

Opdrachtgever:

**Waterschap Aa en Maas
Postbus 5049
5201 GA 's-Hertogenbosch**

Opdrachtnummer:

58519-C

Datum rapport:

9 december 2009

Status rapport:

Definitief

Versie rapport:

revisie 0

Status onderzoek:

compleet

Rapport

Indicatief geohydrologisch, getoetste en
milieukundig onderzoek


**Verbouwing rioolgemaal Katwijk,
Gansakker 31 gemeente Cuijk**

Lankelma Geotechniek Zuid B.V.

Moorland 4a
Postbus 38
5688 ZG Oirschot
Tel: 0499 - 578520
Fax: 0499 - 578573
E-mail: info@lankelma-zuid.nl
Internet: www.lankelma-zuid.nl

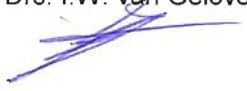
1^e auteur:

J. Mentink BSc



2^e auteur/controle:

Drs. I.W. van Geloven



Inhoudsopgave

1 Inleiding	1
2 Locatiegegevens	2
2.1 Ligging	2
2.2 Situatie	2
2.2.1 Historie	2
2.2.2 Huidige situatie	2
2.2.3 Verontreiniging	2
2.3 Bouwplan	3
3 Onderzoeksprogramma	4
3.1 Gehanteerde onderzoeksofzet	4
3.2 Veldonderzoek	4
3.2.1 Algemeen	4
3.2.2 Sonderingen	4
3.2.3 Boringen	4
3.2.4 Waterdoorlatendheidsmetingen	5
3.2.5 Waterpassing	5
3.3 Laboratoriumonderzoek	5
3.3.1 Grond	5
3.3.2 Grondwater	5
3.4 Archiefonderzoek	5
3.4.1 Waterstandgegevens	5
3.4.2 Overig archiefonderzoek	5
4 Bodemopbouw en geohydrologie	6
4.1 Hoogteligging	6
4.2 Bodemopbouw	6
4.2.1 Geologie (Regionaal)	6
4.2.2 Lokaal	6
4.2.3 Zintuiglijke waarnemingen	6
4.3 Waterhuishouding	6
4.3.1 Oppervlaktewater	6
4.3.2 Grondwater	7
4.3.3 Natuur	8
4.4 Waterdoorlatendheid	8
4.4.1 Doorlatendheidsmetingen verzadigde zone	8
4.4.2 Laboratoriumonderzoek	8
4.4.3 Regionale waterdoorlatendheidsgegevens	9
5 Kwaliteit en herbruikbaarheid grond- en grondwater	10
5.1 Milieukundige kwaliteit grond	10
5.1.1 Referentiekader	10
5.1.2 Resultaten laboratoriumonderzoek	11
5.2 Civieltechnisch hergebruik grond	11
5.2.1 Referentiekader	11
5.2.2 Toetsing en interpretatie	11
5.3 Milieukundige kwaliteit grondwater	11
6 Funderingsadvies	13
6.1 Funderingsontwerp	13
6.1.1 Funderingskeuze	13
6.1.2 Stalen buispalen	13
6.2 Fundering op palen (bovenbouw)	13
6.2.1 Uitgangspunten berekening	13
6.2.2 Rekenresultaten	14
6.2.3 Trekkrachten	15
6.3 Fundering op staal op plaat met vorstrand (bovenbouw)	15
6.3.1 Algemeen	15
6.3.2 Uitgangspunten berekening	16
6.3.3 Draagkracht	16
6.3.4 Vervorming	16
6.4 Fundering op staal (debietmeterput)	17
6.4.1 Algemeen	17
6.4.2 Uitgangspunten berekening	17

6.4.3	<i>Draagkracht</i>	18
6.4.4	<i>Vervorming</i>	18
6.5	Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp	18
6.5.1	<i>Opdrijven</i>	18
6.5.2	<i>Richtlijnen stalen buispalen</i>	19
6.5.3	<i>Richtlijnen nieuwbouw/belending</i>	19
6.5.4	<i>Algemeen</i>	19
7	Bemalingsadvies	20
7.1	Aanleiding en doel	20
7.2	Ontgraving	20
7.2.1	<i>Verticaal evenwicht</i>	20
7.2.2	<i>Begaanbaarheid bouwputbodem</i>	21
7.3	Bemalingsnoodzaak	21
7.4	Bemalingsmethodiek/bemalingsplan	21
7.4.1	<i>Belangrijke opmerking</i>	21
7.4.2	<i>Bemalingsplan</i>	21
7.5	Uitgangspunten model.....	22
7.5.1	<i>Modelberekening</i>	22
7.5.2	<i>Schematisatie bodemopbouw</i>	22
7.5.3	<i>Schematisatie geohydrologie</i>	22
7.5.4	<i>Verlagingsniveaus/bouwplanning</i>	22
7.6	Resultaat bemalingsberekeningen	22
7.6.1	<i>Prognose debiet</i>	22
7.6.2	<i>Prognose waterbezwaar</i>	23
7.6.3	<i>Vergunningen</i>	23
7.7	Invloed naar de omgeving.....	24
7.7.1	<i>Algemeen</i>	24
7.7.2	<i>Maaiveldzakking / invloed op bebouwing</i>	24
7.8	Algemene richtlijnen uitvoering.....	25
8	Samenvatting en conclusies	26

Bijlagen

- Bijlage 1 Resultaten grondonderzoek
- Bijlage 2 Langjarige waterstandsgegevens
- Bijlage 3 Analysecertificaten
- Bijlage 4 Toetsingstabellen
- Bijlage 5 Berekeningsresultaten fundering
- Bijlage 6 Algemene richtlijnen uitvoering

Verzendlijst

Aantal	Geadresseerde	Contactpersoon
3	Opdrachtgever:	Dhr. B.W.E. van de Vorstenbosch

1 INLEIDING

In opdracht van Waterschap Aa en Maas heeft Lankelma Geotechniek Zuid B.V. een indicatief geotechnisch, geohydrologisch en milieukundig onderzoek uitgevoerd voor diverse aanpassingen aan rioolgemaal (Zeeland, Langenboom, Katwijk en Ledeacker) in district Raam / regio RWZI Land van Cuijk van Waterschap Aa en Maas. Onderhavig project heeft betrekking op de aanpassingen aan rioolgemaal Katwijk, gelegen aan de Gansakker gemeente Cuijk. De opdrachtgever is voornemens

- een PIG-lanceerinrichting te realiseren
- een debietmeterput te plaatsen
- een gemetselde bovenbouw te plaatsen.

Onderhavig onderzoek heeft tot doel de milieukundige kwaliteit van vrijkomende grond en grondwater te bepalen, een funderingsadvies op te stellen voor de bovenbouw en de debietmeterput en een bemalingsadvies op te stellen voor de uit te voeren werkzaamheden.

In dit rapport worden het uitgevoerde onderzoek en de onderzoeksresultaten besproken. In hoofdstuk 2 zijn de algemene locatiegegevens beschreven. In hoofdstuk 3 is het onderzoeksprogramma weergegeven gevolgd door de onderzoeksresultaten in hoofdstuk 4 en. In hoofdstuk 5 wordt de kwaliteit en herbruikbaarheid grond- en grondwater behandeld. In hoofdstuk 6 is het funderingsadvies voor de debietmeterput weergegeven. In hoofdstuk 7 is het bemalingsadvies weergegeven. In hoofdstuk 8 zijn de samenvatting en conclusies weergegeven.



Figuur 1.1 Luchtfoto onderzoekslocatie

2 LOCATIEGEGEVENS

2.1 Ligging

De projectlocatie is gelegen op het perceel te Gansakker 31 te Katwijk (gemeente Cuijk). Het perceel is kadastraal aangeduid als Sectie F perceelnr. 753, gemeente Cuijk. De coördinaten volgens het R.D. stelsel zijn $x = 188,22$ en $y = 417,95$ [km]. De onderzoekslocatie ligt ten westen van Katwijk.

2.2 Situatie

2.2.1 Historie

Afgeleid van het onderzoeksprotocol NEN 5725:2009 is ten behoeve van de bepaling van de milieukundige onderzoeksstrategie op onderhavige locatie een vooronderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit vooronderzoek zijn opgenomen in voorliggend hoofdstuk. De opgenomen informatie is afkomstig van/uit:

- terreininspectie;
- het archief van Lankelma Geotechniek Zuid B.V.;
- archief gemeente Katwijk;
- Bodemloket;
- Wateratlas Brabant.

Uit de historische atlas van Brabant blijkt dat de locatie tot minimaal de jaren '40 van de vorige eeuw een agrarische bestemming had. De spoorlijn was reeds aanwezig evenals het tracé van de Gansakker. De zand-/grindafravingen langs de Maas waren nog niet zichtbaar.



Figuur 2.1 Afdruk historische topografische kaart rond 1930

2.2.2 Huidige situatie

Op de locatie is rioolgemaal Katwijk aanwezig. De locatie wordt aan de noord-, zuid-, en westzijde omgeven door agrarisch land, aan de oostzijde is de bebouwing van Katwijk aanwezig. Verder in westelijke richting bevinden zich de spoorlijn en de in de tweede helft van de vorige eeuw gegraven Heeswijkse Plassen. Noordelijk en oostelijk stroomt de Maas. Een luchtfoto van de omgeving van de onderzoekslocatie is ter illustratie weergegeven in Figuur 1.1.

2.2.3 Verontreiniging

De gemeente Cuijk beschikt over een bodemkwaliteitskaart. Deze kaart geeft echter geen informatie over de onderzoekslocatie. Volgens Bodemloket zijn geen grootschalige, geregistreerd verontreinigingen aanwezig in de omgeving, die invloed kunnen hebben op de onderzoekslocatie.

2.3 Bouwplan

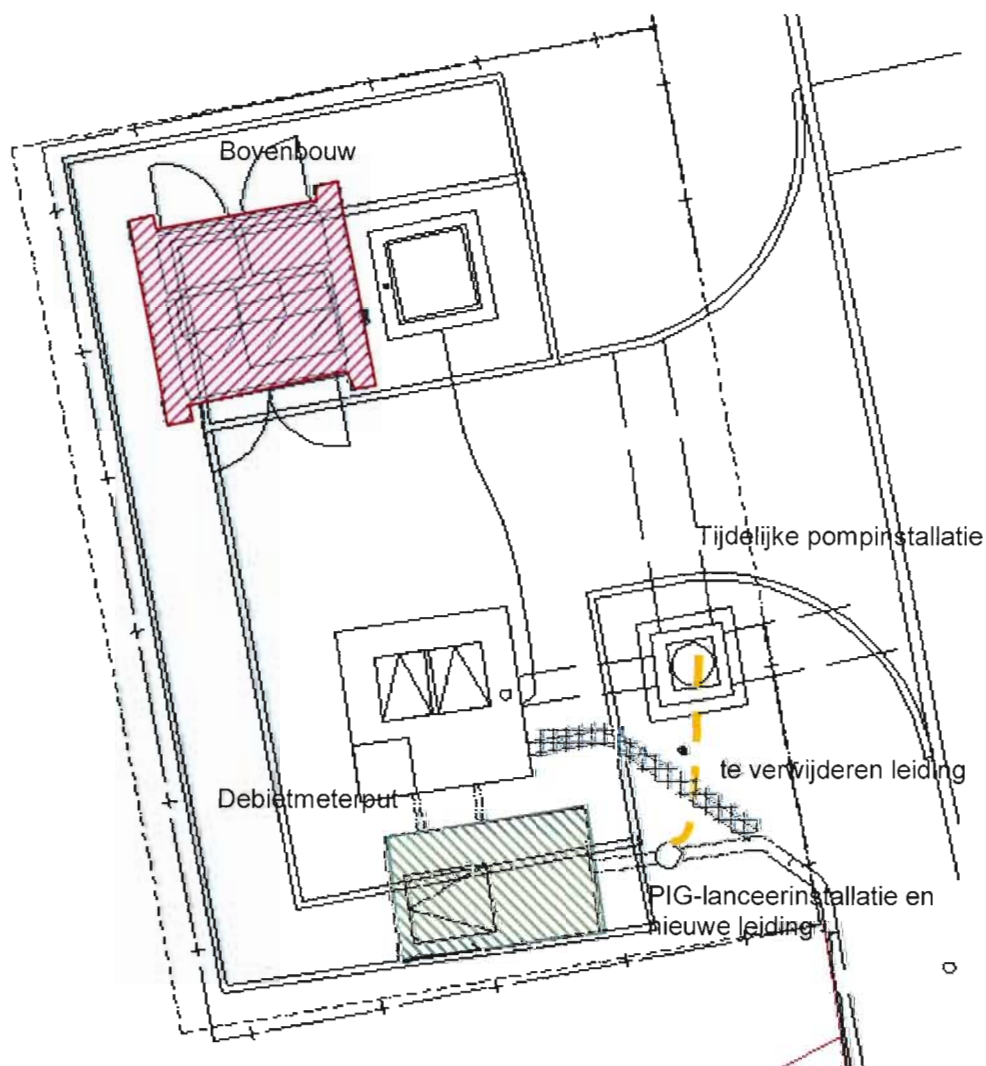
Gepland is de realisatie van:

- een debietmeterput. De afmetingen van de debietmeterput bedragen (l×b×h) 1,65 × 2,65 × 2,15 m³.
 - een PIG lanceerinrichting, inclusief een leiding van de debietmeterput naar de bestaande leiding.
 - een gemetselde bovenbouw. De nieuwbouw bestaat uit 1 bouwlaag met plat dak. Het grondvlak van de bovenbouw is circa 2,7 × 2,4 m².
 - een tijdelijke aansluiting, middels een bovengrondse leiding, van een tijdelijke pompinstallatie.
- Een overzichtstekening van de werkzaamheden is weergegeven in Figuur 2.2.

