

DATUM **VERZONDEN - 6 MEI 2014**
UW BRIEF VAN 20 februari 2014
UW KENMERK
ONS KENMERK VG/U
INGEKOMEN NR. E1401352
ONDERWERP Water- en wegenvergunning

CONTACTPERSOON R. Smit
DOORKIESNUMMER 088 - 97 43 422
E-MAILADRES r.smit@wshd.nl
BIJLAGEN vergunning met nr. D0025334



waterschap
**Hollandse
Delta**



U1403146

Vorm Ontwikkeling B.V.
T.a.v. de heer A.G.M.P. Clabbers
Postbus 16
3350 AA PAPENDRECHT

Geachte heer Clabbers,

Naar aanleiding van uw aanvraag is besloten de onder nummer K10.0572VP verleende vergunning voor het realiseren, hebben en onderhouden van een woontoren aan de Nieuw Hongerlandsedijk te Spijkenisse aan Vorm Bouw B.V. te wijzigen. De wijziging betreft de uitvoeringstermijn evenals een actuele toetsing op basis van het faalmechanisme zettingsvloeiing.

De vergunning met nummer D0025334 treft u als bijlage aan.

De mogelijkheid bestaat dat tegen het besluit bezwaar wordt gemaakt. Ook kan het verzoek worden ingediend om een voorlopige voorziening. Hiervoor verwijzen wij u naar de aandachtspunten die zijn bijgevoegd bij de vergunning.

Met nadruk wijzen wij u erop dat de uitvoering van de werkzaamheden, waartoe vergunning is verleend, gedurende de genoemde bezwaartermijn geheel voor uw risico komt.

Wij adviseren u deze brief bij de vergunning te bewaren. Voorts verzoeken wij u bij correspondentie het nummer van de vergunning te vermelden.

Aan deze vergunning zijn leges verbonden. U ontvangt hiervoor separaat een factuur.

Heeft u naar aanleiding van deze brief nog vragen, dan kunt u contact opnemen met de medewerker zoals genoemd boven aan deze brief.

Hoogachtend,
namens dijkgraaf en heemraden,

E. Willemsen
teamleider vergunningverlening

Handelsweg 100
2988 DC Ridderkerk
Postadres Postbus 4103
2980 GC Ridderkerk
telefoon 088 974 30 00
fax 088 974 30 01
internet www.wshd.nl
info@wshd.nl



waterschap
**Hollandse
Delta**

Water- en wegenvergunning

Aanhef

Dijkgraaf en heemraden van waterschap Hollandse Delta hebben op 17 april 2014 een aanvraag ontvangen van Vorm Ontwikkeling B.V. te Papendrecht om de onder nummer K10.0572VP verleende vergunning voor het realiseren, hebben en onderhouden van een woontoren aan de Nieuw Hongerlandsedijk te Spijkenisse te wijzigen. De wijziging betreft de uitvoeringstermijn evenals een actuele toetsing op basis van het faalmechanisme zettingsvloeiing.

Besluit

Gelet op de bepalingen van de Waterwet, de Keur voor waterschap Hollandse Delta 2009, de Algemene wet bestuursrecht en de hieronder vermelde overwegingen besluiten dijkgraaf en heemraden als volgt:

- I De vergunning K10.0572VP aan Vorm Ontwikkeling B.V., Veerweg 165 te Papendrecht, of diens rechtverkrijgende(n), voor het realiseren, hebben en onderhouden van een woontoren aan de Nieuw Hongerlandsedijk te Spijkenisse als volgt te wijzigen:
- voorschrift 6 en 27 te laten vervallen.
 - voorschrift 7 "Eenmaal aangevangen, moeten de werkzaamheden onafgebroken worden voortgezet en binnen een termijn van 3 jaar zijn voltooid, met dien verstande dat in de periode van 1 oktober tot 1 april op, aan of in een waterkering geen werkzaamheden mogen worden uitgevoerd, met uitzondering van de in deze vergunning vergunde werken.
- vervangen door:
- voorschrift 7 "Eenmaal aangevangen, moeten de werkzaamheden onafgebroken worden voortgezet en binnen een termijn van 7 jaar zijn voltooid, met dien verstande dat in de periode van 1 oktober tot 1 april op, aan of in een waterkering geen werkzaamheden mogen worden uitgevoerd, met uitzondering van de in deze vergunning vergunde werken.
- II Aan de vergunning de opgenomen voorschriften te verbinden.
- III Alle voorschriften en overwegingen van vergunning K10.0572VP blijven onverminderd van kracht voor zover in deze vergunning niet van wordt afgeweken.
- IV De gewaarmerkte documenten zoals opgenomen in bijlage 2 onderdeel te laten uitmaken van de vergunning.

Ondertekening

Ridderkerk, d.d. - 6 MEI 2014

Hoogachtend,
namens dijkgraaf en heemraden,

ing. R. Bouwman
afdelingshoofd Vergunningverlening a.i.

Legeskosten: € 5312,50

Afschrift

Een afschrift van deze vergunning is gezonden aan het college van burgemeester en wethouders van de gemeente
Spijkenisse;gemeente@spijkenisse.nl

Handelsweg 100
2988 DC Ridderkerk
Postadres Postbus 4103
2980 GC Ridderkerk
telefoon 088 974 30 00
fax 088 974 30 01
internet www.wshd.nl
info@wshd.nl



waterschap
**Hollandse
Delta**

Voorschriften

1. Vijftien werkdagen vóór aanvang van de werkzaamheden moet vergunninghouder aan de afdeling Handhaving een aangepast monitoringsplan ter goedkeuring overleggen evenals de invloed van de noodbestorting en een heiplan.
 - De vergunninghouder moet gedurende de werkzaamheden trillingen en waterspanningen monitoren en registreren in beide verwekingsgevoelige lagen. Tijdens de monitoring zijn de in het rapport beschreven grenswaarden maatgevend.
 - Voorafgaand aan de monitoring dient een inschatting gemaakt te worden of de aanwezigheid van de noodbestorting van invloed kan zijn op de meetresultaten tijdens de monitoring.
 - Voorafgaand aan de heiwerkzaamheden dient het heiplan te worden overlegd. Er dient gestart te worden aan de rivierzijde om vervolgens steeds verder van de waterkering te heien.
2. Bij overschrijding van het maximale trillingsniveau of toename van waterspanning in de grond, dienen de werkzaamheden direct te worden gestaakt.



waterschap
**Hollandse
Delta**

Aanvraag en overwegingen

Aanleiding

Voor de realisatie van een woontoren binnen de zonering van een waterkering is vergunning afgegeven. De termijn van de uitvoer van de werken is verlopen, waardoor een verlenging is aangevraagd voor de bestaande vergunning.

Voor een situatieschets van de locatie van de activiteiten wordt verwezen naar bijlage I.

Toetsing van de aanvraag aan de doelstellingen van het waterbeheer

Werken of werkzaamheden worden getoetst aan de doelstellingen van de Waterwet. Deze doelstellingen, die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer, zijn als volgt geformuleerd:

- a. voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met
- b. bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en
- c. vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang de basis voor vergunningverlening en zijn geconcretiseerd via wettelijk vastgestelde normen en aanvullend beleid ten aanzien van de veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functieervulling door watersystemen. De uitwerking hiervan vindt plaats in aanvullende regelgeving (onder andere de Keur van waterschap Hollandse Delta), in water- en beheersplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels.

De vastgestelde normen en beleid zijn richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer. Een vergunning wordt verleend indien werken of werkzaamheden zich niet verzetten tegen de doelstellingen van het waterbeheer en het mogelijk is om de belangen van het waterbeheer door het verbinden van voorschriften en beperkingen voldoende te beschermen.

Aanvragen voor een vergunning op grond van de Keur voor werken en werkzaamheden in en nabij waterstaatswerken worden getoetst op:

- effecten op het falen of verslechteren van de functie van waterstaatswerken en daaruit voortvloeiend het totale watersysteem;
- effecten op de (toekomstige) mogelijkheden van het doelmatig beheer en onderhoud van het waterstaatswerken en beschermingszones.



Overwegingen

In de "derde verlengde toetsronde primaire waterkeringen" is in 2013 de waterkering ter plaatse van de nieuwbouwlocatie afgekeurd op het faalmechanisme zettingsvloeiing. Alvorens de uitvoeringstermijn van de in 2010 afgegeven vergunning te kunnen verlengen dient de nadelige invloed van het heiwerk en zwaar verkeer op dit faalmechanisme te worden beschouwd.

Zettingsvloeiing

Middels een rapportage is voldoende aangetoond dat de versnelling door trillingen tijdens het inheien voldoende klein wordt geacht om de werkzaamheden veilig uit te voeren met betrekking tot het faalmechanisme Zettingsvloeiing.

