

ONDERWERP
Parkeergarage Zuidereiland Starrenburg III

PROJECTNUMMER
30112704

DATUM
23 juni 2023

ONZE REFERENTIE
D10061419:31

VAN
Nikolaos Mastoropoulos

AAN
Mathijs Corbran (MUG); Marielle Vink (de Raad Bouw en Niersman)

KOPIE AAN
Rik Bisschop (Arcadis); Bo van Denzen (Arcadis)

1. Inleiding

De Raad Bouwontwikkeling en Niersman Projectontwikkeling zijn bezig met de ontwikkeling van Starrenburg III in de gemeente Voorschoten. Dit betreft de ontwikkeling van een gedeelte van de Starrenburgerpolder tot woonwijk, gelegen ten zuiden van de bestaande woonwijk Starrenburg II. In het kader van deze ontwikkeling zal een parkeergarage op het Zuidereiland gebouwd worden.

Voorliggende memo betreft een geotechnische risicoanalyse voor het ontwerp en de uitvoering van de parkeergarage. De beschouwing betreft een kwalitatieve analyse van de geotechnische risico's inclusief mitigerende maatregelen voor de beheersing van de relevante risico's. De maatregelen zijn op basis van expert-judgement en globale schaduw berekeningen uitgewerkt.

2. Uitgangspunten

De volgende documenten zijn gehanteerd in voorliggende notitie:

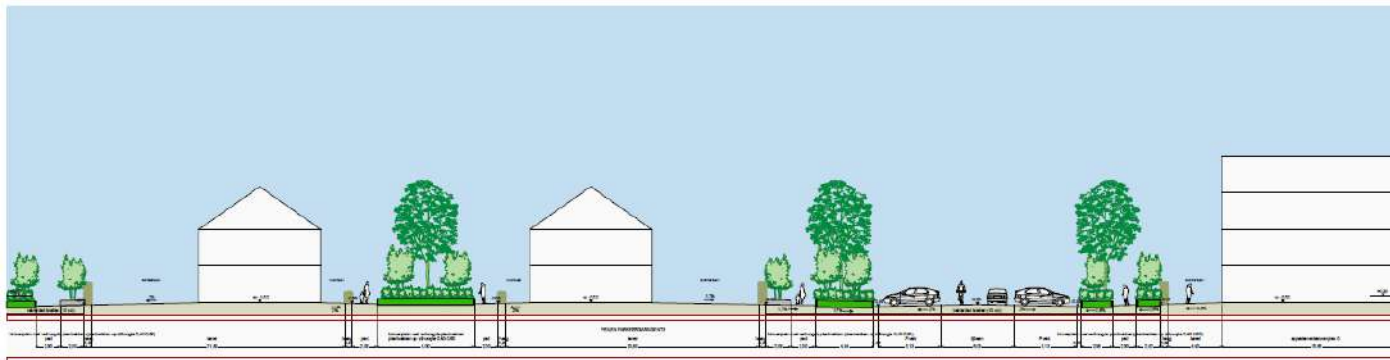
1. Memo Starrenburg III – Processtap 3, D10057460, Arcadis, d.d. 18/04/2023;
2. Tekening Stedenbouwkundig plan Starrenburg III, van Egmond architecten, d.d. 13/04/2023;
3. Tekeningen Dwarsprofielen Starrenburgerpolder Voorschoten, marnix tavenier – mxt landschappen, d.d. 06/04/2023.

De locatie van de toekomstige parkeergarage is in Figuur 1 weergegeven. De parkeergarage zal op het Zuidereiland in Deelgebied II gebouwd worden en betreft een oppervlakte van circa 160 x 80 m.



Figuur 1 Locatie Parkeergarage Zuidereiland Starrenburg III, bron [2]

