

---

## Monitoringsplan blokken B en C, Amstelstation Amsterdam

—



MRP Development  
Dhr. G. Sparreboom  
Herikerbergweg 292  
1101 CT Amsterdam

© 2020 CRUX Engineering BV

Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CRUX Engineering BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Documentenlocatie  
P:\181xx\18306 MRP torens Amstelstation\01 RAP\RA18306f2  
Monitoringsplan blokken B en C Amstelstation (qc bru2).docm

CRUX Engineering BV  
Pedro de Medinalaan 3c  
NL-1086 XK Amsterdam

+31(0)20 494 30 70  
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

Amsterdam  
Delft  
Eindhoven

---

## Rapport

### Onderwerp

Monitoringsplan blokken B  
en C, Amstelstation  
Amsterdam

### Projectnummer

18306

### Documentnummer

RA18306f2

### Versie

2

### Datum

30 april 2020

### Opgesteld

ir. I. Warmenhoven  
Stikvoort  
dr. T. Sweijen

### Gecontroleerd

ing. A. Wisse  
R. Brugman MSc  
b.a.

### Vrijgave

ir. G. Meinhardt

### Formulier

RA-01-v19.1015

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1	Algemeen	4
1.2	Leeswijzer	4
<b>2</b>	<b>Karakteristieken project</b>	<b>5</b>
2.1	Omgeving	5
2.2	Bouwkuip	5
<b>3</b>	<b>Doelstelling monitoring</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Bouwkundige vooropnamen belendende panden</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Trillingsmetingen</b>	<b>8</b>
5.1	Trillingsbronnen	8
5.2	Locatie en instrumentatie trillingsmetingen	8
5.3	Grenswaarden trillingen conform SBR-A	8
5.3.1	SBR-A richtlijn	8
5.3.2	Bouwwerk	8
5.3.3	Funderingen	8
5.3.4	Grenswaarden	9
<b>6</b>	<b>Hoogte- / deformatiemetingen</b>	<b>11</b>
6.1	Belendende panden	11
6.2	Kabels & leidingen	12
6.3	Meetfrequentie	12
6.4	Signaal- en interventiewaarden hoogtemetingen	13
6.4.1	Belendende panden	13
6.4.2	Kabels & leidingen	13
<b>7</b>	<b>Verplaatsingsmetingen van de damwanden</b>	<b>14</b>
7.1	Inleiding	14
7.2	Inmeten bovenkant van de damwanden	14
7.3	Inclinometingen	15
7.4	Meetfrequentie en signaal –en interventiewaarden	15
<b>8</b>	<b>Peilbuismetingen</b>	<b>16</b>
8.1	Inleiding	16
8.2	Meetfrequentie	16

8.3	Filterdiepte	16
8.4	Signaal- en interventiewaarden	17
8.4.1	Algemeen	17
8.4.2	Freatisch pakket	17
8.4.3	Eerste en Tweede Zandlaag	18
<b>9</b>	<b>Communicatie en procesbewaking</b>	<b>20</b>
9.1	Bewaking en communicatie meetdata	20
9.2	Aansturing van de monitoringsannemer	20
9.3	Proces uitvoering m.b.t. ontwikkeling van meetdata	20

## Lijst van Figuren

-	
Figuur 1 Projectlocatie (Google Maps)	5
Figuur 2 Doorsneden bouwkuip; blauw = AZ18-700, rood = AZ24-700	5
Figuur 3 Bouwkundige vooropname	7
Figuur 4 Voorbeeld trillingsmeetapparatuur	8
Figuur 5 Overzicht te monitoren objecten	11
Figuur 6 Voorbeeld hoogtemeetbout	12
Figuur 7 Locaties inclinometers bouwkuip	14
Figuur 8 Peilbuislocaties naast de bouwkuip	17
Figuur 9 Peilbuislocaties in de omgeving	17

## Lijst van Tabellen

-	
Tabel 1 Bouwkundige vooropname	7
Tabel 2 Grenswaarden conform SBR-A, frequentie afhankelijk	10
Tabel 3 Meetfrequentie hoogtemetingen	12
Tabel 4 Signaal- en interventiewaarden leidingen	13
Tabel 5 Meetfrequentie, signaal –en interventiewaarden damwandverplaatsing inclinometers	15

## Lijst van Bijlagen

-	
Bijlage 1 Installatie buisprofiel voor inclinometers in damwanden	
Bijlage 2 Contactgegevens betrokken partijen	
Bijlage 3 Werkvolgorde monitoringswerkzaamheden	
Bijlage 4 Peilbuislocaties	

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Dit monitoringsplan is opgesteld ten behoeve van het nieuwbouwproject blokken B en C nabij het Amstelstation te Amsterdam. De nieuwbouw bestaat uit twee woonblokken en wordt voorzien van een twee-laags parkeerkelder.

Het bouwkuipontwerp en de uitgevoerde risicoanalyse in verband met de omgevingsbeïnvloeding is uitgewerkt in respectievelijk rapport RA18306a1 en RA18306e1.

In dit rapport is het monitoringsplan voor bewaking van de omgevingsbeïnvloeding ten gevolge van de werkzaamheden binnen een bouwkuip uitgewerkt. Het monitoringsplan bevat een beschrijving van de relevante omgevingsfactoren en richt zich met name op het controleren en proactief beheersen van de volgende aspecten:

- Trilingshinder door (in)trillen damwanden en / of heien van palen;
- Zettingen van belendende panden en omliggend maaiveld / kabels & leidingen;
- Grondwaterstandsverlagingen in de omgeving;
- Vervorming van damwanden tijdens de bouw- en ontgravingswerkzaamheden.

Het monitoringsplan bevat de specificaties voor het uitvoeren van:

- Doelstelling monitoring;
- Bouwkundige vooropnamen;
- Hoogte-/deformatiemetingen belendende panden;
- Verplaatsingsmetingen van de damwanden;
- Trillingsmetingen aan de belendende panden;
- Peilbuismetingen;
- Communicatie en procesbewaking.

De monitoring dient te worden uitgevoerd door één of meerdere onafhankelijke deskundige meetbedrijven.