Als referentie is hiervoor de methodiek gebruikt zoals deze gehanteerd wordt voor het beoordelen van grondlagen onder invloed van aardbevingen. Hiermee is aan de eis voldaan dat de werkzaamheden en trillingen tijdens het inheien getoetst moesten worden aan een referentie. Dit zijn conservatieve aannames. In combinatie met de berekende veiligheidsfactoren tonen deze gegevens in ieder geval voor de hoger gelegen zettingsgevoelige lagen aan dat de werkzaamheden veilig uitgevoerd kunnen worden.

Voor de lager gelegen lagen zijn de veiligheidsfactoren kritischer, maar wordt geconstateerd dat deze lagen "opgesloten liggen" door de rivierbodem. Hier komt voor beide lagen nog bij dat inmiddels een noodvoorziening is aangebracht door het waterschap in de vorm van een filterlaag met stortsteen. Dit maakt de kans op het daadwerkelijk optreden van zettingsvloeiing vele malen kleiner (hiervan zijn geen reken technische bewijzen te genereren).

Om alle onzekerheden weg te nemen wordt een monitoring met trillingsmetingen en waterspanningsmetingen in beide verwekingsgevoelige lagen voorgeschreven. Daarnaast wordt gevraagd voorafgaand aan de monitoring een inschatting te maken of de aanwezigheid van de noodbestorting van invloed kan zijn op de meetresultaten tijdens de monitoring. Tijdens de monitoring zijn de in het rapport beschreven grenswaarden maatgevend. Voorafgaand aan de heiwerkzaamheden wordt gevraagd en heiplan te overleggen.

Uitvoeringstermijn

Volgens de oorspronkelijke planning zouden de werken binnen de uitvoeringstermijn kunnen plaatsvinden. Mede door de afkeur van de waterkering is er vertraging ontstaan in de uitvoering. In de afgelopen periode is met regelmaat overleg geweest en is er onderzoek gedaan naar de mogelijke nadelige effecten van heien en zwaar verkeer. Tevens is er een noodmaatregel uitgevoerd door het aan de rivierzijde storten van stenen. Gezien de opgelopen vertraging is het noodzakelijk de uitvoeringstermijn van de vergunning te verlengen.

In de onderhavige vergunning zijn aanvullende voorschriften en overwegingen opgenomen. Deze zijn niet van invloed op de afgegeven vergunning K10.0572VP en blijven onverminderd van kracht.

Slotafweging

Bij het naleven van de aan dit besluit verbonden voorschriften en gelet op het individuele belang van de vergunninghouder wordt de inbreuk op het waterstaatswerk aanvaardbaar geacht en zijn er vanuit het waterschap geen bezwaren tegen het verlenen van de gevraagde vergunning.



waterschap
**Hollandse
Delta**

Procedure

De aanvraag is op 17 april 2014 door het waterschap ontvangen.

Voorafgaande aan de vergunning zijn de volgende stukken aangeleverd:

- Verlengingsverzoek vergunning K10.0572VP (zonder ondertekening), E1401352;
- Afspraken over leges, E1402921;
- Analyse Zettingsvloeiing Hongerlandsedijk te Spijkenisse, 7010-0095-004 versie 3, d.d. 26 februari 2014, I1401604.

De ingediende aanvraag bevat de volgende stukken:

- Aanvraag verlenging vergunning K10.0572VP (inclusief ondertekening), I1402904

De voorbereiding van deze vergunning heeft conform het gestelde in afdeling 4.1.2 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb) plaatsgevonden.



waterschap
**Hollandse
Delta**

Aandachtspunten

- I De vergunninghouder moet er rekening mee houden dat er naast de onderhavige vergunning, voor de handelingen waarop de vergunning betrekking heeft, tevens andere vergunning(en) en/of ontheffing(en) en/of een meldingsplicht vereist kunnen zijn.
- II Het hebben van deze vergunning ontslaat de houder niet van de verplichting om de redelijkerwijs mogelijke maatregelen te treffen teneinde te voorkomen dat derden ten gevolge van het gebruikmaken van de vergunning schade lijden.
- III Indien het vergunningplichtige werk in andere handen mocht overgaan – bijvoorbeeld door verkoop, erfopvolging, overdracht van gebruiksrecht of anderszins – moet wijziging van de tenaamstelling van de vergunning schriftelijk worden aangevraagd bij het college van dijkgraaf en heemraden van waterschap Hollandse Delta. Het verzoek moet worden gedaan binnen vier weken na de rechtsopvolging.
- IV Op grond van de Algemene wet bestuursrecht kan een (rechts)persoon, wiens belang rechtstreeks bij de vergunning is betrokken, gedurende een periode van zes weken vanaf de dag na bekendmaking, tegen dit besluit een bezwaarschrift indienen. Het bezwaarschrift moet worden gericht aan college van dijkgraaf en heemraden van waterschap Hollandse Delta, Postbus 4103, 2980 GC Ridderkerk
- V De vergunning treedt in werking na bekendmaking. Op grond van artikel 6:16 Algemene wet bestuursrecht schorst het bezwaar de werking van dit besluit niet. Gelet hierop kan, na indiening van het bezwaarschrift, gedurende de bezwaartermijn ook een verzoek om een voorlopige voorziening worden ingediend op grond van artikel 8:81 Algemene wet bestuursrecht. In geval een voorlopige voorziening wordt ingediend, treedt de vergunning niet in werking voordat op dit verzoek is beslist. Het verzoek tot het treffen van een voorlopige voorziening moet worden gericht aan de Voorzieningenrechter van de sector bestuursrecht van de Rechtbank Rotterdam, Postbus 50950, 3007 BL Rotterdam of digitaal via <http://loket.rechtspraak.nl/bestuursrecht>.

Wij verzoeken u vriendelijk om een afschrift van het verzoek tot het treffen van een voorlopige voorziening toe te zenden aan het college van dijkgraaf en heemraden van waterschap Hollandse Delta, Postbus 4103, 2980 GC Ridderkerk.
- VI Voor vragen omtrent deze vergunning kunt u contact opnemen met het waterschap via het waterschapsloket op nummer 0900 2005 005 (10 ct/min).



Bijlage I Locatie projectgebied

waterschap
**Hollandse
Delta**





Bijlage II Gewaarmerkte documenten

- Analyse Zettingsvloeiing Hongerlandsedijk te Spijkenisse, 7010-0095-004 versie 3, d.d. 26 februari 2014, I1401604.



RAPPORT
betreffende

**ANALYSE ZETTINGSVLOEIING
HONGERLANDSEDIJK TE
SPIJKENISSE**

Opdrachtnummer: 7010-0095-004

Opdrachtgever : VORM Ontwikkeling B.V.
Postbus 16
3350 AA PAPENDRECHT

Datum grondonderzoek : 28 en 29 november 2013

Projectleider : ir. B. Rijnveld

Opgesteld door : ir. M. Hinborch
Adviseur Waterbouw
ir. B. Rijnveld
Adviseur Waterbouw

Gecontroleerd door : ir. L.W.A. Zwang
Hoofd Waterbouw

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	13 december 2013		
2	10 januari 2014	Diep inheinniveau toegevoegd	
3	26 februari 2014	Invloed taludhelling toegevoegd	

FILE: 7010-0095-004.R01v3

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
1.1. Algemeen	1
1.2. Projectomschrijving	1
1.3. Doel van het onderzoek	1
1.4. Beschikbare informatie	2
2. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	3
2.1. Algemeen	3
2.2. Globale bodemgesteldheid	3
3. TRILLINGSPROGNOSE	4
3.1. Algemeen	4
3.2. Uitgangspunten	4
3.3. Bronsterkte trillingssnelheid	5
3.4. Trillingsoverdracht door de ondergrond	6
3.5. Verdichting losgepakte zandlagen	7
4. ANALYSE ZETTINGSVLOEIING	10
4.1. Mechanisme beschrijving	10
4.2. Resultaten toetsing voorland	11
4.3. Verwekingsgevoelige lagen	12
4.4. Uitgangspunten en berekeningsmethode zettingsvloeiingsanalyse	13
4.5. Resultaten zettingsvloeiingsanalyse	14
5. MONITORINGSPLAN	16
5.1. Algemeen	16
5.2. Ondiep inheinniveau	16
5.3. Diep inheinniveau	16
5.4. Meetperiode	16
5.5. Meetlocatie	17
5.6. Beheersmaatregelen	17
6. CONCLUSIES	18
7. LITERATUUR	19
<u>BIJLAGEN</u>	<u>Nr.</u>
- Rapportage veldwerk	7010-0095-004-1
- Relatieve dichtheid sonderingen	7010-0095-004-2
- Veiligheidsfactor dynamische verweking	7010-0095-004-3

