

BOUWPUTADVIES
betreffende

GIESSENBURG 1 TE AMSTERDAM

Opdrachtnummer: 9016-0753-000

Opdrachtgever : Esprit Real Estate II BV
Postbus 111
7450 AC Holten

Datum grondonderzoek : Fase 1: 25 juli 2016

Projectleider : ing. Z. Rabbaj
Adviseur Geotechniek

Opgesteld door : ing. A.O. Aparicio Sáez en A.R. Jongerius MSc.
Adviseur Geotechniek en Adviseur Hydrologie

Gecontroleerd door : ir. Jan Tel en ing. Z. Rabbaj
Senior Adviseur Hydrologie en Adviseur Geotechniek

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
2	17 november 2016	9016-0753-000_31.R01v2	
3	16 december 2016	Aanpassing i.v.m. 2 diepere 2-laags parkeerputten	
4	23 december 2016	Aanpassing i.v.m. wijziging niveaus	

FILE: 9016-0753-000_31.R01.v4_2016-12-23.docx

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	3
2. PROJECTOMSCHRIJVING	4
2.1 Algemeen	4
2.2 Locatie en omgevingsaspecten	5
3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	6
3.1 Algemeen	6
3.2 Globale bodemgesteldheid	6
3.3 Grondparameters	7
3.4 Open water	8
3.5 Grondwaterstanden en stijghoogten	8
4. DAMWANDADVIES	9
4.1 Berekeningsmethode	9
4.2 Uitgangspunten berekeningen	10
4.3 Resultaten damwandberekeningen	12
4.4 Uitvoeringsaspecten	15
5. BEMALINGSADVIES	17
5.1 Grondwaterstandsverlaging (laag 1)	17
5.2 Verticale stabiliteit bouwputbodem (verlaging diepere lagen)	17
5.3 Overzicht benodigde verlagingen	19
5.4 Bemalingsberekeningen	19
5.5 Onttrekkingsvergunning en eventuele retourplicht	20
5.6 Lozing	21
5.7 Effecten van de bemaling	21
5.8 Conceptueel bemalingsplan	22
6. RISICOBEBEERSING EN MONITORING	24
6.1 Globale beschouwing risico's	24
6.2 Monitoring en beoordeling	24
7. AANBEVELINGEN EN AANDACHTSPUNTEN	26

BIJLAGEN

Nr.

Geotechnisch onderzoek

- Rapportage Geotechnisch Veldwerk

9016-0753-000.KR01

Advies

- Locatieoverzicht en locaties peilbuizen TNO
- Tijd-stijghoogtegrafieken peilbuizen TNO
- Invoer en resultaten DSheetPiling

A1
A2
A3

1. INLEIDING

In december 2016 ontving Fugro GeoServices B.V. te Amsterdam van Esprit Planontwikkeling BV, namens Esprit Real Estate II BV te Holten de opdracht voor het aanpassen van het uitgebrachte bouwputrapport onder nummer 9016-0753-000, d.d. 16-12-2016. Het rapport heeft betrekking op het nieuwbouwproject aan de Giessenburg 1 te Amsterdam.

De aanpassing ten opzichte van het vorige bovengenoemde bouwputrapport betreft:

- De 1-laags keldervloer is 0,1 m dieper geworden;
- De 2 dieper gelegen 2-laagsparkeerputten zijn 0,1 m ondieper geworden.

In een eerdere fase is voor dit project een 1^e fase van een grondonderzoek uitgevoerd en is bovengenoemd bouwputrapport uitgebracht. Het funderingsadvies voor dit project zal separaat worden gerapporteerd.

Voorliggend rapport betreft het bouwputadvies (damwandadvies en bemalingsadvies), en bevat de volgende onderdelen:

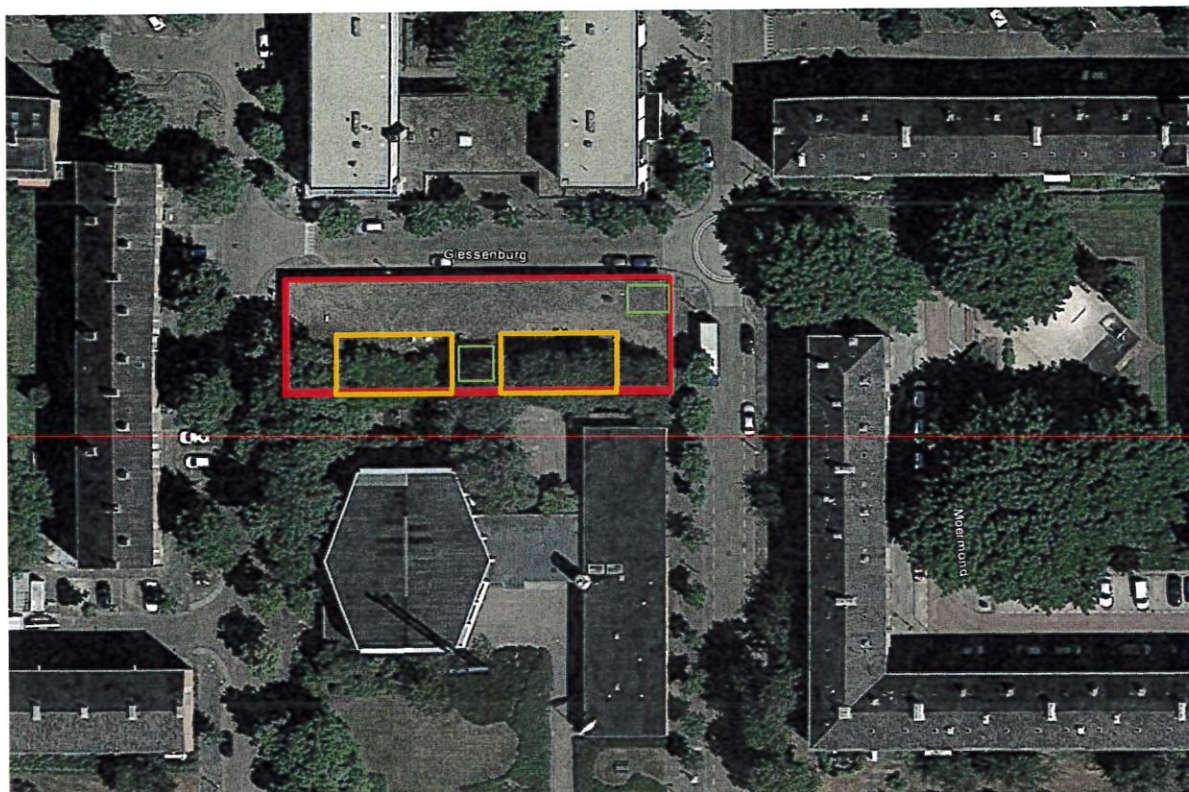
- korte projectomschrijving (hoofdstuk 2);
- beschrijving uitgevoerd grondonderzoek en bodemgesteldheid (hoofdstuk 3);
- damwandadvies (hoofdstuk 4);
- bemalingsadvies (hoofdstuk 5);
- globale beschouwing van risicobeheersing en monitoring (hoofdstuk 6);
- aanbevelingen en aandachtspunten (hoofdstuk 7).

De doelstelling van deze rapportage is inzicht te verschaffen in de te onttrekken hoeveelheid grondwater en toe te passen bouwputbegrenzing. Op deze wijze kan worden gekomen tot een verantwoord ontwerp van de bouwput. Daarnaast zullen de mogelijke effecten van de bouwwerkzaamheden op de omgeving worden belicht en zullen, na het signaleren van knelpunten, mogelijk noodzakelijke vervolgstappen worden aangegeven.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

2.1 Algemeen

Het project betreft de nieuwbouw van een appartementencomplex voorzien van (parkeer)kelder aan de Giessenburg 1 te Amsterdam. De bouwlocatie is gelegen tussen de Giessenburg (noordzijde), Zuid Hollandstraat (westzijde) en Backershagen (oostzijde), zie figuur 2-1. Binnen het Rijksdriehoeknet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten X= 120.100 en Y = 482.100.



Figuur 2-1: Damwandcontour in rood; liftputten in groen; 2-laagsparkeerputten in oranje (bron: Google Earth)

Voor het vervullen van de opdracht zijn door de opdrachtgever ontwerptekeningen ter beschikking gesteld. In wijziging hierop heeft de opdrachtgever in december 2016 aangegeven dat er 2 dieper gelegen 2-laagsparkeerputten zijn voorzien (oranje in figuur 2-1).

Van de ontwerptekeningen zijn de afmetingen en niveaus afgeleid zoals zijn weergegeven in tabel 2-1. Hierbij is uitgegaan van een Peil0 \approx huidig gemiddelde maaiveldniveau \approx NAP -0,7 m.

Tabel 2-1: Afmetingen en ontgravingsniveaus bij een Peil 0 \approx MV \approx NAP -0,7 m

Onderdeel	Afmetingen [ca. m x m]	Aanlegniveau		Ontgravingsniveau [NAP m]
		[Peil m]	[NAP m]	
1-laags keldervloer	55,0 x 12,0	-3,4	-4,1	-4,6
2-laags parkeerputten (2 stuks)	6,0 x 16,5	-5,5	-6,2	-6,7
Liftput (1 stuk)	2,5 x 1,7	-4,1	-4,8	-5,1
Autoliftput (1 stuk)	6,5 x 4,0	-3,7	-4,4	-4,7

Aangenomen wordt dat onder het aanlegniveau een zandbed zal worden aangebracht. De dikte van dit zandbed bedraagt ca. 0,5 m onder de keldervloeren en ca. 0,3 m onder de

overige onderdelen. De doorlatendheid van het zandbed dient zodanig te zijn dat grond- of regenwater eenvoudig kan worden afgevoerd zonder wateroverlast te veroorzaken.

