



# Getijdenluifel in de Maashaven

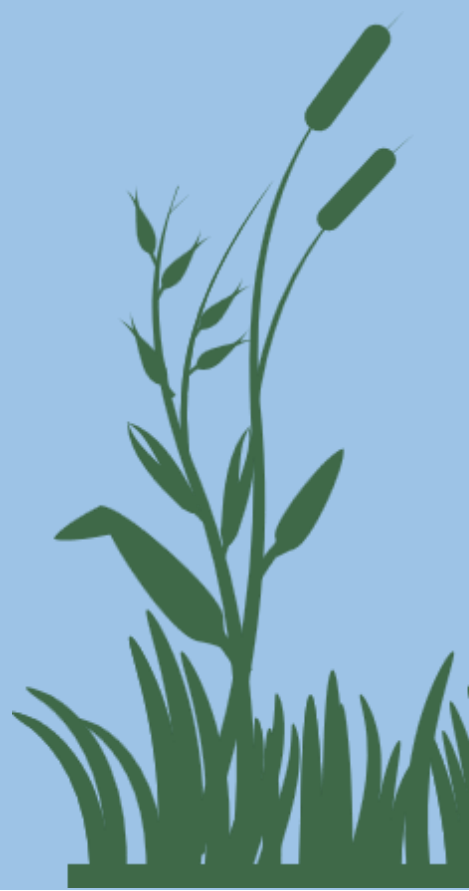
Afstudeerrapport



Nic Melsen

Gemeente Rotterdam Wilhelminakade 179

13 juni 2017



# Colofon

## Getijdenluifel in de Maashaven

### Afstudeerrapport

**Hogeschool Rotterdam**

Instituut voor Gebouwde Omgeving  
G.J. de Jonghweg 4-6  
3015GG Rotterdam  
Tel: 010 794 9494

**Student**

N.J.H. Melsen (Nic)  
Langeweg 20  
4641RA Ossendrecht  
06 36328725  
[nicmelsen@outlook.com](mailto:nicmelsen@outlook.com)  
Studentennummer: 0877362

**Afstudeerrichting**

Civiele techniek

**Afstudeerperiode**

Februari 2017 – juni 2017

**Versie: 1.0****Gemeente Rotterdam**

Stadsontwikkeling  
Wilhelminakade 179  
3072AP Rotterdam  
Tel: 14 010

**Begeleiding gemeente Rotterdam**

J.L.M. van Leeuwen (Joep)  
Adviseur, afdeling Stadsontwikkeling  
Projectmanagement en Engineering  
06 20387262  
[jlm.vanleeuwen@Rotterdam.nl](mailto:jlm.vanleeuwen@Rotterdam.nl)

**Begeleiding Hogeschool Rotterdam***1<sup>e</sup> begeleider*

A.B. Mendez Lorenzo (Anabel)  
[a.mendez.lorenzo@hr.nl](mailto:a.mendez.lorenzo@hr.nl)

*2<sup>e</sup> begeleider*

W. de Ruijter (Wim)  
[w.de.ruijter@hr.nl](mailto:w.de.ruijter@hr.nl)

**Ondertekening voor akkoord afstudeerrapport, door begeleiders en student**

J.L.M. van Leeuwen, gemeente Rotterdam

A.B. Mendez Lorenzo, Hogeschool Rotterdam

N.J.H. Melsen, student

W. de Ruijter, Hogeschool Rotterdam

## VOORWOORD

Voor u ligt het afstudeerrapport “Getijdenluifel in de Maashaven.” Dit rapport is geschreven in opdracht van J.L.M. (Joep) van Leeuwen, een adviseur van de gemeente Rotterdam. Sinds begin februari ben ik intensief bezig geweest met het analyseren van de locatie en het uitwerken van een geschikt ontwerp om het probleem in de Maashaven op te lossen.

Door middel van dit onderzoek hoop ik mijn studie civiele techniek op de Hogeschool Rotterdam af te ronden. Tijdens mijn vierjarige studie heb ik genoeg kennis en vaardigheden opgedaan om deze afstudeeropdracht uit te werken met behulp van verschillende deskundigen binnen de gemeente Rotterdam.

Bij deze wil ik graag de begeleiders en verschillende deskundigen bedanken die mij geholpen hebben om de afstudeeropdracht tot een goed einde te brengen. Allereerst Joep van Leeuwen en Jeroen Blaauw voor de betrokkenheid en enthousiaste begeleiding vanuit de gemeente Rotterdam. Daarnaast Anabel Mendez voor haar advies en begeleiding vanuit de Hogeschool Rotterdam. Ten slotte waterbouwer Edwin Koeijers, Geotechnicus Martin de Vries, Constructeur Tonny Dengkeng, hydroloog Teus Blokland en ecologen Olaf van Velthuijsen en Marijn Meijer. Door hun deskundigheid heb ik mijn verhaal completer kunnen maken en heb ik ook veel bijgeleerd buiten mijn vakgebied.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Nic Melsen  
Rotterdam, 13 juni 2017

## SAMENVATTING

---

### Achtergrondinformatie

De regio in en rondom Rotterdam was ooit een natuurlijke delta maar door de industrialisatie zijn overal harde en versteende oevers aangelegd. Doordat de natuur in Rotterdam nog maar op enkele plekken in de stad aanwezig is, is de kwaliteit van het water achteruit gegaan. Rijkswaterstaat heeft de verplichting om de waterkwaliteit naar gezonde waardes terug te brengen voor 2027. Om dit te realiseren heeft Rijkswaterstaat de opgave om 5 kilometer natuurvriendelijke oever aan te leggen vanuit de Kader richtlijn water (KRW). Samen met een aantal andere belanghebbenden is het programma “De rivier als getijdenpark” opgericht.

Dit programma wil de stad en natuur weer dichterbij elkaar brengen. Een park aan een rivier waar eb en vloed zichtbaar is, is uniek in Nederland en daarom een voorbeeld van Building with Nature. Het park heeft als doel om recreatie, natuur en educatie te verbinden.

Op locaties langs de Nieuwe Maas/Nieuwe Waterweg zijn al verschillende projecten in uitvoering, en een aantal in voorbereiding. De oostzijde van de Maashaven is zo een locatie waar de plannen in volle gang zijn.

### Probleemstelling

De Maashaven is een diepe haven bestaande uit harde glooiingen en harde verticale kades, hier is het plan om aan de oostzijde een natuurvriendelijke oever aan te leggen. Een oplossing is om een flauwe, zachte oever voor de glooiing aan te leggen. Dat kan door grond aan te brengen onder een flauwe helling. Er ontstaat dan echter door de optredende gronddruk destructieve krachten op de glooiing en omliggende kades, deze glooiing en kades zijn daar tijdens het ontwerp niet op berekend. Deze krachten zorgen voor vervormingen in de grond waardoor omliggende gebouwen en de achterliggende metrobaan schade kunnen oplopen of in het ergste geval kunnen instorten.

In een workshop met verschillende belanghebbenden is er een aantal varianten bedacht om in de Maashaven toch een getijdenpark te realiseren. De gemeente Rotterdam is bekend met flauwe oevers en drijvend groen, maar de oplossing moet zo minimaal mogelijk invloed hebben op de omgeving om schade te voorkomen. De constructie mag maar een nader te bepalen hoeveelheid horizontale krachten geven en de invloed van het getij moet zichtbaar zijn. Er is een luifelconstructie bedacht, een flauwe oever op palen in de vorm van een soort overkapping dat zijn krachten niet horizontaal maar alleen verticaal afdraagt aan de ondergrond. Gemeente Rotterdam kwam met de afstudeeropdracht om een ontwerp te maken voor “De getijdenluifel”.

### De getijdenluifel

De getijdenluifel is een constructie waar de invloed van het getij zichtbaar op moet zijn. Om tot het ontwerp van de getijdenluifel te komen is er eerst gekeken naar wat de eisen en wensen zijn van de belanghebbenden in de Maashaven. Vervolgens is er analyse gedaan op hydrologisch, ecologisch en geotechnisch vakgebied. Uit de resultaten van de analyse is er een programma van eisen opgesteld om daar het ontwerp aan te toetsen. Het ontwerp bestaat uit een hoog en laag gedeelte waarbij het hoge gedeelte bestemd is voor recreatie/ educatie, dit gedeelte valt buiten de scope omdat het geen onderdeel is van de luifelconstructie. Het hoge gedeelte is wel in het ontwerp meegenomen omdat de belanghebbenden het belangrijk vinden om een gebied voor recreatie/educatie toe te voegen aan de Maashaven. Het lage gedeelte (de getijdenluifel) is een constructie waar zoveel mogelijk natuurlijke materialen toegepast zijn. De constructie is te verschalen en heeft hellingen in twee richtingen om zo zoveel mogelijk lengte en oppervlak voor de KRW doelstellingen te creëren. Het

voorstel is om een proefproject (pilot) te maken voor deze constructie omdat het nog onbekend is of de constructie aan de verwachtingen zal voldoen. Als de resultaten van de pilot goed zijn kan de getijdenluifel toegepast worden in de Maashaven en andere locaties waar soortgelijke problemen optreden.

### **Ontwerp in de Maashaven**

Het voorstel voor de Maashaven is om twee luifels te realiseren, één in de noordoostelijke hoek en één in de zuidoostelijke hoek. Deze getijdenluifels hebben per stuk een afmeting van 80 meter bij 32 meter maar zijn te verschalen tot de gehele oostzijde van de Maashaven.

### **Kansen voor andere gebieden**

De getijdenluifel kan ook prima toegepast worden op andere locaties. In het stadsgebied van Rotterdam liggen nog genoeg havens met soortgelijke problemen waar het toepassen van de getijdenluifel een uitkomst kan zijn. De getijdenluifel heeft vele voordelen, zo wordt het leefgebied voor planten en dieren hersteld en verbetert het de waterkwaliteit. Ook zorgt een langzaam oplopende rivieroever voor remming van de golfoploop en daarmee een betere bescherming bij hoogwater waardoor de getijdenluifel, mits breed genoeg uitgevoerd, ook bijdraagt aan een toekomstbestendig Rotterdam.

### **Conclusie**

Door het toepassen van een getijdenluifel in de Maashaven of andere locaties kan er een flinke bijdrage geleverd worden aan o.a. de KRW doelstellingen én de vergroeningsopgave van de gemeente. Dankzij schoner water en nieuwe rustplaatsen zal het nieuwe natuurgebied aantrekkelijk zijn voor vis en vogelsoorten die vanaf zee naar het binnenland trekken. Hierdoor zal de getijden-ecologie in Rotterdam weer terugkeren.

## INHOUDSOPGAVE

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| Voorwoord .....                                            | iii |
| Samenvatting.....                                          | iv  |
| 1. Inleiding .....                                         | 1   |
| 1.1 Achtergrond.....                                       | 1   |
| 1.2 Aanleiding.....                                        | 2   |
| 1.3 Probleemstelling.....                                  | 2   |
| 1.4 Workshop .....                                         | 2   |
| 1.5 Doelstelling.....                                      | 4   |
| 1.6 Afstudeeropdracht .....                                | 4   |
| 1.7 Project grenzen.....                                   | 5   |
| 1.8 Project scope .....                                    | 5   |
| 1.9 Leeswijzer .....                                       | 5   |
| 2. Onderzoeksmethode.....                                  | 6   |
| 2.1 Kwalitatief onderzoek.....                             | 6   |
| 2.2 Werkwijze.....                                         | 6   |
| 3. Analyse Maashaven.....                                  | 7   |
| 3.1 Plangebied .....                                       | 7   |
| 3.2 Bestaande situatie .....                               | 8   |
| 3.3 Gewenste situatie.....                                 | 16  |
| 4 Programma van eisen.....                                 | 17  |
| 4.1 Randvoorwaarden en uitgangspunten.....                 | 17  |
| 4.2 Doelenboom locatie specifiek programma van eisen ..... | 18  |
| 5 Oplossingsvarianten .....                                | 19  |
| 6 Multi criteria analyse (MCA).....                        | 21  |
| 7 Definitieve variant .....                                | 26  |
| 7.1 Tekeningen .....                                       | 26  |
| 7.2 Proefproject (Pilot).....                              | 30  |
| 7.3 Ontwerp locatie Maashaven .....                        | 31  |
| 7.4 Opbouw .....                                           | 31  |
| 7.5 Voordelen van de constructie .....                     | 32  |
| 7.6 Berekeningen.....                                      | 33  |
| 7.7 Werkwijze.....                                         | 35  |
| 7.8 Beheer en onderhoud .....                              | 36  |
| 7.9 Transport en opslag.....                               | 36  |

|      |                                                                                                     |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.10 | Kostenraming .....                                                                                  | 37 |
| 7.11 | Wat als er gebruikt gemaakt wordt van een betonnen bak of composiet .....                           | 38 |
| 7.12 | Kansen voor andere gebieden.....                                                                    | 39 |
| 8    | Conclusie en aanbeveling .....                                                                      | 41 |
| 8.1  | Wat zijn de eisen en wensen van de verschillende stakeholders? .....                                | 41 |
| 8.2  | Wat zijn de verschillende varianten die mogelijk zijn voor de getijdenluifel in de Maashaven? ..... | 41 |
| 8.3  | Welke variant is reëel uitvoerbaar en ook financieel het meest aantrekkelijk?.....                  | 41 |
| 8.4  | Is het mogelijke het uiteindelijke ontwerp op andere locaties toe te passen? .....                  | 42 |
| 8.5  | Aanbevelingen.....                                                                                  | 42 |
|      | Bibliografie .....                                                                                  | 43 |
| 1.   | Bijlage 1 analyse Maashaven.....                                                                    | 1  |
| 1.1  | Algemene gegevens.....                                                                              | 1  |
| 1.2  | Bodemgegevens .....                                                                                 | 8  |
| 1.3  | Hydrologische gegevens.....                                                                         | 12 |
| 1.4  | Ecologische gegevens.....                                                                           | 17 |
| 1.5  | Slimme innovaties toe te passen in het gebied (kansen).....                                         | 20 |
| 1.6  | Bestaande tekeningen.....                                                                           | 22 |
| 2    | Bijlage 2 Programma van eisen .....                                                                 | 23 |
| 2.1  | Locatie specifiek programma van eisen .....                                                         | 23 |
| 2.2  | Generiek programma van eisen .....                                                                  | 28 |
| 3    | Bijlage 3 Notitie krachten op metro .....                                                           | 33 |
| 4    | Bijlage 4 Juridische paragraaf.....                                                                 | 43 |
| 5    | Bijlage 5 Variantenstudie.....                                                                      | 46 |
| 5.1  | Locatie en vorm van de getijdenluifels.....                                                         | 46 |
| 5.2  | Varianten .....                                                                                     | 46 |
| 5.3  | Varianten met een gedeelte.....                                                                     | 47 |
| 5.4  | Varianten met twee gedeeltes .....                                                                  | 48 |
| 5.5  | Extra mogelijkheden bij de varianten.....                                                           | 51 |
| 6    | Bijlage 6 Berekening definitieve variant.....                                                       | 52 |
| 6.1  | Gegevens en uitgangspunten .....                                                                    | 52 |
| 6.2  | Berekening getijdenluifel handmatig .....                                                           | 54 |
| 6.3  | Controle berekening met Scia engineer .....                                                         | 61 |
| 7    | Bijlage 7 Voorlopig ontwerp.....                                                                    | 81 |

# 1. INLEIDING

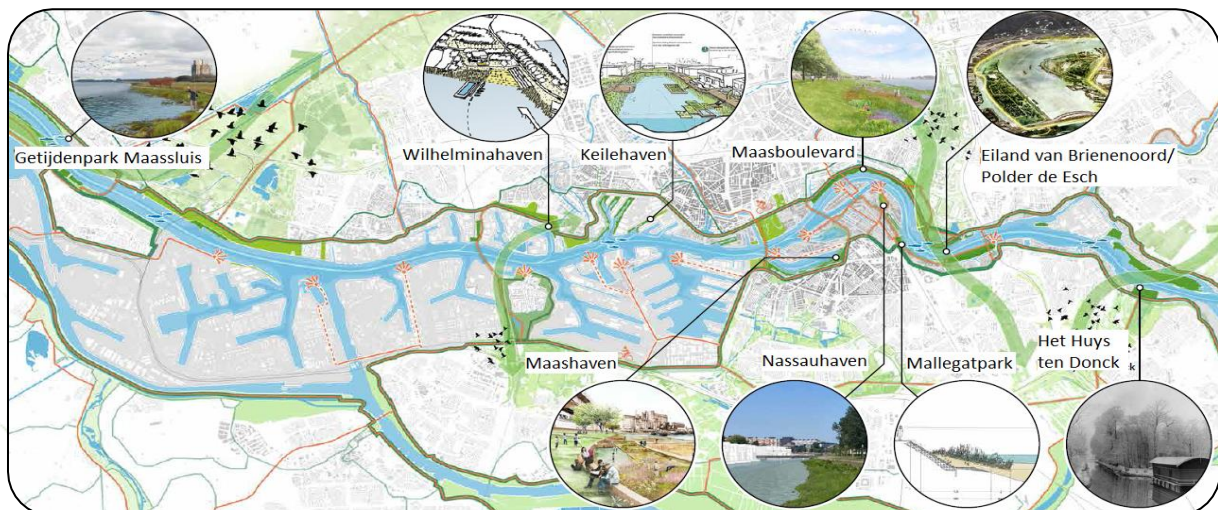
Rotterdam is een grote havenstad gelegen aan de Nieuwe Maas in het westen van Nederland. De haven bestaat nu vooral uit grote industriële gebouwen, lange verharde oevers en relatief weinig groen. In het gebied bekend als "Stadshavens" neemt de havenactiviteit af door het verhuizen van bedrijven naar het westen (o.a. naar de Tweede Maasvlakte). Deze oude havenruimte kan Rotterdam goed gebruiken voor stadsontwikkeling waaronder voor nieuwe bestemmingen op en langs het water. (Stadshavens Rotterdam, 2009). In dit hoofdstuk worden randvoorwaarden en uitgangspunten genoemd die meegenomen worden in het programma van eisen, te vinden in hoofdstuk 4.

## 1.1 ACHTERGROND

Conform de adviesnorm van de Wereld Gezondheid Organisatie moet er voor elke inwoner 9 m<sup>2</sup> aan openbaar groen aanwezig zijn binnen een bepaald gebied. Op veel locaties voldoet Rotterdam nog niet aan deze norm. Rotterdam wil de stad en de natuur weer dicht bij elkaar brengen. In 2014 is het programma "De rivier als getijdenpark" opgezet. De provincie, gemeenten, Project Mainportontwikkeling Rotterdam, Rijkswaterstaat en Europa hebben samen miljoenen aan uitvoeringsgeld beschikbaar gesteld.

Door meer groen en natuur toe te voegen aan een rivier met eb en vloed ontstaat een aantrekkelijk nieuw landschap. Het getijdenpark sluit aan bij de doelen van de Rotterdamse Adaptatiestrategie om een aantrekkelijke, duurzame en klimaatbestendige stad te ontwikkelen. Het programma draait nu bijna drie jaar, er zijn al meerdere projecten in uitvoering en voor andere locaties loopt de planvorming.

De Maashaven is één van deze locaties (zie *figuur 1*). In het gebied rond de Maashaven worden veel nieuwe woningen gebouwd. Daarbij is er op deze locatie en de achterliggende wijk een tekort aan (recreatief) groen. Volgens de adviesnorm van de Wereld Gezondheid organisatie moet er in dit gebied nog 5 hectare aan openbaar groen bij. De Maashaven is aangeduid als locatie waar veel mogelijkheden samenkomen. Met zijn stedelijke context is dit bij uitstek de plek waar stads- en natuurontwikkeling samen kunnen gaan. (De Urbanisten, 2016)



*Figuur 1 Locaties nieuwe projecten (De Urbanisten, 2016)*

Voor Rijkswaterstaat ligt er de opgave om de doelen van de Kader Richtlijn Water (KRW) voor 2027 te behalen (zie *bijlage 4*). De richtlijn schijft voor dat uiterlijk in 2027 in heel Europa de kwaliteit van alle wateren zowel chemisch (schoon) als ecologisch (gezond) op orde moet zijn. Rijkswaterstaat heeft als één van de maatregelen de afspraak om 5 kilometer natuurvriendelijke oever aan te leggen in de regio, de Maashaven kan hier een onderdeel van worden. Voor de natuurlijke oever is het van belang dat de helling zo flauw mogelijk is en het oppervlak dat nat en droog valt zo groot mogelijk is.

## 1.2 AANLEIDING

De kade van de Maashaven was vroeger een belangrijke laad- en los locatie voor de plaatselijke markt en andere voorzieningen. Dit alles veranderde doordat de havenactiviteit op de kade afnam, er een bovengrondse metro werd aangelegd en de bedrijven wegtrokken richting het nieuwe havengebied. Nu deze haven zijn functie heeft verloren als laad- en los locatie, wordt de haven opnieuw ingericht, de ligplaatsen voor de binnenvaart veranderen en de ooit zo



*Figuur 2 Glooiing Maashaven*

levendige kade kan gebruikt worden voor het programma Rivier als Getijdenpark (De Urbanisten, 2016). De oever aan de oostzijde bestaat uit een harde glooiing (zie *figuur 2*). Een natuurlijke oever met grond onder een flauw talud, met een zone, die bij eb droogvalt, is een gewenste nieuwe inrichting. Echter, als hier grond aangevuld wordt ontstaat er een actieve gronddruk tegen de glooiing wat leidt tot mogelijk ongewenste zettingen en deformaties waardoor de fundering van het metrostation kan bezwijken (zie *Bijlage 3*). Er moet dus een ontwerp bedacht worden dat voldoet aan alle eisen van de stakeholders en geen extra horizontale belasting geeft tegen de glooiing.

## 1.3 PROBLEEMSTELLING

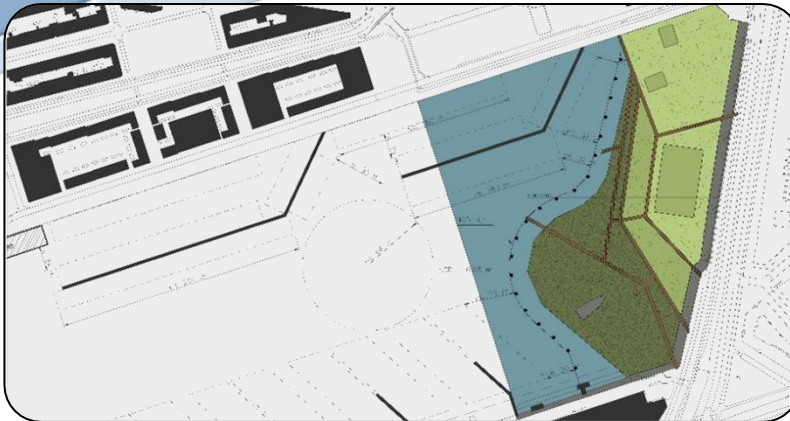
In de Maashaven kan geen natuurvriendelijke oever worden gecreëerd door de haven op de traditionele manier met grond aan te vullen. Door het gewicht van vijftien meter grond tegen de glooiing leidt deze oplossing tot een negatieve, waarschijnlijk destructieve invloed op de omgeving (aangrenzende oevers, kademuren, gebouwen Maashaven No1, de silo met bijbehorende graanelevatoren en metroviaduct). In bijlage 3 notitie krachten op de Metro is de notitie toegevoegd waarin bovenstaande bevestigd wordt, tevens het uitgangspunt voor de afstudeeropdracht.

- *Randvoorwaarde: Op de kade moet zo min mogelijk horizontale kracht komen, in een nader onderzoek moet uitgezocht worden wat deze maximale kracht is.*
- *Uitgangspunt: De bestaande glooiing en kades blijven intact, hier worden geen sloopwerkzaamheden uitgevoerd.*

## 1.4 WORKSHOP

Op 31 januari 2017 is er een workshop georganiseerd om kennis te maken met de verschillende stakeholders. In de workshop is toegelicht welke belangen deze partijen hebben. De workshop had als doel om na te denken over oplossingsvarianten. De varianten moeten als uitkomst hebben dat er een natuurvriendelijke getijden-oever ontstaat die een zo minimale actieve gronddruk veroorzaakt op de glooiing en de rest van de omgeving. In de workshop was het doel om met de kennis van verschillende disciplines een aantal kansrijke varianten te ontwikkelen voor het Getijdenpark Maashaven. De huidige variant gaat uit van verondiepen met grond (zie *figuur 6*). De workshop resulteerde in de volgende drie varianten:

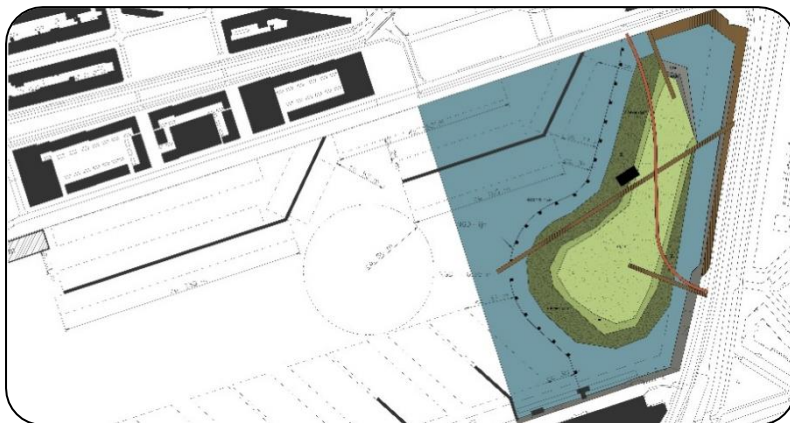
- **Optimalisatie huidige variant**  
Bij de optimalisatie van de huidige variant wordt er gekeken of het mogelijk is om het gewicht van het getijdenpark te reduceren. Er wordt aan gedacht om lichtere materialen aan te brengen zoals schuimbeton, biofoam of eventueel met geotubes ingesloten slib. Ook wordt er gedacht om met holle ruimtes te werken bijvoorbeeld met oude containers (zie *figuur 3*).



Figuur 3 Variant 1 vaste variant

➤ **Eiland variant**

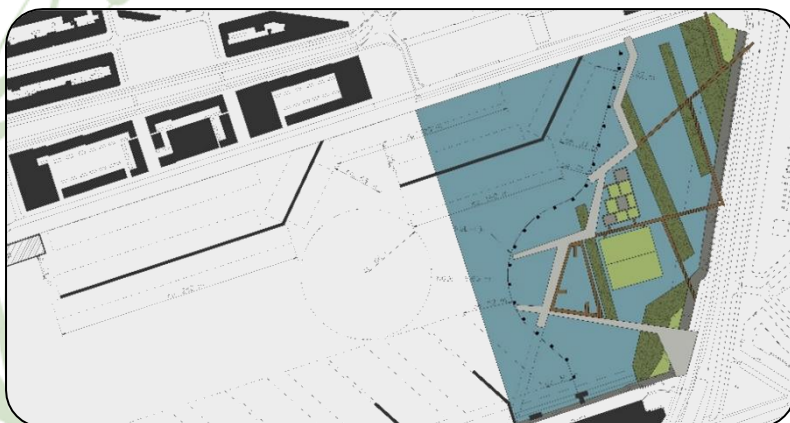
Bij deze variant wordt er gekeken of de kades en glooiingen ontlast kunnen worden door een eiland te creëren dat los staat van de glooiing. Met deze oplossing wordt de glooiing ontlast en kan er gebruik gemaakt worden van de grond die vrijkomt bij verdieping van de Nieuwe-Waterweg (zie figuur 4).



Figuur 4 Variant 2 eiland variant

➤ **Drijvende variant**

Deze variant bestaat uit drijvende en vaste constructies, onder drijvende constructies vallen drijvende fietspaden, plantenbakken, speeltuinen helofytenfilters in combinatie met de mogelijkheid om er tussendoor te varen en visteelt. De vaste constructie is een kunstmatige natuurvriendelijke oever, de zogenaamde getijdenluifel die de oever horizontaal niet belast en de verbinding is tussen de glooiing en de drijvende componenten. Dit resulteerde in het voorstel voor de afstudeeropdracht: "Getijdenluifel in de Maashaven". (zie figuur 5). De afstudeeropdracht wordt verder toegelicht in hoofdstuk 1.6.



Figuur 5 Variant 3 drijvende variant

*Uitgangspunten uit de workshop:*

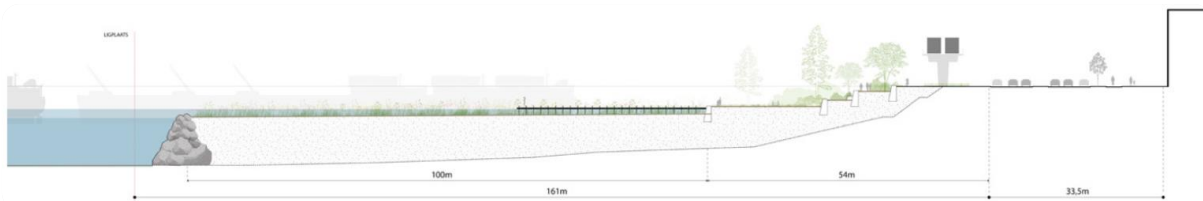
- *Getijdenluifel is in de noordoost- en zuidoostelijke hoek van de Maashaven gepositioneerd.*
- *De getijdenluifel kan niet in contact komen met scheepsvaart in de Maashaven omdat op de scheiding van het plangebied een drijvend fietspad annex golfbreker wordt aangelegd dat het gebied beschermd tegen scheepsvaart en golfslag.*
- *De vorm van de getijdenluifel is aanpasbaar en modulair.*

## 1.5 DOELSTELLING

De doelstelling binnen de Drijvende variant is om een flauwe oever, die droogvalt bij eb, te realiseren zonder dat sprake is van verondiepen. Om de doelstelling te halen wordt een zogenaamde “getijdenluifel” ontworpen en gedimensioneerd, die uitvoerbaar en financieel aantrekkelijk is. Voor het ontwerp moet er rekening gehouden worden met alle eisen van de stakeholders. Denk hierbij aan functies als recreatie, beleving, natuurwaarde en waterkwaliteit.

## 1.6 AFSTUDEEROPDRACHT

Voor het realiseren van een natuurvriendelijke oever in de Maashaven is er eerst aan gedacht om het gebied voor de glooiing volledig aan te vullen met grond dat vrij is gekomen bij de verdieping van de Nieuwe-Waterweg (zie *figuur 6*). Deze aanvulling blijkt echter tot een ongewenste actieve gronddruk te leiden met krachten en deformaties tegen de huidige glooiing en kades als gevolg. Er moet dus gezocht worden naar een andere oplossing om een natuurvriendelijke oever te ontwerpen. De oplossing moet wel voldoen aan alle eisen van de stakeholders. De gemeente Rotterdam wil dit realiseren door een zogenaamde “getijdenluifel” toe te passen. Het doel van dit afstudeerproject is om dit idee uit te werken tot een financieel aantrekkelijk en technisch uitvoerbare constructie.



*Figuur 6 Voorstel eerste getijdenterras bij de Maashaven (De Urbanisten, 2014)*

### Onderzoeksvragen

Om de doelstelling te behalen is er een hoofdvraag en een aantal deelvragen opgesteld. Het onderzoek zal worden uitgevoerd aan de hand van deze vragen.

De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt:

- *Hoe ziet het ontwerp voor een getijdenluifel in de Maashaven eruit, die civieltechnisch haalbaar is (financieel aantrekkelijk en uitvoerbaar) en voldoet aan alle gestelde eisen van de stakeholders?*

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn een aantal deelvragen opgesteld die verder in het onderzoek beantwoord worden. De deelvragen luiden als volgt:

- *Wat zijn de eisen en wensen van de verschillende stakeholders?*
- *Wat zijn de verschillende varianten die mogelijk zijn voor de getijdenluifel in de Maashaven?*
- *Welke variant is reëel uitvoerbaar en ook financieel het meest aantrekkelijk?*
- *Is het mogelijke het uiteindelijke ontwerp op andere locaties toe te passen?*

## 1.7 PROJECT GRENZEN

Voor het afstudeerproject “Getijdenluifel in de Maashaven” is er een ontwerp gemaakt voor twee getijdenluifels, één in de noordoostelijke- en één in de zuidoostelijke hoek. De getijdenluifel bestaat uit een geleidelijke overgang van kade naar water waardoor openbare ruimte, natuurwaarden en beleving van het getij worden toegevoegd en de stad weer op een aantrekkelijke wijze aan de haven wordt gehecht. In de Maashaven is een oppervlakte van 5 hectare vrijgegeven voor het realiseren van een getijdenpark (zie *figuur 7*), de getijdenluifel valt binnen dit oppervlak. Naast dit oppervlak vallen ook de kades binnen de projectgrenzen, de noord-, oost- en zuid kade, aangegeven met de blauwe lijn, vallen ook onder het project. Er is onderzoek gedaan naar verschillende constructies voor de luifel, denk hierbij aan drijvend, op palen, of een combinatie hiervan. Ook zijn er verschillende materialen met elkaar vergeleken.



*Figuur 7 Projectgrenzen van het getijdenpark (De Urbanisten, 2016)*

## 1.8 PROJECT SCOPE

Aan de hand van bestaande gegevens is er een haalbaarheidsstudie uitgevoerd en is er een voorlopig ontwerp gemaakt voor het hellende gedeelte van de getijdenluifel in het plangebied. De getijdenluifel is ontworpen aan de hand van eisen en wensen van stakeholders en aangenomen uitgangspunten. In het voorlopig ontwerp wordt aangetoond of het ontwerp voldoet aan het programma van eisen, welke keuzes er gemaakt zijn met onderbouwing en hoe het ontwerp eruit gaat zien. Het ontwerp is onderbouwd met een analyse van de locatie, berekeningen, 2D tekeningen (plattegrond en doorsneden), materiaalstudie en een aantal realistische impressies vanuit een 3D model.

## 1.9 LEESWIJZER

Het afstudeerrapport is verdeeld in acht hoofdstukken. In hoofdstuk 1 en 2 wordt duidelijk wat het afstudeeronderzoek inhoudt met bijbehorende onderzoeksmethode, hierin worden ook de hoofd- en deelvragen toegelicht. Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zal in hoofdstuk 3 eerst een analyse gedaan worden naar de huidige situatie in de Maashaven. Als alle gegevens bekend zijn over de locatie wordt er in de analyse ook toegelicht welke stakeholders er zijn met bijbehorende eisen en wensen. In hoofdstuk 4 zullen de eisen en wensen van de stakeholders vertaald worden naar een programma van eisen. In hoofdstuk 5 zullen met de bekende gegevens de eerste varianten ontworpen worden. In hoofdstuk 6 worden de varianten getest aan de eisen met behulp van een Multi criteria analyse. Uit de Multi criteria analyse volgt de definitieve variant die in hoofdstuk 7 verder uitgewerkt wordt. In hoofdstuk 8 komt de uiteindelijke conclusie waarin de hoofd- en deelvragen beantwoord worden en de aanbeveling richting de opdrachtgever is opgenomen.

## 2. ONDERZOEKSMETHODE

Om tot dit definitieve afstudeerrapport te komen zijn er verschillende methodes gebruikt. Het afstudeerrapport is geschreven in opdracht van de gemeente Rotterdam, binnen de gemeente Rotterdam is gebruik gemaakt van de kennis van de aanwezige deskundigen. De deskundigen zijn ondervraagd d.m.v. een interview. Daarnaast is er gebruik gemaakt van literatuuronderzoek, zoals vooronderzoeken van studenten van onderwijsinstelling Van Hall Larenstein, documenten van het programma “De rivier als getijdenpark” en overige rapportages en artikelen.

### 2.1 KWALITATIEF ONDERZOEK

Voor het afstudeeronderzoek “Getijdenluifel in de Maashaven” is gebruik gemaakt van kwalitatief onderzoek. Deze methode wordt toegepast als er nog weinig bekend is over het onderwerp en er geen feiten en cijfers opgeteld kunnen worden. De methodes die bij een kwalitatief onderzoek worden toegepast zijn meestal: interviews, groepsgesprekken, documentanalyse, observaties en casestudies.

### 2.2 WERKWIJZE

| Product                            | Inhoud                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Methode                                                                                                                                       |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Opdrachtverwerving</b>          | De afstudeeropdracht komt voort uit het programma “De rivier als getijdenpark”, hier wordt nu de Maashaven uitgelicht. Tijdens verschillende workshops is gesproken over wat de mogelijkheden zijn voor een getijdenpark in de Maashaven.                                                                                                                        | Groepsgesprekken met verschillende stakeholders die een belang hebben bij een getijdenpark in de Maashaven.                                   |
| <b>Analyse huidige situatie</b>    | In de analyse van het projectgebied komen alle locatiegegevens naar voren. Er is gezocht naar alle bekende gegevens van de Maashaven in de documenten van gemeente Rotterdam. Ook is er gesproken met verschillende deskundigen op het gebied van: geotechniek, hydrologie, ecologie en waterbouw. Daarnaast is de locatie bezocht om de analyse te controleren. | Literatuuronderzoek binnen de gegevens van gemeente Rotterdam, interviews met deskundigen op het betreffende vakgebied. En een locatiebezoek. |
| <b>Stakeholders</b>                | Bij verschillende workshops tijdens de afstudeerperiode zijn de stakeholders uitgenodigd. De stakeholders geven tijdens de workshops aan wat ze belangrijk vinden bij het ontwerp van het getijdenpark.                                                                                                                                                          | Groepsgesprekken met de stakeholders tijdens de workshop.                                                                                     |
| <b>Programma van eisen (PVE)</b>   | Het programma van eisen is voortgekomen uit de analyse en de belangen en wensen van de stakeholders. Ook randvoorwaarden uit de huidige inrichting bepalen het PVE                                                                                                                                                                                               | Interviews met deskundigen op het betreffende vakgebied.                                                                                      |
| <b>Oplossingsvarianten</b>         | Met behulp van het programma van eisen zijn de verschillende oplossingsvarianten bedacht.                                                                                                                                                                                                                                                                        | Georganiseerd groepsgesprek met deskundige om varianten te bekijken en te beoordelen.                                                         |
| <b>Keuze variant</b>               | Uit de verschillende varianten is d.m.v. een Multi Criteria Analyse (MCA) een variant gekozen waar het definitieve ontwerp van is gemaakt.                                                                                                                                                                                                                       | Multi Criteria Analyse (MCA)                                                                                                                  |
| <b>Definitieve variant</b>         | Definitieve variant dimensioneren en visualiseren, met materiaalkeuze, funderingsmethode en overige opbouw.                                                                                                                                                                                                                                                      | In overleg met deskundigen                                                                                                                    |
| <b>Kansen voor andere gebieden</b> | In dit hoofdstuk is gekeken of het mogelijk is om de getijdenluifel ook toe te passen op een andere locatie binnen het programma “De rivier als getijdenpark”.                                                                                                                                                                                                   | In overleg met deskundigen                                                                                                                    |

### 3. ANALYSE MAASHAVEN

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van de analyse behandeld worden, de analyse dient als voorwerk voor het programma van eisen in hoofdstuk 4. In Bijlage 1 is de analyse van de Maashaven uitgebreid toegelicht.

#### 3.1 PLANGEBIED

De Maashaven is een havenbekken van de Nieuwe Maas en één van de havens van Rotterdam. De Maashaven heeft een oppervlak van 60 hectare en ligt ten zuiden van de Rijnhaven en de oude wijk Katendrecht. De kade van de Maashaven was vroeger een belangrijke laad- en los locatie voor de plaatselijke markt en andere voorzieningen. Dit alles veranderde doordat de activiteit op de kades afnam, er een bovengrondse metro werd aangelegd en de bedrijven wegtrokken richting het nieuwe havengebied. Nu deze locatie voor havenactiviteiten overbodig is geworden, wordt de haven opnieuw ingericht en krijgt op die manier een nieuwe functie, de ligplaatsen veranderen en de ooit zo levendige kade kan gebruikt worden voor het programma Rivier als Getijdenpark. De locatie met een oppervlak van vijf hectare gereserveerd voor het getijdenpark is aangegeven in het groene kader, zie figuur 8. (De Urbanisten, 2016)

- *Uitgangspunt: Het plangebied heeft een oppervlakte van vijf hectare beschikbaar voor het getijdenpark.*

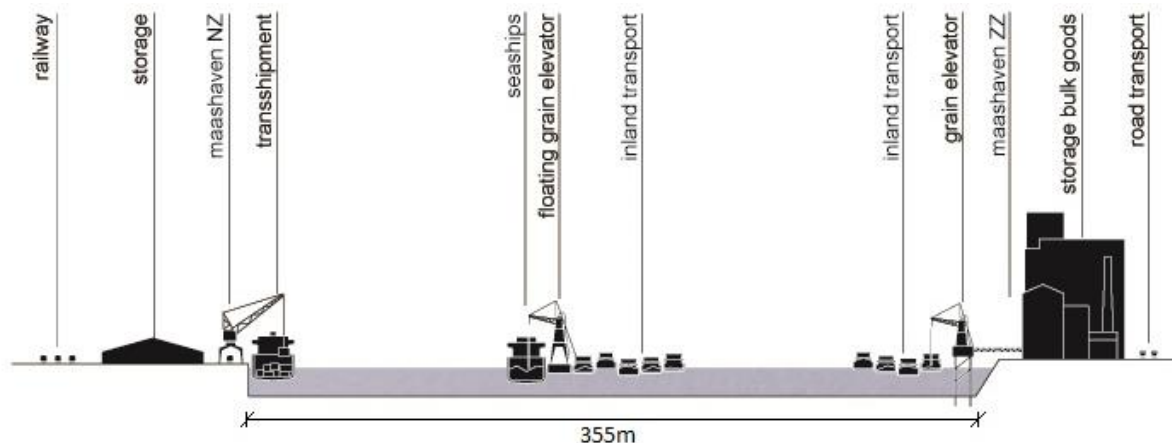


Figuur 8 Locatie getijdenpark Maashaven

## 3.2 BESTAANDE SITUATIE

### 3.2.1 Afmetingen gebied

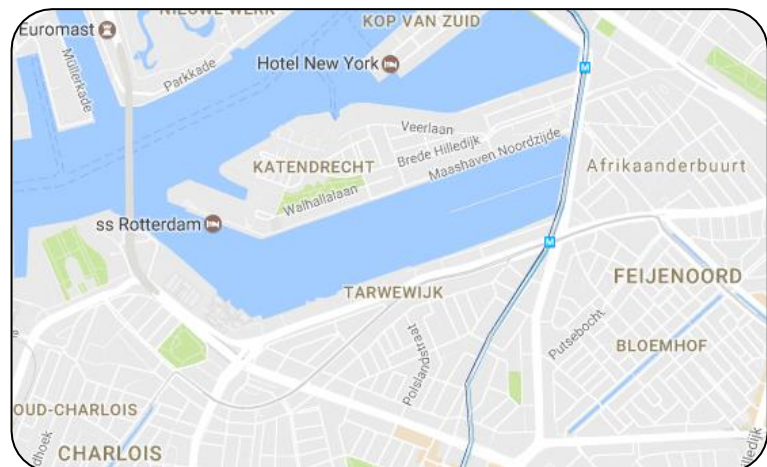
De Maashaven heeft een totaal oppervlak van 60 hectare, de oevers bestaan uit harde, verticale kademuren en harde glooiingen. Aan de Noordzijde ligt een twee kilometer lange kademuur die de binnenvaart schepen gebruiken als ligplaats. Aan de oostzijde ligt een 355m lange glooiing waar de ook de toegang tot de getijdenluifels gemaakt zal worden, dwars op deze glooiing liggen aanlegsteigers die nog gebruikt worden door de scheepvaart en watertaxi. De zuidzijde bestaat gedeeltelijk uit glooiing en gedeeltelijk uit kademuur die gebruik wordt voor overslag van goederen. Ongeveer vijf hectare van de Maashaven is bestemd voor het getijdenpark, de getijdenluifels vallen binnen dit plangebied en nemen naar verwachting ongeveer een halve hectare in beslag. In figuur 9 is een dwarsdoorsnede van Maashaven afgebeeld met links de noordzijde en rechts de zuidzijde.



Figuur 9 Dwarsdoorsnede Maashaven

### 3.2.2 Doelgroep

De getijdenluifel is vooral geschikt voor de wijken Charlois en Feijenoord, deze wijken liggen om de Maashaven heen. In deze wijken is de laatste jaren veel ontwikkeling, zo is er bijvoorbeeld een nieuwbouwwijk in Katendrecht gebouwd die populair is bij gezinnen met jonge kinderen. Aan de oostzijde ligt de Afrikaanderbuurt, deze buurt zal waarschijnlijk veel gebruik gaan maken van het getijdenpark. De Afrikaanderbuurt bestaat voornamelijk uit eengezinswoningen en jongeren. Ten zuiden ligt de Tarwewijk, deze wijk is vernoemd naar de Maashaven omdat rond 1900 veel granen verscheept werden vanuit deze haven. Er wonen relatief weinig ouderen en veel gezinnen met jonge kinderen. Ongeveer 20% is jonger dan 15 jaar. De locatie van de buurten is te zien in figuur 10. De doelgroep voor de getijdenluifel zal vooral bestaan uit jongeren daarom is het belangrijk dat het gedeelte voor recreatie groot genoeg is.



Figuur 10 Locatie verschillende buurten (Google Maps, 2017)

- Randvoorwaarde: Het getijdenpark heeft recreatieve waarde: het is aantrekkelijk voor stedelijk-recreatief gebruik door omwonenden en bezoekers en voegt substantiële oppervlakte recreatieruimte toe aan de omgeving
- Eis: Het gebruiksoppervlak voor recreatie moet groot genoeg zijn.

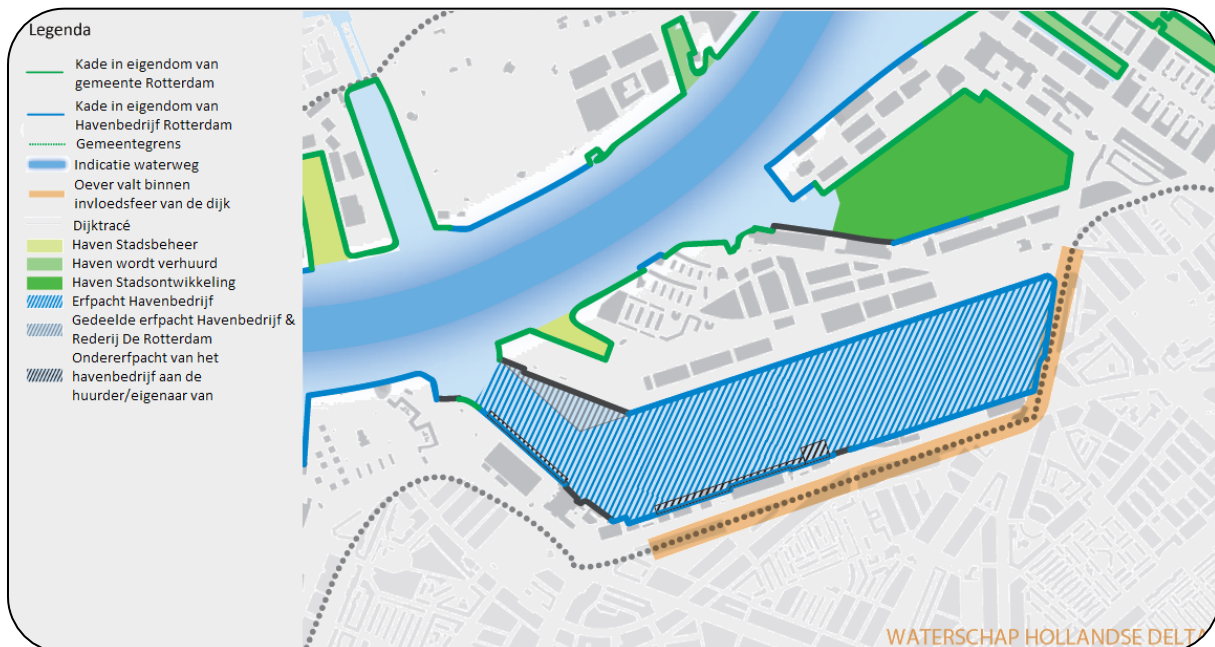
### 3.2.3 Stakeholders

In dit hoofdstuk worden de stakeholders voor de getijdenluifel in de Maashaven toegelicht, een uitgebreid overzicht is te vinden in bijlage 1.1.2.

#### Betrokken stakeholders

Bij het getijdenpark in de Maashaven zijn er relatief veel stakeholders betrokken. De Maashaven is aangeduid als locatie waar veel mogelijkheden samen komen. In figuur 11 staat afgebeeld wie het zeggenschap heeft over de kades en de haven. De belangrijkste stakeholders in dit gebied zijn:

- Rijkswaterstaat
- Havenbedrijf Rotterdam
- Gemeente Rotterdam
- Wereld Natuur Fonds
- Provincie Zuid-Holland
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden
- Andere betrokken partijen, dit zijn de bedrijven die aan de Maashaven grenzen maar ook het waterschap dat beheerder is van de primaire kering, de watertaxi, de bewoners en beheerders van de kabels en leidingen.



Figuur 11 Eigendom en zeggenschap stakeholders

## Stakeholder analyse

| Stakeholders                                | Belang                                                                                                                                                                                                                                                                            | Positie                        | Invloed                  | Machtsmiddel      | Mate v. macht |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| <b>Rijkswaterstaat</b>                      | Zeggenschap over de vaarweg. En het behalen van de doelstellingen binnen Kaderrichtlijn Water waaronder het op orde brengen van de waterkwaliteit.                                                                                                                                | Waterbeheerder Nieuwe Maas     | Financieel Besluitnemend | Geld Vergunningen | Hoog          |
| <b>Havenbedrijf Rotterdam</b>               | Bedrijven in de haven blijven bereikbaar en kunnen blijven ontwikkelen. Wil een rol van betekenis spelen om de kwaliteit van de leefomgeving in de haven te vergroten. Grond beschikbaar stellen dat vrijkomt bij verdieping Nieuwe- Waterweg                                     | Beheerder Kade en havenbekken  | Financieel Besluitnemend | Geld Vergunningen | Hoog          |
| <b>Gemeente Rotterdam</b>                   | Moeten voldoen aan de Rotterdamse adaptatiestrategie. Verbeteren van de leefbaarheid en vergroening rondom de Maashaven. Coördineren van het project Rivier als getijdenpark en de Financiële middelen regelen voor het gebied.                                                   | Opdrachtgever                  | Financieel Besluitnemend | Geld Vergunningen | Hoog          |
| <b>Wereld Natuur Fonds/ARK</b>              | Vergroten van getijdennatuur in de Hollandse Delta.                                                                                                                                                                                                                               | Belanghebbenden                | Besluitnemend Kennis     | Vergunningen      | Middel        |
| <b>Provincie Zuid-Holland</b>               | Voldoen aan de beleidsvisie groen: de regio beschermen tegen overstromingen en de zoetwater beschikbaarheid veilig stellen. De voortgang van het getijdenpark volgen om te kijken wat de gevolgen van de getijdenluifel zijn voor de waterveiligheid en de ruimtelijke kwaliteit. | Belanghebbenden                | Financieel Besluitnemend | Geld Vergunningen | Middel        |
| <b>Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden</b> | Voldoen aan het advies van Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.                                                                                                                                                                                                                  | Belanghebbenden                | Besluitnemend            | Vergunningen      | Middel        |
| <b>Waterschap Hollandse Delta</b>           | De primaire waterkering moet met de komst van het getijdenpark nog steeds voldoende veiligheid bieden tegen hoogwater, ook de overstort vanuit gemaal Hillevllet mag geen hinder ondervinden.                                                                                     | Beheerder primaire waterkering | Besluitnemend            | Vergunningen      | Hoog          |
| <b>Omliggende bedrijven</b>                 | De bedrijven blijven bereikbaar en kunnen zich blijven ontwikkelen.                                                                                                                                                                                                               | Belanghebbenden                | Mening geven             | In bezwaar gaan   | Laag          |
| <b>Omwonenden</b>                           | Dat het gebied door het toepassen van meer groen en het aanbieden van een recreatieve plek aantrekkelijker wordt voor omwonenden.                                                                                                                                                 | Belanghebbenden                | Mening geven             | In bezwaar gaan   | Laag          |

Tabel 1 Stakeholderanalyse

**Randvoorwaarden volgend uit de stakeholderanalyse:**

Verschuilde randvoorwaarden komen vaker voor omdat de stakeholders dezelfde belangen hebben. Onderstaande randvoorwaarden brengen verschillende eisen met zich mee die verder toegelicht worden in hoofdstuk 4.

