

Ontwerpverantwoording schetsontwerp onderdoorgang Oosterengweg

11 juni 2013- Versie 0.1



Autorisatieblad

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	Schoenmakers, EJM		
Controle door			
Vrijgave door			

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten	4
3	Onderdoorgang Oosterengweg	8
3.1	Inleiding	8
3.2	Ruimtegebruik	8
3.2.1.	<i>Naast elkaar</i>	8
3.2.2.	<i>Stapelvariant</i>	9
3.3	advies hoofdvariant	9
3.4	Technische haalbaarheid	9
3.4.1.	<i>Grondopbouw</i>	10
3.4.2.	<i>Afweging technische haalbaarheid varianten</i>	10
3.4.3.	<i>Advies technische varianten</i>	16
3.4.4.	<i>Risico's</i>	16
3.5	Spoorbevestiging	17
4	Ontwerpbeschrijving	18
4.1	Ontwerp, algemeen	18
4.2	Standaard doorsnede	18
4.3	Ontwerp diepwand	19
4.4	Ontwerp spoorkruisend deel	22
4.5	Uitvoering	22
4.5.1.	<i>Diepwanden</i>	22
4.5.2.	<i>Geboorde combiwanden</i>	22
4.5.3.	<i>Inschuiven spoordek</i>	22
5	Raakvakken	24
6	Risico's	25
7	V&G Ontwerp	26
8	Aandachtspunten / nader uit te zoeken	28
	Bijlage 1, Geotechnische analyse	2
	Bijlage 2, Trade off matrix	4

1 Inleiding

De Provincie Noord Holland is voornemens een HOV busbaan van Hilversum naar Huizen aan te leggen. Aan Goudappel, Movares en Prosat is de opdracht verstrekt om de busbaan uit te werken tot op schetsniveau. De uitwerking betreft o.a. de ruimtelijke inpassing en de kunstwerken. De kunstwerken worden uitgewerkt door Movares. Dit rapport beschrijft de technische uitwerking van de ongelijkvloerse kruising van de “Oosterengweg” met de toekomstige HOV baan en de spoorlijn Hilversum, - Amersfoort. De ongelijkvloerse kruising/onderdoorgang is bedoeld voor fietsers en bestemmingverkeer. De onderdoorgang bevindt zich ter plaatse van spoorkilometrerings km. 29.55.

Dit rapport geeft een aantal varianten weer van de onderdoorgang en een nadere ontwerpbeschrijving van de variant die geadviseerd wordt.

2 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste uitgangspunten voor het ontwerp van de onderdoorgang benoemd:

Functioneel:

- De onderdoorgang kruist van zuid naar noord achtereenvolgens; de toekomstige HOV baan en de spoorlijn Hilversum – Amersfoort
- De Oosterengweg wordt tijdens de werkzaamheden afgesloten.
- De spoorlijn moet tijdens de werkzaamheden in dienst blijven (behalve tijdens specifieke buitendienststellingen).
- De busbaan heeft één rijstrook voor elke richting
- De busbaan dient ook geschikt te zijn voor nood- en hulpdiensten.
- De busbaan dient geschikt te zijn voor een toekomstige trambaan.
- De eventueel toekomstige trambaan dient alleen geschikt te zijn voor trams. (geen medegebruik door bussen)
- Het dek van de onderdoorgang dient geschikt te zijn voor het later aanbrengen van een spoorconstructie voor de tram type ballastspoor.
- Het dek van de onderdoorgang dient geschikt te zijn voor het bevestigen van bovenleidingmasten.
- Voor de bovenleiding voor de toekomstige vertramming wordt uitgegaan van zijmasten (t.b.v. minimale breedte kunstwerk)
- Het dek dient voorzien te zijn in een overgangsconstructie (van dek op baan) t.b.v. de bussen en stoot platen t.b.v. de ProRail sporen.
- Het dek dient voorzien te zijn in kabelkokers naast de sporen.
- Het dek dient ruimte te bieden voor een inspectiepad en kabelkokers aan weerszijden van een eventueel toekomstige trambaan.
- Rekening moet worden gehouden met een toekomstige aanpassing van de spoorassen in de lijn Hilversum – Amersfoort van h.o.h. 4,20 m naar 4,50m. Uitgangspunt hierbij is dat het noordelijke spoor opschuift.
- De afwatering van het dek vindt plaats naar de uiteinden van het dek.
- De afwatering van de onderdoorgang vindt plaats via kolken en wordt geloosd op een water-/pompkelder aangesloten op het riool.
- De onderdoorgang wordt voorzien van een aparte ruimte voor kabels en leidingen.
- De onderdoorgang wordt voorzien van een asfaltverharding.
- De onderdoorgang dient verlicht te zijn. De verlichting wordt in een vervolgfase uitgewerkt.
- De vloer van de fietsbuis dient geschikt te zijn voor onderhoud- en strooiwagens. Dit heeft een hogere verkeersbelasting tot gevolg.

Technisch:

- Horizontaal alignement onderdoorgang conform opgave Goudappel. Zie e-mail dd 6 -05-2013.
- Vertikaal alignement onderdoorgang conform/ontwerp Goudappel Zie e-mail dd 6 -05-2013.
- PVS gegevens “uitgave 5, 528/01/C, 088/01/A , d.d. 10-2012” en “uitgave 4, 528/01/D, 088/01/B, d.d. 10-2012
- Basisbeheerkaart “BBK Hilversum – Baarn km 29.1/30.0, d.d. 2-2013”

 Movares

- Rapport “Quick scan Verrailing HOV Hilversum-Huizen, kenmerk 316065, d.d. 29 maart 2010, definitief”.
- De onderdoorgang dient voorbereid te zijn op alle extra belastingen als gevolg van een eventueel toekomstige trambaan (spoor in ballast).
Opm: Bij een overrijdbare constructie (b.v. voor nood- en hulpdiensten moet rekening worden gehouden met ingegoten spoor waarbij een integrale extra betonlaag op het kunstwerk wordt aangebracht (dit is echter vooralsnog niet het uitgangspunt).
- Het BS van de huidige sporen blijven gehandhaafd. BS ligt op NAP + 5,45m (conform PVS)
- Grondwaterstand op NAP +1,7m
- Drie sondering gemaakt t.p.v. het diepste punt van de onderdoorgang.
- De totale breedte van de bus-/trambaan is 7,0 meter
- De overgangsconstructie kunstwerk op baan dient te voldoen aan een toekomstige vertraming van de busbaan met betrekking tot een zettings- en rotatieeis.

Normen/Richtlijnen:

- ASVV
- OVS Prorail
- “Quick scan Verrailing HOV Hilversum-Huizen, kenmerk316065, d.d. 29 maart 2010, definitief”.
- Eurocode (in deze SO fase niet gebruikt)

Eisen:

- “Specifiek PvE HOV 't Gooi, v 05, d.d. 16-4-2013”
- “Generiek PvE HOV PNH, v 0.2, d.d. 27 -2-2013”
- “CRS, kenmerk 127797/128108”

Overig:

Spoorkruisende deel, constructief

- Zo kort mogelijke buitendienststelling (-en);
- Ingeschoven dek, alleen spoor;
- Ingegoten spoorstaven;
- Onderwaterbeton met trekankers

Niet spoorkruisende deel, constructief

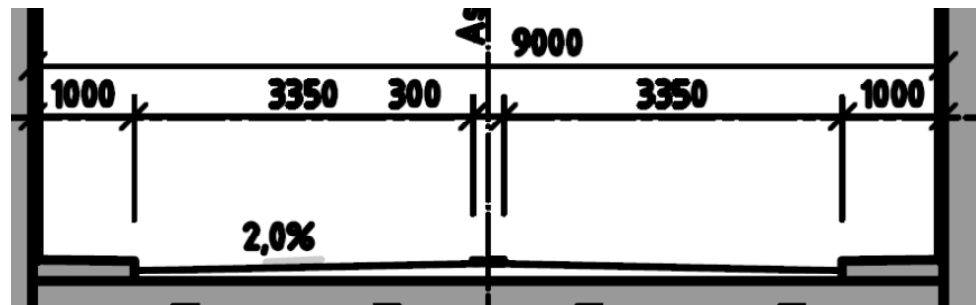
- HOV- en lokaalverkeerdekken ter plaatste gebouwd

Verkeerskundig

- Fietspad:
 - o Helling circa 5%
 - o Geen boogstraal van diepste deel naar 5% helling;
 - o Geen boogstraal van 5% helling naar maaiveld;
- Auto/vrachtwagendeel
 - o Helling wegdek circa 5%, Noordzijde;
 - o Helling wegdek circa 6% Zuidzijde;
 - o Topboog noord 800 meter;

- Topboog zuid 800 meter;
- Dalboog t.p.v. diepste deel :800 meter;
- Verkanting asfalt in dwarsrichting t.b.v. afwatering: 2%

- PVR inwendig is overeenkomstig de Amaliatunnel te Hilversum.

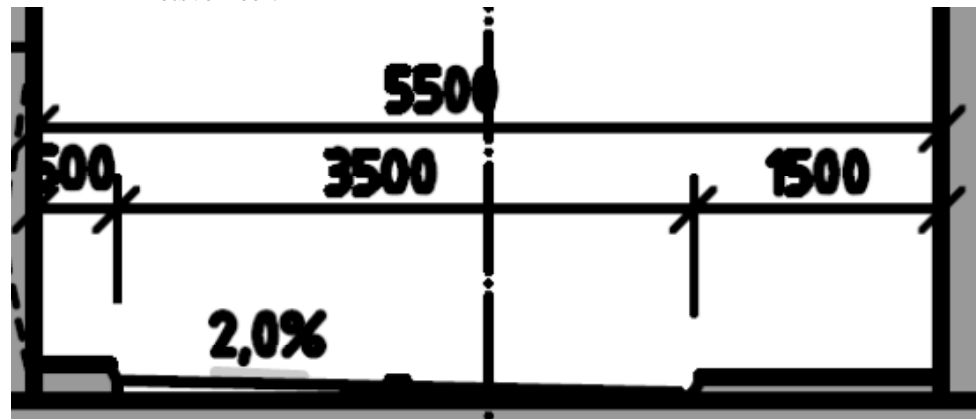


Autoverkeer:

Figuur 1 PVR inwendig autobuis

De vrije hoogte bedraagt minimaal 4,85 meter tussen bovenkant betonvloer en onderzijde betondak.

Fietsverkeer:



Figuur 2 PVR fietsbuis

De vrije hoogte bedraagt minimaal 2,5 meter tussen bovenkant betonvloer en onderzijde betondak.

Aanvullende eisen uit omgeving:

- Ruimte voor kruisende verkeersstromen t.p.v. onderdoorgangmonden fietsdeel; Minimaal ruimtegebruik;
- Minimale overlast voor de omgeving;
- Minimale risico's voor de bestaande bebouwing;

- Inpassing in de bestaande stadstructuren, zie ontwerpplan;
- Onderwaterbeton met trekankers;

3 Onderdoorgang Oosterengweg

3.1 Inleiding

De onderdoorgang ter plaatse van de Oosterengweg dient de huidige spoorkruising te vervangen en zal tevens de nieuwe HOV busbaan over de verdiepte Oosterengweg heen voeren.

In dit hoofdstuk wordt het ruimtegebruik en de technische haalbaarheid van de twee beschikbare varianten beschreven. In het ontwerpproces zijn een aantal varianten/mogelijkheden getrechterd naar een beperkt goed haalbaar aantal varianten met een laag risico profiel.

Er zijn twee hoofdvarianten die beschreven worden in 3.2 Ruimtegebruik:

1. Variant met rijbaan en fietspad naast elkaar;
2. Variant met fietspad boven de rijbaan.

Op technisch niveau zijn daar weer drie sub-varianten te onderscheiden.

- A. Variant met diepwanden;
- B. Variant met damwanden;
- C. Variant met boorpaalwanden.

3.2 Ruimtegebruik

Het ruimtegebruik voor de twee hoofdvarianten is in dit hoofdstuk beschouwd.

3.2.1. Naast elkaar

In deze variant is het fietspad en de rijbaan voor gemotoriseerd verkeer naast elkaar gesitueerd. De volgende uitgangspunten zijn aangehouden:

- Breedte uitwendig: circa 17,40 meter;
- Hoogte inwendig: 4,85 tussen vloer en dak;
- Maximale helling: circa 5%.
- Maximale diepte onderdoorgang (onderzijde onderwaterbeton pompkelder: circa 12 meter minus maaiveld.



Figuur 3 ruimtegebruik variant: verkeersbuizen naast elkaar

Op een aantal punten komt deze variant vlak bij de bestaande bebouwing. Tevens is de bereikbaarheid van de toegangsdeuren van diverse panden gedurende een groot deel van de bouw erg lastig. Voor een optimale inpassing is een vrij lange onderdoorgang noodzakelijk.

3.2.2. Stapelvariant

In deze variant is het fietspad en de rijbaan voor gemotoriseerd verkeer boven elkaar gelegd.

- Breedte uitwendig: circa 11,4 meter;
- Hoogte inwendig: 4,85 meter tussen vloer en dak;
- Maximale helling: circa 5%
- Maximale diepte onderdoorgang t.p.v. pompkelder: circa 14,5 meter minus maaiveld



Figuur 4 ruimtegebruik variant: verkeersbuizen buizen boven elkaar

De inpassing van de gestapelde variant gaat veel beter omdat de breedte beperkt is. De toegang naar diverse panden is (vrijwel) altijd haalbaar. Door het toepassen van brede mondingen van de fietsbuis, is het mogelijk diverse verkeersstromen elkaar daar te laten kruisen waardoor de oplossing inpasbaar in de omgeving is.

3.3 advies hoofdvariant

Het geadviseerde alternatief is de gestapelde variant omdat deze het minste ruimtegebruik in breedte-richting kent en daardoor beter inpasbaar in de omgeving is.

3.4 Technische haalbaarheid

De technische haalbaarheid van de drie technische sub-varianten wordt in dit hoofdstuk nader uitgewerkt. Aspecten die beantwoord worden zijn:

- Maakbaarheid;
- Benodigde tijdsduur;
- Overlast voor de omgeving;
- Doorbuiging wanden en invloed op de bestaande bebouwing;
- Mogelijke plaats van een bentoniet centrale in de buurt;
- Beschikbare/benodigde ruimte voor leidingen werk bentoniet;
- Complexiteit faseringen met o.a. stempellagen;
- (Rest)risico's;
- Kosten;

De vergelijking richt zich voorlopig op de vraag hoeveel de drie **technische** sub - varianten qua risico verschillen. Daarnaast wordt gekeken naar flexibiliteit van het ontwerp, wat zijn de mogelijkheden als blijkt dat de uitvoering toch niet gaat en is de verdeling risico versus de kosten in balans?

3.4.1. Grondopbouw

Voor het vaststellen van de haalbaarheid van de diverse technische varianten zijn een drietal sonderingen uitgevoerd. De resultaten van deze onderzoeken zijn opgenomen in Bijlage 1. De beschikbare sonderingen geven een dik zandpakket aan met conusweerstand tussen de 10 N/mm² en de 25 N/mm². Verwacht wordt dat grindpakketten aangetroffen worden verlopend over de gehele hoogte, zie hiervoor de sonderingen. Geadviseerd wordt in de volgende fase grondonderzoek op te starten zodat de ontwerpen op VO niveau kunnen worden uitgewerkt. Ook kunnen de ervaringen uit de Amaliatunnel in deze fase nuttig gebruikt worden.

3.4.2. Afweging technische haalbaarheid varianten

De technische haalbaarheid van de drie sub varianten wordt op een tweetal locaties beschouwd. De locaties zijn:

- Situatie in het diepste deel t.p.v. de waterkelder.
- Situatie ter plaatste van het spookkruisende deel.

Situatie in het diepste deel t.p.v de waterkelder.

De situatie t.p.v het diepste van de onderdoorgang bestaat uit een aantal constructie elementen die samen de onderdoorgangdoorsnede vormen. Voor het dak en de vloer zijn de mogelijke verschijningsvormen beperkt: een betonvloer en betondak zijn vrijwel noodzakelijk. Doordat dicht op bestaande bebouwing moet worden gewerkt, dient het ruimtebeslag tijdens de uitvoering geminimaliseerd te worden. Dit kan door de te maken constructie zo smal mogelijk te houden en/of een uitvoeringstechniek te kiezen waar weinig ruimte voor nodig is. Bouwsnelheid is in dit deel van het onderdoorgangtracé van ondergeschikt belang. Daarnaast is beperking van overlast voor de omgeving een absolute must.

