



GEOMET
GEOTECHNIEK

**Rapport betreffende
verkennend onderzoek zettingsgevoeligheid
5 locaties bedrijventerrein
gemeente Woerden**

Opdracht nummer

AA18554-1

Datum rapport

18 oktober 2019

**Rapport betreffende
verkennend onderzoek zettingsgevoeligheid
5 locaties bedrijventerrein
gemeente Woerden**

Opdracht nr.	AA18554-1
Datum rapport	18 oktober 2019
Opdrachtgever	KuiperCompagnons Postbus 13042 3004 HA Rotterdam Tel.: 010 752 51 66

rapportcontrole: Th. de Wit

dd.

opgesteld door: P. Dijkhuizen

INHOUDSOPGAVE

blad

1	INLEIDING	3
2	OPZET ONDERZOEK ZETTINGSGEVOELIGHEID	4
3	ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 1	5
3.1	ligging locatie 1	5
3.2	grondwaterstanden	6
3.3	bodemopbouw	6
3.4	uitgangspunten zettingsberekening	10
3.5	zettingen locatie 1	11
4	ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 2	12
4.1	ligging locatie 2	12
4.2	grondwaterstanden	13
4.3	bodemopbouw	13
4.4	uitgangspunten zettingsberekening	16
4.5	zettingen locatie 2	16
5	ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 3	17
5.1	ligging locatie 3	17
5.2	grondwaterstanden	18
5.3	bodemopbouw	18
5.4	uitgangspunten zettingsberekening	20
5.5	zettingen terrein	21
6	ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 4	22
6.1	ligging locatie 4	22
6.2	grondwaterstanden	23
6.3	bodemopbouw	23
6.4	uitgangspunten zettingsberekening	26
6.5	zettingen locatie 4	26
7	ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 5	28
7.1	ligging locatie 5	28
7.2	grondwaterstanden	29
7.3	bodemopbouw	29
7.4	uitgangspunten zettingsberekening	32
7.5	zettingen terrein	32
8	CONCLUSIE en AANBEVELINGEN	33

1 INLEIDING

Op 19 juni 2019 ontving Geomet van KuiperCompagnons de opdracht voor het uitvoeren van een verkennend onderzoek naar de zettingsgevoeligheid van 5 locaties binnen de gemeente Woerden.

Het voornemen van de gemeente Woerden is om 2 à 3 meest geschikte locaties uiteindelijk te ontwikkelen tot bedrijventerrein. De zettingsgevoeligheid is een belangrijk criterium voor het bouwrijp maken en daarmee voor de geschiktheid van een locatie. Het verkennend onderzoek naar de zettingsgevoeligheid maakt onderdeel uit van een breder onderzoek naar de geschiktheid van de locaties.

Door de gemeente Woerden zijn de volgende mogelijke locaties aangewezen:

- Locatie 1: Burgemeester van Zwietenweg / Parallelweg Oost te Woerden
- Locatie 2: Parallelweg West-01 te Woerden
- Locatie 3: Voortuin II te Woerden
- Locatie 4: Putkop-02 te Harmelen
- Locatie 5: Werklint te Nieuwerbrug

Opgemerkt wordt dat voor het verkennend onderzoek naar de zettingsgevoeligheid nog geen grondonderzoek is uitgevoerd. Voor gegevens over de bodemopbouw, maaiveldhoogtes alsmede grondwaterstanden is gebruik gemaakt van beschikbare gegevens van Dinoloket, Actueel Hoogtebestand Nederland, bodemdalingskaart, de door het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden gehanteerde polderpeilen alsmede archiefgegevens van de gemeente Woerden en Geomet.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het verkennend onderzoek naar de zettingsgevoeligheid.

2 OPZET ONDERZOEK ZETTINGSGEVOELIGHEID

Ten behoeve van het verkennend onderzoek is per locatie getracht informatie te achterhalen over de bodemopbouw via Dinoloket, beschikbare gegevens in het archief van de gemeente Woerden en Geomet.

Voor de ligging van het huidige maaiveld is gebruik gemaakt van het Actueel Hoogtebestand Nederland en voor de grondwaterstanden is uitgegaan van de door het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden gehanteerde beheerspeilen in de betreffende poldergebieden.

In deze fase is nog niet bekend wat het uitgiftepeil wordt van de bedrijventerreinen. Door de gemeente Woerden is aangegeven dat de verwachting is dat het terrein niet significant wordt opgehoogd ten opzichte van het huidige maaiveldniveau en zal aansluiten op de bestaande omliggende wegen. Op locaties met een lage maaiveldligging moet rekening worden gehouden met ophoging teneinde voldoende drooglegging te krijgen voor wegverhardingen en kabels en leidingen.

Om inzicht te krijgen in de zettingsgevoeligheid, is in overleg met de gemeente Woerden besloten om voor alle locaties uit te gaan van een integrale ophoging met zand van 0,2 meter, 0,5 meter en 1,0 meter. Voor het ophoogzand is een droog/nat volume gewicht aangehouden van 17/20 kN/m³. Het betreft een bruto ophoging, zonder compensatie voor optredende maaiveldzetting.

De restzettingseis voor de bedrijventerreinen is in deze fase van het onderzoek ook nog niet bekend. Een advies met betrekking tot restzetting, zettingsversnellende maatregelen en/of het toepassen van lichte ophoogmaterialen maakt dan ook geen onderdeel uit van het verkennend onderzoek.

De diverse locaties zijn op dit moment grotendeels poldergebieden. Derhalve is voor alle locaties uitgegaan van een maagdelijk terrein. Wanneer op (een deel van) de locatie toch een voorbelasting heeft gelegen, vermindert dit de zettingsgevoeligheid echter dat is op dit moment nog niet meegenomen.

Op basis van de beschikbare informatie over de bodemopbouw, grondwaterstanden en maaiveldniveaus zijn indicatief de zettingen berekend na 30 jaar in D-Settlement versie 18.2 gebaseerd op de zettingsformules van Terzaghi-Koppejan-Buisman. De zettingen zijn berekend in het midden van de ophoging. De aangehouden volume gewichten en samendrukkingscoëfficiënten (C- en C'-waarden) voor de ondergrond zijn bepaald op basis van het grondonderzoek, ervaringen met vergelijkbare poldergebieden en tabel 2.b uit de NEN 9997-1+C:2016.

De uitkomsten van de zettingsberekeningen zijn slechts indicatief en dienen voor het onderling vergelijk van de zettingsgevoeligheid van de locaties. De berekende zetting na 30 jaar is daarnaast exclusief inklink van het opgebrachte materiaal en de achtergrond zetting van het gebied. Langs de randen van een ophoging dient rekening te worden gehouden met het optreden van ca. 50% van de zettingen in het midden van de ophoging als gevolg van belastingspreiding in de ondergrond.

3 ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 1

3.1 ligging locatie 1

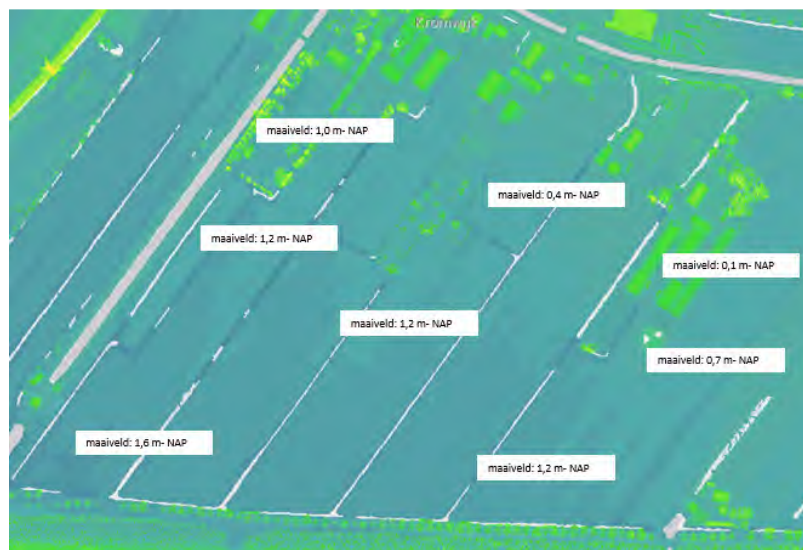
Op onderstaande afbeelding is de ligging van locatie 1 Burgemeester van Zwietenweg / Parallelweg Oost te Woerden weergegeven:



Afbeelding 3.1: ligging locatie 1

Aan de zuidzijde grenst locatie 1 aan de Parallelweg Oost. Van noord naar zuid loopt dwars door de locatie de Burgemeester van Zwietenweg. Langs de noordzijde van de locatie bevindt zich de Kromwijkerdijk.