## 1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de projectkarakteristieken beschreven.

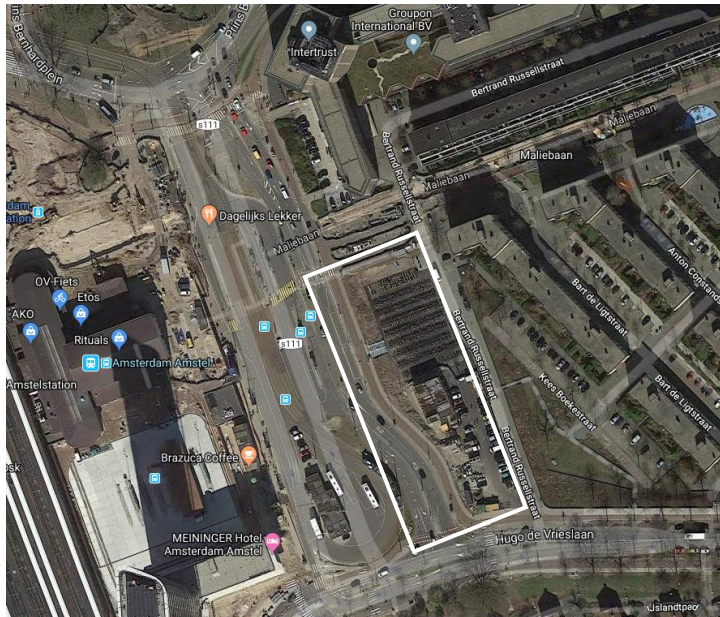
Hierop volgend wordt de doelstelling van de in deze rapportage beschreven monitoring behandeld in hoofdstuk 3. De monitoring wordt van hoofdstuk 5 tot en met 8 behandeld per onderdeel.

Hierbij wordt eerst de bouwkundige vooropnamen, trillingsmetingen en de hoogte-/deformatiemetingen van de belendende panden beschreven. Hierop volgend worden de verplaatsingsmetingen van de damwanden en de peilbuismetingen van de grondwaterstand buiten de bouwkuip beschreven. Tot slot wordt het monitoringsplan met de communicatie en de procesbewaking over de monitoring in hoofdstuk 9 afgesloten.

## 2 Karakteristieken project

### 2.1 Omgeving

De projectlocatie is gelegen tussen het Julianaplein en de Bertrand Russellstraat. In Figuur 1 is de projectlocatie weergegeven.

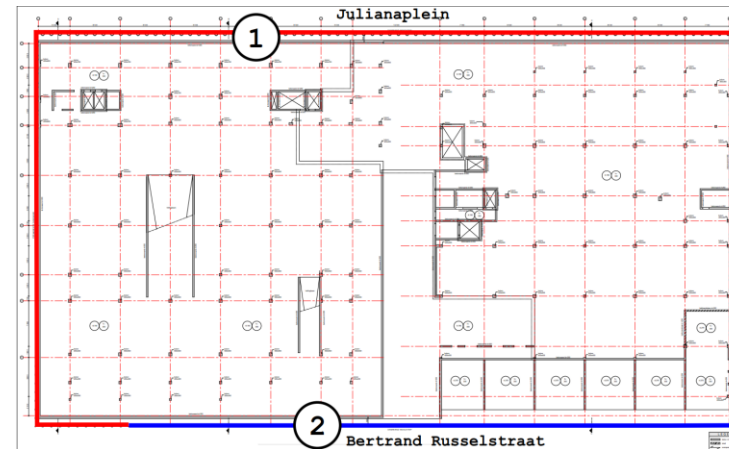


Figuur 1 Projectlocatie (Google Maps)

### 2.2 Bouwkuip

Op basis van het bouwkuipontwerp, het bemalingsadvies en de risicoanalyse in CRUX rapport RA18306a1, RA18306b2 en RA18306e1 worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De bouwkuip wordt uitgevoerd met verankerde stalen damwanden AZ24-700 en AZ18-700 tot NAP-16,5 m. In Figuur 2 is een overzicht van de locaties van de twee typen damwanden weergegeven.



Figuur 2 Doorsneden bouwkuip; blauw = AZ18-700, rood = AZ24-700

- Voor de ontgraving van de kelder wordt lokaal tot NAP -6,0 m ontgraven. Hiervoor is een stijghoogteverlaging in de eerste zandlaag (Wadzand) tot NAP-5,85 m benodigd.
- Tijdens de bouw dient de stijghoogte in de Wadzandlaag zodanig afhankelijk van de fasering aangepast te worden dat deze tot het minimaal benodigde niveau verlaagd wordt. Hierbij dienen de stijghoogteverlagingen uit RA18306a1 aangehouden te worden.

### 3 Doelstelling monitoring

Doelstelling van het monitoren tijdens de uitvoering is het beschikbaar hebben van meetdata in verschillende stadia van de uitvoering met betrekking tot de ontwikkeling van mogelijk vervormingen, trillingen en grondwaterstandsveranderingen. De gemeten waarden worden tijdens de uitvoering met de in het monitoringsplan opgestelde **signalerings- en interventiewaarden** vergeleken. Indien tijdens de uitvoering signaleringswaarden worden bereikt c.q. interventiewaarden worden benaderd, dient na analyse van de metingen te worden besloten of mogelijk aanvullende maatregelen in de uitvoering benodigd zijn, om zo de mogelijke schadelijke invloed op de omgeving ten gevolge van de vervolgwerkzaamheden tot een minimum te beperken. Bij de interpretatie van de metingen en het achterhalen van de mogelijke oorzaken is het essentieel om data ter beschikking te hebben van metingen aan de damwand en van de grondwaterstanden.

Door middel van bovenstaande strategie kan tijdig op de meetdata worden geanticipeerd. Dit komt de voortgang en de kwaliteit van het bouwproces ten goede. Het monitoringsplan is een belangrijk onderdeel van de proactieve risicobeheersing, waarbij het adagium geldt 'op tijd meten is op tijd weten'.

Onderscheid wordt gemaakt tussen monitoringswerkzaamheden welke voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden dienen plaats te vinden en werkzaamheden welke tijdens het bouwproces worden uitgevoerd.

#### **Voorafgaand aan bouwproces**

1. Plaatsen peilbuizen;
2. Plaatsen hellingmeetbuizen.
3. Plaatsen meetbouten en uitvoeren nulmeting panden
4. Plaatsen meetpunten op maaiveld en uitvoeren nulmeting

#### **Tijdens bouw- en bemalingsproces**

5. Uitvoeren trillingsmetingen;
6. Uitvoeren herhalingsmetingen panden en maaiveld
7. Monitoren van de grondwaterstand;
8. Inclinometingen.