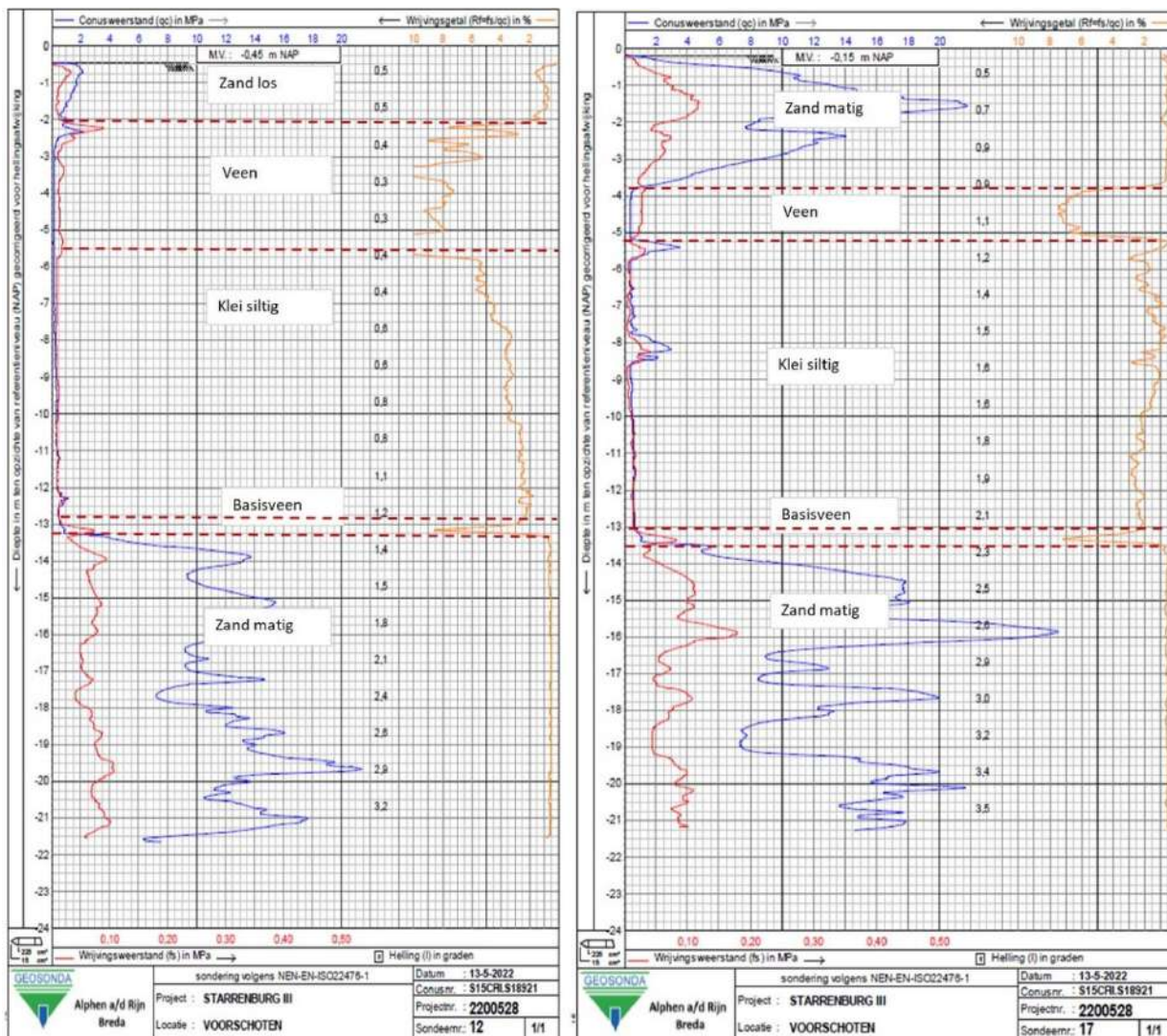
De parkeergarage komt onder de toekomstige woonwijk, zie Figuur 2. De grondopbouw en de geohydrologische uitgangspunten zijn overgenomen uit referentie document [1].