Op basis van Actueel Hoogtebestand Nederland is vastgesteld dat het maaiveldniveau overwegend ligt op ca. 1,2 m- NAP. Aan de noordzijde richting de Kootwijkerdijk loopt het maaiveld geleidelijk op tot ca. 0,1 m- NAP in de noordoosthoek. In de zuidwesthoek wordt lokaal een dieper maaiveldniveau aangetroffen op ca. 1,6 m- NAP, één en ander gepresenteerd op afbeelding 3.2:



Afbeelding 3.2: maaiveldhoogte locatie 1

3.2 grondwaterstanden

Voor informatie over de grondwaterstand op de locatie is gebruik gemaakt van de beheerspeilen van het open water welke worden gehanteerd door het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Op afbeelding 3.3 zijn de verschillende peilvakken binnen locatie 1 gepresenteerd alsmede de beheerspeilen van het open water in het betreffende peilvak:

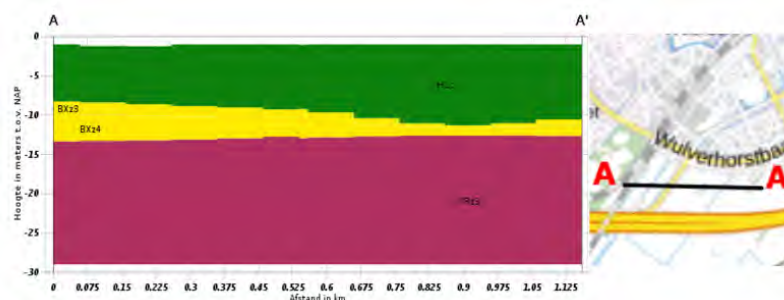


Afbeelding 3.3: beheerspeilen open water locatie 1

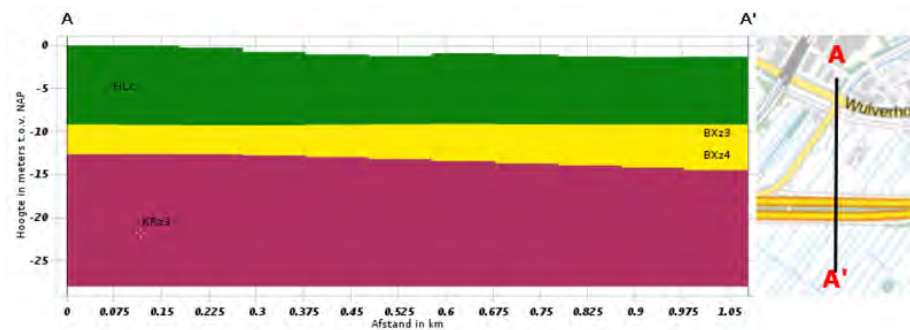
Op basis van afbeelding 3.3 is vastgesteld dat binnen locatie 1 over het algemeen een winter- en zomerpeil wordt gehanteerd van 2,18 m- NAP respectievelijk 2,08 m- NAP. Langs de noord- en oostzijde bevinden zich diverse peilvakken waarin een vast beheerspeil wordt gehanteerd. Het beheerspeil per peilvak varieert maar ligt overwegend op ca. 1,5 m- NAP.

3.3 bodemopbouw

Teneinde inzicht te krijgen in de bodemopbouw ter plaatse van locatie 1 is gebruik gemaakt van gegevens van zowel Dinoloket als grondonderzoek uit het archief van de gemeente Woerden. Voor de bepaling van de zettingsgevoeligheid van een locatie is met name de opbouw van de holocene deklaag van belang. Deze bestaat veelal uit samendrukbare klei- en veenlagen. De onderliggende pleistocene zandlaag wordt als relatief zettingsvrij verondersteld. Op basis van Dinoloket is het volgende vastgesteld over de dikte van de holocene deklaag:



Afbeelding 3.4: verloop dikte holocene pakket west-oost



Afbeelding 3.5: verloop dikte holocene pakket noord-zuid

De groene laag op afbeelding 3.4 en 3.5 betreft de holocene deklaag en varieert met name in dikte van west naar oost. Aan de westzijde ligt onderkant holocene laag op 7 à 8 m- NAP. Aan de oostkant wordt de onderkant holocene zandlaag aangetroffen op 11 à 12 m- NAP. De gele en rode lagen betreffen zandlagen.

Dit beeld lijkt bevestigd te worden door het beschikbare grondonderzoek van Dinoloket en het archief van de gemeente Woerden. Van Dinoloket is gebruik gemaakt van de volgende sonderingen:

- S31D00105_00
- S31D00279_00

Beide sonderingen zijn uitgevoerd in de zuidwesthoek van de projectlocatie. Het maaiveldniveau ter plaatse van de sondeerlocaties is ingemeten op ca. 1,6 m- NAP. De onderkant van de holocene deklaag is aangetroffen op 6,5 à 7,5 m- NAP.

Vanuit het archief van de gemeente Woerden is gebruik gemaakt van de volgende aangeleverde grondonderzoeken:

- 703 (= 770);
- 0701436;
- 526.

De grondonderzoeken 703 en 0701436 zijn uitgevoerd ter plaatse van Kromwijkerdijk 15 te Woerden in de noordoosthoek van locatie 1. Grondonderzoek 526 is uitgevoerd in de zuidwesthoek van locatie 1.

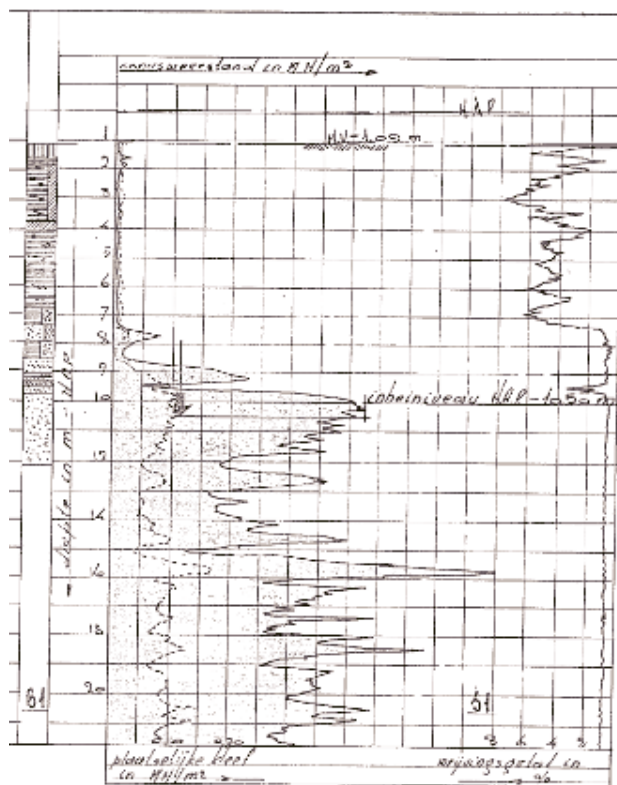
De sonderingen van grondonderzoek 703 zijn ingemeten ten opzichte van dorpelniveau. Op de situatietekening is eveneens het slootpeil aangegeven ten opzichte van de dorpel, zijnde 1,75 m- dorpel. Het beheerspeil van het open water ligt in dit deel van de locatie op ca. 1,5 m- NAP, waardoor het dorpelniveau indicatief kan worden aangehouden op 0,25 m+ NAP. Het maaiveldniveau ter plaatse van de sonderingen is derhalve aangehouden op 0,0 à 0,7 m- NAP.

Van het grondonderzoek 0701436 zijn de sonderingen ingemeten ten opzichte van vloerpeil silo. Op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland is het maaiveldniveau ter plaatse van dit grondonderzoek vastgesteld op ca. 0,6 m- NAP.

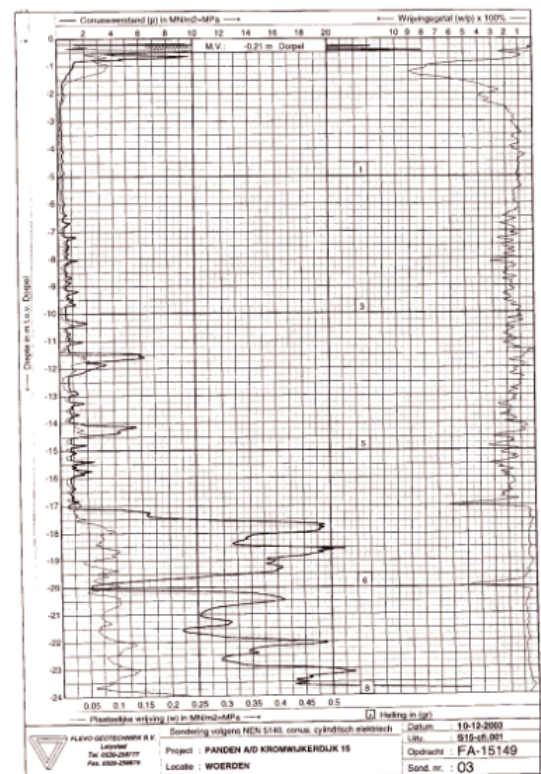
Op basis van het door de gemeente Woerden aangeleverde grondonderzoek is vastgesteld dat onderkant Holocene over het algemeen wordt aangetroffen op 6,0 à 8,5 m- NAP. Aan de oostzijde van de locatie neemt de dikte van de holocene laag snel toe en wordt onderkant Holocene aangetroffen op 10,0 à 16,75 m- NAP.

Met het toenemen van de dikte van het holocene pakket verandert ook de samenstelling van de holocene deklaag. Waar de bodemopbouw over het algemeen vanaf maaiveld een sterk veenhoudend karakter heeft, heeft op de locaties waar onderkant holocene op 10,0 à 16,75 m- NAP ligt, de bodemopbouw een meer klei- en silthoudend karakter.

