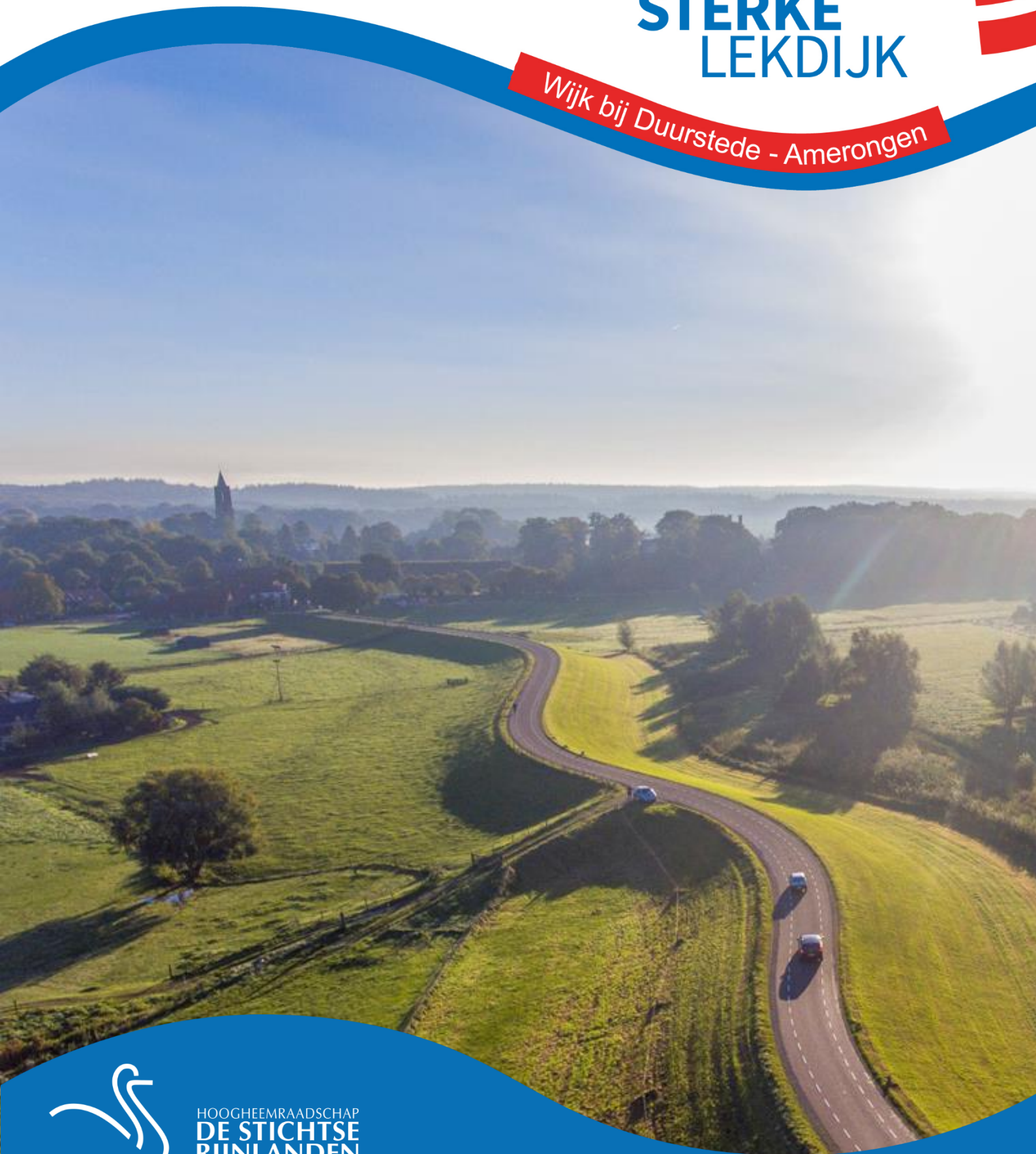


Monitoringsplan Omgevingsobjecten
dijkversterking Wijk bij Duurstede - Amerongen

**STERKE
LEKDIJK**

Wijk bij Duurstede - Amerongen



HOOGHEEMRAADSCHAP
**DE STICHTSE
RIJNLANDEN**

Colofon

Titel: Monitoringsplan Omgevingsobjecten WAM
Kenmerk: 012539-PLN-22910
Versie: 1.0
Datum: 12 februari 2025
Projectnaam: Sterke Lekdijk – Wijk bij Duurstede – Amerongen (WAM)
Projectfase: Realisatiefase

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

Poldermolen 2
3994 DD Houten

030 634 57 00 **T**
sterkelekdijk@hdsr.nl **E**
hdsr.nl/sterkelekdijk **W**



**STERKE
LEKDIJK**

Auteur(s): Owen van der Togt

Vrijgavetabel:

Verantwoordelijkheid	Naam	Functie
Opgesteld door (WIP)	O. van der Togt	Projectcoördinator monitoring
Verificateur (Shared)	S. Drescher, R. Casteleijn, M. van Zee, R. van der Kroon, G. van Zwol	Projectteam
Autorisatie (Shared)	R. Kasbergen	Projectrealisatiemanager
Vrijgave (Published)	F. Visser	Projectmanager

Versie	Datum	Toelichting
V0.1	03-01-2023	Concept
V0.2	18-03-2024	Concept versie ter beoordeling door bouwteam
V0.3	29-04-2024	Aanpassingen o.b.v. geleverde feedback
V0.4	28-08-2024	Aanpassingen t.b.v. leesbaarheid eigenaren/bewoners
V0.5	09-01-2025	Aanpassingen t.b.v. afronding document
V1.0	12-02-2025	Aanpassingen t.b.v. afronding document/laatste verificatieronde
	6-5-2025	Publicatie op website

Afkortingen en begrippenlijst

Afkorting/begrip	Toelichting
BRL5023	Certificering voor proces van meten van trillingen.
BRL5024	Certificering voor het uitvoeren van bouwkundige vooropname
Demobilisatie	Verwijderen van de meetpunten en meetinstrumenten van het monitoringssysteem.
Eindsituatie	De eindsituatie is de situatie die vastgelegd wordt na de realisatiefase. Het vastleggen van de eindsituatie wordt ook wel het uitvoeren van een eindmeting genoemd.
Grenswaarde/ Interventiewaarde	De waarde waar de resultaten van de monitoringsmeting aan worden getoetst. De grenswaarde is de 100% waarde die volgens een specifieke richtlijn wordt gegeven/bepaald dient te worden. Ander woord voor grenswaarde is interventiewaarde.
Hergarden	Theoretisch model van Hergarden, methode om zettingen te bereken door inklinking van grond tijdens het inbrengen van damwanden.
Lekensemble	Opdrachtnemer. Combinatie van aannemers bestaande uit Heijmans, GMB en DEME Environmental NL, die het deeltraject Wijk bij Duurstede – Amerongen gaat uitvoeren in opdracht van HDSR.
Monitoringssysteem	Het systeem van alle monitoringsmetingen die worden uitgevoerd om de nulsituatie vast te leggen; vroegsignalering uit te kunnen voeren en ontwerpuitgangspunten te valideren en de eindsituatie vast te leggen.
Metingen	Alle monitoringsmetingen die worden gedaan als uitvoering van het monitoringssysteem.
NEN9997-1	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene Regels, correctieblad, 2017, kenmerk: NEN 9997-1+C2:2017
Nulsituatie	Situatie die vastgelegd wordt voorafgaand aan de realisatiefase. Het vastleggen van de nulsituatie wordt ook wel het uitvoeren van een nulmeting genoemd.
SBR-A	Nederlandse richtlijn voor trillingen, Schade aan gebouwen
Signaalwaarde	Een afgeleide waarde van de grenswaarde die inzicht geeft dat mogelijk de interventiewaarde (grenswaarde) bereikt kan worden. Signaalwaarden liggen altijd onder de grenswaarde (dus ook onder de interventiewaarde).
Vroegsignalering	Het tijdig kunnen acteren op verandering van monitoringsparameter(s) om schade en hinder te voorkomen.

Verdere toelichting over de inhoud van bepaalde richtlijnen en monitoringsmetingen zijn opgenomen in hoofdstuk 3 en 4 van dit monitoringsplan.

Inhoudsopgave

Afkortingen en begrippenlijst	4
1 Inleiding	7
1.1 Sterke Lekdijk	7
1.2 Deeltraject Wijk bij Duurstede -Amerongen	7
1.3 Samenwerking deeltraject Wijk bij Duurstede – Amerongen (WAM)	8
1.4 Doel monitoring	8
1.5 Aanpak monitoringsplan	9
1.6 Raakvlakken en uitgangspunten	9
1.7 Leeswijzer	10
2 Functie, taken en rollen	11
2.1 Functies	11
2.2 Taken en rollen	13
3 Analyse omgevingsbeïnvloeding	15
3.1 Wijze van bepalen grenswaarde voor schade en hinder	15
3.2 Wijze van analyse en beschouwing voor schade en hinder	19
3.3 Resultaten schade aan omgevingsobjecten	21
3.4 Toetsing ontwerpuitgangspunt: kweleffect door pipingmaatregel	21
4 Monitoringsmetingen	22
4.1 Constructieve inventarisatie	22
4.2 Bouwkundige opnames	22
4.3 Opname infrastructuur, buitenruimte en asfalt	24
4.4 Scheurwijdtemeter	25
4.5 Zettingsmeting	26
4.6 Verplaatsingsmeting	28
4.7 Trillingsmeting	29
4.8 Peilbuismeting	31
4.9 Zakbaakmeting	31
5 Monitoringssysteem	33
5.1 Toestemmingen	33
5.2 Schade aan bouwwerken	33
5.3 Schade aan percelen/infrastructuur/openbare ruimte/asfalt	38
5.4 Effecten kwelwater door pipingmaatregelen	39
5.5 Controle op zettingseis	40

5.6	Monitoringskaart	40
6	Actieprotocol	41
6.1	Overschrijdingen grenswaarde trillingen (SBR-A).....	41
6.2	Overschrijdingen grenswaarde zetting en verplaatsing	42
7	Verslaglegging en communicatie	43
7.1	ICT middelen	43
7.2	Opslag monitoringsdata.....	43
7.3	Presentatie monitoringsdata.....	44
7.4	Verslaglegging overschrijdingen grenswaarde en beheersmaatregelen	45
7.5	Opleverdossier monitoring.....	45
7.6	Communicatie monitoringsdata richting stakeholders.....	46
8	Schade en schade-afhandeling	47
8.1	Factsheet schade	47
8.2	Afhandelen van schade	47
8.3	Omgekeerde bewijslast	47
8.4	Experts zelf inschakelen.....	48
9	Veiligheid, gezondheid en milieu	49
9.1	Melden afwijkingen veiligheid en gezondheid	49
9.2	Veiligheidsrisico's m.b.t. uitvoering monitoringsplan	49

1 Inleiding

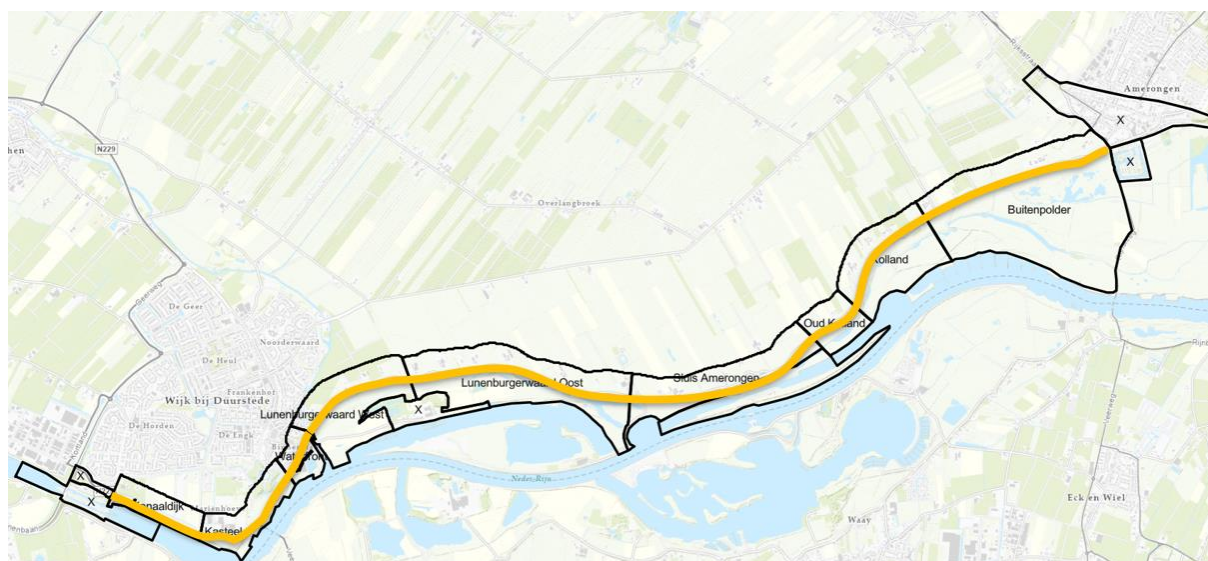
Dit 'Monitoringsplan Omgevingsobjecten' beschrijft hoe tijdens de uitvoering van de dijkversterking Wijk bij Duurstede - Amerongen de toestand van de gebouwen langs de dijk wordt bewaakt. Die bewaking zorgt ervoor dat we tijdens de uitvoering tijdig kunnen ingrijpen als gebouwen in beweging komen. Door de bewaking uit te voeren met zettingsmetingen en trillingsmetingen kunnen we in de gaten houden of er schade aan de gebouwen dreigt op te treden en ook wat de relatie is met de uitvoeringswerkzaamheden.

1.1 Sterke Lekdijk

De Lekdijk beschermt een groot deel van Midden- en West-Nederland tegen overstroming. Als de Lekdijk doorbreekt kan een groot deel van de Randstad overstromen, tot Amsterdam aan toe. De gevolgen hiervan zijn niet te overzien; enorme economische schade en veel menselijk leed. Daarom wordt de dijk tussen Amerongen en Schoonhoven versterkt, over een totale lengte van 55 km. Met deze dijkversterking zorgen we ervoor dat de dijk ook in de toekomst voldoende veilig is en voldoet aan de normen die sinds 2017 gelden. De dijkversterking biedt ook kansen om de dijk en het omliggende gebied mooier te maken. We zetten in op een veilige dijk, die ruimtelijk aantrekkelijk is en werkt als verbindend element voor onder andere water, mobiliteit, cultuur, recreatie en natuur.

1.2 Deeltraject Wijk bij Duurstede -Amerongen

Het dijkversterkingstraject Wijk bij Duurstede – Amerongen heeft een totale lengte van 11 km. Het traject ligt in twee gemeenten: Utrechtse Heuvelrug en Wijk bij Duurstede. Figuur 1 geeft de locatie van het deeltraject weer (zie de oranje lijn).



Figuur 1: Deeltraject Wijk bij Duurstede - Amerongen (WAM)

1.3 Samenwerking deeltraject Wijk bij Duurstede – Amerongen (WAM)

Het project Sterke Lekdijk wordt uitgevoerd in opdracht van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). De opdrachtgever voor de deeltraject Wijk bij Duurstede - Amerongen (WAM) is het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) en wordt uitgevoerd door de combinatie 'Lekensemble' bestaande uit Heijmans, GMB en DEME Environmental NL. Lekensemble is dus de opdrachtnemer.