In verband met de aanwezigheid van belendingen zal de ontgraving worden uitgevoerd binnen grond- en waterkerende damwanden. De in tabel 2-1 gepresenteerde ontgravingsniveaus bevinden zich beneden de grondwaterstand. Om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren dient de grondwaterstand door een bemaling te worden verlaagd.

De opdrachtgever heeft de volgende globale planning afgegeven:

- uitvoering: medio 2017
- bemalingsduur totaal: ca. 10 weken
(2 parkeerputten: ca. 8 weken; overige delen kelder: ca. 2 weken.

Voor nadere gegevens omtrent de constructie verwijzen wij u naar de berekeningen en tekeningen van de constructeur.

2.2 Locatie en omgevingsaspecten

Belendingen

De dichtstbijzijnde belendingen bevinden zich op circa 10 m afstand van de bouwput. Het betreft één-laags tot vier laags bebouwing uit 1963/1964. Op basis van de ouderdom van de bebouwing kan er vanuit worden gegaan dat deze op betonnen palen is gefundeerd.

Groen

Op enkele tot tientallen meters rondom de projectlocatie staan bomen. De bomen ter plaatse en in de directe omgeving van de nieuwbouw met kelder worden verwijderd.

Grondwaterverontreinigingen

Via de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is informatie opgevraagd over grondwaterverontreinigingen (in de toplaag) binnen ca. 150 m afstand van de projectlocatie. Uit de ontvangen bodemrapportage blijkt dat binnen het aangevraagde gebied geen ernstige (overschrijding interventiewaarde) grondwaterverontreinigingen bekend zijn. Afhankelijk van de uitvoeringsvariant dienen eventueel aanwezige grondwaterverontreinigingen (en -onttrekkingen) in de 1^e zandlaag binnen het invloedsgebied van de spanningsbemaling te worden nagegaan.

3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

3.1 Algemeen

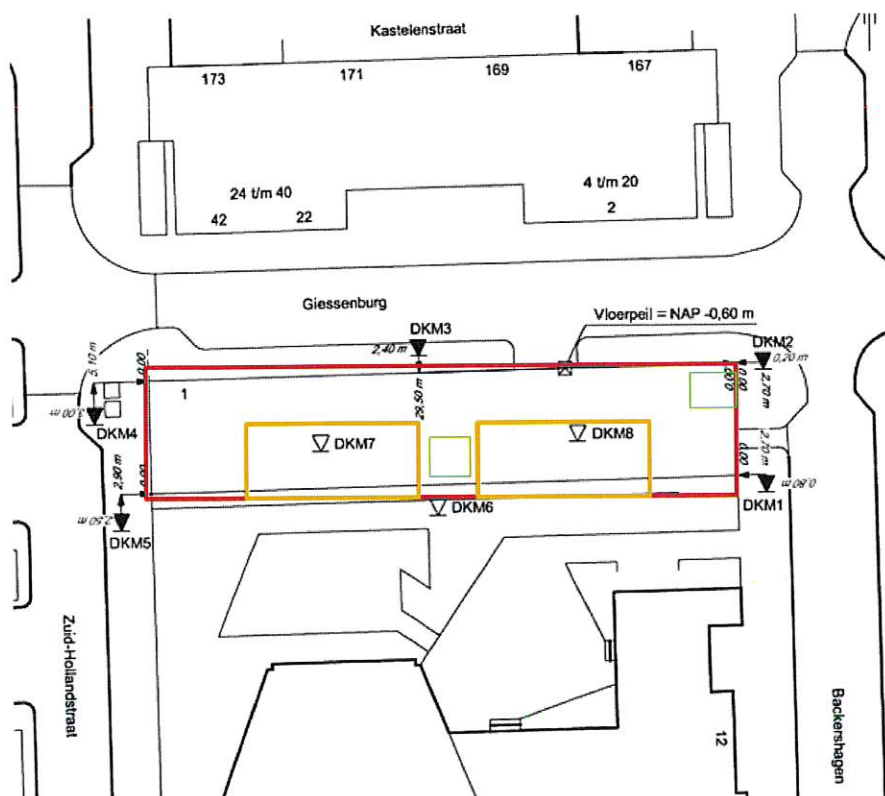
Het geotechnisch onderzoek voor dit project wordt in twee fasen uitgevoerd. De eerste fase is op 25 juli 2016 uitgevoerd rondom de bestaande bebouwing en heeft bestaan uit:

- 5 diepsonderingen (DKM1 t/m DKM5) met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) tot een diepte van circa 30 m (zie onderstaande figuur).

De 2^e fase van het grondonderzoek wordt uitgevoerd na de sloop van de bestaande bebouwing. De 2^e fase van het grondonderzoek zal bestaan uit drie diepsonderingen (DKM6 t/m DKM8) tot circa 30 m diepte en één handboring (code HB) ter verkenning van de toplaag.

De resultaten van het geotechnisch onderzoek, eventuele afwijkingen van de opdracht en opmerkingen zijn gepresenteerd in de bijlage "Rapportage Geotechnisch Veldwerk".

Na uitvoering van de tweede fase van het grondonderzoek wordt voldaan aan 3.2.3 van NEN 9997-1 voor de toetsing van geotechnische constructies.



Figuur 3-1: Overzicht sonderingen en globale ligging damwand (rood) en 2-laagsparkeerputten (oranje)

3.2 Globale bodemgesteldheid

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeerlocaties varieerden ten tijde van de eerste fase van het grondonderzoek van NAP -0,63 m tot NAP -0,75 m. In de berekeningen is uitgegaan van een gemiddeld maaiveldniveau van NAP -0,7 m.

Op basis van het geotechnisch veldwerkonderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 3-1 is weergegeven.

Tabel 3-1: Globale bodemgesteldheid

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving		Geohydrologische schematisatie	Laag
-0,6 à -0,8	tot	ca. -3,25	ZAND	toplaag	Watervoerende toplaag	1
ca. -3,25	tot	ca. -4,75	VEEN		Waterremmend pakket	2
ca. -4,75	tot	ca. -5,25	KLEI	humeus		
ca. -5,25	tot	ca. -6,25	KLEI	siltig		
ca. -6,25	tot	ca. -8,5	KLEI	zandig	Waterremmend pakket (slecht ontwikkelde Wadzandlaag)	3
ca. -8,5	tot	ca. -10,5	KLEI	siltig		
ca. -10,5	tot	ca. -11,0	VEEN	basis holocene afzetting	Waterremmend pakket	4
ca. -11,0	tot	ca. -17,5	ZAND	vast gepakt (1 ^e zandlaag)	1 ^e (+2 ^e) watervoerend pakket: 1 ^e (+2 ^e) wvp	5a
ca. -17,5	tot	ca. -18,5	ZAND	los gepakt, KLEI-ig		5b
ca. -18,5	tot	ca. -30,5	ZAND	vast gepakt (2 ^e zandlaag)		5c
ca. -30,5*			Maximaal verkende diepte			

* Uit boringen van www.dinoloket.nl (TNO) blijkt dat vanaf NAP -11 tot ca. NAP -70 m zand aanwezig is.

3.3 Grondparameters

Voor de damwandberekeningen zijn representatieve waarden voor de relevante grondparameters bepaald aan de hand van interpretatie van het beschikbare grondonderzoek, tabel 2.b van NEN 9997-1, CUR-publicatie 166 en de in onze archieven beschikbare informatie.

In tabel 3-2 zijn de in de berekeningen gehanteerde geotechnische parameters gegeven.

Tabel 3-2: Karakteristieke waarden sterkteparameters en beddingconstanten

Bovenkant laag [m. NAP]	grondlaag	γ / γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ [°]	Horizontale beddingsconstante (lage waarden) *		
						$k_{h,1}$ [kN/m ³]	$k_{h,2}$ [kN/m ³]	$k_{h,3}$ [kN/m ³]
-0,6 à -0,8	ZAND, toplaag	17,0 / 19,0	0	30,0	20,0	12.000	6.000	3.000
ca. -3,25	VEEN	11,0 / 11,0	3	15,0	0,0	1.000	500	250
ca. -4,75	KLEI, humeus	13,0 / 13,0	3	17,5	11,7	1.300	650	325
ca. -5,25	KLEI, siltig	15,0 / 15,0	2	20,0	13,3	2.400	1.200	600
ca. -6,25	KLEI, zandig	17,0 / 17,0	0	25,0	16,7	4.000	2.000	1.000
ca. -8,5	KLEI, siltig	15,0 / 15,0	1	22,5	15,0	3.000	1.500	750
ca. -10,5	VEEN, basis holocene afzetting	12,0 / 12,0	10	15,0	0,0	2.400	1.200	600
ca. -11,0	ZAND, vast gepakt (1 ^{ste} zandlaag)	18,0 / 20,0	0	32,5	21,7	20.000	10.000	5.000
ca. -17,5	ZAND, los gepakt, kleiig	18,0 / 20,0	0	30,0	20,0	16.000	8.000	4.000
ca. -18,5	ZAND, vast gepakt (2 ^{de} zandlaag)	18,0 / 20,0	0	32,5	21,7	35.000	17.500	8.750
ca. -30,5	Maximaal verkende diepte							

Opmerkingen bij de tabel:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving
- δ = wandwrijvingshoek
- Voor een berekening conform CUR Publicatie 166 kan een multi-lineaire veer karakteristiek worden gehanteerd, bestaande uit 3 tussentakken aangeduid met $k_{h,1}$ t/m $k_{h,3}$, waarin:
 $k_{h,1}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingsconstante van tak 1
 $k_{h,2}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingsconstante van tak 2
 $k_{h,3}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingsconstante van tak 3
- * de hoge waarden van de beddingsconstanten zijn 2,5 maal de lage waarden.