Op de afbeelding 3.6 en 3.7 is een representatieve sondering met de algemene bodemopbouw respectievelijk de bodemopbouw langs de oostzijde weergegeven. Tussen haakjes is aangegeven uit welk grondonderzoek de sonderingen afkomstig zijn.



Afbeelding 3.6: algemeen beeld (526)



Afbeelding 3.7: oostzijde (703)

Op basis van de sondering op afbeelding 3.6 (grondonderzoek 526) kan indicatief voor het algemene beeld de navolgende bodemopbouw worden afgeleid:

<u>Diepte in m- NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
m.v.	- ca. 2,5	<u>KLEI</u> , deels uitgedroogd
ca. 2,5	- ca. 3,5	<u>VEEN</u> , kleihoudend
ca. 3,5	- ca. 4,0	<u>KLEI</u> , humeus
ca. 4,0	- ca. 6,5	<u>VEEN</u> , slap
ca. 6,5	- ca. 8,5	<u>VEEN</u> , basislaag
ca. 8,5	- ca. 22,0	<u>ZAND</u> , vast tot zeer vast gepakt, Pleistoceen
ca. 22,0		maximaal verkende diepte

Voor de oostzijde is, op basis van de sondering op afbeelding 3.7 (grondonderzoek 703), indicatief de volgende bodemopbouw afgeleid:

<u>Diepte in m- NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
m.v.	- ca. 2,0	<u>KLEI</u> , deels uitgedroogd
ca. 2,0	- ca. 7,25	<u>KLEI</u> , silthoudend
ca. 7,25	- ca. 16,25	<u>KLEI</u> , sterk silthoudend
ca. 16,25	- ca. 16,75	<u>VEEN</u> , basislaag
ca. 16,75	- ca. 24,0	<u>ZAND</u> , vast tot zeer vast gepakt, Pleistoceen
ca. 24,0		maximaal verkende diepte

De bodemopbouw betreft een zo goed mogelijke inschatting, welke is gebruikt voor de adviezen. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend ten aanzien van samenstelling en eventuele bijmengingen van de grond.

Verder wordt opgemerkt dat op de sondering van afbeelding 3.7 een topzandlaag is aangetroffen. Omdat voor de analyse van de zettingsgevoeligheid uit wordt gegaan van maagdelijk terrein, is deze in de analyse niet meegenomen.

3.4 uitgangspunten zettingsberekening

Voor het verkennend onderzoek van de zettingsgevoeligheid van locatie 1 zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Maaiveldniveau: 1,2 m- NAP (algemeen) en 0,7 m- NAP (oostzijde)
- Grondwaterstand: 2,1 m- NAP (algemeen) en 1,5 m- NAP (oostzijde)

In de tabellen 3.1 en 3.2 zijn de bodemprofielen “Algemeen beeld” respectievelijk “Oostzijde” gepresenteerd alsmede de aangehouden parameters.

Tabel 3.1: bodemprofiel Locatie 1 “Algemeen beeld”

bodembeschrijving	o.k. laag [m- NAP]	volumegewicht [kN/m³]	C [-]	C' [-]	POP [kN/m²]
Klei, uitgedroogd	2,2	15,0/15,0*	45	45	8
Veen, kleihoudend	3,5	12,0	20	5	8
Klei, humeus	4,0	14,0	24	6	8
Veen, slap	6,5	11,0	16	4	8
Veen, onderzijde basislaag	8,5	12,0	24	6	8

- * 1^{ste} waarde boven de grondwaterstand bij natuurlijk vochtgehalte,
2^{de} waarde onder de grondwaterstand (verzadigd)

Tabel 3.2: bodemprofiel Locatie 1 “Oostzijde”

bodembeschrijving	o.k. laag [m- NAP]	volumegewicht [kN/m³]	C [-]	C' [-]	POP [kN/m²]
Klei, uitgedroogd	2,0	15,0/15,0*	45	45	8
Klei, silthoudend	7,25	14,5	32	8	8
Klei, sterk silthoudend	16,25	16,0	45	15	8
Basisveen	16,75	12,0	24	6	8

- * 1^{ste} waarde boven de grondwaterstand bij natuurlijk vochtgehalte,
2^{de} waarde onder de grondwaterstand (verzadigd)

3.5 zettingen locatie 1

Op basis van de uitgangspunten uit paragraaf 3.4 zijn de zettingsberekeningen uitgevoerd. In de tabellen 3.3 en 3.4 zijn per ophoging de berekende zettingen gepresenteerd in het midden van de ophoging.

Tabel 3.3: zetting na 30 jaar locatie 1 Algemeen beeld

locatie	maximale ophoging t.o.v. huidige maaiveldniveau	zetting midden ophoging na 30 jaar
Locatie 1 algemeen	0,2 m	~0,05 m
	0,5 m	~0,15 m
	1,0 m	~0,50 m

Tabel 3.4: zetting na 30 jaar locatie 1 Oostzijde lokaal

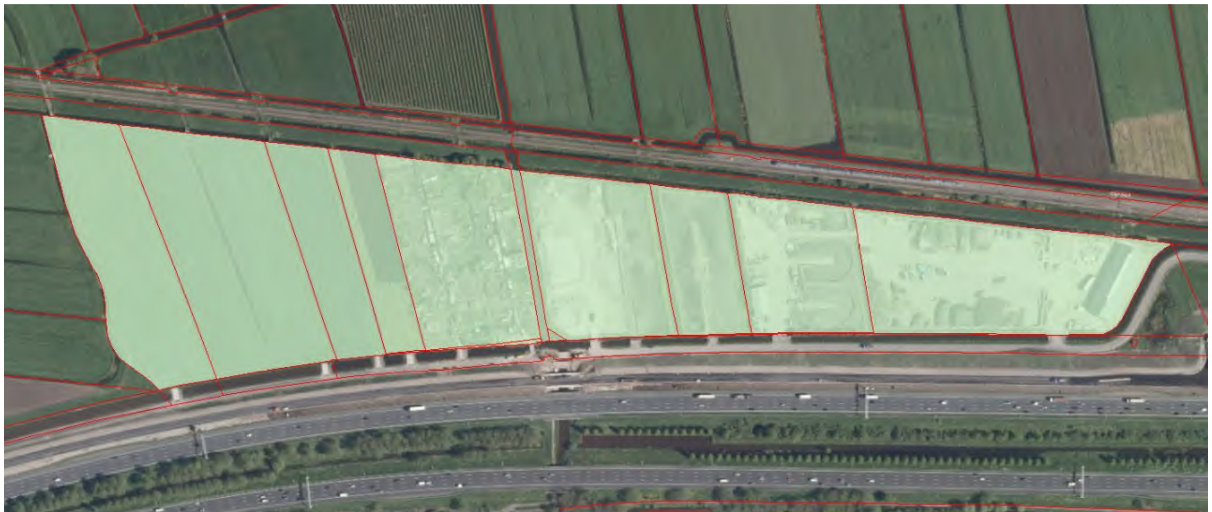
locatie	maximale ophoging t.o.v. huidige maaiveldniveau	zetting midden ophoging na 30 jaar
Locatie 1 oostzijde	0,2 m	~0,05 m
	0,5 m	~0,10 m
	1,0 m	~0,35 m

Opgemerkt wordt dat bovenstaande prognose mogelijk kan worden verfijnd indien grondonderzoek en zettingsmetingen van de recent aangelegde Burgemeester van Zwietenweg beschikbaar worden gesteld.

4 ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 2

4.1 ligging locatie 2

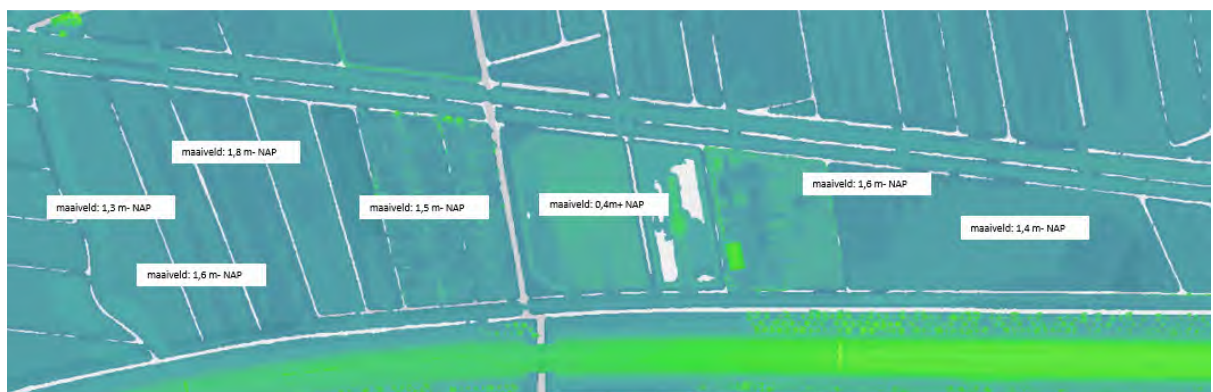
De ligging van locatie 2 Parallelweg West-01 te Woerden is weergegeven op onderstaande afbeelding:



Afbeelding 4.1: ligging locatie 2

Locatie 2 grenst aan de noordzijde aan de spoorweg Woerden-Bodegraven en aan de zuidzijde aan de Waardsedijk.

