

Eindrapport Hudson

MAASSLUIS PLAN LOODS M



Contactgegevens

Projectgroep

- Daan Beerlage (21181844)

06 435 582 15

21161844@student.hhs.nl

- Roemer Brunklaus (21113130)

06 360 183 17

21113130@student.hhs.nl

- Catharina Nollet (21070547)

06 375 253 64

21070547@student.hhs.nl

Opdrachtgever

- Erfgoedkwartiermakers b.v.
Haringvliet 68
3011 TG Rotterdam
info@erfgoedkwartiermakers.nl

Bedrijfsbegeleider

- Hans Visser
Directeur VB Innovatie BV

hans@erfgoedkwartiermakers.nl

06 54 63 88 78

Begeleider vanuit school:

- Erik Klein
f.j.klein@hhs.nl

Datum

10 november 2024

Versie

1.0

Inhoud

Inleiding.....	3
H1 Bestaande situatie	4
1.1 Huidige situatie kade	4
1.2 Huidige situatie hal.....	5
H2 Transportplan Hudson	7
2.1 Varianten transportplan	7
2.2 Afwegingen	7
2.3 Kosten	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
H3 Constructie ondersteuning Hudson	12
3.1 Varianten ondersteuning	13
3.2 Afwegingen varianten	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
3.3 Kosten	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
H4 Geotechniek	27
4.1 Fundatie van de Hudson	29
4.1.1 Varianten fundatie van de Hudson	29
4.1.2 Afwegingen fundatie van de Hudson	30
4.1.3 Kosten fundatie van de Hudson	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
4.2 Kadeversteving	32
4.2.1 Varianten kadeversteving	32
4.2.2 Afwegingen kadeversteving	34
4.2.3 Kosten kadeversteving	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
H5 Aanpassingen aan de loods.....	35
5.1 Duurzaamheid keuzes.....	35
5.2 Constructief ontwerp	35
5.3 Fundering van de loods	35
5.4 kosten werkzaamheden aan de hal.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Ontwerpadvies	37
Bijlagen	38

Inleiding

H1 Bestaande situatie

1.1 Huidige situatie kade

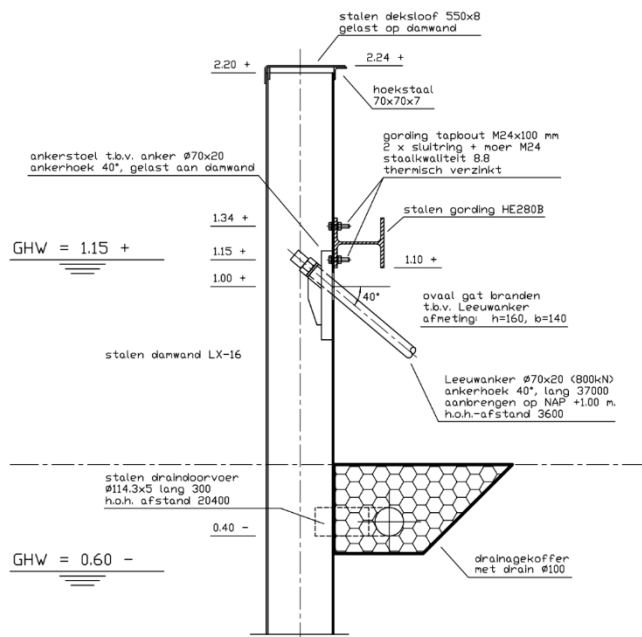
Om de bestaande situatie vast te leggen is er gebruik gemaakt van archieftekeningen vanaf 1984 tot nu. Om het in kaart te brengen is er van alle gegevens vastgelegd in AutoCAD (Civil 3d 2023) tekeningen. In onderstaande tekening is te zien hoe de omgeving er op dit moment uit ziet.



Figuur 1

Zoals te zien is er weinig ruimte in de omgeving om de Hudson op de kade te plaatsen. Daarnaast is het gebouw linksonder een monumentaal pand wat problemen met zich meebrengt voor de uitvoering.

Naast de beperkte ruimte moet het schip ook nog omhooggetild worden. De Hudson ligt nu in de haven van Maassluis waar de waterhoogte schommelt tussen de -0,6 m en +1,15 m NAP. De kade is op een hoogte van +2,20 m NAP. Het schip moet dus minimaal 1,05m omhooggetild worden. Het getijde kan ook voor problemen zorgen bij het plaatsen van het schip op de kade en zal invloed hebben op de planning. Het getijdeverschil op een dag is gemiddeld 1,75 m zie figuur(..) er moet worden bepaald op welk moment het beste kan worden gewerkt een verkeerde timing kan leiden tot problemen en vertragingen.

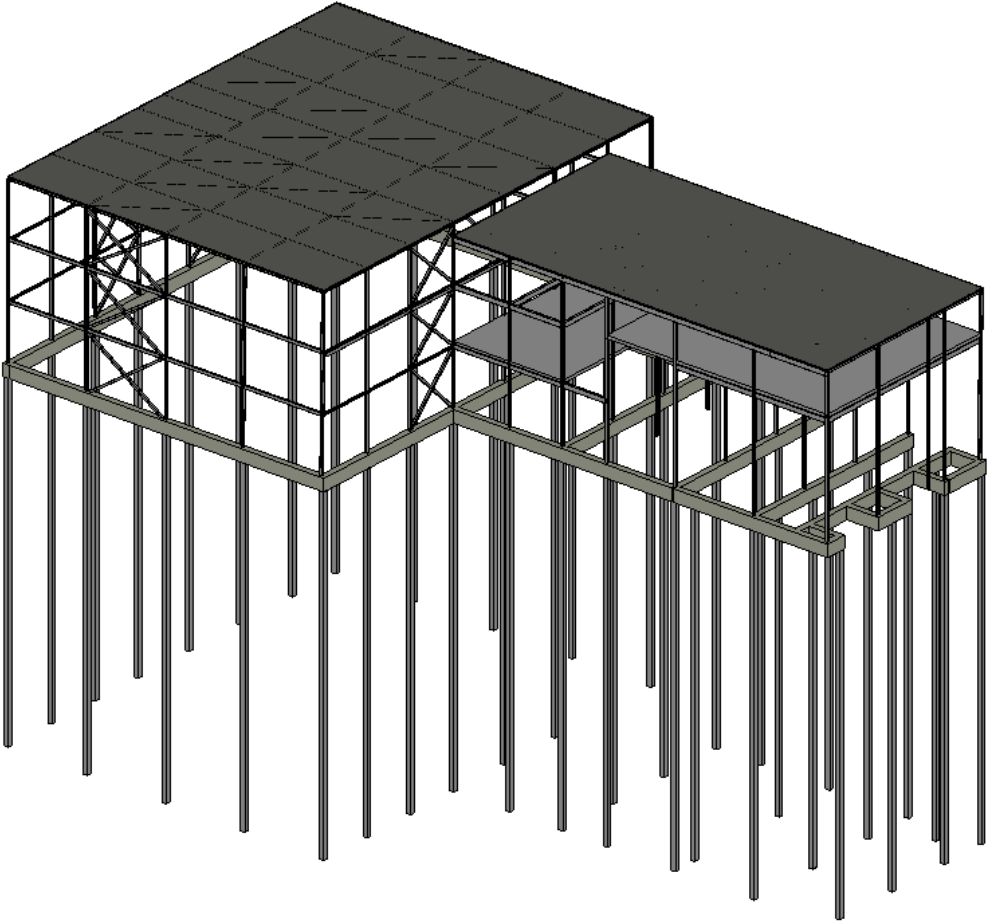


Figuur 2

1.2 Huidige situatie hal

Om de bestaande situatie beter in kaart te brengen, is er archiefonderzoek uitgevoerd aan de zijde van de opdrachtgever. Bij dit onderzoek zijn verschillende oude bouwtekeningen van de zeesleper Hudson en de bestaande hallen gevonden. Deze tekeningen geven inzicht in de oorspronkelijke situatie van de locatie waar de zeesleper in de nieuwe situatie geplaatst zal worden. In overleg met de opdrachtgever is er voor de fundering en de hoogte van de achterste hal een aanname gedaan, aangezien voor deze onderdelen geen specifieke informatie beschikbaar was in de tekeningen. Van de beschikbare gegevens. In het vorige hoofdstuk zijn er AutoCAD tekeningen gemaakt en als er vervolgstap is er een Revit tekening gemaakt. Hiervoor is

er gebruik gemaakt van Revit versie 25.2.0.38/ 20240715_1515(x64)/ 2025.2. In Bijlage 3 van dit rapport zijn de Revit-tekeningen van de bestaande situatie te vinden, inclusief plattegronden van de funderingstekeningen, zoals het palenplan.



Figuur 3 3D mode van del bestaande loods M

H2 Transportplan Hudson

2.1 Varianten transportplan

Onderstaande varianten zijn varianten die bedacht zijn om de boot op de kade te krijgen. Vervolgens zijn er varianten bedacht om de Hudson op zijn plaats in de hal te krijgen.

Variant 1 Ponton

Voor de eerste variant is er een plan bedacht waarbij de Hudson in een droogdok wordt droog gelegd op een ponton op dit ponton vaart naar loods M vervolgens moet de Hudson worden opgekrikt en kan deze de kade worden opgereden.

Variant 2 Caisson in de haven

Voor de tweede variant is er een variant ontwikkeld waarbij er gebruik gemaakt gaat worden van een caisson in de haven. Er wordt een stuk van de haven drooggelegd vanuit waar de Hudson kan worden gehesen. De uitdaging van deze variant blijkt de uitvoerbaarheid en de tijdsduur.

Variant 3 Helling

De derde variant die is uitgedacht is het plaatsen van een helling in de haven waar de boot opgetrokken kan worden. De uitdagingen die hierbij komen kijken zijn de beschikbare ruimte en dus de steilheid van de helling.

Variant 4 Hijsen

Bij de vierde variant wordt de Hudson vanaf de kant op de kant gehesen doormiddel van hijskranen. De grootste uitdaging bij deze variant is de ruimte die de hijskranen hebben voor het opstellen.

Variant 5 via droogdok naar de loods rijden

Hetzelfde droogdok of lift die gebruikt gaat worden voor variant 1 wordt bij deze variant gebruikt om de Hudson vanaf daar naar de loods te transporteren. De grootste uitdagingen hierbij zijn de uitvoerbaarheid en de ruimte rondom de loods.

2.2 Afwegingen

Om een zo goed mogelijke keuze te maken wordt er een multi-criteria analyse gemaakt. Voor deze analyse zijn 5 criteria opgesteld. De variant die bij deze 5 criteria het beste scoort zou de beste variant uit moeten komen.

Criteria:

Uitvoerbaarheid

Bij het criterium uitvoerbaarheid wordt de variant getoetst aan de hand van de eenvoudigheid van het uitvoeren van de variant. Bij de uitvoerbaarheid wordt gekeken naar de risico's die er met de uitvoering mee komen. Een variant met weinig risico's krijgt een hoge score en een variant met weinig risico's krijgt een hoge score en een variant met een veel risico's krijgt een hoge score.

Kosten

Voor dit criterium wordt een snelle indicatie van een kostenraming. Het is wenselijk dat de goedkoopst mogelijke optie wordt gekozen. Daarom wordt er een lage score aan gegeven aan een dure variant en een lage score aan een hoge variant.

Duurzaamheid

Voor het criterium duurzaamheid wordt bij iedere variant hoe duurzaam het is. Omdat we streven naar een zo duurzaam mogelijke oplossing voor dit project is dit een belangrijk criterium. Een variant die duurzaam krijgt een hoge score en een variant die niet/duurzaam is krijgt een lage score

Doorlooptijd

Voor het criterium doorlooptijd wordt gekeken naar hoelang het duurt om de Hudson vanaf het water op de kade te krijgen. Het is wenselijk om een zo kort mogelijke tijd te hebben omdat dit zorgt voor hogere kosten en de impact op de omgeving klein is. Een variant met een hoge doorlooptijd krijgt een lage score en een variant met een lage doorlooptijd krijgt een hoge score

Impact op de omgeving

Voor dit criterium wordt gekeken naar hoeveel de stakeholders in de omgeving last hebben van de uitvoering als deze variant gekozen wordt.

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4	Variant 5
Uitvoerbaarheid	4	2	3	1	1
Kosten	3	2	3	4	2
Duurzaamheid	4	2	3	3	2
Doorlooptijd	4	1	4	4	2
Impact op de omgeving	4	1	3	3	3
Totaal	19	8	16	15	10

Definitieve variant

Droogdok met ponton

Voor de eerste variant is er een plan bedacht waarbij de Hudson in een droogdok wordt droog gelegd op een ponton op dit ponton vaart naar loods M vervolgens moet de Hudson worden opgekrikt en kan deze de kade worden opgereden.

