



CRUX

CRUX Engineering BV
Pedro de Medinalaan 3c
NL-1086 XK Amsterdam
Tel: +31 (0)20 - 494 30 70
Fax: +31 (0)20 - 494 30 71
info@cruxbv.nl
www.cruxbv.nl

OPDRACHTGEVER Van Rossum Raadgevend Ingenieurs

Postbus 37290
1030 AG Amsterdam

PROJECTNUMMER 18274

DOCUMENTNUMMER RA18274c VERSIE 1

OPGESTELD ing. R.D. van der Kamp

...

GECONTROLEERD ing. A.T. Balder

...

VRIJGAVE ing. A.T. Balder

DATUM 18-07-2018

Rapport [RA18274c1]

Monitoringsplan Pieter de Hoochstraat,
Amsterdam

2-laags ondergrondse parkeerkelder

VERSIEGESCHIEDENIS

REV.	DATUM	OPMERKING
1	18-07-2018	Uitbreiding monitoringsplan RA15342c2 met sloop kelder en verdiepte balk

© 2018 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.

Documentlocatie:

P:\181xx\18274 VR Pieter de Hoochstraat AMS_vv01 RAP\RA18274c1 Monitoringsplan Pieter de Hoochstraat.docm

Formulier RA-01-v17.1016

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	3
1.1	Vervolg op RA15342c2.....	3
1.2	Algemeen	3
1.3	Leeswijzer	3
1.4	Projectlocatie	4
2	DOELSTELLING MONITORING	5
3	BOUWKUNDIGE VOOROPNAMEN BELENDENDE PANDEN	6
4	HOOGTE- EN DEFORMATIEMETINGEN	8
4.1	Belendende panden	8
4.2	Kelderwanden	11
4.3	Kabels en Leidingen	12
5	DEFORMATIEMETINGEN DAMWANDEN	13
5.1	Inleiding.....	13
5.2	Inmeten kop van de damwand	13
5.3	Inclinometers	13
5.3.1	Specificatie inclinometers	13
5.3.2	Meetfrequentie & interventie- en signaleringswaarden	14
6	TRILLINGSMETINGEN BELENDENDE PANDEN	16
6.1	Algemeen	16
6.2	Specificatie trillingsmetingen gedurende werkzaamheden	17
6.3	Grenswaarden trillingen conform SBR-A.....	18
6.3.1	Richtlijn	18
6.3.2	Bouwwerk	19
6.3.3	Fundering	19
6.3.4	Grenswaarden	19
6.4	KPN Centrale – Pieter de Hoochstraat nr. 11	20
6.4.1	Toetsingscriteria KPN Centrale	20
6.4.2	Interpretatie toetsingscriteria en toe te passen grenswaarde	20
6.4.3	Positie van de meetpunten t.a.v. de trillingsgevoelige apparatuur	21
7	PEILBUISMETINGEN	22
8	PROCESBEWAKING	23

Lijst van Figuren

Figuur 1: Projectlocatie (bron: Bing Maps)	4
Figuur 2: Bouwkundige opname belendende panden	7
Figuur 3: Definitie verschilzettingen $\Delta S_{1,2}$ tussen twee naast elkaar gelegen meetpunten.	10
Figuur 4: Hoogtebouten aan de belendende panden	11
Figuur 5: Trillingsmetingen en SBR-A gebouwcategorie belendende panden.....	17
Figuur 6: Voorbeeld trillingsapparatuur	18
Figuur 7: Overzicht aan te houden werkvolgorde monitoringswerkzaamheden.....	24

Lijst van Tabellen

Tabel 1: Opnames belendende panden.....	6
Tabel 2: Relevante bouwfases voor herhalingsmetingen.....	9
Tabel 3: Signaal- en interventiewaarden horizontale deformatie belendende panden	10
Tabel 4: Signaal- en interventiewaarden damwandverplaatsingen in millimeters.....	15
Tabel 5: Interventiewaarden trillingen – SBR-A bouwwerkcategorie 2 en 3, frequentie afhankelijk....	20
Tabel 6: Signalerings- en interventiewaarden t.a.v. trillingsgevoelige apparatuur KPN centrale.....	21

Lijst van Bijlagen

Bijlage 1- Installatie inclinometers

1 Inleiding

1.1 Vervolg op RA15342c2

Voorliggende rapportage betreft het vervolg op de eerder uitgebrachte rapportage bekend onder nummer 'RA15342c2 Monitoringsplan Pieter de Hoochstraat' en kan los van genoemde rapportage gelezen worden. In dit uitgebreide monitoringsplan is de bouwfase van het slopen van de bestaande kelder toegevoegd samen met de verdiepte funderingsbalk.

1.2 Algemeen

Door CRUX Engineering B.V. is in opdracht van Van Rossum Raadgevend Ingenieurs voorliggend monitoringsplan opgesteld voor de meettechnische bewaking van omgevingsbeïnvloeding tijdens de nieuwbouw van het project Pieter de Hoochstraat te Amsterdam. Het monitoren van de omgevingsbeïnvloeding heeft als doel, om middels een proactieve aanpak, de kans op schade door trillingen en vervormingen te kunnen minimaliseren en beheersen.

Voor een beter inzicht in de uit te voeren bouwactiviteiten word verwezen naar CRUX rapportages RA18274a1 en RA18274b1. Deze rapportages bevatten respectievelijk het bouwkuip advies inclusief risicoanalyse omgevingsbeïnvloeding en het funderingsadvies.

Voorafgaand aan de werkzaamheden moet met een bouwkundige opname de huidige conditie van de belendingen worden vastgelegd. Met de monitoring van de omgevingsbeïnvloeding worden vervolgens de risico's aan de belendende panden gedurende verschillende stadia van het project nauwlettend bewaakt.

Het monitoringsplan omvat de volgende onderdelen:

- Doelstelling monitoring.
- Bouwkundige vooropnamen voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden.
- Hoogte- en deformatiemetingen belendende panden.
- Deformatiemetingen damwanden.
- Trillingsmetingen belendende panden.
- Peilbuismetingen.
- Procesbewaking.

De signalerings- en interventiewaarden zijn afgeleid uit de risicoanalyse zoals opgenomen in het CRUX-rapport RA18274a1.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de doelstelling van de monitoringswerkzaamheden beschreven. In hoofdstuk 3 wordt de omvang van de bouwkundige vooropnamen van de belendende panden aangegeven. In hoofdstuk 4 worden de hoogte- en deformatiemetingen van de belendende panden gespecificeerd, waarna in hoofdstuk 5 de verplaatsingsmetingen van de damwanden worden beschreven. In hoofdstuk 6 wordt de monitoring van de trillingen beschreven en in hoofdstuk 7 de peilbuismetingen. Hoofdstuk 8 geeft aandachtspunten voor de procesbewaking in de uitvoering aan.

1.4 Projectlocatie

De locatie van de beoogde nieuwbouw is in Figuur 1 aangegeven door middel van een rode contour. De projectlocatie wordt aan de Noordzijde begrensd door de Pieter de Hoochstraat nr. 11 (groen). Aan de zuidzijde grenst de projectlocatie aan de Hobbemakade 50 (blauw). Aan de oostzijde is in de gracht de "Boerenweteringgarage" (geel) gerealiseerd. Het betreft een 2-laags ondergrondse parkeergarage onder de bestaande gracht.



Figuur 1: Projectlocatie (bron: Bing Maps)

2 Doelstelling monitoring

In het CRUX rapport RA18274a1 '*Geotechnisch Advies Pieter de Hoochstraat*' zijn de verschillende bouwwerkzaamheden met betrekking tot de omgevingsbeïnvloeding geanalyseerd. Op basis hiervan zijn preventieve maatregelen voorgesteld ter reductie van de zettingen en trillingen in de omgeving tot een acceptabel niveau.