Op basis van Actueel Hoogtebestand Nederland is vastgesteld dat het maaiveldniveau varieert rond 1,5 m- NAP. In het midden bevindt zich een gebied waar het maaiveldniveau op ca. 0,4 m+ NAP ligt. Met behulp van Google-Maps is vastgesteld dat op dit deel tijdelijk grond of slib is opgeslagen. Op de percelen ten oosten van dit depot is ook plaatselijk grond opgeslagen. De maaiveldniveaus zijn gepresenteerd op onderstaande afbeelding:



Afbeelding 4.2: maaiveldhoogte locatie 2

4.2 grondwaterstanden

Op onderstaande afbeelding zijn de verschillende peilvakken binnen locatie 2 gepresenteerd alsmede de beheerspeilen van het open water:

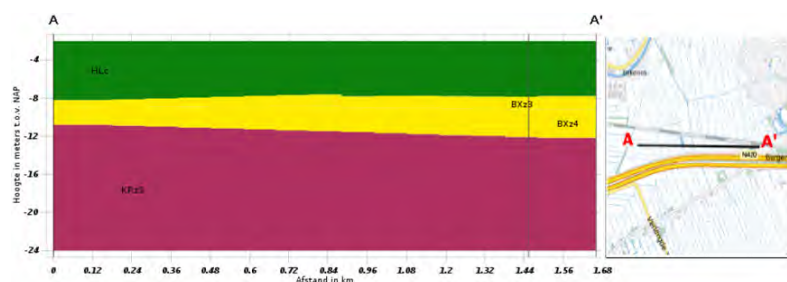


Afbeelding 4.3: beheerspeilen open water locatie 2

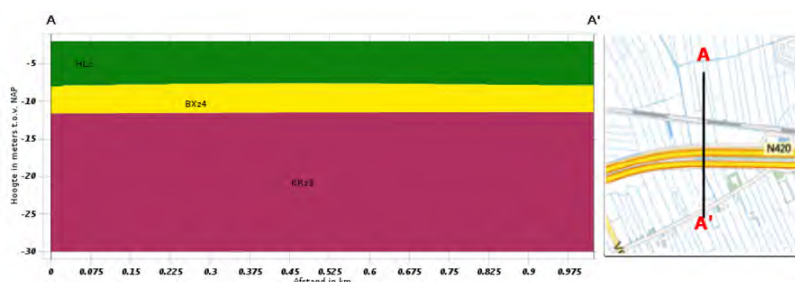
Binnen locatie 2 wordt over het algemeen een winter- en zomerpeil gehanteerd van 2,15 m- NAP respectievelijk 2,0 m- NAP.

4.3 bodemopbouw

Voor informatie over de bodemopbouw van locatie 2 is wederom gebruik gemaakt van gegevens van Dinoloket en grondonderzoek uit het archief van de gemeente Woerden. Op basis van Dinoloket is het volgende vastgesteld over de dikte van de samendrukbare holocene deklaag:



Afbeelding 4.4: verloop dikte holocene pakket west-oost

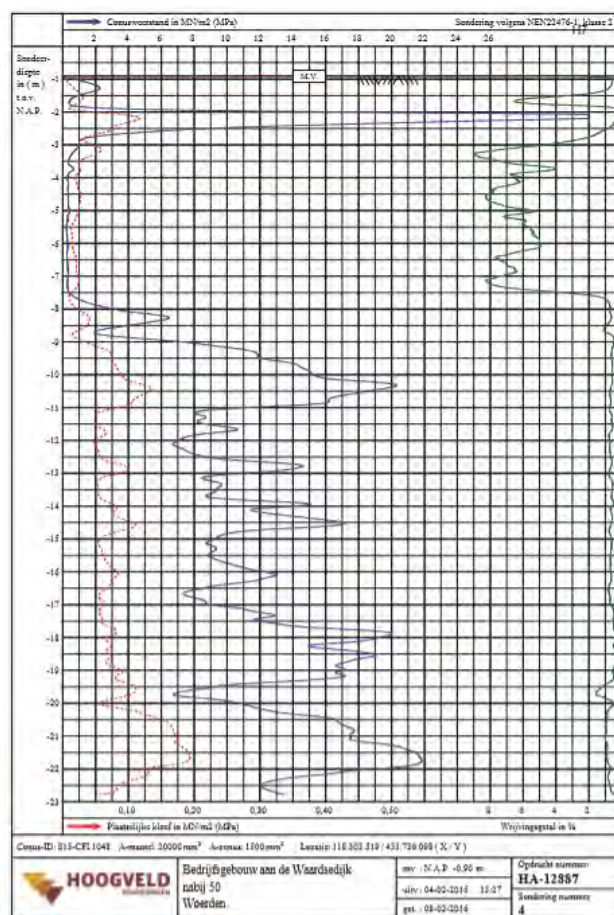


Afbeelding 4.5: verloop dikte holocene pakket noord-zuid

De groene laag op afbeelding 4.4 en 4.5 betreft de holocene deklaag. Ter plaatse van locatie 2 is de dikte van het holocene pakket redelijk gelijk en ligt onderkant Holocene op ca. 8,0 m- NAP.

Door de gemeente Woerden is tevens grondonderzoek HA-12887 aangeleverd. Dit grondonderzoek is uitgevoerd aan de oostzijde van locatie 2 nabij Waardsedijk 50. De onderkant van de holocene deklaag varieert ter plaatse van de sonderingen tussen 7,5 en 9,5 m- NAP. Overwegend wordt onderkant Holocene aangetroffen op 8,0 m- NAP conform het beeld van afbeelding 4.4 en 4.5.

Op de afbeelding 4.6 is een representatieve sondering met de algemene bodemopbouw weergegeven voor locatie 2. Tussen haakjes is aangegeven van welk grondonderzoek de sondering afkomstig is.



Afbeelding 4.6: bodemopbouw locatie 2 (HA-12887)

Op basis van de sondering op afbeelding 4.6 (grondonderzoek HA-12887) kan indicatief de navolgende bodemopbouw worden afgeleid:

<u>Diepte in m- NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
m.v.	- ca. 2,5	<u>KLEI</u> , deels uitgedroogd
ca. 2,5	- ca. 3,5	<u>VEEN</u> , kleihoudend
ca. 3,5	- ca. 4,0	<u>KLEI</u> , humeus
ca. 4,0	- ca. 6,5	<u>VEEN</u> , slap
ca. 6,5	- ca. 8,0	<u>VEEN</u> , basislaag
ca. 8,0	- ca. 22,0	<u>ZAND</u> , vast tot zeer vast gepakt, Pleistoceen
ca. 22,0		maximaal verkende diepte

De bodemopbouw betreft een zo goed mogelijke inschatting, welke is gebruikt voor de adviezen. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend ten aanzien van samenstelling en eventuele bijmengingen van de grond.

De aangetroffen bodemopbouw komt sterk overeen met de aangehouden bodemopbouw voor locatie 1 "Algemeen Beeld." Opgemerkt wordt dat ter plaatse van de sonderingen van grondonderzoek HA-012887 vanaf maaiveld overwegend een vermoedelijk opgebrachte topzandlaag wordt aangetroffen. Dit zal echter niet voor heel locatie 2 gelden. Zoals aangegeven in hoofdstuk 2 is voor de beschouwing van de zettingsgevoeligheid uitgegaan van maagdelijk terrein en derhalve is deze zandlaag in de beschouwing niet meegenomen.

4.4 uitgangspunten zettingsberekening

Voor het verkennend onderzoek naar de zettingsgevoeligheid van de locatie zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Maaiveldniveau: 1,5 m- NAP
- Grondwaterstand: 2,1 m- NAP

In de onderstaande tabel 4.1 is het aangehouden bodemprofiel gepresenteerd alsmede de aangehouden parameters.

Tabel 4.1: bodemprofiel Locatie 2

bodembeschrijving	o.k. laag [m- NAP]	volumegewicht [kN/m³]	C [-]	C' [-]	POP [kN/m²]
Klei, uitgedroogd	2,5	15,0/15,0*	45	45	8
Veen, kleihoudend	3,5	12,0	20	5	8
Klei, humeus	4,0	14,0	24	6	8
Veen, slap	6,5	11,0	16	4	8
Basisveen	8,0	12,0	24	6	8

* 1^{ste} waarde boven de grondwaterstand bij natuurlijk vochtgehalte,
2^{de} waarde onder de grondwaterstand (verzadigd)

4.5 zettingen locatie 2

Op basis van de hiervoor genoemde uitgangspunten zijn de zettingsberekeningen uitgevoerd. In tabel 4.2 zijn per ophoging de berekende zettingen gepresenteerd in het midden van de ophoging.

Tabel 4.2: zetting na 30 jaar locatie 2

locatie	maximale ophoging t.o.v. huidige maaiveldniveau	zetting midden ophoging na 30 jaar
Locatie 2	0,2 m	~0,05 m
	0,5 m	~0,15 m
	1,0 m	~0,50 m

Voor locatie 2 geldt dat op een gedeelte van de locatie reeds een voorbelasting heeft gelegen van grond. Deze voorbelasting heeft een positief op de zettingsgevoeligheid van de locatie. De mate van invloed hangt af van de grootte van de ophoging alsmede de tijdsduur dat de ophoging op de locatie heeft gelegen. Daarnaast heeft de lokaal aanwezige topzandlaag een gunstig effect. Beide effecten zijn in dit verkennend onderzoek niet meegenomen.

