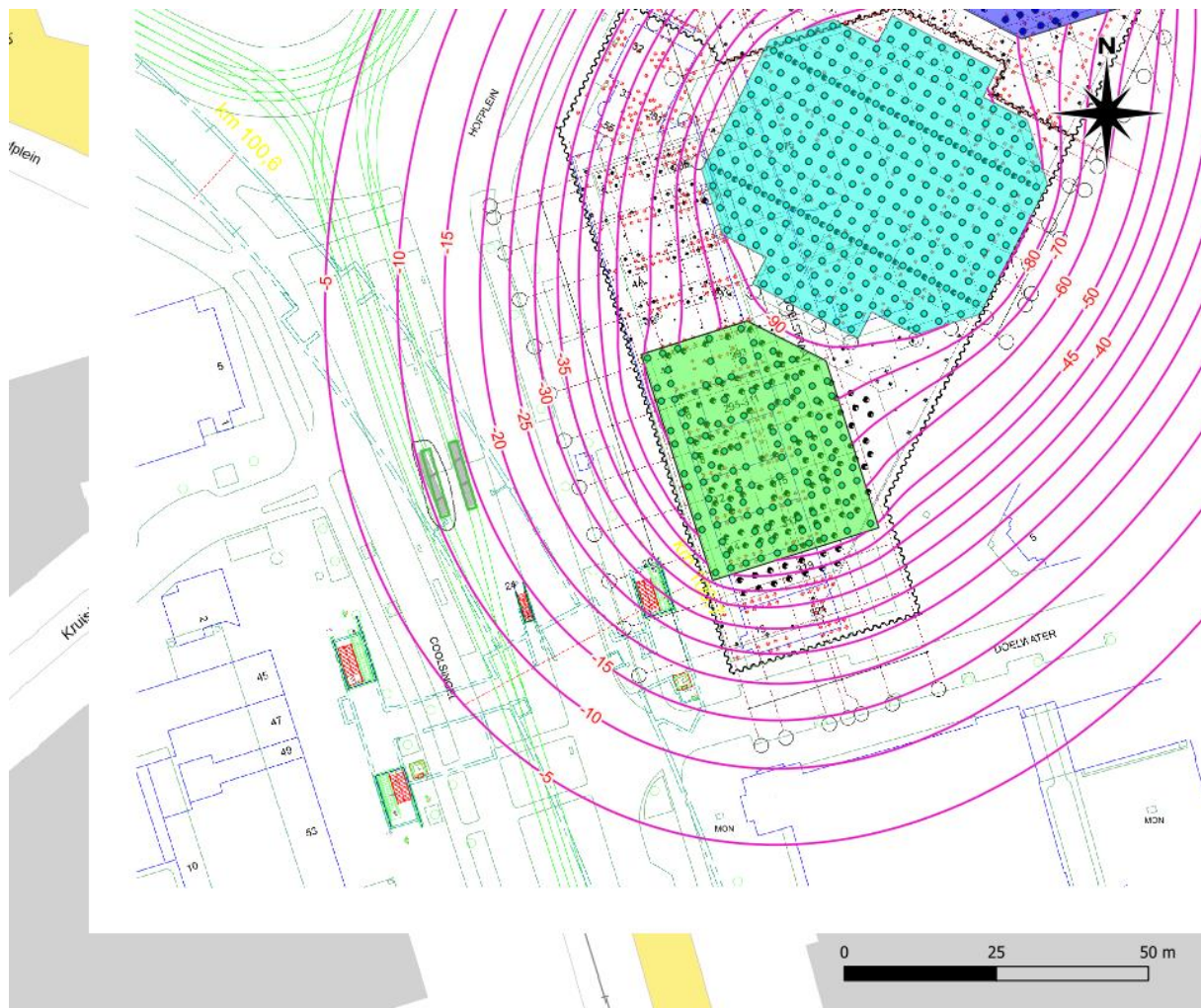


MOS GRONDMECHANICA B.V. Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Tel. 088-5130200 - URL: www.mosgeo.com