3.4 Open water

Op ca. 285 m ten zuiden en ca. 310 m ten noorden van de projectlocatie is een watergang aanwezig.

3.5 Grondwaterstanden en stijghoogten

Om inzicht te krijgen in de grondwaterstand en stijghoogte op en in de omgeving van de projectlocatie is stijghoogtedata gedownload uit de Waternet-database. Het betreffen metingen van de freatische grondwaterstand in 3 peilbuizen in de directe omgeving van de projectlocatie en metingen van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket in 1 peilbuis op ca. 350 m ten zuidoosten van de projectlocatie.

De peilbuislocaties zijn in bijlage A1 op een topografische ondergrond gepresenteerd. In bijlage A2 zijn tijd-stijghoogtegrafieken van de data gepresenteerd.

Op basis van bovenstaande informatie zijn voor de projectlocatie representatieve grondwaterstanden en stijghoogten afgeleid zoals is weergegeven in tabel 3-3.

Tabel 3-3: Raming grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie

Pakket (laag)	Hoog [NAP m]	Gemiddeld [NAP m]	Laag [NAP m]
Watervoerende toplaag (1)	-1,6	-1,9	-2,1
1 ^e watervoerend pakket (5)	-3,3	-3,5	-3,8

4. DAMWANDADVIES

Gezien de omgevingsaspecten dient een grond- en waterkerende damwand te worden toegepast. Door aan alle zijden grond- en waterkerende wanden te plaatsen die reiken tot onder de waterremmende laag op ca. NAP -11,0 m, wordt een gesloten bouwput gevormd.

Stalen damwanden zijn het meest toegepaste systeem voor grondkeringen van bouwputten. De damwandplanken worden door middel van heien/trillen of drukken op diepte gebracht. Meestal worden de damwanden trillend aangebracht. De mogelijkheden voor het intrillen van de damwanden zijn echter sterk afhankelijk van de aanwezigheid van trillingsgevoelige belendingen/kabels en leidingen/ etc.

Damwanden kunnen tijdelijk of permanent (eventueel als dragende constructie) worden toegepast. Tijdelijke damwanden kunnen worden getrokken na het aanvullen van de ontgraving. Het trekken van damwanden kan nadelige gevolgen hebben op de draagkracht van bestaande of nieuwe funderingen. Vooralsnog is in voorliggende rapportage uitgegaan van een tijdelijke damwandconstructie.

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de toegepaste bouwputbegrenzing. Tevens wordt op basis van de berekeningen en de uitvoeringswijze stilgestaan bij de effecten van de bouwputbegrenzing op de omgeving.

4.1 Berekeningsmethode

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd conform de norm geotechniek NEN 9997-1 en CUR-publicatie 166, waarbij onderscheid is gemaakt in de uiterste grenstoestanden (UGT en UGT type B) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT).

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd met het eendimensionaal eindig elementenprogramma DSheetPiling, waarmee momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van de (meervoudig) gestempelde damwand zijn berekend.

4.1.1 Uiterste Grenstoestand (UGT)

Bij het bereiken van de UGT is de stabiliteit van de gehele damwandconstructie nog juist gewaarborgd. In een eerder stadium kunnen echter al dusdanige vervormingen van de damwandconstructie en het aangrenzende terrein zijn opgetreden dat de stabiliteit van de aanwezige bouwwerken in gevaar komt. In die situatie is de UGT type B bereikt, die vervolgens een toetsing vereist van de optredende vervormingen voor de gestelde eisen van deze grenstoestand.

Met rekenwaarden voor de geotechnische- en geometrische parameters en de buigstijfheid van de damwand en de *lage* rekenwaarden voor de beddingsconstante van de grondlagen wordt een ontwerpberekening uitgevoerd, waarmee de minimale inbeddingsdiepte wordt bepaald. Vervolgens worden gevoeligheidsberekeningen uitgevoerd met *lage* en *hoge* rekenwaarden voor de beddingsconstanten en wordt de inbeddingsdiepte geoptimaliseerd. Met deze berekeningen worden eventuele onzekerheden in de buigstijfheid van de wand verwerkt. Ook wordt de grondwaterstand aan de lage zijde gevarieerd. De hier genoemde berekeningen zijn de berekeningen 1 t/m 4 volgens tabel 9.d van NEN 9997-1.

4.1.2 Bruikbaarheidstoestand (BGT)

De controle van de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) houdt eveneens verband met vervormingen, maar daarbij gaat het om de toetsing van de bruikbaarheid. Bij overschrijding van deze grenstoestand worden de vervormingen van de damwandconstructie en het aangrenzende terrein zodanig groot dat de bruikbaarheid in ernstige mate wordt geschaad.

4.2.3 Damwandprofiel

Gezien de aard van de ontgraving is uitgegaan van een stalen damwand. Aangezien de damwand slechts een tijdelijke grond- en waterkerende functie heeft tijdens de realisatie van de kelder(s) en geen onderdeel uitmaakt van de draag- en keerconstructie is geen rekening gehouden met corrosie.

4.2.4 Stempels

Om de horizontale vervormingen van de damwand en daarmee horizontale vervormingen in de omgeving tot een minimum te beperken is uitgegaan van de toepassing van stempels.

Gezien de ontgravingsdiepte is een enkel stempelraam toegepast.

Het stempelraam is in de berekeningen geschematiseerd als een verend steunpunt met een scharnierend verankeringspunt.

4.2.5 Werkbelasting

Door de opdrachtgever zijn geen specifieke eisen ten aanzien van de bovenbelasting aan de actieve zijde van de damwand gegeven.

Er is uitgegaan van een bovenbelasting door werkverkeer van 20 kN/m^2 (representatieve waarden) op 1,0 m tot en met 4,0 m afstand van de damwand. Er is géén rekening gehouden met specifieke of extreme bovenbelastingen bijvoorbeeld vanuit bouwkranen.

4.2.6 Rekenwaarden

De rekenwaarde van de buigstijfheid van de damwand is gelijk aan de karakteristieke waarde (materiaal factor 1,0).

Rekenwaarden voor de lage- en hoge waarden van de beddingsconstanten zijn verkregen door toepassing van partiële factoren van respectievelijk 1,3 en 1,0 op de karakteristieke waarden.

4.2.7 Overige uitgangspunten

De volgende nog niet benoemde uitgangspunten zijn in de berekeningen aangehouden:

- Het huidige maaiveldniveau is aangehouden op ca. NAP -0,7 m.
- De grondwaterstand is in de berekeningen aangehouden op ca. NAP -1,9 m.
- Uitgegaan is van een vloerdikte van de keldervloer van ca. 0,5 m.
- De onderkant van de keldervloer is gelegen op ca. NAP -4,1 m (drsn 1)
- De onderkant van de vloer van de parkeerputten is gelegen op ca. NAP -6,2 m (drsn 2).

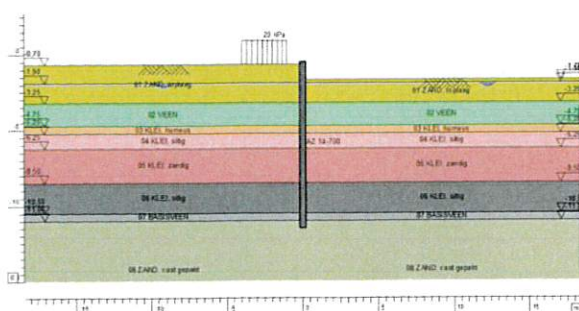
Omdat bovengenoemde ontgravingsniveaus zich in een veen/kleilaag bevinden, is voor de uitvoering van de afwatering en de regulering van de grondwaterstand in de bouwput een grondverbetering benodigd. In de berekening is uitgegaan van een grondverbetering bestaande uit goed verdicht zand van ca. 0,5 m dik (tot ca. NAP -4,6 m en NAP -6,7 m).

De grondverbetering dient vaksgewijs (in vakken van ca. 3 m bij 3 m) of waar mogelijk strooksgewijs te worden aangebracht. Na ontgraving van een vak of strook dient direct de grondverbetering te worden aangebracht. Op een integrale ontgraving tot NAP -4,6 m en NAP -6,7 m is de damwand niet gerekend.

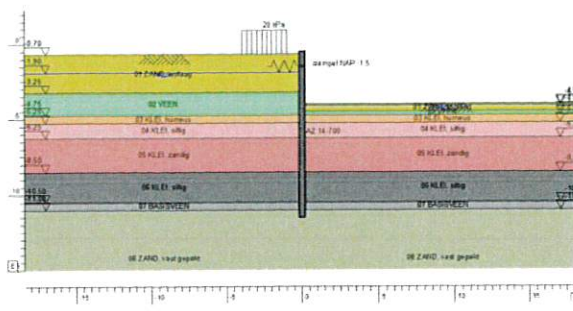
4.2.8 Geometrie en bouwfasen

In onderstaande figuren zijn de bouwfasen die zijn doorgerekend gepresenteerd.

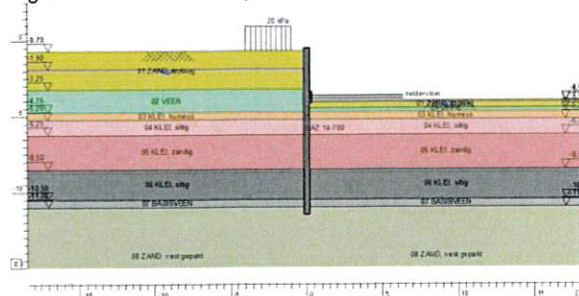
Hierbij is uitgegaan van één stempelraam op NAP -1,5 m. Aan de actieve zijde (naast de damwand) is een bovenbelasting van 20 kN/m^2 aanwezig.