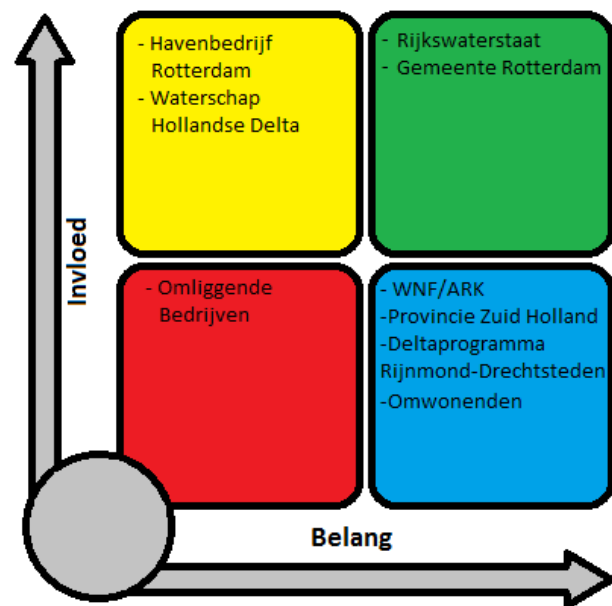
| Stakeholder                                 | Soort           | Omschrijving                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rijkswaterstaat</b>                      | Randvoorwaarden | ➤ Het getijdenpark heeft natuurwaarden: het vergroot op enigerlei wijze de natuurlijkheid en natuurbeleving van planten en dieren die karakteristiek zijn voor deze plek in de riviermonding.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Havenbedrijf Rotterdam</b>               | Randvoorwaarden | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Het getijdenpark heeft landschappelijke waarde: het maakt de dynamiek van het getij beleefbaar, aanraakbaar en/of zichtbaar.</li> <li>➤ De te gebruiken constructies zijn veilig (verantwoord risico op falen) en gebruiksvriendelijk, de veiligheid van het gebied gaat niet achteruit</li> <li>➤ Bestaand scheepsvaartverkeer mag niet gehinderd worden in het nieuwe ontwerp.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Gemeente Rotterdam</b>                   | Randvoorwaarden | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Op de kade moet zo min mogelijk horizontale kracht komen, in een nader onderzoek moet uitgezocht worden wat deze maximale kracht is.</li> <li>➤ Het ontwerp moet beheerbaar en onderhoudsvriendelijk zijn.</li> <li>➤ Het ontwerp moet technisch uitvoerbaar en financieel mogelijk zijn.</li> <li>➤ Het getijdenluifel is niet publiekstoegankelijk, wel voor een persoon voor onderhoud, verwijderen drijf vuil/schoon maken of reparatie.</li> <li>➤ Het getijdenpark heeft recreatieve waarde: het is aantrekkelijk voor stedelijk-recreatief gebruik door omwonenden en bezoekers en voegt substantiële oppervlakte recreatieruimte toe aan de omgeving</li> <li>➤ Het getijdenpark heeft natuurwaarden: het vergroot op enigerlei wijze de natuurlijkheid en natuurbeleving van planten en dieren die karakteristiek zijn voor deze plek in de riviermonding.</li> <li>➤ De te gebruiken constructies zijn veilig (verantwoord risico op falen) en gebruiksvriendelijk, de veiligheid van het gebied gaat niet achteruit</li> </ul> |
| <b>Wereld Natuur Fonds/ARK</b>              | Randvoorwaarden | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Het getijdenpark heeft landschappelijke waarde: het maakt de dynamiek van het getij beleefbaar, aanraakbaar en/of zichtbaar.</li> <li>➤ Het getijdenpark heeft natuurwaarden: het vergroot op enigerlei wijze de natuurlijkheid en natuurbeleving van planten en dieren die karakteristiek zijn voor deze plek in de riviermonding.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Provincie Zuid-Holland</b>               | Randvoorwaarden | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Het getijdenpark heeft landschappelijke waarde: het maakt de dynamiek van het getij beleefbaar, aanraakbaar en/of zichtbaar.</li> <li>➤ De te gebruiken constructies zijn veilig (verantwoord risico op falen) en gebruiksvriendelijk, de veiligheid van het gebied gaat niet achteruit</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden</b> | Randvoorwaarden | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Het getijdenpark heeft landschappelijke waarde: het maakt de dynamiek van het getij beleefbaar, aanraakbaar en/of zichtbaar.</li> <li>➤ De te gebruiken constructies zijn veilig (verantwoord risico op falen) en gebruiksvriendelijk, de veiligheid van het gebied gaat niet achteruit</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Waterschap Hollandse Delta</b>           | Randvoorwaarden | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Het getijdenpark heeft landschappelijke waarde: het maakt de dynamiek van het getij beleefbaar, aanraakbaar en/of zichtbaar.</li> <li>➤ De te gebruiken constructies zijn veilig (verantwoord risico op falen) en gebruiksvriendelijk, de veiligheid van het gebied gaat niet achteruit</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Tabel 2 Randvoorwaarden van stakeholders

### Stakeholdermatrix

Een stakeholderanalyse geeft direct een goed beeld van hoe de stakeholders betrokken zijn bij het project. De matrix heeft twee assen: belang en invloed. Met belang wordt er gekeken hoe belangrijk het project voor de stakeholder is. Met invloed wordt de mate waarin de stakeholder het project kan beïnvloeden bedoeld (zie figuur 12).

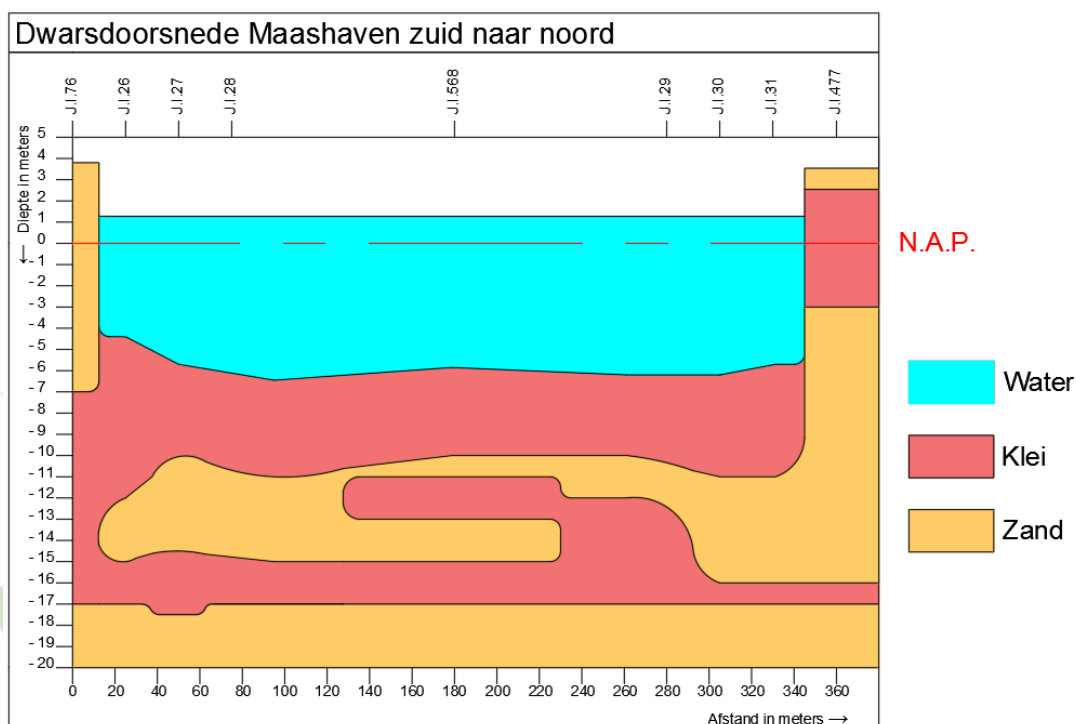
- Weinig invloed en weinig belang
- Veel invloed en weinig belang.
- Weinig invloed en veel belang
- Veel invloed en veel belang



Figuur 12 Stakeholdermatrix

### 3.2.4 Bodemgegevens

De bodem in de Maashaven bestaat uit zand, klei en veen. Aan de oostzijde ligt de bodem tussen de 5 en 7 meter onder NAP. Op de bodem van de Maashaven is een enkele meters dikke sliblaag aanwezig, die naar waarschijnlijkheid zwaar verontreinigd is (deze moet nog onderzocht worden). Vervolgens onder de sliblaag de bodem hier start een 4 a 5 meter dikke klei/veen laag met daaronder de eerste zandlaag die in het noorden en zuiden tot 5 meter dik kan zijn. Onder deze zandlaag is er nog een twee meter dikke kleilaag aanwezig voordat de pleistocene zandlaag bij -17m NAP begint. Aan de hand van een aantal sonderingen bijgevoegd in bijlage 1.2 is een dwarsdoorsnede van de oostzijde van de Maashaven gemaakt (zie figuur 13), hierin wordt duidelijk hoe de grond is opgebouwd.

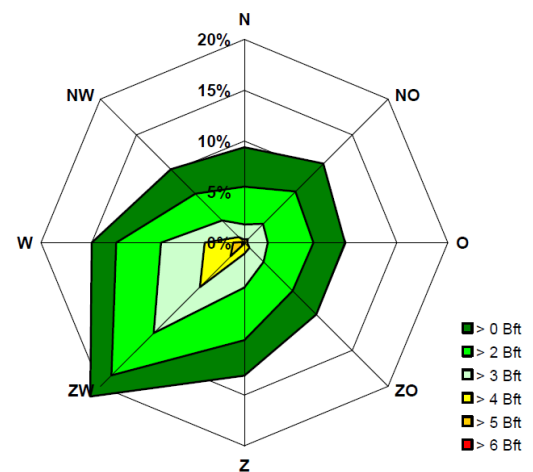


Figuur 13 Dwarsdoorsnede bodem

### 3.2.5 Hydrologische gegevens

#### Wind gegevens

Voor de aanleg van de getijdenluifel moet er rekening gehouden worden met de windsnelheid die in de Maashaven op kan treden. De luifel moet ontworpen worden zodat er geen wind onder kan komen, dan is deze te verwaarlozen in de berekening. In bijlage 1.3.1 zijn de grafieken en tabellen van meest voorkomende windrichting en windkracht weergegeven. De Lekhaven is de dichtbij zijnde locatie waar gemeten is, deze gegevens komen het meest overeen met de Maashaven. De meest voorkomende windrichting is wind uit het zuidwesten, de meest voorkomende windkracht is tussen twee en drie op de schaal van Beaufort, dit komt overeen met een windsnelheid van 1,6m/s tot 5,4m/s. (Port of Rotterdam, 2012)



Figuur 14 Windsnelheid, -richting en voorkomen (Port of Rotterdam, 2012)

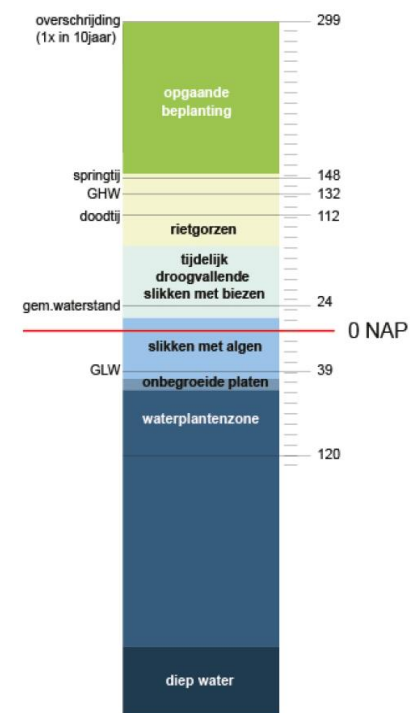
#### Water gegevens

In de Maashaven is de overgang van zoet naar licht brak water en is er sprake van een fluctuerend waterpeil, dit omdat de haven in open verbinding staat met de zee. Afhankelijk van het getij ligt het water op twee of vier meter diepte ten opzichte van de kade (kaart van de hoogteligging te vinden in bijlage 1.1.7).

#### Waterstand

De gemiddelde waterstand in de Maashaven is + 0,34m NAP, door het getij is het dus eens in de zes uur hoog en laag water. In de Maashaven is het gemiddelde hoogwaterpeil (GHW) + 1,32m NAP en het gemiddelde laagwaterpeil (GLW) – 0,39m NAP, dit betekent een getijdenslag van 1,71 meter.

Voor het ontwerp moet echter niet naar de gemiddelden gekeken worden maar naar de extremen. In bijlage 1.3.2 is een tabel toegevoegd met extreme waterstanden per locatie. Er wordt rekening gehouden met hoogwater dat eens in de tien jaar een overschrijding van + 2.99m NAP (zie figuur 15) kan hebben. (Bij een verwachte waterstand hoger dan +3,00m NAP sluit de Maeslantkering). Voor laagwater wordt voor het ontwerp rekening gehouden met minimaal – 1,00m (tot -1,2m onder NAP is de waterplant zone) NAP, de waarde – 1,54m NAP uit de tabel komt tegenwoordig bijna tot niet meer voor, het is geen ramp als de constructie tijdelijk droogvalt.



Figuur 15 Waterstand Maashaven (De Urbanisten, 2016)

#### Stroming en golven

De stroming in de Nieuwe Waterweg is tijdens springtij maximaal 1m/s zie (bijlage 1.3.4) maar omdat de Maashaven in een havenbekken ligt zal de stroming vanuit de rivier richting de oostzijde minimaal zijn, wel ondervindt het tijdens getijden een stroming van 0,1 tot 0,3 m/s. In de Maashaven kunnen er twee soorten golven actief zijn, scheepsgolven en windgolven. Scheepsgolven in de Maashaven zullen er bijna niet zijn omdat binnenvaartschepen hier heel langzaam varen, de grootste golf kan nog komen van de watertaxi maar zal altijd minder zijn als een extreme windgolf. De golfhoogte die door windgolven kan optreden zal maximaal 0,6 meter zijn (T. Blokland, 2017). Deze waarde wordt in de berekening toegevoegd maar zal niet nodig zijn omdat de getijdenluifel in de luwte ligt achter een toekomstig fietspad/ golfbreker.

### Waterkwaliteit

De waterkwaliteit in de Maashaven is in chemische en ecologische zin slecht, deze voldoen nog niet aan de normen van Rijkswaterstaat om de doelstellingen van de kaderrichtlijn water voor 2027 te halen (zie bijlage 4). De laatste jaren is waterkwaliteit wel verbeterd. Dit is te danken inspanningen van waterbeheerder om lokale lozingen in de haven te verminderen. Door de toekomstige vegetatie en vishabitat op de getijdenluifel kan de waterkwaliteit in chemische en ecologische zin veel verbeteren. Ook is het van belang dat het drijfvuil probleem aangepakt wordt.

#### Uitgangspunten:

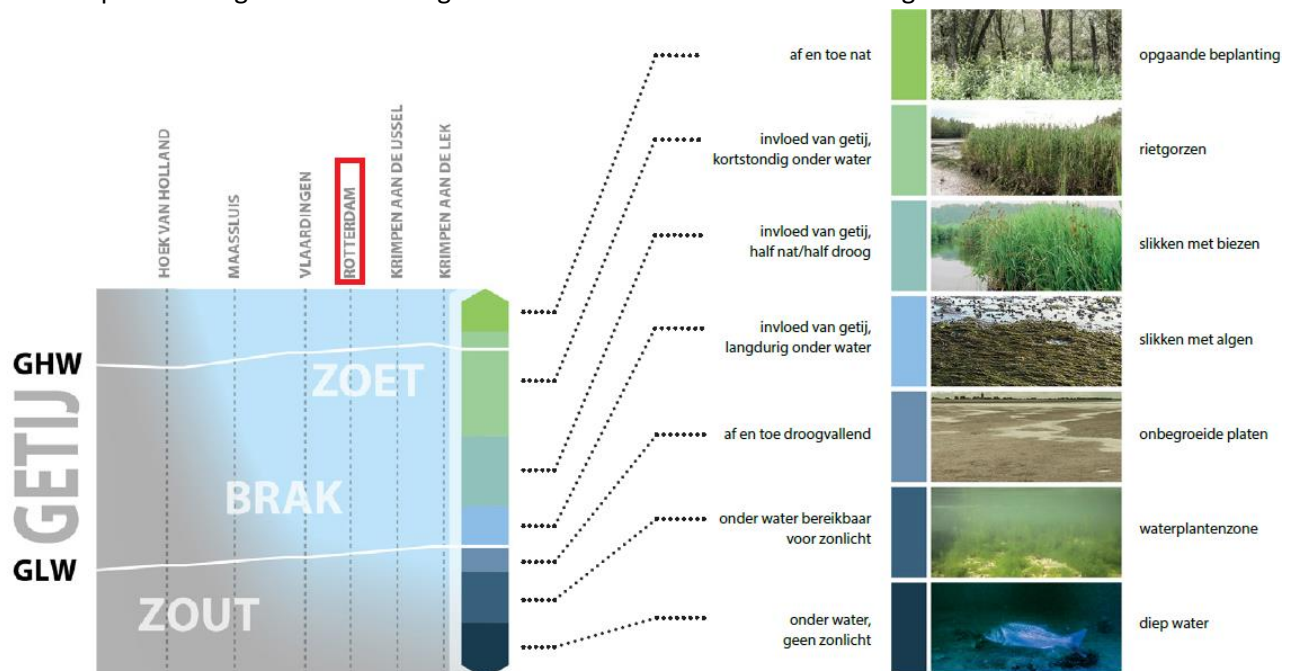
- Strooming in de oostzijde van de Maashaven is door het getijden gemiddeld tussen 0,1 en 0,3 m/s dit heeft geen invloed op de dimensionering van de getijdenluifel.
- Het gemiddelde laagwaterpeil is -0,39m NAP het gemiddelde hoogwaterpeil is +1.32m NAP.
- Door het getijden wordt het water in de Maashaven ververst onder de luifel.

#### Eis:

- Er moet een grote bijdrage aan de KRW doelstellingen geleverd worden.
- Plastic drijfvuil moet geen mogelijkheid hebben om vanaf de Nieuwe- Maas op de luifel te stromen.
- Drijvende constructies dimensioneren op extreem hoge en lage waterstanden

### 3.2.6 Ecologische gegevens

De natuurlijke condities voor een getijdenpark zijn niet overal gelijk. Vanuit de Nieuwe Waterweg richting de Nieuwe Maas zal het milieu langzaam overgaan van zout via brak naar zoet. In de Maashaven is er sprake van een zoet/brak getijdenmilieu, de soort plantengroei en vissoorten dat hier in potentie aanwezig zal zijn hangt hiermee samen. Er zullen in dit milieu wat zoetwatervissen aanwezig zijn en soorten die dit overgangsmilieu nodig hebben om vanuit de zee verder stroomopwaarts te geraken. Voor vogels is dit interessant door het aanwezige voedsel.



Figuur 16 Plantengroei onder invloed van getijden (De Urbanisten, 2016)

### Flora en Fauna

In het gebied is op het moment weinig flora aanwezig, dit komt door harde kades en steile glooiingen wat een slechte ondergrond is voor plantensoorten. Door de toekomstige getijdenluifel worden er weer verschillende plantensoorten verwacht die in dit milieu kunnen groeien. In het gebied is een hoge sporendruk waardoor soorten als de spindotterbloem, gele lis, rietgorzen en wilgenbossen naar verwachting gaan groeien op de luifel. In de Nassauhaven en Mallegat is op 6 februari 2017 een monitoring gedaan op ecologisch gebied. Om achter de verschillende soorten te komen is er gebruik

gemaakt van het elektrovisapparaat, fuiken en eDNA<sup>1</sup>. Voor de Maashaven wordt ervan uitgegaan dat hier dezelfde fauna aanwezig is omdat deze haven binnen een straal van twee kilometer ligt en hetzelfde milieu heeft. In bijlage 1.4 staat overige informatie van de monitoring in de Nassauhaven en Mallegat. Met de komst van de getijdenluifel groeit er voedsel en worden ook vogelsoorten zoals de stern verwacht.

Uitgangspunt:

- Vis, vegetatie en macrofauna in de Maashaven komen overeen met de Nassauhaven en Mallegat.

Eis:

- De beplanting dient aan te sluiten bij de plantensoorten die horen bij het betreffende gebied.
- Constructie moet habitat vormen voor macrofauna.
- Eventueel de mogelijkheid bekijken om een aantal stern/visdiefbroedplaatsen te maken.

### 3.2.7 Overige invloeden

In en rondom de Maashaven zijn er nog een aantal invloeden waar tijdens het ontwerp rekening mee gehouden is. Een uitgebreid overzicht van deze invloeden is te vinden in bijlage 1.

#### Infrastructuur

Rondom de Maashaven is veel infrastructuur aanwezig. Fietzers, auto's en voetgangers zijn rondom de Maashaven in grote getalen aanwezig. Aan de oostzijde ligt stadroute 122 die de Afrikaanderbuurt, Tarwewijk en Bloemhof met het centrum van de stad verbindt. Boven deze oostkade loopt metroverbinding D/E met bijbehorend metrostation Maashaven en Rijnhaven. Tijdens realisatie moet rekening gehouden worden met de infrastructuur die mogelijk omgeleid moet worden als het project uitgevoerd wordt.



Figuur 17 Infrastructuur rondom de Maashaven (Stadshavens, 2011)

- Eis: De getijdenluifel dient goed bereikbaar te zijn.

#### Zon

Zonlicht is een belangrijke component voor de getijdenluifel. De getijdenluifel heeft naast een natuurfunctie ook een recreatiefunctie, op een zomerse dag is zonlicht op de luifel dus een must. Ook voor de fotosynthese op de luifel is zonlicht belangrijk. Met de luifels in de zuid-, en noordoostelijke hoek is er op een zonnige dag altijd zonlicht aanwezig zie bijlage 1.1.3

- *Uitgangspunt: 10% daglicht oppervlak onder de getijdenluifel is genoeg*
- *Eis: Onder 10% van het luifeloppervlakte moet daglicht kunnen komen*

<sup>1</sup> eDNA staat voor Environmental DNA. Dit zijn stukjes DNA die door onder andere vissen worden afgescheiden via uitwerpselen, slijm of huid. Door het nemen van watermonsters en deze monsters vervolgens te analyseren, kan de aan- of afwezigheid van vissoorten worden aangetoond. (Witteveen +Bos, 2017)

### Geur en geluid

Van de huidige bedrijvigheid en infrastructuur langs de kades van de Maashaven kan geur- en geluidsoverlast voorkomen. In bijlage 1.1.5 is weergegeven hoeveel deze overlast is. Met het ontwerp moet er rekening gehouden worden om het geur- en geluidsoverlast te beperken door maatregelen te nemen die het verblijf veraangenamen.

- *Uitgangspunt: Geur en geluidsoverlast zijn minimaal en worden in de toekomst alleen maar minder.*

### Lozingspunt

In de zuidoostelijke hoek zit een persleiding (PE630) van waterschap Hollandse Delta. De leiding is een overstort met regenwater vanuit gemaal Hillevliet. Tijdens het ontwerp moet er rekening gehouden worden met deze overstort. Overige informatie is te vinden in bijlage 1.1.6

- *Eis: De overstort van gemaal Hillevliet moet verplaatst of verlengd worden omdat deze zich op de locatie van de getijdenluifel bevindt.*

### 3.2.8 Rekenwaardes

Analyse heeft geleid tot de volgende rekenwaardes waar bij het ontwerp rekening mee gehouden moet worden:

|              | Omschrijving            | Waarde            |
|--------------|-------------------------|-------------------|
| <b>Bodem</b> | Bodemhoogte             | -5m tot -7m NAP   |
|              | Holocene zandlaag       | -17m NAP          |
|              | Pleistocene zandlaag    | -10m tot -15m NAP |
| <b>Water</b> | Gemiddeld Laagwaterpeil | -0,39m NAP        |
|              | Gemiddeld Hoogwaterpeil | +1,32m NAP        |
|              | Extreem Hoogwater       | +2,99m NAP        |
|              | Extreem Laagwater       | -1,54m NAP        |
|              | Maximale stroming       | 0,1m/s tot 0,3m/s |
|              | Maximale golfhoogte     | 0,6m              |

### 3.3 GEWENSTE SITUATIE

Het uiteindelijke resultaat is een ontwerp van een luifelconstructie dat eruitziet als natuurvriendelijke oever waar de getijdenslag van eb en vloed duidelijk zichtbaar op is. De constructie bestaat uit een hoog en laag gedeelte. Het hogere gedeelte biedt ruimte voor recreatieve/educatieve doeleinden en het lage gedeelte (de getijdenluifel) valt bij eb droog en staat bij vloed onder water. Voor de KRW is het van belang dat de helling zo flauw mogelijk is en het oppervlak dat door het getij nat en droog valt zo groot mogelijk is. Op figuur 18 staat een impressie van het verwachte uiterlijk in de Maashaven.



Figuur 18 Impressie getijdenpark maashaven (De Urbanisten, 2014)

## 4 PROGRAMMA VAN EISEN

Een programma van eisen is een onderdeel voor de ontwerpfase. In het programma van eisen worden de eisen en wensen beschreven die nodig zijn voor het ontwerp en optimaal functioneren van de getijdenluifel in de uitvoeringsfase. De bedoeling van dit hoofdstuk is om van tevoren de randvoorwaarden en uitgangspunten te beschrijven om vervolgens aan de hand van een doelenboom achter de eisen en wensen te komen. Een uitgebreid locatie specifiek programma van eisen is te vinden in Bijlage 2 Programma van eisen. In hoofdstuk 7.12 wordt nog een generiek programma van eisen toegevoegd, hierin staan eisen die niet gekoppeld zijn aan de locatie maar vooral gelden voor de getijdenluifel als kopieerbare maatregel in het kader van de KRW. Dit geeft de mogelijkheid het ontwerp te toetsen op andere locaties.

### 4.1 RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN

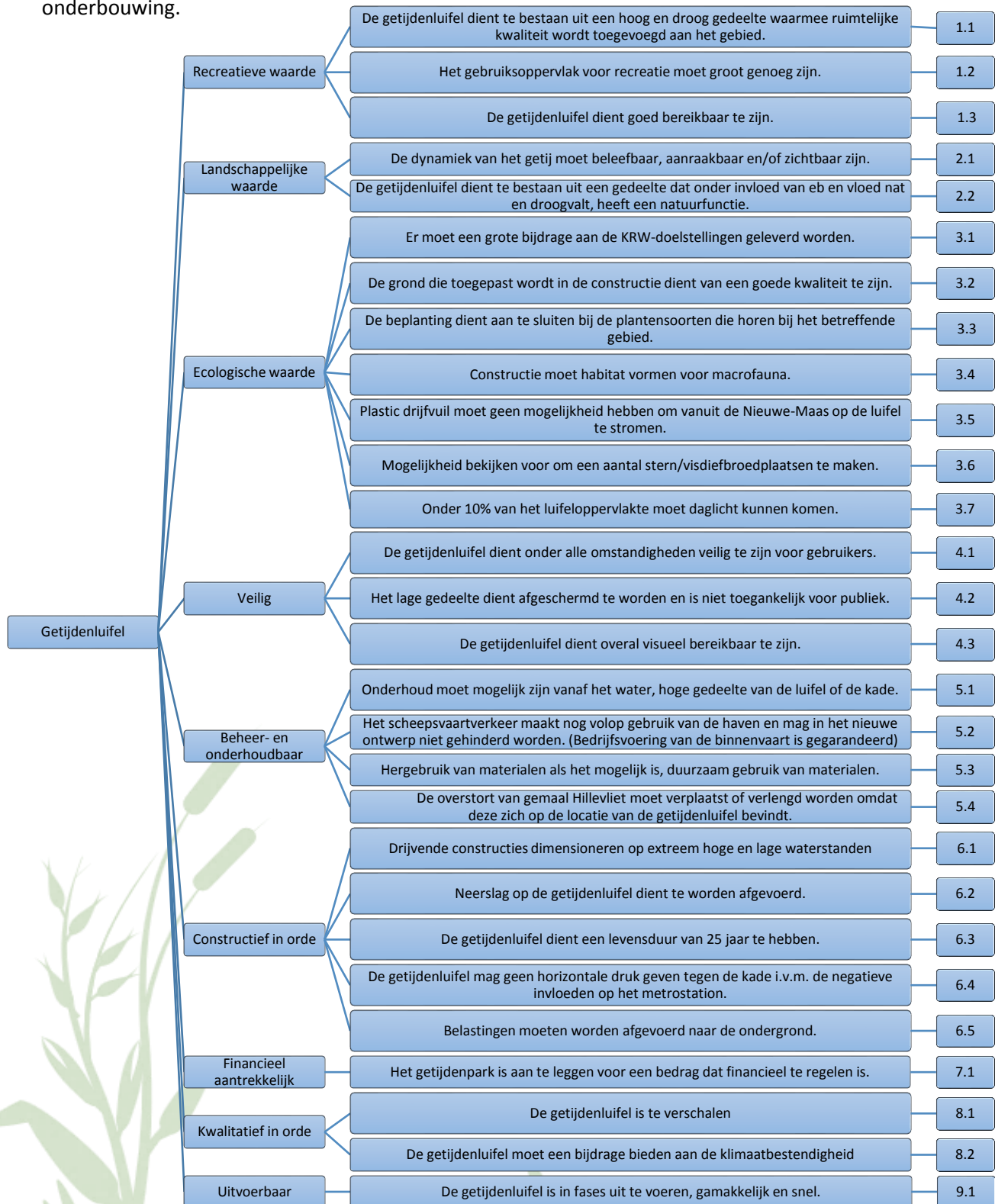
Onder de randvoorwaarden vallen de eisen waar zelf geen invloed op is bijvoorbeeld, de wet en regelgeving, de fysieke grenzen van het plangebied of eisen van de opdrachtgever. Onder de uitgangspunten wordt verstaan welke uitgangspunten er aan gehouden zijn voor de getijdenluifel, hieronder vallen bijvoorbeeld de functie van de luifel en van welke gegevens er uit is gegaan. Er zijn randvoorwaarden en uitgangspunten locatie specifiek voor de Maashaven maar ook algemeen voor de getijdenluifel.

| Randvoorwaarden                                                                                                                                                                                       | Voor:          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Op de kade moet zo min mogelijk horizontale kracht komen, in een nader onderzoek moet uitgezocht worden wat deze maximale kracht is.                                                                  | Maashaven      |
| Het ontwerp moet beheerbaar en onderhoudsvriendelijk zijn.                                                                                                                                            | Getijdenluifel |
| Het ontwerp moet technisch uitvoerbaar en financieel mogelijk zijn.                                                                                                                                   | Getijdenluifel |
| Het getijdenluifel is niet publiekstoegankelijk, wel voor een persoon voor onderhoud, verwijderen drijfvuil/schoon maken of reparatie.                                                                | Getijdenluifel |
| Het getijdenpark heeft recreatieve waarde: het is aantrekkelijk voor stedelijk-recreatief gebruik door omwonenden en bezoekers en voegt substantiële oppervlakte recreatieruimte toe aan de omgeving. | Getijdenluifel |
| Het getijdenpark heeft landschappelijke waarde: het maakt de dynamiek van het getij beleefbaar, aantrekbaar en/of zichtbaar.                                                                          | Getijdenluifel |
| Het getijdenpark heeft natuurwaarden: het vergroot op enigerlei wijze de natuurlijkheid en natuurbeleving van planten en dieren die karakteristiek zijn voor deze plek in de riviermonding.           | Getijdenluifel |
| De te gebruiken constructies zijn veilig (verantwoord risico op falen) en gebruiksvriendelijk, de veiligheid van het gebied gaat niet achteruit.                                                      | Getijdenluifel |
| Bestaand scheepsvaartverkeer mag niet gehinderd worden in het nieuwe ontwerp.                                                                                                                         | Maashaven      |

| Uitgangspunten                                                                                                                                                                                                                        | Voor:          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Het plangebied heeft een oppervlakte van vijf hectare beschikbaar voor het getijdenpark.                                                                                                                                              | Maashaven      |
| Getijdenluifel is in de noordoost- en zuidoostelijke hoek van de Maashaven gepositioneerd.                                                                                                                                            | Maashaven      |
| De getijdenluifel kan niet in contact komen met scheepsvaart in de Maashaven omdat op de scheiding van het plangebied een drijvend fietspad annex golfbreker wordt aangelegd dat het gebied beschermd tegen scheepsvaart en golfslag. | Maashaven      |
| De bestaande glooiing en kades blijven intact, hier worden geen sloopwerkzaamheden uitgevoerd.                                                                                                                                        | Maashaven      |
| De vorm van de getijdenluifel is aanpasbaar en modulair.                                                                                                                                                                              | Maashaven      |
| Het gemiddelde laagwaterpeil is -0.39 NAP en gemiddeld hoogwaterpeil is +1.32m NAP.                                                                                                                                                   | Maashaven      |
| Stroming in de oostzijde van de Maashaven is door het getijden gemiddeld tussen 0,1 en 0,3 m/s, dit geeft geen invloed op dimensionering van de getijdenluifel.                                                                       | Maashaven      |
| Vis, vegetatie en macrofauna in de Maashaven zijn hetzelfde als in de Nassauhaven en Mallegat.                                                                                                                                        | Maashaven      |
| 10% daglicht oppervlak onder de luifel is genoeg.                                                                                                                                                                                     | Getijdenluifel |
| Door het getijden wordt het water in de Maashaven ververs ook onder luifel.                                                                                                                                                           | Maashaven      |
| Geur en geluidsoverlast zijn minimaal en worden in de toekomst alleen maar minder.                                                                                                                                                    | Maashaven      |
| Slib/zand dat gebruikt wordt komt vrij bij de verdieping van de Nieuwe-Waterweg.                                                                                                                                                      | Maashaven      |

## 4.2 DOELENBOOM LOCATIE SPECIFIEK PROGRAMMA VAN EISEN

Er is gekozen om het programma van eisen op te stellen met behulp van een doelenboom. Een doelenboom is een manier om doelen op een heldere meetbare manier te beschrijven. De doelenboom bestaat uit een hoofddoel en subdoelen wat het ontwerp steeds smarter maakt. Het laatste niveau geeft de eis weer die in bijlage 2.1 verder uitgewerkt is in soort eis met technische onderbouwing.



Figuur 19 Doelenboom getijdenluifel

## 5 OPLOSSINGSVARIANTEN

Nu bekend is wat de eisen zijn voor de getijdenluifel, zijn er met behulp van de analyse een aantal oplossingsvarianten ontworpen (een uitgebreid overzicht is in bijlage 5 te vinden). Deze varianten zijn ontworpen en voorgelegd tijdens een tussentijdsoverleg met verschillende deskundigen op het gebied van hydrologie, ecologie, constructie en waterbouw.

### Ontwerpaspecten

In de varianten wordt onderscheid gemaakt tussen vorm, aantal gedeeltes(terrassen), soort materiaal en soort constructie. Door de keuze in verschillende terrassen en vorm zijn er veel verschillende combinaties te maken. De varianten onderscheiden zich van elkaar omdat bij elke variant een bepaald aspect naar voren treedt. Er wordt onderscheid gemaakt in waarde van een constructie, de ene zal bijvoorbeeld beter scoren op ecologie en de ander weer beter op recreatie.

De aspecten van de varianten zijn:

- Recreatieve waarde
- Landschappelijke waarde
- Ecologische waarde
- Veilig
- Beheer- en onderhoudbaar
- Constructief in orde
- Financieel aantrekkelijk
- Kwalitatief in orde
- Uitvoerbaar

### Vorm:

Er is gekozen om verschillende vormen toe te lichten, de vormen hebben te maken met of het kwalitatief in orde is, uitvoerbaar en landschappelijke waarde heeft.

### Aantal gedeeltes (terrassen):

Er is gekozen om onderscheid te maken in verschillende gedeeltes. Zo is er de keuze tussen een variant met de natuurfunctie, recreatiefunctie of een combinatie daarvan. Hierbij is de keuze tussen een recreatieve waarde, ecologische waarde of landschappelijke waarde.

### Materiaal:

Bij het hoge gedeelte kan er gekozen worden tussen een drijvende bak en een vaste bak, de drijvende bak is gemaakt van het materiaal composiet met een vulling van EPS. De vaste bak bestaat uit beton. Voor het lage gedeelte is de keuze tussen een houten constructie (natuurlijke materialen), betonnen constructie of composieten constructie. Hier worden de aspecten veiligheid, financieel aantrekkelijk en uitvoerbaar extra uitgelicht.

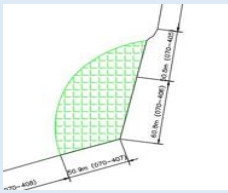
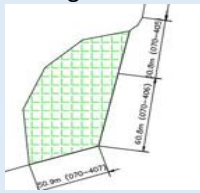
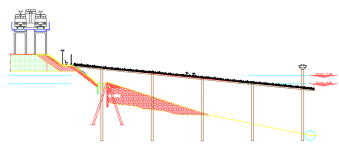
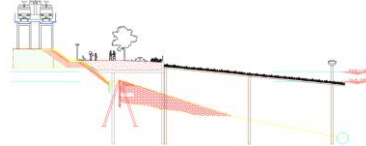
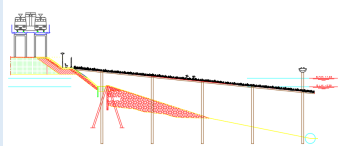
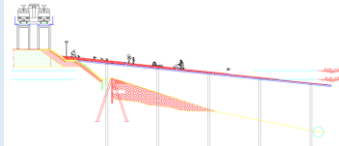
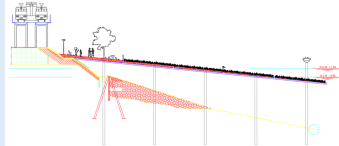
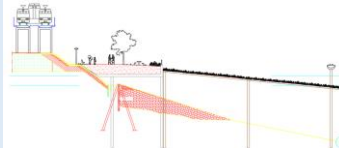
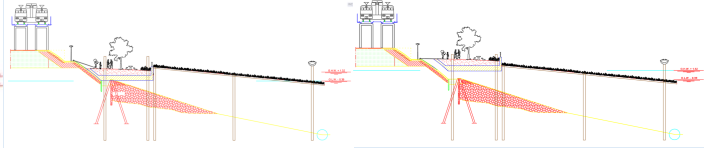
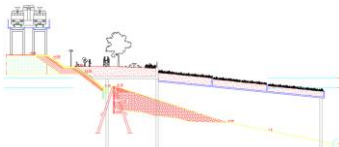
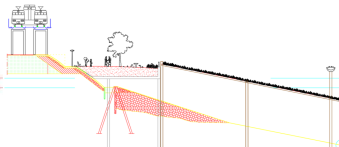
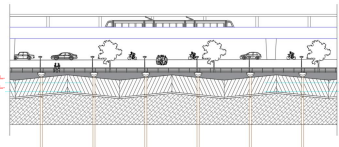
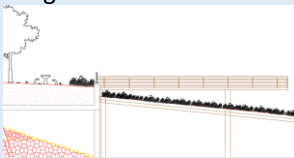
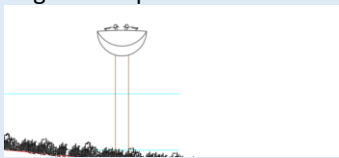
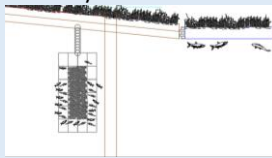
### Soort constructie:

Bij de soort constructie gaat vooral om de getijdenluifel(het lage gedeelte), er kan een keuze gemaakt worden tussen een vaste constructie, verstelbare constructie (wipwap) of een constructie met hellingen in twee richtingen (geulen). Hier worden de aspecten Ecologische waarde, landschappelijke waarde en beheer en onderhoudbaar extra uitgelicht.

### Extra mogelijkheden:

Bij de extra mogelijkheden staan keuzes die het beheer en onderhoud of de ecologische waarde verbeteren.

## Samenstelling variant

|                                | Keuze                                                                                                    |                                                                                                               |                                                                                                          |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Vorm:</b>                   | Ronde luifel<br>        | Vierkante luifel<br>         | Hoekige luifel<br>    |
| <b>Gedeelte</b>                | Een gedeelte<br>        | Twee gedeeltes<br>          |                                                                                                          |
| <b>Bij een gedeelte:</b>       | Natuurvariant<br>       | Recreatievariant<br>        | Combinatievariant<br> |
| <b>Bij twee gedeeltes</b>      |                                                                                                          |                                                                                                               |                                                                                                          |
| <b>Hoog gedeelte</b>           | Vaste constructie<br> | Drijvende constructie<br> |                                                                                                          |
| <b>Laag gedeelte</b>           | Vast<br>              | Wipwap<br>                | Geulen<br>          |
| <b>Extra gedeelte</b>          | Steigers<br>          | Vogel broedplaats<br>     | Biohut/Rifkorf<br>  |
| <b>Materiaal Hoog gedeelte</b> | Prefab beton                                                                                             | EPS en composiet                                                                                              |                                                                                                          |
| <b>Materiaal Laag gedeelte</b> | Houten constructie (natuurlijke materialen)                                                              | Betonnen constructie                                                                                          | Composieten constructie                                                                                  |

Tabel 3 Variantenstudie

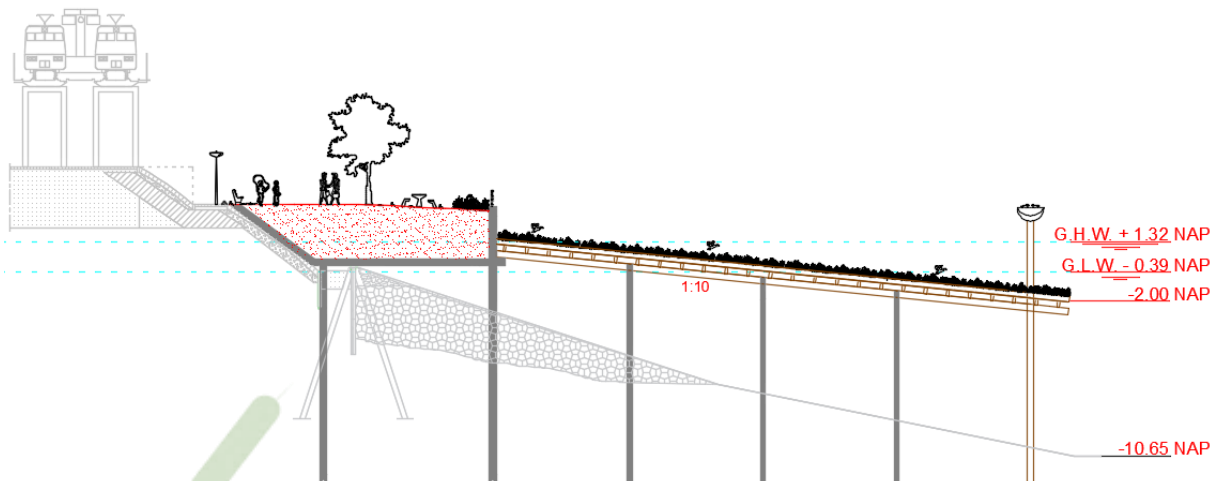
## 6 MULTI CRITERIA ANALYSE (MCA)

De varianten uit hoofdstuk vijf zijn voorgelegd aan het planteam dat bestaat uit een aantal deskundigen op het gebied van waterbouw, ecologie, hydrologie, geotechniek en constructie. Met behulp van de volgende tabel is er door deskundigen een keuze gemaakt om een variant samen te stellen. Hier kwamen vervolgens drie varianten uit die getoetst worden in de MCA, dit resulteert in een definitieve variant. De MCA-criteria volgt uit de doelenboom van het programma van eisen.

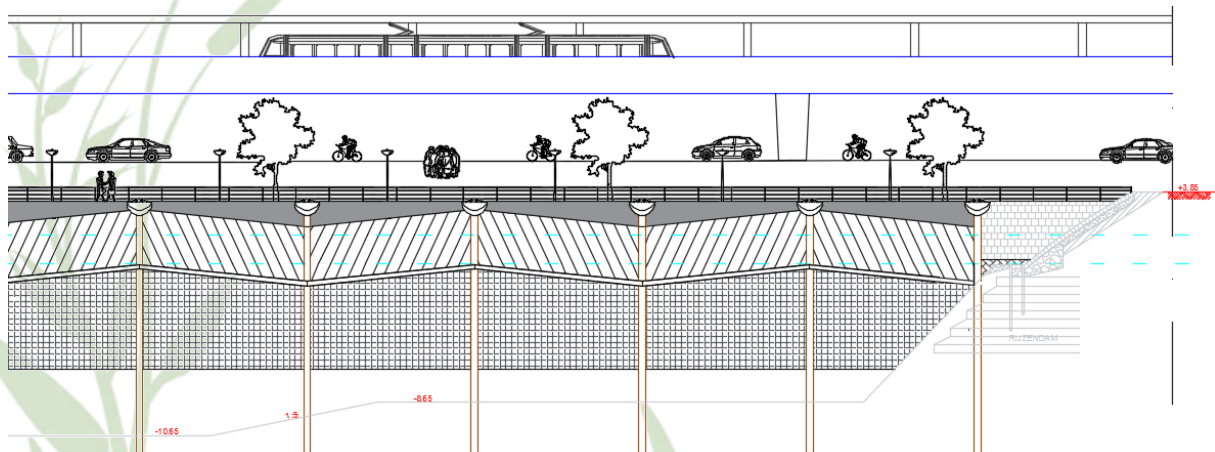
### Variant 1

|                           | Keuze                                                                                                                                                                       | Keuze                 | Keuze                   | Andere suggestie |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|
| <b>Vorm:</b>              | Ronde luifel                                                                                                                                                                | Vierkante luifel      | Hoekige luifel          | Overig           |
| <b>Gedeelte</b>           | Een gedeelte                                                                                                                                                                | Twee gedeeltes        |                         | Overig           |
| <b>Bij een gedeelte:</b>  | Natuurvariant                                                                                                                                                               | Recreatievariant      | Combinatievariant       | Overig           |
| <b>Bij twee gedeeltes</b> |                                                                                                                                                                             |                       |                         |                  |
| <b>Hoog gedeelte</b>      | Vaste constructie                                                                                                                                                           | Drijvende constructie |                         | Overig           |
| <b>Laag gedeelte</b>      | Vast                                                                                                                                                                        | Wipwap                | Geulen                  | Overig           |
| <b>Extra gedeelte</b>     | Steigers                                                                                                                                                                    | Vogel broedplaats     | Biohut/Rifkorf          | Overig           |
| <b>Materiaal Hoog</b>     | Prefab beton                                                                                                                                                                | EPS en composiet      |                         | Overig           |
| <b>Materiaal Laag</b>     | Houten constructie                                                                                                                                                          | Betonnen constructie  | Composieten constructie | Overig           |
| <b>Antwoord:</b>          | Het antwoord van deze variant is: Een vierkante variant met twee gedeeltes waarbij het hoge gedeelte vast is en het lage gedeelte bestaat uit hellingen in twee richtingen. |                       |                         |                  |

Tabel 4 Variant 1



Figuur 20 Dwarsdoorsnede variant 1

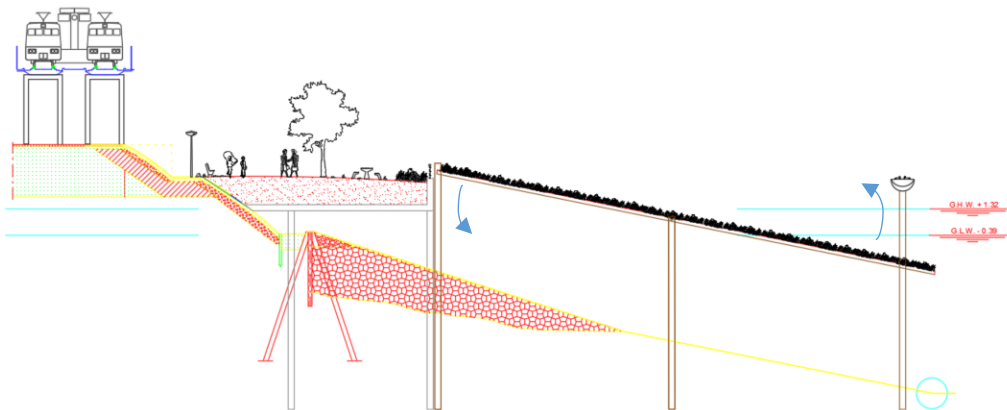


Figuur 21 Vooraanzicht variant 1

## Variant 2

|                           | Keuze                                                                                                                                                                  | Keuze                 | Keuze                   | Andere suggestie |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|
| <b>Vorm:</b>              | Ronde luifel                                                                                                                                                           | Vierkante luifel      | Hoekige luifel          | Overig           |
| <b>Gedeelte</b>           | Een gedeelte                                                                                                                                                           | Twee gedeeltes        |                         | Overig           |
| <b>Bij een gedeelte:</b>  | Natuurvariant                                                                                                                                                          | Recreatievariant      | Combinatievariant       | Overig           |
| <b>Bij twee gedeeltes</b> |                                                                                                                                                                        |                       |                         |                  |
| <b>Hoog gedeelte</b>      | Vaste constructie                                                                                                                                                      | Drijvende constructie |                         | Overig           |
| <b>Laag gedeelte</b>      | Vast                                                                                                                                                                   | Wipwap                | Geulen                  | Overig           |
| <b>Extra gedeelte</b>     | Steigers                                                                                                                                                               | Vogel broedplaats     | Biohut/Rifkorf          | Overig           |
| <b>Materiaal Hoog</b>     | Prefab beton                                                                                                                                                           | EPS en composiet      |                         | Overig           |
| <b>Materiaal Laag</b>     | Houten constructie                                                                                                                                                     | Betonnen constructie  | Composieten constructie | Overig           |
| <b>Antwoord:</b>          | Het antwoord van deze variant is: Een vierkante variant met twee gedeeltes waarbij het hoge gedeelte vast is en het lage gedeelte bestaat uit een verstelbare helling. |                       |                         |                  |

Tabel 5 Variant 2

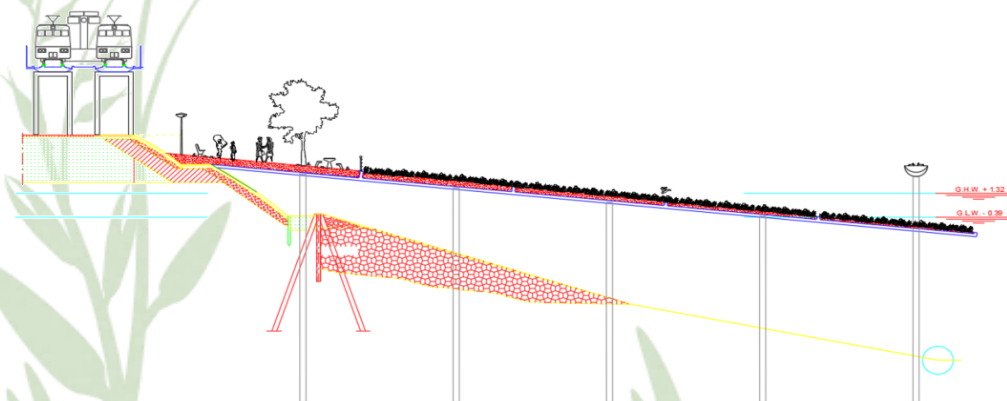


Figuur 22 Dwarsdoorsnede variant 2

## Variant 3

|                           | Keuze                                                                                                                   | Keuze                 | Keuze                   | Andere suggestie |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|
| <b>Vorm:</b>              | Ronde luifel                                                                                                            | Vierkante luifel      | Hoekige luifel          | Overig           |
| <b>Gedeelte</b>           | Een gedeelte                                                                                                            | Twee gedeeltes        |                         | Overig           |
| <b>Bij een gedeelte:</b>  | Natuurvariant                                                                                                           | Recreatievariant      | Combinatievariant       | Overig           |
| <b>Bij twee gedeeltes</b> |                                                                                                                         |                       |                         |                  |
| <b>Hoog gedeelte</b>      | Vaste constructie                                                                                                       | Drijvende constructie |                         | Overig           |
| <b>Laag gedeelte</b>      | Vast                                                                                                                    | Wipwap                | Geulen                  | Overig           |
| <b>Extra gedeelte</b>     | Steigers                                                                                                                | Vogel broedplaats     | Biohut/Rifkorf          | Overig           |
| <b>Materiaal Hoog</b>     | Prefab beton                                                                                                            | EPS en composiet      |                         | Overig           |
| <b>Materiaal Laag</b>     | Houten constructie                                                                                                      | Betonnen constructie  | Composieten constructie | Overig           |
| <b>Antwoord:</b>          | Het antwoord van deze variant is: Een vierkante variant met een gedeelte dat de combinatie recreatie en natuur verbind. |                       |                         |                  |

Tabel 6 Variant 3



Figuur 23 Dwarsdoorsnede variant 3

**Toelichting keuze deskundigen:****Vorm:**

Er is in alle drie de varianten gekozen voor een vierkante luifel. Deze keuze is gemaakt omdat het belangrijk is om het project op te kunnen schalen en makkelijk uit te kunnen voeren. De keuze voor een ronde of hoekige luifel is niet gemaakt omdat deze variant in een hoek van een haven uitgevoerd moet worden en de vierkante is ook op de lange zijde toe te passen.

**Aantal gedeeltes:**

Bij twee van de drie varianten is gekozen voor twee gedeeltes, deze keuze is gemaakt om het project te kunnen faseren en de recreatie en natuurfunctie duidelijk te kunnen scheiden. De keuze voor één gedeelte is gemaakt om het project snel uit te voeren. Hier is er de mogelijkheid om composietdelen van 10m bij 20m direct aan te brengen hierdoor zal de uitvoeringstijd verkorten.

**Een gedeelte:**

De keuze voor de combinatie variant en niet alleen de recreatie of natuurvariant is gekozen omdat de meeste stakeholders toch een combinatie willen hebben tussen recreatie en natuur in de Maashaven.

**Twee gedeeltes:**

Voor het hoge gedeelte is in alle twee de varianten gekozen voor een vaste constructie, deze keuze is gemaakt om de veiligheid te waarborgen omdat het hoge gedeelte publiekstoegankelijk is. De verwachting is dat het drijvende gedeelte wat openingen heeft tussen de kade en glooiing gevaarlijk is voor het publiek en niet door de vergunningsaanvraag heen zal komen.

Voor het lage gedeelte is er in variant 2 gekozen voor de verstelbare constructie (wipwap). Deze constructie is gekozen om zo de ecologische ontwikkelingen te kunnen volgen onder verschillende hellingshoeken (1:5, 1:10 en 1:20). In variant 1 is gekozen voor de constructie met twee hellingen (geulen), deze constructie is gekozen omdat het meer oppervlak biedt voor de KRW-doelstellingen en het een mooi uiterlijk geeft aan de constructie als het water in geulen op de constructie loopt. Er is niet gekozen voor het vaste lage gedeelte omdat deze variant op ecologisch gebied niks extra's biedt ten opzichte van de twee andere varianten.

**Extra gedeelte:**

Het extra gedeelte is volgens de deskundigen toepasbaar als het een meerwaarde geeft aan de ecologie of de veiligheid verbeterd, deze keuzes zijn nader te bepalen maar worden wel meegenomen in het ontwerp.

**Materiaal hoge gedeelte:**

Voor het materiaal van het hoge gedeelte is in alle twee de varianten gekozen voor prefab beton omdat de drijvende constructie van EPS en composiet naar verwachting niet door de vergunning komt en veiligheidsrisico's met zich mee brengt. Voor het hoge gedeelte bestaat ook de mogelijkheid om bijvoorbeeld oude containers toe te passen, mits deze beschikbaar zijn.

**Materiaal lage gedeelte:**

Voor het materiaal van het lage gedeelte is in variant 1 en 2 gekozen voor hout om de constructie een natuurlijke uitstraling te geven en het financieel veel goedkoper is als beton of composiet. In variant 3 is gekozen voor composiet voor de bewerkbaarheid, sterkte en laag gewicht. De keuze voor beton is afgefallen omdat de constructie veel te duur en zwaar wordt.