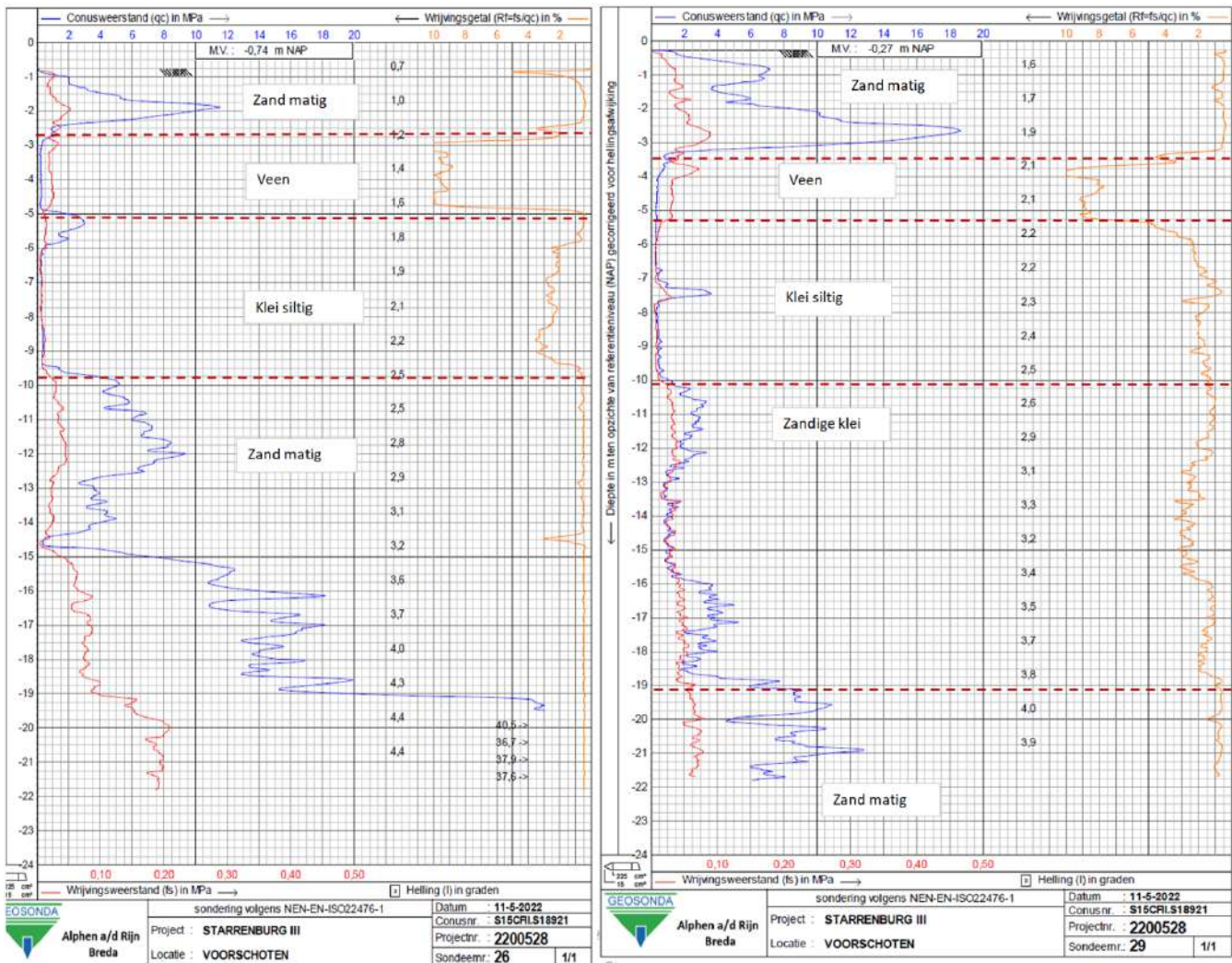
Figuur 2 Dwarsprofiel Parkeergarage Zuidereiland Starrenburg III, bron [3]