De wanden van de onderdoorgang kunnen echter op een aantal manieren gemaakt worden:

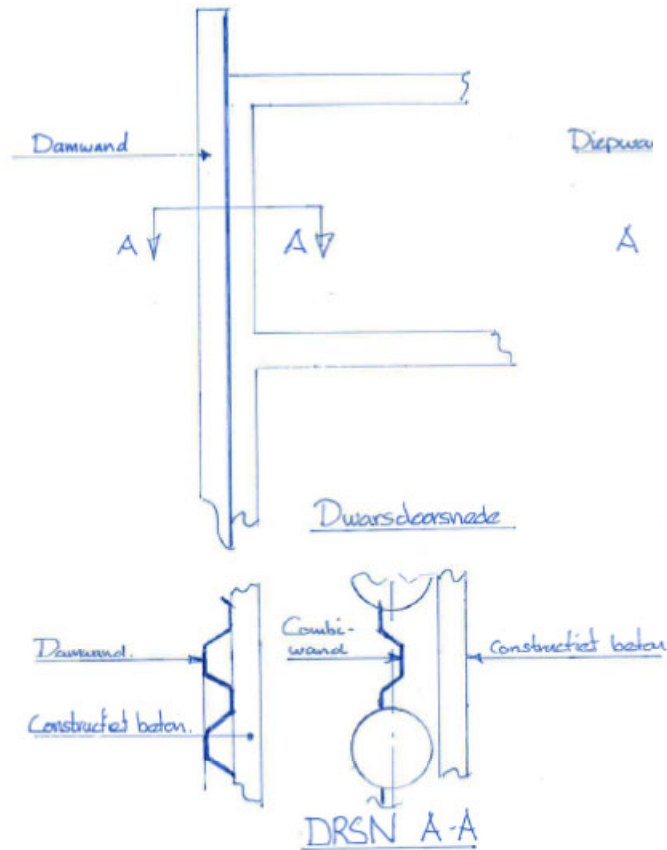
Stalen damwanden / combiwanden waartegen een betonwand wordt aangebracht.

De grondgesteldheid in Hilversum is dusdanig dat het inbrengen van stalendamwanden problematisch kan zijn. De conusweerstand zijn over een grote diepte vrij hoog zodat veel energie noodzakelijk is om de grond rond de damwand te verweken om de damwand in te brengen. Daarnaast zijn er in de ondergrond van zwerfkeien te vinden. De kans dat een damwand een zwerfkei raakt is aanwezig.

De betonwand die tegen de damwandkassen gestort wordt, zorgt er voor dat de constructie op langere termijn waterdicht blijft. Ook speelt corrosie van de damwanden geen rol meer zodat met lichte planken volstaan kan worden. Lichtere planken komt ook de heikbaarheid ten goede.

Door de grote diepte van de stapelvariant kan ook gebruik gemaakt worden van zogenaamde combiwanden. Dit zijn wanden bestaande uit standaard damwandplanken en stalenbuisprofielen. De samengestelde doorsnede is sterker en stijver dan een damwandpank alleen. Door de grotere afmetingen van de combiwand is het aanbrengen hiervan in de aanwezige grondslag mogelijk een nog groter probleem.

Daarnaast wordt de breedte van de constructie groter. In onderstaande schets is de principe van dit systeem aangegeven.



Figuur 5 damwand of combiwand met constructieve wand

Voordelen:

- Solide bouwmethode;
- Waterdichte constructie;

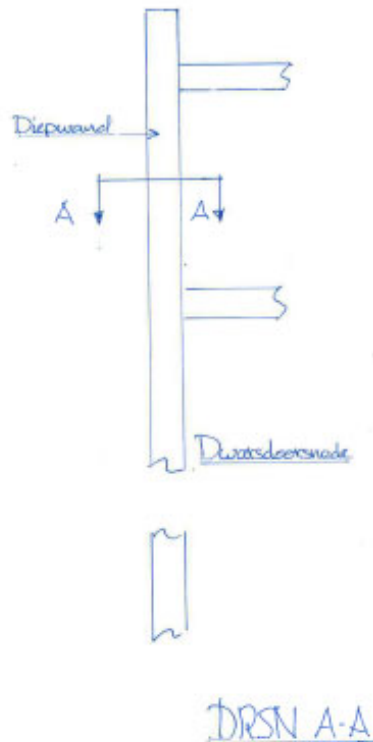
Nadelen:

- De damwand / combiwand is bij de gegeven grondgesteldheid lastig in te brengen. Er zijn mogelijkheden om de damwand eenvoudiger in te brengen, o.a. fluideren of voorboren van de ondergrond, maar dit is risicovol omdat de bebouwing erg dicht op de damwanden staat. (plaatselijk “drijfzand” rond de damwanden)
- Veel overlast voor de omgeving door inbrengen van de damwanden (trilblokken);
- Door de grote diepte heeft de damwand door de grote horizontale gronddruk de neiging flink door te buigen. Dit kan opgevangen worden door het toepassen van extra stempelramen. Dit is echter niet gewenst door de hogere bouwcomplexiteit. Hierdoor ontstaat er ook een maaiveldverlaging aan de achterzijde van de damwand waardoor er schade aan de bestaande bebouwing kan optreden.

- Damwanden kunnen niet getrokken worden: hogere kosten.
- Uitvoerbaarheid is door de dichte zandlagen lastig. Zie ervaringen van de Amalia tunnel.

Diepwanden

Diepwanden kunnen worden toegepast zodra de ontgravingsdiepte wat groter wordt. Door de grotere stijfheid van de diepwanden blijven de vervormingen van de wand en dus ook het naast liggende maaiveld beperkt. De bebouwing heeft hierdoor minder risico op zettingen en scheurvorming. De bodemopbouw staat het maken van diepwanden toe, kleinere zwerfkeien kunnen verwijderd worden. De aanwezigheid van grindlagen in de ondergrond bemoeilijken echter het maken van diepwanden. Door met zorg het Bentoniet mengsel samen te stellen, is het maken van diepwanden wel mogelijk. In onderstaande figuur is schetsmatig de oplossing getekend.



Figuur 6 principe doorsnede diepwand

Voordelen

Solide bouwmethode;

- Zwerfkeien zijn verwijderbaar;
- Definitieve constructie is te integreren in diepwand;
- Uitvoerbaarheid is goed, enig aandachtspunt is de aanwezigheid van mogelijke grindlagen.

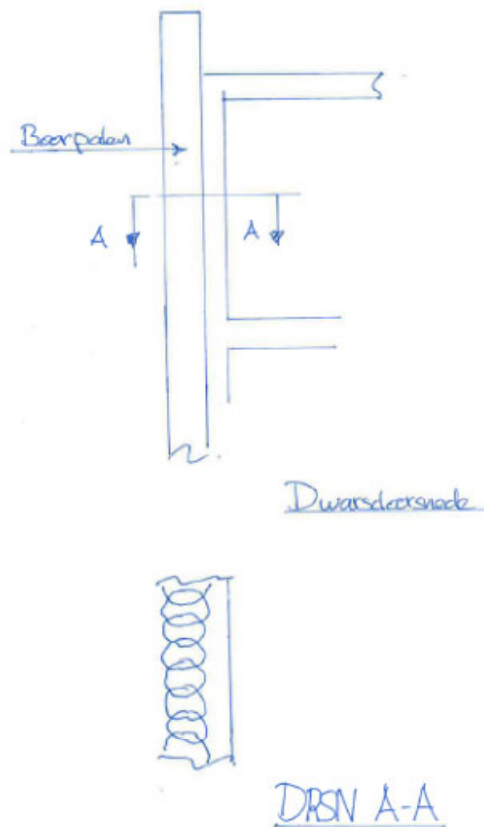
Nadelen

- Door het graven van een sleuf mogelijk zettingen direct naast de sleuf, mogelijk zettingen en scheurvorming in bebouwing die kort op de sleuf staat;
- Grindlagen bemoeilijken het maken van een diepwand, mogelijk weglekken van bentoniet mengsel waardoor stabiliteit sleuf in gevaar komt, (sleufstabiliteit);
- Veel ruimte nodig voor bentonietcentrale en opslag hulpmaterialen;
- Leiding t.b.v. aan- en afvoer van het Bentonietmengsel in de woonwijk van bentonietcentrale naar onderdoorgangtracé.
- Op zich zelf relatief kostbaar, kosten zijn te beperken door de wand direct als constructiewand voor de eindsituatie te gebruiken.
- Diepwanden zijn gevoelig voor maatafwijkingen. (In de grond gevormd)

Boorpalenwand

Een boorpalenwand bestaat uit in de grond gevormde en gewapende boorpalen. Indien de palen verbuisd worden aangebracht zijn er nauwelijks op- of ontspanning van de omringende grond zodat er minimale zettingen in de omgeving verwacht worden. Grootste probleem bij een boorpalenwand is dat door de vele aansluitingen de wand niet goed waterdicht is. Voor een tijdelijke bouwkuip is dit geen probleem maar voor een definitieve situatie kan dit lastig zijn. Om dit op te lossen kan een inwendige waterkerende wand gemaakt worden die de constructieve eigenschappen van de palenwand na de bouw overneemt. Dit geeft echter een grotere breedte van de constructieve wand.

Palenwanden vertonen vaak lekkages, er zijn immers veel palen met aansluitvlakken. Deze lekkages dienen snel dichtgezet worden omdat waterlekkages ook zand kunnen meenemen waardoor de bebouwing op maaiveldniveau mogelijk kan verzakken.



Figuur 7 principe boorpalenwand

Voordelen

- Wand op zich zelf goedkoop;
- Grote stijfheid en bij een goede waterdichtheid een kleine kans op schade aan de bebouwing;
- Aanbrengbaar in moeilijke grondslag;
- Obstakels in de ondergrond kunnen doorboord worden.
- Kan op korte afstand van bestaande bebouwing gemaakt worden.

Nadelen

- Niet goed waterdicht te krijgen;
- Brede constructie doordat naast de palenwand nog een constructieve wand gemaakt dient te worden, dit werkt kosten verhogend.
- Boorpalen zijn gevoelig voor maatafwijkingen.

Situatie ter plaatse van het spoor

Voor de situatie bij het spoor dient een aparte afweging gemaakt te worden. Naast alle beschreven aspecten in het voorgaande hoofdstuk over het gesloten deel ter plaatse van de waterkelder dient de oplossing voor ProRail acceptabel te zijn. Bijkomende eisen zijn:

- Beperking tijdsduur buitendienststelling;

- Oplossing is bestand tegen schadelijke aspecten zoals zwerfstromen;
- Constructie is bestand tegen dynamische treinbelastingen;

Damwanden / combiwanden

Het gebruik van damwanden / combiwanden is zeer geschikt om snel een constructie te kunnen maken waarop het dek/dak van de onderdoorgang kan rusten en waar op vrijwel onmiddellijk treinen kunnen rijden. De glijbaan waarover het dek ingeschoven moet worden kan ook op een damwand gemaakt worden. Dit is voordelig voor het dek omdat er gedurende het inschuif proces geen stijfheidsverschillen tussen mogelijk verschillende type ondersteuning kunnen optreden. Doordat de bebouwing op enige afstand staat van het spoor, is het toepassen van damwandplanken mogelijk. Gedurende korte tijd is trillingsoverlast aanvaardbaar. De heikbaarheid kan sterk verbeterd worden doormiddel van voorboren en fluideren. (Boorgaten vullen met een Bentoniet mengsel om het boorgat stabiel te houden.) Ook dienen de damwanden tijdens het inbrengen gemonitord te worden op: "uit het slot lopen". De benodigde tijdsduur van de buitendienststelling van het spoor voor het aanbrengen wanden en inschuiven van het dek zal meerdere dagen kosten.

Extra voordelen boven de reeds genoemde:

- Snel omdat er geen of nauwelijks verhardingstijd nodig is.

Extra nadelen boven de reeds genoemde:

Geen

Diepwanden

Diepwanden hebben het nadeel dat ze van beton gemaakt worden waardoor een uithardingstijd noodzakelijk is. Overwogen kan worden in een eerste buitendienststelling de diepwanden te maken en direct na aanleg boven de diepwand een drukverdelende plaat aan te brengen. Door deze plaat is het mogelijk de diepwand redelijk ongestoord te laten uitharden. In een tweede buitendienststelling kan op of tegen de diepwand een schuifbaan worden aangebracht waarover het dek kan worden aangebracht. Doordat de grondwaterstand relatief laag ligt, hoeft het dek niet waterdicht aangesloten te worden op de wanden.

Voordelen boven op de reeds genoemde

Geen

Extra nadelen boven de reeds genoemde

- Extra buitendienststelling noodzakelijk om dek in te schuiven
- Kwaliteit diepwand door snelle belasting twijfelachtig, levensduur is wellicht geen 100 jaar.

Boorpalen

Ten aanzien van boorpalen kan een vergelijkbare variant als bij de diepwanden gebruikt worden. De boorpalen kunnen na aanleg voorzien worden van een druk verdelende overkluizing voorzien zodat de uitharding van het beton relatief onbelast kan gebeuren.

Voordelen boven op de reeds genoemde
Geen

Extra nadelen boven de reeds genoemde

- Extra buitendienststelling noodzakelijk om dek in te schuiven
- Kwaliteit boorpalen door snelle belasting twijfelachtig, levensduur is wellicht geen 100 jaar.

Om de bovenbeschreven constructie typen te kunnen vergelijken zijn de resultaten van bovenstaande vergelijkingen in een trade – off matrix samengevat. Toetscriteria van de oplossingen voor een TOM:

- Ruimte gebruik in de bouwfase;
- Ruimtegebruik in de definitieve situatie;
- Maatvastheid;
- Overlast gedurende de bouwfase;
- Bouwkosten;
- Kans op schade bestaande bebouwing;
- Integreeren hulpwerk in het definitieve werk;

In **Bijlage 2** is de Trade – Off – Matrix opgenomen.

3.4.3. *Advies technische varianten*

Op basis van de TOM, weergegeven in **bijlage 2** volgt dat een constructie opgebouwd uit diepwanden de beste keus is. Deze constructie is echter niet realiseerbaar voor het spookruisende deel, hier wordt voor een (geboorde) combiwand gekozen.

3.4.4. *Risico's*

Risico's zijn te definiëren als kans van optreden maal de gevolgen voor het project. Denk hierbij aan toename in kosten, uitloop van het project, onvrede voor bewoners en technische realiseerbaarheid.

Algemene risico's, spookruisend en niet spookruisend:

- Ontbreken verkennend grondonderzoek;
- Ontbreken van gegevens omringende bebouwing;
- Ontbreken inmetingen maaiveld;
- Ontbreken van de in gebruik zijde infrastructuur (voet- fietspaden en wegen)
- Ontbreken van gegevens over de grondgesteldheid;
- Mogelijke problemen met het inbrengen van de grondkerende elementen in de harde ondergrond.
- Het vervaardigen van diepwanden in een ondergrond met grindlagen;
- Zwerfkeien in de ondergrond.
- Maximale grondwaterstand;
- Grondwaterstromingen;
- Schade aan de bebouwing door de werkzaamheden;
- Aanwezigheid van kabels en leidingen;
- Geluid en trillingen overlast gedurende de werkzaamheden;
- Bodem- en waterverontreinigingen in de omgeving;
- Overlast door lekkend Bentoniet;
- Leidingen voor Bentoniet in straatbeeld van en naar de Bentoniet centrale.
- Langdurige afsluiting Oosterengweg;
- Archeologie;
- Niet gesprongen explosieven;

Specifieke risico's voor het spoorkruisende deel:

- Deformatie spoorbaan;
- Werken in de nabijheid van de bovenleiding;
- Aanrijdgevaar;
- Te vroeg belasten van constructieve onderdelen van beton geeft een slechte betonkwaliteit;
- Uitloop werkzaamheden door tegenvallende grondslag.

3.5 Spoorbevestiging

De keuze van het bevestigingsysteem is bepalend voor de diepte van de onderdoorgang. Keuze mogelijkheden zijn:

- Spoor in ballast;
- Directe spoorstaaf bevestiging;
- Ingegoten spoorstaven.

Ad1, spoor in ballast

Door de wens een zo kort mogelijke onderdoorgang te maken valt het spoor "in ballast" af.

Ad2 en 3, directe spoorstaaf bevestiging en ingegoten spoorstaven

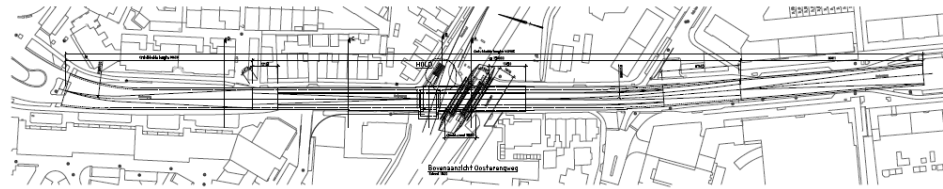
Voor de directe spoorstaaf bevestiging of de ingegoten spoorstaven moet gekeken worden naar de omgeving. De directe spoorstaaf bevestiging geeft relatief veel geluidsoverlast en wordt op het dek gemonteerd waardoor een relatief hoge spoorconstructie wordt gemaakt. Geluidsoverlast van ingegoten spoorstaven is beperkt, verder voordeel van ingegoten spoor is een dunner dek op opstorten wat een kortere lente van de onderdoorgang tot gevolg heeft.

