

MEMO

Project : 22A48 Renovatie KHNW Den Helder
Onderwerp : Bevindingen trilproef
Datum : 07-11-2023

Inleiding:

Binnen het bestek is een trilproef voorgeschreven (BPN3130 en 313010). De trilproef omvat het aanbrengen van de eerste buispalen, van de in totaal 79 buispalen tellende combiwand. De trilproef is bedoeld om een juiste keuze te maken voor de werkmethode om de buispalen op inheinniveau te plaatsen, waarbij de impact op de omgeving (trillingen en deformatie) acceptabel blijft. Deze keuze zal worden gemaakt op basis van een drietal verschillende werkmethoden, welke in deze memo worden toegelicht. Deze memo is opgesteld na uitvoering van de trilproef en geeft een overzicht van de bevindingen/ resultaten. De trilproef is uitgevoerd in week 41 (dinsdag en woensdag) 2023.

Voorbereidingen Monitoring:

Voorafgaand aan de trilproef zijn bouwkundige opnames gemaakt en is het gehele monitoringsysteem aangebracht. Het monitoringsysteem bestaat uit;

- | | |
|---------------------------------|---|
| • Waterspanningsmeters (10st) | op NAP -11,50m in de waterbodem |
| • Trillingsmeters | op de bedrijfspanen t.h.v. de trilproef |
| • Prisma's/ spiegeltjes (42 st) | op de deksloof van de bestaande kade |
| • Prisma's/ spiegeltjes (4 st) | op de vingerpier/ afmeersteiger |



Figuur 1: overzicht monitoringsysteem

Voorbereiding trilproef:

Twee buispalen zijn op projectlocatie voorzien van de benodigde fluïdeervoorzieningen;

- Een ring, kleiner dan de buisdiameter voorzien van 8 st nozzles (+/- 400 bar).
 - De ring is op ongeveer 50cm vanaf onderzijde buispaal gelast waarna deze ring met 1 hydrauliekslang wordt aangesloten op de hogedrukpomp die afgestemd is op de nozzles
- Onder de nozzles zijn bescherm nokjes gelast, om te voorkomen dat ze beschadigd raken tijdens het inbrengen.



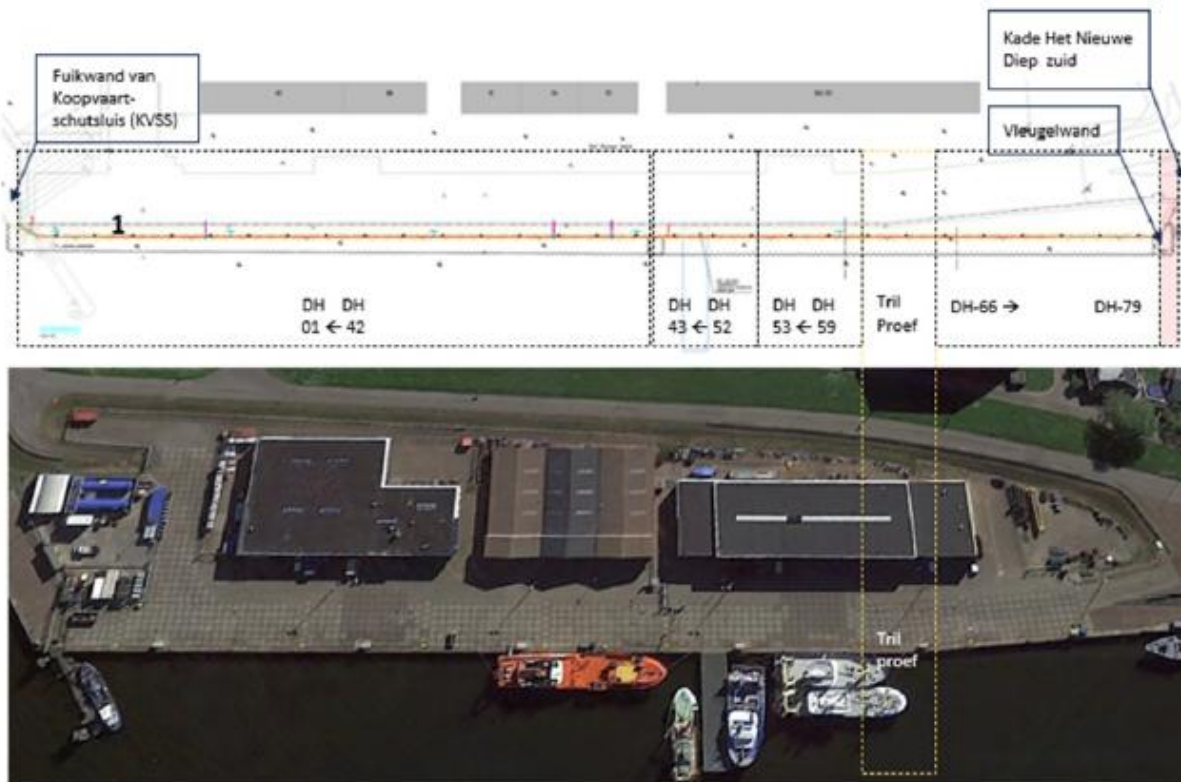
Figuur 2: Fluïdeervoorzieningen (referentie project)