### Toetsingscriteria en weging

De varianten worden getoetst aan de volgende criteria, de weging van de criteria volgt uit een overleg met stakeholders en is bevestigd door P. de Greef projectmanager Maashaven:

- Recreatieve waarde: De getijdenluifel is aantrekkelijk voor stedelijk-recreatief gebruik door omwonenden en bezoekers en voegt substantiële oppervlakte recreatierruimte toe aan de omgeving. Dit criterium is belangrijk voor omwonenden en toekomstige gebruikers en krijgt een weging van 1.
- Landschappelijke waarde: het maakt de dynamiek van het getij beleefbaar, aantrekbaar en/of zichtbaar. Dit is een belangrijk criterium voor de gebruikers en krijgt dus een weging van 1.
- Ecologische waarde: het vergroot op enigerlei wijze de natuurlijkheid en natuurbeleving van planten en dieren die karakteristiek zijn voor deze plek in de riviermonding. Dit is een belangrijk criterium voor de stakeholders om verschillende doelstellingen te behalen en krijgt dus een weging van 2.
- Veilig: De constructie is veilig en gebruiksvriendelijk (verantwoord risico op falen). Dit is belangrijk criterium voor de gebruikers maar is verplicht volgens wet en regelgeving en krijgt een weging van 1.
- Beheer en onderhoud: De verschillende onderdelen van getijdenluifel moeten beheerbaar en onderhoudsvriendelijk zijn. Beheer en onderhoud krijgt een weging van 1 omdat in het lage gedeelte de natuur z'n gang kan gaan.
- Constructief: De constructie moet een levensduur van 25 jaar hebben en bestaan uit duurzame materialen, de horizontale belasting moet zo minimaal mogelijk zijn. Dit is belangrijk criterium voor de constructie en krijgt een weging van 1.
- Financieel: Kosten worden ook meegenomen in het criterium omdat naast de getijdenluifel er ook nog andere objecten binnen het plangebied gerealiseerd moeten worden, dit moet binnen het budget vallen. Financieel krijgt ook een weging van 1 omdat kosten voor de luifel alleen niet bepalend zijn.
- Kwaliteit van het plan: De constructie moet in de omgeving passen, de constructie moet mogelijkheid bieden tot opschaling en de constructie moet een bijdrage bieden aan de klimaatbestendigheid. Dit is een belangrijk criterium voor de stakeholders en krijgt dus een weging van 2.
- Uitvoeringsaspecten: De constructie moet in fases uit te voeren zijn, de constructie moet gemakkelijk en snel uit te voeren zijn en de risico's op vertraging moet zo klein mogelijk zijn. Dit is een belangrijk criterium voor de stakeholders om de planning te halen en krijgt dus een weging van 2.

De score wordt als volgt bepaald:

| Beoordeling | Score |
|-------------|-------|
| Goed        | 4     |
| Voldoende   | 3     |
| Matig       | 2     |
| Slecht      | 1     |

| Weging (gewicht) | Score |
|------------------|-------|
| Minst belangrijk | 1     |
| Meest belangrijk | 2     |

| Criteria                 | Weging | Variant 1 | Variant 2 | Variant 3 |
|--------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|
| Recreatieve waarde       | 1      | 3         | 3         | 2         |
| Landschappelijke waarde  | 1      | 4         | 3         | 3         |
| Ecologische waarde       | 2      | 4         | 4         | 3         |
| Veilig                   | 1      | 4         | 4         | 3         |
| Beheer en onderhoudbaar  | 1      | 3         | 2         | 2         |
| Constructief in orde     | 1      | 3         | 3         | 4         |
| Financieel aantrekkelijk | 1      | 3         | 3         | 1         |
| Kwalitatief in orde      | 2      | 4         | 4         | 2         |
| Uitvoerbaar              | 2      | 3         | 3         | 2         |
| <b>Totaal</b>            |        | <b>42</b> | <b>40</b> | <b>29</b> |

Tabel 7 Multicriteria analyse

**Toelichting score*****Recreatieve waarde:***

Hier scoren variant 1 en 2 beter als variant 3. Dit omdat bij variant 3 de helling van het recreatieve deel schuin is, wat nadelig is voor verschillende balsporten tijdens recreatie. Het krijgt ook niet de hoogste score omdat het niet mogelijk is om in het water te gaan.

***Landschappelijke waarde:***

Hierbij scoort variant 1 beter als variant 2 en 3. Dit omdat er door het systeem met twee hellingen meer oppervlak gecreëerd wordt ook zal het water met de getijdenwisseling in geulen op de luifel op en afstromen wat de beleving en zichtbaarheid van het getij groter maakt.

***Ecologische waarde:***

Hier scoren variant 1 en 2 beter als variant 3. Dit omdat variant 1 meer oppervlak biedt voor de ecologie en op variant twee kan de ecologische ontwikkeling gevolgd worden.

***Veilig:***

Hier scoren variant 1 en 2 beter als variant 3. Dit omdat bij variant 3 de helling van het recreatieve deel schuin is waardoor de gebruiksvriendelijkheid lager scoort.

***Beheer- en onderhoudbaar:***

Hierbij scoort variant 1 beter als variant 2 en 3. Dit omdat er door het systeem met twee hellingen drijfvuil altijd naar een punt zal drijven. Ook is de constructie beter vanaf het water toegankelijk. Het krijgt niet de hoogste score omdat er geen extra voorzieningen getroffen zijn voor onderhoudswerkzaamheden.

***Constructief in orde:***

De horizontale belasting is in alle drie de varianten minimaal. Er wordt bij alle drie de varianten gebruik gemaakt van duurzame materialen waardoor de constructie een levensduur van 25 jaar haalt. De composieten constructie scoort wat beter omdat de levensduur langer is als 25 jaar.

***Financieel aantrekkelijk:***

Hier scoren variant 1 en 2 beter als variant 3. Dit omdat in deze situatie een composieten constructies duurder is als een houten constructie. Het krijgt niet de hoogste score omdat een vaste schuine variant goedkoper is.

***Kwalitatief in orde:***

De houten constructies passen beter in de omgeving, ze bieden alle drie de mogelijkheid tot opschaling en als er een rietmoeras op ontstaat, leggen ze koolstof vast wat bijdraagt aan de bescherming tegen klimaatverandering.

***Uitvoerbaar:***

Variant een en twee scoren hoger omdat deze in fases uit te voeren zijn en variant drie niet. Variant drie is wel sneller uitvoerbaar op locatie omdat de composieten elementen prefab gemaakt worden. Deze krijgen niet de hoogste score omdat er veel pas en meetwerk bij komt kijken.

## 7 DEFINITIEVE VARIANT

De definitieve variant is de vierkante luifel met twee gedeeltes waarvan het hoge gedeelte een vaste constructie is en het lage gedeelte een houten constructie met een helling van 1:10 in twee richtingen. Deze constructie heeft als voordeel dat er door het gebruik van twee hellingen een optimum aan vierkante meters bereikt wordt wat bijdraagt aan de doelen voor de KRW richtlijn. Voor de berekening en dimensionering van de constructie wordt alleen gekeken naar het lage gedeelte. Het hoge gedeelte is geen onderdeel van de luifelconstructie omdat het niet onder invloed van het getij nat en droog valt maar wel is toegevoegd aan het ontwerp omdat belanghebbenden het wel belangrijk vinden dat er een gebied voor recreatie en educatie toegevoegd wordt aan de Maashaven. De constructie moet eerst getest worden maar naar verwachting kan de constructie dienen voor twee doelen: Als groene oever op locaties waar verondiepen niet mogelijk is zoals de Maashaven en op locaties waar oevers eroderen door golfslag. Op deze locaties kan de getijdenluifel toegepast worden als groene golfbreker.

### 7.1 TEKENINGEN

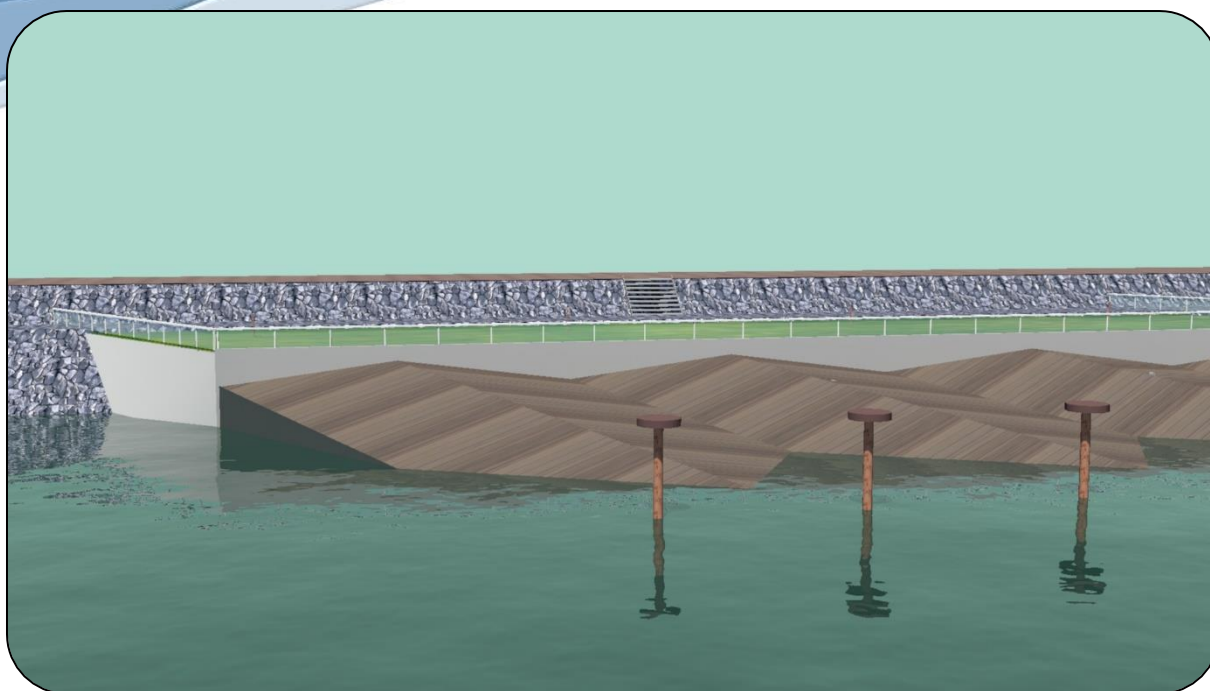
In dit hoofdstuk zijn de tekeningen uit het voorlopig ontwerp toegevoegd, de tekeningen zijn niet op schaal. De vo-tekening op A0 formaat is toegevoegd in bijlage 7. Voor het ontwerp is gekozen om het in de zuidoostelijke hoek te plaatsen, maar het ontwerp is hetzelfde voor de noordoostelijke hoek.

#### 3D Impressie

Er is een 3D impressie gemaakt om duidelijk te laten zien hoe de hellingen lopen en hoe het water tijdens de getijdenwisselingen de constructie op en afstroomt.



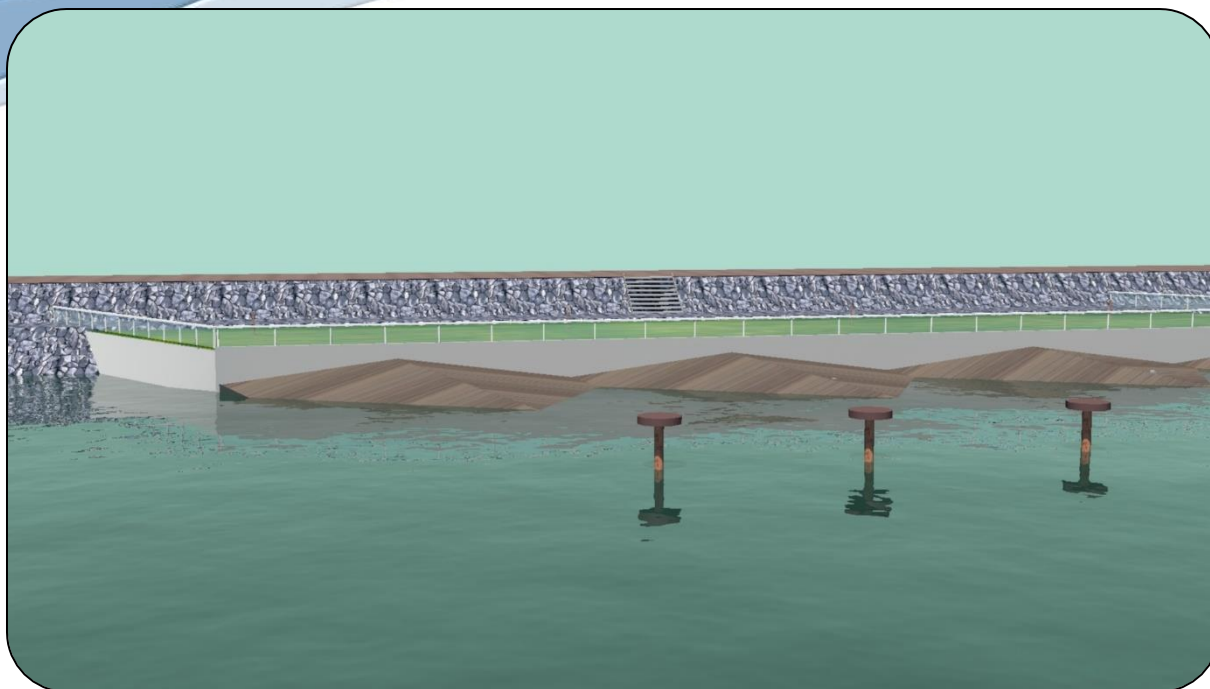
*Figuur 24 3D Impressie getijdenluifel met laagwater*



Figuur 25 3D Impressie laag water zonder vegetatie



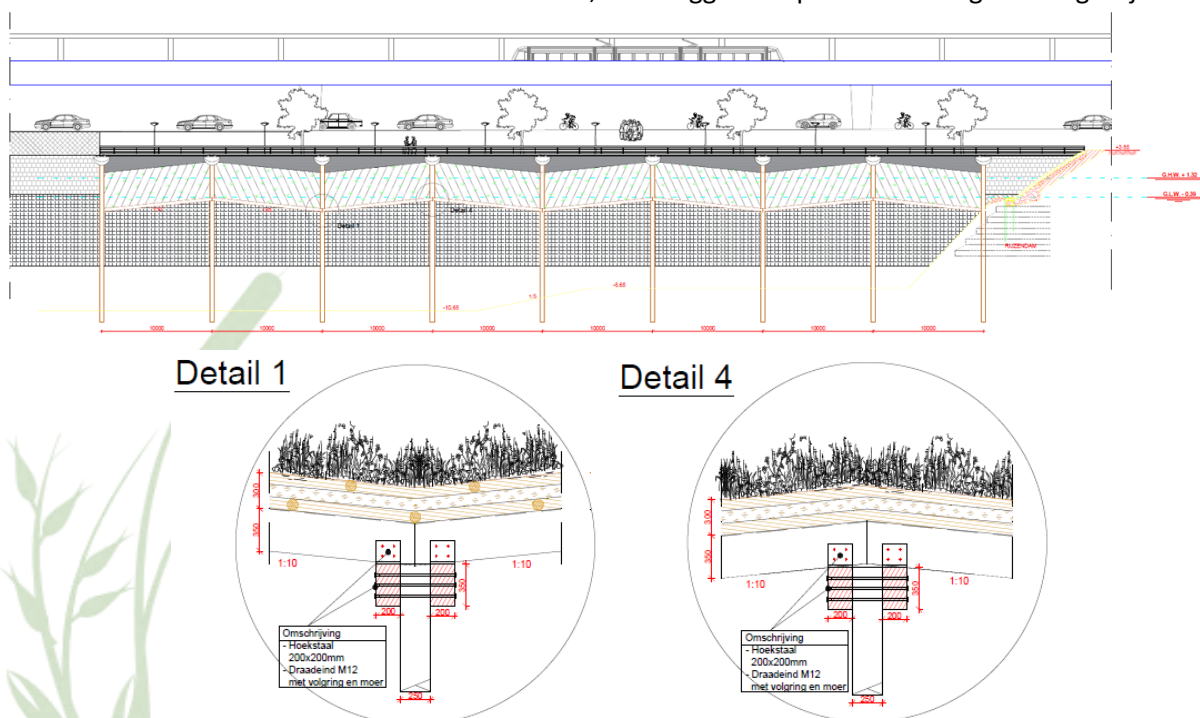
Figuur 26 3D Impressie getijdenluifel met hoogwater



Figuur 27 3D Impressie hoogwater zonder vegetatie

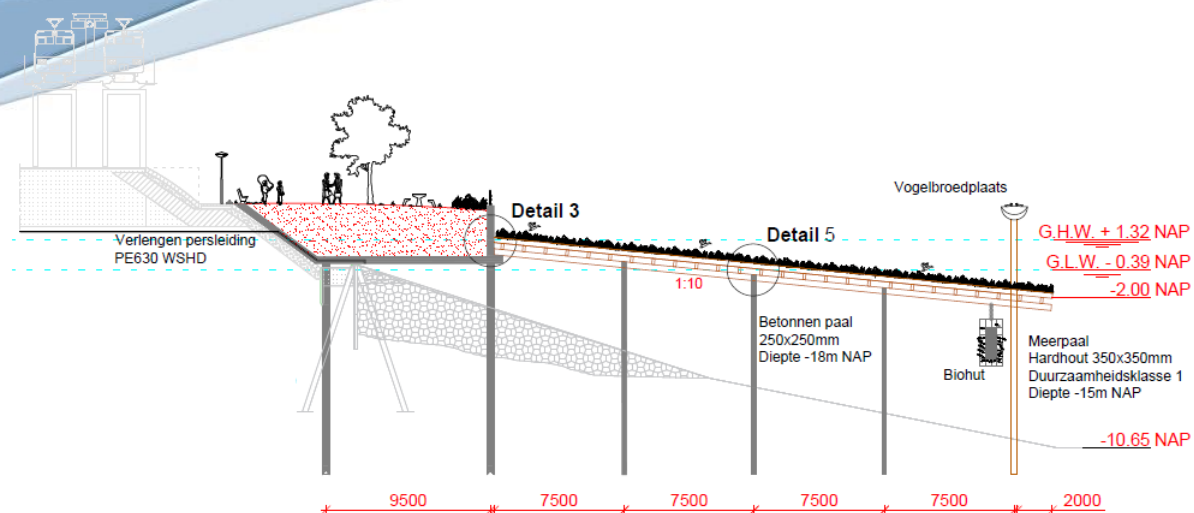
### Vooraanzicht

Op figuur 28 is het vooraanzicht afgebeeld met bijbehorende details. De constructie heeft vier "dak profielen" van ieder 20m. Deze constructie is te verschalen langs heel de oostzijde van de Maashaven. In de details is te zien hoe de hoofd-, dwarsliggers en palen onderling bevestigd zijn.

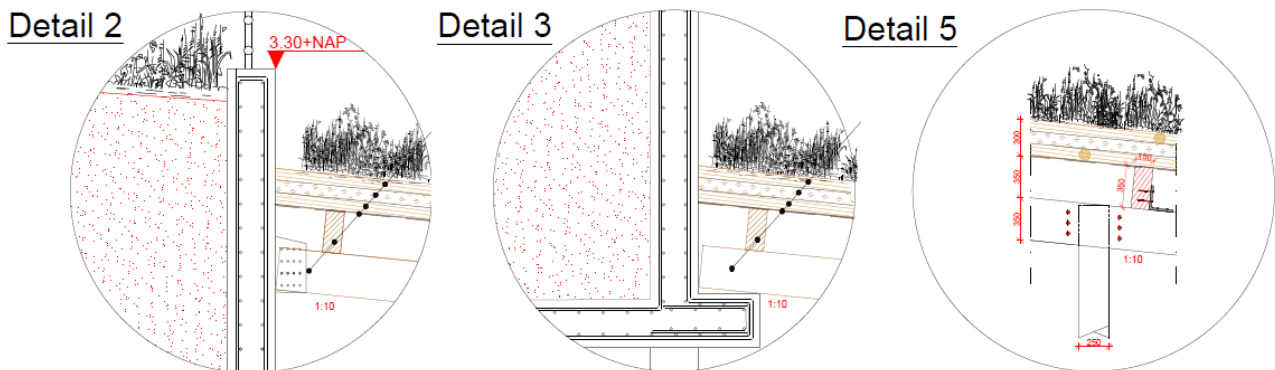


Figuur 28 Vooraanzicht en detail 1 en 4





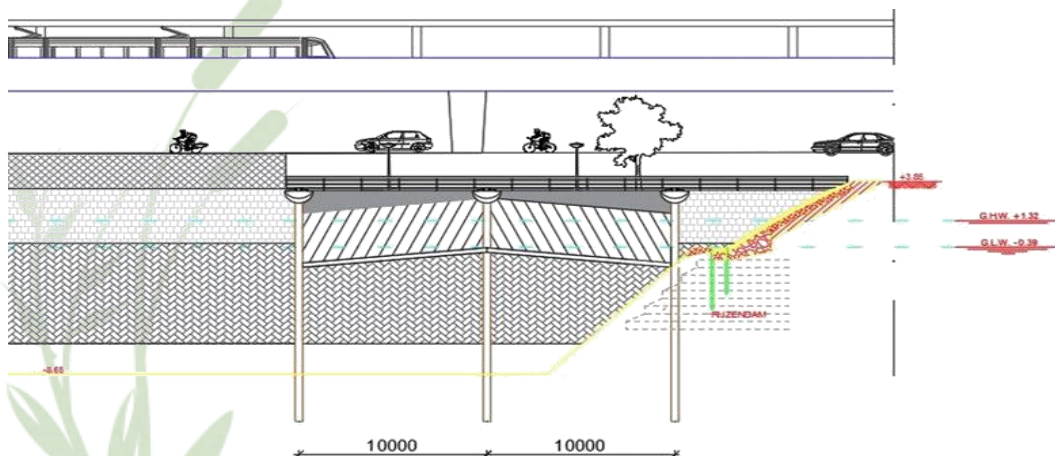
Figuur 31 Doorsnede B-B



Figuur 32 Details 2, 3 en 5

## 7.2 PROEFPROJECT (PILOT)

Het voorstel is om eerst een pilot te maken voor deze constructie; Er wordt gebruik gemaakt van een enkel dak profiel (zie *figuur 33*) om hier de ecologie en de constructie op te testen. Als dit werkt en de resultaten voldoen aan de verwachting, is dit concept te verscalen van 20 naar 40 naar 60 meter enzovoort.



Figuur 33 Pilot getijdenluifel 20 meter

Het proefproject kan bestaan uit een luifelconstructie van 20 meter, deze dient geplaatst te worden op een locatie waar de luifel hinder ondervindt van golven en stroming. Dit om te testen wat de constructie aan krachten kan verwerken. Ook is het belangrijk op de stevigheid en structuur van de opbouw te testen.

### 7.3 ONTWERP LOCATIE MAASHAVEN

Voor de locatie in de Maashaven is er de mogelijkheid om het proefproject van 20 meter te plaatsen. Bij een goed resultaat is het project uit te breiden tot 40, 60, 80 meter of heel de oostzijde van de Maashaven. In het voorlopig ontwerp voor de Maashaven is er gekozen om twee getijdenluifels van 80 bij 32 meter te maken zo is er een 0.5 hectare en 160 meter dat bijdraagt aan de KRW doelstellingen, dit kan dus altijd uitgebreid worden tot 360 meter de complete lengte van de oostzijde. De A0 tekening van het voorlopig ontwerp is toegevoegd in bijlage 7.

### 7.4 OPBOUW

In dit hoofdstuk wordt de materiaalkeuze uitgelegd voor de opbouw van de getijdenluifel. Stakeholders hebben aangegeven de uitstraling van het ontwerp zo natuurlijk mogelijk moet zijn.

#### Paal keuze

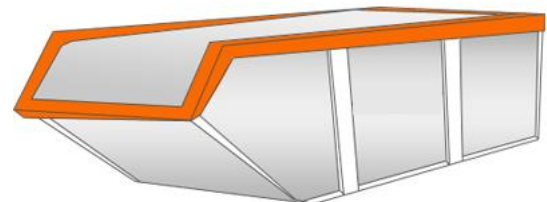
Er is gekozen voor een combinatie tussen (gebruikte) houten meerpalen van het materiaal Azobé en betonnen palen. De houten meerpalen zullen in het zicht staan en de betonnen palen zullen onder de luifel verdwijnen. Het prijsverschil tussen betonnen, stalen of houten palen is aanzienlijk in het voordeel van betonpalen omdat tropische hardhoutenpalen duur zijn door de levertijd en omdat er bomen voor gekapt moeten worden. Onder de constructie worden betonnen palen gebruikt wat de constructie duurzamer maakt. De lengte van de palen is bepaald aan de hand van het verschil tussen het waterpeil en de diepte van de holocene en pleistocene zandlaag. Uit de berekening voor de houten meerpaal volgt een paaldoorsnede van 350x350mm gefundeerd in de holocene zandlaag. In het ontwerp is rekening gehouden met vogelbroedplaatsen op de Meerpaal. Voor de betonnen palen is een afmeting van 250x250mm berekend, deze kan gefundeerd worden in de pleistocene zandlaag. Voor de getijdenluifel in uitvoering gaat zal nog wel opnieuw bodem onderzoek uitgevoerd moeten worden, er is nu uitgegaan van sonderingen uit het jaar 1957.



Figuur 34 Meeuw op een meerpaal

#### Constructie hoge gedeelte

Het hoge gedeelte zal bestaan uit een vaste constructie uitgevoerd in beton of composiet, dit gedeelte zal de recreatiefunctie krijgen. De constructie voor het hoge gedeelte wordt niet verder gespecificeerd omdat dit buiten de scope van de afstudeeropdracht valt. Het advies is om gebruik te



Figuur 35 Toepassen van container

maken van een vaste betonnen bak (bestaande caissons of bijvoorbeeld oude (zee)containers) op betonnen palen gefundeerd. Hier moet een stevige constructie gebruikt worden omdat dit gedeelte publiektoegankelijk is en de veiligheid van de bezoekers moet waarborgen. De bak wordt vervolgens afgevuld met zand/slib dat vrijkomt bij verdieping van de Nieuwe Waterweg. De persleiding van waterschap Hollandse Delta zal verlengd moeten worden door de constructie.

#### Constructie lage gedeelte

Er is gekozen om voor het lage gedeelte een houten constructie te maken met een toplaag van wilgenhout met geotextiel om zo o.a. een rietmoeras te creëren. De constructie zal bestaan uit Azobé hoofddraggers bevestigd aan houten en betonnen palen, boven op deze hoofddraggers worden de Azobé dwarsbalken bevestigd. Om de belasting vanuit de wilgenmat, substraat en vegetatie gelijkmatig te verdelen is er gekozen voor geogrid (gewapend geotextiel). Het geogrid wordt bevestigd op de dwarsbalken waar vervolgens de wilgenmat met geotextiel op bevestigd wordt. De

wilgenmat bestaat uit twee lagen wiepen haaks op elkaar met een vulling van rijshout. De wiepen worden aan elkaar geknoopt met sjorringstouwen, die hebben als eigenschap uit te zetten zodra ze nat zijn geworden. Hierdoor blijven de knopen stevig zitten. Het geotextiel is voorzien van ingeweven lussen waar de sjorringstouwen aan vast geknoopt kunnen worden. De wilgenmat heeft een afmeting van 20 meter bij 32 meter voor de pilot, dit kan uitgebreid worden tot 355 meter bij 32 meter (de complete lengte van de oostzijde van de Maashaven).

De constructie wordt uiteindelijk afgewerkt met een laag van 10cm substraat waar per vierkante meter 40 stuks rietwortelstokken aangebracht worden om een rietmoeras te creëren. In de overige ruimte kan nog andere vegetatie geplant worden. De wilgenmatten hebben in dit milieu een levensduur van ongeveer vijf jaar wat wortels van andere vegetatie de tijd geeft om een stevige oever te creëren. De wortels moeten zich door het geotextiel aan het geogrid bevestigen, op deze manier nemen ze de functie van de wilgenmatten over en ontstaat er een stevige oever (zie bijlage 1.5). In de constructie worden gaten gemaakt om onder 10% van het totale oppervlak van de getijdenluifel zonlicht door te laten, dit is nodig voor de fotosynthese voor planten en vissen.



Figuur 36 Geogrid en wilgenmatten (Geotechnicus, 2017) (Van Aalsburg, 2017)

### Overige innovaties

Naast de standaard constructie is het mogelijk om verschillende innovaties toe te passen op en rondom de getijdenluifel. Er kunnen biohutten bevestigd worden aan de luifel, rif korven geplaatst worden en vogelbroedplaatsen gemaakt worden. In het huidige ontwerp is gekozen om vogelbroedplaatsen en biohutten toe te voegen. Zie bijlage 1.5 Innovaties voor extra informatie.

## 7.5 VOORDELEN VAN DE CONSTRUCTIE

Het toepassen van de getijdenluifel heeft veel voordelen en draagt bij aan een aantal doelen.

### **Recreatieve waarde:**

De recreatieve waarde van het gebied zal door de getijdenluifel fors stijgen. De luifel trekt vissers, vogelaars en andere recreanten aan. Voor kinderen en volwassenen heeft de getijdenluifel educatieve waarde omdat ze in de directe omgeving in contact met natuur worden gebracht.

### **Landschappelijke waarde:**

Uitzicht op groen vergroot de waarde van bijvoorbeeld de nieuwbouwwijk in Katendrecht. Doordat de mensen groen voor hun deur hebben liggen vergroot dit het woongenot en verbetert de volksgezondheid.

### **Ecologische waarde:**

Zuiveringsfunctie: Door het rietmoeras en andere vegetatie dat ontstaat op de getijdenluifel verbetert de waterkwaliteit en wordt het water helderder. Het rietmoeras zorgt voor een goede zuurstofvoorziening wat weer belangrijk is voor vissoorten in het gebied.

**Biodiversiteit:** De getijdenluifel zorgt voor een geheel nieuw leefgebied in de Rotterdamse haven. Er wordt een gebied gecreëerd voor verschillende soorten flora en fauna (waaronder paaigebied voor vis) die in het getijden kunnen leven. Dit draagt bij aan de doelstellingen van de KRW.

#### **Veilig:**

**Oeverbescherming:** De getijdenluifel, mits voldoende breed, verbetert de bestaande bescherming tegen hoogwater en golven. De bestaande glooiing blijft intact als back-up. Het verandert de oever van een harde glooiing naar een natuurlijk talud waardoor de helling flauwer wordt en de golfoploop dus langer.

**Erosiebeheersing:** Als de luifelconstructie toegepast wordt op andere locaties kan deze zorgen voor golfdemping waardoor erosie van bestaande oevers kan worden tegengegaan, dit verbetert ook de veiligheid.

#### **Constructief in orde:**

De getijdenluifel is demontabel en bestaat uit duurzame, natuurlijke materialen. (Hergebruik is mogelijk).

#### **Kwalitatief in orde:**

**Opname fijnstof:** Het grote voordeel van het rietmoeras is dat het een bijdrage levert aan de luchtkwaliteit. Bekend is dat een roetmoeras per hectare ongeveer 10kg fijnstof afvangt.

**Koolstofvastlegging:** Als het rietmoeras op de getijdenluifel volgroeid is draagt het ook bij aan de bescherming tegen klimaatverandering. Rietoevers leggen ca. 6,8kg koolstof per hectare per jaar vast.

**Stedelijk (micro) klimaat:** Door een getijdenluifel toe te passen met vegetatie wordt de temperatuur, luchtvochtigheid en windsnelheid in de omgeving beïnvloed. Zo wordt het in de zomer koeler en zal het stedelijk warmte-eiland effect afnemen met ongeveer 0,6 graden per 10% meer groen.

## 7.6 BEREKENINGEN

De constructie is eerst handmatig berekend en vervolgens zijn de uitkomsten gecontroleerd met het programma Scia Engineer. Scia Engineer is een programma waar de gemeente Rotterdam mee werkt. Met behulp van dit programma is de constructie geoptimaliseerd. Hier zijn vervolgens de afmetingen van de hoofddraagbalken, dwarsliggers en palen mee bepaald. Deze uitgewerkte berekeningen zijn terug te vinden in bijlage 6.

#### **Materiaal**

Er wordt gebruik gemaakt van de tropische houtsoort Azobé, deze houtsoort is zeer geschikt voor het milieu in de Maashaven. Azobé wordt meestal gebruikt in de waterbouwsector voor zware constructies die met weer en wind te maken krijgen. De soort is ook goed bestand tegen aantasting door paalworm. De getijdenluifel zal bestaan uit hoofdbalken, dwarsbalken en palen van het materiaal Azobé. (Houtinfo, 2017)

##### Technische eigenschappen Azobé

|                             |               |                                                                                                         |
|-----------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Duurzaamheidsklasse         |               | Azobé is zeer duurzaam (klasse 1).                                                                      |
| Buigsterkte                 | $f_{m,0,k}$   | 70 N/mm <sup>2</sup> .                                                                                  |
| Schuifsterkte               | $f_{v,k}$     | 5,0 N/mm <sup>2</sup> .                                                                                 |
| Druksterkte                 | $f_{c,0,k}$   | 34 N/mm <sup>2</sup> .                                                                                  |
| Elasticiteitsmodulus in BGT | $E_{0,mean}$  | 20.000 N/mm <sup>2</sup> .                                                                              |
| Elasticiteitsmodulus in UGT | $E_{0,0.05}$  | 16.800 N/mm <sup>2</sup> .                                                                              |
| Volumieke massa vers        | $\rho_k$      | 900 kg/m <sup>3</sup> .                                                                                 |
| Volumieke massa 15%         | $\rho_{mean}$ | 1050 kg/m <sup>3</sup> bij 15% vochtgehalte.                                                            |
| Sterkteklasse               |               | Azobé kwaliteitsklasse categorie 3 – Tropisch – NEN 5493 is ingedeeld in sterkteklasse D70 (NEN-EN 338) |

Tabel 8 Technische eigenschappen Azobé (Centrum Hout, 2014)

## Belastingen

### Permanente belastingen

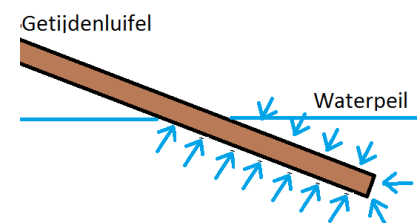
Onder de permanente belastingen wordt het eigen gewicht van de constructie op de betreffende balk en de balk zelf bedoeld, deze wordt weergegeven in een lijnlast ( $q$ -last).

### Veranderlijke belastingen

Onder de veranderlijke belastingen worden belastingen verstaan die niet permanent aanwezig zijn of veranderen als functie van tijd.

- Vegetatie: De constructie heeft een natuurfunctie. Hier kan dus vegetatie op groeien wat verschillend in gewicht is per seizoen, in de berekening wordt sneeuwbelasting meegenomen omdat er in de winter weinig vegetatie is en sneeuw is dan maatgevend.
- Onderhoud belasting: Deze belasting wordt niet meegenomen omdat de sneeuwbelasting zwaarder is en dus maatgevend, er wordt geen onderhoud gepleegd als er sneeuw op de constructie ligt.
- Sneeuwbelasting: Deze belasting wordt meegenomen om de sneeuw op te vangen dat op de constructie blijft liggen.
- Belasting door kruiend ijs: Wordt niet meegenomen komt niet voor in de Maashaven.
- Wind belasting: De belasting van wind is te verwaarlozen omdat de wind niet onder de constructie kan komen omdat deze in het water ligt.
- Golf belasting: De belasting van golven is meegenomen omdat deze constructie ook op andere locaties toe te passen is. Er is hiervoor wel een aanname gedaan omdat in het huidige ontwerp van de Maashaven sprake is van een golfbreker waardoor de luifel niet onder invloed van golfkracht komt te staan.

(Er wordt in de berekening niet gerekend met opwaartse kracht omdat de constructie bij extreem laag water volledig droog kan vallen. Het water heeft een positief effect op de uitkomst en wordt dus niet meegenomen.)



Figuur 37 Waterdruk op de getijdenluifel

## Afmetingen

### Dwarsbalk:

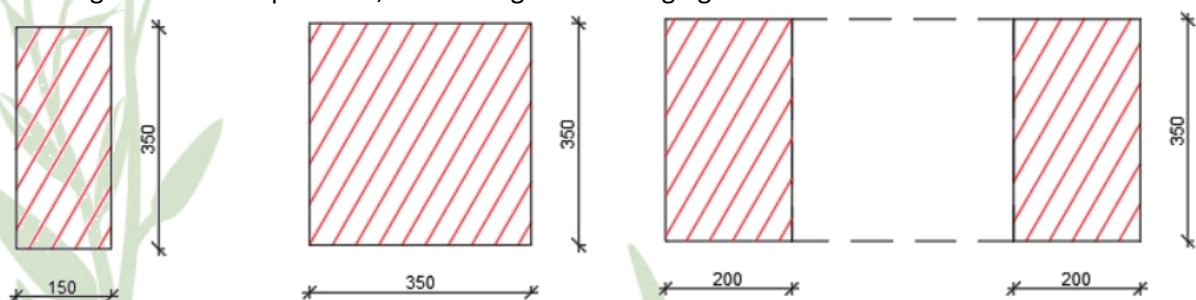
De ideale afmeting voor de dwarsbalken die volgde uit de berekening is 150mmx350mm ( $b \cdot h$ ). De afmeting is berekend op sterkte, afschuiving en doorbuiging.

### Funderingspalen:

De ideale afmeting voor de houten palen die volgde uit de berekening is 350mmx350mm ( $\square$ ). Uit de paalberekening kwam als uitkomst dat het mogelijk was om op de holocene zandlaag te funderen die op -13.5m NAP begint. Voor betonnen palen was het mogelijk om 250mmx250mm ( $\square$ ) te gebruiken en deze in de pleistocene zandlaag op -17m NAP te funderen. Er is voor gekozen om de eerste drie palen van beton te maken en de laatste (meest westelijke paal) uit te voeren als houten meerpaal.

### Hoofdbalk:

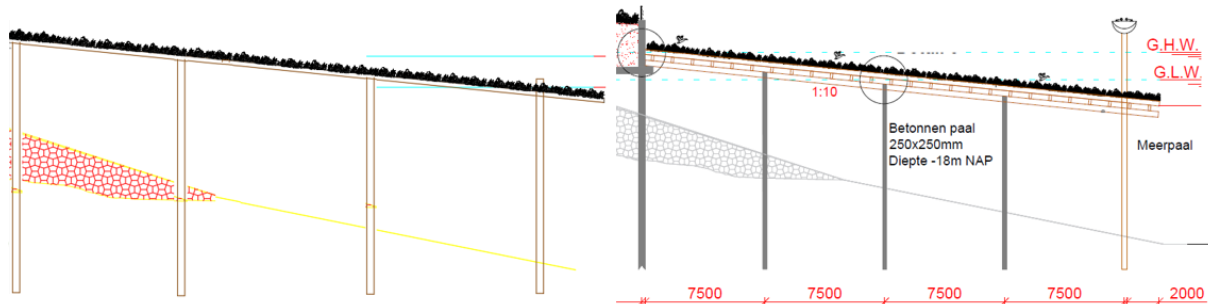
De ideale afmeting voor de hoofdbalken die volgde uit de berekening is 2x 200mmx350mm ( $b \cdot h$ ). De afmeting is berekend op sterkte, afschuiving en doorbuiging.



Figuur 38 Doorsnedes dwarsbalk, funderingspaal, hoofdbalken

### Conclusie uit de berekening

Bij de handberekening is er uitgegaan van een houten hoofdbalk 400x350mm en vier houten palen 350x350mm met een paalafstand van 10mx10m (zie linker afbeelding figuur 39). Deze constructie is geoptimaliseerd tot twee hoofdbalken van 200x350mm die links en rechts van de paal bevestigd zijn om zo een breder draagvlak te creëren (zie figuur 38). De paalafstand is vervolgens naar 10mx7.5m gegaan om de vervorming van de hoofdligger te verminderen. De palen zijn i.p.v. om de 10 meter nu om de 7.5 meter geplaatst. Aan de linkerzijde wordt de hoofdligger een vaste verbinding aan het hoge gedeelte zodat er geen extra paal nodig is. (zie rechter afbeelding figuur 39)



Figuur 39 Handmatig naar optimalisatie

## 7.7 WERKWIJZE

In dit hoofdstuk is de werkwijze omschreven, er is op hoofdpunten uitgelegd hoe de getijdenluifel uitgevoerd dient te worden.

| Stap | Omschrijving                                                                                                          |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Bouwplaats inrichting.                                                                                                |
| 2    | Uitzetten.                                                                                                            |
| 3    | Heien van betonnen palen en houten meerpalen bij laagwater vanaf ponton.                                              |
| 4    | Verlengen van bestaande overstort. Deze zorgt samen met het getij voor vernieuwing van water onder de getijdenluifel. |
| 5    | Aanbrengen Hoog gedeelte (prefab betonbak, eventueel zeecontainers).                                                  |
| 6    | Aanbrengen houten hoofdbalken bij laagwater.                                                                          |
| 7    | Aanbrengen houten dwarsliggers bij laagwater.                                                                         |
| 8    | Aanbrengen van geogrid op dwarsbalken.                                                                                |
| 9    | Vlechten van wilgenhout op de kade en aan elkaar maken met sjoeren.                                                   |
| 10   | Wilgenhout aanbrengen op geotextiel op de kade.                                                                       |
| 11   | Sjoeren vastmaken aan lussen van het geotextiel.                                                                      |
| 12   | Wilgenmat ligt op plastic buizen om de mat het water in te laten rollen bij hoogwater.                                |
| 13   | De wilgenmat een week in het water laten liggen zodat het hout water opneemt.                                         |
| 14   | Tijdens laagwater ballasten met 10cm substraat. De wilgenmat zinkt en kan bevestigd worden aan het geogrid.           |
| 15   | Aanbrengen van rietwortels, 40 stuks per vierkante meter.                                                             |
| 16   | Overige vegetatie planten op advies ecologen.                                                                         |
| 17   | Opruimen bouwplaats.                                                                                                  |

Tabel 9 Globale werkwijze aanbrengen getijdenluifel

## 7.8 BEHEER EN ONDERHOUD

De getijdenluifel zal gedeeltelijk vanaf de kade en gedeeltelijk vanaf het water onderhouden worden. Voor het beheer en onderhoud moet een meerjarenplan gemaakt worden. Het is van belang dat er regelmatig gecontroleerd wordt op drijfvuil en opschot van bijvoorbeeld wilgentakken. Het wordt aanbevolen om de controle na hoogwater of storm te laten plaatsvinden. Daarnaast zal er regelmatig gecontroleerd moeten worden of de planten niet te veel aangetast worden door ganzen, zwanen, muskusratten e.d. anders kan overwogen worden om bijvoorbeeld met kippengaas dieren te weren. Natuurlijke sedimentatie zal tijdens onderhoud beoordeeld worden of het schadelijk is voor de luifel.

## 7.9 TRANSPORT EN OPSLAG

Alle materialen zijn over het water via de Nieuwe Maas aan te voeren. Op de noord kade van de Maashaven is er ruimte om materiaal op te slaan (zie blauwe arcering figuur 40). Deze kade werd oorspronkelijk gebruikt om te lossen, maar zal nu niet meer gebruikt worden. Op deze kade is het ook mogelijk om de wilgenmatten te vlechten en te bevestigen aan het geotextiel.



Figuur 40 Locatie voor opslag in lichtblauw kader weergegeven

## 7.10 KOSTENRAMING

In dit hoofdstuk wordt er een raming gemaakt van de kosten die nodig zijn om de constructie te realiseren. Onder constructie wordt dus alleen het lage gedeelte verstaan wat binnen de scope valt. Er wordt een kostenschatting gemaakt voor de pilot en voor de getijdenluifel zoals beschreven in het voorlopig ontwerp. Bij de kosten is uitgegaan van eenheidsprijzen bekend gemaakt op websites van leveranciers, van sommige kosten is een aanname gedaan\*. Er kan ook gekozen worden om gebruikte materialen toe te passen, zoals getrokken betonnen heipalen/ meerpalen. Dan is er vooral veel kosten- en duurzaamheidsvoordeel te halen in het Azobé hout. De raming is gecontroleerd door een kostendeskundige binnen de gemeente Rotterdam.

### Kosten pilot getijdenluifel 20m.

De kosten voor de pilot bedragen 170.000 euro. Eenheidsprijzen zijn bepaald aan de hand van marktprijzen op websites van leveranciers. Deze kosten kunnen in de definitieve berekening een stuk voordeliger uitvallen omdat de gemeente Rotterdam ook prijsafspraken heeft met verschillende leveranciers.

| Kostenschatting voor een getijdenluifel 32m*20m |                                |        |         |                   |                     |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|--------|---------|-------------------|---------------------|
| Post                                            | Omschrijving                   | aantal | eenheid | Prijs per eenheid | Totaal              |
| 1                                               | Aankoop betonpalen 250x250mm   | 166,5  | m1      | € 14,00           | € 2.331,00          |
| 2                                               | aankoop houten palen           | 51     | m1      | € 219,00          | € 11.169,00         |
| 3                                               | Vogelbroedplaats               | 3      | st      | € 200,00          | € 600,00 *          |
| 4                                               | Biohut                         | 3      | st      | € 300,00          | € 900,00 *          |
| 5                                               | Aan- en afvoer heistelling     | 1      | st      | € 1.900,00        | € 1.900,00          |
| 6                                               | Heien palen 360m1/dag          | 1      | dagen   | € 1.265,00        | € 1.265,00          |
| 7                                               | Azobe hoofddrager 200 x 350    | 192    | m1      | € 124,00          | € 23.808,00         |
| 8                                               | Azobe dwarsligger 150 x 350    | 572    | m1      | € 93,00           | € 53.196,00         |
| 9                                               | Verbindingshoek 20x20          | 104    | st      | € 8,00            | € 832,00            |
| 10                                              | Rvs Draadeind M12 1000mm       | 48     | st      | € 4,00            | € 192,00            |
| 11                                              | Rvs Moeren M12                 | 96     | st      | € 17,95           | € 1.723,20          |
| 12                                              | Balkschoen                     | 3      | st      | € 0,55            | € 1,65              |
| 13                                              | Bevestigen Liggers             | 40     | uur     | € 15,00           | € 600,00 *          |
| 14                                              | Montageschip                   | 40     | uur     | € 300,00          | € 12.000,00         |
| 15                                              | Geogrid                        | 704    | m2      | € 15,00           | € 10.560,00 *       |
| 16                                              | Geotextiel                     | 704    | m2      | € 5,00            | € 3.520,00          |
| 17                                              | Wilgenmatten                   | 704    | m2      | € 8,00            | € 5.632,00          |
| 18                                              | Vlechten en plaatsen wilgenmat | 80     | uur     | € 40,00           | € 3.200,00 *        |
| 19                                              | Substraat                      | 70,4   | m3      | € 30,00           | € 2.112,00          |
| 20                                              | Bepanting                      | 704    | m2      | € 5,00            | € 3.520,00 *        |
| 21                                              | Afwerken                       | 24     | uur     | € 40,00           | € 960,00            |
|                                                 |                                |        |         | Totaal:           | € 140.021,85        |
|                                                 | Kosten engineering             |        |         | 6%                | € 8.401,31          |
|                                                 | Algemene kosten                |        |         | 5%                | € 7.001,09          |
|                                                 | Winst en risico                |        |         | 10%               | € 14.002,19 +       |
|                                                 | <b>Totaal prijs excl. BTW:</b> |        |         |                   | <b>€ 169.426,44</b> |
|                                                 | Per m2                         |        |         |                   | € 197,07            |

Tabel 10 Kostenraming pilot

Kosten getijdenluifel 80m.

De kosten voor de getijdenluifel zoals is toegelicht in het ontwerp bedragen 585.00 euro. Dit ontwerp is te verscalen langs heel de oostzijde van de Maashaven.

| Kostenschatting voor een getijdenluifel 32m*80m |                                |        |         |                   |                     |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|--------|---------|-------------------|---------------------|
| Post                                            | Omschrijving                   | aantal | eenheid | Prijs per eenheid | Totaal              |
| 1                                               | Aankoop betonpalen 250x250mm   | 499,5  | m1      | € 14,00           | € 6.993,00          |
| 2                                               | aankoop houten palen           | 153    | m1      | € 219,00          | € 33.507,00         |
| 3                                               | Vogelbroedplaats               | 9      | st      | € 200,00          | € 1.800,00 *        |
| 4                                               | Biohut                         | 9      | st      | € 300,00          | € 2.700,00 *        |
| 5                                               | Aan- en afvoer heistelling     | 1      | st      | € 1.900,00        | € 1.900,00          |
| 6                                               | Heien palen 360m1/dag          | 2      | dagen   | € 1.265,00        | € 2.530,00          |
| 7                                               | Azobe hoofddrager 200 x 350    | 512    | m1      | € 124,00          | € 63.488,00         |
| 8                                               | Azobe dwarsligger 150 x 350    | 2125   | m1      | € 93,00           | € 197.625,00        |
| 9                                               | Verbindingshoek 20x20          | 416    | st      | € 4,00            | € 1.664,00          |
| 10                                              | Rvs Draadeind M12 1000mm       | 216    | st      | € 17,95           | € 3.877,20          |
| 11                                              | Rvs Moeren M12                 | 432    | st      | € 0,55            | € 237,60            |
| 12                                              | Balkschoen                     | 9      | st      | € 15,00           | € 135,00            |
| 13                                              | Bevestigen Liggers             | 160    | uur     | € 40,00           | € 6.400,00 *        |
| 14                                              | Montage schip                  | 160    | uur     | € 300,00          | € 48.000,00         |
| 15                                              | Geogrid                        | 2720   | m2      | € 15,00           | € 40.800,00 *       |
| 16                                              | Geotextiel                     | 2720   | m2      | € 5,00            | € 13.600,00         |
| 17                                              | Wilgenmatten                   | 2624   | m2      | € 8,00            | € 20.992,00         |
| 18                                              | Vlechten en plaatsen wilgenmat | 320    | uur     | € 40,00           | € 12.800,00 *       |
| 19                                              | Substraat                      | 256    | m3      | € 30,00           | € 7.680,00          |
| 20                                              | Bepanting                      | 2560   | m2      | € 5,00            | € 12.800,00         |
| 21                                              | Afwerken                       | 96     | uur     | € 40,00           | € 3.840,00 *        |
|                                                 |                                |        |         | Totaal:           | € 483.368,80        |
|                                                 | Kosten engineering             |        |         | 6%                | € 29.002,13         |
|                                                 | Algemene kosten                |        |         | 5%                | € 24.168,44         |
|                                                 | Winst en risico                |        |         | 10%               | € 48.336,88 +       |
|                                                 | <b>Totaal prijs excl. BTW:</b> |        |         |                   | <b>€ 584.876,25</b> |
|                                                 | Per m2                         |        |         |                   | € 169,32            |

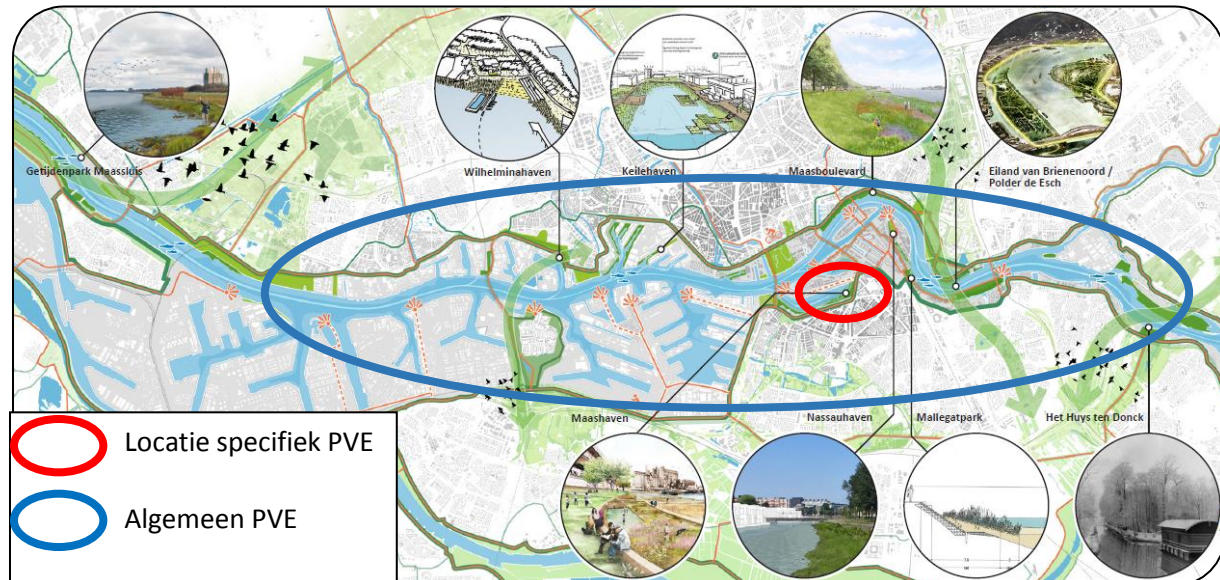
Tabel 11 Kostenraming ontwerp

### 7.11 WAT ALS ER GEBRUIKT GEMAAKT WORDT VAN EEN BETONNEN BAK OF COMPOSIT

Als er gebruik gemaakt wordt van een betonnen bak als getijdenluifel zal de constructie een stuk zwaarder uitgevoerd moeten worden waardoor de palen dikker worden en de prijs flink omhoog zou schieten, een gewapende prefab betonnen constructie zal rond de 250 euro per vierkante meter liggen. Alleen voor de bak van de pilot wordt de prijs al 160.000 euro. Ook zal het natuurlijk aanzicht van de getijdenluifel achteruit gaan en zal het moeilijker zijn om daglicht onder de constructie toe te laten. Het materiaal composiet is sterk in opkomst en heeft de mogelijkheid om een sterke en natuurlijk uitziende constructie te ontwikkelen voor de getijdenluifel zal de prijs rond de 750 euro per vierkante meter liggen afgeleid van prijzen voor een brugconstructie. Alleen voor de bak van de pilot wordt de prijs al 480.000 euro. Het is dus financieel veel voordeliger om een constructie te maken van natuurlijke materialen. Prijzen zijn afgeleid van eerder gemaakt werken binnen de gemeente Rotterdam.

## 7.12 KANSEN VOOR ANDERE GEBIEDEN

De getijdenluifel is een constructie die op meerdere locaties uitgevoerd kan worden waar soortgelijke problemen voorkomen. De getijdenluifel is een prima uitkomst voor locaties waar het verondiepen van de haven onmogelijk is omdat er anders zware belasting op de kade komt te staan. Ook bij te diepe havens is het een financieel aantrekkelijke oplossing. De meest kansrijke locaties zijn luwe wateren zoals de Maashaven of kanalen waar de scheepvaart nu verdwenen is.

