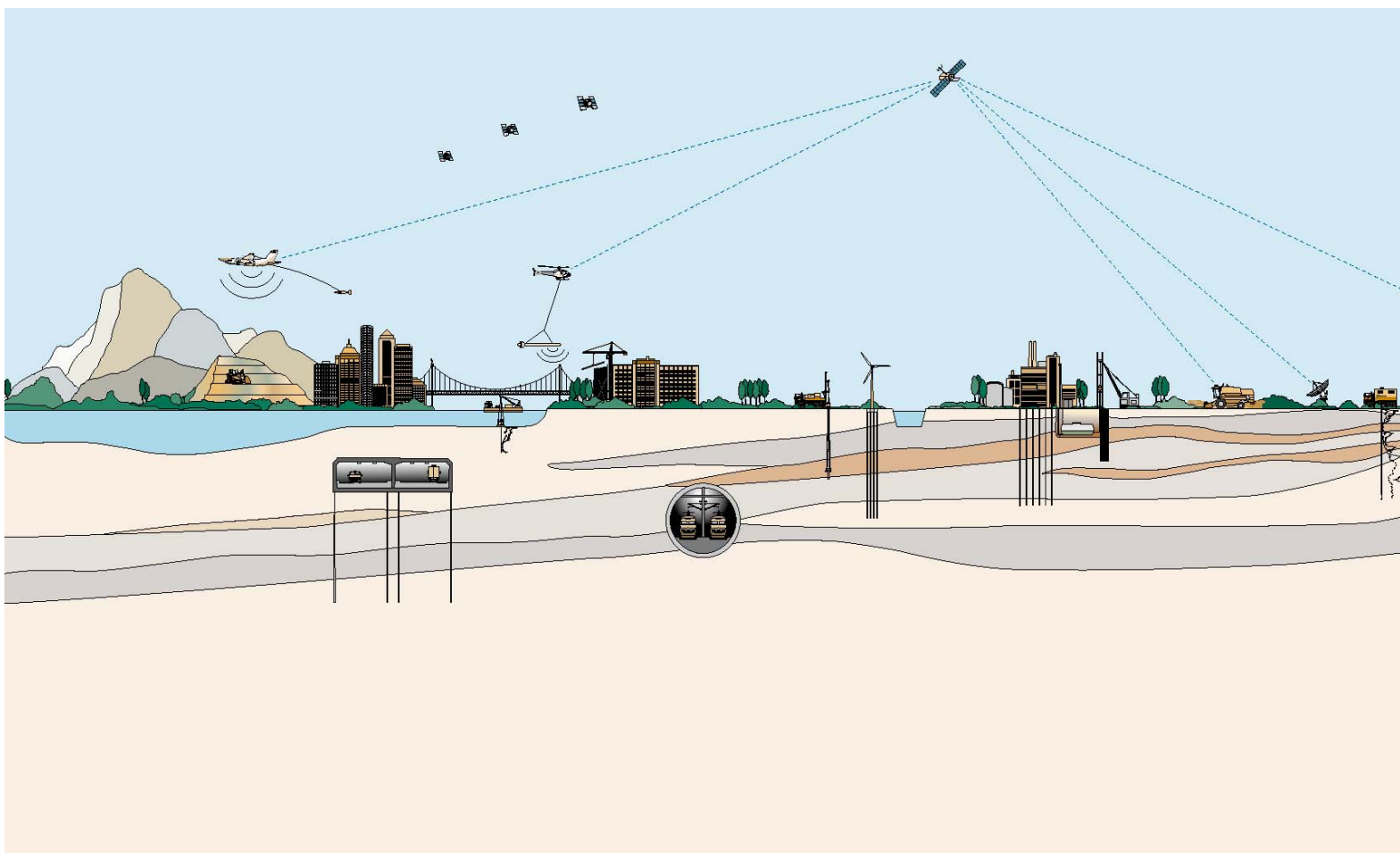


BOUWPUTADVIES
betreffende

**NIEUWBOUW APPARTEMENTEN
AAN DE 2^E HOGEWEG TE ZEIST**

Opdrachtnummer: 4010-0159-002
Rapportnummer: 4010-0159-002.R01.doc



BOUWPUTADVIES
betreffende

**NIEUWBOUW APPARTEMENTEN
AAN DE 2^E HOGEWEG TE ZEIST**

Opdrachtnummer: 4010-0159-002
Rapportnummer: 4010-0159-002.R01.doc

Opdrachtgever : Nivo Plus BV
Boulevard 1
3707 BK ZEIST

Projectmanager : Lendering & Partners
Postbus 3068
3760 DB Soest

Constructeur : Van der Vorm Engineering Delft BV
Delftechpark 32
2628 XH DELFT

Datum grondonderzoek : 15 april 2010

Projectleider : ing. J.P. Nelemans
Hoofd Regio Noord-West

Opgesteld door : Bsc. T. Eijking
Adviseur Geohydrologie
drs. A.W.M. van de Lockant
Adviseur Geohydrologie
ing. A.J. Jonker
Adviseur Geotechniek

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	12 oktober 2010	eerste versie	
2			
3			

4010-0159-002.R01.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	2
2. PROJECTOMSCHRIJVING	3
2.1 Algemeen	3
2.2 Locatie	4
3. GRONDONDERZOEK	8
3.1 Uitzetten en waterpassen	8
3.2 Sonderen	8
3.3 Handboren	9
4. BODEMGESTELDHEID	10
4.1 Bodemopbouw	10
4.2 Grondwaterstand, stijghoogte en open waterpeil	10
4.3 Grondwaterkwaliteit	11
5. BEMALING	12
5.1 Uitgangspunten	12
5.2 Resultaten bemalingsberekeningen	14
5.3 Effecten van de bemaling op de omgeving	15
5.4 Conceptueel bemalingsplan	17
5.5 Grondwaterbelasting en lozing	18
6. BOUWPUTBEGRENTING	20
6.1 Berekeningsmethode	20
6.2 Uitgangspunten	20
6.3 Resultaten damwandberekeningen	23
6.4 Uitvoeringsaspecten	24
7. MONITORING	26
8. AANBEVELINGEN EN AANDACHTSPUNT	27
8.1 Aanbevelingen	27
8.2 Aandachtspunt	28

BIJLAGEN

• Situatietekening	1
• “Legenda Terreinproeven en Grondsoorten”	
• “Continu Elektrisch Sonderen”	
• Sondeergrafieken	DKM5, DKM9 en DKM10
• Handboorstaat	HB1
• Locatieoverzicht en locaties peilbuizen TNO	2
• Tijd-stijghoogtegrafieken peilbuizen TNO	3
• Invoer en resultaten Msheet	4

1. INLEIDING

Op 17 maart 2010 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Amsterdam van Van der Vorm Engineering Delft BV, namens Nivo Plus BV te Zeist, de opdracht voor het uitvoeren van een grondonderzoek, alsmede het uitbrengen van een bouwput- en funderingsadvies ten behoeve van het project nieuwbouw appartementen aan de Tweede Hogeweg te Zeist. Op 22 juli 2010 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Amsterdam een aanvullende opdracht voor het uitvoeren van een 'watertoets' en een inventarisatie naar aanwezige bodem- en grondwaterverontreinigingen en verplaatsingsberekeningen.

Het grondonderzoek is gepresenteerd in voorliggend rapport. Het funderingsadvies en de watertoets worden separaat, onder hetzelfde opdrachtnummer uitgebracht.

Voorliggend bemaling- en damwandadvies bevat in hoofdlijnen de volgende onderdelen:

- Inventarisatie bodemopbouw en geohydrologische gesteldheid;
- Beoordeling stabiliteit bouwputbodem en vaststellen benodigd type bemaling;
- Raming van het te onttrekken waterbezwaar en van de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving;
- Inventarisatie naar aanwezige bodem- en grondwaterverontreinigingen en het uitvoeren van verplaatsingsberekeningen;
- Bepaling van een oplossing voor een bouwputbegrenzing;
- Berekening van de benodigde zwaarte en installatiediepte van de grondkerende constructie;
- Berekening van de uitbuiging van de grondkerende constructie en krachten in eventuele verankeringen/stempels;
- Signalering van mogelijke knelpunten bij de uitvoering en mogelijke gevolgen hiervan voor de omgeving;
- Monitoring van de werkzaamheden zowel in de bouwput als in de omgeving.

