

Gemeente Sliedrecht  
T.a.v. De heer G. Bijkerk  
Postbus 16  
3360 AA SLIEDRECHT

<b>Datum</b> 29 maart 2018	<b>Ons kenmerk</b> 11202108-003-GEO-0004-ga	<b>Uw kenmerk</b> Routenummer SL501010	<b>Aantal pagina's</b> 9
<b>Contactpersoon</b> Paul Holscher	<b>Doorkiesnummer</b> +31(0)88335 7343	<b>E-mail</b> paul.hoelscher@deltares.nl	

**Onderwerp**  
aanpak monitoring voor vergunningsverlening

Geachte heer Bijkerk,

In onze concept adviesbrief met kenmerk 11200505-031-GEO-0004-gbh van 23 november 2017 hebben wij gesteld dat de zekerheid van de omwonenden beter wordt als de zettingen van de panden wordt gemonitord. Dit heeft alleen zin als een nulmeting wordt uitgevoerd voordat de palen geïnstalleerd worden.

In deze brief beschrijven wij een globaal monitoringsplan en een mogelijke vertaling daarvan voor de gemeentelijke vergunning. Het betreft hier een technische uitwerking mogelijke monitoring, waarbij geen rekening is gehouden met de vraag of een dergelijke aanpak kosten effectief is.

## 1 Inleiding

### 1.1 Overzicht uit te voeren typen metingen tijdens de heipraktijk

De volgende werkzaamheden zijn in relatie tot de testpaal van belang:

- De uitvoering van de nulmetingen voor de zettingen.
- De uitvoering van herhalingsmetingen voor de zettingen.
- De uitvoering van trillingsmetingen tijdens de installatie van de palen.
- De uitvoering van trillingsmetingen tijdens de heiproeven.

Voor redelijk standaard heiverken neemt de amplitude snel af met de afstand, maar het betreft hier geen standaard heiverk. De verwachte trillingen zijn hoger en de panden staan verder verwijderd van het heiverk. Ter plaatse van de panden nemen de trillingen aanzienlijk minder snel af met de afstand en er zijn veel meer panden die mogelijk risico lopen op hinder en/of schade. Dit geeft een andere aanpak van de monitoring ten opzichte van de standaard situatie bij heiverkzaamheden.

## 1.2 Doelstelling monitoring

De monitoring heeft primair tot doel schade en hinder voor de bewoners te voorkomen c.q. te beperken. De verwachting is dat de trillingen klein zijn, en geen nadelige gevolgen, zoals hinder en schade, voor de omwonenden veroorzaken. De monitoring moet dat bevestigen en indien de prognoses onjuist blijken te zijn de uitvoering bij te sturen.

De omvang van de monitoring voor deze situatie moet een aanvaardbaar evenwicht brengen in de belangen van IHC en de belangen van de bewoners.

Als de monitoring aangeeft dat deze verwachtingen juist zijn kan de omvang monitoring worden gereduceerd, dat wil zeggen dat het aantal opnemers kan worden gereduceerd en/of de frequentie van de monitoring kan worden gereduceerd.

Omdat de trillingen in het algemeen met afstand afnemen zal de monitoring zich beperken tot de meest nabij gelegen panden. Het belang van de monitoring van meer panden neemt af met de afstand.

## 2 Globaal monitoringsplan op basis van de HerMes methodiek

### 2.1 Afbakening van het te onderzoeken gebied

Op 14 juni 2016 is op het terrein van IHC een heiproef met een vibropaal (lengte 29 m) uitgevoerd. Bij deze proef is geconstateerd dat de effectieve trilling op 300 m afstand 0.037 mm/s kan zijn [7]. Deze waarde is als uitgangspunt voor de schattingen van de trillingen tijdens het heien gebruikt. De te heien palen zijn langer, hebben een grotere diameter en gaan dieper de grond in. Een aantal panden staat verder weg dan de gebruikte meetpunten.