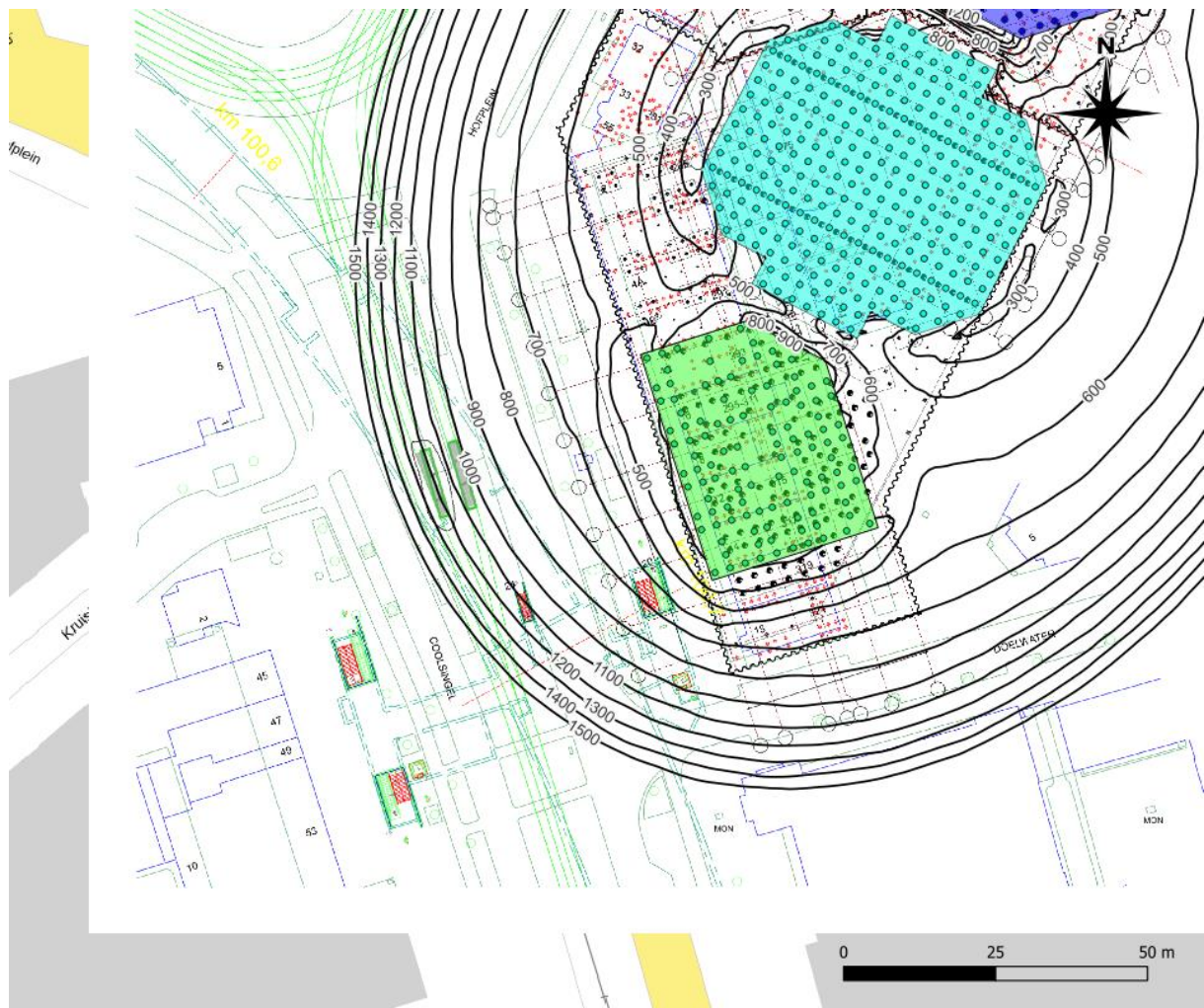


Figuur 6: Zettingsverhang bouwphase omgeving uit totaalmodel zonder bouwfasering, NAP -20 m, ten behoeve van in Pleistocene gefundeerde belendingen; lees 1000 als 1:1000