De doelstelling van deze rapportage is inzicht te verschaffen in de te onttrekken hoeveelheid grondwater en de 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 appartementen aan de Tweede Hogeweg te Zeist. Onder de nieuwbouw is een (parkeer)kelder voorzien. Binnen het Rijksdriehoeksnet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten X = 145.165 m en Y = 455.145 m. De projectlocatie is in bijlage 2 op een topografische ondergrond weergegeven.

Voor het vervullen van de opdracht is door de constructeur de volgende informatie ter beschikking gesteld:

- Doorsneden en plattegronden, OPL architecten, 3 maart 2010.
- Funderings- en bouwputadvies appartementen Hoogh Seyst, Van Dijk, 27 februari 2003.
- Constructietekeningen Rabobank, Konstruktieburo Krabbendam-Boerkoel BV, 1988.

Met deze gegevens zijn de afmetingen en niveaus afgeleid zoals is weergegeven in tabel 2-1. Hierbij is uitgegaan van een bouwpeil van NAP +5,62 m.

Tabel 2-1: Afmetingen en ontgravingsniveaus

Onderdeel	Afmetingen [m x m]	Aanlegniveau*		Ontgravingsniveau [NAP m]
		[Peil m]	[NAP m]	
Keldervloer	24,4 m x 55,2 m	-3,55	+2,07	+2,0
Funderingsbalken	ca. 0,4 m	-3,92	+1,72	+1,7
Liftput	2,5 m x 3,5 m	-4,95	+0,67	+0,65

*Als aanlegniveau wordt de onderzijde van de vloer of het betreffende onderdeel beschouwd.

Langs één zijde grenst de nieuwbouw aan de Rabobank. De Rabobank is gefundeerd op staal, op een onderwaterbetonvloer. Het aanlegniveau van de onderwaterbetonvloer bedraagt NAP +1,22 m. De kelder onder de Rabobank is gebouwd binnen een gesloten bouwkuip. Als bouwputbegrenzing zijn damwanden Larssen 22 met een inbeddingdiepte van NAP -4,55 m toegepast. Deze damwanden zijn als verloren beschouwd.

Gezien de beperkte ruimte rondom de projectlocatie/aanwezigheid van belendingen in de directe omgeving en het ontgravingsniveau zal de ontgraving worden uitgevoerd binnen grond- en waterkerende damwanden.

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

Verontreiniging aan de Slotlaan 121

Door de gemeente is gevraagd na te gaan wat de invloed is van de tijdelijke bemaling, benodigd voor de aanleg van de kelder, op aanwezige grondwaterverontreinigingen in de omgeving van de projectlocatie. Door de Milieudienst Zuid-oost Utrecht is het rapport 'Monitoring en oriënterend onderzoek' aangeleverd van een verontreiniging aan de Slotlaan 121 e.o. in Zeist dat door DHV is uitgevoerd in opdracht van de Milieudienst Zuid-oost Utrecht. Deze locatie bevindt zich op ca. 40 m ten westen van de projectlocatie en bestaat uit een westelijke en een oostelijke vlek bestaande uit VOCL. In eerste instantie was er sprake van 1 vlek en deze is volgens de rapportage 'Monitoring en oriënterend onderzoek' mogelijk opgesplitst door een bemaling in 2004 ten behoeve van de aanleg van riolering waarvoor

destijds een saneringsplan is ingediend. De oostelijke vlek bevindt zich op een afstand van 40 m ten westen van de projectlocatie en de westelijke vlek op een afstand van 110 m ten westen van de projectlocatie. De verontreiniging bestaat uit PER (tetrachlooretheen), TRI (trichlooretheen), CIS (cis 1,2-dichlooretheen) en VC (vinylchloride). Ter plaatse van de oostelijke vlek wordt in 1 peilbuis de interventiewaarde overschreden voor PER in de bovenste 6 m. De concentratie is echter ten opzichte van eerdere metingen in 2001 afgenomen. Ook op een diepte van 6 tot 16 m -mv en 16 tot 26 m -mv is de concentratie afgenomen en op een diepte van 26 tot 40 m -mv is de concentratie PER toegenomen. De concentraties TRI en VC zijn laag en liggen over de gehele onderzoeksdiepte rond of beneden de streefwaarde. De concentratie CIS is ter plaatse van 1 peilbuis toegenomen en bij de overige peilbuizen afgenomen tot rond de streefwaarde. De PER verontreiniging is voor het traject dieper dan 6 m -mv in zowel horizontale als verticale zin niet afgeperkt. De algemene tendens is een afname van de verontreiniging in de tijd. Met het oog hierop wordt de verontreiniging gemonitord. Uit waterkwaliteitsgegevens geleverd door de opdrachtgever blijkt dat de verontreiniging op de projectlocatie niet aanwezig is.

2.2 Locatie

In figuur 2-1 zijn de contouren van de bouwput aangegeven op een luchtfoto.



Figuur 2-1: Locatieoverzicht met contouren bouwput (bron: Google Earth).

Op 17 september 2010 is door Fugro Ingenieursbureau BV een locatie bezoek uitgevoerd. Hieronder worden de waarnemingen weergegeven.

De projectlocatie is gelegen aan de Tweede Hogeweg; een drukke straat in het centrum van Zeist. De locatie grenst direct aan een voetpad met daarnaast een geasfalteerd fietspad. Direct voor de locatie ligt een bushalte. De straat maakt een nette indruk. De asfaltweg en het geasfalteerde fietspad zijn in een goede staat en vertonen geen scheuren. Het straatwerk (voetpad en bestrating bushalte) ziet er goed uit (zie foto 2-1).



Foto 2-1: Overzicht Tweede Hogeweg ter hoogte van de projectlocatie.

Aan de overzijde van de projectlocatie staat een groot en “statisch” pand. In het pand is WVO makelaars gevestigd. Het pand oogt nieuw en is in goede staat. Het metselwerk is zeer netjes. Aan de achterzijde gaat dit pand over in een kantoorgebouw met een rond dak.



Foto 2-2: Overzijde projectlocatie.

Aan de rechterzijde grenst de projectlocatie aan de Rabobank. Dit is een gemetseld pand dat bestaat uit 3 à 4 verdiepingen. Het metselwerk is in goede staat, er zijn geen deformaties of scheuren waarneembaar. Achter de Rabobank ligt een parkeerplaats welke aan de zijde van de projectlocatie wordt begrensd door een muur.



Foto 2-3: De Rabobank direct naast de projectlocatie.

Aan de linkerzijde grenst de projectlocatie aan het pand Tweede Hogeweg 79/822. Dit pand oogt nieuw en is in goede staat.



Foto 2-4: 2^e Hogeweg 79/822.

4010-0159-002.R01.doc

Blz.

Opdr. : 4010-0159-002

:

6

De nummers 823 t/m 827 bestaan uit “losse” tegen elkaar aangebouwde panden. De panden ogen aan de achterzijde rommelig (voor zover waarneembaar vanaf de projectlocatie). Er zijn diverse aan- en opbouwen gerealiseerd. Onze ervaring is dat dit soort bebouwing in het algemeen gevoelig is voor trillingen.



Foto 2-5: Panden 822, 823 en 824 gezien vanaf de projectlocatie.

De achterzijde wordt de projectlocatie begrensd door het pand Woudenbergseweg 2 en 4. Dit betreffen “statige” twee onder één kap-woningen. De panden zijn in een matige staat en er zijn scheuren in het metselwerk zichtbaar. Vanaf de projectlocatie is dit pand slecht waarneembaar. Het is niet duidelijk hoe groot de afstand van deze panden tot de bouwput is. Dit dient nader te worden onderzocht.

3. GRONDONDERZOEK

Aangezien de projectlocatie momenteel niet geheel beschikbaar is, wordt het grondonderzoek in twee fasen uitgevoerd. Momenteel is alleen de eerste fase van het grondonderzoek uitgevoerd. Het grondonderzoek heeft bestaan uit:

- 3 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM);
- 1 handboring (code HB);
- het plaatsen van een peilbuis in het boorgat.

Na sloop van de huidige bebouwing zal het resterende grondonderzoek worden uitgevoerd, bestaande uit 7 sonderingen.