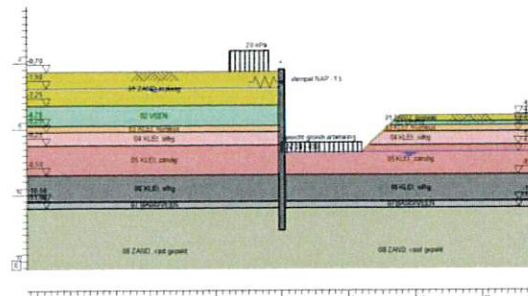
Figuur 4-2: Bouwfase 1, drsn 1 en 2



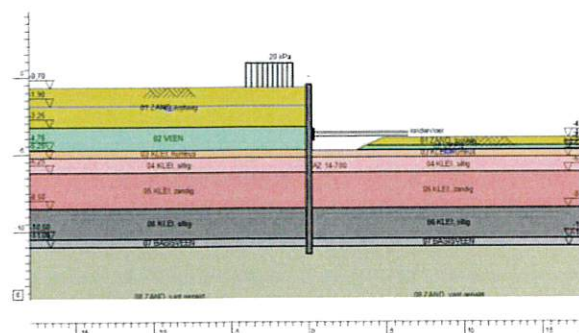
Figuur 4-3: Bouwfase 2, drsn 1



Figuur 4-4: Bouwfase 3, drsn 1



Figuur 4-5: Bouwfase 2, drsn 2



Figuur 4-6: Bouwfase 3, drsn 2

- In bouwfase 1 wordt na het aanbrengen van de damwanden ontgraven tot ca. NAP -1,7 m, nog boven de gemiddeld aangetroffen grondwaterstand.
- In bouwfase 2 wordt na het ontgraven tot ca. NAP -1,7 m het stempelraam aangebracht op NAP -1,5 m. Vervolgens wordt ontgraven tot ca. NAP -4,1 m, onderzijde keldervloer en wordt strooks / vakgewijs de 0,5 m dikke grondverbetering toegepast. Voor doorsnede 2 wordt ten behoeve van de verdiepte parkeer put in deze bouwfase tot NAP -6,2 m tot 6 m uit de damwand ontgraven, vervolgens wordt strooks / vakgewijs de 0,5 m dikke grondverbetering toegepast.
- In bouwfase 3 is de vloer van de kelder en parkeerput aanwezig en is het stempelraam op NAP -1,5 m verwijderd. De damwand is nu afgestempeld op de keldervloer.

4.3 Resultaten damwandberekeningen

In tabel 4-1 zijn de maatgevende rekenwaarden en uitgangspunten gepresenteerd. In tabel 4-2 zijn de berekeningresultaten voor de uiterste grenstoestand 1A en de bruikbaarheidstoestand 2 samengevat. In de tabel zijn voor de beschouwde doorsnede een damwandprofiel en geadviseerde inbeddingsdiepte opgenomen. Het profiel is bepaald op basis van het maximaal uitgeoefende buigend moment. De berekeningsresultaten van de uiterste grenstoestand (UGT) zijn maatgevend voor de sterkte van de damwand en de

belastingen op de stempelconstructie. De resultaten van bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) zijn maatgevend voor de vervormingen van de damwandconstructie.

Tabel 4-1: Maatgevende rekenwaarden en uitgangspunten voor toetsing UGT en BGT

	Doorsnede 1	Doorsnede 2
Damwand profiel	AZ14-700 (S240) of gelijkwaardig	AZ24-700 (S240) of gelijkwaardig
lengte	11 m	12 m
traagheidsmoment	222 cm ⁴ /m1	558 cm ⁴ /m1
weerstandsmoment	1405 cm ³ /m1	2430 cm ³ /m1
rekenwaarde optredend buigend moment $M_{s;d}$ (UGT)	221 kNm/m1	539 kNm/m1
Maximale stempelkracht (horizontaal) $P_{h;d,1}$ (UGT)	110 kN/m1	187 kN/m1
Maximale horizontaalkracht keldervloer $P_{h;d,2}$	182 kN/m1	298 kN/m1
maximum uitbuiging u_{max} (BGT)	22 mm	38 mm

Tabel 4-2: samenvatting resultaten damwandberekeningen

Doorsnede	Profiel	bouwfase	grens-toestand	$M_{s;d}$ [kNm/m ¹]	u_{max} [mm]	Stempel $P_{h;d,1}$ [kN/m ¹]	Keldervloer $P_{h;d,2}$ [kN/m ¹]
1	AZ14-700 (S240) $L = 11\text{ m}$	2	UGT	221	—	110	—
			BGT	123	21	72	—
		3	UGT	127	—	—	182
			BGT	42	22	—	123
2	AZ24-700 (S240) $L = 12\text{ m}$	2	UGT	539	—	187	—
			BGT	386	38	145	—
		3	UGT	405	—	—	298
			BGT	257	33	—	230

Toelichting:

$M_{s;d}$: Maximaal veldmoment.

$P_{h;d}$: Maximale stempelkracht of ankerkracht (horizontaal).

u_{max} : Maximaal berekende uitbuiging; de in de BGT berekende uitbuiging geeft een indicatie omtrent de werkelijk te verwachten vervorming

Een grafische weergave van bovenstaande tabellen is in bijlage A3 gepresenteerd.

4.3.1 Toetsing vloeimoment

Conform 9.7.1(l, m en n) van NEN 9997-1 dienen momenten en krachten in de constructie te worden getoetst aan de materiaal gebonden norm NEN-EN 1993 (staalconstructies).

Voor de momenten moet worden voldaan aan:

$$M_{s,d} < M_{r,d}$$

waarin:

$$M_{r,d} = \text{rekenwaarde van het vloeimoment} = M_{r,rep} / \gamma_m$$

$$M_{r,rep} = \text{representatieve waarde van het vloeimoment}$$

$$\gamma_m = 1,0 \text{ (staal)}$$

Gezien de tijdelijke aard van de damwand is geen rekening gehouden met dikteverlies door corrosie.

Het maatgevend moment bedraagt:

$$\text{Doorsnede 1: } M_{s,d} = 221 \text{ Nm/m}^1$$

$$\text{Doorsnede 2: } M_{s,d} = 539 \text{ Nm/m}^1$$

De rekenwaarde van de sterkte $M_{r,d}$ is in dit geval

$$\text{Doorsnede 1: } W \times f_s = 1405 \times 240 = 337 \text{ kNm/m}^1.$$

$$\text{Doorsnede 2: } W \times f_s = 2430 \times 240 = 583 \text{ kNm/m}^1.$$

De voorgestelde damwandprofielen voldoen gezien de rekenwaarden van de buigende momenten op sterkte.

4.3.2 Toetsing vervormingen

Bij de controle op vervormingen conform 9.7.1(s) van NEN 9997-1 dient aan de eisen in 9.8 van NEN 9997-1 te worden voldaan. De vervormingseis is als volgt:

$$u_{max} \leq u_{req}$$

waarin:

$$u_{req} = \text{maximaal toelaatbare uitbuiging in de BGT}$$

$$u_{max} = \text{optredende uitbuiging in de BGT}$$

Aangezien in dit stadium van het ontwerp nog geen eisen zijn geformuleerd met betrekking tot de maximaal toelaatbare uitbuiging (u_{req}) kan de definitieve toetsing nog niet plaatsvinden. De maximale uitbuiging is berekend op ca. 20 mm à 40 mm en is ons inziens acceptabel.

Opgemerkt wordt dat als gevolg van een horizontale uitbuiging van de damwand direct achter de damwand maaiveldzakkingen van ongeveer dezelfde orde van grootte zijn te verwachten.

4.4 Uitvoeringsaspecten

4.4.1 Algemeen

Damwanden kunnen heidend, trillend of drukkend op diepte worden gebracht. De wijze waarop de damwandplanken kunnen worden aangebracht en eventueel verwijderd is sterk afhankelijk van de bodemopbouw, de kwaliteit van de belendende bebouwing en de wijze waarop deze is gefundeerd, de aanwezigheid van kabels en leidingen en de bereikbaarheid van de locatie voor bouwmaterieel. De mogelijkheid om planken schadevrij in de grond te brengen is globaal getoetst aan de richtlijnen van NVAf (*Schadevrij installeren van stalen damwand in Nederland*) opgenomen in bijlage B van CUR-publicatie 166 Deel 1. Deze toets geeft geen beoordeling van mogelijke schade aan belendingen. Nader ingaan op deze aspecten vormt geen onderdeel van de opdracht. Desgewenst kunnen wij u hierin nader adviseren. Verder wordt verwezen naar NEN-EN 12063, de Europese norm voor de uitvoering van damwanden.

4.4.2 Trillings- en geluidhinder

In het kader van het Bouwbesluit 2012 kan een toets op trillings- en geluidhinder noodzakelijk zijn.

Trillingen

Heidend of trillend inbrengen van damwanden brengt trillingen in de bodem die uitdempem naarmate de afstand tot de trillingsbron toeneemt. Deze trillingen kunnen schadelijk zijn voor belendingen, hinderlijk zijn voor personen in de belendingen en/of storing geven van in de belendingen opgestelde trillingsgevoelige apparatuur. De grootte van de optredende trillingen en vervormingen alsmede eventuele schadelijke gevolgen zijn onder andere afhankelijk van

- de afstand
- het energieniveau / slagkracht en de aard van de trillingsbron
- de bodemgesteldheid
- de aard alsmede de staat en funderingswijze van de belendingen.