Door de opdrachtgever zijn enkele situatietekeningen ter beschikking gesteld. Op basis hiervan en aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de volgende peilen aangenomen:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------|
| • Maaiveldniveau | ca. 9,9 m + NAP |
| • Onderkant PIG-lanceerinrichting | ca. 8,6 m + NAP |
| • Onderkant debietmeterput | ca. 7,8 m + NAP |

Geadviseerd wordt deze uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten van het onderzoek wordt verder gewerkt.



Figuur 2.2 situatie tekening, nieuwe situatie

3 ONDERZOEKSPROGRAMMA

3.1 Gehanteerde onderzoeksopzet

De onderzoeksopzet is voor zover relevant en van toepassing afgeleid van de NEN-5740 en de NEN - 6740. Het onderzoek dient een representatief beeld te geven van:

- de milieukundige kwaliteit en herbruikbaarheid van tijdens het werk vrijkomende grond;
- de mogelijke funderingswijze van de voorziening;
- de dimensies van de bij het werk benodigde bemaling.

De opzet van dit onderzoek is niet voldoende voor hergebruik van eventueel overtollige grond buiten de locatie.

Op basis van de resultaten van het vooronderzoek is de locatie als "onverdacht" gekwalificeerd ten aanzien van grond- en grondwaterverontreiniging. Hiermee wordt bedoeld dat er geen stoffen in gehalten boven de streefwaarden, lokale achtergrondwaarden of natuurlijke achtergrondwaarden vallen. Tevens is gesteld dat activiteiten op en in de omgeving van de onderzoekslocatie geen invloed hebben gehad op de milieuhygiënische kwaliteit van de bodem.

Opmerking

Bij de interpretatie van het totaal aan onderzoeksresultaten dient, gezien de gevolgde strategie die is gericht op een indicatieve beoordeling van de milieuhygiënische kwaliteit van de bodem, rekening gehouden te worden met een zeker restrisico. Het kan dan gaan om het voorkomen van lokale kernen als gedempte sloten, verontreinigende stoffen in gesloten verpakkingen of slecht oplosbare stoffen voor zover dit buiten het geheel aan beschikbare (historische) gegevens valt. Tevens wordt erop gewezen dat het uitgevoerde bodemonderzoek een momentopname is.

3.2 Veldonderzoek

3.2.1 Algemeen

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 6 oktober 2009.

3.2.2 Sonderingen

Voor dit project is door ons bureau 1 sondering gemaakt. Het betreft sondeernummer S1. De sondering is uitgevoerd met een elektrische kleefmantelconus, conform NEN 5140 Klasse 2 (elektrische sondering). De positie van de sondering is weergegeven op de situatietekening in Bijlage 1. Voor een weergave van de sondeergrafiek wordt eveneens verwezen naar Bijlage 1.

De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving / conusweerstand) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een indicatie van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. In navolgende tabel zijn enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven. Opgemerkt wordt dat boven het grondwater de waarden hiervan kunnen afwijken.

Grondsoort	Conusweerstand (q_c) [MPa]	Wrijvingsgetal (f_s/q_c) [%]
zand, grind	> 5	0,2 - 1,0
siltig zand,	> 4	0,8 - 1,4
kleiig zand	> 2	1,0 - 2,0
leem	1 - 3	2,0 - 4,0
klei	0 - 5	2,0 - 6,0
venige klei	0 - 6	5,0 - 8,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0

3.2.3 Boringen

Om een beter inzicht te verkrijgen van de grondsamenstelling en meer informatie te verkrijgen over de grondwaterstand zijn 2 boringen verricht. Het betreft boringen B1 en B2. B2 is afgewerkt met een peilbuis. Aan de hand van Gleykenmerken in de bodemopbouw is een inschatting gemaakt van de mogelijke fluctuaties van de grondwaterstand. De boring is van maaiveld tot de maximaal verkende diepte bemonsterd. De uitvoering van de boringen en de monsternamen is afgeleid van de richtlijnen van BRL SIKB 2000 (versie 3.2a, 13 maart 2007) conform VKB protocol 2001 (versie 3.1, 13 maart 2007) van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer. De situering van de boringen zijn weergegeven in Bijlage 1.

3.2.4 Waterdoorlatendheidsmetingen

In de peilbuis van boring B2 is een waterdoorlatendheidsmeting uitgevoerd middels de constant-debietmethode. Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandverlaging ontstaat in de peilbuis. De verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandverlaging is een maat voor de doorlatendheid van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

3.2.5 Waterpassing

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sonderingen is ingemeten middels waterpassing ten opzicht van NAP. De resultaten van de waterpassing zijn weergegeven op Bijlage 1. Geadviseerd wordt deze waterpassing te verifiëren met andere gegevens ten aanzien van de hoogteligging van het terrein.

3.3 Laboratoriumonderzoek

3.3.1 Grond

In de navolgende tabel is weergegeven op welke parameters de grondmonsters zijn geanalyseerd. De analysecertificaten zijn weergegeven in Bijlage 3.

Monster	Samenstelling	Diepte [m-mv]	Analyse ¹
M1	B1 B1a + B2a	0,05 - 0,5	SCG + STAP 2
M2	B1 cd + B2 cd	0,7 - 1,2	SCG
M3	B1 d/f + B2 d/f	1,2 - 2,5	STAP 1
M4	B2 j	4,0 - 4,3	SCG

¹ SCG: korrelverdeling, 10 fracties van 2 µm tot 2 mm, incl. organische stof en calcië
 STAP 1: 9 zware metalen, PAK, PCB, minerale olie, inclusief lutum en organische stof
 STAP 2: 9 zware metalen, PAK, PCB, minerale olie

3.3.2 Grondwater

Uit peilbuis B2 is enkele weken na plaatsing een grondwatermonster genomen, waarvan de waterkwaliteit is bepaald conform een NEN-grondwaterpakket en een lozingspakket (A-pakket). De analysecertificaten zijn weergegeven in Bijlage 3.

3.4 Archiefonderzoek

3.4.1 Waterstandgegevens

Teneinde meer inzicht te krijgen in het grondwaterregime op de locatie zijn bij NITG-TNO te Utrecht langjarige grondwaterstandgegevens opgevraagd. Het betreft de gegevens van peilbuis B46A 1639, 1640, 0018, 0722, 0721 en 0019. Voor de weergave van enkele van de grondwaterstandgegevens wordt verwezen naar Bijlage 4. De situering van de peilbuizen is weergegeven in Figuur 1.1. Tevens zijn de langjarige meetgegevens van de waterstanden in de Maas (meetpunt Mook) opgevraagd. Voor de weergave deze gegevens wordt eveneens verwezen naar Bijlage 4

3.4.2 Overig archiefonderzoek

Teneinde meer inzicht te krijgen in de lokale en regionale bodemopbouw, geologie en geohydrologie zijn diverse bodem-informatiekaarten geraadpleegd. Het betreft onder meer:

- Bodemkaart van Nederland 1:50.000, CGI-Alterra.
- Topografische kaart van Nederland 1:25.000, Topografische dienst.
- Grondwaterkaart van Nederland, TNO-NITG.
- Kwelkaart van Nederland, kaartblad Noord-Brabant, Rijkswaterstaat.
- Wateratlas Brabant, provincie Noord-Brabant.
- Keur oppervlaktewateren 2006 Waterschap Aa en Maas.
- Regionaal Geohydrologisch InformatieSysteem, TNO-NITG.
- Dinoloket, TNO-NITG.

Tevens zijn onze eigen archiefgegevens geraadpleegd.

Daarnaast zijn de volgende beleidsstukken en plankaarten geraadpleegd.

- Provinciale Milieuverordening Noord-Brabant (PMV);
- Verordening waterhuishouding Noord-Brabant 2005.

4 BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGIE

4.1 Hoogteligging

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten varieerde van 9,70 m + tot 9,89 m + NAP. De directe omgeving is relatief vlak.

4.2 Bodemopbouw

4.2.1 Geologie (Regionaal)

De regionale geohydrologische bodemopbouw ter plaatse is afgeleid van gegevens van de Rijksgeologische Dienst en TNO-NITG. De bodemopbouw is tot de relevante diepte globaal weergegeven in onderstaande tabel.

Diepte [m tov NAP]	Geohydrologische eenheid	Geologische Formatie	Lithologie
tot + 6	Echteld	deklaag	zwak siltig matig grof zand
tot + 2	Kreftenheye	watervoerende laag	matig grof zand
tot - 1	Beegden	watervoerende laag	grof zand
tot - 7	Waalre	watervoerende laag	kleilig, fijn zand
tot - 17	Kiezeloöliet	watervoerende laag	zwak siltig matig fijn zand
tot - 35	Oosterhout	watervoerende laag	zwak siltig fijn zand
tot - 55	Breda	watervoerende laag	fijn zand
tot - max	Breda	Afsluitende laag	licht zandig klei

4.2.2 Lokaal

Onder een bovenlaag van matig fijn zand worden tot ca. 6 m + NAP weinig vaste kleiafzettingen aangetroffen. Hieronder worden tot de maximaal verkende diepte van circa 5 m - NAP overwegend vaste fijne tot grove zandafzettingen aangetoond. In dit zandpakket komen hier en daar minder vaste lagen voor, vermoedelijk bestaande uit zand met een hogere siltfractie of lossere pakking.

4.2.3 Zintuiglijke waarnemingen

In de opgeboorde grond zijn geen bijmengingen waargenomen die duiden op de aanwezigheid van een verontreiniging.