De invloed van deze aspecten kan bij benadering worden geschat via lineaire interpolatie van diameter en lengte. De sterkte van de grond neemt meestal toe met de diepte. Er is een factor voor onzekerheid (grootte 2) in rekening gebracht. Bijvoorbeeld het lossaan van een paal wordt beschouwd als de hoogste trillingsbelasting bij het testen, of tijdens heien na een onderbreking van het heien. Op dat moment zal de paal gaan zakken en neemt de weerstand af. Het is vermoedelijk niet de bedoeling dat dit tijdens het testen gebeurt.

Voor de afstandsinvloed wordt uitgegaan van zowel  $1 / \sqrt{\text{afstand}}$  als  $1 / \text{afstand}$ . Tijdens het testen wordt alleen de testpaal belast. Er is rekening gehouden met het feit dat de testpaal in een casing staat. Er is geen rekening gehouden met de langere afstand die de golven moeten afleggen omdat de testpaal dieper in de bodem staat.

parameter/variabele	vibropaal	casing	testpaal
lengte in grond [m]	29	44	106-44
diameter [m]	< 0.61	1.63	1.22
factor op sondering		1.5	5.2
factor perimeter (totaal schacht oppervlak)		4.1	4.3
$v_{eff}$ tijdens heien [mm/s]	0.037	0.23	0.83
$v_{max}$ tijdens heien [mm/s]		0.6	2.1
onzekerheidsfactor		2	2
$v_{eff}$ op afstand 300 m [mm/s]		0.46	1.66
$v_{max}$ op afstand 300 m [mm/s]		1.2	4.2
$v_{max}$ op afstand 400 m [mm/s]		1.04/0.96	3.6/3.2
$v_{max}$ op afstand 500 m [mm/s]		0.92/0.72	3.2/2.5
$v_{max}$ op afstand 600 m [mm/s]		0.84/0.60	3.0/2.1

Tabel 2.1 Zeer globale schattingen trillingsbelastingen tijdens heien

#### Opmerking

Deze waarden zijn aanzienlijk hoger dan Peutz heeft voorspeld. Dit verschil wordt veroorzaakt door de grotere diameter en veel grotere paal lengte van de testpaal ten opzichte van de paal waarbij de metingen zijn uitgevoerd. Dit aspect is in het vorige advies van Deltares niet beschouwd. Door de grote lengte van de paal en de onbekendheid met de ondergrond ter plaatse van de testpaal, lijkt het niet onmogelijk dat de grondweerstand veel hoger wordt dan voorzien. Mogelijk bezit IHC een sondering of ander grondonderzoek ter plaatse. Deltares bezit dit niet en kan daarom niet beoordelen wat de mogelijke risico's van het heien van deze paal zijn.

Het advies van Peutz is in belangrijke mate gebaseerd op de meting in Kinderdijk. Deze meting is uitgevoerd op een vergelijkbare testpaal die belast is met heiklappen met verschillende energie. Mogelijk zijn de trillingen tijdens het testen van heiblokken kleiner zijn dan tijdens het installeren, omdat het blok niet voldoende energie in de paal brengt om de een permanente zakking te laten ondergaan.

Een opvallend aspect is dat het trillingsniveau op grote afstanden slechts langzaam afneemt. Daardoor zou een zeer groot gebied ontstaan dat beschouwd moet worden. Dat is niet juist, omdat de wortelfunctie duidt op uitsluitend geometrische afname, terwijl hier de materiaal demping een extra bijdrage zal geven. Daarom wordt een grotere afname met de afstand verwacht. Bij benadering is  $1/\text{afstand}$  gebruikt.

De hierboven vermelde schattingen geven aan dat tijdens het heien van de testpaal de grootste trillingen worden verwacht.

Het is mogelijk op basis van deze schattingen een afstand te berekenen waarop de geschatte trillingsniveaus de grenswaarden overschrijden. Deze afstand is erg onzeker omdat de trillingen slechts langzaam afnemen met afstand en dus een kleine fout in de (globaal geschatte) trillingsbelasting een grote wijziging in deze berekende afstand geeft. Deze globale schattingen geven aan dat op deze afstand de trillingsniveaus in de orde van de grenswaarden kunnen liggen. Het is dan relevant om op die afstanden te monitoren. De streefwaarden voor hinder worden in de schattingen overschreden, de grenswaarden voor schade worden nog niet overschreden.