1. INLEIDING

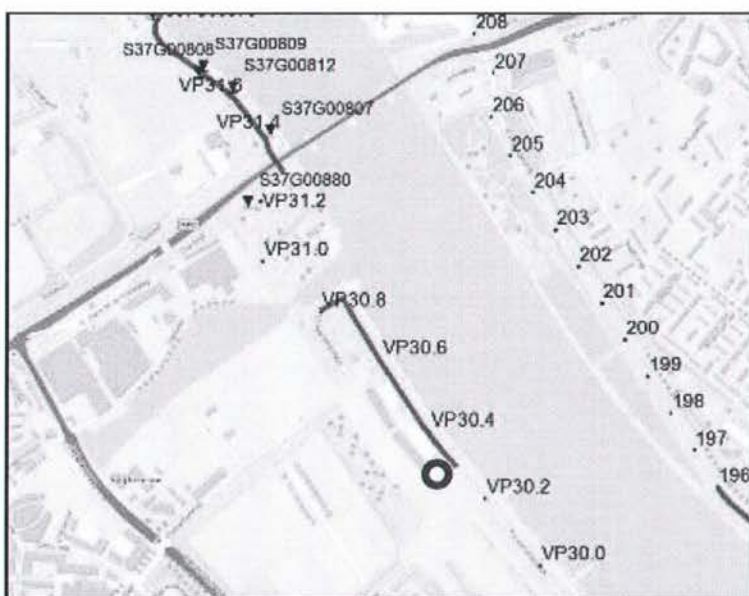
1.1. Algemeen

Op 4 oktober 2013 ontving Fugro GeoServices B.V. te Hardinxveld-Giessendam van VORM Ontwikkeling B.V. te Papendrecht, de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek en het opstellen van een advies over een risicoanalyse ten aanzien van zettingsvloeiing bij de nieuwbouw ter plaatse van de Hongerlandsedijk te Spijkenisse.

1.2. Projectomschrijving

Langs de Hongerlandsedijk te Spijkenisse is de bouw van twee woontorens en een activiteitendek gepland. Het betreft toren A met een hoogte van circa 90 m en toren B met een hoogte van circa 70 m. Tussen de beide torens wordt de zogenaamde Plint geconstrueerd. De afmetingen van de torens bedragen circa 33 m x 33 m (toren A) en circa 30 m x 33 m (toren B). Inmiddels is toren A reeds gerealiseerd en de bouw van toren B is voorzien in 2014.

De nieuwbouwlocatie ligt direct achter de Hongerlandse dijk, zie figuur 1-1. Dit is een primaire waterkering die in beheer is bij het Waterschap Hollandse Delta. In de derde verlengde toetsronde is in 2013 de waterkering ter plaatse van de nieuwbouwlocatie afgekeurd op het faalmechanisme Stabiliteit Voorland - Zettingsvloeiing. Omdat voor de nieuwbouw heiwerk en zwaar verkeer voorzien is, wat een nadelige invloed op dit faalmechanisme kan hebben, dient de invloed hiervan op dit faalmechanisme te worden beschouwd.



Figuur 1-1: Projectlocatie, bron ondergrond World Topo Map ESRI

1.3. Doel van het onderzoek

Doel van de werkzaamheden is om te komen tot een onderbouwend rapport bij de vergunningsaanvraag voor het heien van palen en toelaten van zwaar verkeer ten behoeve van de bouw van toren B. Fugro kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor het al dan niet verkrijgen van een watervergunning, aangezien het waterschap haar eigen beleid voert.

1.4. Beschikbare informatie

De volgende informatie is door de opdrachtgever beschikbaar gesteld of beschikbaar in het archief van Fugro:

- [1] *Heirapportage Spijkenisse Appartementengebouw Dijkzone 1C fase 2; Brem funderingsexpertise; 24 februari 2011*
- [2] *Tekening: 90321 bijlage stippenplan; IOB Ingenieursburo; 11-2-2010*
- [3] *Tekening: UV-A-C1101 rev. D, Palenplan Toren; IOB Ingenieursburo; 8-12-2010*
- [4] *Verlengde 3^e toetsronde Beoordeling Stabiliteit Voorland Dijkkring 20 Voorne Putten Versie 4: definitief; Fugro GeoServices B.V. (in opdracht van Waterschap Hollandse Delta); 19 september 2013*
- [5] *Beschouwing interactie kraan op dijkstabiliteit Hongerlandsedijk te Spijkenisse; Fugro Ingenieursbureau B.V.; rapportnummer 7010-0095-001.R01; 7 juni 2010*
- [6] *Nieuwbouw appartementengebouwen dijkzone 1C te Spijkenisse; Fugro Ingenieursbureau B.V.; rapportnummer 7010-0095-000.R01e; 16 juli 2010*

Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

2.1. Algemeen

Het geotechnisch onderzoek voor dit project heeft bestaan uit het uitvoeren van 5 sonderingen in de buitenteen van de dijk tot een diepte van circa 30 m -mv. Bij 3 sonderingen is aanvullend de waterspanning tijdens het sonderen gemeten. De resultaten van het sondeer onderzoek zijn gepresenteerd in bijlage 1.

2.2. Globale bodemgesteldheid

Op basis van de sonderingen kan de bodemgesteldheid onder de dijk ter plaatse van de nieuw te bouwen woontoren globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 2-1 is weergegeven. Het bovenste grondpakket met een dikte van circa 20 m bestaat voornamelijk uit siltige kleilagen en kleiige/siltige zandlagen. Daaronder bevindt zich het pleistoceen zandpakket.

Tabel 2-1: Globale bodemgesteldheid

Diepte in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
+2,3	<u>KLEI</u> , zandig
-2,0	<u>ZAND</u> , los gepakt, sterk kleiig / <u>KLEI</u> , sterk siltig/zandig
-20,0	<u>ZAND</u> , pleistoceen
-28,0	maximaal verkende diepte

3. TRILLINGSPROGNOSE

3.1. Algemeen

De palen die het dichtst bij de waterkering geheid worden bevinden zich aan de noordkant van het terrein. Deze palen hebben een afstand van circa 50 m tot het voorland, zie figuur 3-1.



Figuur 3-1: Locatie van de woontoren en de waterkering

Vanwege de aanwezigheid van een kleilaag op circa NAP -26 m, wordt in het funderingsadvies [6] onderscheid gemaakt in een ondiep paalpuntniveau op circa NAP -22 m en een diep paalpuntniveau op circa NAP -28 m.

3.2. Uitgangspunten

Voor het bepalen van de trillingen die op kunnen treden door de heiwerkzaamheden bij een ondiep paalpuntniveau wordt uitgegaan van het heiblok dat voor woontoren A is gebruikt. Volgens de heirapportage [1] betreft dit een hydraulisch heiblok type IHC S-70 met een heiergie van maximaal 70 kNm. De heiwerkzaamheden voor toren A kunnen als volgt worden samengevat:

- Paalpuntniveau tussen circa NAP -18,5 tot -22,5 m;
- Paallengte circa 22 tot 29 m;
- Vibro palen rond 506mm/620mm en 456mm/535mm;
- Heiblok S-70 met een energie tussen 40 en 65 kNm;

- Eindkalender variërend tussen circa 20 tot 80.

Een vergelijking van de sonderingen bij woontoren A en bij woontoren B laat zien dat de bodemgesteldheid en conusweerstand boven NAP -25 m op beide locaties vergelijkbaar is. Uitgaande van een ondiep paalpuntniveau wordt daarom verwacht dat hetzelfde heiblok toegepast kan worden.

Voor het diepe inheinniveau op circa NAP -28 m is een inschatting gemaakt met behulp van de formule van Sprenger Potma en ervaring van Fugro. Hierbij is uitgegaan van vibro palen rond 506mm/620mm met een lengte van circa 35 m en een wanddikte van 25 mm. De rekenwaarde van het netto draagvermogen bedraagt circa 2500 tot 3250 kN [6], zodat het grensdragvermogen van de palen circa 3500 tot 4500 kN bedraagt. Op basis hiervan wordt verwacht dat een inhei-energie van circa 140 kNm benodigd is om de palen op diepte te krijgen.

3.3. Bronsterkte trillingssnelheid

De modellering en het opstellen van de trillingsprognose vindt plaats op basis van de 2^e druk van CUR-publicatie 166 'Damwandconstructies' [CUR 166-2] en op basis van opgedane ervaringen bij projecten met vergelijkbare grondcondities. In [CUR 166-2] wordt onderscheid gemaakt in verschillende bodemkarakteristieken en verschillende palen en planken alsmede de wijze van inbrengen.