Doelstelling van het monitoren tijdens de uitvoering is het beschikbaar hebben van meetdata in verschillende stadia van de uitvoering met betrekking tot het optreden van vervormingen, trillingen en variaties in de grondwaterstanden. De gemeten waarden worden tijdens de uitvoering met de in dit monitoringsplan opgestelde signalerings- en interventiewaarden vergeleken. Indien tijdens de uitvoering signaleringswaarden worden bereikt cq. interventiewaarden worden benaderd, dient na analyse van de metingen te worden besloten of mogelijk aanvullende maatregelen in de uitvoering dienen te worden getroffen, 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 de data van de metingen aan de belendende objecten, de damwand en van de grondwaterstanden ter beschikking te hebben.

De opgestelde signalerings- en interventiewaarden in dit monitoringsplan zijn afgeleid uit de berekende waarden in de risicoanalyse RA18274a1.

Door de gekozen conservatieve berekeningsaannamen (geen beschouwing van interactie tussen gebouw en grond, maximale overdracht maaiveldzettingen aan de op palen gefundeerde panden door negatieve kleeft en maximale overdracht horizontale verschilvervormingen aan het gebouw) wordt daarmee rekenkundig een absolute bovengrens van de te verwachten schade bepaald.

Met de in dit monitoringsplan gespecificeerde werkzaamheden kan zo 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'.

3 Bouwkundige vooropnamen belendende panden

Om de huidige conditie van de belendende panden vast te leggen, moet vóór aanvang van de sloop en verdere bouwwerkzaamheden bouwkundige opnamen worden uitgevoerd. Hierbij gaat het om opnamen van het interieur en/of exterieur. Dit is afhankelijk van de locatie van de belendende panden ten opzichte van de werkzaamheden.

Om de conditie van de belendende panden ten gevolge van de sloopwerkzaamheden gescheiden te houden van de vervolgwerkzaamheden van de bouwkuip kan er aanleiding ontstaan voor een tussenopname van de belendende panden.

Bouwkundige vooropnamen dienen plaats te vinden van de panden die zich binnen en aan de rand van het invloedsgebied (praktische lijn invloedsgebied op ca. 30 m afstand van damwanden) bevinden (zie Figuur 2). De bouwkundige opnamen dienen te worden uitgevoerd door een onafhankelijk, deskundig bedrijf en dienen voor start van de werkzaamheden in hardcopy te worden gedeponneerd bij een notaris.

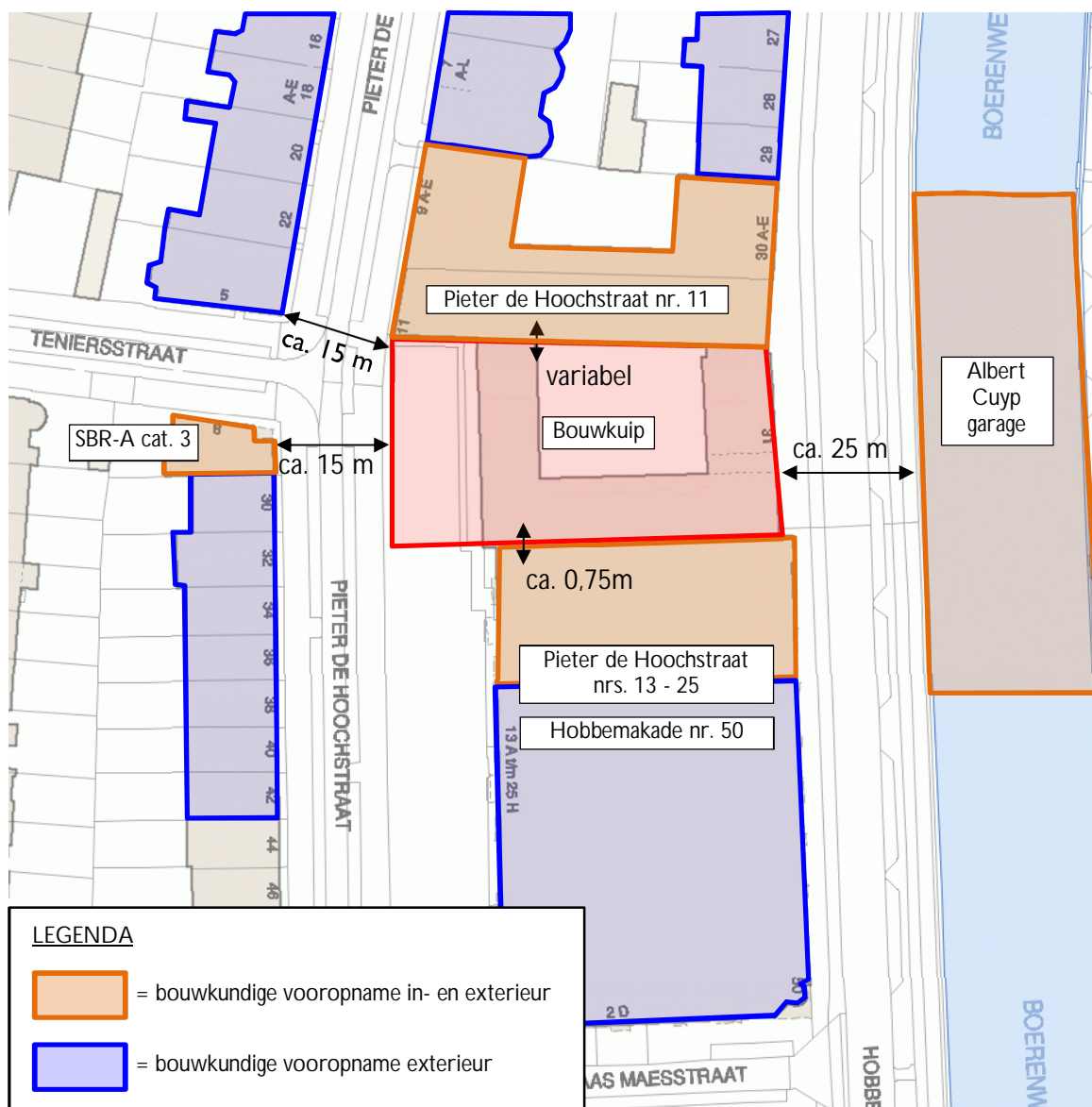
Er wordt onderscheid gemaakt tussen bouwkundige opnamen van het ex- en het interieur en bouwkundige opnamen van het alleen het exterieur. De opname van het exterieur wordt vanaf straatniveau uitgevoerd. Voor de interieuropnamen dienen alle vanaf de openbare weg zichtbare gevels inclusief dat deel van het interieur aan vloeren, wanden en plafonds die zich binnen 10 meter van de voorgevel bevinden te worden opgenomen. Als voorgevel wordt de gevel bedoeld die zich het dichtst bij de kerende constructie van de kelder bevindt.

De uitvoering van de bouwkundige opname moet zo kort mogelijk (circa twee weken) vóór aanvang van de werkzaamheden (sloop en bouwkuip) plaatsvinden.

Tabel 1: Opnames belendende panden

Opname	Voor start werkzaamheden
Buiten (exterieur)	<ul style="list-style-type: none">• Pieter de Hoochstraat 16, 18, 20, 22• Tenniersstraat 5, 8• Pieter de Hoochstraat 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42• Hobbemakade 27, 28, 29• Pieter de Hoochstraat 13 – 25 / Hobbemakade 50, de aangrenzende appartementen/ hotelkamers welke zich binnen het theoretisch invloedsgebied van 30m van de bouwkuip bevinden
Buiten en binnen (exterieur & interieur)	<ul style="list-style-type: none">• Pieter de Hoochstraat 9, 11• Hobbemakade 30• Pieter de Hoochstraat 13 – 25 / Hobbemakade 50, de drie dichtst bij de bouwkuip aangrenzende appartementen per verdieping respectievelijk het aantal hotelkamers overeenkomstig de hoeveelheid appartementen gebaseerd op de afstand tot de bouwkuip.• Tenniersstraat 8
Buiten en binnen (exterieur & interieur)	<ul style="list-style-type: none">• Parkeergarage Albert Cuyp (gedeelte van de constructie, Figuur 2)

Voor alle opnamen geldt, dat 3 maanden na oplevering van dit project een na-opname van alle belendingen plaats dient te vinden.