3.1 Uitzetten en waterpassen

De onderzoekslocaties zijn door Fugro Ingenieursbureau B.V. uitgezet en gewaterpast (ten opzichte van NAP) en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1.

Voor de waterpassing is hoogtemerk (NAP) als uitgangspunt voor de hoogte gehanteerd. De locaties zijn uitgezet ten opzichte van NAP welke is aangegeven op de situatietekening.

De sonderingen zijn ingemeten ten opzichte van RD-coördinaten, dit staat voor Rijksdriehoeksmeting. Deze infrastructuur vormt de basis voor alle landmeetkundige werkzaamheden binnen Nederland.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

3.2 Sonderen

Het aantal en de locaties van de sonderingen zijn door constructeur vastgesteld. Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies, dienen de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan art. 8.4.1. van NEN 6740, 1991, gecorrigeerd in september 2006.

De sonderingen zijn uitgevoerd met de elektrische Fugro-kleefmantelconus conform norm NEN 5140, klasse 2. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen". De conus is voorzien van een hellingmeter. In de sondeergrafieken is de diepte gecorrigeerd voor de gemeten afwijking van de verticaal.

De resultaten van de sonderingen zijn getekend op de grafieken DKM5, DKM9 en DKM10, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

Op de grafieken van de sonderingen is het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke wrijvingsweerstand en de conusweerstand. Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie heeft met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw is verkregen.

De sonderingen zijn uitgewerkt met een interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. Deze identificatie is uitgevoerd volgens Robertson (1990), die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Voor achtergronden en beperkingen wordt verwezen naar de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen". De identificatie

is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie.

3.3 Handboren

Ter verkenning van de toplagen en de actuele grondwaterstand is een handboring uitgevoerd, waarbij het opgeboorde materiaal is geclassificeerd volgens NEN 5104. Het resultaat van de uitgevoerde handboring is gegeven op boorstaat HB1, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

In het handboorgat van HB1 is een peilbuis geplaatst conform NEN 5120 met de onderkant van het filter op NAP +0,60 m. De peilbuis is ingetekend op de betreffende boorstaat en de locatie ervan is aangegeven op de situatietekening.

4. BODEMGESTELDHEID

4.1 Bodemopbouw

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeerlocaties varieerden ten tijde van het onderzoek van NAP +5,20 m tot +4,85 m.

Op basis van het grondonderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 4-1 is weergegeven.

Tabel 4-1: Globale bodemopbouw en geohydrologische gesteldheid

Diepte [ca. NAP m]	Bodembeschrijving	Geohydrologische typering	Laag
+5,20 à +4,85*	Maaiveld	Infiltratieoppervlak	0
+5,20 à +4,85 tot -90,0**	ZAND, vast gepakt, de toplaag is klei/leemhoudend	Watervoerende laag (Eerste en tweede watervoerend pakket)	1

* Vanaf maaiveld tot ca. NAP +4,0 à +3,0 m komt een zandige tot lemige laag voor.

** Maximaal door Fugro verkende diepte: NAP -20 m. Op NAP -20 m komt in sondering DKM5 een waterremmende zandige leemlaag voor. Deze leemlaag en andere leemlagen tussen ca. NAP -20 m en NAP -30 m komen in boringen in de omgeving niet aaneengesloten voor.

Op ca. NAP -90 m wordt een dikke kleilaag aangetroffen, die in deze rapportage als geohydrologische basis wordt beschouwd.

4.2 Grondwaterstand, stijghoogte en open waterpeil

In tabel 4-2 zijn de gemeten grondwaterstanden en stijghoogten in de op de locatie geplaatste peilbuizen opgenomen. In deze tabel zijn ook de peilbuisgegevens weergegeven.

Tabel 4-2: Gemeten grondwaterstand/stijghoogte in peilbuizen op de locatie

Peilbuis	Bovenkant peilbuis	Filterafstelling [m t.o.v. NAP]	Laag	Grondwaterstand/stijghoogte		
				27 april 2010	12 mei 2010	21 mei 2010
HB1	NAP +5,58 m	NAP +0,60 tot +1,6 m	1	NAP +2,33 m	NAP +2,30 m	NAP +2,26 m

Om (meer) inzicht te krijgen in de fluctuatie van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving van de locatie zijn grondwaterstandsgegevens opgevraagd uit de DINO-database van TNO. Uit deze informatie blijkt dat de stromingsrichting van het grondwater zuidwest is gericht. De locaties van de TNO-peilbuizen zijn weergegeven op bijlage 2. De tijd-stijghoogtegrafieken zijn uitgewerkt op bijlage 3.

Op een minimale afstand van ca. 800 m ten zuidwesten van de projectlocatie bevindt zich een vijver om Slot Zeist. Op een afstand van ca. 500 m ten zuidoosten van de projectlocatie bevindt zich een vijver. Het peil van dit open water is bij Fugro niet bekend. Vermoedelijk wordt het waterpeil sterk beïnvloedt door de grondwaterstand.

Op basis van bovenstaande informatie, het Fugro-archief en de Grondwaterkaart van Nederland zijn de maatgevende grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie afgeleid en weergegeven in tabel 4-3.

Tabel 4-3: Raming grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie in m. t.o.v. NAP

Laag	Hoog	Gemiddeld	Laag
1	+2,6	+2,2	+1,6

De **vetgedrukte** waarden worden als maatgevend beschouwd voor de berekening van de bemaling en het damwandontwerp maar mogen niet zonder meer worden gebruikt voor andere (ontwerp)doeleinden. De aangenomen, voor de bemaling maatgevende, waarden zijn niet tot stand gekomen met behulp van een statistische analyse.

4.3 Grondwaterkwaliteit

Voor zover ons bekend is, zijn op de projectlocatie geen grondwatermonsters genomen die in een laboratorium zijn geanalyseerd op diverse lozingsparameters. Op basis van de literatuur wordt aangenomen dat het grondwater zoet is.

5. BEMALING

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. Indien noodzakelijk wordt advies gegeven over een mogelijk alternatieve uitvoeringswijze.

5.1 Uitgangspunten

5.1.1 Keuze bouwputbegrenzing

Gezien de beperkte ruimte rondom de projectlocatie/aanwezigheid van beleningen in de directe omgeving en het ontgravingsniveau verdient het de voorkeur de bouwput binnen een grond- en waterkerende constructie te ontgraven.

Nadere details over de bouwputbegrenzing (profiel, wijze van aanbrengen etc.) zijn opgenomen in hoofdstuk 6.

5.1.2 Benodigde verlaging en te bemalen lagen

Voor een droge en goed begaanbare bouwputbodem dient de grondwaterstand te worden verlaagd tot ca. 0,5 m onder de keldervloer en tot ca. 0,3 m onder de onderzijde van eventuele andere verdiepte onderdelen (randbalken, liftput, etc).

Als (lokaal) dieper wordt ontgraven voor het aanbrengen van een grondverbetering voor een fundering op staal dient de grondwaterstand verder te worden verlaagd. Uitgaande van het laagsgewijs verdichten van lagen van 0,25 m dikte dient de grondwaterstand tijdelijk tot 0,5 m onder het maatgevende ontgravingsniveau van de grondverbetering te worden verlaagd.

Een overzicht van de benodigde grondwaterstandsverlagingen is opgenomen in tabel 5-1. De benodigde verlaging van de grondwaterstand kan worden gerealiseerd met behulp van een bemaling in laag 1. Een voorstel voor de dimensionering van de bemaling is opgenomen in paragraaf 5.4.

Verticale stabiliteit bouwputbodem

Volgens NEN 6740 dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving met voldoende veiligheid. Onvoldoende veiligheid kan leiden tot het opbarsten van de bouwputbodem en welvorming. Bij een bemaling van een relatief klein oppervlak of smalle onderdelen dragen de grondlagen aan weerszijden van de ontgraving bij tot een extra neerwaartse gronddruk. Dit heeft een gunstig effect ten aanzien van de veiligheid tegen opbarsten. Dit effect wordt echter weer (gedeeltelijk) teniet gedaan door het toepassen van damwanden die de gehele deklaag doorsnijden.

Op basis van de aangetroffen bodemopbouw, het ontgravingsniveau en de maatgevende stijghoogte is geconcludeerd dat geen gevaar bestaat voor opbarsten van de bouwputbodem.

