

Monitoringsplan

Monitoring HSL onderbouwconstructie gedurende aanleg watergang
Cyclamenweg Bleiswijk

Definitief

<i>Status</i>	<i>Actie</i>	<i>Naam</i>	<i>Functie</i>	<i>Datum</i>	<i>Paraaf</i>
Concept	Opgesteld	B. van Goor	Adviseur		
Concept	Gecontroleerd	A. Stofberg	Projectleider		
Ter acceptatie	Ter goedkeuring	A. Stofberg	Projectleider		
Definitief	Geaccepteerd				

Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard

Grontmij Nederland B.V.
Rotterdam, 14 juni 2013

Verantwoording

Titel : Monitoringsplan

Subtitel : Monitoring HSL onderbouwconstructie gedurende aanleg watergang Cyclamenweg Bleiswijk

Projectnummer : 290827

Referentienummer : concept

Revisie : 1.2

Datum : 14 juni 2013

Auteur(s) : ir. B. van Goor

E-mail adres : bas.vangoor@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ir. B. Denef

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : A.H.J. Savelkouls

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Grontmij Nederland B.V.
K.P. v.d. Mandelelaan 41-43
3062 MB Rotterdam
Postbus 4381
3006 AJ Rotterdam
T +31 88 811 40 00
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Introductie	4
2	Achtergrond.....	5
2.1	Werkzaamheden aanleg watergang	5
2.2	Foto's projectlocatie	6
2.3	Relevante documenten	7
2.4	Communicatieschema	7
2.5	Contactpersonen Grontmij	8
3	Plan van aanpak monitoring	9
3.1	Risico-inventarisatie	9
3.2	Beheersmaatregelen.....	9
3.3	Invloedssfeer	9
3.4	Opzet monitoringssysteem	9
3.4.1	Total station.....	9
3.4.2	Scheurimeters.....	11
3.5	Risicokaart monitoring	12
3.6	Fasering werkzaamheden.....	13
3.6.1	Vorbereiding.....	13
3.6.2	Installatie	13
3.6.3	Nulmeting	13
3.6.4	Uitvoering	14
3.6.5	Afronding.....	14
3.7	Uitgangspunten	14
3.8	Verwerking meetgegevens	14
3.9	Toleranties	15

1 **Introductie**

De uitvoering van werkzaamheden in de ondergrond vormt mogelijk een risico voor objecten in de omgeving. De samenstelling van de grond, en daarmee de geotechnische eigenschappen, kunnen lokaal variëren of beïnvloed worden, waardoor er ongewenste effecten kunnen optreden. Deze onzekerheden kunnen niet altijd worden weggenomen in het ontwerp. Wel is het mogelijk om een deel van de risico's te beheersen door middel van monitoring. Frequente metingen aan de objecten en/of de ondergrond zorgen ervoor dat de risico's bij de uitvoering van de werkzaamheden geminimaliseerd worden.

Dit monitoringsplan beschrijft de monitoringswerkzaamheden die zullen worden uitgevoerd voor het project "Aanleg watergang onder de HSL ter plaatse van de Cyclamenweg te Bleiswijk". Grontmij voert dit project uit in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.

In hoofdstuk 2 wordt in het kort het project en de werkzaamheden geschetst. In hoofdstuk 3 wordt het monitoringsplan verder uitgewerkt. Hiervoor worden de risico's benoemd en de opzet van het meetsysteem behandeld. Ook wordt hier aangegeven hoe wordt omgegaan met de verzamelde meetgegevens.

Gedurende de totstandkoming van dit plan van aanpak is tweemaal overleg gevoerd met Infrasppeed.