Desgewenst kan door Fugro GeoServices B.V. een trillingsrisicoanalyse worden opgesteld, waarmee inzicht wordt verkregen in de te verwachten trillingsniveaus en de invloed hiervan op gebouwen, personen en apparatuur. De analyse wordt opgesteld conform de berekeningsmethodiek zoals deze is opgenomen in de CUR 166 "*Damwandconstructies*". De geprognosticeerde intensiteiten worden getoetst aan de grenswaarden uit de SBR richtlijnen (A, B en/of C).

Desgewenst kunnen door Fugro GeoServices B.V. tijdens de bouwactiviteiten de trillingen worden gemeten en op basis van de SBR richtlijnen (A, B en/of C) worden getoetst.

4.4.3 Maaiveldzakkingen

Door het intrillen van de damwand en naderhand weer trekken kunnen los gepakte zandlagen nabij de damwand verdichten en inklinken. Rekening moet worden gehouden met maaiveldzakking in de directe omgeving van de in en/of uit te trillen damwand. Tevens moet rekening worden gehouden met het invloedsgebied van over het algemeen enkele meters waarbinnen maaiveldzakking kan optreden als gevolg van de doorbuiging van de damwand. De maaiveldzakking kan voor eventueel aanwezige kabels en leidingen negatieve gevolgen hebben.

In dit kader wordt opgemerkt dat de zettingen achter de damwand door intrillen, heien of trekken over het algemeen groter zijn dan de zettingen door uitbuiging van de damwand. Desgewenst kan deze invloed op achterliggende constructies nader worden geanalyseerd.

Er dient tijdens het aanbrengen en het verwijderen van de damwand rekening te worden gehouden met het verdichten van de zandlagen. Dit kan enige maaiveldzakkingen teweeg brengen binnen een invloedsgebied van globaal 2 à 4 m uit de damwand met als gevolg schade aan de achterliggende bestrating.

4.4.4 Aanvullen bouwput

Als de kelder gereed is moet de ruimte tussen de damwand en de kelder zo zorgvuldig mogelijk worden aangevuld met zand dat door middel van aantrillen wordt verdicht. Een zorgvuldige uitvoering zal de effecten door het trekken van de damwand positief beïnvloeden. Tevens wordt aanbevolen de ruimte tussen de damwand en de kelderwand te vullen met grondwater. Het waterniveau moet binnen/buiten de damwand even hoog staan alvorens de damwand te trekken. Desondanks moet rekening worden gehouden met extra maaiveldzakkingen ten gevolge van het trekken van de damplanken.

Voorkomen moet worden dat een zandaanvulling een permanente verbinding vormt tussen bodemlagen die van nature geohydrologisch van elkaar gescheiden zijn door een slecht doorlatende laag.

4.4.5 Stempelen

Veel aandacht dient te worden besteed aan de wijze van stempelen. Bij een onzorgvuldige uitvoering kunnen de initiële verplaatsingen van het stempel aanzienlijk groter zijn dan de berekende vervormingen.

4.4.6 Kabels en leidingen

Voor de damwand is een uitbuiging van maximaal 48 mm berekend. Aanbevolen wordt met de beheerders van de naastgelegen kabels en leidingen te overleggen in hoeverre de berekende uitbuigingen acceptabel zijn.

4.4.7 Trekken damwanden

Het trekken van de damwanden dient zodanig te geschieden dat zo min mogelijk grond wordt opgehaald. Geadviseerd wordt de profielen voor het trekken enigszins los te wrikken. Bij het trekken van damwanden dient rekening te worden gehouden met een mogelijke invloed op nabijgelegen bestaande en nieuwe funderingen op staal en op palen.

5. BEMALINGSADVIES

In dit hoofdstuk worden alle noodzakelijke, binnen de opdracht vallende bemalingsberekeningen gepresenteerd. Tevens wordt op basis van de berekeningen (kort) stilgestaan bij de effecten van de bemaling op de omgeving.

5.1 Grondwaterstandsverlaging (laag 1)

Voor een droge en goed begaanbare bouwputbodem dient de grondwaterstand te worden verlaagd tot ca. 0,5 m onder de keldervloeren en tot ca. 0,3 m onder de onderzijde van de diepergelegen putten. Tijdens de aanleg van het zandbed dient de grondwaterstand tijdelijk verder te worden verlaagd. Gezien de korte periode waarin deze extra verlaging noodzakelijk is, wordt voor de bemalingsberekening uitgegaan van een verlaging van de grondwaterstand tot aan de onderzijde van het zandbed.

Een overzicht van de benodigde grondwaterstandsverlagingen is opgenomen in tabel 5-3. De benodigde verlaging van de grondwaterstand kan worden gerealiseerd met een bemaling met verticale filters in de topzandlaag, in combinatie met een open bemaling op de bouwputbodem. Een voorstel voor de dimensionering van de bemaling is opgenomen in paragraaf 5.8.

5.2 Verticale stabiliteit bouwputbodem (verlaging diepere lagen)

Volgens NEN 9997-1, hoofdstuk 10, dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving (bouwputbodem). Door het ontgraven van de bouwput en het verlagen van de grondwaterstand ter plaatse neemt de neerwaartse belasting af. Dit kan (bij onvoldoende veiligheid) leiden tot het opbarsten van de bouwputbodem of tot welvorming.

5.2.1 Wadzandlaag (laag 3)

In het grootste gedeelte van Amsterdam komt op ca. NAP -7 m een ca. 1 à 2 m dikke Wadzandlaag voor, bestaande uit (kleiig) zand. Op de projectlocatie is de Wadzandlaag slecht ontwikkeld (zandige en siltige klei in plaats van zand), waardoor het risico op opbarsten vanuit de Wadzandlaag laag is. Omdat het opbarsten van de bouwputbodem grote gevolgen kan hebben, wordt veiligheidshalve geadviseerd de grondwaterdruk in de Wadzandlaag te verlagen door ontlastbronnen toe te passen (zie paragraaf 5.8). Ten aanzien van opbarsten van de bouwputbodem vanuit de Wadzandlaag zijn geen stabiliteitsberekeningen uitgevoerd.

5.2.2 Eerste zandlaag (laag 5a)

Op basis van de aangetroffen bodemopbouw, de maatgevende ontgravingsniveaus van de liftput (NAP -5,1 m) en de verdiepte parkeerputten (NAP -6,7 m) en de maatgevende stijghoogte zijn stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. Bij deze berekening wordt conform de NEN een partiële materiaalfactor van 0,9 toegepast.

De gehanteerde bodemopbouw en volumieke gewichten zijn weergegeven in tabel 5-1 (liftput) en in tabel 5-2 (parkeerputten). De bodemopbouw zoals aangetroffen ter plaatse van sondering DKM2 en DKM3 zijn hierbij als maatgevend beschouwd. De volumieke gewichten betreffen een raming op basis van ervaring. Om meer inzicht te krijgen in de volumieke gewichten kunnen grondmonsters worden gestoken waarvan in het laboratorium de volumieke gewichten worden bepaald.

Tabel 5-1: Uitgangspunten stabiliteitsberekening - **liftput**

Niveau [ca. m NAP]	Bodemsoort	Dikte laag [ca. m]	Volumiek gewicht γ [ca. kN/m ³]	Neerwaartse belasting (grond) [ca. kN/m ²]
-5,1	Ontgravingsniveau			
-5,1 tot -5,5	Veen	0,4	11,0	4,4
-5,5 tot -6,5	Klei	1,0	15,0	15,0
-6,5 tot -10,6	Klei, siltig	4,1	16,0	65,6
-10,6 tot -11,0	Veen	0,4	12,0	4,9
-11,0	Opbarstniveau	TOTAAL:		89,9
		Bij toepassing materiaalfactor van 0,9		80,9

Voor de **liftput** (ontgravingsniveau: **NAP -5,1 m**) bedraagt de representatieve neerwaartse belasting van de grond **80,9 kN/m²**. Dit is meer dan de opwaartse waterdruk op het opbarstniveau van **79,0 kN/m²** (bij een hoge stijghoogte van **NAP -3,3 m**). Om deze reden is geen spanningsbemaling in het eerste watervoerend pakket benodigd.

Opgemerkt wordt dat bij de huidige uitgangspunten, de aangehouden hoge stijghoogte van **NAP -3,3 m** en de toepassing van de materiaalfactor tot maximaal ca. NAP -5,5 m kan worden ontgraven zonder toepassing van een spanningsverlaging in laag 5a. In dit geval bedraagt de veiligheid $V = 1,00$ (neerwaartse gronddruk = opwaartse waterdruk).

Tabel 5-2: Uitgangspunten stabiliteitsberekening - **verdiepte parkeerputten**

Niveau [ca. m NAP]	Bodemsoort	Dikte laag [ca. m]	Volumiek gewicht γ [ca. kN/m ³]	Neerwaartse belasting (grond) [ca. kN/m ²]
-6,2	Aanlegniveau			
-6,2 tot -6,7	ZANDBED	0,5	18,0	(9,0)
-6,7	Ontgravingsniveau			
-6,7 tot -10,6	Klei, siltig	3,9	16,0	62,4
-10,6 tot -11,0	Veen	0,4	12,0	4,8
-11,0	Opbarstniveau	TOTAAL:		67,2 (76,2)
		Bij toepassing materiaalfactor van 0,9		60,5 (68,6)

Voor de **verdiepte parkeerputten** (ontgravingsniveau: **NAP -6,7 m**) bedraagt de representatieve neerwaartse belasting van de grond **60,5 kN/m²**. In dit geval bedraagt de maximaal toelaatbare stijghoogte in laag 5a (1^e wvp) ca. **NAP -5,0 m**. Bij de aangehouden hoge stijghoogte is voor de aanleg van het zandbed een spanningsverlaging van 1,7 m nodig.

