

DELTA21

Vaak Gestelde Vragen (FAQ)



DELTA21 FAQ

Versie: concept

Datum: 23 september 2018

Inhoud: Vaak Gestelde Vragen (FAQ)

	<i>Aantal vragen:</i>	<i>Blz.</i>
Vragen bij een eerste kennismaking:		
DELTA21 op hoofdlijnen	57	5
1.1 Het DELTA21 concept	9	5
1.2 Waterveiligheid	13	10
1.3 Energie	14	17
1.4 Zout en Zoet water	7	26
1.5 Natuur, Vismigratie en Aquacultuur	5	31
1.6 Ontwerp, aanleg en exploitatie van DELTA21	9	36
Vragen van potentiële investeerders:		
2 Waterveiligheid	47	46
2.1 Huidige situatie met een open Maeslandkering	11	46
2.2 Huidige situatie met een gesloten Maeslandkering	8	56
2.3 Met DELTA21 en een open Maeslandkering	1	63
2.4 Met DELTA21 en een gesloten Maeslandkering	8	64
2.5 Besparingen met DELTA21	2	69
2.6 DELTA21 en extreem zware stormen	7	71
2.7 Zeespiegelrijzing, bij zware stormen en DELTA21	4	76
2.8 Wat levert DELTA21 op aan besparingen en minder schade	5	79
2.9 Besparingen DELTA21 met een zeespiegelrijzing	1	83
3 Energie	37	85
3.1 Energieontwikkelingen algemeen	13	85
3.2 Energieopslag met DELTA21 in het Valmeer, anno 2018.	14	97
3.3 Energieopslag met DELTA21 in het Valmeer, anno 2030.	7	106
3.4 Overige mogelijkheden voor energie met DELTA21	3	111
4 Zout en Zoet water	19	115
4.1 Haringvliet tot en met het kierbesluit	7	115
4.2 Met DELTA21 het zoute getij terug in het Haringvliet	6	125
4.3 Zoet water garantie via het Haringvliet	6	126
5 Vismigratie, Aquacultuur en Natuur	18	132
5.1 Het Haringvliet en Natura-2000	5	132
5.2 Het Haringvliet en vismigratie	5	138
5.3 Aquacultuur en DELTA21	8	144
6 Ontwerp, Aanleg, Aanlegkosten en Exploitatie van DELTA21	26	155
6.1 Ontwerp van DELTA21	11	155
6.2 Bouwvolgorde DELTA21	6	168
6.3 Volumes en Aanlegkosten DELTA21	2	173
6.4 Exploitatie – Kosten, Baten en Besparingen	7	178
Totaal aantal vragen:	204	

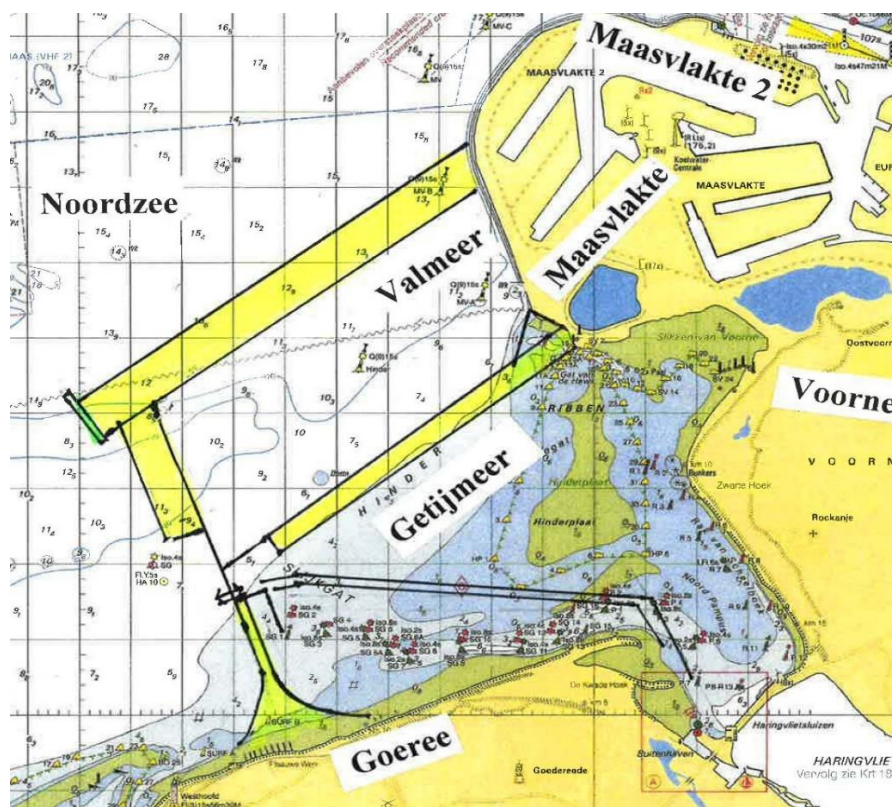
Vaak gestelde vragen bij een eerste kennismaking:

DELTA21 op hoofdlijnen (58 vragen)

DELTA21 is een integraal concept, waarvan de hoofddoelen onderling nauw samenhangen. Bij de beantwoording van de vragen, wordt wel onderscheid gemaakt tussen de verschillende thema's. De volgende vragen worden hieronder thematisch beantwoord:

	Blz.
1. DELTA21 op hoofdlijnen (58 vragen)	5
1.1 Het DELTA21 concept (9 vragen)	5
1.1.1 Wat houdt DELTA21 in?	5
1.1.2 Wat maakt DELTA21 integraal?	5
1.1.3 Hoe ziet het DELTA21 concept eruit?	6
1.1.4 Wat beoogt DELTA21?	7
1.1.5 Welke mogelijkheden bieden recreatie en toerisme?	7
1.1.6 Hoe is dit DELTA21 concept ontwikkeld?	7
1.1.7 Wanneer zal DELTA21 zijn gerealiseerd en door wie?	8
1.1.8 Is alle kennis voor de realisatie van DELTA21 aanwezig in Nederland?	8
1.1.9 Wie moet de initiatiefrol voor de realisatie van DELTA21 nemen?	8
1.2 Waterveiligheid (13 vragen)	10
1.2.1 Waarom is DELTA21 dé oplossing voor de waterveiligheid?	10
1.2.2 Wat is de functie van DELTA21 bij extreme rivierafvoeren?	11
1.2.3 Wat is de functie van DELTA21 tijdens zware stormen?	11
1.2.4 Hoe veilig wordt het, met DELTA21?	11
1.2.5 Als met DELTA21, de Maeslandkering zou falen?	12
1.2.6 Wat levert DELTA21 op aan besparingen op dijkverhoging?	12
1.2.7 Wat zijn de besparingen met DELTA21 door minder schade?	13
1.2.8 Wat biedt DELTA21 aan besparingen op dijkversterking bij een zeespiegelrijzing?	14
1.2.9 Waarom kiest DELTA21 niet gewoon voor meer gemalen, zonder een Valmeer?	14
1.2.10 Waar komt met DELTA21 de primaire waterkering?	15
1.2.11 Waar komt met DELTA21 de zout-zoet scheiding?	15
1.2.12 Waarom is pompen met DELTA21 effectiever dan dijkverhogingen?	15
1.2.13 Welke natuurontwikkelingen zijn het meest van invloed op de waterveiligheid?	16
1.3 Energie (15 vragen)	17
1.3.1 Waarom raken vraag en aanbod van elektriciteit meer uit evenwicht?	17
1.3.2 Hoe worden tekorten en overschotten op de elektriciteitsmarkt opgevangen?	17
1.3.3 Waarom wordt zo naarstig naar energieopslag gezocht?	17
1.3.4 Is opslag van energie in waterkracht nog wel van deze tijd?	18
1.3.5 Is Nederland wel geschikt voor "Pumped Hydro Storage" (PHS)?	19
1.3.6 Hoeveel brengt het Valmeer anno 2018 op aan energieopslag?	20
1.3.7 Wat is de Wat zou de opbrengst in 2018 zijn van het Valmeer + Getijmeer?	20
1.3.8 Hoe veel brengt het Valmeer anno 2030 op aan energieopslag?	21
1.3.9 Wat is de energiefunctie van het Getijmeer in DELTA21?	21
1.3.10 Hoe is de invloed van de hogere CO ₂ -heffing in 2030?	22
1.3.11 Wat leveren Valmeer + Getijmeer in 2030 aan inkomsten en besparingen op?	23
1.3.12 Wat zijn de kansen voor warmteopslag?	23
1.3.13 Wat zijn de kansen voor een zonnepark?	24
1.3.14 Wat zijn de kansen voor de opwekking van windenergie?	24
1.3.15 Wat betekent DELTA21 voor klimaatdoelen?	25

1.4	Zout en Zoet water (7 vragen)	Blz. 26
1.4.1	Waarom is terugkeer van het zoute getij in het Haringvliet gewenst?	26
1.4.2	Wat biedt DELTA21 meer voor zout en zoet water dan het “kierbesluit”?	26
1.4.3	Wat betekent het zoute getij voor de flora en fauna in het Haringvliet?	27
1.4.4	Wat is de invloed van het kierbesluit op de zoetwatervoorziening?	28
1.4.5	Hoe functioneert, met DELTA21, het Brakwatergebied?	29
1.4.6	Hoe functioneert, met DELTA21, de zoetwatergarantie?	29
1.4.7	Biedt DELTA21 ook een oplossing tijdens extreme droogte?	30
1.5	Natuur, Vismigratie en Aquacultuur (5 vragen)	31
1.5.1	Wat biedt DELTA21 meer voor de flora en fauna dan het “kierbesluit”?	31
1.5.2	Wat biedt DELTA21 meer voor de vismigratie dan het “kierbesluit”?	31
1.5.3	Welke vissoorten zullen met DELTA21 vaker via het Haringvliet migreren?	32
1.5.4	Welke kansen biedt DELTA21 voor de aquacultuur en de visserij?	32
1.5.5	Welke vorm van aquacultuur maakt de meeste kans in DELTA21?	33
1.6	Ontwerp, aanleg en exploitatie van DELTA21 (9 vragen)	36
1.6.1	Uit welke hoofdonderdelen bestaat DELTA21?	36
1.6.2	Wat zijn de belangrijkste kenmerken van het Valmeer?	37
1.6.3	Is de ondergrond wel geschikt voor het Valmeer?	38
1.6.4	Hoe worden het Valmeer en het Getijmeer aangelegd?	39
1.6.5	Ontwerp van de dammen in het Haringvliet?	40
1.6.6	Aanlegkosten Valmeer en Getijmeer	41
1.6.7	Wat leveren het Valmeer en het Getijmeer op, anno 2030?	41
1.6.8	Wat zijn de besparingen op dijkverhoging en op de verminderde CO2 belasting?	42
1.6.9	Zijn het Valmeer en het Getijmeer, anno 2030 financieel exploitabel?	42

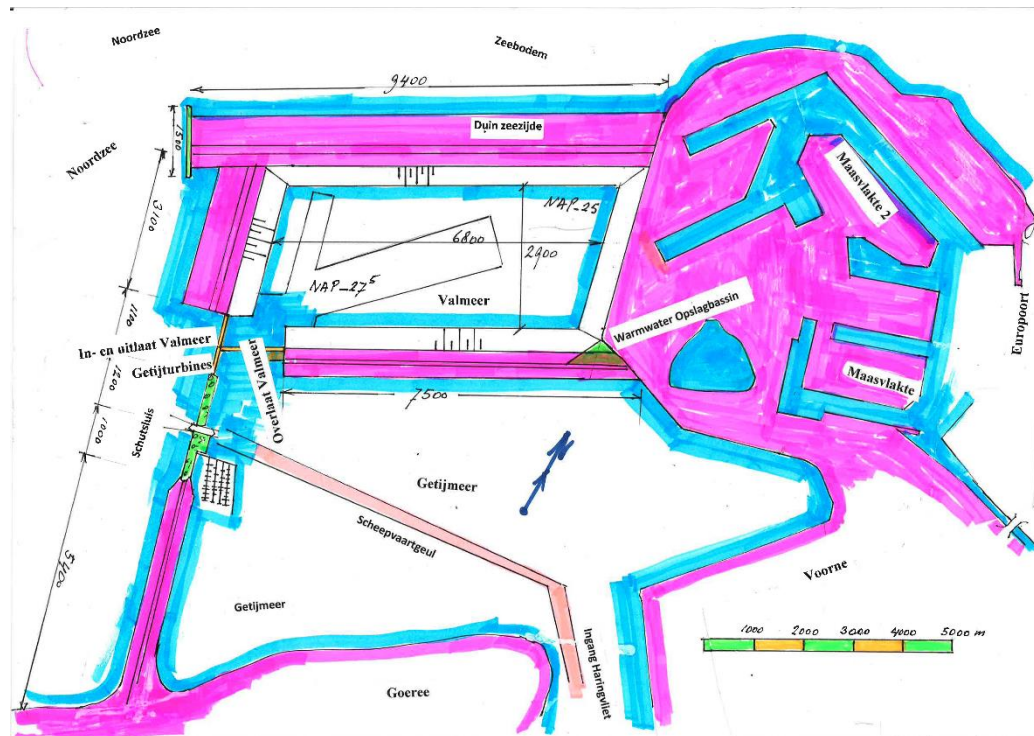


1. DELTA21 op hoofdlijnen (57 vragen)

1.1 Het DELTA21 concept (9 vragen)

1.1.1 Wat houdt DELTA21 in?

DELTA21 is een ruimtelijk plan, gelegen in en ten westen van het Haringvliet. Het plan integreert een aantal verschillende functies, waarvan de belangrijkste zijn: Veiligheid tegen overstromingen, Opslag en Opwekking van energie, Zoetwater garantie voor Rotterdam en omgeving en het Zoute getij weer terug in het Haringvliet.



1.1.2 Wat maakt DELTA21 integraal?

Het hart van DELTA21 is een groot opslagbekken (Valmeer), waar met behulp van pompen en turbines energie tijdelijk wordt opgeslagen en weer wordt opgewekt. De grote vermogens aan pompcapaciteit kunnen, tijdens storm en hoge rivierafvoeren, worden ingezet om het overtollige rivierwater naar zee te pompen. Ook worden getijturbinen geïnstalleerd om energie op te wekken met het water uit het Getijmeer en het Haringvliet. De Haringvlietssluisen kunnen nu permanent open komen te staan. DELTA21 brengt zo het zoute getij weer terug in het Haringvliet en herstelt zo de zoutwaterbiotoop in het Haringvliet. Het Haringvliet wordt weer een aantrekkelijk gebied met een gezond leef- en woonklimaat. Ook brengt DELTA21 de vismigratie tussen de Noordzee en de Rijn en Maas weer terug. DELTA21 biedt ook ruimte voor een drijvend zonnepark en voor de opslag van warm water, maar ook de optie voor een windmolenpark. DELTA21 garandeert de aanvoer van zoet water voor Rotterdam en omgeving en het biedt kansen voor diverse vormen van aquacultuur in het hele zoutwatergebied. Met al deze functies wordt het gebied rond het Haringvliet bovendien aantrekkelijker als woon- recreatiegebied. Het is een revolutionair plan door zijn integraliteit, waardoor functies worden gecombineerd en ook lang gekoesterde wensen worden vervuld.



1.1.3 Hoe ziet het DELTA21 concept eruit?

Het integrale concept bevat een viertal elementen:

- **Valmeer** van 30 m diep, omgeven door natuurlijke zandduinen, die opgebouwd zijn met het zand dat is gebruikt voor de verdieping van het Valmeer.
- **Getijmeer**, dat gelegen is tussen het Haringvliet en de Noordzee en waar met getijnturbines, elektriciteit uit het getijverschil wordt opgewekt.
- **Haringvliet**, waar het zoute getij, via het Getijmeer, dagelijks weer vers zout Noordzeewater naar binnen brengt en weer afvoert. In het westelijk deel van het Haringvliet werkt dus het getij en heeft het water een hoog zoutgehalte. Het oostelijk deel van het Haringvliet blijft zoet, de scheiding ligt bij het eiland Tiengemeten. Aan de zuidzijde van het eiland komt een Brakwatergebied en aan de noordzijde van het eiland een kering met schuiven, die opengezet kunnen worden om, bij hoge rivierafvoeren, rivierwater af te voeren.
- **Brakwatergebied**, gelegen ten zuiden van het eiland Tiengemeten, dat dient als een grote zout-zoet-brakke vispassage. Zout water mag niet in het oostelijk deel van het Haringvliet terecht komen. Vanuit de oostzijde stroomt het zoete water in het Brakwatergebied en vanuit de westzijde stroomt zout water in en uit. Tijdens hoge rivierafvoeren moet via het Brakwatergebied ook overtollig rivierwater kunnen afstromen naar zee. Om dat te realiseren worden voorzieningen in het Brakwatergebied aangebracht.



1.1.4 Wat beoogt DELTA21?

Een integrale oplossing te bieden voor een aantal lang gekoesterde wensen, die gericht zijn op het vergroten van de waterveiligheid, duurzaamheid en leefbaarheid:

- De waterstand in het benedenstroomse gebied veel beter te kunnen beheersen en de waterveiligheid te verhogen door grote afvoercapaciteit aan te bieden
- Schone energie tijdelijk op te slaan in waterkracht
- Schone energie op te wekken
- Het getij te benutten voor de opwekking van schone energie
- Het zoute getij weer in het Haringvliet te doen terugkeren
- De zoetwatergarantie in het gebied te versterken
- De vismigratie tussen Noordzee en de Rijn-Maasdelta weer te herstellen
- Het Haringvliet aantrekkelijker te maken voor recreatie en natuur
- Mogelijkheden te bieden voor aquacultuur

1.1.5 Welke mogelijkheden bieden recreatie en toerisme?

Het Haringvliet, waar het zoute getij met DELTA21 weer terugkeert, wordt het centrum van een gebied dat gereserveerd zal worden voor natuur, stille recreatie, vismigratie en aquacultuur. Het Haringvliet ligt ten zuiden van een zeer dichtbevolkt woongebied met veel zware industrie, waar weinig mogelijkheden zijn voor natuur en recreatie. DELTA21 biedt ook veel kansen voor een extra impuls in de natuur en recreatie-faciliteiten, zoals:

- a. Natuurontwikkeling in en langs het Haringvliet en het Getijmeer
- b. Terugkeer van de vismigratie via het Haringvliet
- c. Kansen voor aquacultuur (mosselen en oesters) in het Haringvliet en het Getijmeer
- d. Recreatiekansen langs ca. 10 km lang strandgebied die om het Valmeer zijn gelegen, 5 km langs het Getijmeer en 5 km langs de Noordzeekust.
- e. Watersport en recreatiemogelijkheden ten zuiden van het Getijmeer en uitbreiding van het strand van Goeree.
- f. Mogelijkheden voor huisvestingsplannen, jachthavens en vakantieparken langs het Getijmeer en achter de primaire kering.



1.1.6 Hoe is dit DELTA21 concept ontwikkeld?

Het DELTA21 concept is sinds 2015 stap voor stap ontwikkeld door 2 initiatiefnemers, Leen Berke en Huub Lavooij, mede op basis van gesprekken met belangrijke stakeholders. Op 19 jan. 2018 is het concept gepresenteerd aan ca. 45 stakeholders, waarvan 12 partijen zich vervolgens als actieve en 30 zich als geïnteresseerde partijen aangemeld hebben om het concept verder te brengen. Bij de ontwikkeling van DELTA21 zijn kennisinstituten als TUDelft, Universiteit Wageningen en

Hogeschool Zeeland, maar ook bedrijven als RWE, Pentair, VanOord, DEME, Volker Wessels, Ballast Nedam en Royal Haskoning DHV betrokken als sponsors. Van elk van de 4 thema's, Waterveiligheid, Energie, Zout en Zoet water en Vismigratie/Aquacultuur is begin 2018 een deelstudie uitgevoerd. Verder is per 1 sept. 2018 een website ontwikkeld, waarin de meeste kennis en achtergrond van het concept in is verwerkt. In het najaar van 2018 zal de integrale rapportage gebundeld worden tot een integraal rapport.

1.1.7 Wanneer zal DELTA21 zijn gerealiseerd en door wie?

De ervaring leert dat projecten, die veel betekenen voor de ruimtelijke inpassing veel voorbereidingstijd vergen. Als minimum geldt voor het besluitvormingsproces 3 jaar, voor het vergunningen- en aanbestedingstraject 4 jaar en voor de aanleg 3 jaar, dus totaal minimaal 10 jaar voordat DELTA21 begint te functioneren. Financiering en initiatief kan publiek, privaat of publiek-privaat. Vanwege de combinatie van overheids- en private belangen lijkt een publiek-private initiëring en financiering het meest logisch.



1.1.8 Is alle kennis voor de realisatie van DELTA21 aanwezig in Nederland?

Alle noodzakelijke technische kennis, equipment en uitvoerende deskundigen om DELTA21 te ontwikkelen, te bouwen en te exploiteren zijn overvloedig in Nederland beschikbaar. Nederland heeft als eerste land door wind aangedreven pompen ontwikkeld (Leeghwater) en beschikt inmiddels over ruim 3600 gemalen, ook is er een lange traditie van pomp- en turbineleveranciers. Om het Valmeer te ontwerpen en te bouwen is ook kennis van Natte Constructieve Waterbouw en Baggerkennis nodig. Verder is er kennis nodig van de zoute biotoop, de vismigratie en aquacultuur. Is er een land waar al deze kennis nog intensiever aanwezig is? Het DELTA21 concept is ook uitstekend te exporteren naar gebieden die last hebben van overstromingen en/of mogelijkheden om energie en waterkracht te benutten.

1.1.9 Wie moet de initiatiefrol voor de realisatie van DELTA21 nemen?

De twee initiatiefnemers missen het kapitaal en de organisatie om DELTA21 tot realisatie te brengen. Veiligheid (hoofdinfrastructuur) en Energie zijn primair een zaak van de overheid. Voor de exploitatie van de energie uit het Valmeer en het Getijmeer zou een private exploitant gevonden moeten worden. De financiering zou volledig privaat kunnen, mits er voor 30-40 jaar garanties kunnen worden verstrekt en het eigenaarschap na die periode goed is vastgelegd. Ook gemeente Rotterdam en het Rotterdams Havenbedrijf hebben grote belangen bij DELTA21 en hebben de kracht en de organisatie om DELTA21 te realiseren. De eerste stap zou zijn om de haalbaarheid verder te onderzoeken en het vergunningenbeleid voor te bereiden. Zonder een bereidheid van de twee meest relevante ministeries is deze eerste stap echter ondenkbaar. De beproefde Publiek-Private opzet volgens een DBFMO-

contact en een Consortium aanpak lijkt, op voorhand, voor een dergelijk groot project het meest geschikt. Zowel voor de uitvoerende partijen, de leveranciers als de exploiterende energiebedrijven zullen de werkzaamheden altijd via een aanbesteding gegund worden.



1.2 Waterveiligheid (13 vragen)

1.2.1 Waarom is DELTA21 dé oplossing voor de waterveiligheid?

Vanaf de 17^e eeuw (Leeghwater) is de Nederlandse waterveiligheid steeds meer gericht op het wegpompen van overtollig water. Inmiddels staan er in Nederland meer dan 3600 gemalen, die overtollig waterafvoeren, als het nodig is. Die ontwikkeling was onontkoombaar als gevolg van de verdere inklinking van de polders, de geologische zetting van Nederland, de waardevermeerdering van de grond door toenemende welvaart en bevolkingsaanwas, de hogere eisen van land- en tuinbouw, de hogere veiligheidseisen van de bewoners en de zeespiegelrijzing. Vanaf de Middeleeuwen was dijkverhoging in combinatie met natuurlijke afwatering lange tijd dé oplossing. Vanaf de 16^e eeuw werkte die natuurlijke afwatering steeds minder en moest er steeds vaker gepompt worden. Ook het alsmaar blijven verhogen van de duizenden kilometers dijk werd te riskant. De kans op falen van een dijk ergens in het systeem werd te groot.



Vanaf de 20^e eeuw worden daarom de estuaria vaker afgesloten (Zuiderzee, Deltawerken). Bovendien kan je dijken alléén alsmaar blijven verhogen, als je het combineert met een flinke verbreding en versterking. Steeds meer grond en eigendom moet worden onteigend om al die dijken te kunnen blijven versterken. De voortdurende aanpassing van de dijken doet het unieke rivierenlandschap ook steeds meer verdwijnen. Ook lopen de jaarlijkse aanleg- en onderhoudskosten van dijkverhoging per eeuw in de vele miljarden Euro's. De verder toenemende behoefte aan steeds meer gemalen is onontkoombaar om Nederland veilig te houden. De meeste gemalen zijn echter noodvoorzieningen en staan lange tijd renteloos te wachten op het moment dat ze nodig zijn. Dat is risicovol, inefficiënt en duur. Waarom de bouw van en kleine en grote gemalen niet vaker te combineren met de toenemende behoefte aan energieopslag als gevolg van de wind- en zonafhankelijkheid van de energievoorziening? Als je dan ook het zoute getij weer terug wilt in het Haringvliet, de vismigratie naar Rijn en Maas weer wilt herstellen en de aanvoer van zoetwater beter wilt garanderen, dan heb je de kern van DELTA21 te pakken: Een integrale oplossing buitengaats voor de waterveiligheid en gelijktijdig ook voor meerdere binnengaats uitdagingen.

1.2.2 Wat is de functie van DELTA21 bij extreme rivierafvoeren?

Hoewel het Valmeer voor de waterveiligheid vooral belangrijk is tijdens een langdurig gesloten Maeslandkering, zullen het Getijmeer en het Valmeer ook gebruikt worden bij een extreme rivierafvoeren. Ook dan kan met DELTA21 het waterpeil bij Dordrecht op maximaal NAP + 2,5 m worden gehouden. Voorafgaand aan het gebruik van de overlaat in het Valmeer, zal dan eerst het waterpeil van het Getijmeer worden verlaagd. Daarmee wordt meer rivierwater via het Haringvliet afgevoerd. De Maeslandkering blijft bij een normaal getij uiteraard geheel open. Eventueel kan dan ook nog extra rivierwater via de overlaat van het Valmeer naar zee worden afgevoerd. Het Getijmeer zal bij extreme rivierafvoeren eenmaal per 10 jaar tijdelijk bij HW worden gesloten en ca. eenmaal per ca. 50 jaar zal ook het Valmeer voor datzelfde doel worden gebruikt.



De peilbeheersing bij Dordrecht met DELTA21 tijdens hoge rivierafvoeren is ook van belang voor de buitendijkse gebieden. Ook zal het de waterveiligheid van de binnendijkse gebieden in het hele bergingsgebied en stroomopwaarts gunstig beïnvloeden en zijn geen extra dijkverhogingen meer nodig.

1.2.3 Wat is de functie van DELTA21 tijdens zware stormen?

Tijdens zware langdurige NW stormen wordt het water wel tot 4 m opgestuwd en wordt het water gekeerd door de duinen, de zeedijken en de keringen. Sinds de Deltawerken kunnen, met uitzondering van de Westerschelde, de zeearmen in het Zuidwesten van Nederland tijdens storm worden afgesloten. De Maeslandkering in de Nieuwe-Waterweg is het sluitstuk ervan en moet nu Rotterdam, Rijnmond en het hele benedenstroomse gebied rond het eiland van Dordrecht tegen dergelijke stormsituaties beschermen. Met DELTA21 worden de beheersmaatregelen voor de waterveiligheid groter en de waterstanden achter de kering lager. De Maeslandkering zal minder frequent gesloten hoeven te worden. Ook het opdrijven van de Maeslandkering tijdens LW is dan niet meer nodig, het zal de sluitingsfrequentie en de faalkans aanzienlijk verlagen met ca. een factor 5.

Als 35 maal per eeuw een zware storm optreedt en de opstuwing vanuit zee, eenmaal per 10 jaar, > 2,5 m kan worden, dan biedt Delta voldoende beheers mogelijkheden om het waterpeil bij Dordrecht niet verder dan NAP + 2,5 m te laten stijgen. Daarvoor zijn in DELTA21 dan het Getijmeer, het Valmeer en de Maeslandkering beschikbaar. Zonder DELTA21 wordt actie genomen door de Maeslandkering te sluiten, als de waterstand bij Dordrecht de grens van NAP + 2,9 m bereikt. Met DELTA21 moet al actie genomen worden, indien de waterstand bij Dordrecht het peil van NAP + 2,5 m dreigt te overstijgen. Tijdens storm en opstuwing zal gefaseerd een aantal acties worden opgestart, te beginnen met de tijdelijke sluiting van het Getijmeer tijdens LW. Vervolgens kan dan ook via een overlaat het Valmeer worden gebruikt en kan het overtollige rivierwater naar zee worden afgevoerd. Tenslotte zal, met DELTA21, ook eenmaal per 20 jaar de Maeslandkering gesloten en afgezonken worden. De Maeslandkering zal dus minder vaak hoeven te sluiten, al blijft ook met DELTA21 de kering wel belangrijk als de opstuwing op zee > 2,5 m bedraagt.

1.2.4 Hoe veilig wordt het, met DELTA21?

Nederland is goed beschermd tegen langdurige zware stormen op zee en de corresponderende waterstandsverhoging. Als alle keringen langdurig zijn gesloten en de rivieren alsmaar water blijven aanvoeren, dan kan het omvangrijke natuurlijke wateropslagsysteem dat nog wel een aantal uren goed opvangen. Bij een langdurige sluiting en een flinke rivierafvoer, zijn er echter momenteel geen beheersmaatregelen voorhanden om te voorkomen dat het waterpeil achter de keringen alsmaar blijft stijgen. Vooral bij een langdurig gesloten Maeslandkering hoopt het water zich op achter de keringen. Eerst zullen de buitendijkse gebieden en daarna ook de binnendijkse gebieden vol- en overlopen en zorgen voor grote schade. Door meteen bij een verwachte langdurige sluiting van de Maeslandkering het Getijmeer en eventueel het Valmeer te benutten, kan al het water van Rijn en Maas toch, ondanks de gesloten keringen, naar zee worden afgevoerd.



Vooraf in het grote bergingsgebied vanaf de keringen tot bijv. Gorinchem met de grote bevolkingscentra en veel industrie, is beheersing van het waterpeil, bij gesloten keringen, onmogelijk. Ondanks de honderden kilometers dijk, die ook nog eens verder en permanent verhoogd en versterkt moeten worden plus het groot oppervlak aan waardevolle buitendijkse onbeschermd gebieden, is de veiligheid beperkt. De kans op een overstroming varieert plaatselijk. Buitendijks is de kans orde eens per 10 tot 100 jaar en binnendijks orde eens per 500 - 5.000 jaar. Met DELTA21 wordt vooral de peilbeheersing veel groter en zal het waterpeil tot 1,5 m lager gehouden kunnen worden. De waterveiligheid met een factor 10 tot 50 wordt verhoogd. De ingrijpende dijkverhogingen langs vele honderden kilometers dijk zijn dan overbodig geworden en zullen enorme besparingen opleveren.

1.2.5 Als met DELTA21, de Maeslandkering zou falen?

Momenteel is de sluitingsfrequentie ca. eenmaal per ca. 10 jaar, bij een faalkans van eens op de 100 sluitingen. Daarmee is de kering een kwetsbaar element in de totale waterveiligheid voor een zeer dichtbevolkt gebied. Met DELTA21 is de kering niet meer de enige beheersmaatregel voor het afvoeren van overtollig rivierwater tijdens opstuwing. Met DELTA21, zal al extra rivierwater via het Getijmeer en het Valmeer worden afgevoerd, voordat de kering wordt gesloten. Daardoor zal de kering minder vaak worden gesloten. Bovendien zal het niet meer nodig zijn om tijdens LW de Maeslandkering tijdelijk te laten drijven, om het overtollig rivierwater af te voeren naar zee. Als de Maeslandkering volledig zou falen, open blijft staan en niet zou willen sluiten en er is een grote opstuwing vanuit zee en ook een meer dan gemiddelde rivierafvoer, wat gebeurt er dan met de waterveiligheid in het benedenstroomse gebied? Bij een zeer hoge opstuwing bij Hoek van Holland, zal dan tot ca. 5.000 m³ zeewater landinwaarts de Nieuwe-Waterweg instromen, maar geen gevaar voor overstroming van de binnendijkse gebieden opleveren. Het zeewater zal zich via de Oude Maas en het Dordtse Kil in het Hollands Diep samenvoegen met de rivierafvoer en richting Haringvliet via de overlaten het Valmeer instromen. De waterstand bij Dordrecht zal dan wel het peil van NAP + 2,5 m overschrijden, maar er ontstaat geen onveilige situatie voor de binnendijkse gebieden. Deze situatie kan theoretisch dagenlang voortduren, zonder dat het een groot probleem oplevert. De zoetwateraanvoer kan dan enige tijd niet meer worden gegarandeerd. Zelfs bij een extra zeespiegelstijging, zou bij een falen van de Maeslandkering, het zee- en rivierwater via het Haringvliet en het Valmeer kunnen worden afgevoerd en de waterveiligheid kunnen blijven garanderen.

1.2.6 Wat levert DELTA21 op aan besparingen op dijkverhoging?

De investeringen in dijkverhogingen en -versterkingen in de gebieden waar het effect van DELTA21 te merken zal zijn, wordt in de periode 2029-2100 geschat op ca. € 14 miljard. Binnen deze begrotingen, die vooral door de 5 waterschappen die er actief zijn, worden gedaan is echter ook

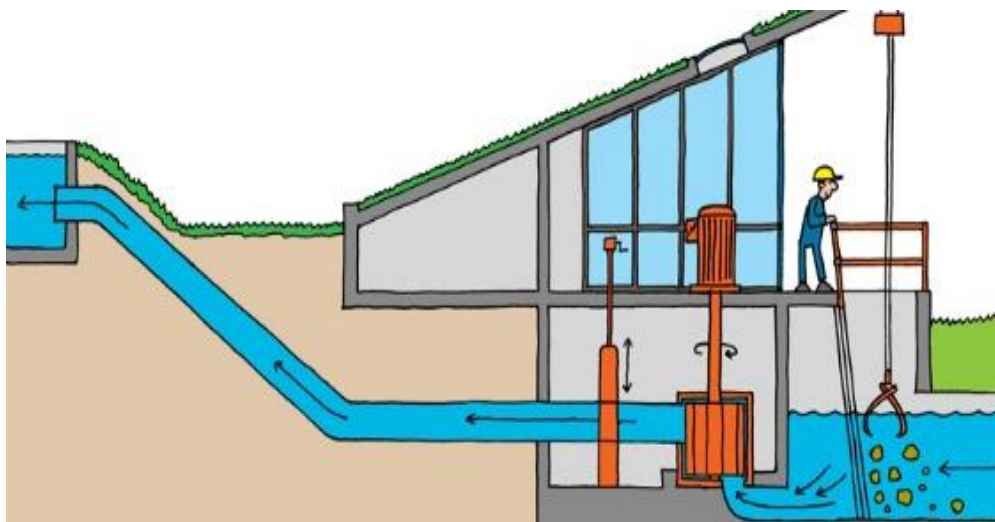
budgettaire ruimte gereserveerd voor zeedijkversterking, rivierdijkverbreding en het vormen van extra bergingsruimte langs de rivieren. Ook met DELTA21 blijven de meeste van die investeringen nodig.



Bij de aanname dat slechts een deel van deze investeringen voor alléén dijkverhoging is bestemd, wordt de investering voor alléén dijkverhogingen voor de periode 2029-2100 geschat op ca. € 6,3 miljard. Deze 800 km dijken zullen, o.a. door de zettingen, tot 2100 gemiddeld tot ca. 0,8 m opgehoogd moeten worden. Dat komt neer op een investering tot 2100 van € 1 miljoen/decimeter verhoging/km dijk. De verwachte zeespiegelrijzing van 0,3 m tot 2100 is hierbij ingecalculleerd.

1.2.7 Wat zijn de besparingen met DELTA21 door minder schade?

DELTA21 betekent dat overtollig water kan worden afgepompt en dat het veiligheidsniveau in het benedenstroomse gebied zeer sterk omhooggaat. De kans op een overstroming van de binnendijkse en buitendijkse gebieden zal met DELTA21 aanzienlijk kleiner worden.



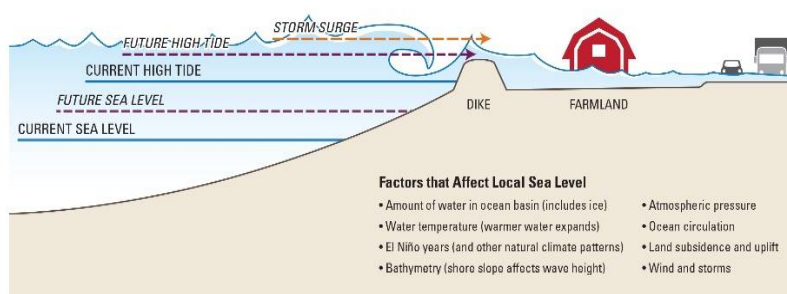
Als een conservatieve aanname gedaan wordt, dat de overschrijdingskans met een factor 10 af zal nemen, wordt de overschrijdingskans voor de binnen- en buitendijkse gebieden resp. eenmaal per 20.000 resp. 1500 jaar. Hoewel de schadecijfers sterk samenhangen met de omvang van de schade, worden in het gebied tussen de Maeslandkering en Tiel wel totale schadegetallen genoemd tot € 200 miljard voor een gemiddelde significante overstroming. Bij een voorzichtige inschatting van de gemiddelde schade van € 100 miljard/1000 jaar, wordt het jaarlijks “verzekeringsbedrag” € 100 miljoen. Gedurende de periode van 2029 tot 2100 levert de bescherming door DELTA21 een besparing aan “verzekeringspremie” op van totaal ruim € 5 miljard. De uitkomst van de

“schadebeschouwing” komt ongeveer overeen met de hoogte van de investeringen in dijkverhogingen tot 2100.

1.2.8 Wat biedt DELTA21 aan besparingen op dijkversterking bij een zeespiegelrijzing?

In het huidige beleid wordt rekening gehouden met een zeespiegelrijzing van 0,3 m tot 2100 en met hogere afvoerpieken van de rivieren, maar nog niet met langduriger en heviger stormen op zee. Wordt echter de zeespiegelrijzing nog eens 0,3 m of 0,7 m extra, dan worden de extra investeringen in dijkverhoging, verbreding en versterking geschat op resp. ruim € 5 miljard en € 11 miljard tot 2100.

Rising Sea Levels & Storm Surge



NOTE: Sea, tide, and storm surge levels are for illustrative purposes only and do not depict actual or projected levels.

Met DELTA21 zijn ook dan in het gebied tussen de keringen en Gorinchem, geen extra investeringen in de dijkverzwaring nodig als gevolg van de zeespiegelrijzing. Bovendien zal, met DELTA21, in het benedenstroomse gebied de schadekans aanzienlijk worden verkleind en een besparing opleveren aan “verzekeringspremie”.

1.2.9 Waarom kiest DELTA21 niet gewoon voor meer gemalen, zonder een Valmeer?

Door extra gemalen in de Haringvlietdam of elders te plaatsen, is ook de waterveiligheid in het bergingsgebied bij Dordrecht te verbeteren, omdat ook dan het overtollige rivierwater kan worden afgevoerd naar zee.



De ervaring met gemalen die slechts eenmaal per bijv. 10 jaar hoeven te functioneren is heel slecht. Gemalen die stilstaan slijten extra snel, worden slechter onderhouden en functioneren soms niet, als het juist urgent nodig is. De Valmeer pompen/turbines functioneren elke dag, dat biedt een grote bedrijfszekerheid en de kans dat pompen tijdens een hoogwater noodsituatie zouden uitvallen, is dan uitermate klein. Tot slot kunnen in het Valmeer de pompen/gemalen ook nuttig werk doen, door tijdelijk energie op te slaan in het Valmeer. Daarom integreert DELTA21 de veiligheidsfunctie met de energieopslagfunctie.

1.2.10 Waar komt met DELTA21 de primaire waterkering?

Met het Getijmeer en het Haringvliet wordt ook getijenergie opgewekt door in de dam van het Getijmeer getijnturbines te plaatsen, die behulp van schuiven, afsluitbaar zijn. Daarmee komt de primaire kering buitengaats te liggen en wordt de Haringvlietdam met vrijwel permanent open sluizen een secundaire kering. Met het openen van de Haringvlietssluzen komt het ook het zoute getij weer helemaal terug in het westelijk deel van het Haringvliet. Daarmee wordt niet alléén de zout- en brakwater biotoop in het Haringvliet hersteld, ook zal daardoor de vismigratie tussen Rijn/Maas en Noordzee een sterke positieve impuls krijgen.



1.2.11 Waar komt met DELTA21 de zout-zoet scheiding?

Zonder aanvullende werken in het Haringvliet echter, zou deze open Haringvliet de belangrijke zoetwatervoorziening voor de eilanden en in hele Rijnmond niet kunnen garanderen. De garantie op de zoetwatervoorziening staat nu, door het kierbesluit, onder druk. De zouttong kan verder doordringen dan de afgesproken grens bij het Spui. Bij een geheel open Haringvliet, zijn dus zeker aanvullende maatregelen nodig om zout en zoet te scheiden en zich ook te laten vermengen. Bij het eiland Tiengemeten komt de scheiding tussen zout en zoet water. Ook komt er aan de zuidzijde van het eiland een groot en stabiel Brakwatergebied met zout, zoet en brak water ten behoeve van de vismigratie.



1.2.12 Waarom is pompen met DELTA21 effectiever dan dijkverhogingen?

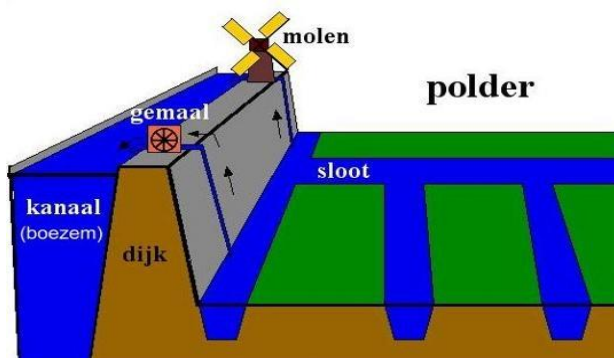
Door het centraal wegpompen van overtollig water, gaat de waterspiegel in het hele benedenstroomse gebied omlaag en is het hele watersysteem centraal zeer goed te beheersen. Het past in de

eeuwenlange stapsgewijze ontwikkeling vanaf het wonen op terpen en daarna een natuurlijke afwatering. Vervolgen een afvoer van water met duikers en de bouw van dijken en tenslotte naar de noodzaak van steeds meer en grotere gemalen, die ons droge voeten kunnen blijven garanderen. Dijken waren en zijn belangrijk om laaggelegen gebieden tegen hoogwater te beschermen. Duizenden kilometers dijk zijn zo op een slappe bodem gebouwd, die voortdurend blijft inklinken en zakken en geen einde kent. Het alsmear verhogen van dijken lijkt in Nederland een “onvoldoende” aanpak om de waterveiligheid in de binnendijkse gebieden te kunnen blijven handhaven. Het complexe netwerk van dijken is te kwetsbaar en kan op vele plaatsen falen en dus onvoldoende beheersbaar op termijn.



1.2.13 Welke natuurontwikkelingen zijn het meest van invloed op de waterveiligheid?

De zetting van de dijken in veen- en klei-op-veen-gronden, die gevoelig zijn voor bodemdaling door oxidatie van veen, heeft het meeste effect op dijkverhogingen en is veel groter dan de geologische bodemdaling. Hoewel ook de zeespiegel sinds het Würmglaciaal stijgt, verloopt, als gevolg van de hoge uitstoot van broeikasgassen de zeespiegelrijzing, sneller dan voorheen. Dat fenomeen heeft een rechtstreeks effect op de noodzaak tot verhoging van de dijken. Ook de hogere kans op herfststormen kan grote gevolgen hebben. Zware stormen zijn vaak uitlopers van stormen met een tropische oorsprong. Samen met het warmere oceaanaanwater en de warmere luchtstromen kan dit leiden tot “re-intensification” en “atmospheric rivers”. Zo kunnen twee depressies eerder samensmelten en leiden tot een superdepressie met een langere en intensievere stormduur. Met een extreem hoge rivierafvoer wordt door Deltaprogramma al heel goed rekening gehouden (18.000 m³/s).



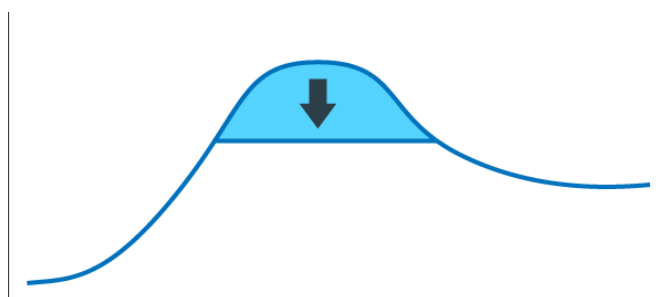
1.3 Energie (14 vragen)

1.3.1 Waarom raken vraag en aanbod van elektriciteit meer uit evenwicht?

De aanleg van windparken en de installatie van zonnepanelen vertoont een exponentiële groei. Omdat de gevolgen van deze transitie nog niet goed zijn te overzien, is de elektriciteitsmarkt vol onzekerheid. Wel wordt duidelijk dat als gevolg van deze transitie, er enerzijds een enorme overcapaciteit aan de aanbodzijde aan het ontstaan is, maar ook vaker tijdelijke tekorten. Die onbalans hangt samen met de weersafhankelijkheid van hernieuwbare energiebronnen, maar ook met overcapaciteit van conventionele bronnen. Ondanks dat er flink geïnvesteerd is in meer flexibiliteit door betere verbindingen met het buitenlandse net. Om bij een tekort toch elektriciteit te kunnen aanbieden, zijn contracten afgesloten, die zorgen voor voldoende noodvermogen van conventionele centrales. Die centrales moeten dan wel op minimaal 30% van hun productie blijven draaien. Meer vraag en aanbod vraagt ook om meer ‘must run’ vermogen van het Nederlandse conventionele generatorpark. Dat is het minimumvermogen waaronder de stroomvraag minus windproductie niet mag zakken om de generatoren bedrijfsklaar te houden. Deze dure en inefficiënte aanpak om vraag en aanbod in evenwicht te houden, wordt vooral in stand gehouden door de lage elektriciteitsprijs, het gebrek aan opslagcapaciteit en de ongunstige wet- en regelgeving voor energieopslag.

1.3.2 Hoe worden tekorten en overschotten op de elektriciteitsmarkt opgevangen?

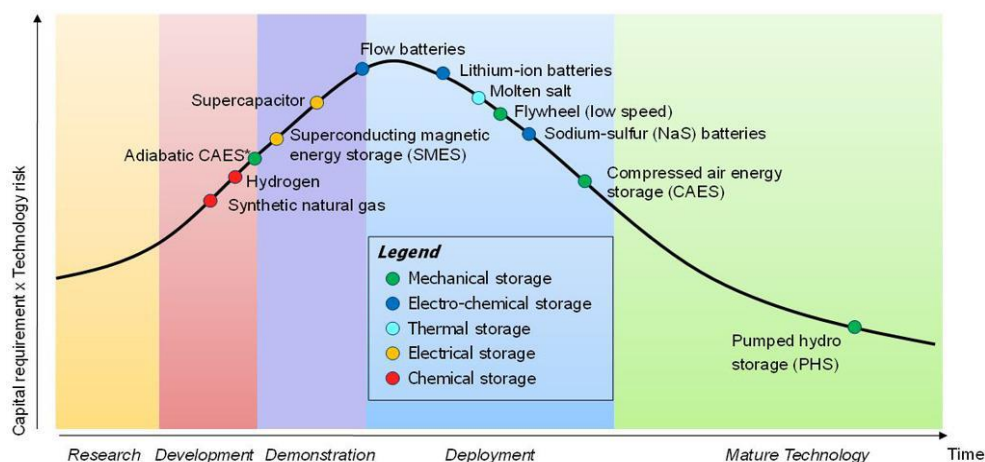
Door de sterke weersafhankelijkheid van wind- en zonne-energie, ontstaan steeds vaker tekorten en overschotten. Er is terecht een vrees voor “Dunkelflaute”, omdat het dagen achtereen windstil, mistig, stormachtig of zonnig zou kunnen zijn. Veel conventionele centrales zijn, technisch en financieel, nog lang niet afgeschreven en ook, als noodvoorziening, nog nodig.