4.3 Waterhuishouding

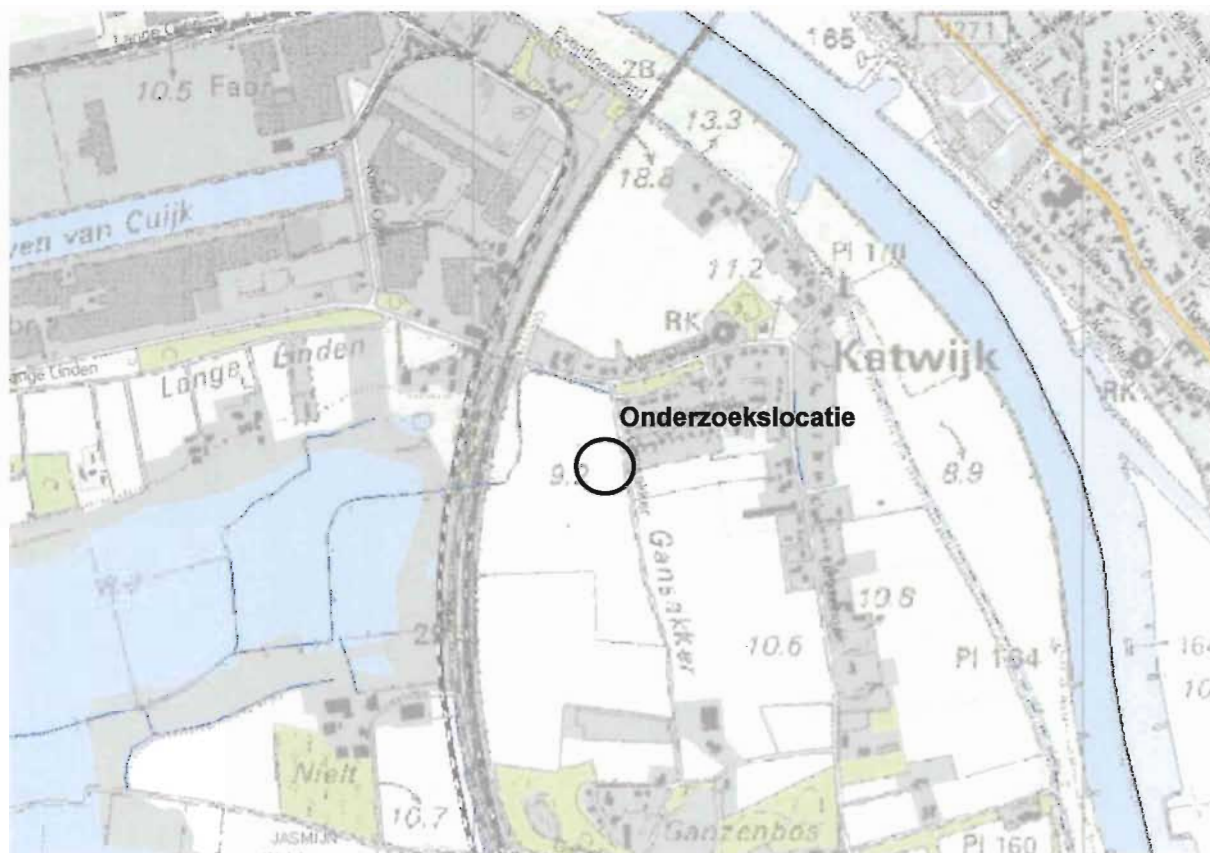
4.3.1 Oppervlaktewater

De locatie is gesitueerd in stroomgebied Noordoost Maasterras in het werkgebied van waterschap Aa en Maas. Op circa 0,5 km ten noordoosten van de locatie stroomt de Maas. De waterstand in de Maas fluctueert jaarlijks globaal tussen 5 m + en 12 m + NAP. De gemiddelde waterstand in de Maas bedraagt 7,8 à 8 m + NAP (zie ook Bijlage 2).

Op circa 250 m ten westen van de locatie zijn de plassen van zandafgraving de Heeswijkse Kampen gelegen. In de directe omgeving van de onderzoekslocatie zijn enkele kleine watergangen aanwezig. Een overzicht van de sloten en andere oppervlaktewateren is weergegeven in Figuur 4.1.

Gezien de bodemopbouw heeft de waterstand in de Maas naar verwachting een sterke invloed op de waterhuishouding c.q. de grondwaterstand van de onderzoekslocatie.

De onderzoekslocatie ligt niet binnen de beschermingsgebieden uit de Keur van het waterschap.



4.3.2 Grondwater

4.3.2.1 Grondwaterstroming

De horizontale stroming van het grondwater is globaal noordelijk gericht met een verhang van circa 1.5 m per kilometer. De verticale stroming van het grondwater is doorgaans opwaarts gericht.

4.3.2.2 Grondwaterstand en -fluctuaties

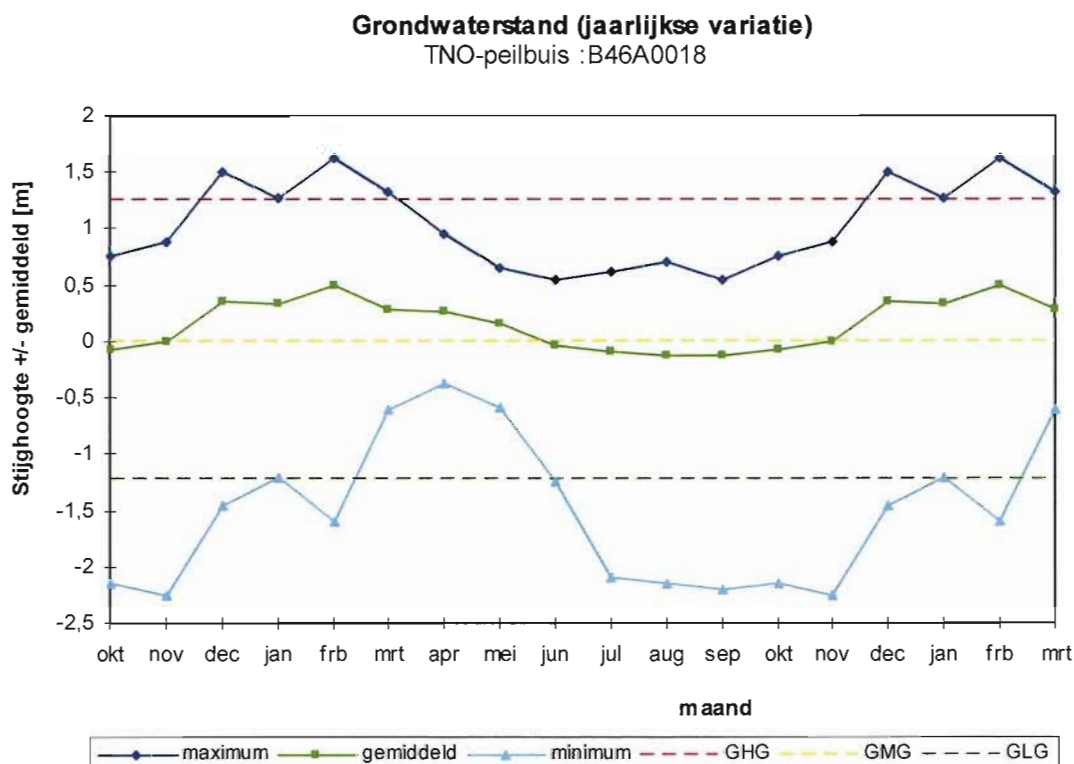
Tijdens onderhavig onderzoek is op 6 oktober 2009 de grondwaterstand in peilbuis B2 op ca. 2,3 m - mv (7,57 m + NAP). D.d. 4 november is de grondwaterstand gemeten op circa 2,15 m - mv 7,74 m + NAP)

Onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal de grondwaterstand in de loop van de tijd fluctueren. Uit de bodemonmonsters is tijdens het boren aan de hand van de Gleykenmerken de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) niet eenduidig vast te stellen.

In de langdurig gemonitorde peilbuizen uit het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem van TNO-NITG zijn in de omgeving van de onderzoekslocatie fluctuaties in het grondwater van circa 2 à 3 meter geregistreerd. De hoogste grondwaterstanden treden hierbij doorgaans op in de periode december - februari, de laagste in de periode augustus - oktober.

Op basis van de voorhanden zijnde gegevens geldt momenteel de volgende optimale schatting van het grondwaterregime (aanvullende gegevens kunnen altijd aanleiding geven de schatting te optimaliseren):

- Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): 9,0 m + NAP
- Gemiddelde grondwaterstand (GMG): 8,0 m + NAP
- Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG): 7,0 m + NAP



Figuur 4.2 Indicatie jaarlijkse grondwaterstandsfluctuatie in een peilbuis in de omgeving van de onderzoekslocatie

4.3.2.3 Grondwateronttrekkingen

De onderzoekslocatie ligt niet binnen de beschermingszone van een waterwingebied. In de nabije omgeving van de onderzoekslocatie vinden enkele grondwateronttrekkingen plaats voor regenwaterinstallaties.

4.3.3 Natuur

De onderzoekslocatie is niet gesitueerd binnen een Waterparel, Natuurparel, Waterpotentiegebied, Natuurgebied of overig gebied met specifieke ecologische functie (vogel- en habitatrictlijngebieden of natuurbeschermingswetgebieden).

De locatie is niet gesitueerd binnen een "verordeninggebied of attentiegebied waterhuishouding" uit de Verordening Waterhuishouding Noord-Brabant 2005.

4.4 Waterdoorlatendheid

4.4.1 Doorlatendheidsmetingen verzadigde zone

Uit de meetresultaten van de putproef in de verzadigde zone is de waterdoorlatendheid bepaald met de vergelijkingen van Hvorslev. De resultaten zijn weergegeven in de navolgende tabel.

Boring no.	Grondwaterstand [m - mv]	Meettraject [m - mv]	Waterdoorlatendheid [m/dag]
B2 a	2,3	3,3 - 4,3	33
B2 b	2,1	3,3 - 4,3	22

4.4.2 Laboratoriumonderzoek

Uit de korrelverdelingsdiagrammen is met behulp van diverse empirische formules de waterdoorlatendheid (k-waarde) van de grond bepaald. Bij de berekening van de doorlatendheid is voor zover van toepassing gebruik gemaakt van de formules van Hazen (1893), Seelheim en Beyer (op cit. Tysma et al, 1994), Kozeny-Carman (1937), Harleman (1963) en Krumbein and Monk (1942) en de SBR 190. De resultaten zijn weergegeven in de navolgende tabel.

Monster	Samenstelling	Diepte [m - mv]	k-waarde [m/dag]
M1	B1 B1a + B2a	0,05 - 0,5	21
M2	B1 cd + B2 cd	0,7 - 1,2	0,4
M3	B2 j	4.0 - 4.3	80

4.4.3 Regionale waterdoorlatendheidsgegevens

Op basis van de gegevens van het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem van Nederland is de doorlatendheid van de verschillende bodemlagen ingeschat. De waarden zijn weergegeven in navolgende tabel.

Diepte [m tov NAP]	Hydrogeologie	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]
tot + 6	Echteld	-	-
tot + 2	Kreftenheye	20 - 25 (75% - 60%)	-
tot - 1	Beegden	30 - 32,5 (75% - 60%)	-
tot - 7	Waalre	-	0,0175 - 0,020 (25 % 30%)
tot - 17	Kiezeloöliet	10 - 12,5 (75% - 80%)	-

-: geen informatie beschikbaar

Volgens de Grondwaterkaart van Nederland bedraagt de dikte van het eerste watervoerende pakket 20 meter. De k-waarde van het eerste watervoerende pakket bedraagt ca. 50 m/dag.

5 KWALITEIT EN HERBRUIKBAARHEID GROND- EN GRONDWATER

5.1 Milieukundige kwaliteit grond

5.1.1 Referentiekader

De resultaten hiervan zijn getoetst aan de richtlijnen die zijn vastgesteld door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (de zogenaamde referentiewaarden) en, indien vastgesteld, aan de lokale achtergrondwaarden. Om een indicatie van de mogelijkheden tot hergebruik van de eventueel bij de bouw vrijkomende grond vast te stellen zijn de resultaten eveneens getoetst aan de kwaliteitsnormen zoals opgenomen in het Bouwstoffenbesluit.

5.1.1.1 Referentiekader Wet bodembescherming (Wbb)

De gehalten en concentraties van de milieuschadelijke stoffen in respectievelijk de grond- dan wel grondwatermonsters worden gerelateerd aan het toetsingskader uit de Circulaire bodemsanering 2009 (VROM, april 2009), die een onderdeel vormt van de Wbb.

Bij de referentiewaarden wordt onderscheid gemaakt in zogenaamde (generieke) achtergrondwaarden (in geval van grond), streefwaarden (in geval van grondwater) en de interventiewaarden (zowel grond als grondwater):

- achtergrondwaarde (grond) of S-waarde (grondwater) = waarde voor een schone, multifunctionele bodem
- tussenwaarde of T-waarde = toetsingswaarde voor (nader) onderzoek
(achtergrond- of streefwaarde + interventiewaarde) / 2
- interventiewaarde of I-waarde = interventiewaarde voor sanering(sonderzoek)

De referentiewaarden voor grond zijn mede afhankelijk gesteld van het gehalte lutum (fractie <2µm) en organische stof. Dit betekent dat bij elk (verkennd) bodemonderzoek locatiespecifieke referentiewaarden dienen te worden berekend.