In de volgende hoofdstukken worden de hierboven genoemde monitoringswerkzaamheden nader beschreven.

## 4 Bouwkundige vooropnamen belendende panden

Voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden dient de huidige staat van de belendende bebouwing, met een bouwkundige opname vastgesteld te worden. Aan de hand van de bouwkundige opname kunnen vermeende schades aan panden als gevolg van de bouwwerkzaamheden achteraf op juistheid worden beoordeeld. De bouwkundige opnamen dienen te worden uitgevoerd door een onafhankelijk, deskundig bedrijf en dienen voor start van de bouwwerkzaamheden te worden gedeponereerd bij een notaris.

Geadviseerd wordt in eerste instantie, zo kort mogelijk voordat de sloop- en bouwwerkzaamheden aanvangen, een bouwkundige opname van het in- en exterieur van alle direct aanliggende belendingen panden uit te voeren. Dat wil zeggen dat zowel de binnen- als buitenzijde van de objecten wordt geïnspecteerd. Zichtbare schade wordt fotografisch vastgelegd en beschreven.

In Tabel 1 en Figuur 3 zijn de panden waar een bouwkundige opname exterieur benodigd zijn gegeven.

Tabel 1 Bouwkundige vooropname

Pand	Bouwkundige vooropname
Appartementencomplex Bart de Ligtstraat	In- en exterieur
Het Amstelgebouw	In- en exterieur



Figuur 3 Bouwkundige vooropname



## 5 Trillingsmetingen

### 5.1 Trillingsbronnen

Als trillingsbron tijdens de uit te voeren werkzaamheden worden de volgende bronnen onderscheiden:

- Trillingen ten gevolge van het trillend installeren van damwanden;
- Trillingen door het heien van prefab betonpalen.

In de volgende hoofdstukken zijn de trillingsmetingen en de SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken 2017, hierna SBR-A, grenswaarden nader toegelicht.

In dit hoofdstuk wordt de terminologie van grenswaarden gebruikt conform de SBR-A richtlijn. Voor de andere meetonderdelen wordt de terminologie interventiewaarden gebruikt conform CUR 223 richtlijn.

### 5.2 Locatie en instrumentatie trillingsmetingen

De meetpunten worden gekozen op stijve punten van de hoofd draagconstructie van het belendende panden aan de Bart de Ligtstraat en het Amstelgebouw, en net boven het maaiveld. De opnamer wordt door kabels verbonden aan een datalogger, die de data registreert, zie Figuur 4 voor een voorbeeld van dergelijke apparatuur.

De trillingen aan de sensoren worden gemeten in verticale richting en twee onderling loodrechte horizontale richtingen in overeenstemming met de hoofdassen van het gebouw.



Figuur 4 Voorbeeld trillingsmeetapparatuur

### 5.3 Grenswaarden trillingen conform SBR-A

#### 5.3.1 SBR-A richtlijn

Het monitoren van de trillingen en de beoordeling van de meetresultaten zal op basis van de SBR-A richtlijn worden uitgevoerd. De trillingsmetingen worden uitgevoerd door middel van één meetsysteem/sensor per pand, hetgeen conform de SBR-A een “indicatieve meting” betreft. De partiële veiligheidsfactor van de “indicatieve meting” SBR-A wordt gehanteerd in de opstelling van de grenswaarden. De meetresultaten worden vervolgens beoordeeld en getoetst aan de grenswaarden conform SBR-A.

#### 5.3.2 Bouwwerk

In de SBR-A richtlijn (schade aan gebouwen) wordt onderscheid gemaakt tussen de constructiewijze en de staat van het bouwwerk. De panden in de nabije omgeving van het werk kunnen worden ingedeeld in SBR-A bouwwerkcategorie 2 (redelijk tot goede staat verkerende metselwerk panden).

#### 5.3.3 Funderingen

De funderingselementen worden voor wat betreft hun trillingsgevoeligheid samen met het bouwwerk geclassificeerd. Voor de beoordeling van mogelijke, schadelijke invloed van trillingen op



de fundering en de daarop rustende constructie, kunnen trillingsgevoelige funderingen en niet-trillingsgevoelige funderingen worden onderscheiden.

De paalfunderingen van de belendende constructies rondom de projectlocatie zijn conform de SBR-A (artikel 10.2.5) te omschrijven als funderingen, die een belangrijk deel van hun draagvermogen ontleen aan het puntdraagvermogen. Hier kan van **niet-trillingsgevoelige fundering** worden uitgegaan.

#### 5.3.4 Grenswaarden

De grenswaarde van de trillingsintensiteit, waarbij mogelijke schade aan de belendende bebouwing kan optreden, is bepaald conform de SBR-A. Volgens de bestaande praktijkervaring bestaat er een aanvaardbaar kleine kans (minder dan 1%) dat de schade aan bouwwerken en funderingen zal optreden indien  $V_{top} < V_r$ .

De topwaarde van de trillingssnelheid die tijdens de meting mag optreden  $V_{top}$  wordt bepaald met behulp van de karakteristieke waarde van de grenswaarde  $V_{kar}$ .

De rekenwaarde van de grenswaarde van de trillingssnelheid  $V_r$  wordt bepaald volgens:

$$V_r = \frac{V_{kar}}{\gamma_t}$$

Waarin:

- $V_r$  de rekenwaarde van de grenswaarde;
- $V_{kar}$  de karakteristieke waarde van de grenswaarde;
- $\gamma_t$  de partiële veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt.

De benodigde partiële veiligheidsfactor  $\gamma_t$  is afhankelijk van de trillingsbron / het type trilling.

Tijdens (bouw)verkeerpassages, het trillend en het drukkend installeren van damwanden kunnen herhaald kortdurende trillingen ontstaan, hiervoor geldt een partiële veiligheidsfactor van 1,5. Uit praktijkervaring blijkt dat als gevolg van bouwverkeer/slopen en het drukken van damwanden frequenties tussen 0 en 15 Hz ter plaatse van de belendende panden het meest voorkomen.

Voor het intrillen van damwanden wordt uitgegaan van continu trillingen, hiervoor geldt een partiële veiligheidsfactor van 2,5.

