



Monitoringsplan Buggenum

Dijkversterking 75-1 Buggenum | Waterschap Limburg

6424-258761.R01 5.0 | 31-7-2025

Definitief

Dijkzone
Alliantie

BUGGENUM

Documentbeheer

Documentgegevens

Projectnaam	Dijkversterking 75-1 Buggenum
Documentnaam	Monitoringsplan Buggenum
Fugro-projectnr.	6424-258761
Fugro-documentnr.	6424-258761.R01
Versienummer	5.0
Versiestatus	Definitief
Fugro entiteit	Fugro NL Land B.V.
Adres Fugro-kantoor	Blaeuilaan 60, 3528 AD, Utrecht

Klantgegevens

Klant	Dijkzone Alliantie Buggenum
Adres klant	Griekenweg 25, 5342 PX, Oss
Contactpersoon klant	
Documentnr. klant	042210744-003086

Versiebeheer

Versie	Datum	Status	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
1.0	02-10-2024	Concept	Oplevering aan OG			
1.1	12-12-2024	Concept	Verwerking externe review			
2.0	24-01-2025	Concept	Verwerking interne review			
3.0	23-4-2025	Concept	Verwerking review WL			
4.0	08-07-2025	Definitief	Aanpassingen H2 en H3			
5.0	31-07-2025	Definitief	Aanpassingen H2 en H3			

Projectteam

Initialen	Naam	Rol
		Senior Consultant Waterbouw
		Consultant Waterbouw
		Adviseur Waterbouw
		Adviseur Waterbouw

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
1. Inleiding	3
1.1 Projectbeschrijving	3
1.2 Locatiebeschrijving	3
1.3 Scope van dit document	4
1.4 Bibliografie	4
1.5 Leeswijzer	5
2. Monitoringsplan	6
2.1 Zettingen dijklichaam	6
2.2 Trillingen woningen	10
2.3 Zettingen woningen	13
2.4 Schade woningen	15
2.5 Grondwaterstanden	17
2.6 Aanbrengen schermen	19
3. Onderbouwing monitoring zettingen dijk	21
3.1 Eisen	21
3.2 Doel van de instrumenten	21
3.3 Voorspelling	21
3.4 Grenswaardes	21
3.5 Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie	21
3.6 Correctieve maatregelen	22
3.7 Proces en verantwoordelijkheden	22
4. Onderbouwing monitoring trillingen woningen	23
4.1 Uitgangspunten	23
4.2 Doel van de instrumenten	23
4.3 Eisen	23
4.4 Meetmethode	23
4.5 Voorspelling	24
4.6 Grenswaardes	24
4.7 Plaatsing meetinstrumenten	25
4.8 Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie	27
4.9 Correctieve maatregelen	28
4.10 Proces en verantwoordelijkheden	29
5. Onderbouwing monitoring zettingen woningen	30
5.1 Uitgangspunten	30

5.2	Doel van de instrumenten	30
5.3	Eisen	30
5.4	Voorspelling	30
5.5	Plaatsing instrumenten	31
5.6	Grenswaardes	31
5.7	Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie	31
5.8	Correctieve maatregelen	32
5.9	Proces en verantwoordelijkheden	32
<hr/>		
6.	Onderbouwing bouwkundige opname belendingen	34
6.1	Eisen	34
6.2	Doel van de monitoring	34
6.3	Meetmethode	34
6.4	Grenswaardes	35
6.5	Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie	35
6.6	Correctieve maatregelen	35
6.7	Proces en verantwoordelijkheden	36
6.8	Rapportage	36
<hr/>		
7.	Onderbouwing monitoring grondwaterstand	37
7.1	Eisen	37
7.2	Doel van de instrumenten	37
7.3	Voorspelling	37
7.4	Grenswaardes	37
7.5	Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie	38
7.6	Correctieve maatregelen	38
7.7	Proces en verantwoordelijkheden	38
<hr/>		
8.	Onderbouwing monitoring aanbrengen heaveschermen	39
8.1	Eisen	39
8.2	Doel van de instrumenten	39
8.3	Voorspelling ordegroottes verandering en nauwkeurigheid	39
8.4	Grenswaardes	39
8.5	Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie	39
8.6	Correctieve maatregelen	39
8.7	Proces en verantwoordelijkheden	40

1. Inleiding

1.1 Projectbeschrijving

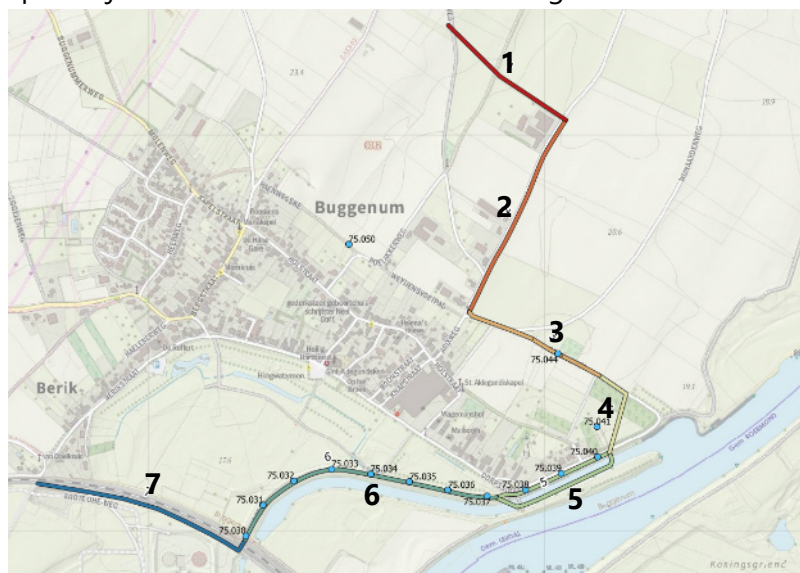
Ten behoeve van Dijkversterking 75-1 Buggenum is in samenwerking met de Dijkzone Alliantie het waterveiligheidsontwerp uitgewerkt. Tijdens het dijkversterkingsproject worden zowel de omgeving als de dijk zelf ontworpen, met als doel om te garanderen dat het versterkte dijktraject voldoet aan de ontwerpen en om overlast in aanliggende woningen te minimaliseren. In dit monitoringsplan wordt voor elk te monitoren aspect uitgewerkt hoe dit zal worden gedaan en welke overwegingen hieraan ten grondslag liggen.

1.2 Locatiebeschrijving

Normtraject 75-1 Buggenum is gelegen nabij Roermond, wat feitelijk het zuidelijke deel van de Noordelijke Maasvallei is. Het normtraject is vormgegeven als een hoefijzer om het dorp Buggenum heen en sluit aan de noordelijke en zuidelijke zijde aan op de hoge gronden.

Kenmerkend voor Dijkversterking Buggenum is het directe contact tussen het dorp en de Maas, de langsdam en de hoge gronden aan het begin en einde van het traject. Vanaf rivier de Maas gezien ligt 75-1 Buggenum ter hoogte van rivierkilometer 85 tot 87.

DV7 beslaat de spoordijk richting spoorbrug Buggenum. Bij dit DV worden er geen werkzaamheden uitgevoerd voor de waterveiligheid, maar bij de aansluiting van DV6 op de spoordijk worden wel werkzaamheden uitgevoerd.



Dijkvak [-]	Lengte [m]
1	384
2	539
3	452
4	169
5	321
6	713
7	528
Totaal	3106

Figuur 1-1. Overzichtssituatie Dijkversterking 75-1 Buggenum met dijkvaklengtes conform VKA [1]

1.3 Scope van dit document

In dit document is beschreven op welke wijze het zettingsverloop van de dijken; het aanbrengen en verwijderen van heaveschermen; de trillingen en zettingen in woningen en de grondwaterstand gemonitord worden voor, tijdens en na de werkzaamheden tijdens het dijkversterkingsproject. Hierbij is aandacht gegeven aan de volgende punten:

- Uitwerking van de meetstrategie (meetinstrumenten, meetlocaties, meetfrequentie, meetnauwkeurigheid, benodigde meetgegevens).
- De gestelde eisen en de daarvan afgeleide grenswaarden.
- De te gebruiken meetinstrumenten.
- Wijze van rapportage.
- Taken, rollen en verantwoordelijkheden van de sleutelfunctionarissen ten aanzien van de monitoring.
- De processen waarin de uitkomsten van het monitoringsproces worden ingebracht.
- Te treffen preventieve- en correctieve maatregelen in het geval van (dreigende) overschrijding van de grenswaarden.

In dit document is niet ingegaan op het monitoren van de zettingen en trillingen op de spoordijk.

1.4 Bibliografie

- [1] Witteveen+Bos & Arcadis, „Ontwerpnota normtraject 75-1 Buggenum,” 2022.
- [2] SBRCURnet, „SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017,” 2017.
- [3] Fugro, „6423-238895.R02_v1.1_Technische Uitgangspunten Notitie,” 2024.
- [4] Fugro, „6423-238895.R03_v1.0, Rapportage waterbouw OL5,” 2024.
- [5] Fugro, 6424-258761.M01 Trillingsanalyse Dorpsstraat, 2024.
- [6] Stichting COB, F530-ER-12-49785 Aanbevelingen voor het ontwerp van bouwkuipen en stedelijke omgeving, Gouda, 2012.
- [7] Fugro, 6423-238895.M06: Bemalingsadvies langskanaal Maas voor dijkversterking DV5 Buggenum, 2024.

1.5 Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit acht hoofdstukken

In het eerste hoofdstuk, het huidige, wordt het rapport en het project ingeleid. Dit document is zo geschreven, dat bij de uitvoering alleen hoofdstuk 2 benodigd is. Hierin zijn voor alle uitgevoerde monitoring de plaatsing van de meetinstrumenten; de uit te voeren metingen, de meetfrequentie, de te noteren gegevens en de overige te registreren informatie weergegeven. Hiermee is hoofdstuk 2 een samenvatting van alle tijdens de uitvoering benodigde zaken, waarvan de onderbouwing in de daaropvolgende hoofdstukken wordt beschreven. In hoofdstukken 3 tot en met 8 wordt per onderdeel van de monitoring uitgebreider ingegaan op elk van deze punten en worden de gemaakte keuzes onderbouwd.

2. Monitoringsplan

In dit hoofdstuk is het monitoringsplan concreet uitgeschreven. Voor elk van de te monitoren parameters is beschreven met welke instrumenten dit wordt gedaan, waar en hoe deze instrumenten geplaatst zullen worden en hoe vaak deze instrumenten zullen worden uitgelezen.