1.4 Doel monitoring

De werkzaamheden voor de dijkversterking hebben mogelijk invloed op de omgevingsobjecten binnen het projectgebied. Daarom is het uitvoeren van monitoringsmetingen noodzakelijk. HDSR en Lekensemble vinden het belangrijk om hier transparant, onafhankelijk en betrouwbaar in te zijn. Tijdens de realisatiefase is Lekensemble verantwoordelijk voor de monitoring van de omgevingsobjecten aan en langs de dijk tussen de Prinses Irenesluizen en Amerongen. Het uitvoeren van monitoringsmetingen heeft het volgende doel:

- Vastleggen van de nulsituatie:
Voorafgaande aan de werkzaamheden is vastgelegd welke schades al aanwezig zijn en welke invloed de huidige situatie heeft op de omgeving. Denk hierbij aan zetting door bodemdaling, trillingen door verkeer en fluctuaties in grondwaterstanden;
- Valideren van ontwerpuitgangspunten:
Tijdens realisatie en na oplevering moet worden aangetoond of voldaan wordt aan eisen vanuit het ontwerp. Denk hier aan zettingseisen bij voorbelasting of interferentie van het grondwater.
- Vroegsignalering:
Wanneer monitoringsmetingen worden uitgevoerd en deze getoetst worden aan signaal- en interventiewaarde kan sturing worden gegeven aan het uitvoeringsproces door mitigerende of correctieve maatregelen te nemen om de impact van schade aan de omgeving te verminderen. Bij het intrillen van damwanden kan gedacht worden aan het verminderen van de slagkracht van het blok of voor het intrillen eerst de grond voor te boren.

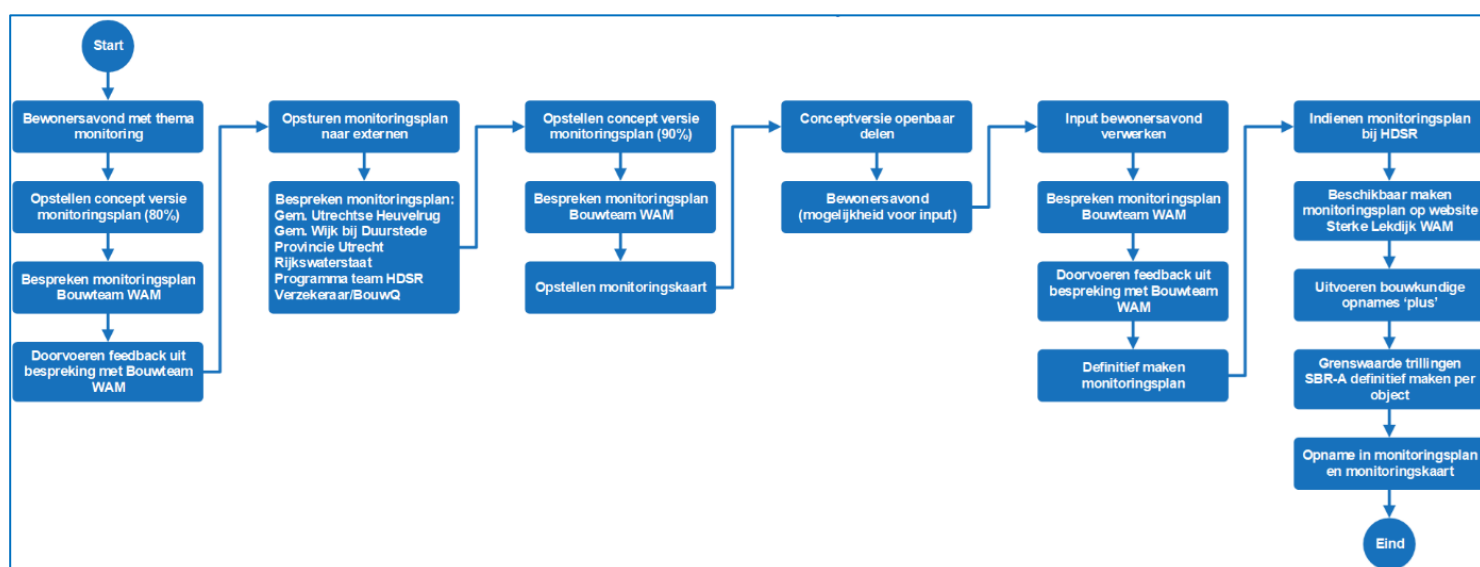
Dit monitoringsplan beschrijft hoe Lekensemble haar monitoringssysteem met monitoringsmetingen inricht en uitvoert met bijbehorende opvolging o.b.v. de meetresultaten t.b.v. de bovengenoemde drie doelen. De monitoringsmetingen die behoren tot het monitoringssysteem voor dit project zijn:

- Met beelden de huidige situatie vastleggen (o.a. bouwkundige opnames);
- Trillingsmetingen;
- Zettingsmetingen;
- Verplaatsingsmetingen;
- Scheurwijdtemetingen;
- Zakbaakmeting;
- Peilbuismeting.

Het plan dient te voldoen aan een aantal eisen die door HDSR zijn gesteld. Deze eisen staan in een apart document.

1.5 Aanpak monitoringsplan

Dit monitoringsplan is opgesteld voor iedereen die te maken heeft met de dijkversterking en monitoringsmetingen. Lekensembles en HDSR hebben er voor gekozen om één monitoringsplan op te stellen voor alle doelgroepen (bewoners, eigenaren, (semi-)overheden, verzekeraar, projectteam HDSR en projectteam Lekensembles). Om tot een monitoringsplan te komen dat past bij de behoefte van alle betrokken partijen, zijn diverse momenten ingepland met verschillende stakeholders om relevante input op te halen. Voor bewoners en eigenaren van panden binnen het invloedsgebied zijn twee inspraakmomenten waarbij er ruimte is om op de plannen te reageren en vragen te stellen: begin 2024 en tijdens een algemene bewonersavond in kwartaal twee van 2025. Figuur 2 laat een overzicht zien van het proces wat doorlopen wordt om tot het definitieve monitoringsplan te komen.



Figuur 2: Werkwijze bij het opstellen van het monitoringsplan

1.6 Raakvlakken en uitgangspunten

Het monitoringsplan heeft raakvlakken met andere documenten. Om een goed plan op te stellen, is het belangrijk te weten welke werkzaamheden zullen plaatsvinden en hoe het bouwverkeer zal rijden. Ook stelt HDSR enkele eisen waaraan het plan moet voldoen. Deze eisen zijn verwerkt in dit rapport.

Om het monitoringsplan te kunnen opstellen is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- Projectplan Waterwet inclusief achtergronddocumenten ([link](#));
- Hoe om te gaan met schade binnen Sterke Lekdijk ([link](#));
- Presentatie monitoring voor bewoners 18 januari 2024 ([link](#));
- Vragen en antwoorden bewonersavond monitoring 18 januari 2024 ([link](#)).

1.7 Leeswijzer

In dit monitoringsplan wordt het volgende beschreven:

- Hoofdstuk 2 omschrijft de functies, taken en rollen m.b.t. monitoring. Hierin wordt o.a. beschreven wie het monitoringsplan opstelt en beheert en wie de bevoegdheid heeft om de werkzaamheden te laten stilleggen.
- Hoofdstuk 3 beschrijft op welke wijze de werkzaamheden of het ontwerp invloed kan hebben op de omgeving. Daarin wordt ingegaan op de grenswaarde bepaling; hoe de omgevingsinvloeden zijn bepaald en wat de resultaten zijn uit de bepaling van de omgevingsinvloeden;
- Hoofdstuk 4 beschrijft de verschillende monitoringsmetingen die worden uitgevoerd conform welke kwaliteit;
- Hoofdstuk 5 gaat in op de monitoringsstrategie die Lekensembles heeft gekozen. Processen omtrent het verkrijgen van toestemmingen en wanneer de monitoringsmetingen gededemobiliseerd worden, worden hierin beschreven. Ook wordt er inzicht gegeven welke monitoringsmetingen worden uitgevoerd.
- Hoofdstuk 6 beschrijft de vervolgprotocollen wanneer een grenswaarde (o.a. signaal- en interventiewaarde) worden overschreven. In deze vervolgprotocollen wordt weergegeven welke acties er worden uitgevoerd en wie welke actie gaat uitvoeren.
- Hoofdstuk 7 beschrijft de verslaglegging van de resultaten van de monitoringsmetingen en de interne en externe communicatie.
- Hoofdstuk 8 beschrijft hoe de schade afhandeling is georganiseerd op dit project. Belangrijk uitgangspunt bij de schade afhandeling is dat omkering van de bewijslast wordt toegepast. Het uitgangspunt hierbij is dat schade veroorzaakt is door werkzaamheden van- of ten gevolge van de dijkversterking. Dit houdt in dat eigenaren niet hoeven aan te tonen dat schade veroorzaakt is door de dijkversterking, maar dat HDSR, als dat van toepassing is, moet aantonen dat de schade niet is veroorzaakt door de dijkversterking.
- Hoofdstuk 9 beschrijft de veiligheid, gezondheid en milieu risico's bij de voorbereiding, uitvoering en van de monitoringsmetingen en wanneer meetpunten of meetinstrumentarium worden verwijderd.

2 Functie, taken en rollen

In dit hoofdstuk komen de verschillende functies, taken en rollen aan bod die betrekking hebben tot de uitvoering van het monitoringssysteem of de opvolging van de resultaten die voortvloeien uit metingen.

2.1 Functies

In tabel 2 is een overzicht weergegeven van de verschillende functies bij HDSR en Lekensembles die betrekking hebben tot het bepalen van de omgevingsbeïnvloeding, de monitoringsmetingen en de opvolging van acties o.b.v. de monitoringsmetingen. Over het algemeen geldt de volgende verdeling tussen HDSR en Lekensembles: Lekensembles werkt in opdracht van HDSR. Schade wordt gemeld bij HDSR. Lekensembles is verantwoordelijk voor realisatie en dus ook de uitvoering van de monitoringsmetingen. Omgekeerde bewijslast geldt voor HDSR. Eindverantwoordelijkheid ligt bij HDSR.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van belangrijke externe betrokkenen.

Tabel 1, Overzicht van de functies die betrekking hebben tot het bepalen van de omgevingsbeïnvloeding, de monitoringsmetingen en de opvolging van acties o.b.v. de monitoringsmetingen.

Icoon ¹	Functienaam	Toelichting
	Adviseur	Afhankelijk van het type adviseur voert deze (predictie)berekeningen uit en/of stelt adviezen op m.b.t. instandhouding van objecten binnen het eigen vakgebied.
	Omgevingsmanager ON	Verzorgt de communicatie tussen stakeholders en het project. Omgevingsmanager ON mag werkzaamheden stopzetten.
	Projectcoördinator monitoring	Projectcoördinator monitoring houdt zich bezig met de voorbereiding, uitvoering en verwerking van de monitoringsmetingen. Daarnaast start de projectcoördinator monitoring het opvolgingsprotocol bij overschrijdingen. Ook bewaakt de projectcoördinator monitoring het overzicht van welke objecten welke type metingen worden uitgevoerd en dat de data en rapportages op de juiste wijze wordt opgeslagen.

	Projectrealisatiemanager	Eindverantwoordelijk voor de uitvoering van het project vanuit Lekensembles.
	(hoofd)Uitvoerder	Verantwoordelijk voor de uitvoering van het Werk. Daarnaast neemt de (hoofd)uitvoerder in samenspraak met de technisch manager en de omgevingsmanager beslissing over het toepassen van beheersmaatregelen. (hoofd)Uitvoerder mag werkzaamheden stopzetten.
	Technisch manager (realisatie)	Eindverantwoordelijk voor het realisatieteam van Lekensembles. Technisch manager realisatie mag werkzaamheden stopzetten.
	Technisch omgevingsmanager	Bij schademeldingen gaat technisch omgevingsmanager op locatie kijken naar de schade die is gemeld. Terugkoppeling wordt gegeven aan de omgevingsmanager. Indien stakeholders resultaten van de metingen willen inzien, dan geeft technisch omgevingsmanager toelichting op de gemeten waarden.

¹ Icoon refereert naar de functie binnen de verschillende processen die beschreven staan in hoofdstuk 3, 5, 6 en 7.

Icoon ¹	Funcienaam	Toelichting
	Stakeholder	De volgende stakeholders zijn in beeld: - Bewoners van gebouwen; - Eigenaren van objecten.
	HDSR (Opdrachtgever)	Opdrachtgever van Lekensembles voor het uitvoeren van de dijkversterking. Projectmanager HDSR is eindverantwoordelijk voor het gehele project. Beheer en uitvoering van het Schadeloket. Projectmanager en omgevingsmanager mogen werkzaamheden stilleggen.
	Verzekeraar Lekensembles	Verzorgt de bouwverzekering voor Lekensembles.

	Onafhankelijke schade-expert	Schade expert bepaalt aan de hand van de uitgevoerde nul- en herhalingsmetingen en de uitvoeringsplanning of er schade is ontstaan door de werkzaamheden en bepaalt het bedrag van de schade o.b.v. het indenniteitsbeginsel.
---	------------------------------	---

Tabel 2, Overzicht van externen die geïnformeerd worden m.b.t. de uitvoering en de resultaten van monitoringsmetingen.

¹ Icoon refereert naar de functie binnen de verschillende processen die beschreven staan in hoofdstuk 3, 5, 6 en 7.

2.2 Taken en rollen

In tabel 4 is een overzicht gegeven van de verschillende taken en rollen die een functie, zoals beschreven in hoofdstuk 2.1, kan hebben.

Tabel 3, Overzicht met taken, functies en rollen. De rollen zijn: Verantwoordelijk (R), Eindverantwoordelijk (A), Ondersteunend (S), Geraadpleegd (C), Geïnformeerd (I).

Onderwerp	Adviseur	Omgevingsmanager Lekensemble	Projectcoördinator monitoring	Project realisatiemanager	(hoofd)Uitvoerder	Technisch manager realisatie	Technisch omgevingsmanager
Opstellen van het monitorings- en beheersplan	C	R	A	C	C	C	I
Beoordelen van de betrouwbaarheid van metingen		I	R/A		I	I	I
Alarmeren bij overschrijdingen van grens- en streefwaardes		I	R/A		I	I	I
Toetsen of voldaan wordt aan contractuele eisen m.b.t. metingen			R/A				
Legt overschrijdingen van grenswaarde vast	I	I	R/A	I	I	I	I
Voorspellen van de omgevingsbeïnvloeding	R	I	I	A	C	A	I
Toetsen van de omgevingsbeïnvloeding aan grenswaarde van objecten bepaald vanuit (uitvoerings)normen of eisen	R	I	I	A	C	A	I
Bepalen van uitvoeringstechniek om risico beheersbaar te maken	C	I	C	A	R	A	I
Werkzaamheden laten staken bij overschrijding van grenswaarde	S	R	S	A	R	A	S

Onderwerp	Adviseur	Omgevingsmanager Lekensembel	Projectcoördinator monitoring	Project realisatiemanager	(hoofd)Uitvoerder	Technisch manager realisatie	Technisch omgevingsmanager
Legt uitgevoerde beheersmaatregelen vast	I	I	S	A	R	A	I
Informeert stakeholders		A					R
Vraagt toestemming voor plaatsen van meetpunten en meetinstrumentarium		A	S				R
Borgt de veiligheid tijdens uitvoering	S	S	S	A	R	A	S

3 Analyse omgevingsbeïnvloeding

De dijk wordt versterkt door een combinatie van grondwerk (voorland verbetering, aanbermingen, taludverbetering of taludherstel) en het aanbrengen van langsconstructies. De langsconstructies (voor stabiliteit of als pipingmaatregel) bestaan uit stalen en kunststof damwanden die in de grond worden geplaatst. Het aanbrengen van deze langsconstructies worden drukkend (stalen damwanden) of trillend (kunststof en stalen damwanden) uitgevoerd.