- De hydrauliekslang is op diverse plaatsen vastgezet door een stukje hoeklijn te plaatsen en vast te lassen aan de buispaal.
- Er is niet dieper dan NAP-14,50m gefluïdeerd
 - Er is markering op de buispaal aangebracht op 11,60 meter onder bovenkant paal, wanneer deze de heigording (gesteld op NAP+1,00m) passeert is dit de indicatie om te stoppen met fluïderen.
- Voor het vastleggen van de verschillende inbrengmethoden i.r.t. de bijbehorende invloed op de omgeving, is het gewenst om de gegevens hierover te registreren. Hiertoe zijn:
 - De buispalen van de trilproef per meter voorzien van een markering;
 - Wanneer de buispaal een markering een meter is gezakt t.o.v. de heigording, dan wordt de "timing" genoteerd.

Trilproef resultaten en bevindingen:

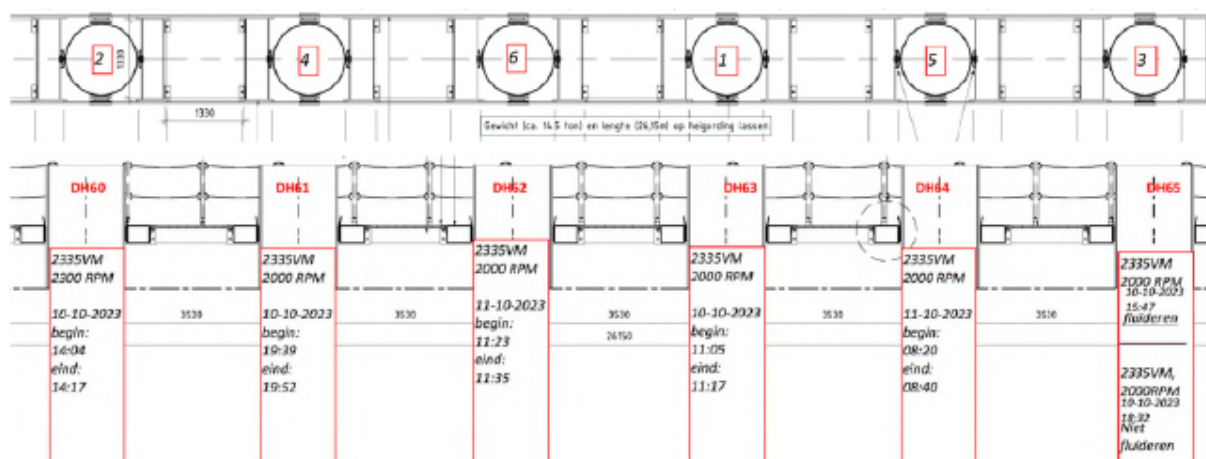
Voorafgaand aan de trilproef is de heigording aangebracht. De heigording is gesteld op een tweetal stelpalen, deze zijn ook met een trilblok op diepte gebracht, waardoor deze ook gemonitord zijn.

Aansluitend zijn in de navolgende week de eerste 6 buispalen en 5 damwandplanken van de combiwand aangebracht tijdens de trilproef. De trilproef is op onderstaande locatie uitgevoerd.