De topwaarde van de trillingssnelheid  $V_{top}$  is de gemeten grenswaarde. De rekenwaarde van deze topwaarde van de trillingssnelheid dient te worden bepaald volgens:

$$V_d = \frac{V_{top}}{\gamma_v}$$

Waarin:

- $V_d$  de rekenwaarde van de trillingssnelheid;
- $V_{top}$  de gemeten topwaarde van de trillingssnelheid in het meetpunt;
- $\gamma_v$  de partiële veiligheidsfactor die het type meting in rekening brengt.

Tijdens de in paragraaf 5.1 genoemde werkzaamheden worden gemeten middels een indicatieve meting waarbij een partiële veiligheidsfactor  $\gamma_v$  van 1,6 gehanteerd wordt.

De grenswaarden voor SBR-A bouwwerkcategorie 2 zijn voor in de praktijk te verwachten frequenties weergegeven in Tabel 2 voor bouwverkeer, bouwwerkzaamheden en het trillen en drukken van damwanden.

Op basis van de bovenstaande kunnen bij de metingen aan de panden direct naast de bouwkuip de grenswaarden voor SBR-A bouwwerkcategorie 2 gehanteerd worden. Als signaleringswaarde kan 90% van de grenswaarde worden aangehouden.

Tabel 2 Grenswaarden conform SBR-A, frequentie afhankelijk

Bouwwerk-categorie Conform SBR-A	Frequentie	Karakteristieke grenswaarde schade	Partiële veiligheidsfactor		Rekenwaarde grenswaarde schade
			$\gamma_t$ [-]	$\gamma_v$ [-]	
[-]	[Hz]	[mm/s]			[mm/s]
2	0-10	5	1,5	1,6	2,1
	15	6,25			2,6
	30	10	2,5		2,5
	40	12,5			3,2

## 6 Hoogte- / deformatiemetingen

### 6.1 Belendende panden

Om de zakkings van de belendende panden meettechnisch te bewaken, moeten vóór aanvang van de bouwwerkzaamheden meetbouten aan de belendende objecten worden geplaatst. De meetbouten dienen hierbij te worden geplaatst op de gevels van de blauw aangegeven panden in Figuur 5. Met een nauwkeurigheidswaterpassing moet de hoogte van de meetbouten ten opzichte van NAP worden ingemeten. De hoogtemetingen dienen zodanig aan meerdere stabiele referentiepunten in de omgeving te worden gerelateerd, dat de vereiste meetnauwkeurigheid van +/-0,5 mm wordt gewaarborgd.

Voorgesteld wordt om per aangrenzende voor- en zijgevel 2 meetboutjes aan te brengen met een maximale tussenafstand van 6 m.

Uiteraard is in verband met de praktische invulling en restricties van de locatiekeuze van de meetbouten een geringe variatie van de voorgestelde afstanden toegestaan. In hoeverre de gevels, die niet vanuit het openbaar terrein toegankelijk zijn, kunnen worden gebruikt voor de installatie van de meetbouten en de uitvoering van de metingen, dient door de opdrachtgever nader met de belendende eigenaren te worden afgesproken. Voor de toegankelijkheid van de meetbouten via particulier terrein is de medewerking van de eigenaren vereist. De toestemming van de huiseigenaren voor het aanbrengen van de meetbouten dient door de opdrachtgever te worden verzorgd.



Figuur 5 Overzicht te monitoren objecten



Figuur 6 Voorbeeld hoogtemeetbout

## 6.2 Kabels & leidingen

Om de maaiveld-/grondzakking nabij damwand te monitoren, kunnen meetspijkers in de verharding of eventueel grondankers (Fenomarkers) worden aangebracht. De meetspijkers worden met een onderlinge afstand van ca. 8 m aangebracht.

## 6.3 Meetfrequentie

Ter vastlegging van de referentie dient de monitoringsaannemer voorafgaand aan de werkzaamheden minimaal 1 nulmeting uit te voeren. Deze meting dient als referentie voor de vervolgmetingen. De nulmeting van de meetbouten dient maximaal 2 weken vóór aanvang van de start werkzaamheden te worden uitgevoerd. De nulmeting wordt tegelijkertijd aan alle belendende panden/objecten langs de projectlocatie uitgevoerd en gerapporteerd.

Voorgesteld wordt om herhalingsmetingen uit te voeren in de bouwfasen zoals weergegeven in Tabel 3. De bouwfasering komt overeen met de beschouwingen in de risicoanalyse. Het wordt benadrukt dat afhankelijk van de voortgang of de duur van de

betreffende bouwfase over de gehele oppervlakte van de bouwput meerdere herhalingsmetingen per fase noodzakelijk kunnen zijn.

Tabel 3 Meetfrequentie hoogtemetingen

Fase	Activiteit
0	Voor aanvang van de werkzaamheden (nulmeting)
1	Na aanbrengen damwanden
2	Na aanbrengen van de verankering
3	Bij bereiken halve ontgravingsdiepte
4	Na bereiken maximale ontgravingsdiepte
5	Na verwijderen verankering
6	Eindmeting na gereedkomen werk

Indien tussen de bouwfasen van Tabel 3 langere periodes zijn dan 3 maanden, dient een controlemeting te worden uitgevoerd. Daarnaast dienen controlemetingen uitgevoerd te worden in het geval dat tijdens de stijghoogteverlaging in de Wadzandlaag langere periodes zijn dan 1 maand.

Daarnaast worden *aanvullende* herhalingsmetingen uitgevoerd als daar met betrekking tot de benadering van de grenswaarden *aanleiding* toe bestaat. Deze aanvullende herhalingsmetingen worden aangewezen door de bouwdirectie. Door de bewaking en deskundige interpretatie van optredende vervormingen tijdens de bouwfasen kan, indien noodzakelijk, het bouwproces tijdig worden bijgestuurd om schade te voorkomen.

***De uitgewerkte meetresultaten dienen op de eerstvolgende dag na de meting aan de projectleiding te worden aangeleverd.***

De volgende werkwijze is voor de uitvoering en toetsing van de meetdata aan te houden:

1. Uitvoering van de meting binnen 1 werkdag na afronding van de betreffende fase.
2. De eerstvolgende dag dienen de meetresultaten aan de projectleiding ter beschikking worden gesteld en dient een toets van de t.o.v. de in dit document aangegeven signaal- en interventiewaarden plaats te vinden.