In tabel 5 is een samenvatting gegeven van welke activiteiten of onderdelen van de verstevigde dijk mogelijk invloed kunnen geven op de omgeving(-objecten).

Tabel 4, Samenvatting activiteiten/onderdelen en bijbehorende omgevingsbeïnvloeding.

Activiteit/onderdeel	Omgevingsbeïnvloeding
Bouwlogistiek	Schade aan objecten door trillingen die veroorzaakt worden door bouwlogistiek. Of door het aanrijden of omverrijden van objecten.
Grondwerk	Schade aan objecten door trillingen die veroorzaakt worden door de machines.
Langsconstructie trillend inbrengen	Geluidshinder, trillingshinder en schade aan objecten door trillingen die veroorzaakt worden door het intrillen van de langsconstructie; de beweging van machines en zetting door het inklinken van grond.
Langsconstructie drukkend inbrengen	Mogelijk geluidshinder en schade aan objecten door trillingen die veroorzaakt worden door de beweging van machines.
Langsconstructie (pipingmaatregel)	Invloed op grondwaterstand/grondwaterstromingen.
Ophoging /voorbelaasting	Schade aan objecten door grondzettingen die veroorzaakt worden door het gewicht van de ophoging/voorbelaasting.

3.1 Wijze van bepalen grenswaarde voor schade en hinder

3.1.1 Grenswaarde voor schade aan gebouwen door trillingen

De grenswaarde voor schade aan bouwwerken die door trillingen worden veroorzaakt, staat beschreven in SBR-A. De bepaling van de grenswaardes is afhankelijk van de volgende factoren:

- Dominante frequentie: Afhankelijk van de dominante frequentie, zoals deze bepaald wordt volgens SBR-A, hoort ook een karakteristieke grenswaarde voor de trillingsintensiteit. .
- Categorie bouwwerk: Keuze uit twee categorieën, cat. 1 en cat. 2. Zie tabel 6 voor de toelichting bij deze categorie.
- Status van het bouwwerk: De status van het bouwwerk onderverdeeld in monumentaal, niet monumentaal wel gevoelig en niet monumentaal en normaal. Zie tabel 7 voor de toelichting van de status van het bouwwerk.
- Type trilling: De type trillingen die worden geproduceerd. Voor de werkzaamheden die zich bij Sterke Lekdijk WAM gaan afspelen is er vooral sprake van herhaald kortdurende en continue trillingen. Zie tabel 8 voor een toelichting op deze trillingen.
- Type trillingsmeting: Afhankelijk van het type trillingsmeting die bepaald wordt o.b.v. het aantal trillingsmeters heeft dit invloed op de grenswaarde. Hiervoor wordt gehanteerd dat hoe minder trillingsmeters op één object worden geplaatst, des te slechter de trillingen te beoordelen zijn.

Met als gevolg dat een strengere grenswaarde wordt gehanteerd. Zie tabel 9 voor de toelichting op de type trillingsmetingen. Het aantal trillingsmeters is afhankelijk van het risico. Tijdens de uitvoering kan de keuze gemaakt worden om ook nog op te schalen.

Tabel 5, Toelichting type categoriën.

Categorie	Toelichting
Cat. 1	- Onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. - Onderdelen van een bouwwerk die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijvoorbeeld scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. - Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.
Cat. 2	- Onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk. - Onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies die bestaan uit niet-gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.

Tabel 6, Toelichting status bouwwerk.

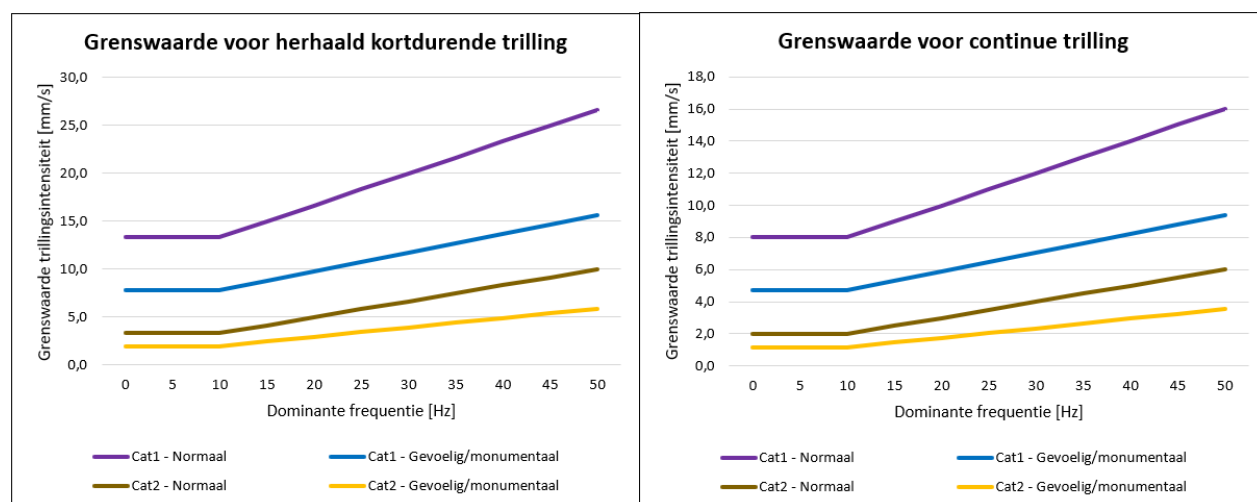
Status	Toelichting
Monumentale status	Wanneer een bouwwerk een gemeentelijk, provinciaal of rijksmonument is. Bij de grenswaarde bepaling wordt een factor 1,7 gehanteerd.
Niet monumentaal, wél gevoelig	Geen monumentale status. O.b.v. de inventarisatie zoals deze omschreven staat in bijlage 5 van SBR-A wordt de 'gevoeligheid' van het bouwwerk bepaald. Bij de grenswaarde bepaling wordt een factor 1,7 gehanteerd.
Niet monumentaal en wél normaal	Geen monumentale status, maar ook niet gevoelig. Bij de grenswaarde bepaling wordt een factor van 1,0 gehanteerd.

Tabel 7, Toelichting type trilling.

Type trilling	Toelichting
Herhaald kortdurende	Trillingen die worden veroorzaakt door een stootvormige excitatie die herhaaldelijk voorkomt met dezelfde ordegrootte van trillingsintensiteit. Bij de grenswaarde bepaling wordt een factor 1,5 gehanteerd.
Continue	Hieronder worden trillingen verstaan die niet onder herhaald kortdurende (of kortdurende) trillingen kunnen worden ingedeeld of trillingen waarbij resonanties en/of vermoeiingseffecten in de onderdelen van een bouwwerk kunnen optreden. Bij de grenswaarde bepaling wordt een factor 2,5 gehanteerd.

Tabel 8, Toelichting type trillingsmeting.

Type trillingsmeting	Toelichting
Indicatief	Eén trillingsmeter op een stijf punt op de constructie het dichtst bij de trillingsbron. Bij de grenswaarde bepaling wordt een factor 1,6 gehanteerd.
Beperkt	Twee trillingsmeters op twee stijve punten op de constructie. Bij de grenswaarde bepaling wordt een factor 1,4 gehanteerd.
Uitgebreid	Minimaal vier trillingsmeters op de constructie. Bij de grenswaarde bepaling wordt een factor 1,0 gehanteerd.



Figuur 3, Grafieken voor grenswaarde bij herhaald kortdurende (links) en continue (rechts) trillingen. Factor type trillingsmeter niet verwerkt.

Figuur 3 laat de grenswaarde zien voor herhaald kortdurende trillingen (linker grafiek) en continue trillingen (rechter grafiek). Bij deze grenswaarbepaling is nog niet de toeslag toegepast voor de type trillingsmeting. Zoals de grafieken in figuur 3 laat zien, is er duidelijke relatie tussen de dominante frequentie en de grenswaarde voor trillingsintensiteit. Om inzicht te geven welke grenswaarde(s) gehanteerd moeten worden voor welke dominante frequentie/activiteit is in tabel 10 een overzicht gegeven van activiteiten en de te verwachten dominante frequentie(s).

Tabel 9, Overzicht activiteiten met type trillingsbron en de te verwachten frequentie(s).

Activiteit	Type trillingsbron	Te verwachten frequentie(s) [Hz] ¹
Bouwlogistiek	Herhaald kortdurende	1 - 17
Grondwerk	Herhaald kortdurende	1 - 17
Langsconstructie trillend inbrengen	Continue	32 – 40 (trilblok dat ingezet wordt is 38 Hz)
Langsconstructie drukkend inbrengen	Herhaald kortdurende	1 - 17

¹ In de praktijk kunnen frequenties afwijken van wat de verwachting is. Mogelijke oorzaken hierbij zijn verstijving van de grond of 'obstakels' in de ondergrond tussen trillingsbron en ontvanger waardoor frequentie kan afwijken van wat wordt verwacht.

3.1.2 Grenswaarde voor schade aan gebouwen door zettingen

Conform NEN9997-1 wordt de maximale toelaatbare zetting bepaald. De grenswaarde die hiervoor gegeven is 1:300 (op een horizontale lengte van driehonderd millimeter, mag deze één millimeter zetten). De zetting wordt per bouwwerk bepaald op de kleinste afmeting van het bouwwerk (zie voorbeeld in figuur 4). Op basis van de grenswaarde en de kleinste afmeting wordt de maximale zetting bepaald, in dit voorbeeld is dat: $6000 \text{ mm} \times (1/300) = 20 \text{ mm}$.

Daarnaast wordt er getoetst aan de grenswaardes zoals deze zijn opgegeven in de productspecificaties van Rijkswaterstaat voor het uitvoeren van deformatiemetingen. De grenswaardes die hierbij worden gehanteerd zijn:

- Verticale verplaatsing: 5 mm
- Horizontale verplaatsing: 10 mm

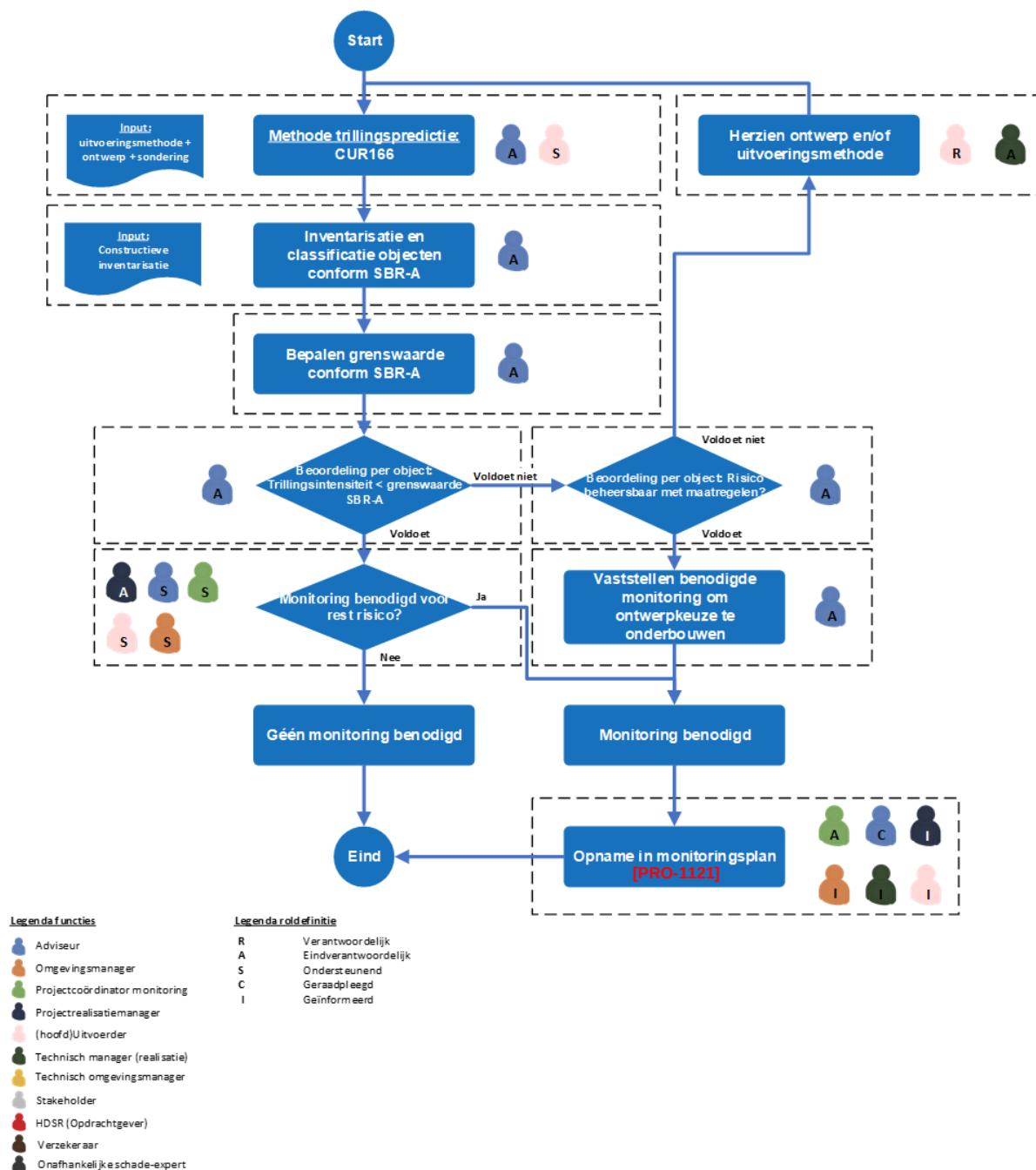


Figuur 4, Voorbeeld casus.