Figuur 4: Locatie trilproef

De exacte data, tijdstippen en aanbrengmethoden zijn in het onderstaande vooraanzicht opgenomen.



Figuur 5: Heivolgorde en aanbrengmethode

Per buispaal zijn de volgende data verzameld;

- Tijdstip van aanbrengen (inclusief timing per meter buispaal)
- Aanbrengmethode: type trilblok en motorstand max. RPM van de powerpack
- Aanbrengmethode: bevindingen van uitvoerend personeel (kraanmachinist en heiploeg)
- Debiet van de pomp, tijdens het fluïderen.

De monitoringsdata is na het aanbrengen van de buispalen uitgedraaid, en weergegeven in een drietal "dagrapporten". Tijdens het aanbrengen van de buispalen is ook naar de monitoringsresultaten gekeken en zijn de tussentijdse bevindingen gedeeld met uitvoerend personeel directie UAV en opdrachtgever.

In onderstaande tabel worden de bevindingen t.a.v. uitvoerbaarheid van de aanbrengmethode en de monitoringsresultaten weergegeven. Voor de gedetailleerde resultaten wordt verwezen naar de bijlagen;

Tabel 1: overzicht van bevindingen

Buispaal nummer	Aanbreng methode	Uitvoering	Monitoring
Stelpalen Ø1220 lengte 14m en 19m			
L-paal, 14 m	Trilblok 2335VM 2000 RPM		Monitoringsdata woensdag 04-10-2023
T-paal, 19 m	Trilblok 2335VM 2000 RPM		Optreden deformatie: maximaal 3,0mm, deformatie lijkt zich met het getij mee te bewegen. Deformatie is acceptabel en ver onder de toelaatbare vervorming. Optreden wateroverspanning: 8 kPa, gemeten op 3 WSM's
Buispalen Ø1220x13,5mm, lengte 27,10m			
DH63	Trilblok 2335VM 2000 RPM	De eerste buispaal (na de stelpalen) met trilblok op 2000RPM. De paal gedraagt zich controleerbaar, de zaksnelheid is goed constant te houden, waardoor de paal eenvoudiger te sturen is t.b.v. de plaatsingstolerantie.	Monitoringsdata dinsdag 10-10-2023, v.a. 11:00 uur gestart met werkzaamheden Optreden deformatie: maximaal 4,0mm, deformatie lijkt zich met het getij mee te bewegen, er is namelijk ook deformatie buitenom de werkzaamheden. Deformatie is acceptabel en ver onder de toelaatbare vervorming.
DH60	Trilblok 2335VM 2300 RPM	Ten opzichte van buispaal 63 (trilblok op 2000RPM) gedraagt de buispaal zich	

		lastiger controleerbaar, wat leid tot zwaarder (en langer) heilwerk. Het is lastiger om de buispaal gecontroleerd, op diepte te krijgen.	Optreden wateroverspanning: 18 kPa, in een lichtere mate gemeten op de 2 naastgelegen WSM's. De wateroverspanning is in ca. 20 minuten weer genormaliseerd, zodoende is bij de start van de volgende te plaatsen buispaal geen wateroverspanning.
DH65 (1 ^e keer)	Trilblok 2335VM 2000 RPM Fluïderen	De eerste buispaal welke i.c.m. fluïderen wordt aangebracht. Aanvankelijk heeft de buispaal een hoge zaksnelheid, welke na de eerste meters constant wordt. Op NAP -14,50m wordt gestopt met fluïderen, waarna de buispaal direct oncontroleerbaar wordt en de zaksnelheid verslechterd. De voorzieningen om te kunnen fluïderen gaan de zaksnelheid negatief beïnvloeden zodra ze uit gezet worden. Vanwege het verlopen van de buispaal is gestopt, waarna de paal is getrokken en de fluïdeervoorzieningen zijn verwijderd.	
DH65 (2 ^e keer)	Trilblok 2335VM 2000 RPM	Na het verwijderen van de fluïdeering is de buispaal opnieuw aangebracht. Dit is de tweede buispaal, geplaatst met het trilblok 2335VM, met lager vermogen (2000 RPM). De zaksnelheid van de buispaal is goed (zakt snel) en gecontroleerd.	
DH61	Trilblok 2335VM 2000 RPM	T.o.v. de eerste paal is het funderingswerk iets zwaarder, vermoedelijk komt dit omdat de paal tussen twee andere geplaatste palen in geplaatst is. De zaksnelheid is goed en constant, waarbij deze de laatste meters terug minder snel zakt.	
DH64	Trilblok 2335VM 2000 RPM	Tussentijds gestopt, i.v.m. werkzaamheden aan de heigording werk. Hierna verder getrild tot inheinniveau. Deze buispaal zakte beter t.o.v. de (hiervoor geplaatste) buispaal DH61.	Monitoringsdata woensdag 11-10-2023 v.a. 08:00 uur gestart met werkzaamheden
DH62	Trilblok 2335VM 2000 RPM	De buispaal is voorafgaand aan het definitief intrillen (tijdens de feestelijke opening) licht voorgepoot. Gelijk met andere buispalen is deze met de 2335VM, op de lichte stand geplaatst. De buispaal zakte redelijk constant en de zaksnelheid was goed.	Optreden deformatie: maximaal 4,5mm, deformatie lijkt zich met het getij mee te bewegen, er is namelijk ook deformatie buitenom de werkzaamheden. Deformatie is acceptabel en ver onder de toelaatbare vervorming. Optreden wateroverspanning: 13 kPa, in een lichtere mate gemeten op de 2 naastgelegen WSM's. de wateroverspanning is in ca. 20 minuten weer genormaliseerd, zodoende is bij de start van de volgende te plaatsen buispaal geen wateroverspanning.