Nadat het zandbed van 0,5 m is aangebracht neemt de neerwaartse gronddruk toe, en bedraagt de maximaal toelaatbare stijghoogte ca. **NAP -4,1 m**. Bij de aangehouden hoge stijghoogte is een spanningsverlaging in laag 5 van ca. 0,8 m nodig.

Advies ontgraving

- Bouwput integraal ontgraven tot **NAP -4,6 m** (ontgravingsniveau 1-laags keldervloer);
- Ter plaatse van de parkeerputten ontgraven tot **NAP -5,5 m** (maximaal toelaatbaar ontgravingsniveau, waarbij geen spanningsbemaling in laag 5 benodigd is);
- Vanaf **NAP -5,5 m** in stroken ontgraven tot einddiepte (**NAP -6,7 m**) en gelijktijdig het zandbed in stroken aanleggen.

Bij bovengenoemde ontgravingswijze volstaat een verlaging van de stijghoogte in laag 5a tot **NAP -4,1 m**. Bij de bemalingsberekeningen is van deze uitvoeringswijze uitgegaan.

5.3 Overzicht benodigde verlagingen

Een overzicht van de benodigde verlagingen ten opzichte van de aangehouden hoge grondwaterstand (NAP -1,6 m) en stijghoogte in 1° zandlaag (NAP -3,3 m) is opgenomen in tabel 5-3.

tabel 5-3: Benodigde verlagingen

Onderdeel	Aanlegniveau (ontgravings-) [ca. m NAP]	Grondwaterstand (laag 1)		Stijghoogte 1° zandlaag (laag 5a)	
		Verlagen tot [ca. m NAP]	Verlaging t.o.v. 'hoog' [ca. n]	Verlagen tot [ca. m NAP]	Verlaging t.o.v. 'hoog' [ca. n]
1-laags keldervloer	-4,1 (-4,6)	-4,6	3,0	-2,5	—
2-laags parkeerputten (2 stuks)	-6,2 (-6,7)	-6,7	5,1	-5,0 (-4,1)	1,7 (na aanleg zandbed: 0,8)
Liftput (1 stuk)	-4,8 (-5,1)	-5,1	3,5	-3,0	—
Autoliftput (1 stuk)	-4,4 (-4,7)	-4,7	3,1	-2,6	—

5.4 Bemalingsberekeningen

Berekeningsmethode

Om inzicht te verkrijgen in het waterbezwaar en de grondwaterstandsverlagingen in de omgeving als gevolg van de bemaling zijn met het softwarepakket MicroFEM berekeningen uitgevoerd. Voor de berekeningen zijn de geohydrologische parameters gehanteerd zoals weergegeven in tabel 5-4. Hierbij is de weerstand tegen verticale grondwaterstroming door een waterremmende laag weergegeven met een c-waarde en is het horizontaal doorlaatvermogen van een watervoerende laag weergegeven met een kD-waarde.

Tabel 5-4: Geohydrologische schematisering*

Laag	Typering	Parameterwaarden (ca.)
0	Infiltratieoppervlak	c = 250 dagen
1	Watervoerende top laag	kD = 5 à 15 m ² /dag**
2 t/m 4	Waterremmend pakket	c = 3000 dagen
5a	Eerste Watervoerend pakket met (beperkte) waterremmende kleilaag rond ca. NAP -17 à -19 m (laag 5b)***	kD = 90 à 120 m ² /dag
5b		c = 2 à 5, tot ≤10 dagen (DKM 4+5) c = 40 à 50 dagen (DKM 2+3) c = 90 dagen (DKM 1)
5c		kD = 400 à 700 m ² /dag

* Voor bodemopbouw zie tabel 3-1.

** De damwanden (tot in de 1° zandlaag 5a, niet door laag 5b) zijn gemodelleerd met goed in het slot zittende damwandplanken (een weerstand van 100 dagen).

*** Voor laag 5b zijn in het model zones met verschillende c-waarden aangehouden o.b.v. de sonderingen.

De parameterwaarden in tabel 4-3 zijn geraamd op basis van ervaring, aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek en gegevens uit de literatuur, en niet op basis van praktijkervaring.

Opgemerkt wordt dat de parameterwaarden van laag 5 lastig zijn in te schatten en dat o.a. de werkelijke weerstand van laag 5b van belang is voor o.a. het waterbezwaar. Geadviseerd wordt de (nog uit te voeren) sonderingen met meting van de waterspanning (U1 conus) uit te voeren.

Waterbezwaar

De berekende stationaire waterbezwaren zijn opgenomen in tabel 5-5. Bij deze berekeningen is (voor laag 1) uitgegaan van goed in het slot zittende damwandplanken.

Wanneer de damwanden op een of meerdere plaatsen uit het slot lopen kan het waterbezwaar hoger zijn.

Tabel 5-5: Berekende stationaire waterbezwaren t.o.v. hoge waarden (GWS / H)

Onderdeel	Grondwaterstand (laag 1)		Stijghoogte (laag 5a)	
	Verlaging t.o.v. 'hoog' [ca. m]	Waterbezwaar (ca.)	Verlaging t.o.v. 'hoog' [ca. m]	Waterbezwaar (ca. m ³ /uur)
1-laags keldervloer	3,0	Eenmalig: 500 à 700 m ³ * Lekkage damwand: ≤ 3 m ³ /uur	—	—
2-laags parkeerputten (2 stuks)	5,1		1,7	25 à 40
Liftput (1 stuk)	3,5		0,8**	14 à 19
Autoliftput (1 stuk)	3,1		—	—

* O.b.v. het éénmalig leegmalen van de bouwkuip in ca. 2 dagen, moet rekening worden gehouden met een tijdelijk waterbezwaar van ca. 10 à 19 m³/uur.

** Verlaging nadat het zandbed is aangelegd. Het zandbed moet in stroken direct na ontgraving worden aangebracht.

Naast het stationair berekende waterbezwaar dient rekening te worden gehouden met een eenmalig debiet van ca. 500 à 700 m³ tijdens het leegmalen van de bouwput, en een hoger waterbezwaar tijdens de instationaire startfase van de bemaling. Daarnaast dient rekening te worden gehouden met een extra waterbezwaar door neerslag (ca. 7 m³/uur en 20 m³/dag bij maatgevende buien van 10 mm/uur en 30 mm/dag). Bij de dimensionering van de bemalingsinstallatie dient met dit extra waterbezwaar rekening te worden gehouden.

Invloedsgebied bemaling

De verlaging van de grondwaterstand in de bouwkuip leidt tot verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving. De stationair berekende verlagingen ten opzichte van de uitgangsgroundwaterstand (NAP -1,6 m) en -stijghoogte (NAP -3,3 m) zijn weergegeven in tabel 5-6. Door de invloed van eventuele neerslag of zeer lange droogte kunnen de werkelijk optredende verlagingen anders zijn.

Tabel 5-6: Berekende stationaire verlagingen [ca. m]

Afstand tot bouwput [ca. m]	5	10	25	50	100	250	600	1.200
Verlagingen, laag 1	0,1 à 0,3	0,15 à 0,25	0,1 à 0,2	0,05 à 0,1	≤ 0,05	—	—	—
Verlagingen, laag 5a	0,8	0,75	0,6	0,4	0,3	0,15	0,1	0,05

5.5 Onttrekkingsvergunning en eventuele retourplicht

De projectlocatie bevindt zich in het beheersgebied van Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht (Waternet). Hier geldt dat in het kader van de Waterwet een onttrekkingsvergunning moet worden aangevraagd als:

- meer dan 50 m³ grondwater per uur wordt onttrokken;
- meer dan 15.000 m³ grondwater per maand (gemiddeld ca. 21 m³/uur) wordt onttrokken (in dat geval geldt ook een retourplicht om het water terug in de bodem te brengen, binnen een straal van 500 m in hetzelfde watervoerende pakket);
- of als langer dan 6 maanden wordt bemalen.

Op basis van de huidige uitgangspunten, de totale bemalingsduur van ca. 2,5 maand en de berekende waterbezwaren blijft de bemaling naar verwachting net onder de vergunningsgrenzen en is de bemaling op de locatie naar verwachting net niet vergunningplichtig en net niet retourplichtig. Een en ander is afhankelijk van o.a. de werkelijke uitvoeringswijze, parameterwaarden (o.a. weerstand van kleilaag rond ca. NAP -18 m) en de stijghoogte tijdens uitvoering.

Een melding dient minimaal 6 weken voor aanvang bij Waternet te worden gedaan. Geadviseerd wordt echter het project en de lozingsmogelijkheden op een zo kort mogelijke termijn in een vooroverleg met Waternet te bespreken. Na afloop van de bemaling dient deze ook weer te worden afgemeld.

5.6 Lozing

De lozingswijze van het bemalingswater moet nader worden bepaald en is mede afhankelijk van o.a. de kwantiteit en kwaliteit van het te lozen bemalingswater, alsmede de uitvoeringsperiode en -duur en lozingsmogelijkheden.

Geadviseerd wordt de lozingsmogelijkheden (qua capaciteit en kwantiteit) op de riolering bij de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied na te gaan, en voor het open water (op ca. 290 à 310 m) bij Waternet na te gaan.

Voor de lozing kunnen significante kosten verschuldigd zijn aan de waterontvangende instantie. Rekening dient te worden gehouden met een verontreinigings- of zuiveringsheffing, die per te lozen 1.000 m³ grondwater moet worden betaald. Bovendien kan de waterontvangende instantie waterzuiverende maatregelen eisen als de gehalten van lozingsparameters te hoog zijn. Op basis van analyseresultaten van te nemen (grond)watermonsters kan worden beoordeeld of voor de lozing beperkingen kunnen worden verwacht en of het water voor lozing moet worden behandeld. Rekening dient te worden gehouden met het toepassen van een zandvang en mogelijk ook een ontijzeringsinstallatie. Bij Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi), uitgaande van lozing van schoon grondwater (conform de NEN), gelden o.a. de volgende normen:

- Gehalte zwevende stof ≤ 50 mg/l
- Er mogen geen visuele verontreinigingen door de lozing ontstaan.