De aanbodzekerheid wordt nu opgelost door de bestaande overcapaciteit te handhaven en afschakeling van schoon opgewekte energie (curtailment) te accepteren. Opslag van energie zou veel logischer zijn. Ook het overheidsbeleid is erg aan verandering onderhevig en veel nieuwe ontwikkelingen bevinden zich nog in de onderzoeksfase. Dat alles maakt een betrouwbare voorspelling van de toekomstige energiesituatie erg lastig. Meer flexibiliteit is nodig, maar in 2016 leidde het overschot in Duitsland tot een verlies door afgeschakelde elektriciteit (“curtailment”) van € 1 miljard.

1.3.3 Waarom wordt zo naarstig naar energieopslag gezocht?

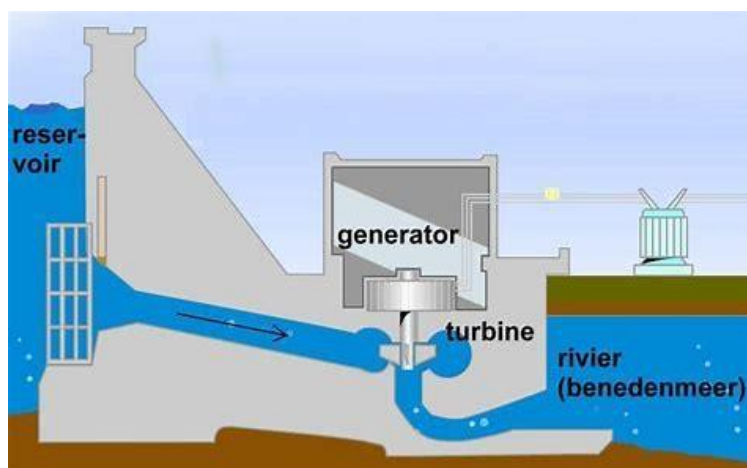
Het handhaven en vergroten van de overcapaciteit en anderzijds ook de kostbare noodvoorzieningen werkt inefficiënt en suboptimaal. Daarom wordt op veel fronten en wereldwijd onderzoek gedaan naar nieuwe vormen van energieopslag. Welke vormen van energieopslag het gaan winnen, hoe snel de ontwikkelingen zullen verlopen, is nog een onbeantwoorde vraag. Wordt het de opslag in lithium-ion-, loodzuur-, redox-flow- of NaS batterijen, of supergeleidende magnetische opslag (SMES), opslag in waterstof of in methanol, mierenzuur, ethanol, samengeperste lucht (CAES), gesmolten zout, substituuat aardgas (Power to Gas), wordt de opslag grootschalig of kleinschalig, warmteopslag wellicht, vliegwielen, warmtekracht, of wordt het vooral opslag “achter de meter”?



Allemaal pogingen om te voorzien in de verwachte grote behoefte om energie tijdelijk op te slaan. Toch blijkt dat voor veel systemen de efficiency nog erg laag zijn en de opslagmogelijkheden nog beperkt en kostbaar. Wel wordt soms veelbelovende vooruitgang geboekt. Omdat de conventionele energieopwekking ook goedkoop blijft, de centrales al zijn afgeschreven, CO₂ uitstoot nog nauwelijks wordt belast, ontbreekt ook de “incentive” om massaal in energieopslag te investeren. Hoe lang nog?

1.3.4 Is opslag van energie in waterkracht nog wel van deze tijd?

Opslag in waterkracht wordt door de Wereldbank (WB) en de International Finance Corporation (IFC) wel de “stille kracht” achter elektriciteitsvoorziening genoemd. In hun rapport “Hydroelectric Power” beschrijven ze de groei sinds 1990 en doen ze voorspellingen over de wereldwijde groei van “hydro-power” van 800 MW (3200 TWh/j) naar 1950 MW (7100 TWh/j) in 2050. Dan zal nog steeds het percentage van alle opslag wereldwijd met waterkracht in dezelfde orde van 97% liggen. Voorlopig zijn de meeste andere en veelbelovende vormen duur, inefficiënt en gaan gepaard met veel vraagtekens als het de aanslag op het milieu betreft. Waterkracht is relatief schoon, succesvol en bewezen en past ook voortreffelijk binnen de Nederlandse “water”context.



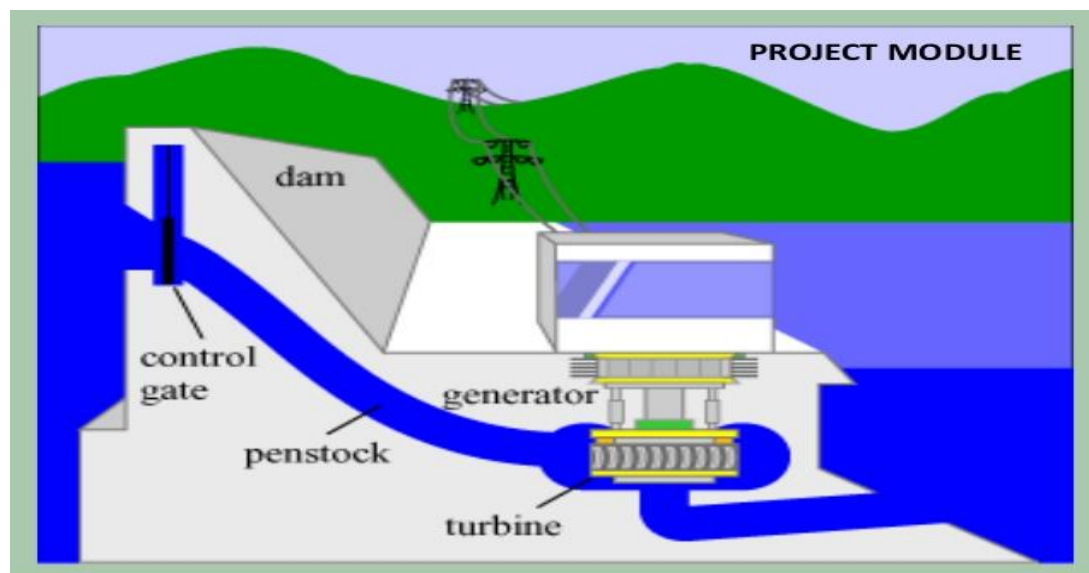
Sinds enkele decennia wordt waterkracht ook in toenemende mate gebruikt om energie in water tijdelijk actief op te slaan, meestal “Pumped Hydro Storage” (PHS) genoemd. Met PHS wordt water in de benedenbekkens ’s nachts weer omhoog teruggepompt en herhaaldelijk gebruikt tegen aantrekkelijke tarieven. Bijvoorbeeld Noorwegen en Zweden beschikken over 116 TWh aan opslagmogelijkheid in waterkracht en daar maken landen als Duitsland, Denemarken en Nederland, via onderzeese moderne HVDC-transmissiekabels, dankbaar gebruik van. Ondanks de hoge investeringen blijkt waterkracht en PHS tegen zeer competitieve productiekosten te kunnen opereren.

1.3.5 Is Nederland wel geschikt voor “Pumped Hydro Storage” (PHS)?

Als energie wereldwijd zo succesvol in water wordt opgeslagen, waarom vindt dat in Nederland zo weinig navolging.



Omdat Nederland geen bergen heeft, heeft het geen krachtige “witte steenkool” traditie. Het idee van opslag in waterkracht is in Nederland echter ook niet geheel nieuw. Al in de jaren ‘70 werden door Lieveense en OPAC dergelijke plannen reeds ontwikkeld, eerst in het IJsselmeer en later ook op de Noordzee, maar ook diep ondergronds in Limburg (OPAC). In Nederland moeten wij echter wel hoogtevverschillen creëren. Eerdere PHS-plannen zijn mede gestrand vanwege wetgevende belemmeringen en omdat ze vooral erg aantrekkelijk waren in combinatie met de opkomst van de kernenergiecentrales, die lastig en tegen hoge kosten te regelen zijn.



Energy Storage NL is in Nederland dé partij, die de laatste jaren een groot pleitbezorger is voor het wegnemen van de barrières voor energieopslag. De verspilling van energie zou verminderen, als vanuit de wetgever duidelijk zou worden gemaakt, welke bronnen als eerste zouden moeten worden aangesproken en tegen welke prijs en zo duidelijkheid scheppen voor investeerders en netbeheerders. Nederland heeft met haar windmolens, gemalen en water wel een pomptraditie. Nu wind- en zonne-energie in opkomst zijn en de behoefte aan opslag zo sterk toeneemt, biedt DELTA21 een concept van energieopslag met behulp van een Valmeer. Dat geldt zeker als energieopslag goed te combineren is met de verbetering van andere functies, die al lange tijd hoog op de wensenlijst staan.

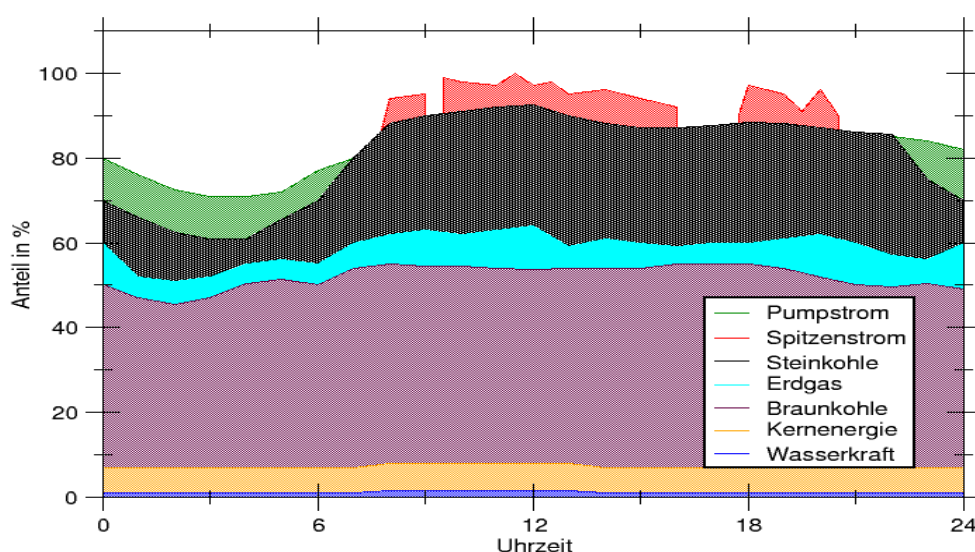
1.3.6 Hoeveel brengt het Valmeer anno 2018 op aan energieopslag?

Het Valmeer met een geïnstalleerd vermogen van 1,86 GW, kan bij volle belasting jaarlijks 4380 uur pompen en 4380 uur turbineren. Om de exploitatieopbrengsten van het Valmeer in de huidige situatie in te schatten, zijn een aantal aannames gedaan op basis van de prijzen en het pieken- en dalenverloop van begin 2018. Het Valmeer wordt dan toegevoegd aan de huidige energiemarkt. De huidige energiemarkt wordt echter al beheerst door overcapaciteit, hoge subsidies en steun voor schone energieomzetting, maar ook door reeds gedane afschrijvingen van conventionele centrales en een beperkende wet- en regelgeving voor opslag. Een markt, waarin de netbeheersing geregeld wordt door de contractering van nood- en reservevermogens. Op basis van de aannames voor 2018 wordt een jaarlijkse opbrengst voor de exploitatie van het Valmeer van ca. € 60 miljoen ingeschat. Voor de private elektriciteitsindustrie vertegenwoordigt het Valmeer, op basis van deze situatie in 2018, een kapitaalwaarde van ca. € 1 miljard.

1.3.7 Wat zou de opbrengst in 2018 zijn van het Valmeer + Getijmeer?

Er zijn drie mogelijke toepassingen voor energieafname uit het Valmeer. Primair zou het Valmeer ingezet kunnen worden om de dagelijkse pieken en dalen op te vangen. Bij een aanname van dagelijks 3 uur voor piektijden en 3 uur voor de daltijden, zou de gemiddelde dagelijkse benutting 25% zijn. Als van relatief hoge E-prijzen van € 10/MWh (pompen) en € 40/MWh (turbineren) uitgegaan wordt, dan zou de opbrengst met de huidige marktprijzen per jaar € 29 miljoen bedragen. Omdat de benutting van het Valmeer zetting dan erg laag wordt, wordt ook aan dag en nacht “peakshaving” gedacht. Een dagelijks “peakshaving” is, vanwege de elektriciteitskosten voor het pompen, pas financieel aantrekkelijk als het prijsverschil bij gemiddelde basistarieven van € 42/MWh tussen in- en verkoop minimaal € 12/MWh bedraagt. Bij een dag- en nacht prijsverschil van € 17,5/MWh, en een marktvraag van 2226 uur turbineren, levert dat nog extra € 15,4 miljoen per jaar op.

Tagesgang des Stromverbrauches



Naast de dagelijkse pieken en dalen zijn er langdurige windarme perioden, met tekorten aan elektriciteit en corresponderende hogere prijzen. Omdat het aandeel van windstroom anno 2018 nog gering is en afgedekt met noodvermogens, zijn het aantal windstille periodes met tekorten aan energie nog beperkt. Aangenomen wordt dat in 2018, 12 maal per jaar zo'n periode voorkomt en dat dan het Valmeer 12 uur lang op volle capaciteit zou kunnen turbineren. Dat betekent een gemiddelde benutting voor het turbineren tijdens windarme periodes van 1,6%, overeenkomend met € 9 miljoen aan jaarlijkse opbrengsten. Ten derde voor de onbalansmarkt. Voor het opregelen is met een energieprijzen van € 50/MWh en voor het afregelen met een energieprijzen van - € 40/MWh gerekend. Voor beide opties wordt voor zowel opregelen als afregelen gerekend met 25 GWh/jaar met een jaaropbrengst van € 4,5 miljoen.

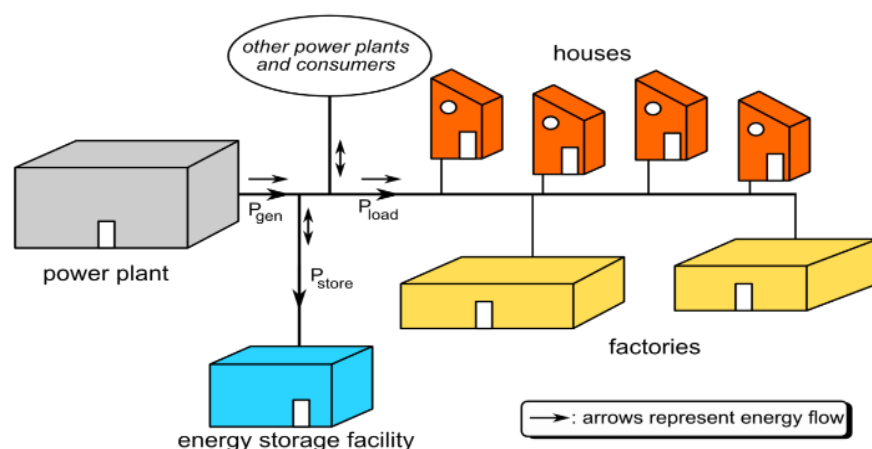
Valmeer/Getijmeer 2018	Verbruik/opwekking GWh/jaar	Opbrengsten € M/j
Pieken/dalen, hoge prijzen	1534-1108	29
Dag- en nachtcycli (pieken/dalen, lage prijzen)	3082-2226	15,4
Windstille periodes	202-146	9
Onbalans	50	4,5
Opbrengsten/j. Valmeer	4868-3530	57,9
Potentieel Valmeer	6100-4400	
Opbrengsten/j. Getijmeer	550	27,5
Getijmeer + Valmeer	6100-5200	85

De kapitaalwaarde voor een private investeerder is bij deze aannames ca. € 1,3 miljard en dat is onvoldoende om DELTA21 in zijn geheel te financieren.

1.3.8 Hoe veel brengt het Valmeer anno 2030 op aan energieopslag?

Het is zeer waarschijnlijk dat de energiesituatie er in 2030 geheel anders uitziet dan in 2018. Vanwege het grote aantal onzekerheden, is er geen partij, die hierover met enige zekerheid, een harde uitspraak durft te doen. Wel verwachten enkele energieleveranciers, een aantal grote veranderingen, zoals:

- Windstroomvermogen 15 GW i.p.v. 4 GW in 2018
- Zonnestroomvermogen 6 GW i.p.v. 2 GW in 2018
- Curtailment uit Nederlandse elektriciteitsopwekking > 5000 GWh/jaar
- Sluiting van bruinkool (Duitsland), kolen- en gascentrales
- Gasaansluiting is voor > 2 miljoen woningen ontkoppeld

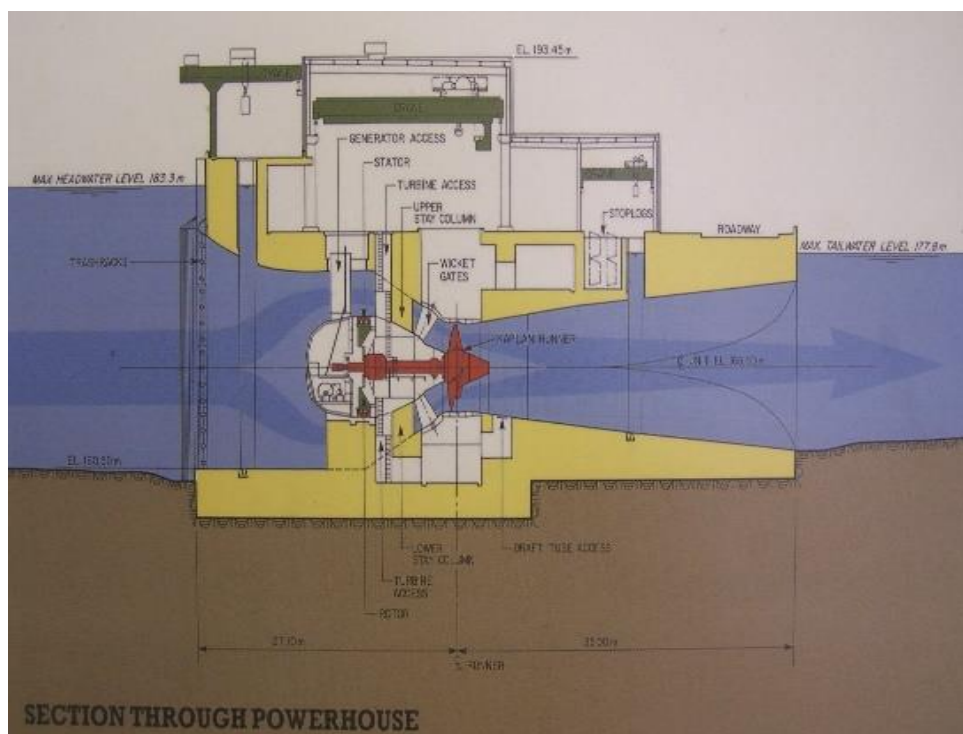


Hierdoor zal het prijsverschil bij pieken en dalen stijgen, de gevolgen van het aantal windarme periodes toenemen, evenals de maatregelen voor de onbalans. Ook de verschillen tussen dag- en nachtprijzen zullen toenemen en meer “peakshaving” mogelijk maken. Hiervoor zijn een aantal voorzichtige aannames gedaan, die nog in een onderzoek onderbouwd moeten worden. De aannames voor 2030 leveren een jaaropbrengst voor alléén het Valmeer van € 82,5 miljoen op. Ook dat is als private investering in het Valmeer onvoldoende om het te kunnen financieren en exploiteren.

1.3.9 Wat is de energiefunctie van het Getijmeer in DELTA21?

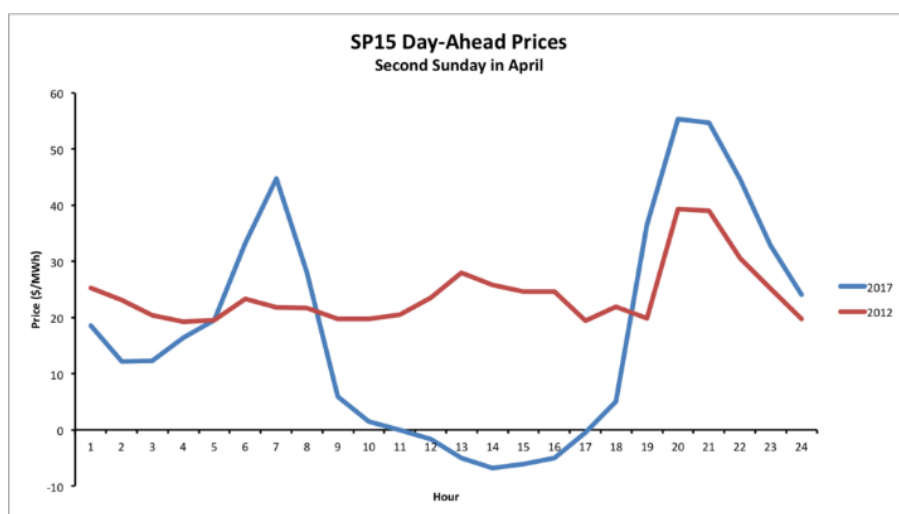
Via de getijturbines wordt vrijwel permanent getijenergie opgewekt, ook al wisselt de stroomrichting gedurende elke getijcyclus. De locatie van de getijcentrale is gekozen tussen het Getijmeer en de Noordzee. Het gemiddeld getijverschil aan de zeezijde is ca. 2 m, aan de binnenzijde is dat ca. 1,8 m. Via de getijturbines worden het Getijmeer en het westelijk deel van het Haringvliet gevuld en stromen weer leeg. Het totaal vermogen van de 40 laag verval-bulbturbines van elk 1,5 MW bedraagt ca. 60 MW en getijenergie kan een constante en betrouwbare bijdrage leveren aan de energievoorziening van

ca. 550 GWh per jaar. De jaaropbrengst in kan bij een prijsniveau van € 50/MWh geschat worden op € 27,5 miljoen. Via de getijnturbines worden het Getijmeer en het westelijk deel van het Haringvliet gevuld en stromen weer leeg. Het totaal vermogen van de 40 laag verval-bulbturbines van elk 1,5 MW bedraagt ca. 60 MW en getijenergie kan een constante en betrouwbare bijdrage leveren aan de energievoorziening van ca. 550 GWh per jaar. De jaaropbrengst in 2030 kan bij een prijsniveau van € 50/MWh geschat worden op € 27,5 miljoen.



1.3.10 Hoe is de invloed van de hogere CO2-heffing in 2030?

Als, zoals verwacht, in 2030 de CO2 aanzienlijk zwaarder belast zal worden, dan leidt dat tot hogere energieprijzen in het conventionele aanbod, de belangrijkste concurrent van het Valmeer. Als de CO2 belasting in de energieprijzen voor het Valmeer verdisconteerd zou worden, dan zou de prijs de opslag en opwekking van "schone windenergie" in water € 27,5 per MWh meer mogen kosten. Bij prijzen van conventioneel opgewekte elektriciteit van € 42/MWh, zou de prijs per MWh van "schone" elektriciteit uit de waterkrachtcentrale € 69,5/MWh mogen opleveren, mits oorspronkelijk opgewekt uit hernieuwbare bronnen.



Uitgaande van de opwekking van elektriciteit uit aardgas met een uitstoot van 550 ton CO₂/MWh en een CO₂ prijs van € 50/ton, zou conventionele centrale ten opzichte van een waterkrachtcentrales als een Valmeer en een Getijmeer met een jaarproductie van 4125 GWh door de waarde van CO₂ te kapitaliseren jaarlijks ca. € 113 miljoen (4125*50*550) extra kosten. Voor het Valmeer betreft dat echter al eerder opgewekte en elektriciteit, die ten dele niet afgeschakeld en vernietigd wordt. Door de hogere CO₂-heffingen voor conventionele opwekking, zou dit voor het Valmeer en het Getijmeer een besparing van € 113 miljoen opleveren.

1.3.11 Wat leveren Valmeer + Getijmeer in 2030 aan inkomsten en besparingen op?

De eerdere voorzichtige aannames voor 2030 leveren een jaaropbrengst voor het Valmeer plus Getijmeer op van € 110 (82,5+27,5) miljoen op. Dit is een voorzichtige inschatting, nader onderzoek zal moeten uitwijzen of er reden tot meer perspectief is. Als echter rekening gehouden wordt met de hogere CO₂-heffingen voor conventionele opwekking. Als tevens de besparingen op dijkverhogingen tot 2100 van € 6,3 miljard zouden worden meegerekend, of zelfs een zeespiegelrijzing zou worden meegenomen, dan worden de besparingen aanzienlijk hoger. Als ook de baten van het zoute getij, het herstel van de natuurwaarden en de terugkeer van de vismigratie zouden worden meegenomen, wordt het batenplaatje heel wat gunstiger. Zo komt men op een opsomming van directe en indirecte baten van DELTA21:

Opbrengsten en besparingen DELTA21 2030	€ M/jaar:	Kapitaalwaarde: € Miljard
Directe jaaropbrengst 2030	110	1,8
CO ₂ besparing	113	1,8
Besparing op dijkverhoging 2029-2100	390	6,3
Besparing bij zeespiegelrijzing (zie elders)	390	6,3
Terugkeer zoute biotoop en natuurherstel	30	0,5
Herstel Vismigratie	30	0,5
Zoetwatergarantie	p.m.	p.m.
Waarde toerisme en sportvisserij	p.m.	p.m.
Waarde aquacultuur	p.m.	p.m.
Versterkte waarde voor de leefbaarheid	p.m.	p.m.
Totaal	€ 1063 miljoen/j	17,2

1.3.12 Wat zijn de kansen voor warmteopslag?

Een apart warmtebassin naast het Valmeer past goed in het totaalconcept. Gedurende 6 zomermaanden kan restwarmte uit de industrie worden opgeslagen, die in de 6 wintermaanden kan worden gebruikt voor verwarmingsdoeleinden. De warmteverliezen zijn geschat op 10% per jaar.



Op de bovenzijde van het bassin kan een drijvend isolatiedek gemaakt worden met daarop eventueel zonnecollectoren. Warmteopslag kan ook dienen als nuttige en goedkope toepassing van overtollige stroom (Power tot Heat). Zo kan jaarlijks 500 GWh aan warmte tijdelijk worden opgeslagen en kunnen woningen en kantoren in de winter verwarmd worden.

1.3.13 Wat zijn de kansen voor een zonnepark?

Een deel van de duinen, het Valmeer, het getijmeer en het Haringvliet kunnen bedekt worden met vaste en drijvende zonnepanelen.

Uit testen in de nabijgelegen Slufter is gebleken dat een drijvend zonnepark technisch en financieel aantrekkelijk lijkt. Voorlopig is aangenomen dat slechts ca. 400 ha (4 km²) van het Valmeer zal worden ingericht als drijvend zonnepark. Het geïnstalleerd vermogen heeft dan een omvang van ca. 0,6 GWp, waarmee per jaar ca. 0,5 TWh aan elektriciteit kan worden opgewekt. De aanlegkosten voor het zonnepark bedragen ca. € 0,8 miljard. Een dergelijk park kan ca. 0,2 miljoen huishoudens van elektriciteit voorzien.



1.3.14 Wat zijn de kansen voor de opwekking van windenergie?

Het gebied in het rond het Valmeer, met name aan de zeezijde is uitermate geschikt voor de opwekking van windenergie. Ontwikkelaars van windmolenparken zien in dit gebied mogelijkheden voor een park van 1-3 GW, afhankelijk van de toestemming en medewerking van de vergunningverleners.



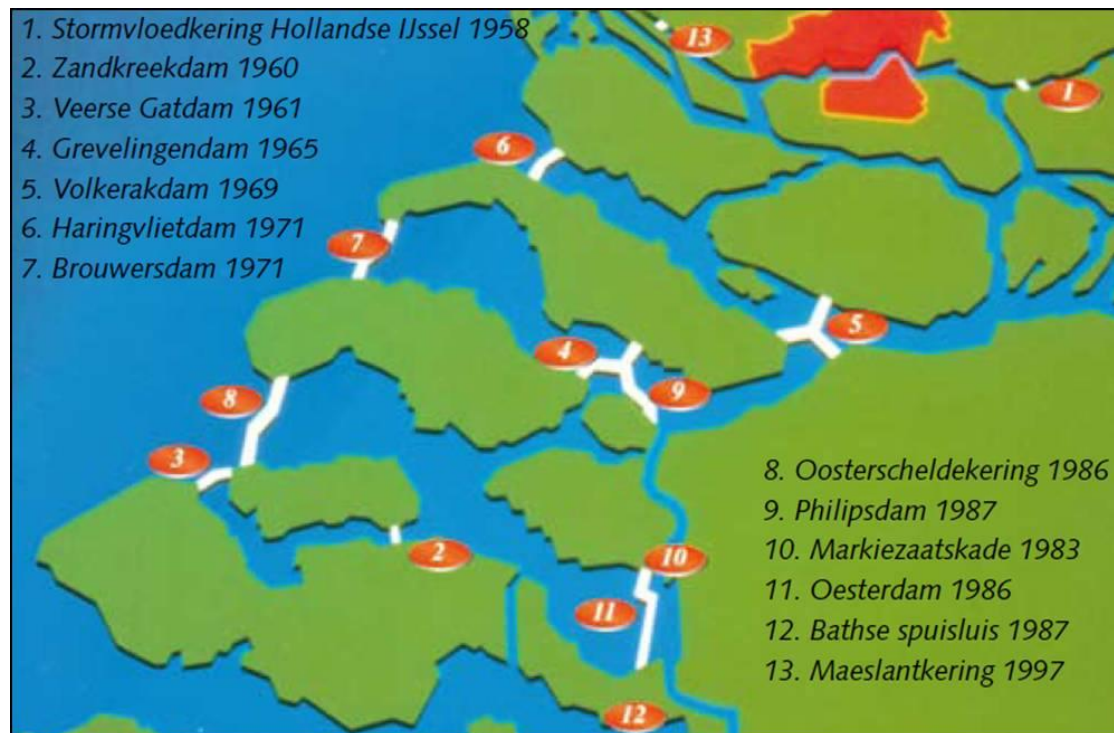
1.3.15 Wat betekent DELTA21 voor klimaatdoelen?

Het Klimaatakkoord heeft tot doel om in Nederland in 2030 49% minder broeikasgassen uit te stoten dan in 1990 (99,4 Mton). Het belangrijkste broeikasgas is koolstofdioxide (CO₂). Het Valmeer draagt, bij inkoop schone energie tot 2,4 Mton/jaar bij. Voor het zonnepark is dat 0,9 Mton/jaar, de Getijcentrale 0,1 Mton/j, het warmteopslagbassin 0,1 Mton/jaar en het Windpark 0,5-1,5 Mton/jaar, totaal, totaal 4-5 Mton/jaar

1.4 Zout en Zoet Water (6 vragen)

1.4.1 Waarom is terugkeer van het zoute getij in het Haringvliet gewenst?

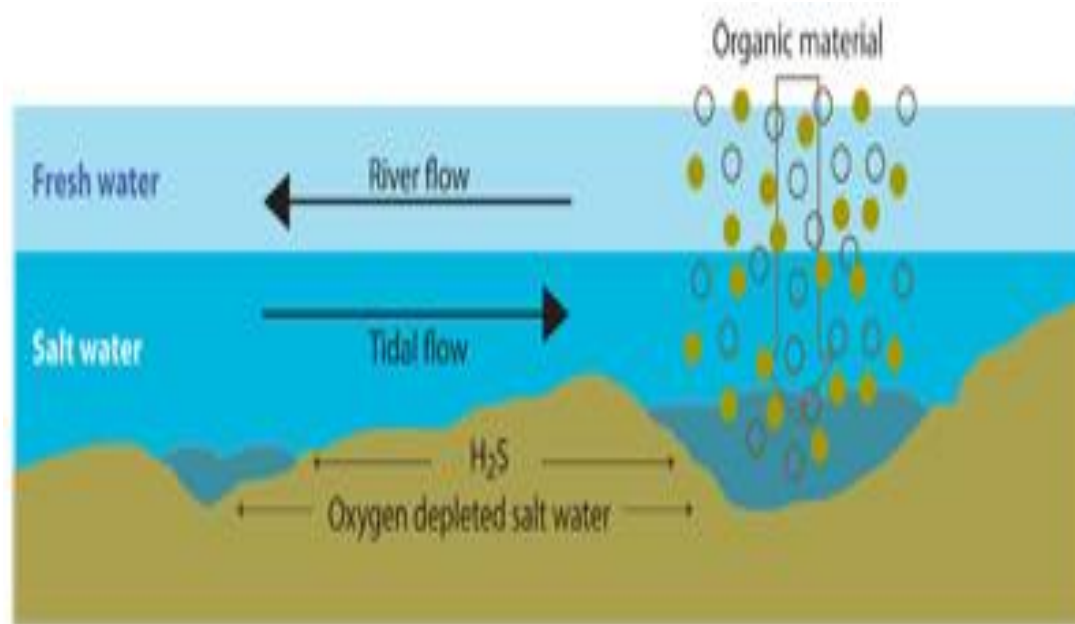
Het Haringvliet was in Nederland het belangrijkste ecologisch rijke estuarium, waar het zoute getij vrije toegang had en het rivierwater afvoerde naar zee. Tientallen soorten vis in de beekjes stroomopwaarts en weer terug naar zee, andere vissen volgden de omgekeerde route.



Ook de slikken liepen onder water en zowel de flora als de fauna was zeer gevarieerd en rijk. Door afsluiting, is het Haringvliet zoet geworden en is de vismigratie vrijwel tot stilstand gekomen en de biodiversiteit sterk doen afnemen. Een hoge prijs voor zoveel verlies van flora en fauna. Het zoute getij moet de zoute biotoop en de vismigratie tussen Rijn en Noordzee weer terug brengen. Hoewel met het kierbesluit een eerste belangrijke stap gezet wordt om de natuurfunctie in de monding van de grote rivieren weer te herstellen, biedt DELTA21 de kans om het zoute getij weer in een groot deel van het Haringvliet te doen terugkeren. Daarmee kan de oorspronkelijke ecologische situatie weer terug keren en de natuur zich herstellen, het is een lang gekoesterde wens van alle natuurliefhebbers.

1.4.2 Wat biedt DELTA21 meer voor zout en zoet water dan het “kierbesluit”?

Het decennialang afgesloten Haringvliet zal door de kier een begin kunnen maken met het herstel van de dynamische deltanatuur, die vrijwel uit Nederland is verdwenen. Met het kierbesluit verbetert de natuursituatie zeker, al komt het zout-brakke milieu van vóór 1971 er nog niet mee terug. Het kierbesluit is daarom een eerste waardevolle stap op weg naar een verder herstel van de natuurlijke situatie in het Haringvliet. De kier zal tijdelijk af en toe opengaan om zout water toe te laten. Zout water is echter zwaarder dan zoet water en die laten zich niet gemakkelijk vermengen. Daardoor zal in het Haringvliet vooral een horizontale stratificatie ontstaan, waardoor stagnant zout water in de diepere putten kan ontstaan. Voor de migrerende vissen hoeft dat nog geen groot probleem te zijn. Er zal altijd wel enige uitwisseling op de grenslaag plaatsvinden, maar het kan wel de natuurontwikkeling sterk afremmen. Ook zal en zal hier en daar brak water ontstaan. Omdat in verband met de zoetwatervoorziening ook na de realisatie van het kierbesluit geen zout water vanuit het Haringvliet het Spui mag instromen, is er een harde grens tussen zout en zoet afgesproken ten westen van de ingang van het Spui. De doordringing van de zoutwatertong in oostwaartse richting kan ertoe leiden dat de kier nauwelijks en zelden opengaat en de doelstelling niet bereikt wordt.



DELTA21 beoogt een zout Haringvliet in het westelijk deel met volledig zoute getij en een zoet deel in het oosten. Het Brakwatergebied wordt gemiddeld brak, zoet water stroomt uit het oostelijk deel toe aan de wateroppervlakte. Het Brakwatergebied heeft op een diepte van ca. NAP - 3 m, via een schuif, een uitwisseling met het zoute westelijke deel van het Haringvliet. Met DELTA21 wordt het westelijk deel aanzienlijk zouter en met veel meer getij en uitwisseling met zee en het oostelijk deel kan zout water niet toestromen. Ook met DELTA21 stratificatie ontstaan, maar, dankzij het grotere getijverschil en open sluizen, zonder de negatieve effecten.

1.4.3 Wat betekent het zoute getij voor de flora en fauna in het Haringvliet?

Met DELTA21 en het zoute getij zal de flora in het Haringvliet sneller en effectiever veranderen dan als gevolg van het kierbesluit. Het hele ecosysteem zal zich aanpassen, er zal snel weer riet gaan groeien op de flauwe oevers, er komen meer visjes en insecten en daarmee meer voedsel voor vogels. De buitendijkse polders zullen veranderen in brakke slikken en schorren en daar zullen opnieuw rietvelden ontstaan. Ook zal er sneller natuurontwikkeling komen op de Slijkplaat en de eilanden bij de Scheelhoek.



Ook vóór de kust kunnen de schelpdierbanken zich herstellen om te fungeren als kraamkamer voor vissen die weer haaien, roggen en dolfijnen aantrekken. Vogels als de kluut, bontbekplevier, strandplevier, visdief, dwergstern, bruine kiekendief, zwartkopmeeuw, grote stern, blauwborst en rietzanger zullen in aantal toenemen, mede door de sterke toename van broedhabitat. Met DELTA21, zal het Haringvliet zal weer vol jonge Atlantische haring zitten, de op zee geboren jonge haringlarfjes trekken weer naar de Haringvlietdelta, waarna ze, eenmaal volwassen, weer het ruime sop kiezen om er paaieren. Het oppervlak aan slikken en tijdelijk ondiepe wateren zal toenemen en zal leiden tot meer variatie en aanbod van voedsel en een gunstig effect hebben op zowel de watervogels als de weidevogels. Het zal ook de vismigratie vanuit de Voordelta naar het Haringvliet en daarmee het Rijn- en Maasstroomgebied en omgekeerd versterken.

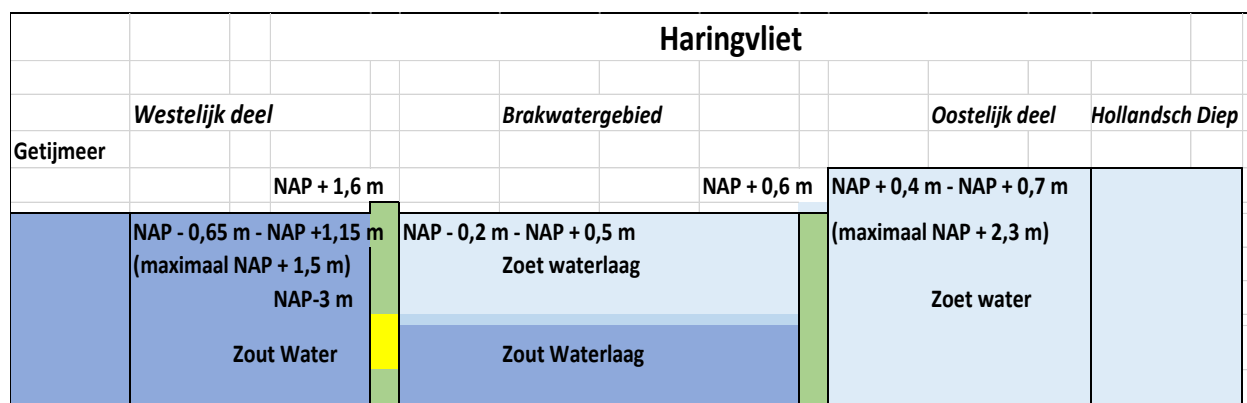
1.4.4 Wat is de invloed van het kierbesluit op de zoetwatervoorziening?

Het Haringvliet vormt een belangrijke bron van zoetwater voor de Zuid-Hollandse eilanden, het Rotterdams havengebied en het Westland. Het Brielse Meer is sinds 1951 een belangrijk groot zoetwaterbekken en recreatiegebied voor Rijnmond en omgeving, het staat via sluizen bij Spijkenisse in verbinding met de Oude Maas en via de Bernisse wordt zoet water uit het Spui ingelaten. Nu wordt via de vispassages in de Haringvlietdam, met minimaal 8 m³/s zoetwateraanvoer, gerekend en vanuit het Spui wordt via de inlaatsluis in de Bernisse ca. 23 m³/s zoet water ingelaten. Totaal wordt er van een behoefte, ook tijdens droge periodes, van ca. 40 m³/s zoet water vanuit de rivieren uitgegaan voor alle gebieden, die via het Haringvliet zoet water krijgen aangevoerd. Als gevolg van het kierbesluit, willen het Havenbedrijf en de Waterschappen een tweede zoetwaterinlaatpunt bij Spijkenisse ontwikkelen om de leveringszekerheid van zoet water beter te kunnen blijven garanderen. Het kierbesluit was ook de reden voor Evides om het innamepunt bij Scheelhoek (Stellendam) landinwaarts te verplaatsen en was het nodig om het inlaatpunt voor Goeree in oostelijke richting te verplaatsen tot voorbij Middelharnis. Het frequenter openzetten van de Haringvlietssluisen, na het instellen van het kierbesluit, is voor de drinkwatervoorziening niet zonder risico, omdat het westelijk deel van het Haringvliet gaat verzilten. Er is weliswaar een harde zout-zoet grens ten westen van het Spui afgesproken, maar de beheersing ervan zal door stratificatie lastig blijken te zijn.



1.4.5 Hoe functioneert, met DELTA21, het Brakwatergebied?

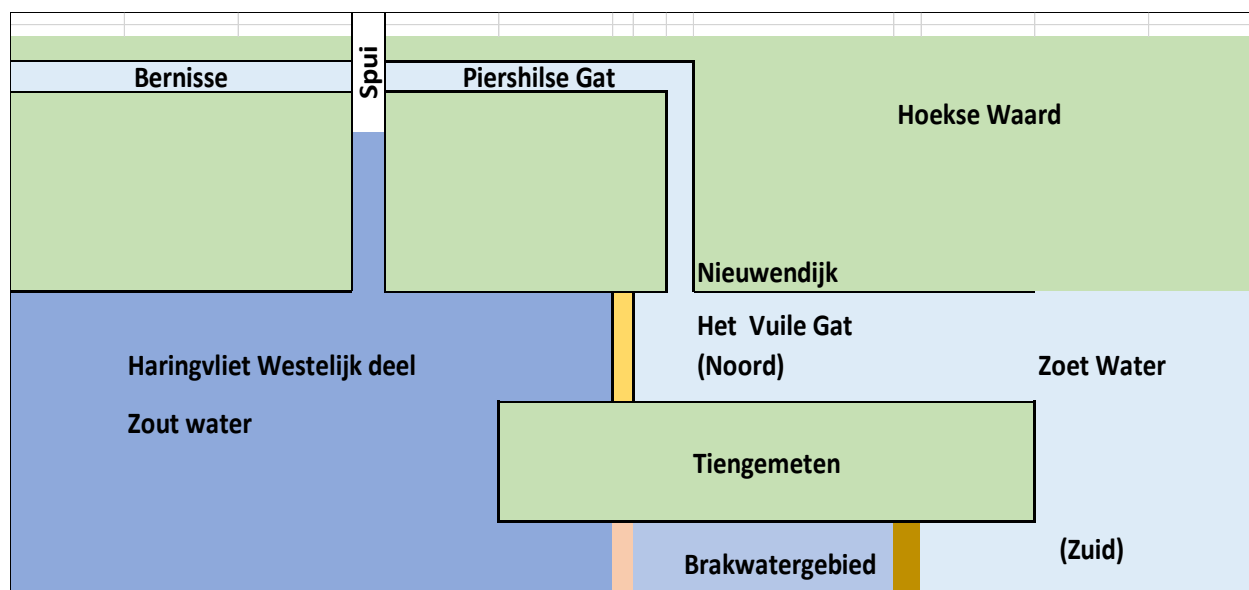
Twee cruciale randvoorwaarden voor het Brakwatergebied zijn de zoetwatergarantie in het oostelijk deel van het Haringvliet en ook de garantie van voldoende afvoercapaciteit tijdens hoge rivierafvoeren. Vanuit het Brakwatergebied mag dus geen zout water naar het oostelijk deel van het Haringvliet stromen. Andersom moet wel minimaal 40 m³/s zoet water het Brakwatergebied blijven instromen. Dit kan via een regelbare overlaat in de dam aan de oostzijde van het gebied en een beheersing van het waterpeilen in het Brakwatergebied. Aan de westzijde vindt, via een schuifopening op een diepte van ca. NAP – 3,0 m, een uitwisseling plaats tussen het Brakwatergebied en het westelijk deel van het Haringvliet. Zo blijft het oostelijk deel van het Haringvliet zoet. Ook blijft de zout-zoet stratificatie in het Brakwatergebied met een kleine brakke grenslaag, in stand en kunnen de vissen steeds het zoutgehalte kiezen dat ze op dat moment prefereren.



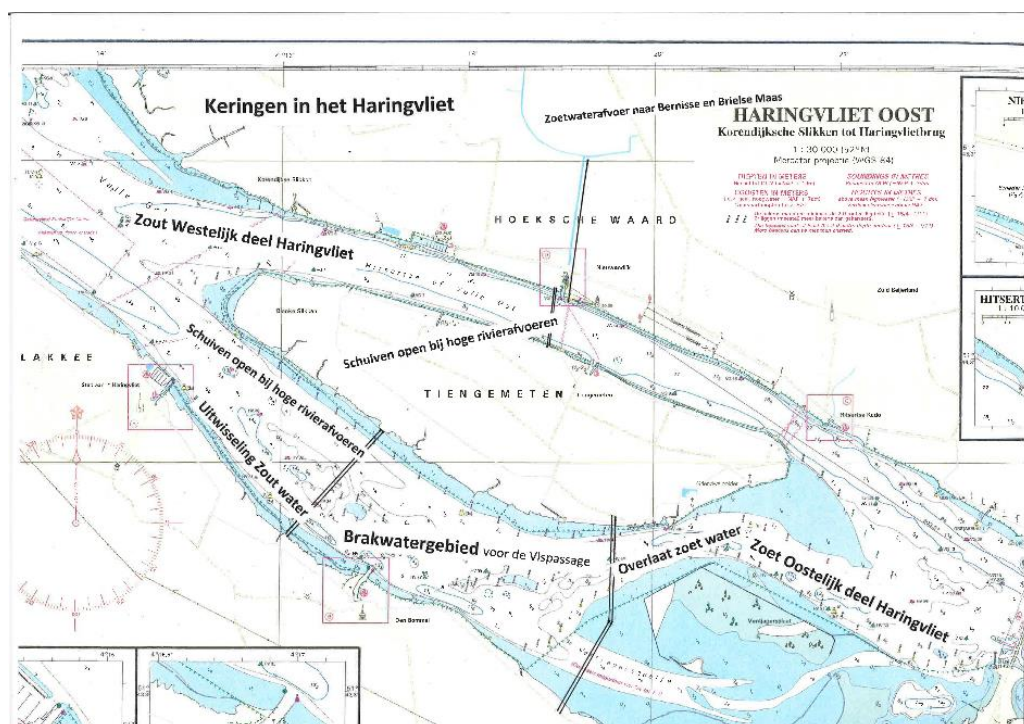
Tijdens extreme rivierafvoeren zal bovendien aan zowel de noordzijde als aan de zuidzijde van Tiengemeten tot 5.000 m³/s afgevoerd moeten kunnen worden naar zee. Daarvoor zijn de schuiven en overlaten zodanig ontworpen dat deze hoeveelheden, tijdens extreme afvoeren, westwaarts kunnen passeren, zonder dat zout water in het oostelijk deel terecht komt.

1.4.6 Hoe functioneert, met DELTA21, de zoetwatergarantie?

Aan de noordzijde van Tiengemeten wordt ca. 30 m³/s zoet water via een bestaande kreek (Piershilse Gat) bij Nieuwendijk naar de Bernisse afgevoerd. Het oostelijk en westelijk deel van het Haringvliet zijn onder normale omstandigheden gescheiden. Tijdens extreem hoge rivierafvoeren kan via kleppen, die vanaf de bovenzijde van de kering tot NAP – 3 m kunnen worden verlaagd, het rivierwater afstromen naar zee.



Op deze wijze blijft het oostelijk deel van het Haringvliet zoet en kan via de Piershilse Gat de BERNISSE met zoet water blijven voeden. Tijdens extreme rivierafvoeren kan ook het zoete rivierwater blijven afstromen naar zee.