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

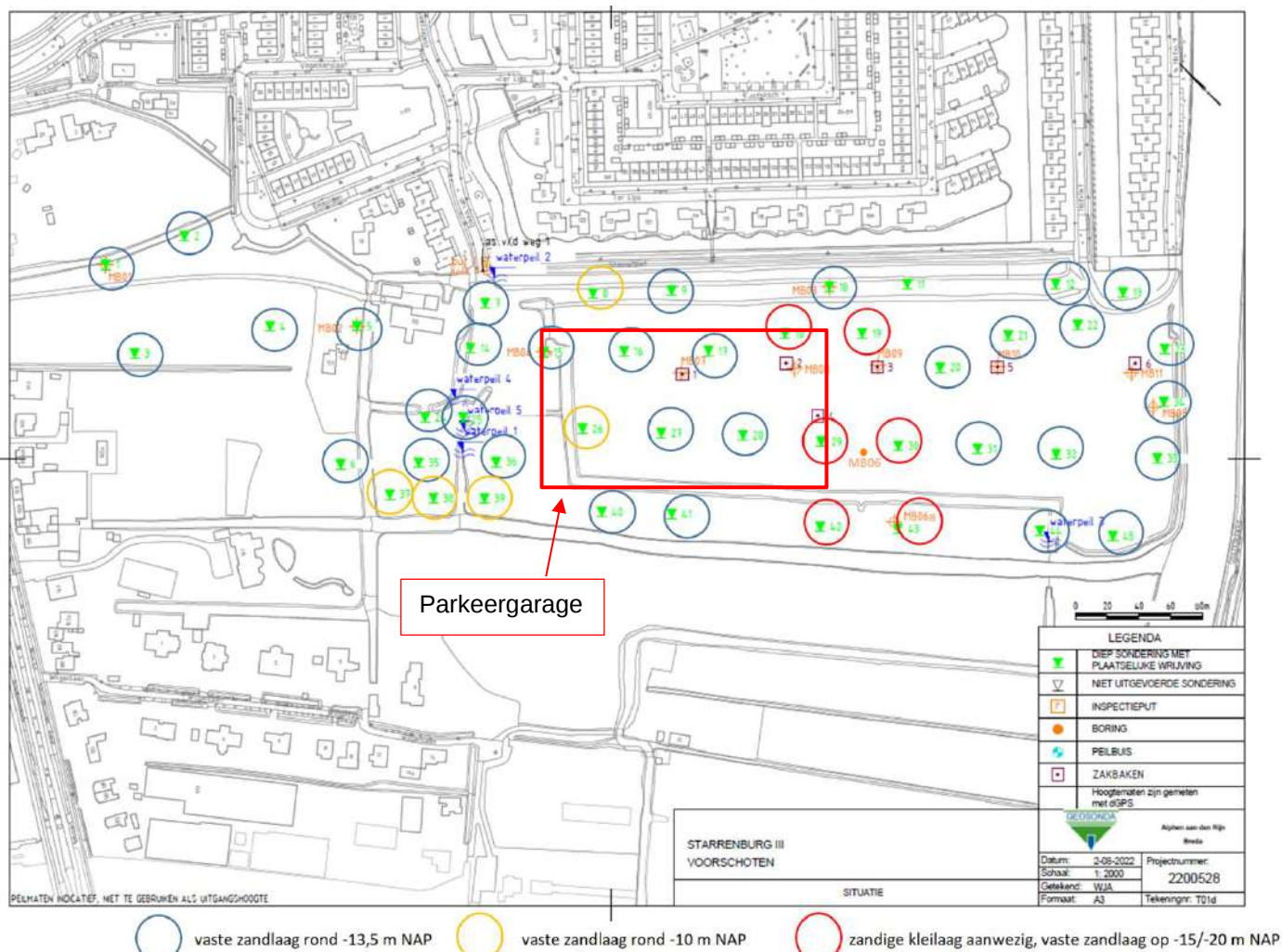
- Het terrein (deelgebied II) zal voorafgaand aan de bouw van de parkeergarage reeds voorbelast zijn;
- Bouwpeil deelgebied II tussen NAP -0,82 m (wegen) en NAP -0,52 m (woningen);
- Freatische grondwaterstand NAP -1,82 m;
- Stijghoogte 1^{ste} watervoerend pakket NAP -1,5 m;
- De peilen van de parkeergarage zijn nog niet in detail bekend. De onderkant van de parkeergarage vloer is ingeschat rekening houdend met de volgende inschattingen:
 - Maaiveldniveau NAP -0,8 m;
 - Gronddekking op parkeergarage dak 0,3 m;
 - Dikte dak 0,4 m;
 - Netto hoogte garage 2,8 m;
 - Dikte vloer 0,4 m;
 - Werkvloer van zand 0,1 m;
 - Onderkant parkeergarage vloer NAP -4,8 m.
- De parkeergarage zal in het veengebied van Starrenbrug II gebouwd worden. In dit gebied komt een ondiepe laag van organische klei op maaiveld voor (circa 1 m dik). Bij een aantal locaties is op maaiveld een dunne zandlaag in plaats van de organische kleilaag aangetroffen. Onder deze ondiepe zandlagen komt veen voor (2,5 à 3,5 m dik), behoudens bij die locaties waar sprake is van zanddepots. Onder de veenlaag komt weer een kleilaag voor. Bij een aantal sonderingen is een dunne veenlaag (basisveen) aanwezig op circa NAP -13 m. Sondering S12 [1] is kenmerkend voor het veengebied met een toplaag van zand met een beperkte dikte (zie Figuur 3). Ter plaatse van de zanddepots varieert de toplaag van zand sterk in dikte. Onder deze zandlaag is weer veen aangetroffen, 1 à 2 m dik. Sondering S17 [1] is kenmerkend voor de zanddepots en is in Figuur 3 weergegeven;
- De diepte van het Pleistocene zandlaag varieert binnen het gebied. In het algemeen begint de vaste zandlaag op circa NAP -13,5 m. Bij twee sonderingen aan de noordwestelijke zijde van deelgebied II is het Pleistocene zand aangetroffen op ongeveer -10 m NAP. Aan de oostelijke kant van deelgebied II is een sterk gelaagde afzetting van zandige klei aangetroffen rond NAP -11 m en begint de Pleistocene zandlaag dieper rond NAP -15/-20 m. De relevante sonderingen zijn in Figuur 4 weergegeven. De variatie van de diepteligging van de Pleistocene zandlaag is gepresenteerd in Figuur 5;
- Uitgangspunt is dat de parkeergarage in een bouwkuip gebouwd zal worden. Bij een open ontgraving is veel ruimte nodig en bovendien veroorzaakt de verlaging van de grondwaterstand zettingen in de omgeving. De grondkerende en waterremmende functie van de bouwkuip maakt het mogelijk de bouwkuip te ontgraven met een minimale impact voor de omgeving.