Ten aanzien van de resultaten van de toetsing wordt in voorliggend rapport de volgende terminologie gehanteerd:

- licht verhoogd gehalte: gehalte tussen de achtergrondwaarde/streefwaarde en tussenwaarde
- matig verhoogd gehalte: gehalte tussen de tussen- en interventiewaarde
- sterk verhoogd gehalte: gehalte gelijk of hoger dan de interventiewaarde.

5.1.1.2 Besluit bodemkwaliteit (Bbk)

Sinds 1 juli 2008 is Besluit bodemkwaliteit van toepassing voor het toepassen van baggerspecie en grond op landbodems. In het besluit zijn regels opgenomen voor het hergebruik van partijen grond. Bij toepassing van grond en baggerspecie op basis van het Bbk geldt het generieke kader voor toepassing van grond en baggerspecie op landbodem, in oppervlaktewater of in grootschalige bodemtoepassingen (GBT; > 5.000 m³), tenzij de betreffende decentrale overheid een gebiedsspecifiek beleid heeft vastgesteld. Indien grond wordt toegepast dient de kwaliteit te voldoen aan zowel het bestaande bodemkwaliteit als aan de kwaliteit die hoort bij de betreffende functie.

In het generieke kader wordt aan de hand van de gemiddelde bodemkwaliteit een indeling van de bodemkwaliteit gemaakt in een van de volgende drie klassen, volgens de volgende methode:

Bodemfunctieklasse	Bodemfunctie
Klasse achtergrondwaarden: <ul style="list-style-type: none"> • Alle verontreinigingen voldoen aan de achtergrondwaarden, met uitzondering van een aantal overschrijdingen; • De overschrijding mag maximaal twee maal de norm voor de klassegrens achtergrondwaarden bedragen; • Elke overschrijding is lager dan de norm voor klassegrens wonen. 	moestuinen/volkstuinen. natuur en landbouw
Klasse wonen: <ul style="list-style-type: none"> • Alle verontreinigingen voldoen aan de klassegrens wonen, met uitzondering van een aantal overschrijdingen; • De overschrijding mag maximaal de norm voor de klassegrens wonen plus de norm voor de klassegrens achtergrondwaarden bedragen; • Elke overschrijding is lager dan de norm voor de klassegrens industrie. 	wonen met tuin, plaatsen waar kinderen spelen en groen met natuurwaarden
Klasse industrie: <ul style="list-style-type: none"> • Als de indeling niet leidt tot de indeling in klasse wonen of achtergrondwaarden wordt de bodemkwaliteit ingedeeld in de klasse industrie. 	ander groen, bebouwing, infrastructuur en industrie

In het gebiedsspecifieke kader mag de bodembeheerder lokale maximale waarden voor de toepassing van grond en bagger vaststellen.

5.1.2 Resultaten laboratoriumonderzoek

De resultaten zijn getoetst aan de achtergrond- en interventiewaarden uit die zijn weergegeven in Bijlage 1, tevens zijn de resultaten indicatief getoetst aan de toetsingswaarden uit de Regeling Besluit bodemkwaliteit. In navolgende tabellen is het resultaat van de toetsing samengevat.

Grond, toetsing Wbb

Monster*	Deellocatie	Diepte [m - mv]	AW	1/2(AW+I)	I
M1	toplaag zand	0,05 - 0,5	-	-	-
M3	onderlaag klei	1,2 - 2,5	-	-	-

Grond, Indicatieve toetsing regeling bodemkwaliteit

Monster*	Deellocatie	Diepte [m - mv]	Overschrijding	Klasse oordeel voor grond, toepassing op landbodem
M1	toplaag zand	0,05 - 0,5	PCB	Industrie
M3	onderlaag klei	1,2 - 2,5	-	AW

* voor samenstelling mengmonster zie § 3.3.1

Uit de analyseresultaten komt naar voren dat in het kader van de Wet bodembescherming (Wbb) geen stoffen in een verhoogde concentratie zijn aangetroffen. In het generieke kader is de vrijkomende, zandige bovengrond herbruikbaar als klasse "industrie", wegens een verhoogd PCB-gehalte. De kleiige ondergrond is herbruikbaar als klasse "Achtergrondwaarde".

5.2 Civieltechnisch hergebruik grond

5.2.1 Referentiekader

Tijdens de werken zal een hoeveelheid grond vrijkomen. In welke mate de uitkomende grond geschikt is voor hergebruik hangt af van de samenstelling van die grond en het doel waarvoor het gebruikt wordt. De standaard RAW stelt per toepassing eisen ten aanzien van de korrelverdeling:

- *Zand in aanvulling of ophoging* - Zand dat wordt verwerkt in een aanvulling of ophoging op een diepte van meer dan 1 meter beneden het wegooppervlak moet zijn: mineraal materiaal waarvan de fractie fijner dan 2 µm ten hoogste 8% bedraagt en het gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm ten hoogste 50%.
- *Zand in zandbed* - Zand dat wordt verwerkt in een zandbed op een diepte van minder dan 1,0 m beneden het oppervlak van het wegdek moet zijn: mineraal materiaal waarvan het gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm van de fractie door zeef 2 mm ten hoogste 15% bedraagt. Indien dit 10 tot 15% is, mag bovendien het gehalte aan minerale deeltjes door zeef 20 µm van de fractie door zeef 2 mm ten hoogste 3% bedragen. Van het materiaal door zeef 2 mm mag het gloeiverlies ten hoogste 3% bedragen.

5.2.2 Toetsing en interpretatie

De onderzoeksresultaten zijn weergegeven in navolgende tabel.

Monster	Omschrijving	Diepte [m - mv]	Zand in zandbed	Zand in aanvulling of ophoging
M1	onderlaag	0,05 - 0,5	ja	ja
M2	bovenlaag	0,7 - 1,2	nee	ja
M4	diepe ondergrond	4,0 - 4,3	ja	ja

Gesteld kan worden dat de vrijkomende zandgrond uit de bovenste halve meter voldoet aan de eisen voor civieltechnisch hergebruik als zand in zandbed alsmede zand in aanvulling of ophoging. De zandlaag daaronder (van 0,7 tot 1,2 m) voldoet slechts aan de eisen voor hergebruik als zand in aanvulling of ophoging.

5.3 Milieukundige kwaliteit grondwater

Met het oog op het lozen van bronneringswater is de milieukundige kwaliteit van het grondwater bepaald op een voor de bemaling relevante diepte. De analyseresultaten zijn indicatief getoetst aan de

streef- en interventiewaarden en indicatieve landelijke normen voor lozing van bronneringswater op oppervlaktewater en op riolering. De toetsingswaarden zijn weergegeven in Bijlage 4. In navolgende tabellen is het resultaat van de toetsing samengevat.

Deel locatie	WBB			lozingeis	
	> streefwaarde	> tussenwaarde	> interventiewaarde	riolering	oppervlaktewater
Peilbuis B2	-	-	-	-	zuurstof

Uit de resultaten komt naar voren dat in het grondwater geen verontreinigingen zijn aangetoond in een licht verhoogd gehalte. Het gehalte zuurstof voldoet niet aan de indicatieve lozingseisen voor lozing op oppervlaktewater.

6 FUNDERINGSADVIES

6.1 Funderingsontwerp

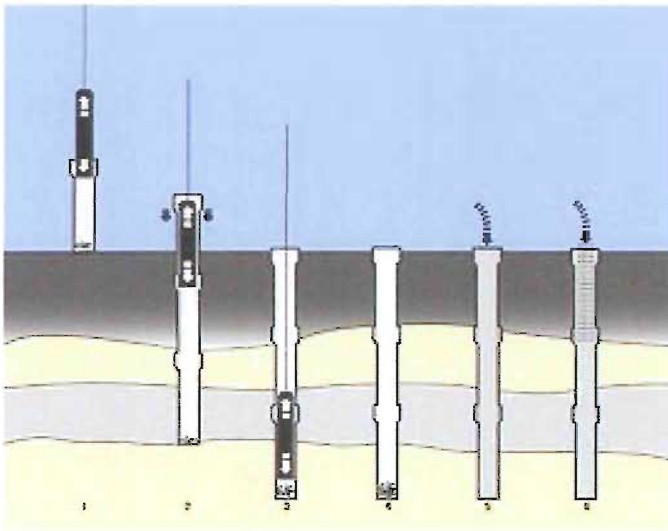
6.1.1 Funderingskeuze

De bodemopbouw, met samendrukbare lagen op aanlegniveau van de fundering, geeft voor het bouwplan, zowel de gemetselde bovenbouw als de debietmeterput, aanleiding om uit te gaan van een fundering op palen. In verband met de beperkte werkruimte wordt geadviseerd uit te gaan van een fundering op stalen buispalen. Navolgend is een funderingsadvies op stalen buis palen nader uitgewerkt.

Gezien de lichte belastingen en de aard van de bebouwing is volledigheidshalve tevens een berekening voor een fundering op staal toegevoegd (voor de bovenbouw een plaatfundering, voor de debietmeterput een kelder op grondverbetering). In geval van een fundering op staal dient rekening te worden gehouden met het optreden van de nodige zettingen. Door de opdrachtgever en de constructeur moet worden beoordeeld of de zettingsverwachting acceptabel is. Indien deze zettingen onacceptabel zijn wordt geadviseerd de constructies sowieso op palen uit te voeren.

6.1.2 Stalen buispalen

Stalen buispalen bestaan uit stalen buiselementen met een lengte van ca. 1,0 tot ca. 3,0 meter (lengte is afhankelijk van de situatie en beschikbare ruimte). Het eerste element dat is voorzien van een voetplaat wordt met een inwendig valblok tot het maaiveld weggeheid. Vervolgens wordt hierop een tweede element geplaatst dat aan het eerste wordt bevestigd met een doorgaande elektrische las. Deze werkwijze wordt herhaald tot de vereiste diepte is bereikt. Tenslotte wordt de (verloren) stalen buis gevuld met beton en wordt, indien nodig, een kopnet geplaatst.



Opmerking

- De funderingskeuze is gebaseerd op de voorhanden zijnde c.q. verstrekte gegevens. Aanvullende uitgangspunten en randvoorwaarden kunnen aanleiding geven de funderingskeuze te wijzigen.
- Gezien de aard en afmetingen van de bovenbouw wordt er van uitgegaan dat op elke hoek van de bovenbouw 1 paal wordt geplaatst (dus totaal 4 palen). Door de constructeur moeten constructieve aspecten, zoals het palenplan verder worden ingevuld.

6.2 Fundering op palen (bovenbouw)

6.2.1 Uitgangspunten berekening

6.2.1.1 Rekenmethode

- In het rapport worden de draagkracht en vervormingen bepaald van verticaal centrisch en op druk belaste funderingselementen.

- De draagkracht en vervorming van de drukpalen is berekend conform NEN 6743-1:2006 "Berekeningsmethode voor funderingen op palen, drukpalen".
- Gegevens betreffende de stijfheid van de nieuwbouw zijn niet bekend en daarom conform artikel 5.2.3 van NEN 6743-1:2006 niet in rekening gebracht.
- Het project wordt ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

6.2.1.2 Berekeningsaannames

- Gerekend is met een $\xi = 0,72$ (factor $\xi_{M,N}$ wordt bepaald uit NEN 6743-1 tabel 1 waarbij M het aantal palen en N het aantal sonderingen betreft voor het beschouwde funderingselement).
- De partiële materiaal factor voor drukpalen is vastgesteld op $\gamma_{m;b4} = 1,2$ (tabel 3 van NEN 6740:2006, grondeigenschappen bepaald uit sonderingen).
- In de uitgevoerde berekeningen zijn de navolgende paalkarakteristieken aangehouden:

Paaltype:	α_p	α_s	α_t	β	S	L-Z diagram
Stalen buispaal	1,0	0,010	0,007	1,0	1,0	1
- In verband met de aanwezige samendrukbare grondslag is het optreden van negatieve kleeft in rekening gebracht voor een bodemprofiel met samendrukbare lagen bevinden tot een diepte van ca. 6 m + NAP. Voor de partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$ is de waarde 1,0 aangehouden (zie §11.5.1 NEN 6740:2006).
- Het vloerpeil is aangenomen op 10,05 m + NAP; geadviseerd wordt dit te verifiëren.
- De grondontspanning die optreedt ten gevolge van de bouwputontgraving voor de debietmeterput, is conform NEN 6743-1:2006 verdisconteerd in de draagkracht van de palen voor palen die trillingsarm worden ingebracht.
- Momenteel zijn er bij ons bureau geen belastingen bekend.

Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten wordt verder gewerkt.

6.2.2 Rekenresultaten

6.2.2.1 Paalpuntniveau

De geadviseerde paalpuntniveau is per sondering weergegeven in navolgende tabel.

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m + NAP]	Paalpuntniveau [m + NAP]
S-1	9,70	5,0

6.2.2.2 Toetsing draagkracht in uiterste grenstoestand 1A (UGT 1A)

In de grond treedt een bezwijkmechanisme op wanneer de op de paalfundering werkende krachten de weerstand overschrijden die door de grond wordt geboden. De rekenwaarde van de paalbelasting moet kleiner zijn dan de rekenwaarde van de netto draagkracht van de palen:

$$F_{s;d} \leq F_{r;netto;d}$$

$F_{s;d}$ = rekenwaarde van de paalbelasting

$F_{r;netto;d}$ = rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal

De rekenresultaten voor stalen buispalen met een voet- / schachtafmeting van Ø 229/219 mm zijn voor de geadviseerde paalpuntniveaus (PPN) per sondering weergegeven op Bijlage 5. Hierbij is de berekende paalpuntweerstand ($p_{r,max;punt}$), de schachtwrijving ($F_{r,max;schaft}$), maximumdraagkracht van de paalpunt ($F_{r,max;punt}$), de rekenwaarde van de maximumdraagkracht ($F_{r,max;d}$), eventuele belasting door negatieve kleeft ($F_{s,nk;d}$) en de rekenwaarde van de netto draagkracht ($F_{r;netto;d} = F_{r,max;d} - F_{s,nk;d}$) vermeld.

In Bijlage 5 is een rekenvoorbeeld weergegeven van een stalen buispaal met een voet- / schachtafmeting van Ø 229/219 mm op 5,0 m + NAP waarbij sondering S-1 als meest representatief is gekozen.

Opmerking

- Het draagvermogen van een paal dient in beginsel te zijn afgestemd op de laagste draagkracht op hetzelfde paalpuntniveau van de omliggende sonderingen.
- Op basis van artikel 5.2.3 van NEN 6743:2006 dient bij $N = 3$ of minder sonderingen de laagste waarde van berekende draagkracht van de sonderingen te worden aangehouden ($N \leq 3$):
 $F_{r,max;rep} = \xi_{1,N} \times F_{r,max,min}$.

- De vermelde draagkracht wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

6.2.2.3 Toetsing vervorming (UGT 1B en BGT 2)

In uiterste grenstoestand 1B (UGT 1B) treden zodanige vervormingen van de fundering op dat niet meer is voldaan aan de eis van veiligheid met betrekking tot de bouwconstructie en belendingen. Deze toestand wordt bepaald door het bezwijken van een of meer kritische onderdelen van de constructie. In bruikbaarheidsgrenstoestand 2 (BGT 2) wordt de toestand beschouwd die leidt tot ongewenst verlies van bruikbaarheid en duurzaamheid, schade of hoge onderhoudskosten ten gevolge van vervorming in de fundering. Voor de grenstoestanden gelden de volgende criteria:

UGT 1B: vervormingscriterium $w_d < w_{req}$ en rotatiecriterium $\beta < 1:100$
BGT 2: vervormingscriterium $w_d < 0,15$ m en rotatiecriterium: $\beta \leq 1:300$

w_d = rekenwaarde van de zakking van de paalkop
 w_{req} = toelaatbare zakking, op basis van de maximale verplaatsing of aanvullende eisen van de constructeur
 β = toelaatbare rotatie, op basis van de maximale rotatie of aanvullende eisen van de constructeur

De te verwachten zakking van de paalkop is berekend volgens NEN 6743:2006. De rotatie moet ook worden bepaald met een derde van de gemiddelde zakking tussen twee palen c.q. paalgroepen.

Bij de hierboven gestelde eisen en het in dit rapport geadviseerd paaltype is uiterste grenstoestand 1B maatgevend.

De paalkopzakkingen en de rotatie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de grafieken met tabellen voor de grenstoestanden 1B en de bruikbaarheidstoestand 2. Voor de rekenresultaten wordt verwezen naar de voorbeeldberekening op Bijlage 5.

6.2.2.4 Veercoëfficiënt - drukpalen

De rekenresultaten voor stalen buispalen met een voet- / schachtafmeting van Ø 229/219 zijn voor de geadviseerde paalpuntniveaus (PPN) per sondering weergegeven op Bijlage 5. In de berekening is uitgegaan van een elasticiteitsmodulus van het beton van 20.000 N/mm².

In grenstoestand 1 kan met veerstijfheden worden gerekend door de in de tabel weergegeven waarden te delen door een materiaalfactor 1,3.

6.2.3 Trekkrachten

De palen van de debietmeterput worden bij hoge grondwaterstanden mogelijk op trek belast. De trekkracht op de palen dient te worden opgenomen door wrijving langs de paalschacht.

Bij de berekening zijn, naast de in § 6.2.1.2 vermelde, de navolgende uitgangspunten gehanteerd:

- Vooral nog is uitgegaan van een enkele, geheel vrijstaande op trek belaste paal.
- $\gamma_{m;b4}$ = materiaalfactor = 1,4.
- $\gamma_{m;var;qe}$ = factor invloed belastingwisseling = 1,5.
- Het eigen gewicht van de paal is niet verdisconteerd.
- De draagkracht op trek is bepaald voor palen met een paalpuntniveau als geadviseerd voor de drukpalen.

Op Bijlage 5 zijn de rekenresultaten per sondering weergegeven.

6.3 Fundering op staal op plaat met vorstrand (bovenbouw)

6.3.1 Algemeen

Volledigheidshalve wordt naast een fundering op palen een fundering op staal op een plaatfundering nader uitgewerkt. Teneinde een ongelijkmatige belasting van de ondergrond zoveel mogelijk te voorkomen dienen de lijn- en/of puntlasten vanuit de constructie door de plaatfundering voldoende te worden gespreid. Hiertoe kan het nodig zijn, afhankelijk van de plaatdikte, de plaat als zijnde strook en/of poer over een zekere oppervlakte te dimensioneren.

In navolgende berekeningen worden de met wapening verzwaarde en/of verdiepte plaatgedeelten, waarover de lijn- en/of puntlasten worden gespreid, beschouwd als funderingselement. Deze meewerkende oppervlakken worden verder in dit rapport beschouwd en aangeduid als stroken en poeren. De afmetingen en vereiste wapening dienen door de constructeur te worden bepaald aan de hand van de gegevens uit dit rapport.

Voor de stroken/poeren (verzwaarde gedeelten) wordt uitgegaan van een aanlegniveau van ca. 0,30 m - bovenkant plaat. De plaat dient te worden voorzien van vorstranden tot een diepte van minimaal 0,7 m - maaiveld.

6.3.2 Uitgangspunten berekening

6.3.2.1 *Rekenmethode*

- De maximale draagkracht en de zakking van funderingselementen is berekend conform NEN 6744:2006 "Berekeningsmethode voor funderingen op staal", waarbij het ontwerp dient te voldoen aan eisen van veiligheid en bruikbaarheid uit de NEN 6740:2006.
- In het rapport worden de draagkracht en vervormingen bepaald van verticaal centrisc en op druk belaste funderingselementen in de gedraineerde en eventueel de ongedraineerde toestand.
- Voor zover van toepassing is gecontroleerd op doorponsen en squeezing conform NEN 6744:2006 § 5.2.6 respectievelijk 5.2.7.

6.3.2.2 *Berekeningsaannames*

- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het vloerpeil is aangenomen op 10,0 m + NAP, het toekomstige maaiveld 9,9 m + NAP.
- Het aanlegniveau van de funderingsplaat is aangenomen op 9,7 m + NAP.
- De hoek van het maaiveld met de horizontaal is verwaarloosbaar gesteld
- Onder een gronddekking (t) wordt verstaan de permanent aanwezige zandaanvulling die rondom de funderingselementen boven het aanlegniveau aanwezig is. Bij plaatfunderingen wordt door ons bureau gerekend met een gronddekking van maximaal 0,2 m.
- Momenteel zijn er bij ons bureau geen belastingen bekend.

Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten van het onderzoek wordt verder gewerkt.

6.3.2.3 *Ontgravingsdiepte en grondverbetering*

Na verwijdering van de losgepakte of humushoudende bovenlaag kan de fundering direct op de vaste zandafzetting worden aangelegd. Geadviseerd wordt alvorens de fundering te storten het aanlegniveau af te trillen met een lichte trilplaat. Hiertoe dient de grondslag handvochtig te zijn om een goede verdichting te krijgen. Belangrijk is dat de grondwaterstand zich tijdens het trillen minimaal ca. 0,5 m onder het niveau van de bouwput bevindt.

Indien bij het grondwerk eventuele verstoringen zoals vergravingen, oude sloten of een bodemopbouw afwijkend van die van het grondonderzoek wordt aangetroffen dient in beginsel tot de natuurlijke vaste grondslag te worden ontgraven.

De uitvoering van de grondverbetering dient te voldoen aan de eisen zoals gesteld in NEN 6740/A1 § 10.8 (zie ook Bijlage 6 "Algemene richtlijnen uitvoering").

6.3.2.4 *Schematische bodemopbouw*

Ten behoeve van de berekening van het draagvermogen van de ondergrond en de zettingen van de funderingselementen van de nieuwbouw is een representatief bodemprofiel opgesteld op basis van het grondonderzoek. Vervolgens is gebruik gemaakt van tabel 1 in NEN 6740 om de representatieve waarden van deze grondeigenschappen te bepalen. De gehanteerde grondparameters zijn weergegeven in Bijlage 5; STB 1.

6.3.3 Draagkracht

Ten behoeve van de toetsing van de uiterste grenstoestand 1A moet de rekenwaarde van de verticale belasting uit de constructie ($F_{s,v;d}$) kleiner zijn dan de rekenwaarde van de verticale draagkracht ($F_{r,v;d}$): $F_{s,v;d} \leq F_{r,v;d}$. De rekenwaarden van de maximale funderingsdruk en draagkracht zijn weergegeven in Bijlage 5; STB 2.

6.3.4 Vervorming

6.3.4.1 *Toetsingscriteria vervorming*

Toetsing van bruikbaarheidsgrenstoestand 2 wordt uitgevoerd met de momentane belastingcombinatie. Hierbij worden de volgende eisen gesteld:

- Vervormingscriterium: $zakking w_d < 0,15 \text{ m}$ (NEN 6740:1991, art. 5.2.2.1)
- Rotatiecriterium: $rotatie \Delta w_d/L \leq 1:300$ (NEN 6740:2006, art. 5.3)

Als gevolg van een mogelijke heterogeniteit van de ondergrond en uitvoeringsonvolkomenheden moet hierbij zijn gerekend met een zakkingsverschil (Δw_a) tussen twee afzonderlijk op staal gefundeerde elementen (op afstand L) van ten minste 50 % van de gemiddelde waarde van de zakking van de funderingselementen.

Voor de toetsing van grenstoestand 1B (constructieve veiligheid, conform NEN6740:2006, art. 5.2) is het rotatiecriterium gesteld van $w_a/l \leq 1:100$. Gezien het voorgaande is grenstoestand 1B niet maatgevend.

In Bijlage 5; STB 3 is de zakking onder invloed van de belasting voor de verschillende funderingselementen in tabelvorm alsmede grafisch weergegeven.

6.3.4.2 Resultaat toetsing

Uit de rekenresultaten komt naar voren dat wordt voldaan aan het vervormingscriterium. Momenteel zijn bij ons bureau onvoldoende gegevens bekend om het rotatiecriterium te toetsen. Door de constructeur moet worden beoordeeld of aan het rotatiecriterium wordt voldaan.

6.3.4.3 Beddingscoëfficiënten

De beddingscoëfficiënten kunnen worden berekend uit berekende zettingen voor bruikbaarheidstoestand 2 welke zijn weergegeven in Bijlage 5; STB 3.