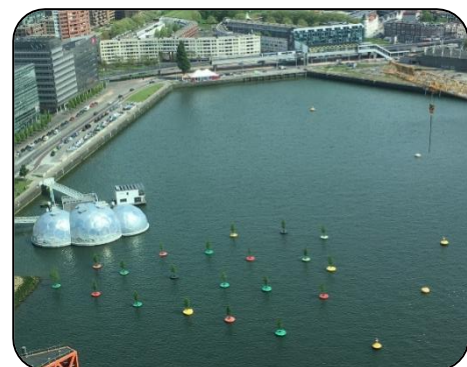


Figuur 41 Toekomstige getijdenparken

In figuur 41 staan waar de plannen voor toekomstige getijdenparken zijn, hier kan de getijdenluifel dus geschikt voor zijn. Voor een aantal van bovenstaande loopt de voorbereiding of zelfs de uitvoering al. Hieronder worden nog een aantal andere locaties beschreven waar de getijdenluifel ook een toekomst kan hebben.

### Rijnhaven

De Rijnhaven is een haven ten noorden van de Maashaven, vroeger gebruikt als overslag haven tegenwoordig is de haven gesloten voor de binnenvaart. De rijnhaven kan een locatie worden voor de getijdenluifel omdat hier al regelmatig proefprojecten gedaan worden zoals het drijvend paviljoen en het dobberend bos (zie figuur 42). Er kan ook gekozen worden om alleen het hellend gedeelte van de luifel toe te passen, zonder recreatiegedeelte dus.



Figuur 42 Rijnhaven

### St. jobs haven

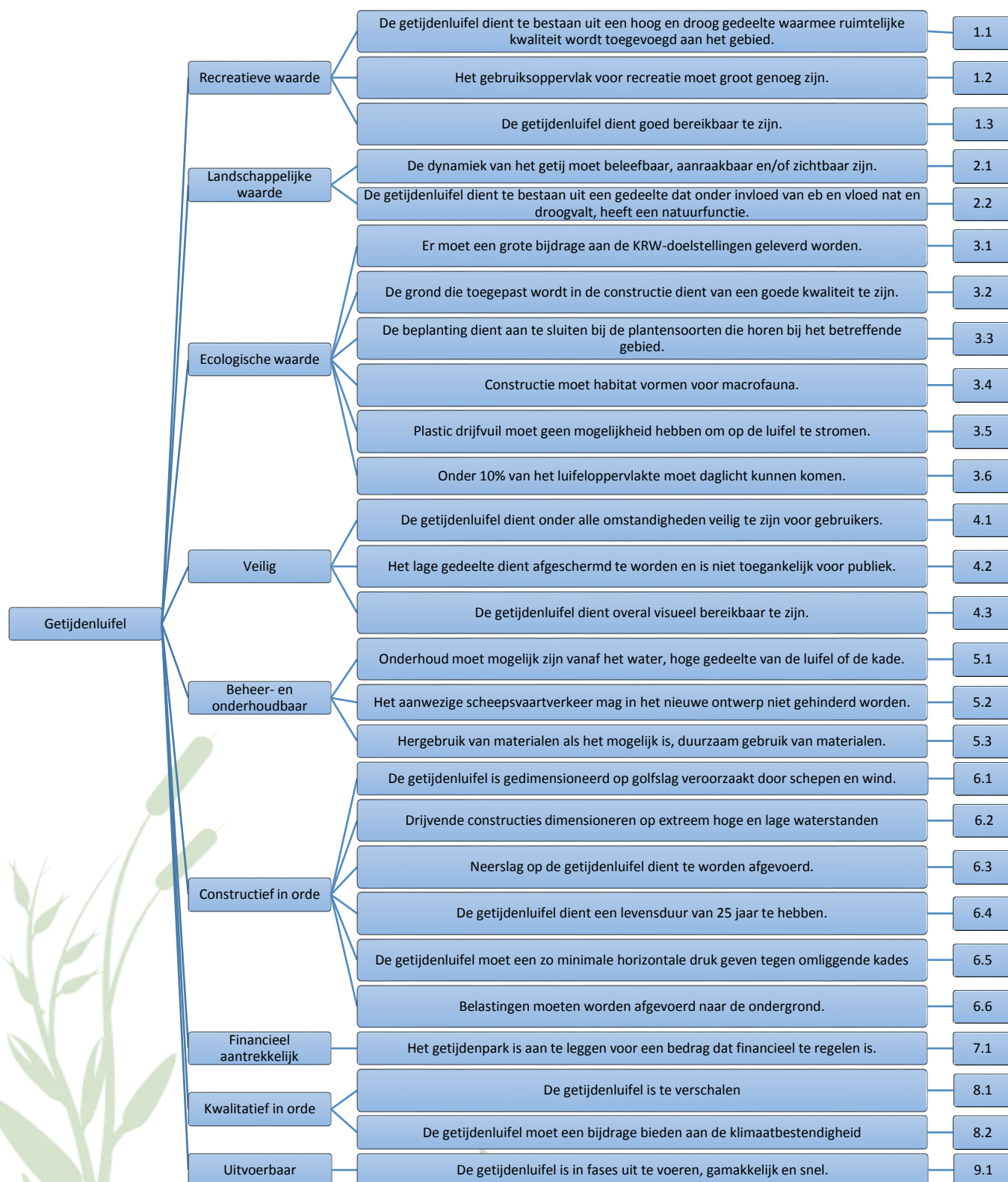
De Sint Jobs haven is een haven waar de activiteiten ook vrijwel allemaal verdwenen zijn. De watertaxi en Aqualiner heeft hier nog wel een halte. De haven heeft rechte harde kademuren met gebouwen op de kade waar dus ook de mogelijkheid is om een getijdenluifel toe te passen.

### Overige havens

De Schiehaven, Spoorweghaven, Koningshaven, Binnenhaven en Persoonshaven zouden ook geschikte havens zijn om de getijdenluifel toe te passen. De locaties hebben allen harde kademuren waar verondiepen waarschijnlijk nadelig en gevaarlijk is voor de funderingen van de gebouwen op de kade.

## Generiek programma van eisen

Naast het locatie specifieke programma van eisen is er ook algemeen programma van eisen gemaakt. Dit algemeen programma van eisen kan direct overgenomen worden als de getijdenluifel voor een andere locatie gebruikt wordt. De eisen zijn uitgewerkt en technisch onderbouwd in bijlage 2.2.



## 8 CONCLUSIE EN AANBEVELING

De opgave van de afstudeeropdracht was om een flauwe oever, die droogvalt bij eb, te realiseren zonder dat sprake is van verondiepen. Ook moet er zo minmogelijk horizontale druk op de kade staan en moet het voldoen aan de eisen en wensen van de belanghebbenden. De hoofdvraag die hieruit volgde luidde als volgt:

- *Hoe ziet het ontwerp voor een getijdenluifel in de Maashaven eruit, die civieltechnisch haalbaar is (financieel aantrekkelijk en uitvoerbaar) en voldoet aan alle gestelde eisen van de stakeholders?*

Het onderzoek leidde uiteindelijk tot een voorlopig ontwerp voor een pilot en voor een constructie in de Maashaven. Om de hoofdvraag te beantwoorden is er gebruik gemaakt van een viertal deelvragen.

### 8.1 WAT ZIJN DE EISEN EN WENSEN VAN DE VERSCHILLENDE STAKEHOLDERS?

Om de deelvraag te beantwoorden is in hoofdstuk drie een stakeholderanalyse gedaan. Gedurende de afstudeerperiode zijn er verschillende workshops georganiseerd door de gemeente Rotterdam. In het groeidocument van “De rivier als getijdenpark” uit 2014 waren al verschillende belanghebbenden genoemd met bijbehorende eisen en wensen. Tijdens de workshops waren de verschillende stakeholders aanwezig die de eisen en wensen hebben toegelicht. Naast deze gegevens uit de workshops zijn er in interviews met ecologen van de gemeente Rotterdam nog andere eisen en wensen achterhaald.

### 8.2 WAT ZIJN DE VERSCHILLENDE VARIANTEN DIE MOGELIJK ZIJN VOOR DE GETIJDENLUIFEL IN DE MAASHAVEN?

Om de deelvraag te beantwoorden is hoofdstuk vijf en bijlage vijf een variantenstudie gedaan. Er zijn ontwerpen gemaakt waarbij telkens bij elke variant een bepaald aspect naar voren kwam. Deze varianten bestonden uit een keuze in vorm, materiaal, functie en aantal gedeeltes. Voor de getijdenluifel in de Maashaven zijn er een aantal verschillende varianten voorgelegd aan deskundigen. Deze varianten zijn vervolgens beoordeeld en hier is een multi criteria analyse van gemaakt.

### 8.3 WELKE VARIANT IS REËEL UITVOERBAAR EN OOK FINANCIEEL HET MEEST AANTREKKELIJK?

Om deze deelvraag te beantwoorden is in hoofdstuk zeven de definitieve variant uitgewerkt. De definitieve variant volgde uit de multi criteria analyse. De definitieve variant voor de Maashaven is een vierkante constructie met twee gedeeltes. Het hoge gedeelte heeft een recreatiefunctie en het lage gedeelte (de getijdenluifel) heeft een natuurfunctie. Het hoge gedeelte wordt niet verder gespecificeerd omdat deze buiten de scope valt. Voor het lage gedeelte is er gekozen om getijdenluifel te maken bestaande uit zoveel mogelijk natuurlijke materialen. De constructie bestaat uit een combinatie van betonnen en houten palen met daarop bevestigd een houten frame afgewerkt met wilgenmatten. Deze constructie is in vergelijking met andere materialen veel goedkoper. Na het onderzoek valt er te concluderen dat het mogelijk is om de getijdenluifel in de Maashaven uit te voeren. Er moet aan de hand van de pilot nog wel bepaald worden wat de beste opbouw is voor de constructie en of alles aan de verwachtingen voldoet.

## 8.4 IS HET MOGELIJKE HET UITEINDELIJKE ONTWERP OP ANDERE LOCATIES TOE TE PASSEN?

In en rondom Rotterdam zijn er genoeg locaties waar soortgelijke problemen optreden. Als het proefproject werkt is de getijdenluifel te gebruiken als groene oever en als golfbreker. Door deze functies is de constructie op veel meer locaties toe te passen als alleen in het havengebied waar harde verticale oevers aanwezig zijn. De constructie is bijvoorbeeld ook toe te passen op locaties waar een natuurlijke oever te steil is en erodeerd door golfslag.

## 8.5 AANBEVELINGEN

Aanvullend op de conclusie worden in dit hoofdstuk een aantal aanbevelingen gedaan. In de aanbeveling wordt onderscheidt gemaakt tussen de getijdenluifel in het algemeen en het project Maashaven.

### Getijdenluifel Algemeen

- Het is van belang dat er eerst een proefproject wordt uitgevoerd om de constructie te testen en waar mogelijk is te verbeteren. Als het proefproject voldoet aan de verwachtingen kan deze op meerdere locaties toegepast worden als groene vooroever/ golfbreker.
- De constructie moet in het voorjaar geplaatst worden.
- Het beste tijdstip om de wilgenmatten te vlechten en te bevestigen aan het frame is in de maand april in verband met de rietontwikkeling.
- Voor de wilgenmatten is het van belang om deze voor uitvoering een week in het water te laten liggen zodat ze water kunnen opnemen.
- Het wilgenhout moet minimaal een jaar oud zijn om uitloop van wilgen te voorkomen.
- Het is belangrijk om de wilgenmatten goed te verankeren, eventueel aan de zijkant te versterken met extra wilgen en ijzerdraad.
- Toepassen van geogrid in combinatie met geotextiel in overleg met leverancier.
- Substraat toepassen op de wilgenmat dat niet kan wegspoelen, eventueel al lichtelijk begroeid.

### Project Maashaven

- Krachtenberekening met als uitkomst hoeveel horizontale druk is toegestaan op de oost kade van de Maashaven.
- Nieuw bodemonderzoek doen in de Maashaven, bestaande sonderingen komen uit het jaar 1957 en zijn niet allemaal op de locatie van de getijdenluifel.
- Sliblaag onderzoeken en beoordelen of deze verwijderd dient te worden.
- Het is belangrijk om een meerjarenplan te maken voor het beheer en onderhoud.
- Monitoring houden in de Maashaven op ecologie: 0-meting.

### Vervolgonderzoek:

- Testen of de getijdenluifel voldoet aan de verwachtingen.
- Wat voor substraat er toegepast moet worden. Een substraat dat niet erodeerd maar wel voldoet voor vegetatie in zoet brak milieu.

## BIBLIOGRAFIE

### Boeken en rapporten

- Bodem+. (2008). *Besluit bodemkwaliteit*. Den Haag: Senter Novem.
- Centrum Hout. (2014). *Houtwijzer sterktegegevens*. Opgehaald van Houtinformatie centrum hout: [http://www.centrum-hout.nl/sites/default/files/u27/houtwijzer\\_sterktegegevens\\_feb2014.pdf](http://www.centrum-hout.nl/sites/default/files/u27/houtwijzer_sterktegegevens_feb2014.pdf)
- CUR. (1995). *Natuurvriendelijke oevers*. H.E.J. Simons, J.L. Koolen, G.J. Verbraak
- De Urbanisten. (2014). *De Rivier als Getijdenpark*. Rotterdam: De Urbanisten.
- De Urbanisten. (2016). Boekje rivier als getijdenpark. In W. d. Vries, *Rivier als getijdenpark* (p. 54). Rotterdam: Stadsontwikkeling gemeenter Rotterdam.
- Deltares. (2010). *Pilot Drijvend Rietmoeras*.
- Geosynthetics manual. (1997)P.R. Rankilor
- Gemeente Rotterdam. (2017, maart 7). *Buurtmonitor rotterdam*. Opgehaald van Rotterdam in cijfers: <https://rotterdam.buurtmonitor.nl/jive/report/?id=bevolking&openinputs=true>
- Geotechnicus. (2017, Mei). *Geokunststoffen*. Opgehaald van <http://geotechnicsworld.com/geokunststoffen/geogrid/>
- T. Blokland. (2017). *Golfberekening Maashaven*
- Hogeschool Rotterdam. (2010). *Belastingen & belastingcombinaties volgens de eurocode*. Rotterdam.
- Port of Rotterdam. (2012). *HydroMeteoBundel nr.4*. Rotterdam: Port of Rotterdam.
- Stadshavens. (2011, september 29). *Stadshavensrotterdam*. Opgehaald van Stadshavens STRUCTUURVISIE: <http://stadshavensrotterdam.nl/wp-content/uploads/2011/10/11442-Structuurvisie-Stadshavens-2011-08-LOWRES.pdf>
- Stadshavens Rotterdam. (2009, januari). *Gebiedsplan Rijnhaven-Maashaven*. Opgehaald van <http://stadshavensrotterdam.nl/wp-content/uploads/2009/05/Rijn-Maashaven6-def-4-2.pdf>
- Stadshavens Rotterdam. (2009, Januari). *Rijn-Maashaven6-def*. Opgehaald van Showcase van de Rotterdamse Stadshavens .
- Thieme Meulenhoff. (2013). *Tabellen voor bouw- en waterbouwkundigen*. Amersfoort.
- Witteveen +Bos. (2017). *Monitoring effect aanleg getijdenoever en -park op ecologie: O-meting*. Deventer: Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.

### Websites

- 2creator. (2015, maart 25). *2creative Grafisch ontwerp bureau*. Opgehaald van <http://www.2creative.eu/blog/gallery/maashaven-rotterdam/> (Geraadpleegd: Februari 2017)
- 8 Beaufort. (2017, maart). *8 Beaufort advies voor communicatie*. Opgehaald van [http://8-beaufort.com/?page\\_id=17](http://8-beaufort.com/?page_id=17) (Geraadpleegd: Maart 2017)
- Compendium voor de leefomgeving. (2016, januari 12). *Water en milieu*. Opgehaald van Waterkwaliteit KRW 2015: <http://www.clo.nl/indicatoren/nl1438-kwaliteit-oppevlaktewater-krw>(Geraadpleegd: februari 2017)
- Eco Groen. (2017, 03 03). *De Wet natuurbescherming. Wat verandert voor u?* Opgehaald van [https://ecogroen.nl/thema/wet-natuurbescherming/?gclid=Clej\\_dzW-9ICFU4z0wod558E4A](https://ecogroen.nl/thema/wet-natuurbescherming/?gclid=Clej_dzW-9ICFU4z0wod558E4A)
- Gemeente Rotterdam. (2014, maart 18). Opgehaald van Natuurkaart Rotterdam: [https://www.rotterdam.nl/wonen-leven/natuurkaart/Uitvoeringsprogramma\\_Natuurkaart\\_dec2014.pdf](https://www.rotterdam.nl/wonen-leven/natuurkaart/Uitvoeringsprogramma_Natuurkaart_dec2014.pdf) (Geraadpleegd: Maart 2017)

- Gemeente Rotterdam. (2017, maart 8). *Gisweb2*. Opgehaald van <http://www.gis.rotterdam.nl/gisweb2> (Geraadpleegd: Maart 2017)
- Google Maps. (2017, Maart). *maps*. Opgehaald van google maps: <https://www.google.nl/maps/place/Rotterdam/@51.9278891,4.3503156,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x47c5b7605f54c47d:0x5229bbac955e4b85!8m2!3d51.9244201!4d4.4777325> (Geraadpleegd: April 2017)
- Houtinfo. (2017, mei). *Informatie over hout, plaatmateriaal en houttoepassingen*. Opgehaald van houtinfo: <https://www.houtinfo.nl/node/312> (Geraadpleegd: Mei 2017)
- Innoveren met water. (2010). Opgehaald van <http://www.innoverenmetwater.nl/2344> (Geraadpleegd: Maart 2017)
- Port of Rotterdam. (2012, December). *Statistiek weer en getij*. Opgehaald van Hydrometeobundel: <https://www.portofrotterdam.com/nl/scheepvaart/actuele-informatie/actuele-waterstanden-stroomsnelheid-wind-en-zicht> (Geraadpleegd: Maart 2017)
- Rijkswaterstaat. (2016). *Kaderrichtlijn water*. Opgehaald van Natuur en milieu wetten: <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen/natuur-en-milieuwetten/kaderrichtlijn-water/index.aspx> (Geraadpleegd: Maart 2017)
- Rijkswaterstaat. (2017, maart 06). *Waterstanden t.o.v. NAP voor Rotterdam*. Opgehaald van <https://www.rijkswaterstaat.nl/apps/geoservices/rwsnl/awd.php?mode=html&projecttype=waterstanden&category=1&loc=ROTT&net=LMW> (Geraadpleegd: Maart 2017)
- Van Aalsburg. (2017, Mei). *Griendhouthandel*. Opgehaald van <https://www.griendhouthandel.nl/nl/fotos/zinkstukken/> (Geraadpleegd: Mei 2017)
- Van Mourik Architecten. (2010). *Maashavenstad*. Opgehaald van <http://www.architectenvanmourik.nl/projecten/landschap%20&%20stedenbouw/maashavenstad/> (Geraadpleegd: Februari 2017)
- Vogelbescherming Nederland. (2017, maart). *Visdief*. Opgehaald van Vogelgids: <https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/?vogel=235> (Geraadpleegd: April 2017)
- Waterschap hollandse delta. (2016, augustus 24). *Nieuwe stuw voor beter water in Rotterdam Zuid*. Opgehaald van <http://www.wshd.nl/nieuws/2016/08/nieuwe-stuw-voor-beter-water-in-rotterdam-zuid.html> (Geraadpleegd: April 2017)
- Waterwindow. (2017). *Achteruitgang van ecosystemen*. Opgehaald van Achteruitgang van de ruimtelijke kwaliteit: <https://waterwindow.nl/casus/achteruitgang-van-ecosystemen> (Geraadpleegd: Maart 2017)

#### Geraadpleegde personen

- |                              |                                                            |
|------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ➤ Leeuwen, J.L.M. van (2017) | Adviseur stadsontwikkeling gemeente Rotterdam              |
| ➤ Blaauw, J. (2017)          | Projectleider stadsontwikkeling gemeente Rotterdam         |
| ➤ Koeijers, M.R.E (2017)     | Constructeur stadsontwikkeling gemeente Rotterdam          |
| ➤ Dengkeng, Z.A.A. (2017)    | Constructeur stadsontwikkeling gemeente Rotterdam          |
| ➤ Blokland, T. (2017)        | Hydrologisch adviseur stadsontwikkeling gemeente Rotterdam |
| ➤ Vries, M. de (2017)        | Geotechnisch adviseur stadsontwikkeling gemeente Rotterdam |
| ➤ Velthuisen, O. van (2017)  | Ecologisch adviseur stadsontwikkeling gemeente Rotterdam   |
| ➤ Meijer, M (2017)           | Ecologisch adviseur stadsontwikkeling gemeente Rotterdam   |
| ➤ Hiddema, P. (2017)         | Adviseur Rijkswaterstaat                                   |
| ➤ Greef, P. de (2017)        | Planoloog stadsontwikkeling gemeente Rotterdam             |
| ➤ Liu, H.D. (2017)           | Projectvoorbereider stadsontwikkeling gemeente Rotterdam   |

# 1. BIJLAGE 1 ANALYSE MAASHAVEN

In bijlage A worden de resultaten van de analyse in de Maashaven toegelicht. Deze resultaten worden gebruikt om het programma van eisen op te stellen om later de varianten aan te toetsen.

## 1.1 ALGEMENE GEGEVENS

De Maashaven is een van de havens van Rotterdam. De haven is een zijtak van de Nieuwe Maas en ligt vlakbij de Rijnhaven en de oude wijk Katendrecht (zie *figuur 43*). De Maashaven heeft een oppervlak van 60 hectare en werd aangelegd voor de overslag van goederen. Aan de kades vindt nog volop activiteit plaats van de verschillende bedrijven; de vuilverbranding van AVR, de Meneba, de Quaker en de populaire discotheek Maassilo. Tegenwoordig is de Maashaven vooral een ligplaats voor binnenvaartschepen. In *figuur 44* zijn de huidige ontwikkelingen in de Maashaven te zien.



*Figuur 43 Locatie Maashaven*

De bewoners van de wijken die naar verwachting het meest gebruik gaan maken van de getijdenluifel zijn de Feijenoord wijk en de Charlois wijk. De buurten die onder de wijk Feijenoord vallen zijn: Katendrecht, Afrikaanderbuurt, Kop van Zuid en Bloemhof. Onder de wijk Charlois zijn het de wijken: Zuidplein, Tarwewijk en Oud-Charlois. In deze wijken vindt veel nieuwbouw plaats en er vertrekken veel gezinnen naar deze buurten. In deze twee wijken is de grootste bevolkingsgroep tussen de 0 en de 30 jaar. Een getijdenpark met recreatie is dus wenselijk. (Gemeente Rotterdam, 2017)

### 1.1.1. Infrastructuur

In het gebied rondom de Maashaven is genoeg infrastructuur aanwezig waar rekening mee gehouden moet worden tijdens het ontwerp. Ten oosten van de Maashaven ligt de verhoogde metrolijn D/E met bijbehorende metrostations Maashaven en Rijnhaven. Achter dit metrostation ligt de stadsroute 122 die de Maashaven verbindt met het centrum van Rotterdam. Parallel aan stadsroute 122 ligt het fiets en voetpad. In de huidige situatie is de Maashaven goed bereikbaar met het openbaar vervoer of de fiets, met het toekomstige getijdenpark ontstaan er kansen voor het langzame verkeer om sneller van A naar B te komen.



### 1.1.2 Betrokken stakeholders

#### **Rijkswaterstaat**

Rijkswaterstaat is als waterbeheerder van de Nieuwe Maas verantwoordelijk voor het behalen van de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water (KRW). Volgens deze Europese richtlijn voldoet het waterlichaam de Nieuwe Maas niet op het gebied van de macrofauna en vishabitat. Rijkswaterstaat zoekt oevers om te vergroenen en verzachten. Binnen de KRW heeft zij een kwantitatieve resultaatsverplichting om binnen de komende vijf jaar strekkende kilometers natuuroevers aan te leggen. In het gebied de Nieuwe Maas ligt er nog een opgave van 2,5 kilometer met een budget van 1 miljoen per kilometer. (De Urbanisten, 2014)

#### **Havenbedrijf Rotterdam**

Havenbedrijf Rotterdam wil een economisch florerende haven, nu en in de toekomst. In de wereld van distributie en overslag gaan ontwikkelingen snel en een haven die een rol van betekenis wil blijven spelen moet daar snel op in kunnen springen. Dit vereist flexibiliteit. Natuurvriendelijke oevers zijn vaak niet geschikt voor economische activiteit en stedelijke ontwikkeling is potentieel beperkend door alle bijkomende milieuvoorwaarden. Tegelijkertijd staat de haven ook voor kwaliteit in de leefomgeving. Het havenbedrijf is op zoek naar een gezonde balans waarbij de bereikbaarheid en ontwikkeling van de haven niet in het geding komt. (De Urbanisten, 2014)

#### **Gemeente Rotterdam**

Gemeente Rotterdam wil een gezonde, duurzame, leefbare stad. Met het vaststellen van de RAS (Rotterdamse adaptatiestrategie) zoekt de gemeente concrete locaties in de stad waar klimaat adaptieve maatregelen kunnen worden uitgevoerd. Dit zijn maatregelen die hittestress, wateroverschot en watertekort tegengaan. Een van de gebieden waar dit actueel is, is de rivier. Het getijdenpark is een concrete maatregel die in het kader van de RAS kan worden genomen om hittestress te reduceren en waterveiligheid te vergroten. Tevens zijn hier maatschappelijke meerwaarde mee te behalen voor de stad op het gebied van samenleving, ecologie, economie en leefomgeving. In het recent gepresenteerde coalitieakkoord 2014-2018 "Volle kracht vooruit" wordt ingezet op een veilige, levendige en gezellige stad. Het vergroenen van buurten en meer groen en recreatie in de stad, bijvoorbeeld langs de oevers van de Maas, staat expliciet als doelstelling benoemd in het akkoord. (De Urbanisten, 2014)

#### **Wereld Natuur Fonds/ ARK**

Wereld Natuur Fonds/ ARK wil het areaal getijdennatuur in de Hollandse Delta vergroten. Aangezien de regio Rijnmond Drechtsteden het enige gebied in Nederland is waar nog de directe invloed van de zee zich doet gelden, is dit ook het enige gebied waar natuurlijk intergetijdengebied kan worden aangetroffen. In het stedelijk gebied is dit nagenoeg verdwenen. De doelstelling is om dit areaal substantieel te vergroten en om zo veel mogelijk harde oevers door geleidelijke overgangen met nieuwe natuur te vervangen. (De Urbanisten, 2014)

#### **Provincie Zuid-Holland**

Met de Beleidsvisie Groen richt de Provincie Zuid-Holland zich op realisatie van de volgende doelen: ruimte voor groenbeleving, ruimte voor biodiversiteit en ruimte voor agrarisch ondernemerschap. De Provincie Zuid-Holland maakt elk jaar een actualisering van het Uitvoeringsprogramma Groen. In het uitvoeringsprogramma worden de doelen uit de provinciale Beleidsvisie Groen verbonden met de ambities en doelen van de gebieden zelf. Hiervoor zijn ook financiële middelen beschikbaar. Er is cofinanciering beschikbaar voor de kosten van uitvoering van de gebiedsafspraken tot maximaal 50 %. De projecten die voortkomen uit de Rivier als Getijdenpark en de vergroening van de Rotterdamse rivieroever kunnen hiervoor in aanmerking komen. (De Urbanisten, 2014)

### Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden

In opdracht van de Stuurgroep Rijnmond-Drechtsteden hebben Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, Provincie Zuid-Holland, Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard, Havenbedrijf Rotterdam, gemeente Rotterdam, gemeente Dordrecht recent het Advies Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden gepresenteerd. Het Deltaprogramma wil de regio beschermen tegen overstromingen en de zoetwater beschikbaarheid veilig stellen in de komende eeuw. Daarbij dient een ruimtelijke kwaliteit te worden nagestreefd die de regio economisch aantrekkelijk houdt in de toekomst. In het advies van het deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden komt het getijdenpark expliciet aan de orde als een mogelijke maatregel die het verder verkennen waard is om te verbinden met het vergroten van de waterveiligheid en de ruimtelijke kwaliteit. (De Urbanisten, 2014)

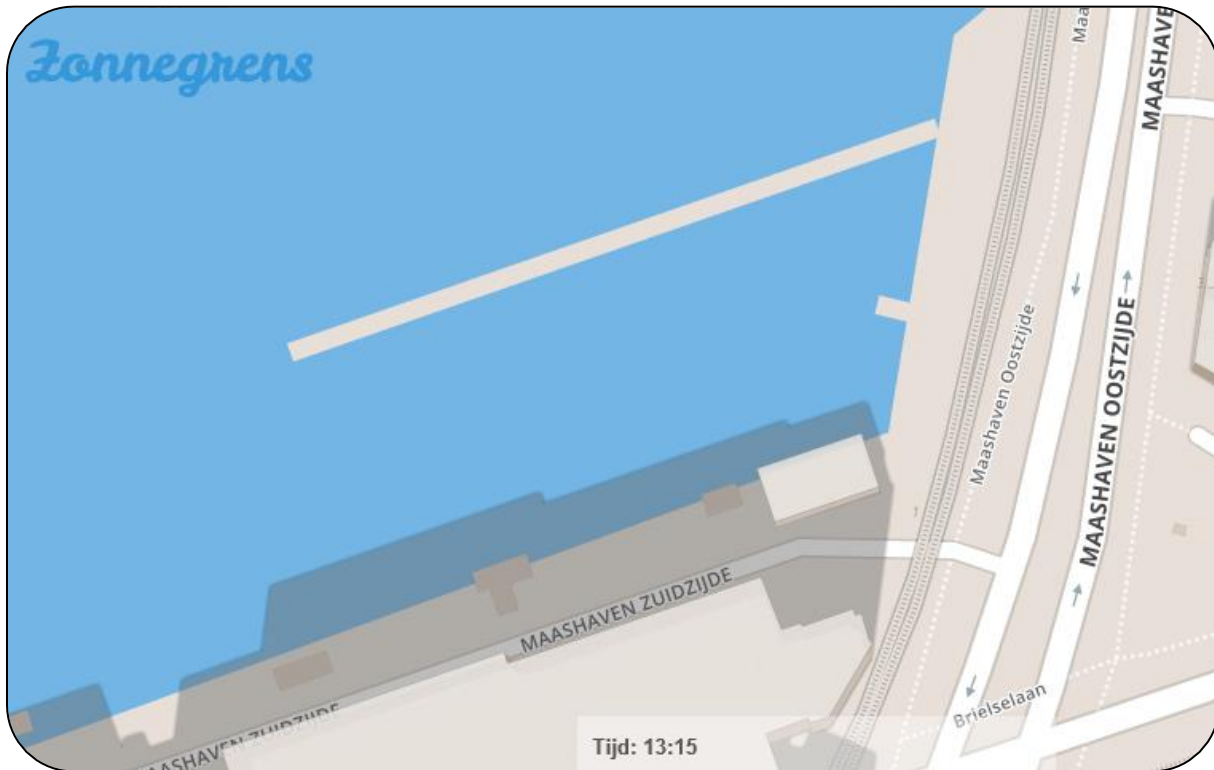
### Andere betrokken partijen

Alle mogelijke betrokkenen partijen die grenzen aan de zuidzijde van de Maashaven en die een direct belang kunnen hebben bij een kwaliteitsverbetering van deze omgeving. Het betreft de volgende partijen: Maassilo, Studiometer, Design Silo, Raaf, De Rotterdammer, Elevatoren en Quaker voedselindustrie. In de zuidoostelijke hoek is ook een aanlegplaats voor de watertaxi. Daarnaast is dit project interessant voor de omwonenden en scholen in dit gebied. De oever maakt deel uit van de primaire waterkering, veranderingen aan de oever moet worden goedgekeurd door het Waterschap Hollandse Delta.



### 1.1.3 Zonnegrens

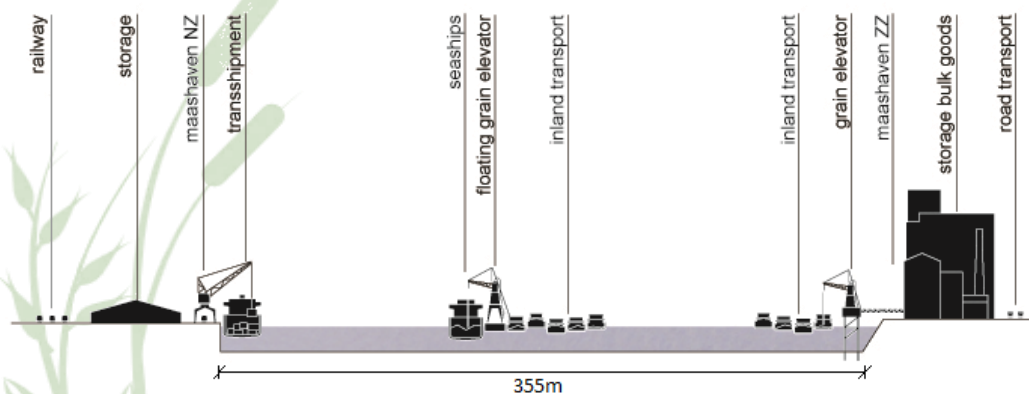
Op zonnige dagen in de zomer zal de zuidzijde van de Maashaven in de ochtend en middag in de schaduw staan (zie *figuur 45*), dit is iets om rekening mee te houden tijdens het ontwerp van de getijdenluifel.



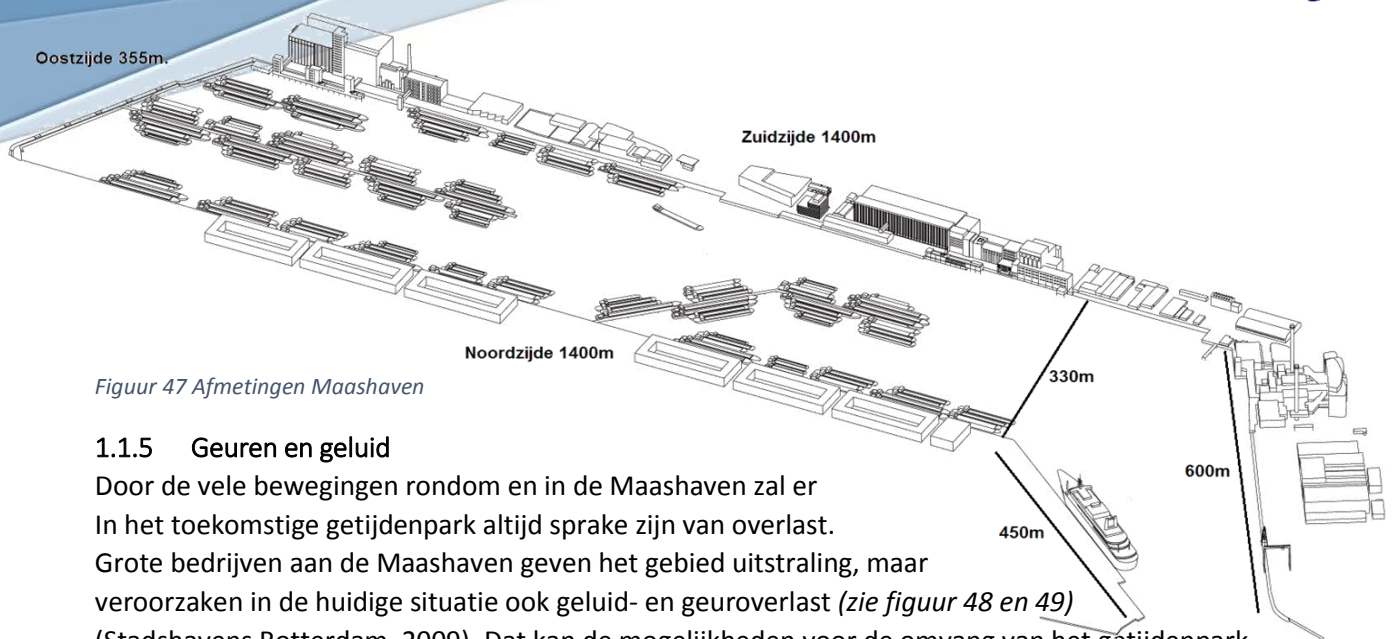
Figuur 45 Zonnegrens Maashaven

### 1.1.4 Afmetingen gebied

De Maashaven heeft ongeveer een oppervlakte van 60 hectare en is overall tussen de drie en tien meter diep. Van die 60 hectare is 5 hectare gereserveerd voor het getijdenpark. De haven loopt met een breedte van 355m in het oosten terug naar een breedte van 330m en is ongeveer 1900m lang (zie *figuur 46 en 47*). De lengte van het getijdenpark mag dus maximaal 141m zijn.



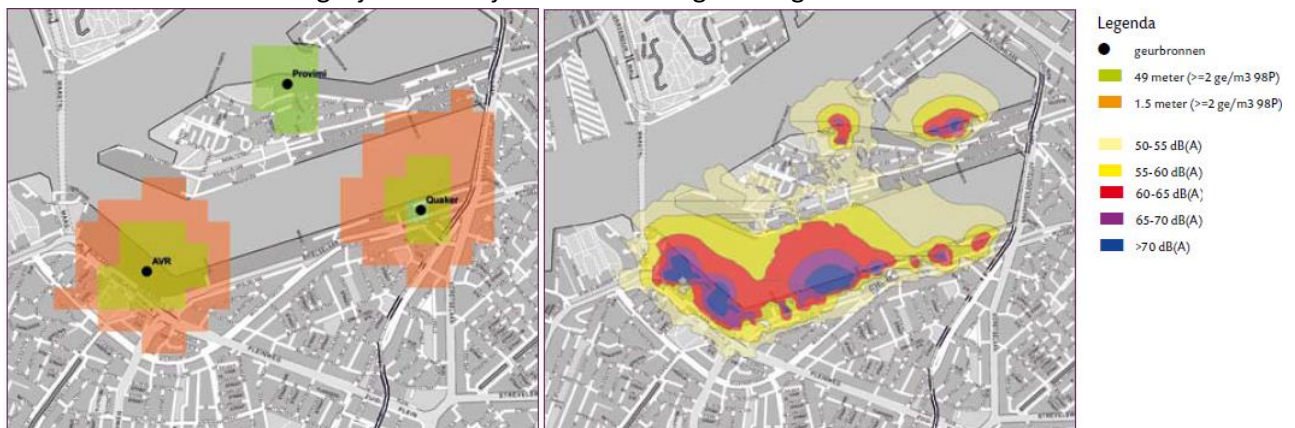
Figuur 46 Dwarsdoorsnede Maashaven



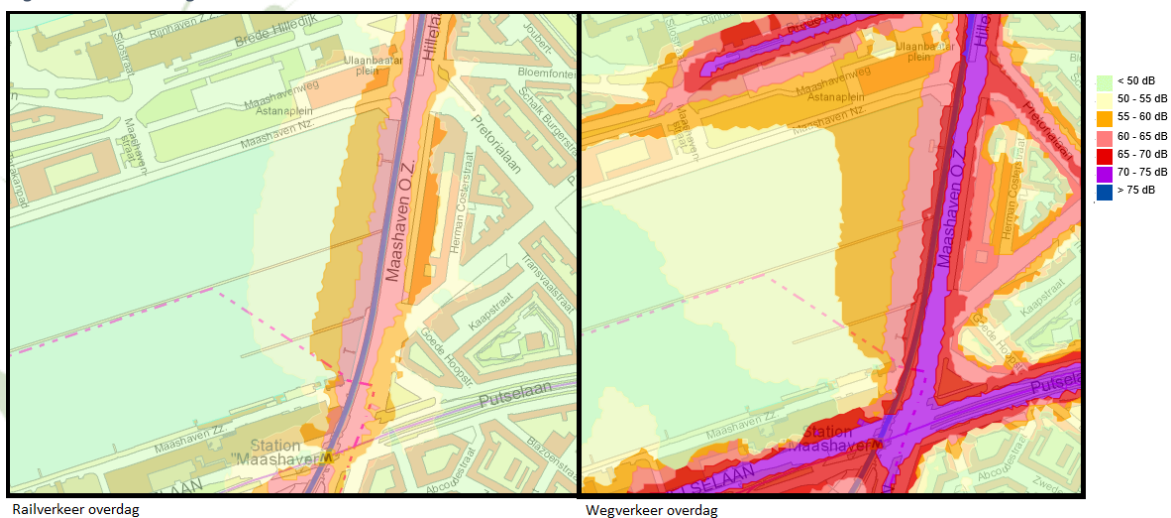
Figuur 47 Afmetingen Maashaven

### 1.1.5 Geuren en geluid

Door de vele bewegingen rondom en in de Maashaven zal er in het toekomstige getijdenpark altijd sprake zijn van overlast. Grote bedrijven aan de Maashaven geven het gebied uitstraling, maar veroorzaken in de huidige situatie ook geluid- en geuroverlast (zie figuur 48 en 49) (Stadshavens Rotterdam, 2009). Dat kan de mogelijkheden voor de omvang van het getijdenpark beperken. De wind die gemiddeld gezien uit zuidwestelijke richting komt zal ervoor zorgen dat het geluid van de metrolijn en weggebruikers van het getijdenpark afgeblazen wordt. Maar van geluiden en geuren van de bedrijvigheid zal het getijdenpark meer hinder ondervinden, hier moet tijdens het ontwerp goed naar gekeken worden. (Gemeente Rotterdam, 2017) De dagelijkse geluidsbelasting ligt rond de 60dB. Dit is te vergelijken met bijv. airconditioning of het geluid van een wasmachine.



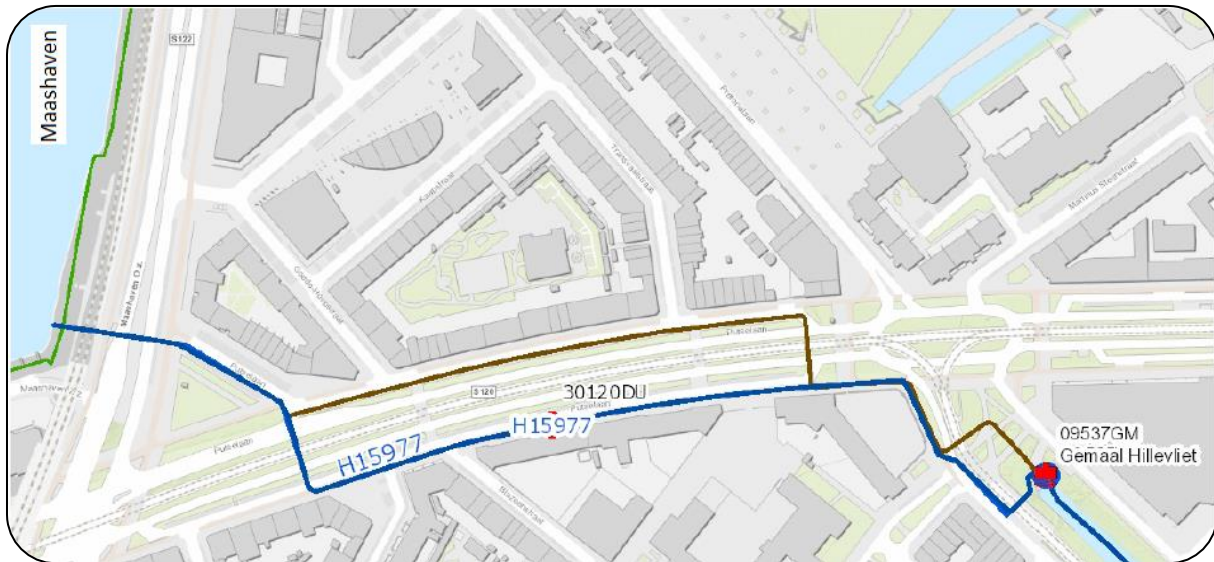
Figuur 48 Geur en geluid overzicht



Figuur 49 Contouren geurbelasting en geluidscontouren industrielaawaai

### 1.1.6 Lozingspunt

In het zuidoostelijke deel van de Maashaven is een overstort geplaatst. Dit is een afvoerleiding vanaf gemaal Hillevliet en ligt ongeveer 20 meter uit de zuidoostelijke hoek (zie *figuur 50*). Deze leiding wordt dus gebruikt om oppervlaktewater vanuit de Hillevliet te verpompen naar de Maashaven. De maximale capaciteit van het gemaal is 30 m<sup>3</sup> per minuut. De afvoer is afhankelijk van de regelval (geen afvalwater), dit zoetwater kan eventueel gebruikt worden om het water onder de luifels in beweging te houden. (Waterschap hollandse delta, 2016)



Figuur 50 Afvoer gemaal Hillevliet naar de Maashaven

### 1.1.7 Hoogteligging

De Maashaven is een diepe haven, het water reikt er tot gemiddeld -8m NAP en wordt op plaatsen waar nog scheepvaart is op diepte gehouden. Op de hoogtekaart in *figuur 51* is af te lezen dat het maaiveld tussen de +3.0 en +4.0 meter NAP ligt. De metrolijn ligt volgens de hoogtekaart op >6 wat in de werkelijke situatie +/-10 meter boven het maaiveld is.



Figuur 51 hoogtekaart Maashaven

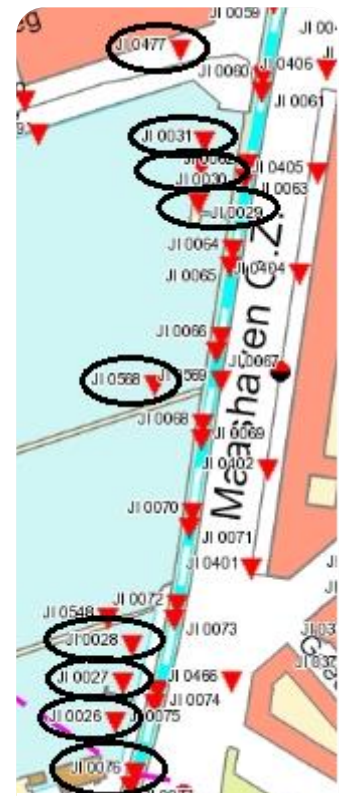
## 1.2 BODEMGEGEVENEN

In het plangebied zijn een aantal sonderingen beschikbaar aan de oostkant van de Maashaven. De sonderingen komen veelal uit de tijd dat de metrolijn is aangelegd, dit is omstreeks 1960. Uit deze sonderingen blijkt dat de bodemopbouw uit lagen bestaat en voornamelijk uit de grondsoorten zand en klei. In figuur 52 staan de locaties van de betreffende sonderingen, van deze sonderingen is er dwarsdoorsnede gemaakt (zie figuur 53). De sonderingen zijn terug te vinden achter in bijlage A.

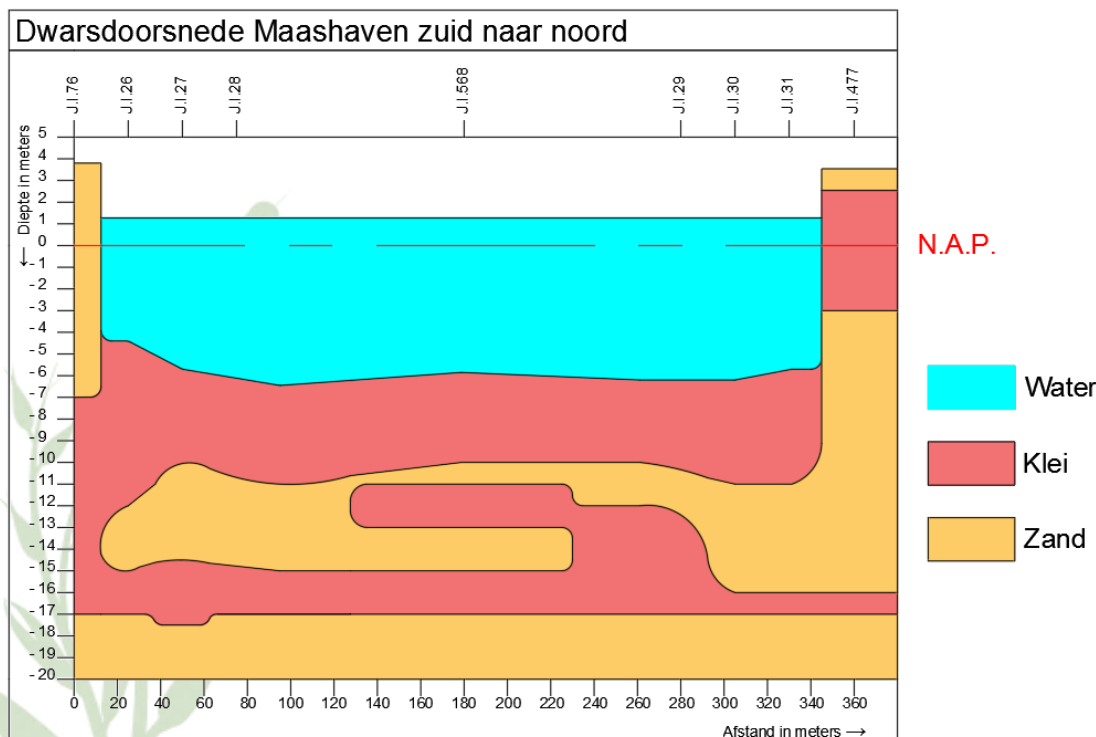
De Maashaven is gemiddeld circa 10 meter diep. De bodemdiepte ter plaatse van de toekomstige getijdenluifel zit tussen de -5 en -7 meter NAP. Door de afnemende scheepvaart, hoofdzakelijk binnenvaart, is de contractdiepte van -6.65 NAP voor de waterbodem niet hard. Het beleid is om niet te baggeren, als er geen urgentie voor de scheepvaart is.

Op de bodem van de Maashaven is een enkele meters dikke sliblaag aanwezig. Door het toepassen van een getijdenluifel hoeft de sliblaag niet gesaneerd te worden en is er ruimte voor vissen en andere fauna om zich te nestelen tussen de palen en onder de luifelconstructie.

Van de bestaande sonderingen is een dwarsdoorsnede van 380 meter gemaakt om aan te geven hoe de bodem aan de oostkant van de Maashaven is opgebouwd. Onder de waterbodem bevindt zich een holocene klei-veenlaag van ongeveer 4 a 5 meter dik, met daaronder weer zand van 5 meter dik. In de dwarsdoorsnede is te zien dat de pleistocene zandlaag zich op -17 meter NAP bevindt.