2 Achtergrond

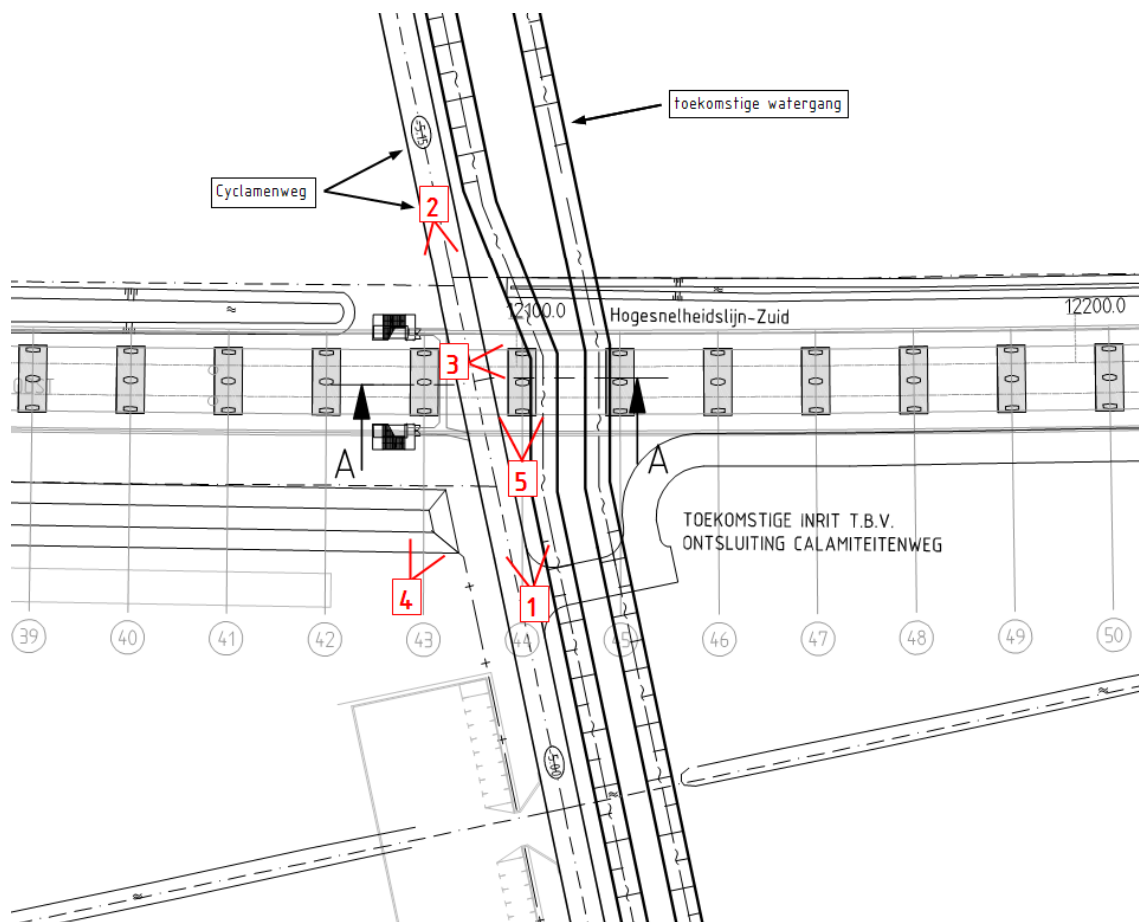
2.1 Werkzaamheden aanleg watergang

Voor de afvoer van hemelwater en het creëren van extra capaciteit voor waterberging wordt een watergang aangelegd. Deze watergang verbindt de 1^e Tocht met de waterberging aan de westkant van de gemeente Bleiswijk. De watergang wordt aangelegd aan de noordkant van de Cyclamenweg te Bleiswijk en kruist het tracé van de HSL, zie figuur 2.1. De watergang wordt gerealiseerd door middel van een open ontgraving.



Figuur 2.1: ligging Cyclamenweg en HSL.

Het tracé van de HSL betreft het baanvak Rotterdam Westelijke Splitsing – Nieuw Venneep, geocode 166, tussen spoorkilometers 12.090 en 12.120. De watergang kruist de HSL tussen pijlers 44 en 45 (zie figuur 2.2).



Figuur 2.2: overzicht locatie Cyclamenweg met de pijlers onder de HSL. De rode nummers zijn de foto's met kijkrichting uit figuur 2.3.

Aan de oostzijde van de HSL bevindt zich een kabelbundel met hoogspanningskabels, aangelegd met een gestuurde boring. Het profiel van de watergang conflicteert met deze kabelbundel. Bovendien bevindt de kabelbundel zich binnen 25 meter van het hart van het spoor. Wanneer de aanleg van de waterweg gefaseerd moet worden uitgevoerd vanwege deze kabels dient gedurende beide fases gemonitord te worden.

Er is nog geen definitieve planning bekend voor de uitvoering van de werkzaamheden.

2.2 Foto's projectlocatie



Foto 1.



Foto 2.



Foto 3.



Foto 4.



Foto 5.

Figuur 2.3: foto's van de projectlocatie.

2.3 Relevante documenten

Vergunning Spoorwegwet, ProRail, kenmerk: RZZ/VC/NV/JD3220894/12231

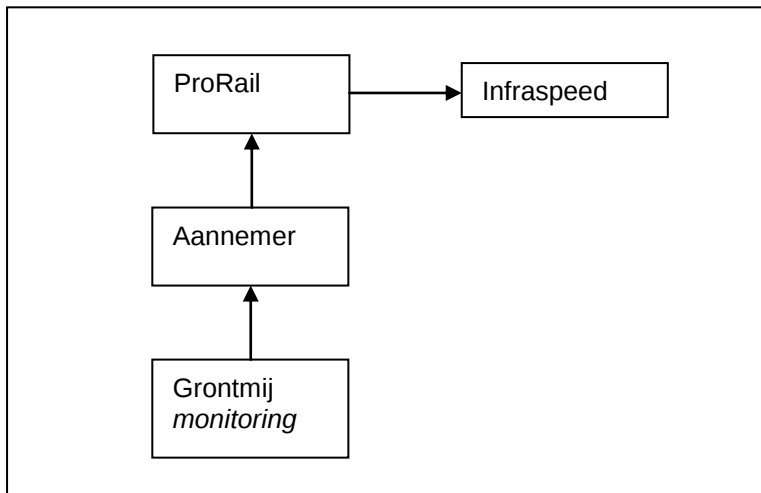
Voorwaarden voor de monitoring worden gegeven in “Beoordeling spoorligging bij bouwwerkzaamheden naast de HSL-Zuid”, Infrasppeed Maintenance BV.