Indien lozen op het open water en/of riool niet mogelijk blijkt te zijn, dient naar andere mogelijkheden te worden gekeken zoals o.a. het rondom dieper doorzetten van de damwanden tot beneden de waterremmende laagjes rond ca. NAP -18,5 m of het retourneren van het grondwater terug in de bodem.

Voor een retourbemaling moet worden nagegaan of in de omgeving van de projectlocatie geschikte locaties aanwezig. Voorwaarden waar een retourlocatie aan dient te voldoen zijn:

- Goed bereikbaar voor materieel en leidingwerk;
- Vrij van kabels en leidingen;
- Minimale afstand tot onttrekkingsveld: ca. 100 m;
- Voldoende beschikbare ruimte (voor ca. 4 à 8 retourbronnen met h.o.h.-afstand = ca. 15 m);
- (bij voorkeur) open bare ruimte.

Bij een retourbemaling moet rekening worden gehouden met o.a.:

- een toename van het waterbezwaar door rondpompen.
- nader grond(water)onderzoek t.p.v. retourlocatie.
- analyses op grondwatermonster uit laag 5a: minimaal op NEN-pakket, lozings- en retourbemalingsparameters.
- het voorkomen van opbarsten/wateroverlast

5.7 Effecten van de bemaling

Het verlagen van de grondwaterstand en stijghoogte kan ongewenste gevolgen hebben voor onder andere zakkingsgevoelige objecten, houten (paal)funderingen, grondwater-verontreinigingen, archeologie en/of kwetsbare begroeiing binnen het invloedsgebied van de bemaling. De opdrachtgever van de bemaling is in principe altijd aansprakelijk voor schade, in welke vorm dan ook, die optreedt als gevolg van een bemaling.

Laag 1

Door het rondom toepassen van een grond- en waterkerende damwandconstructie zullen de effecten van de bemaling in laag 1 op de omgeving minimaal zijn. Als de damwandplanken op één of meer plaatsen uit het slot zijn gelopen kunnen lekkages ontstaan die moeten worden gedicht.

Zettingen

Wanneer de bemaling in een zeer droge periode wordt uitgevoerd kan de grondwaterstand tot maximaal 0,3 m beneden de historisch lage waarde dalen. Deze verlaging van de grondwaterstand kan direct buiten de bouwput leiden tot beperkte zettingen (<10 mm) in cohesieve bodemlagen. Wanneer de bemaling in een natte of gemiddelde periode wordt uitgevoerd, zullen geen verlagingen beneden de maatgevend lage waarden optreden. In dat geval zal de bemaling niet leiden tot maaiveldzettingen.

Grondwaterverontreinigingen

Binnen het invloedsgebied van de bemaling in laag 1 komen geen ernstige grondwaterverontreinigingen voor.

Groen

Wanneer de bemaling in een zeer droge periode, tijdens het groeiseizoen van de bomen, wordt uitgevoerd kan dit leiden tot extra vochttekort bij de bomen. Wanneer de bemaling in een natte of gemiddelde periode wordt uitgevoerd, zal deze naar verwachting niet leiden tot vochttekort voor de bomen.

Laag 5a

Voor de spanningsbemaling in laag 5a moeten inventarisaties naar o.a. de aanwezigheid van grondwateronttrekkingen en -verontreinigingen worden uitgevoerd en dienen de effecten nader te worden bekeken waarbij rekening moet worden gehouden met iets grotere maaiveldzakkingen. Geadviseerd wordt de effecten nader te beschouwen (op basis van de definitieve uitvoeringsvariant) nadat de aanvullende inventarisaties en het grond(water)onderzoek is uitgevoerd.

Monitoring

Voorgesteld wordt rondom de bouwput peilbuizen te plaatsen en de grondwaterstand in de peilbuizen tijdens de bemalingswerkzaamheden te monitoren. Mogelijk kunnen ook aanwezige (waternet) peilbuizen worden gebruikt; deze dienen dan op aanwezigheid, bereikbaarheid, toestemming en werking te worden getoetst. Op basis van de resultaten van de monitoring kan het noodzakelijk zijn de bomen te voorzien van extra water, en eventuele andere maatregelen afhankelijk van de omgevingsaspecten (in laag 5a). Voor meer informatie omtrent de voorgestelde monitoring wordt verwezen naar hoofdstuk 6.

5.8 Conceptueel bemalingsplan

Bemaling topzandlaag (laag 1)

Voorgesteld wordt de bouwput leeg te malen met verticale filters in combinatie met klokpompen. De verticale bronnering kan bestaan uit Ø 2" filters die worden bemalen met Ø 1" inhangsers. Het geperforeerde deel van de filters dient te worden afgesteld tussen ca. NAP -1,5 m en NAP -4,5 m. De filters kunnen met een hart op hart afstand van ca. 2 à 3 m aan de binnenzijde van de damwand, in de damwandkassen worden geplaatst.

Nadat de bouwput is leeggemalen en voorzien van een zandbed kan de verlaging in stand worden gehouden met een open bemaling bestaande uit horizontale drains. De drains dienen onder een licht verhang in met goed doorlatend zand gevulde sleuven direct onder, of op de bodem van het zandbed te zijn aangebracht. De met zand gevulde sleuven dienen in direct contact te staan met het aan te brengen zandbed. De drains, voorzien van een volumineus omhullingsmateriaal en met diameter Ø 80/72 mm, lozen op verzamelputten.

Vanaf de verzamelputten wordt het water met klokpompen afgevoerd. De hart op hart afstand dient maximaal ca. 5 à 7 m te bedragen. De exacte locaties van de drains dienen te worden afgestemd op de inrichting van de bouwput en de funderingselementen.

Bemaling Wadzandlaag (laag 3)

Geadviseerd wordt de grondwaterdruk in de Wadzandlaag te verlagen met ontlastbronnen. Voorgesteld wordt Ø 2" filters te plaatsen met een hart op hart afstand van 5 à 7 m. Het geperforeerde deel van de filters dient tussen ca. NAP -6,5 m en NAP -8,5 m te worden afgesteld. Door de bovenzijde van de filters gelijk af te stellen met het aanlegniveau van de kelder, fungeren de filters als ontlastbronnen die niet actief hoeven te worden bemalen. Het toestromende water uit de ontlastbronnen kan worden afgemalen met een open bemaling.

Bemaling 1^e zandlaag (Laag 5a)

De stijghoogteverlaging in deze laag kan worden uitgevoerd met (kleine) deepwells (buiten de bouwput). Hierbij wordt opgemerkt dat het in de bouwput plaatsen van de deepwells vanwege de hoge waterdruk (tot ca. 3,4 m boven het ontgravingsniveau: hoge stijghoogte NAP -3,3 m t.o.v. ontgravingsniveau NAP -6,7 m) risico's met zich meeneemt.

Algemeen

Een gerenommeerde bemaler kan naar eigen inzicht en ervaringen tot een andere bemalingsinstallatie besluiten. Het definitief ontwerp van de bemalingsinstallatie dient daarom in overleg met de bemaler te worden vastgesteld en bij voorkeur aan Fugro te worden voorgelegd ter controle. De bemaling dient in elk geval zo te zijn ingeregeld dat niet meer wordt verlaagd dan strikt noodzakelijk is. Wij adviseren in het bestek een resultaatverplichting voor de bemaler op te nemen voor het realiseren van de verlagingen.

6. RISICOBEBEERSING EN MONITORING

6.1 Globale beschouwing risico's

Bouwactiviteiten in de ondergrond hebben invloed op de omgeving, zowel in relatie tot de grond (vervormingen) als het grondwater (verlagingen). Tegenwoordig worden steeds meer bouwputten in een dichtbebouwde stedelijke omgeving gerealiseerd. Hierdoor kunnen naastgelegen constructies zoals gebouwen maar ook ondergrondse en bovengrondse infrastructuur nadelig worden beïnvloed. Deze invloed kan direct merkbare schade veroorzaken, maar ook schade die later ontstaat of wordt opgemerkt.

Bovenstaande globale risicobeschouwing is opgesteld op basis van onze ervaring en is geen complete risicobeschouwing van het gehele project. Een nadere uitwerking van de risico's valt (vooralsnog) buiten onze opdracht.

Het ontwerp en de uitvoering van fundering, bouwputbegrenzing en bemaling hangen onderling nauw samen. Ook de uitgangspunten met betrekking tot de nieuwbouw en de belendingen bepalen voor een belangrijk deel de oplossingsrichting en noodzaak van monitoring. Het is noodzakelijk om de fundering, bouwputbegrenzing en bemaling integraal te ontwerpen en om ruim voor de start van de uitvoering een risicoanalyse uit te voeren. Op basis van deze risicoanalyse dient vervolgens een monitoringsplan te worden opgesteld.

De volgende zaken dienen in ieder geval nog te worden onderzocht/uitgewerkt:

- funderingswijze en -diepte en kwetsbaarheid belendingen;
- ligging kabels, leidingen, rioleringen; noodzaak omleggen infrastructuur;
- inpassing nieuwbouw en verankering in de omgeving (eigendomsgrenzen, bestaande paalfunderingen, toestemmingen);
- definitief ontwerp constructie, palenplan e.d.;
- planning voorbereidende werkzaamheden en uitvoering;
- lozingsmogelijkheden bemalingswater, en effecten omgeving n.a.v. stijghoogteverlaging, o/a: aanwezigheid grondwaterverontreinigingen en -onttrekkingen in 1^e zandlaag binnen invloedsgebied spanningsbemaling.