Ter plaatse van het deel aan de westzijde, waar het maaiveldniveau op ca. 1,8 m- NAP ligt, is de zettingsverwachting hoger. Tevens zal hier een extra ophoging nodig zijn in verband met voldoende drooglegging.

5 ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 3

5.1 ligging locatie 3

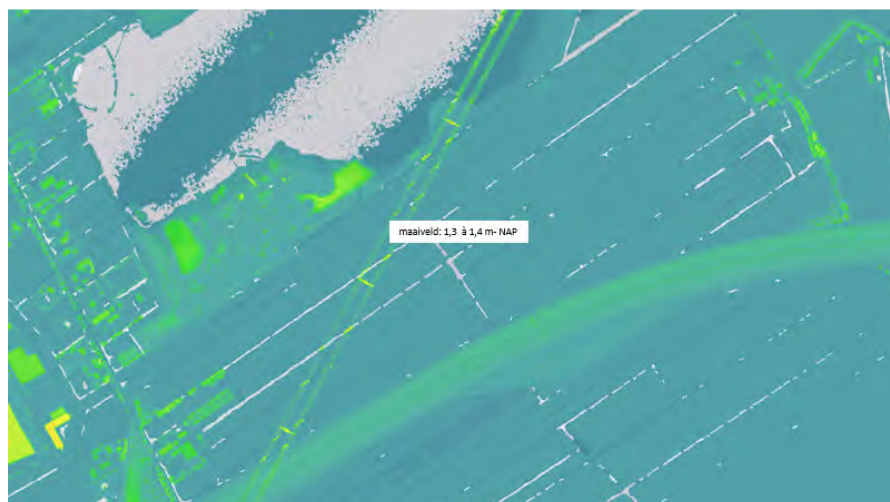
Op onderstaande afbeelding is de ligging van locatie 3 Voortuin II te Woerden weergegeven:



Afbeelding 5.1: ligging locatie 3

Aan de zuidzijde grenst locatie 3 aan de Rijksweg A12 en aan de noordzijde aan de Zeeweg.

Het maaiveldniveau is op basis van Actueel Hoogtebestand Nederland vastgesteld op 1,3 à 1,4 m- NAP, zie onderstaande afbeelding:



Afbeelding 5.2: maaiveldhoogte locatie 3

5.2 grondwaterstanden

Het zomer- en winterpeil van het open water binnen locatie 3 zijn gepresenteerd op afbeelding 5.3:

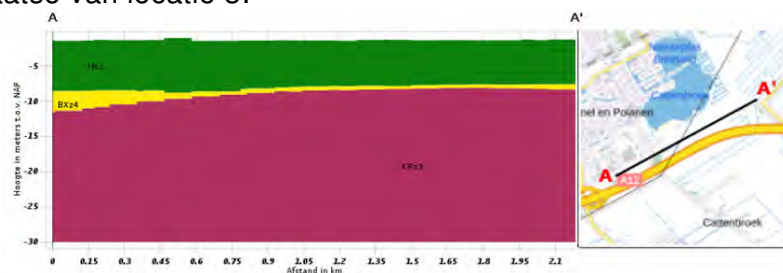


Afbeelding 5.3: beheerspeilen open water locatie 3

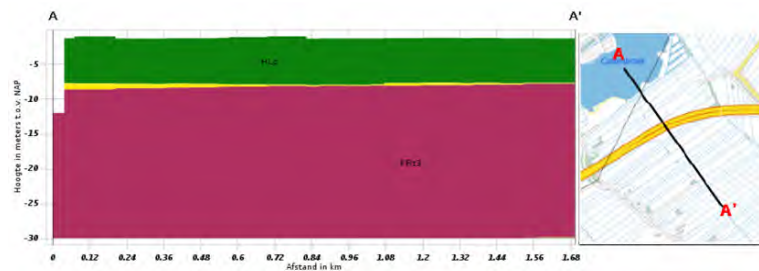
Het zomerpeil wordt gehanteerd van 1,83 m- NAP en het winterpeil op 1,93 m- NAP.

5.3 bodemopbouw

Op basis van Dinoloket is het volgende vastgesteld over de dikte van de holocene deklaag ter plaatse van locatie 3:



Afbeelding 5.4: verloop dikte holocene pakket west-oost



Afbeelding 5.5: verloop dikte holocene pakket noord-zuid

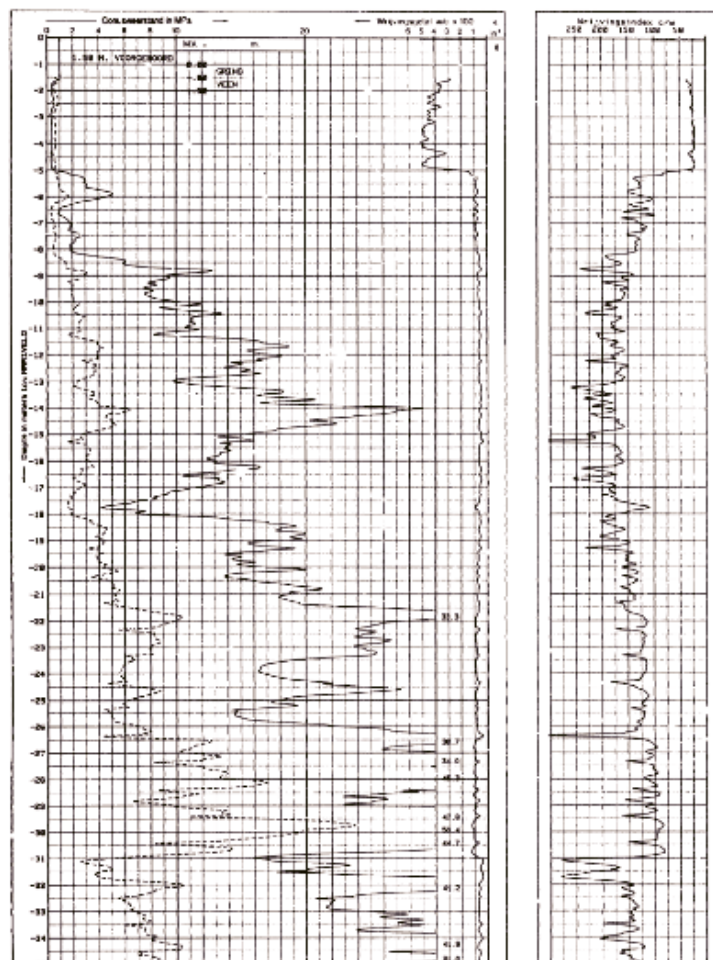
Op basis van afbeelding 5.4 en 5.5 is vastgesteld dat ter plaatse van locatie 3 de dikte van het holocene pakket redelijk constant is en onderkant Holocene ligt op ca. 8,0 m- NAP.

In aanvulling op het bovenstaande is via Dinoloket het volgende op de locatie uitgevoerde grondonderzoek verkregen:

- sondering S31G00504
- boring B31G0866
- boring B31G0873
- boring B31G0876

Op basis van dit grondonderzoek worden onder een uitgedroogde maaiveldlaag tot ca. 6,5 à 7,0 m- NAP overwegend zettingsgevoelige veenlagen aangetroffen gevolgd door een los tot matig vast gepakte zandlaag. Ditzelfde beeld wordt aangetroffen bij grondonderzoek 371 uit het archief van de gemeente Woerden.

Op onderstaande afbeelding 5.6 is de representatieve sondering S31G00504 van Dinoloket weergegeven:



Afbeelding 5.6: bodemopbouw locatie 3 (S31G00504)

Op basis van de sondering S31G00504 is de navolgende bodemopbouw afgeleid:

<u>Diepte in m- NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
m.v.	- ca. 2,0	<u>KLEI</u> , deels uitgedroogd
ca. 2,0	- ca. 6,5	<u>VEEN</u> , slap
ca. 6,5	- ca. 35,0	<u>ZAND</u> , los tot zeer vast gepakt, Pleistoceen
ca. 35,0		maximaal verkende diepte

De bodemopbouw betreft een zo goed mogelijke inschatting, welke is gebruikt voor de adviezen. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend ten aanzien van samenstelling en eventuele bijmengingen van de grond.

5.4 uitgangspunten zettingsberekening

Voor het verkennend onderzoek naar de zettingsgevoeligheid van locatie 3 zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Maaiveldniveau: 1,3 m- NAP
- Grondwaterstand: 1,9 m- NAP

In de onderstaande tabel 5.1 is het aangehouden bodemprofiel gepresenteerd alsmede de aangehouden parameters.

Tabel 5.1: bodemprofiel Locatie 3

bodembeschrijving	o.k. laag [m- NAP]	volumegewicht [kN/m³]	C [-]	C' [-]	POP [kN/m²]
Klei, uitgedroogd	2,0	15,0/15,0*	45	45	8
Veen, slap	6,5	11,0	16	4	8

* 1^{ste} waarde boven de grondwaterstand bij natuurlijk vochtgehalte,
2^{de} waarde onder de grondwaterstand (verzadigd)

5.5 zettingen terrein

Op basis van de hiervoor genoemde uitgangspunten zijn de zettingsberekeningen uitgevoerd. In tabel 5.2 zijn per ophoging de berekende zettingen gepresenteerd in het midden van de ophoging.