Figuur 2: Bouwkundige opname belendende panden

4 Hoogte- en deformatiemetingen

4.1 Belendende panden

Om de deformatie van de belendingen meettechnisch te bewaken, moeten vóór aanvang van de (sloop)werkzaamheden x,y,z-meetprisma's (prisma's / meetstickers) en meetbouten aan de belendende panden worden geplaatst. Deze meetpunten dienen ten opzichte van NAP te worden ingemeten en zodanig aan meerdere stabiele referentiepunten in de omgeving worden gerelateerd, dat:

- de vereiste meetnauwkeurigheid van +/- 2,0 mm wordt gewaarborgd voor de x,y,z-meting;
- de vereiste meetnauwkeurigheid van +/- 0,5 mm wordt gewaarborgd voor de nauwkeurigheidswaterpassing van de meetbouten.

De belendende gevels van de panden binnen het invloedsgebied moeten worden voorzien van meetpunten. In Figuur 4 zijn de betreffende panden weergegeven inclusief indeling voor de meetbouten en de x,y,z-meetprisma's. Tenminste twee meetpunten per pand met afstanden van de meetpunten van circa 6 m. Bij grotere/langere panden dienen meerdere meetpunten worden geplaatst op een hart op hart afstand van maximaal circa 6 m. Tevens dienen tot 30 m afstand op de zijgevels van belendingen, die dwars op de bouwkuip staan, meetpunten met een hart op hart afstand van maximaal 6 m worden geplaatst.

Het betreft de volgende panden:

- Pieter de Hoochstraat 7, 9, 11.
- Pieter de Hoochstraat 16, 18, 20, 22, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42.
- Pieter de Hoochstraat 13 – 25 (eerste 30m gevel).
- Hobbemakade 28, 29, 30.
- Hobbemakade 50 (eerste 30m gevel).
- Tenniersstraat 5, 8.

De nulmeting van de meetpunten wordt vóór aanvang van de bouwwerkzaamheden uitgevoerd en dient als referentie. Deze nulmeting wordt tegelijkertijd aan alle belendende panden uitgevoerd en gerapporteerd. Het wordt aanbevolen om tenminste 2 (nul)herhalingsmetingen vóór de start van de sloopwerkzaamheden uit te voeren.

Gedurende de uitvoering worden na afloop van relevante bouwfasen herhalingsmetingen aan de meetpunten uitgevoerd om de mogelijke zettingsbeïnvloeding te bewaken. De metingen dienen binnen 1 werkdag na afronding van de betreffende fase te worden uitgevoerd. Voor een aantal fasen dienen tussentijdse metingen gedurende de betreffende fase te worden uitgevoerd (zie opgave Tabel 2).

De uitgewerkte meetresultaten dienen op de eerstvolgende dag na de meting aan de hoofdaannemer (Boele & van Eesteren) van het werk 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 hoofdaannemer ter beschikking worden gesteld en dient een toets van de t.o.v. de in dit document aangegeven signalerings-cq. interventiewaarde plaats te vinden.

3. Indien voldaan wordt aan de gestelde criteria kan de volgende bouwfase worden gestart.
4. Bij lang lopende bouwfasen (waaronder ook vertraging en/of uitloop) dient tenminste een keer maandelijks een controle deformatiemeting te worden uitgevoerd.

Voorgesteld wordt om herhalingsmetingen uit te voeren voor de bouwfasen zoals weergegeven in Tabel 2. Het wordt benadrukt, dat afhankelijk van de voortgang/duur van de betreffende bouwfase over de gehele oppervlakte van de bouwput meerdere herhalingsmetingen per fase noodzakelijk kunnen zijn.

Tabel 2: Relevante bouwfasen voor herhalingsmetingen

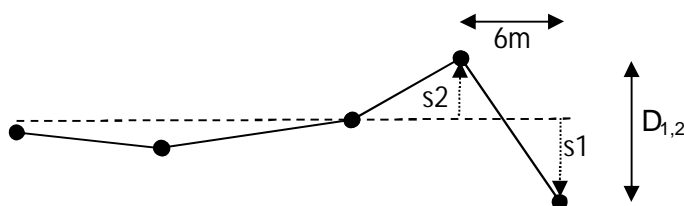
Omschrijving	Frequentie
• Na sloop bovenbouw	Eénmalig
• Na installeren damwanden 1 ^e fase (buiten huidige keldercontour)	Eénmalig
• Tijdens realisatie sleuven in de keldervloer voor de damwanden	Continu *
• Na installeren damwanden 2 ^e fase (binnen huidige keldercontour)	Eénmalig
• Tijdens slopen bestaande keldervloeren / -wanden	Continu *
• Na installatie paalfundering	Eénmalig
• Na ontgraving voor -2 stempelraam (NAP -3,0m)	Eénmalig
• Na ontgraving tot maximaal ontgravingsniveau (NAP -6,35m)	Eénmalig
• Na verwijderen -1 stempelraam (NAP +0.0m)	Eénmalig
• Na trekken damwanden	Eénmalig
<u>Opmerking bij tabel:</u> De als continu aangegeven fasen dienen tijdens de werkzaamheden continu (realtime) of bemand (meetploeg op locatie) gemonitord te worden. Deze fasen worden sleufsgewijs uitgevoerd waarbij de interventie waarden kwalitatief zijn bepaald, uitgaande van 3-dimensionale effecten. Tijdens de werkzaamheden kunnen de gestelde interventiewaarden benaderd worden waarna het werkproces aangepast dient te worden op basis van beheersmaatregelen om een overschrijding te voorkomen. De sleufsgewijze werkwijze is opgenomen in de risicoanalyse RA18274a1, inclusief suggesties voor beheersmaatregelen.	

Daarnaast wordt voorgesteld om herhalingsmetingen uit te voeren als daar met betrekking tot de benadering van de signalerings- cq. interventiewaarden aanleiding toe bestaat. Deze herhalingsmetingen worden aangewezen door de hoofdaannemer. Door de bewaking en deskundige interpretatie van optredende vervormingen tijdens de bouwfasen kan, indien noodzakelijk, tijdig het bouwproces worden bijgestuurd om schade te voorkomen.

Bij de interpretatie van de metingen moet rekening worden gehouden met de meetnauwkeurigheid (minimaal +/- 2 mm voor x,y,z-metingen en +/- 0,5 mm voor nauwkeurigheidswaterpassing), het natuurlijke zettingsgedrag en de seizoensgebonden temperatuursinvloeden (zakningsverschil tussen warme en koude dagen).

In Tabel 3 zijn ten behoeve van de x,y,z-metingen de signalerings- en interventiewaarden opgenomen. Hierbij wordt opgemerkt dat het gaat om de horizontale verplaatsingen van de in de risicoanalyse beschouwde belendingen. Voor de verticale zakking van alle belendende panden worden generieke signalerings- en interventiewaarden gegeven, namelijk:

- Voor de monitoring van de verticale zakking van panden dient voor alle beschouwde situaties een signaleringswaarde van 3 mm en een interventiewaarde van 5 mm te worden aangehouden voor de absolute zakkingen.
- Voor de verticale *verschilzakking* $D_{s1;s2}$ tussen twee naast elkaar gelegen meetpunten is een signaleringswaarde van 5mm aan te houden. Deze waarde is gebaseerd op een onderlinge afstand van de meetpunten van 6 m, zie Figuur 3.



