

**Trillingsanalyse
t.b.v. nieuwbouw regiogebouw Enexis
Aan de Noordzeedijk
Te Dinteloord**

Opdrachtnummer: GB140434
Rapport: R01
Versie: V1.0

Datum rapport: 10 oktober 2014

Opdrachtgever: Enexis EBS Zuid
Schatbeurderlaan 2
6002 ED Weert

Architect:

Constructeur:

Behoort bij beschikking	
d.d.	29-10-2014
nr.(s)	ZK14000903
Juridisch beleidsmedewerker Publiekszaken / vergunningen	
	

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Geotechnisch adviseur	Ing. R.J.A. Huijts	
Controle	Ing. M. Vankan	



INHOUDSOPGAVE

1.0	INLEIDING	1
2.0	PROJECTBESCHRIJVING.....	2
3.0	ANALYSE TRILLINGSINVLOED.....	3
3.1	Karakteristieke werkzaamheden	3
3.2	Modelering werkzaamheden	3
3.3	Geometrische en materiaaldemping.....	4
3.4	Trillingsoverdracht in ondergrond.....	4
4.0	MONITORING TBV SCHADE AAN GEBOUWEN.....	8



1.0 INLEIDING

Door Enexis werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven een trillingsanalyse uit te voeren in het kader van het heien van palen voor de nieuwbouw van een regiogebouw aan de Noordzeedijk te Dinteloord.

Het doel van de trillingsrisicoanalyse is het bepalen van de trillingsinvloed ter plaatse van de omliggende bebouwing. Daarnaast is het doel het evalueren van mogelijke risico op schade.

Voorliggend rapport bevat een trillingsrisicoanalyse voor het inbrengen van de heipalen. Voor het advies is gebruik gemaakt van het oriënterend geotechnisch onderzoek, wat in een eerder stadium door ons bureau is uitgevoerd..



2.0 PROJECTBESCHRIJVING

Op het terrein in de kruising van de A29 en de Noordzeedijk te Dinteloord is de nieuwbouw gepland van een regiogebouw van Enexis. De nieuwbouw wordt gezien de weke toplagen op geprefabriceerde heipalen gefundeerd.

In onderstaande figuur is de locatie van de nieuwbouw (Blauw) weergegeven t.o.v. de omliggende bebouwing



Voor de trillings analyse zijn door ons de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 1 bovengrondse bouwlaag en wordt in zijn geheel onderkelderd;
- Het bouwpeil is door ons aan de hand van maaiveld en weghoogte geschat op ca. NAP +2,5 m;
- Het aanlegniveau is voorzien op ca. 2,5 m- Peil en komt daarmee, uitgaande van een geschat bouwpeil van NAP +2,5 m, op ca. NAP niveau te liggen.
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

Indien wordt afgeweken van voornoemde uitgangspunten dan dient ons bureau te worden gecontacteerd daar dan het advies mogelijk moet worden aangepast. Voor het overige verwijzen wij naar de bestektekeningen van de architect.



3.0 ANALYSE TRILLINGSINVLOED

3.1 Karakteristieke werkzaamheden

Volgens de opdrachtgever worden prefab betonpalen 250x250 mm en 320x320 mm geheid. De funderingspalen worden over een oppervlakte van ca. 10 x 20 meter geplaatst. Het paalpuntniveau van de palen bedraagt ca. NAP -11,5 à NAP -15,5 m

Voor de trillingsberekening is er van uitgegaan dat de palen ca. 16 m lang zullen zijn. Indien de palen korter zijn zullen de trillingen kleiner zijn en kan er eventueel een lichter blok toegepast worden.

Er zal met een hydraulisch blok worden geheid. Verwacht wordt dat het stootrendement van het hydraulische heiblok circa 90% bedraagt. Op basis van een heianalyse met Sprenger- Potma bedraagt de bruto slagenergie ca. 55 kNm. De netto benodigde slagenergie bedraagt derhalve 49,5 kNm.

Opgemerkt wordt dat er een hoog draagvermogen gevraagd is en derhalve lange palen nodig zijn. Aangezien de palen diep in het zand zullen staan is een zwaar heiblok nodig. Bij het heien met een zwaar heiblok bestaat het risico op schade aan de paal. Dit kan eventueel verder uitgezocht worden. Bovengenoemde aannamen zijn als uitgangspunt voor de trillings analyse gehanteerd. In geval van wijzigingen in het te hanteren equipment en / of materieel, wordt aanbevolen de analyse / toetsing zonodig aan te passen.

