

Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS)

Fase 2 Toetsing aspecten uit rapportage "De Lekdijk is lekgestoken"



Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS)
Fase 2 Toetsing aspecten uit rapportage "De Lekdijk is lekgestoken"

Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS)
 Fase 2 Toetsing aspecten uit rapportage "De Lekdijk is lekgestoken"

| | |
|-----------------------|---|
| Opdrachtgever | Waterschap Rivierenland |
| Contactpersoon | de heer ing. W.J. de Bie |
| Referenties | Zie hoofdstuk referenties |
| Trefwoorden | macrostabiliteit, piping, KIS, boorpaalwand, barettenwand, diepwand |

Documentgegevens

| | |
|----------------------|-----------------------|
| Versie | 1.0 |
| Datum | 31 januari 2022 |
| Projectnummer | 11207207-005 |
| Document ID | 11207207-005-GEO-0016 |
| Pagina's | 148 |
| Classificatie | |
| Status | definitief |

| Doc. Versie | Auteur | Controle | Akkoord | Publicatie |
|--------------------|--|--|------------------------|-------------------|
| 1.0 | Ing. Helle Larsen Ir. Ulrich Förster Ing. Jan Blinde Ing. Arno Rozing Dr.ir. Meindert Van Ing. Huub De Bruijn | Prof. Ir. Frits van Tol em. Dr. Ir. Cor Zwanenburg | Ing. Goaitske de Vries | |
| | | | | |

Samenvatting

Waterschap Rivierenland (WSRL) heeft van 2013 tot 2018 de Lekdijk tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer versterkt. Een complexe opgave door de slappe veenachtige ondergrond en de vele woningen die vlak langs de dijk staan. Deltares heeft op verzoek van Waterschap Rivierenland onderzoek gedaan naar het ontwerp en de realisatie van het dijkversterkingsproject Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS). Reden van voorliggende onderzoek is de onrust, die bij de bewoners langs deze dijk is ontstaan naar aanleiding van schades en overlast en het daaropvolgende rapport 'De Lekdijk is lek gestoken' van de heer Van Baars.

Het ontwerpen en het realiseren van een dijkversterking in een gebied, dat bestaat uit slappe veenachtige ondergrond en waar veel bebouwing dicht tegen de dijk aanwezig is, is een complexe opgave. De eisen, die vanuit waterveiligheid bij een dergelijke dijkversterking worden opgelegd, leiden er vaak toe dat er conflicten met de ruimtelijke indeling langs de dijk ontstaan. Het vraagt veel van de technische mogelijkheden en vergt een goede samenwerking tussen alle belanghebbende partijen. Een dijkversterking moet voldoen aan de waterveiligheidseisen en rekening houden met landschappelijke inpasbaarheid, impact voor de bewoners langs de dijk en het toekomstig beheer en onderhoud van de dijk. Het project KIS is zo een complexe opgave.

Het doel van dit onderzoek is antwoord te geven op de vragen betreffende de waterveiligheid van de dijk en hoe de dijkversterking is uitgevoerd met de invloed daarvan op de omgeving. Ook worden de leeraspecten, die belangrijk zijn voor andere dijkversterkingen vastgelegd. In de analyse is, naast de gegevens van het waterschap, gebruik gemaakt van de aspecten die Van Baars noemt in zijn rapport en is aanvullende (satelliet) data ingebracht.

Aanpak gehele onderzoek

Het onderzoek naar het ontwerp en de realisatie van het dijkversterkingsproject is in overleg met WSRL opgedeeld in twee fasen. In fase 1 staat de waterveiligheid centraal, omdat inzicht in de huidige waterveiligheid de hoogste prioriteit heeft. In fase 2 staat de schade aan de woningen centraal. Deltares heeft daarom in juli 2021 advies uitgebracht over fase 1. Hieruit volgt dat er geen aanwijzingen zijn gevonden dat er sprake is van een acuut waterveiligheidsrisico. Voor de aanpak in fase 2 is in overleg met WSRL gekozen om in de rapportage een feitelijke reactie te geven op de zes, door de heer Van Baars genoemde aspecten in zijn rapportage omtrent waterveiligheid en schades. Daarbij wordt opgemerkt dat in deze fase ook aanvullende generieke aspecten, waaronder bodemdaling, nauwkeurigheid van vervormingsmetingen en satellietdata (InSAR) en generieke trends, worden beschouwd.

Op de rapportage van fase 1 als ook op deze rapportage is een externe kwaliteitsborging uitgevoerd, waarbij een groep van drie externe specialisten het rapport - ieder individueel - heeft gereviewd en waarna in een gezamenlijke bespreking de verwerking van dit review commentaar is doorgesproken. Ook is deze rapportage voorgelegd aan een dwarskijktteam, om zo ervaring en kennis vanuit de geotechniek als ook andere disciplines, vanuit een breed perspectief, in te brengen. De rapportage betreffende het fase 1 onderzoek is (op dinsdag 6 juli 2021) toegelicht aan de aanwezige bewoners tijdens een inloopavond. Tijdens deze avond zijn een aantal aspecten over de uitvoering van de dijkversterking met de aanwezige bewoners besproken, die in deze rapportage, fase 2, zijn opgenomen. Op 25 oktober 2021 is een eerste informerende bijeenkomst met het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) geweest, waarbij het ENW door WSRL is gevraagd om een advies uit te brengen over de conclusies uit voorliggend rapport.

Aanpak van fase 2

Het fase 2 onderzoek is gestart met een feitenonderzoek. Dit onderzoek is gedaan op basis van het opleverdossier en al beschikbare stukken. Waar informatie ontbrak zijn aanvullende documenten opgevraagd bij WSRL. Daarbij wordt opgemerkt dat er geen gegevens van de autonome horizontale vervormingen in het gebied beschikbaar zijn, wat het moeilijker of niet mogelijk heeft gemaakt specifieke conclusies ten aanzien van de horizontale verplaatsingen te trekken. Daarnaast zijn satellietdata (InSAR) opgevraagd om vervormingen van de panden en van de dijk in de tijd te kunnen analyseren en is informatie van bewoners verzameld.

Aan de hand van deze informatie is de dijkversterking bestudeerd en is in de rapportage van de resultaten nader ingezoomd op de zes aspecten van Van Baars. Per aspect is een reactie gegeven:

- I. Kwelvorming en vernatting door lekkage langs de harde constructies.
- II. Opbarsten van het achterland.
- III. Stabiliteit en consolidatieduur na een ophoogslag bij grondaanvullingen.
- IV. De grondverplaatsingen en de gevolgen voor de omliggende huizen.
- V. Risicoanalyse en externe onafhankelijke toetsing.
- VI. Meetcampagne voor kwel, consolidatie en verplaatsingen.

Aanvullend zijn leerpunten voor andere HWBP-projecten gegeven als ook generieke aspecten beschouwd, die naar aanleiding van discussiepunten, vragen en opmerkingen uit onderhavig onderzoek naar voren kwamen.

Hoofdconclusie

Geconcludeerd kan worden dat het merendeel van de kritiek van Van Baars op deze aspecten kan worden weerlegd op basis van het onderzoek. Dat geldt niet voor alle aspecten. De hoofdconstateringen zijn:

- Uit de beschikbare documenten blijkt dat de voorbereiding van het uitvoeringsproces risicogestuurd is opgezet en dat risicobeheersing in de vorm van monitoring tijdens de realisatie deels is voorbereid en uitgevoerd. Naast uitgebreide monitoring behelst een risicogestuurde aanpak ook een continu, adaptief proces van risico-identificatie en risicobeheersing tijdens de realisatie. Hier was niet altijd sprake van.
- Met betrekking tot de beoordeling van de ophoogslagen is de gevolgde procedure van het vrijgeven van de ophoogslagen in het beschikbare archiefmateriaal goed te volgen en lijkt ook goed te zijn uitgevoerd. Er is dus ten aanzien van de stabiliteit tijdens het ophogen risicogestuurd gewerkt. Opgemerkt wordt dat er zich geen afschuivingen tijdens de uitvoering hebben voorgedaan.
- Met betrekking tot de beoordeling van de groenecirkelpanden wordt het volgende aangemerkt voor de panden op paalfunderingen:
 - Er is vroegtijdig geconstateerd dat de grenswaarden qua vervormingen in de ondergrond, uit de Vraagspecificatie Eisen (VSE), tijdens de uitvoering niet haalbaar waren zonder de panden af te schermen. Op basis van een voorstel tot wijziging (VTW 62) is een werkwijze opgesteld om de grenswaarden van paalfunderingen te verruimen. Dit besluit is weloverwogen en intern, zowel door het projectteam als door het waterschap, breed gedragen genomen.
 - Er zijn door middel van analyses ruimere grenswaarden voor de vervormingen van deze panden en in de grond toegelaten.
 - De onderbouwing daarvan, hoe met onzekerheden in dergelijke analyses moet worden omgegaan, is met de kennis van nu niet overtuigend. Zo is het onduidelijk hoe de criteria zijn afgeleid waaraan de berekende vervormingen

zijn getoetst. Onduidelijk is ook of dit een criterium betreft waarbij de funderingsconstructie nog functioneert (uiterste grenstoestand) of tot schade kan leiden zonder functie verlies (bruikbaarheidsgrenstoestand). Ook is het niet duidelijk of al deze rapporten met de analyses onafhankelijk constructief en geotechnisch zijn getoetst en wat er gedaan is met het commentaar van deze reviews.

- Tijdens de uitvoering zijn de grenswaarden van de vervormingen van grond en specifiek bij een aantal panden niet voldoende bewaakt. Hiervoor zijn geen of onvoldoende beheersmaatregelen genomen. De schade aan de panden doet vermoeden dat (met betrekking tot deze panden) de risicosturing op papier goed is beschreven en dat de intentie er wel was om risicogestuurd te werken, maar er is hier niet altijd naar gehandeld (althans op papier navolgbaar). Mogelijk speelt hierbij een rol dat een aantal van de beheersmaatregelen, die tijdens de uitvoering voorhanden waren, ingrijpend, niet goed doordacht of voorbereid waren en daardoor niet eenvoudig realiseerbaar (contrabelastingen etc.) waren. Dergelijke maatregelen dienen tevens tijdig te worden getroffen om de optredende vervormingen te kunnen beperken.
- Met betrekking tot de beoordeling van de constructieve elementen wordt het volgende aangemerkt:
 - Er zijn bij het opstellen van het monitoringsplan geen risico's gesignaleerd met betrekking tot het optreden van vervormingen bij de panden.
 - Er is vroegtijdig geconstateerd dat de grenswaarden qua vervormingen in de ondergrond en aan de panden, uit de VSE, tijdens de uitvoering niet haalbaar waren. Er is besloten de toelaatbare vervormingen van de panden te verruimen. Dit door van een maximaal toelaatbare absolute verplaatsing over te gaan op een maximaal toelaatbaar verschil in verplaatsing over een bepaalde afstand (hoekverdraaiing). Het monitoringsplan is hierbij niet aangepast. Er is niet frequent genoeg en niet op voldoende plaatsen gemonitord.
 - Dat schade aan panden is opgetreden lijkt het gevolg van het verruimen van de grenswaarden en het ontbreken van mogelijkheden om via monitoring adequaat bij te sturen.

Conclusie per aspect

De hoofdconclusie is onderstaand verder verdiept. De genoemde zes aspecten zijn onderverdeeld in grofweg 3 categorieën, namelijk:

- Aspecten ten aanzien van de waterveiligheid - aspect I en II.
- Aspecten ten aanzien van de realisatie van de dijkversterking - aspect III, IV en V (deels).
- Procedurele aspecten - aspect V (deels) en VI.

Conclusies aspect I en II - De waterveiligheid

Uit het fase 1 rapport 'Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS)', dat Deltares samen met externe, onafhankelijke deskundigen heeft opgesteld, blijkt dat er geen sprake is van een acuut waterveiligheidsrisico bij de Lekdijk tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer. Daarbij is onder andere gekeken naar kwelvorming en vernatting door lekkage langs de harde constructies (aspect 1) en het opbarsten van het achterland (aspect 2). Ook met inachtneming van nieuwe inzichten, voor wat betreft waterspanningen en de realisatie van de constructieve elementen, voldoet de huidige dijk nu (ruim) aan de destijds geldende waterveiligheidsnorm en ontwerpmethodiek. Ook met de huidige (strengere) waterveiligheidsnorm wordt berekend, dat er geen acuut waterveiligheidsprobleem is. Dit komt omdat er in het ontwerp van de constructies in deze dijk is uitgegaan van

waterstandstijging en bodemdaling voor de situatie over 100 jaar, waardoor voorlopig nog een overmaat aan sterkte aanwezig is.

De beoogde ontwerplevensduur van 100 jaar voor de constructies zal mogelijk niet worden gehaald. Er is een kleine kans dat er een kortsluiting is ontstaan tussen de onderlinge zandlagen als gevolg van de realisatie van de boorpalen. Tevens is er een kans dat er op termijn een kier zou kunnen ontstaan langs de boorpalen. Het eventueel optreden van beide gebeurtenissen of effecten heeft (op termijn) invloed op de waterveiligheid. De berekende krachten in de constructie onder huidige maatgevende condities zijn nog maar de helft van de krachten, die worden berekend voor de maatgevende situatie over 100 jaar. De ontwerplevensduur van 100 jaar zal bij het optreden van deze effecten volgens de berekeningen niet worden gehaald. Echter, door de grote marge tussen de huidige situatie en die over 100 jaar is het reguliere 12-jaarlijkse beoordelingsproces voldoende om de waterveiligheid met de constructies in deze dijk in de tijd te blijven volgen en borgen. Monitoring is aanbevolen om vast te kunnen stellen of daadwerkelijk kortsluiting is opgetreden dan wel daadwerkelijk een kier ontstaat tussen de boorpaal en de omringende grond en op die manier de werkelijke (ontwerp)levensduur te kunnen bepalen. Ook kan op basis van monitoring tijdig worden geconstateerd of er veiligheidstekorten ontstaan. Het monitoringsadvies van Deltares, voortkomend uit onderzoek in fase 1, wordt door Waterschap Rivierenland opgevolgd. Dit betreft een monitoringsplan waarmee de onzekerheden met betrekking tot het ontstaan van kortsluitingen tussen de onderlinge zandlagen, de aanwezigheid van onvoldoende afdichting bij de verankeringen ter voorkoming van kwel en het op termijn kunnen ontstaan van een kier langs de boorpalen, kunnen worden verkleind.

Conclusies aspect III, IV en V (deels) - Realisatie dijkversterking

Ten aanzien van de aspecten die aan risicobeheersing in de realisatiefase zijn gerelateerd (aspecten III, IV en deels V), volgt uit de stukken dat door de aannemers Combinatie Dijkverbetering Molenwaard (CDVM) en Waterschap Rivierenland (opdrachtgever) de dijkversterking is uitgevoerd volgens de daarvoor geldende richtlijnen en het voor KIS opgestelde UAV-gc contract. Als gevolg van deze contractvorm wordt de "bewijslast", dat de aannemer aan zijn contractverplichtingen voldoet, praktisch volledig schriftelijk georganiseerd en vastgesteld, waardoor het goed verifieerbaar is en met een hoog detailniveau.

De belangrijkste drager van de conclusies met betrekking tot de invulling van de werkwijze van de aannemer bij de realisatie van de dijkversterking zit in principe in de resultaten van het dossieronderzoek. Conform het contract van KIS was een werkwijze vereist, die zo min mogelijk overlast en schade aan de bebouwing zou veroorzaken. Feitelijk zouden de ervaringen van de bewoners dan ook in overeenstemming moeten zijn met het beeld dat het papieren dossier uitstraalt. In paragraaf 4.2, waar ervaringen van bewoners tijdens de dijkversterking worden besproken, lijken de verificatiedocumenten op gespannen voet te staan met de waarnemingen van bewoners .

De dijkversterking is voor wat betreft de constructieve elementen geheel ontworpen door CDVM. Bij de grondoplossingen is door CDVM het uitvoeringsontwerp (UO) uitgewerkt. Bij wijzigingen in de secties heeft CDVM ook het ontwerp van de gronddijken aangescherpt. CDVM heeft zowel de ontwerpen als de uitvoeringsontwerpen vastgelegd via een rapportenserie (berekeningsnota, ontwerpnota, specificatie- en verificatie nota). De wijze waarop de verschillend dijksecties zijn ontworpen en gerealiseerd is daarmee goed navolgbaar.

Lopende de werkzaamheden is een aantal wijzigingen ten opzichte van de contracteisen doorgevoerd middels zogenaamde Voorstellen Tot Wijziging (VTW), omdat bepaalde eisen uit het contract niet konden worden gehaald. Dit is niet ongebruikelijke bij complexe

dijkversterkingsprojecten. Deze VTW's hadden onder andere betrekking op de vervormingseisen rondom en de trillingseisen aan de panden.

Uit de documenten blijkt dat de vervormingscriteria voor panden op paalfunderingen zijn verruimd en dat voorzien werd, dat de bijgestelde criteria niet tot schade zouden moeten leiden volgens de uitgevoerde analyses. Dit betreft de zogenaamde 'groenecirkelpanden', die conform de eisen moesten worden afgeschermd in verband met de aanleg van grondophogingen. Het overschrijden van de vereiste vervormingscriteria werd veroorzaakt door de keuze om deze panden niet met constructies af te schermen. In plaats daarvan is een aanpak gevolgd waarbij risico's met monitoring en beheersmaatregelen worden afgedekt en waarbij:

- Vooraf funderingsinspecties zijn uitgevoerd en waar nodig maatregelen zijn genomen om de fundering te versterken.
- Vooraf analyses zijn uitgevoerd om de optredende vervormingen ten gevolge van het aanbrengen van de grondophogingen per pand te kunnen bepalen. Op basis van deze analyses zijn grenswaarden per pand voor de monitoring vastgesteld.
- Bij alle panden monitoring heeft plaats gevonden.
- Belastingen verspreid in de tijd zijn aangebracht om de horizontale vervormingen te beperken.

Hierbij worden naar aanleiding van dit onderzoek de volgende kanttekeningen geplaatst:

1. Voor de reeds aanwezige spanningen in funderingspalen van de panden op palen is de vervormingsgeschiedenis ten dele meegenomen. Rekening is gehouden dat de spanningen in deze palen als gevolg van de dijkversterking medio jaren 80 van de vorige eeuw nog deels aanwezig zijn (ca 60 % reductie van de spanningen bij houten palen). Eerdere dijkversterkingen of spanningen als gevolg van kruip zijn niet in de vervormingsgeschiedenis meegenomen.
2. De onzekerheid in de keuze van de stijfheidsparameters van de grond en van het paalsysteem zijn in de onderbouw van de VTW onvoldoende in de beschouwingen betrokken en waardoor ze te rooskleurig zijn
3. De methode en het vastgestelde vervormingscriterium voor deze paalfunderingen is voor zo ver bekend niet geëvalueerd/bijgesteld op basis van ervaringen tijdens de bouwphase, ook niet bij het overschrijden van de vooraf vastgestelde grenswaarden bij meerdere van de panden. Een constatering is dat er alleen beheersmaatregelen zijn getroffen betreffende langere wachttijden tussen de ophoogslagen.
4. Niet duidelijk of een aantal van de beheersmaatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van een contrabelasting of het maken van groutkolommen zoals genoemd in het monitoringsplan, haalbaar/efficiënt zijn. Duidelijke uitvoerbare beheersmaatregelen zijn een basisvoorwaarde voor een beheerste toepassing van een observatiemethode.
5. Door het verruimen van de oorspronkelijke vervormingseisen in het contract is er meer ruimte gegeven voor het realiseren van de dijkversterking door meer vervormingen toe te laten aan de panden.

Uit de documenten volgt ook dat de vervormingscriteria voor panden op staalfunderingen nabij de realisatie van constructieve elementen zijn verruimd. Deze verruiming lijkt ingegeven door het feit dat de gestelde vervormingseisen in de VSE tijdens de realisatie werden overschreden. Dit heeft noch geleid tot het treffen van beheersmaatregelen, noch tot een evaluatie van het monitoringsplan.

Uit zowel de satellietdata (InSAR, geleverd door SkyGeo en geanalyseerd door Deltares) als de gemeten verticale vervormingen aan de in dit rapport beschouwde panden volgt dat het verticale vervormingsgedrag van de panden vóór de dijkversterking veelal anders was dan

tijdens en na de dijkversterking. Bij meerdere panden zijn de zakkings tijdens en na de werkzaamheden duidelijk toegenomen ten opzichte van het autonome zakkingsgedrag. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit alleen de verticale vervormingen van deze panden betreft omdat uit de metingen geen betrouwbaar beeld van de horizontale verplaatsingen kan worden vastgesteld.

Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd, dat er weliswaar bij het ontwerp en tijdens de uitvoering aandacht is geweest voor schaderisico's door vervormingen, maar dat de toegenomen kans op schade door het verruimen van de grenswaarden van de vervormingen en de grotere verplaatsingen niet ten volle is onderkend.

Conclusies aspect V (deels) en VI - Procedurele aspecten

Uit de toetsing van het proces en de werkwijze (aspecten V en VI) in de rapportages volgt dat het uitvoeringsproces risicogestuurd is opgezet. Hierbij worden naar aanleiding van dit onderzoek de volgende opmerkingen gemaakt:

1. Een formeel overkoepelend risicobeheersingsdossier, dat vanaf de start van het dijkversterkingsontwerp is bijgehouden en geactualiseerd, is niet bij de stukken aangetroffen. Wel zijn er verschillende risicoregisters die zijn gebruikt om risico's te kunnen identificeren en te kwantificeren in het archief aanwezig, alleen hebben deze vooral betrekking op "projectniveau" en niet op "objectniveau". Daarnaast is door CDVM gewerkt met een Lijst Kritieke onderdelen (LKO). Dit is een lijst met aandachtspunten, veiligheidsaspecten en risico's opgesteld en weergegeven in de "Berekeningsrapporten per uitvoeringsvak".
2. Met betrekking tot de beoordeling van de ophoogslagen is de gevolgde procedure van het vrijgeven van de ophoogslagen in het beschikbare archiefmateriaal goed te volgen en lijkt ook goed te zijn uitgevoerd. Echter, met betrekking tot de groenecirkelpanden lijkt in de uitvoering de risicogestuurde aanpak niet volledig te zijn gevolgd.
3. Het is niet duidelijk of de onderbouw van de VTW's, die betrekking hadden op de verruiming van de grenswaarden, allemaal onafhankelijk zijn getoetst waarbij het commentaar uit die toetsing is verwerkt.
4. De methode en het vastgestelde vervormingscriterium is voor zo ver bekend niet geëvalueerd/bijgesteld op basis van ervaringen tijdens de bouwfase, ook niet bij het overschrijden van de vooraf vastgestelde grenswaarden bij meerdere van de panden.
5. Door het afwijken van de oorspronkelijke vervormingseisen in het contract is meer vervorming aan de panden geaccepteerd.

Uit de documenten volgt ook dat de vervormingscriteria voor panden op staalfunderingen nabij de realisatie van constructieve elementen zijn verruimd, waarbij is overgegaan van absolute zakkingsseisen conform de VSE naar hoekverdraaiingseisen, echter zonder de daarbij noodzakelijke uitbreiding van monitoring. Deze verruiming lijkt ingegeven door het feit dat de gestelde vervormingseisen in de VSE tijdens de realisatie werden overschreden. Dit heeft niet geleid tot een evaluatie van het monitoringsplan.

Uit zowel de satellietdata als de gemeten verticale vervormingen aan de in dit rapport beschouwde panden volgt dat het verticale vervormingsgedrag van de panden vóór de dijkversterking veelal anders was dan tijdens en na de dijkversterking. Er blijkt sprake te zijn van een significante toename van de zakkingsnelheid van een aantal panden. De eventuele beïnvloeding op de vervormingen in horizontale richting is niet bekend.

1. De panden zijn door WSRL langdurig gemonitord op verticale deformaties. Deze metingen zijn in 2011 gestart en lopen momenteel nog door voor een aantal panden.

2. Naast de pandmetingen, die door WSRL zijn uitgevoerd, zijn door CDVM gedurende de werkzaamheden metingen uitgevoerd. Dit betreft metingen van horizontale deformaties die zijn gebruikt ten behoeve van de risicobeheersing.

Samengevat wordt, met betrekking tot aspect V en VI, geconcludeerd dat er wel sprake is van een risicogestuurde opzet van het project, maar uit de beschikbare archiefgegevens lijkt de sturing op de risico's niet of niet voldoende te zijn ingevuld in de uitvoering, met name met betrekking tot schade aan de panden. Tevens wordt geconcludeerd dat er een uitgebreide meetcampagne is ingezet. Wel had met het aanpassen van de eisen aan de toelaatbare vervormingen van de panden de monitoring heroverwogen moeten worden en kan worden geconstateerd dat er niet voldoende beheersmaatregelen zijn getroffen bij het overschrijden van grenswaarden. Ook was er in de meetcampagne weinig aandacht voor het meten van lekkage / kwelstromen.

Inhoud

| | |
|--|-----------|
| Samenvatting | 4 |
| 1 Inleiding | 15 |
| 1.1 Aanleiding en fasering van het onderzoek | 15 |
| 1.2 Doel van het onderzoek in fase 2 | 16 |
| 1.3 Aanpak van het onderzoek | 17 |
| 1.4 Beschikbare informatie | 18 |
| 1.5 Kwaliteitsborgingsproces | 18 |
| 1.5.1 Interne kwaliteitsborging Deltares | 18 |
| 1.5.2 Team van externe deskundigen | 18 |
| 1.5.3 Dwarskijktteam | 19 |
| 1.5.4 Expertise netwerk waterveiligheid ENW | 19 |
| 1.6 Rol van Deltares bij de dijkversterking KIS | 19 |
| 1.7 Leeswijzer | 19 |
| 2 Context proces bij dijkversterking | 21 |
| 3 Aspecten I en II betreffende de waterveiligheid | 25 |
| 3.1 Inleiding | 25 |
| 3.2 Aspect I Kwelvorming en vernatting door lekkage langs de harde constructies | 25 |
| 3.2.1 Fact-finding en analyse met betrekking tot aspect I | 27 |
| 3.2.2 Conclusies aspect I | 27 |
| 3.3 Aspect II Opbarsten van het achterland | 28 |
| 3.3.1 Fact-finding en analyse met betrekking tot aspect 2 | 29 |
| 3.3.2 Conclusies aspect II | 30 |
| 3.4 Samenvatting conclusies ten aanzien van waterveiligheid | 30 |
| 4 Fact-finding aspecten III, IV, V en VI | 32 |
| 4.1 Inleiding | 32 |
| 4.2 Ervaringen van de bewoners | 33 |
| 4.2.1 Inleiding | 33 |
| 4.2.2 Bewonerservaringen met opvijzelen van pand | 33 |
| 4.2.3 Algemene bewonersopmerkingen | 34 |
| 4.3 Fact-finding op basis van dossieronderzoek t.b.v. aspecten III, IV, V en VI | 35 |
| 4.3.1 Samenvatting | 35 |
| 4.3.2 Belangrijkste afwijkingen in de monitoring t.o.v. contracteisen | 36 |
| 4.3.3 Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de groene cirkel panden | 37 |
| 4.3.4 Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de verankerde boorpalen | 39 |
| 4.3.5 Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de diepwanden en barettenwanden | 41 |
| 5 Aspect III Stabiliteit en consolidatieduur | 42 |
| 5.1 Inleiding | 42 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.2 | Aspecten van Van Baars | 44 |
| 5.3 | Fact-finding met betrekking tot dit aspect | 45 |
| 5.4 | Analyse van de feiten | 45 |
| 5.4.1 | Reactie commentaarpunten Van Baars aspect III | 46 |
| 5.5 | Conclusies aspect III | 48 |
| 6 | Aspect IV: De grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen | 50 |
| 6.1 | Inleiding | 50 |
| 6.2 | Aspecten van Van Baars | 52 |
| 6.3 | Fact-finding met betrekking tot dit aspect | 53 |
| 6.3.1 | Horizontale en verticale vervormingen | 53 |
| 6.3.2 | InSAR satellietmetingen van de zakkings | 53 |
| 6.4 | Analyse van de feiten | 53 |
| 6.4.1 | Analyse aspect | 53 |
| 6.4.2 | Analyse InSAR satellietmetingen van de zakkings | 56 |
| 6.4.3 | Reactie commentaarpunten Van Baars aspect IV | 59 |
| 6.5 | Conclusies aspect IV | 61 |
| 7 | Aspect V: Risicoanalyse en externe onafhankelijk toetsing | 63 |
| 7.1 | Inleiding | 63 |
| 7.2 | Aspecten van Van Baars | 65 |
| 7.3 | Fact-finding met betrekking tot aspect V | 66 |
| 7.4 | Analyse van de feiten | 66 |
| 7.4.1 | Onafhankelijke risicoanalyse in projectplan fase en bij de aanbesteding | 66 |
| 7.4.2 | Onafhankelijke toetsing van de ontwerp-, uitvoerings- en gunningsfase | 67 |
| 7.4.3 | Reactie commentaarpunten Van Baars | 68 |
| 7.5 | Conclusies aspect V | 69 |
| 8 | Aspect VI: Meetcampagne voor de kwel, consolidatie en de verplaatsingen | 70 |
| 8.1 | Inleiding | 70 |
| 8.2 | Aspecten van Van Baars | 71 |
| 8.3 | Fact-finding met betrekking tot dit aspect | 72 |
| 8.4 | Analyse van de feiten | 73 |
| 8.4.1 | Voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing moet bij een gedegen ontwerp een gedegen meetcampagne worden ontworpen en opgesteld. | 73 |
| 8.4.2 | De meeste aanwezige berekeningen gaan over stabiliteitsfactoren en bezwijkmechanismen | 74 |
| 8.4.3 | Gronddeformaties bij de groenecirkelpanden | 75 |
| 8.4.4 | Gronddeformaties bij constructieve elementen | 76 |
| 8.4.5 | Reactie commentaarpunten Van Baars | 77 |
| 8.5 | Conclusies aspect VI | 78 |
| 8.5.1 | Meetcampagne voor de kwel, consolidatie en de verplaatsingen | 78 |
| 8.5.2 | De meeste aanwezige berekeningen gaan over stabiliteitsfactoren en bezwijkmechanismen | 79 |
| 8.5.3 | Monitoring te laat ingezet en wordt niet gedeeld | 79 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 9 | Conclusies | 81 |
| 9.1 | Hoofdconclusie | 81 |
| 9.2 | Conclusies per aspect | 82 |
| 10 | Generieke aandachtspunten voor constructies in dijken voor HWBP-projecten | 87 |
| 10.1 | Inleiding | 87 |
| 10.2 | Dijkversterking met constructieve elementen | 87 |
| 10.2.1 | Verankering stabiliteitswanden | 87 |
| 10.2.2 | Stijfheid constructie in relatie tot omringende grond | 88 |
| 10.2.3 | Vervormingen bij grondverdringende en niet-grondverdringende technieken | 88 |
| 10.2.4 | Aansluitconstructies | 88 |
| 10.2.5 | Eisen aan overige functies | 89 |
| 10.2.6 | Meenemen autonome vervormingen in schadecriteria panden | 89 |
| 10.3 | Geohydrologie | 90 |
| 10.3.1 | Blokken freatische lijn | 90 |
| 10.3.2 | Lekkage, perforeren/verbinden van watervoerende en niet watervoerende lagen | 91 |
| 10.4 | Omgevingsbeïnvloeding | 91 |
| 10.4.1 | Verticale deformaties | 91 |
| 10.4.2 | Horizontale deformaties | 91 |
| 10.4.3 | Monitoring van vervormingen van panden | 92 |
| 10.4.4 | Trillingen | 93 |
| 10.4.5 | Wateroverlast | 93 |
| 10.4.6 | Stabiliteit restprofiel en vervormingen/kwel door opdrijven | 93 |
| 10.5 | Procesaspecten bij innovaties | 94 |
| 10.5.1 | Innovatie TRL en SRL | 94 |
| 10.5.2 | Afwegingskader constructief versus grondoplossing en amoveren bebouwing | 94 |
| 10.5.3 | Nevenfuncties en verantwoordelijkheden | 94 |
| 10.5.4 | Terugvalopties | 95 |
| 10.5.5 | Evaluatie van dijkversterking met innovaties | 95 |
| 10.5.6 | Zichtbaarheid opdrachtgever bij contractvorm UAV-gc | 95 |
| | Referenties | 97 |
| | Begrippen | 100 |
| | Symbolen | 105 |
| | Afkortingen | 106 |
| | Bijlagen | 107 |
| A | Fact-finding aspecten III, IV, V en VI | 108 |
| B | Insar Satellietmetingen | 109 |
| C | Impressie bodemopbouw bij KIS | 110 |
| D | Impressie van de sectie-indeling van de dijkversterking | 111 |
| E | Locaties monitoring bij secties met Barettenwanden | 112 |
| F | Overzicht monitoring (Bijlage1 uit (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)) | 117 |
| G | Trillingsmetingen bij installatie barettenwanden | 120 |
| H | Trillingsmetingen bij realisatie palenwanden | 123 |

| | | |
|---|---|-----|
| I | Voorbeeld beschikbare monitoring bij de uitvoering van boorpalen | 128 |
| J | Voorbeeld beschikbare monitoring bij de uitvoering van barettenwanden (Waterschap Rivierenland, 2018) | 133 |
| K | Uitleg celproef | 138 |
| L | Reactie op verschillen tussen rapportage Van Baars versie 14 april 2020 en herziene versie 19 augustus 2021 | 139 |
| M | Externe review van de onafhankelijke deskundigen | 146 |

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en fasering van het onderzoek

Waterschap Rivierenland heeft van 2013 tot 2018 de Lekdijk tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer versterkt. Een complexe opgave door de slappe veenachtige ondergrond en de vele woningen die vlak langs de dijk staan. Deltares heeft op verzoek van Waterschap Rivierenland (WSRL) onderzoek gedaan naar het ontwerp en de realisatie van het dijkversterkingsproject Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS). Aanleiding van het onderzoek is de onrust bij de bewoners langs deze dijk naar aanleiding van schades en overlast en het daaropvolgende rapport 'De Lekdijk is lek gestoken' van de heer Van Baars. Voor Waterschap Rivierenland is deze schade en onrust van de bewoners de aanleiding geweest om onderhavig onderzoek te laten doen.

Het ontwerpen en het realiseren van een dijkversterking in een gebied dat bestaat uit slappe veenachtige ondergrond, waar veel bebouwing dicht tegen de dijk aanwezig is, is een complexe opgave. De eisen, die vanuit waterveiligheid bij een dergelijke dijkversterking worden opgelegd, leiden er vaak toe dat er conflicten met de ruimtelijke indeling langs de dijk ontstaan. Het vraagt veel van de technische mogelijkheden en vergt een goede samenwerking tussen alle belanghebbende partijen. Een dijkversterking moet voldoen aan de waterveiligheidseisen en rekening houden met landschappelijke inpasbaarheid, impact voor de bewoners langs de dijk en het toekomstig beheer en onderhoud van de dijk. Het project KIS is zo een complexe opgave.

Op 14-4-2021 heeft Waterschap Rivierenland (WSRL) het rapport "De Lekdijk is lek gestoken" ontvangen van prof. dr. ir. Stefan van Baars (Van Baars, 2020). Een belangrijk punt in dat rapport is dat Van Baars stelt dat de waterkering momenteel niet veilig zou zijn. Er staat onder andere dat de recent versterkte Lekdijk niet aan de normen voor waterveiligheid voldoet en dat er bij een langdurige buitenwaterstand van NAP +0,76 m al serieuze waterveiligheidsproblemen kunnen ontstaan waardoor de polder ontruimd zou moeten worden. Naar aanleiding van deze waterveiligheidsopmerking heeft Waterschap Rivierenland aan Deltares gevraagd een onafhankelijk advies uit te brengen met daarin een fasering waarbij om prioriteitsredenen eerst een antwoord op de vragen ten aanzien van de waterveiligheid, fase 1, wordt gegeven:

- A. Is er al dan niet een waterveiligheidsprobleem; zijn er acute risico's?
- B. Zo ja, te adviseren in eventueel te nemen maatregelen.

Vervolgens is in fase 2 een reactie gegeven ten aanzien van alle zes aspecten uit het eerder genoemd rapport:

- C. Een feitelijke reactie te geven op de commentaarpunten en vragen t.a.v. het ontwerp en de uitgangspunten van de (uitvoering) van de dijkversterking gesteld door de heer Van Baars in zijn rapportage.
- D. Een advies over wat dat al dan niet zou kunnen betekenen voor andere HWBP projecten bij WSRL.
- E. Het beantwoorden van de vragen die zijn gesteld met betrekking tot de schade aan de panden die door de auteur van het rapport worden toegekend aan de dijkversterkingswerkzaamheden.

De antwoorden op de vragen ten aanzien van de waterveiligheid (eerste twee punten A en B) zijn gepresenteerd in het eindrapport van fase 1 (Deltares, 2021). Voorliggend rapport behandelt de eerste twee vragen van fase 2. Deze fase wordt in voorliggend rapport **fase 2** genoemd. Het al dan niet uitvoeren en de invulling van punt E hangt af van de resultaten en het handelingsperspectief dat op basis van onder andere dit rapport (als ook de resultaten van de commissie van der Vlist) nader wordt bepaald door het waterschap Rivierenland.

Op 18 augustus 2021 is er een herziene versie van het rapport “De Lekdijk is lek gestoken” opgesteld door Stefan van Baars (Van Baars, 2021). Deze herziene versie is opgesteld naar aanleiding van het rapport van Deltares (Deltares, 2021), die fase 1 van het onderzoek behandelt met betrekking tot de aspecten I en II uit het rapport van Van Baars uit april 2020. In Bijlage L zullen de voornaamste verschillen tussen deze 1^e versie en de herziene versie van het rapport van Van Baars worden weergegeven. Daarnaast is per behandeld verschil een reactie gegeven met een eventuele doorverwijzing naar waar de betreffende aspecten zijn behandeld. Omdat in de herziene versie geen feitelijk andere inzichten zijn genoemd is in voorliggend rapport alleen ingegaan op de 1^e versie van het rapport van Van Baars van 14 april 2020.

1.2 Doel van het onderzoek in fase 2

Doel van het onderzoek voor fase 2 is het geven van een feitelijke reactie op de onderstaande 6 aspecten zoals verwoord in het rapport “De Lekdijk is lekgestoken” (Van Baars, 2020) en een advies over wat dat al dan niet zou kunnen betekenen voor andere HWBP projecten bij WSRL.

Belangrijk is daarbij te benoemen dat het doel van het onderzoek is om invulling te geven aan de vragen met betrekking tot waterveiligheid van de dijk, de uitvoering van de dijkversterking en de invloed hiervan op de omgeving en de leeraspecten die belangrijk zijn voor andere dijkversterkingen. Daarbij zal er bij de analyse gebruik worden gemaakt van de aspecten die Van Baars noemt in zijn rapport. Bij dit onderzoek zal tevens op basis van deze leerervaringen, inzichtelijk worden gemaakt wat in het algemeen verbeterd kan worden om dergelijke dijkversterkingen te kunnen realiseren met betrekking tot waterveiligheid en de beheersbaar van de werkzaamheden tijdens de uitvoering in relatie tot de omgeving.

De aspecten van Van Baars zijn:

I. Kwelvorming en vernatting door lekkage langs de harde constructies

“Omdat de waterdruk in de diepe zandlaag veel hoger is dan het polderpeil en omdat de harde elementen het klei-veenpakket hebben doorgeprikt, dus hebben lek gestoken, is er een kwel ontstaan die de vernatting van de directe omgeving veroorzaakt, waar de bewoners grote last van hebben, maar die ook de stabiliteit en de grondverplaatsingen van de dijk negatief beïnvloedt. Dit was wel vooraf te verwachten, maar toch is hier in het ontwerp geen rekening mee gehouden.”

II. Opbarsten van het achterland

“Omdat het achterland/de polder lager ligt dan het waterpeil van de Lek, moet het grondgewicht van de klei en veenlagen van het achterland altijd zwaarder zijn dan de waterdruk in de zandlaag onder het klei-veenpakket. Dit is in het ontwerp niet op de juiste wijze getoetst. Vooral door het leksteken van een hogere zandlaag onder het klei-veenpakket moet geconcludeerd worden dat bij hoogwater in de lek, bij meerdere secties van de Lekdijk gevaar bestaat voor opbarsten van het achterland wat bij hoogwater in de lek tot een dijkdoorbraak kan leiden.”

III. Stabiliteit en consolidatieduur na een ophoogslag bij grondaanvullingen

“Omdat de dijk voorafgaande aan de werkzaamheden al een erg lage stabiliteit had, kon deze niet in een keer met grond worden opgehoogd of aangevuld. De grond moest per ophoogslag eerst voldoende consolideren anders zou de grond teveel schuiven en dreigde er zelfs bezwijken. Voor alle aanvulslagen moest er dus vooraf worden berekend hoe lang deze moesten consolideren voor de volgende slag. Dit is niet correct berekend in het ontwerp. Dit heeft geleid tot groter kansen op afschuivingen en tot grotere zakkings en verschuivingen van grond.”

IV. De grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen

“Omdat het klei-veenpakket uiterst slap is, en omdat er veel huizen op een uiterst gevoelige locatie staan; in een zone die wordt bedreigd door het opbarsten van het achterland, door de kwel langs de harde elementen en door de horizontale en verticale verschuivingen van de grond moesten de grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan voor de huizen goed worden doorgerekend. Dit is vrijwel niet gebeurd. Er is slechts een rapport over de toetsing van de paalfunderingen. Dit rapport is van Witteveen en Bos en concludeert dat de horizontale grondverplaatsing te groot is voor de paalfunderingen; hierop is geen afdoende reactie op ondernomen. Ook adviseren auteurs de bouwcombinatie om aanvullende speciale (eindige elementen) berekeningen te maken. Dit advies is correct maar is toch niet opgevolgd.”

V. Risicoanalyse en externe onafhankelijk toetsing

“Omdat het hier om een groot project handelt met grote risico's, had de opdrachtgever, het Waterschap Rivierenland, beter een gedegen risicoanalyse kunnen opstellen. In zo'n analyse behoren alle ontwerpaspecten met risico's zoals de hier genoemde ontwerpaspecten te worden beschouwd, zowel bij de berekeningen als bij het ontwerp, als bij de meetcampagne tijdens de bouw. Bij meetwaarden die afwijken van waarden die vooraf zijn bepaald, kan dan worden ingegrepen volgens een beheersplan dat vooraf is opgesteld. Om de dijk en de burgers achter de dijk optimaal te beschermen hadden zowel het ontwerp als de risico-analyse beter kunnen worden getoetst door onafhankelijke experts van partijen die niet eerder bij dit project betrokken waren. Dit alles behoort bij een gedegen ontwerp maar daarvan is niets aangetroffen in de geotechnische documenten van het ontwerp.”

VI. Meetcampagne voor de kwel, consolidatie en de verplaatsingen

“Voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing had een gedegen meetcampagne moeten worden ontworpen en opgesteld. Het handelt bij deze dijkversterking om voor- en na-opnames van schade aan huizen en ter bescherming van de huizen om monitoring van de kwel/lekkage langs de harde elementen, de consolidatie tijdens de ophoogslagen en de horizontale en verticale verplaatsingen van de grond. Dit behoort bij een gedegen ontwerp maar hiervan is weinig aangetroffen in de geotechnische documenten van het ontwerp.”

1.3 Aanpak van het onderzoek

Het onderzoek in deze 2^{de} fase is gestart met het uitbreiden van het voor fase 1 uitgevoerd feitenonderzoek. Dit onderzoek is uitgevoerd met het opleverdossier en de stukken die beschikbaar waren vanuit de begeleiding door Deltares van het project. Waar informatie ontbrak zijn aanvullende documenten opgevraagd bij het waterschap. Bovendien zijn satellietdata (InSAR) opgevraagd om vervormingen van de dijk en van panden in de tijd te kunnen analyseren en is informatie van bewoners verzameld. Het feitenonderzoek op basis van de beschikbare gegevens is in de bijlagen in onderhavig rapport opgenomen. Maar er ontbreken ook kennis en gegevens, omdat deze niet voor handen zijn. Er is bijvoorbeeld met betrekking tot autonome bodemdalingen nog niets bekend over het horizontale effect hiervan op panden. In onderhavige rapportage worden een aantal

generieke aspecten, zoals bodemdaling, nauwkeurigheid van vervormingsmetingen en satellietdata (InSAR) en generieke trends beschouwd. Tenslotte worden aandachtspunten voor andere HWBP-projecten gegeven die naar aanleiding van discussiepunten, vragen en opmerkingen tijdens onderhavig onderzoek naar voren zijn gekomen.

Voorliggend rapport is bedoeld om inzicht te geven in het verband tussen schade en dijkversterking maar is **niet** bedoeld om te komen tot een opinie over de aansprakelijkheid.

In dit rapport wordt de aannemerscombinatie CDVM meerdere malen genoemd als actor. Afwijkingen die door CDVM zijn voorgesteld, zijn middels VTW's met het IPM team (opdrachtgever) gedeeld en vastgesteld.

1.4 Beschikbare informatie

In voorliggend rapport zullen de aspecten I t/m VI worden behandeld. Deze aspecten hebben betrekking op het uitvoeringsontwerp en de uitgangspunten van de uitvoering van de dijkversterking. De fact-finding hiernaar is met name gebaseerd op het digitale opleverdossier van het waterschap. Dit betreft globaal de volgende fasen en aspecten in het dijkversterkingsproject:

- De opgestelde Projectnota/MER. Onderdeel van de projectnota/MER is het Projectplan Waterwet (PPW) en de onderbouwing van het uitvoeringsontwerp in een geotechnische rapportage.
- De belangrijkste inhoud voor de uitvoering van de dijkversterking in de via UAV-gc opgestelde contractdocumenten van WSRL.
- Het risicodossier van WSRL.
- De opgestelde werkplannen van de aannemer ten behoeve van de uitvoering.
- De opgestelde uitvoeringsontwerpen van de aannemer.
- De uitvoering van de dijkversterking door de aannemer.
- Geconstateerde afwijkingen in het Register Afwijkingen die van belang zijn voor de invulling van de aspecten van Van Baars.
- Het risicodossier van de aannemer en de externe onafhankelijke producttoetsen.
- Gesprekken met enkele bewoners op een door WSRL georganiseerde bewonersavond.

1.5 Kwaliteitsborgingsproces

De kwaliteitsborging is georganiseerd middels een aantal onderdelen die in de navolgende subparagrafen worden benoemd.

1.5.1 Interne kwaliteitsborging Deltares

De interne kwaliteitsborging bij Deltares wordt verzorgd door een groep van specialisten. De interne kwaliteitsborging ziet er op toe dat het Deltares rapport voldoet aan de kwaliteitsindicatoren die van dit kennisinstituut worden verwacht, dat feiten verifieerbaar zijn, dat stellingen of standpunten door Deltares breed gedragen zijn en het advies duidelijk is en aan de vraagstelling voldoet.

1.5.2 Team van externe deskundigen

Deltares was betrokken bij het project, zie ook paragraaf 7.4.2. Het rapport beoogt een objectieve, op feiten gestoelde en deskundige mening te geven over de stellingen van Van Baars.

Om de controleerbaarheid en traceerbaarheid van feiten en uitgangspunten te kunnen controleren, is veel energie gestoken in het verzamelen en rapporteren van de onderliggende feiten en uitgangspunten. De objectiviteit en de kwaliteit van het Deltares rapport wordt mede

geborgd door een team van externe deskundigen. Hierin zitten twee deskundigen, die eerder betrokken zijn geweest bij de dijkversterking KIS en drie onafhankelijke deskundige die niet eerder betrokken zijn geweest en veel kennis en ervaringen hebben op het gebied van dijkversterkingen en constructies. Dit team heeft zowel het conceptrapport als het definitief rapport van fase 2 gereviewd. De deskundigen, die eerder betrokken zijn geweest bij de dijkversterking, hebben zich op verzoek beperkt tot het controleren van de feiten. De reviewformulieren van de niet eerder betrokken deskundige zijn toegevoegd. De overige, niet eerder betrokken leden van het team van externe deskundigen is gevraagd, om de conclusies verbonden aan de door Deltares uitgevoerde fact-finding, in relatie tot de door Van Baars gehanteerde stellingnames kritisch en objectief tegen het licht te houden. Deze externe deskundige hebben niet zelf de fact-finding gedaan op basis van het complete opleverdossier van de dijkversterking.

1.5.3 Dwarskijkteam

In de loop van deze fase 2 is ook het dwarskijkteam opgezet. Van het dwarskijkteam is - onafhankelijk van het uitvoeringsteam - gevraagd om vanuit een breder perspectief dan alleen waterveiligheid te kijken. Dit team brengt daarmee een bredere ervaring en kennis van de geotechniek en andere disciplines in.

Voor fase 2 is op 21 september een discussie met het dwarskijkteam geweest naar aanleiding van een presentatie van de voorlopige conclusies uit voorliggend rapport. De tips die door het dwarskijkteam zijn gegeven hadden betrekking op de wijze waarop Deltares een onderzoeksrapport opstelt en de leesbaarheid hiervan voor niet technische onderlegde personen. Ook de maatschappelijke context waarbinnen dijkversterkingen worden uitgevoerd vindt het dwarskijkteam een punt van aandacht.

1.5.4 Expertise netwerk waterveiligheid ENW

Op 25 oktober 2021 zijn de conclusies van het fase 1 en 2 rapport in ENW gepresenteerd, waarbij ENW door het Waterschap Rivierenland is gevraagd om een advies uit te brengen over de conclusies.

1.6 Rol van Deltares bij de dijkversterking KIS

Deltares is als adviseur van WSRL opgetreden inzake geotechnische aspecten van het dijkversterkingsontwerp en heeft daarbij als inhoudelijk deskundige toetsers bij producttoetsen bij de aannemer namens WSRL opgetreden. De producttoetsingen betreffen het ontwerp van constructies in binnentalud en kruin en daarnaast ook het dijkontwerp, zettingsprognoses, rivierwaartse dijkversterkingen, (uitvoerings)stabiliteit en waterveiligheid van de bermen. Deltares heeft producttoetsingen uitgevoerd, waar dit werd verzocht door WSRL. Voor de constructieve aspecten in deze product- en systeemtoetsingen, heeft Deltares Ingenieursbureau Concretio ingeschakeld.

1.7 Leeswijzer

De aan Deltares gevraagde reactie op de aspecten en vragen gesteld door Van Baars t.a.v. het ontwerp en de uitgangspunten van de (uitvoering) van de dijkversterking worden in hoofdstuk 3 tot en met 8 behandeld. In hoofdstuk 2 wordt nader ingegaan op de context rondom het proces bij een dijkversterking. In hoofdstuk 3 wordt kort de reactie op aspect I en II behandeld die vooral de waterveiligheid betreffen en met name al in het fase 1 rapport waren beschreven. Vervolgens is in hoofdstuk 4 een korte samenvatting gegeven van de fact-finding die verder in bijlage A in detail staat gerapporteerd.

Per hoofdstuk wordt daarna het aspect III, IV, V en VI behandeld. Hierbij wordt telkens het hoofdaspect herleid naar deelvragen, worden per aspect de feiten geanalyseerd en wordt

een reactie gegeven op de onderliggende deelvragen. Tenslotte worden per aspect conclusies getrokken.

In hoofdstuk 9 staat de samenvattende conclusie. Hierbij is ervoor gekozen om niet alle deelconclusies te herhalen, maar meer een hoofdlijn van de belangrijkste conclusies aan te geven in 3 hoofdcategorieën. Een advies over wat dat al dan niet zou kunnen betekenen voor andere HWBP projecten bij WSRL is deel van de vraagstelling van dit onderzoek en is in hoofdstuk 10 uitgewerkt. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de leerervaringen voor andere dijkversterkingsprojecten.

2 Context proces bij dijkversterking

In ons land, worden we al honderden jaren geconfronteerd met het feit dat de waterstanden op zee en de rivieren stijgen en dat het land daalt. Dit maakt dat de dijken regelmatig moeten worden verhoogd en versterkt. In de wet is vastgelegd dat de dijkbeheerders (waterschappen) op gezette tijden toetsen of de waterkering nog voldoet aan de gewenste veiligheid tegen een overstroming.

Tijdens de zogenaamde tweede landelijke toetsronde is in 2007 vastgesteld dat 12 km van het 17,5 km lange dijktraject Kinderdijk – Schoonhovenseveer op verschillende punten niet aan de eisen voldeed. Dijkverhoging en dijkversterking was noodzakelijk om de inwoners van de Alblasserwaard voldoende bescherming te bieden tegen een overstroming. Tijdens het opstellen van het dijkversterkingsplan bleek 2 km, van de eerst afgekeurde 12 km van het dijktraject, wel aan de eisen te voldoen, waardoor er uiteindelijk 10 km moest worden verhoogd en versterkt.

Het waterschap is het project Dijkversterking Kinderdijk – Schoonhovenseveer gestart met het opstellen van een startnotitie. In een startnotitie worden in algemene zin de mogelijke dijkversterkingsoplossingen aangegeven. In de op de startnotitie volgende Milieu Effect Rapportage procedure (M.E.R-procedure) worden de voor- en nadelen van de verschillende oplossingen tegen elkaar afgewogen en is een voorkeursalternatief (VKA) vastgesteld. Dit voorkeursalternatief is uitgewerkt tot een dijkversterkingsplan, het zo genaamde Projectplan Waterwet. Grofweg zijn er twee hoofdalternatieven:

- Dijkversterking in grond of
- Dijkversterking met constructies.

Binnen deze hoofdalternatieven zijn ook weer sub-alternatieven mogelijk en combinaties van alternatieven. Bij versterking in grond kan de versterking zoveel mogelijk rivierwaarts worden aangebracht of juist meer polderwaarts. Bij constructies kan o.a. gedacht worden aan stalen damwanden of betonnen diepwanden en deze kunnen dan weer op verschillende locaties in de dijk worden gesitueerd. Alle alternatieven hebben effecten op bijvoorbeeld:

- Landschap.
- Natuur.
- Cultuurhistorie.
- Panden.
- Kosten.
- Leefomgeving.
- Duurzaamheid.

Het waterschap maakt een afweging tussen al deze zaken. Gedurende dit proces moet het waterschap haar keuzes motiveren bij het Hoogwater Beschermingsprogramma (HWBP), die alleen over de subsidieverlening van de dijkversterking beslist. De uiteindelijke keuze, het Projectplan Waterwet, wordt aan de burgers voorgelegd, die hier hun zienswijze op mogen indienen. Na verwerking van de zienswijzen wordt het dijkversterkingsplan vastgesteld door het bestuur van het waterschap en Gedeputeerde Staten.

De uiteindelijke dijkversterkingsoplossing op een dijkvak is het resultaat van een brede afweging van het belang van genoemde aspecten (landschap, natuur, panden, etc.). Onderdeel hiervan is de afweging tussen het publieke belang en het private belang. Bij

dijkversterking is dit een publiek belang vanuit waterveiligheid en een privaat belang vanuit de bewoners langs de dijk, de natuur e.d. En dan zijn er ook nog de kosten. Deze belangen zijn per definitie met elkaar in conflict. Dit proces en deze afweging om tot een projectplan te komen vindt plaats bij alle dijkversterkingen.

De eenvoudigste, duurzaamste en goedkoopste dijkversterking is, mits de benodigde ruimte beschikbaar is, een dijkversterking in grond. Een dijkversterking in grond is vaak niet mogelijk door ruimtegebrek. Als de panden ter plaatse van de noodzakelijke grondophogingen staan is een dijkversterking in grond alleen mogelijk als deze panden worden gesloopt. Als de panden vlak naast de grondophogingen staan, is de kans op schade door de grondvervorming groot. Vanuit het belang van de bewoners, leefomgeving e.d. is dit niet wenselijk en wordt er bij dijkversterkingsprojecten gezocht naar oplossingen waarbij:

- De dijk aan de gewenste veiligheid tegen een overstroming voldoet, en
- De panden zoveel mogelijk kunnen blijven staan, waarbij getracht wordt om schades aan deze panden te voorkomen.

Een dergelijk ontwikkeling van een dijkversterking, zeker in een gebied zoals waar de dijkversterking KIS is gelegen, gaat gemoeid met lastige beslissingen. De dijkversterking moet worden uitgevoerd vanwege de vereiste waterveiligheid vanuit de Waterwet, maar er bestaat altijd het risico dat er schade ontstaat tijdens het uitvoeren van zo'n dijkversterking. Belangrijk is dat de nadelige invloed van de dijkversterking op de omgeving tot een minimum wordt beperkt of gecompenseerd wordt en dat er, in geval van schade, voor de bewoners een snelle en adequate schadeafhandeling is.

Bij de voorbereiding van de dijkversterking KIS, dus al vóór dat het werk aan de Combinatie Dijkverbetering Molenwaard (CDVM) werd gegund, is het volgende gedaan om de nadelige invloed van de dijkversterking op de panden te beperken:

- a. Alle panden langs de dijkversterking zijn beoordeeld op hun bouwkundige kwaliteit, en er is vastgesteld of ze ver genoeg van de grondophogingen afstaan waardoor de invloed van de ophoging voldoende klein is om geen schade te veroorzaken.
- b. Panden, die in minder goede staat verkeerden en of in het tracé van de dijkversterking stonden, zijn opgekocht en gesloopt.
- c. Voor een paar panden is funderingsversterking en het opvijzelen van deze panden voorbereid.
- d. Er zijn langsconstructies (referentieontwerpen zijn stalen damwanden en betonnen diepwanden) gepland, op dijkvakken waar een oplossing in grond niet mogelijk is vanwege ruimte gebrek en sloop van panden niet de voorkeur had.
- e. Er is door WSRL ruimte gecreëerd in het contract om bij de inschrijving andere constructies aan te bieden, die qua omgevingsbeïnvloeding gunstiger zouden zijn dan de technieken die in het referentieontwerp waren opgenomen.
- f. Bij een aantal panden, de zogenaamde 'groenecirkelpanden', is vastgesteld, dat zonder beschermende maatregelen de kans op schade groot is.¹ Voor deze panden moest de aannemer een beschermende maatregel ontwerpen en uitvoeren, zodanig dat de kans op schade aanvaardbaar klein zou zijn.

¹ Dit zijn panden, waarbij al in de voorbereidingsfase van de dijkversterking (dus voorafgaande aan het aanbestedingstraject) door Witteveen+Bos (Bos, 14 maart 2013) was vastgesteld, dat de voorspelde vervormingen bij deze panden te groot zouden worden. Conform het contract van KIS diende de aannemer deze panden af te scherm. Zie ook Paragraaf 2.4.3 in Bijlage A . De specifieke panden zijn weergegeven in Figuur 2.79 in Paragraaf 2.6.3 van Bijlage A .

Op het dijktraject Kinderdijk – Schoonhovenseveer komt veel lintbebouwing voor, die veelal dicht bij de dijk tot in het talud van de dijk staat. De oplossing met een stalen damwand of diepwand kost dan wel weinig ruimte, maar de ruimte om deze constructieve elementen aan te brengen is vaak ook klein, waardoor het aanbrengen vaak risico's in de vorm van schade aan huizen met zich mee brengt.

In het algemeen geldt dat een stalen damwand goedkoper is dan een betonnen diepwand. Dus ligt de keuze van een stalen damwand, waar mogelijk, voor de hand. Het in de grond inbrengen van damwanden gebeurt vaak door te heien of te trillen. In het geval zoals op het dijktraject Kinderdijk – Schoonhovenseveer, waar weinig ruimte is en de damwanden dus dicht bij de huizen moeten worden aangebracht, is de kans op schade aan de huizen aanwezig.

Om hinder in termen van overlast en/of schade te kunnen voorkomen, kan er dus, indien er maar weinig ruimte beschikbaar is, niet worden geheid of getrild. Damwanden kunnen soms ook worden gedrukt in plaats van trillen of heien. Echter in het geval van Kinderdijk – Schoonhovenseveer was dit niet mogelijk vanwege de grote diepte waarop de damwanden moeten worden aangebracht.

Daarom is bij de dijkversterking voor een deel van het traject gezocht naar een type constructie, dat trillingsvrij kon worden aangebracht, minder duur was dan een betonnen diepwand en prijstechnisch concurrerend met de stalen damwand. De palenwand (zie Figuur 2.1), die werd aangeboden door CDVM, voldeed aan de inschrijfeisen en is geselecteerd door WSRL.



Figuur 2.1 Foto palenwand (nog zonder deksloof) (Waterschap Rivierenland, 2018)

De 'groenecirkelpanden' waren de verantwoordelijkheid van de aannemer, die binnen zijn plannen (aanbieding) moest aangeven hoe hij met de kans op schade aan deze panden zou omgaan. Door de aannemer is hiervoor een risico-gestuurde werkwijze gekozen, waarbij:

- De optredende vervormingen steeds worden gemonitord en dat er op basis van deze metingen en de vooraf uitgevoerde analyses en vastgestelde grenswaarden getoetst wordt of bijsturing noodzakelijk is.

- Er als stuurmiddel langere wachttijden tussen ophoogslagen worden aangehouden in de veronderstelling dat er dan met name zakkingen zouden optreden en minder horizontale verplaatsingen.

Deze werkwijze bij de groenecirkelpanden is ook op deze wijze tijdens de uitvoering ingevuld, waarbij de vereiste grenswaarden, zoals die in het contract stonden, zijn verruimd in verband met het optreden van grotere horizontale vervormingen.

3 Aspecten I en II betreffende de waterveiligheid

3.1 Inleiding

De aspecten I en II hebben betrekking op de waterveiligheid van de dijkversterking en zijn in het Fase 1 rapport (Deltares, 2021) uitvoerig behandeld. In het fase 1 rapport is in detail ingegaan op de fact-finding ten aanzien van deze twee aspecten.

Voor de volledigheid en als achtergrond informatie zijn de conclusies uit het Fase 1 rapport met betrekking tot deze twee stellingen opgenomen in voorliggend Fase 2 rapport.

3.2 Aspect I Kwelvorming en vernatting door lekkage langs de harde constructies

Onderstaand wordt de tekst van het rapport van Van Baars m.b.t. aspect I weergegeven.

“Omdat de waterdruk in de diepe zandlaag veel hoger is dan het polderpeil en omdat de harde elementen het klei-veenpakket hebben doorgeprikt, dus hebben lek gestoken, is er een kwel ontstaan die de vernatting van de directe omgeving veroorzaakt, waar de bewoners grote last van hebben, maar die ook de stabiliteit en de grondverplaatsingen van de dijk negatief beïnvloedt. Dit was wel vooraf te verwachten, maar toch is hier in het ontwerp geen rekening mee gehouden.”

De motivatie van aspect I uit het rapport van Van Baars is in de volgende figuur weergegeven:

In het rapport / de presentatie van ABT wordt uitgelegd hoe het ontwerp is doorgerekend met een eindige elementen methode (Plaxis 3D). Maar bij deze ontwerpmethodiek zijn toch minstens 7 problemen waarneembaar:

- 1) De elementen die in 3D worden gebruikt zijn veel grover en minder nauwkeurig dan bij 2D. (Voor de deskundigen onder ons: de elementen in 3D zijn te vergelijken met 6-knoops elementen voor 2D, terwijl in 2D met 15-knoops elementen wordt gerekend die een orde hoger nauwkeurig en stabiel zijn)
- 2) Om 3D te kunnen rekenen zijn helaas zeer grote elementen nodig, maar voor de vervormingen rondom de randen van harde objecten zoals palen en wanden zijn juist zeer kleine elementen nodig. Deze tegenstrijdigheid in de berekening geeft problemen.
- 3) Een 3D berekening kan niet goed de gebogen dijk modeleren; bij het langzaam visceus verschuiven van de dijk, wordt het openen, en dus de tangentiële (= in de richting van de dijk) relatieve trek, die daarbij ontstaat, niet meegenomen in de berekening.
- 4) De gebruikte methode (Eindige Elementen / FEM) heeft geen kier (gap) mogelijkheid. Het ontstaan van kieren rondom de harde elementen is niet mogelijk bij eindige elementen, dus het ontstaan van lekkage kan niet met deze methode worden ontdekt of worden bestudeerd.
- 5) Omdat deze kier ontbreekt, kan ook het ontstaan van kieren en scheuren door de zeer grote groutdruk tijdens het storten (gieten) van het nog vloeibare betonmengsel, en het hierdoor opdrukken van de grond naast de kier, niet worden ontdekt of worden bestudeerd.
- 6) Het enige constitutieve grondmodel in Plaxis dat tijdsafhankelijk kan rekenen voor kruip of visceus gedrag is het Soft Soil Creep model (SSC). Dit is niet ontwikkeld voor visceus gedrag, maar voor kruip. Dus zelfs als dit model was gebruikt in de berekening, was het onduidelijk of het viskeuze vervormen van de dijk goed is meegenomen. Maar omdat er niet met SSC maar met het HS (Hardening soil) grondmodel is gerekend, die juist geen kruip of viskeuze effecten modelleert, is het ontstaan van kieren in de tijd zeker niet te modelleren met Plaxis 3D.
- 7) Eindige elementen programma's zoals Plaxis bezwijken altijd op het meest maatgevende bezwijkmechanisme. In het rapport van ABT is aangegeven dat er al op een andere manier bezwijken plaatsvond (Mstage werd niet 1, zie pg. 11). Dit zou kunnen komen doordat het hoofdbezwijkmechanisme; bezwijken achterland, of iets anders, speelt. Dit is met opzet en met een truc omzeilt: de sterkte van de grond is in de berekening verhoogd, en de gevonden waarden zijn achteraf alleen gedeeld voor het secundaire bezwijkmechanisme; het afschuiven van het binnentalud. Deze ontwerpmethodiek is uitzonderlijk gevaarlijk omdat het andere bezwijkmechanismen die kunnen spelen, onzichtbaar maakt.

De rekenmethode van ABT is dus niet in staat de kieren en de daardoor ontstane kwel ten gevolge van de nieuwe constructie te berekenen en ook niet de gevolgen daarvan.

Omdat de waterdruk in de diepe zandlaag veel hoger is dan het polderpeil, is het gevaarlijk om met harde elementen het klei-veenpakket door te prikken of lek te steken. Doet men dit toch, dan moet de kwel vooraf bij het ontwerp worden berekend (of met een proef bepaald en tijdens de bouw worden gemeten. Bij een te grote kwel kan er dan worden ingegrepen volgens een beheersplan die vooraf is opgesteld. Dit alles lijkt niet te zijn gebeurd.

Witteveen+Bos schrijft in:

Dijkversterking Kinderdijk – Schoonhovenseveer
Plaxisberekeningen constructieve elementen
ir. J.K. Muntinga, 19 juli 2011

het volgende:

Opgemerkt wordt dat de damwanden geen of slechts beperkte invloed hebben op piping en heave. Het mogelijk optreden van piping en heave wordt met de damwanden dan ook niet voorkomen. In geval van opdrijven en opbarsten in het achterland blijft de dijk inclusief damwand echter stabiel.

(zie pg. 9/39+bijlagen of pg. 837/991)

Bovenstaand rapport is onderdeel van het rapport van Witteveen+Bos:
Geotechnische rapportage dijkversterking Kinderdijk – Schoonhovenseveer
Plaxisberekeningen constructieve elementen
ir. J.K. Muntinga, 29 maart 2013

Hierin worden bij de stabiliteitsberekeningen (pg. 836/991 of Bijlage XX op pg. 909/991) nergens uitgegaan van een verhoogde waterspanning door kwel langs de boorpalenwand.

Ook Witteveen+Bos realiseert zich dus in dit geval niet de gevaren van de hoge groutdrukken in de diepe ondergrond tijdens de bouw en van de kwel / lekkage langs de elementen na de bouw, en het daarmee samenhangende vergrote risico op opbarsten van het achterland (heave), op piping en op taludinstabiliteit.

Figuur 3.1 Motivatie aspect I uit het rapport van Van Baars (Van Baars, 2020)

3.2.1 Fact-finding en analyse met betrekking tot aspect I

In de rapportage van fase 1 is in detail ingegaan op de fact-finding voor wat betreft aspect I en II in het kader van de acute waterveiligheidsbeoordeling van de versterkte dijk. Daarom wordt voor de fact-finding betreffende aspect I en II naar het rapport van Deltares van fase 1 verwezen (Deltares, 2021). Specifiek wordt verwezen naar hoofdstuk 2.6.1 "Aspect I: Kwelvorming en vernatting door lekkage langs de harde constructies" en hoofdstuk 2.7 "Conclusies m.b.t. fact-finding".

Voor de analyse vanuit de feiten wordt verwezen naar de paragrafen 3.1 "Analyses kans op kwel langs palenwanden op basis van waterspanningen" en 3.2 "Analyse kans op lekkage langs constructieve elementen" uit het rapport van fase 1 (Deltares, 2021).

3.2.2 Conclusies aspect I

De conclusies betreffende aspect I staan in het rapport van fase 1 (Deltares, 2021) en worden hieronder kort herhaald.

Op basis van de feiten vanuit de ontwerprapportages en de daarop steekproefsgewijs uitgevoerde analyses wordt geconcludeerd dat de destijds geldende ontwerpleidraden op correcte wijze zijn toegepast en dat er geen redenen of argumenten gevonden zijn waarom het dijkversterkingsontwerp niet aan de destijds geldende rekenregels en norm met betrekking tot waterveiligheid zou voldoen.

Conclusies m.b.t. kans op kwel langs palenwand o.b.v. waterspanningsmetingen

In het rapport van Van Baars is in een stelling aangegeven dat grondwater via de diepe zandlagen onder de dijk langs kieren rondom de boorpalen omhoog stroomt. Deze extra kwel zou tot vernatting en vooral afwijkende waterdrukken in de ondergrond kunnen leiden waardoor de dijk niet meer aan de waterveiligheidseisen voldoet. Om deze stelling te toetsen heeft Deltares gekeken naar de correlatie tussen de buitenwaterstand en de gemeten grondwaterstanden in de freatische peilbuizen. Ook zijn de werkzaamheden en gebeurtenissen tijdens de realisatie beschouwd. De conclusies zijn als volgt:

1. De stelling van Van Baars, dat het freatisch vlak direct wordt beïnvloed door de buitenwaterstand, wordt niet ondersteund door de door hem aangehaalde peilbuismetingen; de peilbuismetingen nabij de palenwand hebben nauwelijks een correlatie met het buitenwater; opgemerkt wordt evenwel dat een positieve correlatie is gevonden tussen neerslag en de peilbuismetingen.
2. De freatische lijn in het ontwerp lijkt veilig te zijn geschematiseerd in het licht van de metingen, in ieder geval voor de locatie die door Van Baars is aangehaald in zijn rapport.
3. De stelling van Van Baars dat het water via de diepe zandlagen omhoog stroomt langs de boorpalen wordt niet ondersteund door de door hem aangehaalde peilbuismetingen. Dit wil echter niet zeggen dat kortsluiting kan worden uitgesloten.

Conclusies m.b.t. kansen op lekkage langs de boorpalen

De kans dat tijdens de realisatie van de boorpalen kortsluiting is ontstaan tussen de Holocene zandlaag en het maaiveld / freatische lijn kan worden uitgesloten. Wel is er een kleine kans dat er tijdens de realisatie kortsluiting langs de palen is ontstaan tussen de twee zandlagen, de tussenzandlaag en de pleistocene, waar er verschil is geweest in de potentialen tijdens het trekken van de boorcasing over de zone van de kleilaag, die tussen de twee zandlagen in ligt. Op de langere termijn (tijdens de levensduur) is een geringe kans op het optreden van kieren langs de boorpalen in het holocene slappe lagenpakket door het vervormen van de grond tussen de palen ('snijden'). Deze kans wordt gevormd door de toenemende belastingen en vervormingen van de dijk en de afnemende weerstand van de grond door de autonome bodemdaling van de polder. Het is onzeker, in verband met het

vervormingsgedrag van de grond, of, in geval er kiervorming langs de boorpalen zou ontstaan, dit zou kunnen leiden tot een kortsluiting met het zand langs de paal.

Bij de invulling van de toets op het snijden van de grond tussen de palen conform de nieuwe POVM² Publicatie Langsconstructies is overigens gekozen voor een veiliger aanpak bij de toets op snijden, door rekening te houden met een reductie op de passieve weerstand op de paal in verband met het kunnen ontstaan van kiervorming over de volle hoogte van de paal in het slappe lagen pakket aan de polderzijde van de paal. Echter, er is in deze nieuwe publicatie geen rekening gehouden met het kunnen ontstaan van kortsluiting met de diepere zandlagen via de palen. Er is wel er een vervormingseis opgenomen, die alleen mag worden overschreden als een degelijke risicoanalyse is uitgevoerd op het ontstaan van secundaire mechanismen, die de waterveiligheid negatief zouden kunnen beïnvloeden, zoals kieren, scheuren e.a. Bij verankerde constructieve elementen, zoals de palenwand bij KIS, is dit wel een aspect, dat nader aandacht behoeft. Daarnaast moet worden bedacht welke mitigerende maatregelen praktisch mogelijk zijn, mocht er in de toekomst sprake zijn van een negatieve invloed door deze kiervorming.

Conclusies m.b.t kans op lekkage langs verankering

Er is bij de verankering een kans op onvoldoende afdichting via een groutprop aan de onderzijde van het slappe lagenpakket. De inschatting is dat de invloed van de lekkage via de ankers op de waterveiligheid van de dijk gering zal zijn, omdat dit een lokaal effect is, dat slechts een kleine invloed heeft op het gehele glijvlak. In geval van onvoldoende afdichting door de groutprop aan de onderzijde van het slappe lagenpakket, zal er wateroverlast ontstaan tijdens hogere waterstanden op de rivier. Het is gebleken dat er een van de ankers van de verankerde boorpalenwand in sectie F1-1 kapot is getrokken door een diepwandgrijper. Dit betreft anker A26. Het is niet waarschijnlijk dat het kapot trekken van dit anker door de diepwandgrijper invloed heeft gehad op de aanwezige groutprop van dit anker aan de onderkant van het slappe lagenpakket. Dit anker is namelijk kapot getrokken op een niveau van NAP – 17 á 18 m. Dat wil zeggen dat het anker beschadigd is circa 4 - 5 m onder de onderkant van het holocene slappe lagenpakket, waardoor er geen risico is op lekkage.

3.3 Aspect II Opbarsten van het achterland

Onderstaand wordt de tekst van het rapport van Van Baars m.b.t. aspect II weergegeven.

“Omdat het achterland/de polder lager ligt dan het waterpeil van de Lek, moet het grondgewicht van de klei en veenlagen van het achterland altijd zwaarder zijn dan de waterdruk in de zandlaag onder het klei-veenpakket. Dit is in het ontwerp niet op de juiste wijze getoetst. Vooral door het leksteken van een hogere zandlaag onder het klei-veenpakket moet geconcludeerd worden dat bij hoogwater in de lek, bij meerdere secties van de lekdijk gevaar bestaat voor opbarsten van het achterland wat bij hoogwater in de lek tot een dijkdoorbraak kan leiden.”

De motivatie van aspect II uit het rapport van Van Baars is in de volgende figuur weergegeven:

² Project Overstijgende Verkenning Macrostabieleit

Het gedeelte waar Ledijk 384 – 388 toebehoort, is sectie F. De officiële berekening hiervan is terug te vinden in Bijlage X (pg. 486/991) van het rapport:

Geotechnische rapportage dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer
Witteveen+Bos, 29 maart 2013

Die berekening staat ook weergegeven in Bijlage A. Hierin staat dat het gewicht van het grondpakket een druk geeft van 176,5 kPa op een diepte van NAP -14,7 m. Zonder veiligheid zou opbarsten optreden bij een waterstand van de Lek van NAP -14,7 + 17,65 m = NAP +2,95 m.

Aangezien de ontwerpwaterstand (MHW) NAP +3,68 m is, is bij zo'n langdurig waterstand de hele polder in gevaar; er zou dan namelijk een veiligheidscoëfficiënt gelden van slechts:

$$F = (17,65) / (3,68 + 14,7) = 0,96 \text{ (Bij } F < 1,00 \text{ is er theoretisch opbarsten!).}$$

Witteveen+Bos verwacht echter dat het diepe zand de invloed van een tijdelijke hoge Lek vertraagd en daardoor de stijghoogte onder het achterland bij hoogwater, niet hoger komt dan NAP +2,02 m. Zie hiervoor Bijlage A. De veiligheidsfactor is dan:

$$F = (17,65) / (2,02 + 14,7) = 1,06 \text{ (Bij } F >= 1,05 \text{ geldt goedkeuring)}$$

Echter, bovenstaande berekening is onjuist. Er wordt onterecht gerekend met opbarsten onder laag no. 6 (31-klei), maar daarboven zit een zandlaag no. 5 (21-zand), die door een lek verbonden kan zijn met de diepere zandlaag. Dit lek zou kunnen zijn ontstaan door bijvoorbeeld:

1. een natuurlijke (geologische) opening / verbinding met het diepe zand,
2. het maken van een gaspijp van de Gasunie onder de lek door (nabij huis no. 25)
3. het uitgeven van vergunningen voor Koude-Warmte-Opslag (KWO) (b.v. huis no. 25)
4. het maken van de boorpalenwanden, diepwanden/baretwanden (NAP -23 m), of
5. het uitgraven van een anker op NAP -22 m (zie bijlage C)

Door de mogelijkheid van dit lek, moet de stabiliteit onder laag 4 (9-veen) bekeken worden. Voor opbarsten geldt dan een pakketgewicht van 144,5 kPa op een diepte van NAP -13,0 m. Bij een veiligheidsfactor van $F = 1,05$ (pg. 33/991) mag er daar $144,5 / (1,05 * 10) = 13,76$ m waterdruk staan. Dat betekent dat bij een langdurige waterstand in de Lek van NAP -13,0 m + 13,76 m = NAP +0,76 m, de polder ontruimd moet worden omdat er een gevaar voor het opbarsten van het achterland is, met een daaraan gekoppelde kans op een dijkdoorbraak. De echte veiligheidsfactor voor opbarsten bij een langdurige ontwerpwaterstand (MHW = NAP +3,68 m) is:

$$F = (14,45) / (3,68 + 13,0) = 0,87 \text{ (} < 1,05 \text{ dus opbarsten achterland)}$$

Voor een kortdurende ontwerpwaterstand geldt de volgende ontoereikende veiligheidsfactor:

$$F = (14,45) / (2,02 + 13,0) = 0,96 \text{ (} < 1,05 \text{ dus nog steeds opbarsten achterland!).}$$

Dit probleem zit bij meer dijksecties, zoals bij de secties A t/m G, I, J, R t/m V, Z, AD, AG, AH en AJ. Dit betekent dat er voor veel secties een gevaar op opbarsten van het achterland geldt.

Figuur 3.2 Motivatie aspect II uit het rapport van Van Baars (Van Baars, 2020)

3.3.1 Fact-finding en analyse met betrekking tot aspect 2

In fase 1 van deze analyse is in detail ingegaan op de fact-finding met name voor wat betreft dit aspect in het kader van de acute waterveiligheidsbeoordeling van de versterkte dijk. Daarom wordt ook hier naar het rapport van fase verwezen (Deltares, 2021).

Zie voor de fact-finding met name paragraaf 2.6.2 “Aspect II: Opbarsten achterland” en 2.7 “Conclusies m.b.t. fact-finding” in het rapport van fase 1 (Deltares, 2021).

Op basis van de feiten vanuit de ontwerp rapportages en de daarop steekproefsgewijs uitgevoerde analyses wordt geconcludeerd dat de destijds geldende ontwerp leidraden op correcte wijze zijn toegepast en dat er geen redenen of argumenten gevonden zijn waarom het dijkversterkingsontwerp niet aan de destijds geldende rekenregels en norm met

betrekking tot waterveiligheid zou voldoen. Dit geldt ook voor de wijze waarop opdrijven in het achterland in de ontwerpanalyses is meegenomen, waarbij opdrijven is verondersteld op te treden onder normcondities en de waterkering daarop is ontworpen. Verder geldt dit ook voor de controle op piping, die wordt uitgevoerd daar waar de opbarstveiligheid kleiner is dan 1,2.

Voor de analyse vanuit de feiten wordt verwezen naar Paragraaf 3.3 “Opdrijven/opbarsten” in het rapport van fase 1 (Deltares, 2021).

3.3.2 Conclusies aspect II

Bij het door Van Baars aangegeven ontwerpaspect opbarsten achterland gaat het eigenlijk om het aspect opdrijven, wat inderdaad een belangrijk aspect vormt bij de analyse van macrostabiliteit van het binnentalud.

Opdrijven levert op zich geen veiligheidsproblemen. Ook al is opbarsten of opdrijven geen zelfstandig faalmechanisme, de opbarst- of opdrijfveiligheid heeft wel invloed op de stabiliteit van de waterkering. Een lagere veiligheid bij opdrijven of opbarsten is het gevolg van hogere waterdrukken en heeft daardoor een negatieve invloed op de macrostabiliteit. Het is daarom van belang dat deze mechanismen op de juiste wijze in het dijkontwerp worden meegenomen.

Bij de dijkversterking KIS is het opbarsten met scheurvorming in de deklaag van het achterland niet aan de orde vanwege de dikte van de deklaag. Wel is er vaak sprake van opdrijven van het achterland. De wrijvingsweerstand langs het glijvlak aan de bovenkant van de zandlaag is dan vrijwel tot nul gereduceerd. In de ontwerpberoeeningen is hier rekening mee gehouden. Bij langsconstructies, in het geval van rekenkundig bezwijken van het binnentalud / de kruin, is het resterende waterkerende systeem zo ontworpen dat de constructie en het resterende deel van het dijklichaam, dat overblijft na een afschuiving, de waterveiligheid kunnen blijven garanderen.

Het aspect van Van Baars dat het grondgewicht van de klei- en veenlagen van het achterland altijd zwaarder moet zijn dan de waterdruk in de zandlaag onder het klei-veenpakket, is dus niet juist. Maar het opdrijfmechanisme, of opbarstmechanisme, dient op juiste wijze in het ontwerp te worden verdisconteerd, zoals dit ook bij de dijkversterking KIS is gedaan.

Uit de analyses voor het ontwerp van de grondconstructies en langsconstructies blijkt dat voor nagenoeg het gehele dijktraject met volledig opdrijven rekening is gehouden, zowel vanuit de tussenzandlaag als vanuit de onderste zandlaag.

3.4 Samenvatting conclusies ten aanzien van waterveiligheid

Uit het fase 1 rapport ‘Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS)’, dat Deltares in samenspraak met externe, onafhankelijke deskundigen heeft uitgevoerd, blijkt dat er geen sprake is van een acuut waterveiligheidsrisico bij de Lekdijk tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer. Ook met inachtneming van nieuwe inzichten voor wat betreft waterspanningen en de realisatie van de constructieve elementen voldoet de huidige dijk (ruim) aan de destijds geldende waterveiligheidsnorm en ontwerpmethodiek, maar de beoogde ontwerplevensduur van 100 jaar voor de constructies zal mogelijk niet worden gehaald door een kleine kans op kortsluiting tussen de onderlinge zandlagen bij de realisatie van de boorpalen en dat er een kans is dat er op termijn een kier zou kunnen ontstaan langs de boorpalen. Beide effecten hebben op termijn invloed op de waterveiligheid. Ook met de huidige (strengere) waterveiligheidsnorm wordt berekend dat er geen acuut waterveiligheidsprobleem is voor de constructies in deze dijk doordat in het ontwerp is uitgegaan van een-waterstandstijging en bodemdaling voor de situatie over 100 jaar. De

(her)berekende krachten in de constructie onder huidige maatgevende condities zijn de helft van die worden berekend voor de maatgevende situatie van 100 jaar later. Die grote marge is voldoende om de huidige situatie, ondanks een zwaardere norm en nieuwe inzichten als waterveilig te kwantificeren.

De ontwerplevensduur van 100 jaar zal volgens de berekeningen met deze nieuwe norm en inzichten niet worden gehaald. Echter, door de grote marge tussen de huidige situatie en die over 100 jaar is het reguliere 12-jaarlijkse beoordelingsproces voldoende om de waterveiligheid met de constructies in deze dijk in de tijd te blijven volgen en borgen. Monitoring is daarbij raadzaam om de werkelijke (ontwerp)levensduur wel te kunnen vaststellen. Hiermee kan tijdig worden geconstateerd of er veiligheidstekorten op termijn ontstaan door een eventuele lekkage langs constructieve elementen.

Deltares heeft daarom als beheermaatregel een monitoringsplan voorgesteld en adviseert om op drie locaties van de boorpalenwanden middels hellingmeetbuizen, peilbuizen en waterspanningsmeters langduriger te gaan monitoren, om zo te onderzoeken of er kortsluiting is ontstaan tussen de onderlinge zandlagen en of er een kier met lekkage langs de boorpalen is ontstaan of in de toekomst gaat optreden. Het monitoringsadvies wordt door Waterschap Rivierenland opgevolgd.

Met het fase 1 rapport heeft Deltares antwoord gegeven op de hoofdvraag van het waterschap of er een acuut waterveiligheidsrisico aanwezig is. Deltares heeft deze resultaten op 2 juli 2021 opgeleverd aan Waterschap Rivierenland.

4 Fact-finding aspecten III, IV, V en VI

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van het feitenonderzoek dat Deltares op basis van de beschikbare informatie heeft uitgevoerd ten behoeve van de onder paragraaf 1.2 genoemde aspecten III t/m VI. Dit betreft de volgende aspecten:

- III. Stabieleit en consolidatieduur na een ophoogslag bij grondaanvullingen
'Omdat de dijk voorafgaande aan de werkzaamheden al en erg lage stabiliteit had, kon deze niet in een keer met grond worden opgehoogd of aangevuld. De grond moest per ophoogslag eerst voldoende consolideren, anders zou de grond teveel schuiven en dreigde er zelfs bezwijken. Voor alle aanvulslagen moest er dus vooraf worden berekend, hoe lang deze moesten consolideren voor de volgende slag. Dit is niet correct berekend in het ontwerp. Dit heeft geleid tot grotere kansen op afschuivingen en tot grotere zakkingen en verschuivingen van grond.'
- IV. Grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen
'Omdat het klei-veenpakket uiterst slap is, en omdat er veel huizen op een uiterst gevoelige locatie staan; in een zone die wordt bedreigd door het opbarsten van het achterland, door de kwel langs de harde elementen, en door de horizontale en verticale verschuivingen van de grond, moesten de grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan voor de huizen goed worden doorgerekend. Dit is vrijwel niet gebeurd. Er is slechts een rapport over de toetsing van de paalfunderingen. Dit rapport is van Witteveen en Bos en concludeert dat de horizontale grondverplaatsing te groot zijn voor de paalfunderingen; hierop is geen afdoende reactie op ondernomen. Ook adviseren auteurs de bouwcombinatie om aanvullende speciale (eindige elementen) berekeningen te maken. Dit advies is correct maar is toch niet opgevolgd.'
- V. Risicoanalyse en externe onafhankelijk toetsing
'Omdat het hier om een groot project handelt met grote risico's, had de opdrachtgever; het Waterschap Rivierenland, beter een gedegen risicoanalyse kunnen opstellen. In zo'n analyse behoren alle ontwerpaspecten met risico's zoals de hier genoemde ontwerpaspecten te worden beschouwd, zowel bij de berekeningen als bij het ontwerp, als bij de meetcampagne tijdens de bouw. Bij meetwaarden die afwijken van waarden die vooraf zijn bepaald, kan dan worden ingegrepen volgens een beheersplan dat vooraf is opgesteld. Om de dijk en de burgers achter de dijk optimaal te beschermen, hadden zowel het ontwerp als de risicoanalyse beter kunnen worden getoetst door onafhankelijke experts van partijen die niet eerder bij dit project betrokken waren. Dit alles behoort bij een gedegen ontwerp, maar daarvan is niet aangetroffen in de geotechnische documenten van het ontwerp.'
- VI. Meetcampagne voor de kwel, consolidatie en de verplaatsingen
'Voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing had een gedegen meetcampagne moeten worden ontworpen en opgesteld. Het handelt bij deze dijkversterking om voor- en na-opnames van schade aan huizen en, ter bescherming van de huizen om monitoring van de kwel/lekkage langs de harde elementen, de consolidatie tijdens de ophoogslagen en de horizontale en verticale verplaatsingen van de grond. Dit behoort bij een gedegen ontwerp, maar hiervan is weinig aangetroffen in de geotechnische documenten van het ontwerp.'

Deze 4 laatst genoemde aspecten zijn vooral van belang voor het beoordelen van een mogelijk causaal verband tussen schade aan of overlast bij de bebouwing en de door CDVM verrichte werkzaamheden tijdens de dijkversterking.

Als bron voor het feitenonderzoek is het opleverdossier gebruikt. Wanneer in de stukken in het opleverdossier wordt verwezen naar stukken, die niet in het opleverdossier waren opgenomen, zijn deze apart opgevraagd. Het opleverdossier bestaat uit 44.454 bestanden met een gezamenlijke grootte van 158 gigabyte. Voor voorliggend onderzoek is het niet

mogelijk om het volledige dossier door te nemen. Om de verschillende aspecten te toetsen zijn steekproefsgewijs de relevante documenten doorgenomen en beoordeeld. De doorgenomen documenten zijn genoemd in de Bijlage A.

In het feitenonderzoek is eerst de aanpak geschetst die in Nederland wordt gevolgd om schades te voorkomen bij het realiseren van dijkversterkingen, waarbij gedurende de planperiode de maatgevende waterstanden in de rivieren stijgen, terwijl het achterland daalt en waarbij bebouwing langs de dijken aanwezig is. Vervolgens zijn ervaringen van bewoners in paragraaf 4.2 beschreven. In paragraaf 4.3 wordt ingegaan op de aspecten die vanuit het contract van KIS relevant zijn voor de realisatie van de dijkversterking en de omgevingsbeïnvloeding. In paragraaf 4.3 wordt tevens ingegaan op hoe CDVM deze aspecten vanuit het contract heeft vertaald in de opgestelde werkplannen en daarna heeft toegepast bij de realisatie van de dijkversterking.

De aspecten III t/m VI zijn nauw met elkaar verbonden, waardoor de fact-finding als basisinformatie bij elkaar in dit hoofdstuk is gezet. Met deze basis uit de fact-finding zullen de aspecten III t/m VI nader, in de respectievelijke hoofdstukken 5 t/m 8 in dit rapport, worden behandeld.

4.2 Ervaringen van de bewoners

4.2.1 Inleiding

Op dinsdag 6 juli 2021 is door Deltares een inloopavond bijgewoond om met de bewoners naar aanleiding van het fase 1 rapport in gesprek te gaan. De ervaringen van de bewoners willen wij hieronder graag anoniem beschrijven als onderdeel van het feitenonderzoek, omdat dit een beeld geeft op de wijze waarop de dijkversterking vanuit bewoners perspectief is uitgevoerd. Uit de gereviewde stukken in dit rapport volgt hoe de kwaliteit is van hetgeen gemaakt is en hoe dit gecontroleerd is tijdens de dijkversterking. De ervaringen van de bewoners over hoe het werk is uitgevoerd staan niet gerapporteerd, behalve in de schadelijsten. Voor de bewoners zijn juist deze ervaringen bepalend voor hun beleving van hinder van en ook de opgetreden schades en de afhandeling daarvan bij de dijkversterking.

In deze versie van het rapport is ervoor gekozen om de ervaringen van de bewoners meer generiek te houden waardoor de ervaringen niet eenvoudig traceerbaar zijn naar een specifiek pand. Het gaat in dit feitenonderzoek om het vastleggen van aan de bouwfase gerelateerde zaken zoals die door bewoners zijn waargenomen/ervaren. Deze informatie van de bewoners kan vervolgens naast de vastgelegde feiten in het dijkversterkingsdossier worden gelegd. Het brondocument waaruit deze ervaringen komen, het bespreekverslag van het waterschap van deze inloopavond, bevat meer detail.

4.2.2 Bewonerservaringen met opvijzelen van pand

Voor het opvijzelen van de panden is een rapport gemaakt door de combinatie met als kenmerk P16131475-PLA-UGW-07742 van 4 augustus 2015. In dit document staat het stappenplan beschreven hoe het pand zou worden opgevijzeld. Bij het stappenplan vijzelen staat in dit rapport het volgende:

E. Vijzelen

24. Vijzel constructie aanbrengen;
25. Loskoppelen bestaande fundering;
26. Loskoppelen NUTS voorzieningen en verlengen; (NUTS bedrijven)
 - Uitvoering gas, electra, water en communicatie door NUTS bedrijven; riool door onderaannemer
 - Huisaansluitingen zijn uitgevoerd in een flexibele aansluiting en worden in een lus gelegd zodat ze mee kunnen met het vijzelen
27. Vijzelen woning en aanstorten palen;
28. Verwijderen vijzelconstructie en afslijpen overlengthe palen.

Tijdens de bewonersbijeenkomst vertelde de eigenaar van een van de opgevijzelde panden, dat ten opzichte van het hierboven beschreven stappenplan, stap 25 het loskoppelen van de bestaande fundering, niet is gedaan. Verteld werd dat na het aanbrengen van de vijzels, het pand is opgevijzeld met de bedoeling dat de bestaande fundering dan vanzelf los zou komen. Het opvijzelen is niet gelukt, waardoor het pand naar zijn zeggen zeer veel schade heeft opgelopen. Na deze poging is er voor gekozen om wel terug te gaan naar het stappenplan en de oude funderingspalen conform stap 25 los te koppelen, maar toen was de schade al opgetreden. Ook zijn hier meldingen gedaan dat tijdens het aanvullen met grond rondom het opgevijzelde pand, het huis naar achteren schoof.

4.2.3 Algemene bewonersopmerkingen

Een veel gehoorde klacht was van meer algemene aard en had te maken met de wijze waarop de werkzaamheden werden uitgevoerd en hoe met klachten van de bewoners tijdens en na de werkzaamheden was omgegaan. Er wordt door de bewoners gesproken over:

- Slordigheid.
- Veel wateroverlast bij de realisatie van de boorpalen en op enkele locaties ook na de realisatie.
- Trillingshinder tijdens het opschonen van de boorpalen waarbij telkens de “appelboor” werd schoongemaakt door deze tegen de stalen casing van de boorpaal te laten klappen.
- Slechte communicatie en gevoel niet serieus te worden genomen bij klachten.

Ook zijn er in het algemeen, maar vooral bij de boorpalenwand in sectie F1-1 klachten over natte kelders en een nat maaiveld. Ook bij veel neerslag is hier sprake van wateroverlast. Verteld wordt dat hier wel maatregelen zijn getroffen door het waterschap om water, dat zich in de drainzandlaag onder de gording van de palenwand leek te verzamelen, af te voeren. Ook is hier een melding bekend van het onveilig werken met materieel, wat o.a. leidde tot een verzakking van de boorstelling tijdens het aanbrengen van de boorpalenwand in sectie F1-1. Volgens de bewoners was deze stelling ruim 0,20 m verzakt. Ook zijn hier klachten over schade aan panden en scheuren en is er vooral onvrede geuit over de wijze waarop de schadeafhandeling wordt gedaan en hoe hierover door het waterschap wordt gecommuniceerd.

Er zijn meerdere meldingen door de bewoners geuit over de wijze waarop de werkstrook noodzakelijk voor de bouw van de constructies is aangevuld. Voor het weggraven van de grond lag hier goede dijkklei, die niet verontreinigd was met puinresten. Bij het naderhand weer aanvullen van de werkstrook is materiaal teruggebracht dat meer verontreinigingen (genoemd werd o.a. puin en kabels) bevatte en ook duidelijk schraler was dan de klei die was verwijderd.

Er is verslag gedaan van een pand, dat in het kader van de dijkversterking is gesloopt, maar waarvan het perceel nog niet naar tevredenheid is achtergelaten. Het probleem is dat de afwatering vanuit de dijk over de grond stroomt, erosie schade veroorzaakt en vervolgens naar grond van de burens loopt. Aangegeven werd dat de drain vaak (dagelijks) loopt met

grote hoeveelheden water en dat dit maar niet wordt verholpen. Tenslotte zijn er klachten benoemd over verkeersdrempels, die zijn aangebracht en waar veel last van wordt ondervonden in het aanliggende huis.

4.3 Fact-finding op basis van dossieronderzoek t.b.v. aspecten III, IV, V en VI

4.3.1 Samenvatting

In hoofdstuk 2 van het fase 1 rapport (Deltares, 2021) heeft er fact-finding op basis van dossieronderzoek plaatsgevonden met betrekking tot het ontwerp bij de dijkversterking KIS, van zowel de gronddijken als de constructieve elementen. Dit betrof globaal de beschreven werkzaamheden in hoofdstuk 3 in de Vraagspecificatie Eisen (VSE), die deel uitmaakt van de contractdocumenten van de totale dijkversterking tot en met de realisatie van de dijkversterking. Er heeft ook fact-finding op basis van dossieronderzoek plaatsgevonden voor fase 2 van het onderzoek, deze is te vinden in Bijlage A. Uitgaande van de resultaten van de fact-finding kan in het kort worden aangegeven:

1. Dat er is gewerkt met systeemgerichte contractbeheersing.
2. Dat er in het contract eisen waren opgenomen ten aanzien van:
 - o De beperking van grondverplaatsingen en de gevolgen voor gebouwen.
 - o De uitvoeringsstabiliteit begeleiden door middel van monitoring van zakkings, verplaatsingen en waterspanningen (consolidatie).
3. Dat er in de werkplannen van de aannemer is afgeweken van de contracteisen m.b.t.:
 - o De vervormingseisen van funderingen op staal bij de realisatie van constructies, die ruimer zijn ingevuld dan conform de oorspronkelijke eisen.
 - o De groenecirkelpanden, waar een risico-gestuurd proces is gevolgd, waarbij, van het contract afwijkende, toelaatbare vervormingen van de fundering zijn vastgesteld.
 - o De trillingen bij de realisatie van constructies, waar er nu uitsluitend metingen zijn verricht op de meest kritieke panden binnen een traject bij:
 - De uitvoering van de boorpalen, waar een risicogestuurd traject is gevolgd. De trillingsmetingen zijn verricht totdat aannemelijk is gemaakt dat de trillingen niet tot schade zullen leiden.
 - Het intrillen van de damwanden tussen de diepwandpanelen bij de barettenwanden.
4. Dat de monitoring conform het monitoringsplan er bijna volledig op gericht is om het werk te realiseren, uitgaande van de in het contract vermelde vervormingseisen voor wat betreft de staalfunderingen. En dat de hoeveelheid monitoringspunten aan de panden op basis hiervan is ingevuld, (zie hiervoor ook punt 7 in deze opsomming).
5. Dat er tijdens de realisatie:
 - o Uitgebreide monitoring heeft plaatsgevonden, o.a. door middel van 40 – 50 hellingmeetbuizen ten behoeve van het vervormings-gestuurd kunnen monitoren van de horizontale vervormingen van de grond vlak bij bebouwing. Dit betreft voornamelijk de groenecirkelpanden en panden waar constructieve elementen zijn gerealiseerd.
 - o Voor de groenecirkelpanden Plaxis-berekeningen zijn uitgevoerd naar toelaatbare deformaties, waarbij
 - De vervormingsgeschiedenis niet volledig is beschouwd. De vervormingen van de dijkversterking van medio jaren 80 zijn deels meegenomen bij het bepalen van de gevolgen van de dijkversterking voor huizen. Aangenomen is dat eerder vervormingen volledig zijn gerelaxeerd en niet meer leiden tot extra spanningen in de funderingspalen.

- Het onduidelijk is of de juiste stijfheid van de grond en van het paalsysteem en de onzekerheid hierin in de berekeningen is toegepast en welk schadebeeld (grenstoestand) schuil gaat achter het (later verruimde) vervormingscriterium.
 - Het vervormingscriterium niet is bijgesteld op basis van ervaringen tijdens de bouwfase en waar er waarschijnlijk ook geen evaluatie heeft plaatsgevonden met betrekking tot de werkbaarheid van de toegepaste methode.
6. Dat is afgeweken van de contracteisen ten aanzien van vervormingen ten gevolge van de realisatie van de constructieve elementen. Deze stap is genomen om door te kunnen gaan met de realisatie van de constructies. Uit de beschikbare informatie lijkt te volgen dat er geen monitoring van de vervormingen van de panden is uitgevoerd tijdens het maken van de constructieve elementen, maar pas daarna. Er kon dus niet tijdig worden ingegrepen en er waren geen terugvalopties voor handen. Het tijdstip van monitoring was niet geschikt om de vervormingen (tijdig) te kunnen volgen en de eventuele invloed op de bebouwing te kunnen toetsen.
 7. Dat met betrekking tot de invloed van de realisatie van constructies bij de staalfunderingen is overgegaan van absolute zakkingseisen conform de VSE naar hoekverdraaiingseisen, zonder dat het aantal meetbouts op de panden werd uitgebreid.
 8. Dat er veel meldingen zijn geweest van de bewoners, die overlast of schade hadden tijdens of na de realisatie van de dijkversterking. De belangrijkste meldingen van overlast en schade betreffen scheurvorming, verzakkingen, trillingen, wateroverlast/waterschade, wel/niet in combinatie met bagger en vochtoverlast.
 9. Maar ook dat daarna door bewoners kritiek is geuit op de uitvoering van de werkzaamheden en de omgang met klachten en dat er enkele concrete gevallen zijn waar de feitelijke uitvoering van werkzaamheden, althans volgens de bewoners, op gespannen voet staat met de inhoud van de werkplannen/contracteisen.
 10. Dat het optreden van schades niet, voor zo ver bekend, heeft geleid tot een evaluatie van de verruimde eisen en/of aanpassing van de uitvoering of inzet van mitigerende maatregelen.

Tevens wordt opgemerkt dat de dijkversterking KIS complex was om te ontwerpen en te realiseren. Om dit mogelijk te maken is er een technisch team opgericht (WSRL-CDVM), waarin alle ontwerp en uitvoeringszaken zijn besproken en getoetst. Dit heeft er echter wel toe geleid dat er niet altijd een toets spoor te herleiden is omdat deze in het informele technisch overleg al is besproken en dit niet altijd formeel getoetst is. Dit maakt het lastig om verslaglegging van de feiten in te vullen.

4.3.2 Belangrijkste afwijkingen in de monitoring t.o.v. contracteisen

In Tabel 3-A is een overzicht gemaakt van de belangrijkste aspecten m.b.t. de omgevingsbeïnvloeding, waar CDVM is afgeweken van de contracteisen.

Tabel 3-A Overzicht belangrijkste afwijkingen t.o.v. contracteisen

| Aspecten | Contracteisen | Aanpak conform gegevens CDVM | Opmerkingen |
|-----------------------------|---------------|--|---|
| Trillingen bij constructies | SBR deel A | Alarmwaarde: 6 mm/s Grenswaarde: 8,4 mm/s (afwijking van SBR deel A) | Boorpalen: trillingsmetingen verricht bij aantal panden |
| | | | Diepwanden: Geen trillingsmetingen verricht |
| | | | Barettewanden: Geen trillingsmetingen bij de uitvoering de diepwand-panelen. |

| Aspecten | Contracteis | Aanpak conform gegevens CDVM | Opmerkingen |
|------------------------------|--|---|--|
| | | | Wel trillingsmetingen bij het inbrengen van de damwanden tussen de diepwand-panelen. |
| Vervormingseisen | Zie eis S-As-32 uit de VSE in Figuur 2.20 in Bijlage A. Dit betreffen grenswaarden van deformaties van de grond en van de panden | Bij constructies: <i>Er is afgeweken van S-As-32 waar grenswaarden van de vervormingen zijn genoemd. De hoekverdraaiing van het gebouw lijkt bij funderingen op staal getoetst te zijn obv een memo, die is opgesteld ivm afwijking AW-00216. Deze memo is niet beschikbaar gesteld.</i> | Het Monitoringsplan van CDVM was er op gericht om de eisen van de vervormingen aan de panden conform de VSE te toetsen. Tijdens de uitvoering is de aanpak gewijzigd omdat de vervormingseisen werden overschreden. Er is in de nieuwe aanpak uitgegaan van het toelaten van meer vervorming dan in de eisen conform de VSE. Er is overgegaan van absolute zakkingsseisen conform de VSE naar hoekverdraaiingseisen, zonder dat het aantal meetbouten op de panden zijn uitgebreid. De betreffende Memo van CDVM is niet beschikbaar, het is nog niet duidelijk welke criteria hiervoor zijn gebruikt. Ook lijkt de monitoring van de vervormingen van de panden slechts vóór en na de realisatie van de constructies te zijn verricht. Het tijdstip van monitoren heeft invloed hebben op de grootte van de vervorming omdat deze verandert in de tijd. |
| Vervormingseisen | Zie eis S-As-32 uit de VSE in Figuur 2.20 in Bijlage A. Dit betreffen grenswaarden van deformaties van de grond en van de panden | Bij groenecirkelpanden: Er is afgeweken van S-As-32, de aanpak is aangegeven in document P16131475-MEM—OWN-10059 (CDVM, 5-11-2015) | Per pand wordt op basis van theorie en praktijkervaringen grenswaarden in termen van horizontale vervormingen voor de palen voorgesteld (zie hiernaast en bijvoorbeeld P16131475-Ber-OWN-09016 d.d. 03-11-2014. Deze grenswaarden hebben betrekking op de gronddeformaties (monitoring met hellingmeetbuizen) en panddeformaties (monitoring met meetboutjes). Er is in de aanpak uitgegaan van aanmerkelijk hogere grenswaarden dan aangegeven in de VSE. Deltares denkt dat in de analyses van CDVM de momenten in de betonpalen zijn onderschat; dit sluit ook aan bij de destijds gemaakte opmerkingen van Deltares en van de constructeur. Het is Deltares niet duidelijk wat met het commentaar destijds gedaan is. |
| Voorkoming van schade | Zie Figuur 2.5 in Bijlage A | Conform de VSP dient de opdrachtgever alles in het werk te stellen om schades aan omgevingsobjecten te voorkomen. Ook dient de opdrachtgever indien de beheersmaatregelen de schade onvoldoende beperken, andere beheersmaatregelen toe te passen waartoe toepassing van een andere constructie of andere inbrengtechniek en/of het vergroten van de afstand tot de bebouwing kunnen behoren. | In het begin bij het installeren van de boorpalen werden er veel problemen ondervonden met betrekking tot de beheersbaarheid in termen van betonverbruik en omgevingsbeïnvloeding. Door te experimenteren in de uitvoeringswijze is het boorproces geoptimaliseerd. Desondanks zijn de maximaal toelaatbare vervormingen conform de VSE (zie ook Figuur 2.20 in Bijlage A) en de vertaling daarvan in het monitoringsplan overschreden. Er heeft geen evaluatie van het monitoringsplan plaatsgevonden en er zijn geen beheersmaatregelen getroffen. Het aanpassen van het uitvoeringsproces is niet geëvalueerd en het toepassen van een andere techniek is voor zo ver bekend niet in overweging geweest. Hierbij dient te worden opgemerkt dat er ook bij het inbrengen van andere constructieve elementen risico op schade aan de belending aanwezig is. |

4.3.3 Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de groene cirkel panden

Bij de aanpak van de groene cirkel panden speelt het volgende:

- Bij de groene cirkel panden is contractueel gevraagd om deze, door WSRL geselecteerde panden, af te schermen om schade te voorkomen in verband met het aanbrengen van grondaanvullingen. De indeling van deze panden in de voorbereidende fase van het project lijkt zorgvuldig en correct te zijn verlopen en het is aannemelijk, dat alle panden, die als groene cirkel panden aangemerkt hadden moeten worden vanwege een relatief grote schaderisico ook daadwerkelijk als groene cirkel panden zijn aangemerkt.
- Er zijn in de uitvoering geen afschermende maatregelen bij deze panden toegepast, maar er is een vervormingsgestuurde aanpak uitgewerkt. De intentie was dat door middel van monitoring er op getoetst werd dat de vooraf op basis van berekeningen vastgestelde grenswaarden (grondvervormingen en pandvervormingen) per pand niet zouden worden overschreden. Uit de metingen en evaluatie blijkt dat dit niet is gelukt en bij 5 panden de grenswaarden zijn overschreden. Hierbij is er in de aanpak geaccepteerd dat er betrekkelijk grote vervormingen kunnen opgetreden bij deze op palen gefundeerde panden. De grenswaarde voor de grondvervorming is verruimd van 50 mm tot maximaal 150 tot zelfs 250 mm. Het risico op schade is daardoor aanzienlijk toegenomen, ook voor de langere termijn aangezien de maximale waarde volgens de voorspellingen pas in 2066 wordt bereikt.
- Er heeft vooraf uitgebreide analyse per pand plaatsgevonden waarbij de invloed van de voorspelde vervormingen op de funderingsconstructie zijn beoordeeld. Ook zijn er diverse funderingsinspecties uitgevoerd om de staat van de fundering te onderzoeken. Mitigerende maatregelen zijn vooraf bij een aantal panden verricht door onder andere de funderingsbalken te verstevigen. Ook zijn er onafhankelijke inspecties geweest door de constructeur bij enkele panden tijdens de uitvoering.
- Tijdens het ophogen van de stabiliteitsbermen in grond, die gefaseerd in dunne horizontale grondlagen zijn aangebracht, is een risicogestuurde aanpak gevolgd. Dit houdt in dat het tempo in deze fasering van de grondlagen is ingevuld door middel van het monitoren van de waterspanningen in de veenlagen. Er is uitgegaan van een hoge consolidatie van de wateroverspanningen in de veenlagen voordat het aanbrengen van een volgende ophoogslag is vrijgegeven. Dit leidt, voor wat betreft de uitvoeringsstabiliteit, tot een veilige aanpak.
- De hier gekozen aanpak bij deze panden is een aanpak, die voor zover ons bekend is voor het eerst in de praktijk is toegepast. Dergelijke vervormingen zijn voor zover ons bekend niet eerder toegelaten bij particuliere panden in infrastructurele projecten.
- Uit Tabel 2-5 in Paragraaf 2.4.3 in Bijlage A blijkt dat het overschrijden van de vooraf vastgestelde grenswaarden van de vervormingen tijdens de uitvoering niet heeft geleid tot het treffen van voldoende beheersmaatregelen. Ook zijn er geen beheersmaatregelen getroffen bij het optreden van schade.
- Gelet op de opgetreden schades lijkt het verstandig om na te gaan, wat de oorzaak hiervan zou kunnen zijn. De mogelijkheid bestaat in ieder geval dat zowel de inklemming van de palen in de funderingsbalken, de stijfheid van de betonnen funderingspalen en van de grond onderschat zijn, waardoor er een onderschatting van de optredende momenten in de funderingspalen is gemaakt. Daarnaast is het nog onduidelijk of er een analyse beschikbaar is, waaruit blijkt dat de panden, zonder schade aan de fundering én de bovenbouw, de grondvervormingen deels kunnen volgen. Zie ook Figuur 2.65 in Bijlage A. Voorgesteld wordt om de aanpak door een constructeur te laten beoordelen.
- Er kleven grotere onzekerheden bij het voorspellen van horizontale gronddeformaties. Er is veel ervaring met het voorspellen van verticale deformaties. Het meten van de verticale deformaties, zettingen, en het optimaliseren van de samendrukkingsparameters aan de hand van deze metingen wordt in veel projecten toegepast. Horizontale vervormingen in de ondergrond zijn lastiger te meten en worden in uitvoeringsprojecten ook minder vaak uitgevoerd en nagerekend. Conventionele materiaalmodellen gaan veelal uit van isotroop materiaal gedrag. Dat wil zeggen dat sterkte-, en stijfheidseigenschappen in de afzonderlijke richtingen gelijk worden verondersteld. In werkelijkheid zal dit niet altijd het

geval zijn. Door de ontstaansgeschiedenis kunnen de grondlagen een gelaagde structuur hebben. Daarnaast is grondgedrag spanningsafhankelijk en kan door het verschil in spanningen in de verschillende richtingen verschillend reageren. In de ontwikkeling van de horizontale vervormingen in de tijd als gevolg van het aanbrengen van belasting op het maaiveld, kan onderscheid worden gemaakt in de directe, ongedraineerde vervormingen, de vervormingen die optreden tijdens de consolidatiefase en de vervormingen die optreden als gevolg van kruip. Hierdoor bestaat de onzekerheid in berekening van de horizontale deformaties niet alleen uit model,- en parameteronzekerheid maar ook de onzekerheden rondom consolidatie en kruip spelen een rol. Een discussiepunt is daardoor of er voldoende veiligheid in rekening is gebracht in de gekozen werkwijze.

4.3.4 Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de verankerde boorpalen

Bij de aanpak van de boorpalen speelt het volgende:

- De palenwand was bij de start van de werkzaamheden van CDVM in 2013 slechts één keer toegepast in een primaire waterkering. Dit betrof destijds een grondverdringende boortechniek, waar de ondergrond bij het boren opzij wordt geperst. Deze toepassing is vrij snel weer gestaakt in verband met verschillende uitvoeringsproblemen, onder andere schade aan bebouwing. De boorpalen, die bij de dijkversterking KIS zijn toegepast, betreft een grondverwijderende techniek. Deze techniek is bij de inschrijving al beoordeeld door een vooraf samengestelde commissie, namelijk de Commissie Vrijling, die destijds deze techniek heeft beoordeeld op beheersbaar t.a.v. constructieve sterkte, omgevingshinder en schade tijdens de realisatie, zie ook Paragraaf 2.3.3. in het rapport van fase 1 (Deltares, 2021), waar hier verder op is ingegaan. De commissie concludeert conform het adviesrapport (Commissie Vrijling, 13 juli 2013) dat het aannemelijk is, dat de door CDVM aangeboden techniek 'Palenwand' als stabiliteitsscherm (type II constructie) toepasbaar is in de dijkversterking. De commissie geeft aan vertrouwen te hebben in de onderbouwing van het ontwerp en in de beheersbaarheid van de uitvoering, mits CDVM de gesignaleerde risico's adequaat oppakt. De commissie concludeert tevens conform het adviesrapport dat - ondanks het feit dat de techniek nauwelijks tot niet in een primaire waterkering is toegepast - de techniek dusdanig vaak elders is toegepast en de risico's in dusdanig mate in beeld zijn, dat sprake is van een 'Bewezen dijkversterkingstechniek'.
- In het monitoringsplan lijkt het realiseren van de boorpalen, voor wat betreft omgevingsbeïnvloeding niet als een risico gesignaleerd te zijn, zie ook Figuur 2.51 in Bijlage A. Hieruit blijkt dat er geen beheersmaatregelen zijn genoemd in verband met het risico op het optreden van vervormingen in de ondergrond. Dit blijkt ook uit de keuze om slechts vóór en na de realisatie van de constructie de panden qua deformaties te monitoren.
- Er heeft, na de eerste toepassing van de boorpalen, -waar bleek dat de vastgestelde alarm- en grenswaarden in het monitoringsplan overschreden werden en besloten was dat het niet verantwoord was om boorpalen te realiseren bij kritieke panden-, geen evaluatie van het monitoringsplan plaatsgevonden. Er is een voorstel tot wijziging ingediend waarna er een overstap lijkt te zijn gemaakt van absolute zakkingsseisen conform de VSE en zoals vastgelegd in het monitoringsplan, naar hoekverdraaiingseisen, zonder dat er verdere evaluatie van het monitoringsplan heeft plaatsgevonden. Er is vastgehouden aan het slechts vóór en na de realisatie van de constructie de panden te monitoren en niet tijdens het aanbrengen. Ook het aantal meetbouten op de panden is niet uitgebreid. Daarnaast hebben schademeldingen niet geleid tot het evalueren van het monitoringsplan en het treffen van beheersmaatregelen om de uitvoeringshinder te kunnen minimaliseren.

- CDVM heeft wel ingezien dat het te riskant was om palen te maken bij kritische panden. Deze panden, die al waren aangemerkt als kritische panden in het contract, zijn genoemd in het monitoringsplan, zie ook Paragraaf 2.3.5 in Bijlage A. Daardoor is hier als terugvaloptie gekozen voor het maken van barettenwanden in de binnentoe van de parallelkade. Daarmee is de afstand tussen de constructie en deze panden verkleind. Zie verder onder 'Diepwanden en barettenwanden'.
- Er zijn verschillende (grondmechanische) negatieve invloeden die niet, of niet volledig zijn beschouwd bij de realisatie of waar de monitoring niet voldoende op was ingericht. Dit betreft de volgende aspecten:
 - Door de panden slechts te monitoren vóór en ná de realisatie van de palenwanden is er géén inzicht geweest in de ontwikkelingen van de deformaties bij de panden. De monitoring lijkt derhalve niet er op toegespits te zijn om ingrijpen bij een (dreigende) overschrijding van de deformaties mogelijk te maken. De toetsing van de optredende deformaties lijkt steeds pas na de realisatie van de constructieve elementen te hebben plaatsgevonden, wat feitelijk betekent dat ingrijpen niet meer mogelijk was. Er kon alleen worden toegezien hoe de ontwikkeling van de vervormingen na de realisatie plaatsvonden. Ook het moment van meten lijkt van belang bij in de grond gevormde constructies, zoals palenwanden en diepwandpanelen, waar de vervormingen in de tijd ontwikkelen.
 - ⊖ Er zijn trillingsmetingen verricht bij aanvang van de werkzaamheden. Deze zijn conform het monitoringsplan uitgevoerd tot aannemelijk is gemaakt dat de trillingen niet zullen leiden tot schade. Zie ook Paragraaf 3.2.6 in Bijlage A. Opmerkelijk is dat de grenswaarde van de trillingen via een voorstel tot wijziging is verhoogd. Dit heeft niet geleid tot het evalueren van het monitoringsplan. Er zijn meerder schademeldingen in verband met trillingsschade.
 - Er zijn veel meldingen van waterschade en/of wateroverlast langs het dijktraject. Onduidelijk is (nog) wat deze heeft veroorzaakt. In het Werkplan Boorpalen wordt het uitvoeringsproces van de boorpalen omschreven. Het verwijderen van de grond binnen de boorcasing vindt eerst in den droge plaats. Bij het boren onder het grondwaterpeil wordt er conform het werkplan een wateroverdruk in de boorbuis gecreëerd tot minimaal NAP + 1m, mogelijk is hier van afgeweken in de verschillende secties. Dit betekent dat de boorbuis gevuld is met water en dat er gedurende het boorproces steeds meer water in de boorbuis staat. Bij het bereiken van het gewenste niveau staat de boorbuis dus vol met water. Bij het betonneren wordt het water uit de boorbuis verdrongen. Dit betreft een hoeveelheid water, die gelijk is aan de inhoud van de boorcasing, ca. 15 -17 m³ per boorpaal afhankelijk van de lengte van de palen. Er zijn, kijkend naar het werkproces bij de realisatie van de boorpalen verschillende mogelijkheden die de waargenomen wateroverlast in verband brengen met de werkwijze bij de uitvoering van de boorpalen:
 - Het boorwater (dit betreft dus een hoeveelheid van ca. 15 – 17 m³ per boorpaal) is niet altijd opgevangen tijdens het betonneren, maar is (deels) over de bovenkant van de boorcasing gestroomd.
 - Er is sprake geweest van kortsluiting met de diepere zandlagen buitenlangs de casing, waardoor er water via een kier langs de buitenzijde van de boorcasing omhoog is gestroomd.
 - Uiteraard kan wateroverlast of waterschade ook door andere oorzaken zijn veroorzaakt. .
- Afdichting verankeringen: Er is een kans op onvoldoende afdichting via een groutprop aan de onderzijde van het slappe lagenpakket. De inschatting is dat de invloed van de lekkage via de ankers op de waterveiligheid van de dijk gering zal zijn, omdat dit een lokaal effect is, dat slechts een kleine invloed heeft op het gehele glijvlak. In geval van onvoldoende afdichting via een groutprop aan de onderzijde van

het slappe lagenpakket, zal er wateroverlast ontstaan tijdens hogere waterstanden op de rivier.

4.3.5 Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de diepwanden en barettenwanden

Bij de aanpak van de diepwanden en barettenwanden speelt het volgende:

- De noodzaak van het toepassen van barettenwanden is ontstaan in verband met de risico's op schade bij het maken van boorpalen vlak naast deze panden.
- Net als bij de uitvoering van de boorpalen is het optreden van vervormingen bij het realiseren van de boorpalen niet als een risico gesignaleerd. Dit blijkt uit de keuze om ook bij deze wanden slechts vóór en na de realisatie van de constructie de deformaties van de panden te monitoren.
- Ook bij deze wanden zijn de alarm- en grenswaarden in het monitoringsplan overschreden en lijkt er een overstap te zijn gemaakt van absolute zakkingsseisen conform de VSE en zoals vastgelegd in het monitoringsplan, naar hoekverdraaiingseisen, zonder dat er verdere evaluatie van het monitoringsplan heeft plaatsgevonden. Er is vastgehouden aan het slechts vóór en na de realisatie van de constructie de panden te monitoren. Ook het aantal meetbouts op de panden is niet uitgebreid en de uitgebreide hoeveelheden schademeldingen heeft niet geleid tot het evalueren van het monitoringsplan en het evalueren of het treffen van beheersmaatregelen de uitvoeringshinder zou kunnen minimaliseren.
- Ook bij deze wanden lijkt de monitoring niet er op te zijn toegespits om in te kunnen grijpen bij een (dreigende) overschrijding van de deformaties. De toetsing van de optredende deformaties lijkt steeds pas na de realisatie van de constructieve elementen te hebben plaatsgevonden, wat feitelijk betekent dat ingrijpen niet meer mogelijk was. Er kon alleen worden toegezien hoe de ontwikkeling van de vervormingen na de realisatie plaatsvonden.
- Er zijn slechts trillingsmetingen verricht in verband met het inbrengen van de damwanden, die tussen de onderlinge barettenpanelen aangebracht moesten worden. In het monitoringsplan wordt aangegeven dat er bij aanvang of tijdens de werkzaamheden trillingsmetingen zullen worden uitgevoerd en dat deze zo lang zullen worden gecontinueerd tot aannemelijk is gemaakt dat de trillingen niet zullen leiden tot schade. Zie ook Paragraaf 3.2.6 in Bijlage A. Via een voorstel tot wijziging is de grenswaarde van de trillingen verhoogd. Dit heeft niet geleid tot het evalueren van het monitoringsplan.

5 Aspect III Stabiliteit en consolidatieduur

5.1 Inleiding

Onderstaand wordt aspect III uit het rapport van Van Baars weergegeven.

Aspect III: Stabiliteit en consolidatieduur na een ophoogslag bij grondaanvullingen
"Omdat de dijk voorafgaande aan de werkzaamheden al een erg lage stabiliteit had, kon deze niet in een keer met grond worden opgehoogd of aangevuld. De grond moest per ophoogslag eerst voldoende consolideren anders zou de grond teveel schuiven en dreigde er zelfs bezwijken. Voor alle aanvullingen moest er dus vooraf worden berekend hoe lang deze moesten consolideren voor de volgende slag. Dit is niet correct berekend in het ontwerp. Dit heeft geleid tot grotere kansen op afschuivingen en tot grotere zakkings en verschuivingen van grond."

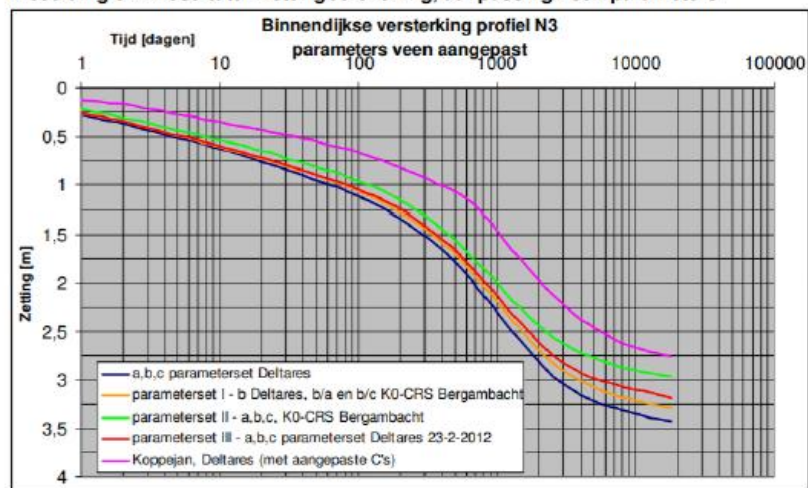
Onderstaande tekstblokken in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn overgenomen uit het rapport van Van Baars.

Omdat de dijk vooraf al een erg lage stabiliteit had, kon deze niet in één keer met grond worden opgehoogd of aangevuld. De grond moet namelijk per ophoogslag eerst voldoende consolideren, anders schuift de grond teveel en dreigt er zelfs bezwijken. Voor alle aanvullingen moet er vooraf worden berekend hoe lang deze moeten consolideren vóór de volgende slag mogelijk is.

Er is wel gerekend aan de duur van de consolidatie, zie hieronder. Deze berekeningen zijn gemaakt met D-Settlement versie 9.1, zie pg. 7 en 9 (of 200/991 en 202/991) van rapport:

Nadere beschouwing a, b, c parameters
Project dijkversterking KIS
ir. D.J. Jaspers Focks & ing. B. Seesing, 28 maart 2012

Abbeelding 5.2. Resultaten zettingberekening, aanpassing veen parameters



De consolidatieduur wordt geschat op ongeveer 3000 tot 4000 dagen, dus zo'n 10 jaar.

Bovenstaande berekeningen zijn in conflict met de berekeningen van het rapport:

Dijkversterking Kinderdijk – Schoonhovenseveer
Berekeningsnota
Uitvoeringsontwerp grond binnendijks Dijkvak Nieuw-Lekkerkand sectie F
Combinatie Dijkverbetering Molenwaard
O. J. Meesters, 4-2-2015

Zo worden er vele problemen of onjuistheden in de berekeningen gevonden.

Ten eerste wordt in dit laatste rapport steeds uitgegaan van consolidatietermijnen van 35, 60 of 95 dagen, dus heel veel kortere termijnen dan de hiervoor genoemde consolidatieduur.

Ten tweede is in dit rapport alleen naar de 1^e en 2^e ophoogslag gekeken. Verdere ophoogslagen zijn eenvoudigweg niet bekeken. Hierover staat alleen geschreven (pg. 16/19 of 16/101):

Het aanbrengen van een volgende ophoogslag dient altijd in overleg met een geotechnisch adviseur te gebeuren.

Ten derde wordt er voor de weg op de dijk (zone 2) en het talud en het achterland (zone 3) gerekend met een zeer lage stabiliteitsfactor van slechts 0,9 (Bishop) of 0,95 (LifVan), zie hieronder, of pg. 7/19 of 8/101 van het rapport.

Tabel 0-1 Overzicht stabiliteitseisen per situatie

| Situatie | Methode | Stabiliteitseis | Stabiliteitseis |
|----------|---------|-----------------|-------------------|
| | | Zone 1 (SF) | Zones 2 en 3 (SF) |
| | | {-} | {-} |
| Bouwfase | Bishop | 1,0 | 0,9 |
| | LifVan | 1,05 | 0,95 |

Deze waarden zijn te veel laag en dus onveilig. De reden dat zulke lage stabiliteitsfactoren zijn gebruikt is waarschijnlijk dat de sterkteparameters van de grond uit celproeven zijn gehaald (dit mag tegenwoordig niet meer!), waarbij men soms niet volledig tot bezwijken ging, en dus de verkregen sterkteparameters soms relatief laag waren. In het hoofd rapport staat over de sterkteparameters (pg. 30 of 36/991 en voor bijlage VII, zie pg. 183/991):

Voor de gedraineerde schuifsterkte-eigenschappen zijn de aangeleverde sigma-tau curves gehanteerd (Delft Geotechnics, 1992). Deze curves zijn gebaseerd op de oude proevenverzameling voor de Alblasterwaard. Deze proevenverzameling is opgebouwd uit celproeven. De resultaten van de celproeven zijn vertaald naar rekenwaarden volgens de Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken deel 2 (LOR2). De veiligheidsfilosofie in deze leidraad sluit aan bij het gebruik van celproeven (zie paragraaf 2.1.1). De gedefinieerde grondlagen in de geotechnische lengteprofielen zijn aan de hand van de lithografische legenda gekoppeld aan de sigma-tau curves. ...

Voor een volledig overzicht van de gebruikte sigma-tau curves wordt verwezen naar bijlage VII.

Ten vierde zijn dit waarden die alleen bij zeer grote vervormingen worden gehaald, dus moet men ervan uitgaan dat hierdoor grote grondvervormingen bij de huizen zullen gaan optreden.