Een afstand van 500 m lijkt een zinvolle keuze. In deze straal liggen een redelijk aantal panden. De bewoners van een aantal van deze panden heeft een zienswijze ingediend. Voor dit gebied heeft de gemeente een overzicht gemaakt van het funderingstype (op staal of op palen), het gebruikte paaltype en de aanwezige monumenten. Daarnaast heeft de gemeente aangegeven dat vlak buiten het onderzoeksgebied enkele panden aanwezig zijn waaraan aandacht moet worden besteed.

Op basis van deze gegevens wordt voor de funderingswijze geconcludeerd dat:

- De bedrijfspanden aan de Industrieweg zijn nagenoeg allemaal op staal gefundeerd. Op basis van Street view betreft het hier een aantal metselwerk panden en grotere (staal) constructies.
- De woningen langs de Molendijk zijn nagenoeg allemaal op staal gefundeerd. Op basis van Street view betreft het hier meestal vrijstaande panden uit metselwerk die op het dijktaalud staan.
- De panden ten noorden van de Molendijk zijn nagenoeg allemaal op palen gefundeerd. Op basis van Street view betreft het hier vooral rijtjeshuizen (vermoedelijk uit metselwerk, mogelijk beton) en een aantal bedrijfspanden en appartementen gebouwen met enkele woonlagen.
- Bij de panden ten zuiden van de Molendijk is het beeld sterk wisselend. Op basis van Street view geldt dit ook voor de type bebouwing.

Voor de volgende panden is extra aandacht wenselijk:

- a. Molendijk 204 (Baggermuseum, rijksmonument).
- b. Molendijk 208 (Baggermuseum/kantoor, rijksmonument).
- c. A.W. de Handgraafstraat (gemeentelijk monument).
- d. De zes meest westelijke panden langs de Havenstraat, deze staan op in de grond gevormde palen. Uit Street view blijkt dat de panden langs de Havenstraat uit één bouwblok bestaat.
- e. De panden langs de Rijshoutstraat, de Dwarsstraat, de Kleindiepstraat en de westzijde van de A.W. de Langgraafstraat, deze staan op houten kleefpalen. Hoewel deze laatste panden buiten het geschatte invloedsgebied staan worden deze op basis van de bouwkundige situatie aan het gebied toegevoegd. Uit de Street view blijkt dat deze panden onderling goed vergelijkbaar zijn.

## 2.2 Voorstudie monitoringsopzet

De HerMes methodiek [1] is een instrument om systematisch een monitoringsplan uit te werken. Deze aanpak wordt in dit document gevolgd vanwege de systematische aanpak. Hierdoor is de kans kleiner dat relevante aspecten over het hoofd gezien worden.

Aspecten uit het voorontwerp (de nummering komt overeen met de aspecten uit de werkinstructie [2]).

1. De monitoring heeft primair tot doel schade en hinder voor de bewoners te voorkomen c.q. te beperken. Dit is een operationele impuls, maar ook een juridische impuls.
2. Het project betreft de panden in de omgeving van de testpaal. Het wordt beperkt tot de panden binnen een straal van 500 m vanaf de testpaal, aangezien deze de kortste afstand tot de testpaal hebben. Omdat het aspect zettingen een rol speelt is de looptijd vooralsnog onbepaald.

3. De beschikbare informatie is weergegeven in de eerdere rapportage in dit kader. Het betreft een aantal uitwerkingen door de firma Peutz voor deze problematiek. Tevens is per e-mail voor dit project een indicatief overzicht van de panden en de funderingswijze door de gemeente geleverd (zie paragraaf 2.1).
4. De maatgevende faalmechanismes zijn: het optreden van trillingen in de panden die boven de streefwaarde voor hinder uitkomen, het optreden van trillingen aan de gevel die boven de grenswaarde voor schade uitkomen, het optreden van zettingen die boven de grenswaarden voor zettingen uitkomen. Momenteel is onbekend welk faalmechanisme maatgevend is, de verwachtingen geven aan dat geen enkel faalmechanisme zal optreden.
5. De vragen die de monitoring moet beantwoorden: Wat is het trillingsniveau in en aan de panden tijdens de installatie van de testpalen en het uitvoeren van de testen en treden en zakkingen op in de panden ten gevolge van de werkzaamheden. Dit zijn allen variabelen die in de gangbare praktijk worden gemeten en dus meetbaar zijn.
6. De keuze van de monitoringstrategie is de essentie van dit advies. Daarom wordt hier afzonderlijk dieper op in gegaan. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het meten van trillingen en het meten van zettingen.