Figuur 3 Kenmerkende sondering veengebied (links) en veengebied bij zanddepots (rechts)



Figuur 4 Sonderingen randen parkeergarage, westzijde (links) en oostzijde (rechts)



Figuur 5 Overzicht diepteligging vaste zandlaag

3. Geotechnische risicoanalyse

Onderstaand zijn de relevante geotechnische risico's met betrekking tot het ontwerp en de uitvoering van de parkeergarage benoemd en uitgewerkt.

3.1 Opbarsten bouwkuip

Risico: Opbarsten van de bouwput kan ontstaan tijdens de ontgraving indien de neerwaartse kracht (gewicht grondlagen onder de bouwputbodem) lager is dan de aandrijvende kracht door het water vanuit het 1^{ste} watervoerend pakket.

Beschouwing risico: Met schaduw berekeningen is afgeleid tot welk niveau in den droge ontgraven kan worden zonder opbarsten van de bouwputbodem. Uit de berekeningen volgt dat dit mogelijk is tot een niveau van NAP -4,8 m. Uitgaande van bovenstaande uitgangspunten zou de aanleg van de parkeergarage mogelijk kunnen zijn zonder aanvullende maatregelen, zoals een spanningsbemaling of onderwaterbeton. Dit is gebaseerd op de kenmerkende sondering van het gebied met een bovenkant Pleistocene zandlaag op NAP -13,5 m, rekening houdend met een stijghoogte van NAP -1,5 m. De invloed van de grondwaterstand verlaging binnen de bouwkuip op de omgeving zal nihil zijn.

Aan de west- en oostzijde van de projectlocatie lijkt de afsluitende laag hoger te liggen. Als gevolg hiervan is de neerwaartse kracht lager. Aan de randen van de bouwkuip is het daardoor mogelijk dat minder diep gegraven kan worden. Of de opbouw van de ondergrond maatgevend is voor de maximale diepte van de ontgraving dient nader bepaald te worden op basis van aanvullend grondonderzoek.

Beheersmaatregelen: Voor het grootste gedeelte van de projectlocatie is een ontgraving in den droge zonder aanvullende maatregelen mogelijk tot NAP -4,8 m. Dit niveau is net voldoende voor de bouw van de parkeergarage rekening houdend met de bouwpeilen van Hoofdstuk 2. Aan de randen van de bouwkuip is op basis van de beschikbare informatie en zonder aanvullende maatregelen een kleinere ontgraving mogelijk (tot NAP -3,2 m). De grondopbouw zal verder onderzocht dienen te worden op basis van aanvullend grondonderzoek, namelijk sonderingen en peilbuismetingen zowel aan de west- als aan de oostzijde. Hierbij kan de grondopbouw aan de twee randen goed in beeld gebracht worden.