Benodigde verlagingen

Op basis van bovenstaande zijn in tabel 5-1 de benodigde verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte opgenomen. Hierbij is uitgegaan van de maatgevende grondwaterstand en stijghoogte zoals vermeld in tabel 4-3.

Tabel 5-1: Benodigde verlagingen van grondwaterstand

Onderdeel	Grondwaterstand (laag 1)			
	Verlagen tot [NAP m]	Verlaging [ca. m]		
		t.o.v. hoge gws. NAP +2,6 m	t.o.v. gem gws NAP +2,2 m	t.o.v. lage gws NAP +1,6 m
Keldervloer	+1,5	1,1	0,7	0,1
Funderingsbalken	+1,4	1,2	0,8	0,2
Liftput	+0,3	2,3	1,9	1,3

5.1.3 Berekeningsmethode

Om inzicht te verkrijgen in het waterbezwaar en de grondwaterstandsverlagingen in de omgeving als gevolg van de bemaling zijn met het softwarepakket MicroFEM bemalingsberekeningen uitgevoerd. Voor de berekeningen zijn de geohydrologische parameters gehanteerd zoals weergegeven in tabel 5-2. 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 5-2: Geohydrologische schematisering*

laag	Typering	Parameterwaarden
0	Drainageweerstand	c = 350 dagen
1a	Watervoerende laag	kD = 500 m ² /dag
1b	Waterremmende laag	c = 1 dagen
1c	Watervoerende laag	kD = 750 m ² /dag
1d	Waterremmende laag	c = 1 dag
1e	Watervoerende laag	kD = 750 m ² /dag

* Voor bodemopbouw zie tabel 4-1.

Omdat de onttrekkingsmiddelen niet het gehele eerste watervoerend pakket doorsnijden (onvolkomenheid) is dit pakket gesplitst in 3 delen, gescheiden door fictieve waterremmende lagen.

De gehanteerde geohydrologische parameters zijn geraamd op basis van ervaring en niet met geohydrologisch onderzoek ter plaatse vastgesteld. Indien meer zekerheid omtrent het te verwerken waterbezwaar gewenst is wordt geadviseerd een pomp-, of bemalingsproef uit te voeren.

5.2 Resultaten bemalingsberekeningen

5.2.1 Waterbezwaar en eventuele vergunningplicht

De berekende waterbezwaren zijn opgenomen in tabel 5-3.

Tabel 5-3: Berekende stationaire waterbezwaren

Onderdeel	Verlagen tot [NAP m]	Benodigde verlaging t.o.v. hoge gws [m] / Waterbezwaar [m ³ /uur]	Benodigde verlaging t.o.v. gem. gws [m] / Waterbezwaar [m ³ /uur]	Benodigde verlaging t.o.v. lage. gws [m] / Waterbezwaar [m ³ /uur]
Keldervloer	+1,5	1,1 / 130 à 140	0,7 / 80 à 90	0,1 / 10 à 20
Funderingsbalken	+1,4	1,2 / 140 à 150	0,8 / 90 à 100	0,2 / 20 à 30
Liftput	+0,3	2,3 / 50 à 60*	1,9 / 50 à 60*	1,3 / 50 à 60*

* extra waterbezwaar en verlaging van 1,2 m bij gelijktijdige bemaling van de keldervloer

In de instationaire beginfase van de bemaling dient rekening te worden gehouden met een groter waterbezwaar (20 à 30%).

Als gevolg van neerslag kan het waterbezwaar bij maatgevende buien van 10 mm/uur of 20 mm/dag toenemen met respectievelijk 13 m³/uur of 26 m³/dag. Bij de dimensionering van de bemalingsinstallatie dient met dit extra waterbezwaar rekening te worden gehouden. Fluctuaties in de grondwaterstand hebben eveneens consequenties voor het waterbezwaar.

Sinds de inwerkingtreding van de Waterwet, op 22 december 2009, zijn de waterschappen bevoegd gezag als het gaat om het onttrekken van grondwater bij bouwputbemalingen. De projectlocatie bevindt zich in het beheersgebied van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. Hier geldt dat in het kader van de Waterwet een onttrekkingsvergunning moet worden aangevraagd als:

- meer dan 100 m³ grondwater per uur wordt onttrokken;
- het onttrekkingsstelsel zich dieper dan 9 m beneden maaiveld bevindt;
- of als langer dan 6 maanden wordt bemalen.

Op basis van het berekende waterbezwaar is de bemaling afhankelijk van de periode van uitvoering vergunningplichtig. Indien sprake is van een lage grondwaterstand is de bemaling niet vergunningplichtig. Voorliggend rapport is niet geschikt voor het aanvragen van een onttrekkingsvergunning.

Voor het aanvragen van een onttrekkingsvergunning geldt een proceduretijd die kan oplopen tot **6 à 8 maanden** en over het algemeen ca. **10 à 12 weken** daaraan voorafgaand voor het (laten) opstellen van een daarvoor noodzakelijk vergunningonderbouwend bemalingsadvies. Tevens dient rekening te worden gehouden met een provinciale heffing, die per onttrokken m³ grondwater moet worden betaald. Wanneer sprake is van een retourbemaling dient uitsluitend over dat deel van het onttrokken grondwater, dat niet wordt geretourneerd een heffing te worden betaald.

De bemaling dient ca. 1 maand voor aanvang bij het Waterschap te worden gemeld. Na afloop van de werkzaamheden dient de bemaling ook weer te worden afgemeld bij de provincie. Voorts wijzen wij u erop dat het Waterschap voorschriften zal verbinden aan de bemaling. Door deze voorschriften nauwkeurig op te volgen kunnen problemen tijdens en na de bemaling worden voorkomen.

5.2.2 *Verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving*

Door de grondwaterstandsverlaging op de projectlocatie zal grondwater uit de omgeving toestromen. Deze toestroming van het grondwater heeft verlagingen van de grondwaterstand of stijghoogte in de omgeving tot gevolg. De stationair berekende verlagingen ten opzichte van de uitgangsgroundwaterstand van NAP +2,6 m zijn weergegeven in tabel 5-4.

Tabel 5-4: Berekende stationaire verlagingen van de grondwaterstand

Afstand tot bouwput [m]	5	10	25	50	100	250	500	1.000
Aanleg funderingsbalken	1,2	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1

Door de invloed van open water, de bemalingsduur en eventuele neerslag kunnen de werkelijk optredende verlagingen anders zijn.

5.3 **Effecten van de bemaling op de omgeving**

Het verlagen van de grondwaterstand en stijghoogte kan ongewenste gevolgen hebben voor o.a. zakkingsgevoelige objecten, grondwaterverontreinigingen, 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.

Om de gevolgen van de bemaling in te kunnen schatten dient bij de provincie en de gemeente na te worden gegaan of in de omgeving van de projectlocatie sprake is van (enkele van) bovengenoemde zaken. Afhankelijk van deze aanwezigheid moet, in overleg met bevoegd gezag worden vastgesteld of de gevolgen van de bemaling toelaatbaar zijn. Wanneer dit niet het geval is, kunnen compenserende maatregelen noodzakelijk zijn of verplicht worden gesteld. Ook kan blijken dat nader (grond)onderzoek noodzakelijk is om meer inzicht te krijgen in de mogelijke effecten. In het uiterste geval dient een alternatieve uitvoeringswijze te worden onderzocht.

Maaiveldzakkingen

Op basis van de in tabel 5-4 weergegeven verlagingen van de grondwaterstand, de in het verleden opgetreden lage grondwaterstand en de aangetroffen bodemopbouw worden geen noemenswaardige maaiveldzakkingen verwacht.

Tijdens ons locatiebezoek is vastgesteld dat in de panden Woudenbergsesweg 2 en 4 scheurvorming is geconstateerd, naar verwachting door ongelijkmatige zakking. Wij verwachten dat deze panden zijn gefundeerd in de klei- en leemhoudende toplagen. Alhoewel de grondwaterstand zich ver beneden deze lagen bevindt, bestaat het risico dat de bemaling wordt aangewend om nieuwe schade te claimen. Aanbevolen wordt deze panden zorgvuldig te monitoren.

