Monitoringsplan
Dijksgracht Amsterdam

Fiets- en voetpad + kruispunt Kattenburgerstraat



Foto: https://www.amsterdam.nl/projecten/dijksgrachtoost/

Monitoringsplan
Dijksgracht Amsterdam

Fiets- en voetpad + kruispunt Kattenburgerstraat

Projectnummer BR237585

In opdracht van Gemeente Amsterdam. Mevr. 5.1, 2, e Weesperstraat 430 1100 AR Amsterdam

Opgesteld ir. 5.1, 2, e Gecontroleerd --- Vrijgave ir. 5.1, 2, e

Rapportnummer RM758503 Rapportdatum 28 mei 2025 Versie en status 1 CONCEPT

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING		5
	1.1	Algemeen	5
	1.2	Gebruikte gegevens	6
	1.3	Maatgevende werkzaamheden	7
	1.4	Omgevingsobjecten	7
	1.5	Aanpak monitoring	9
	1.6	Monitoringsstrategie	9
2.	DOELSTELLING VAN DE MONITORING		12
	2.1	Proces	13
	2.2	Communicatie	13
3.	XYZ DEFORMATIEMETINGEN		16
	3.1	XYZ-metingen kademuur en damwand ProRail tijdens werkzaamheden	16
	3.2	XYZ-metingen toegangspoort en landhoofd Mariniersbrug	18
	3.3	XYZ-metingen kabeltracé tijdens werkzaamheden	18
	3.4	Meetfrequentie	19
	3.5	Meting , verwerking en rapportage	20
	3.6	Signaal- en interventiewaarden	20
4.	AUTOMATISCHE MONITORING TILTMETINGEN		21
	4.1	tilt-metingen damwand ProRail	21
	4.2	Meetfrequentie	22
	4.3	Rapportage	22
	4.4	Signaal- en interventiewaarden	23
5.	MONITORING SPOOR		25
	5.1	Monitoring van spoor, kunstwerk en bovenleidingmast	26
	5.2	Uitvoering XYZ deformatiemetingen viaduct, spoor en bovenleiding masten	29
	5.3	Technische specificaties XYZ deformatiemetingen	36
	5.4	Signaal- en interventiewaarden	37
	5.5	Meetmomenten	38
	5.6	Rapportage	39
	5.7	Signalering deformatiemetingen spoorligging	39
6.	INFORMATIESCHEMA		41
	6.1	Interne communicatie aangaande metingen en beheersmaatregelen	41
7.	SAMENVATTING UIT TE VOEREN METINGEN EN BELBOOM		43
	7.1	Samenvatting uit te voeren metingen	43

7.2 Belboom voor spoor monitoring 44

1. INLEIDING

1.1 Algemeen

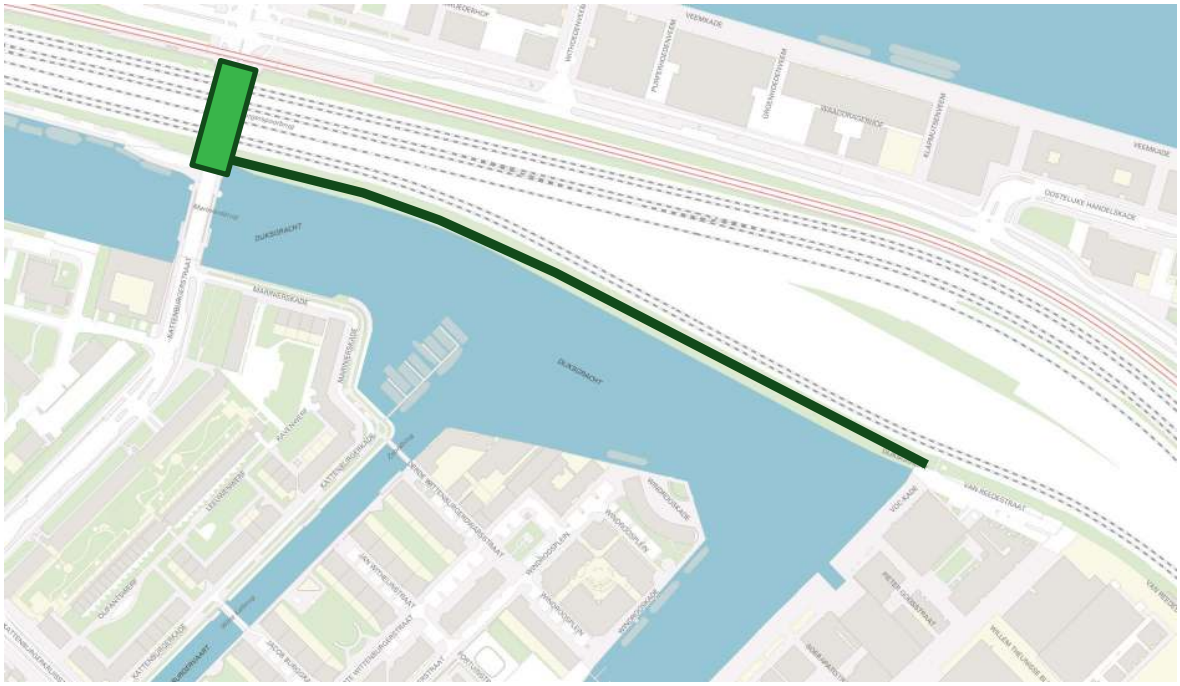
Dit monitoringsplan is opgesteld ten behoeve van de werkzaamheden voor de realisatie van fiets- en voetpad Dijksgracht Oost + herinrichting kruispunt Kattenburgerstraat. De kadeontwikkeling bestaat uit de aanleg van een fiets- en voetpad met een lengte van 520m tussen de Mariniersbrug en de VOC-kade. De herinrichting van het kruispunt Kattenburgerstraat bestaat met name uit het verbreden van het midden steunpunt en aanpassen van belijning en bestratingselementen.

In dit monitoringsplan wordt ingegaan op de monitoring van de omgeving bij de realisatie van bovengenoemde werkzaamheden.

Uitgangspunt van de monitoring is de eerder vastgestelde monitoring welke beschreven is in het Monitoringsplan RM758502 van 24 5.1, 2, e 2025 versie 4 definitief “Aansluiting van de Marieniersbrug en realisatie van de eerste ca 50 meter van de nieuwe kade”.

De monitoring gaat in op stabiliteit / deformatie van het achterliggende talud langs het aan te leggen voet- en fietspad en objecten en spoor binnen het achterliggende spoortracé van ProRail.

Uit [8.] blijkt dat de werkzaamheden naar verwachting niet zullen leiden tot overschrijding van de geluidswaarden zoals gesteld in het Besluit bouwwerken leefomgeving 2024 (BBL) artikel 7.17. Om deze reden zijn er geen geluidsmetingen voorzien. 5.1, 2, e er klachten komen uit de buurt over geluidshinder als gevolg van de werkzaamheden, adviseren we een bemande geluidsmeting in te plannen en de waarden uit de meting te toetsen aan de BBL.



Figuur 1: projectlocatie

1.2 Gebruikte gegevens

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van deze notitie:

[1.] 5.1, 2, e *Geotechnisch advies TenneT kabels Dijksgracht Oost te Amsterdam*; documentnummer: 6423-243412-R01-v1.0 definitief; d.d. 26-03-2024 ;

[2.] Gemeente Amsterdam, rapport; *Constructieve beoordeling van kademuur Dijksgracht Oost*, versie 2 d.d. 5 juni 2023;

[3.] Gemeente Amsterdam, rapport; *DYG0204 – Geotechnisch advies plas-dras zone concept*, d.d. 21 juli 2023;

[4.] Gemeente Amsterdam, rapport; *Effect ontgraving op spoor en damwand ProRail* d.d. 24 oktober 2023;

[5.] Witteveen+Bos, Bestaande kademuur ontgravingstekening, projectcode 133030 tekeningnummer 9001 van 17-08-2023 status Concept;

[6.] Witteveen+Bos, Vlonderconstructie aan Mariniersbrug, projectcode 133030 tekeningnummer 4005 van 04-08-2023 status Definitief;

[7.] Ingenieursbureau Gem Amsterdam, Nieuwe kademuur faseringstekening sectie 1, projectnr 32974 tekeningnr 4010 status concept van 16-04-2024;

[8.] BouwRisk BV, rapport GP758501; *geluidsprognose Plasdrachtzone Dijksgracht Oost*, versie 1 d.d. 15 november 2023

Daarnaast zijn de volgende normen en richtlijnen van toepassing:

[9.] SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017.

[10.] Gemeente Amsterdam, Bouwprotocol, Richtlijn en stappenplan voor Geotechnisch Risico-Management van bouwprojecten, versie december 2014.

[11.]CUR 223 – Richtlijn meten en monitoren van bouwputten, kwaliteits- en risicomanagement; 2010.
[12.]CUR 166 – Damwandconstructies, 5e druk deel 1, 2008
[13.]Besluit Bouwwerken Leefomgeving (hoofdstuk 7) https://iplo.nl/regelgeving/omgevingswet/inhoud/besluit-bouwwerken-leefomgeving/
[14.]Richtlijn RLN00416-1 Monitoring Spoorinfrastructuur bij de uitvoering van werken versie 001 van 01-10-2019
[15.]Richtlijn RLN00416-2 Monitoring Spoorgeometrie bij bouwwerkzaamheden versie 001 van 01-04-2020

1.3 Maatgevende werkzaamheden

De volgende aspecten in de realisatie zijn in dit monitoringsplan als maatgevend beschouwd voor bepaling van de risicozone en de te nemen maatregelen op het gebied van monitoring:

Kruispunt Marieniersbrug:

- Verbreden van het middensteunpunt / plaatselijk opbreken van de deklaag van het brugdek
- Aanpassen en toevoegen van belijning en bestratingselementen
- Aanbrengen van bekabeling/mantelbuizen (zover mogelijk, door Liander)
- Realiseren van een inritconstructie/drempel van beton (ca. 0,10–0,12 m dik) vanaf brug 213 richting Dijksgracht West

Fiets- en voetpad:

- Verwijderen van groen, opschonen terrein en puin verwijderen
- Ontgraven en aanbrengen van fundering (ca. 0,20 m)
- Aanbrengen van de verharding
- Aanbrengen van OVL- en LS-kabels aan de taludzijde
- In een latere fase: herprofileren van het talud en aanbrengen van beplanting

Eventuele werkzaamheden buiten de scope van het project en gelegen binnen het monitoringsgebied maken geen deel uit van dit plan.

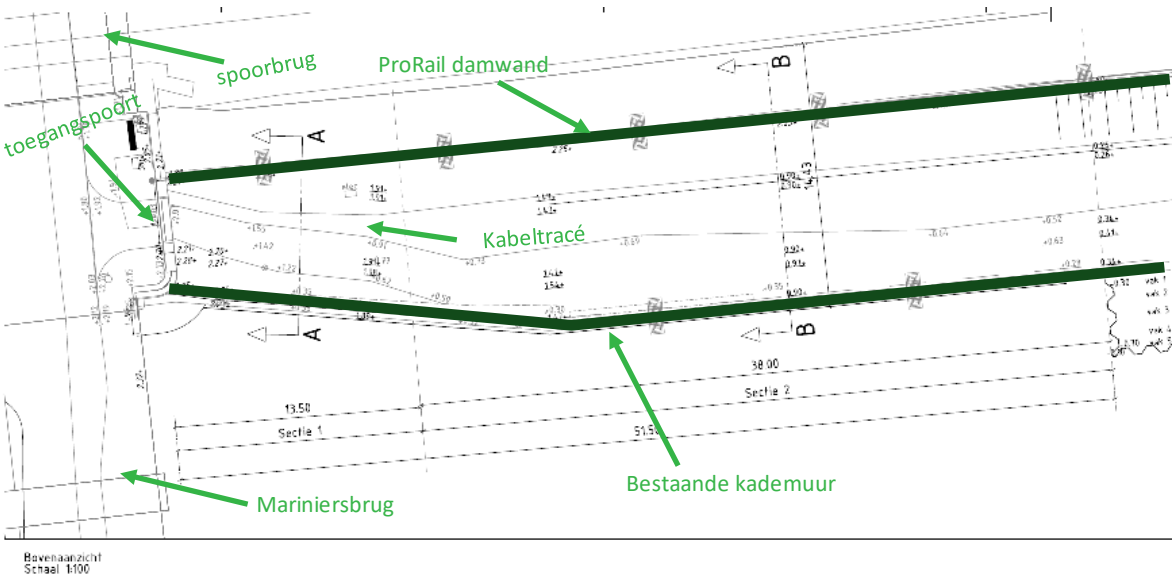
1.4 Omgevingsobjecten

Binnen het invloedsgebied van de werkzaamheden zijn de volgende omgevingsobjecten aanwezig.