2.1 Zettingen dijklichaam

2.1.1 Plaatsing meetinstrumenten

Bij DV1 t/m DV5 worden vier zakkaken geplaatst per dijkvak. Hierbij is gekozen om deze op de binnen- of buitenkruin te plaatsen, afhankelijk van waar de grootste zettingen zijn voorspeld en wat uitvoeringstechnisch de beste locatie is. De zakkaken worden aan slechts een kant van de kruin geplaatst, om zodoende de kans op omver rijden van de zakkaken te minimaliseren. Binnen deze dijkvakken (DV1 t/m DV5) is zowel de ondergrond als het dijkontwerp relatief homogeen, waardoor vier zakkaken per DV volstaan.

Bij DV6 is er aanzienlijke variatie in de dijkopbouw, hier worden meer zakkaken uitgezet vergeleken met de andere dijkvakken, verdeeld op basis van de representatieve bodemopbouw.

In het noordelijke gedeelte van het dijkvak, tot aan de Ohéstraat, is een aanzienlijke kleilaag aanwezig. Omdat een goede zettingsvoorspelling hier cruciaal is voor de voortgang, worden hier in totaal 10 zakkaken geplaatst.

Daarnaast worden in DV6 twee zakkaken bij de aansluiting van de dijk op de spoordijk geplaatst. Aanvullend worden vier zakkaken geplaatst bij de afwateringskunstwerken, ter hoogte van de binnenkruinlijn. Bij beide uitwateringskunstwerken geldt dat een van de twee zakkaken op het bestaand maaiveld wordt geplaatst, de ander wordt met de voet op de diepte van de betreffende leiding geplaatst.

Verder zijn er bij de dijkovergangen Arixweg en Wijnaardenweg buitendijks in totaal 4 zakkaken geplaatst in verband met verwachte restzettingen en de mogelijke invloed op de aan te leggen wegverharding. De te plaatsen zakkaken zijn weergegeven in Figuur 2-1. In Tabel 2-1 zijn alle te plaatsen zakkaken inclusief coördinaten weergegeven. De zakkaken dienen precies op de binnenkruinlijn (BIK) of buitenkruinlijn (BUK) geplaatst te worden. Hierbij mag van de aangegeven coördinaten worden afgeweken, wanneer blijkt dat deze coördinaten niet op de binnen of buitenkruinlijn liggen. In totaal worden er 46 zakkaken geplaatst.

Voor alle zakkaken geldt dat deze pas weggehaald/verplaatst mogen worden op het moment dat deze zijn vrijgegeven door de geotechnisch adviseur. Dit wordt gedaan nadat een zakbaanalyse is uitgevoerd waaruit wordt geconcludeerd dat de restzettingen binnen de acceptabele/voorspelde grenzen liggen. Hiervoor dienen de zakkaken ten minste een

maand na uitvoering van de laatste ophogingsslag op locatie te blijven staan, waarbij deze periode verlengd kan worden wanneer de geotechnisch adviseur dat nodig acht. Hiermee dient rekening gehouden te worden in de planning.



Figuur 2-1 Locatie van de te plaatsen zakkbakken

Tabel 2-1 Eigenschappen te plaatsen zakkbakken

ID	X (RDnew)	Y (RDnew)	Diepte voet
ZB_DV1_01_BUK	196798.1	361281.8	Huidig MV
ZB_DV1_02_BUK	196884.2	361213.7	Huidig MV
ZB_DV1_03_BUK	196926.1	361180.4	Huidig MV
ZB_DV1_04_BUK	197020.3	361105.9	Huidig MV
ZB_DV1_05_ARIX	197080.7	361081.2	Huidig MV
ZB_DV2_01_BUK	197062.6	361046.4	Huidig MV
ZB_DV2_02_BUK	196997.6	360915.1	Huidig MV
ZB_DV2_03_BUK	196944.5	360792.2	Huidig MV
ZB_DV2_04_BUK	196859.4	360633.5	Huidig MV

ID	X (RDnew)	Y (RDnew)	Diepte voet
ZB_DV2_08_ARIX	197073.4	361086.2	Huidig MV
ZB_DV3_01_BUK	196854	360547.9	Huidig MV
ZB_DV3_02_BUK	196910.8	360528.2	Huidig MV
ZB_DV3_02_BUK	197188	360343	Huidig MV
ZB_DV3_03_BUK	197006.5	360486.6	Huidig MV
ZB_DV3_03_BUK	197181.6	360295.3	Huidig MV
ZB_DV3_04_BUK	197080	360446.4	Huidig MV
ZB_DV3_04_BUK	197172.2	360249.1	Huidig MV
ZB_DV3_05_WIJN	196982.5	360508	Huidig MV
ZB_DV3_06_WIJN	196978.9	360513.2	Huidig MV
ZB_DV4_01_BUK	197143.4	360393.2	Huidig MV
ZB_DV5_01_BUK	197149.7	360171.4	Huidig MV
ZB_DV5_02_BUK	197100.2	360148.4	Huidig MV
ZB_DV5_03_BUK	197014.7	360109.5	Huidig MV
ZB_DV5_04_BUK	196950.2	360079.8	Huidig MV
ZB_DV6_01_BIK	196902.4	360082.9	Huidig MV
ZB_DV6_02_BIK	196875.4	360088.2	Huidig MV
ZB_DV6_03_BIK	196850.6	360093.8	Huidig MV
ZB_DV6_04_BIK	196817.1	360101.2	Huidig MV
ZB_DV6_05_BIK	196790.5	360106.2	Huidig MV
ZB_DV6_06_BIK	196760.4	360112.9	Huidig MV
ZB_DV6_07_BIK	196724	360120.4	Huidig MV
ZB_DV6_08_BIK	196683.5	360128.4	Huidig MV
ZB_DV6_09_BIK	196644.2	360136.1	Huidig MV
ZB_DV6_10_BIK	196611.5	360143.3	Huidig MV
ZB_DV6_11_BIK	196574.5	360149.5	Huidig MV
ZB_DV6_11_SPOOR	196214.8	359996.2	Huidig MV
ZB_DV6_12_BIK	196509.6	360162.4	Huidig MV
ZB_DV6_12_SPOOR	196230	359986.8	Huidig MV
ZB_DV6_13_BIK	196410.2	360153.3	Huidig MV
ZB_DV6_14_BIK	196357	360129.4	Huidig MV
ZB_DV6_15_BIK	196299.3	360088.7	Huidig MV
ZB_DV6_16_BIK	196266.2	360043.8	Huidig MV
ZB_DV6_OL1_01	196844.1	360096.3	Huidig MV
ZB_DV6_OL1_02	196845.6	360096	NAP + 15,95
ZB_DV6_OL2_01	196561.6	360161.5	Huidig MV
ZB_DV6_OL2_02	196563.7	360161.1	NAP + 15,20 m

2.1.2 Nulmeting, herhalingsmetingen en meetfrequentie

2.1.2.1 Nulmeting

Na het plaatsen van de zakbaken en kort voor het aanbrengen van de eerste ophoogslag dient een nulmeting uitgevoerd te worden. Tijdens de nulmeting worden de onderstaande gegevens geregistreerd:

- Nummer van de betreffende zakbaak (in nummering DV en dijkpaalnummer verwerken);
- Datum en tijd van de meting;
- RD-coördinaten (as built) van de zakbaak.
- De hoogte van de zakbaakbuis t.o.v. NAP.
- De hoogte van de voetplaat van de zakbaak t.o.v. NAP.
- Lengte van de zakbaakbuis gemeten van af de voetplaat.

2.1.2.2 Herhaalmetingen

Tijdens de herhaalmetingen worden onderstaande gegevens geregistreerd:

- Nummer van de betreffende zakbaak.
- Datum en tijd van de meting.
- De hoogte van de bovenkant van de zakbaakbuis t.o.v. NAP.
- Verlenging van de zakbaakbuis, indien van toepassing.
- De hoogte van het maaiveld naast de zakbaak t.o.v. NAP.
- Eventuele scheefstand van de zakbaak.

2.1.2.3 Meetfrequentie

Voor zakbaken ZB_DV6_01_BIK tot en met ZB_DV6_10_BIK in dijkvak 6 noord geldt een apart meetschema:

- Nulmeting voor aanbrengen ophoging.
- Herhalingsmetingen twee keer per week, met maximaal 4 dagen tussen opeenvolgende metingen, in het geval van metingen met een totalstation. Wanneer gebruik gemaakt wordt van automatische zakbaakmetingen, wordt een dagelijkse verzendfrequentie gehanteerd.
- Verwijderen na voltooiing restzettingssom, in overleg met geotechnisch adviseur.

Voor alle overige zakbaken geldt het volgende schema waarop deze worden ingemeten:

- Nulmeting voor aanbrengen ophoging.
- Herhalingsmetingen elke week vanaf aanbrengen ophoging in het geval van metingen met een totalstation. Wanneer gebruik gemaakt wordt van automatische zakbaakmetingen, wordt een dagelijkse verzendfrequentie gehanteerd.
- Verwijderen na voltooiing restzettingssom, in overleg met geotechnisch adviseur.

2.1.3 Aandachtspunten tijdens de uitvoering

Tijdens de plaatsing en gedurende de uitvoering dienen onderstaande punten in acht te worden genomen:

- Het plaatsen van de zakbaken bij DV5 kan pas worden uitgevoerd wanneer de locatie bemaald wordt.
- De metingen moeten worden uitgevoerd met een totalstation of door middel van een automatische zakbaakmeting. De bijbehorende gewenste meetnauwkeurigheid is 1 cm.
- De grond rondom de zakbaak moet goed worden afgewerkt voor en na het aanbrengen van het grondlichaam. Lokale kuilen of ophopingen rondom de zakbaak dienen te worden vermeden. Hierbij gaat het om het huidige maaiveld onder het aan te brengen grondlichaam.
- De afmetingen van de voetplaat van een zakbaak bedragen ten minste 0,5 m bij 0,5 m.
- De voetplaat dient op het oorspronkelijke maaiveld te staan, na verwijdering van de toplaag.
- Om zo betrouwbaar mogelijke meetgegevens te krijgen, dient extra aandacht besteed te worden aan het plaatsen en onderhouden van de zakbaken en het voorkomen van schade.
 - Zakbaken worden voorzien van oranje tape of een gelijkwaardige markering om de zichtbaarheid te vergroten.
 - De uitvoerder is gedurende de uitvoering verantwoordelijk voor het in stand houden van de geplaatste zakbaken.
 - Bij scheefstand van de zakbaak van meer dan 20 graden, dient dit zo snel mogelijk gemeld te worden aan site engineering.
 - Bij scheefstand van de zakbaak van meer dan 30 graden, dient de zakbaak een laatste keer gemeten te worden, waarna deze direct wordt vervangen en een nieuwe nulmeting wordt uitgevoerd bij de nieuw geplaatste zakbaak.