1.4.7 Biedt DELTA21 ook een oplossing tijdens extreme droogte?

DELTA21 biedt niet direct een oplossing tegen de droogte als gevolg van grote droogte in combinatie met extreem lage rivieraanvoeren. Dit droogteverschijnsel, waarvan 2018 een voorbeeld is, zal zich in de toekomst vaker gaan voordoen en vereist een gerichte en andere aanpak dan wateroverlast. Dat kan door zoet water zo lang en veel mogelijk vast te houden en pas af te voeren als het nodig is. Het kost veel tijd en inspanning om het langdurig doorgevoerde “oude” landbouwbeleid, gericht op lage polderpeilen en snelle afvoer om te buigen naar het beleid van “water vasthouden waar mogelijk”. Droogte moet daarom zoveel mogelijk lokaal worden aangepakt. Maar ook grootschalig moet er naar regionale zout-zoet oplossingen worden gezocht en moeten er verschillende gebieden worden onderscheiden die meer of minder te leiden hebben van droogte en lage rivierafvoeren:

- Noordwest Brabant en Zeeland: Verzilting Volkerak Zoommeer, in combinatie met voldoende opslag en noodaanvoer vanuit de rivieren.
- Midden Nederland: Terugdringen van de verzilting in het Hollandse IJsselgebied door meer zoetwater aan te voeren vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek en minder vanuit Krimpen en meer kiezen voor de Brielse Meer aanpak.
- Rijnmondgebied: Verder versterken van de succesvolle Brielse Meer aanpak, met het voldoende borgen van de zoetwateraanvoer via het Haringvliet.
- Noorden: De IJsselmeer aanpak versterken.

Voor DELTA21 is de focus gericht op het Rijnmondgebied met de Zuid-Hollandse eilanden. De zoetwateraanvoer moet voldoende geborgd worden, desnoods moet de zoetwater opslagfunctie van het Brielse Meer verder versterkt worden. DELTA21 kan daar een belangrijke rol bij spelen. De zoetwater aanpak moet ook integraal worden bekeken en zich niet alléén richten op de aanvoer vanuit de rivieren, maar juist beginnen vanuit de plaatselijke situatie en gericht zijn op vasthouden, waar mogelijk.

1.5 Natuur, Vismigratie en Aquacultuur (5 vragen)

1.5.1 Wat biedt DELTA21 meer voor de flora en fauna dan het “kierbesluit”?

Met DELTA21 en het volledig zoute getij zal de flora in het Haringvliet sneller en effectiever veranderen dan als gevolg van het kierbesluit. Het hele ecosysteem zal zich aanpassen, er zal snel weer riet gaan groeien op de flauwe oevers, er komen meer visjes en insecten en daarmee meer voedsel voor vogels. Langs de oevers komt ruimte voor natuur met vogeleilanden en stroomgeulen, waarin trekvisen en moeras- en watervogels hun plek zullen vinden.



Oorspronkelijke planten zullen terugkeren, als eerste komen de, van oorsprong brakke, riet- en biezengorzen en slikken weer terug. Ook vóór de kust kunnen de schelpdierbanken zich herstellen om te fungeren als kraamkamer voor vissen die weer haaien, roggen en dolfijnen aantrekken. Door de toename van broedhabitat zullen veel watervogels terugkeren. Het Haringvliet zal weer jonge Atlantische haring aantrekken. In totaal zijn er 24 soorten watervogels aangewezen als kwalificerende Natura 2000 soort voor het gebied Haringvliet. Soorten die afhankelijk zijn van ondiepe wateren, slijkige oevers, waterplanten en pioniervegetatie, zoals de lepelaar, bergeend, krakeend, wintertaling, pijlstaart en slobbeend zullen er weer gedijen.

De weidevogels, die afhankelijk zijn van grasland zullen profiteren van meer en intertijdsgebied en slikken, waarmee het kierbesluit een gunstig effect op zowel de watervogels als de weidevogels zal hebben.

1.5.2 Wat biedt DELTA21 meer voor de vismigratie dan het “kierbesluit”?

Er is al veel in maatregelen geïnvesteerd om de vismigratie weer terug te krijgen en er zijn al heel veel goede stappen genomen om dat te bereiken. In die reeks maatregelen past ook het kierbesluit uitstekend. De kier zal tijdelijk af en toe open gaan om zout water toe te laten. Omdat er een harde grens tussen zout en zoet is afgesproken ten westen van de ingang van het Spui en er een sterke horizontale zout-zoet stratificatie zal optreden, kan de doordringing van de zoutwatertong er echter toe leiden dat de kier nauwelijks open zal gaan en de doelstelling niet bereikt wordt. DELTA21 gaat veel verder. DELTA21 verwacht dat alléén de terugkeer van het volledig zoute getij en een open Haringvliet de vismigratie tussen de Noordzee en de Rijn/Maasdelta kan herstellen. Het kierbesluit is een belangrijke stap maar onvoldoende om volop de vissen weer van de rivieren naar de Noordzee te laten migreren en omgekeerd. Met DELTA21, zullen de vissen via visvriendelijke getijnturbines, eerst het zoute bereiken, waarin het zoete water al door de vissen opgemerkt wordt. Het westelijk deel van het zoute Haringvliet zal ook het zoete water langer vasthouden. Via de open sluizen zullen de vissen via het Brakwatergebied toegang hebben tot de zoete rivier. Het 700 ha grote “Brakwatergebied”

functioneert als één grote vispassage. De vissen kunnen er langere tijd doorbrengen alvorens de sprong naar water met een ander zoutgehalte kunnen nemen. Het zoete water zal in het “Brakwatergebied” veel langer worden vastgehouden en gedurende een groot deel van elke getijslag zal er een verbinding zijn met zowel het zoute als het zoete water. Het grote intergetijde-gebied met dynamische overgangen tussen zout en zoet water, zal de vismigratie sneller en verder herstellen.

1.5.3 Welke vissoorten zullen met DELTA21 vaker via het Haringvliet migreren?

Met DELTA21, wordt het Haringvliet weer een opgroeigebied van jonge haring, sprot, spiering, rivierprik en zeebaars. Dat biedt weer voedsel voor andere (trek)vissen maar ook (trek)vogels. Trekvisen als stekelbaars, spiering, elft, flint kunnen estuaria als een open Haringvliet voor hun levenscyclus niet missen. DELTA21 zal een gunstig effect hebben op vissen als de driedoornige stekelbaars, de fint, de zalm en de zeeforel, maar ook gunstig zijn voor bijv. de rivierprik, de houting en de zeeprik.



De opening van de Haringvlietsluizen zal leiden tot toenemende mogelijkheden voor vismigratie vanuit de Voordelta naar het Rijn- en Maasstroomgebied en terug. Ook voor de zoetwatervis, die nu soms aan de zeezijde terecht komen en niet meer kunnen terugkeren naar het Haringvliet. Met DELTA21 kan eindelijk geoogst worden, nadat er decennialang veel geïnvesteerd is om de migratievissen als zalmen en zeeforellen weer op peil te krijgen. Ook de Europese aal, die opgroeit in het zoete water en zich voortplant in het zoute water zal zich met DELTA21 weer kunnen herstellen. Met DELTA21 zullen meer schieralen, die nu noodgedwongen via de Nieuwe-Waterweg naar zee migreren, weer via het Haringvliet naar zee kunnen. Met het kierbesluit kan daar op korte termijn al een belangrijke impuls aan gegeven worden.

1.5.4 Welke kansen biedt DELTA21 voor de aquacultuur en de visserij?

Aquacultuur is de teelt van organismen in water, zoals bijv. mosselen, zalm en forel die worden gekweekt in zeewater of in grote bakken ergens op het land. In Noord-Europa zijn dat vooral zalm en forel en in Zuid-Europa zeebrasem en zeebaars, maar ook wel forel- en schelpdierteelt. Voor het zoute Haringvliet valt te denken aan bijv. de mossel- en oestercultuur, maar ook voor de zeewierteelt en de visteelt. De meeste mosselen worden in Nederland gekweekt op kweekpercelen in ondiepe estuaria, maar er zijn ook hangcultures. In Nederland is de viskweek sinds enkele decennia in ontwikkeling en maakt een sterke groei door. Hoewel het Haringvliet vroeger zeer interessant was voor de traditionele beroepsvisserij, lijkt voorzichtigheid met een terugkeer van deze sector in een Haringvliet met een zout getij wenselijk. In het verleden was er al sprake van overbevissing in de monding van de Rijn en Maas.



De sportvisserij en de recreatieve visserij zijn, vergeleken met een eeuw geleden, zeer omvangrijke sectoren geworden met veel actieve leden en erg actief in het Haringvliet en het Hollands Diep. Bij aquacultuur wordt vooral gedacht aan de mossel- en oestercultuur, de zeewierteelt en de visteelt. Dan wordt ook gebruik gemaakt van de nutriënten van de grote hoeveelheden vers zout water en de aanvoer van het zoete water en dus brakke water, zonder de kweekkamer- of migratiefunctie aan te tasten. Bij de beroepsvisserij in het Haringvliet en het Getijmeer met DELTA21 wordt voorlopig vooral gedacht aan de palingvisserij en verder aan de sportvisserij en de recreatieve visserij.

1.5.5 Welke vorm van aquacultuur maakt de meeste kans in DELTA21?

Het Getijmeer en het Haringvliet lijken in veel opzichten op de Waddenzee en de Oosterschelde. De verwachting is daarom dat aquacultuur in beide gebieden succesvol zal zijn. Maar ook het Valmeer, waar dagelijks 350-400 miljoen m³ zeewater in wordt ververs, scoort hoog als potentieel kweekgebied bij de telers.

- **Zeewier en microalgen**

De Nederlandse productie van zeewier is nog klein vergeleken met de wereldmarkt, waar 27 miljoen ton/jaar zeewier wordt geproduceerd. Algen bevatten een grote verscheidenheid aan nuttige componenten. Zeewier wordt ook wel ingezet als middel tegen visluis en om de waterkwaliteit te verbeteren, daarom wordt het ook vaak geteeld bij zalmkwekerijen. Zeewier is beloftevol als eiwitrijke voeding voor de groeiende wereldbevolking, maar ook als diervoedsel, als verdikkingsmiddel of als ingrediënt voor cosmetica en farmaceutica.



Het kweken van microalgen bevindt zich nog in een zeer beginstadium, het maken van schattingen van omzet en productie is lastig.

- **Mosselteelt**

De mosselvisserij vindt momenteel nog vooral in Zeeland plaats. In voor- en najaar wordt mosselzaad opgevist, voornamelijk in de Waddenzee. Nadat het mosselzaad is opgevist, wordt het uitgezaaid op speciale percelen. De kritiek die er is op de winning in de Waddenzee, zorgt voor enige onrust in de sector en wordt gezocht naar geschikte alternatieven. In het Haringvliet en het Getijmeer, bevinden zich, in potentie, percelen die zeer geschikt lijken te zijn voor de mosselteelt. Ook het Valmeer biedt mogelijkheden voor hangcultures. Het succes van de mosselteelt hangt vooral samen met de aanvoer van nutriënten en de watertemperatuur. Daarom zijn het vooral de ondiepe percelen met een hardere ondergrond die voor de mosselteelt interessant zijn.



- **Oesterteelt**

De oesterteelt is vanuit Frankrijk in Nederland geïmporteerd. Daar heeft de Japanse oester of creuse en de inheemse platte Zeeuwse oester grotendeels deel vervangen. Oesters planten zich voort in de zomermaanden. De drijvende oesterlarfjes zakken na enige tijd door hun gewicht naar de bodem (broedval) en hechten zich op “collecteurs”, waarna ze op percelen worden uitgezet. In Zeeland is er vooral een bodemcultuur, maar oesters worden elders ook succesvol gekweekt op bedden, of hangend in voedselrijk water, soms door gebruik te maken van mandjes of vlotten of door gebruik te maken van “longlines”. Ook in het Haringvliet en het Getijmeer bevinden zich, in potentie, percelen die zeer geschikt lijken voor de oesterteelt. Maar ook in het Valmeer zijn wellicht mogelijkheden voor de oesterteelt, zij het in andere vormen dan een bodemcultuur.



- **Viskweek**

Hoewel zoutwater viskweek, als van bijv. de zalm in Nederland nog geen groot succes is geworden, lijkt het Valmeer toch kansen te bieden voor deze sector. Vooral in Noorwegen en Schotland is deze teeltvorm omvangrijk. Meer dan de helft van de geconsumeerde zalm wordt gekweekt door de aquacultuurindustrie. De zalm leeft zo'n 1,5 jaar in het zeewater. In die tijd verdubbelt hij meerdere malen zijn eigen gewicht. Het water langs de Noorse kust is perfect: het is helder en zuurstofrijk. Na 3 jaar goede verzorging zijn de zalmen van 3-5 kg klaar om geoogst te worden. Het Valmeer beschikt over rustig water, waar dagelijks grote hoeveelheden vers zeewater worden uitgewisseld. De mogelijkheden van zalmkweek in het Valmeer lijkt daarom ook interessant.

- **Kreeftkweek**

Kreeften hebben een hard substraat nodig om zich te kunnen ontwikkelen. Omdat er veel stortsteen gebruikt zal worden en een grote vers water uitwisseling plaatsvindt, is er weliswaar belangstelling vanuit de sector, maar is nog aanvullend onderzoek nodig om te kunnen vaststellen wat de reële kansen zijn.



1.6 Ontwerp, aanleg en exploitatie van DELTA21 (9 vragen)

1.6.1 Uit welke hoofdonderdelen bestaat DELTA21?

Het DELTA21 concept bestaat uit drie hoofdonderdelen:

- Valmeer** van ca. 30 m diep, omgeven door natuurlijke zandduinen, die opgebouwd zijn met het zand, dat is gebruikt voor de verdieping van het Valmeer.
- Getijmeer**, dat gelegen is tussen het Haringvliet en de Noordzee en waar met getijnturbines, elektriciteit uit het getijverschil wordt opgewekt.
- Haringvliet**, dat opgedeeld wordt in een zout westelijk deel en een zoet oostelijk deel met de scheiding bij het eiland Tiengemeten. Het Brakwatergebied is het brakke overgangsgebied, bestemd voor de vismigratie en gelegen en zuiden van Tiengemeten.

Ad. A: In het Valmeer wordt elektriciteit, volgens het “Pumped Hydro Storage” (PHS)-principe, tijdelijk opgeslagen en in de vorm van elektriciteit weer opgewekt. Het Valmeer met een inhoud van 350-400 miljoen m³ wordt gevuld en geleegd met behulp van pompen, die ook als turbines werken. Vanwege de karakteristieken van de turbines/pompen wordt in de onderste 5 m van het Valmeer altijd water staan. Om pomp-efficiency redenen wordt ook het deel boven NAP - 5 m van het Valmeer niet gebruikt voor energieopslag. De effectieve diepte of de schijf water die dagelijks met pompen en turbineren op en neer gaat, is 17,5 m en de gemiddelde vervalhoogte is 14 m ten opzichte van NAP, het zeeniveau is gemiddeld NAP + 0,25 m. De bodem van het Valmeer varieert van NAP – 25 m tot NAP -27,5 m.

Ad. B: Het Getijmeer is nodig voor de afvoer van het rivierwater, dat uit het Haringvliet naar de Noordzee moet worden afgevoerd. Om in het Haringvliet het maximale getij toe te laten, staan de Haringvlietssluisen permanent open. Om ook getijenergie op te wekken zijn in de uitgang van het Getijmeer naar zee, getijnturbines geïnstalleerd. Zij wekken elektriciteit op uit het getijverschil. Het Getijmeer is ca. 60 km² groot en het Westelijk deel van het Haringvliet ca. 60 km², samen dus ca. 120 km² nat oppervlak. In de dam naar zee staan 60 turbines van 1,5 MW elk, totaal 60 MW. In het Getijmeer is, met een kleine reductie in het getijverschil, het getij volledig werkzaam. Het waterpeil zal er beneden NAP + 1,5 m blijven. Bij extreme opstuwung van het peil op zee, wordt het Getijmeer tijdens LW tijdelijk gesloten. Tijdens de noodzaak om overtollig rivierwater af te voeren stroomt het rivierwater in het Valmeer. Daarvoor wordt de overlaat naar het Valmeer geopend.



Ad. C: In het westelijk deel van het Haringvliet brengt het zoute getij, via het Getijmeer, elke getijslag dagelijks vers zout Noordzeewater naar binnen en voert het ook weer terug naar zee. Ten oosten van de waterscheiding bij Tiengemeten is het water zoet.

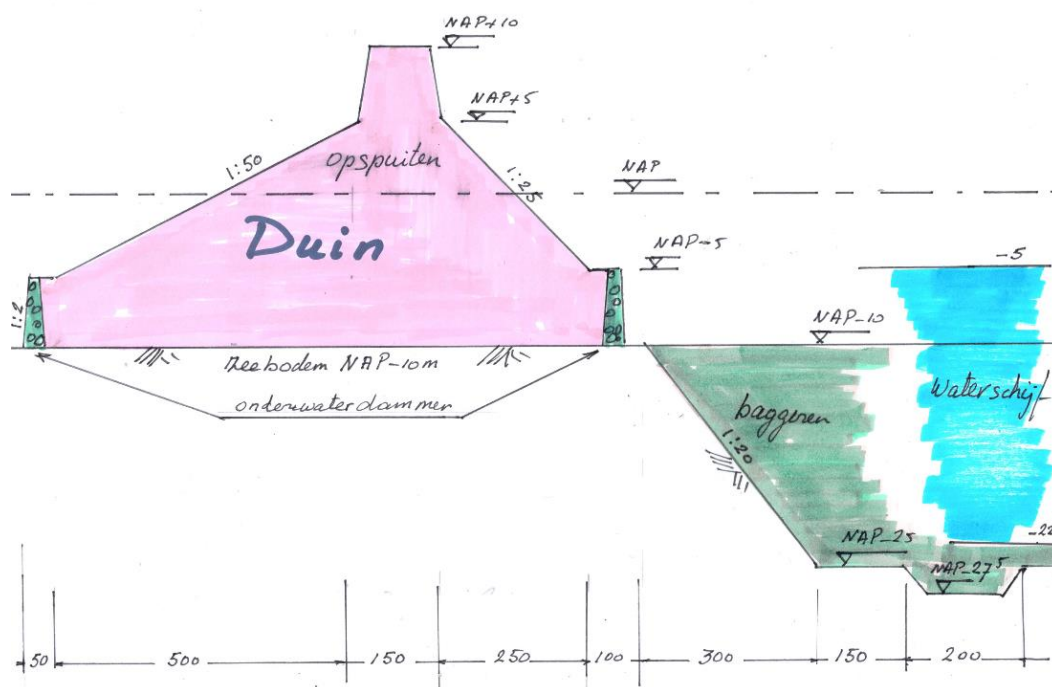
Het Brakwatergebied is het brakke overgangsgebied, bestemd voor de vismigratie en gelegen en zuiden van Tiengemeten. Het dient als een grote vispassage. Zout water mag niet in het oostelijk deel van het Haringvliet terecht komen. Vanuit de oostzijde stroomt het zoete water in het Brakwatergebied en vanuit de westzijde stroomt zout water in en uit. Tijdens hoge rivierafvoeren moet via het Brakwatergebied ook overtollig rivierwater kunnen afstromen naar zee. Om dat te realiseren worden voorzieningen in de 3 keringen aangebracht.

1.6.2 Wat zijn de belangrijkste kenmerken van het Valmeer?

Het Valmeer is tegen Maasvlakte 2 aangelegd. De oriëntatie is zodanig dat de lange zijde aan zee zo veel mogelijk evenwijdig loopt met de Nederlandse kust. In vroeger tijden lag ook het duingebied veel meer zeewaarts dan nu het geval is.

Met DELTA21 komt het dus weer gelegen op de locatie waar het enkele duizenden jaren geleden lag. Het Valmeer wordt omgeven door zandduinen, die opgespoten zijn met uit het Valmeer gewonnen uit gebaggerde zand. De toppen van de duinen aan de zeezijde liggen op NAP + 10 m en zijn op NAP + 5 m, ca. 250 m breed. Vanaf NAP +5 m tot NAP - 7 m is de helling van het duin aan de Getijmeerzijde 1: 40 en aan de zeezijde 1:60. Beneden het niveau van NAP - 5 m is het zand opgesloten tussen twee onderwaterdammen, die eerst opgebouwd zijn met zandasfaltbermen vanaf de bodem tot aan het niveau van NAP -4 m.

Om het Valmeer in 12 uur leeg te pompen zijn 93 pompen van elk 20 MW nodig, die ook als turbine elektriciteit opwekken op het moment dat het Valmeer weer gevuld wordt. De pompen/turbines zijn gehuisvest in caissons met een totale lengte van 600 m. Het geïnstalleerd vermogen bedraagt 1860 MW, maar gemiddeld bedraagt het geïnstalleerd vermogen (75%), de pompen vereisen gemiddeld een vermogen van 1401 MW en de turbines leveren gemiddeld 1012 MW. De turbines kunnen binnen heel korte tijd (seconden) omgezet worden naar de pompfunctie.



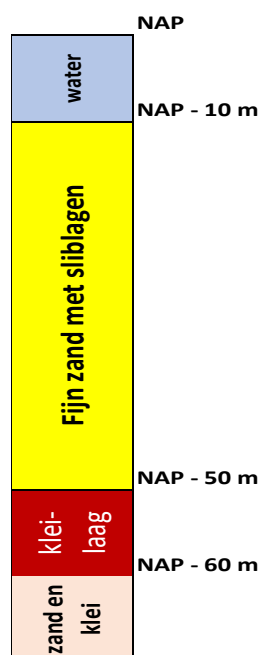
Het Valmeer zal zo veel mogelijk leeggepompt worden tijdens momenten met lagere tarieven en zo veel mogelijk benut worden voor E-opwekking tijdens E-tekorten en tegen hogere tarieven. Het Valmeer kan bij volle belasting jaarlijks maximaal 4380 uur pompen en 4380 uur turbineren.

Het Valmeer heeft de volgende karakteristieken:

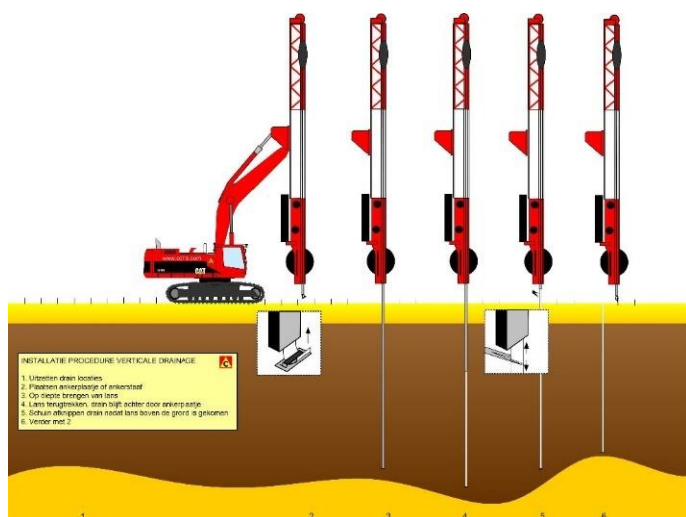
DELTA21	Karakteristieken
Valmeer omvang	350 – 400 miljoen m ³
Getijmeer + Haringvlietoppervlak	120 km ²
Vermogen Pompen/Turbines Valmeer 93*20MW	1860 MW
Max. noodafvoer naar zee Valmeer + Getijmeer	10.000 m ³ /s
Waterpeil in het Valmeer	NAP - 5 m tot NAP -22,5 m (17)
Vultijd/leeglooptijd bij volle belasting	12 uur
Gemiddeld verval verschil	14 m (0,25 + 13,75)
Aantal pompen/Turbines	93
Vermogen per pomp/turbine	20 MW
Leegpomptijd minimaal	12 uur (pompen)
Nuttig turbinevermogen Valmeer	1012 MW
Vereist pompvermogen Valmeer	1401 MW
Pompverbruik bij 100% benutting	6136 GWh/j
Turbineopbrengst bij 100% benutting	4443 GWh/j
Getijmeer geïnstalleerd vermogen (60*1,5 MW)	60 MW
Getijnturbines getijmeer-opbrengst	550 GWh/j

1.6.3 Is de ondergrond wel geschikt voor het Valmeer\?

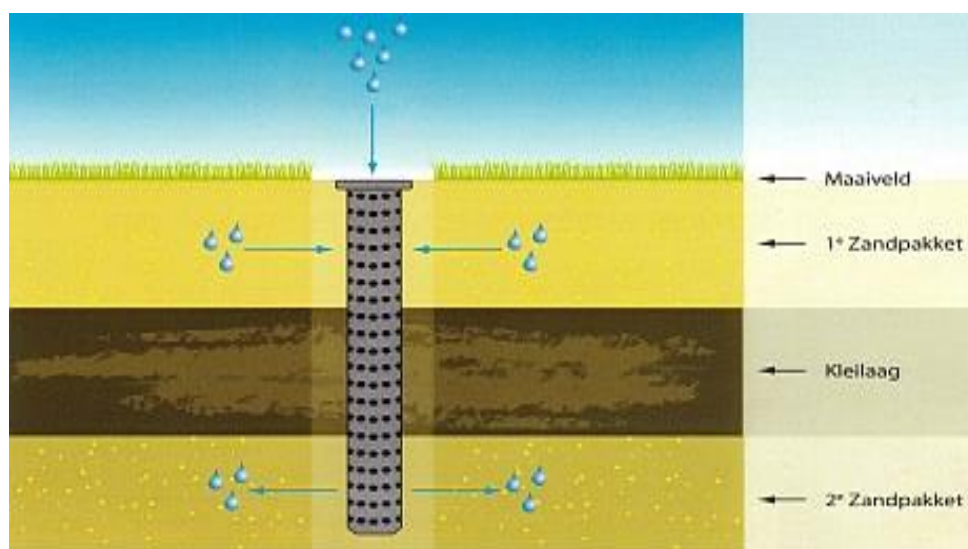
De ondergrond van het Valmeer bestaat tot ca. NAP -50 m uit fijn zand met af en toe lenzen van zand en slib. Vanaf NAP- 50 m tot NAP - 60 m bestaat in het gebied rond de Maasvlakte uit een ca. 10 m dikke kleilaag.



Aangenomen is dat deze zelfde ondergrond zich uitstrekt tot het gebied, waar het Valmeer is gepland. Omdat de waterstand in het Valmeer gemiddeld ca. 10 m onder het zeeniveau ligt en het water in het meer tot NAP -22,5 m kan dalen, zijn er wel een aantal belangrijke grondmechanische randvoorwaarden. Opbarsten wordt voorkomen door de bodemdikte tot maximaal NAP – 27,5 m uit te diepen en zo mogelijk minder. Bij vulling en lediging van het Valmeer stijgt of daalt het waterpeil maximaal 1,2 m per uur. Omdat de doorlatendheid ($k = 1 - 5$ m/uur) van het fijne zand met slib nauwelijks voldoende lijkt om deze variatie op te kunnen vangen, zal bij de aanleg vanaf NAP - 25 m de bodem tot NAP – 50 m verticale drainage worden aangebracht.



De schatting is dat de waterdruk onder de kleilaag op een diepte van NAP -60 m tot ca. NAP zal reiken (600 kPa). Dat is net voldoende om de bovenbelasting bij het ontgraven en leeggepompte Valmeer op te vangen en opbarsten te voorkomen. Om risico's te verkleinen is het echter beter om deze waterdruk onder de kleilaag tot bijv. 550 kPa te verlagen. Dan kan door rondom het Valmeer, vanaf de berm op NAP - 5 m een aantal verticale boringen met drainage plaatsen tot een diepte van NAP – 70 m. Daarmee zal de druk op de onderzijde van de kleilaag verlaagd worden en zal wat water uit de drainagebuizen omhoog uit treden.



Mochten, bij nader detailonderzoek, deze maatregelen nog onvoldoende zijn om opbarsten te voorkomen, dan is de ondoorlatende laag plaatselijk te versterken met enkele meters door bijv. een cementinjection toe te passen van NAP - 45 m tot NAP - 50 m

1.6.4 Hoe worden het Valmeer en het Getijmeer aangelegd?

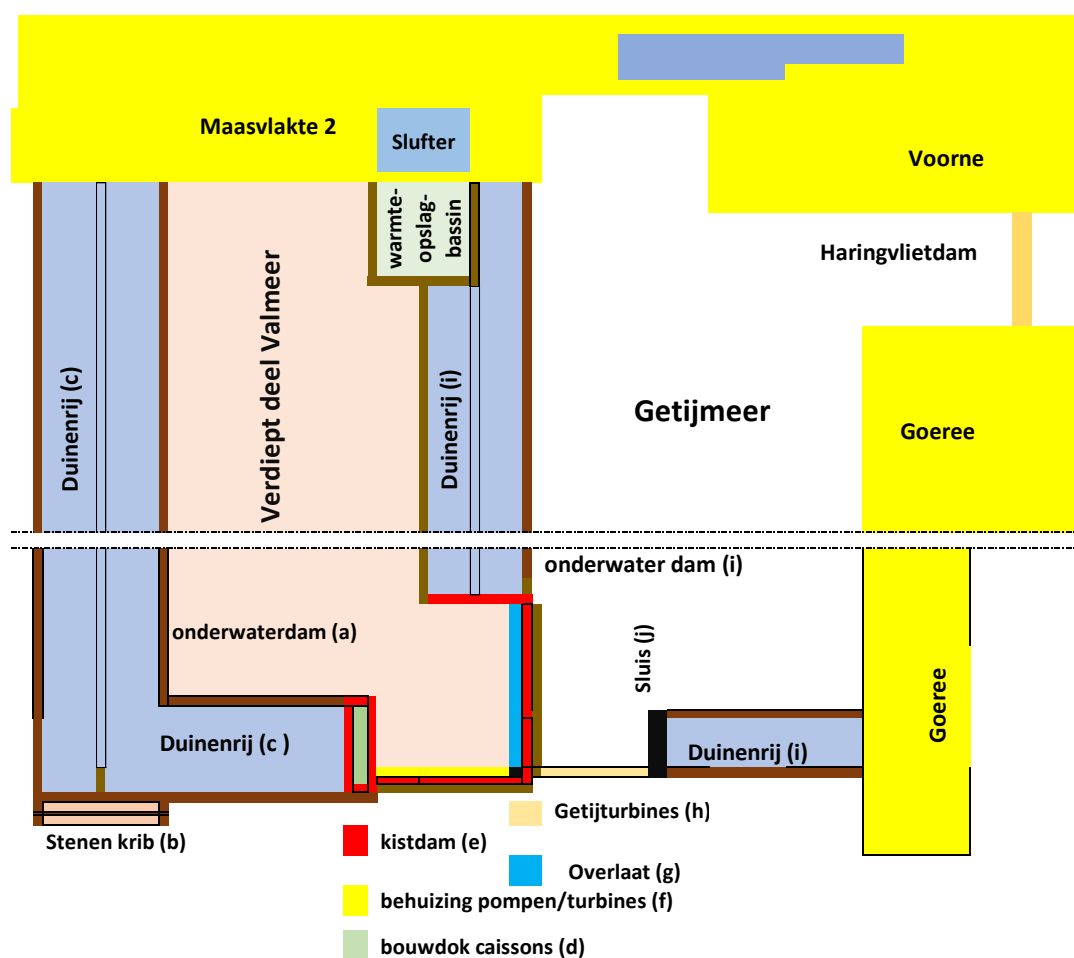
De aanleg van het Valmeer en het Getijmeer bestaat uit drie disciplines:

- Beton- en Waterbouw voor de behuizing van de pompen, turbines en schuiven, en ook de installatie van de schuiven.
- Bagger- en Opspuitwerken, waaronder ook het stenenwerk en zandasfalt is begrepen. Deze werkzaamheden zijn vooral nodig om het Valmeer te verdiepen, om het Valmeer voldoende te beschermen tegen golven en stromingen en de duinenrij om eveneens het Valmeer tegen de invloed van de zee te beschermen.
- Installatiewerkzaamheden van de elders fabrieksmatig gebouwde pompen en turbines.

De werkzaamheden zullen voor een deel offshore moeten plaatsvinden en dat vereist een zorgvuldige uitvoeringsplanning. Voor de aanleg van het Valmeer en Getijmeer, wordt de volgende volgorde van werkzaamheden aangehouden (bijgevoegde schets):

- Onderwaterdammen zeezijde ter plaatse van de te bouwen duinen
- Stortstenen krib
- Baggeren en opspuiten van de duinen aan de zeezijde
- Aanleg bouwdok
- Bouw kistdammen
- Bouwen, transporteren, afzinken en plaatsen betonnen behuizing pompen/turbines
- Idem overlaat en schuiven
- Idem getijnturbines en schuiven
- Onderwaterdammen en opspuiten duinen landzijde
- Sluis etc.

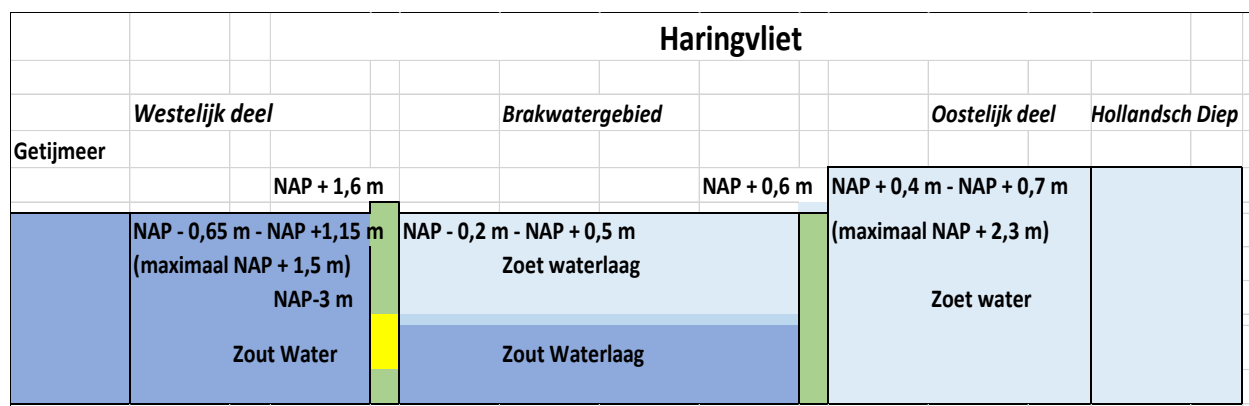
Het bouwdok dient om de betonnen caissons en constructies te bouwen. Vanuit het dok worden de elementen drijvend uitgevaren of met een ponton naar de plaats van bestemming gebracht en geplaatst. De betonnen constructies voor de behuizing van de pompen/turbines hebben een grote hoogte en zullen in 3 delen opgebouwd worden.



1.6.5 Ontwerp van de dammen in het Haringvliet?

Met DELTA21 worden in het Brakwatergebied drie gebieden onderscheiden, een westelijk zout deel, een oostelijk zoet deel en een Brakwatergebied daartussen. Als randvoorwaarde geldt dat geen zout water in het oostelijk deel van het Haringvliet terecht mag komen en over voldoende afvoercapaciteit beschikt tijdens hoge rivierafvoeren. Wel zal minimaal 40 m³/s zoet water het Brakwatergebied blijven instromen. Dit wordt opgelost door in de oostelijke dam een regelbare overlaat aan te brengen. In de dam aan de Westzijde zal zout water tussen het westelijk deel en het Brakwatergebied

uitgewisseld. Bij voorkeur moet het zoete water daar aan het oppervlakte blijven. Via een schuifopening in de westelijke dam op een diepte van ca. NAP – 3,0 m, vindt dan de uitwisseling plaats tussen beide gebieden. Het waterpeil in het Brakwatergebied mag variëren van NAP - 0,2 m en NAP + 0,5 m.



Tijdens extreme rivierafvoeren zal zowel de overlaat om laag moeten kunnen en de schuiven verder open, zodat tot 5.000 m³/s rivierwater afgevoerd kan blijven worden naar zee.

Aan de noordzijde van Tiengemeten wordt ca. 30 m³/s zoet water via een bestaande kreek (Piershilse Gat) bij Nieuwendijk naar de Bernisse afgevoerd. Tussen het oostelijk en westelijk deel van het Haringvliet ligt aan de noordzijde een kering met schuiven die open kunnen om het rivierwater af te voeren naar zee. De dammen kunnen worden opgebouwd met zand en steenbescherming, ter plaatse van de overlaat en de schuiven via een conventionele betonconstructie met schuiven en een overlaat.

1.6.6 Aanlegkosten Valmeer en Getijmeer

Het Valmeer wordt voor het grootste deel opgespoten met het gebaggerde zand dat uit het Valmeer komt. Maar de civiele constructies zijn groot en uitdagend en ook vanuit de Beton- en Waterbouw is veel inbreng nodig. De behuizing van de pompen, turbines en schuiven vormt een van de belangrijkste functies voor het Valmeer en het Getijmeer. De installatiewerkzaamheden, die nodig zijn voor de pompen, turbines, maar ook de andere technische installaties vormen de laatste activiteit, voordat het Valmeer en het Getijmeer gebruikt kunnen worden.

Aanlegkosten Valmeer en Getijmeer	€ miljoen
Bagger- en opspuitkosten	613
Strekdam, onderwaterdammen, drainage en bodem en oeverbescherming	936
Betonwerk behuizing pompen/turbines overlaat	450
Damwanden en Kistwanden	72
Pompen en turbines	957
Sluis en civiele werken	102
Vorbereidingskosten en onvoorzien 10%	570
Totale aanlegkosten	3700

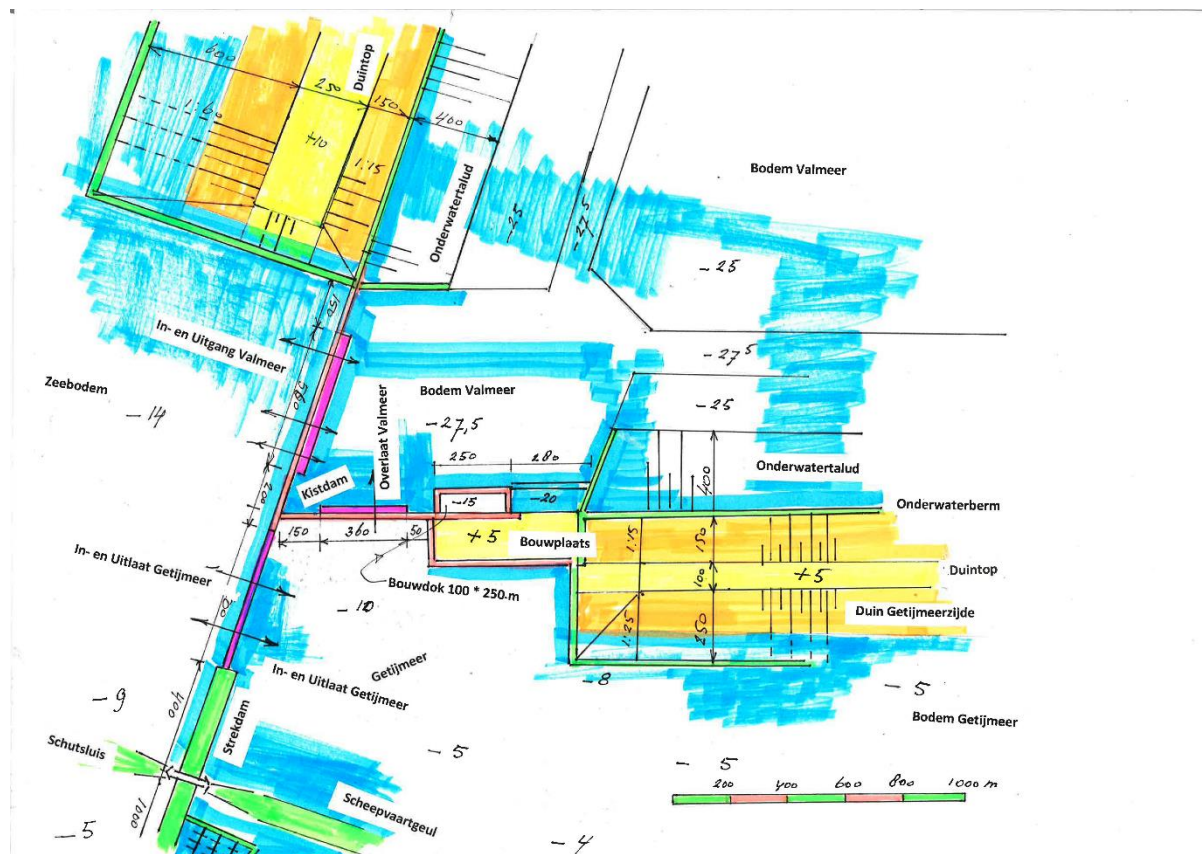
1.6.7 Wat leveren het Valmeer en het Getijmeer op, anno 2030?

Als het Valmeer, anno 2030, deel zal uitmaken van het elektriciteitsnetwerk, is op basis van een aantal aannames een inschatting gemaakt van de inkomsten uit pieken/dalen, windstille periodes, onbalans en dag- en nachtcycli. Uitgaande van de ingeschatte elektriciteitssituatie in 2030, zouden het Valmeer + Getijmeer € 122,5 miljoen/j opleveren. Voor de situatie van 2018, vertegenwoordigen het Valmeer en het Getijmeer voor de elektriciteitsindustrie een kapitaalwaarde van € 2 miljard. Daarbij is geen rekening gehouden met de waarde voor de waterveiligheid, voor de verminderde uitstoot van CO₂ van het Getijmeer (directe productie en het Valmeer (indirecte productie na opslag).

1.6.8 Wat zijn de besparingen op dijkverhoging en op de verminderde CO2 belasting?

Elders is ingeschat dat, als tussen 2029 en 2100 geen verdere aanvullende dijkverhogingen in het hele gebied nodig zouden zijn, dit een besparing van € 6,3 miljard zou opleveren.

Verder heeft elektriciteitsindustrie momenteel nog een flinke vrijstelling voor CO2 uitstoot en is de CO2 prijs zal in 2030 bovendien veel hoger liggen. Het Getijmeer en het Valmeer leveren echter schone energie. Hoewel een deel van de elektriciteit voor het Valmeer al eerder elders is opgewekt, zou zonder opslag een groot deel met de afschakeling van overtollige energie ook weer worden vernietigd. Het ontbreken van een CO2 belasting vertegenwoordigt voor het Valmeer en het Getijmeer een waarde van ca. € 113 miljoen/jaar.



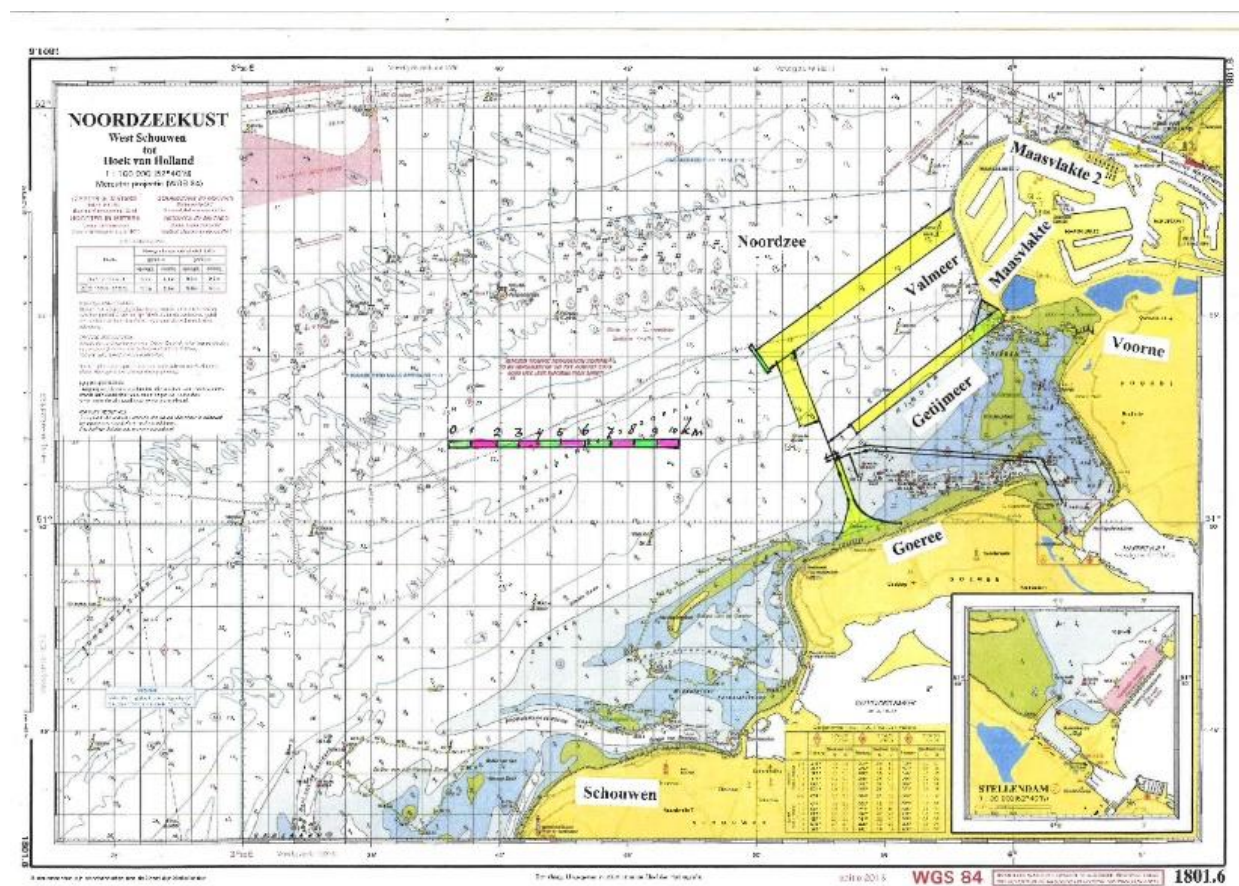
1.6.9 Zijn het Valmeer en het Getijmeer, anno 2030 financieel exploitabel?

Met de besparingen op dijkverhogingen tot 2100, de kosten aan dijkversterking als gevolg van de zeespiegelrijzing, de kosten van de CO2 uitstoot van conventionele bronnen en de baten van een Haringvliet met een zout getij en herstel van natuurwaarden en vismigratie worden meegerekend, dan wordt het plaatje van baten heel anders. Zo komt men op een opsomming van directe en indirecte baten van DELTA21:

Opbrengsten en besparingen DELTA21	€ M/jaar:	Kapitaalwaarde: € Miljard
Directe jaaropbrengst 2030	110	1,8
CO2 besparing 2030 4125*50*550	113	1,8
Besparing op dijkverhoging 2029-2100	390	6,3
Besparing bij zeespiegelrijzing (zie elders)	390	6,3
Terugkeer zoute biotoop en natuurherstel	30	0,5
Herstel Vismigratie	30	0,5

Zoetwatergarantie	p.m.	p.m.
Waarde toerisme en sportvisserij	p.m.	p.m.
Waarde aquacultuur	p.m.	p.m.
Versterkte waarde voor de leefbaarheid	p.m.	p.m.
Totaal	€ 1063 miljoen/j	17,2

Een zuiver private investering voor het integrale DELTA21 plan als energiebedrijf is dus ook in 2030 niet rendabel, maar een totaalaanpak met overheidsparticipatie op zowel energie- als waterveiligheidsgebied, geeft een heel ander beeld.



Overzicht van jaarlijkse kosten en baten van DELTA21?