- Spoordijk met daarop het spoor beschouwd in [4.].
- Bestaande damwand ProRail (AZ18) op ca 8 meter van voorzijde huidige kademuur.
- TenneT 150kV hoogspanningsverbinding Noord Klaprozenweg – Hoge Kadijk beschouwd in [1.].
- Nieuw opgehoogde kademuur.
- Mariniersbrug en monumentale toegangspoort



Figuur 2 Omgeving rondom werk



Figuur 3: Locatie omgevingsobjecten

1.5 Aanpak monitoring

Middels de monitoring wordt deformatie van de bestaande kade en spoor bewaakt en anderzijds de stabiliteit van het talud. Voor voldoende bewaking van deze stabiliteit en om eventuele vervorming tijdig te kunnen signaleren is een vorm van continue monitoring nodig. Voor dit project hiervoor het volgende voorzien:

- Continue monitoring bestaande damwand ProRail in het talud middels automatische tiltsensoren. Deze sensoren registeren eventueel scheefstand van de bestaande wand tijdig en werken daarmee als signalering tijdens de werkzaamheden.
- Monitoring (XYZ) van de bestaande damwand ProRail na ontgraving middels deformatiemetingen ter controle en vastlegging daadwerkelijk vervorming op vastgestelde tijdstippen / bouwfasen tijdens de bouw of wanneer er aan de hand van signalering via de tiltmeters aanleiding toe is.
- Monitoring (XYZ) van de bestaande kademuur na ontgraving middels deformatiemetingen ter controle en vastlegging daadwerkelijk vervorming op vastgestelde tijdstippen / bouwfasen tijdens de bouw.
- Monitoring (XYZ) van kabeltrace op deformaties / vervormingen.
- Monitoring spoor conform RLN00416-1 [14.] en RLN00416-2 [15.].
- Monitoring toegangspoort en landhoofd / brug Mariniersbrug middels deformatiemetingen (XYZ).

1.6 Monitoringsstrategie

Op basis van de hiervoor beschreven karakteristieken van het project en de omgeving wordt voor deze werkzaamheden de volgende monitoringsstrategie aangehouden.

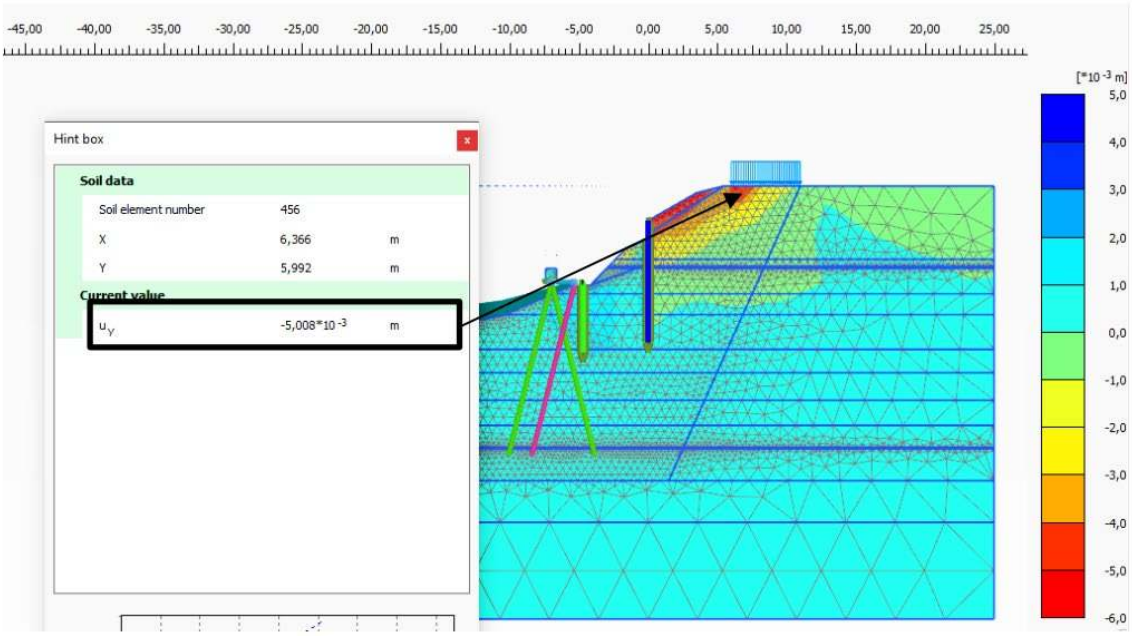
Uit aangeleverde stukken [1.], [2.] en [3.] is beschreven dat als gevolg van de uitvoeringswerkzaamheden het schaderisicoprofiel voor Dijksgracht Oost "**nihil/verwaarloosbare vervormingen**" te verwachten is.

De werkzaamheden aan het kruispunt zijn minimaal en hebben een verwaarloosbare kans op schade voor de omgeving.

De ontgraving ten behoeve van fiets- en voetpad kan theoretisch de stabiliteit en vervorming van het omliggende grondmassief negatief beïnvloeden. Om deze reden is een monitoring van de damwand en spoor voorzien. Wat betreft de effecten van de werkzaamheden (bemaling in het zandlichaam en lokale ontgraving bij de kade) op de ProRail damwand en het spoor, zullen er naar verwachting geen noemenswaardige horizontale en verticale vervormingen optreden zolang de grondwaterstand voor en achter de damwand gelijk is en de steunberm intact blijft [3.].

Tijdens het opstellen van [3.] was onduidelijk welk niveau van ontgraving meegenomen is in de uitgangspunten van de damwand. Er wordt in [3.] gesteld dat extra verankeringen nodig kunnen zijn om de damwand te verstevigen voor veilige uitvoering van het werk en minimale vervormingen bij het spoor. In [4.] wordt niet gesproken over een verankering van de damwand.

De Plaxis berekeningen gerapporteerd in [4.] geven een verwachte horizontale verwachting van 1,5 mm van de damwand en een zetting onder de spoorweg van maximaal 0,3 mm. Dit bij uitvoering van compartimenten per 5 meter. Bij compartimenten van 20 meter of breder wordt 10 mm horizontale deformatie van de damwand verwacht en een maximale zetting onder het spoor van maximaal 5 mm.



Figuur 4: Plaxis 2d: Verticale vervorming onder de spoorweg [4.]

In [4.] wordt geadviseerd om in smalle compartimenten te werken, met een totale lengte van 5 meter. Daarnaast wordt geadviseerd de toegestane zetting vooraf met ProRail te communiceren. Tenslotte wordt in het rapport “Effect ontgraving op spoor en damwand ProRail” [4.] geadviseerd om de zetting naast de spoorweg en de vervorming van de damwand van ProRail te monitoren tijdens de werkzaamheden. Dit advies is opgenomen vanwege het feit dat het ophoogzand ingeschat is op basis van correlaties.

Volgens [1.] is de invloed op het kabeltracé zeer beperkt. Wel wordt in dit rapport geadviseerd om vervormingen van dit kabeltracé uit te voeren.

Op basis van het ontwerp worden geen grote risico’s verwacht. Daarbij opgemerkt dat een eventuele deformatie van het talud (uiterst kleine kans) wel grote gevolgen kan hebben voor het naastgelegen spoor (verzakking van spoor).

Dit betekent dat voor de maatgevende objecten, zijnde de op houten palen gefundeerd kademuur na ophoging en de bestaande damwand ProRail een nulmeting plaats moet vinden en worden er tijdens de maatgevende bouwfases herhalingsmetingen uitgevoerd. Om de damwand ProRail te monitoren adviseren we daarnaast ook een continue tilt sensoren systeem.

De monitoring van het spoor wordt in een apart hoofdstuk behandeld.

2. DOELSTELLING VAN DE MONITORING

Doelstelling van het monitoren tijdens de uitvoering is het beschikbaar hebben van meetdata in verschillende stadia van de uitvoering met betrekking tot de ontwikkeling van mogelijke vervormingen en trillingen. Verandering in het grondwaterstandsniveau als gevolg van deze werkzaamheden worden niet verwacht. De gemeten vervormingen 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 data ter beschikking te hebben van metingen aan de bestaande kademuur en de damwand.

Daarnaast wordt in het monitoringsplan rekening gehouden met maatschappelijke en economische belangen. De monitoring wordt ook gebruikt om het ontwerp te toetsen en eventuele ontwerpaanpassingen op basis van de metingen door te voeren.

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

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

Voorafgaand aan bouwproces
1. Plaatsen XYZ meetpunten op damwand ProRail en kademuur en nuilmeting;
2. Uitbreiden bestaande tilt sensoren op damwand ProRail;
3. Nulmetingen van spoor ProRail;

Tijdens bouwproces
4. Uitvoeren continue relatieve tiltmetingen;
5. Uitvoeren herhalingsmetingen vervormingen damwand ProRail en kademuur;

Na bouwproces
6. Uitvoeren eindmeting spoor ProRail;
7. Uitvoeren eindmeting vervormingen damwand ProRail en kademuur;

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

2.1 Proces

Voor alle werkzaamheden, ten aanzien van beschikbaarheid, verwerken en presenteren van de monitoringsdata geldt het volgende:

- De metingen worden direct verwerkt en vergeleken met de in dit rapport beschreven grenswaarden. Bij overschrijden van de grenswaarden dient er automatisch een signaal naar de eindverantwoordelijke verzonden te worden.
- De metingen dienen grafisch te worden gepresenteerd.
- Bij afronding van een onderdeel dient een afsluitende rapportage overhandigd te worden.
- Bij oplevering of aan einde van zolang monitoring nog nodig is, dienen alle monitoringsdata (digitaal uitleesbaar) overgedragen te worden aan de opdrachtgever ten behoeve van het monitoringsdossier. Met het monitoringsdossier dient te worden aangetoond of en in hoeverre bij de tijdens de werkzaamheden uitgevoerde metingen grenswaarden hebben benaderd of overschreden.
- De monitoringsdata dient te allen tijde up-to-date voor betrokken partijen en beschikbaar te zijn.

2.2 Communicatie

2.2.1 Inleiding

In deze paragraaf worden procedures aangegeven voor de communicatie en interpretatie / bewaking van de monitoringsresultaten van het project kadevernieuwing ter plaatse Dijksgracht Oost.

Het doel van de communicatie is dat voor betrokken partijen duidelijk vastgelegd is hoe de informatiestromen over de monitoringsresultaten lopen en hoe de beoordeling van de monitoringsdata plaats vindt, zodat de bewaking van de omgevingsbeïnvloeding tijdens de uitvoering efficiënt en zorgvuldig wordt uitgevoerd en het project uit oogpunt van risicobeheersing van de omgeving optimaal wordt bewaakt.

2.2.2 (Start)overleg

Vooraf aan de start van het werk vindt een overleg over de monitoring plaats, waarbij betrokken partijen over de invulling en functie van de monitoring worden geïnformeerd. Tijdens het overleg dient te worden besproken wat de effecten van de uitvoering zijn, welke metingen worden uitgevoerd om het optreden van ongewenste gebeurtenissen tijdig te signaleren en welke maatregelen indien noodzakelijk worden genomen. Bij dit overleg dienen de volgende partijen te zijn vertegenwoordigd:

- **Hoofdaannemer**
- **Onderaannemer monitoring**
- **Opdrachtgever**

De uitnodiging voor dit overleg wordt geïnitieerd door de hoofdaannemer.

Tijdens de bouwwerkzaamheden moet tevens een communicatiemoment worden ingepland om de voorgang en de keuze van de eventuele maatregelen te bespreken. Bij ontmanteling van de monitoring, wanneer geen risico's meer worden verwacht en de ondergrondse werkzaamheden zijn afgerond, adviseren we een laatste overleg (afronding).

2.2.3 Bewaking en communicatie meetdata

De monitoringsaannemer dient ervoor te zorgen dat de vereiste data wordt gegenereerd conform de specificaties en momenten zoals aangegeven in dit monitoringsplan. Bij iedere meting worden door de monitoringsaannemer tevens meerdere overzichtsfoto's van de bouwlocatie meegeleverd, zodat duidelijk is vastgelegd welke situatie/bouwwerkzaamheden op het moment van de meting gaande waren.

Per uit te voeren meting zijn de eisen waaraan de rapportage moet voldoen beschreven in de betreffende hoofdstukken. De meetresultaten van de handmatige metingen dienen op de eerstvolgende dag na uitvoering van de meting door de monitoringsaannemer te worden gedeeld. Opdrachtgever (Gemeente Amsterdam) zal vervolgens de interpretatie en beoordeling verzorgen. De beoordeling cq. toetsing aan de signaal-en en interventiewaarden uit het monitoringsplan worden vervolgens, indien nodig voorzien van toelichtingen, op uiterlijk de daaropvolgende dag ter informatie per e-mail doorgestuurd aan de overige betrokkene partijen.