Gekozen wordt voor **ingegoten spoorstaven** waarbij ook een zettingsvrijeplaat aan weerszijden van de onderdoorgang noodzakelijk is.. E.e.a. dient in de buitendienststelling ingebracht worden.

4 Ontwerpbeschrijving

4.1 Ontwerp, algemeen

Door de beperkte ruimte is er gekozen voor een oplossing waarbij de fietsonderdoorgang boven op de onderdoorgang van het autoverkeer is gesitueerd. Hierdoor wordt de benodigde breedte gereduceerd en de afstand tot de bebouwing gemaximaliseerd. Op (nagenoeg) het diepste punt wordt een waterkelder gesitueerd. Deze waterkelder vangt regenwater en andere vloeistoffen die in de onderdoorgang kunnen komen op. De totale lengte van de onderdoorgang bedraagt circa 419 meter.



Figuur 8 Tracé

Het gesloten deel voor autoverkeer heeft een minimale inwendige hoogte van 4,85 meter gerekend van bovenzijde betonvloer tot onderzijde dak. Het dak van de autobuis is weer de rijvloer van de fietsbuis waarbij de inwendige hoogte minimaal 2,5 meter bedraagt. Op het dak van de fietsbuis wordt weer het spoor en de HOV baan / trambaan gesitueerd. De lengte van het gesloten deel van de autobuis bedraagt: 238 meter. Deze lengte is korter dan 250 meter, hierdoor valt de onderdoorgang niet onder de “tunnelwet”, de WARVV.

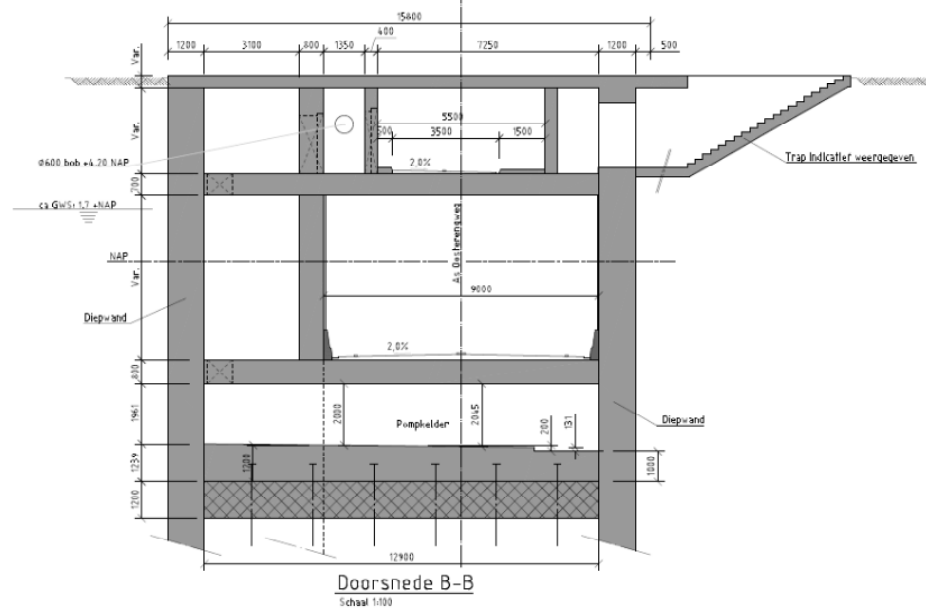
De breedte van de autobuis is overeenkomstig de recent gebouwde Amilia tunnel in Hilversum die min of meer in het verlengde van de Oosterengweg is gelegen. Breedte tussen de wanden bedraagt 9,0 meter. In de fietsbuis is een breedte tussen de wanden aangehouden van 5,950 meter. Het voetpad heeft een minimale breedte van 1,5m.

Het asfalt van de autobuis heeft een verkanting naar de zijkant van 2,0% (dakprofiel) terwijl het asfalt in de fietsbuis met 2,0% op 1 oor ligt. Aan de zijkant van de wanden van het autodeel zijn twee obstakelvrije zones met een breedte van 1,0 meter geplaatst die het verkeer geleiden. Direct voor deze strook is een HWA goot gesitueerd. Deze goot voert het water richting de waterkelder. De toegang naar de waterkelder dient vanuit de fietsbuis te gebeuren. Hiertoe dient tijdelijk het fietsverkeer te worden stilgelegd.

4.2 Standaard doorsnede

De standaard wordt met diepwanden gemaakt. Deze diepwanden hebben op het diepste deel een dikte van 1200mm, maar worden naar mate de constructie minder diep komt te liggen, korter en minder dik. De minimale dikte van de gebruikte diepwanden bedraagt: 600mm. In Bijlage 1 is de diepwand t.p.v. de waterkelder in de eindsituatie op SO niveau berekend. Uitgangspunt hiervoor zijn de aanvullende sonderingen

geweest. In onderstaande figuur is de situatie ter plaatste van de waterkelder geschetst.



Figuur 9 Doorsnede

Om kosten te besparen worden de diepwanden ook gebruikt als definitieve constructieve (zicht)wand.

Om opdrijven van de diepste delen te voorkomen dienen er trekankers (GEWI) aan de onderzijde van de vloer te worden aangebracht. Naarmate de onderdoorgangsvloer hoger komt te liggen, neemt het aantal per vierkante meter benodigde ankers af.

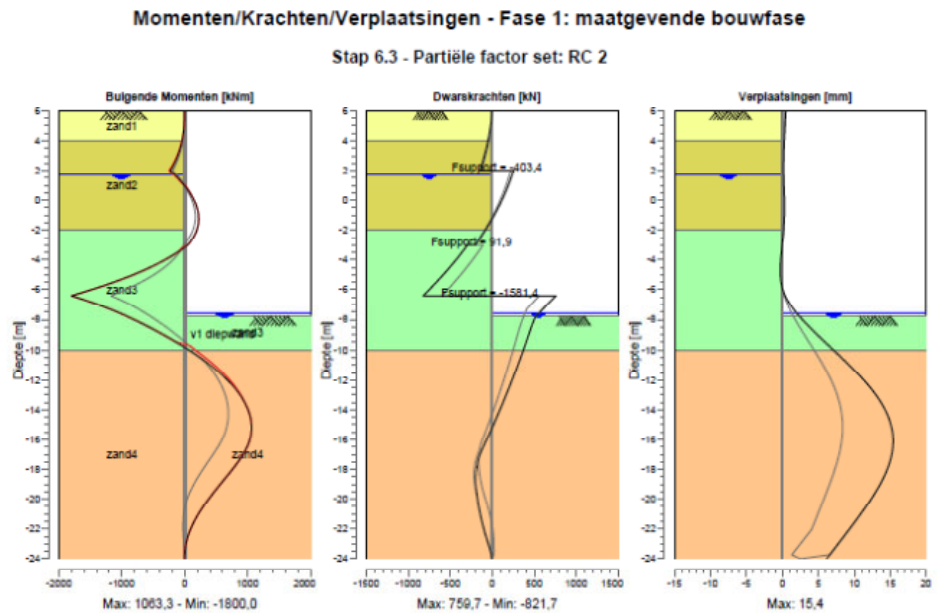
Om gedurende de bouwfase de bouwkuip droog te zetten is een onderwaterbetonvloer noodzakelijk. De akers voor de vloer van de onderdoorgang verankeren ook het onderwaterbeton.

4.3 Ontwerp diepwand

De vloer van de verkeersbuis heeft een dikte van 800 mm terwijl de vloer van de fietsbuis een dikte heeft van 700 mm. Het dek voor het spoor heeft een dikte van circa 770 mm. De dikte van het dak verloopt afhankelijk van de benodigde ruimte onder het dak.

Voor de standaard doorsnede is de diepwand voor de eindsituatie doorgerekend, de bouwfasen zijn niet beschouwd. De vloeren hebben een stempelende functie voor de diepwand. De resultaten voor de uiterstegrenstoestand (UGT) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) zijn:

CUR 166, stap 6.3 UGT

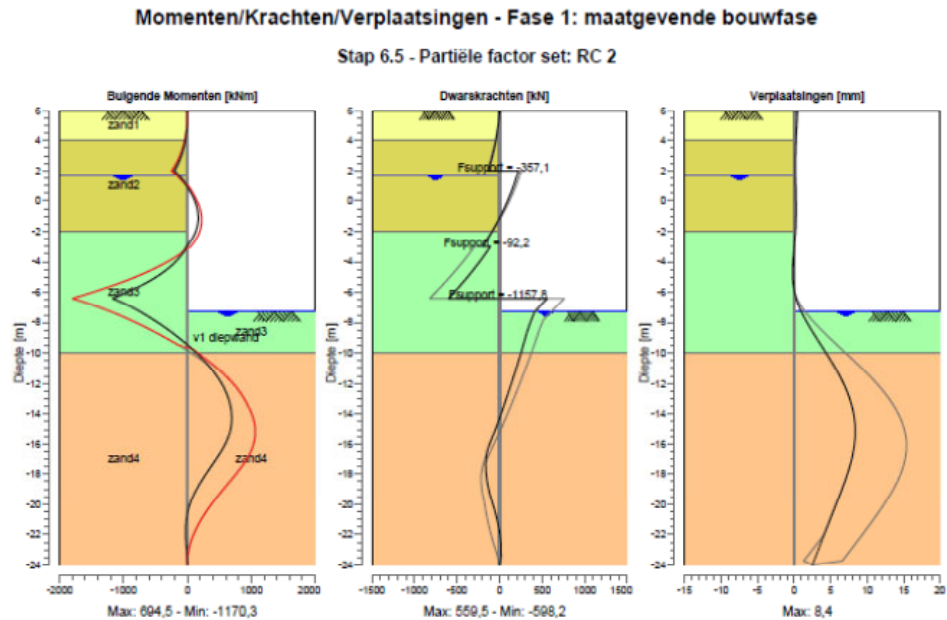


Figuur 10 Maximale snedekrachten in de UGT.

Maximaal moment: ca. 1800 kNm/m

Maximale dwarskracht: ca. 750 kN/m

Conclusie: in de UGT is de diepwand te wapenen, dwarskrachtbeugels zijn echter wel noodzakelijk. Niet beschouwd is de scheurvorming. In het VO zal dit nader beschouwd moeten worden.



Figuur 11 Maximale verplaatsing in de BGT

De verplaatsing van de diepwand is op grote diepte het grootste: circa 8 mm. Vuistregel is dat een horizontale uitbuiging van 8 mm van een damwand ook een zetting van het maaiveld van gelijke orde tot gevolg heeft. Er dient uitgegaan te worden van orde grootte 8 mm zetting van het maaiveld achter de diepwand. Het invloedsgebied achter de damwand waar deze zettingen merkbaar zijn is circa 3 tot 5 meter.

Opm; De gebruikte rekenmethode is een verenmodel (ligger op elastische bedding) Deze rekenmethode geeft vaak een onderschatting van de verplaatsingen. In een latere fase dient deze analyse m.b.v. een eindige elementen methode verder uitgewerkt te worden. Aangetoond is echter dat de zettingen achter de diepwand klein blijven. Afhankelijk van de funderingswijze van de aangrenzende bebouwing moet nader beschouwd worden of verstevigingsmaatregelen noodzakelijk zijn. Gezien de beperkte zettingen is in de raming een beperkt bedrag bij de versteviging van de bestaande fundering gezet.

De benodigde lengte van de diepwand wordt bepaald door de benodigde inklemmingsgraad en de benodigde draagkracht. In deze SO fase zijn er slechts afschattende berekeningen gemaakt t.a.v. de benodigde draagkracht. Het puntniveau van de diepwand wordt voor het diepste deel op circa NAP -24m geschat. In de vervolgfases kan wanneer er een uitgebreid geotechnisch onderzoek wordt uitgevoerd op dit punt verder geoptimaliseerd worden. Naarmate de onderdoorgang hoger komt te liggen kunnen de diepwanden dunner en minder diep worden aangelegd. Zie hiervoor de tekening van onderdoorgang in de Oosterengweg.

4.4 Ontwerp spoor kruisend deel

Voor het spoor kruisende deel is gekozen gebruik te maken van geboorde combiwanden. De buispalen van deze wanden worden geboord waarbij de schachtwrijving verminderd wordt door een smering van bentoniet. De stalen palen zijn reeds voorzien van opgelaste sloten.

Belangrijk aspect is de gevoeligheid voor zwerfstromen. De stalen buispalen kunnen door de zwerfstromen aangetast worden. Voor het oplossen van dit probleem zijn diverse strategieën mogelijk, dit dient een latere fase uitgezocht te worden. Tweede aspect is het risico dat de buispalen niet op de gewenste diepte kunnen komen door te harde zandlagen / zwerfkeien. Voorgesteld wordt de combiwand dusdanig over te dimensioneren dat het niet op diepte komen van een enkele combiwand niet tot instabiliteit van het baanlichaam van het spoor kan leiden. Hiervoor wordt uitgegaan van een kleine h.o.h. afstand van de buispalen.

De OVS schrijft voor dat wanneer ingegoten spoorstaven worden gebruikt er zettingsvrijeplaten met een minimale lengte van 5 meter moeten worden toegepast. Deze platen worden aan weerszijde van de onderdoorgang toegepast. De platen zijn gefundeerd op geboorde fundexpalen die voorzien worden van gewapend beton.

4.5 Uitvoering 4.5.1. Diepwanden

Om de diepwanden te kunnen maken is een Bentoniet centrale noodzakelijk. Deze centrale kan in de onmiddellijke omgeving geplaatst worden. De gemeentewerf is een voor de hand liggende locatie. De leidingen voor aan en afvoer van bentoniet worden langs het traject op maaiveldniveau gelegd. Om de hinder voor de omgeving te verminderen kunnen de leidingen deels ingegraven worden. Het gebruik van bentoniet is noodzakelijk als steunvloeistof in het bouwproces van een diepwand. De steunvloeistof wordt gedurende de bouw meerdere malen herbruikt.

De diepwanden hebben een tijdelijke functie en definitieve functie. In de tijdelijke situatie vormen de diepwanden in combinatie met het onderwaterbeton de bouwkuip. Om grote vervormingen te voorkomen zijn de diepwanden met behulp van buisprofielen op elkaar afgestempeld. In de definitieve situatie worden de stempels weggehaald en nemen de dan gestorte betonnen vloeren de stempelfunctie over.

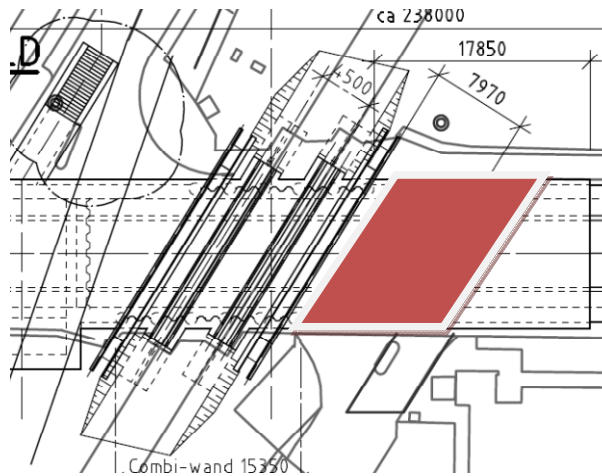
4.5.2. Geboorde combiwanden

De combiwanden worden geboord waarbij een bentoniet- of grout-omhulling als smeervloeistof wordt gebruikt om de wrijving tussen buispaal en omringende grond te verminderen. Tussen de buispalen worden damwandplanken geslagen. Om deze planken in de grond te kunnen aanbrengen kan worden voorgeboord.

4.5.3. Inschuiven spoordek

Omdat het spoordek in een buitendienststelling moet worden aangebracht dient het spoordek te worden voorgebouwd direct naast de locatie waar die definitief komt te liggen. Meest logische plaats om dit te doen is t.p.v. de toekomstige HOV baan. Via een schuifbaan is het dek in noordelijke richting in het spoor te schuiven. De schuifbaan bestaat uit de eerder genoemde combiwand die aan het begin van de buitendienststelling moet worden aangebracht.

In onderstaande figuur is de voorbouw locatie van het spoordek weergegeven. Exacte positie en afmetingen van het dek dient in een latere ontwerpfase te worden vastgesteld.



Figuur 12 Locatie voorbouwdek

Het wanden onder het dek en de aangrenzende dekdelen worden nadat het spoordek is ingeschoven verder uitgebreid.