De vragen die hiervoor beantwoord moeten worden zijn de volgende:

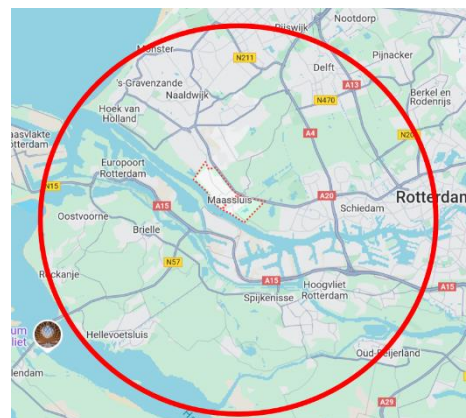
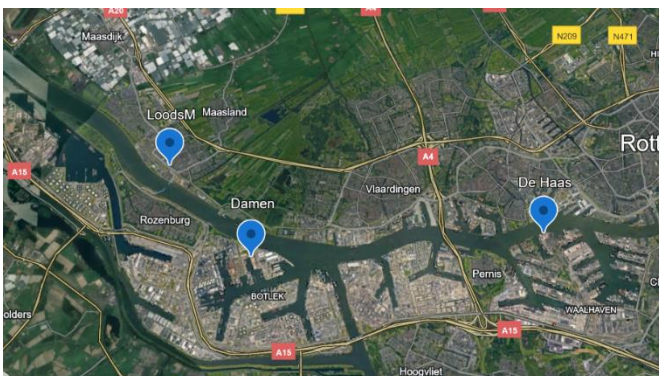
1. Welk droogdok wordt er gebruikt en hoe komt de Hudson daar?
2. Welk ponton wordt er gebruikt en aan welke eisen moet deze voldoen?
3. Hoe ziet de procedure in het dok eruit?
4. Op welke manier wordt het ponton naar Loods M vervoerd?
5. Hoe wordt de Hudson vanaf het Ponton op de kade geplaatst.

Specificaties en locatie droogdok

Voor de bepaling van het droogdok is er een overzicht gemaakt van de scheepswerven

Voor het uitwerken van deze variant is als referentie gekeken naar het project in Den Helder voor het Maritiemuseum. In Den Helder moest de onderzeeboot tonijn op de kade van het marine museum terecht komen. Bij dit project hebben ze dezelfde technieken gebruikt.

Locatie droogdok



De eerste stap voor het uitwerken van dit plan is het bepalen van de locatie van het droogdok. Om ervoor te zorgen dat het transport snel gaat en er niet ver gevaren hoeft te worden met de ponton is ervoor gekozen om binnen 15km van Maassluis op zoek te gaan naar een droogdok.

Na onderzoek is gebleken dat er binnen de 15km twee dokken beschikbaar zijn.

De meest dichtstbijzijnde is van Damen Shipyards. Dit is een heel groot dok van ruim 200m lang en zou dus geschikt zijn voor de Hudson. Echter is dit wat overmatig voor de Hudson. Er wordt verondersteld dat dit een te dure keuze is.

Naast Damen is er nog een geschikt dok voor de Hudson, deze is van het bedrijf De Haas in Rotterdam. Zij hebben een wat kleiner dok beschikbaar. Dit dok is ongeveer 70m lang 14,5m breed en 8,5meter diep, dit is voldoende groot voor de Hudson. Verder is de Haas een bedrijf met veel historie in Maassluis, het is er in 1879 ontstaan en zit met een andere vestiging nog steeds in Maassluis. Het is een mooie kans om een lokaal authentiek bedrijf te betrekken bij de operatie.

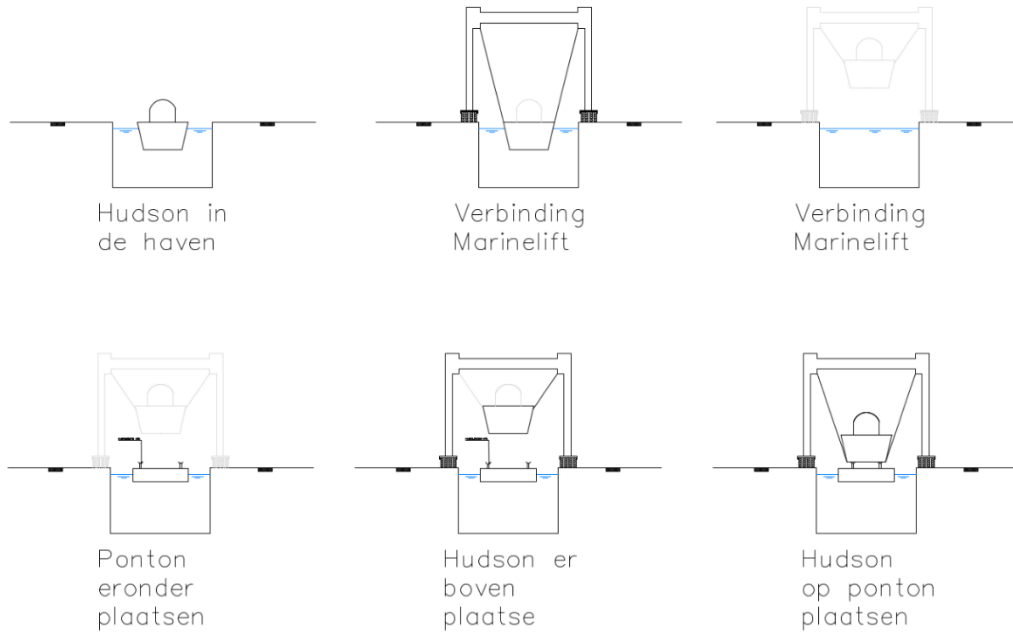
Ponton specificaties:

Voor het ponton zijn er een aantal eisen waar deze aan moet voldoen. De eerste eis is dat het ponton in staat moet zijn om minimaal 300 ton te kunnen dragen. Daarnaast moet de Hudson erop passen en de ponton mag niet groter zijn dan het dok van de Haas.

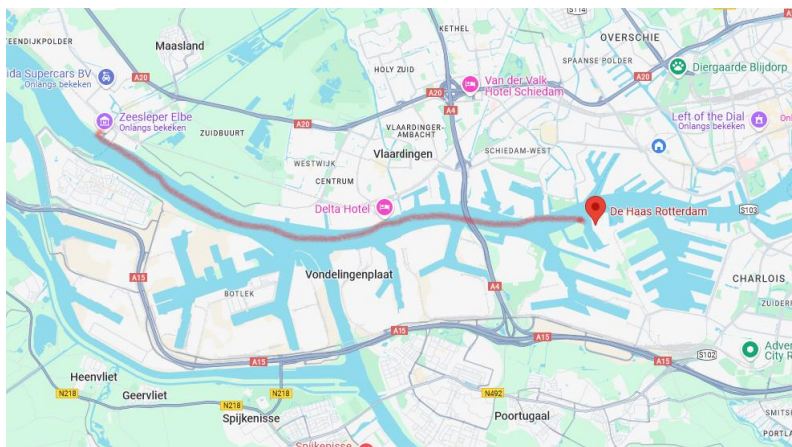
Draagvermogen	300 ton
Min lengte:	40m
Max lengte	70m
Min breedte	7,5 m
Max breedte	14,5 m

Er zijn genoeg bedrijven in de omgeving van Maassluis die dit soort

Dok procedure:



Van het Ponton op de kade/SPMT



Ponton naar de kade varen

Omdat er op de kade geen ruimte is om het schip op de spmt te draaien moet dit op het water al gebeuren, om dit mogelijk te maken moet het remmingwerk in de haven worden verwijderd.



Boot hydraulisch opkrikken tot 80 cm

De boot is op de ponton gelegd en naar Loods M gevaren alleen zal deze niet hoog genoeg liggen. Hiervoor moet de boot 80cm worden opgekrikt tijdens laagwater in Maassluis.

Boot van de ponton op de spmt duwen, achter op de ponton moet er kunnen worden geduwd. Hiervoor is het van belang dat de wrijving in de bokken laag is zodat er niet al te hard getrokken hoeft worden. Om dit te realiseren wordt er gebruik gemaakt van teflon wat een lage wrijvingscoëfficiënt heeft en dus de horizontale duwkracht verlaagd kan worden.

H3 Constructie ondersteuning Hudson

Nadat de Hudson op de kade is moet deze in de hal geplaatst worden. Op dit moment is de bestaat de hal uit funderingsbalken met een betonnen vloer. Deze zijn niet berekend op het gewicht van de Hudson dus deze kan daar niet zomaar worden geplaatst. Hiervoor moet een ondersteuning gemaakt worden die het gewicht van de Hudson afdraagt naar de fundering.

Het ontwerp van deze ondersteuning moet aan een aantal eisen voldoen. De volgende eisen zijn meegenomen in het ontwerp:

1. De bezoekers moeten eronder kunnen lopen
2. De onderkant van het schip (kiel) komt op maaiveldhoogte
3. De ondersteuning moet het schip kunnen dragen
4. Stabiliteit moet gewaarborgd worden

3.1 Varianten ondersteuningen

Voor het ontwerp van de ondersteuning moet eerst bepaald worden hoe de Hudson vanaf de SPMT op zijn constructie terecht komt.

Variante met neus aan de boot

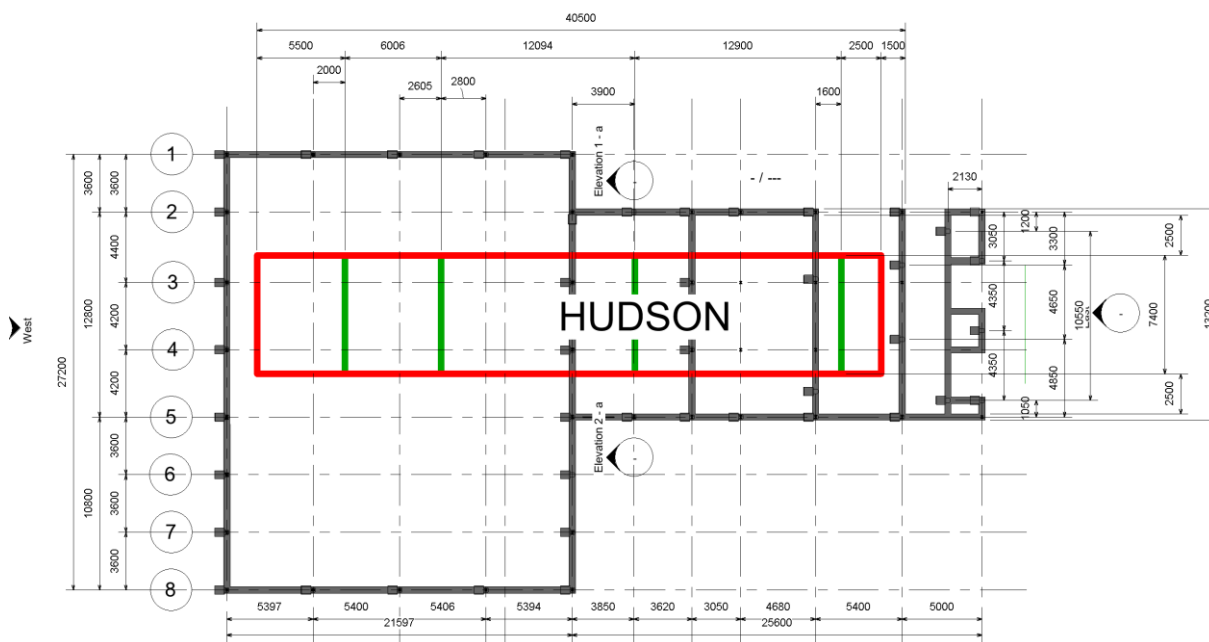
variante met glijden over liggers die op wanden bak liggen.

Voor het ontwerp van de ondersteuning van de Hudson, is er allereerst onderzoek gedaan naar referentieprojecten. Vanuit deze referentie ontwerpen zijn er varianten bedacht en afgewogen.