Tabel 5.2: zetting na 30 jaar locatie 3

locatie	maximale ophoging t.o.v. huidige maaiveldniveau	zetting midden ophoging na 30 jaar
Locatie 3	0,2 m	~0,1 m
	0,5 m	~0,2 m
	1,0 m	~0,6 m

6 ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 4

6.1 ligging locatie 4

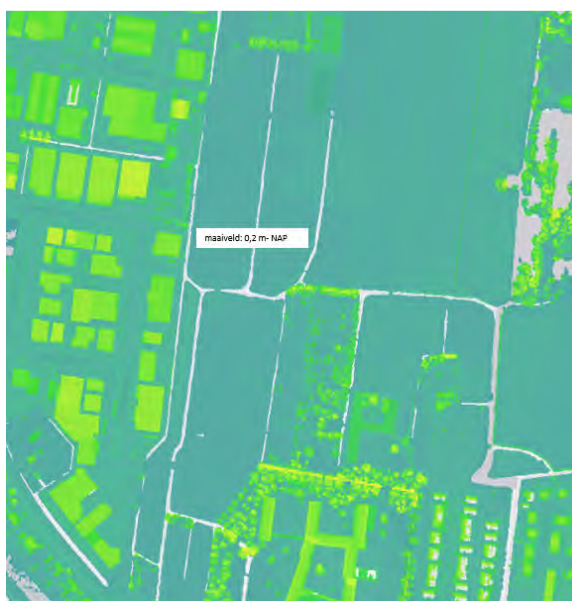
Op onderstaande afbeelding is de ligging van locatie 4 Putkop-02 te Harmelen weergegeven:



Afbeelding 6.1: ligging locatie 4

Aan de zuidzijde grenst locatie 4 aan de Oude Rijn en aan de westzijde aan de Techniekweg. De noordzijde grenst aan de Breudijk.

Het maaiveldniveau is op basis van Actueel Hoogtebestand Nederland vastgesteld op ca. 0,2 m- NAP, zie onderstaande afbeelding:



Afbeelding 6.2: maaiveldhoogte locatie 4

6.2 grondwaterstanden

Het zomer- en winterpeil van het open water binnen locatie 4 zijn gepresenteerd op afbeelding 6.3:

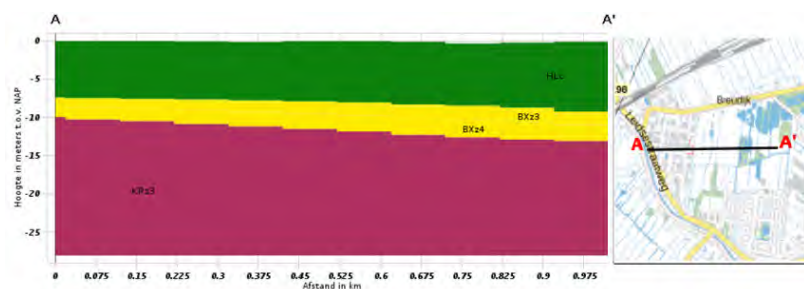


Afbeelding 6.3: beheerspeilen open water locatie 4

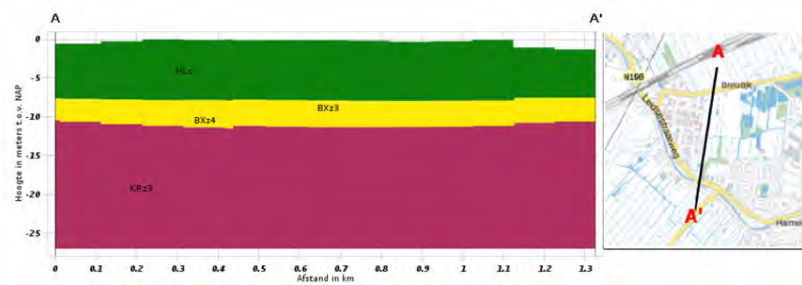
Het zomerpeil wordt gehanteerd van 0,70 m- NAP en het winterpeil op 0,80 m- NAP.

6.3 bodemopbouw

Op basis van Dinoloket is het volgende vastgesteld over de dikte van de holocene laag:



Afbeelding 6.4: verloop dikte holocene pakket west-oost



Afbeelding 6.5: verloop dikte holocene pakket noord-zuid

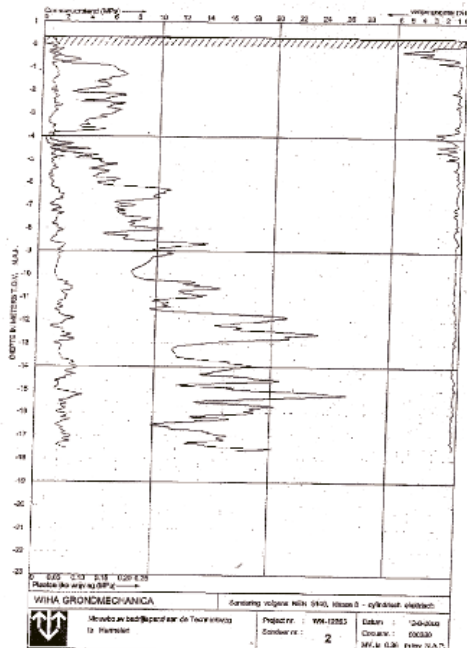
Ter plaatse van locatie 4 is de dikte van het holocene pakket redelijk constant en ligt onderkant Holocene op 6,0 à 7,0 m- NAP.

Verder is via Dinoloket sondering S31D00047_00 en boring B31G1209 verkregen. De sondering is uitgevoerd ten zuidoosten van locatie 4 en de boring ten oosten. De boring en de sondering geven een nagenoeg gelijke bodemopbouw.

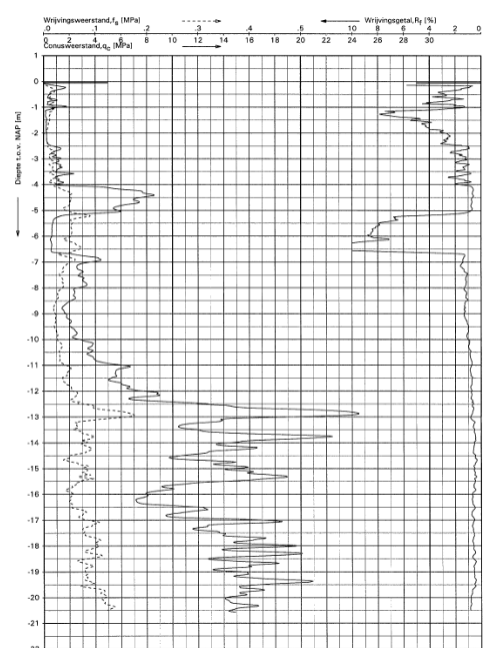
Door de gemeente Woerden zijn, van het ten westen van de locatie 4 gelegen bedrijventerrein, verschillende onderzoeken beschikbaar gesteld, zijnde:

h10	h45
h28	h98 t/m h105
h29	h701
h38	

Op basis van deze grondonderzoeken is vastgesteld dat de bodemopbouw op locatie 4 zeer waarschijnlijk sterk varieert. Op de afbeelding 6.6 en 6.7 is de mogelijke variatie in bodemopbouw gepresenteerd.



Afbeelding 6.6: sondering grondonderzoek h101



Afbeelding 6.7: sondering S31D00047

De aangetroffen bodemopbouw op de sondering uit grondonderzoek h101 is nagenoeg niet zettingsgevoelig, zeker wanneer de bovenste leeflaag wordt vervangen door zand ten behoeve van bijvoorbeeld het aanbrengen van een wegfundering. Wanneer het bodemprofiel van sondering S31D00047 wordt aangetroffen, dient wel rekening te worden gehouden met het optreden van zettingen als gevolg van een ophoging.

Op basis van de sondering h101 kan indicatief de navolgende bodemopbouw worden afgeleid:

<u>Diepte in m- NAP</u>	<u>Bodembeschrijving</u>
m.v. - ca. 1,0	<u>KLEI</u> , deels uitgedroogd
ca. 1,0 - ca. 3,75	<u>ZAND</u> , matig vast gepakt
ca. 3,75 - ca. 5,0	<u>KLEI</u> , met silt- en/of zandlaagjes
ca. 5,0 - ca. 18,0	<u>ZAND</u> , vast tot zeer vast gepakt, Pleistoceen
ca. 18,0	maximaal verkende diepte

Op basis van de sondering S31D00047 is de navolgende bodemopbouw vastgesteld:

<u>Diepte in m- NAP</u>	<u>Bodembeschrijving</u>
m.v. - ca. 1,0	<u>KLEI</u> , deels uitgedroogd
ca. 1,0 - ca. 2,0	<u>KLEI</u> , slap
ca. 2,0 - ca. 2,5	<u>KLEI</u> , silthoudend
ca. 2,5 - ca. 4,0	<u>KLEI</u> , sterk silthoudend
ca. 4,0 - ca. 5,0	<u>ZAND</u> , vast gepakt
ca. 5,0 - ca. 6,5	<u>VEEN</u> , basislaag
ca. 6,5 - ca. 20,5	<u>ZAND</u> , los tot zeer vast gepakt, Pleistoceen
ca. 20,5	maximaal verkende diepte

De bodemopbouw betreft een zo goed mogelijke inschatting, welke is gebruikt voor de adviezen. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend ten aanzien van samenstelling en eventuele bijmengingen van de grond.