3.2 Wijze van analyse en beschouwing voor schade en hinder

3.2.1 Schade door trillingen op omgevingsobjecten

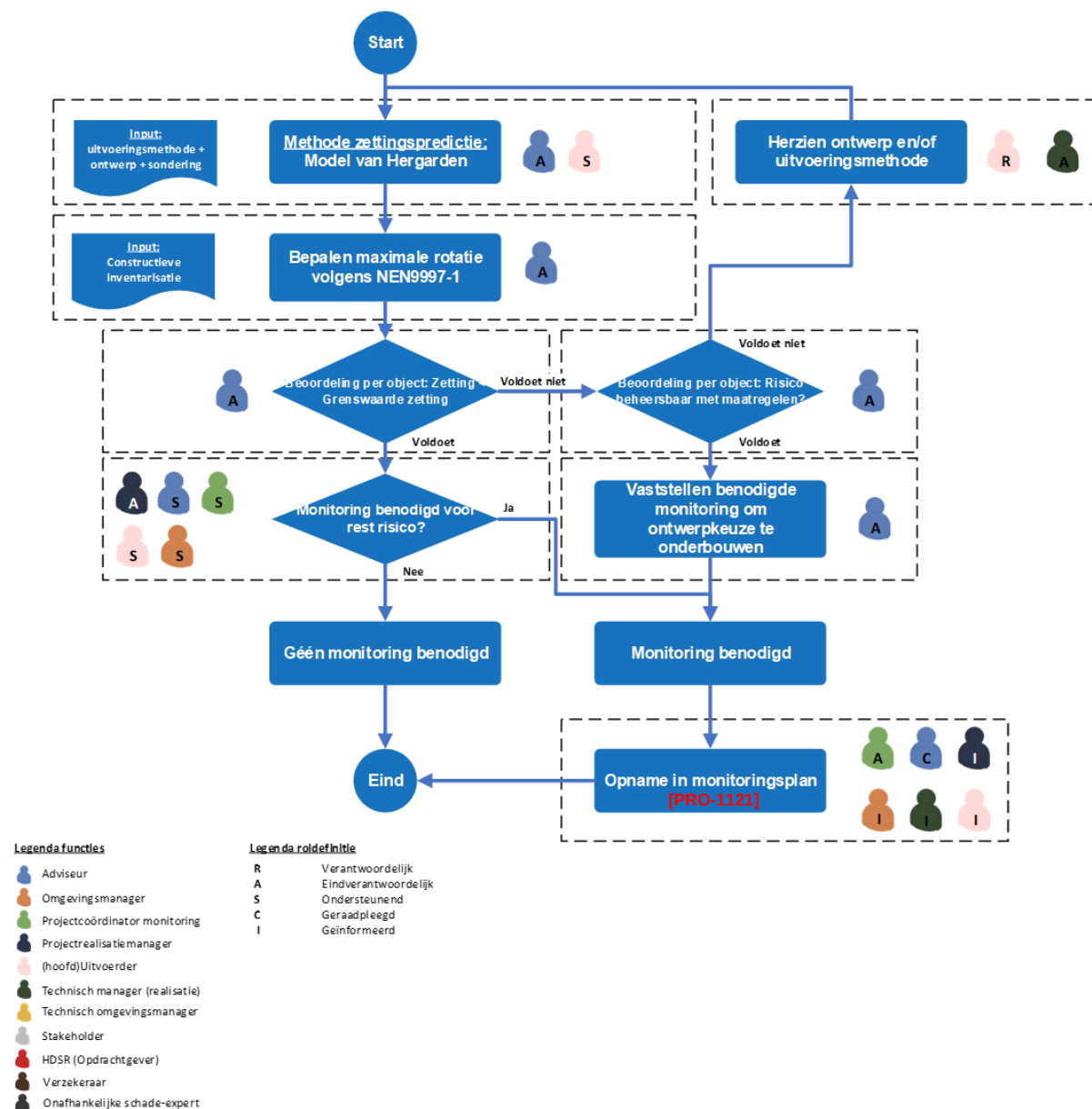
Het proces voor het bepalen van de mogelijke invloed van trillingen (SBR-A) op omgevingsobjecten is weergegeven in figuur 5.



Figuur 5, Proces bepalen invloed trillingen op omgevingsobjecten.

3.2.2 Schade door trillingen die zetting veroorzaken op omgevingsobjecten

Het proces voor het bepalen van de mogelijke invloed van zettingen door trillingen op omgevingsobjecten is weergegeven in figuur 6.



Figuur 6, Proces bepalen invloed zettingen door trillingen op omgevingsobjecten.

3.2.3 Schade door zettingen door ophogingen of voorbelasting op omgevingsobjecten

N.v.t. – niet beschouwd.

3.3 Resultaten schade aan omgevingsobjecten

Op basis van de uitgevoerde trillings- en zettingspredicties en expert judging zijn de volgende resultaten behaald:

- Voor schade aan bouwwerken door trillingen bij het inbrengen van de langsconstructie zijn trillingspredicties uitgevoerd. Uit deze predicties is het invloedsgebied voor schade aan bouwwerken door trillingen vastgesteld op **37 meter** (SBR-A).
- Voor schade aan bouwwerken door zettingen bij het inbrengen van langsconstructies zijn zettingspredicties uitgevoerd. Uit deze predicties is gebleken dat bij **9 meter** géén enkele zetting meer optreedt.
- Op basis van referentieprojecten is bepaald dat het invloedsgebied voor grondwerk/machinebewegingen en bouwlogistiek **27 meter** is.
- Op basis van expert judging is bepaald dat er **géén zetting** optreedt bij het plaatsen en laten inklinken van ophoging/voorbelasting van grond rondom de dijk.

In deze monitoringsstrategie wordt een conservatieve benadering gehanteerd waarbij de 'slechtste predictie' het uitgangspunt is voor het bepalen van de monitoringsstrategie.

In tabel 10 is de grootte van het invloedsgebied (zie kolom 'Invloedsgebied: afstand vanaf bron') samengevat. Daarnaast wordt de nulsituatie in een groter gebied vastgelegd (50 meter voor 'normale' bouwwerken en 100 meter voor 'monumentale' bouwwerken, zie hoofdstuk 5.2.2 voor verdere toelichting).

Tabel 10, Samenvatting invloedsgebied en gebied dat wordt gemonitord.

Invloed	Invloedsgebied: afstand vanaf bron [m]
Trillingen door bouwlogistiek	30
Trillingen door grondwerk	30
Trillingen langsconstructie trillend inbrengen	40
Trillingen langsconstructie drukkend inbrengen	30
Zettingstrog bij trillend inbrengen langsconstructie	10
Ophoging/voorbelasting	
• Lage ophoging (< 0,5 meter)	0
• Hoge ophoging (≥ 0,5 meter)	0

3.4 Toetsing ontwerpuitgangspunt: kweleffect door pipingmaatregel

Op basis van berekeningen wordt géén vermindering van kwel, in de situatie bij een hoge rivierstand, binnen de begrenzing van het Natura 2000 gebied als gevolg van de dijkversterkingsmaatregelen verwacht. Buiten de begrenzing van het Natura 2000 gebied is er wel een afname van de kwelflux bij hoog water in een zone direct langs de binnentoe van de dijk ter hoogte van de horizontale pipingmaatregelen. Het effect wordt veroorzaakt door de horizontale pipingmaatregelen en niet door de verticale pipingmaatregelen.

Als controle op het ontwerp worden diverse peilbuizen geplaatst en metingen verricht om te controleren en om de effecten op het grondwater te monitoren.

4 Monitoringsmetingen

In dit hoofdstuk worden de verschillende monitoringsmetingen beschreven die worden ingezet op dit project. Per type monitoringsmeting wordt omschreven welk doel de meting heeft; hoe de meting wordt uitgevoerd en welke kwaliteitssysteem, normen en richtlijnen van toepassing zijn bij de desbetreffende monitoringsmetingen. Indien er tijdens realisatiefase ook andere monitoringsmetingen worden toegepast, worden deze toegevoegd aan dit hoofdstuk.

4.1 Constructieve inventarisatie

4.1.1 Omschrijving monitoringsmeting

Tijdens de planuitwerkingsfase zijn op een aantal kritische locaties een constructieve inventarisatie gedaan van een aantal bouwwerken aan de dijk. Het doel van het uitvoeren van de constructieve inventarisatie is o.b.v. de verkregen gegevens een eerste beeld te krijgen van de staat van bouwwerken in het projectgebied. Hiermee zijn uiteindelijk keuzes gemaakt welke input zijn voor het definitief ontwerp. Tijdens de constructieve opname zijn de volgende gegevens verzameld:

- Objectinformatie:
 - Indruk bouwkundige staat;
 - Monumentale status;
 - Bouwjaar;
 - SBR-A categorie en status;
 - Aanwezigheid van kelder en/of kruipruimte.
- Informatie over de fundatie o.b.v. verklaring bewoner en bevindingen expert;
- Vloer- en dorpelhoogtes.

Van de constructieve inventarisatie is per objectadres een rapport opgesteld.

4.1.2 Kwaliteit/normen/richtlijnen/eisen

De beoordeling van de categorie bouwwerk en de status van het bouwwerk dient uitgevoerd te worden conform de beschrijving van SBR-A (zie tabel 6 en 7 voor de toelichting over de inhoud van SBR-A).

4.2 Bouwkundige opnames

4.2.1 Omschrijving monitoringsmeting

De bouwkundige opname wordt uitgevoerd door een onafhankelijke bouwkundig opname-expert. Deze opname-expert zal middels beelden zichtbare schade vastleggen met bijbehorende beschrijving van schade. Bij de bouwkundige opname zal de opname-expert geen verslaglegging doen van schade die achter meubels/objecten staan; verdiepingen die bereikt moeten worden zonder vaste trap; kruipruimtes; ruimtes boven verlaagd plafond, ruimtes onder verhoogde vloer en ruimtes die risico vormen voor de veiligheid of gezondheid van de bouwkundig opname-expert.

Er worden op minimaal twee momenten een bouwkundige opname uitgevoerd:

- Voor aanvang van de werkzaamheden wordt een bouwkundige vooropname uitgevoerd;
- Na afronden van de werkzaamheden wordt een bouwkundige eindopname uitgevoerd;
- Bij schademelding wordt een bouwkundige tussenopname uitgevoerd.

De opname-expert zal bij de vooropname minimaal de volgende zaken opnemen (vereist vanuit BRL5024) en in het vooropname rapport opnemen:

- (Woon-)ruimten aan de binnenzijde van een object, bijvoorbeeld woonkamer, keuken, badkamer, toilet, hal, etc.;
- Schuur, garage indien deze een geheel vormen met en als onderdeel gezien kunnen worden van het hoofdegebouw. (niet standaard indien vrijstaand)
- Steenachtige (delen van) objecten;
- Werkkasten (indien toegankelijk);
- Wanden, vloeren en plafonds;
- Kelders;
- Machineruimten (indien toegankelijk);
- Algemene ruimten van flats/appartementencomplexen;
- Overige ruimten/onderdelen die toegankelijk/bereikbaar zijn;
- Alle aanzichten/gevels van de buitenzijde van objecten;
- Bijgebouwen (zoals schuren en buitenbergingen); indien deze behoren bij een standaard eengezinswoning (woning in rij of geschakeld);
- Erfscheidings en/of tuinmuren van steenachtig materiaal;
- Verhardingen.

Daarnaast zal de opname-expert ook middels foto's (historische) ornamenten vastleggen zoals frisco's, porselein, schilderijen of beelden op sokkels. Vooraf zal de bouwkundig opname-expert vragen of deze zaken vastgelegd mogen worden. Daarnaast is het advies om kostbare en breekbare objecten tijdelijk te verhuizen om daadwerkelijk schadegevallen te kunnen voorkomen.

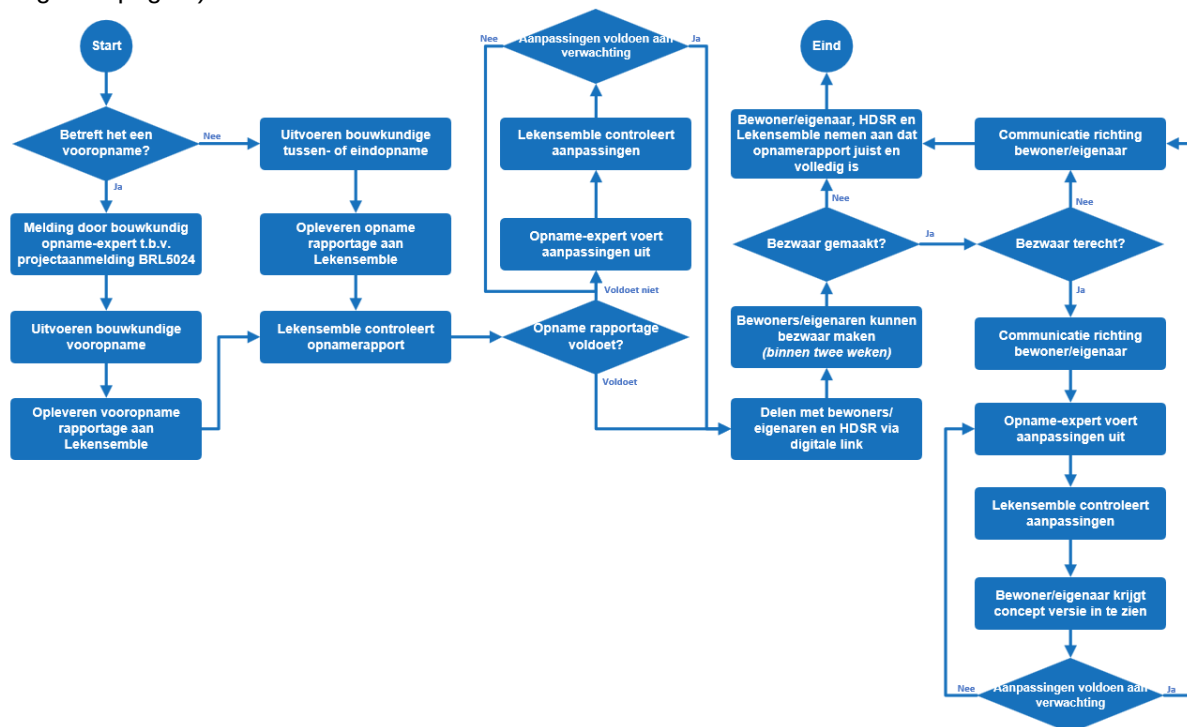
Daarnaast stelt de opname-expert bij de objecten waar trillingsmetingen worden uitgevoerd ook de categorie, monumentale status en de staat vast (zie tabel 6 en 7 voor de toelichting op de inhoud uit SBR-A). Het vooropname rapport wordt gedeeld met bewoners/eigenaren, HDSR en Lekensembles voor de werkzaamheden starten.

Bij bouwkundige tussen- en eindopnames worden aan de hand van de bouwkundige vooropnamerapportage getoetst of er nieuwe zichtbare schade is ontstaan of dat zichtbaar bestaande schade groter is geworden. De bevindingen worden in een rapportage vastgelegd die gedeeld wordt met bewoners/eigenaren, HDSR, de onafhankelijke schade-expert en Lekensembles.

4.2.2 Kwaliteit/normen/richtlijnen/eisen

De bouwkundige vooropnames worden uitgevoerd door een BRL5024 gecertificeerd bedrijf. De BRL5024 is het procescertificaat voor het uitvoeren van bouwkundige opnames. Dit bedrijf zal zich moeten houden aan de eisen die in deze richtlijn is opgesteld, zoals het aanmelden van dit project bij de certificatie-instelling. Het vooropname rapport zal dan ook moeten voldoen aan de vereisten uit BRL5024 en zal per objectadres worden vastgelegd.

HDSR en Lekensembles hechten waarde aan de juistheid en volledigheid van de opnamerapportages. Om de juistheid en volledigheid te kunnen waarborgen, is een proces opgesteld waarbij de opnamerapportages worden gecontroleerd. Deze worden gecontroleerd door Lekensembles. Daarnaast wordt aan bewoners/eigenaren de gelegenheid gegeven om een verzoek tot wijzigen



Figuur 7, Proces kwaliteitscontrole bouwkundige opnames.