Fundering:

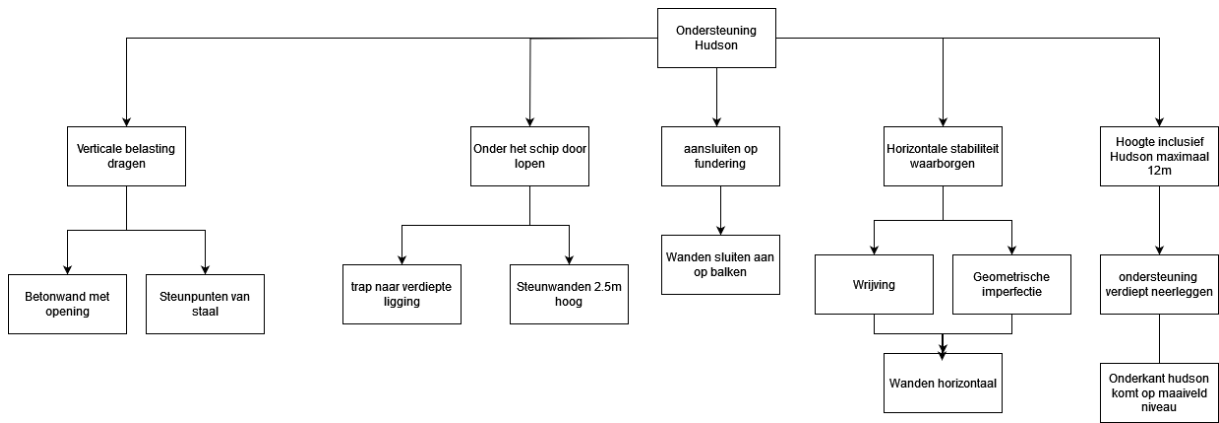
Op dit moment is de fundering die in de hal aanwezig is onvoldoende. Het paaldragvermogen van de palen is negatief. Dit betekent dat er geen gebruik gemaakt kan worden van de huidige fundering. Er moet dus een nieuwe fundering komen waarop de boot ondersteunt kan worden. Er is besloten een fundering om de huidige fundering heen te bouwen.

In overleg met de geotechnisch adviseur is er besloten om op de volgende plaatsen nieuwe funderingsbalken te plaatsen.



Voor het ontwerp van de ondersteuning betekent dit dat ik het gewicht van de Hudson moet overdragen naar deze nieuw aangelegde balken die in het groen zijn aangegeven.

ontwerpafwegingen:

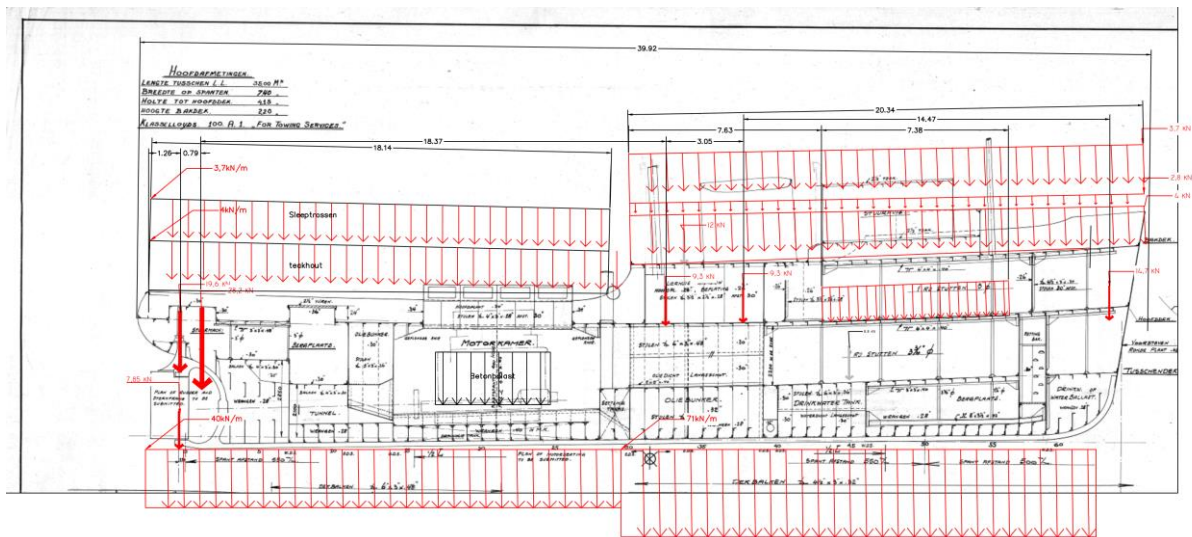


In bovenstaand overzicht is aangegeven waar de ondersteuning van de Hudson moest voldoen. Dit is opgedeeld in 5 eisen:

1. Verticale belasting dragen
2. Het moet mogelijk zijn onder het schip door te lopen
3. Aansluiten op fundering
4. Horizontale stabiliteit waarborgen
5. Hoogte inclusief Hudson maximaal 12m

Verticale belasting:

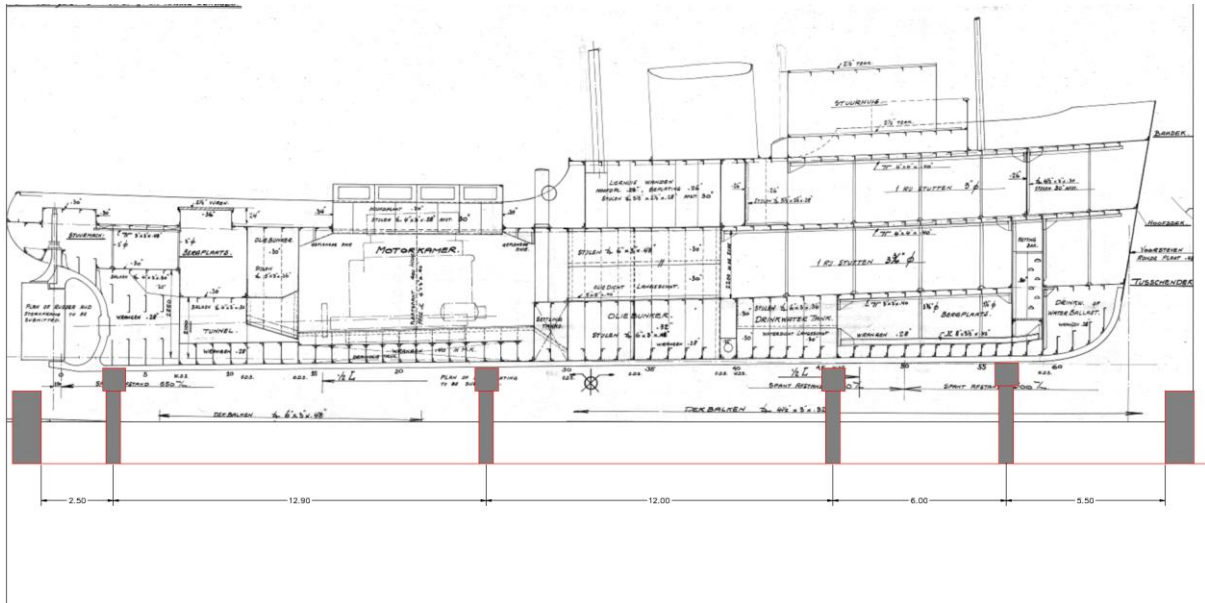
Voor het ontwerp van de onderdelen die de verticale belasting kunnen dragen wordt eerst het gewicht van de Hudson opgedeeld. Vanuit de gewichten die bekend zijn van de Hudson is er bepaald hoe het gewicht in de Hudson verdeeld is.



Met deze randvoorwaarden van de fundering is er een ontwerp gemaakt wat zo optimaal mogelijk gebruik maakt van deze fundering. Hiervoor is gekozen om direct boven deze nieuw aangelegde funderingsbalken ondersteuning te maken voor de Hudson. In de figuur is de verdeling van de gewichten in de Hudson te zien.

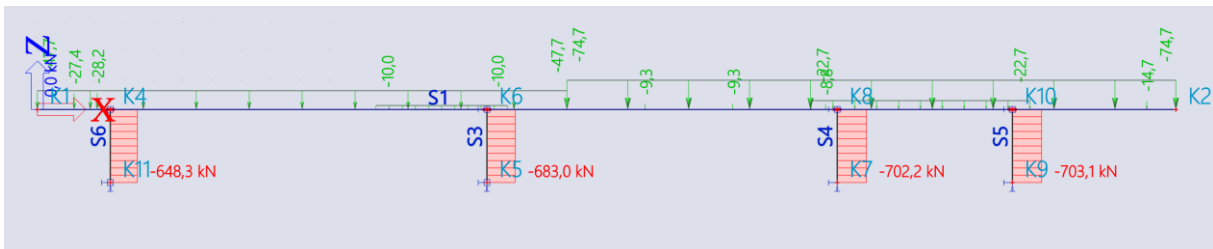
Aansluiten op de fundering:

Samen met de geotechnisch adviseur is bepaald op welke plekken de ondersteunpunten komen. Deze ondersteunpunten dragen het gewicht van het schip door naar de fundering. Vanuit de eerder getoonde figuur (...) is te zien waar het gewicht naar afgedragen kan worden.



De ondersteunpunten komen op de locaties die in de figuur (...) hierboven staan aangegeven.

Aan de hand van deze gegevens is er een model opgezet in de software van SCIA-Engineer. In dit programma zijn de ondersteunpunten en gewichten die hierboven beschreven zijn ingevoerd om de belastingen vanuit het schip op de ondersteunpunten te bepalen zie onderstaande figuur (...).



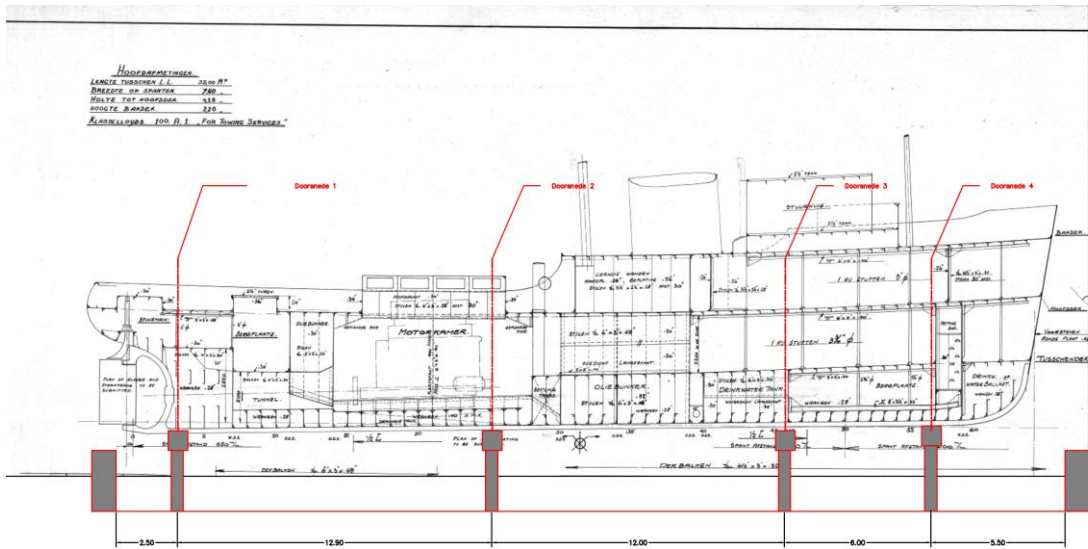
Verder moet er onder het schip kunnen worden doorgelopen. De hal waarin de Hudson komt te staan wordt 12m hoog. De Hudson heeft zelf een hoogte van ongeveer 11m. Daarom is ervoor gekozen om de onderkant van de Hudson op maaiveldhoogte te plaatsen zodat er ruimte over blijft tussen bovenkant schip en het dak van de hal.

Als er onder het schip door gelopen moet kunnen worden moet er een verdiepte ligging gemaakt worden onder het schip. Deze verdiepte ligging wordt 2,5m onder het maaiveld zodat mensen er prettig onderdoor kunnen lopen.