Richtlijn HSL615A, Aanbrengen verankering in betonconstructies, Projectorganisatie Hogesnelheidslijn Zuid.

2.4 Communicatieschema

De betrokken partijen zijn:

- Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, *opdrachtgever*.
- Grontmij Nederland B.V., *opdrachtnemer, directievoering, uitvoering monitoring*.
- Infrasppeed Maintenance BV, *onderhoud infrastructuur HSL-Zuid*.
- ProRail/CMT, *beheerder HSL-Zuid*.



Figuur 2.4: overzicht communicatielijnen.

2.5 Contactpersonen Grontmij

Algemeen projectleider:

de heer ing. M.A. Stofberg
Postbus 4381
3006 AJ Rotterdam
T: 088- 811 41 72
E: aad.stofberg@grontmij.nl

Projectleider monitoring:

de heer ir. B. van Goor
Postbus 4381
3006 AJ Rotterdam
T: 088 - 811 42 06
E: bas.vangoor@grontmij.nl

3 Plan van aanpak monitoring

3.1 Risico-inventarisatie

Het tracé van de HSL ligt boven het maaiveld. De onderbouwconstructie bestaat uit gefundeerde pijlers. Op deze pijlers ligt een betonnen bak met de RHEDA 2000 NL elementen. De spoorstaven zijn verankerd op deze elementen. Door het ontgraven van de grond ter plaatse van de HSL-onderbouwconstructie verandert de gronddruk tegen de fundering van de onderbouw en ontstaat het risico op veranderingen in de ligging van de sporen en veranderingen in de onderbouwconstructie.

Risico's:

- Horizontale en verticale verplaatsing sporen;
- Horizontale en verticale verplaatsing pijlers;
- Horizontale en verticale verplaatsing betonbak.

3.2 Beheersmaatregelen

De genoemde risico's in paragraaf 3.1 kunnen worden beheerst door de inzet van monitoring. Door het continu uitvoeren van metingen met een total station, waarbij de positie (X, Y en Z) van de pijlers en de betonbak wordt gemeten, kunnen veranderingen worden gedetecteerd voordat de grenswaardes worden bereikt.

Er wordt, in overleg met Infraspeed, voor gekozen om de monitoring te beperken tot de pijlers en de betonbak. De spoorstaven zijn verankerd op de spoorelementen. Veranderingen in de geometrie van de spoorstaven kan zodoende alleen optreden wanneer er veranderingen optreden in de geometrie van de betonnen bak en de pijlers. De betonnen bak vormt hierbij de belangrijkste indicatie voor veranderingen in de spoorligging.

3.3 Invloedssfeer

Het te monitoren gebied loopt van pijler 43 tot en met pijler 46. Zie hiervoor de tekening in figuur 2.2.

3.4 Opzet monitoringssysteem

3.4.1 Total station

Het primaire onderdeel van het monitoringssysteem wordt gevormd door metingen met een total station. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een Leica TPS1200, TPS1800 of vergelijkbaar. De meetnauwkeurigheid van deze toestellen is 1 mm + 1,5 ppm. Het instrument wordt op ongeveer 25 m vanuit de onderbouw van de HSL geplaatst. Op het terrein van Anthura staat een trafohuisje dat zal dienen als opstelpunt; het instrument wordt op het huisje geplaatst. Vanuit dit punt zijn alle pijlers zichtbaar. Deze verhoogde plaatsing van het instrument zal ook de zichtbaarheid naar de meetpunten ten goede komen.

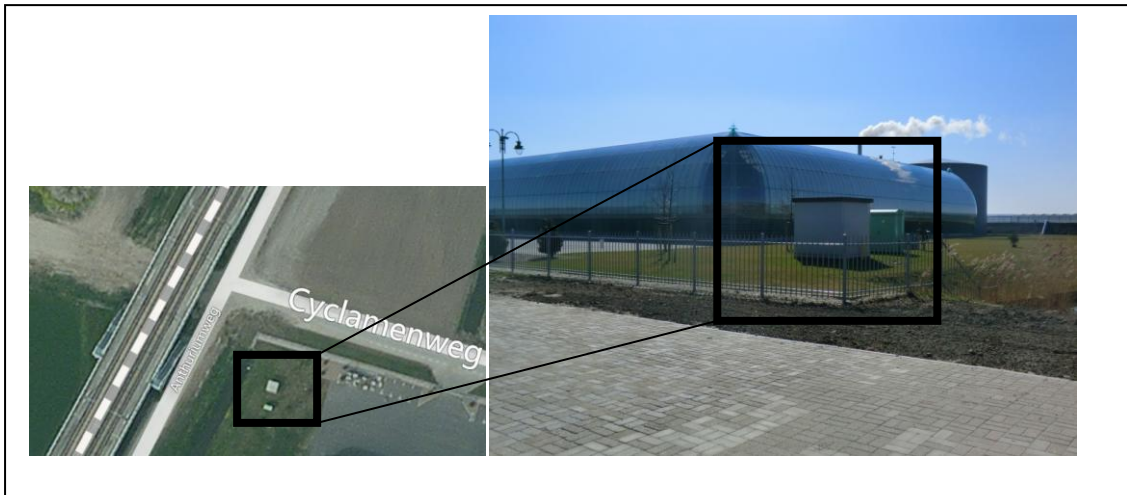
Elke rij met pijlers bestaat uit drie pijlers. Op elke pijler in de invloedssfeer worden meetpunten (draaibare mini-prisma's) bevestigd, aan de bovenkant, halverwege en aan de onderkant van de pijler, zodanig dat deze zichtbaar zijn vanaf het opstelpunt van het instrument. Door gebruik te maken van drie meetpunten kan ook eventuele helling en rotatie van de pijlers gemeten worden. Elk meetpunt krijgt een uniek nummer. De meetpunten op de betonnen bak worden aan weerszijde van de dilatatievoegen geplaatst, zodat de beweging van de betonplaten te volgen is. De dilatatievoegen bevinden zich ter plaatse van pijler 43 en 44.