5 Raakvakken

De volgende raakvlakken zijn van belang:

- De bestaande spoorlijn Hilversum – Amersfoort. Prorail;
- Bewoners en bedrijven in de omgeving van de Oosterengweg;
- Bestaande wegen en riolering, Gemeente Hilversum;
- K & Leidingen, Nutsbedrijven;
- Waterhuishouding, Hoogheemraadschap;
- Natuur en Landschap;

6 Risico's

De volgende risico's zijn onderkend:

- In het ontwerp is uitgegaan van ingegoten spoorstaven. Indien Prorail niet akkoord gaat met dit uitgangspunt, heeft dit aanzienlijke consequenties voor de lengte van de onderdoorgang. Alle dwangpunten zullen dan verplaatsen. Het hoogteverschil tussen beide varianten is zo'n 300mm.
- Door het ontbreken van een gedegen geotechnisch onderzoek, is uitgegaan van de meest negatieve beschikbare sonderingen. Gevolgen zijn onzekerheid over de maakbaarheid en de afmetingen van de diepwanden. Grootste risico voor de diepwanden is de aanwezigheid van grindlagen. Deze bemoeilijken het fabricage proces.
- Afwezigheid van een digitaal terreinmodel. Hierdoor is het moeilijk de exacte lengte van de onderdoorgang vast te stellen.
- Er wordt op korte afstand van de bebouwing een diepe ontgraving gemaakt. Vervormingen en zettingen van de fundatie van de bebouwing is niet te altijd te voorkomen.
- In het schetsontwerp zijn geen constructieve berekeningen gemaakt, hierdoor is er enige onzekerheid over de afmetingen van de (buiten)afmetingen van alle vloeren en wanden. Dit geldt ook voor de noodzakelijke hulpconstructies;
- Het PVE waaraan de trambaan moet voldoen is onbekend.
- Het niet op diepte komen van de combiwand onder het spoor waardoor instabiliteit van de spoorbaan zou kunnen optreden.

7 V&G Ontwerp

Gedurende het ontwerpproces ten behoeve van dit SO is zoveel als mogelijk geprobeerd om uitvoeringsrisico's, beheer- & onderhoudsrisico's en risico's voor wat betreft de veilige berijdbaarheid te elimineren, te isoleren, te beperken of te beheersen. Hierbij zijn ontwerpkeuzes gemaakt welke effect hebben op het veilig kunnen bouwen, veilig kunnen onderhouden en veilig kunnen berijden van het bouwwerk/object. In onderstaande tabel zijn deze ontwerpkeuzes en hun effect op de genoemde veiligheidsaspecten opgenomen.

Nr.	Specifiek object/aspect	Specifiek gevaar/risico	Beschrijving ontwerpkeuze + effect op veiligheidsaspect(en)	Veilig bouwen*	Veilig berijden*	Veilig onderhouden*
	Werkzaamheden algemeen	Onbedoeld toegang onbevoegden	Afzetten werkterreinen m.b.v. bouwhekken	X		
	Bouwen onderdoorgang	Te weinig werkruimte / aanrijding door wegverkeer	Afzetten met hekken	X		
	Bouwen onderdoorgang	Zettingen spoorbaan	Sporen monitoren tijdens bouw		X	
	Inschuiven gesloten moot	Werkzaamheden in spoorbaan en elektrocutiegevaar	Sporen buitendienst en spanningsloos	X		
	Onderdoorgang	Verzakken onderdoorgang. Dit kan ten koste gaan aan duurzaamheid en sterkte.	Aanbrengen van stabiele fundatie/werkvloer.		X	
	Spoordek	Ontsporing treinen	Aanbrengen ontsporingconstructie		X	
	Toegang (dek) HOV/spoorbaan	Onbedoeld toegang onbevoegden	Afzetten HOV- en spoorbaan met m.b.v. hekken		X	
	Aanbrengen damwanden / combiwanden	Omvallen stelling Losschieten damwanden uit stelling	Aanbrengen stabiel hei plateau Extra voorziening treffen dat kans op losschieten wordt beperkt	X		

Nr.	Specifiek object/aspect	Specifiek gevaar/risico	Beschrijving ontwerpkeuze + effect op veiligheidsaspect(en)	Veilig bouwen*	Veilig berijden*	Veilig onderhouden*
	Aanbrengen diepwanden	Omvallen stelling	Aanbrengen stabiel werk plateau	X		
	Verzakken aangrenzende bebouwing	Grote zettingen achter de bouwkuip	Stijve constructie elementen (diepwanden) gebruiken. Gedurende de bouw bestaande bebouwing monitoren	X		X
	Overbelasting constructies door verkeer met grotere aslasten dan waarop de HOV is berekend	Bezijken constructieonderdelen	HOV niet openbaar maken door bijvoorbeeld bebording		X	
	Regulier onderhoud.	Aanrijdgevaar	Het nemen van verkeersmaatregelen			X
	Verwijderen graffiti in onderdoorgang	Aanrijdgevaar	Verkeersmaatregelen			X
	Hoogteverschil bij overgang van kunstwerk op baan	Ontsporing trein/tram	In eisenspecificatie eisen opnemen voor een geleidelijke overgang (overgangsconstructie). Hierdoor kleinere kans op ontsporing		X	
	Veelvuldig dezelfde route/spoor rijden door bussen	Spoorvorming	Type deklaag afstemmen op intensiteit en belasting		X	X
	Geluid	Te veel geluidbelasting voor omgeving	Type deklaag afstemmen op eisen omgeving. Toepassen geluidsschermen		X	

8 Aandachtspunten / nader uit te zoeken

Het ontwerp is op schetsniveau gemaakt. In deze fase worden mogelijke oplossingsrichtingen beschreven die in latere fases dienen te worden uitgewerkt. Het hier gepresenteerde schetsontwerp is voorzien van alle noodzakelijke onderdelen om zo goed mogelijk een raming te kunnen maken. Gedurende de diverse vervolgfases zullen de keuzes uit het SO worden geoptimaliseerd.

Belangrijkste zaken die nader onderzocht moeten worden voordat met de volgende ontwerpfase (VO) begonnen kan worden zijn:

- Uitgebreid geotechnisch onderzoek langs het trace van de onderdoorgang. Extra aandacht voor de grindlagen, oa zeeffromme en pakking zijn van groot belang voor een verdere analyse;
- Inmetingen bestaande maaiveld;
- In kaart brengen van de fundatie wijze van de bebouwing langs het tracé;
- Vaststellen van het wegalligement;
- Type bevestiging van de spoorstaaf op het dek van de onderdoorgang, directe spoorstaaf bevestiging, ingegoten spoorstaaf bevestiging of spoor in ballast.
- Besloten moet worden of de toekomstige trambaan geschikt dient te zijn voor nood- en hulpdiensten. Het wel of niet overrijdbaar zijn van de trambaan heeft een belangrijke impact op de type spoorconstructie.
- Nagegaan moet worden hoe de bebouwing langs de onderdoorgang gefundeerd is en in relatie daarmee de inbrengmethode van hulpwerk/ damwanden.
- Eisen ten aanzien van zettingen en rotaties t.b.v. de tram dienen opgesteld/bepaald te worden.
- Voor de vervolfase moet vastgesteld worden met welke belastingen gerekend moet worden (bus, tram en trein) en de hoeveelheden en type voertuigen/passages.
- Bepaald moet worden waar het HWA op kan/mag lozen.
- Eventueel benodigde zwerfstroomvoorzieningen.
- Positie en aansluiting van de technische installaties (licht, pompen, e.d.) moet nader bepaald worden.
- Vormgeving en materialisatie moet nog verder ontworpen worden.
- Ligging en verlegging van k&l en riolering moet uitgezocht worden.

Optimalisatie mogelijkheden:

In principe is het mogelijk de onderdoorgang verder te optimaliseren. De diepwanden met onderwaterbetonvloer zijn noodzakelijk voor de tijdelijke situatie om een droge bouwkuip te maken. In dit ontwerp is de diepwand doorgetrokken over de gehele lengte van de onderdoorgang. Mogelijk zijn besparingen te bereiken door de diepwanden voor dat deel waar geen onderwaterbeton meer nodig is, te vervangen door een ander constructie type. Gedacht kan worden aan een betonnen L-wand.

In de VO fase zullen constructieve controles van de onderdoorgang worden uitgevoerd.

Colofon
Opdrachtgever Goudappel Coffeng BV
ir. P.P.N.M. Horck

Uitgave Movares Nederland B.V.

Afdeling Infrastructuur: Kunstwerken Geïntegreerde Contractvormen

Movares Utrecht

Utrecht

Telefoon 030-2653645

Ondertekenaar
Ontwerper / Constructeur

Projectnummer RM000813

Opgesteld door Schoenmakers, EJM

© 2013, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

Bijlage 1, Geotechnische analyse

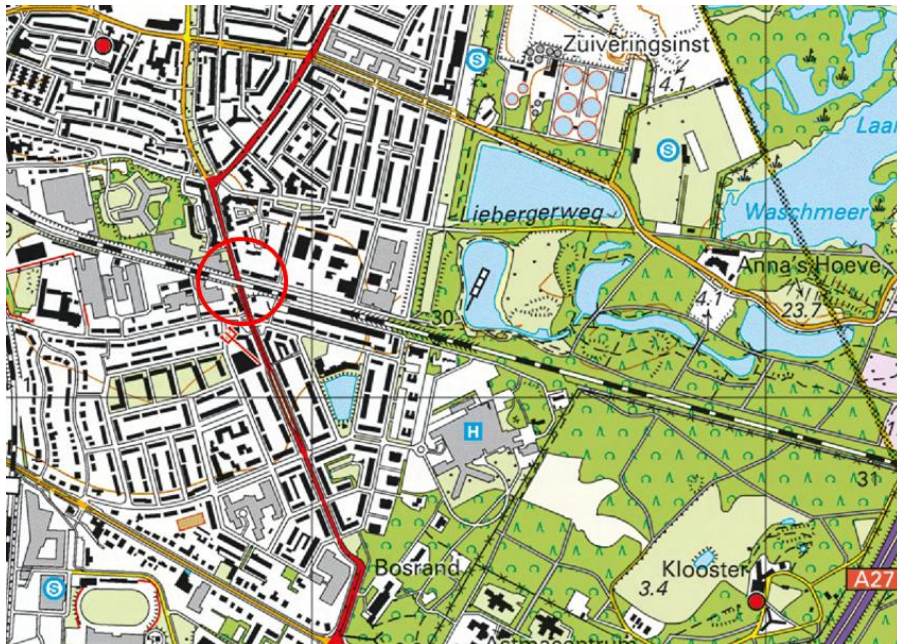
In deze bijlage is de dimensionering van de diepwand voor de diepste deel van de Onderdoorgang Oosterengweg opgenomen. Tevens zijn hier de heibaarheidsanalyse en de verwachte zettingen van de combiwand en diepwand bepaald.

Memo

Aan Erwin Schoenmakers
Van Jan Gruppen
Telefoon 0653139997
Kenmerk WAG-JG-13L07410023
Projectnummer MR000813
Onderwerp SO geotechnisch advies diepwand Hilversum
Datum 6 juni 2013

Algemeen

De mogelijkheid van een onderdoorgang ter plekke van de kruising van de Oosterengweg met de spoorbaan (zie onderstaand figuur) wordt beschouwd. Ten behoeve van deze beschouwing wordt een diepwand en combiwand ter plekke van de onderdoorgang gedimensioneerd in schetsfase. Onderstaande figuur toont rood omcirkeld de projectlocatie.



Figuur 1: Overzicht projectlocatie – Oosterengweg Hilversum

De onderdoorgang t.p.v. het spoorkruisende gedeelte kan worden uitgevoerd met een combiwand. De toeritten kunnen worden uitgevoerd met een diepwand. Belangrijk hierbij is dat beide funderingssystemen trillingsarm kunnen worden aangebracht (zie uitvoeringsaspecten). In deze memo wordt zowel een diepwand als een combiwand beschouwd. Voor de diepte (p.p.n.) van de diepwand/combiwand zijn twee mechanismen van belang; de horizontale vervorming en de horizontale draagkracht. Het blijkt dat de benodigde draagkracht bepalend is voor de diepte van de diepwand/combiwand.

Beschouwd wordt:

- randvoorwaarden en uitgangspunten
- bodemopbouw ter plekke
- rekenresultaten diepwand

Memo

Kenmerk WAG-JG-13L07410023

- rekenresultaten combiwand
- risico's en aandachtspunten
- uitvoerbaarheid

Randvoorwaarden en uitgangspunten

bodem en waterhuishouding:

- beschikbaar bodemonderzoek: s088/3, s088/4, s088/5 (zie bijlage)
- bodemopbouw: cf. tabel 1; in berekening wordt maatgevende sondering s088/5 toegepast. De sonderingdiepte reikt tot ca. NAP-18 m, hieronder wordt uitgegaan van een q_c waarde van 10 MPa.
- maaiveld: NAP+6,0 m
- g.w.s. naast bouwput: NAP+1,7 m
- g.w.s. in bouwput tijdens maatgevende fase: NAP-7,3 m

bouwput:

- uitwendige breedte: 16,0 m
- diepte (o.k. max. ontgraving): NAP-7,3 m t.p.v. spookruisend gedeelte

maatgevend gestelde fase: vóórafgaand aan het aanbrengen van laagstgelegen vloer

belasting:

- rekenwaarde: 2000 kN/m²
- rep. waarde: ca. 1700 kN/m²

werkvolgorde:

- eerst installeren diepwand/combiwand, daarna ontgraven

diepwand:

- dikte: 1,2 m
- lengte horizontaal: 15,0 m
- E_b : 28,5 kN/mm²
- E_b (gescheurd): 14,25 kN/mm²
- $I_{diepwand}$: 0,144 m⁴/m²
- $EI_{diepwand}$: 2,1 x 10⁶ kNm²/m²
- verkeersbelasting naast wand: 20 kN/m²
- α_s : 0,006
- α_s : 0,5
- s: 0,6
- β : 1,0

combiwand:

- paaltype: vergelijkbaar met tubex groutinjectiepaal. De palen worden in de grond gedraaid met grout.
- diameter: 1,0 m
- h.o.h. palen: 2,0 m
- α_s : 0,009
- α_s : 0,9
- s: 1,0
- β : 1,0

vloeren:

- vloer 1:

Memo

Kenmerk WAG-JG-13L07410023

- aanlegniveau: NAP+2,0 m
- d: 0,7 m
- l: 8,0 m (helpt buitenbreedte bouwput)
- E: 28,5 kN/mm²
- stijfheid (druk): 2,5 x 10⁶ kN/m/m'
- vloer 2:
 - aanlegniveau: NAP-3,0 m
 - d: 0,8 m
 - l: 8,0 m (helpt buitenbreedte bouwput)
 - E: 28,5 kN/mm²
 - stijfheid (druk): 2,8 x 10⁶ kN/m/m'
- vloer 3:
 - aanlegniveau: NAP-6,4 m
 - d: 1,25 m
 - l: 8,0 m (helpt buitenbreedte bouwput)
 - E: 28,5 kN/mm²
 - stijfheid (druk): 4,3 x 10⁶ kN/m/m'

Tabel 1: Bodemopbouw ter plekke (cf. s088/3, s088/4, s088/5)

van [m.NAP]	tot [m.NAP]	omschrijving
mv. ^{*1}	+4,0	zand, matig gepakt
+4,0	-2,0	zand, los gepakt
-2,0	-10,0	zand, los-matig gepakt
-10,0	e.v.	zand, matig gepakt

^{*1}: mv. is ca. NAP+6 m

^{*2}: tot verkende diepte van ca. NAP-18 m

Rekenresultaten diepwand

Met inachtneming van voorgenoemde randvoorwaarden en uitgangspunten wordt bepaald:

- benodigde paalpuntniveau diepwand
- draagkracht bij benodigd paalpuntniveau
- optredende zetting
- max. optredend moment in diepwand
- dwarskrachten
- verplaatsing

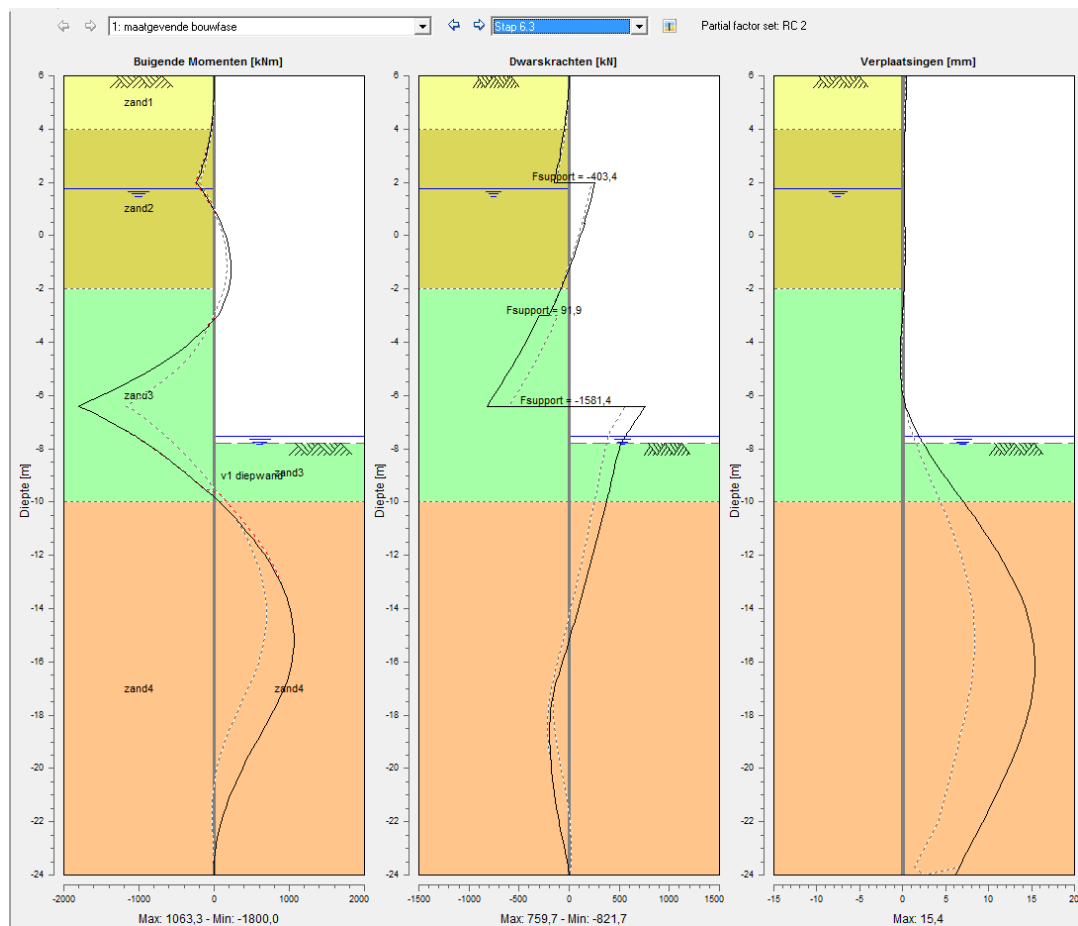
Dit wordt gedaan met behulp van D-Foundation (t.b.v. draagkracht, versie 8.1 Deltares Systems) en D-Sheet (horizontale vervormingen, versie 9.2, Deltares Systems).