Ontwerp ondersteuningen:

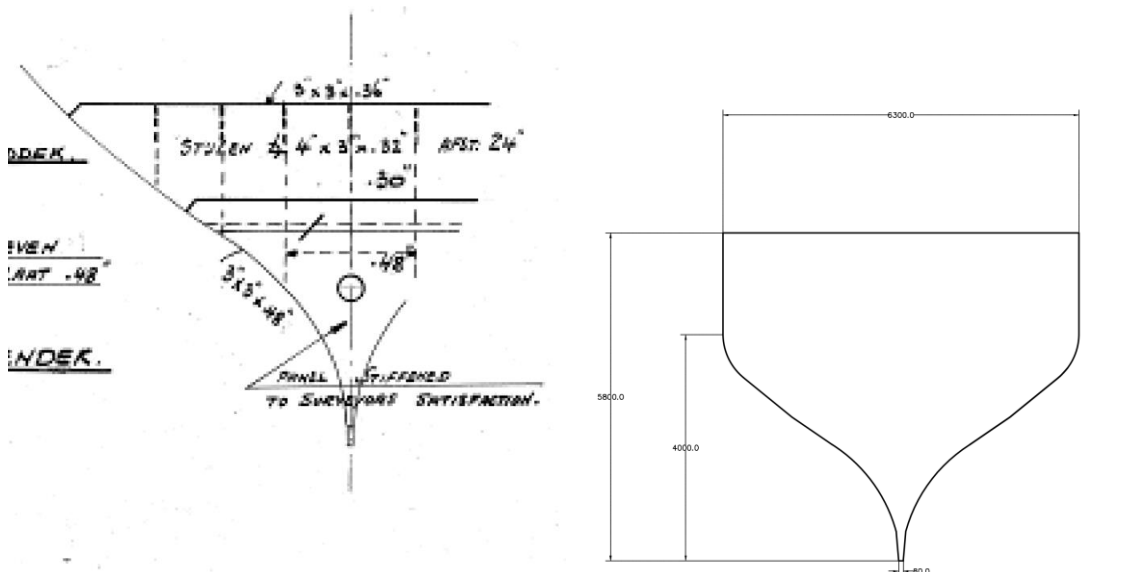
Voor het ontwerp van de ondersteuningspunten is eerst van belang dat de doorsnedes van het schip bekend zijn op de locaties van de ondersteuningen. Hiervoor is gebruik gemaakt van een tekening van de Hudson, aan de hand van deze tekening is bepaald welke omtrek de doorsnede van de Hudson op de plekken van de ondersteuning heeft. Doormiddel van een SCIA rekenmodel waar de belastingen zijn ingevoerd is er bepaald hoeveel belasting er per doorsnede

ondersteunt moet worden. Er is bij doorsnede 1,3,4 gebruik gemaakt van de schotten die in de Hudson zitten.



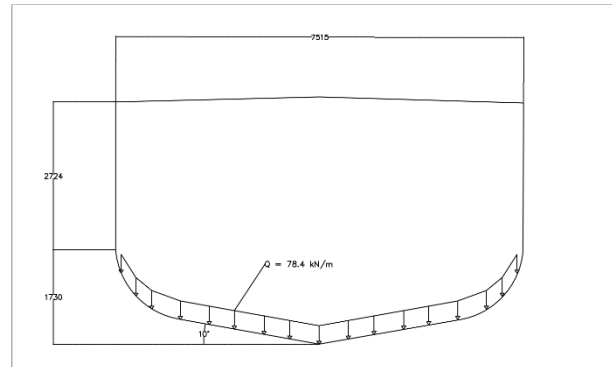
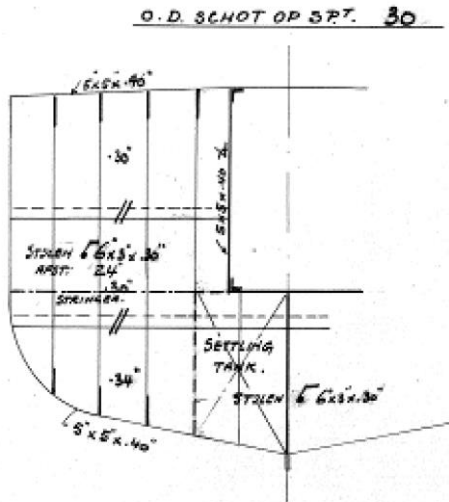
Doorsnede 1:

De achterste ondersteuning zit op 3.5m van de achterkant het schip. Daarnaast is het hoofddek hier 6.3m breed en is de Hudson hier 5.8m hoog. Er is een doorsnede bekend van het schip 1m van de ondersteuning de opbouw hiervan wordt aangehouden om een doorsnede te construeren die het meest aansluit bij de realiteit.



Doorsnede 2:

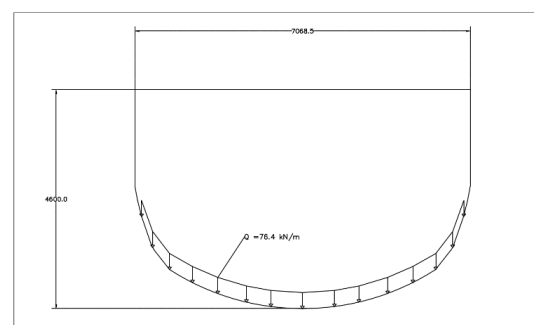
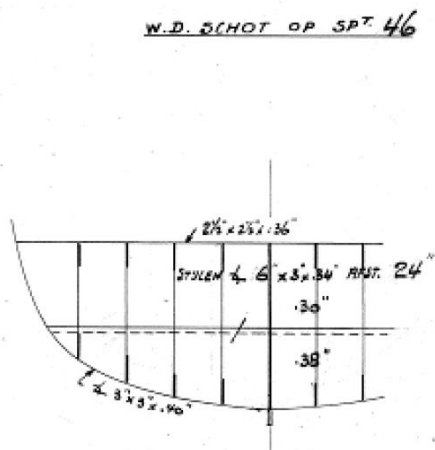
Deze ondersteuning zit op 12.90m van de locatie van doorsnede 1. De doorsnede op deze plek is te zien in figuur (...). Het schip is hier 7.5m breed en 4.54 hoog. Voor deze locatie is de volgende doorsnede gemaakt.



Doorsnede 2

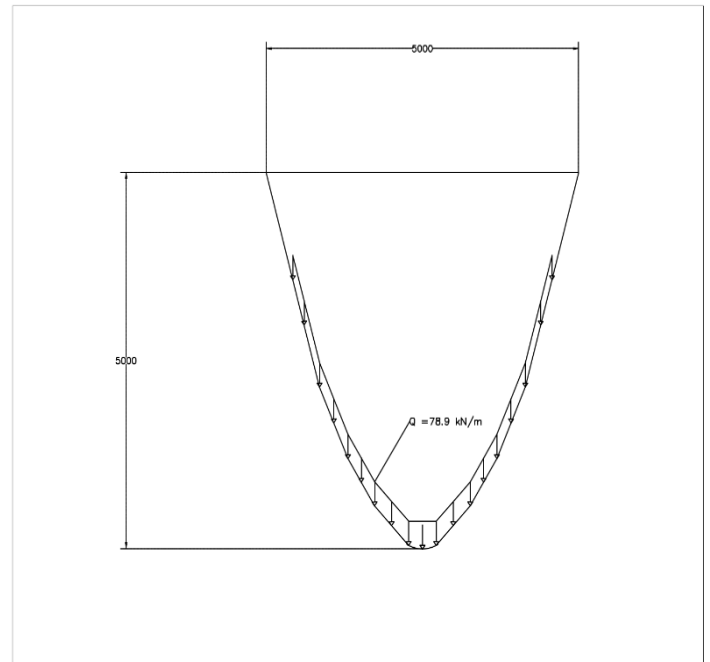
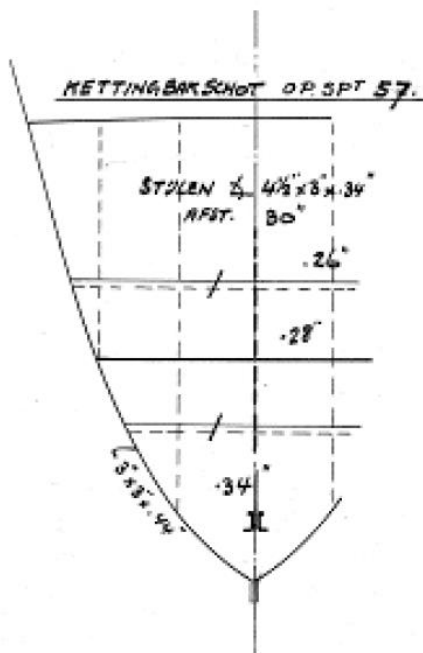
Doorsnede 3:

Doorsnede 3 zit op 12m van doorsnede 2 zie figuur (...). De breedte van het hoofddek ter hoogte van deze ondersteuning is: 7.07 m. Dit leidt tot de volgende doorsnede die ondersteund moet worden.



Doorsnede 3

Doorsnede 4: Doorsnede 4/ondersteuningspunt wordt een uitdagende omdat het schip daar een uitdagende vorm heeft de romp loopt steil omhoog. Hieronder is een doorsnede te zien van de Hudson ter plaatse van ondersteunpunt 4.



Doorsnede 4

Ontwerp bak:

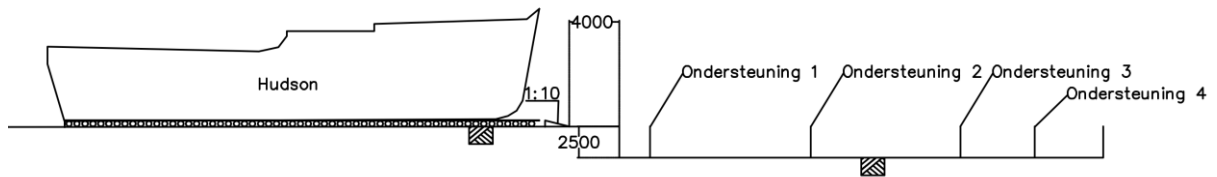
Om ervoor te zorgen dat er onderdoor gelopen kan worden is ervoor gekozen om de bak verdiept onder het maaiveld te construeren. De onderkant van de bak komt 2.5m onder het maaiveld. Zodat er nog fatsoenlijk onder de boot kan worden doorgelopen. Verder moet de bak waarin de ondersteuning geplaatst worden de horizontale krachten kunnen opnemen.

Allereerst moet bekend zijn hoe de Hudson van de SPMT op de ondersteuningsbokken terecht gaat komen. Er zijn een aantal varianten hiervoor uitgewerkt.

Hiervoor zijn een aantal mogelijkheden, als je iets ergens anders op wilt plaatsen ligt hijsen vaak voor de hand alleen in dit geval heeft dat niet de voorkeur omdat er een zwakke fundering is en weinig ruimte.

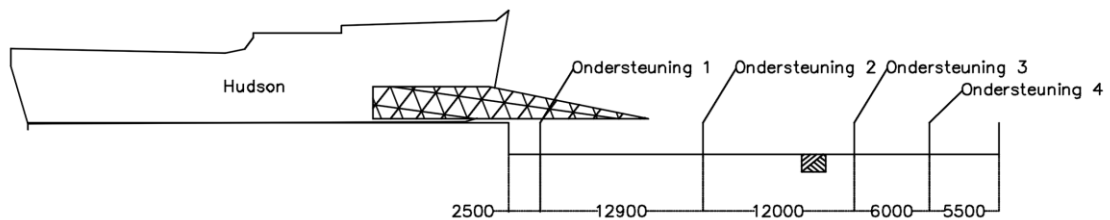
Wegens het afvallen van de optie voor het hijsen, is de overgebleven optie om de Hudson op de ondersteuning te duwen. De grootste uitdaging hiervoor is om ervoor te zorgen dat de Hudson eerst op maaiveldhoogte komt zodat de Hudson vanaf daar geduwd kan worden. De SPMT heeft een minimale hoogte van 0,54m. Om de Hudson van de SPMT af te krijgen wordt er gebruik

gemaakt van een helling met helling 1:10.



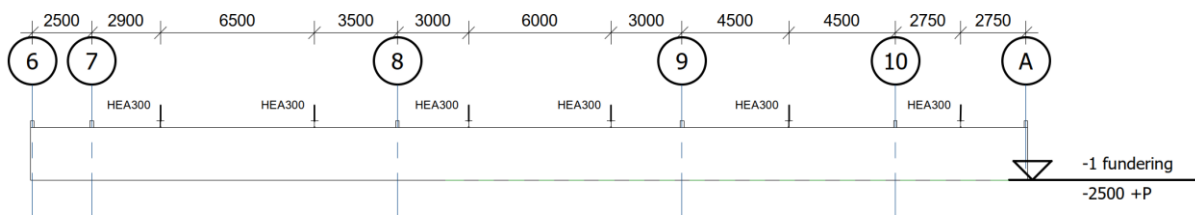
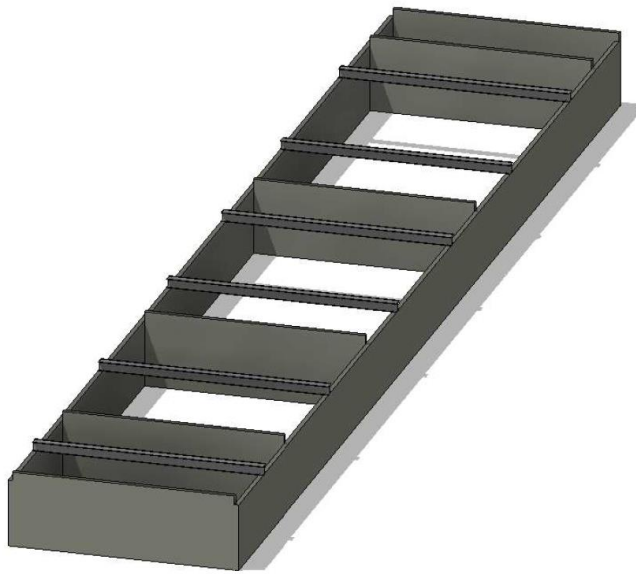
Variant 1:

Bij deze variant wordt een hulpconstructie aan de Hudson vastgemaakt om ervoor te zorgen dat de Hudson minder snel gaat kantelen. Deze hulpconstructie moet minimaal 12.9m lang zijn omdat dat de grootste tussenafstand tussen de ondersteuning is.