3.2 Modelering werkzaamheden

De modellering en het opstellen van de trillingsrisicoanalyse vindt plaats op basis van CUR - publicatie 166 'Damwandconstructies'. In genoemde CUR - publicatie wordt onderscheid gemaakt in verschillende bodemkarakteristieken en verschillende palen en planken alsmede de verschillende wijzen van inbrengen.

Wanneer een paal of plank in een grondmassief doordringt, veroorzaakt deze langs en aan de onderzijde van de paal plastische en elastische vervormingen. Door de snelle introductie van deze vervormingen ontstaan golfverschijnselen in de grond. De plastische golfverschijnselen blijven beperkt tot een gebied rondom de paal/plankpunt met een doorsnede van ongeveer 1,5 tot 2,5 maal de equivalente paal/plankdiameter.

Voor de trillingen in de omgeving zijn alleen de elastische golven van belang. Wanneer de paal/plank enige meters diep in de grond is doorgedrongen, ontstaan trillingsgolven die zich in alle richtingen (kunnen) voortplanten. Komen deze golven aan de oppervlakte, bij een laagovergang of bij een bouwwerk, dan vindt hier reflectie en omzetting van de trillingsgolven plaats, zodat een interferentiepatroon van bodembewegingen ontstaat. Gezien de complexiteit van dit interferentiepatroon kan de bodembeweging slechts in benaderende zin beschreven worden.

De factoren die invloed hebben op de intensiteit van de trillingen die door installatie van de palen / planken aan de bodem worden afgegeven zijn:

- eigenschappen van de ondergrond;
- afmetingen van de paal/plank;
- energie / slagkracht die nodig is om de paal / plank op diepte te krijgen.



In CUR 166 wordt voor de bronintensiteit van de trillingsintensiteit een "standaard" bodemprofiel gehanteerd. Door de bronwaarden van het "standaard" profiel te correleren naar de grondcondities van de projectlocatie is met lokale omstandigheden rekening gehouden. Voor de modellering van de projectlocatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- | | |
|-------------------------------|------------|
| • Bodemprofiel | Rotterdam |
| • Gemiddelde bronsnelheid u5m | 0,017 mm/s |
| • Variatie coëfficiënt, heien | 0,6 |

In tegenstelling tot de in CUR 166 (6e druk) gehanteerde lognormale verdeling voor de bronwaarde wordt in de analyse uitgegaan van een normale kans verdeling.

3.3 Geometrische en materiaaldemping

Tijdens de installatie van de palen wordt de omringende grond in beweging gebracht. Hierdoor ontstaan trillingen. Deze trillingen planten zich als golven door de ondergrond voort. Te onderscheiden zijn compressie-, afschuif- en Rayleigh-golven.

Op korte afstand van de trillingsbron zijn qua trillingsniveau zowel de afschuif- als Rayleighgolven van belang, op grotere afstand alleen de Rayleighgolven. De voortplantingssnelheid van de trillingsgolven in de aanwezige zandlagen bedraagt globaal 125 à 200 m/s.

De demping is in sterke mate afhankelijk van de mate waarin het grondmateriaal vervormd wordt onder invloed van de homogeniteit en de gelaagdheid van het bodemprofiel.

Heiwerkzaamheden

Tijdens het heien van de palen wordt bij een dempingsmaat van $\zeta = 2\%$ uitgegaan van een dempingsconstante van circa $\alpha = 0,01 \text{ m}^{-1}$.

3.4 Trillingsoverdracht in ondergrond

In tabel 3.5.1 is een overzicht van de waarden van de trillingssnelheid in de ondergrond als functie van de afstand gepresenteerd.

Een overzicht van de waarden van de trillingsversnelling in de ondergrond als functie van de afstand is in tabel 3.5.2 gepresenteerd. De versnellingen zijn bepaald bij een dominante trillingsfrequentie voor het heien van prefab betonpalen van 15 Hz.



3.5.1 Trillingssnelheid als functie van afstand tot trillingsbron, heien

$E_{\text{eff}} = 49,5 \text{ kNm}$		
Ondergrond		
Afstand tot trillingsbron [m]	50%-waarde* [mm/s]	99%-waarde** [mm/s]
1,00	8,8	21,1
2,00	6,2	14,8
3,00	5,0	11,9
4,00	4,3	10,2
5,00	3,8	9,1
6,00	3,4	8,2
7,00	3,1	7,5
8,00	2,9	7,0
10,00	2,5	6,1
12,50	2,2	5,3
25,00	1,4	3,3
50,00	0,8	1,8
75,00	0,5	1,2
100,00	0,3	0,8
125,00	0,2	0,5
150,00	0,2	0,4
175,00	0,1	0,3
200,00	0,1	0,2