Memo

Kenmerk WAG-JG-13L07410023

Tabel 2: Overzicht rekenresultaten diepwand

omschrijving	waarde	opmerking
benodigd paalpuntniveau	NAP-24 m	bij voorgenoemde belasting
draagkracht [rek.] op NAP-24 m	30134 kN	benodigd: 15,0 m x 2000 kN/m' (bij een lengte van 15 m en breedte van 1,2 m)
optredende zetting	ca. 20 mm	in BGT
max. optredend moment in diepwand	1800 kNm	dit is bij voorgenoemd p.p.n. Inschatting ordegrootte van max. opneembaar moment is ca. 3000 kNm
dwarskracht en max. kracht op vloeren	zie onderstaand figuur	in daarvoor maatgevende fase (CUR-rekenstap 6.3)
max. horizontale verplaatsing	ca. 9 mm	in daarvoor maatgevende fase (CUR-rekenstap 6.5)



Figuur 2: Buigend moment, dwarskrachten en verplaatsing in rekenstap 6.3 (CUR166)

Memo

Kenmerk WAG-JG-13L07410023

Rekenresultaten combiwand

Met inachtneming van voorgenoemde randvoorwaarden en uitgangspunten wordt bepaald:

- benodigde paalpuntniveau combiwand
- draagkracht bij benodigd paalpuntniveau
- optredende zetting

Dit wordt gedaan met behulp van D-Foundation (t.b.v. draagkracht, versie 8.1 Deltares Systems).

Tabel 3: Overzicht rekenresultaten combiwand

omschrijving	waarde	opmerking
benodigd paalpuntniveau	NAP-24 m	bij voorgenoemde belasting
draagkracht [rek.] op NAP-24 m	4170 kN	benodigd: 2,0 m x 2000 kN/m ² (h.o.h. afstand is 2 m)
optredende zetting	ca. 11 mm	in BGT

Risico's, aandachtspunten en opmerkingen

- risico: aanwezigheid van zwerfkeien, waardoor moeite met op diepte krijgen van palen
 - oplossing nader te beschrijven in volgende fase
- aandachtspunt: een sterk wisselend sondeerbeeld bij de onderdoorgang tussen 088/4 en 5. Bij 088/4 kan de combiwand beperkt worden ingebracht vanwege zandlaag met $q_c > 30$ MPa, bij 088/5 kan deze dieper worden weggezet.
- aandachtspunt: de combiwand heeft horizontaal qua bouwputwand niet een diep paalpuntniveau (ca. NAP -10 m) nodig (vanwege de vloeren als stempels). qua draagkracht dient wel dieper gefundeerd te worden. De palen qua draagkracht theoretisch tot ca. NAP -24 m zonder grout, met grout (= betere α_s en p_p) zou minder diep moeten kunnen
- aandachtspunt: de palen van de combiwand kunnen draaiend op diepte worden gebracht (zie ook scheidingswand bij 2^e Coentunnel). De sloten van de combiwand dienen niet op volledige diepte te worden toegepast. De tussenliggende damwandplanken reiken tot ca. NAP-10 m (zo ook de sloten op de palen). De palen kunnen vanaf dit niveau en dieper gegROUT worden.

Advies

Ten behoeve van het schetsontwerp wordt geadviseerd als hieronder weergegeven.

In geval van diepwand:

- dikte: 1,2 m
- paalpuntniveau: NAP-24,0 m

In geval van combiwand:

- paal en paaltype: vergelijkbaar met tubex groutinjectiepaal, diameter ca. 1,0 m
- paalpuntniveau: NAP-24,0 m

Jan Gruppen
Geotechnisch adviseur

Bijlagen 2

WAG-JG-13L07410023



Bijlage 1: Bodemonderzoek

Bodemonderzoek Oosterengweg te Hilversum

JS/BB130666/3350490
Auteur: Jeroen Slaghuis

Opdrachtgever

Movares Nederland B.V.
De heer J. van de Wiel
Postbus 2855
3500 GW UTRECHT

01		6 mei 2013	JS		ODS		JS	
Versie	Status	Datum vrijgave	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf	Vrijgave	Paraaf

INHOUDSOPGAVE

- √ Tabel uitgevoerd werk met bijzonderheden/afwijkingen
- √ Locatietekeningen
- √ Sondeergrafieken (conform NEN 5140, klasse 2)



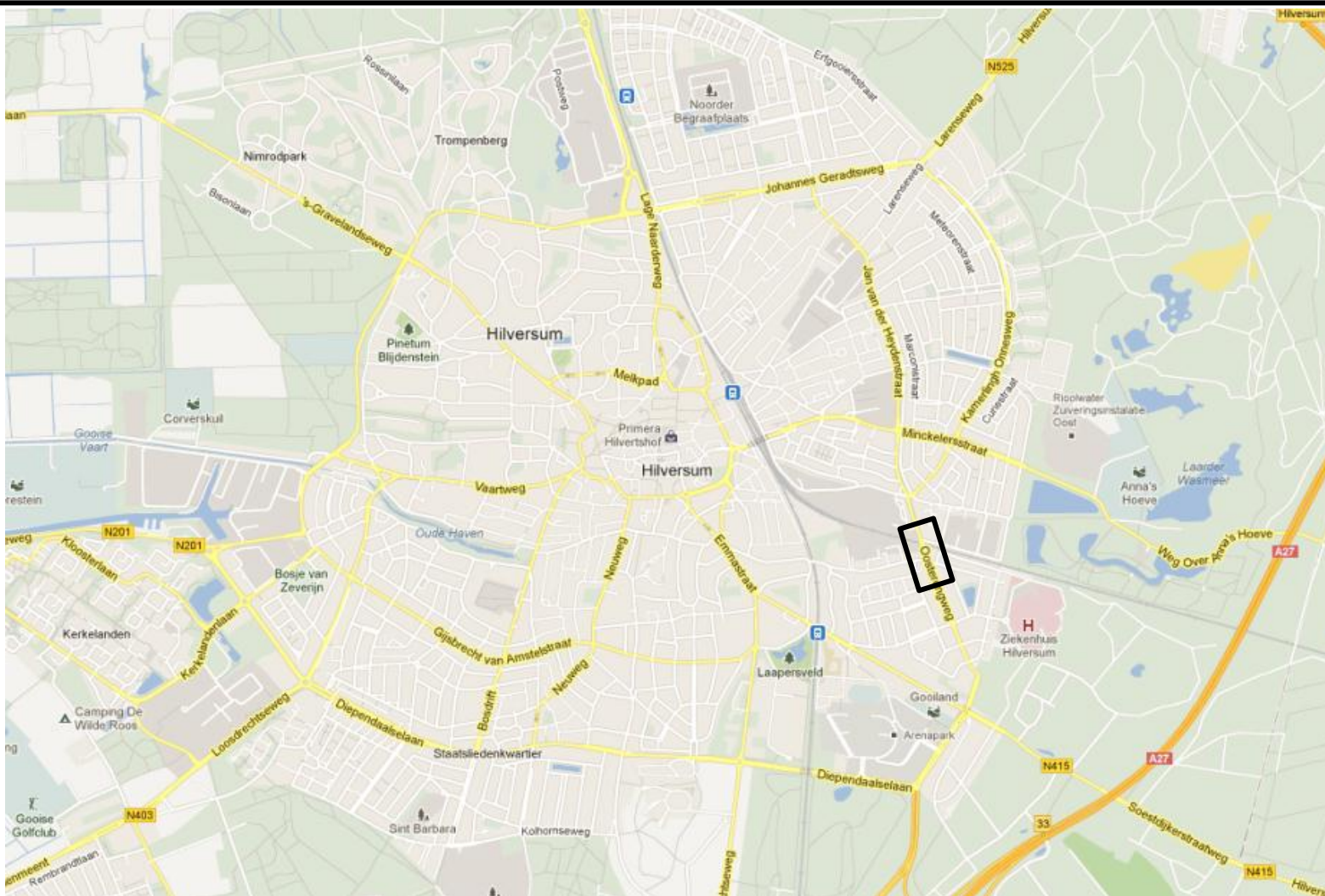
BAM Nelis De Ruiter bv

Tabel uitgevoerd werk



BAM Nelis De Ruiter bv

Locatietekeningen



Overzichtstekening

Projectnummer : 3350490
Opdrachtgever : Movares Nederland B.V.
Kenmerk opdrachtgever : RM000813
Plaats onderzoek : Hilversum
Locatie : Oosterengweg
Schaal : n.v.t.



BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl



Overzichtstekening

Projectnummer : 3350490
Opdrachtgever : Movares Nederland B.V.
Kenmerk opdrachtgever : RM000813
Plaats onderzoek : Hilversum
Locatie : Oosterengweg
Schaal : n.v.t.



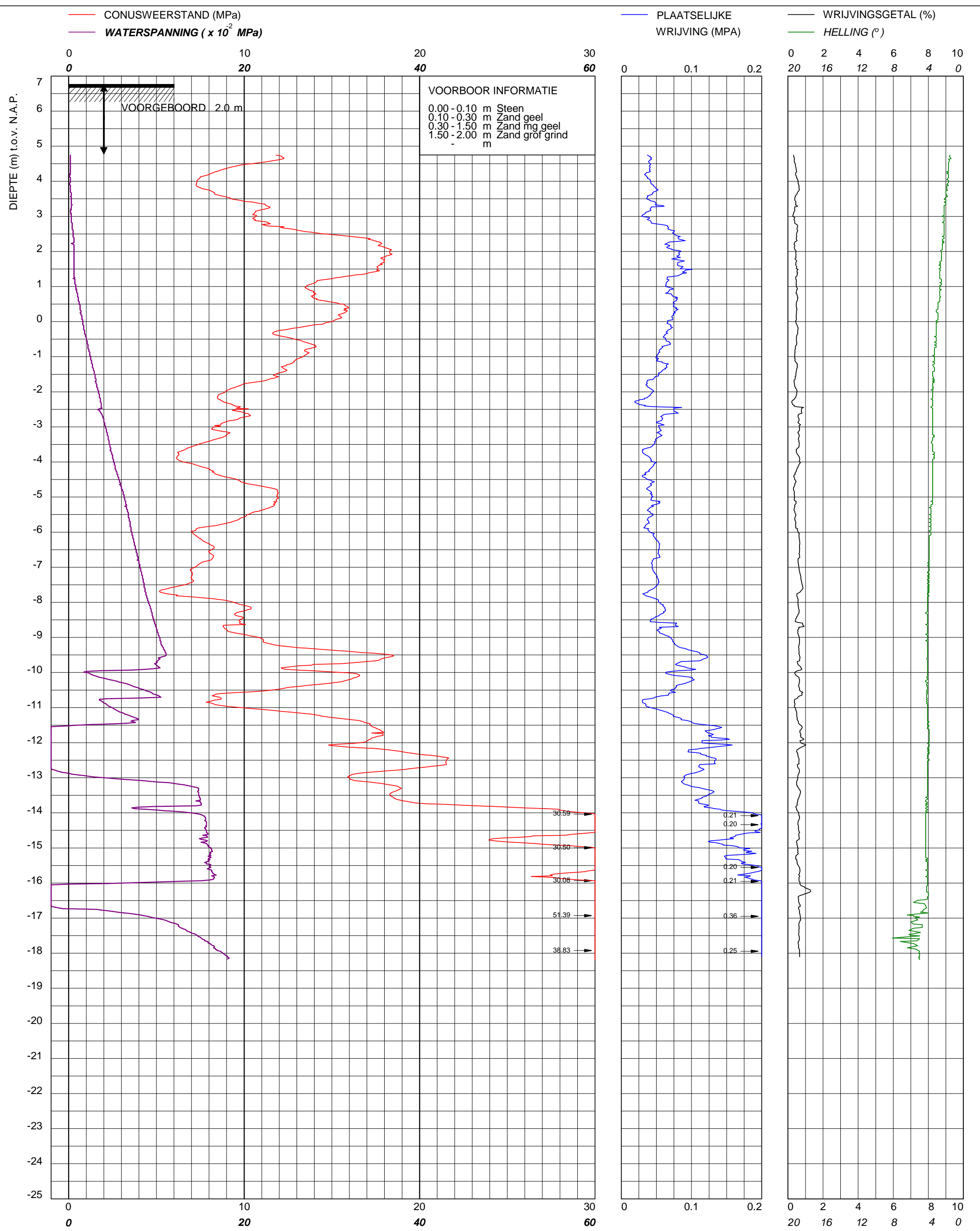
BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl



BAM Nelis De Ruiter bv

Sondeergrafieken



bam
 infra
 BAM Nelis De Ruiters

Postbus 14 1160 AA Zwanenburg
 Telefoon (020) 4072222 / Fax (020) 4072223

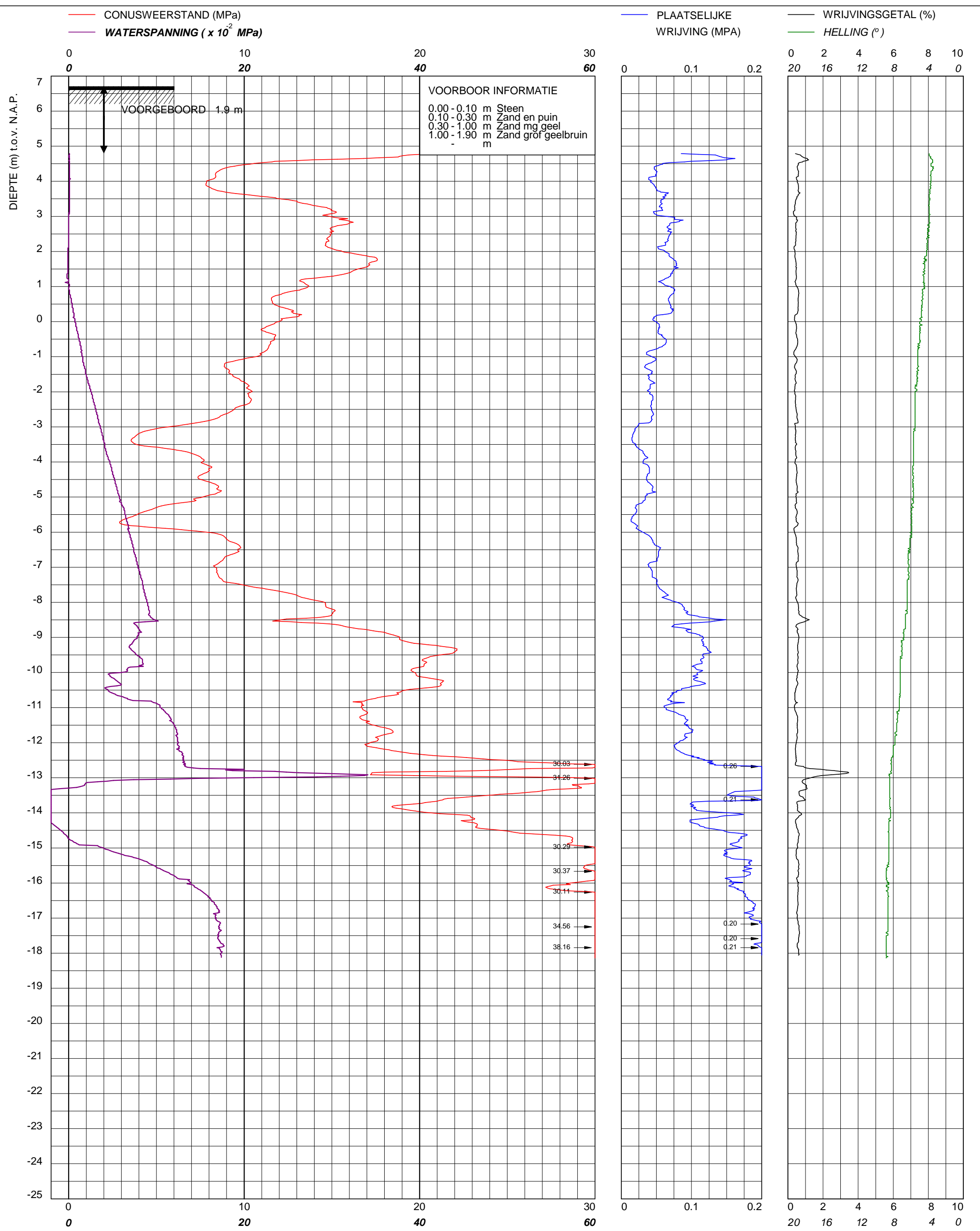
Sondering CFPI volgens NEN 5140 klasse 2
 Conuspuntoppervlakte : 1500 mm²