6.4 uitgangspunten zettingsberekening

Voor het verkennend onderzoek naar de zettingsgevoeligheid van locatie 4 zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Maaiveldniveau: 0,2 m- NAP
- Grondwaterstand: 0,75 m- NAP

De bodemopbouw op locatie 4 kan sterk variëren, zoals beschreven in voorgaande paragraaf. In geval van het bodemprofiel conform de sondering uit grondonderzoek h101 dient rekening te worden gehouden met mogelijk enkele centimeters zetting.

Wanneer het bodemprofiel van sondering S31D00047_00 aanwezig is, dient wel rekening te worden gehouden met het optreden van zettingen. In tabel 6.1 is het op basis van deze sondering aangehouden bodemprofiel gepresenteerd alsmede de aangehouden parameters.

Tabel 6.1: bodemprofiel Locatie 4 “zettingsgevoelig”

bodembeschrijving	o.k. laag [m- NAP]	volumegewicht [kN/m³]	C [-]	C' [-]	POP [kN/m²]
Klei, uitgedroogd	1,0	15,0/15,0*	45	45	8
Klei, slap	2,0	13,0	20	5	8
Klei, silthoudend	2,5	14,5	32	8	8
Klei, sterk silthoudend	4,0	16,0	45	15	8
Zand, vast gepakt	5,0	20,0	1000	1000	-
Veen, basislaag	6,5	12,0	24	6	8

* 1^{ste} waarde boven de grondwaterstand bij natuurlijk vochtgehalte,
2^{de} waarde onder de grondwaterstand (verzadigd)

6.5 zettingen locatie 4

Op basis van de hiervoor genoemde uitgangspunten zijn de zettingsberekeningen uitgevoerd. In tabel 6.2 zijn per ophoging de berekende zettingen gepresenteerd in het midden van de ophoging.

Tabel 6.2: zetting na 30 jaar locatie 4

locatie	maximale ophoging t.o.v. huidige maaiveldniveau	zetting midden ophoging na 30 jaar	
Locatie 4	0,2 m	Algemeen beeld	Lokaal
		<0,05 m	~0,05 m
	0,5 m	<0,05 m	~0,10 m
	1,0 m	<0,10 m	~0,25 m

De berekende zettingen na 30 jaar uit tabel 6.2 gelden dus in geval van het relatief zettingsgevoelige bodemprofiel van sondering S31D00047_00. Wanneer het bodemprofiel van de sondering uit grondonderzoek h101 wordt aangetroffen, zal de zetting na 30 jaar beperkt blijven tot enkele centimeters. In welke mate de bodemopbouw varieert en welk profiel het meest van toepassing is, is nog niet bekend.

7 ZETTINGSGEVOELIGHEID LOCATIE 5

7.1 ligging locatie 5

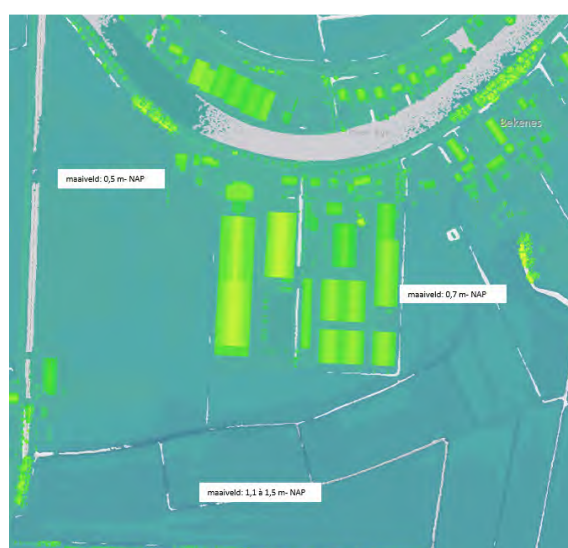
Op onderstaande afbeelding is de ligging van locatie 5 Werklint te Nieuwerbrug weergegeven:



Afbeelding 7.1: ligging locatie 5

Aan de noordzijde grenst de projectlocatie aan de Oude Rijn en aan de zuidzijde aan de spoorlijn Leiden-Utrecht.

Op basis van Actueel Hoogtebestand Nederland is vastgesteld dat het maaiveldniveau op locatie 5 verloopt van 0,5 à 0,7 m- NAP aan de noordzijde tot 1,1 à 1,5 m- NAP aan de zuidzijde, één en ander gepresenteerd op onderstaande afbeelding:



Afbeelding 7.2: maaiveldhoogte locatie 4

7.2 grondwaterstanden

De beheerspeilen van het open water binnen locatie 5 zijn gepresenteerd op afbeelding 7.3:

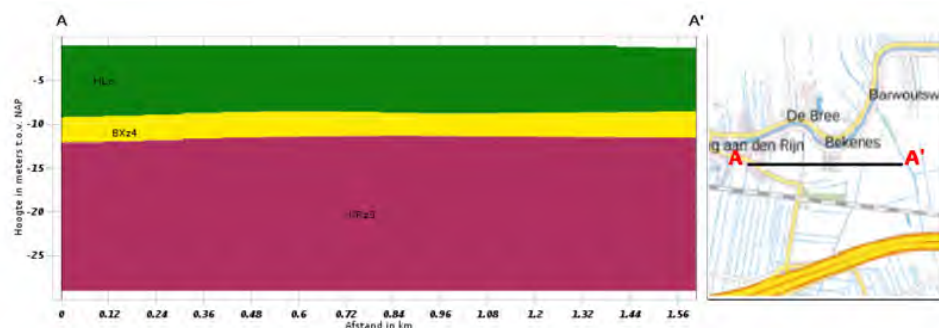


Afbeelding 7.3: beheerspeilen open water locatie 5

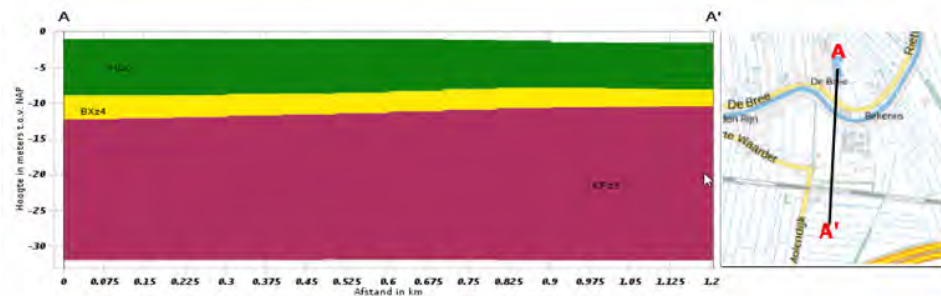
Binnen locatie 5 bevinden zich verschillende peilvakken waarin verschillende beheerspeilen worden gehanteerd. Aan de noordzijde wordt een vast peil gehanteerd op 0,8 m- NAP. In de peilvakken aan de zuidzijde wordt een zomer- en winterpeil gehanteerd, waarbij het zomerpeil varieert van 1,95 à 2,04 m- NAP en het winterpeil van 2,05 à 2,14 m- NAP.

7.3 bodemopbouw

Op basis van Dinoloket is het volgende vastgesteld over de dikte van de holocene deklaag:



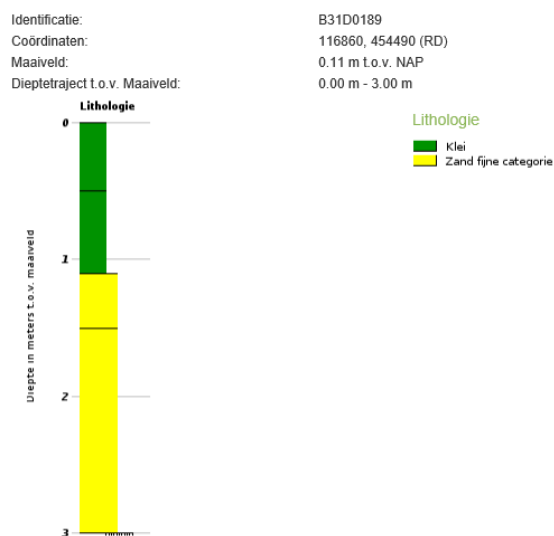
Afbeelding 7.4: verloop dikte holocene pakket west-oost



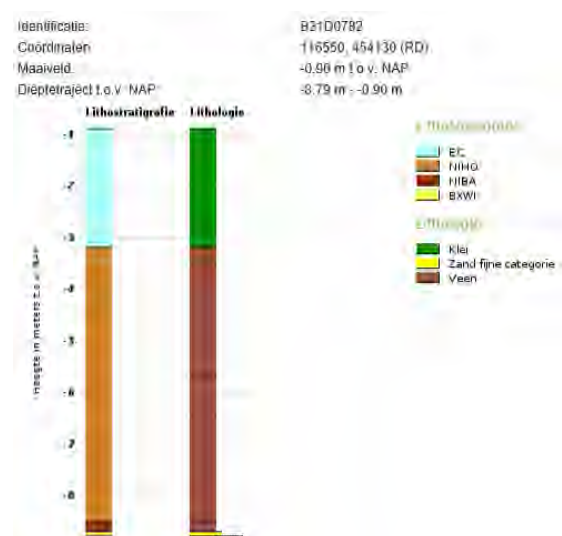
Afbeelding 7.5: verloop dikte holocene pakket noord-zuid

Ter plaatse van locatie 5 is de dikte van het holocene pakket redelijk constant en onderkant Holoceen ligt op 8,0 à 9,0 m- NAP.