Figuur 3: Definitie verschilzettingen $D_{s1;s2}$ tussen twee naast elkaar gelegen meetpunten.

Tabel 3: Signaal- en interventiewaarden horizontale deformatie belendende panden

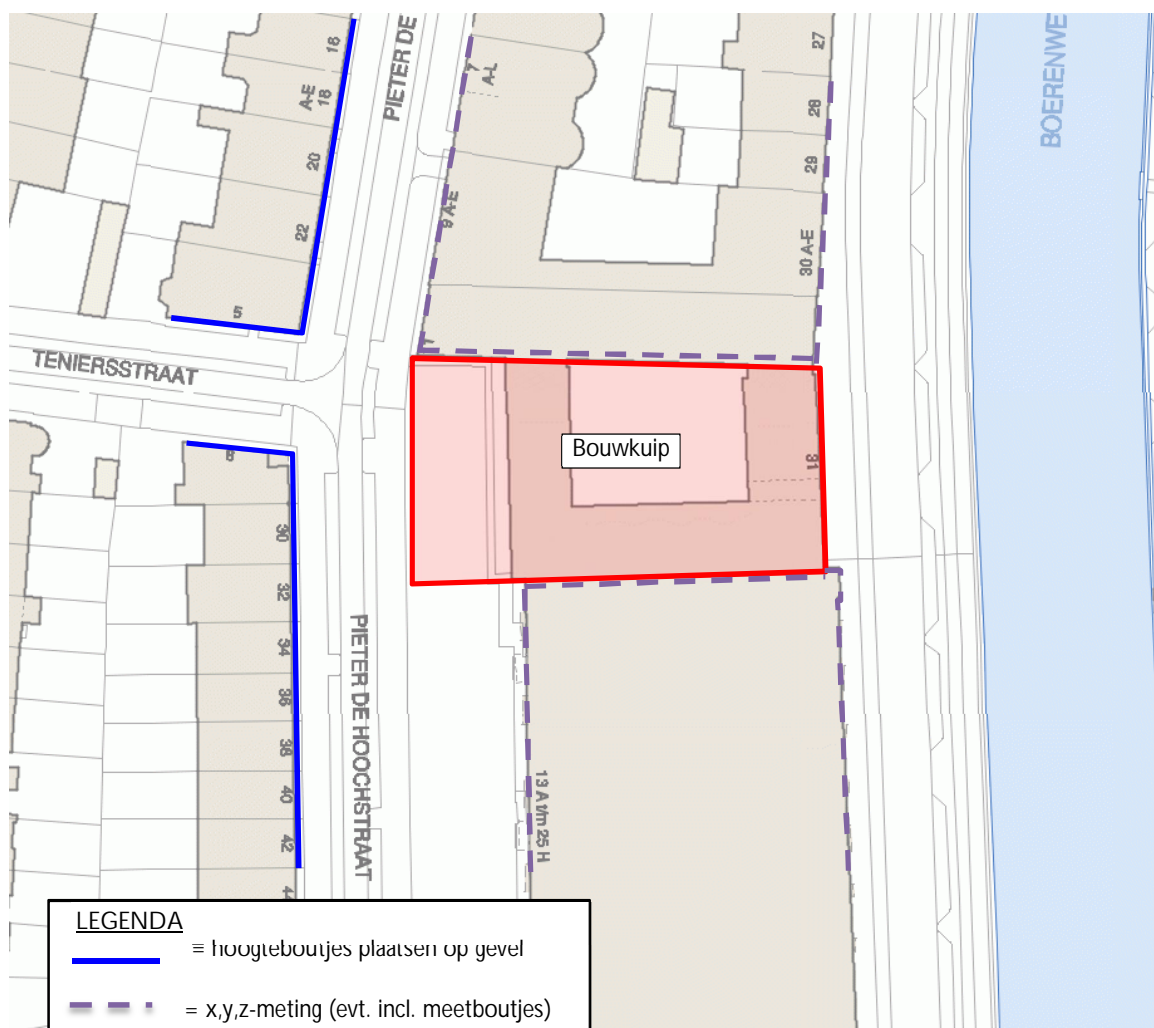
Belending (x,y,z-meting)	Bouwfase									
	Signaleringswaarde [mm]					Interventiewaarde [mm]				
	Na slopen bestaande keldervloeren / kelderwanden	Na installatie paalfundering	Na ontgraving voor -2 stempelraam	Na ontgraving tot max ontgravingniveau	Na verwijderen -1 stempelraam	Na slopen bestaande keldervloeren / kelderwanden	Na installatie paalfundering	Na ontgraving voor -2 stempelraam	Na ontgraving tot max ontgravingniveau	Na verwijderen -1 stempelraam
Pieter de Hoochstraat 11	--*	--*	--*	--*	--*	3	3	3	3	3
Pieter de Hoochstraat 13-25	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Hobbemakade 30-50	--*	--*	--*	7	7	0	1	2	10	10

Opmerking bij tabel:

* Geen signaleringswaarde gegeven aangezien deze niet binnen de registreerbare meettoleranties vallen.

In de bepaling van de signalerings- en interventiewaarde voor de belendende panden zijn de verticale en horizontale verschilvormingen ter plaatse van de belendende panden verdisconteerd (conform de schadepredictie-methodiek zoals beschreven in rapport RA18274a1) en terugvertaald naar de verwachte maximale zakking aan de voorkant van het pand waar de meetbout zich bevindt.

In Figuur 4 (volgende pagina) zijn de locaties van de meetpunten weergegeven.



Figuur 4: Hoogtebouten aan de belendende panden

4.2 Kelderwanden

In verband met de omschreven werkwijze voor het aanbrengen van de damwanden en het slopen van de bestaande kelder in sleuven (zie RA18274a1) dienen de kelderwanden eveneens te worden gemonitord tijdens deze werkzaamheden. Het betreft de kelderwanden ter plaatse van de damwanden die binnen de huidige kelder geïnstalleerd zullen worden, de te monitoren kelderwanden zijn op deze locaties buiten de bouwkuip gesitueerd. De kelderwanden dienen ongewijzigde steun te leveren aan de achterliggende grond. Middels monitoring kan dit proactief bewaakt worden.

De monitoring van de kelderwanden dient middels meetprisma's (x,y,z-meting) te worden uitgevoerd.

Voor de kelderwandverplaatsing in het horizontale vlak zijn op basis van de risicoanalyse de volgende signalerings- en interventiewaarden te hanteren:

- signaleringswaarde: 3 mm
- interventiewaarde: 5 mm

4.3 Kabels en Leidingen

Voor de zetting van belendende kabels en leidingen wordt aanbevolen om in overleg met de leidingeigenaren grenswaarden af te leiden. Op basis van de grenswaarden voor de kabels en leidingen kunnen vervolgens signalerings- en interventiewaarden worden afgeleid voor metingen aan de kabels en/of leiding zelf of voor een mate van maaiveldzakking loodrecht boven de Kabels en Leidingen.

5 Deformatiemetingen damwanden

5.1 Inleiding

De verplaatsingen in de grond veroorzaakt door de uitbuiging van de damwand is een belangrijke bron van verplaatsingen in de omgeving. Het wordt aanbevolen om op de locaties zoals aangegeven in Tabel 4 de uitbuiging van de damwand tijdens het bouwproces te monitoren. Indien wordt geconstateerd dat de vervorming de signaleringswaarde bereikt en de interventiewaarde benaderd, dient door de hoofdaannemer met behulp van deze verplaatsingsmetingen in combinatie met peilbuismetingen en hoogtemetingen aan de belendende objecten een analyse te worden uitgevoerd, om te kunnen beslissen of het noodzakelijk is om aanvullende maatregelen in het bouwproces te treffen. Hierbij wordt benadrukt dat de hoogtemetingen aan de belendende objecten leidend zijn.