Verplaatsing grondwaterverontreiniging aan de Slotlaan 121

Zowel van nature als ten gevolge van (permanente) grondwateronttrekkingen is in watervoerende pakketten een grondwaterstroming aanwezig. Door de bemaling kunnen de richting en de snelheid van deze grondwaterstroming worden beïnvloed. Mogelijk treedt hierdoor (extra) verplaatsing op van in de omgeving aanwezige ernstige grondwaterverontreinigingen. Verontreinigende stoffen, opgelost in grondwater, stromen echter vaak langzamer dan het grondwater. Deze vertraging wordt uitgedrukt in een retardatiefactor.

De retardatie is afhankelijk van het organisch stofgehalte en chemie van de watervoerende laag, en de stoffeenschappen van de verontreiniging. Een retardatiefactor van 5 geeft een 5 keer kleinere verplaatsing voor een verontreiniging vergeleken met een grondwaterdeeltje. Ter indicatie wordt voor een zeer mobiele verontreiniging als VOCl een retardatie van 1 à 2 aangehouden. Voor benzeen en xyleen kan in dit geval een retardatiefactor van 5 worden aangehouden en voor minerale olie een retardatie van 10 tot 15.

Om de beïnvloeding op de verontreiniging aan de Slotlaan 121 als gevolg van de bemaling te kunnen inschatten, zijn verplaatsingsberekeningen uitgevoerd. De verplaatsing van het grondwater ter plaatse van de verontreinigingslocatie door de bemaling dient vectorieel te worden opgeteld bij de natuurlijk gerichte verplaatsing van het grondwater.

De regionale grondwaterstroming is globaal naar het westen gericht. In een periode van 1 maand, zal een waterdeeltje zich, van nature gemiddeld ca. 0,7 tot 1,2 m in deze richting verplaatsen. Hierbij is uitgegaan van een horizontale doorlaatfactor van 15 à 25 m/dag, een verhang van 0,0485 m/ 100 m en een porositeit van 0,3 van het eerste watervoerend pakket.

De extra verplaatsing van de grondwaterverontreinigingen, als gevolg van de bemaling, is berekend op basis van de berekende stationaire verlagingen in tabel 4 t.o.v. van een hoge grondwaterstand. Op basis van het berekende grondwaterverhang van ca. 0,2 m/25 m, een porositeit van 0,3 en een doorlatendheid van de afzettingen in het eerste watervoerend pakket van 15 à 25 m/dag wordt de effectieve stromingssnelheid van het grondwater in het 1^e WVP geraamd op ca. 12,0 tot 20,0 m in oostelijke richting in een periode van 1 maand.

De vectorieel opgetelde verplaatsing van het grondwater ter plaatse van de verontreinigingslocatie als gevolg van de natuurlijke grondwaterstroming en als gevolg van de bemaling bedraagt voor de bemalingsperiode van 6 maanden ca. 18,8 m in oostelijke richting.

De berekende verplaatsingen zijn opgenomen in tabel 5, waarin tevens de geraamde retardatiefactor per verontreiniging is weergegeven.

Tabel 5: Raming retardatie en berekende maximale verplaatsing grondwater ter plaatse van verontreiniging

Verontreiniging	Afstand tot locatie (in richting) [ca. m]	Totale verplaatsing grondwater per maand (in richting)* [ca. m]	Retardatie	Totale verplaatsing verontreiniging per maand (in richting) [ca. m]	Maximale verplaatsing verontreiniging bij bemaling van 6 maanden [ca. m]
Slotlaan 121	40 m West	11,2 à 18,8 m Oost	2	5,6 à 9,4 Oost	33,6 à 56,4

* Het betreft hier een raming van de totale verplaatsing van het grondwater ter plaatse van de verontreiniging door een vectoriële optelling van de verplaatsing van het grondwater door de bemaling en de natuurlijk gerichte verplaatsing van het grondwater.

De berekende verplaatsingen door de bemaling, voor bovengenoemde verontreiniging, bedragen maximaal ca. 9,4 meter per maand bij uitvoering tijdens een hoge grondwaterstand. Bij uitvoering van een gemiddelde grondwaterstand bedraagt de verplaatsing als gevolg van een kleiner verhang maximaal 4,4 m en bij een lage grondwaterstand bedraagt de verplaatsing maximaal 0,7 m wat overeenkomt met de natuurlijke verplaatsing van de verontreiniging.

De maximale verplaatsing van 9,4 m per maand kan worden beschouwd als een aanzienlijke verplaatsing van de verontreiniging en verwacht wordt dat het bevoegd gezag aanvullende maatregelen eist om verdere verspreiding van de verontreiniging aan de Slotlaan 121 te voorkomen. Gedacht kan worden aan een beheersonttrekking in combinatie met een saneringsplan die wellicht op de hoek van de Slotlaan en de 2^e Hogeweg kan worden gerealiseerd. Of hier ruimte voor is, zal nader moeten worden bekeken. Bij toepassen van een beheersonttrekking wordt tevens geadviseerd enkele monitoringspeilbuizen te plaatsen buiten de verontreinigingscontouren en hierin regelmatig de grondwaterstand te peilen en enkele malen de waterkwaliteit te bepalen. Tevens wordt geadviseerd een afweging te maken betreffende de financiële haalbaarheid van een beheersonttrekking en dit af te zetten tegen de kosten van het toepassen van onderwaterbeton in de gehele bouwput.

5.4 Conceptueel bemalingsplan

In dit hoofdstuk wordt een indicatie gegeven voor de bemalingsinstallatie die kan worden toegepast voor het bereiken van de benodigde verlaging. Hierbij wordt opgemerkt dat het een conceptueel plan betreft dat moeten worden gezien als een voorstel voor de mogelijke wijze van bemalen. De aannemer die de bemaling uitvoert is verantwoordelijk is voor het opstellen van het definitieve bemalingsplan, al dan niet door ons getoetst.

Een gerenomeerde 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. Het toepassen van een andere bemalingswijze dan in dit hoofdstuk is voorgesteld kan een ander waterbezwaar en een ander invloedsgebied van de bemaling tot gevolg hebben. 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.

Aanleg van keldervloer en funderingsbalken

Het berekende waterbezwaar kan worden afgemalen met behulp van verticale filters of met enkele deepwells met onderwaterpompen, die gelijkmatig rondom de ontgraving worden aangebracht. Eventueel kunnen horizontale drains worden toegepast om het waterbezwaar te beperken. Een gedetailleerd bemalingsplan kan bij een gerenommeerde bemaler worden verkregen.

Ter plaatse van de liftputten kan de grondwaterstand tijdelijk verder worden verlaagd met 1 of 2 deepwells met onderwaterpompen die gelijkmatig rondom de liftput worden aangebracht.

Voordat met ontgraven wordt begonnen, wordt aanbevolen de doelmatigheid van de geïnstalleerde bemalingsinstallatie te toetsen. Het is in deze fase nog goed mogelijk de bemaling eventueel aan te passen.

5.5 Grondwaterbelasting en lozing

5.5.1 Grondwaterbelasting

Bij het onttrekken van zoet grondwater (chloride gehalte < 300 mg/l) moet rekening worden gehouden met het betalen van grondwaterbelasting. Deze belasting wordt geheven als het waterbezwaar groter is dan 50.000 m³ in een periode van 30 dagen en/of als de bemaling langer duurt dan 4 maanden. Het tarief bedraagt € 0,1951 per m³ (prijspeil 2010). De belastingplicht vervalt als al het onttrokken grondwater in de bodem wordt teruggebracht met behulp van een gesloten systeem. Tevens dient de retourbemaling te zijn opgenomen in de onttrekkingsvergunning die eventueel wordt verleend door het waterschap/hoogheemraadschap.

Aan de hand van de werkelijk onttrokken debieten (geregistreerd in een logboek) en op basis van de bemalingsduur kan achteraf worden beoordeeld of belastingaangifte moet worden gedaan. Belastingaangifte geschiedt altijd achteraf. De Belastingdienst dient vooraf in kennis gesteld te worden van de voorgenomen bemalingsactiviteiten via telefoonnummer 026-358 1019.

Op basis van het berekende waterbezwaar is de bemaling **belastingplichtig**. Bij een (eventuele) belastingplicht wordt aanbevolen het chloride-gehalte van het grondwater voorafgaand aan en tenminste één keer tijdens de lozing te bepalen.