Variant 2:

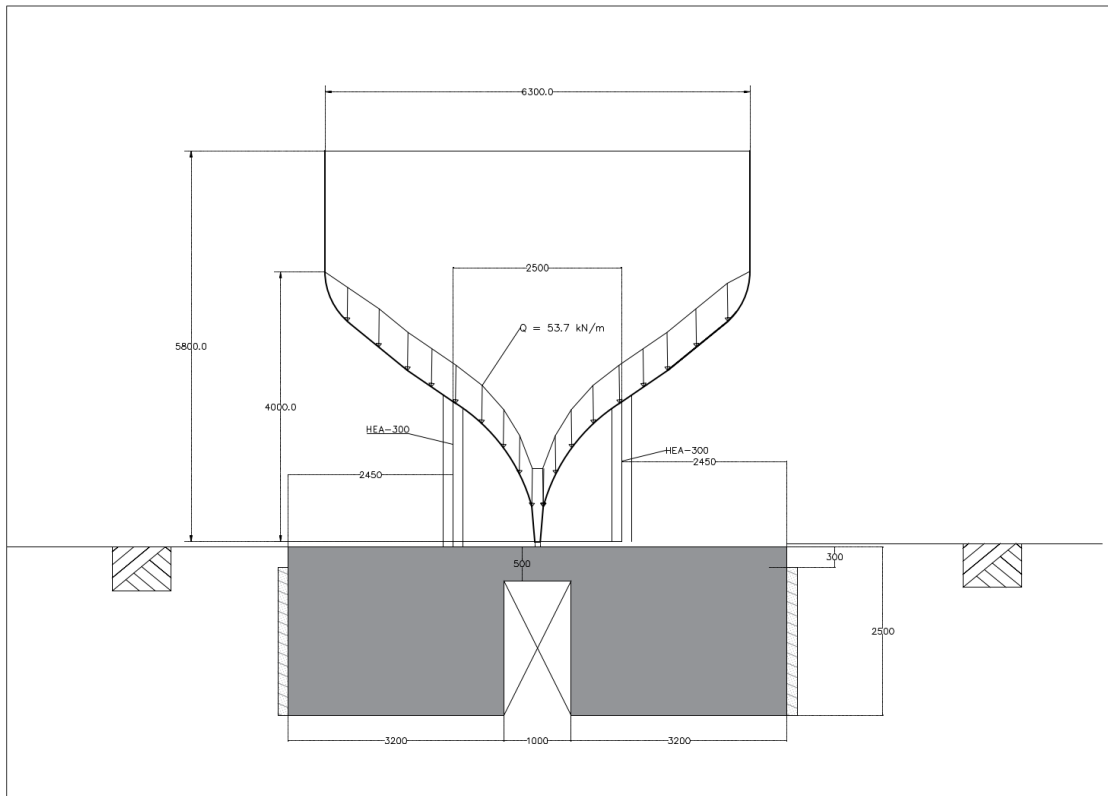
Bij deze variant worden balken dwars over beide zijdes van de bak gelegd waarover de Hudson heen kan glijden. Hiervoor moeten de wanden wat lager gemaakt worden zodat de balken later verwijderd kunnen worden. Dit leidt tot minder materiaalgebruik wat de duurzaamheid ten goed komt.



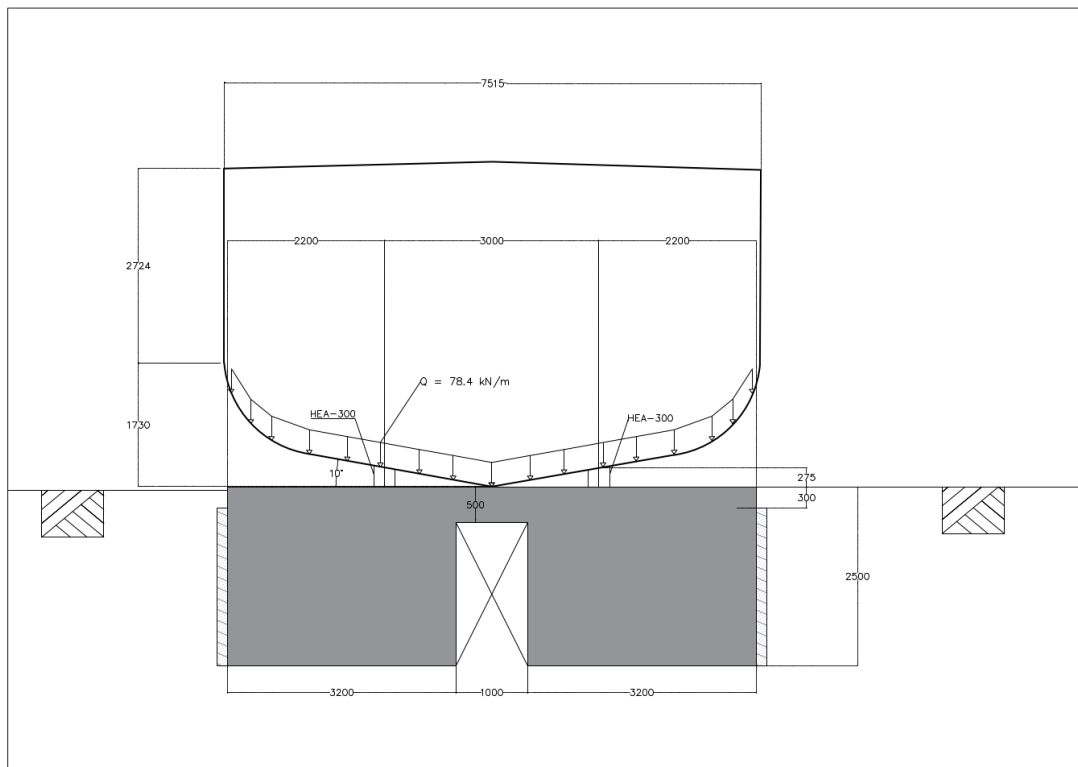
Uiteindelijk is ervoor gekozen om variant 2 verder uit te werken, en te gebruiken om de Hudson op de ondersteuning te krijgen.

Ontwerp ondersteuning:

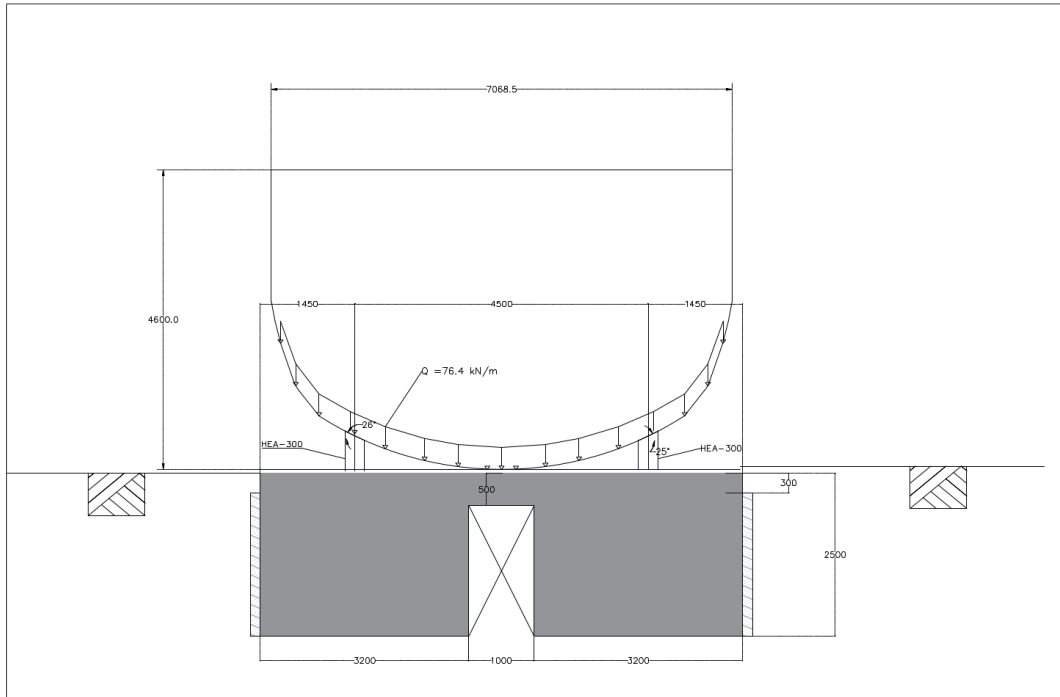
Omdat de doorsnedes van de Hudson veel verschillen op de locaties is ervoor gekozen om de ondersteuning van staal te maken zodat het makkelijk is af te stellen op de verschillende doorsnedes. In de figuur is de doorsnede te zien van een ondersteuning met het schip die erop steunt. De ondersteuning gaat bestaan uit een betonwand van 300mm dik, er komt een opening in de wand zodat er onderdoor gelopen kan worden. De betonnen wanden worden bij elke ondersteuning hetzelfde het enige wat verschilt zijn de ondersteuning van de staal profielen omdat de doorsnedes van het schip op die locaties anders zijn.