Ten vijfde valt niet met zekerheid uit het rapport op te maken of de stabiliteitsberekeningen ongedraineerd (direct na de ophoging of aanvulling) en dus correct zijn gedaan, of gedraineerd (later wanneer de wateroverspanning weg is). Dit vormt een extra risicopunt in het ontwerp.

Ten zesde zijn de extra drukken/krachten in de dijk ten gevolge van de kwel langs de harde constructies niet in de berekeningen meegenomen; de dijk is dus minder stabiel bij hoog water.

Ten zevende is er alleen gerekend met 1-dimensionale zetting en niet met horizontale verplaatsingen en squeezing. Hierdoor is het ontwerp veel onveiliger dan door de ontwerpers zelf werd aangenomen. Eindige elementen berekeningen (Plaxis) om de verplaatsingen van de grond bij de woningen, al dan niet in de tijd, te berekenen ontbreken in het ontwerp.

De ontwerpberoekeningen zijn voor dit ontwerpaspect dus ontoereikend.

Figuur 3.3 Tekstblokken van pagina 41 en 42 m.b.t. aspect III (Van Baars, 2020)

5.2 Aspecten van Van Baars

Onder aspect III in het rapport van Van Baars wordt aangegeven dat de stabiliteit en consolidatieduur na een ophoogslag bij grondaanvullingen niet correct is berekend en dat dit heeft geleid tot grotere kansen op afschuivingen en tot grotere zakkingen en verschuivingen van de grond. Van Baars geeft aan dat dit belangrijk is omdat:

1. De dijk niet in één keer kon worden opgehoogd of aangevuld omdat deze, voorafgaand aan de werkzaamheden, al een erg lage stabiliteit had.
2. De grond per ophoogslag eerst voldoende moest consolideren omdat de grond anders teveel zou gaan schuiven en zou bezwijken van de grond kunnen dreigen.
3. Voor alle aanvulslagen er dus vooraf moest worden berekend hoe lang deze moesten consolideren vóór de volgende slag.

Van Baars geeft aan dat er in berekeningen van CDVM veel problemen en onjuistheden zijn gevonden. De commentaarpunten met betrekking tot de stabiliteit en consolidatieduur na een ophoogslag bij de grondaanvullingen zijn samengevat in Tabel 3-B.

Tabel 3-B Overzicht commentaarpunten m.b.t. aspect III uit het rapport van Van Baars

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars aspect III | | | | | | | | | | | |
|----------|--|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|----------|--------|-----|-----|---------|------|------|
| 1 | <p>Van Baars geeft aan: in het rapport (ir. D.J. Jasper Focks & ing. B. Seeing , 28 maart 2012) is gerekend aan de duur van de consolidatie. Deze wordt in dit rapport geschat op ongeveer 3000 tot 4000 dagen, dus zo'n 10 jaar.</p> <p>De berekeningen in dit rapport zijn in conflict met berekeningen van een rapport van de Combinatie Dijkverbetering Molenwaard (CDVM O.J. Meesters, 04-02-2015).</p> <p>Er wordt steeds uitgegaan van consolidatietermijnen van 35, 60 of 95 dagen, dus heel veel kortere termijnen dan de genoemde consolidatieduur in (ir. D.J. Jasper Focks & ing. B. Seeing , 28 maart 2012).</p> | | | | | | | | | | | |
| 2 | <p>Er is alleen naar de 1^e en 2^e ophoogslag gekeken. Voor verdere ophoogslagen staat in het rapport van CDVM alleen aangegeven: 'Het aanbrengen van een volgende ophoogslag dient altijd in overleg met een geotechnisch adviseur te gebeuren'.</p> | | | | | | | | | | | |
| 3 | <p>Er wordt voor de weg op de dijk (zone 2) en het talud en het achterland (zone 3) gerekend met een zeer lage stabiliteitsfactor van slecht 0,9 (Bishop) of 0,95 (LiftVan). In de tabel zijn de stabiliteitseisen per situatie weergegeven.</p> <p style="text-align: center;">Tabel 0-1 Overzicht stabiliteitseisen per situatie</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Situatie</th> <th>Methode</th> <th>Stabiliteitseis Zone 1 (SF) [-]</th> <th>Stabiliteitseis Zones 2 en 3 (SF) [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Bouwfase</td> <td>Bishop</td> <td>1,0</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>LiftVan</td> <td>1,05</td> <td>0,95</td> </tr> </tbody> </table> <p>Deze waarden zijn te laag en dus onveilig.</p> <p>Van Baars geeft aan dat de reden voor het gebruik van zulke lage stabiliteitsfactoren waarschijnlijk is omdat de sterkteparameters van de grond uit celproeven zijn gehaald.</p> <p>Dit zijn waarden, die alleen bij zeer grote vervormingen worden gehaald, dus moet men ervan uitgaan dat hierdoor grote grondvervormingen bij de huizen zullen optreden.</p> | Situatie | Methode | Stabiliteitseis Zone 1 (SF) [-] | Stabiliteitseis Zones 2 en 3 (SF) [-] | Bouwfase | Bishop | 1,0 | 0,9 | LiftVan | 1,05 | 0,95 |
| Situatie | Methode | Stabiliteitseis Zone 1 (SF) [-] | Stabiliteitseis Zones 2 en 3 (SF) [-] | | | | | | | | | |
| Bouwfase | Bishop | 1,0 | 0,9 | | | | | | | | | |
| | LiftVan | 1,05 | 0,95 | | | | | | | | | |

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars aspect III |
|-----|--|
| 4 | Het valt niet met zekerheid uit het rapport van CDVM op te maken of de stabiliteitsberekeningen ongedraineerd (direct na de ophoging of aanvulling) en dus correct zijn gedaan, of gedraineerd (later wanneer de waterspanning weg is). Dit vormt een extra risicopunt in het ontwerp. |
| 5 | De extra drukken/krachten in de dijk ten gevolge van de kwel langs de harde constructies zijn niet meegenomen in de berekeningen. De dijk is dus minder stabiel bij hoog water. |
| 6 | Er is alleen gerekend met 1-dimensionale zetting en niet met horizontale verplaatsingen en squeezing. Hierdoor is het ontwerp veel onveiliger dan door de ontwerpers zelf werd aangenomen. Eindige elementenmethoden (Plaxis) om de verplaatsingen van de grond bij de woningen, al dan niet in de tijd, te berekeningen ontbreken in het ontwerp. |

5.3 Fact-finding met betrekking tot dit aspect

Vanuit de fact-finding in Bijlage A volgt dat de consolidatieberekeningen ten behoeve van de stabiliteit tijdens de realisatie in verschillende fasen van het project (opstellen Projectplan Waterwet en uitvoeringsontwerp) zijn uitgevoerd. In paragraaf 2.3.2 is beschreven hoe CDVM dit in de voorbereiding van het uitvoeringsontwerp heeft gedaan en vastgelegd. In paragraaf 2.4.1 van Bijlage A is beschreven hoe CDVM de stabiliteit tijdens de realisatie heeft bewaakt.

5.4 Analyse van de feiten

In de ontwerpfase, vóór het contract van KIS werd gegund, is de uitvoeringsstabiliteit van de grondaanvullingen onderzocht door Witteveen en Bos. Dit is vastgelegd in het geotechnisch rapport (Witteveen+Bos, 2013). Deze analyses van de uitvoeringsstabiliteit dienden ter indicatie voor de uitvoeringsduur en de haalbaarheid van het ontwerp. Het is dan gebruikelijk om deze analyses met D-Geo Stability uit te voeren door de volledige ophoging rekenkundig in een keer aan te brengen en dan bijvoorbeeld met 20, 40 en 90 % consolidatie in de samendrukbare lagen als gevolg van de ophoging te rekenen. Door bij deze 3 consolidatiepercentages de stabiliteitsfactoren uit te rekenen en deze te vergelijken met de eis van de minimale stabiliteitsfactor wordt het minimaal benodigde consolidatie percentage gevonden dat leidt tot een stabiele uitvoeringssituatie. .

Bij dit benodigde percentage wordt met behulp van het consolidatieverloop de bijbehorende consolidatieduur opgezocht. Deze tijdsduur geeft dan de duur, die gemiddeld nodig zal zijn om de betreffende belasting in dunnere slagen te kunnen ophogen, met behoud van een stabiele situatie. De totale bouwtijd is dan twee keer deze periode, omdat de belasting gefaseerd wordt aangebracht gedurende de realisatie. Zoals aangegeven betreft deze manier van bepaling van de benodigde uitvoeringsduur slechts een indicatie.

De werkelijk benodigde bouwtijd is later in het proces door CDVM bepaald. Hierbij is door CDVM met de monitoring van de waterspanningen en de zakbaken een proces opgesteld waarbij de uitvoeringsfase werd gecontroleerd. Rekenkundig wordt in de berekeningsrapporten van CDVM de bouwtijd van de eerste twee slagen berekend en in de uitvoering gevolgd. Hierna zijn de waterspanningsmetingen leidend gesteld om de bouwtijd te bepalen. Hierbij werd als criterium gesteld dat het aanpassingspercentage (gemeten met de waterspanningsmeters) van de vorige slag(en) zodanig hoog moest zijn dat de volgende slag (met 0 % aanpassing) kon worden aangebracht zonder dat de minimale stabiliteitsfactor werd onderschreden.

Beide methoden zijn gegeven de in die fase van het project benodigde nauwkeurigheid correct. De door CDVM gehanteerde methode sluit de onzekerheid m.b.t. de consolidatie grotendeels uit, omdat deze uit de monitoring wordt gehaald. Dit leidt tot een veilige aanpak omdat er risico-gestuurd wordt gewerkt, uitgaande van de werkelijke snelheid van de consolidatie van de grond.

Bij de zogenaamde groene cirkel panden is de uitvoeringsfase ook doorgerekend met Plaxis analyses (zie Bijlage A). Er is een hogere stabiliteitsfactor aangehouden door steeds pas een volgende ophoogslag aan te brengen bij het bereiken van minimaal 90% consolidatie in de veenlagen. Doordat de stabiliteit van de ophoging groter is heeft deze werkwijze een gunstige invloed op de horizontale deformaties bij de panden, waardoor deze beperkt zouden blijven. Hier zijn naast waterspanningsmeters en zakbaken ook hellingmeetbuizen als monitoring en sturingsmiddel toegepast.

Zoals aangegeven in de fact-finding in Bijlage A paragraaf 2.2.3 zijn de voor de realisatiefase gehanteerde stabiliteitsfactoren bepaald op basis van (TAW, 2001) waarbij onderscheid werd gemaakt tussen schuifvlakken die leiden tot een waterveiligheidsproblemen en schuifvlakken die alleen leiden tot schade aan de ophoging. Deze stabiliteitsfactoren zijn gebaseerd op de rekenwaarden van de sterkteparameters. De gehanteerde stabiliteitsfactoren hebben betrekking op de uitvoeringsstabiliteit, dus niet op de maatgevende situatie. Een lagere schadefactor verdisconteert het verschil tussen het hoge veiligheidsniveau dat onder extreme omstandigheden wordt geëist en de situatie tijdens de realisatie. Een en ander in overeenstemming met de (toen) voorgeschreven veiligheidsfilosofie.

De aanpak, met gebruik van celproeven³ was ten tijde van de voorbereiding en de uitvoering van KIS niet meer vigerend. Bij uitzondering is dit toch gedaan omdat voor de dijkversterking KIS geen andere sterkteparameters voorhanden waren. Zie hiervoor ook de brief van (ENW, 1 feb 2010) en de toelichting in (Deltares, 2021) waarin ook de set van partiele veiligheidsfactoren wordt toegelicht die hoort bij het werken met celproeven. Het moment van bewegen in de celproef is in vergelijking met een rekpercentage in de triaxiaalproef een orde 1 a 2 % verticale vervorming, wat geen grote rek genoemd kan worden.

De veiligheidsbenadering die gebruikt is ging uit van gedraineerde sterkteparameters conform het Mohr-Coulomb model. De berekeningen voor uitvoeringsstabiliteit zijn dan ook met gedraineerde sterkteparameters uitgevoerd. Zoals aangegeven is de uitvoeringsstabiliteit van een volgende ophoogslag bepaald door deze slag rekenkundig zonder directe aanpassing aan te brengen (0% consolidatie). Dit betekent dat de grondsterkte niet wordt verhoogd door de slag die wordt aangebracht, maar wel de belasting op de ondergrond hoger is als gevolg van het gewicht van de ophoogslag. Als de uitvoeringsstabiliteit dan aan de norm die daarvoor geldt voldoet, kan de slag worden aangebracht. Anders moet langer worden gewacht.

5.4.1 Reactie commentaarpunten Van Baars aspect III

Onderstaand wordt in Tabel 3-C een korte reactie gegeven op de in Tabel 3-B genoemde commentaarpunten van Van Baars.

³ Voor nader uitleg over de celproef wordt verwezen naar Bijlage K.

Tabel 3-C Reactie op commentaarpunten m.b.t. aspect III uit het rapport van Van Baars

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars m.b.t. aspect III | Reactie commentaarpunten | | | | | | | | | | | |
|----------|---|--|--|------------------------------------|--|----------|--------|-----|-----|---------|------|------|--|
| 1 | <p>Van Baars geeft aan: in het rapport (ir. D.J. Jasper Focks & ing. B. Seeing , 28 maart 2012) is gerekend aan de duur van de consolidatie. Deze wordt in dit rapport geschat op ongeveer 3000 tot 4000 dagen, dus zo'n 10 jaar.</p> <p>De berekeningen in dit rapport zijn in conflict met berekeningen van een rapport van de Combinatie Dijkverbetering Molenwaard (CDVM O.J. Meesters, 04-02-2015)</p> <p>Er wordt steeds uitgegaan van consolidatietermijnen van 35, 60 of 95 dagen, dus heel veel kortere termijnen dan de genoemde consolidatieduur in (ir. D.J. Jasper Focks & ing. B. Seeing , 28 maart 2012)</p> | <p>De analyses uit het geotechnisch rapport (Witteveen+Bos, 2013) met betrekking tot de uitvoeringsstabiliteit dienden ter indicatie voor de uitvoeringsduur en de haalbaarheid van het ontwerp. Het is dan gebruikelijk om deze analyses met D-Geo Stability uit te voeren door de volledige ophoging rekenkundig in een keer aan te brengen en dan bijvoorbeeld met 20, 40 en 90 % consolidatie in de samendrukbare lagen als gevolg van de ophoging te rekenen. .</p> <p>CDVM heeft de hydrodynamische periode⁴ gebaseerd op de parameters die in BIND-B ter beschikking zijn gesteld en komt hiermee ook uit op globaal 10 jaar zoals in de door Van Baars genoemde memo.</p> | | | | | | | | | | | |
| 2 | <p>Er is alleen naar de 1^e en 2^e ophoogslag gekeken. Voor verdere ophoogslagen staat in het rapport van CDVM alleen aangegeven: <i>'Het aanbrengen van een volgende ophoogslag dient altijd in overleg met een geotechnisch adviseur te gebeuren'</i>.</p> | <p>CDVM heeft stabiliteitsberekeningen uitgevoerd voor de eerste twee ophoogslagen zoals Van Baars noemt. Het tijdstip waarop de volgende ophoogslagen aangebracht konden worden is gebaseerd metingen van de waterspanningen/consolidatie in representatieve dwarsdoorsneden. Naast de waterspanningsmetingen is ook gebruik gemaakt van zakbaken.</p> <p>De door CDVM gehanteerde aanpak is niet alleen een traditionele, maar ook een algemeen geaccepteerde methode bij het aanbrengen van grondophogingen bij dijkversterkingen en aardenbanen.</p> | | | | | | | | | | | |
| 3 | <p>Er wordt voor de weg op de dijk (zone 2) en het talud en het achterland (zone 3) gerekend met een zeer lage stabiliteitsfactor van slecht 0,9 (Bishop) of 0,95 (LiftVan). In de tabel zijn de stabiliteitsfactoren per situatie weergegeven.</p> <p style="text-align: center;">Tabel 0-1 Overzicht stabiliteitsfactoren per situatie</p> <table border="1" data-bbox="437 1115 916 1234"> <thead> <tr> <th data-bbox="437 1115 544 1182">Situatie</th> <th data-bbox="549 1115 683 1182">Methode</th> <th data-bbox="687 1115 794 1182">Stabiliteitsfactor Zone 1 (SF) [-]</th> <th data-bbox="799 1115 916 1182">Stabiliteitsfactor Zones 2 en 3 (SF) [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="437 1182 544 1234" rowspan="2">Bouwfase</td> <td data-bbox="549 1182 683 1211">Bishop</td> <td data-bbox="687 1182 794 1211">1,0</td> <td data-bbox="799 1182 916 1211">0,9</td> </tr> <tr> <td data-bbox="549 1211 683 1234">LiftVan</td> <td data-bbox="687 1211 794 1234">1,05</td> <td data-bbox="799 1211 916 1234">0,95</td> </tr> </tbody> </table> <p>Deze waarden zijn te laag en dus onveilig. Van Baars geeft aan dat de reden voor het gebruik van zulke lage stabiliteitsfactoren waarschijnlijk is omdat de sterkteparameters van de grond uit celproeven zijn gehaald. Dit zijn waarden, die alleen bij zeer grote vervormingen worden gehaald, dus moet men ervan uitgaan dat hierdoor grote grondvervormingen bij de huizen zullen optreden.</p> | Situatie | Methode | Stabiliteitsfactor Zone 1 (SF) [-] | Stabiliteitsfactor Zones 2 en 3 (SF) [-] | Bouwfase | Bishop | 1,0 | 0,9 | LiftVan | 1,05 | 0,95 | <p>De in de tabel genoemde stabiliteitsfactoren zijn gebaseerd op het TRWG voor glijvlakken die het waterkerend vermogen direct en niet direct beïnvloeden. Benadrukt wordt dat de evenwichtsberekeningen zijn uitgevoerd met rekenwaarden voor de sterkteparameters, en niet met verwachtingswaarden. De rekenwaarden zijn afgestemd op het veiligheidsniveau behorend bij maatgevende omstandigheden.</p> <p>De gehanteerde stabiliteitsfactoren hebben betrekking op uitvoeringsstabiliteit, dus niet op de maatgevende situatie. Daarom mag, bij gebruik van de rekenwaarde voor de sterkte parameters, een lager veiligheidsniveau worden gehanteerd dat onder extreme omstandigheden.. Een en ander in overeenstemming met de (toen) geldende veiligheidsfilosofie.</p> <p>De door CDVM gehanteerde aanpak is dus zeker niet onveilig.</p> <p>De relatie tussen de berekende evenwichtsfactor op basis van de rekenwaarden van de sterkteparameters en optredende vervormingen in het veld is niet eenduidig te leggen. CDVM heeft daarom ter plaatse van de panden een andere strategie gevolgd waarbij langzaam is opgehoogd waardoor wateroverspanningen in de ondergrond laag waren (gecontroleerd met monitoring), de stabiliteit hoog en als gevolg daarvan kleinere horizontale vervorming. Bij deze aanpak zijn de vervormingen eerst berekend en getoetst of de vervormingen klein genoeg zijn, waarna tijdens het ophogen gemonitord is en op basis van de monitoring de ophoogsnelheid bepaald.</p> |
| Situatie | Methode | Stabiliteitsfactor Zone 1 (SF) [-] | Stabiliteitsfactor Zones 2 en 3 (SF) [-] | | | | | | | | | | |
| Bouwfase | Bishop | 1,0 | 0,9 | | | | | | | | | | |
| | LiftVan | 1,05 | 0,95 | | | | | | | | | | |
| 4 | <p>Het valt niet met zekerheid uit het rapport van CDVM op te maken of de stabiliteitsberekeningen ongedraineerd (direct na de ophoging of aanvulling) en dus correct zijn</p> | <p>CDVM heeft in haar berekeningen voor de stabiliteit van de eerste twee ophoogslagen rekening gehouden met de theoretische consolidatietijd van de slappe klei- en</p> | | | | | | | | | | | |

⁴ de tijd die nodig is om vanaf het aanbrengen van een belasting, de wateroverspanning te laten afnemen tot deze (vrijwel) geheel is verdwenen.

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars m.b.t. aspect III | Reactie commentaarpunten |
|-----|--|--|
| | gedaan, of gedraineerd (later wanneer de waterspanning weg is). Dit vormt een extra risicopunt in het ontwerp. | veenlagen ⁵ . Het tijdstip waarop de volgende ophoogslagen aangebracht konden worden is gebaseerd metingen van de waterspanningen en consolidatie als gevolg van de al aangebrachte ophoogslagen. De nieuwe ophoogslag is vervolgens met 0% consolidatie (ongedraineerd) in de berekening toegevoegd. De door CDVM gehanteerde aanpak is een traditionele, algemeen geaccepteerde methode bij het aanbrengen van grondophogingen bij dijkversterkingen en aardenbanen. |
| 5 | De extra drukken/krachten in de dijk ten gevolge van de kwel langs de harde constructies zijn niet meegenomen in de berekeningen. De dijk is dus minder stabiel bij hoog water. | Dit punt van Van Baars vormt een aandachtspunt voor de toekomst. In fase 1 van het onderzoek is wel vastgesteld dat het risico op kwel langs de harde elementen in het holocene slappe-lagenpakket uitgesloten is. Wel is er een kans dat er op termijn als gevolg van doorgaande grondvervorming een kier zou kunnen ontstaan langs de boorpalen, dat mogelijk zou kunnen leiden tot kwel langs de palen. Ook is vastgesteld dat er bij het maken van de betonnen boorpalen een kleine kans is dat er kortsluiting langs de boorpalen is ontstaan tussen de onderlinge zandlagen. Beide effecten kunnen op termijn invloed hebben op de waterveiligheid en kan wateroverlast veroorzaken tijdens hogere waterstanden. - Ook is in fase 1 vastgesteld dat er geen acuut veiligheidsrisico is, de dijk is voorlopig voldoende stabiel bij hoog water. WSRL voert nader onderzoek uit voor de langere termijn invloed van dit aspect. |
| 7 | Er is alleen gerekend met 1-dimensionale zetting en niet met horizontale verplaatsingen en squeezing. Hierdoor is het ontwerp veel onveiliger dan door de ontwerpers zelf werd aangenomen. Eindige elementenmethoden (Plaxis) om de verplaatsingen van de grond bij de woningen, al dan niet in de tijd, te berekeningen ontbreken in het ontwerp. | Voor dit punt wordt er onderscheid gemaakt in grondophogingen (zonder nabijheid van panden) en grondophogingen bij 'groenecirkelpanden'. Grondophogingen (zonder nabijheid van panden): Zie de opmerkingen bij onderwerp 2 en onderwerp 4 van deze tabel. Er is in de aanpak voor de aanleg van de grondbermen geen rekening gehouden met horizontale verplaatsingen en squeezing. Het is in de vigerende aanpak bij gronddijken niet gebruikelijk om, zonder speciale redenen, Eindige Elementen Methoden (EEM) toe te passen om horizontale verplaatsingen en het eventueel optreden van squeezing te controleren. Gondophogingen bij 'groene cirkel panden': Bij de groenecirkelpanden zijn er wel Plaxis-berekeningen uitgevoerd door CDVM om de vervormingen in de tijd te kunnen bepalen. Ook heeft er uitgebreide monitoring van de grond- en de pandvervormingen en heeft analyse met Plaxis plaatsgevonden tijdens de uitvoering Dit wordt nader behandeld in paragraf 2.4.3 van Bijlage A . |

5.5 Conclusies aspect III

Uit de fact-finding in Bijlage A volgt bij representatieve steekproefsgewijze controle op basis van de beschikbare gegevens uit het digitale dossier (Waterschap Rivierenland, 2018), dat de uitvoeringsstabiliteit wel degelijk adequaat is beoordeeld. Ook zijn geen gevallen van afschuivingen tijdens de bouwphase bekend. Door CDVM zijn gedurende de uitvoeringsfase de waterspanningen en de zettingen gemonitord en gebruikt om te beoordelen of de ophoogwerkzaamheden veilig en volgens de daarvoor geldende eisen uit de VSE konden

⁵ Deze is vastgesteld op basis van de in BIND-B beschikbaar gestelde doorlatendheids-parameters.

worden uitgevoerd. Op basis van de doorgenomen documenten is er voor Deltares geen aanleiding om aan te nemen dat dit niet correct is uitgevoerd.

6 Aspect IV: De grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen

6.1 Inleiding

Onderstaand wordt aspect IV uit het rapport van Van Baars weergegeven.

Aspect IV: De grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen

“Omdat het klei-veenpakket uiterst slap is, en omdat er veel huizen op een uiterst gevoelige locatie staan; in een zone die wordt bedreigd door het opbarsten van het achterland, door de kwel langs de harde elementen en door de horizontale en verticale verschuivingen van de grond moesten de grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan voor de huizen goed worden doorgerekend. Dit is vrijwel niet gebeurd. Er is slechts een rapport over de toetsing van de paalfunderingen. Dit rapport is van Witteveen en Bos en concludeert dat de horizontale grondverplaatsing te groot is voor de paalfunderingen; hierop is geen afdoende reactie op ondernomen. Ook adviseren de auteurs de bouwcombinatie om aanvullende speciale (eindige elementen) berekeningen te maken. Dit advies is correct maar is toch niet opgevolgd.”

Onderstaande tekst blokken zijn overgenomen uit het rapport van Van Baars.

Omdat het klei-veenpakket uiterst slap is, en omdat er veel huizen in een uiterst gevoelige locatie staan; in een zone die wordt bedreigd door het opbarsten van het achterland, door de kwel langs de harde elementen, en door de horizontale en verticale verplaatsingen van de grond, moeten de grondverplaatsingen, en de gevolgen daarvan voor de huizen, goed worden doorgerekend.

De aanwezige berekeningen gaan wel over stabiliteitsfactoren en bezwijkmechanismen, maar het is duidelijk dat het gevaar voor grote grondverplaatsingen in de buurt van de huizen achter de Lekdijk, vooral horizontale verplaatsingen, niet ten volle is onderkend.

De ontwerpberekeningen zijn dus ontoereikend.

In de notitie (pg. 14 van het rapport of pg. 738/991):

“Toetsing paalfundering bij dijkversterking, Kinderdijk – Schoonhovenseveer”,
Witteveen+Bos, 26 april 2012, Ing. B.C. Joppe en Ir. M.A.W. Spikker,

staat:

In het kader van de versterking van dijkvak Kinderdijk - Schoonhovenseveer zijn ophogingen van dijklichamen gepland. Bij ophogingen op slappe ondergronden ontstaan niet alleen verticale zettingen, maar ook horizontale deformaties van de grond. Deze horizontale deformaties zorgen voor een extra belasting op, in de buurt gelegen, paalfundaties.

Gedetailleerde gegevens van verschillende paalfunderingen onder woningen nabij het dijkvak zijn beschikbaar gesteld. In deze notitie is voor een aantal woningen de paalfundering getoetst. Op basis van deze woningen is een algemene conclusie getrokken en worden aanbevelingen gedaan.

In de genoemde notitie wordt helaas alleen gekeken naar de extra momenten die in de palen ontstaan. Alle andere problemen worden niet meegenomen. Ook wordt er niet gekeken naar de huizen die niet op palen staan. Wel wordt terecht opgemerkt dat de extra momenten die in de palen ontstaan door de extra horizontale gronddruk niet toelaatbaar zijn, zie het gekopieerde deel op de volgende pagina.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In deze notitie is voor een aantal woningen de paalfundering getoetst. De resultaten zijn in tabel 4.1 weergegeven. Op basis van de tabel kan geconcludeerd worden dat de paalfundering beschouwde woningen niet voldoen wanneer er een berm wordt aangelegd.

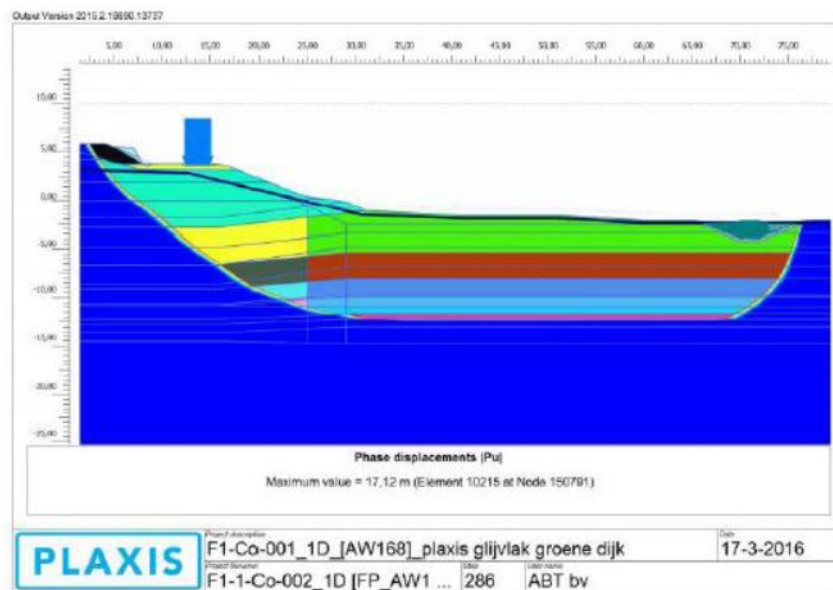
Omdat andere adressen minder gunstig zijn wordt vooralsnog geconcludeerd dat ook daar de paalfundering niet voldoet.

Tabel 4.1. Resultaten

| adres | max. moment $M_{s,d}$ [kNm] | toel. moment $M_{r,d}$ [kNm] | toets paaimoment |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|
| Nieuw Lekkerland, Lekdijk 418 | 9 | 3 | voldoet niet |
| Streefkerk, Biezem 13 | 6 | 3 | voldoet niet |
| Streefkerk, Nieuwe Veer 51 | 244 | 15 | voldoet niet |

Terwijl met deze resultaten alle alarmbellen afgaan, is dit rapportje meegestuurd als een bewijs alsof er geen wolkje aan de lucht is, maar dat is er dus wel!

Ook wordt er door Witteveen+Bos geadviseerd om met eindige elementen modellen (Plaxis) naar dit probleem te kijken.



Nu is er wel met Plaxis gerekend om de glijvlakken te bepalen en om de stabiliteit te bepalen, maar niet zoals bij de notitie "Toetsing paalfundering bij dijkversterking" om de effecten op maatgevende huizen en funderingen te toetsen.

Deze zeer noodzakelijke berekeningen ontbreken dus, omdat de combinatie haar eigen advies niet heeft opgevolgd.

Figuur 6.1 Tekstblokken van pagina 43 en 44 m.b.t. aspect IV (Van Baars, 2020)

In het kader van aspect IV is door Van Baars in hoofdstuk 5 van zijn rapport ook een link gelegd tussen de opgetreden schades aan woningen/panden en de gemeten verplaatsingen van maaiveld en panden op basis van satellietmetingen. Op basis van zijn beschouwing wordt in ieder geval voor de in hoofdstuk 5 genoemde panden door hem geconcludeerd dat de schades door de dijkversterkingswerkzaamheden zijn opgetreden. In onderhavig hoofdstuk worden daarom ook satellietmetingen geanalyseerd, waarbij specifiek de resultaten, die worden getoond in de rapportage "De Lekdijk is lekgestoken", zijn beschouwd, maar dan over een langere tijdreeks en met meerdere databronnen.

6.2 Aspecten van Van Baars

Onder aspect IV in het rapport van Van Baars wordt aangegeven dat er speciaal gelet had moeten worden op de grondverplaatsingen en de gevolgen voor de woningen, omdat:

- Het klei-veenpakket uiterst slap is.
- Veel huizen op een uiterst gevoelige locatie staan in een zone, die gevoelig is voor:
 - Het opbarsten⁶ van het achterland.
 - Kwel langs de harde elementen⁷.
 - Horizontale en verticale verplaatsingen van de grond.

De genoemde onderwerpen en commentaarpunten van Van Baars m.b.t. de grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen zijn samengevat in Tabel 6-A.

Tabel 6-A Overzicht onderwerpen en commentaarpunten m.b.t. aspect IV uit het rapport van Van Baars

| Nr. | Onderwerp | Commentaarpunten Van Baars |
|-----|---|---|
| 1 | De grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan op de huizen moesten goed worden doorgerekend. | Dit is vrijwel niet gebeurd. |
| 2 | Er is slechts één rapport over "de toetsing van de paalfundering". Dit rapport is van Witteveen+Bos. In dit rapport wordt geconcludeerd dat de horizontale grondverplaatsingen te groot zijn voor de paalfundering. | Hierop is niet afdoende gereageerd. |
| 3 | Ook adviseert Witteveen+Bos onder 2. om aanvullende speciale (eindige elementen) berekeningen te maken bij de paalfunderingen. | Dit advies is correct, maar is toch niet opgevolgd. Deze zeer noodzakelijke berekeningen ontbreken om effecten op de maatgevende huizen en funderingen te toetsen zoals in de notitie van Witteveen+Bos is aangegeven. |
| 4 | De aanwezige berekeningen gaan wel over stabiliteitsfactoren en bezwijkmechanismen. | Het is duidelijk dat het gevaar voor grote verplaatsingen in de buurt van de huizen achter de Lekdijk, vooral horizontale verplaatsingen, niet ten volle is onderkend. |
| 5 | In notitie van Witteveen+Bos (dit betreft het onder 2. genoemd rapport) is voor een aantal woningen de paalfundering getoetst uitgaande van horizontale deformatie van de grond, die ontstaat als gevolg van grondophogingen. | a. In de genoemde notitie wordt alleen gekeken naar de <u>extra</u> momenten die in de palen ontstaan. Alle andere problemen worden niet meegenomen. b. Er wordt terecht opgemerkt in de notitie dat de extra momenten, die door de horizontale gronddruk in de palen ontstaan, niet toelaatbaar zijn. |
| 6 | Zie 5. | Ook wordt niet gekeken naar de huizen die niet op palen staan. |

In aanvulling op de aspecten zoals genoemd in bovenstaande Tabel 6-A wordt door Van Baars in hoofdstuk 5 van zijn rapport voor de in dat hoofdstuk genoemde panden geconcludeerd, vooral op basis van de satellietmetingen, dat de schades door de dijkversterkingswerkzaamheden zijn opgetreden.

⁶ Van Baars bedoelt hier het 'opdriven' van het dikke slappe lagenpakket, zoals al behandeld is in fase 1, zie ook (Deltares, 2021)

⁷ De kans voor het optreden van kwel langs de constructieve elementen is eveneens behandeld in het rapport van fase 1, zie ook (Deltares, 2021)

6.3 Fact-finding met betrekking tot dit aspect

6.3.1 Horizontale en verticale vervormingen

In Bijlage A is de fact-finding vastgelegd. In paragraaf 2.2.3 in deze bijlage zijn de eisen vanuit het contract behandeld. En in paragraaf 2.3.6 in de bijlage wordt nader ingegaan op het Monitoringsplan van CDVM. In paragraaf 2.4 wordt er ingegaan op de uitvoering van de dijkversterking, waar er o.a. in paragraaf 2.4.3 wordt ingegaan op de realisatie van de groenecirkelpanden en in paragraaf 2.4.7 wordt ingegaan op de monitoring van de omgeving bij de realisatie van de constructieve elementen.

6.3.2 InSAR satellietmetingen van de zakkingen

In Bijlage B InSAR satellietmetingen is nader ingegaan op de satellietmetingen die door Van Baars in zijn rapport worden beschouwd. Tevens is nader onderzoek uitgevoerd op basis van door SkyGeo geleverde (gerefereerde en geoptimaliseerde) InSAR satellietmetingen waarbij vooral de resultaten die worden getoond in hoofdstuk 5 van de rapportage van Van Baars over een langere tijdreeks zijn beschouwd. Tevens wordt gebruik gemaakt van aanvullende meetgegevens van de (zettings)meetbouten aan diverse panden die voorafgaand, tijdens en na de uitvoering van de versterkingswerkzaamheden zijn gemonitord (door BOOT in opdracht van WSRL) .

6.4 Analyse van de feiten

6.4.1 Analyse aspect

Van Baars geeft onder aspect IV in zijn rapport aan dat de grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan op de huizen goed moesten worden doorgerekend met betrekking tot:

- a. Het opbarsten van het achterland.
- b. Door de kwel langs de harde elementen en
- c. door de horizontale en verticale verschuivingen van de grond en de gevolgen daarvan voor de huizen.

Van Baars geeft ook aan dat, het berekenen van deze grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan op de huizen, vrijwel niet is gebeurd. Verondersteld wordt dat Van Baars hier doelt op de grondverplaatsingen, die kunnen optreden als gevolg van het realiseren van de dijkversterking. Onderstaand zal nader worden ingegaan op deze aspecten.

Ad a.

Bij de beschouwing van de uitvoeringsstabiliteit van de gronddijken, zoals al behandeld in hoofdstuk 4, is door CDVM rekening gehouden met het kunnen optreden van een uitvoeringshoogwater van 100 x de norm zoals aangegeven in de eisen, zie ook paragraaf 2.2.3 in Bijlage A. Daarbij is er ook al in de analyses rekening gehouden met het eventueel wel kunnen opdrijven van het achterland bij deze waterstand. Voor de gronddijken is dit gedaan conform de destijds vigerende aanpak zoals behandeld in Bijlage A, in paragraaf 2.3.2 en in paragraaf 2.4.1.

Bij de grondophogingen bij de groene cirkel panden was de intentie dat er langere wachttijden tussen de ophoogslagen aangehouden om minimaal 90% consolidatie te kunnen bereiken voordat er weer een ophoogslag werd aangebracht. Daarnaast zijn er Plaxis-berekeningen uitgevoerd om voorspellingen te kunnen maken van de optredende horizontale vervormingen om de invloed op de paalfunderingen te kunnen bepalen. Er is risico-gestuurd gewerkt door de optredende waterspanningen en vervormingen steeds te monitoren en te toetsen of de analyses bijgestuurd moesten worden en of de vervormingen conform de voorspellingen ontwikkelde. Er is in deze analyses rekening gehouden met de waterstand onder dagelijkse omstandigheden zodat de gemeten vervormingen konden worden getoetst aan de berekende vervormingen. Opdrijven van het achterland in verband met hogere waterstanden op de rivier is, zo blijkt, niet aan de orde geweest tijdens de uitvoering.

Ad. b.

Van Baars geeft aan dat de grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan op de huizen beïnvloed kunnen worden door kwel langs de harde elementen. In fase 1 is dit aspect met betrekking tot de kans dat er kwel is ontstaan langs de constructieve elementen tijdens de uitvoering al behandeld. Ook de eventuele invloed hiervan op de waterveiligheid is in fase 1 beschouwd. Er kan geen verband worden gelegd tussen het ontstaan van kwel langs de harde elementen en een eventueel effect hiervan op de vervormingen tijdens de uitvoering.

Ad c.

Van Baars geeft onder dit aspect aan dat de grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan op de huizen goed moeten worden doorgerekend met betrekking tot de horizontale en verticale verschuivingen van de grond en de gevolgen daarvan voor de huizen. Ook geeft Van Baars aan dat het duidelijk is dat het gevaar voor grote verplaatsingen in de buurt van de huizen achter de Lekdijk, vooral horizontale verplaatsingen, niet ten volle is onderkend en dat er slechts één rapport over de toetsing van de paalfunderingen is opgesteld.

Van Baars doelt hier, voor wat betreft het doorrekenen van de grondverplaatsingen en de gevolgen hiervan op de huizen, waarschijnlijk op het effect van de grondophogingen bij de groene cirkel panden, waar vanuit het contract van KIS een eis is opgelegd met betrekking tot het afschermen van deze panden. Zie ook onder 'Paalfunderingen' in paragraaf 2.2.3 van Bijlage A. Van Baars lijkt zich niet op de meest recente stukken te hebben gebaseerd aangezien hij slechts één rapport noemt van Witteveen+Bos over de toetsing van de paalfunderingen. Dit rapport (Witteveen+Bos, 2013) is opgesteld tijdens de voorbereiding van de dijkversterking, dus ruim voor dat het contract van KIS werd aanbesteed. De analyses, die destijds door Witteveen+Bos zijn uitgevoerd, zijn o.a. uitgevoerd om tijdens de voorbereiding van de dijkversterking besluiten te kunnen nemen m.b.t. waar te versterken door middel van constructieve elementen en waar te versterken in grond. En bij de grondophogingen zijn er verder op basis van de analyses van Witteveen+Bos besluiten genomen met betrekking tot welke panden afgeschermd moesten worden door deze te markeren als 'groene cirkel panden' of door panden te vijzelen, maar ook welke panden opgekocht en geamoveerd moesten worden om ruimte te kunnen maken voor de benodigde stabiliteitsbermen.

In het rapport van Witteveen+Bos zijn de palen bij de groenecirkelpanden beschouwd op basis van de methode, die in Bind-B van het contract is aangegeven, zie ook Figuur 2.25 in Bijlage A. Deze eis is ook gesteld in het contract van KIS als berekeningsmethode met betrekking tot het voorspellen, aanpassen of versterken van de fundering van woningen binnen de ophoogzone zoals weergegeven in Figuur 2.23 in Bijlage A, waarbij ook grenswaarden van vervormingen van toepassing zijn uit de VSE, zie ook Figuur 2.20 in Bijlage A.

CDVM heeft bij de groenecirkelpanden gekozen voor een risicogestuurde aanpak, waarbij er is afgeweken van de grenswaarden van de vervormingen in Figuur 2.20 in bijlage A. Deze aanpak wordt verder behandeld in Paragraaf 8.4.3.

Bij de realisatie van constructieve elementen zijn géén eisen in het contract gesteld die betrekking hebben op het berekenen van grondverplaatsingen en eventuele invloed hiervan op de huizen. Hier zijn wel eisen gesteld, die gaan over bezwijkmechanismen en het berekenen van stabiliteitsfactoren:

1. Voor de diepwanden en de barettenwanden zijn eisen gesteld aan de sleufwandstabiliteit, die invloed zouden kunnen hebben op vervormingen van de huizen. Deze eisen zijn opgenomen in het Werkplan Diepwanden, zie ook paragraaf 2.3.3 in Bijlage A en is voldoende aangetoond bij de uitvoeringsontwerpen van zowel de barettenwanden als de diepwanden.
2. Voor de realisatie van de constructieve elementen zijn eisen aan de uitvoeringsstabiliteit van de dijk gesteld. Ook in dit geval betreft dit dus een bezwijkmechanisme en het berekenen van stabiliteitsfactoren, waarbij er rekening moest worden gehouden met de invloed van zware stellingen op de dijk in combinatie met een uitvoeringshoogwater zoals vereist in de VSE, zie paragraaf 2.3.3 in Bijlage A.

Ook bij de uitvoering van de constructies is er aandacht geweest voor het optreden van (horizontale) vervormingen van de panden. Daardoor zijn de panden ook gedurende of na de uitvoering van de werkzaamheden, in X, Y, Z-richting, gemonitord. Zie ook paragraaf 2.4.7 in Bijlage A. Wel is gebleken uit de fact-finding dat de vervormingseisen in de VSE overschreden zijn. Dit heeft geleid tot het verruimen van de vervormingseisen door een overstap is gemaakt van absolute zakkingseisen conform de VSE naar hoekverdraaiingseisen, zonder dat het aantal meetbouten op de panden zijn uitgebreid. Er blijkt daarnaast bij de beschouwde secties geen monitoring te hebben plaatsgevonden tijdens de realisatie van de constructies, maar pas daarna. Dit terwijl de maximale vervorming mogelijk al tijdens de realisatie wordt bereikt. Bij de constructieve elementen lijkt er derhalve geen risicogestuurde aanpak te zijn gevolgd waarbij risico's met monitoring en beheersmaatregelen worden afgedekt.

Van Baars noemt dat het duidelijk is dat het gevaar voor vooral grote horizontale verplaatsingen in de buurt van de huizen achter de Lekdijk, niet ten volle is onderkend. Ook al verdienen de commentaarpunten van Van Baars weliswaar enige nuancering, dan blijkt wel dat het gevaar voor grote verplaatsingen niet ten volle is onderkend. Er is bij de groenecirkelpanden bewust rekening gehouden met het optreden van deze grotere horizontale vervormingen, zoals dit is aangegeven in Paragraaf 8.4.3. Gelet op de hoeveelheid schademeldingen bij deze panden blijkt, dat er onvoldoende veiligheid in de betreffende methode is ingebouwd om restonzekerheden in de analyses voldoende af te dekken. Opgemerkt wordt dat het toepassen van afschermconstructies om de panden af te kunnen schermen tot kleinere vervormingen had kunnen leiden, maar dat het inbrengen van deze constructies vlak bij de panden ook tot enige schade had kunnen leiden.

6.4.2 Analyse InSAR satellietmetingen van de zakkings

In aanvulling op de aspecten zoals genoemd in Tabel 7-1 wordt door Van Baars in hoofdstuk 5 van zijn rapport voor de in dat hoofdstuk genoemde panden geconcludeerd (vooral op basis van de satellietmetingen) dat de schades door de dijkversterkingswerkzaamheden zijn opgetreden. Deze analyse van Van Baars is aanleiding geweest om in het kader van dit onderzoek nader op de vervormingsmetingen in te gaan. Dit is gedaan op basis van geoptimaliseerde satellietmetingen (vanwege de beperkte nauwkeurigheid van niet-geoptimaliseerde InSAR-metingen) aangeleverd door SkyGeo en de pandmetingen (verticale deformaties) die in opdracht van Waterschap Rivierenland zijn uitgevoerd.

In Bijlage B zijn op basis van InSAR satellietmetingen bepaalde vervormingen geanalyseerd waarbij specifiek de resultaten die worden getoond in de rapportage “De Lekdijk is lekgestoken” worden beschouwd, maar dan over een langere tijdreeks en met meerdere databronnen. In het kader van de dijkversterking KIS heeft namelijk uitvoerige monitoring plaatsgevonden. Doel van deze analyse is om (1) de nauwkeurigheid van dit soort deformatiemetingen op grondlichamen en panden in relatie tot de gemeten vervormingen te duiden. Daarbij wordt (2) ook onderzocht in hoeverre de deformaties van het maaiveld en de panden van vóór en tijdens/na de uitvoering van de dijkversterkingsmaatregelen van elkaar afwijken. In bijlage B is daarbij vooral ingezoomd op enkele van de in het rapport “De Lekdijk is lek gestoken” genoemde locaties, te weten:

- Lekdijk 24 – 27 (Sectie AD).
- Lekdijk 320 – 330 (Sectie F).
- Lekdijk 384 – 388 (Sectie F).

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van vervormingsmetingen uit verschillende bronnen. Deze zijn in hoofdstuk 2 van Bijlage B weergegeven. Daarbij is vooral gebruik gemaakt van:

- Satellietmetingen (InSAR) geleverd (inclusief processing) door SkyGeo. Dit betreft gerefereerde en geoptimaliseerde data voor verschillende tijdvakken binnen de periode van 2013 tot en met 2021.
- Ten behoeve van de dijkversterking zijn diverse panden voorzien van meetbouts die voorafgaan aan, gedurende en na afloop van de uitvoeren van de versterkingswerkzaamheden zijn gemonitord (alleen zakking) door BOOT in opdracht van WSRL (meetperiode globaal van 2011 tot en met 2019).

Analyses en resultaten

In hoofdstuk 3 van bijlage B zijn de analyses en resultaten van de metingen weergegeven waarbij achtereenvolgens de nauwkeurigheid van de satellietmetingen, autonome vervormingen en verticale vervormingen van enkele panden zijn beschouwd.

Nauwkeurigheid InSAR satellietdata

In eerste instantie is daarbij ingegaan op de nauwkeurigheid van de InSAR-satellietmetingen. In hoofdstuk 4 van de bijlage wordt daarover geconcludeerd dat:

1. De InSAR satellietmetingen uit de bodemdalingsatlas (zoals vermoedelijk gebruikt door Van Baars) *zijn volgens de ‘Bodemdalingskaart.nl, 2020’, ‘niet geoptimaliseerd, en daarmee niet geschikt, voor specifieke toepassingen’*. Hoewel deze data een globaal beeld geven van de bewegingssnelheden, kan (en had) deze data niet voor dit doel (mogen) worden gebruikt.
2. De analyses op basis van de satellietmetingen (InSAR), geleverd door SkyGeo voor dit project en nader geanalyseerd door Deltares, zijn veelal ontoereikend om de exacte vervormingen te bepalen, ondanks het feit dat deze zijn gerefereerd en geoptimaliseerd.

De gebruikte SkyGeo metingen zijn wel geschikt voor een meer generieke beschouwing van de deformaties van de panden.

3. Voldoende nauwkeurige uitspraken over de grootte van de vervormingen voor, tijdens en na de dijkversterkingswerkzaamheden bij de panden, kunnen alleen worden gedaan voor panden die zijn voorzien van zettingsmeetbouten die zijn gemonitord gedurende die perioden.

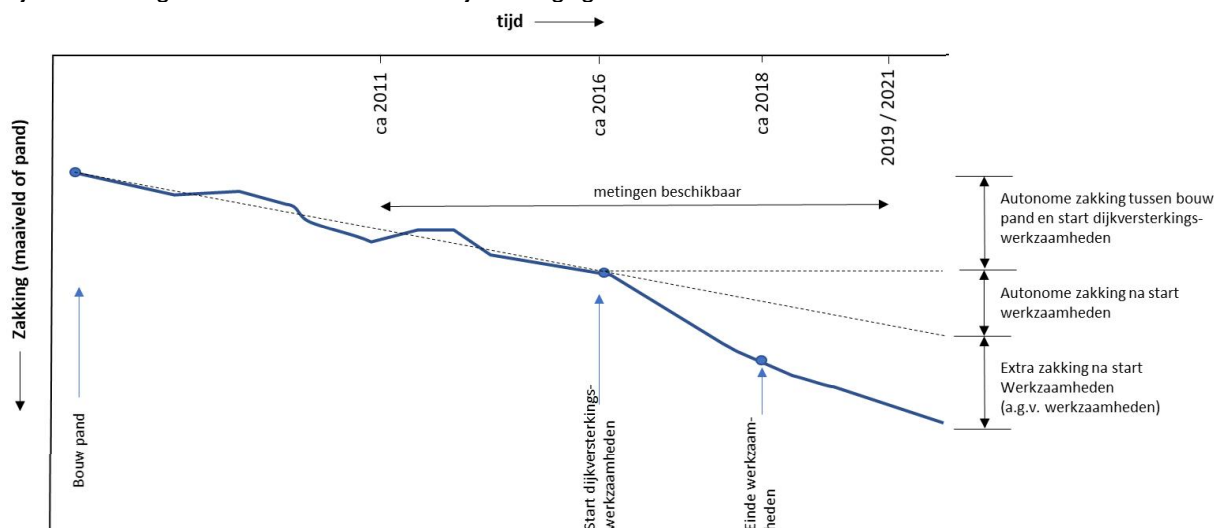
Autonome vervormingen van de dijk en de panden

De bodem en de dijk zijn altijd in beweging (als gevolg van natuurlijke processen en menselijk ingrijpen) ongeacht de dijkversterkingswerkzaamheden. Dit is een belangrijk gegeven voor eventuele extra vervormingen van de panden. Het onderzoek naar deze autonome vervormingen is in paragraaf 3.2 van Bijlage B weergegeven. De autonome vervormingssnelheid van het maaiveld ter plaatse van deze eerder genoemde panden is gemiddeld -1 tot -2 mm/jaar.

Verticale vervormingen van de beschouwde panden en het maaiveld rondom de panden en de relatie met dijkversterkingswerkzaamheden

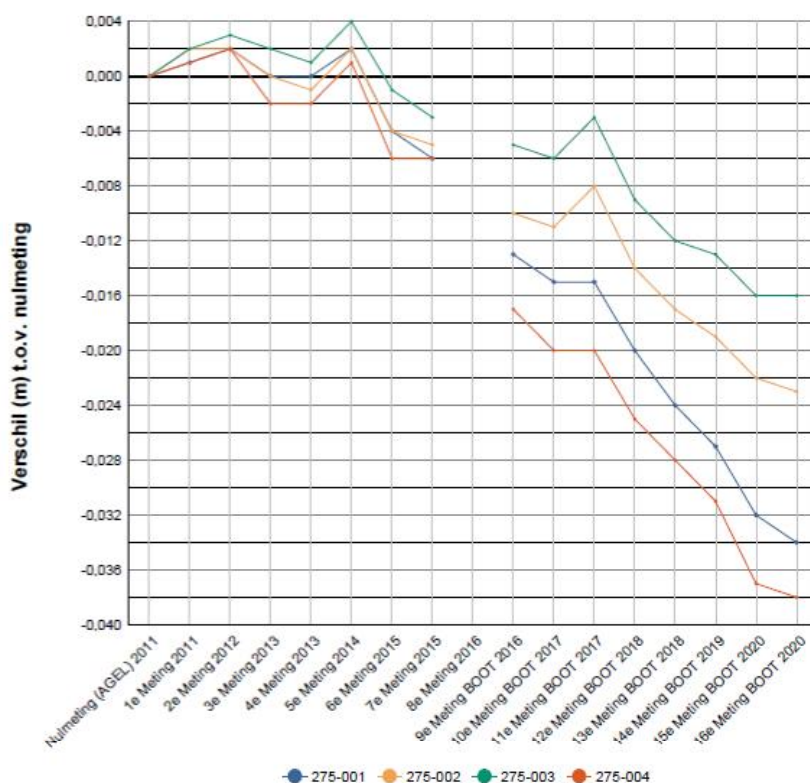
Hierbij zijn de satellietmetingen, die gebruikt zijn door Van Baars, vergeleken met de door SkyGeo geleverde gerefereerde en geoptimaliseerde satellietmetingen (InSAR). Daarbij is ook op basis van alle beschikbare monitoringsdata een inschatting van de opgetreden vervormingen en nauwkeurigheid gegeven. In deze fase zijn enkele geselecteerde panden geanalyseerd uit de door van Baars aangereikte 3 groepen van panden.

De gedetailleerde resultaten van de analyses zijn in paragraaf 3.3 van Bijlage B gegeven en in hoofdstuk 4 zijn de conclusies verwoord. Samengevat volgt hieruit dat ongeacht het type dijkversterking (versterking in grond of met constructies) de zakkingsnelheid van de beschouwde bebouwing en het maaiveld ná de dijkversterkingswerkzaamheden is toegenomen ten opzichte van de periode voor de werkzaamheden. Uitzondering hierop (hetgeen niet onlogisch is) zijn enkele beschouwde panden waar op geruime afstand van de panden buitendijks is versterkt. In onderstaande figuur is het principe van de generieke relatie tussen de autonome zakking en de zakking als gevolg van de dijkversterkingswerkzaamheden in de tijd weergegeven.



Figuur 6.2 Principe relatie tussen autonome zakking en de extra zakking als gevolg van de dijkversterkingswerkzaamheden in de tijd

Een voorbeeld van een zakkingsmeting bij een van de panden bij dijkversterking KIS is weergegeven in de volgende figuur.



Figuur 6.3 Voorbeeld van een zakkingsmeting van een van de panden bij de dijkversterking KIS (Waterschap Rivierenland, 2018)

Hiermee is vervolgens voor de panden een inschatting worden gemaakt of, en zo ja welke verticale vervormingen zijn toe te rekenen aan de dijkversterkingswerkzaamheden. Het blijkt dat de verticale vervormingen van de in dit rapport beschouwde panden gefundeerd op staal, in de periode ná start van de dijkversterkingswerkzaamheden, voor een deel, namelijk orde 25 tot 50%, kunnen worden toegeschreven aan autonome vervormingen (die voortdurende optreden, dus zonder de invloed van dijkversterkingswerkzaamheden. zie tabel 3-5 in paragraaf 3.3.5 van Bijlage B). Daarmee lijkt het ook plausibel dat het grootste deel, namelijk 50 tot 75% van verticale vervormingen van de in dit rapport beschouwde panden, in de periode ná start van de dijkversterkingswerkzaamheden, als gevolg van de dijkversterkingswerkzaamheden is opgetreden. Opgemerkt wordt dat autonome daling van het maaiveld en eventueel daaruit volgende zakking van het pand al optrad voor de uitvoering van de dijkversterkingswerkzaamheden. Op de meeste plaatsen is de toename van de vervorming opgetreden ongeacht het type dijkversterkingsconstructie.

Invloed horizontale vervormingen

De horizontale vervormingen ter plaatse van de beschouwde panden zijn in een aantal gevallen gemeten, maar de resultaten hiervan zijn nog niet verwerkt in dit rapport. Dit zal in fase 2b worden gedaan.

Ook van de horizontale deformaties kan een klein deel bestaan uit autonome vervormingen. Het is echter voorsnog duidelijk dat het navolgende aspect van Van Baars (zie ook Paragraaf 6.2) ten dele juist is:

‘Het is duidelijk dat het gevaar voor grote verplaatsingen in de buurt van de huizen achter de Lekdijk, vooral horizontale verplaatsingen, niet ten volle is onderkend’.

Schade aan panden

Als in de periode tijdens de uitvoering van de dijkversterkingswerkzaamheden schade aan panden is ontstaan, is het waarschijnlijk dat een groot deel daarvan aan de dijkversterking is te wijten. De dijkversterking heeft generiek, dus ongeacht het type versterking, tot (extra) vervormingen geleid. Dit is inherent aan dijkversterking. Het optreden van vervormingen bij panden kan nooit geheel worden voorkomen. Bij kleine deformaties/deformatieverschillen kan al schade ontstaan. Dit is afhankelijk van diverse factoren waaronder (niet uitputtend) de bouwwijze van het pand, bouwkundige staat van het pand, funderingswijze en of er reeds schade aan het pand was. Ook de snelheid waarmee de deformaties optreden en deformatieverschillen (rotatie en horizontale vervormingen) kan van invloed zijn.

Onderscheid maken in funderingstype van het pand is belangrijk. Bij een fundering op staal ontstaat vooral zettingsschade door zettingsverschillen (hoekverdraaiingen). Bij een fundering op palen kan schade ontstaan door horizontale grondvervormingen en spanningsverhogingen ter plaatse van de palen of als gevolg van hoekverdraaiingen. Ook kan schade ontstaan door negatieve kleeft op de funderingspalen. Tevens kan onafhankelijk van het funderingstype schade aan funderingsbalken ontstaan door verschillen in horizontale grondverplaatsingen. Naast (directe) schade veroorzaakt door grondvervormingen (horizontaal dan wel verticaal) als gevolg van dijkversterking in grond of door het aanbrengen van constructies als boorpalenwadenophogingen, kan ook schade ontstaan door veranderingen in de geohydrologie. Er kunnen bijvoorbeeld zetting en zettingsverschillen optreden als de grondwaterstand ter plaatse van de op staal gefundeerde panden daalt. Tevens kan door verminderde draagkracht bij op staal gefundeerde panden zakking van het pand en derhalve schade optreden. Lekkages of natte plekken kunnen ook optreden in kelders bij een verhoogde waterstand. Paalrot kan optreden bij op houten palen gefundeerde panden bij verlaagde waterstanden, wanneer de bovenkant van de houten paal boven de grondwaterstand komt te liggen.

6.4.3 Reactie commentaarpunten Van Baars aspect IV

Onderstaand wordt in Tabel 6-B een korte reactie gegeven op de in Tabel 6-A genoemde commentaarpunten van Van Baars.

Tabel 6-B Overzicht onderwerpen en commentaarpunten m.b.t. aspect IV uit het rapport van Van Baars

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars | Reactie commentaarpunten |
|-----|---|---|
| 1 | De grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan op de huizen moesten goed worden doorgerekend. Dit is vrijwel niet gebeurd. | Van Baars lijkt zich niet op de meest recente stukken te hebben gebaseerd. Er is veel aandacht besteed aan de grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen. Voor de groene cirkelpanden is per pand een ontwerprapport beschikbaar (ruim 20 panden). Daarnaast heeft er uitgebreide monitoring van de grondverplaatsingen en de verplaatsingen van de panden plaatsgevonden. Een feitelijke constatering is wel dat er gekozen is voor het toelaten van grote vervormingen bij deze panden in plaats van afscherminconstructies aan te brengen om de vervormingen bij deze panden te kunnen reduceren. |
| 2 | Er is slechts één rapport over "de toetsing van de paalfundering". Dit rapport is van Witteveen+Bos. In dit rapport wordt geconcludeerd dat de horizontale grondverplaatsingen te groot zijn voor de paalfundering. Hierop is geen afdoende reactie ondernomen. | Dit rapport (Witteveen+Bos, 2013) is opgesteld tijdens de voorbereiding van de dijkversterking, dus ruim voor dat het contract van KIS werd aanbesteed. De analyses, die destijds door Witteveen+Bos zijn uitgevoerd, zijn o.a. uitgevoerd om tijdens de voorbereiding van de dijkversterking besluiten te kunnen nemen m.b.t. waar te versterken door middel van constructieve elementen en waar te versterken in grond. En bij de grondophogingen zijn er verder op basis van de analyses van Witteveen+Bos besluiten genomen met betrekking tot welke panden afgeschermd moesten worden door deze |

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars | Reactie commentaarpunten |
|-----|--|--|
| | | te markeren als 'groene cirkel panden' of door panden te vijzelen, maar ook welke panden opgekocht en geamoveerd moesten worden om ruimte te kunnen maken voor de benodigde stabiliteitsbermen. |
| 3 | Ook adviseert Witteveen+Bos onder 2. om aanvullende speciale (eindige elementen) berekeningen te maken bij de paalfunderingen. Dit advies is correct, maar is toch niet opgevolgd. Deze zeer noodzakelijke berekeningen ontbreken om effecten op de maatgevende huizen en funderingen te toetsen zoals in de notitie van Witteveen+Bos is aangegeven. | Van Baars lijkt zich niet op de meest recente stukken te hebben gebaseerd. Het advies van Witteveen+Bos m.b.t. het uitvoeren van aanvullende eindige elementen berekeningen is opgevolgd door CDVM, die vooraf ook per pand (ruim 20 panden) een analyse in Plaxis heeft uitgevoerd om de gronddeformaties en de invloed daar van op de paalfunderingen te kunnen berekenen. |
| 4 | Het is duidelijk dat het gevaar voor grote verplaatsingen in de buurt van de huizen achter de Lekdijk, vooral horizontale verplaatsingen, niet ten volle is onderkend. | Van Baars heeft ten dele gelijk. Het gevaar voor grote verplaatsingen in de buurt van de huizen lijkt niet ten volle te zijn onderkend. Met analyses is bij deze groene cirkel panden vooraf onderbouwd dat de berekende deformaties de veiligheid van de huizen in de eindfase niet zouden aantasten. Hierbij zijn de vervormingseisen uit de VSE verruimd. Er zijn de nodige kanttekeningen gemaakt bij de verrichte berekeningen en de aangehouden veiligheid. Van een voldoende onderbouwing lijkt dus geen sprake te zijn. Er is bij de groene cirkel panden vervormings-gestuurd gewerkt waarbij er monitoring van de grondvervormingen en van de verplaatsingen van de panden heeft plaatsgevonden. Uit het dossier is gebleken dat, de vooraf met analyse vastgestelde grenswaarden bij 15 van de groenecirkelpanden niet zijn overschreden. Het blijkt ook dat deze grenswaarden bij 5 van de 20 groenecirkelpanden ruim zijn overschreden, zie ook Tabel 2.5 in Bijlage A. Conform Figuur 2.5 in Bijlage A diende de opdrachtnemer alles in het werk te stellen om schades aan omgevingsobjecten te voorkomen en via beheersmaatregelen de schade te beperken, waarbij een terugval optie naar een andere constructie of inbrengtechniek tot de mogelijkheden behoort. Dit is niet gebeurd. Er zijn geen beheersmaatregelen getroffen bij het overschrijden van de vooraf ingevulde grenswaarden. Er is vanuit het projectteam besloten om de werkwijze niet aan te passen en de overschrijdingen van de grenswaarden bij een 5-tal panden toe te laten. |
| 5 | In notitie van Witteveen+Bos (dit betreft het onder 2. genoemd rapport) is voor een aantal woningen de paalfundering getoetst uitgaande van horizontale deformatie van de grond, die ontstaat als gevolg van grondophogingen. a. In de genoemde notitie wordt alleen gekeken naar de <u>extra</u> momenten die in de palen ontstaan. Alle andere problemen worden niet meegenomen. b. Er wordt terecht opgemerkt in de notitie dat de extra momenten, die door de horizontale gronddruk in de palen ontstaan, niet toelaatbaar zijn. | De aanpak van Witteveen+Bos is niet van belang voor de aanpak van CDVM. CDVM heet een andere aanpak gekozen, zie ook Paragraaf 8.4.3. In deze paragraaf is wel aangegeven dat CDVM o.a. funderingen in het veld heeft beschouwd en tevens een motivatie heeft aangedragen voor het deels meenemen van de vervormingsgeschiedenis (alleen de dijkversterking van de jaren 80 en dan deels gerelaxeerd) voor de in de palen aanwezige spanningen. |
| 6 | Zie 5. Ook wordt niet gekeken naar de huizen die niet op palen staan. | Ook in dit verband lijkt Van Baars zich niet op de meest recente stukken te hebben gebaseerd. In het geotechnisch rapport van Witteveen+Bos zijn er ook analyses uitgevoerd naar de invloed van de grondophogingen op de panden die op staal zijn gefundeerd. Mede op basis van deze analyses zijn er besluiten genomen met betrekking tot welke panden afgeschermd moesten worden door deze te markeren als 'groene cirkel panden' of door panden te vijzelen, maar ook welke panden opgekocht en geamoveerd moesten worden om ruimte te kunnen maken voor de benodigde stabiliteitsbermen. Uit de geselecteerde groenecirkelpanden zijn twee huizen op staal gefundeerd. |

6.5 Conclusies aspect IV

Uit de fact-finding in Bijlage A volgt uit (de steekproefsgewijze) controle op basis van de beschikbare gegevens uit het digitale dossier (Waterschap Rivierenland, 2018) het volgende:

- In de voorbereidingsfase van het contract van KIS aandacht besteed aan de grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan voor de huizen. Op basis van geotechnische analyses is de noodzaak tot het eisen van risicobeperkende maatregelen bij de groenecirkelpanden vastgesteld. Ook zijn er grenswaarden voor deze panden gedefinieerd om schade te kunnen voorkomen.
- In de ontwerpfase volgde dat gestelde contracteisen niet haalbaar waren uitgaande van de veronderstelde werkwijze van CDVM, waarbij de grondaanvullingen langzaam zouden worden opgehoogd om horizontale vervormingen te kunnen beperken. In plaats van beschermende constructies te plaatsen om de vervormingen bij de panden te kunnen verkleinen, is gekozen voor een verruiming van de vastgestelde grenswaarden in het contract.
- Er zijn Plaxis-berekeningen uitgevoerd bij alle groene cirkel panden om de vervormingen te voorspellingen en de invloed op de funderingen te toetsen. Op basis van deze berekeningen zijn er grenswaarden voor de verschillende panden vastgesteld.
- Met analyses is bij deze groene cirkel panden onderbouwd dat de berekende deformaties de veiligheid van de huizen in de eindfase (in 2066) niet zouden aantasten. Er zijn de nodige kanttekeningen gemaakt bij de verrichte berekeningen en de aangehouden veiligheid. Van een voldoende onderbouwing lijkt dus geen sprake te zijn. Voor deze aanpak wordt verder verwezen naar Paragraaf 8.4.3.
- Er is bij de groene cirkel panden vervormings-gestuurd gewerkt waarbij er monitoring van de grondvervormingen en van de verplaatsingen van de panden heeft plaatsgevonden.
- Wanneer vanuit de analyses bleek dat de funderingsbalken de torsie momenten niet kon opnemen zijn er mitigerende maatregelen getroffen door de funderingen van een aantal panden te verstevigen (o.a. Lekdijk 26).
- In het monitoringsplan is opgemerkt dat er beheersmaatregelen ten behoeve van het risico van schade aan bestaande panden staan omschreven in het KIS risicoregister, zie ook Figuur 2.66 in Bijlage A.
- Uit het dossier is gebleken dat, de vooraf met analyse vastgestelde grenswaarden bij 15 van de groenecirkelpanden **niet** zijn overschreden. Het blijkt ook dat de grenswaarden bij 5 van de 20 groenecirkelpanden ruim zijn overschreden, zie ook Tabel 2.5 in Bijlage A. Bij twee panden blijkt uit de monitoring, dat de vooraf vastgestelde grenswaarden met een factor 4 ruimer zijn uitgevallen.
- Conform Figuur 2.5 in Bijlage A diende de opdrachtnemer alles in het werk te stellen om schades aan omgevingsobjecten te voorkomen en via beheersmaatregelen de schade te beperken, waarbij een terugval optie naar een andere constructie of inbrengtechniek tot de mogelijkheden behoort. Dit is niet gebeurd.
- Er zijn geen beheersmaatregelen getroffen bij het overschrijden van de vooraf ingevulde grenswaarden. Er is vanuit het projectteam besloten om de werkwijze niet aan te passen en de overschrijdingen van de grenswaarden bij een 5-tal panden toe te laten.

Hierbij worden de volgende kanttekeningen geplaatst:

- De vervormingsgeschiedenis is ten dele meegenomen. Rekening is gehouden dat de spanningen in de palen als gevolg van de dijkversterking medio jaren 80 van de vorige eeuw nog deels aanwezig zijn in de palen. Eerdere dijkversterkingen of spanningen als gevolg van kruip zijn niet in de vervormingsgeschiedenis meegenomen.
- Het lijkt erop dat de momenten in de betonpalen in de analyses van CDVM zijn onderschat; dit sluit ook aan bij de destijds gemaakte opmerkingen van de inhoudelijke toetsers van de proces- en systeemtoetsen (Deltares/Ingenieursbureau Concretio), die

namens WSRL zijn uitgevoerd. Onduidelijk is wat er met het commentaar destijds gedaan is.

- Het vervormingscriterium is, voor zo ver bekend, niet geëvalueerd/bijgesteld op basis van ervaringen tijdens de bouwfase.

Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat er weliswaar bij het ontwerp en tijdens de uitvoering aandacht is geweest voor schaderisico's door vervormingen maar dat het gevaar van schade door grote verplaatsingen niet ten volle lijkt te zijn onderkend zoals Van Baars aangeeft.

InSAR metingen

De InSAR satellietmetingen uit de bodemdalingsatlas (zoals vermoedelijk gebruikt door Van Baars) zijn volgens de 'Bodemdalingskaart.nl, 2020', '*niet geoptimaliseerd, en daarmee niet geschikt, voor specifieke toepassingen*'. Hoewel deze data een globaal beeld geven van de bewegingssnelheden, kan (en had) deze data niet voor dit doel (mogen) worden gebruikt.

Uit analyses van de vervormingen bij enkele panden volgt dat ongeacht het type dijkversterking (versterking in grond of met constructies) de zakkingsnelheid van de beschouwde bebouwing en het maaiveld ná de dijkversterkingswerkzaamheden aanmerkelijk is toegenomen. Uitzondering hierop (hetgeen niet onlogisch is), zijn enkele beschouwde panden waar op geruime afstand van de panden buitendijks is versterkt.

Het lijkt plausibel dat het grootste deel namelijk 50 tot 75% van verticale vervormingen van de in dit rapport beschouwde panden in de periode ná start van de dijkversterkingswerkzaamheden, als gevolg hiervan is opgetreden. Het andere deel van de vervormingen kan dus worden toegeschreven aan autonome vervormingen. Deze autonome vervormingen (als gevolg van natuurlijke processen en menselijk ingrijpen zoals bijvoorbeeld in de waterhuishouding) van het maaiveld en het pand treden voortdurende op. Dus ook al voor aanvang van de werkzaamheden, zoals ook uit de gemeten verticale zakkingen van de panden blijkt, zijn er zakkingen opgetreden. En een deel van de zakkingen tijdens en na de werkzaamheden zijn autonome zakkingen. Ook van de horizontale deformaties kan een deel bestaan uit autonome vervormingen.

Het is echter duidelijk dat het navolgende aspect van Van Baars (zie ook par. 5.2) ten dele juist is:

Het is duidelijk dat het gevaar voor grote verplaatsingen in de buurt van de huizen achter de Lekdijk, vooral horizontale verplaatsingen, niet ten volle is onderkend.

Op basis van bovenstaande wordt geconcludeerd dat het vervormingsgedrag sinds de dijkversterking is veranderd, ook al zijn er kanttekeningen te plaatsen bij de door Van Baars gehanteerde satellietmetingen. Een nadere analyse met een rijkere dataset en de monitoring van de meetbouten op de panden bevestigt het beeld dat het vervormingsgedrag van gebouwen langs de dijk sinds de dijkversterking is veranderd (in elk geval verticaal, mogelijk ook horizontaal). In hoeverre dit heeft geleid tot schade aan de panden zal nader moeten worden onderzocht.

7 Aspect V: Risicoanalyse en externe onafhankelijk toetsing

7.1 Inleiding

Onderstaand wordt aspect V uit het rapport van Van Baars weergegeven.

Aspect V: Risicoanalyse en externe onafhankelijk toetsing

“Omdat het hier om een groot project handelt met grote risico’s, had de opdrachtgever, het Waterschap Rivierenland, beter een gedegen risicoanalyse kunnen opstellen. In zo’n analyse behoren alle ontwerpaspecten met risico’s zoals de hier genoemde ontwerpaspecten te worden beschouwd, zowel bij de berekeningen als bij het ontwerp, als bij de meetcampagne tijdens de bouw. Bij meetwaarden die afwijken van waarden die vooraf zijn bepaald, kan dan worden ingegrepen volgens een beheersplan dat vooraf is opgesteld. Om de dijk en de burgers achter de dijk optimaal te beschermen hadden zowel het ontwerp als de risicoanalyse beter kunnen worden getoetst door onafhankelijke experts van partijen die niet eerder bij dit project betrokken waren. Dit alles behoort bij een gedegen ontwerp maar daarvan is niets aangetroffen in de geotechnische documenten van het ontwerp.”

Onderstaande tekstblokken zijn overgenomen uit het rapport van Van Baars.

Omdat het hier om een groot project handelt met grote risico's, had de opdrachtgever; het Waterschap Rivierenland, beter een gedegen risicoanalyse kunnen opstellen (bijvoorbeeld als onderdeel van het projectplan). In zo'n analyse behoren alle ontwerpaspecten met risico's, zoals de, in dit rapport genoemde, ontwerpaspecten te worden beschouwd, zowel bij de berekeningen van het ontwerp, als bij de metingen tijdens en na de werkzaamheden.

Bij meetwaarden die afwijken van waarden die vooraf zijn bepaald, kan dan worden ingegrepen volgens een beheersplan dat vooraf is opgesteld. Om de dijk en de burgers achter de dijk optimaal te beschermen, hadden zowel het ontwerp als de risicoanalyse beter kunnen worden getoetst door onafhankelijke experts van partijen die niet eerder bij dit project betrokken waren.

In het eerder geciteerde artikel op pg. 12 in het Financieel Dagblad (17-10-2016) staat:

'We zien dit als onze dijk', zegt de huidige directeur Jaap Kruijt. 'We zijn hierin de omgeving de grootste werkgever en je merkt dat de mensen trots zijn dat wij de klus wonnen.'

Bij de huizen die daar staan, was het oorspronkelijk noodzakelijk damwanden te slaan om te voorkomen dat de huizen door inklinken en grondbewegingen beschadigd zouden raken. Kruijt: 'We hebben toen berekend dat als we heel geleidelijk de grond zouden aanbrengen rond de woning, de damwanden niet nodig zijn. Die berekeningen zijn extern gevalideerd en tot dusver is de operatie succesvol verlopen. Bij enkele huizen moeten we iets meer tijd nemen.'

Bewijs van een dergelijke onafhankelijke externe validatie is tot op heden niet boven water gekomen.

Omdat bij de ontwerpdocumenten die waren opgestuurd bij een eerdere WOB-verzoek van een bewoner achter de dijk, geen externe onafhankelijke toetsing kon worden teruggevonden, heeft de auteur op 1 maart 2021 het Waterschap Rivierenland aangeschreven met een nieuw WOB-verzoek omtrent alle documenten die met de kwelproblemen, met de stabiliteitsproblemen en met onafhankelijke externe toetsing te maken hebben.

Op 6 april heeft het waterschap vele tientallen documenten gestuurd. Dit waren echter alleen documenten van de combinatie en van het waterschap. Bij geen van de opgestuurde documenten is ook maar iets van de in dit rapport genoemde ontwerpaspecten teruggevonden.

Wel blijkt uit deze documenten dat is er veel communicatie omtrent het ontwerp is geweest tussen de combinatie en het waterschap. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de toetsing van het hele ontwerp door het Waterschap Rivierenland zelf is gedaan.

Deze werkwijze blijkt ook uit het volgende rapport dat het waterschap zelf heeft gemaakt:

“Technische Uitgangspunten Dijkversterking Kinderdijk – Schoonhovenseveer”
versie 3, 57 pg.'s, 6 juli 2010, Waterschap Rivierenland.

Ook in dit rapport staat niks aangaande de, in dit rapport genoemde, ontwerpaspecten.

Op een eerdere email aan het Waterschap met de vraag wie de externe onafhankelijke toetsing heeft gedaan, werd het volgende antwoord gegeven:

De toetsing van de ontwerpen van de aannemerscombinatie heeft plaats gevonden door een technisch team van het waterschap, Deltares en ingenieursbureau Concretio.

(email van 15 maart van ██████████, Senior Omgevingsmanager, Team Gebiedsontwikkeling Betuwe, Afdeling Omgeving en Communicatie, Waterschap Rivierenland)

Wie er in dit technische team zaten, welke deskundigheid zij hadden en of zij een rapport hebben opgesteld blijft onduidelijk, want hiervan zat niets in de documenten van beide WOB-verzoeken.

Van Concretio is niets concreet terug gevonden.

Bij de geotechnische ontwerpdocumenten zat één memo van Deltares:

“Ontwerprichtlijn stabiliteitsschermen”, 17 pg., 17 mei 2011, ██████████, Deltares.

Hierin staat:

In voorliggende memo is beschreven hoe de berekeningen voor het voorlopige ontwerp van de stabiliteitsschermen voor de dijkversterking KIS (Kinderdijk-Schoonhovenseveer) kunnen worden uitgevoerd.

In deze memo ontbreekt iedere verwijzing naar de, in dit rapport genoemde, ontwerpaspecten. Zo ontbreekt iedere externe onafhankelijke toetsing voor deze ontwerpaspecten.

Het indienen van de offertes van de bouwcombinaties was in juni 2013. De gunning van de werkzaamheden was in augustus 2013. Aangezien hiertussen alleen een zomervakantie zit, kan geconcludeerd worden dat het Waterschap Rivierenland weinig tijd heeft genomen voor een goed afgewogen keuze; in ieder geval te weinig om uitvoerig extern advies in te winnen.

Uit alle documenten blijkt dus dat het waterschap zelf de selectie en toetsing van het ontwerp heeft gedaan en nauwelijks of geen externe expertise erbij heeft gehaald.

Figuur 7.1 Tekstblokken van pagina 45 en 46 m.b.t. aspect IV (Van Baars, 2020)

7.2 Aspecten van Van Baars

Onder aspect V in het rapport van Van Baars wordt beweerd dat vooral in de planuitwerkingsfase en in de aanbestedingsprocedure, dus bij de gunning van het werk aan de Combinatie Molenwaard, geen goede onafhankelijke risicoanalyse is opgesteld op basis waarvan het werk kon worden aanbesteed. Het hoofdpunt van aspect V gaat er meer om dat de geotechnische risico's in het project niet goed zijn beheerst. De genoemde aspecten van Van Baars m.b.t. risicoanalyses zijn in het kort samengevat in Tabel 7-A.

Tabel 7-A Overzicht commentaarpunten m.b.t. aspect V uit het rapport van Van Baars

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars aspect V |
|-----|---|
| 1 | Er had een gedegen (onafhankelijke) risico-analyse moeten worden opgesteld (als onderdeel van het projectplan). In deze risico's hadden alle ontwerpaspecten met risico's (zowel ontwerp als uitvoering) moeten worden beschouwd. |
| 2 | Er is geen onafhankelijk toetsing gevonden van de kwelproblemen, stabiliteitsproblemen en onafhankelijke externe toetsing. De toetsing van het hele ontwerp is door het waterschap zelf gedaan. |
| 3 | Het waterschap heeft te weinig tijd genomen voor een goede afgewogen keuze en in ieder geval te weinig om uitvoerig extern advies in te winnen; Het waterschap heeft zelf de selectie en toetsing van het ontwerp gedaan en nauwelijks of geen externe expertise erbij gehaald. |

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars aspect V |
|-----|--|
| 4 | De risicobeheersing teneinde de uitvoeringsrisico's is onvoldoende (eigenlijk het hoofdpunt). Er is waar meetwaarden af zijn geweest van grens waarden, die vooraf zijn bepaald, niet ingegrepen volgens een beheersplan, dat vooraf is opgesteld. |

7.3 Fact-finding met betrekking tot aspect V

Voor de fact-finding van dit onderwerp wordt verwezen naar Paragraaf 2.2.4 in Bijlage A.

7.4 Analyse van de feiten

7.4.1 Onafhankelijke risicoanalyse in projectplan fase en bij de aanbesteding

Een risicoanalyse dient ertoe om de risico's van, in dit geval een dijkverbeteringsproject te identificeren, te kwantificeren en aan te geven hoe deze kunnen worden beheerst. De risicosessies zouden input moeten leveren ten aanzien van de haalbaarheid van de gekozen oplossing in relatie tot de randvoorwaarden waarbinnen de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd.

Uit de stukken volgt dat in verschillende fases van het dijkverbeteringsproces risicoanalyses zijn uitgevoerd en dat de opzet van het monitoringsplan risicogestuurd is ingevuld. Er zijn verschillende risicoregisters of Exceltabellen gevonden in de stukken. Deze zijn echter op een hoger abstractie niveau opgesteld en hebben meer betrekking op de projectrisico's in termen van tijd, geld, omgeving etc. goed in beeld te brengen en te kunnen budgetteren. Een risicodossier waarbij met groot detailniveau naar de risico's op bijvoorbeeld doorsnede of pandniveau wordt gekeken is niet als zodanig in de stukken gevonden.

Uit de verschillende uitvoeringsrapporten, zie ook aspect VI in Hoofdstuk 8, blijkt dat op papier (het enige wat Deltares op basis van de stukken kan beoordelen) in ieder geval bij de groenecirkelpanden, wel een vorm van risicogestuurde aanpak is gevolgd, waarbij risico's van vervormingen met monitoring en beheersmaatregelen worden gemitigeerd. Ook waren er beheersmaatregelen mogelijk door bijvoorbeeld langer wachttijden tussen ophoogslagen toe te passen en ontlastsleuven te graven of alsnog afschermconstructies toe te passen (natuurlijk ook met de kans op schade).

Een echte risicogestuurde aanpak waarbij voortdurend het risicoprofiel aan de hand van metingen en observaties wordt geactualiseerd en de (op basis van analyses bijgestelde) grenswaarden worden geëvalueerd heeft onvoldoende plaats gehad. Wel is door CDVM is gewerkt met een Lijst Kritieke onderdelen (LKO). Per uitvoeringsvak is hiervoor een lijst met aandachtspunten opgesteld en weergegeven in de "Berekenings" rapporten per uitvoeringsvak".

In essentie vindt de problematiek zijn oorsprong in het feit dat in plaats van het aanpassen van de werkwijze (toen bleek dat de grenswaarden niet haalbaar waren) de grenswaarden werden verruimd. Wellicht dat enige aanpassing van de grenswaarden wel mogelijk was geweest zonder directe schade, maar bij de groene cirkel panden werden als grenswaarden pandverplaatsingen toegelaten die ver buiten de gangbare praktijk lagen.

In het monitoringsplan is het optreden van vervormingen tijdens de realisatie van constructieve elementen niet gesignaleerd als een risico. De monitoring is derhalve op gericht geweest om slechts metingen vóór en na de realisatie van de constructieve elementen te verrichten. Er is, zo blijkt uit de fact-finding, een verzoek tot wijziging ingediend omdat de grenswaarden van de vervormingen in het monitoringsplan (en de VSE) werden

overschreden. Dit heeft geleid tot een evaluatie van het monitoringsplan. Zo bleek uit een steekproef van Deltares dat bij de trajecten met constructieve elementen geen monitoring aan de panden heeft plaatsgevonden tijdens de realisatie van de constructieve elementen, maar pas na afloop van de installatie van de elementen. Ingrijpen in geval van te grote vervormingen en schade is dan dus niet meer mogelijk.

7.4.2 Onafhankelijke toetsing van de ontwerp-, uitvoerings- en gunningsfase

Ontwerpfase

Deltares is als adviseur van het Waterschap opgetreden inzake geotechnische aspecten van het dijkversterkingsontwerp.

Gunningsfase

In de gunningsfase zijn de inschrijvingen beoordeeld langs de lat van de aanbestedingsdocumenten op haalbaarheid, door experts van het waterschap en Deltares. Later, na gunning zijn de plannen zeker als het gaat om de risicobeheersing nader uitgewerkt.

Uitvoeringsfase (inclusief uitvoeringsontwerp)

Tijdens de uitvoeringsfase heeft Deltares als inhoudelijk deskundige toetsers bij proces- en systeemtoetsen van de aannemer namens WSRL opgetreden. Het toetsen vond plaats op documenten die door WSRL werden aangereikt en betrof o.a. een beperkt deel van het ontwerp van constructies in binnentalud en kruin en daarnaast ook van dijkontwerp, zettingsprognoses, rivierwaartse dijkversterkingen, stabiliteit, inclusief de uitvoeringsstabiliteit en waterveiligheid van de bermen. Daarnaast heeft Deltares ook het monitoringsplan gereviewd en verschillende rapportages waarin de invloed van de grondophoging op verschillende groene cirkel panden is beoordeeld. Voor de constructieve aspecten heeft Deltares Ingenieursbureau Concretio ingeschakeld.

In enkele gevallen (bv het uitvoeringsrapport van sectie H; Lekdijk 257-258) is niet goed uit de stukken te herleiden hoe met de opmerkingen uit de diverse reviews is omgegaan, zie Paragraaf 7.4.1 Zo is een review van Deltares (Deltares, 2016) van een rapport met betrekking tot de uitvoeringsfase aangetroffen waarbij de gereviewde rapportversie een zelfde datum en versienummer heeft als de eindrapportage welke in het opleverdossier is weergegeven. Hoe in dit geval met het inhoudelijke commentaar is omgegaan volgt niet uit de beschikbare stukken en lijkt niet verwerkt. Dit geldt ook voor andere reviews. Hierbij wordt opgemerkt dat het commentaar ook besproken en afgehandeld kan zijn op de verschillende vergaderingen waar er geen notulen van beschikbaar zijn.

In het algemeen is bij de rapporten een goed versiebeheer weergegeven en is te volgen hoe met tussentijds verkregen commentaar is omgegaan. In het monitoringsplan en in de onderliggende ontwerpdocumenten zijn grens- en alarmwaarden weergegeven met betrekking tot de horizontale gronddeformaties en panddeformaties (zie ook aspect VI in Hoofdstuk 8). In het monitoringsplan zijn wel beheersmaatregelen opgenomen, zoals het aanbrengen van contrabelasting voor het geval de horizontale deformatie te groot is, maar een dergelijke maatregel is vooraf niet in voldoende mate op haalbaarheid getoetst. Overigens is een van de belangrijkste maatregelen bij het aanbrengen van een grondophoging op slappe grond, het hanteren van een langere wachttijd tussen de ophoogslagen. Deze is als maatregel wel toegepast.

Bij de groenecirkelpanden zijn de panden gemonitord tijdens de uitvoering, maar zijn de grenswaarden uit de VSE verruimd door lokaal per pand via analyse een nieuwe grenswaarde vast te stellen. Tijdens de uitvoering zijn deze ruimere grenswaarden soms fors

overschreden. Er zijn geen beheersmaatregelen getroffen. Dit strookt niet met het gestelde in Paragraaf 3.6.3 van de VSP:

Voorkomen van schade aan omgevingsobjecten.

Opdrachtnemer dient:

- alles in het werk te stellen om schades aan omgevingsobjecten te voorkomen.
- Indien beheersmaatregelen die onderdeel zijn van de Aanbieding in de praktijk de schade onvoldoende beperken andere beheersmaatregelen toe te passen waartoe toepassing van een andere constructie of andere inbrengtechniek en/of het vergroten van de afstand tot de bebouwing kunnen behoren.

Figuur 7.2 Eis VSP met betrekking tot het voorkomen van schade aan panden

7.4.3 Reactie commentaarpunten Van Baars

Naar aanleiding van de verrichte analyse wordt onderstaand in Tabel 7-B een korte reactie gegeven op de in Tabel 7-A genoemde commentaarpunten van Van Baars.

Tabel 7-B Reactie op commentaarpunten m.b.t. aspect V uit het rapport van Van Baars

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars | Reactie commentaarpunten |
|-----|--|--|
| 1 | Er had een gedegen (onafhankelijke) risicoanalyse moeten worden opgesteld (als onderdeel van het projectplan). In deze risico's hadden alle ontwerpaspecten met risico's (zowel ontwerp als uitvoering) moeten worden beschouwd. | In de stukken is geen risicodossier aangetroffen dat over de fasen heen de risico's beschrijft en hoe deze beheerst kunnen worden. Er zijn wel verslagen van risicosessies gevonden. Uit het monitoringsplan blijkt dat de opzet van de monitoring wel risicogestuurd is ingevuld, maar dat dit bij de realisatie niet altijd goed is uitgevoerd. Dit blijkt uit: -Bij de realisatie van constructieve elementen was vooraf de inschatting, dat dit niet tot vervormingen zou leiden. Tijdens de realisatie bleek dat de grenswaarden overschreden zijn. Dit heeft niet geleid tot het evalueren en aanpassen van de monitoring, in plaats daarvan zijn de grenswaarden verruimd. -Bij de realisatie van de grondophogingen bij de groenecirkelpanden is de ophoofafasering risicogestuurd ingevuld met betrekking tot de uitvoeringsstabiliteit. De monitoring van de invloed op de panden is vervormingsgestuurd ingevuld, waarbij er door middel van monitoring is getoetst of de grenswaarden niet zijn overschreden. Er zijn geen beheersmaatregelen getroffen bij het overschrijden van grenswaarden bij een aantal panden. Door CDVM is gewerkt met een Lijst Kritieke onderdelen (LKO). Per uitvoeringvak is hiervoor een lijst met aandachtspunten opgesteld en weergegeven in de "Specificatie rapporten per uitvoeringvak". |
| 2 | Er is geen onafhankelijk toetsing gevonden van de kwelproblemen, stabiliteitsproblemen en onafhankelijke externe toetsing. De toetsing van het hele ontwerp is door het waterschap zelf gedaan. | Zowel in de voorbereidende fase, de aanbestedingsfase en de uitvoeringsfase zijn onafhankelijke toetsingen uitgevoerd op diverse rapportages, die door CDVM zijn opgesteld voor het project. Het is niet altijd duidelijk of en hoe het commentaar van de reviewers is verwerkt. |
| 3 | Het waterschap heeft te weinig tijd genomen voor een goede afgewogen keuze en in ieder geval te weinig om uitvoerig extern advies in te winnen; Het waterschap heeft zelf de selectie en toetsing | |

| | | |
|---|---|---|
| | van het ontwerp gedaan en nauwelijks of geen externe expertise erbij gehaald. | |
| 4 | De risicobeheersing teneinde de uitvoeringsrisico's is onvoldoende (eigenlijk het hoofdpunt). Er is waar meetwaarden af zijn geweken van grenswaarden, die vooraf zijn bepaald, niet ingegrepen volgens een beheersplan, dat vooraf is opgesteld. | Ondanks dat op papier risicogestuurd is gewerkt, blijkt er niet overal zo te zijn gewerkt. Zo is er bij de trajecten met constructieve elementen te weinig bijgestuurd tijdens de uitvoering n.a.v. de meetwaarden omdat pas na afloop van de installatie van de elementen aan de panden gemeten. |

7.5 Conclusies aspect V

Gedurende het gehele proces van de dijkversterking vindt een risico-inventarisatie en risicobeheersing plaats. De belangrijkste risico's worden impliciet meegewogen in de keuzes, die binnen een dijkverbeteringsproject worden gemaakt (denk hierbij aan de keuzes tussen versterken in grond of constructief). Een voorbeeld hiervan is het risicoregister zoals dat in de Bijlage is weergegeven (zie Bijlage A, risicoregister in vorm van Excelbestand). Dit risicoregister (als voorbeeld) is op een hoger abstractieniveau (projectniveau) opgesteld. In de uitvoeringsfaserapportages zijn de risico's op objectniveau aangegeven en is aangegeven hoe deze worden beheerst met monitoring en terugvalscenario, zie hiervoor ook aspect VI.

Het onafhankelijk toetsen van ontwerp- en uitvoeringsdocumenten heeft niet integraal plaats gevonden.

Bij de stukken is **geen** meegroeiend risicodossier gevonden, anders dan de tabellen, opgesteld voor de verschillende fases van de dijkversterking die in dit hoofdstuk worden aangehaald. Wel is door CDVM gewerkt met een Lijst Kritieke onderdelen (LKO). Per uitvoeringsvak is hiervoor een lijst met aandachtspunten opgesteld en weergegeven in de "Specificatie rapporten per uitvoeringsvak".

De intentie was om risicogestuurd te werken (zie ook aspect VI) waarbij de geïdentificeerde risico's zijn beheerst met monitoring en waarvoor interventie waarden op basis van contracteisen of berekeningen zijn opgesteld (zie ook bijlage A). In praktijk is van deze voorgenomen werkwijze tijdens de uitvoering voor een deel afgeweken, omdat de panden tijdens het uitvoeren van de constructieve elementen niet werd gemonitord. Elders, bij de groenecirkelpanden werden de panden wel gemonitord tijdens de uitvoering, maar werd bijgestuurd door de (al verruimde) grenswaarden niet voldoende te bewaken verruimen waarbij ook de kans op schade toenam. De risico's op schade bij een aantal panden lijkt niet adequaat te zijn beheerst.

In hoeverre een toetsing van zowel het ontwerp als de risicoanalyse door onafhankelijke experts van partijen die niet eerder bij dit project betrokken waren een schadevorming had kunnen voorkomen of hiermee überhaupt in samenhang staat, is door Deltares niet beschouwd.

8 Aspect VI: Meetcampagne voor de kwel, consolidatie en de verplaatsingen

8.1 Inleiding

Onderstaand wordt aspect VI uit het rapport van Van Baars weergegeven.

Aspect VI: Meetcampagne voor de kwel, consolidatie en de verplaatsingen
“Voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing had een gedegen meetcampagne moeten worden ontworpen en opgesteld. Het handelt bij deze dijkversterking om voor- en na-opnames van schade aan huizen en ter bescherming van de huizen om monitoring van de kwel/lekkage langs de harde elementen, de consolidatie tijdens de ophoogslagen en de horizontale en verticale verplaatsingen van de grond. Dit behoort bij een gedegen ontwerp maar hiervan is weinig aangetroffen in de geotechnische documenten van het ontwerp.”

Onderstaande tekstblok is overgenomen uit het rapport van Van Baars.

Voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing moet een gedegen meetcampagne worden ontworpen en opgesteld. Het handelt bij deze dijkversterking om voor- en na-opnames van de schade aan de huizen en, ter bescherming van de huizen, om monitoring van de kwel / lekkage langs de harde elementen, de consolidatie tijdens de ophoogslagen en de horizontale en verticale verplaatsingen van de grond.

De kwel langs de harde elementen werd vooraf niet met berekeningen ingeschat, en niet tijdens en na de werkzaamheden gemonitord. Ook wijst niets erop dat er plannen klaarlagen om in te grijpen. Dit blijkt ook wel uit de huidige situatie. De kwel is nog steeds onacceptabel groot.

De meeste aanwezige berekeningen gaan over stabiliteitsfactoren en bezwijkmechanismen. Er zijn wel berekeningen gemaakt voor de ophoogslagen, maar die zijn niet volledig juist en ook onvolledig. Er zijn onduidelijkheden omtrent de consolidatieduur van elke ophoogslag en de stabiliteit direct na het ophogen. Het lijkt alsof er alleen de stabiliteit na lange duur is getoetst.

Uit niets blijkt dat er veelvuldig zakkakens zijn gebruikt en opgemeten om de mate van consolidatie te meten bij ophoogslagen, om de verkregen gegevens te koppelen aan de voorafgemaakte zettingsberekeningen, en om het juiste moment van de ophoogslagen te bepalen.

Vanuit de ontwerpberekeningen blijkt dat de ontwerpers het gevaar voor grote vervormingen, vooral horizontaal, niet ten volle onderkend hebben. Dit verklaart waarom, voor zover bekend, tijdens de uitvoering en de eerst jaren daarna, weinig horizontale grondverplaatsingsmetingen zijn verricht. De beste methode hiervoor is het plaatsen van hellingmeters/inclinometers. Bekend is dat pas in 2020 een inclinometer bij woning no. 24a is geplaatst. Van geen woning is bekend dat er op tijd, dus voorafgaand aan de werkzaamheden, dergelijke inclinometers zijn geplaatst.

Geconcludeerd kan worden dat van een gedegen meetcampagne geen sprake was.

Hierop stuiten we op een ernstig punt. Dat de bewoners (de "slachtoffers") grote hinder en grote schade hebben door de kwel en door de grondverplaatsingen is meer dan duidelijk, maar omdat zij door de gebrekkige meetcampagne geen bewijzen uit onafhankelijke metingen hebben, staan zij met lege handen, en vinden geen gehoor bij het waterschap, de ingenieursbureau's en aannemers van de bouwcombinatie (de "daders"). Deze laatste groep daarentegen profiteert dus van een gebrekkige, onvolledige, onnauwkeurige en te laat ongezette meetcampagne, en wordt daarmee juist beloond door minder goed onderbouwde schadeclaims van de bewoners.

De bewoners hebben dus niet alleen geen juridische kennis, technische kennis, projectinformatie en financiële middelen, maar ook niet de noodzakelijke meetdata tijdens de uitvoering.

Het heeft er dus alle schijn van dat de bewoners zonder professionele hulp van buitenaf aan het kortste eind gaan trekken als ze de opgetreden schade sinds de werkzaamheden vergoed willen zien.

Figuur 8.1 Tekstblok van pagina 47 m.b.t. aspect IV (Van Baars, 2020)

8.2 Aspecten van Van Baars

Onder aspect VI van het rapport van Van Baars wordt aangegeven dat er voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing een speciale meetcampagne had moeten worden ontworpen en opgesteld. Het handelt volgens Van Baars bij deze dijkversterking om de volgende aspecten:

1. Voor- en na-opnames van de schade aan de huizen, en
2. Ter bescherming van de huizen:
 - a. Om monitoring van de kwel / lekkage langs de harde elementen;
 - b. De consolidatie tijdens de ophoogslagen en
 - c. De horizontale en verticale verplaatsingen van de grond.

Van Baars geeft aan:

1. *Dat er voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing weinig is aangetroffen in de geotechnische documenten van het ontwerp.*
2. *Dat er geconcludeerd kan worden dat van een gedegen meetcampagne geen sprake was.*

De nadere detailleringen van de commentaarpunten van Van Baars zijn in het kort samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 8-A Overzicht onderwerpen en commentaarpunten m.b.t. aspect VI uit het rapport van Van Baars

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars aspect VI |
|-----|---|
| 1 | Voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing moet bij een gedegen ontwerp een gedegen meetcampagne worden ontworpen en opgesteld. De kwel langs de harde elementen werd vooraf niet met berekeningen ingeschat, en niet tijdens en na de werkzaamheden gemonitord. Ook wijst niets erop dat er plannen klaarlag om in te grijpen. Dit blijkt ook wel uit de huidige situatie; De kwel is nog steeds onacceptabel groot. |
| 2 | De meeste aanwezige berekeningen gaan over stabiliteitsfactoren en bezwijkmechanismen. Er zijn wel berekeningen gemaakt voor de ophoogslagen, maar die zijn niet volledig juist en ook onvolledig. Ook zijn onduidelijkheden omtrent de consolidatiefactor van elke ophoogslag en de stabiliteit direct na het ophogen. Het lijkt alsof er alleen de stabiliteit na lange duur is getoetst. ⁸ |
| 3 | Uit niets blijkt dat er veelvuldig zakbakens zijn gebruikt en opgemeten om de mate van consolidatie te meten bij ophoogslagen, om de verkregen gegevens te koppelen aan de vooraf gemaakte zettingsberekeningen, en om het juiste moment van de ophoogslagen te bepalen. |
| 4 | Vanuit de ontwerpberekeningen blijkt dat de ontwerpers het gevaar voor grote vervormingen, vooral horizontaal, niet ten volle onderkend hebben. Dit verklaart waarom, voor zo ver bekend, tijdens de uitvoering en de eerste jaren daarna, weinig horizontale grondverplaatsingsmetingen zijn verricht. Bekend is dat pas in 2020 een inclinometer bij woning Lekdijk 24a is geplaatst. Van geen woning is bekend dat er op tijd, dus voorafgaand aan de werkzaamheden, dergelijke inclinometers zijn geplaatst. |
| 5 | Het is meer dan duidelijk dat de bewoners (de "slachtoffers") grote hinder en grote schade hebben door de kwel en door de grondverplaatsingen. Door de gebrekkige meetcampagne hebben de bewoners geen bewijzen uit onafhankelijke metingen, staan zij met lege handen en vinden zij geen gehoor bij het waterschap, de ingenieursbureau's en aannemers van de bouwcombinatie (de "daders"). Deze laatste groep daarentegen profiteert dus van een gebrekkige, onvolledige, onnauwkeurige en te laat ongezette meetcampagne, en wordt juist beloond door minder goed onderbouwde schadeclaims van de bewoners. De bewoners hebben dus niet alleen geen juridische kennis, technische kennis, projectinformatie en financiële middelen, maar ook niet de noodzakelijke meetdata tijdens de uitvoering. |

8.3 Fact-finding met betrekking tot dit aspect

In de fact-finding, Bijlage A paragraaf 2.3.6, is aangegeven welke monitoring er door CDVM is uitgevoerd. Het raamwerk voor de monitoring is vastgelegd in het Monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0). De detail uitwerking per dijksectie en 'groenecirkelpanden' is beschreven in de verschillende door CDVM opgestelde Specificatienota's (SPE). De belastingen op de funderingen van de 'groenecirkelpanden', die voortvloeien uit de werkzaamheden voor de dijkversterking zijn aan de hand van zakbakken, meetbouten, waterspanningsmeters, hellingmeters en trillingsmeters gemonitord. In paragraaf 2.4.3 is aangegeven dat CDVM ten behoeve van de realisatie, per dijksectie detailberekeningen heeft uitgevoerd voor de gronddijkontwerpen en de monitoring heeft ingericht en uitgevoerd.

Een belangrijke constatering is, dat voor de groenecirkelpanden op basis van de detailberekeningen de eisen met betrekking tot de maximale vervormingen zijn verruimd. Zoals eerder is aangegeven is niet duidelijk hoe het commentaar van de externe reviewers op deze detailberekeningen en dus op de verruiming van de grenswaarden is verwerkt. Voor de secties met constructieve elementen zijn de grenswaarden verruimd maar is de onderbouwning daarvan (nog) niet beschikbaar.

⁸ Dit aspect is ook al genoemd onder aspect III, zie ook Tabel 3-B, nr. 5.

Uit het (issue rapport 20) volgt dat er vroegtijdig geconstateerd dat de grenswaarden qua vervormingen in de ondergrond, uit de Vraagspecificatie Eisen (VSE), tijdens de uitvoering niet haalbaar waren zonder de panden af te schermen. Op basis van een voorstel tot wijziging (VTW 62) is een werkwijze opgesteld om de grenswaarden van paalfunderingen te verruimen. Dit besluit is weloverwogen en intern, zowel door het projectteam als door het waterschap, breed gedragen genomen, zie hiervoor (Rivierenland, Waterschap, 2015a).

8.4 Analyse van de feiten

8.4.1 Voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing moet bij een gedegen ontwerp een gedegen meetcampagne worden ontworpen en opgesteld.

Vanuit de fact-finding volgt dat bij de groenecirkelpanden de grond- en panddeformaties zijn gemonitord gedurende de uitvoeringsfase. Er is vooraf een monitoringsplan opgesteld en er zijn gedetailleerde ontwerpen opgesteld op basis waarvan een grenswaarde voor de pand- en gronddeformaties zijn opgesteld. Er zijn onafhankelijke constructieve en geotechnische toetsingen geweest, de opmerkingen zijn tevens deels besproken in het technisch overleg. Op basis van de monitoringsdata is bepaald of de ophoogwerkzaamheden door konden gaan of dat er langere wachttijden noodzakelijk waren om daarmee de deformaties te beperken (dit was de beheersmaatregel die veel is toegepast). Dit alles valt binnen een risico gestuurde aanpak. Uitzondering hierop is dat de grenswaarde voor de deformatie, die in de ontwerpversies worden berekend, afwijken van de contracteisen, die vooraf zijn opgesteld. De reden dat deze eisen zijn bijgesteld, lag in het feit dat ze onhaalbaar bleken bij nadere analyses. Daarnaast zijn de nieuwe grenswaarden bij een aantal panden overschreden. Dit valt niet binnen de risicogestuurde aanpak. Hiervoor is wel een handelingsperspectief opgesteld hoe met deze overschrijdingen moest worden omgegaan, ook zijn er onafhankelijke funderingsinspecties bij enkele panden verricht door de constructeur, maar feit dat ze zijn opgetreden geeft aan dat de beheersmaatregelen om de vervormingen te beperken niet voldoende hebben gewerkt.

Het plan bevat de volgende monitoring uitgevoerd door de combinatie CDVM:

- Horizontale gronddeformatie (ca. 40 - 50 inclinometers).
- Waterspanningsmeters (ruim 40 waterspanningsmeters verdeeld over ca. 20 dwarsdoorsneden).
- Zakbaken (ruim 670 zakbaken en ruim 20740 metingen).
- Trillingsmetingen (9 locaties).
- Pandendeformatiemetingen (X, Y, Z, met behulp van Totalstation op meetstickers).

Opgemerkt wordt dat, naast de door CDVM verrichte monitoring aan de panden, ook monitoring heeft plaatsgevonden aan de panden door Waterschap Rivierenland, die 226 panden over de periode van 2011 tot najaar 2020 periodiek heeft ingemeten (en waarvan nog een aantal worden ingemeten). Deze gegevens zijn aan Deltares beschikbaar gesteld.

In de monitoringsplannen zijn interventie maatregelen op hoofdlijnen opgenomen, bijvoorbeeld het aanbrengen van contrabelasting bij te grote horizontale deformaties. De praktische uitvoerbaarheid hiervan is niet duidelijk opgeschreven en ook twijfelachtig. De belangrijkste beheersmaatregel vanuit de grondbermen is een langere wachttijd tussen de ophoogslagen en is natuurlijk wel een goed haalbare maatregel. Langere wachttijden leidt tot een hogere veiligheidsmarge tegen bezwijken en heeft een gunstige werking op de deformaties buiten de ophoging. Omdat er met een soort van interventiewaarde voor horizontale deformaties wordt gewerkt, is het sturen op horizontale deformatie ook goed haalbaar.

In fase 1 van het onderzoek is de kans op toename van kwel bij de diepwanden en barettenwanden, verwaarloosbaar klein geschat. Voor de boorpalenwanden is door CDVM aangetoond middels een MODFLOW-berekening dat de effecten op de grondwaterstand verwaarloosbaar zijn. Omdat de palenwanden geen doorgaand gesloten scherm is, is de kans op kortsluiting met het Pleistoceen op basis van de werkmethode (droog boren, opzetten, betonneren, vullen casing, werkplateau hoger dan stijghoogte) gering en werd monitoring niet noodzakelijk geacht. Bij de stukken is geen monitoringsprogramma gevonden voor de grondwaterproblematiek in relatie tot de aangebrachte diepwanden, barettenwanden en boorpalenwanden.

In het Werkplan Boorpalen wordt het uitvoeringsproces van de boorpalen omschreven zoals al behandeld in paragraaf 3.5.5. In dit werkplan is aangegeven dat het boorwater, dat wordt gebruikt bij het boorproces, weer wordt opgevangen en afgevoerd. Het veroorzaken van wateroverlast is niet gesignaleerd als een risico in het werkplan. Gelet op de grote hoeveelheden meldingen van waterschade en/of wateroverlast langs het dijktraject is de vraag wat dit heeft veroorzaakt. Er zijn verschillende mogelijkheden:

1. Het boorwater is niet altijd opgevangen en afgevoerd tijdens het betonneren, maar is over de bovenkant van de boorcasing gestroomd en naar achteren, richting de bebouwing gestroomd.
2. Er is sprake geweest van kortsluitingen buitenlangs de boorcasing tussen het maaiveld en de diepere zandlagen, waardoor het water vrij omhoog kon stromen. Dit aspect kan waarschijnlijk alleen een rol hebben gespeeld op enkele locaties, waar het maaiveld naast de boorpalen zo laag was gelegen dat de potentiaal in deze zandlagen hoger was dan het niveau van het maaiveld. Echter is de hoogte van het werkplateau afgestemd op de stijghoogte in het zand zodat er in principe geen kwel kon optreden naar maaiveld.

Ook onder de genoemde risico's in het Werkplan Verankering wordt geen aandacht besteed aan de risico's bij het ontbreken van een goede afdichting langs de ankers om kortsluiting te kunnen voorkomen tussen het zand en de bovenkant van de ankers. Ook in het verificatierapport in Bijlage 5 van het Werkplan Verankering is de afdichting langs de ankers aan de onderzijde van het slappe lagenpakket niet genoemd. Dit heeft er toe geleid dat de kans op het ontbreken van voldoende afdichting langs de ankers aan de onderzijde van het slappe lagen pakket aanwezig is.

Dit houdt in dat de kans op toename van kwel door de gekozen constructie type en daarbij aan te houden mitigerende maatregelen waarschijnlijk klein is geschat, zodat vanuit een risico gestuurde aanpak, niet is gemonitord op kwel of een veranderende grondwaterstand. Bij de stukken is geen monitoringsprogramma gevonden voor de grondwaterproblematiek in relatie tot de aangebrachte diepwanden en barettenwanden.

8.4.2 De meeste aanwezige berekeningen gaan over stabiliteitsfactoren en bezwijkmechanismen

Uit de verschillende uitvoeringsrapportages (steekproefsgewijs doorgenomen) volgt dat per ophoogslag is gekeken naar de uitvoeringsstabiliteit (zie ook Hoofdstuk 5.1) en dat er een procedure was voor het vrijgeven van ophoogslagen op basis van de monitoringsdata. Dit volgt onder meer uit P16131475-BER-OWN-06943. Hier wordt per ophoogslag naar de uitvoeringsstabiliteit is gekeken, waarbij de minimale wachttijd tussen de slagen wordt aangegeven. In paragraaf 1.2.2 van genoemde rapport volgt dat, wanneer een volgende slag wordt aangebracht het aanpassingspercentage van deze slag rekenkundig op 0 % wordt gezet, wat een juiste benadering is voor dit soort analyses.

8.4.3 Gronddeformaties bij de groenecirkelpanden

Voor de groenecirkelpanden is het risico op grote deformaties onderkend. Dit is beheerst met monitoring en bijbehorende grenswaarden. Dit is toelicht in het memo P16131475-MEM-OWN-10059 (CDVM, 5-11-2015).

Wat in dit memo ontbreekt zijn de analyses op basis waarvan is aangetoond dat de fundering, gegeven de berekende deformaties aan het vereiste veiligheidsniveau van 2066 voldoet. Aangegeven is dat dit, op basis van de actuele staat van de fundering, bepaald op basis van de eerder genoemde funderingsinspectie, constructieve berekeningen en praktijkervaringen, is bepaald. Uit de verschillende ontwerp rapportages volgt dat per pand is gekeken naar de maximaal toelaatbare grond en panddeformaties op basis van de toestand van de fundering.

Hierbij is een keuze gemaakt om met verwachtingswaarde voor de stijfheids- en sterkteparameters te rekenen zodat deze goed vergelijkbaar zijn met de gemeten deformaties. Voor de beoordeling van de paalfundering zou feitelijk met rekenwaarden voor zowel de belasting als voor de sterkte van de paal moeten worden gerekend. Volgens de NEN wordt de ontwerpwaarde bepaald op basis van een rekenwaarde voor de sterkte en stijfheid, waarbij de rekenwaarde wordt bepaald door een onder- of bovengrenswaarde van de geotechnische parameter, afhankelijk van of het gunstig of ongunstig doorwerkt in de analyses, gedeeld of vermenigvuldigd met zogenaamde β -afhankelijke materiaalfactoren. Doorgaans wordt dan middels een unity check (belasting/sterkte) beoordeeld of wordt voldaan (in dit geval $uc < 1,0$). De genoemde β -afhankelijkheid geeft het beoogde veiligheidsniveau aan. Uit de stukken volgt dat voor de ULS een overall veiligheidsfactor (eigenlijk belastingsfactor) op de berekende deformaties is toegepast van 1,2. Dit weegt vooral in Eindige Elementenprogramma's anders dan een materiaalfactor van 1,2 op de stijfheidsparameters. De berekende deformaties kunnen daardoor aan de optimistische kant zijn, maar omdat gemonitord wordt, wordt dit risico beheerst. Of met een toeslag van 20 % op de vervormingen voldoende veiligheid wordt ingebouwd om onzekerheden in deze complexe vervormingsanalyses voldoende af te dekken is wel discutabel. In theorie zou dit een niet-verwaarloosbare afname van de technische levensduur van een pand kunnen betekenen.

Daarnaast staat dat de grondvervormingen in 2017 50% van de eindvervormingen (2066) zijn waardoor er nog voldoende tijd is om passende maatregelen te ontwerpen en uit te voeren ten tijde van de werkzaamheden van CDVM. Opvallend is dat hier wordt gesproken over een bepaald veiligheidsniveau in 2066 en niet over een schadeverwachting:

1. Er is gestuurd op horizontale grond- en panddeformatie gemeten met hellingmeetbuizen en/of boutjes aan panden.
2. Verticale deformaties worden niet beschouwd bij de groenecirkelpanden, wel is de negatieve kleeft op de palen beoordeeld en het effect daarvan op puntdraagvermogen/paalzakking.
3. De vervormingsgeschiedenis is deels meegenomen. Mits van toepassingen is een deel van spanningen in de paalfunderingen meegenomen (grootste deel is aangenomen gerelaxeerd te zijn) veroorzaakt door dijkversterking uit medio jaren 80 van de vorige eeuw.
4. De met PLAXIS berekende einddeformatie (op basis van verwachtingswaarde) voor 2066 wordt door een factor 2 gedeeld voor de aanlegfase (Dijkveiligheid 2017). Dit zijn de grenswaarden.

5. De bijgestelde deformatiecriteria wijken aanzienlijk af (zijn hoger) dan hetgeen in het VSE document is weergegeven. Middels een VTW is dit overigens onderbouwd. CDVM heeft voor deze aanpak een motivatie aangedragen⁹.

Daarnaast werd al eerder opgemerkt dat in de berekeningen ter onderbouwing van de bijgestelde deformatie criteria de onzekerheid in de keuze van de stijfheidsparameters van de grond en het van het paalsysteem zijn in de onderbouwing van de VTW onvoldoende in de beschouwingen betrokken en waardoor ze te rooskleurig zijn. Dit heeft geleid tot een onderschatting van de buigende momenten in de palen en de kans op schade hierdoor.

8.4.4 Gronddeformaties bij constructieve elementen

Zoals vermeld onder fact-finding in hoofdstuk 3 is er bij de voorbereiding van de dijkversterking gestreefd naar het realiseren van een dijkversterking zonder het veroorzaken van bouwkundige schade door de werkzaamheden. En, indien de werkzaamheden onverhoopt toch tot bouwkundige schade zou leiden was het doel dat de opdrachtnemer zou handelen en zorgen voor een beheerste afhandeling met hulp van de inzet van een onafhankelijk deskundige. Conform de proceseisen van de VSP dienden panden, gebouwen en objecten(bouwkundig) te worden opgenomen en casualiteitonderzoeken en schade bepalingen dienden te worden uitgevoerd zoals aangegeven. Het waterschap was op zoek naar een aannemer, die de dijkversterking beheerst zou kunnen realiseren, o.a. rekening houden met de strengere eisen voor de omgevingsbeïnvloeding.

De boorpalenwand is gepresenteerd als een techniek, die geschikt zou zijn voor toepassing bij deze dijkversterking, wegens de mogelijkheid om zowel trillingsvrij als niet grondverdringend de boorpalen te kunnen realiseren.

Het trillingsvrije karakter van de methode kon redelijk worden waargemaakt na een moeilijke start, waar veel geëxperimenteerd werd bij het realiseren van de palen. De geldende vervormingseisen uit de VSE voor staalfundering werden overschreden tijdens de uitvoering, waardoor er via afwijking AW-00216 een memo door CDVM is opgesteld, waarin een voorstel is gedaan voor een aanpassing van de grenswaarden. Zie ook Paragraaf 4.3.2. Deze memo is nog niet tot beschikking gesteld, maar uit specificatienota's van ontwerpen van palenwanden, lijken de grenswaarden in de VSE te zijn vervangen door het toetsen van hoekverdraaiingen, die berekend zijn op basis van de gemeten zakkingen van de panden.

Uit de eerste beschouwingen van de opgetreden vervormingen als gevolg van de gerealiseerde boorpalen, volgt dat er zowel sprake is van het optreden van horizontale als verticale vervormingen. Het horizontale effect in de grondvervorming wordt veroorzaakt door het betonneren in slappe grond, wat leidt tot het horizontaal opzij persen van het slappe lagenpakket. Om een indruk te krijgen van de horizontale verplaatsing van het slappe lagenpakket vlak naast de boorpalen, wordt een beschouwing gegeven van de situatie bij de boorpalen in sectie F1-1. In Bijlage B is aangegeven dat het oververbruik gemiddeld 19,7% is, ofwel een extra betonverbruik van 3,6 m³ per paal. Uitgaande van een h.o.h. afstand van de palen van 2,14 m en een dikte van het slappe lagenpakket naast de palen van ca. 11 m, betekent dit dat het holocene pakket vlak naast de boorpalen ca. 15 cm horizontaal opzij moest zijn geperst. Uiteraard zal niet het volledige oververbruik in polderwaartse richting vervormen, maar het voornaamste deel wel. Dit is gebleken uit pilots met andere dijkversterkingstechnieken, onder andere bij de toepassing van dijkdeuvels. Er is sprake van ongedraineerd grondgedrag waardoor er wateroverspanningen zullen optreden in het slappe lagenpakket. Het volume van de grond zal niet direct veranderen wegens de optredende wateroverspanningen, maar de schuifvervorming wel. De invloed van de Bakwetering (een

⁹ Deze motivatie is niet aangetroffen in het digitale dossier van de dijkversterking.

brede sloot) in het achterland heeft hier mogelijk invloed gehad op de opgetreden vervormingen wegens het ontbreken van een (rekstijve) bovenlaag. De vraag is daardoor of het toereikend was om de invloed van het realiseren van de palenwand, waarbij dus horizontale en verticale vervormingen optreden, op basis van een hoekverdraaiing, waarbij alleen verticale vervormingen werden gemeten, te toetsen. Verder is het zo dat snellere optredende vervormingen in de grond, waarschijnlijk eerder tot schade leiden dan vervormingen die langzaam zullen optreden omdat de bouwmaterialen (constructies, huizen) bij de snellere vervormingen onvoldoende tijd hebben om mee te rekken.

Het oververbruik en daardoor ook de opgetreden horizontale vervorming zal variëren langs het dijktraject, afhankelijk van de dikte en samenstelling van het slappe lagenpakket en ook van de positie van de boorpalen in de dwarsdoorsnede. De vervormingen bij de boorpalenwand zijn hoofdzakelijk gemonitord met panddeformatie en in een aantal gevallen behulp van hellingmeetbuizen.

Ook hiervoor gelden de eisen voor omgevingsbeïnvloeding vanuit het VSE, waarbij de horizontale deformatie op 1 m voor het pand aan maaiveld maximaal 10 mm en op 5 m diepte maximaal 50 mm mag bedragen. Uit de gemeten deformaties bij de hellingmeetbuizen volgt dat op een aantal locaties deze grenswaarden zijn overschreden. Dit betreft met name Bergstoep 47 waar de horizontale deformatie als gevolg van de boorpalenwand groter is dan de voorgeschreven 50 mm op 5 m diepte.

8.4.5 Reactie commentaarpunten Van Baars

Naar aanleiding van de verrichte analyse wordt onderstaand in Tabel 7-B een korte reactie gegeven op de in Tabel 7-A genoemde commentaarpunten van Van Baars.

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars | Reactie commentaarpunten |
|-----|--|--|
| 1 | Voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing moet bij een gedegen ontwerp een gedegen meetcampagne worden ontworpen en opgesteld. De kwel langs de harde elementen werd vooraf niet met berekeningen ingeschat, en niet tijdens en na de werkzaamheden gemonitord. Ook wijst niets erop dat er plannen klaarlagen om in te grijpen. Dit blijkt ook wel uit de huidige situatie; De kwel is nog steeds onacceptabel groot. | De kwel langs harde elementen is niet gemonitord gedurende de uitvoeringsfase omdat de kans hierop als gevolg van de werkwijze verwaarloosbaar werd geacht. Ervaringen tijdens de bouwfase heeft niet geleid tot het verrichten van monitoring. |
| 2 | Er zijn wel berekeningen gemaakt voor de ophoogslagen, maar die zijn niet volledig juist en ook onvolledig. Ook zijn onduidelijkheden omtrent de consolidatiefactor van elke ophoogslag en de stabiliteit direct na het ophogen. Het lijkt alsof er alleen de stabiliteit na lange duur is getoetst. ¹⁰ | CDVM heeft stabiliteitsberekeningen uitgevoerd voor de eerste twee ophoogslagen waarbij de wachttijd tussen de slagen 60 dagen is. Het tijdstip waarop de volgende ophoogslagen aangebracht konden worden is gebaseerd op metingen van de waterspanningen/consolidatie. Naast de waterspanningsmetingen is er ook gebruik gemaakt van zakkingsmetingen. De door CDVM gehanteerde aanpak is een vrij traditionele methode bij het aanbrengen van grondophogingen bij dijkversterkingen en aardenbanen. |
| 3 | Uit niets blijkt dat er veelvuldig zakbakens zijn gebruikt en opgemeten om de mate van consolidatie te meten bij ophoogslagen, om de verkregen gegevens te koppelen aan de vooraf gemaakte zettingsberekeningen, en om het juiste moment van de ophoogslagen te bepalen. | Uit de fact-finding en analyses volgt dat er door CDVM op ruime schaal is gemonitord aan gronddeformaties, zowel verticaal (m.b.v. zakbaken) als horizontaal (m.b.v. hellingmeetbuizen). Naast de gronddeformaties zijn ook de waterspanningen trillingen en panddeformaties (X,Y, Z) gemonitord. |
| 4 | Vanuit de ontwerpberekeningen blijkt dat de ontwerpers het gevaar voor grote vervormingen, vooral horizontaal, niet ten volle onderkend hebben. Dit verklaart waarom, voor zo ver bekend, tijdens de uitvoering en de eerste jaren daarna, weinig horizontale | Voor wat betreft de panden wordt overigens nog steeds een deel gemonitord door het waterschap zelf. Deze monitoringsgegevens zijn beschikbaar en opvraagbaar. |

¹⁰ Dit aspect is ook al genoemd onder aspect III, zie ook Tabel 3-B, nr. 5.

| Nr. | Commentaarpunten Van Baars | Reactie commentaarpunten |
|-----|---|--|
| | grondverplaatsingsmetingen zijn verricht. Bekend is dat pas in 2020 een inclinometer bij woning Lekdijk 24a is geplaatst. Van geen woning is bekend dat er op tijd, dus voorafgaand aan de werkzaamheden, dergelijke inclinometers zijn geplaatst. | Bij de groene cirkel panden is er meer deformatie toegelaten dan vooraf in het VSE was voorgeschreven. Hierdoor wordt het schaderisico groter. Verder zijn er wel voor aanvang van het werk bij de groenecirkelpanden hellingmetbuizen geplaatst. Deze werden vanaf 2015 gemonitord. Zie ook de reactie bij punt 5. |
| 5 | Het is meer dan duidelijk dat de bewoners (de "slachtoffers") grote hinder en grote schade hebben door de kwel en door de grondverplaatsingen. Door de gebrekkige meetcampagne hebben de bewoners geen bewijzen uit onafhankelijke metingen, staan zij met lege handen en vinden zij geen gehoor bij het waterschap, de ingenieursbureau's en aannemers van de bouwcombinatie (de "daders"). Deze laatste groep daarentegen profiteert dus van een gebrekkige, onvolledige, onnauwkeurige en te laat ongezette meetcampagne, en wordt juist beloond door minder goed onderbouwde schadeclaims van de bewoners. De bewoners hebben dus niet alleen geen juridische kennis, technische kennis, projectinformatie en financiële middelen, maar ook niet de noodzakelijke meetdata tijdens de uitvoering. | Er is een uitgebreide meetcampagne geweest. Ook worden de panddeformaties nog steeds gemeten door het Waterschap en deze zijn opvraagbaar bij het waterschap. De monitoring van de werkzaamheden bij de groenecirkelpanden, uitgevoerd door CDVM, is op tijd gestart. Veelal zijn meer dan 3 meetstickers per pand aanwezig, echter kan getwijfeld worden of dit voldoende is om te kunnen beoordelen of de verschilvervormingen van het pand toelaatbaar zijn. Uit een steekproef van Deltares bleek dat bij de trajecten met constructieve elementen, de invloed van de uitvoering op de panden pas gemeten werd na installatie van de constructieve elementen. Het tijdig kunnen ingrijpen om schade te kunnen voorkomen is dan niet meer mogelijk. De constructieve elementen zijn al gemaakt voordat de monitoringsdata van de opgetreden vervormingen beschikbaar zijn. |

8.5 Conclusies aspect VI

8.5.1 Meetcampagne voor de kwel, consolidatie en de verplaatsingen

Uit de fact-finding en analyses volgt dat er door CDVM op ruime schaal is gemonitord aan gronddeformaties, zowel verticaal als horizontaal, waterspanningen en panddeformaties (X,Y, Z). Voor wat betreft de panden wordt overigens nog steeds een deel gemonitord door het waterschap zelf. Deze monitoringsgegevens zijn beschikbaar. Hieruit volgt dat de auteur van het rapport (Van Baars, 2020) zich niet lijkt te hebben gebaseerd op de meest recente stukken.

De opzet in de monitoring is risicogestuurd ingevuld. Over het algemeen is dit deskundig en grondig gedaan, zijn de risico's goed aangegeven en zijn er beheersmaatregelen opgenomen. Wel zijn de vervormingscriteria uit het VSE van zowel de groenecirkelpanden als bij de realisatie van constructies verruimd. Ook is de criteria voor wat betreft trillingen verruimd. Dit heeft voor wat betreft de realisatie van constructieve elementen niet geleid tot een evaluatie van het monitoringsplan.

Bij de grondophogingen is het duidelijk en traceerbaar dat de monitoringsdata is bekeken en geanalyseerd voor de vrijgave van ophoogslagen of doorzetten van werkzaamheden. Bij de groenecirkelpanden zijn de belastingen verspreid in de tijd aangebracht om de horizontale vervormingen te beperken.

Er is bij de groenecirkelpanden gekozen om de meer generieke en veilige criteria los te laten en meer maatwerk na te streven, door per pand te beschouwen welke maximale deformatie nog toelaatbaar is. Voor de panden gefundeerd op palen is dit gedaan door te berekenen in welke mate de spanningen en krachten in de palen toenemen als gevolg van de werkzaamheden en of dit toelaatbaar is. Hierbij is funderingsinspectie uitgevoerd en zijn er bij een aantal panden mitigerende maatregelen getroffen. Hierbij lijkt vooral gekeken te zijn naar veiligheid van het pand, of en hoe is beoordeeld of de toelaatbaar geachte deformaties tot

schade aan de panden kunnen leiden is niet terug te herleiden. Bij deze panden is er meer deformatie toegelaten dan vooraf in het VSE was voorgeschreven. Ook is bij een aantal panden veel meer deformatie toegelaten dan vooraf via analyse werd vastgesteld. Hierdoor wordt het schaderisico groter.