In [CUR 166-2] zijn voor 7 typen grondopbouw indicatiewaarden gegeven voor u_0 , de referentietrillingssnelheid op 5 m vanaf de trillingsbron. Het bodemprofiel ter plaatse van de projectlocatie komt goed overeen met profiel Rotterdam. Voor dit profiel zijn de trillingen in horizontale richting maatgevend. Voor de verwachtingswaarde en variatiecoëfficiënt van de bronsnelheid in horizontale richting worden waarden van respectievelijk $u_{0,verw} = 0,026$ mm/s en $V_0 = 0,6$ gegeven. De bronsnelheid is gedefinieerd als de trillingssnelheid op ca. 5 m afstand van de bron.

Voor het beoordelen of schade kan ontstaan wordt in het algemeen uitgegaan van een waarde van de bronsnelheid die met een kans van 99% niet wordt overschreden. Op deze wijze wordt er veiligheid in de beoordeling ingebracht. Indien voor de bronsnelheid een lognormale verdeling wordt aangenomen, kan de bronsnelheid die met een kans van 99% niet wordt overschreden in dit geval worden bepaald als $u_{0,99\%} = 0,06$ mm/s.

De bronsnelheid is afgeleid op basis van de ondergrond. De slagkracht van het heiblok heeft echter ook invloed op de trillingsintensiteit. Om dit effect in rekening te brengen wordt de bronsnelheid gecorrigeerd volgens onderstaande formule:

$$u_{0,corr} = u_0 \sqrt{\psi \cdot E_{pot}} \quad [\text{mm/s}]$$

Waarin:

$u_{0,corr}$	= gecorrigeerde bronsnelheid	[mm/s]
u_0	= ongecorrigeerde bronsnelheid	[mm/s]
ψ	= blokefficiency, 90% bij hydraulisch heiblok	[-]
E_{pot}	= energieniveau heiblok	[Nm]

Er wordt uitgegaan van een energieniveau van het heiblok van 70 kNm en 140 kNm. Dan bedraagt de gecorrigeerde bronsnelheid voor de verschillende overschrijdingskansen respectievelijk $u_{0,corr,50\%} = 6,5$ en $9,2$ mm/s en $u_{0,corr,99\%} = 16,1$ en $22,8$ mm/s.

3.4. Trillingsoverdracht door de ondergrond

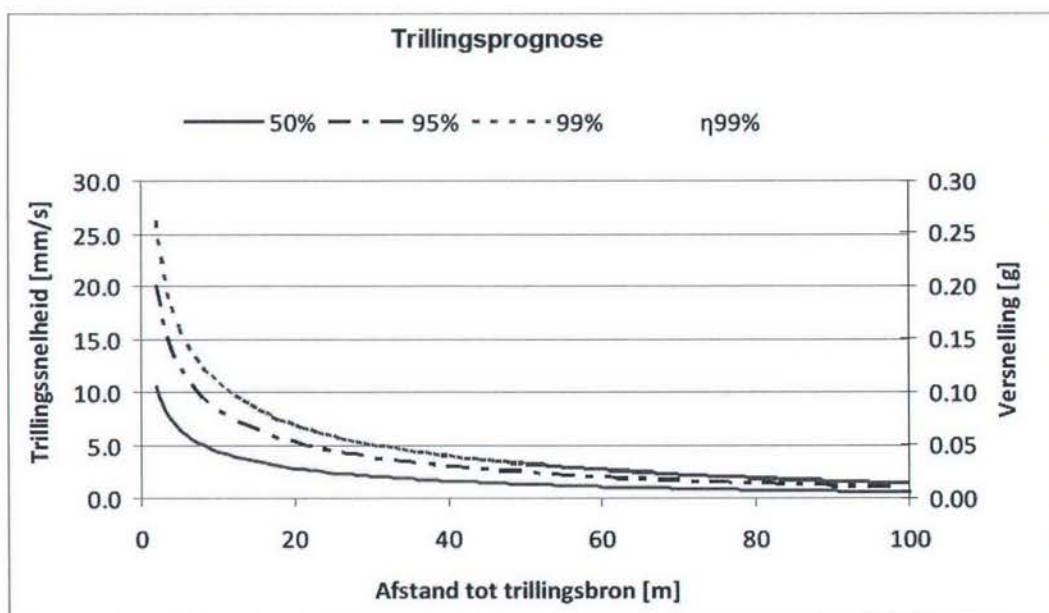
Tijdens het heien van de palen wordt de omringende grond in beweging gebracht. Hierdoor ontstaan trillingen. De trillingen planten zich als golven door de ondergrond voort. Naarmate de afstand tot de trillingsbron groter is zal het trillingsniveau over het algemeen, tengevolge van geometrische demping (verspreiding van trillingen) en de materiaaldemping (inwendige wrijving in het medium), afnemen. Wanneer het effect van geometrische demping en materiaaldemping worden samengenomen kan met onderstaande relatie de amplitude van een trilling als functie van de afstand tot de bron bepaald worden:

$$u_x = u_{0,corr} \cdot \sqrt{x/x_0} \cdot \exp[-\alpha(x - x_0)] \quad [\text{mm/s}]$$

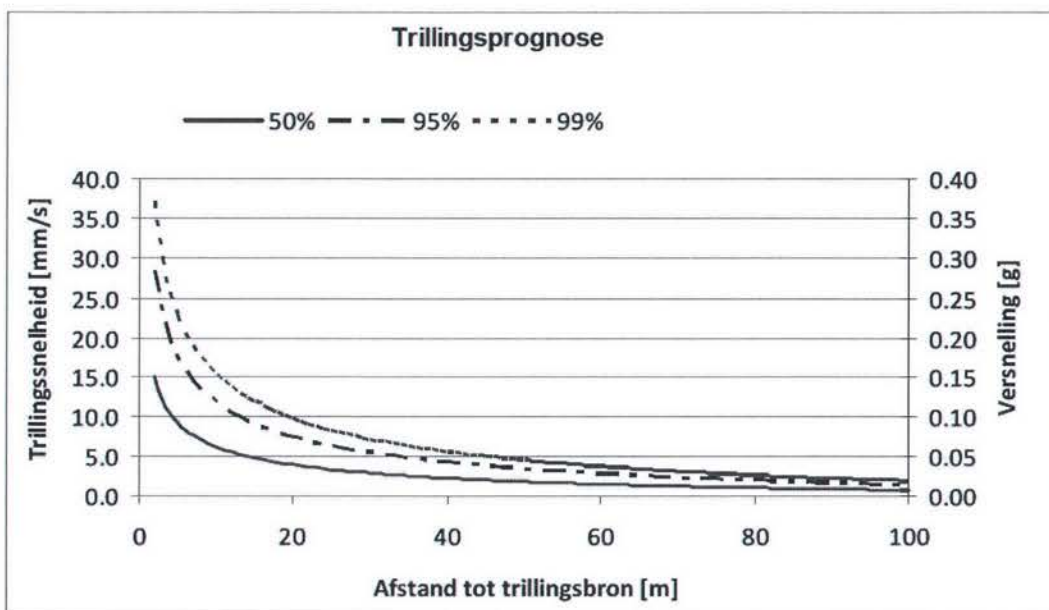
Waarin:

$u_{0,corr}$	= gecorrigeerde bronsnelheid	[mm/s]
x	= afstand tot trillingsbron	[m]
x_0	= referentieafstand, gelijk aan 5 m	[m]
α	= dempingsfactor	[m ⁻¹]

Voor de demping van trillingen ten gevolge van het heien van de palen in een zandige ondergrond kan een dempingsfactor van $\alpha = 0,01$ gehanteerd. De resultaten van de trillingsprognose zijn weergegeven in figuur 3-2 en figuur 3-3.