Er worden twee typen verplaatsingsmetingen van de damwand onderscheiden:

1. inmeten van de kop van de damwand;
2. inclinometers aan de damwand (geeft de horizontale uitbuiging van de damwand weer).

5.2 Inmeten kop van de damwand

De onderkant van de damwanden is niet als stabiel referentiepunt te beschouwen. De bovenkant van de wanden dient daarom ter plaatse van de locaties van de inclinometers door middel van meetstickers cq. -prisma's met eenzelfde frequentie en gelijktijdig te worden ingemeten als de inclinometers.

Deze meting (in x, y, z - richting) moet plaatsvinden ten opzichte van stabiele referentiepunten in de omgeving.

Na installatie van de damwanden en voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden dient een nulmeting van de bovenkant van de damwand te worden uitgevoerd.

5.3 Inclinometers

5.3.1 Specificatie inclinometers

De installatie van de buizen voor de inclinometers op de damwanden dient met inachtnaam van de eisen, zoals opgenomen in Bijlage I, 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.

De metingen dienen door middel van twee-assige manuele inclinometers te worden uitgevoerd. De inclinometers dienen te worden voorzien van sensoren op onderlinge afstanden van 1,0 m.

Aanbevolen wordt minimaal 3 kokers in verschillende damwandkassen per meetlocatie aan te brengen in verband met verstoring en/of verlies van één of meerdere kokers gedurende de bouwwerkzaamheden. Wanneer dan een koker verloren gaat zijn er nog reserve kokers beschikbaar. Aanbevolen wordt alle kokers per herhalingsmeting in te meten om zodanig over ononderbroken meetreeksen te beschikken.

5.3.2 Meetfrequentie & interventie- en signaleringswaarden

Op verschillende tijdstippen tijdens de uitvoering dienen metingen te worden uitgevoerd om de voortgang en ontwikkeling van de vervormingen nauwlettend te bewaken. Voorafgaand aan de start van de bouwwerkzaamheden (direct na installatie van de damwand) dient een nulmeting te worden uitgevoerd. De herhalingsmetingen van de inclinometers dienen gelijktijdig met de herhalingshoogtemetingen aan de panden te worden uitgevoerd, voor definitie zie Tabel 2.

Daarnaast wordt voorgesteld om aanvullende inclinometingen uit te voeren als daar met betrekking tot de benadering van de interventiewaarden aanleiding toe bestaat. De aanvullende inclinometingen worden aangewezen door de hoofdaannemer. Door de bewaking en deskundige interpretatie van optredende vervormingen tijdens de bouwfasen kan, indien noodzakelijk, tijdig het bouwproces worden bijgestuurd om schade te voorkomen.

De uitgewerkte meetresultaten dienen op de eerstvolgende dag na de meting aan de hoofdaannemer van het werk te worden aangeleverd.

De signalerings- en interventiewaarden voor de horizontale damwandverplaatsingen in de richting van de ontgraving, zijn weergegeven in Tabel 4. De waarden zijn afgeleid uit CRUX rapport RA18274a1.

Tabel 4: Signaal- en interventiewaarden damwandverplaatsingen in millimeters

Inclinometer	Bouwfase									
	Signaleringswaarde [mm]					Interventiewaarde [mm]				
	Na slopen bestaande keldervloeren / kelderwanden	Na installatie paalfundering	Na ontgraving voor -2 stempelraam	Na ontgraving tot max ontgravingniveau	Na verwijderen -1 stempelraam	Na slopen bestaande keldervloeren / kelderwanden	Na installatie paalfundering	Na ontgraving voor -2 stempelraam	Na ontgraving tot max ontgravingniveau	Na verwijderen -1 stempelraam
1 *	--*	8	13	20	18	--*	11	17	25	23
2	--**	--**	3	10	10	2	2	7	14	14
3 *	--*	8	13	20	18	--*	11	17	25	23
4	--**	--**	5	23	23	0	0	9	28	28
5	19	19	41	56	89	24	24	45	60	94
6 *	--*	11	25	36	36	--*	14	31	46	46
7	14	14	31	59	68	19	19	36	64	73
8 *	--*	20	35	48	55	--*	25	44	60	68
9	14	14	12	36	36	19	19	16	40	40
10	Aanbevolen te meten, echter geen signalering en interventiewaarden voor beschikbaar									

Opmerkingen bij tabel:

* Voor deze fasen en inclinometers is geen update van het bouwkuipadvies in combinatie met risicoanalyse opgesteld. Dit is niet noodzakelijk gebleken en derhalve zijn de signalering- en interventiewaarden van de navolgende fase van toepassing.

** Geen signaleringswaarde gegeven aangezien deze niet binnen de registreerbare meettoleranties vallen.

6 Trillingsmetingen belendende panden

6.1 Algemeen

Ter voorkoming van schade ten gevolge van trillingen worden in Nederland de trillingsgrenswaarden conform de SBR-A richtlijn gehanteerd.

In het type trillingsmetingen wordt onderscheid gemaakt in zes onderdelen:

- Trillingsmetingen gedurende de passages van bouwverkeer worden 2 dagen bemand gemeten en daarna steekproefsgewijs, indien noodzakelijk. De locatie van de metingen dient nader te worden bepaald door de hoofdaannemer. De metingen dienen te worden uitgevoerd ter plaatse van panden waar het bouwverkeer op korte afstand passeert.
- Trillingsmetingen gedurende sloopwerkzaamheden worden 2 dagen bemand gemeten en daarna steekproefsgewijs, indien noodzakelijk. Verwacht wordt dat gedurende de hele slooperperiode trillingsmetingen noodzakelijk zijn.
- Trillingsmetingen gedurende het statisch installeren en verwijderen van de damwanden worden 2 dagen bemand gemeten en daarna steekproefsgewijs, indien noodzakelijk.
- Trillingsmetingen in pandig ter plaatse van de trillingsgevoelige apparatuur in de KPN centrale (Pieter de Hoochstraat nr. 11). Voor aanvang van de bouwwerkzaamheden moet een nulmeting van de trillingen worden uitgevoerd om de achtergrondtrillingen in kaart te brengen.

De noodzaak, duur en frequentie van bovenstaande metingen kan worden bijgesteld naar aanleiding van de resultaten van de metingen.

De damwanden worden conform CRUX rapport RA15342a1 bij voorkeur statisch gedrukt en getrokken. Dit betreft in principe een trillingsvrije toepassing. Uit onze ervaring kunnen desalniettemin op korte afstand van belendingen aan de belendende panden worden veroorzaakt door de bewegingen/schokken van het materieel. Deze trillingsniveaus dienen steekproefsgewijs te worden gecontroleerd gedurende het drukken van de damwanden.