Een samenvatting van de verantwoordelijke personen per onderdeel is in Tabel 1 gegeven. De gegevens van de contactpersonen van alle betrokkene partijen zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Verantwoordelijke personen per onderdeel

Verantwoordelijkheid	Naam contactpersoon/bedrijf
Eindverantwoordelijke gehele monitoring	Uitvoeren aannemer
Verantwoordelijke van uitvoering metingen	BouwRisk
Verantwoordelijke voor communicatie metingen	BouwRisk
Verantwoordelijke voor bewaking continuïteit en overschrijden grenswaarden	Uitvoeren aannemer
Verantwoordelijke voor presentatie metingen	BouwRisk
Verantwoordelijke voor interpretatie van metingen	Uitvoeren aannemer
Verantwoordelijke voor handelen wanneer grenswaarden worden overschreden	Uitvoeren aannemer
Verantwoordelijke voor ontmanteling van het systeem (ontmantelingsplan)	BouwRisk

2.2.4 Aansturing van de monitoringsaannemer

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

2.2.5 Procesbewaking uitvoering m.b.t. ontwikkeling van meetdata

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

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. 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 kademuur en aan de damwand ProRail. 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 OG en zijn adviseurs dient te worden besloten of naar aanleiding van het bereiken van de signaalwaarden de noodzaak bestaat, om mogelijk de meetfrequentie te verhogen, dus vaker te meten, zodat op tijd te herkennen is wanneer de interventiewaarden worden bereikt. Het werk dient echter bij het bereiken van de signaalwaarden niet te worden gestopt en er dienen ook nog geen mitigerende maatregelen te worden getroffen.

Indien ***interventiewaarden*** worden bereikt, wordt het werk stop gezet, dit wordt beschouwd als een calamiteit. De beheersing van het hier ontstane risico wordt door de uitvoerend aannemer verzorgd. Daarna of in tussentijd wordt door de OG en zijn adviseurs wordt een gedetailleerde analyse van de metingen uitgevoerd, waarin de combinatie van alle metingen deskundig moet worden beschouwd om de oorzaak van de gemeten vervormingen direct vast te kunnen stellen en de ontwikkeling van het schaderisicoprofiel aan de belendende objecten te kunnen beoordelen. De OG zal dan spoedig een overleg van alle betrokken partijen initiëren, om de consequenties en mogelijk noodzakelijke aanpassingen in het bouwproces gezamenlijk te bespreken.

Het wordt benadrukt, dat de XYZ deformatiemetingen van de damwand ProRail als leidend te beschouwen zijn. Met andere worden als bijvoorbeeld tilt monitoring de gestelde interventiewaarden bereiken cq. overschrijden, dient dit niet direct aanleiding te zijn om maatregelen te treffen, indien de XYZ deformatiemetingen nog binnen de vooraf gestelde interventiewaarden valt.

Het proces dat bij de monitoring gedurende de werkzaamheden wordt aangehouden, is opgenomen in paragraaf 2.1.

De hoofdaannemer dient de monitoringaannemer ten aller tijde toegang mogelijk te maken om de metingen te kunnen uit te voeren conform het gestelde in het monitoringsplan.

3. XYZ DEFORMATIEMETINGEN

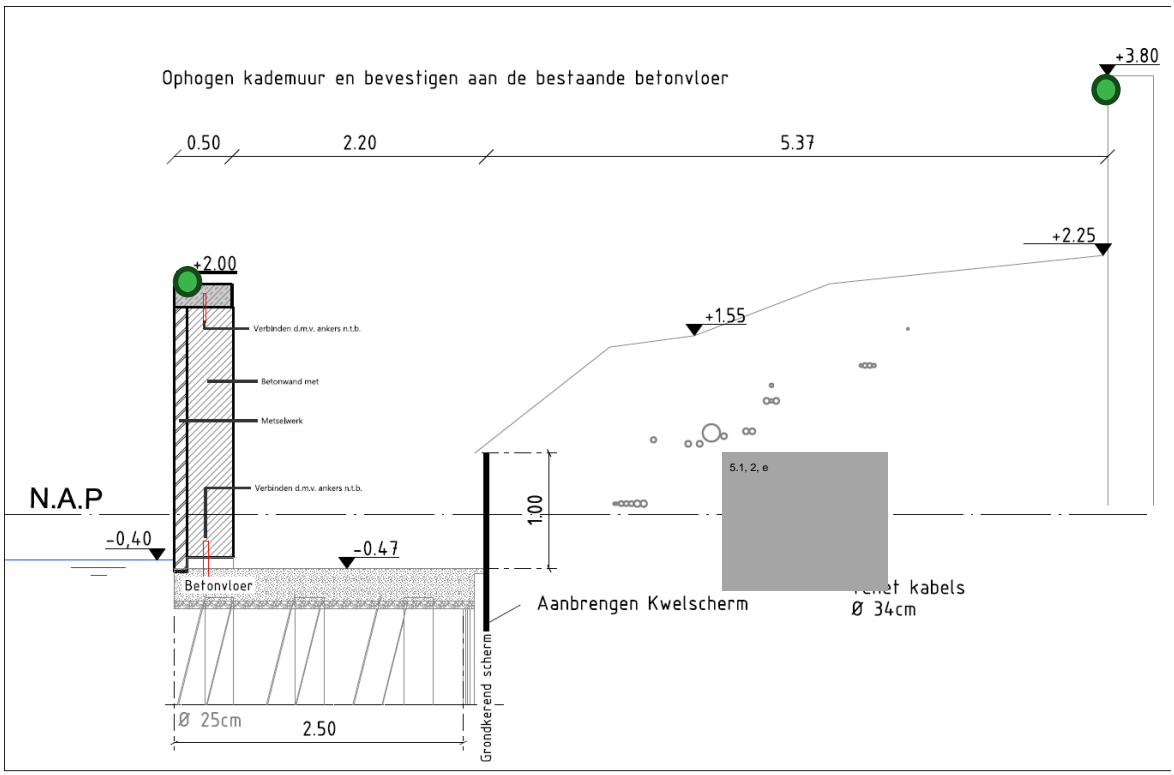
3.1 XYZ-metingen kademuur en damwand ProRail tijdens werkzaamheden

De stabiliteit van het aanwezige talud en achtergelegen spoor van ProRail wordt gemonitord door eventuele verplaatsingen van de bestaande damwand ProRail en de kademuur na afgraving tijdig vast te stellen. Door afgraving van talud tussen kademuur en damwand ProRail kunnen deformaties optreden. De bestaande damwand (AZ18) ProRail staat ca 8 meter achter de bestaande kade in het talud.

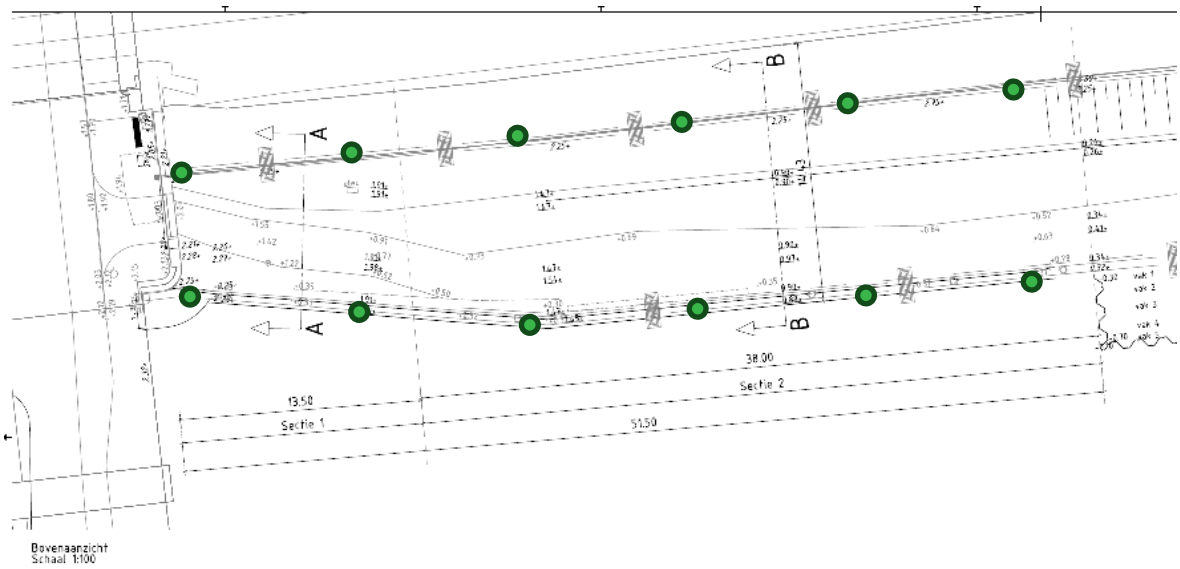
In [3.] wordt de verwachting uitgesproken dat wanneer de palen van de bestaande kademuur iets meer zakken, de positieve schachtwrijving zich ontwikkeld tot net onderkant kademuur waardoor de geotechnische weerstand zal toenemen. Een overschrijding van de UC op geotechnische draagkracht wordt in dit geval als acceptabel gezien. De kademuur dient daarbij wel gemonitord te blijven gedurende de restlevensduur. Deze verwachting nemen wij als uitgangspunt in de monitoring.

Wanneer er geen verplaatsingen worden geconstateerd van de bestaande ProRail damwand, kan er van uit gegaan worden dat het talud en ook het achterliggende spoor stabiel is. Meetpunten worden aangebracht met een hart op hart afstand van maximaal 20m (zie Figuur 6).

De locatie van de meetpunten in dwarsdoorsnede is dan als volgt:



Figuur 5: doorsnede van bestaande kademuur met meetpunten XYZ uit [7.] voor eerste 50 meter



Figuur 6: Bovenaanzicht met locaties XYZ meetpunten op de bestaande kademuur en damwand h.o.h. afstand 20 meter [7.]



Figuur 7: traject van XYZ meetpunten op de bestaande kademuur en damwand h.o.h. afstand 20 meter

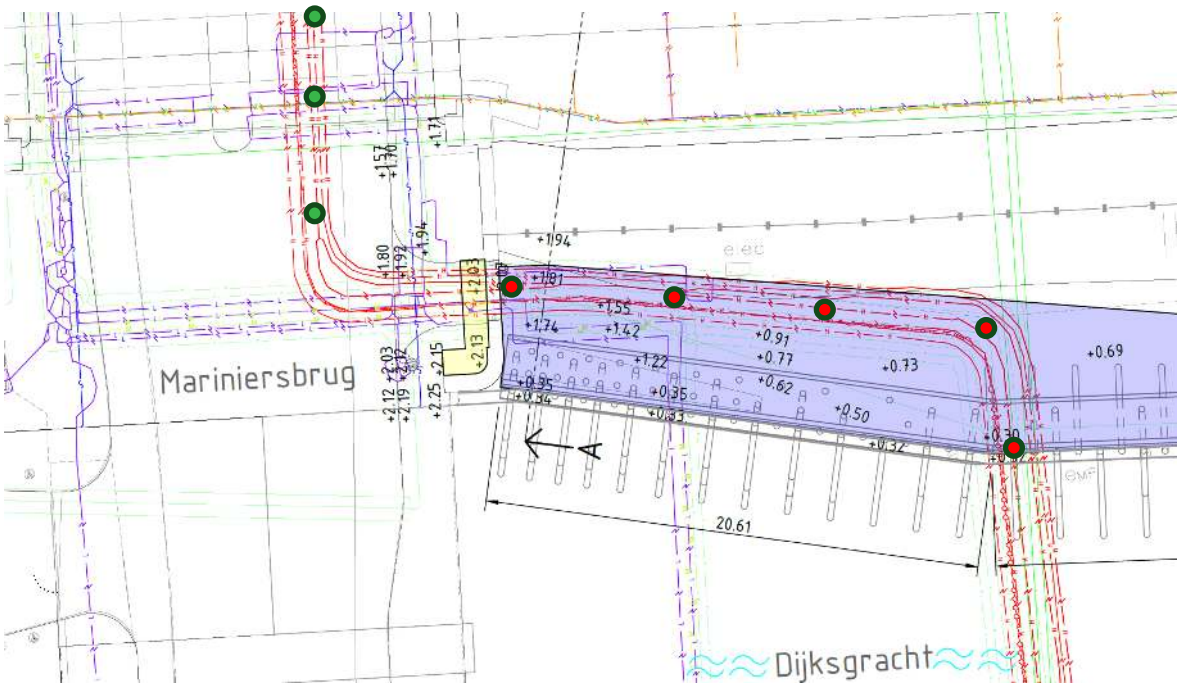
3.2 XYZ-metingen toegangspoort en landhoofd Mariniersbrug

Wij verwachten geen risico's voor de stabiliteit van aangrenzende Mariniersbrug en de toegangspoort (monument). De toegangspoort en Mariniersbrug grenzen weliswaar aan de werkzaamheden, maar invloed van de werkzaamheden fiets- en voetpad + kruispunt Kattenburgerstraat zijn ons inziens verwaarloosbaar.