Kosten en Baten:	Jaarlijkse kosten over afschrijvingsperiode:	Jaarlijkse besparingen/opbrengsten:
Aanlegkosten	228	
Rente, - Beheer- en Onderhoudskosten	15	
Besparingen op dijkverhoging		390
Idem bij extra zeespiegelrijzing		390
Opbrengsten uit elektriciteitswinning		110
Besparing op CO2 uitstoot		113
Waarde Natuurherstel		30
Waardeherstel vismigratie		30
Kosten en Baten per jaar	243 miljoen/jaar	1063 miljoen/jaar

Vragen van potentiële investeerders over Waterveiligheid

Het verhogen van de waterveiligheid is een van de hoofddoelen van DELTA21. In de beantwoording van de vragen, wordt in onderstaande onderscheid gemaakt tussen de situatie van een open Maeslandkering en een gesloten Maeslandkering. Bij extreme rivierafvoeren dienen alle keringen zo open mogelijk te staan en bij opstuwing vanuit zee worden de keringen en ook de Maeslandkering juist gesloten. Verder worden, voor beide situaties, de gevolgen zonder DELTA21 en met DELTA21 met elkaar vergeleken. Ook worden voor alle situaties de gevolgen van een eventuele zeespiegelrijzing ingeschat:

	Blz.
2. Waterveiligheid (47 vragen)	46
2.1 Huidige Situatie met een open Maeslandkering (11 vragen)	46
2.1.1. Welke overheidspartijen zijn het meest relevant voor de waterveiligheid?	46
2.1.2. Waarop richten zich, de voor DELTA21, 5 meest relevante waterschappen?	47
2.1.3. Wie is er nu verantwoordelijk voor de waterveiligheid?	48
2.1.4. Wat betekenen de termen HWBP, KRW, WBP en OI?	49
2.1.5. Wat is het benedenstroomse bergingsgebied?	49
2.1.6. Rivieren en getij ontmoeten elkaar bij het eiland van Dordrecht?	50
2.1.7. Wat zijn de karakteristieken van het benedenstroomse bergingsgebied?	51
2.1.8. Wat is het verschil tussen binnen- en buitendijkse gebieden?	52
2.1.9. Wie is verantwoordelijk voor de veiligheid in de buitendijkse gebieden?	53
2.1.10. Wat is de waterveiligheid in de buitendijkse gebieden anno 2018?	54
2.1.11. Wat is de huidige waterveiligheid in de binnendijkse gebieden?	54
2.2 Huidige Situatie met een gesloten Maeslandkering (8 vragen)	56
2.2.1. Hoe veilig zijn de waterkeringen langs de kust?	56
2.2.2. Hoe groot kan de wind-set-up worden?	56
2.2.3. Wat is de functie van de Maeslandkering bij een langdurige zware storm?	57
2.2.4. Hoe belangrijk is de Maeslandkering nu voor de waterveiligheid?	58
2.2.5. Hoe vaak moet de Maeslandkering worden gesloten?	58
2.2.6. Sluitingsduur van de Maeslandkering bij een opstuwing >2,5 m?	59
2.2.7. Waterpeil bij Dordrecht bij langdurige zware stormen?	60
2.2.8. Kan de Maeslandkering eerder worden gesloten?	62
2.3 Huidige Situatie met een gesloten Maeslandkering en zeespiegelrijzing (1 vraag)	63
2.3.1. Wat is het effect van de zeespiegelrijzing op sluitingsfrequentie?	63
2.4 Met DELTA21 voor de situatie met een gesloten Maeslandkering (8 vragen)	64
2.4.1. Eisen aan DELTA21 bij een open Maeslandkering?	64
2.4.2. Hoe wordt, met DELTA21, de beheersing van de rivierafvoer?	64
2.4.3. Afvoer via de zuidelijk route van het Haringvliet?	65
2.4.4. Afvoer via de noordelijk route van het Haringvliet?	66
2.4.5. Hoeveel zout en zoet water passeert de open Haringvlietssluisen?	67
2.4.6. Hoe gedragen het zoete en zoute water zich in het Getijmeer?	67
2.4.7. Wat is de functie van het Getijmeer bij extreme rivierafvoeren?	68
2.4.8. Wat is de functie van het Valmeer bij extreme rivierafvoeren?	68
2.5 Met DELTA21, een open Maeslandkering en zeespiegelrijzing (2 vragen)	69
2.5.1. Wat is het gevolg van een zeespiegelrijzing op het Getijmeergebruik?	69
2.5.2. Hoe vaak zal het Valmeer gebruikt worden bij een zeespiegelrijzing?	69

2.6	DELTA21 en extreem zware stormen (7 vragen)	Blz. 71
2.6.1	Ontwerpcriteria voor DELTA21 bij zware stormen?	71
2.6.2	Wat te doen met waterveiligheid en zware stormen?	71
2.6.3	Wat gebeurt er in de buitendijkse gebieden?	72
2.6.4	Als de Maeslandkering bij een grote opstuwung zou falen?	73
2.6.5	Als de rivierafvoer > 10.000 m ³ /s is?	73
2.6.6	Hoe vaak wordt DELTA21 benut voor de waterveiligheid?	74
2.6.7	Hoe reageert het Deltaprogramma op DELTA21?	74
2.7	Zeespiegelrijzing, bij zware stormen en DELTA21 (4 vragen)	76
2.7.1	Wat is het gevolg van een zeespiegelrijzing op het Getijmeergebruik?	76
2.7.2	Hoe vaak zullen zal het Valmeer gebruikt worden bij een zeespiegelrijzing?	76
2.7.3	Sluiting van de Maeslandkering met DELTA21 en een zeespiegelrijzing?	77
2.7.4	Wat is het nut van DELTA21 bij een zeespiegelrijzing?	77
2.8	Wat levert DELTA21 op aan besparingen en minder schade? (5 vragen)	79
2.8.1	Waarop en hoe kan bespaard worden op dijkversterking?	79
2.8.2	Besparingen aan dijkverhogingen, als gevolg van DELTA21?	80
2.8.3	Wat levert DELTA21 op aan binnendijkse besparingen door minder schade?	81
2.8.4	Wat levert DELTA21 buitendijks op aan besparingen op schade?	82
2.8.5	Resumé, Wat levert DELTA21 op aan besparing op dijken?	82
2.9	Besparingen DELTA21 met een zeespiegelrijzing (1 vraag)	83
2.9.1	Wat zijn de besparingen op dijkversterking bij een zeespiegelrijzing?	83

2. Waterveiligheid (47 vragen)

2.1 Huidige Situatie met een open Maeslandkering (11 vragen)

2.1.1 Welke overheidspartijen zijn het meest relevant voor de waterveiligheid?

In het Deltaprogramma werken alle partijen, die op de een of andere manier verantwoordelijk zijn voor de waterveiligheid, samen. Voor DELTA21 zijn vooral de partijen die in het gebied liggen van het benedenstroomse gebied van de Rijn en Maas het meest relevant. Naast de Rijkswaterstaat, die verantwoordelijk is voor de hoofdinfrastructuur, zijn dat de provincies Zuid-Holland en Noord-Brabant, de vijf waterschappen Hoogheemraadschap Delfland, Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard, Hollandse Delta, Rivierenland en Brabantse Delta en de steden Rotterdam en Dordrecht.

Ook de gemeenten rondom het Haringvliet zijn erg belangrijk voor DELTA21. Al deze partijen, die binnen het Deltaprogramma samenwerken, hebben hun deelprogramma's aangeleverd aan de Deltacommissaris, en hebben zich via die verbanden gecommitteerd aan het programma. De zoetwatervoorziening maakt echter ook deel uit van het programma van de Deltacommissaris. Een betere garantie voor de zoetwatervoorziening is ook, binnen DELTA21, een belangrijk thema.



De Waterschappen spelen niet alleen een belangrijke rol in de waterveiligheid, maar ook op het gebied van het waterbeheer, inclusief de zoetwatervoorziening en de beheersing van de peilen in het waternetwerk. De Waterschappen hebben hierin de taak om te reageren en te anticiperen op zaken als ruimtelijke ontwikkelingen, klimaatverandering en bodemdaling. Via het wettelijk verplichte Waterbeheerplan, waarvan de eisen zijn opgenomen in de Waterwet en de provinciale verordening waterbeheer, plannen zij hun maatregelen. De Unie van Waterschappen heeft de themagroep WBP opgericht en een handreiking ontwikkeld voor de ontwikkeling van de waterbeheerplannen. Deze plannen dienen twee doelen: intern richting geven aan de waterschap activiteiten en extern communiceren hierover.

Het gebied waar de effecten van DELTA21 op de verlaging van de waterstanden, tijdens extreme situaties, het grootst zijn, omvat 5 waterschappen: Hoogheemraadschap Delfland, Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard, Hollandse Delta, Rivierenland en Brabantse Delta. De meest relevante regio voor DELTA21 binnen deze 5 gebieden is echter de Rijnmond-Drechtsteden regio. Zoals in meer regio's, is ook in die regio een gebiedsoverleg geïnstalleerd, het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden. In dat overleg hebben alle betrokken overheden met hun eigen bestuurlijke en professionele ondersteuning zich georganiseerd. Hun hoofdtaak is het realiseren en verder uitwerken van de deltabeslissing en voorkeursstrategie, het informeren van de Deltacommissaris over de voortgang en het adviseren over het jaarlijkse voorstel voor het

Deltaprogramma. Burgemeester Aboutaleb van gemeente Rotterdam is voorzitter van dit gebiedsoverleg. Er is verder ook een Directeurenoverleg en een Programmteam Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden. Het programmteam bestaat uit medewerkers van de betrokken overheden in de regio. Samen ondersteunen zij de uitvoering van de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden. Drie van de 5 genoemde waterschappen zijn in deze regio actief, maar voor DELTA21, zijn ook het Rivierenland en de Brabantse Delta relevant. De effecten van DELTA21 strekken zich namelijk uit tot bovenstrooms van de Biesbosch. De Waterschappen zijn weliswaar primair aangewezen om de veiligheid tegen overstromen te bewaken, maar hebben daarnaast nog een aantal andere waterbeheerstaken in hun gebied, waaronder het zoetwaterbeheer.

2.1.2 Waarop richten zich, de voor DELTA21, 5 meest relevante waterschappen?

Voor DELTA21 zijn vooral de volgende 5 waterschappen en voor de activiteiten waar DELTA21 meest relevante primaire waterkeringen, van belang:



- **Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard**

De primaire kering van dit waterschap heeft een totale lengte van ruim 80 km. De legger met waterstaatswerken van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard bestaat uit dijken langs de Lek, Nieuwe Maas en Hollandsche IJssel ten zuiden van de Stormvloedkering bij Krimpen aan de IJssel. Ten noorden van de kering eveneens de waterstaatswerken aan beide oevers van de Hollandsche IJssel, ten noorden van de Stormvloedkering. Ook de dijken langs de Nieuwe Maas en Hollandsche IJssel ten zuiden van de stormvloedkering in Schieland.

- **Rivierenland**

Het Rivierenland beheert een groot gebied met ca. 400 km primaire keringen. Rivierenland in het meest centrale waterschap, gevormd door de regio's Betuwe, Bommelerwaard en het Land van Maas en Waal en gelegen in de provincies Zuid-Holland, Utrecht, Gelderland en Noord-Brabant. In het beheersgebied bevindt zich ook het land van Maas en Waal, dat wordt begrensd door de Maas in zuiden, de Waal en het Maas-Waalkanaal in het oosten. De Alblasserwaard wordt begrensd door de Lek en de Waal, in het westen door de Noord en verder de Beneden en Boven Merwede en in het oosten door het Merwedekanaal. De Betuwe ligt tussen de Neder-Rijn en Lek aan de noordzijde en de Waal en het Pannerdens Kanaal. De Beneden Linge omvat de Tielerwaard, begrensd door de Waal, de Linge, de Culemborgerwaarden en de Vijfheerenlanden. Vijfheerenlanden wordt ten noorden door de Lek en ten zuiden door de Linge begrensd. Het stroomgebied Groesbeek en Ooijpolder (16.500 ha) is gelegen ten oosten van Nijmegen. Alm en Biesbosch worden begrensd door de Bergsche Maas, de Amer en de Afgedamde Maas, de Nieuwe Merwede, de Boven Merwede en de Waal. De vraag tot hoever de invloed van het afpompen als gevolg van DELTA21 zich bovenstrooms uitstrekt, zal in de vervolghoofdstukken worden behandeld.

- **Hollandse Delta**

Het waterschap Hollandse Delta heeft het waterkering beheer van de zeven dijkeringen in haar verzorgingsgebied: Eiland van Dordrecht, Goeree Overflakkee, Hoeksche Waard, IJsselmonde, Pernis, Voorne-Putten en Rozenburg. Het Waterschap beheert zo'n 800 kilometer aan dijken, duinen en kades

waarvan 350 kilometer primaire waterkeringen. In deze zes jaarlijkse periode worden ca. 60 km dijk versterkt, waarbij nog geen rekening is gehouden met de nieuwe normen.

- **Brabantse Delta**

Het waterschap Brabantse Delta omvat 143 primaire waterkeringen, waarvan zij 134 km in beheer heeft bij het Waterschap zelf. De primaire keringen betreffen de dijken langs de Amer, de Bergsche Maas, het Hollands Diep, het Schelde -Rijnkanaal en het Volkerak-Zoommeer, die dienen om West-Brabant te beschermen tijdens momenten van hoog water. In deze zesjarige periode werkt Waterschap Brabantse Delta aan de verbetering van de dijken langs de Mark, Vliet, Dintel, Oude Maasje, Roode Vaart noord, Capelsche Haven, de Donge en Amertak.

- **Hoogheemraadschap Delfland**

Onder de primaire waterkeringen vallen bij het waterschap Delfland de zeewering en de Delflandsdijk, De Delflandsdijk betreft zowel het gedeelte rivierdijk (traject Maeslantkering – Parksluizen ca. 15 km) als het gedeelte zeedijk (traject Hoek van Holland – Maeslantkering, ca. 2 km). Als grootste uitdagingen ziet Delfland het veranderende klimaat voor een stijgende zeespiegel en grotere en lagere pieken van de rivierafvoer, terwijl ook de bodem daalt. Ook neemt de economische waarde achter de dijken verder toe en wordt de ruimte steeds intensiever gebruikt en de bevolkingsdichtheid ook nog verder toeneemt.

2.1.3 Wie is er nu verantwoordelijk voor de waterveiligheid?

Waterveiligheid is nauw verbonden met de wording van Nederland en bestuurlijk goed ingebed. Voor de langere termijn is voorlopig voor de waterveiligheid een bedrag van ruim € 20 miljard gereserveerd, vanuit de centrale overheid. Waterveiligheid is tezamen met de zoetwatervoorziening nationaal ondergebracht binnen het Deltaprogramma (Deltaplan van de 21ste eeuw). Dit programma beoogt een veilig en aantrekkelijk Nederland, waar de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening op orde zijn en waarin Rijksoverheid, Waterschappen, Provincies en gemeenten samenwerken. Het Deltaprogramma beoogt de lange termijn waterveiligheid van Nederland en ook de zoetwatervoorziening te borgen. Wim Kuijken is sinds 1 febr. 2010 Deltacommissaris en adviseert gevraagd en ongevraagd over het Deltaprogramma.

In jaarlijkse rapportages van het Deltaprogramma adviseert de Deltacommissaris over de voortgang (zie Deltaprogramma's 2011 t/m 2018). De Deltacommissaris stelt het Deltaprogramma op, actualiseert dat en realiseert het, via het kabinet. Als regeringscommissaris doet de Deltacommissaris voorstellen voor het Deltaprogramma, inclusief de financiële consequenties daarvan. De opdracht van de Deltacommissaris omvat voor de veiligheid alléén de binnendijkse gebieden. Elke 6 jaar wordt het programma geactualiseerd, voor 2020 staat de eerstvolgende herziening gepland. Gezamenlijk zijn de deltabeslissingen per deelgebied vertaald in een voorkeursstrategie en de betrokken overheden hebben de deltabeslissingen en voorkeursstrategieën in hun eigen plannen verankert.

Jaarlijks doet het Deltaprogramma een voorstel voor de programmering van maatregelen, voor de eerstvolgende zes jaar in detail, twaalf jaar daarna op hoofdlijnen en telkens met een doorkijk tot voorlopig 2050. Vanwege veel grote onzekerheden is gekozen voor een adaptief beleid, dat elke 6 jaar geactualiseerd wordt. De onzekerheid betreft vooral de zeespiegelrijzing en de te verwachten ontwikkelingen van de rivierafvoer en de stormfrequenties, maar ook de mate van dijkzettingen van de keringen. De input voor de landelijke Deltaprogramma komt uit de organisatie, ondergebracht in 3 thema's Waterveiligheid, Zoetwater en Ruimtelijke Adaptatie en de 8 gebieden IJsselmeergebied, Rijnmond-Drechtsteden, Rijn, Maas, Zuidwestelijke Delta, Kust, Waddengebied en Hoge Zandgronden.

Er zijn verschillende uitvoerende organisaties van het Deltaprogramma. Binnen de Rijksoverheid is dat vooral Rijkswaterstaat, die verantwoordelijk is voor de hoofdinfrastructuur. Verder ook de Provincies, de Waterschappen en de Gemeenten. Al deze partijen spelen een rol binnen de organisatie van het Deltaprogramma en elk van de partijen heeft een eigen gebiedsverantwoordelijkheid, een eigen programma en eigen projecten.

2.1.4 Wat betekenen de termen HWBP, KRW, WBP en OI?

Het **Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP)**, waaronder het beheer van de primaire waterkeringen, is onderdeel van het Deltaprogramma en valt onder het uitvoeringsprogramma, het Deltaplan Waterveiligheid. Binnen het HWBP worden jaarlijks een aantal processtappen doorlopen. Onder het HWBP valt het beheer van de primaire waterkeringen ter bescherming van de binnendijkse gebieden tegen ‘buitenwater’ zoals de zee, meren en rivieren. Beide programma’s zijn met elkaar verbonden, de lange termijn opgaven en voorkeursstrategieën van het Deltaprogramma met de kortetermijnmaatregelen van het HWBP. Rijkswaterstaat en de waterschappen voeren de dijkversterkingsoperaties uit, waarin tot 2028 al 1100 km dijken, 256 sluizen en gemalen zijn aangepakt. Deze zijn verspreid over bijna 300 projecten in het hele land, langs kust, langs de meren en de grote rivieren. Voor het HWBP, het dijkversterkingsprogramma is in Nederland € 7,4 miljard uitgetrokken. Het nieuwe HWBP richt zich op de waterkeringen die zijn afgekeurd na een derde toetsing in 2011, maar het is een doorlopend programma.



Het Rijk en de waterschappen zijn samen verantwoordelijk en dragen allebei 50 procent bij aan de kosten. Bij de invoering van de Waterwet is de **Water Beheers Plan WBP-plancyclus** in de tijd afgestemd op de zesjarige beleidscyclus van de **Kaderrichtlijn Water (KRW)**. Het KRW betreft Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de raad van 23 okt. 2000, die als doel heeft om een kader voor de bescherming van landoppervlaktewater, overgangswater, kustwateren en grondwater vast te stellen. Binnen dit kader worden elke zes jaar de dijken op hun veiligheid getoetst, aan de hand waarvan de dijken worden versterkt. Elk waterschap stelt daartoe voor die periode een “legger” met een leggerkaart op, waarin alle waterstaatswerken zijn opgenomen, inclusief de ondersteunende kunstwerken, de gemalen, de stuwen, de duikers, inlaten en keerschotten. Een nieuwe normering en bijbehorende **ontwerpinstrumentarium (OI)** voor de primaire keringen is in ontwikkeling en komt bij de vierde toetsing aan de orde.

2.1.5 Wat is het benedenstroomse bergingsgebied?

Het benedenstroomse bergingsgebied strekt zich uit vanaf de Biesbosch tot aan de keringen en kan door haar oppervlakte als één groot bergingsgebied worden beschouwd met Dordrecht als centrum. Dichtbij zee is de invloed van het getij er nog goed merkbaar, er is getijverschil en het water is er deel brak. Aan de oostzijde van het bergingsgebied is het water zoet en is vooral de invloed van de rivieren merkbaar. Het totale bergingsoppervlak, incl. bijv. het Volkerak en het Haringvliet omvat ca. 540 km². Het water dat van de rivieren naar zee stroomt, kan in dat gebied tijdelijk geborgen worden. Bij gesloten keringen en bij extreme rivierafvoeren van Rijn en Maas speelt het bergingsgebied een

cruciale rol bij de opslag van overtollig rivierwater. In normale situaties wordt het rivierwater primair via de Nieuwe-Waterweg, maar ook via het Haringvliet afgevoerd naar zee. In het benedenrivierengebied ligt Dordrecht op de grens waarvan ten westen de maatgevende waterstanden, onder gemiddelde omstandigheden worden bepaald door het getij.

Het bergingsgebied krijgt zijn water uit de Rijn en de Maas. De gemiddelde Rijnaflow bij Lobith en de Maassaflow kenmerken zich door de volgende extreme afvoercharacteristieken:

Tabel: Kans op voorkomen van hoge rivierafvoeren van Rijn en Maas

Rivier:	Frequentie, eenmaal per x jaar:	Debiet in m ³ /s:
Rijn	Gemiddeld	2200
Rijn	1/8 jaar	9.000
Rijn	1/100 jaar	14.000
Rijn	1/10.000 jaar	16.500
Maas	2/jaar	1500
Maas	1/10 jaar	2000
Maas	1/100 jaar	2700
Maas	1/1000 jaar	3500



2.1.6 Rivieren en getij ontmoeten elkaar bij het eiland van Dordrecht?

Het bergingsgebied met het eiland van Dordrecht als hart, krijgt rivierwater vooral vanuit de Waal, die zich splitst in de Beneden-Merwede en de Nieuwe-Merwede, aangevoerd. De Maas stroomt vanuit de Biesbosch aan de zuidzijde van het eiland van Dordrecht in het Hollands Diep. Vanuit het westen stroomt, met elk getij, het water via de Oude Maas en de Noord het bergingsgebied in en uit. De Oude Maas en de Noord staan sterk onder invloed van de resp. de Nieuwe Maas en de Nieuwe-Waterweg.

Bij Dordrecht komen ook de Noord en de Oude Maas samen. In het Dordtse Kil komt het zeewater met het rivierwater samen. In Dordrecht is de invloed van het getij nog goed merkbaar. Het getij dempt landinwaarts steeds verder uit. Bij Dordrecht is het getijverschil nog ca. 0,7 m en bij Willemstad nog ca. 0,3 m.



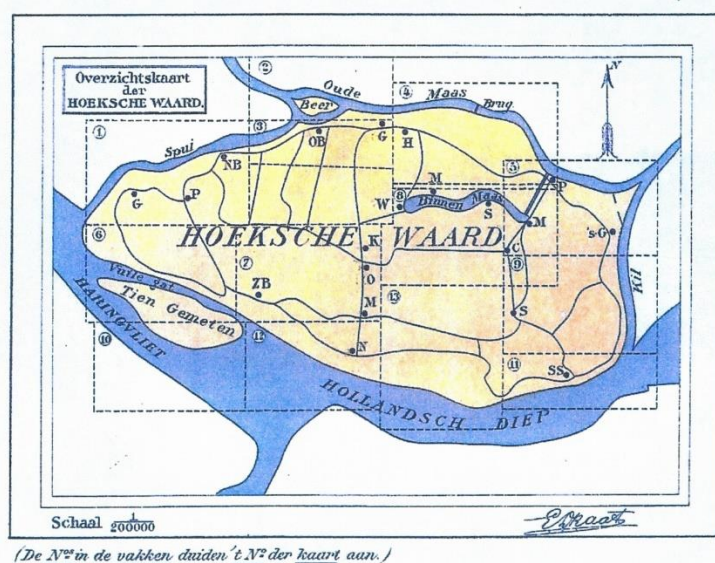
2.1.7 Wat zijn de karakteristieken van het benedenstroomse bergingsgebied?

De periode van hoog waterafvoeren van de Rijn vindt plaats tussen oktober en april, de duur van de hoogwatergolf duurt 4 tot 10 dagen. Het Deltaprogramma houdt rekening met een extreme Rijnaflow van 18.000 m³/s. Een deel van het Rijnwater stroomt via het Pannerdens kanaal weg via de IJssel, maar een groot deel daarvan komt via de Lek weer terug in het benedenstroomse systeem rond Dordrecht-Rotterdam, waar het ook wordt aangevuld met het Maaswater. Voor de frequentie van de zoetwaterafvoeren en de afvoerdur voor de hogere afvoeren in het benedenstroomse gebied worden de onderstaande afvoeren aangehouden:

Tabel: Afvoer van het benedenstroomse bergingsgebied naar zee

Afvoer Benedenrivier (Rijn + Maas)	Frequentie/jaar; duur 2-6 dagen	Waterstand bij Dordrecht
5.000 m ³ /s	1/jaar	NAP + 1,8 m
7.000 m ³ /s	1/2 jaar	NAP + 2,0 m
9.000 m ³ /s	1/10 jaar	NAP + 2,5 m
14.000 m ³ /s	1/100 jaar	NAP + 3,0 m
15.000 m ³ /s	1/1000 jaar	NAP + 3,5 m

De rivierhelling tussen Lobith en Dordrecht (afstand ca. 100 km) bedraagt gemiddeld ca. 1: 10.000.



Tabel: Waterstanden t.o.v. NAP bij Lobith en Dordrecht bij verschillende rivierafvoeren in m³/s en open Maeslandkering.

Waterstand Lobith m + NAP	Afvoer m ³ /s	Waterstand Dordrecht m + NAP
11	4.000	1,7
12	5.000	1,8
13	7.000	2,1
14	9.000	2,5
> 15	>12.000	> 2,8

Verder zeewaarts, is de helling van het wateroppervlak van de rivier flauwer, bovendien wordt vanaf Dordrecht, voor de waterstanden, het getij dominant.

2.1.8 Wat is het verschil tussen binnen- en buitendijkse gebieden?

In het hele bergingsgebied is het verschil tussen binnen- en buitendijkse gebieden erg belangrijk. Omdat in de wetgeving dat onderscheid wordt gemaakt, geldt dat ook voor het waterveiligheidsbeleid. In Nederland wonen op 4% van het oppervlak ca. 115.000 mensen buitendijks langs de rivieren, de grote meren en de kust, maar de verwachting is dat deze eeuw dit aantal nog zal toenemen met ca. 60.000 mensen. Ook wonen ca. 100.000 mensen in een rivierbed dat wel door een dijkkring is beschermd, maar met een relatief hoge kans heeft op waterschade.

Het dichtstbevolkte buitendijkse gebied ligt in de regio Rijnmond-Drechtsteden, waar ca. 60.000 mensen buitendijks wonen en waar ook de grootste economische belangen liggen. Men woont er aan de waterzijde van een dijk of duin. In de regio Rijnmond-Drechtsteden lijkt de rivierafvoer minder belangrijk, omdat de waterstanden, bij een open Maeslandkering, vooral door het getij worden bepaald.

Bij een gesloten Maeslandkering bepaalt alléén de rivierafvoer nog het waterpeil. Als het waterpeil blijft stijgen, lopen eerst de buitendijkse gebieden onder. De binnendijkse gebieden zijn, door de wetgever en de dijken, veel beter beschermd. De buitendijkse gebieden lopen langzaam onder en is de waterlast beperkt tot decimeters, hooguit enkele meters, omdat de buitendijks gebieden meestal relatief hoog liggen ten opzichte van binnendijkse gebieden.



Bekende laaggelegen buitendijkse gebieden zijn gelegen in het Rijnmond-Drechtsteden gebied, zoals bijv. het eiland van Brieneoord en oud stedelijke stadsdelen en de oudere haventerreinen in Rotterdam en Dordrecht. De duur van de hoogwatersituatie gebied wordt bepaald door de duur van de storm en de grootte van de rivierafvoer.

De risico's voor de gebruikers en bewoners van de buitendijkse gebieden, zijn vooral van materiële aard. Wel zal bij een zeespiegelrijzing, zowel de sluitingsfrequentie van de keringen toenemen als de kans op buitendijkse overstromingen. Na het wegtrekken van een storm of een hoogwatergolf in de rivier, daalt de waterstand in het buitendijkse gebied meestal vrij snel en kan de schade worden hersteld.

2.1.9 Wie is verantwoordelijk voor de veiligheid in de buitendijkse gebieden?

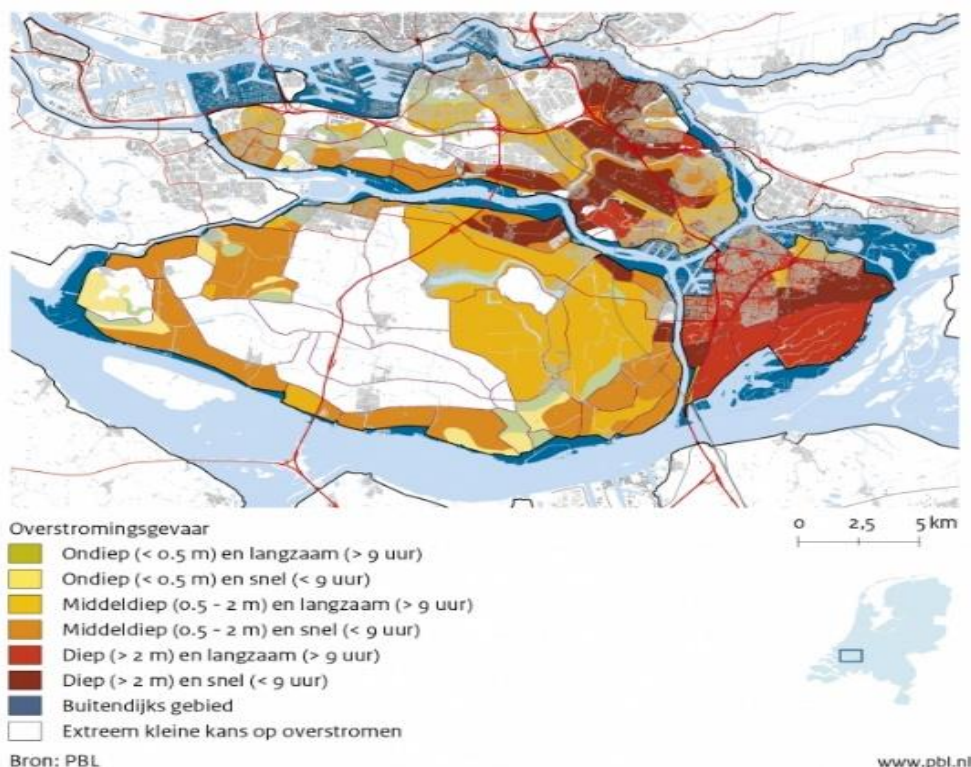
Voor de buitendijkse gebieden, waarvoor geen wettelijke bescherming geldt, zijn andere regels en voorzieningen van toepassing dan voor binnendijkse gebieden. Het zijn de gemeentes, die de regie voeren bij overstromingen van de buitendijkse gebieden, maar ook de provincie kan er een rol spelen.



Het Rijk en de Provincie stelt de kaders voor buitendijkse ontwikkeling, maar richt zich vooral op de waterveiligheid binnendijs. Bij een verwacht hoogwater treedt bij de meeste gemeenten ca. een dag van tevoren de hoogwaterprocedure in werking, maar de bewoners en gebruikers van deze buitendijkse gebieden blijven verder zelfverantwoordelijk voor het treffen van gevolg-beperkende maatregelen en dragen zelf de risico's van eventuele waterschade. Met de afsluiting van het Haringvliet in 1970, werd het gevaar vanuit zee een stuk kleiner, maar de dreiging vanuit de rivieren bleef.

De afgelopen veertig jaar kwam het waterpeil tientallen keren boven de grens NAP + 2 m uit en stroomde het water er op de kades. De Kraansteiger is op NAP + 2,74 m het laagste buitendijkse punt van Dordrecht, maar ook de Houttuinen, Hooikade en Taankade hebben een hoge kans op overstromen.

Gevarenkaart van IJsselmonde, Hoekse Waard en Eiland van Dordrecht



2.1.10 Wat is de waterveiligheid in de buitendijkse gebieden anno 2018?

De bewoners en gebruikers van de buitendijkse gebieden in de Rijnmond-Drechtsteden zijn het meest kwetsbaar. Een aantal kades en bijv. de oud stedelijke binnenstad liggen op een niveau beneden NAP + 3 m, maar de meeste buitendijkse gebieden, waar mensen wonen of industriële activiteiten plaatsvinden, hebben een maaiveldniveau, dat varieert van ca. NAP + 3 m tot NAP + 4 m. Het waterpeil van NAP + 2 m wordt vaker dan eens per jaar overschreden. Eenmaal per 10-20 jaar wordt het waterpeil van NAP + 2,9 m overschreden, het peil van NAP + 4 m wordt gemiddeld eenmaal per ca. 1000 jaar overschreden. Alle buitendijkse gebieden staan dan onder water en er is een grote dreiging voor de binnendijkse gebieden.



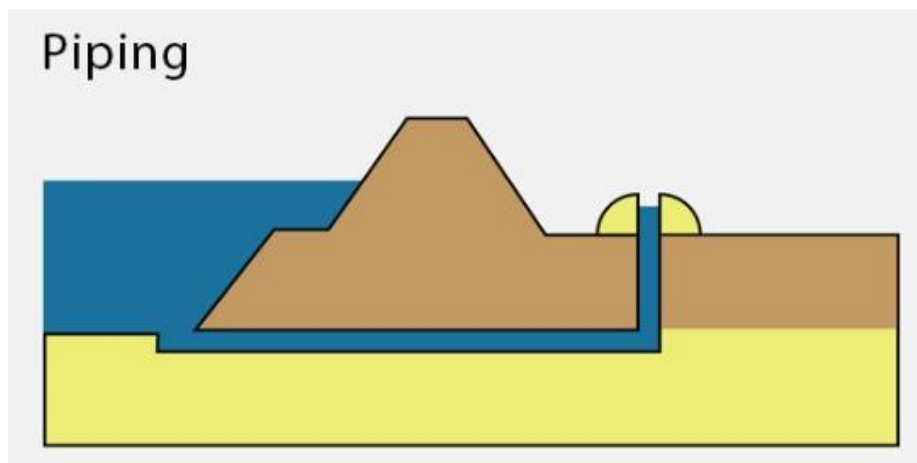
2.1.11 Wat is de huidige waterveiligheid in de binnendijkse gebieden?

In het binnendijkse gebied echter, zijn de waterschappen en de minister van Infrastructuur en Milieu primair verantwoordelijk voor het veiligheidsbeleid.

De ontwerppeilen van de omringende polders in Dordrecht zijn bepaald op ca. NAP + 4,1 m. Het Deltaprogramma Veiligheid geeft wel aan dat in de regio Rijnmond-Drechtsteden tot 2050, drie veiligheidsopgaven liggen. Op verschillende plaatsen zijn nog dijkversterkingen nodig om aan de huidige normen te voldoen. Er is ook behoefte aan nieuwe normen, die beter aansluiten bij het inwoneraantal en de huidige waarde van het te beschermen vastgoed.

Door de bodemdaling en door de verwachte klimaatverandering, volgens het “oude” scenario, zijn in 2050 ruim 30% van de dijken te laag en in 2100 zelfs 50%. Ook in het gebiedsrapport Alblasserwaard

en Vijfheerenlanden van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden is de verkenning naar kansrijke strategieën voor waterveiligheid zelfs aangescherpt. Naast de geconstateerde dijkhoogtetekorten is de dijksterkte op sommige plaatsen te laag. Ook moeten de hogere dijken relatief sterker worden door toenemende kans op “piping”, waarvoor ook andere technische (vaak kostbare) methodes voor beschikbaar zijn.



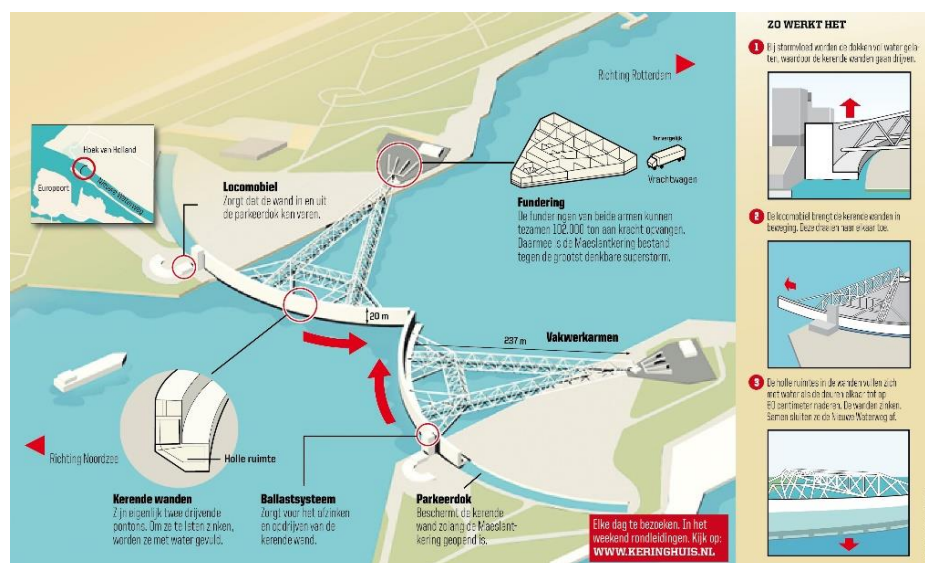
De kans op overstroom van de binnendijkse gebieden is ca. eens per 1000-2000 jaar, maar bij een overstrooming is de gevolgschade van slachtoffers, getroffen en economische schade erg groot. Dit komt door de aard van de overstroomingen, die in deze polders snel tot grote waterdieptes leiden op plekken waar veel mensen wonen. Verdere hoogtetekorten van dijken worden verwacht als gevolg van de zetting van de dijken, de oxidatie van het veen en de toenemende maatgevende hoogwaterstand als gevolg van de zeespiegelstijging, waardoor kruinhoogtetekorten ontstaan. Een effect dat versterkt wordt door de overgang van het rivieren- naar het deltagebied van deze polders, waar zowel de invloeden van de zeespiegelstijging, als de toename van piek-rivierafvoer speelt. Vanuit het Deltaprogramma zijn daartoe de hoogtetekorten per dijkvak geïnventariseerd. Bij een besluit tot een 10x veiligere norm voor de gehele dijkkring zal de benodigde kruinhoogte van de dijken (naast de toename in de benodigde dijkhoogte door klimaatverandering) toenemen met 0,2 m tot 1,0 m, afhankelijk van het betreffende dijkvak. Dit leidt tot een aanzienlijke toename van de gemiddelde dijkhoogtetekorten van de 91 dijkvakken tot 2050. Op alle dijkvakken langs de Noord en de Merwede en op de meeste dijkvakken langs rivier de Lek ontstaat een dijkhoogtetekort. Bij een keuze voor 10 x veiliger ontstaat in 2100 zelfs een gemiddeld dijkhoogtetekort op alle dijkvakken van dijkkring variërend van 0 tot 2,1 m.



2.2 Huidige Situatie met een gesloten Maeslandkering (8 vragen)

2.2.1 Hoe veilig zijn de waterkeringen langs de kust?

De veiligheid bij een zware storm lijkt met de huidige duinen, dijken en stormvloedkeringen voldoende tegen een overstromingsdreiging uit zee te worden gegarandeerd. Dat geldt dus ook voor de veiligheid van het achterland achter alle keringen, dus ook voor het Haringvliet en het Rijnmond-Drechtsteden regio. Voor alle keringen wordt de keuze tot sluiting bepaald door de voorspelling van de storm en de waterstanden op zee. Het sluitingsmoment voor de Maeslandkering wordt door het waterpeil in Rotterdam en Dordrecht bepaald. De waterkeringen bieden voldoende veiligheid langs de kust om een opstuwing van 4,5 m te weerstaan. Een dergelijke situatie zal in de orde van slechts eenmaal per 10.000 jaar worden overschreden.



Als de keringen langdurig worden gesloten en de rivierafvoer gelijktijdig hoog is, dan dreigt echter een wateroverlast vanuit de rivierzijde, omdat het rivierwater gedurende lange tijd niet naar zee kan afstromen. In het gebied achter de Maeslandkering wordt het risico op overstromingen vooral bepaald, als deze kering is gesloten en de aanvoer van het rivierwater ook hoog is.

2.2.2 Hoe groot kan de wind-set-up worden?

Bij een zware en langdurige storm (vooral uit het noordwesten) zal het waterniveau op de Noordzee worden opgestuwd ("wind set up") en stijgt het zeewaterniveau. De zware stormen, die voor een grote opstuwing zorgen, vinden meestal plaats in seizoenen van oktober tot maart. De "wind set up" of opstuwing moet worden opgeteld bij de waterstand, die onder invloed staat van het astronomisch getij. De waterstandsverschillen tussen HW en LW bij Hoek van Holland zijn iets geringer dan bij het Haringvliet en de geplande locatie van het Valmeer. Voor het Valmeer wordt de gemiddelde waterstanden tussen Hoek van Holland en de boei op 51 gr. 50' N, 3 gr. 30' O aangehouden. Voor het verschil tussen het LAT en NAP is op die locaties resp. 0,9 m en 1,1 m aangehouden.

Tabel: Waterstanden Hoek van Holland en bij de locatie van het Valmeer

Locatie:	HW	LW
Hoek van Holland spring	LAT + 2,2; NAP + 1,3	LAT + 0,3; NAP - 0,6
Hoek van Holland dood	LAT + 1,8; NAP + 0,9	LAT + 0,3; NAP - 0,6
Hoek van Holland gemiddeld	LAT + 2; NAP + 1,1	LAT + 0,3; NAP - 0,6
Valmeer, spring	LAT + 2,6; NAP + 1,5	LAT + 0,3; NAP - 0,8
Valmeer, dood	LAT + 2,1; NAP + 1	LAT + 0,4; NAP - 0,7
Valmeer, gemiddeld	LAT + 2,35; NAP + 1,25	LAT + 0,35; NAP - 0,75

Het gemiddeld getijverschil bij Hoek van Holland is ca. 1,7 m en bij de geplande locatie van het Valmeer ca. 2 m. De gemiddelde waterstanden zijn daar beide NAP + 0,25 m. Bij extreme langdurige stormen wordt voor de veiligheidsberekeningen van de Nederlandse keringen aan zee, rekening gehouden met een opwaaiing van 4 m, bovenop het getijniveau.

De windsnelheid bij een ZW-storm moet 1,5 maal zo groot zijn als bij een NW-storm om dezelfde “wind set up” te bereiken. De kans op een hoge opstuwing van het zeewaterpeil bij een ZW-storm is daarom uiterst klein. De volgende tabel geeft een indruk van de waterstanden bij Hoek van Holland bij een ononderbroken NW-storm van 9 uur.

Tabel: HW-peil bij Hoek van Holland in 1953 en na 9 uur ononderbroken stormen

Storm	9-uurs ononderbroken windsnelheid	Wind set-up	Hoek van Holland: HW bij gemiddeld getij
1953	28 m/s	3 m	NAP + 4,1 m
NW-storm	23 m/s	2 m	NAP + 3,1 m
NW-storm	28 m/s	3 m	NAP + 4,1 m
NW-storm	31 m/s	3,6 m	NAP + 4,7 m
NW-storm	33 m/s	4 m	NAP + 5,1 m
NW-storm	34 m/s	4,4 m	NAP + 5,5 m

2.2.3 Wat is de functie van de Maeslandkering bij een langdurige zware storm?

Tijdens langdurige zware stormen met bijbehorende opstuwing op de Noordzee, worden alle keringen gesloten (Maeslandkering, Hartelkering, Haringvliet, Hollandse IJssel en Oosterschelde). De kering, die, bij een hoog zeeniveau, het laatst wordt gesloten is de Maeslandkering. De Maeslandkering was het sluitstuk van de Deltawerken en vormt in de Rijnmond-Drechtsteden regio een cruciale schakel in het veiligheidssysteem tegen overstromingen. De Maeslandkering moet gesloten zijn, wanneer het waterpeil van NAP + 3 m bij Rotterdam of het peil van NAP +2,9 m bij Dordrecht wordt bereikt.



Bij een voorspelde storm worden bij een waterstand van NAP + 2,6 m in Rotterdam, de voorbereidende werkzaamheden voor de sluiting al opgestart. Via de Maeslandkering zelf kan, tijdens het sluitingsproces nog steeds een deel van het rivierwater via de nog drijvende kering naar zee worden afgevoerd. Volgens de minister is de faalkans van de Maeslandkering 1:100 sluitingen, hetgeen, met een sluitingsfrequentie van eens per 10/20 jaar, overeenkomt met eens per 1000-2000 jaar. Niet alléén de software, maar ook de bijzondere constructie met een bolscharnier, maakt het

lastig om de faalkans van de Maeslandkering verder omlaag te brengen. Onderzoeken geven aan dat de kans op volledig falen van deze kering echter klein is en dat ook een gedeeltelijk functionerende kering nog voldoende veiligheid biedt. Omdat de Maeslandkering ruim 1.3 miljoen mensen en honderden miljarden aan economische belangen beschermt, blijft deze kering wel een belangrijk en kwetsbaar element. Bij langdurige storm en een opstuwing tot 2,5 m is het tijdens LW technisch ook mogelijk om de Maeslandkering enkele uren te laten drijven en het rivierwater, onder de geopende kering, af te voeren en daarna weer af te zinken. Vanaf een peilopstuwing vanaf 2,5 m, is de duur van een waterpeil beneden NAP + 3 m kort, dat het te riskant wordt om de Maeslandkering tijdelijk te laten drijven. Naast de mogelijkheid van het tijdelijk laten drijven van deze kering, zijn er verder geen beheers mogelijkheden in het systeem om de waterstand achter de kering te verlagen. De waterstijging in het benedenstroomse gebied heeft ook een opstuwend effect voor het peil bovenstrooms. Dat bij de peilbeheersing, de Maeslandkering zo cruciaal is, leidt tot een oncomfortabele risico-verhogende situatie en maakt de beheersing van de waterveiligheid in het achterland kwetsbaar. Het DELTA21 concept biedt echter de mogelijkheid om het waterpeil in het benedenstroomse gebied wel actief bij te kunnen sturen.

2.2.4 Hoe belangrijk is de Maeslandkering nu voor de waterveiligheid?

Bij een langdurige storm op zee speelt in de Rijnmond-Drechtsteden regio de Maeslandkering voor de veiligheid van zowel buiten- als binnendijkse gebieden een zeer belangrijke rol. Na sluiting zal het binnenkomende rivierwater worden geborgen in de rivierbeddingen en de grote bergingsgebieden, zoals de Biesbosch en de voormalige estuaria rond Dordrecht, maar ook in de buitendijkse gebieden.



Pas wanneer het waterpeil het niveau van de dijken van de hoofdwaterkeringen overschrijdt, zal het binnendijkse gebied overstromen. Bij gemiddelde rivierafvoeren kan de Maeslandkering zelfs dagen achtereen gesloten blijven, zonder dat de binnendijkse gebieden overstromen. Hoewel er een zekere correlatie is gevonden tussen de waterstand in Hoek van Holland als gevolg van “wind set up” en de extreme rivierafvoer van de Rijn, was de “time lag” wel 6 dagen (W.J. Klerk et.al. in 2015). Daarom lijken beide fenomenen (“wind set-up”/ “storm surge” en rivierafvoer) redelijk onafhankelijk van elkaar te kunnen worden beschouwd.

2.2.5 Hoe vaak moet de Maeslandkering worden gesloten?

Voor een opstuwing is een storm nodig met een zekere windsnelheid en ook een minimale stormduur. Een kortdurende storm veroorzaakt meestal weinig opstuwing, een langdurige storm kan wel eens 3 etmalen of zelfs langer duren. Ongeveer eenmaal per 10 jaar gaan op dit moment de keringen dicht. Volgens een onderzoek van het RIZA waren er de laatste eeuw 35 stormen en bedroeg het gewogen gemiddelde van de stormduren 32 tot 35 uur. Het stormseizoen is in de winterperiode van september

tot april en valt ongeveer samen met de hoge rivierafvoer. Bij ca. 80% van de 35 stormen is de opstuwing lager is dan 2,5 m, dan is het systeem nog steeds te beheersen door soms de Maeslandkering rond HW te sluiten en rond LW tijdelijk te laten drijven. Voor de berekeningen wordt verder uitgegaan van de volgende statische verdeling van stormen en bijbehorende opstuwing:

Tabel: Opstuwing en aantal stormen per eeuw:

Opstuwing (M)	Stormen/eeuw
< 1,5	20
1,5 - 2,5	8
>2,5	6

Als de opstuwing minder is dan 1,5 m hoeft de Maeslandkering niet te worden gesloten. Bij een opstuwing tussen 1,5 m en 2,5 m wordt de Maeslandkering 50% van de tijd bij HW gesloten en afgezonken en bij LW weer tijdelijk in drijvende toestand gebracht. Om het risico van falen te verminderen, is ervan uitgegaan dat bij een opstuwing > 2,5 m, de Maeslandkering bij LW beter niet in drijvende toestand worden gebracht zal worden en afgezonken blijft. Zo wordt uitgegaan wordt uitgegaan van de volgende 3 groottes van opstuwing:

Opstuwing: (m)	Overschrijdingskans	Maeslandkering sluiten of niet?
<1,5	1/5 jaar	Niet sluiten en niet afzinken
1,5 -2,5	1/12 jaar	Afgezonken tijdens HW (50%)
>2,5	1/16 jaar	Gesloten en afgezonken

Dat betekent dat 1/24 jaar de Maeslandkering tijdelijk wordt afgezonken en bij LW weer in drijvende toestand wordt gebracht en 1/16 jaar gedurende langere tijd afgezonken blijft. Eenmaal per ca. 10 jaar is er dus gemiddeld een langdurige sluiting van de kering.