3. Indien voldaan wordt aan de gestelde criteria kan de volgende bouwphase worden gestart.
4. Bij vertraging/uitloop van de werkzaamheden in de betreffende relevante fase dient tenminste een keer in de drie maanden een controlehoogtemeting te worden uitgevoerd.

## 6.4 Signaal- en interventiewaarden hoogtemetingen

### 6.4.1 Belendende panden

Op basis van de uitgevoerde risicoanalyse worden ter plaatse van de belendende panden geen zettingen verwacht. Voor de monitoring van de verplaatsing van de verschillende belendende panden zijn de voor de verschillende bouwphase te hanteren signaal- en interventiewaarden gelijk en bedragen respectievelijk 3 en 4 mm.

Bij de interpretatie van de metingen moet rekening worden gehouden met de meetnauwkeurigheid (minimaal +/- 0,5 mm voor nauwkeurigheidswaterpassingen), het natuurlijke zettingsgedrag en de seizoensgebonden temperatuursinvloeden (zakingsverschil tussen warme en koude dagen).

### 6.4.2 Kabels & leidingen

Voor de zetting van de verschillende kabels en leidingen zijn in de risicoanalyse zettingen berekend. Betreffende zettingen dienen bij de beheerders te worden getoetst aan de voor de kabels geldende eisen. Vooralsnog kunnen voor de leidingen daarom geen signaal- en interventiewaarden worden bepaald. Deze dienen na overleg met de betreffende kabels en leidingbeheerders nader ingevuld te worden.

Bij de interpretatie van de metingen moet rekening worden gehouden met de meetnauwkeurigheid (minimaal +/- 2 mm voor deformatiemetingen).

Tabel 4 Signaal- en interventiewaarden leidingen

Leiding	Signaalwaarde	Interventiewaarde
Gasleiding hoge druk	Ntb	Ntb
Gasleiding lage druk	Ntb	Ntb
Waterleiding	Ntb	Ntb

# 7 Verplaatsingsmetingen van de damwanden

## 7.1 Inleiding

De verplaatsingen in de grond veroorzaakt door de uitbuiging van de damwand zijn een belangrijke bron van verplaatsingen in de omgeving, met name voor de naast de bouwkuip aanwezige kabels en leidingen. Gezien de berekende damwanduitbuiging in de ontwerpberekeningen van de verschillende damwandposities wordt geadviseerd lokaal inclinomeetbuizen aan te brengen om de uitbuiging van de wand tijdens het bouwproces te monitoren. In Figuur 7 zijn de locaties aangegeven waar controle van de damwandverplaatsing gewenst is.

Indien wordt geconstateerd dat de vervorming de signaal- en interventiewaarden benaderd, dient met behulp van deze verplaatsingsmetingen in combinatie met de overige metingen, een analyse uitgevoerd te worden, om te kunnen beslissen of het noodzakelijk is om aanvullende maatregelen in het bouwproces te treffen. Er worden twee typen verplaatsingsmetingen van de wanden onderscheiden:

1. inmeten x,y,z van de kop van de wand (geeft horizontale verplaatsing van de bovenkant van de wand weer).
2. inclinometers in de wand (geeft de horizontale doorbuiging van de wand weer).



Figuur 7 Locaties inclinometers bouwkuip

## 7.2 Inmeten bovenkant van de damwanden

De bovenkant van de damwand dient ter plaatse van de locaties van de inclinometer met eenzelfde frequentie te worden ingemeten als de inclinometers. Deze meting (in x, y, z - richting) moet plaats vinden ten opzichte van stabiele referentiepunten in de omgeving en met een meetnauwkeurigheid van +/- 2 mm. Vooraf aan de bouwwerkzaamheden, dus direct nadat de damwand is geplaatst, dient een nulmeting van de bovenkant van de damwand te worden uitgevoerd.



### 7.3 Inclinometingen

De installatie van de buizen voor de inclinometers op de damwanden dient met in acht name van de eisen, zoals opgenomen in Bijlage 1, te worden uitgevoerd door de hoofdaannemer van het werk. De lengte van de inclinometers cq. buizen dient overeen te komen met de lengte van de damwanden (NAP -16,5 m).

De metingen dienen door middel van twee-assige manuele inclinometers te worden uitgevoerd.

### 7.4 Meetfrequentie en signaal –en interventiewaarden

Op verschillende tijdstippen tijdens de uitvoering dienen metingen te worden uitgevoerd om de voortgang en ontwikkeling van de vervormingen nauwlettend te bewaken. Vooraf aan de bouwwerkzaamheden, dus direct nadat de damwand is geplaatst, dient een nulmeting te worden uitgevoerd. De daarop volgende inclinometingen dienen gelijktijdig met de herhalingshoogtemetingen aan de panden te worden uitgevoerd.

De signaal- en interventiewaarden voor de horizontale damwandverplaatsingen in de richting van de ontgraving, zijn weergegeven per activiteit in Tabel 5. De waarden zijn gebaseerd op de berekende damwanduitbuiging in rapport RA18306a1.

Tabel 5 Meetfrequentie, signaal –en interventiewaarden damwandverplaatsing inclinometers

Fase	Damwand	Signaalwaarde [mm]	Interventiewaarde [mm]
2-6	AZ18-700	32	40
2-6	AZ24-700	14	17

Indien tussen de bouwfasen van Tabel 5 langere periodes liggen, dient elke 3 maanden een controlemeting te worden uitgevoerd.

Naast de gestelde meetronden wordt voorgesteld om herhalingsmetingen uit te voeren als daar met betrekking tot de benadering van de signaal- en interventiewaarden aanleiding toe bestaat.

***De uitgewerkte meetresultaten dienen op de eerstvolgende dag na de meting aan de projectleiding te worden aangeleverd.***

De volgende werkwijze is voor de uitvoering en toetsing van de meetdata aan te houden:

1. Uitvoering van de meting binnen 1 werkdag na afronding van de betreffende fase.
2. De eerstvolgende dag dienen de meetresultaten aan de projectleiding ter beschikking worden gesteld en dient een toets van de t.o.v. de in dit document aangegeven signaal- en interventiewaarde plaats te vinden.
3. Indien voldaan wordt aan de gestelde criteria kan de volgende bouwphase worden gestart.
4. Bij vertraging/uitloop van de werkzaamheden in de betreffende relevante fase dient tenminste een keer driemaandelijks een controlehoogtemeting te worden uitgevoerd.