2.1.4 Overige te registreren informatie

Naast de in de vorige paragrafen genoemde gegevens worden enkele overige gegevens geregistreerd die niet gekoppeld zijn aan specifieke metingen. Dit zijn:

- Datum van aanbrengen van ophoogslag.
- Dikte van ophoogslag na verdichting.
- Soort ophoogmateriaal en volumegewicht, wanneer beschikbaar.
- Bijzonderheden, zoals ontgravingen of depots in de buurt van zakbaken.

2.2 Trillingen woningen

Bij dijkvak 5 worden door de werkzaamheden trillingen veroorzaakt die invloed kunnen hebben op de aanliggende woningen. De maatgevende trillingen worden veroorzaakt door het trekken van de damwanden bij dijkvak 5.

2.2.1 Plaatsing meetinstrumenten

In Tabel 2-2 zijn de woningen weergegeven waarbij monitoring van trillingen wordt uitgevoerd. Of dit een indicatieve of beperkte monitoring betreft, is afhankelijk van de bouwkundige staat van het gebouw. Dit wordt gelijktijdig met de bouwkundige opname bepaald per woning. Voor het bepalen van de bouwkundige gevoeligheid van de woningen wordt uitgegaan van de SBR-A [2]. Dit staat ook weergegeven in Tabel 2-5.

Tabel 2-2 Overzicht benodigde monitoring trillingen per woning. De mate van benodigde monitoring is afhankelijk van de bouwkundige gevoeligheid van het betreffende gebouw.

Woning	Normaal	Bouwkundig gevoelig
Dorpsstraat 92	Geen	Indicatief
Dorpsstraat 94	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 100	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 104	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 106	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 106a	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 108	Indicatief	Beperkt

Bij een indicatieve meting zijn volgens SBR-A [2] de volgende eisen gesteld aan de meting:

Er wordt 1 meetpunt geplaatst, op begane grondniveau in een stijf punt van de draagconstructie. Het meetpunt wordt op de kortst mogelijke afstand van de bron gekozen. In het meetpunt wordt in verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten, waarbij de gekozen horizontale richtingen zoveel als mogelijk overeenkomen met de hoofdasen van het gebouw.

Bij een beperkte meting zijn twee meetpunten per object vereist: 1 op de fundering en 1 op de hoogste verdiepingvloer. Beide meetpunten dienen te worden aangebracht op een stijf punt van de draagconstructie, loodrecht boven elkaar. Daarnaast dienen de meetpunten op de kortste afstand tot de trillingsbron geplaatst te worden. Bij het meetpunt op de fundering wordt in verticale en in twee horizontale richtingen, die loodrecht op elkaar staan, gemeten. Bij het meetpunt op de bovenste verdieping wordt in twee horizontale richtingen die loodrecht op elkaar staan gemeten.

2.2.2 Nulmeting, herhalingsmetingen en meetfrequentie

2.2.2.1 Nulmeting

Na het plaatsen van het meetinstrument dient een nulmeting te worden uitgevoerd. Deze nulmeting wordt uitgevoerd gedurende een periode van 1 week voor de start van de metingen. In paragraaf 2.2.2.3 wordt beschreven wanneer dit is.

Bij de nulmeting worden de volgende gegevens geregistreerd:

- Nummer van de betreffende trillingsopnemer;

- Adres van het object waaraan de trillingsopnemer is bevestigd;
- Locatie van de trillingsopnemer op de woning;
- De verdieping waar de trillingsopnemer is geplaatst;
- Een foto van de locatie van de trillingsopnemer.

2.2.2.2 Herhalingsmetingen

Tijdens de herhaalmetingen worden onderstaande gegevens geregistreerd:

- Nummer van de betreffende trillingsopnemer.
- Datum en tijd van de meting.
- De hoogte van de trillingsopnemer t.o.v. NAP.

2.2.2.3 Meetfrequentie

De trillingsopnemers dienen een standaard meetfrequentie te hebben. Langs de Dorpsstraat wordt bij de meest trillingsgevoelige woning vanaf 1 week voor de eerste werkzaamheden (o.a. zwaar werkverkeer) tot 1 week na de laatste werkzaamheden gemonitord. Voorstel is om hiervoor Dorpsstraat 100 (Café Het Veerhuis) als pand te kiezen. Dit dient in overleg met de eigenaar van dit pand bevestigd te worden. Bij de overige woningen worden vanaf 1 week voor het uittrillen van de damwanden tot 1 week na het uittrillen van de damwanden de trillingen gemonitord.

2.2.3 Aandachtspunten tijdens de uitvoering

Gedurende de uitvoering dienen de volgende punten in acht genomen te worden:

- De gebruikte meetapparatuur dient te voldoen aan de eisen zoals gesteld in de SBR Trillingsrichtlijn A [2].
- Bij het plaatsen van de trillingsopnemer dient de ondergrond schoon en vlak te zijn. De opnemer dient waterpas te worden bevestigd en stijf verbonden te worden aan de constructie.
- Het opslaginterval van de metingen mag maximaal 10 seconden zijn.
- Er wordt een savelevel van 0,1 mm/s aangehouden.
- Het uitgangspunt is dat de Dorpsstraat zoveel mogelijk ontlast zal worden wat betreft bouwverkeer. In dit plan is daarom geen rekening gehouden met trillingen veroorzaakt door bouwverkeer en is alleen uitgegaan van continue trillingen als gevolg van het uittrillen van damwandplanken. Wanneer besloten wordt toch bouwverkeer langs de Dorpsstraat bij de woningen te laten rijden, dient dit plan en de monitoring aangepast te worden.
- Bij de berekeningen is uitgegaan van een hoogfrequent trilblok met een variabel moment als gevolg waarvan maatgevende trillingen een frequentie van 30 Hz of hoger zullen hebben. Indien dit niet het geval is, dient de monitoring mogelijk aangepast te worden.
- Bij de berekeningen is daarnaast uitgegaan van een trilblok met een slagkracht van maximaal 650 kN. Wanneer een trilblok met een hogere slagkracht wordt toegepast, zal

de grenswaarde naar beneden bijgesteld moeten worden, waardoor de monitoring mogelijk aangepast moet worden.

2.2.4 Overige te registreren informatie

Naast de in de vorige paragrafen genoemde gegevens worden enkele overige gegevens geregistreerd die niet gekoppeld zijn aan specifieke metingen. Dit zijn:

- Omschrijving van de bouwwerken (bestemming, constructiewijze, toegepaste bouwmaterialen, fundatie, bijzondere kenmerken). Dit wordt gedaan tijdens de bouwkundige vooropname;
- Aanduiding van gebruikte meetopnemers, conditionerings-, registratie- en verwerkingsapparatuur (type en fabricaat);
- Positie van de trillingsbron ten opzichte van het bouwwerk, in dit geval per dag het nummer van de eerste en laatste getrokken damwandplank;
- Type trilblok bij het uittrillen;
- Bijzonderheden bij het uittrillen van de damwanden.
- Datum en tijd van eventueel optredende aardbevingen in het gebied.

2.3 Zettingen woningen

2.3.1 Plaatsing meetinstrumenten

Op de woningen genoemd in Tabel 2-3 dienen 6 hoogteboutjes aangebracht te worden per woning. Deze hoogteboutjes dienen in vaste delen van de gebouwen te worden geplaatst, dus op metselwerk of op beton. De boutjes moeten op een hoogte van 20-60 cm boven maaiveld worden geplaatst. De boutjes worden op de hoekpunten van de woning aangebracht, met eventuele overige boutjes halverwege de zijmuren van de woningen. Een overzicht van de locaties van de hoogteboutjes per woning is aangegeven in Figuur 2-2. Er wordt alleen gemonitord op de woningen, niet op de bijgebouwen. Het totaal aantal te plaatsen meetboutjes is 38.



Figuur 2-2 Indicatief overzicht locaties hoogteboutjes per woning

Tabel 2-3 Overzicht benodigde monitoring zettingen per woning.

Woning
Dorpsstraat 92
Dorpsstraat 94
Dorpsstraat 100
Dorpsstraat 104
Dorpsstraat 106
Dorpsstraat 106a
Dorpsstraat 108

Daarnaast worden hoogteboutjes aangebracht bij 3 referentiepunten in de omgeving. Deze referentiepunten moeten zich bevinden op een afstand van 50-100 m van het werk, buiten de invloedzone van het werk. Wanneer er geen diep gefundeerde gebouwen aanwezig zijn buiten de invloedzone van het werk, moeten referentiepunten worden aangebracht.

De zettingsmetingen worden uitgevoerd door middel van een doorgaande waterpassing met invarbaak.

2.3.2 Nulmeting, herhalingsmetingen en meetfrequentie

2.3.2.1 Nulmeting

Na het plaatsen van de boutjes dient een nulmeting uitgevoerd te worden. De nulmeting wordt dubbel uitgevoerd, dus twee keer direct na elkaar, om fouten te voorkomen. Tijdens de nulmeting worden onderstaand gegevens geregistreerd:

- Nummer van de betreffende hoogtebout;
- Datum en tijd van de meting;
- Locatie van de bout op de woning;

- De hoogte van de hoogtebout t.o.v. NAP.
- Weersomstandigheden.
- Foto van de meetbout.

2.3.2.2 Herhaalmetingen

Tijdens de herhaalmetingen worden onderstaande gegevens geregistreerd:

- Nummer van de betreffende hoogtebout.
- Datum en tijd van de meting.
- De hoogte van de hoogtebout t.o.v. NAP.
- Eventuele schade aan de hoogtebout met mogelijke verplaatsing als gevolg.

2.3.2.3 Meetfrequentie

De eerste nulmeting wordt uitgevoerd anderhalve maand voordat met de bemaling begonnen wordt, de tweede nulmeting twee weken voordat wordt begonnen met de bemaling. Herhaalmetingen worden uitgevoerd na het uittrillen van de damwanden; nadat de middelste ophoogslag van het dijklichaam is aangebracht en nadat de laatste ophoogslag is uitgevoerd. Daarna worden herhaalmetingen gedaan 1 maand en 2 maanden nadat de laatste ophoogslag is uitgevoerd en 1 maand nadat de eindprofilering is uitgevoerd en 1 maand nadat de bemaling is gestopt.