3.3 XYZ-metingen kabeltracé tijdens werkzaamheden

De stabiliteit van de TenneT 150kV hoogspanningsverbinding Noord Klaprozenweg – Hoge Kadijk het wordt gemonitord door eventuele verplaatsingen van het kabel tracé tijdig vast te stellen. Door aanwezige trillingen en een (tijdelijke) toename van belasting tijdens de verschillende werkzaamheden kunnen deformaties optreden. Volgens het geotechnisch rapport van 5.1, 2, e [1.] is de invloed van de herprofilering van maaiveld en de aanleg van he fietspad zeer beperkt. Desondanks worden enkele meetpunten op het kabel tracé aanbevolen binnen het invloedsgebied. Meetpunten worden aangebracht met een hart op hart afstand van maximaal 5m (zie Figuur 8).

De locatie van de meetpunten in bovenaanzicht is dan als volgt:

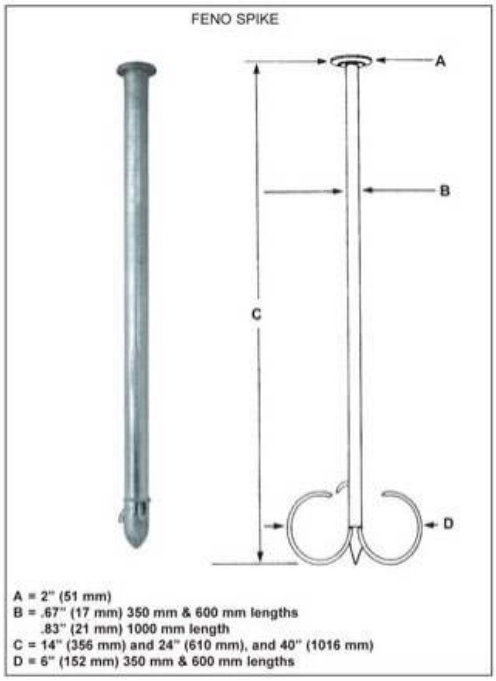


Figuur 8: Bovenaanzicht met locaties XYZ meetpunten op leidingtracé

In tegenstelling tot de deformatiepunten op de andere objecten adviseren we hier zogenoemde FENO markers te plaatsen boven het leidingtracé.

Zogenoemde FENO markers zijn buizen van gegalvaniseerd staal met een lengte van minimaal 60 cm die vanaf maaiveld boven het kabel tracé ingebracht worden (Figuur 9). Hierdoor wordt niet het maaiveld boven het kabeltracé gemeten, maar worden juist de zettingen iets onder maaiveld vastgesteld. Daar waar het aanbrengen van FENO markers niet mogelijk is (kademuur) zullen

meetspijkers / stickers volstaan. Wij verwachten dat er ongeveer vijf meetpunten aangebracht kunnen worden (Figuur 8).



FENO

The FENO anchored survey mark system offers a unique solution to surveyors who want to use a small, easy to drive quality galvanized steel survey mark. The unique FENO concept holds that in order to guarantee both the correct position and also the secure placement of marks, two conditions must be fulfilled:

1. It should be possible to move a temporary mark into a permanent position. If the marker is fitted with wings or lugs (or any other type of anchoring device) this is not possible. However, with the FENO system, the position of the marker can be easily changed at any time prior to the extension of the anchors.
2. Once the marker has been finally positioned, it must be possible to lock the marker firmly and securely in the ground. With FENO markers, when the correct position has been achieved, the strong steel anchors can be extended to secure the marker into position, much like the roots of a tree.

Easy to use

Using a hammer and inexpensive driving and fixing tools, the marker can be installed in all soil types. Eliminates digging a hole or mixing expensive concrete. Strong steel pins curve and lock securely in the ground and stay put. A FENO marker can be installed in just minutes.

The FENO Monument is available in three standard lengths: 350mm (13.77 inches), 600mm (23.62 inches), and 1000mm (39.37 inches)

Figuur 9 omschrijving van een FENO marker

3.4 Meetfrequentie

Voor de deformatiemetingen dient tijdens de uitvoering minimaal de volgende meetfrequentie te worden aangehouden. Aanvullende metingen worden uitgevoerd wanneer daar op basis van registraties van de tiltmeters aanleiding toe is. Zie ook hoofdstuk 4.

- 0 metingen voorafgaand aan werkzaamheden (2x)
- Herhalingsmeting (van de zettingszone) na realisatie van een inritconstructie/drempel van beton (ca. 0,10–0,12 m dik) vanaf brug 213 richting Dijksgracht West
- Herhalingsmeting (van de zettingszone) na herinrichting kruispunt Kattenburgerstraat gereed.
- Herhalingsmeting (van de zettingszone) na iedere 50 meter ontgraven en aanbrengen van fundering (ca. 0,20 m) t.b.v. fiets- en voetpad. Dit komt neer op ongeveer 12 herhalingsmetingen tijdens ontgraven en aanbrengen fundatie.
- Herhalingsmeting maandelijks tot stabiele situatie bereikt is.
- Herhalingsmeting 4 keer per jaar kademuur gedurende restlevensduur.

Het geotechnisch advies [3.] adviseert ten behoeve van de draagkrachtberekening van bestaande palen de kademuur gedurende de restlevensduur te blijven monitoren.

3.5 Meting , verwerking en rapportage

De meetpunten t.b.v. de XYZ-meting worden ingemeten vanaf 2 standplaatsen met een Total Station van het type Leica TS16 of gelijkwaardig. Buiten de invloedzone van het werk worden rondom voldoende, minimaal vier, referentiepunten die het gebied omsluiten geplaatst om de meting op aan te sluiten. Iedere meetpunt wordt gemeten in tweemaal twee kijkerstanden.

Alle metingen worden vereffend middels een kleinste kwadraten methode en getoetst volgens de Delftse toetsingstheorie. Dat wil zeggen ten aanzien van de precisie dat de op te leveren coördinaten voldoen aan de volgende voorwaarden:

- precisie XY-coördinaat : $\sigma X, \sigma Y \leq 2{,}5$ mm
- precisie Z-coördinaat : $\sigma Z \leq 2{,}5$ mm

En ten aanzien van de betrouwbaarheid geldt:

- In de vereffening komen geen verwerpingen van waarnemingen meer voor;
- Redundantie: het percentage dat de redundantie aangeeft, is groter dan 25;
- BNR (Bias to Noise Ratio): de waarden voor BNR zijn van dezelfde orde van grootte. Een afwijkende waarde geeft inhomogeniteit van het netwerk aan;
- De BNR-waarde is niet groter dan 10;
- MDB (Minimal Detectable Bias): De grenswaarde is maximaal 10 maal de berekende standaardafwijking.

Er komen geen slecht gecontroleerde of ongecontroleerde waarnemingen (ook wel aangeduid als “vrije waarnemingen”) in de meting voor.
De rapportage van XYZ deformatiemeting bestaat minimaal uit de volgende onderdelen:

- Datum 0- en herhalingsmetingen
- Namen uitvoerders
- Meetopzet en locatie referentie- en detailpunten
- Meetwaarden in tabel- en grafiekvorm en toetsing aan signaal- en interventiewaarden

3.6 Signaal- en interventiewaarden

De signaal- en interventiewaarden zijn bepaald op basis de te verwachte vervorming van de bestaande kade als gevolg van de realisatie van de stalen damwanden.

Tabel 2: Signaal- en interventiewaarde

Object	Signaalwaarde XYZ [mm]	Interventiewaarde XYZ [mm]
Bestaande kademuur	12	15
Bestaande damwand ProRail	5	7
Kabeltracé *	n.t.b.	n.t.b.

*) signaal- en interventiewaarde van kabeltracé worden vastgesteld in overleg met de beheerder van TenneT

4. AUTOMATISCHE MONITORING TILTMETINGEN

4.1 tilt-metingen damwand ProRail

Het vast stellen van een eventueel optredende verschuiving / deformatie van de damwand ProRail tijdens de werkzaamheden wordt gecontroleerd door middel van het uitvoeren van XYZ deformatiemetingen (hoofdstuk 3). Deze metingen zijn absoluut, precies en betrouwbaar, maar altijd een moment opname. Met de monitoring van de stabiliteit van de damwand ProRail wordt tevens de stabiliteit van het achterliggende spoor talud bewaakt. Om ook tussen de momenten van de XYZ deformatiemetingen zeker te zijn dat de damwand stabiel blijft is een automatische monitoring met tilt sensoren voorzien.

Deze monitoring met tilt sensoren voorziet in een hoog frequente meting van een eventuele scheefstand van de damwand. Deze metingen zijn relatief, worden automatisch en onbemand uitgevoerd met een hoge meetfrequentie.

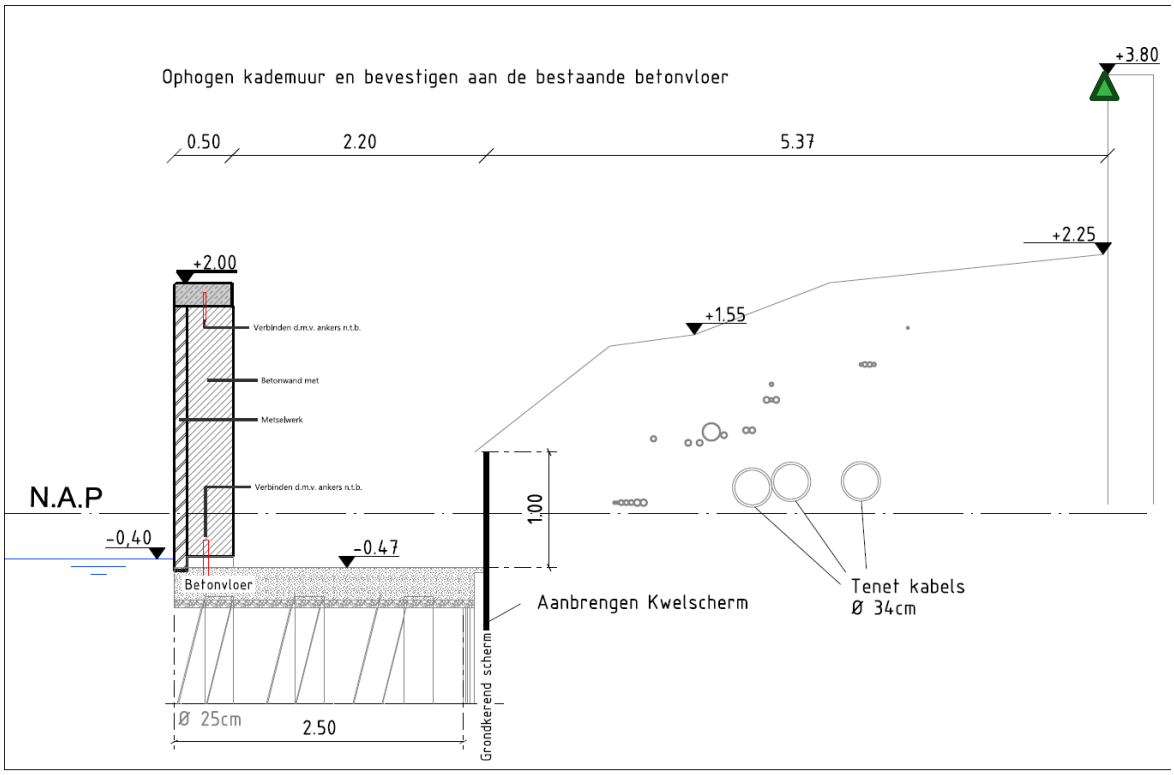
De tiltsensoren in dit project betreffen FlatMesh tilt-sensoren van het merk Senceive (hierna Senceive sensoren genoemd) of gelijkwaardig sensoren. Deze sensoren zijn geen vervanging van bestaande absolute metingen met total station en/of waterpas instrument maar dienen als aanvulling / early warning systeem. Door de sensoren te plaatsen aan de bovenzijde van de damwand met een hart op hart afstand van maximaal 20 meter wordt over de totale lengte van ongeveer 520 meter, met een hoge meetfrequentie over een langere periode, het gedrag van de damwand vastgelegd en eventuele afwijkingen tijdig gedetecteerd. In het geval van een trendbreuk in de data, wordt er een (extra) XYZ deformatiemeting ingepland en zo een eventueel de absolute deformatiemetingen van het object in kwestie tijdig gedetecteerd.



Figuur 10: voorbeeld van de Senceive tilt sensoren

De sensor heeft een precisie van 0,0001° wat neer komt op 0,0018mm/m.

De locatie van de tiltsensoren komt overeen met de locaties van de XYZ meetpunten met een onderlinge afstand van 20 meter.



Figuur 11: doorsnede van bestaande kademuur met tiltsensor op de damwand ProRail

4.2 Meetfrequentie

Installatie van de tiltsensoren op de damwand vindt minimaal één maand voor aanvang werkzaamheden plaats. Direct na plaatsing start de monitoring om op deze wijze inzicht te krijgen in de natuurlijke fluctuaties van de damwand in de tijd. Een meetfrequentie van één meting per uur volstaat tijdens deze eerste periode.

Tijdens de werkzaamheden wordt de meetfrequentie verhoogd naar één meting per uur (24/7 en 7 dagen per week). Na aanbrengen van de verharding verwachten we een stabiele situatie en kan de monitoring beëindigd worden.