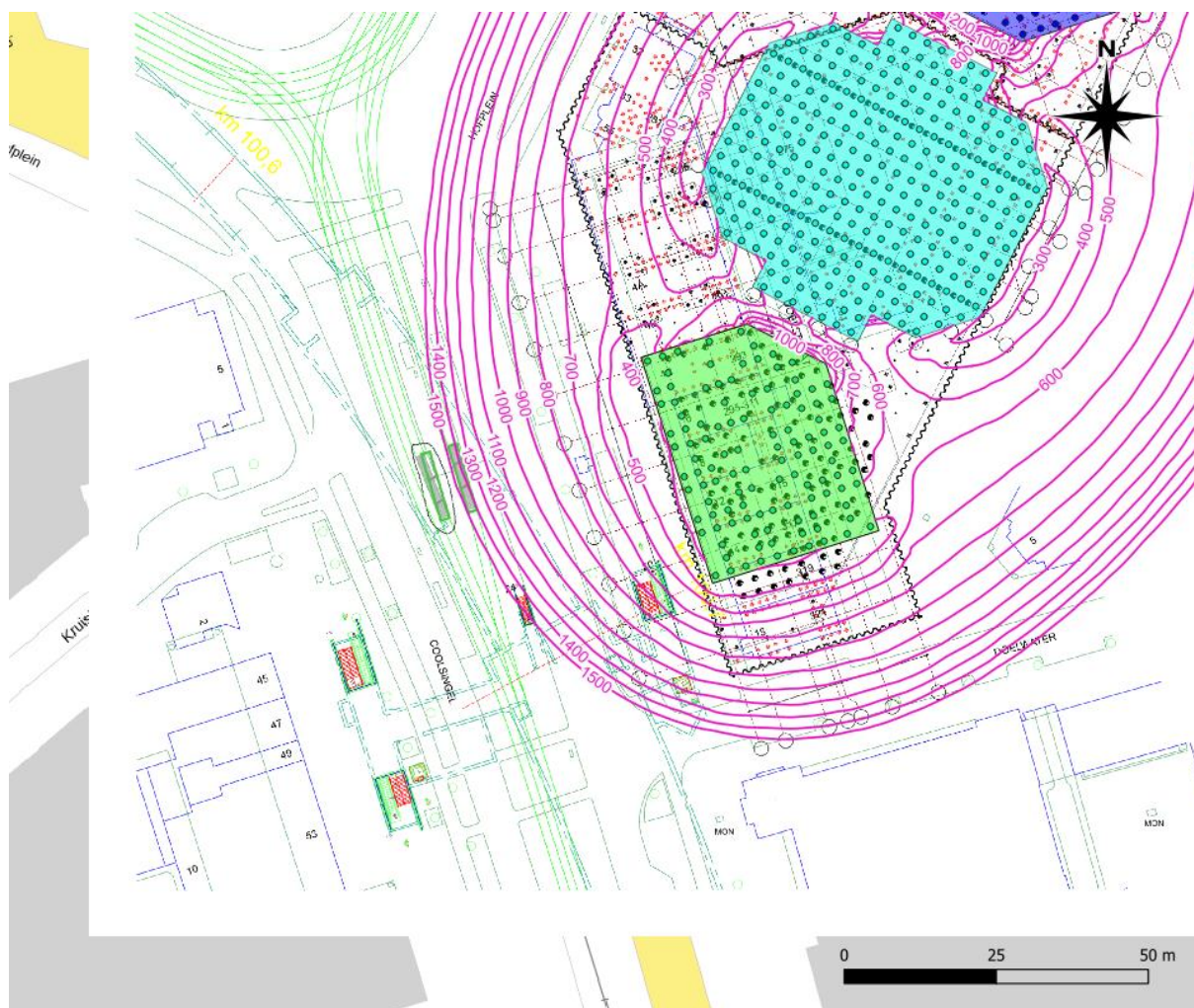




Figuur 8: Zetting bouwphase metro uit totaalmodel zonder bouwfaserings, in Pleistoceen NAP -20 m



Figuur 9: Zettingsverhang na 100 jaar omgeving uit totaalmodel zonder bouwfasering, NAP -20 m, ten behoeve van metro; lees 1000 als 1:1000



Figuur 10: Zettingsverhang bouwfase omgeving uit totaalmodel zonder bouwfaserings, NAP -20 m, ten behoeve van metro; lees 1000 als 1:1000

De berekende zettingen en rotaties in de eindsituatie na 100 jaar ter plaatse van de belendingen Stadhuis, metrotunnel, metro-ingang en politiebureau zijn in tabel 1 samengevat. Voor het dichtstbijzijnde deel van de metro-ingang is in plaats van de lokale grondrotatie (het zettingsverhang) de werkelijke (kleinere) rotatie berekend op basis van het paalstramien van de bovenbouw. Voor alle opgegeven rotaties geldt dat daarin geen rekening is gehouden met de stijfheid van de fundering en bovenbouw.

De in tabel 1 weergegeven zettingen en rotaties zijn marginaal kleiner dan de in rapport R2000582-04-v4 d.d. 27 juli 2023 vermelde waarden en daarmee iets gunstiger dan waar tot nu toe rekening mee is gehouden.