Figuur 3-2: Trillingsintensiteit versus afstand, hei-energie 70 kNm



Figuur 3-3: Trillingsintensiteit versus afstand, hei-energie 140 kNm

3.5. Verdichting losgepakte zandlagen

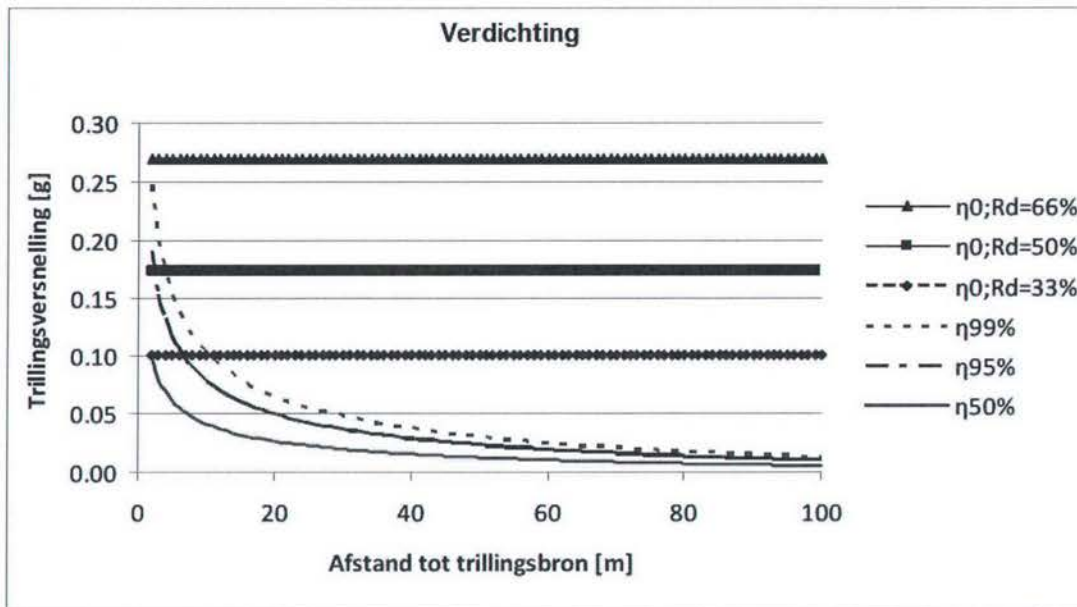
Indien er losgepakte zandlagen in de dijk aanwezig zijn, kunnen deze verdichten tengevolge van de trillingen in de ondergrond. Als de trillingsversnelling lager is dan een bepaalde grenswaarde, dan treedt geen verdichting meer op. Deze grenswaarde is afhankelijk van de relatieve dichtheid en wordt gegeven door [CUR 166-6]:

$$\eta_0 = \frac{\ln(1 - R_{e,0})}{-\alpha} \quad [-]$$

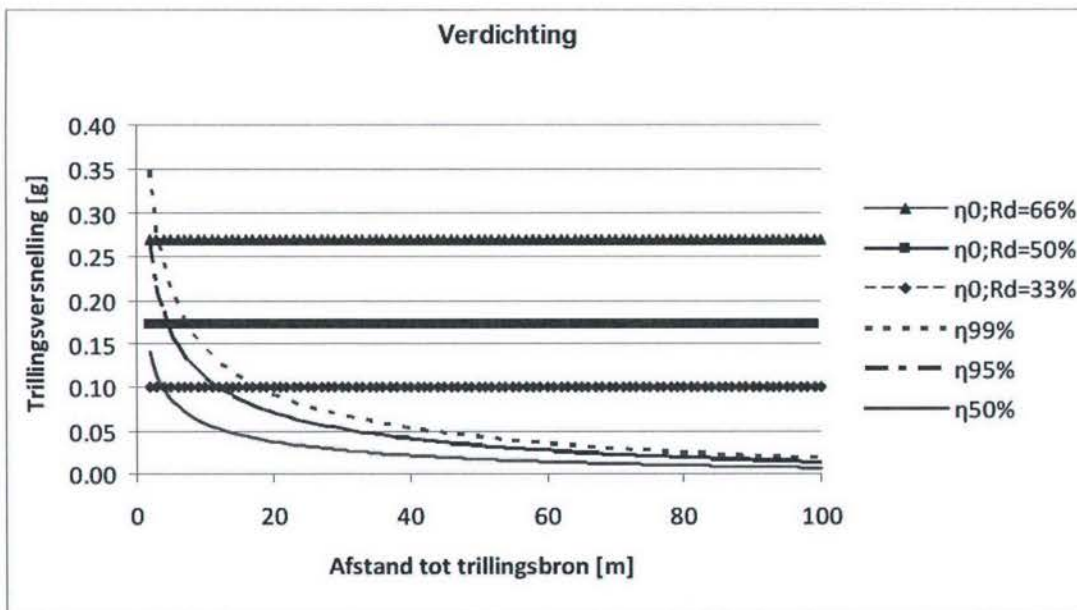
Waarin:

- η_0 = grenswaarde van de versnelling m.b.t. verdichting [g]
- $R_{e,0}$ = initiële relatieve dichtheid [-]
- α = empirische parameter, in dit geval 4 [-]

In figuur 3-4 en figuur 3-5 is voor verschillende waarden van de relatieve dichtheid de grenswaarde voor de versnelling weergegeven, waarbij geen verdichting meer optreedt. Tevens zijn in deze figuur de resultaten van de trillingsprognose voor 3 verschillende onderscheidingsfrequenties weergegeven.



Figuur 3-4: Trillingsprognose in relatie tot verdichting, hei-energie 70 kNm



Figuur 3-5: Trillingsprognose in relatie tot verdichting, hei-energie 140 kNm

In bijlage 2 is per sondering de relatieve dichtheid afgeleid volgens de correlatie met de conusweerstand zoals deze bepaald is door Baldi [BALDI 1986]. Uit de bepaling van de relatieve dichtheid blijkt dat deze voor de aanwezige zandlagen tussen NAP -2,5 en -6 m, NAP -10,5 en -12,5 en tussen NAP -16,5 en -19,5 m circa 30-50% bedraagt.

Aangezien het een beoordeling van schade betreft, wordt conform [CUR 166-6] uitgegaan van een trillingsversnelling welke met een kans van 99% niet wordt overschreden.

Uit figuur 3-4 en figuur 3-5 blijkt dat tot een afstand van circa 5 à 10 m nog verdichting van lagen met een relatieve dichtheid tot 50% op kan treden. Voor een relatieve dichtheid van 33% is deze afstand 10 à 20 m.

4. ANALYSE ZETTINGSVLOEIING

4.1. Mechanisme beschrijving

Zettingsvloeiing is een verzamelnaam voor de faalmechanismen verwekingsvloeiing en bresvloeiing. Bij verwekingsvloeiing kan nog onderscheid worden gemaakt in statische- en dynamische verweking.

Onder bresvloeiing verstaan we een autonoom terugschrijdend erosieproces door een zand-water suspensiestroom op een onderwaterhelling dat uiteindelijk tot een oeverinscharing kan leiden. Een bresvloeiing kan veroorzaakt worden door een verstoring in het talud, veroorzaakt door bijvoorbeeld een afschuiving of verwekingsvloeiing. Aangezien bresvloeiing een indirect mechanisme is, wordt dit mechanisme niet apart beschouwd, maar wordt alleen de mogelijke verstoring, in dit geval een verwekingsvloeiing, beoordeeld.

Statische verwekingsvloeiing treedt op indien bij een toename in de schuifspanning in een losgepakte zandlaag een dusdanige wateroverspanning ontstaat zodat verweking van het materiaal optreedt. Tengevolge van deze verweking ondergaat de met water verzadigde massa zand zeer grote verplaatsingen; Het zand 'vloeit' uit onder een zeer flauwe taludhelling. Aanleidingen voor een statische verwekingsvloeiing kunnen bijvoorbeeld zijn:

- Versteiling of verdieping van het onderwatertalud of verdieping door erosie;
- Het aanbrengen van een ophoging of bovenbelasting.

In dit geval wordt de belasting gevormd door heitruïlingen en is de belasting dus niet statisch, maar dynamisch. Derhalve is de beoordeling van dynamische verwekingsvloeiing relevant.

Dynamische verwekingsvloeiing treedt op indien tengevolge van dynamische belastingen (cyclische schuifspanningen en versnellingen) dusdanige wateroverspanningen in een grondmassief ontstaan zodat verweking van het materiaal optreedt. Tengevolge van deze verweking ondergaat de met water verzadigde massa zand zeer grote verplaatsingen; Het zand 'vloeit' uit onder een zeer flauwe taludhelling. Belangrijkste verschil tussen dynamische en statische verweking is dat bij dynamische belastingen ook materiaal met een dichtheid hoger dan de kritieke dichtheid kan verdichten doordat het grondmassief in beweging komt. De aanleiding voor een dynamische verwekingsvloeiing kunnen bijvoorbeeld zijn:

- Trillingen als gevolg van bouwwerkzaamheden, zoals heien en trillen en zwaar verkeer;
- Trillingen als gevolg aardbevingen.