De bevestiging van de meetspiegels op de pijlers en de betonnen bak vallen in categorie I van de HS-requirements van Infrasppeed. Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

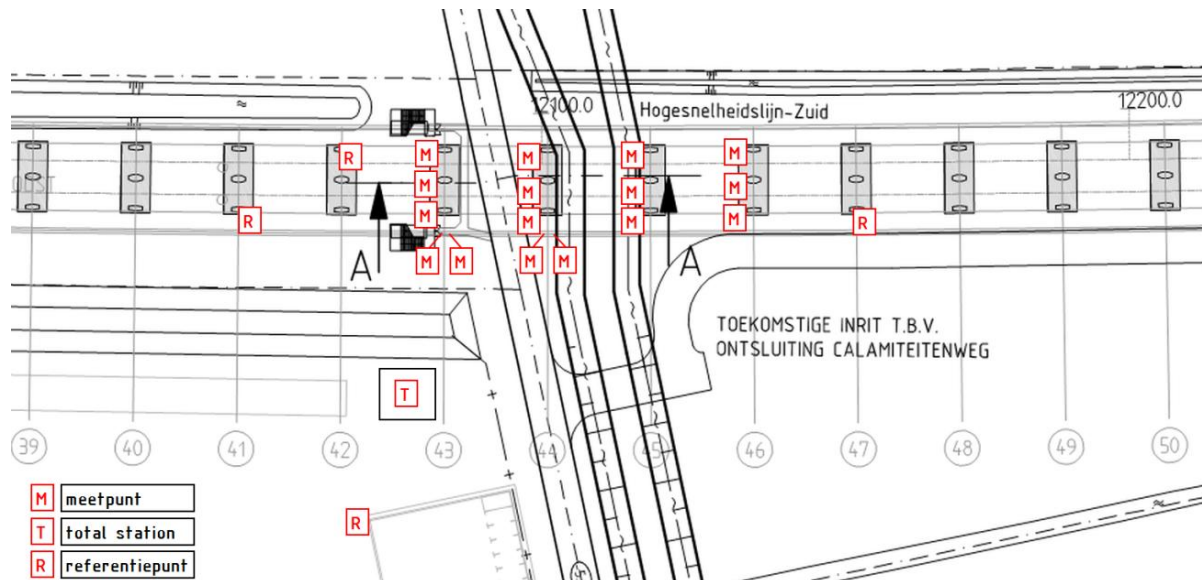
- Er wordt niet dieper geboord dan de dekking van beton op de wapening minus 10 mm.
- Er wordt niet geboord met een diamantboor.
- Voor aanvang van het boren moet de betondekking op de wapening in het betreffende constructiedeel bekend zijn.

Voor de meetspiegels die de gehele periode kunnen blijven zitten wordt gebruik gemaakt van kunststof pluggen. De spiegels die tussen de nulmeting en de uitvoering verwijderd worden, worden geplaatst met Hilti slagankers (boordiameter 12 mm, boordiepte 43 mm). Na afloop van de monitoring worden de pluggen verwijderd en de gaten opgevuld.

De hoogte van de onderste spiegels wordt vastgelegd door middel van een waterpassing.



Figuur 3.1: het trafohuisje waarop de total station wordt geplaatst.



Figuur 3.2: overzicht meetpunten total station.



Figuur 3.3: zicht vanaf het trafohuisje op de HSL-lijn.

De metingen worden elk uur uitgevoerd door middel van een automatisch gestuurd proces. Voor de bepaling van de positie van het instrument worden vaste referentiepunten gebruikt. Twee van deze punten bevinden zich op de pijlers buiten de invloedssfeer van de werkzaamheden (pijler 41 en 47). Het derde referentiepunt bevindt zich op een nader te bepalen plaats, bij voorkeur aan de andere zijde van het instrument, op het terrein van Anthura.