Notitie

Tabel 1: Berekende zettingen ter plaatse van belendingen

Object	Type constructie	Berekende zetting rand constructie [mm]	Rotatie berekend	Rotatie toetswaarde	Voldoet aan richtlijnen
Stadhuis	Stapelbouw	20	<1 : 1250	1 : 600	Ja
Metro-ingang	Stapelbouw	43-49 mm buitenste schoorpaal (36-42 mm paal andere zijde ^{a)})	1 : 750 in richting dwars op tunnel; 1 : 1350 in langsricting tunnel ^{b)}	1 : 600	Ja ^{c)}
Metro-tunnelmoot	Specifieke civiele constructie	32	< 1 : 890	N.v.t.	Specifiek getoetst door constructeur
Politiebureau nieuw deel aan de westzijde	Skeletbouw met kolommen	67	1:540	1 : 300	Ja
Politiebureau oud deel aan de noordoostzijde	Stapelbouw	35	1 : 750	1 : 600	Ja

a) Op 5,3 m afstand van de eerste palenrij.

b) Berekend over lengte ingang 8,2 m.

c) Zetting en rotatie bij aansluiting op metrotunnelmoot te toetsen door constructeur.

De opgaven van zetting en rotatie van de belendingen zijn aan de pessimistische kant omdat evenals in rapport R2000582-04-v4 d.d. 27 juli 2023 geen correctie voor de opwaartse waterdruk is toegepast en het eigen gewicht van de betreffende constructies, werkend als een historische voorbelasting op de Pleistocene zandlaag, in het model niet is meegenomen.

Gezien de grootte van de berekende rotaties lijken deze acceptabel en voldoen aan de richtlijnen. De definitieve toetsing dient in overleg met de constructeur plaats te vinden. Zoals reeds eerder gesteld is voor de metro een aparte constructieve toetsing uitgevoerd.

Met vriendelijke groet,

Hoofd sectie geotechniek

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Contr. J.V.B.

Bijlage:

- Parameters Plaxisberekening

Nummer	Grondslag	Bovenkant laag	Onderkant laag	γ_{dry}	γ_{sat}	ϕ'	c'	Materiaalmodel HS				Materiaalmodel SSC			POP
								$E_{50;\text{ref}}$	$E_{\text{oed};\text{ref}}$	$E_{\text{ur};\text{ref}}$	m	γ^*	λ^*	μ^*	
		[NAP+m]	[NAP+m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kPa]	[MN/m²]	[MN/m²]	[MN/m²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]
1	Zand, toplaag	0,3	-3,0	17,0	19,0	30,0	0	30	30	120	0,5				0
2	Klei, humeus	-3,0	-5,0	14,0	14,0	20,0	5	3	3	12	0,7				0
3	Veen	-5,0	-7,5	13,0	13,0	17,5	5	1,2	1,2	4,8	0,8				0
4	Klei, zandig	-7,5	-17,0	15,0	16,0	25,0	5	5	5	20	0,5				0
5	Zand, matig tot vast, Pleistoceen	-17,0	-24,0	18,5	20,5	34,0	0	50	50	200	0,5				150
6	Zand, vast, Pleistoceen	-24,0	-34,5	19,0	21,0	35,0	0	80	80	320	0,5				150
7	Waalre 1	-34,5	-36,2	18,0	18,0	25,0	10					0,0303	0,0137	0,0007	150
8	Zand, kleiig 1	-36,2	-38,0	18,0	20,0	32,5	0	60	60	240	0,5				150
9	Waalre 2	-38,0	-49,5	19,0	19,0	25,0	10					0,0410	0,0181	0,0010	150
10	Zand, kleiig 2	-49,5	-51,5	18,0	20,0	32,5	0	50	50	200	0,5				150
11	Waalre 3	-51,5	-52,5	20,0	20,0	25,0	10					0,0390	0,0164	0,0009	150
12	Zand, kleiig 3	-52,5	-55,0	18,0	20,0	32,5	0	55	55	220	0,5				150
13	Waalre 3	-55,0	-56,0	20,0	20,0	25,0	10					0,0390	0,0164	0,0009	150
14	Zand, kleiig 3	-56,0	-58,0	18,0	20,0	32,5	0	55	55	220	0,5				150
15	Waalre 3	-58,0	-58,8	20,0	20,0	25,0	10					0,0390	0,0164	0,0009	150
16	Zand, vast 1	-58,8	-69,5	19,0	21,0	35,0	0	60	60	240	0,5				150
17	Waalre 4	-69,5	-73,0	20,0	20,0	25,0	10					0,0131	0,0058	0,0005	150
18	Zand, vast 2	-73,0	-76,0	19,0	21,0	35,0	0	55	55	220	0,5				150
19	Waalre 5	-76,0	-81,0	20,0	20,0	25,0	10					0,0100	0,0044	0,0004	150
20	Zand, vast 3	-81,0	-92,5	19,0	21,0	35,0	0	65	65	260	0,5				150
21	Waalre 6	-92,5	-99,0	20,0	20,0	25,0	10					0,0131	0,0058	0,0005	150
22	Zand, vast 4	-99,0	-110,0	19,0	21,0	35,0	0	80	80	320	0,5				150