* De 50% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 50% op overschrijding

** De 99% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 1% op overschrijding

3.5.1 Trillingsversnellingen als functie van afstand tot trillingsbron, heien

$E_{\text{eff}} = 49,5 \text{ kNm}$		
Ondergrond		
Afstand tot trillingsbron [m]	50%-waarde* [mm/s]	99%-waarde** [mm/s]
1,00	0,83	1,99
2,00	0,58	1,39
3,00	0,47	1,12
4,00	0,40	0,96
5,00	0,36	0,85
6,00	0,32	0,77
7,00	0,30	0,71
8,00	0,27	0,66
10,00	0,24	0,57
12,50	0,21	0,50
25,00	0,13	0,31
50,00	0,07	0,17
75,00	0,05	0,11
100,00	0,03	0,07
125,00	0,02	0,05
150,00	0,02	0,04
175,00	0,01	0,03
200,00	0,01	0,02

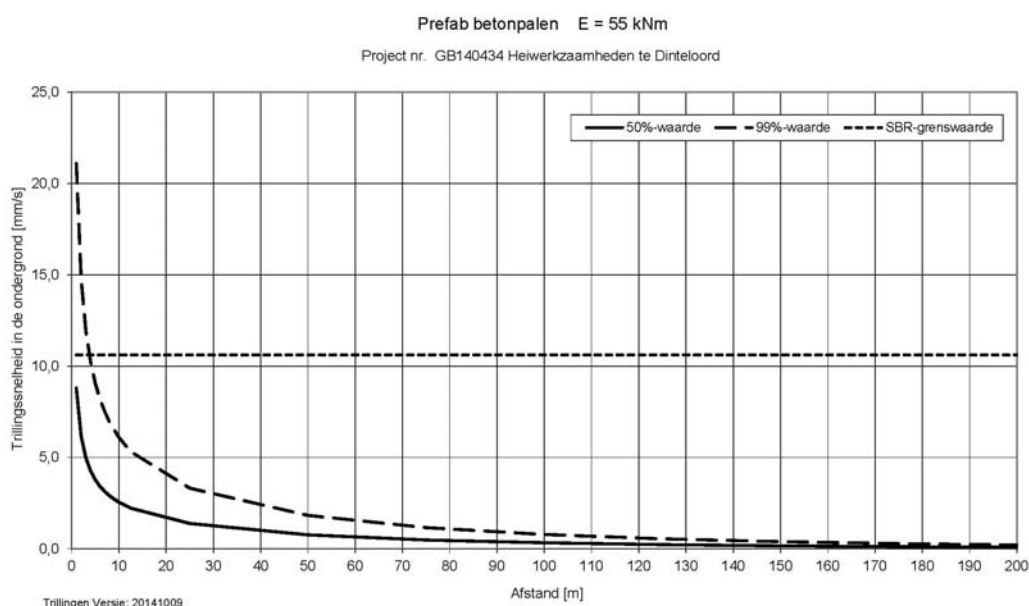
Opdrachtnr: GB140434.R01v1.0

- * De 50% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 50% op overschrijding
- ** De 99% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 1% op overschrijding

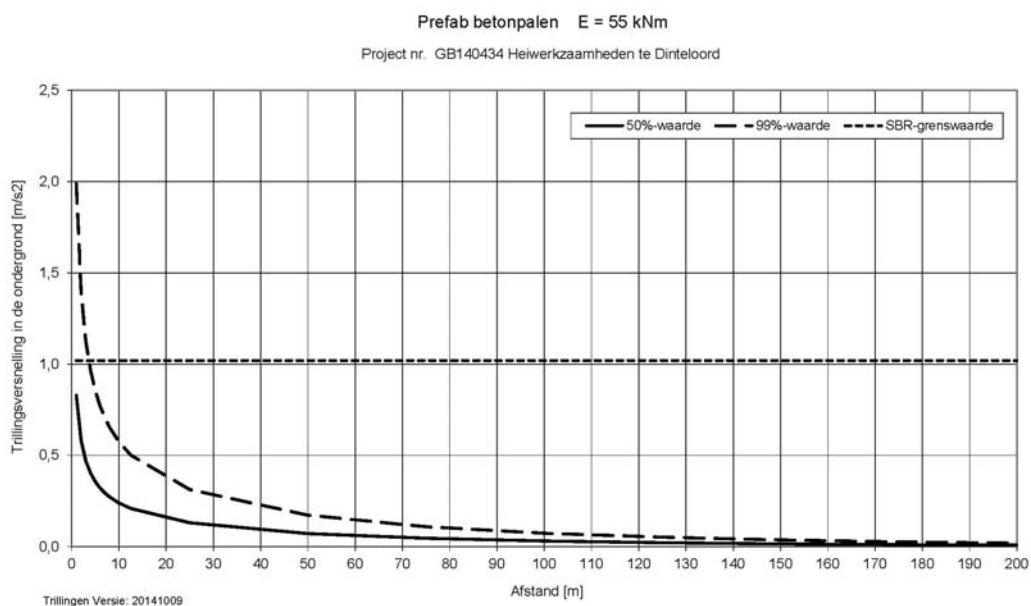
De trillingssnelheden en trillingsversnellingen uit tabel 3.5.1 en 3.5.2 zijn weergegeven tegen de afstand tot de paal in figuur 3.5.1 en 3.5.2. De bestaande bebouwing ligt op ca. 100 à 200 meter van de heilocatie. Deze zijn in beide tabellen grijs gemarkeerd.