5.5.2 Lozing

De wijze van lozen, op open water of op het riool, dient nader te worden bepaald en is afhankelijk van de hoeveelheid te lozen water en van de waterkwaliteit. De waterkwaliteit kan in een laboratorium worden vastgesteld aan de hand van grondwatermonsters die op of direct naast de locatie zijn genomen. Deze watermonsters worden genomen uit één of meer peilbuizen, waarvan de filters moeten zijn afgesteld in de te bemalen lagen. Voor zover ons bekend is zijn op de projectlocatie (nog) geen grondwatermonsters genomen die in een laboratorium zijn geanalyseerd op diverse parameters.

Over het algemeen bestaat de voorkeur voor het lozen van het bemalingswater op open water. Op een afstand van ca. 800 m ten zuidwesten van de projectlocatie bevindt zich open water nabij slot Zeist. Voor lozen op dit open water dient contact te worden opgenomen met Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Voor lozing van het bemalingswater op het riool dient contact op te worden genomen met de gemeente. Uitgezocht dient te worden of het berekende waterbezwaar kan worden geloosd op het open water of het riool. Op basis van analyseresultaten van grondwatermonsters kan worden beoordeeld of voor de lozing beperkingen kunnen worden verwacht en of het water voor lozing moet worden behandeld. Dit geldt ook indien verontreinigd bemalingswater wordt opgepompt.

Indien blijkt dat lozing van het bemalingwater niet mogelijk is, zal mogelijk een retourbemaling moeten worden toegepast. In dat geval dient door de opdrachtgever in overleg met de hydrologisch adviseur een geschikte locatie voor de retourbemaling te worden gezocht.

Een ontheffing van een keur en/of een vergunning in het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) kan noodzakelijk zijn. Houdt u in dat geval rekening met een vergunningprocedure van ca. **6 maanden** en ca. **4 weken** daaraan voorafgaand voor het verzamelen, analyseren en toetsen van de watermonsters. Geadviseerd wordt in een zo vroeg mogelijk stadium in overleg te treden met de waterontvangende instantie.

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 1000 m³ grondwater moet worden betaald. Bovendien kan de waterontvangende instantie waterzuiverende maatregelen eisen als de gehalten van lozingsparameters te hoog zijn.

6. BOUWPUTBEGRENZING

Gezien de beperkte ruimte om de bouwput, dient een grond- (en waterkerende) damwand te worden toegepast. Door gebruik te maken van grond- en waterkerende schermen wordt een gesloten bouwput gevormd.

Stalen damwanden zijn het meest toegepaste systeem voor grondkeringen van bouwputten. Dit systeem is verder gedimensioneerd in onderstaande paragrafen.

6.1 Berekeningsmethode

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd conform de norm geotechniek NEN 6740 en CUR-Publicatie 166 "Damwandconstructies", waarbij onderscheid is gemaakt in de uiterste grenstoestanden 1A en 1B (berekeningen 6.1 t/m 6.4 volgens CUR 166) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (berekening 6.5 volgens CUR 166) ook wel grenstoestand 2 genoemd.

Voor de dimensionering van de damwand zijn berekeningen uitgevoerd met het computerprogramma MSHEET. Dit is een ééndimensionaal eindig elementenprogramma voor de berekening van momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van een verticale grondkerende wand, al dan niet (meervoudig) verankerd. De druk van de grond op de constructie wordt in de berekening afhankelijk gesteld van de horizontale verplaatsing van de wand. Met het programma kan het effect van opeenvolgende bouwstadia worden onderzocht.

6.2 Uitgangspunten

Ten behoeve van de damwandberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

6.2.1 Bodemparameters

Voor de damwandberekeningen zijn representatieve waarden voor de relevante grondparameters bepaald aan de hand van interpretatie van het beschikbare grondonderzoek, tabel 1 uit NEN 6740, CUR-publicatie C166 en de in onze archieven beschikbare informatie. In tabel 6-1 zijn de in de berekeningen gehanteerde geotechnische parameters gegeven.

Tabel 6-1: Representatieve waarden sterkte- en stijfheidsparameters.

bovenkant laag [m NAP]	Grondlaag	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	$k_{h,2}$ [kN/m ³]
+5,3	ZAND, los gepakt, siltig	17/18	0	27,5	3.000
+3,0	ZAND, vast gepakt	19/20	0	32,5	15.000

Toelichting:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving
- 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 beddingconstante van tak 1
 - $k_{h,2}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 2
 - $k_{h,3}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 3.

6.2.2 Veiligheidsklasse

De rekenwaarden voor de geotechnische parameters worden gevonden door deling van de representatieve waarden (X_{rep}) uit tabel 6-1 door materiaalfactoren conform de tabel 3.7 van CUR-Publicatie 166. Bij de geometrische parameters wordt de rekenwaarde gevonden door toepassing van een additionele veiligheidsmarge, waarvoor een minimum geldt van Δ . Conform CUR-Publicatie 166 is de constructie, gezien de aanzienlijke schade bij falen en het geringe persoonlijke veiligheidsrisico, ingedeeld in veiligheidsklasse II.

6.2.3 Geometrie representatieve dwarsdoorsneden en bouwfasering

De berekening is uitgevoerd voor 3 doorsneden:

- Doorsnede 1: langs de openbare weg, rekening houdend met verkeer.
- Doorsnede 2: doorsnede langs de Rabobank, (rekening houdend met liftput)
- Doorsnede 3: langs de belendingen 822, 823 en 824.

Voor de damwandberekeningen is een maaiveldniveau aan de actieve zijde van de damwand van NAP +5,2 m aangehouden. Volgens de aangeleverde tekeningen bevindt de onderkant van de keldervloer zich op ca. NAP +2,0 m (zie tabel 2-1), waardoor de kerende hoogte 3,2 m bedraagt.

In de damwandberekeningen is geen rekening gehouden met het aanbrengen van een 0,3 à 0,5 m dikke grondverbetering. Aangezien het ontgravingsniveau is gelegen in de vast gepakte zandlaag, is het aanbrengen van een grondverbetering wellicht niet overal noodzakelijk. Dit dient nader in het werk te worden bepaald. Dieper ontgraven te behoeve van grondverbeteringen dient in principe vaksgewijs / strooksgewijs te worden uitgevoerd.

In de berekening zijn de onderstaande geometrische uitgangpunten gehanteerd:

Grondwaterstand buiten en binnen bouwput:

- doorsnede 1 en 3 : NAP +1,5 m**
- doorsnede 2 : NAP +0,3 m

*** In de damwandberekeningen is voor de grondwaterstand aan de buitenzijde dezelfde waarde toegekend als aan de binnenzijde.*

Tijdens de bemaling wordt de grondwaterstand ten behoeve de bouw van de liftput tot NAP +0,3 m verlaagd.

Alhoewel er alleen ter plaatse van de liftput tot dit niveau bemalen wordt, zal deze grondwaterstandsverlaging in vrijwel de gehele bouwput worden bereikt. Het in rekening brengen van de grondwaterstand van NAP +1,5 m is echter voor de damwandberekening maatgevend.

Maaiveld buiten bouwput

- doorsnede 1 en 3 : NAP +5,2 m
- doorsnede 2 : NAP +1,22 m (onderkant onderwaterbetonvloer)

Ontgravingsniveau bouwput

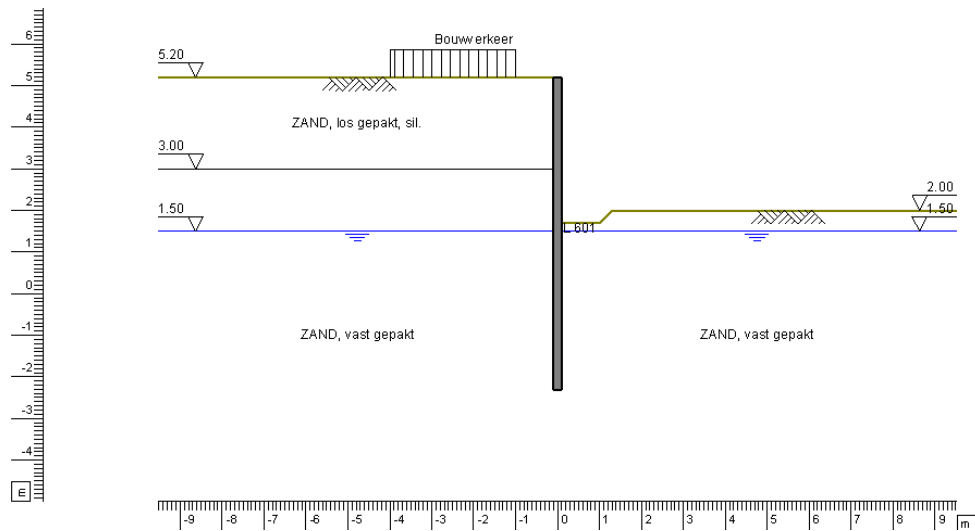
- doorsnede 1 en 3 : NAP +1,7 m tot 1,0 m uit de damwand, vervolgens NAP +2,0 m
- doorsnede 3 : NAP +2,0 m tot 1,35 m uit de damwand, vervolgens NAP +0,65 m vanaf 3,0 m uit de damwand.