Indien aanvullende maatregelen noodzakelijk blijken te zijn dan kan overwogen worden om de stijghoogte van het 1^{ste} watervoerend pakket te verlagen met een spanningsbemaling. Een spanningsbemaling kan zettingen in de omgeving veroorzaken. Dit geeft risico's op zettingsschade ter plaatse van bijvoorbeeld de Mariahoeve en bestaande infrastructuur binnen Starrenburg II. De risico's voor de bestaande bebouwing zijn beperkt. De gebouwen binnen Starrenburg II zullen op betonnen palen zijn gefundeerd. Indien spanningsbemaling wordt toegepast dient nader onderzocht te worden in verband met omgevingsbeïnvloeding. Als alternatieve oplossing kan onderwaterbeton toegepast worden. Door de toepassing van onderwaterbeton hoeft de waterstand in de bouwkuip tijdens de ontgraving niet verlaagd te worden.

3.3 Opdrijven constructie

Risico: Na het leegpompen van de bouwkuip kan opdrijven de constructie opdrijven indien de neerwaartse kracht (gewicht van de constructie) lager is dan aandrijvende kracht door het water.

Beschouwing risico: Uit een schaduw berekening blijkt dat de veiligheid tegen opdrijven niet voldoende is.

Beheersmaatregelen: Het verticale evenwicht dient verzorgd te worden door trekelementen die in de vloer worden verankerd. In het geval heien te veel omgevingshinder met zich mee brengt, kunnen de omgevingseffecten als gevolg van trillingenbeheerst worden door geboorde ankerpalen type GEWI of vergelijkbaar (trek) toe te passen.

3.3 Vervormingen damwanden bouwkuip

Risico: Tijdens het ontgraven/bemalen kunnen grote vervormingen van de damwanden optreden. Dit kan gevolgen hebben voor de stabiliteit van de grondkerende constructie.

Beschouwing risico: Gezien de grote kerende hoogte en de grote breedte van de bouwkuip is de verwachting dat de vervormingen aan de bovenkant van de damwanden groot zullen zijn. Er dient hiermee rekening te worden gehouden in het ontwerp.

Beheersmaatregelen: De horizontale krachten kunnen met toepassing van een stempelraam opgenomen worden. Rekening houdend met de breedte van de bouwkuip zijn er tussensteunpunten nodig voor de bouw van de tijdelijke stempelconstructie.

3.4 Fundering parkeergarage en woningbouw

Risico: De fundering van de parkeergarage wordt niet integraal met de fundering van de woningbouw ontworpen.

Beschouwing risico: Het gewicht van de parkeergarage zal via wanden/kolommen afgedragen worden naar funderingspoeren met drukpalen. De toekomstige woonwijk zal boven de parkeergarage gebouwd worden. Er dient rekening te worden gehouden in het ontwerp met het afdragen van het gewicht van de woningen naar de ondergrond via de paalfundering van de parkeergarage.

Beheersmaatregelen: Het constructieve ontwerp van de parkeergarage moet zorgen voor het veilig afdragen van alle belastingen naar de ondergrond. De paalfundering dient hierop ontworpen te worden. Dit dient bekend te zijn voordat begonnen wordt met de bouw van de parkeergarage. In principe kunnen de palen geheild worden. Afhankelijk van de omgevingseffecten kan gekozen worden voor trillingsarme geboorde, grondverdringende palen (druk) type Fundex/Tubex of andere vergelijkbare systemen.

3.5 Omgevingsbeïnvloeding bouwkuip

Risico: De aanleg van de parkeergarage kan de omgeving beïnvloeden en schade aan belendingen veroorzaken.

Beschouwing risico: Hierbij zijn de volgende aspecten relevant voor het ontwerp van de bouwkuip: zettingen door grondwaterstand verlaging, zettingen door trillingen, zettingen en horizontale vervormingen door grondvervormingen buiten de bouwkuip als gevolg van vervorming van de damwand.

Beheersmaatregelen: Verlaging van de grondwaterstand buiten de ontgraving wordt beheerst door de toepassing van een bouwkuip. Zettingen/horizontale vervormingen door grondvervormingen als gevolg van vervorming van de damwanden zullen beperkt blijven tot enige cm's op enige afstand van de gestempelde bouwkuip. Zolang het terrein rondom de bouwkuip nog niet ingericht is, zal dit geen nadelige effecten hebben. Het intrillen (en uittrillen) van de damwanden kan zettingen op maaiveldniveau veroorzaken. Gezien de afstand tot andere objecten in het gebied zal naar verwachting het intrillen van damwanden mogelijk zijn. Dit aspect dient nader beschouwd te worden. Als alternatief kan gekozen worden om de damwanden drukkend aan te brengen.