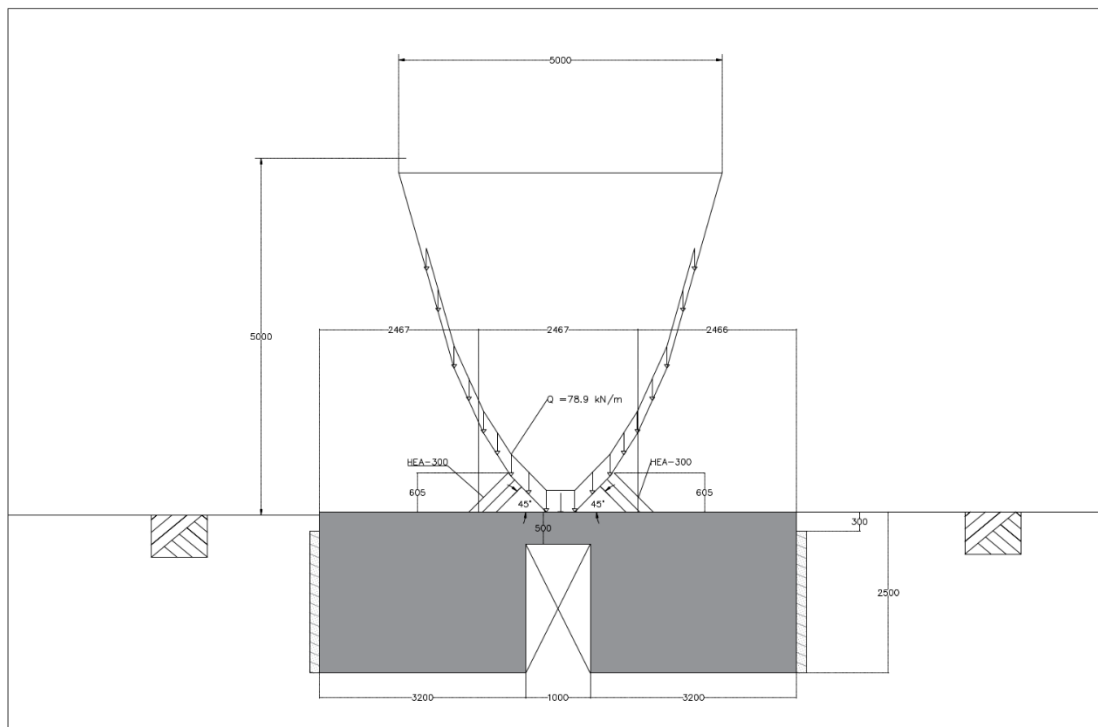
Doorsnede 1



Doorsnede 2



Doorsnede 3

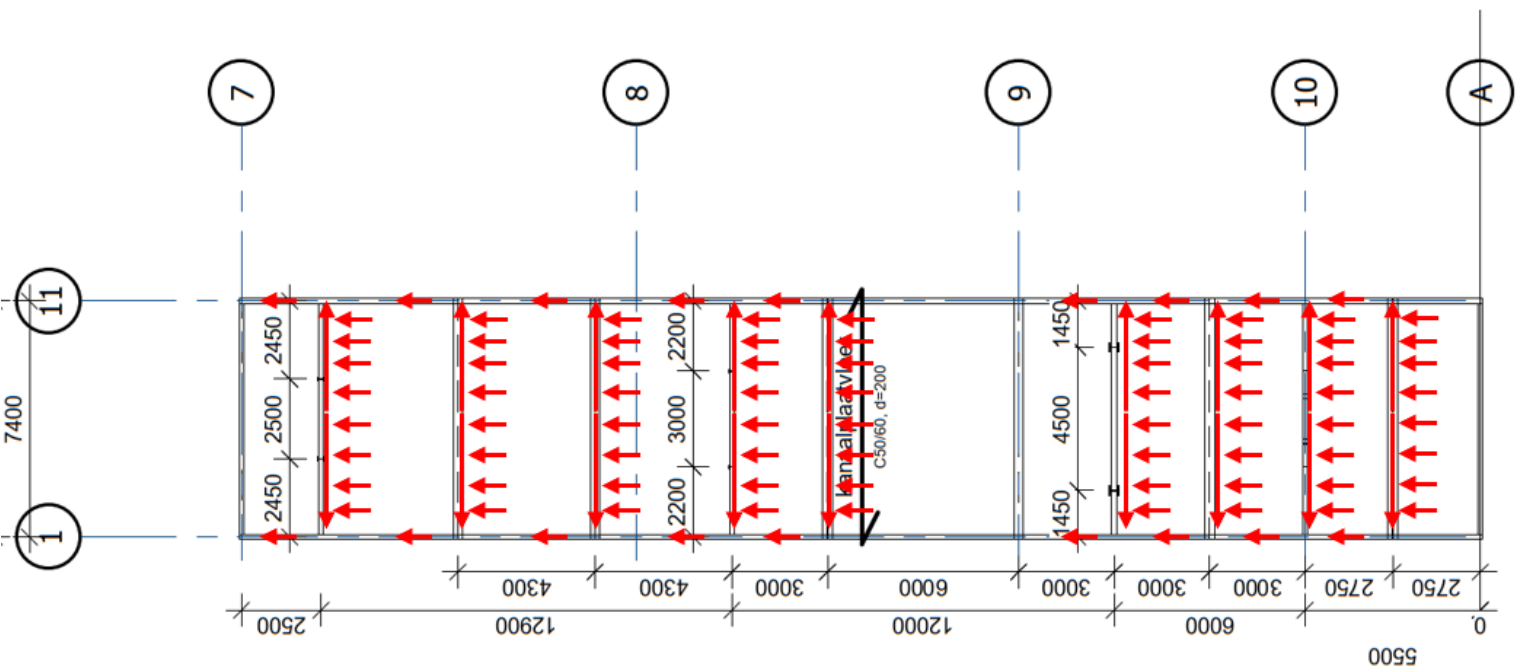


Doorsnede 4

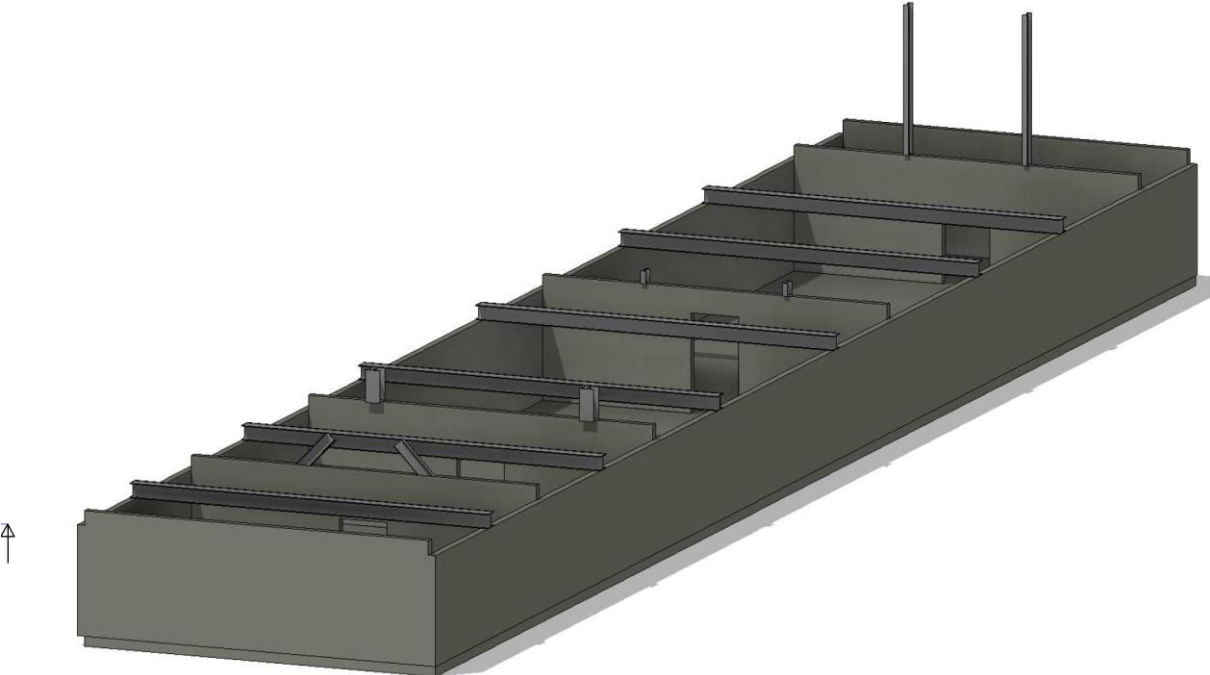
Horizontale stabiliteit:

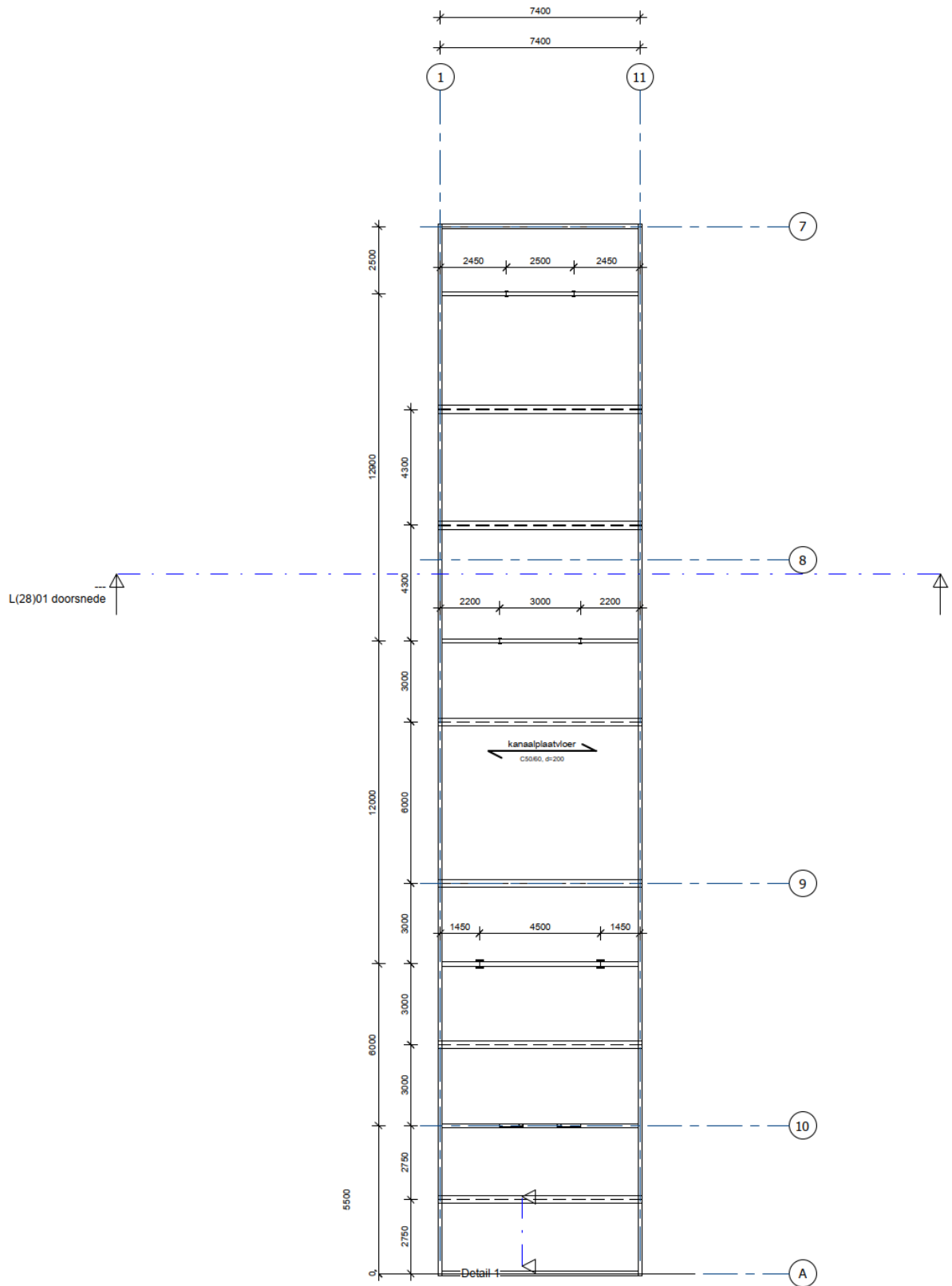
Doordat het schip op de ondersteuning geduwd gaat worden komt er veel horizontale belasting vanwege de wrijving. Daarnaast zullen het grote gewicht en geometrische imperfecties ook voor horizontale belastingen zorgen. Deze horizontale belastingen moeten worden opgevangen en ervoor zorgen dat ondersteuning blijven staan.

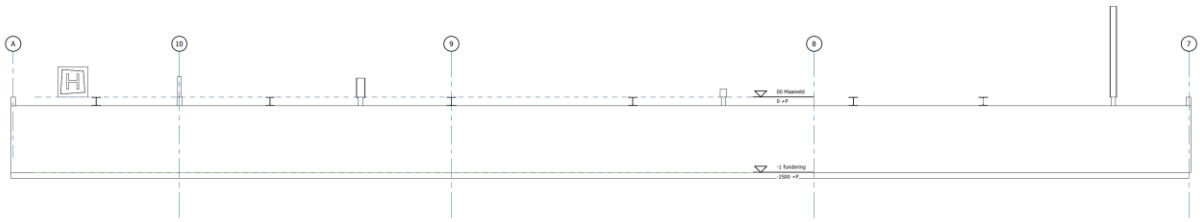
Om de horizontale belastingen op te vangen worden de ondersteuningwanden aan de wanden van de zijkant van de bak momentvast verbonden. Dit zorgt ervoor dat de horizontale belastingen via de zijwanden worden opgevangen door de wand aan de achterzijde.



Het ontwerp:





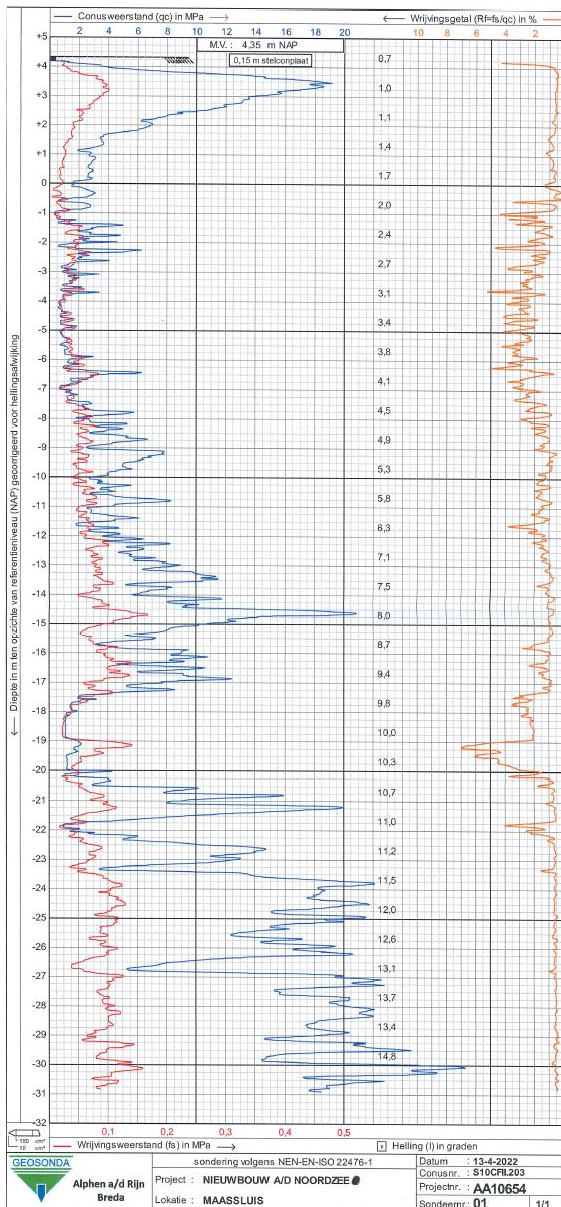


H4 Geotechniek

4.1. Geotechnische uitgangspunten

4.1.1. Bodemopbouw

Voor de sondering maken is er gebruik gemaakt van de sondering die er ontvangen is van Geosonda. Dit doen we omdat dit een moderne elektrische sondering betreft in plaats van een ouderwetse mechanische sondering welke door de opdrachtgever is verstrekt. Door de elektrische sondering is het mogelijk om de aparte grondlagen beter te onderscheiden en een beter model op te zetten van de situatie. De sondering die gebruikt wordt voor het project is hieronder in **Figuur 4** weergegeven.