Movares Nederland B.V.
Oosterengweg te Hilversum

MV	6.766 m N.A.P.	X	141889
Km		Y	470152
Uitvoeringsdatum		3-5-2013	
Printdatum		3-5-2013	

Opdrachtnummer :
 3350490

Locatie code :
 088/3



bam
 infra
 BAM Nelis De Ruiters

Postbus 14 1160 AA Zwanenburg
 Telefoon (020) 4072222 / Fax (020) 4072223

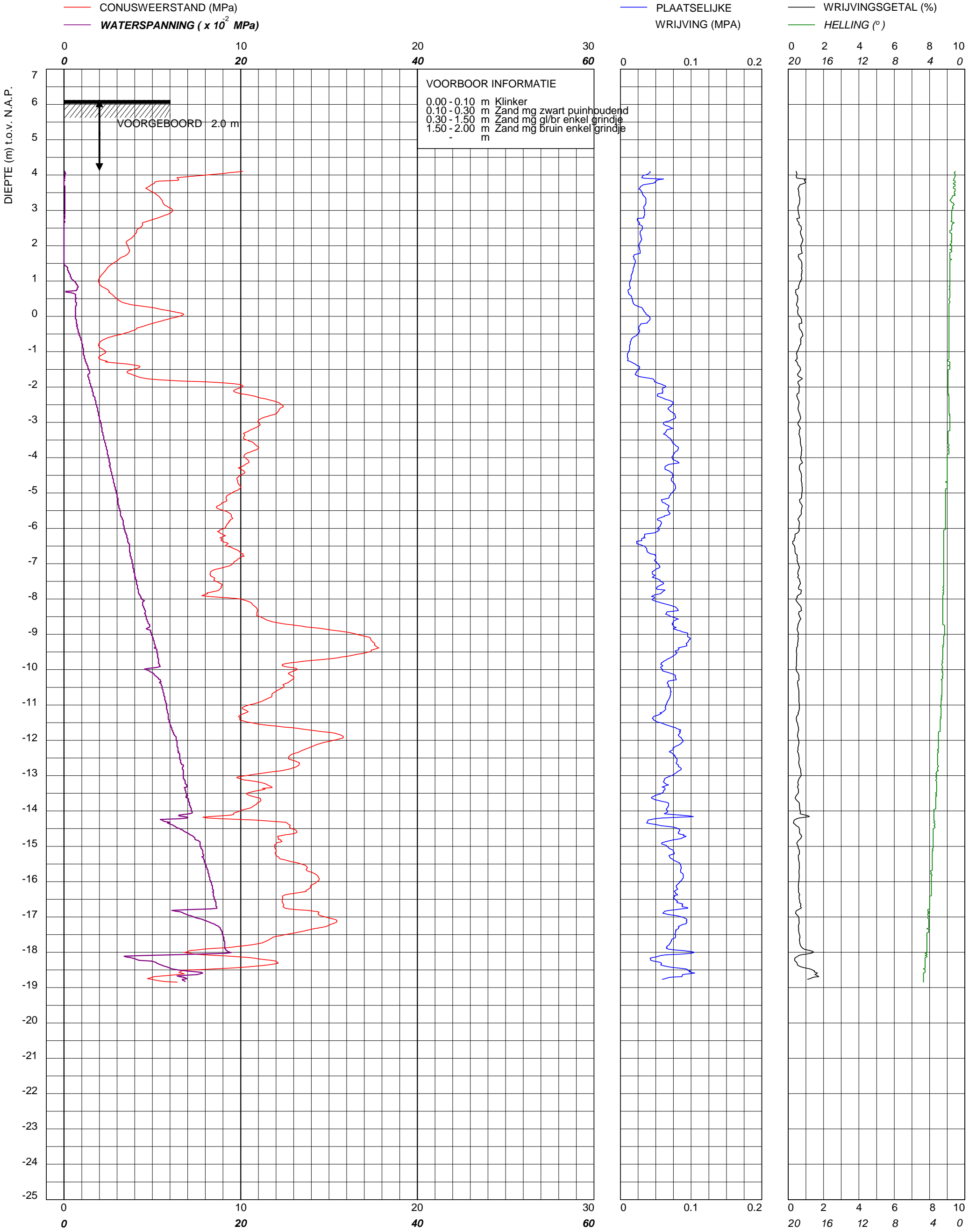
Sondering CFPI volgens NEN 5140 klasse 2
 Conuspuntoppervlakte : 1500 mm²

Movares Nederland B.V.
Oosterengweg te Hilversum

MV	6.707 m N.A.P.	X	141826
Km		Y	470241
Uitvoeringsdatum		3-5-2013	
Printdatum		3-5-2013	

Opdrachtnummer :
 3350490

Locatie code :
 088/4



bam
 infra
 BAM Nelis De Ruiters

Postbus 14 1160 AA Zwanenburg
 Telefoon (020) 4072222 / Fax (020) 4072223

Sondering CFPI volgens NEN 5140 klasse 2
 Conuspuntoppervlakte : 1500 mm²

Movares Nederland B.V.
Oosterengweg te Hilversum

MV	6.127 m N.A.P.	X	141855
Km		Y	470262
Uitvoeringsdatum		3-5-2013	
Printdatum		3-5-2013	

Opdrachtnummer :
 3350490

Locatie code :
 088/5

Bijlage 2: Rekenrapportages

rekenrapporten diepwand:

- draagkracht
- horizontale vervorming

rekenrapporten combiwand:

- draagkracht

Rapport voor D-Foundations 8.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Stroom- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Movares Nederland B.V.

Datum van rapport: 06-06-2013
Tijd van rapport: 8:26:23

Datum van berekening: 06-06-2013
Tijd van berekening: 8:22:54

Bestandsnaam: C:\..\Desktop\diepwand Hilversum\berekening\diepwand\v1 [draagkracht]

Projectbeschrijving: Diepwand Hilversum
D-Foundations v1 [draagkracht]

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Rapportage Gegevens	3
2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles	3
2.4 Bovenbouw	3
2.5 Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	3
2.6 Grondgegevens	4
2.6.1 Grondprofiel 0885 (1)	4
2.7 Paaltypen	4
2.7.1 Paaltype : Rect 1000x1200	5
2.7.2 Paaltype : Rect 15000x1200	5
2.8 Funderingsplan	6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan	6
2.9 Ontgravingsgegevens	6
2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)	7
2.11 Eisen	7
2.12 Opgegeven Parameters	7
2.13 Rekenopties	7
2.14 Model Opties	7
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Toetsing met Volledige Berekening	8
3.1 Fouten en waarschuwingen	8
3.2 Opmerkingen	8
3.3 Rekenparameters	8
3.3.1 Factoren Paal	8
3.3.2 Paaltype : Rect 15000x1200	8
3.4 Toetsing Grenstoestand EQU	9
3.5 Toetsing Grenstoestand GEO	9
3.6 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand	9
3.7 Aanvullende Informatie	9
3.7.1 De draagkracht schacht + punt bij Grenstoestand GEO	10
3.7.2 De draagkracht schacht + punt bij de Bruikbaarheidsgrenstoestand	10

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :

Constructeur bovenbouw :

Opdrachtgever :

Titel 1 : Diepwand Hilversum

Titel 2 :

Titel 3 : D-Foundations v1 [draagkracht]

Nummer project :

Locatie project :

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

2.4 Bovenbouw

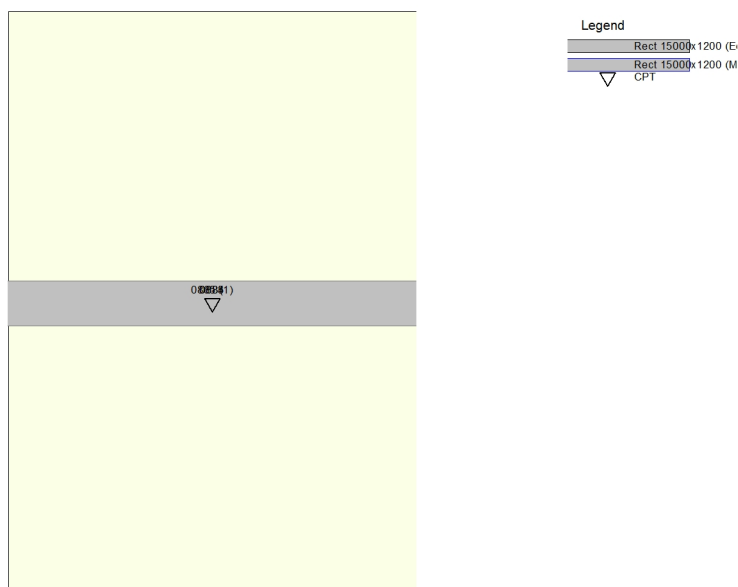
Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 1

Tijdstip sonderingen : Sondering - Installatie - Ontgraving

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



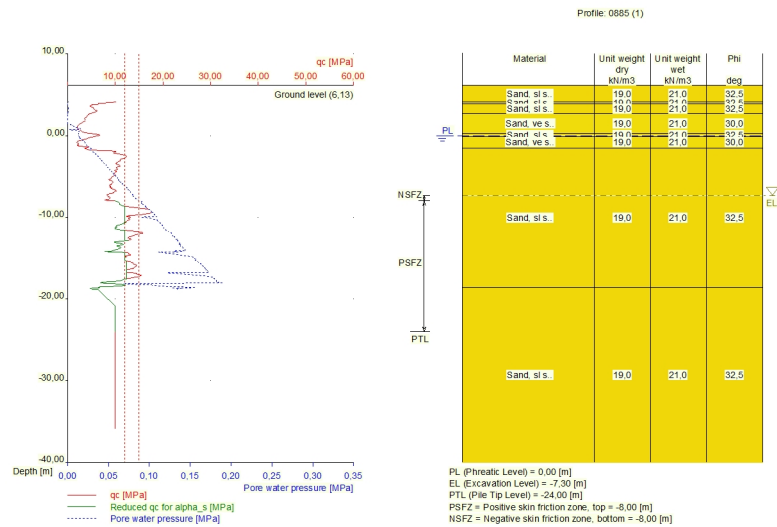
Nummer/naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleezone [m R.N.]	Onderkant neg. kleezone [m R.N.]	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: 0885 (1)	-24,00	-8,00	-8,00	0,00	0,00

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 1

2.6.1 Grondprofiel 0885 (1)

Behorende bij sondering	0885 (1)
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	6,127
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	0,000
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-24,000
Bovenkant positieve kleezone in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-8,000
Onderkant negatieve kleezone in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-8,000
OCR-waarde draagkrachtige laag :	1,00
Verwachte maaiveldzakking in [m] :	0,000
Aantal lagen in profiel :	8



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma;sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	6,127	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
2	4,107	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
3	3,907	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
4	2,707	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
5	0,288	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
6	-0,131	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
7	-1,531	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
8	-18,568	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200

2.7 Paaltypen

2.7.1 Paaltype : Rect 1000x1200

Paaltype :	Eigen paaltype (trillings-arm)
Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:	
Eigen paaltype	
α_s Zand :	0,0060
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_s nodig.	
Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:	
α_s klei/leem/veen volgens tabel 7f, NEN-EN paragraaf 7.6.2.3	
NEN 9097-1 (i)	
Hierbij is de α_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.	
Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :	
Eigen paaltype	
α_p :	0,5000
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_p nodig.	
Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :	
Materiaaltype paal :	Grondverdringende Paal
Gladheidsbehandeling voor paal :	Beton
Paalvorm :	Geen gladheidsbehandeling
beta (naar eigen opgave : Paalvoetvormfactor) :	Rechthoekige paal
s (naar eigen opgave : factor voor de invloed van de	1,00
vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet) :	0,60
Paalafmetingen :	
Kleinste zijde paalpunt [m] :	1,000
Grootste zijde paalpunt [m] :	1,200

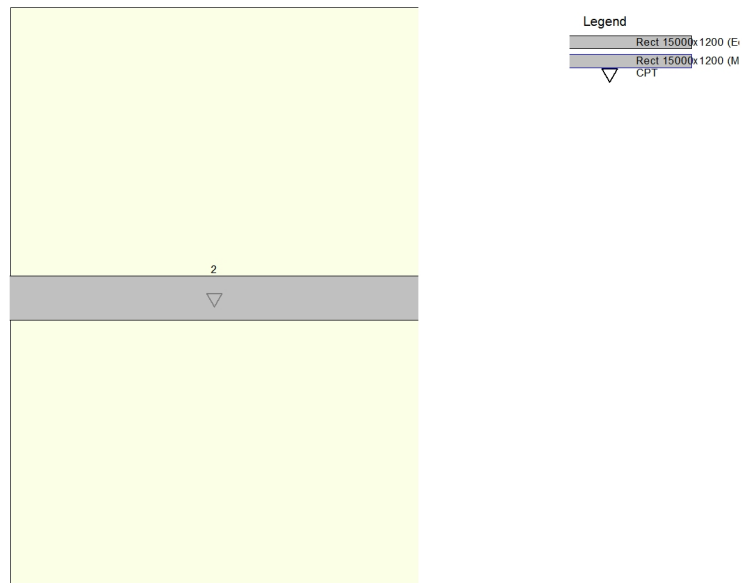
2.7.2 Paaltype : Rect 15000x1200

Paaltype :	Eigen paaltype (trillings-arm)
Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:	
Eigen paaltype	
α_s Zand :	0,0060
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_s nodig.	
Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:	
α_s klei/leem/veen volgens tabel 7f, NEN-EN paragraaf 7.6.2.3	
NEN 9097-1 (i)	
Hierbij is de α_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.	
Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :	
Eigen paaltype	
α_p :	0,5000
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_p nodig.	
Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :	
Materiaaltype paal :	Grondverdringende Paal
Gladheidsbehandeling voor paal :	Beton
Paalvorm :	Geen gladheidsbehandeling
beta (naar eigen opgave : Paalvoetvormfactor) :	Rechthoekige paal
s (naar eigen opgave : factor voor de invloed van de	1,00
vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet) :	0,60
Paalafmetingen :	
Kleinste zijde paalpunt [m] :	1,200
Grootste zijde paalpunt [m] :	15,000

2.8 Funderingsplan

Aantal palen : 1
 Aantal samenwerkende palen* : 1
 * : 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

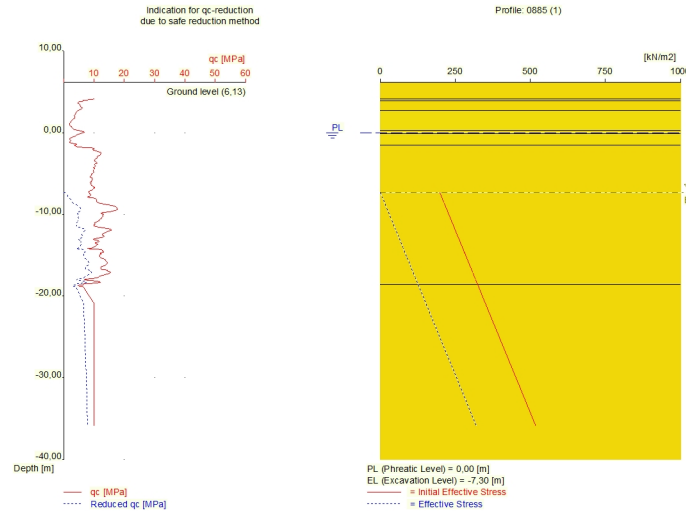
2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Paal nr/naam	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Fc;d (EQU/GEO) [kN]	Fc;d (BGT) [kN]	P0 [kN/m ²]	Paalkopniveau [m R.N.]
1: 2	0,00	0,00	30000,00	25500,00	0,00	-7,30

2.9 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : -7,300
 Reductie model : Safe (NEN)



2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)

Totale belasting op alle palen	
In grenstoestand EQU/GEO in [kN] :	30000,00
In Bruikbaarheidsgrenstoestand in [kN] :	25500,00

2.11 Eisen

Grenstoestand GEO	
Maximaal toegestane zakking in [m] :	0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie :	1 / 100
Bruikbaarheidsgrenstoestand	
Maximaal toegestane zakking in [m] :	0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie :	1 / 300

2.12 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.13 Rekenopties

Gebruik paalgroep bij negatieve kleeft (standaard)
 Geen gebruik tussenresultatenfile
 Pas reductie toe bij avegaar (standaard)
 Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.14 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
 -Rect 15000x1200

Geselecteerde profielen :
 -0885 (1)

3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Toetsing met Volledige Berekening

3.1 Fouten en waarschuwingen

Paaltype Rect 15000x1200: Waarschuwing : De factor Beta (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(g): NEN 9097-1) is door de gebruiker zelf opgegeven. Een onderbouwing van de van de NORM afwijkende waarde dient te worden bijgevoegd

Paaltype Rect 15000x1200: Waarschuwing : De factor s (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(h): NEN 9097-1) is door de gebruiker zelf opgegeven. Een onderbouwing van de van de NORM afwijkende waarde dient te worden bijgevoegd

Waarschuwing : de verhouding tussen de kleinste (a) en de grootste (b) zijde van de dwarsdoorsnede van de paalpunt voldoet niet aan de in gestelde eis, NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(e): NEN 9097-1, $b \leq 1.5a$. Conform NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(e): NEN 9097-1, wordt nu aangehouden $Deq = a$.