#### *Trillingen*

Bij het beoordelen van trillingen moet onderscheid worden gemaakt tussen hinder waarvoor de trillingen op de vloer worden gemeten en schade waarvoor de trillingen aan de gevel worden gemeten. In het algemeen zijn de eisen voor hinder strikter dan voor schade. Daarentegen is de beleving van af en toe hinder voor veel bewoners heel anders dan de beleving bij schade.

De volgende monitoringstrategieën zijn mogelijk:

- 1 Alle panden worden zowel voor hinder als schade gemonitord.
- 2 Alle panden worden alleen voor hinder gemonitord.
- 3 Een selectie van panden wordt voor beide aspecten gemonitord.
- 4 Een selectie van panden wordt voor alleen hinder gemonitord.

Bij de keuze moet rekening worden gehouden dat een overschrijding van de streefwaarde betekent dat het aantal gehinderden groter is dan acceptabel geacht wordt (als dit overdag en eenmalig, bv tijdens het heien, gebeurt), maar er geen nadelige gezondheidseffecten te verwachten zijn. Het overschrijden van de grenswaarden voor schade betekent niet dat er direct schade ontstaat, maar dat de kans op (zogenaamde cosmetische) schade groter wordt dan maatschappelijk aanvaardbaar is.

Op basis van het verwachte trillingsniveau is er geen aanleiding alle panden te monitoren: door de relatief grote afstand zal de trilling laagfrequent zijn, waardoor panden die dicht bij elkaar staan een vergelijkbare trilling opgelegd krijgen. Als panden vergelijkbaar zijn wordt ook verwacht dat de reactie vergelijkbaar is en dan ook het risico op schade. Het monitoren van alle panden wordt, gezien het aantal panden, als onhaalbaar beoordeeld.

Het is daarom voor de hand liggend om per type een beperkt aantal panden te monitoren en deze waarden als maatgevend voor de panden in de omgeving te kiezen. Bij de beoordeling van de trillingsniveaus moet men zich natuurlijk wel rekenschap geven van het feit dat er slechts een steekproef wordt beschouwd. Formeel leidt dit tot een striktere eis.

Daarbij kan in eerste instantie elk pandtype voor zowel hinder als schade beoordeeld worden. Daarmee kan worden nagegaan wat voor elk pandtype de maatgevende trilling is en wordt inzicht verkregen in de relatie tussen de hindermeting en de trillingsmeting.

Deze metingen kunnen worden uitgevoerd tijdens de installatie van de casing en de testpaal, en tijdens de eerste beproeving op de testpaal. Op basis van de resultaten kan tussentijds worden beoordeeld of vervolgmetingen wenselijk en/of noodzakelijk zijn. Ook kan worden besloten dat een beperktere meting mogelijk is of juist uitgebreidere meting noodzakelijk is.

Als er testen worden uitgevoerd kan overwogen worden bij de eerste testen een opklimmende energie tot te passen, zodat op redelijk korte termijn inzicht ontstaat in de afhankelijkheid van de grootte van de heiklap of de in te brengen energie.

Een belangrijke vraag van welke panden het meest wenselijk is dat ze gemonitord worden.

In beginsel zijn er op basis van de richtlijn [4] in dit gebied verschillende groepen te onderscheiden:

- A. de panden die monument zijn of waarvan de bouwkundige staat beoordeeld hoort te worden (genoemd in de punten a-e op pagina 4). Een inspectie kan deze groep nog uitbreiden.
- B. panden met een draagconstructie metselwerk gefundeerd op staal, op in de grond gevormde palen of op kleefpalen.
- C. panden met een draagconstructie metselwerk gefundeerd op geheide palen
- D. panden met een draagconstructie uit beton of staal, gefundeerd op staal, op in de grond gevormde palen of op kleefpalen.
- E. panden met een draagconstructie uit beton of staal gefundeerd op geheide palen.