Figuur 4 Gebruikte sondering via Geosonda

Uit de sondeerresultaten is het onderstaande bodemprofiel opgesteld. De bodembouw is zo goed mogelijk ingeschat voor het project/opdracht. In de bodemopbouw zitten meerderen gemixte grondlagen van zand met slappe lagen. Ook is er op deze locatie nog afzettingen van Bodemprofiel, sondering D-03

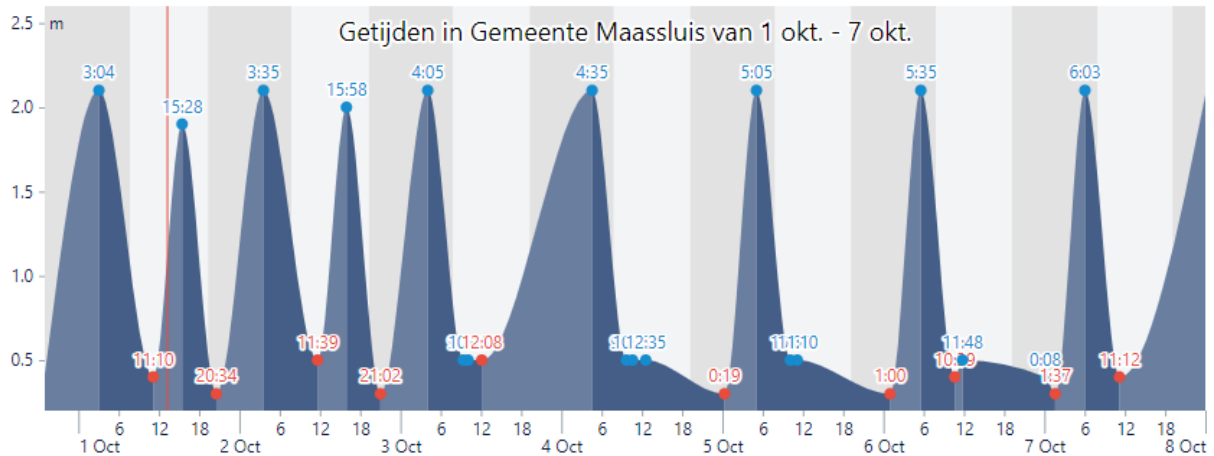
Diepte in m NAP		Bodembeschrijving
m.v.	1,90	
1,90 tot	-0,50	
-0,50 tot	-3,75	Zand
-3,75 tot	-5,75	Zand kleiig
-5,75 tot	-7,00	Klei zandig
-7,00 tot	-11,75	Klei
-11,75 tot	-17,25	Klei zandig
-17,25 tot	-18,75	Zand kleiig
-18,75 tot	-20,25	Holocene veenlaag (venige klei)
-20,25 tot	-31,00	Pleistocene zandlaag
Ongeveer -31,00		Maximale verkende diepte

Profile	Materiaal	γ	γ_{sat}	c'	ϕ	Delta ϕ	Shell factor
4.35	Top laag	18.00	20.00	0.00	30.00	20.00	1
1.90	Zand kleiig	18.00	20.00	0.00	27.00	18.00	1
-0.50	Klei zandig	18.00	18.00	10.00	22.50	15.00	1
-3.75	Klei	17.00	17.00	10.00	17.50	11.70	1
-5.75	Klei zandig	18.00	18.00	10.00	22.50	15.00	1
-7.00	Zand kleiig	18.00	20.00	0.00	27.00	18.00	1
-11.75	Zand licht kleiig	18.00	20.00	0.00	30.00	20.00	1 – 2.5
-17.25	Klei slap	14.00	14.00	10.00	17.50	11.70	1 – 2
-18.75	Veen	12.00	12.00	5.00	15.00	0.00	1 – 1
-20.25	Zand	18.00	20.00	0.00	30.00	20.00	1 – 2.5

Tabel 1 Grondopbouw

4.2. Geohydrologische gegevens

De gemiddelde waterdiepte van de projectlocatie in de buitenhaven van Maassluis is -5.8 m NAP (<https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR624626/1>). Deze locatie heeft heel veel te maken hoogtij vanuit de nabijgelegen rivier de Nieuwe Waterweg. Hierdoor is er al in een week een verschil van 2,10 m naar 0,3 m NAP. Deze factor wordt meegenomen in het project voor de berekeningen en verplaatsen van de zeesleper de Hudson. In de grafiek zijn getijden te zien van vloed en doortij van de buitenhaven.



Figuur 5 De getijden in de Haven van Maassluis

<https://nl.tideschart.com/Netherlands/South-Holland/Gemeente-Maassluis/Weekly/>

4.1 Fundatie van de Hudson

4.1.1 Varianten fundatie van de Hudson

Als eerst is gekeken of het mogelijk is om de bestaande fundering te hergebruiken in de nieuwe situatie. Als dat niet gaat moet er funderingsherstel plaats vinden. U kunt de volgende onderdelen hier vinden:

- Toetsen van de bestaande fundering vanuit de NEN-EN
- Funderingsherstel
 - Type funderingsherstel
 - Berekenen van de nieuwe fundering onder zeesleper
 - Nieuwe fundering onder de portalen
- Type funderingssystemen
 - Tubex palen
 - Fundex palen
 - Stalen buispalen
 - DPA palen

De faseringen van de verschillende systemen is in de bijlage 3 toegelicht funderingsrapport.

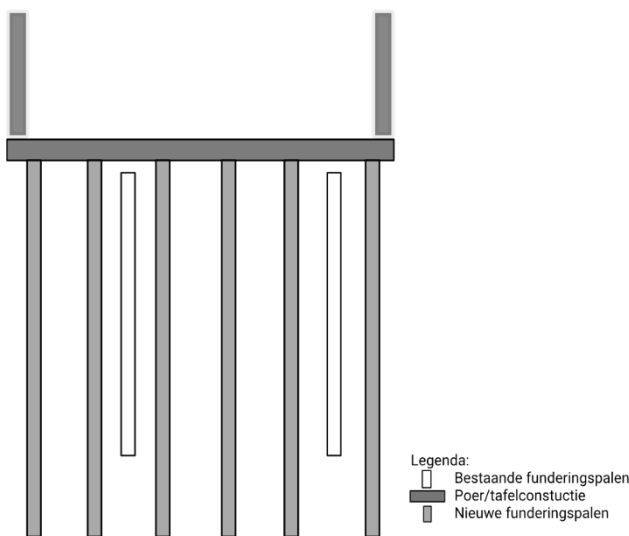
4.1.2 Afwegingen fundatie van de Hudson

In de afwegingen zijn de kosten meegenomen voor het aanbrengen van nieuwe funderingssystemen. Daarnaast is er meegenomen de bestaande regelgeving vanuit de NEN-EN. Daar kwamen de volgende resultaten uit;

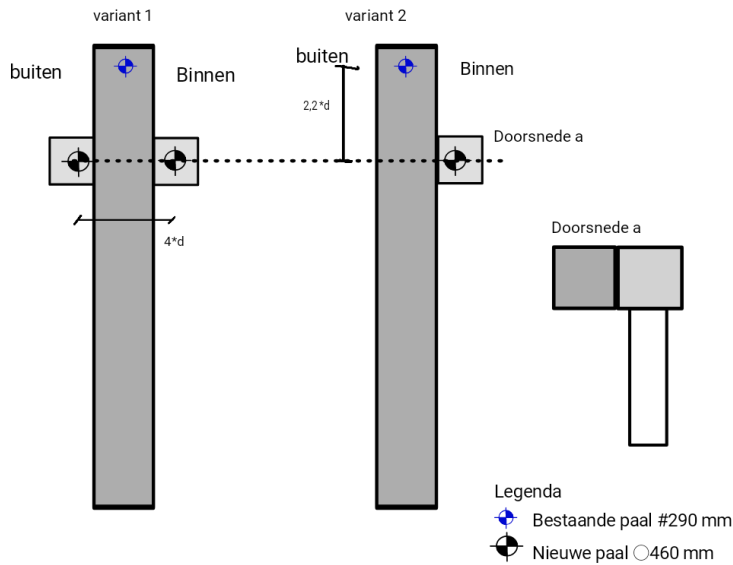
- geen visuele inspectie van de bestaande fundering
- Metingen van de vervorming van de geotechnische constructie en/of het bouwwerk

Uit de standaard is gebleken dat met de informatie die beschikbaar is vanuit de opdrachtgever en het archief dat het niet mogelijk is om de fundering te hergebruiken. Dit is nogmaals gebleken bij de berekening van het effectieve paal draagvermogen. Hieruit bleek dat het effectieve paal draagvermogen -5 kN is en 500 kN zou moeten dragen. In bijlage 3 tabel 7 zijn de resultaten te zien van de herberekening.

In overleg met de groep is er besloten om in de berekening uit te gaan dat de funderingsbalken zelf nog voldoen om in dit project het te afbakenen. Het wordt wel geadviseerd om de berekeningen en vanuit de standaard te controleren. Na een gesprek en terugkoppeling is besloten om een tafelconstructie te maken voor de nieuwe locatie voor de zeesleper te zien in figuur 3 en bij de portalen een jukconstructie i.v.m. de omgeving van het project en de gangbaarheid ervan te zien in figuur 4. De fundering voor de portalen wordt geadviseerd om op hetzelfde paalpuntniveau aan te houden als de ondersteuning.



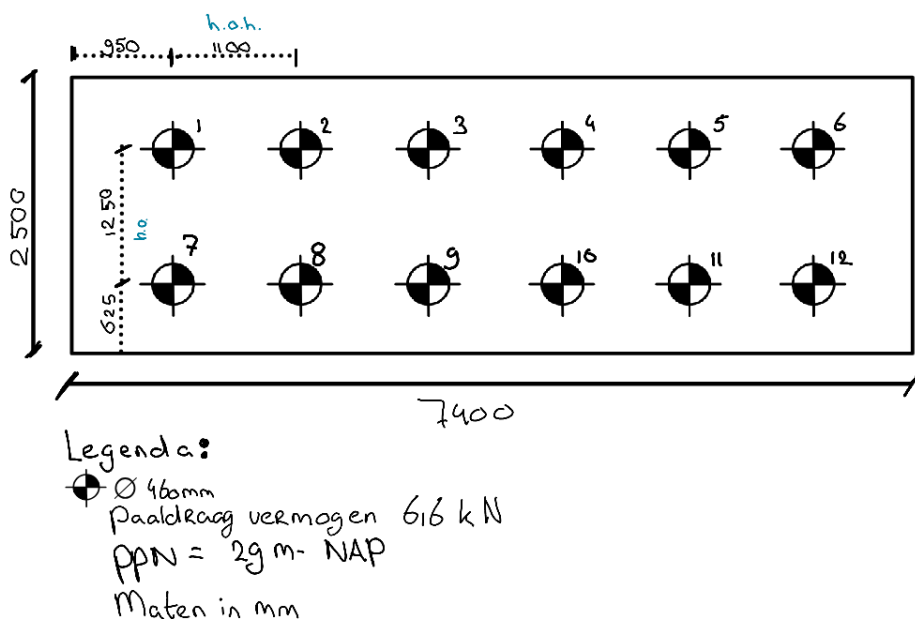
Figuur 6 Schematische weergave tafelconstructie



Figuur 7 Schematische weergave jukprincipe

Bij het bepalen van de benodigde paalpuntniveaus is rekening gehouden met het ontstaan van negatieve kleeft langs de paalschacht. De samendrukbare lagen boven de vaste zandlaag kunnen hierdoor een zetting ondergaan die groter is dan de paalverplaatsing welke nodig is voor het ontwikkelen van het draagvermogen.