Bovenkant damwand : NAP + 5,2 m

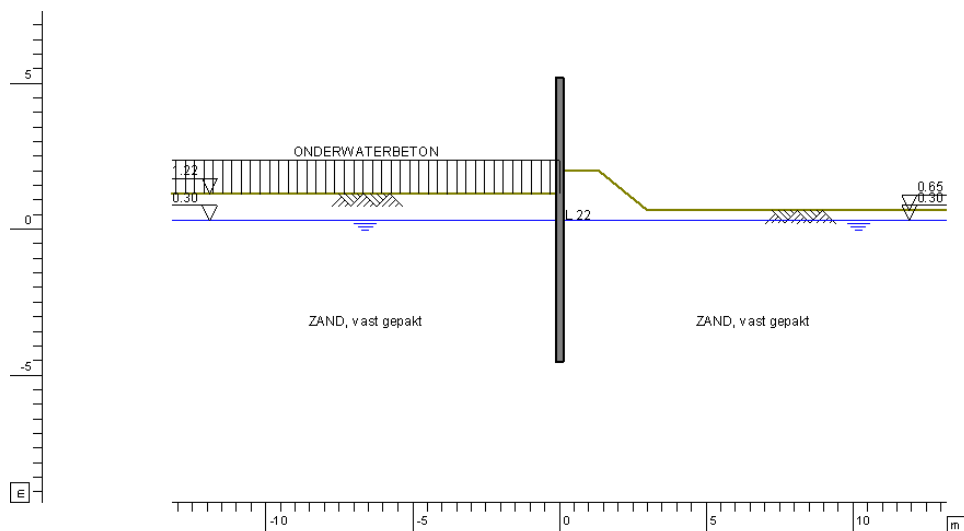
Bovenbelastingen

- doorsnede 1 : 20 kN/m², van 1 m tot 4,0 m uit de damwand, overeenkomend met (standaard)bouwwerkeer.
- doorsnede 3 : 20 kN/m², van 6 m tot 15,0 m uit de damwand, overeenkomend met belasting van de woning.

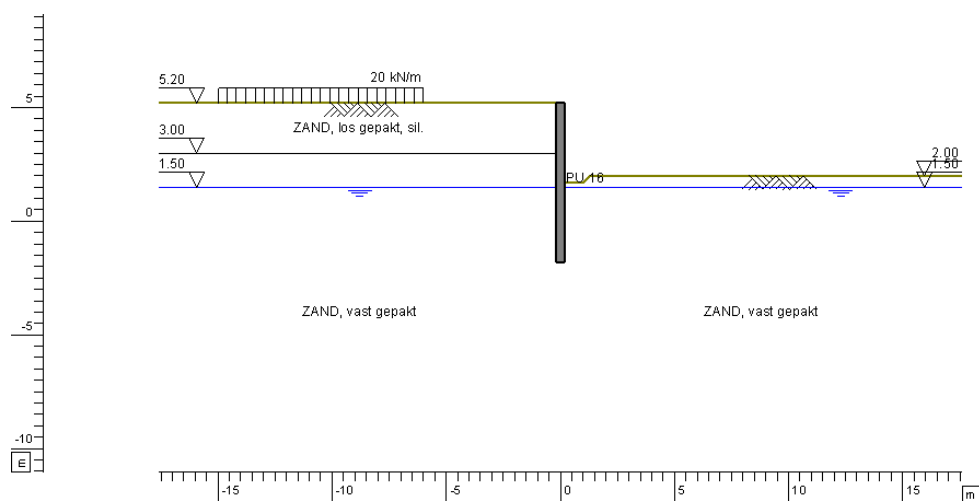
In onderstaande figuren is de geometrie voor de doorsneden 1 t/m 3 weergegeven.



Figuur 6-1: Geometrie doorsnede 1, langs de openbare weg.



Figuur 6-2: Geometrie doorsnede 2, langs de Rabobank.



Figuur 6-3: Geometrie doorsnede 3, langs de belendingen 822, 823 en 824.

In de berekeningen is uitgegaan van de volgende bouwfaserings:

- Bouwfase 1:
 - Aanbrengen van de damwand.
 - Ontgraven tot NAP +2,0 m en gelijktijdig bemalen tot NAP +1,5 m.
 - Ter plaatse van de liftput en randbalk ontgraven tot NAP +0,65 m en NAP +1,7 m

6.3 Resultaten damwandberekeningen

In tabel 6-2 t/m 6-4 zijn de berekeningresultaten voor de uiterste grenstoestand 1A en de bruikbaarheidstoestand 2 samengevat. In de tabel zijn voor de beschouwde doorsnede een damwandprofiel en inbeddingsdiepte opgenomen. De berekeningresultaten van de uiterste grenstoestand GT 1A zijn maatgevend voor de sterkte van de damwand. De resultaten van bruikbaarheidsgrenstoestand GT 2 zijn maatgevend voor de vervormingen van de damwandconstructie.

Tabel 6-2: Maatgevende rekenwaarden en uitgangspunten voor toetsing grenstoestand 1A en 2, doorsnede 1, straatzijde

Profiel	Onderzijde damw. [m – NAP]	Grenstoestand	Bovenbelasting [kN/m ²]	Bouwfase	M _{s;d} [kNm/m ¹]	δ _{max} [mm]
L601	NAP -2,3 m (lengte 7,5 m)	1A	20	1	138	n.v.t.
		2			87	59
PU16	NAP -2,3 m (lengte 7,5 m)	1A	20	1	138	n.v.t.
		2			89	27

Tabel 6-3: Maatgevende rekenwaarden en uitgangspunten voor toetsing grenstoestand 1A en 2, doorsnede 2, langs de Rabobank, rekening houdend met de liftput

Profiel	Onderzijde damw. [m – NAP]	Grens-toestand	Boven-belasting [kN/m ²]	Bouwfase	M _{s;d} [kNm/m ¹]	δ _{max} [mm]
L22	NAP -4,55 m (lengte ca. 9 m)	1A	geen	1	50	n.v.t.
		2			10	2

Tabel 6-4: Maatgevende rekenwaarden en uitgangspunten voor toetsing grenstoestand 1A en 2, doorsnede 3, langs de belendingen 822, 823 en 824.

Profiel	Onderzijde damw. [m – NAP]	Grens-toestand	Boven-belasting [kN/m ²]	Bouwfase	M _{s;d} [kNm/m ¹]	δ _{max} [mm]
L601	NAP -1,8 m (lengte 7,0 m)	1A	geen	1	86	n.v.t.
		2			56	35
PU16	NAP -1,8 m (lengte 7,0 m)	1A	geen	1	86	n.v.t.
		2			58	17

Een grafische weergave van bovenstaande tabellen is in de bijlagen gepresenteerd.

Toelichting:

M_{s;d} : Maximaal veldmoment.

δ_{max} : Maximaal berekende uitbuiging; de in grenstoestand 2 berekende uitbuiging geeft een indicatie omtrent de werkelijk te verwachten vervorming

Voor de damwanden geldt, rekening houdend met “scheve buiging”:

$$M_{s;d} \leq M_{r;d}$$

$$L601 M_{r;d} = 0,8 \times 745 \times 240 = 143 \text{ kNm/m}^1 \text{ (standaard staalkwaliteit S240).}$$

$$L22 M_{r;d} = 0,8 \times 1300 \times 240 = 250 \text{ kNm/m}^1 \text{ (standaard staalkwaliteit S240).}$$

$$PU16 M_{r;d} = 0,8 \times 1600 \times 240 = 307 \text{ kNm/m}^1 \text{ (standaard staalkwaliteit S240).}$$

Het voorgestelde damwandprofiel L601 is gekozen op basis van de optredende verplaatsing en voldoet gezien de rekenwaarden van het buigende momenten op sterkte.