Waarschuwing : De diepte van de sonderingen voldoen niet aan de eisen zoals gesteld in NEN 9097-1 art 3.2.3.

De sonderingen voldoen niet aan de eisen zoals gesteld in NEN 9097-1 par 3.2.3 omdat :

- er minimaal twee sonderingen vereist zijn.

3.2 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN 9097-1 art 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveau's. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveau's dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

Bij de controle volgens NEN 9097-1 art 3.2.3 is rekening gehouden met een gemiddelde onderlinge afstand van 25 m.

3.3 Rekenparameters

3.3.1 Factoren Paal

gamma;b (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1,00
gamma;s (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1,00
ksi3 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10, bij M, N =1, 1) :	1,39
ksi4 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10, bij M, N =1, 1) :	1,39

3.3.2 Paaltype : Rect 15000x1200

Paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:

Eigen paaltype
 α_s Zand : 0,0060
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:

α_s klei/leem/veen volgens tabel 7f, NEN-EN paragraaf 7.6.2.3 NEN 9097-1 (i)
 Hierbij is de α_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :

Eigen paaltype
 α_p : 0,5000
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_p nodig.

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :	Grondverdringende Paal
Materiaaltype paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Rechthoekige paal
beta (naar eigen opgave : Paalvoetvormfactor) :	1,00
s (naar eigen opgave : factor voor de invloed van de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet) :	0,60
Paalafmetingen :	
Kleinste zijde paalpunt [m] :	1,200
Grootste zijde paalpunt [m] :	15,000

Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
0885 (1)	0,0060	--	0,5000

3.4 Toetsing Grenstoestand EQU

Eis volgens NEN-EN 1997-1 par. 2.4.7 / 2.4.8: $E_d \leq C_d$.
Slappe constructie dus vergelijking per paal.

$F_{c;d} = 30000,000$ [kN]
 $R_{c;d} = 30134,094$ [kN]

Er wordt voldaan aan de eis van grenstoestand EQU.

NB: Negatieve kleeft maakt GEEN deel uit van de toetsing van Grenstoestand EQU. De eventuele invloed van negatieve kleeft wordt verwerkt in de toetsing van de grenstoelstanden GEO en de Bruikbaarheidsgrenstoestand. De intermediate results bevatten het overzicht van de berekende waarden voor negatieve kleeft. In dit project speelt negatieve kleeft geen rol.

3.5 Toetsing Grenstoestand GEO

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: $S_d \leq S_{req}$.

$S_d = 0,123$ [m]
 $S_{req} = 0,150$ [m]

Er wordt voldaan aan de zakkingseis van grenstoestand GEO.

Bij 1 paal is er geen sprake van rotatie zoals bedoeld in NEN-EN.

3.6 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: $S_d \leq S_{req}$.
Voor woningen en woongebouwen geldt : $S_{req} = 0.05$ m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

$S_d = 0,021$ [m]
 $S_{req} = 0,150$ [m]

Er wordt voldaan aan de zakkingseis van de Bruikbaarheidsgrenstoestand.

Bij 1 paal is er geen sprake van rotatie zoals bedoeld in NEN-EN.

3.7 Aanvullende Informatie

Rekenwaarden van de optredende maximale schachtspanningen (berekend op het scheidingsvlak tussen positieve en negatieve kleeftzone)

Bij Grenstoestand EQU, GEO : $\sigma = 1,67$ [N/mm²]
Bij de Gebruiksgrenstoestand : $\sigma = 1,42$ [N/mm²]

De maximale zakking werd gevonden bij :

Grenstoestand GEO

Sondering 0885 (1)
Paalnaam: 2

Componenten van deze maximale zakking zijn :

sneg = 0,000 [m]
sb = 0,122 [m]
sel;d = 0,001 [m]
s2 = 0,000 [m]

Bruikbaarheidsgrenstoestand

Sondering 0885 (1)
Paalnaam: 2

Componenten van deze maximale zakking zijn :

sneg = 0,000 [m]
sb = 0,020 [m]
sel;d = 0,001 [m]
s2 = 0,000 [m]

sneg is hierbij de zakking ten gevolge van de negatieve kleef indien de verwachte maaiveldzakking (mvz) is gelegen tussen de volgende grenzen : $0.02 < mvz \leq 0.10$ meter.

Bij maaiveldzakkingen buiten deze grenzen is sneg 0.

3.7.1 De draagkracht schacht + punt bij Grenstoestand GEO

naam sondering	Draagkracht Schacht [kN] Rs;d	Draagkracht Punt [kN] Rb;d	Draagkracht Totaal [kN]
0885 (1)	11062,226	19071,868	30134,094

3.7.2 De draagkracht schacht + punt bij de Bruikbaarheidsgrenstoestand

naam sondering	Draagkracht Schacht [kN] Rs;d	Draagkracht Punt [kN] Rb;d	Draagkracht Totaal [kN]
0885 (1)	13274,672	22886,241	36160,913

Einde Rapport

Rapport voor D-Sheet Piling 9.2

Ontwerp van Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Movares Nederland B.V.

Datum van rapport: 6/4/2013
Tijd van rapport: 9:22:45 AM

Datum van berekening: 5/31/2013
Tijd van berekening: 4:52:07 PM

Bestandsnaam: C:\..\Desktop\diepwand Hilversum\berekening\diepwand\v2 [vervorming]

Projectbeschrijving: Diepwand Hilversum

Verificatie volgens EC7 NAD van Nederland

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Overzicht	3
2.1 Overzicht per Fase en Toets	3
2.2 Steunpunten	3
2.3 Waarschuwingen	3
2.4 CUR Verificatie stappen	4
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen	5
3.1 Algemene Invoergegevens	5
3.2 Damwandeigenschappen	5
3.3 Rekenopties	5
4 Overzicht Fase 1: maatgevende bouwfase	7

2 Overzicht

2.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie type	Verplaat-sing [mm]	Moment [kNm]	Dwars-Kracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Verticaal evenwicht
1	EC7(NL)-Stap 6.3		-1800,0	-821,7	0,0	58,3	---
1	EC7(NL)-Stap 6.4		-1569,9	-747,0	0,0	61,9	---
1	EC7(NL)-Stap 6.5	8,4	-1170,3	-598,2	0,0	35,0	---
1	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20		-1404,4	-717,9			
Max		8,4	-1800,0	-821,7	0,0	61,9	---

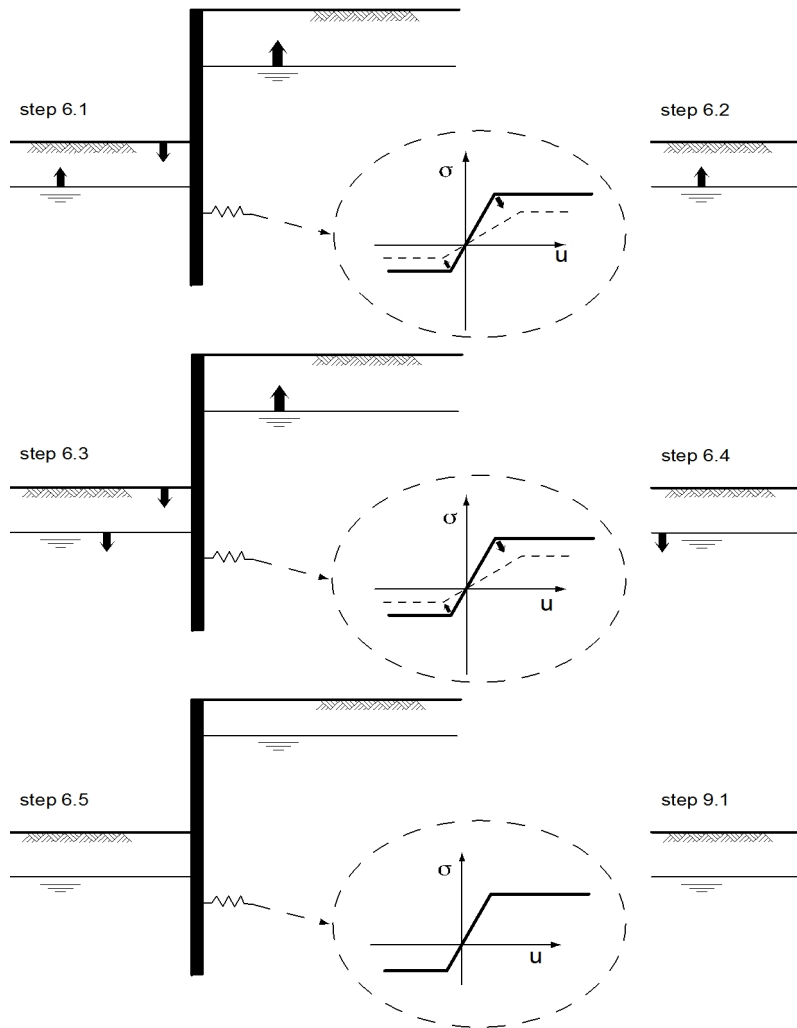
2.2 Steunpunten

Fase	Verificatie type	Steunpunt vloer 1		Steunpunt vloer 2		Steunpunt vloer 3	
		Kracht [kN]	Moment [kNm/m']	Kracht [kN]	Moment [kNm/m']	Kracht [kN]	Moment [kNm/m']
1	Stap 6.3	-403,41	-	91,89	-	-1581,39	-
1	Stap 6.4	-364,60	-	5,98	-	-1440,28	-
1	Stap 6.5	-357,11	-	-92,17	-	-1157,81	-

2.3 Waarschuwingen

Fase	Waarschuwing
1	Er kan opbarsting optreden

2.4 CUR Verificatie stappen



3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens EC7 NAD van Nederland

Model	Damwand
Check verticaal evenwicht	Ja
Aantal bouwfasen	1
Soortelijk gewicht van water	9,81 kN/m ³
Aantal takken van de veer karakteristiek	3
Ontlasttak van de veer karakteristiek	Nee

3.2 Damwandeigenschappen

Lengte	30,00 m
Bovenkant	6,00 m
Aantal secties	1
Pr _{max;punt}	0,00 MPa
Ksifactor	0,72

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Stijfheid EI [kNm ² /m']	Werkende breedte [m]	Maximum moment [kNm/m']
v1 diepwand	-24,00	6,00	2,1000E+06	1,00	3000,00

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Toelichting op reductiefactor
v1 diepwand	-24,00	6,00	1,00	1,00	

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Gecorrig. stijfheid EI [kNm ²]	Gecorrig. max. moment [kNm]
v1 diepwand	-24,00	6,00	2,1000E+06	3000,00

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Hoogte [mm]	Verfoppervlak [m ² /m ² wall]	Doorsnede [cm ² /m']
v1 diepwand	-24,00	6,00	1200,00	2,00	12000,00

3.3 Rekenopties

Eerste fase beschrijft initiële situatie	Nee
Fijnheid berekening	Grof
Reduceren delta('s) volgens CUR	Ja
Verificatie	EC7 NAD NL methode A: Partile factoren (ontwerpwaarden) in alle fasen Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in het National Application Document van Nederland. Het valt onder ontwerp benadering III.

Gebruikte partiële factor set RC 2

Factoren op belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1,00
- Permanente belasting, gunstig	1,00
- Variabele belasting, ongunstig	1,10
- Variabele belasting, gunstig	0,00

Materiaalfactoren	
- Cohesie	1,25
- Tangens phi	1,18
- Delta (wandwrijvingshoek)	1,18
- Beddingsconstanten	1,30

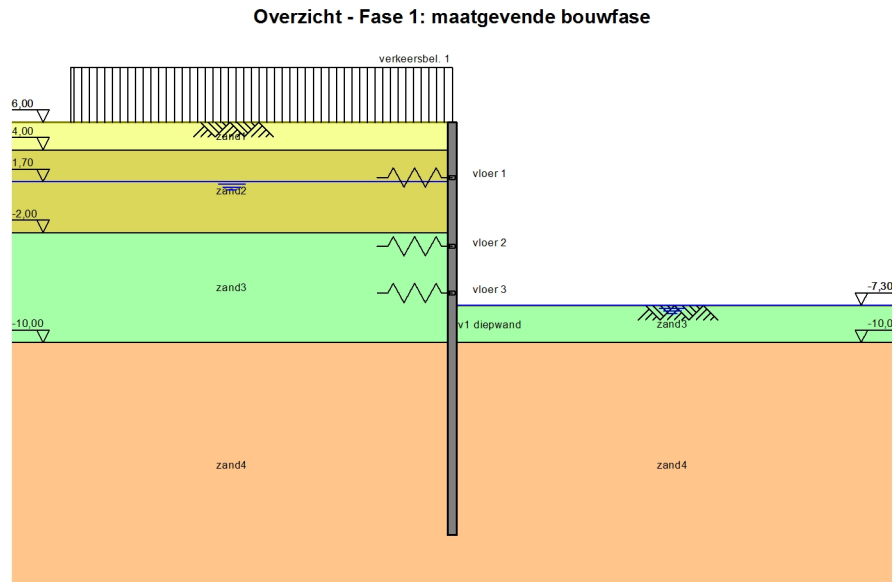
Aanpassing geometrie

- Verlaging maaiveldhoogte, passieve zijde 0,00 m
- Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde 0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde 0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde 0,05 m

Factoren op verticale evenwicht

- Gamma m:b4 1,20

4 Overzicht Fase 1: maatgevende bouwfase



Einde Rapport

Rapport voor D-Foundations 8.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Movares Nederland B.V.