2.2.6 Sluitingsduur van de Maeslandkering bij een opstuwing >2,5 m?

Statistisch gezien zal de stormduur voor ca. 10 van de 35 stormen langer dan 12 uur duren en de opstuwing > 2,5 m. bedragen en de Maeslandkering moet worden gesloten. Het gemiddeld zeeniveau bij Hoek van Holland varieert bij een opstuwing van 2,5 m van ca. + NAP 1,9 m (LW) tot NAP 3,7 m (HW). Vanwege de korte duur van het LW, zal de Maeslandkering bij deze opstuwing dan ook tijdens LW gesloten blijven. In het bergingsgebied achter de Maeslandkering blijft dan het waterpeil stijgen. Dan wordt het heel belangrijk om te weten hoe lang de stormduur voortduurt. Uit een aangenomen

logaritmische verdeling van extreme stormduren, volgt de volgende inschatting van de stormduur en de bijbehorende sluitingsfrequentie van de kering:

Tabel: Sluitingsfrequentie Maeslandkering bij van opstuwing > 2,5 m

Stormduur	Opstuwing (M)	Stormen/eeuw	Gem. stormduur (Uren)	Langdurig Sluiten Maeslandkering:
> 12 uur	>2,5 m	8	18	1/12 jaar
> 24 uur	>2,5 m	2	30	1/50 jaar
> 36 uur	>2,5m	0,1	42	1/500 jaar

Met deze inschatting kan nu de waterstand in het benedenstroomse bergingsgebied, met daarin Dordrecht als centrum, worden bepaald. De stijging van het waterpeil hangt nu geheel af van de rivierafvoer van Rijn en Maas op dat moment.



Omdat het waterpeil voor afvoeren > 5.000 m³/s > 3,3 cm per uur is, zal naar de waterspiegelstijging vanaf die afvoer, de kansen van de waterstijging worden ingeschat. Het benedenstroomse gebied rond het Eiland van Dordrecht kan vanaf Gorinchem tot aan de keringen als één groot bergingsgebied worden beschouwd met een totaal bergingsoppervlak van ca. 540 km², dat zich uitstrekt vanaf de Maeslandkering tot de Biesbosch en ook het Haringvliet en het Volkerak omvat.

2.2.7 Waterpeil bij Dordrecht bij langdurige zware stormen?

Uitgaande van een gesloten Maeslandkering en een oppervlakte van het bergingsgebied van 540 km², kan op basis van eerder geschatte de kans op vóórkomen van een hoge rivierafvoer in het benedenstroomse bergingsgebied bij Dordrecht, de bijbehorende waterpeilstijging per uur worden bepaald. Zie onderstaande tabel:

Tabel: Waterpeil stijging bij een gesloten Maeslandkering

Hoge Rivierafvoer:	Kans op voorkomen:	Waterpeilstijging per uur
5000 m ³ /s	Eenmaal per jaar	3,3 cm
7000 m ³ /s	Eenmaal per 2 jaar	4,7 cm
9000 m ³ /s	Eenmaal per 10 jaar	6 cm

Als bij deze afvoeren de Maeslandkering langdurig is gesloten en de opstuwing >2,5 m bedraagt, dan wordt het waterpeil bij Dordrecht bepaald door de sluitingsduur van de Maeslandkering en de rivierafvoer. Bij een gesloten Maeslandkering zal het waterpeil vanaf NAP + 2,9 m beginnen te stijgen.

Tabel: Waterpeilstijging bij Dordrecht en kans op voorkomen bij verschillende rivierafvoeren en verschillende sluitingsduren Maeslandkering.

Sluitingsduur Maeslandkering	Bij 5000 m ³ /s	7000 m ³ /s	9000 m ³ /s
18 uur (1/12 jaar)	0,6 m	0,8 m	1,1 m
30 uur (1/50 jaar)	1,0 m	1,4 m	1,8 m
42 uur (1/500 jaar)	1,4 m	2,0 m	2,5 m

De kans op vóórkomen van een waterpeil als gevolg van een gesloten kering en een gelijktijdige hoge afvoer kan gevonden worden door beide kansen te vermenigvuldigen, rekening houdend met de duur van beide fenomenen. Voor onderstaande inschatting van het waterpeil is geen rekening gehouden met het springtij effect. Wel is ervan uitgegaan dat zowel stormen als hoge rivierafvoeren in de winterperiode voorkomen en dat de duur van beide fenomenen minder dan een week duren. Nu kan de kans op vóórkomen van de combinatie van een langdurige sluiting en een hoge rivierafvoer bepaald worden, zoals uitgewerkt in de volgende tabel:

Sluitingsduur Maeslandkering	Bij 5000 m ³ /s	Bij 7000 m ³ /s	Bij 9000 m ³ /s
18 uur (1/12 jaar)	150 jaar	300 jaar	1.500 jaar
30 uur (1/50 jaar)	600 jaar	1.200 jaar	6.000 jaar
42 uur (1/500 jaar)	6.000 jaar	12.000 jaar	60.000 jaar

Uit deze tabel kan de kans op voorkomen van een extreem waterpeil bij Dordrecht worden ingeschat:

Waterpeil Dordrecht bij gesloten Maeslandkering	Kans op voorkomen
NAP + 3,5 m	1/150 jaar
NAP + 3,8 m	1/400 jaar
NAP + 4,0 m	1/800 jaar
NAP + 4,1 m	1/1000 jaar

De kans op het overschrijden van de wettelijke eis voor binnendijkse gebieden bij Dordrecht van NAP + 4,1 m komt praktisch overeen met de wettelijke norm van 1/2000 jaar. Opvallend is verder dat de meest kritische periode voorkomt bij een rivierafvoer tussen 5.000 m³/s en 7.000 m³/s. Bij een lagere afvoer is de snelheid van de waterspiegelstijging te gering en bij een hogere afvoer is de kans op voorkomen te gering.



Het doel van voorgaande berekeningen is om de gevoeligheid van het hele waterbeheersingssysteem te bepalen. Daaruit is al eerder opgemerkt, dat de meest onveilige situaties ontstaan bij rivierafvoeren

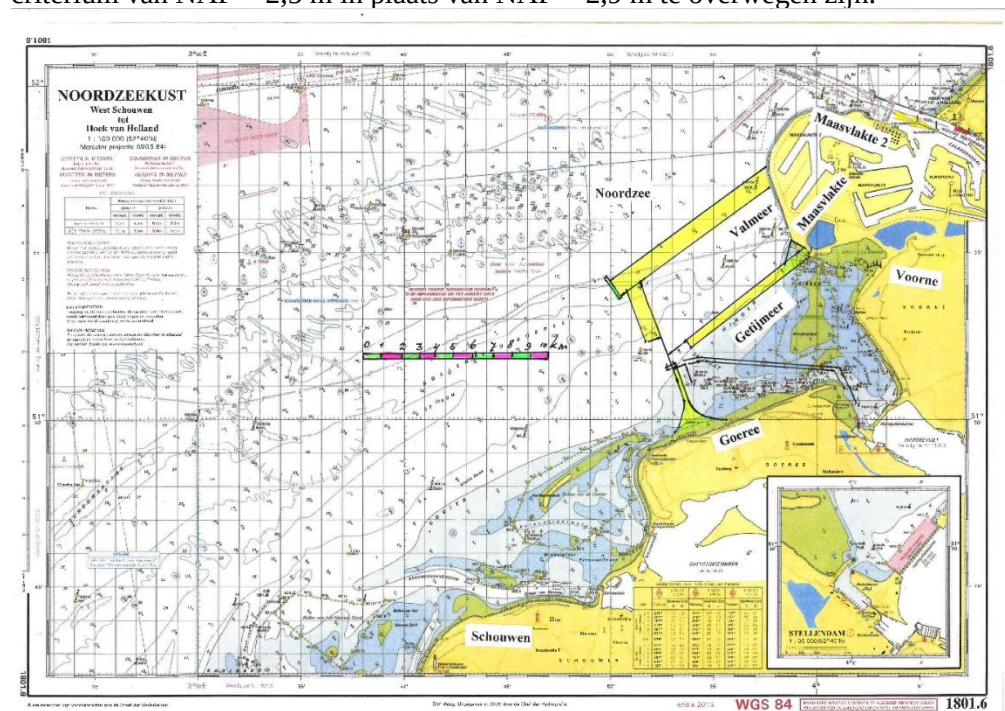
van 5.000-7.000 m³/s en een langdurig gesloten Maeslandkering. Bovendien kan nu ook de kans op voorkomen van de buitendijkse gebieden worden vastgesteld. Hoewel voor dit soort berekeningen meestal met getijmodellen wordt gedaan, schept de uitkomst van de inschattingen vertrouwen, omdat die redelijk overeenkomt met de wettelijke norm. Tot slot zijn de berekeningen ook erg nuttig om het effect van een zeespiegelrijzing goed in te kunnen schatten.

2.2.8 Kan de Maeslandkering eerder worden gesloten?

Op basis van de voorgaande inschatting kan de volgende tabel worden opgesteld, waarin de kans op een bepaald waterpeil in het benedenstroomse gebied rondom Dordrecht wordt gegeven: De in onderstaande tabel gevonden kans van vóórkomen van deze hoge waterstanden bij Dordrecht is redelijk hoog en hangt echter ook samen met het beleid rondom het moment van sluiting van de Maeslandkering bij NAP +3.,0 m.

Waterpeil Dordrecht bij gesloten Maeslandkering:	Kans op vóórkomen:
NAP + 2,9 m	10 jaar
NAP + 3,5 m	150 jaar
NAP + 3,8 m	400 jaar
NAP + 4,0 m	800 jaar
NAP + 4,1 m	1000 jaar

Vanuit havenbelangen wordt verdedigd dat het aantal sluitingen van de Maeslandkering zo gering mogelijk moet zijn. Vanuit het waterveiligheidsbelang is het echter juist aantrekkelijk om de Maeslandkering eerder te sluiten. Indien de Maeslandkering al bij een waterpeil van NAP + 2,5 m bij Dordrecht zou moeten worden gesloten, dan ligt de sluitingsgrens voor langdurig sluiten al bij ca. 2 m opstuwing. In die situatie zou de Maeslandkering eenmaal per ca. 5 jaar, dus slechts tweemaal zo vaak moeten worden gesloten. Gezien de belangen van de historische binnenstad van Dordrecht, zou dat criterium van NAP + 2,5 m in plaats van NAP + 2,9 m te overwegen zijn.



2.3 Huidige Situatie met een gesloten Maeslandkering en zeespiegelrijzing (1 vraag)

2.3.1 Wat is het effect van de zeespiegelrijzing op sluitingsfrequentie?

Omdat het waterpeil vanaf Hoek van Holland tot Dordrecht sterk wordt bepaald door het getij, zal een zeespiegelrijzing de gemiddelde waterstand vanaf de Noordzee tot Dordrecht ongeveer doen stijgen met de grootte van de zeespiegelstijging. Nu varieert het waterpeil in Dordrecht bij HW en LW tussen NAP + 1,1 m en NAP + 0,2 m, dus gemiddeld NAP + 0,65 m. Verder stroomopwaarts wordt het effect van de zeespiegelrijzing minder. Bij een zeespiegelrijzing van 1 m zal de Maeslandkering ongeveer bij elke zware NW-storm worden gesloten. Een ruwe inschatting van de sluitingsfrequentie van de Maeslandkering kan gemaakt worden op basis van voorgaande:

Zeespiegelrijzing	HW-peil Dordrecht	Sluitingsfrequentie Maeslandkering
0	NAP + 1,1	1/10 jaar
0,3 m	NAP + 1,4	1/7 jaar
0,6 m	NAP + 1,7	1/4 jaar
1,0 m	NAP + 2,1	Eens per 2 jaar

Het waterpeil van NAP + 2,9 m zal in Dordrecht, bij een zeespiegelrijzing echter ook vaker worden overschreden als gevolg van de rivierafvoer. Om de historische binnenstad van Dordrecht bij een zeespiegelrijzing te kunnen blijven beschermen, zullen andere oplossingen nodig zijn. Eén van die oplossingen en de effecten voor Dordrecht zijn in het kader van DELTA21 elders uitgewerkt.



2.4 Met DELTA21 voor de situatie met een open Maeslandkering (8 vragen)

2.4.1 Eisen aan DELTA21 bij een open Maeslandkering?

Voor DELTA21 gelden de volgende ontwerpcriteria bij een open Maeslandkering:

- De huidige zoet water afvoerverdeling tussen Nieuwe-Waterweg en Haringvliet moet bij rivierafvoeren tot ca. 9.000 m³/s ongeveer gelijk blijven aan de huidige afvoerverdeling.
- De waterstand bij Dordrecht heeft, bij extreme rivierafvoeren, een maximumstreefniveau van NAP + 2,5 m. De beheersing van dit maximum streefpeil moet geregeld kunnen worden via het waterpeil in het Getijmeer.
- Via het Haringvliet moet altijd ca. 70 m³/s zoet water worden afgevoerd, waarvan de garantie van 30 m³/s voor de zoetwatervoorziening en, zo mogelijk, > 40 m³/s voor de vismigratie.
- Zout water mag het oostelijk deel van het Haringvliet niet bereiken.
- Bij extreme rivierafvoeren, zal via het Haringvliet tot 10.000 m³/s afgevoerd moeten kunnen worden naar zee.

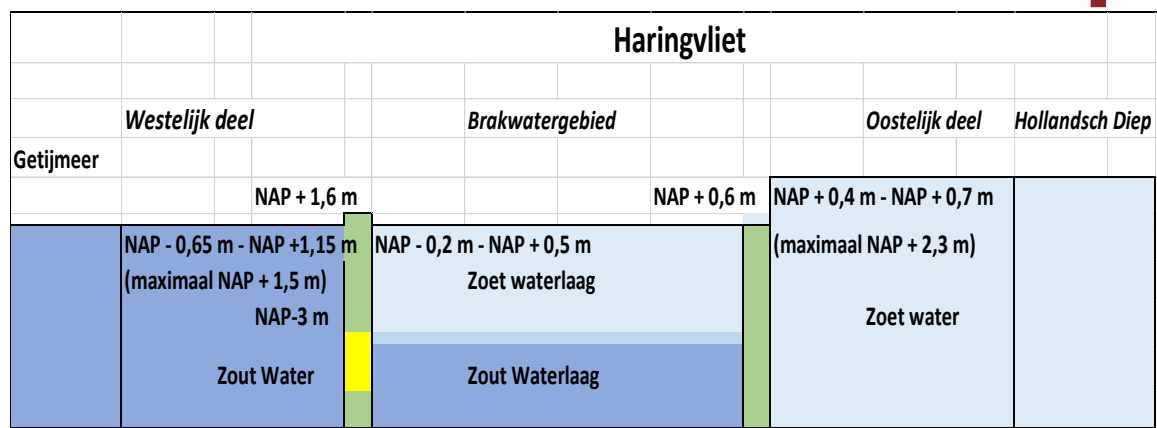
2.4.2 Hoe wordt, met DELTA21, de beheersing van de rivierafvoer?

Bij een gemiddelde rivierafvoer en gemiddeld getij varieert het waterpeil bij HW en LW in Dordrecht tussen ca. NAP + 1,1 m en ca. NAP + 0,4 m. Tijdens hoge rivierafvoeren stijgt ook het waterniveau in het bergingsgebied echter regelmatig tot boven NAP + 2,0 m.

Afvoer m ³ /s	Waterstand Dordrecht	Frequentie
4.000	NAP + 1,7 m	2/jaar
5.000	NAP + 1,8 m	1/jaar
7.000	NAP + 2,0 m	1/2 jaar
9.000	NAP + 2,5 m	1/10 jaar
>12.000	NAP > 2,8 m	1/50 jaar

In de situatie met DELTA21 zal bij gemiddelde rivierafvoeren de afvoerverdeling via de Nieuwe-Waterweg en het Haringvliet niet veel anders verlopen, dan in de huidige situatie.

Bij het ontwerpcriterium van NAP + 2,5 m als maximaal streefpeil bij Dordrecht tijdens alle rivierafvoeren en een open Maeslandkering, kan het Getijmeer gebruikt worden om het peil te beheersen. Het eerst beschikbare beheersmechanisme is om meer rivierwater via het Haringvliet af te voeren. Dat is mogelijk door het waterpeil in het Getijmeer en het westelijk deel van het Haringvliet zo laag mogelijk te houden, eventueel tot een waterpeil beneden NAP. Het Getijmeer kan dan enkele uren voorafgaand aan HW tijdig of langdurig afgesloten worden, zodat er tijdelijk geen watertoevoer meer is vanuit zee. Ook in het Haringvliet moeten dat de schuiven in de keringen (bij Brakwatergebied en Tiengemeten) opgezet worden, zodat meer rivierwater via het Haringvliet wordt afgevoerd. De Maeslandkering blijft dan uiteraard geheel open. Mocht deze maatregel onvoldoende zijn dan kan het rivierwater ook via de overlaat van het Valmeer versneld worden afgevoerd. Ook dan wordt gestreefd naar een zo laag mogelijk peil in het Getijmeer, zo nodig beneden NAP. Bij zeer extreme situaties moet via het Haringvliet wel tot 10.000 m³/s rivierwater afgevoerd kunnen worden naar het Valmeer.



Een laag waterpeil in het Getijmeer heeft 2 belangrijke effecten. Ten eerste wordt meer rivierwater afgevoerd naar zee en ten tweede wordt het waterpeil in het hele benedenstroomse gebied laag gehouden. Tot slot heeft het een peil-verlagend effect, bovenstrooms, langs de rivieren. Hiermee zal ook de veiligheid van de rivierdijken over tientallen kilometers stroomopwaarts gunstig beïnvloed worden.

2.4.3 Afvoer via de zuidelijk route van het Haringvliet?

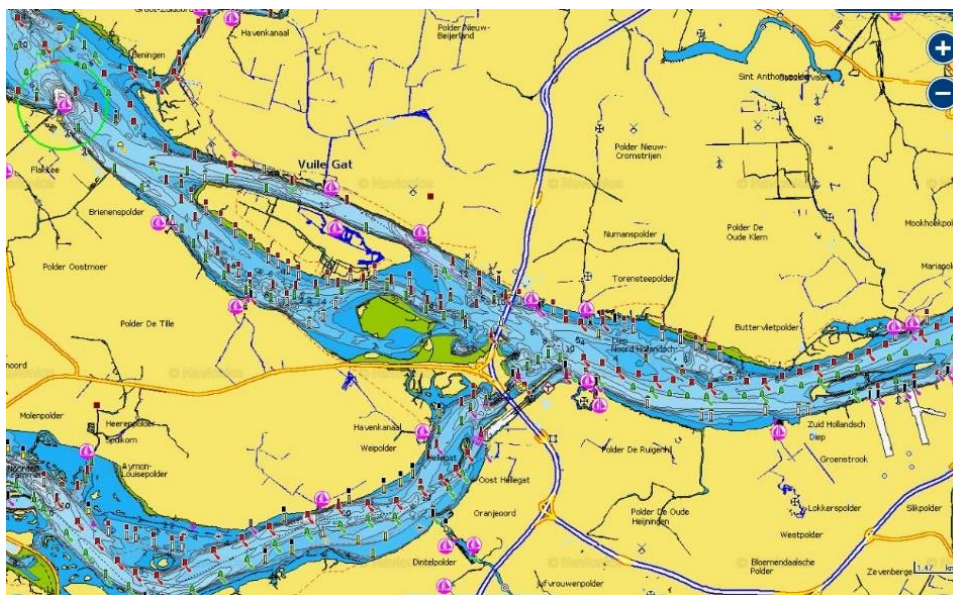
Met DELTA21 worden in het Zuidelijk deel van Haringvliet (ten zuiden van Tiengemeten) drie gebieden onderscheiden, een westelijk zout deel, een oostelijk zoet deel en een Brakwatergebied daartussen. Binnen elk van die bassins geldt een ontwerppeil, dat onder normale omstandigheden mag variëren tussen twee niveaus, zoals in de schets en de tabel aangegeven.

De keringen aan beide zijden van Tiengemeten zijn zodanig ontworpen dat zout water nooit in het oostelijk deel van het Haringvliet kan komen en dat er bij extreme rivierafvoeren nog voldoende water kan worden afgevoerd naar zee.

Haringvliet:	Bij extreme rivierafvoeren:	Gemiddeld HW en LW:
Westelijk deel	NAP – 0,65 m en + NAP	NAP - 0,65 m en + 1,15 m
Brakwater gebied	NAP – 0,2 m en + 2 m	NAP - 0,2 m en + 0,5 m
Oostelijk deel	NAP + 0,4 m en + 2,3 m	NAP + 0,4 m en + 0,7 m

Gedurende > 90% van de tijd varieert het waterpeil in het westelijk deel van het Haringvliet en het Getijmeer van tussen NAP – 0,65 m en NAP + 1,15 m, iets minder dan het getijverschil op zee. In het Brakwatergebied wordt zoet water aan de oostzijde aan het oppervlak via een regelbare overlaat ingelaten, met een minimale toestroom van 40 m³/s zoet water. Aan de westzijde vindt, via een schuifopening op een diepte van ca. NAP – 3,0 m, een uitwisseling plaats tussen het Brakwatergebied en het westelijk deel van het Haringvliet. De regeling zorgt automatisch voor een niveauverschil in het Brakwatergebied, dat varieert van ca. NAP - 0,2 m en NAP + 0,5 m. Op deze manier blijft de zout-zoet stratificatie in het Brakwatergebied gehandhaafd, met een kleine grenslaag. Via de schuif hebben de vissen toegang tot het westelijk deel en via de overlaat met het oostelijk deel. Het oostelijk deel wordt gevoed met zoet water via het Hollands Diep. Gemiddeld blijft het waterpeil bij Willemstad ca. NAP + 0,55 m en het varieert met het getij tussen NAP + 0,4 m en NAP + 0,7 m. Met een debiet van minimaal > 40 m³/s (i.v.m. lokstroom voor vismigratie) wordt steeds zoet water via een overlaat naar het Brakwatergebied gevoerd.

Tijdens extreme rivierafvoeren kan het waterpeil tot in het Hollands Diep stijgen tot ca. NAP + 2,3 m en zal tot 5.000 m³/s afgevoerd moeten kunnen worden naar zee.



2.4.4 Afvoer via de noordelijke route van het Haringvliet?

Aan de noordzijde van Tiengemeten worden twee gebieden in het Haringvliet onderscheiden, een westelijk zout deel en een oostelijk zoet deel, die worden afgescheiden door een dam met een regelbare afvoerklep. Door de bovenzijde van de overlaat op deze kering op een niveau van NAP + 1,6 m te houden kan er geen zout water naar het oostelijk deel stromen. Eventueel kan er wel zoet water via de overlaat zeewaarts stromen.

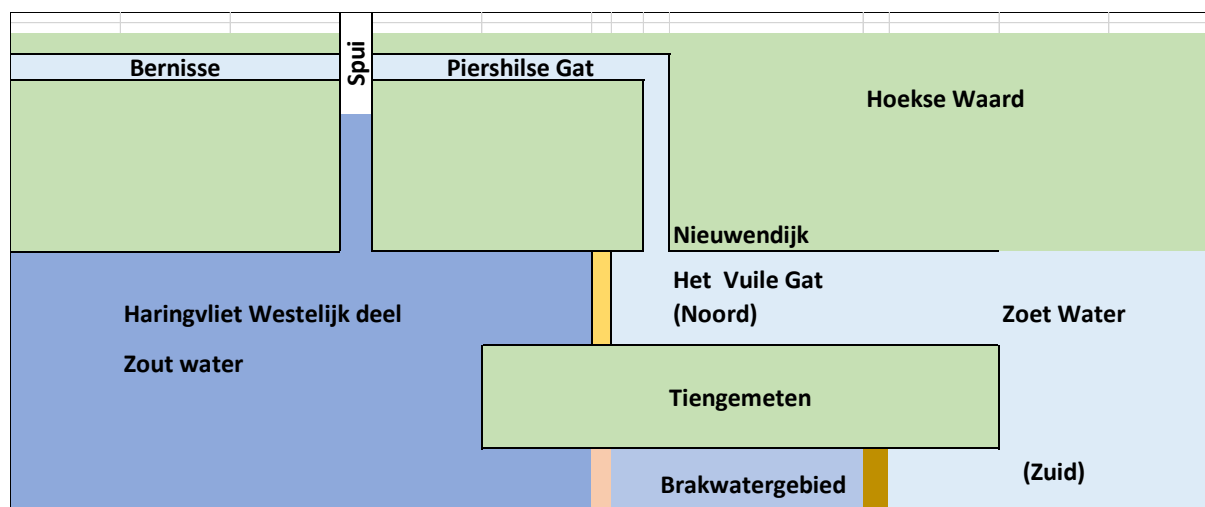
Haringvliet:	Bij extreme rivierafvoeren:	Gemiddeld HW en LW:
Westelijk deel	NAP - 0,65 m en + NAP m	NAP - 0,65 m en + 1,15 m
Oostelijk deel	NAP + 0,4 m en + 2,3 m	NAP + 0,4 m en + 0,7 m

Het ontwerppeil varieert, onder normale omstandigheden, dagelijks tussen twee niveaus, zoals onderstaand is aangegeven:

Haringvliet ten Noorden van Tiengemeten				
	Westelijk deel		Oostelijk deel	Hollandsch Diep
Getijmeer		NAP + 1,6 m	NAP + 0,4 m - NAP + 0,7 m	
	NAP - 0,65 m - NAP +1,15 m (maximaal NAP + 1,5 m)		(maximaal NAP + 2,3 m)	
	NAP-3 m		Zoet water	
	Zout Water			

De ontwerp is dat tijdens extreme rivierafvoeren het noordelijk deel van het Haringvliet tot 5.000 m³/s rivierwater af moeten kunnen voeren. De beheersing van de afvoer en het waterpeil bij Dordrecht vindt plaats door peilbeheersing in het Getijmeer en eventueel het Valmeer, zoals elders beschreven. De openingen in de Haringvlietluizen zijn voldoende groot ontworpen om een hoeveelheid water tot 10.000 m³ naar zee af te voeren. Een deel van het rivierwater moet via de “Vuile Gat” aan de noordzijde van Tiengemeten passeren. De overlaten en schuiven moeten zodanig ontworpen worden dat tot ca. 5000 m³/s afgevoerd kan worden. Aan de noordzijde is het “Vuile Gat” ca. 650 m breed en

9 -11 m diep. Via schuiven en overlaten in de kering kan tijdens extreme rivierafvoeren tot 5000 m³/s zoet water via een te verlagen overlaat en de schuiven naar zee worden afgevoerd.



Aan de noordzijde van Tiengemeten wordt ca. 30 m³/s zoet water via een bestaande kreek (Piershilse Gat) bij Nieuwendijk naar de Bernisse afgevoerd. Het oostelijk en westelijk deel zijn onder normale omstandigheden gescheiden. Tijdens extreem hoge rivierafvoeren kan via schuiven, die vanaf de bovenzijde van de kering tot ca. NAP - 8 m kunnen worden verlaagd, het rivierwater afstromen naar zee.

2.4.5 Hoeveel zout en zoet water passeert de open Haringvlietssluisen?

Het waterpeil van de open Haringvliet zal bij gemiddeld getij variëren tussen ca. NAP - 0,65 m en + 1,15 m. Het westelijk deel van het Haringvliet heeft een volume van ca. 0,5 miljard m³ water bij een gemiddelde diepte van 8 m en een oppervlak van 60 km². Tijdens opkomend en afgaand tij vult en ledigt zich het westelijk deel van het Haringvliet per getijslag met ca. 100 miljoen m³. Gemiddeld stroomt dan ca. 5.000 m³/s zeewater door de sluisen, per 24 uur dus 0,2 miljard m³ naar binnen en ook weer zeewaarts. Gemiddeld duurt de verversing van het hele bekken 3 dagen, maar vanwege de verdringing en de zout-zoet stratificatie zal ook het westelijk deel van het Haringvliet het zoete water gemiddeld nog enkele dagen langer vasthouden. Het water is gemiddeld erg zout, maar de stratificatie zorgt nog lange tijd voor zoete waterlenzen aan het oppervlak in het hele westelijke deel van het Haringvliet. Voor de vissen is er dus ook daar nog veel keuze om het gewenste zoutgehalte te kiezen. Bij lage rivierafvoeren is de toevoer van rivierwater naar het westelijk deel > 40 m³/s en bij zeer extreme situaties kan het tijdelijk tot 10.000 m³/s oplopen. Met DELTA21 wordt de zoetwaterafvoer via het Haringvliet op gemiddeld 1500 m³/s geschat. Het zoutgehalte in het westelijk deel van het Haringvliet zal variëren tussen ca. 30‰ (bij 40 m³/s) en 20‰ (bij 1500 m³/s). Bij een hoge rivieraanvoer (> 5.000 m³) zal de gemiddelde saliniteit eerst dalen tot onder 15‰, als de aanvoer lang aanhoudt nog verder omlaag. Toch zal het nog steeds zout water zijn, zeker in de diepere lagen.

2.4.6 Hoe gedragen het zoete en zoute water zich in het Getijmeer?

Het Getijmeer heeft een volume van ca. 0,2 miljard m³, bij een gemiddelde diepte van ca. 3-4 m en een oppervlak van ca. 60 km². Via de getijcentrales stroomt gedurende 6,2 uur, 175 miljoen m³ water naar zee. Per 24 uur passeert 0,7 miljard m³ water (10.000 m³/s) de visvriendelijke turbines van het Getijmeer, waarmee schone energie wordt opgewekt. De 40 turbines, van elk 1,5 MW, zijn in betonnen caissons geplaatst, die deel uitmaken van de dam, die het Getijmeer scheidt van de zee. Er zijn ook schuiven, waarmee het Getijmeer van zee afgesloten kan worden.

Vanwege de passage door de Haringvlietssluisen zal het zoete water zich steeds beter vermengen met het zoute zeewater. De saliniteit van het Getijmeer zal alléén bij langdurige hoge rivierafvoeren (> 5.000 m³/s) dalen onder 15‰.

2.4.7 Wat is de functie van het Getijmeer bij extreme rivierafvoeren?

Het Getijmeer zal gebruikt worden om het waterpeil bij Dordrecht beneden NAP + 2,5 m te houden. Dat zal plaatsvinden bij een rivierafvoer van $> 9.000 \text{ m}^3/\text{s}$ en een open Maeslandkering (1/10 jaar peil $> \text{NAP} + 2,5 \text{ m}$). Door bij HW het Getijmeer af te sluiten van zee, zal eerst het waterpeil van het Getijmeer tijdens HW verlaagd worden en zal meer rivierwater via het Haringvliet afgevoerd. De Maeslandkering blijft bij een normaal getij uiteraard geheel open. Het Getijmeer zal bij hoge rivierafvoeren eenmaal per ca. 10 jaar tijdelijk bij HW worden gesloten. Eenmaal per ca. 50 jaar zal dan ook het Valmeer worden gebruikt.



2.4.8 Wat is de functie van het Valmeer bij extreme rivierafvoeren?

Hoewel het Valmeer vooral belangrijk is tijdens een langdurig gesloten Maeslandkering, zal het Valmeer ook gebruikt worden bij een extreme rivierafvoer. Als tijdens hoge rivierafvoeren het Getijmeer onvoldoende extra rivierwater kan afvoeren, wordt ook het Valmeer gebruikt met als doel om het waterpeil bij Dordrecht beneden NAP + 2,5 m te houden. Dat zal nodig zijn bij een rivierafvoer van $> 9.000 \text{ m}^3/\text{s}$ en een open Maeslandkering (1/10 jaar peil $> \text{NAP} + 2,5 \text{ m}$). Voor deze situatie zal het Valmeer eens per ca. 50 jaar worden gebruikt. Het Valmeer is dus ook nuttig bij een extreem hoge rivierafvoer. Deze peilbeheersing met DELTA21 bij hoge rivierafvoeren is van belang voor de buitendijkse gebieden. Het verlaagt echter ook het waterpeil tot ver bovenstrooms langs de rivieren. Hiermee zal ook de veiligheid van de rivierdijken over tientallen kilometers lengte gunstig beïnvloed worden en zijn geen extra dijkverhogingen meer nodig. Tijdens extreme rivierafvoeren $> 14.000 \text{ m}^3/\text{s}$ zal in het benedenstroomse gebied de waterstand zelfs tot ca. 1 m worden verlaagd. Tot voorbij Lobith zal dat te merken zijn en de druk op de dijken verlagen.



2.5 Met DELTA21, een open Maeslandkering en zeespiegelrijzing (2 vragen)

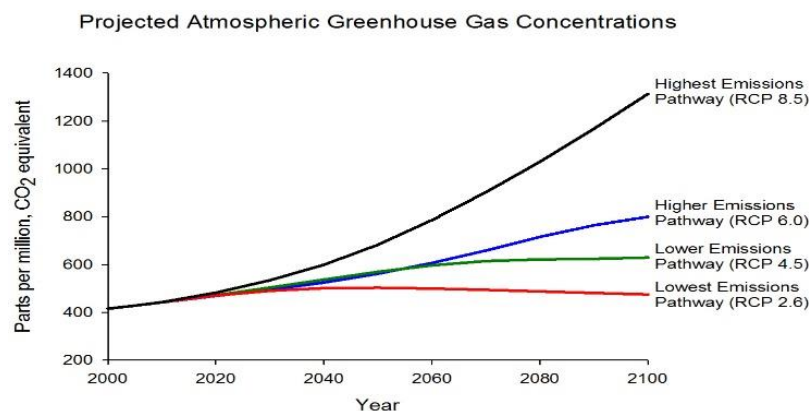
2.5.1 Wat is het gevolg van een zeespiegelrijzing op het Getijmeergebruik?

Het huidige waterpeil in Dordrecht zal tijdens HW en LW net zo veel doen stijgen als de grootte van de zeespiegelrijzing.

Zeespiegelrijzing	HW-peil Dordrecht
0	NAP + 1,1
0,3 m	NAP + 1,4
0,6 m	NAP + 1,7
1,0 m	NAP + 2,1

Bij een zeespiegelrijzing van 0,3 m, 0,6 m en 1,0 zal het waterpeil van NAP + 2,5 m bij Dordrecht vaker worden overschreden en zal het Getijmeer vaker worden gebruikt voor de situatie van een open Maeslandkering.

Zeespiegelrijzing	Extreme rivierafvoeren, peil bij Dordrecht > NAP + 2,5 m	Gebruik van het Getijmeer
0	1/10 jaar	1/10 jaar
0,3 m	1/5 jaar	1/5 jaar
0,6 m	1/2 jaar	1/2 jaar
1,0 m	10/jaar	10/jaar



2.5.2 Hoe vaak zal het Valmeer gebruikt worden bij een zeespiegelrijzing?

Bij een zeespiegelrijzing van 0,3 m, 0,6 m en 1,0 zal het waterpeil van NAP + 2,5 m bij Dordrecht vaker worden overschreden. Wanneer dat bij hoge rivierafvoeren niet meer lukt met alléén het Getijmeer, dan zal ook het Valmeer vaker worden gebruikt voor de situatie van een open Maeslandkering.

Zeespiegelrijzing	Gebruik Valmeer bij een nog open Maeslandkering
0	1/50 jaar
0,3 m	1/25 jaar
0,6 m	1/10 jaar
1,0 m	2/jaar

Bovenstaande gaat steevast uit van een open Maeslandkering. Dat bij een zeespiegelrijzing ook de frequentie dat de Maeslandkering moet worden gesloten ook aanzienlijk zal toenemen, wordt hierna pas besproken. Het huidige beleid is echter om de Maeslandkering pas te sluiten bij een waterpeil NAP + 2,9 m in Dordrecht.

2.6 DELTA21 en extreem zware stormen (7 vragen)

2.6.1 Ontwerpcriteria voor DELTA21 bij zware stormen?

Voor DELTA21 gelden de volgende ontwerpcriteria:

- Het Getijmeer en het Valmeer worden gebruikt om extra rivierwater af te voeren, als het waterpeil bij Dordrecht het niveau van NAP + 2,5 m bereikt.
- De Maeslandkering wordt uiterlijk gesloten als het waterpeil bij Hoek van Holland het waterniveau van NAP + 3,0 m bereikt.
- Eventueel zal via het Haringvliet tot 10.000 m³/s afgevoerd moeten kunnen worden.



2.6.2 Wat te doen met waterveiligheid en zware stormen?

Eerder was al uitgegaan van de volgende opstuwingen per eeuw:

Opstuwing (m)	Stormen/eeuw	Overschrijdingskans
< 1,5	20	1/5 jaar
1,5 - 2,5	8	1/12 jaar
>2,5	6	1/16 jaar

De waterstand bij Hoek van Holland varieert normaal van NAP + 1,15 m en NAP - 0,65 m.

Met DELTA21, wordt de procedure van sluitingen van de keringen een stuk eenvoudiger en als volgt:

Stap:	Actie:	Eens per:
1	Sluiting Getijmeer, bij zo laag mogelijke waterstand, als bij Hoek van Holland opstuwing van > 1,5 m wordt verwacht.	5 jaar
2	Sluiting keringen: Hartel, Hollandse IJssel en Oosterschelde	5-10 jaar
3	Openen overloop Valmeer, als het waterpeil bij Dordrecht het niveau van NAP + 2,5 m dreigt te overschrijden	10 jaar
4	Sluiten van de Maeslandkering als het waterpeil bij Hoek van Holland het niveau van NAP + 3,0 m bereikt	1/20 jaar

De stappen 1 en 3 zijn er op gericht om extra rivierwater via het Haringvliet af te voeren, om te voorkomen dat het waterpeil bij Dordrecht het niveau van NAP + 2,5 m bereikt. Het gevolg is een lagere waterstand achter de Maeslandkering en ook een minder frequente sluiting van die kering. Gunstig voor het hele gebied vanaf Hoek van Holland tot Dordrecht en verder. De overlaat en de keringen bij het Brakwatergebied worden tijdens bovenstaande procedure opengezet als het waterpeil bij Dordrecht het niveau van ca. NAP + 2,5 m, mede door een hoge rivierafvoer dreigt te gaan overstijgen.



2.6.3 Als de Maeslandkering bij een grote opstuwing zou falen?

Momenteel is de sluitingsfrequentie ca. eenmaal per ca. 10 jaar, bij een faalkans van eens op de 100 sluitingen. Daarmee is de kering een kwetsbaar element in de totale waterveiligheid voor een zeer dichtbevolkt gebied. Zoals hiervoor is aangegeven, wordt, met DELTA21, de sluitingsfrequentie van de Maeslandkering al gehalveerd tot ca. eens per 20 jaar. De Maeslandkering is nu niet meer de enige beheersmaatregel voor het handhaven van het waterpeil bij Dordrecht en voor het afvoeren van overtollig rivierwater tijdens opstuwing.

Met het Getijmeer en het Valmeer wordt de waterstand bij Dordrecht beheerst op NAP + 2,5 m. Niet alléén wordt de Maeslandkering minder vaak gesloten, de kering zal ook niet meer tijdens LW in drijvende toestand worden gebracht.

De vraag is gesteld wat er, met DELTA21, gebeurt als de Maeslandkering bij een extreme opstuwing volledig zou falen en open blijft staan?



Bij een hoge opstuwing bij Hoek van Holland van > 2,5 m zal bij Hoek van Holland het waterpeil tijdens HW dan stijgen tot > NAP + 3,5 m, terwijl 50 km landinwaarts bij Dordrecht het waterpeil nog

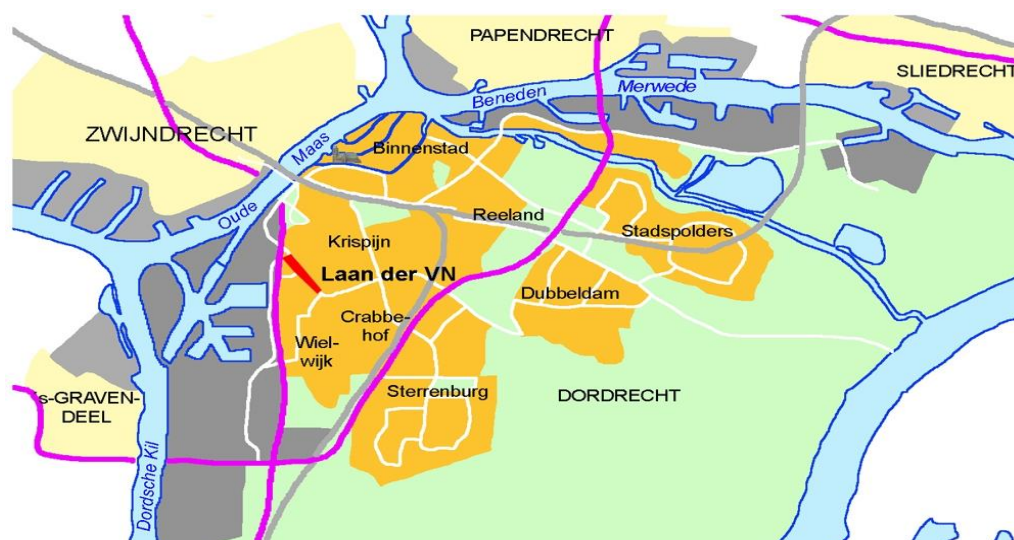
NAP + 2,5 m is. Het zeewater stuwt dan landinwaarts. Met de formule van Chezy kan berekend worden dat de watersnelheid tot 1 m/s kan oplopen en het debiet tot 3000 m³/s. Bij een zeewaterstand van NAP + 4,5 m kan het debiet zelfs oplopen naar 5.000 m³/s. Als dan 5.000 m³/s zeewater landinwaarts de Nieuwe-Waterweg instroomt en via de Oude Maas en het Dordtse Kil in het benedenstroomse gebied en in Hollands Diep terecht komt, dan wordt het eerst verspreid over een groot oppervlak. Vervolgens moet het water weer afgevoerd worden terug naar zee. Het zeewater wordt dan samen met de rivierafvoer vanaf het Hollands Diep richting Haringvliet en via de overlaat in het Valmeer afgevoerd.

Aangezien het Valmeer tot 10.000 m³/s kan afvoeren, levert dat, zelfs bij hoge rivierafvoeren, geen probleem op. Het zeewater dat dan via de Nieuwe-Waterweg landinwaarts stroomt kan via het Getijmeer en het Valmeer gemakkelijk weer naar zee worden afgevoerd, zonder dat het waterpeil bij Dordrecht het peil van NAP + 2,5 m overstijgt. Zelfs de waterstand bij Dordrecht zal het peil van NAP + 2,5 m niet of nauwelijks worden overschreden en er ontstaat zeker geen onveilige situatie voor de binnendijkse gebieden.

Het waterpeil tussen Hoek van Holland en Rotterdam kan daar wel tot gevaarlijke situaties leiden. Deze situatie van een open Maeslandkering tijdens een zware storm kan zelfs dagenlang voortduren, zonder dat het een groot probleem oplevert, met uitzondering van het gebied langs de Nieuwe-Waterweg. Wel kan dan de zoetwateraanvoer enige tijd niet meer worden gegarandeerd. Zelfs bij een extra zeespiegelstijging, zou bij een falen van de Maeslandkering, het zee- en rivierwater via het Haringvliet en het Valmeer kunnen worden afgevoerd en de waterveiligheid kunnen blijven garanderen.

2.6.4 Wat gebeurt er in de buitendijkse gebieden?

Zelfs bij een grote opstuwing en een hoge rivierafvoer zal, met DELTA21, het waterpeil in het hele benedenstroomse gebied rond Dordrecht niet hoger kunnen stijgen dan NAP + 2,5 m. Vanwege de sluiting bij Hoek van Holland bij NAP + 3,0 m, kan het waterpeil in Rotterdam enige tijd wel hoger worden dan NAP + 2,5 m. Zodra de Maeslandkering is gesloten, zal echter achter de Maeslandkering het waterpeil naar NAP + 2,5 m dalen. De waterstand zal in de buitendijkse gebieden het niveau van NAP + 2,5 m bereiken. De buitendijkse gebieden die lager liggen dan NAP + 2,5 m, zullen dus nog steeds ca. eens per 5 jaar overstromen.



2.6.5 Als de rivierafvoer > 10.000 m³/s is?

DELTA21 biedt de beheerders een grote beheersingsfaciliteit, die verdere dijkverhoging onnodig maakt en ook de kans op overstromen significant verlaagd. Het Valmeer kan wel tot 10.000 m³/s waterinlaten en weer wegpompen naar zee. Met een peilbeheersing in het Getijmeer hoeft ook tijdens een gesloten Maeslandkering, het waterpeil in het bergingsgebied, rond Dordrecht en Rotterdam, niet

hoger te stijgen dan NAP ca. + 2,5 m. De kans dat de Maeslandkering is gesloten en gelijktijdig de rivierafvoer van 10.000 m³/s wordt overschreden is echter ongeveer eens per 5.000 jaar. Bij een permanent gesloten Maeslandkering en een rivierafvoer van bijv. 15.000 m³/s (gelijktijdig eens per 1 miljoen jaar) zou het waterpeil bij Dordrecht nog minder dan 4 cm per uur stijgen. Dan duurt het nog 50 uur voordat de binnendijkse gebieden gevaar lopen.

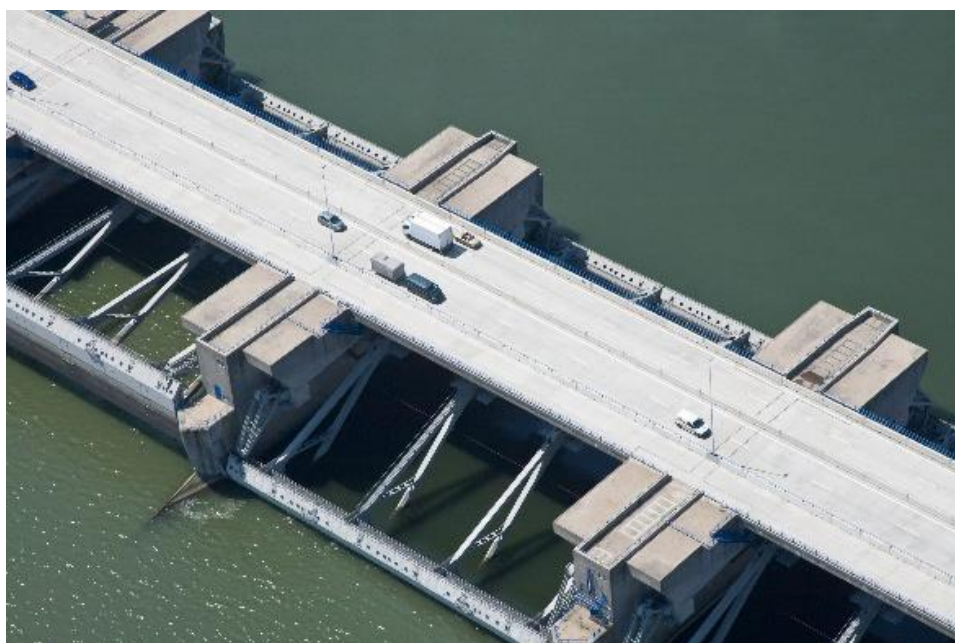
2.6.6 Hoe vaak wordt DELTA21 benut voor de waterveiligheid?

Er zijn twee situaties, waarbij het Getijmeer en het Valmeer wordt gebruikt voor de waterveiligheid:

- Tijdens hoge rivierafvoeren, maar geen opstuwing (elders behandeld)
- Tijdens een opstuwing van het zeeniveau, met of zonder hoge rivierafvoeren

In de eerste situatie wordt het Getijmeer eens per 5 jaar en het Valmeer eens per 50 jaar gebruikt voor de waterveiligheid. In het tweede geval is dat resp. eens per 5 jaar en eens per 10 jaar.

Totaal wordt dus het Getijmeer eens per 2,5 jaar en het Valmeer eens per 8 jaar gebruikt voor de waterveiligheid door overtollig rivierwater naar zee af te voeren. De Maeslandkering zal nog eens per 20 jaar moeten worden gesloten en niet meer in drijvende toestand worden gebracht bij LW. De faalkans per tijdseenheid van de Maeslandkering zal hiermee 2-5 maal verlaagd.