4.3 Rapportage

Na afloop van de meetperiode wordt er een rapportage opgesteld met daarin opgenomen:

- Datum installatie en locatie meetpunten
- Fluctuaties in de meting voorafgaand aan de werkzaamheden
- Meetwaarden in grafiekvorm en toetsing aan signaal- en interventiewaarden
- Conclusie

4.4 Signaal- en interventiewaarden

Voor de beoordeling van relatieve rotatie zijn in de literatuur verschillende grenswaarden gegeven (zie ook GeoTechniek Jaargang 17 nummer 5 van december 2014). Om de meetverschillen op de bouwwerken te toetsen zijn onderstaande waarden gehanteerd. Deze waardes zijn gebaseerd op de verschillende schadecategorieën zoals omschreven in de CUR 166 5e druk deel 1 "damwandconstructies" [12.] volgens 5.1, 2, e

Kwalificatie	Grenstoestand	Grenswaarde relatieve rotatie β	
		Skeletbouw	*Stapelbouw (metselwerk)*
Architectonische schade (scheuren tot max. 5 mm)	2	1:300 (algemeen) 1:600 (torenflats) 1:1000 (loodsen)	1:600 (neerwaarts) 1:1200 (opwaarts)
Constructieve schade (scheuren 15 - 25 mm)	1B	1:150	1:300 (neerwaarts) 1:600 (opwaarts)
Instortingsgevaar	1B	1:75	1:150 (neerwaarts) 1:300 (opwaarts)

Figuur 12: toelaatbare grenswaarde voor relatieve rotatie volgen 5.1, 2, e (CUR166)

De meetverschillen op de bouwwerken worden aan de onderstaande signaal-, en interventiewaarden getoetst.

Als maximaal toelaatbare hoekverdraaiing is 1:600 aangehouden als interventiewaarde en 1:1000 als signaalwaarde.

Wanneer we de damwand over 3 meter lengte waar de sensor geplaatst is als star lichaam (dwz onvervormbaar in de meetrichting) mogen beschouwen dan worden de signaal- en interventiewaarden:

	Waarde in mm/m
Signaal waarde laag	-3.0
Signaal waarde hoog	3.0
Interventiewaarde laag	-5
Interventiewaarde hoog	5

Deze signaal en interventiewaarden worden in dit project gehanteerd om het object te bewaken op mogelijke vervormingen.

Bij het bereiken van de signaalwaarde van dit early warning systeem adviseren we een herhalingsmeting van de damwand ProRail en bestaande kademuur en spoorbaan in te plannen conform de eisen van paragraaf 5.2.

Bij het bereiken van de interventiewaarde adviseren we de werkzaamheden binnen de invloedzone van dit deel van de damwand tijdelijk stop te zetten en een herhalingsmeting van de damwand ProRail, bestaande kademuur en viaduct in te plannen conform de eisen van paragraaf 5.2.

5. MONITORING SPOOR

De werkzaamheden vinden plaats in de buurt van het spoor Amsterdam Dijksgracht met GEOcode 588 rond KM 1.5. Volgens tabel 6 van de RLN00416-1 [14.] resulteert dit bij een UIC-klasse baanbelasting 3 in monitoringsklasse 3.

Tabel 3: monitoringsklasse volgens tabel 7 van RLN00416-1

	Monitoringsklasse			
	1	2	3	4
Infraobject	**Monitoring**			
Spoorligging	-	-	-	X
Spoorgeometrie	-	X[2]	X	X
Blinde vering	-	X	X	X
Rijdraad	-	-	-	X
Draagconstructie	-	X[3]	X[2]	X
PVR	-	-	X	X
Kunstwerken	O	O	O	O
Tunnels	-	-	O	X
Baanlichaam	X	X	X	X
Grondwater	-	X[4]	X[3]	X[3]
Trilling gevoelige objecten	-	-	-	X

Tabel 7. Monitoringklasse.

- = geen monitoring noodzakelijk
X = monitoring noodzakelijk
O = monitoring afhankelijk van lokale situatie.

[2] Exclusief degeneratiesnelheid.
[3] Alleen indien afstand van grens werkzone tot draagconstructie <10 meter.
[4] Alleen bij ontgravingen, bemalingen en bouwkuipen.

Tabel 4: Normwaarden volgens tabel 5 van RLN00416-1

Waarde	Uitleg	Maatregel
Signaalwaarde (SW)	Bij overschrijding van deze waarde is er sprake van een concrete deformatie. Onderzocht moet worden of er sprake is van een trend die kan leiden tot verdere vervorming.	De opdrachtnemer kan preventieve maatregelen nemen om verdere vervorming te voorkomen
Onderhouds-waarde (OW)	Er is sprake van deformatie die kan leiden tot het bereiken van de onderhouds-waarde	De opdrachtnemer moet preventieve maatregelen uitvoeren om verdere vervorming te voorkomen
Interventie waarde (IW)	Bij overschrijding van deze waarde moet het werk worden stilgelegd. Er is sprake van direct gevaar voor de veilige berijdbaarheid.	Er moet Expert Judgement worden toegepast onder verantwoordelijkheid van ProRail. Dit kan leiden tot een beperking van het treinverkeer (TSB) of het staken van het treinverkeer. Er moeten correctieve maatregelen worden uitgevoerd om de infra weer onder het niveau van de signaalwaarde te brengen.
Onmiddellijke actie waarde (OAW)	Bij overschrijding van deze waarde moet het treinverkeer direct worden gestaakt. Expert Judgement speelt hierbij geen rol. .	Er moeten correctieve maatregelen worden uitgevoerd om de infra weer onder het niveau van de signaalwaarde te brengen



Figuur 13: locatie van werkzaamheden met kilometrering van ProRail (https://twiav.nl/nl/vervoer/luchtfoto_prorail.htm?x=123283&y=487667&l=14&b=lichtgrijs)

De invulling van deze monitoring wordt in de volgende hoofdstukken nader toegelicht. De monitoring richt zich in eerste instantie op de volgende objecten zoals benoemd in [14.]:

- Spoorgeometrie
- Blinde vering
- Draagconstructie
- PVR
- Kunstwerk
- Baanlichaam
- Grondwater

De monitoring richt zich in eerste instantie op de spoorgeometrie, draagconstructie, spoorviaduct (kunstwerk) en grondwater. Omdat tussen de werkzaamheden en het spoor in het talud een damwand staat is de kans dat er deformatie optreedt op het spoor zonder dat de damwand beweegt als gevolg van de werkzaamheden zo goed als uitgesloten. Door de damwand te monitoren hebben we een goed 'early warning' systeem voor eventuele deformatie van baanlichaam, Profiel van Vrije Ruimte en/of blinde vering.

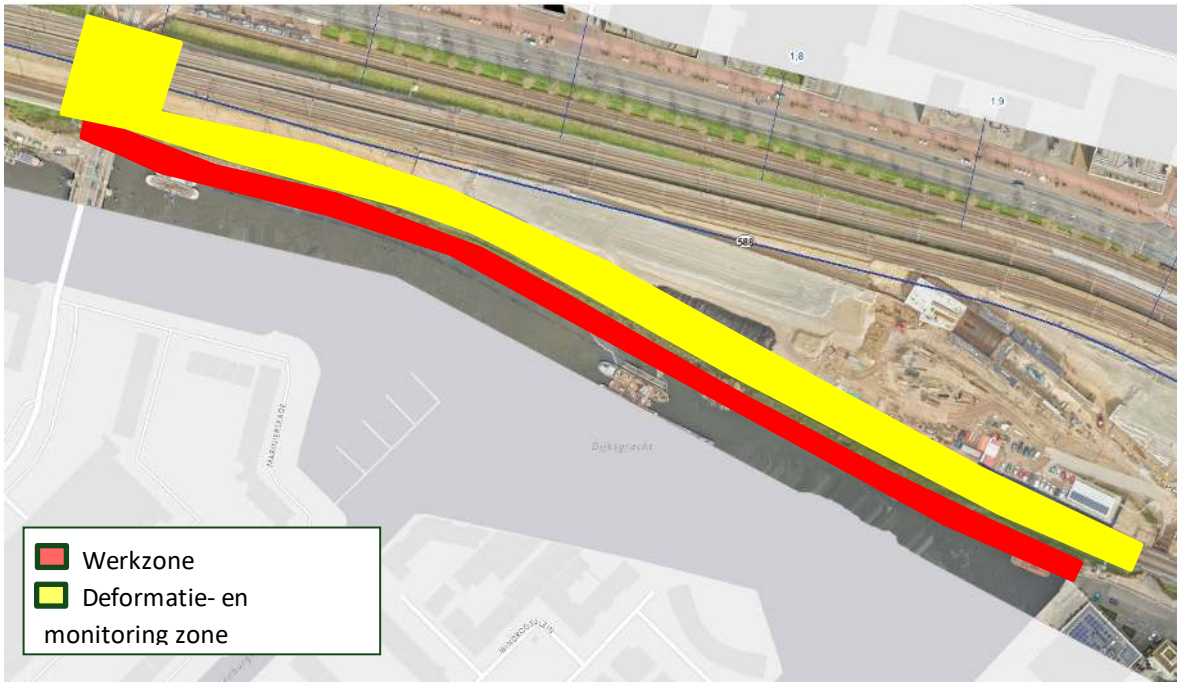
Bij een overschrijding van signaalwaarde van de spoorgeometrie, draagconstructie, spoorviaduct (kunstwerk) en/of grondwater wordt een uitbreiding van de monitoring overwogen.

5.1 Monitoring van spoor, kunstwerk en bovenleidingmast

In verband met werkzaamheden Programma Hoogfrequent Spoor (PHS) Amsterdam Centraal vindt er in deze zone aan het spoor en naast het spoor al verschillende werkzaamheden plaats. Bij deze

werkzaamheden hoort ook een spoor monitoring. Deze bestaande spoormonitoring ten behoeve van het PHS Amsterdam wordt ook gebruikt voor de werkzaamheden aan de Dijksgracht.

Tijdens de werkzaamheden PHS Amsterdam en dus ook voor dit project worden degeneratie waarden gemeten. Door het verschil van de nulmeting en een herhalingsmeting (of eindmeting) te berekenen worden de relatieve vervormingen gemonitord in de zogenoemde monitoringszone. De monitoringszone bevat de delen van de sporen van GEOcode 588 van ca. KM 1.47 t/m 2.0. In onderstaand figuur is de deformatiezone, de werkzone en de monitoringszone weergegeven in tekening.



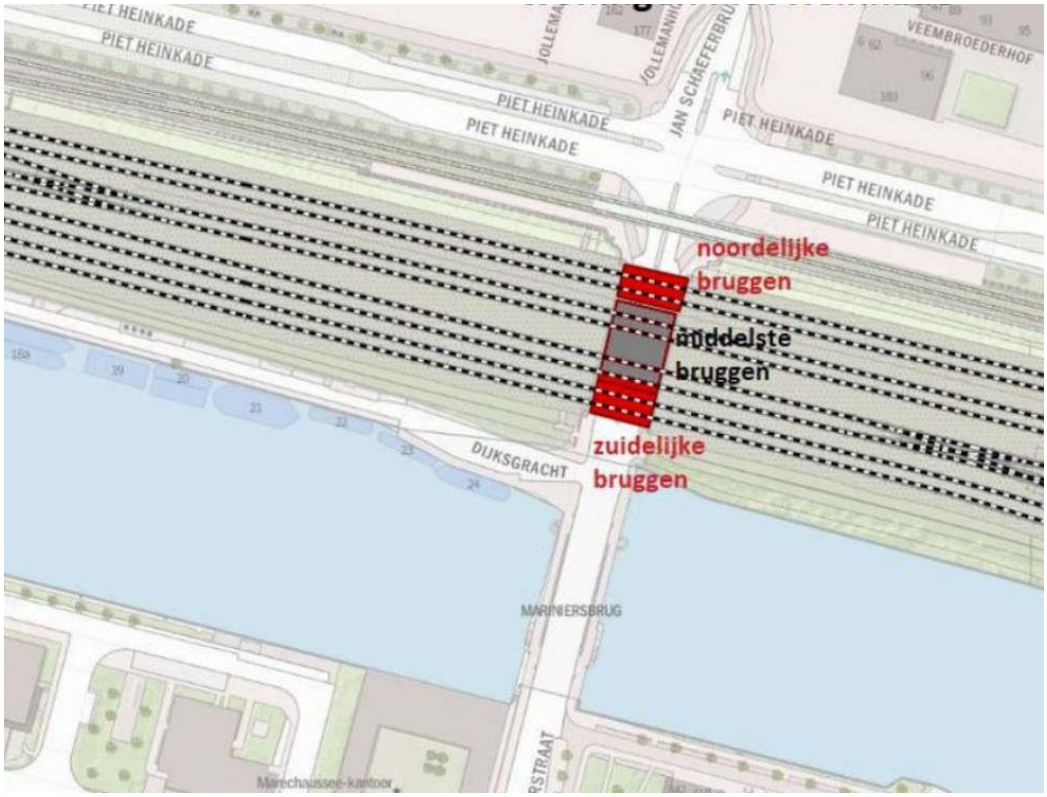
Figuur 14: weergave van de deformatiezone, de werkzone en de monitoringszone conform RLN00416-1

In een TVP/nachtgat zal in de TVP/nachtgat het spoor ingemeten worden met een spoormal. De resultaten van deze meting worden na afloop van de meting verwerkt en ter acceptatie geleverd aan team dagelijks onderhoud conform de opgave in de vergunning van ProRail. De metingen van de meetstickers (nulmeting en herhalingsmetingen) worden uitgevoerd in het kader van PHS Amsterdam door derden en worden niet nader beschreven in dit monitoringsplan. Voor de wijze van monitoring, rapportage en alarmering verwijzen we naar het monitoringsplan van het PHS voor dit spoor gedeelte.