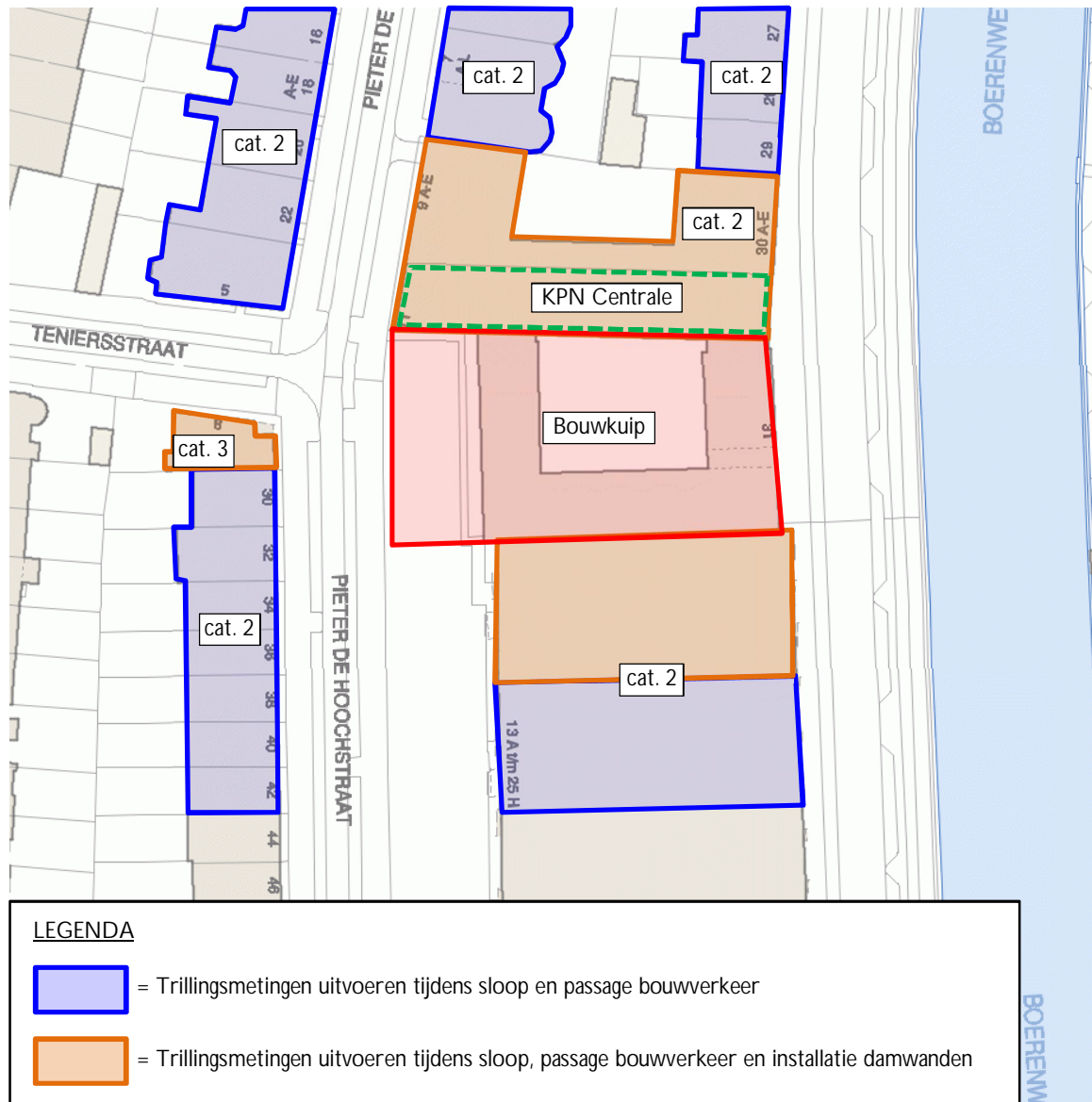
Voor de trillingen door passage van (bouw)verkeer wordt opgemerkt dat deze sterk situatieafhankelijk zijn en daarom vooraf rekenkundig onvoldoende in beeld kunnen worden gebracht. Indien er sprake is van overschrijding als gevolg van bouwverkeer is een snelheidsbeperking en/of vlak maken van het (weg)oppervlak doorgaans de meest adequate maatregel.

In de volgende hoofdstukken zijn de trillingsmetingen en de 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.

6.2 Specificatie trillingsmetingen gedurende werkzaamheden

Aan de gevels van de belendende panden die zich het dichtst bij de trillingsveroorzakende bouwwerkzaamheden bevinden worden de “meelopende” trillingsopnemers bevestigd. De belendende panden en de bijbehorende SBR-A gebouwcategorie die gedurende de (natril)werkzaamheden voor de damwanden dienen te worden gemeten zijn weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Trillingsmetingen en SBR-A gebouwcategorie belendende panden

Eén set van “meelopende” trillingsopnemers bestaat uit twee sensoren per stelling (“beperkte meting” conform SBR-A richtlijn). De bevestiging van de opnemers vindt plaats middels boutjes in de constructie op een onderlinge afstand van circa 6 m.

De meetpunten worden gekozen op stijve punten van de draagconstructie van het gebouw op begane grond niveau. De opnemers worden door kabels verbonden aan een datalogger, die de data registreert, zie voorbeeld voor een dergelijke apparatuur in Figuur 6.



Figuur 6: Voorbeeld trillingsapparatuur

De datalogger is verbonden met zwaailichten, die online op het werk het bereiken van signalerings- cq. grenswaarden aangeven (oranje voor de signaleringswaarde en rood voor de grenswaarde). De trillingen aan de sensoren worden gemeten in verticale richting en twee onderling loodrechte horizontale richtingen in overeenstemming met de hoofdasen van het gebouw.

De trillingsdata dient op afstand via modem continu digitaal toegankelijk te zijn voor de hoofdaannemer.

Tijdens de mogelijk trillingsveroorzakende werkzaamheden wordt de set van trillingssensoren continu verplaatst naar de gevel die zich op de kortste afstand van de werkzaamheden op dat moment bevindt. De verplaatsing dient te worden uitgevoerd door de monitoringsaannemer of door een medewerker van de hoofdaannemer.

De stroomvoorziening voor de trillingsapparatuur wordt door de opdrachtgever ter beschikking gesteld.

6.3 Grenswaarden trillingen conform SBR-A

6.3.1 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 een set van twee sensoren per pand, waardoor conform SBR-A uitgegaan kan worden van een "beperkte meting". De partiële veiligheidsfactor van de "beperkte meting" SBR-A wordt gehanteerd in de opstelling van de grenswaarden. De meetresultaten worden vervolgens beoordeeld en getoetst aan de grenswaarden conform SBR-A.

6.3.2 Bouwwerk

In de SBR-A wordt onderscheid gemaakt in de constructiewijze en de staat van het bouwwerk. In Figuur 5 is de SBR-A gebouwcategorie per belendend pand weergegeven.

6.3.3 Fundering

De funderingselementen worden voor wat betreft hun trillingsgevoeligheid samen met het bouwwerk geclassificeerd. Voor de beoordeling van de 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 10.2.2.) te omschrijven als funderingen, die een belangrijk deel van hun draagvermogen ontleen aan het puntdraagvermogen, waarbij van *niet-trillingsgevoelige fundering* kan worden uitgegaan.

6.3.4 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:

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

Waarin:

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

De benodigde partiële veiligheidsfactor g is afhankelijk van het trillingstype. Voor het inbrengen van de damwanden (statisch drukken en trekken), sloop en passage van bouwverkeer is een veiligheidsfactor van 1,5 aangehouden.

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

$$V_d = V_{top} \cdot g_v$$

Waarin:

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

De interventiewaarden behorende bij SBR-A gebouwcategorie 2 en 3 zijn voor de in de praktijk mogelijk te verwachten frequenties van hei- en sloopwerkzaamheden en passage van bouwverkeer weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Interventiewaarden trillingen – SBR-A bouwwerkategorie 2 en 3, frequentie afhankelijk

Trillingsbron	SBR-A cat.	Frequentie (Hz)	Karakteristieke grenswaarde schade (mm/s)	Veiligheidsfactor (type trilling) -	Grenswaarde Schade (rekenwaarde) (mm/s)	Veiligheidsfactor 'beperkte meting' -	Grenswaarde V_{top} (mm/s)
Bouwverkeer/ sloop/ indrukken damwanden	2	0-10	5,0	1,5	3,3	1,4	2,4
		15	6,25	1,5	4,2	1,4	3,0
		20	7,5	1,5	5,0	1,4	3,6
	3	0-10	3,0	1,5	2,0	1,4	1,4
		15	3,63	1,5	2,4	1,4	1,7
		20	4,25	1,5	2,8	1,4	2,0

Op basis van de bovenstaande kunnen bij de metingen aan de panden direct naast de bouwkuip de grenswaarden voor SBR-A bouwwerkategorie 2 gehanteerd worden, voor de overige belendingen zie Figuur 5. Als signaleringswaarde kan 90 % van de grenswaarde worden aangehouden.