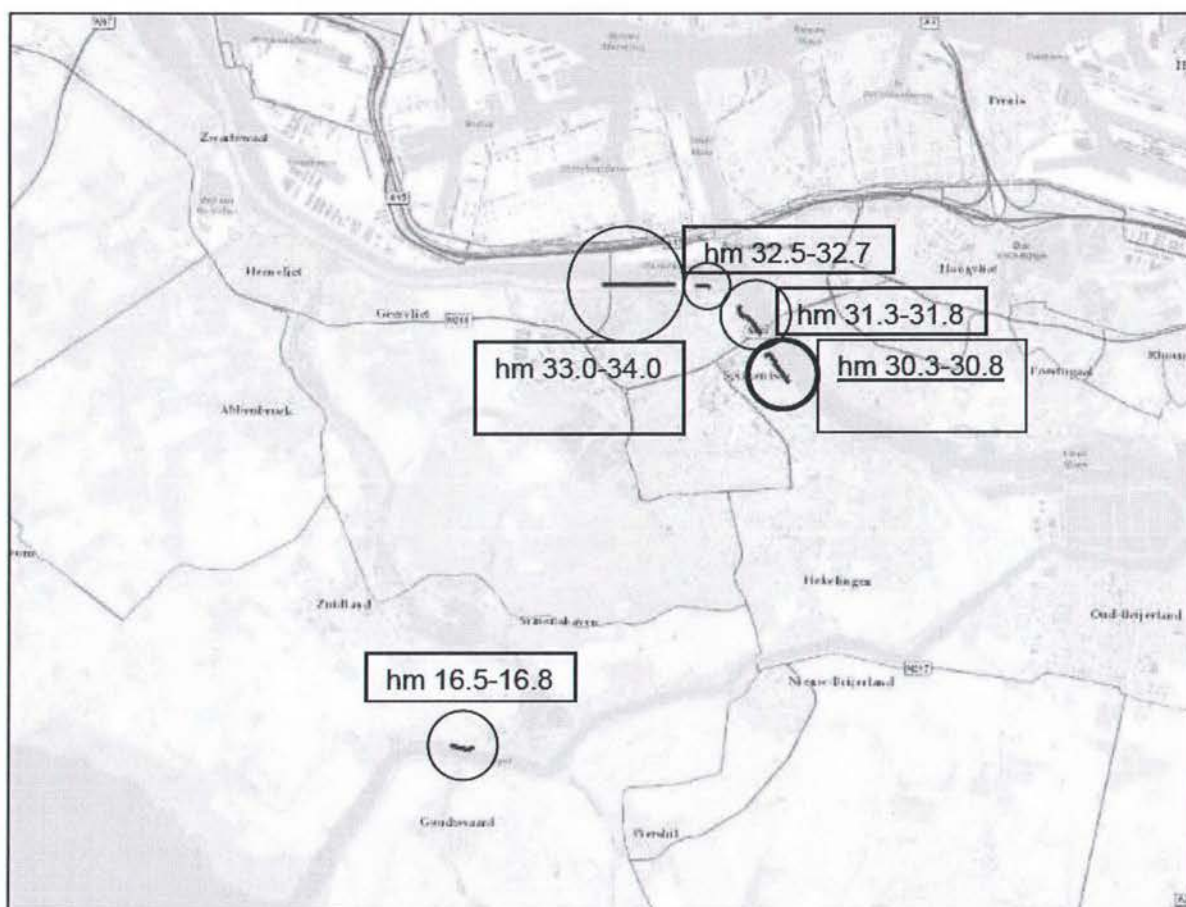
In dit hoofdstuk wordt derhalve een beoordeling van dynamische verwekingsvloeiing uitgevoerd, waarbij wordt ingegaan op de vraag of de bouwwerkzaamheden voor de woontoren een zettingsvloeiing kunnen initiëren. Hiertoe worden 2 aspecten beschouwd:

- Het initiëren van een zettingsvloeiing door trillingen ten gevolge van heiwerkzaamheden. Hiertoe worden de mate van trillingen en het invloedsgebied waarin trillingen op kunnen treden rondom de woontoren vergeleken met de ligging van de zettingsvloeiingsgevoelige lagen;
- Het initiëren van een zettingsvloeiing door trilling ten gevolge van bouwverkeer.

Op basis van jarenlange meetervaring binnen Fugro kan gesteld worden dat de trillingen tengevolge van zwaar verkeer op de bouwplaats lager zijn dan de trillingen tengevolge van heien. Daarom wordt de analyse uitgevoerd voor de maatgevende trillingen welke bij het heien ontstaan.

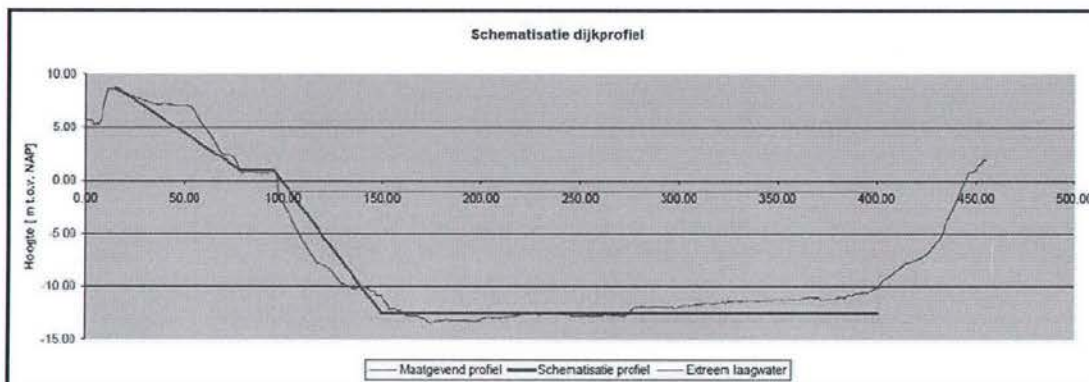
4.2. Resultaten toetsing voorland

In het kader van de verlengde 3^e toetsronde voor primaire waterkeringen, is door Fugro een toetsing van het voorland van dijkkring 20 Voorne-Putten uitgevoerd [4]. Onderdeel hiervan is een toets op zettingsvloeiing van het dijktraject ter plaatse van de woontorens. De toetsing is uitgevoerd voor verschillende dijktrajecten binnen de dijkkring. De locatie van de woontorens valt binnen het traject van km 30.3 tot 30.8 langs de Oude Maas, zie figuur 4-1. Binnen dit traject is in de toetsing nog onderscheid gemaakt in twee deeltrajecten. De woontorens liggen bij het deeltraject van km 30.3 tot 30.6.



Figuur 4-1: Locaties toetstrajecten Voorne-Putten, dikke cirkel = locatie woontorens en primaire waterkering

De toets op zettingsvloeiing is in verschillende stappen uitgevoerd. Hieruit blijkt dat zettingsvloeiing op basis van de geometrie van de dijk en de geul schadelijk is. Daarnaast blijkt dat het optreden van zettingsvloeiing mogelijk is op basis van de taludhellingen van de geul. Aangezien er een verwekingsgevoelige laag aanwezig is met een dikte van 6 m en een relatieve dichtheid van 30% is er ook een daadwerkelijke kans op het optreden van zettingsvloeiing. De maatgevende verwekingsgevoelige laag in het beschouwde traject bevindt zich tussen NAP -2 en -8 m. Met een faalkansanalyse is de kans op schade aan de waterkering ten gevolge van zettingsvloeiing bepaald op $4,0 \cdot 10^{-3}$ per jaar. De toelaatbare kans is $2,5 \cdot 10^{-6}$ per jaar, waarmee het deeltraject onvoldoende scoort op de toets voor zettingsvloeiing. De in de toetsing beschouwde doorsnede is weergegeven in figuur 4-2.



Figuur 4-2: Geschematiseerd profiel [4]

4.3. Verwekingsgevoelige lagen

De geulbodem ter plaatse van de projectlocatie ligt op ca. NAP -12,5 m [4]. Voor het mechanisme verwekingsvloeiing zijn de lagen tot maximaal 1,5 maal de geuldiepte relevant. Derhalve worden de verwekingsgevoelige lagen tot circa NAP -20 m geïnventariseerd.

Een zettingsvloeiing treedt op indien bij een toename van de schuifspanning in een losgepakte zandlaag een dusdanige wateroverspanning ontstaat dat verweking van het materiaal optreedt. Een zettingsvloeiing kan alleen optreden indien sprake is van een losgepakte zandlaag met voldoende dikte (> circa 3 m). Daarnaast moet er sprake zijn van een initiatie.

De relatieve dichtheid is een maat voor de pakking van zand. Indien de relatieve dichtheid (R_e) hoger is dan 65% is sprake van vast gepakt zand en is zettingsvloeiing niet aan de orde. Aan de hand van de uitgevoerde sonderingen is de relatieve dichtheid van de zandlagen bepaald, zie bijlage 2. Hierbij is de relatieve dichtheid bepaald uit de conusweerstand volgens de correlatie van Baldi [BALDI 1986].