Een ander aspect is de overeenkomst in gebouw. De nieuwere panden zijn meestal in groepjes bouwkundig identiek gebouwd. Deze kunnen in beginsel als een groep worden beschouwd, waarbij als uitgangspunt kan dienen dat het monitoren van één pand uit de groep redelijk is. De oudere panden en bedrijfspanden zijn bouwkundig meestal redelijk uniek.

De hinder is vermoedelijk maatgevend. Het is in beginsel redelijk om een trillingsmeting en de beoordeling van hinder in een pand ook toe te passen in panden op vergelijkbare afstand en met vergelijkbare eigenschappen. Door een goede selectie van panden op bouwkundige eigenschappen voor de beoordeling van het schade risico, wordt ook een acceptabele selectie van de beoordeling voor het risico op hinder verkregen.

De ervaring leert dat trillingen een grillig fenomeen zijn, zodat er rekening gehouden moet worden met het feit dat de trillingen in een ander pand op gelijke afstand en met gelijke bouwstijl kunnen afwijken. Door meer panden te monitoren wordt de kans dat daadwerkelijk de hoogste trilling in het gebied gemeten wordt toe, maar de kosten nemen ook toe.

Om een redelijk onderbouwd percentage te krijgen is een Monte Carlo simulatie uitgevoerd voor een proces dat gemiddeld de uitkomst 1 geeft, maar een uniforme verdelingsfunctie heeft die 50% variatie geeft. De uitkomst ligt dus tussen de 0.5 en 1.5. Een serie met 30 realisaties is bekeken. Als er 3 realisaties worden beoordeeld is het werkelijke maximum in gemiddelde zin 12% hoger dan het maximum in de 3 realisaties. Worden 6 realisaties beoordeeld, dan is het werkelijke maximum in gemiddelde zin 6% hoger dan het maximum in de 6 realisaties.

Uitgaande van groepen met ongeveer 30 panden betekent dit dat bij het opnemen van de trillingen in 3 panden verwacht mag worden dat het werkelijke maximum 12% hoger ligt. Hierbij wordt expliciet aangetekend dat dit een stochast is, dus het verschil kan bij een bepaald groep hoger of lager zijn. Bij elkaar kan worden aangenomen dat bij een steekproef van 10% van de panden een reductie factor van 0.9 op de grenswaarde toegepast kan worden.

**Datum**  
29 maart 2018

**Ons kenmerk**  
11202108-003-GEO-0004-ga

**Pagina**  
7/9

Er moet wel rekening worden gehouden met het effect dat vermoedelijk de metingen in de panden met een monumentale status of in bouwkundige staat “gevoelig” de laagste toelaatbare trillingen hebben en dus naar verwachting maatgevend zullen zijn.

Op basis van de voorgaande overwegingen wordt de volgende opzet van de monitoring gevonden:

- 1 In alle panden met een monumentale status of in bouwkundige staat “gevoelig” (panden a t/m c op pagina 4).
- 2 In 1 pand aan de Havenstraat (de zes panden onder d pagina 4).
- 3 In 2 panden van de panden onder e (pagina 4) waarbij een pand aan de zijde van de bron wordt gekozen en een pand in het midden.
- 4 Langs de Molendijk op drie (extra) panden (twee aan de noordzijde en één aan de zuidzijde, op ongeveer gelijke onderlinge afstanden).
- 5 Op een pand aan de Molendijk 102 of 102a.
- 6 Twee panden aan de industrieweg, beiden uit metselwerk, een op staal en een op palen gefundeerd.
- 7 Drie extra panden in het gebied ten zuiden van de Molendijk (Kroonstraat en L van der Wielstraat).
- 8 In het ziekenhuis een meting voor het aspect hinder (SBR richtlijn B [5]) voorgesteld.

De bouwkundige beoordeling in de nieuwe SBR richtlijn A is objectiever, maar ook uitgebreider, ten opzichte van de situatie in de voorgaande richtlijn. Voorgesteld wordt deze niet op te leggen, maar in eerste instantie te vertrouwen op een algemeen oordeel van een inspecteur.