Na iedere herhalingsmeting wordt het verschil van de meting ten opzichte van de nulmeting getoetst aan de signaal –en interventiewaarde. Indien hierbij de signaalwaarde is overschreden dient dit gemeld te worden, maar mag in principe wel doorgaan worden met het werk. Indien de interventiewaarde is bereikt, dan dient dit gemeld te worden en moet het werk stilgelegd worden. In overleg met de adviseur wordt een analyse van de metingen uitgevoerd en vervolgstappen gedefinieerd (en eventuele maatregelen, indien de analyse van de metingen aanleiding ertoe geeft) om het werk al dan niet na het nemen van aanvullende maatregelen te kunnen hervatten.



## 8 Peilbuismetingen

### 8.1 Inleiding

Ten tijde van de bemaling dient het grondwater gemonitord te worden, zodat het effect van de bemaling op de grondwaterstanden inzichtelijk gemaakt kan worden. Op deze manier kunnen grondwaterverlagingen vervolgens getoetst worden aan de verwachtingswaardes. Deze verwachtingswaardes worden ook gebruikt voor de toetsing van omgevingseffecten. Op deze manier kunnen de omgevingseffecten als gevolg van de bemaling gemonitord worden, zodat het risico van het omgevingseffect beperkt blijft tot hetgeen is beschreven in het bemalingsadvies.

Om de invloed van de bemaling binnen de bouwkuip en de stijghoogteverlaging in de verschillende watervoerende lagen inzichtelijk te maken, dient de grondwaterstand en stijghoogte met peilbuizen gemonitord te worden. De locatie van de peilbuizen voor de bouwkuip monitoring is in Figuur 8 weergegeven. De bouwkuip monitoring dient voor de controle van de waterdichtheid van de bouwkuip. De bouwkuipmonitoring betreft 6 peilbuislocaties die het freatisch grondwater en de stijghoogte in de Wadzand monitoren. Daarnaast is een peilbuis binnen de bouwkuip nodig, in de Eerste Zandlaag, om te toetsen of de benodigde verlaging in de bouwkuip is gehaald.

De omgeving wordt gemonitord en getoetst aan de hand van de berekende waardes volgens het bemalingsadvies. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 9 en beschreven Tabel 6 en Tabel 7. De omgevingsmonitoring bevat 7 peilbuizen die de stijghoogte in de Eerste Zandlaag monitoren. Daarnaast zijn 2 peilbuizen voorzien die het freatisch grondwater monitoren, deze peilbuislocaties vallen samen met het Gemeentelijke meetnet die eventueel gebruikt kunnen worden na toestemming van de Gemeente Amsterdam. De peilbuizen kunnen in de praktijk niet altijd geplaatst worden op de gewenste locaties. Daarom dienen deze locaties als indicatief beschouwd te worden.

### 8.2 Meetfrequentie

De grondwaterstand en stijghoogte in de Wadzandlaag dienen over een periode van ca. 2 weken voorafgaand aan de werkzaamheden inzichtelijk gemaakt te worden, bij voorkeur wordt dit middels automatische loggers gemeten. Op basis hiervan is het mogelijk om tijdens de werkzaamheden rekening te houden met natuurlijke fluctuaties in de grondwaterstanden.

De minimale meetfrequentie voor de peilbuizen bedraagt 1 meting per werkdag. Indien gebruik wordt gemaakt van automatische loggers, wordt geadviseerd om de meetfrequentie in te stellen op 1 maal per uur.

### 8.3 Filterdiepte

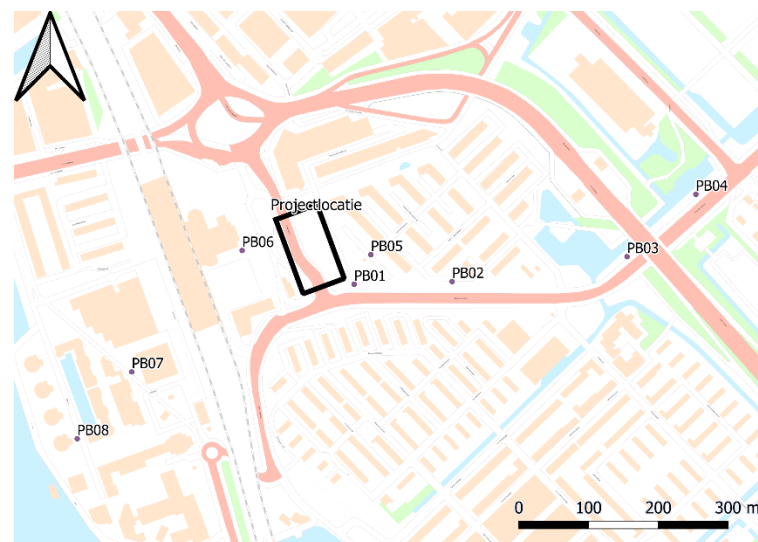
De filterstelling van de peilbuizen is afhankelijk van de watervoerende laag waarin de peilbuizen geplaatst dienen te worden. Voor de watervoerende lagen geldt:

- Freatisch grondwater. Deze monitoring heeft een filterstelling van de peilbuis aan de onderzijde van de zandige toplaag. De filterstelling dient per locatie overwogen te worden omdat de zandige toplaag ruimtelijk varieert in dikte.
- De Wadafzetting op de projectlocatie bevindt zich tussen NAP -7,3m en NAP -7,8m. Een indicatieve filterstelling voor de peilbuizen is hiermee van NAP -7,0m tot NAP -8,0m.
- De Eerste Zandlaag op locatie bevindt zich tussen NAP -12,1m tot NAP -13,9m. Een indicatieve filterstelling is hiermee van NAP -12,0 tot NAP -13,0m.

In Bijlage 4 is voor de omgevingsmonitoring weergegeven welke bodemlagen per peilbuislocatie gemonitord dienen te worden.



Figuur 8 Peilbuislocaties naast de bouwkuip



Figuur 9 Peilbuislocaties in de omgeving (in Bijlage 4 is de afbeelding vergroot weergegeven).

## 8.4 Signaal- en interventiewaarden

### 8.4.1 Algemeen

De specifieke signaal- en interventiewaarden zijn gerapporteerd in Tabel 6 en Tabel 7 voor de peilbuislocaties in Figuur 9.