Naast het spoor wordt alle bovenleidingmasten tussen KM 1.5 t/m 2.0 binnen de monitoringszone van Figuur 16 op deformaties gecontroleerd.

In de monitoringszone is ook het spoorviaduct Kattenburgerstraat gelegen. Onder dit spoorviaduct wordt een herinrichting uitgevoerd. Dit spoorviaduct bestaat uit drie delen te weten de noordelijke bruggen, de middelste bruggen en de zuidelijke bruggen. De werkzaamheden zijn licht van aard (zie

vinden plaats onder de brug waarbij als gevolg van de werkzaamheden geen risico op deformaties optreden.



Figuur 15: situatie van het spoorviaduct Kattenburgerstraat

Het zuidelijke viaduct is gebouwd in 1966 op de oude tussenpijlers en staat volledig los van de middelste viaducten (gebouwd rond 1936).

Het middelste viaduct is een hybride beton-staal brug en is een relatief zware constructie, gebouwd rond 1936. Dit viaduct is anders gefundeerd dan de meest zuiderlijke spoorbrug en hierdoor een losstaand risico.

Enkele kenmerken van dit zuidelijke viaduct:

- Dichte stalen constructie
- Directe bevestiging van rails op dwarsliggers

Enkele kenmerken van dit middelste viaduct:

- Hybride beton-staal brug
- Spoor op ballastbed

De deformatie van een kunstwerk in de spoorbaan kan invloed hebben op de veilige berijdbaarheid. Als er sprake is van een regelbare spoorstaafbevestiging is er een directe relatie tussen de

veranderingen in het kunstwerk en de spoorligging en -geometrie. Voor het kunstwerk geldt dat de functionaliteit en de constructieve veiligheid niet aangetast mogen worden.

Voor het zuidelijke spoor (spoor 1 en 2), zal naast de spoorstaven de constructie van het viaduct op deformaties worden gecontroleerd tijdens de werkzaamheden (zie paragraaf 5.2).

Het middelste spoor (spoor 3 t/m 6) gelegen in het ballastbed wordt niet gemonitoord. Het viaduct wordt van onder met een gecontroleerde deformatie meting van de constructie op mogelijke zettingen gecontroleerd.

Tenslotte stelt de RLN00416-1 dat vanwege de grote diversiteit in de kunstwerken door ProRail aanvullende specifieke eisen gesteld kunnen worden.

5.2 Uitvoering XYZ deformatiemetingen viaduct, spoor en bovenleiding masten

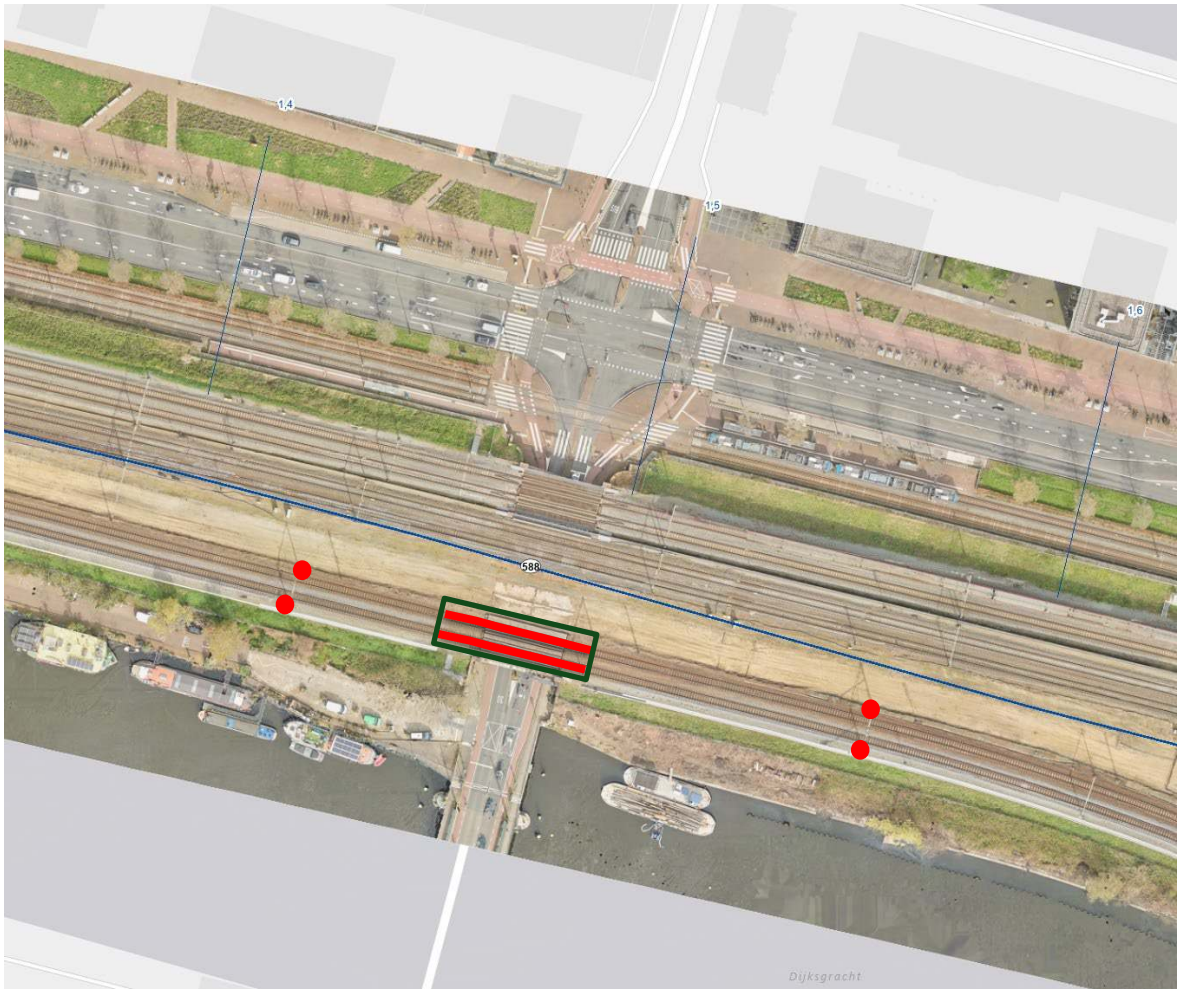
Ten behoeve van de monitoring van de sporen wordt er een nulmeting van het spoor uitgevoerd met een spoormal. Deze meting wordt na afloop van de werkzaamheden herhaalt. Tijdens de werkzaamheden gaan wij ervan uit dat de huidige monitoring in verband met de werkzaamheden PHS Amsterdam CS volstaat.

Het viaduct over de Kattenburgerstraat wordt apart in de deformatiemetingen meegenomen. Ten behoeve van de monitoring van de sporen op het viaduct worden op de vaste delen van de spoorbenen meetstickers hart op hart 3 meter in de ziel van de spoorstaaf aangebracht. De zone van de meetstickers zijn in weergegeven met rode lijnen in Figuur 17.

Ten behoeve van de monitoring van de bovenleidingmasten worden op de bovenleidingmast in de monitoring zone meetstickers geplaatst. Op elke mast worden zo laag en zo hoog mogelijk tijdens de buitendienststelling meetstickers aangebracht. Bij de nulmeting wordt de bovenleidingmast ingemeten om de huidige scheefstand te bepalen. De masten die worden gemonitord zijn in Figuur 16 weergegeven met blauwe lijnen. De bovenleidingmasten worden absoluut ingemeten.



Figuur 16: overzicht van de bovenleiding masten in de monitoring zone



Figuur 17: Overzicht van de beoogde deformatiemeetstickers en referentiepunten boven het te monitoren viaduct



Figuur 18: voorbeeld van locatie van deformatie meetstickers op portaal

Voor dit project worden minimaal vier referentiepunten gebruikt die in de bovenleidingmasten door middel van pvs bouten zijn verzekerd. De bovenleidingmasten die hiervoor worden gebruikt liggen aan weerszijden van de monitoringszone van het spoor op een afstand van minder dan 100 meter wat de configuratie van de meetopzet ten goede komt. Door minimaal vier referentiepunten bij elke herhalingsmeting te meten wordt het meetnetwerk getoetst op de stabiliteit en kwaliteit conform RLN00416-1 paragraaf 3.4.1. Daarnaast is door de toepassing van minimaal vier referentiepunten degeneratie te constateren. De referentiepunten zijn in Figuur 17 weergegeven als grote rode stippen.

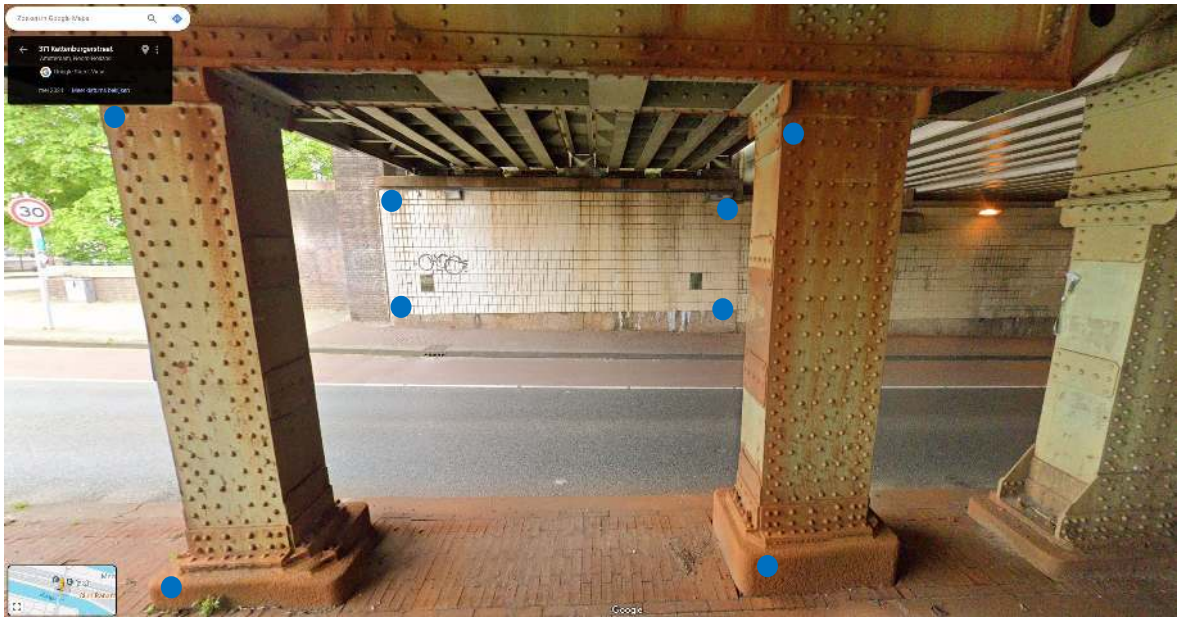
Het zuidelijke spoorviaduct Kattenburgerstraat wordt zowel aan de onderzijde als aan de bovenzijde van meetstickers voorzien. Aan de onderzijde worden zowel de beide landhoofden als de tussensteunpunten voorzien van meetstickers (zie Figuur 19 t/m Figuur 21). Aan de bovenzijde worden extra meetpunten aangebracht op de vier hoekpunten (Figuur 22).