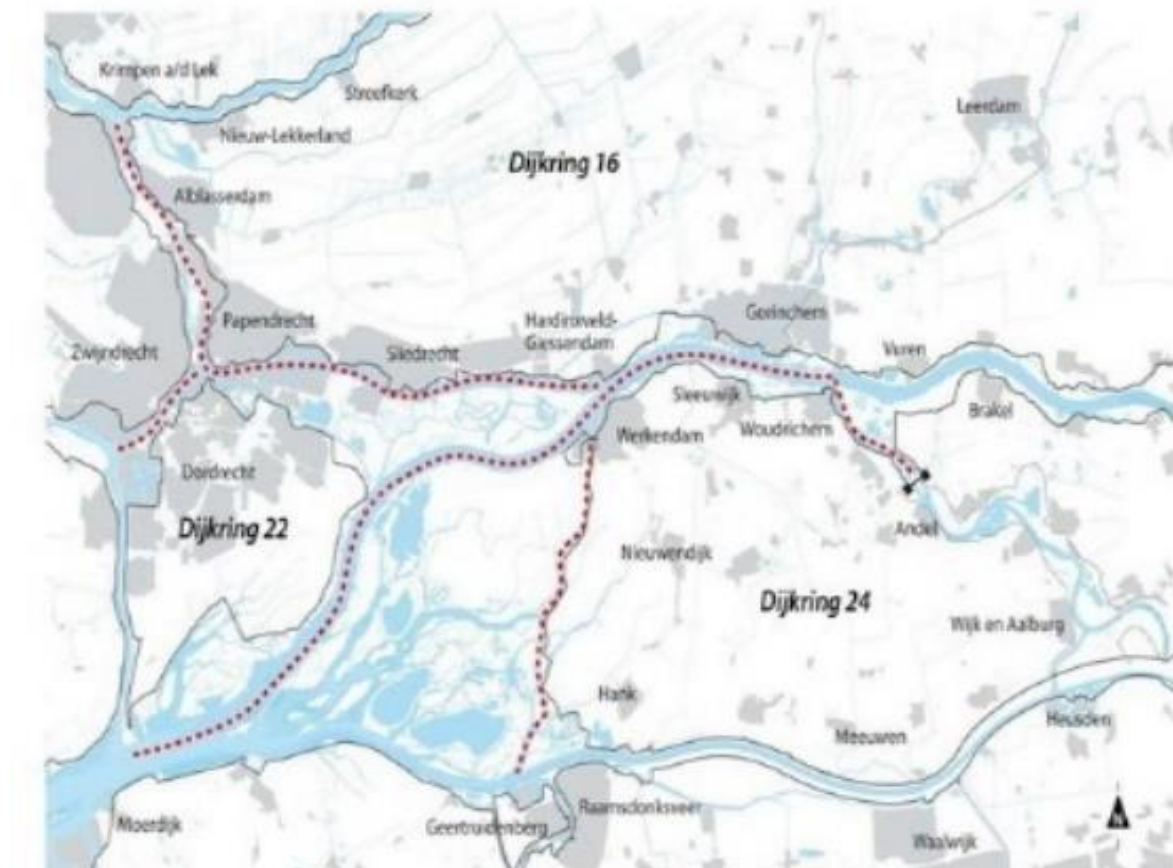
2.6.7 Hoe reageert het Deltaprogramma op DELTA21?

De tientallen overheidsorganisaties, die binnen het Deltaprogramma samenwerken, hebben elk hun deelprogramma's aangeleverd aan de Deltacommissaris, die elke 6 jaar het programma actualiseert. Alle partijen hebben zich via die verbanden gecommitteerd aan het programma. De hoofdlijn die de Deltacommissaris heeft uitgezet is gericht op dijkverhogingen, vooral langs de rivieren en in het binnenland. De bescherming aan de Noordzezijde tegen overstromingen is met duinversterkingsprogramma's en de keringen voldoende gewaarborgd.

De opdracht, die het Deltaprogramma heeft is primair gericht op de verhoging van de waterveiligheid, die bedreigd wordt vanuit de rivieren. Er zijn landelijk tientallen projecten in uitvoering en in voorbereiding om de veiligheid van de waterkeringen op het gewenste peil te brengen. DELTA21 past niet in de lijn van dijkverhogingen, die binnen het Deltaprogramma zijn ingezet. Voor de zeespiegelrijzing wordt vooralsnog uitgegaan van een conservatief uitgangspunt en van de verwachting dat de zeespiegelrijzing zich pas na 2050 versneld zal doen gelden.

Dijkversterking op plaatsen waar de dijken te kwetsbaar zijn of plaatselijk verzakt zijn door inklinking passen helemaal in het DELTA21 concept. Wel stelt DELTA21 kritische vragen bij een verdere dijkverhoging langs de rivieren, omdat DELTA21 een oplossing aandraagt buitengaats voor een

probleem in het binnenland. Vanaf 2015 is de Deltacommissaris op te hoogte gesteld van het DELTA21 concept. De ontwikkelingen van het DELTA21 concept worden met belangstelling door enkele betrokkenen van het Deltaprogramma en Rijkswaterstaat gevolgd. De boodschap is echter dat DELTA21 momenteel echter niet in het uitgezette programma van de Deltacommissaris past. Vaak wordt de vergelijking gemaakt met de sluisoplossing, die ir. Spaargaren heeft aangedragen. Spaargaren stelt voor om sluisen te bouwen in de Nieuwe-Waterweg en de Oude Maas en ook grote pompen te installeren op verschillende plaatsen. Een aantal waterschappen heeft positief op de plannen van Spaargaren gereageerd. Plan Spaargaren wordt door de Deltacommissaris gezien als een mogelijke oplossing voor de periode na 2035, als de zeespiegelrijzing hoger wordt dan voorzien.



2.7 Zeespiegelrijzing, bij zware stormen en DELTA21 (4 vragen)

2.7.1 Wat is het gevolg van een zeespiegelrijzing op het Getijmeergebruik?

Het huidige waterpeil in Dordrecht zal tijdens HW en LW net zo veel doen stijgen als de grootte van de zeespiegelrijzing.

Zeespiegelrijzing	HW-peil Dordrecht
0	NAP + 1,1
0,3 m	NAP + 1,4
0,6 m	NAP + 1,7
1,0 m	NAP + 2,1

Bij een zeespiegelrijzing van 0,3 m, 0,6 m en 1,0 zal het waterpeil van NAP + 2,5 m bij Dordrecht vaker worden overschreden en zal het Getijmeer vaker worden gebruikt bij een extreme stormsituatie.

Zeespiegelrijzing en DELTA21	Extreme stormsituatie en dreigende opstuwing bij Dordrecht tot NAP + 2,5 m	Gebruik van het Getijmeer
0	1/5 jaar	1/5 jaar
0,3 m	1/2 jaar	1/2 jaar
0,6 m	1/ jaar	1/jaar
1,0 m	2/jaar	2/jaar

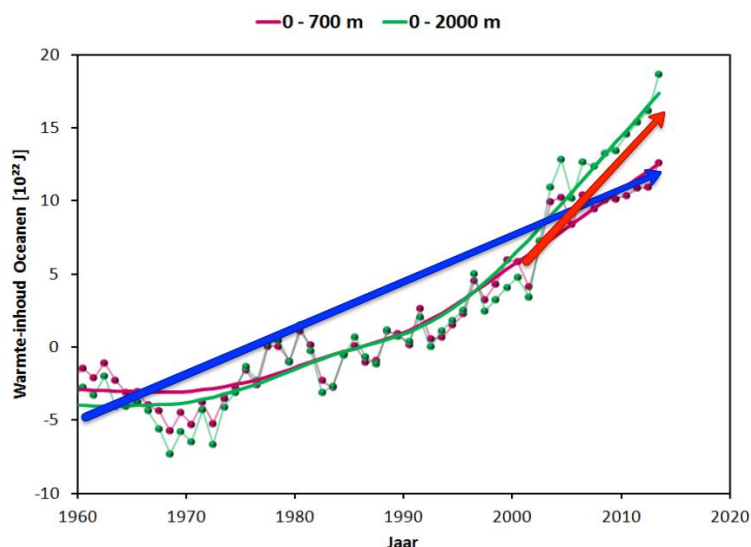


2.7.2 Hoe vaak zullen zal het Valmeer gebruikt worden bij een zeespiegelrijzing?

Wanneer dat bij hoge rivierafvoeren niet meer lukt met alléén het Getijmeer, dan zal ook het Valmeer vaker worden gebruikt:

Zeespiegelrijzing met DELTA21	Gebruik het Valmeer tijdens een opstuwing bij Dordrecht vanaf NAP + 2,5 m
0	1/10 jaar
0,3 m	1/4 jaar
0,6 m	1/2 jaar
1,0 m	1/jaar

In bovenstaande situaties zal soms ook de Maeslandkering worden gesloten. Bij een zeespiegelrijzing zal ook de frequentie dat de Maeslandkering moet worden gesloten aanzienlijk toenemen.



2.7.3 Sluiting van de Maeslandkering met DELTA21 en een zeespiegelrijzing?

Om bij een zeespiegelrijzing het waterpeil bij Dordrecht op een waterniveau van NAP + 2,5 m te houden en bij Hoek van Holland vanaf NAP + 3 m te sluiten, zal de Maeslandkering frequenter worden gesloten.

Zeespiegelrijzing	Sluiting van de Maeslandkering tijdens een opstuwing bij Hoek van Holland vanaf NAP + 3 m
0	1/20 jaar
0,3 m	1/10 jaar
0,6 m	1/5 jaar
1,0 m	1/ 2 jaar

Bij een zeespiegelrijzing van 1 m, wordt het gemiddeld waterpeil bij Dordrecht namelijk NAP + 1,7 en bij HW en LW resp. NAP + 2,1 m en NAP + 1,2 m. De Kraansteiger bijvoorbeeld zal dan ca. 50% van de tijd onder water staan.



2.7.4 Wat is het nut van DELTA21 bij een zeespiegelrijzing?

Er zijn twee situaties, waarbij het Getijmeer en het Valmeer wordt gebruikt voor de waterveiligheid:

- Tijdens hoge rivierafvoeren, maar geen opstuwing (elders behandeld)
- Tijdens een opstuwing van het zeeniveau, met of zonder hoge rivierafvoeren

Voor beide situaties zullen achtereenvolgend eerst het Getijmeer, dan het Valmeer en tenslotte de Maeslandkering worden gebruikt, opgeteld levert dan het volgende overzicht van de frequentie van het gebruik.

Zeespiegelrijzing en DELTA21	Getijmeer	Valmeer	Sluiting Maeslandkering
0	1/4 jaar	1/8 jaar	1/10 jaar
0,3 m	1/ 2 jaar	1/3 jaar	1/4 jaar
0,6 m	2/jaar	1/jaar	1/2 jaar
1,0 m	15/jaar	4/jaar	1/jaar

Opvallend is dat met DELTA21, de Maeslandkering bij een extreme waterspiegelstijging van 1 m, slechts eenmaal per jaar hoeft te worden gesloten. Deze gunstige conclusie wordt geheel veroorzaakt door het effect van de sterk toegenomen beheersmaatregelen bij DELTA21 met het Getijmeer en met het Valmeer.

Zoals ook eerder elders is aangegeven, zal bij een zeespiegelrijzing van 1 m en een Maeslandkering die faalt, de waterstand bij Dordrecht nog heel lang beheerst kunnen worden. Bij een extreem hoge opstuwing bij Hoek van Holland van bijv. 4 m zal dan bij Hoek van Holland het waterpeil tijdens HW stijgen tot $> \text{NAP} + 6 \text{ m}$. Het Haringvliet kan met het Valmeer nog wel beneden het peil van $\text{NAP} + 2,0 \text{ m}$ worden gehouden. Bij Dordrecht zal dan echter het waterpeil wel $> \text{NAP} + 3,5 \text{ m}$ kunnen stijgen, nog steeds zijn de binnendijkse gebiedend dan veilig. Het waterpeil tussen Hoek van Holland en Rotterdam zal daar wel tot gevaarlijke situaties leiden. Ook bij een extreme zeespiegelrijzing biedt dan de combinatie van DELTA21 en de Maeslandkering ruim voldoende garantie (kleine faalkans) om de binnendijkse gebieden te beschermen, zelfs al zou de Maeslandkering falen.



2.8 Wat levert DELTA21 op aan besparingen en minder schade? (5 vragen)

2.8.1 Waarop en hoe kan bespaard worden op dijkversterking?

Om een goede inschatting te kunnen doen van de besparingen op dijkversterking als gevolg van DELTA21 is eerst gekeken naar de geplande investeringen tot 2100.

Met de realisatie van DELTA21 zullen de extreme waterstanden langs de rivieren lager worden en dat levert grote besparingen op aan dijkversterkingen. Het zijn de Waterschappen, die al eeuwen deze dijken beheren, onderhouden en versterken, die een goed inzicht hebben in de geplande investeringen. Het gebied waar de effecten van DELTA21 op de verlaging van de waterstanden tijdens extreme situaties het grootst zijn, omvat 5 waterschappen: *Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard, Rivierenland, Hollandse Delta, Brabantse Delta en Hoogheemraadschap Delfland*.



De begrote uitgaven voor het komende decennium ten behoeve van de veiligheid van de primaire keringen staan vermeld in de begrotingen voor deze waterschappen, de overall planning vindt plaats via het HWBP, waar voor het dijkversterkingsprogramma in Nederland € 7,4 miljard is uitgetrokken. Het nieuwe HWBP richt zich op de waterkeringen die zijn afgekeurd na een derde toetsing in 2011. Het Deltaprogramma is adaptief en kijkt telkens 6 jaar vooruit met slechts een doorkijk op de langere termijn, ook het HWBP is een doorlopend programma met elke 6 jaar een nieuw programma. Het Deltaprogramma bepaalt ook de urgentie en volgorde van de uit te voeren projecten. De Waterschappen beschikken over zogenaamde leggers en de staat van alle dijken. De begrotingen van het HWBP zijn door de Waterschappen zelf opgesteld. Tot 2028 zijn de overall cijfers bekend, maar de investeringen na die datum kunnen alléén aan de hand van een extrapolatie worden ingeschat. Tot 2050 is daarvoor een redelijk betrouwbare inschatting te maken, maar voor de periode van 2050 en 2100 zijn er nog geen gegevens over de investeringen naar buiten gebracht. Na 2050 wordt wel rekening gehouden met een versnelling van het proces van de zeespiegelrijzing, de investeringen in dijkversterking na 2050 zullen dus wel stijgen ten opzichte van de periode daarvoor. In de begroting van het HWBP 2018-2023 zijn landelijk € 1,6 miljard en van 2024 t/m 2028 € 1,8 miljard begroot. De projecten omvatten echter de bescherming van alle zeeweringen, dijkversterking en dijkverhoging. Slechts een deel van deze investeringen zullen niet meer nodig zijn als DELTA21 wordt gerealiseerd, omdat de extreme waterstanden in het hele gebied lager zullen zijn. Hierna wordt ingeschat wat er concreet bespaard kan worden?

De realisatie van DELTA21 betekent echter eveneens dat de kans op overstromingen in het hele benedenstroomse gebied en stroomopwaarts aanzienlijk omlaaggaat. Vanuit de verzekeringsgedachte, betekent echter minder kans op schade ook een besparing op de “verzekeringspremie”. Ook van deze benadering zal een inschatting gemaakt worden.

2.8.2 Besparingen aan dijkverhogingen, als gevolg van DELTA21?

Over de periode 2018 t/m 2023 gaat het in de 5 genoemde waterschappen om een totaalbedrag voor veiligheid voor dijkverhoging en -versterking van ca. € 0,11 miljard per jaar (41% van het totaal).



Voor de periode 2024 t/m 2028 zijn de projecten nog niet geprioriteerd, maar, zijn voor dezelfde waterschappen € 0,17 miljard per jaar gereserveerd, als ook 41% als percentage wordt aangehouden. De veiligheidsinvesteringen betreffen een groot deel van de primaire keringen in de 5 wetenschapsgebieden. De totale geschatte lengte van de primaire keringen in de benedenstroomse gebieden is ca. 1000 km, waarvan naar schatting ca. 800 km dijkversterking nodig is. In de huidige plannen wordt na 2050 een versnelling van het proces van de zeespiegelrijzing verwacht. Als aangenomen wordt dat de investeringen in de periode na 2050, 25% hoger zullen zijn dan in de periode daarvoor, dan zal de begroting voor dijkverhoging en -versterking voor de 5 waterschappen € 0,21 miljard per jaar bedragen.

Tabel: Investering 5 waterschappen 800 km dijkversterking, primaire keringen tot 2100

Miljarden Euro's	2018/2023	2024/2028	2029/2050	2051/2100
Investeringen/jaar	€ 0,11 miljard	€ 0,17 miljard	€ 0,17 miljard	€ 0,21 miljard
Totaal veiligheid	€ 0,66 miljard	€ 0,85 miljard	€ 3,74 miljard	€ 10,5 miljard

Er wordt vanuit gegaan dat de investeringen tot 2029, ook bij realisatie van DELTA21 gewoon nodig zijn en zullen doorgaan. De besparingen op dijkverhogingen en -versterkingen in de gebieden waar de 5 waterschappen opereren, moeten dus gezocht worden in de periode na 2029. Uit bovenstaande tabel blijkt dat de investeringen van 2029 t/m 2050 en van 2029 t/m 2100 op resp. € 3,7 miljard en € 14,2 miljard geschat. Echter niet al deze investeringen zijn bestemd voor de dijkverhoging en mogen dus niet volledig aan besparingen voor DELTA21 worden meegerekend. Binnen deze begrotingen is ook budgettaire ruimte voor zeedijkversterking, rivierdijkverbreding en het vormen van extra bergingsruimte langs de rivieren.

Ook met DELTA21 blijven die investeringen nodig. Bij de aanname dat ca. 60% voor alléén dijkverhoging is bestemd, bedraagt de investering voor alléén dijkverhogingen in deze 5 waterschappen € 2,2 miljard (2029-2050) resp. € 6,3 miljard (2029-2100). Omdat daarmee ca. 800 km primaire keringen versterkt moeten worden, komt dit per kilometer dijk neer op resp. € 3 miljoen/km (2029-2050) en € 8 miljoen/km (2029-2100). Deze besparingen zijn wel mogelijk als DELTA21 zou worden aangelegd.

Op basis van enkele rapporten kan ook nog worden ingeschat dat deze 800 km dijken vanaf 2029 tot 2050 en 2100, o.a. door zettingen, resp. gemiddeld met 0,3 en 0,8 m opgehoogd moeten worden, mede

als gevolg van zettingen. Dat zou betekenen dat de investeringen aan de dijkverhoging in deze gebieden redelijk overeenkomen met de vuistregel van € 1 miljoen/decimeter verhoging/km dijk aan investeringskosten. Deze inschatting van de besparingen is gebaseerd op de beschikbare cijfers van het HWBP.

Naast het gebruik van de cijfers uit het HWBP, kan echter ook, als referentie, een inschatting van de investeringen worden gemaakt op basis van de besparingen op de schade als gevolg van minder overstromingsrisico.

2.8.3 Wat levert DELTA21 op aan binnendijkse besparingen door minder schade?

De realisatie van DELTA21 betekent dat overtollig water kan worden afgepompt en dat het veiligheidsniveau in het benedenstroomse gebied zeer sterk omhooggaat. Zonder DELTA21 is ingeschat dat de kans op een overstroming van de binnendijkse en buitendijkse (NAP + 3,5 m) gebieden resp., eenmaal per 2000 jaar is en eenmaal per 150 jaar is. Met DELTA21 wordt beheersing zoveel beter, dat de overschrijdingskans aanzienlijk veel kleiner wordt. In beide gevallen wordt een conservatieve aanname gedaan dat de overschrijdingskans met een factor 10 toe zal nemen.



Dat betekent een overschrijdingskans voor de binnen- en buitendijkse gebieden van eens per 20.000 resp. 1500 jaar. De vraag is nu wat dit oplevert aan besparingen op minder schade. De schadecijfers hangen sterk samen met de omvang van de schade en die kan sterk variëren. Er worden voor het gebied tussen de Maeslandkering en Tiel wel schadegetallen voor de binnendijkse gebieden genoemd variërend van 50 miljard tot 500 miljard Euro.

Bij een voorzichtige inschatting van de schade van € 100 miljard eens per 1000 jaar, wordt het jaarlijks schadebedrag € 100 miljoen/jaar. Vanaf 2029 betekent dat tot 2050 resp. 2100 een besparing

op “premie” van € 6,2 miljard. Toevalligerwijs komt dit bedrag overeen met de hiervoor ingeschatte besparing op dijkverhoging.



2.8.4 Wat levert DELTA21 buitendijks op aan besparingen op schade?

Elders is aangegeven welke concrete besparingen op de investeringen nodig zijn om de binnendijkse gebieden beter te beschermen. Zonder DELTA21 zullen echter de buitendijkse gebieden ook veel frequenter overstromen, namelijk eens per 10 jaar (NAP + 2,5 m).

Het via het Valmeer afvoeren van overtollig rivierwater zal het waterpeil in het hele benedenstroomse gebied op een waterpeil van NAP +2,5 m kunnen houden. De waarde van de gebouwen en goederen van de buitendijkse gebieden wordt op € 4-8 miljard geschat. Het betreft een gebied met 50.000 inwoners, met belangrijke historische gebieden en industrie. Een voorzichtige schatting van de schadepost, als gevolg van een overstroming van deze buitendijkse gebieden vanaf NAP + 2,5 m, varieert per overstroming van € 20-100 miljoen. Bij een overstromingskans van eens per 10 jaar, komt de jaarlijkse besparing aan niet opgetreden schade neer op gemiddeld € 6 miljoen/jaar. Tot 2100 leidt dat tot een besparingen door minder schade van € 360 miljoen.

2.8.5 Resumé, Wat levert DELTA21 op door minder dijkverhoging en minder schadekans?

Geen verdere aanvullende dijkverhogingen in het hele gebied van de 5 genoemde waterschappen, geeft dus een directe besparing binnendijs van € 6,3 miljard tot 2100. Vanuit de “schadepremie beschouwing” komt eenzelfde bedrag naar voren. Voor de buitengaatsse gebieden levert dat ook nog € 0,63 miljard op tot 2100.

Opgemerkt wordt dat er voorzichtige inschattingen van de besparingen zijn gedaan en dat ook de toename van de veiligheid in het hele benedenstroomse gebied nog niet is verdisconteerd. Ook is nog geen rekening gehouden met meer dan 0,3 m waterspiegelstijging.

2.9 Besparingen DELTA21 met een zeespiegelrijzing (1 vraag)

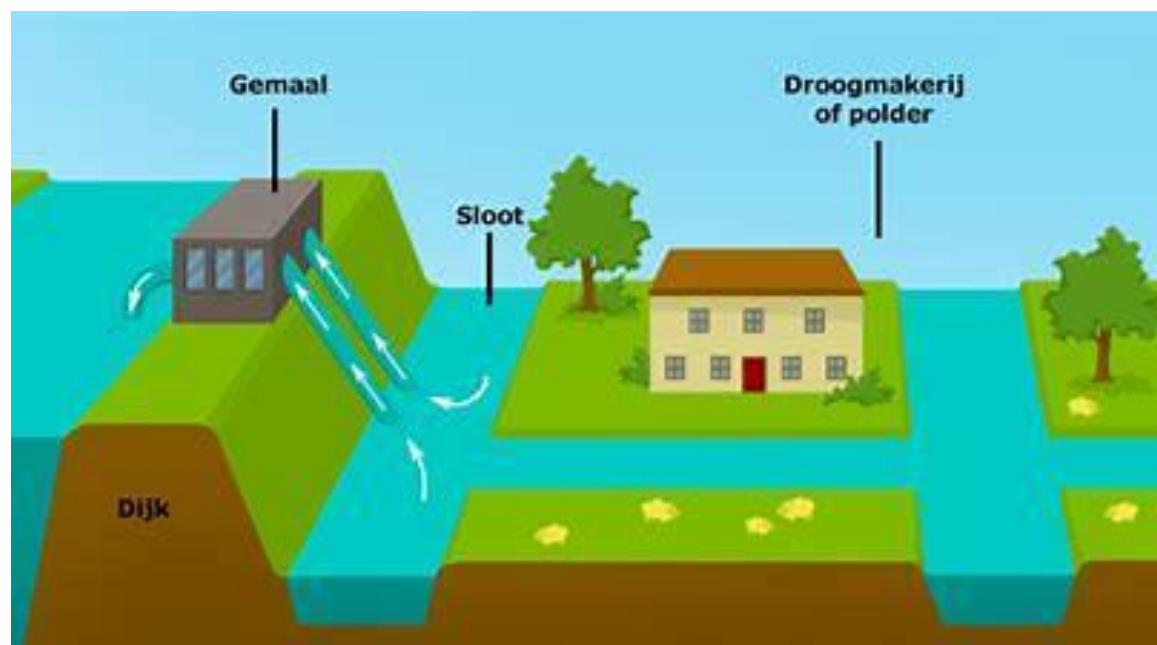
2.9.1 Wat zijn de besparingen op dijkversterking bij een zeespiegelrijzing?

Bij een hogere dan voorlopig officieel aangenomen zeespiegelrijzing van 0,3 m tot 2100, worden de besparingen op dijkverhoging en dijkversterking als gevolg van DELTA21 nog hoger. Om de extra besparingen van DELTA21 te bepalen, wordt gebruik gemaakt van de eerder toegelichte vuistregel dat elke decimeter dijkverhoging tot 2100 € 1 miljoen/dm verhoging/km dijk kost. Een verdere verhoging van de dijken kan echter niet zonder een verbreding en een versterking. Voor het inschatten van de totale kosten, zal de vuistregel van € 2 miljoen/dm zeespiegelrijzing per km aangehouden worden. Voor 800 km dijkverhoging en -versterking worden de extra kosten per dm zeespiegelrijzing dan € 1,6 miljard. Met een zeespiegelrijzing van 0,3 m tot 2100 is echter al rekening gehouden. Bij de opties van 0,6 m en 1 m, worden dit deze 0,3 m er eerst vanaf getrokken. Ervan uit gaande dat deze zeespiegelrijzing geleidelijk verloopt, kunnen deze extra investeringskosten, in de situatie zonder DELTA21, worden verspreid over de periode 2029 tot en met 2100 (62 jaar):

Tabel: Extra kosten dijkversterking bij een zeespiegelrijzing tot 2100

Scenario's 0,6 en 1 m	2029-2100
Optie + 6 dm dijkverhoging	€ 4,8 miljard
Optie + 10 dm dijkverhoging	€ 11,2 miljard

Deze bedragen moeten opgeteld worden bij de eerder berekende € 6,2 miljard tot 2100. Ondanks de diverse aannames, lijkt de financiële haalbaarheid van DELTA21 bij een zeespiegelrijzing hiermee overduidelijk aangetoond.



Vragen van potentiële investeerders over Energie

Het opslaan en opwekken van schone energie is een van de hoofddoelen van DELTA21. Bij de beantwoording van de vragen, wordt in onderstaande onderscheid gemaakt tussen de huidige situatie zonder een Valmeer en de situatie en elektriciteitsprijzen anno 2018 met een Valmeer. Er is veel onzekerheid over de toekomstige elektriciteitsmarkt en de ontwikkelingen verlopen snel. Desondanks is er ook een inschatting gedaan voor het inpassen van het Valmeer en het Getijmeer in de markt van 2030.

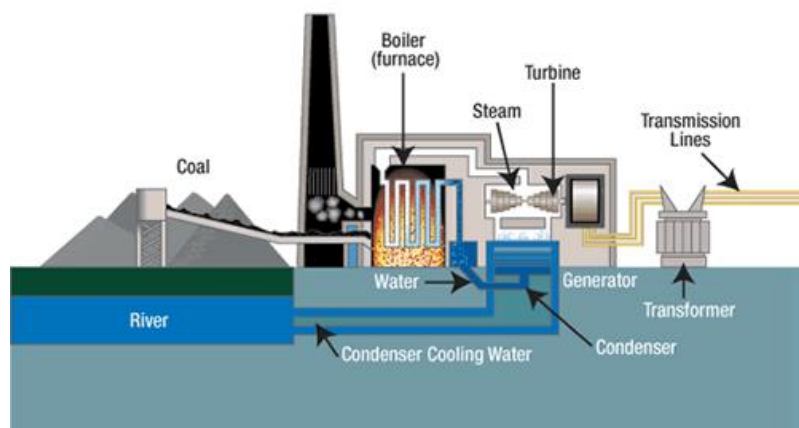
	Blz.
3. Energie (37 vragen)	85
3.1 Energieontwikkelingen algemeen (13 vragen)	85
3.1.1 Elektriciteitsvoorziening in Europa sinds de liberalisering?	85
3.1.2 Wat zijn de ontwikkelingen op het gebied van elektrische energie?	85
3.1.3 Hoe verloopt de handel in elektriciteit?	86
3.1.4 Wat is het “must run” vermogen in Nederland?	87
3.1.5 Hoe verloopt de energietransitie tot 2050?	88
3.1.6 Hoe worden tekorten en overschotten nu opgevangen?	89
3.1.7 Wat is het effect van windparken op het elektriciteitsaanbod?	89
3.1.8 Is aanbodbeheersing mogelijk met opregelend en afregelend noodvermogen?	89
3.1.9 Wat is de Nederlandse energieopslag-traditie?	90
3.1.10 Wat zijn de trends in energieopslag?	91
3.1.11 De stille kracht achter de elektriciteitsvoorziening?	92
3.1.12 Zijn waterkracht en PHS in Nederland rendabel?	93
3.1.13 Wat betekent de energietransitie in Rijnmond?	95
3.2 Energieopslag met DELTA21 in het Valmeer, anno 2018 (14 vragen)	97
3.2.1 Hoe werkt het Valmeer voor de energieopslag?	97
3.2.2 Hoe ziet het Valmeer eruit?	97
3.2.3 Zijn er geschikte pompen en turbines beschikbaar voor het Valmeer?	97
3.2.4 Is het Valmeer winstgevend te exploiteren?	98
3.2.5 Hoe past PHS in de energietransitie?	99
3.2.6 Wat is de energiefunctie van het Getijmeer in DELTA21?	100
3.2.7 Ontwerp van het Valmeer voor energieopslag?	100
3.2.8 Hoe kan het Valmeer, anno 2018, voor energieopslag, benut worden?	101
3.2.9 Wat brengt het Valmeer, anno 2018, op door pieken en dalen?	102
3.2.10 Gebruik van het Valmeer, anno 2018, voor dag-nacht peakshaving?	102
3.2.11 Gebruik van het Valmeer, anno 2018, tijdens windarme periodes?	103
3.2.12 Gebruik van het Valmeer, anno 2018, voor onbalans?	104
3.2.13 Opbrengst Valmeer en Getijmeer, anno 2018?	105
3.2.14 Marktprijzen elektriciteit en invloed CO2 vrijstelling?	105
3.3 Energieopslag met DELTA21 in het Valmeer, anno 2030 (7 vragen)	106
3.3.1 Wat wordt het belang van opslag in 2030?	106
3.3.2 Hoe verandert het speelveld tussen 2018 en 2030 voor het Valmeer?	107
3.3.3 Opbrengst Valmeer en Getijmeer, anno 2030	107
3.3.4 Totale mogelijke benutting en kapitaalswaarde Valmeer, anno 2030?	108
3.3.5 Privaat, publiek of een publiek-privaat samenwerking?	108
3.3.6 Directe en Indirecte kosten en baten DELTA21	109
3.3.7 Kan Pentair de energiekentallen bevestigen?	110
3.4 Overige mogelijkheden voor energie met DELTA21 (3 vragen)	111
3.4.1 Welke kansen zijn er voor het opslaan van warmte nabij het Valmeer?	111
3.4.2 Welke kansen zijn er voor een zonnepark binnen DELTA21?	112
3.4.3 Welke kansen zijn er voor de opwekking van windenergie binnen DELTA21?	113

3 Energie (37 vragen)

3.1 Energieontwikkelingen algemeen (13 vragen)

3.1.1 Elektriciteitsvoorziening in Europa sinds de liberalisering?

In Europa is sinds de liberalisering, in 1998, het vrije verkeer van elektriciteit geregeld in de Elektriciteitswet. Daarin zijn netbeheer en de levering van elektriciteit losgekoppeld, TenneT is verantwoordelijk voor het hoofdnetafwerk en de Autoriteit Consument & Markt zorgt voor naleving van de wet.



Ruim 60 % van het in Nederland opgestelde elektriciteitsproductievermogen betreft centraal vermogen, geleverd door bedrijven, die regulier elektriciteit leveren aan het landelijke hoogspanningsnet. Er is en wordt echter flink geïnvesteerd in verbindingen van het Nederlandse elektriciteitsnet met België, Duitsland, Engeland en Noorwegen, waarlangs internationaal gekochte of verkochte elektriciteit getransporteerd kan worden.

Zo heeft de NorNed kabel een HVDC-transportcapaciteit van 700 MW en slaat energie 's nachts op in Noorse waterkracht en de beoogde COBRA-kabelverbinding (begin 2019) met Denemarken van 700 MW zal ook windenergie kunnen leveren aan het Nederlandse net, evenals BritNed. Hoewel elk land probeert in haar eigen elektriciteitsbehoefte te voorzien, zorgt het Europees hoogspanningsnetwerk voor steeds meer uitwisseling op Europees niveau.

3.1.2 Wat zijn de ontwikkelingen op het gebied van elektrische energie?

De vraag naar elektrische energie stijgt wereldwijd al geruime tijd jaarlijks met meer dan 3%. In 2020, zal het totaalverbruik ca. 200 miljoen GWh/jaar bedragen. Wel zijn er nog sterke verschillen in individueel gebruik tussen verschillende landen, China: 3.300 kWh/p/j., EU: 6.100 kWh/p/j en VS: 13.200 kWh/p/j, in de meeste Afrikaanse en Aziatische landen blijft het gebruik nog erg achter. Dat de komende decennia met grote snelheid de rol van conventionele energieopwekking overgenomen wordt door hernieuwbare bronnen, is daar sterk debet aan.

Algemeen wordt een sterke groei van het toekomstig aandeel van hernieuwbare energiebronnen als wind, zon, waterkracht, biobrandstoffen en warmte/geothermie verwacht. Hoe groot het aandeel ervan in 2050 zal zijn, varieert echter van conservatieve schattingen rond de 50% tot optimistische prognoses van wel 90%. De aanleg van windparken en de installatie van zonnepanelen vertoont nu al een exponentiële groei, terwijl ook de aanlegkosten per MW sterk dalen. Omdat er nog veel onzeker is over de toekomst van de markt, wordt wel steeds duidelijker dat als gevolg van de transitie, een grote overcapaciteit aan de aanbodzijde aan het ontstaan is.

Die overcapaciteit is verklaarbaar, omdat de conventionele centrales nog niet zijn afgeschreven en als noodvoorziening nog lang kunnen blijven functioneren en ook voorlopig nog nodig blijven. De

overcapaciteit hangt ook samen met de sterke afhankelijkheid van wind- en zonne-energie van het weer. Overheden eisen leveringsgaranties van de energieaanbieders en daarom is er een grote vrees voor “Dunkelflaute”. Immers, dagen achtereenvolgend zou het windstil, mistig, stormachtig of bewolkt kunnen zijn. Deze zorg leidt overal tot extra maatregelen en aanvullende contracten om de pieken en dalen in het aanbod van elektriciteit te kunnen blijven beheersen. Naast de dagelijkse variaties in aanbod en vraag, is er ook een zomer-wintercurve. In de winter is het aanbod van de zonne-energie minder dan 50% van de zomerproductie, bij wind is dat precies andersom, zij het minder drastisch.

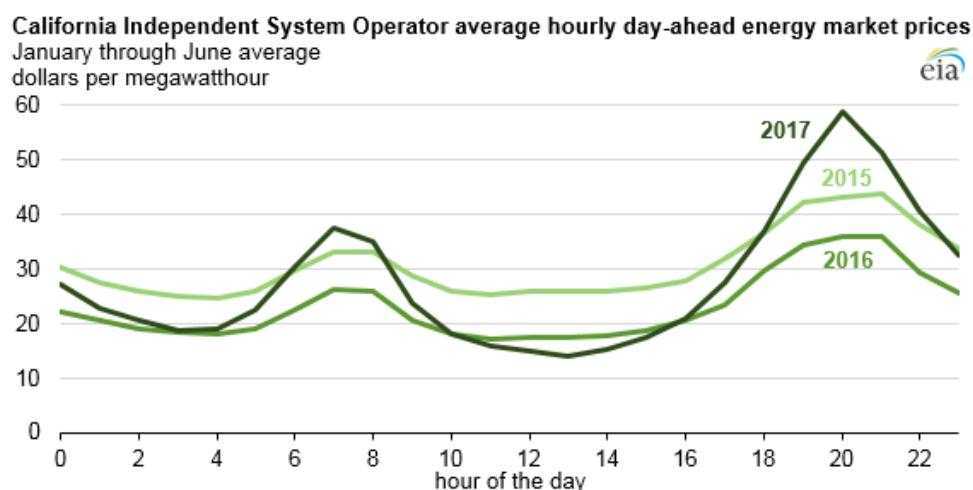
Om het tekort aan zonne-energie 's winters te compenseren, lijkt bijv. in Nederland een mix van wind en zon van 4:1 optimaal. De transitie en grotere afhankelijkheid van het weer, vragen dus om meer flexibiliteit aan aanbodzijde. Met voldoende opslag van energie zou de gewenste flexibiliteit goed op te lossen zijn. De opslag van elektriciteit is echter nog weinig ontwikkeld en wordt institutioneel, wettelijk en belastingtechnisch nog erg benadeeld. Daarom wordt de aanbodzekerheid door de netwerkbeheerders, weliswaar tegen hoge kosten en hoge verliezen, momenteel nog opgelost door overcapaciteit te handhaven en afschakeling te accepteren.

Centrales die op beperkte capaciteit blijven draaien, zijn echter inefficiënt en hebben een hoge afschrijving per geproduceerde kWh. Opslag zou veel logischer zijn, maar op dat gebied maken de vele nieuwe ontwikkelingen en onzekerheden, een betrouwbare voorspelling lastig.

3.1.3 Hoe verloopt de handel in elektriciteit?

Het aan- en verkopen van elektriciteit door producenten en handelaren gebeurt vooral, maar niet uitsluitend, op de beurzen. Er zijn “dag-markten”, waar de prijzen van uur tot uur variëren, maar ook markten waar langetermijncontracten worden afgesloten. De dagelijkse vraag naar elektrisch vermogen varieert momenteel van 8 tot 18 GW, maar de vraag- en aanbodfluctuaties zullen, als gevolg van de grotere bijdrage van wind en zon, verder toenemen en de kans op onbalans vergroten. Via handelsbeurzen (ENEX, APX), kopen elektriciteitsgebruikers capaciteit in en regelen dat via zgn. elektriciteitsprogramma's voor een lange tijd (3 jaar), maar ook nog tot kort van tevoren (5 minuten).

Omdat vraag en aanbod afhankelijk zijn van veel factoren, loopt het elektriciteitsnet regelmatig uit balans, waarvoor naast de handelsmarkten een balanceringsstelsel bestaat.



Ook op de termijnmarkt wordt stroom verhandeld, waarbij de levering op de lange termijn plaats vindt en tot één dag vooruit kan elektriciteit worden verhandeld op de “day-ahead” markt. De elektriciteit wordt verhandeld in blokken van één uur. De handel in elektriciteit op de dag van levering vindt plaats op de “intraday” markt. Bij het in onbalans raken van het elektriciteitsnet beschikt TenneT over regel- en reservevermogen om snel frequentieherstel en balanshandhaving uit te voeren (via de primaire, secundaire en tertiaire reserves).

Bedrijven kunnen, tegen een vergoeding, reservevermogen aanbieden, zodat TenneT het onbalanssysteem kan beheersen. Zo wordt bijv. primair reservevermogen ingezet bij grote afwijkingen in de netfrequentie (een week van tevoren). Duurt de verstoring in de elektriciteitsvoorziening langer, dan heeft TenneT de beschikking over secundaire reserves. Voor de tertiaire reserve moeten partijen met een zeer hoge beschikbaarheid minimaal 20 MW-noodvermogen kunnen leveren.

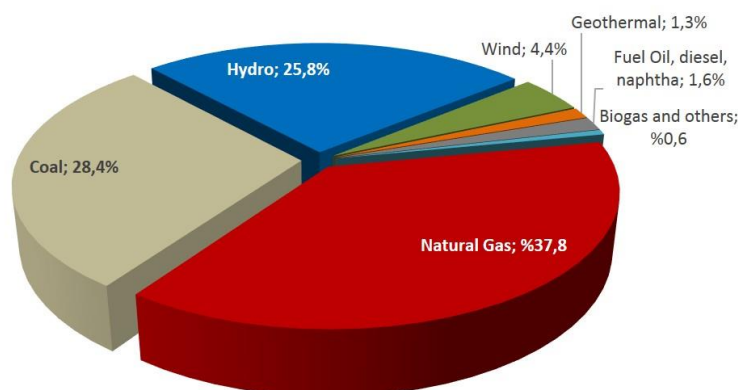
De gemiddelde elektriciteitsprijs varieerde in 2017 rond de € 42 /MWh. Op de onbalansmarkt zijn de prijzen het meest volatiel. Deze volatiliteit blijkt met name uit de prijzen van de eerste 10% en laatste 10% en zijn duidelijk extremer dan op de “intraday” markt en de “day-ahead” markt. De waarde van de verschillende markten wordt vooral bepaald door de responstijd en de tijdsduur van levering.



3.1.4 Wat is het “must run” vermogen in Nederland?

Vraag en aanbod bepaalt ook het vereiste ‘must run’ vermogen van het Nederlandse conventionele generatorpark. Het “must run” vermogen in Nederland is het minimumvermogen waaronder de stroomvraag minus windproductie niet mag zakken om de generatoren bedrijfsklaar te houden. Bij een tekort aan wind- en zoonaanbod, heeft TenneT hiervoor de laatste jaren reeds jaar- en kwartaalcontracten afgesloten met energiebedrijven, die zorgen voor voldoende noodvermogen van hun conventionele centrales.

Electricity Generation by Type (2015)



Om conventionele centrales echter bedrijfsklaar te houden, dienen zij, om technische redenen, op minimaal 30% van hun productie te blijven draaien. Op het moment dat TenneT moet ingrijpen, dienen zij dit noodvermogen direct te activeren. Dit betreft zowel opregelend als afregelend noodvermogen. Voor opregelend vermogen contracteert TenneT momenteel ca. 350 MW en voor afregelend noodvermogen is dit 200 MW.

Energiebedrijven kunnen via deze aantrekkelijke noodvermogen contracten hun conventionele centrales langer in productie houden. De conventionele centrales in Nederland hebben, mede dankzij de groei van wind en zon, meer dan voldoende capaciteit om aan de groeiende vraag naar elektriciteit te voldoen. De thermische centrales verbruiken daarvoor kolen, gas, olie en in toenemende mate ook biomassa. Kernenergie wordt afgebouwd, maar er wordt ook voorzichtig gewerkt aan een “comeback”. Desondanks breidt de capaciteit zich voorlopig sterk uit met hernieuwbare bronnen uit wind en zon en zal de komende decennia nog versneld worden, zeker nu de windparken al vrijwel zonder subsidie kunnen worden aangelegd.

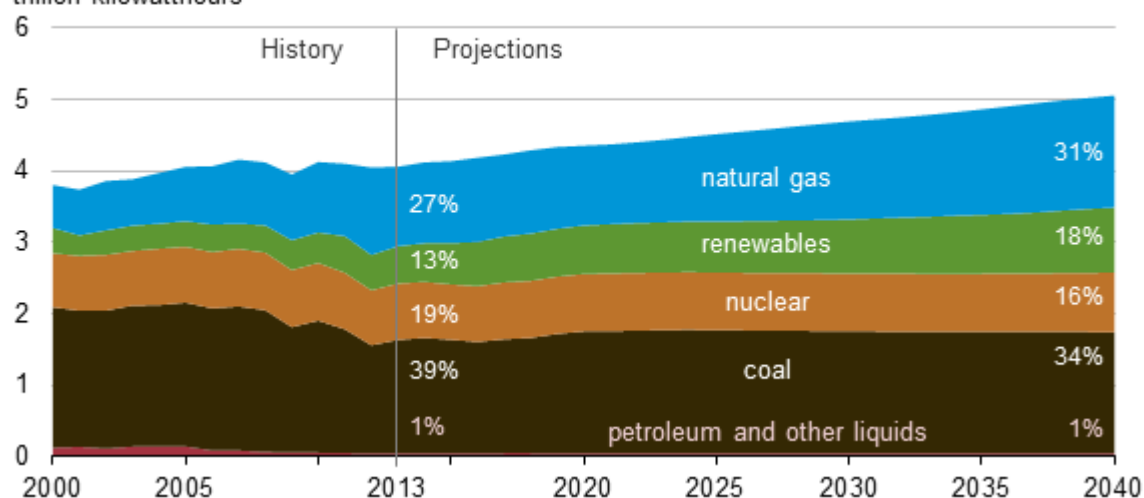
3.1.5 Hoe verloopt de energietransitie tot 2050?

Bij het Klimaatakkoord in Parijs in 2015 zijn internationaal afspraken gemaakt zijn, om de CO₂-uitstoot aan banden te leggen. De elektriciteitsopwekking met hernieuwbare bronnen zal dus met grote vaart, de rol van fossiele bronnen overnemen. Onderstaande tabel laat zien, wat de verwachtingen zijn tot 2030 van de groei van zonne- en windenergie voor Nederland en Europa.

Nederland	Vermogen GW	Verbruik TWh/j	Verm. Wind+zon GW	Verbruik Wind+zon TWh/j
2020	36	140	9	33
2030	45	190	21	70
Europa (27)				
2020	820	3300	220	770
2030	1400	5200	800	2500

Recent zijn er ook rapporten (zie bijv. EnergyNL2050) gepubliceerd, die verder vooruitkijken en met een gedurfd plan naar buiten komen. Het belangrijkste uitgangspunt van voornoemd plan is een verregaande elektrificatie in 2050, maar ook veel aandacht voor opslag van energie. Deze prognoses zien er heel anders uit, dan de voorspellingen, die tien jaar geleden nog werden gedaan. De huidige trend is richting duurzaam opgewekte elektrificatie, niet alléén voor licht en elektrische apparatuur, maar ook voor industriële processen en zelfs voor zwaar transport.

Electricity generation by fuel type in the AEO2015 Reference case, 2000-2040
trillion kilowatthours



Het plan laat de vorm van opslag open, maar verwacht veel van grootschalige dag-opslag, waarbij o.a. gedacht wordt aan de accu's van de elektrische auto's en een waterstofbuffer. In hun voorspelling

gaan men er in dit ambitieuze plan vanuit dat 85% van de energie door wind en zon zullen worden geleverd, daarnaast nog 10% van duurzame import, via de netwerken of van waterstof en nog 5% van geothermie en waterkracht. Het energieplan dat in dit rapport wordt gepresenteerd, voorziet in 78 GW aan zonnevermogen en 69 GW aan windvermogen in 2050, dat is precies zevenmaal de elders voor 2030 ingeschatte wind- en zonnecapaciteit.

De transitie leidt tot overcapaciteit, die blijft zolang er nog zo veel onzekerheid is over de vele opslagsystemen, die in ontwikkeling zijn. Omdat barrières om te investeren in de energieopslag nog zo hoog zijn en wettelijk/belastingtechnisch niet aantrekkelijk, wordt de aanbodzekerheid door TenneT voorlopig opgelost met overcapaciteit en conventionele reservevermogens. De belangrijkste knelpunten bij meer opslag, zijn de dubbele heffing van energiebelasting en de tariefstructuur voor de doorbelasting van nettarieven voor elektriciteit die het gelijke speelveld sterk verstoren ten nadele van energieopslag (zie ook het visiedocument “Grootschalige Energieopslag” van Energy Storage NL, FME).

3.1.6 Hoe worden tekorten en overschotten nu opgevangen?

Het in Nederland opgestelde elektrisch vermogen bedraagt, anno 2018, ca. 33 GW (groei 3 %/j). De groei van het productievermogen komt vrijwel uitsluitend door de bijdragen van wind en zon. Op land wordt gestreefd naar 6 GW in 2020 en op zee is de doelstelling om in 2023 naar 4,5 GW te gaan. Verder wordt in 2020 verder een stijging naar 5 GW aan opgesteld zonvermogen verwacht. Als gevolg van de versnelde afbouw van gaswinning en gasverbruik, zal ook het totale elektriciteitsgebruik nog verder stijgen.

Weersomstandigheden kunnen er echter toe leiden dat gedurende een aantal weken per jaar de windstroomproductie in West-Europa minder dan 10% is van het nominale vermogen. Op dit moment zijn de tekorten met noodvermogens van conventionele centrales nog goed te beheersen. De consument merkt het ook niet, omdat conventionele eenheden, via noodvermogen-contracten, het gat dan opvullen. Omdat tijdelijke stroomtekorten altijd voorpaginatie zijn en ook tot grote schade en claims kunnen leiden, wil elke netwerkbeheerder, terecht, momenten van “dunkelflaute” te allen tijde voorkomen. Windstroom is en wordt ook nooit gelijkwaardig aan klassiek opgewekte stroom. Zonder opslag biedt wind, maar ook zon veel minder leveringszekerheid. Om overschotten en tekorten van elektriciteit op te vangen, verkeert Nederland, in vergelijking met andere Europese landen, in de meest ongunstige situatie.