Totaal komt dit neer op orde 32 opnemers, wat een groot aantal is. Gezien de onzekerheden met de situatie lijkt het wenselijk te starten met een ruime opzet.

### *Zettingen*

De beoordeling van zettingen wordt beperkt tot de panden die op staal gefundeerd zijn en de panden die op in de grond gevormde palen en op kleefpalen zijn gebouwd.

In het algemeen kan het risico op optreden van zettingen worden beheerst door het trillingsniveau laag te houden (onder de daarvoor geldende grenswaarden). Dan zijn zettingen door trillingen redelijkerwijze uit te sluiten.

Een probleem hierbij is dat indien deze waarden overschreden worden (wat momenteel nog niet met zekerheid kan worden uitgesloten, daarvoor is de monitoring immers bedoeld) er mogelijk wel zettingen kunnen optreden. Deze kunnen tot schade leiden. Daarbij komt nog dat de panden langs de molendijk in/op een dijktaalud staan, een situatie die minder gunstig is voor de stabiliteit van de fundering. Op basis van deze overweging moet worden overwogen om de stand van de panden die gevoelig zijn voor zettingen vooraf in kaart te brengen. Hierbij kan gedacht worden aan lintvoeg metingen, waterpassing of het aanbrengen en inmeten van hoogtemeetboutjes.

Een correcte nulmeting is wenselijk. Deze wordt uitgevoerd voor de uitvoering van de werkzaamheden. In het algemeen wordt indien mogelijk deze meting tweemaal met een behoorlijke tussentijd uitgevoerd, zodat er ook inzicht ontstaat in de al aanwezige doorlopende zettingen en mogelijke variaties (meetonnauwkeurigheid, seizoensinvloeden). Aangezien deze voor de mogelijke veroorzaker zowel positief als negatief kunnen werken, wordt dit in overleg met de gemeente verder uitgewerkt.

Dit kan ook worden gedaan als blijkt dat de trillingen de grenswaarden van de richtlijn overschrijden. Het nadeel van deze aanpak is natuurlijk dat dan wel het werk moet worden stilgelegd. Aangezien het heien van de testpaal mogelijk kritisch is en een onderbreking van het heien van een dergelijke paal zeer onwenselijk is, wordt dit niet aanbevolen.

Het in kaart brengen van de stand van de panden heeft zin voor panden die op staal gefundeerd zijn en de panden die op in de grond gevormde palen en op kleefpalen zijn gebouwd.

Omdat niet bij elke test de trillingen worden gemeten, is er geen beeld van het aantal gegenereerde trillingen door de testpaal. Op lange termijn kan dat betekenen dat er veel meer trillingen aan de fundering opgelegd worden dan in de SBR richtlijn wordt verondersteld. Dit kan worden opgevangen door het aantal testen te beperken, of door een permanente meetopstelling te hebben, die het trillingsniveau en het aantal trillingen registreert. Deze laatste optie aan een op staal gefundeerd monument (bv. het baggermuseum) heeft de voorkeur, omdat op grotere afstanden meer trillingen per heiklap kunnen ontstaan, deze opstelling ook gebruikt kan worden om na te gaan of er geen versterking optreedt in de tijd, en mogelijk ook inzicht ontstaat in het aantal trillingen door bv passerend vrachtverkeer. Voorgesteld wordt hierover te beslissen op basis van de resultaten van de eerste testen op de paal, zodat voorkomen wordt dat deze actie niet nodig is omdat de trillingen ver onder de waarnemingsgrens liggen. Tot die tijd moet op de voorziene locatie wel een voorziening beschikbaar zijn die het aantal trillingen op de voorziene locatie registreert.

### 3 Advies voor de vergunningsverlening

- 1 Het te beschouwen gebied omvat [gebiedsomschrijving te specificeren door de gemeente] en inclusief dependance ziekenhuis, zolang als dat in gebruik is.
- 2 De panden waarvoor extra attentie wenselijk is (a t/m e, pagina 4) wordt vooraf een meting m.b.t. de stand van het pand uitgevoerd. Deze meting wordt herhaald na het uitvoeren van een test waarbij trillingen worden gemeten, en wordt regelmatig herhaald.
- 3 De optredende trillingen worden beoordeeld volgens de SBR richtlijnen A, B en C (voor zover van toepassing).
- 4 Vooraf wordt van alle panden in het gebied beoordeeld of zij een monumentale status hebben of dat de bouwkundige staat zodanig is dat zij een grotere gevoeligheid voor trillingen hebben.
- 5 De trillingen worden gemeten in de locaties die in de punten 1 t/m 8 op pagina 7 benoemd zijn. De panden genoemd onder de punten 4, 6 en 7 worden zo mogelijk bij een nieuwe meting op een ander pand gekozen.
- 6 Op de panden waarin de trillingen op basis van de SBR richtlijn deel B (hinder [5]) beoordeeld moeten worden, worden de trillingen conform de SBR richtlijn deel B (hinder [5]) gemeten. Op alle panden wordt de SBR richtlijn deel A (schade [4]) gemeten.
- 7 De trillingsmeting wordt uitgevoerd tijdens de installatie van de casing, de installatie van de testpaal, het uitvoeren van de eerste proef en het uitvoeren van een proef waarbij een blok met een grotere slagenergie of grotere slagkracht wordt getest.
- 8 Omdat er sprake is van een steekproef uit alle bedreigde panden worden alle waarden waaraan getoetst wordt met 0.9 vermenigvuldigd.
- 9 Er is een voorziening aanwezig om tijdens het meten te constateren dat er in enige locatie de grenswaarden wordt overschreden.
- 10 Indien de grenswaarden voor schade aan de fundering in enig pand overschreden worden wordt het werk gestopt. Het werk kan pas worden voortgezet als er een meting



voor de positie van de panden voor mogelijke zettingen is uitgevoerd voor alle de panden op staal, in de grond gevormde palen en kleef palen binnen het gebied. Na een activiteit waarbij trillingen gemeten zijn worden deze panden op zettingen gecontroleerd.

- 11 Als de resultaten van de metingen daar aanleiding toe geven mag het aantal opnemers gereduceerd worden of blijkt dat het wenselijk is het aantal opnemers uit te breiden. Dit gebeurt in overleg met of in opdracht van de gemeente (bevoegd gezag?).
- 12 Er is een permanente voorziening die bij het baggermuseum het werkelijke aantal trillingen en de amplitude tijdens het heien en alle proeven registreert. Minimaal jaarlijks wordt dit gerapporteerd aan de gemeente.

De hierboven gevonden monitoring is omvangrijk. Uit dat oogpunt kan worden overwogen de monitoring te beperken. Panden nabij de bron en panden met een bijzondere status hebben een hogere prioriteit bij het monitoren.

## 4 Referenties

- [1] HerMes: HET Rationele M Monitoring Evaluatie Systeem, eindrapport, Rapport 01.01.07-10 Delft Cluster; auteurs Hölscher, P.; Wijnants, G.H.; Delft 2003.
- [2] Werkinstructie checklist HerMes, Rapport 01.01.07-09 Delft Cluster; auteurs Wijnants, G.H.; Hölscher, P.; Delft 2003.
- [3] Adviesbrief Deltares aan de Gemeente Sliedrecht, 11200505-031-GEO-0004-ghb, 23 november 2017.
- [4] SBR-richtlijn Trillingen deel A Schade aan bouwwerken, 2017.
- [5] SBR-richtlijn Trillingen deel B Hinder voor personen in gebouwen.
- [6] COB richtlijn Bouwputten.
- [7] Onderzoek naar trillingsoverdracht door de bodem in de omgeving van de beoogde proeflocatie van IHC Merwede te Sliedrecht, rapport FAC 17692-10-RA-001 dd. 20 jan 2017 Peutz; auteur T.B.W. Kraaijenbrink, Zoetermeer 2017.

Hoogachtend,



dr.ir. P. Hölscher  
Adviseur

**Paraaf**  
dr.ir. P. Meijers, ing. A.T. Aantjes