3.6 Obstakels in de ondergrond

Risico: Uitvoering/ontwerp wordt belemmerd door diverse obstakels in de ondergrond zoals onverwachte archeologische vondsten, ankers, onbekende kabels en leidingen, oude funderingsresten, onverwachte verontreinigingen, niet gesprongen explosieven.

Beschouwing risico: Gezien de projectlocatie wordt het risico wat betreft ankers, funderingsresten en kabels en leidingen niet als groot geacht. Nagaan dient te worden of er een risico bestaat op niet gesprongen explosieven of dat vanuit archeologie en/of verontreinigingen van de ondergrond nog impact kan zijn op de werkzaamheden.

Beheersmaatregelen: Prioriteiten stellen aan het benodigde onderzoek op basis van de verwachte impact. Er dient hiermee rekening te worden gehouden in de planning van de ontgraving.

3.7 Verstoring grondwaterstroming

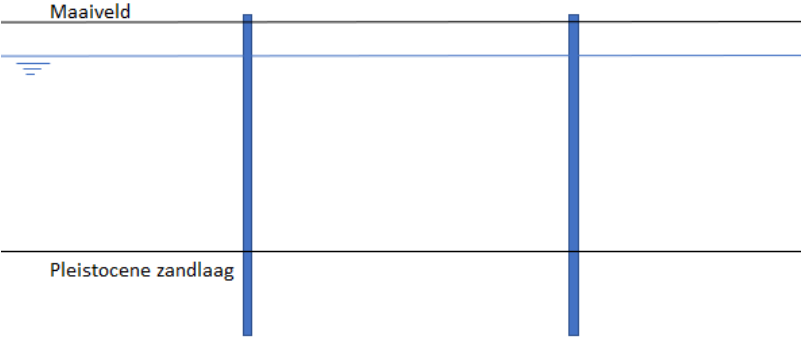
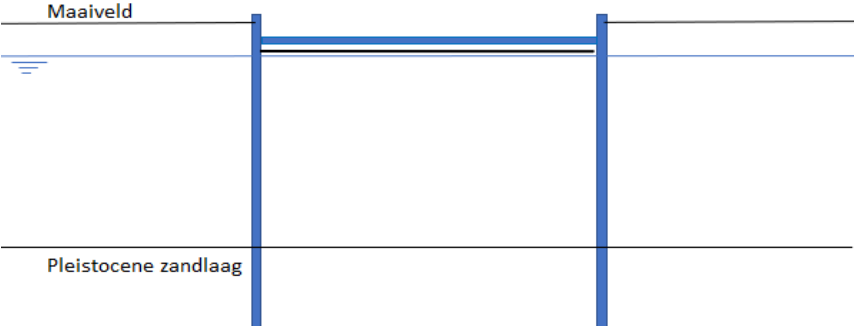
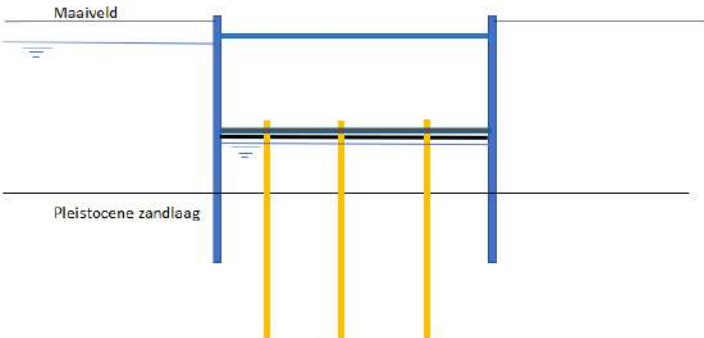
Risico: Indien de parkeergarage grondlagen doorsnijdt waarin normaliter horizontale stroming plaatsvindt kan deze verhinderd worden. Dit kan als gevolg hebben dat verlaging van de grondwaterstand/stijghoogte stroomafwaarts en verhoging van de grondwaterstand/stijghoogte stroomopwaarts plaats vindt.