De enige techniek van grootschalige stroomopslag die economisch verantwoord en uitontwikkeld is, waterkracht, is hier nu niet beschikbaar om overschotten op te vangen. Ook wordt de flexibele in- en uitvoer van windstroom beperkt door de toename van windenergie in de ons omringende landen. De windsterkte in heel West-Europa is sterk gecorreleerd, als het in Nederland hard waait, dan geldt meestal hetzelfde voor de hele regio. Zeker bij een windvermogen in Nederland boven 10 GW, kunnen daarom de bijbehorende problemen niet alléén internationaal maar moeten vooral landelijk worden opgelost, aldus een onderzoek van DNV GL. Algemeen is er consensus in de energiewereld over de verwachting dat energieopslag steeds belangrijker wordt, er wordt veel onderzoek gedaan, maar er wordt nog relatief weinig in opslag geïnvesteerd.

3.1.7 Wat is het effect van windparken op het elektriciteitsaanbod?

Zodra windenergie meer dan 10% van de stroombehoefte dekt, daalt de stroomprijs als het hard waait, het “profieffect” (CPB) genaamd. Door belastinginkomsten op stroom te heffen, biedt de overheid echter, volgens het Energieakkoord, exploitatiesubsidies voor geleverde stroom uit zee. Om de werkelijke elektriciteitsproductie in te schatten, wordt de capaciteitsfactor (Cf) gehanteerd. Zo is de windstroom productie in 2023 berekend voor 6 GW op land met een Cf van ca. 0,25 en 4,5 GW op zee met een Cf van ca. 0,4.

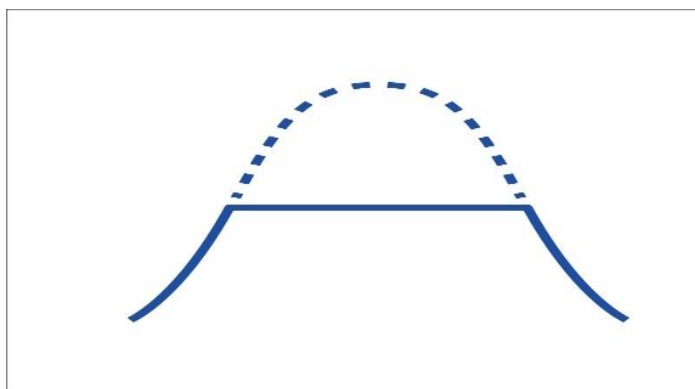
De verwachting is, dat daardoor de overschotten van windenergie in Nederland in 2023, wanneer de plannen zijn gerealiseerd tenminste 10% van de jaarlijks door windmolens opgewekte energie zullen bedragen. In 2023 staat ervoor minimaal 4,5 GW-vermogen aan windmolens op zee. In de

overgangsregeling wordt met verschillende vollasturen gerekend, die corresponderen met Cf waarden van 0,21, tot 0,32. Omdat het niet overal even hard waait, is bovendien ook de wind-differentiatie ingevoerd. Voor de kust van Schotland kan een Cf van 0,45 worden gehaald. Op de Nederlandse continentale plat van de Noordzee is een Cf van 0,35 realistisch haalbaar.

3.1.8 Is aanbodbeheersing mogelijk met opregelend en afregelend noodvermogen?

Om tijdelijke tekorten aan wind- en zonaanbod (“dunkelflaute”) op te vangen, heeft TenneT de laatste jaren speciaal daarvoor bestemde contracten afgesloten met energiebedrijven. Die contracten zorgen voor voldoende noodvermogen van de conventionele centrales, zowel het opregelend, maar ook het afregelend noodvermogen.

Daartoe stelt TenneT een landelijk ‘must run’ vermogen van het conventionele generatorpark vast. Naast de toenemende zorg om tijdelijke tekorten, zijn er vaker momenten van overschot van elektriciteit. Dit fenomeen van tijdelijke overschotten is in landen (bijv. Ierland), die al meer in windparken hadden geïnvesteerd, al eerder vastgesteld. Vaak beschikt men daar echter al over betere opslagfaciliteiten, vaak ook waterkracht gecombineerd met PHS.



Een onderzoek van DNV GL leert dat in Nederland bij 10 GW (jaarproductie 100 PJ) “must run” vermogen en 12 GW aan opgesteld windvermogen overschotten in windenergie zullen optreden van 5 TWh (18 PJ), die niet ingepast kan worden in het Nederlandse stroomnet. Hoewel de internationale uitwisseling van elektriciteit zal toenemen en wereldwijd nog 97% van de energieopslag in waterkracht plaatsvindt, zal de komende jaren ook meer opslag in accu’s en waterstof plaatsvinden.

Om een inschatting te maken van de overschotten en tekorten in 2030, is, op basis van voorgaande, de hoeveelheid afschakeling (“curtailment”) in 2030 op 5-8 TWh/jaar geschat. Ook in de ons omringende landen vindt nu al veel “curtailment” plaats, in Duitsland in 2016 ter waarde van € 1 miljard per jaar. Tijdens momenten van te kort en overschot zijn de elektriciteitsprijzen resp. ook hoog en laag, soms zelfs negatief. Dat zijn de interessante momenten voor exploitanten van opslag. In onderstaande tabel wordt, op basis van de literatuur, een inschatting gemaakt van de verwachte hoeveelheid “curtailment” in TWh/jaar in Nederland en in Europa in 2020 en 2030. Bij tekorten treedt het omgekeerde verschijnsel op, dat vooralsnog contractueel nog verder zal worden afgedekt.

Tabel: Inschatting “Must run” vermogen en “curtailment” in 2020 en 2030

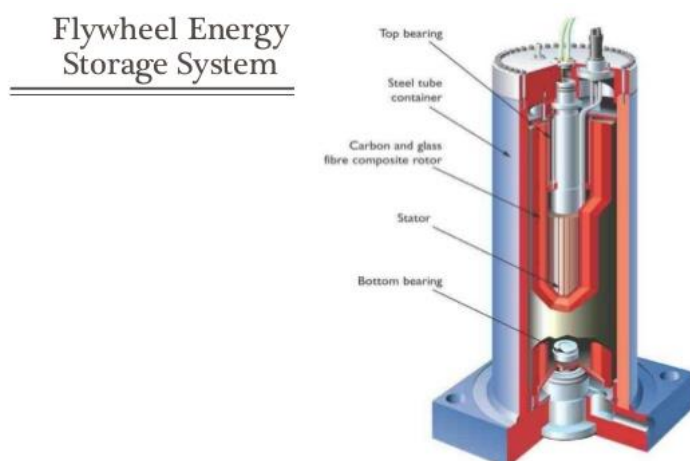
Nederland	Wind + zon GW	Wind + zon TWh/j	“Must Run” GW	Curtailment TWh/j
2020	9	33	3-5	1-2
2030	21	70	10-15	5-8
Europa (27)				
2020	220	770	100-200	50-100
2030	800	2500	400-600	100-200

3.1.9 Wat is de Nederlandse energieopslag-traditie?

Aangezien waterkracht altijd verreweg de meest toegepaste methode was voor de opslag van elektriciteit en Nederland vlak is, is er geen energieopslagtraditie opgebouwd. Opslag van energie heeft nooit kunnen concurreren tegen de nog steeds erg goedkope productiekosten van de fossiele brandstofcentrales. Ook nu nog zijn de “kale” productiekosten (brandstof, zonder kapitaals- en O&M-lasten) van conventioneel opgewekte elektriciteit vaak nog slechts orde € 20-30/MWh, al zijn de marktprijzen anno 2017 rond de € 42/MWh.

Hoewel offshore windenergieparken, vrijwel zonder subsidie kunnen worden aangelegd en geëxploiteerd, zijn de productiekosten van opgewekte windenergie op het land en offshore eerder in de orde van € 50-70 per MWh, voor zoon liggen de productiekosten zelfs nog tweemaal zo hoog. Hoewel de productiekosten van wind- en zonnestroom snel zijn gedaald en nog verder zullen dalen, wordt verwacht dat de bodemprijs boven de huidige productiekosten van de conventionele centrales zal blijven liggen.

Als echter CO₂ belast zou worden met bijv. € 50/ton CO₂ in plaats van het huidige ca. € 15/ton CO₂, dan zouden de conventionele centrales al niet meer kunnen concurreren met elektriciteit opgewekt uit hernieuwbare energiebronnen.

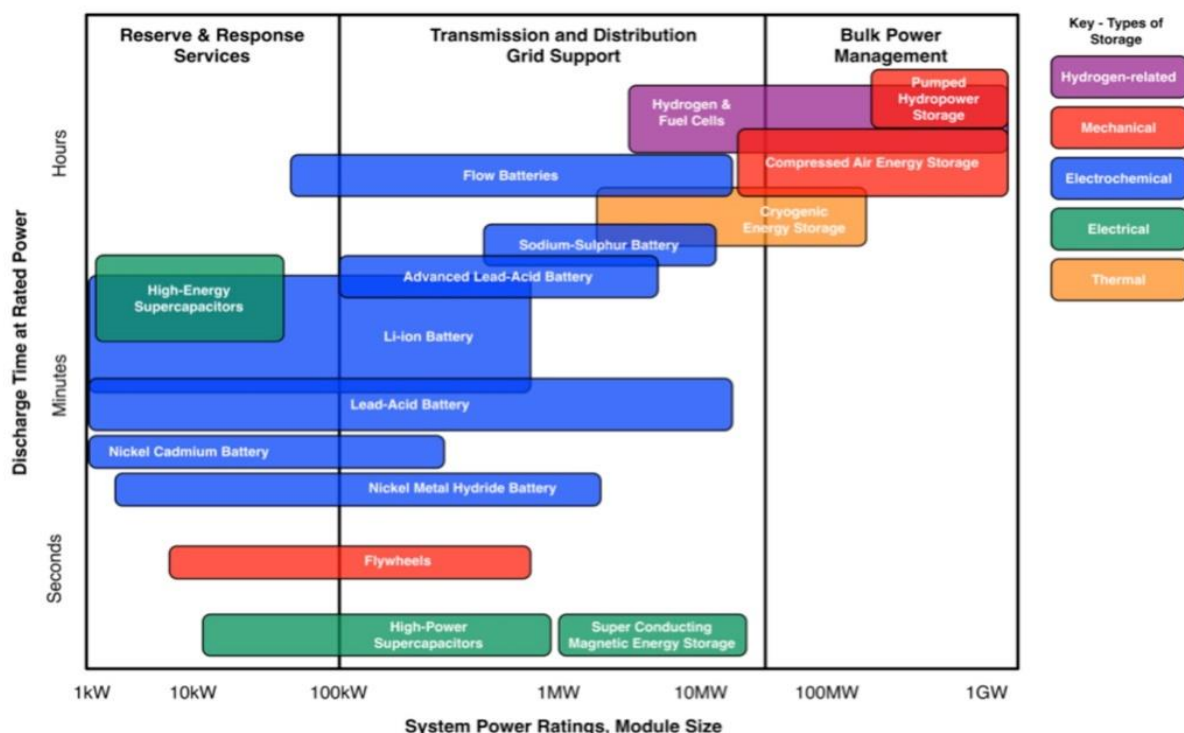


Het huidige beleid combineert reservecapaciteit met overcapaciteit en afschakelen. Het gevolg is wel dat conventionele centrales steeds vaker op inefficiënte wijze hun centrales draaiende moeten houden en bij tijdelijke overschotten wordt steeds meer windenergie afgeschakeld (“curtailment”). In feite wordt dan “duur” opgewekte schone windenergie vernietigd om de conventionele centrales in reservestand te houden. Vooral na 2025 gaat dit leiden tot hoge kosten en grote verspillingen van elektriciteit.

3.1.10 Wat zijn de trends in energieopslag?

Overall wordt veel onderzoek gedaan naar nieuwe vormen van de energieopslag. Welke vormen van energieopslag het gaan winnen, hoe snel de ontwikkelingen zullen verlopen, is nog een onbeantwoorde vraag.

Wordt het de opslag in lithium-ion-, loodzuur-, redox-flow- of NaS batterijen, of supergeleidende magnetische opslag (SMES), opslag in waterstof via een elektrokatalytische reductie van CO₂ of opslag in methanol, mierenzuur of ethanol, in samengeperste lucht (CAES), gesmolten zout, substitueert aardgas (Power to Gas), wordt de opslag grootschalig of kleinschalig, warmteopslag wellicht, vliegwielen, warmtekracht, of wordt het vooral opslag “achter de meter”?



Andere ontwikkelingen gaan in de richting van duurzame waterstof, afkomstig uit zonne- en windenergie en geproduceerd door via elektrolyse water te splitsen in waterstof en zuurstof. Of wellicht grijze waterstof uit aardgas, of blauwe waterstof als daarna het vrijkomende CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen in lege gasvelden. Maar ook wordt er onderzoek gedaan naar bio-ethanol en mierenzuur. Allemaal pogingen om elektrische energie tijdelijk op te slaan. Voor de meeste systemen, die in ontwikkeling zijn, is nog veel onderzoek nodig en liggen de initiële investeringen nog erg hoog. Ook is de efficiency nog erg laag en zijn de opslagmogelijkheden nog zeer beperkt en kostbaar, wel wordt soms veelbelovende vooruitgang geboekt.

3.1.11 De stille kracht achter de elektriciteitsvoorziening?

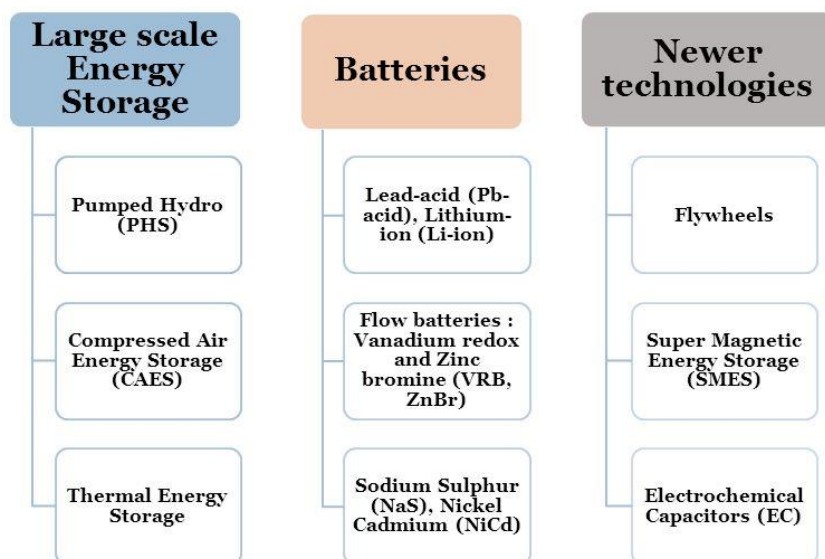
Opslag in waterkracht wordt door de Wereldbank (WB) en de International Finance Corporation (IFC) wel de “stille kracht” achter elektriciteitsvoorziening genoemd. In hun rapport “Hydroelectric Power” beschrijven ze de groei sinds 1990 en doen ze voorspellingen over de wereldwijde groei van “hydro-power” tot 2050:

Tabel: Wereldwijde ontwikkeling van waterkracht (WB/IFC)

Jaar:	Vermogen (GW)	Jaarproductie (TWh/j.)
1990	800	3200
2020	1400	4600
2050	1950	7100

De moderne opwekking van waterkracht met turbines, is in de 19^e eeuw al ontwikkeld in Zwitserland, maar al vanaf de Middeleeuwen was men bekend met waterkracht om bijv. watermolens aan te drijven. Sinds enkele decennia wordt waterkracht niet alléén gebruikt om direct elektriciteit op te wekken, maar ook om energie in water tijdelijk actief weer op te slaan, meestal “Pumped Hydro Storage” (PHS) genoemd.

Types of Storage Technologies



Meestal vindt PHS plaats in bergachtige gebieden, waar al decennialang water in bekkens werd opgeslagen en elektriciteit uit waterkracht werd opgewekt. Met PHS kan het water in het benedenbekken weer 's nachts omhoog wordt teruggepompt en herhaaldelijk worden gebruikt tegen aantrekkelijke tarieven.

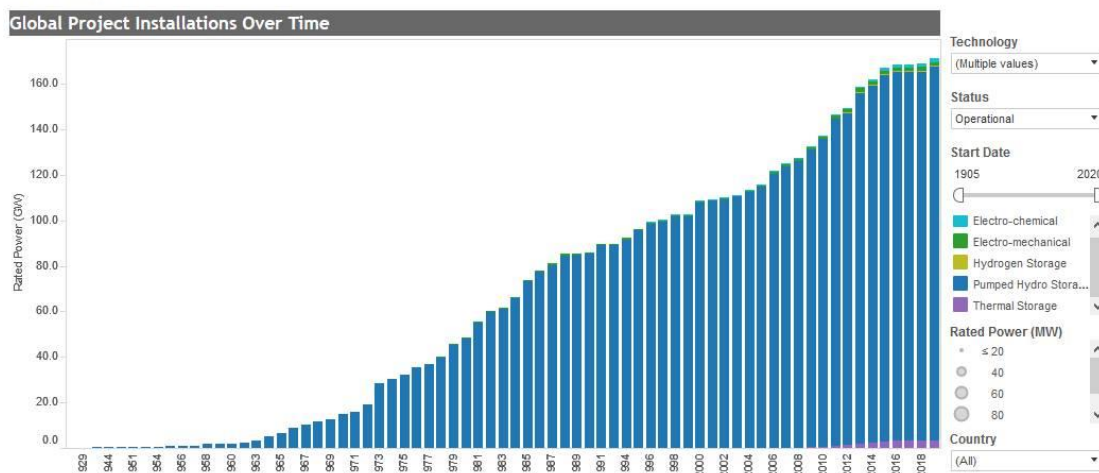
Bijvoorbeeld Noorwegen en Zweden beschikken over 116 TWh aan opslagmogelijkheid in waterkracht en daar maken landen als Duitsland, Denemarken en Nederland dankbaar gebruik van. Onderzeese HVDC-transmissiekabels met verliezen van 3.5% per 1.000 km (30-40% minder dan AC) maken het heen en weer pompen van elektriciteit heel rendabel. Ook in landen als Schotland, Zwitserland en Engeland zijn succesvolle voorbeelden van PHS. Momenteel wordt jaarlijks ca. 4.300 TWh aan waterkracht opgewekt bij een geïnstalleerd vermogen van ca. 1.150 GW, beide met een jaarlijkse groei van ca. 3%.

De potentie van waterkracht en PHS is heel groot, maar niet alle plannen zijn nu al economisch haalbaar. De meeste rapportages gebruiken groeicijfers wereldwijd van waterkracht van jaarlijks 15-20 GW/jaar en 50-80 TWh/jaar. Omdat veel waterkrachtcentrales ook bijzonder geschikt zijn voor PHS, zijn al veel conventionele waterkrachtcentrales doorontwikkeld tot een PHS opslagcentrale. Het WB/IFC-rapport spreekt bij PHS van investeringen bij aanleg van € (1-5) miljard/GW.

De initiële investeringen in waterkracht en PHS zijn dus vaak hoog en hoewel de levensduur ook hoog is (> 100 jaar), vormen de investeringskosten toch vaak een belemmering voor private investeerders, die meestal een beperkte horizon hebben. In het verleden was het daarom in Zwitserland en de Scandinavische landen altijd de overheid, die investeerde in waterkracht. Ondanks de hoge investeringen blijkt waterkracht en PHS tegen zeer competitieve productiekosten te kunnen opereren.

DOE Global Energy Storage Database

Last Updated 8/16/2016 1:25:38 PM

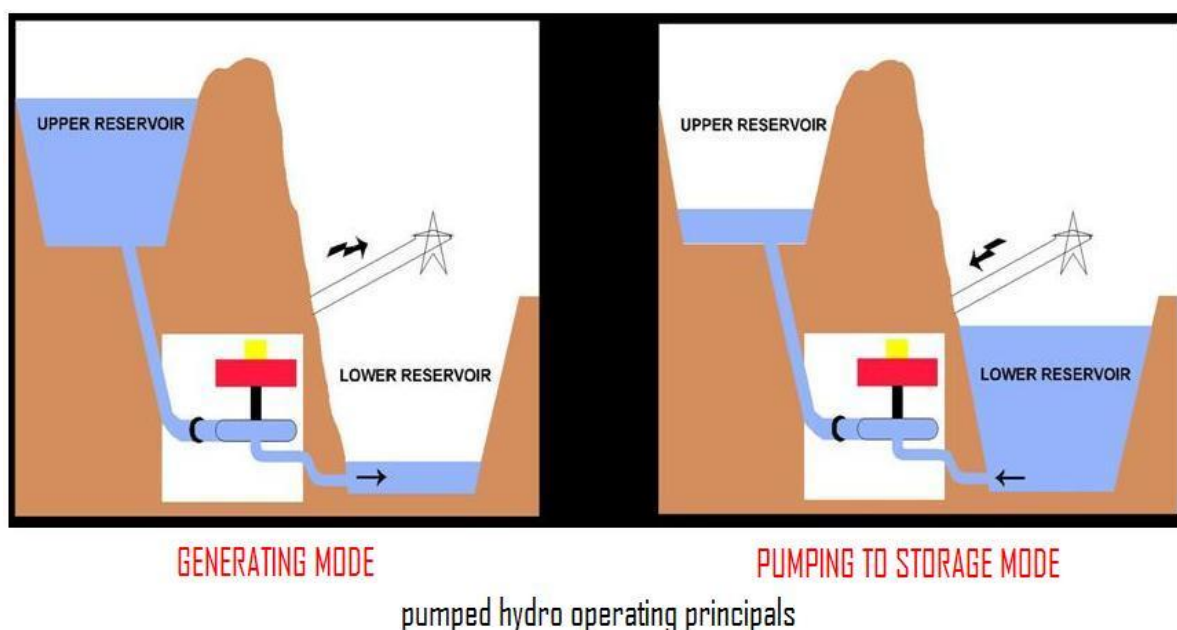


Waterkracht en PHS zijn dus zeer efficiënt en competitief, met snelle responstijden en met een technologie die volledig is doorontwikkeld, maar kent ook nadelen. Er is veel water en ruimte voor nodig en bij een opslagduur > 50-100 uur minder efficiënt. De levensduur van de installaties is weliswaar hoog. Toch worden de investeringskosten, bij de huidige lage tarieven, als hoog ervaren. Andere opslagsystemen zijn vaak kleinschaliger, maar vereisen meer investeringen/MWh en hebben vaak een hele korte levensduur.

3.1.12 Zijn waterkracht en PHS in Nederland rendabel?

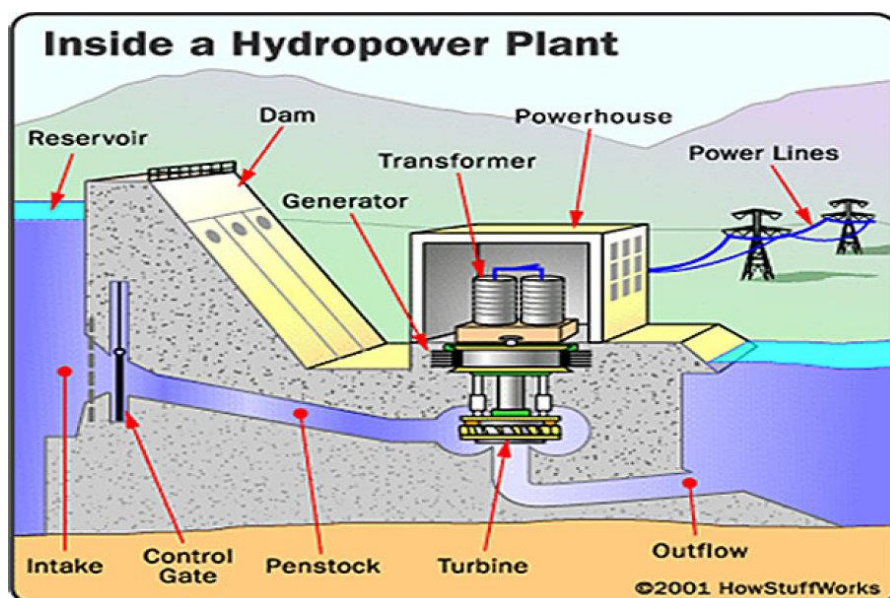
De mogelijkheden van energieopslag in water bieden ook in Nederland grote kansen. Het idee van opslag in waterkracht is niet nieuw. Al in de jaren '70 werden door Lievense en OPAC dergelijke plannen reeds ontwikkeld, eerst in het IJsselmeer en later ook op de Noordzee, maar ook diep ondergronds in Limburg (OPAC).

PHS in Nederland heeft wel een nadeel ten opzichte van de Scandinavische landen, Zwitserland en Oostenrijk, omdat die over natuurlijke hoogteverschillen beschikken en bekend zijn met de technologie. In Nederland moeten wij de hoogteverschillen creëren, hetgeen tot extra kosten leidt. Anderzijds kan dit met de aanleg van een Valmeer goed gecombineerd worden met andere functies, waardoor synergievoordelen ontstaan.



Eerdere PHS-plannen zijn gestrand vanwege wetgevende belemmeringen en omdat ze toen erg aantrekkelijk waren in combinatie met de opkomst van de kernenergiecentrales, die lastig en tegen hoge kosten te regelen zijn. Energy Storage NL is in Nederland dé partij, die de laatste jaren de grote pleitbezorger is voor het wegnemen van de barrières voor energieopslag.

Zij doet regelmatig publiekelijk heel actief en namens haar leden, op beurzen en achter de schermen en in overleg met de ministeries, zeer waardevolle en verstandige aanbevelingen. Zij pleit niet alleen voor het afschaffen van de beperkende wet- en regelgeving, maar toch voor het stimuleren van het investeringsbeleid voor opslag en vooral ook voor het instellen van een betere methodiek voor het oplossen van de reservecapaciteit. De verspilling van energie zou verminderen, als vanuit de beleidsmakers duidelijk zou worden gemaakt, welke bronnen als eerste zouden moeten worden aangesproken en tegen welke prijs en zo duidelijkheid scheppen voor investeerders en netbeheerders.



Als energie wereldwijd zo succesvol in water wordt opgeslagen, dan kan dat ook uitstekend in Nederland. Wij beschikken over voldoende know how en water. Energieopslag is ook uitstekend te combineren met waterveiligheid. Er is al eeuwenlang een trend binnen de waterveiligheid, die om steeds meer en steeds grotere pompcapaciteit vraagt.

Nu wind- en zonne-energie in opkomst zijn en de behoefte aan opslag weer toeneemt, biedt DELTA21 een concept van energieopslag met behulp van een Valmeer, dat met de vergroting van de waterveiligheid, maar ook met een verbetering van andere functies is te combineren. Het concept is echter ook eenvoudig te combineren met de opslag in warmte en met zonne- en windparken. Rijnmond is bovendien de ideale locatie, omdat in deze energie hub de energietransitie hoog op de agenda staat en de waterveiligheid er onvoldoende is.

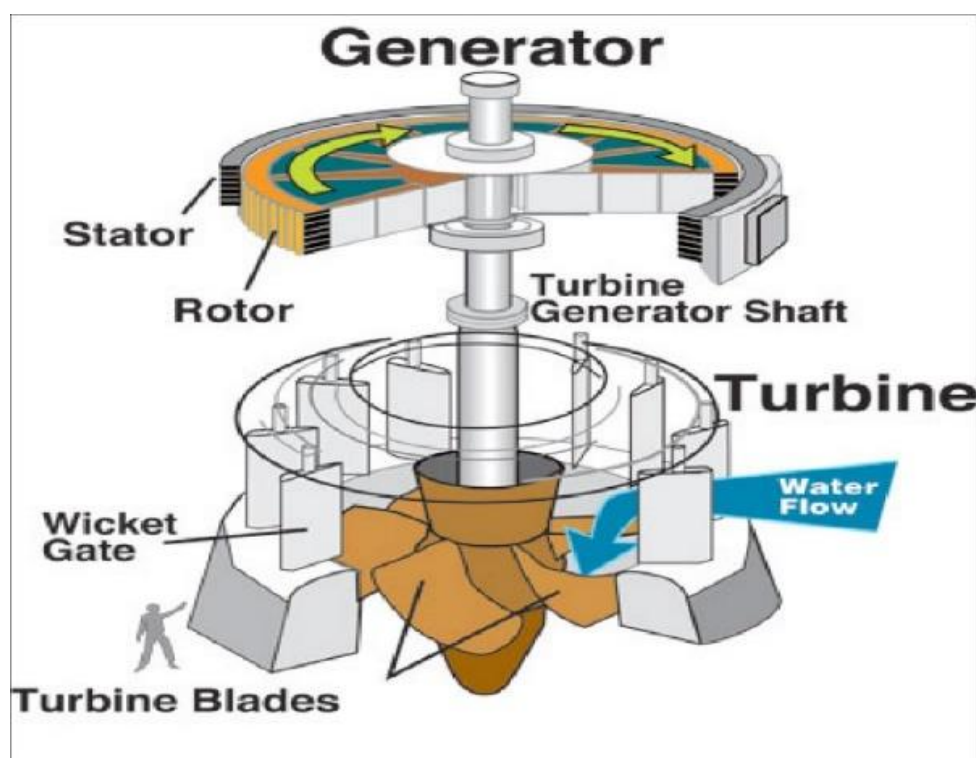
3.1.13 Wat betekent de energietransitie in Rijnmond?

Energie draagt momenteel voor 40% bij aan de kracht van de haven van Rotterdam als hub. De energietransitie zal de aanvoer van kolen, olie zeker en waarschijnlijk ook gas sterk en snel doen verminderen. Er zal wel enige biomassa voor in de plaats komen, maar ook de raffinaderijen en kolencentrales zullen rond 2030 verdwijnen uit het havenbeeld. Wind- en zonne-energie hebben veel minder behoefte aan traditionele overslagcapaciteit en zo dreigt Rotterdam haar belangrijkste product te verliezen. Energieopslag vormt een zeer belangrijk element in de energie transitie en biedt grote kansen voor Rotterdam.



In Rotterdam vond in 1884 al de eerste openbare elektriciteitsvoorziening plaats door middel van een accumulatorenbatterij en in 1886 kwam de eerste elektriciteitscentrale in Kinderdijk met een vermogen van 59 kW, die met steenkool werd gestookt. Inmiddels staat de grootste capaciteit van elektriciteitsopwekking in Rijnmond. Het is een ideale locatie voor energieopwekking, de aanvoerlijnen en de logistiek zijn op orde en ook de lijnen naar de gebruikers zijn door de dichtbijgelegen industrie, kort en efficiënt.

Bekend is dat het Havenbedrijf Rotterdam zich sterk maakt om deze hub-positie op het gebied van energie te behouden. Nu en straks als de transitie op gang komt en niet alléén de doorvoer van fossiele brandstoffen, maar ook de daaraan gekoppelde industrie, op redelijk korte termijn zullen verdwijnen. Het integrale DELTA21 concept beoogt een bijdrage te leveren om Rijnmond te behouden als energie hub, door energieopslag in de vorm van PHS, naast andere schone opwekking en warmteopslag aan te bieden. De aanlegkosten kunnen laag gehouden worden omdat de energiefunctie heel goed met de andere waardevolle functies gecombineerd kan worden en ook een belangrijke bijdrage levert aan de natuur en leefbaarheid.



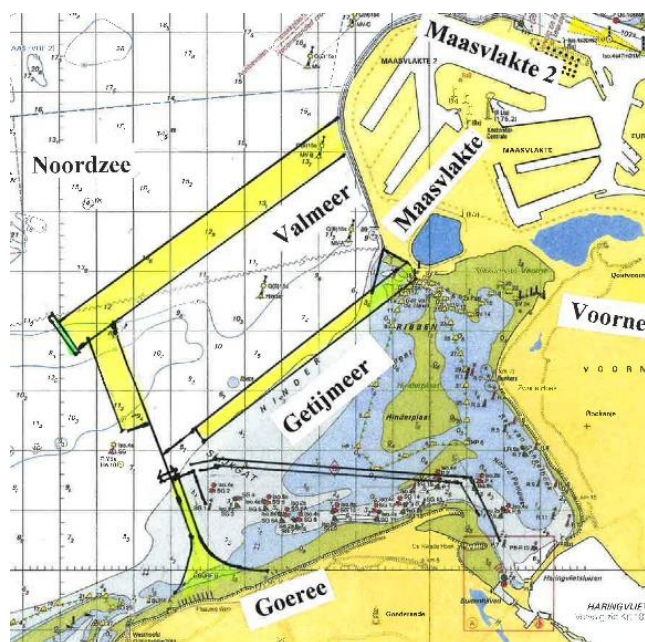
3.2 Energieopslag met DELTA21 in het Valmeer, anno 2018 (14 vragen)

3.2.1 Hoe werkt het Valmeer voor de energieopslag?

Het Valmeer is een opslagbassin voor ruim 350 miljoen m³ water. Door het afwisselend leeg te pompen en weer te vullen, wordt energie tijdelijk opgeslagen in het bassin. De turbines kunnen ook als pompen werken en hebben een geïnstalleerd vermogen van ca. 1,86 GW. Bij 90% benutting vergt de pompcapaciteit 5,5 TWh en leveren de turbines jaarlijks ca. 4 TWh. Overtollige goedkopere elektriciteit wordt (bijv. 's nachts) nuttig gebruikt en (overdag) weer opgewekt voor gebruik door industrie en huishoudens. Tijdens pieken en dalen en bij onbalans in het elektriciteitsnet, kan het Valmeer, als reserve en buffer, binnen seconden worden ingezet. Het Valmeer is bestemd voor energieopslag, maar eenmaal per ca. 5-10 jaar zal het Valmeer, gedurende een aantal uren, ook als extra afvoer van het benedenstroomse rivierwater worden ingezet.

3.2.2 Hoe ziet het Valmeer eruit?

Het Valmeer is een diep bekken van enkele kilometerslang en breed met een bodemniveau van NAP - 25 tot NAP - 27,5 m. Het Valmeer is omgeven is door natuurlijke duinen, die met het gebaggerde zand uit het bekken zijn opgespoten. De hellingen aan het binnen- en buitentalud zijn flauw en variëren van 1:15 tot 1:60. Het Valmeer is zodanig ontworpen dat het in 12 uur geheel gevuld en geledigd kan worden. Over een deel aan de rand van het Valmeer is ook een overlaat voorzien over een lengte van ca. 400 m. Om het waterpeil in het benedenstroomse gebied rond Dordrecht niet verder dan NAP + 2,5 m te laten stijgen, is er via de overlaat een mogelijkheid om het overtollige rivierwater vrij in het Valmeer te laten stromen om het vervolgens naar zee weg te pompen.

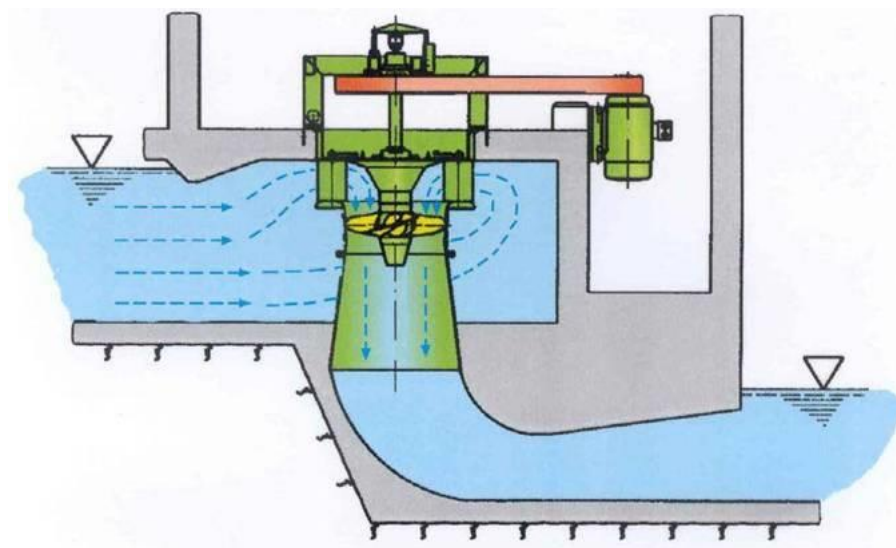


3.2.3 Zijn er geschikte pompen en turbines beschikbaar voor het Valmeer?

Het Valmeer heeft een beperkt verval van gemiddeld ca. 14 m (varieert van 5,25 m tot 22,75 m) en transporteert permanent grote hoeveelheden water. Binnen 12 uur kan ruim 350 miljoen m³ water worden verpompt, wat overeenkomt met gemiddeld ca. 8100 m³/s. De grootte van het debiet varieert met de opvoerhoogte van ca. 6.000 m³/s tot 10.000 m³/s. De benodigde pomptechniek is in Nederland sinds Leeghwater eeuwenlang doorontwikkeld voor de inmiddels meer dan 3600 in Nederland aanwezige gemalen. Deze pompen kunnen ook als turbines fungeren. De techniek van pompen en turbinieren is al lang bekend uit de waterkracht.

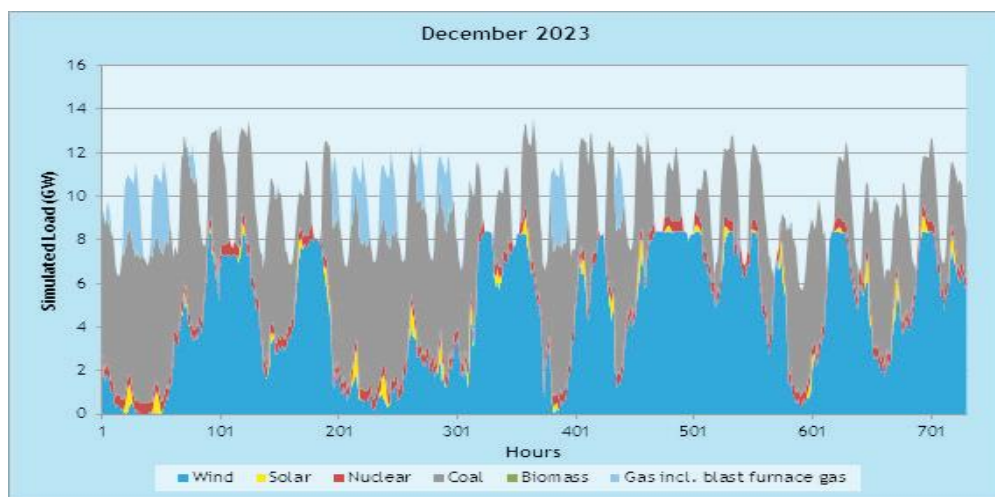
De toepassing van waterkracht en energieopslag in water heeft een lange traditie en vindt wereldwijd plaats. In Europa zijn met name Noorwegen en Zwitserland de meest bekende, maar niet de enige, waterkrachtlanden. Wereldwijd draagt de energieopslag in waterkracht voor 97% bij aan de totale

energieopslag en gebruikt bewezen technologie. De moderne pompen en turbines kunnen inmiddels ook visvriendelijk worden uitgevoerd.



3.2.4 Is het Valmeer winstgevend te exploiteren?

Eerdere vergelijkbare plannen zoals OPAC en het plan Lieveense (PAC) bleken telkens onvoldoende financieel haalbaar, omdat de prijzen van dag- en nachtstroom te weinig uiteenliepen om uit die prijsverschillen een winstgevend businessmodel te maken. Dat is anno 2018 nog steeds het geval. Bovendien is er voor 2010 nog veel conventionele capaciteit bijgebouwd en komen er na 2010 steeds meer wind- en zonneparken bij. Er is dus al jaren sprake van overcapaciteit, die nog verder zal toenemen als de wind- en zonparken zo exponentieel blijven doorgroeien als verwacht.

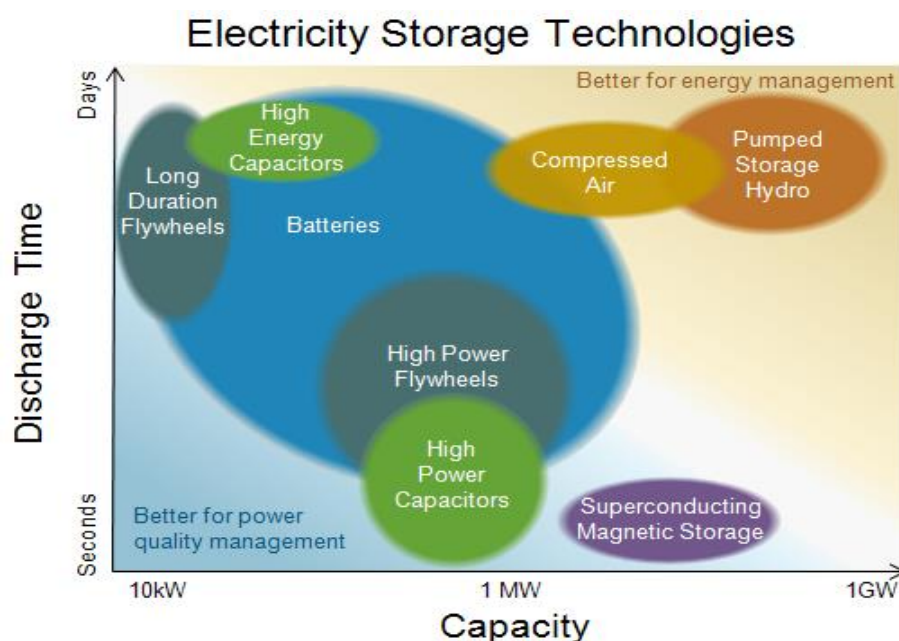


Vaker zal er te veel stroomaanbod zijn, op andere momenten zullen de conventionele centrales moeten blijven bijspringen. Zonder energieopslag zal er dus steeds meer energie door afschakeling verloren gaan. Pas als de industrie de energietransitie gaat doormaken, de conventionele brandstof duurder wordt, de wetgeving voor opslag wordt gemoderniseerd en CO₂ zal worden belast, zullen de basis-energieprijzen gaan stijgen en kansen bieden voor opslag. Een zelfstandige private investering in het Valmeer voor alléén energieopslag, ondanks de behoefte aan meer opslag, is financieel anno 2018 daarom niet haalbaar. Wellicht is dat in 2030 wel het geval, maar waarschijnlijk ook dan alléén nog in combinatie met meerdere functies. Op basis van de elektriciteitsprijzen van 2017, die gemiddeld rond € 42 schommelden, zou het Valmeer, volgens de mening van een aantal energiebedrijven en alléén bestemd voor de energieopslag, niet veel meer dan een Miljard Euro mogen kosten.



3.2.5 Hoe past PHS in de energietransitie?

Waterkracht is van alle opslagmethoden wereldwijd verreweg het vaakst toegepast (97% van alle opslag) en het meest volwassen in haar ontwikkeling. Voor de reservecapaciteit, zullen de conventionele centrales steeds vaker op 30% van hun capaciteit draaiende gehouden moeten worden. Deze wijze van opereren is zeer inefficiënt, maar biedt wel de nodige flexibiliteit. PHS kan in het Valmeer, als onderdeel van DELTA21, toegepast worden. Het zelfstandig voor energieopslag werkende vollast werkend Valmeer is, als volledig private ontwikkeling, financieel en subsidieeloos pas haalbaar bij een prijsfluctuatie tussen dag en nacht van € 35/MWh. Bij een marktprijs overdag van bijv. € 50/MWh, zou de inkoopprijs 's nachts maximaal € 15/MWh mogen bedragen.



Omdat de conventionele reservecapaciteit niet op de basis markttarieven drukt en er veel subsidie wordt versterkt aan schone opwekking, blijven de basis-markttarieven voor elektriciteit onrealistisch en kunstmatig laag. Zonder een aangepaste wetgeving of overheidsfacilitering is een private investering in alléén energieopslag in PHS, anno 2018, dus nog niet rendabel. De komende jaren zal de elektriciteitsmarkt ingrijpend veranderen en kan energieopslag in PHS een belangrijke rol spelen bij de transitie. Het Valmeer zou een aantal conventionele energiecentrales, die nu als reservecapaciteit dienen, goed kunnen vervangen. Dat kan, onder de huidige omstandigheden alléén als er ook een politieke wil is om opslag een kans te bieden als onderdeel van de transitie.



3.2.6 Wat is de energiefunctie van het Getijmeer in DELTA21?

Via de getijnturbines wordt vrijwel permanent getijenergie opgewekt, ook al wisselt de stroomrichting gedurende elke getijcyclus. De locatie van de getijcentrale is gekozen tussen het Getijmeer en de Noordzee. Het gemiddeld getijverschil aan de zeezijde is ca. 2 m, aan de binnenzijde is dat 2 decimeter minder, als gevolg van de wrijvingsverliezen. Via de getijnturbines worden het Getijmeer en het westelijk deel van het Haringvliet gevuld en stromen weer leeg. Het totaal vermogen van de 40 laag verval bulbturbines van elk 1,5 MW bedraagt ca. 60 MW en getijenergie kan een constante en betrouwbare bijdrage leveren aan de energievoorziening, waarmee jaarlijks 550 GWh aan getijenergie kan worden opgewekt. De investeringen voor de turbines bedraagt ca. € 120 miljoen. De turbines hebben een doorsnede van 6 m en zijn in betonnen caissons geïnstalleerd. De getijnturbines kunnen zelfs voorzien worden van een pompfunctie. Daarvoor is echter in DELTA21 niet gekozen, omdat het Valmeer meer dan voldoende capaciteit heeft om overtollig rivierwater naar zee af te voeren.

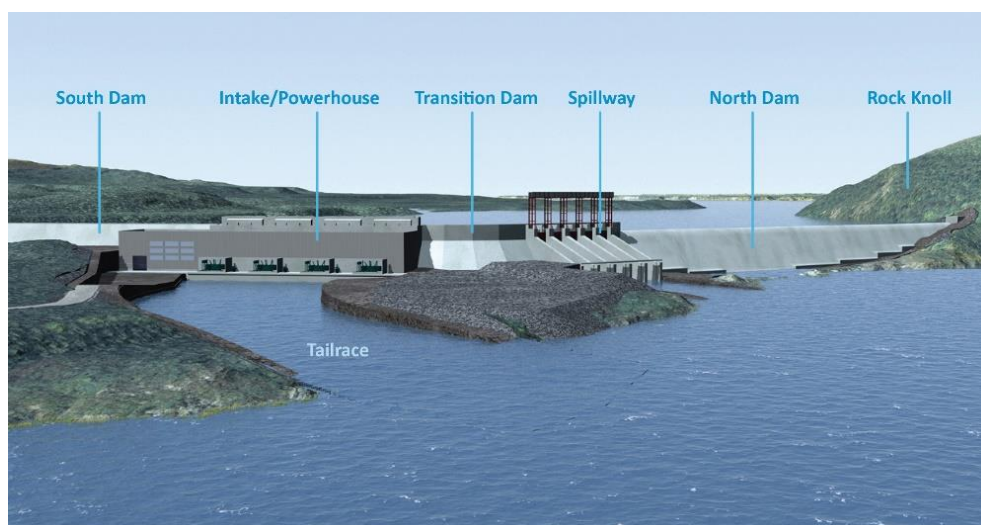
3.2.7 Ontwerp van het Valmeer voor energieopslag?

DELTA21 omvat een Valmeer, waar elektriciteit in PHS tijdelijk kan worden opgeslagen. Er is gekozen voor een redelijk groot Valmeer met een geïnstalleerd vermogen van 1,8 GW. Het Valmeer kan ook gefaseerd worden aangelegd, maar dat is een keus, die later altijd nog gemaakt kan worden. Omdat op die locatie op NAP -50 tot -60 m een ca. 10 m dikke kleilaag ligt, is ervoor gekozen om de waterdiepte te beperken, door de Valmeer bodem op een niveau van NAP - 25 m tot NAP - 27,5 m te houden.