Ook bij de realisatie van de constructieve elementen is er afgeweken van de vervormingseisen in de VSE, wat er toe heeft geleid dat het schaderisico is vergroot. Uit de eerste beschouwingen van de opgetreden vervormingen door de realisatie van de boorpalen lijkt de techniek meer grondverdringend dan eerst verondersteld. Uit een steekproef van Deltares bleek dat bij de trajecten met constructieve elementen, de invloed van de uitvoering op de panden pas gemeten werd na installatie van de constructieve elementen, waardoor volgens de steekproef niet risico-gestuurd werd gewerkt.

Het risico op toename van kwel is door de gekozen constructietype en daarbij aan te houden mitigerende maatregelen door CDVM klein geschat, zodat van uit een risico gestuurde aanpak hierop niet is gemonitord. Het veroorzaken van wateroverlast of schade tijdens de realisatie van de boorpalen is door CDVM niet beschouwd als een risico. Dit is een aspect dat erg vaak voorkomt op de beschikbare lijst met schademeldingen. Ook is niet duidelijk uit de stukken te halen hoe met grondwaterproblematiek is omgegaan in relatie tot de aangebrachte diepwanden en barettenwanden. Nu is "nut en noodzaak" van dit soort van grondwatermonitoring niet altijd bewezen, maar vanuit risicobeheersing had hier wel voor kunnen worden gekozen. Uit bovenstaande blijkt dat het risicodossier niet compleet was en bepaalde risico's gerelateerd aan het maken van constructieve elementen niet omvatte. Dit geldt zowel voor het aspect grondverdringing met invloed op de omgeving als ook het aspect beïnvloeding van de grondwaterstanden in relatie tot de omgeving.

8.5.2 De meeste aanwezige berekeningen gaan over stabiliteitsfactoren en bezwijkmechanismen

Per uitvoeringsvak, waar een grondoplossing is gekozen, zijn risicogestuurd nadere analyses gemaakt voor de stabiliteit van deze bermen in zowel de uitvoeringsfase als in de eindfase. Voor de uitvoeringsfase is de ophoging gefaseerd doorgerekend, waarbij voor de laatste ophoogslag 0 % aanpassing is aangegeven. Er is gerekend met een korte hydrodynamische periode omdat er verticale drains zijn toegepast.

Daarnaast is er via de geotechnische uitvoeringsbegeleiding de ophoogwerkzaamheden gemonitord met zakbaken en waterspanningsmeters en in het geval van belendingen ook met hellingmeetbuizen. De ophoogslagen zijn op basis van de metingen uit deze monitoring vrijgegeven. Vanuit de uitvoeringsfase zijn er geen stukken gevonden die duiden op stabiliteitsverlies van de ophogingen, dus dit lijkt allemaal goed gegaan te zijn. Wel zijn er trajecten gevonden (onder meer bij Lekdijk 13 en bij enkele van de groenecirkelpanden) waar de gronddeformaties groter bleken dan vooraf werd berekend en als grenswaarde gesteld.

8.5.3 Monitoring te laat ingezet en wordt niet gedeeld

De gegevens van de pandmonitoring door WSRL zijn gestart in 2011 en worden tot 2023 doorgezet (mits noodzakelijk, wanneer de vervormingssnelheid afneemt wordt gestopt met meten) waarbij de gegevens aan de bewoners van het betreffende pand worden overhandigd.

De monitoring van de werkzaamheden, uitgevoerd door CDVM, is bij de groenecirkelpanden op tijd gestart. Bij de constructieve elementen is tenminste bij een aantal trajecten niet op tijd gestart met de monitoring van de panden. Veelal zijn bij de palenwanden, de groenecirkelpanden en de te vijzelen panden meer dan 3 meetstickers per pand aanwezig, echter kan getwijfeld worden of dit voldoende is om te kunnen beoordelen of de

verschilvormingen van het pand toelaatbaar zijn. Bij de constructieve elementen is overgegaan voor de grenswaarde van absolute vervormingen overgegaan op grens in termen van hoekverdraaiingen. Het aantal meetpunten omdat te kunnen monitoren is niet uitgebreid.

9 Conclusies

9.1 Hoofdconclusie

Dit rapport betreft een feitelijke reactie op een zestal aspecten die in het rapport 'De Lekdijk is lek gestoken' van de heer Van Baars zijn benoemd. Per aspect is een reactie gegeven. Geconcludeerd kan worden dat het merendeel kritiek van Van Baars op deze deze aspecten kan worden weerlegd op basis van het onderzoek. Dat geldt niet voor alle aspecten:

- Uit de beschikbare documenten blijkt dat de voorbereiding van het uitvoeringsproces risicogestuurd is opgezet en dat risicobeheersing in de vorm van monitoring tijdens de realisatie deels is voorbereid en uitgevoerd. Naast uitgebreide monitoring behelst een risicogestuurde aanpak ook een continu, adaptief proces van risico-identificatie en risicobeheersing tijdens de realisatie. Hier was niet altijd sprake van.
- Met betrekking tot de beoordeling van de ophoogslagen is de gevolgde procedure van het vrijgeven van de ophoogslagen in het beschikbare archiefmateriaal goed te volgen en lijkt ook goed te zijn uitgevoerd. Er is dus ten aanzien van de stabiliteit tijdens het ophogen risicogestuurd gewerkt. Opgemerkt wordt dat er zich geen afschuivingen tijdens de uitvoering hebben voorgedaan.
- Met betrekking tot de beoordeling van de op palen gefundeerde groenecirkelpanden wordt het volgende aangemerkt:
 - Er is vroegtijdig geconstateerd dat de grenswaarden qua vervormingen in de ondergrond, uit de Vraagspecificatie Eisen (VSE), tijdens de uitvoering niet haalbaar waren zonder de panden af te schermen. Op basis van een voorstel tot wijziging (VTW 62) is een werkwijze opgesteld om deze grenswaarden te verruimen. Dit besluit is weloverwogen en intern, zowel door het projectteam als door het waterschap, breed gedragen genomen .
 - Er zijn door middel van analyse ruimere grenswaarden voor de vervormingen van de panden en in de grond toegelaten. De onderbouwing daarvan, hoe met onzekerheden in dergelijke analyses moet worden omgegaan, is met de kennis van nu niet overtuigend. Zo is het onduidelijk hoe de criteria zijn afgeleid waaraan de berekende vervormingen zijn getoetst. Onduidelijk is ook of dit een criterium betreft waarbij de funderingsconstructie nog functioneert (uiterste grenstoestand) of tot schade kan leiden zonder functie verlies (bruikbaarheidsgrenstoestand). Ook is het niet duidelijk of al deze rapporten met de analyses onafhankelijk constructief en geotechnisch zijn getoetst en wat er gedaan is met het commentaar van deze reviews.
 - Tijdens de uitvoering zijn de grenswaarden van de vervormingen van grond en specifiek bij een aantal panden verder verruimd. Hiervoor zijn geen of onvoldoende beheersmaatregelen genomen. De schade aan de panden doet vermoeden dat (met betrekking tot deze panden) de risicosturing op papier goed is beschreven en dat de intentie er wel was om risicogestuurd te werken. Hier is niet altijd naar gehandeld (althans op papier navolgbaar). Mogelijk speelt hierbij een rol dat een aantal van de beheersmaatregelen, die tijdens de uitvoering voorhanden waren, ingrijpend, niet goed voorbereid waren en daardoor niet eenvoudig realiseerbaar (contrabelastingen etc.) zijn. Dergelijke maatregelen dienen tevens tijdig te worden getroffen om de optredende vervormingen te kunnen beperken.
- Met betrekking tot de beoordeling van de constructieve elementen wordt het volgende aangemerkt:

- Er zijn bij het opstellen van het monitoringsplan geen risico's gesignaleerd met betrekking tot het optreden van vervormingen bij de panden.
- Er is vroegtijdig geconstateerd dat de grenswaarden qua vervormingen in de ondergrond en aan de panden, uit de VSE, tijdens de uitvoering niet haalbaar waren. Er is besloten de toelaatbare vervormingen van de panden te verruimen. Dit door van een maximaal toelaatbare absolute verplaatsing over te gaan op een maximaal toelaatbaar verschil in verplaatsing over een bepaalde afstand (hoekverdraaiing). Het monitoringsplan is hierbij niet aangepast. Er is niet frequent genoeg en niet op voldoende plaatsen gemonitord.
Dat schade aan panden is opgetreden lijkt het gevolg van het toelaten van meer vervorming en het ontbreken van mogelijkheden om via monitoring adequaat bij te sturen.

9.2 Conclusies per aspect

De genoemde zes aspecten zijn onderverdeeld in grofweg 3 categorieën, namelijk:

- Aspecten ten aanzien van de waterveiligheid - aspect I en II.
- Aspecten ten aanzien van de realisatie van de dijkversterking - aspect III, IV en V (deels).
- Procedurele aspecten - aspect V (deels) en VI.

Conclusies aspect I en II - De waterveiligheid

Uit het fase 1 rapport 'Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS)', dat Deltares samen met externe, onafhankelijke deskundigen heeft opgesteld, blijkt dat er geen sprake is van een acuut waterveiligheidsrisico bij de Lekdijk tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer. Daarbij is onder andere gekeken naar kwelvorming en vernatting door lekkage langs de harde constructies (aspect 1) en het opbarsten van het achterland (aspect 2). Ook met inachtneming van nieuwe inzichten, voor wat betreft waterspanningen en de realisatie van de constructieve elementen, voldoet de huidige dijk nu (ruim) aan de destijds geldende waterveiligheidsnorm en ontwerpmethodiek. Ook met de huidige (strengere) waterveiligheidsnorm wordt berekend, dat er geen acuut waterveiligheidsprobleem is. Dit komt omdat er in het ontwerp van de constructies in deze dijk is uitgegaan van waterstandstijging en bodemdaling voor de situatie over 100 jaar, waardoor voorlopig nog een overmaat aan sterkte aanwezig is.

De beoogde ontwerplevensduur van 100 jaar voor de constructies zal mogelijk niet worden gehaald. Er is een kleine kans dat er een kortsluiting is ontstaan tussen de onderlinge zandlagen als gevolg van de realisatie van de boorpalen. Tevens is er een kans dat er op termijn een kier zou kunnen ontstaan langs de boorpalen. Beide gebeurtenissen of effecten hebben (op termijn) invloed op de waterveiligheid. De berekende krachten in de constructie onder huidige maatgevende condities zijn nog maar de helft van de krachten, die worden berekend voor de maatgevende situatie over 100 jaar. De ontwerplevensduur van 100 jaar zal bij het optreden van deze effecten volgens de berekeningen niet worden gehaald. Echter, door de grote marge tussen de huidige situatie en die over 100 jaar is het reguliere 12-jaarlijkse beoordelingsproces voldoende om de waterveiligheid met de constructies in deze dijk in de tijd te blijven volgen en borgen. Monitoring is aanbevolen om vast te kunnen stellen of daadwerkelijk kortsluiting is opgetreden dan wel daadwerkelijk een kier ontstaat tussen de boorpaal en de omringende grond en op die manier de werkelijke (ontwerp)levensduur te kunnen bepalen. Ook kan op basis van monitoring tijdig worden geconstateerd of er veiligheidstekorten ontstaan. Het monitoringsadvies van Deltares, voortkomend uit onderzoek in fase 1, wordt door Waterschap Rivierenland opgevolgd. Dit betreft een monitoringsplan waarmee de onzekerheden met betrekking tot het ontstaan van kortsluitingen tussen de onderlinge zandlagen, de aanwezigheid van onvoldoende afdichting bij de verankeringen ter

voorkoming van kwel en het op termijn kunnen ontstaan van een kier langs de boorpalen, kunnen worden verkleind.

Conclusies aspect III, IV en V (deels) - Realisatie dijkversterking

Ten aanzien van de aspecten die aan risicobeheersing in de realisatiefase zijn gerelateerd (aspecten III, IV en deels V), volgt uit de stukken dat door de aannemers Combinatie Dijkverbetering Molenwaard (CDVM) en Waterschap Rivierenland (opdrachtgever) de dijkversterking is uitgevoerd volgens de daarvoor geldende richtlijnen en het voor KIS opgestelde UAV-gc contract. Als gevolg van deze contractvorm wordt de "bewijslast", dat de aannemer aan zijn contractverplichtingen voldoet, praktisch volledig schriftelijk georganiseerd en vastgesteld, waardoor het goed verifieerbaar is en met een hoog detailniveau.

De belangrijkste drager van de conclusies met betrekking tot de invulling van de werkwijze van de aannemer bij de realisatie van de dijkversterking zit in principe in de resultaten van het dossieronderzoek. Conform het contract van KIS was een werkwijze vereist, die zo min mogelijk overlast en schade aan de bebouwing zou veroorzaken. Feitelijk zouden de ervaringen van de bewoners dan ook in overeenstemming moeten zijn met het beeld dat het papieren dossier uitstraalt. In Paragraaf 4.2, waar ervaringen van bewoners tijdens de dijkversterking worden besproken, lijken de verificatiedocumenten op gespannen voet te staan met de waarnemingen van bewoners.

De dijkversterking is voor wat betreft de constructieve elementen geheel ontworpen door CDVM. Bij de grondoplossingen is door CDVM het uitvoeringsontwerp (UO) uitgewerkt. Bij wijzigingen in de secties heeft CDVM ook het ontwerp van de gronddijken aangescherpt. CDVM heeft zowel de ontwerpen als de uitvoeringsontwerpen vastgelegd via een rapportenserie (berekeningsnota, ontwerpnota, specificatie- en verificatie nota). De wijze waarop de verschillende dijksecties zijn ontworpen en gerealiseerd is daarmee goed navolgbaar.

Lopende de werkzaamheden is een aantal wijzigingen ten opzichte van de contracteisen doorgevoerd middels zogenaamde 'Voorstellen Tot Wijziging' (VTW), omdat bepaalde eisen uit het contract niet konden worden gehaald. Dit is niet ongebruikelijk bij complexe dijkversterkingsprojecten. Deze VTW's hadden onder andere betrekking op de vervormingseisen rondom en de trillingseisen aan de panden.

Uit de documenten blijkt dat de vervormingscriteria voor panden op paalfunderingen zijn verruimd en dat voorzien werd, dat de bijgestelde criteria niet tot schade zouden moeten leiden volgens de uitgevoerde analyses. Dit betreft de zogenaamde 'groenecirkelpanden', die conform de eisen moesten worden afgeschermd in verband met de aanleg van grondophogingen. Het overschrijden van de vereiste vervormingscriteria werd veroorzaakt door de keuze om deze panden niet met constructies af te schermen. In plaats daarvan is een aanpak gevolgd waarbij risico's met monitoring en beheersmaatregelen worden afgedekt en waarbij:

- Vooraf funderingsinspecties zijn uitgevoerd en waar nodig maatregelen zijn genomen om de fundering te versterken.
- Vooraf analyses zijn uitgevoerd om de optredende vervormingen ten gevolge van het aanbrengen van de grondophogingen per pand te kunnen bepalen. Op basis van deze analyses zijn grenswaarden per pand voor de monitoring vastgesteld.
- Bij alle panden monitoring heeft plaats gevonden.
- Belastingen verspreid in de tijd zijn aangebracht om de horizontale vervormingen te beperken.

Hierbij worden naar aanleiding van dit onderzoek de volgende kanttekeningen geplaatst:

1. Voor de reeds aanwezige spanningen in de funderingspalen van de panden is de vervormingsgeschiedenis ten dele meegenomen. Rekening is gehouden dat de spanningen in deze palen als gevolg van de dijkversterking medio jaren 80 van de vorige eeuw nog deels aanwezig zijn (ca 60 % reductie van de spanningen bij houten palen). Eerdere dijkversterkingen of spanningen als gevolg van kruip zijn niet in de vervormingsgeschiedenis meegenomen.
2. De onzekerheid in de keuze van de stijfheidsparameters van de grond en van het paalsysteem zijn in de onderbouwing van de VTW onvoldoende in de beschouwingen betrokken en waardoor ze te rooskleurig zijn
3. Niet alle analyses ter onderbouwing van het verruimen van de grenswaarden voor de verplaatsingen van panden op een paalfundering overtuigen. Zo is het onduidelijk hoe de criteria zijn afgeleid waaraan de berekende vervormingen zijn getoetst. Onduidelijk is ook of dit een criterium betreft waarbij de constructie nog functioneert (uiterste grenstoestand) of tot schade kan leiden zonder functie verlies (bruikbaarheidsgrenstoestand). Ook is het niet duidelijk of deze rapporten met deze analyses onafhankelijk constructief en geotechnisch zijn getoetst en wat er gedaan is met het commentaar van deze reviews.
4. De methode en het vastgestelde vervormingscriterium is voor zo ver bekend niet geëvalueerd/bijgesteld op basis van ervaringen tijdens de bouwphase, ook niet bij het overschrijden van de vooraf vastgestelde grenswaarden bij meerdere van de panden. Een constatering is dat er alleen beheersmaatregelen zijn getroffen betreffende langere wachttijden tussen de ophoogslagen.
5. Niet duidelijk is of een aantal van de beheersmaatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van een contrabelasting of het maken van groutkolommen zoals genoemd in het monitoringsplan, zie ook Paragraaf 2.3.6 in Bijlage A, haalbaar/efficiënt zijn. Ook een beheersmaatregel als het afschermen van panden door middel van constructies is niet voorbereid geweest. Duidelijke uitvoerbare beheersmaatregelen zijn een basisvoorwaarde voor een beheerste toepassing van een observatiemethode.
6. Door het verruimen van de oorspronkelijke vervormingseisen in het contract is er meer ruimte gegeven voor het realiseren van de dijkversterking door meer vervormingen bij de panden toe te laten.

Uit de documenten volgt ook dat de vervormingscriteria voor panden op staalfunderingen nabij de realisatie van constructieve elementen zijn verruimd. Deze verruiming lijkt ingegeven door het feit dat de gestelde vervormingseisen in de VSE tijdens de realisatie werden overschreden. Dit heeft noch geleid tot het treffen van beheersmaatregelen, noch tot een evaluatie van het monitoringsplan.

Uit zowel de satellietdata (InSAR, geleverd door SkyGeo en geanalyseerd door Deltares) als de gemeten verticale vervormingen aan de in dit rapport beschouwde panden volgt dat het verticale vervormingsgedrag van de panden vóór de dijkversterking veelal anders was dan tijdens en na de dijkversterking. Bij meerdere panden zijn de zakkingen tijdens en na de werkzaamheden duidelijk toegenomen. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit alleen de verticale vervormingen van deze panden betreft omdat uit de metingen geen betrouwbaar beeld van de horizontale verplaatsingen kan worden vastgesteld.

Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat er weliswaar bij het ontwerp en tijdens de uitvoering aandacht is geweest voor schaderisico's door vervormingen maar dat de kans op schade door het verruimen van de grenswaarden van de vervormingen en de grotere verplaatsingen niet ten volle is onderkend. Aandachtspunt hierbij is de vraag of de aanwezige monitoring de ruimere eis in voldoende mate kon volgen.

Conclusies aspect V (deels) en VI - Procedurele aspecten

Uit de toetsing van het proces en de werkwijze (aspecten V en VI) in de rapportages volgt dat het uitvoeringsproces risicogestuurd is opgezet. Hierbij worden naar aanleiding van dit onderzoek de volgende opmerkingen gemaakt:

1. Een formeel overkoepelend risicobeheersingsdossier, dat vanaf de start van het dijkversterkingsontwerp is bijgehouden en geactualiseerd, is niet bij de stukken aangetroffen. Wel zijn er verschillende risicoregisters die zijn gebruikt om risico's te kunnen identificeren en te kwantificeren in het archief aanwezig, alleen hebben deze vooral betrekking op "projectniveau" en niet op "objectniveau". Daarnaast is door CDVM gewerkt met een Lijst Kritieke onderdelen (LKO). Dit is een lijst met aandachtspunten, veiligheidsaspecten en risico's opgesteld en weergegeven in de "Berekenings rapporten per uitvoeringsvak".
2. Met betrekking tot de beoordeling van de ophoogslagen is de gevolgde procedure van het vrijgeven van de ophoogslagen in het beschikbare archiefmateriaal goed te volgen en lijkt ook goed te zijn uitgevoerd. Echter, met betrekking tot de groenecirkelpanden lijkt in de uitvoering de risicogestuurde aanpak niet te zijn gevolgd.
3. Het is niet duidelijk of de onderbouw van de VTW's, die betrekking hadden op de verruiming van de grenswaarden, allemaal onafhankelijk zijn getoetst waarbij het commentaar uit die toetsing is verwerkt.
4. De methode en het vastgestelde vervormingscriterium is voor zo ver bekend niet geëvalueerd/bijgesteld op basis van ervaringen tijdens de bouwfase, ook niet bij het overschrijden van de vooraf via berekeningen vastgestelde grenswaarden bij meerdere van de panden.
5. Door het afwijken van de oorspronkelijke vervormingseisen in het contract is meer vervorming aan de panden geaccepteerd.

Uit de documenten volgt ook dat de vervormingscriteria voor panden op staalfunderingen nabij de realisatie van constructieve elementen zijn verruimd, waarbij is overgegaan van absolute zakkingsseisen conform de VSE naar hoekverdraaiingseisen, echter zonder de daarbij noodzakelijke uitbreiding van monitoring. Deze verruiming lijkt ingegeven door het feit dat de gestelde vervormingseisen in de VSE tijdens de realisatie werden overschreden. Dit heeft niet geleid tot een evaluatie en aanpassing van het monitoringsplan.

Uit zowel de satellietdata als de gemeten verticale vervormingen aan de in dit rapport beschouwde panden volgt dat het verticale vervormingsgedrag van de panden vóór de dijkversterking veelal anders was dan tijdens en na de dijkversterking. Er blijkt sprake te zijn van een significante toename van de zakkingsnelheid van een aantal panden. De eventuele beïnvloeding op de vervormingen in horizontale richting is niet bekend. De invloed hiervan in relatie tot de schades wordt in fase 2b verder uitgewerkt.

De panden zijn door WSRL langdurig gemonitord op verticale deformaties. Deze metingen zijn in 2011 gestart en lopen momenteel nog door voor een aantal panden. Naast de pandmetingen, die door WSRL zijn uitgevoerd, zijn door CDVM gedurende de werkzaamheden metingen uitgevoerd. Dit betreft metingen van horizontale deformaties die zijn gebruikt ten behoeve van de risicobeheersing.

Samengevat wordt, met betrekking tot aspect V en VI, geconcludeerd dat er wel sprake is van een risicogestuurde opzet van het project, maar uit de beschikbare archiefgegevens lijkt de sturing op de risico's niet of niet voldoende te zijn ingevuld in de uitvoering, met name met betrekking tot schade aan de panden. Tevens wordt geconcludeerd dat er een uitgebreide meetcampagne is ingezet. Wel had met het aanpassen van de eisen aan de toelaatbare vervormingen van de panden de monitoring heroverwogen moeten worden en kan worden

geconstateerd dat er niet voldoende beheersmaatregelen zijn getroffen bij het overschrijden van grenswaarden Ook was er in de meetcampagne weinig aandacht voor het meten van lekkage / kwelstromen.

10 Generieke aandachtspunten voor constructies in dijken voor HWBP-projecten

10.1 Inleiding

De onderhavige studie, die voor het project KIS is uitgevoerd, geeft specifieke inzichten, die voor andere dijkversterkingsprojecten van het HWBP of voor het beoordelen van dijken relevant zouden kunnen zijn. In dit hoofdstuk worden een aantal aandachtspunten, die voor andere projecten dan KIS van belang zouden kunnen zijn op een rij gezet. Dat betreft niet zozeer de specifieke punten die in het project KIS spelen en wel of niet goed zijn gegaan, maar de punten die onderweg in de studie zijn gesignaleerd als aandachtspunten waar omheen er discussies en/of vragen hebben gespeeld. Het betreft daarmee ook niet een complete lijst van aandachtspunten, maar alleen degene die in deze studie gesignaleerd werden als aandachtspunt voor andere dijkversterkingen met constructieve elementen in de dijk.

In dit hoofdstuk is ervoor gekozen om de aandachtspunten thematisch te beschrijven en niet per toegepaste techniek. Elke techniek kan namelijk ook net iets anders worden ontworpen of uitgevoerd, zodat de betreffende aandachtspunten netjes zijn uitgewerkt of in de uitvoering met een maatregel worden gemitigeerd. Bovendien zijn veel van de aandachtspunten ook generiek voor meerdere constructies in dijken en niet alleen voor de constructies die ook werden toegepast in KIS.

In dit hoofdstuk worden de aandachtspunten ingedeeld in 4 hoofdcategorieën, te weten:

- Dijkversterking met constructieve elementen.
- Geohydrologie.
- Beïnvloeding omgeving.
- Procesaspecten bij innovaties.

In de navolgende paragrafen wordt dit uitgewerkt, waarbij elke hoofdcategorie is onderverdeeld in een aantal sub-onderwerpen, zodat snel via een inhoudsopgave een betreffend aandachtspunt kan worden gevonden.

10.2 Dijkversterking met constructieve elementen

10.2.1 Verankering stabiliteitswanden

Een boorgat voor een anker zou bij onvoldoende afdichting kunnen leiden tot ongewenste lekkage vanuit zandlagen. Het voorkomen van lekkage bij verankeringen is daarom een belangrijk aandachtspunt. In het ontwerp, maar ook bij de realisatie moet aandacht worden besteed aan een goede afdichting. Zeker indien de ankers in de diepe zandlaag staan en er een tussenzandlaag aanwezig is, dient lekkage te worden voorkomen, zowel tussen de zandlagen onderling als naar het maaiveld. Een ondoorlatende vulling van het boorgat van de ankers dient daardoor voldoende te worden voortgezet tot in de bovenliggende klei- of veenlagen, door bijvoorbeeld het groutlichaam door te zetten. Conform de PPL wordt aanbevolen, om het kwelrisico te beperken door de onderste 1 tot 2 m van de klei-/veenlagen af te dichten langs de ankerstaaf. Omdat dit bij aanwezigheid van tussenzandlagen mogelijk onvoldoende duidelijk is wordt het volgende voorgesteld: bij een ondoorlatende kleilaag, het doorzetten van het groutlichaam tot minimaal 1 á 2 m boven de bovenste (natuurlijke) zandlaag.

Bij het doorzetten van het groutlichaam in het holocene slappe lagenpakket, leidt dit tot een diameter die groter is dan de afmetingen van de ankerstaaf. Dit kan leiden tot een grotere belasting in zettingsgevoelige grond vanwege de zakking van grond op de ankers. Dit kan leiden tot een grotere trekkracht in de ankers. Deze ankerkrachttoename door zetting op ankers dient te worden verdisconteerd in het ontwerp. Vooral in geval van een tussenzandlaag moet hier goed rekening mee worden gehouden indien er zetting in de onderste lagen plaats kan vinden en deze lagen enige dikte hebben.

Omdat een boorgat meestal ruimere afmetingen heeft dan de ankerstaaf, zou er water via dat boorgat naar boven kunnen komen als de afdichting aan de bovenkant van de bovenste watervoerende zandlaag niet ver genoeg is doorgezet. Ook kan er op de langere termijn, door het deformeren van de dijk, lekkage ontstaan langs de gerealiseerde afdichting. Daarom wordt geadviseerd om een doorlopende drainagevoorziening langs de damwand, nabij ankerkop, aan te brengen en aan te sluiten op de waterhuishouding in de omgeving, om eventueel kwelwater, ook op de langere termijn, op te kunnen vangen en afvoeren. Zie verder Paragraaf 11.13.2 in de PPL.

10.2.2 Stijfheid constructie in relatie tot omringende grond

De doelmatigheid van een zeer stijve constructie in een kruip- en bodemdalingsgevoelige omgeving dient goed te worden overwogen. Zowel verticaal als horizontaal zal de constructie dan stijver reageren dan de omliggende grond. Er is daardoor een (kleine) kans dat er op termijn een kier zou kunnen ontstaan bij een stijve constructie zoals bijvoorbeeld een palenwand of een andere niet continue constructie door het in horizontale richting deformeren van de grond tussen en achter de palen. Hier wordt wel rekening mee gehouden bij de toetst op snijden via de PPL/PPE. Bij het optreden van een grotere kier, die tot in de watervoerende zandlagen ontstaat, zou er mogelijk aanvullend een kortsluiting tussen het maaiveld en de diepere zandlagen kunnen ontstaan. Dit aspect is (nog) niet genoemd in de PPL/PPE. Advies is om dit aspect te beschouwen en indien nodig te verdisconteren in het ontwerp.

10.2.3 Vervormingen bij grondverdringende en niet-grondverdringende technieken

Innovaties met funderingselementen worden qua uitvoeringstechniek veelal ingedeeld (in PPL in Paragraaf 2.3) naar een grondverdringende of een niet-grondverdringende techniek. Denk aan technieken als soilmixtechnieken, injectietechnieken, kunststof damwanden, JLD-dijkstabilisator, druktechnieken met Crushmethode, injecteren bij drukken etc. In de praktijk worden bij diverse technieken vervormingen tijdens de realisatie geconstateerd. Naast het wel of niet grondverdringend uitvoeren van het maken van een boorgat, kunnen vervormingen voortkomen uit o.a. horizontale beton-, bentoniet-, grout- of luchtdrukken, maar ook door belasting door zware machines of waterdrukken. Na vervorming is er in ondoorlatende grond veelal ook sprake van wateroverspanning en vervolgens een consolidatieproces. Consolidatie leidt weer tot vervormingen. Bij de realisatie van in de grond gevormde technieken zijn er doorgaans grotere onzekerheden ten aanzien van vervormingen van de grond dan bij het inbrengen van vaste elementen zoals stalen damwanden. Problemen met op diepte kunnen komen van de constructie, kan tijdens de uitvoering leiden tot grotere benodigde krachten of trillingen en eventuele vervormingen. Er is daardoor een spanningsveld tussen maakbaarheid, omgevingsbeïnvloeding en sterke constructies, die moet worden afgewogen in de keuzes voor technieken. Zie hiervoor ook hoofdstuk 7 in de PPL.

10.2.4 Aansluitconstructies

Aan het eind van een langsconstructie (in lengterichting van de dijk) volgt een 'gewone (grond)dijk' of een volgende langsconstructie. In het ontwerp dient deze overgang tussen de twee typen dijkversterkingen goed te worden gedimensioneerd. Veelal wordt er een overlap

gehanteerd, waarvoor ook de uitvoeringsaspecten bekeken moeten worden. In Bijlage C van de PPL is een praktische invulling gegeven voor het ontwerp van overgangen van zogenaamde langsconstructies naar een dijklichaam zonder constructie, maar ook voor overgangen tussen langsconstructies onderling, die op verschillende locaties in een dwarsprofiel kunnen worden toegepast.

10.2.5 Eisen aan overige functies

Voor de eisen aan andere functies van de waterkering dan de waterveiligheidsfunctie wordt in de PPL (in paragraaf 2.3) aangegeven: 'Voor functies anders dan waterkeren is het Bouwbesluit van toepassing; hiervoor gelden de eisen uit de Eurocode'.

In de PPL staat in hoofdstuk 9 een tekst over het restprofiel (zie kader), waarbij de problematiek hiervan voor de overige functies als waterveiligheid wordt beschreven. Bij de keuze tussen versterkings-alternatieven zouden deze aspecten ten aanzien van een restprofiel goed moeten worden meegewogen en ook in de omgeving zouden deze aspecten moeten worden gecommuniceerd als voor- en nadelen van bepaalde oplossingen.

9 Gebruiks- en instandhoudingsfase

9.1 Beheer en onderhoud van stabiliteitverhogende langsconstructies

Bij het beheer van een dijk met een langsconstructie is het van belang of een **restprofiel** wel of niet deel uitmaakt van het ontwerp. Is een **restprofiel** van toepassing, dan wordt bij het ontwerp van de langsconstructie het stabiliteitsprobleem namelijk niet – of maar voor een deel – verbeterd (zie ook § 4.8.7). Bijvoorbeeld bij het toepassen van een diepwand in de buitenkruin van de dijk wordt het stabiliteitsprobleem niet opgelost. De gerealiseerde oplossing voldoet dan echter, uitgaande van het afschuiven van een groot deel van de dijk, wel aan de eis van de Waterwet. Dit betekent dat er bij de keuze voor de oplossing met een diepwand geaccepteerd wordt dat een groot deel van de dijk kan afschuiven; de diepwand voorkomt op dat moment een overstroming. Bij welke waterstand een deel van de dijk kan afschuiven is niet bekend; dit kan al plaatsvinden bij (hogere) waterstanden met een grotere kans van voorkomen dan WBN. Vindt zo'n afschuiving plaats, dan zal de kruin (en eventuele verkeersweg) over een langere periode niet meer beschikbaar zijn. Ook ontstaat dan schade aan de achter de dijk gelegen bebouwing. De beheerder dient zich hiervan bewust te zijn als hij een langsconstructie in de dijk toelaat. Een beheerder kan vanuit andere functies, zoals bijvoorbeeld beheer en onderhoud of nevenfuncties, bepaalde eisen stelt aan de stabiliteit van een dijk onder dagelijkse omstandigheden of bij waterstanden die een grotere kans van optreden hebben dan WBN.

Waar een **restprofiel** van toepassing is, verdient het aanbeveling dat de beheerder een calamiteitenplan opstelt dat voorziet in de mogelijke gevolgen van langsconstructies in de dijk: schade aan bebouwing, evacuatie van bewoners. Ook moet het calamiteitenplan voorschriften bevatten voor inspecties van het verdere gedrag van de dijk, en maatregelen ter voorkoming van verdere schade aan de dijk (denk aan doek, zandzakken etc.). Daarnaast verdient het aanbeveling om het afschuiven van een deel van een dijk bij langsconstructies in calamiteitenoefeningen te integreren. Een waterschap moet dus op de hoogte zijn van de locaties van langsconstructies en bovendien weten waar het **restprofiel** deel uitmaakt van een ontwerp.

Ook is het verstandig om op locaties met langsconstructies inspecties uit te voeren op het gedrag van de grond. Scheurvorming in de grond kan een aanwijzing zijn dat het **restprofiel** door een lage stabiliteit aan het ontwikkelen is. Langsconstructies kunnen op termijn ook boven de grond gaan uitsteken door zakkingen van het maaiveld. Het kan dan wenselijk zijn om een grondaanvulling aan te brengen.

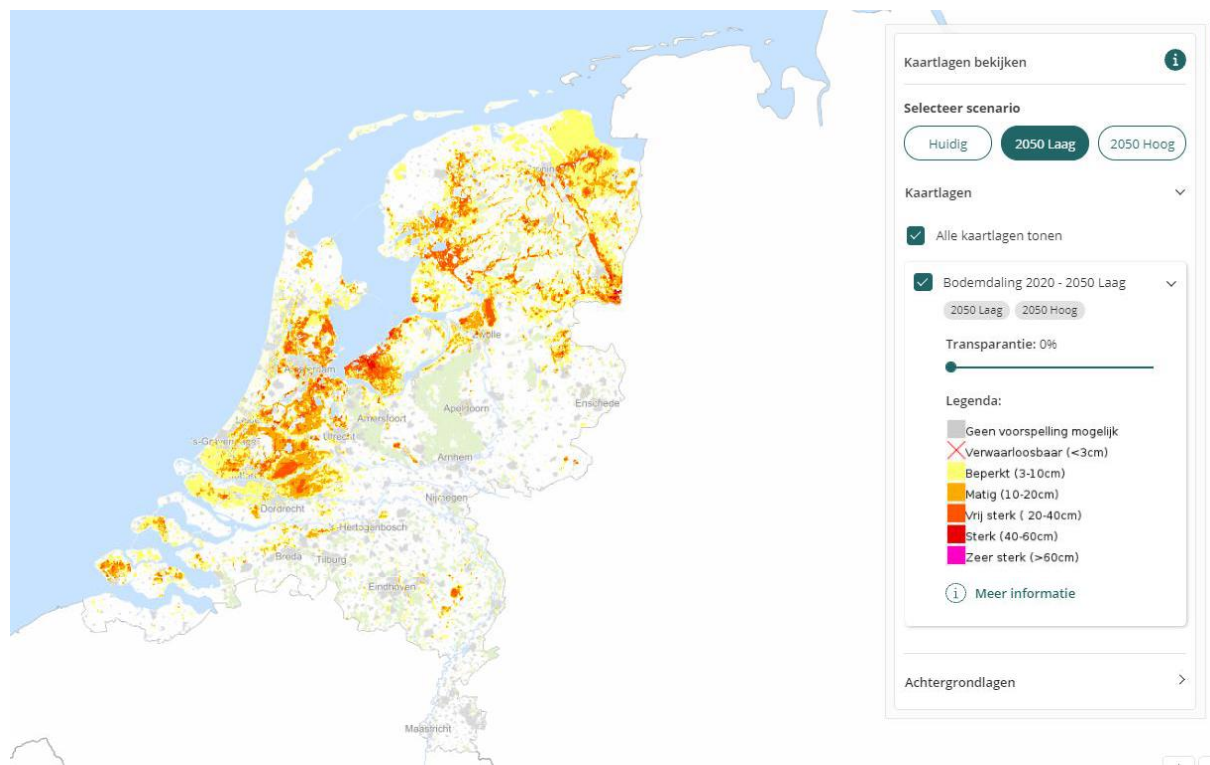
Figuur 10.1 Aspecten voor gebruiks- en instandhoudingsfase uit PPL hoofdstuk 9

10.2.6 Meenemen autonome vervormingen in schadecriteria panden

VSE eisen (Vraagspecificatie Eisen) voor dijkversterkingsprojecten zijn doorgaans generiek en streng om zo naar verwachting voldoende veilig te zijn om ook bij bestaande en verdere autonome vervormingen het schaderisico te kunnen beheersen. In het algemeen wordt voor dijkversterkingsprojecten alleen de toename van de vervormingen als gevolg van de dijkversterkingswerkzaamheden getoetst.

De autonome vervormingen in grote delen van Nederland zijn echter aanzienlijk zoals blijkt uit 'De klimaateffectatlas', zie Figuur 10.2. Dit gaat dus om vervormingen, die ongeacht dijkversterkingswerkzaamheden optreden. Uit analyses in onderhavig rapport volgt bijvoorbeeld voor enkele beschouwde panden dat de autonome verticale vervorming 25 tot 50% kan bedragen van de totale vervormingen in de periode tijdens de versterkingswerkzaamheden. Voor horizontale vervormingen zal vermoedelijke ook een dergelijk proces spelen hoewel wordt verwacht dat de autonome horizontale vervormingen geringer zijn dan de verticale.

Bij het loslaten van generieke en strenge eisen en het opzetten van een meer maatwerkbeschuwing ten aanzien van de schadeverwachting zouden ook de autonome vervormingen, verticaal en ook horizontaal, moeten worden beschouwd als functie van de tijd. Het verdient aanbeveling om hiervoor een generieke aanpak uit te werken. Nader onderzoek naar de bruikbaarheid van INSAR-metingen om deze autonome verticale en horizontale verplaatsingen voor dijkversterkingsprojecten vast te stellen wordt aanbevolen.



Figuur 10.2: Bodemdaling in Nederland 2020-2050 uit Klimaateffectatlas (Bron Klimaateffectatlas.nl)

10.3 Geohydrologie

10.3.1 Blokkeren freatische lijn

Een constructie in de dijk heeft invloed op de freatische lijn. Hiervoor worden meestal openingen in de constructie voorzien. Invloed van de constructie op de freatische lijn is een aandachtspunt, ook in relatie met potentiële schade aan panden. Met name bij continue constructies zonder openingen kan de invloed hiervan vooral voor panden dicht bij de dijk relevant zijn om mee te nemen in het ontwerp. Bij discontinue constructies, zoals stalen damwanden met openingen wordt aanbevolen om een drainagevoorziening ter weerszijden van de damwand aan te leggen om de invloed op de freatische lijn zo veel als mogelijk te kunnen beperken. Zie hiervoor verder Paragraaf 9.2 in de PPL.

10.3.2 Lekkage, perforeren/verbinden van watervoerende en niet watervoerende lagen

Tijdens de uitvoering is er, gegeven het type constructie en de wijze van inbrengen, een kans op lekkage langs de constructie waardoor de grondwaterstanden rondom de constructie kunnen veranderen. De mogelijkheid van lekkage zou in het ontwerp moeten worden beschouwd en qua kans gewogen en tijdens de uitvoering qua kans op optreden te worden beheerst.

Ook in de gebruiksfase kan er een kans zijn dat als gevolg van deformaties kortsluitingen kunnen ontstaan tussen freatische grondwaterstand en stijghoogte in de diepere watervoerende zandlagen. Ook deze dienen in dat geval mee ontworpen te worden of te worden beheerst door bijvoorbeeld te monitoren.

Bij de aanwezigheid van tussenzandlagen, waar er sprake is van een wat groter potentiaalverschil tussen deze zandlagen, kan er een kans zijn op een blijvende kortsluiting tussen de onderliggende zandlagen door uitvoeringsaspecten, zoals bijvoorbeeld door waterstroming tijdens het betonneren van een palenwand of bij een 'blow-out' door het omhoogtrekken van de boorbuis die een onderdruk zou kunnen veroorzaken, waarbij zand omhoog zou kunnen worden meegetrokken. Bij bouwputten met hogere potentiaalverschillen zijn dergelijke kortsluitingen opgetreden. Of dit bij dijken kan optreden, is nog niet vastgesteld, maar het lijkt verstandig om invloed van deze interactie tussen zandlagen te beschouwen in het ontwerp. Optimalisatie in het ontwerp is eventueel mogelijk door vóór, tijdens en na de realisatie de waterspanningen in de zandlagen te monitoren. Dit vergt een gedegen monitoringsplan waar nog steeds onzekerheden bij horen, waardoor het de voorkeur heeft om in het ontwerp een kortsluiting tussen de onderlinge zandlagen te verdisconteren. Lekkage-aspecten langs ankers zijn al eerder benoemd; voor de beschrijving daarvan wordt verwezen naar Paragraaf 10.2.1.

10.4 Omgevingsbeïnvloeding

10.4.1 Verticale deformaties

Voor verticale deformatie spelen naast vervormingen door nieuwe belasting als gevolg van bijvoorbeeld ophogingen ook de autonome vervormingen in het gebied, zie ook Paragraaf 9.1.6. Zo zal er bodemdaling optreden in de polder en dit treedt ook op in de buurt van de dijk waarbij onder de dijk de vervormingssnelheid veelal nog groter is dan in de binnentoe van de dijk. Constructies kunnen verticale deformaties verkleinen, maar als gevolg van veranderingen in freatische lijn kunnen ze die ook vergroten. Ook de realisatie van constructieve elementen kan leiden tot verticale deformaties.

Daarnaast wordt in het geval van opdrijven een constructie ontworpen voor de waterveiligheid en niet voor het voorkómen van opdrijven/opbarsten van het achterland en/of vervormingen ten gevolge van het hoogwater. De beïnvloeding van panden als gevolg van hoogwater is geen onderdeel van het ontwerp voor de waterveiligheidsfunctie/eisen, maar de beïnvloeding van panden tijdens de realisatie van de dijkversterking is wel een belangrijk onderdeel van het ontwerp en de uitvoering.

10.4.2 Horizontale deformaties

Er is een COB-richtlijn met 'Aanbevelingen voor het ontwerp van bouwkuipen in stedelijke omgeving'(F530-ER-12-49785) waar met betrekking tot het bepalen van vervormingen bij dijkversterkingen vaak naar verwezen wordt. Deze richtlijn is echter opgesteld voor bouwkuipen waarbij dus een ontgraving plaatsvindt (ontlast-situatie). In geval van dijken gaat het meestal om een ophoging (belast-situatie). Daarnaast is een bouwkuip vaak in een gebied met een min of meer horizontaal maaiveld en met bebouwing waardoor de grond vaak voorbelast is. Een dijkversterking is meestal naast of op een bestaande dijk, die dus

lokaal sterk is voorbelast, met daarnaast een relatief veel slappere polder. Het verdient aanbeveling om voor de uniformiteit en toepasbaarheid de eisen en rekenmethodiek voor dijken vast te leggen middels een richtlijn, die specifiek ook voor dijken is opgesteld.

Naast autonome bodemdaling en kruindaling kan hierdoor ook autonome horizontale vervormingen plaatsvinden. In de gebruiksfase zal de dijk blijven vervormen, zowel de dijk zonder als met constructie. Een constructie zal doorgaans deze vervorming van de dijk reduceren. Maar als gevolg van een veranderende freatische lijn of een eventueel eerder kunnen bezwijken (afschuiven) van een deel van de dijk door de aanwezigheid van de constructie, kan de vervorming ook groter worden. De voorspelbaarheid van dit soort vervormingen met rekenmodellen, zoals met Plaxis, zijn niet heel nauwkeurig en sterk afhankelijk van de onzekere, in de tijd veranderende en veelal ook niet-gemeten stijfheidsparameters.

Bij het storten van het beton in bijvoorbeeld een diepwandsleuf of palenwand wordt een groter gewicht aangebracht dan de oorspronkelijke grond. Dit leidt tot een oververbruik van beton, door het opzij persen van het grondpakket naast de diepwandsleuf of de boorpaal. Het opzij persen van de grond leidt tot vervormingen, waarschijnlijk vooral horizontaal, maar wellicht ook deels verticaal, afhankelijk van de specifieke omstandigheden zoals bijvoorbeeld stijfheden en bouwvolgorde en -snelheid. Deze vervormingen zouden bij bebouwing kunnen leiden tot schades. Een gefaseerde uitvoering van de constructie, om het cumulatieve effect in de vervormingen te kunnen beperken, is daardoor aan te raden. Monitoring van de aanwezige objecten langs het dijktraject is daarom noodzakelijk, waar bij een overschrijding van de interventiewaarden een bouwkundige dient te worden geraadpleegd voordat de realisatie weer wordt gecontinueerd. Echter, bij een blijvende overschrijding van de grenswaarden/schade is de terugvaloptie dan waarschijnlijk het toepassen van een andere dijkversterkingstechniek, wat qua tijd en budget, maar ook procedureel geen eenvoudige keuze is, zie hiervoor verder Paragraaf 9.4.4.

10.4.3 Monitoring van vervormingen van panden

Grenswaarden worden doorgaans in absolute zakking of verplaatsing gegeven. Voor de beoordeling op schade is het theoretisch beter om grenswaarden in de vorm van hoekverdraaiing en relatieve hoekverdraaiing te hebben. Dat betekent dat de lay-out van de meetbouten daarop zou moeten worden aangepast. De monitoring (aantal en locatie van de meetbouten) moet dan worden afgestemd op deze grenswaarden. Dit betekent veelal meer dan een verdubbeling van het aantal meetbouten in het monitoringsplan en dat rekening moet worden gehouden met de plattegrond van de woning, inclusief aanbouwen en sprongen in gevels. Omdat bij veel projecten op bezwaren stuit wordt de grenswaarde nog vaak in absolute zakking gegeven. Bij de monitoring van horizontale verplaatsingen moet de constructie van het gebouw of onderdelen daarvan worden betrokken bij de locatie van de meetpunten.

In geval van horizontale vervormingen is grenswaarden in de vorm van hoekverdraaiingen niet toereikend. Zoals al vermeld in Paragraaf 10.4.2 is er een COB-richtlijn met 'Aanbevelingen voor het ontwerp van bouwkuipen in stedelijke omgeving' (F530-ER-12-49785) waar met betrekking tot het bepalen van vervormingen bij dijkversterkingen vaak naar verwezen wordt. Zoals al vermeld in deze paragraaf is deze richtlijn niet direct voor dijken opgesteld en verdient het aanbeveling om voor de uniformiteit en toepasbaarheid de eisen en rekenmethodiek voor dijken vast te leggen middels een richtlijn, die specifiek ook voor dijken is opgesteld.

In het algemeen dienen de metingen ertoe om op de uitvoering in te kunnen grijpen als grenswaarden bereikt lijken te worden. Daarom dient op de relevante locaties tijdens de uitvoering op die locatie gemeten te worden en niet dagen of weken erna. Voor de frequentie

van de metingen is het verder van belang of er verwacht wordt dat de waarden van de metingen in de tijd toenemen of dat er een piek in de metingen wordt verwacht. Bijvoorbeeld bij het vullen van een boorgat met beton is de verwachting dat er een piek optreedt doordat de grond eerst horizontaal ongedraineerd vervormt en daarna door het consolidatieproces in de tijd terug kan bewegen. In zo'n geval zal tijdens het gehele installatie proces gemeten moeten worden (met voldoende frequentie).

10.4.4 Trillingen

Er zijn veel ervaringen met het intrillen van damwanden in dijken. Hier wordt doorgaans de SBR Trillingsrichtlijn A Schade aan gebouwen 2017 toegepast.

De palenwand wordt in principe een trillingsvrije techniek genoemd. Toch wordt geadviseerd om aandacht te besteden aan een beheerste uitvoering bij het uitboren van de grond in de casing en het legen van de boor in de afvoerbak om de omgevingsbeïnvloeding door trillingen te beperken. Trillingsmetingen tijdens de realisatie zijn tevens aan te raden. Dit naar aanleiding van bewonersgesprekken die toch aanzienlijke trillingshinder hebben ervaren tijdens de realisatie wat meer te maken leek te hebben met het legen van een avegaar of ander boorgereedschap door deze tegen een bak te slaan dan met de techniek van het boren zelf.

Bij diepwanden en barettenwanden is de uitvoering een aandachtspunt. Bij het maken van diepwandpanelen wordt geadviseerd om aandacht te besteden aan een beheerste uitvoering bij het uitgraven van de grond en het legen van de diepwandgraver in de afvoerbak om de omgevingsbeïnvloeding, trillingen, te kunnen beperken. Trillingsmetingen tijdens de realisatie zijn hier ook aan te raden. Ook het manoeuvreren met het zware funderingsequipment op het maaiveld/bouwwegen in de nabijheid van panden kan aanmerkelijke trillingen veroorzaken. Wellicht is, in het licht van bovenstaande, een permanente monitoring van de trillingen wenselijk bij de uitvoering van constructieve elementen als palenwanden, baretten en diepwanden.

10.4.5 Wateroverlast

Het water, bijvoorbeeld dat in de boorbuis van de palenwand wordt gebruikt om opbarsten van de bodem in de boorbuis bij het verwijderen van de bodem binnen de casing te kunnen voorkomen, dient zorgvuldig te worden opgevangen tijdens het betonneren van de paal om wateroverlast in de omgeving te kunnen voorkomen. Hetzelfde geldt voor bentoniet-overlast bij het installeren van bijvoorbeeld een diepwand.

Tijdens de uitvoering van o.a. boorpalen dient eventuele kwel buitenlangs de boorcasing eveneens zorgvuldig te worden opgevangen en afgevoerd.

10.4.6 Stabiliteit restprofiel en vervormingen/kwel door opdrijven

Het afschuiven van een deel van de dijk (restprofiel) en/of opdrijven van een gebied in het achterland heeft invloed op de omgeving. Bij een langsconstructie, die, in geval van opdrijven en afschuiven (restprofiel), voor de waterveiligheidsfunctie zorgt, maakt het verder niet uit bij welke rivierwaterstand en bijbehorende terugkeertijd het achterland opdrijft en/of een restprofiel optreedt. Lokaal kan dit echter wel tot schade aan de omgeving leiden, dat voor het ontwerp voor de waterveiligheid niet relevant is. Voor de nevenfuncties (de andere functies dan waterveiligheid) dient daarvoor logischerwijs de Eurocode te worden gevolgd, zie verder paragraaf 9.1.5.

10.5 Procesaspecten bij innovaties

10.5.1 Innovatie TRL en SRL

Bij innovaties wordt veelal gekeken naar de technische ontwikkeling, die wordt uitgedrukt in een Technical Readiness Level (TRL). Betreffende de TRL geldt dat als de techniek veel is toegepast in een andere omgeving, zoals bij bouwputten, dat niet automatisch betekent dat de techniek niet innovatief is voor een toepassing als langsconstructie voor dijken

Maar ook de zogenaamde Stakeholder Readiness Level (SRL) is van belang. Onderdeel van de SRL zijn naast het vertrouwen van het waterschap in de betreffende techniek ook het vertrouwen van aanwonenden. Goede communicatie naar de omgeving als alternatieven of uitvoeringwijze tijdens de realisatie wijzigen, bijvoorbeeld van damwand naar palenwand, is essentieel om vertrouwen te blijven houden.

10.5.2 Afwegingskader constructief versus grondoplossing en amoveren bebouwing

In het oorspronkelijke ontwerp voor KIS zat het alternatief om alle huizen op te kopen, de dijk in grond te versterken en daarna de grond weer te verkopen voor nieuwbouw, of varianten daarop. Op de lange termijn en in het licht van klimaatverandering en toenemende opdrijfcondities is een grondoplossing meer toekomstbestendig dan een versterking met een langsconstructie. Vanuit maatschappelijk draagvlak wordt veelal gekozen voor een (kostbare) constructie, maar die heeft een ontwerplevensduur van 100 jaar met minder adaptatiemogelijkheden, terwijl een grondoplossing gemakkelijker uitbreidbaar is, mits daar rekening mee wordt gehouden in nevenfuncties. Uit de bewonersbijeenkomst bij KIS bleek dat de bewoners, die daar waren ook de voorkeur zouden hebben gehad voor uitkopen in plaats van de constructieve oplossing aldaar. Het verdient aanbeveling om de variant van uitkopen, amoveren, grondoplossing en herbouw goed mee te wegen als alternatief. Tevens in de communicatie met de betreffende burgers zowel de schaderisico's tijdens de dijkversterking als de lange termijn dilemma's inclusief klimaatonzekerheden en impact daarvan als ook de vervormingsdilemma's, zoals risico's bij opdrijven op horizontale vervormingen en schades, te bespreken en hen betrekken in de afweging.

De vraag is of bewoners langs de dijk bij KIS achteraf gezien niet liever hun huis zouden hebben verkocht. De uitvoering van een dijkversterking en de hierdoor veroorzaakte schade kan ingrijpend zijn voor de bewoners, zeker waar dit leidt tot een langer durende juridisch touwtrekkerij. Bij KIS zijn de juridische procedures van 10 – 12 schademeldingen langs de dijk nog niet afgewikkeld. Dit, terwijl de meeste schademeldingen dateren uit 2015-2017, dus zo'n 4 - 6 jaar na de schademeldingen. Daarnaast veronderstellen mensen meestal dat de dijk blijft staan bij hoog water en zijn onvoldoende geïnformeerd met betrekking tot de risico's, die er zijn bij hoog water in verband met het kunnen afschuiven van een restprofiel bij een constructie of het gedrag van de dijk en de omgeving in geval van opdrijven of opbarsten van het achterland.

10.5.3 Nevenfuncties en verantwoordelijkheden

Als gevolg van klimaat verandering en bodemdaling zal de stabiliteit van de dijk of van een restprofiel in de tijd afnemen. De dijk, ook de bestaande dijk zonder constructie, kan dan op termijn onveilig worden voor de nevenfuncties, waaronder bijvoorbeeld voor belendingen. De vraag is welke eisen zouden moeten worden gesteld aan nevenfuncties, zoals wonen, verkeer ed. Logischerwijs lijken bij dijkversterkingen voor nevenfuncties de eisen vanuit nieuwbouw of verbouw conform de Eurocode te gelden. Maar bij een bestaande dijk lijkt dat niet het geval en is voor de vraag of de nevenfuncties voldoende veilig zijn het veelal zelfs bij 'oudere' situaties de vraag of er überhaupt een ontwerp conform de Eurocode aan ten grondslag ligt. De verantwoordelijkheid daarvoor lijkt ook bij de eigenaar van de betreffende nevenfunctie, namelijk de wegbeheerder, leidingbeheerder, bewoner, etc. te liggen en niet bij

de verantwoordelijke voor de waterveiligheid, het waterschap. Duidelijkheid, zowel voor bestaande situaties als voor ontwerpen van versterkingen, hierover voor alle betrokkenen lijkt wenselijk.

10.5.4 Terugvalopties

Indien de eisen m.b.t. omgevingsbeïnvloeding niet gehaald worden, wordt veelal toch doorgedaan met de realisatie, omdat er geen goede alternatieven zijn of vooraf zijn uitgewerkt, voor de situaties van het niet halen van de eisen. Doorgaans gebeurt dat op basis van inschattingen van experts of aanvullende monitoring. Terugvallen op andere technieken is meestal vanwege tijd en kosten niet een haalbare keuze, maar kan wel nadelige consequenties hebben voor de omgeving. Geadviseerd wordt om de terugvalopties als eisen niet worden gehaald, al in het ontwerp of voorafgaand aan de uitvoering beter uit te werken en heldere afspraken hierover te maken. Bij het wijzigen van grenswaarden, bijvoorbeeld van absolute zakking naar hoekverdraaiing, tijdens de realisatie, is het noodzakelijk om de monitoring van de bebouwing uit te breiden. Dit is afhankelijk van de vooraf gekozen monitoring en de te toetsen grenswaarden tijdens de realisatie. Bij het wijzigen of afwijken van de grenswaarden dient goed te worden vastgesteld wie verantwoordelijk is indien de nieuwe grenswaarden toch tot (aanvullende) schade zouden leiden.

10.5.5 Evaluatie van dijkversterking met innovaties

Bij het toepassen van innovatieve technieken in de dijk is een beschrijving van de kwaliteitsbeheersing van de constructieve sterkte en de beheersing van het uitvoeringsproces met betrekking tot de grenswaarden voor de omgevingshinder van groot belang. De constructieve sterkte is van belang om te kunnen vastleggen of deze is gerealiseerd conform de ontwerpuitgangspunten. En de omgevingshinder is van belang om inzicht te krijgen in het gedrag van de grond en de bebouwing bij de realisatie. Beide aspecten zijn van essentieel belang voor het eventueel verder ontwikkelen van deze innovatieve technieken en voor het inschatten van de geschiktheid bij de toepassing ervan in andere projecten.

Voor de werking van de innovatieve techniek, voor de levensduur ervan, voor de beoordeling maar ook voor de invloed op de omgeving kan het langere termijn volgen van het gedrag van de innovatie middels monitoring en evaluatie wenselijk zijn. Monitoring en evaluatie betreffen de technische aspecten, maar ook de omgevingsbeïnvloeding zoals wateroverlast ten gevolge van kwel of horizontale deformatie, etc. Het evalueren zoals bij dit project KIS is essentieel om de lessen te leren, die voor zowel deze als andere locaties van belang zijn.

10.5.6 Zichtbaarheid opdrachtgever bij contractvorm UAV-gc

UAV-gc staat voor een contractvorm waarbij de opdrachtnemer naast de realisatie ook het ontwerp opstelt en is een vorm van Design en Construct. Het idee hierachter is dat de kennis en ervaring van de aannemer binnen het ontwerpproces goed kan renderen, maar ook dat er een goede risicoafweging wordt gemaakt waarbij de risico's door de aannemer zelf worden ingeschat en op kosten worden gezet. Bij conventionele contracten maakt de opdrachtgever het ontwerp tot in detail en verwerkt dat in een bestek waarop een aannemer als opdrachtnemer inschrijft. De aannemer kan dan nog optimaliseren in hoe ze het werk gaan uitvoeren, maar de specificaties liggen helemaal vast. Tijdens de uitvoering wordt door de opdrachtgever toezicht gehouden middels een opzichter die erop toeziet dat het werk wordt gemaakt zoals het bestek dat voorschrijft. Als er problemen optreden tijdens het werk is het risico daarvan in principe voor de opdrachtgever tenzij het te wijten is aan een slechte en slordige uitvoering wat door de opzichter is geconstateerd. Bij een UAV-gc contract is de rol van de opzichter er eigenlijk niet echt meer, omdat de aannemer zelf risicodragend is gedurende de uitvoering. De kwaliteitscontrole vindt dan hoofdzakelijk plaatst doordat de aannemer moet aantonen met monitoring, site engineering, etc., dat hij aan de contracteisen

met de daarin de functionele kwaliteitseisen voldoet. Deze gegevens worden overlegd aan de opdrachtgever en die beoordeelt de controles.

Als gevolg van deze laatste contractvorm is de zichtbaarheid van de opdrachtgever voor de bewoners tijdens de werkzaamheden relatief beperkt, omdat de verantwoordelijkheid voor het voldoen aan de eisen bij de opdrachtnemer/aannemer ligt. Daarnaast is ook een deel van de kans op schade aan belendingen een risicoafweging die de opdrachtnemer maakt waarbij in de contractstukken de risico's worden verdeeld over opdrachtnemer en opdrachtgever. Juist de zichtbaarheid van de opdrachtgever tijdens de werkzaamheden en het feit dat de verantwoordelijkheid van een deel van de kansen op schade contractueel bij de opdrachtnemer ligt maakt afwikkeling van schade vaak ingewikkelder en langduriger dan bij een standaard RAW-bestek, waar, mits alles in de uitvoering is gegaan zoals door de opdrachtgever is voorgeschreven, dit risico geheel bij de opdrachtgever ligt.

De opdrachtgever (en opdrachtnemer) dient de grenswaarden goed te bewaken en bij dreigende overschrijding de aannemer erop te wijzen de werkwijze aan te passen. Vaak betekent dit niet meteen een andere techniek, maar een zorgvuldiger werkwijze, minder snel, langer wachten, etc. Dit geeft dan misschien discussie over extra kosten, maar daarmee houdt de opdrachtgever haar verantwoordelijkheden naar de omgeving in de hand. Het oprekken van de grenswaarden is het allerlaatste wat een opdrachtgever moet willen toestaan als er werkelijk geen enkele andere mogelijk is. Bovendien moet de opdrachtgever zich dan zorgvuldig en onafhankelijk laten adviseren over de consequenties, en helder af te spreken wie voor aanvullende schade aan de lat staat en hoe dat vast te stellen. Bovendien zal de verzekering daarover moeten worden ingelicht. Het uiteenrafelen in geval van schade of dat dan is ontstaan door de gewijzigde grenswaarden of oorspronkelijke is zeer ingewikkeld. Communicatie over eventuele veranderingen, inclusief zichtbaarheid van de opdrachtgever naar de omgeving, is daarbij ook erg belangrijk. Een vraag is wellicht ook of systeemgerichte contractbeheersing optimaal is voor een project waarin het risico voor panden beheerst wordt middels monitoring en beheermaatregelen.

Referenties

- ABT. (6 januari 2014). *Dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer, Uitgangspunten Constructies in dijk v3 code 13013G.*
- ADCIM. (2018). *Onderzoek naar wateroverlast lekdijk 385-388 Nieuw Lekkerland (doc 201600016-C-WA-003.*
- Baars, p. d. (2020). *De Lekdijk is lekgestoken.* Van Baars.
- Bos, W. +. (14 maart 2013). *Dijkversterking Kinderdijk Schoonhovenseveer - Projectplan Referentie TL200-7/tutr/205 .*
- CDVM. (07-12-2015 v.9.0). *Monitoringsplan Documentnummer P16131475-PLA-TMA-04641 Definitief Revisie 9.0.*
- CDVM. (14-05-2014). *Werkplan GONDWERK dijkvak 1 t/m 5, kenmerk P16131475-PLA-UGW-04789, .*
- CDVM. (17 maart 2016). *Berekeningnota UO Constructies binnentalud DNL F1-1 Documentnummer P16131475-BER-OWN-09414.*
- CDVM. (19 september 2016). *Werkinstructie Barettenwanden P16131475-WEI-VCO-10448 versie 3 Definitief.*
- CDVM. (20 april 2016). *Werkplan diepwanden Documentnummer P16131475-PLA-VCO-07683 v5.*
- CDVM. (2015). *Werkplan boorpalen Documentnummer: P16131475-PLA-VCO-07684 v4.*
- CDVM. (22 september 2014). *Stappenplan stabiliteits- en zettingssommen ten behoeve van binnenwaartse steunberm.*
- CDVM. (27-08-2015). *Werkplan Verankering P16131473-PLA-VCO-07685 v2 .*
- CDVM. (5-11-2015). *Monitoringsproces groene cirkel panden P16131475-MEM-OWN-10059.*
- CDVM. (jan 2016). *Specificatienota UO Constructies binnentalud DNL-H2 Documentnummer P16131475-SPE-OWN-07327.*
- CDVM. (maart 2016). *Uitvoeringsnota UO Constructies binnentalud DNL - F1-1, documentnr.: P16131475-ONO-OWN-09416.*
- CDVM. (maart 2016). *Uitvoeringsnota UO Constructies binnentalud DNL - F1-1, documentnr.: P16131475-ONO-OWN-09416.*
- CDVM O.J. Meesters. (04-02-2015). *Dijkversterking Kinderdijk - Schoonhovenseveer Berekeningsnota Uitvoeringsontwerp grond binnendijks sectie F Nieuwe-Lekkerland.*
- CDVM. (Ongedateerd). *Monitoringskaart F1-2.*
- CUR 228. (2010). *Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen.*
- Deltares. (2013). *1205887-000 Ontwerprichtlijn stabiliteitschermen in primaire waterkeringen (OSPW).*
- Deltares. (2013a). *Ontwerp stabiliteitsschermen (type II) in primaire waterkeringen (groene versie), rapport nr. 1205887-000-GEO-0016.*
- Deltares. (2016). *Groene cirkelpanden 1208797-002-GEO-0024.*
- Deltares. (2018). *Fenomenologische beschrijving faalmechanismen WBI . Delft: Deltares.*
- Deltares. (2021). *Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS), Toetsing aspecten uit rapportage "De Lekdijk is lekgestoken", kenmerk 11207207-002-GEO-0004_v1.0, 1 juli 2021.*
- Deltares. (29 januari 2013). *Toetsingskader: Niet bewezen dijkversterkingstechnieken KIS 1205394-001-GEO-0006.*
- Deltares. (jan 2013). *Ontwerp zelfstandige waterkerende constructies (type I) dijkversterking KIS 1205887-014-GEO-0002-v2-r.*
- Deltares. (juni 2011). *Ontwerprichtlijn stabiliteitsschermen 1201701-005-GEO-001.*
- Deltares. (OSPW). *1205887-000 Ontwerprichtlijn stabiliteitschermen in primaire waterkeringen maart 1013.*

Deltares. (OSPW). *Ontwerprichtlijn stabiliteitsschermen (type II) in primaire waterkeringen, Ontwerprichtlijn voor WSRL (OSPW) 1205887-000-geo-0016-v6* Maart 2013.

DIN 4126. (2004-08). *Nachweis der Standsicherheit von Schlitzwänden* DIN 4126:2004-08.

ENW. (2012). *Technisch Rapport Grondmechanisch Schematiseren bij Dijken*.

H. Larsen. (April 2014). *Proefpalen*.

ir. D.J. Jasper Focks & ing. B. Seeing . (28 maart 2012). *Nadere beschouwing a, b, c parameters Project dijkversterking KIS*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu . (2017). *Schematiseringshandleiding Piping; WBI 2017 versie 2.2*. Ministerie van IenM.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2016a). *Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage I: Procedure beoordeling veiligheid primaire waterkeringen*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2016b). *Schematiseringshandleiding Macrostabiliteit, WBI 2017, versie 2.1*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2017). *Schematiseringshandleiding Macro Stabiliteit; WBI 2017*. ministerie van IenM.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2017d). *Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, Veiligheidsfactoren en belastingen bij nieuwe overstromingskansnormen, versie OI2014v4*.

POVM. (2018e). *Basisrapport Eindige-elementenmethode (onderdeel 6.2 6A) versie 1.0*.

POVM. (2019c). *POVM Publicatie - Stabiliteitsverhogende Langsconstructies*.

POVM. (2019d). *POVM Publicatie - Dijkvernagelingstechnieken*.

POVM. (2019e). *POVM Publicatie - EEM toepassing binnen het ontwerp, versie 1.1*.

POVM. (PPE). *POVM Publicatie Eeindige elementen methode 2020*.

POVM. (PPL). *POVM Publicatie Langsconstructies 2020*.

Prof. drs. ir. H. Vrijling. (13 juli 2013). *Behandeling adviesvraag m.b.t. toepassing palenscherm*.

Prof. drs. Ir. H. Vrijling. (13 juli 2013). *Behandeling adviesvraag m.b.t. toepassing palenscherm*.

RAP-00186 Afwijkingenregister (+ maatregelen) Dijkversterking KIS. (Printdatum: vrijdag 03 augustus 2018).

Rijkswaterstaat. (2016). *Handreiking ontwerpen met overstromingskansen*. Den Haag.

Rivierenland, W. (2018). *Digitaal opleverdossier dikversterking KIS*. Tiel.

Rivierenland, W. (sd). *Vraagspecificatie Eisen - Dijkversterking Kinderdijk - Schoonhovenseveer*.

Rivierenland, Waterschap. (2015a). *Issue rapport 20 schadebeperkende maatregel groene cirkel panden*. Tiel: Waterschap Rivierenland.

TAW. (1988). *Leidraad voor het ontwerp van rivierdijken deel 2 (LOR2)*. Den Haag.

TAW. (1989). *Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, deel 2, benedenrivieren*.

TAW. (1994). *Handreiking Constructief Ontwerpen*.

TAW. (2001). *Waterkerende grondconstructies TR 19*. Den Haag.

TAW. (2004). *Technisch rapport Waterspanningen in Dijken*.

TAW. (2007). *Technisch Rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied*.

Technische adviescommissie Waterkerkigine. (1988). *Leidraad voor ontwerp van rivierdijken deel 2, benederrivierdijken*. Den Haag.

Van Baars. (2020). *De Lekdijk is lekgestoken*. Baars, prof. dr. Ir. Stefan van.

Van Baars. (2020). *De Lekdijk is lekgestoken*. Baars, prof. dr. Ir. Stefan van.

Van Baars. (2020). *De Lekdijk is lekgestoken*. Baars, prof. dr. Ir. Stefan van.

Van Baars. (2021). *De Lekdijk is lekgestoken, 18-08-2021*.

Van Baars. (2021). *De Lekdijk is lekgestoken, 18-08-2021*. Baars, prof. dr. Ir. Stefan van.

Waterschap Rivierenland. (2012). *Nota Technische Uitgangspunten Dijkversterking Kinderdijk -Schoonhovenseveer*.

Waterschap Rivierenland. (2018). *Digitaal opleverdossier dikversterking KIS*. Tiel.

Waterschap Rivierenland. (sd). *Vraagspecificatie Eisen Dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer*.

Witteveen+Bos. (2013). *Geotechnische rapportage dijkversterking Kinderdijk Schoonhovense veer*. Deventer.

Witteveen+Bos. (2013). *Geotechnische rapportage dijkversterking Kinderdijk Schoonhovense veer*. Deventer.

Begrippen, symbolen en afkortingen

Begrippen

| | |
|-----------------------------------|--|
| Ankerlichaam | Het (grout)lichaam van de verankering dat de uittrekweerstand dient te mobiliseren |
| Autonome bodemdaling | Doorgaande maaiveld daling ten opzichte van een referentiepeil als gevolg van het inklinken van slappe lagen door oxidatie en/of verdichting |
| Barettewand | Een wand opgebouwd uit diepwandpanelen, die niet met een voegconstructie met elkaar verbonden zijn, maar los van elkaar staan |
| Belastingen | Op een constructie of waterkering uitgeoefende krachten. Macro-instabiliteit kan worden veroorzaakt door een combinatie van een hydraulische belasting (stijghoogte als functie van buitenwaterstand) en een mechanische belasting (gewicht, versnellingen) |
| Belastingeffect-factor | Partiële factor op spanningen, krachten en momenten in constructies. Deze is nodig is om voor constructieve integriteit dezelfde doelbetrouwbaarheid te bereiken als voor geotechnische stabiliteit, indien de partiële factoren op de grondsterkte alleen dekkend zijn voor het laatste geval |
| Betrouwbaarheidseis | Zie "doelbetrouwbaarheid" |
| Betrouwbaarheidsindex (β) | Waarde die de mate van 'betrouwbaarheid' van een waterkering weergeeft. Een hoge waarde van de betrouwbaarheidsindex correspondeert met een kleine faalkans |
| Bezwijken | Het optreden van verlies van inwendig evenwicht (bijvoorbeeld afschuiven) en/of het optreden van verlies van samenhang in materiaal (bijvoorbeeld het verweken) en/of het optreden van ontoelaatbaar grote vervormingen van de waterkering |
| Buitenwaterstand | De waterstand aan de waterzijde (buitenzijde) van de kering, die direct onder invloed staat van waterstand op zee of de grote rivieren |
| Continue wanden | Zie ook doorgaande wand |
| Damwand | Een verticaal in de grond geplaatste wand die wordt gevormd door damwandprofielen |
| Decimeringshoogte | Absoluut verschil in hoogte tussen een waterstand met een bepaalde overschrijdingsfrequentie en een waterstand met een overschrijdingsfrequentie, die een factor 10 hoger of lager is |
| Discontinue wanden | Wanden waar de constructieve wandelementen niet aaneengesloten in het verlengde van elkaar worden aangebracht maar wel onderling met elkaar zijn verbonden door middel van een doorlopende gording |
| D-Geo Stability | Software voor glijvlakberekeningen |
| Diepwand | Een verticaal in de grond geplaatste doorgaande wand die bestaat uit betonnen gewapende panelen, die tegen elkaar zijn gestort |
| Dijktraject | Een deel van een primaire waterkering waarvoor in de (Water)wet een toelaatbare overstromingskans is geformuleerd |

| | |
|---|---|
| Dijkvak | Een deel van een dijktraject waarin voor het te toetsen faalmechanisme min of meer gelijke geometrie, dijkopbouw, ondergrond en hydraulische belastingen mogen worden verondersteld |
| Doelbetrouwbaarheid | De minimaal vereiste betrouwbaarheidsindex bij een bepaalde faalkanseis |
| Doorgaande wand | Een doorgaande langsconstructie waar de onderlinge elementen aansluitend zijn geplaatst en in zekere mate met elkaar zijn verbonden |
| Eindige-elementenmethode | (EEM) Numerieke methode voor het bij gegeven belastingen berekenen van spanningen, vervormingen en waterspanningen in grond en/of constructies, door middel van discretisatie in ruimte en tijd |
| Extreme hydraulische belastingcondities | De omstandigheden waarbij het in rekening te brengen waterspanningsverloop moet worden bepaald. Deze omstandigheden zijn verschillend voor binnenwaartse en buitenwaartse stabiliteit. |
| Faalkans | Kans op overschrijden van een grenstoestand |
| Faalkans per dijktraject | De overstromingskans voor een traject |
| Faalkans per dijkdoorsnede en faalmechanisme | De kans op het optreden van een faalmechanisme zoals macro-instabiliteit in een dijkdoorsnede |
| Faalkanseis per dijktraject | De maximaal toelaatbare faalkans voor een traject. Voor primaire keringen is deze faalkanseis vastgelegd in een wettelijke norm |
| Faalkanseis per dijkdoorsnede en faalmechanisme | Doorvertaling via lengte-effect factor van de faalkanseis per traject naar de maximaal toelaatbare kans op het optreden van een faalmechanisme als macro-instabiliteit in een doorsnede. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een faalkansbegroting |
| Faalkansberekening | Zie probabilistische analyse |
| Faalkansbegroting | Verdeling van de maximaal toelaatbare faalkans per dijktraject over de faalmechanismen. Wordt toegepast in de gedetailleerde toets per dijkvak, waarbij een faalkansbegroting wordt voorgeschreven. In de gedetailleerde toets per traject wordt de faalkansbegroting vrijgelaten |
| Faalkansruimtefactor | De verhouding tussen de maximaal toelaatbare faalkans voor een mechanisme en de maximaal toelaatbare faalkans voor een dijktraject. Deze verhouding volgt uit de faalkansbegroting |
| Faalmechanisme | De wijze waarop de waterkering zijn kerende functie verliest, bijvoorbeeld door macro-instabiliteit |
| Falen | Het overschrijden van een grenstoestand. |
| Freatische vlak | De vrije grondwaterspiegel, waar de waterdruk gelijk is aan nul |
| Glijvlakmodel | Rekenmodel waarmee de weerstand van een grondmoot tegen afschuiven langs een schuifvlak wordt berekend |
| Grenstoestand | Toestand waarin de sterkte van een waterkering of een onderdeel daarvan nog juist evenwicht maakt met de daarop werkende belastingen. |
| Groene dijk | Een dijk die zijn sterkte uitsluitend aan grond ontleent, zonder toepassing van constructieve elementen |

| | |
|---------------------------------|--|
| Groene cirkel panden | Bij de zogenaamde 'Groene cirkel panden' dient de opdrachtnemer vooraf vast te stellen of een afschermingsmaatregel nodig is, en zo ja, deze beschermende maatregel te treffen. |
| Gemiddelde hoog water (GHW) | De gemiddelde hoogte van hoogwater op een locatie over een periode van 19 jaar (in een getijdegebied) |
| Heave | Situatie waarbij verticale korrelspanningen in een zandlaag wegvallen onder invloed van een verticale grondwaterstroming |
| Indringingslaag/Indringingszone | De verticale of horizontale afstand waarover in slappe lagen het effect van een hoogwatergolf op de waterspanning in rekening wordt gebracht |
| Karakteristieke waarde | Waarde van een stochastisch variabele met een voorgeschreven onder- of overschrijdingskans. De karakteristieke sterkte van grond is bijvoorbeeld de sterkte met 5 % onderschrijdingskans |
| Langsconstructie | Een (stabiliteitsverhogende) langsconstructie bestaat constructieve elementen in de langsrichting van een waterkering, die de weerstand tegen macro-instabiliteit vergroten |
| Lengte-effect | Invloed van de door ruimtelijke autocorrelatie bepaalde variaties van dijk- en ondergrondeigenschappen binnen een dijktraject op de faalkans van (een faalspoor binnen) dat dijktraject. Wiskundig gezien gelijk is aan de verhouding tussen de faalkans van een "uniform" dijktraject en de faalkans van een dwarsdoorsnede uit dat traject |
| Macro-instabiliteit | Het afschuiven van grote delen van het grondlichaam van een dijk langs rechte of gebogen glijvlakken, dan wel het evenwichtsverlies ten gevolge van het ontstaan van grote plastische zones |
| Macrostabiliteit | De weerstand tegen macro-instabiliteit |
| Materiaalfactor (γ_m) | Partiële factor die op karakteristieke waarden van materiaalsterkte wordt toegepast om onzekerheden bij een referentiewaarde van de doelbetrouwbaarheid te verdisconteren |
| Modelfactor (γ_d) | Partiële factor die onzekerheden in berekeningsmethodes verdisconteert |
| Niet-kritische instabiliteit | Een niet kritische (talud)instabiliteit is een afschuiving, die achter de langsconstructie kan optreden, en die niet zal leiden tot een toename van de overstromingskans |
| Opbarsten | Scheuren (bezwijken) van de binnendijs gelegen afdekkende laag, die is opgedreven als gevolg van een te grote wateroverspanning in de daaronder gelegen watervoerende laag |
| Opdrijven | Opdrijven (hydraulische grondbreuk) treedt op als de waterdruk in de bodem groter wordt dan het gewicht van het bovenliggende grondpakket |
| Overstromingskans | De kans dat een gebied overstroomt doordat een dijktraject zijn kerende functie verliest |
| Palenwand | Een wand bestaande uit losstaande boorpalen, waarbij tussen de afzonderlijke palen bewust nog grond zit |

| | |
|-------------------------------|--|
| Partiële veiligheidsfactor | Factor waarmee de representatieve waarden van sterkte en belasting worden aangepast om zeker te stellen dat gebruik van de resulterende rekenwaarden in een semi-probabilistische analyse leidt tot een faalkans kleiner dan de faalkanseis |
| PLAXIS | De eindige-elementensoftware die veelal wordt gebruikt voor geotechnische analyse van langsconstructies |
| Referentiehoogte | de referentiehoogte ofwel peil waaraan hoogtemetingen worden gerelateerd. Het Normaal Amsterdams Peil (meestal afgekort tot NAP) is de referentiehoogte in Nederland |
| Referentieontwerp | Een constructief ontwerp, dat binnen een bepaald ruimtebeslag mag worden ingewisseld voor een alternatieve techniek, die aan dezelfde functionele eisen als het referentieontwerp dient te voldoen |
| Representatieve waarde | De waarde die door toepassing van een partiële factor tot een rekenwaarde leidt. Doorgaans gelijk aan de ongunstig gekozen karakteristieke waarde |
| Rekenwaarde | De rekenwaarde is de representatieve waarde gedeeld door (sterkte) - of vermenigvuldigd met (belasting) - een partiële veiligheidsfactor |
| Restprofiel | Het in rekening te brengen profiel wanneer in de berekening bij het toepassen van een langsconstructie een niet-kritische taludinstabiliteit optreedt |
| Schadefactor (γ_n) | De minimaal benodigde stabiliteitsfactor in een semi-probabilistische glijvlakberekening die op conservatieve wijze correspondeert met de maximaal toelaatbare faalkans. De relatie tussen schadefactor en faalkans wordt bepaald door kalibratie op resultaten van semi-probabilistische en probabilistische berekeningen, voor meerdere representatieve gevallen |
| Schematiseringsfactor | Een partiële factor die op basis van een scenarioanalyse afdekt dat binnen het geschematiseerde dijkvak nog een meer ongunstige situatie kan voorkomen voor de deterministisch aangenomen geometrie, laagliggingen, stijghoogteverlopen en dergelijke. |
| Semi-probabilistische analyse | Een deterministische analyse waarin conservatieve rekenwaarden voor sterkte en belasting worden toegepast door karakteristieke waarden te combineren met partiële veiligheidsfactoren |
| Snedekrachten en -momenten | Krachten en momenten in de constructieve onderdelen die samen het spanningsverloop in de doorsnede bepalen |
| Snijden | Het lokaal bezwijken van grond rond (of tussen) de constructieve elementen |
| Stabiliteitsfactor | De factor waarin de verhouding tussen sterkte en belasting wordt uitgedrukt voor het mechanisme macrostabiliteit |
| Stabiliteitswand | Een langsconstructie die tot doel heeft om de weerstand tegen afschuiven te vergroten |
| Stochastische variabele | Een onzekere grootheid die wordt gekarakteriseerd door een kansverdelingsfunctie |

| | |
|------------------------------|--|
| Uiterste grenstoestand (UGT) | Voor een waterkering is dit de overgang naar door hoogwater veroorzaakte instabiliteit, overslag of erosie, als inleidende mechanismen voor overstroming |
| Uittrekweerstand | De trekweerstand die een ankerlichaam (meestal van grout) kan leveren |
| Vak | Zie dijkvak |
| Verankering | De constructie waarmee een langsconstructie aan bovenzijde wordt vastgezet door verbinding met een dieper gelegen ankerlichaam |
| Verwachtingswaarde | Het gewogen gemiddelde van een stochastische variabele |
| Zelfstandige waterkering | Een wand die zelfstandig de waterkerende rol op zich neemt. Dit betreft zowel de hoogtefunctie als de stabiliteitsfunctie |
| Zetting | Verticale verplaatsing door inklinking van samendrukbare lagen in de ondergrond, als gevolg van een bovenbelasting, de eigen massa en verdere oorzaken |

Voorgaande definities zijn waar mogelijk in lijn met de definities zoals gehanteerd in de wettelijke regeling 'Veiligheid primaire waterkeringen 2017' (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016a).

Symbolen

| | |
|-----------------|---|
| β | Betrouwbaarheidsindex |
| $\gamma_{...}$ | Partiële factor |
| γ_b | Schematiseringsfactor |
| γ_d | Modelfactor |
| γ_m | Materiaalfactor |
| $\gamma_{n,os}$ | Schadefactor voor de dijk met stabiliteitsverhogende langsconstructie t.b.v. de geotechnische stabiliteit |
| γ_n | Schadefactor voor de dijk met stabiliteitsverhogende langsconstructie t.b.v. de vaststelling van de snedekrachten en de ankerkrachten |
| γ_{add} | Belastingeffectfactor |

Afkortingen

| | |
|----------|---|
| Bind-B | Nota Technische Uitgangspunten, WSRL (Waterschap Rivierenland, 2012) |
| CDVM | Aannemerscombinatie Dijkversterking Molenwaard |
| PPL | Publicatie Langsconstructies ((POVM, 2019c) |
| PPE | Basisrapport Eindige-Elementenmethode (EEM), (POVM, 2018e). |
| EEM | Eindige-elementenmethode |
| ENW | Expertise Netwerk Waterveiligheid |
| KPR | Kennisplatform Risicobenadering |
| MHW | Maatgevend Hoogwater. Tegenwoordig aangeduid met WBN: waterstand bij norm |
| MER | Milieu Effecten Rapportage |
| OI2014v4 | Ontwerpinstrumentarium voor primaire keringen, versie 4 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2017d) |
| ON | Opdrachtnemer |
| OG | Opdrachtgever |
| OSPW | Ontwerprichtlijn Stabiliteitsschermen in Primaire Waterkeringen (Deltares, 2013a) |
| POVM | Projectoverstijgende Verkenning Macrostabiliteit |
| PPE | POVM publicatie Eindige Elementen toepassing binnen het ontwerp (POVM, 2019e) |
| PPL | POVM publicatie Stabiliteitsverhogende Langsconstructies (POVM, 2019c) |
| PPW | Projectplan Waterwet |
| SHANSEP | Stress History and Normalized Soil Engineering Properties |
| SHM | Schematiseringshandleiding Macrostabiliteit (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016b) |
| STBI | Stabiliteit binnenwaarts |
| STR | Structural (gebruikt in relatie tot faalmechanismen) |
| TAW | Technische Adviescommissie Waterkeringen |
| UGT | Uiterste Grenstoestand |
| UAV-gc | Geïntegreerde contract, waarbij opdrachtnemer het definitief ontwerp maakt |
| UO | Uitvoeringsontwerp |
| VSE | Vraagspecificatie Eisen, onderdeel van het UAV-gc contract van de dijkversterking KIS |
| VSP | Vraagspecificatie Proces, onderdeel van het UAV-gc contract van de dijkversterking KIS |
| VTW | Voorstellen tot wijziging |
| WBI | Wettelijk BeoordelingsInstrumentarium |
| WBN | Waterstand bij Norm, met een overschrijdingskans die getalsmatig gelijk is aan de wettelijke norm (voorheen genoemd: MHW, maatgevend hoogwater) |

Bijlagen

| | |
|-------------|---|
| 107 van 148 | Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS) Fase 2 Toetsing aspecten uit rapportage "De Lekdijk is lekgestoken" 11207207-005-GEO-0016, 31 januari 2022 |
|-------------|---|

A Fact-finding aspecten III, IV, V en VI

| | |
|-------------|---|
| 108 van 148 | Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS) Fase 2 Toetsing aspecten uit rapportage "De Lekdijk is lekgestoken" 11207207-005-GEO-0016, 31 januari 2022 |
|-------------|---|

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Inleiding | 2 |
| 1.1 | Algemeen | 2 |
| 1.2 | Leeswijzer | 3 |
| 2 | Fact-finding aspecten III, IV, V en VI | 4 |
| 2.1 | Contractuele eisen realisatie dijkversterking | 4 |
| 2.1.1 | Inleiding | 4 |
| 2.1.2 | Eisen vanuit Vraagspecificatie Proces (VSP) | 5 |
| 2.1.3 | Eisen voor de realisatie van de dijkversterking (VSE en onderliggende documenten) | 7 |
| 2.1.4 | Risico-analyse in projectplan fase en bij de aanbesteding | 25 |
| 2.1.5 | Onafhankelijke toetsing ontwerp- in de gunningsfase (vraag 2 en 3) | 28 |
| 2.2 | Van contracteisen naar werkplannen voor de uitvoering | 30 |
| 2.2.1 | Inleiding | 30 |
| 2.2.2 | Oplegnotitie en ontwerpdocumenten uitvoeringsontwerp grond binnendijs | 31 |
| 2.2.3 | Werkplan diepwanden | 37 |
| 2.2.4 | Werkinstructie barettenwanden | 38 |
| 2.2.5 | Werkplan verankerde palenwanden | 40 |
| 2.2.6 | Monitoringsplan CDVM | 52 |
| 2.2.7 | Werkplannen Vijzelen | 62 |
| 2.2.8 | Toetsing door onafhankelijke experts van partijen die niet eerder bij dit project betrokken waren | 65 |
| 2.3 | Uitvoering van de dijkversterking | 67 |
| 2.3.1 | Realisatie grondontwerp binnendijs | 67 |
| 2.3.2 | Realisatie grondontwerp bij de opgevijzeld panden | 71 |
| 2.3.3 | Realisatie grondophogingen bij groene cirkelpanden | 72 |
| 2.3.4 | Realisatie diepwanden | 82 |
| 2.3.5 | Realisatie barettenwanden | 85 |
| 2.3.6 | Realisatie verankerde palenwanden | 88 |
| 2.3.7 | Monitoring omgeving tijdens de realisatie van de constructies | 93 |
| 2.3.8 | Belangrijkste afwijkingen t.o.v. contracteisen | 104 |
| 2.3.9 | Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de groenecirkelpanden | 106 |
| 2.3.10 | Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de verankerde boorpalen | 107 |
| 2.3.11 | Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de diepwanden en barettenwanden | 109 |
| 2.4 | Meldingen bewoners tijdens de realisatie van de dijkversterking | 110 |
| 2.5 | Ervaringen van de bewoners | 110 |
| 2.5.1 | Bewonerservaringen met opvijzelen van pand | 110 |
| 2.5.2 | Algemene bewonersopmerkingen | 111 |

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Voorliggend bijlage behoort bij het rapport: "Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS) fase 2, Toetsing aspecten uit rapportage "De Lekdijk is lek gestoken"

In deze bijlage wordt het resultaat gegeven van het feitenonderzoek dat op basis van de beschikbare informatie heeft uitgevoerd ten behoeve van de reactie op de aspecten 3 t/m 6, die Van Baars noemt in zijn rapport. Dit betreft de aspecten:

- III. Stabiliteit en consolidatieduur na een ophoogslag bij grondaanvullingen
'Omdat de dijk voorafgaande aan de werkzaamheden al een erg lage stabiliteit had, kon deze niet in een keer met grond worden opgehoogd of aangevuld. De grond moest per ophoogslag eerst voldoende consolideren, anders zou de grond teveel schuiven en dreigde er zelfs bezwijken. Voor alle aanvulslagen moest er dus vooraf worden berekend, hoe lang deze moesten consolideren voor de volgende slag. Dit is niet correct berekend in het ontwerp. Dit heeft geleid tot grotere kansen op afschuivingen en tot grotere zakkings en verschuivingen van grond.'
- IV. Grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen
'Omdat het klei-veenpakket uiterst slap is, en omdat er veel huizen op een uiterst gevoelige locatie staan; in een zone die wordt bedreigd door het opbarsten van het achterland, door de kwel langs de harde elementen, en door de horizontale en verticale verschuivingen van de grond, moesten de grondverplaatsingen en de gevolgen daarvan voor de huizen goed worden doorgerekend. Dit is vrijwel niet gebeurd. Er is slechts een rapport over de toetsing van de paalfunderingen. Dit rapport is van Witteveen en Bos en concludeert dat de horizontale grondverplaatsing te groot zijn voor de paalfunderingen; hierop is geen afdoende reactie op ondernomen. Ook adviseren auteurs de bouwcombinatie om aanvullende speciale (eindige elementen) berekeningen te maken. Dit advies is correct maar is toch niet opgevolgd.'
- V. Risicoanalyse en externe onafhankelijk toetsing
'Omdat het hier om een groot project handelt met grote risico's, had de opdrachtgever; het Waterschap Rivierenland, beter een gedegen risicoanalyse kunnen opstellen. In zo'n analyse behoren alle ontwerpaspecten met risico's zoals de hier genoemde ontwerpaspecten te worden beschouwd, zowel bij de berekeningen als bij het ontwerp, als bij de meetcampagne tijdens de bouw. Bij meetwaarden die afwijken van waarden die vooraf zijn bepaald, kan dan worden ingegrepen volgens een beheersplan dat vooraf is opgesteld. Om de dijk en de burgers achter de dijk optimaal te beschermen, hadden zowel het ontwerp als de risico-analyse beter kunnen worden getoetst door onafhankelijke experts van partijen die niet eerder bij dit project betrokken waren. Dit alles behoort bij een gedegen ontwerp, maar daarvan is niet aangetroffen in de geotechnische documenten van het ontwerp.'
- VI. Meetcampagne voor de kwel, consolidatie en de verplaatsingen
'Voor de kwaliteitsborging en de risico- en schadebeheersing had een gedegen meetcampagne moeten worden ontworpen en opgesteld. Het handelt bij deze dijkversterking om voor- en na-opnames van schade aan huizen en, ter bescherming van de huizen om monitoring van de kwel/lekkage langs de harde elementen, de consolidatie tijdens de ophoogslagen en de horizontale en verticale verplaatsingen van de grond. Dit behoort bij een gedegen ontwerp, maar hiervan is weinig aangetroffen in de geotechnische documenten van het ontwerp.'

Deze aspecten uit het betoog van Van Baars zijn vooral van belang voor het beoordelen van een mogelijk casual verband tussen de dijkversterkingswerkzaamheden en schade aan of overlast bij de bebouwing

1.2 Leeswijzer

In het feitenonderzoek in paragraaf 2.1 ingegaan op de eisen die vanuit het contract van KIS relevant zijn voor de realisatie van de dijkversterking en de omgevingsbeïnvloeding, alsmede toetsingen voorafgaande aan de aanbesteding en gunning. In paragraaf 2.2 wordt ingegaan op hoe CDVM deze aspecten vanuit het contract heeft vertaald in de opgestelde werkplannen. Daarna, zie paragraaf 2.3, wordt beschreven hoe CEDVM deze heeft toegepast bij de realisatie van de dijkversterking. Ervaringen van bewoners zijn in paragraaf 2.4 beschreven.

De door Van Baars genoemde aspecten III t/m VI zijn nauw met elkaar verbonden, waardoor de fact-finding als basisinformatie bij elkaar in deze bijlage is gezet. Met deze fact-finding zullen de aspecten III t/m VI van Van Baars nader in de hoofdrapportage worden behandeld.

2 Fact-finding aspecten III, IV, V en VI

2.1 Contractuele eisen realisatie dijkversterking

2.1.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 van het fase 1 rapport (Deltares, 2021) heeft fact finding plaatsgevonden met betrekking tot het ontwerp van de dijkversterking KIS, van zowel de gronddijken als de constructieve elementen. Dit betrof globaal de beschreven werkzaamheden in hoofdstuk 3 van de Vraagspecificatie Eisen (VSE), die deel uitmaakt van de contractdocumenten van de totale dijkversterking. De realisatie van de dijkversterking betreft, zoals al vermeld in hoofdstuk 2 in het rapport (Deltares, 2021), globaal de aanleg van de volgende versterkingen in grond:

- Over circa 4,5 km een binnendijkse ophoging in grond.
- Over ca. 2,5 km een rivierwaartse ophoging in grond.

En daarnaast versterking met **constructieve elementen** over een afstand van circa 3,5 km, bestaande uit:

- Over circa 2,5 km (17 dijksecties) een versterking in het binnentalud tussen de panden en de kruin van de dijk in de vorm van een **verankerde palenwand**.
- Over circa 0,5 km (4 diksecties) een versterking in de binnenteen van de parallel dijk in de vorm van een **barettenwand**.
- Over circa 0,6 km (3 dijksecties) een versterking in de binnenkruin van de parallel dijk in de vorm van een **diepwand** (zelfstandige waterkering).
- Over circa 0,15 km (1 dijksectie) een versterking aan de rivierzijde bij de jachthaven bij Streefkerk in de vorm van een **verankerde damwand**.

In het vervolg van deze Bijlage zal met name worden ingegaan op de eisen die vanuit het contract aan de realisatie van de dijkversterking zijn gesteld en dan met name met betrekking tot de laatste 4 aspecten uit het rapport van Van Baars. Dit betreft vooral zaken die van belang zijn voor het beoordelen of er bij de realisatie van de dijkversterking een mogelijk casual verband is tussen de dijkversterkingswerkzaamheden de schade aan of overlast bij de bebouwing.

In paragraaf 2.1.2 zal nader worden ingegaan op de eisen vanuit het proces conform de VSP. In paragraaf 2.1.3 zal daarna nader worden ingegaan op de aspecteisen vanuit de VSE en onderliggende documenten.

2.1.2 Eisen vanuit Vraagspecificatie Proces (VSP)

Conform Vraagspecificatie Proces, Dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer (VSP (Waterschap Rivierenland, 2013b)) is er bij het contract van de dijkversterking KIS gekozen voor de volgende aanpak die is aangegeven in onderstaande figuur.

Er is door Opdrachtgever gekozen voor een aanpak van systeemgerichte contractbeheersing. Opdrachtgever wenste daarbij, waar mogelijk, op afstand te blijven staan van het proces en het product van Opdrachtnemer. Desondanks heeft Opdrachtgever een maatschappelijke verantwoordelijkheid bij de realisatie van het Werk. Met het oog daarop werd van Opdrachtnemer een beheerste werkwijze en borging daarvan tijdens de realisatie geëist. Dit werd bewerkstelligd door eisen te stellen aan de werkwijze van Opdrachtnemer, verwoord in de VSP in de vorm van processen en eisen aan processen. Indien Opdrachtnemer een werkwijze implementeert, die tenminste aantoonbaar voldoet aan de eisen uit de VSP, geeft dit Opdrachtgever het vertrouwen dat het eindresultaat aan de gestelde eisen zal gaan voldoen. Om dit vertrouwen te onderbouwen toetst de Opdrachtgever op basis van het risicoregister. Gegeven de wens om op afstand te blijven zal Opdrachtgever vooral toetsen of Opdrachtnemer werkt volgens zijn kwaliteitsmanagementsysteem en of de registraties van Opdrachtnemer betrouwbaar zijn. Om tot dit oordeel te kunnen komen maakt opdrachtgever gebruik van een mix van systeem-, proces- en producttoetsen.

Figuur 2-1 Aanpak systeemgerichte contractbeheersing (VSE) (Waterschap Rivierenland, 2013a)

In de VSP wordt uitgebreid ingegaan op de aspecten projectmanagement, omgevingsmanagement, technisch management en projectbeheersing. Zie ook Figuur 2-2.

| Vraagspecifieke Proces | | | |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| Projectmanagement | Omgevingsmanagement | Technisch management | Projectbeheersing |
| Fasering werkzaamheden | Omgevingsmanagementplan | Ontwerpen | Risicomanagement |
| Interactie met OG | Vergunningen | Uitvoeren | Planningsmanagement |
| Inkoopmanagement | Kabels & Leidingen | Beheren en instandhouden | Kwaliteitsmanagement |
| V&G management | Communiceren derden | | |
| Organisatiemanagement | Verkeershinder | | |
| | Bouwkundige schades | | |
| | Explosieven | | |
| | Archeologie | | |

Figuur 2-2 Opbouw van de VSP (Waterschap Rivierenland, 2013b)

In deze bijlage zal alleen worden ingegaan op onderdelen die van belang zijn voor de te onderzoeken aspecten. Onderstaand wordt samenvattend ingegaan op de proceseisen met betrekking tot bouwkundige schades.

Voorkomen van en omgaan met bouwkundige schades

Doelstelling conform de VSP is het niet optreden van bouwkundige schade door de werkzaamheden. Indien onverhoopt toch bouwkundige schade optreedt dient de opdrachtnemer te handelen en te zorgen voor een beheerste afhandeling. Deze afhandeling dient plaats te vinden met hulp van de inzet van een onafhankelijk deskundige (naar eigen keuze).

Conform de proceseisen van de VSP dienen panden, gebouwen en objecten(bouwkundig) te worden opgenomen. In geval van schade dienen de schadebepaling en casualiteitonderzoeken te worden uitgevoerd conform de in de volgende figuur genoemde vigerende toepasselijke richtlijnen, protocollen en gedragscode.

| | |
|-------|---|
| 3.6.3 | <p><i>Proceseisen</i></p> <p><u>Algemeen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> (Bouwkundige) opnamen van panden, gebouwen en/of objecten, causaliteitonderzoeken en schade bepalingen dienen uitgevoerd te worden conform de vigerende toepasselijke richtlijn(en), protocollen en gedragscode, opgesteld door de Kamer Opname van het NIVRE. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Alle werkzaamheden dienen uitgevoerd te worden overeenkomstig de vigerende toepasselijke normen van toepassing op de betreffende werkzaamheden. |

Figuur 2-3 Proceseisen conform de VSP o.a. m.b.t. opname van panden, causaliteitonderzoek en schadebepalingen (Waterschap Rivierenland, 2013b)

Conform de VSP dient de opdrachtnemer alles in het werk te stellen om schades aan omgevingsobjecten te voorkomen, zoals is weergegeven in de volgende Figuur 2-4. Ook dient de opdrachtnemer via beheersmaatregelen de schade te beperken, waarbij een terugvaloptie naar een andere constructie of inbrengtechniek tot de mogelijkheden behoort, zie ook Figuur 2-4.

Voorkomen van schade aan omgevingsobjecten.

Opdrachtnemer dient:

- alles in het werk te stellen om schades aan omgevingsobjecten te voorkomen.
- Indien beheersmaatregelen die onderdeel zijn van de Aanbieding in de praktijk de schade onvoldoende beperken andere beheersmaatregelen toe te passen waartoe toepassing van een andere constructie of andere inbrengtechniek en/of het vergroten van de afstand tot de bebouwing kunnen behoren.

Figuur 2-4 Eisen VSP m.b.t. het voorkomen van schade aan omgevingsobjecten (Waterschap Rivierenland, 2013b)

2.1.3 Eisen voor de realisatie van de dijkversterking (VSE en onderliggende documenten)

In de Vraagspecificatie eisen (VSE: functioneren van het Systeem KIS) zijn de generiek van toepassing zijnde technische eisen opgenomen voor ontwerp, realisatie en oplevering. Deze technische eisen hebben betrekking op:

- De functionele eisen.
- De aspecteisen.
- Randvoorwaarden.

De functionele eisen geven een beschrijving van de gevraagde prestatie of conditie van de primaire functie van een product. De aspecteisen beschrijven specifieke eigenschappen van het (te ontwikkelen) systeem.

De randvoorwaarden geven de beperkingen die door de opdrachtgever zijn aangegeven

Voor het in het kader van het in dit rapport te onderzoeken punten zijn vooral de aspecteisen van belang, welke de specifieke eigenschappen beschrijven van de te verrichten werkzaamheden. Waar nodig zal ook nadere toelichting worden gegeven op basis van informatie uit onderliggende bindende documenten uit het contract van KIS.

In de VSE worden ook eisen gesteld aan de verificatie van de ontwikkeling en de realisatie, zoals is weergegeven in de volgende figuur. De vereiste verificatiemethoden zijn steeds in de betreffende eisen genoemd.

5.5 VERIFICATIE-METHODEN

ONTWIKKELING (verkenning, studie, engineering, ontwerp)

- Acceptatieprotocol
 - o Het proces van vastleggen en verantwoorden van gegevens vastgelegd in VSP.
- Analyse
 - o Het gebruik van analytische gegevens of simulaties onder vooraf gedefinieerde omstandigheden om aan te tonen dat aan de eisen wordt voldaan.
 - o Deze methode wordt gebruikt als het testen onder praktijkomstandigheden niet haalbaar of niet kosteneffectief is.
 - o Analyse gaat over: berekeningen/ studies/ evaluaties/ beoordeling.
 - o Resultaten van analyses worden gedocumenteerd en geregistreerd zodat ze als bewijsmateriaal voor verificatie kunnen dienen.
- Berekening
 - o Cijfermatige onderbouwing van de werking of van de eigenschappen van systemen of van processen door specialisten.
- Demonstratie
 - o Kwalitatieve presentatie van de functionele prestatie van een systeem of een onderdeel van een systeem.
- Documentatie
 - o Gestructureerde (specifiek, globaal, risico gestuurd) vastleggen van gegevens aan de hand van impliciete kennis of vastgestelde criteria.
 - o Beoordeling door specialisten (keuring/ toets).
 - o Beoordelingsaspecten zijn: compleetheid, consistentie, correctheid, in overeenstemming met de eisen.
- Toets
 - o Een specifieke (risico gestuurde, steekproefsgewijze) controle van documentatie door specialisten aan de hand van vastgestelde criteria.

REALISATIE (bouw, oplevering)

- Acceptatieprotocol
 - o Het proces van vastleggen en verantwoorden van gegevens vastgelegd in VSP.
- Certificering
 - o Verificatie door onafhankelijke deskundige 3^e-partij via een voorgeschreven procedure.
 - o Betreft zowel processen als producten.
- Demonstratie
 - o Kwalitatieve presentatie van de functionele prestatie van een systeem of een onderdeel van een systeem
- Inspectie
 - o Eenmalige controles of controles op intervalbasis (controles/ metingen/ tests) of toezicht,
 - o Soorten inspecties zijn: Schouw, Toestand-inspectie, Instandhoudings-inspectie.
- Keuring
 - o Onderzoek op basis van waarneming aan de hand van documentatie/ instrumenten.
- Meting
 - o Controle van de systemen wel/niet met behulp van meetapparatuur op (wel/ niet) vooraf vastgestelde punten waaruit een kwantitatieve waardering volgt.
- Monitoring
 - o Permanente bewaking van kritische onderdelen waarbij het verloop van gebeurtenissen voortdurend wordt geregistreerd.
- Rapportage
 - o Vastleggen van gegevens van gerealiseerd werk.

Figuur 2-5 Verificatiemethoden conform de VSE

Aspecteisen

Vanuit de VSE zijn eisen opgelegd aan de realisatie van de dijkversterking zoals kort is behandeld in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** Vanuit veiligheid van de dijk diende de opdrachtnemer tijdens de uitvoering van het werk rekening te houden met voldoende veiligheid, aangetoond met berekeningen en monitoring, uitgaande van de mogelijkheid van het optreden van een uitvoeringshoogwater van 100 x de norm, zoals is weergegeven in Figuur 2-6. De aangegeven verificatiemethode in de figuur betreft zowel monitoring als analyse. De gegevens betreffende uitvoeringshoogwater zijn vermeld in de Bijlagen 9a en 9b van de Nota Technische uitgangspunten KIS (BIND-B). Met betrekking tot de overige eisen en aanpak van de analyse wordt in de toelichting van eis WK-As-91, zie Figuur 2-6, verwezen naar de Leidraad Rivieren en de Technische Rapporten van ENW. WK-As-91 betreft de eisen m.b.t hoe de opdrachtnemer tijdens de uitvoering dient aan te tonen dat er wordt voldaan aan de minimale eisen ten aanzien van veiligheid.

| Veiligheid | | | | |
|--|---|-----------------------|--|--|
| ID | WATERKERING Monitoring veiligheid | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WK-As-91 | ON dient met berekeningen en monitoring tijdens de uitvoering aan tonen dat permanent wordt voldaan aan de minimale eisen ten aanzien van veiligheid. | WK-F-01 | WK-As-92 WK-As-93 WK-As-94 WK-As-95 WK-As-96 WK-As-97 WK-As-98 | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Analyse (aan de hand van aangegeven documenten) | | | | |
| Toelichting: In de Leidraad Rivieren en de verschillende Technische Rapporten wordt richting gegeven impact van deze eis tijdens de uitvoering, te verdelen in stabiliteit, hoogte en erosie. | | | | |
| ID | WATERKERING Stabiliteit analyse | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WK-As-92 | Uitgangspunten voor stabiliteitsanalyses dienen te zijn: - uitvoerings-MHW (100 x de norm), - uitvoeringslaagwater (1:10/jr), - extreme neerslag (50% van de ontwerpnorm), - verkeersbelasting (zie BIND-B). | WK-As-91 | geen | |
| Bron: BIND-A Tekeningen Projectplan | | | | |
| Verificatiemethode: Analyse | | | | |
| ID | WATERKERING Stabiliteit wettelijk | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WK-As-93 | Van de waterkering dient tijdens de uitvoering zowel de kruinhoogte als de stabiliteit steeds in staat zijn om een buitenwaterstand te keren met een kans van voorkomen van 100 keer de wettelijke norm. - Voor KIS gelden hiervoor de waterstanden: Schoonhoven NAP+3.35m en Krimpen a/d Lek NAP+2.85m. | WK-As-91 | geen | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Monitoring | | | | |
| Toelichting: Bij een norm van 1:2000/jr is uitgangspunt: een buitenwaterstand die met een frequentie van 1:20/jr wordt overschreden. | | | | |

Figuur 2-6 Eisen vanuit de VSE m.b.t. veiligheid tijdens de realisatie

In het bindende document B worden geen specifieke eisen gegeven voor de aanpak van de analyses voor de uitvoeringsstabiliteit. In BIND-B hoofdstuk 3 wordt verwezen naar de voor de geotechnische berekeningen vigerende ENW/TAW leidraden en technische rapporten en worden voor de geotechnische berekeningen detail uitgangspunten gegeven met betrekking tot de schematisatie van de profielen en ondergrond. Deze uitgangspunten in combinatie met de Technische Rapporten geeft de uitgangspunten en randvoorwaarden voor zowel het ontwerp als de uitvoering.

Voor de geotechnische berekeningen zijn de onderstaande vigerende ENW(TAW) leidraden en bijhorende Technische Rapporten van toepassing.

- Leidraad Rivieren [2007]
- Leidraad voor het Ontwerpen van Rivierdijken deel 2 benedenrivierengebied [1989]
- Leidraad Kunstwerken [2003]
- Handreiking Constructief Ontwerpen [1994]
- Technisch Rapport ontwerpbelastingen voor het rivierengebied
- Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [2001] incl addendum [2007]
- Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen [1999]
- Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken [2004]
- Technisch Rapport Kistdammen en Diepwanden in Waterkeringen [2004]
- Technisch Rapport Actuele Sterkte [2009]

Van de leidraden en technische rapporten zijn de leidraden voor het ontwerpen van rivierdijken deel 1 en deel 2 en de handreiking constructief ontwerpen deels vervangen door Leidraad Rivieren met bijbehorende Technische Rapporten.

In de volgende paragrafen worden detail-uitgangspunten besproken die aanvullend zijn op de leidraden en technische rapporten.

Figuur 2-7 Tekst uit BIND-B m.b.t. aanpak geotechnische berekeningen

In Figuur 2-7 wordt aangegeven welke Leidraden en technische rapporten van toepassing zijn en wordt verwezen naar paragrafen met detail uitgangspunten. Deze zijn hier niet vermeld. Voor de inhoud van deze paragrafen wordt verwezen naar BIND-B, hoofdstuk 3.

Noch in de VSE, noch in BIND-B worden stabiliteitseisen genoemd waaraan de grondophogingen moeten voldoen tijdens de uitvoering. De stabiliteitseisen zijn te vinden in het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies (TRWG). Zie tekst in Figuur 2-8.

Als eis geldt dat de schadefactor voor glijvlakken, die het waterkerend vermogen van de dijk aantasten, minimaal 1,0 moet zijn. Voor glijvlakken, die het waterkerend vermogen niet aantasten, wordt een schadefactor van minimaal 0,9 aanbevolen. Er is sprake van aantasting van het waterkerend vermogen, indien er schade aan (of falen van) de waterkering ontstaat bij een lagere waterstand dan de waterstand die voor aanvang van de werkzaamheden tot schade (of falen) zou leiden.

Figuur 2-8 Uitvoeringsstabiliteitseisen conform TRWG

Voor de dijkversterking KIS is per voorkomende bodemafzetting een proevenverzameling van spanningsafhankelijke sterkteparameters op basis van celproeven beschikbaar, deze zijn weergegeven in Bijlage 5 van BIND-B). De rekenwaarde van de schuifsterkte is bepaald door de karakteristieke waarde te delen door de materiaalfactoren uit de leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken deel 2 -benedenrivierengebied (LOR2) (TAW, 1989). Deze aanpak, met gebruik van celproeven o.b.v. LOR2, was ten tijde van de voorbereiding en de uitvoering van KIS niet meer vigerend. Bij uitzondering is dit toch gedaan omdat voor de dijkversterking KIS geen andere sterkteparameters voorhanden waren. Zie hiervoor ook de brief van (ENW, 1 feb 2010).

In BIND-B wordt aangegeven dat deze regionale verzameling mag worden toegepast bij berekeningen met het programma DGeostability (voorheen MStab), maar dat er niet kan worden uitgesloten dat er lokaal sprake kan zijn van afwijkende parameters.

Eisen monitoring en stabiliteit

Onderstaand in Figuur 2-9 zijn aanvullende eisen weergegeven voor de stabiliteit tijdens de realisatie van de dijkversterking. Als verificatiemethode voor voldoende stabiliteit tijdens de uitvoering vorm monitoring een belangrijk onderdeel.

6.3 ASPECTEISEN

SYSTEEM KIS

Betrouwbaarheid

| ID | Functionaliteit | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) |
|---------|---|-----------------------|-------------------------------|
| S-As-01 | Betrouwbaarheid van het waterkerend vermogen en operationele voorzieningen van het systeem KIS, dient altijd te zijn gewaarborgd. | S-F-06 | S-As-02 S-As-03 S-As-04 |

Bron: Nota: hoofdstuk verwijzing leidraden

Verificatiemethode: Demonstratie

Toelichting:

zie ontwerpmatrix figuur 4-3
 - waterkerend vermogen (zoals: stabiliteit, hoogte, erosiebestendigheid, waterhuishouding);
 - operationele voorzieningen (zoals: varen, wonen);
 - altijd (zowel gedurende realisatie als de komende 50/100 jaar).

| ID | Uitvoeringsstabiliteit | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) |
|---------|--|-----------------------|-----------------------|
| S-As-02 | De (uitvoerings-) stabiliteit van de waterkering mag nooit in gevaar komen. Specifieke eisen staan aangegeven bij Waterkering. | S-As-01 | Geen |

Bron:

Verificatiemethode: Monitoring

Toelichting: (noch in de zomer noch in de winter)

| ID | Schades | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) |
|---------|--|-----------------------|-----------------------|
| S-As-03 | Schades welke ongeacht in welk onderdeel en welke vorm van het Systeem KIS optreden: - mogen nooit de (uitvoerings-) stabiliteit van de waterkering in gevaar brengen. - dienen schade aan omgeving waaronder woningen te beperken. Specifieke eisen staan aangegeven in diverse hoofdstukken VSE en VSP. | S-As-01 | S-As-31 S-As-32 |

Bron: hoofdstukken VSE en VSP hoofdstuk 3.6

Verificatiemethode: Rapportage

| ID | Monitoring | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) |
|---------|---|-----------------------|-----------------------|
| S-As-04 | Voor het bewaken van de stabiliteit van kritische onderdelen van het systeem KIS en om de invloed op de omgeving te bepalen, dient voor de waterkering permanent (24/7) gedurende de realisatieperiode, monitoring plaats te vinden - registratie van het verloop van gebeurtenissen, - beschrijving van het proces in VSP. | S-As-01 | Geen |

Bron: VSP hoofdstuk 4.10

Verificatiemethode: Monitoring

| ID | WATERKERING Realisatie | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) |
|-----------|---|-----------------------|---|
| BES-As-03 | Uitvoeringwijze van de versterkingsmaatregelen dient gerealiseerd te worden binnen fysieke mogelijkheden. | BES-F-02 | BES-As-05 BES-Gro-As-11 BES-Con-As-31 BES-Con-As-41 BES-Rve-As-65 BES-Bkl-As-72 BES-Bkl-As-76 |

Bron:

Verificatiemethode: Aantonen met onderliggende eisen

| ID | WATERKERING Werkmethoden | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) |
|-----------|--|-----------------------|-------------------------------------|
| BES-As-05 | Werkmethoden tijdens realisatie dienen er altijd op te zijn gericht om schade te voorkomen door het volgen van specifieke protocollen en monitoring. | BES-As-03 | BES-As-06 BES-As-07 BES-As-08 |

Bron:

Verificatiemethode: Inspectie en Monitoring (van de uitvoerings-stabiliteit)

| ID | WATERKERING Voorkomen schade | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) |
|-----------|---|-----------------------|-----------------------|
| BES-As-06 | Uitvoeringwijze van dijkversterkingen dient zodanig te zijn dat schade wordt voorkomen specifiek bij woningen (varianten C,D & E in figuur 20-2). | BES-As-05 | Geen |

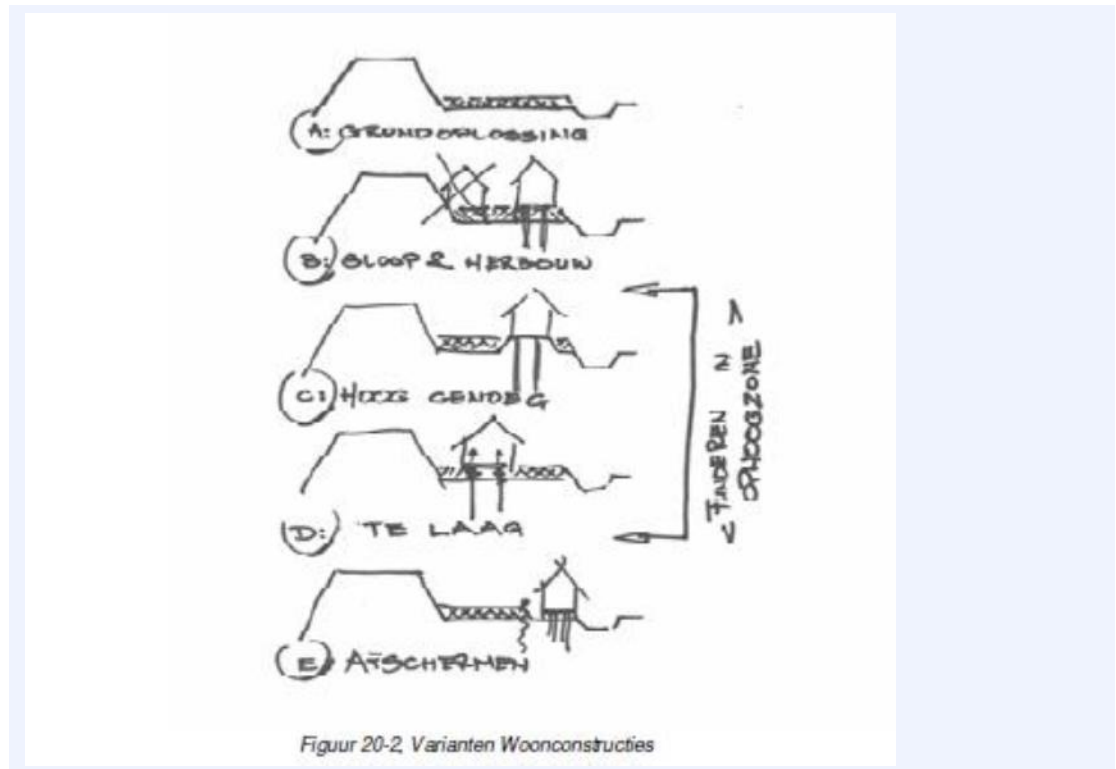
Bron:

Verificatiemethode: Inspectie en Monitoring

Figuur 2-9 Aspecteisen VSE m.b.t. de stabiliteit van waterkering, zowel tijdens de realisatie als tijdens de levensduur

In het onderste kader van Figuur 2-9 wordt verwezen naar figuur 20-2 uit de VSE.

Voor figuur 20-2 uit de VSE, zie Figuur 2-10.



Figuur 2-10 Figuur 20-2, Varianten woonconstructies uit VSE

De afgebeelde situaties in Figuur 2-10 beschrijven de volgende situaties:

- A. Grondoplossingen met steunbermen.
- B. Sloop en herbouw van panden op de gerealiseerde steunbermen.
- C. Realisatie van grondoplossingen rondom panden die hoog genoeg liggen.
- D. Het opvijzelen van panden die te laag liggen en het realiseren van grondbermen er om heen.
- E. Het afschermen van panden (groenecirkelpanden).

In BIND-B wordt aangegeven dat de grondoplossingen met aanbermingen in de eindsituatie al door Waterschap Rivierenland reeds ontworpen en bindend zijn vastgelegd op de ontwerptekeningen in BIND-A. Bij de realisering van de grondoplossingen is de opdrachtnemer verantwoordelijk voor de uitvoeringsstabiliteit, de gestelde restzettingseisen en de gefaseerde ophogingen zonder schade toe te brengen aan belendende bebouwing.

Eisen monitoring stabiliteit en gewicht grond

Naast eisen aan de stabiliteit, zijn er ook eisen gesteld aan het gewicht van de aangebrachte steunbermen. Deze eisen hebben betrekking op de te halen waterveiligheid van de dijk omdat er in het ontwerp van steunbermen rekening is gehouden met het gewicht van de bermen. Zie ook Figuur 2-11.

In het middelste kader in Figuur 2-11 is de 'gewichtbenadering' genoemd. In BIND- B is beschreven dat er zettingscompensatie plaats moet vinden aan de hand van het gewicht van de desbetreffende ophoging. Dat wil zeggen dat aan het einde van de levensduur van de versterking minimaal het benodigde gewicht (volgens ontwerp) aanwezig moet zijn op het versterkte traject. De zettingscompensatie is nodig om het gewichtsverlies a.g.v. het onder de freatische lijn zakken (onder water zakken) van bodemlagen of ophoging te compenseren.

Alleen voor de binnendijkse versterkingen kan de gewichtsbenadering worden toegepast, omdat hier het gewicht van belang is en niet de hoogte. Feitelijk betekent dit dat er tijdens de realisatie een prestatie-eis is gesteld door de verifiëren of het grondgewicht van de aangelegde bermen voldoet aan de gestelde eisen van het ontwerp.

| ID | GROND - Stabiliteit Waterkering | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
|--|---|-----------------------|--|--|
| WK-As-11 | Voldoende stabiliteit van de waterkering steunberm binnenwaarts wordt bereikt door een benodigd aan te brengen gewicht van de steunberm volgens locatie aangegeven op BIND-A. | WK-As-01 | WK-As-12 WK-As-13 WK-As-14 WK-As-21 WK-As-31 WK-As-41 | |
| Bron: BIND-A | | | | |
| Verificatiemethode: Berekening en Monitoring | | | | |
| ID | GROND Restzetting steunberm algemeen | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WK-As-12 | Voldoende stabiliteit van de waterkering dient te worden bereikt door het benodigd gewicht aan te brengen middels het aanbrengen van grond conform <ul style="list-style-type: none"> - locatie BIND-A, - berekenmethode BIND-B gewichtsbenadering. | WK-As-11 | geen | |
| Bron: BIND-A Tekeningen Projectplan en BIND-B hoofdstuk 3.2. Berekeningsmethode en 3.2.3 Gewichtsbenadering | | | | |
| Verificatiemethode: Berekening en Monitoring | | | | |
| Toelichting: gewichtsbenadering: De gewichtsbenadering die toegepast is, is een bovengrensbenadering van de zettingscompensatie die bij aanleg nodig is zodanig dat het gewicht van de berm na 50 jaar minimaal even groot is als het gewicht van de berm in het ontwerpprofiel. | | | | |
| ID | GROND - Grondverbetering | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WK-As-14 | Voldoende stabiliteit van de waterkering wordt bereikt door een benodigd gewicht aan te brengen middels een grondverbetering volgens: <ul style="list-style-type: none"> - locatie BIND-A, - berekenmethode BIND-B. | WK-As-11 | geen | |
| Bron: BIND-A Tekeningen Projectplan en BIND-B hoofdstuk 3.2. Berekeningsmethode | | | | |
| Verificatiemethode: Berekening en Monitoring | | | | |

Figuur 2-11 Eisen stabiliteit van de waterkering i.v.m. benodigd aan te brengen gewicht van te realiseren steunbermen in grond (VSE)

Naast het realiseren van de binnendijkse grondophogingen zoals weergegeven op de tekeningen van het projectplan in BIND-A, diende de opdrachtnemer eveneens aan te tonen d.m.v. monitoring en berekeningen dat het benodigd gewicht (volgens ontwerp) aanwezig is aan het einde van de planperiode, 50 jaar na oplevering. Meer gewicht is conform BIND-B acceptabel, indien dit niet leidt tot schade. De conform BIND-B gehanteerde rekenmethode voor het toepassen van de gewichtsbenadering is weergegeven in Figuur 2-12.

Rekenmethode gewichtsbenadering

De gewichtsbenadering die toegepast is, is een bovengrensbenadering van de zettingscompensatie die bij aanleg nodig is zodanig dat het gewicht van de berm na 50 jaar minimaal even groot is als het gewicht van de berm in het ontwerpprofiel.

De benadering die is toegepast is als volgt:

$$\text{Zettingscompensatie[gewicht]} = \text{Zettingscompensatie[hoogte]} * 10 / 18$$

Dat wil zeggen:

- stel dat de berm 50 jaar op hoogte wordt gehouden (maintain profile), dit resulteert in de maximale zetting die kan optreden, deze zou moeten worden gecompenseerd aan het begin en is dus gelijk aan de Zettingscompensatie[hoogte];
- de berm hoeft na 50 jaar niet op dezelfde hoogte te liggen, als het gewicht maar voldoende is (het is ten slotte een gewichtsberm). Dan is het voldoende om voor het gedeelte van de berm dat onder water zakt als gevolg van de maaiveldzakking een zettingscompensatie aan te brengen bij aanleg, dit omdat grond die onder water zakt ca. 10 kN/m^3 in gewicht afneemt
- stel dat het ontwerpprofiel aangelegd wordt en dat na 50 jaar de maximale zetting die hierboven is uitgerekend is opgetreden (dit gebeurt niet omdat de maximale zetting alleen optreedt als boven op het ontwerpprofiel volledige zettingscompensatie wordt toegepast), dan neemt het gewicht van de berm af doordat een moot grond ter grootte van de maximale zetting onder water zakt, de afname in gewicht is dan $\text{Zettingscompensatie[hoogte]} \times 10 \text{ kN/m}^3$. Dit gewichtsverlies kan gecompenseerd worden door een overhoogte aan te brengen ter grootte van $\text{Zettingscompensatie[hoogte]} * 10 / 18$, waarin $18 \text{ [kN/m}^3]$ het gewicht is van het zand dat opgebracht wordt.

Omdat de maximale zetting (die zou optreden bij volledige zettingscompensatie) wordt gebruikt om het te compenseren gewichtsverlies te bepalen, is dit een veilige schatting van de benodigde zettingscompensatie, die leidt tot een gewichtsberm die na 50 jaar meer gewicht heeft dan het ontwerpprofiel.

Figuur 2-12 Rekenmethode gewichtsbenadering conform paragraaf 3.2.2. in BIND-B

Daarnaast zijn er in BIND-B eisen gesteld aan de schematisering van te maken berekeningen van zettingen, stabiliteit en invloed op horizontale paaldrücken, zie ook Figuur 2-13. Nadere informatie over de schematisering van de ondergrond, de waterspanningen e.a. is behandeld in hoofdstuk 3 in BIND-B. De hiervoor benodigde sterkte-parameters zijn weergegeven in Bijlage 5 van BIND-B en de benodigde samendrukkingsparameters zijn in Bijlage 10 weergegeven.

3.1.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw onder en naast de dijk voor de te maken berekeningen m.b.t. zettings- en uitvoeringsstabiliteit en horizontale paalbelastingen, dient door de opdrachtnemer geschematiseerd te worden aan de hand van de afzonderlijke sonderingen en boringen –gerelateerd aan volumegewichten van (grote) monstersteekbussen. Enkel en alleen gebruik maken van de geotechnische lengteprofielen is i.v.m. de zorgvuldigheid en het voorkomen van scherpe profielovergangen niet toegestaan.

De gedefinieerde grondlagen in de geotechnische lengteprofielen zijn gemaakt aan de hand van de nieuwe lithografische legenda en gerelateerd aan volumegewichten van (grote) monstersteekbussen en/of Begeman-boringen.

In de geotechnische lengteprofielen worden de volgende eenheden onderscheiden.

- Veen volumegewicht tot 11 kN/m³
- Kleiig Veen, volumegewicht tot 12 kN/m³
- Diep Veen, voorheen Basisveen, volumegewicht tot 12 kN/m³
- Venige Klei, volumegewicht 12 – 14 kN/m³
- Klei, volumegewicht 14 – 16 kN/m³
- Zandige Klei, volumegewicht > 16 kN/m³
- Dijkmateriaal, Antropogene Grond zandige grond dan wel kleigrond
- Diepe Klei, voorheen klei in de Formatie van Kreftenheye
- ZandPleistoceen zand en donk-zand

Aan deze eenheden zijn ook de voor het ontwerp gebruikte sterkte-eigenschappen (bijlage 5) en samendrukkingseigenschappen (bijlage 10) gekoppeld.