6.4 Fundering op staal (debietmeterput)

6.4.1 Algemeen

Gezien de lage belastingen kan de debietmeterput eventueel op staal op een beperkte grondverbetering worden uitgevoerd. De keldervloer dient uitgevoerd te worden in gewapend beton met waar nodig verzwaarde of verdiepte stroken en/of poeren.

In navolgende berekeningen worden de met wapening verzwaarde en/of verdiepte vloergedeelte, waarover de lijn- en/of puntlasten voldoende worden gespreid, beschouwd als funderingselement. Deze meewerkende oppervlakken worden verder in dit rapport beschouwd en aangeduid als stroken en poeren. De afmetingen en vereiste wapening dienen door de constructeur te worden bepaald aan de hand van de gegevens uit dit rapport.

6.4.2 Uitgangspunten berekening

6.4.2.1 Rekenmethode

- De maximale draagkracht en de zakking van funderingselementen is berekend conform NEN 6744:2006 "Berekeningsmethode voor funderingen op staal", waarbij het ontwerp dient te voldoen aan eisen van veiligheid en bruikbaarheid uit de NEN 6740:2006.
- In het rapport worden de draagkracht en vervormingen bepaald van verticaal centrisc en op druk belaste funderingselementen in de gedraineerde en eventueel de ongedraineerde toestand.
- Voor zover van toepassing is gecontroleerd op doorponsen en squeezing conform NEN 6744:2006 § 5.2.6 respectievelijk 5.2.7.

6.4.2.2 Berekeningsaannames

- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het bouwpeil is aangenomen op 10,05 m + NAP, het toekomstige maaiveld 9,9 m + NAP.
- Het aanlegniveau van de debietmeterput is aangenomen op 7,8 m + NAP.
- De hoek van het maaiveld met de horizontaal is verwaarloosbaar gesteld
- Bij kelderconstructies wordt door ons bureau gerekend met een gronddekking van maximaal 0,7 m.
- De grondontspanning die optreedt ten gevolge van de bouwputontgraving, is wel verdisconteerd in de zakkingsberekening.
- Momenteel zijn er bij ons bureau geen belastingen bekend.

Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten van het onderzoek wordt verder gewerkt.

6.4.2.3 Ontgravingsdiepte en grondverbetering

Het uitgevoerde grondonderzoek toont een bodemopbouw op aanlegniveau aan bestaande uit klei. Geadviseerd wordt daarom een uniform ontgravingsniveau van 7,3 (0,5 m minus aanlegniveau) aan te

houden. De uitvoering van de grondverbetering dient te voldoen aan de eisen zoals gesteld in NEN 6740/A1 § 10.8 (zie ook Bijlage 6 "Algemene richtlijnen uitvoering").

6.4.2.4 Schematische bodemopbouw

Ten behoeve van de berekening van het draagvermogen van de ondergrond en de zettingen van de funderingselementen van de nieuwbouw is een representatief bodemprofiel opgesteld op basis van het grondonderzoek. Vervolgens is gebruik gemaakt van tabel 1 in NEN 6740 om de representatieve waarden van deze grondeigenschappen te bepalen. De gunstige invloed van grondverbetering is, uitgaande van uitvoering zoals hiervoor beschreven, meegenomen in de berekening van de draagkracht en vervormingen. De gehanteerde grondparameters zijn weergegeven in Bijlage 5; STB 4.

6.4.3 Draagkracht

Ten behoeve van de toetsing van de uiterste grenstoestand 1A moet de rekenwaarde van de verticale belasting uit de constructie ($F_{s,v;d}$) kleiner zijn dan de rekenwaarde van de verticale draagkracht ($F_{r,v;d}$): $F_{s,v;d} \leq F_{r,v;d}$. De rekenwaarden van de maximale funderingsdruk en draagkracht zijn weergegeven in Bijlage 5; STB 5.

6.4.4 Vervorming

6.4.4.1 Toetsingscriteria vervorming

Toetsing van bruikbaarheidsgrenstoestand 2 wordt uitgevoerd met de momentane belastingcombinatie. Hierbij worden de volgende eisen gesteld:

- Vervormingscriterium: zakking $w_d < 0,15$ m (NEN 6740:1991, art. 5.2.2.1)
- Rotatiecriterium: rotatie $\Delta w_d/L \leq 1:300$ (NEN 6740:2006, art. 5.3)

Als gevolg van een mogelijke heterogeniteit van de ondergrond en uitvoeringsonvolkomenheden moet hierbij zijn gerekend met een zakkingsverschil (Δw_d) tussen twee afzonderlijk op staal gefundeerde elementen (op afstand L) van ten minste 50 % van de gemiddelde waarde van de zakking van de funderingselementen.

Voor de toetsing van grenstoestand 1B (constructieve veiligheid, conform NEN6740:2006, art. 5.2) is het rotatiecriterium gesteld van $w_d/L \leq 1:100$. Gezien het voorgaande is grenstoestand 1B niet maatgevend.

In Bijlage 5; STB 6 is de zakking onder invloed van de belasting voor de verschillende funderingselementen in tabelvorm alsmede grafisch weergegeven.

6.4.4.2 Resultaat toetsing

Uit de rekenresultaten komt naar voren dat wordt voldaan aan het vervormingscriterium. Momenteel zijn bij ons bureau onvoldoende gegevens bekend om het rotatiecriterium te toetsen. Door de constructeur moet worden beoordeeld of aan het rotatiecriterium wordt voldaan.

6.4.4.3 Beddingscoëfficiënten

De beddingscoëfficiënten kunnen worden berekend uit berekende zettingen voor bruikbaarheidstoestand 2 welke zijn weergegeven in Bijlage 5; STB 6.

6.5 Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

6.5.1 Opdrijven

In de meest ongunstige situatie (ook tijdens de bouwphase) dient het eigen gewicht van de constructie (exclusief de veranderlijke belasting) voldoende te zijn om de opwaartse waterdruk, t.g.v. de hoogste grondwaterstand, tegen de onderkant van de kelder te compenseren. Zo nodig moeten trekkpalen worden toegepast.

Volgens opgave zal de debietmeterput 4 m³ beton bevatten en een gewicht hebben van circa 96 kN. Uitgaande van een aanlegniveau van 7,8 m + NAP en een grondvlak van 1,65 × 2,65 m² is door ons bureau berekend dat de debietmeterput een opwaartse druk van circa 1,9 m water weerstaan. Hierbij is rekening gehouden met een materiaalfactor van 1,1, er is geen rekening gehouden met wandwrijving

Geconcludeerd kan worden dat het eigen gewicht van de debietmeterput voldoende zal zijn om opdrijven te voorkomen bij waterstanden tot ca. 9,7 m + NAP (= 0,7 m boven GHG). Verwacht wordt dat deze waterstanden niet zullen optreden. Mocht de freatische grondwaterstand onverhoopt tot aan maaiveld reiken, dan kunnen de stalen buispalen de optredende trekkrachten gemakkelijk opnemen.

6.5.2 Richtlijnen stalen buispalen

Voor algemene richtlijnen wordt verwezen naar:

- BRL-1710 "het aanbrengen van stalen buissegmentpalen";
- NEN 6740 "Geotechniek, TGB-1990, Basiseisen en belastingen";
- NEN-EN-12699, "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk - Verdringingspalen".

6.5.3 Richtlijnen nieuwbouw/belending

De volgende richtlijnen dienen in acht te worden genomen met betrekking tot de belending:

- Bij het ontwerp van het palenplan dient er in naar gestreefd te worden zo weinig mogelijk palen dicht bij eventueel op staal gefundeerde belending te plaatsen en een zo groot mogelijke afstand van de palen tot de belending aan te houden.
- Indien de belending op palen is gefundeerd dient er bij het ontwerp van het palenplan van de betonpalen rekening te worden gehouden met het volgende:
 - Bij een geadviseerd paalpuntniveau hoger of gelijk aan dat van de palen onder de belending dient er bij betonpalen onder de belending een h.o.h. paalafstand van $3 D_{eq}$ te worden aanhouden.
 - Bij een geadviseerd paalpuntniveau dieper dan dat van de palen onder de belending wordt bij zowel bij houten als betonpalen onder de belending een minimale h.o.h. paalafstand van $4 D_{eq}$ geadviseerd met een minimum van 2 m.

Nadere gegevens met betrekking tot de (fundering van de) belending kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het in dit rapport vermelde paalsysteem en/of paalpuntniveaus.

6.5.4 Algemeen

- Voor algemene bouwputaspecten ten behoeve van de ontgraving voor het uitvoeren van de grondverbetering zoals bv. bemaling, taludstabiliteit, grondkering en dergelijke wordt verwezen naar Bijlage 6.
- Archeologische aspecten in verband met het verkrijgen van toestemming voor de ontgraving zijn in dit rapport buiten beschouwing gebleven.
- De nieuwbouw komt naast een belending (bestaande pompkelder) die op staal is gefundeerd (aanlegniveau ca. 6 m + NAP). Er dient te worden nagegaan of de vereiste ontgravingen zonder risico voor deze belending kan worden uitgevoerd.

7 BEMALINGSADVIES

7.1 Aanleiding en doel

Voor de realisatie van de debietmeterput en de aanleg van de PIG lanceerinrichting (alleen bij hoge grondwaterstanden) dient te worden ontgraven tot beneden de freatische grondwaterstand. Teneinde te komen tot een droog en stabiel ontgravingsvlak dient middels een bemaling de freatische grondwaterstand te worden verlaagd. Tevens dient overvloedige neerslag en uit de taluds tredend grondwater te kunnen worden afgevoerd. Voor de hiervoor beschreven situatie is een bemalingsadvies opgesteld teneinde meer inzicht te geven in het verwachte onttrekkingsdebiet, het waterbezwaar en de invloed naar de omgeving.

Gezien de aanwezigheid van een kleilaag tot onder aanlegniveau kan de ontgraving mogelijk worden uitgevoerd met een open bemaling. Navolgend is eerst het verticaal evenwicht van de bouwput getoetst en de noodzaak voor toepassing van een (spannings)bemaling in het zandpakket onder de kleilaag. Vervolgens is een technisch bemalingsadvies uitgewerkt.

7.2 Ontgraving

7.2.1 Verticaal evenwicht

7.2.1.1 Algemeen

Bij ontgraving van de bouwputbodembodem (debietmeterput) / sleufbodembodem (PIG-lanceerinrichting) bestaat de bodem naar verwachting uit klei. Om opbarsten van de bouwput te voorkomen (zonder toepassing van spanningsbemaling) moet de totaalspanning in de bouwput / sleuf hoger zijn dan de waterdruk tegen de onderkant van de slecht doorlatende laag. Aan de hand van de grondsoort bepaald tijdens het grondonderzoek en het daarbij horende volumieke gewicht is de totaalspanning in de bouwput / sleuf berekend. De waterdruk is berekend aan de hand van de hoogste stijghoogte van het watervoerende pakket juist onder de afsluitende laag.

De berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN 6740 § 14.3.1 "modellen voor de berekening van de maximaal toelaatbare stijghoogten op de bouwplaats". Hierbij dient bij een bemaling van een relatief kleine bouwput te worden voldaan aan:

$$P_{z,d} \leq \gamma_{2,d} d_{2,d} + f \gamma_{1,d} d_{1,d}$$

$P_{z,d}$ de grondwaterdruk in de watervoerende laag juist onder de afsluitende laag op diepte z beneden de bouwputbodembodem [kPa];

$d_{i,d}$ de dikte van deze genoemde lagen [m].