De ingevoerde trillingsniveau's in tabel 3.5.1 en 3.5.2 zijn afgeleid van de globale trillingspredictie voor een prefab betonnen paal (□ 250/320 mm). Opgemerkt wordt dat de exacte configuratie van de palen in het palenveld en werkvolgorde mede van invloed zijn op werkelijk optredende trillingsniveaus en wateroverspanning.

Figuur 3.5.1 Prognoses trilsnelheid in de ondergrond als functie van de afstand tot de heiwerkzaamheden



3.5.2 Prognoses trilversnelling in de ondergrond als functie van de afstand tot de heiwerkzaamheden



4.0 MONITORING TBV SCHADE AAN GEBOUWEN

Wij adviseren om alvorens met de heiwerkzaamheden wordt begonnen, een 0-meting uit te voeren zodat de normaal optredende trillingen welke bijvoorbeeld door verkeer, gebruik enz. worden veroorzaakt, kunnen worden vastgelegd. Op basis van de zogenaamde 0-meting kan met meer zekerheid worden vastgesteld of de gemeten trillingen tijdens de heiwerkzaamheden worden veroorzaakt.

Wij adviseren om bij de beide panden een trillingsmeter aan te brengen gedurende het inheien van de palen. De trillingsmeters zullen worden voorzien van een modem waarbij continue de trillingsmetingen en meetresultaten kunnen worden gemonitord en uitgelezen. Op basis van de staat en constructie van de panden waar de trillingen zullen worden gemonitord, worden grenswaarden op basis van de meet- en beoordelingsrichtlijn SBR Deel A geprogrammeerd. Hierbij zullen de meters worden ingesteld met een alarmwaarde bij een percentage van 75% én 100% van de grenswaarde.

Wanneer de optredende trillingen de vooraf geprogrammeerde grenswaarden niet overschrijden is op basis van de meet- en beoordelingsrichtlijn SBR Deel A de kans op optredende schade aan de gemonitorde panden aanvaardbaar klein (kleiner dan 1%). Wanneer de grenswaarde wordt overschreden is de kans op schade groter, dit wil echter niet zeggen dat bij overschrijden daadwerkelijk schade zal optreden.

Indien de vooraf ingestelde grenswaarden worden overschreden zal het modem zowel een SMS- als email-bericht verzenden naar vooraf opgegeven nummers en adressen (maximaal 2 06-nummers). Hierbij dient rekening te worden gehouden dat de tijdsduur tussen het overschrijden van de grenswaarde en het ontvangen van een bericht afhankelijk is van de bezetting van het netwerk. Normaliter duurt dit één tot enkele minuten. In het SMS-bericht staat welke grenswaarde wordt overschreden en welke trillingsmeter (locatie) het betreft. Aanvullend staat in het email-bericht eveneens het tijdstip van de overschrijding en de gemeten frequentie en snelheid vermeld.

Indien de grenswaarde van 75% wordt overschreden kunnen de werkzaamheden doorgaan. Bij de uitvoering dient men wel alert te zijn op een mogelijke nadering van de 100% grenswaarde. Geadviseerd wordt om bij overschrijding van de grenswaarde van 75% aanpassingen in de uitvoering te verrichten om de voorkomen dat de grenswaarde van 100% wordt overschreden. Indien de grenswaarde van 100% wordt overschreden adviseren wij om na te gaan wat de oorzaak van de overschrijding was. Indien nodig dient de uitvoering te worden aangepast om verdere overschrijdingen te voorkomen.