4.3 Opname infrastructuur, buitenruimte en asfalt

4.3.1 Omschrijving monitoringsmeting

Door het uitvoeren van een opname van de infrastructuur, buitenruimte en asfalt kunnen voor de start van de realisatiefase bestaande schades en gebreken visueel worden vastgelegd. Hiermee kan worden aangetoond tijdens realisatie of schade aan infrastructuur, buitenruimte en asfalt is veroorzaakt door de werkzaamheden. Bij de opname van infrastructuur, buitenruimte en asfalt wordt gebruik gemaakt van twee technieken (zie figuur 8 op volgende pagina):

- Citymapper: De Citymapper registreert al rijdend de omgeving middels een 360°-camera en drie HDR camera's. De drie HDR camera's zijn gericht op het wegdek.
- Drone: Middels de camera op de drone wordt beeldmateriaal vastgelegd via video.
- Zettingsmeting: Zettingsmeting van de brug in de Groenewoudseweg.

De locatie van het beeldmateriaal wordt gekoppeld aan GNSS-metingen (o.b.v. o.a. GPS).

Het beeldmateriaal dat wordt vastgelegd met de citymapper en de drone wordt beschikbaar gemaakt voor Lekenemble via:

- Harddisk met Horus software om de beelden van de Citymapper te bekijken;
- Harddisk met de video's van de drone-opname.

4.3.2 Kwaliteit/normen/richtlijnen/eisen

Voor het vastleggen van beeldmateriaal middels de Citymapper dient het droog weer te zijn. Dan is het mogelijk om asfaltschades te kunnen herkennen. Indien asfaltschades worden vastgelegd, gebeurt dit op basis van de CROW of DNR.

Voor het uitvoeren van de drone opname dient het landschap niet besneeuwd te zijn en geen regenbuien aanwezig te zijn. Daarnaast moet er weinig wind staan. Het vliegen met de drone wordt uitgevoerd conform de Europese richtlijn A1, A2 en A3 en met een drone die RDW geregistreerd is en het CX keurmerk heeft.



Figuur 8, Links Citymapper, recht drone: Allebij technieken om een opname van de buitenruimte uit te voeren.

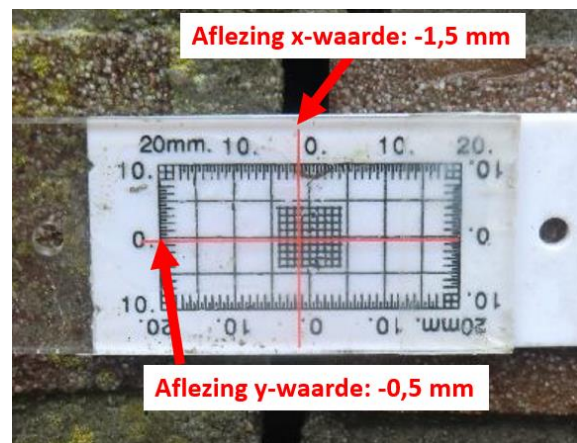
4.4 Scheurwijdtemeter

4.4.1 Omschrijving monitoringsmeting

De scheurwijdtemeter wordt in overleg met bewoners/eigenaren voorafgaand aan de realisatiefase geplaatst op constructieve scheuren. Het is niet mogelijk om dit bij cosmetische scheuren te plaatsen, aangezien mogelijke breedteverschillen hiermee niet af te lezen zijn.

Bij de nulmeting wordt de scheurwijdtemeter fotografisch vastgelegd en gerapporteerd. Tijdens de herhalingsmetingen en de eindmeting wordt de scheurwijdtemeter opnieuw fotografisch vastgelegd. Daarnaast worden de kruisdraden van de scheurwijdtemeter afgelezen en gerapporteerd (zie figuur 9).

De scheurwijdtemeter wordt verlijmd aan de wand/gevel ter hoogte van de constructieve scheur. Hierbij wordt het plaatje met de kruisdraden op de linkerzijde van de scheur geplaatst en het plaatje met de meetschaal op de rechterzijde van de scheur geplaatst. Scheurwijdtemeters blijven in principe achter na realisatiefase. Mochten de bewoners/eigenaren géén scheurwijdtemeter meer willen hebben, wordt deze verwijderd door Lekensembel.



Figuur 9, Voorbeeld scheurwijdtemeter en hoe deze wordt afgelezen.

In de rapportage van de scheurwijdtemeter wordt genoteerd de datum en tijdstip van aflezing; het verschil t.o.v. vorige meting en het verschil t.o.v. de nulmeting. Ook is in de rapportage de meest recente foto van de scheurwijdtemeter weergegeven.

Bij de interpretaties van de metingen moet rekening gehouden worden met externe factoren zoals dag-/nachtfluctuaties, temperatuurverschillen en verschillen in grondwaterstanden.

4.4.2 Kwaliteit/normen/richtlijnen/eisen

Het werken met een analoge scheurwijdtemeter kan mogelijke afleesfouten veroorzaken. Hiervoor wordt de scheurwijdtemeter afgelezen op locatie en bij het verwerken van de resultaten naar een rapportage nogmaals afgelezen vanaf de foto. Daarnaast kunnen bewoners/eigenaren ook zelf de scheurwijdtemeter aflezen.

4.5 Zettingsmeting

4.5.1 Omschrijving monitoringsmeting

Met zettingsmetingen kunnen zettingen van objecten worden gemeten. Zettingsmetingen worden uitgevoerd middels een digitaal waterpasinstrument en een baak (liniaal die door het digitaal waterpasinstrument wordt afgelezen). Voor zettingsmetingen moeten hier meetbouten in de gevel van het object worden geplaatst (en verlijmd) om op een betrouwbare, eenduidige en precieze wijze de zetting te kunnen meten (zie figuur 10). Bij het uitvoeren van zettingsmetingen wordt er gewerkt met twee varianten om de zetting te kunnen meten:

1. Om een absolute zetting te meten wordt de hoogte van punten buiten het invloedsgebied als uitgangspunt gebruikt. Deze hoogte wordt middels een doorgaande waterpassing overgebracht naar de meetbouten die geplaatst zijn op de gebouwen/objecten die zich in het invloedsgebied bevinden. Deze punten buiten het invloedsgebied zijn bekend gemaakt in Normaal Amsterdams Peil.
2. Om een relatieve zetting (zetting van punten onderling van het pand) worden alle meetbouten gemeten en wordt getoetst of het onderlinge hoogteverschil (rotatie-eis) voldoet.

De meetbouten worden na de onderhoudsperiode niet verwijderd, deze kunnen hergebruikt worden bij mogelijke zettingen die zich over een langere tijd plaatsvinden of bij een volgende dijkversterking/werkzaamheden in de omgeving.

De gegevens van zettingen worden getoetst t.o.v. absolute zetting (t.o.v. de punten buiten invloedssfeer) en getoetst op relatieve zetting (zetting tussen de punten onderling op het bouwwerk).

Dit wordt in een vershijlijst weergegeven. Bij het beoordelen van de meetresultaten van zettingsmetingen moet rekening gehouden worden met een meet-onnauwkeurigheid (+/- 0,5 mm), verschilzetting door dag/nacht, temperatuurverschillen en de stand van het grondwater.



Figuur 10, Voorbeeld zettingsmeting bij woning op ander dijkversterkingsproject.

4.5.2 Kwaliteit/normen/richtlijnen/eisen

Zettingsmetingen worden uitgevoerd conform de richtlijn voor het uitvoeren van deformatiemetingen van Rijkswaterstaat. Deze worden vereffend middels MOVE3 software om de betrouwbaarheid van de meting te kwantificeren.

Aan de zettingsmetingen zijn de volgende eisen aan gekoppeld:

- Uitvoering met digitaal waterpasinstrument met aflezing van 0,1 mm.
- Specificaties digitaal waterpasinstrument gelijk aan of beter dan Leica Geosystems DNA03;
- Er wordt gemeten vanuit minimaal twee punten die zich buiten het invloedsgebied bevinden. Deze twee punten worden als uitgangspunten gebruikt bij de doorgaande waterpassing.

De uitgangspunten voor de metingen omtrent precisie en betrouwbaarheidseisen (getoetst in MOVE3) zijn:

- Voor de toetsing en vereffening van de meetgegevens gelden voor alle waarnemingen hetzelfde kansmodel met de parameters de volgende waarden:
 - 1-Dimensionale toets: $\alpha_0 = 0,001$ of 0,1 %
 α_0 = onbetrouwbaarheidsdrempel (Alpha_0)
 - Onderscheidingsvermogen: $\beta = 0,80$ of 80,0 %
 β = onderscheidingsvermogen (Bèta)
 - σ Enkel hoogteverschil absoluut = 0,1 mm
 - σ Enkel hoogteverschil relatief $\leq 1,41 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$
 - σ hoogte aansluitpunt = 0,1 mm
 - Idealisatieprecisie Hoogte = 0,0000 m
- Precisie Z-coördinaat: $\sigma_Z = 1,25 \text{ mm}$
- Bij berekening in MOVE3 is de F-toetst geaccepteerd;

- In de vereffening komen geen verwerpingen van waarnemingen meer voor;
- In de vereffening komen geen slecht gecontroleerde of ongecontroleerde waarnemingen voor;
- Het percentage dat de redundantie aangeeft, is >25 ;
- De waarden voor BNR (Bias to Noise Ratio) zijn van dezelfde orde van grootte en zijn <10 ;
- De MDB-waarden (Minimal Detectable Bias) zijn <10 .

4.6 Verplaatsingsmeting

4.6.1 Omschrijving monitoringsmeting

Met verplaatsingsmetingen kunnen horizontale verplaatsingen van objecten worden gemeten. Verplaatsingsmetingen worden uitgevoerd met een total station die meetpunten meet die op de gebouwen/objecten zijn geplaatst. Deze meetpunten zijn benodigd om op een betrouwbare, eenduidige en precieze wijze de verplaatsing te kunnen meten (zie figuur 11 voor voorbeeld total station en meetpunt). Om een verplaatsing te kunnen meten worden meetpunten aangebracht in de omgeving die gebruikt worden als referentiepunt. Deze referentiepunten worden bekend gemaakt in RD-coördinaten (Rijksdriehoekskoördinaten). In sommige gevallen worden ook scheefstandsmetingen uitgevoerd, hierbij worden twee meetpunten boven elkaar geplaatst om zo de verandering van scheefstand te kunnen meten.



Figuur 11, Voorbeeld total station en meetpunt. Voor dit project kunnen andere meetpunten worden gebruikt.

Bij het beoordelen van de meetresultaten van verplaatsingsmetingen moet rekening gehouden worden met een meet-onnauwkeurigheid ($\pm 2,0$ mm), verschilzetting door dag/nacht, temperatuurverschillen en de stand van het grondwater.

4.6.2 Kwaliteit/normen/richtlijnen/eisen

Verplaatsingsmetingen worden uitgevoerd conform de richtlijn voor het uitvoeren van deformatiemetingen van Rijkswaterstaat. Deze worden vereffend middels MOVE3 software om de betrouwbaarheid van de meting te kwantificeren.

Aan de verplaatsingsmetingen zijn de volgende eisen aan gekoppeld:

- Specificaties total station gelijk aan of beter dan Leica Geosystems TS16”;
- Er wordt gemeten vanuit minimaal drie referentiepunten.
- Er wordt gemeten met twee kijkerstanden.

De uitgangspunten voor de metingen omtrent precisie en betrouwbaarheidseisen (getoetst in MOVE3) zijn:

- Voor de toetsing en vereffening van de meetgegevens gelden voor alle waarnemingen hetzelfde kansmodel met de parameters de volgende waarden:
 - 1-Dimensionale toets: $\alpha_0 = 0,05$ of 5,0%
 α_0 = onbetrouwbaarheidsdrempel (Alpha_0)
 - Onderscheidingsvermogen: $\beta = 0,80$ of 80,0 %
 β = onderscheidingsvermogen (Bèta)
 - σ Richting absoluut $\leq 0,00060$ gon
 - σ Richting relatief $\leq 0,00003$ gon.km
 - σ Afstand absoluut $\leq 0,0020$ m
 - σ Afstand relatief $\leq 2,0$ ppm
 - σ Centreerafwijking $\leq 0,0010$ m
 - Idealisatieprecisie XY $= 0,0000$ m
- Precisie XY-coördinaten: $\sigma_{XY} = 2,5$ mm;
- Bij berekening in MOVE3 is de F-toetst geaccepteerd;
- In de vereffening komen geen verwerpingen van waarnemingen meer voorkomen;
- In de vereffening komen geen slecht gecontroleerde of ongecontroleerde waarnemingen voor;
- Het percentage dat de redundantie aangeeft, is >25 ;
- De waarden voor BNR (Bias to Noise Ratio) zijn van dezelfde orde van grootte en zijn <10 ;
- De MDB-waarden (Minimal Detectable Bias) zijn <10 .

4.7 Trillingsmeting

4.7.1 Omschrijving monitoringsmeting

Er worden trillingsmetingen uitgevoerd om de effecten van de werkzaamheden vast te leggen en hier vroegsignalering mee uit te oefenen. De trillingsmetingen worden uitgevoerd om de effecten van bouwlogistiek, grondwerk en het inbrengen van de langsconstructie te monitoren. Bij overschrijding van de grenswaardes wordt een automatische sms- en e-mailalarmering verzonden naar de diverse betrokkenen van het project die hier actie over moeten uitvoeren. De alarmering wordt verzonden om de twee minuten. In het platform van de leverancier van de trillingsmeters is het mogelijk om (near)real-time inzicht te krijgen in de gemeten waardes. Datzelfde platform kan ook automatische rapportages uitdraaien en opsturen naar leden van het project. De omgevingsmanager deelt deze met eigenaren/bewoners.

De trillingsmetingen worden bevestigd middels een schroef-plug-verbinding. Het boorgat wordt gemaakt in de voeg en wordt na het einde van het project gedicht. De stappen voor het aanbrengen van de trillingsmeter aan de gevel is te zien in figuur 12.



Figuur 12, Aanbrengen van trillingsmeter in gevel woning.

4.7.2 Kwaliteit/normen/richtlijnen/eisen

Trillingsmetingen dienen afhankelijk van het doel te voldoen aan de geldende richtlijnen. Voor dit project worden trillingsmetingen uitgevoerd ter voorkomen van schade aan bouwwerken. De fingerende richtlijn hiervoor is SBR-A. De trillingsmetingen dienen uitgevoerd te worden door een BRL5023 gecertificeerde bedrijf. De BRL5023 is het procescertificaat voor het meten van trillingen. Het bedrijf dat de trillingsmetingen uitvoert, zal ook een melding doen, conform hoofdstuk 5.4.2 uit de BRL5023, bij de certificatie-instelling. Een kopie van de aanmelding kan opgevraagd worden bij de omgevingsmanager.