### 8.4.2 Freatisch pakket

De peilbuizen voor het freatisch pakket zijn erop gericht om lek door de damwanden te bepalen en te voorkomen. De peilbuissturing is daarom gericht op grote lokale verschillen in de peilbuismetingen en grote verschillen ten opzichte van de nulmeting. Door het grote verhang van de grondwaterstand op de projectlocatie is een indicatie op basis van het model relatief onzeker. Een nulmeting geeft hier uitsluitsel in.

Omdat de monitoring erop is gericht om lekkages van de bouwkuip te ontdekken en te vinden is de verandering over tijd belangrijker dan de absolute daling. Signaal- en interventiewaarden worden daarom bepaald aan de hand van de laatste nulmetingen.

#### 8.4.3 Eerste en Tweede Zandlaag

Omdat de bodemopbouw, gelaagdheid en stijghoogte van de Eerste en Tweede zandlaag geografisch minder varieert dan het freatisch pakket is het mogelijk om een signaal en actiewaardes te bepalen met behulp van de modelresultaten van het bemalingsadvies (Crux Engineering B.V. ; RA18306b4; 29-04-2020).

De signaal- en interventiewaarden voor de Eerste Zandlaag dienen op basis van de nulmetingen en locatie geoptimaliseerd te worden.

##### Signaleringswaarde

Bij een overschrijding van de signaleringswaarde dient het resultaat van de bemaling getoetst te worden in samenspraak met een geohydrologisch adviseur. Uit deze toetsing moet duidelijk worden of de overschrijding een logische verklaring heeft, of dat er een onverwacht proces plaats vindt. Tevens dient een prognose gemaakt te worden tot in hoeverre de bemaling verantwoord uitgevoerd kan worden (waar de omgevingseffecten mede in acht worden genomen).

In het geval van de bemaling van Blok B&C zou dit een controle van de uitgangspunten betreffen en toetsing van het bemalingssysteem.

##### Interventiewaarde

Bij een overschrijding van de interventiewaarde dienen mitigerende maatregelen genomen te worden om de omgevingseffecten te minimaliseren.

Mitigerende maatregelen kunnen uit verschillende onderdelen bestaan. De volgende mitigerende maatregelen worden ondernomen, dan wel onderzocht.

- Een optimalisatie van de bemaling en retourbemaling wordt uitgevoerd.
- Is het mogelijk om op basis van de laatste fasering de bemaling te verminderen in één of meerdere fases.

Analyseren van een lokale retourbemaling om de omgevingsbeïnvloeding te beperken.

Tabel 6 Monitoring stijghoogte Eerste en Tweede Zandlaag.

Peilbuislocatie	Verwachte stijghoogte verandering Eerste Zandlaag [m]	Signaleringswaarde [m NAP]	Interventiewaarde [m NAP]	Doel
PB01	1,50	-4,80	-4,90	Omgevingsmonitoring
PB02	0,75	-4,10	-4,20	Omgevingsmonitoring
PB03	0,30	-3,65	-3,75	Omgevingsmonitoring en retourveldmonitoring met bovengrens NAP -3,07m
PB04	0,25	-3,60	-3,70	Omgevingsmonitoring en retourveldmonitoring met bovengrens NAP -3,07m
PB06	1,50	-4,05	-4,15	Omgevingsmonitoring
PB07	0,60	-3,15	-3,25	Monitoring t.b.v. onttrekkingsbron
PB08	0,60	-3,15	-3,25	Monitoring t.b.v. onttrekkingsbron, stijghoogte PB08 dient zover mogelijk gelijk te zijn aan PB07

Tabel 7 Monitoring freatisch grondwater.

Peilbuislocatie	Verwachte grondwaterstandsverandering [m]	Signaleringswaarde [m NAP]	Interventiewaarde [m NAP]	Doel
PB05	0,60	n.t.b.	n.t.b.	Omgevingsmonitoring
PB06	0,70	n.t.b.	n.t.b.	Omgevingsmonitoring

\* De signalerings- en interventie waarden nader bepaald dienen te worden op basis van de nulmeting.

\*\* Locaties PB05 en PB06 vallen samen met de peilbuizen van Gemeente Amsterdam.

## 9 Communicatie en procesbewaking

### 9.1 Bewaking en communicatie meetdata

De onderaannemer van de monitoring dient ervoor te zorgen dat de vereiste data wordt gegenereerd conform de specificaties en momenten zoals aangegeven in dit monitoringsplan.

De meetresultaten van de handmatige metingen dienen op de eerstvolgende dag na uitvoering van de meting door de monitoringsaannemer digitaal via de mail aan de opdrachtgever te worden verstuurd. De opdrachtgever interpreteert en beoordeelt vervolgens de metingen. De beoordeling aan de signaal- en interventiewaarden uit het monitoringsplan worden vervolgens, indien nodig voorzien van toelichtingen, op uiterlijk de daaropvolgende dag ter informatie per e-mail doorgestuurd aan de overige betrokken partijen.

De gegevens van de contactpersonen van alle betrokkene partijen zijn weergegeven in Bijlage 2.

### 9.2 Aansturing van de monitoringsaannemer

De monitoringscoördinator van de hoofdaannemer dient de monitoringsaannemer te informeren over de voortgang in de uitvoering in relatie tot de vooraf vastgestelde meetmomenten, zodat de monitoringsaannemer op de juiste momenten aanwezig is op het werk om de herhaalsmetingen uit te kunnen voeren. In welke bouwfasen herhalingsmetingen uitgevoerd worden, is aangegeven in dit monitoringsplan.

### 9.3 Proces uitvoering m.b.t. ontwikkeling van meetdata

Doelstelling van het monitoren tijdens de uitvoering is het beschikbaar hebben van meetdata in verschillende stadia van de uitvoering met betrekking tot de ontwikkeling van mogelijke vervormingen, trillingen en grondwaterstandveranderingen.