De maatgevende grondopbouw moet vanwege de verifieerbaarheid altijd gekozen worden ter plaatse van een boring of een sondering, deze dient te worden gebruikt voor het schematiseren van de ondergrond en opstellen van een representatief profiel. Voor het berekenen van de zettingshelling en paalbelastingen is niet bij alle panden lokaal grondonderzoek beschikbaar. Het staat de opdrachtnemer vrij aanvullend geotechnisch onderzoek te verrichten.

Figuur 2-13 Eisen BIND-B m.b.t. de te verrichten berekeningen van zettingen, uitvoeringsstabiliteit en horizontale paalbelastingen.

In BIND-B is eveneens aangegeven hoe de opdrachtgever o.a. dient aan te tonen dat aan de gestelde restzettingen wordt voldaan en dat de gevolgen voor bebouwing, kabels en leiding dienen te worden berekend en inzichtelijk gemaakt. Zie Figuur 2-14.

3.2.1 Berekeningsmethode tijdzettingsverloop en restzettingen

Voor het tijdens de uitvoering aantoonbaar maken dat aan te gestelde restzettingseisen (1) wordt voldaan, beschouwing van paalfunderingsbelastingen (2) en zettingshellingen (3), dient de ON het berekende tijd-zettingsverloop met parameters van de gefaseerde ophogingen te fitten met de gemeten zakbaken en waterspanningsmetingen. De zetting wordt beoordeeld voor de situatie gedurende de uitvoering en de planperiode (50 jaar).

Bij de aangebrachte ophogingen dient er geen verdere rekening te worden gehouden met zettingen. De effecten van de ophogingen zijn reeds opgenomen in de ontwerphoogte waardoor de benodigde aanleghoogtes gelijk zijn aan de opgenomen hoogtes in het projectplan.

De gevolgen voor bebouwing, kabels en leidingen dienen berekend (1) en middels monitoring (2) inzichtelijk te worden gemaakt, zoals eerder onder 2.2.1 is aangegeven.

Figuur 2-14 Eisen BIND-B m.b.t. berekeningsmethode van o.a. restzettingseisen en de gevolgen voor bebouwing, kabels en leidingen

Eisen realisatie constructie

Bij ontwerp en realisatie van de verschillende constructieve elementen in de dijk bij de dijkversterking KIS diende er conform de VSE rekening te worden gehouden met de inpassing in de omgeving waarbij er rekening diende te worden gehouden met verschillende aspecten. In dit rapport zal met name worden gekeken naar de aspecten, die van belang zijn voor de invulling van de vraagstukken met betrekking tot de realisatie van de dijk. In het

rapport (Deltares, 2021) is al ingegaan op de vraagstukken met betrekking tot waterveiligheid.

Conform de VSE geldt dat de functionaliteit van secties zodanig dient te zijn, dat geen invloed ontstaat op enig faalmechanisme ter plaatse of van aangrenzende interne en externe secties en oplossingen en dat er bij zowel ontwerp als realisatie rekening dient te worden gehouden met de specifieke situatie bij KIS zonder dat dit leidt tot verzwakkingen of verstoringen. Zie ook Figuur 2-15.

| ID | Invloeden | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
|--|---|-----------------------|-----------------------|--|
| S-RV-05 | De functionaliteit van secties binnen het Systeem KIS dient zodanig te zijn dat geen invloed ontstaat op enig faalmechanisme ter plaatse of van aangrenzende interne en externe secties en oplossingen. | S-RV-02 | Geen | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Berekening | | | | |
| TR: waterkerende grondconstructies en zand meevoerende wellen. | | | | |

| ID | Invloed elders | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
|--------------------------------|---|-----------------------|-----------------------|--|
| WK-As-02 | Bij ontwerp en realisatie dient rekening te worden gehouden met de specifieke situatie binnen en rondom het systeem KIS, door gekozen werkzaamheden en oplossingen dienen elders geen verstoringen en verzwakkingen op te treden. | WK-As-01 | BES-F-01 BES-F-02 | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Monitoring | | | | |

Figuur 2-15 Eis VSE met betrekking tot de functionaliteit binnen het systeem KIS

Daarnaast wordt in de VSE aangegeven, in verband met waterwinning, dat in de secties A t/m L geen kortsluiting tussen het maaiveld en de watervoerende lagen mag plaatsvinden door de te verrichten werkzaamheden. Zie ook Figuur 2-16.

| 1.2.5.4 VRG-00010– Vergunningseis versterkingsconstructie | | |
|---|---|------------------|
| ID | Vergunningseis effect waterwinning | Registratiewijze |
| VRG-00010 | Grondwaterbeschermingsgebied sectie A t/m L: - Waterwinning dient gewaarborgd te blijven, er mag geen verstoring plaatsvinden van de winning en transport. Werkzaamheden mogen, door creëren van kortsluitstroming tussen maaiveld en diepere watervoerende lagen, geen risico creëren voor toekomstige verontreinigingen. | ONO |

Doordat de palenwand waterdoorlatend is, wordt de waterwinning en transport niet verstoord. Omdat er verbuisd geboord wordt en er direct beton gestort wordt, kan er geen kortsluiting plaatsvinden. Hiermee is eis VRG-00010 aangetoond.

Figuur 2-16 Eis VSE m.b.t. het ontstaan van kortsluiting tussen maaiveld en diepere watervoerende lagen

Daarnaast zijn er, zoals blijkt uit Figuur 2-17, zowel eisen gesteld aan de stabiliteit van de waterkering tijdens de uitvoering als ook tijdens de levensduur.

| 6.3 ASPECTEISEN | | SISTEEM KIS | | |
|---|--|-----------------------|---|--|
| Betrouwbaarheid | | | | |
| ID | Functionaliteit | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| S-As-01 | Betrouwbaarheid van het waterkerend vermogen en operationele voorzieningen van het systeem KIS, dient altijd te zijn gewaarborgd. | S-F-06 | S-As-02 S-As-03 S-As-04 | |
| Bron: Nota: hoofdstuk verwijzing leidraden | | | | |
| Verificatiemethode: Demonstratie | | | | |
| Toelichting: zie ontwerpmatrix figuur 4-3 - waterkerend vermogen (zoals: stabiliteit, hoogte, erosiebestendigheid, waterhuishouding); - operationele voorzieningen (zoals: varen, wonen); - altijd (zowel gedurende realisatie als de komende 50/100 jaar). | | | | |
| ID | Uitvoeringsstabiliteit | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| S-As-02 | De (uitvoerings-) stabiliteit van de waterkering mag nooit in gevaar komen. Specifieke eisen staan aangegeven bij Waterkering. | S-As-01 | Geen | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Monitoring | | | | |
| Toelichting: (noch in de zomer noch in de winter) | | | | |
| ID | Schades | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| S-As-03 | Schades welke ongeacht in welk onderdeel en welke vorm van het Systeem KIS optreden: - mogen nooit de (uitvoerings-) stabiliteit van de waterkering in gevaar brengen. - dienen schade aan omgeving waaronder woningen te beperken. Specifieke eisen staan aangegeven in diverse hoofdstukken VSE en VSP. | S-As-01 | S-As-31 S-As-32 | |
| Bron: hoofdstukken VSE en VSP hoofdstuk 3.6 | | | | |
| Verificatiemethode: Rapportage | | | | |
| ID | WATERKERING Realisatie | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| BES-As-03 | Uitvoeringwijze van de versterkingsmaatregelen dient gerealiseerd te worden binnen fysieke mogelijkheden. | BES-F-02 | BES-As-05 BES-Gro-As-11 BES-Con-As-31 BES-Con-As-41 BES-Fve-As-65 BES-Bkl-As-72 BES-Bkl-As-76 | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Aantonen met onderliggende eisen | | | | |

Figuur 2-17 Aspecteisen m.b.t. de stabiliteit van waterkering, zowel tijdens de realisatie als tijdens de levensduur (VSE)

Conform BIND-E dient de stabiliteit van de sleuf tijdens de realisatie van diep wandpanelen te worden berekend volgens (DIN 4126, 2004-08).

Trillingseisen bebouwing

Om de omgevingsbeïnvloeding aan bebouwing te beperken zijn er trillingseisen gesteld aan bebouwing tijdens de realisatie, zoals weergegeven in Figuur 2-18.

| ID | Grenswaarde trilling | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
|--|---|-----------------------|-----------------------|--|
| S-As-31 | De maximaal toegestane trilling gemeten aan bebouwing zoals aangegeven SBR-richtlijn dient als grenswaarde. | S-As-03 | | |
| Bron: SBR-richtlijn Meten en beoordelen van Trillingen, deel A 'Schade aan gebouwen' | | | | |
| Verificatiemethode: Meting. | | | | |

Figuur 2-18 Aspecteisen VSE m.b.t. de eisen aan trillingen aan bebouwing tijdens de realisatie

Vervormingseisen bebouwing

Om de invloed van de te realiseren dijkversterking op de bestaande bebouwing in en aan de dijk te kunnen beperken, zijn er in de VSE grenswaarden opgegeven voor de vervormingen van de ondergrond nabij de woningen en voor vervormingen van woningen zelf, zoals weergegeven in Figuur 2-19. Er zijn zowel grenswaarden opgegeven voor staalfunderingen als voor paalfunderingen. De genoemde grenswaarden zijn zowel van toepassing op de vervormingen van de grond op 1 m afstand uit de gebouwen als op de vervormingen, die op de gevels van de bebouwing worden gemeten. De opdrachtnemer dient d.m.v. metingen (monitoring) te verifiëren, dat de genoemde grenswaarden niet worden overschreden.

| ID | Grenswaarde vervorming woning | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------------------|-------------|--------------------|--|---|--------------------|--|--|--|--|--|
| S-As-32 | Voor woningen is de maximaal toegestane vervorming aangegeven in onderstaande tabel. | S-As-03 | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Aspect</th> <th></th> <th>grenswaarde</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bebouwing op staal</td> <td>schade t.g.v. vervorming door aanbrengen constructie</td> <td>Op de gevel horizontaal 5 mm, verticaal 5 mm. Op 1 m uit de gevel horizontaal 10 mm</td> </tr> <tr> <td>bebouwing op palen</td> <td>schade t.g.v. vervormingen door ophoging en/of aanbrengen constructies</td> <td>Max scheurmoment in palen zie BIND-B Op maaiveld 1 m uit het pand maximaal horizontaal 10 mm en horizontaal op 5 m diepte 50 mm</td> </tr> </tbody> </table> | Aspect | | grenswaarde | bebouwing op staal | schade t.g.v. vervorming door aanbrengen constructie | Op de gevel horizontaal 5 mm, verticaal 5 mm. Op 1 m uit de gevel horizontaal 10 mm | bebouwing op palen | schade t.g.v. vervormingen door ophoging en/of aanbrengen constructies | Max scheurmoment in palen zie BIND-B Op maaiveld 1 m uit het pand maximaal horizontaal 10 mm en horizontaal op 5 m diepte 50 mm | | | |
| Aspect | | grenswaarde | | | | | | | | | | | |
| bebouwing op staal | schade t.g.v. vervorming door aanbrengen constructie | Op de gevel horizontaal 5 mm, verticaal 5 mm. Op 1 m uit de gevel horizontaal 10 mm | | | | | | | | | | | |
| bebouwing op palen | schade t.g.v. vervormingen door ophoging en/of aanbrengen constructies | Max scheurmoment in palen zie BIND-B Op maaiveld 1 m uit het pand maximaal horizontaal 10 mm en horizontaal op 5 m diepte 50 mm | | | | | | | | | | | |
| Bron: BIND-B Nota: Technische Uitgangspunten KIS | | | | | | | | | | | | | |
| Verificatiemethode: Meting. | | | | | | | | | | | | | |

Figuur 2-19 Grenswaarden vervormingen voor woningen tijdens de realisatie van de dijkversterking conform de VSE

Volgens de eis in Figuur 2-20 dienen de belastingen door de realisatie van de dijkversterking te worden geregistreerd i.v.m. de eventuele invloed op de sterkte van de fundering van alle woningen.

| ID | WONING Monitoring | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
|---|--|-----------------------|-----------------------|--|
| WOC-As-12 | Belastingen welke voortvloeien uit de werkzaamheden ten gevolge van dijkversterking KIS dienen ten behoeve van de sterkte van de fundering voor alle woningen in een monitoringsplan en -programma te zijn ondergebracht en blijvend te worden geactualiseerd met relevante meetwaarden. | WOC-F-05 | geen | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Monitoring | | | | |
| Toelichting: Monitoringsplan maken zie VSP hoofdstuk 4.10 | | | | |

Figuur 2-20 Eisen m.b.t. registratie van de gerealiseerde belastingen t.b.v. de belasting op de fundering

Staal-funderingen

Volgens paragraaf 3.2.4 in BIND-B geldt er tevens voor panden, die op staal zijn gefundeerd, die binnen de invloedssfeer van een grondaanvulling staan, dat de gevelzetting van de gevel het dichtst bij de ophoging en de zettingshelling dient te worden gemonitord en getoetst. Zie Figuur 2-21. Tevens dienen bij kritische situaties vooraf aanvullende berekeningen te worden uitgevoerd met bijsturing o.b.v. resultaten uit de monitoring om tijdig passende maatregelen te kunnen nemen.

3.2.4 Berekeningsmethodeanalyse funderingen op staal

Voor panden op staal die binnen de invloedssfeer van een grondaanvulling staan, moet de gevelzetting van de gevel het dichtst bij de ophoging en de zettingshelling worden gemonitord en getoetst.

Waar kritisch dienen vooraf aanvullende berekeningen uitgevoerd te worden, tijdens de uitvoering tevens gebaseerd op monitor-resultaten, zoals onder 3.2.1 en hieronder is aangegeven, om tijdig passende maatregelen te nemen.

Voor het gemaakte ontwerp in grond is voor enkele oriënterende berekeningen onderstaande rekenmethode gehanteerd.

Rekenmethode analyse fundering op staal

In de gevoeligheidsanalyse is geconcludeerd dat de rekenmethode op basis van isotachen parameters met eliminatie van de kruip een goede methode is.

Voorstel voor de definitieve rekenmethode per beschouwde doorsnede:

1. Isotachen berekening met bovengrenswaarden a, b, c-parameters in D-Settlement, met de ophoging op basis van het aanlegprofiel (= ontwerpprofiel + zettingscompensatie ter grootte van de maximale zetting bij gemiddelde waarden van de zettingsparameters met gelijkblijvende taludhelling)
2. Isotachen berekening met aanlegprofiel en gewicht ophoging op $u,01 \text{ kN/m}^2$
3. In toetsing fundering op staal te gebruiken maaiveldzakking = maaiveldzakking berekening 2 - maaiveldzakking berekening 1 (kruip geëlimineerd)
4. Relatieve rotatie bepalen over x tot $x+5$, met x is de afstand tot rand ophoging of teen bestaande dijk, indien dichterbij, voor de volgende waarden van x:
 - $x = 0\text{m}$: $\text{rotatie}(0\text{m}) = ((\text{zakking}(0\text{m}) - \text{zakking}(5\text{m})) / 5$
 - $x = 5\text{m}$: $\text{rotatie}(5\text{m}) = ((\text{zakking}(5\text{m}) - \text{zakking}(10\text{m})) / 5$
 - $x = 10\text{m}$: $\text{rotatie}(10\text{m}) = ((\text{zakking}(10\text{m}) - \text{zakking}(15\text{m})) / 5$
 - $x = 15\text{m}$: $\text{rotatie}(15\text{m}) = ((\text{zakking}(15\text{m}) - \text{zakking}(20\text{m})) / 5$
 - $x = 20\text{m}$: $\text{rotatie}(20\text{m}) = ((\text{zakking}(20\text{m}) - \text{zakking}(25\text{m})) / 5$
5. Toetsing relatieve rotatie voor funderingen op staal afhankelijk van afstand voorkant woning tot rand ophoging of teen bestaande dijk:
 - Afstand 0 tot 5 m: toetsing voor $x = 0\text{m}$;
 - Afstand 5 tot 10 m: toetsing voor $x = 5\text{m}$;
 - Afstand 10 tot 15 m: toetsing voor $x = 10\text{m}$;
 - Afstand 15 tot 20 m: toetsing voor $x = 15\text{m}$;
 - Afstand 20 tot 25 m: toetsing voor $x = 20\text{m}$;

Figuur 2-21 Aanwijzingen werkwijze bij funderingen op staal bij grondophogingen conform BIND-B

Paalfunderingen

En specifiek voor paalfunderingen zijn eisen aan de berekeningsmethode gesteld voor het voorspellen, aanpassen of versterken van de fundering van woningen binnen de ophoogzone zoals weergegeven in Figuur 2-22.

| ID | WONING locatie in OHZ | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
|--|--|-----------------------|-----------------------|--|
| WOC-As-11 | De Berekeningsmethode (voorspelling) voor het aanpassen en/of versterken van de fundering van woningen binnen de ophoogzone (OHZ) dient te zijn uitgevoerd: <ul style="list-style-type: none"> - volgens het rapport CUR-rapport 228 'Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen' Stichting CURNET, Gouda 2010 welke onderdeel is van de BIND-B, - met berekende paalmomenten in prefab betonnen palen waarbij geen scheurvorming optreedt. | WOC-F-05 | geen | |
| Bron: BIND-A Tekeningen Projectplan (boven aanzichten en dwarsprofielen) en BND-B: Nota: technische Uitgangspunten | | | | |
| Verificatiemethode: Berekening | | | | |

Figuur 2-22 Specifieke eisen voor paalfunderingen conform de VSE

In BIND-B wordt tevens aangegeven dat er bij panden op palen, die binnen de invloedssfeer van een grondaanvulling staan, de paalfundering met -balken vóór de uitvoering moeten worden getoetst en tijdens de gehele uitvoeringsperiode moeten worden gemonitord. Zie ook Figuur 2-23.

3.2.5 Berekeningsmethode analyse paalfunderingen

Voor panden op palen die binnen de invloedssfeer van een grondaanvulling staan, moeten de paalfundering met -balken vóór de uitvoering worden getoetst en tijdens de gehele uitvoeringsperiode worden gemonitord. Het betreft zowel toetsing van de maximaal opneembare momenten en krachten in de palen als die bij de inklemming boven in de funderingsbalken.

Voor het gemaakte ontwerp in grond is voor enkele oriënterende berekeningen onderstaande rekenmethode gehanteerd.

Figuur 2-23 Aanwijzingen in BIND-B voor toetsingen paalfunderingen o.b.v. monitoring tijdens de realisatie

Voor enkele oriënterende berekeningen in het grondontwerp zijn de aanwezige paalfunderingen getoetst op basis van (CUR 228, 2010) in (Witteveen+Bos, 2013) zoals aangegeven in de volgende figuur.

Rekenmethode analyse paalfunderingen
 Voor de analyses is de rekenmethode op basis van Plaxis 2D gebruikt, welke ook beschreven is in CUR228 'Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen'.

De rekenmethode per beschouwde doorsnede:

- Ophoging en zettingen ter plaatse van de dijkversterking worden ontleend aan de zettingsberekeningen die gemaakt zijn voor het beschouwde dwarsprofiel met behulp van D-Settlement;
- Opzetten van een Plaxis 2D model en vergelijking van de berekende zettingen met de D-Settlement berekeningen;
- Bepalen van de horizontale grondverplaatsingen in het samendrukbare pakket met behulp van Plaxis 2D, voor de volgende afstanden tot de rand van de ophoging:
 - X = 0 m
 - X = 5 m
 - X = 10 m
 - X = 15 m
 - X = 20 m
 - X = 25 m
 - X = 30 m
- Bepalen van de beddingsconstanten voor grondlagen aan de hand van de methode Begemann-De Leeuw volgens CUR228. Deze zijn nodig als input voor D-Sheet Piling, waarin de momenten in de paal worden bepaald;
- Bepalen van de passieve gronddrukcoëfficiënten volgens CUR228. Deze zijn nodig als input voor D-Sheet Piling, waarin de momenten in de paal worden bepaald;
- Bepaling momenten in de paal met D-Sheet Piling:
 - Invoer: de grondverplaatsingen uit Plaxis voor X=0 t/m X=30 m;
 - Bepalen optredende momenten in de paal voor verschillende typen representatieve funderingspalen (houten palen / betonnen palen / stalen buispalen);
- Toetsing optredende momenten aan de toelaatbare momenten en toetsing optredende horizontale vervormingen aan de toelaatbare vervorming.
- Toetsing van de woningen afhankelijk van het type funderingspaal en afhankelijk van de afstand voorkant woning tot rand ophoging of teen bestaande dijk:
 - Afstand 0 tot 5 m: toetsing voor x = 0m;
 - Afstand 5 tot 10 m: toetsing voor x = 5m;
 - Afstand 10 tot 15 m: toetsing voor x = 10m;
 - Afstand 15 tot 20 m: toetsing voor x = 15m;
 - Afstand 20 tot 25 m: toetsing voor x = 20m;
 - Afstand 25 tot 30 m: toetsing voor x = 25m;
 - Afstand >30 m: toetsing voor x = 30m.

In het geval dat in plaats van Plaxis de methode Bourges-Mieussens wordt toegepast, dienen stap 2 en 3 in bovenstaande lijst vervangen te worden door een berekening van de horizontale grondverplaatsingen op X=0 m t/m X=30 m volgens de methode Bourges-Mieussens.

Figuur 2-24 Toegepaste rekenmethode bij toetsing van paalfunderingen bij realisatie van het grondontwerp (BIND-B)

Bij de zogenaamde groenecirkelpanden dient de opdrachtnemer vooraf vast te stellen of een afschermingsmaatregel nodig is, en zo ja, deze beschermende maatregel te treffen. Zie ook de aspecteisen in Figuur 2-25. Nagenoeg alle groenecirkelpanden zijn op palen gefundeerd. Beschermingsmaatregelen zijn dus vereist bij de panden, waar uit berekeningen blijkt dat de belasting op de fundering ontoelaatbaar groot zal worden.

| STABILITEIT betrouwbaarheid | | | | |
|---|---|-----------------------|------------------------|--|
| ID | WONING Stabiliteit: Waarborgen van Stabiliteit | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WOC-As-41 | Het systeem KIS dient de stabiliteit van de woningen in de en buiten de ophoogzone te waarborgen. | WOC-F-06 | WOC-As-42 WOC-As-43 | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Demonstratie | | | | |
| Toelichting: NB. Woningen waarvan de fundering voldoende stabiliteit bezit, vallen buiten de scope | | | | |
| ID | WONING Stabiliteit: berekenen versterken van fundering | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WOC-As-42 | Van een aantal woningen, waarbij de fundering op de juiste toekomstige hoogte ligt blijkt uit voorlopige berekeningen dat de fundering onvoldoende stabiel en sterk is ten aanzien van te verwachten gronddrukken. Van de funderingen van deze panden dient met berekening te worden bepaald of en zo ja welke versterkingsmaatregelen aangebracht dienen te worden. | WOC-As-41 | geen | |
| Bron: | | | | |
| - BIND-A Tekeningen Projectplan: De fundering van woningen in en buiten de ophoogzone welke nog nadere aandacht verdienen zijn groen omcirkeld. | | | | |
| - BIND-B Nota: Technische Uitgangspunten KIS (berekeningsmethodiek) | | | | |
| Verificatiemethode: Berekening | | | | |
| Toelichting: NB. Woningen buiten de ophoogzone waarvan de fundering voldoende stabiliteit bezit vallen buiten deze versterking. | | | | |
| ID | WONING Stabiliteit: Realiseren van sterkte en stabiliteit | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WOC-As-43 | Versterkingsmaatregelen in de fundering en overige delen van de woning dienen aan de hand van een per woning op te stellen een Plan van Aanpak te worden uitgevoerd. | WOC-As-41 | geen | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: | | | | |
| ID | WONING Afschermen Variant E | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WOC-As-51 | De fundering van woningen buiten de ophoogzone welke onvoldoende stabiliteit bezitten ten aanzien van de te verwachten gronddrukken dient te zijn beschermd met een afscherminconstructie. - type als Variant E : figuur 20-2 , locatie op BIND-A, - berekeningsmethode belasting, - dimensioneren afscherminconstructie conform CUR 166. | WOC-F-06 | geen | |
| Bron: BIND-A Tekeningen Projectplan | | | | |
| Verificatiemethode: Berekening (Variant E) | | | | |

Figuur 2-25 Aspecten uit de VSE m.b.t. de groene cirkelpanden

De Groenecirkelpanden zijn weergegeven op de tekeningen van de dijkversterking in BIND-A van de bindende documenten van het contract van KIS.

Op te vijzelen panden

Zoals weergegeven in Figuur 2-10, variant D, zijn er locaties waar een grondophoging bij bebouwing dient te worden aangebracht, maar waar de woningen lager staan dan het te realiseren niveau van de ophoging. Voor die gevallen geldt dat de panden moeten worden gevijzeld en moeten worden voorzien van een nieuwe fundering.

Eisen met betrekking tot het vijzelen van panden zijn gesteld in de VSE en BIND-H. De eisen volgens de VSE zijn weergegeven in Figuur 2-26.

| HOOGTE betrouwbaarheid | | | | |
|---|--|-----------------------|--|--|
| ID | WONING Waarborgen van Funderingshoogte | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WOC-As-31 | Woningen binnen de ophoogzone van het systeem KIS met onvoldoende funderingshoogte dienen aangepast te worden. | WOC-F-06 | WOC-As-32 WOC-As-33 WOC-As-34 WOC-As-35 | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Keuring | | | | |
| Toelichting: NB. Woningen buiten de ophoogzone vallen buiten de scope. (variant E in figuur 20-2) | | | | |
| ID | WONING Waarborgen van Hoogteligging | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WOC-As-32 | Van woningen welke in aanmerking komen voor aanpassingen in hoogteligging dienen stabiliteits- en sterkteberekeningen te worden opgesteld. Woningen variant D: - de funderingshoogte ligt beneden de toekomstige hoogte, - dit geldt voor huidige fundering: op staal of op palen, - zie figuur 20-2; locatie op BIND-A: | WOC-As-31 | geen | |
| Bron: BIND-A Tekeningen Projectplan. | | | | |
| Verificatiemethode: Berekening | | | | |
| ID | WONING Vijzelen | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WOC-As-33 | Woningen waarvan de funderingshoogte beneden de toekomstige hoogte ligt dienen naar hun eindhoogte worden gebracht door middel van vijzelen. Er dient per te vijzelen woning een Plan van Aanpak te worden opgesteld aan de hand van het Programma van Eisen: Vijzelen BIND-H. | WOC-As-31 | geen | |
| Bron: BIND-H Protocol Vijzelen | | | | |
| Verificatiemethode: Berekening en Documentatie | | | | |
| ID | WONING Hoogte belasting | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WOC-As-34 | De hoogte van de grondoplossing rondom woningen dient nooit/ niet hoger dan de actuele hoogte van de woning te zijn (in verband met operationele situatie van de woning). | WOC-As-31 | geen | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Keuring | | | | |
| Toelichting: toegankelijkheid van de woning | | | | |

Figuur 2-26 Eisen VSE voor woningen die te laag zijn gelegen, zie ook Figuur 2-10 (variant D) en ontwerptekeningen in BIND-A

BIND H is niet in het opleverdossier aangetroffen. In het Deltares dossier uit de periode van de aanbesteding zijn documenten beschikbaar waarin per pand een programma van eisen is gegeven.

Het betreft een viertal rapportages:

- Lekdijk 417: PROGRAMMA VAN EISEN NIEUWE FUNDERING+OPVIJZELEN
werk: 12-035 LD417, versie: 15-01-2013.
- Lekdijk 332: (nvt uiteindelijk niet gevijzeld).
- Lekdijk 13: PROGRAMMA VAN EISEN NIEUWE FUNDERING+OPVIJZELEN
werk: 12-035 LD13, versie: 15-01-2013.
- Dorpstraat 33: (nvt uiteindelijk niet gevijzeld).

De programma's van eisen voor de vier genoemde panden zijn opgesteld door Ingenieursbureau Concretio. De programma's van eisen beschrijven de aan de woningen aan te brengen voorzieningen en de daaraan te stellen algemene eisen.

In Figuur 2-27 zijn als voorbeeld delen van het programma van eisen van Lekdijk 13 weergegeven.

Lekdijk 13 maakt deel uit van het dijkvak Kinderdijk-Schoonhovenseveer in de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. In het kader van de dijkversterking wordt het maaiveld aan de dijkzijde verhoogt en is het noodzakelijk de woning op te vijzelen. Door de maaiveldverhoging treden er krachten op welke door een nieuwe fundering opgenomen moeten kunnen worden.

4. VOORZIENINGEN AAN DE WONING

4.1 NIEUWE FUNDERING

De woning dient voorzien te worden van een nieuwe fundering. Deze fundering moet in staat zijn de horizontale krachten tgv de dijk inclusief verhogingen op te nemen. Op tekening 12-035 LD13 B1 d.d.05-12-2012 is schetsmatig een nieuwe fundering aangegeven. De fundering bestaat uit 4 nagespannen betonbalken en op de koppen traditioneel gestorte betonbalken welke de verticale belasting afdragen naar nieuw te plaatsen stalen buispalen.

De fundering wordt geheel onder de woning gemaakt, de grond zal dus moeten worden afgegraven. Voordeel hiervan is dat de begane grondvloer van de woning in tact blijft.

Het aantal palen, de paalafmeting, de balkafmetingen en de wapening zullen d.m.v. berekeningen moeten worden vastgesteld.

4.2 VIJZELEN

Door de verhoogde berm is het noodzakelijk de woning op te vijzelen.

Voor het vijzelen dient de verbinding tussen de nieuwe palen en de funderingsbalken te worden voorzien van een vijzelconstructie. De bestaande oplangers dienen losgemaakt te worden van de bestaande fundering.

4.3 WERKVOLGORDE

1. Heien van de stalen buispalen.
2. Uitgraven van de grond onder de woning.
3. Aanbrengen wapening + vijzelconstructie.
4. Stellen bekisting.
5. Storten beton.
6. 28 dagen uitharden beton.
7. Naspannen wapening.
8. Vijzelconstructies onder spanning brengen.
9. Loskoppelen oplangers van bestaande fundering.
10. Loskoppelen riolering/gas/elektra/cai/ waterleiding etc.
11. Opvijzelen woning.
12. Verlengen en aansluiten riolering/gas/elektra/cai/ waterleiding etc.
13. Aanvullen grondwerk.
14. Herstellen tuin.

Figuur 2-27 Tekst uit programma van eisen van Lekdijk 13

Hoewel BIND-H niet is aangetroffen in het opleverdossier zijn de eisen die zijn gesteld aan het ontwerp en uitvoering wel bekend, deze staan (deels) beschreven in de berekeningennota's en de verificatieplannen die zijn opgesteld per te vijzelen woning. De belangrijkste eisen worden weergegeven in Figuur 2-28, deze zijn ontleend aan de berekeningennota voor Lekdijk 13.

1.1 Functionele eisen

1.1.1 WO-F-02

| ID | WONEN Maatregelen ontwerpen | Verificatie | Aangetoond in |
|---------|--|-------------|---------------------------------|
| WO-F-02 | Maatregelen welke bij woningen in en buiten de ophoogzone dienen te worden genomen, zijn in standaard afspraken bepaald maar dienen per locatie (woning) nader ontwikkeld (onderzocht, ontworpen en berekend) te worden. | BER | Deze rapportage (BER-VCO-08609) |

1.2 Aspecteisen

1.2.1 WOC-As-32

| ID | WONING Waarborgen van Hoogteligging | Verificatie | Aangetoond in |
|-----------|---|-------------|---|
| WOC-As-32 | Van woningen welke in aanmerking komen voor aanpassingen in hoogteligging dienen stabiliteits- en sterkteberekeningen te worden opgesteld. Woningen variant D: - de funderingshoogte ligt beneden de toekomstige hoogte, - dit geldt voor huidige fundering: op staal of op palen, - zie figuur 20-2; locatie op BIND-A | BER | Hoofdstuk 7 van rapportage Den Boer CCI (pagina 14-16 van bijlage I) en MEM-OWN-08100 (pagina 1-11 van bijlage III) |

1.2.2 WOC-As-34

| ID | WONING Hoogte belasting | Verificatie | Aangetoond in |
|-----------|---|-------------|---------------------------|
| WOC-As-34 | De hoogte van de grondoplossing rondom woningen dient nooit/ niet hoger dan de actuele hoogte van de woning te zijn (in verband met operationele situatie van de woning). | BER | Onderstaande beschrijving |

1.3 Afgeleide eisen

1.3.1 E-00078

| ID | Afspraken bewoners | Verificatie | Aangetoond in |
|---------|--|-------------|---------------------------|
| E-00078 | Voor het ontwerpen van de gekozen oplossingen voor het versterken van de waterkering (van systeem KIS) dient per locatie rekening te worden gehouden met geotechnische en constructieve grenswaarden ten opzichte van bezwijken. | BER | Onderstaande beschrijving |

1.4 Eisen uit Bindende Documenten

1.4.1 BIND-H-001

| ID | Vijzelen/Versterken Algemeen | Verificatie | Aangetoond in |
|------------|--|-------------|-----------------------------|
| BIND-H-001 | De stalen buispalen en betonconstructie dient gedimensioneerd te worden op de horizontale belastingen ten gevolge van (toekomstige) dijkverhogingen en aanbermingen. | BER | MEM-OWN-08100 (Bijlage III) |

1.4.2 BIND-H-002

| ID | Vijzelen/Versterken Algemeen | Verificatie | Aangetoond in |
|------------|--|-------------|---|
| BIND-H-002 | Voor het bepalen van de krachten op de constructie dient uitgegaan te worden van het "Profiel van vrije ruimte" gebaseerd op een waterstand van MHW96+1m+benodigde waakhoogte, zoals opgenomen in de technische uitgangspunten Kinderdijk-Schoonhovenseveer. | BER | Bijlage II en onderstaande beschrijving |

1.4.3 BIND-H-003

| ID | Vijzelen/Versterken Algemeen | Verificatie | Aangetoond in |
|------------|--|-------------|---|
| BIND-H-003 | Het berekenen van de paalbelasting dient uitgevoerd te worden conform berekeningsmethode zoals opgenomen in de technische uitgangspunten Kinderdijk-Schoonhovenseveer. | BER | §7.7 van rapportage Den Boer CCI (pagina 16 van bijlage I), pagina 9-11 van MEM-OWN-08100 (bijlage III) en onderstaande beschrijving. |

| 1.4.4 BIND-H-004 | | | |
|------------------|--|-------------|---|
| ID | Vijzelen/Versterken Algemeen | Verificatie | Aangetoond in |
| BIND-H-004 | De funderingsconstructie dient te voldoen aan de vigerende voorschriften volgens de Eurocode (incl. nationale bijlagen). | BER | §7.5 en bijlage 4 van rapportage Den Boer CCI (pagina 15 en 130-150 van bijlage I). |

| 1.4.5 BIND-H-005 | | | |
|------------------|---|-------------|---|
| ID | Vijzelen/Versterken Algemeen | Verificatie | Aangetoond in |
| BIND-H-005 | De paalfundering dient te voldoen aan de vigerende voorschriften volgens de Eurocode (incl. nationale bijlagen) en CUR 228. | BER | §7.2 van rapportage Den Boer CCI (pagina 14 van bijlage I), pagina 9-11 van MEM-OWN-08100 (bijlage III) en onderstaande beschrijving. |

| 1.4.6 BIND-H-010 | | | |
|------------------|---|-------------|---------------|
| ID | Vijzelen Lekkijk 13 en Lekkijk 417 | Verificatie | Aangetoond in |
| BIND-H-010 | De woning dient 1,03 m opgevijzeld te worden. | BER | Bijlage II |

| 1.4.7 BIND-H-011 | | | |
|------------------|---|-------------|---|
| ID | Vijzelen Lekkijk 13 en Lekkijk 417 | Verificatie | Aangetoond in |
| BIND-H-011 | De fundering dient uitgevoerd te worden in nagespannen betonbalken. | BER | Nagespannen betonbalken worden niet toegepast. Dit heeft te maken met een verhoogd risico op instabiliteit. Afwijking AW-00148 is hiervoor opgesteld. |

Figuur 2-28 Eisen volgens BIND-H overgenomen uit berekeningnota

Sloop en herbouw van panden

Dit aspect zal niet worden beschouwd.

Afwatering

In de aspecteis in Figuur 2-29 is aangegeven dat de opdrachtnemer verantwoordelijk is voor de benodigde afwatering bij de realisatie van de dijkversterking.

| beschikbaarheid | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|--|
| ID | WONING Drainage algemeen | Bovenliggende eis(en) | Onderliggende eis(en) | |
| WOC-As-13 | Bij alle woningen waar de afwatering door de dijkversterking is veranderd dienen voorzieningen te worden getroffen om water af te voeren/ te draineren. - Bestaande voorzieningen die bij woningen zijn getroffen om water af te voeren/ te draineren dienen te zijn gehandhaafd en waar noodzakelijk te worden hersteld. | WOC-F-05 | geen | |
| Bron: | | | | |
| Verificatiemethode: Demonstratie | | | | |

Figuur 2-29 Aspecteis i.v.m. afwatering bij de woningen langs de dijkversterking (VSE)

2.1.4 Risico-analyse in projectplan fase en bij de aanbesteding

Risicodossier

Voorafgaande aan de aanbestedingsfase (2012) is een risico dossier opgesteld door het waterschap (excelsheet W2-055 2012-1304.03 Risicoregister KIS 12.04.12.xls). Dit risico dossier is destijds te samen met de overige stukken ingediend bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) ter review op het zogenaamde C3a moment (projectplanfase). In dit risicodossier zijn circa 60 toprisico's weergegeven welke zo goed als mogelijk zijn gekwantificeerd, in termen van geld, zodat een complete afweging van de

haalbaarheid van het plan kon worden opgesteld. Zoals bij dit soort risicobeschouwingen gaat zit hier een van grof naar fijn benadering in. In eerste instantie dient het inventariseren van de projectrisico's voor de afweging van de kansrijke oplossingsrichtingen, voor de VKA fase, daarna voor de kansrijke technieken gegeven een oplossingsrichting in de planuitwerkingsfase en daarna, in de uitvoeringsfase echt gericht op de risico's in de uitvoering met een veel hoger detailniveau. In de eerste fases gaat het erom of de risico's beheerst kunnen worden en zo niet, wat is de omvang van de risico's, zodat een complete afweging kan worden gemaakt tussen varianten en verschillende technieken. In de uitvoeringsfase dienen de risico's te worden beheerst met monitoringsplannen gecombineerd met risicobeperkende maatregelen.

In Figuur 2-30 zijn als voorbeeld een paar regels weergegeven uit het excel-ricodossier. Het excel-ricodossier is bedoeld voor de risico-inventarisatie ten einde een goede keuze voor het dijkverbeteringsalternatief te maken. Hierbij is het doel vooral om de risico's in omvang te kwantificeren en uit te drukken in geld.

| ID | DOORZAAK | GEVOLG | EXOGEEN EINDOEGEEN | BEHEERSMAATREGEL | GESCHATTE KOSTEN BEHEERSMAATREGEL | KANS | L | KANS (T-WAARDE) | U | GEVOLG GELD | L | GEVOLG GELD T-WAARDE TOTAAL | U | GEVOLG TTD | L | GEVOLG (T-WAARDE) TOTAAL |
|----|--|---|--------------------|--|-----------------------------------|------|-----|-----------------|-----|-------------|-------------|-----------------------------|-------------|------------|---|--------------------------|
| 33 | ondergrond gedraagt zich anders dan verwacht | - mogelijke afschuiving of ontelaatbare vervorming | exogeen | - Consolidatie-versnellende maatregelen: intensievere vert. drainage, beaudrain etc. etc. - (verdergaande) grondverbetering | € 150.000 | 3 | 25% | 37,5% | 50% | 4 | € 1.000.000 | € 1.500.000 | € 2.000.000 | 4 | 6 | 9 |
| 23 | 1. Te positieve inschatting verwerving minnelijke gronden 2. onvoldoende capaciteit op G/W ingezet 3. Onvoldoende helderheid in data bij beschikbaarheid gronden bij aanbesteding contract | procesverstoring aannemer leidt tot wijzigingen, vertraging en extra kosten | endogeen | -Prioriteitenstelling bij taxaties - Instrument Gedogen inzetten - Risico's bij de aannemer neerleggen - flexibiliseren eindmijpaal | € 350.000 | 3 | 25% | 37,5% | 50% | 3 | € 500.000 | € 750.000 | € 1.000.000 | 4 | 6 | 9 |

Figuur 2-30 Voorbeeld Excel-ricodossier vanuit de planuitwerkingsfase (Waterschap Rivierenland, 2018)

De geïdentificeerde risico's variëren van omgevingsrisico, contractuele risico's en geotechnische risico. Het risicodossier is hoofdzakelijk opgesteld om een beeld te krijgen van de omvang van de risico's gegeven het dijkverbeteringsplan. Beheersmaatregelen zijn genoemd maar op projectniveau niet op pandniveau. Het risicodossier is niet bedoeld als een risicoanalyse om gedetailleerd risico's op locaties te identificeren en te beheersen.

Op basis van de eisen uit de Vraagspecificatie proces (VSP) is een meer gedetailleerde risicoafweging gemaakt in de vorm van een risicoregisters. In Bijlage 7 van het VSP is het risicodossier voor de aanbestedingsfase weergegeven, welke door de verschillende aanbieders is ingevuld en uiteindelijk bij de gunning is beoordeeld door het waterschap:

| Nr | Risico | Oorzaak | Gevolg |
|----|--|--|--|
| 1 | Te hoge waterspanningen binnendijks, buitendijks en in de dijk | - Ophogingen verstoren ondergrond - Ondergrond gedraagt zich anders dan verwacht | - Afschuiving/ontlootbare vervorming van dijklichaam - (ernstige) Verzwakking dijklichaam - Veiligheid achterland kan niet worden gewaarborgd |
| 2 | Gedurende de uitvoering ontstaat schade aan woningen en/of gebouwen | Uitvoeringsmethode Trillingen/deformatie bodem | - Gebouweigenaar meldt schade - Werk wordt (tijdelijk) stilgelegd |
| 3 | Draagvlak verlies tijdens uitvoering van bewoners | - Door trillingen en zettingen wordt acceptatiegrens bewoners overschreden - Laconieke aanpak bij schadeafhandeling | Bewoners escaleren bij gemeente en waterschap waardoor werk vertraagd wordt |
| 4 | Optreden van meer restzetting dan voorspeld | Gedrag van ondergrond is anders dan verwacht | - Zettingsschade aan bijvoorbeeld rijweg (andere objecten) - Zettingsschade aan woningen en of gebouwen - Schadeclaims - Imago schade |
| 5 | Optreden van vervorming van de bodem leidt tot langzame uitvoering | - Slappe veenlagen - Onvoorspelbaar gedrag ondergrond | - Vertraging in de uitvoering - Kortere levensduur van dijkverbetering in geval van grotere kruinzetting - Frequentier en ingrijpender wegonderhoud |
| 6 | Geen draagvlak bij bewoners voor oplossingen van de Opdrachtnemer | - Opdrachtnemer moet overleggen met bewoners. - Opdrachtnemers willen rechtstreeks contact met WSR - Opdrachtnemer gaat voor 6- richting bewoners | - Ontevredenheid/klachten - Escalatie, procedures - Werk wordt stilgelegd |
| 7 | Interne kwaliteitsborging Opdrachtnemer is niet voldoende | - Het vastleggen van afwijkingen in documenten is onvoldoende geregeld - Audits vinden niet/onvoldoende plaats Contractbeheersing is niet op orde | - Eindproducten voldoen niet aan de eisen - Opdrachtgever kan niet bouwen op kwaliteitssysteem Opdrachtnemer |
| 8 | Tijdens de uitvoering ontstaat (overmatige) verkeersoverlast voor omwonenden en bedrijven | - Uitvoeringsmethode Opdrachtnemer - Dijkvakken afgesloten - Omrijroutes staan niet/slecht aangegeven - Onvoldoende communicatie over afsluitingen - Veel en zwaar (werk)verkeer | - Woningen slecht/niet bereikbaar - Bedrijven slecht/niet bereikbaar - Hulpdiensten hebben geen/onvoldoende toegang tot het gebied - Klachten en ongevallen |
| 9 | Opdrachtnemer start zonder een geaccepteerd projectmanagementplan | Opdrachtnemer wil snel aan de slag en vindt kwaliteitsbeheersing minder van belang | Procesbeheersing Opdrachtnemer onvoldoende |
| 10 | Damwanden komen niet op diepte | - Onvoldoende kennis van de ondergrond - Uitvoeringsmethode levert niet gewenst resultaat | - Geen veilige kering - Eindproduct wordt niet geaccepteerd |
| 11 | Aantreffen van een archeologische vindplaats | Onderzoek dekt niet alle mogelijke vondsten | Project (tijdelijk) stilgelegd ter plaatse van archeologische vindplaats |
| 12 | Beheerder beschikt niet over gegevens en data na oplevering | - Registratie afwijkingen onvoldoende - Gegevensoverdracht Opdrachtnemer onvoldoende | As-built tekeningen onbruikbaar/onvolledig Overdrachtsdoosier niet compleet |
| 13 | Het openhouden van de dijk voor (doorgaand) verkeer is bij Nw-Lekkerland tijdens het aanbrengen van constructies fysiek niet mogelijk. | - Drukke tweezijdige verkeersstroom - Benodigde werkruimte voor het aanbrengen van constructies maken het Werk moeilijk uitvoerbaar | Lange omrijroutes met afnemend draagvlak en bestuurlijke escalatie |
| 14 | Slechte regie/visie door Opdrachtnemer op sloop/herbouw woningen | - Opdrachtnemer leeft contract niet na. - Onvoldoende communicatie met bewoners - Regie (versnel) aanbrengen grondoplossingen ontbreekt | - Herbouw kan niet op tijd plaatsvinden - Bewoners moeten langer een tijdelijke woning huren - Schadeclaims bewoners |
| 15 | De geluidsoverlast tijdens uitvoering valt niet binnen de normen van de Wet WSUNG (Samenwerken in de Uitvoering van Nieuw Geluidsbeleid) | Opdrachtnemer houdt zich niet aan de normen | klachten bewoners |
| 16 | Uitvoering beïnvloedt grondwaterwingsgebied Oasen | Opdrachtnemer houdt zich niet aan de vergunningsvoorwaarden | werk stil leggen |

Figuur 2-31 Risicodossier vanuit de VSP, wat door iedere aanbieder moest worden opgesteld (Waterschap Rivierenland, 2018)

In het contractdocument is aangegeven hoe en wanneer de aannemer een risicoregister moet aanvullen/opstellen. Dit dossier, behorende bij de inschrijving, is opgesteld door CDVM en is beoordeeld door het Waterschap.

Veiligheids- en gezondheidsrisico's

De veiligheids- en gezondheidsrisico's zijn in kaart gebracht en weergegeven in de Lijst Kritieke Onderdelen. Onderscheid is gemaakt in veiligheids- en gezondheidsrisico's vanuit het ontwerp en veiligheids- en gezondheidsrisico's vanuit de omgeving. Per risico zijn ook de beheersmaatregelen weergegeven.

LKO is Lijst Kritieke Onderdelen, vastgelegd in de diverse SPE- rapportages. Er is gekozen om deze lijst specifiek per uitvoeringsvak op te stellen en niet in het daarvoor bedoelde generieke document P16131475-LKO-OWN-[09415].

In de lijst kritieke onderdelen (LKO) is een overzicht opgenomen van aspecten die vanuit het ontwerp gezien benadrukt moeten worden voor de werkvoorbereiding en realisatie.

In het LKO is ingegaan op risico's met betrekking tot het bouwproces van de constructies en met betrekking tot nauwkeurigheid van de monitoring bij de panden.

2.1.5 Onafhankelijke toetsing ontwerp- in de gunningsfase (vraag 2 en 3)

In het Aanbestedingsleidraad met zaaknummer 201301184 (Waterschap Rivierenland, 2013c) staat aangegeven hoe de toetsing op de verschillende aspecten door het Waterschap was georganiseerd. In dit document staan de gunningscriteria aangegeven.

| | | |
|------|--|----|
| 4.1. | Gunningscriterium..... | 12 |
| 4.2. | Stap 1: toetsing compleetheid..... | 12 |
| 4.3. | Stap 2: beoordeling criterium Prijs..... | 13 |
| 4.4. | Stap 3: beoordeling criterium Beperking doorgaande dijkweg..... | 13 |
| 4.5. | Stap 4: beoordeling criterium Beperking bouwkundige schades..... | 13 |
| 4.6. | Stap 5: beoordeling criterium Aanpak omgevingsaspecten..... | 15 |
| 4.7. | Stap 6: bepaling fictieve inschrijfsom en EMVI..... | 16 |

Figuur 2-32 Gunningscriteria (bron Aanbestedingsleidraad (Waterschap Rivierenland, 2013c))

In stap 1, de toetsing op compleetheid, is de eerder in het Fase 1, zie ook (Deltares, 2021), genoemde toets van de commissie Vrijling opgenomen.

Aanvullende toetsing bij Niet-bewezen dijkversterkingstechnieken

Een Inschrijving met één of meerdere Niet-bewezen dijkversterkingstechnieken wordt getoetst conform het toetsingskader Niet-bewezen dijkversterkingstechnieken in Bijlage 1 van deze Aanbestedingsleidraad. Indien deze toetsing leidt tot een negatief advies van de commissie Vrijling (zie Bijlage 1) over de toepassing van een aangeboden techniek in het Werk, dan sluit de Aanbestedende dienst de Inschrijving uit van verdere deelname.

Figuur 2-33 Toelichting stap 1 uit de Aanbestedingsleidraad (Waterschap Rivierenland, 2013c)

De oplossing van de boorpalen wand is door deze commissie beoordeeld. Hierbij is gesteld dat er geen sprake was van een "niet bewezen" techniek. De stappen 2 en 3 zijn beoordeeld door de opdrachtgever in dit geval medewerkers van het Waterschap Rivierenland. Voor de beoordeling op stap 4 heeft het waterschap zich door een EMVI-commissie laten bij staan. In de EMVI-commissie zaten vertegenwoordigers van het waterschap en externe deskundigen. Met betrekking tot stap 4 staat het volgende in de Aanbestedingsleidraad aangegeven. Zie Figuur 2-34.

4.5. Stap 4: beoordeling criterium Beperking bouwkundige schades

Voor dit criterium is een beoordelingsteam samengesteld met vier ter zake kundige specialisten van WSRL en Deltares. Het beoordelingsteam beoordeelt het Plan van aanpak kritische locaties (zie §3.1, onder punt 3).

De beoordeling vindt per locatie plaats op basis van drie beoordelingscriteria:

- | | |
|---------------------------|--|
| A: trillingsbeperking: | mate van voorkomen dan wel minimaliseren van trillingen weging: 50% |
| B: vervormingsbeperking: | mate van voorkomen dan wel minimaliseren van vervormingen weging: 25% |
| C: robuustheid obstakels: | mate van gevoeligheid voor obstakels in de dijk Weging: 25% |

Elk lid van het beoordelingsteam beoordeelt het plan van aanpak kritische locaties op de beoordelingscriteria A, B en C. Daarna komen alle beoordelingsteamleden bij elkaar en komen in overleg tot een unanieme beoordeling per locatie per beoordelingscriterium, conform de beoordelingscategoriën in onderstaande beoordelingstabel.

Figuur 2-34 Toelichting op stap 4 uit de Aanbestedingsleidraad (Waterschap Rivierenland, 2013c)

De panden genoemd in paragraaf 3.1 punt 3 van de Aanbestedingsleidraad betreft 28 panden met een hoge schadeverwachting:

| Straat | Huisnummer(s) | Plaats |
|--------------|-----------------|--------------------|
| 1 Lekdijk | 398 en 397 | Nieuw - Lekkerland |
| 2 Lekdijk | 396 | Nieuw - Lekkerland |
| 3 Lekdijk | 367 en 365 | Nieuw - Lekkerland |
| 4 Lekdijk | 361 en 360 | Nieuw - Lekkerland |
| 5 Lekdijk | 360 | Nieuw - Lekkerland |
| 6 Lekdijk | 353 | Nieuw - Lekkerland |
| 7 Lekdijk | 351 | Nieuw - Lekkerland |
| 8 Lekdijk | 349 | Nieuw - Lekkerland |
| 9 Lekdijk | 341 en 340 | Nieuw - Lekkerland |
| 10 Lekdijk | 337 | Nieuw - Lekkerland |
| 11 Lekdijk | 327 | Nieuw - Lekkerland |
| 12 Lekdijk | 324 en 323 | Nieuw - Lekkerland |
| 13 Lekdijk | 320 en 319 | Nieuw - Lekkerland |
| 14 Lekdijk | 318 | Nieuw - Lekkerland |
| 15 Lekdijk | 315 | Nieuw - Lekkerland |
| 16 Lekdijk | 233, 234 en 235 | Nieuw - Lekkerland |
| 17 Lekdijk | 231 | Nieuw - Lekkerland |
| 18 Lekdijk | 225 | Nieuw - Lekkerland |
| 19 Lekdijk | 201,203 en 203a | Nieuw - Lekkerland |
| 20 Lekdijk | 187 en 197 | Nieuw - Lekkerland |
| 21 Lekdijk | 181, 183 en 185 | Nieuw - Lekkerland |
| 22 Lekdijk | 60 | Nieuw - Lekkerland |
| 23 Lekdijk | 53 en 52 | Nieuw - Lekkerland |
| 24 Lekdijk | 11 en 11a | Nieuw - Lekkerland |
| 25 Dorpslaan | 1 | Nieuw - Lekkerland |
| 27 Boezem | 17 en 16 | Streefkerk |
| 28 Gelkenes | 49 | Groot Ammers |

Figuur 2-35 Kritieke panden (bron (Waterschap Rivierenland, 2013c))

Gunningscriteria stap 5 en stap 6 zijn uitgevoerd door specialisten van het Waterschap.

Samenvattend

Bij de beoordeling van het plan van de CDMW heeft de commissie Vrijling (voor de samenstelling wordt verwezen naar het opgestelde rapport van fase 1 (Deltares, 2021)) een oordeel gegeven op stap 1 van de aanbestedingsleidraad. Bij de beoordeling van punt 4, beoordeling criterium beperking bouwkundige schades heeft WSRL zich laten bijstaan door een EMVI-commissie. De overige punten zijn door specialisten van het waterschap beoordeeld.

De planning waarbinnen de gunning van het werk is uitgevoerd is hieronder weergegeven:

| Uiterste termijn/ activiteit: | datum: |
|--|-------------------------------------|
| Uitnodiging tot inschrijving | 5 februari 2013 |
| Startbijeenkomst | 8 februari 2013 9.00 – 12.00 uur |
| Uiterste indientermijn vragen, 1e Nota van Inlichtingen | 20 februari 2013, 12.00 uur |
| Sluiting verzoek tot individuele inlichtingenbijeenkomst | 11 maart 2013 |
| Uitnodiging tot individuele inlichtingenbijeenkomst | 12 maart 2013 |
| Individuele inlichtingenbijeenkomsten | 19 of 20 maart 2013 |
| Uiterste indientermijn vragen, 2e Nota van Inlichtingen | 29 maart 2013, 12.00 uur |
| Uiterste indientermijn vragen, 3e Nota van Inlichtingen | 7 mei 2013, 12.00 uur |
| Sluiting indienen Inschrijvingen | 18 juni 2013, 12.00 uur |
| Inhoudelijke beoordeling en bestuurlijke besluitvorming | 19 juni – medio augustus 2013 |
| Voornemen tot gunning | Medio augustus 2013 |
| Definitieve gunning & opdrachtverlening | begin september 2013 |

Figuur 2-36 Aanbestedingproces (Aanbestedingsleidraad (Waterschap Rivierenland, 2013c))

Hieruit volgt dat de periode van juni tot circa september 2013 is uitgetrokken voor de gunning van de werkzaamheden. In deze fase zijn de inschrijvingen beoordeeld langs de lat van de aanbestedingsdocumenten en EMVI-criteria. Later, na gunning zijn de plannen, zeker als het gaat om de risicobeheersing, nader uitgewerkt.

2.2 Van contracteisen naar werkplannen voor de uitvoering

2.2.1 Inleiding

Uitgaande van de in paragraaf 2.1 behandelde contracteisen zal vervolgens worden ingegaan op de werkwijze, die door CDVM in haar werkplannen is vastgelegd m.b.t. de te realiseren dijkversterking. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de volgende categorieën:

- De realisatie van de grondophogingen en de eventuele beïnvloeding daarvan op de bebouwing.
- De realisatie van de constructieve maatregelen en de eventuele beïnvloeding daarvan op de bebouwing.

Bij het vastleggen van de aanpak tijdens de realisatie zal ook worden aangegeven hoe de monitoring is ingevuld bij de bebouwing, waarbij er onderscheid wordt gemaakt in:

- Panden die bij de te realiseren grondoplossingen staan, waarbij er onderscheid is gemaakt in (zie ook Figuur 2-10):
 - A. Grondoplossingen met steunbermen.
 - B. Sloop en herbouw van panden op de gerealiseerde steunbermen.
 - C. Realisatie van grondoplossingen rondom panden die hoog genoeg liggen.

- D. Het opvijzelen van panden die te laag liggen en het realiseren van grondbermen er om heen.
- E. Het afschermen van panden (groenecirkelpanden).
- Panden die bij de te realiseren constructies staan.
- Groene cirkelpanden, die dicht bij grondophogingen staan en in enkele gevallen ook dicht op de palenwanden.

Omdat de werkwijze bij de gerealiseerde dijkversterking van groot belang is voor het behandelen van de in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** genoemde aspecten van Van Baars, zal eerst worden ingegaan op de werkplannen voor de uitvoering van de verschillende onderdelen van de dijkversterking. Dit betreft het volgende:

- Oplegnotitie en ontwerpdocumenten uitvoeringsontwerp grond binnendijs.
- Het werkplan bij de groenecirkelpanden.
- Het werkplan van de betonnen diepwanden.
- Het werkplan van de barettenwanden.
- Het werkplan van de verankerde boorpalenwanden.
- Werkplan en ontwerpdocumenten uitvoeringsontwerp Vijzelen.

In deze fase van het onderzoek wordt geen aandacht besteed aan de over ca. 2,5 km rivierwaartse grondophogingen omdat de verwachting in eerste instantie was dat deze ophogingen geen direct effect hebben op de binnendijs gelegen bebouwing.

2.2.2 Oplegnotitie en ontwerpdocumenten uitvoeringsontwerp grond binnendijs

Het ruimtelijk ontwerp van de dijkversterking in grond lag vast op de tekeningen van BIND-A. De aannemer diende nog wel een uitvoeringsontwerp te maken waarin hij aan de hand van de in BIND-B beschreven methode de benodigde zettingscompensatie moest bepalen. In BIND-B is aangegeven dat 50 jaar na de oplevering van de dijkverbetering in 2017, het gewicht van de aangebrachte grond minimaal gelijk moet zijn aan het aan te brengen gewicht in BIND-A. Voorts diende de aannemer een zodanig ophogtempo te bepalen en aan te houden dat de stabiliteit van de waterkering verzekerd blijft en er geen schade aan de omgeving wordt veroorzaakt. Per dijksectie zijn door de aannemer ten behoeve van het uitvoeringsontwerp van de binnendijkse ophogingen een serie ontwerpdocumenten opgesteld:

- Verificatieplan:
Documentnr. P16131475-VPL-OWN-[volgnummer].
- Ontwerpnota:
Documentnr. P16131475-ONO-OWN-[volgnummer].
- Berekeningnota:
Documentnr. P16131475-BER-OWN-[volgnummer].
- Specificatienota:
Documentnr. P16131475-SPE-OWN-[volgnummer].
- Verificatierapport:
Documentnr. P16131475-VRA-OWN-[volgnummer].

Indien nodig zijn er voor specifieke onderwerpen aanvullende memo's geschreven.

In het verificatieplan (VPL) is aangegeven welke eisen aangetoond worden in de ontwerpfase en hoe de eisen aangetoond gaan worden. Tevens is aangegeven door wie en op welk moment de verificatie uitgevoerd wordt. De voorgeschreven verificatiemethoden, de wijze waarop een eis geverifieerd wordt en de locatie waar dit wordt vastgelegd zijn in het plan opgenomen

De verificatie van de in dit plan beschreven eisen vindt direct in het ontwerp plaats. Het resultaat van de verificatie zal worden beschreven in het verificatierapport (VRA).

In de ontwerpnota (ONO) zijn de eisen en randvoorwaarden die aan het te ontwerpen object worden gesteld en de wijze waarop het ontwerp inhoud geeft aan het gespecificeerde in de ontwerp-specificatie beschreven. Daarnaast is in het ONO-rapport de wijze beschreven waarop het ontwerp inhoud geeft aan de geometrische eisen (rekening houdend met tolerantie) en is toegelicht op welke wijze de berekeningen uitgevoerd zullen worden.

In de berekeningnota (BER) zijn de resultaten van de uitgevoerde berekeningen op een gedetailleerde manier beschreven. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de in de ontwerpnota (ONO) beschreven methoden.

Voor de binnendijkse grondoplossingen zijn BER rapporten beschikbaar voor het ontwerp en uitvoering van de bermen, het ontwerp van de beschermingsmethode voor de Groene-cirkelpanden en andere objecten, die worden beïnvloed door de dijkversterking zoals bijvoorbeeld leidingkruisingen

De specificatienota (SPE) geeft een beschrijving van de specificaties voor de inkoop van materiaal, materieel en diensten en de kritieke uitvoeringsonderdelen in het ontwerp, die meegenomen dienen te worden in werkvoorbereiding en uitvoering

Het verificatierapport (VER) beschrijft de verificatie van de eisen van het uitvoeringsontwerp. De verificatie is uitgevoerd aan de hand van het geaccepteerde verificatieplan en de eventuele wijzigingen die tijdens het ontwerpproces zijn doorgevoerd. In het verificatierapport is aangegeven welke eisen aangetoond zijn met het ontwerp en hoe de eisen aangetoond zijn.

In de door de aannemer opgestelde Berekeningsnota: met titel: Oplegnotitie Uitvoeringsontwerp binnendijks, kenmerk: P16131475-BER-OWN-09900, datum 20-01-2015, is de aanpak beschreven van de bepaling van de zettingscompensatie¹ en de bepaling van het ophoogtempo.

In deze BER worden de volgende eisen voor alle secties aangetoond:

- S-As-02 - De (uitvoerings-) stabiliteit van de waterkering mag nooit in gevaar komen. Specifieke eisen staan aangegeven bij Waterkering.
- WK-As-11 - Voldoende stabiliteit van de waterkering steunberm binnenwaarts wordt bereikt door een benodigd aan te brengen gewicht van de steunberm volgens locatie aangegeven op BIND-A.
- WK-As-12 - Voldoende stabiliteit van de waterkering dient te worden bereikt door het benodigd gewicht aan te brengen middels het aanbrengen van grond conform - locatie BIND-A, - berekenmethode BIND-B gewichtsbenadering.

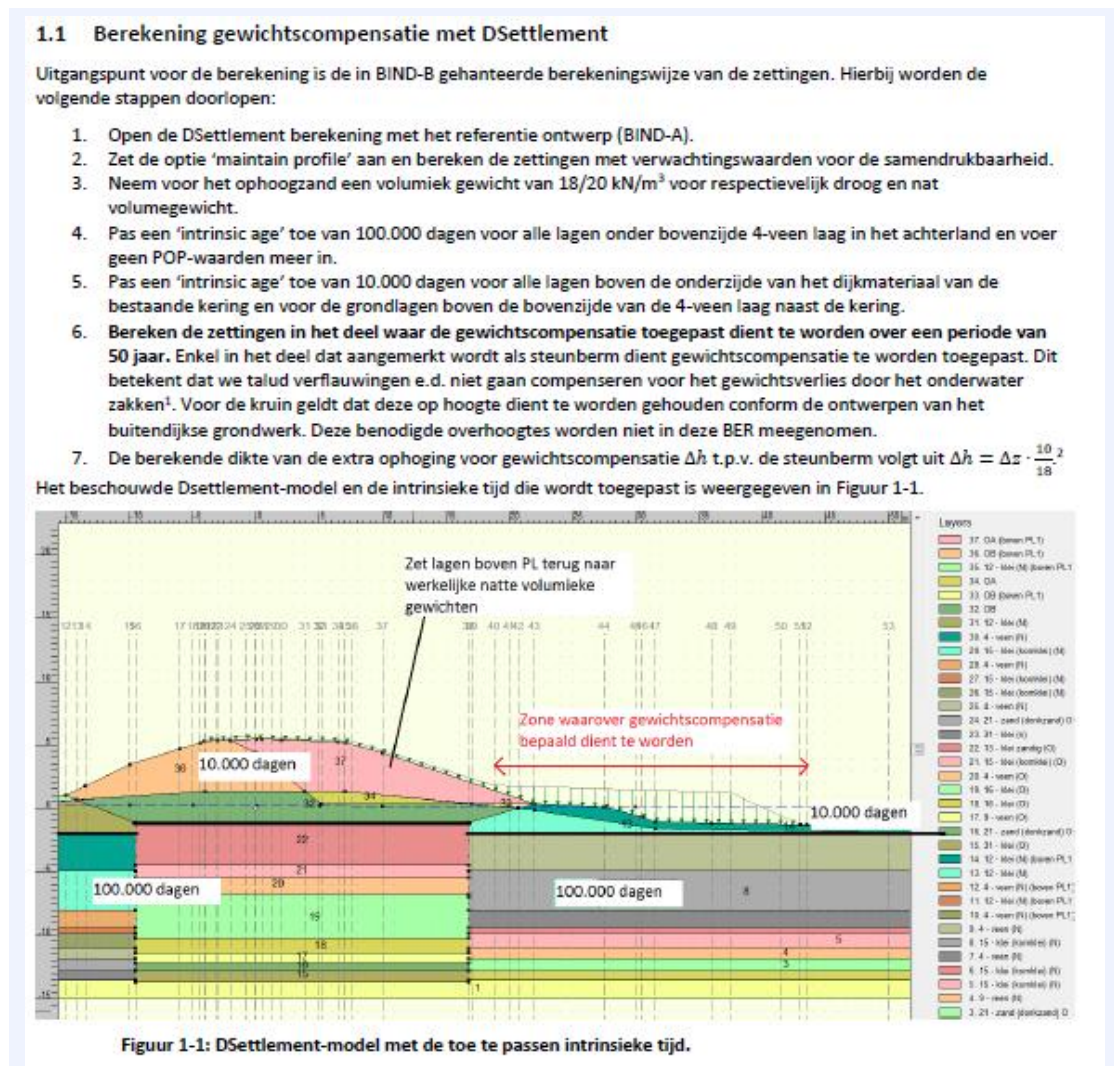
¹ In verband met het onder water zakken van een deel van het ophoogmateriaal

Zetting en gewichtscompensatie

Voor alle dijksecties is de theoretische gewichtscompensatie bepaald conform de in BIND-B beschreven methode. De grootte van de gewichtscompensatie berekend door de volgende formule:

$$\text{Zettingscompensatie [gewicht]} = \text{Zettingscompensatie [hoogte]} \times \frac{10}{18}$$

Hierin is de zettingscompensatie [hoogte] de berekende zetting en de zettingscompensatie [gewicht] de aan te brengen extra hoogte ten opzichte van het ontwerp volgens BINDA. In Figuur 2-37, Figuur 2-38 en Figuur 2-39 is de tekst uit de Oplegnotitie Uitvoeringsontwerp binnendijks, kenmerk: P16131475-BER-OWN-09900 (Waterschap Rivierenland, 2018) weergegeven.

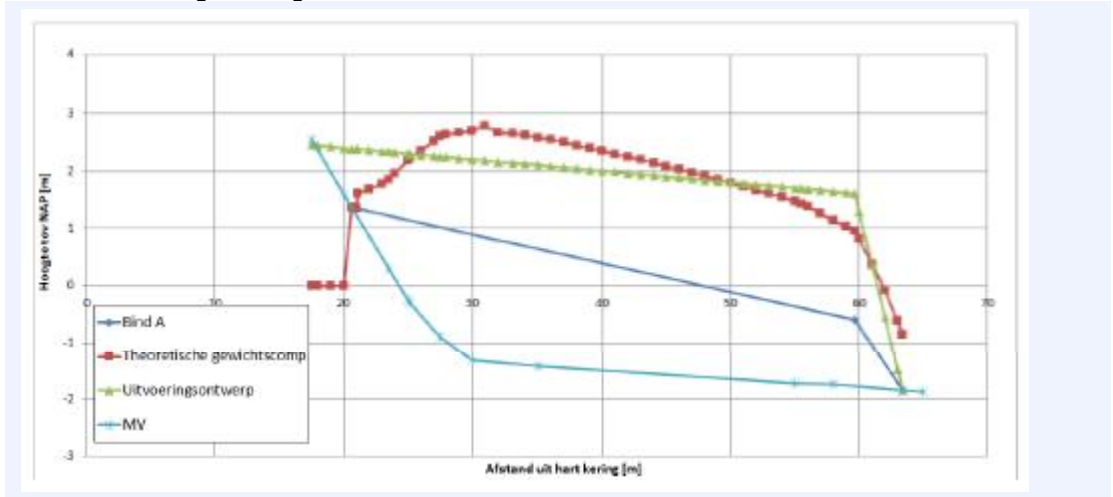


Figuur 2-37 Methode bepalen gewichtscompensatie (uit Oplegnotitie Uitvoeringsontwerp binnendijks, kenmerk: P16131475-BER-OWN-09900)

De theoretisch bepaalde gewichtscompensatie wordt bewerkt tot een zogenaamd overhoogte-model. Het overhoogte-model is een "werkbaar" model (dwarsprofiel ten behoeve van de uitvoering), zie Figuur 2-38. In deze figuur is in rood het resultaat van de overhoogte berekening weergegeven en in groen het werkbaar overhoogte model voor de uitvoering.

In afwijking op de beschreven methode in BIND-B is met een lager volumieke massa van het ophoogmateriaal gerekend. Een en ander op basis van de verwachte volumieke massa van

het verdichte toe te passen ophoogmateriaal. (17,5 kN/m³ i.p.v. 18,0 kN/m³). In de nota wordt ook aangegeven hoe het overhoogte-model in het terrein wordt uitgezet ten behoeve van de uitvoering. Zie Figuur 2-39.



Figuur 2-38 Voorbeeld werkbaar overhoogte model (uit Oplegnotitie Uitvoeringsontwerp binnendijks, kenmerk: P16131475-BER-OWN-09900)

2.1 Praktische vertaling theoretisch overhoogte-model naar praktijk

Aangezien de berm volgens het contract niet op een voorgeschreven hoogte hoeft te liggen maar enkel het berekende gewicht aanwezig moet zijn, wordt op de zakbaken een meetsticker aangebracht die de bovenkant van de te maken ophoging aangeeft (op basis van een gewicht van het ophoogmateriaal van $17,5 \text{ kN/m}^3$). Omdat de zakbaak mee zakt met de berm zal de berekende dikte dus altijd worden bereikt, indien de ophoging tot deze meetsticker reikt. Deze hoogte van de sticker wordt als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} & \text{Relatieve hoogte sticker op zakbaak t. o. v. onderkant voetplaat} \\ & = \text{onderkant zakbaak} + \text{dikte berm volgens BIND} - A \\ & + \text{zettingscompensatie berekend met } D_{\text{Settlement}} \text{ (incl correctie ivm volumegewicht van } 17,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}) \\ & + \text{diepte o. k. zakbaak onder maaiveld.} \end{aligned}$$

Dit idee is weergegeven in Figuur 2-1. Als de zakbaken uit Figuur 2-1 zo geplaatst worden dat ze in de karakteristieke 'knik'-punten van de berekende berm staan, kan eenvoudig worden bepaald of het grondwerk klaar is. Zo kunnen we de bovenzijde van alle aan te brengen slagen al direct aangeven met een aparte kleur sticker.

De positie van de zakbaken/paaltjes wordt dan van de polderzijde richting de dijk (zie figuur 4):

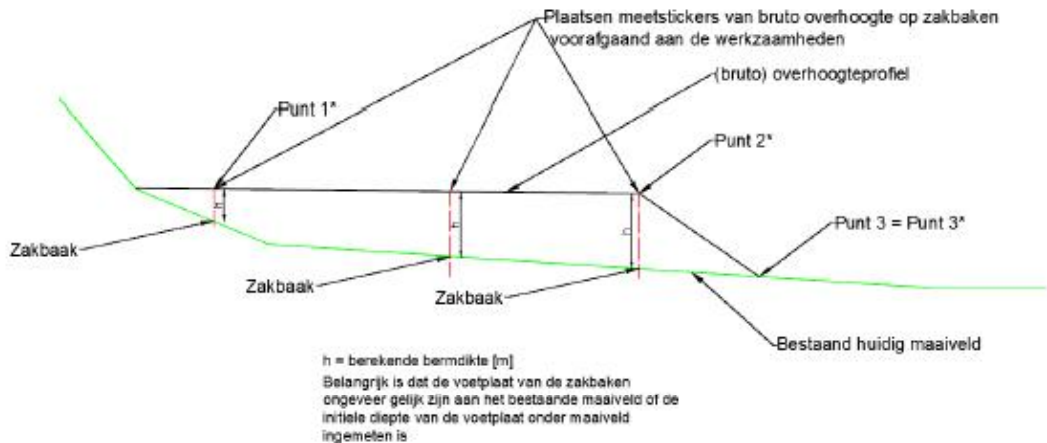
Punt 3: x,y en z volgens BIND-A (rechter werkgrens); hier hoeft geen zakbaak te worden geplaatst; volstaan kan worden met een paaltje.

Punt 2: x,y volgens BIND-A, z volgens Bind-A + zettingscompensatie; hier wordt een zakbaak geplaatst.

Punt 1: x,y, z berekend volgens het overhoogte-model (Excel-sheet); ook hier hoeft geen zakbaak te worden geplaatst, maar kan worden volstaan met een paaltje.

In feite komt het erop neer dat ter plaatse van elk knikpunt in het op te hogen profiel een zakbaak wordt geplaatst. Om een goede indicatie te krijgen van de optredende zakkingen is het verstandig om tussen de punten 3 en 2 en tussen de punten 1 en 2 m nog een zakbaak te plaatsen; op een afstand van 10 m tot punt 1 en op een afstand van 10 m tot punt 2.

De berekende hoogte bij het maatgevende profiel t.o.v. het initiële maaiveld wordt overgenomen op de rest van de zakbaken binnen de sectie.



Figuur 2-1: Principe t.b.v. bereiken gewenste berm dikte.

Figuur 2-39 Vertaling theoretische overhoogte-model naar de praktijk (uit Oplegnotitie Uitvoeringsontwerp binnendijks, kenmerk: P16131475-BER-OWN-09900)

Stabiliteit tijdens de uitvoering

De uitvoeringsstabiliteitsfactor is bepaald in een maatgevende sectie, voor twee scenario's:

- Hoogwater, bouwfase (alle ophoogslagen).
- Extreme neerslag (alle ophoogslagen).

De maatgevende sectie is bepaald op basis van een aantal geometrische criteria en de stabiliteitsfactor.

5.6 Conclusie uitvoeringsstabiliteit

Uit bovenstaande analyse blijkt dat de stabiliteit door het aanbrengen van de steunberm toeneemt. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het gewicht van de steunberm. Verder is het belangrijk dat de wateroverspanningen voldoende zijn afgenomen voordat een volgende slag aangebracht kan worden. Dit is belangrijk om voor voldoende effectieve spanningen te zorgen zodat de stabiliteit in de teen van de steunberm voldoende blijft en de vervormingen (met name rond woningen) beperkt blijven. Uit de analyse blijkt dat voor de lokale stabiliteit (in de teen van de steunberm bij de Bakwetering) de bovenste slappe veenlaag tot minimaal 90% geconsolideerd is. Op basis van het buitendijks gemeten waterspanningsverloop lijken de veenlagen in circa 4 tot 6 weken volledig geconsolideerd te zijn mits in deze lagen verticale drainage is aangebracht. Wanneer geen verticale drainage aanwezig is, is de consolidatietijd meer, circa 60 dagen.

Hieronder volgen aanwijzingen die gevolgd moeten worden voor een veilige uitvoering van de binnendijkse ophogingen. Door deze criteria te handhaven **wordt voldaan aan eis S-As-02**.

Voor een veilige uitvoering van de steunbermen dienen de volgende zaken in acht genomen te worden:

- De eerste slag dient met grote voorzichtigheid aangebracht te worden omdat dit, vanuit het oogpunt van dijkveiligheid, de meest kritische ophoogslag is;
- Voor de bovenste veenlagen geldt de eis dat minimaal 90% van de wateroverspanning moet zijn gedissipeerd. De snelheid waarmee de dissipatie plaatsvindt is afhankelijk van de aanwezige grondsoort en de aanwezigheid van verticale drainage. Als minimale wachttijd wordt derhalve 60 dagen aangehouden;
- Vrijgave voor een volgende slag wordt gedaan door een geotechnisch adviseur. Een eventuele afwijking van bovenstaande criteria dient eveneens getoetst te worden door een geotechnisch adviseur.

Figuur 2-40 Aanpak uitvoeringsstabiliteit (uit Oplegnotitie Uitvoeringsontwerp binnendijks, kenmerk: P16131475-BER-OWN-09900)

Uit de tekst van Figuur 2-40 blijkt dat het vrijgeven van een volgende ophoogslag altijd door een geotechnicus wordt gedaan. De geotechnicus toetst of er voldoende consolidatie is opgetreden om, en daarmee of de stabiliteit het toelaat om een volgende slag te kunnen aanbrengen.

Uit de tekst in Figuur 2-41 blijkt dat op basis van monitoring van waterspanningsmeters en zakbaken het uitvoeringstempo wordt bewaakt en zo nodig wordt de planning bijgesteld en dat wordt bewaakt dat minimaal het benodigde bermgewicht wordt aangebracht.

6 CONCLUSIES

Met deze berekeningennota is de berekende theoretische gewichtscompensatie bepaald op basis van de in BIND-B voorgeschreven berekeningsmethode. Hierin is voor de intrinsieke tijd van de grondlagen t.b.v. het abc Isotachen model 100.000 dagen aangehouden voor diepe klei en veen laag en 10.000 dagen voor het bestaande dijkmateriaal en de bovenste kleilaag in het achterland. Voor de grondparameters in deze berekeningen is uitgegaan van de voorgeschreven verwachtingswaardes voor de grondstijfheid- en volumieke massa. De resulterende berekende gewichtscompensatie is m.b.v. een Excel-sheet omgerekend naar een praktisch overhoogte-model t.b.v. uitvoering. De resulterende overhoogte die nu in het werk moet worden aangebracht kan vervolgens eenvoudig worden aangegeven op zakkbakken, waardoor de benodigde hoeveelheid grond ook daadwerkelijk wordt aangebracht.

Deze zakkbakken stelt CDVM tevens in staat om de zakking van de berm in de tijd te monitoren. Dit is van belang om het gebruik van verwachtingswaardes te valideren. Indien grote verschillen in negatieve zin zullen optreden (dus de berm zakt veel meer dan berekend) zal een nieuwe analyse worden gemaakt om de benodigde gewichtscompensatie te bepalen. Met deze aanpak zorgt CDVM ervoor dat de benodigde hoeveelheid gewicht over de referentieperiode van 50 jaar aanwezig is, hiermee wordt voor alle binnendijkse secties binnen het systeem KIS voldaan aan **WK-As-11** en **WK-As-12**.

Omdat de berm ook na het opleveren door CDVM nog zal zakken wordt de berm na de laatste slag van zand naar 1:30 geprofileerd en voorzien van een kleideklaag van ECII van 30 cm. De eerste 4m van de berm vanaf het talud wordt voorzien van 70 CM ECII klei. De berm zal dan na verloop van tijd zetten richting de 1:20 volgens het referentie ontwerp van Witteveen en Bos.

Door het ophogen van de berm tot de berekende hoeveelheid grond is bereikt, ontstaat het gevaar dat de kering instabiel wordt indien dit te snel wordt uitgevoerd. Hierbij moet worden bedacht dat tijdens het aanbrengen van gewichtsbermen de effectieve spanningen enkel zullen toenemen. Hierdoor zal de oprijfveiligheid per slag toenemen indien de cohesieve lagen voldoende geconsolideerd zijn. Om te bepalen of het veilig is om een nieuwe slag aan te brengen zal worden gekeken naar de waterspanningsmeters en zakkbakken die door CDVM zijn geplaatst. CDVM beschouwt hierbij twee scenario's:

1. Als de wateroverspanningen in de veen en kleilagen grotendeels zijn afgenomen (gemeten door de waterspanningsmeters naar de waardes voorafgaand aan de laatste slag) kan de volgende slag worden aangebracht. Vanuit de grondmechanica volgt namelijk dat de effectieve spanning is toegenomen en dus de stabiliteit van het glijvlak groter is geworden.
2. Als de wateroverspanningen nog niet volledig zijn afgenomen kan niet zonder meer worden bepaald of de kering veilig is. In dit geval zal CDVM dezelfde ophoogsnelheid hanteren als berekend in de berekeningennota's van het binnendijkse grondwerk. Hierin is aangetoond dat met de in de berekening aangehouden wachttijd de eerste twee slagen aangebracht kunnen worden. Vooralsnog wordt overal uitgegaan van een ophoogsnelheid van 0,5 m per 2 maanden, in gebieden waar verticale drainage aanwezig. Indien hier vanaf-geweken wordt, dient een geotechnisch adviseur te worden geraadpleegd.

Als aan één van twee bovenstaande punten wordt voldaan kan met zekerheid worden gesteld dat geen afschuivingen ontstaan en de veiligheid van de waterkering niet in gevaar komt. Hiermee wordt voor alle binnendijkse grondwerken voldaan aan **S-As-02**.

Figuur 2-41 Aanpak zettingscompensatie en uitvoeringsstabiliteit (uit Oplegnotitie Uitvoeringsontwerp binnendijks, kenmerk: P16131475-BER-OWN-09900)

Tevens is in de door de aannemer opgestelde Berekeningsnota's (UO grond binnendijks) per dijksectie of combinatie van dijksecties beschreven hoe met de stabiliteit tijdens de uitvoering wordt omgegaan. In deze nota's wordt allen de uitvoeringsstabiliteit en het ophoogetempo van de eerste twee ophoogslagen beschreven. De ophoogslagen zijn 0,5 m dik. Voor de ophoogslagen wordt een vaste planning aangehouden van 60 dagen tussen de slagen. Bij de tweede slag wordt rekening gehouden met de consolidatie en zetting na 60 dagen. Dat wil zeggen dat bij het aanbrengen van de tweede slag de theoretisch berekende consolidatie en zetting van de eerste slag in de berekening van de stabiliteit wordt meegenomen.

De vervolg ophoogslagen worden op basis van monitoring van waterspanningen en zettingen vrij gegeven.

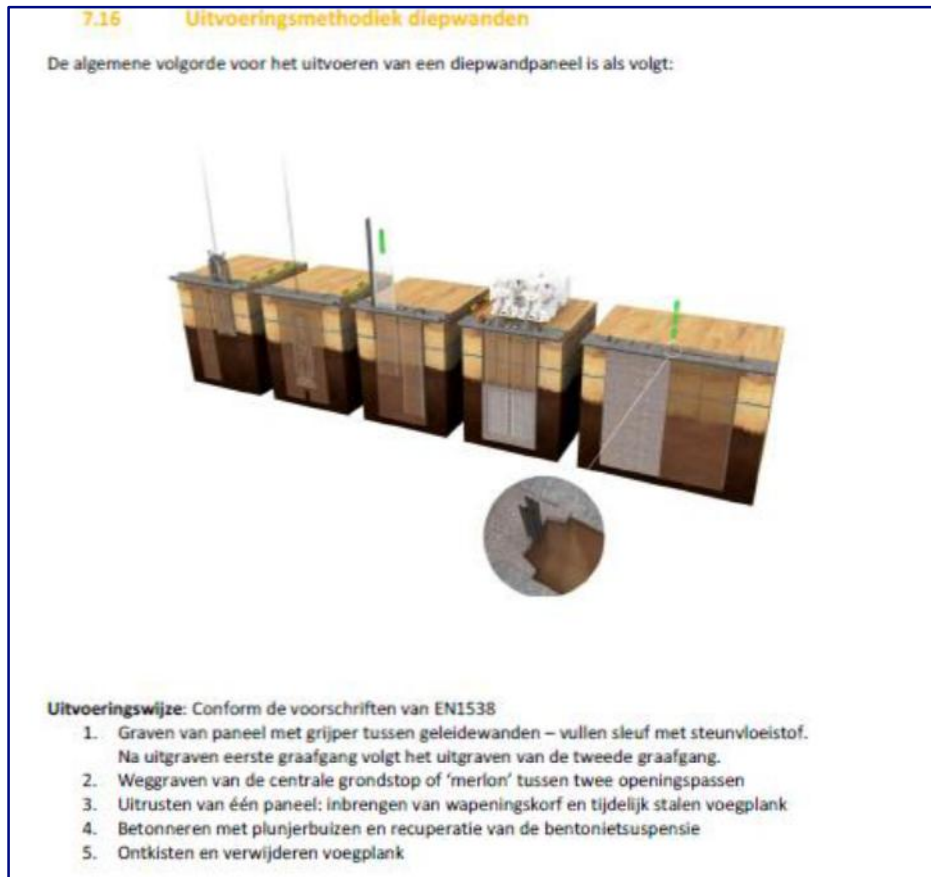
2.2.3 Werkplan diepwanden

In het Werkplan Diepwand (CDVM, 20 april 2016) wordt de uitvoering van de diepwandpanelen nader beschreven. Volgens het werkplan zijn de diepwanden conform de voorschriften van EN1538 gerealiseerd. De algemene volgorde voor het uitvoeren van een diepwandpaneel is beschreven in (CDVM, 20 april 2016). Zie ook de volgende figuur.

De sleufwandstabiliteit, waarbij een controle wordt verricht van het dichtvallen van de sleuf tijdens de uitvoering, is vooraf gecontroleerd volgens de norm van DIN 4126. Ook is

uitvoeringsstabiliteit gecontroleerd, uitgaande van de druk, die wordt uitgeoefend door het vers gestorte beton in de sleuf.

Gelet op de slappe bodem, bestaande uit klei- en veenlagen, die onder de dijk aanwezig is, ligt het in de lijn der verwachting dat er enige overconsumptie van beton optreedt, omdat het volumegewicht van beton hoger is dan die van de slappe klei- en veenlagen. Deze verwachting was gebaseerd op de ervaringen bij de dijkversterking Bergambacht-Schoonhoven, waar er diepwanden in een vergelijkbare ondergrond zijn gerealiseerd. Dit betekent dat de werkelijke dikte van de diepwandpanelen iets groter wordt dan de theoretische dikte, waardoor er extra beton wordt verbruikt tijdens de realisatie.



Figuur 2-42 Beschrijving uitvoeringswijze van een diepwandpaneel conform Werkplan diepwanden (CDVM, 20 april 2016)

In het werkplan zijn de risico's vermeld die door CDVM en de betrokken onderaannemers zijn gesignaleerd. Het ontstaan van schade aan kabels en leiding naar bedrijven of woningen tijdens de uitvoeringswerkzaamheden is gesignaleerd als een risico. Als beheersmaatregel is ingevuld dat de start van de werkzaamheden niet mag beginnen voor dat de werkzaamheden aan kabels en leidingen zijn uitgevoerd.

In het risicodossier in het werkplan zijn geen risico's genoemd betreffende o.a. trillingen en/of vervormingen, die tot overlast voor de bewoners en/of schade aan de belending zou kunnen leiden.

2.2.4 Werkinstructie barettenwanden

In paragraaf 2.4.3.2 in het rapport van fase 1 van het onderzoek, zie ook (Deltares, 2021) wordt nader uitleg gegeven over de samenstelling van de barettenwanden.

De uitvoering van de losstaande diepwandpanelen, die onderdeel uitmaken van de barettenwand, vindt plaats conform de uitvoeringsprocedure van de diepwanden zoals al

behandeld in paragraaf 2.2.3. De damwandplanken, die tussen de baretten staan, ter voorkoming van onderloopsheid, zijn al ingebracht voordat de diepwandpanelen worden gemaakt. Als laatste wordt een doorlopende deksloof langs de constructieve elementen gemaakt. In paragraaf 2.4.3.2 in het rapport van fase 1 van het onderzoek, zie ook (Deltares, 2021) wordt nader uitleg gegeven over de samenstelling van de barettenwanden. De damwanden worden trillend ingebracht.

De sleufwandstabiliteit is in het uitvoeringsontwerp beschouwd conform de aanwijzingen in paragraaf 2.2.3 voor de diepwanden.

In het monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0), zie ook paragraaf 2.2.6 is niet ingegaan op de monitoring bij de barettenwanden. Het volgende staat in het Werkinstructie Barettenwanden (CDVM, 19 september 2016) over de monitoring:

Voor de monitoring is het volgende in Figuur 2-43 vermeld in de werkinstructie.

6. Monitoring

Tijdens het aanbrengen van de damplanken voor de barettenconstructie in sectie E,F,G zal er gemonitord worden m.b.v. de volgende instrumenten:

- Monitoringstickers
- Trillingsmeter

Locatie trillingsmeter

De trillingsmeter zal aangebracht worden op woning Lekdijk 398 in sectie EF-1 aangezien deze het dichtst bij de constructie staat. Hier zal er gestart worden met het aanbrengen van de damplanken. Andere 2 trillingsmeters zullen op Lekdijk 382 en Lekdijk 361 worden geplaatst. Op sectie F2-3 zal een trillingsmeter op lekdijk 340/341 worden geplaatst. Wanneer de alarm- of grenswaarde bereikt wordt tijdens het aanbrengen van de damplanken zal onderstaand communicatie proces gevolgd worden.

Voor de meetstickers / meetbouten en trillingsmeters gelden de volgende alarm- en grenswaarden:

Voor grenswaarden van de trilling meters wordt de SBR richtlijn deel A: schade aan gebouwen aangehouden. De frequentie van de trillingen is bepalend voor de grenswaarde, de trilling meter wordt in het werk afgesteld. Wanneer er overschrijdingen zijn worden deze direct per sms en ook per mail naar de werkvoorbereiding van CDVM gestuurd. Op basis van de melding kan er direct met de hoofd uitvoerder van Wedam (onderaannemer aanbrengen damwand) contact opgenomen worden om de oorzaak van de melding te bespreken en verder acties door te nemen. Ook zal bij de overschrijdingen het ontwerp worden ingelicht.

De grenswaarde van 7,6 m/s en alarm waarde van 6m/s worden hier als basis hiervoor aangehouden. Dit is conform aanpak in afwijking AW-00208.

Voor de meetstickers wordt een alarmwaarde van 5mm en een grenswaarde 10mm aanhouden, met een hoekverdraaiing 1:750 alarmwaarde en 1:600 grenswaarden.

Bij een overschrijding van de meet sticker op de alarm- en grenswaarden zal Geonius (monitoring meetstickers) direct telefonisch contact opnemen met de werkvoorbereiding van CDVM om snel te kunnen handelen. Hierna zal ook direct de project leider van Wedam geïnformeerd worden om eventuele schade zo veel mogelijk te voorkomen. Het ontwerp team zal na geïnformeerd te zijn door de werkvoorbereiding beslissen wat de gevolgen zijn van de overschrijdingen en welke vervolg maatregelen er genomen moeten worden. Bij een overschrijding van de grenswaarden dient er gelijk gestopt te worden met de werkzaamheden, tot CDVM aangeeft dat er verder gewerkt mag worden.

Figuur 2-43 Monitoring bij de realisatie van barettenwanden volgens Werkinstructie barettenwanden (CDVM, 19 september 2016)

Opmerking bij Figuur 2-43: In de figuur is voor grenswaarde m/s geschreven, dit moet mm/s zijn.

Samengevat betekent dit, dat er volgens de werkinstructie trillingsmetingen zijn uitgevoerd bij de volgende 4 panden zoals vermeld in Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Panden die volgens Werkinstructie barettenwanden geselecteerd zijn voor het verrichten van trillingsmetingen

| Monitoring | Sectie | Panden | Reden voor monitoring |
|---|--------|---|--|
| Trillingen, tijdens inbrengen damwanden | E-F1 | Lekdijk 398 Lekdijk 382 Lekdijk 361 | Staat het dichtst bij de constructie - - |
| | F2-3 | Lekdijk 340/341 | |

Voor de alarm- en grenswaarden voor de trillingsmetingen zijn dezelfde waarden aangehouden als vermeld voor de boorpalen in het monitoringsplan, zie ook paragraaf 2.2.6. Dit betreft een grenswaarde van 7,6 mm/s en een alarmwaarde van 6 mm/s. Deze waarden wijken af van de grenswaarden van de eis uit de VSE, namelijk de SBR, deel A. Dit is gebaseerd op de aangegeven afwijking AW-00208, zie ook Tabel 2-13. De frequentie van de trillingen is bepalend voor de grenswaarde.

Voor de meetstickers/meetbouten op de panden wordt uitgegaan van het volgende:

- Een alarmwaarde van de verplaatsing van 5 mm.
- Een grenswaarde van de verplaatsing van 10 mm aanhouden.
- Alarmwaarde hoekverdraaiing 1:750.
- Grenswaarde hoekverdraaiing 1:600.

Het beoordelen van hoekdraaiingen bij het toetsen van de eventuele vervormingen van de panden is niet vermeld in het monitoringsplan zie ook paragraaf 2.2.6.3. Dit lijkt een aanvulling te zijn op de eis in de VSE in *Figuur 2-19 (S-As-32)*. In het monitoringsplan zijn overigens geen hoekverdraaiingen genoemd bij de invulling van de alarm- en grenswaarden bij de bebouwing. Zie ook Paragraaf 2.2.6.

Verder geldt bij overschrijdingen van alarm- en grenswaarden het communicatieproces zoals genoemd in paragraaf 2.2.6.

Bij een overschrijding van de meetsticker van de alarm- en grenswaarden zal het ontwerp team, na geïnformeerd te zijn, beslissen wat de gevolgen zijn van de overschrijdingen en welke vervolg maatregelen er genomen moeten worden. Bij een overschrijding van de grenswaarden dient er gelijk gestopt te worden met de werkzaamheden, tot CDVM aangeeft dat er verder gewerkt mag worden.

Net als bij o.a. de diepwanden zijn er standaard 2 meetbouten/- stickers op de voorgevel voorzien, die via Tachymeter (x,y,z) worden ingemeten.

In Bijlage D is de geplande monitoring weergegeven conform de Werkinstructie barettenwanden .

2.2.5 Werkplan verankerde palenwanden

De meest toegepaste constructie bij de dijkversterking KIS is de verankerde palenwand. Dit betreft een wand bestaande uit losstaande boorpalen, waarbij in de ruimte tussen de afzonderlijke palen nog grond zit. De boorpalen zijn verbonden met elkaar via een doorlopende betonnen gording. En er zijn strengankers toegepast tussen iedere boorpaal. De helling van de ankers variëren in de ontwerpen tussen 40^o en 50^o ten opzichte van de horizontaal.

CDVM heeft gebruik gemaakt van grote diameter palen met een (theoretische) diameter van 1,07 m. Daarnaast is de theoretische afstand tussen de boorpalen gelijk aan die van de diameter, namelijk een afstand van 1,07 m. De hart op hart afstand van de boorpalen is dus 2,14 m.

De volgende generieke werkplannen en keuringsplannen zijn door de aannemer opgesteld voor de verankerde boorpalenwand:

- Werkplan boorpalen.
- Keuringsplan boorpalen.
- Werkplan betonwerken.
- Keuringsplan betonwerken.
- Werkplan verankering.
- Keuringsplan verankering.

In dit rapport zal enkel worden ingegaan op het Werkplan Boorpalen en het Werkplan Verankering omdat verwacht wordt dat de overige plannen verder niet van belang zijn voor de te onderzoeken aspecten in dit rapport.

Werkplan Boorpalen

Het Werkplan Boorpalen (CDVM, 2015) betreft een generiek werkplan waarin de te verrichten werkzaamheden bij de realisatie van de boorpalen is beschreven. Naast dit generieke werkplan is er per werkvak (of groep van werkvakken) nog een locatie specifieke werkinstructie opgesteld. Hier zal later op worden ingegaan.

In het werkplan is het in te zetten materieel als volgt beschreven in de volgende figuur. Zoals blijkt uit de figuur is er ca. 15 m³ water per uur nodig t.b.v. de realisatie van de boorpalen en er is aangegeven dat er ca. 60 m³ water per dag dient te worden afgevoerd, tenzij dit hergebruikt kan worden. De afgevoerde grond zal in lekdichte bakken worden opgeslagen.

In te zetten materieel ten behoeve van de uitvoering van de boorpalen voor het project KIS:

1. Algemene werfinrichting: (bijlage 1)

- 1 container 6x2,5m gescheiden personeel - materieel
- Mobiel bouwplaatssanitair
- Elektrische groep
- Dieseltank
- Compressor
- Afvalcontainer
- Grondafvoer
- 2 waterbak circa 40 m³ oppervlak 2,50 m' x 2,50 m' x 6,00 m'.
 - o 1 x boorwater
 - o 1 x gerecycleerd water

- Slibbak circa 20m³

2. Boorlocatie:

- Boorkraan MBG24 (bijlage 2)
- Werkplatform geschikt voor 80 T kraan op schotten 6,00 x 1,00 x 0,20 m'
- Hydraulische graafkraan 18 T
- Pompen + leidingwerk in 4" en 6"
- Allerhande kleiner materieel
 - o Buizen: min 3 sets
 - o Kader opslag buizen
 - o Boortools: 2 zandbuckets met tanden, 2 grote tarrières (boren) met klem

3. Overige aandachtspunten:

- Benodigde elektriciteit 125 kVa
- Benodigd water 15 m³ per uur
 - o Water uit de Lek in de zone buiten het grondwaterbeschermingsgebied, dus van sectie M t/m AJ
 - o Drinkwater in het grondwaterbeschermingsgebied, sectie A t/m L. Hiervoor is een waterreservoir beschikbaar welke gevuld wordt met watertrucks.
- Grondafvoer in lekdichte bakken, ca 45-60 m³ per dag
- Waterafvoer ca 60 m³ per dag tenzij dit herbruikt kan worden. Momenteel wordt ervan uitgegaan dat dit herbruikt kan worden. (Afvoer van het water wordt beschreven in paragraaf 13)
- Slibbassin voor afvoer ca 20 m³ per dag op maximaal 100 m' afstand
- Regelmatig opschonen en afvoeren van slib uit bassin
- Toegangshelling voor inrijden met de boorstelling 7%
- Breedte van het werkplatform 8 m of 12 m zie bijlage 1
- De te gebruiken aggregaten dienen zodanig ten opzichte van de bebouwing zijn opgesteld en afgeschermd dat de geluidssterkte gedurende 18.00 tot 07.00 uur aan de gevel gemeten op 1,50 meter hoogte maximaal 40 dB(a) bedraagt. In praktijk komt dit neer op het plaatsen van de aggregaten op een zo groot mogelijke afstand van de bebouwing.

Figuur 2-44 In te zetten materieel conform het Werkplan boorpalen (CDVM, 2015)

In paragraaf 13 in het werkplan is beschreven hoe de afvoer van het water plaats zal vinden zie Figuur 2-45. In de figuur is aangegeven dat het proceswater zoveel als mogelijk zal worden hergebruikt in de volgende te boren palen.

Afvoer proceswater:

Het proceswater dat gebruikt wordt bij het boren van de boorpalen wordt zoveel als mogelijk herbruikt in de volgende te boren palen. Echter zal dit wel af en toe moeten afgevoerd worden. Voor de eerste sectie zal een monster genomen worden van het water dat zich in de bezinkingscontainer bevindt. Indien uit analyse blijkt dat dit water voldoet aan de lozingseisen, dan zal dit via een pomp in de bezinkingscontainer afgepompt worden naar de Lek. Er wordt voor gezorgd dat de pomp op minimaal 20 cm boven het vloeroppervlak van het bassin wordt afgehangen.

Indien het water niet voldoet aan de lozingseisen, zal het water pas afgepompt worden na een passage door een filterbak. Na het doorlopen van de filterbak wordt het vrijkomende water in de Lek geloosd indien dit voldoet aan de lozingseisen.

Figuur 2-45 Afvoer proceswater conform Werkplan Boorpalen (CDVM, 2015)

De uitvoeringsprocedure bij de realisatie van de boorpalen is in de volgende figuur weergegeven.

7.7 Uitvoeringsprocedure Algemeen

7.7.1 Inleiding

De te maken boorpalen zijn boorpalen met een diameter gelijk aan 1070mm en een h.o.h.-tussenafstand van 2140mm (afmetingen onder voorbehoud. Laatste versie van de tekening dient steeds gevolgd te worden) Het inboorniveau en de lengte van de boorpalen zal conform tekening worden uitgevoerd.

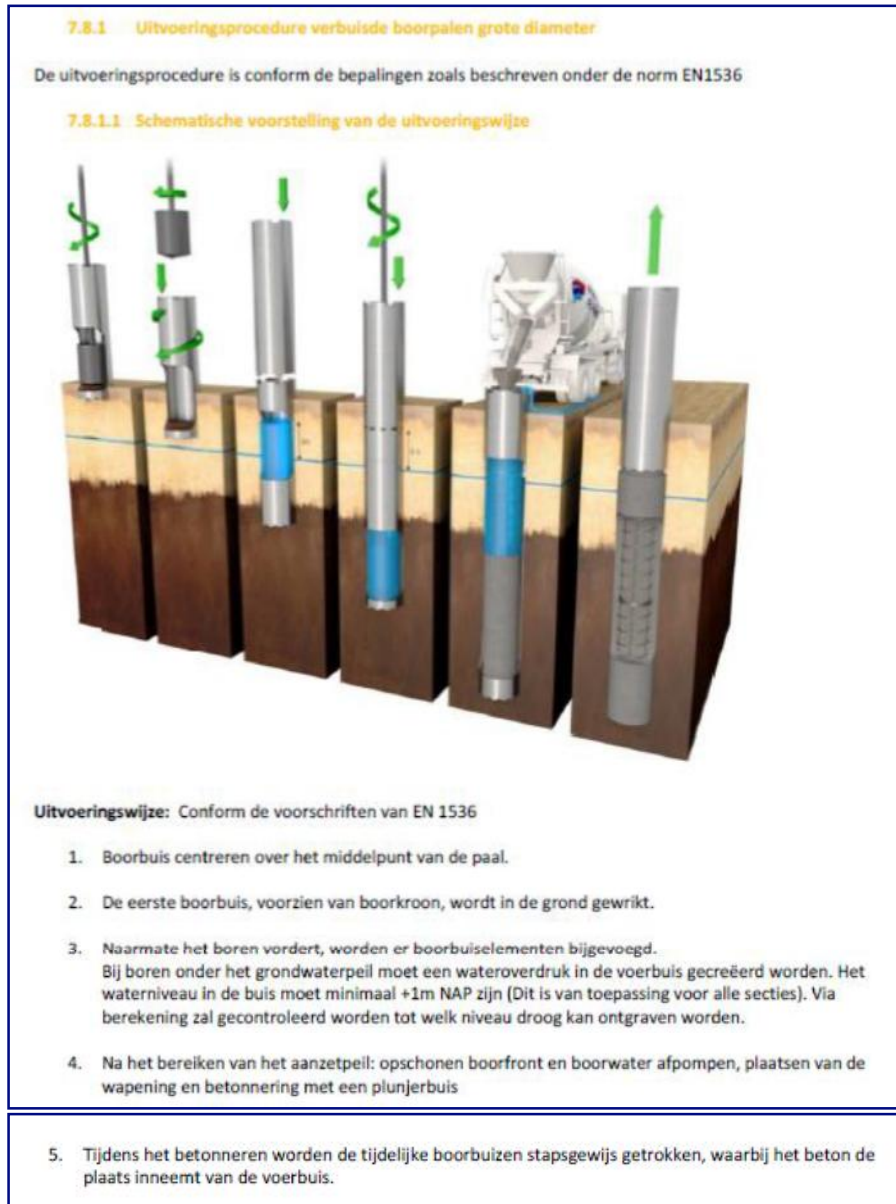
De wijze van uitvoering is - op hoofdlijnen - als volgt:

1. Voorbereidende werkzaamheden
 - Onderzoek van ondergrondse hindernissen, kabels & leidingen conform werkplan functie vrij maken
 - Sanering van het terrein conform het saneringsplan
 - Opvragen bewonersafspraken per sectie
2. Aanleg werkplatform volgens berekeningsnota en tekeningen
3. Montage en werfinstallatie (bijlage 1)
 - Boorinstallatie
 - Werfinstallatie
 - Aanleg retourwaterleidingen
4. Uitvoering van de boorpalen
 - Boren van de palen
 - Verplaatsen van het retourwater naar slibdepot
 - Plaatsen van de wapening
 - Storten van het beton
 - Aanvullen boven de betonkolom

Figuur 2-46 Uitvoeringsprocedure Algemeen conform het Werkplan boorpalen (CDVM, 2015)

Conform het werkplan is de uitvoeringsprocedure van de boorpalen conform de bepaling zoals beschreven onder de norm EN1536, zie ook Figuur 2-47. Dit betreft een grondverwijderende techniek, waar de grond binnen in de boorcasing wordt verwijderd tot de benodigde diepte van de boorpaal. Na het plaatsen van de wapening en het storten van beton wordt de boorcasing weer getrokken. Tijdens het betonneren zal het (vervuilde) water in de boorbuis worden opgevangen in de waterbak/bezinkingscontainer, zie ook Figuur 2-45.

De diameter van de boorkroon, die is toegepast, is iets ruimer van afmeting dan de boorcasing zelf, die in principe na het trekken van de casing met beton is gevuld, tenzij een grondwaterstroming dit belet. Dit is nader behandeld in fase 1 van het onderzoek, zie ook (Deltares, 2021).



Figuur 2-47 Uitvoeringswijze van de boorpalen bij dijkversterking KIS conform Werkplan boorpalen (CDVM, 2015)

Volgens het werkplan vindt er verslaglegging plaats bij de realisatie van de werkzaamheden zoals weergegeven in de volgende figuur.



Figuur 2-48 Uitvoeringsdocumenten die volgens het Werkplan worden opgesteld tijdens de realisatie van de boorpalen

En in Figuur 2-49 wordt nader ingegaan op de definitie en eigenschappen van de uitvoeringsstappen conform het werkplan. Hierin is o.a. aangegeven dat twee palen die naast elkaar zijn gelegen, niet gedurende dezelfde werkdag uitgevoerd zullen worden, tenzij een volledige verbuizing plaatsvindt en de verharding van het beton voldoende ver is gevorderd. Ook is aangegeven dat de boorpalen bij kritische panden (bij een afstand van kleiner dan 10 m uit de boorpaal) 'om en om' zullen worden gerealiseerd.

7.8.1.3 Uitvoeringsstappen

7.8.1.3.1 Definitie en eigenschappen

- Een geheel verbuisde boorpaal van grote diameter wordt in de grond gevormd door het uitgraven binnen de boorbuis in het bestaande terrein, onder steunvloeistof van water
- Trillingvrije uitvoering
- Gronduitthalende paal: grondafvoer van de bouwplaats noodzakelijk
- Deze paal wordt geheel gewapend
- Stabiele boring door tijdelijke verbuizing voorkomt grondontlasting
- Beton storten van onder naar boven langs een plunjerbuis om betonontmenging te voorkomen
- Diameter 1070mm
- Uitvoering conform de voorschriften van de EN1536
- Indicatoren: monsternamen mogelijk over volledige diepte van paal ter herkenning van de bodemlagen
- Funderingsaanzet mogelijk in hardere of rotsachtige lagen
- Doorboren van obstakels in de ondergrond die de uitvoering van andere technieken verhinderen.
- Voorboren is niet benodigd.
- Geschikt voor hoge geconcentreerde puntlasten, horizontale krachten en buigmomenten
- Twee palen naast elkaar gelegen worden niet gedurende dezelfde werkdag uitgevoerd tenzij een volledige verbuizing plaatsvindt en de verharding van het beton voldoende ver is gevorderd is.
- Nabij kritische panden (afstand kleiner dan 10 meter) worden de palen 'om-en-om' geplaatst.

Figuur 2-49 Uitvoeringsstappen bij de realisatie van de boorpalen conform Werkplan Boorpalen (CDVM, 2015)

In de uitvoeringswijze van de boorpaal in Figuur 2-49 wordt aangegeven dat de boorkroon de grond in wordt gewrikt, dat wil zeggen dat de boorkroon tijdens het inboren heen en weer wordt gedraaid. Verder is geen melding gemaakt van welke boorkroon wordt toegepast.

In hoofdstuk 6 van het Werkplan Boorpalen wordt nader ingegaan op risico's die van toepassing zijn voor de werkzaamheden die in het werkplan zijn beschreven. Deze specifieke risico's zijn opgesteld door CDVM en de betrokkenen onderaannemers, die eveneens volgens het werkplan worden beheerst middels gepaste beheersmaatregelen. De belangrijkste risico's in het werkplan voor het onderzoek in dit rapport zijn in Figuur 2-50 genoemd:

- **RIS-0051:** Het plaatsen van het palenscherm leidt tot trillingen en vervormingen in de ondergrond
Beheersmaatregel: Na screening in het ontwerp komen passende maatregelen in het monitoringsplan te staan. Het aanbrengen van boorpalen is een trillingvrije methode. Bij obstakels kan erdoorheen geboord worden. Wanneer dit teveel trillingen oplevert zal dit gemeld worden aan de disciplineleider constructies ten behoeve van het treffen van gepaste maatregelen.

Figuur 2-50 Belangrijkste risico uit het Werkplan Boorpalen m.b.t. omgevingsbeïnvloeding (CDVM, 2015)

In Bijlage 4 van het Werkplan Boorpalen is een verificatierapport opgesteld. Een deel van dit rapport is weergegeven in Figuur 2-51. Voor de omgevingsbeïnvloeding zijn de volgende genoemde aspecten in het verificatierapport van belang:

- De uitvoeringsmethode voor de stabiliteitsschermen (type II) in het binnentalud nabij 'kritische panden' dient niet of nagenoeg niet grondverdringend te zijn.
- De uitvoeringsmethode voor de stabiliteitsschermen (type II) in het binnentalud nabij 'kritische panden' dient trillingvrij dan wel vrijwel trillingvrij te zijn.

| Verificatierapport | | | | | |
|-------------------------------|--|---|-------------------------|-------------------------|------------|
| TAAK-00152: | | Opstellen werkplan verankerde boorpalenwand | | | |
| onderdeel van werkpakket: | | WP-1.5.2.2.1.4 Opstellen generiek werkplan verankerde boorpalenwand | | | |
| Betrekking op activiteit(en): | | ACT-00043 Opstellen werkplannen | | | |
| Eis-ID: Ver. ID: | Eistekst: | Object / activiteit: | Bovenliggende eisen: | Onderliggende eisen: | Criterium: |
| EMVI-KL-001 V-002015 | Uitvoeringsmethode Kritische locaties niet grondverdringend: De uitvoeringsmethode voor de stabiliteitsschermen (type II) in het binnentalud nabij kritische panden dient niet of nagenoeg niet grondverdringend te zijn. | Opstellen werkplannen | - | - | - |
| | Verificatietaak: VT-002017 | Omschrijving / toelichting: §7.8.1.3.1 Definitie en Eigenschappen | | | |
| EMVI-KL-002 V-002016 | Uitvoeringsmethode Kritische locaties trillingvrij: De uitvoeringsmethode voor de stabiliteitsschermen (type II) in het binnentalud nabij kritische panden dient trillingvrij of nagenoeg trillingvrij te zijn. | Opstellen werkplannen | - | - | - |
| | Verificatietaak: VT-002018 | Omschrijving / toelichting: §7.8.1.3.1 Definitie en Eigenschappen | | | |
| EMVI-KL-003 V-002017 | Uitvoeringsmethode Kritische locaties obstakel-bestendig: De uitvoeringsmethode voor de stabiliteitsschermen (type II) in het binnentalud dient obstakel-bestendig te zijn. | Opstellen werkplannen | - | - | - |
| | Verificatietaak: VT-002019 | Omschrijving / toelichting: §7.8.1.3.1 Definitie en Eigenschappen | | | |
| EMVI-KL-004 V-002018 | Uitvoeringsmethode Kritische locaties met lage stelling: Het plaatsen van de stabiliteitsschermen (type II) in het binnentalud nabij kritische panden dient te worden uitgevoerd met behulp van een relatief lage stelling (in vergelijking tot een traditionele herstelling). Toelichting op Eis: Aanpassing benodigd tav omschrijving relatief lage stelling? | Opstellen werkplannen | - | - | - |
| | Verificatietaak: VT-002020 | Omschrijving / toelichting: § 7.3 en bijlage 2: Specificatie boorstelling | | | |
| EMVI-KL-015 V-002019 | Aanbrengvolgorde palen kritische locaties: Bij toepassing van een palenscherm, wanneer de afstand van de aan te brengen paal tot de kritische locatie minder dan 10meter bedraagt, dienen de palen 'om-en-om' te worden geplaatst. Toelichting op Eis: Aanpassing benodigd tav omschrijving 'om-en-om' en akkoord benodigd tav 8 maal paaldiameter | Opstellen werkplannen | - | - | - |
| | Verificatietaak: VT-002021 | Omschrijving / toelichting: §7.8.1.3.1 Definitie en Eigenschappen | | | |
| EMVI-KL-018 V-002020 | Voorboren bij obstakels in de ondergrond: Op de locaties op minder dan 20m afstand van de kritische locaties en waarvan bekend is dat er (mogelijk) obstakels in de ondergrond bevinden, dient voorgeboord te worden om te aanwezigheid en grootte van de obstakels te onderzoeken. | Opstellen werkplannen | - | - | - |
| | Verificatietaak: VT-002022 | Omschrijving / toelichting: §7.8.1.3.1 Definitie en Eigenschappen. Voorboren niet noodzakelijk middels techniek van boorpalen. | | | |
| EMVI-KL-019 V-002021 | Restrictie diepte voorboren: Er mag niet voorgeboord worden beneden de eerste veenlaag | Opstellen werkplannen | - | - | - |

Figuur 2-51 Uitknipsel van het verificatierapport uit Bijlage 4 van Werkplan Boorpalen (CDVM, 2015)

Werkplan verankering

In het Werkplan Verankering (CDVM, 27-08-2015) wordt inzichtelijk gemaakt op welke manier de kwaliteit van het werk gewaarborgd wordt met betrekking tot het realiseren van de groutankers voorzien van strengen als onderdeel van de constructieve versterking binnenzijde. Het generieke werkplan dient om de werkzaamheden te beschrijven. Per werkvak (of groep van werkvakken) is nog een locatie-specifieke werkinstructie opgesteld.

De verankering van boorpalen wordt gerealiseerd door de uitvoering van groutankers voorzien van strengen $\varnothing 15,7$ staalkwaliteit FeP1860 en een dubbele corrosiebescherming. Het betreft een trillingsvrije niet grondverdringende techniek, die obstakel bestendig is.

In het Werkplan is aangegeven dat er een risico is op een lekgeweg langs de vrije lengte van de verankering en dat er daardoor een groutprop dient gerealiseerd te worden onderin deze vrije lengte. Zie ook Figuur 2-52.

Het definitieve ontwerp van de ankers per locatie zal de vrije lengte, de proplengte en het aantal strengen al dan niet gestaffeld vastleggen, dewelke via de specifieke werkinstructies zullen overgemaakt worden.

Gezien er bij het boren van het anker een risico ontstaat op een lekgeweg langsheen de vrije lengte zal er een groutprop van 2m gerealiseerd worden onderin deze vrije lengte. Hiermee wordt het risico op deze lekgeweg geëlimineerd. Dit wordt opgenomen op de specifieke werkinstructie.

Figuur 2-52 Tekst uit Werkplan verankering met betrekking tot het realiseren van een afdichting ter voorkoming van kwel (CDVM, 27-08-2015)

In fase 1 van het onderzoek van Deltares (Deltares, 2021) is vastgesteld dat er een kans is op onvoldoende afdichting langs de ankers. Deze afdichting is voorzien door middel van het doorzetten van het groutlichaam aan de onderzijde van het slappe lagenpakket over voldoende hoogte. Ook is in het rapport van Deltares aangegeven, dat er bij onvoldoende afdichting van de groutprop aan de onderzijde van het slappe lagenpakket, wateroverlast kan ontstaan tijdens hogere waterstanden op de rivier.

De verwachting is dat de uitvoering van de ankers in principe geen nadelig effect zal hebben gehad op de omgevingsbeïnvloeding. Maar gelet op de kans op het ontbreken van voldoende afdichting langs de ankers aan de onderzijde van het slappe lagenpakket, wordt een beschouwing gedaan van de ingevulde risico's en beheersmaatregelen in het Werkplan Verankering. In de genoemde risico's in het Werkplan Verankering wordt geen aandacht besteed aan de risico's bij het ontbreken van een goede afdichting langs de ankers om kortsluiting te kunnen voorkomen tussen het zand en de bovenkant van de ankers. Zie ook Figuur 2-53. Ook in het verificatierapport in Bijlage 5 van het Werkplan Verankering is de afdichting langs de ankers aan de onderzijde van het slappe lagenpakket niet genoemd.

6. Risico's en beheersmaatregelen

In dit hoofdstuk komen de specifieke risico's aan bod voor de werkzaamheden beschreven in dit werkplan. De risico's zijn opgesteld door CDVM en de betrokken onderaannemers.

Aan de verankering zijn projectrisico's en specifieke risico's verbonden. De projectrisico's bevinden zich in Impero en worden daar eveneens beheerst middels gepaste beheersmaatregelen.

De projectrisico's die verbintenis hebben met de uitvoering van de verankering worden hieronder beschreven samen met de beheersmaatregelen die een relatie hebben met dit werkplan:

- RIS-0004: Er ontstaat schade aan kabels en leidingen naar bedrijven of woningen tijdens uitvoeringswerkzaamheden.
Beheersmaatregel: In paragraaf 9 wordt aangegeven dat niet gestart wordt met werkzaamheden alvorens de werkzaamheden aan kabels en leidingen uitgevoerd zijn die nodig zijn ten behoeve van de start werkzaamheden verankering. Dit betreft onder andere het maken van de benodigde proefsleuven. Het maken van de proefsleuven wordt niet in dit plan beschreven.
- RIS-0008: Uitvoering beïnvloedt het grondwaterbeschermingsgebied Oasen
Beheersmaatregel: Zoals verder in het werkplan opgenomen wordt in het gedeelte sectie A t/m L enkel water van drinkwaterkwaliteit toegepast tijdens de verankeringswerkzaamheden.
- RIS-0027: Conflict tussen uitvoeringswerkzaamheden en verkeersdoorstroming
Beheersmaatregel: In de faseringsplannen en in de locatiespecifieke werkinstructies worden de beheersmaatregelen beschreven.
- RIS-0037: Aantreffen van onbekende kabels en leidingen bij uitvoering
Beheersmaatregel: Idem zoals RIS-0004
- RIS-0046: De werklocaties zijn niet goed bereikbaar voor het bouwverkeer
Beheersmaatregel: Idem zoals RIS-0027
- RIS-0064: Aantreffen van een archeologische vindplaats
Beheersmaatregel: handelen conform paragraaf 13
- RIS-0070: Er bevinden zich obstakels in de bodem die niet op tekening staan vermeld
Beheersmaatregel: Bij aantreffen van onbekende obstakels wordt dit gemeld aan de constructeur (door de disciplineleider). Eventuele afwijkingen die hieruit volgen worden vastgelegd in het as-built dossier. Indien mogelijk en toegelaten worden de obstakels doorboord.

Specifieke risico's verbonden aan de uitvoering van de ankers zijn in de paragrafen 7.7.4 en 7.7.5 uitgebreid behandeld ten aanzien van de kwaliteit van het uitgevoerde werk.

Figuur 2-53 Risico's en beheersmaatregelen conform Werkplan Verankering (CDVM, 27-08-2015)

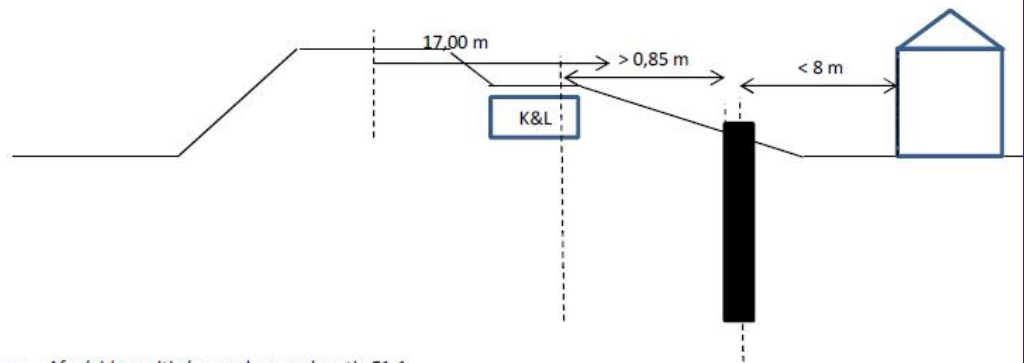
Locatie specifieke detaillering

Onderstaand worden gegevens vermeld van één van de uitvoeringsnota's van de gerealiseerde palenwanden bij KIS. Hierbij is ter illustratie gebruik gemaakt van een willekeurige sectie, in dit geval de palenwand in sectie F1-1. In de volgende figuur wordt nadere informatie vermeld, o.a. met betrekking tot de gekozen positie en de afmetingen van de palen. In deze figuur is aangegeven dat er ter plaatse van de woningen minimaal circa 8 m werkruimte nodig is tussen de woning en het hart van de paal. Tevens wordt in de figuur geverifieerd of er wordt voldaan aan specifieke eisen uit de VSE.

De positie van het hart van iedere boorpaal in het horizontale vlak wordt in RD-coördinaten vast gelegd op de overzichtstekening middels een renvooi (samen met installatieniveau en afkappeil). De positie van de palenwand is bepaald op basis van de volgende aspecten:

- De palenwand wordt zo laag mogelijk in het binnentalud aangebracht, omdat dit gunstig is voor de krachtswerking in de wand. In het ontwerp (zie H6) is als afstand tussen de kruin en hart palenwand 17,00 m aangehouden. Een grotere afstand is gunstiger, zodat de genoemde afstand de minimaal aan te houden afstand is.
- De minimale afstand van de wand tot de kabel- en leidingenstrook dient 0,75 m te zijn; vanwege uitvoeringstoleranties wordt 0,85 m aangehouden.
- Vanwege de bereikbaarheid voor de boor- en ankerstelling is ter plaatse van de woningen minimaal ca. 8 m vrije ruimte nodig tussen de woning en hart palenwand om een werkplateau te kunnen aanleggen en voor de werkruimte van de stellingen zelf.
- Ligging in de voorgeschreven constructiezone volgens Bind-A en afstand tot aan buitenkruinlijn dient groter te zijn dan 3 m.
- De h.o.h. afstand van de palen $\varnothing 1,070$ m bedraagt in het horizontale vlak 2,14 m.
- De resterende breedte van de kruin tussen buitenkruinlijn en wand dient meer dan 3 m te bedragen.

In onderstaande dwarsdoorsnede is de aldus bepaalde positie van de palenwand vastgelegd. Hiermee wordt voldaan aan de eisen BES-Con-As-42, Nu-As-02 en E-00117.



Figuur Afgeleide positie boorpalenwand sectie F1-1.

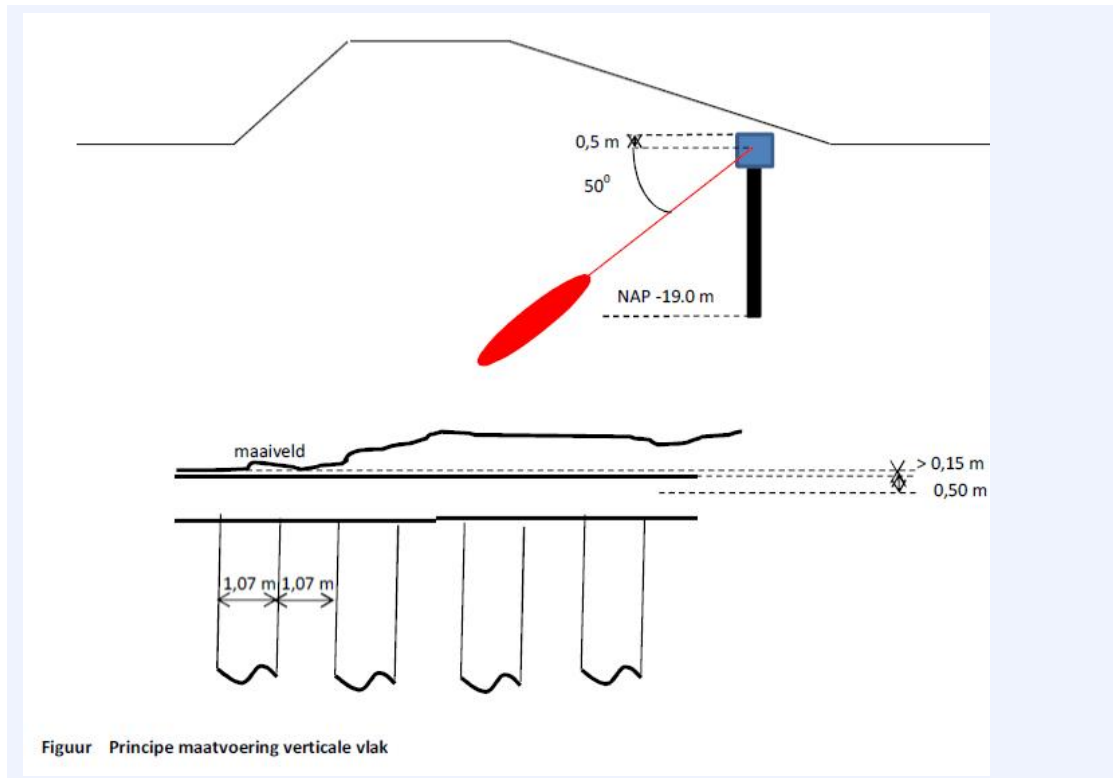
De positie van de ankerkop wordt eveneens in RD-coördinaten vastgelegd. In principe wordt de verankering loodrecht op de palenwand geplaatst, zodat de hoek in het horizontale vlak 90 graden ten opzichte van de hartlijn van de palenwand bedraagt. In afwijkende gevallen zal dit per anker nummer worden aangegeven. De verankering wordt h.o.h. 2,14 m aangebracht.

Het hart van de deksloof is gelijk aan de ligging van de theoretische hartlijn van de palenwand. Bij de breedte van de gording wordt rekening gehouden met de mogelijke plaatsingstolerantie van de palen a 0,1 m. De breedte van de deksloof is minimaal gelijk aan de diameter van de wapeningskorf van de paal plus aan weerszijden 0,1 m extra vanwege plaatsingstolerantie van de palen in het horizontale vlak (zie hoofdstuk 5.1.1.2)+ de dikte van de benodigde wapening in de gording.

Figuur 2-54 Informatie maatvoering verankerde palenwand sectie F1-1 dijkversterking KIS (CDVM, maart 2016)

Opmerking bij Figuur 2-54: <8 m moet >8 m zijn.

En in Figuur 2-55 is de principe maatvoering van de palen en de ankers in sectie F1-1 vermeld.



Figuur 2-55 Principe maatvoering boorpalen en ankers bij sectie F1-1 (CDVM, maart 2016)

Daarnaast staat het volgende vermeld in de Uitvoeringsnota (CDVM, 17 maart 2016) van sectie F1-1:

De boorpalen worden geïnstalleerd tot NAP -19,0 m. Deze diepte volgt uit de berekeningen en is de maatgevende waarde die volgt uit de toetsing van de verticale draagkracht en de overall-stabiliteit van de wand. Voor de rekenresultaten wordt verwezen naar de "Berekeningsnota" BER.

De afwerking van de gording vindt plaats onder maaiveld. Aangezien het maaiveld in hoogte varieert is voor de afwerking van de wand het laagst gemeten maaiveldniveau gehanteerd, de afwerking van de palenwand zal niet continue variëren in hoogte (gaat in stappen in het verticale vlak) waardoor het op de meeste locaties dieper onder maaiveld zal liggen. Het anker grijpt aan op ca. 0,25 m onder de bovenkant van de wand (d.i. bovenkant deksloof) waarbij het anker onder een hoek van 50 graden met de horizontaal wordt ingebracht. De exacte diepte van de groutprop volgt uit de ankerberekening van de onderaannemer.