6.2 Monitoring en beoordeling

Om de invloed van de werkzaamheden tijdig op te merken en zoveel mogelijk te beperken wordt aanbevolen de invloed van de bouwput op de omgeving te monitoren. Tevens kunnen de resultaten van deze monitoring in geval van conflicten uitkomst bieden doordat tijdens de werkzaamheden gegevens zijn verzameld omtrent de invloed op de omgeving. Door een goede monitoring kunnen (grote) vertragingen tijdens de bouw worden voorkomen of worden beperkt. Daarnaast is onze ervaring dat een goede monitoring geruststellend werkt voor bevoegd gezag en bewoners in de directe omgeving.

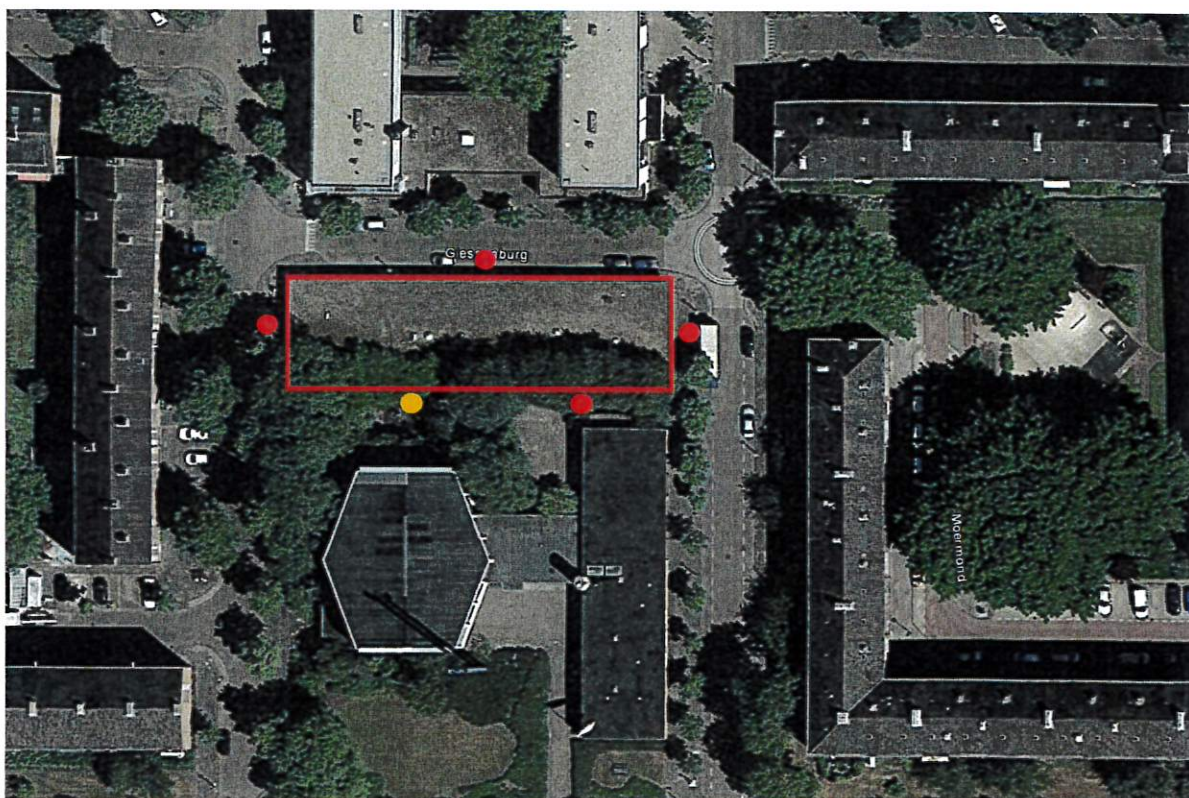
Op basis van een risicoanalyse, waarbij alle informatie (ontwerp, uitvoering én omgeving) in kaart wordt gebracht en geanalyseerd, kan een gedetailleerd monitoringsplan, voorzien van actie- en communicatieplan, worden opgesteld. Hierin worden de metingen, de meetfrequenties en alarm- en actiewaarden nader omschreven. Zodra deze waarden worden bereikt of overschreden dient volgens het afgesproken actie- en communicatieplan te worden gehandeld. Een monitoringsplan moet in overleg met alle betrokken partijen worden opgesteld.

De risicoanalyse dient onder andere te bestaan uit een trillingspredictie. Het monitoringsplan dient de meetwijze en het aantal en de locaties van meetpunten te beschrijven. Waarschuwings- en alarmgrenzen dienen te worden vastgelegd, evenals de communicatie en verantwoordelijkheden. Wie neemt het initiatief en wie besluit tot welke acties.

Wij adviseren om de volgende monitoringswerkzaamheden, inclusief nulmetingen en herhalingsmetingen tijdens de bouw, in ieder geval minimaal in dit plan op te nemen en/of uit te (laten) voeren:

- Het plaatsen van 4 freatische peilbuizen (1 per zijde van de bouwput) enkele meters buiten de bouwput,
- en het tijdens de bemalingswerkzaamheden regelmatig (2x per week gedurende de eerste maand, daarna 1x per week) inmeten van de grondwaterstand in de peilbuizen.
- Het plaatsen van een peilbuis tot ruim in de 1^e zandlaag en op korte termijn enkele stijghoogtemetingen uitvoeren, evenals voor tijdens en na de bemaling.
- controleren van het functioneren van de bemalingsinstallatie en het registreren van de hoeveelheden onttrokken en geloosd grondwater.

Geadviseerd wordt de huidige staat van de zakkingsgevoelige objecten in de (directe) omgeving op te nemen in een expertiserapport en vóór, tijdens en na de ontgraving en bemaling deformatiemetingen te verrichten aan deze objecten (bij) te plaatsen hoogteboutjes. Zodoende kan bij een voldoende hoge meetfrequentie worden ingegrepen als schade dreigt te ontstaan als gevolg van de werkzaamheden.



Figuur 7-1: Locatievoorstel monitoringspeilbuizen: ondiep in rood; ondiep en diep in oranje

7. AANBEVELINGEN EN AANDACHTSPUNTEN

Op basis van de hiervoor beschreven hoofdstukken zijn hieronder enkele aanbevelingen en aandachtspunten opgenomen.

- Geadviseerd wordt het benodigde zandbed voor de diepere parkeerputten in stroken en direct na ontgraving aan te brengen. In dit rapport wordt hiervan uitgegaan, en wordt voor de benodigde spanningsverlaging uitgegaan van 0,8 m (indien zandbed aanwezig).
- Op basis van de huidige uitgangspunten, de totale bemalingsduur van ca. 2,5 maand en de berekende waterbezwaren blijft de bemaling naar verwachting net onder de vergunningsgrenzen en is de bemaling op de locatie naar verwachting net niet vergunningplichtig en net niet retourplichtig. Een en ander is afhankelijk van o.a. de werkelijke uitvoeringswijze, parameterwaarden (o.a. weerstand van kleilaag rond ca. NAP -18 m) en de stijghoogte tijdens uitvoering.

Een melding dient minimaal 6 weken voor aanvang bij Waternet te worden gedaan. Geadviseerd wordt echter het project en de lozingsmogelijkheden op een zo kort mogelijke termijn in een vooroverleg met Waternet te bespreken.

- De lozingsmogelijkheden dienen te worden nagegaan (wat is het capaciteit van het riool in de directe omgeving en wat zijn de mogelijkheden voor lozing op open water). Op basis van de analyseresultaten van te nemen grondwatermonsters kan worden beoordeeld of voor de lozing waterzuiverende maatregelen benodigd zijn. Rekening dient te worden gehouden met het toepassen van een zandvang en mogelijk ook een ontijzeringsinstallatie.
- In paragraaf 6.1 worden een aantal zaken genoemd die in ieder geval nog moeten worden onderzocht/uitgewerkt.
- Om meer inzicht te krijgen in o.a. de omvang van de spanningsbemaling volgen hieronder een aantal aandachtspunten en adviezen. Geadviseerd wordt:
 - aanvullend grondonderzoek uit te voeren, bestaande uit minimaal:
 - o Een diepe boring met peilbuis tot ruim in de 1^e zandlaag, en peilbuismetingen van de stijghoogte (en grondwaterstand). Uit de ondiepe en diepe peilbuizen kunnen ook watermonsters worden genomen om te laten analyseren in een laboratorium.
 - o (de nog uit te voeren) sonderingen met meting van de waterspanning (U1 conus) uit te voeren.
 - op basis van de inventarisaties, de uitvoeringswijze, -periode en -duur, het resterende/aanvullende grond(water)onderzoek voorliggend rapport te verifiëren en indien nodig te herzien.
- De in dit rapport gepresenteerde berekeningsresultaten zijn gebaseerd op de opgenomen uitgangspunten. Wijzigingen in deze uitgangspunten kunnen consequenties hebben voor de berekeningen en dus voor onze adviezen. Geadviseerd wordt om voor aanvang van de werkzaamheden de uitgangspunten van het definitief ontwerp te (laten) controleren met de in hoofdstuk 2 opgenomen informatie. Indien nodig kan het advies worden aangepast.
- Om de invloed van de werkzaamheden tijdig op te merken en zoveel mogelijk te beperken wordt aanbevolen de invloed van de bouwput op de omgeving te monitoren.
- In de praktijk kunnen de parameterwaarden afwijken van de in dit rapport gehanteerde waarden. Nadat de tweede fase van het grondonderzoek is uitgevoerd dienen de gehanteerde bodemopbouw en de berekeningen te worden geverifieerd.