$\gamma_{1,d}$ de rekenwaarde van volumiek gewicht van de grond boven het bouwputniveau

$\gamma_{2,d}$ de rekenwaarde van volumiek gewicht van de grond onder het bouwputniveau

f factor voor de spreiding van de belasting onder de bodem, afhankelijk van de breedte van de bouwput en de helling van de bouwputwand

7.2.1.2 Uitgangspunten en resultaat evenwichtsberekening

Voor de evenwichtsberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd;

- Het maaiveldniveau bedraagt minimaal 9,90 m + NAP;
- Het maximale ontgravingsniveau is ca. 8,6 m + NAP ter plaatse van de tijdelijke aansluiting en PIG-lanceerinrichting. Ter plaatse van de debietmeterput is het maximale ontgravingsniveau circa 7,8 indien op palen wordt gefundeerd en 7,3 m + NAP indien op staal wordt gefundeerd;
- De breedte van de sleuf op ontgravingniveau bedraagt maximaal ca. 1 m en ter plaatse van de debietmeterput ca. 2,6 m;
- Er wordt onder een talud van 2 : 1 ontgraven;
- Voor de gehanteerde waterniveaus wordt verwezen naar § 4.3.2.2.
- De scheidende laag bevindt zich op circa 6,1 m + NAP;
- de factor voor de spreiding van de belasting onder de bodem, afhankelijk van de breedte van de bouwput en de helling van de bouwputwand is 0,1;
- De te hanteren materiaalfactor is 1,1.

Op basis van de sondeerresultaten zijn de volgende representatieve waarden voor de bodemparameters aangehouden t.b.v. de evenwichtsberekening.

Laag [m tov NAP]	Omschrijving	Volumegewicht droog / nat [kN/m³]
tot + 8,7	zand, matig fijn	17 / 19
tot + 6.1	klei	10 / 13

De resultaten van de evenwichtsberekening voor de diepste ontgraving en de gemiddelde grondwaterstand zijn navolgend weergegeven.

Onderdeel	Ontgr. niveau [m - NAP]	Stijghoogte [m tov NAP]	Gronddruk [kN/m²]	Grondwaterdruk [kN/m²]	Toetsing
debietmeter	7,3 (staal)	8,0 (GMG)	ca. 19	ca. 19	1,0 Voldoet niet
	7,8 (palen)	8,0 (GMG)	ca. 28	ca. 19	1,5 Voldoet
leidingen	8,6	8,0 (GMG)	ca. 45	ca. 19	2,7 Voldoet

Uit de onderzoeksresultaten komt naar voren dat voor de aanleg van de PIG lanceerinrichting, uitgaande van de gemiddelde grondwaterstand en een ontgraving van 8,6 m+ NAP, geen spanningsbemaling is vereist.

In geval de debietmeterput op staal op grondverbetering zal worden gefundeerd is bij een gemiddelde grondwaterstand een spanningsbemaling vereist. Indien een fundering op palen wordt toegepast is geen spanningsbemaling vereist en kan worden ontgraven met de ondersteuning van een open bemaling. Een spanningsbemaling is dan slechts vereist bij stijghoogten van 8,6 m + NAP of hoger.

7.2.2 Begaanbaarheid bouwputbodan

Mits voldoende ruimte aanwezig is, en er geen gevoelige leidingen nabij de insteek aanwezig zijn, kan de put onder talud worden ontgraven, zo niet dan dient een grondkering te worden toegepast. Er wordt op gewezen, dat tijdens perioden met veel neerslag de waterhuishouding kan worden verstoord waardoor de uitvoering van het grondwerk kan stagneren.

Opmerking

Opgemerkt wordt dat de opbarstberekening is gebaseerd op beperkte informatie en als zodanig moet worden gehanteerd. Zo zijn de bodemopbouw volumegewichten afgeleid van het beschreven onderzoek. De aanwezigheid van lokale verstoringen is niet uit te sluiten kan de geldigheid van de berekening minimaliseren

7.3 Bemalingsnoodzaak

Uit de beschouwing van het verticaal evenwicht van de ontgravingen is naar voren gekomen dat voor de aanleg van de debietmeterput enkel een spanningsbemaling is vereist indien deze wordt gefundeerd op staal met grondverbetering. Voor de aanleg van de PIG-lanceerinrichting en voor de aanleg van de debietmeterput (mits op palen gefundeerd) is geen spanningsbemaling vereist. De werkzaamheden kunnen dan worden uitgevoerd met ondersteuning van een open bemaling met een verwaarloosbaar debiet. **De bemalingsnoodzaak is derhalve voornamelijk afhankelijk van de funderingskeuze.**

7.4 Bemalingsmethodiek/bemalingsplan

7.4.1 Belangrijke opmerking

Volledigheids- en veiligheidshalve is navolgend een bemalingsadvies uitgewerkt voor de debietmeterput, waarbij ervan wordt uitgegaan dat de grondwaterstand dient te worden verlaagd tot 0,5 m - ontgravingsniveau. Dit betreft een **worst-case benadering** waarbij door terreinomstandigheden een reguliere bemaling dient te worden toegepast in plaats van een spanningsbemaling. Hiermee dient rekening te worden gehouden indien de aanwezige kleilaag is verstoord geweest bij eerder aanbrengen van leidingen en constructies in de bodem. De bemalingsnoodzaak is zoals eerder vermeld afhankelijk van de funderingskeuze, de noodzaak voor toepassing van een reguliere filterbemaling kan te zijner tijd slechts op basis van de heersende omstandigheden te worden vastgesteld.

7.4.2 Bemalingsplan

Geadviseerd wordt de verlaging van de grondwaterstand te realiseren middels verticale filters (tot 6 à 7 m - mv) op korte afstand rond de ontgraving. De filters dienen te zijn geperforeerd vanaf circa 6 m +

NAP tot de einddiepte. Het juiste aantal bronnen en pompen en de plaatsing dient door de (onder)aannemer te worden vastgesteld.

De grondwaterstand dient niet meer verlaagd te worden dan strikt noodzakelijk. Dit dient middels rond de bouwput geplaatste peilbuizen te worden gecontroleerd. De waterstand in de peilfilters dient op werkdagen tenminste dagelijks gemeten te worden.

De exacte uitvoeringswijze van de bemaling dient te worden overgelaten aan een bemaler die voldoende lokale ervaring moet hebben. Het is noodzakelijk in het bestek een resultaatsverplichting op te nemen voor het realiseren van de benodigde verlagingen.

Opmerking

De kans bestaat dat bij het plaatsen van de filters lokaal beduidend grovere lagen worden aangeboord dan de lagen die bij de boring werden aangetroffen. Afhankelijk van de uitgestrektheid en de watervoerende capaciteit van deze lagen bestaat een zeker risico dat mogelijk meer moet worden onttrokken dan in voorliggend rapport is berekend. Het verdient aanbeveling direct na het plaatsen van de filters een proefbemaling uit te voeren.

7.5 Uitgangspunten model

7.5.1 Modelberekening

De berekening van de bemaling is uitgevoerd met het eindige differentieprogramma Modflow (Harbaugh and McDonald, 2000).

Het model is opgezet volgens het superpositie beginsel waarbij de verlagingen en verhogingen berekend worden ten opzichte van een gedefinieerde grondwaterstand en waarbij de bodemopbouw relatief sterk is geschematiseerd. Regionale variatie in stijghoogte, evapotranspiratie, aanvulling vanuit open water en neerslag zijn in het model verdisconteerd.

7.5.2 Schematisatie bodemopbouw

De bodemopbouw en de waterdoorlatendheid van de diverse lagen is afgeleid van de TNO gegevens en het uitgevoerde onderzoek. Voor modelberekeningen zijn 3 lagen beschouwd. De kenmerken van de onderscheidde lagen zijn weergegeven in navolgende tabel.

Diepte [m tov NAP]	Hydrogeologie	k_h [m/dag]	k_v [m/dag]
tot + 6,2	Echteld	0,03	0,02
tot + 2	Kreftenheye	100	80
tot - 1	Beegden	100	80

De afzettingen van de formatie van Waalre (vanaf circa 1 m - NAP) worden voor het model beschouwd als geohydrologische basis.

7.5.3 Schematisatie geohydrologie

Uit de onderzoeksgegevens komt naar voren dat de grondwaterstand op de onderzoekslocatie varieert tussen circa 7 m + en 9 m + NAP. Als maatgevende situatie wordt de gemiddelde grondwaterstand gehanteerd (8,0 m + NAP).

7.5.4 Verlagingenniveaus/bouwplanning

Bij berekeningen is ervan uitgegaan dat tijdens de werkzaamheden de freatische grondwaterstand dient te worden verlaagd tot circa 0,5 m - ontgravingsniveau grondverbetering voor de debietmeterput (tot 6,8 m + NAP). Voor het model is ervan uitgegaan dat de bemaling gedurende 2 weken (14 dagen) in bedrijf zal zijn, waarbij de diverse werkzaamheden gelijktijdig zullen worden uitgevoerd.

7.6 Resultaat bemalingsberekeningen

7.6.1 Prognose debiet

De uitgangspunten voor de bemaling en de berekeningsresultaten zijn weergegeven in navolgende tabel.

Bouwfase [nr.]	Ontgravingsniv. [m + NAP]	Verlagingsniveau [m + NAP]	Debiet [m³/h] GHG-situatie ¹⁾	GMG-situatie ¹⁾	GLG-situatie ¹⁾
debietmeterput	7,3	6,8	ca. 70	ca. 35	ca. 10

¹⁾ Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): 9,0 m + NAP
Gemiddelde grondwaterstand (GMG): 8,0 m + NAP
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG): 7,0 m + NAP

Uit bovenstaande berekeningsresultaten kan worden afgeleid dat, uitgaande van mogelijk optredende grondwaterstanden van 7,0 m + tot 9,0 m + NAP en een bemaling tot 0,5 m - ontgravingsniveau (hetgeen mogelijk niet nodig is), rekening dient te worden gehouden met een bemalingsdebiet tussen 10 en de 70 m³/h voor het totale werk. Voor de dimensionering van de pomp capaciteit van de bemaling dient rekening gehouden te worden met een extra waterbezwaar door neerslag. De verlagingcontouren van de grondwaterstand ten opzichte van de gemiddelde grondwaterstand zijn grafisch weergegeven in Figuur 7.1.

7.6.2 Prognose waterbezwaar

Uitgaande van de maatgevende situatie is een prognose gemaakt van de totaal te onttrekken hoeveelheid grondwater tijdens de bouw. De resultaten zijn weergegeven in navolgende tabel.

Bouwfase [nr.]	Omschrijving werkzaamheden	Bemalingsduur [weken]	Debiet [m³/h]	Waterbezwaar [m³]
1	gehele werk	2	ca. 35	ca. 11.000

Opmerking

Aan de hand van de verzamelde gegevens is voor wat betreft de in de berekening benodigde bodemparameters uitgegaan van geschatte waarden en een sterk geschematiseerde bodemopbouw. Variatie in deze parameters zowel als lokale verschillen in de bodemopbouw kunnen in de praktijk belangrijke afwijkingen in het onttrekkingsdebiet tot gevolg hebben.

7.6.3 Vergunningen

7.6.3.1 Onttrekking

Het onttrekken van grondwater is aan wettelijke regels gebonden. De regels hebben voornamelijk tot doel te voorkomen dat door de bemaling belangen van derden worden geschaad. Volgens de Verordening Waterhuishouding geldt voor bouwputbemalingen buiten de verordeninggebieden dat:

- een vergunning is benodigd bij een onttrekking van meer dan 50.000 m³/maand (gemiddeld ca. 70 m³/h) of als langer dan zes maanden grondwater wordt onttrokken.
- een registratie is vereist bij een onttrekking van meer dan 10 m³/uur, tevens zijn algemene regels inclusief een meldplicht van toepassing.

De provincie Noord-Brabant stelt verder dat indien in totaal meer dan 500.000 m³ grondwater zal worden onttrokken al het onttrokken water moet worden teruggebracht in de bodem middels een retourbemaling; voor een waterbezwaar tussen de 200.000 en 500.000 m³ geldt een retourplicht van 50%.

Gesteld kan worden dat op basis van het berekende onttrekkingsdebiet de bemaling niet vergunningsplichtig is. Het onttrokken water hoeft niet te worden geretourneerd. Een registratie is wel vereist.

7.6.3.2 Lozing

Voor het lozen van het bemalingswater op oppervlaktewater dient vooraf overleg te worden gepleegd en een vergunning te worden aangevraagd bij de beheerder van de waterkwaliteit (Waterschap). Voor lozing op de riolering is overleg vereist met de beheerder van de riolering (gemeente) en mogelijk ook met de beheerder van de oppervlaktewaterkwaliteit. Of op de riolering mag worden geloosd is uiteraard tevens afhankelijk van de rioolcapaciteit.