De ankers worden geïnstalleerd nadat de deksloof is gestort. De afkaphoogte van de palen volgt uit de benodigde hoogte van de deksloof en de verplichte afwerking van de deksloof, zodat deze zich over het gehele tracé onder maaiveld bevindt. Hiermee wordt voldaan aan eis BES-Con-As-44.

Figuur 2-56 Informatie in Uitvoeringsnota van sectie F1-1 (CDVM, maart 2016)

Uit de gegevens in de figuur blijkt dat de boorpalen in sectie F1-1 zijn geïnstalleerd tot NAP – 19,0 m. In Figuur 2-57 is een foto van een gerealiseerde palenwand weergegeven voordat deze afgewerkt is onder een grondaanvulling op het binnentalud.



Figuur 2-57 Foto van gerealiseerde palenwand bij KIS. In beeld zijn de doorlopende betonnen gording en de verankeringskoppen. De constructie verdwijnt onder het maaiveld na het aanvullen van grond op het binnentalud

Gelet op de lage ligging van het maaiveld en de stijghoogten, die dagelijks in de watervoerende zandlagen aanwezig zijn, is het in verband met de kans op opbarsten van de grondlagen binnen de boorcasing niet mogelijk om de boorcasing droog in te boren tot de volledige diepte van de boorpalen. Daardoor zijn voorzorgsmaatregelen genomen door vooraf per sectie vast te stellen hoe de uitvoering gerealiseerd moest worden. Hierbij is ter illustratie gebruik gemaakt van een willekeurige sectie, in dit geval de voorzorgsmaatregelen die bij sectie H zijn genomen, zie de onderstaande figuur.

De casing mag droog ingeboord worden tot een diepte van NAP -12,20 m voor de palen 1 t/m 21. In eerste instantie zal droog geboord worden binnen de casing. Na het bereiken van de kritische diepte waarop opbarsten vanuit de dieper gelegen zandlagen kan plaatsvinden, zal de casing gevuld worden met water en wordt in den natte geboord. Bovendien wordt het peil binnen de casing dusdanig hoog opgezet dat geen opwaartse grondwaterstroming vanuit het Pleistocene zand plaats vindt. Zodoende wordt het ontstaan van een lekweg onder alle omstandigheden voorkomen. Hiermee wordt aan eis **EMVI-KL-011** voldaan. Tot deze diepte zal tijdens uitvoerings-MHW (1/200-jaar golf) geen opbarsten van de prop optreden. De berekening is in Bijlage IV weergegeven. Er worden binnen KIS geen damwanden meer toegepast als stabiliteitsscherm in het binnentalud. Overal zijn verankerde boorpalen voorzien die trillingsarm en grondverwijderend binnen een tijdelijke casing worden aangebracht. Hierdoor is de eis **EMVI-KL-010** niet meer relevant voor het ontwerp en wordt voldaan aan eis **EMVI-KL-041**. Aangezien er een boorpalenwand als versterkingsconstructie gekozen is, wordt er aan eis **VRG-00013** voldaan.

Figuur 2-58 Voorbeeld van voorzorgsmaatregelen die genomen zijn in sectie H bij de realisatie van een boorpalenwand (CDVM, jan 2016)

In het rapport van sectie H is tevens aangegeven dat de aanwezigheid van het dikke slappe lagenpakket, bestaande uit klei- en veenlagen, de oorzaak is van het uitzakken van de nog vloeibare beton bij het storten. Het gevolg hiervan is dat de slappe grond door het beton wordt verdrongen en dat de diameter van de paal daardoor groter wordt dan voorzien. Dit betekent dat de werkelijke paaldiameter groter wordt dan de theoretische, waardoor er extra beton wordt verbruikt tijdens de realisatie.

Conform de aanwijzingen in Figuur 2-58 wordt het peil binnen de casing dusdanig hoog opgezet, dat geen opwaartse grondwaterstroming vanuit het Pleistocene zand plaatsvindt.

Zoals al in fase 1 van dit onderzoek is aangegeven in paragraaf 2.2.3 (Deltares, 2021), is de techniek met boorpalen beoordeeld door de Commissie Vrijling uitgaande van het 'Toetsingskader: Niet bewezen dijkversterkingstechnieken' (Deltares, 29 januari 2013). De commissie heeft aangegeven vertrouwen te hebben in de onderbouwing van het ontwerp en in de beheersbaarheid van de uitvoering, mits CDVM de in haar aanbieding opgenomen en door de commissie aanvullend gesignaleerde risico's adequaat oppakt. (Prof. drs. Ir. H. Vrijling, 13 juli 2013).

Voor de verdere invulling hiervan wordt verder verwezen naar het rapport van Deltares van fase 1.

2.2.6 Monitoringsplan CDVM

In het definitieve monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0) is aangegeven, dat het plan is opgesteld binnen het kader van het dijkversterkingsproject KIS, dat door WSRL aan CDVM is opgedragen. Het monitoringsplan geeft in hoofdlijnen aan welke monitoringswerkzaamheden zijn voorzien en hoe deze monitoring binnen het project is geregeld. Dit definitieve monitoringsplan betreft de 9^e versie en is gewijzigd op basis van bevindingen tijdens de realisatie van de dijkversterking, die eind 2013 is aangevangen.

Het doel van het monitoringsplan is als volgt ingevuld:

- A. Het verschaffen van zodanige gegevens aan de opdrachtnemer CDVM dat hij de werkzaamheden beheerst en binnen de randvoorwaarden van het contract kan uitvoeren (preventief en correctief).
- B. Het verschaffen van zodanige gegevens dat wordt voldaan aan de contracteisen.

In het monitoringsplan is aangegeven dat er, ter voorkoming van een erg grote hoeveelheid metingen, gekozen is voor een aanpak waarbij de metingen incidenteel zijn voorzien bij de aanvang van nieuwe werkzaamheden, zoals het maken van constructieve elementen. Dit betekent dat de hoeveelheid metingen aan de panden bij de realisatie van de constructieve elementen beperkt zullen zijn. De metingen bij de groene cirkelpanden worden wel structureel uitgevoerd.

Het monitoringsplan is een plan op de hoofdlijnen. De detailinvulling van de monitoring, zoals positie en aantal te plaatsen zakbaken, meetbouts op panden, hellingmeters en waterspanningsmeters zijn vastgelegd in de SPECificatienota's van de verschillende ontwerpen per dijktraject.

Het doel van het monitoringsplan is tweeledig en staat aangegeven in Figuur 2-59. CDVM beoogt door middel van de monitoring vast te leggen dat zij de werkzaamheden van KIS beheerst en binnen de randvoorwaarden van het contract van KIS uitvoert.

1.1 Doel monitoringsplan

Het doel van het monitoringsplan is als volgt:

- A het verschaffen van zodanige gegevens aan de opdrachtnemer CDVM dat hij de werkzaamheden beheerst en binnen de randvoorwaarden van het contract kan uitvoeren (preventief en correctief).
- B het verschaffen van zodanige gegevens dat wordt voldaan aan de contracteisen.

Figuur 2-59 Doel monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

Alle aspecten m.b.t. monitoring zijn opgenomen in het monitoringsoverzicht in Bijlage 1 van het monitoringsplan. In het monitoringsplan wordt onderscheid gemaakt in het kalibreren van de berekeningen voor:

1. De binnen- en buitenwaartse taludstabiliteit.
2. Het maken van constructies (inclusief verankeringen).

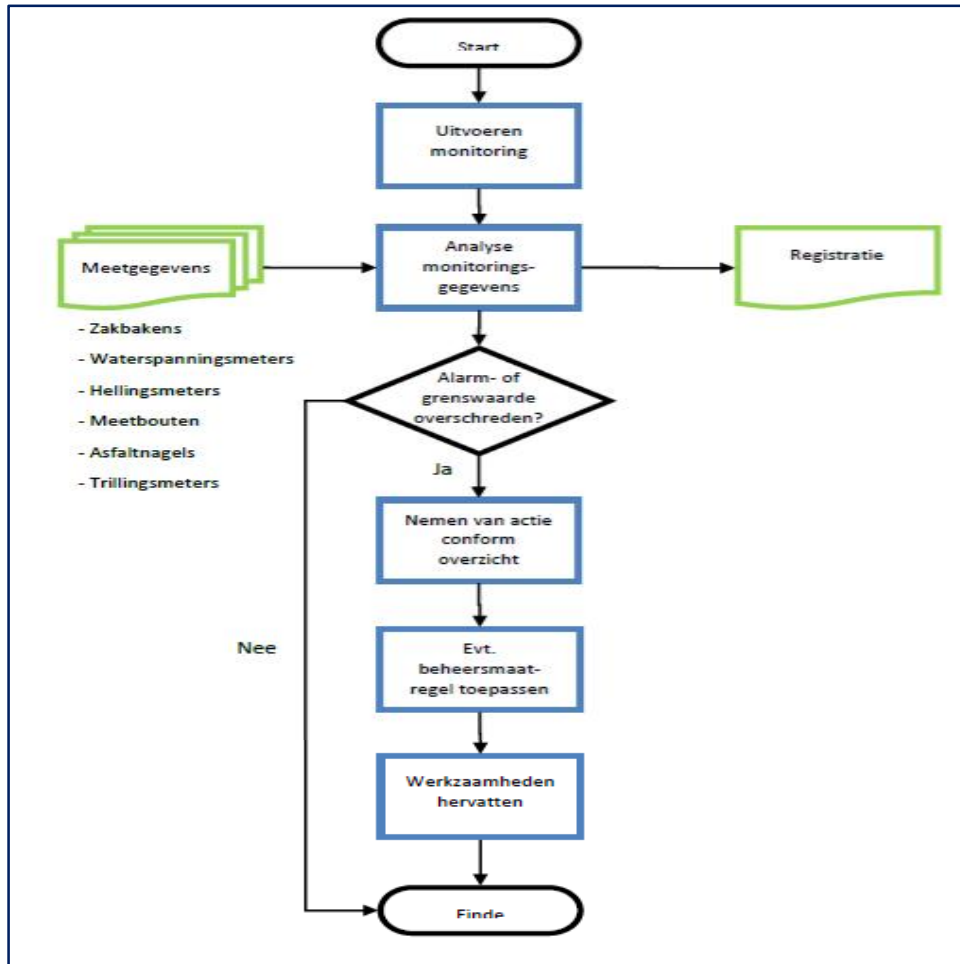
Bij de realisatie van constructieve elementen zal volgens het monitoringsplan een doorlopende analyse plaatsvinden op basis van de resultaten van de monitoring van hellingmeetbuizen, meetbouten op de panden en soms asfaltspijkers dan wel trillingsmeters zoals weergegeven in Figuur 2-60. Bij overschrijding van de grenswaarden zal er gehandeld worden conform het navolgende beschreven processchema en volgens het daaropvolgende beschreven communicatieschema.

Bij de binnen- en buitenwaartse stabiliteit zal de monitoringscoördinator steeds op basis van de vigerende planning een verzoek indienen bij de disciplineleider om toestemming voor het aanbrengen van een volgende slag. De disciplineleider draagt zorg voor analyse van de monitoringsgegevens, zoals zakbaakmetingen, waterspannings-metingen, metingen van eventuele hellingmeetbuizen en asfaltmetingen, en kalibratie van de eerder gemaakte berekeningen en doet een uitspraak met betrekking tot het vrijgeven van het aanbrengen van een ophoogslag. De resultaten worden voor binnendijkse ophogingen vastgelegd in een monitoring registratieformulier. Zie bijlage 3 van het monitoringsplan. Tevens vindt een interne collegiale toets plaats.

M.b.t. groenecirkelpanden is geen kalibratie in het monitoringsplan opgenomen.

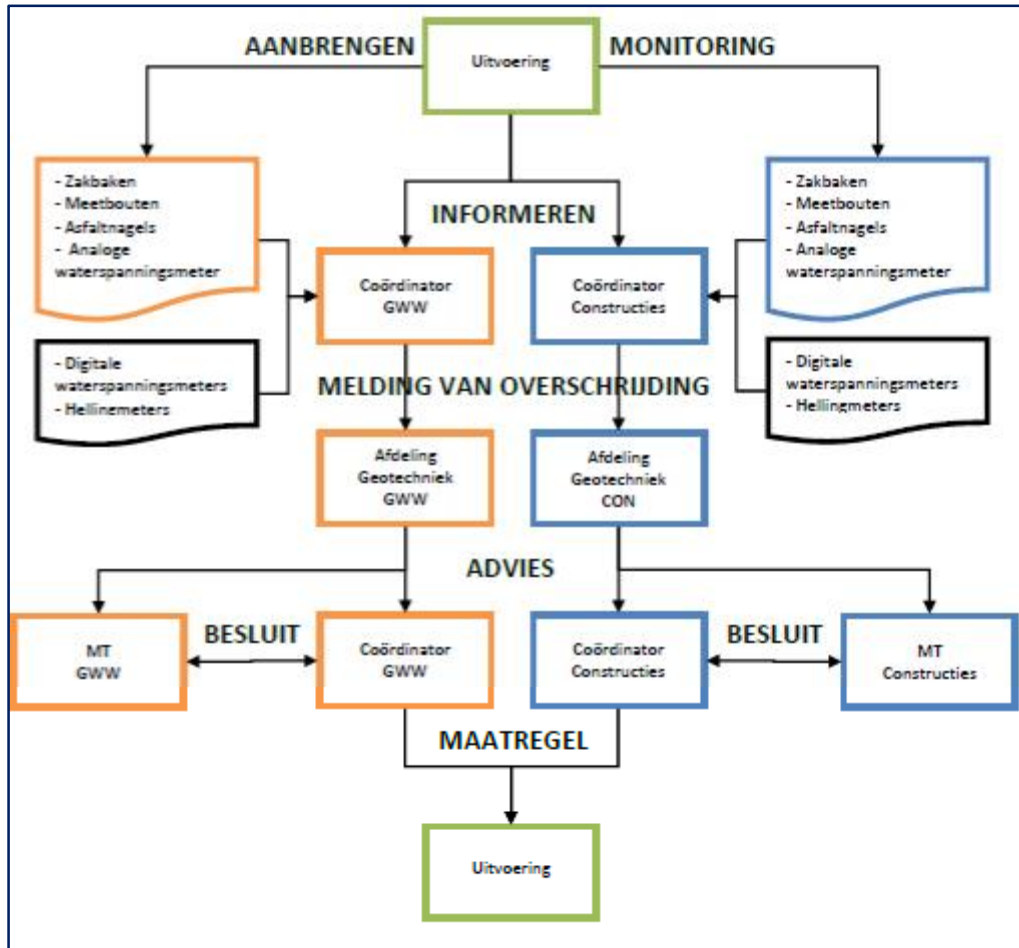
Proces- en communicatieschema

In het monitoringsplan wordt aangegeven dat de werkzaamheden worden beheerst, dat wil zeggen zonder of met beperkte schade aan de omgeving, door o.a. een zorgvuldige communicatie tussen de monitoring-coördinatoren, de ontwerpleiders en de disciplineleiders. Onderdeel van die communicatie is het uitwisselen van de monitoringsgegevens. Het proces van de monitoring is weergegeven in Figuur 2-60.



Figuur 2-60 Monitoringsproces conform het Monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

Het communicatie schema, waarbij is aangegeven hoe er wordt omgegaan met overschrijdingen van meetwaarden, is weergegeven in Figuur 2-61.



Figuur 2-61 Communicatieschema tussen uitvoering-afdeling Geotechniek (Ontwerp) – Uitvoering (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

Type monitoring

Vastleggen nulsituatie van belendingen

Conform het monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0) is de bouwkundige staat van alle belendingen vastgelegd, die zich bevinden binnen een afstand van 50 m tot de werkzaamheden. Deze opname is conform het monitoringsplan uitgevoerd door register experts, ingeschreven in het register bouwkundige opname van het Nederlands Instituut Van Register Experts. Het betreft zowel in- als uitpandige opnames van de woningen en eventuele opstallen. De bouwkundige opname zou volgens het monitoringsplan, indien daartoe aanleiding bestaat, worden herhaald na afloop van alle werkzaamheden.

Meten van waterspanningen

Op locaties, waar grondaanvullingen ter dikte van 1,5 m of meer moesten worden aangebracht en waar een afschuiving een bedreiging kon vormen van de stabiliteit van de dijk of voor de belendingen, worden conform het monitoringsplan waterspanningen gemeten in relevante grondlagen. Relevante lagen zijn lagen, die van belang zijn voor de stabiliteit van het grondmassief tijdens de realisatie. De waterspanningsmetingen zullen worden beschouwd bij het vaststellen van de stabiliteit tijdens de uitvoering en voor het vrijgeven van een volgende ophoogslag. De specificatie van de eigenschappen van de waterspanningsmeters is aangegeven in Bijlage 2 van het monitoringsplan.

Metten van grondzakking met zakkaken

Ten behoeve van het verifiëren van het zettingsverloop als gevolg van de aanleg van de grondophogingen en het voorspellen van de restzakkingen is in het monitoringsplan aangegeven dat er op elke ophoging met een dikte groter dan 0,5 m en op meerdere van de voor het Kabel- en Leidingen tracé te dempen sloten, een zakbaak wordt geplaatst, waarvan periodiek de hoogte wordt bepaald. De zakkaken worden geplaatst in een stramien van gemiddeld circa 25 x 25 m² tot niet groter dan 50 x 50 m². Er worden zo veel zakkaken geplaatst dat over het gehele op te hogen oppervlak een goede indruk wordt verkregen van de grootte van de opgetreden zettingen. Indien de zakkingen niet verlopen volgens de predicties wordt de oorzaak daarvoor onderzocht en mogelijke herstelmaatregelen zullen worden verricht.

Metten van horizontale grondverplaatsingen

Volgens het monitoringsplan hebben de metingen van de horizontale grondverplaatsingen als doel om te bewaken dat de (paal)fundering van de belendende panden niet aan te grote belastingen wordt onderworpen en aansluitende nutsvoorzieningen niet beschadigen. De horizontale grondverplaatsingen nabij belendingen kunnen alleen worden gemeten met behulp van hellingmeetbuizen.

In het monitoringsplan is er voornamelijk per groenecirkelpand een hellingmeetbuis geplaatst. Dit is nodig gevonden om een dreigende ontoelaatbare belasting door grondverplaatsingen op de belendingen tijdig te kunnen signaleren en passende maatregelen te kunnen nemen. Dit betreft in totaal ca. 20 hellingmeetbuizen.

De hellingmeetbuizen worden volgens het monitoringsplan over enige afstand, zo mogelijk ten minste 1 m in de zandlaag gedrukt, zodat de onderzijde als plaatsvast kan worden beschouwd. De hellingmeetbuis moet bij de gevel van een belending worden geplaatst, welke het dichtst bij de werkzaamheden zit. In het monitoringsplan is tevens aangegeven dat, indien de grondverplaatsingen groter zijn dan volgens berekening is toegestaan, de volgende maatregelen kunnen worden genomen:

- Het (deels) wegnemen van de oorzaak voor het optreden van die vervormingen, zoals:
 - Het deels verwijderen van aanvullingen.
 - Het stoppen met het aanbrengen van boorpalen.
- Het vergroten van de weerstand tegen de horizontale grondvervormingen, zoals:
 - Het maken van groutkolommen.
 - Het aanbrengen van extra grond op goed gekozen plaatsen zoals in de kruipruimte (als tegenwerkende massa).
 - Het aanbrengen van grondkerende schermen.

Metten van trillingen

In het monitoringsplan wordt aangegeven dat er vanaf aanvang van de werkzaamheden trillingsmetingen zullen worden uitgevoerd en dat deze zo lang zullen worden gecontinueerd tot aannemelijk is gemaakt dat de trillingen niet zullen leiden tot schade. De richtlijnen volgens SBR gelden daarbij als objectieve te hanteren criteria, die worden gehanteerd als basis voor het bepalen van het stopcriterium. Als stopcriterium wordt aangehouden een (incidentele) overschrijding van de SBR-grens voor incidentele trillingen. Als stopcriterium voor structureel optredende trillingen worden de grenzen volgens SBR aangehouden voor herhaald optredende trillingen.

In het monitoringsplan wordt aangegeven dat de aard van de werkzaamheden zodanig is dat online monitoring niet noodzakelijk zal zijn. Het aan te brengen van constructies, zoals diepwanden en boorpalenwanden, is namelijk trillingsarm, waardoor, volgens het monitoringsplan, kan worden volstaan met periodieke meting en uitlezing, of zelfs geen meting.

Tijdens de registratie vindt alarmering plaats door middel van een sms-bericht aan de uitvoerder van Franki Foundations Belgium ² en de monitoringscoördinator Constructies van CDVM zoals vermeld in Bijlage B van het monitoringsplan. Indien de trillingen groter zijn dan is toegestaan, zullen de volgende maatregelen worden genomen:

het (deels) wegnemen van de oorzaak, zoals:

- Het stoppen met het aanbrengen van palen.
- Het nemen van trillingsreducerende maatregelen, zoals het deels voorboren.
- Het plaatsen van extra trillingsopnemers, waardoor de trillingscriteria kunnen worden verruimd.
- Het, na overleg en met instemming van het waterschap, overeenkomen van een regeling met de betreffende bewoners, waarbij CDVM de risico's overneemt.

Monitoring kruinverplaatsingen

In het monitoringsplan wordt aangegeven dat, teneinde te voorkomen dat door het maken van de constructies de asfaltverharding schade oploopt, de vervorming van die asfaltverharding wordt gemonitord. Deze monitoring bestaat uit het meten van de zakking van nagels die in het asfalt zijn geplaatst.

Metten rivierwaterstand

Volgens het monitoringsplan wordt voor het bepalen van de waterstanden op de Lek gebruik gemaakt van het monitoringssysteem van RWS, waarbij middels de volgende link de waterstand in de Lek kan worden bekeken bij Krimpen aan de Lek en bij Schoonhoven: http://www.rijkswaterstaat.nl/geotool/waterhoogte_tov_nap.aspx. De waterstand ter hoogte van KIS zal worden bepaald op basis van lineaire interpolatie als functie van de plaats tussen beide waarnemingsposities.

Monitoring meetbouts

De monitoring van de meetbouts op de bebouwing wordt alleen genoemd in bijlage 1 van het monitoringsplan.

Wijze van registratie

In het monitoringsplan is in hoofdstuk 5 invulling gegeven aan de beschouwing en de verwerking van de meetgegevens., zie ook Figuur 2-62.

5.2 Registratie van metingen

De ontvangen monitoringsresultaten van meetbouts en asfaltspijkers worden door de monitoring coördinator verwerkt in het monitoringsregistratieformulier (zie bijlage 3) en ter informatie verzonden naar afdeling geotechniek.

Indien er bij een herhalingsmetingen afwijkingen t.o.v. de nul-meting worden geconstateerd die groter zijn dan de respectievelijk alarm- en grenswaarde uit het monitoringsoverzicht wordt dit aangegeven op het monitorings registratieformulier. Dit formulier wordt vervolgens conform het communicatie schema uit hfst 4.2 met de betrokkenen gecommuniceerd. Op deze wijze worden afwijkingen geregistreerd en inzichtelijk gemaakt en eenvoudiger te traceren en het communicatieschema wordt hiermee aantoonbaar gemaakt. Bovendien is dan altijd helder en duidelijk hoe met een bepaalde afwijking van een meting is omgegaan in het verdere verloop van de uitvoering.

Figuur 2-62 Registratie van metingen conform het Monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

Monitoring panden

In het monitoringsplan wordt een beschrijving gegeven van welke panden op welke wijze worden gemonitord. In Bijlage 1 van het monitoringsplan is een toelichting over de toe te

² Franki Foundations Belgium is de onderaannemer, die de boorpalen, de diepwanden en de barettenwanden realiseerde bij de dijkversterking

passen meetmethodes en frequenties gegeven. Deze bijlage is weergegeven in Bijlage F van dit rapport.

De monitoring van de volgende situaties zijn als volgt ingevuld in het monitoringsplan:

1. Herbouwlocaties binnendijs.
2. Groene cirkelpanden.
3. Kritische locaties (EMVI-panden³).

Ad 1.

Er zijn ca. 50 herbouwlocaties genoemd. Voor de herbouwlocaties geldt dat er een restzettingseis van toepassing is (VSE: WK-AS-13).

Aanvullende maatregelen zijn genoemd als de restzettingseis niet wordt gehaald.

Ad 2.

Volgens het monitoringsplan dienen schadebeperkende maatregelen te worden genomen bij 23 groenecirkelpanden. Voor deze panden is de volgende tekst in Figuur 2-63 weergegeven:

Voor deze panden geldt dat schadebeperkende maatregelen moeten worden genomen, die volgens plan van CDVM in eerste instantie bestaan uit:

- het aanbrengen van een dicht net van verticale drainage onder de aanvulling;
- meting van de grondverplaatsingen;
- inspectie/analyse van de fundering;
- een zeer gefaseerde ophoging;
- het respecteren van een ophogingsvrije zone rondom de panden van 5 a 7,5 m, te bepalen d.m.v. berekening.

Figuur 2-63 Schadebeperkende maatregelen bij de groenecirkelpanden conform het Monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

In het monitoringsplan staat tevens de volgende tekst in Figuur 2-64 weergegeven met betrekking tot de werkwijze bij de groenecirkelpanden.

In het monitoringsplan staat tevens de volgende tekst in Figuur 2-64 weergegeven met betrekking tot de werkwijze bij de groene cirkel panden.

Door CDVM is aan WSRL het verzoek gedaan om van eis S-As-32 de vervormingseis te vervangen door het opgraven, inmeten en inspecteren van funderingspalen en de sterkte eis m.b.t. het scheurmoment te vervangen door een analyse waaruit blijkt dat de panden zonder schade aan de bovenbouw de grondvervormingen deels kunnen volgen. Zolang hieromtrent nog geen uitsluitel is verkregen geldt S-As-32.

Figuur 2-64 Informatie uit monitoringsplan met betrekking tot verzoek om af te wijken van de vervormingseis S-As-32 (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

Uit Figuur 2-64 blijkt dat CDVM een verzoek heeft ingediend voor het afwijken van de vervormingseis conform S-As-32, zie ook Figuur 2-19. Volgens het definitieve monitoringsplan was hier ten tijde van het uitbrengen van dit plan nog geen uitsluitel over verkregen.

Ad 3.

Volgens het monitoringsplan gelden voor de kritische locaties, die bij de inschrijving speciale aandacht vroegen (zie ook Figuur 2-65), dezelfde monitorings-eisen als voor de overige panden in het invloedsgebied van de werkzaamheden.

³ In de aanbestedingsleidraad zijn kritische locaties van panden gegeven. Dit waren locaties van panden waar de constructieve elementen op korte afstand van deze panden moesten worden gerealiseerd. Deze panden werden aangemerkt als EMVI-panden en maakte deel uit van het gunningscriterium van Economisch Meest Voordelige Inschrijving (EMVI).

Aanvankelijk was door CDVM in de aanbiedingsdocumenten een strengere monitoring voorzien bij de kritische locaties. In het monitoringsplan is aangegeven dat het nut en noodzaak daarvan in een ander daglicht is komen te staan omdat CDVM nu geen damwanden meer gaat plaatsen. Er wordt aangegeven dat *alle werkzaamheden trillingsarm plaatsvinden*.

In het monitoringsplan is tevens opgemerkt dat er beheersmaatregelen ten behoeve van het risico van schade aan bestaande panden staan omschreven in het KIS risicoregister, zie ook de figuur. Deze informatie m.b.t. beheersmaatregelen uit het KIS risicodossier is niet beschikbaar in het digitale dossier.

Bevinding 01403, 1507, 1508

Beheersmaatregelen t.b.v. het risico van schade aan bestaande panden staan omschreven in Impero bij R-00018 uit het KIS risicoregister.

Figuur 2-65 Tekst uit het monitoringsplan m.b.t. beheersmaatregelen t.b.v. het risico van schade aan bestaande panden (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)..

Invulling monitoring

In Bijlage 1 in het monitoringsplan is een uitgebreide schema weergegeven met de te verrichten monitoring, waar onderscheid is gemaakt in de monitoring specifiek voor activiteiten en specifiek voor panden, waar onderscheid is gemaakt tussen groenecirkelpanden en overige panden.

Bij grondophogingen binnendijs geldt in principe de volgende frequentie van de monitoring van de waterspanningsmeters en de zakkakens:

| Frequentie bij waterspanningsmeters | Frequentie van zakkakens |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 1 week voor aanbrengen ophoogslag; 2. na ophogen na 1, 7, 14, 21, 28 dagen; 3. daarna 1 x per 2 weken gedurende 3 maanden; 4. daarna 1x per maand gedurende 8 maanden; 5. daarna 1x per 2 maanden gedurende 1 jaar | <ol style="list-style-type: none"> 1. bij elke slag: voor ophogen; 2. na ophogen na 1, 7, 14, 21, 28 dagen; 3. daarna 1 x per 2 weken gedurende 3 maanden; 4. daarna 1x per maand gedurende 8 maanden; 5. daarna 1x per 2 maanden gedurende 1 jaar |

Figuur 2-66 Frequentie monitoring van zakkaken en waterspanningsmeters (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

Onderstaand zijn de belangrijkste gegevens ingevuld van de monitoring bij de panden:

Panden bij grondophogingen

- Afstand 0 – 15 m t.o.v. het grondwerk:
 - Meetbouten/-stickers inmeten via Tachymeter (x,y,z).
 - Standaard 2 meetbouten/-stickers op gevel.
 - Alarmwaarde: 5 mm inclusief tolerantie (tolerantie: x,y=5mm, z=2mm).
 - Grenswaarde: 10 mm inclusief tolerantie.
 - Bij overschrijding alarmwaarde vindt er overleg plaats met afdeling ontwerp.
 - Bij overschrijding grenswaarde wordt het werk stopgezet en vindt er onderzoek plaats.

Groenecirkelpanden

- Alle panden 0 – 30 m t.o.v. constructie of grondwerk:
 - Standaard 2 meetbouten/-stickers op gevel.
 - Meetbouten/stickers inmeten via Tachymeter (x,y,z).
 - Voor de alarmwaarden wordt verwezen naar de SPE (specificatienota van het betreffende traject of pand).
 - Voor de grenswaarden.
- Panden 0 - 30 m uit constructies
 - Hellingmeetbuis vóór de gevel die het dichtst bij de werkzaamheden staat.
 - Alarmwaarde 50 mm verplaatsing (incl. tolerantie; tolerantie: n.v.t.).
- Panden 0 – 30 m uit grondwerk
 - Hellingmeetbuis vóór de gevel, die het dichtst bij de werkzaamheden staat, maximaal 2 meter afstand.
 - Alarmwaarde: hiervoor wordt verwezen naar de SPE (specificatienota per sectie of per pand).
 - Grenswaarde: Hiervoor wordt verwezen naar de memo van CDVM m.b.t. groenecirkelpanden MEM-OWN-10059 (CDVM, 5-11-2015).

Voor de frequentie van de metingen van de hellingmeetbuizen bij de groene cirkelpanden is het volgende in de figuur aangegeven:

| Frequentie bij grondwerk | Frequentie bij constructies |
|--|--|
| 1. Voor start werkzaamheden 2. Voorafgaand aan elke ophoogslag (min. 1x / 6 wk) 3. Na afronden werkzaamheden | 1. 0-meting voor start aanbrengen werkerrein 2. Meting voor start constructies 3. Na aanbrengen laatste paal/diep wandpaneel 4. Na afrondende werkzaamheden; aanbrengen ankers/delsloof |

Figuur 2-67 Frequentie monitoring van hellingmeetbuizen bij groene cirkelpanden: bij grondwerk en bij constructies (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

Panden bij diepwanden en palenwanden:

- Afstand 0 – 50 m t.o.v constructies:
 - Meetbouten/stickers inmeten via Tachymeter (x,y,z).
 - Standaard 2 meetbouten/-stickers op (dijk)gevel.
 - Risicopanden gefundeerd op staal: extra meetbouten/-stickers op zij – en achtergevel.
- Afstand 0 - 30 m t.o.v constructies:
 - Alarmwaarde 5 mm verplaatsing (incl. tolerantie: x,y=5mm, z=2mm).
 - Grenswaarde 10 mm verplaatsing⁴ (inclusief tolerantie).
 - Er vindt overleg plaats met ontwerpafdeling bij overschrijding alarmwaarde.
 - Werkzaamheden worden stopgezet bij overschrijding grenswaarde en er vindt nader onderzoek plaats.
- Afstand 0 -15 m t.o.v constructies, aanvullende monitoring:
 - Hellingmeetbuis bij panden op een paalfundatie:
 - 1-2 hellingmeetbuizen toepassen bij dichtstbijzijnde 1-2 panden op een afstand < 8 m t.o.v 1^e boorpaal per sectie.
 - 1 hellingmeetbuis toepassen bij dichtstbijzijnde pand op een afstand van < 2 x paneelbreedte t.o.v. 1^e diep wandsegment.
 - Locatie meer halverwege tussen constructie en pand.
 - Alarmwaarde 50 mm verplaatsing (tolerantie: niet van toepassing).
 - Grenswaarde nader te bepalen.
 - Er vindt overleg plaats met ontwerpafdeling bij overschrijding alarmwaarde.
 - Bij overschrijding grenswaarde worden werkzaamheden stopgezet en er vindt nader onderzoek plaats.

Voor de panden bij de constructies geldt de in de figuur weergegeven frequentie van de metingen:

| |
|--|
| 1. 0-meting voor start aanbrengen werkerrein 2. Meting voor start constructies (enkel z) 3. Na aanbrengen laatste paal/diep wandpaneel (enkel z) 4. Na afrondende werkzaamheden; aanbrengen ankers/delsloof |
|--|

Figuur 2-68 Frequentie monitoringsprogramma bij realisatie diepwanden en palenwanden (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

⁴ Deze grenswaarde is ruimer ingevuld dan in de VSE, eis S-As-32, zie ook Figuur 2-19.

- Bij boorpalen: Trillingsmetingen aan 2 panden bij afstand < 15 m:
 - Meetmethode volgens SBR.
 - CDVM zal bij aanvang van de werkzaamheden zo lang trillingsmetingen uitvoeren dat zij aannemelijk heeft gemaakt dat de door haar veroorzaakte trillingen niet zullen leiden tot schade.
 - Alarmwaarde: 6 mm/s⁵.
 - Grenswaarde: 8,4 mm/s⁶.
 - Bij overschrijding alarmwaarde vindt er overleg plaats met de ontwerpafdeling.
 - Werkzaamheden worden stopgezet en er vindt nader onderzoek plaats.

In het monitoringsplan zijn er bij de uitvoering van de diepwanden geen trillingsmetingen voorzien.

De barettenwanden zijn niet behandeld in het monitoringsplan, voor de monitoring in deze secties wordt verwezen naar paragraaf 2.2.4.

Samenvattend

Het eerder genoemde monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0) is een raamwerk monitoringsplan, waarin de verschillende monitoringsonderdelen worden beschreven. De verdere uitwerking van de monitoring staat in de verschillende (SPE)cificatie nota's per uitvoeringsvak, waarin een risicogestuurde monitoring is weergegeven.

Het plan bevat de volgende monitoring uitgevoerd door de combinatie:

- Horizontale grond deformatie, in de orde van 40 – 50 hellingmeetbuizen, die de horizontale vervorming in de diepte registreert.
- Waterspanningsmeters, ruim 40 waterspanningsmeters verdeeld over circa 20 dwarsdoorsneden.
- Zakbaken, ruim 670 zakbaken en ruim 20740 metingen.
- Trillingsmetingen, 9 locaties.
- Pandendeformatiemetingen (incidentele X,Y, Z, metingen met behulp van een Total Station op meetstickers).

Opgemerkt wordt dat naast de monitoring aan de panden door de combinatie, door Waterschap Rivierland 226 panden over de periode van 2011 tot najaar 2020 zijn en deels nog periodiek worden ingemeten. Deze gegevens zijn beschikbaar voor de bewoners.

In het monitoringsrapport worden de eisen aangehaald, die voor verschillende aspecten gelden en worden er generieke beheersmaatregelen voorgesteld ook in dat geval weer generiek en minder specifiek.

Deltares heeft enkele versies van dit plan destijds (na gunning) gereviewd. Dit betreft versie rev1, rev2 en rev7. Er is hier o.a. een verslag van opgesteld in 1208797-002-GEO-0022 d.d. 05-08-2015. De belangrijkste punten uit deze review zijn verwerkt in het definitieve monitoringsplan.

2.2.7 Werkplannen Vijzelen

In het 'Programma van eisen Vijzelen' in Bind-H zijn 4 panden genoemd, die gevijzeld moesten worden. Uiteindelijk zijn er, van de 4 genoemde panden er 2 afgevallen.

Voor de twee overgebleven panden, Lekdijk 13 en Lekdijk 417 is een werkplan opgesteld met titel: Werkplan Vijzelen woningen Lekdijk 13 + Lekdijk 417, kenmerk P16131475-PLA-UGW-07742, datum 4-8-2015.

⁵ Deze waarde betreft een afwijking van de eisen in de VSE, waar de grenswaarden conform de SBR-deel A is aangegeven.

In het Werkplan worden onder andere in detail de uit te voeren activiteiten, het raakvlakken management en risico's en beheersmaatregelen beschreven. Onderdeel van de activiteiten die van belang zijn voor de technische uitvoering zijn aangegeven in Figuur 2-69.

C. Betonwerk nieuwe fundatiebalken

12. Bekisting naast en onder woning aanbrengen t.b.v. nieuwe fundatiebalken;
13. Wapening aanbrengen en stekken boren in bestaande fundatiebalken t.b.v. koppeling;
14. Verloren bekisting t.b.v. paal sparingen;
15. Beton bekisting sluiten;
16. Beton storten;
17. Uithardingsperiode van 28 dagen (ontkisten al na ca. 2-3 dagen);
 - Of zoveel korter als mogelijk is op basis van kubusproef.

D. Nieuwe fundatiepalen

18. Aanbrengen fundatiepalen (type stalen buispaal) aan buitenzijde woning d.m.v. persen;
 - Lassen van paalsecties
19. Aanbrengen beschermende maatregelen in woning voor vloer en wanden;
 - In overleg met bewoners (delen van) inboedel verplaatsen/verwijderen.
20. Maken sparingen van ca. 400x1000 mm doorsnee in vloer woning en daarna tijdelijk afdekken;
 - Zie voor het aantal en de exacte locaties bijlage 4
21. Aanvoer persequipment in woning;
22. Aanbrengen fundatiepalen (type stalen buispaal) in woning;
 - Persequipment wordt verankerd aan de nieuwe gestorte betonbalken.
23. Afstorten stalen buispalen.



E. Vijzelen

24. Vijzel constructie aanbrengen;
25. Loskoppelen bestaande fundering;
26. Loskoppelen NUTS voorzieningen en verlengen; (NUTS bedrijven)
 - Uitvoering gas, electra, water en communicatie door NUTS bedrijven; riool door onderaannemer
 - Huisaansluitingen zijn uitgevoerd in een flexibele aansluiting en worden in een lus gelegd zodat ze mee kunnen met het vijzelen
27. Vijzelen woning en aanstorten palen;
28. Verwijderen vijzelconstructie en afslijpen overlengte palen.

Figuur 2-69 Activiteiten uit het werkplan Vijzelen

Het raakvlakken management gaat vooral in op de invloed op de omgeving. Een belangrijk onderdeel hierin is de informatie aan en omgang met de bewoners.

Risico's en beheersmaatregelen zijn weergegeven in een top 3 lijst. Zie Figuur 2-70. De overige risico's zijn beschreven in het risico managementplan, welke niet in het opleverdossier is aangetroffen.

| Risico Nr. | Risico | Beheersmaatregel |
|------------|--|---|
| RI-00004 | Er ontstaat schade aan kabels en leidingen naar bedrijven of woningen tijdens uitvoeringswerkzaamheden | Specifiek aandacht voor leidingen Gasunie in ontwerp en uitvoering. Voorafgaan aan uitvoering proefsleuven. |
| RI-00006 | Proces planning wordt door CDVM niet beheerst | Wekelijks overleg over stand van de planning en eventueel te nemen maatregelen bij optredende stagnatie of ter voorkoming van stagnatie |
| RI-00018 | Gedurende de uitvoering ontstaat schade aan woningen en/of gebouwen en/of leidingen | Stoppunt na aanbrengen van eerste funderingspaal om werkwijze te evalueren. Stoppunt voor start vijzelen om 'dood gewicht' in de vorm van oplangers van bestaande palen van de woning los te koppelen. |

Figuur 2-70 Top 3 risico's vijzelen

In het Werkplan wordt verwezen naar verschillende specifieke documenten. In deze documenten is meer te vinden over de vertaling van de eisen naar het ontwerp dan in het Werkplan.

Voordat met de uitvoering van de werkzaamheden is begonnen is door de aannemer een voorstel ingediend (afwijking AW-00148) om af te wijken van de eisen uit BIND-H. In Figuur 2-71 is de afwijking weergegeven.

| AFWIJKING AW-00148 | | | | CDVM | |
|--|--|-----------------------------------|---|----------------------|--|
| Project: Realisering Dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer | Documentnummer: AW-00148 | Datum constatering: 15-10-2014 | Versie / datum rapport: 1.0 26-11-2014 | Status Afgesloten | |
| Identificatie afwijking | | | | | |
| Betrekking op werkpakket(WBS) / proces: WP-1.5.3.11.1 Woning: Aanpassen / Beschermen woningen; Dijkvak I (Nieuw-Lekkerland) | Objectcode: | Werkvak: | Type afwijking Externe afwijking | | |
| Afwijking: | Vijzelen Lekkijk 13 en Lekkijk 417: ontwerp en uitvoering wijkt af van eisen uit Bind-H | | | | |
| Toelichting: | Wijziging op eisen uit Bind-H t.a.v. uitvoering nieuwe fundatie en bewoonbaar houden van de te vijzelen woningen ten tijde van werkzaamheden: Bind-H stelt dat de nieuwe fundering van Lekkijk 13 en Lekkijk 417 uitgevoerd moet worden in nagespannen betonbalken. Het uitgangspunt uit Bind-H hierbij is dat er enkel aan de buitenzijde (rondom) de woning een nieuwe paalfundatie wordt aangebracht. In verband met het risico op instabiliteit van de woning ten tijde van het vijzelen (specifiek het moment dat de woning afgekoppeld wordt van de huidige fundatie en komt te rusten op de nieuwe fundatie) is besloten om een extra rij palen in de woning aan te brengen en de balken niet langer in nagespannen vorm uit te voeren. Daarnaast zal het, doordat er palen in de woning worden aangebracht, niet mogelijk zijn om de woning ten tijde van de werkzaamheden bewoonbaar te houden. | | | | |
| Oorzaak: | Het ontwerp uit Bind-H levert in de uitvoering een te groot risico op voor de stabiliteit van de woningen | | | | |

Figuur 2-71 Afwijking AW00148 (Waterschap Rivierenland, 2018)

2.2.8 Toetsing door onafhankelijke experts van partijen die niet eerder bij dit project betrokken waren

Zoals in het fase 1 rapport (Deltares, 2021) is aangegeven heeft gedurende het dijkversterkingsproces een onafhankelijke beoordeling van de kwaliteit plaatsgevonden door Deltares. Daarnaast dienden vanuit de subsidieregeling de stukken voor de afweging van het voorkeursalternatief, VKA, een afweging van de MER alternatieven, en uitwerking van de planfase en de uitvoeringsfase voorgelegd te worden aan het Hoogwaterbeschermingsprogramma, HWBP, waarin wordt beoordeeld of:

- Noodzaak tot versterking aanwezig is.
- De plannen sober en doelmatig zijn ingestoken, waarbij ook de impact op de omgeving wordt beoordeeld en
- De (uitvoering) risico's in voldoende mate worden afgedekt (beheersbare projectrisico's).

Voor het HWBP 2 programma werd deze toetsing uitgevoerd in de zogenaamde Contactmomenten, officiële terugkoppelmomenten ter bepaling of de door het projectteam opgestelde stukken in voldoende mate zijn uitgewerkt om het betreffende Controle-moment succesvol te kunnen passeren.

De stukken die het Waterschap heeft toegestuurd zijn intern het waterschap gereviewd. Voor wat betreft de geotechnische rapportage van de dijkversterking, die voor de planfase is opgesteld door Witteveen en Bos, heeft Deltares een review uitgevoerd.

De onafhankelijke technische inhoudelijk borging van het uitvoeringsplan is door Deltares (werkzaamheden uitgevoerd over de periode september 2013 tot en met 2018 onder Deltares kenmerk 1208797) uitgevoerd. In deze opdracht waren de volgende werkzaamheden voorzien:

1. Optreden als adviseur van WSRL inzake het dijkversterkingsontwerp en de wijze waarop de aannemer hiermee omgaat. De werkzaamheden bestaan vooral uit het deelnemen aan informele technische overleggen met de aannemer.
2. Optreden als inhoudelijk deskundige toetsers namens WSRL bij systeemtoetsen en procestoetsen bij de aannemer ter assistentie van de lead auditor of technisch manager van WSRL en bij product toetsen. De producttoetsen betreffen:
 - a. Ontwerp van constructies in binnentalud en kruin; uit te voeren door ing. H. Larsen van Deltares.
 - b. Dijkontwerp, zettingsprognoses bermen en rivierwaartse versterkingen, (uitvoerings)stabiliteit en waterveiligheid; uit te voeren door ing. J. Blinde van Deltares.
3. Leveren van input voor het risicodossier t.b.v. risico gestuurde systeem gerichte contractbeheersing.

Voor de constructieve toetsingen heeft Deltares de expertise van ingenieurbureau Concretio ingehuurd.

Een voorbeeld van hoe de onafhankelijke toetsing op stukken van de aannemer heeft plaatsgevonden is in Figuur 2-72 weergegeven (in dit geval aan de hand van het monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0) voor de sectie A t/m D):

Werkpakketnr. + omschrijving: WP-1.5.5.2 | Monitoring
 Documentnummer: P16131475-PLA-TMA-04641
 Datum: 7-12-2015
 Documentstatus: Definitief
 Revisie: 9.0

Revisiebeheer

| Rev. | Omschrijving | Datum |
|------|---|------------|
| 0.1 | Eerste uitgave – opzet monitoringsplan | 24-02-2014 |
| 1.0 | Definitieve versie – opmerkingen checkprintronde verwerkt | 03-03-2014 |
| 2.0 | Definitieve versie – informele opmerkingen WSRL/Deltares verwerkt | 23-04-2014 |
| 3.0 | Definitieve versie – opmerkingen collegiale toets en Toets WSRL 00088 verwerkt. Opmerkingen WSRL en TIS verwerkt | 06-02-2015 |
| 4.0 | Definitieve versie – vermindering meting aantal x-y-posities, asfaltnagels, plaatsen glasvezelkabel | 09-03-2015 |
| 5.0 | Definitieve versie – Algehele revisie op inhoud, structuur en opbouw Optimalisatie van wijze en frequentie monitoring Monitoringsoverzicht ter verduidelijking toegevoegd in bijlage | 1-4-2015 |
| 6.0 | Definitieve versie – Wijziging zoals aangegeven in bijlage 1 in groen gekleurde arcering | 12-6-2015 |
| 7.0 | Definitieve versie Wijzigingen zoals aangegeven in bijlage 1 in oranje gekleurde arcering | 14-7-2015 |
| 8.0 | Definitieve versie Wijzigingen zoals aangegeven in bijlage 1 in groene kleur met dikgedrukte tekst | 21-8-2015 |
| 9.0 | Definitieve versie Wijzigingen n.a.v. Toetsdocument 00448 en 00438 Aandachtspunten uit de toetsen en bijbehorende bijlage van Deltares zijn verwerkt in deze revisie. | 7-12-2015 |

Figuur 2-72 Voorbeeld revisie beheer en hoe met de kwaliteitsboring is omgegaan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0)

Uit bovenstaand revisiebeheer valt af te lezen dat het document een groeidocument betreft welke een collegiale toets binnen de combinatie heeft gehad en dat opmerkingen van de opdrachtgever en Deltares zijn verwerkt. Overigens is het eindadvies ter controle voorgelegd aan Deltares.

Binnen het gehele dijkverbeteringsproces, dat in 2010 is gestart met de verkenningsfase, worden dus toetsingen uitgevoerd zowel door het HWBP als in dit geval door Deltares. Het gehele proces van risicobeheersing loopt gelijk op met het versterkingsproject. De mate van detail van de risico-inventarisatie gaat daarbij van grof naar fijn, waarbij in het uitvoeringsadvies een risico inventarisatie per pand is opgesteld en waarbij de risico's zijn afgedekt met monitoring (zie hiervoor ook aspect 6 in hoofdstuk 7).

2.3 Uitvoering van de dijkversterking

2.3.1 Realisatie grondontwerp binnendijks

Ophogingen grondbermen

Ten behoeve van de uitvoering van het grondwerk zijn de volgende documenten opgesteld en van toepassing. Zie Figuur 2-73.

Behalve P16131475-PLA-UGW-04789 zijn de in Figuur 2-73 genoemde documenten niet in het opleverdossier aangetroffen.

| 1.1 Referentiedocumenten | |
|---|-------------------------|
| Documenttitel | Documentnummer |
| Project Management Plan | P16131475-PLA-PMA-03955 |
| Veiligheidsmanagementplan | P16131475-PLA-PMA-03968 |
| Omgevingsmanagementplan | P16131475-PLA-OMG-04009 |
| Uitvoeringsplan | |
| Projectplanning | P16131475-PLN-PBE-04047 |
| Maatvoeringsplan | P16131475-PLA-UGW-07619 |
| V&G Uitvoering | P16131475-PLA-PMA-04300 |
| Werkplan vrijkomende materialen | |
| Werkplan grondwerk | P16131475-PLA-UGW-04789 |
| Rapport noodzaak tot kappen en behouden van bomen | P16131475-RAP-TMA-04043 |

Figuur 2-73 Uitvoeringsdocumenten

Ten behoeve van het grondwerk, ophogingen buitendijks, kruin en binnendijks is het werkplan opgesteld met titel Werkplan GRONDWERK, dijkvak 1 t/m 5, kenmerk P16131475-PLA-UGW-04789, datum 14-05-2014 (CDVM, 14-05-2014).

Voor de uitvoering geldt een andere dijkvak indeling dan in de ontwerpdocumenten. De dijkvak indeling voor de uitvoering is weergegeven in Figuur 2-74.

| Indeling dijkvakken | Dijksecties | begrenzing | | Omschrijving |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| | | van (km) | tot (km) | |
| Dijkvak 1: Nieuw-Lekkerland | A t/m J | AW158 + 100 | AW175 + 190 | vanaf Kinderdijk tot de oostzijde van Nieuw-Lekkerland nabij N480 |
| Dijkvak 2: Streefkerk | K t/m Y | AW179 + 060 | AW203 + 150 | oost van Nieuw-Lekkerland tot oost van Streefkerk |
| Dijkvak 3: Bergstoep | Z t/m AB | AW209 + 080 | AW213 + 000 | west van veer Bergstoep |
| Dijkvak 4: Opperstok | AC t/m AE | AW218 + 020 | AW227 + 000 | vanaf veer Bergstoep tot westzijde van Groot-Ammer |
| Dijkvak 5: Gelkenes | AF t/m AJ | AW240 + 120 | AW246 + 100 | ter hoogte van Gelkenes |

Figuur 2-74 Dijkvak indeling uitvoering (CDVM, 14-05-2014)

Tijdens de uitvoering van de binnendijkse grondophogingen is de stabiliteit bewaakt met behulp van waterspanningsmetingen en zakkingsmetingen.

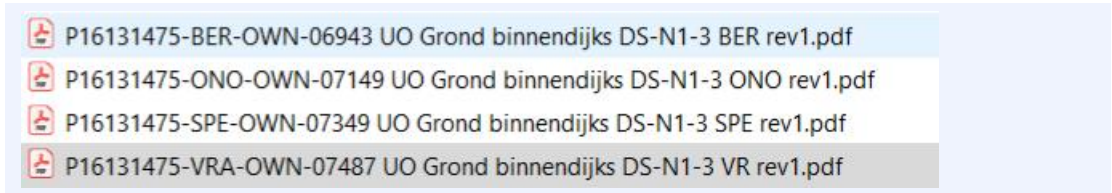
De ophoging van de eerste twee slagen is niet sneller uitgevoerd dan volgens hetgeen beschreven is in de ontwerpnota's, dus minimaal 60 dagen tussen de ophoogslagen). Vaak is de tijd tussen de eerste twee ophoogslagen langer geweest dan minimaal toegestaan. Hierna zijn de waterspanningsmetingen leidend geweest. Hierbij werd als criterium gesteld dat het aanpassingspercentage (gemeten door de waterspanningsmeters) van de vorige slag(en) zodanig hoog moest zijn dat de volgende slag (met 0 % aanpassing) kon worden aangebracht zonder dat de minimale stabiliteitsfactor werd onderschreden. Op basis van het dossier is niet te controleren of dit ook zo is uitgevoerd. In het dossier zijn de

waterspanningsmetingen en de data waarop ophoogslagen zijn vrijgegeven aanwezig. Niet aanwezig zijn de analyses waarop de vrijgaves van de ophoogslagen zijn gebaseerd.

Door CDVM zijn ten behoeve van het uitvoeringsontwerp, UO, per (deel) vak detailberekeningen uitgevoerd voor de grondrijkontwerpen, waarbij ook de monitoring in meer detail wordt besproken.

Voor het doorrekenen van de stabiliteit van de ophogingen gedurende de uitvoeringsfase is gebruik gemaakt van de daarvoor gangbare modellen als D-Geostability en D-settlement. Daar waar deformaties belangrijk zijn, zoals bij de groenecirkelpanden, zijn analyse met PLAXIS uitgevoerd, waarbij het grondgedrag is gemodelleerd met soft soil creep, SSC-model.

Per uitvoeringsvak zijn telkens de navolgende rapporten beschikbaar (als voorbeeld vak N1-3). Zie Figuur 2-75.

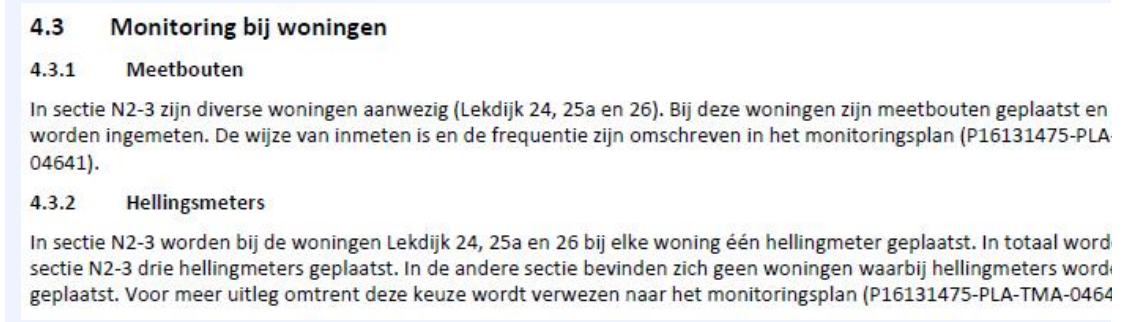


Figuur 2-75 Beschikbare rapporten per uitvoeringsvak bij de groenecirkelpanden

Het BER rapport betreft de BERekeningnota met daarin de uitgevoerde berekeningen en uitgangspunten. Dit betreft een herijking van het ontwerp en de stabiliteit gedurende de uitvoeringsfase. Hierbij wordt per ophoogslag gekeken of de stabiliteit in de uitvoeringsfase aan de eisen gesteld in het VSE voldoet. In het geval van N1-3 is dit geen groot probleem omdat, als gevolg van het deels dempen van de bakwetering, de stabiliteit al snel hoger is dan die van de oorspronkelijke situatie.

In het ONO rapport wordt het Ontwerp van het vak opgesteld en beschreven tot in detail en wordt aangegeven of dit aan de projecteisen voldoet. Hierin worden ook zettingsversnellende maatregelen genoemd zoals verticale drainage in dit geval, waarbij het niveau van de onderzijde van de drainage wordt aangegeven op een niveau van 2 m boven de tussenzandlaag. Deze zettingsversnellende maatregelen versnellen de consolidatie waardoor de stabiliteit in de uitvoeringsfase wordt verhoogd, wat weer gunstig kan zijn voor de horizontale deformaties, hoe hoger de stabiliteit, hoe kleiner de horizontale deformaties.

In het SPE rapport, de SPECificatie nota, worden eisen gesteld aan de ophoogmaterialen, drainages etc. Ook wordt in dit rapport de vak specifieke monitoring besproken, zowel om de stabiliteit van de ophoogwerkzaamheden te monitoring maar ook om de pandbeïnvloeding te monitoren. In Figuur 2-76 wordt een voorbeeld gegeven van de specifieke invulling van de monitoring in de specificatienota van sectie N2-3:



Figuur 2-76 Specifieke invulling van de monitoring in de specificatienota van sectie N2-3 (overgenomen uit P16131475-SPE-OWN-07349 UO Grond binnendijks DS-N1-3 SPE rev1.

Voor de frequentie en wijze van monitoring wordt verwezen naar monitoringsplan (CDVM, 07-12-2015 v.9.0), zie ook bijlage 1 van het monitoringsplan.

In het laatste rapport in de serie rapporten met extensie VR is het Verificatie rapport waarin wordt getoetst in hoeverre de Vraag specificatie eisen zijn gehaald en of en welke afwijkingen er in het uitvoeringsontwerp zijn ontstaan ten opzichte van het plan. Wanneer eisen niet zijn gehaald wordt dit vermeld waarom ze niet zijn gehaald en hoe daarmee om is gegaan.

Uitvoeringsbegeleiding/monitoring

Bij het opleverdossier zijn ook de zogenaamde monitoringsvrijgave sheets weergegeven bv "Monitoring Binnendijks Vrijgavesheet_SectieN2-3_170712.pdf". Hierbij wordt op basis van gemeten waterspanningen en de hellingmeetbuizen de volgende slag al dan niet vrijgegeven. Hieronder is als voorbeeld een scan hiervan opgenomen:

Sectie N3
Op planning

diepte nr 5514 = -8,00
diepte nr 5510 = -8,30

m NAP Veen
m NAP 16-klei

Tekening P16131475-OWN-ST-GR-UO-OV-00481

Datum: 12-7-2017
Tijd na laatste o: 54 (in BER 42 dagen)

| datum opname | tijd | barometer (mbar) | meter 5514 (mbar) | meter 5510 (mbar) | kop wsm | mv wsm | lengte buis totaal | zonderhed | Zetting zakbaak | wsm 5514, gec. (mbar) | wsm 5510, gec. (mbar) |
|----------------|-------|------------------|-------------------|-------------------|---------|--------|--------------------|--------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Nulpunt (mbar) | | | 27 | 29 | | | | | (B110/B112) | | |
| 9-3-2016 | | 999 | 114 | 142 | -0,55 | | 0-meting mo | Plaafing | 0 | 114 | 142 |
| 10-3-2016 | 13:35 | 1016 | 516 | 613 | -0,55 | | geen gasbuis | geen gasbuis | 0 | 535 | 630 |
| 16-3-2016 | 9:20 | 1020 | 508 | 607 | | | | | 0 | 529 | 628 |
| 22-3-2016 | 10:00 | 1012 | 500 | 599 | | | | | | 513 | 612 |
| 29-3-2016 | 13:00 | 1001 | 484 | 577 | | | | | | 486 | 579 |
| 4-4-2016 | 9:30 | 1000 | 482 | 587 | | | | | | 483 | 588 |
| 11-4-2016 | 13:35 | 1005 | 471 | 548 | | | | | | 477 | 554 |
| 3-6-2016 | 11:35 | 1020 | 458 | 562 | | | | | | 478 | 583 |
| 23-6-2016 | 10:53 | 1007 | 435 | 549 | | | | | | 443 | 557 |
| 21-6-2016 | 10:15 | 1014 | 455 | 563 | | | | | | 470 | 578 |
| 22-7-2016 | 9:25 | 1016 | 472 | 591 | | | | | | 489 | 608 |
| 22-8-2016 | 14:15 | 1021 | 452 | 565 | | | | | | 474 | 587 |
| 6-9-2016 | 14:20 | 1022 | 455 | 565 | | | | | | 476 | 586 |
| 21-10-2016 | 11:57 | 1014 | 435 | 561 | | | | | | 450 | 576 |
| 18-11-2016 | 13:20 | 1025 | 455 | 560 | | | | | | 481 | 586 |
| 28-11-2016 | 10:57 | 1024 | 454 | 560 | | | | | | 479 | 585 |
| 13-12-2016 | 11:25 | 1025 | 461 | 563 | | | | | | 487 | 589 |
| 16-1-2017 | 12:25 | 1030 | 464 | 559 | | | | | | 495 | 590 |
| 2-3-2017 | 14:40 | 1010 | 458 | 549 | | | | | | 499 | 560 |
| 17-3-2017 | 11:45 | 1019 | 495 | 546 | | | | | | 515 | 556 |
| 3-4-2017 | 13:00 | 1030 | 495 | 541 | | | | | | 526 | 572 |
| 11-4-2017 | 10:17 | 1028 | 496 | 542 | | | | | | 525 | 571 |
| 31-5-2017 | 14:55 | 1025 | 503 | 571 | | | | | | | |

| Maatgevende zakboeken | Zetting Lo.v. 0-situatie [m] | Zetting a.g.v. laatste ophoogslag [m] | Zetting volgens berekening tijdens uitvoering [m] | zonderheden |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------|---|-------------|
| N247 | 0.1 | | 0.06 | |
| N249 | 0.3 | | 0.15 | |

Vrijgave op basis van zettingen

Akkoord, nog geen (grote) overschrijding van de zettingen

| Zettingen | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|--|---|-------------|
| Maatgevende zakbaken | Zetting t.o.v. 0-situatie [m] | Zetting a.g.v. laatste ophoogslag [m] | Zetting volgens berekening tijdens uitvoering [m] | Zonderheden |
| N247 | 0,1 | | 0,08 | |
| N243 | 0,3 | | 0,15 | |
| Vrijgave op basis van zettingen | | | Akkoord, nog geen (grote) overschrij | |
| Logboek | | | | |
| Van | Tot | Activiteit | | |
| | 28-10-2015 | Werkvloer van ca. 0,5 m aangebracht, niet terug te vinden in monitoringsdagboek. | | |
| | 10-2-2016 | Ophoogslag (werkvloer) van ruim 1 m aangebracht. | | |
| | 19-2-2016 | 2e slag werkvloer | | |
| | 12-4-2016 | drainage | | |
| | 14-4-2016 | 3e slag | | |
| | 23-5-2016 | 4e slag | | |
| | 6-3-2017 | Uitvlakken zand | | |
| | 19-5-2017 | Eerste laag klei (0,35 m) aangebracht | | |
| | 5-6-2017 | Slag rond Lekdijk 24 (van 30 cm) | | |

Figuur 2-77 Voorbeeld van een vrijgave formulier van ophoogslagen uit Monitoring Binnendijks Vrijgavesheet_SectieN2-3_170712.pdf

Dit voorbeeld is genomen in traject N2-3 bij pand 24 en 25a. Uit de sheets volgt dat op het moment van de laatste ophoogslag 0,1 tot 0,3 m zetting is opgetreden en de wateroverspanning gering is, op basis waarvan vrijgave voor de afwerkslag is gegeven.

Uitgaande van het Afwijkingen Register van Waterschap Rivierenland zijn er de volgende afwijkingen geconstateerd bij de realisatie van de grondophogingen binnendijks zoals vermeld in de volgende tabel.

Tabel 2-2 Afwijkingen bij realisatie grondophogingen binnendijks, uit het Afwijkingen Register van de dijkversterking (RAP-00186 Afwijkingenregister (+ maatregelen) Dijkversterking KIS, Printdatum: vrijdag 03 augustus 2018)

| AW-ID | Afwijking | Beheersmaatregelen | | Datum melding afwijking |
|----------|---|--------------------|--|-------------------------|
| | | M-ID | Maatregelen | |
| AW-00358 | Werkvloer van zand dikker aangebracht dan in de oplegnotities is beschreven | M-01777 | Monitoring van zakbakens, waterspanningsmeters en hellingmeters goed in de gaten houden ivm verplaatsingen en mogelijke afschuiving | 26-05-16 |
| | | M-01834 | Navraag doen bij ontwerp thema voor eventuele consequenties | |
| AW-00194 | Overschrijding grenswaarden vervormingen hellingmeetbuis 5, sectie AB, Be.Bi.02 | M-01329 | Bijbehorende vervormingen bij woningen beoordeling via meting | 20-02-15 |
| | | M-01328 | Vervolgoverleg vervormingen op 23-02-2015 met geotechnisch adviseurs | 20-02-15 |
| AW-00389 | Meetfrequentie zakbakens en waterspanningsmeters niet volgens monitoringsplan | M-01938 | Meetploeg(en) elke week de helft van de zakbakens laten meten van het gehele werk. Zo kan geen vak vergeten worden en is elke zakbaak minimaal 1x in 2 weken gemeten | 12-10-16 |
| | | M-01937 | Navraag bij monitoringsteam of er | |

| AW-ID | Afwijking | Beheersmaatregelen | | Datum melding afwijking |
|----------|--|---------------------|---|-------------------------|
| | | M-ID | Maatregelen | |
| | | | extra gemeten moet worden | |
| AW-00391 | Sectie E,F,G: Uitvoering zal eerder starten dan dat het volledige ontwerp gereed zal zijn | M-01905/ M-01906 | Alvast goed vooruit kijken in een vroeg stadium het hele werkdoorlopen ook al is er nog geen definitief ontwerp van het geheel. Hiermee worden eventuele fouten al in een vroeg stadium geconstateerd en opgelost. Controle vindt plaats door het maken van een werkinstructie en deze updaten wanneer er weer een deel van het pakket gereed is door het ontwerpteam | 08-08-16 |
| AW-00418 | Waterspanningsmeter vervallen in sectie D | M-01934 | communiceren met afdeling realisatie | 02-09-16 |
| AW-00421 | Keuringen "verwerken zand" in steunberm niet compleet in sectie N-O-P | M-02106 | Aantoonbaar maken van de ophoogslagen via de inmeting van zakbaken. | 27-11-17 |
| AW-00448 | Sectie AG, verlate start steunberm ivm vertraging verleggen van bouwaansluiting en gasleiding | M-02023 | Aanpassen planning | 14-02-17 |
| AW-00455 | Latere start aanleg steunberm sectie Y, vervolg op afwijking 313 | M-01965 | aanpassen overall planning V8 | 01-12-16 |
| AW-00499 | Sectie M - Vertraging ophogen aansluiting parallelweg-hoofdweg in verband met verplaatsing Lekdijk 42 | M-02070 | Aanpassen planning | 03-04-17 |
| | | M-02071 | Aanvullende monitoring panden in invloedsgedebied | |
| AW-00508 | Het referentie ontwerp bij Lekdijk 417 voldoet niet aan de eindstabiliteit | M-02080 | ontwerp aanpassen: https://mgaorganice.mourik.com/projecten/mgac131063/Realisatie/P16131475-MEM-OWN-11788.pdf | 04-12-17 |
| | | M-02081 | planning aanpassen | |
| AW-00513 | Kosten monitoring blijven langer doorloper dan 1 juli 2017. vanwege slechte consolidatie in sectie W en V, vanwege vertraging in L en stabiliteit in sectie AE | M-02170 | Voor sectie V-W moet er een voorziening komen om het water te kunnen blijven afpompen ook na opleveren project. Document is opgesteld. ² | |
| AW-00532 | Sectie W - Door slechte consolidatie word de eindhoogte van de dijk hoger dan het ontwerp. | M-02225 | De gegeven afwerkhoogte (in afstemming met WSRL) verwerken op tekeningen | 04-12-17 |
| AW-00545 | Vervormingen bij Lekdijk 11 | M-02273 | Het pand goed blijven monitoren | 05-03-18 |

2.3.2 Realisatie grondontwerp bij de opgevijzelde panden

In het 'Programma van eisen Vijzelen' in Bind-H zijn 4 panden genoemd, die gevijzeld moesten worden. Uiteindelijk zijn alleen de volgende twee panden gevijzeld:

- Lekdijk 417.
- Lekdijk 13.

De realisatie van het grondontwerp van de te vijzelen panden zijn nog niet beschouwd.

Uitgaande van het Afwijkingen Register van Waterschap Rivierenland zijn er de volgende afwijkingen geconstateerd bij de realisatie van de grondophogingen binnendijks bij de te vijzelen panden, zoals vermeld in de volgende tabel.

Tabel 2-3 Afwijkingen bij realisatie grondophogingen binnendijs bij de vijzelen panden, uit het Afwijkingen Register van de dijkversterking (RAP-00186 Afwijkingenregister (+ maatregelen) Dijkversterking KIS, Printdatum: vrijdag 03 augustus 2018). De groen gemarkeerde afwijkingen, zijn de belangrijkste afwijkingen uit het Afwijkingen Register m.b.t. de te beschouwen aspecten uit het rapport van Baars

| AW-ID | Afwijking | Beheersmaatregelen | | Melding |
|----------|---|--------------------|---|----------|
| | | M-ID | Maatregelen | |
| AW-00193 | Vervormingseisen uit S-AS-32 worden niet behaald bij te 'vijzelen panden' | M-01327 | Op de hoogte stellen WSRL middels deze afwijking | |
| AW-00194 | Schade aan Lekdijk 417 t.g.v. vijzelen | M-01464 | Schade inventariseren en vergelijken met staat van de woning voor start werkzaamheden (bouwkundig rapport) | |
| | | M01465 | Schade t.g.v. alle werkzaamheden m.b.t. vijzelen herstellen | |
| AW-00364 | Vervormingen rond Lekdijk 13 | M-01734 | Intensiever monitoren van huis Lekdijk 13 (2 x per week) | 02-09-16 |
| | | M-01735 | Ontwerp rond Lekdijk 13 laten reviewen door ontwerpteam om de oorzaak te proberen te achterhalen en beheersmaatregel(s) voor in de toekomst. Memo is opgesteld. | |
| | | M-01736 | Tijdelijk verlagen steunberm. | |

2.3.3 Realisatie grondophogingen bij groene cirkelpanden

Bij de groenecirkelpanden is de uitvoeringsfase gedetailleerd beschouwd met PLAXIS analyses.

Hieronder worden ter informatie en duiding twee voorbeelden gegeven, Lekdijk 257-258 en Lekdijk 24.

In sectie H Lekdijk 257-258 is in het ontwerprapport (P16131475-BER-OWN- 09365 d.d. 15-12-2015 het ophoogschema volledig gefaseerd in Plaxis aangebracht volgens onderstaand schema:

1. Vastleggen initiële kruipsnelheid:
 - a. Gravity loading vanaf een nagenoeg vlak maaiveld maar met Bakwetering. Hierin is een freatische lijn en stijghoogten op polderpeil aangehouden.
 - b. Plastic nil step van 10.000 dagen.
 - c. Dijk + terp aan met de freatische lijn en stijghoogtes in het diepe zand beide onder dagelijkse omstandigheden PL1 + PL3.
 - d. Plastic nil step van 10.000 dagen.
2. Ophoogschema conform schatting consolidatie tijden (31 dgn per slag met verticale drains). Hierbij wordt er in deze berekening vanuit gegaan dat eerst de berm en dan de kruinophoging wordt gerealiseerd.
3. Bepaling van de grondvervormingen en horizontale spanningstoename over de periode 2016-2066.

Figuur 2-78 Voorbeeld van detaillering in uitvoeringsfase in sectie H, Lekdijk 257-258 is in het ontwerprapport (P16131475-BER-OWN- 09365 d.d. 15-12-2015 pand.)

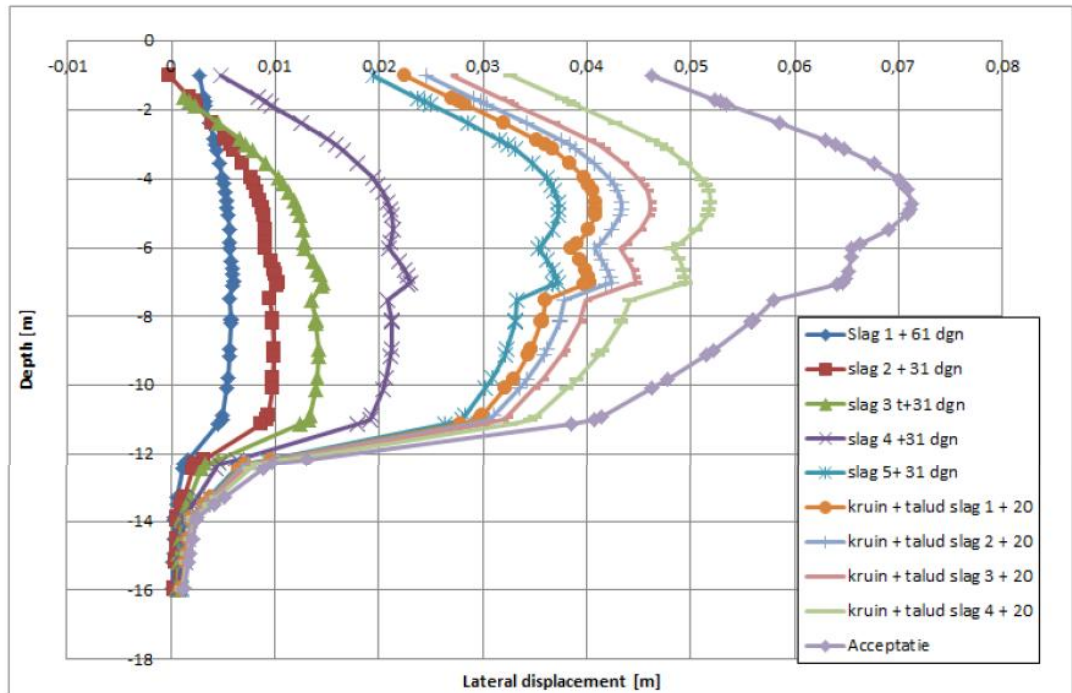
Met behulp van deze analyses zijn de verticale en horizontale deformaties bij de panden voorspeld. De horizontale deformaties wordt op basis van CUR rapport 228 teruggerekend naar dwarskrachten en momenten in de paalfunderingen van de betreffende panden waarbij op basis van archiefinformatie en proefsleuven het paaltype en de actuele scheefstand van de palen zijn bepaald.

De verticale deformatie wordt als negatieve kleeft op de palen in rekening gebracht. Hierna wordt op basis van de vigerende normbladen beoordeeld of een en ander toelaatbaar is.

Voor de reeds aanwezige spanningen in de palen is de belastingsgeschiedenis ten dele meegenomen. Er is rekening mee gehouden dat de spanningen in de palen als gevolg van

de dijkversterking medio jaren 80 van de vorige eeuw nog deels aanwezig zijn in de palen. Eerdere dijkversterkingen of spanningen als gevolg van kruip zijn niet in de vervormingsgeschiedenis meegenomen omdat verondersteld wordt dat deze zijn gerelaxeerd.

Wanneer de berekende deformaties toelaatbaar zijn gebleken, is een interventie- of acceptatie waarde vastgesteld. In de monitoringsfase is dan beoordeeld of deze interventiewaarde niet wordt overschreden. In Figuur 2-79 zijn de berekende vervormingen per slag weergegeven en is de maximaal toelaatbare waarden hiervan geplot met de parse lijn.



Figuur 2-79 Voorbeeld voorspelling horizontale gronddeformaties

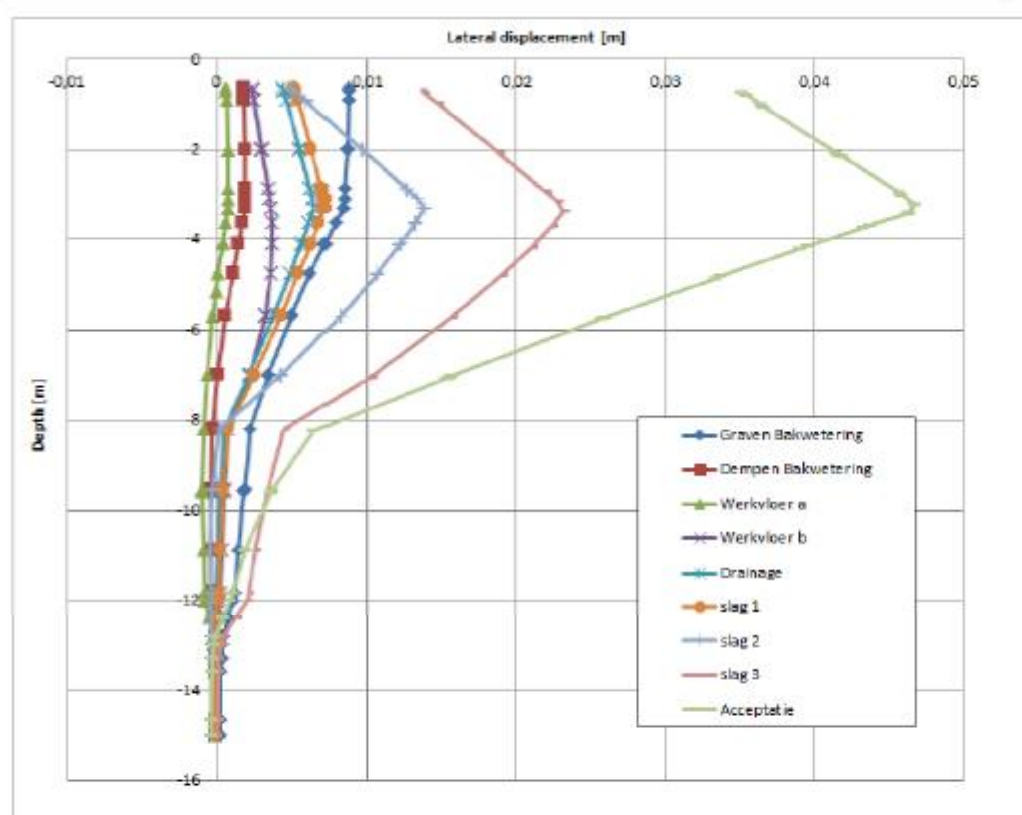
Uit de review van Deltares weergegeven in 1208797-002-GEO-0024 d.d. 29 februari 2016 (Deltares, 2016), waarin ook het hierboven genoemde rapport P16131475-BER-OWN- 09365 d.d. 15-12-2015 van sectie H (Lekdijk 257-258) is getoetst, zijn nog wel een aantal detailvragen gesteld. Onduidelijk is hoe deze vragen zijn beantwoord. De versies van de rapportage van sectie H, die in de review van Deltares wordt genoemd, zijn dezelfde die ook bij het opleverdossier zitten, zodat onduidelijk is hoe met de vragen van Deltares en met de door Deltares ingeschakelde constructeur is omgegaan. Dit betreft o.a. de volgende aspecten:

- Een vraag met betrekking tot het bepalen van de beddingsconstante, die onjuist is, omdat bij de gronddeformatie de palen al in rekening zijn gebracht en er dus geen sprake is van ongehinderde grondverplaatsing. Ongehinderde grondverplaatsing dient gebruikt te worden voor het afleiden van een beddingsconstante.
- Dat er onduidelijkheid is over de wijze waarop beoordeeld wordt, of deformaties toelaatbaar zijn voor het pand en hoe daarbij met al aanwezige paalbelastingen, scheefstanden wordt omgegaan.

In de rapportage P16131475-Ber-OWN-09016 d.d. 03-11-2014 betreffende vak N1-3 wordt Lekdijk 24 behandeld.

Uit dit rapport volgt dat er voor de stijfheidsparameters met verwachtingswaarden is gerekend en voor de sterkte parameters met representatieve waarden, 95%-overschrijdingswaarde en dat beide parametersets zijn aangeleverd door de opdrachtgever. Op basis hiervan worden de gronddeformaties berekend, voor planperiode 50 jaar, waarbij

kruij is meegenomen in het model) bij de doorsnede waarbij extra aandacht is besteed aan het dempen en vergraven van de Bakwetering ter plaatse. De krachtswerking in de betonpalen als gevolg van deze grondverplaatsingen wordt berekend conform de CUR 228. Om de integriteit van de palen in 2066 te beoordelen wordt de betonpaal zowel op stekte en op scheurwijdte getoetst. Voor het voorspellen van de verplaatsingen tijdens de uitvoering wordt met de verwachtingswaarde van de stijfheidsparameters gerekend, voor de ULS wordt er een vergrotingsfactor van 1,2 toegepast, waarbij het moment in de paal wordt getoetst op basis van een buigstijfheid gelijk aan die van een “ongescheurde” paal. Uit de toetsing van de berekende horizontale deformaties volgt dat deze niet leiden tot een overschrijding van het scheurmoment, de wapening komt dus niet bloot te liggen. Voor een aantal panden is hier een uitzondering op gemaakt en wordt het scheurmoment wel overschreden en wordt getoetst op scheurwijdte. De vervorming bij de paalkop is bepaald op 200 mm. In deze rapportage wordt aangetoond dat de berekende vervormingen niet zullen leiden tot overschrijding van het scheurmoment. Wanneer de berekende gronddeformaties wordt gemonitord in de uitvoeringsfase en niet de berekende waarden overstijgen zou de schadeverwachting aan het pand gering moeten zijn. In onderstaande grafiek is dat weergegeven.



Figuur 17: Berekende grondvervormingen tegen de diepte op 2 m tot de voorgevel vanaf het graven van de nieuwe Bakwetering [t=1d].

Figuur 2-80 Gronddeformaties berekend voor pand Lekdijk 24 en vergeleken met de acceptatie waarde (uit P16131475-Ber-OWN-09016 dd 03-11-2014; (Waterschap Rivierenland, 2018))

Overigens wordt in (Deltares, 2016) opgemerkt, dat voor het berekenen van de deformaties het Soft Soil Creep (SSC) in PLAXIS is gebruikt. Dit model beschrijft het grondgedrag goed, alleen waren er vanuit de contractdocumenten geen parameters beschikbaar voor dit model beschikbaar, waardoor met behulp van vuistregels, schattingen en omrekenformules op basis van de wel beschikbare stijfheidsparameters de benodigde parameters voor dit model zijn bepaald.

In een nadere analyse, weergegeven in document P16131475-MEM-OWN-10059 memo (CDVM, 5-11-2015), is aangegeven hoe is gemonitord op horizontale deformatie. Zoals reeds eerder is opgemerkt wordt daarbij afgeweken van hetgeen als contracteisen voor de panddeformaties is opgenomen in de VSE (eis met ID S-As_32, zie ook Figuur 2-19). Hierin staat voor panden op staal dat 10 mm op 1 m uit het pand aan horizontale deformatie is toegestaan en voor panden op palen (op een afstand van 1 m uit het pand) een horizontale deformatie van 10 mm en op 5 m diepte 50 mm. Het genoemde memo (CDVM, 5-11-2015) behandelt de monitoring van grenswaarden van de vervorming van de groenecirkelpanden, zoals deze uiteindelijk is gehanteerd tijdens de dijkversterking. Doel van het memo is om tot praktische en werkbare waarden te komen. Tevens wordt het monitoringsproces toegelicht.

Per pand wordt op basis van theorie en praktijkervaringen grenswaarden voorgesteld (zie hierboven en bijvoorbeeld P16131475-Ber-OWN-09016 d.d. 03-11-2014. Deze grenswaarden hebben betrekking op de gronddeformaties (monitoring met hellingmeetbuizen) en panddeformaties (monitoring met meetboutjes). In het memo is aangegeven, dat bij het overschrijden van de grenswaarden een nadere beoordeling door CDVM zal plaatsvinden en er zal worden gezocht naar toepasselijke maatregelen of ontwerpaanpassingen.

Het in het memo omschreven monitoringsproces is als volgt:

- Voor de grondoplossingen zijn er bij de bepaling van de deformaties, uitgerekend met PLAXIS, uitgegaan van verwachtingswaarden voor zowel de grondsterkte als de grondstijfheid. Op basis hiervan kunnen de berekende vervormingen eenvoudig vergeleken worden met de gemeten vervormingen van de hellingmeetbuis welke 1 m uit de gevel is geplaatst. Naast de hellingmeetbuizen worden ook zakbaakmetingen gebruikt om de dikte van de ophoogslagen te kunnen bepalen. Tot slot worden de waterspanningsmeters beschouwd waarbij een volgende ophoogslag wordt vrijgegeven wanneer ruim 90% aanpassing in de veenlagen is opgetreden.

Aangegeven wordt dat getoetst wordt op basis van de berekende grondvervormingen. Gesteld wordt dat per ophoogslag *de met PLAXIS berekende gronddeformaties als alarmwaarde zijn gehanteerd*, terwijl elders in dit memo dit grenswaarden worden genoemd. Hierin zit wel een verschil, een alarmeringswaarde geeft aan dat de grenswaarde wordt benaderd en suggereert dat er nog ruimte is tussen de alarmwaarde en de grenswaarde. De grenswaarde is een grens die niet zou mogen worden overschreden. Hoe dit uiteindelijk is toegepast is onduidelijk.

Over de grenswaarde wordt in het memo het volgende in Figuur 2-81 gesteld:

Als **grenswaarde voor de horizontale grondvervorming** tijdens uitvoering hanteert CDVM nu de met PLAXIS berekende waarden welke optreden bij Acceptatie Dijkveilig in 2017. Op basis van berekeningen is aangetoond dat bij deze grondvervormingen bij acceptatie de fundering van het pand nog zal voldoen aan het geëiste veiligheidsniveau in 2066.

De grondvervormingen zullen in 2017 ongeveer 50% van de totale grondvervormingen in 2066 bedragen. Hierdoor is er nog voldoende tijd om passende maatregelen te ontwerpen en uit te voeren ten tijde van de werkzaamheden van CDVM.

Naast de grenswaarde van de grondvervorming, gebaseerd op de resultaten van een hellingsmeter, heeft CDVM ook een **grenswaarde voor de absolute pandverplaatsing** gedefinieerd, welke wordt gemonitord d.m.v. de meetbouten op de panden. Omdat alleen de paalkopverplaatsing in 2066 is berekend, zal CDVM een waarde van 50% van deze waarde hanteren als grenswaarde tijdens uitvoering.

Omdat echter bij veel panden kleine vervormingen zijn berekend, wordt voor alle paalfunderingen een minimale waarde van 3 cm aangehouden als grenswaarde tijdens uitvoering. Over een periode van 50 jaar zal het pand dan ongeveer 6cm verplaatsen. Deze waarde van de vervorming voor niet monumentale panden is zonder meer een veilige waarde, waarbij geen noemenswaardige schade te verwachten valt. Veel panden langs de dijk zullen immers deze vervorming onder de autonome vervorming van de kering reeds ondergaan over de levensduur van het pand.

Figuur 2-81 Invulling grenswaarde in memo van CDVM (CDVM, 5-11-2015)

Samenvattend hanteert CDVM de volgende grenswaarden voor de groene cirkelpanden:

- Met analyses is bij deze groenecirkelpanden onderbouwd dat de berekende deformaties de veiligheid van de huizen in de eindfase niet zouden aantasten. Op basis van deze analyse zijn grenswaarden per pand gedefinieerd ten behoeve van een vervormingsgestuurde aanpak bij de aanleg van de grondaanvullingen, zie ook *Figuur 2-81*.
- Op tijdstip Acceptatie Dijkveiligheid 2017⁶ (wordt conform *Figuur 2-81* een grenswaarde van 50% aangehouden van de maximale horizontale grond deformatie, die per pand met PLAXIS is berekend. De berekende grenswaarden van de maximale horizontale vervorming van de grond zijn voor de verschillende panden weergegeven in de kolom 'Grenswaarde HMB verplaatsing tijdens de uitvoering' in *Figuur 2-82*. Dit betreft een minimale (horizontale) deformatie van 30 mm.
- De gedefinieerde grenswaarde van de berekende (horizontale) absolute pandverplaatsing op tijdstip Acceptatie Dijkveiligheid 2017 is voor de verschillende panden vermeld in de kolom 'Grenswaarde paalkopverplaatsing (meetbouten) tijdens uitvoering' in *Figuur 2-82*. Deze waarde is aangehouden op minimaal 30 mm.

⁶ Deze datum is volgens (CDVM, 28-08-2018) vastgesteld op 20 december 2017

Tabel 1: Berekende grenswaarden voor de HMB en meetboutsen per Groen cirkel- pand.

| Pand | Berekende paalkopverplaatsing 2066 [m] | Grenswaarde paalkopverplaatsing (meetboutsen) tijdens uitvoering [m] | Grenswaarde HMB verplaatsing tijdens uitvoering [m] |
|-----------------------|--|--|---|
| Lekdijk 471 | 0,11 | 0,055 | 0,15 |
| Lekdijk 470-468 | 0,16 + (0,185 (1985)) | 0,08 | 0,17 |
| Lekdijk 430 | 0,074 | 0,037 | 0,25 |
| Lekdijk 432 | 0,06 | 0,03 | 0,13 |
| Lekdijk 281 | 0,02 | 0,03 | 0,05 |
| Lekdijk 260+267 | 0,078 | 0,039 | 0,12 |
| Lekdijk 257 | 0,071 | 0,036 | 0,07 |
| Lekdijk 59 | 0,17 | 0,085 | 0,07 |
| Lekdijk 25a | 0,3 | 0,15 | 0,12 |
| Lekdijk 26 | 0,29 | 0,145 | 0,16 |
| Lekdijk 24 | 0,21 | 0,105 | 0,05 |
| Lekdijk 11a | Nvt | Nvt | Nvt |
| Boezem 22 | 0,026 | 0,03 | 0,2 |
| Boezem 13 | 0,09 | 0,045 | 0,18 |
| Zwanenvliet 4 | 0,0037 | 0,03 | 0,03 |
| Dorpsstraat 49 | 0,08 | 0,04 | 0,12 |
| Dorpsstraat 28-30 | 0,063 | 0,0315 | 0,1 |
| Nieuwe Veer 51 | 0,035 | 0,03 | 0,05 |
| Bergstoep 49 (schuur) | Nvt | Nvt | Nvt |
| Gelkenes 50 | 0,078 | 0,036 | 0,02 |
| Gelkenes 54a | 0,0121 | 0,03 | 0,03 |

Figuur 2-82 Gehanteerde grenswaarden voor de groenecirkelpanden in verband met de aanleg van de grondbermen (CDVM, 5-11-2015)

Deze waarden liggen aanmerkelijk hoger dan vanuit het VSE voor de groenecirkelpanden is voorgeschreven.

In de uitvoeringsfase is gemonitord of de grond- en panddeformaties, zoals gemeten, niet de vastgestelde grenswaarden in *Figuur 2-82* zijn overschrijden. Dit is gedaan met hellingmeetbuizen en de eerder genoemde pandmetingen. In het monitoringsplan is aangegeven welke metingen bij de verschillende panden zijn uitgevoerd. Contractueel vervallen de vooraf gestelde eisen in de VSE met betrekking tot deformaties (eis S-As-32) bij deze werkwijze omdat voldaan wordt aan VTW 62. Zoals eerder opgemerkt is het onderliggende memo⁷, met de onderbouwing van deze VTW, niet beschikbaar. Onduidelijk is of de vervormingseis uit S-AS-32 is losgelaten en of de sterkte van het scheurmoment is vervangen door een analyse waaruit blijkt dat de palen zonder schade aan de bovenbouw de grondvervormingen deels kunnen volgens zoals is aangegeven in *Figuur 2-83*. Dit moet nog blijken uit de ontbrekende memo.

Verder is het volgende vastgesteld op basis van het dossier van de dijkversterking:

- Er is vervormingsgestuurd gewerkt waarbij er monitoring van de grondvervormingen en van de verplaatsingen van de panden heeft plaatsgevonden. Er zijn (vooraf) mitigerende maatregelen getroffen door de funderingen van een aantal panden te verstevigen.
- Tijdens het ophogen van de stabiliteitsbermen is een risicogestuurde aanpak gevolgd waarbij het ophoogtempo is ingevuld door middel van het monitoren van de waterspanningen in de veenlagen.

⁷ Deze memo en ook het kenmerk ervan is opgevraagd bij WSRL, maar is nog niet beschikbaar gesteld.

- De grenswaarden zijn bij een aantal panden overschreden tijdens de uitvoering. Dit heeft niet geleid tot het treffen van beheersmaatregelen. .

In de Memo Risico's groenecirkelpanden kenmerk P16121475-MEM-OWN-11834 (V4) (CDVM, 28-08-2018) wordt er ingegaan op de status van de groene cirkelpanden inzake verplaatsingen van deze panden tot en met medio 2018. Op dit tijdstip is volgens de memo het gros van de grondaanvullingen van de steunbermen reeds een half jaar of langer gerealiseerd. Verder is een voorspelling gemaakt voor de nog verwachte vormen van schades in de komende 7 jaar na oplevering "werkpakketten waterveilig" op 20 december 2017. Dit is gedaan voor zowel de op staal gefundeerde woningen als de op palen gefundeerde woningen.

In deze memo is beoordeeld of de vervormingen binnen de berekende grenswaardes zoals vermeld in *Figuur 2-82* zijn gebleven en dus of na de volledige uitvoeringsperiode is voldaan aan de ontwerputgangspunten. Om deze uitgangspunten te verifiëren is een overzicht opgenomen waarin per pand de gemeten resulterende horizontale vervormingen zijn samengevat voor verschillende tijdstippen tijdens het realiseren van de steunbermen tot en met juli 2018. Deze vergelijking is opgenomen in bijlage II in de memo van CDVM. De resultaten van deze lijst zijn rechtstreeks vergeleken met de originele ontwerplijst, die in *Figuur 2-82* is weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen op palen en op staal gefundeerde woningen. Naast het beschouwen van de meetbouten heeft CDVM ook de eindmetingen van de hellingmeetbuizen (HMB's) vergeleken met de PLAXIS berekening ten tijde van acceptatie. Op basis van de vergelijking tussen de uiteindelijke gemeten vervorming van het pand en de grond en de vooraf berekende vervorming is een indeling gemaakt van de panden met betrekking tot het risico op vervolgschade. In deze beschouwing zijn ook zaken zoals reeds geconstateerde schades, schademeldingen en verholpen schades meegewogen. Als laatste wordt de voorziene monitoring na afronding van GWW beginnende vanaf september 2017 toegelicht. De monitoring is afgestemd op de nog verwachte risicoprofielen van de woningen. De aan te houden monitoringsplanning voor alle groenecirkelpanden is opgenomen in een bijlage van de memo.

In Tabel 2-4 is een overzicht gegeven van de berekende en gemeten horizontale vervormingen voor de op palen gefundeerde groenecirkelpanden. In de memo van CDVM is geen overzicht beschikbaar van de opgetreden grondvervormingen die via de hellingmeetbuizen vlak vóór de verschillende panden zijn gemeten.

Tabel 2-4 Tabel 1 uit (CDVM, 5-11-2015) waarin een overzicht is gegeven van berekende en gemeten horizontale vervormingen voor de op palen gefundeerde groene cirkelpanden.

| Tabel 1: Overzicht berekende en gemeten horizontale vervormingen voor de op palen gefundeerde groene cirkelpanden. | | | | | | | | |
|--|--------|--------------------------------|--------------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------|---|---|
| Pand | Sectie | Fundering | Berekende Pand-verplaatsing 2066 [m] | Berekende Pand-verplaatsing einde GWW ¹ [m] | Opgetreden pand-verplaatsing [m] | | Vervormingen stabiel (juli 2018) zie bijlage V. [-] | Start / eind datum [mm/dd/ JJJJ] ² |
| | | | | | 90% GWW Jan 2018 | Oplevering Juli 2018 | | |
| Lekdijk 471 | B | Prefabbeton | 0.11 | 0.055 | 0.073 | 0.072 | ja | 26-03-2015 / 24-11-2017 |
| Lekdijk 470 | B | Houten palen + oplanger | 0.16 + (0,185 (1985)) | 0.08 | 0.025 | 0.029 | ja | 26-03-2015 / 24-11-2017 |
| Lekdijk 468 | B | Houten palen + oplanger | 0.16 + (0,185 (1985)) | 0.08 | 0.026 | 0.023 | Ja | 26-03-2015 / 24-11-2017 |
| Lekdijk 430 | D | Prefabbeton | 0.074 | 0.037 | 0.025 | 0.031 | ja | 10-08-2016 / 13-03-2018 |
| Lekdijk 432 | D | Houten palen + oplanger | 0.06 | 0.03 | 0.018 | 0.027 | ja | 10-08-2016 / 13-03-2018 |
| Lekdijk 281 | H | Houten palen + oplanger | 0.02 | 0.03 | 0.030 | 0.043 | ja | 25-01-2016 / 16-01-2018 |
| Lekdijk 267 | H | Prefabbeton | 0.078 | 0.039 | 0.133 | 0.166 | Nee | 25-01-2016 / 16-01-2018 |
| Lekdijk 258 | H | Prefabbeton | 0.078 | 0.039 | 0.013 | 0.008 | ja | 25-01-2016 / 20-04-2018 |
| Lekdijk 257 ³ | H | Houten palen + oplanger | 0.071 | 0.036 | 0.0126 | 0.0175 | ja | 25-01-2016 / 20-04-2018 |
| Lekdijk 59 | K-L-M | Prefabbeton | 0.17 | 0.085 | 0.062 | 0.068 | nee | 08-08-2016 / 16-01-2018 |
| Lekdijk 26 | N | Houten palen + oplanger | 0.30 | 0.15 | 0.043 | 0.053 | Ja | 28-10-2015 / 13-09-2017 |
| Lekdijk 25a | N | Houten palen + oplanger | 0.29 | 0.15 | 0.017 | 0.011 | Ja | 28-10-2015 / 13-09-2017 |
| Lekdijk 24 | N | Prefabbeton | 0.21 | 0.105 | 0.007 | 0.023 | Ja | 28-10-2015 / 27-09-2017 |
| Boezem 22 | P | Prefabbeton / Stalen buispalen | 0.026 | 0.03 | 0.117 | 0.152 | Nee | 23-02-2015 / 27-02-2018 |
| Boezem 13 | Q | Houten palen + oplanger | 0.09 | 0.045 | 0.009 | 0.008 | Ja | 29-02-2016 / 16-01-2018 |
| Zwanenvliet 4 | S | Houtenpalen + oplanger | 0.0037 | 0.03 | 0.013 | n.v.t. | Ja | 29-07-2016 / 18-01-2017 |
| Dorpsstraat 49 | T | Prefabbeton | 0.08 | 0.04 | 0.024 | 0.032 | Ja | 24-02-2016 / 13-09-2017 |
| Dorpsstraat 28-30 | U | Prefabbeton | 0.063 | 0.032 | 0.003 | 0.009 | ja | 26-04-2016 / 1-11-2017 |
| Nieuwe Veer 51 | Y | Houten palen + oplanger | 0.035 | 0.03 | 0.023 | 0.025 | Ja | 07-10-2016 / 01-04-2018 |
| Gelkenes 50 | AG | Houten palen + oplanger | 0.078 | 0.036 | 0.01 | 0.009 | ja | 04-05-2015 / 05-07-2017 |

In de volgende tabel is nader uitleg gegeven over de gemaakte indeling in Tabel 2-4.

Tabel 2-5 Uitleg indeling categorieën in Tabel 2.5 (CDVM, 5-11-2015)

| Categorie | Verwachte complicaties |
|-----------|---|
| Groen | Panden waarbij geen tot lichte esthetische schade te verwachten valt. |
| Oranje | Panden waarbij "kleine" problemen te verwachten vallen aan met name K+L en duurzaamheidsaspecten(scheurvorming) in de paalkoppen. Ook kan door de toename van de vervormingen esthetische schade ontstaan aan het stucwerk. |
| Rood | Panden waarbij problemen te verwachten vallen. Deze problemen zijn divers maar met name K+L en schade aan de bovenbouw. |

Tabel 2-4 blijkt dat er twee panden met een aanzienlijk risico op schade zijn op basis van de horizontale pandvervormingen. Deze panden hebben de berekende vervorming in zowel 2066 als mijlpaal waterveilig overschreden. Deze panden zijn aangegeven met rood.

Daarnaast zijn er drie panden die zijn aangemerkt met een oranje kleur. Bij deze panden zijn de berekende vervormingen overschreden, zowel bij de oplevering van de dijkversterking in juli 2018, bij de mijlpaal waterveilig in december 2018 en in 2066. Bij deze panden is aangegeven dat er niet direct een aanleiding is om schade te verwachten aan de bovenbouw.

En als laatste is aangegeven dat er bij de 15 panden in de groene categorie in Tabel 2.5 technisch gezien weinig problemen te verwachten zijn gelet op de gemeten vervormingen.

In de memo is aangegeven dat het werkelijke risicoprofiel voor schade aan een pand ingewikkelder is dan enkel het beschouwen van de vervormingen en is vooraf niet eenduidig vast te leggen c.q. te definiëren. De restrisico's, die in de toekomst nog te verwachten zijn voor alle panden (dus ook die panden die als groen in

Tabel 2-4 zijn aangemerkt, zijn verder behandeld in de memo). Ook is aangegeven dat de vervolgschade naar verwachting relatief gering zal zijn en beperkt zal blijven tot wellicht wat esthetische schade aan de binnenbouw.

Uitgaande van het Afwijkingen Register van Waterschap Rivierenland zijn de belangrijkste afwijkingen bij de realisatie van de grondophogingen binnendijs bij de groenecirkelpanden vermeld in de volgende tabel.

Tabel 2-6 Afwijkingen bij realisatie grondophogingen bij de groene cirkelpanden, uit het Afwijkingen Register van de dijkversterking (RAP-00186 Afwijkingenregister (+ maatregelen) Dijkversterking KIS, Printdatum: vrijdag 03 augustus 2018). De groen gemarkeerde afwijkingen, zijn de belangrijkste afwijkingen uit het Afwijkingen Register m.b.t. de te beschouwen aspecten uit het rapport van Van Baars

| AW-ID | Afwijking | Beheersmaatregelen | | Melding |
|-------------|---|--------------------|--|----------|
| | | M-ID | Maatregelen | |
| AW-00192 | Vervormingseisen uit S-As-32 worden niet behaald bij 'groene cirkelpand' | M-01326 | Op de hoogte stellen WSRL middel deze afwijking | 18-02-15 |
| Niet bekend | In het monitoringsplan is aangegeven dat CDVM een verzoek heeft ingediend om van eis S-As-32 te vervangen door het opgraven, inmeten en inspecteren van de funderingspalen en de sterkte eis m.b.t. het scheurmoment te vervangen door een analyse waaruit blijkt dat de panden zonder schade aan de bovenbouw de grondvervormingen deels kunnen volgen. Zie ook Tabel 2-6. | Niet bekend | Onduidelijk is of deze werkwijze is toegepast in de aanpak bij de groenecirkelpanden. | |
| AW-00194 | Overschrijding grenswaarden vervormingen hellingmeetbuis 5, sectie AB, Be.Bi.02 | M-01329 | Bijbehorende vervormingen bij woningen beoordeling via meting | 20-02-15 |
| | | M-01328 | Vervolgoverleg vervormingen op 23-02-2015 met geotechnisch adviseurs | 20-02-15 |
| AW-00271 | Verplaatsing van groenecirkelpanden Lekdijk 468-470-471 overschrijdt grenswaarde | M-01740 | Overleg met afdeling ontwerp over de ophoging van de groenecirkelpanden met afdeling werkvoorbereiding | 11-04-16 |
| | | M-01499 | Wijziging uitvoeringsmethode: Rondom alle groene cirkel woningen wordt binnen een straal van 5 m maximaal 25 cm per ophoogslag aangebracht. Grond wordt daarnaast uitgereden met enkel een mobiele graafmachine. Kippen van grond vindt plaats buiten de 20 m straal en gebeurt voorzichtig door grond niet in één keer te dumpen maar gespreid te lozen | 11-04-16 |
| AW-00308 | De gemeten horizontale vervormingen via de hellingmeters bij de groene cirkelpanden in sectie B zijn verder geweken dan verwacht bij de 1 ^e ophoogslag binnendijs | M-01592 | Beheersmaatregelen bepalen door Geotechniek en communiceren naar realisatie | 22-10-15 |
| | | M-01591 | Na terugkoppeling van afdeling monitoring/geotechniek wordt de volgende slag 25 cm aangebracht | |
| AW-00341 | Lekdijk 25A – trillingsmeters is onjuist gemonteerd | M-01681 | Beter vastzetten trillingsmeter door MOS evenals een gehele | |

| AW-ID | Afwijking | Beheersmaatregelen | | Melding |
|-----------------|--|--------------------|--|----------|
| | | M-ID | Maatregelen | |
| | | | controle van alle trillingsmeters op het project om soort gelijke problemen te voorkomen | 26-02-16 |
| | | M-01684 | Eventuele opgetreden schade aan de woning laten herstellen | |
| | | M-01683 | Installatierapport voor het aanbrengen van monitoringsinstrumenten | |
| | | M-01682 | Schade expert (TOP expertise) een vergelijk laten maken met de 0-opname. | |
| AW00374 | Geen verticale drainage aangebracht t.h.v. Lekdijk 26 | M-01807 | Overleg met afdeling Ontwerp over niet aanbrengen van de drainage | 26-05-16 |
| AW-00403 | Hellingmeetbuis niet meer functioneel t.h.v. Lekdijk 25a | M-01859 | doorspuiten van hellingmeetbuis | 26-08-16 |
| | | M-01860 | nieuwe hellingmeetbuis plaatsen | |
| AW-00428 | Werkzaamheden nabij Lekdijk 25a op Hold | M-01924 | Aanpassen 6 weken planning | 26-08-16 |
| | | M-02144 | aanvullend monitoringsplan maken | |
| | | M-01925 | afspraken met bewoner communiceren | |
| AW-00498 | Sectie N - Werkzaamheden rond Lekdijk 25A zijn stilgelegd voor bewoner i.v.m. haarscheurtjes in de woning. | M-02068 | Inkoop zand | 03-04-17 |
| AW-00507 | Sectie N - Tijdens het afwerken van de steunberm rond Lekdijk 25A is het werk stilgelegd | M-02090 | communicatie met WSRL en bewoner | 15-05-17 |
| AW-00529 | Verplaatsingen Boezem 22, fundering constructief bezweken | M-02130 | nieuw funderingsontwerp maken | 18-07-17 |
| | | M-02131 | Nieuwe fundering realiseren | |

2.3.4 Realisatie diepwanden

In het opleverdossier van Waterschap Rivierenland is een omvangrijk dossier ter beschikking gesteld met informatie per sectie over:

1. Ontwerpfase.
2. Uitvoeringsfase.
3. Revisie tekeningen.
4. Beheer- en onderhoudsplan Constructies.

Voor dit onderzoek in fase 2, is met name de informatie van de uitvoeringsfase van belang. Dit is van belang voor de eventuele beïnvloeding op de omgeving en om te kunnen verifiëren of a. de realisatie conform het ontwerp is uitgevoerd en b. of de realisatie conform de eisen in het contract van KIS is ingevuld.

Per sectie is voor de uitvoeringsfase de volgende gegevens beschikbaar gesteld:

- Werkinstructie diepwanden.

- Gegevens realisatie diepwanden:
 - Graafrapporten.
 - Betonneerrapporten.
 - Dagrapporten.
 - Betonproeven.
 - Keuring beton.
 - Keuring wapening.
 - Stort vrijgave plaat (gording).
 - Monitoringsgegevens.

In de betonrapporten, die per diepwandpaneel beschikbaar zijn gesteld, zijn ontwerpgegevens vermeld van de afmetingen van de panelen, de onderkant, de bovenkant, het theoretisch volume beton en de verwerkte hoeveelheid volume dat gebruikt is bij het maken van het paneel. Het betonverbruik is per paneel weergegeven in de betonrapporten en in betonneergrafieken is per paneel tevens weergegeven hoe het betonverbruik verloopt in de diepte vergeleken met het theoretisch verbruik. Als er sprake is van een oververbruik is er meer volume beton toegepast bij het maken van het paneel. In dat geval is er sprake van een grondverdringend effect bij de realisatie van het paneel.

In Tabel 2-7 is een overzicht van de drie diepwandsecties weergegeven, die bij KIS zijn gemaakt. Dit betreffen doorgaande diepwanden met een paneeldikte van 0,8 m en een diepte variërend tussen ca. 20 en 27 m. In Tabel 2-7 is ook het vastgestelde oververbruik van de hoeveelheid extra cement, die nodig was bij de uitvoering weergegeven bij de twee van de 4 secties. Uit de tabel blijkt er sprake te zijn van een oververbruik van globaal 11-17% per paneel en een extra betonverbruik van 1,9 – 3,3 m³ per strekkende meter paneellengte.

Tabel 2-7 Overzicht van de 3 secties waar doorgaande diepwanden zijn gerealiseerd, inclusief het vastgestelde gemiddelde oververbruik. De panelen zijn alleen 0,8 m dik en tot een diepte van ca. 26-27 m uitgevoerd (Waterschap Rivierenland, 2018)

| Sectie | HMP | Realisatie diepwand-panelen | Oververbruik, gemiddeld per paneel [in %] | Hoeveelheid extra betonverbruik per paneel [m ³] | Paneel-lengte [m] | Extra betonverbruik per m ² wand [m ³ /m ²] | Verticale lengte wand [m] |
|--------|------------------------|-----------------------------|---|--|-------------------|---|---------------------------|
| C-D | AW163+133 en AW164+140 | 9 juni t/m 9 juli 2015 | 16,8 | 27,0 | 7,8 | 3,5 | 20,5 – 26,5 |
| E | AW165+115 en AW166+155 | 21 aug tot 22 okt 2015 | 16,6 | 27,5 | 7,8 | 3,5 | 26,4 |
| U | AW196+90m en AW197+40m | 15 april - 26 mei 2016 | 10,7 | 14,0 | 7,4 | 1,9 | 21,5 |

Het oververbruik treedt met name op door grondverdringing in de klei- en veenlagen, wat betekent dat het oververbruik in deze grondlagen groter is dan het gemiddelde oververbruik zoals vermeld in de tabel.

In paragraaf 2.4.4.3 in het rapport van Deltares van fase 1 van het onderzoek (Deltares, 2021) is nader ingegaan op het oververbruik van de hoeveelheid beton per diepwandpaneel en het verloop van de betonneergrafieken bij enkele van de secties.

De sleufwandstabiliteit is in het uitvoeringsontwerp beschouwd conform de aanwijzingen in paragraaf 2.2.3. Voor zo ver bekend zijn er geen problemen geweest met de sleufwandstabiliteit of uitbraken van bentoniet tijdens de realisatie van de diepwanden.

In Bijlage C kan een indruk worden verkregen van de bodemopbouw langs een aantal van de deelsecties van de dijkversterking. De locatie van sectie F2-3 is in deze bijlage weergegeven.

In paragraaf 2.3.7 zal nader worden ingegaan op de gerealiseerde monitoring aan de panden tijdens de realisatie van de diepwanden.

In Tabel 2-8 zijn de belangrijkste vermelde afwijkingen met genoemde beheersmaatregelen weergegeven uit het Afwijkingen Register van de dijkversterking met betrekking tot de realisatie van de diepwanden.

Tabel 2-8 Afwijkingen bij realisatie diepwanden uit het Afwijkingen Register van de dijkversterking (RAP-00186 Afwijkingenregister (+ maatregelen) Dijkversterking KIS, Printdatum: vrijdag 03 augustus 2018). De groen gemarkeerde afwijkingen, zijn de belangrijkste afwijkingen uit het Afwijkingen Register m.b.t. de te beschouwen aspecten uit het rapport van Van Baars

| AW-ID | Afwijking | Beheersmaatregelen | | Melding |
|----------|--|--------------------|---|----------|
| | | M-ID | Maatregelen | |
| AW-00208 | SBR-grenswaarde voor trillingen tijdens uitvoering worden overschreden | M-01356 | Memo opstellen ter onderbouwing verruiming van de contractuele trillingseis ⁸ | |
| AW-00216 | Grenswaarde voor gronddeformaties uit S-AS-32 wordt tijdens de uitvoering overschreden | M-01372 | Opstellen memo ter onderbouwing eventuele afwijking contracteis en ter beschouwing risico's van vervormingen ⁶ | |
| AW-00526 | Diepwand Sectie E voldoet gedeeltelijk niet aan de gestelde eisen | M-02125 | Ontwerp aanpassen door ander rekenmodel toe te passen (short creat model). Wijze van controle: extra berekening. | 18-07-17 |
| | | M-02124 | Ontwerp aanpassen door Bakwetering te verzwaren. Memo opgesteld ⁹ | |

In Tabel 2-8 is aangegeven dat er in het ontwerp van de diepwand in sectie E is vastgesteld, dat de Bakwetering (brede sloot in het achterland) verzward dient te worden en dat hiervoor een memo is opgesteld. Deze memo is niet opgenomen in het ontwerpdossier van sectie E en het verzwaren van de Bakwetering staat niet aangegeven op de revisietekening van sectie E. Het is daardoor niet duidelijk of deze verzwaring is gerealiseerd. De betreffende memo is niet beschikbaar gesteld ten behoeve van dit onderzoek.

In Paragraaf 2.3.7 wordt nader ingegaan op de monitoring m.b.t. de omgevingsbeïnvloeding tijdens de realisatie van de diepwanden.

2.3.5 Realisatie barettenwanden

In het opleverdossier van Waterschap Rivierenland is een vrij omvangrijk dossier ter beschikking gesteld, o.a. met informatie per sectie over de barettenwanden:

1. Ontwerpfase.
2. Uitvoeringsfase.
3. Revisie tekeningen.
4. Beheer- en onderhoudsplan Constructies.

Voor dit onderzoek is met name de informatie van de uitvoeringsfase van belang. Dit is van belang voor de eventuele beïnvloeding op de omgeving en om te kunnen verifiëren of a. de realisatie conform het ontwerp is uitgevoerd en b. of de realisatie conform de eisen in het contract van KIS is ingevuld.

⁸ Deze memo is aangevraagd bij Waterschap Rivierenland, maar is nog niet beschikbaar gesteld.

⁹ Deze memo is niet aan Deltares ter beschikking gesteld.

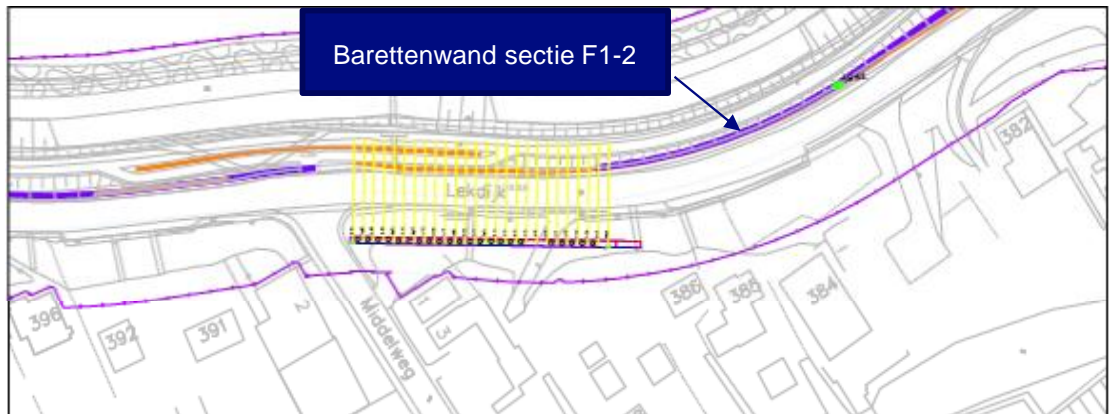
Per sectie is voor de uitvoeringsfase de volgende gegevens beschikbaar gesteld:

- Werkinstructie barettenwanden.
- Gegevens realisatie barettenwanden:
 - Graafrapporten.
 - Betonneerrapporten.
 - Dagrapporten.
 - Betonproeven.
 - Keuring wapening.
 - Gording documenten.
 - Inmetingen damwand.
 - Monitoringsgegevens.

In Bijlage D is een deel van de door CDVM geplande monitoring van de bebouwing bij de secties van de barettenwanden weergegeven.

De uitvoering van de losstaande diepwapenpanelen, die onderdeel uitmaken van de barettenwanden, vindt plaats conform de uitvoeringsprocedure van de diepwanden zoals al behandeld in Paragraaf 2.3.4. De damwandplanken, die tussen de baretten staan, ter voorkoming van onderloopsheid, zijn al trillend ingebracht voordat de diepwapenpanelen worden gemaakt. Als laatste wordt een doorlopende deksloof langs de constructieve elementen gemaakt.

De monitoring tijdens de realisatie is beschouwd in sectie F1-2, zie de volgende figuur.



Figuur 2-84 Situatie constructieve elementen nabij sectie F1-2 (Waterschap Rivierenland, 2018)

In de specificatienota (SPE) van het ontwerp van de barettenwand bij sectie F1-2 sluit de genoemde monitoring met betrekking tot grenswaarden aan op het aangegeven in Werkinstructie barettenwanden, zie ook paragraaf 2.2.4. Dit betreft ook de toetsing van de hoekverdraaiingen van de panden, die niet wordt genoemd in het Monitoringsplan van CDVM, waar de benodigde monitoring van de gehele dijkversterking (met uitzondering van de barettenwanden) wordt behandeld. Zie ook paragraaf 2.2.6. Het toetsen van hoekverdraaiingen is ook niet genoemd in de VSE, waardoor dit een afwijking betreft.

Uit het digitale dossier van WSRL zijn slechts trillingsmetingen bij 3 panden beschikbaar. Dit betreft metingen bij de panden Lekdijk 398 en 386 in sectie F1-2 en het pand Lekdijk 361 in Sectie F1-3. Deze metingen zijn weergegeven in Bijlage G. Uit de trillingsmetingen blijkt dat de genoemde alarmwaarde van 6,0 mm/s bij het intrillen van een aantal van de damwanden worden overschreden. Dit betreft met name incidentele metingen.

In Bijlage E is tevens te zien dat er een hellingmeetbuis bij Lekdijk 382 geplaatst zou zijn (CDVM, Ongedateerd). Er zijn geen metingen beschikbaar in het digitale dossier van WSRL.

Er zijn verder geen metingen van hellingmeetbuizen beschikbaar in de trajecten van de barettenwanden.

In Paragraaf 2.3.7 wordt nader ingegaan op de monitoring van de omgeving tijdens de realisatie van de constructie elementen.

Het geregistreerde oververbruik bij de 4 secties met barettenwanden is beschouwd. Het gemiddelde oververbruik per sectie is weergegeven in Tabel 2-10, evenals het oververbruik per diep wandpaneel.

Tabel 2-9 *Overzicht van de vier secties waar barettenwanden zijn gerealiseerd en vastgestelde gemiddelde oververbruik per sectie; De panelen zijn alleen 0,8 m dik en tot een diepte van ca. 26-27 m uitgevoerd (Waterschap Rivierenland, 2018)*

| Sectie | HMP | Realisatie diep wand-paneleen | Oververbruik, gemiddeld per paneel [in %] | Extra beton-verbruik per paneel [m ³] | Paneellengte [m] | Extra betonverbruik per m ³ [m ³ /m ³] |
|--------|------------------------|-------------------------------|---|---|------------------|--|
| E-F1 | AW166+150 en AW167+070 | 10 april t/m 11 mei 2016 | 15,6 | 10,4 | 3,3 | 3,2 |
| F1-2 | AW167+150 en AW168+100 | 24 juli t/m 31 aug 1016 | 7,5 | 13,0 | 7,8 | 1,7 |
| F1-3 | AW168+100 en AW169+10 | 5 sept t/m 3 okt 1016 | 16,4 | 11,8 | 3,3 | 3,6 |
| F2-3 | AW169+140 en AW170+50 | 26 okt t/m 11 nov 2016 | 10,1 | 16,8 | 7,8 | 2,2 |

De grondgesteldheid is globaal vergelijkbaar in de beschouwde secties. Een indruk van de bodemopbouw van de eerste drie secties in

Tabel 2-9 kan worden verkregen via het geotechnisch lengteprofiel, dat is weergegeven Bijlage C.

Uit Tabel 2-9 blijkt dat het gemiddelde oververbruik per paneel varieert tussen ca. 7,5 – 16% ten opzichte van de theoretische hoeveelheid. Ook is in de tabel weergegeven dat er gemiddeld ca. 1,7 – 3,6 m³ extra beton per strekkende meter paneel is verbruikt ten opzichte van de theoretisch benodigde hoeveelheid. Opvallend is dat het extra beton-verbruik groter is bij een kortere paneellengte.

In paragraaf 2.4.4.4 in het rapport van Deltares van fase 1 van het onderzoek (Deltares, 2021) is nader ingegaan op het oververbruik van de hoeveelheid beton per diep wandpaneel bij enkele van de secties waar barettenwanden zijn toegepast.

In Tabel 2-10 zijn de belangrijkste vermelde afwijkingen met genoemde beheersmaatregelen weergegeven uit het Afwijkingen Register van de dijkversterking met betrekking tot de realisatie van de barettenwanden weergegeven.

Tabel 2-10 Afwijkingen bij realisatie barettenwanden uit het Afwijkingen Register van de dijkversterking (RAP-00186 Afwijkingenregister (+ maatregelen) Dijkversterking KIS, Printdatum: vrijdag 03 augustus 2018). De groen gemarkeerde afwijkingen, zijn de belangrijkste afwijkingen uit het Afwijkingen Register m.b.t. de te beschouwen aspecten uit het rapport van Van Baars

| AW-ID | Afwijking | Beheersmaatregelen | | Melding |
|----------|--|--------------------|---|---------|
| | | M-ID | Maatregelen | |
| AW-00208 | SBR-grenswaarde voor trillingen tijdens uitvoering worden overschreden | M-01356 | Memo opstellen ter onderbouwing verruiming van de contractuele trillingseis ¹⁰ | |
| AW-00216 | Grenswaarde voor gronddeformaties uit S-AS-32 wordt tijdens de uitvoering overschreden | M-01372 | Opstellen memo ter onderbouwing eventuele afwijking contracteis en ter beschouwing risico's van vervormingen ⁸ | |

2.3.6 Realisatie verankerde palenwanden

In het rapport van Deltares van Fase 1 van het onderzoek is al nader ingegaan op de realisatie van enkele proefpalen buiten het werkgebied van de dijkversterking en de realisatie van de boorpalen in sectie AB, waar er geoptimaliseerd is in het stortproces van de boorpalen. Hiervoor wordt verwezen naar paragraaf 2.4.4.5 in het rapport van fase 1.

In het opleverdossier van Waterschap Rivierenland is een vrij omvangrijk dossier ter beschikking gesteld met informatie per sectie over:

1. Ontwerpfase.
2. Uitvoeringsfase.
3. Revisie tekeningen.
4. Beheer- en onderhoudsplan Constructies.

Voor dit onderzoek in fase 2, is met name de informatie van de uitvoeringsfase van belang. Dit is van belang voor de eventuele beïnvloeding op de omgeving en om te kunnen verifiëren a. of de realisatie conform het ontwerp is uitgevoerd en b. of de realisatie conform de eisen in het contract van KIS is ingevuld.

Per sectie is voor de uitvoeringsfase de volgende gegevens beschikbaar gesteld:

- Werkinstructie boorpalen.
- Monitoringskaart.
- Gegevens realisatie boorpalen:
 - Betonrapporten.
 - Dagrapporten.
 - Betontesten.
 - Keuring wapening.
 - Monitoringsgegevens.
- Gegevens realisatie ankers:
 - Ankers – leverbonnen grout-cement.
 - Ankers – leverbonnen ankers.
 - Ankers – indraaigegevens.
 - Ankers – ankers proeven.
- Gegevens betonnen gording.
- Keuring en vrijgave gording.
- Monitoring.

In de betonrapporten, die per boorpaal beschikbaar zijn gesteld, zijn ontwerpgegevens vermeld van de afmetingen van de paal, de onderkant, de bovenkant, het theoretisch volume

¹⁰ Deze memo is aangevraagd bij Waterschap Rivierenland, maar is nog niet beschikbaar gesteld.

beton en de verwerkte hoeveelheid volume dat gebruikt is. Het betonverbruik is per boorpaal weergegeven in de betonrapporten en in betonneergrafieken is per boorpaal tevens weergegeven hoe het betonverbruik verloopt in de diepte vergeleken met het theoretisch verbruik. Als er sprake is van een oververbruik is er meer volume beton toegepast bij het maken van de paal. In dat geval is er sprake van een grondverdringend effect bij de realisatie van de boorpalen.

Het gemiddelde oververbruik van het betonverbruik is vastgesteld bij een aantal secties. Dit is weergegeven in Tabel 2-11.

Tabel 2-11 Overzicht van het oververbruik van het betonverbruik bij een aantal secties waar boorpalen zijn gemaakt (Waterschap Rivierenland, 2018)

| Sectie | Hoeveelheid palen | Oververbruik, gemiddeld (%) | Hoeveelheid extra betonverbruik [m ³] | Bovenkant paal [m t.o.v. NAP] | Onderkant slappe lagen (m t.o.v. NAP) | Dikte slappe lagen teen dijk [m] |
|--------|-------------------|-----------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| F1-1 | 28 | 19,7 | 3,6 | 0,1 / -0,9 | -12,2 | 11,3 |
| F2-2 | 24 | 13,1 | 2,2 | -0,4 / -1,8 | -8,6 | 7,2 |
| F3-G | 126 | 12 - 15 | 2,5 – 3,0 | 2,5 / 3,0 | -10,0 | 9,0 |
| AH | 34 | 14,5 ¹⁾ | 2,9 | 1,3 | -8,3 | 8,0 |

1) Bij de boorpalen 28 t/m 34 is het gemiddelde betonverbruik 26,7%

Het is niet bekend of het oververbruik bij de uitvoering van de boorpalen bij KIS vergelijkbaar is met het oververbruik bij het maken van boorpalen in vergelijkbare grondopbouw.

In de rapportages van de indraaigegevens van de ankers, is per anker o.a. de gegevens vermeld van de vrije ankerlengte, de lengte van het groutlichaam en de hoeveelheid cement, dat per anker is toegepast bij de realisatie. In enkele rapportages van de indraaigegevens is ook een injectiedruk tijdens vormen groutlichaam vermeld en het niveau van het Pleistocene zand.

Aanpak monitoring vervormingen en trillingen:

Trillingen

Zoals eerder werd aangegeven is er in het monitoringsplan aangegeven dat vanaf de aanvang van de werkzaamheden zo lang trillingsmetingen worden uitgevoerd tot dat aannemelijk is gemaakt dat de trillingen niet zullen leiden tot schade. Uit het opleverdossier is gebleken dat er in ieder geval trillingsmetingen zijn verricht op de panden zoals genoemd in de volgende tabel.

Tabel 2-12 Overzicht trillingsmetingen bij realisatie van de boorpalen (Waterschap Rivierenland, 2018)

| Sectie | Pand | Trillingsmetingen beschikbaar | Zie bijlage |
|--------|--|-------------------------------|-------------|
| AB | Bergstoep 46/46A Bergstoep 47 Bergstoep 48 | Ja Ja Ja | F |
| F3-G | Lekdijk 318 Lekdijk 321 | Ja | F |
| F2-2 | Lekdijk 341 Lekdijk 349 | Ja Ja | - - |
| PQ1 | Boezem 14, 16 en 18 | Nee | - |

In de installatieformulieren van de trillingsmeters is een grenswaarde van 8,4 mm/s ingevoerd, deze waarde is overeenkomstig met de grenswaarde zoals genoemd bij de boorpalen in het monitoringsplan, zie ook paragraaf 2.2.6.

In de specificatie nota van de palenwand in sectie F1-1 is het volgende in Figuur 2-85 aangegeven:

| | |
|--|--------------------------------------|
| Specificatienota UO Constructies binnentalud DNL-F1-1 | Documentnr.: P16131475-SPE-OWN-09417 |
| | Revisie: 1.0 |
| | Datum: 17-3-2016 |
| 2.1.1 Locatie | |
| Bij sectie AB is inmiddels aangetoond dat het installeren van de palen trillingsarm verloopt en dat een incidentele overschrijding van de SBR-grenswaarde veroorzaakt wordt door het hard laten neerkomen van de bucket etc. Om deze reden wordt alleen gemonitord bij pand Middelweg 1 vanwege de afstand die dit pand heeft t.o.v. de werkzaamheden, zie bijlage I. | |
| De trillingsopnemers moeten conform de SBR-richtlijn geïnstalleerd worden aan de gevel. | |
| 2.1.4 Grenswaarden | |
| De grenswaarden conform de SBR-richtlijn zijn van toepassing. Deze zijn afhankelijk van het type woning, de dominante frequentie en de soort werkzaamheden c.q. duur van de trilling. In Afwijking 208 is onderbouwd dat een overschrijding van de SBR-grenswaarde tot een minimale toename van de kans op schade leidt. In de Afwijking 208 zijn nieuwe grenswaarden vastgesteld: 8,4 mm/s voor een categorie 2 pand. | |
| Bij sectie F1-1 worden de trillingen ten gevolge van het installeren van de palen bij het pand Middelweg 1 aan de achterzijde van het huis gemonitord conform de SBR-richtlijn. Hiermee wordt voldaan aan eis S-As-03, S-As-04, WOC-As-12 en S-As-31. | |

Figuur 2-85 Monitoring trillingen in sectie F1-1 conform specificatienota (Waterschap Rivierenland, 2018)

In Figuur 2-85 wordt aangegeven dat de gemeten trillingswaarden bij sectie AB zijn overschreden, wat werd veroorzaakt door het hard naar beneden laten komen van de bucket etc. In sectie F1-1 is daardoor alleen gemonitord aan het meest maatgevende gebouw, namelijk Middelweg 1. Deze metingen zijn niet beschikbaar via het opleverdossier.