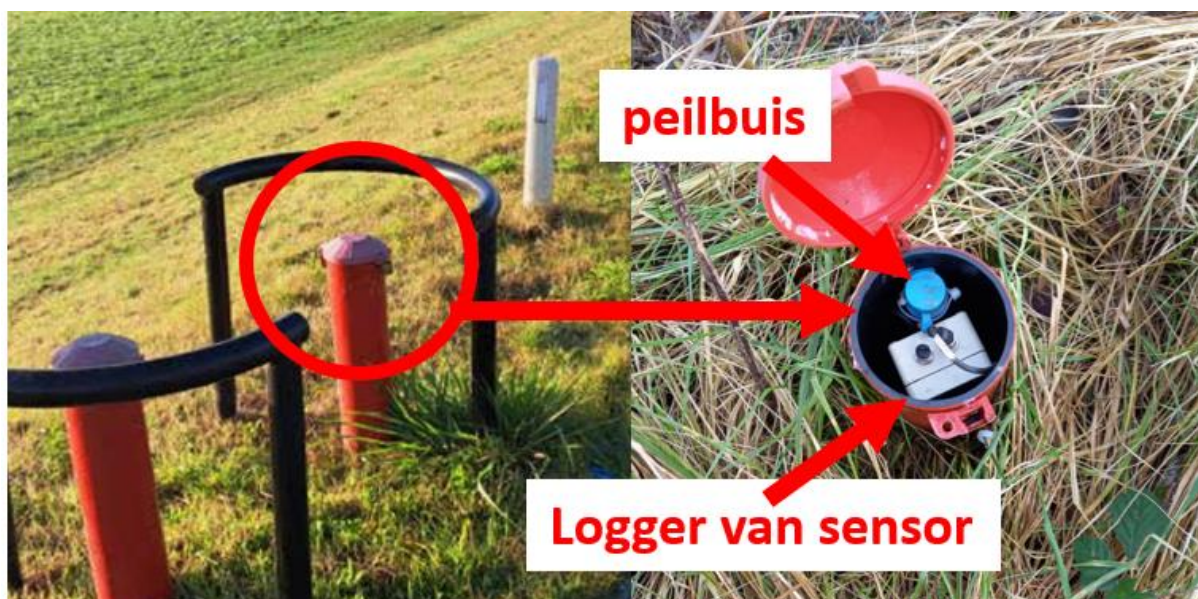
4.7.3 Vragen over trillingsmeters

Bewoners of eigenaren van panden die zich zorgen maken over het werk en het overschrijden van de grenswaarde, kunnen altijd contact opnemen met de omgevingsmanagers. De omgevingsmanagers staan in direct contact met het uitvoeringsteam. De contactgegevens van de omgevingsmanagers vindt u op onze website en staan ook in de BouwApp.

4.8 Peilbuismeting

4.8.1 Omschrijving monitoringsmeting

Met peilbuismetingen kunnen verschillen in de grondwaterstand worden vastgelegd. Deze peilbuismetingen worden uitgevoerd i.v.m. het vastleggen van het effect op kwel die de dijkversterking heeft. De peilbuismetingen worden telemetrisch uitgevoerd. Een voorbeeld van een peilbuis met een logger voor het telemetrisch uitvoeren van de peilbuismetingen is te zien in figuur 13. De resultaten worden zichtbaar gemaakt in de digitale omgeving van de partij die de peilbuizen plaatst. Voor het kunnen uitvoeren van peilbuismetingen dient een peilbuis te worden geslagen/geboord. De exacte locatie van deze peilbuizen worden in overleg met bewoners/eigenaren geplaatst.



Figuur 13, Peilbuis met datalogger voor telemetrisch meten.

4.8.2 Kwaliteit/normen/richtlijnen/eisen

Peilbuismetingen worden uitgevoerd conform het kwaliteitssysteem van de partij die de peilbuizen plaatst. Voor peilbuismetingen aan de dijk dienen de peilbuizen zowel binnen als buitendijks te worden geplaatst.

4.9 Zakbaakmeting

4.9.1 Omschrijving monitoringsmeting

Zakbaakmetingen worden uitgevoerd om een controle te kunnen doen of de benodigde grondzetting wordt behaald. Met een zakbaakmeting kan Lekensembles controleren of zij voldoet aan de zettingseisen en de ophoogslagen. Een zakbaken is een stalen object met een plateau of schijf op een stalen buis die op de grond wordt geplaatst. De landmeter meet de bovenkant van het plateau of schijf en de maaiveld hoogte in. Een voorbeeld van een zakbaken is weergegeven in figuur 14. De zakbaakmetingen worden verwerkt in de zakbaken-excelsheet van Heijmans Infra.



Figuur 14, Voorbeeld van zakbaken.

4.9.2 Kwaliteit/normen/richtlijnen/eisen

Het inmeten van de zakbaken wordt gedaan middels total station.

De positie van de zakbaken wordt gecontroleerd om te kijken of deze niet aangereden is.

5 Monitoringssysteem

Het monitoringssysteem wordt voor de volgende doeleindes gebruikt:

- Vastleggen van de nul- en eindsituatie om vast te hebben gelegd of er al schade aanwezig was, of dat het nieuwe schade is;
- Uitvoeren van vroegsignalering om het uitvoeringsproces bij te sturen waardoor schade voorkomen kan worden;
- Controleren van ontwerpuitgangspunten.

In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in hoe het monitoringsysteem in elkaar zit en uit welke monitoringsmetingen de verschillende monitoringssystemen voor dit project uit bestaan.

5.1 Toestemmingen

Voor het uitvoeren van de monitoringsmetingen is toestemming benodigd van bewoners/eigenaren.

Voor het volgende is toestemming benodigd:

- Plaatsen van meetbouten, meetpunten, scheurwijdtemeter en meetinstrumentarium (o.a. trillingsmeters). Bij het plaatsen mag de stakeholder aanwezig zijn;
- Uitvoeren van bouwkundige voor- en eindopname;
- Uitvoeren van monitoringsmetingen

Als er géén bereidheid is tot medewerking (voor bovenstaande drie punten) ontvangen de desbetreffende eigenaren/stakeholders een brief van HDSR dat zij niet in aanmerking komen tot de omgekeerde bewijslast.

5.2 Schade aan bouwwerken

5.2.1 Omschrijving monitoringssysteem

Een overzicht van de monitoringsmetingen om de nulsituatie vast te leggen en om vroegsignalering uit te voeren om zo schade te voorkomen is weergegeven in figuur 15 (zie volgende pagina).

	NULMETING <i>Vastleggen nultoestand</i>	HERHALING SMETING <i>Tijdens realisatie</i>	EINDMETING <i>Vastleggen eindtoestand</i>
Bouwwerken < 30 m langs bouwlogistiek – 1e lijns (op maatgevende locaties)	Trillingsmeting Bouwkundige vooropname Scheurwijdtemeter	Trillingsmeting Scheurwijdtemeter	Bouwkundige eindopname Scheurwijdtemeter
Bouwwerken < 50 m langs bouwlogistiek – 2e lijns	Bouwkundige vooropname Scheurwijdtemeter	Scheurwijdtemeter	Bouwkundige eindopname Scheurwijdtemeter
Bouwwerken < 30 m van grondwerk en drukkend inbrengen langsconstructies	Bouwkundige vooropname Zettingsmeting Trillingsmeting Scheurwijdtemeter	Zettingsmeting Trillingsmeting Scheurwijdtemeter	Bouwkundige eindopname Zettingsmeting Scheurwijdtemeter
Bouwwerken < 40 m van trillend inbrengen langsconstructies	Bouwkundige vooropname Zettingsmeting Trillingsmeting Scheurwijdtemeter	Zettingsmeting Trillingsmeting Scheurwijdtemeter	Bouwkundige eindopname Zettingsmeting Scheurwijdtemeter
Bouwwerken buiten direct invloedsgebied grondwerk en inbrengen langs constructie, maar binnen < 50 meter (normaal) en < 100 meter (monumentaal)	Zettingsmeting (halfjaarlijks) Bouwkundige vooropname Scheurwijdtemeter	Zettingsmeting (halfjaarlijks) Scheurwijdtemeter	Zettingsmeting (halfjaarlijks) Bouwkundige eindopname Scheurwijdtemeter
Specifieke gevoelige objecten	Verplaatsingsmeting Zettingsmeting Scheurwijdtemeter	Verplaatsingsmeting Zettingsmeting Scheurwijdtemeter	Verplaatsingsmeting Zettingsmeting Scheurwijdtemeter

Figuur 15, Monitoringssysteem voor schade aan bouwwerken.
Sterke Lekdijk: Monitoringsplan Omgevingsobjecten WAM

5.2.2 Meetregime en frequenties

Objecten langs route bouwlogistiek:

Het invloedsgebied, dat conservatief bepaald is, voor trillingen door bouwlogistiek is 30 meter.

Het volgende meetregime wordt toegepast voor de trillingen die veroorzaakt worden door bouwlogistiek:

- Voor realisatie: Bouwkundige vooropname, nulmeting scheurwijdtemeter en twee weken voor start plaatsen trillingsmeters op maatgevende locaties. Maatgevende locaties zijn locaties wanneer meerdere objecten 'dicht' bij elkaar staan alléén het object het dichtbij zijnde de bouwlogistiekroute wordt gemonitord op trillingen.
- Tijdens realisatie:
 - Eén keer per kwartaal herhalingsmeting van de scheurwijdtemeter.
- Na realisatie: Bouwkundige eindopname en eindmeting van de scheurwijdtemeter.

Objecten bij invloedsgebied grondwerk en drukkend inbrengen langsconstructie

Het invloedsgebied, dat conservatief bepaald is, voor trillingen door grondwerk en drukkend inbrengen van damwandplanken door een damwanddrukstelling is 30 meter.

Het volgende meetregime wordt toegepast voor trillend inbrengen van de langsconstructie:

- Voor realisatie: Bouwkundige vooropname, nulmeting scheurwijdtemeter en halfjaarlijkse zettingsmeting.
- Tijdens realisatie:
 - Eén week voordat grondwerk of het drukken van de damwandplanken het invloedsgebied bereikt: Uitvoeren één (absolute) zettingsmeting; plaatsen trillingsmeters en herhalingsmeting scheurwijdtemeter.
 - Grondwerk en drukken langsconstructie binnen invloedsgebied: Eén keer per week (relatieve) zettingsmeting en herhalingsmeting scheurwijdtemeter.
 - Grondwerk en drukken langsconstructie buiten invloedsgebied: Uitvoeren (relatieve) zettingsmeting en herhalingsmeting scheurwijdtemeter. Verwijderen trillingsmeter.
 - Eén week nadat Grondwerk en drukken langsconstructie uit invloedsgebied is: Uitvoeren (relatieve) zettingsmeting en herhalingsmeting scheurwijdtemeter.
- Na realisatie: Halfjaarlijkse zettingsmeting (tot 3 jaar na realisatie), eindopname en eindmeting scheurwijdtemeter.

Objecten bij invloedsgebied trillend inbrengen langsconstructie

Het invloedsgebied, dat conservatief bepaald is, voor het trillend inbrengen van damwandplanken door een damwandstelling is 40 meter.

Het volgende meetregime wordt toegepast voor trillend inbrengen van de langsconstructie:

- Voor realisatie: Bouwkundige vooropname, nulmeting scheurwijdtemeter en halfjaarlijkse zettingsmeting.
- Tijdens realisatie:
 - Eén week voordat damwandstelling invloedsgebied bereikt: Uitvoeren één (absolute) zettingsmeting; plaatsen trillingsmeters en herhalingsmeting scheurwijdtemeter.
 - Damwandstelling binnen invloedsgebied: Om de dag uitvoeren (relatieve) zettingsmeting en herhalingsmeting scheurwijdtemeter.
 - Damwandstelling uit invloedsgebied: Uitvoeren (relatieve) zettingsmeting en herhalingsmeting scheurwijdtemeter. Verwijderen trillingsmeter.
 - Eén week nadat damwandstelling uit invloedsgebied is: Uitvoeren (absolute) zettingsmeting en herhalingsmeting scheurwijdtemeter.
 - Eén maand nadat damwandstelling uit invloedsgebied is: Uitvoeren (absolute) zettingsmeting en herhalingsmeting scheurwijdtemeter.
- Na realisatie: Halfjaarlijkse zettingsmeting (tot 3 jaar na realisatie), eindopname en eindmeting scheurwijdtemeter.

Overige objecten

Ook wordt er buiten het directe invloedssfeer van de werkzaamheden gemonitord. Deze grenzen zijn gezet op 50 meter vanuit een dijk voor 'normale' bouwwerken en 100 meter vanuit een dijk voor 'monumentale' bouwwerken. Er wordt met een groter invloedssfeer voor monumentale bouwwerken gewerkt i.v.m. de historische waarde van het bouwwerk.

Hiervoor worden de volgende monitoringsmetingen uitgevoerd:

Voor realisatie: Bouwkundige vooropname, nulmeting scheurwijdtemeter en halfjaarlijkse zettingsmeting.

Tijdens realisatie: Halfjaarlijkse zettingsmeting en halfjaarlijkse herhalingsmeting scheurwijdtemeter.

Na realisatie: Halfjaarlijkse zettingsmeting (tot 3 jaar na realisatie), eindopname en eindmeting scheurwijdtemeter.

Specifieke gevoelige objecten:

Indien blijkt uit de halfjaarlijkse zettingsmetingen (tijdens PU-fase) en de bouwkundige vooropnames en inschaling volgens SBR-A dat een object 'gevoelig' is wordt hier een aanvullend meetregime opgesteld en overlegd met de desbetreffende bewoners/eigenaren van het object.

5.2.3 Locatie meetpunten

Scheurwijdtemeter:

Op constructieve scheuren wordt een scheurwijdtemeter geplaatst. Dit wordt in overleg gedaan met de desbetreffende bewoners/eigenaren.

Trillingsmeter:

- Voor indicatieve meting wordt de trillingsmeter het dichtst bij de trillingsbron geplaatst.
- Voor beperkte meting wordt twee trillingsmeters geplaatst. Eén het dichtst bij de trillingsbron en de ander het een-na-dichtst bij de trillingsbron (op een andere hoek van het object).
- Voor een uitgebreide meting worden op vier hoekpunten van het object een trillingsmeter geplaatst.

Zettingsmeting:

Op de hoekpunten wordt een meetbout geplaatst.

Verplaatsingsmeting:

Afhankelijk van de situatie worden de posities van de meetpunten bepaald. Er is géén algemeen toepasbare methode.

5.2.4 Demobilisatie

Zettingsmeting:

De meetbouten voor de zettingsmetingen blijven achter in het gebouw/object. Op deze manier kan er in de toekomst gemakkelijk worden gemeten.

Verplaatsingsmeting:

In overleg met bewoner/eigenaar worden de meetpunten behouden of verwijderd.

Trillingsmeting:

Trillingsmeters worden verwijderd. Gaten in de gevel voor trillingsmeters worden gedicht.

Scheurwijdtemeting:

In overleg met bewoner/eigenaar worden de scheurwijdtemeter behouden of verwijderd.

5.2.5 Grenswaardes

De grenswaardes waar met dit monitoringssysteem aan wordt getoetst is weergegeven in tabel 11.