Conclusie

Op basis van de monitoringsresultaten (monitoring) en bevindingen over de aanbrengmethode zijn een aantal concludeerde punten gemaakt;

- **Starten zonder fluïderen:** conform bestek dient gestart te worden zonder fluïderen. Echter zonder waterdruk zullen de nozzles tijdens het trillen verzand raken en dicht gaan zitten, waardoor deze niet meer functioneel zijn.
- **Voortijdig stoppen fluïderen:** conform bestek dient op NAP-14,50m gestopt te worden met fluïderen. Door voortijdig te stoppen met fluïderen, voordat het paalpuntniveau is bereikt, krijgt de buispaal een weerstand en momentum van aanbrengen. Het is hierdoor niet haalbaar om de buispaal gecontroleerd te houden en aan te brengen binnen de toleranties. Om dit te voorkomen moet tot paalpuntniveau worden doorgegaan met fluïderen.
- **Overcapaciteit trilblok:** het trilblok moet de trillingen goed in de buispaal en ondergrond kunnen overbrengen. Hierbij is overcapaciteit (hoger toerental of een zwaarder trilblok) niet nodig, dit kan het gecontroleerd aanbrengen van de buispaal gaan tegenwerken en het momentum verstoren. De heiproef is gestart met het trilblok 2335VM, deze resultaten zijn dusdanig goed dat de proef met het zwaardere trilblok 2350VM niet meer is uitgevoerd. Tijdens de proef hebben we met de 2335VM ook een paal gezet met de powerpack op een hoger toerental hieruit bleek dat de paal met dus meer vermogen moeilijker aan te brengen was. Op basis van deze ervaring is besloten het zwaardere trilblok de 2350VM niet in te zetten. De kans dat hiermee de aanbrengbaarheid juist minder wordt is heel aannemelijk.
- **Monitoring toename waterspanning:** Tijdens het aanbrengen van de buispalen treedt wateroverspanning op. De wateroverspanning (max. 18 kPa) vlak in ca. 20 minuten af tot de normale waarden.
- **Monitoring trillingen:** De gebouwen bevinden zich op ca. 30 meter afstand van de funderingswerkzaamheden. De gemeten trillingen vallen ruim onder de toegestane grenswaarden.
- **Monitoring deformatie:** Er worden lichte deformaties geconstateerd (max. 4 a 5 mm), welke na de funderingswerkzaamheden ontstaan. Er worden ook deformaties geconstateerd, welke ontstaan door externe omstandigheden zoals het getijde.

Op basis van deze bevindingen is bepaald om het project met trilblok 2335VM uit te voeren. Hierbij zal de powerpack op de lagere toerenstand van 2000 RPM staan, waarbij de mogelijkheid er is om het vermogen nog op te schalen naar 2300 RPM.

Bijlage monitoringsgegevens (zie bijgevoegde bestand)