Vervormingen

Bij een beschouwing van enkele specificatienota's van het ontwerp van de palenwanden is de volgende aanpak m.b.t. de gemeten vervormingen bij de realisatie van de palenwanden in Figuur 2-86 genoemd:

2.2.4 Grenswaarden

De grenswaarden zijn in onderstaande tabel weergegeven. Hiermee wordt voldaan aan eis S-As-32.

| Fundering pand | Woningen | Positie | Horizontaal | Verticaal |
|----------------|---|-----------------------------|-------------|-----------|
| Staal | Lekdijk 386 Middelweg 1 Middelweg 3 | gevel | 5 mm | 5 mm |
| | | maaiveld 1 m uit de gevel | 10 mm | - |
| Palen | Lekdijk 388 | maaiveld 1 m uit de gevel | 10 mm | |
| | | MV – 5m op 1 m uit de gevel | 50 mm | - |

Het is goed te realiseren dat de door WSRL gestelde eisen dusdanig streng zijn dat de grenswaarde in de meet(on)nauwkeurigheid valt. Ook al treden er helemaal geen vervormingen op dan zullen de metingen sowieso +/- 5 mm kunnen variëren. In Afwijking 216 is een onderbouwing gegeven dat bij overschrijden van de bovengenoemde grenswaarden geen schade aan de panden veroorzaakt wordt. In Afwijking 216 zijn aangepaste waarden beschreven voor de horizontale vervormingen:

- Horizontale gronddeformaties van 100 mm voor betonnen palen en 160 mm voor houten palen;
- Tot een rotatie van 1:600 worden geen horizontale panddeformaties gemeten.

Figuur 2-86 Aanpak grenswaarden bebouwing door realisatie van de boorpalen (Specificatienota Sectie F1-1, P16131475-SPE-OWN-09417)

In Figuur 2-86 wordt aangegeven dat er in afwijking AW-00216 een onderbouwing is gegeven voor het overschrijden van de in de VSE genoemde grenswaarden. Ook is in de figuur aangegeven dat er waarden in afwijking AW-00216 zijn beschreven voor horizontale vervormingen:

- Horizontale gronddeformatie van 100 mm voor betonnen palen en 160 mm voor houten palen.
- Tot een rotatie van 1:600 worden geen horizontale panddeformaties gemeten.

De betreffende memo van de afwijking AW-00216 is nog niet beschikbaar gesteld.

Hellingmeetbuizen

Er zijn hellingmeetbuizen geplaatst in verschillende secties waar palenwanden zijn gerealiseerd ten behoeve van het meten van de horizontale grondvervormingen vlak naast de panden. Op basis van het digitale dossier van WSRL blijkt dat er in de 17 trajecten met palenwanden er hellingmeetbuizen zijn geplaatst bij ruim 20 panden. De registratie van de horizontale vervormingen via de metingen van de hellingmeetbuizen zijn vóór en ná de realisatie van de boorpalen ingevuld. De boorpalen zijn gemaakt in de periode tussen globaal april 2015 tot oktober 2016. Een aantal hellingmeetbuizen zijn incidenteel doorgemeten tot in 2018. In paragraaf 2.3.7 zal nader worden ingegaan op een aantal van deze metingen van deze hellingmeetbuizen.

Meetboutsen/-stickers panden

In paragraaf 2.3.7 zal nader worden ingegaan op de verrichte monitoring aan de bebouwing bij de realisatie van enkele constructieve elementen.

Uitgaande van het Afwijkingen Register van Waterschap Rivierenland zijn er de volgende afwijkingen geconstateerd bij de realisatie van de boorpalen zoals vermeld in de volgende tabel.

Tabel 2-13 Afwijkingen bij toepassing boorpalen uit het Afwijkingen Register van de dijkversterking (RAP-00186 Afwijkingenregister (+ maatregelen) Dijkversterking KIS, Printdatum: vrijdag 03 augustus

2018). De groen gemarkeerde afwijkingen, zijn de belangrijkste afwijkingen uit het Afwijkingen Register m.b.t. de te beschouwen aspecten uit het rapport van Van Baars

| AW-ID | Afwijking | Beheersmaatregelen | | Datum melding afwijking |
|--|---|--|---|-------------------------|
| | | M-ID | Maatregelen | |
| AW-00174 | Overschrijding grenswaarden vervormingen woning Bergstoep 47 Streefkerk | .. | Nog invullen | 11-12-14 |
| AW-00180 AW-00184 AW-00185 AW-00186 | Paal 31, sectie AB niet geslaagd in uitvoering Paal 12, sectie AB niet geslaagd in de uitvoering Paal 18, sectie AB niet geslaagd in de uitvoering Paal 16, sectie AB niet geslaagd in de uitvoering | M-01285 M-02198 M-01301 M-01313 | Boren van nieuwe paal | |
| AW-00187 | Storten boorpalen rechtstreeks via de stortgoot van de betonmixer | M-01308 | Aanpassen Werkplan boorpalen | |
| AW-00188 | Overschrijding grenswaarden vervormingen hellingmeetbuis 4, sectie AB, | M-01310 M-01309 | Opstellen rapportage boorproces ³ Overleg aangaande vervormingen | |
| AW-00190 | Paal 20, sectie AB niet geslaagd in de uitvoering Paal 35, sectie AB niet geslaagd in de uitvoering | M-01319 M-01354 | Boren van nieuwe paal | |
| AW-00208 | SBR-grenswaarde voor trillingen tijdens uitvoering worden overschreden | M-01356 | Memo opstellen ter onderbouwing verruiming van de contractuele trillingseis ¹¹ | |
| AW-00216 | Grenswaarde voor gronddeformaties uit S-AS-32 wordt tijdens de uitvoering overschreden | M-01372 | Opstellen memo ter onderbouwing eventuele afwijking contracteis en ter beschouwing risico's van vervormingen ² | |
| AW-00238 | Paal 31 van sectie AC, uitvoeringsvak OP is mislukt tijdens de uitvoering | M-01457 | Extra paal maken aan de polderzijde | |
| AW-00328 | Sectie AC ankers mogelijk niet constructief gewaarborgd | M-01680 | 8 nieuwe ankers zijn geplaatst | |
| AW-00384 | Sectie F1-1 Palenwand – Monitoring – Hellingmeetbuis is niet geplaatst | M-01768 | Betere voorbereiding en onderzoek naar eventuele obstakels in een werkvak | |
| | | M-01767 | Overleg met het ontwerpteam om de eventuele risico's te bespreken en de gevolgen om een hmb te laten vervallen. Vastlegging via mail o.i.d. ¹² | |
| AW-00386 | Sectie GH - paal 126, 130 en 142 zijn mislukt tijdens uitvoering. zie beschrijving volgens de afwijking opgesteld door Franki | M-01770 | Paal 126 kan naar boven geplaatst worden hoger op de dijk. | |
| | | M-01771 | Paal 130 en 142 moten voor de mislukte paal geplaatst worden, deze kunnen niet naar boven geplaatst worden zoals paal 126 | |

¹¹ Deze memo is aangevraagd bij Waterschap Rivierenland, maar is nog niet beschikbaar gesteld.

¹² Deze informatie is niet beschikbaar gesteld.

| AW-ID | Afwijking | Beheersmaatregelen | | Datum melding afwijking |
|----------|---|--------------------|--|-------------------------|
| | | M-ID | Maatregelen | |
| AW-00419 | Sectie F1-1, anker A-26 geraakt tijdens uitvoering baretten panel B.F1.2.00 | M-01871 | Ontwerpteam gaat de constructieve van sectie F1-1 opnieuw bekijken, hierbij wordt gekeken wat de gevolgen zijn van het uitvallen van 1 anker. Wijze van controle: d.m.v. nota / mail | 20-09-16 |
| | | M-01872 | Overlappen tussen verschillende constructies beter bekijken. d.m.v. extra doorsneden bij de overlappen kunnen conflicten tussen beide constructies voorkomen worden | |

Zoals blijkt uit Tabel 2-13 is er onder andere afgeweken van de eisen uit de VSE met betrekking tot:

- Volgens afwijking AW-00188 werden de SBR-grenswaarde voor trillingen tijdens de uitvoering overschreden (zie ook eis in Figuur 2-18), Door CDVM is een memo opgesteld ter onderbouwing van het verruimen van de contractuele trillingseis. Deze memo is niet in het opleverdossier aangetroffen.
- Volgens afwijking AW-00216 is de grenswaarde voor gronddeformaties uit S-AS-32 (zie ook Figuur 2-18) tijdens de uitvoering overschreden. CDVM heeft een memo opgesteld ter onderbouwing van een eventuele afwijking van de contracteis en ter beschouwing van de risico's van de vervormingen. Deze memo is niet in het opleverdossier aangetroffen. Bij staalfunderingen lijkt er te zijn overgegaan van absolute zakkingseisen naar hoekverdraaiingseisen.

Opmerking waterveiligheid boorpalenwand sectie XY

Tijdens het controleren van de betonregrafieken van een aantal van de palenwanden is geconstateerd dat de boorpalen in sectie XY niet zijn gerealiseerd conform het ontwerp. Uit de betonregrafieken is gebleken dat de palen slechts tot NAP – 17 m zijn gemaakt, terwijl de palen conform het ontwerp van sectie XY tot een niveau van NAP – 18 m moesten worden gemaakt.

Sectie XY betreft het traject AW202+120 en AW203+160 en heeft een lengte van ca. 235 m. Er zijn (nog) geen beschouwingen gedaan van de invloed van de te korte boorpalen op de waterveiligheid van deze sectie. Het effect hiervan is geen onderdeel van onderhavige studie.

2.3.7 Monitoring omgeving tijdens de realisatie van de constructies

Zoals al vermeld in paragraaf 2.2.6 heeft CDVM veel monitoring verricht tijdens de realisatie van de dijkversterking. Dit betreft zowel het uitvoeren van metingen van de horizontale grondvervormingen vlak naast bebouwing door middel van hellingmeetbuizen als het registreren van de vervormingen van de panden (X,Y,Z metingen met behulp van Total Station op meetstickers op de panden). De aantallen van de meetstickers op de panden zijn volgens het monitoringsplan wisselend ingevuld, afhankelijk van de toegekende risico's:

- Standaard 2 meetbouten/-stickers op (dijk)gevel.
- Risicopanden gefundeerd op staal: extra meetbouten/-stickers op zij – en achtergevel.

De meetstickers zijn op alle panden geplaatst tot een afstand van 50 m uit de constructieve elementen. In het monitoringsplan is aangegeven dat er bij panden binnen een zone tot 15 m uit de constructies de volgende metingen zullen worden verricht:

- 0-meting vóór start aanbrengen van het werkterrein.
- Meting voor start constructies.
- Meting na aanbrengen laatste paal/diepwandpaneel.
- Meting na afrondende werkzaamheden zoals ankers en deksloof.

In het monitoringsplan was er voor panden binnen een afstand van 30 m uit de constructieve elementen aangegeven dat dezelfde werkwijze zal worden aangehouden als voor de panden binnen een afstand van 15 m, maar dat bij afwijking binnen de marge(s), dat dit type monitoring zal vervallen.

Daarnaast zijn er hellingmeetbuizen geplaatst bij ruim 20 panden in de 17 secties van de palenwanden. En er zijn ook trillingsmetingen uitgevoerd zoals al vermeld in paragraaf 2.2.6.

Uit de monitoring blijkt dat er registratie heeft plaatsgevonden van de meetstickers op de panden door middels van Total Station. Er zijn metingen verricht tijdens de uitvoering, maar soms ook pas daarna. De duur van de meetperiode na de uitvoering lijkt afhankelijk te zijn gesteld van de optredende vervormingen.

Ook zijn de horizontale verplaatsingen van de hellingmeetbuizen geregistreerd. Bij de beschouwde panden zijn de metingen verricht na de realisatie van de constructieve elementen.

Zoals eerder in o.a. paragraaf 2.3.6 is aangegeven, zijn de in het monitoringsplan, zie ook paragraaf 2.2.6, ingevulde alarm- en grenswaarden voor de bebouwing overschreden bij het uitvoeren van de constructieve elementen. Dit betreft met name staalfunderingen, waar er in de aanpak van CDVM de overstap is gemaakt van een absolute zakkingsseisen naar hoekverdraaiingseisen, zonder dat het aantal meetbouten op de panden zijn uitgebreid. Deze aanpak is vermeld in afwijking AW-00216, zie o.a. Tabel 2-13, waar is aangegeven dat er een memo wordt opgesteld ter onderbouwing van eventuele afwijking contracteis en ter beschouwing risico's van vervormingen. De hoekverdraaiing van de panden lijken getoetst te zijn bij funderingen op staal op basis van deze memo. De betreffende Memo van CDVM is niet beschikbaar, het is nog niet duidelijk welke criteria hiervoor zijn gebruikt.

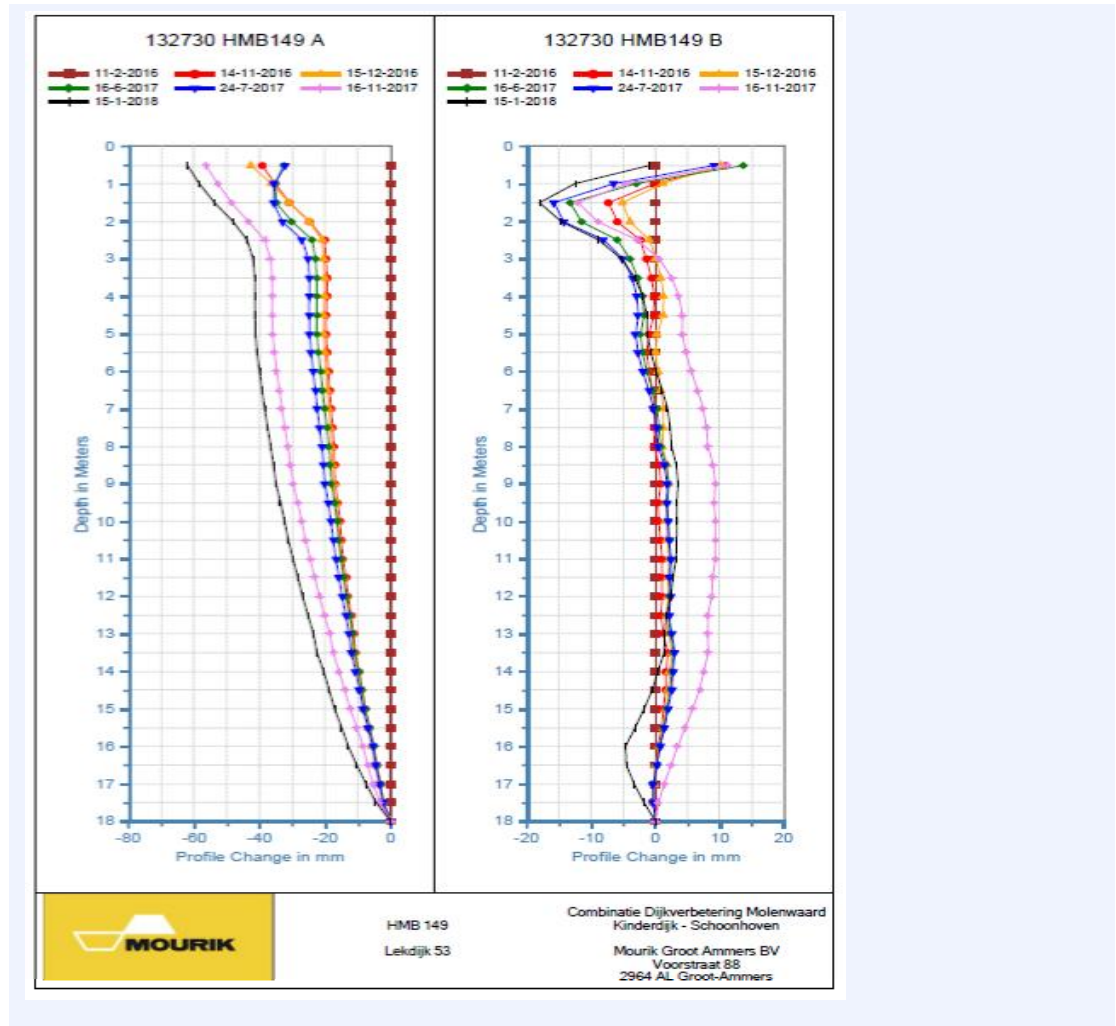
Wegens de overstap van absolute zakkingsseisen naar hoekverdraaiingseisen lijken de monitoring van de meetstickers nu bij alle panden in X,Y,X te zijn gemonitord.

Onderstaand zal ter informatie en duiding eerst worden ingegaan op de uitgevoerde metingen bij een aantal panden bij een palenwand, daarna bij een barettenwand.

Geregistreerde monitoring en analyse Lekdijk 53, 52 en 51, bij palenwand in sectie L2

Het beschouwde geval betreft sectie L2, waar een verankerde palenwand is gerealiseerd. Zie ook de situatie en de dwarsdoorsnede in de volgende figuur. Zoals blijkt uit de figuur is de palenwand hoog in het binnentalud van de dijk gemaakt en staan de panden Lekdijk 53 en 52 nabij de binnenteen. In de dwarsdoorsnede is de werkopstelling zichtbaar, waaruit blijkt dat er dicht op het pand is gewerkt met de stellingen. In Bijlage I is er aanvullende informatie weergegeven van de monitoring van deze panden.

De metingen van de hellingmeetbuis HMB149 is weergegeven in de volgende figuur. In deze metingen zijn één A en een B-richting weergegeven. Deze richtingen zijn geplaatst in de richting van het pand, de A-richting verloopt in lijn met de zijgevel van het pand en geeft nagenoeg de vervorming haaks op de dijk aan, terwijl de B-richting de richting aangeeft in de lijn met de voorgevel. Bij de interpretatie wordt voor nu uitgegaan van de A-richting, die de grootste vervorming laat zien.



Figuur 2-88 Hellingmeetbuis HMB149, die bij de voorgevel van het pand Lekdijk 53 staat (Waterschap Rivierenland, 2018)

Uit de metingen van de hellingmeetbuis in Figuur 2-88 blijkt het volgende:

- De horizontale vervormingen op 14 november 2016 waren ca. 2 cm, uitgaande van een niveau van ca. 1,5 á 2 m onder de bovenkant van de buis. De vervorming laat zien dat het pand in polderwaartse richting verplaatst. De bovenste 2 m van de hellingmeetbuis lijken niet betrouwbaar. Dit is tevens de 1^e meting na de realisatie van de boorpalenwand.
- Uit de latere metingen blijkt dat de horizontale vervorming blijft toenemen in de tijd. Bij de laatste meting in januari 2018 is er sprake van een horizontale vervorming van ruim 4 cm.
- De onderkant van de hellingmeetbuis lijkt niet goed ingeklemd te zijn in het zand, terwijl deze ca. 2 á 2,5 in het zand zou moeten staan. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door de manier van installeren van de buis. Meestal wordt er bij een goede inklemming in het zand nauwelijks vervorming gemeten in deze laag.

De meetstickers op de panden Lekdijk 53, 52 en 51, die met Total Station zijn ingemeten, zijn regelmatig ingemeten in de periode vanaf 11 december 2016 tot 4 juli 2018. In totaal zijn er 17 metingen van de meetstickers gedaan na de nulmeting van begin oktober 2015. De eerste 5 metingen betreffen de volgende data:

- HHM1: 11 december 2016, vóór de start van de werkzaamheden.
- HHM2: 2 juni 2016, na het maken van de boorpalen (16 februari t/m 5 april 2016).
- HHM3: 3 augustus 2016.
- HHM4: 28 september 2016.
- HHM5: 16 november 2016.

Er is dus een meting uitgevoerd vóór het starten van de werkzaamheden op het terrein en daarna zijn de metingen pas gecontinueerd vanaf circa 2 maanden na het maken van de laatste boorpaal op 5 april 2016. Er zijn geen metingen verricht tijdens het maken van de boorpalen.

In de volgende tabel zijn de gegevens van de inmeting van de meetstickers op 16 november 2016 weergegeven van de panden Lekdijk 53, 52 en 51. Deze meting wordt beschouwd omdat deze meting is uitgevoerd 2 dagen later dan de bovengenoemde meting van de hellingmeetbuis. Deze metingen van de meetstickers zijn in X, Y, Z-richting (Rijksdriehoekskoördinaten), wat betekent dat de waarde van de x-coördinaat loopt van west naar oost en dat die van de y-coördinaat loopt van zuid naar noord. De Z-richting geeft de verschillen in hoogte aan, waar met een negatieve richting wordt aangegeven dat er sprake is van een zakking. Kijkend naar de ligging van de sectie in Figuur 2-87, blijkt dat de lengterichting van de dijk iets gedraaid is t.o.v. de Rijksdriehoekskoördinaten. Voor een globale indicatie van de horizontale vervormingen van de panden wordt nu slechts gekeken naar de ΔY in de tabel.

Tabel 2-14 Gegevens inmeting meetstickers op 16 november 2016, Lekdijk 53, 52 en 51. Voorgevel Lekdijk 53: nummers 63 en 64, voorgevel Lekdijk 52: nummer 65 en Lekdijk 51: nummers 68,69 en 70. Voor meer informatie wordt verwezen naar Bijlage H (Waterschap Rivierenland, 2018)

| Gegevens inmeting | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|----------------|-------------------------------|---|----------------------|--------|---------------------------|------------|------------|--|
| Sectie | Sectie K Lekdijk 51/52/53 | | | Jobnaam | Lekdijk 51/52/53 w46 | | | | | |
| Perceel | Nulmeting : 28-09-2015 | | | HHM5 : 16-11-2016 | | | Verschil : HHM5-Nulmeting | | | |
| Puntnummer | X | Y | Z | X | Y | Z | ΔX | ΔY | ΔZ | |
| 59 | 107808,325 | 434223,486 | 4,152 | 107808,316 | 434223,484 | 4,163 | -0,009 | -0,001 | 0,011 | |
| 60 | 107306,425 | 434246,683 | 1,538 | 107306,415 | 434246,671 | 1,541 | -0,010 | -0,018 | 0,003 | |
| 61 | 107310,609 | 434254,859 | 1,405 | 107310,605 | 434254,844 | 1,413 | -0,004 | -0,014 | 0,008 | |
| 62 | 107304,333 | 434267,646 | 2,0875 | 107304,387 | 434267,629 | 2,099 | -0,005 | -0,016 | 0,011 | |
| 63 | 107301,338 | 434280,045 | 4,337 | 107301,334 | 434280,024 | 4,351 | -0,003 | -0,021 | 0,014 | |
| 64 | 107307,042 | 434282,226 | 4,327 | 107307,038 | 434282,204 | 4,343 | -0,004 | -0,022 | 0,016 | |
| 65 | 107315,516 | 434285,506 | 4,321 | 107315,518 | 434285,481 | 4,337 | 0,002 | -0,025 | 0,016 | |
| 66 | 107315,825 | 434285,527 | 4,359 | 107315,828 | 434285,501 | 4,374 | 0,003 | -0,026 | 0,015 | |
| 67 | 107325,814 | 434287,355 | 1,082 | 107325,826 | 434287,316 | 1,088 | 0,013 | -0,039 | 0,006 | |
| 68 | 107335,819 | 434253,305 | 2,363 | 107335,816 | 434253,287 | 2,375 | -0,003 | -0,018 | 0,012 | |
| 69 | 107341,821 | 434262,718 | 1,739 | 107341,819 | 434262,701 | 1,745 | -0,002 | -0,017 | 0,006 | |
| 70 | 107345,471 | 434256,746 | 0,591 | 107345,468 | 434256,729 | 0,600 | -0,003 | -0,017 | 0,009 | |
| ztam1 | 107893,529 | 434242,347 | -0,909 | x | x | x | x | x | x | |
| ztam2 | 107893,166 | 434243,331 | -0,357 | 107893,166 | 434243,322 | -0,359 | 0,000 | -0,009 | -0,002 | |
| ztam3 | 107888,077 | 434240,577 | -0,9 | 107888,079 | 434240,570 | -0,900 | 0,002 | -0,007 | 0,000 | |
| Naam | Datum | Paraaf | | | | | | | | |
| Formulier opgesteld door | Frank de Wolff | 21-11-2016 | Fdw | | | | | | | |
| Verzonden aan | Thomas Lankreijer | 21-11-2016 | | | | | | | | |
| Vanneer reactie/updates | binnen 1 week | | | | | | | | | |
| In te vullen door geotechniek | | | | In te vullen door monitoringscoördinator | | | | | | |
| Advies geotechniek t.b.v. besluitvorming | | | | Besluit n.a.v. advies geotechniek | | | | | | |
| Beschrijving advies | | | | Beschrijving besluit | | | | | | |
| Gaarne de voorgevel van LD 52 en 53 controleren op scheurvorming. De overige vervormingen zijn relatief groot maar de rotaties en rekken niet. Dit betekent dat de kans op schade beperkt zou moeten zijn. | | | | Voorgevel controleren op scheuren van Lekdijk 52 en Lekdijk 53 => actie FwD <i>Geen nieuwe scheuren te zien in gevel woning.</i> | | | | | | |
| Verwijzing naar docum. | | | | Verwijzing naar docum. | | | | | | |
| Naam | Datum | Paraaf | | | | | | | | |
| Advies opgesteld door | Thomas Lankreijer | 1-12-2016: TLA | Besluit genomen door | | | | | | | |
| Verzonden aan | Helmie Nelisse | 1-12-2016: HNE | Verzonden aan | | | | | | | |
| | | | Helmie Nelisse 2-12-2016: HNE | | | | | | | |
| | | | Frank de Wolff 2-12-2016: | | | | | | | |

Uit de metingen in de tabel blijkt dat de horizontale afstand tot de constructie neemt toe, de vervorming vinden plaats in polderwaartse richting als volgt:

- Lekdijk 53 (voorgevel punten nummers 63 en 64): - 2,1 á -2,2 cm.
- Lekdijk 52 (voorgevel) punt nummer 65: - 2,5 cm.
- Schuur naast Lekdijk 52, (puntnummer 67), die vrij klein van oppervlakte is: ca. -4 cm.
- Lekdijk 51 (punten nummers 68, 69, 70): -1,7 á -1,8 cm.

De horizontale vervorming bij de voorgevel van Lekdijk 53, die gemeten waren via de meetstickers en door middel van de hellingmeetbuis waren dus in november 2016 vergelijkbaar.

Uit de verticale metingen in Tabel 2-14, dit is de ΔZ , blijkt het volgende:

- Lekdijk 53 (voorgevel punten nummers 63 en 64): +1,4 á 1,6 cm (de gevel komt omhoog).
- Lekdijk 52 (voorgevel) punt nummer 65: +1,6 cm.
- Schuur naast Lekdijk 52, (puntnummer 67): +0,6.
- Lekdijk 51 (punten nummers 68, 69, 70): +0,6 á 1,2 cm.

Uit de tabel blijkt ook dat er door CDVM een interpretatie is gedaan van de opgetreden vervormingen op basis van rotaties en rekken en dat er bij het pand Lekdijk 53 en 52 gecontroleerd is op scheurvorming in de voorgevel. Zie hiervoor de betreffende tabel in bijlage I, die ook delen van de beoordeling van CDVM laat zien.

De laatste meting van de hellingmeetbuis bij Lekdijk 53 is uitgevoerd op 15 januari 2018, zie ook Figuur 2-88. Om een vergelijking te kunnen maken met de vervormingen van de panden wordt nog een meting beschouwd van de meetstickers. Dit betreft de meting op 25 januari 2018, die is weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 2-15 Gegevens inmeting meetstickers op 25 januari 2018 van Lekdijk 53, 52 en 51. Voorgevel Lekdijk 53: nummers 63 en 64, voorgevel Lekdijk 52: nummer 65 en Lekdijk 51: nummers 68,69 en 70. Voor meer informatie wordt verwezen naar Bijlage H (Waterschap Rivierenland, 2018)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|--|---|------------|--------------------|----------------------|--|----------------------------|--------------------------|--------|-------|
| 1 | Project Dijkversterking P16131475 | | | | | | | | | |
| 2 | Monitoring registratieformulier | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | Algemene informatie | | | | | | | | | |
| 5 | Volgnummer | 16: controle meting | | | wijing aangemaakt in | | | Nee | | |
| 6 | Verklaamd | geen werkzaamheden | | | nummer afwijking | | | nvt | | |
| 7 | Type meting | Meetstickers | | | erige informatie | | | nieuwe grondslag gemaakt | | |
| 8 | Overschrijd | Alarmwaarden | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | Gegevens inmeting | | | | | | | | | |
| 11 | Sectie | Sectie K | | | Jobnaam | | | Lekdijk 51/52/53 w4 | | |
| 12 | Percelen | Lekdijk 51/52/53 | | | | | | | | |
| 13 | Nulmeting : 28-09-2015 | | | HHM16 : 25-01-2018 | | | Verschil : HHM16-Nulmeting | | | |
| 14 | Puntnummer | X | Y | Z | X | Y | Z | ΔX | ΔY | ΔZ |
| 15 | | | | | | | | | | |
| 16 | 60 | 107906,425 | 434246,689 | 1,538 | 107906,426 | 434246,661 | 1,542 | 0,002 | -0,028 | 0,004 |
| 17 | 61 | 107910,609 | 434254,853 | 1,405 | 107910,619 | 434254,851 | 1,410 | 0,011 | -0,007 | 0,005 |
| 18 | 62 | 107904,333 | 434267,646 | 2,0875 | 107904,402 | 434267,636 | 2,099 | 0,010 | -0,009 | 0,011 |
| 19 | 63 | 107901,398 | 434280,045 | 4,337 | 107901,404 | 434280,033 | 4,348 | 0,007 | -0,012 | 0,011 |
| 20 | 64 | 107907,042 | 434282,226 | 4,327 | 107907,048 | 434282,212 | 4,339 | 0,006 | -0,014 | 0,012 |
| 21 | 65 | 107915,516 | 434285,506 | 4,321 | 107915,525 | 434285,491 | 4,332 | 0,009 | -0,015 | 0,011 |
| 22 | 66 | 107915,825 | 434285,527 | 4,359 | 107915,839 | 434285,517 | 4,371 | 0,014 | -0,010 | 0,012 |
| 23 | 67 | 107925,814 | 434287,355 | 1,082 | 107925,832 | 434287,328 | 1,086 | 0,019 | -0,027 | 0,004 |
| 24 | 68 | 107935,819 | 434259,305 | 2,363 | 107935,815 | 434259,293 | 2,362 | -0,004 | -0,012 | 0,019 |
| 25 | 69 | 107941,821 | 434262,718 | 1,739 | 107941,815 | 434262,706 | 1,758 | -0,006 | -0,012 | 0,019 |
| 26 | 70 | 107945,471 | 434256,746 | 0,591 | 107945,466 | 434256,737 | 0,605 | -0,005 | -0,009 | 0,014 |
| 27 | | | | | | | | | | |
| 28 | stam2 | 107893,166 | 434243,331 | -0,957 | 107893,229 | 434243,265 | -0,955 | 0,063 | -0,066 | 0,002 |
| 29 | stam3 | 107888,077 | 434240,577 | -0,9 | 107888,144 | 434240,510 | -0,898 | 0,067 | -0,067 | 0,002 |
| 30 | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | |
| 32 | | Naam | Datum | Paraaf | | | | | | |
| 33 | Formulier o | Frank de Wolf | 26-1-2018 | FdW | | | | | | |
| 34 | Verzonden | Thomas Lank | 29-1-2018 | TL | | | | | | |
| 35 | Wanneer re | binnen 1 week | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | |
| 37 | In te vullen door geotechniek | | | | | In te vullen door monitoringscoördinator | | | | |
| 38 | Advies geotechniek t.b.v. besluitvorming | | | | | Besluit n.a.v. advies geotechniek | | | | |
| | Beschrijving | Vervormingen zijn beperkt t.o.v. voorgaande meting. Akkoord | | | Beschrijving besluit | geen acties | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | |
| 40 | Verwijzing n | | | | | | | | | |
| 41 | | Naam | Datum | Paraaf | | Naam | Datum | Paraaf | | |
| 42 | Advies opg | Arco van Sabé | 5-2-2018 | ASA | Besluit genom | Helmie Neliss | 6-2-2018 | HNE | | |
| 43 | Verzonden | Helmie Neliss | 5-2-2018 | HNE | Verzonden aan | Frank de Wolf | 6-2-2018 | | | |

Uit de metingen in de tabel blijkt dat de horizontale vervormingen (van de y-richting) in januari 2018 als volgt waren:

- Lekdijk 53 (voorgevel punten nummers 63 en 64): -1,1 á -1,2 cm.
- Lekdijk 52 (voorgevel) punt nummer 65: -1,1 cm.
- Schuur naast Lekdijk 52, (puntnummer 67), die vrij klein van oppervlakte is: -2,7 cm.
- Lekdijk 51 (punten nummers 68, 69, 70): -1,4 á -1,9 cm.

De horizontale vervorming bij de voorgevel van Lekdijk 53, 52 en de schuur naast 52 zijn dus afgenomen ten opzichte van de metingen in november 2016, terwijl de metingen bij Lekdijk 51 laten zien dat deze vervormingen licht zijn toegenomen. De hellingmeetbuis nabij Lekdijk 53 liet juist een toename naar ruim 4 cm zien.

Uit de verticale metingen in Tabel 2-15, dit is de ΔZ , blijkt het volgende:

- Lekdijk 53 (voorgevel punten nummers 63 en 64): +1,1 á +1,2 cm (de gevel komt omhoog).
- Lekdijk 52 (voorgevel) punt nummer 65: +1,1 cm.
- Schuur naast Lekdijk 52, (puntnummer 67): +0,4.
- Lekdijk 51 (punten nummers 68, 69, 70): +1,4 á +1,9 cm.

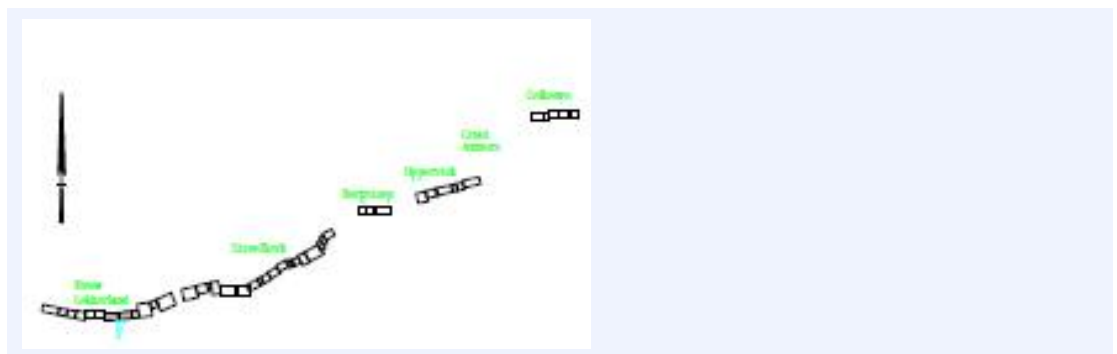
De panden zijn dus globaal 0,7 á 1,3 cm gezakt ten opzichte van de meting in november 2016.

Uit de beschikbare tabel blijkt dat er door CDVM een interpretatie is gedaan van de opgetreden vervormingen in januari 2018 op basis van rotaties en rekken en dat de metingen akkoord zijn en dat er geen actie nodig is. Zie hiervoor de betreffende tabel in Bijlage I, die ook delen van de beoordeling van CDVM laat zien.

Samenvattend kan er worden gesteld dat er uitgebreide monitoring heeft plaatsgevonden bij de panden Lekdijk 53, 52 en 51 bij de boorpalenwand in sectie L2 en dat de gemeten vervormingen steeds zijn geanalyseerd door CDVM. Wel zijn de vervormingen van de meetstickers op de panden pas ca. 2 maanden na het maken van de laatste boorpaal uitgevoerd en de hellingmeetbuis is pas ingemeten ca. 6 maanden na het maken van de laatste boorpaal. De vervormingen zijn ruim uitgevallen vergeleken met de gestelde eisen in de VSE¹³ en de toetsing van de opgetreden vervorming heeft conform de beschikbare informatie plaatsgevonden op basis van de hoekverdraaiing van de verticale zakkingen als de horizontale rekken in de gevels. Mogelijk heeft deze beoordeling plaatsgevonden op basis van de memo van CDVM, die is genoemd bij afwijking AW-00216, zie ook Tabel 2-13. Deze memo is opgevraagd bij WSRL, maar is nog niet beschikbaar gesteld.

Geregistreeerde monitoring en analyse Lekdijk 385 en 386 bij barettenwand sectie F1-2

Het beschouwde geval betreft sectie F1-2, waar een barettenwand is gerealiseerd. Zie ook de situatie en de dwarsdoorsnede in de volgende figuur. Zoals blijkt uit de figuur is de barettenwand gemaakt in de binnenteen van de parallelkade, die buitendijks is gesitueerd. Er zal een beschouwing worden gedaan van de verrichte monitoring bij de panden Lekdijk 385 en 386, die ook zijn genoemd in het rapport van Van Baars. In Bijlage J is er aanvullende informatie weergegeven van de monitoring van deze panden. En in Bijlage G zijn de trillingsmetingen die zijn uitgevoerd bij Lekdijk 386 weergegeven. Deze metingen zijn verricht tijdens het intrillen van de damwandpanelen, die tussen de diepwandpanelen zijn geplaatst.



¹³ waar slechts een vervorming van het pand van 0,5 cm toelaatbaar was in zowel horizontale als verticale richting van het pand en waar de eis van de vervorming van de grond op maximaal 1 m uit de gevel van het pand 1 cm was, zie ook Figuur 2-19.

Er zijn geen metingen van de horizontale grondvervormingen via hellingmeetbuizen beschikbaar. De monitoring van de panden is daardoor verricht door middel van Total Station, waarbij de vervormingen van deze meetstickers op de panden zijn vastgelegd in X,Y,Z-richting.

De barettenwanden zijn gemaakt in de periode tussen 24 juli t/m 31 augustus. De meetstickers zijn ingemeten op:

- 28 april 2016 (nulmeting, voor de heiwerkzaamheden van de damwanden).
- 3 juni 2016 (na klacht ivm inbrengen damwanden).
- 22 september 2016 (1^e meting na het maken van de baretten, ca. 3 weken daarna).
- 21 november 2016.
- 14 maart 2017.
- 28 juni 2017.

Er zijn géén metingen in het digitale dossier beschikbaar tijdens de maak van de barettenpanelen. De eerste meting is dus pas beschikbaar 22 dagen na dat de baretten zijn gemaakt. In de volgende figuur is de metingen van 22 september 2016 weergegeven.

Tabel 2-16 Gegevens inmeting meetstickers op 22 september 2016 van o.a. Lekdijk 385 en 386. Voorgevel Lekdijk 385: nummers 101 en 102, voorgevel Lekdijk 386: nummer 104 en 105 en de zijgevel 106 (Waterschap Rivierenland, 2018). Voor meer informatie wordt verwezen naar Bijlage I

| Project Dijkversterking Kinderdijk-Schoonhov: P16131475 | | | | | | | | | |
|---|---|------------|--------|-----------------|------------|-------|--------------------|--------|--------|
| Monitoring registratieformulier | | | | | | | | | |
| Algemene informatie | | | | | | | | | |
| Volgnummer | 7: periodieke meting | | | Dijkverbetering | | | Meting aangemaakt | | |
| Verzamelen | Barettenwand | | | Molenwaard | | | nummer afwijking | | |
| Type meting | Meetstickers | | | | | | origine informatie | | |
| Overschrijding van | N.V.T. | | | | | | Nee | | |
| | | | | | | | nvt | | |
| Gegevens inmeting | | | | | | | | | |
| Sectie | SectieE-F | | | Jobnaam | | | Lekdijk 385 HHM7 | | |
| Percelen | Lekdijk 337-398 | | | | | | | | |
| Nulmeting: 17-09-2015 | | | | | | | | | |
| HHM7: 22-09-2016 | | | | | | | | | |
| Verschil: HHM-Nulmeting | | | | | | | | | |
| Puntnummer | X | Y | Z | X | Y | Z | ΔX | ΔY | ΔZ |
| 101 - VZ LD385 | 105307,666 | 433433,556 | 0,780 | 105307,667 | 433433,572 | 0,79 | 0,001 | 0,016 | 0,011 |
| 102 - VZ LD385 | 105300,324 | 433431,064 | 2,144 | 105300,328 | 433431,077 | 2,159 | 0,004 | 0,013 | 0,015 |
| 103 ZG LD386 | 105296,884 | 433428,782 | 2,028 | x | x | x | x | x | x |
| 104 VG LD386 | 105296,168 | 433434,056 | 2,560 | 105296,172 | 433434,064 | 2,57 | 0,004 | 0,008 | 0,010 |
| 105 VG LD386 | 105289,363 | 433431,234 | 0,213 | 105289,367 | 433431,235 | 0,221 | 0,004 | 0,001 | 0,008 |
| 106 Schuur 386 | 105286,050 | 433427,905 | 0,462 | 105286,052 | 433427,901 | 0,462 | 0,002 | -0,004 | 0,000 |
| 107 | 105265,141 | 433433,352 | 3,145 | 105265,130 | 433433,313 | 3,134 | -0,011 | -0,018 | -0,011 |
| 108 | 105260,571 | 433430,352 | 3,003 | 105260,564 | 433430,329 | 2,996 | -0,007 | -0,022 | -0,007 |
| 109 | 105265,508 | 433422,261 | 2,992 | 105265,499 | 433422,239 | 2,985 | -0,008 | -0,021 | -0,007 |
| 110 | 105242,513 | 433437,658 | 3,456 | 105242,501 | 433437,636 | 3,454 | -0,012 | -0,021 | -0,002 |
| 111 | 105236,378 | 433434,364 | 3,326 | 105236,365 | 433434,346 | 3,32 | -0,013 | -0,018 | -0,006 |
| 112 | 105238,258 | 433429,838 | 2,776 | 105238,246 | 433429,817 | 2,767 | -0,012 | -0,021 | -0,009 |
| 113 | 105233,290 | 433428,649 | 1,158 | 105233,276 | 433428,633 | 1,15 | -0,014 | -0,016 | -0,008 |
| 114 | 105240,235 | 433426,251 | 2,450 | 105240,225 | 433426,233 | 2,442 | -0,010 | -0,018 | -0,008 |
| Formulier opgesteld door | Naam | Datum | Paraaf | | | | | | |
| Verzonden aan | Frank de Wolff | 23-9-2016 | FdW | | | | | | |
| Wanneer reactieupdate st | Vasco Veenbergen | 23-9-2016 | | | | | | | |
| | binnen 1 week | | | | | | | | |
| In te vullen door geotechniek | | | | | | | | | |
| Advies geotechniek t.b.v. besluitvorming | | | | | | | | | |
| Beschrijving advies | Op basis van de gemeten rotaties en rekken is geen schade aan de belending te verwachten. | | | | | | | | |
| Verwijzing naar document | | | | | | | | | |
| Advies opgesteld door | Naam | Datum | Paraaf | | | | | | |
| Verzonden aan | Thomas Lankreijer | 28-9-2016 | TLA | | | | | | |
| | Helmie Nelisse | 28-9-2016 | HNE | | | | | | |
| In te vullen door monitoringscoördinator | | | | | | | | | |
| Besluit n.a.v. advies geotechniek | | | | | | | | | |
| Beschrijving besluit | Geen acties | | | | | | | | |
| Besluit genomen door | Naam | Datum | Paraaf | | | | | | |
| Verzonden aan | Helmie Nelisse | 30-9-2016 | HNE | | | | | | |
| | Frank de Wolff | 30-9-2016 | | | | | | | |

Uit de metingen in de tabel blijkt dat de horizontale vervormingen, haaks op de dijk (de Y-richting) op 22 september als volgt waren:

- Lekdijk 385 (voorgevel punten nummers 101 en 102): 1,3 á 1,6 cm, richting de dijk.
- Lekdijk 386 (voorgevel) punt nummers 104 en 105: 0,1 á 0,8 cm, richting de dijk.

Opvallend is dat de horizontale vervormingen van ΔY bij de panden 385 en 386 positief is en daardoor richting de dijk ca. 0,8 tot 1,6 cm lijken te vervormen.

Uit de verticale metingen in Tabel 2-16, dit is de ΔZ , blijkt het volgende:

- Lekdijk 385 (voorgevel punten nummers 101 en 102): 1,1 á 1,5 cm (de gevel komt omhoog).
- Lekdijk 386 (voorgevel) punt nummers 104 en 105: 0,8 á 1,0 cm.

Uit de tabel, die is weergegeven in Bijlage J blijkt ook dat er door CDVM een interpretatie is gedaan van de opgetreden vervormingen op basis van rotaties en rekken geen schade is te verwachten.

De laatste meting op 28 juni 2017 is weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 2-17 Gegevens inmeting meetstickers op 28 juni 2017 van o.a. Lekdijk 385 en 386. Voorgevel Lekdijk 385: nummers 101 en 102, voorgevel Lekdijk 386: nummer 104 en 105 en de zijgevel 106 (Waterschap Rivierenland, 2018). Voor meer informatie wordt verwezen naar Bijlage J

| A | | B | | C | | D | | E | | F | | G | | H | | I | | J | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|------------------|---------------------------------------|-----------|--|----------------------|--|----------------------------------|--|--------------------|--|------------|-------------------------|------------|--|------------|--|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------|--|--|--|--|---------------------------------------|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|---------------|--|--|--|--|-----------------|--|--|--|--|------------------|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|--------------------|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--------------------|--|--|--|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Project Dijkversterking Kinderdijk-Schoonhoven P16191475 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoring registratieformulier | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td colspan="10">Algemene informatie</td> <td colspan="10">Afwijking aangeemaakt in Impero?</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Volgnummer</td> <td colspan="5">10: extra meting voor afwerken toelid</td> <td colspan="5">Mes</td> <td colspan="5">...</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Werkzaamheden</td> <td colspan="5">controle meting</td> <td colspan="5">Nummer afwijking</td> <td colspan="5">...</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Type meting</td> <td colspan="5">Meetstickers</td> <td colspan="5">Overige informatie</td> <td colspan="5">...</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Overschrijding van</td> <td colspan="5">N.V.T.</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="5"></td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Algemene informatie | | | | | | | | | | Afwijking aangeemaakt in Impero? | | | | | | | | | | Volgnummer | | | | | 10: extra meting voor afwerken toelid | | | | | Mes | | | | | ... | | | | | Werkzaamheden | | | | | controle meting | | | | | Nummer afwijking | | | | | ... | | | | | Type meting | | | | | Meetstickers | | | | | Overige informatie | | | | | ... | | | | | Overschrijding van | | | | | N.V.T. | | | | | | | | | | | | | | |
| Algemene informatie | | | | | | | | | | Afwijking aangeemaakt in Impero? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volgnummer | | | | | 10: extra meting voor afwerken toelid | | | | | Mes | | | | | ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Werkzaamheden | | | | | controle meting | | | | | Nummer afwijking | | | | | ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Type meting | | | | | Meetstickers | | | | | Overige informatie | | | | | ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Overschrijding van | | | | | N.V.T. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gegevens inmeting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sectie | | Sectie E+F | | Lekdijk 381-388 | | Jobnaam | | Lekdijk 384-389 w/26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Percelen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-09-2015 | | | | | | | | | | HMM10 : 28-06-2017 | | | | | Verschil : HMM10-Meting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Puntnummer | | X | | Y | | Z | | X | | Y | | Z | | ΔX | | ΔY | | ΔZ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 - VZ LD385 | | 105307,666 | | 433433,556 | | 0,780 | | 105307,664 | | 433433,564 | | 0,782 | | -0,001 | | 0,008 | | 0,002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 102 - VZ LD385 | | 105300,324 | | 433431,064 | | 2,144 | | 105300,324 | | 433431,069 | | 2,146 | | 0,000 | | 0,005 | | 0,002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 103 ZG LD386 | | 105236,884 | | 433428,782 | | 2,028 | | 105236,885 | | 433428,785 | | 2,028 | | 0,001 | | 0,003 | | 0,000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 104 VG LD386 | | 105236,168 | | 433434,056 | | 2,560 | | 105236,168 | | 433434,059 | | 2,561 | | 0,000 | | 0,003 | | 0,001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 105 VG LD386 | | 105239,383 | | 433431,224 | | 0,213 | | 105239,383 | | 433431,237 | | 0,212 | | 0,000 | | 0,003 | | -0,001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 106 Scher 386 | | 105286,050 | | 433427,305 | | 0,452 | | 105286,045 | | 433427,303 | | 0,445 | | -0,005 | | -0,002 | | -0,016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 107 | | 105285,141 | | 433433,332 | | 3,145 | | 105285,14 | | 433433,34 | | 3,153 | | -0,001 | | 0,009 | | -0,008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 109 | | 105260,571 | | 433430,352 | | 3,003 | | 105260,573 | | 433430,355 | | 3,001 | | -0,002 | | 0,004 | | -0,002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | 105242,513 | | 433437,658 | | 3,456 | | 105242,516 | | 433437,659 | | 3,453 | | 0,003 | | 0,002 | | 0,001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 111 | | 105236,378 | | 433434,364 | | 3,326 | | 105236,379 | | 433434,367 | | 3,33 | | 0,001 | | 0,003 | | 0,004 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 112 | | 105236,258 | | 433429,838 | | 2,776 | | 105236,254 | | 433429,842 | | 2,777 | | -0,004 | | 0,004 | | 0,002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 113 | | 105239,630 | | 433429,643 | | 1,158 | | 105239,628 | | 433429,636 | | 1,155 | | -0,002 | | 0,008 | | -0,003 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 114 | | 105240,235 | | 433426,251 | | 2,450 | | 105240,233 | | 433426,259 | | 2,451 | | -0,002 | | 0,009 | | 0,001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 115 | | 105225,881 | | 433414,760 | | 4,033 | | 105225,886 | | 433414,771 | | 4,038 | | 0,005 | | 0,011 | | 0,005 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 116 | | 105219,824 | | 433428,625 | | 4,327 | | 105219,828 | | 433428,634 | | 4,331 | | 0,004 | | 0,009 | | 0,004 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 117 | | 105219,321 | | 433443,395 | | 5,001 | | 105219,324 | | 433443,404 | | 5,003 | | 0,003 | | 0,009 | | 0,002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | Formulier opgesteld door | | Naam | | Datum | | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | Verzonden aan | | Frank de Wolff | | 3-7-2017 | | Fdk | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | Wanneer reactie/update status | | Thomas Lankreier | | 3-7-2017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | In te vullen door geotechniek | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | Advies geotechniek t.o.v. bezitvervorming | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | Beschrijving advies | | | | | | | | | | Beschrijving bezit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | <p>Relatief grote verplaatsingen tussen boei 112 en 114. Opgemerkt wordt dat de onderlinge afstand van de bouten relatief klein is waardoor het resultaat sterk wordt beïnvloed door de meetnauwkeurigheid. Geadviseerd wordt om het pand (LD386?) toch even te inspecteren. Op de overige bouten worden geen afwijkingen geconstateerd</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | Verwijzing naar document/teken | | Naam | | Datum | | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | Advies opgesteld door | | Thomas Lankreier | | 15-7-2017 | | TLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | Verzonden aan | | Helmië Nellizze | | 13-7-2017 | | HNE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | Besluit opgesteld door | | Naam | | Datum | | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | Verzonden aan | | Frank de Wolff | | 17-7-2017 | | HNE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Uit de metingen in Tabel 2-17 blijkt dat de horizontale vervormingen, haaks op de dijk (de Y-richting) op 28 juni als volgt waren:

- Lekdijk 385 (voorgevel punten nummers 101 en 102): 0,5 á 0,8 cm richting de dijk.
- Lekdijk 386 (voorgevel) punt nummers 104 en 105: 0,3 cm richting de dijk.

De horizontale vervorming bij Lekdijk 385 is ca. 0,8 afgenomen ten opzichte van de 1^e meting op 22 september 2016. En de horizontale vervorming bij Lekdijk 386 is deels toegenomen en deels afgenomen.

Uit de verticale metingen in Tabel 2-17, dit is de ΔZ , blijkt het volgende:

- Lekdijk 385 (voorgevel punten nummers 101 en 102): 0,2 cm (de gevel komt omhoog).
- Lekdijk 386 (voorgevel) punt nummers 104 en 105: -0,1 á 0,1 cm.

Uit de verticale metingen blijkt dat de voorgevel van het pand Lekdijk 385 0,9 á 1,3 cm is gezakt sinds de 1^e meting op 22 september 2016.

Uit de tabel, die is weergegeven in Bijlage J blijkt ook dat er door CDVM een interpretatie is gedaan van de opgetreden vervormingen op basis van rotaties en rekken geen schade is te verwachten. Ook bij het pand Lekdijk 386 is er sprake van een zakking van ca. 0,9 cm ten opzichte van de meting op 22 september 2016.

Uit de tabel, die is weergegeven in Bijlage J, is een cijfermatige interpretatie van CDVM ingevuld. Er zijn verder geen uitspraken gedaan over de verrichte interpretatie bij de twee panden Lekdijk 385 en Lekdijk 386.

Ook bij deze panden kan er worden gesteld dat er uitgebreide monitoring heeft plaatsgevonden bij de panden Lekdijk 385 en Lekdijk 386 na de uitvoering van de barettenwand in sectie F1-2 en dat de gemeten vervormingen steeds zijn geanalyseerd door CDVM. De vervormingen zijn ruim uitgevallen vergeleken met de gestelde eisen in de VSE en de toetsing van de opgetreden vervorming heeft conform de beschikbare informatie plaatsgevonden op basis van zowel de hoekverdraaiing van de verticale zakkingen als de horizontale rekken in de gevels. Mogelijk heeft deze beoordeling plaatsgevonden op basis van de memo van CDVM, die is genoemd bij afwijking AW-00216, zie ook Tabel 2-13. Deze memo is opgevraagd bij WSRL, maar is nog niet beschikbaar gesteld.

2.3.8 Belangrijkste afwijkingen t.o.v. contracteisen

In Tabel 2-18 is een overzicht gemaakt van de belangrijkste aspecten m.b.t. de omgevingsbeïnvloeding, waar er in overeenstemming met WSRL is afgeweken van de contracteisen.

Tabel 2-18 Overzicht belangrijkste afwijkingen t.o.v. contracteisen

| Aspecten | Contracteisen | Aanpak conform gegevens CDVM | Opmerkingen |
|-----------------------------|-----------------|--|--|
| Trillingen bij constructies | SBR deel A | Alarmwaarde: 6 mm/s Grenswaarde: 8,4 mm/s (afwijking van SBR deel A) | Boorpalen: trillingsmetingen verricht bij aantal panden |
| | | | Diepwanden: Geen trillingsmetingen verricht |
| | | | Barettenwanden: Geen trillingsmetingen bij de uitvoering de diepwand-panelen. Wel trillingsmetingen bij het inbrengen van de damwanden tussen de diepwand-panelen. |
| Vervormingseisen | Zie Figuur 2-19 | Bij constructies: de hoekverdraaiing van het gebouw is bij funderingen op staal getoetst obv een memo, die is opgesteld ivm afwijking AW-00216 | Het Monitoringsplan was er op gericht om de eisen van de vervormingen aan de panden conform de VSE te toetsen. Tijdens de uitvoering is de aanpak gewijzigd omdat de vervormingseisen werden overschreden. Er is in de nieuwe aanpak uitgegaan van het toelaten van meer vervorming dan in de eisen conform de VSE. Er is overgegaan van absolute zakkingsseisen conform de VSE naar hoekverdraaiingseisen, zonder dat het aantal meetbouten op de panden zijn uitgebreid. De betreffende Memo van CDVM is niet beschikbaar, het is nog niet duidelijk welke criteria hiervoor zijn gebruikt. Ook lijkt de monitoring van de vervormingen van de panden niet altijd direct na de realisatie van de constructieve elementen te hebben plaatsgevonden. Het tijdstip van monitoren kan mogelijk invloed hebben op de grootte van de vervorming omdat deze verandert in de tijd. |
| Vervormingseisen | Zie Figuur 2-19 | Bij groene cirkelpanden: Er is afgeweken van S-As-32, de aanpak is aangegeven in document P16131475-MEM—OWN-10059 (CDVM, 5-11-2015) | Per pand wordt op basis van theorie en praktijkervaringen grenswaarden in termen van horizontale vervormingen voor de palen voorgesteld (zie hiernaast en bijvoorbeeld P16131475-Ber-OWN-09016 d.d. 03-11-2014. Deze grenswaarden hebben betrekking op de gronddeformaties (monitoring met hellingmeetbuizen) en panddeformaties (monitoring met meetboutjes). Er is in de aanpak uitgegaan van aanmerkelijk hogere grenswaarden dan aangegeven in de VSE. De stijfheid van de (inklemming van de) betonnen palen en van de grond lijken te laag te zijn aangehouden, waardoor er mogelijk een onderschatting is gemaakt van de optredende momenten in de palen. Er dient nog overleg plaats te vinden met CDVM hierover. Nog onduidelijk is of de vervormingseisen vervangen is door het opgraven, inmeten en inspecteren van funderingspalen en de sterkte eis m.b.t. het scheurmoment te vervangen door een analyse waaruit blijkt de panden |

| Aspecten | Contracteis | Aanpak conform gegevens CDVM | Opmerkingen |
|------------------------------|----------------|---|---|
| | | | zonder schade aan de bovenbouw de grondvervormingen deels kunnen volgens zoals is aangegeven in het Monitoringsplan , zie ook Figuur 2-64. Een dergelijke toets van de bovenbouw is voor zo ver bekend niet verricht. |
| Voorkoming van schade | Zie Figuur 2-4 | Conform de VSP dient de opdrachtgever alles in het werk te stellen om schades aan omgevingsobjecten te voorkomen. Ook dient de opdrachtgever indien de beheersmaatregelen de schade onvoldoende beperken, andere beheersmaatregelen toe te passen waartoe toepassing van een andere constructie of andere inbrengtechniek en/of het vergroten van de afstand tot de bebouwing kunnen behoren. | Er is een optimum in het proces van de boorpalen bereikt m.b.t. oververbruik van cement en de daar aan verbonden omgevingsbeïnvloeding. Er waren verder geen terugvalopties beschikbaar. Het toepassen van een andere techniek is voor zo ver bekend niet in overweging geweest. Hierbij dient te worden opgemerkt dat er ook bij het inbrengen van andere constructieve elementen risico op schade aan de belending aanwezig is. |
| | | | |

2.3.9 Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de groenecirkelpanden

Bij de aanpak van de groene cirkel panden speelt het volgende:

- Bij de groene cirkel panden is contractueel gevraagd om deze, door WSRL geselecteerde panden, af te schermen om schade te voorkomen in verband met het aanbrengen van grondaanvullingen. De indeling van deze panden in de voorbereidende fase van het project lijkt zorgvuldig en correct te zijn verlopen en het is aannemelijk, dat alle panden, die als groene cirkel panden aangemerkt hadden moeten worden vanwege een relatief grote schaderisico ook daadwerkelijk als groene cirkel panden zijn aangemerkt.
- Er zijn in de uitvoering geen afscherpende maatregelen bij deze panden toegepast, maar er is een vervormingsgestuurde aanpak uitgewerkt. De intentie was dat door middel van monitoring er op getoetst werd dat de vooraf op basis van berekeningen vastgestelde grenswaarden (grondvervormingen en pandvervormingen) per pand niet zouden worden overschreden. Hierbij is er in de aanpak geaccepteerd dat er betrekkelijk grote vervormingen kunnen opgetreden bij deze op palen gefundeerde panden. De grenswaarde voor de grondvervorming is verruimd van 50 mm tot maximaal 150 tot zelfs 250 mm. Uit de metingen en evaluatie blijkt dat het bij 5 panden niet gelukt is om binnen deze bijgestelde grenswaarden te blijven. Door aanpassing van de grenswaarden en vervolgens het overschrijden daarvan bij een aantal panden is het risico op schade aanzienlijk toegenomen, ook voor de langere termijn aangezien de maximale waarde volgens de voorspellingen pas in 2066 wordt bereikt.
- Er heeft vooraf uitgebreide analyse per pand plaatsgevonden waarbij de invloed van de voorspelde vervormingen op de funderingsconstructie zijn beoordeeld. Ook zijn er diverse funderingsinspecties uitgevoerd om de staat van de fundering te onderzoeken. Mitigerende maatregelen zijn vooraf bij een aantal panden verricht door onder andere de funderingsbalken te verstevigen. Ook zijn er onafhankelijke inspecties geweest door de constructeur bij enkele panden tijdens de uitvoering.

- Tijdens het ophogen van de stabiliteitsbermen in grond, die gefaseerd in dunne horizontale grondlagen zijn aangebracht, is een risicogestuurde aanpak gevolgd. Dit houdt in dat het tempo in deze fasering van de grondlagen is ingevuld door middel van het monitoren van de waterspanningen in de veenlagen. Er is uitgegaan van een hoge consolidatie van de wateroverspanningen in de veenlagen voordat het aanbrengen van een volgende ophoogslag is vrijgegeven. Dit leidt, voor wat betreft de uitvoeringsstabiliteit, tot een veilige aanpak.
- De hier gekozen aanpak bij deze panden is een aanpak, die voor zover ons bekend is voor het eerst in de praktijk is toegepast. Dergelijke vervormingen zijn voor zover ons bekend niet eerder toegelaten bij particuliere panden in infrastructurele projecten.
- Uit Tabel 2-5 in Paragraaf 2.4.3 in Bijlage A blijkt dat het overschrijden van de vooraf vastgestelde grenswaarden van de vervormingen tijdens de uitvoering niet heeft geleid tot het treffen van voldoende beheersmaatregelen. Ook zijn er geen beheersmaatregelen getroffen bij het optreden van schade.
- Gelet op de opgetreden schades lijkt het verstandig om na te gaan, wat de oorzaak hiervan zou kunnen zijn. De mogelijkheid bestaat in ieder geval dat zowel de inklemming van de palen in de funderingsbalken, de stijfheid van de betonnen funderingspalen en van de grond onderschat zijn, waardoor er een onderschatting van de optredende momenten in de funderingspalen is gemaakt. Daarnaast is het nog onduidelijk of er een analyse beschikbaar is, waaruit blijkt dat de panden, zonder schade aan de fundering én de bovenbouw, de grondvervormingen deels kunnen volgen. Zie ook Figuur 2.65 in deze bijlage.
- Er kleven grotere onzekerheden bij het voorspellen van horizontale gronddeformaties. Er is veel ervaring met het voorspellen van verticale deformaties. Het meten van de verticale deformaties, zettingen, en het optimaliseren van de samendrukkingsparameters aan de hand van deze metingen wordt in veel projecten toegepast. Horizontale vervormingen in de ondergrond zijn lastiger te meten en worden in uitvoeringsprojecten ook minder vaak uitgevoerd en nagerekend. Conventionele materiaalmodellen gaan veelal uit van isotroop materiaal gedrag. Dat wil zeggen dat sterkte-, en stijfheidseigenschappen in de afzonderlijke richtingen gelijk worden verondersteld. In werkelijkheid zal dit niet altijd het geval zijn. Door de ontstaansgeschiedenis kunnen de grondlagen een gelaagde structuur hebben. Daarnaast is grondgedrag spanningsafhankelijk en kan door het verschil in spanningen in de verschillende richtingen verschillend reageren. In de ontwikkeling van de horizontale vervormingen in de tijd als gevolg van het aanbrengen van belasting op het maaiveld, kan onderscheid worden gemaakt in de directe, ongedraineerde vervormingen, de vervormingen die optreden tijdens de consolidatiefase en de vervormingen die optreden als gevolg van kruip. Hierdoor bestaat de onzekerheid in berekening van de horizontale deformaties niet alleen uit model-, en parameteronzekerheid maar ook de onzekerheden rondom consolidatie en kruip spelen een rol. Een discussiepunt is daardoor of er voldoende veiligheid in rekening is gebracht in de gekozen werkwijze.

2.3.10 Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de verankerde boorpalen

Bij de aanpak van de boorpalen speelt het volgende:

- De palenwand was bij de start van de werkzaamheden van CDVM in 2013 slechts één keer toegepast in een primaire waterkering. Dit betrof destijds een grondverdringende boortechniek, waar de ondergrond bij het boren opzij wordt geperst. Deze toepassing is vrij snel weer gestaakt in verband met verschillende uitvoeringsproblemen, onder andere schade aan bebouwing. De boorpalen, die bij de dijkversterking KIS zijn toegepast, betreft een grondverwijderende techniek. Deze techniek is bij de inschrijving al beoordeeld door een vooraf samengestelde commissie, namelijk de Commissie Vrijling, die destijds deze techniek heeft beoordeeld op beheersbaar t.a.v. constructieve sterkte, omgevingshinder en schade tijdens de realisatie, zie ook Paragraaf 2.3.3 in het rapport

van fase 1 (Deltares, 2021), waar hier verder op is ingegaan. De commissie concludeert conform het adviesrapport (Commissie Vrijling, 13 juli 2013) dat het aannemelijk is, dat de door CDVM aangeboden techniek 'Palenwand' als stabiliteitsscherm (type II constructie) toepasbaar is in de dijkversterking. De commissie geeft aan vertrouwen te hebben in de onderbouwing van het ontwerp en in de beheersbaarheid van de uitvoering, mits CDVM de gesignaleerde risico's adequaat oppakt. De commissie concludeert tevens conform het adviesrapport dat - ondanks het feit dat de techniek nauwelijks tot niet in een primaire waterkering is toegepast - de techniek dusdanig vaak elders is toegepast en de risico's in dusdanig mate in beeld zijn, dat sprake is van een 'Bewezen dijkversterkingstechniek'.

- In het monitoringsplan lijkt het realiseren van de boorpalen, voor wat betreft omgevingsbeïnvloeding niet als een risico gesignaleerd te zijn, zie ook Figuur 2.51 in deze bijlage. Hieruit blijkt dat er geen beheersmaatregelen zijn genoemd in verband met het risico op het optreden van vervormingen in de ondergrond. Dit blijkt ook uit de keuze om slechts vóór en na de realisatie van de constructie de panden qua deformaties te monitoren.
- Er is, na de eerste toepassing van de boorpalen, waar bleek dat de vastgestelde alarm- en grenswaarden in het monitoringsplan overschreden werden, besloten dat het niet verantwoord was om boorpalen te realiseren bij kritieke panden geen evaluatie van het monitoringsplan plaatsgevonden. Er is een voorstel tot wijziging ingediend waarna er een overstap lijkt te zijn gemaakt van absolute zakkingseisen conform de VSE en zoals vastgelegd in het monitoringsplan, naar hoekverdraaiingseisen, zonder dat er verdere evaluatie van het monitoringsplan heeft plaatsgevonden. Er is vastgehouden aan het slechts vóór en na de realisatie van de constructie de panden te monitoren. Ook het aantal meetbouten op de panden is niet uitgebreid. Ook schademeldingen heeft niet geleid tot het evalueren van het monitoringsplan en het treffen van beheersmaatregelen om de uitvoeringshinder te kunnen minimaliseren.
- CDVM heeft wel ingezien dat het te riskant was om palen te maken bij kritische panden. Deze panden, die al waren aangemerkt als kritische panden in het contract, zijn genoemd in het monitoringsplan, zie ook Paragraaf 2.3.5 in deze bijlage. Daardoor is hier als terugvaloptie gekozen voor het maken van barettenwanden in de binnentoe van de parallelkade. Daarmee is de afstand tussen de constructie en deze panden verkleind. Zie verder onder 'Diepwanden en barettenwanden'.
- Er zijn verschillende (grondmechanische) bedreigingen die niet, of niet volledig zijn beschouwd bij de realisatie of waar de monitoring niet voldoende op was ingericht. Dit betreft de volgende aspecten:
 - Door de panden slechts te monitoren vóór en ná de realisatie van de palenwanden is er géén inzicht geweest in de ontwikkelingen van de deformaties bij de panden. De monitoring lijkt derhalve niet er op toegespits te zijn om ingrijpen bij een (dreigende) overschrijding van de deformaties mogelijk te maken. De toetsing van de optredende deformaties lijkt steeds pas na de realisatie van de constructieve elementen te hebben plaatsgevonden, wat feitelijk betekent dat ingrijpen niet meer mogelijk was. Er kon alleen worden toegezien hoe de ontwikkeling van de vervormingen na de realisatie plaatsvonden. Ook het moment van meten lijkt van belang bij in de grond gevormde constructies, zoals palenwanden en diepwandpanelen, waar de vervormingen in de tijd ontwikkelen.
 - Er zijn trillingsmetingen verricht bij van af het begin van de werkzaamheden. Deze zijn conform het monitoringsplan uitgevoerd tot aannemelijk is gemaakt dat de trillingen niet zullen leiden tot schade. Zie ook Paragraaf 3.2.6 in deze bijlage. Opmerkelijk is dat er via een voorstel tot wijziging de grenswaarde van de trillingen is verhoogd. Dit heeft niet geleid tot het evalueren van het monitoringsplan. Er zijn meerder schademeldingen in verband met trillingsschade.

- Er zijn veel meldingen van waterschade en/of wateroverlast langs het dijktraject. Onduidelijk is (nog) wat deze heeft veroorzaakt. In het Werkplan Boorpalen wordt het uitvoeringsproces van de boorpalen omschreven zoals al behandeld in paragraaf 2.3.5. Het verwijderen van de grond binnen de boorcasing vindt eerst in den droge plaats. Bij het boren onder het grondwaterpeil wordt er conform het werkplan een wateroverdruk in de boorbuis gecreëerd tot minimaal NAP + 1 m, mogelijk is hier van afgeweken in de verschillende secties. Dit betekent dat de boorbuis gevuld is met water en dat er gedurende het boorproces steeds meer water in de boorbuis staat. Bij het bereiken van het gewenste niveau staat de boorbuis dus vol met water. Bij het betonneren wordt het water uit de boorbuis verdrongen. Dit betreft een hoeveelheid water, die gelijk is aan de inhoud van de boorcasing, ca. 15 -17 m³ per boorpaal afhankelijk van de lengte van de palen. Er zijn, kijkend naar het werkproces bij de realisatie van de boorpalen verschillende mogelijkheden die de waargenomen wateroverlast in verband brengen met de werkwijze bij de uitvoering van de boorpalen:
 - Het boorwater (dit betreft dus een hoeveelheid van ca. 15 – 17 m³ per boorpaal) is niet altijd opgevangen tijdens het betonneren, maar is (deels) over de bovenkant van de boorcasing gestroomd;
 - Er is sprake geweest van kortsluiting met de diepere zandlagen buitenlangs de casing, waardoor er water via een kier langs de buitenzijde van de boorcasing omhoog is gestroomd.
 - Uiteraard kan wateroverlast of waterschade ook door andere oorzaken zijn veroorzaakt.

Afdichting verankeringen:

Er is een kans op onvoldoende afdichting via een groutprop aan de onderzijde van het slappe lagenpakket. De inschatting is dat de invloed van de lekkage via de ankers op de waterveiligheid van de dijk gering zal zijn, omdat dit een lokaal effect is, dat slechts een kleine invloed heeft op het gehele glijvlak. In geval van onvoldoende afdichting via een groutprop aan de onderzijde van het slappe lagenpakket, zal er wateroverlast ontstaan tijdens hogere waterstanden op de rivier. Dit aspect wordt nog nader onderzocht via WSRL.

2.3.11 Belangrijkste aspecten bij de uitvoering van de diepwanden en barettenwanden

Bij de aanpak van de diepwanden en barettenwanden speelt het volgende:

- De noodzaak van het toepassen van barettenwanden is ontstaan in verband met de risico's op schade bij het maken van boorpalen vlak naast deze panden.
- Net als bij de uitvoering van de boorpalen is het optreden van vervormingen bij het realiseren van de boorpalen niet als een risico gesignaleerd. Dit blijkt uit de keuze om ook bij deze wanden slechts vóór en na de realisatie van de constructie de deformaties van de panden te monitoren.
- Ook bij deze wanden zijn de alarm- en grenswaarden in het monitoringsplan overschreden en lijkt er een overstap te zijn gemaakt van absolute zakkingsseisen conform de VSE en zoals vastgelegd in het monitoringsplan, naar hoekverdraaiingseisen, zonder dat er verdere evaluatie van het monitoringsplan heeft plaatsgevonden. Er is vastgehouden aan het slechts vóór en na de realisatie van de constructie de panden te monitoren. Ook het aantal meetbouten op de panden is niet uitgebreid en de uitgebreide hoeveelheden schademeldingen heeft niet geleid tot het evalueren van het monitoringsplan en het evalueren of het treffen van beheersmaatregelen de uitvoeringshinder zou kunnen minimaliseren.
- Ook bij de wanden lijkt de monitoring niet er op te zijn toegespits om in te kunnen grijpen bij een (dreigende) overschrijding van de deformaties. De toetsing van de optredende deformaties lijkt steeds pas na de realisatie van de constructieve elementen te hebben plaatsgevonden, wat feitelijk betekent dat ingrijpen niet meer mogelijk was. Er kon alleen

worden toegezien hoe de ontwikkeling van de vervormingen na de realisatie plaatsvonden.

- Er zijn slechts trillingsmetingen verricht in verband met het inbrengen van de damwanden, die tussen de onderlinge barettenpanelen aangebracht moesten worden. In het monitoringsplan wordt aangegeven dat er bij aanvang of tijdens de werkzaamheden trillingsmetingen zullen worden uitgevoerd en dat deze zo lang zullen worden gecontinueerd tot aannemelijk is gemaakt dat de trillingen niet zullen leiden tot schade. Zie ook Paragraaf 3.2.6 in deze bijlage. Via een voorstel tot wijziging is de grenswaarde van de trillingen verhoogd. Dit heeft niet geleid tot het evalueren van het monitoringsplan.

2.4 Meldingen bewoners tijdens de realisatie van de dijkversterking

In het digitale dossier van WSRL is er informatie beschikbaar gesteld betreffende meldingen door de bewoners, die overlast of schade hadden tijdens of na de realisatie van de dijkversterking. Deze gegevens zijn globaal doorgenomen en er is geconstateerd dat de klachten variëren van overlast door de werkzaamheden tot schademeldingen aan de panden. De belangrijkste meldingen van overlast en schade betreffen:

- Scheurvorming.
- Verzakkingen.
- Trillingen.
- Wateroverlast/waterschade, wel/niet in combinatie met bagger.
- Vochtoverlast.

De meldingen van de bewoners zijn vastgelegd in (CDVM, 16-07-2021) en in (TopExpertise , 13-07-2021).

2.5 Ervaringen van de bewoners

Op dinsdag 6 juli 2021 is door Deltares een inloopavond bijgewoond om met de bewoners naar aanleiding van het fase 1 rapport in gesprek te gaan. Daar is ook gezegd dat Deltares ook voor het fase 2 onderzoek nog bij bewoners langs zal gaan, dit staat voor november 2021 gepland, wanneer meer in detail wordt ingezoomd op de panden.

De ervaringen van de bewoners is hieronder anoniem beschreven als onderdeel van het feitenonderzoek, omdat dit een beeld geeft op de wijze waarop de dijkversterking vanuit bewoners perspectief is uitgevoerd. Uit de gereviewde stukken in dit rapport volgt hoe de kwaliteit van hetgeen gemaakt is en hoe dit gecontroleerd is tijdens de dijkversterking. De ervaringen van de bewoners over hoe het werk is uitgevoerd staan niet gerapporteerd, behalve in de schadelijsten. Voor de bewoners zijn juist deze ervaringen bepalend voor hun beleving van hinder van de dijkversterking.

In deze versie van het rapport is ervoor gekozen om de ervaringen van de bewoners meer generiek te houden. Het gaat in deze paragraaf om een indruk van de bouwfase zoals de bewoners het hebben ervaren. Het brondocument waaruit deze ervaringen komen, het bespreekverslag van het waterschap van deze inloopavond, bevat meer detail.

2.5.1 Bewonerservaringen met opvijzelen van pand

Voor het opvijzelen van de panden is het werkplan Vijzelen woningen Lekdijk 13 + Lekdijk 417, kenmerk P16131475-PLA-UGW-07742, datum 4-8-2015 opgesteld. In dit document staat het stappenplan beschreven hoe het pand zou worden opgevijseld. Bij het stappenplan vijzelen staat in dit rapport het volgende:

E. Vijzelen

24. Vijzel constructie aanbrengen;
25. Loskoppelen bestaande fundering;
26. Loskoppelen NUTS voorzieningen en verlengen; (NUTS bedrijven)
 - Uitvoering gas, electra, water en communicatie door NUTS bedrijven; riool door onderaannemer
 - Huisaansluitingen zijn uitgevoerd in een flexibele aansluiting en worden in een lus gelegd zodat ze mee kunnen met het vijzelen
27. Vijzelen woning en aanstorten palen;
28. Verwijderen vijzelconstructie en afslijpen overlengthe palen.

Tijdens de bewonersbijeenkomst vertelde de eigenaar van een van de opgevijzelde panden, dat ten opzichte van het hierboven beschreven stappenplan, stap 25 het loskoppelen van de bestaande fundering, niet is gedaan. Verteld werd dat na het aanbrengen van de vijzels, het pand is opgevijzeld met de bedoeling dat de bestaande fundering dan vanzelf los zou komen.

Het opvijzelen is niet gelukt, waardoor het pand volgens de eigenaar zeer veel schade heeft opgelopen. Na deze poging is er voor gekozen om wel terug te gaan naar het stappenplan en de oude funderingspalen conform stap 25 los te koppelen, maar toen was de schade al opgetreden. Ook zijn hier meldingen gedaan dat tijdens het aanvullen met grond rondom het opgevijzelde pand, het huis naar achteren schoof.

2.5.2 Algemene bewonersopmerkingen

Een veel gehoorde klacht was van meer algemene aard en had te maken met de wijze waarop de werkzaamheden werden uitgevoerd en hoe met klachten van de bewoners tijdens en na de werkzaamheden was omgegaan. Er wordt door de bewoners gesproken over:

- Slordigheid.
- Veel wateroverlast bij de realisatie van de boorpalen en op enkele locaties ook na de realisatie.
- Trillingshinder tijdens het opschonen van de boorpalen waarbij telkens de “appelboor” werd schoongemaakt door deze tegen de stalen casing van de boorpaal te laten klappen.
- Slechte communicatie en gevoel niet serieus te worden genomen bij klachten.

Ook zijn er in het algemeen, maar vooral bij de boorpalenwand in sectie F1-1 klachten over natte kelders en een nat maaiveld. Ook bij veel neerslag is hier sprake van wateroverlast. Verteld wordt dat hier wel maatregelen zijn getroffen door het waterschap om water, wat zich in de drainzandlaag onder de gording van de palenwand lijkt te verzamelen, af te voeren. Door de bewoners wordt een situatie vermeld (die overigens bij het waterschap bekend is) van verzakking van een boorstelling tijdens het aanbrengen van de boorpalenwand in sectie F1-1. Volgens de bewoners was deze stelling ruim 0,20 m verzakt. Ook zijn hier klachten over schade aan panden en scheuren en is er vooral onvrede geuit over de wijze waarop de schadeafhandeling wordt gedaan en hoe hierover door het waterschap wordt gecommuniceerd.

Er zijn meerdere meldingen door de bewoners geuit over de wijze waarop de werkstrook noodzakelijk voor de bouw van de constructies is aangevuld. Voor het weggraven van de grond lag hier goede dijkklei, die niet verontreinigd was met puin resten. Bij het naderhand weer aanvullen van de werkstrook is materiaal teruggebracht wat meer verontreinigingen (genoemd werd o.a. puin en kabels) bevatte en ook duidelijk schraler was dan de klei die was verwijderd.

Er is verslag gedaan van een pand, dat in het kader van de dijkversterking is gesloopt, maar waarvan het perceel nog niet naar tevredenheid is achtergelaten. Het probleem is dat de afwatering vanuit de dijk over de grond stroomt, erosie schade veroorzaakt en vervolgens

naar grond van de burens loopt. Aangegeven werd, dat de drain vaak (dagelijks) loopt met grote hoeveelheden water en dat een andere afwatering ervan maar niet wordt gemaakt. Tenslotte zijn er klachten benoemd over verkeersdrempels, die zijn aangebracht en waar veel last van wordt ondervonden in het aanliggende huis.

B Insar Satellietmetingen

Inhoud Bijlage B

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 2 |
| 2 | Beschikbare meetdata | 3 |
| 3 | Analyse metingen | 4 |
| 3.1 | Nauwkeurigheid InSAR metingen | 4 |
| 3.1.1 | Panden Lekdijk 323/324 | 5 |
| 3.1.2 | Analyse nauwkeurigheid metingen (pand 323 en 324) | 10 |
| 3.1.3 | Conclusie n.a.v. de metingen | 11 |
| 3.2 | Autonome bodemdaling | 11 |
| 3.2.1 | Autonome bodemdaling volgens 'Klimaatteffctatlas.nl' | 11 |
| 3.2.2 | Autonome bodemdaling volgens satellietmetingen SkyGeo | 13 |
| 3.2.3 | Conclusie n.a.v. de metingen met betrekking tot autonome maaiveldddaling | 19 |
| 3.3 | Beschouwde panden door Van Baars | 20 |
| 3.3.1 | Lekdijk 24 – 27 (Sectie AD): Analyse pand 25a | 21 |
| 3.3.2 | Lekdijk 320 – 329 (Sectie F): Analyse pand 320 | 27 |
| 3.3.3 | Lekdijk 320 – 329 (Sectie F): Analyse pand 327 | 33 |
| 3.3.4 | Lekdijk 384 – 388 (Sectie F): Analyse pand 385 | 36 |
| 3.3.5 | Samenvatting vervormingsanalyses panden | 41 |
| 4 | Conclusies | 43 |

1 Inleiding

In het kader van aspect IV is door Van Baars in Hoofdstuk 6 van zijn rapport een link gelegd tussen de opgetreden schades aan woningen/panden en de gemeten verplaatsingen van maaiveld en panden op basis van satellietmetingen.

In aanvulling op de aspecten zoals genoemd in Tabel 7-1 (zie hoofdrapport) wordt door Van Baars in hoofdstuk 5 van zijn rapport voor de in dat hoofdstuk genoemde panden geconcludeerd, vooral op basis van de satellietmetingen, dat de schades door de dijkversterkingswerkzaamheden zijn opgetreden. Deze analyse van Van Baars is aanleiding geweest om in het kader van dit onderzoek nader op de vervormingsmetingen in te gaan. Dit is gedaan op basis van geoptimaliseerde satellietmetingen (vanwege de beperkte nauwkeurigheid van niet-geoptimaliseerde InSAR-metingen) aangeleverd door SkyGeo en de pandmetingen (verticale deformaties) die in opdracht van Waterschap Rivierenland zijn uitgevoerd.

Doel onderzoek

In onderhavige bijlage worden de op basis van satellietmetingen bepaalde vervormingen geanalyseerd waarbij specifiek de resultaten die worden getoond in de rapportage van Van Baars worden beschouwd, maar dan over een langere tijdreeks en met meerdere databronnen. In het kader van de dijkversterking KIS heeft namelijk uitvoerige monitoring plaatsgevonden.

Doel van deze analyse is om (1) de nauwkeurigheid van dit soort deformatiemetingen op grondlichamen en panden in relatie tot de gemeten vervormingen te duiden. Daarbij wordt ook onderzocht in hoeverre (2) de deformaties van het maaiveld en de panden van vóór en tijdens/na de uitvoering van de dijkversterkingsmaatregelen van elkaar afwijken. Dit is ook voorbereidend een eventuele nadere beschouwing van de schades bij panden en de relatie met de dijkversterking. In deze bijlage zal met name worden ingezoomd op enkele van de in het rapport “De Lekdijk is lek gestoken” genoemde locaties, te weten:

- Lekdijk 24 – 27 (Sectie AD).
- Lekdijk 320 – 330 (Sectie F).
- Lekdijk 384 – 388 (Sectie F).

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de beschikbare meetdata kort besproken. In hoofdstuk 3 worden de verschillende metingen geanalyseerd. Hierbij wordt in paragraaf 3.1 eerst ingegaan op de nauwkeurigheid van de InSAR-satellietmetingen, door deze te vergelijken met meetresultaten van de zettingsmeetbouts aan panden. Omdat de bodem en de dijk altijd in beweging zijn (autonome vervorming als gevolg van natuurlijke processen en menselijk ingrijpen) is dit een belangrijk gegeven voor eventuele vervormingen van de panden. Deze autonome vervormingen worden in paragraaf 3.2 behandeld. Vervolgens worden in paragraaf 3.3 van, in eerste instantie, enkele panden de gemeten vervormingen geanalyseerd. Dit op basis van de InSAR Satellietmetingen en de beschikbare monitoring. Een samenvatting van deze analyses-resultaten is in paragraaf 3.3.4 weergegeven. In hoofdstuk 4 worden de conclusies te aanzien van de nauwkeurigheid van de satellietmetingen en de autonome vervormingen gegeven. Belangrijkste is echter de conclusie met betrekking tot de opgetreden verticale vervormingen van de beschouwde panden in relatie met de dijkversterkingswerkzaamheden. Tevens wordt ingegaan op de horizontale vervormingen. Tot slot wordt in algemene bewoordingen op de schade aan panden als gevolg van de dijkversterkingswerkzaamheden ingegaan.

2 Beschikbare meetdata

Op een aantal maatgevende en/of representatieve locaties zijn de vervormingsmetingen op basis van diverse bronnen beschikbaar:

1. Satellietmetingen (InSAR) afkomstig van de 'Bodemdalingskaart.nl, 2020.' Waarvoor op de site wordt aangegeven '*Deze gegevens zijn niet geoptimaliseerd, en daarmee niet geschikt, voor specifieke toepassingen*'.
2. Satellietmetingen (InSAR) geleverd (inclusief processing) door SkyGeo. Dit betreft gerefereerde en geoptimaliseerde data voor verschillende tijdvakken binnen de periode van 2013 tot en met 2021.
3. Ten behoeve van de dijkversterking zijn diverse panden voorzien van meetbouten die voorafgaan aan, gedurende en na afloop van de uitvoeren van de versterkingswerkzaamheden zijn gemonitord (alleen zakking) door BOOT in opdracht van WSRL (meetperiode globaal 2011 tot en met 2019).
4. Ten behoeve van de dijkversterking zijn diverse panden voorzien van meetstickers waarvan de vervormingen zijn geregistreerd door middel van Total Station door of in opdracht van CDVM (de aannemers Combinatie DijkVerbetering Molenwaard). Veelal zijn de panden gedurende en na afloop van de uitvoering van de versterkingswerkzaamheden gemonitord (meetperiode globaal van 2015 tot en met 2017). Dit betreft zakkingsmetingen en metingen van horizontale deformaties. Deze metingen zijn in X,Y, Z-richting vastgelegd (Rijksdriehoekskoördinaten), wat betekent dat de waarde van de x-coördinaat loopt van west naar oost en dat die van de y-coördinaat loopt van zuid naar noord. De Z-richting geeft de verschillen in hoogte aan, waar met een negatieve richting wordt aangegeven dat er sprake is van een zakking.
5. Ten behoeve van de dijkversterking zijn ook ter plaatse van de gevels van diverse panden gefundeerd op palen hellingmeetbuizen geplaatst door CDVM (op in principe maximaal 2 m afstand van de gevel). Deze zijn vooral gedurende en/of enige tijd na afloop van de realisatie van de versterkingswerkzaamheden gemonitord (meetperiode globaal 2015 tot en met 2017). Per zogenoemde groene cirkelpand is een hellingmeetbuis geplaatst. De metingen zijn in de richtingen A en B vastgelegd. De A-richting verloopt in lijn met de zijgevel van het pand en geeft in principe nagenoeg de vervorming haaks op de dijk aan, terwijl de B-richting de richting aangeeft in de lijn met de voorgevel.

In deze bijlage zijn de satellietmetingen (2) verzameld en geanalyseerd waarbij vooral de resultaten die worden getoond in hoofdstuk 6 van de rapportage van Van Baars (1) over een langere tijdreeks, van 2013 tot en met 2021, zijn beschouwd. Tevens is gebruik gemaakt van aanvullende meetgegevens (3) van de (zettings)meetbouten aan diverse panden die voorafgaand, tijdens en na de uitvoering van de versterkingswerkzaamheden zijn gemonitord door BOOT in opdracht van WSRL.

3 Analyse metingen

In eerste instantie wordt ingegaan op de nauwkeurigheid van de InSAR-satellietmetingen, waarbij de satellietdata (van InSAR) is vergeleken met meetresultaten van de zettingsmeetbouts aan panden.

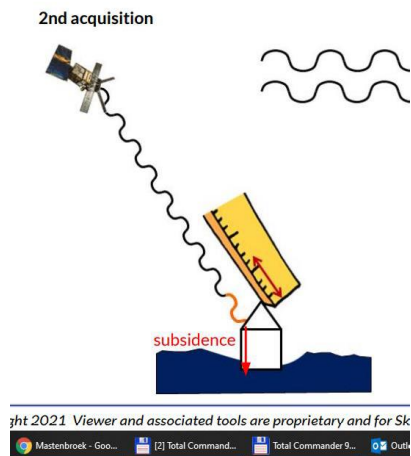
Vervolgens wordt de autonome bodemdaling beschouwd. Dit met het doel om de grondvervormingen en vervormingen van panden te bepalen die zouden zijn opgetreden in de situatie waarbij geen dijkversterkingswerkzaamheden hadden plaatsgevonden.

Vervolgens wordt ingegaan op de vervormingen van de specifieke panden en het maaiveld rondom de panden. Hierbij worden de satellietmetingen, die gebruikt zijn door Van Baars, vergeleken met de door SkyGeo geleverde gerefereerde en geoptimaliseerde satellietmetingen (InSAR). Daarbij wordt ook op basis van alle beschikbare monitoringsdata een inschatting van de opgetreden vervormingen en nauwkeurigheid gegeven. Hiermee kan vervolgens voor de panden een inschatting worden gemaakt of, en zo ja welke vervormingen zijn toe te rekenen aan de dijkversterkingswerkzaamheden. In het rapport wordt niet ingegaan op de schademechanismen aan de panden zelf.

3.1 Nauwkeurigheid InSAR metingen

Om een beeld te verkrijgen van de nauwkeurigheid van de InSAR- satellietdata (geleverd door SkyGeo voor KIS) zal deze techniek worden beschouwd en met ook verschillende andere bronnen (beschikbare monitoring) worden vergeleken. Hierbij wordt grotendeels gekeken naar de verticale vervormingen/vervormingssnelheid, omdat voor de panden die zijn voorzien van zettingsmeetbouts hoofdzakelijk de verticale deformaties zijn gemeten. Er zijn ook horizontale deformaties opgetreden maar deze zijn in deze fase niet geanalyseerd.

De deformaties/deformatiesnelheden van de satellietmetingen betreffen alleen deformaties in de kijkrichting van de satelliet. In het algemeen en gezien de nauwkeurigheid van dergelijke metingen, komt dit redelijk overeen met de verticale deformaties. (Daarbij moet worden opgemerkt dat de kijkhoek niet verticaal is maar een hoek van circa 35 graden maakt met de verticaal waardoor zeker een verschil ontstaat). Vooral als sprake is van 'grote' horizontale deformaties, zie onderstaande Figuur 3.1, kan de afwijking groot zijn. Horizontale deformaties zijn weliswaar met de satellietmetingen (InSAR) vast te stellen indien er meer metingen zijn onder verschillende invalshoeken, maar dit vereist een nadere analyse van de data (decompositie). Hierbij moet worden opgemerkt dat het bepalen van horizontale vervormingen in de kijkrichting van de satelliet (LoS = Line of Sight) niet of nauwelijks mogelijk is. Aangezien deze kijkrichting min of meer noord-zuid georiënteerd is en de horizontale grond- en pand vervormingen als gevolg van de dijkversterkings-werkzaamheden ook vooral in deze richting optreden zijn deze niet met de InSAR satellietdata te bepalen.



Figuur 3.1 Verschil deformatie in de kijkrichting van de satelliet en verticaal

Op een aantal maatgevende en/of representatieve locaties zijn de vervormingsmetingen op basis van diverse bronnen beschikbaar zoals in hoofdstuk 2 is weergegeven.

Van Baars gebruikt voor zijn rapport waarschijnlijk de eerste bron, namelijk de niet geoptimaliseerde InSAR-data uit 'Bodemdalingskaart.nl, 2020.' De nauwkeurigheid van de door Van Baars gebruikte InSAR metingen is niet (altijd) hoog. Dit heeft diverse oorzaken:

- Voor de data afkomstig van de 'Bodemdalingskaart.nl, 2020.' is aangegeven 'Deze gegevens zijn niet geoptimaliseerd, en daarmee niet geschikt, voor specifieke toepassingen'.¹ Het betreft de bewegingssnelheid van InSAR meetpunten. Deze punten zijn niet gerefereerd. Desalniettemin geeft dit natuurlijk wel een beeld van de bewegingssnelheden hoewel deze in absolute zin niet erg bruikbaar zijn.
- De meetpunten (reflectiepunten op het aardoppervlak) zijn niet altijd stabiel. Veel reflectiepunten (ook de door Van Baars gebruikte) liggen op het erf bij een woning, soms in de tuin of op het pand zelf. Eventuele deformaties die ontstaan door weersinvloeden (droog/nat), seizoenen en mate van begroeiing worden dus ook gemeten.
- Tijdens de meetperiode hebben diverse grondwerkzaamheden plaatsgevonden waardoor het maaiveld ter plaatse van die grondwerkzaamheden anders is geworden en daarmee waarschijnlijk niet meer representatief is voor de bepaling van de vervormingen ter plaatse van die reflectiepunten.

3.1.1 Panden Lekdijk 323/324

Met de meetgegevens van de panden Lekdijk 323/324 is een vergelijking gemaakt tussen de satellietmetingen (InSar) en de metingen van de zettingsmeetbouten. Deze panden zijn voorzien van meetbouten waarmee de verticale vervormingen zijn gemeten van 2011 t/m 2019. Ter plaatse van deze panden is een palenwand gemaakt en de periode van 30 mei t/m 21 juli 2016 (rond de 8^e meting van de meetbouten). In de onderstaande figuur is de situatie van de panden 323 en 324 weergegeven.

1

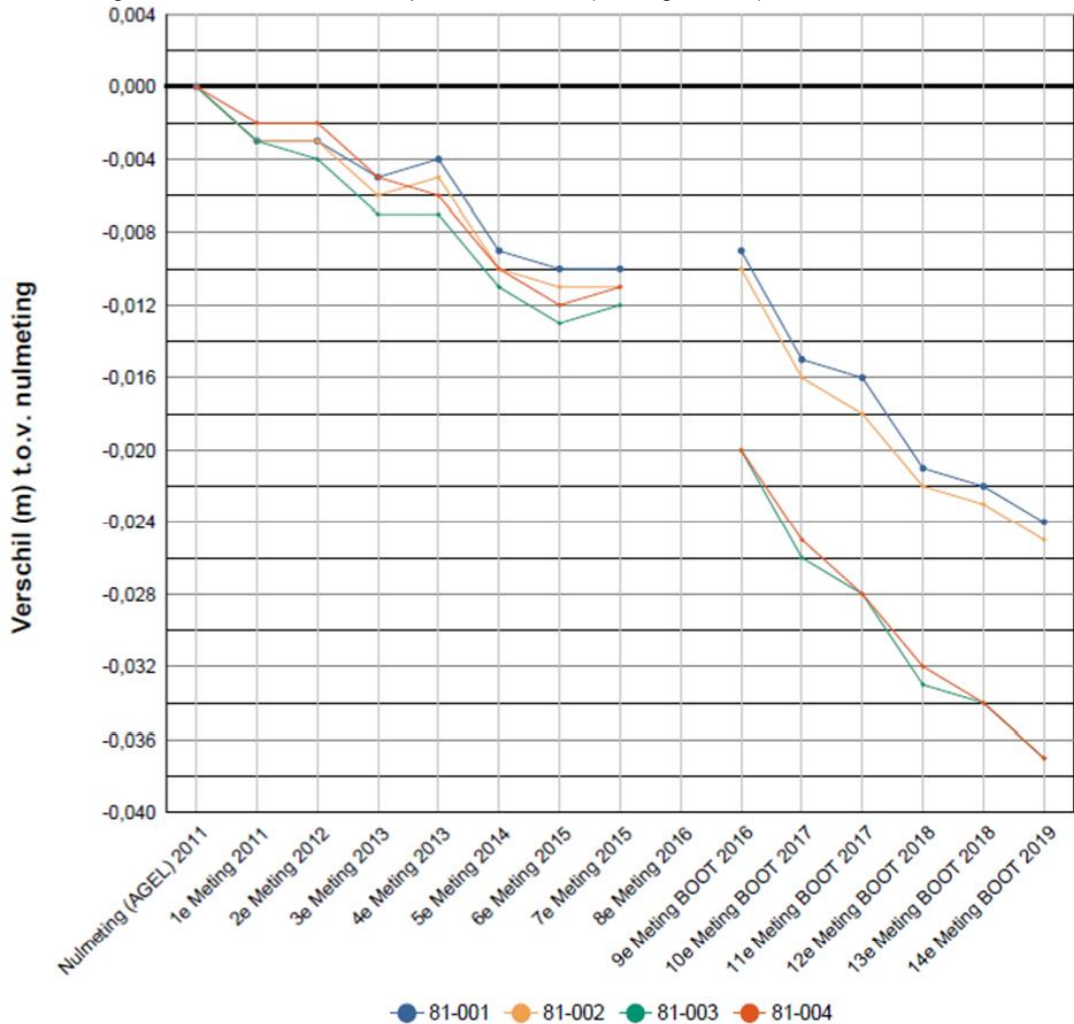
Deze disclaimer is door 'Bodemdalingsatlas.nl' op haar site aangegeven en recent (geconstateerd per sept 2021) aangevuld. Daarnaast is het inzoomniveau fors beperkt zodat niet meer op pandniveau data kan worden bekeken. Dit om o.a. te voorkomen dat de data ondanks de disclaimers voor oneigenlijke doeleinden kan worden gebruikt.

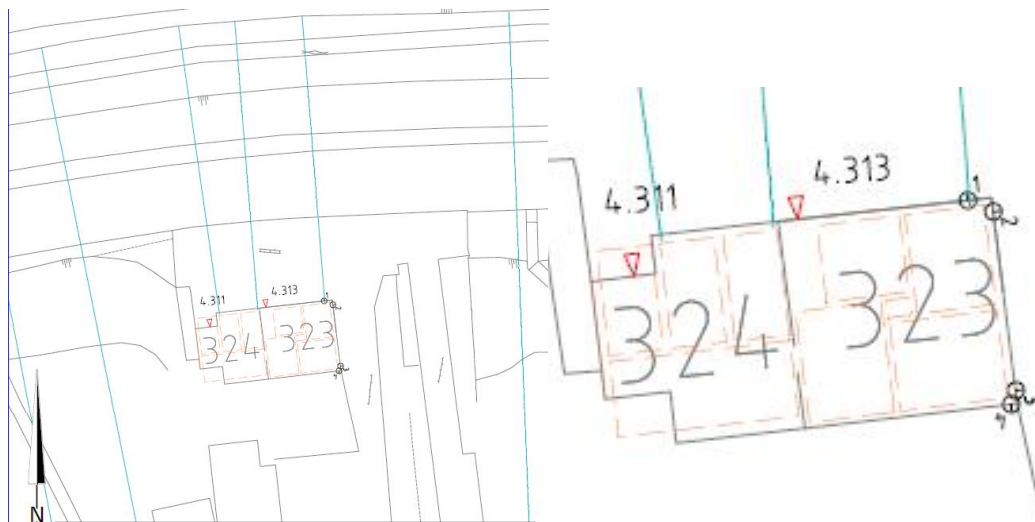


Figuur 3.2 Weergave van de situatie van het pand Lekdijk 323 en 324 ten opzichte van de palenwand in sectie F3-G (Waterschap Rivierenland, 2018)

WSRL-metingen:

Uit de metingen van WSRL (waterpassingen: verticale deformaties) volgt dat in de periode van 2011 t/m 2019 24 tot 25 mm zakking is gemeten aan de voorgevel van pand 323 en aan de achtergevel was dit in dezelfde periode 37mm (zie Figuur 3.3).



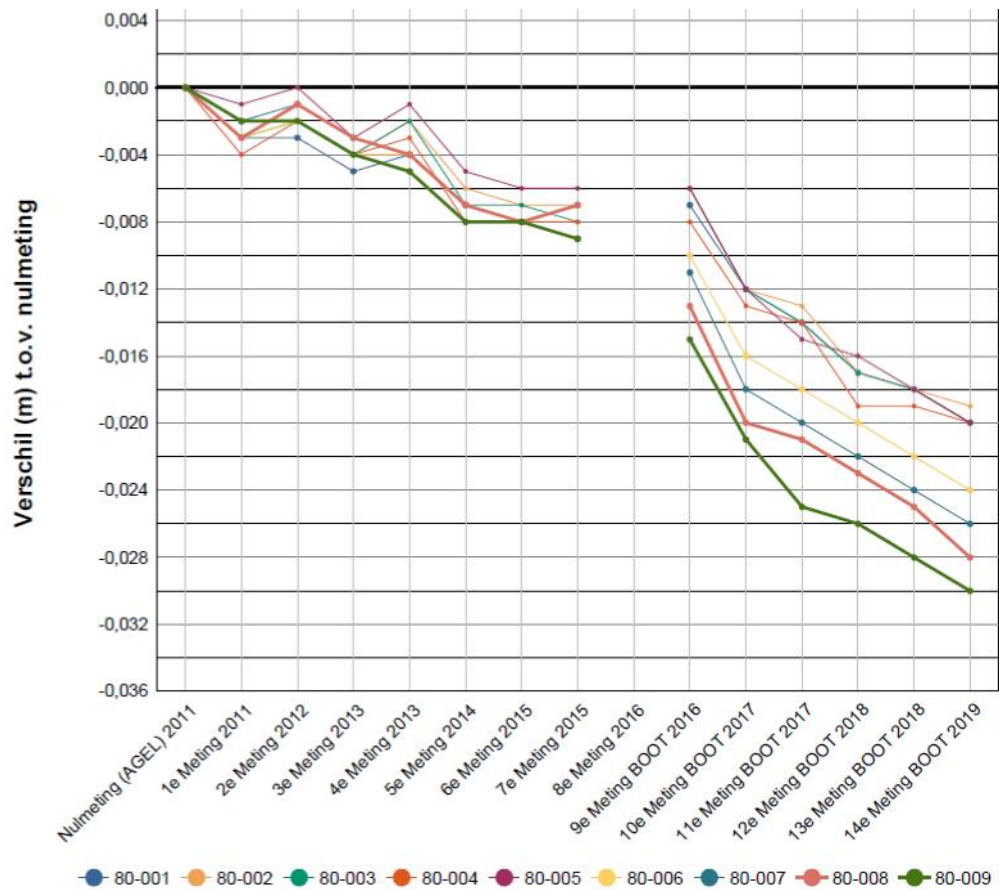


Figuur 3.3 Gemeten verticale zakkings pand Lekdijk 323 (WSRL) bronfile: Hoogtemetingen panden bij palenwand F3-G.docx

In de meetperiode vóór de dijkversterkingswerkzaamheden is de vervormingssnelheid aan de voorgevel en achtergevel circa -2.6 mm/jaar (11 tot 12 mm tussen 15-05-2011 en 1-10-2015) en na de dijkversterkingswerkzaamheden is de vervormingssnelheid aan de voorgevel -6.7 mm/jaar (15 mm tussen 5-02-2017 en 1-10-2019) en aan de achtergevel groter dan -7.6 mm/jaar (17 mm in dezelfde periode), zie hiervoor Figuur 3.3 en Tabel 3.1.

Uit de metingen volgt dat in de periode voorafgaand aan de dijkversterking dus autonome vervormingen zijn opgetreden waarvan mag worden aangenomen dat deze gedurende de periode vanaf de dijkversterkingswerkzaamheden doorgaan en 7 tot 8 mm bedragen (tot einde meetperiode 3-05-2019). De extra opgetreden vervormingen in deze periode bedragen 8 en 17 mm aan de voorgevel respectievelijk de achtergevel.

Hetzelfde is ook voor pand 324 uitgewerkt (zie hiervoor Tabel 3.1 en Figuur 3.4). Hieruit volgt dat de vervormingssnelheid voor de dijkversterking iets minder is, maar op hoofdlijn vergelijkbaar is met pand 323.



Figuur 3.4 Gemeten verticale zakkingen pand Lekdijk 324 (WSRL) bronfile: Hoogtemetingen panden bij palenwand F3-G.docx

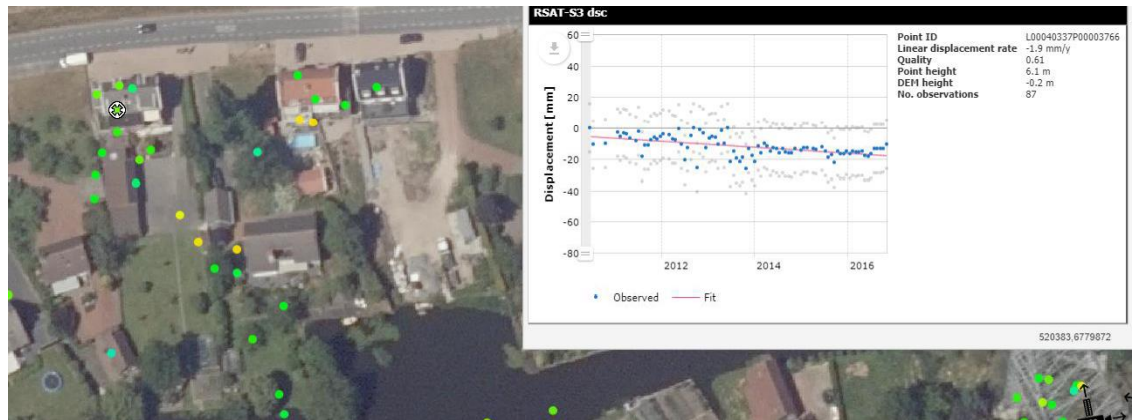
Uit de metingen volgt een autonome vervorming vanaf de dijkversterkingswerkzaamheden van 5 tot 6 mm. De extra opgetreden vervormingen in deze periode bedragen 10 en 14 mm aan de voor- respectievelijk de achtergevel.

Tabel 3.1 Vervormingen en vervormingssnelheden panden Lekdijk 323 en 324 op basis metingen WSRL

| pand | locatie aan pand | bron metgegevens | Voor DV | | | | Na DV | | | | Autonome vervorming na DV 1) [mm] | Extra vervorming na DV 2) [mm] | totaal [mm] |
|-----------------|------------------|-----------------------|---------------------|-------------|-----------------|----------------------------|---------------------|-------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|
| | | | periode van [d-m-j] | tot [d-m-j] | vervorming [mm] | vervormingssnelheid [mm/j] | periode van [d-m-j] | tot [d-m-j] | vervorming [mm] | vervormingssnelheid [mm/j] | | | |
| lekdijk 323 | voorgevel | WSRL metingen | 15-5-2011 | 1-10-2015 | -11 | -2,5 | 5-2-2017 | 3-5-2019 | -15 | -6,7 | -7 | -8 | -15 |
| | achtergevel | | | | -12 | -2,7 | | | -17 | -7,6 | -8 | -17 | -25 |
| lekdijk 324 | voorgevel | | | | -7 | -1,6 | | | -12 | -5,4 | -5 | -10 | -15 |
| | achtergevel | | | | -9 | -2,1 | | | -15 | -6,7 | -6 | -14 | -20 |
| lekdijk 323/324 | geheel | Insar: SkyGeo RSAT-S3 | 1-6-2010 | 1-4-2016 | -11,0929 | -1,9 | 1-6-2016 | 28-7-2021 | -17,1 | -3,3 | -10 | -7 | -17 |
| | | Insar Skygeo TS | 1-11-2013 | 1-6-2016 | -5,5 | -2,1 | 1-6-2016 | 3-5-2019 | -10,5 | -4,7 | -6 | -7 | -14 |

InSAR satellietmetingen:

Uit de Satellietmetingen (InSAR RSAT-S3) geleverd door SkyGeo volgt dat in de periode van 2011 tot 2016 een vijftal meetpunten beschikbaar zijn die op de panden 323 en 324 liggen. Omdat de locaties van deze punten (X en Y) enigszins onzeker zijn (onzekerheid betreft +/- 3m volgens de bron SkyGeo) voor deze meetperiode is niet voor alle punten zeker of deze op het pand of mogelijk net ernaast liggen. Uit deze satellietmetingen volgt een vervormingsnelheid van -1.6 tot -2.2 mm/jaar gemiddeld circa -1.9 mm/jaar, zie figuur 12-4.



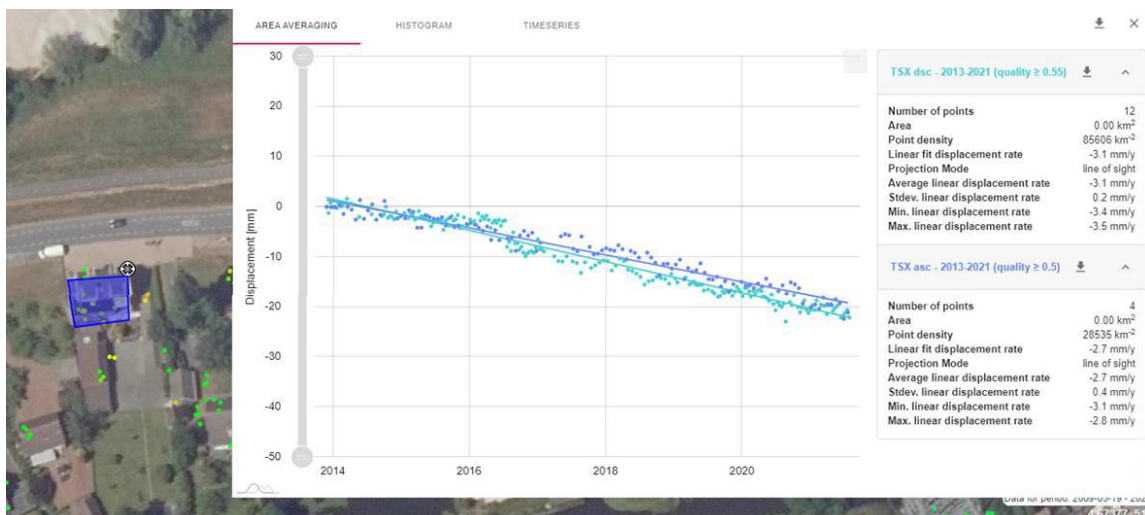
Figuur 3.5 Vervormingsnelheid pand 323/324 (enkel meetpunt) InSAR metingen periode 2011 tot 2016 (bron SkyGeo)

Als de gehele periode van vóór en na de versterkingswerkzaamheden wordt beschouwd (met satellietdata: InSAR-TSX), van de periode die begint in nov 2013 en eindigt in juli 2021, wordt geconstateerd dat vanaf juli 2016 een discontinuïteit in de metingen optreedt rondom het begin van de versterkingswerkzaamheden medio juni 2016, zie Figuur 3.6.



Figuur 3.6 Vervormingsnelheid pand 323/324(enkel meetpunt) InSAR metingen periode nov 2013 en eindigt in juli 2021(bron SkyGeo)

Hoewel de satellietdata een gemiddelde vervormingsnelheid van beide panden wordt gevonden van circa -3.1 mm/jaar, is in de meetdata duidelijk zichtbaar dat voor de periode tot aan juni 2016 de vervormingsnelheid minder is, namelijk -2.1 mm/jaar en daarna tot mei 2019 een vervormingsnelheid van -4.7 mm/jaar (zie Tabel 3.1 en Figuur 3.7).



Figuur 3.7 Gemiddelde vervormingssnelheid pand 323/324 InSAR metingen periode nov 2013 en eindigt in juli 2021 (bron SkyGeo)

Uit de InSAR metingen op de panden 323/324 volgt dat in de periode voorafgaand aan de dijkversterking dus autonome vervormingen zijn opgetreden waarvan mag worden aangenomen dat deze gedurende de periode vanaf de dijkversterkingswerkzaamheden doorgaan. Volgens de InSAR-data bedragen de geëxtrapolerde autonome vervormingen tijdens de dijkversterkingsperiode circa 6 mm tot einde meetperiode 3-05-2019. De extra opgetreden vervorming in deze periode tot 3-05-2019 bedraagt circa 7mm.

Bodemdalingskaart:

De lay-out en mogelijkheden van de Bodemdalingskaart' zijn recent (ergens voor september 2021) aangepast waardoor het nauwelijks meer mogelijk is om op pandniveau in te zoomen en de data daarvan zichtbaar te krijgen. Het lukt derhalve niet om voor de panden 323 en 324 de bodemkaartdata te beschouwen.

3.1.2 Analyse nauwkeurigheid metingen (pand 323 en 324)

Zowel met de InSAR data als uit de metingen van WSRL volgt dat sprake is van autonome bodemdaling waarvan de vervormingssnelheid redelijk vergelijkbaar is en -2 tot -2.5 mm/jaar bedraagt. In de periode tijdens en na de werkzaamheden is de bodemdaling tussen de -5 en -8 mm/jaar.

Uit de WSRL data volgt dat tijdens en na de werkzaamheden (tot 3-05-2019) een zakking van de voorgevel van de panden 323 en 324 is opgetreden van 15 mm en van de achtergevel 25 tot 20 mm. Opgemerkt wordt dat met de satellietdata (InSAR) ook ogenschijnlijk verschil wordt gevonden tussen vervormingssnelheid van de voor- en achtergevel (dit is in overeenstemming met de data van WSRL waarbij de achtergevel meer vervormd). De hier gebruikte InSAR data bestaat weliswaar uit betrouwbare punten, maar dit zijn er slechts 5, waardoor nadere analyse van het de onderlinge verschillen achterwege is gelaten. Met de InSAR-data wordt tijdens en na de werkzaamheden (tot 3-05-2019) een zakking van de panden gevonden van 14 mm. Dit is aanmerkelijk minder dan volgt uit de WSRL metingen. Oorzaak zou, naast een geringere nauwkeurigheid van de satellietmetingen ten opzichte van de WSRL meetdata, kunnen liggen aan het feit dat de meetpunten op het schuine dak van de panden liggen en dat het pand door een verschilzetting roteert waardoor de verticale vervormingen anders kunnen zijn ter plaatse van het dak dan ter plaatse van de fundering aan het maaiveld. Tevens zijn de weergegeven deformaties op basis van de satellietmetingen niet verticaal, maar in de kijkrichting van de satelliet, waardoor de metingen niet geheel representatief zijn voor de verticale vervorming en daardoor minder nauwkeurig zijn. De oorzaak van de verschillen kan ook worden gevonden in de invloed van horizontale deformaties, omdat de satellietdata is geïnterpreteerd als verticale vervorming. Nadere

analyse met meer onderscheid tussen horizontaal en verticaal door verschillende kijkrichtingen van de satellietdata is in deze fase niet uitgevoerd.

3.1.3 **Conclusie n.a.v. de metingen**

De nauwkeurigheid van de InSAR-data lijkt in ieder geval voor de panden 232/324 aanmerkelijk minder dan de meetdate van WSRL, waarvan een nauwkeurigheid van enkele mm mag worden verwacht (dit komt neer op een nauwkeurigheid van de zakkingsnelheid van circa -0.3 mm/jaar voor vóór de werkzaamheden en circa -0.6 mm/jaar na de dijkversterkingswerkzaamheden). De hiervoor beschreven analyse van de InSAR data is echter niet volledig (first acquisition).

De gevonden trend van de verticale vervormingen is met de satellietmetingen echter wel gelijk aan die van de WSRL-metingen: de vervormingssnelheid vóór de dijkversterkingswerkzaamheden is significant lager dan erna. Duidelijk is ook dat niet alle verticale vervorming is toe te schrijven aan enkel de dijkversterkingswerkzaamheden. Voor een deel wordt dit veroorzaakt door de autonome vervormingen van de dijk. Uit de metingen van WSRL volgt dat de autonome verticale vervorming in de periode vanaf de dijkversterking tot 2019 30 tot 50% is.

3.2 **Autonome bodemdaling**

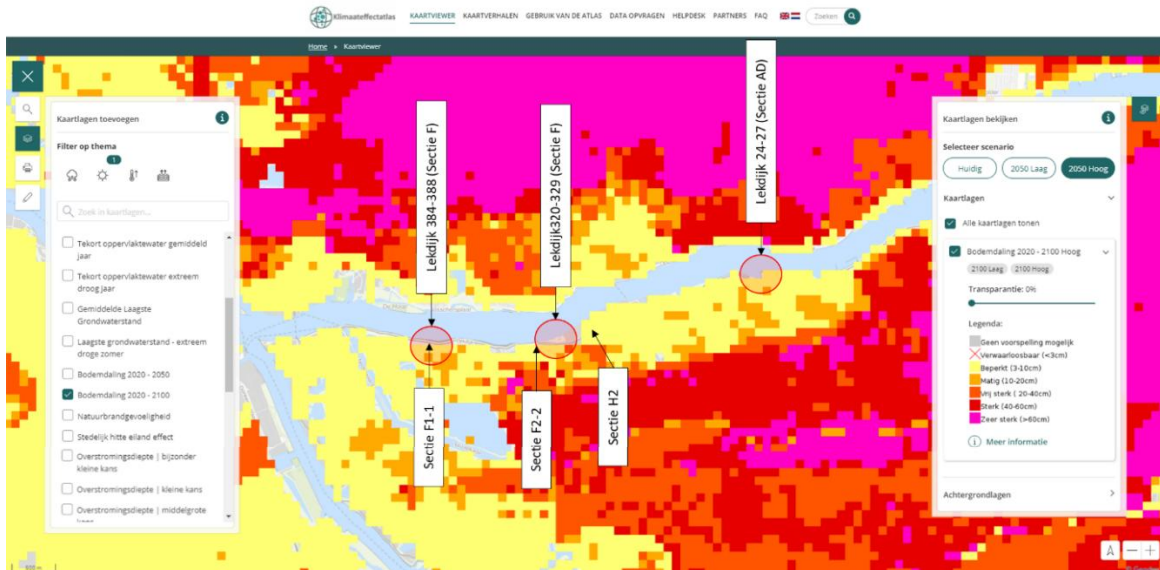
De bodem van Nederland beweegt. Dit komt door natuurlijke processen en menselijk ingrijpen (bijvoorbeeld in de waterhuishouding doordat we water uit polders pompen), klimaatverandering, etc. Autonome bodemdaling is de zetting/zakking van het maaiveld als gevolg van deze processen. Hierbij kan onderscheid wordt gemaakt in autonome bodemdaling van het achterland, de binnenteeën en de dijk.

Informatie over de autonome bodemdaling kan op verschillende manieren worden verkregen. In eerste instantie is bekeken wat 'De klimaateffectatlas' hierover meldt voor het gebied ter plaatse van het betreffende dijkversterkingsproject.

Tevens is de InSAR satellietdata die door SkyGeo is geleverd beschouwd. Hierbij is vooral gekeken naar de locaties waar de problemen (schade aan panden) zich concentreert (de door Van Baars beschouwde locatie met panden). Hierbij is onderscheid gemaakt in autonome bodemdaling van het achterland, de binnenteeën en de dijk zelf. Vooral de locaties zijn beschouwd waar de problemen (schade aan panden) zich concentreren (de door Van Baars beschouwde locaties met panden).

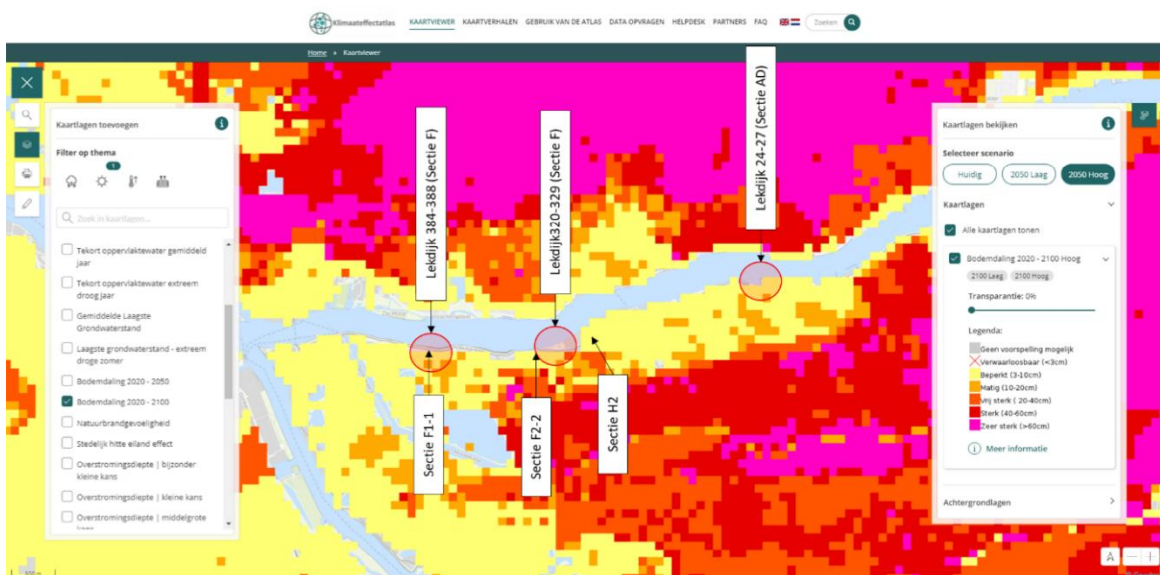
3.2.1 **Autonome bodemdaling volgens 'Klimaateffectatlas.nl'**

De Klimaateffectatlas helpt om een eerste indruk te krijgen van de bodemdaling in het gebied. De Klimaateffectatlas.nl geeft aan dat de bodemdaling gemiddeld langs het traject beperkt is nl. 3 tot 10 cm tot enkele honderden meters vanaf de dijk (periode 2020-2050, voor het scenario met beperkte klimaatverandering (zie onderstaande figuur).



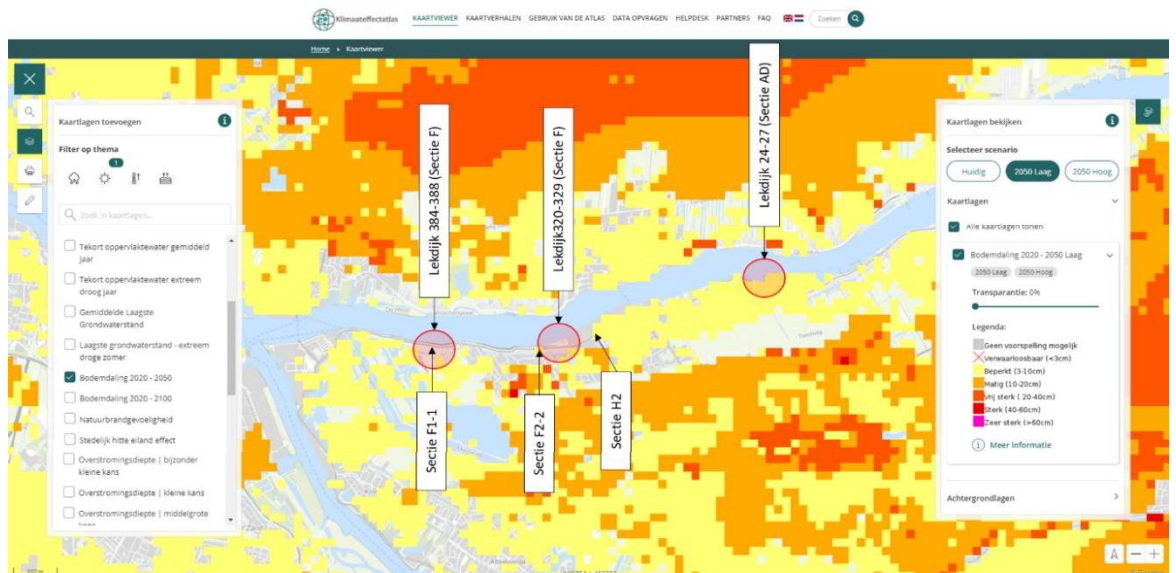
Figuur 3.8 Bodemdaling 2020-2050 uit Klimaateffectatlas (Bron Klimaateffectatlas.nl)

Opgemerkt wordt dat als wordt gekeken naar het scenario met sterke klimaatverandering, de autonome bodemdaling midden in de polder aanmerkelijk maar ter plaatse van de dijk gering toeneemt.



Figuur 3.9 Bodemdaling 2020-2050 uit Klimaateffectatlas (Bron Klimaateffectatlas.nl)

Meer oostelijk binnen het dijkversterkingstraject kan die hoger zijn, soms 10-20 cm of in uitzonderlijke locatie 20-40cm. Klimaateffectatlas geeft echter een gemiddelde van 100m bij 100m. De Klimaateffectatlas.nl geeft aan dat de bodemdaling bij Lekdijk 384-388, 320-329 en 24-27 beperkt is nl. 3 tot 10cm. Dit zou dus neerkomen op 1 tot 3 mm/jaar (zie Figuur 3.10). Lokaal kan dit op andere plekken meer zijn. Meer dan enkele honderden meters polderwaarts is dit hoger nl. 3 tot 7 mm/jaar.



Figuur 3.10 Bodemdaling 2020-2050 uit Klimaateffectatlas (Bron Klimaateffectatlas.nl)

3.2.2 Autonome bodemdaling volgens satellietmetingen SkyGeo

Navolgend is op basis van de satellietdata van SkyGeo de autonome bodemdaling geanalyseerd. Hierbij is vooral gekeken naar de locaties waar de problemen (schade aan panden) zich concentreert (de door Van Baars beschouwde locaties met panden). Hierbij is onderscheid gemaakt in autonome bodemdaling van het achterland, de binnenteen en de dijk.

Ter bepaling van de autonome bodemdaling dient uiteraard de invloed van de dijkversterkingswerkzaamheden buitenbeschouwing te worden gelaten. Om dit te bereiken is gekeken naar tijdvakken van vóór de werkzaamheden. Tevens is gekeken naar locaties waar min of meer dezelfde bodemopbouw aanwezig is en waar geen versterkingswerkzaamheden hebben plaatsgevonden. In het laatste geval is bij buitendijkse versterking gekeken wat binnendijs (buiten de invloed van de versterking) aan bodemdaling optreedt. Tevens kan in laatste geval aan de overzijde van de rivier worden gekeken op locaties waar geen versterking heeft plaatsgevonden. De grondopbouw zal hier niet veel afwijken.

Autonome bodemdaling voor de dijkversterkingswerkzaamheden:

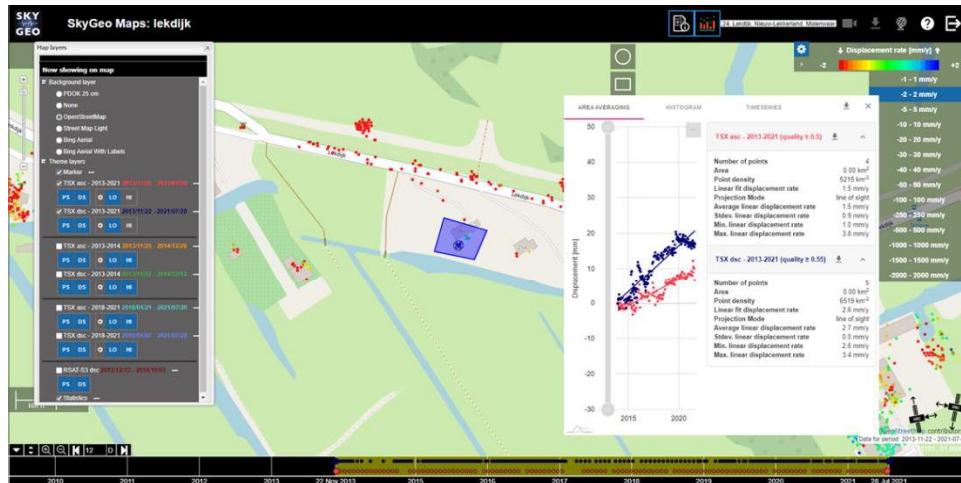
Door SkyGeo is satellietdata (InSAR RSAT-S3) geleverd voor de periode van 2011 tot 2016. Geruime tijd voor de dijkversterking dus. Deze data is in paragraaf 3.3 geanalyseerd ter plaatse van enkele panden. Navolgend is bekeken wat de autonome bodemdaling is ter plaatse van het maaiveld rond de panden is.