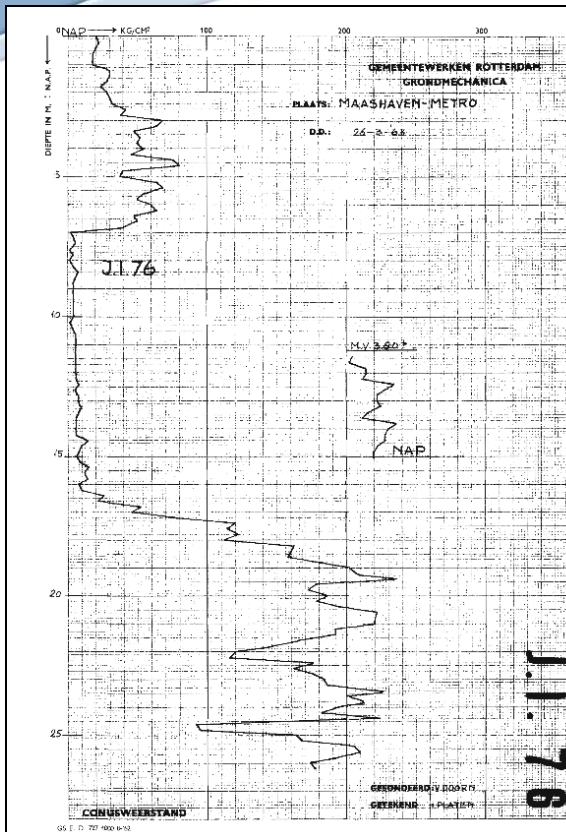


Figuur 52 Locatie sonderingen

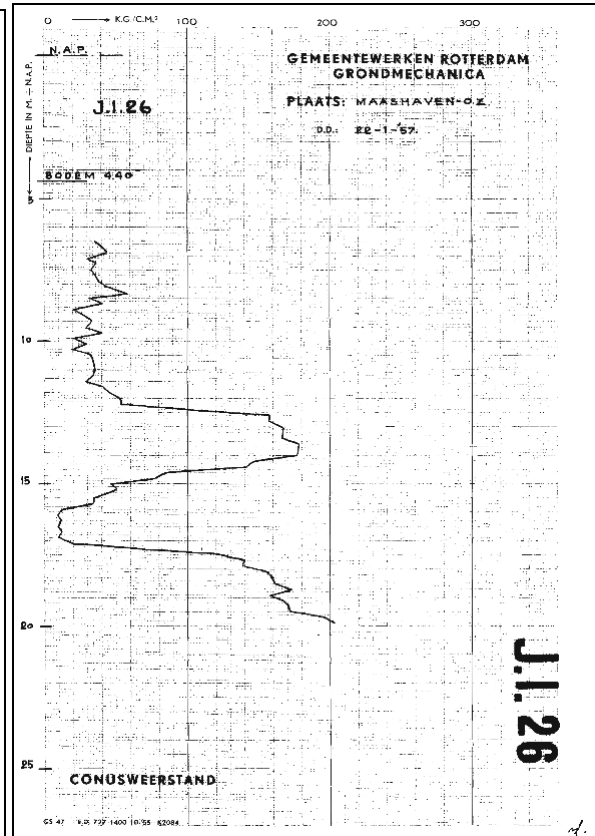


Figuur 53 Dwarsdoorsnede bodem

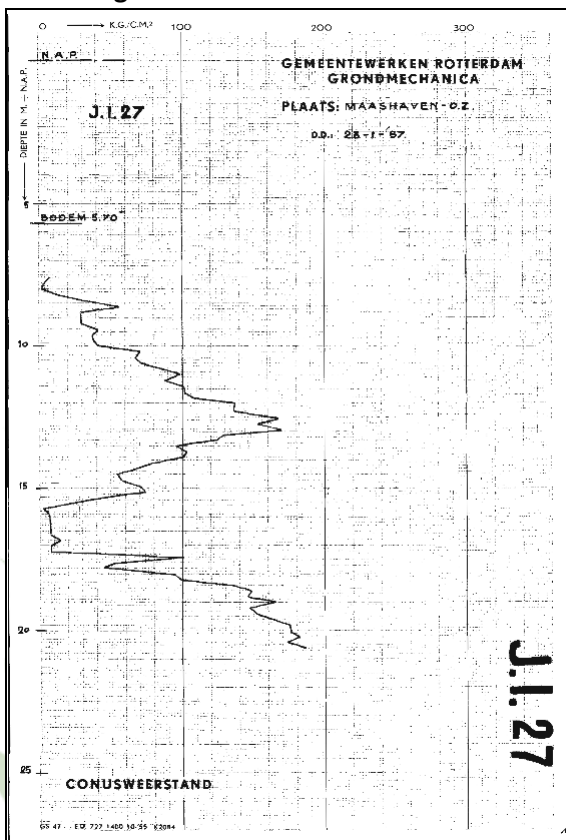
Sondering JI 76



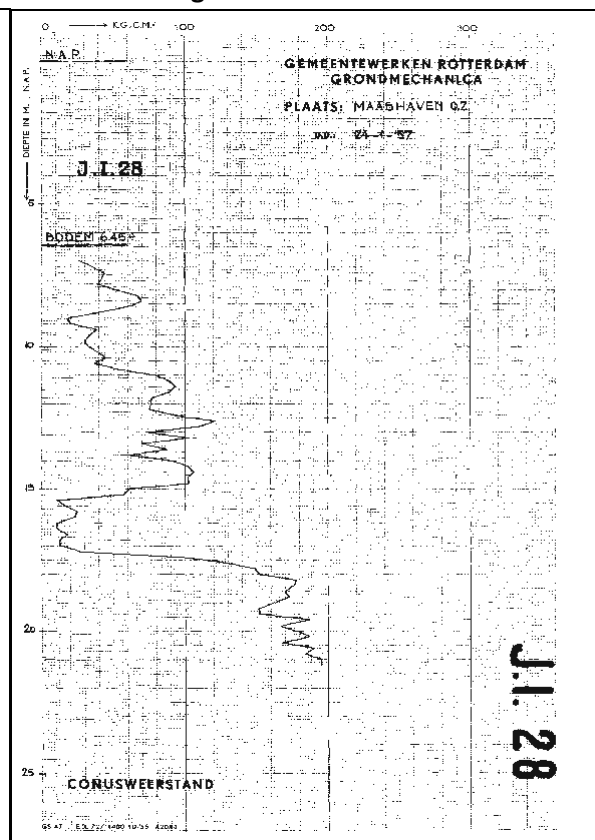
Sondering JI 26



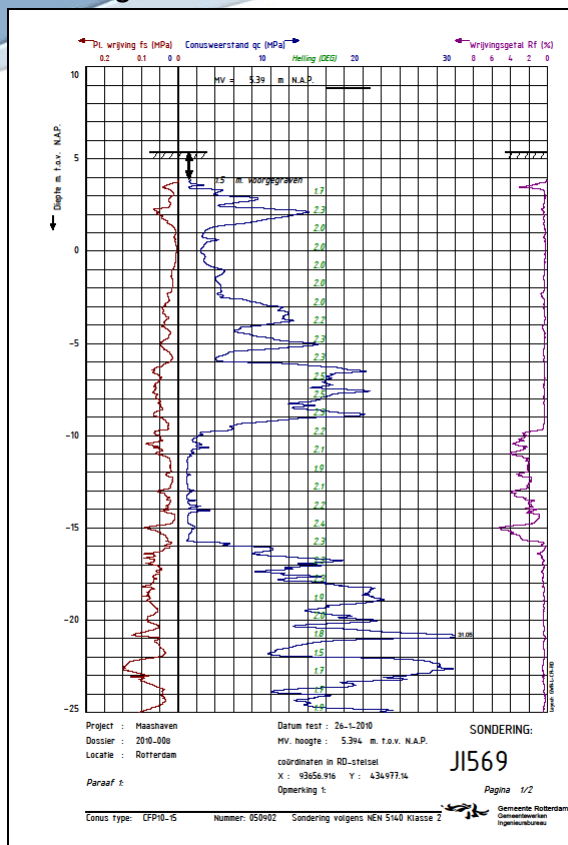
Sondering JI 27



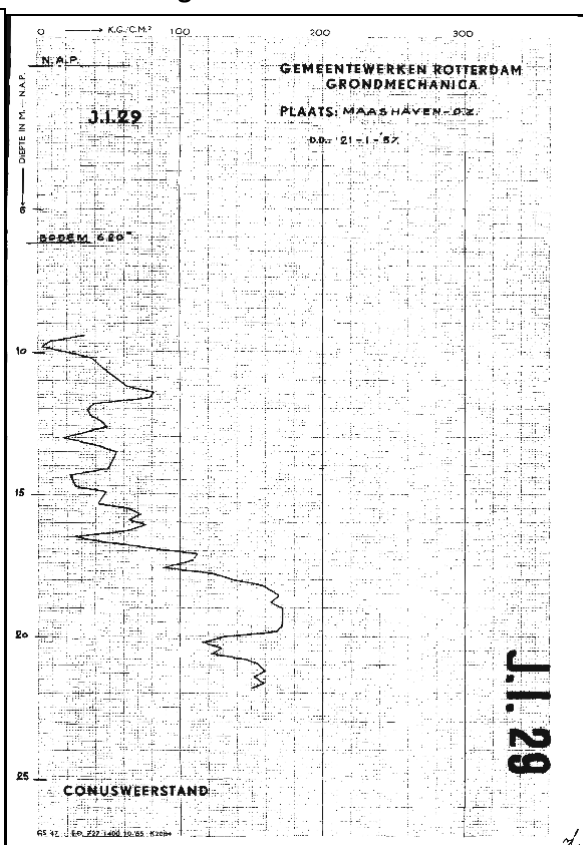
Sondering JI 28



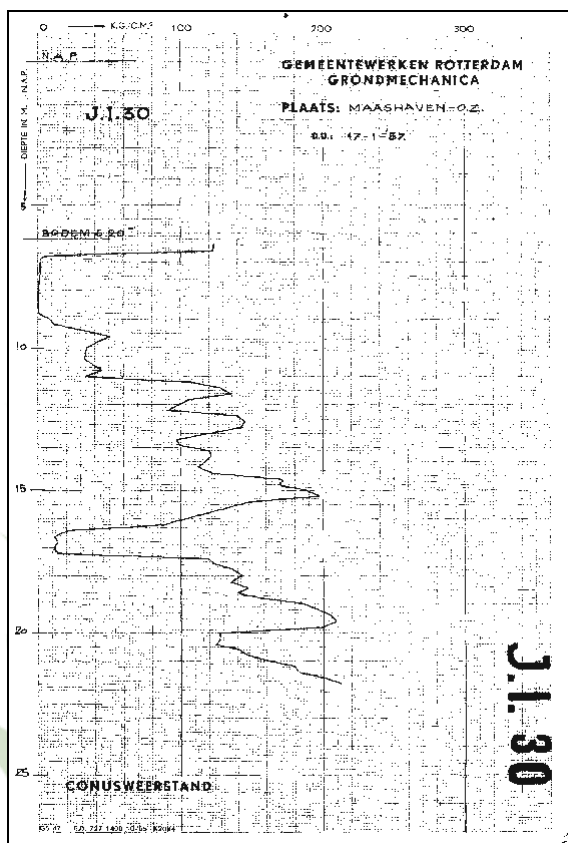
## Sondering JI 569



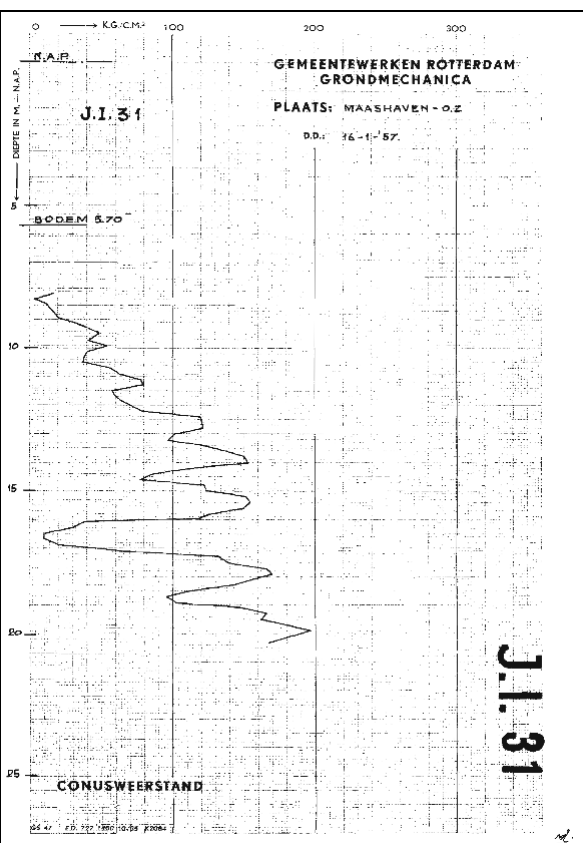
## Sondering JI 29



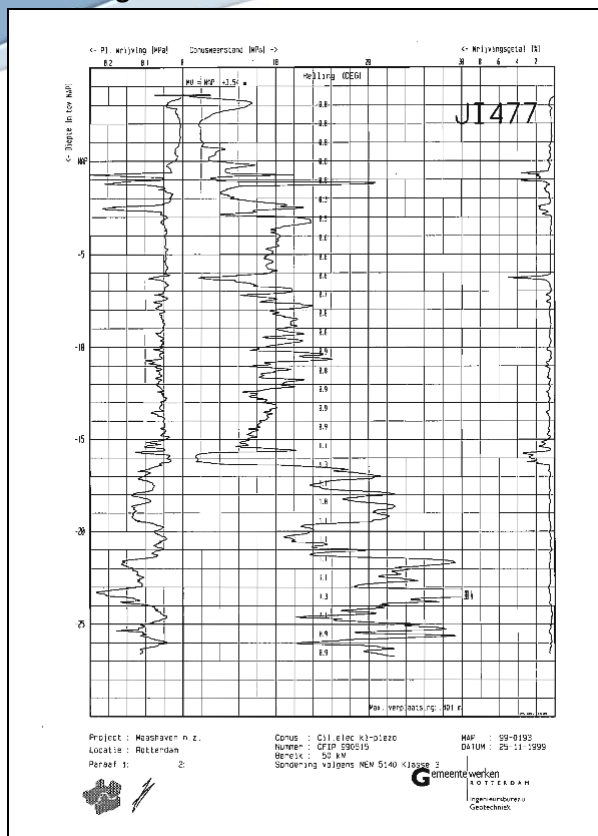
## Sondering JI 30



## Sondering JI 31



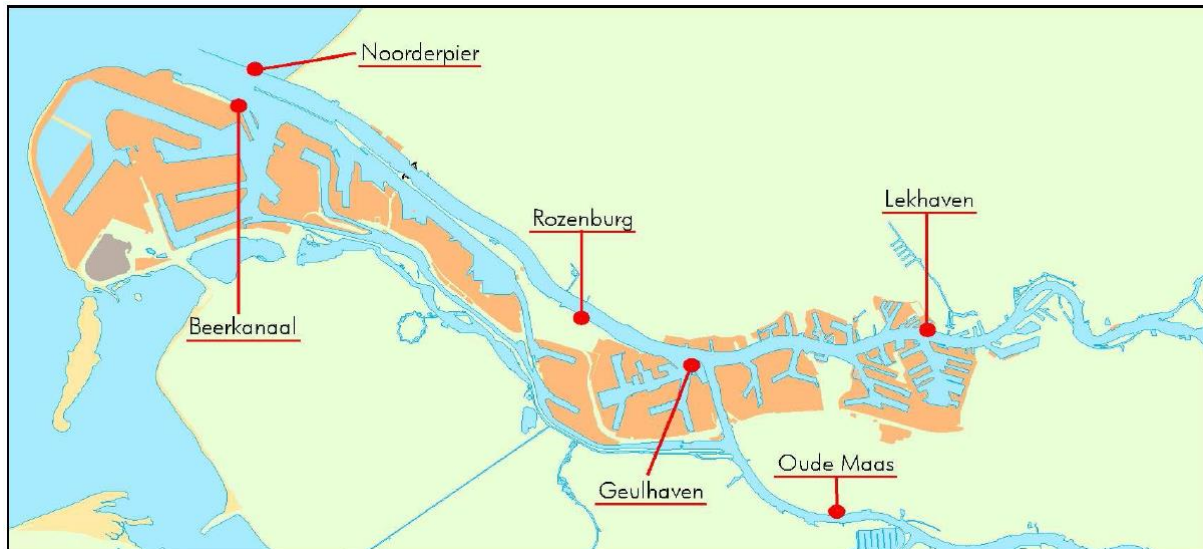
Sondering JI 477



## 1.3 HYDROLOGISCHE GEGEVENS

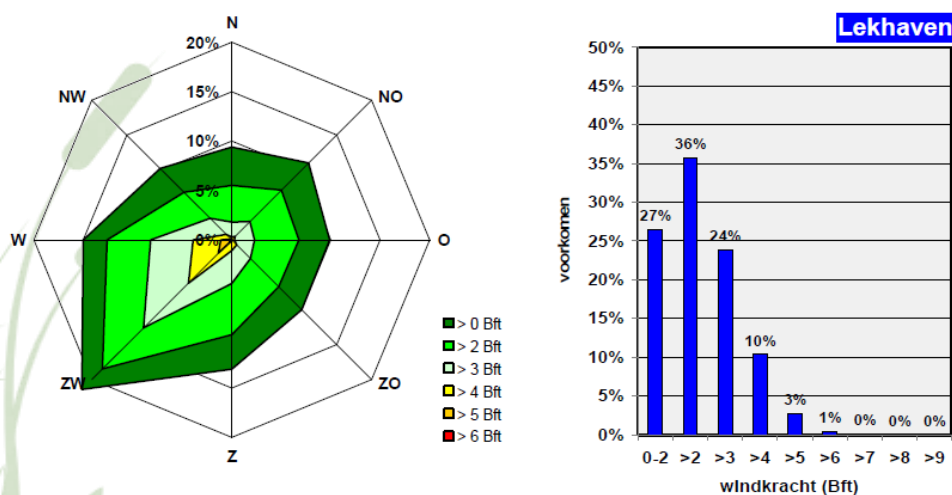
### 1.3.1 Wind gegevens

In de onderstaande figuur 54 wordt aangegeven op welke locaties de windsnelheid en windrichting worden gemeten.



Figuur 54 Locatie windgegevens (Port of Rotterdam, 2012)

Voor de aanleg van de getijdenluifel moet er rekening gehouden worden met de windsnelheid en windrichting die in de Maashaven op kan treden. In onderstaande figuur (figuur 55) is de maatgevende windrichting en windkracht aangegeven in de Lekhaven, deze gegevens komen overeen met die van de Maashaven. De meest voorkomende windkracht is dus tussen twee en drie op de schaal van Beaufort (zie figuur 56), dit komt overeen met een windsnelheid van 1,6m/s tot 5,4m/s. Er kan maximaal een windkracht van zes op de schaal van Beaufort voorkomen, dit komt overeen met krachtige wind tot 13,8m/s. (Port of Rotterdam, 2012)



Figuur 55 windkracht en richting (Port of Rotterdam, 2012)

### Schaal van Beaufort

De schaal van Beaufort wordt alleen gebruikt voor de gemiddelde windsnelheid, niet voor snelheid van rukwinden of windstoten.

#### SCHAAL VAN BEAUFORT

| kracht | benaming         | wind gemiddelde snelheid over 10 minuten |           | uitwerking boven land en bij mens                                                                     |
|--------|------------------|------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                  | km/h                                     | m/s       |                                                                                                       |
| 0      | stil             | 0-1                                      | 0-0,2     | rook stijgt recht of bijna recht omhoog                                                               |
| 1      | zwak             | 1-5                                      | 0,3-1,5   | windrichting goed af te leiden uit rookpluimen                                                        |
| 2      | zwak             | 6-11                                     | 1,6-3,3   | wind merkbaar in gezicht                                                                              |
| 3      | matig            | 12-19                                    | 3,4-5,4   | stof waait op                                                                                         |
| 4      | matig            | 20-28                                    | 5,5-7,9   | haar in de war; kleding flappert                                                                      |
| 5      | vrij krachtig    | 29-38                                    | 8,0-10,7  | opwaaiend stof hinderlijk voor de ogen; gekuifde golven op meren en kanalen; vuilcontainers waaien om |
| 6      | krachtig         | 39-49                                    | 10,8-13,8 | paraplu's met moeite vast te houden                                                                   |
| 7      | hard             | 50-61                                    | 13,9-17,1 | het is lastig tegen de wind in te lopen of te fietsen                                                 |
| 8      | stormachtig      | 62-74                                    | 17,2-20,7 | voortbewegen zeer moeilijk                                                                            |
| 9      | storm            | 75-88                                    | 20,8-24,4 | schoorsteenkappen en dakpannen waaien weg; kinderen waaien om                                         |
| 10     | zware storm      | 89-102                                   | 24,5-28,4 | grote schade aan gebouwen; volwassenen waaien om                                                      |
| 11     | zeer zware storm | 103-117                                  | 28,5-32,6 | enorme schade aan bossen                                                                              |
| 12     | orkaan           | >117                                     | >32,6     | verwoestingen                                                                                         |

Figuur 56 schaal van Beaufort (8 Beaufort, 2017)

### 1.3.2 Waterstand

De afgelopen jaren zijn er op verschillende locaties in het Rotterdamse havengebied de waterstanden gemeten. In figuur 57 worden deze locaties weergegeven. De Maashaven heeft een gemiddelde waterstand van +0.24m NAP. De gemiddelde hoogwaterstand is +1.32m NAP en gemiddelde laagwaterstand is -0.39m NAP. Voor het ontwerp moet er rekening gehouden worden met de eens in de tien jaar overschrijding van +2.99m NAP.



Figuur 57 Locaties waterstandmetingen (Port of Rotterdam, 2012)

### Opgetreden extremen

De Parkhaven is de locatie die het dichtste bij de Maashaven ligt. De hoogste waterstand die ooit gemeten is in de Parkhaven is 2.80m +NAP en de laagste waterstand -1.54m NAP. (Port of Rotterdam, 2012)

| locatie                         | Open keringen    |            |            |                   |             |            |
|---------------------------------|------------------|------------|------------|-------------------|-------------|------------|
|                                 | hoogste HW       |            |            | laagste LW        |             |            |
|                                 | datum            | NAP (cm)   | LAT (cm)   | datum             | NAP (cm)    | LAT (cm)   |
| Hoek van Holland                | 28-1-1994        | 288        | 380        | 12-3-1996         | -184        | -92        |
| Geulhaven                       | 21-12-2003       | 268        | 346        | 13-12-2008        | -157        | -79        |
| 1 <sup>e</sup> Femhaven         | 21-3-2008        | 282        | 354        | 13-12-2008        | -150        | -78        |
| <b>Parkhaven</b>                | <b>21-3-2008</b> | <b>280</b> | <b>349</b> | <b>13-12-2008</b> | <b>-154</b> | <b>-85</b> |
| Krimpen a/d IJssel              | 28-1-1994        | 281        | 329        | 12-3-1996         | -140        | -92        |
| Tennesseehaven                  | 21-3-2008        | 305        | 404        | 13-12-2008        | -200        | -101       |
| Europahaven                     | 21-3-2008        | 304        | 403        | 13-12-2008        | -195        | -96        |
| Hartelhaven                     | 21-3-2008        | 306        | 402        | 13-12-2008        | -195        | -99        |
| Suurhoffbrug                    | 21-12-2003       | 269        | 359        | 13-12-2008        | -185        | -95        |
| Hartelkanaal Q8                 | 21-12-2003       | 276        | 356        | 13-12-2008        | -175        | -95        |
| Harmsenbrug                     | 9-12-2011        | 245        | 321        | 25-4-2001         | -182        | -106       |
| Rozenburgse Sluis (Hartelzijde) | 21-12-2003       | 263        | 338        | 21-12-2006        | -197        | -122       |
| Hartelbrug                      | 21-12-2003       | 256        | 324        | 13-12-2008        | -134        | -66        |
| Scheurhaven                     | 21-3-2008        | 302        | 381        | 13-12-2008        | -164        | -85        |
| Rozenburgse Sluis (Calandzijde) | 21-12-2003       | 307        | 407        | 13-12-2008        | -199        | -99        |

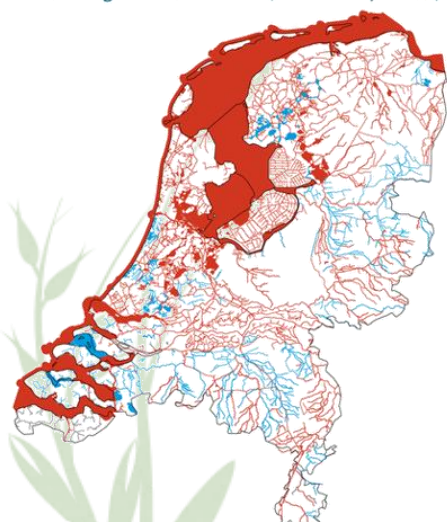
Tabel 12 maximale en minimale waterstanden (Port of Rotterdam, 2012)

### 1.3.3 Waterkwaliteit

In ecologische zin is de waterkwaliteit van de Maashaven slecht. De steile, versteende oevers en een diepe haven zorgen voor een relatief slechte habitat. In chemische zin is de kwaliteit van het water, mede door de getijdenwerking, grotendeels gelijk aan die in de rivier. Lokale lozingen, zoals bij de overstort, kunnen wel afwijkingen veroorzaken. (De Urbanisten, 2014)

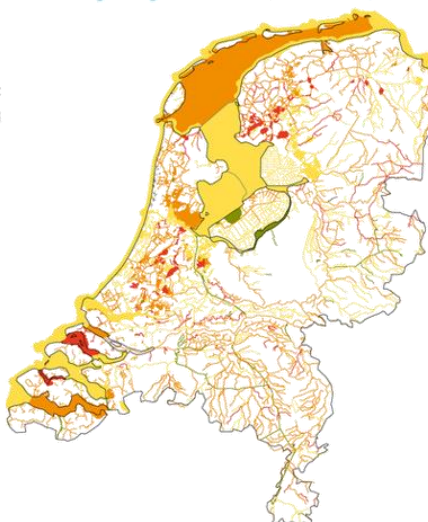
De chemische waterkwaliteit voldoet maar in 39% van alle waterlichamen volgens een rapportage van de Kaderrichtlijn water, de onvoldoende kwaliteit kan al bepaald worden door een of twee stoffen. De ecologische waterkwaliteit is bijna overal matig tot slecht, deze wordt beoordeeld met de maatlaten voor algen, waterplanten, vissen en macrofauna. (Compendium voor de leefomgeving, 2016)

Beoordeling chemische kwaliteit, Kaderrichtlijn Water, 2015



Kwaliteit  
 Voldoet  
 Voldoet niet  
 Niet bekend

Beoordeling biologische kwaliteit, Kaderrichtlijn Water, 2015



Kwaliteit  
 (Zeer) goed  
 Matig  
 Ontoereikend  
 Slecht  
 Niet bekend  
 Niet relevant

Figuur 58 Chemische en biologische waterkwaliteit (Compendium voor de leefomgeving, 2016)

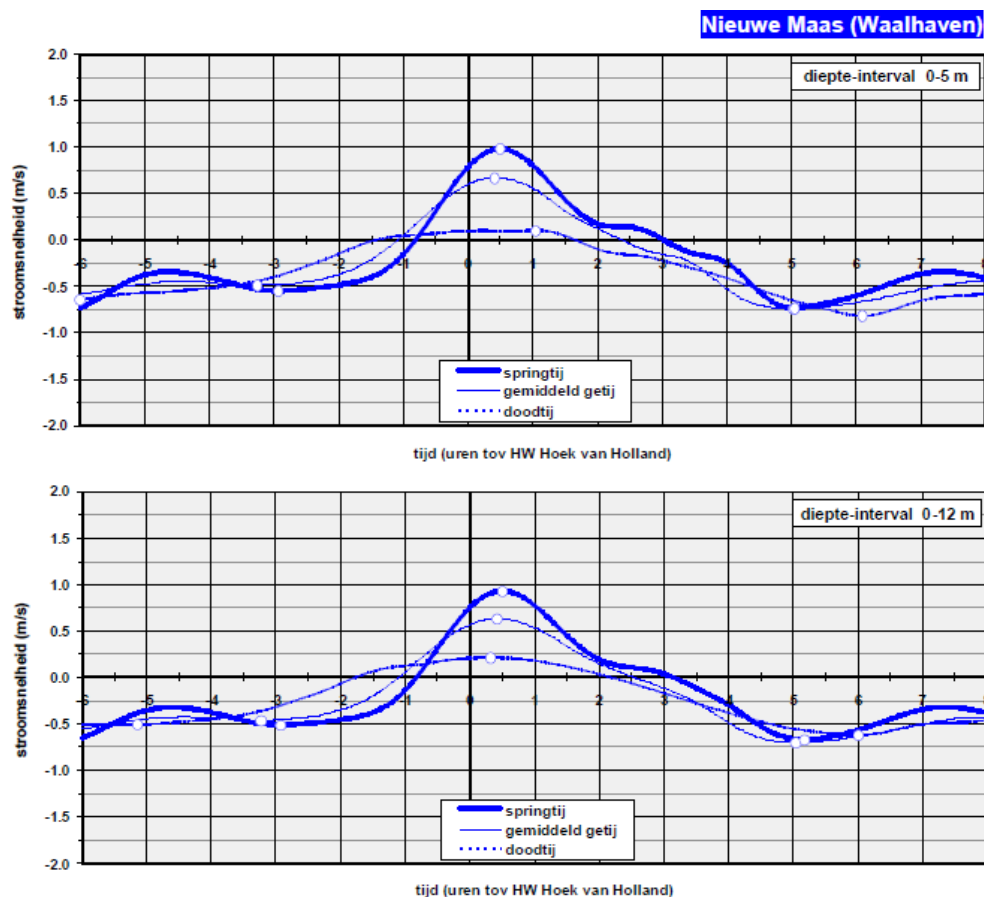
### 1.3.4 Stroomsnelheid

Op onderstaande figuur 59 wordt weergegeven op welke locaties de stroomsnelheden gemeten zijn.



Figuur 59 Locaties stroomsnelheden (Port of Rotterdam, 2012)

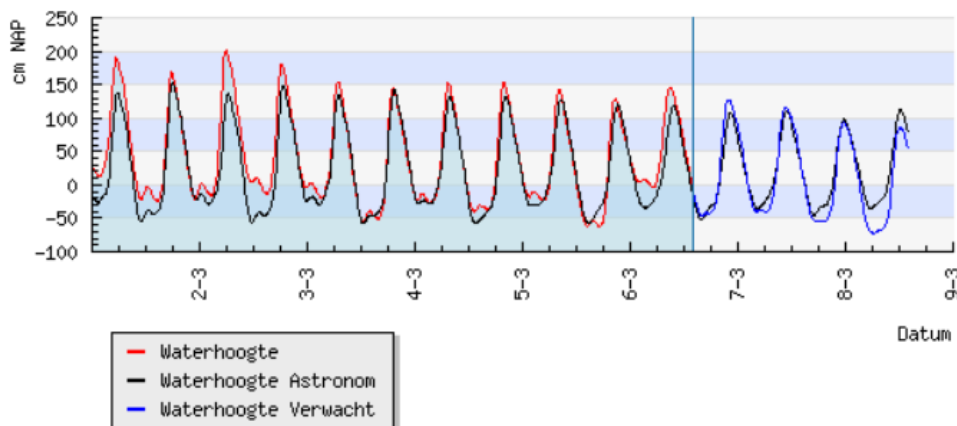
De stroomsnelheid in de Nieuwe Maas ter plaatse van de Waalhaven loopt tussen dood en springtij van 0.1 tot 0.98 m/s. (zie figuur 60) Door de vertakking richting de Maashaven is de snelheid aan het einde van de Maashaven is zo goed als 0 m/s. (Port of Rotterdam, 2012)



Figuur 60 stroomsnelheid Nieuwe Maas (Port of Rotterdam, 2012)

### 1.3.5 Getij

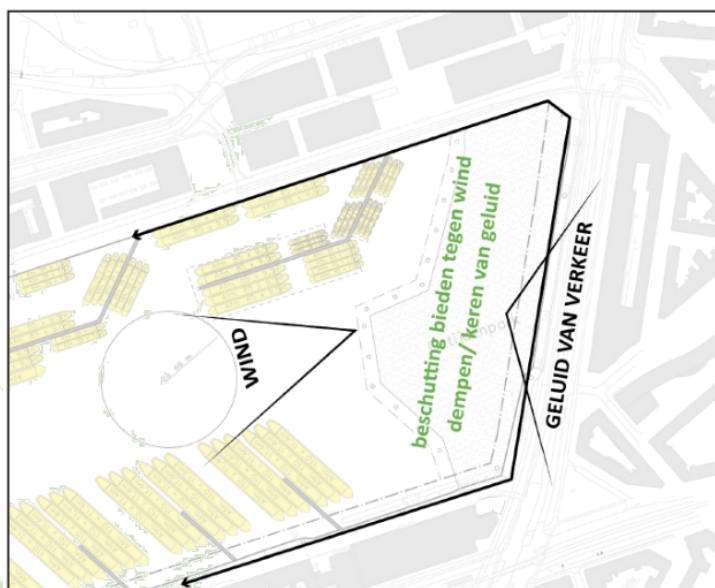
Door de open verbinding met zee is in de Maashaven sprake van getij. Het getijdenverschil in de Maashaven is gemiddeld 1,71 meter, hier kan een over- en onderschrijding plaats vinden van 0,30 meter. Tijdens het ontwerp van de getijdenluifel moet hier dus rekening mee gehouden worden. Voor de stroomsnelheid door de getijdenslag wordt de snelheid van de Maasvlakte aangehouden, deze waarden komen uit tussen 0,1 en 0,3 m/s. (Rijkswaterstaat, 2017)



Figuur 61 Getijdenverschil in de Maashaven (Rijkswaterstaat, 2017)

### 1.3.6 Golfgegevens

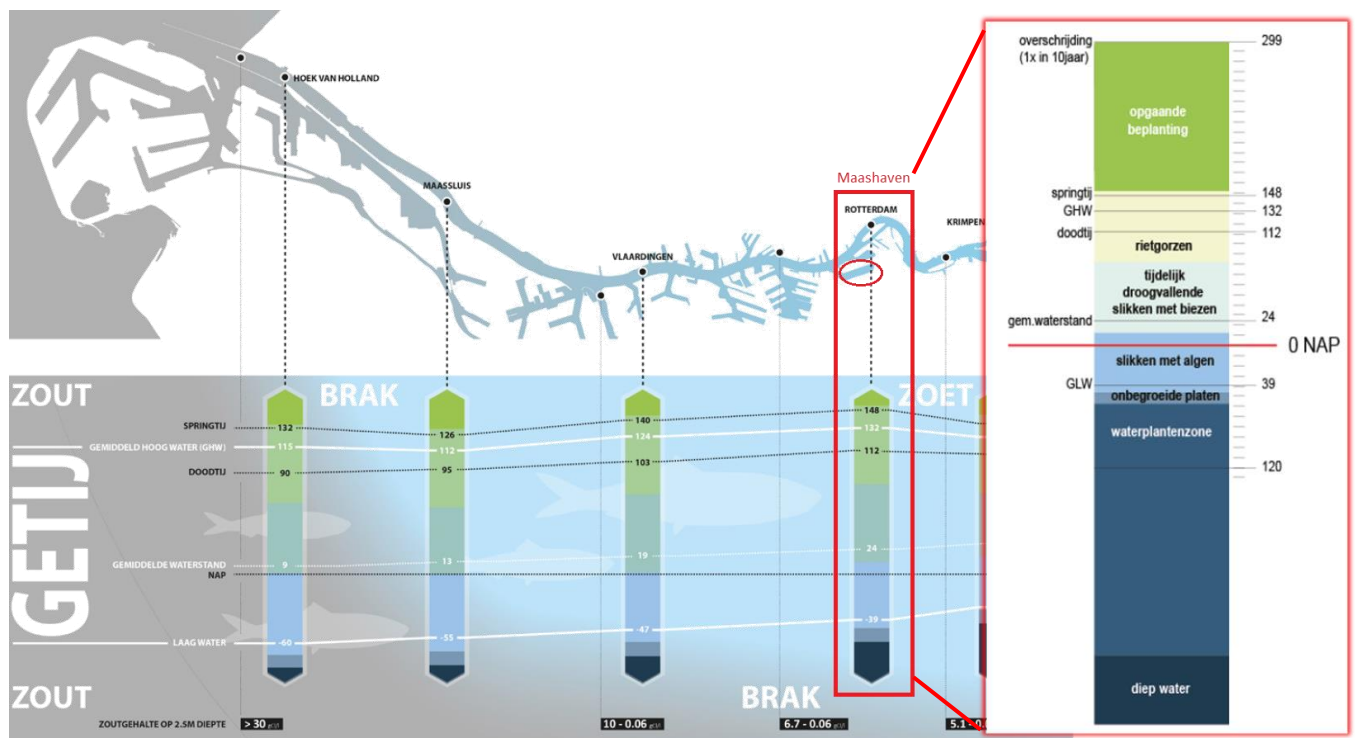
De getijdenluifel zal weinig hinder ondervinden van golven omdat in het huidige plangebied een golfbreker aanwezig is die de luifels in de luwte legt. Er is wel gerekend aan de golfhoogte in de Maashaven. De hoogte van de windgolven die maximaal aanwezig kunnen zijn is 0,6 meter, hierbij is uitgegaan van de effectieve strijklengte van 470m. en een eens in de tweehonderd jaar voorkomende windfrequentie. In het concept over de drijvende variant van het getijdenpark wordt de luifel dus beschermd door een golfbreker waardoor de berekende golf niet op zal treden, ook de steigers in de nieuwe situatie zullen de strijklengte korter maken (zie figuur 62). Als dit concept nog veranderd kunnen de berekende waarden gebruikt worden voor een nieuw ontwerp.



Figuur 62 Windgolven op getijdenpark (De Urbanisten, 2016)

## 1.4 ECOLOGISCHE GEGEVENS

Op het moment is de Maashaven ingesloten door harde, versteende kades. De getijdenluifel biedt de mogelijkheid om de natuurwaarden te vergroten in de Maashaven. Op de getijdenluifel kan straks een scala aan natuursoorten zich ontwikkelen wat ook weer verschillende vissen en andere diersoorten aantrekt. Uit hoofdstuk 1.3.3 waterkwaliteit bleek dat het water in de Maashaven zoet tot licht brak is, hier kunnen niet alle plantensoorten in groeien. Ook het getij speelt een rol, bepaalde soorten willen continu in het water staan, andere alleen bij vloed en andere willen altijd droog staan. In de Rijnmonddelta is sprake van een overgang van zoet rivierwater naar zout zeewater. Onder invloed van getijden verschuift de grens dagelijks. Het gemiddelde getijverschil is 1.71m en biedt ruimte voor de in Figuur 63 chloridegehalte en waterstanden weergegeven natuurtypen. Het chloridegehalte in de Maashaven is zoet tot licht brak



Figuur 63 chloridegehalte en waterstanden

### 1.4.2 Flora

Omdat het project een grote natuurfunctie krijgt moeten er verschillende plantensoorten kunnen leven. Ondanks de harde kades en dichte bebouwing heeft toch flora een plaats weten te bemachtigen in en rond de Maashaven. De omstandigheden maken het een ideaal gebied voor spindotterbloem, de gele lis en wat wilgenbossen. Voor de Maashaven wordt de Ambassadeurssoort de Spindotterbloem (zie figuur 64). De soort komt meestal voor op voedselrijke ondergrond in een zoetwatermilieu. Op deze plaats komt de plant voor in de volle zon en de halfschaduw. De spindotterbloem staat als kwetsbaar beschreven op de rode lijst<sup>2</sup> deze is onderdeel van de Natuurbeschermingswet die sinds 1 januari 2017 actief is (zie bijlage 4).



Figuur 64 Spindotterbloem

<sup>2</sup> De rode lijst is een lijst waar bedreigde dier, -planten, - en schimmelsoorten op staan. Op deze lijst staan ook maatregelen om de soort weer in aantal toe te laten nemen.

**Soorten die naar verwachting aanwezig zijn/ kunnen zijn in de Maashaven.**

| Nr.  | Latijnse benaming       | Nederlandse benaming |
|------|-------------------------|----------------------|
| 59   | Angelica archangelica   | Grote engelwortel    |
| 1156 | Bolboschoenus maritimus | Heen                 |
| 172  | Cakile maritima         | Zeeraket             |
| 235  | Carex hirta             | Ruige zegge          |
| 665  | Iris pseudacorus        | Gele lis             |
| 699  | Lactuca serriola        | Kompassla            |
| 785  | Lythrum salicaria       | Grote kattenstaart   |
| 967  | Persicaria amphibia     | Veenwortel           |
| 977  | Persicaria maculosa     | Perzikkruid          |
| 933  | Phragmites australis    | Riet                 |
| 1101 | Rumex obtusifolius      | Ridderzuring         |
| 1218 | Solanum dulcamara       | Bitterzoet           |
| 1245 | Stachys palustris       | Moerasandoorn        |
| 1259 | Symphytum officinale    | Gewone smeerwortel   |
| 1333 | Valeriana officinalis   | Echte valeriaan      |
| 1350 | Veronica catenata       | Rode waterereprijs   |
| 1076 | Rorippa palustris       | Moeraskers           |
| 813  | Mentha aquatica         | Watermunt            |
| 1098 | Rumex crispus           | Krulzuring           |
| 1102 | Rumex palustris         | Moeraszuring         |

**1.4.3 Fauna**

In de Nassauhaven en het Mallegat is op 6 februari 2017 een monitoring gedaan op ecologisch gebied. Voor de Maashaven gaan we ervan uit dat hier dezelfde fauna aanwezig is of aanwezig kan zijn. De Maashaven is een extreem milieu met grootschalige infrastructuur met schrale randen. In het havengebied komen ook vele vissoorten en macrofauna voor. Kenmerkend zijn ook de vogelsoorten, waaronder diverse meeuwensoorten die soms in grote getalen voorkomen. Verder is de Slechtvalk een typerende soort, vanwege de vele hoge elementen in het havengebied. De Ambassadeurssoort is de Stern (zie figuur 65). De Stern is ook een soort op de rode lijst. Deze vogels zijn visdieven en broeden bij voorkeur op kleine, slecht bereikbare eilandjes met een vrijwel kale tot grazige bodem. (Vogelbescherming Nederland, 2017)



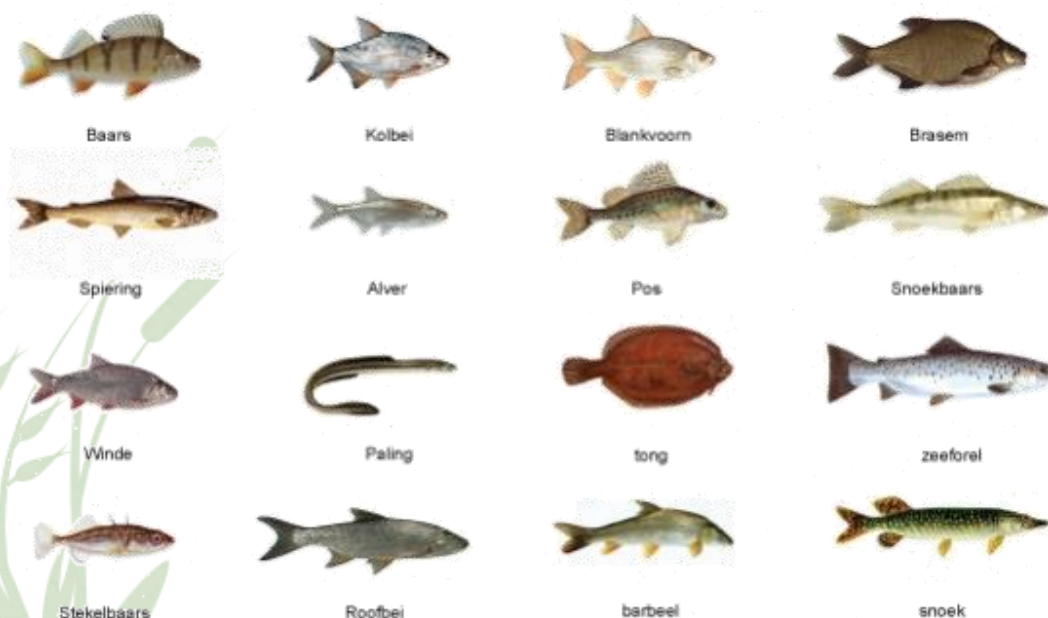
Figuur 65 Stern

In zowel het voor- als najaar van 2016 is in de Nassauhaven de locatie bemonsterd waar de natuurvriendelijke getijdenoever komt te liggen. Tegelijkertijd is in de Nassauhaven in beide seizoenen ook een oevertraject bemonsterd waar geen ecologische maatregel voorzien is. Deze locatie dient als interne referentie. Aanvullend zijn ook twee trajecten in de Persoonshaven twee trajecten bemonsterd die dienen als externe referentie (tabel 13). (Witteveen +Bos, 2017)

## Vissoorten Nassauhaven

| Vissoort                        | Voorjaar             |                                   |                                   | Najaar                          |                                   |                        |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
|                                 | Locatie<br>maatregel | Interne<br>referentie-<br>locatie | Externe<br>referentie-<br>locatie | Locatie<br>maatregel<br>Interne | referentio-<br>locatie<br>Externe | referentie-<br>locatie |
| <b>Eurytoop</b>                 |                      |                                   |                                   |                                 |                                   |                        |
| Baars                           | 16                   | 10                                | 15                                | 4                               | 1                                 | -                      |
| Blankvoorn                      | 307                  | 81                                | 225                               | -                               | 2                                 | -                      |
| Brasem                          | 1                    | -                                 | 2                                 | -                               | -                                 | -                      |
| Kolblei                         | 4                    | -                                 | 2                                 | -                               | -                                 | -                      |
| <b>Plantminnend</b>             |                      |                                   |                                   |                                 |                                   |                        |
| Tiendornige<br>stekelbaars      | -                    | -                                 | 1                                 | -                               | -                                 | -                      |
| Zeelt                           | 1                    | -                                 | 1                                 | -                               | -                                 | -                      |
| <b>Stroomminnend</b>            |                      |                                   |                                   |                                 |                                   |                        |
| Winde                           | 7                    | 6                                 | 5                                 | 1                               | 1                                 | -                      |
| <b>Migrerend</b>                |                      |                                   |                                   |                                 |                                   |                        |
| Aal/Paling                      | 4                    | 3                                 | 11                                | 3                               | 15                                | 21                     |
| Driedornige<br>stekelbaars      | -                    | -                                 | 6                                 | -                               | -                                 | -                      |
| Bot                             | 5                    | -                                 | 4                                 | 6                               | 17                                | 1                      |
| <b>Exoot</b>                    |                      |                                   |                                   |                                 |                                   |                        |
| Marmergrondel                   | -                    | -                                 | 2                                 | -                               | -                                 | -                      |
| Pontische<br>stroomgrondel      | -                    | -                                 | -                                 | -                               | 1                                 | -                      |
| Roofblei                        | 1                    | 3                                 | 4                                 | -                               | -                                 | -                      |
| Zwartbekgrondel                 | 107                  | 20                                | 143                               | 378                             | 236                               | 377                    |
| <b>Aantal soorten</b>           | <b>10</b>            | <b>6</b>                          | <b>13</b>                         | <b>4</b>                        | <b>7</b>                          | <b>3</b>               |
| <b>Totaal aantal<br/>vissen</b> | <b>453</b>           | <b>123</b>                        | <b>421</b>                        | <b>392</b>                      | <b>273</b>                        | <b>399</b>             |

Tabel 13 Vissoorten Nassauhaven (Witteveen +Bos, 2017)



fish species in the Maas harbour

Figuur 66 Vissoorten in de Maashaven (Van Mourik Architecten, 2010)

## 1.5 SLIMME INNOVATIES TOE TE PASSEN IN HET GEBIED (KANSEN)

In een havengebied zijn er veel versteende oevers en weinig natuur. Door de harde steile oevers is de ruimtelijke kwaliteit van zo een gebied zwaar achteruit gegaan. Hierdoor is de waterkwaliteit en watergezondheid afgenomen. Met het aanleggen van een getijdenpark en een aantal innovatieve oplossingen hebben vissen weer een broedplaats, schuilplaats en voedselbron. Hieronder zijn een aantal innovatieve oplossingen gegeven die in en rondom de getijdenluifel toegepast kunnen worden.

### De Biohut

Om de waterkwaliteit in de Maashaven te verbeteren is De Biohut een goede oplossing. De Biohut is een kunstmatige viskraamkamer die is te plaatsen rond havenstructuren zoals dokken, pontons of dijken. Door voedsel en beschutting aan jonge vissen te bieden, worden deze in staat gesteld om te overleven en op te groeien, tot ze groot genoeg zijn om zich bij de volwassen populatie aan te sluiten.

De Biohut verzorgt deze kraamkamerfunctie door een eenvoudig systeem met twee kooien. De binnenste kooi is gevuld met lege oesterschelpen waar algen en kleine kreeftachtige kunnen hechten, wat een voedselbron is voor jonge vissen. De twee lege kooien eromheen beschermen de kleine vissen tegen grotere vissen doordat de maaswijdte van de kooi alleen toegang biedt voor kleine vissen. (Waterwindow, 2017)



Figuur 67 Biohut (Waterwindow, 2017)

### Rifkorf

Door veel kunstmatige oplossingen gaat de ruimtelijke kwaliteit van de omgeving achteruit. Vispassages trekken veel jonge vis aan die willen migreren, soms hopen die zich tijdelijk op voor de passage. Jonge vis en kleine trekvissoorten zijn een aantrekkelijke prooi voor roofvis en visetende vogels. Om te kunnen groeien en zich voort te kunnen planten is het van belang dat vissen voldoende mogelijkheden hebben om zich te kunnen verschuilen.

Een Rifkorf is een holle bal van beton met gaten waarin kleinere trekvissoorten en jonge vissen kunnen schuilen. Hierdoor worden de verblijfsmogelijkheden voor deze vissen vergroot wat een positieve bijdrage levert aan de visstand. De korf is ongeveer 1m hoog en weeg 800 kg. (Waterwindow, 2017)



Figuur 68 Rifkorf (Waterwindow, 2017)

### Drijvend rietmoeras op wilgenmatten

Wilgen zinkstukken worden al honderden jaren met succes gebruikt voor het stabiliseren van oevers. Wilgenmateriaal wordt in matten 'gevlochten' en op de bodem van oevers aangebracht om erosie te voorkomen. Wilgenmatten vormen dus een interessant duurzaam constructiemateriaal voor waterbouwkundige werken.

In het Levende Waterbouw-programma is verkend of matten van wilgentenen geschikt zijn voor het creëren van drijvend rietmoeras. Hiermee kunnen enerzijds golven afgeremd worden en sedimentatie bevorderd, en anderzijds natuurontwikkeling stimuleren. Er is door Deltares een mini-pilot uitgevoerd om te kijken naar het natuurlijke drijfvermogen van de gebruikelijke wilgentenen (zinkstukken) en hoe de matten het effectiefst beplant kunnen worden met (riet)vegetatie. Deze pilot maakte duidelijk dat matten van uitsluitend wilgenmateriaal te weinig drijfvermogen hebben om langdurig te blijven drijven, maar dat is niet nodig in de Maashaven omdat ze daar bevestigd zijn op een hoogte. In eerste instantie bieden de matten wel een geschikt substraat voor begroeiing met waterplanten. Maar na verloop van tijd, wanneer de matten verder onder water komen te liggen, neemt de begroeiing weer af. Naar verwachting werkt dit in de Maashaven met een getijdenslag wel. (Innoveren met water, 2010)



Figuur 69 Wilgenmatten (Innoveren met water, 2010)

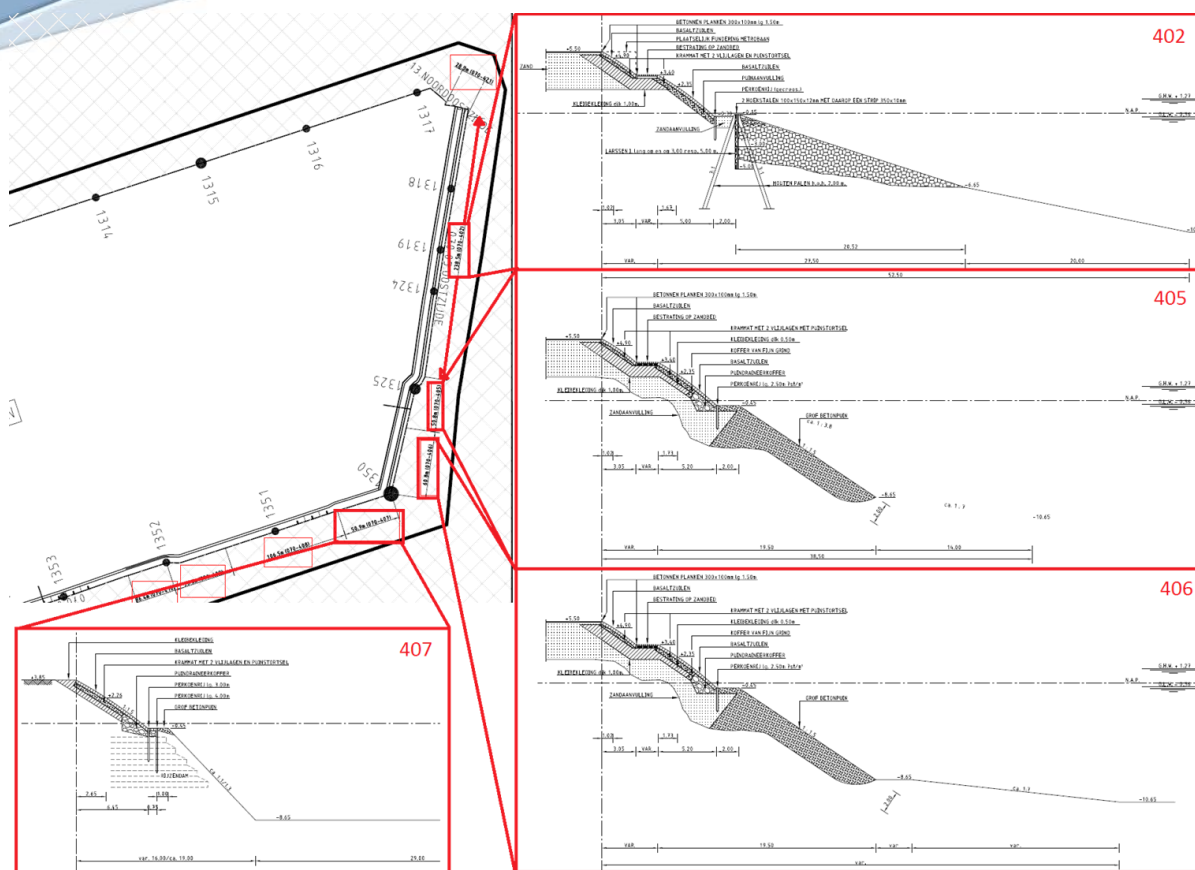
### Palenbos

Een zogenaamd "Palenbos" bestaat uit houten en betonnen palen zijn omwikkeld met verschillende soorten touw, waaraan zich wieten, sponzen en mosselen hechten. Ze doen dienst als golfremmer en vergroten de neerslag van sediment wat de waterkwaliteit ten goede komt. De ruwe touwoppervlakken vormen een goede ondergrond voor verschillende algensoorten, die op hun beurt weer als voedingsbodemb dienen voor organismen als wormen, slijkgarnalen en vlo kreeften. Een van oorsprong gladde betonnen paal wordt zo een rijke habitat. (Innoveren met water, 2010)



Figuur 70 Palenbos (Innoveren met water, 2010)

## 1.6 BESTAANDE TEKENINGEN



Figuur 71 bestaande doorsnedes Maashaven

## 2 BIJLAGE 2 PROGRAMMA VAN EISEN

### 2.1 LOCATIE SPECIFIEK PROGRAMMA VAN EISEN

| Nr.             | Soort eis Hoofdgroep                                 | Te vinden in paragraaf |
|-----------------|------------------------------------------------------|------------------------|
| Functionele eis | Criteria waaraan voldaan moet worden.                |                        |
| Onderbouwing    | Harde of zachte eis.                                 |                        |
| Technische eis  | Technische onderbouwing van de functionele eis.      |                        |
| Uitgangspunt    | Waar met het bepalen van de eis vanuit wordt gegaan. |                        |

| 1   | Recreatieve eisen                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Par.    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.1 | De getijdenluifel dient te bestaan uit een hoog en droog gedeelte waarmee ruimtelijke kwaliteit wordt toegevoegd aan het gebied.                                                                                                                                                                           | 7.1/7.3 |
|     | Het is een zachte eis want niets in het ontwerp staat helemaal vast, meer een wens. Het hoge gedeelte kan bestemd zijn voor recreatieve of educatieve doeleinden en moet dan altijd droog staan. Het hoge gedeelte van de getijdenluifel dient dan toegankelijk te zijn voor voetgangers en mindervaliden. |         |
|     | Het hoge gedeelte moet boven de eens in de tien jaar grens van +2.99m NAP ontworpen zijn.                                                                                                                                                                                                                  |         |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                                                                                                                                                          |         |
| 1.2 | Het gebruiksoppervlak voor recreatie moet groot genoeg zijn.                                                                                                                                                                                                                                               | 7.1     |
|     | Zachte eis, het ontwerp ligt niet vast maar een functiescheiding tussen recreatie en natuur is gewenst. Het is van belang om zoveel mogelijk educatieve/ communicatieve waarde toe te voegen.                                                                                                              |         |
|     | De oppervlakte gereserveerd voor recreatie moet 30% van de totale luifeloppervlakte zijn.                                                                                                                                                                                                                  |         |
|     | Programma rivier als getijdenpark.                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
| 1.3 | De getijdenluifel dient goed bereikbaar te zijn.                                                                                                                                                                                                                                                           | 7.1     |
|     | Harde eis, het hoge gedeelte heeft als functie om publiek te ontvangen.                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|     | Zuidoostelijke luifel bevindt zich vlakbij metrostation Maashaven en bedrijven. Noordoostelijke luifel bevindt zich vlakbij nieuwbouwwijk Katendrecht.                                                                                                                                                     |         |
|     | Afspraken met de stakeholders.                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |

| 2   | Landschappelijke eisen                                                                                                                                                                                                                                                | Par. |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 | De dynamiek van het getij moet beleefbaar, aanraakbaar en/of zichtbaar zijn.                                                                                                                                                                                          | 7.1  |
|     | Dit is een harde eis, door een constructie te ontwerpen die het getij in de Maashaven laat zien komt natuurbeleving en waardering weer terug bij jonge mensen in de stad. Door het getij zichtbaar en beleefbaar te maken worden ze bewust dat ze leven in een delta. |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                                                                                                                     |      |
| 2.2 | De getijdenluifel dient te bestaan uit een gedeelte dat onder invloed van eb en vloed nat en droogvalt, heeft een natuurfunctie.                                                                                                                                      | 7.1  |
|     | Zachte eis, deze keuze is vrij maar wordt vanuit gegaan bij de uitgangspunten.                                                                                                                                                                                        |      |
|     | Het lage gedeelte moet onder de laagwatergrens van -1.54m NAP ontworpen zijn.                                                                                                                                                                                         |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                                                                                                                     |      |

| 3   | Ecologische eisen                                                                                                                                                                                                                            | Par.        |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 3.1 | Er moet een grote bijdrage aan de KRW-doelstellingen geleverd worden.                                                                                                                                                                        | 7.1         |
|     | Harde eis, Rijkswaterstaat moet om de KRW-doelstellingen voor 2027 te halen nog een aantal strekkende meters aan natuurvriendelijke oever ontwerpen waar dit plangebied dus onderdeel van kan zijn.                                          |             |
|     | De oeverlengte moet zo groot mogelijk zijn. Bij de luifels worden dit lengtes van +-100m per stuk. De getijdenzone moet zo breed mogelijk zijn. Bij de luifels wordt uitgegaan van een minimale helling van 1:5, maar minder steil is beter. |             |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                                                                                            |             |
| 3.2 | De grond die toegepast wordt in de constructie dient van een goede kwaliteit te zijn.                                                                                                                                                        | 7.1/7.4     |
|     | Harde eis, voor de natuurfunctie is dit noodzakelijk                                                                                                                                                                                         |             |
|     | De grond moet voldoen aan de bodemfunctieklassen wonen en een goede ondergrond te zijn voor plantensoorten die er moeten groeien. De planten moeten gefixeerd worden aan de constructie en mogelijkheden hebben om te groeien.               |             |
|     | Besluit bodemkwaliteit.                                                                                                                                                                                                                      |             |
| 3.3 | De beplanting dient aan te sluiten bij de plantensoorten die horen bij het betreffende gebied.                                                                                                                                               | 7.4 / 3.2.6 |
|     | Harde eis, er moet gekeken worden naar de welke soorten er in deze leefomgeving kunnen groeien.                                                                                                                                              |             |
|     | Plantensoorten volgens onderzoek in de Nassauhaven.                                                                                                                                                                                          |             |
|     | Natuurbeschermingswet.                                                                                                                                                                                                                       |             |
| 3.4 | Constructie moet habitat vormen voor macrofauna.                                                                                                                                                                                             | 7.1/7.4     |
|     | Harde eis, door verschillende leefomgevingen toe te voegen wordt de natuurwaarde vergroot.                                                                                                                                                   |             |
|     | Door het toepassen van bio-hutten wordt er een natuurlijke habitat voor macrofauna gecreëerd.                                                                                                                                                |             |
|     | KRW                                                                                                                                                                                                                                          |             |
| 3.5 | Plastic drijfvuil moet geen mogelijkheid hebben om vanuit de Nieuwe-Maas op de luifel te stromen.                                                                                                                                            | 1.5 / 7.8   |
|     | Harde eis, drijfvuil op het lage gedeelte is slecht voor de habitat van macrofauna.                                                                                                                                                          |             |
|     | Plastic drijfvuil wordt opgevangen door plasticvangers bevestigd aan het fietspad aan de westzijde van het plangebied.                                                                                                                       |             |
|     | Eisen stakeholder.                                                                                                                                                                                                                           |             |
| 3.6 | Mogelijkheid bekijken voor om een aantal stern/visdiefbroedplaatsen te maken.                                                                                                                                                                | 7.1/7.4     |
|     | Zachte eis, een wens van de ecooloog.                                                                                                                                                                                                        |             |
|     | Door een ophoging te maken aan de westkant van de getijdenluifel is het mogelijk om boven +2.50m NAP een aantal broedplaatsen creëren.                                                                                                       |             |
|     | -                                                                                                                                                                                                                                            |             |
| 3.7 | Onder 10% van het luifeloppervlakte moet daglicht kunnen komen.                                                                                                                                                                              | 7.4         |
|     | Harde eis, vissoorten die onder de luifel komen moeten de mogelijkheid hebben om snel terug in zuurstofrijk water te komen.                                                                                                                  |             |
|     | Voor het leefgebied van de vissen is het van belang dat ze naast de mogelijkheid om in daglicht te zwemmen, ook de mogelijkheid hebben om zich te verschuilen in donker water onder de luifel.                                               |             |
|     | KRW                                                                                                                                                                                                                                          |             |

| 4   | Veiligheidseisen                                                                                                                                                                          | Par. |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.1 | De getijdenluifel dient onder alle omstandigheden veilig te zijn voor gebruikers.                                                                                                         | 7.1  |
|     | Harde eis, veiligheid in het gebied is een van de prioriteiten van gemeente Rotterdam.                                                                                                    |      |
|     | Op de getijdenluifel dient verlichting aanwezig te zijn, deze is vandalisme gevoelig, ook zijn er geen scherpe randen op de constructie of plaatsen waar ruimte is om ertussen te vallen. |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark.                                                                                                                                                        |      |
| 4.2 | Het lage gedeelte dient afgeschermd te worden en is niet toegankelijk voor publiek.                                                                                                       | 7.1  |
|     | Harde eis, het lage gedeelte is bestemd voor natuurontwikkeling en alleen toegankelijk voor onderhoudswerkzaamheden.                                                                      |      |
|     | Het lage gedeelte wordt afgeschermd door middel van een stalen hekwerk van 1.00m hoog.                                                                                                    |      |
|     | Bouwbesluit                                                                                                                                                                               |      |
| 4.3 | De getijdenluifel dient overal visueel bereikbaar te zijn.                                                                                                                                | 7.1  |
|     | Harde eis, op de getijdenluifel mogen geen onoverzichtelijke plaatsen zijn i.v.m. criminele activiteiten.                                                                                 |      |
|     | Windschermen en geluidsmuren moeten visueel geen hinder vormen.                                                                                                                           |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark.                                                                                                                                                        |      |

| 5   | Beheer en onderhoud eisen                                                                                                                                                                              | Par.     |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 5.1 | Onderhoud moet mogelijk zijn vanaf het water, hoge gedeelte van de luifel of de kade.                                                                                                                  | 7.8      |
|     | Harde eis, onderhoud moet op alle plaatsen mogelijk zijn.                                                                                                                                              |          |
|     | Het hoge gedeelte dient toegankelijk te zijn voor een grasmaaier, het lage gedeelte is alleen bereikbaar voor onderhoudswerkzaamheden.                                                                 |          |
|     | -                                                                                                                                                                                                      |          |
| 5.2 | Het scheepsvaartverkeer maakt nog volop gebruik van de haven en mag in het nieuwe ontwerp niet gehinderd worden. (Bedrijfsvoering van de binnenvaart is gegarandeerd)                                  | 1.5      |
|     | Harde eis, aan de zuidzijde van de Maashaven zitten nog verschillende bedrijven die nog steeds de functie van goederoverslag hebben, deze mogen geen hinder ondervinden tijdens hun havenactiviteiten. |          |
|     | De nieuwe getijdenluifel moet een plaats krijgen binnen de 5 hectare die gereserveerd is voor het getijdenpark.                                                                                        |          |
|     | Afspraken met het havenbedrijf.                                                                                                                                                                        |          |
| 5.3 | Hergebruik van materialen als het mogelijk is, duurzaam gebruik van materialen.                                                                                                                        | 7.4/7.10 |
|     | Harde eis, de bestaande onderhoudssteigers moeten verwijderd worden, mogelijkheid bekijken om materialen te hergebruiken in het nieuwe plangebied.                                                     |          |
|     | -                                                                                                                                                                                                      |          |
|     | Afspraken met het stakeholders                                                                                                                                                                         |          |

| 6   | Constructieve eisen                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Par.    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 6.1 | Drijvende constructies dimensioneren op extreem hoge en lage waterstanden.                                                                                                                                                                                                                           | 7.1/7.6 |
|     | Harde eis, door rekening te houden met de extremen is de constructie op het worstcasescenario berekend.                                                                                                                                                                                              |         |
|     | De waterstand kan eens in de tien jaar tot +2.99m NAP komen.<br>De laagste waterstand is -1.54m NAP.                                                                                                                                                                                                 |         |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                                                                                                                                                    |         |
| 6.2 | Neerslag op de getijdenluifel dient te worden afgevoerd.                                                                                                                                                                                                                                             | 7.3     |
|     | Harde eis, er zal afschot op de getijdenluifel moeten zijn zodat de constructie niet zwaarder wordt door achtergebleven neerslag.                                                                                                                                                                    |         |
|     | Neerslag op verharde locaties op de getijdenluifel dient afgevoerd te worden naar de Maashaven.<br>Neerslag op onverharde locaties moet opgenomen worden door de bodem om vervolgens afgevoerd te worden naar de Maashaven.                                                                          |         |
|     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
| 6.3 | De getijdenluifel dient een levensduur van 25 jaar te hebben.                                                                                                                                                                                                                                        | 7.1/7.4 |
|     | Harde eis, door hoogwaardige materialen te gebruiken kan deze eis gehaald worden.                                                                                                                                                                                                                    |         |
|     | Toegepaste materialen dienen te voldoen aan de levensduureis.                                                                                                                                                                                                                                        |         |
|     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
| 6.4 | De getijdenluifel moet zo minmogelijk horizontale druk geven tegen de kade i.v.m. de negatieve invloeden op het metrostation.                                                                                                                                                                        | 7.1/7.6 |
|     | Harde eis, door deze eis is de constructie bedacht.                                                                                                                                                                                                                                                  |         |
|     | Door de getijdenluifel komen er bijna geen krachten op de kade of glooiing maar wordt alles via palen of het water verticaal afgevoerd naar de ondergrond.                                                                                                                                           |         |
|     | Notitie gemeente Rotterdam.                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |
| 6.5 | Belastingen moeten worden afgevoerd naar de ondergrond.                                                                                                                                                                                                                                              | 7.1/7.6 |
|     | Harde eis, belastingen moeten verticaal afgevoerd worden omdat de glooiing ontlast moet worden van horizontale krachten.                                                                                                                                                                             |         |
|     | De belastingen worden gelijkmatig verdeeld over de palen naar de ondergrond.<br>Rekening houdend met veranderlijke belastingen. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Groeiende vegetatie.</li> <li>➤ Publiek en materieel.</li> <li>➤ Natuurinvloeden zoals sneeuw, wind en regenval.</li> </ul> |         |
|     | Bouwbesluit 2012                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |

| 7   | Financiële eisen                                                                                 | Par.     |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 7.1 | Het getijdenpark is aan te leggen voor een bedrag dat financieel te regelen is.                  | 7.2/7.10 |
|     | Harde eis, als het project te duur is wordt er gekeken naar andere oplossingen.                  |          |
|     | Het te verwacht geld dat vrijkomt voor het gehele project in de Maashaven is rond de 20 miljoen. |          |
|     | Aantekening planteam Maashaven.                                                                  |          |

| 8   | Kwalitatieve eisen                                                                                 | Par.    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 8.1 | De getijdenluifel is te verschalen                                                                 | 7.1/7.2 |
|     | Harde eis, als het project te verschalen is kan het op ook op andere locatie toegepast worden.     |         |
|     | De luifel is te verschalen is alleen in de breedte te verschalen door zijn vierkante vorm.         |         |
|     | Aantekening planteam Maashaven.                                                                    |         |
| 8.2 | De getijdenluifel moet een bijdrage bieden aan de klimaatbestendigheid                             | 7.5     |
|     | Harde eis, hierdoor krijgt het project meer waarde.                                                |         |
|     | Doordat de constructie koolstof kan vasthouden biedt het een bijdrage aan de klimaatbestendigheid. |         |
|     | -                                                                                                  |         |

| 9   | Uitvoeringseisen                                                                                                                                                | Par.    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 9.1 | De getijdenluifel is in fases uit te voeren, gemakkelijk en snel.                                                                                               | 7.3/7.4 |
|     | Harde eis, als de uitvoeringstijd te lang is gaat het project te veel kosten..                                                                                  |         |
|     | Er moet rekening gehouden met de tijd dat vegetatie het beste groeit op de luifel, ook met wanneer zand en slib vrijkomt bij verdieping van de Nieuwe-Waterweg. |         |
|     | Aantekening planteam Maashaven.                                                                                                                                 |         |

## 2.2 GENERIEK PROGRAMMA VAN EISEN

Het generieke programma van eisen is te gebruiken als de gemeente Rotterdam het ontwerp ooit wil gebruiken op een andere locatie. Onderstaande eisen zijn niet locatie gebonden en kunnen dus gebruikt worden in een soortgelijk gebied met dezelfde problemen.

| Nr.             | Soort eis Hoofdgroep                                 | Te vinden in paragraaf |
|-----------------|------------------------------------------------------|------------------------|
| Functionele eis | Criteria waaraan voldaan moet worden.                |                        |
| Onderbouwing    | Harde of zachte eis.                                 |                        |
| Technische eis  | Technische onderbouwing van de functionele eis.      |                        |
| Uitgangspunt    | Waar met het bepalen van de eis vanuit wordt gegaan. |                        |

| 1   | Recreatieve eisen                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Par. |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.1 | De getijdenluifel dient te bestaan uit een hoog en droog gedeelte waarmee ruimtelijke kwaliteit wordt toegevoegd aan het gebied.                                                                                                                                                                           | -    |
|     | Het is een zachte eis want niets in het ontwerp staat helemaal vast, meer een wens. Het hoge gedeelte kan bestemd zijn voor recreatieve of educatieve doeleinden en moet dan altijd droog staan. Het hoge gedeelte van de getijdenluifel dient dan toegankelijk te zijn voor voetgangers en mindervaliden. |      |
|     | Het hoge gedeelte moet boven de eens in de tien jaar grens van +2.99m NAP ontworpen zijn.                                                                                                                                                                                                                  |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                                                                                                                                                          |      |
| 1.2 | Het gebruiksoppervlak voor recreatie moet groot genoeg zijn.                                                                                                                                                                                                                                               | -    |
|     | Zachte eis, het ontwerp ligt niet vast maar een functiescheiding tussen recreatie en natuur is gewenst. Het is van belang om zoveel mogelijk educatieve/ communicatieve waarde toe te voegen.                                                                                                              |      |
|     | De oppervlakte gereserveerd voor recreatie moet 30% van de totale luifeloppervlakte zijn.                                                                                                                                                                                                                  |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark.                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |
| 1.3 | De getijdenluifel dient goed bereikbaar te zijn.                                                                                                                                                                                                                                                           | -    |
|     | Harde eis, het hoge gedeelte heeft als functie om publiek te ontvangen.                                                                                                                                                                                                                                    |      |
|     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |
|     | Afspraken met de stakeholders.                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |

| 2   | Landschappelijke eisen                                                                                                                                                                                                                                | Par. |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 | De dynamiek van het getij moet beleefbaar, aanraakbaar en/of zichtbaar zijn.                                                                                                                                                                          | -    |
|     | Dit is een harde eis, door een constructie te ontwerpen die het getij laat zien komt natuurbeleving en waardering weer terug bij jonge mensen in de stad. Door het getij zichtbaar en beleefbaar te maken worden ze bewust dat ze leven in een delta. |      |
|     | -                                                                                                                                                                                                                                                     |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                                                                                                     |      |
| 2.2 | De getijdenluifel dient te bestaan uit een gedeelte dat onder invloed van eb en vloed nat en droogvalt, heeft een natuurfunctie.                                                                                                                      | -    |
|     | Zachte eis, deze keuze is vrij maar wordt vanuit gegaan bij de uitgangspunten.                                                                                                                                                                        |      |
|     | Het lage gedeelte moet onder de laagwatergrens van -1.54m NAP ontworpen zijn.                                                                                                                                                                         |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                                                                                                     |      |

|     |                                                                                                                                                                                                                                |      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3   | Ecologische eisen                                                                                                                                                                                                              | Par. |
| 3.1 | Er moet een grote bijdrage aan de KRW-doelstellingen geleverd worden.                                                                                                                                                          | -    |
|     | Harde eis, Rijkswaterstaat moet om de KRW-doelstellingen voor 2027 te halen nog een aantal strekkende meters aan natuurvriendelijke oever ontwerpen waar het plangebied dus onderdeel van kan zijn.                            |      |
|     | De oeverlengte moet zo groot mogelijk zijn. De getijdenzone moet zo breed mogelijk zijn.                                                                                                                                       |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                                                                              |      |
| 3.2 | De grond die toegepast wordt in de constructie dient van een goede kwaliteit te zijn.                                                                                                                                          | -    |
|     | Harde eis, voor de natuurfunctie is dit noodzakelijk                                                                                                                                                                           |      |
|     | De grond moet voldoen aan de bodemfunctieklassen wonen en een goede ondergrond te zijn voor plantensoorten die er moeten groeien. De planten moeten gefixeerd worden aan de constructie en mogelijkheden hebben om te groeien. |      |
|     | Besluit bodemkwaliteit.                                                                                                                                                                                                        |      |
| 3.3 | De beplanting dient aan te sluiten bij de plantensoorten die horen bij het betreffende gebied.                                                                                                                                 | -    |
|     | Harde eis, er moet gekeken worden naar de welke soorten er in deze leefomgeving kunnen groeien.                                                                                                                                |      |
|     | -                                                                                                                                                                                                                              |      |
|     | Natuurbeschermingswet.                                                                                                                                                                                                         |      |
| 3.4 | Constructie moet habitat vormen voor macrofauna.                                                                                                                                                                               | -    |
|     | Harde eis, door verschillende leefomgevingen toe te voegen wordt de natuurwaarde vergroot.                                                                                                                                     |      |
|     | Door het toepassen van bio-hutten wordt er een natuurlijke habitat voor macrofauna gecreëerd.                                                                                                                                  |      |
|     | KRW                                                                                                                                                                                                                            |      |
| 3.5 | Plastic drijfvuil moet geen mogelijkheid hebben om op de luifel te stromen.                                                                                                                                                    | -    |
|     | Harde eis, drijfvuil op de luifel is slecht voor de habitat van macrofauna.                                                                                                                                                    |      |
|     | Plastic drijfvuil moet opgevangen worden door plasticvangers in het plangebied.                                                                                                                                                |      |
|     | Eisen stakeholder.                                                                                                                                                                                                             |      |
| 3.6 | Onder 10% van het luifeloppervlakte moet daglicht kunnen komen.                                                                                                                                                                | -    |
|     | Harde eis, vissoorten die onder de luifel komen moeten de mogelijkheid hebben om snel terug in zuurstofrijk water te komen.                                                                                                    |      |
|     | Voor het leefgebied van de vissen is het van belang dat ze naast de mogelijkheid om in daglicht te zwemmen, ook de mogelijkheid hebben om zich te verschuilen in donker water onder de luifel.                                 |      |
|     | KRW                                                                                                                                                                                                                            |      |

| 4   | Veiligheidseisen                                                                                                                                                                          | Par. |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.1 | De getijdenluifel dient onder alle omstandigheden veilig te zijn voor gebruikers.                                                                                                         | -    |
|     | Harde eis, veiligheid in het gebied is een van de prioriteiten van gemeente Rotterdam.                                                                                                    |      |
|     | Op de getijdenluifel dient verlichting aanwezig te zijn, deze is vandalisme gevoelig, ook zijn er geen scherpe randen op de constructie of plaatsen waar ruimte is om ertussen te vallen. |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark.                                                                                                                                                        |      |
| 4.2 | Het lage gedeelte dient afgeschermd te worden en is niet toegankelijk voor publiek.                                                                                                       | -    |
|     | Harde eis, het lage gedeelte is bestemd voor natuurontwikkeling en alleen toegankelijk voor onderhoudswerkzaamheden.                                                                      |      |
|     | Het lage gedeelte wordt afgeschermd door middel van een stalen hekwerk van 1.00m hoog.                                                                                                    |      |
|     | Bouwbesluit                                                                                                                                                                               |      |
| 4.3 | De getijdenluifel dient overal visueel bereikbaar te zijn.                                                                                                                                | -    |
|     | Harde eis, op de getijdenluifel mogen geen onoverzichtelijke plaatsen zijn i.v.m. criminele activiteiten.                                                                                 |      |
|     | Windschermen en geluidsmuren moeten visueel geen hinder vormen.                                                                                                                           |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark.                                                                                                                                                        |      |

| 5   | Beheer en onderhoud eisen                                                                                                                                                 | Par. |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 5.1 | Onderhoud moet mogelijk zijn vanaf het water, hoge gedeelte van de luifel of de kade.                                                                                     | -    |
|     | Harde eis, onderhoud moet op alle plaatsen mogelijk zijn.                                                                                                                 |      |
|     | Het hoge gedeelte dient toegankelijk te zijn voor een grasmaaier, het lage gedeelte is alleen bereikbaar voor onderhoudswerkzaamheden.                                    |      |
|     | -                                                                                                                                                                         |      |
| 5.2 | Het aanwezige scheepsvaartverkeer mag in het nieuwe ontwerp niet gehinderd worden.                                                                                        | -    |
|     | Harde eis, als er nog bedrijven zitten die nog afhankelijk zijn van overslag of transport via het water mogen deze geen hinder ondervinden tijdens hun havenactiviteiten. |      |
|     | De nieuwe getijdenluifel moet een plaats krijgen binnen vooraf afgesproken plangebied voor het getijdenpark.                                                              |      |
|     | Afspraken met de stakeholders.                                                                                                                                            |      |
| 5.3 | Hergebruik van materialen als het mogelijk is, duurzaam gebruik van materialen.                                                                                           | -    |
|     | Harde eis, als er bestaande constructies verwijderd moeten worden, mogelijkheid bekijken om materialen te hergebruiken in het nieuwe plangebied.                          |      |
|     | -                                                                                                                                                                         |      |
|     | Afspraken met het stakeholders                                                                                                                                            |      |

| 6   | Constructieve eisen                                                                                                                                                | Par. |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 6.1 | De getijdenluifel is gedimensioneerd op de golfslag veroorzaakt door schepen en wind.                                                                              | -    |
|     | Harde eis, golfslag wordt berekend voor de strijklengte van de betreffende haven.                                                                                  |      |
|     | -                                                                                                                                                                  |      |
|     | -                                                                                                                                                                  |      |
| 6.2 | Drijvende constructies dimensioneren op extreem hoge en lage waterstanden.                                                                                         | -    |
|     | Harde eis, door rekening te houden met de extremen is de constructie op het worstcasescenario berekend.                                                            |      |
|     | -                                                                                                                                                                  |      |
|     | Programma rivier als getijdenpark, eisen voor waterstanden volgen uit de gegevens van de Hydro meteo bundel 2012.                                                  |      |
| 6.3 | Neerslag op de getijdenluifel dient te worden afgevoerd.                                                                                                           | -    |
|     | Harde eis, er zal afschot op de getijdenluifel moeten zijn zodat de constructie niet zwaarder wordt door achtergebleven neerslag.                                  |      |
|     | Neerslag op verharde locaties op de getijdenluifel dient afgevoerd te worden naar de Maashaven.                                                                    |      |
|     | Neerslag op onverharde locaties moet opgenomen worden door de bodem om vervolgens afgevoerd te worden in het oppervlaktewater.                                     |      |
|     | -                                                                                                                                                                  |      |
| 6.4 | De getijdenluifel dient een levensduur van 25 jaar te hebben.                                                                                                      | -    |
|     | Harde eis, door hoogwaardige materialen te gebruiken kan deze eis gehaald worden.                                                                                  |      |
|     | Toegepaste materialen dienen te voldoen aan de levensduureis.                                                                                                      |      |
|     | -                                                                                                                                                                  |      |
| 6.5 | De getijdenluifel moet een zo minimale horizontale druk geven op omliggende kades.                                                                                 | -    |
|     | Harde eis, door deze eis is de constructie bedacht.                                                                                                                |      |
|     | Door de getijdenluifel komen er geen krachten op de kade maar wordt alles via palen of het water verticaal afgevoerd naar de ondergrond.                           |      |
|     | -                                                                                                                                                                  |      |
| 6.6 | Belastingen moeten worden afgevoerd naar de ondergrond.                                                                                                            | -    |
|     | Harde eis, belastingen moeten verticaal afgevoerd worden omdat de glooiing ontlast moet worden van horizontale krachten.                                           |      |
|     | De belastingen worden gelijkmatig verdeeld over de palen naar de ondergrond.<br>Rekening houdend met veranderlijke belastingen.                                    |      |
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Groeiende vegetatie</li> <li>➤ Publiek en materieel</li> <li>➤ Natuurinvloeden zoals sneeuw, wind en regenval.</li> </ul> |      |
|     | Bouwbesluit 2012                                                                                                                                                   |      |

| 7   | Financiële eisen                                                                  | Par. |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| 7.1 | Het getijdenpark is aan te leggen voor een bedrag dat financieel te regelen is.   | -    |
|     | Harde eis, als het project te duur is wordt er gekeken naar andere oplossingen.   |      |
|     | Het te verwacht geld dat vrijkomt voor het gehele project is nog niet te bepalen. |      |
|     | -                                                                                 |      |

| 8   | Kwalitatieve eisen                                                                                 | Par. |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 8.1 | De getijdenluifel is te verschalen                                                                 | -    |
|     | Harde eis, als het project te verschalen is kan het op ook op andere locatie toegepast worden.     |      |
|     | De luifel is te verschalen is alleen in de breedte te verschalen door zijn vierkante vorm.         |      |
|     | -                                                                                                  |      |
| 8.2 | De getijdenluifel moet een bijdrage bieden aan de klimaatbestendigheid                             | -    |
|     | Harde eis, hierdoor krijgt het project meer waarde.                                                |      |
|     | Doordat de constructie koolstof kan vasthouden biedt het een bijdrage aan de klimaatbestendigheid. |      |
|     | -                                                                                                  |      |

| 9   | Uitvoeringseisen                                                                   | Par. |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 9.1 | De getijdenluifel is in fases uit te voeren, gemakkelijk en snel.                  | -    |
|     | Harde eis, als de uitvoeringstijd te lang is gaat het project te veel kosten..     |      |
|     | Er moet rekening gehouden met de tijd dat vegetatie het beste groeit op de luifel. |      |
|     | -                                                                                  |      |

### 3 BIJLAGE 3 NOTITIE KRACHTEN OP METRO



#### Gemeente Rotterdam

#### Notitie

#### Stadsontwikkeling-Ingenieursbureau

**Aan** : J. Blaauw, J van Atten, A. Lushtaku

**Datum** : 30 november 2016

**Betreft** : 2016-070-001: Aanbevelingen mbt  
haalbaarheidsonderzoek Getijdenpark  
Maashaven

**Bezoekadres:** De Rotterdam  
Wilhelminakade 179, Rotterdam  
**Postadres:** Postbus 6575  
3002 AN Rotterdam  
**Internet:** rotterdam.nl

**Van:** ir. Martin de Vries (Geotechniek)  
Edwin van Leeuwen (Milieu)  
Ing. Edwin Koeijers (Waterbouw)

**Telefoon:** 06 22933915, 06 10850981  
**E-mail:** m.devries@rotterdam.nl;  
er.vanleeuwen@rotterdam.nl;  
mre.koeijers@Rotterdam.nl

#### §1. Inleiding

Begin 2016 zijn twee ramingen gemaakt voor het realiseren van een Getijdenpark aan de oostzijde van de Maashaven in Rotterdam. In de variant 'Model 3 Getijdenterras' (zie figuur 1) is destijds uitgegaan van een taludopbouw (havenzijde) deels bestaande uit een constructie opgebouwd uit gestapelde (mijn)steen dammen en deels opgebouwd uit een constructie met geo-containers. In oktober 2016 is voor dit model de opbouw van het talud uitgelicht en apart geraamd. Uitgangspunt bij de raming is dat door derden zand wordt geleverd uit het project verdiepen Nieuwe Waterweg.

In oktober 2016 is een informatiebijeenkomst gehouden waarin de uitkomst van de plannen werd gepresenteerd aan meerdere disciplines van het Ingenieursbureau, w.o. ook geotechniek en milieu. Aan geotechniek en milieu is daaropvolgend gevraagd een offerte op te stellen voor benodigd onderzoek inzake de haalbaarheid van dit plan.

Deze offertes en bijbehorende plannings voor het uit te voeren grondonderzoek in de Maashaven zijn aangeleverd. Door geotechniek + milieu zijn gesprekken met het Havenbedrijf Rotterdam gevoerd over de aanwezige sliblagen in de Maashaven en de mogelijkheden voor het kostenvrij aanleveren van 500.000 m<sup>3</sup> zand. Dit zand zou in maart 2017 vrijkomen en dan een bestemming moeten hebben.

In verband met ontbreken van voldoende onderzoeksbudget is opdracht voor de onderzoeken uitgebleven. Derhalve is het haalbaarheidsonderzoek door het verstrijken van de tijd niet meer realiseerbaar binnen de gestelde termijn voor de zandleverantie.

Op 2 november is gevraagd op basis van de planinformatie een beschouwing van de haalbaarheid te maken. Daarbij zijn vragen over gesteld over:

- A. kansen en bedreigingen (bijvoorbeeld op technisch, bestuurlijk, planning technisch vlak),
- B. beschikbare info (HbR) over milieuhygiënisch + geotechnisch wat per variant moet worden afgevoerd (sliblaag) en tegen welke kosten?
- C. beschikbare tekeningen de kademuur en of een laag van 3 of 5 m zand worden aangebracht zonder schade aan de kademuur?
- D. Kosteninschatting: wat is de kostenindicatie voor het beschermen / monitoren van de kade, metro, bebouwing e.d.) ?
- E. Wat is de verwachte doorlooptijd voor het onderzoekstraject haalbaarheid en vervolgens het onderzoek tijdens de voorbereidingsfase ? de bestekfase? de uitvoeringsfase?

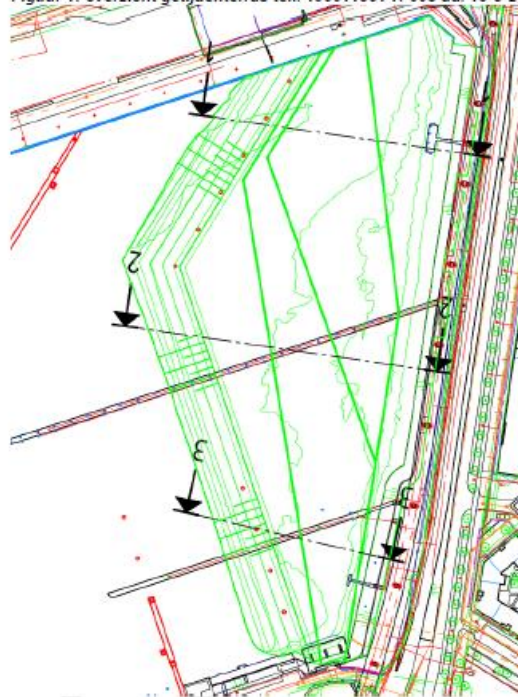
Blad: 2/10  
Datum: 15 november 2016



## §2. Planobjectief

In het stuk "Maashaven getijdenpark Strategisch onderzoek naar argumentatie" d.d. 23-09-2016 wordt vanuit de gebiedsvisie voor Maashaven e.o. nader ingegaan op de planontwikkeling voor deze locatie. De voorkeursvariant Getijdenterras wordt hierin beschreven (zie figuur 1) en beargumenteerd.

Figuur 1: overzicht getijdenterras tek. 100011391-R-008 dd. 15-3-2016



Naast dit planobjectief is nadrukkelijk ook beschouwd de wens tot het creëren van Natuurvriendelijke Oever (NVO) in Rotterdam in een breder kader.

Blad: 3/10  
Datum: 15 november 2016



### §3. Omgeving voorkeurslocatie

Met een beknopte analyse van de fysieke omgeving wordt ingegaan op de geschiktheid van de locatie, de maakbaarheid van de voorkeursvariant alsmede de invloed van de realisatie de ontwerpvariant op de fysieke omgeving.

Op 11 november is door de disciplines Geotechniek en Waterbouw van de Dienst Stadsontwikkeling Rotterdam een schouw gemaakt van de onderhavige planlocatie in de Maashaven. Daarbij zijn de belangrijkste omgevingsobjecten nader beschouwd.

#### Kademuren en glooiingen

Gegevens van de bestaande kademuren zijn te vinden in het kademuren boek HbR. Een quick-scan leert dat de kademuren bestaan uit een betonnen L-wand, gefundeerd op houten funderingspalen en deels betonpalen. De belasting van een demping van dit deel van de haven met zand/grond is veelal te groot voor deze kadeconstructies, waardoor schade en vervormingen ontstaan. Als de functie van grondkering overbodig wordt, b.v. op plaatsen waar de demping nagenoeg tot het huidige maaiveldpeil zou komen, is het vaak economischer om de bovenbouw van de kade te slopen.

Gegevens van de opbouw van de glooiingsconstructie (zetsteen) zijn te vinden in het glooiingenboek HbR.

#### Bebouwing

Dit moet nader worden beschouwd en onderzocht. Op voorhand kan worden gesteld dat naar grote waarschijnlijkheid de (fundering van de) bebouwing in de haven (Maashaven No1 en de graanelevatoren) een dergelijke dempingsbelasting niet kan ondergaan en dat dure afschermingsmaatregelen nodig zijn om te hoge grondbelasting op die bebouwing te voorkomen.

#### Metroviaduct/fundering en primaire waterkering

De effecten op de metro zijn waarschijnlijk het meest cruciaal. Demping tegen het talud waarin de metro is gefundeerd zal naar ervaring een zodanige vervorming van de ondegond en de paalfunderingen hebben dat ontoelaatbare vervorming en schade zal optreden. De effecten moeten met een uitvoerig onderzoek nog worden onderzocht en partijen als de RET moeten daarin accoord zijn. De mate waarin (dure) mitigeringsmaatregelen een uitkomst kunnen bieden moet ook nog worden onderzocht.

Daarnaast is ook van belang dat de huidige oever onderdeel uit maakt van de primaire waterkering. Veranderingen daaraan moeten worden goedgekeurd door het Waterschap (WSHD).

Blad: 4/10  
Datum: 15 november 2016



#### §4. Haalbaarheid

De in de inleiding gestelde vragen (paragraaf 1) worden nader beantwoord op basis van de momenteel voorhanden zijnde informatie.

##### A. Omschrijving kansen en bedreigingen

###### Bedreigingen

De oplossing "variant dempen met zand" zoals hierboven beschreven zal door het gewicht (15 m zand!) een negatieve, potentieel destructieve invloed hebben op de omgeving zoals aangrenzende oevers, de kademuren, gebouwen Maashaven No1, de silo met bijbehorende graanelevatoren, het metroviaduct ed.

Aan de zijde van de Maassilo blijken meerdere objecten in de havenbodem te zijn gefundeerd, die een dergelijke belasting niet kunnen dragen en dus gevoelig zijn voor omgevingsinvloeden. Onduidelijk is in de nieuwe plannen wat er met deze objecten gaat gebeuren.

De huidige plannen voor het getjidenterras zijn in deze vorm naar verwachting niet haalbaar. Geadviseerd wordt om die redenen een locatievariant danwel ontwerpvariant te kiezen met minder negatieve omgevingsinvloeden.

Bij het huidige ontwerp zijn de binnenvaartschepen heel dicht op het Getijdenpark is bedacht. Om dit mogelijk te maken moeten kunstgrepen worden toegepast waardoor het onderwatertalud steiler kan worden opgezet waarbij de huidige gekozen taludhelling van 1:3 waarschijnlijk wel de maximale helling zal zijn.

Hoe steiler des te meer maatregelen moeten worden genomen om de stabiliteit te waarborgen en dus hoe hoger de kosten. Een steil talud maakt het verwijderen van de sliblagen (gemiddeld ca 2,5 m) en enkele slappe havenbodemplagen (veen, slappe klei circa 3m) noodzakelijk. Dit zijn relatief dure en tijdrovende werkzaamheden.

###### Kansen

Hoe groter de afstand van het object tot het Getijdepark en hoe lager het afwerkniveau / maaiveldniveau hoe geringer de invloed.

Een mogelijke optie is om op de kritische plaatsen geen oever te realiseren, m.a.w. het vermijden van de demping. Dat kan bewerkstelligd worden door alleen te dempen aan de randen van de haven die minder kritisch zijn voor belasting, of voor een eilandvariant te kiezen waarbij de randinvloeden tot een minimum beperkt blijven.

Een goede oplossing zou zijn het talud veel flauwer aan te leggen bijvoorbeeld 1:10 a 1:15 afhankelijk van de toe te passen zandsoort. Dit is met name interessant indien het zand om niet wordt geleverd en er een meer of minder natuurlijk talud zou ontstaan. Daarbij dient dan rekening gehouden te worden met de kleinere waterdiepte voor de scheepvaart en dat dit flauwe talud mogelijk beschermd moet worden tegen scheeps- en golfinvloeden.

Om genoemde risico's en kosten aanzienlijk te beperken kan overwogen worden een andere locatie te kiezen waar al deze factoren minder zwaar wegen. Steile taluds kunnen beter worden vermeden in verband met de zeer slappe ondergrond.

Blad: 5/10  
Datum: 15 november 2016



## B. Sliblaag

De Maashaven is gemiddeld circa 10 m diep, van origine bedoeld voor de zeescheepvaart. Gezien de huidige bodempeilingen en wat van de havenbodem bekend is, is een circa 2 à 2,5 m dikke sliblaag aanwezig. Aan het eind van de haven, het gedeelte van het plangebied, is de bodem ondieper en de sliblaag waarschijnlijk ook dikker.

### Geotechnisch

Uit geotechnisch oogpunt kan worden gesteld dat de sliblaag ter plaatse van het onderwatertalud in een zone van enkele tientallen meters verwijderd dient te worden om instabiliteit en bezwijken van het talud te voorkomen.

In aanvulling daarop is het waarschijnlijk nodig een extra cunet te ontgraven in de steekvaste bodem van de haven om hier een grondverbetering van zand aan te brengen. Zoendoende is de opbouw van een 10 tot 12 m hoog onderwatertalud mogelijk.

### Milieuhygienisch

De waterbodemkwaliteit is alleen bekend van de Monstercampagne (HbR). Hier wordt de toplaag van de waterbodem ter hoogte van de vaargeul onderzocht. Uit deze gegevens blijkt dat de sliblaag sterk verontreinigd is (Niet Toepasbaar).

Er zijn geen bodemonderzoekgegevens ter hoogte van het plangebied bekend. Wel kan aangenomen worden dat de milieukundige kwaliteit hooguit gelijkwaardig (mogelijk slechter) is dan die van de bodem ter hoogte van de vaargeul.

Voor uitvoering werkzaamheden waarbij gebaggerd gaat worden of grond/bagger op de bestaande bodem wordt toegepast, dient de kwaliteit middels onderzoek te worden vastgelegd. De onderzoeksinspanning is afhankelijk van het oppervlakte van de locatie onderwater. De voordelen van een flauwer talud wegen waarschijnlijk wel op tegen de grotere onderzoeksverplichting op milieugebied, omdat er (veel) minder hoeft te worden gebaggerd.

Blad: 6/10  
Datum: 15 november 2016



### C. Aanbrengen van een laag 3 tot 5 m zand in Maashaven

Om het effect daarvan op de huidige kademuren te bepalen is nader onderzoek nodig. Op voorhand is geen uitspraak te doen of dit op deze locatie wel/niet kan. Ter informatie kunnen we wel de bevindingen geven van vergelijkbare studies en ervaringen bij vergelijkbare projecten.

#### 1. Rijnhaven (studie/ontwerp)

Ten behoeve van de marktverkenning enkele jaren terug is toen ingezoomd op de invloed van een grondlichaam op de kade en dan met name op de funderingspalen.

Een gecombineerde geotechnische (2D Plaxis-sommen)- en constructieve beschouwing van de kademuur Rijnhaven toonde destijds aan dat de funderingspalen van de kade niet bestand zijn tegen de extra krachten (momenten) die door het grondlichaam veroorzaakt worden. Ook ontstaan extra vervormingen als gevolg van het gewicht van het grondlichaam.

#### 2. Damping Margriethaven (uitgevoerd project 2000-2005)

Ervaringen leert bij (volledige) havendamping zoals Margriethaven, dat de op palen gefundeerde kademuren als verloren moeten worden beschouwd onder invloed van de belasting (gewicht, gronddruk) van de grote dampingsvolumes.

#### 3. Damping Waalhaven Pier 9-10 (uitgevoerd 1998-2001)

Zware constructies als caissonkades (geen paalfundering) werden gehandhaafd, doch uitgebreide verankeringsconstructies waren nodig voor stabiliteit. Naastgelegen steigers dienden gemonitord te worden op grondvervormingen (30 m afstand).

#### 4. Dampen Waalhaven Port City (2006-2007)

Hier is een landaanwinning gedaan ten behoeve van kantoorbouw. Om de stabiliteit tijdens de uitvoering te kunnen waarborgen zijn de sliblaag en de slappe bodemlagen verwijderd. Ook is gebruik gemaakt van verticale drainage. De invloed op de omgeving is toen beperkt door lokaal minder op te hogen dan wel voor te belasten.

De kadeconstructie van de Maashaven (noordelijke oever) lijkt in eerste instantie op de constructie in de Rijnhaven, doch de bodemopbouw kan afwijken. Tot welke hoogte kan worden aangevuld (zonder schade) zal nader moeten worden onderzocht.

De delen van de kade die binnen het bovenvlak van de te maken landaanwinning vallen kunnen in principe vervallen (slopen, schade accepteren, ...), indien de beheerders van kademuren/buitenruimte/waterkering hierin kunnen meegaan.

Blad: 7/10  
Datum: 15 november 2016



#### D. Kostenindicatie

Medio maart 2016 zijn kostenramingen gemaakt voor de variant 'Model 3 Getijdenterras'. De geraamd kosten hiervan bedragen €5,8 miljoen +/- 30% (excl. inkoop van zand) tot €9,9 miljoen +/- 30% (incl. inkoop van zand).

Van bovengenoemde kosten zijn circa €3,5 miljoen voor het opsluiten van het zand met een steil onderwatertalud, inclusief daarvoor benodigde grondverbetering.

In beide ramingen is een bedrag opgenomen voor het verwijderen van baggerspecie en de slappe bodemlagen ter plaatse van het talud.

Voor de rest van het getijdenterras is er van uitgegaan dat het slib binnen de locatie (opgesloten) blijft. Dit heeft wel consequenties voor de consolidatiesnelheid van de slappe bodemlagen en daarmee aan de eventuele eisen die je aan de restzetting van het terrein stelt. Hoe strenger de eisen hoe meer slib er weg moet en hoe meer kosten. Voor elke kuub moet ongeveer €30/m<sup>3</sup> worden gerekend (afvoer naar de Slufter).

De kosten van een bescherming van de kade met stalen damwanden ter plaatse van het talud zijn eerder geschat op excl btw €250.000 +/- 30%. Kosten voor de bescherming van gebouwen, metro etc zijn daarin nog niet meegenomen en zijn mogelijk een veelvoud daarvan.

Voor planvorming, onderzoek, engineering en uitvoeringsbegeleiding (exclusief inrichting, projectmanagement, landschappelijke ontwerpen etc) is geschat op 8% van de bouwkosten.

Voor alle bedragen geldt dat deze sterk afhankelijk zijn van de gekozen afmetingen, hoogtes, ontwerpvarianten en de complexiteit van de omgevingseffecten. Dit kan het percentage engineering nog doen toenemen.

Blad: 8/10  
Datum: 15 november 2016



### E. Planning en doorlooptijden

De projectplanning is van vele factoren afhankelijk zoals de samenwerkingsvorm met mede financiers, beslismomenten opdrachtgever, de gekozen variant (!), de gekozen afwerking, de aanbestedingsvorm, consolidatieperiodes enz.

Om toch een indruk te hebben van de doorlooptijd van het project kan grofweg van onderstaande planning worden uitgegaan:

|                                                 |                                     |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Landschappelijk ontwerp Planvorming             | PM                                  |
| Bodemonderzoeken en laboratoriumproeven         | 2 mnd of meer (afhankelijk van VLG) |
| Rapportage gegevens (milieu) / bevoegd gezag    | 1 / 4 mnd                           |
| Haalbaarheid- / afweging varianten              | 3 mnd                               |
| Opstellen PvE                                   | 2 mnd                               |
| VO                                              | 2 mnd                               |
| DO                                              | 3 mnd                               |
| Vergunningen (indien wijziging bestemmingsplan) | 6 mnd parallel aan DO/bestek        |
| Besteksfase                                     | 2 mnd                               |
| Aanbesteding / Arcatel / opdrachtverstrekking   | 3 mnd                               |
| Mobilisatie aannemer / werkplannen              | 1 mnd                               |
| Uitvoering incl. consolidatieperiodes           | 6 – 12 mnd (1e schatting)           |

Blad: 9/10  
Datum: 15 november 2018



## §5. Conclusies

### Mbt Model 3 Getijdenterras

Uit deze beschouwing blijkt dat er voor het Model 3 Getijdenterras waarschijnlijk aanzienlijke aanpassingen in het ontwerp nodig zijn en afhankelijk daarvan mitigerende maatregelen moeten worden getroffen om schade aan de omgeving te voorkomen.

Ook zijn aanzienlijke investeringen nodig om een kunstmatig steil talud aan de havenzijde te realiseren. Onderzocht moet worden of er nog showstoppers zijn zoals de mogelijke effecten op de metro en de bebouwing aan de zuidzijde van de haven.

Men kan eigenlijk stellen dat de Maashaven vanwege (uitvoerings)technische aspecten en omgevingseffecten een minder geschikte locatie is voor het onderhavig plan. Een andere variant, of beter nog, een andere locatie wordt geadviseerd.

Indien men toch uitgaat van de ongewijzigde vorm van de huidige Maashavenvariant wordt geadviseerd het traject van overleg te starten met betrokken partijen. Een stakeholdersanalyse of een update daarvan kan van groot belang zijn evenals risicomanagement.

Kostenreducties voor de huidige variant kunnen worden gerealiseerd door minder of geen belasting (damping) aan te brengen bij de bouwwerken en een flauw natuurlijk talud toe te staan bijvoorbeeld door de vorm van het getijdenpark aan te passen aan de mogelijkheden van de fysieke omgeving.

### Alternatieven voor locaties en varianten

Een heroverweging van de locatievariant wordt aanbevolen. De grote waterdiepte van de Maashaven (voormalige haven voor zeescheepvaart) maakt de realisatie duur.

Wellicht bieden andere havens betere kansen (Rijnhaven?). Hier zou een locatiekeuzestudie naar gedaan moeten worden en een MKBA (maatschappelijke kostenbatenanalyse) kan een vergelijking bieden tussen diverse varianten en eventueel uitsluiting geven over het nut, de baten van de maatschappelijke besteding.

Zeker het zand wat vrijkomt van het project verdiepen Nieuwe Waterweg biedt kansen voor een kostenvriendelijke realisatie van een natuurvriendelijke oever, hoewel hier een intensief overleg met HbR nodig is omdat de planning van dat project zeer strak is (volgens de huidige inzichten van HbR komt zand vrij vanaf maart 2017).

Dit kan enerzijds een enorme besparing op materiaalkosten opleveren en kan minder transportbewegingen opleveren. Anderszijds moet uitgezocht worden hoe en of deze werken planningstechnisch aan elkaar kan worden gekoppeld. De mate van kostenreductie is sterk afhankelijk van de mate van samenwerking en de daarbij gemaakte afspraken.

Blad: 10/10  
Datum: 15 november 2016



## §6. Aanbevelingen m.b.t. vervolgtraject

### Planontwikkeling en haalbaarheid NVO

Geadviseerd wordt de technische disciplines (waterbouw, geotechniek en milieu) in de verdere planuitwerking/locatiekeuzen voor natuurvriendelijke oevers te betrekken om zo tot een ontwerp te komen dat tegemoet komt aan zowel de NVO-doelstellingen, het programma voor de stad alsmede een basis geeft om een kosten efficiënte en haalbare oplossing te ontwikkelen.

### Ontwerptechnische alternatieven

Alternatieve oplossingen, zoals drijvende natuur, alternatief hergebruik van slib (geocontainers), onderheide oeverconstructies, zijn in principe nog ideeën die verder uitgewerkt moeten worden om de haalbaarheid daarvan te kunnen beoordelen.

### Studies naar innovatieve oplossingen

Het vraagstuk van de zoektocht naar een innovatieve oplossingen (afwijkend, nieuw, niet eerder toegepast) voor het creëren Natuurvriendelijke Oever (al of niet in de Maashaven) wordt separaat behandeld in de notitie "voorstellen innovatieve inrichting Maashaven OZ" van 7 november 2016.

In verband met de onzekerheid over de kans van slagen valt dit buiten het kader van deze *aanbevelingen m.b.t. het haalbaarheidsonderzoek*. Geadviseerd wordt om dit in een parallel traject aan de planontwikkeling uit te lopen.

### Uitgangspunten:

- E-mail 'Haalbaarheid Getijdenpark Maashaven' van J. van Atten dd. 2 nov. 2016
- Notitie Kostenindicatie taludopbouw Maashaven dd. 24 okt 2016
- Raming Model 3 Getijdenterras – Koop zand dd. 16 mrt 2016
- Raming Model 3 Getijdenterras – TBS zand dd. 16 mrt 2016

## 4 BIJLAGE 4 JURIDISCHE PARAGRAAF

### Bouwbesluit

In art. 8.3 Bouwbesluit 2012 zijn regels opgenomen voor het geluid van (ver)bouwen van bouwwerken en sloopwerkzaamheden. Deze regels hebben betrekking op bedrijfsmatige bouw- en sloopwerkzaamheden. Het Bouwbesluit hanteert een dagwaarde welke in verband staat met een maximale blootstellingsduur. De dagwaarde is maximaal 80 dB(A). De dagwaarde mag niet meer bedragen en niet langer duren dan in de tabel aangegeven waarden.

### Omgevingswet

Ten behoeve van het bouwen van de getijdenluifel

### Waternvergunning

Werken in- op nabij oppervlaktewater en waterkering

### Normen en richtlijnen

|             |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Belastingen | Eurocode 1: Belastingen op constructies:<br>NEN-EN 1991-1-1+1+C1:2011. Deel 1: Algemeen belastingen – volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen.<br>NEN-EN1991-2+C1:2011 /NB:2011.Deel 2: verkeersbelasting op bruggen |
| Beton       | Eurocode 2: Ontwerp en berekeningen van betonconstructies. NEN-EN 1992-1-1+C2:2011 /NB:2011 Deel 1: algemene regels en regels voor gebouwen                                                                                                           |
| Fundering   | Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp. NEN 1997-1: 2011+c1: 2012 / NB:2011<br>Deel 1: Algemene regels<br>Deel 2: grondonderzoek en beproevingen                                                                                                            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                       |

### Wet natuurbescherming

Sinds 1 januari 2017 is de Wet natuurbescherming van kracht. Deze vervangt de drie wetten, de Natuurbeschermingswet 1998, de Boswet en de Flora- en faunawet. Voordat deze wet van kracht werd moesten allerlei soorten aanvragen ingediend worden bij een verschillende instantie. Nu komen vrijwel alle verantwoordelijkheden bij de provincie te liggen. Onder deze nieuwe wet is er nu één document waarmee de vergunning en de ontheffing verleend wordt.

### Gebiedsbescherming

De oude Natuurbeschermingswet was een vertaling van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn naar nationale regelgeving. Hierin was ook de bescherming van de Natura2000 gebieden en de beschermde natuurmonument in opgenomen. In de nieuwe wet blijft deze bescherming voor de natura2000 gebieden hetzelfde alleen de bescherming voor natuurmonumenten vervalt.

|                              | Natuurbeschermingswet 1998                                                                                                                                                                                                                                        | Wet Natuurbescherming                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reikwijdte                   | Natura 2000-gebieden en Beschermde Natuurmonumenten                                                                                                                                                                                                               | Natura 2000-gebieden                                                                                                                                                                                                               |
| Wanneer vergunning aanvragen | Bij activiteiten of ontwikkelingen die kunnen leiden tot negatieve effecten op instandhoudingsdoelen voor Natura 2000-gebied en aangewezen waarden binnen Beschermde Natuurmonumenten                                                                             | Bij activiteiten of ontwikkelingen die kunnen leiden tot negatieve effecten op instandhoudingsdoelen voor Natura 2000-gebied                                                                                                       |
| Bevoegd gezag                | Provincie en (soms) Minister van Economische Zaken                                                                                                                                                                                                                | Provincie en (soms) Minister van Economische Zaken                                                                                                                                                                                 |
| Waar vergunning aanvragen    | In de meeste gevallen provincie of gemeente, soms bij de Minister. Vergunningaanvragen rechtstreeks bij provincie (Minister) of aanvragen als onderdeel van de Omgevingsvergunning bij de gemeente. Dan ontvangt de aanvrager een verklaring van geen bedenkingen | Gemeente en provincie. Volgens de huidige wetttekst als onderdeel van de omgevingsvergunning aanvragen bij de gemeente. Indien geen omgevingsvergunning aangevraagd wordt, kan men een aanvraag separaat indienen bij de provincie |

Figuur 72 wijzigingen Natuurbeschermingswet 1998 en Wet Natuurbescherming (Eco Groen, 2017)

### Soortbescherming

De nieuwe Wet natuurbescherming heeft niet zoveel veranderd aan de oude Flora- en faunawet. Er staan nog steeds verbodsbepalingen in: activiteiten die schadelijk zijn voor beschermde dier- en plantsoorten zijn verboden. Verboden activiteiten wijzigen nauwelijks. Wel zijn enkele definities aangepast. Zo is onopzettelijk verstoren niet meer strafbaar en is opzettelijk verstoren van vogels in sommige situaties toegestaan. Maar verstoren zonder dat tevoren goed onderzoek naar beschermde soorten is uitgevoerd, blijft strafbaar. De lijst met beschermde soorten wijzigt wel. (Eco Groen, 2017)

|                           | Flora- en faunawet                                                                                                                                                  | Wet Natuurbescherming                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| De wet geldt voor         | Iedereen die negatieve effecten veroorzaakt op exemplaren of leefgebied van beschermde planten of dieren. Voor alle planten en dieren geldt een algemene zorgplicht | Idem                                                                                                                                                                                                                               |
| Soortenlijst              | Drie tabellen met gradatie in beschermingsregime                                                                                                                    | Twee categorieën: strikte bescherming van VHR soorten, bescherming van andere soorten.                                                                                                                                             |
| Vrijstelling              | Wanneer gewerkt wordt conform een goedgekeurde Gedragscode;<br>Voor laag beschermde soorten geldt een vrijstelling bij ruimtelijke ontwikkeling                     | De mogelijkheid om te werken conform goedgekeurde Gedragscode blijft vermoedelijk behouden, maar zeker is dat nog niet                                                                                                             |
| Waar ontheffing aanvragen | Minister van Economische Zaken, via de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RvO)                                                                                 | Gemeente en provincie. Volgens de huidige wettekst als onderdeel van de omgevingsvergunning aanvragen bij de gemeente. Indien geen omgevingsvergunning aangevraagd wordt, kan men een aanvraag separaat indienen bij de provincie. |

Figuur 73 Wijzigingen Flora- en faunawet en Wet Natuurbescherming (Eco Groen, 2017)

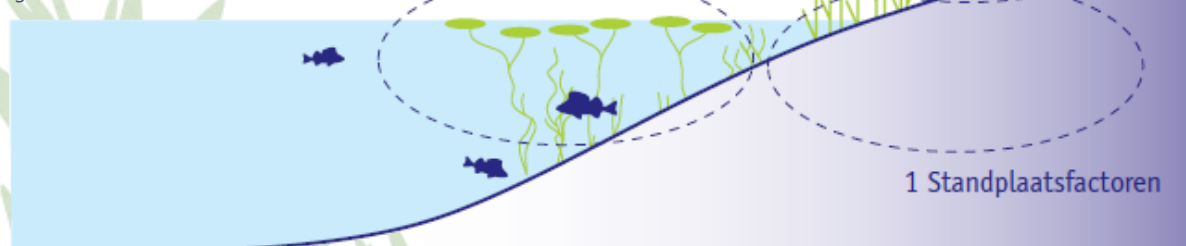
### KRW

Sinds eind 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water van kracht. Die richtlijn moet ervoor zorgen dat de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in Europa uiterlijk 2027 chemisch op orde en ecologisch in evenwicht is. De landen van Europese Unie moeten een groot aantal maatregelen nemen om deze doelen te bereiken. Het is belangrijk dat ze naast de kwaliteit van het eigen water ook het water van de buurlanden op peil brengen.

Nederland is door zijn lage ligging afhankelijk van de waterkwaliteit van het buitenland, door de KRW werken lande beter samen aan het schoon en gezond houden van onze wateren. Rijkswaterstaat als beheerder van het rijkswater moet samen met de verschillende waterschappen, provincies en gemeenten werken aan een betere waterkwaliteit. In de richtlijn zijn een aantal maatregelen opgenomen die voor een betere waterkwaliteit moeten zorgen. (Rijkswaterstaat, 2016)

- Afval voorkomen en opruimen
- Saneren waterbodems
- Ecologie in evenwicht houden
- Barrières omzeilen voor vissoorten
- Sluizen op een kier zetten voor een natuurlijk overgangsgebied dus zout en zoetwater.
- Aanleg van nevengeulen en rivierarmen
- Aanleggen van rivierhout
- Verlagen uitwaarden
- Aanleggen van natuurvriendelijke oevers in havens en bestaande harde oevers.

Figuur 74 Locatie KRW



### Besluit bodemkwaliteit

Om op een eenvoudige manier te toetsen of de kwaliteit van een partij grond of baggerspecie aansluit bij de functie en kwaliteit van de ontvangende bodem, wordt in het generieke kader gewerkt met een klassenindeling voor de kwaliteit en functie.

#### Bodemfunctieklassen

Uitgangspunt van het Besluit is dat de kwaliteit moet aansluiten bij de functie. Om hier invulling aan te geven heeft het RIVM voor zeven bodemfuncties referentiewaarden ontwikkeld voor een goede bodemkwaliteit. Deze zeven functies worden gebruikt in het gebied specifieke beleid. Voor toepassing in het generieke kader zijn deze zeven functies samengevoegd tot twee bodemfunctieklassen: wonen en industrie. De relatie tussen de zeven bodemfuncties en de twee bodemfunctieklassen is schematisch weergegeven. De functies moes- en volkstuinten, landbouw en natuur zijn niet ingedeeld in een klasse. Hiervoor is gekozen omdat in gebieden met een van deze functies alleen schone grond of baggerspecie mag worden toegepast. Dat wil zeggen: grond en baggerspecie waarvan de kwaliteit voldoet aan de Achtergrondwaarden. De bodemfunctieklassen beschrijven dus (op hoofdlijnen) het gebruik van de bodem in een gebied. Het indelen van een beheergebied in bodemfunctieklassen is de taak van gemeenten. Het college van burgemeester en wethouders moet binnen een half jaar na inwerkingtreding van het Besluit een kaart vaststellen, waarop de bodemfunctieklassen wonen en industrie zijn vastgelegd voor de gebieden waarop het generieke beleid van toepassing is. Wanneer een gemeente (nog) geen bodemfunctieklassenkaart heeft, dan mogen alleen partijen grond en baggerspecie worden toegepast die voldoen aan de Achtergrondwaarden. Hetzelfde geldt voor gebieden die niet zijn ingedeeld in een bodemfunctieklaas. Wanneer een gemeente gebruikmaakt van het overgangsbeleid conform de bestaande bodemkwaliteitskaart en het bodembeheerplan, dan speelt de bodemfunctieklassenkaart gedurende de overgangperiode nog geen rol. Een gemeente kan er dan voor kiezen om bijvoorbeeld een half jaar voor het aflopen van het overgangsbeleid een bodemfunctieklassenkaart te maken. Meer informatie over de wijze van de indeling van een gebied in bodemfunctieklassen en het opstellen van een bodemfunctieklassenkaart vindt u in Bodemkwaliteitsklassen. Ook de bodemkwaliteit wordt in het generieke kader ingedeeld in de klasse wonen of industrie. De bodemkwaliteitsklasse geeft zo een maat voor de kwaliteit van de ontvangende bodem en voor de kwaliteit van een toe te passen partij grond of baggerspecie. Voor het indelen van grond en baggerspecie in een bodemkwaliteitsklasse zijn een aantal toetsingsregels opgesteld. (Bodem+, 2008)

| BODEMFUNCTIES<br>(GEBIEDSSPECIFIEK BELEID)                                          | BODEMFUNCTIEKLASSEN<br>(GENERIEK BELEID)                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Wonen met tuin<br>2. Plaatsen waar kinderen spelen<br>3. Groen met natuurwaarden | Wonen                                                                                        |
| 4. Ander groen, bebouwing,<br>infrastructuur en industrie                           | Industrie                                                                                    |
| 5. Moestuinen en volkstuinten<br>6. Natuur<br>7. Landbouw                           | (Kwaliteit toe te passen grond en<br>baggerspecie moet voldoen aan<br>de Achtergrondwaarden) |

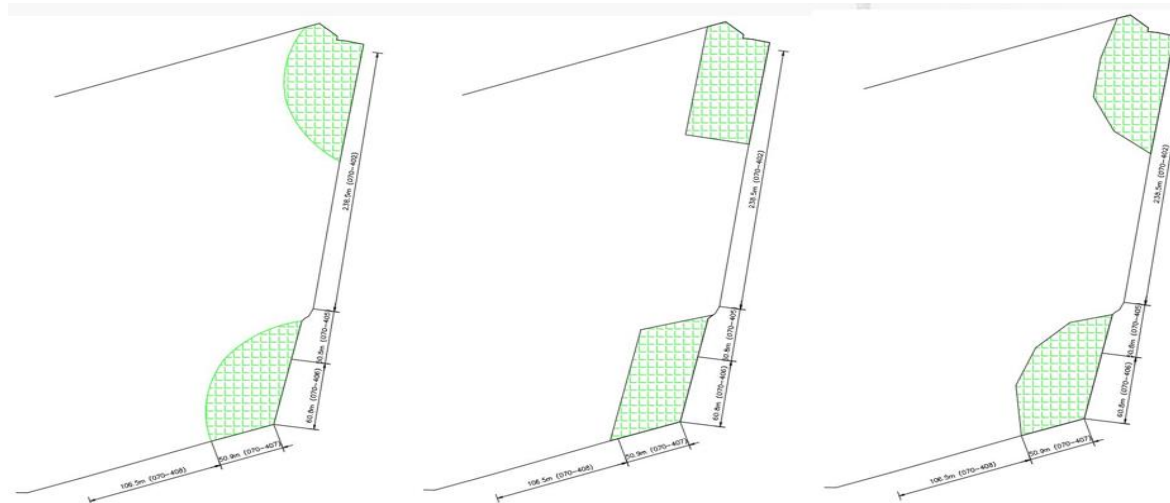
Figuur 75 Bodemfunctie en klassen (Bodem+, 2008)

## 5 BIJLAGE 5 VARIANTENSTUDIE

Nu bekend is wat de eisen zijn voor de getijdenluifel, zijn er met behulp van de analyse een aantal oplossingsvarianten ontworpen. Deze varianten zijn ontworpen en voorgelegd tijdens een tussentijdsoverleg met verschillende deskundigen op het gebied van hydrologie, ecologie, constructie en waterbouw.

### 5.1 LOCATIE EN VORM VAN DE GETIJDENLUIFELS

In de Maashaven zijn twee locaties aangegeven die bestemd zijn voor de getijdenluifels. Deze locaties zijn aangewezen door de opdrachtgever in samenspraak met landschapsarchitecten als meest geschikte locaties. Voor deze locaties zijn drie verschillende vormen bedacht; een ronde, vierkante en hoekige variant zie figuur 76.



Figuur 76 Ronde, vierkante en hoekige variant

### 5.2 VARIANTEN

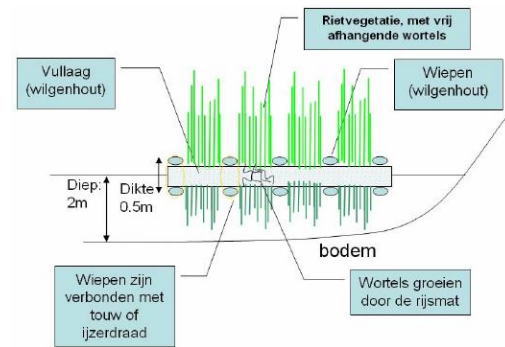
In de varianten wordt onderscheid gemaakt tussen vorm, aantal gedeeltes(terrassen), soort materiaal en soort constructie. Door de keuze in verschillende terrassen en vorm zijn er veel verschillende combinaties te maken. De varianten onderscheiden zich van elkaar omdat bij elke variant een bepaald aspect naar voren treedt. Er wordt onderscheid gemaakt in waarde van een constructie, de ene zal bijvoorbeeld beter scoren op ecologie en de ander weer beter op recreatie.

De aspecten van de varianten zijn:

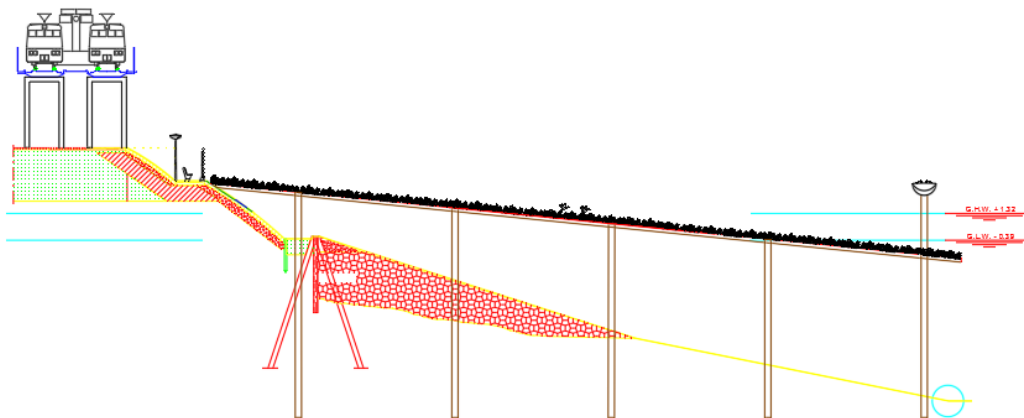
- Recreatieve waarde
- Landschappelijke waarde
- Ecologische waarde
- Veilig
- Beheer- en onderhoudbaar
- Constructief in orde
- Financieel aantrekkelijk
- Kwalitatief in orde
- Uitvoerbaar

### 5.3 VARIANTEN MET EEN GEDEELTE

De eerste varianten bestaan uit een terras. Er is onderscheid gemaakt tussen een variatie met een natuurfunctie, een recreatiefunctie of een combinatie daarvan. De variant met de natuurfunctie zal zo veel mogelijk opgebouwd zijn uit natuurlijke materialen en is niet toegankelijk voor publiek. Het is een houten frame gefundeerd op houten palen in de holocene zandlaag. Op dit houten frame is vlechtstaal gespannen waar een wilgenmat op bevestigd is. Deze wilgenmat moet zeker een jaar eerder geoogst zijn om de groei van wilgen te voorkomen, op deze wilgenmat worden rietwortels aangebracht wat een uitstekend milieu is om een rietmoeras te ontwikkelen (zie figuur 77).

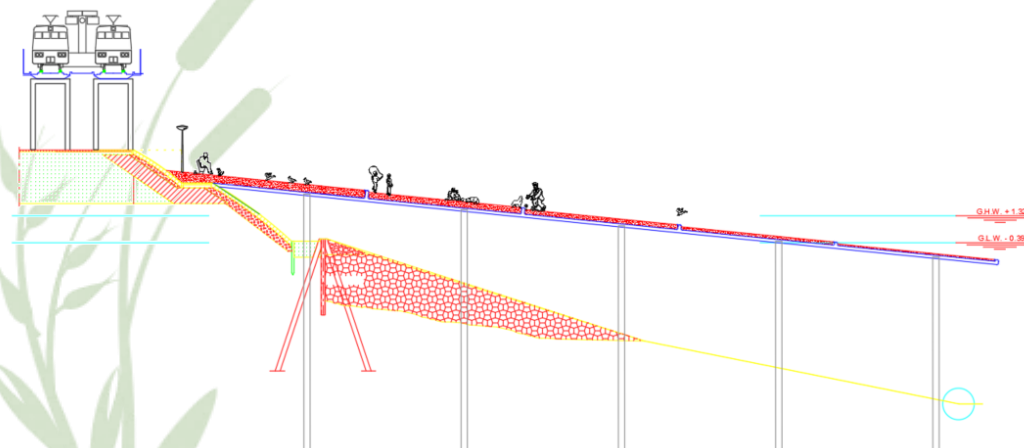


Figuur 77 Wilgenmat (Deltares, 2010)



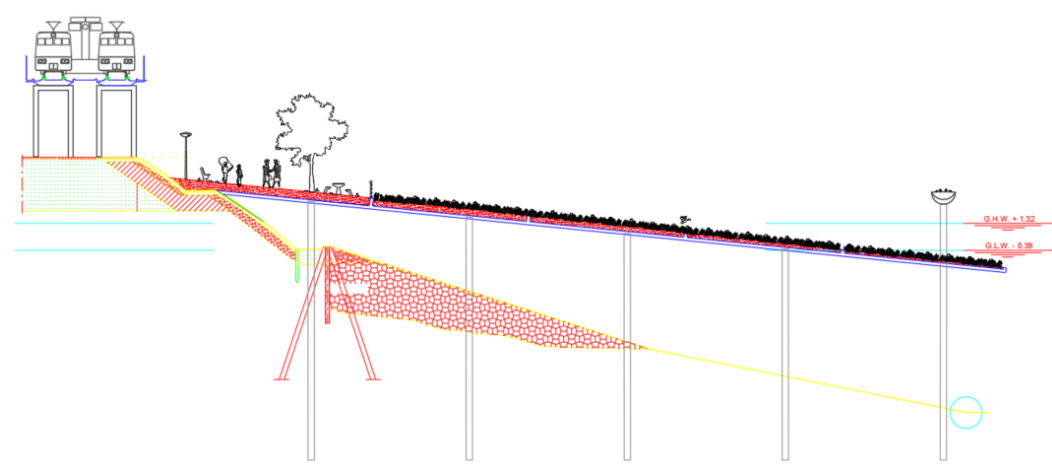
Figuur 78 variant met natuurfunctie

De variant met de recreatie functie zal bestaan uit een composieten of betonnen constructie die op betonnen palen gefundeerd is in de pleistocene zandlaag. Deze bakken worden aangevuld met zand om zo een stadsstrand te creëren, deze variant is ontwikkeld met het oog op recreatie.



Figuur 79 variant met recreatiefunctie

Met de combinatie variant worden bovenste varianten gecombineerd. De constructie zal bestaan uit een composieten of betonnen bak gefundeerd op betonnen palen in de pleistocene zandlaag. De luifel wordt door middel van een hek gescheiden in een recreatie gedeelte (boven) en een gedeelte met een natuurfunctie die niet publiektoegankelijk is (beneden).



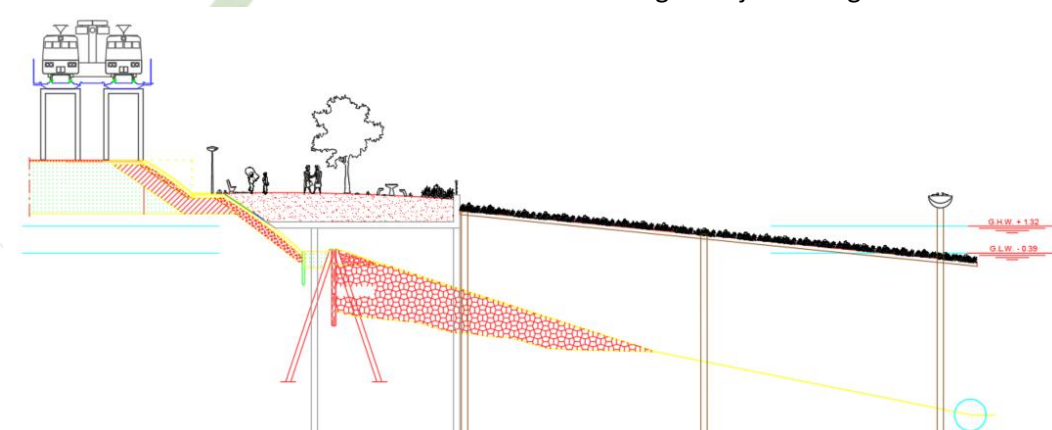
Figuur 80 variant met combinatiefunctie

## 5.4 VARIANTEN MET TWEE GEDEELTES

Met de volgende varianten is er de mogelijkheid om verschillende functies te scheiden en gebruik te maken van innovatieve ideeën om de luifel ook voor educatieve doeleinden te gebruiken. Zo kan er bijvoorbeeld gevarieerd worden met de helling in een luifel om het beste milieu voor plantengroei te onderzoeken. Er kan ook gebruik gemaakt worden van drijvende delen om de opwaartse kracht door eb en vloed beter zichtbaar te maken. In de volgende varianten is hier aandacht aan besteed. In de volgende varianten is het mogelijk om verschillende variaties te maken. Eerst zal het hoge gedeelte van de variant toegelicht worden.

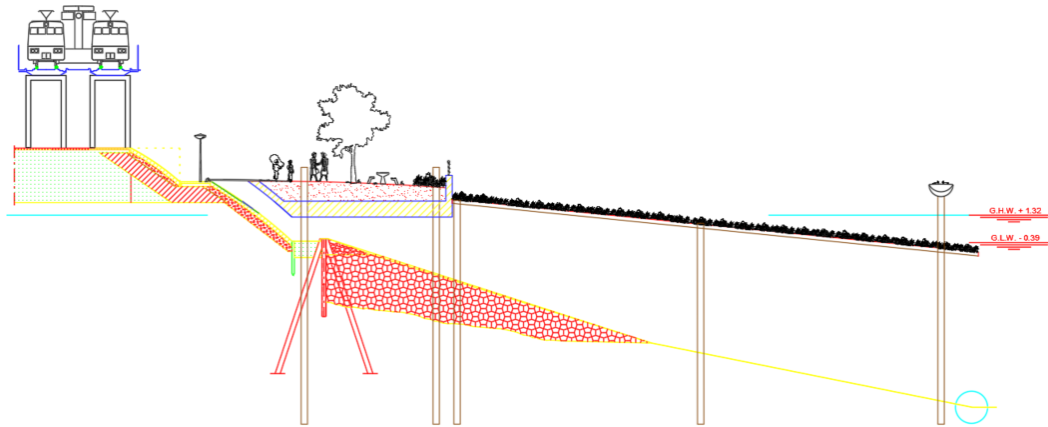
### 5.4.1 Deel 1 hoog gedeelte

Het hoge gedeelte van de in figuur 81 variant bestaat uit een vaste constructie van beton of composiet, deze constructie is gefundeerd op betonnen palen in de pleistocene zandlaag. Deze variant is een combinatie van recreatie en een niet toegankelijk natuurgebied.

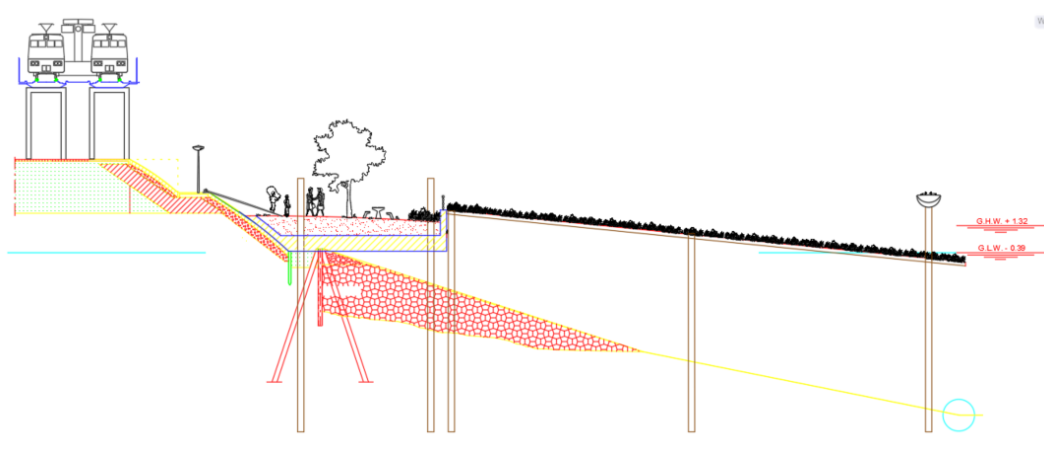


Figuur 81 Variant met vast hoog gedeelte

Bij de volgende variant is het hoge gedeelte drijvend gemaakt om hier een educatieve functie aan te geven en aan te tonen wat de opwaartse kracht van het water kan veroorzaken op een constructie. In figuur 82 is de constructie bij hoogwaterstand afgebeeld en in figuur 83 staat de constructie bij een laagwaterstand afgebeeld. Deze constructie bestaat uit een EPS met composiet afgedekt.



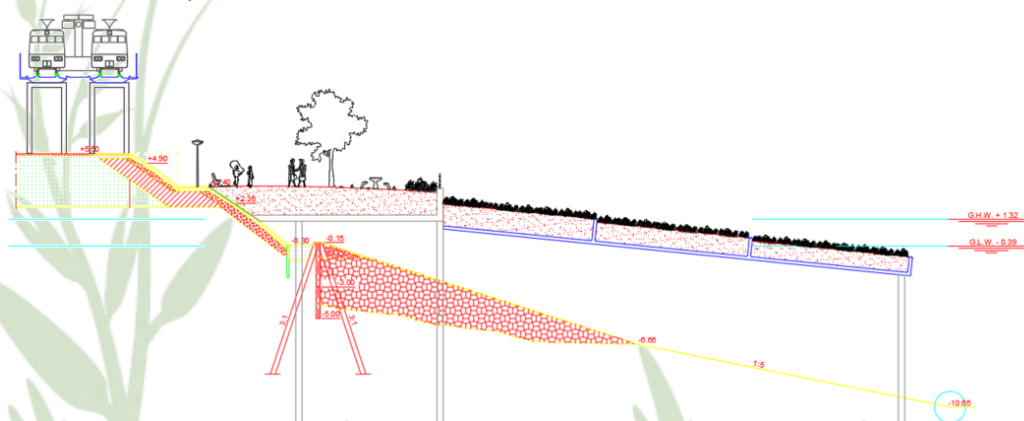
Figuur 82 Drijvende constructie bij hoogwater



Figuur 83 Drijvende constructie bij laagwater

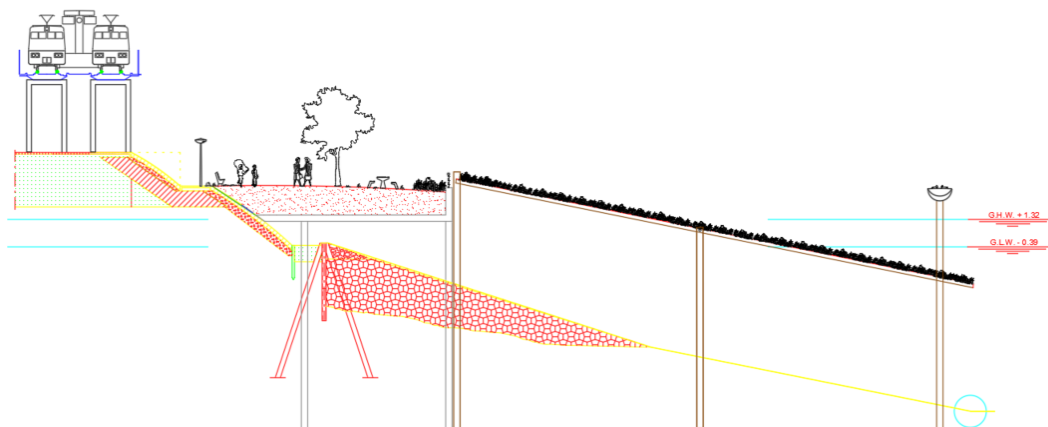
#### 5.4.2 Deel 2 laag gedeelte

Voor het lage gedeelte wordt er onderscheidt gemaakt in materiaal en soort constructie. De constructie voor het lage gedeelte kan bestaan uit composiet, hout of beton. Voor de soort constructie kan het bestaan uit een vaste constructie, een verstelbare helling of een constructie met de helling in twee richtingen. In figuur 84 is een vaste constructie afgebeeld waar gebruik gemaakt wordt van composiet.

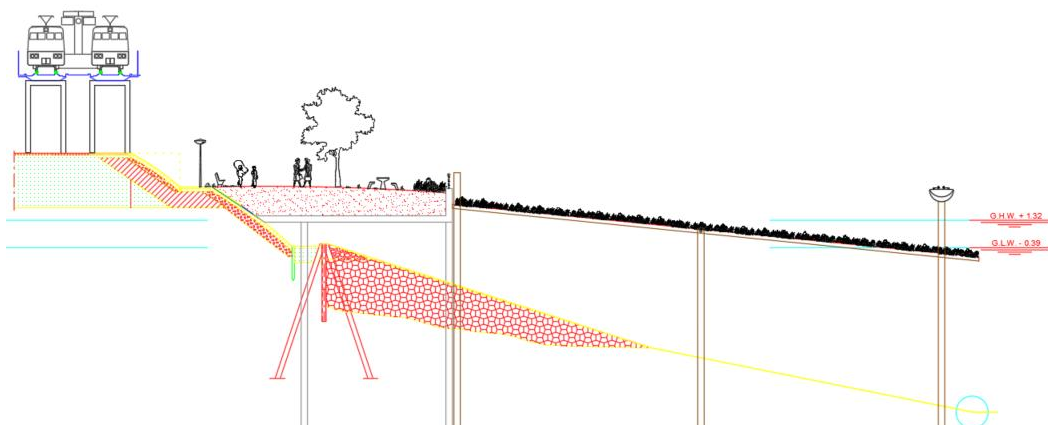


Figuur 84 Lage gedeelte bestaat uit composieten bakken

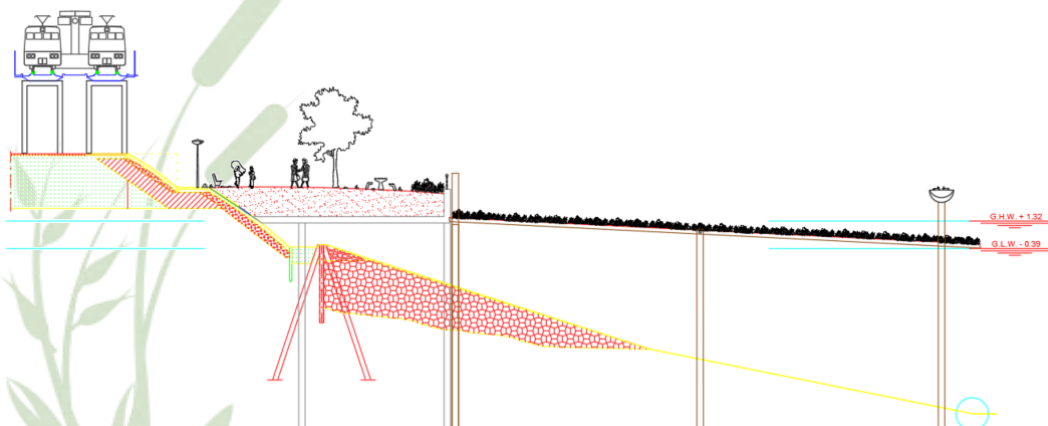
In de volgende variant is het lage gedeelte verstelbaar gemaakt, het is als het ware een soort wipwap constructie. De constructie kan versteld worden in drie standen; 1:5, 1:10 en 1:20. Deze standen zijn gekozen om te experimenteren met het gedrag van plantengroei op verschillende hellingen en bij verschillende waterdieptes. Het materiaal kan bestaan uit hout of composiet.



Figuur 85 Lage gedeelte helling 1:5

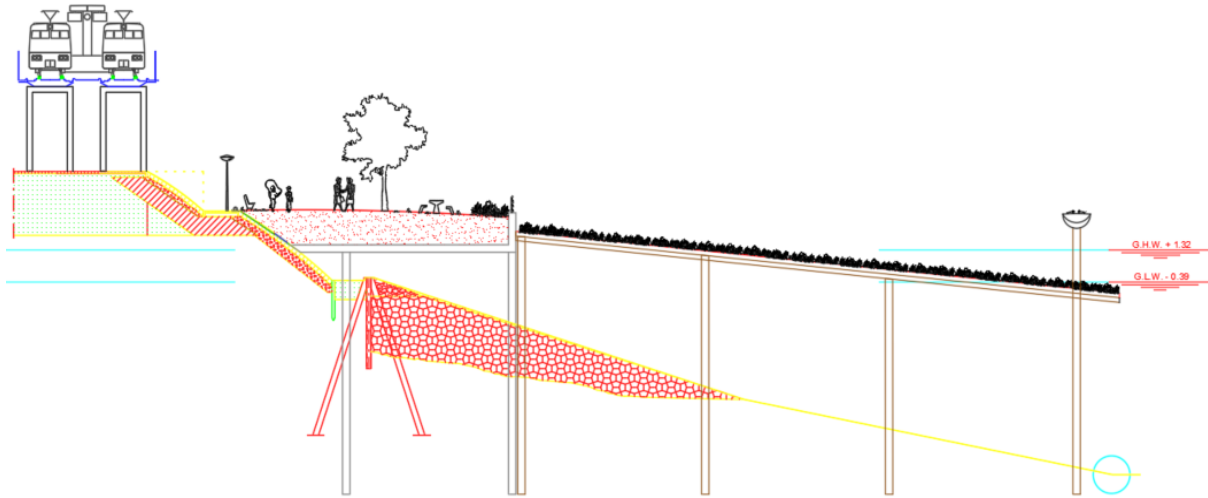


Figuur 86 Lage gedeelte helling 1:10

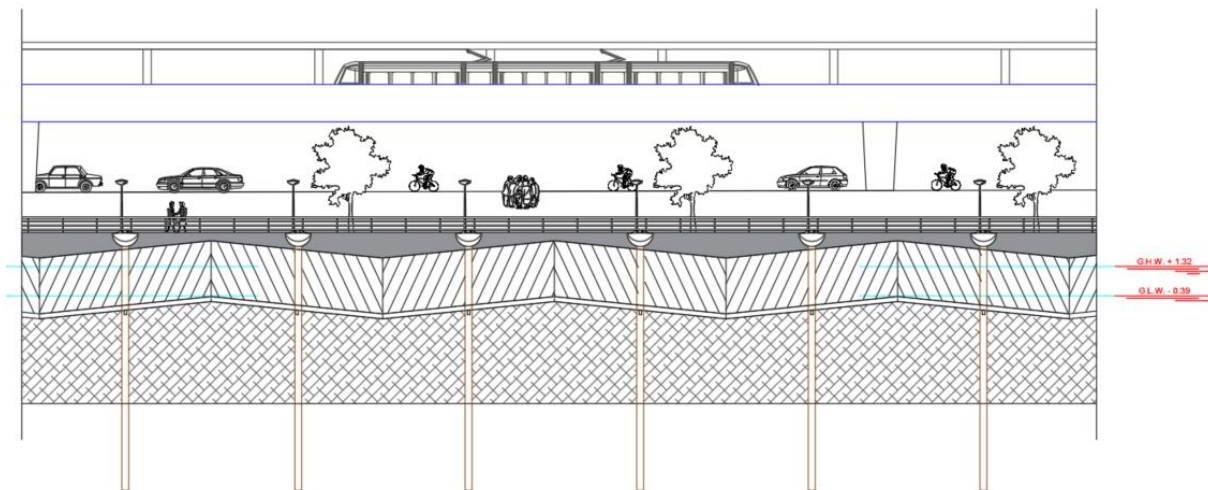


Figuur 87 Lage gedeelte helling 1:20

De laatste variant voor het lage gedeelte bestaat uit hellingen in twee richtingen waardoor het water verschillend de luifel op en af stroomt. De ene helling 1:10 is in de langs richting net als bij de andere varianten. De andere helling 1:10 is in de dwarsrichting, dit geeft een mooi effect op de luifel omdat er op het lage gedeelte een soort geulen ontstaan. Het materiaal kan bestaan uit hout of composiet.



Figuur 88 Dwarsdoorsnede helling 1:10



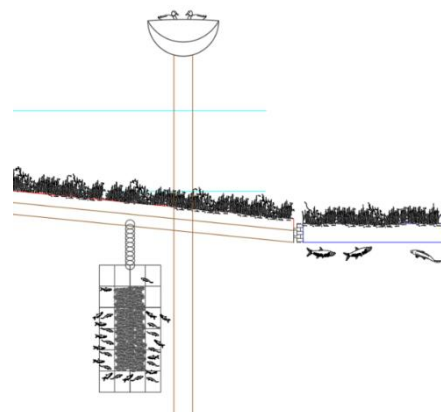
Figuur 89 Vooraanzicht helling 1:10

## 5.5 EXTRA MOGELIJKHEDEN BIJ DE VARIANTEN

Bij alle varianten kan een extra deel toegevoegd worden om een deel te creëren dat altijd onder water staat. Ook kunnen er biohutten of rif korven toegepast worden om de vishabitat te verbeteren en het een voedselrijk gebied te maken. Hiernaast is het ook mogelijk om een steiger toe te passen wat het onderhouden van het lage gedeelte makkelijker maakt.



Figuur 91 Onderhoudssteiger



Figuur 90 Extra gedeelte + Biohut

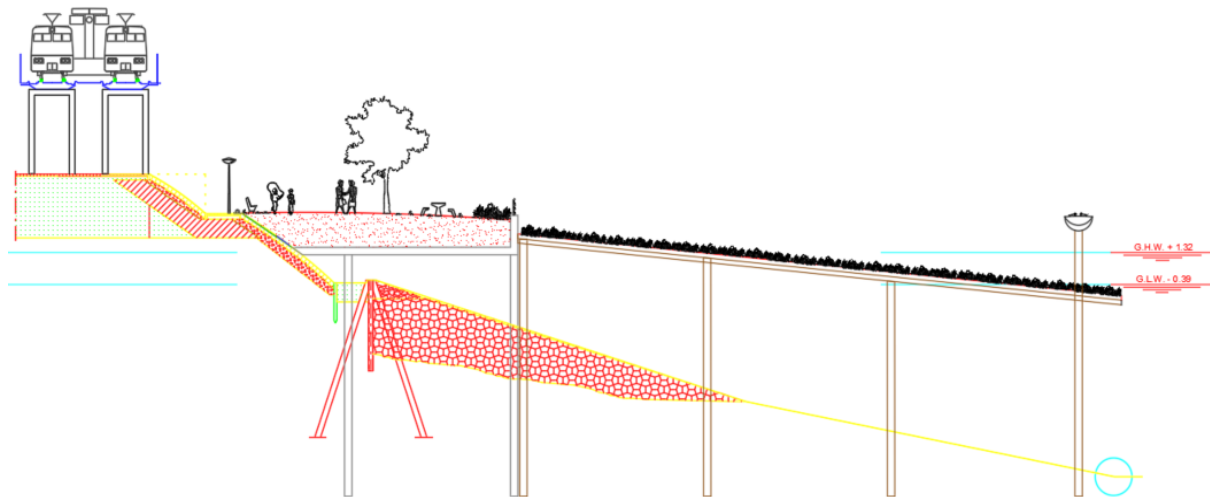
## 6 BIJLAGE 6 BEREKENING DEFINITIEVE VARIANT

In deze bijlage is de constructieberekening gemaakt voor de definitieve variant, de berekening is gemaakt aan de hand van de tekening de analyse en het programma van eisen.

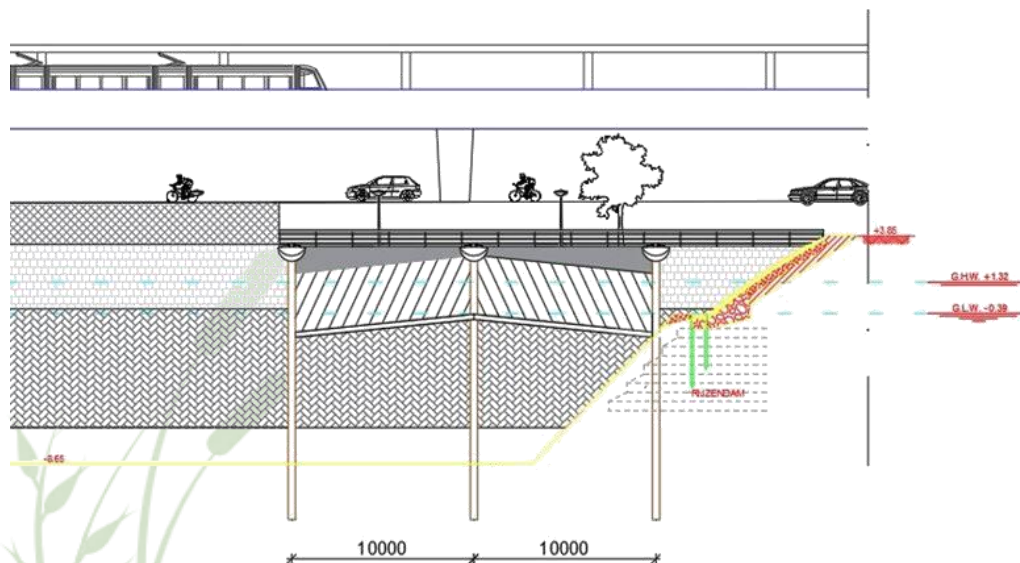
### 6.1 GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk wordt duidelijk van welke gegevens en uitgangspunten uit wordt gegaan tijdens de berekening.

#### Tekeningen



Figuur 92 Dwarsdoorsnede helling 1:10



Figuur 93 Vooraanzicht helling 1:10

#### Materiaal en afmeting

- Wilgenmat 35m x 80m (hoogte tot 400mm)
- Azobé Hoofdbalk 100\*500mm h.o.h. 10m (met deze afmeting is de berekening gestart)
- Azobé Dwarsbalk 100 x 200 h.o.h. 1.25m (met deze afmeting is de berekening gestart)
- Helling 1:10
- Azobé Palen 13m t/m 16m h.o.h. 10m (diameter 250mm)

## Normen en richtlijnen

Voor de berekeningen zijn onderstaande Nederlandse normen van toepassing:

| NEN Norm        | Omschrijving                                                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| NEN-EN 1990     | Grondslagen van het constructief ontwerp;                             |
| NEN-EN 1991-2   | Belastingen op bruggen;                                               |
| NEN-EN 1995-1-1 | Houtconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen; |
| NEN 9997-1      | Geotechnisch ontwerp van constructies.                                |

### Uitwerking NEN-EN 1990

| NEN-EN 1990/NB-bijlage A1 Toepassing op gebouwen |     |     |     |
|--------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Belasting                                        | Y0  | Y1  | Y2  |
| Categorie A: Woon- en verblijfsruimte            | 0.4 | 0.5 | 0.3 |

| NEN-EN 1990 bijlage B, B3 betrouwbaarheidsdifferentiatie |     |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
| Gevolgklasse:                                            | CC1 | Landbouwbedrijfsgebouwen, kassen, eengezinswoningen, industrieel < 2 verdiepingen. |

| NEN-EN 1990 bijlage B, B3.3 differentiatie met behulp van maatregelen m.b.t. de partiële factoren |      |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|
| KFI-factor voor belastingen                                                                       | 0,90 |  |

Tabel 14 NEN-normen

## Belastingfactoren

De belastingfactoren m.b.t. UGT (gevolgklasse 1 conform NEN-EN 1990) behorende bij deze constructie bedragen (e.e.a. conform NEN-EN 1990):

- Permanente belastingen (eigen gewicht constructie):
  - $\gamma_{f,g} = 1.1$  (in combinatie met een veranderlijk belasting; ongunstig werkend);
  - $\gamma_{f,g} = 1.1$  (alleen permanente belastingen);
  - $\gamma_{f,g} = 0.9$  (in combinatie met een veranderlijk belasting; gunstig werkend).
- Overige veranderlijke belastingen: (groeiende vegetatie/ onderhoud/ sneeuw, wind)
  - $\gamma_{f,q} = 1.35$ .
- Bijzondere belastingen:
  - $\gamma_{f,a} = 1.0$ .

## Materiaalkwaliteiten

| Technische eigenschappen Azobé |                                                                                                         |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Duurzaamheidsklasse            | Azobé is zeer duurzaam (klasse 1).                                                                      |
| Buigsterkte                    | 70 N/mm <sup>2</sup> .                                                                                  |
| Schuifsterkte                  | 5,0 N/mm <sup>2</sup> .                                                                                 |
| Druksterkte                    | 34 N/mm <sup>2</sup> .                                                                                  |
| Elasticiteitsmodulus           | 20.000 N/mm <sup>2</sup> .                                                                              |
| Volumieke massa vers           | 1100-1300 kg/m <sup>3</sup> .                                                                           |
| Volumieke massa 15%            | (940-1050 (-1100) kg/m <sup>3</sup> bij 15% vochtgehalte.                                               |
| Sterkteklasse                  | Azobé kwaliteitsklasse categorie 3 – Tropisch – NEN 5493 is ingedeeld in sterkteklasse D70 (NEN-EN 338) |

Tabel 15 materiaaleigenschappen van Azobé (Thieme Meulenhoff, 2013)

|                  |                 |                                                        |
|------------------|-----------------|--------------------------------------------------------|
| Bouten en moeren | 8.8             | Gerolde draad; thermisch verzinkt                      |
| Constructiehout  | Azobé (D60/D70) | Soortelijk gewicht = 1050 kg/m <sup>3</sup>            |
| Overig hout      | Wilgenmatten    | Wilgenhout<br>Soortelijk gewicht 450 kg/m <sup>3</sup> |

## 6.2 BEREKENING GETIJDENLUIFEL HANDMATIG

In dit hoofdstuk worden de afmetingen van de hoofdtraagconstructie berekend, de hoofdliggers, de dwarsliggers en de palen.

### Ontwerpregels

De luifel is opgebouwd uit hoofdliggers gefundeerd op houten palen, hiertussen worden dwarsliggers geplaatst die hart op hart 1.25m uit elkaar liggen.

|         |                      |                               |                                            |                         |
|---------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
| balken: | vloeren              | $h = \ell / 15 \text{ à } 20$ | $b = \frac{1}{3} \text{ à } \frac{1}{6} h$ | $a \approx b \times 10$ |
|         | daken                | $h = \ell / 15 \text{ à } 20$ | $b = \frac{1}{3} \text{ à } \frac{1}{6} h$ | $a \approx b \times 15$ |
|         | gelamineerde liggers | $h = \ell / 18 \text{ à } 20$ | $b = \frac{1}{6} h$                        |                         |

H = Hoogte balk

B = Breedte balk

L = overspanning van de balken = 10 meter

a = de minimale h.o.h. afstand van de balken, deze zijn bepaald op 10 meter.

Aan de hand van bovenstaande tabel zal de constructie gedimensioneerd worden als dak

afmetingen, waar mee gestart wordt zijn:  $h = 10000 / 20 = 500\text{mm}$

$$b = (1/6) \times 500\text{mm} = 83,33 = 100\text{mm}$$

Dit betekend dus een hoofdtraagbalk van **100mm x 500mm**

### Sterkte modificatiefactoren voor de belastingduur en klimaat

Klimaatklasse weergegeven in onderstaande tabel

| Klimaatklasse | $U_{\text{gemiddeld}}$ [%] (vochtgehalte) | Omschrijving                                                        |
|---------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1             | 12                                        | Binnen                                                              |
| 2             | 20                                        | Buiten overdekt                                                     |
| 3             | >20                                       | Slecht geventileerde ruimten, volledig in weer en wind, onder water |

Belastingduurklasse weergegeven in onderstaande tabel

| Belastingduurklasse | Belasting voorbeelden    |
|---------------------|--------------------------|
| Blijvend            | Eigen gewicht            |
| Lang                | Opslag                   |
| Middellang          | Opgelegde vloerbelasting |
| Kort                | Sneeuw, wind             |
| Zeer kort           | Bijzondere belasting     |

De waarde van de modificatiefactor  $K_{\text{mod}}$  weergegeven in onderstaande tabel

| Materiaal    | Norm       | Klimaatklasse | Belastingduurklasse |      |            |      |           |
|--------------|------------|---------------|---------------------|------|------------|------|-----------|
|              |            |               | Blijvend            | Lang | Middellang | Kort | Zeer kort |
| Gezaagd hout | EN 14081-1 | 1             | 0,60                | 0,70 | 0,80       | 0,90 | 1,10      |
|              |            | 2             | 0,60                | 0,70 | 0,80       | 0,90 | 1,10      |
|              |            | 3             | 0,50                | 0,55 | 0,65       | 0,80 | 0,90      |

Tabel 16 Modificatiefactor m.b.t. sterkte

### Vervormingsmodificatiefactoren voor klimaat- kruipfactor

Waarden voor  $K_{\text{def}}$  voor hout en houtachtige materialen weergegeven in onderstaande tabel.

| Materiaal                | Klimaatklasse |      |      |
|--------------------------|---------------|------|------|
|                          | 1             | 2    | 3    |
| Gezaagd hout             | 0,60          | 0,80 | 2,00 |
| Gelijmd gelamineerd hout |               |      |      |
| LVL                      |               |      |      |

Tabel 17 kruipfactoren m.b.t. de vervorming

**Invloed van de afmeting: hoogtefactor  $K_h$  voor gezaagd hout**

$$K_h = \left[ \frac{150}{h} \right]^{0.2}, \text{ als } 50\text{mm} \leq h < 200\text{mm} \text{ (als } h \geq 200\text{mm dan } K_h = 1,0)$$

Waarin h is de hoogte bij buiging of breedte bij trek

**Rekenwaarde van een materiaaleigenschap**

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_m} * k_{mod}$$

$R_k$  = is de karakteristieke waarde van de sterkte

$\gamma_m$  = is de partiele factor voor een materiaaleigenschap

$k_{mod}$  = is een modificatiefactor, die de invloed van belasting duur en het vochtgehalte in rekening brengt.

| Fundamentele combinaties: |      |
|---------------------------|------|
| Gezaagd hout              | 1,3  |
| Gelijmd gelamineerd hout  | 1,25 |
| LVL, multiplex, OSB       | 1,2  |
| Bruikbaarheidscombinaties |      |
|                           | 1,0  |

Tabel 18 Partiële factoren voor materiaaleigenschappen  $\gamma_m$ .

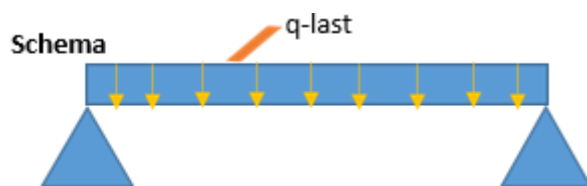
**Paalveerconstante**

Paalpunt  $K_z = 100000$  [kN/m];  $k_x = k_y = 10000$  (aanname)

Beddingsconstante  $k_x = k_y = 700$  [kN/m<sup>2</sup>] (aanname)

**Constructie berekening dwarsliggers**

Eerst wordt de dwarsligger berekend, deze ligger moet eerst berekend worden omdat deze de krachten afdraagt aan de hoofdligger.

**Belastingen**

Permanente belasting (eigen gewicht) (G)

| Permanent (G)                  | b     | h     | l    | Gewicht |                   | Gewicht per m1 |       |
|--------------------------------|-------|-------|------|---------|-------------------|----------------|-------|
| Eigen gewicht dwarsbalk        | 0,150 | 0,350 | 1,00 | 10,70   | kN/m <sup>3</sup> | 0,56           | kN/m1 |
| Eigen gewicht Wilgenmat        | 1,25  | 0,40  | 1,00 | 0,75    | kN/m <sup>2</sup> | 0,94           | kN/m1 |
| Zand/slib (ballast, substraat) | 1,25  | 0,10  | 1,00 | 18,00   | kN/m <sup>3</sup> | 2,25           | kN/m1 |
| Totaal:                        |       |       |      |         |                   | 3,75           | kN/m1 |

Veranderlijke belasting (Q)

| Veranderlijk (Q)    | b    | h | l    | Gewicht |                   | Gewicht per m1 |       |
|---------------------|------|---|------|---------|-------------------|----------------|-------|
| Onderhoudsbelasting | 1,25 |   | 0,00 | 0,50    | kN/m <sup>2</sup> | 0,00           | kN/m1 |
| Vegetatie           | 1,25 |   | 0,00 | 0,10    | kN/m <sup>2</sup> | 0,00           | kN/m1 |
| Sneeuwbelasting     | 1,25 |   | 1,00 | 0,56    | kN/m <sup>2</sup> | 0,70           | kN/m1 |
| Golfbelasting       | 1,25 |   | 1,00 | 0,25    | kN/m <sup>2</sup> | 0,31           | kN/m1 |

**Toelichting belastingen****Belastingen****Permanente belastingen**

Onder de permanente belastingen wordt het eigen gewicht van de constructie op de betreffende balk en de balk zelf bedoeld, deze wordt weergegeven in een lijnlast (q-last).

### Veranderlijke belastingen

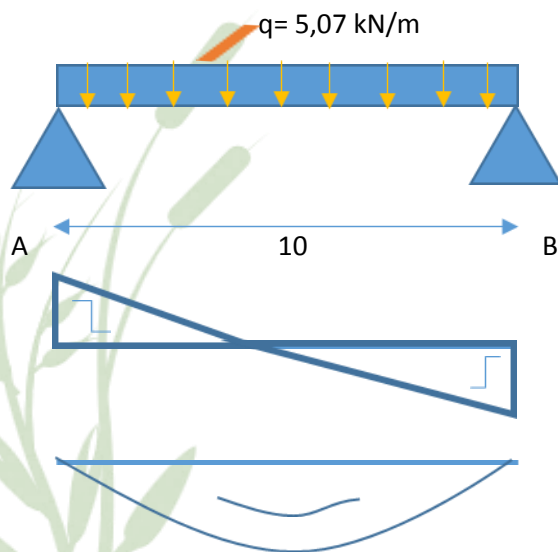
Onder de veranderlijke belastingen worden belastingen verstaan die niet permanent aanwezig zijn of veranderen met de tijd.

- Vegetatie: De constructie heeft een natuurfunctie hier kan dus vegetatie op groeien wat verschillend in gewicht is per seizoen, in de berekening wordt sneeuwbelasting meegenomen omdat er in de winter weinig vegetatie is en sneeuw is dan maatgevend.
  - Onderhoud belasting: deze belasting wordt niet meegenomen omdat de sneeuwbelasting zwaarder is en dus maatgevend, er wordt geen onderhoud gepleegd als er sneeuw op de constructie ligt.
  - Sneeuwbelasting: Deze belasting wordt meegenomen om de sneeuw op te vangen dat op de constructie blijft liggen.
  - Wind belasting: De belasting van wind is verwaarlozen omdat de wind niet onder de constructie kan komen omdat deze in het water ligt.
  - Golf belasting: De belasting van golven is meegenomen omdat deze constructie ook op andere locaties toe te passen is. Er is hiervoor wel een aanname gedaan omdat in het huidige ontwerp van de Maashaven sprake is van een golfbreker waardoor de luifel niet onder invloed van golfkracht komt te staan.
- (Er wordt in de berekening niet gerekend met opwaartse kracht omdat de constructie bij extreem laag water volledig droog kan vallen. Het water heeft een positief effect op de uitkomst en wordt dus niet meegenomen.)

| Belastingcombinaties CC1          |                                       |    |      |       |              |
|-----------------------------------|---------------------------------------|----|------|-------|--------------|
| Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) |                                       |    |      |       |              |
| 6.10-a                            | $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Y_0 \cdot Q$ | q= | 4,15 | kN/m1 |              |
| 6.10-b                            | $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$           | q= | 4,76 | kN/m1 |              |
| Uiterste grenstoestand (UGT)      |                                       |    |      |       |              |
| 6.10-a                            | $1.1 \cdot G + 1.2 \cdot Y_0 \cdot Q$ | q= | 4,61 | kN/m1 |              |
| 6.10-b                            | $1.1 \cdot G + 1.35 \cdot Q$          | q= | 5,49 | kN/m1 | → maatgevend |

Tabel 19 belastingen en belastingcombinaties volgens de eurocode (Hogeschool Rotterdam, 2010)

### Krachtsverdeling



$$R_a = R_b = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l$$

$$R_a = R_b = 27,46 \text{ kN}$$

Rekenwaarde voor de dwarskracht

$$V_d = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l$$

$$27,46 \text{ kN}$$

Rekenwaarde voor het moment

$$M = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2$$

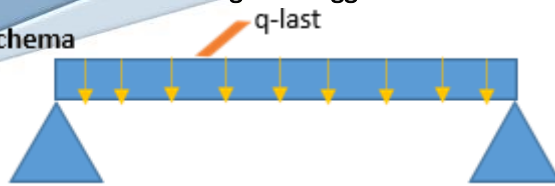
$$68,64 \text{ kNm}$$

|                                                   |                    |                                           |                             |                                            |        |
|---------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|--------|
| Controle doorsnede                                |                    |                                           |                             |                                            |        |
| Optredende buigspanning:                          |                    | My,d / Wy                                 |                             |                                            |        |
| $\sigma_{m,0,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$            | $\sigma_{m,0,d} =$ | 68640553,33                               | 3062500                     | 22,41                                      | N/mm2  |
| $M_{y,d} = \frac{1}{8} * q * l^2$                 | 68640553,33        | Nmm                                       |                             |                                            |        |
| $W_y = \frac{1}{6} * b * h^2$                     | 3062500,00         | mm³                                       |                             |                                            |        |
| Buigsterkte / de weerstand:                       |                    |                                           |                             |                                            |        |
| $f_{m,y,d} = \frac{f_{m,k}}{Y_M} * k_{mod} * k_h$ | =                  | 43,08                                     | N/mm²                       |                                            |        |
| $f_{m,k} =$                                       | 70,00              | N/mm²                                     | bij Azobe sterkteklasse D70 |                                            |        |
| $Y_M =$                                           | 1,30               | bij toetsing in de uiterste grenstoestand |                             |                                            |        |
| $k_{mod} =$                                       | 0,80               | Korte belastingsduur klimaatklasse 3      |                             |                                            |        |
| $K_h =$                                           | 1,00               | Bij een balkhoogte ≥ 200mm                |                             | $K_h = \left(\frac{150}{h}\right)^{0.2} =$ | 0,8441 |
| Toetsing van de doorsnede (UC):                   |                    |                                           |                             |                                            |        |
| $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1,0$       | =                  | 0,520                                     | dus voldoet!!               |                                            |        |
| Optredende schuifspanning                         |                    |                                           |                             |                                            |        |
| $\tau_d = 1,5 * \frac{V_{ed}}{A}$                 |                    | 0,78                                      |                             |                                            |        |
| Dwarskracht / de weerstand                        |                    |                                           |                             |                                            |        |
| $f_{v,d} = \frac{f_{v,k}}{Y_m} * k_{mod}$         |                    | 3,08                                      |                             |                                            |        |
| $f_{v,k} =$                                       | 5,00               | N/mm²                                     | bij Azobe sterkteklasse D70 |                                            |        |
| $Y_M =$                                           | 1,30               | bij toetsing in de uiterste grenstoestand |                             |                                            |        |
| $k_{mod} =$                                       | 0,80               | Korte belastingsduur klimaatklasse 3      |                             |                                            |        |
| Toetsing van de doorsnede (UC):                   |                    |                                           |                             |                                            |        |
| $\frac{\tau_d}{f_{y,d}} \leq 1,0$                 | =                  | 0,255                                     | dus voldoet!!               |                                            |        |
| Afmeting dwarsliggers                             |                    |                                           |                             |                                            |        |
| b =                                               | 0,150              | m                                         |                             |                                            |        |
| h =                                               | 0,350              | m                                         |                             |                                            |        |

Figuur 94 Controle dwarsliggers

## Constructie berekening hoofdligger

Schema



## Belastingen

Permanente belasting (eigen gewicht) (G)

| Permanent (G)                 | b     | h     | l     | Gewicht |       | Gewicht per m1 |              |
|-------------------------------|-------|-------|-------|---------|-------|----------------|--------------|
| Eigen gewicht hoofdbalk       | 0,40  | 0,350 | 1,00  | 10,70   | kN/m3 | 1,50           | kN/m1        |
| Eigen gewicht dwarsbalk       | 0,150 | 0,350 | 10,00 | 10,70   | kN/m3 | 5,62           | kN/m1        |
| Eigen gewicht Wilgenmat       | 10,00 | 0,40  | 1,00  | 0,75    | kN/m2 | 7,50           | kN/m1        |
| Zand/slib (ballast,substraat) | 10,00 | 0,10  | 1,00  | 18,00   | kN/m3 | 18,00          | kN/m1        |
| <b>Totaal:</b>                |       |       |       |         |       | <b>32,62</b>   | <b>kN/m1</b> |

Veranderlijke belasting (Q)

| Veranderlijk (Q)   | b     | h | l    | Gewicht |       | Gewicht per m1 |              |
|--------------------|-------|---|------|---------|-------|----------------|--------------|
| Onderhoudbelasting | 10,00 |   | 0,00 | 0,50    | kN/m2 | 0,00           | kN/m1        |
| Vegetatie          | 10,00 |   | 0,00 | 0,10    | kN/m2 | 0,00           | kN/m1        |
| Sneeuwbelasting    | 10,00 |   | 1,00 | 0,56    | kN/m2 | 5,60           | kN/m1        |
| Golfbelasting      | 10,00 |   | 1,00 | 0,25    | kN/m2 | 2,50           | kN/m1        |
| <b>Totaal:</b>     |       |   |      |         |       | <b>8,10</b>    | <b>kN/m1</b> |

## Toelichting belastingen

Permanente belastingen

Onder de permanente belastingen wordt het eigen gewicht van de constructie op de hoofdbalk en de hoofdbalk zelf bedoeld, deze wordt weergegeven in een lijnlast (q-last).

Veranderlijke belastingen

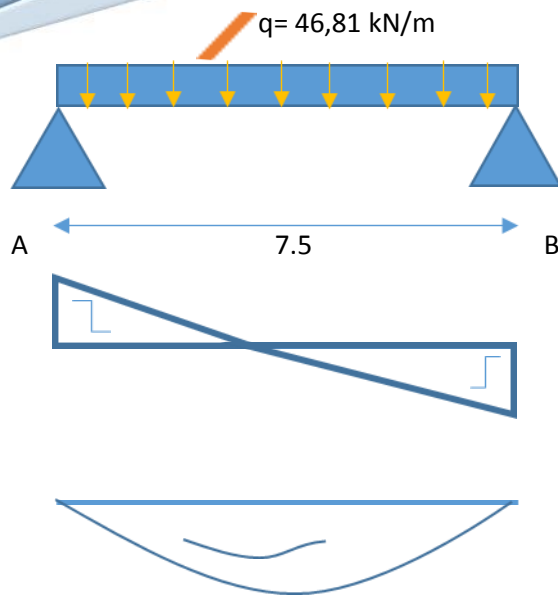
Onder de veranderlijke belastingen worden belastingen verstaan die niet permanent aanwezig zijn of veranderen met de tijd.

- Vegetatie: De constructie heeft een natuurfunctie hier kan dus vegetatie op groeien wat verschillend in gewicht is per seizoen.
- Onderhoud belasting: deze belasting wordt niet meegenomen omdat de sneeuwbelasting zwaarder is en dus maatgevend, er wordt geen onderhoud gepleegd als er sneeuw op de constructie ligt.
- Sneeuwbelasting: Deze belasting wordt meegenomen om de sneeuw op te vangen dat op de constructie blijft liggen.
- Wind belasting: De belasting van wind is verwaarlozen omdat de wind niet onder de constructie kan komen omdat deze in het water ligt.
- Golf belasting: De belasting van golven is te verwaarlozen omdat in het huidige ontwerp sprake is van een golfbreker waardoor de luifel niet onder invloed van golfkracht komt te staan.

| Belastingcombinaties CC1          |                                       |    |       |       |              |  |  |
|-----------------------------------|---------------------------------------|----|-------|-------|--------------|--|--|
| Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) |                                       |    |       |       |              |  |  |
| 6.10-a                            | $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Y_0 \cdot Q$ | q= | 35,86 | kN/m1 |              |  |  |
| 6.10-b                            | $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$           | q= | 12,26 | kN/m1 |              |  |  |
| Uiterste grenstoestand (UGT)      |                                       |    |       |       |              |  |  |
| 6.10-a                            | $1.1 \cdot G + 1.2 \cdot Y_0 \cdot Q$ | q= | 39,77 | kN/m1 |              |  |  |
| 6.10-b                            | $1.1 \cdot G + 1.35 \cdot Q$          | q= | 46,81 | kN/m1 | → maatgevend |  |  |

Tabel 20 belastingen en belastingcombinaties volgens de eurocode (Hogeschool Rotterdam, 2010)

## Krachtsverdeling



$$R_a = R_b = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l$$

$$R_a = R_b = 175,55 \text{ kN}$$

Rekenwaarde voor de dwarskracht

$$V_d = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l = 175,55 \text{ kN}$$

Rekenwaarde voor het moment

$$M = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = 329,16 \text{ kNm}$$

|                                                   |                    |                                           |                             |                                          |       |
|---------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------|
| Controle doorsnede                                |                    |                                           |                             |                                          |       |
| Optredende buigspanning:                          |                    |                                           | My,d / Wy                   |                                          |       |
| $\sigma_{m,0,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$            | $\sigma_{m,0,d} =$ | 329164528,4                               | 8166666,7                   | 40,3059                                  | N/mm2 |
| $M_{y,d} = \frac{1}{8} * q * l^2$                 | 329164528,38       | Nmm                                       |                             |                                          |       |
| $W_y = \frac{1}{6} * b * h^2$                     | 8166666,67         | mm³                                       |                             |                                          |       |
| Buigsterkte / de weerstand:                       |                    |                                           |                             |                                          |       |
| $f_{m,y,d} = \frac{f_{m,k}}{Y_M} * k_{mod} * k_h$ | =                  | 43,08                                     | N/mm²                       |                                          |       |
| $f_{m,k} =$                                       | 70,00              | N/mm²                                     | bij Azobe sterkteklasse D70 |                                          |       |
| $Y_M =$                                           | 1,30               | bij toetsing in de uiterste grenstoestand |                             |                                          |       |
| $k_{mod} =$                                       | 0,80               | Korte belastingsduur klimaatklasse 3      |                             |                                          |       |
| $K_h =$                                           | 1,00               | Bij een balkhoogte ≥ 200mm                |                             | $K_h = \left(\frac{150}{h}\right)^{0.2}$ | =     |
| Toetsing van de doorsnede (UC):                   |                    |                                           |                             |                                          |       |
| $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1,0$       | =                  | 0,936                                     | dus voldoet!!               |                                          |       |
| Optredende schuifspanning                         |                    |                                           |                             |                                          |       |
| $\tau_d = 1,5 * \frac{V_{ed}}{A}$                 |                    | 1,88                                      |                             |                                          |       |
| Dwarskracht / de weerstand                        |                    |                                           |                             |                                          |       |
| $f_{v,d} = \frac{f_{v,k}}{Y_m} * k_{mod}$         |                    | 3,08                                      |                             |                                          |       |
| $f_{v,k} =$                                       | 5,00               | N/mm²                                     | bij Azobe sterkteklasse D70 |                                          |       |
| $Y_M =$                                           | 1,30               | bij toetsing in de uiterste grenstoestand |                             |                                          |       |
| $k_{mod} =$                                       | 0,80               | Korte belastingsduur klimaatklasse 3      |                             |                                          |       |
| Toetsing van de doorsnede (UC):                   |                    |                                           |                             |                                          |       |
| $\frac{\tau_d}{f_{y,d}} \leq 1,0$                 | =                  | 0,611                                     | dus voldoet!!               |                                          |       |
| Afmeting hoofdliggers                             |                    |                                           |                             |                                          |       |
| b =                                               | 0,40               | m                                         |                             |                                          |       |
| h =                                               | 0,35               | m                                         |                             |                                          |       |

Figuur 95 Controle hoofdliggers

### Vervorming

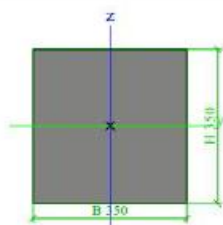
De vervorming is niet maatgevend voor de constructie, er is wel gecontroleerd of de vervorming niet te veel wordt. Als de constructie sterk genoeg is kan de berekende afmeting gebruikt worden in het definitief ontwerp.

## **CONTROLE BEREKENING HOOFDLIGGER**

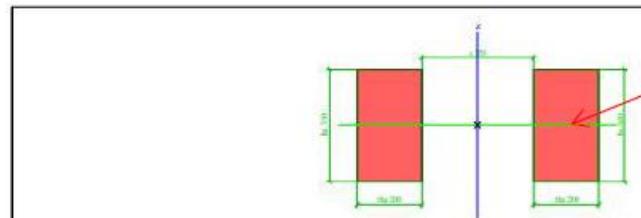
### Materiaal hout Azobe D70

| Karakteristieke eigenschappen en sterkteklassen van gezaagd loofhout |     |     |     |     |     |     |     |     |                   |
|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|
| Eigenschap                                                           | D18 | D24 | D30 | D35 | D40 | D50 | D60 | D70 | Eenheid           |
| $f_{m,k}$                                                            | 18  | 24  | 30  | 35  | 40  | 50  | 60  | 70  | N/mm <sup>2</sup> |
| $f_{vk}$                                                             | 3,4 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | N/mm <sup>2</sup> |

### Doorsneden

|                                                                                    |            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| Naam                                                                               | CS1        |            |
| Type                                                                               | RECT       |            |
| Uitgebreid                                                                         | 350; 350   |            |
| Onderdeelmateriaal                                                                 | D70        |            |
| Bouwwijze                                                                          | hout       |            |
| Pas 2D EEM analyse toe                                                             | ✓          |            |
|  |            |            |
| A [m²]                                                                             | 1,2250e-01 |            |
| A <sub>y, z</sub> [m²]                                                             | 1,0208e-01 | 1,0208e-01 |
| I <sub>y, z</sub> [m⁴]                                                             | 1,2505e-03 | 1,2505e-03 |
| I <sub>w</sub> [m⁶], I <sub>t</sub> [m⁶]                                           | 2,3499e-07 | 2,1072e-03 |
| W <sub>el y, z</sub> [m³]                                                          | 7,1458e-03 | 7,1458e-03 |
| W <sub>pl y, z</sub> [m³]                                                          | 1,1847e-02 | 1,1847e-02 |
| d <sub>y, z</sub> [mm]                                                             | 0          | 0          |
| c <sub>YUCS, ZUCS</sub> [mm]                                                       | 175        | 175        |
| α [deg]                                                                            | 0,00       |            |
| A <sub>L, D</sub> [m²/m]                                                           | 1,4000e+00 | 1,4000e+00 |
| M <sub>ply +, -</sub> [Nm]                                                         | 4,03e+05   | 4,03e+05   |
| M <sub>plz +, -</sub> [Nm]                                                         | 4,03e+05   | 4,03e+05   |

|                        |               |  |
|------------------------|---------------|--|
| Naam                   | CS3           |  |
| Type                   | 2 Rect        |  |
| Uitgebreid             | 200; 350; 350 |  |
| Onderdeelmateriaal     | D70           |  |
| Bouwwijze              | hout          |  |
| Pas 2D EEM analyse toe | ✓             |  |



200x350 mm

|                                            |            |            |
|--------------------------------------------|------------|------------|
| A [m <sup>2</sup> ]                        | 1,4000e-01 |            |
| A y, z [m <sup>2</sup> ]                   | 1,1667e-01 | 1,1667e-01 |
| I y, z [m <sup>4</sup> ]                   | 1,4292e-03 | 1,1054e-02 |
| I w [m <sup>6</sup> ], t [m <sup>4</sup> ] | 1,0877e-04 | 1,1955e-03 |
| W <sub>el</sub> y, z [m <sup>3</sup> ]     | 8,1667e-03 | 2,9478e-02 |
| W <sub>pl</sub> y, z [m <sup>3</sup> ]     | 1,3539e-02 | 3,9974e-02 |
| d y, z [mm]                                | 0          | 0          |
| c YUCS, ZUCS [mm]                          | 375        | 175        |
| α [deg]                                    | 0,00       |            |
| A L, D [m <sup>2</sup> /m]                 | 2,2000e+00 | 2,2000e+00 |
| M <sub>ply</sub> +, - [Nm]                 | 4,60e+05   | 4,60e+05   |
| M <sub>plz</sub> +, - [Nm]                 | 1,36e+06   | 1,36e+06   |

#### Paalveerconstante:

Paalpunt K<sub>z</sub>=100000 [kN/m] ; K<sub>x</sub>=K<sub>y</sub>=10000 [kN/m] (aanname)

Beddingsconstante k<sub>x</sub>=k<sub>y</sub>=700,0 [kN/m<sup>2</sup>] (aanname)

#### Belastingen:

Belastinggeval 1 = BG1 = Eigengewicht hoofdligger ;

Belastinggeval 2 = BG2 = Rustende belasting;

- Dwarsbalken g<sub>1</sub> = 7,70 [kN/m']
- Wilgenmat g<sub>2</sub> = 0,75\*10,0 = 7,50 [kN/m']
- Ballast / substraat = 18,0\*0,1\*10 = 18,0 [kN/m']

Totaal R.B = 33,2 [kN/m']

Belastinggeval 3 = BG3 = Aangenomen Golfbelasting W=2,50 [kN/m']

Belastinggeval 4 = BG4 = aangenomen veranderlijke belasting Q=0,5\*10=5,0 [kN/m']

#### Belastingcombinatie:

|           | BG1 | BG2 | BG3 | BG4 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|
| BC1 (BGT) | 1   | 1   | 1   | -   |
| BC2 (BGT) | 1   | 1   | -   | 1   |
| BC3 (UGT) | 1,1 | 1,1 | 1,2 | -   |
| BC4 (UGT) | 1,1 | 1,1 | -   | 1,2 |

### Resultaten en toetsing

#### Doorbuiging

|             | U <sub>z</sub> [mm] | Toelaatbaar=0,004*L<br>[mm] | opmerking |
|-------------|---------------------|-----------------------------|-----------|
| Doorbuiging | 16,60               | 0,004*7500=30,00            | Voldoet   |

#### Spanningen

##### Normaalspanning

$$f_{m,y,d} = (\sigma_{m,k} * k_{mod} * k_h) / \lambda_M = 70 * 0,8 * 1 / 1,3 = 43,10 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

|          | $\sigma$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | f <sub>m,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | opmerking          |
|----------|----------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| Spanning | 27,0                             | 43,0                                     | U.C=27,0/43,0=0,63 |

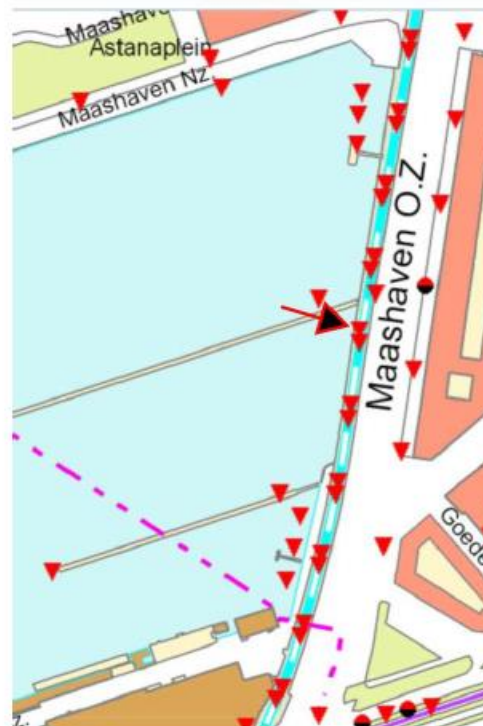
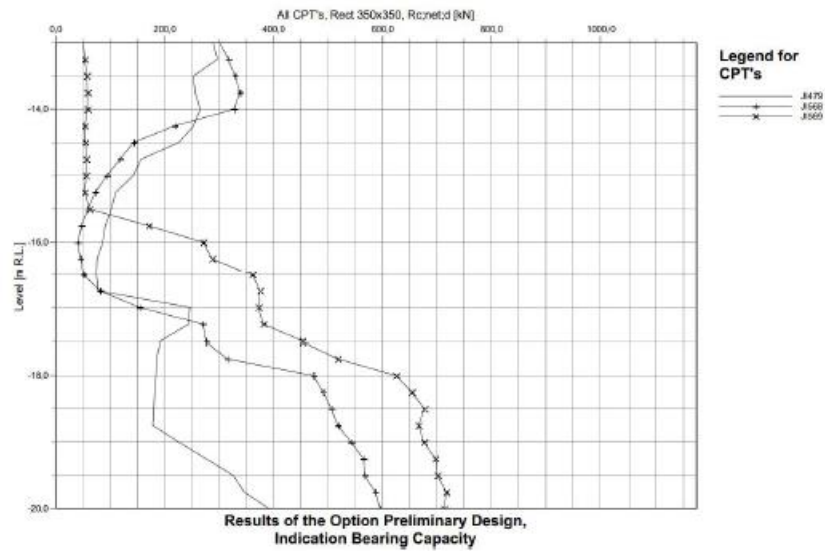
##### Schuifspanning

$$f_{v,d} = (f_{v,k} * k_{mod} * k_h) / \lambda_M = 5,0 * 0,8 * 1 / 1,3 = 3,10 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$V_{d,1} = 1,5 * 176000 / (2 * 200 * 350) = 1,89 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

|          | V <sub>d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | f <sub>v,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | opmerking          |
|----------|----------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| Spanning | 1,89                                   | 3,10                                     | U.C=1,89/3,10=0,61 |

Maximale paalreactie R,z,d:  
Rekenwaarde R,z,d= 360,47 [kN]



## BIJLAGE:

CONTROLE BEREKENING V.D.  
HOOFDLIGGER VOLGENS SCIA  
ENGINEER



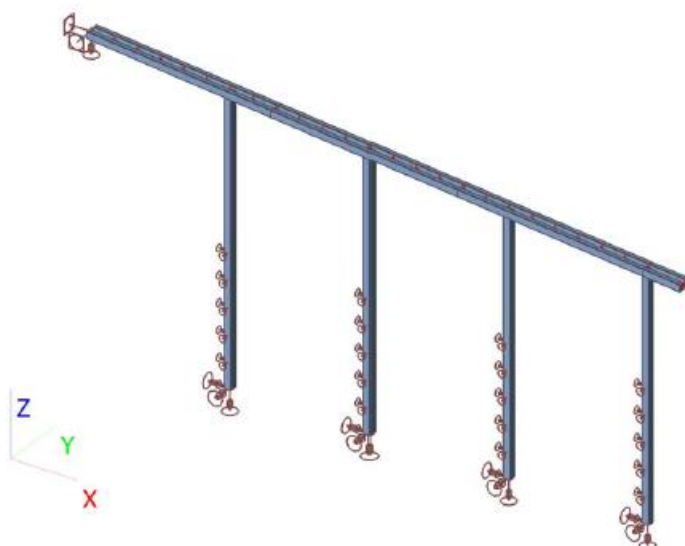
Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

Luifelconstructie  
Maashaven  
Balkberekening  
Nic Melsen

## 1. Project

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| Licentienaam                  | Gemeente Rotterdam |
| Project                       | Luifelconstructie  |
| Onderdeel                     | Maashaven          |
| Omschrijving                  | Balkberekening     |
| Auteur                        | Nic Melsen         |
| Datum                         | 02. 05. 2017       |
| Constructie                   | Algemeen XYZ       |
| Aantal knopen :               | 30                 |
| Aantal staven :               | 8                  |
| Aantal platen :               | 0                  |
| Aantal vaste lichamen :       | 0                  |
| Aantal gebruikte doorsneden : | 2                  |
| Aantal belastinggevallen :    | 4                  |
| Aantal gebruikte materialen : | 1                  |
| Gravitatieversnelling [m/s²]  | 9.810              |
| Nationale norm                | EC - EN            |

## 2. Berekeningsmodel

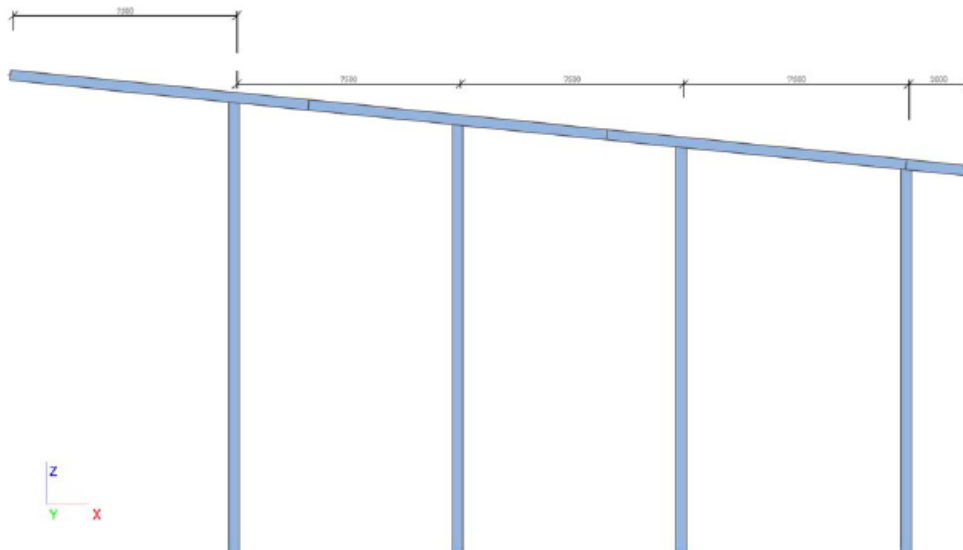




Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

Luifelconstructie  
Maashaven  
Balkberekening  
Nic Melsen

### 3. Rekenmodel



### 4. Knoop

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] | Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] | Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|
| K2   | 0,000            | 0,000            | 0,000            | K13  | 5,000            | 0,000            | -0,500           | K24  | 21,250           | 0,000            | -2,125           |
| K3   | 7,500            | 0,000            | -16,000          | K14  | 6,250            | 0,000            | -0,625           | K25  | 22,500           | 0,000            | -2,250           |
| K4   | 10,000           | 0,000            | -1,000           | K15  | 7,500            | 0,000            | -0,750           | K26  | 23,750           | 0,000            | -2,375           |
| K5   | 22,500           | 0,000            | -16,000          | K16  | 8,750            | 0,000            | -0,875           | K27  | 25,000           | 0,000            | -2,500           |
| K6   | 20,000           | 0,000            | -2,000           | K17  | 11,250           | 0,000            | -1,125           | K28  | 26,250           | 0,000            | -2,625           |
| K7   | 30,000           | 0,000            | -16,000          | K18  | 12,500           | 0,000            | -1,250           | K29  | 27,500           | 0,000            | -2,750           |
| K8   | 30,000           | 0,000            | -3,000           | K19  | 13,750           | 0,000            | -1,375           | K30  | 28,750           | 0,000            | -2,875           |
| K9   | 32,000           | 0,000            | -3,200           | K20  | 15,000           | 0,000            | -1,500           | K31  | 15,000           | 0,000            | -16,000          |
| K10  | 1,250            | 0,000            | -0,125           | K21  | 16,250           | 0,000            | -1,625           |      |                  |                  |                  |
| K11  | 2,500            | 0,000            | -0,250           | K22  | 17,500           | 0,000            | -1,750           |      |                  |                  |                  |
| K12  | 3,750            | 0,000            | -0,375           | K23  | 18,750           | 0,000            | -1,875           |      |                  |                  |                  |

### 5. 1D-staaf

| Naam | Doorsnede                    | Lengte [m] | Vorm | Beginknoop | Eindknoop | Type        | EEM-type  | Laag  |
|------|------------------------------|------------|------|------------|-----------|-------------|-----------|-------|
| S2   | CS1 - RECT (350; 350)        | 15,250     | Lijn | K3         | K15       | Kolom (100) | standaard | Laag1 |
| S3   | CS1 - RECT (350; 350)        | 13,750     | Lijn | K5         | K25       | Kolom (100) | standaard | Laag1 |
| S4   | CS1 - RECT (350; 350)        | 13,000     | Lijn | K7         | K8        | Kolom (100) | standaard | Laag1 |
| S5   | CS3 - 2 Rect (200; 350; 350) | 10,050     | Lijn | K2         | K4        | Balk (80)   | standaard | Laag1 |
| S6   | CS3 - 2 Rect (200; 350; 350) | 10,050     | Lijn | K4         | K6        | Balk (80)   | standaard | Laag1 |
| S7   | CS3 - 2 Rect (200; 350; 350) | 10,050     | Lijn | K6         | K8        | Balk (80)   | standaard | Laag1 |
| S8   | CS3 - 2 Rect (200; 350; 350) | 2,010      | Lijn | K8         | K9        | Balk (80)   | standaard | Laag1 |
| S9   | CS1 - RECT (350; 350)        | 14,500     | Lijn | K31        | K20       | Kolom (100) | standaard | Laag1 |

### 6. Knoopondersteuningen

| Naam | Knoop | Systeem | Type      | X      | Y      | Z      | Rx   | Ry   | Rz   |
|------|-------|---------|-----------|--------|--------|--------|------|------|------|
| Sn2  | K3    | GCS     | Standaard | Verend | Verend | Verend | Vrij | Vrij | Vrij |
| Sn3  | K5    | GCS     | Standaard | Verend | Verend | Verend | Vrij | Vrij | Vrij |
| Sn4  | K7    | GCS     | Standaard | Verend | Verend | Verend | Vrij | Vrij | Vrij |



Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

Luifelconstructie  
Maashaven  
Balkberekening  
Nic Melsen

| Naam | Knoop | Systeem | Type      | X      | Y      | Z      | Rx   | Ry   | Rz   |
|------|-------|---------|-----------|--------|--------|--------|------|------|------|
| Sn5  | K2    | GCS     | Standaard | Vast   | Vast   | Verend | Vast | Vast | Vrij |
| Sn6  | K31   | GCS     | Standaard | Verend | Verend | Verend | Vrij | Vrij | Vrij |

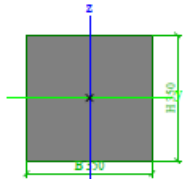
### 7. Lijnondersteuning op staaf

| Naam | Staat   | Pos $x_1$<br>[m] | Coör        | X      | Y      | Z    | Rx   | Ry   | Rz   |
|------|---------|------------------|-------------|--------|--------|------|------|------|------|
|      | Systeem | Pos $x_2$<br>[m] | Oors        |        |        |      |      |      |      |
| Slb2 | S2      | 0,000            | Abso        | Verend | Verend | Vrij | Vrij | Vrij | Vrij |
|      | GCS     | 7,000            | Vanaf begin |        |        |      |      |      |      |
| Slb3 | S3      | 0,000            | Abso        | Verend | Verend | Vrij | Vrij | Vrij | Vrij |
|      | GCS     | 7,000            | Vanaf begin |        |        |      |      |      |      |
| Slb4 | S4      | 0,000            | Abso        | Verend | Verend | Vrij | Vrij | Vrij | Vrij |
|      | GCS     | 7,000            | Vanaf begin |        |        |      |      |      |      |
| Slb5 | S9      | 0,000            | Abso        | Verend | Verend | Vrij | Vrij | Vrij | Vrij |
|      | GCS     | 7,000            | Vanaf begin |        |        |      |      |      |      |

### 8. Materialen

| Naam | Type | Massa eenheid<br>[kg/m³] | E-mod<br>[MPa] | Poisson - nu | G-mod<br>[MPa] | Thermisch uitz.<br>[m/mK] | Houtsoort |
|------|------|--------------------------|----------------|--------------|----------------|---------------------------|-----------|
| D70  | Hout | 900,0                    | 2,0000e+04     | 0            | 1,2500e+03     | 0,00                      | Vast      |

### 9. Doorsneden

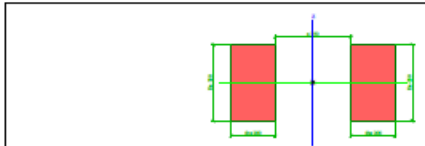
|                                                                                     |            |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| Naam                                                                                | CS1        |            |
| Type                                                                                | RECT       |            |
| Uitgebreid                                                                          | 350; 350   |            |
| Onderdeelmateriaal                                                                  | D70        |            |
| Bouwwijze                                                                           | hout       |            |
| Pas 2D EEM analyse toe                                                              | ✓          |            |
|  |            |            |
| A [m²]                                                                              | 1,2250e-01 |            |
| A <sub>y, z</sub> [m²]                                                              | 1,0208e-01 | 1,0208e-01 |
| I <sub>y, z</sub> [m⁴]                                                              | 1,2505e-03 | 1,2505e-03 |
| I <sub>w</sub> [m⁴], t [m⁴]                                                         | 2,3499e-07 | 2,1072e-03 |
| W <sub>el y, z</sub> [m³]                                                           | 7,1458e-03 | 7,1458e-03 |
| W <sub>pl y, z</sub> [m³]                                                           | 1,1847e-02 | 1,1847e-02 |
| d <sub>y, z</sub> [mm]                                                              | 0          | 0          |
| c <sub>YUCS, ZUCS</sub> [mm]                                                        | 175        | 175        |
| α [deg]                                                                             | 0,00       |            |
| A <sub>L, D</sub> [m²/m]                                                            | 1,4000e+00 | 1,4000e+00 |
| M <sub>ply ±, -</sub> [Nm]                                                          | 4,03e+05   | 4,03e+05   |
| M <sub>plz ±, -</sub> [Nm]                                                          | 4,03e+05   | 4,03e+05   |

|                        |               |  |
|------------------------|---------------|--|
| Naam                   | CS3           |  |
| Type                   | 2 Rect        |  |
| Uitgebreid             | 200; 350; 350 |  |
| Onderdeelmateriaal     | D70           |  |
| Bouwwijze              | hout          |  |
| Pas 2D EEM analyse toe | ✓             |  |



Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

Luifelconstructie  
Maashaven  
Balkberekening  
Nic Melsen



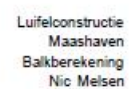
|                                            |            |            |
|--------------------------------------------|------------|------------|
| A [m <sup>2</sup> ]                        | 1,4000e-01 |            |
| A y, z [m <sup>2</sup> ]                   | 1,1667e-01 | 1,1667e-01 |
| I y, z [m <sup>4</sup> ]                   | 1,4292e-03 | 1,1054e-02 |
| I w [m <sup>3</sup> ], t [m <sup>4</sup> ] | 1,0877e-04 | 1,1955e-03 |
| Wel y, z [m <sup>3</sup> ]                 | 8,1667e-03 | 2,9478e-02 |
| Wpl y, z [m <sup>3</sup> ]                 | 1,3539e-02 | 3,9974e-02 |
| d y, z [mm]                                | 0          | 0          |
| c YUCS, ZUCS [mm]                          | 375        | 175        |
| α [deg]                                    | 0,00       |            |
| A L, D [m <sup>2</sup> /m]                 | 2,2000e+00 | 2,2000e+00 |
| Mply +, - [Nm]                             | 4,60e+05   | 4,60e+05   |
| Mplz +, - [Nm]                             | 1,36e+06   | 1,36e+06   |

#### 10. Belastingsgevallen

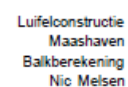
| Naam | Omschrijving                          | Actie type | Lastgroep | Belastingtype | Richting |
|------|---------------------------------------|------------|-----------|---------------|----------|
| BG1  |                                       | Permanent  | LG1       | Eigen gewicht | -Z       |
| BG2  | PB uit dwarsbalk Q                    | Permanent  | LG1       | Standaard     |          |
| BG3  | Golfbelasting W=2,50 [kN]             | Permanent  | LG1       | Standaard     |          |
| BG4  | Veranderlijkebelasting VB=5,0 [kN]/m2 | Permanent  | LG1       | Standaard     |          |

#### 11. Combinaties

| Naam   | Type          | Belastingsgevallen                          | Coëff. [-] |
|--------|---------------|---------------------------------------------|------------|
| Combi1 | Lineair - BGT | BG1                                         | 1,00       |
|        |               | BG2 - PB uit dwarsbalk Q                    | 1,00       |
|        |               | BG3 - Golfbelasting W=2,50 [kN]             | 1,00       |
| Combi2 | Lineair - UGT | BG1                                         | 1,10       |
|        |               | BG2 - PB uit dwarsbalk Q                    | 1,10       |
|        |               | BG3 - Golfbelasting W=2,50 [kN]             | 1,20       |
| Combi3 | Lineair - UGT | BG1                                         | 1,10       |
|        |               | BG2 - PB uit dwarsbalk Q                    | 1,10       |
|        |               | BG4 - Veranderlijkebelasting VB=5,0 [kN]/m2 | 1,20       |
| Combi4 | Lineair - BGT | BG1                                         | 1,00       |
|        |               | BG2 - PB uit dwarsbalk Q                    | 1,00       |
|        |               | BG4 - Veranderlijkebelasting VB=5,0 [kN]/m2 | 1,00       |



A 3D perspective view of a continuous beam with four supports. The beam is represented by a blue line. It is supported by four vertical blue columns. The leftmost support is a pin support, while the other three are roller supports. A distributed load, represented by green downward-pointing arrows, is applied along the entire length of the beam. A coordinate system is shown at the bottom left with axes labeled X (red), Y (green), and Z (blue).



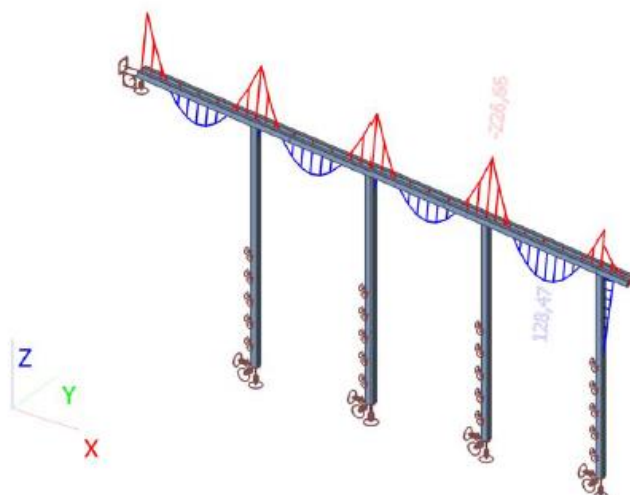
The diagram shows a continuous beam with four supports. The beam is inclined downwards from left to right. The load is represented by green downward arrows of varying lengths, indicating a trapezoidal distribution. The load intensity starts at 5.00 on the left and decreases to 0.00 on the right. The beam is supported by four vertical columns. The first support on the left is a roller support, and the other three are fixed supports. A coordinate system is shown in the bottom left corner with X, Y, and Z axes.



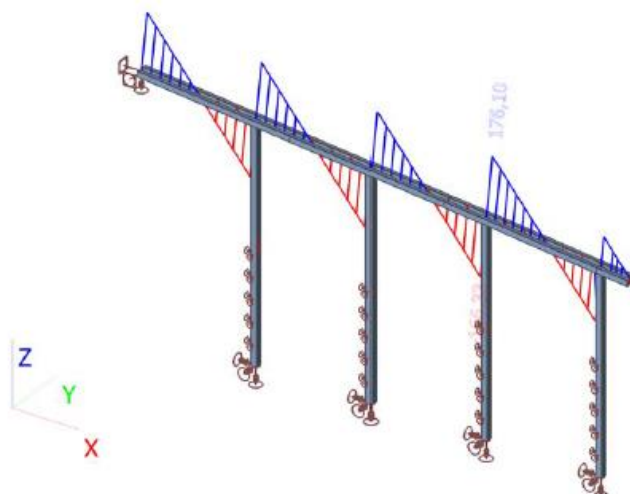
Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

Luifelconstructie  
Maashaven  
Balkberekening  
Nic Meisen

#### 16. Interne krachten in staaf; My UGT



#### 17. Interne krachten in staaf; Vz UGT

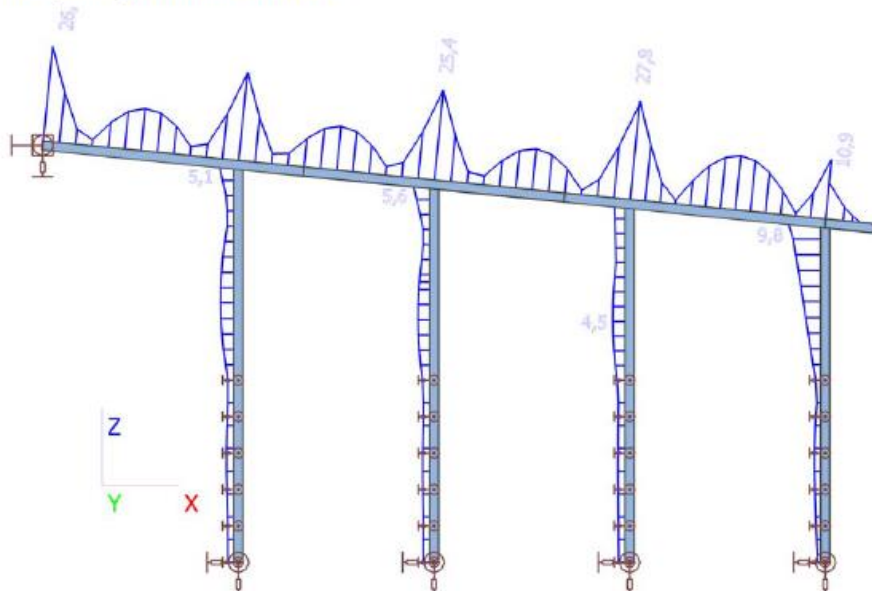




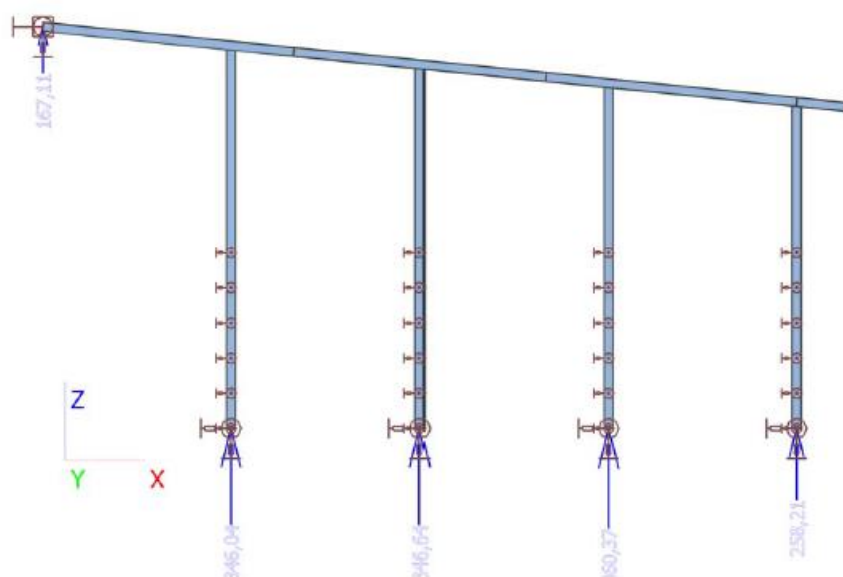
Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

Luifelconstructie  
Maashaven  
Balkberekening  
Nic Meisen

### 18. Spanning; Von Mises Alle UGT



### 19. Reacties; Rz Alle UGT

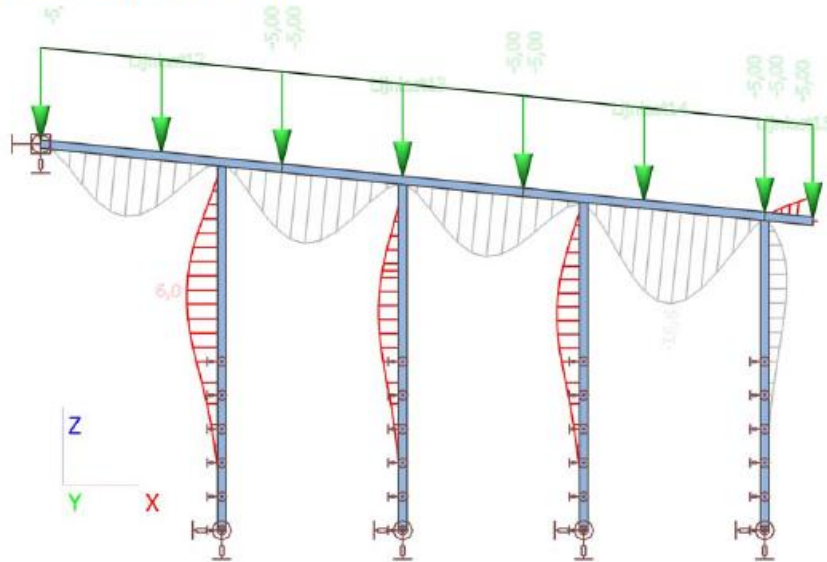




Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

Luifelconstructie  
Maashaven  
Balkberekening  
Nic Melsen

## 20. Relatieve vervorming; uz BGT



## CONTROLE DWARSLIGGER



Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

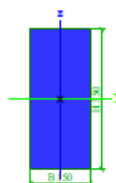
...

## 1. Materialen

| Naam | Type | Massa eenheid<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | E-mod<br>[MPa] | Poisson - nu | G-mod<br>[MPa] | Thermisch uitz.<br>[m/mK] | Houtsoort |
|------|------|---------------------------------------|----------------|--------------|----------------|---------------------------|-----------|
| D70  | Hout | 900,0                                 | 2,0000e+04     | 0            | 1,2500e+03     | 0,00                      | Vast      |

## 2. Doorsneden

|                        |          |
|------------------------|----------|
| Naam                   | CS3      |
| Type                   | RECT     |
| Uitgebreid             | 150; 350 |
| Onderdeelmateriaal     | D70      |
| Bouwwijze              | hout     |
| Pas 2D EEM analyse toe | ✓        |



|                                                       |            |            |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|
| A [m <sup>2</sup> ]                                   | 5,2500e-02 |            |
| A <sub>y, z</sub> [m <sup>2</sup> ]                   | 4,3750e-02 | 4,3750e-02 |
| I <sub>y, z</sub> [m <sup>4</sup> ]                   | 5,3594e-04 | 9,8438e-05 |
| I <sub>w</sub> [m <sup>4</sup> ], t [m <sup>4</sup> ] | 4,7296e-07 | 2,8693e-04 |
| Wel <sub>y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]                 | 3,0625e-03 | 1,3125e-03 |
| Wpl <sub>y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]                 | 5,0773e-03 | 2,1760e-03 |
| d <sub>y, z</sub> [mm]                                | 0          | 0          |
| c <sub>YUCS, ZUCS</sub> [mm]                          | 75         | 175        |
| α [deg]                                               | 0,00       |            |
| A <sub>L, D</sub> [m <sup>3</sup> /m]                 | 1,0000e+00 | 1,0000e+00 |
| Mply <sub>+</sub> , - [Nm]                            | 1,73e+05   | 1,73e+05   |
| Mplz <sub>+</sub> , - [Nm]                            | 7,40e+04   | 7,40e+04   |

## 3. Belastingsgevallen

| Naam | Omschrijving                               | Actie type | Lastgroep | Belastingtype | Richting |
|------|--------------------------------------------|------------|-----------|---------------|----------|
| BG1  |                                            | Permanent  | LG1       | Eigen gewicht | -Z       |
| BG2  | Wilgenmat g=0,75*1,25=0,9375 kN/m          | Permanent  | LG1       | Standaard     |          |
| BG3  | Substraat/balaast 18'0,1'1,25=2,25 [kN/m1] | Permanent  | LG1       | Standaard     |          |
| BG4  | VB q=0,5*1,25=0,625 [kN/m]                 | Permanent  | LG1       | Standaard     |          |
| BG5  | golfbelasting = 0,25 [kN/m]                | Permanent  | LG1       | Standaard     |          |

## 4. Combinaties

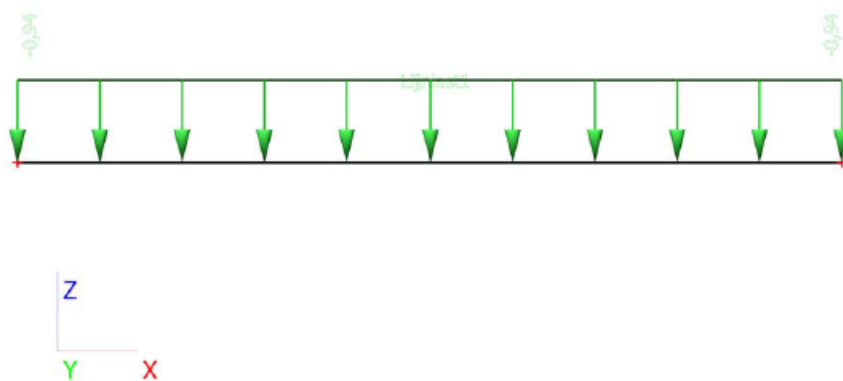
| Naam   | Omschrijving | Type          | Belastingsgevallen                               | Coëff.<br>[-] |
|--------|--------------|---------------|--------------------------------------------------|---------------|
| Combi1 | BGT          | Lineair - BGT | BG1                                              | 1,00          |
|        |              |               | BG2 - Wilgenmat g=0,75*1,25=0,9375 kN/m          | 1,00          |
|        |              |               | BG3 - Substraat/balaast 18'0,1'1,25=2,25 [kN/m1] | 1,00          |
|        |              |               | BG4 - VB q=0,5*1,25=0,625 [kN/m]                 | 1,00          |
| Combi2 | UGT          | Lineair - UGT | BG1                                              | 1,10          |
|        |              |               | BG2 - Wilgenmat g=0,75*1,25=0,9375 kN/m          | 1,10          |
|        |              |               | BG3 - Substraat/balaast 18'0,1'1,25=2,25 [kN/m1] | 1,10          |
|        |              |               | BG4 - VB q=0,5*1,25=0,625 [kN/m]                 | 1,35          |
| Combi3 | BGT          | Lineair - BGT | BG1                                              | 1,00          |
|        |              |               | BG2 - Wilgenmat g=0,75*1,25=0,9375 kN/m          | 1,00          |
|        |              |               | BG3 - Substraat/balaast 18'0,1'1,25=2,25 [kN/m1] | 1,00          |
|        |              |               | BG5 - golfbelasting = 0,25 [kN/m]                | 1,00          |
| Combi4 | UGT          | Lineair - UGT | BG1                                              | 1,10          |
|        |              |               | BG2 - Wilgenmat g=0,75*1,25=0,9375 kN/m          | 1,10          |
|        |              |               | BG3 - Substraat/balaast 18'0,1'1,25=2,25 [kN/m1] | 1,10          |
|        |              |               | BG5 - golfbelasting = 0,25 [kN/m]                | 1,35          |



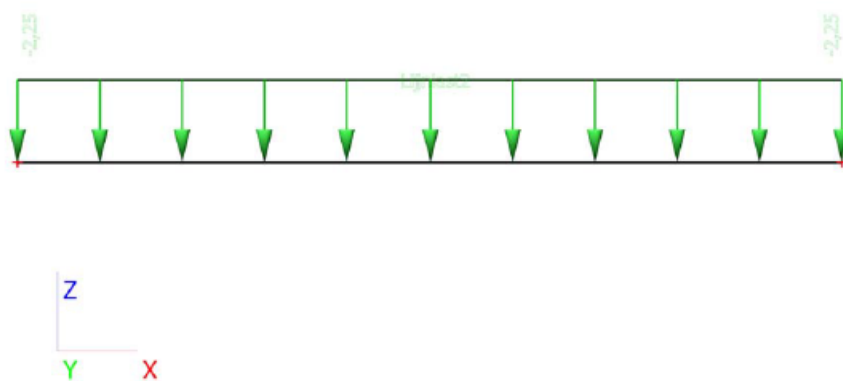
Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

..  
..  
..

5. BG2 / Totale waarde / Waarde / Naam / Label excentriciteit



6. BG3 / Totale waarde / Waarde / Naam / Label excentriciteit

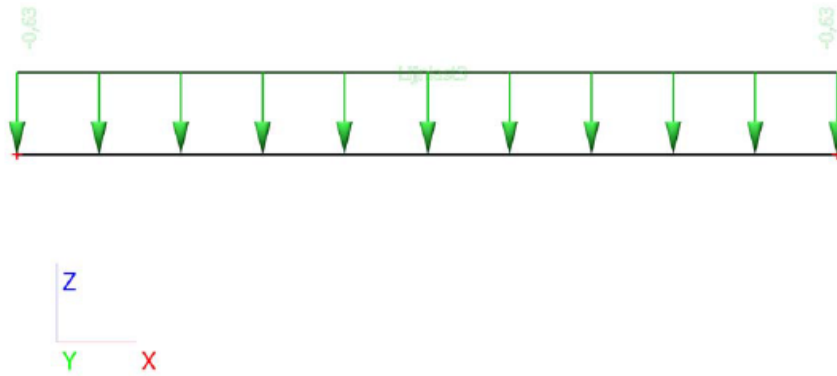




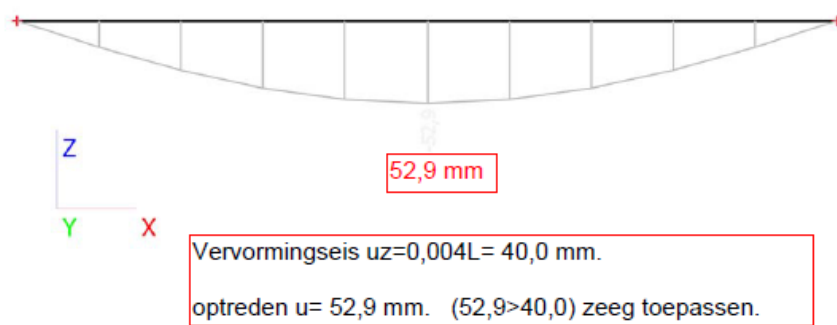
Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

-  
-  
-  
-

## 7. BG4 / Totale waarde / Waarde / Naam / Label excentriciteit



## 8. Relatieve vervorming; uz Alle BGT

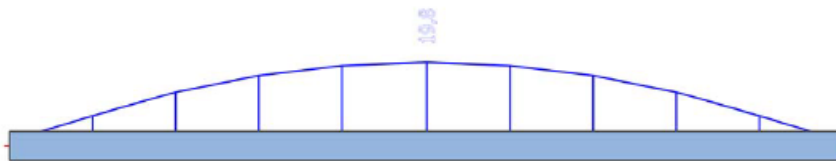




Project  
Onderdeel  
Omschrijving  
Auteur

-  
-  
-

## 9. Spanning; Von Mises



Z

Y

Toelaatbaar spanning =  $70 \cdot 0,8 \cdot 1,0 / 1,3 = 43,0 \text{ N/mm}^2$

optreden =  $19,8 \text{ M/mm}^2$

UC= 0,46 Voldoet!!

## 7 BIJLAGE 7 VOORLOPIG ONTWERP

---