Voor locatie 5 is alleen via Dinoloket informatie over de bodemopbouw verkregen. Het boring B31D0189, welke aan de noordzijde van de projectlocatie is uitgevoerd, en boring B31D0782, welke aan de zuidzijde van de projectlocatie is uitgevoerd. Op de afbeeldingen 7.6 en 7.7 zijn beide boorprofielen gepresenteerd:



Afbeelding 7.6: boorprofiel B31D0189



Afbeelding 7.7: boorprofiel B31D0782

Net als bij locatie 4 lijkt de bodemopbouw ter plaatse van locatie 5 sterk te variëren, met aan de noordzijde een zeer beperkt zettingsgevoelige bodemopbouw en aan de zuidzijde een relatief zettingsgevoelige bodemopbouw.

Opgemerkt wordt dat boring B31D0189 slechts tot 3 m- maaiveld, zijnde ca. 3 m- NAP, is uitgevoerd. Bij enkele uitgevoerde boringen op naastgelegen percelen is de zandlaag tot minimaal 6 m- NAP aangetroffen.

Op basis van het profiel van boring B31D0189 is voor de noordzijde van de locatie indicatief de navolgende bodemopbouw aangehouden:

<u>Diepte in m- NAP</u>	<u>Bodembeschrijving</u>
m.v. - ca. 1,0	<u>KLEI</u> , deels uitgedroogd
ca. 1,0 - ca. 3,0	<u>ZAND</u> ,
ca. 3,0	maximaal verkende diepte

Het profiel van boring B31D0782 aan de zuidzijde van de locatie geeft indicatief de volgende bodemopbouw:

<u>Diepte in m- NAP</u>	<u>Bodembeschrijving</u>
m.v. - ca. 3,0	<u>KLEI</u> , deels uitgedroogd
ca. 3,0 - ca. 8,5	<u>VEEN</u> , slap
ca. 8,5 - ca. 9,0	<u>VEEN</u> , basislaag
ca. 9,0 - ca. 9,1	<u>ZAND</u> , Pleistoceen
ca. 9,1	maximaal verkende diepte

De bodemopbouw betreft een zo goed mogelijke inschatting, welke is gebruikt voor de adviezen. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend ten aanzien van samenstelling en eventuele bijmengingen van de grond.

7.4 uitgangspunten zettingsberekening

Voor het verkennend onderzoek naar de zettingsgevoeligheid van locatie 5 zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Maaiveldniveau: noordzijde: 0,3 m- NAP en zuidzijde: 1,1 m- NAP
- Grondwaterstand: noordzijde 0,8 m- NAP en zuidzijde: 2,0 m- NAP

De bodemopbouw op locatie 5 kan sterk variëren, zoals beschreven in voorgaande paragraaf. Aan de noordzijde van de locatie wordt vermoedelijk het bodemprofiel van boring B31D0189 aangetroffen en dient rekening te worden gehouden met mogelijk enkele centimeters zetting.

Aan de zuidzijde wordt het relatief zettingsgevoelige bodemprofiel van boring B31D0782 aangetroffen en dient wel rekening te worden gehouden met het optreden van zettingen. In tabel 7.1 is het op basis van deze sondering aangehouden bodemprofiel gepresenteerd alsmede de aangehouden parameters.

Tabel 7.1: bodemprofiel Locatie 5 “zettingsgevoelig zuidzijde”

bodembeschrijving	o.k. laag [m- NAP]	volumegewicht [kN/m³]	C [-]	C' [-]	POP [kN/m²]
Klei, uitgedroogd	2,0	15,0/15,0*	45	45	8
Klei, slap	3,0	13,0	20	5	8
Veen, slap	8,5	11,0	16	4	8
Veen, basislaag	9,0	12,0	24	6	8

* 1^{ste} waarde boven de grondwaterstand bij natuurlijk vochtgehalte,
2^{de} waarde onder de grondwaterstand (verzadigd)

7.5 zettingen terrein

Op basis van de hiervoor genoemde uitgangspunten zijn de zettingsberekeningen uitgevoerd. In tabel 7.2 zijn per ophoging de berekende zettingen gepresenteerd in het midden van de ophoging.

Tabel 7.2: zetting na 30 jaar locatie 5 zuidzijde

locatie	maximale ophoging t.o.v. huidige maaiveldniveau	zetting midden ophoging na 30 jaar	
Locatie 5	0,2 m	noordzijde <0,05 m	zuidzijde ~0,10 m
	0,5 m	<0,05 m	~0,20 m
	1,0 m	<0,10 m	~0,65 m

De berekende zettingen na 30 jaar uit tabel 7.2 gelden dus in geval van het relatief zettingsgevoelige bodemprofiel aan de zuidzijde. Wanneer het bodemprofiel van de boring B31D0189 wordt aangetroffen, zal de zetting na 30 jaar beperkt blijven tot enkele centimeters. In welke mate de bodemopbouw varieert en welk profiel het meest van toepassing is, is nog niet bekend.

8 **CONCLUSIE en AANBEVELINGEN**

In tabel 8.1 is een samenvatting gegeven van de resultaten van de indicatieve zettingsberekeningen.

Tabel 8.1: overzicht indicatief berekende zettingen na 30 jaar

locatie	deel	bruto ophoging		
		0,2 m	0,5 m	1,0 m
		indicatieve zetting na 30 jaar		
1	algemeen	~0,05 m	~0,15 m	~0,50 m
	oostzijde lokaal	~0,05 m	~0,10 m	~0,35 m
2	algemeen	~0,05 m	~0,15 m	~0,50 m
3	algemeen	~0,10 m	~0,20 m	~0,60 m
4	zettingsgevoelig profiel	~0,05 m	~0,10 m	~0,25 m
	niet-zettingsgevoelig profiel	<0,05 m	<0,05 m	<0,10 m
5	noordzijde	<0,05 m	<0,05 m	<0,10 m
	zuidzijde	~0,10 m	~0,20 m	~0,65 m

De uitkomsten van de zettingsberekeningen zijn slechts indicatief en dienen voor het onderling vergelijk van de zettingsgevoeligheid van de locaties.

Op basis van tabel 8.1 wordt geconcludeerd dat de locaties 1 t/m 3 en 5 zuidzijde voor wat betreft zettingsgevoeligheid sterk met elkaar overeenkomen. Locatie 4 en locatie 5 hebben vermoedelijk een sterke variatie in bodemopbouw en daarmee ook in zettingsgevoeligheid. Ten opzichte van de locaties 1 t/m 3 is de locaties 4 en locatie 5 noordzijde het minst zettingsgevoelig.

In overleg met de gemeente Woerden zijn de volgende aandachtspunten vastgesteld voor de DO-fase:

- De zettingsgevoeligheid van een projectlocatie dient door middel van een grondonderzoek in de vorm van sonderingen en boringen te worden vastgesteld. Geadviseerd wordt tevens diverse monsters te nemen waarop een laboratoriumonderzoek wordt uitgevoerd op basis waarvan de locatie-specifieke samendrukkingsparameters van de ondergrond kunnen worden bepaald. Tevens wordt inzicht gekregen in de heersende grensspanning.
- Het centrale uitgangspunt van beleid is dat er zettingsvrij of zettingsarm wordt gebouwd.
- In geval er een kans bestaat op zettingen als gevolg van zettingsgevoelige lagen (klei en/of veen), kan de zetting door middel van fixerende of meebewegende technieken worden voorkomen.
- Indien door de aannemer een zettingsvrije oplossing niet haalbaar wordt geacht, dient een zettingsarme techniek te worden vastgesteld. In dit geval geldt een restzettingseis van maximaal 0,05 meter in 10 jaar en 0,10 meter in 30 jaar, exclusief de autonome bodemdaling.

- Voor de infrastructuur (weg, riool, kabels en leidingen, huisaansluitingen en openbare verlichting) dient in ieder geval een zettingsarme techniek te worden toegepast.
- Een integrale zettingsarme oplossing waarbij ook de voor- en achtertuinen worden meegenomen heeft de voorkeur.
- De aannemer dient door middel van geotechnische berekeningen aan te tonen dat aan de gestelde restzettingseis wordt voldaan (zettingsarm) of dat zettingen worden voorkomen (zettingsvrij).
- Tijdens de uitvoering dient het zettingsverloop door middel van bijvoorbeeld zakbaken te worden gemonitord. Op basis van deze monitoring dient te worden aangetoond dat aan de gestelde restzettingseis wordt voldaan.

Alphen a/d Rijn, 18 oktober 2019

GEOMET B.V.

Opgesteld door:

ing. P. Dijkhuizen
Senior Consultant

ing. T.J.M. de Wit
Hoofd Adviesafdeling