6.4 KPN Centrale – Pieter de Hoochstraat nr. 11

6.4.1 Toetsingscriteria KPN Centrale

Ter plaatse van de Pieter de Hoochstraat nr. 11 is een KPN centrale gevestigd. Gedurende de bouwactiviteiten blijft de KPN centrale operationeel. Door KPN zijn de volgende trillingseisen gedefinieerd:

- Bij de te verrichten werkzaamheden vermijden dat een maximale trillingssnelheid bij apparatuur van 3,0 mm/s wordt overschreden. Waarbij om tijdig in te kunnen grijpen, de trillingsmeters af worden gesteld op 2,5 mm/s.

6.4.2 Interpretatie toetsingscriteria en toe te passen grenswaarde

Aan de hand van de door KPN gespecificeerde eisen ten aanzien van trillingen worden de in Tabel 6 opgenomen signalering- en interventiewaarden gehanteerd om de trillingsniveaus ter plaatse van de trillingsgevoelige apparatuur aanwezig in de KPN centrale te bewaken en beheersen.

Tabel 6: Signalerings- en interventiewaarden t.a.v. trillingsgevoelige apparatuur KPN centrale

Frequentie (Hz)	Signaleringswaarde V_{top} (mm/s)	Interventiewaarde V_{top} (mm/s)
0 - 100	2,5	3,0

6.4.3 Positie van de meetpunten t.a.v. de trillingsgevoelige apparatuur

Conform de SBR-C richtlijn voor 'storing aan apparatuur' moeten de metingen van de trillingen worden uitgevoerd onder omstandigheden die representatief zijn voor de trillingsbelasting waaraan het bouwwerk en de apparatuur worden onderworpen.

Daarnaast moeten de trillingen worden gemeten op die posities op een vloerveld of op een ondersteunende constructie waar het betreffende apparaat door middel van opleggingen of ondersteuning contact maakt met de ondersteunende constructie, tenzij door de fabrikant anders is aangegeven.

Ten aanzien van de trillingsgevoelige apparatuur welke binnen staat opgesteld dienen één of meerdere trillingsmeters op een vloerveld en/of op een ondersteunende constructie waar het betreffende trillingsgevoelige apparaat door middel van opleggingen of ondersteuning contact maakt met de ondersteunende constructie te worden geplaatst ter bewaking van de trillingsniveaus opdat deze de signalering- en interventiewaarden zoals gedefinieerd in Tabel 6 niet overschrijden.

Voor aanvang van de bouwwerkzaamheden moet ter plaatse van de trillingsgevoelige apparatuur welke binnen staat opgesteld een nulmeting van de trillingen worden uitgevoerd om de huidige trillingsniveau vast te stellen.

Afhankelijk van de ontwikkeling van de inpassende trillingsmetingen kan het noodzakelijk zijn om na afronding van de bouwwerkzaamheden een eindmeting van de trillingen uit te voeren ter plaatse van de trillingsgevoelige apparatuur.

7 Peilbuismetingen

Binnen de damwandkuip zal de grondwaterstand tot maximaal NAP -6,35 m worden verlaagd. De grondwaterstandsverlaging op de omgeving wordt vanwege de gesloten bouwkuip als verwaarloosbaar beschouwd. In de put dienen tijdelijke ontlastfilters te worden geplaatst in de Wadzandlaag om opbarsten van de bouwputbodem in de ontgraven situatie te voorkomen. Dit houdt in dat de Wadzandlaag door de damwand afgesloten moet worden om een gesloten damwandkuip te realiseren waarbij de invloed van grondwaterstandsverlagingen in de omgeving minimaal is.

Als de grondwaterstand ter plaatse van de funderingen en/of gevoelige objecten in de omgeving niet tijdelijk beneden de gemiddeld laagst bekende grondwaterstand te wordt verlaagd, zijn geen negatieve effecten op de omgeving te verwachten.

Mogelijke grondwaterstandsveranderingen dienen door middel van peilbuismetingen te worden gemonitord. Voor de monitoring van de peilbuizen wordt verwezen naar het bemalingsadvies van Loots Grondwatertechniek met kenmerk 10710615B.1 d.d. 18-01-2016.

Na het aanbrengen moet vóór aanvang van de bemalingswerkzaamheden de waterstand in de peilbuis ten opzichte van NAP minimaal 3 keer (verspreid over enkele weken) te worden ingemeten om de lokale grondwaterstand en fluctuatie hierin inzichtelijk te maken. Gedurende de bemalingswerkzaamheden binnen de bouwkuip dienen de peilbuizen minimaal eenmaal per week te worden ingemeten.

Voor wat betreft de toelaatbare *freatische grondwaterstandsverlagingen* zijn conform het bemalingsadvies de volgende signalerings- en interventiewaarden te hanteren:

- signaleringswaarde NAP -1,01 m;
- interventiewaarde NAP -1,11 m.

Voor wat betreft de toelaatbare *grondwaterstandsverlagingen in het 1^{ste} watervoerend pakket (stijghoogte)* zijn conform het bemalingsadvies de volgende signalerings- en interventiewaarden te hanteren:

- signaleringswaarde NAP -3,31 m;
- interventiewaarde NAP -3,41 m.

Indien de interventiewaarden voor de freatische grondwaterstanden worden bereikt dient een controlehoogtemeting van de belendende objecten ter plaatse van de betreffende peilbuis te worden uitgevoerd.

De hoogtemeting aan de belendende objecten is leidend, omdat een overschrijding van de interventiewaarden van de grondwaterstandsverlaging niet zonder meer tot zakking van de belendende objecten hoeft te leiden.

Aanvullend op bovengenoemde criteria is de tijdsduur van de verlagingen te beperken ten aanzien van een mogelijke droogstand van de houten funderingselementen van de belendende panden. De maximale duur van een verlaging binnen de signaal- en interventiewaarden zoals boven beschreven mag maximaal 1,5 maanden bedragen.

8 Procesbewaking

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 opgestelde 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. Het wordt benadrukt dat uit de online tijdsregistratie van de trillingsmetingen kan worden afgeleid wanneer wel of niet overschrijdingen zijn opgetreden en in hoeverre de verplichtingen vanuit dit monitoringsplan wel of niet zijn nageleefd.

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, 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'.