2.3.3 Overige te registreren informatie

Naast de in de vorige paragrafen genoemde gegevens worden enkele overige gegevens geregistreerd die niet gekoppeld zijn aan specifieke metingen. Dit zijn:

- Data van ophoogslagen dijklichaam;
- Data en volgorde van damwandwerkzaamheden;
- Verbouwingen en werkzaamheden van derden.

2.4 Schade woningen

2.4.1 Meetmethode

Er worden geen instrumenten geplaatst ten tijde van de meetperiode. In plaats daarvan wordt een voor- en verschilopname uitgevoerd. Voor alle woningen geldt dat er zowel een bouwkundige vooropname als een verschilopname wordt uitgevoerd. Bij de woningen aan de Dorpsstraat geldt dat dit voor zowel de buitenkant als de binnenkant van het huis gebeurt. Voor de woningen langs de Arixweg wordt dit alleen voor de buitenkant uitgevoerd. Daarnaast worden de woningen langs de Dorpsstraat beoordeeld op bouwkundige staat volgens paragraaf 10.2.2 van de SBR-A [2].

Tabel 2-4 Voorstel uitvoering bouwkundige opname per woning

Woning	Bouwkundige vooropname	Bouwkundige verschilopname	Beoordeling bouwkundige staat
Dorpsstraat 92	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 94	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 100	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 104	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 106	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 106a	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 108	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Arixweg 6	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 10	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 12	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 14	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 16	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 18	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee

2.4.2 Nulmeting, herhalingsmetingen en meetfrequentie

2.4.2.1 Nulmeting

Voor het uitvoeren van de werkzaamheden wordt een bouwkundige vooropname uitgevoerd bij elk van de woningen. Deze bevat:

- Een uitgebreide fotorapportage.
- Gesprekken met de bewoners
- .

Daarnaast wordt bij deze vooropname bepaald wat de bouwkundige staat van de woning is. De verschillende opties hiervoor zijn weergegeven in

Tabel 2-5 Overzicht indeling bouwwerken en onderdelen naar bouwkundige staat. Uit SBR-A [2].

Staat	Omschrijving
Gevoelig	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bouwwerken of onderdelen waarvan de sterkte is verminderd. ■ Bouwwerken of onderdelen waarin sprake is van extra initiële spanningen
Normaal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bouwwerken of onderdelen waarvan de bouwkundige staat niet gevoelig is.

2.4.2.2 Herhaalmeting

Na het uitvoeren van de werkzaamheden wordt een bouwkundige verschilopname uitgevoerd bij elk van de woningen. Deze bevat:

- Een uitgebreide fotorapportage.
- Gesprekken met de bewoners.

2.4.2.3 Meetfrequentie

Er worden per locatie twee bouwkundige opnames uitgevoerd. De eerste wordt uitgevoerd maximaal 2 weken voordat de eerste werkzaamheden in het betreffende DV worden uitgevoerd. De verschilopname wordt uitgevoerd maximaal 2 weken nadat de initiële consolidatie heeft plaatsgevonden. Dit is op het moment dat de restzettingsvoorspelling is uitgevoerd met als resultaat dat de resterende zettingen klein genoeg zijn.

2.4.3 Aandachtspunten tijdens de uitvoering

De expert die de bouwkundige opnames uitvoert dient aangesloten te zijn bij de Stichting Nederlands Instituut van Register Experts (NIVRE).

2.4.4 Overige te registreren informatie

Naast de in de vorige paragrafen genoemde gegevens worden enkele overige gegevens geregistreerd die niet gekoppeld zijn aan specifieke metingen. Dit zijn:

- Datum en tijd van uitvoering werkzaamheden nabij woningen.
- Mogelijke tussentijdse verbouwing/werkzaamheden door derden. Zowel aan de woning als in de directe omgeving
- Datum en tijd van eventueel optredende aardbevingen in het gebied.

2.5 Grondwaterstanden

2.5.1 Plaatsing meetinstrumenten

De invloed van de bemaling wordt gemonitord met behulp van peilbuizen. Hiervoor worden twee peilbuizen geplaatst langs de Dorpsstraat (Figuur 2-3). Het filter van de peilbuizen dient te worden geplaatst op een diepte van +10 m NAP tot + 11 m NAP, zodat de freatische grondwaterstand tijdens het gehele bouwproces kan worden gemeten. De voorgestelde locaties en eigenschappen van de te plaatsen peilbuizen zijn als volgt:

Tabel 2-6 Eigenschappen te plaatsen peilbuizen

Peilbuis	X-coördinaat (RD-nieuw)	Y-coördinaat (RD-nieuw)	Diepte onderkant filter (m NAP)	Diepte bovenkant filter (m NAP)	Dijkvak
B1_PB1	196944,20	360112,53	+10	+11	5
B2_PB1	197088,94	360175,90	+10	+11	5



Figuur 2-3 Voorgestelde locaties te plaatsen peilbuizen

2.5.2 Nulmeting, herhalingsmetingen en meetfrequentie

2.5.2.1 Nulmeting

Na het plaatsen van de peilbuis dient een nulmeting te worden uitgevoerd. Verder dient na het plaatsen van de peilbuis de volgende gegevens te worden geregistreerd:

- Nummer van de peilbuis;
- Datum en tijd van de meting;
- RD-coördinaten (as built) van de peilbuis.

2.5.2.2 Herhaalmetingen

Tijdens de herhaalmetingen worden onderstaande gegevens geregistreerd:

- Nummer van de betreffende peilbuis;
- Datum en tijd van de meting;
- De hoogte van de freatische lijn van de grondwaterstand;

2.5.2.3 Meetfrequentie

De peilbuizen dienen telemetrisch gedurende een periode vanaf 1 maand voor het starten van de bemaling tot 1 maand na het afronden van de bemaling te worden uitgemeten. Hierbij wordt een meetfrequentie van eens per uur en een zendfrequentie van eens per dag aangehouden.

2.5.3 Aandachtspunten tijdens de uitvoering

Gedurende de uitvoering worden onderstaande punten in acht genomen:

- Wanneer de grenswaarde tijdens de bemaling wordt overschreden, wordt de site-engineer op de hoogte gesteld.

- De uitvoerder is gedurende de uitvoering verantwoordelijk voor het in stand houden van geplaatste peilbuizen. Schade aan de peilbuis wordt zo snel mogelijk gemeld aan de site engineer.
- De peilbuizen dienen afgewerkt te worden met een opvallende/rode beschermkap.
- Als de peilbuis door schade geen meetgegevens meer geeft, wordt deze binnen een maand vervangen, buiten de bemalingsperiode. Als dit binnen de bemalingsperiode gebeurt dient dit binnen een week te gebeuren. Daarnaast dienen rondom de peilbuizen perkoenpalen of aanrijdbeveiliging geplaatst te worden.

2.5.4 Overige te registreren informatie

Naast de in de vorige paragrafen genoemde gegevens worden enkele overige gegevens geregistreerd die niet gekoppeld zijn aan specifieke metingen. Dit zijn:

- Bijzonderheden, zoals schade of vandalisme aan peilbuizen.
- Bemalingen (eigen of van derden) in de nabijheid van peilbuizen.

2.6 Aanbrengen schermen

2.6.1 Plaatsing meetinstrumenten

Om te garanderen dat damwandplanken correct worden aangebracht en aangesloten op de naastgelegen damwandplanken, dienen slotverklikkers bij het aanbrengen van de damwandplank te worden toegepast. De slotverklikkers worden voor het inbrengen van de damwandplank aangebracht op de damwandplank en direct na het inbrengen van de damwandplank uitgelezen.

Op basis van eerdere ervaringen wordt het voldoende geacht dat in het geval van stalen damwanden bij elke zesde dubbele damwandplank een slotverklikker wordt aangebracht en afgelezen.

2.6.2 Nulmeting, herhaalmetingen en meetfrequentie

2.6.2.1 Nulmeting

Voor het inbrengen van de damwandplank moet de slotverklikker worden aangebracht aan de damwandplank. Direct na het inbrengen van de damwandplank worden onderstaande gegevens geregistreerd:

- De locatie/ het nummer van de damwandplank;
- Het resultaat van de slotverklikker.

Als het resultaat van de slotverklikker negatief is, wordt op de damwand een markering aangebracht.

2.6.2.2 Herhaalmeting

Er vinden geen herhaalmetingen plaats. Deze paragraaf is niet van toepassing.

2.6.2.3 Meetfrequentie

Er vindt slechts een meting plaats, deze vindt plaats direct na het inbrengen van de damwandplank.

2.6.3 Aandachtspunten tijdens de uitvoering

Tijdens het aanbrengen van de slotverklikker dient de volgende punten in acht te worden genomen:

- Voorafgaand aan de uitvoering wordt een tekening opgesteld waarin of alle sloten genummerd zijn, of alle slotverklikkers inclusief nummering op staan. Dit, zodat er een eenduidige registratie is van de locaties waar de slotverklikkers zich bevinden.
- Elke aan te brengen damwandplank wordt genummerd.
- Voor elk damwandscherm wordt een lijst bijgehouden met de planknummers waarbij is aangegeven of de slotverklikker of 'hapering' wel of niet is waargenomen bij het aanbrengen. 'Slotverklikker wel of niet waargenomen' wordt op dezelfde lijst bijgehouden als de walsingnummers.

2.6.4 Overige te registreren informatie

Naast de in de vorige paragrafen genoemde gegevens worden enkele overige gegevens geregistreerd die niet gekoppeld zijn aan specifieke metingen. Dit zijn:

- Datum van inbrengen per plank.
- Als de slotverklikker faalt tijdens het aanbrengen van de damwand, maar deze wel rustig en recht zakt, zoals beoordeeld door de heiploeg, wordt dit genoteerd op het registratieformulier.
- Het niet op diepte komen van planken.
- Het raken van obstakels en/of zeer zwaar heiwerk. Zoals beoordeeld door de heiploeg.
- Wanneer de damwand niet in het slot valt en een maatregel wordt toegepast, wordt dit opgenomen in het as-built dossier.

3. Onderbouwing monitoring zettingen dijk

3.1 Eisen

Er wordt een maximale overhoogte van 20 cm op de kruinhoogte van de dijk toegepast om klink en zetting na oplevering op te vangen [3]. Vanuit de waterveiligheidseisen volgt dan de eis dat na oplevering de restzettingen maximaal 20 cm mogen bedragen. Deze eis wordt aangehouden in dit monitoringsplan.

3.2 Doel van de instrumenten

Om te verifiëren dat de zettingsnelheid overeenkomt met de in het UO berekende zettingsnelheid [4], en dus voldaan wordt aan de eis, wordt het verloop van zettingen in de tijd gemeten met behulp van zakbaken. Deze worden op het oorspronkelijke maaiveld (na verwijderen van de toplaag) geplaatst. De zakbaken dienen geplaatst te worden voor het plaatsen van de voorbelasting.

3.3 Voorspelling

De verwachte maximale zettingen zijn bij DV6 0,84 m [4]. Bij de rest van de dijkvakken is de verwachte zetting aanzienlijk lager, maximaal 0,13 m bij een dikke deklaagdikte in DV1. Er is daarom een nauwkeurigheid van 0,01 m vereist. Om deze reden is een meting met totalstation of automatische zakbaakmeting vereist. Deze meetmethode wordt voor alle zakbaken in het projectgebied gebruikt.

3.4 Grenswaardes

De restzetting hoeft niet actief gemonitord te worden. In plaats daarvan wordt eenmaal, kort voor de eindprofilering een restzettingsbepaling uitgevoerd.

De grenswaarde is gelijk aan de maximale restzettingseis.

3.5 Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie

De zettingseis die moet worden gewaarborgd door monitoring betreft niet een doorlopend proces, maar een specifiek moment, kort voor het vrijgeven voor de afwerking. De reactietijd heeft daarom geen invloed op de meetfrequentie.

Voor een goede fit van het consolidatietempo zijn ten minste 6 à 10 meetpunten noodzakelijk in de periode vanaf de nulmeting tot het moment van de restzettingsbepaling.

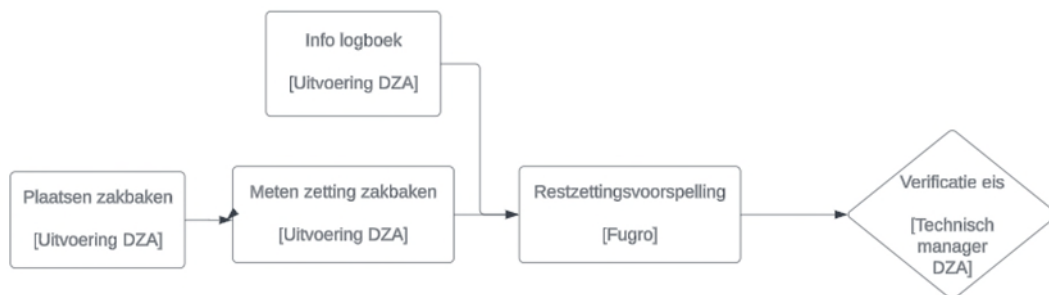
Voor het dijkvak 6 noord geldt dat de zettingsvoorspelling slechts drie weken na plaatsen ophoging uitgevoerd dient te worden. Om deze reden worden voor deze zakbaken, ZB_DV6_01_BIK tot en met ZB_DV6_10_BIK, twee metingen per week uitgevoerd, waarbij maximaal 4 dagen tussen twee opeenvolgende metingen zit.

De in het ontwerp berekende zettingsgevoelige periode is relatief kort (enkele weken). Om zeker te zijn dat de volledige zettingsgevoelige periode in beeld is en dat voldoende metingen in de 'kruiptak' worden uitgevoerd wordt elke zakbaak vanaf het moment van uitvoeren van de ophoging eens in de week gemeten. Voor het uitvoeren van de ophoging volstaat 1 meting per week. De totale meetperiode per zakbaak is afhankelijk van de uitvoeringsplanning, maar de zakbaken dienen geplaatst te worden ruim voordat de eerste ophoogslag wordt uitgevoerd, zodra het laagste maaiveldniveau bereikt is. De nulmeting dient dan ook direct uitgevoerd te worden wanneer de zakbaak geplaatst is, voordat de eerste ophoogslag wordt uitgevoerd.

3.6 Correctieve maatregelen

In DV6, waar de grootste zettingen worden verwacht, wordt voorbelasting toegepast. Wanneer uit de zettingsbepaling als gevolg van het plaatsen van deze voorbelasting blijkt dat de zetting groter is dan voorspeld en dat de verwachte restzetting van de dijk te groot is, dient hier een extra overhoogte te worden aangebracht. Hetzelfde geldt voor de overige locaties. Als uit de zettingsanalyse blijkt dat de verwachte zetting groter dan acceptabel is, dient meer overhoogte te worden aangebracht. Als blijkt dat de zetting minder is dan verwacht, dient bij de eindprofilering een verminderde overhoogte aangebracht te worden, waarbij de minimaal benodigde hoogte nooit overschreden mag worden.

3.7 Proces en verantwoordelijkheden



Het plaatsen en uitmeten van de zakbaken gedurende de meetperiode wordt door (een onderaannemer van) DZA uitgevoerd. Deze gegevens worden direct na elke meting gedeeld met de site engineer van Fugro. Wanneer voldoende gegevens beschikbaar zijn, wordt een restzettingsvoorspelling uitgevoerd door de site engineer van Fugro. Wanneer deze voldoende is, worden de zakbaken vrijgegeven door de site engineer en kan de Technisch Manager verifiëren dat is voldaan aan de restzettingseis.

4. Onderbouwing monitoring trillingen woningen

4.1 Uitgangspunten

Het uitgangspunt is dat de Dorpsstraat zoveel mogelijk ontlast zal worden wat betreft bouwverkeer. In dit plan is daarom geen rekening gehouden met trillingen veroorzaakt door bouwverkeer en is alleen uitgegaan van continue trillingen als gevolg van het in- en uittrillen van damwandplanken. Wanneer besloten wordt toch bouwverkeer langs de Dorpsstraat bij de woningen te laten rijden, dient dit plan en de monitoring aangepast te worden.

4.2 Doel van de instrumenten

De voorgeschreven metingen van trillingen bij woningen zijn gebaseerd op de handleiding 'SBR Trillingsrichtlijn A Schade aan bouwwerken' [2]. Bij het meten van de trillingen op de woningen wordt de trillingsnelheid gemeten op verschillende kritieke punten op het object.

In DV5 worden damwanden in- en uitgetrild, op een afstand van enkele tientallen meters tot de aanliggende woningen. Met behulp van trillingsopnemers, bevestigd aan de woningen, kan worden geverifieerd dat de trillingen in de woningen niet hoger worden dan de acceptabele grenswaardes. Indien dit wel het geval is, kan worden besloten tot extra maatregelen.

4.3 Eisen

In dit project wordt de eis gehanteerd aan trillingen bij gebouwen dat er maximaal 1% kans op schade mag zijn als gevolg van de uitgevoerde werkzaamheden. De instrumenten dienen te voldoen aan de eisen zoals gesteld in hoofdstuk 7 van richtlijn SBR-A [2].

4.4 Meetmethode

De drie soorten metingen die worden onderscheiden zijn:

1. Indicatieve meting
2. Beperkte meting
3. Uitgebreide meting

De meetfrequentie en het aantal meetpunten dat wordt geplaatst per object is afhankelijk van het soort gebouw en de afstand tot de werkzaamheden. Om te bepalen welke soort meting moet worden toegepast op elk object, worden alle objecten binnen de invloedszone van de werkzaamheden ingedeeld in een van drie klassen. Hierbij geldt dat alleen de woningen zijn meegenomen in dit monitoringsplan, omdat in de gehele invloedszone woningen zich dichterbij de trillingsbron bevinden dan overige objecten zoals schuren.

Het is van belang te onderscheiden wat het doel van de meting is: de trillingsbelasting van de draagconstructie beoordelen of de kans op zettingen als gevolg van verdichting van de bodem. De grootste trillingsbelasting wordt veroorzaakt door het in- en uittrillen van

damwandplanken. Deze trillingen worden vanuit de bodem doorgegeven aan de draagconstructie.

Er wordt initieel een indicatieve of beperkte meting uitgevoerd, afhankelijk van de bouwkundige staat van de gebouwen. Dit is verder uitgewerkt in paragraaf 0. Het aantal vereiste meetpunten en de locaties van de meetpunten staan uitgewerkt in de SBR-A [2].

4.5 Voorspelling

In het memo '6424-258761.M01 Trillingsanalyse Dorpsstraat' [5] is een analyse uitgevoerd van de verwachte trillingen die veroorzaakt worden door het uittrillen van damwanden langs de Dorpsstraat in DV5 en de kans dat hierbij grenswaardes worden overschreden. De grootte van de veroorzaakte trillingen is afhankelijk van het gebruikte trilblok. Er is uitgegaan van het gebruik van een hoogfrequent trilblok met variabel moment. Wanneer een trilblok wordt gebruikt dat ook bij lagere frequenties trillingen veroorzaakt, dienen de grenswaardes naar beneden bijgesteld te worden. Hierbij geldt voor trilblokken met een slagkracht van 375 tot 650 kN dat de grenswaardes in de orde van 1,5-2,8 mm/s liggen. Er is in dit rapport rekening gehouden met een slagkracht van 650 kN Dit betekent dat de trillingsopnemers een minimale nauwkeurigheid van 0,1 mm/s dienen te hebben.

4.6 Grenswaardes

Een uitgebreide bepaling van de grenswaardes voor trillingen is uitgevoerd in paragraaf 2.3 van het memo '6424-258761.M01 Trillingsanalyse Dorpsstraat' [5]. De rekenwaarden voor de grenswaarde aan gemeten trillingen kan per gebouw verschillen en is afhankelijk van het soort gebouw en de mate van monitoring die wordt uitgevoerd. Alle gebouwen binnen de invloedzone vallen in categorie 2. Op dit moment is nog niet bepaald of de gebouwen als gevoelig worden beschouwd of niet.

De grenswaardes voor de gemeten trillingen zijn weergegeven in Tabel 4-1. De grenswaardes zijn verschillend voor de meetpunten op de begane grond en de meetpunten op de bovenste verdieping en er zijn aparte grenswaardes voor de trillingsgevoelige funderingen. Op de begane grond zijn de grenswaardes afhankelijk van de trillingsfrequentie, waarvoor in dit geval 30 Hz is aangehouden, wat conservatief is voor een hoogfrequent trilblok met variabel moment. Wanneer een dergelijk trilblok niet gebruikt wordt en het trilblok dus trillingen veroorzaakt met lagere frequenties, dienen de grenswaardes naar beneden bijgesteld te worden. Voor de meetpunten op de bovenste verdieping is de karakteristieke grenswaarde onafhankelijk van de trillingsfrequentie.

Tabel 4-1 Grenswaardes gemeten trillingsnelheid per soort gebouw. Uit [5].

Locatie meetpunt	Soort meting	V _{top,grens} [mm/s]	
		CAT2	CAT2 _{gevoelig}
Begane grond	Beperkt	2,8	1,7
	Indicatief	2,5	1,5

Locatie meetpunt	Soort meting	$V_{top,grens}$ [mm/s]	
Bovenste verdieping	Beperkt	4,3	2,5
	Indicatief	3,7	2,2
Fundering	Beperkt	5,6	3,3
	Indicatief	4,9	2,9

Voor de trillingsgevoelige fundering is daarnaast ook de trillingsversnelling relevant. De grenswaardes hiervoor zijn weergegeven in Tabel 4-2. Van de woningen geldt dat deze trillingsgevoelige funderingen hebben. Zoals te zien in Tabel 4-1, zijn de waardes voor de maximale trillingssnelheid niet maatgevend. Dit betekent echter wel dat de grenswaardes voor de gemeten trillingsversnelling ook beschouwd dienen te worden. Bij de trillingsversnelling geldt dat zolang deze onder de grenswaarde blijft, de kans op schade acceptabel klein is [2].

Tabel 4-2 Grenswaardes gemeten trillingsversnelling

Locatie meetpunt	Soort meting	$a_{top,grens}$ [m/s^2]
Fundering	Beperkt	0,71
	Indicatief	0,63

Uit de bepaalde grenswaardes blijkt dat de laagste grenswaardes aan de trillingssnelheid behoren bij de meetpunten op de begane grond van de draagstructuur. Deze waardes zijn daarom maatgevend bij het bepalen van de risicocontouren.

4.7 Plaatsing meetinstrumenten

In hoofdstuk 3 van het memo '6424-258761.M01 Trillingsanalyse Dorpsstraat' [5] is uitgelegd wat de verschillende standaard overschrijdingscontouren zijn. In deze analyse zijn de contouren weergegeven waarbuiten de kans op overschrijding van de maatgevende trilling respectievelijk 1%, 5% en 50% zijn. Deze maatgevende trilling is conform de SBR-A een trilling waarbij bij overschrijding de kans op schade 1% is. Deze maatgevende trilling is afhankelijk van de bouwkundige staat van de gebouwen. De risicocontouren zijn weergegeven in Figuur 4-1 en Figuur 4-2.



Figuur 4-1 Risicocontouren met een overschrijdingskans van 5% (blauw) en 1% (rood) bij een indicatieve meting voor bouwkundig normale gebouwen. Uit [5].



Figuur 4-2 Risicocontouren met een overschrijdingskans van 5% (blauw) en 1% (rood) bij een beperkte meting voor bouwkundig gevoelige gebouwen. Uit [5].

De risicocontouren en het monitoringsplan in deze paragraaf zijn opgesteld uitgaande van gebruik van een hoogfrequent trilblok met een variabel moment en met een slagkracht van 650 kN. Indien een laagfrequent trilblok, een trilblok zonder variabel moment of een trilblok met een hogere slagkracht wordt toegepast, dient deze analyse opnieuw uitgevoerd te worden, met een mogelijke vereiste opschaling van de monitoring als gevolg.

Een indicatieve meting wordt uitgevoerd bij de woningen die binnen de risico contour met een overschrijdingskans van 1% vallen, dus binnen de rode lijn, maar niet binnen de contour met een overschrijdingskans van 5%.

Een beperkte meting wordt uitgevoerd bij de woningen die binnen de risicocontour met een overschrijdingskans van 5% vallen, dus binnen de blauwe lijn. Op basis van de resultaten van de trillingspredictie blijkt dat het al dan niet in deze contour vallen van de gebouwen, afhankelijk is van de klasse-indeling van het gebouw.

Een overzicht van de benodigde monitoring per woning is weergegeven in Tabel 4-3. Hierbij is de nummering aangehouden zoals weergegeven in Figuur 4-2.

Er wordt alleen monitoring uitgevoerd bij de woningen en niet bij de bijbehorende gebouwen, omdat de woningen het dichtst bij de trillingsbron liggen en dus maatgevend zijn.

Tabel 4-3 Overzicht benodigde monitoring trillingen per woning.

Woning	Normaal	Bouwkundig gevoelig
Dorpsstraat 92	Geen	Indicatief
Dorpsstraat 94	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 100	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 104	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 106	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 106a	Indicatief	Beperkt
Dorpsstraat 108	Indicatief	Beperkt

4.8 Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie

De geplaatste trillingsopnemers moeten een standaard meetfrequentie hebben. Per meetpunt wordt per opslaginterval de hoogste trillingsnelheid opgeslagen. De topwaarde van de trillingen dient per richting bepaald te worden, waarbij de richting met de hoogste waarde maatgevend is. Per gebouw dient voor beide meetpunten afzonderlijk de V_{top} bepaald te worden. Daarnaast dient per gebouw voor het meetpunt het dichtst bij de trilling dat per opslaginterval de trillingsversnelling a_{top} wordt opgeslagen.

Er wordt ervan uitgegaan dat er indicatieve metingen worden uitgevoerd bij de woningen. Wanneer dit het geval is, geldt het volgende:

Langs de Dorpsstraat wordt bij de meest trillingsgevoelige woning gedurende de gehele periode waarin aan DV5 wordt gewerkt een beperkte meting uitgevoerd. Tijdens het uittrillen van de heaveschermen wordt bij alle gebouwen binnen 50 m van de trillingsbron een beperkte meting uitgevoerd.

Bij de woning die gedurende de hele periode wordt gemonitord, geldt dat daar gemonitord wordt vanaf 1 week voor de eerste werkzaamheden (o.a. werkverkeer) worden uitgevoerd,

om een goede nulmeting te hebben. Deze metingen vinden plaats tot 1 week nadat de laatste werkzaamheden zijn uitgevoerd.

4.9 Correctieve maatregelen

Wanneer de grenswaarde overschreden wordt, wordt een signaal naar de hoofduitvoerder en site-engineer gestuurd. Wanneer dit eenmalig gebeurt, wordt geen directe actie ondernomen. Dit, omdat het bij een enkele overschrijding van de grenswaarde niet waarschijnlijk is dat dit door het uittrillen van de damwanden komt, aangezien dit een continue trilling is.

Wanneer binnen een tijdsspanne van 3 uur de grenswaarde ten minste 4 keer wordt overschreden, of wanneer bij ten minste 3 achtereenvolgende metingen de grenswaarde wordt overschreden, overlegt de uitvoerder met de site engineer over mogelijke oorzaken en toe te passen maatregelen.

Wanneer dit het geval is worden de volgende maatregelen op volgorde genomen, waarbij de volgende maatregel wordt uitgevoerd wanneer de vorige maatregel geen oplossing biedt:

1. De hoofduitvoerder legt de werkzaamheden die verantwoordelijk zijn voor de trillingen stil. De meetresultaten worden geanalyseerd, waarbij onder andere wordt gekeken naar correlatie met de trillingsbron.
2. De meetresultaten van de trillingsmetingen worden, indien mogelijk, gerelateerd aan overige factoren. Via de omgevingsmanager worden overige factoren waar mogelijk geadresseerd bij de verantwoordelijken.
3. Er wordt opgeschaald naar een uitgebreide meting. Dit heeft alleen nut wanneer de gemeten trillingen maximaal 40% boven de grenswaarde in het geval van een beperkte meting of maximaal 60% boven de grenswaarde in het geval van een indicatieve meting is. Bij een hogere gemeten trillingswaarde is deze maatregel geen oplossing.
4. Er worden trillingsreducerende maatregelen genomen, waarbij eventueel naar een trillingsvrij systeem wordt overgestapt. Gezien de kleine berekende kans op overschrijdingen is deze maatregel op dit moment niet verder uitgewerkt.

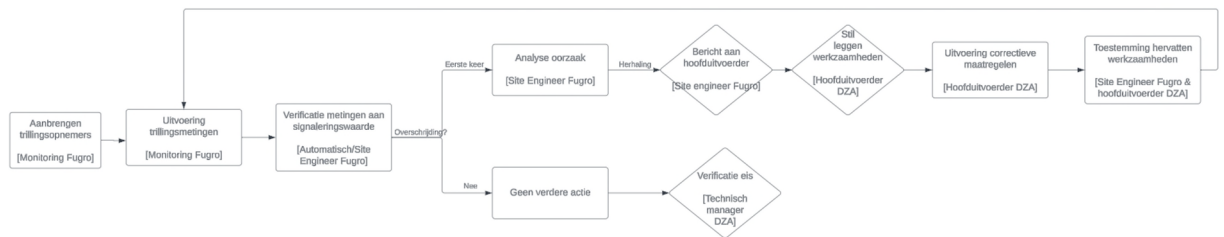
Naast deze maatregelen wordt het monitoren van de zettingen bij woningen opgeschaald.

Het werk blijft stilgelegd totdat een van bovenstaande maatregelen is uitgevoerd tot het punt dat:

- Er trillingsreducerende maatregelen zijn genomen waardoor de veroorzaakte trillingen zijn gereduceerd tot een acceptabel niveau, of;
- Er is aangetoond dat de trillingen niet zijn veroorzaakt door de werkzaamheden, of;
- De grenswaarde verantwoord is aangepast, waardoor de veroorzaakte trillingen zich op een acceptabel niveau bevinden.

Na hervatten van het werk worden de trillingen actief gemonitord om te controleren of dit inderdaad het geval. Bij nieuwe overschrijdingen wordt het werk opnieuw stilgelegd en wordt bovenstaand stappenplan opnieuw doorlopen.

4.10 Proces en verantwoordelijkheden



Bij de relevante woningen worden trillingsopnemers aangebracht door de verantwoordelijke partij voor monitoring van woningen. De gemeten waardes worden geverifieerd aan de signaleringswaarden. Wanneer er geen overschrijding hiervan plaatsvindt, worden de metingen aan het eind van de meetperiode gedeeld met de Technisch Manager, die verifieert dat aan de eis voldaan is. Wanneer de signaleringswaardes wel overschreden worden, wordt het stappenplan beschreven in paragraaf 4.9 gevolgd. Werkzaamheden worden stilgelegd en hervat door de hoofduitvoerder, op advies van de site-engineer van Fugro.

5. Onderbouwing monitoring zettingen woningen

5.1 Uitgangspunten

Bij de uitvoering van de dijkversterking wordt als uitgangspunt aangehouden dat er geen schade wordt veroorzaakt aan omliggende woningen. Hiertoe wordt de uitvoering zorgvuldig en volgens de geldende richtlijnen gedaan en wordt de kans op ontstaan van schade maximaal beperkt.

5.2 Doel van de instrumenten

Bij DV5 wordt bemaling toegepast bij de bouwkuip op het punt waar het koelwaterkanaal de Maas instroomt. Deze bemaling heeft invloed op de grondwaterstand bij de woningen langs de Dorpsstraat, wat mogelijke zettingen tot gevolg heeft. Daarnaast kan het verwijderen (trillingen in ondergrond) van de op dit moment aanwezige heaveschermen langs de Dorpsstraat resulteren in zettingen.

Met behulp van doorgaande waterpassing met invarbaken en hoogtebouten aangebracht op de woningen kan worden gemonitord of er zettingen plaatsvinden als gevolg van (tijdens) deze werkzaamheden en of dit eventuele schade tot gevolg heeft.

5.3 Eisen

Voor het opstellen van de grenswaarden worden de volgende eisen aangehouden. Deze eisen komen overeen met de gestelde eisen in vergelijkbare dijkversterkingsprojecten.

Voor woningen wordt schaderisicoklasse 1 aangehouden, zoals gedefinieerd in de 'F530, Aanbevelingen voor het ontwerp van bouwkuipen en stedelijke omgeving' [6]. Voor alle andere bouwwerken wordt schaderisicoklasse 2 gehanteerd.

5.4 Voorspelling

Er worden drie onderdelen van het werk onderscheiden die mogelijke zettingen zouden kunnen veroorzaken. Dit zijn:

- Zetting als gevolg van bemaling;
- Zetting door het aanbrengen van grondlichamen op de dijk;
- Zetting door het verwijderen van de aanwezige heaveschermen.

Daarnaast vindt op de locatie autonome bodemdaling plaats in de orde van 1 – 2 mm per jaar en bevindt het gebied zich in een aardbevingsgevoelig gebied, wat zettingen kan veroorzaken.

Op basis van eerste analyses is de verwachte zetting als gevolg van werkzaamheden minimaal, in de orde van 1-2 mm.

5.5 Plaatsing instrumenten

De verwachting is dat eventuele zettingen het gevolg zullen zijn van het uittrillen van de damwanden langs de Dorpsstraat. Om deze reden worden de woningen die in paragraaf 0 zijn aangewezen als woningen die moeten worden gemonitord op trillingen ook gemonitord op zettingen. Op elk van deze woningen dienen 6 hoogteboutjes aangebracht te worden. Deze hoogteboutjes dienen in vaste delen van de gebouwen te worden geplaatst, dus op metselwerk of op beton. De boutjes moeten op een hoogte van 20-60 cm boven maaiveld worden geplaatst.

Daarnaast worden hoogteboutjes aangebracht bij 3 referentiepunten in de omgeving. Deze referentiepunten moeten zich bevinden op een afstand van 50-100 m van het werk, buiten de invloedszone van het werk. Wanneer er geen diep gefundeerde gebouwen aanwezig zijn buiten de invloedszone van het werk, moeten referentiepunten worden aangebracht.

De beoogde woningen voor het monitoren van zettingen zijn weergegeven in Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Overzicht benodigde monitoring zettingen per woning.

Woning
Dorpsstraat 92
Dorpsstraat 94
Dorpsstraat 100
Dorpsstraat 104
Dorpsstraat 106
Dorpsstraat 106a
Dorpsstraat 108

5.6 Grenswaardes

De meetnauwkeurigheid van de toegepaste meetmethode is in de orde 2-4 mm. Dit is in dezelfde orde als de verwachte zettingen. Er wordt daarom een signaleringswaarde van 5 mm ten opzichte van de nulmeting aangehouden.

Omdat de verwachte zetting dusdanig veel lager is dan de maximaal acceptabele zetting, wordt op dit moment geen interventiewaarde bepaald. Wanneer tijdens de uitvoering de signaleringswaarde wordt overschreden, zal een interventiewaarde worden bepaald en zullen maatregelen worden uitgewerkt.

5.7 Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie

De volgende metingen dienen uitgevoerd te worden:

Voordat begonnen wordt met de bemaling dienen twee nulmetingen te worden uitgevoerd, met een maand ertussen. Verder worden herhaalmetingen uitgevoerd na zettingsgevoelige momenten. Dit betekent dat er herhaalmetingen worden uitgevoerd na het afronden van het uittrillen van de damwanden en dat er twee metingen worden uitgevoerd tijdens het

aanbrengen van het dijksmateriaal. De eerste keer wanneer de aangebrachte laag halverwege de totale hoogte van de dijk is aangelegd en de tweede keer nadat de laatste ophoogslag is uitgevoerd. Vervolgens worden herhaalmetingen gedaan 1 maand en 2 maanden nadat de laatste ophoogslag is uitgevoerd en wordt een laatste meting gedaan nadat de eindprofilering is uitgevoerd.

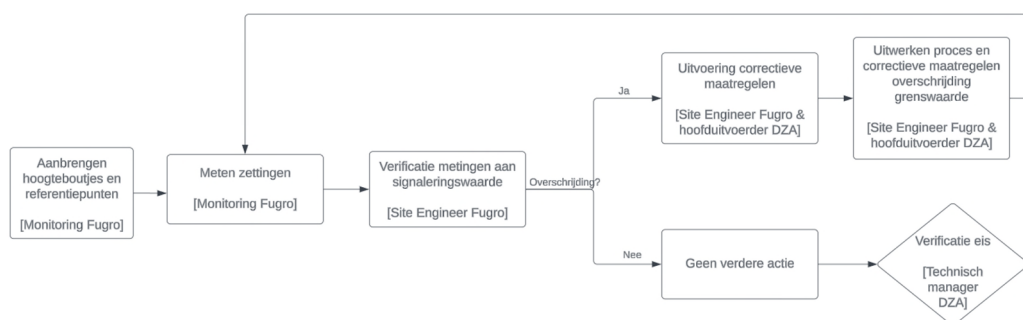
5.8 Correctieve maatregelen

De signaleringswaarde is zo gedefinieerd dat overschrijding hiervan betekent dat de zettingen significant groter zijn dan verwacht, maar dat deze zich nog ver van de alarmwaardes bevinden. Wanneer de signaleringswaarde wordt overschreden, worden de volgende acties ondernomen:

1. Er wordt een signaal gestuurd naar de site-engineer en de hoofduitvoerder.
2. De site-engineer analyseert de meetresultaten. Indien mogelijk worden deze gerelateerd aan overige factoren.
3. Een controle op ongewenste zakking van het maaiveld wordt uitgevoerd.
4. De monitoring van zettingen wordt opgeschaald naar eens per twee weken.
5. Er wordt vastgesteld of de monitoring van zettingen moet worden uitgebreid naar extra objecten. Indien dit het geval is, wordt dit zo snel mogelijk uitgevoerd.
6. Site-engineer en hoofduitvoerder komen samen tot een stroomschema van de te ondernemen acties en de verantwoordelijkheden bij eventuele overschrijding van de alarmwaarde.

Omdat geen relevante zettingen worden verwacht, worden op dit moment geen correctieve maatregelen gedefinieerd voor overschrijding van de grenswaarde.

5.9 Proces en verantwoordelijkheden



Bij de relevante woningen worden hoogteboutjes aangebracht door de verantwoordelijke partij voor monitoring van woningen. Op de in paragraaf 5.7 genoemde momenten worden door deze partij metingen uitgevoerd. De resultaten van deze metingen worden gedeeld met de site engineer, die deze verifieert aan de signaleringswaarden. Wanneer er geen overschrijding hiervan plaatsvindt, worden de metingen aan het eind van de meetperiode gedeeld met de Technisch Manager, die verifieert dat aan de eis voldaan is. Wanneer de

signaleringswaardes wel overschreden worden, wordt het stappenplan beschreven in paragraaf 5.8 gevolgd. Werkzaamheden worden stilgelegd en hervat door de hoofduitvoerder, op advies van de site-engineer van Fugro.

6. Onderbouwing bouwkundige opname belendingen

Als onderdeel van de monitoring van de omgevingsobjecten wordt de bouwkundige vooropname en verschilopname van de objecten in de omgeving van de werkzaamheden en de infrastructuur uitgevoerd. Middels de bouwkundige vooropname worden de belendingen geïnspecteerd op schade, gebreken en onvolkomenheden die visueel waarneembaar zijn met betrekking tot de bouwkundige staat. Daarnaast wordt deze inspectie gebruikt om de objecten te categoriseren voor monitoring van trillingen conform de SBR-richtlijn A [2].

De resultaten van de bouwkundige vooropnamen vormen het uitgangspunt van de objecten in de omgeving bij start van de werkzaamheden.

6.1 Eisen

Voor het uitvoeren van de bouwkundige voor- en verschilopnamen wordt een onderaannemer ingeschakeld. Hierbij is de vereiste dat de deskundigen die de opnames werken volgens BRL 5024. Daarnaast dient de expert aangesloten te zijn bij het NIVRE (Nederlands Instituut voor Register- Experts).

6.2 Doel van de monitoring

Door een overzichtelijke voor- en verschilopname van gebouwen in de invloedszone te maken kan een duidelijk overzicht gemaakt worden van mogelijke schades die tijdens het bouwproces zijn ontstaan en welke mogelijke schade voor of na het bouwproces is ontstaan.

6.3 Meetmethode

Het aantal objecten dat in aanmerking komt voor een bouwkundige opname is afhankelijk van de aard van de werkzaamheden en de gekozen uitvoeringsmethode. Hiervoor dient in samenspraak met de expert (Fugro/ onderaannemer) een risicocontour te bepaald te worden.

Op basis van de risicocontour die is opgesteld voor het monitoren van trillingen wordt voorgesteld de bouwkundige opname uit te voeren zoals benoemd in onderstaande alinea en in Tabel 6-1.

Er worden drie mogelijke opnames benoemd in de tabel. Voor alle woningen geldt dat er zowel een bouwkundige vooropname als een verschilopname wordt uitgevoerd. De verschilopname wordt uitgevoerd na afloop van de werkzaamheden. Hierbij wordt dezelfde analyse uitgevoerd als bij een eindopname, maar wordt ook het verschil met de vooropname bepaald. Bij de woningen aan de Dorpsstraat geldt dat dit voor zowel de buitenkant als de binnenkant van het huis gebeurt. Voor de woningen langs de Arixweg wordt dit alleen voor de buitenkant uitgevoerd. Daarnaast worden de woningen langs de Dorpsstraat beoordeeld op bouwkundige staat volgens de SBR-A [2].

Tabel 6-1 Voorstel uitvoering bouwkundige opname per woning

Woning	Bouwkundige vooropname	Bouwkundige verschilopname	Beoordeling bouwkundige staat
Dorpsstraat 92	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 94	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 100	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 104	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 106	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 106a	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Dorpsstraat 108	Binnen- en buitenkant woning	Binnen- en buitenkant woning	Ja
Arixweg 6	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 10	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 12	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 14	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 16	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee
Arixweg 18	Buitenkant woning	Buitenkant woning	Nee

Zowel bij de voor- als verschilopname wordt een uitgebreide fotorapportage gemaakt van de objecten. Bij de voor- en verschilopnamen worden de objecten geïnspecteerd op schade, gebreken en onvolkomenheden welke visueel waarneembaar zijn, met betrekking tot de bouwkundige staat.

6.4 Grenswaardes

Voor de bouwkundige opnamen worden geen grenswaarden gehanteerd.

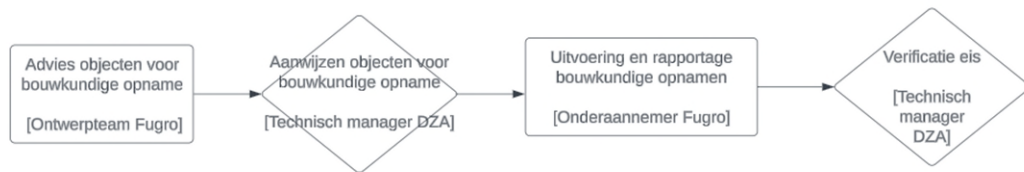
6.5 Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie

De vooropname wordt uitgevoerd maximaal 4 weken voordat de eerste werkzaamheden in de nabijheid van de woning worden uitgevoerd. De verschilopname wordt uitgevoerd maximaal 4 weken nadat de initiële consolidatie heeft plaatsgevonden. Dit is op het moment dat de restzettingsvoorspelling is uitgevoerd met als resultaat dat de resterende zettingen klein genoeg zijn.

6.6 Correctieve maatregelen

De bouwkundige opname wordt uitgevoerd om beeld te krijgen van mogelijke door de werkzaamheden uitgevoerde schades aan woningen. Er wordt hierop niet gemonitord tijdens de werkzaamheden, correctieve maatregelen zijn daarom niet van toepassing.

6.7 Proces en verantwoordelijkheden



6.8 Rapportage

De resultaten van de bouwkundige vooropname legt de onderaannemer per objectadres (of -locatie) vast in een vooropnamerapport. Deze rapportage wordt opgesteld conform hoofdstuk 4.4 van de BRL 5024.

Ook wordt de verharding en bijbehorende infrastructuur van het gehele dijktraject inclusief dijkopgangen vastgelegd middels een foto-inspectie of videorapportage. Dit wordt gedaan voor aanvang van de eerste uitvoeringswerkzaamheden.

De eigenaren, beheerders of bewoners van de opgenomen objecten of percelen krijgen na de bouwkundige vooropname een (digitale) versie van het opnamerapport. Het overhandigen/versturen van het (digitale) opnamerapport gebeurt uiterlijk 8 werkdagen na het gereedkomen van het vooropnamerapport. DZA borgt dat de juiste rapportages bij de juiste eigenaren terecht komen. Dit wordt gedaan samen met de NIVRE-expert die de opname heeft uitgevoerd, na overleg met de omgevingsmanager van WL.

7. Onderbouwing monitoring grondwaterstand

7.1 Eisen

Aan de grondwaterstand langs de woningen zijn geen specifieke eisen gesteld.

7.2 Doel van de instrumenten

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden bij DV5, wordt een bouwput aangelegd op de locatie waar op dit moment het koelwaterkanaal in de Maas stroomt. Deze bouwput wordt bemaald, wat invloed heeft op de grondwaterstand bij de woningen langs de Dorpsstraat. Doordat de peilbuizen gedurende langere periode de freatische lijn meten, zowel voor en na als tijdens het bemalen, kan kwalitatief worden bepaald of er invloed is van de bemaling. Er kan aangenomen worden dat de woningen aanliggend aan de Dorpsstraat geen paalfunderingen hebben, doordat het maaiveld zich enkele meters boven het gemiddeld freatisch peil bevindt. Door het meten van de freatische lijn kan worden geverifieerd dat de grondwaterstand reageert op de bemaling zoals gemodelleerd. Wanneer dit niet het geval is, kan dit wijzen op een incorrecte interpretatie van de ondergrond.

7.3 Voorspelling

Tijdens het bemalen is de verwachte afname in de grondwaterstand enkele meters, tot maximaal NAP +10,5 m. Buiten de bemalingsperiode is de verwachting dat de grondwaterstand zijn normale niveau heeft. Voor deze metingen is een nauwkeurigheid van 5 cm voldoende.

7.4 Grenswaardes

Uit het 'Memo bemalingsadvies langskanaal M06' [7] blijkt dat op een afstand van 50 m vanaf de bemaling een verlaging in de grondwaterstand van 2,7 m wordt verwacht. Bij bepaling van deze verlaging is uitgegaan van een verlaging van de grondwaterstand van 3,5 m vanaf het beginniveau van NAP +14,5 m, wat het gemiddelde waterpeil in de Maas is. De afstand van het koelwaterkanaal tot de peilbuizen is ca. 30 m. Na extrapolatie volgt dat bij de peilbuizen een grondwaterstandverlaging van ca. 3,0 m wordt verwacht, tot een grondwaterstand van ca. NAP +11,5 m. Aangezien de Maas bij Buggenum gestuwd is, wordt weinig variatie in de ondergrens van het waterpeil verwacht, waardoor ook het grondwaterpeil relatief stabiel moet zijn.

Om deze redenen wordt een signaleringswaarde van NAP +11,2 aangehouden in de peilbuizen.

Omdat geen grote gevolgen worden verwacht als gevolg van lagere grondwaterstanden is geen interventiewaarde gedefinieerd.

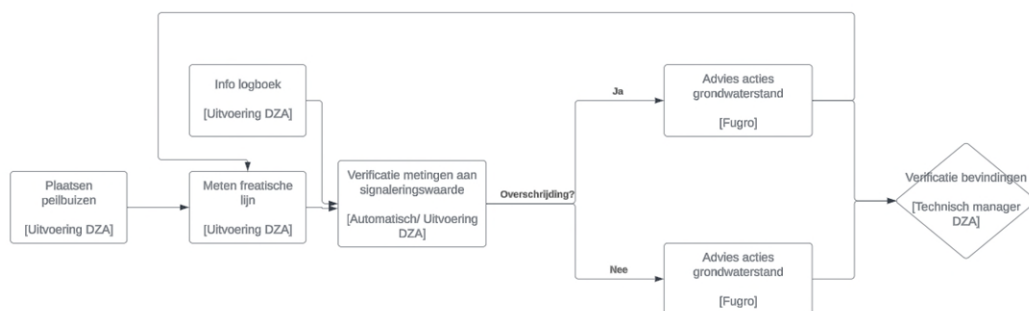
7.5 Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie

Van de invloed van de bemaling op de grondwaterstand en de eventuele invloed op schades wordt na afloop van het versterkingswerkzaamheden een analyse gedaan. Hiervoor is het noodzakelijk dat er een basismeting is uitgevoerd van ten minste een maand voordat wordt begonnen met bemalen. De meting van de grondwaterstand wordt doorgezet tot een maand na afronden van de bemaling. De peilbuizen worden telemetrisch uitgemeten. In de periode voor en na het bemalen voldoet een meetfrequentie van eens per uur en een zendfrequentie van eens per dag.

7.6 Correctieve maatregelen

Wanneer het freatische peil gemeten in de peilbuizen lager is dan de signaleringswaarde wordt, een signaal gegeven aan de site-engineer. Er wordt dan een analyse uitgevoerd naar de oorzaak van de variatie in de grondwaterstand ten opzichte van de voorspelde daling in de grondwaterstand.

7.7 Proces en verantwoordelijkheden



8. Onderbouwing monitoring aanbrengen heaveschermen

8.1 Eisen

Wanneer de damwanden niet goed op elkaar aansluiten, is het mogelijk dat een pipe ontstaat die de waterveiligheid significant doet afnemen (doorloopsheid). Om deze reden is de eis gesteld dat alle damwanden over de gehele lengte waterdicht (in het slot) moeten zijn aangebracht.

8.2 Doel van de instrumenten

Om te toetsen of de damwanden in het slot worden geplaatst, worden slotverklikkers met de damwandplank mee aangebracht. Als deze volledig meeloopt tijdens het aanbrengen van de damwandplank, betekent dit dat de damwandplank correct is aangesloten op voorgaande damwandplanken en dus dat de damwand op deze locatie waterdicht is aangebracht. Dit is belangrijk, aangezien de primaire functie de damwandplanken een heavescherm is. Hierbij is aansluiting van schermen essentieel.

8.3 Voorspelling ordegroottes verandering en nauwkeurigheid

Het resultaat van de slotverklikkers is binair, deze heeft daarom geen nauwkeurigheid.

8.4 Grenswaardes

Bij het aanbrengen van de slotverklikkers moet worden bijgehouden of deze wel of niet volledige meelopen. Wanneer dit niet het geval is, moet de locatie hiervan worden genoteerd zodat maatregelen kunnen worden genomen.

8.5 Reactiesnelheid en meet/zendfrequentie

Het resultaat van de slotverklikkers wordt direct na inbrengen van de damwand geregistreerd. De meting wordt slechts een keer uitgevoerd per slot.

8.6 Correctieve maatregelen

Als uit de testen met de slotverklikkers blijkt dat een damwandplank niet correct is aangesloten op de naastgelegen damwandplank, dan wordt in beginsel achter het slot een groutkolom toegepast om te garanderen dat de damwand waterdicht is.

Dit wordt nader uitgewerkt in het werkplan.

8.7 Proces en verantwoordelijkheden



Tijdens het plaatsen van de heaveschermen wordt door de uitvoering op de relevante heaveschermen een slotverklikker aangebracht en direct uitgelezen. De resultaten worden gedeeld met de technisch manager, die bepaalt welke actie ondernomen wordt.