Aangezien de damwanden waarschijnlijk gedrukt dienen te worden, is ook een damwandprofiel PU16 uitgewerkt (zie paragraaf 6.4).

De maximaal berekende uitbuiging respectievelijk 59 mm en 27 mm van de damwand moet door betrokkenen worden beoordeeld of dit acceptabel is.

6.4 Uitvoeringsaspecten

Damwanden kunnen heidend, trillend of drukkend op diepte worden gebracht.

Heidend of trillend inbrengen van damwanden brengt trillingen in de bodem die uitdempen naarmate de afstand tot de trillingsbron toeneemt. Deze trillingen kunnen vervormingen en schade veroorzaken aan trillingsgevoelige constructies (b.v. belendende gebouwen, leidingen, grondconstructies e.d.). De grootte van de optredende trillingen en vervormingen alsmede eventuele schadelijke gevolgen zijn onder andere afhankelijk van de afstand tot, het

energieniveau en de aard van de trillingsbron, de bodemgesteldheid en de aard alsmede de staat van de betreffende trillingsgevoelige constructies.

De damwand kan worden aangebracht met behulp van hoogfrequent trilblok, voorzien van een variabel instelbaar moment. Toepassing van een variabel moment op het trilblok reduceert in aanzienlijke mate de laag frequente trillingen die opgewekt worden door het opstarten en afslaan van het trilblok. Genoemde trillingen zijn in de regel voor de belendingen veruit maatgevend, indien geen variabel moment wordt toegepast. Dit systeem mag daarom als relatief trillingsarm worden omschreven.

Gezien de geringe afstand tot de belendende panden en de zandige bodemopbouw is ons inziens het risico op trillingsschade groot. Desgewenst kan door Fugro Ingenieursbureau B.V. een trillingsprognose worden opgesteld, waarmee een redelijk inzicht kan worden verkregen in de te verwachten trillingsniveaus en de invloed hiervan op gebouwen, personen en apparatuur.

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

Mede gelet op eerder genoemde risico's t.a.v. trillingsschade wordt geadviseerd om de damplanken te plaatsen met behulp van een geleide drukmachine. De geleide drukmachine is een systeem waarbij 4 enkele planken tegelijk de grond indrukt (en eventueel later ook trekt). Vanwege de hoge drukkrachten moet het profiel minimaal een weerstandsmoment van ca. 1.600 cm³ hebben.

Door het trekken van de damwand kunnen zandlagen nabij de damwand verdicht worden en hierdoor inklinken. Nabij een fundering op staal is dit niet acceptabel. Hierom adviseren wij een minimale afstand van ca. 3 à 4 m (kan in een later stadium nader worden uitgewerkt) van de damwand tot de kelder. Is deze afstand niet haalbaar, dan adviseren wij de damwanden als verloren te beschouwen.

7. MONITORING

Bouwactiviteiten hebben invloed op de ondergrond. Tegenwoordig worden steeds meer bouwputten in een dichtbebouwde stedelijke omgeving gerealiseerd. Hierdoor worden naastgelegen constructies zoals gebouwen maar ook ondergrondse en bovengrondse infrastructuur beïnvloed. Deze invloed kan direct merkbare schade veroorzaken, maar ook schade die later ontstaat of wordt opgemerkt. Om de invloed tijdig te bemerken en zo veel 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 er in dat geval gegevens beschikbaar zijn omtrent de invloed van de bouwput op de omgeving.

Geadviseerd wordt om onderstaande aanvullende monitoringswerkzaamheden uit te voeren:

- Vooraf plaatsen van een aantal hoogteboutjes op belendingen langs de bouwput. inclusief nulmeting en herhalingsmetingen tijdens de bouw;
- Plaatsen van extra peilbuizen in verband met monitoring grondwaterstanden en/of stijghoogten op verschillende afstanden van de projectlocatie voor en tijdens de bouw.
- Controleren van het functioneren van de bemalingsinstallatie en het registreren van de hoeveelheden onttrokken grondwater.
- Aanbrengen van trillingsmeetapparatuur.

Door een goede monitoring kunnen vertragingen tijdens de bouw worden voorkomen. Daarnaast is onze ervaring dat een goede monitoring geruststellend werkt voor bevoegd gezag en bewoners in de directe omgeving.

Geadviseerd wordt de huidige staat van de zakkingsgevoelige objecten in de (directe) omgeving op te nemen in een expertise-rapport 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.

Desgewenst kan Fugro een monitoringsplan opstellen, met daarin opgenomen de locatie van de meetpunten, de frequentie van de metingen en een vaststelling van de waarschuwings- en grenswaarden van de diverse metingen.

8. AANBEVELINGEN EN AANDACHTSPUNT

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

8.1 Aanbevelingen

Op basis van het berekende waterbezwaar is de bemaling afhankelijk van de periode van uitvoering bij een hoge grondwaterstand vergunningplichtig. Indien sprake is van een gemiddelde en een lage grondwaterstand is de bemaling niet vergunningplichtig.

De berekende verplaatsingen door de bemaling, voor bovengenoemde verontreiniging, bedragen maximaal ca. 9,4 meter per maand bij uitvoering tijdens een hoge grondwaterstand. Bij uitvoering van een gemiddelde grondwaterstand bedraagt de verplaatsing als gevolg van een kleiner verhang maximaal 4,4 m en bij een lage grondwaterstand bedraagt de verplaatsing maximaal 0,7 m wat overeenkomt met de natuurlijke verplaatsing van de verontreiniging.

De maximale verplaatsing van 9,4 m per maand kan worden beschouwd als een aanzienlijke verplaatsing van de verontreiniging en verwacht wordt dat het bevoegd gezag aanvullende maatregelen eist om verdere verspreiding van de verontreiniging aan de Slotlaan 121 te voorkomen. Gedacht kan worden aan een beheersonttrekking in combinatie met een saneringsplan die wellicht op de hoek van de Slotlaan en de 2^e hogeweg kan worden gerealiseerd. Of hier ruimte voor is, zal nader moeten worden bekeken. Bij toepassen van een beheersonttrekking wordt tevens geadviseerd enkele monitoringspeilbuizen te plaatsen buiten de verontreinigingscontouren en hierin regelmatig de grondwaterstand te peilen en enkele malen de waterkwaliteit te bepalen. Tevens wordt geadviseerd een afweging te maken betreffende de financiële haalbaarheid van een beheersonttrekking en dit af te zetten tegen de kosten van het toepassen van onderwaterbeton in de gehele bouwput.

Over het algemeen bestaat de voorkeur voor het lozen van het bemalingswater op open water. Op een afstand van ca. 800 m ten zuidwesten van de projectlocatie (nabij Slot Zeist) en 500 m ten zuidoosten van de projectlocatie (enkele vijvers) bevindt zich open water. Voor lozen op dit open water dient contact te worden opgenomen met Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Voor lozing van het bemalingswater op het riool dient contact op te worden genomen met de gemeente. Uitgezocht dient te worden of het berekende waterbezwaar kan worden geloosd op het open water of het riool. Vanwege het hoge waterbezwaar en de grote afstand tot open water wordt verwacht dat dit moeilijk realiseerbaar is.

Indien een vergunningaanvraag inclusief aanvullende maatregelen voor de verontreiniging aan de Slotlaan 121 niet in de planning past of het hoge waterbezwaar niet kan worden geloosd kan worden overwogen onderwaterbeton toe te passen in de gehele bouwput.

8.2 Aandachtspunt

De in dit rapport gepresenteerde berekeningsresultaten zijn gebaseerd op de in hoofdstuk 2, 4, 5 en 6 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.

In de praktijk kunnen de parameterwaarden afwijken van de in dit rapport gehanteerde waarden. Nader onderzoek (aanvullend grondonderzoek, grondwaterstandsmetingen in peilbuizen, pomp- of bemalingsproef) kan tot mogelijk andere, meer betrouwbare, keuzes leiden waardoor betere risico-inschattingen kunnen worden gedaan. Nadat dit onderzoek is uitgevoerd dienen de gehanteerde bodemopbouw en de berekeningen te worden geverifieerd.