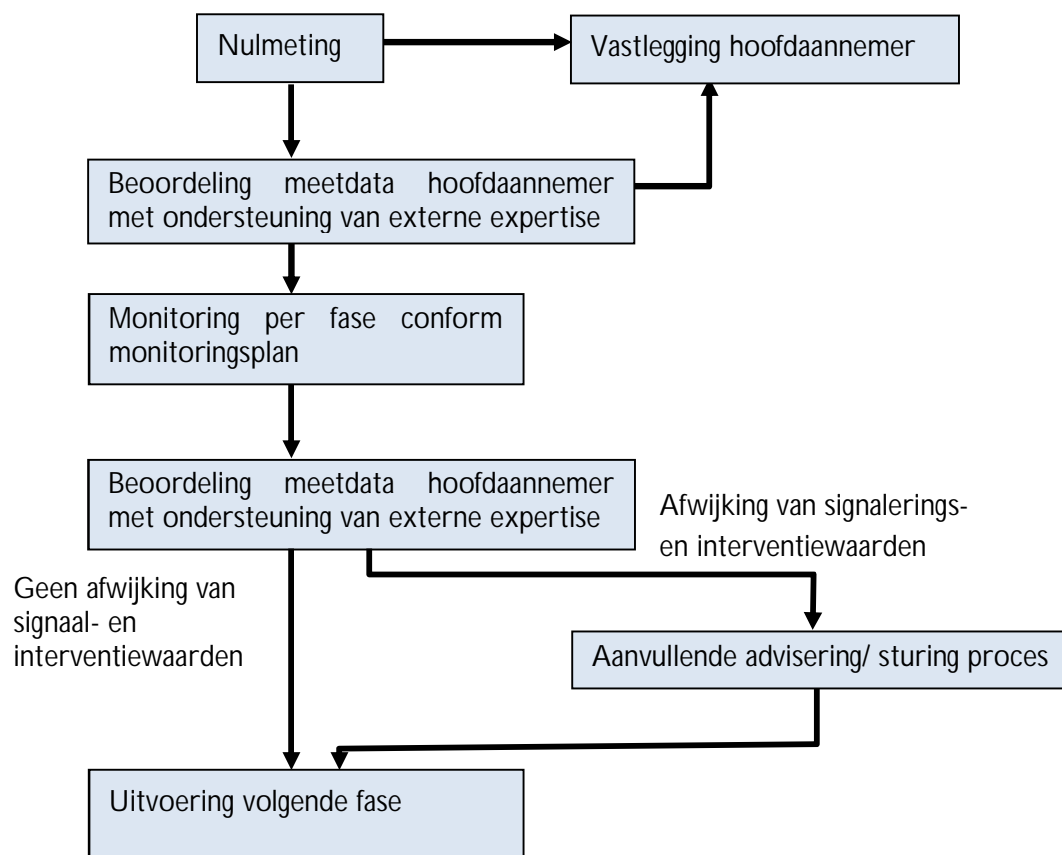
Het bereiken van de *signaalwaarden* dient als eerste signalering. Het bereiken van signaalwaarden zelf betekent dat alle metingen nog binnen de vooraf gestelde cq. voorspelde en verwachte grenzen vallen. Door de hoofdaannemer en zijn adviseurs dient te worden besloten of naar aanleiding van het bereiken 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 hoofdaannemer 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 hoofdaannemer zal dan spoedig een overleg van alle betrokken partijen initiëren, om de consequenties en mogelijk noodzakelijke aanpassingen in het bouwproces gezamenlijk te bespreken.

Het wordt benadrukt, dat de interventiewaarden van de belendende panden in de risicoanalyse bepaald worden voor het schaderisicoprofiel "kans op lichte esthetische scheurvorming" aan de belendende panden. Dit is een schaderisicoprofiel dat conform de huidige ontwerppraktijk voor binnenstedelijke bouwprojecten als acceptabel wordt geacht. Bij bereiken van de interventiewaarden is daarom nog geen sprake van kans op constructieve schade en al helemaal niet van mogelijke stabiliteitsproblemen van de belendende panden.

Het wordt tevens benadrukt, dat de hoogtemetingen van de belendende panden als leidend te beschouwen zijn. Met andere worden als bijvoorbeeld de peilbuismetingen en of de damwandvervormingen de gestelde interventiewaarden bereiken cq. overschrijden, dient dit niet direct aanleiding te zijn om maatregelen te treffen, indien de beïnvloeding van de belendende panden nog binnen de vooraf gestelde interventiewaarden valt.

Een overzicht van de werkwijze voor de monitoring gedurende de werkzaamheden is opgenomen in Figuur 7. Deze globale beschrijving van de monitoringswerkzaamheden dient voor alle fasen aangehouden te worden.



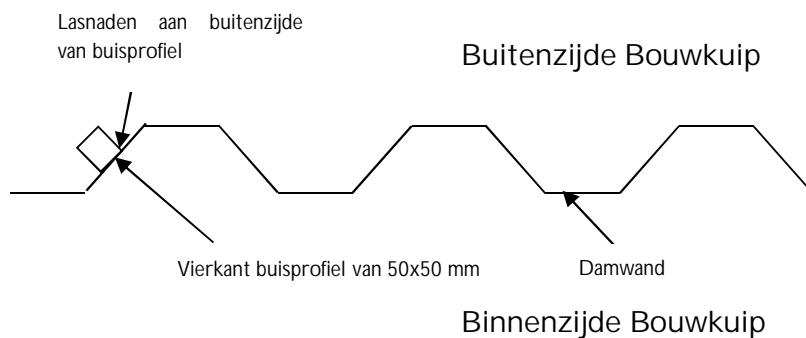
Figuur 7: Overzicht aan te houden werkvolgorde monitoringswerkzaamheden

Bijlage 1- Installatie inclinometers

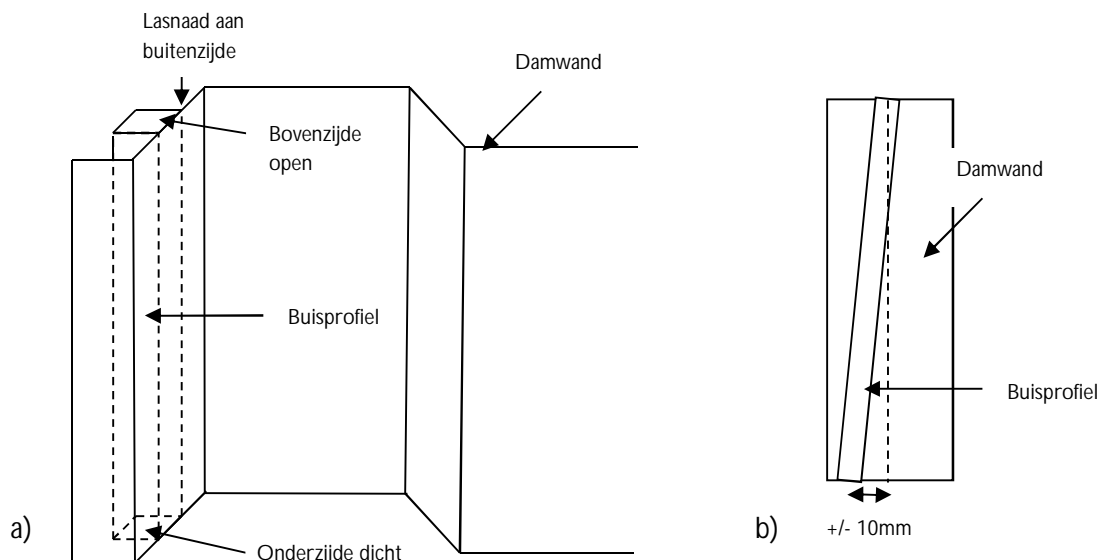
De installatie van de buizen voor de inclinometers in de damwanden dient met inachtneming van de volgende eisen te worden uitgevoerd door de hoofdaannemer.

- Vierkant buisprofiel over de gehele lengte van de damwandplank. Afmeting bij voorkeur 50x50 mm tot maximaal 60x60 mm.
- Lasnaad aan buitenzijde van het buisprofiel.
- Buisprofiel vanaf beneden afdichten zodat het buisprofiel leeg is. Er mag absoluut geen zand of ander materiaal in komen. Eventueel water is geen probleem.
- Buisprofiel aanbrengen aan buitenkant bouwkuip (dus aan de niet 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 onderstaande figuren zijn prinscheschetsen voor de installatie van de buisprofielen voor de inclinometers weergegeven.



Bovenaanzicht installatie buisprofielen voor inclinometers



Zijaanzicht buisprofielen; b) vert. plaatsingstolerantie op damwanden