Figuur 19: vooraanzicht zuidelijk viaduct met meetstickers Kattenburgerstraat



Figuur 20: Zuidelijk viaduct, oostelijke landhoofd met locatie meetstickers

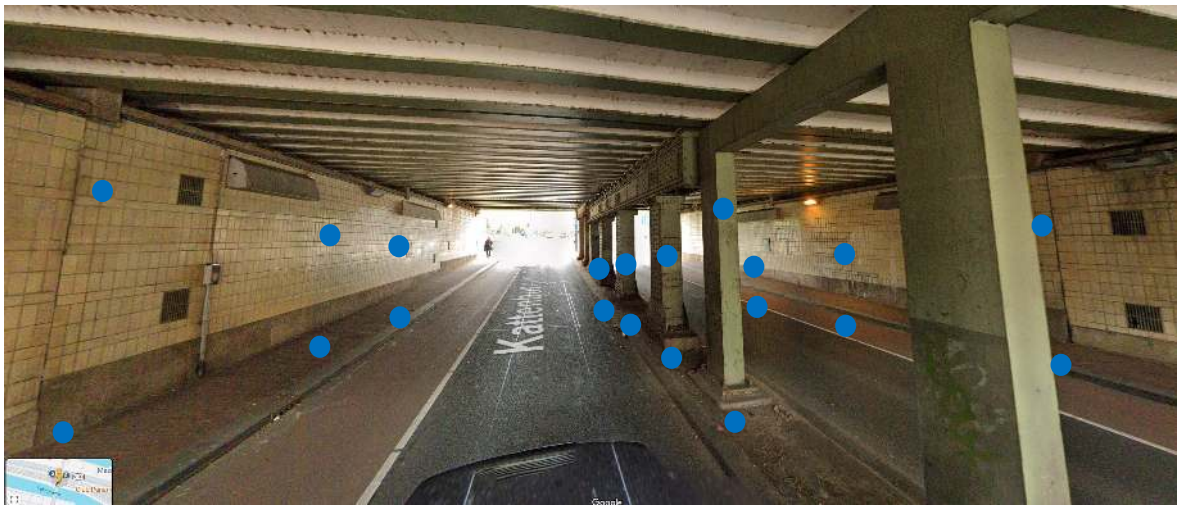


Figuur 21: Midden steunpunt en westelijke landhoofd van het zuidelijke viaduct met locatie meetstickers

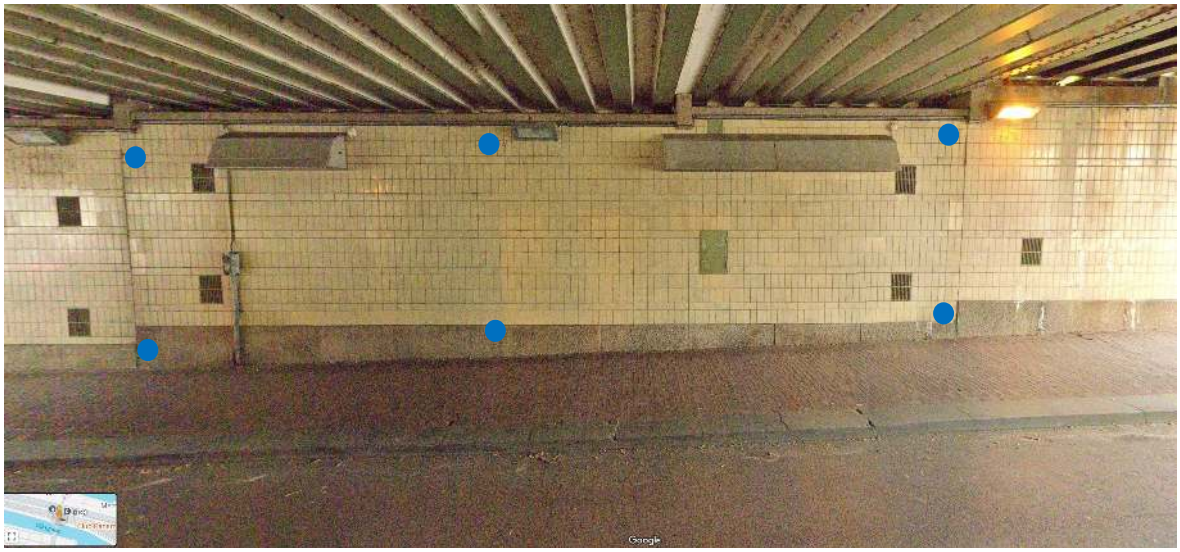


Figuur 22: locatie van meetpunten zuidelijk viaduct bovenzijde spoorviaduct

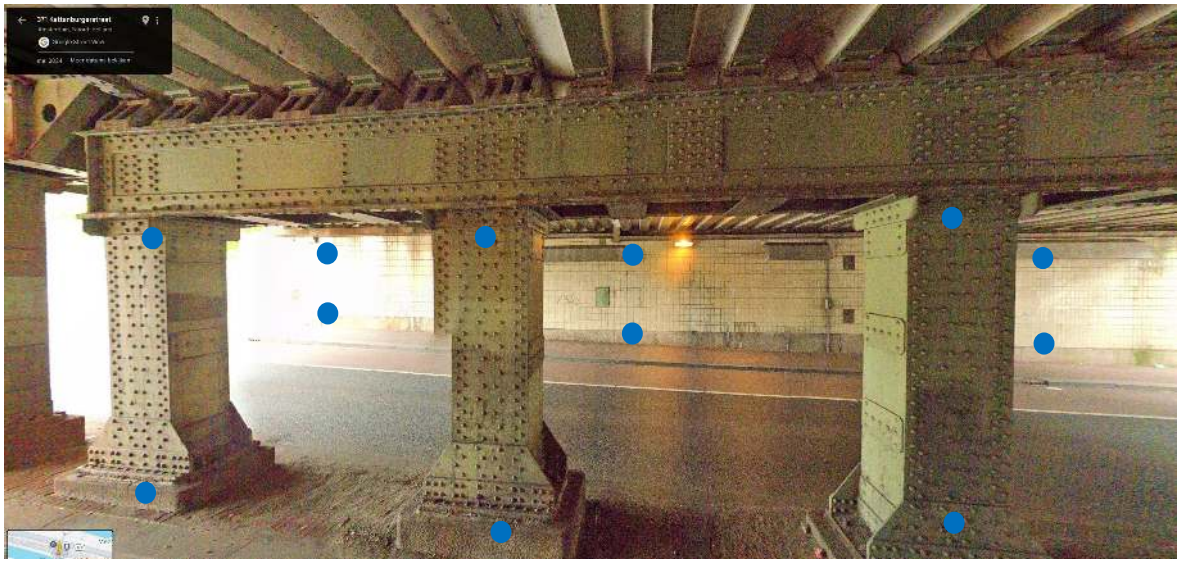
Het middelste spoorviaduct Kattenburgerstraat wordt enkel aan de onderzijde van meetstickers voorzien. Aan de onderzijde worden de landhoofden en tussensteunpunten voorzien van meetstickers (zie Figuur 23 t/m Figuur 25).



Figuur 23: vooraanzicht midden viaduct met schematisch de locatie van de meetstickers Kattenburgerstraat



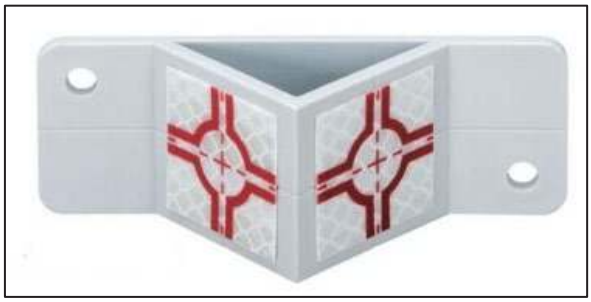
Figuur 24: Oostelijke landhoofd van midden viaduct met locatie meetstickers



Figuur 25: Midden steunpunt en westelijke landhoofd met locatie meetstickers

Verzekering meetpunten

Voor de verzekering van de deformatie meetstickers wordt een plastic plaatje met meetsticker in de ziel van de spoorstaaf met kit vastgeplakt. Voor de referentiepunten wordt gebruik gemaakt van een Leica rondprisma, deze wordt gemonteerd op PVS bouten die in de bestaande masten aanwezig zijn.



Figuur 26: plaatje met meetsticker



Figuur 27: Leica rondprisma

5.3 Technische specificaties XYZ deformatiemetingen

Alle aangebrachte meetpunten worden per meetronde onafhankelijk tweemaal in twee kijkerstanden ingemeten. De meetpunten t.b.v. de XYZ-meting worden ingemeten met een Total Station van het type Leica TS15 1’ of gelijkwaardig met de volgende kenmerken:

- Hoeknauwkeurigheid Hz,V 1” (0,3 mgon)
- Afstandsmeting 1 mm + 1,5 ppm

Alle metingen worden vereffend middels een kleinste kwadraten methode en getoetst volgens de Delftse toetsingstheorie in het softwarepakket MOVE3. Dat wil zeggen ten aanzien van de precisie dat de op te leveren coördinaten voldoen aan de volgende voorwaarden:

- precisie XY-coördinaat : σX, σY ≤ 2 mm
- precisie Z-coördinaat : σZ ≤ 2 mm

De gegevens van de spoormeting met de spoormal en de nulmeting op de meetstickers van het spoor en de bovenleiding worden verwerkt, waarbij de resultaten van de nulmeting worden vastgesteld.

Het coördinatenstelsel van het meetkundig netwerk wordt zo bepaald zodat de lokale X-as parallel loopt aan het grootste gedeelte van het spoor. De hoogte wordt bepaald in NAP. De keuze voor een lokaal netwerk waarbij de X as parallel loopt aan het grootste gedeelte van het spoor zorgt ervoor dat het netwerk met schaal vast kan worden bepaald en dat de verschillen in de Y richting de schift weergeeft. Dit komt de interpretatie van de meetgegevens ten goede.

5.4 Signaal- en interventiewaarden

De resultaten van de nulmeting worden beschouwd als startpunt voor de monitoring. Bij elke herhalingsmeting wordt een vergelijking gemaakt van de gemeten coördinaten t.o.v. de nulmeting en vorige herhalingsmeting. Hierdoor worden de relatieve vervormingen gemonitord.

Spoormonitoring

De signaal- en interventie waarden zijn vastgesteld op basis van de aangegeven normen en parameterwaarden uit de RLN00416-2 [15.]. In onderstaande tabel worden de signaal- en interventiewaarde aangegeven met een meetbasis van 3 m en een snelheid van maximaal 80-km/h. De interventiewaarde weergegeven in onderstaande Tabel 5, is gelijk aan de interventiewaarde uit de RLN00416-2 [15.] tabel 1. De signaalwaarde in onderstaande tabel is vastgesteld op 75% van de interventiewaarde en is gelijk aan de onderhoudswaarde uit de RLN00416-2 tabel 1.

Tabel 5 signaal en interventiewaarden spoormonitoring

Onderdeel	Koordelengte [m]	Signaalwaarde [mm]	Interventiewaarde [mm]
Deformatie hoogte	6	8	11
Deformatie hoogte	15	22	30
Deformatie schift	6	9	12
Deformatie schift	9	13	18
Verkanting	3	13	18

Bovenleiding masten

Voor de locatie van de meetpunten op de bovenleiding wordt in de RLN00416-1 par 3.1.5 [14.] vermeld dat gemonitord moet worden op:

- De verticale positie van de fundering.
- De verticale stand van de paal.

Er worden voor bestaande masten geen signaal- of interventiewaarden in de RLN00416 genoemd. Conform RLN00009 mag de scheefstand maximaal 1% bedragen, ofwel 10 mm/m[1]. Bij een hoogteverschil van 2,5 m bedraagt de interventiewaarde 25 mm en de signaalwaarde 0,75 x 25 = 19 mm.

De masten in het te monitoren gebied betreffen oude masten die waarschijnlijk al scheef staan. De scheefstand die de oude masten hebben kan hierdoor hoger zijn dan de hierboven genoemde maximale scheefstand van 1%. De resultaten van de scheefstandmeting wordt daarom overlegd met ProRail, om een aangepaste signaal en grenswaarde op te stellen. Een mogelijke signaal en grenswaarde is 1% afwijking van de huidige stand van de masten.

Spoorviaduct

Voor de monitoring van het spoorviaduct geldt dat de signaal- en interventiewaarde bepaald zijn, zodat de functionaliteit en de constructieve veiligheid niet aangetast mogen worden. Daarnaast zijn de grenswaarden zo opgesteld dat een deformatie van de constructie de veilige bereidbaarheid van het spoor niet in het beding komt (zie Tabel 5).
Specifieke eisen met betrekking tot de te bepalen meetwaarden worden in een nog te ontwikkelen RLN00416-3 vastgesteld. Tot dat deze richtlijn gepubliceerd is worden voor het viaduct de volgende signaal- en interventiewaarde gehanteerd.

Tabel 6: signaal en interventiewaarden spoorviaduct

Spoorviaduct	Signaal waarde in mm	Interventie waarde in mm
X,Y richting	natuurlijke gedrag zetting + 0,5 mm	natuurlijke gedrag zetting + 1 mm
Z richting	natuurlijke gedrag zetting + 0,5 mm	natuurlijke gedrag zetting + 1 mm

Mocht onvoldoende inzicht zijn in het natuurlijke gedag van de zetting van de viaducten zonder werkzaamheden, dan wordt de natuurlijke zetting op 0 mm gehouden.

Bij de interpretatie van de metingen moet rekening worden gehouden met de meetnauwkeurigheid (minimaal +/- 0,5 mm voor nauwkeurigheidswaterpassingen en =/- 2 mm voor XYZ total station metingen), het natuurlijke zettingsgedrag en de seizoensgebonden temperatuur invloeden (zakkingsverschil tussen warme en koude dagen).