In dit geval is er sprake van siltig zand en/of zandige klei. Voor de identificatie van de zandlagen is gebruik gemaakt van de meting van de waterspanningen. Indien nauwelijks sprake is van wateroverspanningen tijdens het sonderen wordt het materiaalgedrag overwegend bepaald door de zandfractie en is er sprake van 'zand gedrag'. Indien wel significante wateroverspanningen optreden tijdens het sonderen wordt het materiaalgedrag overwogen bepaald door de kleifractie en is er sprake van 'klei gedrag'. Voor deze lagen wordt de kans op verweking verwaarloosbaar geacht. Deze aanpak komt goed overeen met een beschouwing van het wrijvingsgetal. Voor de lagen welke als overwegend kleiig worden aangeduid is het wrijvingsgetal circa 2 tot 4%, ook dit is een indicatie dat de kleifractie het gedrag domineert.

In tabel 4-1 is de relatieve dichtheid en zettingsvloeiingsgevoeligheid van de zandlagen weergegeven.

Tabel 4-1: Overzicht zettingsvloeiingsgevoelige zandlagen

Bovenkant laag [m NAP]	Onderkant laag [m NAP]	Dikte laag [m]	Gemiddelde R_e [%]	Zettingsvloeiingsgevoelig
-2,5	-6	3,5	30 à 40	ja ¹⁾
-10,5	-12,5	2,0	20 à 40	nee ²⁾
-16,5	-19,5	3,0	30 à 40	ja ³⁾
-19,5	-24,5	5,0	70	nee ¹⁾

¹⁾ Bij sondering DKM(P)401 t/m 405 aanwezig

²⁾ Alleen bij sondering DKM(P)401 t/m 403 aanwezig

³⁾ Alleen bij sondering DKM(P)401 t/m 402 aanwezig

Merk op dat de onderkant van de geul op ca. NAP -12,5 m ligt en dus alleen de laag tussen ca. NAP -2,5 en -6 m in het talud ligt.

4.4. Uitgangspunten en berekeningsmethode zettingsvloeiingsanalyse

Om te kunnen bepalen of de opgewekte trillingen tengevolge van het heien tot een verweking kunnen leiden wordt gebruik gemaakt van kennis welke voor aardbevingsanalyses is opgedaan [YOUUD 2001] en [IDR 2008]. Hierbij wordt er van uitgegaan dat indien de cyclische schuifspanningssterkte in voldoende mate groter is dan de cyclische schuifspanningsbelasting de kans op verweking voldoende klein is. De veiligheidsfactor met betrekking tot cyclische verwekingsvloeiing kan worden berekend volgens:

$$F.S_{-liq} = \text{sterkte/belasting} \times \text{correctiefactoren} \\ = CRR_{7,5} / CSR \times MSF \times K_{\sigma} \times K_{\alpha} \quad [-]$$

Waarin:

$$MSF = \text{Magnitude schaalfactor} \quad [-]$$

$$K_{\sigma} = \text{Correctiefactor voor hoge spanningsniveaus} \quad [-]$$

$$K_{\alpha} = \text{Correctiefactor voor de aanwezigheid van statische schuifspanningen} \quad [-]$$

Hierbij zijn de parameters $CRR_{7,5}$, CSR en K_{σ} bepaald volgens [YOUUD 2001].

Aangezien in [YOUUD 2001] geen methode is gegeven voor het afleiden van K_{α} , is hiervoor de methode zoals uiteengezet in [IDR 2008] gehanteerd. De statische schuifspanningsratio is gelijk gesteld aan $\tau_s / \sigma'_v = \tan(\alpha)$. Dit is een conservatieve aanname, aangezien dit de maximaal aanwezige schuifspanningsratio in het grondmassief is. Met name voor de verwekingsgevoelige lagen welke op een niveau lager dan de geuldiepte liggen zullen de schuifspanningen lager zijn. Voor de taludhelling is uitgegaan van de gemiddelde taludhelling onder water van 1v:4h.

Met de factor MSF wordt de duur van de trilling, ofwel het aantal belastingcycli, in rekening gebracht. De CRR wordt standaard bepaald voor een aardbevingsmagnitude van $M = 7.5$, wat overeenkomt met 15 equivalente belastingcycli [IDR 2008]. Bij het heien van een paal treden meer belastingcycli op dan bij een aardbeving. In de analyses wordt ervan uitgegaan dat het gedrag bij het heien van één paal volledig ongedraineerd is. Dit is een (zeer) conservatief uitgangspunt, omdat tijdens het heien van de paal drainage plaatsvindt.

Bij het ondiepe inheinniveau wordt er van uitgegaan dat de palen met circa 250 slagen op diepte worden gebracht. Voor het diepe inheinniveau wordt uitgegaan van circa 1000 slagen. Deze waarden zijn gebaseerd op ervaring en geven een indicatie. De schaalfactor kan worden berekend volgens:

$$MSF = (15 / N)^b \quad [-]$$

Waarin:

N = Aantal belastingcycli [-]

b = factor om de CRR te relateren aan een hoeveelheid belastingcycli, een redelijk waarde is 0,2 [RAH 1986] [-]

Ervan uitgaande dat iedere slag tot één belastingcyclus leidt, kan de schaalfactor worden bepaald als $MSF_{250} \approx 0,56$ en $MSF_{1000} \approx 0,43$.

Voor het toetscriterium is uitgegaan van een eis $F.S._{liq} > 1,25$. Dit is een gangbare eis, welke ook in [NEN 1998-5] wordt toegepast. Indien aan dit criterium wordt voldaan is de veiligheid ten aanzien van verweking voldoende groot. Er kunnen echter nog wel wateroverspanningen optreden. Indien $F.S._{liq} > 1,5$ dan wordt de toename van wateroverspanningen verwaarloosbaar geacht.

4.5. Resultaten zettingsvloeiingsanalyse

De resultaten van de analyse zijn weergegeven in bijlage 3. In bijlage 3.1 zijn de resultaten van de berekende veiligheidsfactor voor het ondiepe inheinniveau weergegeven en bijlage 3.2 voor het diepe inheinniveau. In de grafieken is met blauw de over 3 meter gemiddelde veiligheidsfactor weergegeven.

De resultaten zijn samengevat in tabel 4-2.

Tabel 4-2: Overzicht berekeningsresultaten veiligheidsfactor dynamische verweking

Inheinniveau	Versnelling [m/s ²]	MSF [-]	Grondlaag [m NAP]	Gemiddelde veiligheidsfactor
Ondiep	0,3	0,56	-2,5 tot -6	2,5
			-16,5 tot -19,5	2,0
Diep	0,4	0,43	-2,5 tot -6	1,4
			-16,5 tot -19,5	1,2

Uit tabel 4-2 blijkt dat de veiligheidsfactor voor het ondiepe inheinniveau meer dan 1,5 bedraagt en dus ruim voldoende is. Wel wordt geadviseerd om tijdens de werkzaamheden te monitoren.

Voor het ondiepe inheinniveau is de situatie ongunstiger. Hier wordt voor de diepe verwekingsgevoelige laag een veiligheidsfactor gevonden die (net) niet voldoet voor de diepe verwekingsgevoelige laag. Zoals eerder opgemerkt bevindt deze laag zich echter circa 4 m onder het niveau van de geul, zodat deze laag minder relevant wordt geacht. Daarnaast zijn er in de analyse diverse conservatieve uitgangspunten gehanteerd, bijvoorbeeld ten aanzien van volledig ongedraineerd gedrag tijdens het heien van een paal en de statische schuifspanningen die in deze laag aanwezig zijn. Derhalve wordt het risico voor het diepe inheinniveau acceptabel geacht, mits uitgebreid gemonitord wordt.

Op de benodigde monitoring wordt in het volgende hoofdstuk ingegaan.

5. MONITORINGSPLAN

5.1. Algemeen

Door de bouwwerkzaamheden voor woontoren B zullen trillingen in de ondergrond ontstaan. Uit de analyse blijkt dat de trillingen ter plaatse van de dijk voldoende ver zijn uitgedempt en de kans op zettingsvloeiing klein is. Uit ervaring is echter gebleken dat het voorspellen van trillingen relatief onzeker is. Daarom wordt geadviseerd om tijdens de heiwerkzaamheden de trillingen te monitoren.