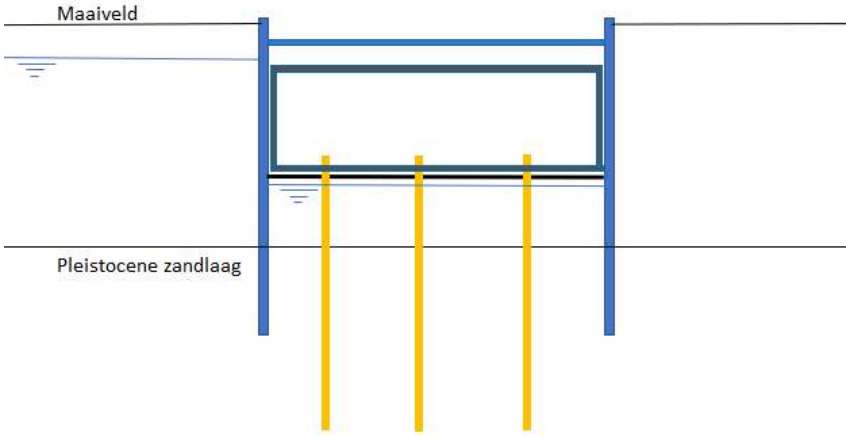
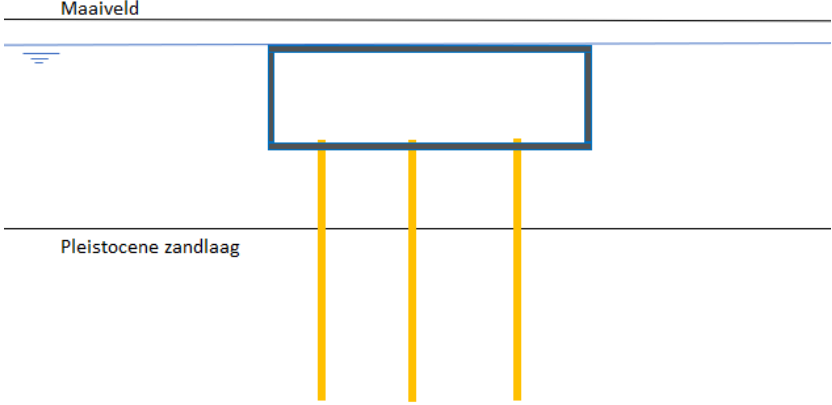
Beschouwing risico: De parkeergarage zal de Pleistocene zandlaag niet doorsnijden. De aanwezigheid van de garage heeft daarmee geen invloed op de stijghoogte van het 1^{ste} watervoerend pakket. Uit de isohypsen van de freatische grondwaterstand in het gebied volgt geen duidelijke grondwaterstroming ter plaatse van de toekomstige garage. De aanwezigheid van de parkeergarage zal naar verwachting beperkte invloed hebben op het freatische grondwater.

Beheersmaatregelen: De invloed van de parkeergarage op de grondwaterstroming in het freatische pakket zal naar verwachting beperkt zijn. Rekening houdend met de grote afmetingen van de parkeergarage dient dit aspect met een geohydrologische studie nader onderzocht te worden.

4. Uitwerking beheersmaatregelen

In dit hoofdstuk is het ontwerp van de bouwkuip nader uitgewerkt. Dit betreft een indicatief ontwerp rekening houdend met de aspecten die in Hoofdstuk 3 besproken zijn en op basis van expert-judgement. In onderstaande tabel is de fasering in hoofdlijnen beschreven.

Weergave	Faseringsstap
	1. aanbrengen damwanden
	2. Beperkt ontgraven 3. Aanbrengen stempelraam
	4. Ontgraven tot NAP -4,8 m en bemalen 5. Aanbrengen drukkpalen/ trekpalen en vloer

	6. Parkeergarage bouwen
	7. Stempelraam en damwanden verwijderen of opnemen in de constructie 8. Gronddekking op dak parkeergarage aanbrengen

Tabel 1 Faseringsstappen bouw parkeergarage in bouwkuip

Aandachtspunten

- Trillingen in de omgeving als gevolg van het aanbrengen van de damwanden/palen of bouwverkeer dienen nader beschouwd te worden;
- De diepte van de Pleistocene zandlaag varieert binnen het gebied. Aan de oostelijke kant van de projectlocatie is een sterk gelaagde afzetting van zandige klei aangetroffen rond -11 m NAP en begint de Pleistocene zandlaag dieper rond -15/-20 m NAP. Dit zou tot langere palen (druk en trek) kunnen leiden.