7.7 Invloed naar de omgeving

7.7.1 Algemeen

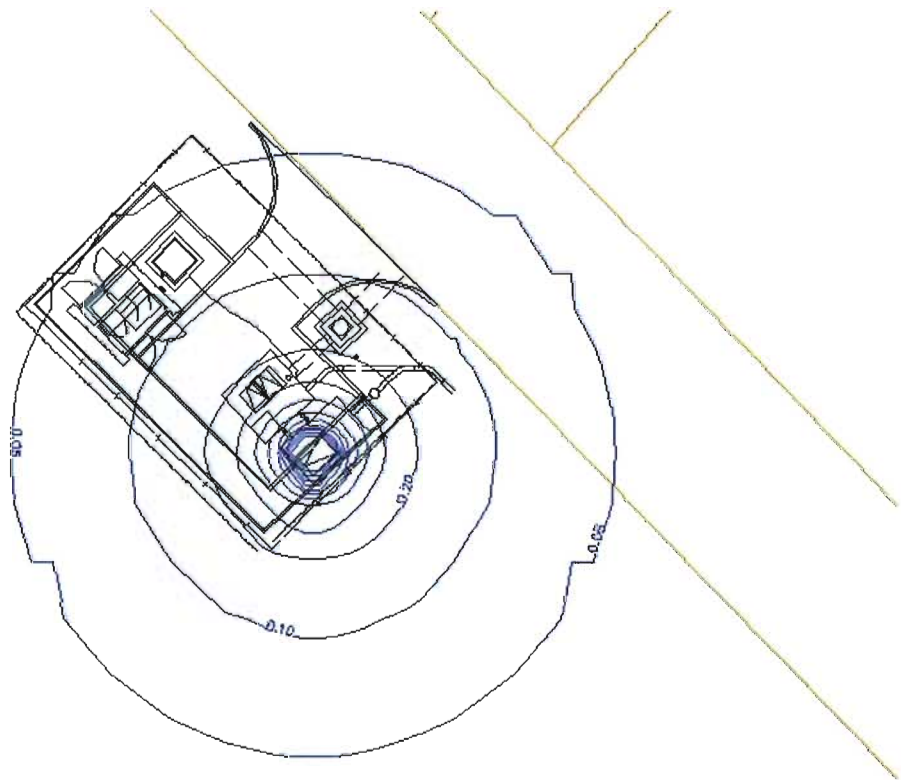
Ten gevolge van de bemaling kunnen de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Dit kan leiden tot negatieve effecten zoals het optreden van maaiveldzakkingen, zettingen van bebouwing, droogteschade aan (landbouw)gewassen en/of het verplaatsen van verontreinigingen. De effecten zijn doorgaans het grootst indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot beneden het niveau die in het verleden reeds is opgetreden (onder GLG). Uit langjarige grondwaterstandgegevens van TNO kan worden afgeleid dat de gemiddeld laagste grondwaterstand ca. 7,0 m + NAP bedraagt.

De verlagingcontouren [m] van de grondwaterstand ten opzichte van de gemiddelde grondwaterstand zijn grafisch weergegeven in Figuur 7.1. De isohypsen van de grondwaterstand tijdens de bemaling ten opzichte van de maatgevende grondwaterstand zijn grafisch weergegeven in Figuur 7.2.

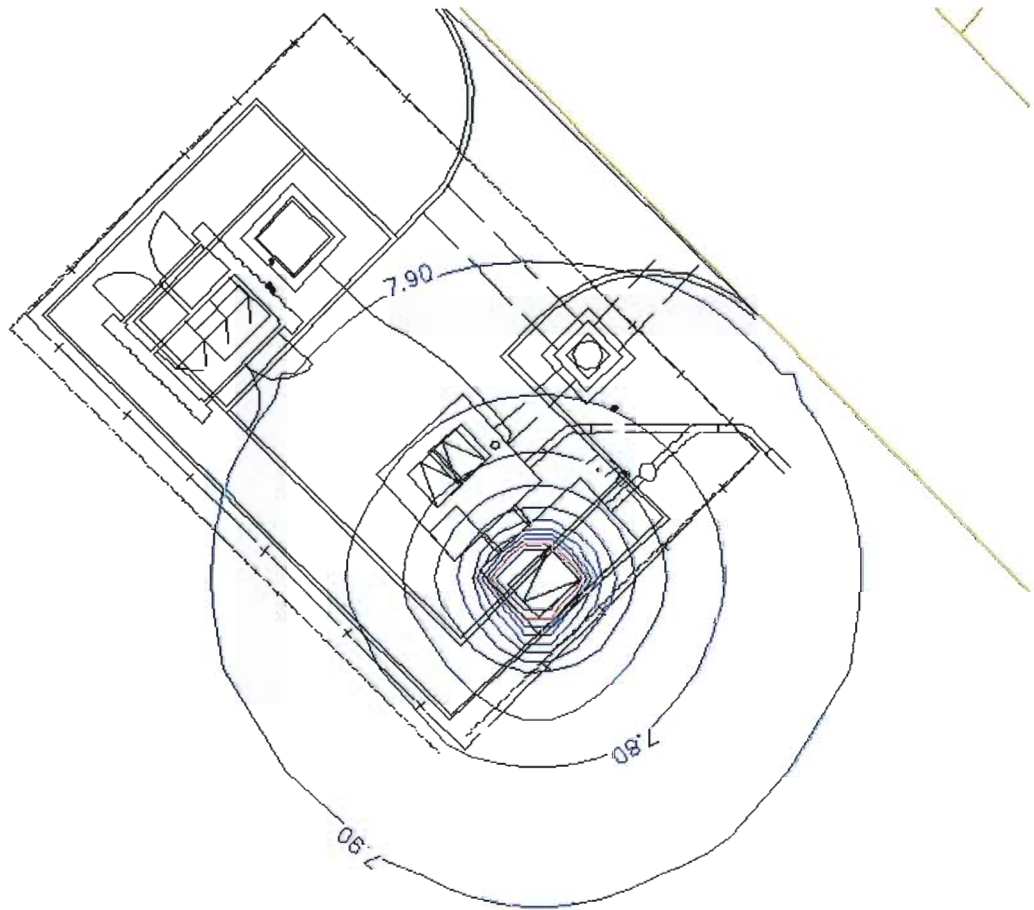
Navolgend wordt nader ingegaan op de invloed van de bemaling op maaiveld en bebouwing in de omgeving. Tevens wordt beknopt de invloed op landbouwgewassen en natuur belicht. Overige invloeden, zoals bijvoorbeeld invloed op verontreinigingen, invloed op het zoet-zoutgrensvlak worden niet behandeld in onderhavig rapport, maar zijn naar verwachting ook niet aan de orde.

7.7.2 Maaiveldzakking / invloed op bebouwing

Een verlaging van de grondwaterstand in het watervoerend zandpakket leidt tot een afname van de waterspanning en een toename van de korrelspanning in de bodem. Indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot beneden de niveaus die in het verleden reeds zijn opgetreden, bestaat in het algemeen de kans dat afhankelijk van de bodemopbouw en zekere maaiveldzakking optreedt.



Figuur 7.1 Verlagsingscontouren van het freatische grondwater [m] bij bemaling uitgaande van een gemiddelde grondwaterstand situatie en een bemalingsduur van 2 weken



Figuur 7.2 Isohypsens [m + NAP] in een situatie uitgaande van een gemiddelde grondwaterstand (8 m + NAP) en een bemalingsduur van 2 weken.

Aangezien de grondwaterstand niet zal worden verlaagd beneden GLG-niveau zullen geen maaiveld- en/of funderingszakkingen optreden. Geadviseerd wordt desalniettemin de duur van de bemaling zoveel mogelijk te beperken en de grondwaterstand niet dieper dan strikt nodig te verlagen, dit teneinde het (onnodig) risico op zakking van de bodem te vermijden.

Teneinde adequaat te kunnen reageren op eventuele schadeclaims wordt in overweging gegeven vooropnamen te maken van zettingsgevoelige bebouwing in de directe omgeving. Geadviseerd wordt bovendien om middels de aanwezige en enige extra te plaatsen peilbuizen de grondwaterstandsverlaging ten tijde van de bemaling met een zekere regelmaat te registreren, zodanig dat een te grote verlaging wordt voorkomen.

7.8 Algemene richtlijnen uitvoering

- Geadviseerd wordt de bemaling te laten uitvoeren door een bronneerder met de nodige kennis en ervaring betreffende de lokale omstandigheden.
- Het is noodzakelijk voorzieningen te treffen opdat bij het stagneren van de netspanning een reserveaggregaat opstart.
- Ter vaststelling van het onttrokken debiet dient de pompinstallatie te zijn voorzien van geijkte debietmeters. De debietmeting moet dagelijks plaatsvinden na voldoende ontluchting.
- Teneinde de stabiliteit van de putbodem en de bouwputwand te waarborgen, dienen de volgende punten in acht te worden gehouden.
- De graafwerkzaamheden die volgen op de installatie en in bedrijfname van de bemaling dienen aan te vangen nadat de vereiste verlaging is bereikt.

Voor verdere aanwijzingen met betrekking tot ondermeer de graafwerkzaamheden, wordt verwezen naar publicatieblad P25 van de Arbeidsinspectie.

8 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van Waterschap Aa en Maas heeft Lankelma Geotechniek Zuid B.V. een indicatief geohydrologisch en milieukundig onderzoek uitgevoerd voor project "Verbouwing rioolgemaal Katwijk, Gansakker 31 gemeente Cuijk". De opdrachtgever is voornemens:

- een PIG-lanceerinstallatie te realiseren
- een debietmeterput te plaatsen
- een gemetselde bovenbouw te plaatsen.

Onderhavig onderzoek heeft tot doel de milieukundige kwaliteit van vrijkomende grond en grondwater te bepalen, een funderingsadvies op te stellen voor de bovenbouw een bemalingsadvies op te stellen voor de uit te voeren werkzaamheden. Op basis van het uitgevoerde onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De bodem op de onderzoekslocatie bestaat uit een bovenlaag van klei gevolgd door een vast, grof zandpakket (formatie van Beegden).
- In de bodem zijn geen stoffen aangetroffen in een verhoogd gehalte. In het generieke kader is de vrijkomende, zandige bovengrond herbruikbaar als klasse "industrie", wegens een verhoogd PCB-gehalte. De kleiige ondergrond is herbruikbaar als klasse "Achtergrondwaarde".
- Gesteld kan worden dat de vrijkomende zandgrond voldoet aan de eisen voor civieltechnisch hergebruik als zand in zandbed alsmede zand in aanvulling of ophoging. De vrijkomende kleigrond is civieltechnisch niet herbruikbaar.
- In het grondwater zijn geen verhoogd gehalte aangetroffen. Het gehalte zuurstof voldoet niet aan de indicatieve lozingseisen voor lozing op oppervlaktewater.
- Geadviseerd wordt zowel de bovenbouw als de debietmeterput op stalen-buispalen te funderen. Eventueel behoort een fundering op staal ook tot de mogelijkheden. Bij een fundering op staal dient wel rekening te worden gehouden met relatief grote zettingsverschillen rotaties. Bovendien is voor de uitvoering de debietmeterput op staal een spanningsbemaling vereist, hetgeen in geval van een fundering op palen niet noodzakelijk wordt geacht.
- Mits gekozen wordt voor een fundering op palen kunnen de werkzaamheden worden uitgevoerd met ondersteuning van enkel een open bemaling. De bemaling hoeft niet te worden gemeld als grondwateronttrekking.
- Volledigheids- en veiligheidshalve is tevens een reguliere bemaling uitgewerkt in dit rapport. Hieruit komt naar voren dat in geval van een gemiddelde grondwaterstad rekening dient te worden gehouden met een bemalingsdebiet van ca. 35 m³/h voor de aanleg van de debietmeterput. Gesteld kan worden dat op basis van het berekende onttrekkingsdebiet de bemaling niet vergunningsplichtig is. Het onttrokken water hoeft niet te worden geretourneerd, een registratie is wel vereist. Gegeven de bodemopbouw zoals aangetroffen tijdens het onderzoek zullen naar verwachting onder invloed van de optredende verlaging geen maaiveldzakkingen van enige praktische betekenis optreden. Zakkingsschade aan bebouwing in de omgeving, ten gevolge van de bemaling wordt evenmin verwacht.