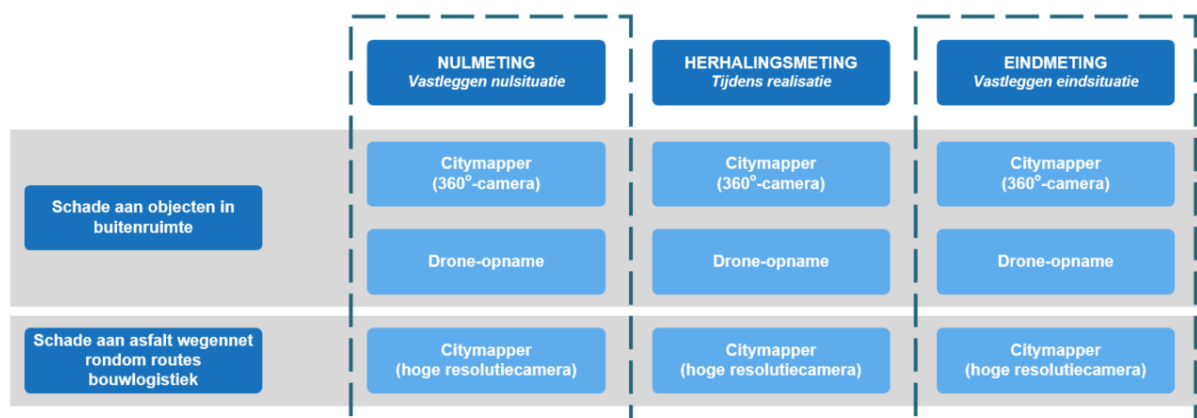
Tabel 11, Grenswaardes.

Monitoringsparameter	Signaalwaarde	Interventiewaarde	Uiterste waarde
Trillingen die schade aan bouwwerken veroorzaken (SBR-A)	75% grenswaarde SBR-A	100% grenswaarde SBR-A	150% grenswaarde SBR-A (schadekans <5%)
Absolute zetting	3 mm	5 mm	
Relatieve zetting	1:1250	1:900	1:300
Verplaatsing	7 mm	10 mm	
Verandering scheefstand gevel	3 mm	5 mm	
Verandering scheurwijdte	3 mm	5 mm	

5.3 Schade aan percelen/infrastructuur/openbare ruimte/asfalt

5.3.1 Omschrijving monitoringssysteem

Een overzicht van de monitoringsmetingen om de nulsituatie vast te leggen en om tussentijds mogelijke (nieuwe) schade vast te leggen is figuur 16.



Figuur 16, Monitoringsmetingen voor vastleggen schade aan infrastructuur, openbare ruimte en asfalt.

5.3.2 Frequentie

Nulmeting (voor realisatie)

Voor realisatie wordt een opname uitgevoerd met de Citymapper en de drone.

Herhalingsmeting (tijdens realisatie)

Tijdens realisatiefase wordt elke twee maanden een opname met de drone gemaakt en jaarlijks een opname met de Citymapper.

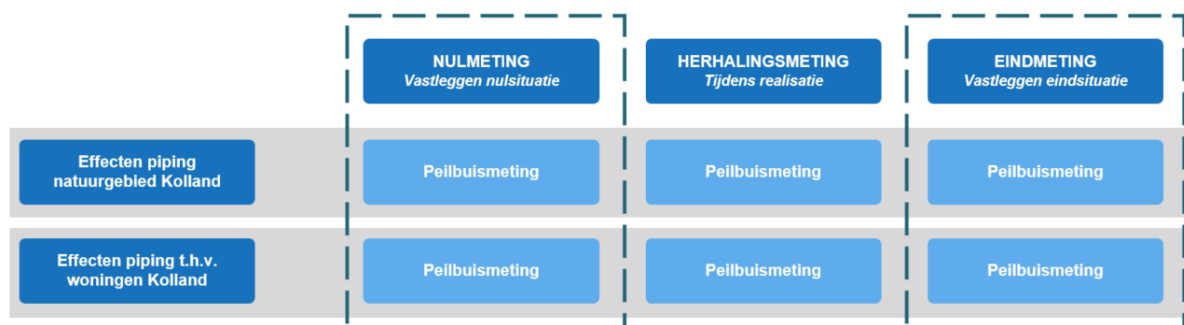
Eindmeting (na realisatie)

Na realisatie wordt nog eenmalig een opname uitgevoerd met de Citymapper en de drone.

5.4 Effecten kwelwater door pipingmaatregelen

5.4.1 Omschrijving monitoringssysteem

In het gebied Kolland worden de grondwatereffecten (effect kwelwater door pipingmaatregel dijkversterking) met behulp van peilbuizen in beeld gebracht. Voor het uitvoeren van de peilbuismeting is een plan van aanpak opgesteld. Een overzicht van de monitoringsmetingen om de effecten van kwelwater door pipingmaatregelen is weergegeven in figuur 17.



Figuur 17, Overzicht monitoringsmetingen voor vastleggen effecten van kwelwater.

5.4.2 Frequentie

Nulmeting (voor realisatie)

De nulmeting wordt uitgevoerd voor start van de werkzaamheden. De startdatum vanaf wanneer de peilbuismetingen worden opgestart, moet nog worden bepaald.

Herhalingsmeting (tijdens realisatie)

Gedurende de realisatiefase worden de peilbuismetingen dagelijks gemeten.

Eindmeting (na realisatie)

Na realisatie wordt er nog drie jaar de peilbuismetingen herhaald.

5.4.3 Demobilisatie

Na afronding van de onderhoudsfase verwijdert Lekensemble de meetapparatuur in de peilbuizen.

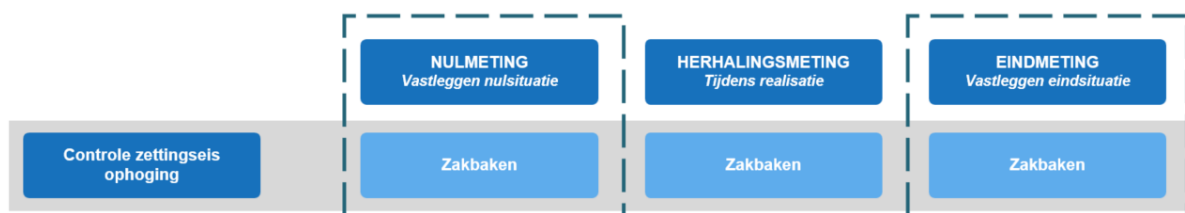
5.4.4 Locatie peilbuizen

De locatie van de peilbuizen worden opgenomen in de monitoringskaart. De peilbuizen worden binnen en buiten de dijk geplaatst.

5.5 Controle op zettingseis

5.5.1 Omschrijving monitoringssysteem

Een overzicht van de monitoringsmetingen om te controleren of de zettingseis en de vereiste ophoogslagen aan voldaan wordt, is weergegeven in figuur 18.



Figuur 18, Overzicht monitoringsmeting voor de controle op de zettingseis en ophoogslagen.

5.5.2 Frequentie

Nulmeting (voor realisatie)

Bij plaatsen van de zakbaken meet de landmeter één keer de zakbaken gecontroleerd in.

Herhalingsmeting (tijdens realisatie)

Tijdens het uitvoeringsontwerp wordt de frequentie voor het meten van de zakbaken vastgesteld.

Eindmeting (na realisatie)

Na de realisatiefase worden geen zakbaken gemeten.

5.5.3 Demobilisatie

Nadat de vereiste zettingseis is gehaald, wordt de zakbaken verwijderd. Dit is op aangeven van adviseur geotechniek en (hoofd)uitvoerder.

5.5.4 Locatie zakbaken

De locatie van de zakbaken staan weergegeven in tekening. Deze tekening wordt tijdens het uitvoeringsontwerp opgesteld.

5.6 Monitoringskaart

Tijdens het uitvoeringsontwerp wordt de monitoringskaart gemaakt.

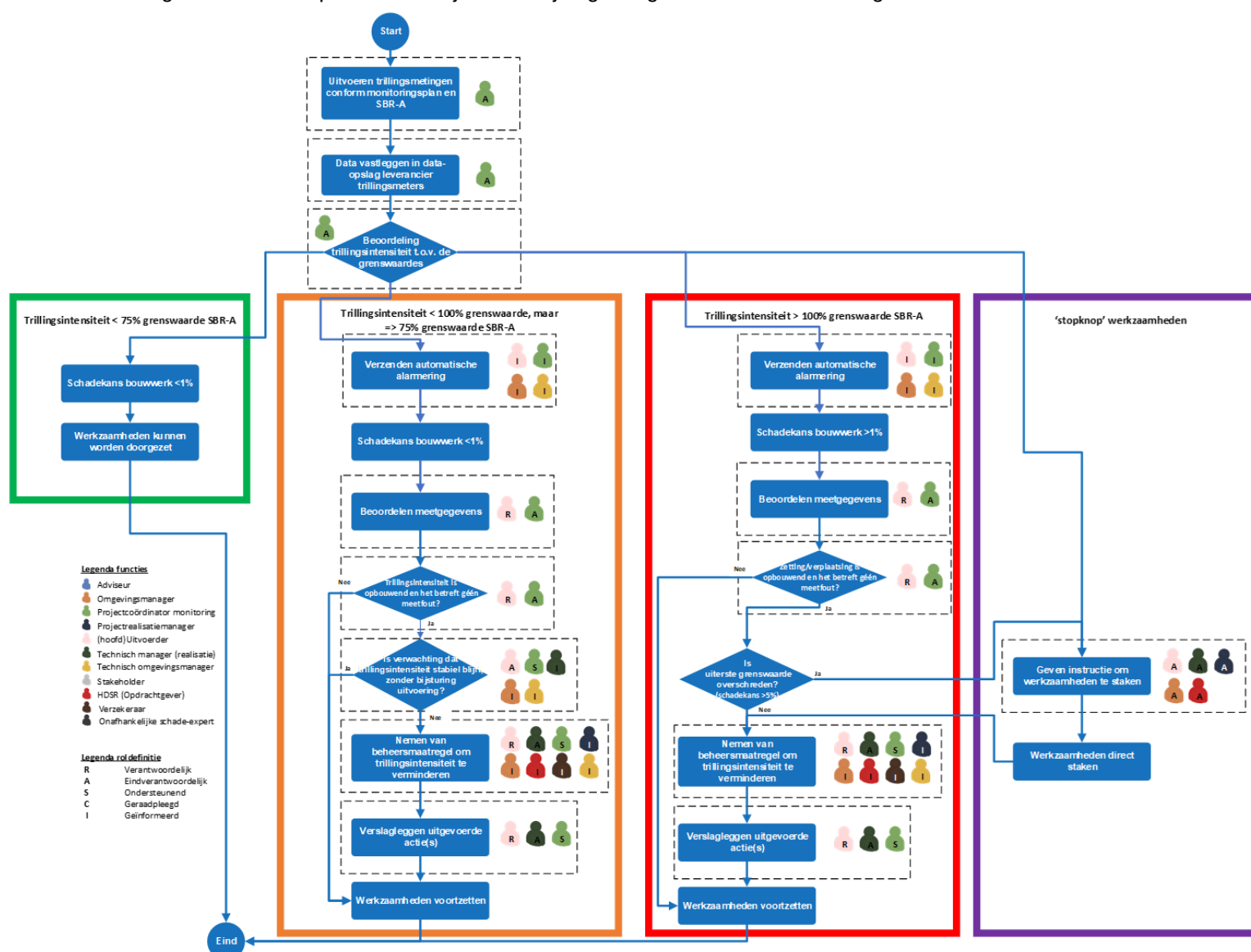
Voor de bewoners/eigenaren wordt de monitoringskaart gedeeld middels een brief. In deze brief staat omschreven welke monitoringsmetingen worden uitgevoerd.

6 Actieprotocol

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het actieprotocol wanneer monitoringsmetingen zijn uitgevoerd en bij toetsing gebleken is dat er overschrijdingen zijn van signaal- en interventiewaarde. Afhankelijk van de orde grootte en type overschrijding dienen hier beheersmaatregelen genomen te worden. Deze beheersmaatregelen moeten worden opgenomen in desbetreffende werkplannen en werkinstructies voor de activiteiten die worden uitgevoerd.

6.1 Overschrijdingen grenswaarde trillingen (SBR-A)

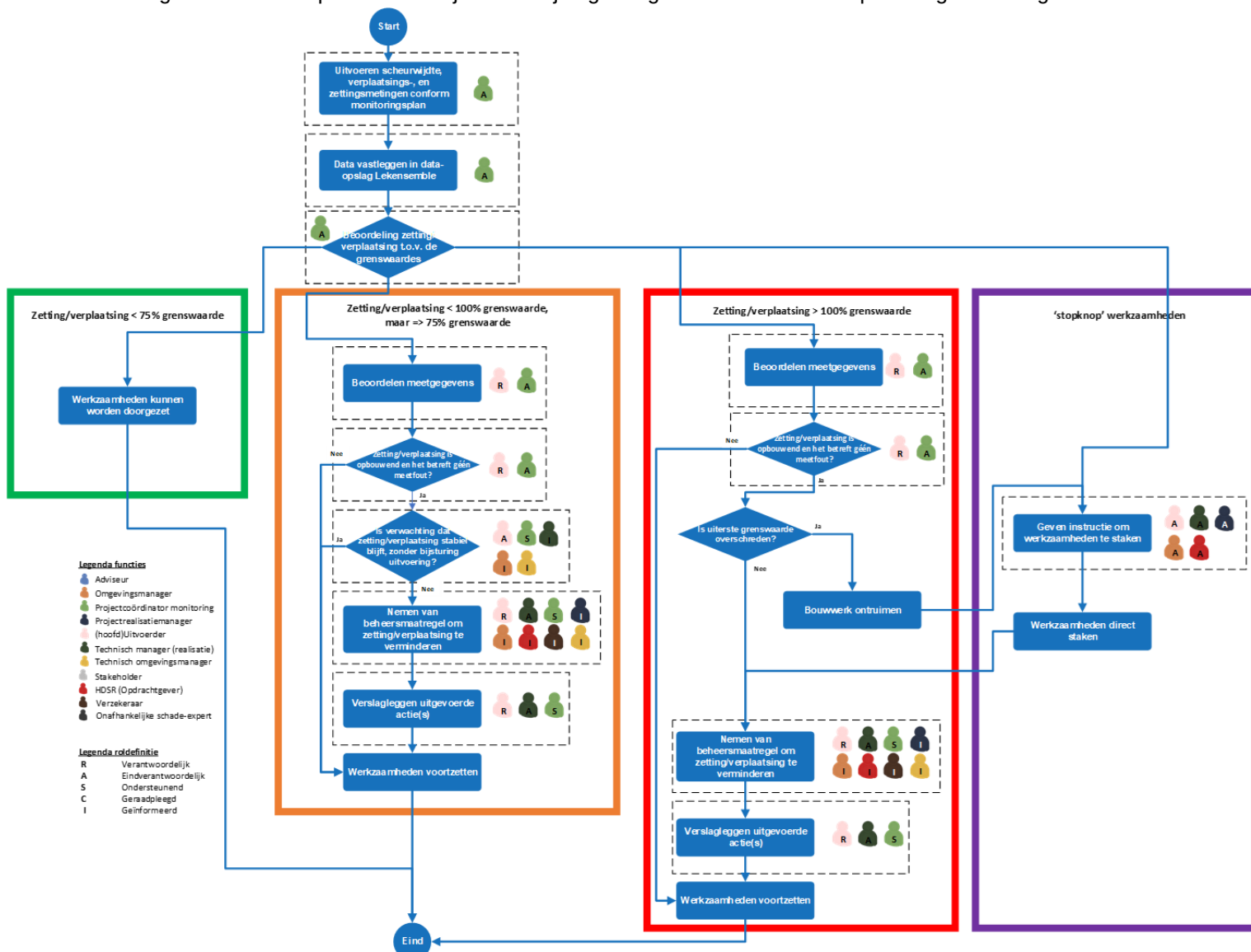
Figuur 19 laat het proces zien bij overschrijding van grenswaarde voor trillingen.



Figuur 19, Actieprotocol voor het uitvoeren van vroegsignalering om schade door trillingen aan bouwwerken te voorkomen.

6.2 Overschrijdingen grenswaarde zetting en verplaatsing

Figuur 20 laat het proces zien bij overschrijding van grenswaarde voor verplaatsing en zetting.



Figuur 20. Actieprotocol voor het uitvoeren van vroegsignalering om schade door verplaatsing en zetting aan bouwwerken te voorkomen.

7 Verslaglegging en communicatie

7.1 ICT middelen

In tabel 12 is een overzicht gemaakt van de verschillende ICT middelen die gebruikt worden bij het uitvoeren, verwerken en rapporteren van monitoringmetingen en het opslaan van de data van monitoringmetingen.

Tabel 12, ICT middelen die gebruikt worden.

ICT middelen	Toelichting
ArcGIS Online	Weergavenmiddel voor de monitoringskaart.
AutoCAD/Civil3D	Software voor het maken van tekeningen/visualisaties
Excel	Gebruik voor het opmaken van rapportages en verschillijsten voor diverse monitoringmetingen.
Honeycomb	Het platform van de leverancier van de trillingsmeters waar de instellingen van de trillingsmeters wordt beheert. En de resultaten van de trillingsmeters worden weergegeven.
Horusviewer	Software om het beeldmateriaal van de Citymapper te bekijken.
MOVE3	Programma voor het verwerken van landmeetkundige metingen, waaronder zettings- en verplaatsingsmetingen.
Outlook	Communicatiemiddel voor het verzenden van rapportages en (ruwe) data.
Word	Gebruik voor het opmaken van rapportages.
Relatics	Verslaglegging van communicatie met stakeholder(s).

7.2 Opslag monitoringsdata

In tabel 13 is een overzicht gegeven van waar de diverse data van de monitoringmetingen worden opgeslagen.

Tabel 13, Locatie waar monitoringsdata wordt opgeslagen.

Monitoringsmeting	Opslaglocatie
Constructieve inventarisatie	Locatie wordt bepaald tijdens uitvoeringsontwerp fase.
Bouwkundige opname	Locatie wordt bepaald tijdens uitvoeringsontwerp fase.
Opname infrastructuur, buitenruimte en asfalt	Locatie wordt bepaald tijdens uitvoeringsontwerp fase.
Scheurwijdtemeter	Locatie wordt bepaald tijdens uitvoeringsontwerp fase.
Deformatiemeting Z – Zettingsmeting	Locatie wordt bepaald tijdens uitvoeringsontwerp fase.
Deformatiemeting XY – Verplaatsingmeting	Locatie wordt bepaald tijdens uitvoeringsontwerp fase.
Trillingsmeting	Locatie wordt bepaald tijdens uitvoeringsontwerp fase.
Peilbuismeting	Locatie wordt bepaald tijdens uitvoeringsontwerp fase.
Zakbaakmeting	Locatie wordt bepaald tijdens uitvoeringsontwerp fase.

7.3 Presentatie monitoringsdata

In tabel 14 is een overzicht gegeven van hoe de verschillende monitoringsmetingen worden vastgelegd.

Tabel 14, Wijze hoe monitoringsdata wordt gepresenteerd.

Monitoringsmeting	Projectteam WAM	Stakeholders
Constructieve inventarisatie	Rapportage (pdf) + losse foto's.	Rapportage (pdf) + losse foto's.
Bouwkundige opname	Rapportage (pdf) + losse foto's.	Rapportage (pdf) + losse foto's.
Opname infrastructuur, buitenruimte en asfalt	Via Horusviewer	
Scheurwijdtemeter	Rapportage (pdf) + losse foto's.	Rapportage (pdf) + losse foto's.
Zettingsmeting	Rapportage (pdf)	Rapportage (pdf)
Verplaatsingmeting	Rapportage (pdf)	Rapportage (pdf)
Trillingsmeting	Online platform + rapportage (pdf) + automatische sms/e-mailalarmering	Rapportage (pdf)
Peilbuismeting	Online platform + rapportage (pdf)	Rapportage (pdf)
Zakbaakmeting	Excelsheet + rapportage (pdf)	Rapportage (pdf)

In de rapportage voor scheurwijdtemeter, zettingsmeting en verplaatsingsmeting wordt het volgende opgenomen:

- Locatie meetpunten;
- Verschillenlijst t.o.v. nulmeting en vorige meting;
- Toetsing aan signaal- en grenswaarde.

In de rapportage voor trillingsmetingen wordt het volgende opgenomen:

- Inschaling volgens SBR-A;
- Omschrijving locatie meetpunt;
- Toetsing aan signaal- en grenswaarde.

Stakeholders kunnen via hun omgevingsmanagers of via sterkelekdijs@hdsr.nl de meetrapportages opvragen.

7.4 Verslaglegging overschrijdingen grenswaarde en beheersmaatregelen

Bij overschrijdingen van grenswaardes start de projectcoördinator monitoring het proces voor het uitvoeren van vervolgacties op zoals omschreven staat in hoofdstuk 6. Om aantoonbaar beheersmaatregelen vast te leggen bij de overschrijding van grenswaardes, wordt gebruikgemaakt van een mailbox om alle mailwisselingen in op te slaan. De mailbox werkt als volgt:

1. Overschrijdingen van grenswaardes worden verzonden naar een specifiek ingerichte Lekenemble mailbox en naar de desbetreffende personen van het projectteam (o.a. omgevingsmanagers, projectcoördinator monitoring en (hoofd)uitvoerder;
 2. Wanneer een beheersmaatregelen worden toegepast reageert de (hoofd)uitvoerder op de mail met overschrijding en neemt hier de desbetreffende personen van het projectteam in mee;
 3. Na het uitvoeren van de beheersmaatregelen en de diverse monitoringsmetingen controleert projectcoördinator monitoring of de beheersmaatregelen effect hebben. En geeft hier terugkoppeling aan de desbetreffende personen van het projectteam.
 4. Als de beheersmaatregel heeft geholpen, laat de (hoofd)uitvoerder een memo opstellen waarbij vastgelegd is dat de beheersmaatregel effect heeft. Hierbij ondersteunt de projectcoördinator monitoring de (hoofd) uitvoerder. Deze memo wordt gedeeld met HDSR, verzekeraar, onafhankelijke schade-expert, technisch manager realisatie, omgevingsmanagers en projectrealisatiemanager.
- Als de beheersmaatregel niet heeft geholpen wordt een andere beheersmaatregel gekozen en getoetst of dit wel het gewenste effect heeft om schade te voorkomen.

7.5 Opleverdossier monitoring

Het opleverdossier monitoring wordt in twee etappes opgeleverd aan HDSR:

- Eind van de realisatiefase;
- Drie jaar na realisatiefase.

Het opleverdossier monitoring bevat de volgende onderdelen:

- Monitoringsplan (en indien van toepassing de addendums);
- Plan van aanpak trillingsmetingen (vereiste vanuit BRL5023);
- Output van de monitoringskaart;
- Projectaanmeldingen volgens de BRL;
- Rapportages inclusief foto's van de constructieve inventarisatie;
- Rapportages inclusief foto's van de bouwkundige opnames;
- Rapportages inclusief foto's van de scheurwijdtemeters;
- Rapportages en beeldmateriaal die ingewonnen zijn met Citymapper of drone en indien van toepassing uitgewerkte producten;
- Rapportages van zettingsmetingen;
- Rapportages van verplaatsingsmetingen;
- Rapportages van trillingsmetingen;
- Rapportages van peilbuismetingen;
- Rapportages van zakbaakmetingen;
- Overschrijdingen van signaal- en interventiewaardes met de bijbehorende opvolging.

Het opleverdossier is één bestandsmap met bovenstaande onderdelen erin opgenomen.

7.6 Communicatie monitoringsdata richting stakeholders

Stakeholder kunnen monitoringsrapportages ontvangen, wanneer zij aangeven bij de omgevingsmanager dat zij graag een monitoringsrapportage willen ontvangen zodra deze beschikbaar is.

De omgevingsmanager zal de monitoringsrapportage opvragen bij projectcoördinator monitoring. De technisch omgevingsmanager zal de monitoringsrapportage toelichten aan de stakeholder. Het project heeft niet gekozen om online monitoringsdata beschikbaar te maken. Dit i.v.m. de complexiteit van de monitoringsdata voor 'leken'. Wel blijft het project voorstander om monitoringsdata te verstrekken aan stakeholders, voor trillingsmetingen kunnen dagelijks rapportages worden verstrekt.

8 Schade en schade-afhandeling

8.1 Factsheet schade

Voor (de afhandeling van) schade is door het programmteam voor ieder deeltraject van Sterke Lekdijk een folder gemaakt (Factsheet schade). De folder voor het deeltraject Wijk bij Duurstede-Amerongen is te vinden via de volgende website: [Documenten - HDSR](#). In de schade folder wordt het proces voor de schade-afhandeling beschreven. Op deze wijze wikkelt het project (eventuele) schade op een transparante, zorgvuldige en voortvarende manier af.

8.2 Afhandelen van schade

Voor het afhandelen van schade zijn binnen het programma Sterke Lekdijk duidelijke afspraken gemaakt (zie <https://www.hdsr.nl/buurt/sterke-lekdijk/schade/>). Er wordt onderscheidt gemaakt tussen schade onder de €1.000 en boven de €1.000.

HDSR kiest ervoor om een onafhankelijke schade-expert een rol te geven in de schadebehandeling voor schades beneden het eigen risico van de CAR-verzekering (bedrag tot €25.000 met een drempelwaarde van €1.000,00). De schademeldingen worden gecoördineerd in een samenwerking tussen HDSR, Lekensemble en de projectleider van het schadebureau. De schade-expertise wordt verzorgd vanuit Atrium Expertise.

Het project zal (mogelijke) schades als gevolg van de uitvoeringswerkzaamheden melden aan het centrale loket voor schadeafhandeling van HDSR om zo bij te dragen aan een transparante, zorgvuldige en voortvarende afwikkeling van schades, zodanig dat de ervaren overlast als gevolg van de schade wordt geminimaliseerd.

8.3 Omgekeerde bewijslast

In ons rechtssysteem geldt dat degene die beweert dat een ander aansprakelijk is voor schade en daarvoor schadevergoeding eist, dat zal moeten bewijzen. "Wie eist, bewijst!". Je moet de aansprakelijkheid van de ander kunnen aantonen. In het geval van dit project wordt de omgekeerde bewijslast toegepast. Dit houdt in dat HDSR zou moeten bewijzen dat de schade niet door de (werkzaamheden van de) dijkversterking komt. Dit geldt alléén voor de objecten binnen de vijftig meter van de teen van de dijk. Daarbuiten geldt deze omgekeerde bewijslast niet.

Daarnaast is een voorwaarde dat medewerking wordt gegeven voor een:

- Bouwkundige vooropname;
- Zettingsmetingen (en indien van toepassing verplaatsingsmetingen)
- Trillingsmetingen;
- Peilbuismetingen
- Data-inwinning/beeldopname.

Als er géén bereidheid is tot medewerking ontvangen de desbetreffende eigenaren/stakeholders een brief van HDSR dat zij niet in aanmerking komen tot de omgekeerde bewijslast.

8.4 Experts zelf inschakelen

Betrokkenen bij de dijkversterking kunnen na afstemming met het waterschap een second opinion laten uitvoeren door een andere gecertificeerde partij die is goedgekeurd door het waterschap. De kosten hiervan betaalt het waterschap. In het uiterste geval schakelt het waterschap een derde partij in om te komen tot een definitieve afhandeling.

9 Veiligheid, gezondheid en milieu

Naast de project overkoepelde werkzaamheden zijn er ook specifieke risico's ten aanzien van veiligheid, gezondheid en milieu die volgen uit de werkzaamheden voor het monitoringssysteem. Deze risico's worden toegelicht in dit hoofdstuk.

9.1 Melden afwijkingen veiligheid en gezondheid

Veiligheid en milieu afwijkingen komen voor in de vorm van GO!-meldingen. Deze meldingen moeten te allen tijde direct worden vastgelegd door middel van de beschikbare formulieren en documenten in de GO!-app (zie www.geenongevallen.nl).

9.2 Veiligheidsrisico's m.b.t. uitvoering monitoringsplan

In tabel 15 is een overzicht gegeven van mogelijke veiligheidsrisico's bij de uitvoering van het monitoringsplan.

Tabel 15, Veiligheidsrisico's bij het uitvoeren van monitoringsmetingen.

Risico	Oorzaak Risico	Beheersmaatregel
Aanrijdgevaar ((bouw)weg)	Uitvoeren van metingen op of langs de weg of het installeren, demonteren of onderhouden van het monitoringssysteem. Voorbeeld: uitvoeren van waterpassing of opname met drone	Werkzaamheden op de weg worden uitgevoerd wanneer een verkeersmaatregel aanwezig is. Dragen van signalerende kleding die voldoet aan EN-ISO 20471 klasse 2 en/of 3 en RWS-norm (oranje). Inzet verkeersregelaar als persoonsbeveiliging.
Valgevaar/werken op hoogte	Plaatsen van meetpunten op hoogte of het vastleggen van scheurwijdtemeters.	Gebruik maken van gekeurde middelen om op hoogte te komen. Bij werken op hoogte, altijd met een extra man werken.
Alleen werken	Medewerkers werken alleen, zonder dat dit bekend is bij projectcoördinator monitoring of het uitvoeringsteam.	Voorkomen dat alléén wordt gewerkt. Gebruik maken van de 'alleen werken' functie van de GO!-App.
Struikel- en valgevaar	Struikelen over meetpunten die uitsteken uit de vloer, het maaiveld of een wand. Of rondslingerende objecten.	Organiseren van een nette werkplaats. Meetpunten en instrumentarium zo plaatsen dat er niet over gestruikeld kan worden.
Sociale veiligheid	Agressie van omstanders tijdens het uitvoeren van metingen, plaatsen van meetinstrumentarium of meetpunten. Of de aanwezigheid van agressieve of agressief lijkende dieren.	Inschatting maken met uitvoeringsteam of omgevingsmanager of sociale veiligheid gewaarborgd kan zijn. Indien sociale veiligheid niet gewaarborgd is, altijd met twee personen de werkzaamheden uitvoeren.

		Aanwezigheid van politie, handhaver of particulier beveiligingsbedrijf
Gehoorschadiging	Uitvoeren van metingen of het plaatsen van meetinstrumentarium of meetpunten in de buurt van machines die veel geluid produceren (veel >85 dB(A))	Dragen van gehoorbescherming wanneer het geluidsniveau groter is dan 80 dB(A). Indien mogelijk ontwijken van het geluid door: afstand tussen geluidsbron en werknemer groter maken of de werkzaamheden op een ander tijdstip uit te voeren.
Vallende lasten	Uitvoeren van monitoringsmetingen of plaatsen van trillingsmeters of meetpunten tijdens hijsen van o.a. damwandplanken.	Niet in het valbereik bevinden van de gehesen last.