De gemeten waarden worden tijdens de uitvoering met de in het monitoringsplan opgesteld signaal- en interventiewaarden vergeleken. Indien tijdens de uitvoering interventiewaarden worden bereikt, dient na analyse van de metingen te worden besloten of mogelijk aanvullende /correctieve maatregelen in de uitvoering dienen te worden getroffen, om zo de mogelijke schadelijke invloed op de omgeving ten gevolge van de vervolgwerkzaamheden tot de vooraf vastgelegde schaderisicoprofielen te kunnen blijven beperken. Bij de interpretatie van de metingen en het achterhalen van de mogelijke oorzaken is het essentieel om data ter beschikking te hebben van metingen aan de belendende objecten en van de grondwaterstanden. Door middel van bovenstaande strategie kan tijdig op de meetdata worden geanticipeerd. Dit komt de voortgang en de kwaliteit van het bouwproces ten goede. Het monitoringsplan is een belangrijk onderdeel van de proactieve risicobeheersing, waarbij het adagium geldt 'op tijd meten is op tijd weten'.

Het bereiken van de signaalwaarden dient als eerste signalering. Het bereiken van signaalwaarden zelf betekent dat alle metingen nog binnen de vooraf gestelde c.q. voorspelde en verwachte grenzen vallen. Door de OG en zijn adviseurs dient te worden besloten of naar aanleiding van het bereiken van de signaalwaarden de noodzaak bestaat, om mogelijk de meetfrequentie te verhogen, dus vaker te meten, zodat op tijd te herkennen is wanneer de interventiewaarden worden bereikt. Het werk dient echter bij het bereiken van de signaalwaarden niet te worden gestopt en er dienen ook nog geen mitigerende maatregelen te worden getroffen.

Indien *interventiewaarden* worden bereikt, wordt het werk stop gezet. Door de OG en zijn adviseurs wordt een gedetailleerde analyse van de metingen uitgevoerd, waarin de combinatie van alle metingen deskundig moet worden beschouwd om de oorzaak van de gemeten vervormingen direct vast te kunnen stellen en de ontwikkeling van het schaderisicoprofiel aan de belendende objecten te kunnen beoordelen. De OG zal dan spoedig een overleg van alle betrokken partijen initiëren, om de consequenties en

mogelijk noodzakelijke aanpassingen in het bouwproces  
gezamenlijk te bespreken.

Een overzicht van de werkwijze voor de monitoring gedurende de  
werkzaamheden is opgenomen in Bijlage 3. Deze globale  
beschrijving van de monitoringswerkzaamheden dient voor alle  
fasen aangehouden te worden.

**CRUX Engineering BV**  
cruxbv.nl

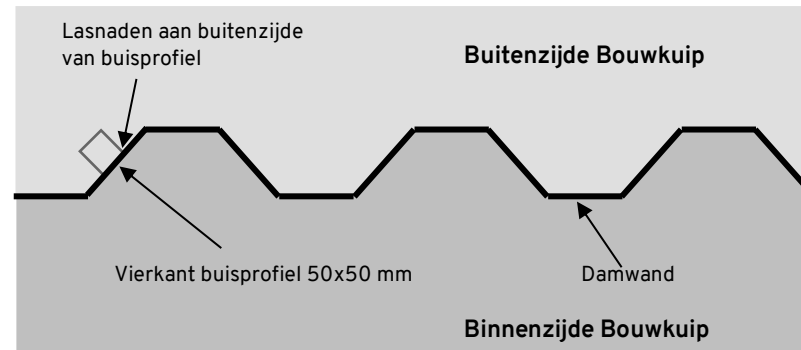
Ons kenmerk  
RA18306f2

Pagina  
21/27

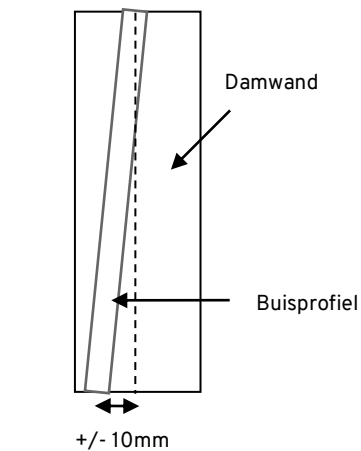
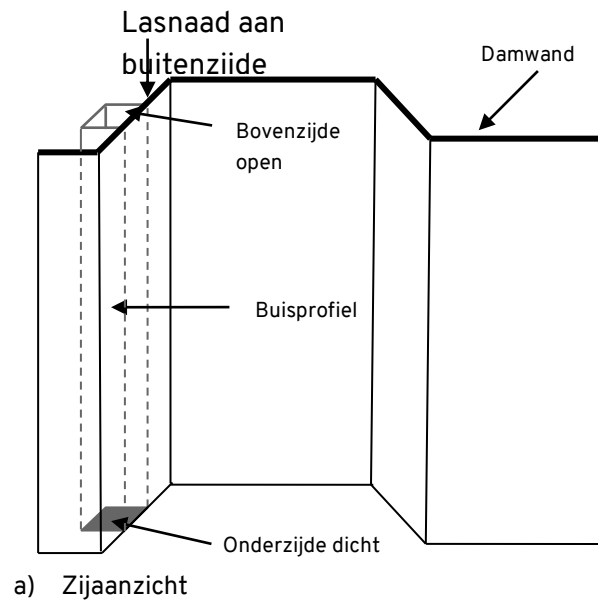
De installatie van de buizen voor de inclinometers aan de damwanden moet aan de volgende eisen voldoen:

- Vierkant buisprofiel over de gehele lengte van de damplank. Afmeting 60x60mm.
- Lasnaad aan de buitenzijde van het buisprofiel
- Buisprofiel vanaf beneden afdichten zodat hij leeg is. Er mag absoluut geen zand of ander materiaal in komen. Eventueel water is geen probleem. Dit vereist speciale zorg bij het in segmenten installeren van de planken.
- Buisprofiel aanbrengen aan buitenkant bouwkuip (dus niet aan de te ontgraven zijde).
- Koppelingen van profielen dienen recht aan elkaar te zitten (zonder knik of verschuiving) zodat de profielen exact in elkaars verlengde liggen.
- Verticale plaatsingstolerantie buisprofiel op de damwand +/- 10mm.

In de figuren zijn de principeschetsen voor de installatie van de buisprofielen voor de inclinometers weergegeven.



Bovenaanzicht installatie buisprofielen voor inclinometers



b) Plaatsingstolerantie op damwand



Bedrijf	Naam contactpersoon / functie	Mobiele tel. nummer	E-mail
Montoringsaannemer			
n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Adviseur			
n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Aannemer			
n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Opdrachtgever			
n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.