Leldijk 24 – 27 (Sectie AD):

Binnendijs ter plaatse van de panden: Uit de data voor de periode 2011 tot 2016 volgt dat slechts een beperkt aantal meetpunten beschikbaar is. Totaal 13 punten waarvan er 10 in de binnenteen/achterland zijn gelegen in de buurt van de panden 24 t/m 26. Bij pand 27 zijn geen meetpunten beschikbaar. Hiervoor volgt uit de metingen een gemiddelde vervormingsnelheid van -0.5 mm/jaar. De nauwkeurigheid is echter erg laag. Er zijn ook punten bij die op de panden liggen in plaats van het maaiveld en sommige punten hebben een positieve ($+1.6$ mm/jaar) en andere een negatieve (-3 mm/jaar) verplaatsingsnelheid.

Als de TSX-data voor de periode van 2013 tot mei 2016 wordt beschouwd volgt dat allen in de directe omgeving van de panden, meetpunten beschikbaar zijn die een wisselend beeld geven van de maaiveldvervorming in de periode voor de werkzaamheden:

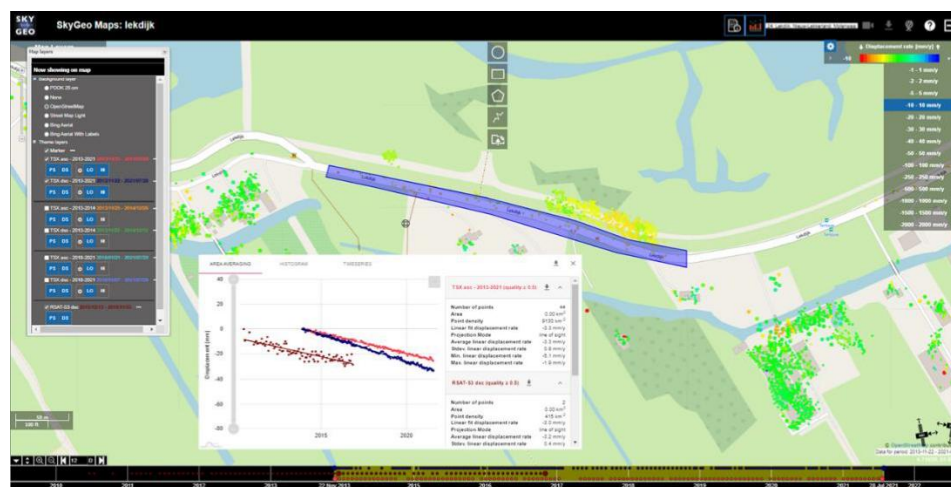
- Pand 24: ca. +0 tot +3 mm/jaar (afhankelijk van de kijkrichting van de satelliet (DSC respectievelijk ASC). Dit geeft onnauwkeurige resultaten die mogelijk pas na nadere analyse van SkyGeo (decompositie in horizontale en verticale verplaatsingssnelheid) kan worden geduid. Mogelijk dat hier dus sprake is van significante horizontale verplaatsing.
- Pand 25: gemiddeld -1.5 mm/jaar.
- Pand 26: ca. +1.5 tot +2.5 mm/jaar (afhankelijk van de kijkrichting van de satelliet (ASC respectievelijk DSC). Dit geeft onnauwkeurige resultaten die mogelijk pas na nadere analyse van SkyGeo (decompositie in hor en verticale verplaatsingssnelheid) kan worden geduid. Mogelijk dat hier dus sprake is van significante horizontale verplaatsing.



Figuur 3.11 Vervormingssnelheden maaiveld rond pand Lekdijk26 (Bron SkyGeo)

- Pand 27: ca. -2 tot -6 mm/jaar (afhankelijk van de kijkrichting van de satelliet (ASC respectievelijk DSC). Dit geeft onnauwkeurige resultaten die mogelijk pas na nadere analyse van SkyGeo (decompositie in hor en verticale verplaatsingssnelheid) kan worden geduid. Mogelijk dat hier dus sprake is van significante horizontale verplaatsing.

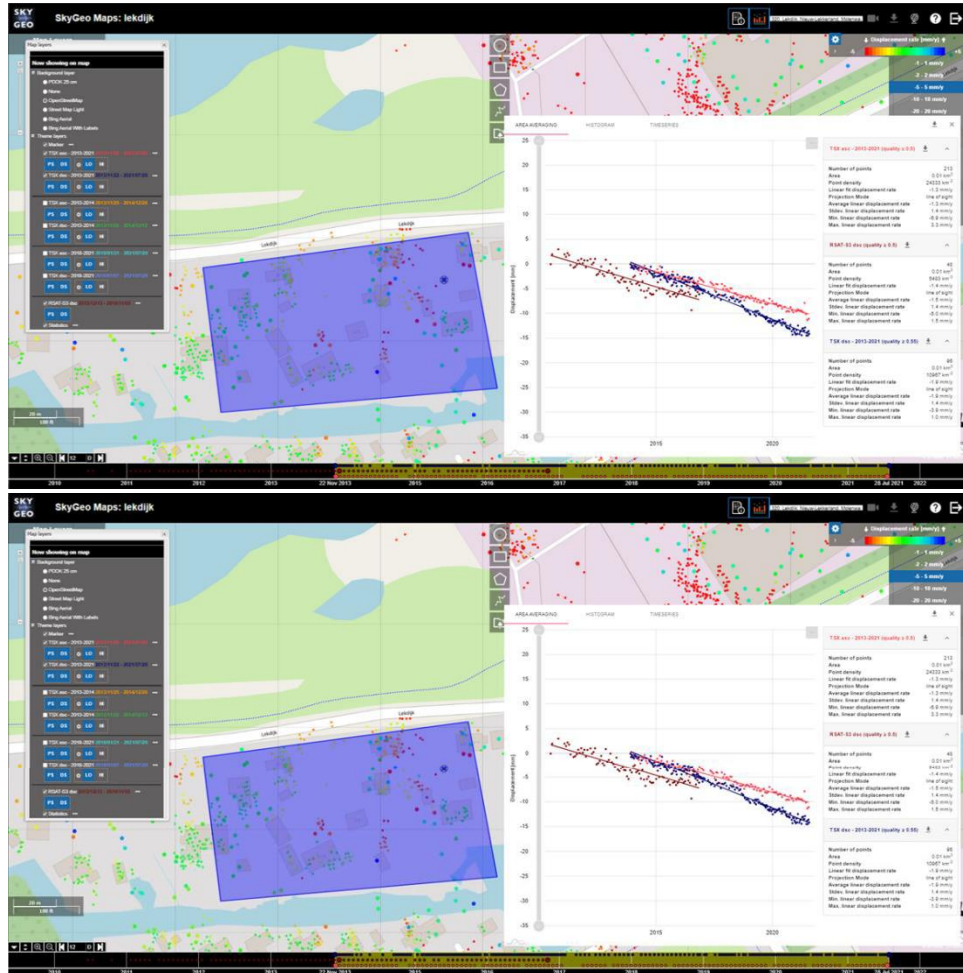
Ter plaatse van de kruin in deze sectie is het vervormingsbeeld vrij uniform. Uit de meetpunten (vooral TSX-data) voor de periode van 2011 tot mei 2016 wordt beschouwd volgt een vervormingssnelheid van -3 tot -4 mm/jaar.



Figuur 3.12 Vervormingssnelheden dijkskruin bij panden Lekdijk 24-27 (Bron SkyGeo)

Lekdijk 320 – 329 (Sectie F):

Binnendijs ter plaatse van de panden in deze sectie volgt uit data voor de periode 2011 tot 2016 (RSAT-S3) dat relatief veel meetpunten beschikbaar zijn. Deze punten geven een redelijk consistent beeld van de vervorming van maaivelden panden voor de dijkversterkingswerkzaamheden. De gemiddelde vervormingssnelheid voor dit gebied binnendijs is -1.4 mm/jaar (met uitschieters naar boven en naar onderen). Uit de TXS data van deze periode volgt nagenoeg hetzelfde beeld nl.ca -1.5 mm/jaar (zie onderstaande figuur).



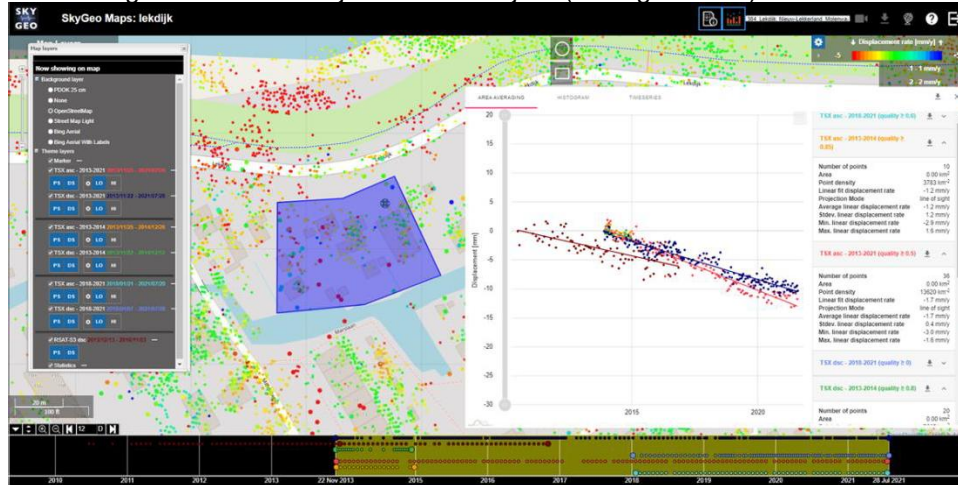
Figuur 3.13 Vervormingssnelheden maaiveld rond de panden Lekdijk 320-329 (Bron SkyGeo)

Ter plaatse van de kruin in deze sectie is het vervormingsbeeld vrij uniform. Uit de meetpunten (vooral TSX-data) voor de periode van 2011 tot mei 2016 wordt beschouwd volgt een vervormingssnelheid van naar schatting -3 mm/jaar.

Lekdijk 384 - 388 (Sectie F):

Binnendijs ter plaatse van de panden in deze sectie volgt uit data voor de periode 2011 tot 2016 (RSAT-S3) dat voldoende meetpunten beschikbaar zijn voor een analyse. Deze punten geven een redelijk consistent beeld van de vervorming van maaivelden panden voor de dijkversterkingswerkzaamheden. De gemiddelde vervormingssnelheid voor dit gebied binnendijs is -1.0mm/jaar (met uitschieters naar boven en naar onderen).

Uit de TXS-data van deze periode volgt een soortgelijk beeld maar met iets hogere vervormingssnelheid namelijk ca -1.2 mm/jaar (zie Figuur 3.14).

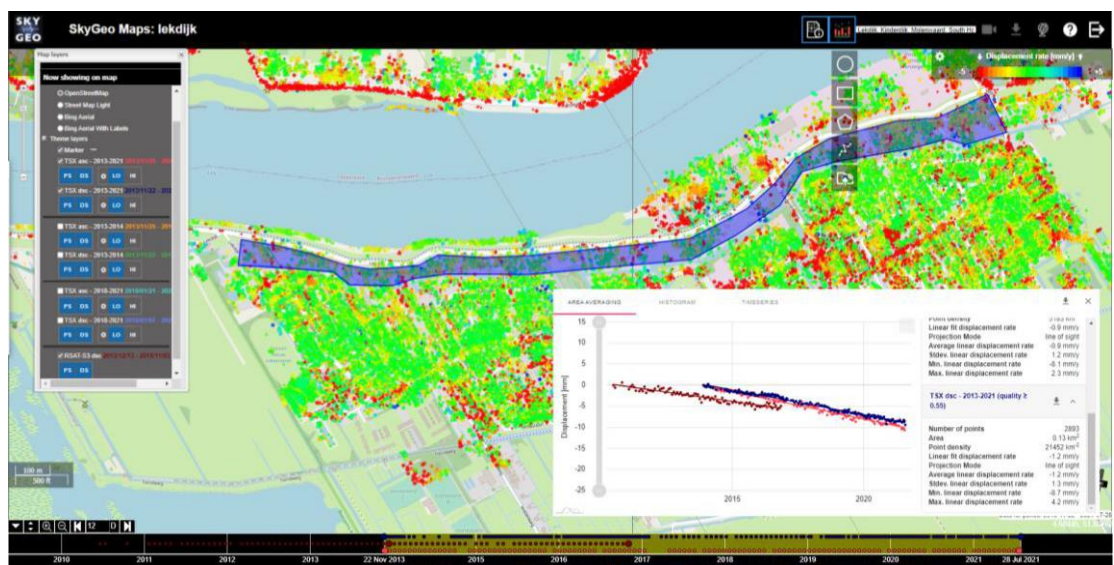


Figuur 3.14 Vervormingssnelheden maaiveld rond de panden Lekdijk 384-388 (Bron SkyGeo)

Ter plaatse van de kruin in deze sectie is het vervormingsbeeld wisselend. Als de meetpunten (vooral TSX-data) voor de periode van 2013 tot mei 2015 wordt beschouwd volgt een hoge vervormingssnelheid van ca -5 mm/jaar over deze korte periode. De (RSAT-S3) data geeft een heel ander beeld nl. -0.6mm/jaar maar en betreft een lange periode van 2011 tot mei 2016 is erg onbetrouwbaar. Als de meetpunten (vooral TSX-data) voor de periode van 2011 tot mei 2016 wordt beschouwd volgt een hoge vervormingssnelheid van ca -5 mm/jaar .

Lekdijk 317-417 (2km lengte binnendijs):

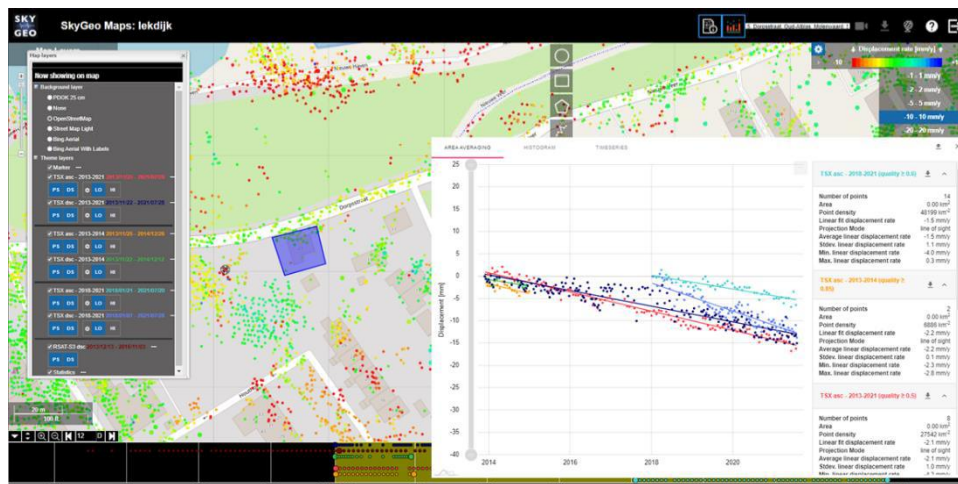
Als langs de panden 317 t/m 417 over een lengte van circa 2 km binnendijs een strook wordt geselecteerd tot aan de bakwetering volgt een vervormingssnelheid in de periode voor de dijkversterkingswerkzaamheden een vervormingssnelheid van gemiddeld $-0.9\text{ tot }-1,3\text{ mm/jaar}$. (zie Figuur 3.15).



Figuur 3.15 Vervormingssnelheden maaiveld binnendijs circa Lekdijk 317-417 (Bron SkyGeo)

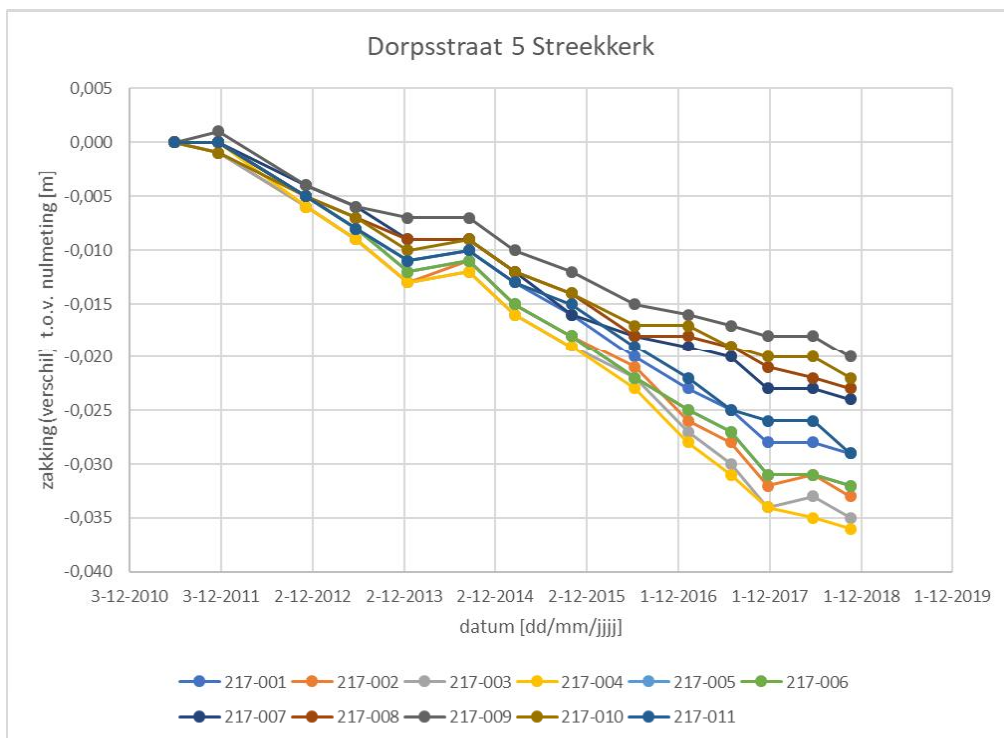
Autonome bodemdaling binnendijs bij buitendijkse versterking

Binnen enkele secties van dijkversterking KIS heeft versterking buitenwaarts in grond plaatsgevonden vanaf eind 2015, begin 2016. Binnendijs zijn daar geen maatregelen genomen. Voor de analyse is sectie V beschouwd ter plaatse van Dorpsstraat 5, 17 en 19 (te Lekkerkerk). In deze panden zijn destijds tevens meetbouten geplaatst waarmee de zakking van die panden is gemeten (voorafgaand en na de dijkversterkingswerkzaamheden). Hoewel de zakkings van de panden niet gelijk hoeven te zijn aan de zakking van het maaiveld in het gebied ter plaatse van de panden is navolgend tevens een vergelijking gemaakt. Binnendijs ter plaatse van pand 5 in deze sectie volgt uit data voor de gehele periode (2014 tot 2021) dat voldoende meetpunten beschikbaar zijn voor een analyse. (Overigens zijn geen meetpunten beschikbaar van vóór 2014 RSAT-S3). Deze punten geven een redelijk consistent beeld van de vervorming van maaivelden ter plaatse van panden. De gemiddelde vervormingssnelheid voor dit gebied binnendijs is -1.8 a -2.1 mm/jaar . (zie Figuur 3.16). Ter plaatse van de panden 17 en 19 volgt een gemiddelde vervormingssnelheid die wat lager ligt dan bij pand 5, nl. -1.1 tot -1.5 mm/jaar.



Figuur 3.16 Vervormingssnelheden maaiveld rond de panden Dorpsstraat 5 – 19 (Bron SkyGeo)

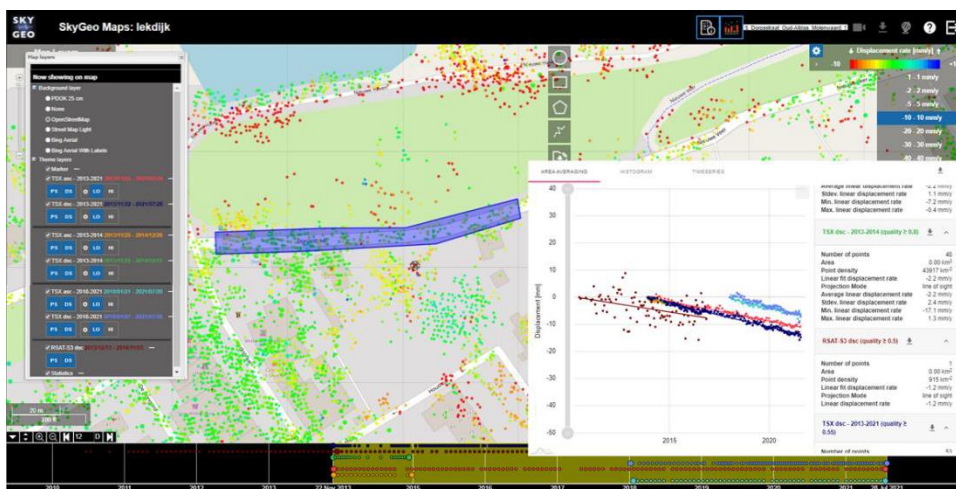
Uit de metingen van WSRL (waterpassingen: verticale deformaties) volgt dat in de periode van 2011 tot 2019 22 tot 32 mm zakking is gemeten aan de voorgevel respectievelijk de achtergevel van nr. 5 (zie Figuur 3.17). Er is geen significant verschil in de vervormingssnelheid voor en na dijkversterking. Wat overigens wel opvalt is dat eind 2013 een korte significant grotere zakking laat zien. Mogelijk is dit veroorzaakt door de droge zomer van 2013 waardoor het pand (en vermoedelijk ook het maaiveld) tijdelijk meer zijn gezakt. De gemiddelde zakking van het pand is 3 tot 4 mm/jaar voor de voorgevel respectievelijk achtergevel. Panden Dorpsstraat 17 en 19 laat hetzelfde beeld zien, zij het dat de zakkings en zakkingsnelheden iets minder zijn, nl. 2 à 3 mm/jaar. Opgemerkt wordt evenwel dat de achtergevel van het meest zuidelijk gelegen bijgebouw (schuur/garage) ter plaatse van pand Dorpsstraat 19, vanaf ca. 2015 een aanmerkelijk grotere zakking laat zien dan het pand nr. 19 zelf en de andere bijgebouwen nl. 4.5 tot 6.5 mm/jaar.



Figuur 3.17 Gemeten zakkingen pand Dorpsstraat 5 Lekkerkerk WSRL

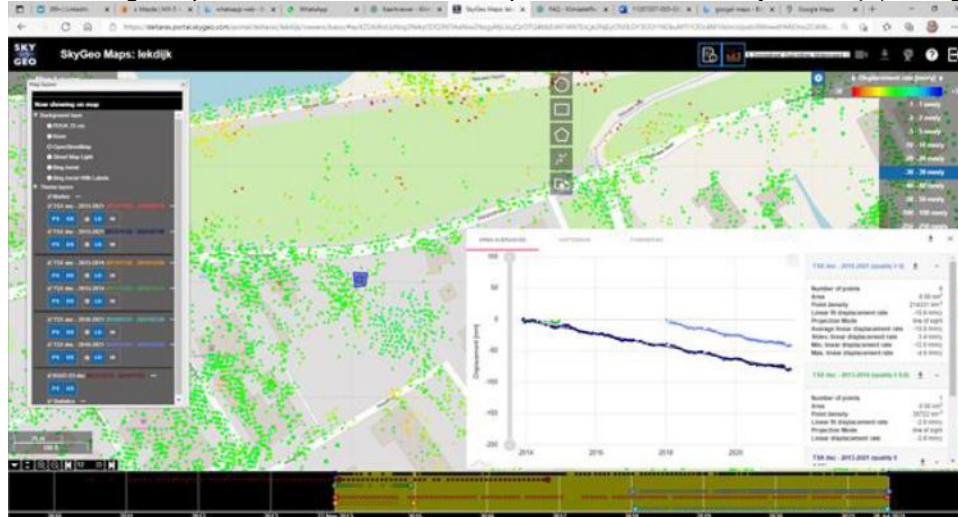
Ter plaatse van de kruin ter plaatse van de panden Dorpsstraat 5, 17 en 19 in deze sectie volgt uit data voor de periode 2011 tot 2016 (RSAT-S3) dat onvoldoende meetpunten beschikbaar zijn (nl 1 meetpunt) voor een analyse.

Uit de TXS-data van deze gehele periode van 2013 tot 2021 volgt een redelijk consistent beeld van de gemiddelde vervormingsnelheid van -1.4 a -1.8mm/jaar. (zie Figuur 3.18).



Figuur 3.18 Vervormingsnelheden kruin bij de panden Dorpsstraat 5, 17 en 19 (Bron SkyGeo)

Overigens wordt geconstateerd dat lokaal tussen de eerder genoemde panden grote vervormingen optreden van -80 mm in de periode van 2014 tot juli 2021) (zie Figuur 3.19).



Figuur 3.19 Hoge lokale vervormingssnelheden bij de panden Dorpsstraat 5, 17 en 19 (Bron SkyGeo)

3.2.3

Conclusie n.a.v. de metingen met betrekking tot autonome maaiveldddaling

De gemiddelde (verwachte) autonome maaiveldddaling volgens de klimaateffectatlas is 1 tot 3 mm/jaar voor de dijk en de strook binnendijs met een breedte van enkele honderden meters. Hierbij is het gemiddelde bepaald van een gebied van 100 bij 100m. Onderscheid tussen dijk en achterland is er hierdoor niet. Meer dan enkele honderden meters polderwaarts is dit hoger nl. 3 tot 7 mm/jaar.

Autonome maaiveldddaling binnendijs ter plaatse van panden:

- Voor het gebied ter plaatse van de panden Lekdijk 24 tot 27 is het vervormingsbeeld op basis van de InSAR satellietdata erg wisselvallig en onnauwkeurig (zowel positieve als negatieve vervormingssnelheden van $+2.5$ tot -6 mm/jaar zijn gemeten). Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door optredende horizontale vervormingen. Nadere analyses door SkyGeo waarbij decompositie van de gemeten vervormingssnelheden in verticale en horizontale vervormingssnelheden kunnen een nauwkeuriger beeld geven. Duidelijk is al wel dat de autonome vervormingen hier significant zijn in verticale richting en mogelijk ook in horizontale richting.
- Voor het gebied ter plaatse van de panden Lekdijk 320-329 volgt een consistent beeld waarbij de autonome vervormingssnelheid ca -1.5 mm/jaar blijkt.
- Voor het gebied ter plaatse van de panden Lekdijk 384-388 volgt ook een consistent beeld waarbij de autonome vervormingssnelheid -1.0 tot -1.2 mm/jaar blijkt.
- Voor het gebied in sectie V ter plaatse van Dorpsstraat 5 (te Lekkerkerk) wordt een vervormingssnelheid verkregen van is -1.8 a -2.1 mm/jaar terwijl voor de panden 17 en 19 de vervormingssnelheid iets lager ligt nl. -1.1 tot -1.5 mm/jaar.
- Als het gehele binnendijs gebied wordt geselecteerd langs de panden 317 t/m 417 over een lengte van circa 2 km binnendijs een strook wordt geselecteerd tot aan de bakwetering volgt een vervormingssnelheid in de periode voor de dijkversterkingswerkzaamheden een vervormingssnelheid van gemiddeld -0.9 tot $-1,3$ mm/jaar.

Samengevat

Afhankelijk van de locatie (en of betrouwbare data voorhanden is) wordt voor het maaiveld ter plaatse van de beschouwde panden een vervormingssnelheid tussen -1 en -2.1 mm/jaar gevonden voor de beschouwde periode van 2011 tot mei 2016. Voor een gehele binnendijs strook langs de panden 317 t/m 417 over een lengte van circa 2 km wordt een vervormingssnelheid van gemiddeld -0.9 tot $-1,3$ mm/jaar gevonden (zie Figuur 3.15).

Autonome kruindaling ter plaatse van de panden

Ter plaatse van de kruin van de dijk volgt uit de analyses op basis van de gedetailleerde InSAR satellietdata (geleverd door SkyGeo) in vak V een vervormingssnelheid van -1.4 tot -1.8 mm/jaar. Dit geldt voor de gehele periode van 2013 tot 2021. Daarbij is geen significant verschil tussen de periode vóór en na de versterkingswerkzaamheden, hetgeen niet verwonderlijk is aangezien de versterkingswerkzaamheden (in grond) hier buitendijks hebben plaatsgevonden. Voor de kruin bij de panden, beschouwd in het rapport van Van Baars (namelijk Lekdijk 24-27 en 320-330), is de vervormingssnelheid -3 tot -4 mm/jaar. De klimaateffectatlas maakt geen onderscheid tussen dijk en achterland, maar geeft alleen een gemiddelde voor een vak van 100 m bij 100 m. Ter plaatse van de beschouwde panden (binnendijks) mag volgens De klimaateffectatlas een autonome bodemdaling worden verwacht van 1 tot 3 mm/jaar.

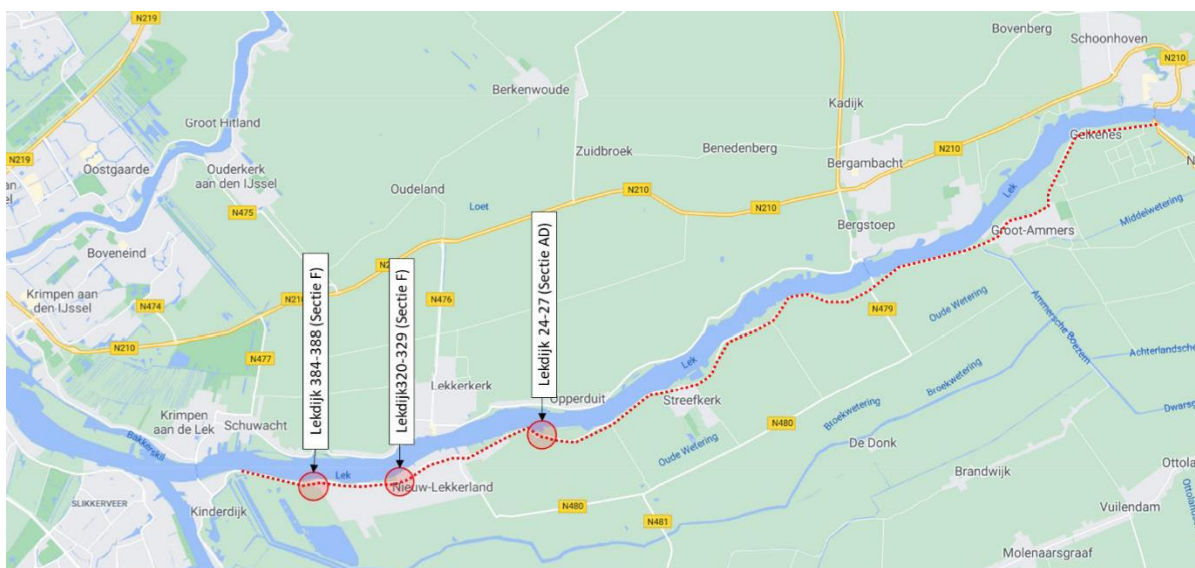
Zetting panden

In vak V is buitenwaarts versterkt. Ter plaatse van de beschouwde panden binnendijks is geen invloed van de werkzaamheden te verwachten, hetgeen ook uit de metingen van de zettingsmeetbouten blijkt. Op basis van de zettingsmeetbouten aan de panden in vak V (Dorpsstraat 5, 17 en 17) blijkt de gemiddelde zakking van het pand is 3 tot 4 mm/jaar is voor pand voor de voorgevel respectievelijk achtergevel. De panden Dorpsstraat 17 en 19 laat hetzelfde beeld zien, zij het dat de zakkingen en zakkingsnelheden iets minder zijn, nl. 2 tot 3 mm/jaar. Er is geen significant verschil in de vervormingssnelheid voor en na dijkversterking. De panden zelf blijken hiermee aanmerkelijk meer te zakken dan de directe omgeving.

3.3 Beschouwde panden door Van Baars

In het kader van aspect 4 is door Van Baars in Hoofdstuk 6 van zijn rapport een link gelegd tussen de opgetreden schades aan woningen/panden en de gemeten verplaatsingen van maaiveld en panden op basis van satellietmetingen. Teneinde de vervormingen te duiden zijn de vervormingssnelheden van enkele van de panden en van het maaiveld ter plaatse van de 3 groepen panden, zoals genoemd in het rapport van Van Baars, nader geanalyseerd. Het betreft de volgende locaties (zie ook Figuur 3.20):

- Lekdijk 24 – 27 (Sectie AD).
- Lekdijk 320 – 330 (Sectie F).
- Lekdijk 384 – 388 (Sectie F).



Figuur 3.20 Locaties van de panden genoemd in het rapport van Van Baars

In eerste instantie is voor een selectie van de genoemde panden deze analyse uitgevoerd, namelijk: Lekdijk 25A, 320, 323/324, 327 en 385. De geselecteerde panden zijn veelal op staal gefundeerd en betreffen panden waar zakkingsmetingen (uitgevoerd in opdracht van WSRL) beschikbaar zijn (zettingsmeetboutjes).

Doel is om na te gaan wat de invloed is van de versterking op de (verticale) vervormingen/vervormingssnelheid. Het is van belang om de data van zowel vóór, tijdens en na de versterkingswerkzaamheden te beschouwen. Hiertoe zijn de satellietmetingen die zijn gebruikt door Van Baars (indien beschikbaar), vergeleken met de door SkyGeo geleverde gerefereerde en geoptimaliseerde satellietmetingen (InSAR) en de metingen van de zettingsmeetboutjes aan diverse panden (mits beschikbaar).

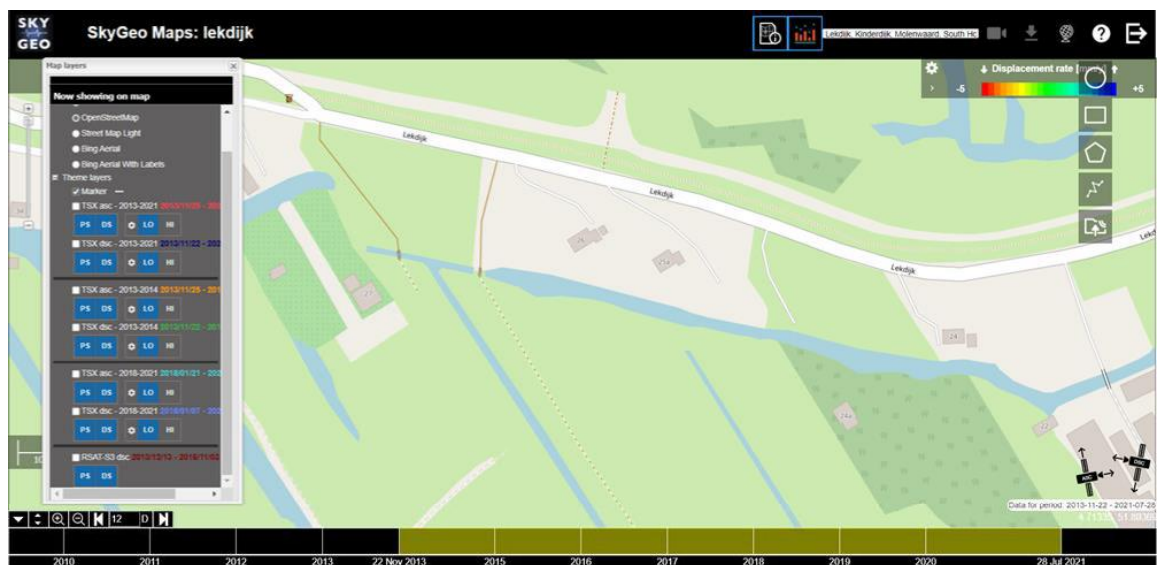
De analyses en resultaten per pand is weergegeven in navolgende sub paragrafen. Daarbij is per pand het volgende aangegeven, dan wel beschouwd:

- Wat is bekend over de funderingswijze van het pand.
- Wat wordt in het rapport van Van Baars over dit pand geconcludeerd. Door Van Baars is hoogstwaarschijnlijk de informatie uit 'Bodemdalingskaart.nl, 2020.' (bodemdalingskaart) gebruikt.
- Op basis van de InSAR-satellietmetingen:
 - Wat is de vervormingssnelheid van het pand en het omliggende maaiveld voor aanvang van de dijkversterkingswerkzaamheden. (Globaal dus vanaf 2010 of 2013 tot mei 2016 voor de palenwanden en tot eind 2015 voor de meeste grondoplossingen).
 - Wat is de vervormingssnelheid en vervorming van het pand (en het omliggende maaiveld) tijdens/na de werkzaamheden. Hierbij dient indien nodig onderscheid te worden gemaakt is de periode direct na de werkzaamheden, denkende aan mogelijk 1 of 2 jaar waarbij de vervormingssnelheid mogelijk groter is, en de periode erna. Dit geldt vooral voor grondoplossingen.
- Metingen WSRL (zettingsmeetboutjes aan panden) indien beschikbaar:
 - Wat is de verticale vervorming(snelheid) van het pand voor aanvang van de dijkversterkingswerkzaamheden.
 - Wat is de zakking(snelheid) tijdens/na de werkzaamheden.

In de volgende sub-paragrafen zijn de analyses per pand weergegeven.

3.3.1 Lekdijk 24 – 27 (Sectie AD): Analyse pand 25a

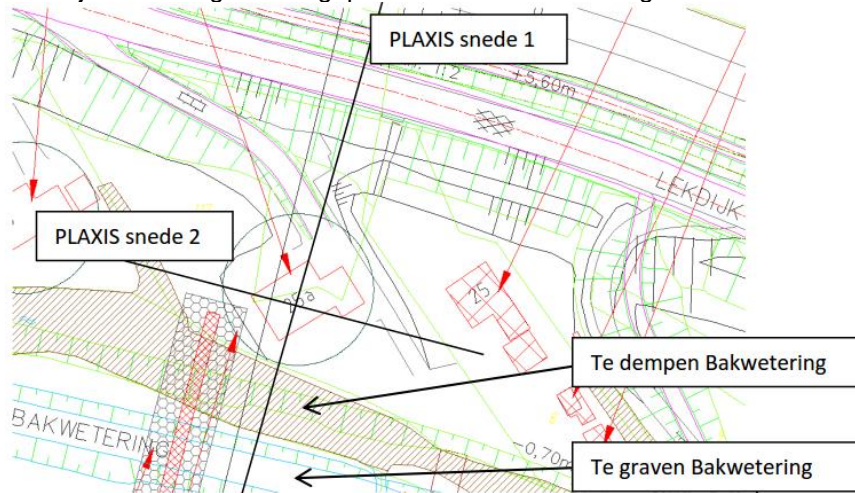
Het betreft op deze plaats de volgende vijf woningen: Lekdijk 24, 24a, 25a, 26 en 27 (zie Figuur 3.21). Eind 2015, begin 2016 is hier begonnen met de dijkversterkingswerkzaamheden (in grond) en eind 2018 werd dit afgerond.



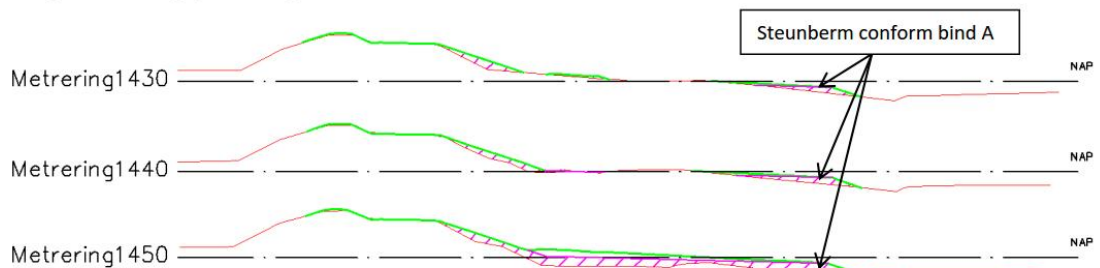
Figuur 3.21 Locaties van de panden groep 1 Lekdijk 24-27

Dit pand is op houten palen met betonnen oplangers gefundeerd en de dijkversterkingswerkzaamheden hebben hier bestaan uit een buitendijkse versterking (grondophogingen) waarbij eveneens binnendijks is opgehoogd. De uitvoering hiervan is eind 2015 / begin 2016 gestart. Het betreft een zogenaamd 'groene cirkelpand' waar een beschermende maatregel vereist was om schade aan het pand te kunnen voorkomen. (categorie E: afschermen) Tevens is de bestaande bakwetering in zuidelijke richting verplaatst naar het pand 24a (vermoedelijk begin 2018?).

In de onderstaande figuur is de situatie weergegeven. Hieruit volgt dat het pand zowel evenwijdig als haaks op de dijk wordt belast door de steunberm. Om (o.a.) verdere lekkage naar de kelder te voorkomen en om negatieve kleeft op de funderingspalen te verminderen is een onverankerde stalen damwand langs de zuid- en westzijde van de gevel toegepast alsmede een drainage.



Figuur 2: Situatie Lekdijk 25a (op basis van DWM)



Figuur 1: Sneden van de dijk t.p.v. Lekdijk 25a o.b.v. het DWM 2.0.

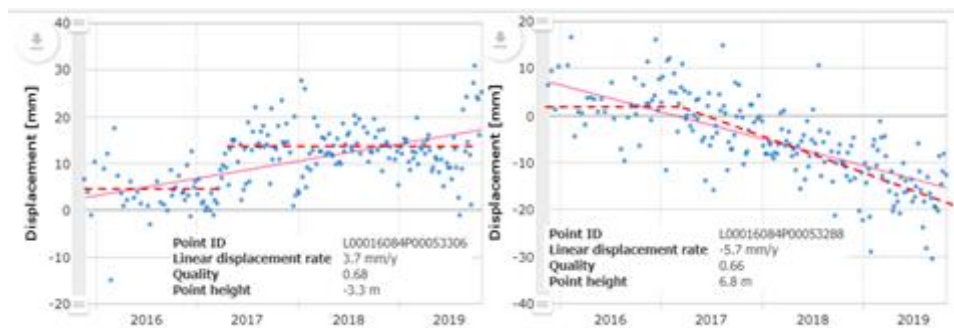
Figuur 3.22 Situatie en dwarsprofielen pand Lekdijk 25a (Bron CDVM 2015; Berekeningennota, Uitvoeringsontwerp Dijkvak Streekkerk – sectie N- Lekdijk 25a Documentnr.: P16131475-BER-OWN-09017.)

Van Baars Analyse (Bodemdalingskaart):

Uit de analyse van Van Baars, waarbij hoogstwaarschijnlijk de informatie uit 'Bodemdalingskaart.nl, 2020.' (bodemdalingkaart) is gebruikt, volgt dat 'de achtertuin van pand 25a omlaaggaat. Door Van baars wordt aangegeven dat het huis 25a omlaaggaat (-5.7mm/jaar). Er wordt tevens aangegeven dat het effect eigenlijk nog sterker is omdat er een dunne doorgaande gemiddelde lijn over alle jaren getrokken is, maar er moet hier vanaf voorjaar 2017 gemiddeld worden (zie onderstaande twee figuren).



Figuur 3.23 Satellietmetingen pand Lekdijk 25a uit Van Baars (bron: Van Baars 2021)

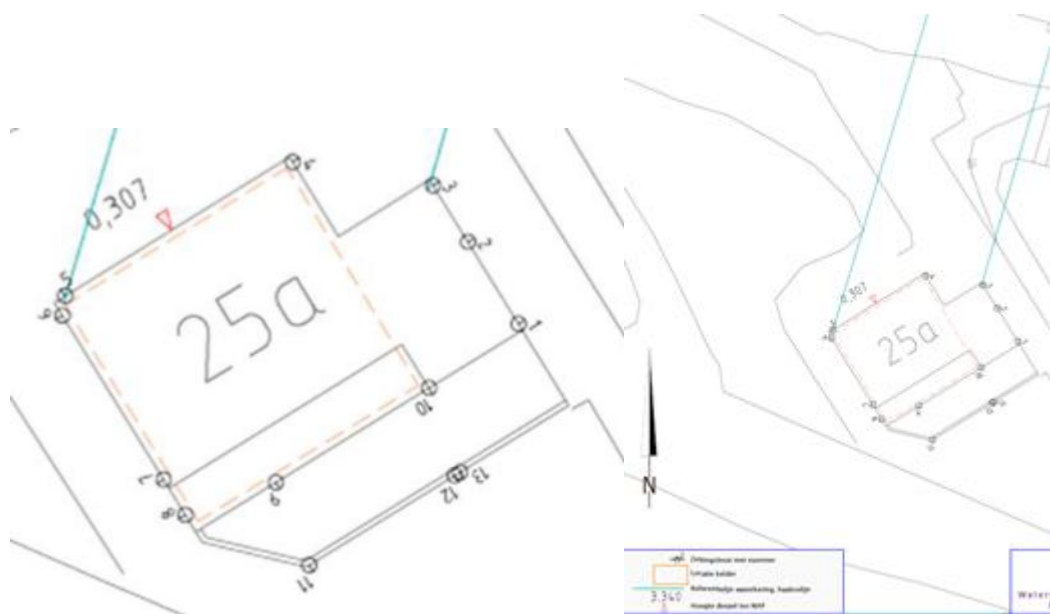
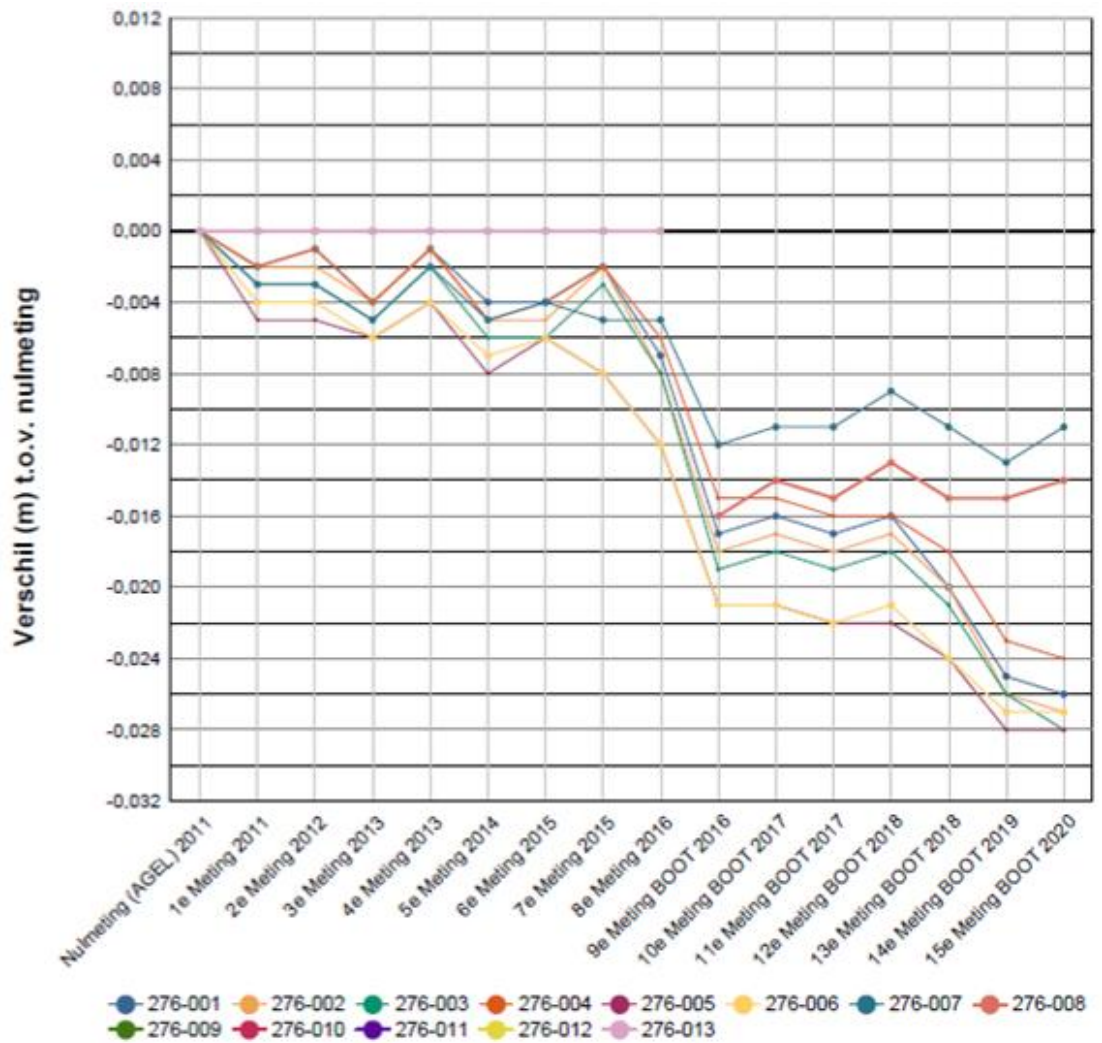


Figuur 3.24 Satellietmetingen pand Lekdijk 25a (rechts) uit Van Baars (bron: Van Baars 2021)

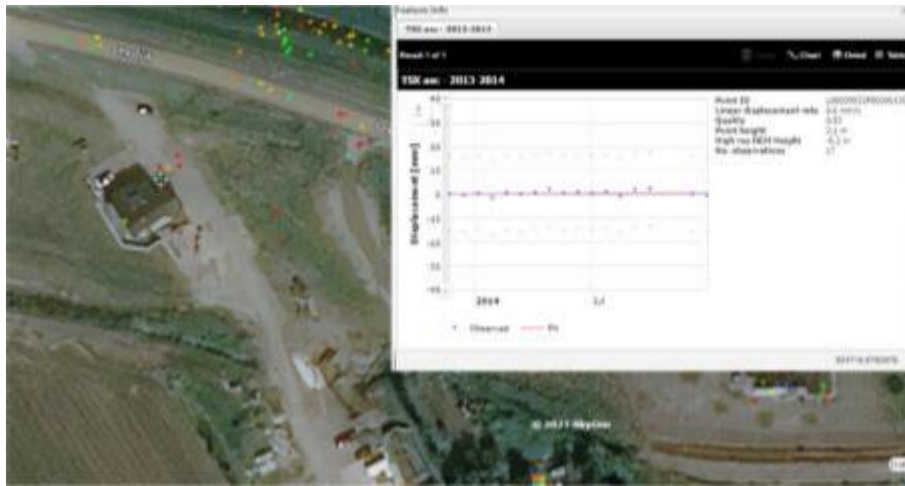
WSRL-metingen:

Uit de metingen van WSRL (zettingsmeetboutjes aan het pand en derhalve verticale deformaties) volgt dat in de periode van 2011 tot eind 2015 (7^e meting) zakking is gemeten aan het pand 25a van 3 tot 8mm (gemiddeld circa 5 mm) en derhalve een zakkingsnelheid van circa 1 mm/jaar (zie *Figuur 3.25*). Hierbij wordt opgemerkt dat de metingen nogal fluctueren. In deze periode laten de metingen nl. herhaaldelijk stijgende en dalende waarden zien van 1 tot 3 mm.

Vanaf de dijkversterkingswerkzaamheden (circa eind 2015) tot het einde van de meetperiode 19-02-2020 (15^e meting) is een vervorming opgetreden van circa 21 mm (26mm-5mm) aan de voorzijde van het pand. Ter plaatse van de zuidkant van het pand is de zakking circa 6 mm (12mm-6mm). Opmerkelijk is dat de meeste metingen in de periode direct na de dijkversterkingswerkzaamheden een lichte stijging (max +3 mm) laten zien (van 19-01-2017 tot de 12^e meting in 2018 (1-06-2018)) waarna er weer een daling optreedt.



van +0.6 mm/jaar wat neerkomt op een stijging van een paar mm in die meetperiode hetgeen zeer gering is. (zie Figuur 3.26).



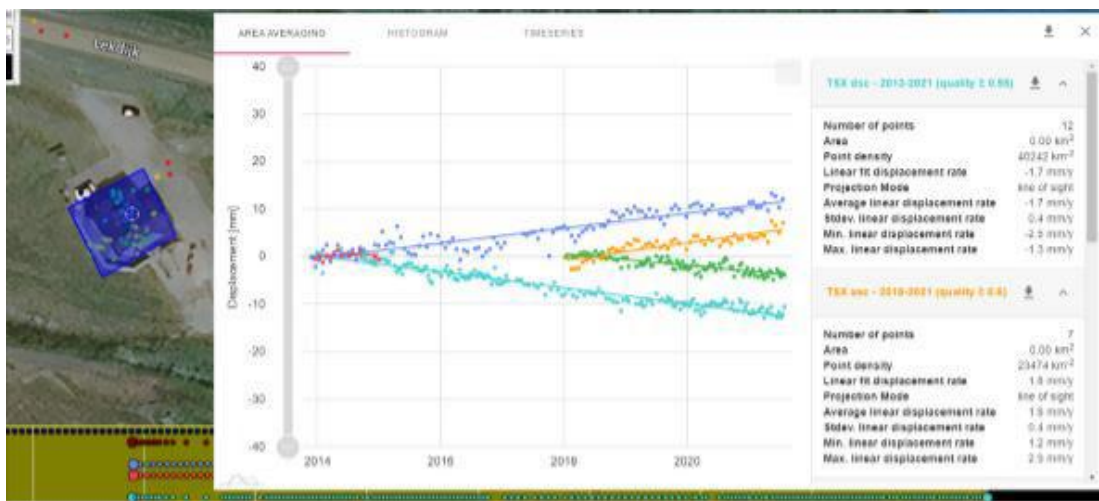
Figuur 3.26 Vervormingen van pand Lekdijk 25a InSAR-metingen periode 2014 (bron SkyGeo)

Het maaiveld aan de voorzijde van het pand heeft voor deze beschouwde periode ook slechts enkele meetpunten beschikbaar waaruit een vervormingssnelheid volgt van -10,5 mm/jaar (zie Figuur 3.27).



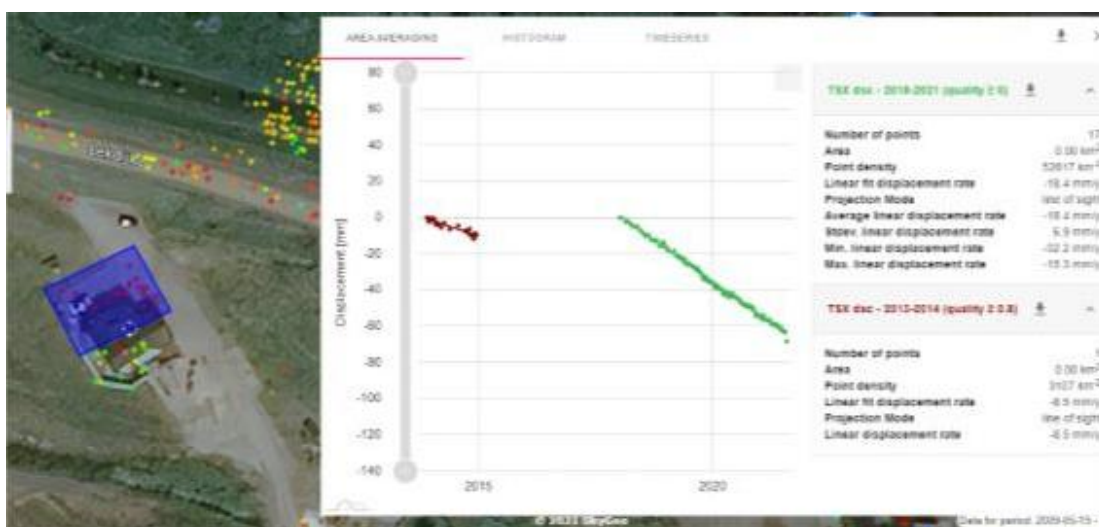
Figuur 3.27 Vervormingen maaiveld noordelijk van pand Lekdijk 25a InSAR-metingen periode 2014 (bron SkyGeo)

Als de gehele periode van voor en na de versterkingswerkzaamheden wordt beschouwd (met recentere satellietdata: InSAR TSX), van de periode die begint in november 2013 en eindigt in juli 2021, wordt geconstateerd dat de metingen een vervormingssnelheid van het pand geven van zowel + als -1.7 mm/jaar. Dit zijn derhalve zeer onbetrouwbare metingen die worden veroorzaakt door vermoedelijk grote horizontale component van de verplaatsingen.



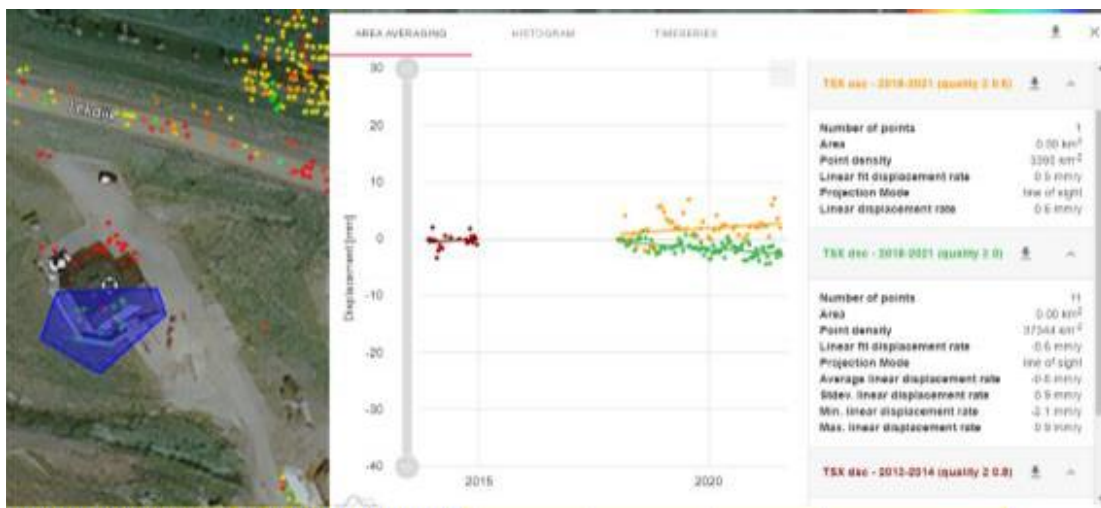
Figuur 3.28 Vervormingen van pand Lekdijk 25a InSAR-metingen periode 2014-2021 (bron SkyGeo)

Als de maaveld punten worden beschouwd valt op dat een zeer grote gemiddelde vervormingssnelheid wordt gevonden van -18.4 mm/jaar vanaf 2018 (zie Figuur 3.29). Helaas is geen data beschikbaar in de periode vanaf de versterkingswerkzaamheden tot 2018.



Figuur 3.29 Vervormingen maaveld noordelijk van pand Lekdijk 25a InSAR-metingen periode 2018 - juli2021 (bron SkyGeo)

Voor het maaveld ten zuiden van het pand volgt uit de data dat een geringe gemiddelde vervormingssnelheid wordt gevonden van -0.6 mm/jaar vanaf 2018. (zie Figuur 3.30). Dit lijkt echter ook onbetrouwbare metingen hetgeen wordt veroorzaakt door vermoedelijk grote horizontale component van de verplaatsingen.



Figuur 3.30 Vervormingen maaiveld zuidelijk van pand Lekdijk 25a InSAR-metingen periode 2018 - juli2021 (bron SkyGeo)

Resultaten analyse pand 25a

De zakkingsmetingen van WSRL geven weinig verticale vervorming vóór de dijkversterkingswerkzaamheden en veel tijdens en na.

Omdat het pand op palen is gefundeerd, zou dit kunnen duiden op problemen met de fundering. Opgemerkt wordt dat vlakbij het pand damwanden zijn ingetrild die mogelijk hebben geleid tot extra paalzakking.

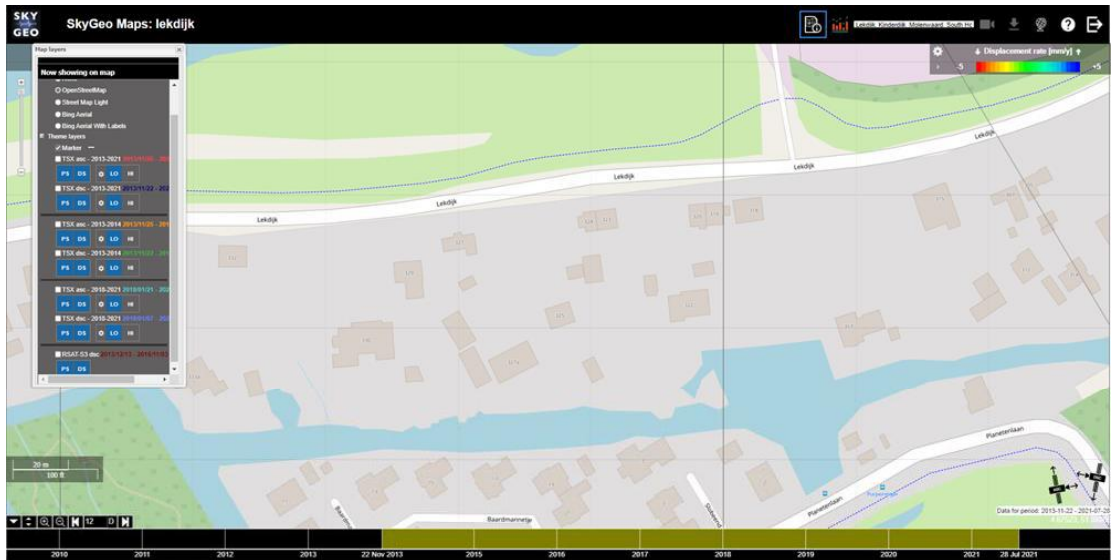
De InSAR metingen geven geen uitsluitsel over de verticale vervormingen van dit pand in de periode tijdens en na de dijkversterking. Door de vermoedelijk grotere horizontale component in de vervormingen kunnen de verticale vervorming met de InSAR data moeilijk bepaald worden en zijn daardoor zeer onbetrouwbaar. Volgens de InSAR-metingen (geleverd door SkyGeo zijn de gemiddelde verplaatsingen van het maaiveld noordelijk van het pand na de versterkingswerkzaamheden zeer groot, namelijk - 18.4 mm/jaar, hetgeen neerkomt op 60 mm in de meetperiode van 2018 tot juli 2021. Ten zuiden van het pand wordt na de versterkingswerkzaamheden een geringe gemiddelde vervormingssnelheid gemeten van -0.6 mm/jaar vanaf 2018. Dit in tegenstelling tot de bevindingen van Van Baars die op basis van de niet geoptimaliseerde data uit de bodemdalingsatlas concludeert dat een grote vervormingssnelheid van > - 5.7mm/jaar in de periode na het voorjaar van 2017 is opgetreden.

Conclusies op basis van de metingen pand 25a

Conclusie is dat de horizontale vervormingen hier vermoedelijk dominant zijn Omdat het pand op palen is gefundeerd, zou vooral de plotselinge extra zakking van het pand kunnen duiden op problemen met de fundering. Opgemerkt wordt dat vlakbij het pand damwanden zijn ingetrild die mogelijk hebben geleid tot extra paalzakking.

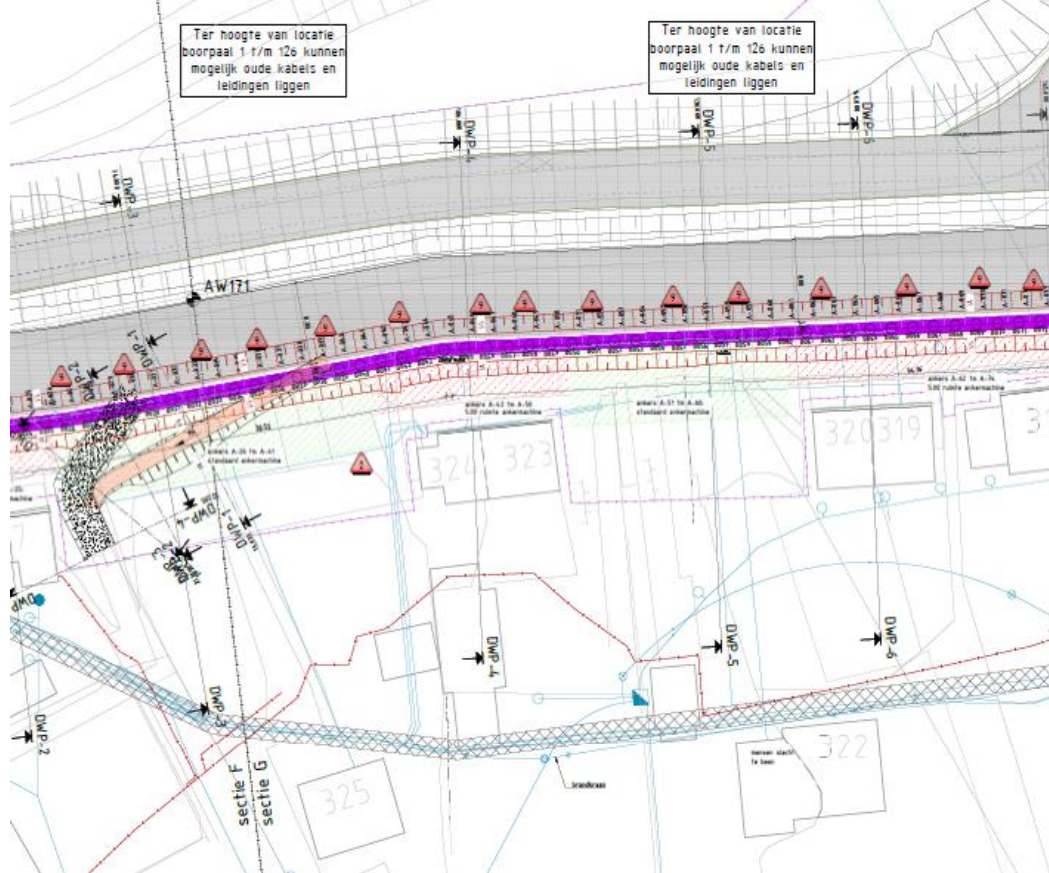
Opgemerkt wordt dat sinds de oude Bakwetering is gedempt en er een nieuwe is gegraven, het maaiveld mogelijk op de éne locatie omhoog en bij het andere omlaag gaat waarbij vermoedelijk ook grote horizontale vervormingen zijn optreden. Lekdijk 320 – 329 (Sectie F): Analyse pand 320

Het betreft op deze plaats de volgende woningen: Lekdijk 320, 321, 323+324 325B, 327, en 327A en 329 (zie Figuur 3.31 Figuur 3.31). De dijkversterkingswerkzaamheden die plaats hebben gevonden zijn een grondophoging en vooral het plaatsen van palenwand. De werkzaamheden aan de palenwand hebben plaatsgevonden tussen 30 mei t/m 21 juli 2016.



Figuur 3.31 Locaties van de panden groep 2 Lekdijk 320-329

Dit pand 320 is op stal gefundeerd (gevels en stroken/poeren). De dijkversterkingswerkzaamheden die plaats hebben gevonden zijn een grondophoging en het plaatsen van palenwand. De werkzaamheden hebben plaatsgevonden tussen 30 mei t/m 21 juli 2016. Onderstaande figuur geeft de situatie van Lekdijk 320 in detail weer.



Figuur 3.32 Weergave van de situatie van het pand Lekdijk 319 en 320 ten opzichte van de palenwand in sectie F3-G. (Waterschap Rivierenland, 2018)

Van Baars analyse met bodemdalingskaart

Dit pand is niet specifiek geanalyseerd maar de conclusie is dat meetpunten bij deze groep panden vanaf eind 2016 zakken met snelheden tussen 6 mm tot 10 mm per jaar.

WSRL-metingen

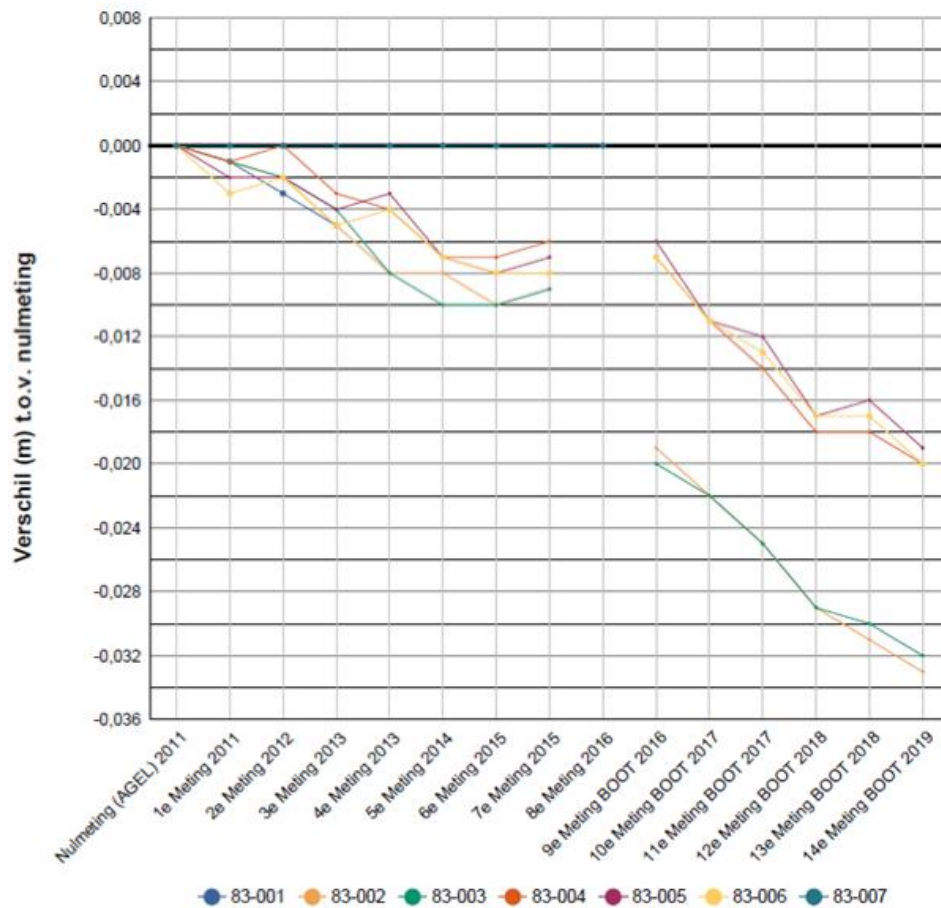
In de periode van 2011 tot 2019 zijn door BOOT zakkingsmetingen verricht. In onderstaande tabel is een overzicht van de meetdatums weergegeven voor de panden Lekdijk 323 t/m 339.

Tabel 2 Samenvatting van de datums waarop de zakkingsmetingen door BOOT zijn uitgevoerd voor panden Lekdijk 323-339.

| meting | Datum | Opmerking | Realisatie boorpalen |
|-----------------------|-------------------------|---|------------------------|
| Nulmeting | 15-05-2011 | | |
| 1 ^e meting | 24-11-2011 | | |
| 2 ^e | 12-10-2012 | | |
| 3 ^e | 04-04-2013 | | |
| 4 ^e | 02-12-2013 | | |
| 5e | 27-06-2014 | | |
| 6 ^e | 05-05-2015 | | |
| 7 ^e | 01-10-2015 | | |
| 8 ^e | 01-06-2016 | Niet altijd uitgevoerd | 30 mei tm 21 juli 2016 |
| 9e | 05-02-2017 | | |
| 10e | 08-08-2017 | | |
| 11e | 21-12-2017 / 10-01-2018 | | |
| 12e | 15-06-2018 | Uitvoerd bij Lekdijk 327 t/m Lekdijk 339 | |
| 13e | 08-11-2018 | | |
| 14e | 03-05-2019 | | |

Uit de zettingsmeetbouts aan dit pand volgt dat de volgende zakkingsmetingen zijn gemeten:

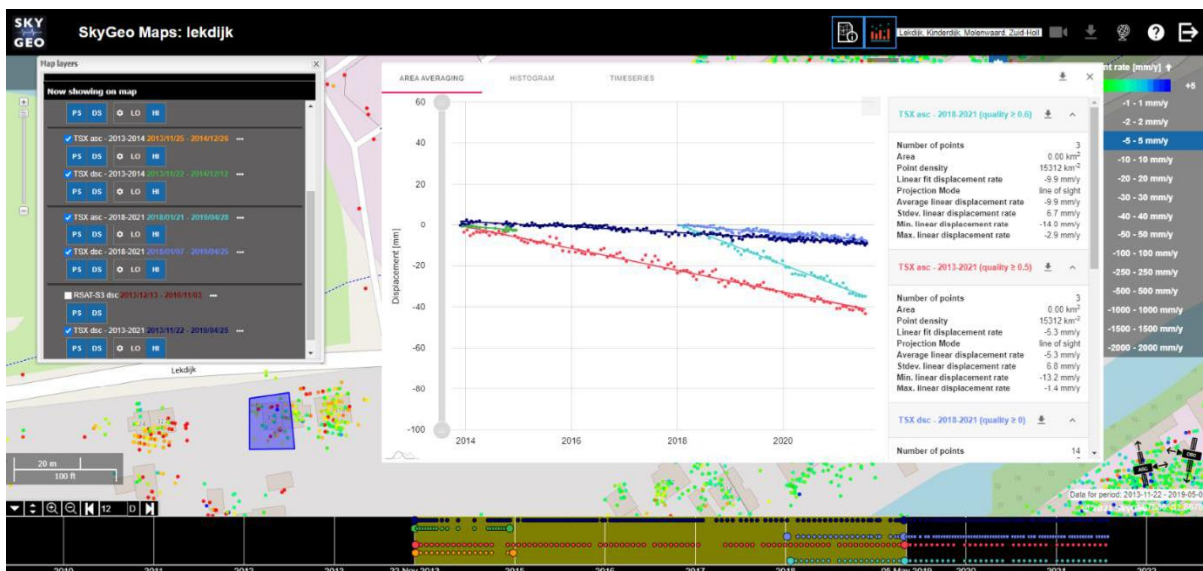
- Voor aanvang van de dijkversterkingswerkzaamheden hebben de voorzijde en achterzijde een zakking ondergaan van ongeveer 8 mm in 4,5 jaren (15/05/2011 tot 01/10/2015). Dit geeft een zakkingsnelheid van ongeveer -1,8 mm/jaar.
- Na de werkzaamheden hebben de voor- en achterzijde een zakking van ongeveer 13 mm zakkingsnelheid in 2 jaren (05/02/2017 tot 03/05/2019). Dit geeft een zakkingsnelheid van 5,8 mm/jaar, 4,0 mm/jaar sneller dan vóór de werkzaamheden.
- De achterzijde heeft een duidelijke sprong na de werkzaamheden van ongeveer 14 mm. De voorzijde heeft geen sprong in zakking.



Figuur 3.33 Gemeten zakkings pand Lekdijk 320 WSRL

InSAR metingen

De gemiddelde zakkingsnelheden van pand 320 zijn in onderstaande figuur weergegeven. De metingen in de verschillende kijkrichtingen van de satelliet (asc en dsc) van InSAR geven verschillende resultaten. Dit wordt veroorzaakt doordat de verplaatsing van pand 320 vermoedelijk een sterk horizontale component heeft. De kijkrichting van TSX asc is in dit geval het meest gevoelig voor de werkelijke verplaatsing. De kijkrichting van TSX dsc is bijna loodrecht op de verplaatsingsvector en is daarom ongevoelig en geeft weinig verplaatsing. Hierdoor mag worden verwacht dat de data van TSX asc het meest nauwkeurige de werkelijke verticale verplaatsing geeft (zie Tabel 3.3).



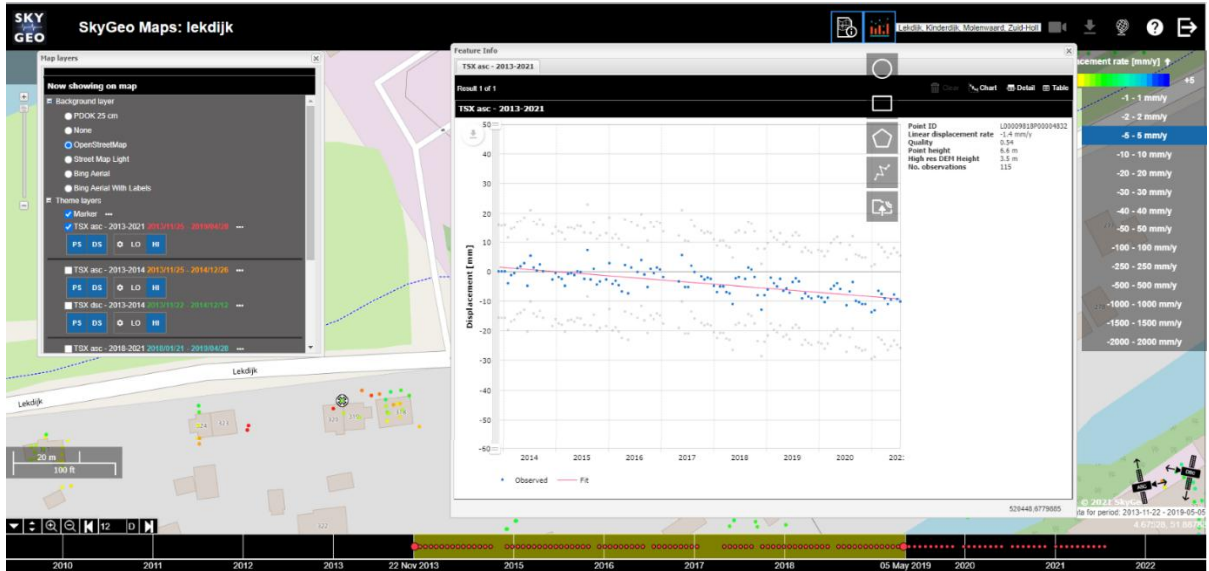
Figuur 3.34 Gemiddelde verplaatsingssnelheid van pand Lekdijk 320 voor alle beschikbare bronnen van InSAR

De gemiddelde data van TSX asc geeft geen zichtbare verandering in zakkingsnelheid voor en na de dijkversterking (zie Figuur 3.35). Dit komt overeen met de voorzijde metingen van pand 320.

Tabel 3.3 Gemiddelde verplaatsingen van de hele pand 320 gevonden met TSX asc en de verplaatsingen gemeten met meetbouten (WSRL) en de bodemdalingskaart

| Source | Dates covered | Time constructions | Aantal punten | Verplaatsing voor werkzaamheden in kijkrichting (mm/jaar) | Verplaatsing na werkzaamheden in kijkrichting (mm/jaar) |
|-------------------|-------------------------|--------------------|---------------|---|---|
| Bodemdalingskaart | Mid 2015 tot eind 2018 | After | - | - | -6 tot -10 |
| WSRL | 15/05/2011 – 03/05/2019 | Before and after | - | -1,8 | -6 (voorgevel) tot -11 (achtergevel) |
| TSX asc | 21/01/2018 – 20/07/2021 | After | 3 | - | -9,9 (-2.9 tot -18.4) voorgevel |
| TSX asc | 24/11/2013 – 20/07/2021 | Before and after | 3 | -4,6 | -5,8 |

Om meer inzicht te krijgen in de zakkings van pand 320 is een analyse per datapunt uitgevoerd. Met de TSX asc 2013-2021 zijn drie datapunten op pand 320 beschikbaar, alle drie zijn aan de voorzijde van het pand. Het is daardoor niet mogelijk om een verschil te zien in verplaatsing van de voor- en achtergevel. Twee datapunten aan de rechter voorzijde geven vergelijkbare resultaten (-1,4 mm/jaar en -2,2 mm/jaar) en het derde punt aan de linker voorzijde geeft een veel groter zakkingsnelheid (-17,4 mm/jaar).



Figuur 3.35 Zakking van de rechter voor zijde van pand 320 met de InSAR satelliet TSX asc

Met de data van TSX asc tussen 2018-2021 zijn er drie meetpunten op het pand. Alle drie zitten op ongeveer dezelfde hoogte, aan de voorzijde van het pand. Twee punten geven redelijk vergelijkbare resultaten (zakkingsnelheid van -18,4 mm/jaar en -17,4 mm/jaar). Het derde punt ligt tussenin en geeft een veel lagere zakkingsnelheid (-2,9 mm/jaar). Gemiddeld derhalve circa -10 mm/jaar.

Resultaten analyse pand 320

De gemiddelde zakkingsnelheid van TSX asc 2018-2021 geeft een vergelijkbaar resultaat als de bodemdalingskaart maar is veel groter dan de WSRL-metingen. De data van TSX asc 2013-2021 geeft vóór de werkzaamheden grotere zakkingsnelheden dan WSRL, maar na de werkzaamheden geeft InSAR dezelfde resultaten als WSRL.

De meetpunten van InSAR op het pand 320 liggen allemaal op de voorzijde. De trend van de metingen van de voorzijde van de gevel van InSAR en WSRL zijn gelijk, d.w.z. geen sprong in zakkingsnelheid na de werkzaamheden.

Conclusies op basis metingen pand 320

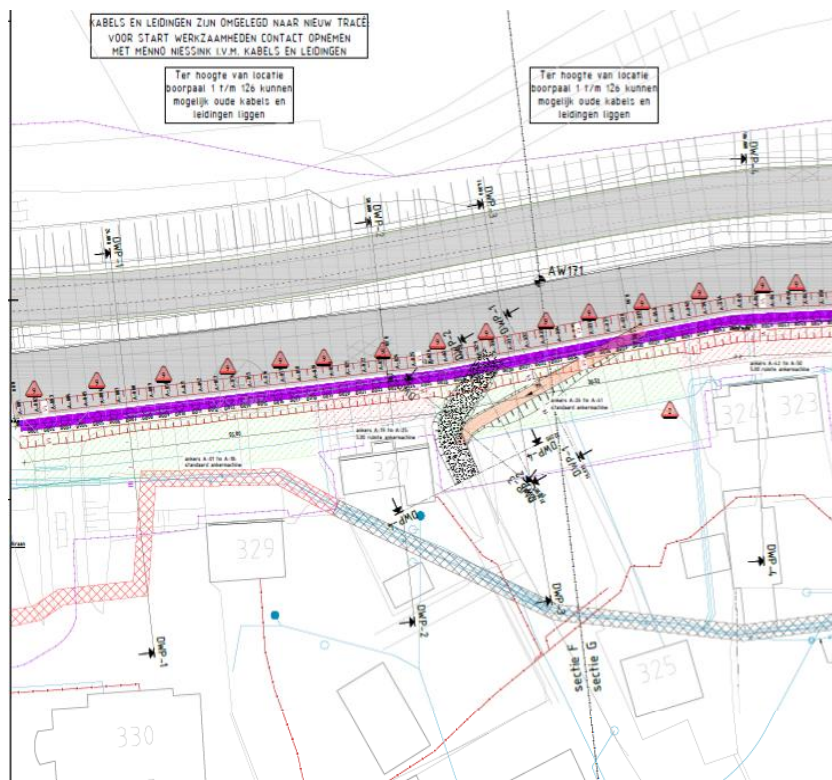
Met de InSAR data is het moeilijk om een duidelijk beeld te krijgen van de actuele verticale verplaatsing van pand 320. Door een vermoedelijk grote horizontale component in de vervormingen zijn de TSX dsc metingen niet bruikbaar. TSX asc geeft mogelijk betere resultaten maar doordat de metingen toch anders zijn dan de metingen van de zettingsmeetbouten van WSRL kan ook in asc richting de horizontale component een rol spelen. Daarnaast wordt verwacht dat de nauwkeurigheid gering is als gevolg van het zeer beperkte aantal meetpunten (3 stuks). Voor dit pand zijn decompositie naar de verticale en horizontale projectie van de verplaatsingen noodzakelijk om een betrouwbaarder analyse te maken. Van de gemeten zakkings van WSRL mag worden verwacht dat de nauwkeurigheid hoog is (orde enkele mm). Hieruit volgt dat een verschil in de zakkingsnelheid is geconstateerd van vóór (-1.8 mm/jaar) en na (-5.8 mm/jaar) de dijkversterkingswerkzaamheden.

Dit pand is door Van Baars niet specifiek geanalyseerd maar de conclusie is dat meetpunten bij deze groep panden vanaf eind 2016 zakken met snelheden tussen 6 mm tot 10 mm per jaar.

3.3.2 Lekdijk 320 – 329 (Sectie F): Analyse pand 327

Het betreft op deze plaats de volgende woningen: Lekdijk 320, 321, 323+324 325B, 327, en 327A en 329 (zie Figuur 3.31 Figuur 3.31). De dijkversterkingswerkzaamheden die plaats hebben gevonden zijn een grondophoging en vooral het plaatsen van palenwand. De werkzaamheden aan de palenwand hebben plaatsgevonden tussen 30 mei t/m 21 juli 2016.

Dit pand 327 is gefundeerd op staal. De werkzaamheden die plaats hebben gevonden betreft het plaatsen van een boorpalenwand tussen 30 mei t/m 21 juli 2016. In onderstaande figuur is de situatie in detail weergegeven.



Figuur 3.36 Weergave van de situatie van het pand Lekdijk 327 en 329 (en 323 /324) ten opzichte van de palenwand in sectie F. (Waterschap Rivierenland, 2018)

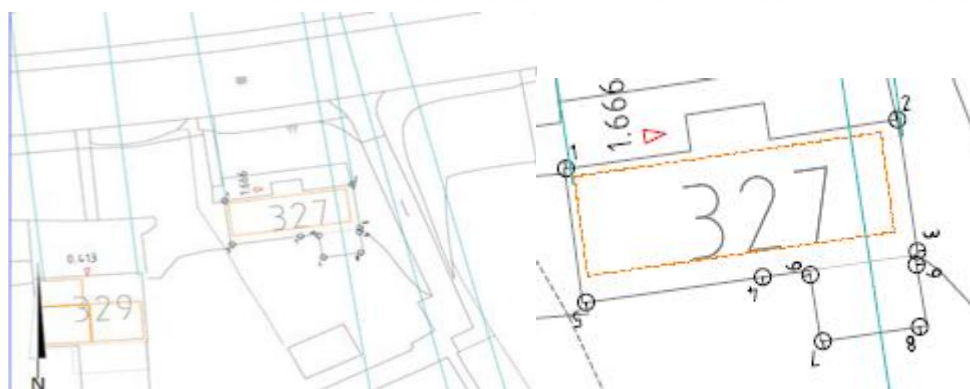
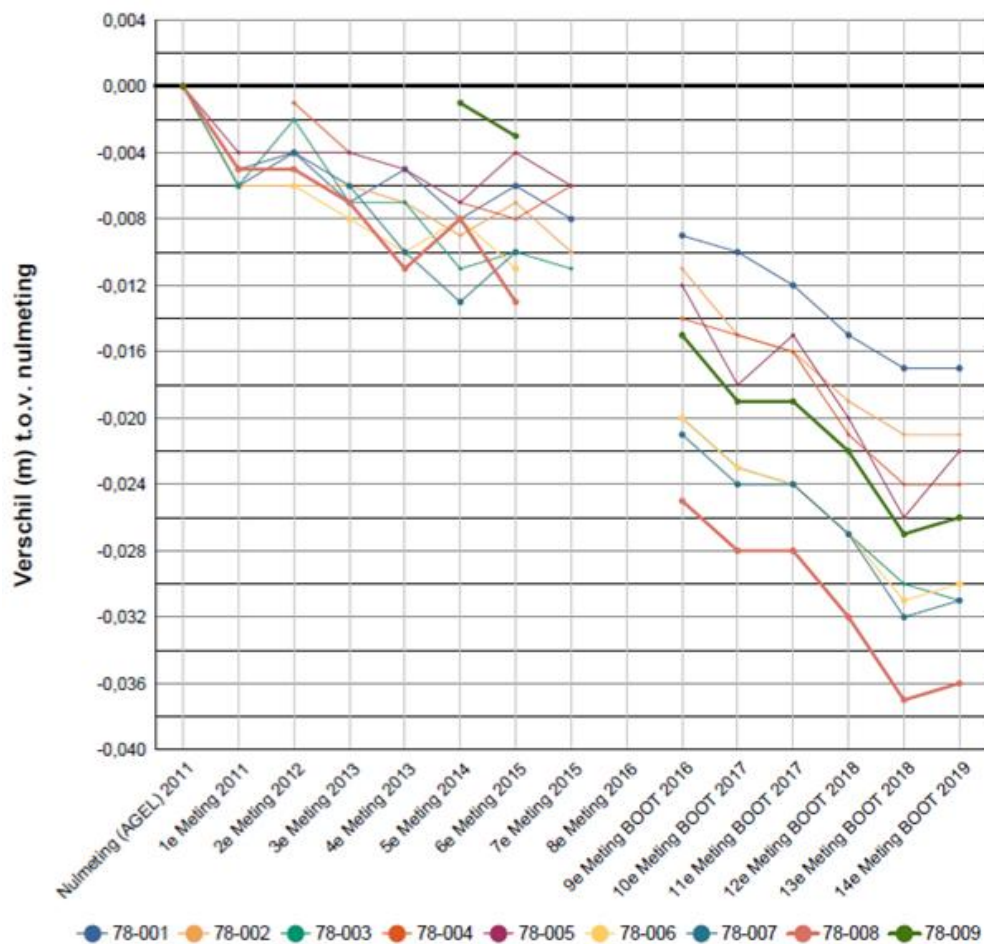
Van Baars analyse met bodemdalingskaart

Dit pand is niet specifiek geanalyseerd maar de conclusie is dat meetpunten punten bij deze groep panden vanaf eind 2016 zakken met snelheden tussen 6 mm tot 10 mm per jaar.

WSRL metingen

Uit de zettingsmeetbouten zijn de volgende zakkingsnelheden gevonden (zie Figuur 3.37):

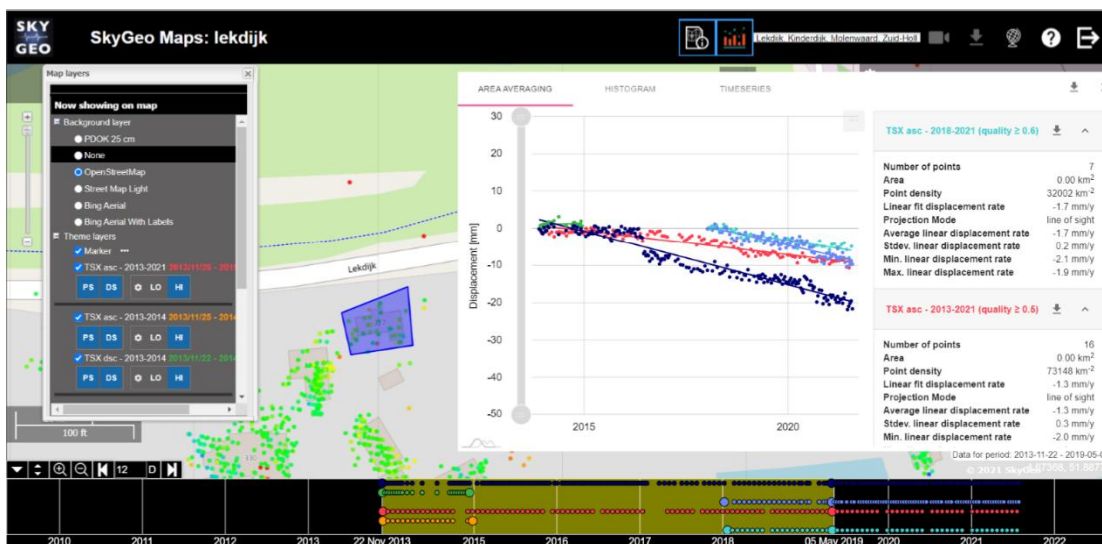
- 1 Voor de werkzaamheden was de zakkingsnelheid -2 tot -3 mm/jaar.
- 2 Tijdens en na de werkzaamheden zakt de voorzijde iets minder (-4 mm/jaar) dan de achterzijde (-6 mm/jaar).
- 3 Als alleen de periode na de werkzaamheden wordt beschouwd worden zakkingsnelheden gevonden van de voorzijde van pand 327 van -3.2 mm/jaar en voor de achterzijde (-4 mm/jaar).



Figuur 3.37 Gemeten zakkings pand Lekdijk 327 WSRL

InSAR metingen

De gemiddelde zakkingsnelheden van pand 327 zijn weergegeven in onderstaande figuur. De TSX asc en TSX dsc geven verschillende vervormingen en vervormingsnelheden. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de relatief grote optredende horizontale vervormingen. Met de data van TSX dsc is een sprong zichtbaar rond de tijd van de werkzaamheden (30-05-2016 tot 21-07-2016). Dit komt overeen met de bevindingen uit de WSRL metingen en zal verder worden geanalyseerd.



Figuur 3.38 Gemiddelde verplaatsingssnelheden van pand Lekdijk 327 voor alle beschikbare bronnen van InSAR

Tabel 3.4 Gemiddelde verplaatsingen van pand Lekdijk 327 gevonden met TSX asc, TSX dsc, de verplaatsingen gemeten met meetbouts (WSRL) en de bodemdalingskaart

| Source | Dates covered | Time constructions | Aantal punten | Verplaatsing voor werkzaamheden in kijkrichting (mm/jaar) | Verplaatsing na werkzaamheden in kijkrichting (mm/jaar) |
|-------------------|-------------------------|--------------------|---------------|---|---|
| Bodemdalingskaart | Mid 2015 tot eind 2018 | After | - | - | -6 tot -10 |
| WSRL | 15/05/2011 – 03/05/2019 | Before and after | - | -2,0 | -3,2 tot -4,0 |
| TSX dsc | 07/01/2018 – 28/07/2021 | After | 5 | - | -2,5 |
| TSX dsc | 22/11/2013 - 17/07/2021 | Before and after | 6 | -0,5 | -2,42 |
| TSX dsc | 03/12/2013 - 12/12/2014 | Before | 5 | -0,4 | - |

Alle data van TSX dsc geven vergelijkbare resultaten. Hierdoor zal alleen één punt van de TSX dsc dataset voor de hele periode (voor en na de werkzaamheden) worden geanalyseerd (zie Figuur 3.39). In deze figuur is de sprong tijdens de werkzaamheden duidelijk zichtbaar. Met deze grafiek is een zakkingsnelheid van -3,2 mm/jaar gevonden na de werkzaamheden en nauwelijks zakking daarvoor.



Figuur 3.39 Data van één punt van TSX dsc op pand Lekdijk 327

Resultaten analyse pand 327

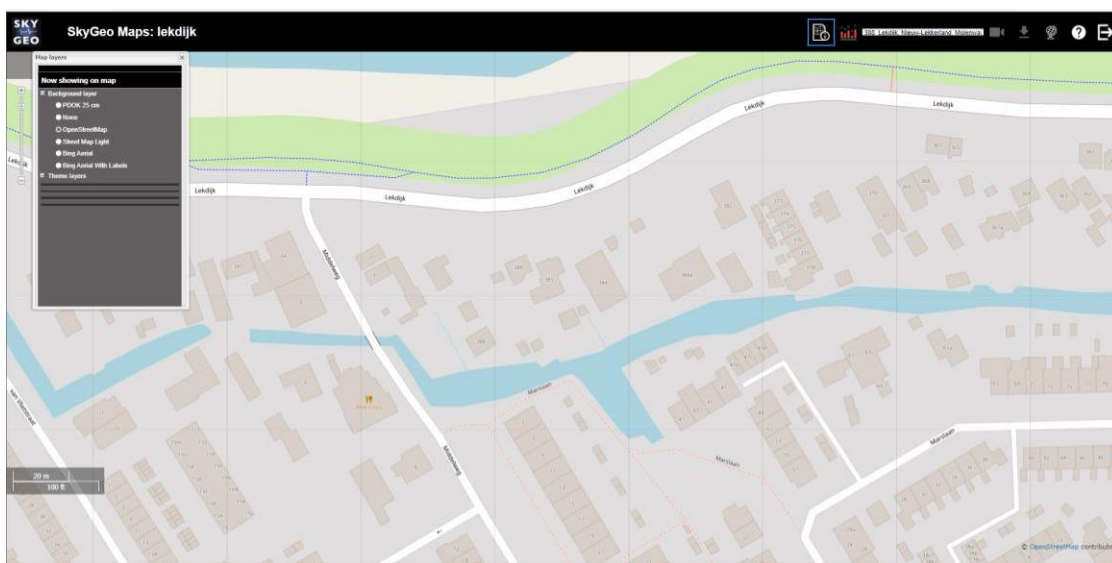
De InSAR data van TSX dsc geeft de meest betrouwbaar resultaten maar deze is waarschijnlijk een onderschatting van de werkelijkheid. Hierbij wordt er namelijk vanuit gegaan dat de WSRL metingen de hoogste nauwkeurigheid hebben.

Conclusies op basis van de metingen pand 327

Het is moeilijk om conclusies te trekken uit de analyses met de InSAR data omdat de verplaatsing niet in verticale richting zijn gemeten. Dit geldt ook voor de data van de bodemdalingskaart die ook veel verschillen van de data gevonden met de zettingsmeetbouten. Voornamelijk op basis van de zettingsmeetbouten wordt een zakkingsnelheid van het pand gevonden van circa 2mm/jaar voor de werkzaamheden (periode mei 2011 t/m mei 2015). Daarna neemt de zakkingsnelheid toe tot 3.2 à 4 mm/jaar. Een duidelijk verschil dus tussen voor en na de werkzaamheden.

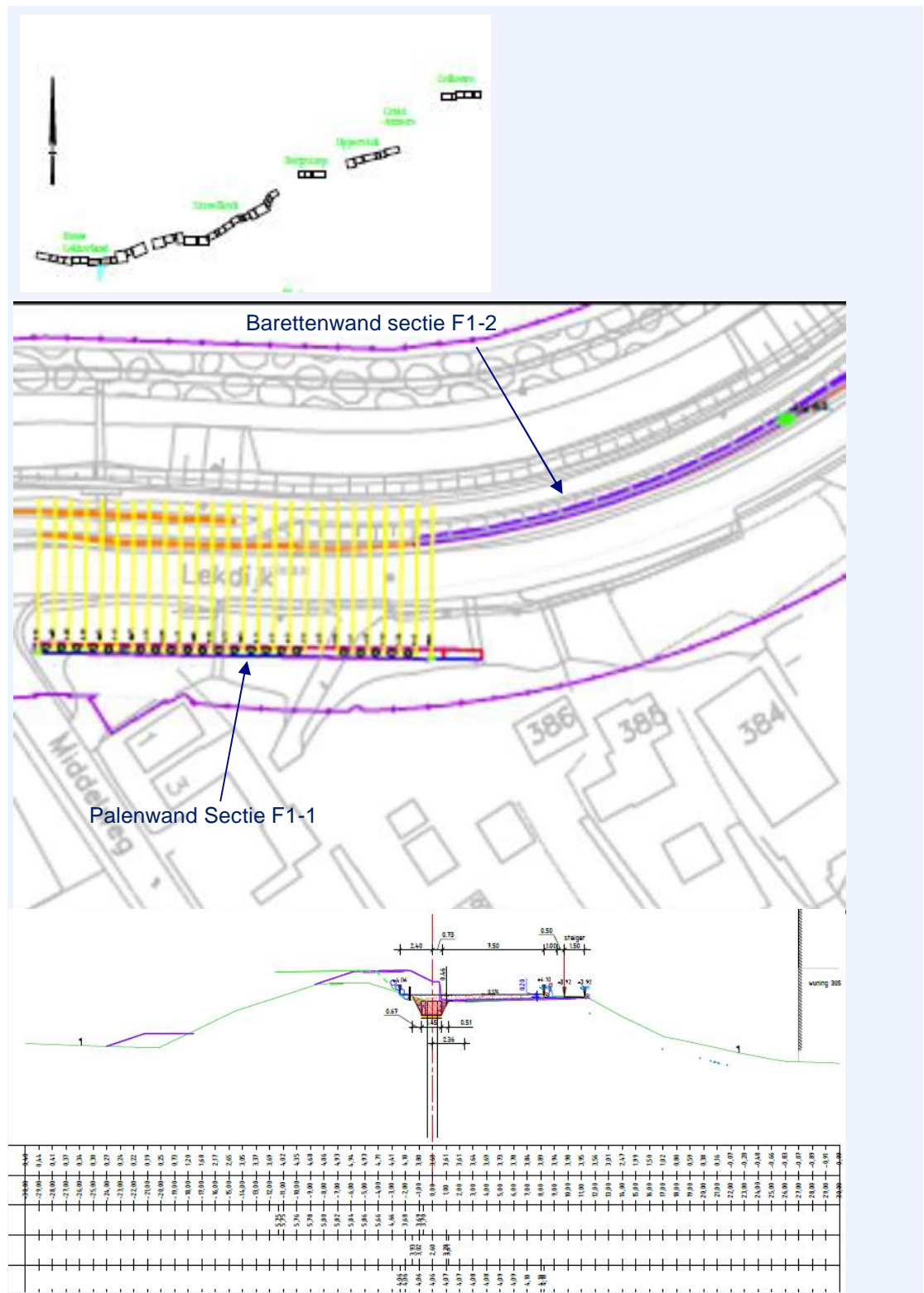
3.3.3 Lekdijk 384 – 388 (Sectie F): Analyse pand 385

Het betreft op deze plaats de volgende woningen: Lekdijk 384, 385, 386 en 388 (zie Figuur 3.40). De dijkversterkingswerkzaamheden die plaats hebben gevonden zijn een grondophoging en vooral het plaatsen van barettenwand. De werkzaamheden aan de palenwand hebben plaatsgevonden tussen 30 mei t/m 21 juli 2016.



Figuur 3.40 Locaties van de panden groep 3 Lekdijk 384-388

Pand is 385 op staal gefundeerd (op gevels en stroken). De dijkversterkingswerkzaamheden die plaats hebben gevonden betreft het plaatsen van een barettenwand ter hoogte van pand 384 en 385 in de periode 24 juli t/m 31 augustus 2016. Ten oosten van de genoemde panden is een boorpalenwand gerealiseerd in de periode van 10 april t/m 11 mei 2016. Zie ook de situatie en de dwarsdoorsnede in de volgende figuur. Zoals blijkt uit de figuur is de barettenwand gemaakt in de binnenteen van de parallelkade, die buitendijks is gesitueerd.



Figuur 3.41 Boven en midden: Weergave van de situatie van de panden Lekdijk 385 en 386 in sectie F1-2, waar de barettenwand is gemaakt. Onder: een dwarsdoorsnede die de situatie weergeeft van de locatie van de diepwand in de binnenteen van de parallelkade t.o.v. het pand Lekdijk 385, die in de binnenteen staat. Deze panden zijn genoemd in het rapport van Van Baars. (Waterschap Rivierenland, 2018)

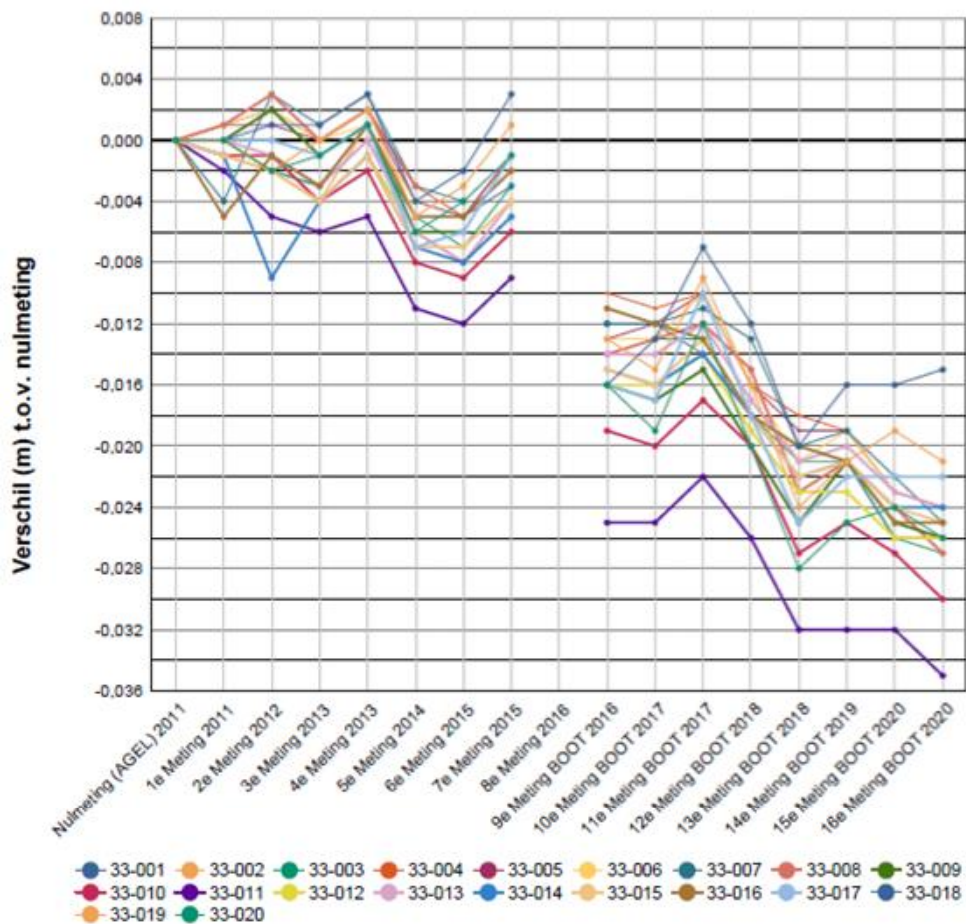
Van Baars analyse met bodemdalingskaart:

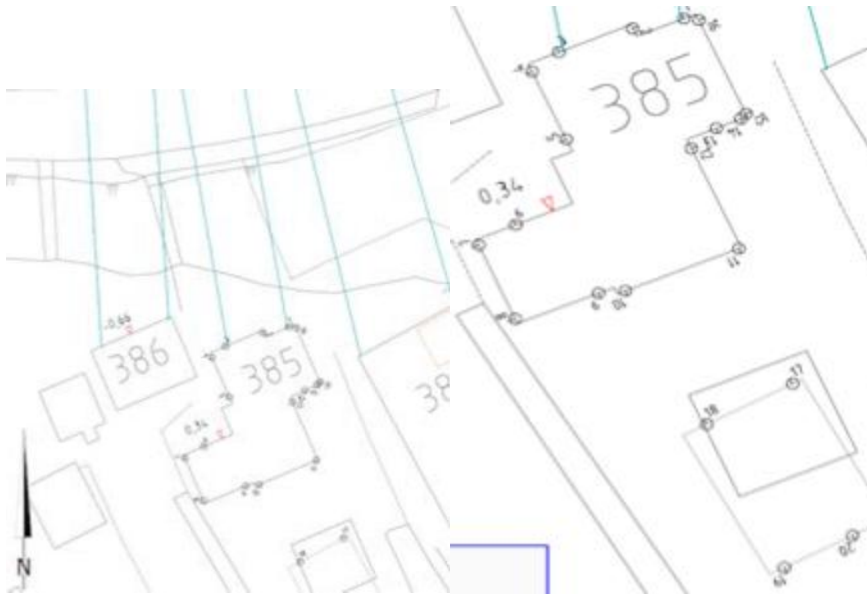
Dit pand is niet kwantitatief geanalyseerd in het rapport van Van Baars. Er is wel sprake van veel scheuren aan dit pand. Het gebied volgens van Baars zakt met meer dan 5,0 mm/jaar. De naast gelegen woning (nummer 386) zakt volgens deze analyse met meer dan 6,4 mm/jaar.

WSRL metingen:

Met de zettingsboutmetingen is een duidelijke toename van zakkingsnelheid na de werkzaamheden zichtbaar. Er is geen duidelijk zakkingsnelheid verschil tussen vóór en achtergevel.

- Gemiddeld zakt dit pand vóór aanvang van de werkzaamheden met -0,9 mm/jaar (tussen 0 en -2 mm/jaar); Hierbij wordt wel opgemerkt dat de metingen vrij veel variëren en vooral vlak voor de werkzaamheden alleen een stijging (3 mm) laten zien.
- Na de werkzaamheden zakt dit pand gemiddeld ongeveer -4,0 mm/jaar. Opmerkelijk is evenwel dat de metingen in de periode direct na de werkzaamheden een lichte stijging (van 1 tot 3 mm) laten zien (tot de 11e meting) waarna er weer een daling optreedt.

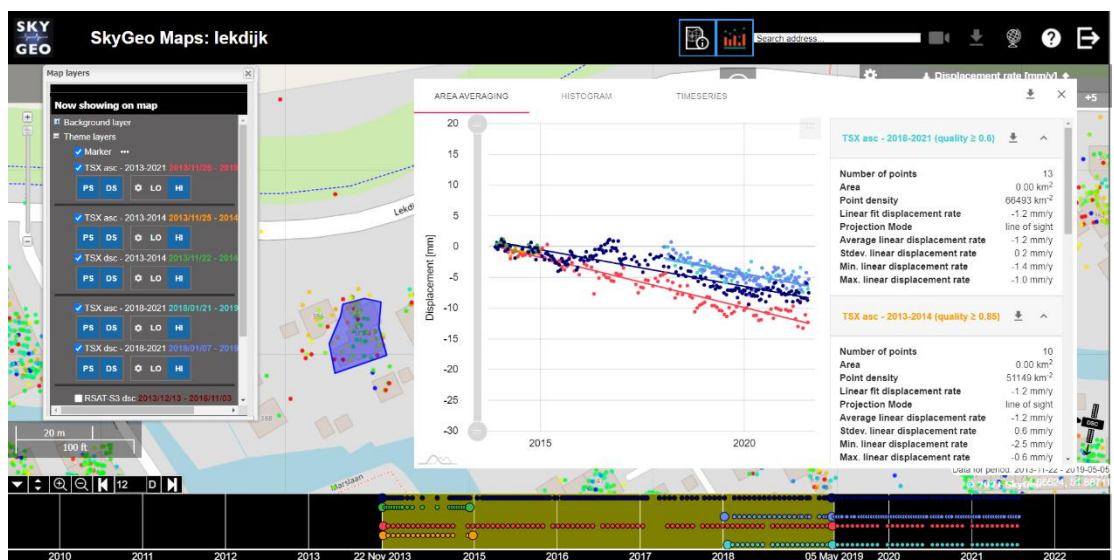




Figuur 3.42 Gemeten zakkingen pand Lekdijk 385 WSRL

InSAR metingen

De gemiddelde metingen met InSAR van het pand zijn in Figuur 3.43 weergegeven. De data van de lange tijdserie (2013-2021) van de satelliet (asc en dsc) geven verschillende resultaten. Echter de data van de korte tijdserie (2018-2021) van de satelliet (asc en dsc) geven geen verschil. Mogelijk komt dit door een horizontale verplaatsing die alleen plaats heeft gevonden, tijdens de dijkversterkingswerkzaamheden. In deze figuur geeft de data van satelliet TSX dsc van het lange tijd serie een sprong in de periode van de werkzaamheden. Dit wordt hieronder verder onderzocht.



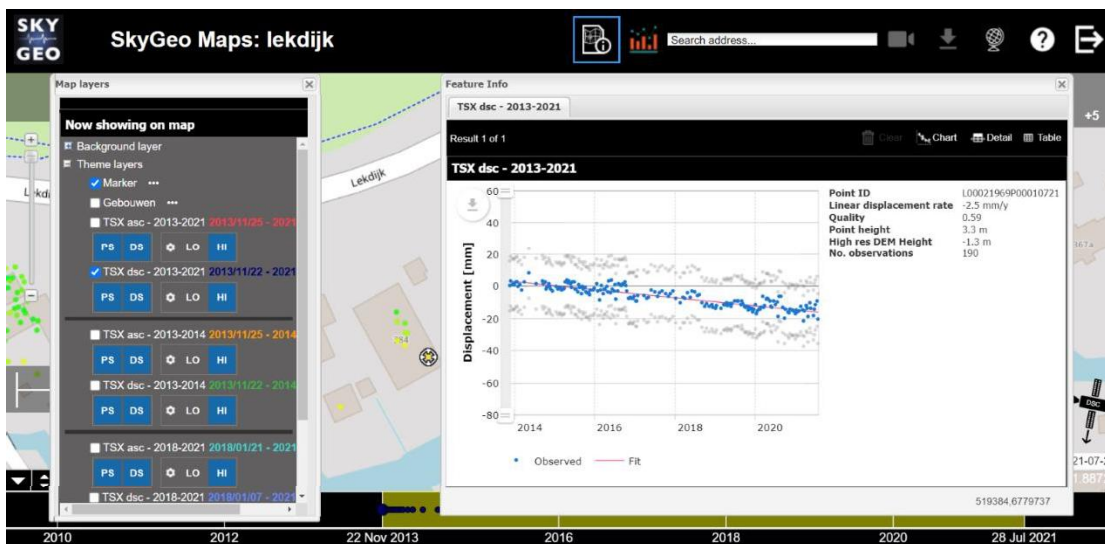
Figuur 3.43 Gemiddelde verplaatsingsnelheden van pand 385 voor alle beschikbare bronnen van InSAR.

Tabel 3.5 geeft een vergelijking tussen de gemiddelde zakkingsnelheden van InSAR met die van de bodemdalingskaart en de zettingsmeetbouten. De zakkingsnelheden vóór de dijkversterkingswerkzaamheden worden overschat met InSAR en die daarna worden onderschat. De bodemdalingskaart overschat de zakkingsnelheden na de dijkversterkingswerkzaamheden. Dit ervan uitgaande dat de metingen met de zettingsmeetbouten vrij nauwkeurig zijn (orde enkele mm).

Tabel 3.5 Gemiddelde verplaatsingen van pand 385 gevonden met TSX asc, TSX dsc, de verplaatsingen gemeten met meetbouten (WSRL) en de bodemdalingskaart

| Source | Dates covered | Time constructions | Aantal punten | Verplaatsing voor werkzaamheden in kijkrichting (mm/jaar) | Verplaatsing na werkzaamheden in kijkrichting (mm/jaar) |
|-------------------|-------------------------|--------------------|---------------|---|---|
| Bodemdalingskaart | Mid 2015 tot eind 2018 | After | - | - | -5,0 tot -6,4 |
| WSRL | 15/05/2011 – 03/05/2019 | Before and after | - | -0,9 | -4,0 |
| TSX asc | 22/11/2013 – 28/07/2021 | Before | 10 | -1,2 | - |
| TSX asc | 22/11/2013 – 12/12/2014 | Before and after | 14 | -1,5 | 1,8 |
| TSX asc | 07/01/2018 – 28/07/2021 | After | 13 | - | -1,2 |
| TSX dsc | 22/11/2013 – 12/12/2014 | Before | 9 | -0,9 | - |
| TSX dsc | 22/11/2013 – 28/07/2021 | Before and after | 19 | -1,1 | -1,8 |
| TSX dsc | 07/01/2018 – 28/07/2021 | After | 10 | - | -1,3 |

De individuele meetpunten op het pand geven ook geen verschil in vervormingssnelheid vóór en na de werkzaamheden (zie Figuur 3.44). Uit deze meetpunten lijkt de voorgevel van het pand sneller te zakken dan het achtergevel.



Figuur 3.44 Meetpunt van de lange tijd serie van satelliet TSX dsc op de achterkant van pand Lekdijk 385

Resultaten analyse pand 385

Met de data van InSAR is gemiddeld genomen wel enig, maar geen groot verschil te zien in vervormingssnelheid vóór en na de dijkversterkingswerkzaamheden. Dit in tegenstelling tot de metingen van de zettingsmeetbouten. Mogelijk komt dit door een grote horizontale verplaatsing die plaats heeft gevonden na de dijkversterkingswerkzaamheden waardoor de verticale verplaatsing in kijkrichting minder zichtbaar was voor de satelliet.

Conclusies op basis van de metingen pand 385

De satellietdata geven voor de periode na de dijkversterkingswerkzaamheden geen nauwkeurig beeld van de verplaatsingen van dit pand. Hiervoor zou nader analyse van de InSAR data moeten plaatsvinden waarbij decompositie plaatsvindt in horizontale en verticale component. De zakkingsnelheid op basis van de WSRL metingen vóór de werkzaamheden geeft een consistent beeld van circa -1mm/jaar . Na de werkzaamheden is de zakkingsnelheid aanmerkelijk hoger nl circa -4mm/jaar . Een duidelijk verschil dus tussen voor en na de werkzaamheden.

3.3.4 Samenvatting vervormingsanalyses panden

De resultaten van de analyses van de metingen zijn in detail in de voorgaande paragrafen weergegeven en zijn samengevat in onderstaande Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Zakking panden vóór en na dijkversterkingswerkzaamheden op basis metingen WSRL en autonome maaiveldvervorming

| Pand | funderings wijze | type versterking | zakkingsnelheid pand 1) | | Autonome maaiveld vervorming 4) | Inschatting % autonome verticale vervorming van totaal |
|----------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------------|--|
| | | | vóór | na | | |
| | | | [mm/j] | [mm/j] | | |
| Lekdijk 25a | palen | grond binnenwaarts | -1,0 | -1,5 tot -5,5 2) | -1,5 | n.v.t. |
| Lekdijk 320 | staal | palenwand en grondophoging | -1,8 | -5,8 | -1,5 | 30% |
| Lekdijk 327 | staal | palenwand een grondophoging | -2,0 | -3,2 a -4,0 | -1,5 | 50% |
| Lekdijk 385 | staal | barettewand | -1,0 a -1,2 | -4,0 | -1,0 a -1,2 | 25% |
| Lekdijk 323/324 | staal | boorpalenwand | -2,0 | 5- tot -8 | -1,5 | 25 tot 40% |
| Dorpsstraat 5 | staal | grond buitenwaarts | -3 tot -4 | -3 tot -4 | -1,8 tot -2,1 | n.v.t. 3) |
| Dorpsstraat 17 en 19 | staal | grond buitenwaarts | -2 tot -3 | -2 tot -3 | -1,1 tot -1,5 | n.v.t. 3) |

1) Op basis van de zettingsmeetbout metingen WSRL (periode 2011 tot 2019)
2) Voorzijde respectievelijk achterzijde van het pand
3) Aangenomen wordt dat de panden buiten het invloedsgebied liggen van de buitenwaartse versterking in grond
4) Periode van 2011 tot begin 2016

Uit de analyses van deze panden volgt dat ervan kan worden uitgegaan de zakkingsmetingen van WSRL (meetboutjes aan de gevel of fundering van de panden) nauwkeurige informatie over de zakking van het pand vóór en na de dijkversterkingswerkzaamheden geven, waarbij een nauwkeurigheid mag worden verwacht van enkele mm (dit komt neer op een nauwkeurigheid van de zakkingsnelheid van circa 0.3 mm/jaar voor vóór de werkzaamheden en circa 0.6 mm/jaar na de dijkversterkingswerkzaamheden). De horizontale deformaties zijn hierbij nog niet beschouwd bij de genoemde panden in de tabel, met uitzondering van het pand Lekdijk 25a. In een nadere analyse kunnen ook de horizontale deformaties vanuit de bouwphase die door CDVM zijn gemeten en de metingen met hellingmeetbuizen worden betrokken, in deze fase is dit niet gedaan.

Op basis van de analyse van de InSAR metingen is niet altijd een duidelijk beeld te verkrijgen van de vervormingen. Vooral indien horizontale vervorming zouden zijn opgetreden is de nauwkeurigheid als gering te duiden. Zoals al in paragraaf 3.1 is aangegeven is nadere analyse (second acquisition) nog niet uitgevoerd. Hiermee zal de nauwkeurigheid kunnen worden verhoogd.

Een van de geselecteerde panden (Lekdijk 25a) is op palen gefundeerd. Uit de WSRL metingen volgt dat vóór de werkzaamheden weinig en na de werkzaamheden veel zakking van het pand is opgetreden dat tot circa 2 jaar na de start van de werkzaamheden stabiel bleef om vervolgens daarna weer verder te zakken. Opgemerkt wordt dat vlakbij het pand damwanden zijn ingetrild die mogelijk hebben geleid tot extra paalzakking. De overige beschouwde panden (Lekdijk 320, 327 en 385) zijn op staal gefundeerd. Uit de WSRL-

metingen volgt dat in alle gevallen een duidelijk verschil is geconstateerd in de zakkingsnelheden van de panden van vóór en na de dijkversterkingswerkzaamheden tot circa 2019 (zie Tabel 3.6). In de tabel zijn tevens de autonome maaiveldvervormingen weergegeven. De zakkingsnelheden van de panden vóór de werkzaamheden komen redelijk overeen met de gevonden autonome vervormingsnelheden op basis van de InSAR data.

4 Conclusies

Nauwkeurigheid InSAR satellietdata en zettingsmeetboutjes WSRL

Conclusie is dat alleen de panden die zijn voorzien van zettingsmeetbouten, die voorafgaand aan, gedurende en na afloop van de uitvoeren van de versterkingswerkzaamheden zijn gemonitord geschikt zijn om nauwkeurige uitspraken te kunnen doen betreffende de grootte van de verticale vervormingen voor, tijdens en na de dijkversterkingswerkzaamheden.

De InSAR satellietmetingen uit de bodemdalingsatlas (zoals vermoedelijk gebruikt door Van Baars) *zijn niet geoptimaliseerd, en daarmee niet geschikt, voor specifieke toepassingen*. Hoewel dit een globaal beeld geeft van de bewegingssnelheden kan (en had) deze data niet voor dit doel (mogen) worden gebruikt.

De in dit rapport uitgevoerde analyses op basis van de satellietmetingen (InSAR) geleverd door SkyGeo, zijn veelal ontoereikend om de exacte verticale vervormingen te bepalen ondanks het feit dat deze zijn gerefereerd en geoptimaliseerd. De gebruikte SkyGeo metingen zijn wel geschikt voor een meer generieke beschouwing van de deformaties van de panden.

Autonome vervormingen van de dijk en de panden

Geconcludeerd wordt dat ter plaatse van de beschouwde panden ook sprake is van autonome vervormingen van het maaiveld en de panden zelf. Vervormingen dus, die ongeacht dijkversterkingswerkzaamheden optreden en in het verleden zijn opgetreden. Dit ontstaat door natuurlijke processen en menselijk ingrijpen (bijvoorbeeld in de waterhuishouding doordat we water uit polders pompen), klimaatverandering, etc. Autonome bodemdaling is de zetting/zakking van het maaiveld als gevolg van deze processen. In dit rapport zijn zowel vervormingen door de dijkversterkingswerkzaamheden als de autonome vervormingen zo goed mogelijk gekwantificeerd.

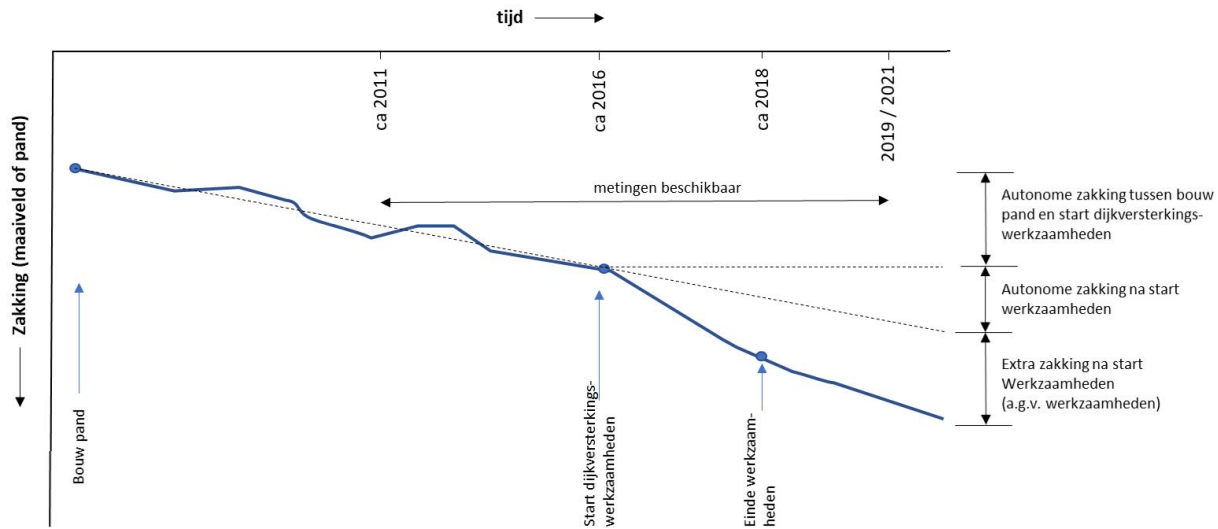
Verticale vervormingen van de beschouwde panden en relatie met dijkversterkingswerkzaamheden

In deze fase zijn enkele geselecteerde panden geanalyseerd uit de door van Baars aangereikte 3 groepen van panden. Voorliggende conclusies zijn de eerste bevindingen.

Een van de panden (Lekdijk 25a) is op palen gefundeerd. Uit de WSRL metingen volgt dat vóór de werkzaamheden weinig en erna veel zakking van het pand is opgetreden. Mogelijk zijn hierdoor problemen met de fundering ontstaan tijdens de werkzaamheden. Opgemerkt wordt dat vlakbij het pand damwanden zijn ingetrild die mogelijk hebben geleid tot extra paalzakking. De horizontale vervormingen zijn bij dit pand mogelijk dominant waardoor de bepaalde vervormingssnelheden uit de InSAR metingen ter plaatse van het pand nog te onnauwkeurig zijn. Hiervoor is een nadere analyse benodigd.

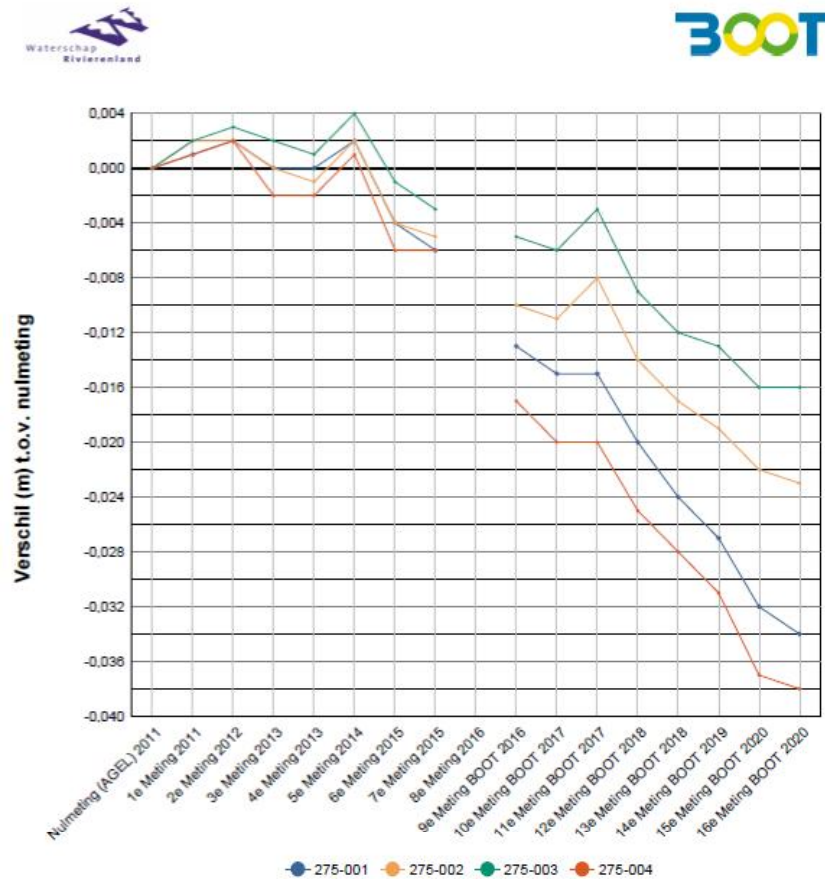
De overige beschouwde panden Lekdijk 320, 327 en 385, alsook de panden Lekdijk 323 en 324 zijn op staal gefundeerd. De zakkingsnelheden van de panden van vóór en na de dijkversterkingswerkzaamheden (tot circa 2019) geven een duidelijk verschil. Vóór de werkzaamheden namelijk -1 tot -2 mm/jaar en na -3.2 tot -8 mm/jaar. Uit de metingen blijkt dus dat de zakkingsnelheid van de bebouwing ná de werkzaamheden is toegenomen. Uitzondering is pand Dorpsstraat 5 waar de zakkingsnelheid zowel vóór en na de werkzaamheden -3 tot -4 mm/jaar is (Dit is overigens niet onlogisch aangezien de dijkversterking hier ter plaatse buitenwaarts heeft plaatsgevonden op geruime afstand van de panden).