Gedurende een meetcyclus worden alle meetpunten twee maal gemeten, in verschillende kijk-kerstanden. Hierdoor worden weers- en omgevingsinvloeden geminimaliseerd. De referentiepunten worden aan het begin en einde van een cyclus gemeten, zodat een nauwkeurige en betrouwbare aansluiting mogelijk is. Wanneer meetpunten niet zichtbaar zijn wordt direct na afloop van de cyclus een nieuwe poging gedaan. Werkzaamheden zouden het zicht naar de meetpunten onderaan de pijlers kunnen beïnvloeden, de bovenste spiegels dienen te allen tijde zichtbaar te zijn.

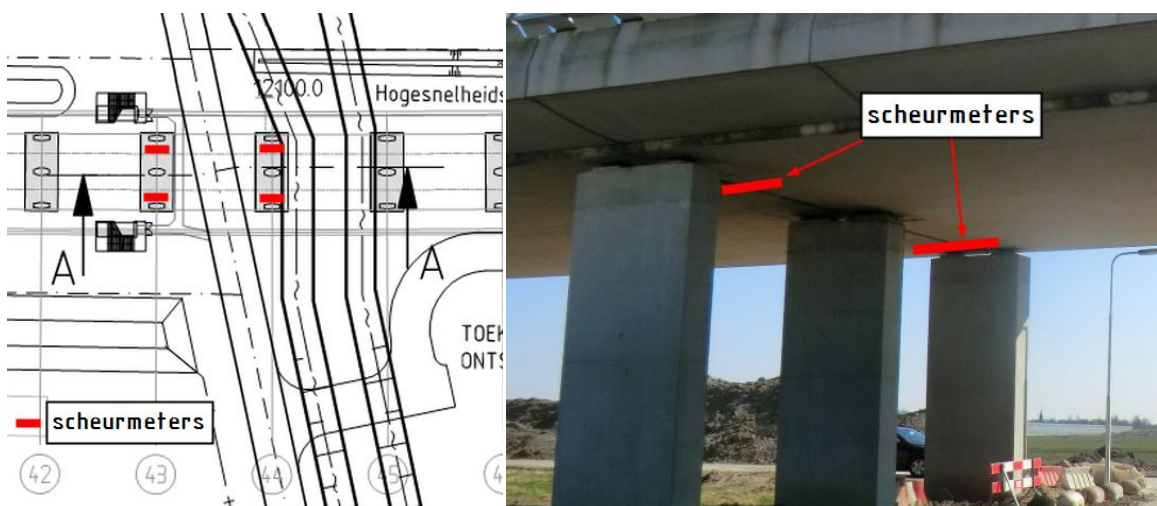
Alle metingen worden getransformeerd naar het RD-NAP stelsel. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de beschikbare tertiaire meetgrid punten (TMG) in de nabijheid van de projectlocatie. Voor aanvang worden de coördinaten van de referentiepunten en het instrument bepaald met behulp van de TMG-punten. Infraspied stelt de coördinaten van de aanwezige TMG-punten ter beschikking.

3.4.2 Scheurmeters

Om de betonnen elementen nauwkeurig te kunnen volgen gedurende de werkzaamheden worden er digitale scheurmeters geplaatst over de dilatatievoegen. Deze sensoren meten met een hoge frequentie (bijvoorbeeld elke seconde) de afstand tussen twee de vaste punten waarop de sensor bevestigd zit. Deze metingen zijn niet beschikbaar als absolute X, Y en Z-coördinaten, wel als relatieve verplaatsingen. De nauwkeurigheid van deze metingen ligt in de orde van grootte van 0,1 mm.

De scheurmeters fungeren door hun meetnauwkeurigheid en –frequentie als early-warningsysteem. Veranderingen in de dilatatievoeg worden vroegtijdig opgemerkt door deze instrumenten. Door de inzet van twee onafhankelijke monitoringstechnieken ontstaat er een controle op de meetresultaten en wordt een betrouwbaar systeem gegarandeerd.

Er worden vier sensoren geplaatst, twee aan de westkant en twee aan de oostkant van de onderbouwconstructie. De sensoren worden bevestigd aan de betonnen bak, waarbij dezelfde Hilti slagankers als voor de meetspiegels worden gebruikt. Er wordt een datalogger geplaatst op een pilaar waar de metingen lokaal worden opgeslagen. Hiervoor worden iets zwaardere slagankers gebruikt (boordiameter 15 mm, boordiepte 50 à 60 mm). Bij het boren wordt niet in de bewapening geboord. Na afloop worden de pluggen verwijderd en de gaten opgevuld.



Figuur 3.4: locaties scheurmeters.

3.5 Risicokaart monitoring

Gedurende de uitvoering van de monitoring bestaat er een aantal risico's die de uitvoering kunnen beïnvloeden. In tabel 3.1 worden deze risico's benoemd en worden de beheersmaatregelen gegeven. Waar mogelijk zijn de beheersmaatregelen al meegenomen in de opzet van het systeem.

Tabel 3.1: risico's tijdens de uitvoering van de monitoring.

Gebeurtenis	Gevolg	Waarschijnlijkheid	Blootstelling	Ernst	Risico	Beheersmaatregel	Restrisico
Door de werkzaamheden kunnen niet alle meetpunten worden gemeten.	Voor niet alle punten kan een vervorming worden berekend	6	6	7	252	Plaatsing voldoende meetpunten, zowel hoog als laag op de pijlers.	Enkele meetpunten worden tijdelijk niet gemeten.
Niet alle referentiepunten kunnen worden gemeten	Er kunnen geen waarden worden berekend voor de meetpunten	3	3	15	135	Redundantie in de referentiepunten.	Door samenloop van omstandigheden zijn er alsnog te weinig referentiepunten om waarden te berekenen. Tijdelijk geen resultaten.
Storing total station	Er kunnen geen metingen worden uitgevoerd door de total station.	3	2	15	90	- Een tweede, onafhankelijk systeem. - Onderzoek ter plaatse. - Vervanging instrument.	Tijdelijk geen meetgegevens.
Stroomuitval	Computer valt uit, geen metingen total station	3	1	15	45	Signalering op stroomonderbreking.	Korte onderbreking door stroomuitval, tijdelijk geen meetgegevens total station.
Vandalisme	Beschadiging instrumenten en/of meetpunten	3	1	15	45	- Plaatsing instrumenten binnen hekwerk Anthura. - Weghalen instrumenten buiten uitvoeringsperiode om.	Vandalisme gedurende uitvoering.
Geen datacommunicatie met	Er kunnen geen meetgegevens	3	2	3	18	Data blijft bewaard op computer/datalogger en kan later alsnog	Data wordt later verwerkt.

compu- ter/datalogger	worden opge- haald					verzonden worden.	
Accu scheurme- ters leeg	Geen metingen scheurmeters	2	1	7	14	- Accu's controleren voor (her)installatie. - Accuspanning monitoren.	Accu gaat plotseling leeg.

3.6 Fasering werkzaamheden

De werkzaamheden worden onderverdeeld in een aantal fases, te weten de voorbereiding, de installatie, een nulmeting, de uitvoering ten tijde van de graafwerkzaamheden en de afronding.

3.6.1 Voorbereiding

De werkzaamheden bij de voorbereiding bestaan minimaal uit:

- Een start-up gesprek met alle betrokken partijen (uitgezonderd de grondaannemer, deze is nog niet bekend).
- Het maken van een planning voor alle uit te voeren werkzaamheden.
- Het regelen van alle benodigde materialen (meetspiegels, instrumenten, logistiek).
- Het voorbereiden van de computer die gebruikt wordt voor de total station metingen.
- Het voorbereiden van de server voor de verwerking van alle meetgegevens.

3.6.2 Installatie

De werkzaamheden tijdens de installatie bestaan minimaal uit:

- Het installeren van de total station.
- Het installeren van de scheurmeters.
- Inzet van materiaal voor de installatie.
- Het inmeten van de referentiepunten in het gewenste coördinatenstelsel.
- Projectmanagement.

3.6.3 Nulmeting

Tijdens de eerste nulmeting, die ongeveer drie maanden voor de werkzaamheden plaatsvindt, worden de instrumenten gedurende minimaal een week ingezet om de normale bewegingen van de pijlers en de betonbak te monitoren. Er wordt verwacht dat de normale bewegingen van de onderbouwconstructie een verplaatsing van de sporen veroorzaken, ten opzichte van de bekende situatie, die groter is dan de gestelde eisen in de uitgegeven vergunning. Tijdens de nulmeting wordt de meetfrequentie gehanteerd zoals deze tijdens de uitvoering zal zijn. Deze meting is belangrijk omdat op basis van deze metingen de verschillen ten opzichte van het normale gedrag bepaald kunnen worden gedurende de uitvoering. De verschillen worden dan veroorzaakt door de werkzaamheden.

De bouten van de onderste spiegels worden gebruikt als meetpunten voor een waterpassing. Deze meetgegevens kunnen later worden gebruikt als blijkt dat een waterpassing noodzakelijk is als beheersmaatregel.

Overzicht minimale werkzaamheden in deze fase:

- Waterpassing bouten onderste spiegels.
- Uitvoeren metingen total station gedurende een week.
- Uitvoeren metingen scheurmeters gedurende dezelfde week.
- Deïnstallatie total station na afloop van de werkzaamheden.
- Verwijderen meetspiegels op de lage meetpunten.
- Verwerking van de metingen.
- Opstellen korte rapportage.
- Eventueel aanpassen beheersmaatregelen.
- Vastleggen definitieve grenswaardes, naar aanleiding van de nulmeting, in overleg met ProRail.

3.6.4 *Uitvoering*

Het tijdspad van de uitvoering is afhankelijk van de planning van de opdrachtgever. De verwachting is dat de graafwerkzaamheden binnen een aaneengesloten week kunnen worden uitgevoerd. De aanwezigheid van hoogspanningskabels in het geplande profiel van de watergang kan er toe leiden dat de werkzaamheden worden uitgevoerd in twee fases. Er wordt alleen gemonitord als de werkzaamheden plaatsvinden binnen 25 m vanuit het hart van het spoor.

Uitgaande van een aaneengesloten uitvoering moeten minimaal de volgende werkzaamheden worden uitgevoerd:

- Waterpassing onderste bouten onderste meetspiegels.
- Terugplaatsen van de onderste meetspiegels.
- Plaatsen total station.
- Start metingen week voor aanvang van de werkzaamheden. Hiermee wordt de nulmeting gecontroleerd.
- Uitvoeren metingen scheurimeters.
- Uitvoeren metingen total station.
- Controle van de systemen tijdens de uitvoering.
- Projectmanagement.

Wanneer de uitvoering wordt gesplitst in meerdere fases zullen na de eerste periode van uitvoering de meetspiegels en de total station verwijderd worden. Bij aanvang van de volgende fase moeten het instrument en de onderste meetspiegels teruggeplaatst worden.

3.6.5 *Afronding*

Werkzaamheden omvatten minimaal:

- Deïnstallatie van alle systemen.
- Huur hoogwerker
- Klein reparatiemateriaal om de gaten te dichten.

3.7 **Uitgangspunten**

- Er is toestemming van Anthura en Joulz om het instrument te plaatsen op het trafohuisje.
- Er is een stroomvoorziening (220 V) ter plaatse van het trafohuisje.
- Er is voldoende UMTS en/of GSM bereik op locatie.
- Er is toestemming om te boren in de pijlers en de betonbakken.
- Er is toestemming om het terrein van Anthura te betreden.
- Tijdens de installatie zijn alle onderdelen bereikbaar.

3.8 **Verwerking meetgegevens**

De metingen van de total station worden na elke meetcyclus opgeslagen op het lokaal geïnstalleerde computersysteem. Via een UMTS-verbinding (of GSM, afhankelijk van de dekking ter plaatse), worden de gegevens naar een server van Grontmij verstuurd. Hier worden de metingen geïmporteerd in een database. Er wordt een eerste controle uitgevoerd op de kwaliteit van de metingen. De metingen worden vervolgens automatisch vereffend en getoetst volgens de gedefinieerde toleranties (zie paragraaf 3.8). Daarnaast vindt er ook een dagelijkse controle plaats op het functioneren van het systeem door een monitoringsspecialist van Grontmij. Hierbij wordt, aanvullend op het automatische systeem, de aanwezigheid, volledigheid en correctheid van de meetgegevens beoordeeld.

De metingen van de scheurimeters worden elk half uur via een UMTS-verbinding (of GSM, afhankelijk van de verbinding) uitgelezen en verstuurd naar een server van Grontmij. Deze metingen worden ook gecontroleerd op aanwezigheid, volledigheid en correctheid.

De meetresultaten worden via een beveiligde website inzichtelijk gemaakt voor de opdrachtgever, de aannemer en Prorail/Infraspeed. Alleen geautoriseerde gebruikers hebben toegang tot deze website. Men heeft dus altijd een inzicht in de meest recente resultaten van de metingen en kan op basis daarvan besluiten nemen in het kader van de uitvoering.

3.9 Toleranties

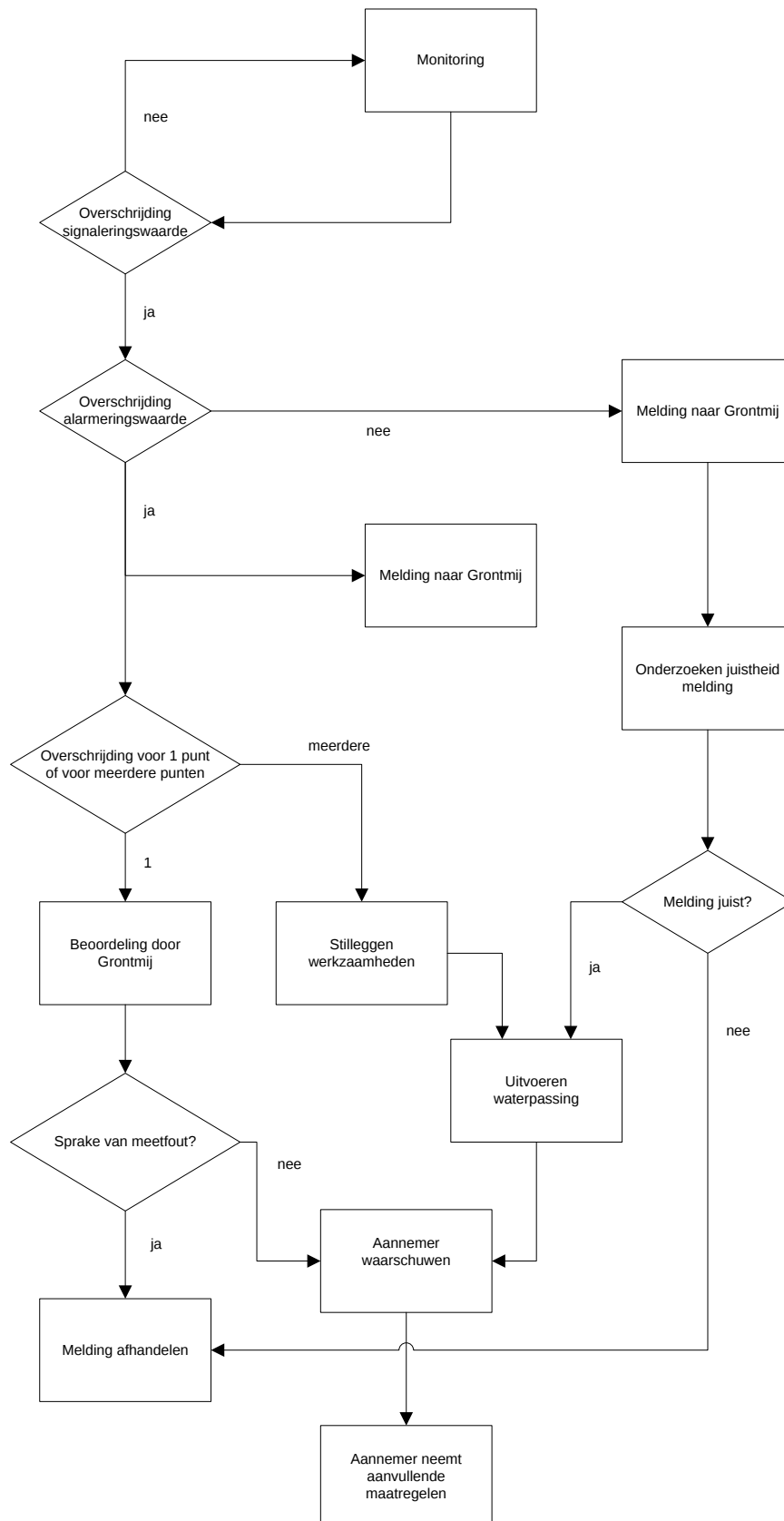
Vanuit de verleende vergunning voor de werkzaamheden wordt als eis gesteld dat de maximale verplaatsing op bovenkant spoor (BS) maximaal 1 mm is. Gezien de risico's die de genoemde werkzaamheden met zich mee brengen, en de situatie ter plaatse, is er in overleg met Infra-speed voor gekozen om niet direct de spoorligging te meten maar wordt de constructie gemeten. De tolerantie van 1 mm BS moet dan op een andere manier getoetst worden. Er wordt vanuit gegaan dat de sporen dezelfde vervorming ondergaan als de betonconstructie, waardoor verticale vervormingen van 1 mm van de betonbak de grenswaarde is.

Normaal gebruik van de spoorconstructie en de weersinvloeden kunnen al leiden tot een grotere verandering dan de genoemde 1 mm. Daarom is het uitvoeren van een nulmeting, om de uitgangspositie en het normale gedrag te meten, essentieel. Op basis van de nulmeting worden in overleg met Infra-speed de toleranties vastgesteld die gehanteerd worden tijdens de uitvoering. Dit geldt voor zowel de metingen van de total station als de scheurimeters. Hierbij wordt in acht genomen dat de scheurimeters dienen als early-warningsysteem, waarbij in een eerder stadium veranderingen worden gemeld.

Alle metingen worden getoetst aan de vastgestelde toleranties. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen twee niveaus: de signalerings- en de alarmeringswaardes. De signaleringswaarde is 80% van de alarmeringswaarde. Wanneer deze waarde overschreden wordt, wordt Grontmij via een automatische melding op de hoogte gesteld. De metingen worden beoordeeld door een monitoringsspecialist. Dit gebeurt binnen 2 uur na het versturen van de melding (binnen kantooruren). Hierbij wordt gekeken naar de juistheid van de melding. Wanneer de specialist bevestigt dat er sprake is van een ongeoorloofde overschrijding van de signaleringswaarde wordt een meetploeg ingezet om een waterpassing van de onderste meetpunten te voeren (alleen voor overschrijding van de verticale tolerantie). Hiermee wordt gevalideerd of er een verhoogd risico is. Daarnaast zal de uitvoerder op de hoogte worden gebracht. Deze zal maatregelen moeten nemen in zijn werkzaamheden. Voorgestelde maatregelen zijn inzet van lichter materiaal en afvoer van kleinere volumes grond.

Bij overschrijding van de alarmeringswaarde wordt de aannemer direct op de hoogte gebracht. Hierbij geldt wel dat er niet wordt gealarmeerd op basis van de meetgegevens van één meetpunt; er kan namelijk sprake zijn van een meetfout. Bij alarmering worden de werkzaamheden direct stilgelegd. De alarmering wordt gevalideerd aan de hand van een waterpassing door een meetploeg (alleen voor overschrijding van de verticale tolerantie). De aannemer dient maatregelen te nemen waardoor de situatie beheersbaar blijft. De maatregelen zijn er op gericht dat de stabiliteit van de grond, ter plaatse van de pijlers, niet verder afneemt. Concrete maatregelen zijn om de reeds gegraven watergang te voorzien van water of het terugstorten van reeds ontgraven grond.

Figuur 3.5 geeft het volledige overzicht van de stappen bij een overschrijding van de vastgestelde toleranties.



Figuur 3.5: Stroomschema monitoring en overschrijdingen toleranties.