Om de opdrachtgever tegemoet te komen wordt geadviseerd om een DPA-paal met een diameter van 460 mm op een paalpuntniveau van 29 m- NAP. Dit is ten opzichte van het maaiveld op 4 m NAP om aan het benodigde effectieve paal draagvermogen te komen voor het dragen van de constructie. Dit zorgt een paal draagvermogen 616 kN per paal (zwaarst belasten). De constructie belasting is 422 kN bij het toepassen van een poer van 2 rijen en per rij 6 palen. Hieronder is een schematische weergave te zien.



Figuur 8 Schematische weergaven van h.o.h.- afstand voor de fundering

4.2 Kadeverstevinging

De huidige kade is niet stevig genoeg om de Hudson overheen te transporteren. De kade zal daarom verstevigd moeten worden om dit mogelijk te maken. In dit hoofdstuk zullen de twee varianten toegelicht worden en vergeleken.

4.2.1 Varianten kadeverstevinging

Voor de verstevinging van de kade zijn er verschillende aspecten die tegen elkaar afgewogen moeten worden. Een belangrijke afweging is bijvoorbeeld of het een tijdelijke of permanenten verstevinging wordt.

Extra groutankers plaatsen

De eerste variant is een permanenten verstevinging van de huidige kademuur. De kademuur heeft in de huidige situatie ter verstevinging een rij groutankers op 1.0 + NAP zitten. Aan de achterzijden is daarnaast ook nog een gording geplaatst op de belastingen van de groutankers te verdelen. In de huidige situatie zitten deze ankers nog lang niet op hun toegestane belasting limiet, wel is heeft de complete kade niet heel veel marge meer over voor extra belastingen zie de tabel hieronder.

2.1 Maxima per Stage

Stage nr.	Stage name	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	Damwand	0,0	0,00	0,00	0,0	12,5	
2	eerste stuk ontgraven	10,0	-24,32	-18,25	0,0	15,6	
3	Ankers plaatsen	8,0	-17,37	-32,47	14,1	16,0	
4	Volledig ontgraven	34,9	131,79	-77,08	25,4	28,9	
5	Belasting toevoegen	123,8	-213,73	-95,46	26,5	30,7	
Max		123,8	-213,73	-95,46	26,5	30,7	

2.2 Anchors and Struts

Stage name	Anchor/strut Leeuwanker 70*20		
	Force [kN]	State	Status
Ankers plaatsen	80,00	Elastic	
Volledig ontgraven	81,77	Elastic	
Belasting toevoegen	89,14	Elastic	
Max	89,14		

Tabel 2 Belastingen huidige situatie

Door een rij extra groutankers te plaatsen op een hoogte van 4.0 – NAP is de kade instaat om de extra belasting die de Hudson op de kade uitoefent tijdens het transport op te nemen. In Tabel 3 is te zien wat de belastingen zijn op de damwand en de twee anker rijen. Het betreft groutankers van het zelfde type als er nu ook al in zitten met een zelfde h.o.h. afstand, hoek en lengte. Hierdoor zullen de ankers nergens kruisen en zitten ze allebei goed in de diepe zandlaag verankerd zie Figuur 9 en Tabel 4.

2.1 Maxima per Stage

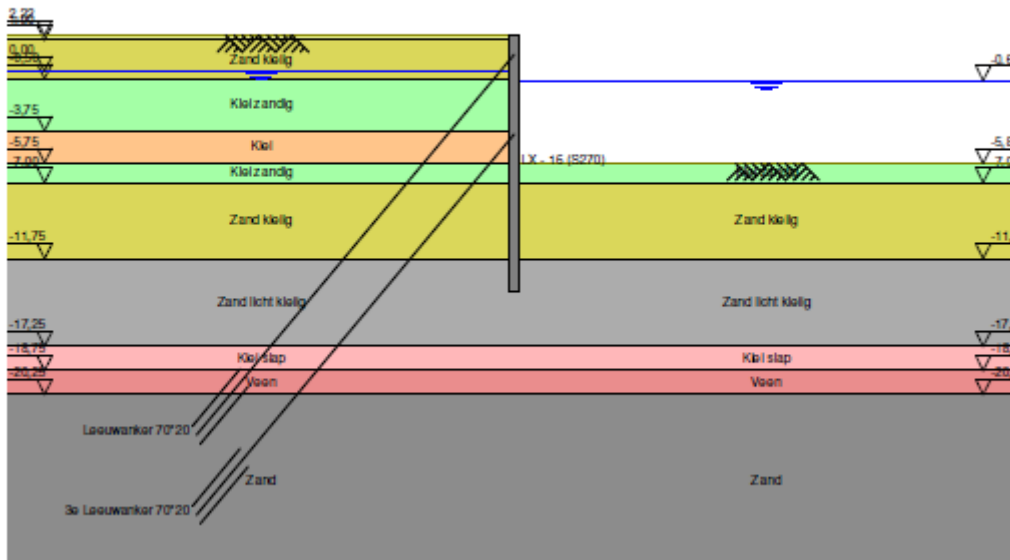
Stage nr.	Stage name	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	Damwand	0,0	0,00	0,00	0,0	12,5	
2	eerste stuk ontgraven	10,0	-24,26	-18,27	0,0	15,6	
3	Ankers plaatsen	8,0	-17,39	-32,47	14,1	16,0	
4	Tweede set ankers toeg...	13,5	60,87	42,18	0,0	25,6	
5	Belasting Hudson	251,6	-308,23	105,96	0,0	36,0	
Max		251,6	-308,23	105,96	14,1	36,0	

2.2 Anchors and Struts

Stage name	Anchor/strut Leeuwanker 70*20			Anchor/strut 3e Leeuwanker 70*20		
	Force [kN]	State	Status	Force [kN]	State	Status
Ankers plaatsen	80,00	Elastic		-		
Tweede set ankers toegevoegd	80,19	Elastic		80,00	Elastic	
Belasting Hudson	98,53	Elastic		88,60	Elastic	
Max	98,53			88,60		

Tabel 3 Belastingen extra anker

Outline - Stage 4: Tweede set ankers toegevoegd



Figuur 9 Extra ankers toegevoegd

Name	Level [m]	E-modulus [kN/m²]	Cross section [m²/m']	Wall height (Kranz) [m]	Length [m]	Angle [degree]	Design yield force [kN/m']	Side
Leeuwanker 70*20	1,00	2,100E+08	1,940E-05	0,00	37,00	-40,00	222,22	Left
2e Leeuwanker 70*20	-4,00	2,100E+08	1,940E-05	0,00	37,00	-40,00	222,22	Left

Tabel 4 Groutanker eigenschappen

Het verstevigen van de kade met extra ankers is een oplossing die weinig extra materiaal vraagt. De gehele damwand constructie kan blijven er hoeft alleen een kleine aanpassing aan gedaan te worde. Er zit alleen wel een complexiteit in de uitvoering, de ankers zullen onderwater geplaatst moeten worden dit zorgt ervoor dat de uitvoering niet alleen moeilijker zal zijn maar ook duurder. Na het transport van de Hudson hebben de nieuw geplaatste groutankers geen functie meer, het verwijderen van de ankers zal in de praktijk meer kosten met zich mee brengen dan het terug wind aan materiaal.

Tijdelijke voorzetwand plaatsen

Het voordeel van een tijdelijk versteviging is dat je geen materiaal hoeft achter te laten wat na het transport geen functie meer heeft met is niet alleen duurzamer maar zorgt er ook voor dat de huidige situatie niet beïnvloed wordt

De kade zou verstevigd kunnen worden doormiddel van een tijdelijke voorzetwand. Dit betreft een combiwand op circa 1 meter van de huidige kade die vervolgens alle belasting die ontstaan door het transport van de Hudson zal opnemen. De kracht wordt overgedragen doormiddel van zand wat tussen de huidige kade en de voorzetwand in wordt gestort. Na afloop van het transport wordt al dit zand weer weg gegraven en kan de voorzetwand weer verwijderd worden.

Vanwegen de grote belastingen moet de voorzetwand een stuk dieper gefundeerd worden en zal het een combinatie wand worden die bestaat uit HZ 1080m B-12 (s270) en AZ 14-700 (s270)

4.2.2 Afwegingen kadeversteviging

H5 Aanpassingen aan de loods

Vanwege het uitvallen van een teamlid is er voor de hal een heel globaal plan gemaakt voor de aanpassingen aan de hal. Het voorste gedeelte van de hal wordt tijdelijk verwijderd zodat de Hudson op zijn plaats geschoven kan worden, vervolgens wordt de hal weer teruggeplaatst met enkele verstevigingen en duurzaamheid aanpassingen. Er worden twee portalen toegevoegd en alle portalen komen op een andere locatie terug zodat deze opnieuw gefundeerd kunnen worden via een juk-constructie.

5.1 Duurzaamheid keuzes

Het voorste en achterste gedeelte van de hal wordt volledig geïsoleerd er komt zowel in de wanden als in het dak een laag isolatiemateriaal. Voor het dak rekenen we op een volledige benutting voor zonnepanelen. Het idee hierachter is dat dit de meeste belasting zal geven en hier kan dan op een later moment nog beter naar gekeken worden wat de wensen voor de invulling van het dak zijn.

Omdat de hal een publieke functie krijgt is ervoor gekozen om 10% van de wanden van glas te maken zodat er voldoende daglicht in de hal is. Later moet er nogmaals gekeken worden waar exact glas gewenst is en waar het niet nodig is.

5.2 Constructief ontwerp

De kolommen in het voorste gedeelte van de hal worden verwijderd om ruimte te maken voor de Hudson. Om het verwijderen van de kolommen mogelijk te maken en de extra belasting te kunnen dragen die wordt toegevoegd door de verduurzaming worden er twee extra portalen teruggeplaatst. Plaatsen twee extra portalen om de extra belasting te kunnen dragen. Dit geldt voor de voorste hal. Tenslotte moet de achterste hal verhoogd worden tot twaalf meter om ruimte te creëren voor de Hudson. Alle extra belastingen door deze aanpassingen zijn hieronder terug te vinden.

Zonnepanelen: $0.40 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 915 \text{ m}^2 * 0.4 = 366 \text{ kN}$

Isolatiemateriaal: $0.04 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 915 \text{ m}^2 * 0.04 + 1415 \text{ m}^2 * 0.04 = 93.2 \text{ kN}$

Duurzaam daglicht: $0.40 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 233 \text{ m}^2 * 0.4 = 93.2 \text{ kN}$

Eigengewicht portalen: $9 \text{ kN per portaal} \rightarrow 2 * 9 = 18 \text{ kN}$

Totaal: 570.4 kN extra belasting door verduurzaming en versteviging

5.3 Fundering van de loods

In de nieuwe situatie moet funderingsherstel uitgevoerd worden voor de gevel en onder de nieuwe poerfunderatie en een jukconstructie toepassen om nog verder uit te werken en het paal draagvermogen te controleren op een paalpunt niveau van 29 m- NAP. Voor het funderingsherstel van de zeesleper wordt een tafelconstructie gebruikt de oude funderingspalen niet meer te belasten.

Rekening houdend met de belendingen moet er een trillingsarm fundering komen. Uiteindelijk is gekozen voor DPA-palen welke voldoen uit de toetsing voor de ondersteuning van de zeesleper met een \varnothing 460 mm en een effectief paal draagvermogen van 616 kN. De maximale belasting vanuit het constructie rapport is met de partiele factoren van 1,35 meegenomen. Deze kwam uit op 422 kN vanuit de constructie bij het toepassen van funderingspoeren met 2 rijen van 6 palen. Voor de gevel komen de palen 2,2*d vanaf de oude funderingspalen. Deze moeten nog berekend worden op dit moment is het buiten beschouwing gehouden om de optimale paalpuntniveau te controleren.

Ontwerpadvies

Bijlagen Planning

Planning Loods M

Click on a period to highlight it right. Legend describing the charting follow.



In bovenstaande afbeelding is de planning te zien voor het project. De uitvoering is opgedeeld in een aantal fases:

1. Het verwijderen van de bestaande voorste hal
2. Nieuwe fundering plaatsen voor de ondersteuning van het schip en de nieuwe hal
3. Bak voor de ondersteuning bouwen
4. Kade verstevigen
5. Hudson op de kade plaatsen
6. Hudson op ondersteuning plaatsen
7. Hal opnieuw opbouwen inclusief nieuwe portalen