5.2. Ondiep inheinniveau

Indien voor het ondiepe inheinniveau wordt gekozen, wordt aanbevolen om in de buitenteen van de waterkering op maaiveld en in de verwekingsgevoelige laag op circa NAP -4 m een trillingsmeter te installeren. Voor de grenswaarde van de trillingen wordt een waarde van $0,5 \text{ m/s}^2$ (0,05 g) voorgesteld. Dit is de waarde waarbij de kans op het ontstaan van wateroverspanningen nog zeer klein is (veiligheidsfactor verweking 1,5). Voor de signaleringswaarde wordt een waarde van $0,3 \text{ m/s}^2$ (0,03 g) voorgesteld. Deze trilling wordt met een kans van circa 1% overschreden. Indien deze waarde wordt overschreden zijn de trillingen aanzienlijk hoger dan verwacht (de 50% waarde) wordt. Bij een overschrijding van de signaleringswaarde dienen de monitoringsresultaten geanalyseerd te worden. Indien de signaleringswaarde gedurende langere tijd overschreden wordt, dient overlegd te worden met een geotechnisch adviseur over het doorzetten van de werkzaamheden.

5.3. Diep inheinniveau

Indien voor het diepe inheinniveau wordt gekozen, wordt aanbevolen om in de buitenteen van de waterkering op maaiveld, in de verwekingsgevoelige laag op circa NAP -4 m en in de verwekingsgevoelige laag op NAP -18 m een trillingsmeter te installeren. Reden voor de aanvullende meting op NAP -18 m is dat bij dit diepe inheinniveau tussenliggende lagen voor reflectie en refractie van de trillingen kunnen zorgen, waardoor de trillingen in deze laag naar verwachting hoger zijn vergeleken met het ondiepe inheinniveau. Daarnaast wordt geadviseerd om op dezelfde dieptes als de trillingsmeters (hoogfrequente) waterspanningsmeters te plaatsen. Voor de grenswaarde van de trillingen wordt een waarde van $0,3 \text{ m/s}^2$ (0,03 g) voorgesteld. Dit is de waarde waarbij de kans op het ontstaan van wateroverspanningen nog zeer klein is (veiligheidsfactor verweking 1,5). Voor de signaleringswaarde wordt een waarde van $0,2 \text{ m/s}^2$ (0,02 g) voorgesteld. De kans dat deze waarde wordt overschreden is aanzienlijk. Daarom wordt geadviseerd om de trillingswaarde in dit geval in combinatie met de waterspanningen te beschouwen. Voor de water-(over)spanningen wordt geadviseerd om een grenswaarde van 2 kPa (20 cm waterkolom) te beschouwen. Dit is voor de laag op circa NAP -4 m een toename (wateroverspanning) van circa 5%. Voor de laag op circa NAP -18 m is dit percentage nog veel kleiner. Indien gewenst kan deze waarde nader geoptimaliseerd worden doormiddel van stabiliteitsberekeningen. Voor de signaleringswaarde wordt een waarde van 1 kPa (10 cm waterkolom) voorgesteld. Bij een overschrijding van de signaleringswaarde dienen de monitoringsresultaten geanalyseerd te worden. Indien de signaleringswaarde gedurende langere tijd overschreden wordt, dient overlegd te worden met een geotechnisch adviseur over het doorzetten van de werkzaamheden.

5.4. Meetperiode

Geadviseerd wordt om de achtergrondwaarden voor versnellingen (en eventueel waterspanningen) te bepalen door minimaal één dag voorafgaand aan de heiwerkzaamheden met de metingen te starten.

Tijdens de eerste dag van de heiwerkzaamheden en bij de heiwerkzaamheden op de meest kritische locatie (kleinste afstand tot de waterkering) dienen bemande trillingsmetingen uitgevoerd te worden. Indien naar de waterkering toe gewerkt wordt en de afstand tijdens de werkzaamheden dus geleidelijk korter wordt, wordt geadviseerd continue bemand te monitoren. Indien de signaleringswaarde niet overschreden wordt, kunnen de metingen gedurende de rest van de werkzaamheden onbemand worden uitgevoerd, met een automatisch alarm. Afhankelijk van de resultaten van de trillingsmetingen kan gekozen worden om de meting tijdens het project af te breken.

5.5. Meetlocatie

Voor de meetlocatie wordt voorgesteld om deze op zo kort mogelijke afstand tot de heiwerkzaamheden, ter plaatse van de vooroever uit te voeren. Dit is ter plaatse van DKMP403. Indien voor het diepe inheinniveau wordt gekozen dienen de metingen op ca. NAP -18 m ter plaatse van DKM 402 te worden uitgevoerd, aangezien ter plaatse van DKMP 403 op deze diepte geen verwekingsgevoelige lagen zijn aangetroffen.

5.6. Beheersmaatregelen

Mochten de signaleringswaarde of grenswaarde tijdens de heiwerkzaamheden overschreden worden, dan kan overwogen worden om aanvullende trillings- en/of waterspanningsmetingen in de verwekingsgevoelige lagen uit te voeren. Op basis van deze extra metingen dient een geotechnisch adviseur te bepalen of het heiwerk kan worden voortgezet.

Daarnaast kan bij overschrijding met een lagere energie geheld worden en/of de tijd tussen de slagen verruimd worden. Dit resulteert in respectievelijk in lagere versnellingen en meer dissipatie van water(over)spanningen.

6. CONCLUSIES

Langs de Hongerlandsedijk te Spijkenisse is de bouw van een woontoren gepland. De nieuwbouwlocatie ligt direct achter een primaire waterkering. Bij de laatste toetsronde is de waterkering ter plaatse van de nieuwbouwlocatie afgekeurd op het faalmechanisme zettingsvloeiing. Omdat voor de nieuwbouw heiwerk en zwaar verkeer voorzien is, wat een nadelige invloed op dit faalmechanisme kan hebben, is de invloed hiervan op dit faalmechanisme beschouwd ter ondersteuning van de vergunningsaanvraag voor het uitvoeren van de werkzaamheden bij Waterschap Hollandse Delta.

Uit een analyse van de uitgevoerde sonderingen blijkt dat er tussen NAP -2,5 en -6 m en tussen NAP -16,5 en -19,5 m verwekingsgevoelige lagen in de dijk aanwezig zijn, waardoor mogelijk zettingsvloeiing kan optreden. Zettingsvloeiing kan echter alleen optreden indien deze door een gebeurtenis geïnitieerd wordt. Daarom is een trillingsprognose uitgevoerd om de trillingen ten gevolge van de heiwerkzaamheden en bouwverkeer te bepalen en te beoordelen of deze tot een zettingsvloeiing kunnen leiden.

Uit de analyse blijkt dat, indien tot het ondiepe inheinniveau (circa NAP -22 m) wordt geheid, de trillingen ten gevolge van het heien ter plaatse van de waterkering zo ver zijn uitgedempt dat er nauwelijks meer risico is op verdichting van de losgepakte zandlagen. Het optreden van zettingsvloeiing tengevolge van de heiwerkzaamheden is dus zeer onwaarschijnlijk. Aangezien de trillingen door zwaar verkeer lager zijn de trillingen door heien, wordt het risico op zettingsvloeiing tengevolge van trillingen door bouwverkeer ook voldoende klein geacht.

Indien tot het diepe inheinniveau (circa NAP -28 m) wordt geheid, wordt de situatie ongunstiger, aangezien de trillingen hoger worden. De verwachte trillingen worden echter wel acceptabel geacht. Hierbij moet worden opgemerkt dat geadviseerd wordt om uitgebreid te monitoren.

Vanwege de onzekerheid in de voorspelling van trillingen wordt geadviseerd om de daadwerkelijke trillingen te monitoren om de voorspelde trillingen te verifiëren. De aanbevelingen ten aanzien van de monitoring zijn uiteengezet in hoofdstuk 5.

7. LITERATUUR

- [BALDI 1986] Baldi et al., Interpretation of CPT's an CPTU's, Proceedings of the Fourth International Geotechnical Seminar Field Instrumentation and In-Situ Measurement, 143-156, Singapore, 1986
- [CUR 166 2] CUR-publicatie 166 (2e druk), Damwandconstructies, stichting CURNET, Gouda, november 1994.
- [CUR 166_6] CUR-publicatie 166 (6e druk), Damwandconstructies, stichting CURNET, Gouda, november 2012
- [HFM 2012] CURNET publicatie 244, Hydraulic Fill Manual, CURNET, 2012
- [IDR 2008] I.M. Idriss, R.W. Boulanger, Soil Liquefaction during Earthquakes, Earthquake Engineering Research Institute, 2008
- [NEN 1998-5] Eurocode 8 – Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten, NEN, 2005
- [RAH 1986] M.S. Rahman et al., A simplified drained analysis for wave-induced liquefaction in ocean floor sands, Soils and Foundations Vol. 26 No. 3: 57-68, September 1986
- [SEED 1971] H. Bolton Seed et al., Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential, Journal of the soil mechanics and foundation division, September 1971
- [YOUNG 2001] T.L. Youd et al., Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, October 2001