De autonome vervormingsnelheid van het maaiveld ter plaatse van deze panden is gemiddeld -1.0 tot -2.0 mm/jaar. In onderstaande Figuur 4.1 is het principe van de generieke relatie tussen de autonome zakking en de zakking als gevolg van de dijkversterkingswerkzaamheden in de tijd weergegeven.



Figuur 4.1 Principe relatie tussen autonome zakking en de zakking als gevolg van de dijkversterkingswerkzaamheden in de tijd

Een voorbeeld van een zakkingsmeting bij een van de panden bij dijkversterking KIS is weergegeven in de volgende figuur.



Figuur 4-2 Voorbeeld van een zakkingsmeting van een van de panden bij de dijkversterking KIS (Waterschap Rivierenland, 2018)

Hiermee is vervolgens voor de panden een inschatting worden gemaakt of, en zo ja welke vervormingen zijn toe te rekenen aan de dijkversterkingswerkzaamheden. Voor panden die op staal zijn gefundeerd kan worden aangenomen dat deze meezakken met het maaiveld. Voor de meeste beschouwde panden blijkt dat het pand de zakking van het maaiveld één op één volgt.

Uit de analyses van enkele andere panden in vak V (Dorpsstraat 5, 17 en 19) volgt weliswaar dat de panden ook meezakken met het maaiveld, maar dit is echter een factor 2 meer dan de maaiveldzakking ter plaatse van deze panden. Een verklaring hiervoor is niet gevonden. Het blijkt derhalve dat de verticale vervormingen van de in dit rapport beschouwde panden gefundeerd op staal, in de periode ná start van de dijkversterkingswerkzaamheden, voor een deel namelijk orde 25 tot 50% kunnen worden toegeschreven aan autonome vervormingen (die voortdurende optreden, dus zonder de invloed van dijkversterkingswerkzaamheden). Daarmee lijkt het ook plausibel dat het overgrote deel namelijk 50 tot 75% van verticale vervormingen van de in dit rapport beschouwde panden in de periode ná start van de dijkversterkingswerkzaamheden, als gevolg van de dijkversterkingswerkzaamheden is opgetreden. Opgemerkt wordt dat de autonome vervormingen van het maaiveld en het pand ruim voor de werkzaamheden, namelijk vanaf de bouw van het pand, optreden (zie ook Figuur 4.1).

Opgemerkt wordt dat deze conclusie alleen de verticale vervormingen van de beschouwde panden betreft en niet geldt voor de horizontale vervormingen. Op de meeste plaatsen is de toename van de vervorming opgetreden ongeacht het type dijkversterkingsconstructie zoals volgt uit Tabel 3.6. Dit gegeven is opmerkelijk omdat toename van de verticale vervorming bij versterking in grond logisch is maar bij versterking met constructies als diepwanden, baretwanden en boorpalenwanden minder voor de hand ligt. Voor de constructies ligt het namelijk voor de hand dat horizontale deformaties dominant zijn.

Invloed horizontale vervormingen

Afgezien van de verticale vervormingen treden hier in veel gevallen ook horizontale gronddeformaties op ter plaatse van de dijkversterkingen. De horizontale vervormingen ter plaatse van de beschouwde panden zijn in een aantal gevallen gemeten maar de resultaten hiervan zijn nog niet verwerkt in dit rapport. Hiervoor is een andere analyse noodzakelijk. Ook van de horizontale deformaties kan een klein deel bestaan uit autonome vervormingen. Het is echter vooralsnog duidelijk dat dat de navolgende aspect van Van Baars (zie ook paragraaf par 5.2) ten dele juist is:

Het is duidelijk dat het gevaar voor grote verplaatsingen in de buurt van de huizen achter de Lekdijk, vooral horizontale verplaatsingen, niet ten volle is onderkend.

Schade aan panden

Als in de periode tijdens de uitvoering van de dijkversterkingswerkzaamheden schade aan panden is ontstaan, is het waarschijnlijk dat zeker een groot deel daarvan aan de dijkversterking is te wijten.

De dijkversterking heeft generiek, dus ongeacht het type versterking tot (extra) vervormingen geleid. Dit is inherent aan dijkversterking. Het optreden van vervormingen bij panden kan dus niet geheel worden voorkomen.

Bij kleine deformaties/deformatieverschillen kan al schade ontstaan. Dit is afhankelijk van diverse factoren waaronder (niet uitputtend) de bouwwijze van het pand, bouwkundige staat van het pand, funderingswijze en of er reeds schade aan het pand was. Ook de snelheid waarmee de deformaties optreden en deformatieverschillen (rotatie) kan van invloed zijn. Of al dan niet schade ontstaat is lastig te voorspellen maar hiervoor zijn per funderingstype van het pand en per dijkversterkingsmaatregel en uitvoeringswijze criteria opgesteld.

Uit een analyse van de voor-opname en de na-opname van de panden en de vervormingsmetingen kan dit worden vastgesteld.

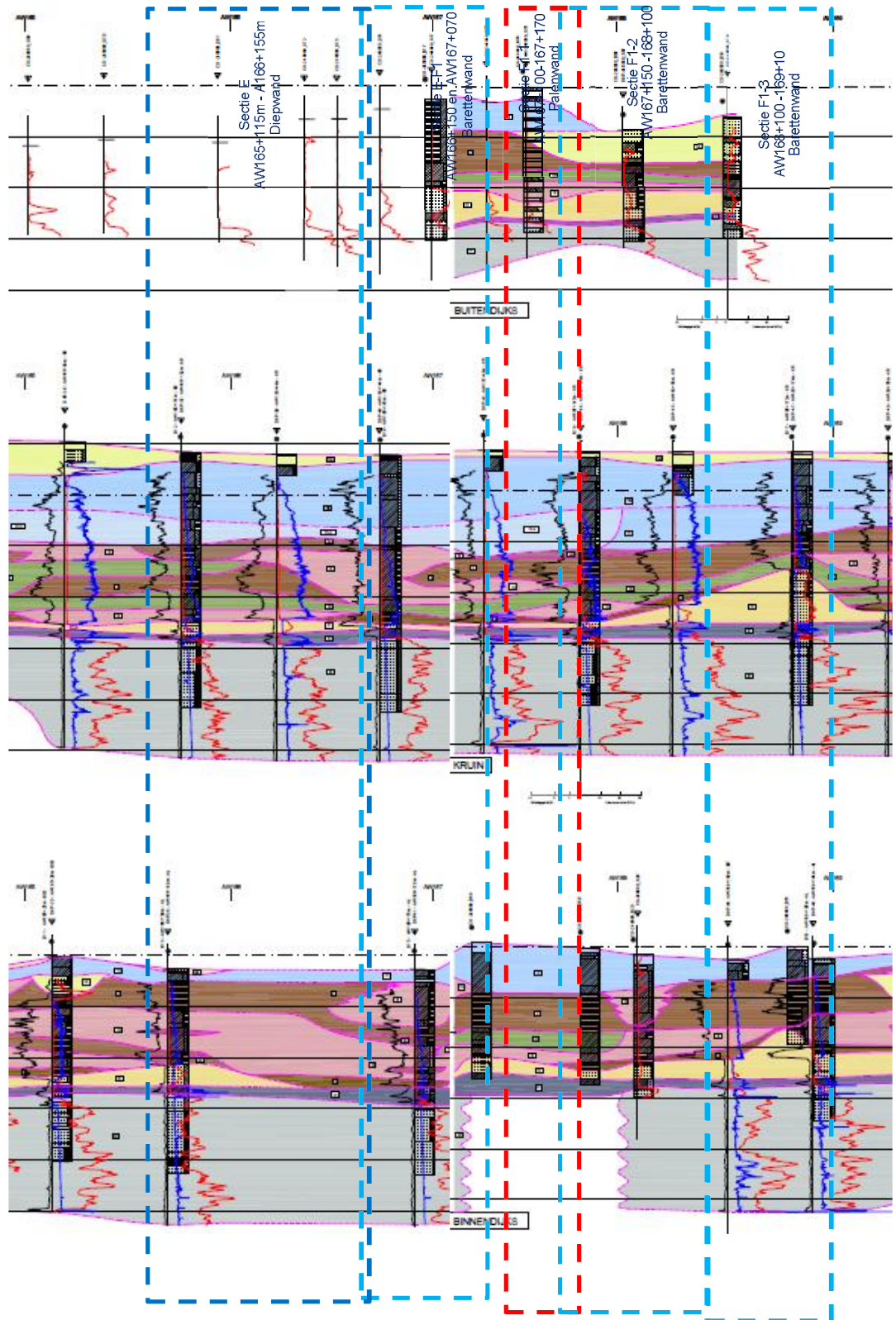
Vragen die daarbij dienen te worden beantwoord zijn:

1. Is er ongelijkmatige zakking en of horizontale verplaatsing opgetreden.
2. Is de schade het gevolg van ongelijkmatige zakking en/of horizontale verplaatsing.

Onderscheid maken in funderingstype van het pand is belangrijk. Bij een fundering op staal ontstaat vooral zettingsschade door zettingsverschillen (hoekverdraaiingen). Bij een fundering op palen kan schade ontstaan door horizontale grondvervormingen en spanningsverhogingen ter plaatse van de palen, of als gevolg van hoekverdraaiingen. Ook kan schade ontstaan door negatieve kleeft op de funderingspalen. Tevens kan onafhankelijk van het funderingstype schade aan funderingsbalken ontstaan door verschillen in horizontale grondverplaatsingen.

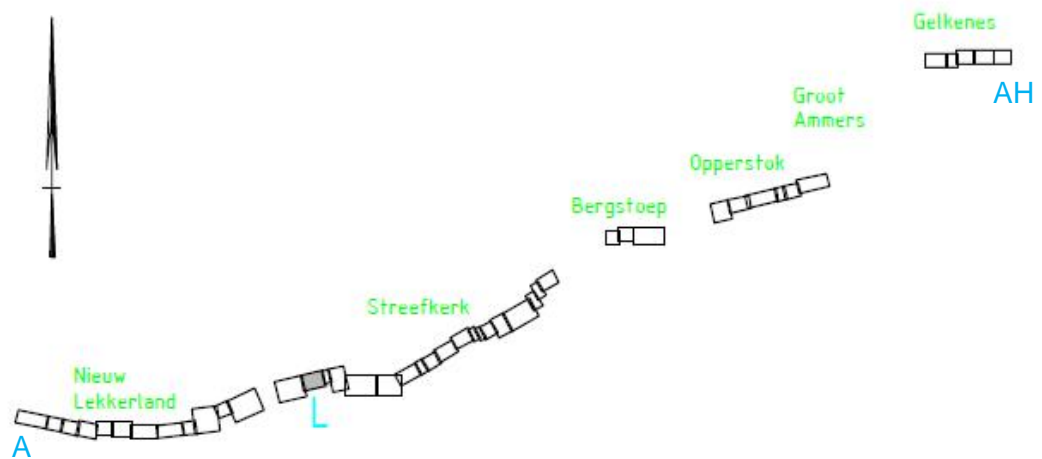
Naast (directe) schade veroorzaakt door grondvervormingen (horizontaal dan wel verticaal) als gevolg van dijversterking in grond of door het aanbrengen van constructies als boorpalenwadenophogingen, kan ook schade ontstaan door veranderingen in de geohydrologie. Er kunnen bijvoorbeeld zetting en zettingsverschillen optreden als de grondwaterstand ter plaatse van de op staal gefundeerde panden daalt. Tevens kan door verminderde draagkracht bij op staal gefundeerde panden zakking van het pand er derhalve schade optreden. Lekkages of natte plekken kunnen ook optreden in kelders bij een verhoogde waterstand. Paalrot kan optreden bij op houten palen gefundeerde panden bij verlaagde waterstanden, wanneer de bovenkant van de houten paal boven de grondwaterstand komt te liggen.

C Impressie bodemopbouw bij KIS



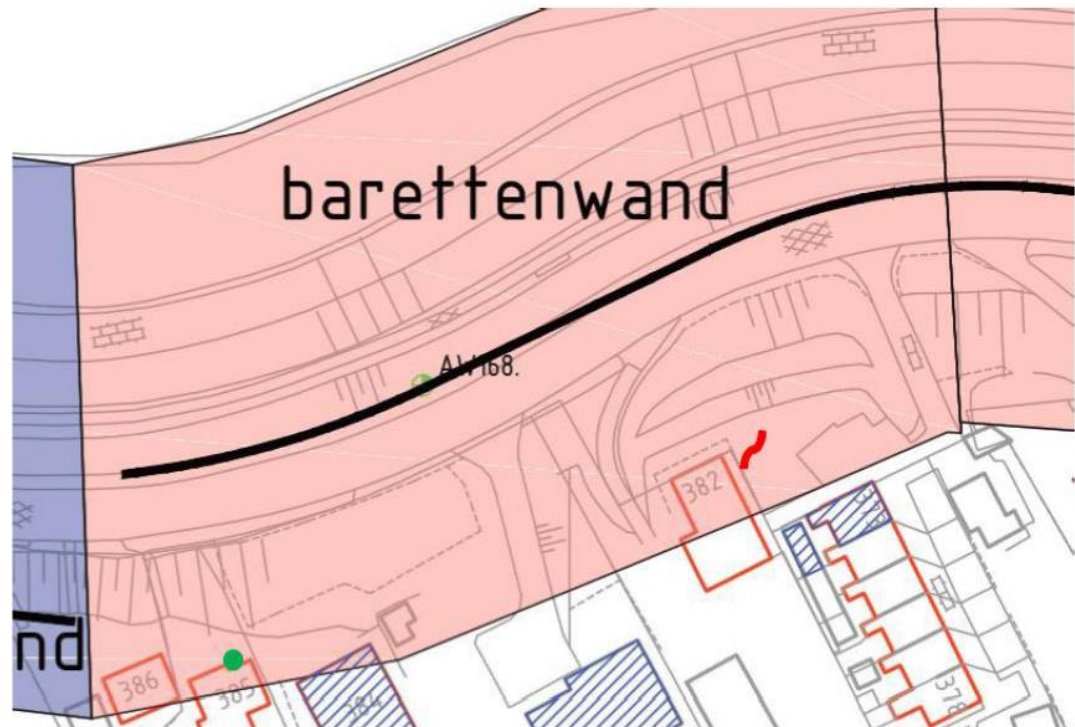
D Impressie van de sectie-indeling van de dijkversterking

De dijksecties zijn genummerd van A tot AH.




E Locaties monitoring bij secties met Barettenwanden

Sectie F1-2: Locatie trillingsmeter op de voorgevel van Lekdijk 385 en locatie hellingmeetbuis naast Lekdijk 382 (CDVM, Ongedateerd).



● = Trillingsmeter. 1 stuk op Lekdijk 385. Op een stijf constructief element van het pand.

┌ = Hellingmeetbuis. 1 m uit de zijgevel, in lijn met de voorgevel van Lekdijk 382. Plaatsen tot -16.0 N.A.P.

| | | |
|--|--|---|
| | Dijkverbetering Molenwaard |  |
| | Werkinstructie Barettenwand/Diepwand E,F,G | Status: definitief |
| | Doc-nummer: P16131475-WEI-VCO-10448 | Versie:3.0 |
| | Naam opsteller: J. van der Vlist | Datum: 19-09-2016 |

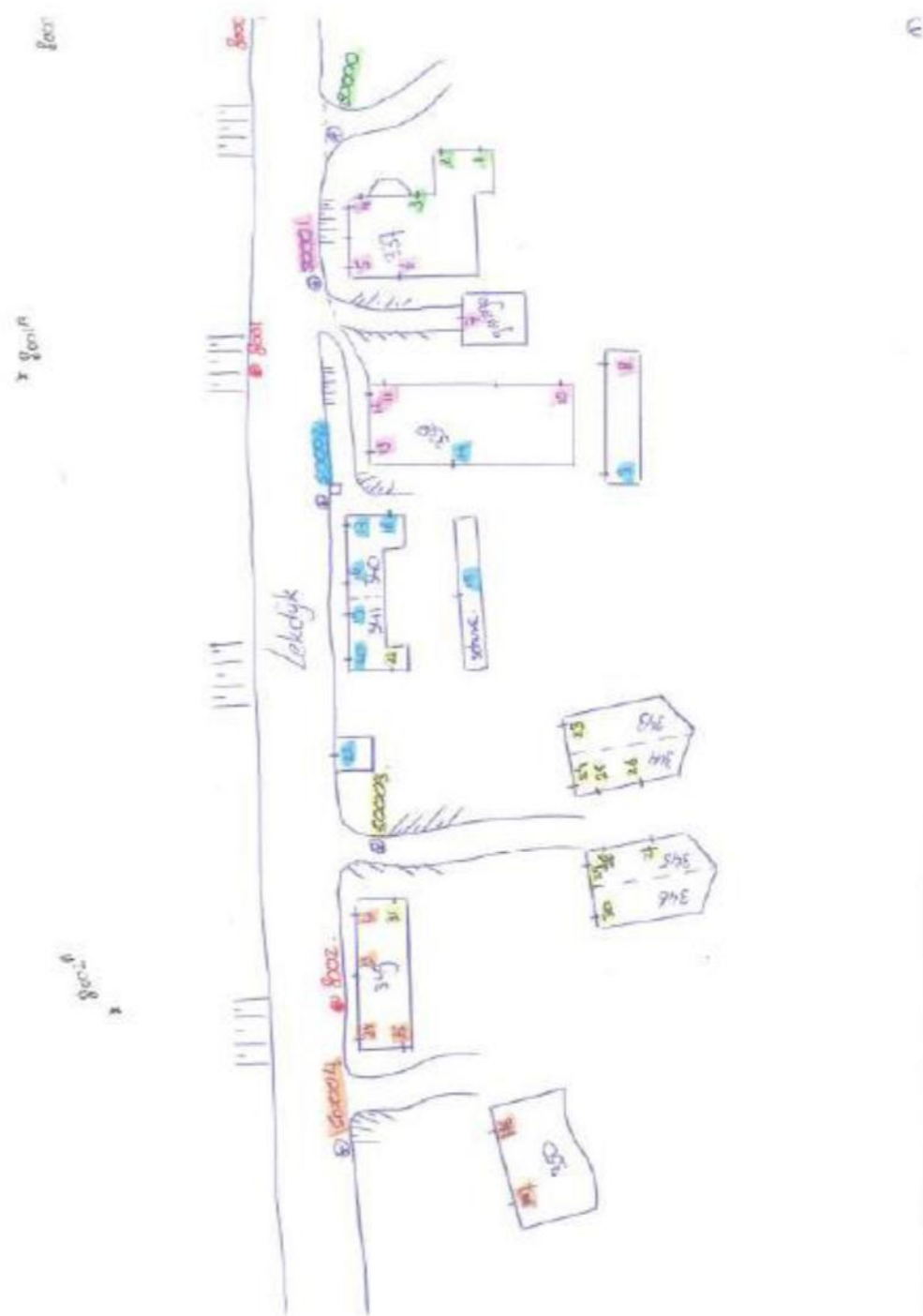
Locatie monitoringstickers



| | | |
|--|--|---|
| Dijkverbetering Molenwaard | |  |
| Werkinstructie Barettenwand/Diepwand E,F,G | | Status: definitief |
| Doc-nummer: P16131475-WEI-VCO-10448 | | Versie: 3.0 |
| Naam opsteller: J. van der Vlist | | Datum: 19-09-2016 |



| | | |
|--|--|---|
| Dijkverbetering Molenwaard | |  |
| Werkinstructie Barettenwand/Diepwand E,F,G | | Status: definitief |
| Doc-nummer: P16131475-WEI-VCO-10448 | | Versie: 3.0 |
| Naam opsteller: J. van der Vlist | | Datum: 19-09-2016 |



F Overzicht monitoring (Bijlage1 uit (CDVM, 07-12-2015 v.9.0))

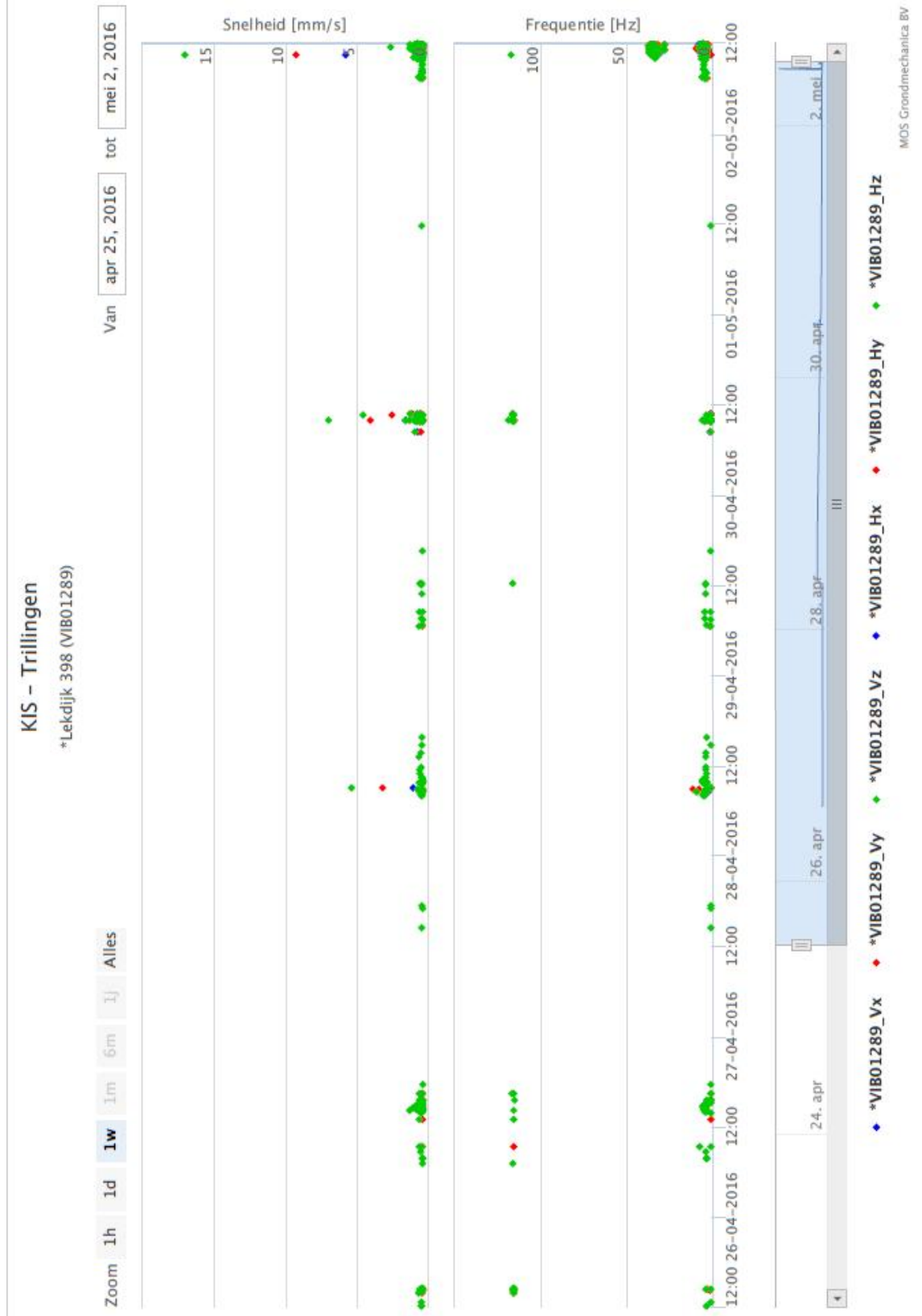
| | |
|-------------|---|
| 117 van 148 | Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS) Fase 2 Toetsing aspecten uit rapportage "De Lekdijk is lekgestoken" 11207207-005-GEO-0016, 31 januari 2022 |
|-------------|---|

| Nr. | Activiteit | Type meting | Metsmethode | Offerte toetsing meting/indicator | Locatie toetsing meting/indicator | Toetswaarde | Frequentie | Alarmwaarde | Actie bij overschrijding alarmwaarde | Grenswaarde | Actie bij overschrijding grenswaarde |
|---|---|---------------------|-------------------------------|--|---|-------------|---|---|---|---|--|
| Monitoring specifiek voor activiteit | | | | | | | | | | | |
| 1 | Risicowaterverschikking | Zakbakken | GPS N, Z, O | Zakbakken aanbrengen met eerste ophoogslag | Zie ontwerpdocumenten (SPE en UO) voor exacte locaties zakbakken. Voortrappel voor bepaling locaties zakbakken is in standaard vakken van 25x25 m tot maximaal 50x50 m met volgende locatie criteria: Ten minste 3 zakbakken op een afstand > 5 m loev. rand ophoogslag Verschuiving < 10 m. Niet buiten rand van de nieuw aan te leggen weg Verschuiving > 10 m: ook op 10 m afstand Loev. rand kruislijn | < 20 mm | 1. Bij elke slag voor ophoeging; 2. na ophoegen na 1,7, 14, 21, 28 dagen; 3. daarna 1x per 2 weken gedurende 3 maanden; 4. daarna 1x per maand gedurende 8 maanden; 5. daarna 1x per 2 maanden gedurende 1 jaar | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| 2 | | Waterspanning | Waterspanningsmeter | bij totale ophoeging > 2 m, minimaal 2 meters indien er zich geen andere meters binnen 250 m bevinden | De ontwerpdocumenten (SPE en UO) voor exacte locaties zakbakken. Voortrappel voor bepaling locaties zakbakken is in standaard vakken van 25x25 m tot maximaal 50x50 m met volgende locatie criteria: Ten minste 3 zakbakken op een afstand > 5 m loev. rand ophoeging | 0,25 kPa | 1. bij elke slag voor ophoeging; 2. na ophoegen na 1,7, 14, 21, 28 dagen; 3. daarna 1x per 2 weken gedurende 3 maanden; 4. daarna 1x per maand gedurende 8 maanden; 5. daarna 1x per 2 maanden gedurende 1 jaar | indien toename waterspanning > gewicht ophoegslag | Overleg met ontwerpafdeling | indien toename waterspanning > gewicht ophoegslag | overleg met ontwerpafdeling |
| 3 | Binnendijk ophoeging | Zakbakken | GPS N, Z, O | Zakbakken aanbrengen met eerste ophoegslag | De ontwerpdocumenten (SPE en UO) voor exacte locaties zakbakken. Voortrappel voor bepaling locaties zakbakken is in standaard vakken van 25x25 m tot maximaal 50x50 m met volgende locatie criteria: Ten minste 3 zakbakken op een afstand > 5 m loev. rand ophoeging | < 20 mm | 1. 1 week voor aanbrengen ophoegslag 2. na ophoegen na 1,7, 14, 21, 28 dagen; 3. daarna 1x per 2 weken gedurende 3 maanden; 4. daarna 1x per maand gedurende 8 maanden; 5. daarna 1x per 2 maanden gedurende 1 jaar | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| 4 | | Waterspanning | Waterspanningsmeter | bij totale ophoeging > 1,5 m, maximaal 2 meters indien er zich geen andere meters binnen 250 m bevinden | afstand h.o.b. 0,2 m tussen verticaal drains Zie voor exacte locaties de respectievelijke UO's | 0,25 kPa | 1. bij elke slag voor ophoeging; 2. na ophoegen na 1,7, 14, 21, 28 dagen; 3. daarna 1x per 2 weken gedurende 3 maanden; 4. daarna 1x per maand gedurende 8 maanden; 5. daarna 1x per 2 maanden gedurende 1 jaar | indien toename waterspanning > gewicht ophoegslag | Overleg met ontwerpafdeling | indien toename waterspanning > gewicht ophoegslag | overleg met ontwerpafdeling |
| 5 | Kraai ophoeging | Zakbakken | GPS N, Z, O | Zakbakken aanbrengen met eerste ophoegslag | Zie ontwerpdocumenten (SPE en UO) voor exacte locaties zakbakken. Voortrappel voor bepaling locaties zakbakken is in standaard vakken van 25x25 m tot maximaal 50x50 m met volgende locatie criteria: Niet buiten rand van de nieuw aan te leggen weg | < 20 mm | 1. 1 week voor aanbrengen ophoegslag 2. na ophoegen na 1,7, 14, 21, 28 dagen; 3. daarna 1x per 2 weken gedurende 3 maanden; 4. daarna 1x per maand gedurende 8 maanden; 5. daarna 1x per 2 maanden gedurende 1 jaar | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| 6 | | Waterspanning | Waterspanningsmeter | bij totale ophoeging > 2 m, minimaal 2 meters en indien er zich geen andere meters binnen 250 m bevinden | afstand h.o.b. 0,2 m tussen verticaal drains Zie voor exacte locaties de respectievelijke UO's | 0,25 kPa | 1. 1 week voor aanbrengen ophoegslag 2. na ophoegen na 1,7, 14, 21, 28 dagen; 3. daarna 1x per 2 weken gedurende 3 maanden; 4. daarna 1x per maand gedurende 8 maanden; 5. daarna 1x per 2 maanden gedurende 1 jaar | indien toename waterspanning > gewicht ophoegslag | Overleg met ontwerpafdeling | indien toename waterspanning > gewicht ophoegslag | overleg met ontwerpafdeling |
| 7 | Aanbrengen constructies (loopplaten en deuren) | Afdriftregel | Tachymeter N, Z, O | Voor start inrichten werken t.o.v. aanbrengen constructies | alle 25 m op 0,25 m uit zijwaarts afdrift < 1,50 m t.o.v. lokale constructie | < 20 mm | 1. inloeding N, Z met tachymeter vooraf aan start inrichten werken 2. 2-meting meettachymeter over minimaal 6 nagels na de eerste week aanbrengen loopplaten/loopwand ophoegde frequentie is afhankelijk van uitkomst inrichting Indien er het aanbrengen van de eerste paar driftpalen worden aanvaardbaar zal de frequentie worden verhoogd | Bij driftpaling 2,5-30 mm | 1. overleg met ontwerpafdeling Afw 2-50 mm of 7,5-25 mm | 1. Stoptpunt 2. Overleg met ontwerpafdeling | |
| 8 | | Tijlignering | SBB bevestiging 6 m s. SMS | Bij uitvoering loopplaten | 2 panden binnen 15 m t.o.v. loopplaat | n.v.t. | 1. Overleg met ontwerpafdeling 2. Ervaren werkluije aanpak | 6 mm/s | 1. Overleg met ontwerpafdeling 2. Ervaren werkluije aanpak | 6,4 mm/s | 1. Stoptpunt 2. Overleg met ontwerpafdeling |
| 9 | | Oververbruik | Grafiek bestaandeboek | alle panden 0-30 m t.o.v. constructies | Meerboort-/stickers conform regel 27 panden op 15-30m en regel 22 panden op 0-15m | n.v.t. | Bij elke slag | Oververbruik bij 1 jaar > 25% | 1. overleg met ontwerpafdeling | Oververbruik bij 4 jaar > 25% OP bij 1 jaar > 35% | 1. Naafslagen panden opnieuw inrichten 2. overleg met ontwerpafdeling |
| 10 | Nieuwe labels en ledigen traads (oec. hulaakuitlagen) | Waterstanden | Waterstanden NWS website | Bij uitvoering loopplaten | Schroeven Kruipen tijd tek | n.v.t. | Bij uitvoering loopplaten ca. 1x per week t.o.v. loopplaten benoemde waterstaat in bestaandeboek | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| 11 | | Zakbakken | GPS B | Bij elke ophoeging > 0,5 m | Op voorafafte en gedempte sliden | < 20 mm | 1. Bij elke slag voor ophoeging; 2. na ophoegen na 1,7, 14, 21, 28 dagen; 3. daarna 1x per 2 weken gedurende 3 maanden | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| 12 | | Nulopname | Bezuinigend onderzoek | alle panden 30-50 m t.o.v. werkzaamheden | Opremen bouwkundige staat | n.v.t. | Voor start werkzaamheden | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| 13 | | Meerboort-/stickers | Tachymeter N, Z, O | alle panden 30-50 m t.o.v. constructies | standaard 2 meerboort-/stickers op gewel (loopplaten getuind op staal, extra meettracé/stickers op ijf en achterregel | n.v.t. | 1. Voor start werkzaamheden 2. Na afronding werkzaamheden loopplaten Na deze meting zal een evaluatie plaats vinden op basis waarvan besluiten wordt om deze meting bij toekomstige secties te laten vervallen. Met deze meting zal bij de aanleg van sectie AC gestart worden en bij alle ophoegde secties worden uitgevoerd totdat er een evaluatie heeft plaats gevonden. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| 14 | | Nulopname | Bezuinigend onderzoek | alle panden 15-30 m t.o.v. grondwerk | Opremen bouwkundige staat | n.v.t. | Voor start werkzaamheden | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| 15 | | Meerboort-/stickers | Tachymeter B | alle panden 15-30 m t.o.v. grondwerk | standaard 2 meerboort-/stickers op gewel (loopplaten getuind op staal, extra meettracé/stickers op ijf en achterregel | 2+2 mm | 1. Voor start werkzaamheden 0 meting 2. Na uitvoering van elke ophoeging (binnen 5 werkdagen) Na vijfjaar metingen overleg met ontwerpafdeling om resultaten te analyseren | 5 mm verplaatsing (incl. tolerantie) | 1. Overleg met ontwerpafdeling 2. Ervaren werkluije aanpak | 10 mm verplaatsing (incl. tolerantie) | 1. Stoptpunt 2. Overleg met ontwerpafdeling |
| 16 | | Nulopname | Bezuinigend onderzoek | alle panden 15-30 m t.o.v. constructies | Opremen bouwkundige staat | n.v.t. | Voor start werkzaamheden | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |

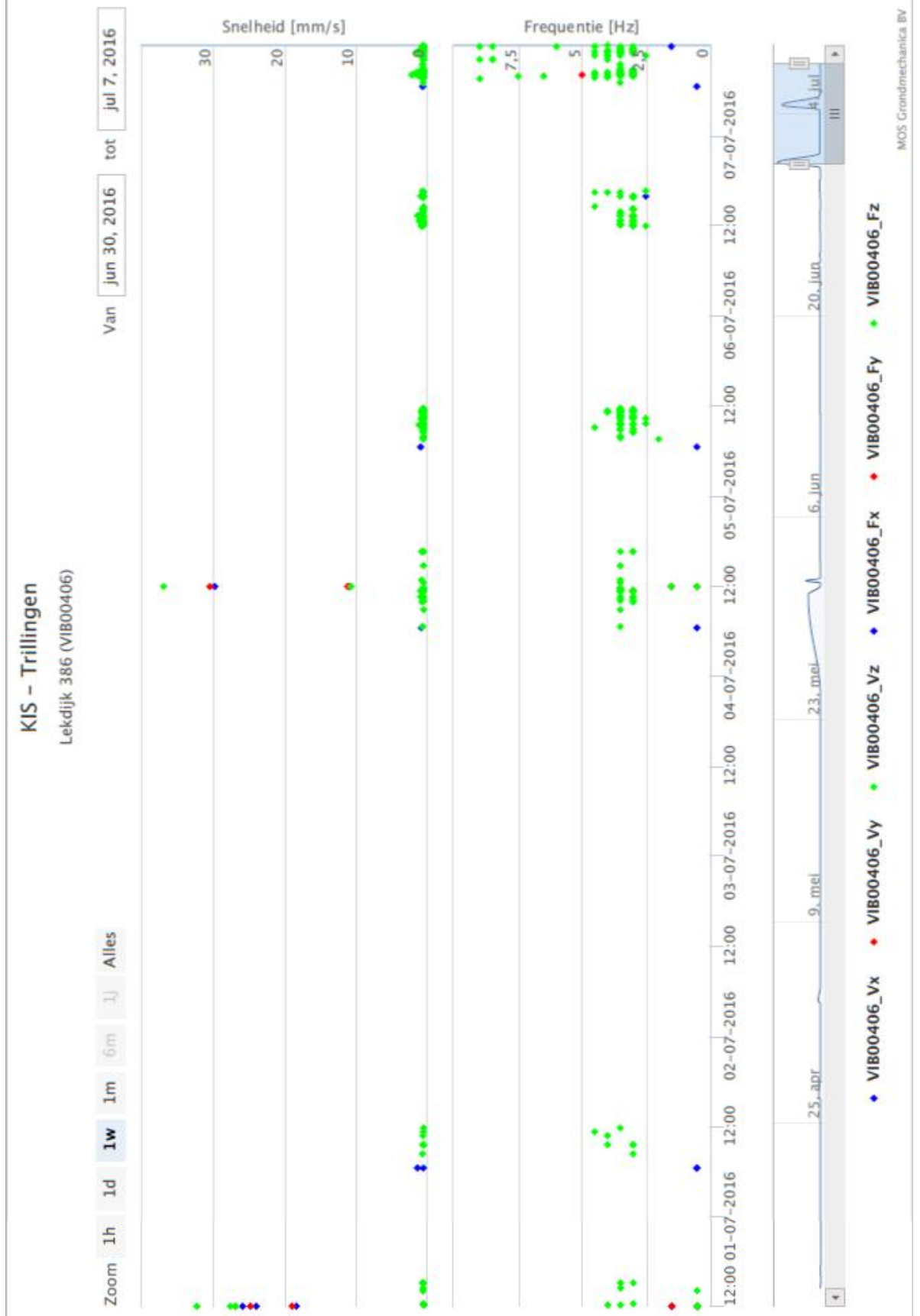
| Nr | Activiteit | Type meting | Meetmethode | Criteriën toepassing meting/indicator | Locatie toepassing meting/indicator | Tolerantie | Frequentie | Alarmwaarde | Actie bij overschrijving alarmwaarde | Grenswaarde | Actie bij overschrijving grenswaarde |
|---------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------|---|--|-------------------------|---|--|---|--|--------------------------------------|
| Monitoring t.b.v. panden | | | | | | | | | | | |
| 17 | Panden 15 - 30 m L.o.v. constructies | Meebodemsticker | Talymeter (A, B, C) | alle panden 15 - 30 m L.o.v. constructies | standaard: 2 meetbodemstickers op gevel (risicopanden gefundeerd op staal: extra meetbodemstickers op zij- en achtergevel) | X, y = 5 mm z = 2 mm | 1. 0 meting voor start aanbrennen westkern 2. Meting voor start constructies (eind z) 3. Na aanbrennen laatste paal (depaandruis) (eind z) 4. Na afbouwde werkzaamheden, aanbrennen anders/lokloof - Deze wijke van meting van meetbodem zal voor slechts één secde (AC) worden uitgevoerd. Bij positief resultaat (d.w.z. afwijking binnen marges) bij de eerst gereedrijdige acties komt dit type meting direct te vervallen voor overige locaties (al dan niet al in uitvoering) zal enkel monitoring conform regel 17 worden gehanteerd | 5 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | Overleg met ontwerper/afdeling | 10 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | 1. Stoppunt 2. Onderzoek |
| 18 | | Meebodemsticker | Talymeter (A, B, C) | alle panden 15 - 30 m L.o.v. constructies | standaard: 2 meetbodemstickers op gevel (risicopanden gefundeerd op staal: extra meetbodemstickers op zij- en achtergevel) | X, y = 5 mm z = 2 mm | 1. Voor start werkzaamheden (binnen 5 werkdagen) 2. Na afbouwde werkzaamheden (binnen 5 werkdagen) Meting-eind en toepassing indien regel 15 komt te vervallen | 5 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | 1. Overleg met ontwerper/afdeling 2. Eventueel werkwijze aanpassen | 10 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | 1. Stoppunt 2. Onderzoek |
| 19 | Panden 0 - 15 m L.o.v. grondwerk | Nulopname | Bouwkundig onderzoek | alle panden 0 - 15 m L.o.v. grondwerk | Opnemen bouwkundige staat | N.V.T. | 1. Voor start werkzaamheden 2. Na uitvoering van elke oplegging. (Tijdstip van meting wordt door ontwerper/afdeling geadviseerd op basis van gevoeligheid panden voor zettingen.) Na verspreiden metingen overleg met ontwerper/afdeling om resultaten te analyseren | 5 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | N.V.T. | N.V.T. | N.V.T. |
| 20 | | Meebodemsticker | Talymeter (A, B, C) | alle panden 0 - 15 m L.o.v. grondwerk | 2 meetbodemstickers op gevel | X, y = 5 mm z = 2 mm | 1. 0 meting voor start aanbrennen westkern 2. Meting voor start constructies (eind z) 3. Na aanbrennen laatste paal (depaandruis) (eind z) 4. Na afbouwde werkzaamheden, aanbrennen anders/lokloof | 5 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | 1. Overleg met ontwerper/afdeling 2. Eventueel werkwijze aanpassen | 10 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | 1. Stoppunt 2. Onderzoek |
| 21 | | Nulopname | Bouwkundig onderzoek | alle panden 0 - 15 m L.o.v. constructies | Opnemen bouwkundige staat | N.V.T. | 1. 0 meting voor start aanbrennen westkern 2. Meting voor start constructies (eind z) 3. Na aanbrennen laatste paal (depaandruis) (eind z) 4. Na afbouwde werkzaamheden, aanbrennen anders/lokloof | 5 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | N.V.T. | N.V.T. | N.V.T. |
| 22 | Panden 0 - 15 m L.o.v. constructies | Meebodemsticker | Talymeter (A, B, C) | alle panden 0 - 15 m L.o.v. constructies | standaard: 2 meetbodemstickers op gevel (risicopanden gefundeerd op staal: extra meetbodemstickers op zij- en achtergevel) | X, y = 5 mm z = 2 mm | 1. 0 meting voor start aanbrennen westkern 2. Meting voor start constructies (eind z) 3. Na aanbrennen laatste paal (depaandruis) (eind z) 4. Na afbouwde werkzaamheden, aanbrennen anders/lokloof | 5 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | Overleg met ontwerper/afdeling | 10 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | 1. Stoppunt 2. Onderzoek |
| 23 | | Hellingmetstok | Afzetten meetbus | Bij werken bij panden op een aanbouwfase groene cirkel panden 0 - 30 m L.o.v. alle werkzaamheden | - 1,2 hellingmetstokken toepassen bij dichtbijzijnde 1,2-panden - 1 hellingmetstok toepassen bij dichtbijzijnde paneel op een afstand van < 2 x paneelbreedte L.o.v. de deklaag - lokale meter halverwege tussen constructie en paal | N.V.T. | 1. 0 meting voor start aanbrennen westkern 2. Meting voor start constructies 3. Na aanbrennen laatste paal (depaandruis) 4. Na afbouwde werkzaamheden, aanbrennen anders/lokloof | 50 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | Overleg met ontwerper/afdeling | N.V.T. | 1. Stoppunt 2. Onderzoek |
| 24 | | Nulopname | Bouwkundig onderzoek | alle panden 0 - 30 m L.o.v. alle werkzaamheden | Opnemen bouwkundige staat | N.V.T. | Voor start werkzaamheden | 5 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | N.V.T. | N.V.T. | N.V.T. |
| 25 | Groene cirkel panden 0 - 30 m L.o.v. grondwerk | Meebodemsticker | Talymeter (A, B, C) | groene cirkel panden 0 - 30 m L.o.v. alle werkzaamheden | standaard: 2 meetbodemstickers op gevel | X, y = 5 mm z = 2 mm | 1. Voor start werkzaamheden 2. Voorrijdend aan elke oplegging (min. 1x / 5 wk) 3. Na afbouwde werkzaamheden Meting na oplegging zal eventueel kort na de oplegging geschieden indien SFE daar aanleiding toe geeft. | 2x SFE (per paal) | 2x SFE (per paal) | MEM.OWN.0059 | 2x SFE (per paal) |
| 26 | | Zakbaken | SFE (J) | groene cirkel panden 0 - 30 m L.o.v. grondwerk | 2 extra zakbaken op 3 m uit buiten oplegging | y / z = 20 mm | 1. Na ophogen na 1,7, 14, 21, 28 dagen; 2. daarna 1x per 2 weken gedurende 3 maanden; 3. daarna 1x per 2 maanden gedurende 8 maanden; 4. daarna 1x per 2 maanden gedurende 1 jaar | N.V.T. | N.V.T. | N.V.T. | N.V.T. |
| 27 | | Hellingmetstok | Afzetten meetbus | groene cirkel panden 0 - 30 m L.o.v. grondwerk | Voor de gevel die het dichtst bij de werkzaamheden staat, maximaal 2 meter afstand | N.V.T. | 1. Voor start werkzaamheden 2. Voorrijdend aan elke oplegging (min. 1x / 5 wk) 3. Na afbouwde werkzaamheden | 2x SFE (per paal) | 2x SFE (per paal) | MEM.OWN.0059 | 2x SFE (per paal) |
| 28 | | Nulopname | Bouwkundig onderzoek | alle panden 0 - 30 m L.o.v. alle werkzaamheden | Opnemen bouwkundige staat | N.V.T. | Voor start werkzaamheden | 5 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | N.V.T. | N.V.T. | N.V.T. |
| 29 | Groene cirkel panden 0 - 30 m L.o.v. constructies | Meebodemsticker | Talymeter (A, B, C) | groene cirkel panden 0 - 30 m L.o.v. alle werkzaamheden | standaard: 2 meetbodemstickers op gevel | X, y = 5 mm z = 2 mm | 1. 0 meting voor start aanbrennen westkern 2. Meting voor start constructies (eind z) 3. Na aanbrennen laatste paal (depaandruis) (eind z) 4. Na afbouwde werkzaamheden, aanbrennen anders/lokloof | 2x SFE (per paal) | 2x SFE (per paal) | 2x SFE (per paal) | 2x SFE (per paal) |
| 30 | | Hellingmetstok | Afzetten meetbus | groene cirkel panden 0 - 30 m L.o.v. constructies | Voor de gevel die het dichtst bij de werkzaamheden staat | N.V.T. | 1. 0 meting voor start aanbrennen westkern 2. Meting voor start constructies 3. Na aanbrennen laatste paal (depaandruis) 4. Na afbouwde werkzaamheden, aanbrennen anders/lokloof | 50 mm verplaatsing (ind. tolerantie) | Overleg met ontwerper/afdeling | N.V.T. | 1. Stoppunt 2. Onderzoek |
| 31 | Waterstanden - werken in gelosten seizoen | Waterstanden | Waterstanden RMS website | Bij werken in gelosten seizoen | Schoorhozen Krimpen a/d lak | N.V.T. | LW: 3x per week HW: 2x per uur dagelijks | Schoorhozen > +2,50 m Krimpen a/d lak > +1,50 m | Waarschuwingafzet | Schoorhozen > +2,50 m Krimpen a/d lak > +1,50 m | 2x plan "Werken in Gelosten seizoen" |
| 32 | Waterstanden - lichte gelosten seizoen | Waterstanden | Waterstanden RMS website | Doorlopend | Schoorhozen Krimpen a/d lak | N.V.T. | Bij uitvoering constructies, websites | Schoorhozen > +3,00 m Krimpen a/d lak > +2,50 m | 2x "Hoogwateractiepauze" | Verwijzing naar of schuivvermogen adult of bebouwing geslotenstand | 2x plan "Hoogwateractiepauze" |
| 33 | Staat van de dij | Visuele inspectie op verorming | Visueel | Tijdens zijliggeste L.o.v. B&O | N.V.T. | N.V.T. | Waterluis | N.V.T. | N.V.T. | N.V.T. | N.V.T. |

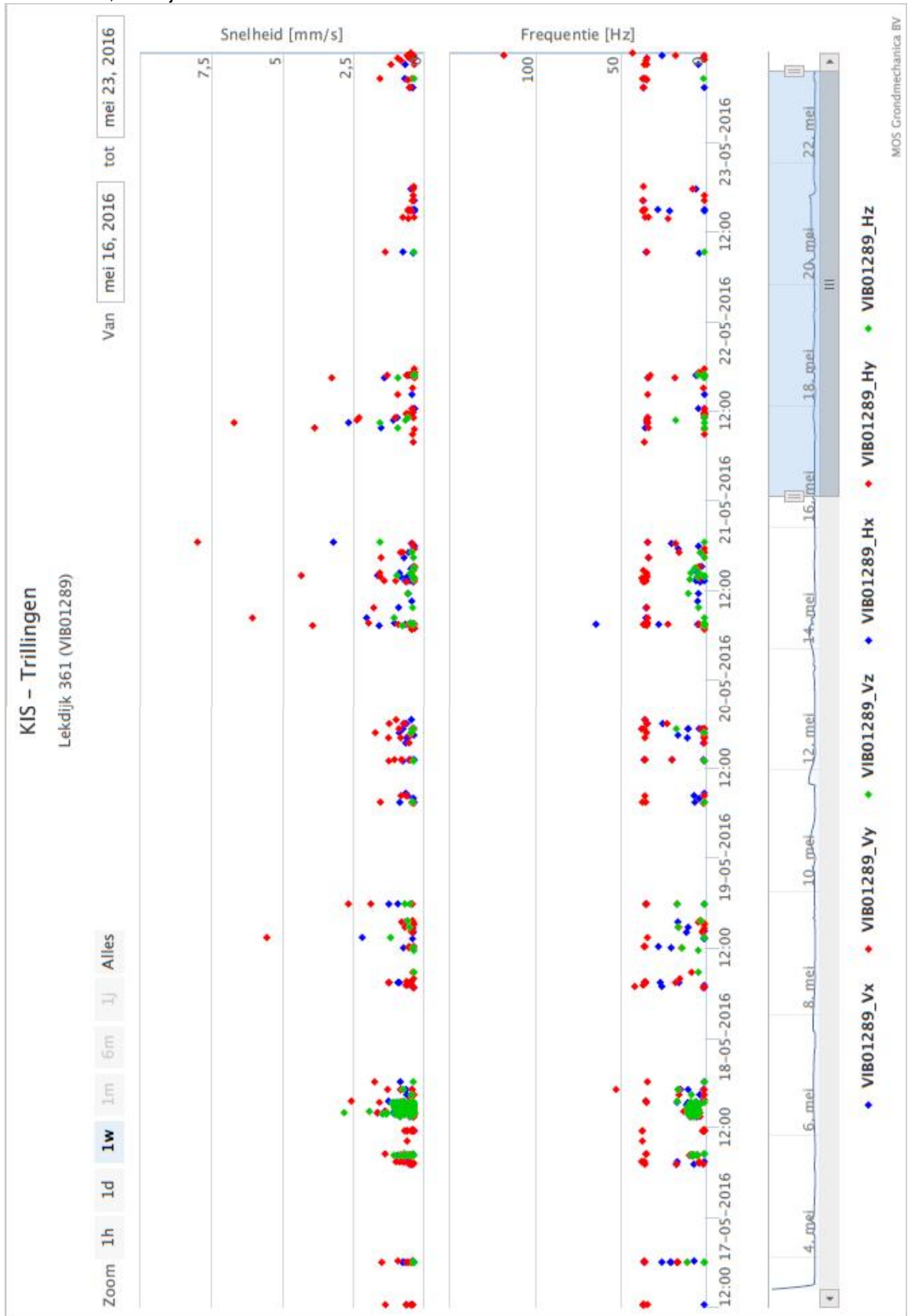
G Trillingsmetingen bij installatie barettenwanden

Sectie E-F1 Lekdijk 398



Sectie F1-2 Lekdijk 386

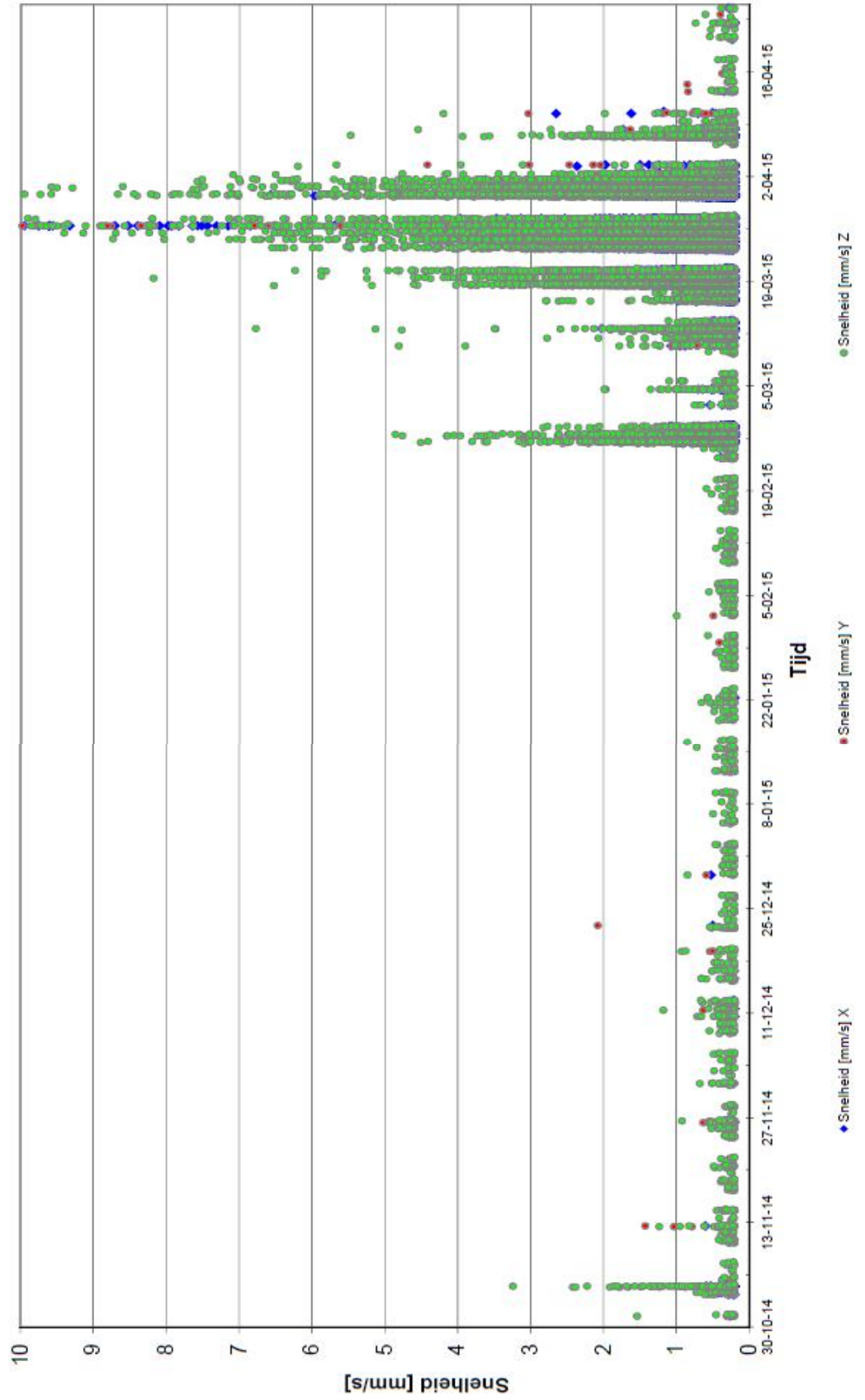




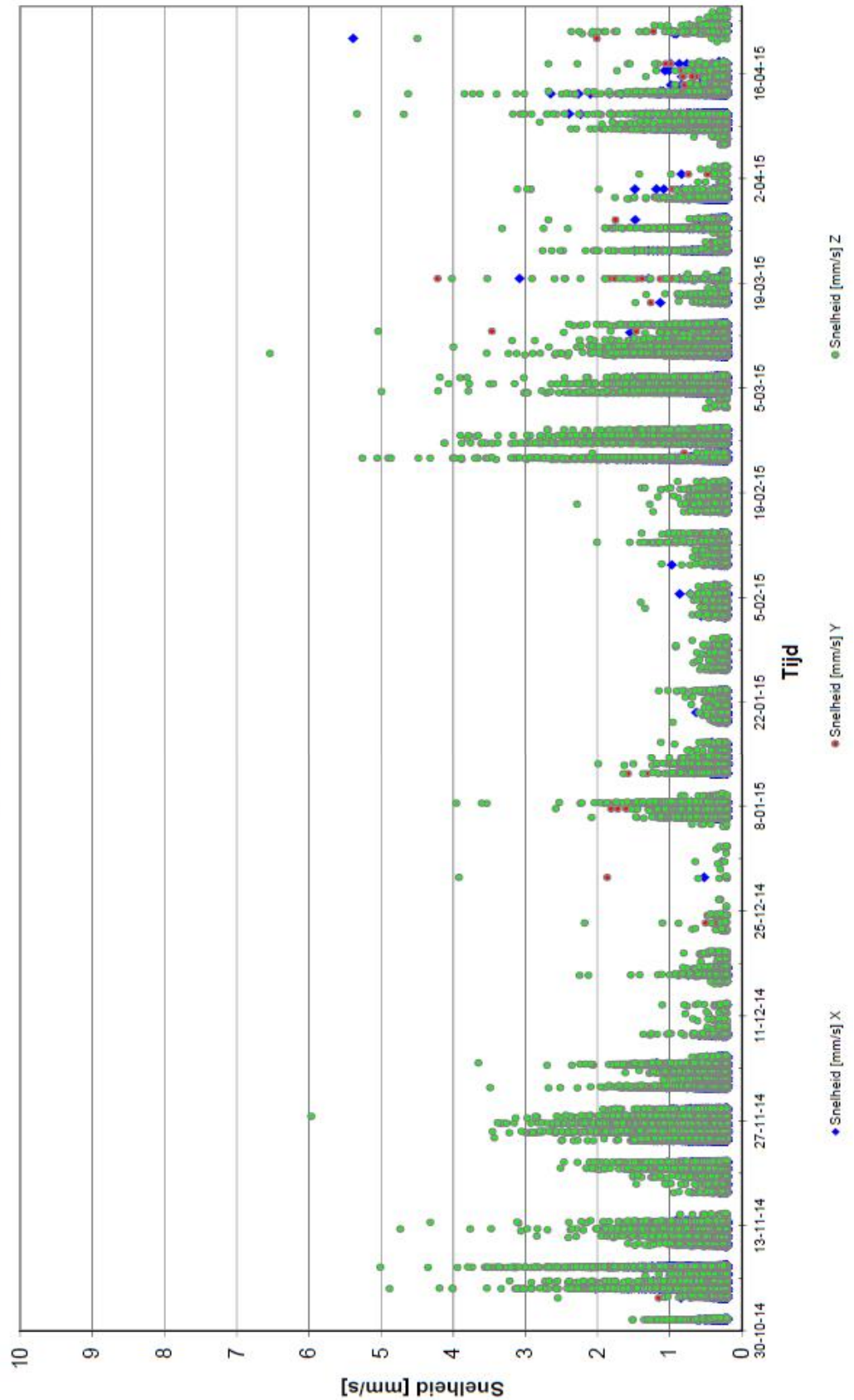
H Trillingsmetingen bij realisatie palenwanden

Sectie A, Bergstoep 46/46A

Trillingsmeting Locatie 2, Bergstoep 46/46A

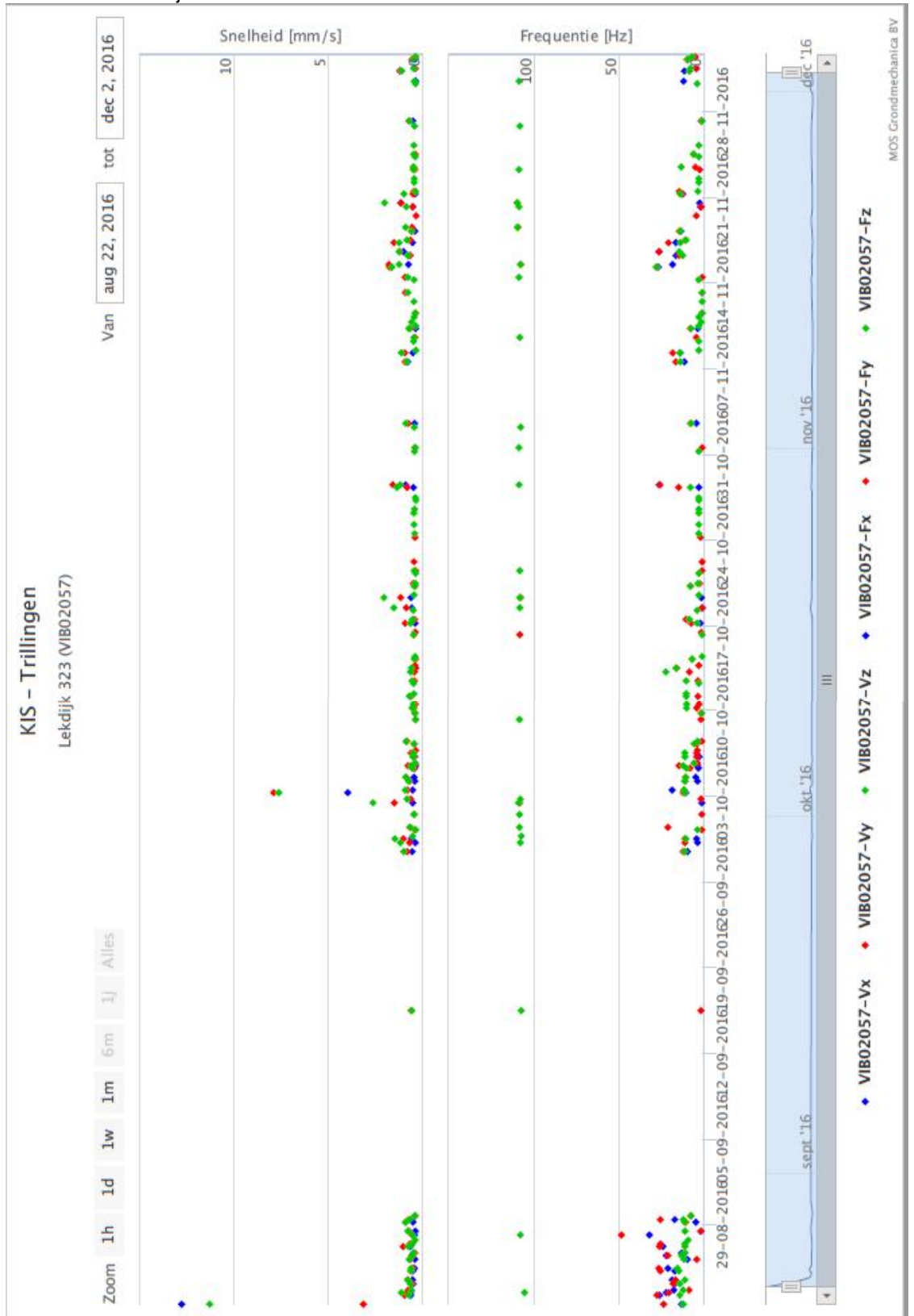


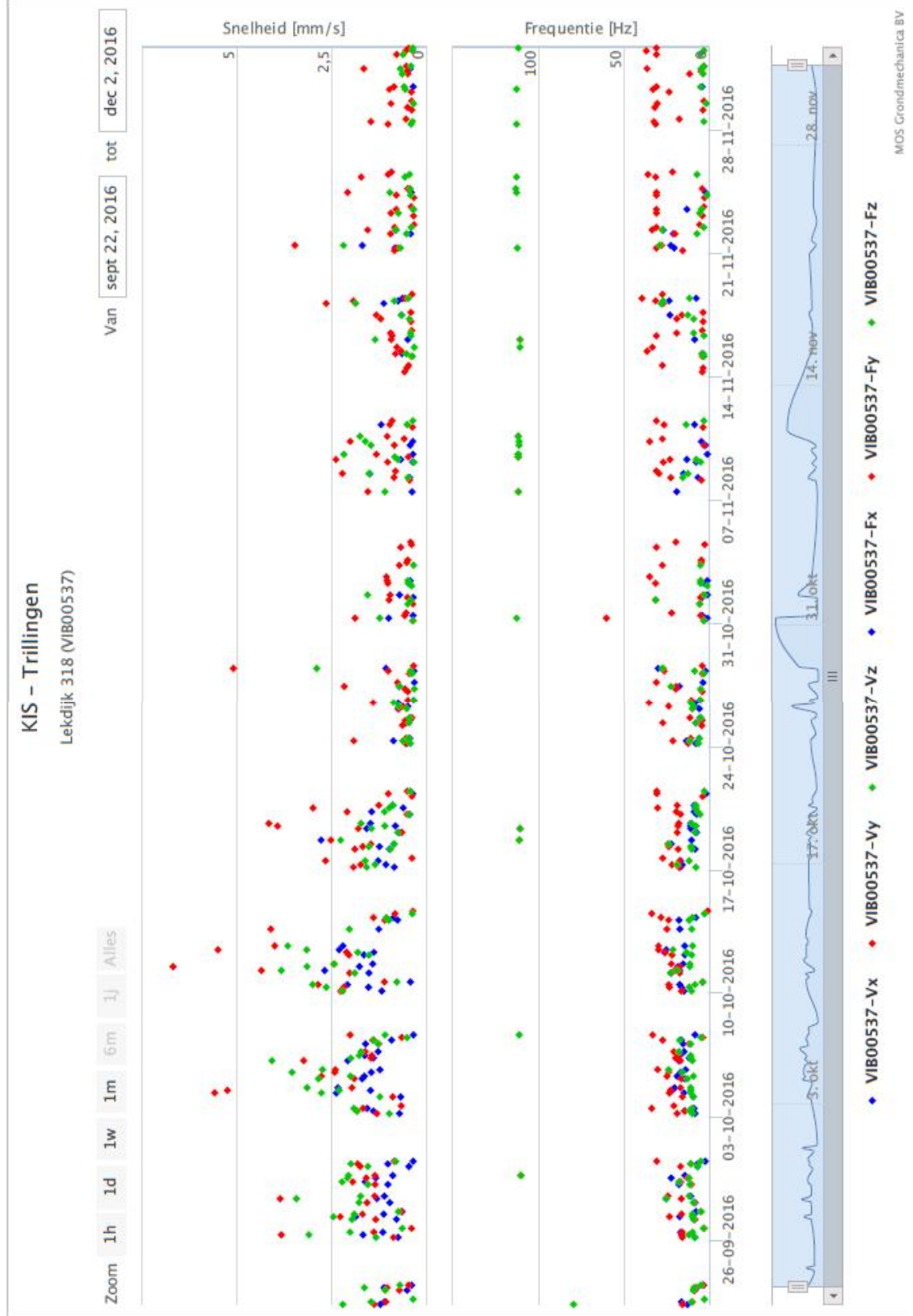
Trillingsmeting Locatie 3, Bergstoep 47



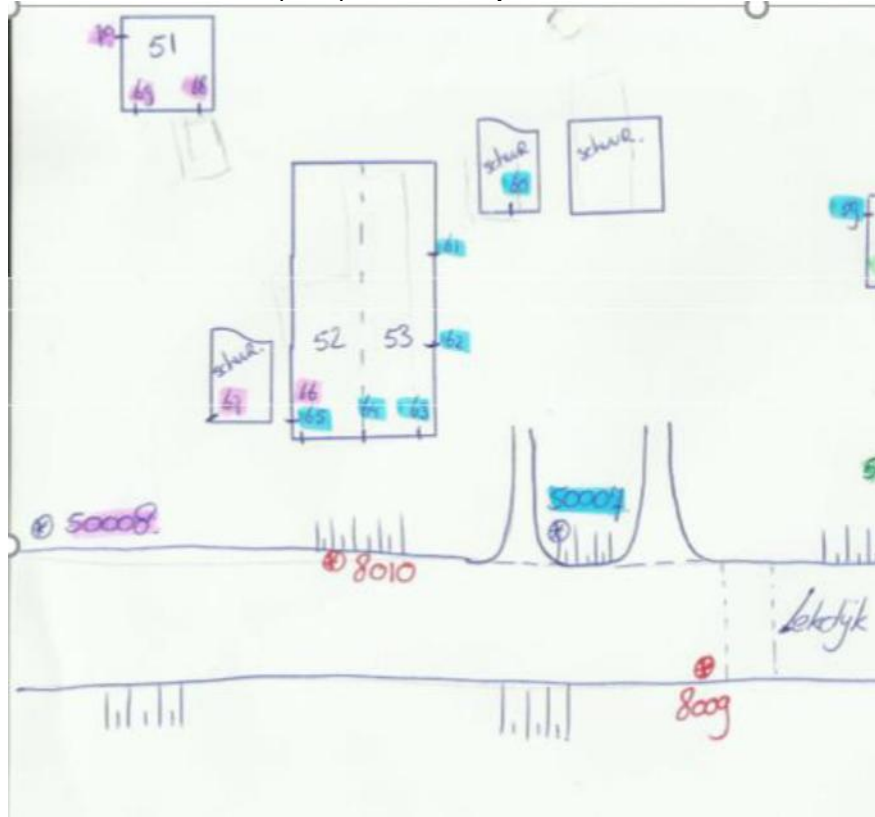
Trillingsmeting Locatie 1, Bergstoep 48



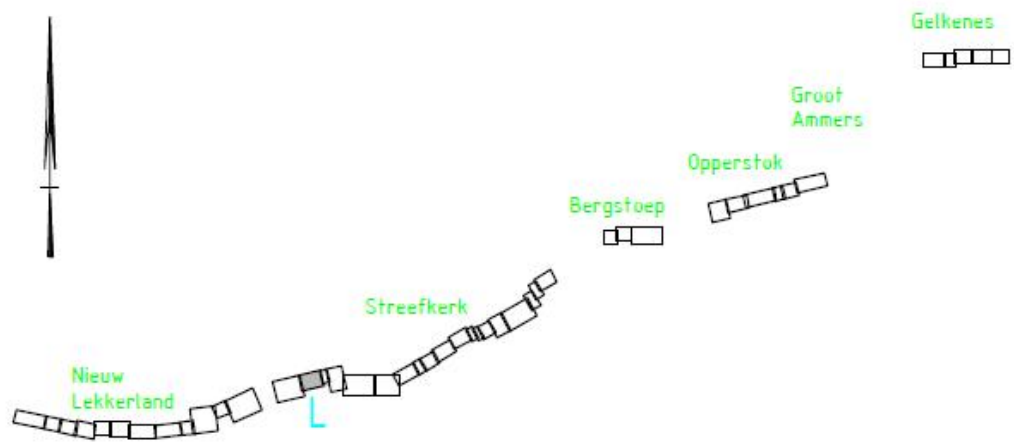




Locaties meestickers op de panden Lekdijk 53, 52 en 51.

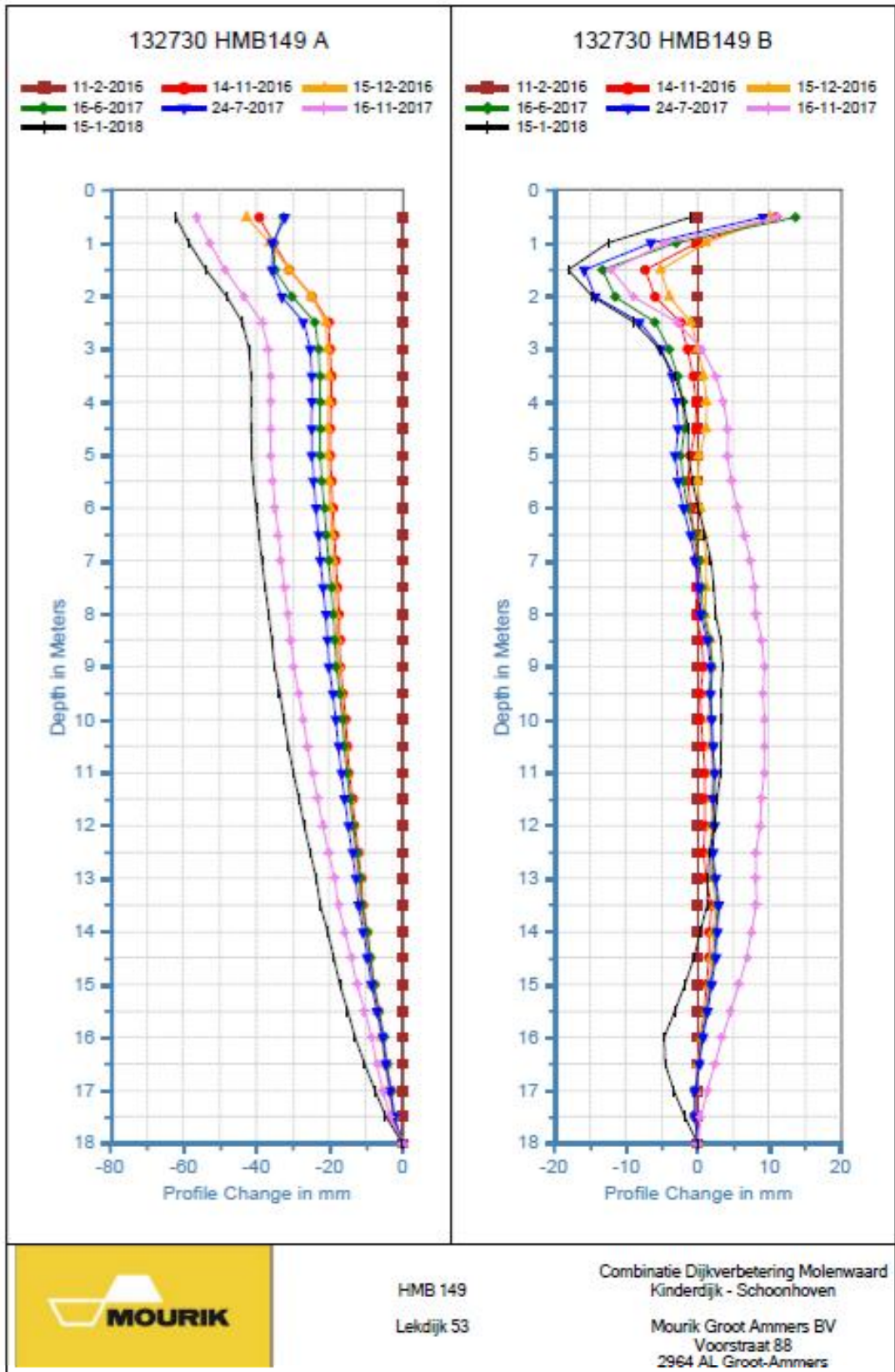


Situatie sectie L2 binnen het dijktraject KIS



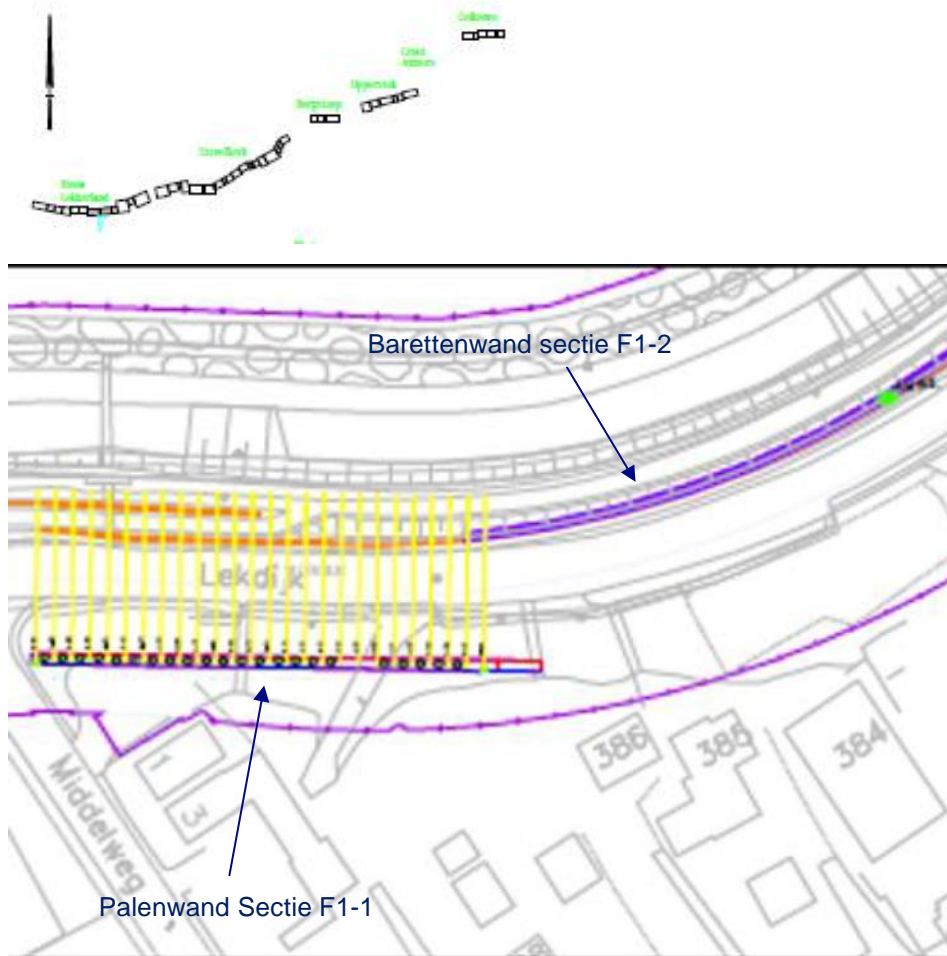
Realisatie boorpalen: 16 feb t/m 5 april 2016
 Resultaten monitoring meetstickers en analyse CDVM
 Metingen tot 16 november 2016 Lekdijk 51, 52 en 53, 1^e meting na de realisatie van de palen

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q |
|-----|---|---|------------|--------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|----------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 1 | Project Dijkversterking Kinderdijk-Scho K 16131475 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Monitoring registratieformulier | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Algemene informatie | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Volgnummer 5: meting na zand | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Werkzaamheden zand ophogen links en rechts Lekdijk 53 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Type meting Meetstickers | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Overschrijding van Alarmwaarden | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Gegevens inmeting | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Sectie K | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Lekdijk 51/52/53 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Jobnaam Lekdijk 51/52/53 v.46 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Verschil : HHMS - Nulmeting | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Puntnummer | X | Y | Z | X | Y | Z | ΔX | ΔY | ΔZ | Beoogde meetstickers | L ₀ [m] | L _n [m] | trek (t) /druk (-t) [promils] | Rok [promils] | Rechtserende boordverdraai [g/mm] | Maximale verplaatsing [m] |
| 16 | 53 | 107808,325 | 434223,486 | 4,152 | 107808,316 | 434223,484 | 4,163 | -0,009 | -0,001 | 0,011 | 61 tot 62 | 14,22 | 14,22 | 0,00 | -0,06 | -4061,37 | 0,0143 |
| 17 | 60 | 107906,425 | 434246,659 | 1,538 | 107906,415 | 434246,671 | 1,541 | -0,010 | -0,018 | 0,003 | | | | | | | |
| 18 | 61 | 107910,609 | 434254,859 | 1,405 | 107910,605 | 434254,844 | 1,413 | -0,004 | -0,014 | 0,008 | | | | | | | |
| 19 | 62 | 107904,393 | 434267,646 | 2,0875 | 107904,387 | 434267,629 | 2,099 | -0,005 | -0,016 | 0,011 | | | | | | | |
| 20 | 63 | 107901,398 | 434280,045 | 4,337 | 107901,394 | 434280,024 | 4,351 | -0,003 | -0,021 | 0,014 | | | | | | | |
| 21 | 64 | 107907,042 | 434282,226 | 4,327 | 107907,038 | 434282,204 | 4,343 | -0,004 | -0,022 | 0,016 | | | | | | | |
| 22 | 65 | 107915,516 | 434285,506 | 4,321 | 107915,518 | 434285,481 | 4,337 | 0,002 | -0,025 | 0,016 | | | | | | | |
| 23 | 66 | 107915,825 | 434285,527 | 4,359 | 107915,828 | 434285,501 | 4,374 | 0,003 | -0,026 | 0,015 | | | | | | | |
| 24 | 67 | 107925,814 | 434287,355 | 1,082 | 107925,826 | 434287,316 | 1,088 | 0,013 | -0,039 | 0,006 | | | | | | | |
| 25 | 68 | 107935,819 | 434289,305 | 2,363 | 107935,816 | 434289,287 | 2,375 | -0,003 | -0,012 | 0,012 | | | | | | | |
| 26 | 69 | 107941,821 | 434292,118 | 1,339 | 107941,819 | 434292,101 | 1,345 | -0,002 | -0,017 | 0,006 | | | | | | | |
| 27 | 70 | 107945,471 | 434295,146 | 0,591 | 107945,468 | 434295,123 | 0,600 | -0,003 | -0,017 | 0,003 | | | | | | | |
| 28 | stam1 | 107883,329 | 434242,347 | -0,309 | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | stam2 | 107893,166 | 434243,331 | -0,351 | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | stam3 | 107898,077 | 434240,577 | -0,3 | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | Naam | Frank de Wolff | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | Datum | 21-11-2016 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | Formulier opgesteld door | Fob | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | Verzonden aan | Thomas Lankeijer | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | Vaarmee reactietijd | binnen 1 week | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | In te vullen door geotechniek | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | Beschrijving advies | Gaarne de voorgevel van LD 52 en 53 controleren op scheurvorming. De overige vervoormingen zijn relatief groot maar de rotaties en rekken niet. Dit betekent dat de kans op schade beperkt zou moeten zijn. | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | Verwijzing naar docum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | Naam | Thomas Lankeijer | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | Datum | 1-12-2016 TLA | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | Verzonden aan | Hermie Nelisse | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | Datum | 1-12-2016 HME | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | Verzonden aan | Hermie Nelisse | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | Datum | 2-12-2016 HME | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | Verzonden aan | Frank de Wolff | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | Datum | 2-12-2016 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 59 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 67 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 68 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 69 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 71 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 72 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 74 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 77 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 78 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 79 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 82 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 84 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 88 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 89 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 91 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 92 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 93 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 94 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 97 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 98 | Datum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 99 | Paraaf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | Verzonden aan | | | | | | | | | | | | | | | | |



J Voorbeeld beschikbare monitoring bij de uitvoering van barettenwanden (Waterschap Rivierenland, 2018)

Lekdijk 384, 385 en 386, Sectie F1-2, Nieuw Lekkerland
Uitvoering barettenwand F1-2: 24 juli t/m 31 augustus 2016
Uitvoering palenwand F1-1: 10 april t/m 11 mei 2016



Meting meetstickers 22 sept 2016 en interpretatie CDVM, na de uitvoering van de barettenwand (uitgevoerd tussen 24 juli t/m 31 augustus 2016)

| Project Dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer, P16131475 | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Monitoring registratieformulier | | | | | | | | | | | | | |
| Algemene informatie 4. Veldnummer: 7. Periode: dikke meting 5. Verkeersaanpak: Barettenwand 6. Type meting: Meetstickers 7. Overschrijding van: N.V.T. | | | | | | | | | | | | | |
| Gegevens inmeting 10. Sectie: Seotie E.F. 11. Perceel: Lekdijk 337-398 12. Jobnaam: Lekdijk 395 HHM7 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-09-2015 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-09-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-09-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-09-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 31-10-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-11-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 31-12-2016 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 31-01-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-02-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 31-03-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-04-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 31-05-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-06-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 15-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 16-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 17-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 18-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 19-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 20-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 21-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 22-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 23-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 24-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 25-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 26-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 27-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 28-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 29-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 30-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 31-07-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 01-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 02-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 03-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 04-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 05-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 06-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 07-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 08-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 09-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 10-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 11-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 12-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 13-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: 14-08-2017 | | | | | | | | | | | | | |
| Meting: | | | | | | | | | | | | | |

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <p>1 Project Dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer P16181RT5</p> <p>2 Monitoring registratieformulier</p> <p>3</p> <p>4 Algemene informatie</p> <p>5 10: extra meting voor afwerken tabel</p> <p>6 Werkzaamheden: Controle meting</p> <p>7 Type meting: Meetgegevens</p> <p>8 Omschrijving van de meting: N.V.T.</p> <p>9</p> <p>10 Gegevens inmeteling</p> <p>11 Sectie: Schellew'p</p> <p>12 Perceel: Lelidijk 384-385 v2/6</p> <p>13</p> <p>14 Metingsdatum: 11-09-2015</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>15 Postnummer</p> <p>16 101 - VZ LD385 105307664 433433564 0,782</p> <p>17 102 - VZ LD385 105300324 433431064 2,144</p> <p>18 103 ZG LD386 105309864 433428768 2,028</p> <p>19 104 ZG LD386 105309864 433434056 2,560</p> <p>20 105 VG LD386 105309864 433434056 2,560</p> <p>21 106 VG LD386 105309864 433434056 2,560</p> <p>22 107 105309864 433427304 0,462</p> <p>23 108 105309864 433433564 3,145</p> <p>24 109 105309864 433433564 3,145</p> <p>25 110 105309864 433433564 3,145</p> <p>26 111 105309864 433433564 3,145</p> <p>27 112 105309864 433433564 3,145</p> <p>28 113 105309864 433433564 3,145</p> <p>29 114 105309864 433433564 3,145</p> <p>30 115 105309864 433433564 3,145</p> <p>31 116 105309864 433428768 4,327</p> <p>32 117 105309864 433443395 5,001</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>36 Formulier opgesteld door: Frank de Vroij</p> <p>37 Verzonden aan: VTI Home Inrijder</p> <p>38 Waarnaar reactieupdate stuur: binnen 1 week</p> <p>39</p> <p>40</p> <p>41 In te vullen door: geotechniek</p> <p>42 Adres geotechniek t.b.v. beschrijving</p> <p>43 Beschrijving advies: Relatief grote verdraaiingen tussen bout 112 en 114. Opgemerkt wordt dat de onderlinge afstand van de bouten relatief klein is waardoor het resultaat sterk wordt beïnvloed door de meetnauwkeurigheid. Geadviseerd wordt om het pand (LD387) toch even te inspecteren. Op de eventuele bouten worden geen afwijkingen geconstateerd</p> <p>44 Verzonden naar: afzender/geotechniek</p> <p>45 Adres afzender: Frank de Vroij</p> <p>46 Verzonden aan: Home Inrijder</p> <p>47</p> <p>48</p> <p>49</p> <p>50</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>51 Project Dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer P16181RT5</p> <p>52 Monitoring registratieformulier</p> <p>53</p> <p>54 Algemene informatie</p> <p>55 10: extra meting voor afwerken tabel</p> <p>56 Werkzaamheden: Controle meting</p> <p>57 Type meting: Meetgegevens</p> <p>58 Omschrijving van de meting: N.V.T.</p> <p>59</p> <p>60 Gegevens inmeteling</p> <p>61 Sectie: Schellew'p</p> <p>62 Perceel: Lelidijk 384-385 v2/6</p> <p>63</p> <p>64 Metingsdatum: 28-06-2017</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>65 Postnummer</p> <p>66 101 tot 102 105307664 433433564 0,782</p> <p>67 103 tot 104 105300324 433431064 2,145</p> <p>68 104 tot 105 105309864 433434056 2,561</p> <p>69 107 tot 108 105309864 433427304 0,446</p> <p>70 108 tot 109 105309864 433433564 3,133</p> <p>71 109 tot 110 105309864 433433564 3,393</p> <p>72 tot 112 105309864 433433564 3,463</p> <p>73 tot 113 105309864 433433564 3,333</p> <p>74 tot 114 105309864 433433564 3,145</p> <p>75 tot 115 105309864 433433564 2,451</p> <p>76 tot 116 105309864 433443395 4,038</p> <p>77 tot 117 105309864 433428768 4,331</p> <p>78 105309864 433443395 5,003</p> <p>79</p> <p>80</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>81 Formulier opgesteld door: Frank de Vroij</p> <p>82 Verzonden aan: VTI Home Inrijder</p> <p>83 Waarnaar reactieupdate stuur: binnen 1 week</p> <p>84</p> <p>85</p> <p>86 In te vullen door: monitoring/coördinator</p> <p>87 Beschrijving besluit: Besluit s.v. advies geotechniek</p> <p>88 Beschrijving advies: Lelidijk 385, Gevel controleren op scheuren, s.v. actie PVO</p> <p>89</p> <p>90</p> <p>91</p> <p>92</p> <p>93</p> <p>94</p> <p>95</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

K Uitleg celproef

Bij een celproef werd een monster bij meerdere verticale belastingstappen belast (in principe een multistage proef). Hiervoor werd een ongeroerd grondmonster met een diameter van 66 mm en een hoogte van ongeveer 150 mm voorzien van een rubbervlies in een celapparaat geplaatst. De cel was geheel gevuld met water wat fungeert als steunvloeistof en een horizontale druk uitoefent op het monster. De grootte van deze horizontale steundruk was af te lezen op een manometer of drukmeter. De bovenzijde en onderzijde van het monster waren afgesloten met een poreuze steen. Het monster werd via de onderste steen in verbinding gebracht met water om zo (onbekende) capillaire spanningen in het monster te voorkomen. Aan de bovenzijde van het monster werd een verticale belasting aangebracht waardoor het monster een verticale spanningsverhoging onderging. Ten gevolge van deze spanning zal het monster verkorten en zijdeling uitzetten waardoor de steunvloeistof druk oploopt. De steundruk werd dan verlaagd (mohren) totdat een minimale steundruk wordt gemeten. Dit is de steundruk waarbij het monster dreigt te bezwijken. Op deze manier wordt de horizontale spanning gevonden waarbij het monster op het punt staat om te deformeren ten gevolge van een opgelegde verticale spanning. Het punt van bezwijken wordt gesignaleerd door het wederom toenemen van de steundruk (door het bezwijken zal de zijdelingse vervorming groter worden waardoor ook de steundruk toe gaat nemen). Het punt van bewegen moet worden gezien als een rekniveau van 1 tot 2 %. Door deze proef te herhalen worden bij verschillende verticale belastingen (meestal 4) de minimale horizontale spanningen gevonden. De verticale en horizontale spanningen worden de hoofdspansingen genoemd. Met behulp van de cirkels van Mohr wordt dan de cohesie en de hoek van inwendige wrijving bepaald. Deze proef wordt nu niet meer uitgevoerd.

L Reactie op verschillen tussen rapportage Van Baars versie 14 april 2020 en herziene versie 19 augustus 2021

Van Baars heeft op 14 april 2021 het rapport 'De Lekdijk is lekgestoken' verstrekt aan het Waterschap Rivierenland. Naar aanleiding van het rapport van Deltares (Deltares, 2021), die fase 1 van het onderzoek behandelt met betrekking tot de aspecten I en II uit het rapport van Van Baars uit april, heeft Van Baars een herziene versie van het rapport uitgebracht. Namelijk het rapport van 19 augustus 2021 (Van Baars, 2021). In deze bijlage zal nader worden ingegaan op de voornaamste verschillen tussen deze 1^e versie en de herziene versie van het rapport van Van Baars.

Tabel L-1 Reactie op verschillen tussen 1^e (14 april 2020) en herziene versie van het rapport van Van Baars (19 augustus 2021). De verschillen zijn met een blauwe kleur weergegeven, tenzij anders is aangegeven.

| Blz | Verschillen tussen 1 ^e en herziene versie rapport Van Baars | Reactie op de verschillen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|---------------------------|--------------------------------|---|----------------------------|---|----|------------------------|-------------|--------------|-----------------|------------|---------------|-------------|------------------------------|-------------------------------------|-----|------------------------|-------------|--------------------------------|-----------------|--|
| 3 | <p><u>In het voorwoord van de herziene versie zijn vier punten toegevoegd, zie ook het kader:</u></p> <p>Voorwoord bij deze herziene versie</p> <p>De vorige versie van dit rapport van 14 april 2021 heeft veel reacties losgemaakt, waardoor veel nieuwe informatie naar boven is gekomen. Dit heeft ertoe geleid dat de vorige versie op vier punten kon worden aangevuld of gewijzigd. Dat is in deze herziene versie gebeurd.</p> <p>Het handelt hierbij om de volgende vier punten:</p> <ol style="list-style-type: none"> In de notitie van 18 februari 2020 van ADCIM staat een figuur van de contouren van de dijk met achterland, met daarin in het rood de boorpalenwand, en met stippen de grondwaterstand gemeten met peilbuizen. Er is nu gebleken dat twee van de gemeten waterstandslijnen helemaal niet op die plaats en op die dieptes zijn gemeten, maar op een andere locatie en andere diepte. Peilbuizen 7 en 8 zitten namelijk niet in de raai van alle overige peilbuizen naast de boorpaal, maar zitten in de diepe en ondiepe zandlagen. Zo lezen we op pg. 85/183 van het rapport van Deltares: <i>De peilbuizen 7 en 8 staan op een afstand van circa 200 m westelijk (nl. ter plaats van AW 169, nabij Lekdijk 357 en zijn niet weergegeven in het figuur) van de probleemlocatie en staan met hun filters in het diepe zand, respectievelijk de tussenzandlaag.</i> Hierdoor zijn er nu nieuwe meetgegevens beschikbaar over de waterdruk in de diepe zandlaag en in de soms aanwezige tussenzandlaag. Dit leidt tot nieuwe inzichten over de opbarstveiligheid, die in hoofdstuk 7 worden besproken. Omdat deze peilbuizen dus niet naast de boorpalen zitten komt ook in hoofdstuk 7 een deel van het bewijs voor de lekkage langs de boorpalen te vervallen. Daarentegen heeft Deltares in haar rapportage nog meer bewijzen voor de lekkage langs de verankerde boorpalen gevonden (pg. 71/183, 73/183 en 120/183), dit is toegevoegd aan hoofdstuk 6. Het gaat daarbij vooral op tabel 2-10, zie hieronder. In de vorige versie was het al bekend dat de bouwcombinatie afwist van de veel te grote horizontale grondverplaatsingen die zelfs funderingspalen zouden laten bezwijken, maar nu is er ook bewijs dat de bouwcombinatie afwist dat er ook veel te grote verticale verplaatsingen zouden gaan optreden, die tot uiterst grote verzakkingen van de luizen langs het kanaal zouden leiden. Zie hiervoor hoofdstuk 8, Aspect IV. <p>Tabel 2-10 Locaties waar er melding is gemaakt van uitstromend water na de realisatie van ankers</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sectie</th> <th>Dijkpalen</th> <th>Locatie in dwarsdoorsnede</th> <th>Bovenkant betonnen gording</th> <th>Antal meldingen van uitstromend water direct na realisatie ankers</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H2</td> <td>AW172+170 en AW173+020</td> <td>Binnentalud</td> <td>NAP + 1,00 m</td> <td>9 van 22 ankers</td> </tr> <tr> <td>AB1 AB2</td> <td>AW211 - AW213</td> <td>Binnentalud</td> <td>NAP + 1,22 m NAP + 0,47 m</td> <td>4 van 46 ankers 10 van 17 ankers</td> </tr> <tr> <td>AH1</td> <td>AW242+132 en AW244+000</td> <td>Binnentalud</td> <td>NAP + 2,00 m à NAP + 2,20 m</td> <td>7 van 17 ankers</td> </tr> </tbody> </table> | Sectie | Dijkpalen | Locatie in dwarsdoorsnede | Bovenkant betonnen gording | Antal meldingen van uitstromend water direct na realisatie ankers | H2 | AW172+170 en AW173+020 | Binnentalud | NAP + 1,00 m | 9 van 22 ankers | AB1 AB2 | AW211 - AW213 | Binnentalud | NAP + 1,22 m NAP + 0,47 m | 4 van 46 ankers 10 van 17 ankers | AH1 | AW242+132 en AW244+000 | Binnentalud | NAP + 2,00 m à NAP + 2,20 m | 7 van 17 ankers | <p>De 4 genoemde aspecten in Figuur L-1 heeft geen nadere invloed op het rapport van Deltares voor fase 1.</p> <p>Punt I betreft de peilbuismetingen in de zandlagen, die behandeld zijn in Hoofdstuk 3 in (Deltares, 2021)_bij de zogenaamde ADCIM locatie_Van Baars geeft aan dat deze peilbuismetingen tot nieuwe inzichten leidt over de opbarstveiligheid, die hij in zijn rapport behandeld. Opgemerkt wordt dat deze peilbuismetingen, net als peilbuismetingen op vele andere locaties langs het dijktraject KIS, gebruikt zijn bij het vaststellen van de hydraulische randvoorwaarden met betrekking tot de stijghoogten in de zandlagen. Deze metingen leiden derhalve niet tot nieuwe inzichten met betrekking tot het 'opdrrijven' van het achterland. Zie verder onder andere Paragraaf 2.4.2.4 waar de hydraulische randvoorwaarden zijn behandeld in (Deltares, 2021), en ook Hoofdstuk 3 waar het opdriven/opbarsten van het achterland is behandeld.</p> <p>Punt II geeft aan dat het bewijs dat er lekkage is opgetreden bij de boorpalen in de herziene versie is komen te vervallen.</p> <p>Punt III geeft aan dat Deltares in (Deltares, 2021)_aangeeft dat er extra bewijzen zijn gevonden met betrekking tot lekkage langs de verankeringen.</p> <p>Punt IV geeft aan dat de opdrachtnemer afwist van de veel te grote horizontale vervormingen, die zelfs funderingspalen zouden laten bezwijken. De horizontale vervormingen zijn bij een aantal panden ruimer uitgevallen dan vooraf met analyses vastgesteld. De opdrachtnemer heeft het projectteam geïnformeerd over het optreden van deze grotere vervormingen bij de</p> |
| Sectie | Dijkpalen | Locatie in dwarsdoorsnede | Bovenkant betonnen gording | Antal meldingen van uitstromend water direct na realisatie ankers | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H2 | AW172+170 en AW173+020 | Binnentalud | NAP + 1,00 m | 9 van 22 ankers | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AB1 AB2 | AW211 - AW213 | Binnentalud | NAP + 1,22 m NAP + 0,47 m | 4 van 46 ankers 10 van 17 ankers | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AH1 | AW242+132 en AW244+000 | Binnentalud | NAP + 2,00 m à NAP + 2,20 m | 7 van 17 ankers | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|----|---|--|
| | | groenecirkelpanden, zie ook Hoofdstuk 7 in voorliggend rapport. |
| 4 | <p>Onder Samenvatting en conclusies</p> <p>Toegevoegd: -De peilbuizen die gebruikt worden door ingenieursbureau ADCIM bewijzen dat er gevaar is voor opbarsten bij langdurig maatgevend hoogwater (MHW).</p> <p>-De peilbuizen die gebruikt worden door ingenieursbureau ADCIM bewijzen dat er gevaar is voor opbarsten bij langdurig maatgevend hoogwater (MHW).</p> <p>Onder aspect IV is de met geel aangemerkte tekst aangevuld: Aspect IV: De grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen</p> <p>Het klei-veenpakket bij de dijk is uiterst slap en er staan veel huizen op een uiterst gevoelige locatie; in een zone die wordt bedreigd door het opbarsten van het achterland, en door de horizontale en verticale verplaatsingen van de grond bij de ophogingen. De grondverplaatsingen, en de gevolgen daarvan voor de huizen, zijn echter berekend. Een rapport over de "toetsing van de paalfundering" van Witteveen+Bos concludeert dat de horizontale grondverplaatsingen te groot zijn voor de paalfunderingen; hierop is geen afdoende actie ondernomen. Ook adviseren de auteurs de bouwcombinatie om aanvullende speciale (eindige elementen) berekeningen te maken; dit advies is correct, maar is toch niet opgevolgd. Andere berekeningen tonen aan dat de verticale verplaatsingen (zakkingen) bij de huizen veel te groot zijn. Ook daarmee is niets gedaan.</p> | <p>Voor de eerste twee aspecten wordt verwezen naar de reactie op de verschillen op bladzijde 3.</p> <p>Onder aspect IV heeft Van Baars toegevoegd dat 'Andere berekeningen tonen aan dat de verticale verplaatsingen (zakkingen) bij de huizen veel te groot zijn. Dit aspect wordt behandeld onder bladzijde 46.</p> |
| 11 | <p>Rekenvoorbeeld opbarsten & berm:</p> <p>Rekenvoorbeeld opbarsten & berm</p> <p>Opwaartse grondwaterdruk: $10 \text{ kN/m}^3 * (\text{NAP } +5,5 \text{ m} - \text{NAP } -13,0 \text{ m}) = 185 \text{ kPa}$ (of kN/m^2)</p> <p>Neerwaarts gewicht grond: $12 \text{ kN/m}^3 * (\text{NAP } -1,0 \text{ m} - \text{NAP } -13,0 \text{ m}) = 144 \text{ kPa}$</p> <p>Aangezien de opwaartste kracht (185 kPa) van het grondwater in de zandlaag, dat in verbinding staat met de Lek, groter is dan het gewicht van de grondlaag (144 kPa), zal voor de situatie "water tot aan de kruin", de grondlaag van het achterland opbarsten, met alle catastrofale gevolgen van dien voor iedereen die achter deze dijk woont of verblijft tijdens dit hoogwater.</p> <p>Indien we uitgaan van een veel lagere ontwerpwaterstand van NAP +3,68 m, uitgaan van een kortdurende ontwerpwaterstand met vertraging van de waterdruk in de zandlaag die leidt tot een stijghoogte in de peilbuis van NAP +2,20 m, en uitgaan van een veiligheidsfactor $F = 1,05$, dan moet in dit rekenvoorbeeld de dijk nog steeds voor dit bezwijkmechanisme worden afgekeurd.</p> <p>Een goede oplossing hiervoor zou kunnen zijn een berm van klei (1560 kg/m^3) aan te brengen op het achterland met voldoende dikte. Deze dikte hiervan zou dan moeten zijn:</p> $\{ (1,05 * (2,20 + 13) * 10 \text{ kPa}) - 144 \} / 15,6 \text{ kN/m}^3 = 1,0 \text{ m}$ <p>Toegevoegd: ...<u>uitgaan van een veiligheidsfactor $F=1,05$, dan moet in dit rekenvoorbeeld de dijk nog steeds voor dit bezwijkmechanisme worden afgekeurd.</u></p> <p>...<u>kunnen de boorpalen averechts werken</u> ...<u>deze met een oversnijding gemaakt <u>kunnen</u> zijn en dus automatisch in het begin een kier <u>kunnen</u> hebben ter dikte van de steunbuis tijdens het boren.</u></p> | <p>Zoals al behandeld in Hoofdstuk 3 in (Deltares, 2021) dan is opdrijven of opbarsten géén zelfstandig faalmechanisme, maar vormen deze mechanisme een belangrijk onderdeel in de beoordeling op de veiligheid met betrekking tot het faalmechanisme macrostabiliteit.</p> |
| 18 | <p>Beleidsregels Keur Waterschap Rivierenland</p> <p>Toegevoegd: Het waterschap had hiervoor dus geen ontheffing moeten verlenen.</p> | - |
| 19 | <p>InSAR...</p> <p>Toegevoegd: door het dreigende opbarsten van het achterland bij langdurig Maatgevend Hoog Water (MHW).</p> | - |
| 31 | <p>Ernstige kwel en andere problemen</p> <p>Toegevoegd:</p> | <p>In het rapport (Deltares, 2021) is aangegeven dat er een kans is dat er een kortsluiting is ontstaan tussen de twee aanwezige zandlagen bij het maken van de boorpalen. Een</p> |

Deltares concludeert zelf ook in haar rapport dat er ernstige vorm van kwel en lekkage is langs de ankers en boorpalen (zie: pg. 71/183, 73/183 en 120/183). De bewoners hebben dit zelf ook geconcludeerd. De volgende foto's zijn allemaal door de bewoners gemaakt rondom de huizen met de nummers 384 tot 388.

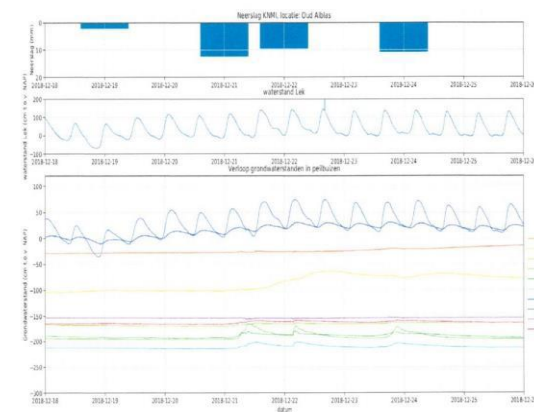
degelijke kortsluiting kan op de langere termijn een negatieve invloed hebben op het ontwerp. Ook is aangegeven dat er een kans is dat er op de langere termijn eventuele kortsluitingen kunnen ontstaan omhoog langs de palen, die een negatieve beïnvloeding kunnen uitoefenen op de levensduur van het ontwerp. Het optreden van kwel langs ankers kan tot wateroverlast veroorzaken tijdens extreme omstandigheden op de rivier.

36-37

Conclusies uit peilbuizen (Hoofdstuk. 7)

Toegevoegd:
Hieruit ~~kan worden geconcludeerd~~ concluderen sommigen dat bij de boorpalenwand.....

Verder is hoofdstuk 7 (blz. 36 en blz. 37) helemaal herschreven:



Hierboven staat een figuur van ADCIM weergegeven, die alle peilbuismetingen van het eerste figuur laat zien, maar ook in blauw de waterstand in de Lek en de waterstanden in de diepe zandlaag en de tussenzandlaag.

De staafdiagram bovenaan is de neerslag over de tijd; die is hier niet belangrijk.

De curve daaronder is de waterstand in de Lek. Deze golft met het getij op en neer. De waterstand in de Lek wordt bepaald door het kortdurende getij (in ruim 3 uur van gemiddeld naar hoog water), maar de waterstand wordt ook bepaald door langdurige (meerdaagse) stormen en meerdaagse hoogwaterafvoeren in de Lek. En daar zit wellicht het probleem.

Onder de curve van de Lek, staan nog twee blauwe curves, waarvan de onderkanten van deze curves elkaar vaak raken. De sterk golvende curve is de waterstand in de diepe zandlaag, de licht golvende curve is de waterstand in de tussenzandlaag. Deze golft veel minder, wat bewijst dat de tussen-zandlaag op deze locatie gelukkig niet (erg) lek is gestoken door de boorpaalwanden (daarom moeten we meer drukmeters gaan plaatsen!). Maar dit betekent nog niet dat er geen gevaar is.

De overige peilbuizen met andere kleuren zijn hier niet van belang. In Bijlage A in dit rapport is zichtbaar dat bij de opbarsttoetsing van Witteveen+Bos is aangenomen dat bij een Maatgevend HoogWater (MHW) van NAP +3,68 m, de waterdruk in de diepe zandlaag onder de polder oploopt tot een verwachte stijghoogte van NAP +2,02 m. Dus iets meer dan de helft van het MHW.

Kijken we naar de metingen in de Lek en in de diepe zandlaag dan zien we dat de Lek ongeveer 1 m op en neer gaat en de diepe zandlaag ongeveer 0,5 m (let op: de eenheden op de linker as zijn verschillend!). Dit betekent dat inderdaad na ongeveer 3 h (van gemiddeld naar hoog water) slechts de helft van de waterdruk

In Paragraaf 2.4.2.4 waar de hydraulische randvoorwaarden zijn behandeld in (Deltares, 2021), is al aangegeven dat in Bind-B de geëxtrapolerde stijghoogten bij zowel MHW 2065 en MHW 2115 in de watervoerende zandlagen voorgeschreven. Deze zijn op basis van hystereseresponsberekeningen op verschillende locaties langs de dijk vastgesteld voor de diepe zandlagen. De vaststelling van deze stijghoogten is de diepe zandlagen is verricht op basis van de vigerende richtlijnen.

Van Baars geeft ook aan dat er geen berekeningen zijn gemaakt voor de tussenzandlaag en dat deze tussenzandlaag net zo sterk reageert als de pleistocene zandlaag bij langdurige waterstanden.

Er zijn inderdaad geen hystereseresponsberekeningen gemaakt voor de tussenzandlagen. Daardoor was het vertrekpunt ook in de ontwerpfase dat de vastgestelde potentialen in het diepe zand ook van toepassing waren voor de tussenzandlaag. Dit is een veilige benadering omdat de stijghoogte in de tussenzandlaag bij WBN normaliter lager is dan de stijghoogte in de diepte zandlaag. In het ontwerp is er, waar van toepassing, zowel rekening gehouden met het opdrijven vanuit de tussenzandlaag als vanuit de diepe zandlaag. Het opdrijfmechanisme vanuit de tussenzandlaag is daardoor zeker meegenomen in de ontwerpen van zowel de grond dijken als de constructieve elementen.

Ook het aspect met betrekking tot een eventuele kortsluiting tussen de twee zandlagen, als gevolg van het maken van de boorpalen, en de mogelijke invloed hiervan op het ontwerp is al behandeld in fase 1 van het onderzoek. Zie o.a. hoofdstuk 3 en 4 in (Deltares, 2021). De eventuele aanwezigheid van een dergelijke kortsluiting tussen de twee zandlagen kan op de langere termijn een negatieve invloed hebben op de levensduur van de constructie

doordringt onder de polder, zoals in de berekening van Witteveen+Bos wordt aangenomen. Maar die halvering van de druk geldt alleen voor kortdurende golven.

We zien dat er ook een langdurige oplopende kleine hoogwater golf is van 19 t/m 22 december. De laagwaterstand van de Lek verloopt dan van grofweg NAP -0,75 m naar NAP +0,0 m. De laagwaterstanden in de diepe zandlaag en de tussenzandlaag verlopen van grofweg NAP -0,30 naar NAP +0,30 m. Hier zien we dat na drie dagen al 80% van de waterdruk doordringt in beide zandlagen en daar is geen rekening mee gehouden bij de toetsing. Bij nog langer durende hoogwaterstanden loopt dit percentage allen nog maar verder op. Dit betekent dat de aangenomen halvering in de berekening van Witteveen+Bos, voor langdurig hoge waterstanden, veel te optimistisch is.

En dan is er nog een ander probleem. Er zijn geen berekeningen gemaakt voor de tussenzandlaag. De tussenzandlaag reageert niet zo sterk voor kortdurende waterstanden, maar we zien dat het aandeel van de langdurige waterstanden net zo sterk reageert als de diepe zandlaag, en dat is uiterst verontrustend. Vooral ook omdat de tussenzandlaag hoger ligt en dus minder klei en veen op zich heeft liggen en dus veel eerder kan opbarsten. En het gevaar van de tussenzandlaag is niet meegenomen in de toetsing. Deltares schrijft hierover (pg. 79/183):

Zoals Van Baars terecht heeft aangegeven op blz. 10 van zijn rapport, kan de kortsluiting tussen de twee zandlagen averechts werken bij het opdrijven van het achterland. Deze verhoging van het potentiaal in de tussenzandlaag is niet meegenomen in het ontwerp en kan een negatieve invloed hebben op de sterkte van de constructie.

40

Aspect I: Kwelvorming en vernatting....

Toegevoegd:

Ook realiseert Witteveen+Bos niet dat opbarsten van het achterland afspeelt, daar waar de grondwaterdrukken het grootst zijn en de neerwaartse drukken het kleinst. En dat is bij de teen van de dijk. Als het achterland hier opbarst, bezwijkt ook de dijk. Deze blijft dus NIET stabiel.

Er is wel degelijk in het ontwerp rekening gehouden met opdrijven, daar waar de grondwaterdrukken het grootst zijn. Zoals al behandeld in hoofdstuk 3 in (Deltares, 2021) leidt het opdrijven van het achterland, ofwel opbarsten zoals Van Baars dit steeds noemt, niet tot het bezwijken van de dijk. Het opdrijven is, waar van toepassing, in het ontwerp van zowel de gronddijken als de ontwerpen van de constructieve elementen verdisconteerd. Hier is marktconform mee omgegaan.

Bij het ontwerp van constructieve elementen is er een kans dat een deel van de dijk zal bezwijken tijdens extreme omstandigheden op de rivier. Ook dit is verdisconteerd in het ontwerp van de constructieve elementen.

41

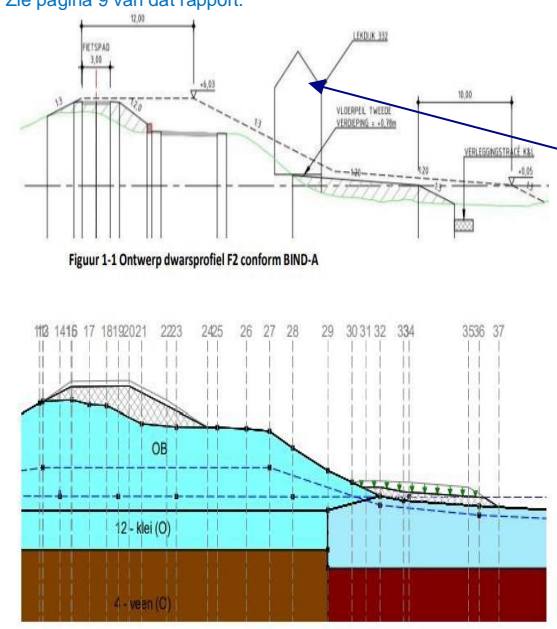
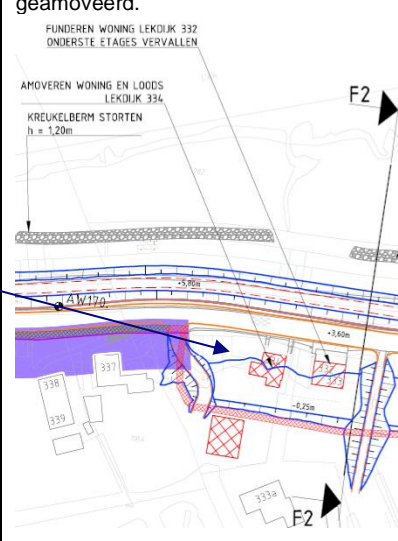
Aspect II: Opbarsten achterland:

Toegevoegd:

Echter, bovenstaande berekening is ontoereikend. Er ontbreken drie zaken:

- I. Bij langdurig Maatgevend Hoog Water (MHW) kan de grondwaterdruk in de diepe zandlaag te hoog worden en treedt opbarsten onder laag no. 6 (31-klei) op.
- II. Bij langdurig Maatgevend Hoog Water (MHW) kan de grondwaterdruk in de tussen zandlaag te hoog worden en treedt opbarsten onder laag 4 (9-veen) op.

Zie reactie onder blz. 40.

| | | |
|-----------|---|--|
| | <p>III. Bij een lek tussen de diepe zandlaag en de tussen zandlaag is er een nog veel groter gevaar op opbarsten.</p> | |
| <p>42</p> | <p>Aspect II: Opbarsten achterland</p> <p><u>Tekst weggehaald en toegevoegd:</u> Door de mogelijkheid van dit lek, moet de stabiliteit onder laag 4 (9-veen) bekeken worden. Zolang het waterschap niet bewezen heeft dat er bij alle diepwanden en bij alle boorpalen geen lek / kortsluiting zit, mag de constructie niet veilig worden verklaard, en zelfs als dit wel bewezen kan worden, dan nog kan de constructie niet voor langdurige MHW worden goedgekeurd,</p> | <p>Zoals o.a. is genoemd in Paragraaf 2.3.3.2 in (Deltares, 2021) dan is, gelet op de uitvoeringswijze van de panelen en het geregistreerde oververbruik (cement) bij de realisatie van deze wanden, de kans op de aanwezigheid van lekwegen, die ontstaan zouden kunnen zijn tijdens de realisatie, als gering ingeschat.</p> <p>Met betrekking tot het ontstaan zijn van een kortsluiting tussen de zandlagen bij de boorpalen, dan wordt er verwezen naar de reactie onder blz. 36-37.</p> |
| <p>44</p> | <p>Aspect IV: De grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen</p> <p><u>Toegevoegd:</u> De bouwcombinatie wist dus al wat voor een fatale gevolgen de horizontale grondverplaatsingen zouden hebben.</p> | <p>Voor dit aspect wordt verwezen naar de hoofdstukken 6, 7 en 8 in voorliggend rapport. De opdrachtnemer heeft niet bewust schade veroorzaakt aan de bebouwing, het projectteam is geïnformeerd over de werkwijze bij de groenecirkelpanden tijdens de uitvoering.</p> |
| <p>46</p> | <p>Aspect IV: De grondverplaatsingen en de gevolgen voor de huizen</p> <p><u>Toegevoegd aan het aspect:</u> Voor de verticale grondverplaatsingen geldt hetzelfde als de horizontale grondverplaatsingen, zie het rapport P16131475-BER-OWN-06931: Berekeningnota, Uitvoeringsontwerp grond binnendijks Dijkvak Nieuw-Lekkerland – sectie F, 4-2-2015. In dit rapport staat berekend wat de zakkings zijn ten gevolge van de tuimelkade. Zie pagina 9 van dat rapport.</p>  <p><u>Voor sectie F, is woning nr. 332 ingetekend, een woning aan de teen van de dijk. Op pagina 9 zien we dat raai Vertikaal 30 ongeveer de juiste afstand heeft voor de positie van jouw huis. Op pagina 36 kunnen we zien</u></p> | <p>Het blijkt dat Van Baars zich niet gebaseerd heeft op de juiste informatie. Zoals blijkt uit de onderstaande figuur, is het betreffende pand, waar Van Baars op doelt, geamoveerd.</p>  <p>Opgemerkt wordt dat het door de opdrachtnemer niet bewust is gekozen bij het aanbrengen van grondophogingen om opzettelijk huizen te laten bezwijken. Wel is een feit dat er geen beheersmaatregelen zijn genomen toen bleek dat er schade ontstond aan panden en ook niet toen de horizontale vervormingen bij een aantal groenecirkelpanden veel ruimer uitvielen dan vooraf via analyse was voorspeld.</p> |

[welke zetting de bouwcombinatie verwachtte voor dit huis, en dat is 566 mm. Zulke verticale verplaatsingen overleeft geen enkele woning.](#)

3.30 Results for Vertical 30 (X = 25,07 m; Z = 0,00 m)

| Depth [m] | Effective Stress [kPa] | Hydraulic head [m] | Loading [kPa] | Settlement [m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 0,550 | 0,277 | 0,550 | 0,276 | 0,566 |

[Op pagina 5 staan de eisen die ze zich gesteld hebben. Het voorkomen dat de zettingen voor de huizen te groot worden, is niet één van hun eisen, dus het ontwerp voldoet aan de eisen die ze zelf gesteld hebben. En daarbij wist de bouwcombinatie dat veel huizen zouden gaan bezwijken.](#)

48

Aspect V: Risicoanalyse en externe onafhankelijke toetsing

Zie reactie onder blz 46

Toegevoegd:

Ondertussen is bekend geworden dat de ontwerprichtlijnen voor de constructie van Deltares komen, in opdracht van het waterschap, via het rapport:

Ontwerp stabiliteitsschermen (type II) in primaire waterkeringen (groene versie)

Ontwerprichtlijn voor WSRL, 2013

[De huidige vraag van het Waterschap Rieverenland aan Deltares om te kijken of alles volgens de richtlijnen verlopen is, wordt daarom door de bewoners achter de dijk gezien als een vraag aan de slager om zijn of haar vlees zelf te keuren.](#)

Uit alle documenten [van het WOB verzoek](#) blijkt dus dat het waterschap zelf de selectie en toetsing van het ontwerp heeft gedaan en nauwelijks of geen externe expertise erbij heeft gehaald.

Vanuit de ontwerpberoeeningen blijkt dat de ontwerpers het gevaar voor grote vervormingen, [zowel](#) horizontaal [als verticaal, wel wisten, maar niets daarmee deden. Zo zijn,](#) voor zover bekend, tijdens de uitvoering en de eerst jaren daarna, weinig [verticale of](#) horizontale grondverplaatsingsmetingen verricht. De beste methode [voor de horizontale verplaatsingen](#) is het plaatsen van hellingmeters/inclinometers.

48

Blz.48: Aspect V: Risicoanalyse en externe onafhankelijke toetsing

Toegevoegd:

Ondertussen is bekend geworden dat de ontwerprichtlijnen voor de constructie van Deltares komen, in opdracht van het waterschap, via het rapport:

Ontwerp stabiliteitsschermen (type II) in primaire waterkeringen (groene versie) Ontwerprichtlijn voor WSRL, 2013

[De huidige vraag van het Waterschap Rieverenland aan Deltares om te kijken of alles volgens de richtlijnen verlopen is, wordt daarom door de bewoners achter de dijk gezien als een vraag aan de slager om zijn of haar vlees zelf te keuren.](#)

Uit alle dokumenten [van het WOB verzoek](#) blijkt dus dat het waterschap zelf de selectie en toetsing van het ontwerp heeft gedaan en nauwelijks of geen externe expertise erbij heeft gehaald. Vanuit de ontwerpberoeeningen blijkt dat de ontwerpers het gevaar voor grote vervormingen, [zowel](#) horizontaal [als verticaal, wel wisten, maar niets daarmee deden.](#) Zo zijn, voor zover bekend, tijdens de uitvoering en de eerst jaren daarna, weinig [verticale of](#) horizontale grondverplaatsingsmetingen verricht. [De beste methode voor de horizontale verplaatsingen is het plaatsen van hellingmeters/inclinometers.](#)

Met betrekking tot het gevaar voor grote verticale vervormingen wordt verwezen naar de reactie onder bl. 46. Daarnaast wordt opgemerkt dat er in de orde van zeker 40 – 50 hellingmeetbuizen zijn geplaatst bij de dijkversterking om de horizontale deformaties van de grond te kunnen monitoren. Zie verdere informatie met betrekking tot de monitoring in Paragraaf 2.3.6 in Bijlage A.

De volgende wijziging zijn aangebracht en zijn er zaken toegevoegd:

Het kanaal Almelo-De Haandrik is in een korte tijd zeer sterk vergroot. In 1992 werd het nog vergroot voor enkelstrooks scheepvaart tot 250 ton, in 2012 was het kanaal al grotendeels vergroot voor dubbelstrooks scheepvaart tot 700 ton en enkelstrooks scheepvaart tot 1000 ton. Bij het vergroten van het kanaal heeft de provincie Overijssel nooit rekening gehouden met [verdroging van het veen achter de steeds maar langere en diepere damwanden](#). [Veel huizen hebben tot wel meer dan honderd jaar geen problemen gehad totdat nieuwe en langere damwanden de grondwaterstand langs het kanaal ernstig liet zakken. Hierdoor kon de diepere veenlaag gaan inklinken en oxideren. Dit speelt vooral sinds 2005.](#)

Zowel bij Daarlerveen als bij Geerdijk is er een nieuwe wachtplaats gemaakt voor het passeren van de schepen. Bij het maken van de wachtplaatsen zijn de damwanden zo hard ingetrild dat er [nog](#) veel [meer](#) schade aan de huizen is ontstaan. Ook zijn er trekankers direct onder de funderingen van de huizen gemaakt [die mogelijk](#) nog meer schade hebben veroorzaakt. [Ook is er een vernatting ontstaan in de omgeving. Of dit komt door het wegbaggeren](#) van de leemlaag onder de kanaalbodem [of dat het komt door polderpeilverhogingen, moet nog](#) worden onderzocht.

Rondom kanaal Almelo – De Haandrik zijn de [werkzaamheden](#) dus uitgelopen op een drama. Vele huizen zijn ernstig verzakt en hebben grote schade opgelopen. Er staan langs het kanaal steeds meer huizen in de stutten. Rond de vierhonderd gezinnen hebben sinds de werkzaamheden schade gemeld bij de eigenaar en beheerder van het kanaal: de provincie Overijssel.

Na verschijnen van rapporten, van dezelfde auteur als van dit rapport, heeft de provincie besloten een nieuw onderzoek te laten maken door Deltares, met een ander team aan mensen, onder begeleiding van een nieuwe adviescommissie, en onder toezicht van een nog niet eerder aangestelde reviewcommissie waar ook de auteur van dit rapport deel van [uitmaakt](#).

Deze opmerkingen hebben geen betrekking op de dijkversterking KIS.

M Externe review van de onafhankelijke deskundigen

Beste Huub,

Ik heb kennis genomen van de laatste versie van het rapport **Gereviewde versie ter goedkeuring.pdf** dat woensdagochtend 10-11-2021 is gestuurd ter controle van de verwerking van de opmerkingen van de externe reviewers (Almer van der Stoel, Joost van der Schrier en mijzelf). Ik ben op grote lijnen door het document heengegaan en heb geconstateerd dat het leeuwendeel van mijn opmerkingen is verwerkt. Het rapport maakt mijns inziens duidelijk waar de schoen wringt (en waar niet) op basis van de in het rapport aangedragen feiten.

Gezien het krappe tijdschema hebben we (Helle, jij, Joost, Almer en ik) vandaag (11-11-2021) in een video-overleg gezamenlijk de hoofdconclusies van het aangepaste rapport doorgenomen. Deze zijn wat mij betreft akkoord. Daarbij ga ik er wel uitdrukkelijk van uit dat in de finale versie van het rapport duidelijker zal worden beschreven dat er niet alleen ten aanzien van de *uitvoering* van de risicogestuurde aanpak tekortkomingen zijn geconstateerd, maar ook ten aanzien van de *uitwerking/opzet* daarvan. Verder ga ik ervan uit dat de redactionele wijzigingen die vandaag zijn besproken nog zullen worden doorgevoerd.

Ik zal het rapport nog een keer in detail doornemen om de verwerking van commentaren te beschouwen, maar ben van oordeel dat dit een tussentijds akkoord op de hoofdconclusies niet in de weg hoeft te staan.

Hopend je hiermee voldoende geïnformeerd te hebben,

Met vriendelijke groet,
Joost van der Schrier

Beste Huub,

Ik heb kennis genomen van de laatste versie van het rapport **Gereviewde versie ter goedkeuring.pdf** dat woensdagochtend 10-11-2021 is gestuurd ter controle van de verwerking van de opmerkingen van de externe reviewers (Almer van der Stoel, Joost van der Schrier en mijzelf). Ik ben op grote lijnen door het document heengegaan en heb geconstateerd dat het leeuwendeel van mijn opmerkingen is verwerkt. Het rapport maakt mijns inziens duidelijk waar de schoen wringt (en waar niet).

Gezien het krappe tijdschema hebben we (Helle, jij, Joost, Almer en ik) vandaag (11-11-2021) in een video-overleg gezamenlijk de hoofdconclusies van het aangepaste rapport doorgenomen. Deze zijn wat mij betreft akkoord. Daarbij ga ik er wel uitdrukkelijk van uit dat in de finale versie van het rapport duidelijker zal worden beschreven dat er niet alleen ten aanzien van de *uitvoering* van de risicogestuurde aanpak tekortkomingen zijn geconstateerd, maar ook ten aanzien van de *uitwerking/opzet* daarvan. Verder ga ik ervan uit dat de redactionele wijzigingen die vandaag zijn besproken nog zullen worden doorgevoerd.

Ik zal het rapport nog een keer in detail doornemen om de verwerking van commentaren te beschouwen, maar ben van oordeel dat dit een tussentijds akkoord op de hoofdconclusies niet in de weg hoeft te staan.

Hopend je hiermee voldoende geïnformeerd te hebben,

Met vriendelijke groet,
Ruben Jongejan

Beste Huub,

Ik heb kennis genomen van de laatste versie van het rapport **Gereviewde versie ter goedkeuring.pdf** dat je woensdagochtend 10-11-21 naar ons hebt gestuurd ter controle van de verwerking van onze opmerkingen. Inmiddels ben ik op grote lijnen door het document heengegaan en heb ik geconstateerd dat het leeuwendeel van mijn/onze opmerkingen in het document is verwerkt. Het is daarmee een goed doorwrocht stuk geworden, dat duidelijke conclusies trekt met betrekking tot welke zaken goed zijn gegaan en ook waar de schoen wringt.

Gezien het krappe tijdschema dat jullie hanteren voor indiening van het stuk (vandaag, vrijdag 12-11-21), hebben we gisteren in ons gezamenlijk (Helle, jij, Joost, Ruben en ik) video-overleg afgesproken dat wij als externe reviewers een akkoord op hoofdlijnen zullen geven. We gaan er daarbij wel uitdrukkelijk vanuit dat met name de in dat gesprek nog aangegeven nuances in de samenvatting en conclusies met betrekking tot het aanpassen van de toon als zijnde een 'reactie op' Van Baars, naar meer een conclusie van eigen bevindingen nog is/wordt verwerkt.

Ik zal nog wel een keer meer in detail door het finale stuk heengaan om op nuances te controleren en om aan te geven waar in de 'publieksvriendelijke', later uit te brengen versie mijns inziens de accenten moeten liggen en/of een en ander nader verduidelijking (voor leken) heeft.

Hopend je hiermee voldoende geïnformeerd te hebben,

Met vriendelijke groet,
Almer van der Stoel

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl