Haalbaarheidsonderzoek naar Vivace in de Rotterdamse haven

25-4-2013
Auteur: A.J. van der Wal



Port of Rotterdam

University of Applied Sciences
VAN HALL LARENSTEIN
PART OF WAGENINGEN UR

Tauw

Haalbaarheidsonderzoek naar Vivace in de Rotterdamse haven

Versie 7
25-4-2013
Auteur: A.J. van der Wal

Onderzoek naar pilot-locatie, opschaling en financiële haalbaarheid van het VIVACE systeem in de Rotterdamse haven.

Module:	Scriptie in het kader van afstuderen
Opdrachtgever:	Tauw B.V. en Havenbedrijf Rotterdam
Instituut:	Van Hall Larenstein
Plaats:	Leeuwarden
Datum:	25-4-2013

Voorwoord

Voor u ligt het haalbaarheidsonderzoek dat is uitgevoerd, in het kader van mijn afstudeeropdracht, om de mogelijkheden voor een Vivace pilot en de opschaling er van in de Rotterdamse haven te onderzoeken. Dit rapport is gemaakt in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam en onder begeleiding van Tauw B.V. Na het doorlopen van verschillende trajecten zoals het opdoen van systeemkennis, gespreksvoering met de opdrachtgever, het maken van een plan van aanpak, data verzamelen en analyseren en het verwerken van de gegevens, is dit het eindresultaat.

Het onderzoek is uitgevoerd onder de naam van Tauw B.V. Tauw B.V. heeft het onderzoek begeleid en zorgde deels voor data input van het onderzoek. Over het algemeen is onderzoek zelfstandig uitgevoerd. Hierdoor ontstond veel ruimte voor eigen inbreng in het proces. Dit heeft er toe geleid dat ik met een tevreden en voldaan gevoel terug kijk op mijn periode bij Tauw B.V.

Voor het faciliteren en begeleiden van mijn afstuderen bij Tauw B.V. wil ik hierbij in het speciaal Claire de Haan bedanken. Zij heeft het onderzoek ondersteund en begeleid wanneer dat nodig was. Vanuit school wil ik graag mijn twee afstudeerbegeleiders, Peter Smit en Joris Kiestra, bedanken voor hun begeleiding, kritische en heldere feedback op mijn rapportages. Graag wil ik ook dhr. Zwakhals, medewerker van Havenbedrijf Rotterdam, bedanken voor het verstrekken van de opdracht en de positieve motiverende gesprekken.

Ik wens u veel leesplezier en nieuwe ‘know how’ bij het doorlezen van dit haalbaarheidsonderzoek. De methode zoals gebruikt in dit rapport is ook toepasbaar op andere soortgelijke locaties door heel Nederland en internationaal. Ik hoop dat het voldoet aan uw verwachtingen.

Leeuwarden, 19-4-2013

Albert Jan van der Wal
Hbo-student Kust en Zee management



Samenvatting

Havenbedrijf Rotterdam is Europa's grootste energy-port. De brede beschikbaarheid van brandstoffen en elektriciteit is een belangrijke pre voor de energie-intensieve industrie. De elektriciteit wordt opgewekt door middel van kolen, aardgas, warmtekracht, wind en afvalverbranding. Havenbedrijf Rotterdam loopt voorop als het gaat om de ontwikkeling van initiatieven om bedrijven zo energie-efficiënt mogelijk te laten werken. Dit bewerkstelligen ze door: fossiele energie 'schoner' te maken, nieuwe energiebronnen aan te boren en de uitstoot van CO2 te beperken. Havenbedrijf doet in dit verband onderzoek naar alternatieve manieren om energie op te wekken. Het water in de haven staat in directe verbinding met de open zee, zodat het water continu door de getijde beweging van de zee stroomt. Mede hierdoor is het interessant om energieopwekking uit waterkracht te onderzoeken.

Vivace is een waterkracht systeem wat energie opwekt uit langzaam stromend water. Vivace is in Amerika bedacht en ontwikkeld in de periode 2000 tot 2012. In Nederland is Tauw B.V. de initiatiefnemer om het Vivace systeem verder te testen en te ontwikkelen binnen de mogelijkheden die Nederland biedt. In Rotterdam wordt gekeken naar de haalbaarheid van Vivace op twee vooraf aangewezen locaties, De Botlekbrug en Nieuwe waterweg. De eerste stap is om te kijken of het systeem werkt en of een pilot-project mogelijk is. Om dit te bepalen zijn een aantal eisen/criteria opgesteld waaraan de locaties getoetst worden. Het doel van het pilot-project is het onderzoeken van de werking van het Vivace systeem in een getijdengebied. Daarnaast dient te worden onderzocht hoe het materiaal bestand is tegen het brakke water. Hieruit kunnen optimalisaties worden gerealiseerd. Voor de opschaling wordt de economische haalbaarheid van het systeem onderzocht.

Uit de eerste locatiestudie is gebleken dat de stroomsnelheden van het water bij de Botlekbrug gemiddeld hoger liggen dan bij de Nieuwe waterweg (0,78 m/s Nieuwe waterweg tegenover 1,22m/s Botlekbrug). Tevens zijn er goede mogelijkheden voor het opschalen en afzetten van de opgewekte energie. Voor een eerste pilot-project wordt geadviseerd om te beginnen met twee Vivace cilinders, waarmee het systeem getest kan worden in het getijdengebied. De kosten voor een eerste pilot-project bedragen ongeveer € 233.000,- en lijken geen belemmeringen te geven voor scheepvaart en andere havenactiviteiten. Daarnaast zijn de stakeholders positief over het project en lijken er tot nu toe geen tegenstrijdige belangen te zijn. De Botlekbrug is de beste locatie voor opschaling als het gaat om de maximaal te benutten ruimte en aanwezige stroomsnelheid. Uit het rekenmodel is naar voren gekomen dat bij de Botlekbrug 32 Vivace modules geplaatst kunnen worden. Elke module bevat 12 cilinders. Het systeem kan hier per jaar in totaal ongeveer 380.000 kWh energie opwekken. Met de huidige energieprijs van € 0,07 wordt het systeem niet terug verdiend. Wanneer de energieprijs € 0,31 of hoger bedraagt, begint het systeem winstgevend te worden. Dit is echter niet genoeg om het systeem binnen 10 of 15 jaar terug te verdienen. Geconcludeerd kan worden dat het Vivace systeem economisch nog niet haalbaar is.

Summary

The Port of Rotterdam is the biggest energy-port of Europe. The broad availability of fuels and electricity is very important for the intensive energy consumption in the region. The energy that is now produced is generated from coal, natural gas, wind, heat power and waste incineration. The Port of Rotterdam leads the way as it comes to the development of new sustainable initiatives. So that companies can work more energy-efficient, use less fossil fuels, gain new energy sources and reduce the amount of CO2 that is been pushed out in the region. This is why the port of Rotterdam is searching for alternative ways to generate energy. The port is directly connected to the North Sea. The water streams in and out of the port during the tidal movements, every day of the year. This is the reason why it is very interesting to do research in generating energy from the tidal movements.

Vivace is a system that generates power from (slow)water streams. It is founded and developed at the University of Michigan, USA, between 2000 and 2012. Tauw B.V. has taken the initiative to test the Vivace system in the Netherlands. This report is a feasibility study of the Vivace system in the Port of Rotterdam at two selected locations; 'Botlekbrug' and the 'Nieuwe waterweg'. The first step is to see if Vivace theoretically works on the two locations and if a pilot-project is feasible. The aim of the pilot-project is to find out how the system works in a tidal stream and if the material is resistant to the brackish/salty water. Tauw B.V. is able to improve the technology with the results from the pilot-project . The economic feasibility is examined for the up-scaling of the Vivace system.

The first results from the location study show that the speed of the water stream near the Botlekbrug is higher than the stream at the Nieuwe waterweg. The possibilities for up-scaling Vivace are also good. The advice is to start with a pilot-project under the Botlekbrug with two Vivace cylinders. The total costs of this first pilot-project will be around € 233.000,-. There seems to be no threat for the shipping activities near the pilot-location, and the stakeholders are positive about the project and the goal that it aims for. The Botlekbrug is also chosen as a location for the upscaling feasibility of the Vivace system. The outcome of the calculation model brought forward that 32 Vivace modules are suitable for the maximum upscaling of the Vivace system under the Botlekbrug. Each of the 32 modules contains 12 cylinders. The total energy production of 32 Vivace modules will be around 380.000 kWh a year. The Vivace system is not feasible in the current energy market with the energy price of € 0,07 per kWh. Even with a higher price of € 0,31 or higher the Vivace system would not be feasible.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 8
1.1. Methodiek 10
1.2. Leeswijzer 17
2. Locatieonderzoek 18
2.1. Basisuitgangspunten Vivace 18
2.2. Beschrijving van de locaties 19
2.3. Stroomsnelheden op de locaties 22
2.4. Uitgangswaarden ten aanzien van de stroomsnelheden 25
2.5. Scheepvaart 26
2.6. Samenvatting locatieonderzoek 26
2.7. Tussentijdse conclusie locatie/technisch onderzoek 26
3. Pilot-project 27
3.1. Locatie 27
3.2. Kosten 28
3.2.1. Testmodel USA 28
3.2.2. Overname testmodel Nederland 28
3.2.3. Kostenraming pilot 29
3.3. Stappenplan tot realisatie van de pilot 30
Projectplanning VIVACE pilot: 31
4. Opschaling 32
4.1. Uitgangspunten opschaling 32
4.2. Basisafmetingen module opschaling 33
4.3. Installatiemogelijkheden 34
4.4. Vergunningen 35
4.4.1. Wabo 35
4.4.2. Overige wet- en regelgeving 36
4.5. Investeringen 36
4.5.1. Productiekosten 36
4.5.2. Powerstation 37
4.5.3. Installatiekosten 37

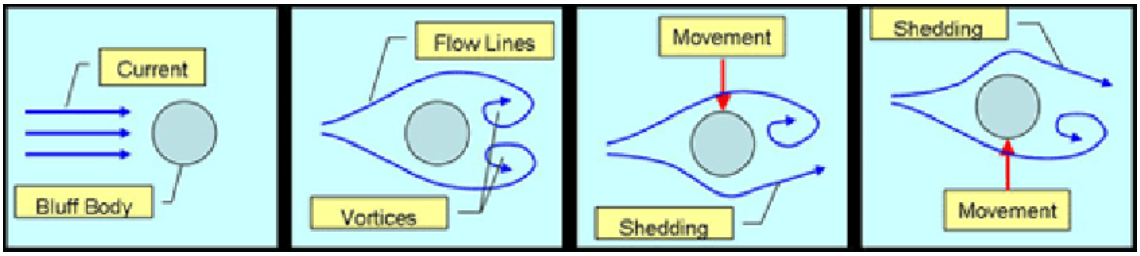
4.5.4. Vergunningen 38
4.5.5. Licentiekosten 38
4.5.6. Volledige investering 38
4.6. Onderhoud- en inspectiekosten 39
4.7. Berekent vermogen 41
4.8. Financiële opbrengsten 42
4.9. Samenvatting opschaling 44
4.10. Subsidies 44
4.10.1. SDE+ 44
4.10.2. Overige subsidies 45
5. Stakeholdersanalyse 46
5.1. Belangen stakeholders 55
5.2. Conclusie stakeholdersanalyse 55
6. Conclusies en aanbevelingen 57
Conclusie 1: 57
Conclusie 2: 58
Conclusie 3: 58
7. Discussie 59
Bronnenlijst 60
Bijlagen 1. Achtergrond Vivace 63
Bijlagen 2. Fotocollage 66
Bijlagen 3. Stakeholders 67

1. Inleiding

Havenbedrijf Rotterdam is Europa's grootste energy-port. Het havengebied biedt de ruimte en mogelijkheden voor energie intensieve bedrijven om zich in het gebied te vestigen. De brede beschikbaarheid van brandstoffen en elektriciteit is een belangrijke pre voor de energie-intensieve industrie (Port of Rotterdam, 2012). Energie en de uitputting van fossiele brandstoffen is al jaren een onderwerp waar op vele niveaus onderzoek naar gedaan wordt en over wordt gediscussieerd. Veel bedrijven beginnen te begrijpen dat de huidige energievoorzieningen niet voldoende zijn om de bedrijvigheid op lange termijn te kunnen bedienen. Bedrijven zoeken nieuwe duurzame manieren om energie op te wekken. Daarnaast geeft het investeren in duurzame energie een duurzame uitstraling en positief imago. Havenbedrijf Rotterdam is van mening dat een schone, duurzame haven de toekomst heeft en hierdoor aantrekkelijker wordt voor bedrijven om zich te vestigen in het havengebied. Havenbedrijf Rotterdam heeft dit vastgelegd in de lange termijn visie waarin Havenbedrijf Rotterdam aangeeft in 2020 'de' energiehaven van Europa te willen zijn (TCE-PoR, 2012). Havenbedrijf Rotterdam loopt voorop bij het ontwikkelen van initiatieven om bedrijven zo energie-efficiënt mogelijk te laten werken, fossiele energie 'schoner' te maken, nieuwe energiebronnen aan te boren en de uitstoot van CO2 drastisch te beperken. Daarom doet het bedrijf onderzoek naar alternatieve manieren om energie op te wekken. Eén van deze nieuwe manieren is energie opwekken uit waterkracht. Waterkracht is in een paar vormen aanwezig; stromend in rivier, getijde en golfslag. Behalve waterkracht bestaan andere manieren om duurzame energie op te wekken, zoals: Geothermische energie, Zonne-energie, Windenergie en Biomassa vergisting (PortofRotterdam, 2012).

Voor Havenbedrijf Rotterdam is waterkracht interessant omdat de haven in directe verbinding staat met de open zee. Hierdoor stroomt het water continu door de getijde beweging van de zee. Havenbedrijf Rotterdam beschikt over ruimte in het water en heeft hiervan de aangrenzende kades in eigen beheer. Doordat het water in de haven continu stroomt zijn waterkrachtsystemen interessant voor Havenbedrijf Rotterdam om energie op te wekken uit stromend water (Zwakhals, 2012).

Vivace is een systeem dat stroom/energie op kan wekken uit langzaam stromend water. De meeste waterkrachtcentrales die nu beschikbaar zijn hebben een behoorlijk snelle stroming nodig om energie op te wekken. Vivace is het eerste systeem dat met een minder sterke waterstroming al energie op kan wekken (Poel, 2011). Vivace genereert energie door het op en neer bewegen van de cilinder. Wanneer een voorwerp (de cilinder) zich in een stroming bevindt ontstaan hierachter wervelingen (vortex). Bij het Vivace systeem wordt van deze kracht gebruik gemaakt. Door de wervelingen wordt op een cilinder kracht uitgeoefend waardoor deze in beweging komt. Deze bewegingsenergie kan worden omgezet met een generator naar elektriciteit , zie afbeelding 1 of bijlage 1 (Vortex-Hydro-Energy, 2011) (Tauw, 2012).



Afbeelding 1. Schematische afbeelding werking VIVACE (labs, 2009)

Het Vivace systeem is tussen 2000 en 2010 ontwikkeld aan de universiteit van Michigan door het bedrijf Vortex Hydro Energy (VHE) in de Verenigde Staten. Tauw B.V. en diverse partners zijn de toepassingsmogelijkheden in Nederland aan het onderzoeken en werken aan de optimalisatie van het systeem en de hoeveelheid energie die het opwekt. In de Rotterdamse haven is naar verwachting voldoende plek om het systeem verder te testen en op te schalen wanneer dit mogelijk is. In de haven is naar verwachting genoeg energetisch vermogen door de invloed van het getij (Tauw, 2012) (Zwakhals, 2012).
Het doel van het onderzoek is om te bepalen of het Vivace systeem technisch gezien werkt in de aanwezige stroomsnelheden en bij opschaling economisch rendabel is op de twee gekozen locaties (Nieuwe waterweg en Botlekbrug) in de haven van Rotterdam. Deze locaties zijn door Havenbedrijf Rotterdam zelf gekozen op basis van de ruimte en de aanwezige stroming. Naast de technische en economische haalbaarheid is een stakeholdersanalyse gemaakt om inzichtelijk te maken welke belangen er spelen voor dat het realisatieproces begint en of deze stakeholders positief of negatief zijn over het Vivace systeem.

De centrale hoofdvragen voor dit onderzoek luiden:
Is het Vivace systeem technisch en economisch haalbaar in de haven van Rotterdam op één van de twee aangewezen onderzoeklocaties? Wat zijn de belangen van de stakeholders en staan de stakeholders positief of negatief tegenover het Vivace systeem?

Om antwoord te geven op de centrale hoofdvraag zijn drie subvragen geformuleerd:

- Werkt het systeem op de locaties?
- Levert het systeem bij opschaling meer op dan het kost?
- Wat zijn de belangen van de stakeholders en worden hun activiteiten belemmerd door het Vivace systeem?

In het rapport wordt onderscheid gemaakt tussen de pilot en de opschaling van het Vivace systeem. Daarnaast wordt in het rapport onderscheid gemaakt in de resultaten van de locatiestudie/techniek, financiën (kostenbegroting eerste pilot-project en kosten-batenanalyse bij opschaling) en de stakeholdersanalyse.

1.1. Methodiek

Hieronder staat de methodiek van het onderzoek uitgewerkt waarin wordt beschreven welke methodes zijn gebruikt om tot de resultaten van dit onderzoek te komen.

Werkt het systeem op de locaties?

Het systeem vereist een aantal minimale eisen waaraan een locatie moet voldoen zodat het systeem werkt en energie opwekt. Voorafgaand aan het data verzamelen is een lijst met eisen/criteria opgesteld (zie tabel 1). Als technisch uitgangspunt voor deze eisen/criteria zijn de eigenschappen het Vivace systeem genomen (Vortex-opgaven, 2012). De locatie eisen/criteria zijn na het bezoek aan de locaties opgesteld. Zo zijn bereikbaarheid, installatiemogelijkheden en goede afzetmogelijkheden ook van belang op het financiële aspect. Een slechte bereikbaarheid leidt tot hogere installatiekosten omdat middelen zoals een kraan moeilijk op de plek kunnen komen.

Per locatie wordt gekeken of er voldaan wordt aan de gestelde eisen. De resultaten van deze lijst worden later in de analyse gebruikt om te bepalen welke locatie het meest geschikt is voor een eerste pilot en mogelijk de latere opschaling. Wanneer de beide locaties onvoldoende geschikt blijken te zijn wordt vroegtijdig een tussentijdse conclusie getrokken dat een pilot-project en opschaling van het systeem niet haalbaar is.

Locatie: Eisen/criteria:	Ponton Nieuwe waterweg	Botlekbrug
Stroomsnelheid minimaal 25% van de tijd 1 m/s of meer		
Totaal volume geschikt voor minimaal 1 module		
Bestaande afzet mogelijkheid van energie		
Bereikbaarheid van de locatie		
Installatiemogelijkheden op locatie		

Tabel 1. Lijst met eisen voor de locaties

Voor het beantwoorden van deze eisen/criteria zijn de volgende methoden toegepast:

- Desk onderzoek
- Interview/gesprek opdrachtgever
- Veldonderzoek

Deskresearch:

In de deskresearch is gezocht naar harde data. Hierbij is onderzocht wat de stroomsnelheden zijn op de locaties en wat de afmeting van het Vivace systeem voor deze locaties wordt. Deze gegevens zijn later in het onderzoek van belang om te berekenen hoeveel energie er opgewekt kan worden.

Stroomsnelheden:
De stroomsnelheden op locaties zijn verkregen via een online registratiesysteem, Amethyst, van Rijkswaterstaat/Helpdeskwater. Amethyst is een online database met actuele en historische meetgegevens die verkregen worden via meetpalen die op strategische plekken in het water staan. Officieel dienen deze palen om de scheepvaart te informeren met actuele informatie over de stroomsnelheid, waterstand, windkracht en golfslag (Hydrometeo, 2012).

Voor het onderzoek is gekeken welke meetpalen het dichtst bij de onderzoeklocaties staan. Deze palen staan bij: de Maasmond en Spijkenissebrug zie afbeelding 2, 3, 4 en 5. Omdat op de website alleen de actuele data te vinden is, is de Helpdeskwater via email benaderd met de vraag of de historische data verkrijgbaar is. Binnen twee werkdagen kwam hierop reactie inclusief de benodigde data.

Om de frequenties van de stroomsnelheden te bepalen zijn, vanuit de databases van beide locaties, vier willekeurige dagen gekozen. In het Microsoft office Excel is vervolgens een nieuwe database aangemaakt met daarin de gekozen dagen. Door middel van een rekenformule is gekeken hoe vaak het in die vier dagen sneller stroomt dan 1m/s. Er is gekozen voor een kleine database om zo een eerste haalbaarheid te berekenen van het systeem.



Afbeelding 2. Meetpaallocatie Maasmond (Hydrometeo, 2012)



Afbeelding 3. Meetpaallocatie Spijkenissebrug (Hydrometeo, 2012)



Afbeelding 4. Meetpaal Rijkswaterstaat (Rijkswaterstaat, 2013)



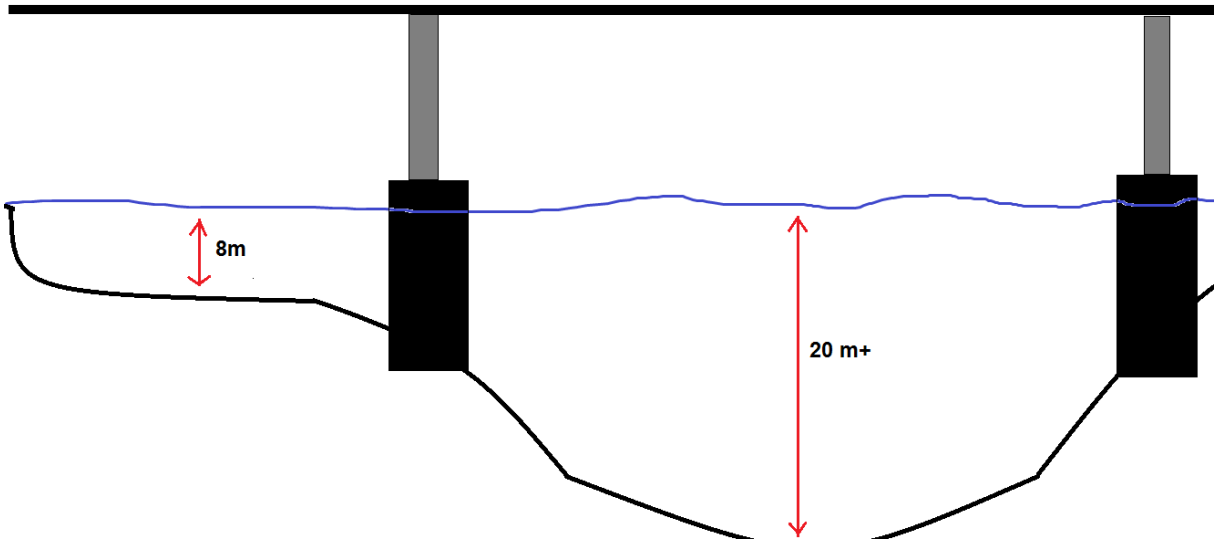
Afbeelding 5. Totaal overzicht van de meetpunten(groen) en de onderzoeklocaties (geel) (Google-Earth)

Afmetingen:

Het Vivace systeem kan aangepast worden aan de locatie. Voor de gegevens van de afmetingen is contact opgenomen met de ontwikkelaars van Vivace, het Amerikaanse bedrijf Vortrex Hydro Energy (Vortex-opgaven, 2012). Aan de hand van hun proefopstelling zijn waardes vastgesteld waarmee de potentiële afmetingen van het systeem berekend kunnen worden en hoeveel afstand er tussen de installaties moet zitten zodat het systeem efficiënt blijft werken.

Per locatie is gekeken hoeveel kubieke meter water potentieel benut kan worden. Hierbij wordt gekeken naar de lengte, breedte en diepgang (waterstand) van de locaties. In dit onderzoek wordt geschat dat het langs de oevers minder diep is als in de vaargeul van de schepen.

In de vaargeulen staat meer dan 20 meter water om de grootste mammoettankers ter wereld in de haven te ontvangen (Mainport, 2008). Voor dit onderzoek wordt de maximale diepte op de onderzoeklocaties geschat op 8 meter, zie afbeelding 6. Daarnaast is vanuit hun proefopstelling een waarde gegeven voor het aantal Watt per kubieke meter water (volume) wat bij een bepaalde stroomsnelheid gehaald wordt. Met die gegevens kan berekend worden of het systeem theoretisch werkt en hoeveel stroom het systeem potentieel opwekt (Vortex-opgaven, 2012).



Afbeelding 6. Illustratie van de kanaalbodem bij de Botlek brug.

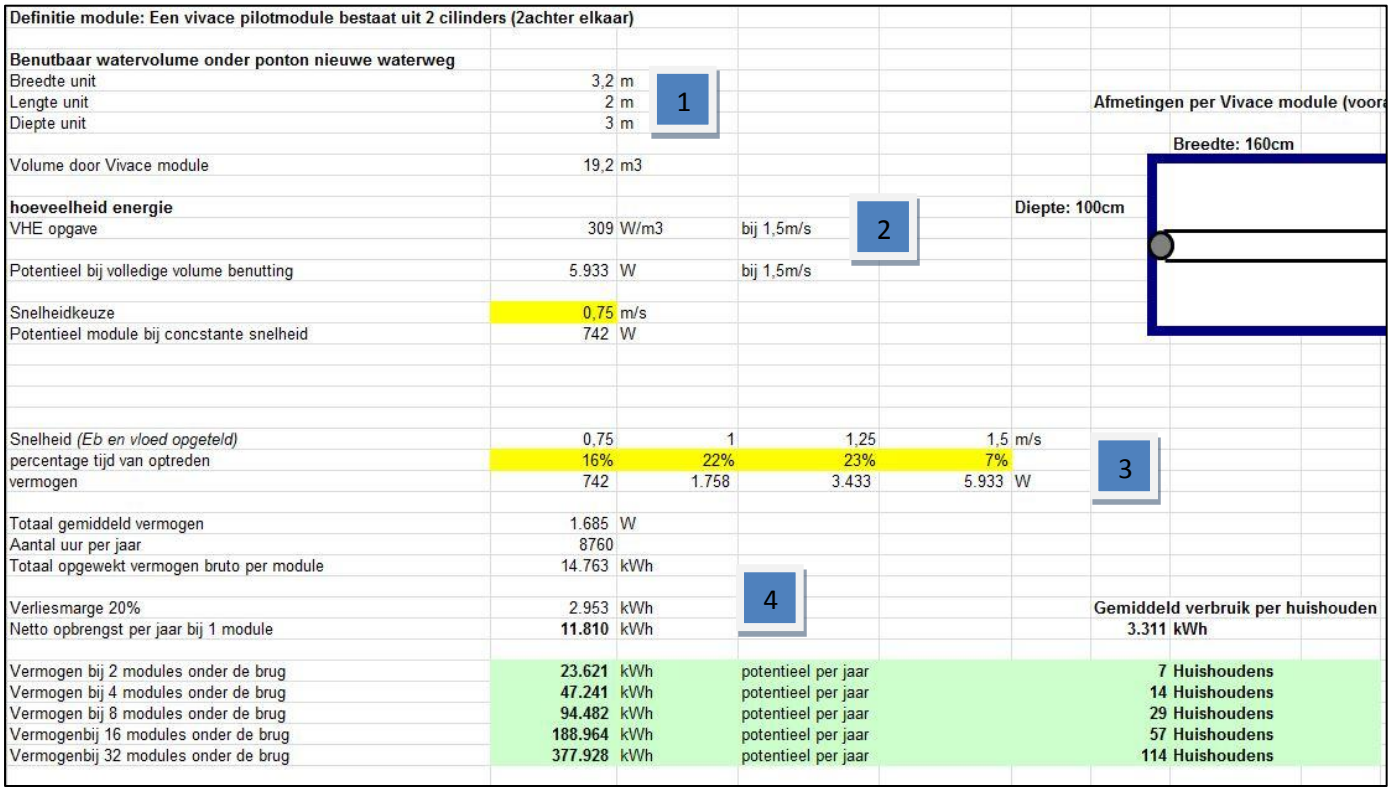
Energiepotentieel:

Voor het berekenen van het energiepotentieel is een speciaal rekenmodel gemaakt, zie afbeelding 8. In dit rekenmodel wordt allereerst bepaalt welke afmetingen het Vivace systeem in totaal heeft. Aan de hand van de afmetingen kan berekend worden hoeveel kubieke meter water door het systeem kan stromen, zie afbeelding 8 stap 1. Om te berekenen hoeveel Watt het systeem, met de betreffende afmetingen, maximaal op kan wekken wordt aan de hand van de gegevens die verkregen zijn van VHE het aantal W/m³ vermenigvuldigd met het volume wat door het systeem kan, zie afbeelding 8 stap 2. De maximale opbrengst wordt gehaald bij 1,5 m/s stroomsnelheid. Wanneer het sneller stroomt bestaat een grote kans dat het systeem niet meer optimaal functioneert of zelfs op hol slaat (Pragt, 2012-2013). Aangezien de stroomsnelheden fluctueren is uitgerekend hoeveel energie het systeem opwekt bij wisselende stroomsnelheden over een geheel jaar. Hierbij wordt allereerst in een percentage uitgerekend hoe vaak bepaalde stroomsnelheden voorkomen, zie afbeelding 8 stap 3.

Uiteindelijk is de uitkomst het gemiddelde vermogen (Watt) wat over de tijd wordt opgewekt. Dit wordt vermenigvuldigd met de tijd. Hieruit komt het aantal bruto kWh.
Doordat energie getransporteerd wordt via kabels en het systeem eens per jaar onderhoud nodig heeft (daarbij stil staat) wordt gerekend met een verliesmarge van 20% op de bruto energieopbrengst, zie afbeelding 8 stap 4 (Pragt, 2012-2013).

	1,50		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	**Meetmomenten** 541
Gemiddeld	**1,21**	**Totaal**	0	0	0	26	39	38	23	31	26	30	49	91	126	36	0	
		Range	-1,75	-1,63	-1,38	-1,13	-0,88	-0,63	-0,38	0,00	0,38	0,63	0,88	1,13	1,38	1,63	1,75	
		Percentage	0%	0%	0%	5%	7%	7%	4%	6%	5%	6%	9%	17%	23%	7%	0%	
		Cumulatief	71%	71%	71%	76%	83%	90%	94%	100%	94%	89%	84%	75%	58%	35%	28%	

Afbeelding 7. Percentage van gemeten stroomsnhelheden + de gemiddelde stroomsnelheid op locatie



Afbeelding 8. Rekenmodel VIVACE

Interview/gesprek opdrachtgever en veldonderzoek:
Er is samen met de opdrachtgever een bezoek gebracht aan de locaties. Hier was de gelegenheid voor het stellen van vragen en het maken van foto's van de locaties. In bijlage 2 staat een fotocollage van de locaties.

Levert het systeem bij opschaling meer op dan het kost?
Van te voren is vastgesteld dat voor het beantwoorden van deze vraag de volgende activiteiten en middelen nodig waren:

- Contact met bouwer Vivace voor kosten systeem
- Eerder gemaakte rapportages bestuderen
- Overleg met interne deskundigen

In eerder gemaakte haalbaarheidsstudies zijn kostenramingen gemaakt. Samen met de prijsopgave van het systeem (gegeven door VHE) dienen deze als input voor de kostenbegroting voor dit project. Nadat hiervoor de eerste opzet is gemaakt, is dit samen met de interne deskundigen van Tauw B.V. overlegd en aangepast (vdWal-Haan, 2012-2013).

De opbrengsten zijn berekend aan de hand van de technische gegevens die eerder verkregen zijn (zie rekenmodel). Hiermee is berekend hoeveel energie opgewekt wordt en wat dit cijfermatig zou besparen op de energie huishouding van Havenbedrijf Rotterdam.

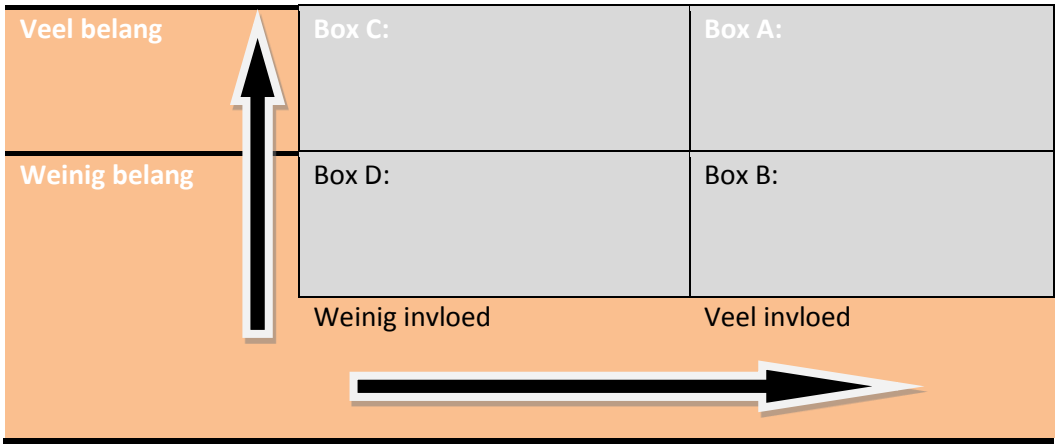
Wat zijn de belangen van de stakeholders en worden hun activiteiten belemmerd door het Vivace systeem?

Van te voren is vastgesteld dat voor het beantwoorden van deze vraag en het invullen van de matrix de volgende methoden en activiteiten nodig waren:

- Gesprek met opdrachtgever
- Contact leggen met geïnventariseerde stakeholders en deze interviewen
- Onderzoek op de websites van de stakeholders

Voor het beantwoorden van deze vraag is gekeken welke partijen direct bij het project betrokken zijn/worden en wat hun belangen zijn. Daarnaast wordt gekeken naar de mogelijke rol in het (realisatie)proces, de activiteiten van stakeholders en of deze mogelijk hinder ondervinden van het Vivace systeem. Middels een venn-diagram is aangegeven of de stakeholders positief of negatief tegenover het Vivace systeem staan en hoe de relatie van de stakeholders is ten opzichte van Havenbedrijf Rotterdam.

De gegevens die voortkomen uit de interviews worden gebruikt in een belangen/invloedmatrix (zie tabel 2). Hierbij wordt gekeken welke partijen belang bij het project hebben en hoeveel invloed de stakeholders hebben. Daarnaast wordt geïnventariseerd welke partijen overeenkomsten hebben en welke van elkaar verschillen (Algemeen-Ministerie, 2013).



Tabel 2. Belangen/invloedmatrix

Uitleg belangenmatrix:

Box A: De partijen in deze box hebben een grote invloed op het project/proces. Daarnaast hebben ze een groot belang bij de uitkomst ervan. Ze zijn actief betrokken.

Box B: De partijen in box B hebben veel invloed. Met hun invloed kunnen ze de uitkomst van het project/proces sterk beïnvloeden. Hun belang is echter niet zeer groot. Deze partijen zijn niet direct betrokken, maar worden wel in de gaten gehouden.

Box C: Partijen die in deze box staan hebben veel belang bij de uitkomst van het project. Ze hebben verder weinig invloed op het verloop ervan.

Box D: De partijen in deze box, met weinig belang en weinig invloed bij/in het project spelen geen sleutelrol in het behalen van een succesvol resultaat (Algemeen-Ministerie, 2013).

Gesprek met opdrachtgever:
Om te inventariseren welke partijen mogelijk betrokken zijn wordt gebruik gemaakt van de kennis van de opdrachtgever. Deze geeft inzichtelijk waar welke bedrijven/partijen gevestigd zijn en wat hun activiteiten zijn.

Contact leggen met de stakeholders:
Het contact en interviewen met de stakeholders wordt gelegd via de telefoon. Hiervoor is gekozen omdat dit kosten en tijdbesparend is in tegenstelling tot bijvoorbeeld persoonlijke bezoeken. Tijdens de interviews is onderzocht welke belangen de stakeholders hebben en of ze positief of negatief over het systeem zijn. Daarnaast wordt ingeschat hoeveel invloed de stakeholders mogelijk hebben in het proces.

Websites:
Op de websites staan vaak de visies van organisaties en andere nuttige informatie. Deze informatie wordt ter ondersteuning van de interviews gebruikt.

1.2. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staan de resultaten uit het locatie onderzoek. Hierin staan de gegevens die antwoord geven op vraag of Vivace theoretisch werkt op de onderzoeklocaties.

Hoofdstuk 3 geeft de omschrijving en het doel van een Vivace pilot-project. Daarbij is een eerste kostenraming gemaakt om een indicatie te geven wat een pilot-project kost.

In hoofdstuk 4 staan de algemene invoerafmetingen die bepaald zijn voor de opschaling van het Vivace systeem. Daarnaast is een investeringsbegroting gemaakt en zijn de opbrengsten berekend wanneer het systeem volledig is opgeschaald.

In hoofdstuk 5 staan de belangen en houding van de stakeholders ten opzichte van het Vivace systeem. Daarbij staat middels een matrix welke mate van invloed de stakeholders hebben.

Hoofdstuk 6 staan de conclusies en aanbevelingen van dit haalbaarheidsonderzoek.

Hoofdstuk 7 Discussiepunten uit het onderzoek.

2. Locatieonderzoek

Het systeem vereist een aantal minimale eisen waaraan een locatie moet voldoen zodat het systeem werkt en daarmee energie opwekt. Per locatie wordt gekeken of er voldaan wordt aan de gestelde eisen. De resultaten van deze lijst worden later in de analyse gebruikt om te bepalen welke locatie het meest geschikt is voor een eerste pilot-project. Wanneer beide locaties theoretisch ongeschikt zijn kan vroegtijdig de conclusie getrokken worden dat een pilot-project en opschaling van het systeem niet haalbaar is.



Afbeelding 9. Onderzoeklocaties en kantoor Havenbedrijf Rotterdam (Google-Earth)

2.1. Basisuitgangspunten Vivace

Om te bepalen of de locaties geschikt zijn voor het toepassen van VIVACE zijn in dit onderzoek een aantal criteria/eisen opgesteld (zie Hoofdstuk 1. Methodiek). Deze criteria zijn van primair belang om te bepalen of het systeem haalbaar is. Hieronder staan de criteria/eisen nogmaals weergegeven:

- De stroomsnelheid minimaal 25% van de tijd 1 m/s of meer
- Totaal volume geschikt voor 1 module (pilot formaat)
- Bestaande afzetmogelijkheid voor de opgewekte energie
- Bereikbaarheid van de locatie
- Installatiemogelijkheden op locatie

2.2. Beschrijving van de locaties

Op de afbeeldingen 8 t/m 13 staan de twee onderzoeklocaties weergegeven. Deze locaties zijn aangegeven door de opdrachtgever zelf. Deze zijn door de opdrachtgever gekozen omdat er stroming aanwezig is en ruimte. Na een bezoek aan de locaties is duidelijk geworden dat op de locaties voldoende ruimte is om een Vivace systeem te plaatsen.

De twee locaties in het havengebied bevinden zich beide in een rivier/kanaal. De diepte van het water langs de oevers ligt gemiddeld op beide locaties ongeveer op 8 meter (Zwakhals, 2012). De diepte bij de vaargeul is dieper aangezien de haven schepen ontvangt die een waterniveau van meer dan 20 meter nodig hebben. De diepte van het water is van belang bij het opschalen van het aantal cilinders, omdat deze meer ruimte innemen. Voor een eerste pilot-project wordt nog niet de volledige ruimte op de locaties benut. Per locatie is gekeken hoeveel m^3 stromend water aanwezig is. Hierbij zijn de volgende afmetingen op de locaties vastgesteld.

Ponton Nieuwe waterweg:
L 25m x B 3,5m x D 8m = 700 m^3 (Zwakhals, 2012)

Botlekbrug:
L 20m x B 55m x D 8m = 8800 m^3 (Wegenwiki, 2010)

Ponton in de nieuwe waterweg

Bereikbaarheid:

Locatie 1 is het ponton in de Nieuwe waterweg. Het ponton ligt in de Nieuwe waterweg naast het Educatief informatie centrum wat gevestigd is op de landtong Rozenburg. Deze locatie is goed per auto goed bereikbaar. Voor het installeren van een Vivace systeem is het makkelijker om via het water een Vivace module te installeren aan het oranje ponton, aangezien het ponton ongeveer 15 meter van de waterkant af ligt. Daarnaast zit er tussen het Educatief informatie centrum en het ponton nog een dijk en stuk grasland. Dit is niet gemakkelijk te bereiken met een auto.

Installatiemogelijkheden:

Op de locatie Nieuwe waterweg zou het Vivace systeem gemakkelijk onder het ponton kunnen hangen.

Afzetmogelijkheden:

De opgewekte energie uit een pilot-project zou naar het Educatief informatie centrum afgezet kunnen worden. Hiervoor ligt al een bestaande leiding die nu dienst doet voor de lantaarnverlichting.



Afbeelding 10. (A) is locatie educatiecentrum (Google-Earth)



Afbeelding 11. Ponton



Afbeelding 12. Educatief informatiecentrum

Botlekbrug

Bereikbaarheid:

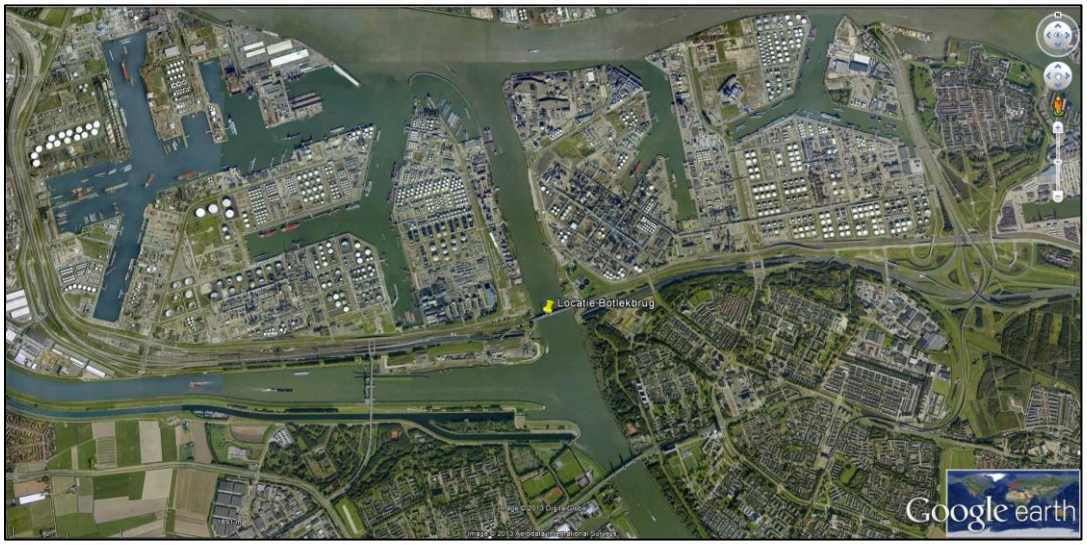
De tweede locatie voor een mogelijk pilot-project is onder de Botlekbrug ten zuidoosten van de derde petroleumhaven. De Botlekbrug is zeer goed bereikbaar met de auto. Daarnaast zijn er goede toegangswegen voor zware vrachtauto's of kraanauto's die nodig zijn om Vivace te installeren. Tevens is hier genoeg plek om vanaf het water te opereren.

Installatiemogelijkheden:

Bij de Botlekbrug zou Vivace, tussen de eerste pijler en vaste wal, op de bodem bevestigd kunnen worden middels een betonnen fundering. Hangend aan de brug zou theoretisch kunnen, maar gezien de hoogte van de brug (te hoog) lijkt dit niet een geschikte optie.

Afzetmogelijkheden:

De opgewekte energie kan gebruikt worden voor de verlichting op de brug of de brugsignalen.



Afbeelding 13. (A) locatie Botlekbrug. (Google-Earth)



Afbeelding 14.Onder de Botlekbrug



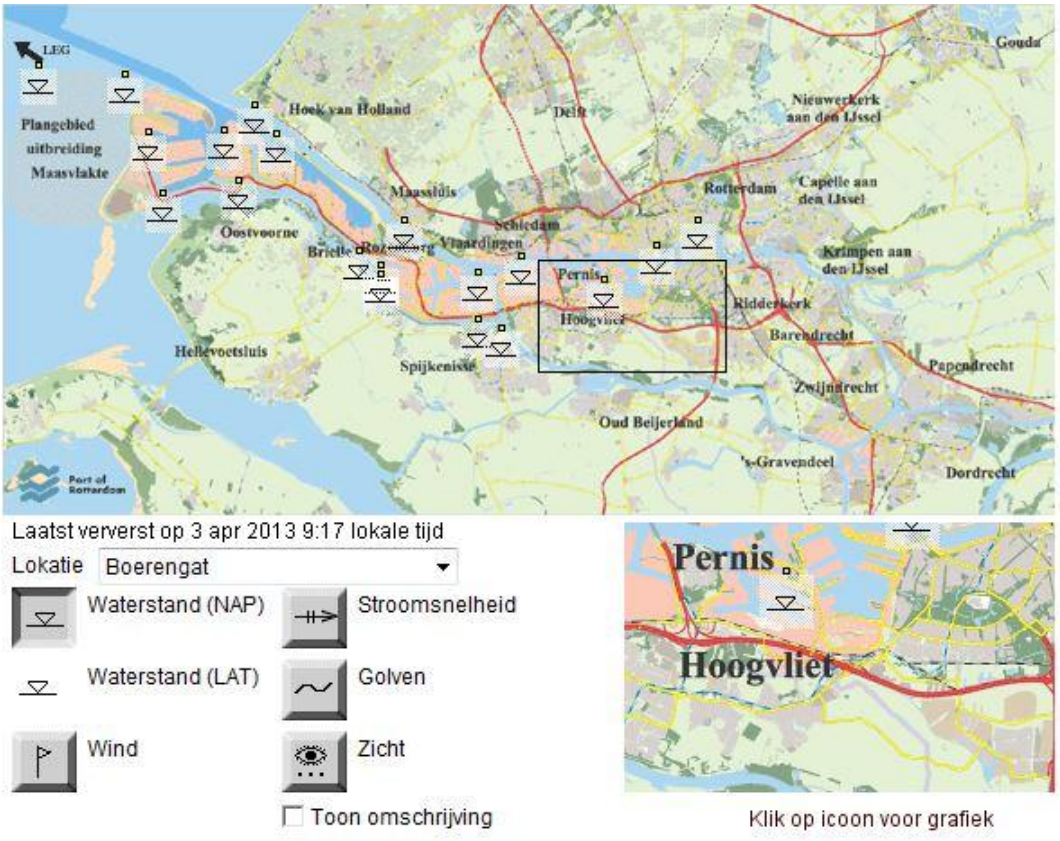
Afbeelding 15. Onder de Botlekbrug

2.3. Stroomsnelheden op de locaties

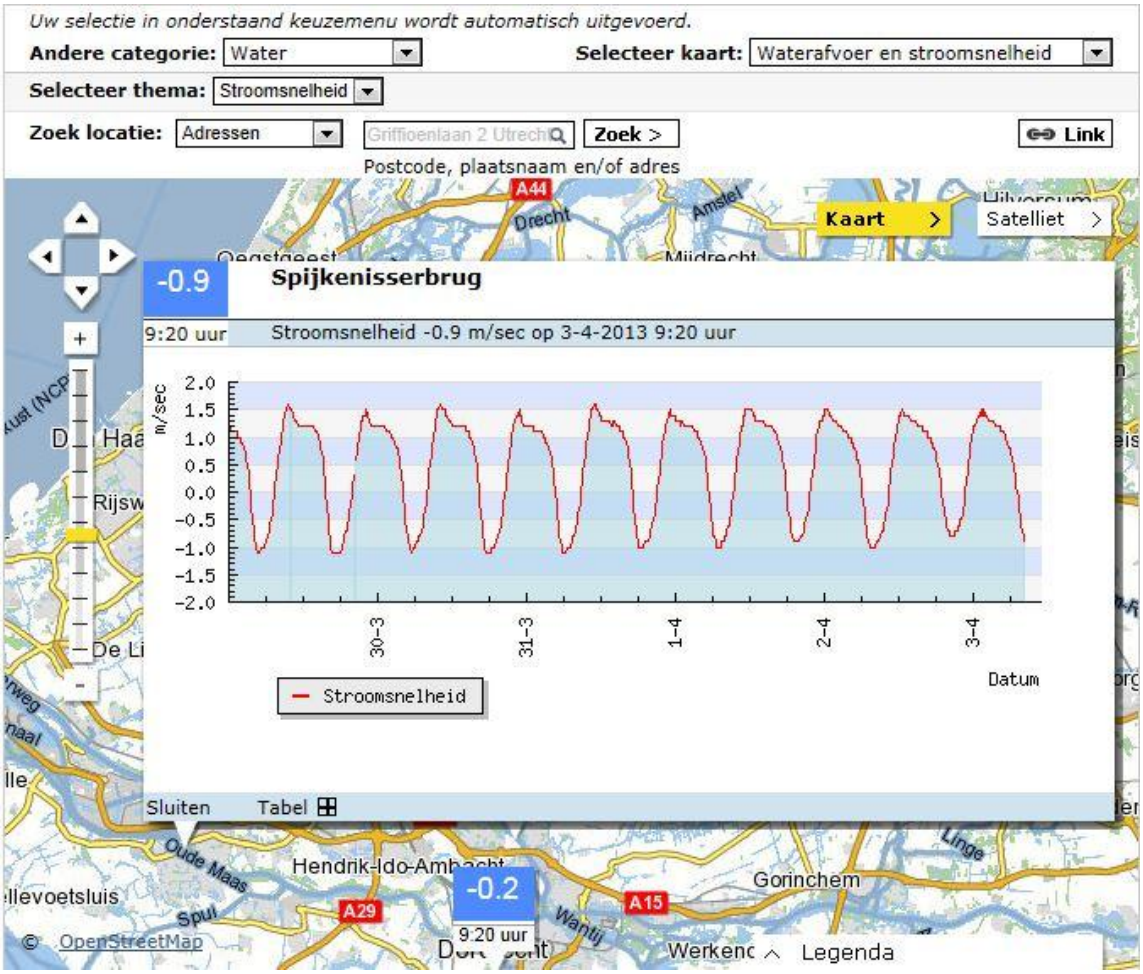
Het Vivace systeem werkt in stromend water met een snelheid vanaf ongeveer 0,75 tot 1,5 m/s. De stroomsnelheden 0,75 tot 1,5 m/s zijn gebaseerd op de laboratoriumtests en de eerste open water test, die gedaan zijn in Amerika (Vortex-Hydro-Energy, 2011). Voor dit onderzoek wordt uitgegaan dat Vivace minimaal 1m/s stroomsnelheid nodig heeft om optimaal te kunnen functioneren.

Voor beide onderzoekslocaties zijn de stroomsnelheden geïnventariseerd. Rijkswaterstaat heeft op twee locaties, Maasmond en Spijkenissebrug, meetpalen staan. Deze meetpalen staan het dichtst bij de onderzoekslocaties en meten de stroomsnelheid van het water. De meetgegevens van deze locaties zijn gebruikt voor het berekenen van de potentiële opbrengsten van het Vivace systeem.

De stroomsnelheden zijn verkregen door een uitvraag te doen bij de Helpdeskwater van Rijkswaterstaat. De actuele stroomsnelheden zijn zichtbaar via het zogenaamde Amethyst. De afbeeldingen 16 en 17 laten zien hoe dit er op het scherm uit ziet.

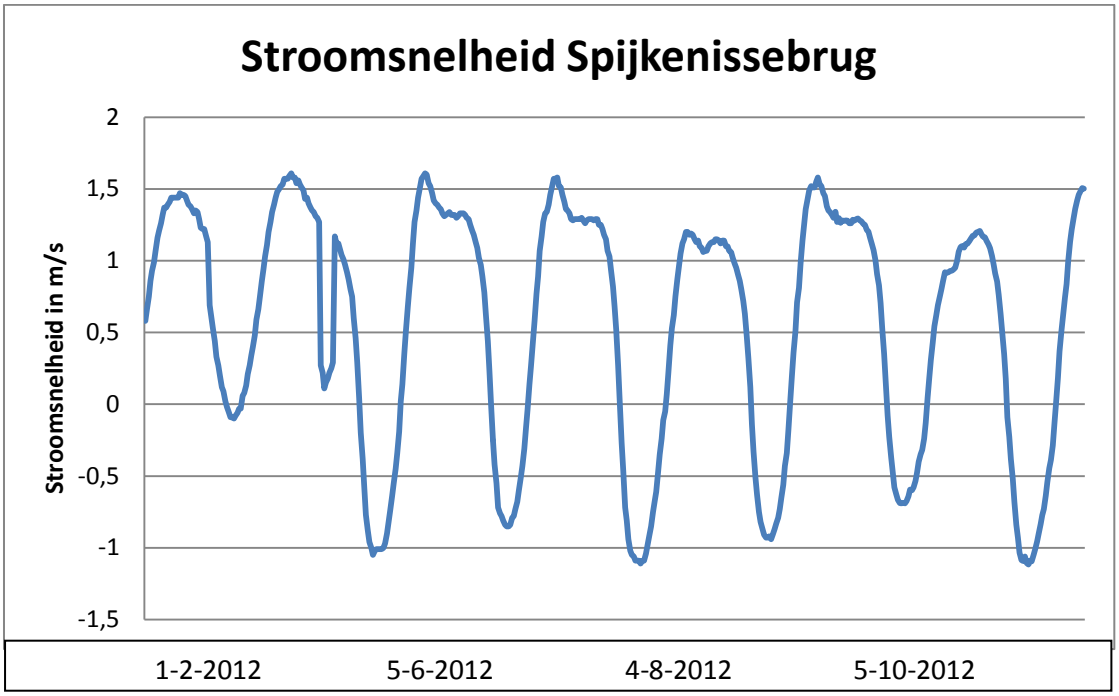


Afbeelding 16. Amethyst kaart Port of Rotterdam (Hydrometeo, 2012)

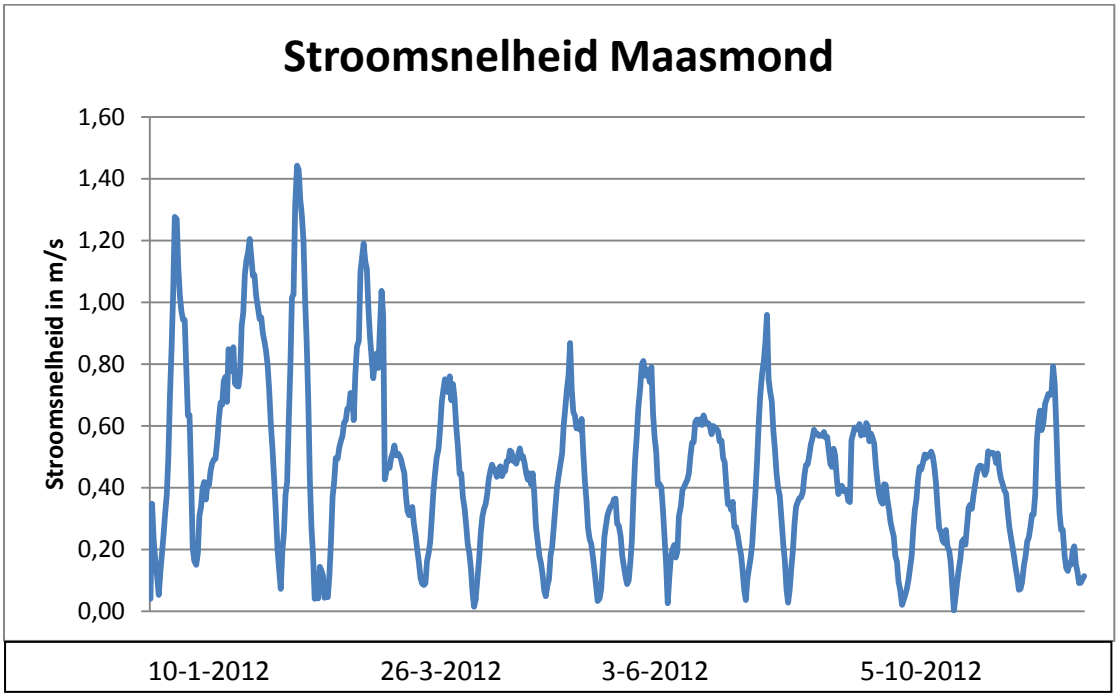


Afbeelding 17. Actuele data (stroomsnelheid) bij de Spijkenissebrug (Hydrometeo, 2012)

Op afbeelding 17 is duidelijk te zien hoe de getijdenstroming twee keer per dag plaats vindt.
De datahistorie, die verkregen is vanuit de Helpdeskwater laat een soortgelijke golfbeweging zien. Hierin is duidelijk te zien dat de stroming twee kanten op gaat doordat het een getijde beweging is, zie grafiek 1 en 2.



Grafiek 1. Meetgegevens stroomsnelheid Spijkenissebrug (Helpdeskwater, 2012)



Grafiek 2. Meetgegevens stroomsnelheid Maasmond (Helpdeskwater, 2012)

Voor de haalbaarheid van het Vivace systeem is het noodzakelijk om te weten hoeveel procent van de tijd het water tussen de 1 en 1,5 m/s stroomt. Doordat beide locaties onderhevig zijn aan getijde is de stroomsnelheid goed te meten. Alle meetmomenten zijn verwerkt in een apart databestand in Excel. Hierin is een formule toegepast waarin gemeten is hoe vaak het procentueel voorkomt dat het water sneller stroomt dan 1m/s.

2.4. Uitgangswaarden ten aanzien van de stroomsnelheden

Snelheid (Eb + vloed)	0.75	1	1.25	1.5	m/s
Percentage tijd van optreden	16%	22%	23%	7%	

Tabel 3. Percentage stroomsnelheden Spijkenisserbrug/Botlekbrug

Snelheid (Eb + vloed)	0.75	1	1.25	1.5	m/s
Percentage tijd van optreden	9%	4%	1%	0%	

Tabel 4.Percentage stroomsnelheid Maasmond/Nieuwe waterweg

Bij de stroomsnelheid van de Maasmond is te zien dat het water zelden sneller stroomt dan 1 m/s. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de meetlocatie praktisch in zee staat. De stroomsnelheid nabij het ponton in de Nieuwe waterweg is naar alle waarschijnlijkheid sneller. De resultaten wijken hiermee waarschijnlijk af van de werkelijke stroomsnelheden op de locatie Nieuwe waterweg. Het wordt aangenomen dat de stroomsnelheid bij de Nieuwe waterweg sneller is, omdat de Nieuwe waterweg een smaller vaarwater is dan de Maasmond. Hierdoor versnelt het water. Dit is gebaseerd op een bezoek (28 oktober 2012) aan de Nieuwe waterweg waar (ogenschijnlijk) goed stromend water zichtbaar was, zie afbeelding 18. Om in de toekomst uitsluitsel te geven over de stroomsnelheden is het nodig om metingen te doen op de locatie bij het ponton.



Afbeelding 18. Zichtbare stroming bij de Nieuwe waterweg (Wal, Stroming Nieuwe waterweg)

2.5. Scheepvaart

Beide locaties brengen bij een pilot-project geen belemmeringen mee voor de scheepvaart. Bij de Botlekbrug is ruimte tussen de vast wal en de eerste peiler waar geen schepen mogen varen. Bij de Nieuwe waterweg is ruimte onder het Ponton. Hier kan geen schip tegenaan komen bij het aanleggen aan het ponton. Dit is vastgesteld bij een bezoek aan de locaties op 28 oktober 2012 (Zwakhals, 2012).

2.6. Samenvatting locatieonderzoek

Om te bepalen of de locaties Botlekbrug en Nieuwe waterweg geschikt zijn voor een eerste pilot-project, is gekeken naar een lijst met eisen/criteria. Deze eisen/criteria zijn op de techniek gericht en dienen als checklist. Aan de hand van deze lijst wordt bepaald/gecontroleerd of de locaties voldoen aan de eisen die het systeem vereist.

De uitkomsten die in het schema staan weer gegeven zijn gebaseerd op de resultaten vanuit het rekenmodel, de data van de meetpalen en het bezoek aan de locaties zelf.

Locatie: Eisen/criteria:	Ponton Nieuwe waterweg	Botlekbrug
Stroomsnelheid minimaal25% van de tijd 1 m/s of meer	X 5%	V 52%
Totaal volume geschikt voor minimaal 1 module (pilot project)	V	V
Direct bestaande afzet mogelijkheid	V	V
Bereikbaarheid van locatie	Redelijk toegankelijk via weg en water	Goed toegankelijk via de weg, goed toegankelijk via water.
Installatiemogelijkheden op locatie	Hangend onder ponton	Op de bodem

Tabel 5. Lijst met technische criteria voor de locatie

2.7. Tussentijdse conclusie locatie/technisch onderzoek

Tussen de locaties Nieuwe waterweg en de Botlekbrug is de Botlekbrug als locatie haalbaar voor het Vivace systeem. De stroomsnelheden zijn voldoende om het Vivace systeem te laten werken. Daarnaast voldoet de Botlekbrug aan de andere eisen die geformuleerd zijn.

Nader te bepalen zijn de exacte stroomsnelheden op de locatie Nieuwe waterweg gedurende een jaar om hier in de toekomst een betere uitspraak over te kunnen doen.

3. Pilot-project

Tot nu is alleen bekend dat het Vivace systeem werkt in de stroming van een rivier. Het pilot-project in de haven van Rotterdam heeft als doel om een aantal aspecten van het Vivace systeem te onderzoeken, zoals; hoe het Vivace systeem zich gedraagt in een getijdenstroming (opstartproces bij getijdenwisseling), materiaal in brakwater en welke technische optimalisaties nodig zijn voor verdere opschaling zodat het systeem nog meer energie oplevert.

Het Vivace systeem is in verschillende afmetingen te fabriceren en kan met aanpassingen bevestigd worden aan verschillende constructies/kunstwerken. Hiermee kan het systeem voor elke locatie aangepast worden. Hierdoor verschilt het per locatie wat verstaan wordt onder een module. In dit project verschillen de modules voor een pilot (1 cilinder is 1 module) en de opschalingmodule (12 cilinders is 1 module). Voor een eerste pilot-project in de haven van Rotterdam wordt geadviseerd twee modules achter elkaar te plaatsen. Deze cilinders worden horizontaal geplaatst in de getijdenstroming. Zo kan getest worden hoe efficiënt de achterste cilinder werkt ten opzichte van de voorste.

3.1. Locatie

Nieuwe waterweg

Vanuit de locatiestudie is naar voren gekomen dat de Nieuwe waterweg niet aan de criteria voldoet (stroomsnelheid) voor een eerste pilot-project. Voor de locatie is niet met zekerheid te zeggen hoe snel het water stroomt. Dit moet in de toekomst gemeten worden om zeker te zijn van de stroomsnelheden op de locatie Nieuwe waterweg.

Botlekbrug

De Botlekbrug voldoet aan alle vooropgestelde locatie criteria. De Botlekbrug is als locatie uitermate geschikt voor het testen en opschalen van het Vivace systeem.

3.2. Kosten

De kosten voor een pilot-project worden het liefst zo laag mogelijk gehouden. Ten tijde van het schrijven van deze rapportage zijn twee mogelijkheden ontstaan;
Overname van het testmodel USA
Overname testmodel Nederland + extra nieuwe cilinder

3.2.1. Testmodel USA

Zoals beschreven in hoofdstuk 1. is Vivace in 2010 getest in de St. Clair River in Amerika. Dit model heeft naar verwachting gewerkt en levert energie. In dit systeem zitten twee cilinders geïnstalleerd.

Afmetingen testmodel USA:
± 3,5m Breed * 4m Diep * de kolom met de cilinder 1,5m lang (Vortex-Hydro-Energy, 2011).

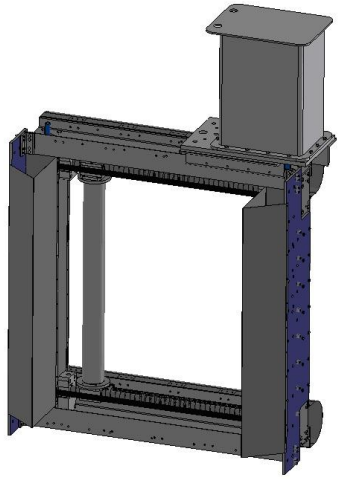


Afbeelding 19. Vivace model USA. (youtube, 2011)

3.2.2. Overname testmodel Nederland

Sinds november 2012 is in Nederland het eerste VIVACE testmodel geïnstalleerd. Het systeem heeft op verschillende locaties gestaan en is daar getest. Het betreft een Vivace module met daarin 1 cilinder. Voor een pilot-project in Rotterdam wordt geadviseerd om met 2 cilinders te testen. Hiermee kan op de eerder genoemde aspecten worden getest, zie 3.1. Daarom moet voor deze optie een tweede Vivace systeem worden aangeschaft.

Afmetingen testmodel Nederland:
±1m Breed * 1m Diep * 0.50m Lang



Afbeelding 20. Demomodel NL. (Bergensen)



Afbeelding 21. Demomodel te Ulft (Bergensen)

Ondanks dat de afmetingen van de twee opties onderling verschillen, zullen de kosten waarschijnlijk gelijk zijn. Voor nu wordt geadviseerd om voor optie 2 te kiezen omdat deze installatie al op korte termijn beschikbaar is. Onderstaande kosten geven weer wat de totale investering is voor een eerste pilot-project in de Rotterdamse haven. Deze kosten zijn gebaseerd op het Vivace testmodel die geplaatst is in de Oude IJssel bij Ulft aangezien die qua omvang ongeveer gelijk is aan dit pilot-project (Haan, 2012).

3.2.3. Kostenraming pilot

De geraamde kosten (excl. BTW) voor de pilot zijn als volgt:	
Vergunningstraject aanvragen en begeleiden	€ 2.500.00
Constructieve tekeningen om module te plaatsen	€ 5.000.00
Realisatie constructie (incl. materiaal)	€ 100.000.00
2 modules (incl. bekabeling naar PTO)	€ 80.000.00
Plaatsing en verwijdering (incl. personele uren)	€ 20.000.00
Monitoren van onderzoek	€ 15.000.00
Projectbegeleiding	€ 5.000.00
Rapportage en overleg	€ 5.500.00
Totale kosten pilot-project	**€ 233.000.00**

Tabel 6. Kostenraming (vdWal-Haan, 2012-2013)

*Nader te bepalen zijn: Eigendomsrechten pilot-project

3.3. Stappenplan tot realisatie van de pilot

Hieronder staan welke stappen moeten worden doorlopen om tot realisatie te komen van het VIVACE pilot-project.

Stap 1. Goedkeuring van de locatie door Havenbedrijf Rotterdam

Hierbij wordt definitief besloten om een pilot-project te starten op de locatie: *Botlekbrug.*

Stap 2. Constructieve tekeningen van de aanleg op locatie

Dit kan worden verzorgd door Tauw B.V. afdeling constructie.

Stap 3. Vergunning check

Uit ervaring is gebleken dat het per locatie kan verschillen of vergunningen nodig zijn voor een pilot of niet. Om hier zeker van te zijn is een check nodig.

Stap 4. Aanschaf modules pilot-project

De order kan geplaatst worden in Amerika. Ondertussen kunnen werkzaamheden worden voorbereid met betrekking tot de plaatsing van de module.

Stap 5. Uitvoering en aanleg

Nadat de modules gearriveerd zijn kan begonnen worden met de installatie

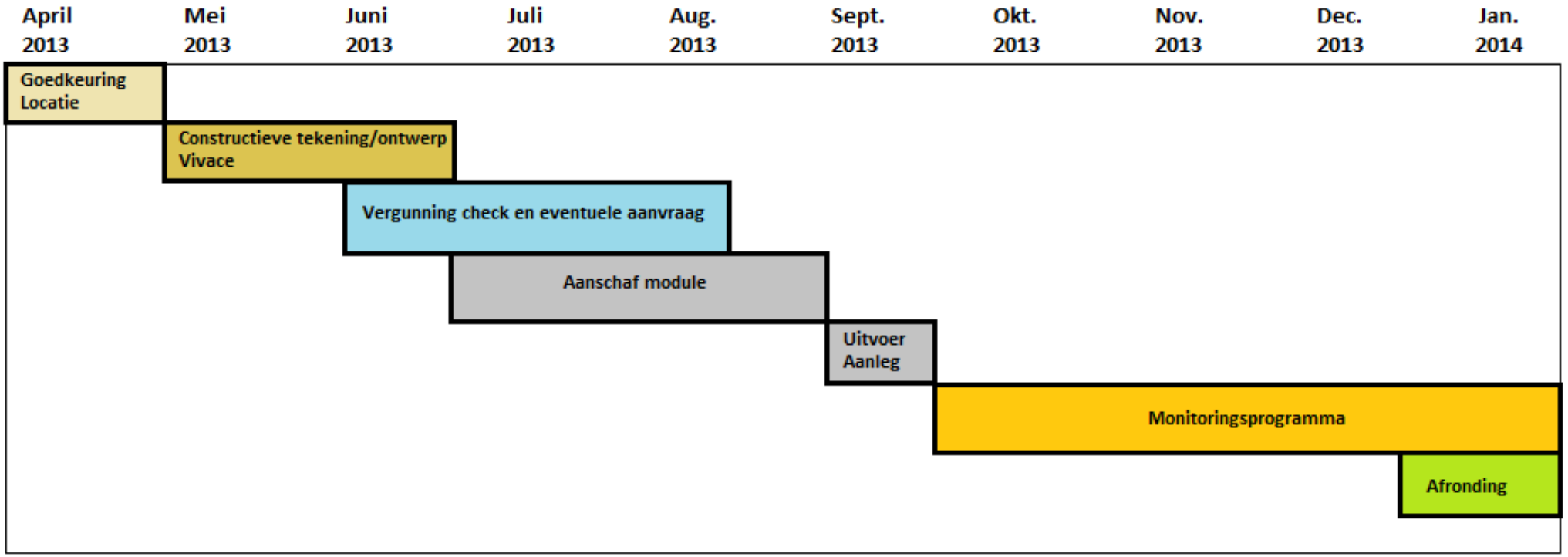
Stap 6. Monitoring

Tijdens de monitoring worden verschillende aspecten in de gaten gehouden. Waaronder het opstarten van het systeem na een getijdenwisseling, de houdbaarheid van materiaal etc.

Stap 7. Afsluiting pilot-project en conclusies

De data publiceren en evalueren.

Projectplanning VIVACE pilot:



Afbeelding 22.Planning stappen tot pilot realisatie gebasseerd op het stappenplan 3.3.

4. Opschaling

Voor de businesscase is een rekenmodel gemaakt (zie hoofdstuk 1.1.) waarmee de haalbaarheid wordt onderzocht voor getijdenenergie opgewekt met het Vivace systeem. In dit hoofdstuk staan de algemene invoergegevens en de uitkomsten van het model.

4.1. Uitgangspunten opschaling

Net als het pilot-project vindt het opschalen plaats op de locatie Botlekbrug. Voor de volledigheid zijn voor beide locaties de energiepotenties berekend wanneer opschaling plaatsvindt. Om te bepalen hoeveel cilinders geplaatst kunnen worden bij het opschalen van Vivace is berekend hoeveel cilinders er onder, naast en achter elkaar geplaatst kunnen worden om effectief te kunnen werken zonder dat de efficiëntie van het systeem achteruit gaat. Ook is berekend hoeveel ruimte er tussen de modules moet zitten om de stroming zo effectief mogelijk te benutten. Dit is berekend aan de hand van de technische gegevens die toegezonden zijn door de bouwer/ontwikkelaar van het Vivace systeem, Vortex Hydro Energy.

Deze gegevens vormen de basis voor de afmeting van de module. Een standaard Vivace systeem met 1 cilinder is: B 1.60m x D 1m x L 1m. De cilinderdiameter bedraagt ongeveer 10cm. Aan de hand van deze basisafmetingen is bepaald hoeveel cilinders in een module geplaatst kunnen worden op de beschikbare ruimte van de locatie, zie hoofdstuk 2.2. (Vortex-opgaven, 2012).

4.2. Basisafmetingen module opschaling

Bovenin het rekenmodel worden de afmetingen van het systeem ingevuld. Deze invoer is noodzakelijk zodat bij het openen van het model meteen duidelijk is om welke afmeting het gaat (Zwakhals, 2012).

Opdrachtgever:			**Port of Rotterdam**
Locatie:			**Botlekbrug**
	Lengte	20	m
	Breedte	55	m
	Diepte	8	m
Omvang opschaling			
	Aantal modules	32	
	Lengte (per module)	2	m
	Breedte (per module)	3.2	m
	Hoogte (per module)	3	m
	Diameter cilinders	10	cm
	Lengte cilinder	1.4	m
	Aantal cilinders per module	12	
	Gewicht per module	± 6500	kg

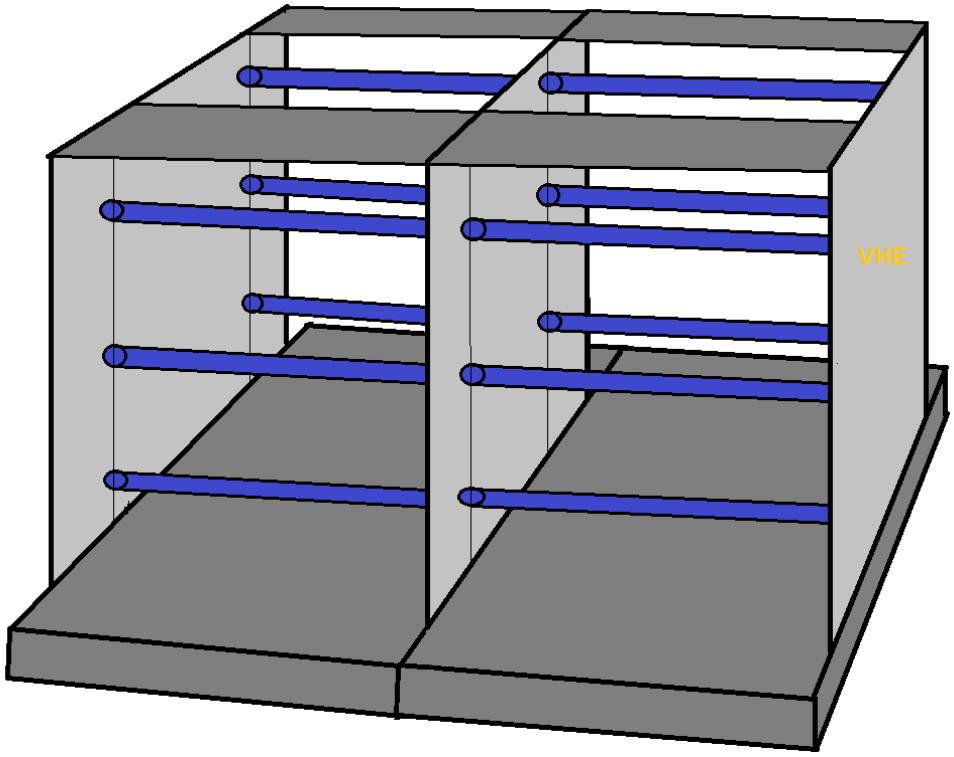
Tabel 7. Algemene invoer businesscase

* Voor het berekenen van de potentiële energieopbrengst wordt gerekend met deze afmeting voor de toekomstige opschaling. De definitie van een module is hiermee veranderd van 1 cilinder (pilot) naar 12 cilinders in één module.

4.3. Installatiemogelijkheden

Bij de Botlekbrug zijn voor het pilot-project en de toekomstige opschaling twee mogelijkheden om het systeem te instaleren:
Op de rivierbodem (afbeelding 23)
Aan de damwandconstructie van de vaste wal

Voor nu wordt uitgegaan dat een Vivace systeem met fundering op de bodem het makkelijkst te realiseren is.



Afbeelding 23. Impressieschets van 12 cilinders op de rivierbodem onder de Botlekbrug

4.4. Vergunningen

Tauw B.V. heeft als onderdeel van de opdracht een vergunningsinventarisatie uitgevoerd.

4.4.1. Wabo

Per 1 oktober 2010 is de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht (Wabo) ingevoerd. Deze wet integreert circa 25 vergunningen, ontheffingen en meldingen tot één omgevingsvergunning.
Vergunningen die volledig zijn geïntegreerd zijn onder andere:

- Aanlegvergunning
- Sloopvergunning
- (tijdelijke) Ontheffing bestemmingsplan
- Bouwvergunning
- Gebruiksvergunning
- Milieuvergunning
- Monumentenvergunning, etc.

Om de werkzaamheden uit te kunnen voeren, is een Wabo-vergunning vereist. De Wabo vergunning moet aangevraagd worden bij de provincie Zuid-Holland. Havenbedrijf Rotterdam dient de Wabo vergunning zelf aan te vragen, maar Tauw B.V. kan deze aanvraag verzorgen.

Ook onderdelen van de Waterschapswet vallen onder de Wabo. Zaken die aanhaken bij de omgevingsvergunning: Ontheffing Wet bodembescherming, grondslag voor vergunning ten aanzien van handelingen met een toestel of brandstof, vergunning met betrekking tot handelingen in een beschermd natuurgebied (Nb), vergunning met betrekking tot handelingen met gevolgen voor habitats en soorten (Nb), kennisgeving (Flora- en faunawet), ontheffing (Flora- en faunawet).

De Wabo moet worden aangevraagd bij het omgevingsloket, dit kan zowel digitaal als schriftelijk. De aanvraag komt via het omgevingsloket bij de Gemeente terecht. Bij een aanvraag beslist de Gemeente binnen zes weken en kan deze beslistermijn eenmalig met zes weken verlengen. Bij een ‘complexe’ procedure beslist de Gemeente binnen zes maanden en kan binnen de eerste acht weken de termijn met zes weken verlengen. (Tauw, 2012)

4.4.2. Overige wet- en regelgeving

Havenbedrijf Rotterdam is bekend met verschillende pilot-trajecten. Daarom hoeft waarschijnlijk voor de Natuurbeschermingswet alleen een zogenoemde 'voortoets' gedaan te worden. Hierin wordt aangetoond welke materialen worden gebruikt en welke effecten het systeem heeft. Met de voortoets kan men tot een onderbouwde conclusie komen dat er geen vergunning nodig is (Tauw, 2012).

4.5. Investeringen

In dit hoofdstuk staat een opsomming van de investeringen die gemaakt moeten worden om opschaling van VIVACE te realiseren. De kosten/investeringen die berekend zijn, zijn gebaseerd op eerdere projecten en begrotingen van Tauw B.V.

4.5.1. Productiekosten

Onder de productiekosten vallen de kosten die gemoeid zijn bij het verkrijgen van alle modules. De productiekosten bestaan uit materiaal- en arbeidskosten. De kosten zijn gebaseerd op de eerder gedane businesscase in Zeeland. De modules voor deze businesscase zijn kleiner in formaat. Hierdoor is ervoor gekozen om 1/3 van de productiekosten te rekenen voor de productie van de VIVACE module in Rotterdam. Tevens is vernieuwde informatie uit Amerika verkregen en gekeken naar huidige productprijzen. Voor een overzicht van de productiekosten zie de onderstaande tabel (vdWal-Haan, 2012-2013) (Tauw, 2012).

Productiekosten VIVACE	
Type kosten	***Kosten***
Materiaalkosten per module	€ 24.000
Materiaalkosten elektrotechnisch per module	€ 9.600
Materiaalkosten cilinders	€ 19.200
Arbeidskosten per module (15% van de materiaalkosten	€ 7.920
Productiekosten per module (12 cilinders)	**€ 60.720**
Productiekosten VIVACE bij maximale opschaling (32 modules)	**€ 1.943.040**

Tabel 8.ProductiekostenVIVACE

4.5.2. Powerstation

Om de opgewekte energie naar de bestemming te krijgen, moet deze energie van de verschillende generatoren gebundeld worden. Voor de bundeling van alle kabels is een centraal punt nodig. Dit centrale punt, wordt een Powerstation genoemd. Dit Powerstation is een transformatorhuis, waarin de stroom wordt omgezet van gelijkspanning naar een wisselspanning. Alle elektrotechnische voorzieningen die hiervoor nodig zijn, zijn ook in de kosten verwerkt, zie tabel 9 (vdWal-Haan, 2012-2013) (Tauw, 2012).

Kosten Powerstation	
Typekosten	***Kosten***
Bouwkosten	€ 25.000
Civiel	€ 10.000
Elektrotechnisch	€ 100.000
Totaal powerstation	**€ 135.000**

Tabel 9. Kosten powerstation

4.5.3. Installatiekosten

Onder de installatiekosten vallen alle kosten die gemoeid zijn met de fysieke installatie van het systeem. Deze kosten zijn onderverdeeld in een aantal typen (vdWal-Haan, 2012-2013) (Tauw, 2012).

Installatie kosten	
Type kosten	***Kosten***
Verankering op kanaalbodem en installatie	€ 540.000
Elektrisch	€ 75.000
Installatiekosten	**€ 615.000**

Tabel 10. Installatiekosten

4.5.4. Vergunningen

Vergunningen zijn nodig om bouwwerkzaamheden uit te voeren en om gebruik te mogen maken van gebieden, gronden of wateren die in beheer zijn van de overheid. Havenbedrijf Rotterdam heeft veel grond zelf in beheer. Voor de haalbaarheid wordt er vanuit gegaan dat de overheid hierin eigenaar is en hiervoor vergunningen moeten worden aangevraagd (vdWal-Haan, 2012-2013) (Tauw, 2012).

Kosten vergunningen	
Type kosten	***Kosten***
Wabo (1,35% van de productiekosten Vivace + Kosten powerstation)	€ 28.054
Watervergunning	€ 8.599
Natuurbeschermingswet	€ 8.500
Flora- en fauna wet	€ 2.500
Totale kosten vergunningen	**€ 47.653**

Tabel 11. Vergunningskosten

4.5.5. Licentiekosten

De licentiekosten zijn een percentage (2%) van de productiekosten van het systeem, zie tabel 8.

Type kosten	***Percentage***	***Kosten***
Licentiekosten	2%	**€ 38.861**

Tabel 12. Licentiekosten

4.5.6. Volledige investering

De kosten die hiervoor zijn genoemd, zijn investeringen in het Vivace systeem. Naast de hiervoor genoemde kosten, zijn er nog aanvullende kosten die gebaseerd zijn op deze voorgaande investeringen. Deze aanvullende kosten worden uitgedrukt in een percentage van het voorgaande investeringsbedrag.

Engineering/projectmanagement

Dit zijn kosten die nodig zijn om het project voor te bereiden en uit te voeren. Dit zijn onder andere kosten om het systeem te ontwerpen voor de specifieke locatie en kosten van het projectmanagement en begeleiding.

Risico's en onvoorzien

Een project loopt altijd risico's en met dit bedrag kunnen de risico's gedekt worden. Het kan gebeuren dat bepaalde kosten over het hoofd worden gezien. Met dit bedrag worden ook de onvoorziene kosten gedekt.

Tijdelijke voorzieningen

Om het systeem te plaatsen zijn vaak tijdelijke voorzieningen nodig. Deze kostenpost dekt die kosten. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de investeringen en de aanvullende kosten. (vdWal-Haan, 2012-2013) (Tauw, 2012)

Volledige investering:		
Type kosten	***Percentage***	***Kosten***
Investeringen voor de toevoegingen	n.v.t.	€ 2.731.901
Engineering/projectmanagement	10%	€ 273.190
Risico's en onvoorzien	10%	€ 273.190
Tijdelijke voorzieningen	2%	€ 54.638
Volledige investering	**n.v.t.**	**€ 3.332.919**

Tabel 13. Volledige investering VIVACE

4.6. Onderhoud- en inspectiekosten

De onderhoudskosten zijn per module verschillend. Dat deze kosten gemaakt zullen worden staat aan het begin al vast, echter wanneer ze exact gemaakt moeten worden nog niet. Onderhoudskosten zijn de kosten die gemaakt moeten worden voor het vervangen van onderdelen van de module. Deze jaarlijkse kosten worden uitgedrukt in een percentage van de productiekosten van het systeem, de kosten van het powerstation en de installatiekosten. (vdWal-Haan, 2012-2013) (Tauw, 2012)

Type kosten	***Percentage***	***Kosten***
Onderhoudskosten per jaar	2%	**€ 53.861**

Tabel 14. Onderhoudkosten

Inspectiekosten

Inspectiekosten zijn kosten die periodiek gemaakt worden, omdat inspectie periodiek uitgevoerd wordt. Deze kosten zijn sterk locatie afhankelijk. Eerst stellen we ons de vraag: 'Kan de inspectie uit worden gevoerd terwijl de module zich onder water bevindt of moet de module drooggelegd, dan wel opgetakeld worden?' Bij de opschaling locatie is het ontwerp gebaseerd op inspecties onder water.

Vooral de stroomsnelheid op de locatie is sterk van invloed op de wijze waarop onderhoud en inspectie gepleegd moet worden. Bij sterke stroomsnelheden kan de bereikbaarheid een probleem zijn, duikers kunnen niet bij alle stroomsnelheden een inspectie/onderhoud uitvoeren. Een geschikt moment voor inspectie is tijdens doodtij, wanneer het getijde van eb naar vloed wisselt of andersom (vdWal-Haan, 2012-2013) (Tauw, 2012).

In tabel 15 is te zien hoe de jaarlijkse inspectiekosten zijn bepaald.

Inspectiekosten per jaar	
Aantal inspecties	2 keer per jaar
Duur inspectie	5 werkdagen (8 uur) per inspectie
Materieelkosten per inspectie	€ 5.000,00
Materiaalkosten per inspectie	€ 3.000,00
Duikersploeg per dag	€ 3.000,00
Aantal elektronische inspecties	1 keer per jaar
Percentage elektronische inspectie*	0,5%
Aflezen en analyseren meetgegevens 2x per jaar	€ 1.000,00
Inspectiekosten per jaar	**€ 50.411**

Tabel 15. Inspectiekosten

*Percentage elektronisch inspectie:
Dit is een percentage van het totaal van de volgende kosten: materiaalkosten elektronisch (tabel 8), elektronisch van het powerstation (tabel 9) en het elektrisch van de installatiekosten (tabel 10).

De gezamenlijke onderhoud en inspectiekosten per jaar zijn:

€ 53.861	
€ 50.411	+
€ 104.272	**Onderhoud/inspectie kosten per jaar**

Tabel 16. Totaal inspectie en onderhoud

4.7. Berekent vermogen

Vanuit de data van de stroomsnelheden op beide locaties is berekend in hoeveel procent van de tijd het water sneller stroomt dan 1 m/s. In de tabellen 3 en 4 (hoofdstuk 2.4) staat per locatie aangegeven in hoeveel procent van de tijd het sneller stroomt dan 1 m/s. De stroomsnelheden en de frequenties ervan zijn voortgekomen uit vier willekeurige dagen in 2012 die verwerkt waren in de database van Rijkswaterstaat.

Energiepotentieel bij opschaling

Om te bepalen hoeveel stroom er potentieel opgewekt kan worden wanneer het aantal modules maximaal wordt opgeschaald zijn de technische gegevens en de stroomsnelheden verwerkt in een rekenmodel (zie hoofdstuk 1). De afmetingen van de module voor het opschalen zijn gebruikt als technische uitgangspunten. De hydrokinetische vermogensdichtheid is gegeven op 309W/m3 bij een stroomsnelheid van 1,5 m/s.

In de tabellen 17 en 18 staan voor beide locaties de uitkomsten van de berekeningen weergegeven. Hierdoor is het verschil in energieopbrengsten duidelijk te zien. Deze uitkomsten zijn de potentiële energieopbrengsten van 1 module en de maximaal mogelijke opschaling ervan op de locatie met meerdere modules.

Botlekbrug

Totaal opgewekt vermogen bruto per module	14.763	kWh
Verliesmarge 20%	2.953 -	kWh
Netto opbrengst per jaar bij 1 module	**11.810**	**kWh**

Vermogen bij 32 modules onder brug	**377.928**	**kWh**	potentieel per jaar	**114**	**Huishoudens**

Tabel 17. Potentiele opbrengst VIVACE Botlekbrug

Ponton Nieuwe waterweg

Totaal opgewekt vermogen bruto per module	1.496	kWh
Verliesmarge 20%	299 -	kWh
Netto opbrengst per jaar bij 1 module	**1.197**	**kWh**

Vermogen bij 2 modules onder ponton	**2.394**	**kWh**	potentieel per jaar	**1**	**Huishoudens**

Tabel 18. Energiepotentieel locatie Nieuwe waterweg

Het aantal huishoudens in de tabellen geeft aan hoeveel huishoudens gebruik kunnen maken van de energie die is opgewekt door VIVACE. Voor het verbruik is uitgegaan van een gemiddeld verbruik per huishouden van 3311 kWh per jaar (Avb, 2011). Het is duidelijk te zien dat het systeem onder het ponton door de geringe capaciteit van 2 modules, veel minder energie opwekt. Voor de verdere berekeningen is deze locatie niet meegenomen omdat de stroomsnelheden niet betrouwbaar zijn.

De verliesmarge van 20% is een aangenomen marge welke gebaseerd is op de ervaring uit eerder gedane haalbaarheidsstudies. Na overleg met dhr. Bosma en dhr. Pragt, beide adviseur bij Tauw B.V., is besloten dat deze marge ruim genoeg is om de verliezen te dekken. De verliesmarge omvat het energie transport door stroomkabels naar de afnemer, de omzetting van de verticale beweging van het systeem naar elektrische energie en het omzetten van wisselspanning naar gelijkspanning (Pragt, 2012-2013).

4.8. Financiële opbrengsten

De opbrengsten van het systeem zijn afhankelijk van de module (afmeting) en stroming. Deze bepalen hoeveel stroom er wordt opgewekt, vermenigvuldigd met de energieprijs die hiervoor wordt gehanteerd door Havenbedrijf Rotterdam. Hiermee kan Havenbedrijf Rotterdam zelf inschatten hoeveel energie het zou kunnen besparen met Vivace.

De opbrengsten zijn van groot belang voor de terugverdientijd. Hoe hoger de energieprijs, hoe sneller investeringen terugverdiend zijn. Naar verwachting stijgt de energieprijs de komende jaren (Verandering-Energie, 2010).

Het is tevens mogelijk dat er opbrengsten worden gehaald uit subsidies van de Europese Unie, het Rijk of Provincie.

Om een indicatie te geven hoeveel het Vivace systeem financieel oplevert wanneer het wordt opgeschaald, is gekeken naar de energieprijs per kWh die gehanteerd wordt voor Havenbedrijf Rotterdam, zie tabel 19. Voor de berekening wordt uitgegaan van het gemiddelde van de totale piek en dal prijs x het aantal kWh. Daarbij wordt gerekend met de totale kWh opbrengst van het Vivace systeem over een geheel jaar, zie tabel 17. In tabel 19 staat hoeveel het systeem financieel opbrengt over een geheel jaar.

Energieprijs totaal per kWh in de piekuren	€ 0.08
Energieprijs totaal per kWh in de daluren	€ 0.06
Gemiddelde energieprijs	**€ 0.07**

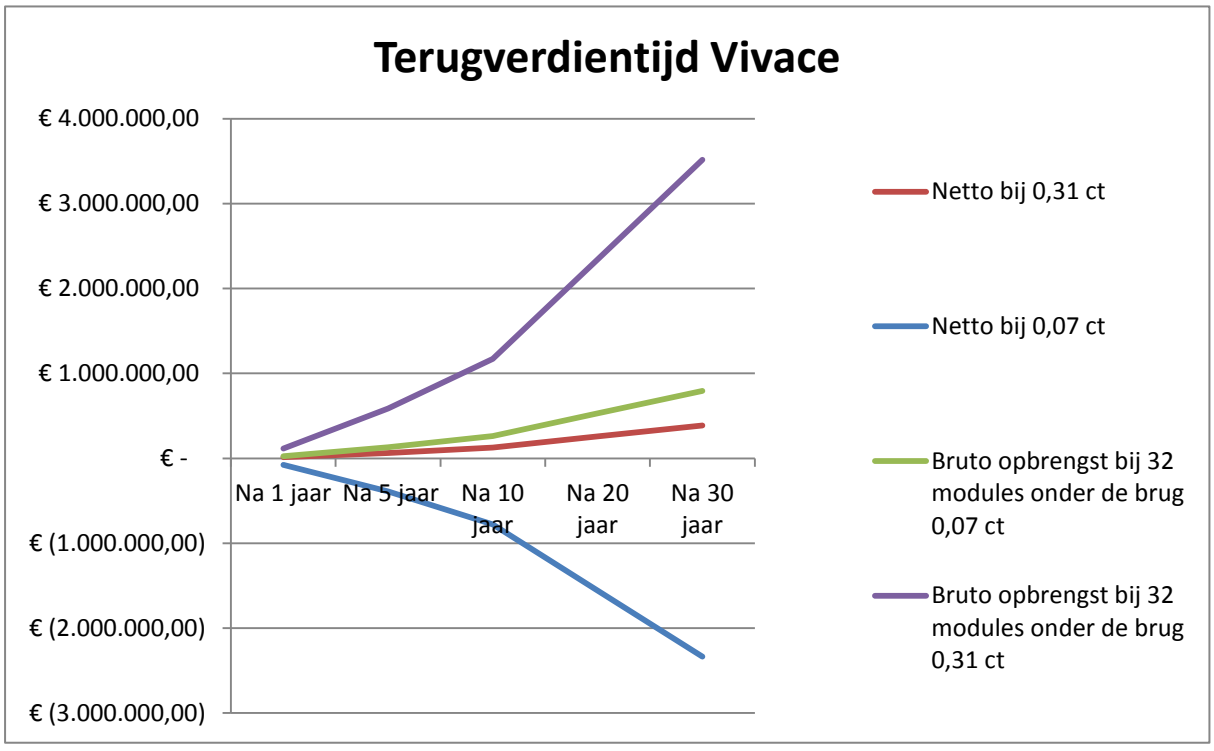
	Na 1 jaar	Na 5 jaar	Na 10 jaar
Bruto opbrengst bij 32 modules onder de brug	**€ 26.455,-**	**€ 132.275,-**	**€ 264.550,-**

Tabel 19. Opbrengsten bij 0,07ct

	Na 1 jaar	Na 5 jaar	Na 10 jaar
Bruto opbrengst bij 32 modules onder de brug	**€ 117.158,-**	**€ 585.788,-**	**€ 1.171.577,-**

Tabel 20. Opbrengst bij 0,31ct

Wanneer de inspectiekosten per jaar worden berekend is deze businesscase nog niet rendabel. Pas wanneer de energieprijs boven de € 0,31 komt wordt de investering terug verdiend (pas rond 20 jaar) wanneer wordt uitgegaan van de bruto opbrengsten. Hierin zijn geen inspectiekosten mee gerekend. Ook bij € 0,31, inclusief jaarlijkse inspectiekosten, is het Vivace systeem financieel niet haalbaar. In de onderstaande grafiek staat weergegeven hoeveel verlies er per jaar wordt gemaakt met de huidige energieprijs van € 0,07 en de hoeveelheid winst wanneer de energieprijs € 0,31 is.



Grafiek 1. Winst bij 0,31 ct verlies bij 0,07 ct.

Naast het feit dat de energieprijs moet stijgen om het systeem rendabel te maken zijn een aantal andere punten die verbeterd moeten worden of waar verder onderzoek naar nodig is.

Verbeteringen:

- De productiekosten omlaag door verdere ontwikkeling van het systeem
- Energieopbrengsten omhoog door de waterstroom te manipuleren

Onderzoek:

- Zoeken naar locaties met gemiddeld hogere stroomsnelheden
- Systeem efficiënter maken met minder energieverlies

4.9. Samenvatting opschaling

Hieronder is de samenvatting weergegeven van de totale investering, jaarlijkse kosten en de opbrengsten bij maximale opschaling.

Totale investering	Jaarlijkse kosten	Energie opbrengsten 32 modules per jaar	Bruto financiële opbrengsten 32 modules per jaar (0,07 ct)
€ 3.332.919,-	€ 104.272,-	377928 kWh	€ 26.455,-

Tabel 21. Samenvatting opschaling

4.10. Subsidies

Om het systeem rendabel te maken kan gebruikt worden gemaakt van subsidieregelingen. Hieronder staan de mogelijke subsidies beschreven.

4.10.1. SDE+

SDE staat voor Stimulering Duurzame Energieproductie. Deze subsidie zorgt ervoor dat een relatief dure vorm van duurzame energie toch rendabel gemaakt kan worden. De subsidie is een bedrag dat het verschil tussen de marktprijs en productieprijs overbrugt. Hierdoor kan een systeem dat duurdere energie produceert dan waarvoor de energie verkocht wordt, rendabel zijn. Voor een systeem als VIVACE, wordt de subsidie verleend over hooguit 2800 vollast-uren. Dat is dus voor een maximaal 2800*2500= 7.000.000 kWh. Dit is meer dan de energieproductie, dus de subsidie kan verstrekt worden over alle geproduceerde energie. (Verandering-Energie, 2010)

4.10.2. Overige subsidies

Europese subsidies:

Eco-innovation (CIP)
Onderzoeksprogramma Energy (KP7)
Subsidieprogramma Intelligent Energy – Europe (IEE-II) (CIP)
Horizon 2020

*Deze subsidies kunnen niet in combinatie met SDE worden aangevraagd
*De subsidies dienen door Havenbedrijf Rotterdam zelf aangevraagd te worden
(Verandering-Energie, 2010).

5. Stakeholdersanalyse

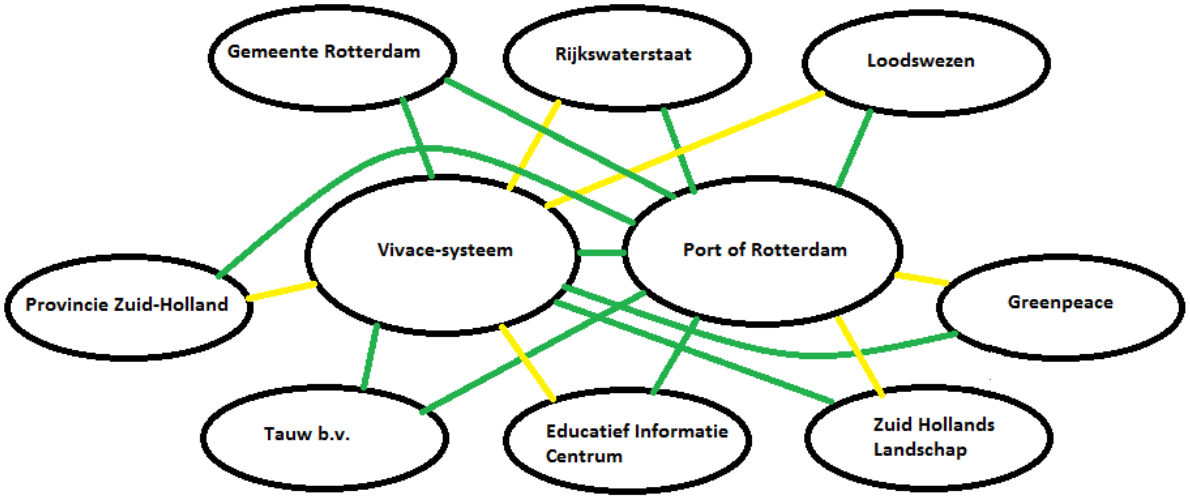
Voor het realiseren van een eerste pilot-project bij de Botlekbrug en de toekomstige opschaling, is er gedurende het onderzoek een stakeholdersanalyse gemaakt. Hierin staan de key-stakeholders die in de eerste stap van het proces betrokken worden. Onderstaande lijst met stakeholders zijn niet allemaal persoonlijk geïnterviewd doordat hier geen tijd meer voor was. Dit leidt er toe dat van deze stakeholders alleen de informatie van hun website is weer gegeven.

De subvraag voor de stakeholdersanalyse:
Wat zijn de belangen van de stakeholders en worden hun activiteiten belemmerd door het Vivace systeem?

Om bovenstaande vraag te beantwoorden zijn de volgende stakeholders geïnventariseerd:
Initiatiefnemers:
- Havenbedrijf Rotterdam (interview en website)

Stakeholders:
- Tauw B.V. (interview)
- Loodswezen (interview)
- Rijkswaterstaat (interview)
- Educatief informatie centrum (Rozenburg) (interview en website)
- NGO: Greenpeace (interview en website)
- Gemeente Rotterdam (interview en website)
- Zuid Hollands landschap (website)
- Provincie Zuid Holland (website)

In de onderstaande Venn-diagram staat weergegeven welke stakeholders positief, negatief of neutraal tegenover het Vivace systeem staan. De groene lijnen geven een positieve houding, geel neutraal, rood een negatieve houding. Daarnaast wordt gekeken hoe de stakeholders in relatie tot Havenbedrijf Rotterdam staan (in de Venn-diagram Port of Rotterdam genoemd). Hieruit wordt de conclusie getrokken of er een basis is voor een positieve samenwerking met een pilot-project als resultaat.



Afbeelding 24. Venn-diagram stakeholders

In de diagram is te zien dat vrijwel alle stakeholders een goede relatie hebben met Havenbedrijf Rotterdam. De gele lijnen zijn van de natuurorganisaties. Deze organisaties hebben zowel positieve als negatieve associaties in het havengebied omtrent milieuverontreiniging, etc. De Provincie Zuid-Holland staat neutraal tegenover het Vivace systeem. Dit komt doordat de Provincie Zuid-Holland geen direct belang heeft bij duurzame energie uit waterkracht. Het Educatief informatie centrum heeft geen direct belang meer bij de pilot omdat deze niet op de Nieuwe waterweg komt. Verder zijn Rijkswaterstaat en het Loodswezen neutraal. Zolang de veiligheid niet het geding komt vinden zij het een goed initiatief. Hier wordt verder op ingegaan in tabel 23.

Aan de hand van de interviews en research op de websites zijn de stakeholders geïnventariseerd en geanalyseerd (zie bijlage 3). Daarnaast is een inschatting gemaakt van de belangen, kennis en hoeveelheid invloed die de stakeholders hebben in het proces. Hierbij is tevens aangegeven of de stakeholders positief of negatief tegenover het Vivace systeem staan. De belangen zijn vervolgens overzichtelijk in een tabel geplaatst. Daarnaast zijn de stakeholders in een belangen/invloedmatrix ingedeeld waarbij is ingeschat aan de hand van de interviews en kennis over de stakeholders hoeveel invloed en interesse de stakeholders hebben in het Vivace project.

Partij: Thema/issue:	Waarom	Visie	Belang	Kennis	Invloed
Tauw B.V. **Rol: Adviserend**	Tauw B.V. is als initiatiefnemer van het systeem direct betrokken bij mogelijke pilot-projecten en het leidt het onderzoek hiernaar. Aan de hand daarvan brengt Tauw B.V. advies uit over de beste keuze.	Een goed leefklimaat creëren door het aanleveren van deskundigheid en advies aan overheid en bedrijfsleven.	Als initiatiefnemer van het Vivace systeem in Nederland is Tauw B.V. er bij gebaad dat het systeem snel verder ontwikkelt wordt en verbeteringen worden doorgevoerd. Tauw B.V. wil het liefst een aantal locaties in Nederland onderzocht hebben waar het systeem getest wordt in een pilot-project.	Tauw B.V. heeft als ingenieur-adviesbureau veel kennis in huis m.b.t. ruimtelijke ordening, duurzaamheid en technische constructies. Na de ontwikkelaars van Vivace in Amerika is Tauw B.V. de organisatie die de meeste kennis heeft over het systeem.	Tauw B.V. heeft aanzienlijk veel invloed doordat het de initiatiefnemer is van het Vivace systeem in Nederland.
Havenbedrijf Rotterdam **Rol: Initiatiefnemer, besluitvormer en opdrachtgever**	Direct betrokken bij het project als opdrachtgever.	In 2020 de meest duurzame energie haven van Europa zijn waarbij in 2025 50% van de CO2 emissie wordt opgevangen/opgeslagen.	Havenbedrijf Rotterdam hoopt met Vivace een systeem te vinden waarop in de toekomst grootschalig geïnvesteerd kan worden om in de eerste plaats energiereductie te realiseren door het	Havenbedrijf Rotterdam heeft veel kennis over gebied en de locaties. Hierin voorziet het Tauw B.V. van informatie en aanknopingspunten. Daarnaast heeft het voor verdere processen snel inzichtelijk met welke	Havenbedrijf Rotterdam heeft als opdrachtgever veel invloed in het proces.

			opwekken van schone/duurzame energie uit waterkracht.	partijen moet worden samengewerkt.	
Loodswezen **Rol: Dient geïnformeerd te worden.**	De loodsen kennen het havengebied als hun broekzak. Wanneer er ontwikkelingen plaats vinden die mogelijk de veiligheid in geding brengen moeten zij hiervan op de hoogte zijn om schepen veilig binnen te loodsen.	Het Loodswezen heeft als missie het loodsen en beloodsen van zeeschepen en het verstrekken van diensten en adviezen die hiermee gepaard gaan tegen een maatschappelijk aanvaardbare prijs (Loodswezen, 2011).	Indirect is bijvoorbeeld walstroom wat opgewekt wordt met duurzame energie een goed initiatief. Hiermee kunnen kosten voor schepen die aanmeren misschien worden gereduceerd.	Het loodswezen heeft geen kennis tot Vivace. De haven kennen ze zeer goed en weten precies wat daar speelt.	Het loodswezen heeft, met betrekking tot de veiligheid in de haven, veel invloed.
Rijkswaterstaat **Rol: Dient geïnformeerd te worden.**	Rijkswaterstaat werkt nauw samen met Havenbedrijf Rotterdam. Zo is er nauwe samenwerking in baggerwerkzaamheden. Daarnaast ziet Rijkswaterstaat er op toe dat werkzaamheden volgens de regels verlopen.	Rijkswaterstaat beschermt Nederland tegen overstromingen. Rijkswaterstaat zorgt er voor dat (water)wegen vlot en veilig kunnen worden gebruikt. Rijkswaterstaat wil dit handhaven op een duurzame en veilige manier.	Het helpen verduurzamen van Nederland en een schonere leefomgeving voor mens en dier te creëren. Dit mede door gebruik te maken van duurzame materialen bij werkzaamheden. Belang Vivace: Een goed initiatief en mooi systeem. Bij plaatsing moet gekeken worden of Vivace	Rijkswaterstaat is een grote kennisbank op het gebied van water en wegen.	Als uitvoeringsinstantie van het ministerie heeft Rijkswaterstaat aanzienlijk invloed op de besluitvorming die aanzet tot realisatie van de pilot.

			niet in aanraking komt met de scheepvaart en hier hinder van ondervind.		
Educatief informatiecentrum **Rol: Dient geïnformeerd te worden.**	Het educatiecentrum verzorgt excursies in het havengebied en kan hiermee een breder publiek informeren over het project.	* Bevorderen van kennis over het Rotterdamse haven- en industriegebied bij scholieren, studenten, docenten en decanen. * Informeren over opleidingen en werken in de haven ('iedere baan is een havenbaan') * Verhogen van de affiniteit ten opzichte van technische beroepen * Verbeteren van het imago van het haven en industriegebied door de bezoekers het havengebied te laten 'beleven' (EDC, 2013).	Indirect leveren (duurzame) projecten meer bezoekers. Mensen die geïnteresseerd zijn en meer informatie willen hebben over duurzame projecten komen o.a. hiervoor naar de informatiecentrum. Als mogelijke afnemer van de elektriciteit is Vivace in de nieuwe waterweg zeker interessant. Hiermee kunnen ze tijdens een eerste pilot al enige energie reductie van het gebouw realiseren en tegelijkertijd een mooi project tonen naast het gebouw.	Het educatief informatiecentrum heeft veel kennis over de haven. Vanuit die kennis worden tours door de haven georganiseerd.	Weinig invloed als informatiecentrum.

NGO: Greenpeace **Rol: Dient geïnformeerd te worden voor draagvlak.**	Greenpeace is een stakeholder die actief is in het havengebied als milieuactivist. Ze zijn fel tegen vervuilende energiecentrales. Een duurzaam alternatief is waar ze naar op zoek zijn.	Strijden tegen de huidige energiecentrales doormiddel van onderzoeken, overleg plegen en (actie)campagnes en het stimuleren van duurzame ontwikkelingen.	Door geweldloze en inventieve confrontaties stelt Greenpeace milieuproblemen aan de kaak en stimuleren daarbij oplossingen voor een gezond en duurzaam evenwicht tussen mens en milieu. Vivace zou een van die duurzame oplossingen kunnen zijn die samen met andere duurzame systemen een cluster vormen als duurzame energiebron.	Door de vele zelfstandige onderzoeken heeft Greenpeace veel kennis over het milieu en de omgeving.	Door zich hard te maken voor de natuur en het milieu en grote 'groene' achterban heeft Greenpeace als NGO een redelijk grote invloed.
Gemeente Rotterdam **Rol: Besluitvormend en informeren voor draagvlak**	De Gemeente heeft vanuit de duurzaamheids-belangen een aanzienlijke rol in het realiseren van dergelijke projecten.	De Gemeente geeft Rotterdammers ruimte en vertrouwen om verantwoordelijkheid te nemen voor zichzelf en de stad. Rotterdammers die ons nodig hebben, kunnen op ons rekenen. We	De Gemeente Rotterdam heeft groot belang bij Havenbedrijf door de enorme werkgelegenheid die het creëert in Rotterdam. Daarnaast Steunt de Gemeente Rotterdam Havenbedrijf is	De Gemeente heeft kennis over de stad en de haven en welke projecten slagingskans hebben en welke niet. Hierbij heeft de Gemeente alle kennis over vergunningen en de	Veel invloed in de vergunningverlening en het samenwerkingsverband met Havenbedrijf Rotterdam.

		versterken en versnellen (duurzame)initiatieven in de samenleving en werken samen aan het resultaat.	haar visie om Europa's grootste energyport te worden. Vivace zou bij een positief resultaat hier een mooi bijdrage aan kunnen leveren.	regelgeving.	
Zuid Hollands Landschap (ZHL) **Rol: Informeren en betrekken**	Het Zuid Hollands landschap is als natuurorganisatie zeer betrokken met de leefomgeving in de haven.	Citaat: 'De strijd om ruimte gaat in de toekomst onverminderd voort. In het hectische leven blijft óók behoefte bestaan aan ontspanning, rust en een gezond lokaal leefklimaat. In die behoeften voorziet ZHL. De terreinen van ZHL maken nu al deel uit van de groene longen van de provincie Zuid-Holland. ZHL ziet bovendien mogelijkheden voor meer natuur, meer beschermers en meer variatie in planten- en dierenpopulaties. ZHL realiseert natuur dichtbij huis, waaraan een steeds	ZHL heeft veel belang bij het realiseren van duurzame initiatieven waarmee CO2 reductie wordt gerealiseerd en een beter leefomgeving wordt gecreëerd.	Veel kennis over natuur en omgeving.	De Stichting ZHL heeft een zeer sterke invloed in de Rotterdamse haven als het gaat om natuur beheer.

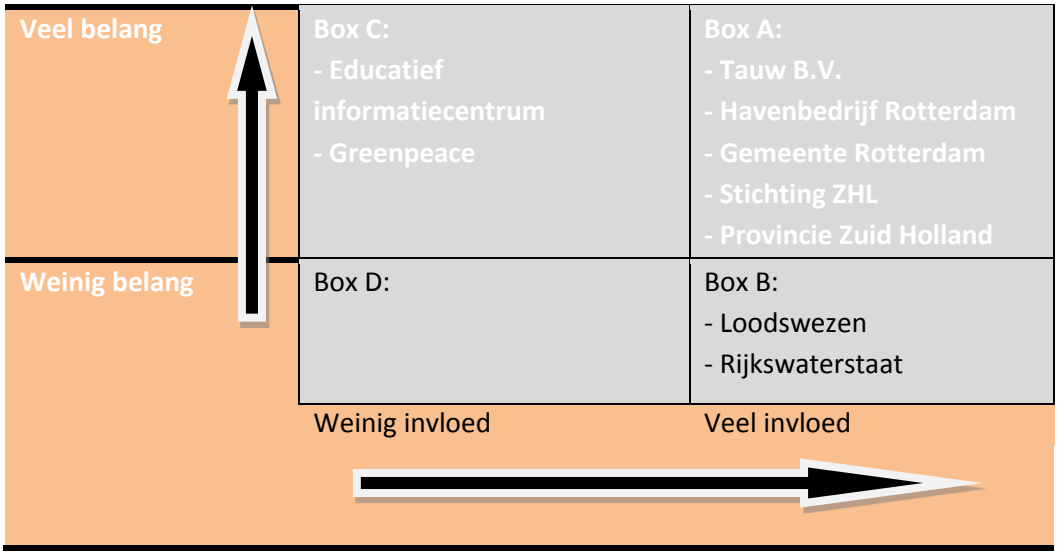
		grotere behoefte is. ZHL is klaar voor nieuwe opgaven op het gebied van klimaat en ruimte. Zó wil ZHL in de wereld van morgen staan (ZHL, 2013).'			
Provincie Zuid Holland **Rol: Besluitvormend, stimulerend en eventueel financierend**	Als overkoepelend overheidsorgaan kan de Provincie processen versnellen en stimuleren.	Citaat: 'De Provincie Zuid-Holland staat middenin deze samenleving en is de verbindende schakel tussen mensen en wensen. Op professionele wijze verbinden de ambtelijke organisatie en haar gekozen bestuur droom en daad met het oog op resultaat: een bereikbare provincie met balans tussen welzijn en welvaart. Er ligt een uitdaging om de leefomgeving, infrastructuur	De Provincie Zuid Holland stimuleert en ondersteund waar nodig duurzame initiatieven. Daarbij krijgt het vanuit de regering doelstellingen opgelegd (zoals windenergie) om duurzame energie te ontwikkelen. Energie uit waterkracht is provinciaal nog niet opgenomen in de visie. Dit zou met Vivace wel kunnen gebeuren	Als overheidsorgaan weet de Provincie wat er speelt.	Sterke invloed als overheidsorgaan.

		en economie duurzaam en evenwichtig te vormen (ProvincieZH, 2013).’			

Tabel 22. Stakeholderinventarisatie

5.1. Belangen stakeholders

In de onderstaande matrix is te zien welke stakeholders veel belang hebben bij het project en welke minder. Daarnaast is een inschatting gemaakt van hoeveelheid invloed van de stakeholders. Dit is gebaseerd op eerdere projecten, algemene kennis over de stakeholders en de antwoorden die zijn gegeven in de interviews. Aan de hand van deze matrix wordt inzichtelijk welke stakeholders een aanzienlijke invloed hebben in het proces/project en waarmee moet worden samengewerkt.



Tabel 23. Belangenmatrix

5.2. Conclusie stakeholdersanalyse

Box A: De stakeholders in deze box hebben een grote invloed op het project/proces. Daarnaast hebben ze een groot belang bij de uitkomst ervan. Uit de inventarisatie zijn de volgende belangen naar voren gekomen:

- Financieel→ Investeringen en Haalbaarheid →Tauw B.V. en Havenbedrijf Rotterdam
- Technisch →Goede werking systeem, verbeteringen doorvoeren, etc → Tauw B.V. en Havenbedrijf Rotterdam
- Natuur → Greenpeace en Zuid Hollands landschap zijn voor een schonere leefomgeving waarbij meer CO2 reductie plaats vindt.
- Sociaal (economisch) en maatschappelijk→Werkgelegenheid, Duurzame uitstraling, Haven als energyport → Gemeente Rotterdam en Havenbedrijf Rotterdam

Box B: De partijen in box B hebben veel invloed. Met hun invloed kunnen ze de uitkomst van het project/proces sterk beïnvloeden. Hun directe belang is niet groot. Deze partijen zijn niet direct betrokken, maar worden wel in de gaten gehouden. Het Loodswezen en Rijkswaterstaat zullen nader moeten worden geïnformeerd. Bij deze stakeholders is veiligheid van groot belang.

Box C: Stakeholders in deze box staan hebben veel belang bij de uitkomst van het project. Ze hebben verder weinig invloed op het verloop ervan. Greenpeace zou over kunnen gaan tot actie. Bijvoorbeeld, wanneer blijkt dat vervuilende materialen worden gebruikt. Voor zowel het Informatie centrum als Greenpeace is het milieu en de kennisoverdracht naar het grote publiek van belang. Daarnaast willen ze informeren over de sociale en maatschappelijke onderwerpen/projecten die spelen in de Haven van Rotterdam (Algemeen-Ministerie, 2013).

6. Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk staan de conclusies en aanbevelingen die voortgekomen zijn vanuit dit onderzoek naar de haalbaarheid van het Vivace systeem in de Rotterdamse haven. Met de conclusies wordt het antwoord gegeven op de subvragen en de hoofdvragen van dit onderzoek.

De centrale hoofdvragen voor dit onderzoek luidde:
Is het Vivace systeem technisch en economisch haalbaar in de haven van Rotterdam op één van de twee aangewezen onderzoeklocaties? Wat zijn de belangen van de stakeholders en staan de stakeholders positief of negatief tegenover het Vivace systeem?

Conclusie 1: Werkt het systeem op de locaties?
Het Vivace systeem werkt in theorie alleen optimaal op de locatie Botlekbrug. Dit komt doordat de waterstroming bij de locatie Nieuwe waterweg niet boven niet in 25% van de tijd boven 1m/s stroomt. De stroming is bij de Botlekbrug gemiddeld 1,22 m/s en in 55% van de gevallen hoger dan 1 m/s. Hiermee is de Botlekbrug een goede locatie voor een eerste pilot project. Tijdens dit pilot-project wordt aanbevolen om te onderzoeken hoe het Vivace systeem zich gedraagt in getijdenstroming en welke technische optimalisaties nodig zijn voor opschaling. Daarnaast moet worden bekeken welk materiaal het meest geschikt is voor brak water. De opgewekte elektriciteit kan afgezet worden naar de openbare verlichting op de Botlekbrug.

Aanbeveling 1:
Het wordt aanbevolen om een eerste pilot-project volgens het gegeven stappenplan bij de Botlekbrug te starten en het systeem hier voor minimaal een half jaar te testen/monitoren.

Conclusie 2: Levert het systeem bij opschaling meer op dan het kost?
Uit de businesscase is gebleken dat opschaling op de Botlekbrug locatie financieel niet voordelig is. Het is wel mogelijk om op grote schaal groene stroom op te wekken op deze locatie (32 modules x 12 cilinders). De investeringskosten worden hiermee op dit moment niet mee terug verdient. Dit sluit niet uit dat in de toekomst, met aanpassingen aan het systeem of het veranderen van de moduleafmeting, het systeem wel rendabel wordt.

Aanbeveling 2:
Vanuit de businesscase wordt aanbevolen om nog niet te investeren in het opschalen van het systeem op de locatie Botlekbrug. Het advies is om te wachten tot;

1. Het systeem verder ontwikkelt is waarbij optimalisaties zijn doorgevoerd.
2. De productiekosten gereduceerd zijn.
3. Locaties met gemiddeld hogere snelheden worden gevonden.

Conclusie 3: Wat zijn de belangen van de stakeholders en worden hun activiteiten belemmerd door het Vivace systeem?
Uit de interviews met de stakeholders is gebleken dat er weinig tot geen weerstand is tegen het Vivace project. Mits de initiatiefnemers kunnen garanderen dat de veiligheid van de havenactiviteiten niet achteruit gaat. De stakeholders, die in deze eerste fase van het project zijn benaderd, zijn positief over Vivace. Stakeholders zien de opkomst van duurzame initiatieven als een impuls voor de haven op het gebied van werkgelegenheid en een schoner/duurzamer imago.

Aanbeveling 3:
Uit de stakeholdersanalyse is gebleken dat twee partijen (het Loodswezen en Rijkswaterstaat) nader moeten worden benaderd om geïnformeerd te worden over de veiligheid van het systeem.

Antwoord op de hoofdvragen:
Op dit moment is het Vivace systeem economisch gezien nog niet op grote schaal haalbaar. Technisch lijkt de Botlekbrug een geschikte locatie om het systeem verder te ontwikkelen in een pilot-project. Hierbij spelen positieve belangen die baat hebben bij het Vivace project zoals de sociaal maatschappelijke belangen omtrent werkgelegenheid en het imago van de haven.

7. Discussie

In de rapportage is het onderzoek volgens de vooraf opgestelde methodiek doorlopen. In dit hoofdstuk worden een aantal aspecten uit de resultaten behandeld die mogelijk tot opheldering leiden waarom bepaalde beslissingen zijn genomen en hoe die tot stand zijn gekomen.

Stroomsnelheden:
De resultaten van de stroomsnelheden in de rapportage zijn gebaseerd op gegevens die verkregen zijn via het internetsysteem Amethyst. Omdat deze gegevens van een vaste locatie komen, Maasmond en Spijkenisserbrug, die niet exact overeenkomen met de onderzoek locaties zijn deze gebruikt als indicator waaruit de berekeningen zijn gemaakt. Voor de Botlekburg zijn deze betrouwbaar te noemen aangezien de twee bruggen vlakbij elkaar liggen. Tussen de Nieuwe waterweg en meetpaal Maasmond ligt een aanzienlijke afstand. Om een meer exacte uitspraak te doen over de stroomsnelheden op de locatie Nieuwe waterweg zouden de stroomsnelheden op de locatie gemeten moeten worden in plaats van de data uit meetpaal Maasmond.

Representativiteit:
De data die gebruikt is voor de berekeningen van de frequenties aan stroomsnelheden bevatten slechts vier dagen uit een database van een heel jaar. Omdat het in dit onderzoek in de eerste plaats gaat om de werking van Vivace zijn uit de database vier willekeurige dagen gekozen. Op elke dag zijn om de tien minuten meetmomenten genomen. Dit leverde voor beide locaties bijna 700 meetmomenten op. Na intern overleg met de projectbegeleider is besloten dat deze data voldoende was om een eerste haalbaarheidsonderzoek mee te doen.

Variabele kosten:
De begrotingen zijn gemaakt aan de hand van de interne project kennis van adviseurs binnen Tauw B.V. en de eerder gedane haalbaarheidsstudie in Zeeland. Sommige kostenposten zijn variabel zoals het vergunningstraject. Bijv. Voor een pilot hoeft naar alle waarschijnlijkheid geen vergunning te worden aangevraagd. Dit scheelt € 2500,- op de begroting. Omdat dit niet met zekerheid viel te zeggen, zijn de kosten ruim gerekend en naar boven afgerond. Hiermee valt de werkelijke investering iets positiever uit als nu geraamd in het rapport.

Bronnenlijst

AgentschapNL. (2011). *SDE subsidie informatie*. Opgeroepen op Januari 2013, van AgentschapNL (ministerie): www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie-sde

Algemeen-Ministerie, z. (2013). *Informatie over stakeholder management.* Opgeroepen op Maart 2013, van Duurzaam ondernemen: www.passievoorprojecten.nl/files/Belangenmatrix.pdf

Avb. (2011). *Uitleg over de SDE subsidie*. Opgeroepen op Januari 2013, van antwoorden voor bedrijven: www.antwoordvoorbedrijven.nl

Bergensen, D. *Vivace demo-model Ulft.* Ulft.

EDC. (2013). *informatie over de doelen van het centrum*. Opgehaald van educatiefrozenburg: http://www.eic-mainport.nl/?page_id=45

Google-Earth. *Overzichtkaart locaties.* Rotterdam.

Google-maps. *locatie meetpalen.* Rotterdam.

Gras, C. (2012). *Artikel over Rotterdam als energiehaven van Europa*. Opgeroepen op Februari 2013, van Port of rotterdam: www.portofrotterdam.com/nl/business/rotterdam-energy-port/documents/Haven%20is%20energie.pdf

Haan, C. d. (2012). *Vivace in de Oude IJssel bij Ulft.* Deventer: Tauw B.V.

Helpdeskwater. (2012). Database met stroomsnelheden. *stroomsnelheden Spijkenisserbrug*. Rotterdam, Zuid-Holland: Helpdeskwater.nl.

Hydrometeo, P. o. (2012). *Informatie over Amethyst*. Opgeroepen op December-Januari 2012-2013, van Hydrometeo Port of Rotterdam: http://www.portofrotterdam.com/en/Shipping/up-to-ate/Hydrometeo/Pages/default.aspx

labs, S. (2009). *Artikel over Vivace*. Opgeroepen op December 2012, van Sustainable labs: http://www.sustainabilitylabs.org/news/09-01-02/low-velocity-hydro-power-vivace-vortex-induced-vibrations-aquatic-clean-energy

Loodswezen, V. (2011). *visie missie strategie loodswezen/maritime*. Opgeroepen op April 2013, van Agentschap: http://www.agentschapmdk.be/jaarboek_2011/jaarboek_page.php?id=30

Mainport. (2008). *mainport delta informatie voer de diepgang van de haven*. Opgeroepen op april 2013, van http://www.mainportdelta.eu/NL/44.html

Poel. (2011). *Artikel over Vivace als nieuwe techniek voor energie uit langzaam stromend water*. Opgeroepen op april 2013, van http://gervanpoelgeest.wordpress.com/2011/03/18/energie-uit-langzaam-stromend-water-m-b-v-nieuwe-vivace-converter/

PortofRotterdam. (2012, December). *Informatie over Rotterdam Energy Port*. Opgeroepen op December 2012, van Port of Rotterdam: www.portofrotterdam.com/nl/business/over-de-haven/industrieel-cluster/Pages/energy-port.aspx

Pragt. (2012-2013). Overlegmet technisch adviseur over technische specificaties voor de haalbaarheid in Rotterdam. Deventer, Overijsel, NL: Tauw B.V.

ProvincieZH. (2013). *Missie en visie van de Porvincie Zuid-Holland*. Opgeroepen op April 15, 2013, van provinciezuidholland: http://www.zuid-holland.nl/content_provincie/c_e_provincie-missie_en_visie.htm

Rijkswaterstaat. (2013). *Meetpaal*. Opgeroepen op 2013, van rijkswaterstaat.nl: https://beeldbank.rws.nl/MediaObject/Details/Een_meetpaal_van_het_landelijk_net_van_waterstandsregistratie__op_de_Waddenzee_tussen_Harlingen_en_Vlieland_133303

Tauw. (2012). *Haalbaarheidsstudie Vivace Zeeland.* Deventer: Tauw. B.V.

TCE-PoR. (2012). *Energyport Artikel op de website van het Havenbedrijf over de visie van de haven*. Opgeroepen op April 2013, van Port of Rotterdam: http://www.portofrotterdam.com/nl/Business/rotterdam-energy-port/Documents/TCE_Rotterdam_Adam_Duckett.pdf

vdWal-Haan. (2012-2013). Intern overleg haalbaarheid met Zeelandproject als basis. Deventer, Overijsel: Tauw B.V.

Verandering-Energie. (2010). *Algemeen artikel betreffende energiemarkt en energieprijs*. Opgeroepen op Januari 2013, van veranderingvanenergie: www.veranderingvanenergie.nl/nieuws/energie_in_de_toekomst_stuk_duurder.html

Vortex-Hydro-Energy. (2011). Vivace background information. *Kerngetallen Vivace* . Michigan, USA: University of Michigan.

Vortex-opgaven. (2012). *Opgaven vortex hydro energy.* Michigan, USA: Vortex Hydro Energy.

Wegenwiki. (2010). *Informatie over Botlekbrug*. Opgeroepen op 2012, van wegenwiki: http://www.wegenwiki.nl/Botlekbrug

youtube. (2011). *Youtube film over de openwatertest van Vivace in USA*. Opgeroepen op 2013, van youtube: http://www.youtube.com/watch?v=g7GlAGFeyv8

ZHL. (2013, April). *Missie en visie van Stichting Zuid Hollands Landschap*. Opgeroepen op April 15, 2013, van http://www.zuidhollandslandschap.nl/dit-zijn-wij/missie-en-visie/

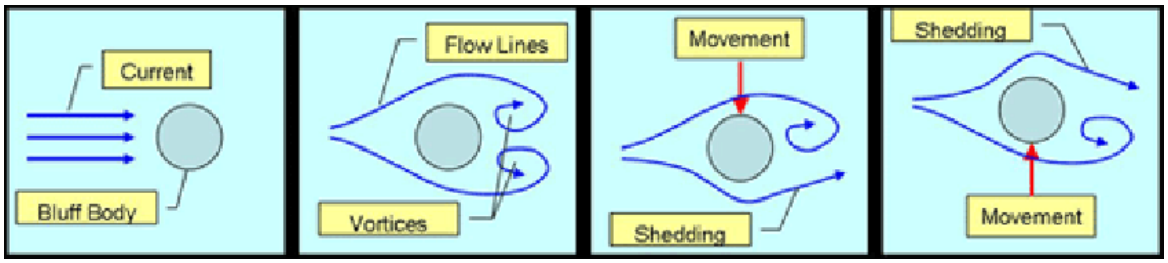
Zwakhals, W. (2012, Oktober 28). Eerste gesprek opdrachtgever. (A. v. Wal, Interviewer)

Bijlagen 1. Achtergrond Vivace

In dit hoofdstuk wordt informatie gegeven over wat VIVACE is en in het kort hoe het werkt en wat voor cyclus het systeem tot nu toe heeft doorlopen qua ontwikkeling. Voor een uitgebreidere uitleg van de werking van VIVACE kan bijlage 1 worden geraadpleegd.

Vivace

Vivace is een systeem dat stroom/energie op kan wekken uit langzaam stromend water. De meeste waterkrachtcentrales die nu beschikbaar zijn hebben een behoorlijk snelle stroming nodig om energie op te wekken. Vivace is het eerste systeem dat met een minder sterke water stroming al energie op kan wekken.
Vivace genereert energie door het op en neer bewegen van de cilinder. Wanneer een voorwerp (de cilinder) zich in een stroming bevindt ontstaan hierachter wervelingen (vortexen).
Bij het Vivace systeem wordt van deze kracht juist gebruik gemaakt. Door de wervelingen wordt op een cilinder kracht uitgeoefend waardoor deze in beweging komt. Deze bewegingsenergie kan worden omgezet met een generator naar elektriciteit(zie figuur 1).



Ontwikkeling VIVACE

2000-2004

Het Vivace systeem is ontstaan op het Departement of Naval Architecture and Marine Engineering aan de University of Michigan te Ann Arbor. In 2004 is het bedrijf Vortex Hydro Energy gestart dat zich bezighoudt met de verdere ontwikkeling en commerciële toepassing van het Vivace systeem.

2004-2010

Op laboratorium schaal hebben diverse experimenten plaats gevonden. Waaronder een permanente testopstelling in een waterbak. In 2010 is een eerste officiële pilot opstelling geplaatst in de St. Clair River USA. Deze opstelling leverde direct bruikbare resultaten op.

2011-Huidig

Tauw B.V. is binnen Nederland de initiatiefnemer voor het gebruik van het Vivace systeem in Nederlandse rivieren, havens en kustgebieden. Sinds 2011 is er al onderzoek gedaan naar de werking en haalbaarheid van VIVACE op een aantal locaties in Nederland. Zo is onderzoek gedaan in:

- Provincie Zeeland, (getijden stroming)
- Quick scan Provincie Overijssel voor potentiële locaties
- Demoproject waterschap Rijn en IJssel in de oude IJsel bij Ulft
- Demoproject Wetterskip Fryslân
- Diverse haalbaarheidsstudies voor waterschappen

Bij Ulft in de oude IJssel wordt het eerste demoproject in Nederland gerealiseerd. Dit project wordt gefinancierd door de provincie Overijssel, Waterschap Rijn & IJssel, Wetterskip Fryslân & haar partners. Deze zal naar verwachting nog in dit jaar (2012) operationeel zijn. Het doel hiervan is om de werking op zeer kleine schaal in rivierstroming aan te tonen dat systeem werkt en technisch gezien kan worden geoptimaliseerd met hogere energieopbrengsten als resultaat. In oktober 2012 is de vraag vanuit Havenbedrijf Rotterdam gekomen om de mogelijkheden van VIVACE te onderzoeken voor de twee locaties Nieuwe waterweg en onder de Botlekbrug. Hiermee wordt gehoopt een VIVACE pilot te kunnen starten. Op deze manier kan worden bekeken of het Vivace systeem in getijdenstroming van een havengebied werkt, wat de effecten zijn op het systeem onder deze condities en hoeveel het werkelijk oplevert.

Commerciële ontwikkelingen

Vivace maakt gebruik van een duurzame energiebron, namelijk waterkracht. Waterkracht is commercieel gezien belangrijk. Omdat het water stroomt kan energie uit water worden gehaald. De verwachtingen van waterkracht zijn daarom hoog. Wij verwachten dat het in de toekomst een belangrijke energiebron zal zijn. Hierbij verwachten we dat waterkracht een zelfde rol als windenergie kan spelen, zowel voor water in vrij verval als langzaam stromend water. Waarbij voornamelijk getijdenenergie het voordeel heeft dat de energieopbrengst veel beter voorspelbaar en constanter is.

Vivace wekt energie op uit langzaam stromend water vanaf 1 m/s. Belangrijk hierbij is dat de opbrengsten groter zijn dan de kosten. Hierbij moeten we niet alleen kijken naar de kosten van het systeem zelf, maar bijvoorbeeld ook het plaatsen en onderhoud van het systeem.

Maatschappelijke ontwikkelingen

Duurzame energie wordt maatschappelijk steeds belangrijker gevonden. Door gebruik te maken van getijdenstroming om energie op te wekken is Vivace een systeem dat duurzame energie op wekt. Vivace maakt gebruik van een duurzame bron, maar behalve dat het hiermee duurzame energie opwekt is het ook op andere punten duurzaam:

- Vissen gebruiken dezelfde wervelingen die door Vivace worden opgewekt om energie te sparen bij het zich voort bewegen. Ze zetten zich als het ware af tegen de vortex, waardoor ze in een voorwaartse beweging komen en zo minder energie kunnen gebruiken. Vissen zullen daardoor waarschijnlijk geen hinder ondervinden en de vissterfte, veroorzaakt door het plaatsen van één of meer Vivace-modules, zal naar verwachting nihil zijn (waar waterkrachtturbines vaak te kampen hebben met een vissterfte van 20 – 40 %)
- Het Vivace systeem bevindt zich volledig onder de waterspiegel, waardoor er geen horizonvervuiling op treedt.
- Het Vivace systeem zou opgenomen kunnen worden in programma's zoals 'Building with nature'

Dit bij elkaar opgeteld maakt dat het system duurzaam is. Dit komt het imago van Havenbedrijf Rotterdam ten goede.

Bijlagen 2. Fotocollage

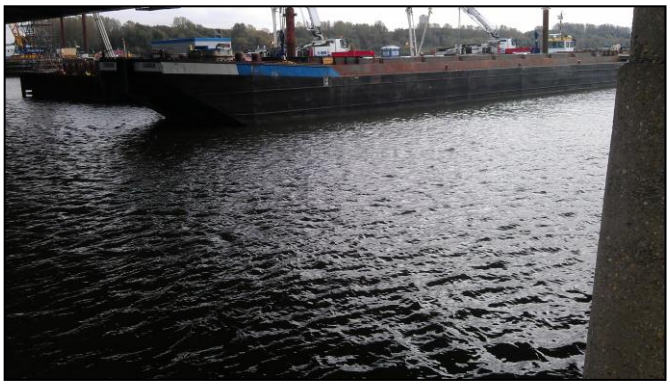
Nieuwe waterweg







Botlekbrug







Bijlagen 3. Stakeholders

Tauw B.V.:

Rol in duurzame ontwikkeling:

Tauw B.V. heeft een adviserende rol wanneer het gaat om duurzame ontwikkelingen en initiatieven. Een aantal concepten/ideeën zijn door Tauw B.V. zelf onderzocht en worden vervolgens met steun van partners uitgevoerd.

Doel duurzame ontwikkeling:

Het uiteindelijke doel is een schoner milieu wat tot stand is gekomen door het advies van Tauw B.V..

Belang bij duurzame projecten:

Tauw B.V. beschikt over veel kennis met betrekking tot water gerelateerde projecten. Van zuiveringinstallaties tot keringen en waterkracht systemen. Met deze kennis willen zij bedrijven, overheid en burgers adviseren.

Belang Vivace:

Als initiatiefnemer van het Vivace systeem in Nederland is Tauw B.V. er bij gebaad dat het systeem snel verder ontwikkelt wordt en verbeteringen worden door gevoerd. Tauw B.V. wil het liefst een aantal locaties in Nederland getest hebben waar het systeem getest wordt in een pilot-project.

Belemmert Vivace havenactiviteiten?

De verwachting is dat op de gekozen onderzoek locaties geen scheepvaart dichtbij het systeem plaats vindt wat zou kunnen leiden tot gevaarlijke situaties.

Belangrijkste knelpunten:
Tauw B.V. is niet instaat een pilotproject geheel alleen te financieren. Tauw B.V. zoekt dus partners om het project financieel draagbaar te maken. Het doel is om het systeem uiteindelijk te kunnen verkopen als product incl. de kennis die er achter zit.

Hindermacht:
Tauw B.V. heeft in zekere mate hindermacht doordat het de initiatiefnemer is van het Vivace systeem in Nederland.

Havenbedrijf Rotterdam
Rol in duurzame ontwikkeling:
Het ondersteunen van duurzame initiatieven en het beschikbaar stellen van ruimte en financiële mogelijkheden om veel belovende technieken verder te ontwikkelen.

Doel duurzame ontwikkeling:
De koppositie als Europese energiehaven te versterken (portofrotterdam.nl, 2013).

Belang bij duurzame projecten:
Havenbedrijf Rotterdam heeft in de havenvisie 2030 de nadruk gelegd op het verduurzamen van de haven en de Rotterdamse haven als energiehaven. Met verbeteringen van o.a. de duurzame energie wil Havenbedrijf de logistiek, industriële en scheepvaart activiteiten verbeteren (Gras, 2012).

Belang Vivace:
Havenbedrijf Rotterdam hoopt met Vivace een systeem te vinden waarop in de toekomst grootschalig geïnvesteerd kan worden om in de eerste plaats energiereductie te realiseren door het opwekken van schone/duurzame energie uit waterkracht.

Belangrijkste knelpunten:
Havenbedrijf Rotterdam wil graag investeren in nieuwe ontwikkelingen maar heeft beperkte ruimte om systemen te plaatsen. Daarnaast vergt het aanvragen van vergunningen hoogstwaarschijnlijk veel tijd en energie gezien de enorme drukte in het gebied. Veiligheid staat hierbij primair bovenaan.

Hindermacht:
Havenbedrijf Rotterdam heeft een grote hindermacht aangezien zij zelf de opdrachtgever zijn voor dit onderzoek en het mogelijk vervolg.

Loodswezen
Rol in duurzame ontwikkeling:
Geen actieve rol, tenzij er gevaarlijke situaties ontstaan voor scheepvaart. Dit zou afhankelijk van de locatie nader onderzocht moeten worden.

Doel duurzame ontwikkeling:

Geen doel.

Belang bij duurzame projecten:
Indirect is bijvoorbeeld walstroom wat opgewekt wordt met duurzame energie een goed initiatief.

Belang Vivace:
Geen direct belang behalve als het op cruciale plaatsen komt te staan waar de scheepvaart direct of indirect hinder van ondervindt. Op de beide onderzoeklocaties lijkt dit vooralsnog geen enkel probleem te geven.

Belangrijkste knelpunten:
Als uit onderzoek blijkt dat het systeem gevaren met zich meebrengt voor scheepvaart.

Hindermacht:
In samenwerking met rederijen heeft het loodswezen hindermacht omdat hun veiligheid en die van de schepen in gevaar kan komen.

Rijkswaterstaat
Rol in duurzame ontwikkeling:
Meedenken met partners over duurzame initiatieven en zodanig meefinancieren.

Doel duurzame ontwikkeling:
Een voorbeeld stellen voor Nederland door het creëren van een schoner milieu.

Belang bij duurzame projecten:
Het helpen verduurzamen van Nederland en een schonere leefomgeving voor mens en dier te creëren. Dit mede door gebruik te maken van duurzame materialen.

Belang Vivace:
Een goed initiatief en mooi systeem. Bij plaatsing moet gekeken worden of Vivace niet in aanraking komt met de scheepvaart en hier hinder bij ondervind.

Belangrijkste knelpunten:
Scheepvaart, veiligheid en milieu.

Hindermacht:
Als onderdeel van het ministerie kan Rijkswaterstaat processen verbieden.

Educatief informatiecentrum
Rol in duurzame ontwikkeling:
Mensen, oud en jong, informeren over de duurzame ontwikkelingen in haven. En op verzoek excursies organiseren langs 'sights'. Het educatief informatiecentrum brengt projecten in het havengebied onder de aandacht van de mensen.

Doel duurzame ontwikkeling:
Mensen informeren en zelf daarmee een bijdrage leveren aan het bewustzijn van mensen en hun activiteiten.

Belang bij duurzame projecten:
Indirect leveren (duurzame) projecten meer bezoekers. Mensen die geïnteresseerd zijn en meer informatie willen hebben over duurzame projecten komen o.a. hiervoor naar de informatiecentrum.

Belang Vivace:
Als mogelijke afnemer van de elektriciteit is Vivace in de nieuwe waterweg zeker interessant. Hiermee kunnen ze tijdens een eerste pilot al enige energie reductie van het gebouw realiseren en tegelijkertijd een mooi project tonen naast het gebouw.

Belangrijkste knelpunten:
Geen groot financieringsbudget.

Hindermacht:
Weinig invloed.

NGO- Greenpeace

Rol in duurzame ontwikkeling:
Strijden tegen de huidige energiecentrales doormiddel van onderzoeken, overleg plegen en (actie)campagnes en het stimuleren van duurzame ontwikkelingen.

Doel duurzame ontwikkeling:
Een schonere en gezonde leefomgeving voor mens en dier. Daarbij mensen adviseren voer hoe ze kunnen overstappen op schone energie en beter om kunnen gaan met energie.
Greenpeace vindt de vitaliteit van de aarde fundamenteel voor al het leven en strijdt daarom voor een snelle realisatie van een duurzaam evenwicht tussen mens en milieu.

Belang bij duurzame projecten:
Door geweldloze en inventieve confrontaties stelt Greenpeace milieuproblemen aan de kaak en stimuleren daarbij oplossingen voor een gezond en duurzaam evenwicht tussen mens en milieu.

Belang Vivace:
Vivace zou een van die duurzame oplossingen kunnen zijn die samen met andere duurzame systemen een cluster vormen als duurzame energiebron.

Belangrijkste knelpunten:
In eerste instantie is Greenpeace voor dergelijke duurzame initiatieven. Maar Greenpeace zou nauwlettend toe zien op de materialen die worden gebruikt. Zeker wanneer het aantal Vivace modules wordt opgeschaald.

Hindermacht:
Greenpeace is een belangrijke organisatie die bekend staat om de acties en campagnes.
Met hun steun krijgt het systeem een groene positieve uitstraling.

Gemeente Rotterdam

Rol in duurzame ontwikkeling:

De Gemeente heeft een nauwe samenwerking met Havenbedrijf en kan hierdoor een snelle vergunning verlening realiseren.

Doel duurzame ontwikkeling:

De Gemeente Rotterdam is een belangrijke bondgenoot voor Havenbedrijf Rotterdam. De Gemeente is erbij gebaat dat de haven groeit en de economie in de regio voort stuwt.

Belang bij duurzame projecten:

Deze zijn groot omdat de Gemeente Havenbedrijf steunt om europa's grootste energiehaven te worden en te blijven. Daarmee ligt de uitdaging om op grootte schaal snel te verduurzamen.

Belang Vivace:

Waterkracht kan op de geschikte locaties een belangrijke bijdrage leveren en dient zeker serieus meegenomen te worden in eventuele bestemmingsplannen.