Datum van rapport: 06-06-2013
Tijd van rapport: 8:26:45

Datum van berekening: 06-06-2013
Tijd van berekening: 8:19:16

Bestandsnaam: C:\..\Desktop\diepwand Hilversum\berekening\combiwand\v1 [draagkracht]

Projectbeschrijving: Combiwand Hilversum - draagkracht buispalen
D-Foundations v1 [draagkracht]

1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave	2
2	Invoergegevens	3
2.1	Algemene Invoergegevens	3
2.2	Rapportage Gegevens	3
2.3	Toepassingsgebied Model Bearing Piles	3
2.4	Bovenbouw	3
2.5	Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1	Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	3
2.6	Grondgegevens	4
2.6.1	Grondprofiel 0885 (1)	4
2.7	Paaltypen	4
2.7.1	Paaltype : Hollow 1000	5
2.8	Funderingsplan	5
2.8.1	Overzicht Funderingsplan	5
2.9	Ontgravingsgegevens	6
2.10	Totale Belastingen (rekenwaarden)	6
2.11	Eisen	6
2.12	Opgegeven Parameters	6
2.13	Rekenopties	6
2.14	Model Opties	7
3	Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Toetsing met Volledige Berekening	8
3.1	Fouten en waarschuwingen	8
3.2	Opmerkingen	8
3.3	Rekenparameters	8
3.3.1	Factoren Paal	8
3.3.2	Paaltype : Hollow 1000	8
3.4	Toetsing Grenstoestand EQU	9
3.5	Toetsing Grenstoestand GEO	9
3.6	Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand	9
3.7	Aanvullende Informatie	9
3.7.1	De draagkracht schacht + punt bij Grenstoestand GEO	10
3.7.2	De draagkracht schacht + punt bij de Bruikbaarheidsgrenstoestand	10

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :

Constructeur bovenbouw :

Opdrachtgever :

Titel 1 : Combiwand Hilversum - draagkracht buispalen

Titel 2 :

Titel 3 : D-Foundations v1 [draagkracht]

Nummer project : -

Locatie project :

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 1

Tijdstip sonderingen : Sondering - Installatie - Ontgraving

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



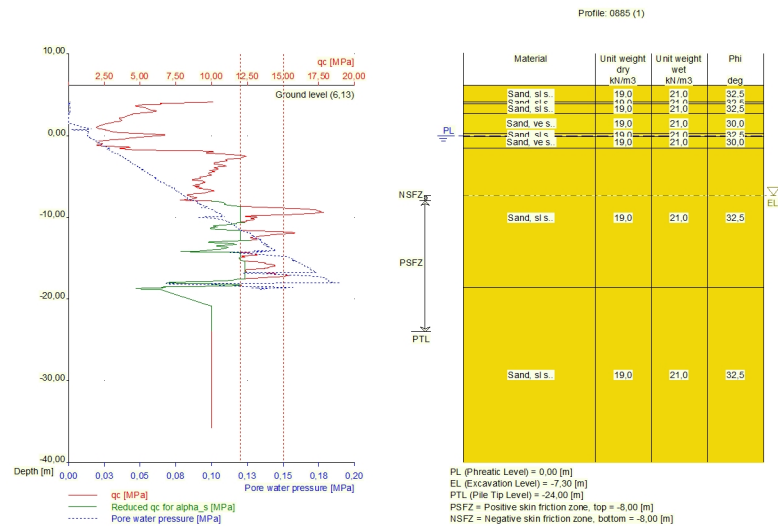
Nummer/naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleezone [m R.N.]	Onderkant neg. kleezone [m R.N.]	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: 0885 (1)	-24,00	-8,00	-8,00	0,00	0,00

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 1

2.6.1 Grondprofiel 0885 (1)

Behorende bij sondering	0885 (1)
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	6,127
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	0,000
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-24,000
Bovenkant positieve kleezone in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-8,000
Onderkant negatieve kleezone in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-8,000
OCR-waarde draagkrachtige laag :	1,00
Verwachte maaiveldzakking in [m] :	0,000
Aantal lagen in profiel :	8



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	6,127	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
2	4,107	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
3	3,907	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
4	2,707	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
5	0,288	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
6	-0,131	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
7	-1,531	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
8	-18,568	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200

2.7 Paaltypen

2.7.1 Paaltype : Hollow 1000

Paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:
In de grond gevormde geschroefde paal met grout

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:
 α_s klei/leem/veen volgens tabel 7f, NEN-EN paragraaf 7.6.2.3
NEN 9097-1 (i)
Hierbij is de α_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :
In de grond gevormde geschroefde paal met grout

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :	Grondverdringende Paal
Materiaaltype paal :	Staal
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Ronde holle paal met gesloten punt
beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7i, NEN-EN 1997-1:2005.	
s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN-EN 1997-1:2005.	

Paalafmetingen :	
Diameter punt [m] :	1,000
Dikte wand [mm] :	12,000

2.8 Funderingsplan

Aantal palen :	1
Aantal samenwerkende palen* :	1

* : 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

2.8.1 Overzicht Funderingsplan

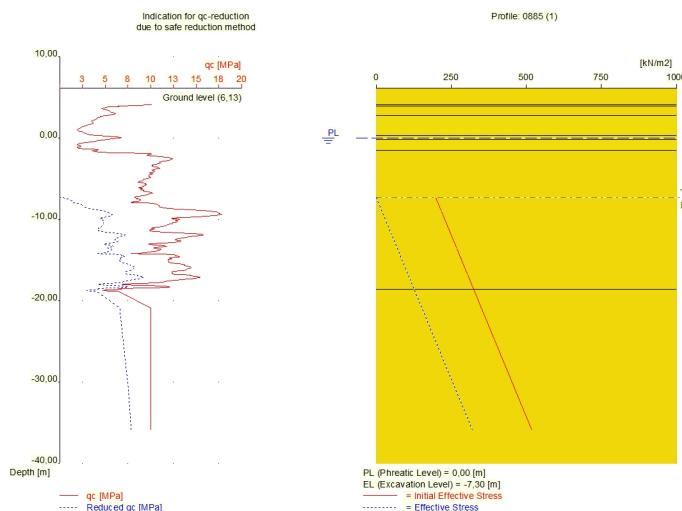


Paal nr/naam	X-coor- dinaat [m]	Y-coor- dinaat [m]	F _{c;d} (EQU/GEO) [kN]	F _{c;d} (BGT) [kN]	P ₀ [kN/m ²]	Paalkop- niveau [m R.N.]
1: 2	0,00	0,00	4000,00	3300,00	0,00	-7,30

2.9 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] :
Reductie model :

-7,300
Safe (NEN)



2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)

Totale belasting op alle palen
In grenstoestand EQU/GEO in [kN] : 4000,00
In Bruikbaarheidsgrenstoestand in [kN] : 3300,00

2.11 Eisen

Grenstoestand GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidsgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.12 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.13 Rekenopties

Gebruik paalgroep bij negatieve kleef (standaard)
Geen gebruik tussenresultatenfile
Pas reductie toe bij avegaar (standaard)
Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.14 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
-Hollow 1000

Geselecteerde profielen :
-0885 (1)

3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Toetsing met Volledige Berekening

3.1 Fouten en waarschuwingen

De sonderingen voldoen niet aan de eisen zoals gesteld in NEN 9097-1 par 3.2.3 omdat :
- er minimaal twee sonderingen vereist zijn.

3.2 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN 9097-1 art 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveau's. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveau's dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

Bij de controle volgens NEN 9097-1 art 3.2.3 is rekening gehouden met een gemiddelde onderlinge afstand van 25 m.

3.3 Rekenparameters

3.3.1 Factoren Paal

gamma;b (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1,00
gamma;s (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1,00
ksi3 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10, bij M, N =1, 1) :	1,39
ksi4 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10, bij M, N =1, 1) :	1,39

3.3.2 Paaltype : Hollow 1000

Paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:
In de grond gevormde geschroefde paal met grout

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:
 α_s klei/leem/veen volgens tabel 7f, NEN-EN paragraaf 7.6.2.3 NEN 9097-1 (i)
Hierbij is de α_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :
In de grond gevormde geschroefde paal met grout

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :	Grondverdringende Paal
Materiaaltype paal :	Staal
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Ronde holle paal met gesloten punt
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7i, NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(g): NEN 9097-1) :	1,00
s (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(h), NEN 9097-1 : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :	1,00

Paalafmetingen :	
Diameter punt [m] :	1,000
Dikte wand [mm] :	12,000

Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
0885 (1)	0,0090	--	0,9000

3.4 Toetsing Grenstoestand EQU

Eis volgens NEN-EN 1997-1 par. 2.4.7 / 2.4.8: $E_d \leq C_d$.
Slappe constructie dus vergelijking per paal.

$F_{c;d} = 4000,000$ [kN]
 $R_{c;d} = 4170,403$ [kN]

Er wordt voldaan aan de eis van grenstoestand EQU.

NB: Negatieve kleef maakt GEEN deel uit van de toetsing van Grenstoestand EQU. De eventuele invloed van negatieve kleef wordt verwerkt in de toetsing van de grenstoestanden GEO en de Bruikbaarheidsgrenstoestand. De intermediate results bevatten het overzicht van de berekende waarden voor negatieve kleef. In dit project speelt negatieve kleef geen rol.

3.5 Toetsing Grenstoestand GEO

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: $S_d \leq S_{req}$.

$S_d = 0,085$ [m]
 $S_{req} = 0,150$ [m]

Er wordt voldaan aan de zakkingseis van grenstoestand GEO.

Bij 1 paal is er geen sprake van rotatie zoals bedoeld in NEN-EN.

3.6 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: $S_d \leq S_{req}$.
Voor woningen en woongebouwen geldt : $S_{req} = 0.05$ m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

$S_d = 0,016$ [m]
 $S_{req} = 0,150$ [m]

Er wordt voldaan aan de zakkingseis van de Bruikbaarheidsgrenstoestand.

Bij 1 paal is er geen sprake van rotatie zoals bedoeld in NEN-EN.

3.7 Aanvullende Informatie

Rekenwaarden van de optredende maximale schachtspanningen (berekend op het scheidingsvlak tussen positieve en negatieve kleefzone)

Bij Grenstoestand EQU, GEO : $\sigma = 107,39$ [N/mm²]
Bij de Gebruiksgrenstoestand : $\sigma = 88,60$ [N/mm²]

De maximale zakking werd gevonden bij :
Grenstoestand GEO

Sondering 0885 (1)
Paalnaam: 2

Componenten van deze maximale zakking zijn :

$s_{neg} = 0,000$ [m]
 $s_b = 0,078$ [m]
 $s_{el;d} = 0,007$ [m]
 $s_2 = 0,000$ [m]

Bruikbaarheidsgrenstoestand

Sondering 0885 (1)

Paalnaam: 2

Componenten van deze maximale zakking zijn :

sneg = 0,000 [m]
sb = 0,011 [m]
sel;d = 0,005 [m]
s2 = 0,000 [m]

sneg is hierbij de zakking ten gevolge van de negatieve kleef indien de verwachte maaiveldzakking (mvz) is gelegen tussen de volgende grenzen : $0.02 < mvz \leq 0.10$ meter.

Bij maaiveldzakkingen buiten deze grenzen is sneg 0.

3.7.1 De draagkracht schacht + punt bij Grenstoestand GEO

naam sondering	Draagkracht Schacht [kN] Rs;d	Draagkracht Punt [kN] Rb;d	Draagkracht Totaal [kN]
0885 (1)	1608,936	2561,467	4170,403

3.7.2 De draagkracht schacht + punt bij de Bruikbaarheidsgrenstoestand

naam sondering	Draagkracht Schacht [kN] Rs;d	Draagkracht Punt [kN] Rb;d	Draagkracht Totaal [kN]
0885 (1)	1930,723	3073,760	5004,483

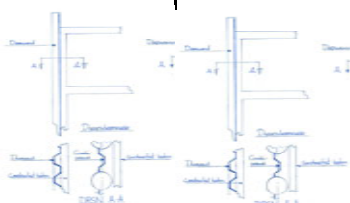
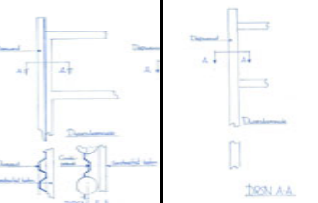
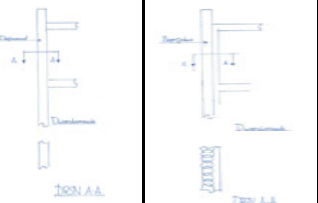

Einde Rapport

Bijlage 2, Trade off matrix

Trade – off matrix varianten constructietypen

Trade Off Matrix, HOV 't Gooi

Kunstwerk: Tunnel Oosterengweg STAPEL VARIANT

Varianten	A damwanden	A combiwanden	B	C				
Eis								OPMERKINGEN
WF criterium								
1 10% Ruimtegebruik bouwfase	4	2	3	1	0	0		
Beschrijving	dikte wand circa 600mm dikte damwand AZ48: 482mm	dikte wand: 600mm dikte buispaal: 1200mm	dikte diepwand: max 1200mm. Tijdens de uitvoering dienen er twee geleidebalken in de sleuf gemaakt te worden: 2*200mm	dikte wand: 600mm boorpalen: 1200mm				
2 5% Ruimtegebruik in de definitieve situatie	0	0	0	0	0	0		
Beschrijving	Er hoeven geen extra woningen gesloopt te worden	Er hoeven geen extra woningen gesloopt te worden	Er hoeven geen extra woningen gesloopt te worden	Er hoeven geen extra woningen gesloopt te worden				
3 5% Maatvastheid	3	3	1	1	0	0		
Beschrijving	Damwanden kunnen nauwkeurig geplaatst worden. Door de dichte pakking van de ondergrond kunnen de planken op grotere diepte wel weglopen. Orde grootte: 200mm	Combiwanden kunnen nauwkeurig geplaatst worden. Door de dichte pakking van de ondergrond kunnen de planken en de buisprofielen wel weglopen. Orde grootte: 200mm	Afhankelijk van de aanwezige grondlagen kan de dikte van de diepwand behoorlijk fluctueren. Dit kan optreden bij grindlagen. Orde grootte: 350mm. Indien dit terplaatste van de (toekomstige) tunnelbuis voorkomt moet een deel van het overtollige beton verwijderd worden.	Afhankelijk van de aanwezige grondlagen kan de dikte van de diepwand behoorlijk fluctueren. Dit kan optreden bij grindlagen. Orde grootte: 350mm. De zichtwand lost dit probleem op.				
4 20% Overlast door werkzaamheden	1	1	2	2	0	0		
Beschrijving	Veel overlast door de wijze van inbrengen: trilblokken. Drukken is door de grote diepte niet echt een optie.	Veel overlast door de wijze van inbrengen: trilblokken. Drukken is door de grote diepte niet echt een optie.	Grote machines, extra leidingen voor bentoniet, Bentoniet geeft overlast op straat.	Grote machines, extra leidingen voor bentoniet, Bentoniet geeft overlast op straat.				
5 15% schade bestaande bebouwing	2	3	4	4	0	0		
Beschrijving	Relatief slappe damwandplanken waardoor grotere vervormingen van de damwanden en dus grotere vervormingen aan het maaiveld.	Door stijvere combiwand blijven de vervormingen beperkt	Stijve constructie, minder kans op zettingen.	Stijve constructie, minder kans op zettingen				
5 3% Integreer hulpwerk in definitieve werk	2	2	4	1	0	0		
Beschrijving	minstens een zichtwand noodzakelijk	minstens een zichtwand noodzakelijk	wand direct bruikbaar als wand definitieve constructie. Wand nooit 100% waterdicht	Extra constructieve wand nodig i.v.m. het niet goed waterdicht krijgen van een boorpalen wand.				
6 20% Bouwkosten	2	2	3	4	0	0		
Beschrijving	indicatief, kosten zijn relatief tot vigerend ontwerp	indicatief, kosten zijn relatief tot vigerend ontwerp	Vigerend ontwerp.	indicatief, kosten zijn relatief tot vigerend ontwerp				
7 10% Uitvoerbaarheid	1	2	4	4	0	0		
Beschrijving	Extra stempel noodzakelijk om vervormingen te beperken. Hierdoor lastig in de uitvoering. Damwanden moeilijk in te brengen in de harde ondergrond	Buispalen moeilijk in te brengen in de harde grond. Tunnel verder goed te bouwen	Diepwanden zijn goed te maken	Boorpalen zijn goed te maken				
8 3% Duurzaamheid	0	0	0	0	0	0		
Beschrijving	Geen grote verschillen tussen de varianten	Geen grote verschillen tussen de varianten	Geen grote verschillen tussen de varianten	Geen grote verschillen tussen de varianten				
9 5% Onderhoudsbehoefte	4	4	3	2	0	0		
Beschrijving	Geen extra onderhoud t.g.v. variantkeuze	Geen extra onderhoud t.g.v. variantkeuze	Doordat de constructie niet 100% waterdicht is extra onderhoud/aandacht voor de HWA, vochtige omgeving tunnel geeft meer onderhoud aan de tunnelinrichting.	Doordat de constructie niet 100% waterdicht is extra onderhoud/aandacht voor de HWA. Boorpalen wand laat meer grondwater door dan een diepwand. Vochtige omgeving tunnel geeft meer onderhoud aan tunnelinrichting.				
10 5% Risico's	1	1	3	2	0	0		
Beschrijving	1. niet op diepte komen damwandplanken door te harde grond, zwerfkeien. 2. Schade aan bebouwing door grotere zettingen	1. niet op diepte komen damwandplanken door te harde grond, zwerfkeien. 2. Schade aan bebouwing door grotere zettingen	1. Kleinere vochtplekken op de wanden. 2. Sleufinstabiliteit	1. grotere vochtplekken op de wanden 2. Instabiliteit van het boorgat. 3. lekkages in de palenwand, ontgronding achter de wand.				
Totaal	17,0	17,0	26,0	20,0	0,0	0,0	0,0	80,0
100% Totaal gewogen	1,85	1,90	2,75	2,58	0,00	0,00	0,00	9,08

Waardering	Score
zeer goed	5
goed	4
neutraal	3
slecht	2
zeer slecht	1
geen invloed	0