5.5 Meetmomenten

Het spoor wordt enkel vooraf en na afloop van de werkzaamheden absoluut ingemeten met een spoormal. Tijdens de werkzaamheden maken we gebruik van de monitoring en meetresultaten van de spoormonitoring uit het Programma Hoogfrequent Spoor Amsterdam CS.

Voor het spoor over het viaduct wordt wel een apart van het PHS monitoring uitgevoerd. Na plaatsing van de referentiepunten en meetstickers zoals omschreven in paragraaf 5.2 wordt er een

nulmeting uitgevoerd op de geplaatste punten. Herhalingsmetingen op de meetstickers worden uitgevoerd op de onderstaande meetmomenten.

- Nulmeting (2 keer onafhankelijk van elkaar uitgevoerd)
- Herhalingsmeting na het verbreden van het middensteunpunt / plaatselijk opbreken van de deklaag van het brugdek
- Herhalingsmeting na het realiseren van een inritconstructie/drempel van beton (ca. 0,10–0,12 m dik) vanaf brug 213 richting Dijksgracht West
- Eindmeting voor oplevering

5.6 Rapportage

De rapportage van spoormonitoring bestaat minimaal uit de volgende onderdelen:

- Datum nul- en herhalingsmetingen
- Meetopzet en locatie referentie- en meetstickers.
- Meetwaarden in tabelvorm- en grafiekvorm en toetsing aan signaal- en interventiewaarden
- Conclusie van de meetresultaten.

5.7 Signalering deformatiemetingen spoorligging

Bij overschrijdingen van de signaalwaarde en/of interventiewaarde treedt het navolgende actieplan in werking.

Voor het beoordelen van de metingen uit de hierboven beschreven rapportage worden de volgende stappen doorlopen:

1. De meetrapportages worden door BouwRisk opgeleverd aan de projectleider van de uitvoerende aannemer;
2. Het is de verantwoordelijkheid van de projectleider van de uitvoerende aannemer om deze ter beoordeling aan te bieden aan een door ProRail erkende Ingenieursbureau (bijvoorbeeld Witteveen+Bos).
3. Het door ProRail erkende Ingenieursbureau rapporteert aan de projectleider van aannemer over de bevindingen en adviseert t.a.v. de te nemen maatregelen.
4. Het is de verantwoordelijkheid van de projectleider van uitvoerende aannemer om het rapport met te nemen maatregelen te delen met de aangewezen functionaris van ProRail.

Bij het bereiken of overschrijden van de Signaalwaarde (SW) voor deformatie van de spoorligging onderneemt de projectleider van uitvoerende aannemer de volgende acties:

1. Legt de werkzaamheden tijdelijk stil
2. Informeert *zo snel mogelijk* na het vaststellen van de meetwaarde de volgende partijen van ProRail:
   - Aangewezen functionaris conform opgave in vergunning ProRail
3. Geeft opdracht aan een door ProRail erkende Ingenieursbureau (bijvoorbeeld Witteveen+Bos) om de monitoringsresultaten te analyseren en op basis daarvan eventueel benodigde maatregelen voor te schrijven.
4. Geeft opdracht aan een door ProRail erkende Ingenieursbureau de analyse en eventueel voorgeschreven maatregelen te verifiëren in overleg met ProRail.
5. Past maatregelen toe.

6. Legt het onderzoek en de genomen maatregelen naar de oorzaak vast in een korte memo en deelt deze met de aangewezen functionaris van ProRail.
7. In overleg met de aangewezen functionaris van ProRail wordt bepaald of de werkzaamheden hervat kunnen worden.

Bij het bereiken of overschrijden van de Interventiewaarde (IW) voor deformatie van de spoorligging onderneemt de projectleider van uitvoerende aannemer de volgende acties:

1. Legt per direct de werkzaamheden stil.
2. Informeert *zo snel mogelijk* na het vaststellen van de meetwaarde de volgende partijen van ProRail:
   - Aangewezen functionaris conform opgave in vergunning ProRail
3. Geeft opdracht aan een door ProRail erkende Ingenieursbureau (bijvoorbeeld Witteveen+Bos) om de monitoringsresultaten te analyseren en op basis daarvan eventueel benodigde maatregelen voor te schrijven.
4. Geeft opdracht aan een door ProRail erkende Ingenieursbureau om maatregelen voor te schrijven om herhaling van de waarde te voorkomen.
5. Geeft opdracht aan een door ProRail erkende Ingenieursbureau de voorgeschreven maatregelen in het werk te verifiëren in overleg met ProRail.
6. Legt het onderzoek en de genomen maatregelen naar de oorzaak vast in een memo en deelt deze met de aangewezen functionaris van ProRail.

Via de aangewezen functionaris van ProRail worden de maatregelen uitgevoerd door de onderhoudsaannemer van dit spoortraject.

Voor dit werk zijn vanuit ProRail de volgende functionarissen benoemd:

- Toezichthouder Spoorwegen, de heer [5.1, 2, e] / [5.1, 2, e]@prorail.nl).
- De procescontractaannemer, VolkerRail Services B.V. [5.1, 2, e] / [5.1, 2, e] / [5.1, 2, e]@volkerrail.nl).
- Meldkamer Spoor [5.1, 2, e]
- Inspecteur Kunstwerken van ProRail, de heer [5.1, 2, e]@prorail.nl).

6. INFORMATIESCHEMA

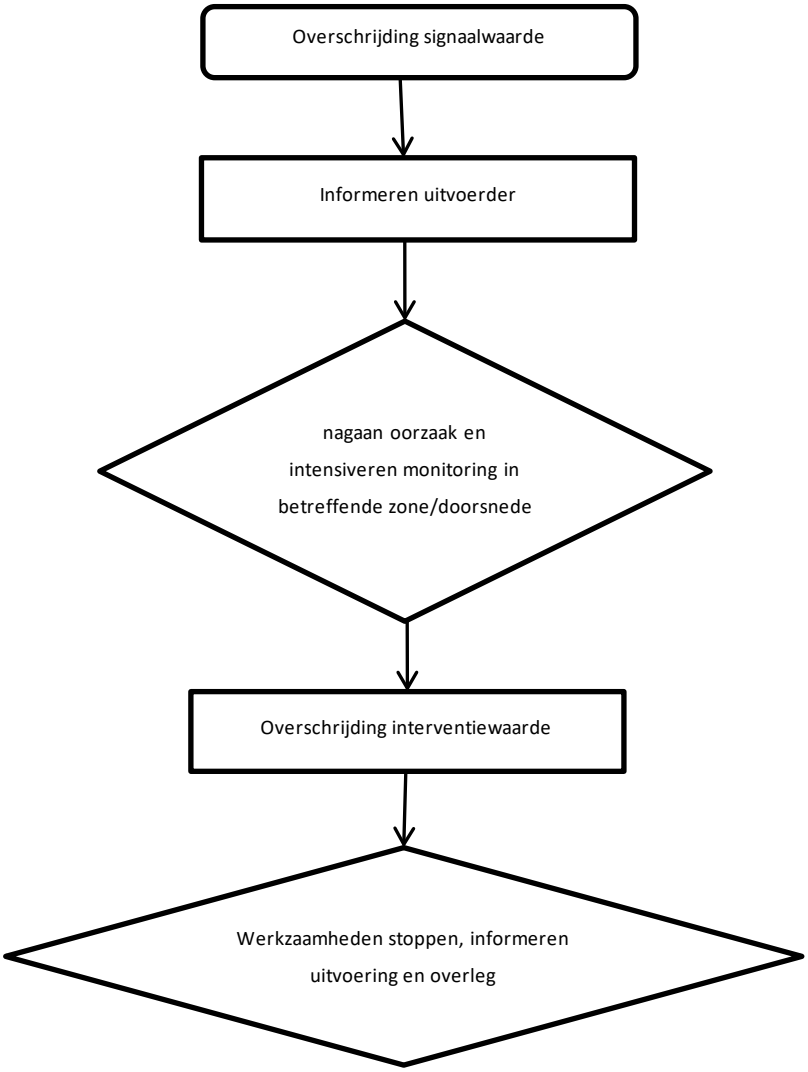
6.1 Interne communicatie aangaande metingen en beheersmaatregelen

Bij het bereiken van de signaal- en grenswaarde worden de onderstaand informatieschema gehanteerd. Uitzondering hierop is het spoor waar het informatieschema apart beschreven is in paragraaf 5.7. De in de informatieschema's te nemen beheersmaatregelen/aanpassen werkmethode zijn sterk afhankelijk van mate van overschrijding, type overschrijding (deformatie, grondwater of trilling), moment van overschrijding, aard van de werkzaamheden ten tijde van de overschrijding en locatie waar deze optreedt.

Bij het bereiken van de signaalwaarde wordt een analyse uitgevoerd naar de mogelijke oorzaak en wordt de monitoring van de bouwkuip geïntensiveerd. Een controlemeting wordt uitgevoerd op de objecten in de naastliggende zone in dezelfde doorsnede.

Bij het bereiken van de interventiewaarde worden werkzaamheden gestopt. Werkzaamheden worden beschouwd en waar nodig wordt uitvoeringsmethode aangepast.

Het informatieschema voor de monitoring van alle objecten behalve spoor is weergegeven in Figuur 30.



Figuur 28: Informatieschema bij bereiken signaal- en grenswaarde deformatiemetingen

7. SAMENVATTING UIT TE VOEREN METINGEN EN BELBOOM

7.1 Samenvatting uit te voeren metingen

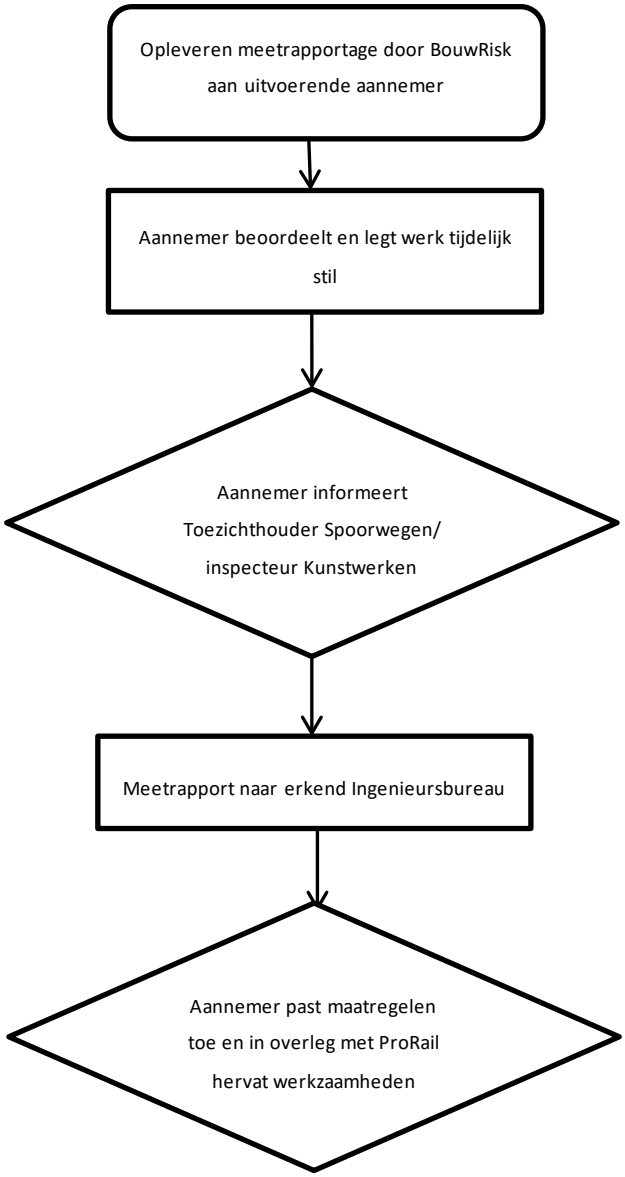
De voor de monitoring van de omgevingsbeïnvloeding bij de werkzaamheden fase 2 Dijksgracht Oost uit te voeren metingen zijn in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 7 Samenvatting uit te voeren metingen per fase

Fase	Werkzaamheden	XYZ metingen	Tiltsensoren damwand	Spoorviaduct	Spoor
0	Voor aanvang van de werkzaamheden (nulmeting)	2x	1 maand voor start	1 maand voor start	1 maand voor start
1	Na realisatie van een inritconstructie	1x	Continue	1x	
2	Na gereedkomen herinrichting kruispunt Kattenburgerstraat	1x	Continue	1x	
3	Gedurende / na ontgraven en aanbrengen van fundering fiets- en voetpad	Ongeveer 12 keer bij iedere 50 meter ontgraving	Continue		
4	Tot stabiele situatie bereikt is	1x per maand	Continue		
5	Eindmeting voor oplevering	1x		1x	1x

5.1, 2, e

Informatieschema voor spoor(viaduct) bij bereiken Signaalwaarde / Interventiewaarde



--- EINDE DOCUMENT ---