Vanwege de karakteristieken van de turbines/pompen wordt in de onderste 5 m van het Valmeer altijd water staan. Om pomp-efficiency redenen wordt ook het deel boven NAP - 5 m van het Valmeer niet gebruikt voor energieopslag. De effectieve diepte of de schijf water die dagelijks met pompen en turbineren op en neer gaat, is 17,5 m en de gemiddelde vervalhoogte is 14 m ten opzichte van NAP, het zeeniveau is gemiddeld NAP + 0,25 m. Om het Valmeer 12 uur leeg te kunnen pompen en via de turbines te vullen, is een volume nodig van > 350 miljoen m³. Het Valmeer is opgebouwd uit zand, dat uit het bekken is gebaggerd. Voor de buitentaluds onder water zijn flauwe taluds aangehouden worden, de binnentaluds worden steiler gemaakt. De daling en stijging van het waterpeil bedraagt ca. 1,2 m/uur. Daarom zullen voorzieningen en maatregelen nodig zijn om instabiliteit van de bodem en het talud te voorkomen.

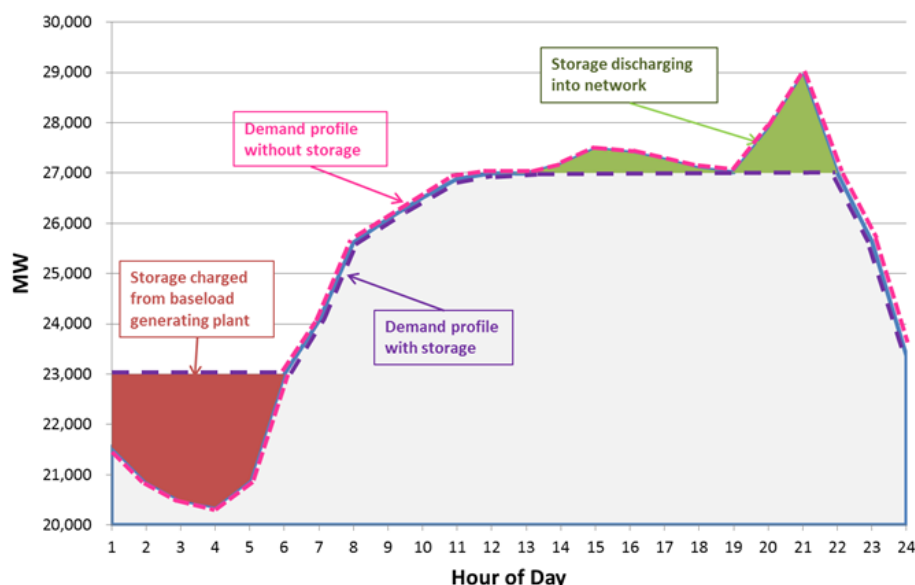
Er zijn twee locaties waar water naar binnen en naar buiten kan. Voor de energiefunctie staat aan één zijde over een lengte van ca. 600 m een rij met betonnen caissons, waarin de 93 pompen/turbines van elk 20 MW geïnstalleerd vermogen zijn ingebouwd. Daarmee kan zeewater in het Valmeer toegelaten en weer afgevoerd worden. Daarnaast is er een overlaat voorzien, om in tijden van dreigende wateroverlast, het overtollige rivierwater in het Valmeer te laten stromen. De overlaatconstructie van

het Valmeer heeft een lengte van ca. 400 m en is gebouwd van beton en voorzien van schuiven, die opgezet en weer gesloten kunnen worden.



3.2.8 Hoe kan het Valmeer, anno 2018, voor energieopslag, benut worden?

Om de exploitatieopbrengsten van het Valmeer, anno 2018, in te schatten, zijn een aantal aannames gedaan. Daarbij is gebruik gemaakt van het pieken en dalenverloop van 2017 en begin 2018. Het Valmeer wordt dan toegevoegd aan de huidige energiemarkt, die nog beheerst wordt door beperkende wet- en regelgeving voor opslag en waarin de netbeheersing nog beheerst wordt door de contractering van nood- en reservevermogens. Ook kan het Valmeer ingezet worden als noodvermogen. Tot slot kan het Valmeer ook bij een dag- en nachtcyclus als “peakshaver” worden ingezet.



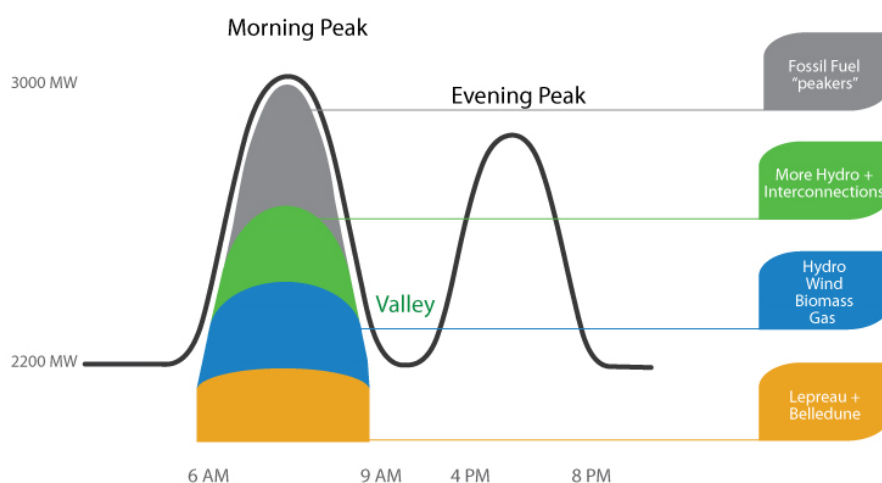
De huidige dag- en nachtmarktprijzen zijn echter gebaseerd op het overschot aan conventionele centrales en verschillen (top-dal) in de orde van € 10-20/MWh. Dat zou maar net genoeg zijn, om het verlies tussen pompen en turbineren in het Valmeer te kunnen compenseren. Om een redelijke winst te maken, moeten de prijsverschillen tussen de dag- en nachtprijs bij gemiddelde elektriciteitsprijzen rond € 45/MWh, > € 15-20/MWh bedragen. Beneden een dergelijk prijsverschil wordt te weinig winst op de operationele kosten gemaakt. Een 100% vollast benutting van het Valmeer gedurende tweemaal 4380 uur is voor de praktijksituatie anno 2018 niet realistisch. Wel geeft het de bovengrens aan van de potentiële capaciteit van het Valmeer.

3.2.9 Wat brengt het Valmeer, anno 2018, op door pieken en dalen?

Het Valmeer zou in 2018 primair ingezet kunnen worden om de dagelijkse pieken en dalen op te vangen. Bij een aanname dagelijks 3 uur voor piektijden en 3 uur voor de daltijden, zou de gemiddelde dagelijkse benutting 25% zijn. Als van relatief hoge E-prijzen van € 10/MWh (pompen) en € 40/MWh (turbineren) uitgegaan wordt dan zou de opbrengst, zoals in onderstaande tabel is aangegeven.

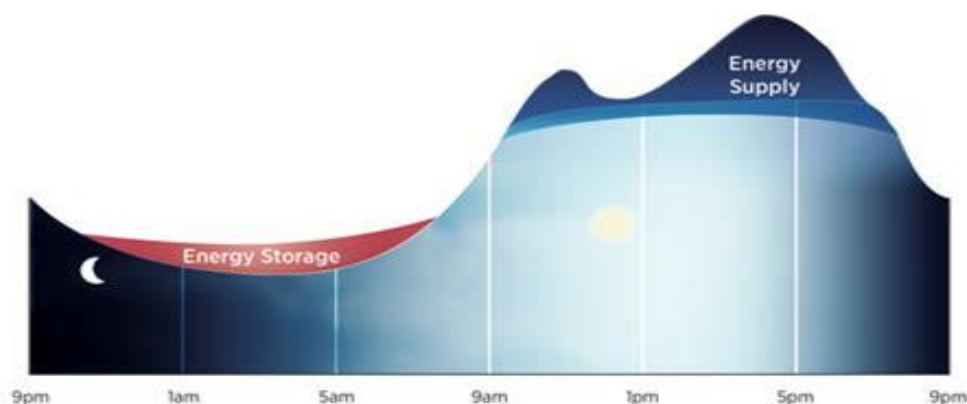
25% pieken en 25% dalen, elk 3 uur/dag, jaar 2018	Verbruik GWh/j.	Opwekking TWh/j.	Totaal € miljoen/jaar
Vermogen: 1012/1401 MW	1534	1108	
In/Verkoopprijs €/MWh (hoog)	10	40	
Kosten/Opbrengsten (M/j.):	-15,3	+44,3	29

OUR TWO-PEAK CHALLENGE



3.2.10 Gebruik van het Valmeer, anno 2018, voor dag-nacht peakshaving?

Het Valmeer kan bij volle belasting jaarlijks 4380 uur pompen en 4380 uur turbineren. De benutting op volle capaciteit wordt dus het opvangen van pieken en dalen, langdurige windstille periodes en de onbalansmarkt minder dan 30%. De vraag is of het Valmeer ook voor de overige 70% nog ingezet zou kunnen worden, bijvoorbeeld voor de dag en nacht “peakshaving”. Daarvoor zouden niet de relatief, bij pieken en dalen, hogere elektriciteitsprijzen aangehouden mogen worden.



Omdat het leegpompen van het Valmeer meer energie kost dan turbineren oplevert, is gebruik van het Valmeer slechts zinvol, als het prijsverschil bij gemiddelde basistarieven van € 42/MWh tussen in- en verkoop minimaal € 12/MWh bedraagt. Wetende dat in Duitsland in 2016 “curtailment” een waarde

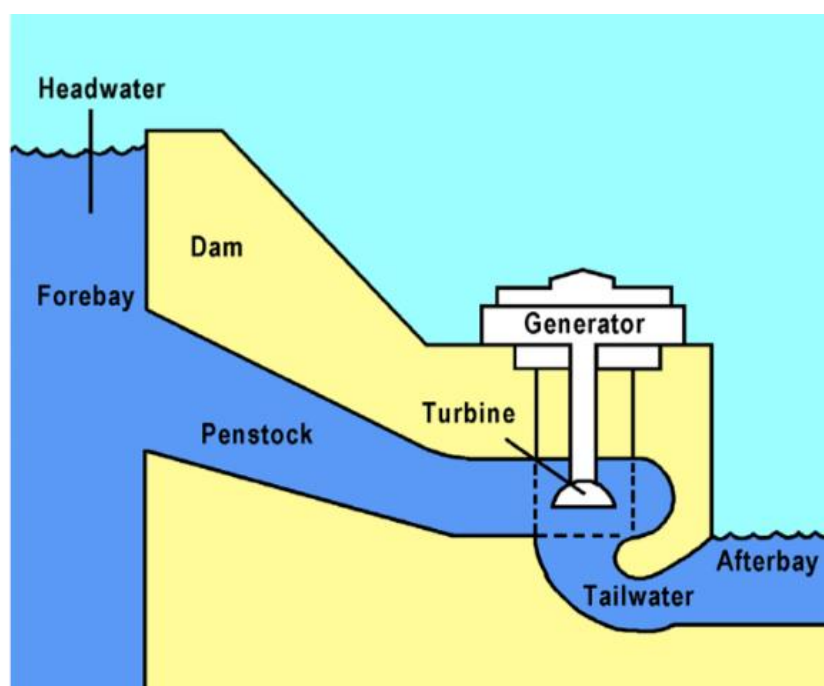
van € 1 miljard vertegenwoordigde, is “curtailment” in deze beschouwing voor 2018 al voorzichtig meegerekend bij de aannames over pieken en dalen. Aangenomen wordt dat er naast de duurdere pieken en dalen een constante vraag is naar de opvang van dag- en nacht cycli. Daarvoor is aangenomen dat de €-prijsverschillen voor een jaar als 2018 € 17,5/MWh bedragen en dat het Valmeer (80-85) % van de tijd maximaal inzetbaar zou moeten kunnen zijn.

Er blijft dan ca. 50% van de capaciteit beschikbaar voor dagelijkse “peakshaving”, oftewel 2200 uur voor turbineren en 2200 voor pompen. Verder wordt een nachtprijs van € 27,5/MWh en een dagprijs van € 45/MWh (verschil € 17,5) aangehouden. Dat leidt tot opbrengsten uit peak-shaving voor de dag-nachtcyclus, zoals in onderstaande tabel is aangegeven:

Dag- en nachtcycli: 2200 uur/j	Verbruik GWh/j.	Opwekking GWh/j.	Totaal € M/j.
Peakshaving: 2200 * 1012/1401	3082	2226	
In/Verkoopprijs €/MWh (laag)	€ 27,5	€ 45	
Verbruik/Opbrengst (M/j.)	-84,8	+100,2	15,4

3.2.11 Gebruik van het Valmeer, anno 2018, tijdens windarme periodes?

Naast de dagelijkse pieken en dalen zijn er windarme periodes, met tekorten aan elektriciteit en corresponderende hogere prijzen. Omdat het aandeel van windstroom nog gering is en goed afgedekt is met noodvermogen-contracten, zijn het aantal windstille periodes met tekorten aan energie beperkt.

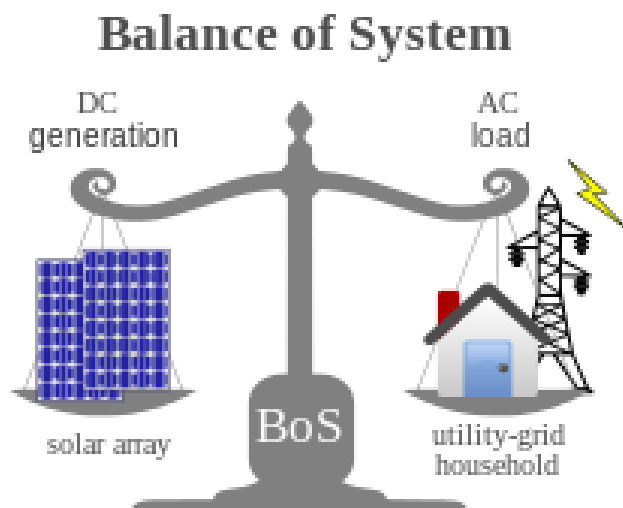


Aangenomen wordt dat er in 2018, 12 maal per jaar zo’n periode voorkomt en dat dan het Valmeer bij 12 uur lang op volle capaciteit zou kunnen turbineren. Dat betekent een gemiddelde benutting voor het turbineren tijdens windarme periodes van 1,6 %. Dat leidt tot opbrengsten voor het opvangen van tekorten tijdens windarme periodes, zoals in onderstaande tabel is aangegeven:

10 windstille periodes, anno 2018	Verbruik GWh/j.	Opwekking GWh/j.	Totaal € miljoen/jaar
Optie 2: (144 uur), 1012/1401 MW	202	146	
In/Verkoopprijs €/MWh	20	90	
Verbruik/Opbrengst (M/j.)	-4	+13	9

3.2.12 Gebruik van het Valmeer, anno 2018, voor onbalans?

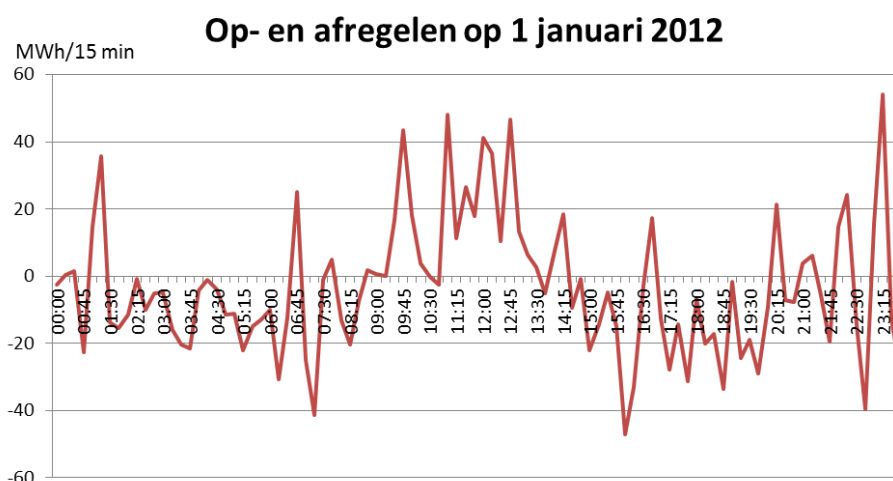
Hoewel elektriciteitsleveranciers programmaverantwoordelijkheid dragen om onder- en overbelasting te voorkomen, ontstaat regelmatig onbalans, omdat het feitelijk verbruik afwijkt van het geprogrammeerde. Om de balans in het net te handhaven, worden nu noodvermogen achter de hand gehouden.



Het Valmeer zou ook in 2018 een bijdrage kunnen leveren aan het vereiste ‘must run’ vermogen van het Nederlandse conventionele generatorpark. Dan moet het Valmeer dit noodvermogen direct kunnen activeren als het nodig is, zowel voor opregelend als afregelend noodvermogen. Op de onbalansmarkt zijn de prijzen het meest volatiel, maar acteren op de onbalansmarkt is ook complexer. Daarom wordt een deel van de totale capaciteit van het Valmeer voor de onbalansmarkt gereserveerd.

Voor het opregelen wordt met een energieprij van € 50/MWh en voor het afregelen met een energieprij van - € 40/MWh gerekend. Voor zowel opregelen als afregelen wordt gerekend met 25 GWh/jaar. Dat betekent een gemiddelde dagelijkse benutting voor onbalans 0,4%. Dat leidt tot opbrengsten uit opregelen en afregelen, zoals in onderstaande tabel is aangegeven.

Op- en afregelen in 2018	Opregelen GWh/j.	Afregelen GWh/j.	Totaal € M/j.
Onbalans: (2*25 GWh), 2*15 uur	50	50	
Vergoeding €/MWh	50	40	
Opbrengst Opregelen/Afregelen (M/j.)	2,5	2	4,5



3.2.13 Opbrengst Valmeer en Getijmeer, anno 2018

Bovenstaande beschouwingen leveren het volgende beeld op van de jaaropbrengsten van het Valmeer, ervan uitgaande dat het Valmeer, anno 2018, deel uit zou maken van het elektriciteitsnetwerk. Separaat zal, met de nodige aannames, eenzelfde inschatting worden gedaan voor de situatie in 2030. Er zijn dus vier mogelijke inkomstenbronnen: pieken/dalen, windstille periodes, onbalans en dag- en nachtcycli. Dat leidt tot totale opbrengsten voor 2018, zoals in onderstaande tabel is aangegeven:

Valmeer/Getijmeer 2018	Verbruik/opwekking GWh/jaar	Opbrengsten € M/j
Pieken/dalen (hoog)	1534-1108	29
Dag- en nachtcycli (laag)	3082-2226	15,4
Windstille periodes	202-146	9
Onbalans	50	4,5
Opbrengsten/j. Valmeer	4868-3530	57,9
Potentieel Valmeer	6100-4400	
Opbrengsten/j. Getijmeer	550	23,1
Getijmeer + Valmeer	6100-5200	80

Bij bovenstaande aannames voor 2018 zou het Valmeer € 58 miljoen/jaar en Valmeer + Getijmeer € 80 miljoen/j opleveren. De benutting van het Valmeer is dan ca. 80%. De kapitaalwaarde van het Valmeer en het Getijmeer zijn, gebaseerd op de situatie van 2018, bedragen ca. € 1,3 miljard voor de elektriciteitsindustrie, zie onderstaande tabel:

Valmeer+ Getijmeer 2018	Kapitaalwaarde 2018:
Aanlegkosten DELTA21, all-in	€ 3,7 miljard
Afschrijvingsperiode natte en civiele werken	100 jaar
Afschrijvingsperiode turbines/pompen	50 jaar
Operationele en onderhoudskosten	1,2% aanlegkosten
VV en EV, rentepercentages	90/10; 4%, 12%
Rente, afschr., onderh., operat. k. Valmeer	€ 160 miljoen
Opbrengsten Valmeer + Getijmeer	€ 80 miljoen
Kapitaalwaarde Valmeer + Getijmeer 2018	€ 1,3 miljard

Bij voorgaande berekening van de kapitaalwaarde van € 1,3 miljard voor het Valmeer en het Getijmeer is geen rekening gehouden met de kapitaalwaarde voor de waterveiligheid en de besparing op dijkverhoging en de waardevermeerdering voor de vismigratie en het herstel van natuurwaarden. Ook mag verwacht worden dat in 2030 of eerder, CO2 aanzienlijk zwaarder belast gaat worden, dan nu het geval is.

3.2.14 Marktprijzen elektriciteit en invloed CO2 vrijstelling?

Ook is het huidige elektriciteitsbeleid erop gericht om de marktprijs van elektriciteit zuiver te houden en uitsluitend te laten bepalen door de kosten van de kale productie van elektriciteit. Alle overige kosten, waaronder de dure extra verbindingen en stations en de dure contracten om de reserves achter de hand te houden. Worden separaat door de netwerkbeheerders in de tarieven doorbelast. Ook de subsidies en preferente behandeling van de wind- en zonne-energie is niet verdisconteert in de kale marktprijs voor elektriciteit, maar wel in de tarieven voor de gebruikers.

Voor de vergelijking van de CO2 met een “schone” gascentrale, kan worden uitgegaan van 550 ton CO2/MWh. Voor de 4080 MWh/j betekent dat, bij een CO2 prijs van € 50/ton in 2030, een besparing aan lagere CO2-uitstoot door Valmeer en Getijmeer van € 112 miljoen/jaar. Als de CO2 belasting in de energieprijs voor het Valmeer verdisconteerd zou worden, dan zou de prijs de opslag en opwekking van “schone windenergie” in water € 27,5 per MWh meer mogen kosten. De prijzen voor conventioneel opgewekte energie anno 2017 lagen rond de € 42/MWh, dan zou de prijs per MWh van “schone” elektriciteit uit het Valmeer € 69,5/MWh mogen opleveren. Dit zijn “potentiële” maar significante besparingen, die echter anno 2018 nog niet rechtstreeks als directe inkomsten voor de haalbaarheid mogen worden meegerekend.

3.3 Energieopslag met DELTA21 in het Valmeer, anno 2030 (7 vragen)

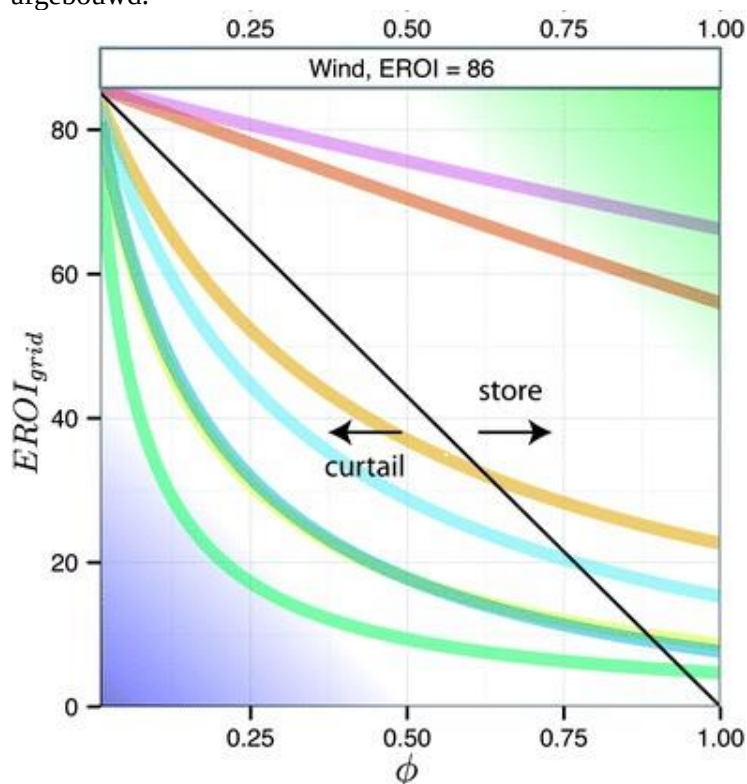
3.3.1 Wat wordt het belang van opslag in 2030?

Momenteel wordt met zowel het opregelend en afregelend noodvermogen, de reservevermogens en “curtailment”, het net goed beheerst. Deze aanpak heeft echter wel een prijs, die ook de komende jaren verder zal oplopen, zoals elders is toegelicht. Enerzijds zal steeds meer afschakeling plaatsvinden, waardoor veel “duur opgewekte schone” energie eigenlijk wordt vernietigd of tegen lage of negatieve prijzen moet worden afgezet. Anderzijds zijn voor het opvangen van de tekorten, dure verbindingen, installaties en contracten voor nood-, en reservevermogens nodig, die de totale elektriciteitsprijs voor de consument wel sterk doen verhogen.

Als de politieke wil er is om dit beleid van overcapaciteit ter discussie te stellen, dan biedt dat kansen voor grootschalige opslag, ook voor de opslag in water, zoals dat in DELTA21 is voorzien.

In een reeds eerdergenoemd visierapport (2017) over Grootschalige Energieopslag van Energy Storage NL doet zij een aantal zeer heldere en nuttige aanbevelingen, in de vorm van 10 actiepunten. Naast haar pleidooi om de beperkende wet- en regelgeving weg te nemen en het investeringsbeleid te stimuleren, beveelt zij ook aan om tot een “merit order” te komen, die aangeeft welke reservecapaciteit nodig is, welke bronnen als eerste worden aangesproken en tegen welke prijs. Dat schept de nodige duidelijkheid voor investeerders en netbeheerders, die de benodigde opslagcapaciteit moeten ontwikkelen en zal leiden tot lagere kosten en minder verspilling.

Vanwege de onzekerheid in het beleid en van de ontwikkelingen in de elektriciteitsmarkt, is het lastig om een garantie te bieden over hoe de pieken en dalen er in 2030 uit zullen gaan zien. Op dit moment moeten wij voor het vooral doen van inschattingen van de benutting van het Valmeer, ons baseren op de situatie van 2017/2018. De scheiding van productie en transport leidt echter tot een suboptimale aanpak en verstoort ook de vrije markt van vraag en aanbod voor de consument. Daardoor blijven de productiekosten kunstmatig laag, maar stijgen vooral de overige kosten. De vraag is in hoeverre de overheid bereid zal zijn om de actiepunten van Energy Storage NL over te nemen. Ervan uit gaande dat de wetgeving de komende jaren zal worden aangepast om de negatieve effecten voor opslag weg te nemen, zal er, met de nodige reserves, in dit deelrapport ook een uitspraak gedaan worden van de mogelijke benutting van het Valmeer vanaf 2030, als de noodvermogen contracten worden afgebouwd.



3.3.2 Hoe verandert het speelveld tussen 2018 en 2030 voor het Valmeer?

De energiesituatie in 2030 ziet er waarschijnlijk heel anders uit dan in 2018. Ook dan wordt in de aanname het Valmeer toegevoegd aan de bestaande energiemarkt, die, naar verwachting dan minder belast wordt door beperkende wet- en regelgeving voor opslag en waarin de netbeheersing minder sterk beheerst hoeft te worden door subsidies en door de contractering van nood- en reservevermogens.

Voor 2030 zijn de exploitatieberekeningen nogmaals uitgevoerd. Wel zijn daarbij een aantal aannames gehanteerd, die weliswaar voorzichtig blijven, maar wel rekening houden met gunstiger omstandigheden voor opslag dan in 2018:

- Windstroomvermogen 15 GW i.p.v. 4 GW in 2018
- Zonnestroomvermogen 6 GW i.p.v. 2 GW in 2018
- Curtailment uit Nederlandse elektriciteitsopwekking > 5000 GWh/jaar
- Gasaansluiting is voor 2 miljoen woningen ontkoppeld

Over de bijbehorende prijzen zijn de volgende, voorzichtige, aannames gedaan:

- Dagelijkse prijsvariatie 25% inzet Valmeer, bij pieken en dalen: € 55/MWh en € 15/MWh, iets hogere prijspieken en - dalen worden verwacht in 2030.
- Naast de pieken en dalen ook een “standaard” “peak shaving” met geringere verschillen tussen dag- en nachttarieven voor 2000 uur/jaar: € 50/MWh en € 30/MWh, iets hogere tarieven dan in 2030.
- Windarme periodes: 20 van 24 of 12 uur = 480/240 uur/jaar, Opwekking/Verbruik optie 1: 480*(693-501) bij tarieven € 20/MWh en € 100/MWh. Vanwege de grotere afhankelijkheid van wind en zon in 2030, zal het aantal windstille periodes relatief toenemen ten opzichte van 2018. Vaker zal men moeten terugvallen op andere systemen in plaats van de conventionele, omdat die tegen die tijd voor een deel gesloten zullen zijn.
- Onbalansgebruik door Valmeer: zowel 200 GWh voor op- als afregelen, tarieven: € 50/MWh en - € 50/MWh, ongeveer dezelfde tarieven als in 2018, maar grotere hoeveelheden.
- Tarieven opbrengst Getijmeer: € 50/MWh

3.3.3 Opbrengst Valmeer en Getijmeer, anno 2030

Voorgaande aannames voor 2030 leveren een ander beeld op van de jaaropbrengsten van het Valmeer en het Getijmeer. Hierbij ervan uitgaande dat het Valmeer, anno 2018, deel uit zou maken van het elektriciteitsnetwerk. Separaat zal, met de nodige aannames, eenzelfde inschatting worden gedaan voor de situatie in 2030. Er zijn dus vier mogelijke inkomstenbronnen: pieken/dalen, windstille periodes, onbalans en dag- en nachtcycli. Dat leidt tot totale opbrengsten voor 2030, zoals in onderstaande tabel is aangegeven:

Valmeer/Getijmeer 2030	Verbruik/opwekking GWh/jaar	Opbrengsten € M/j
Pieken/dalen (€55/15)	1534-1108	37,9
Dag- en nachtcycli (€50/30)	2802-2024	17,1
Windstille periodes (€20-100)	336-243	17,5
Onbalans (€ 50)	200	10
Opbrengsten/j. Valmeer	4872-3575	82,5
Potentieel Valmeer	(6100-4400)	
Opbrengsten/j. Getijmeer	550	27,5
Getijmeer + Valmeer	4872-4125	110

Bij bovenstaande aannames voor 2030 zou het Valmeer + Getijmeer € 110 miljoen/j opleveren. De vollast benutting van het Valmeer wordt ca. 80%.



3.3.4 Totale mogelijke benutting en kapitaalswaarde Valmeer, anno 2030?

Met de eerder gedane aannames voor de situatie van 2030, vertegenwoordigen het Valmeer en het Getijmeer voor de elektriciteitsindustrie een kapitaalwaarde van € 2 miljard, zoals in onderstaande tabel is uitgewerkt:

Valmeer+ Getijmeer 2030	Kapitaalwaarde 2030
Aanlegkosten DELTA21 all-in	€ 3,7 miljard
Afschrijvingsperiode natte en civiele werken	100 jaar
Afschrijvingsperiode turbines/pompen	50 jaar
Operationele en onderhoudskosten	1,2% aanlegkosten
VV en EV, rentepercentages	90/10; 4%, 12%
Rente, afschr., onderh., operat. k. Valmeer	€ 160 miljoen
Opbrengsten Valmeer + Getijmeer	€ 110 miljoen
Kapitaalwaarde Valmeer + Getijmeer 2030	€ 1,8 miljard

3.3.5 Privaat, publiek of een publiek-privaat samenwerking?

Als totale investering is € 3,7 miljard aangehouden voor het gehele DELTA21 plan, waarin ook aan de lang gekoesterde wensen voor de waterveiligheid, de terugkeer van het zoute getij, het natuurherstel, de vismigratie, de zoetwatergarantie en de meerwaarde voor het leefklimaat wordt voldaan. De twee initiatiefnemers missen het kapitaal en de organisatie om DELTA21 tot realisatie te brengen. Waterveiligheid en Energie zijn primair een zaak van de overheden. Voor de exploitatie van de energie uit het Valmeer en het Getijmeer zou echter een private exploitant gevonden kunnen worden.

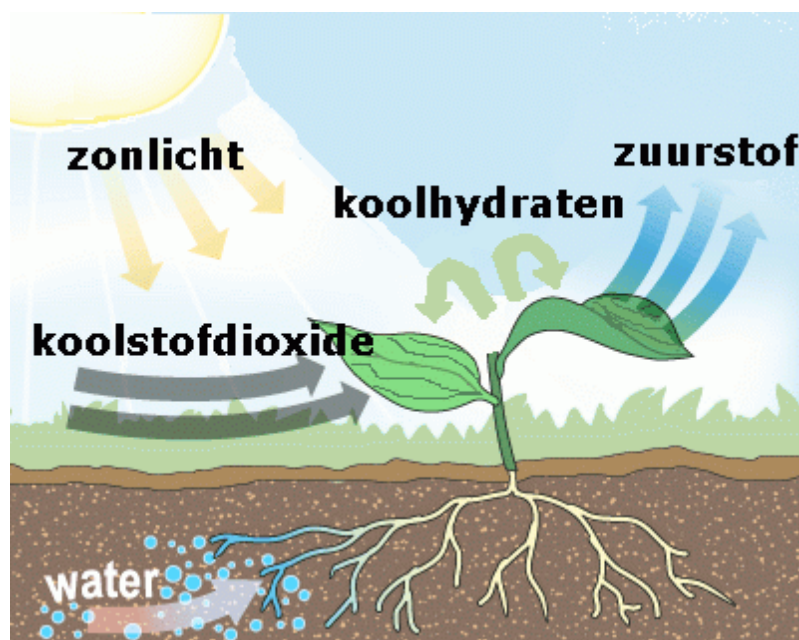
De financiering zou volledig privaat kunnen, mits er voor 30-40 jaar garanties kunnen worden verstrekt en het eigenaarschap na die periode goed is vastgelegd. Ook gemeente Rotterdam en het Rotterdams Havenbedrijf hebben grote belangen bij DELTA21 en hebben de kracht en de organisatie om DELTA21 te realiseren. Zonder een bereidheid van de twee meest relevante ministeries is realisatie van DELTA21 echter ondenkbaar. DELTA21 bevat alle elementen, die het geschikt maken voor een publiek-private aanpak.

De beproefde Publiek-Private opzet volgens een DBFMO-contact en een Consortium aanpak lijkt, op voorhand, voor een dergelijk groot project het meest geschikt. Zowel voor de uitvoerende partijen, de leveranciers als de exploiterende energiebedrijven zullen de werkzaamheden altijd via een aanbesteding gegund worden. Eerst moet echter de haalbaarheid verder onderbouwd worden en ook de belangen van de vergunningverleners en de andere stakeholders beter in kaart moeten worden gebracht. De ervaring leert dat projecten, die veel betekenen voor de ruimtelijke inpassing veel

voorbereidingstijd vergen, waaronder het besluitvormingsproces, het vergunningen- en aanbestedingstraject en de aanleg, totaal minimaal 10 jaar voordat DELTA21 begint te functioneren. Financiering en initiatief kan publiek, privaat of publiek-privaat. Vanwege de combinatie van overheids- en private belangen lijkt een publiek-private initiëring en financiering het meest logisch. Maar iemand moet het initiatief nemen, voorlopig zijn dat dat de 2 initiatiefnemers met steun van enkele bedrijven en publieke organisaties.

3.3.6 Directe en Indirecte kosten en baten DELTA21

Bij bovenstaande beschouwing is voor 2030 geen rekening gehouden met de waarde van Valmeer en Getijmeer voor de waterveiligheid, de besparing op dijkverhoging, de besparing op CO2 uitstoot, de baten van de terugkeer van de zoute biotoop en het natuurherstel, de vismigratie etc.



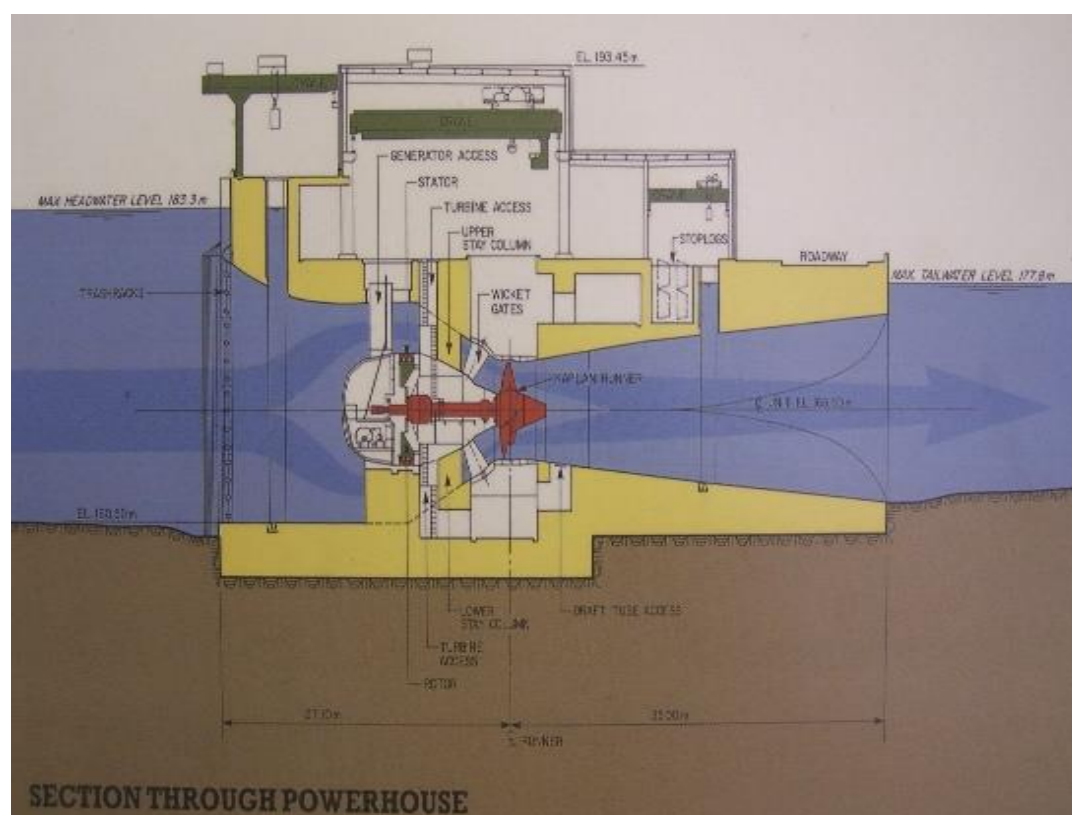
Met de elders uitgevoerde inschatting van de besparingen op dijkverhogingen tot 2100 werd een bedrag gevonden van € 6,3 miljard. Als de besparing als gevolg van een zeespiegelrijzing zou worden meegenomen, zou dit jaarbedrag nog meer dan verdubbelen. Als de CO2 vrijstelling zou worden afgeschaft of de CO2 zou worden belast, zouden ook die besparingen meegenomen mogen worden. Maar ook de baten van een Haringvliet met een zout getij, het herstel van de natuurwaarden en de terugkeer van de vismigratie zijn elders op € 1 miljard geschat. De toenemen van de leefbaarheid en de mogelijkheden voor toerisme en de zoetwatergarantie zijn dan nog niet meegerekend. Zo komt men op een opsomming van directe en indirecte baten van DELTA21:

Opbrengsten en besparingen DELTA21	€ M/jaar:	Kapitaalwaarde: € Miljard
Directe jaaropbrengst 2030	110	1,8
CO2 besparing 2030 4125*50*550	113	1,8
Besparing op dijkverhoging 2029-2100	390	6,3
Besparing bij zeespiegelrijzing (zie elders)	390	6,3
Terugkeer zoute biotoop en natuurherstel	30	0,5
Herstel Vismigratie	30	0,5
Zoetwatergarantie	p.m.	p.m.
Waarde toerisme en sportvisserij	p.m.	p.m.
Waarde aquacultuur	p.m.	p.m.
Versterkte waarde voor de leefbaarheid	p.m.	p.m.
Totaal	€ 1063 miljoen/j	17,2

Uit bovenstaande blijkt dat een zuiver private investering voor het integrale DELTA21 plan als energiebedrijf ook in 2030 niet lonend lijkt. Bij een totaalaanpak met overheidsparticipatie op zowel energie- als waterveiligheidsgebied, lijkt realisatie van DELTA21 zeer aantrekkelijk.

3.3.7 Kan Pentair de energiekentallen bevestigen?

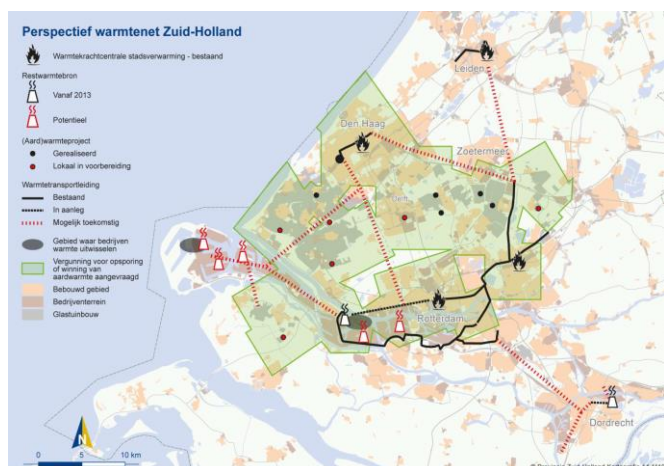
Pompen/Turbines Valmeer:	Kentallen:
Valmeer-volume	400.000 m3
Gemiddeld verval	14 m
Op- en neergaande waterschijf	17,5 m
Geïnstalleerd vermogen pompen/turbines	90 * 20 MW
Oppervlakte In- en Uitgang turbinebuis	9*6 =54 m2
Totale caissonlengte	3 * 187 m
Bouw en installatiekosten € 0,45 M/MW	€ 837 miljoen
Turbines Getijmeer:	Kentallen:
Oppervlakte totaal	120 km2
Getijverschil gemiddeld buitengaats	2,0 m
Oppervlakte In- en uitgang per turbine	130 m2
Totale lengte buis, breedte caisson	32 m
Totale caissonlengte	2 * 200 m
Doorsnede turbine	6 m
Geïnstalleerd vermogen pompen/turbines	40 * 1,5 MW
Bouw- en installatiekosten € 2 M/MW	€ 120 miljoen



3.4 Overige mogelijkheden voor energie met DELTA21 (3 vragen)

3.4.1 Welke kansen zijn er voor het opslaan van warmte nabij het Valmeer?

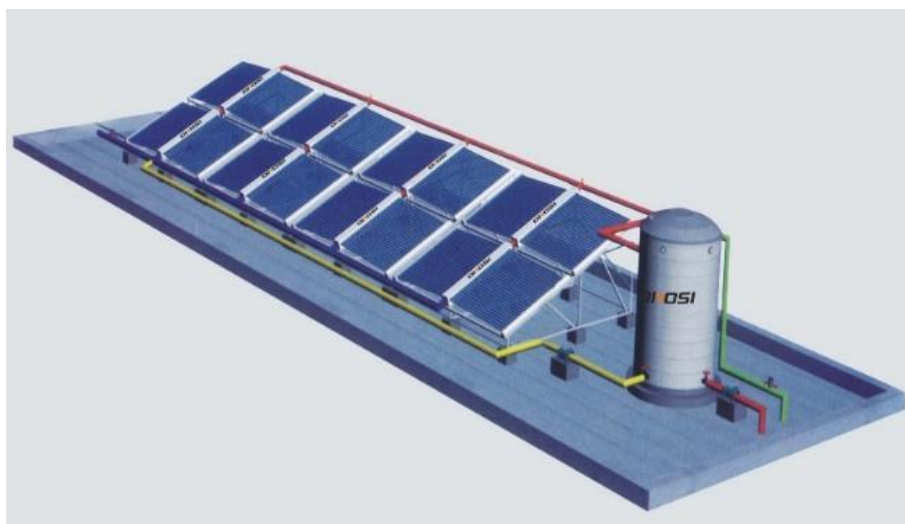
Een apart warmtebassin naast het Valmeer past goed in het totaalconcept. Gedurende 6 zomermaanden kan warmte worden opgeslagen, die in de 6 wintermaanden kan worden gebruikt voor verwarmingsdoeleinden.



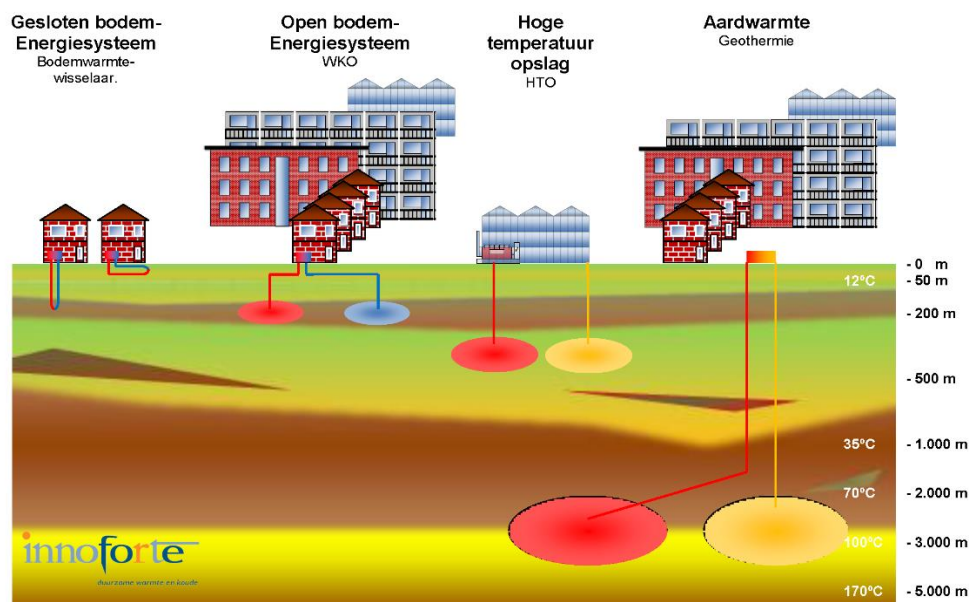
Restwarmte uit de industrie kan er worden opgeslagen, eventueel kan er een geothermie aan worden toegevoegd en ook overtollige windenergie, die niet direct in het Valmeer kan worden gebruikt worden omgezet in warmte (power to heat). Het warmtebassin moet vooral goed geïsoleerd worden aan het oppervlakte en het warmteverlies kan in de 6 maanden opslag beperkt worden tot ca. 10% van de opgeslagen warmte. Als er een bassin wordt gebouwd met een inhoud van 7,5 miljoen m³, kan bij een temperatuurverschil van 30 graden Celsius 225 GWh/jaar worden opgeslagen. De maximale temperatuur van het water is 90 graden C. waarbij uitgegaan is van een sandwich PU/eps constructie.



Als er op de bovenzijde van het bassin een drijvend dek gemaakt wordt met daarop zonnecollectoren, dan kunnen deze een jaarlijkse hoeveelheid energie opleveren van 90 GWh, voor het overige deel kan gebruik worden gemaakt van de restwarmte van energiecentrales in Rijnmond. Voor de opslag van de opgewekte warmte moet een bassin gegraven worden met daarin de benodigde isolatiematerialen. Op de bovenzijde van het bassin komt dan een drijvend dek met isolatiemateriaal dat eventueel sterk genoeg is om er zonnecollectoren op te plaatsen.



De onderzijde van de tank wordt niet geïsoleerd. Dit zou een totale investering aan het maken van het bassin, het isolatiemateriaal en de zonnecollectoren vergen van ca. € 400 miljoen. Met dit bassin zou gedurende de winterperiode ruim 1 miljoen huishoudens van warmte kunnen worden voorzien.



3.4.2. Welke kansen zijn er voor een zonnepark binnen DELTA21?

Een deel van de duinen, het Valmeer, het getijmeer en het Haringvliet kunnen bedekt worden met vaste en drijvende zonnepanelen.

Uit proeven in de nabijgelegen Slufter is gebleken dat een drijvend zonnepark technisch en financieel aantrekkelijk lijkt. Aan de binnenzijde van het Valmeer is beneden NAP + 5 m op het altijd droog blijvende deel en een taludhelling van maximaal 1: 15 een oppervlak beschikbaar van ruim 300 ha en het wateroppervlak varieert van 1200-2000 ha. Voorlopig is aangenomen dat 200 ha (2 km²) droog terrein en 400 ha (4 km²) van het Valmeer kan worden ingericht als drijvend zonnepark. Het geïnstalleerd vermogen heeft dan een omvang van ca. 0,9 GWp, waarmee per jaar ca. 0,75 TWh aan elektriciteit kan worden opgewekt. De aanlegkosten voor het zonnepark bedragen ca. € 1,2 miljard. Een dergelijk park kan ca. 0,2 miljoen huishoudens van elektriciteit voorzien.



3.4.3 Welke kansen zijn er voor de opwekking van windenergie binnen DELTA21?

Het gebied in het rond het Valmeer, met name aan de zeezijde is uitermate geschikt voor de opwekking van windenergie. Het windaanbod is gunstig, de waterdiepte is gering en de aanwezigheid van infrastructuur voor het verder transporteren van elektriciteit naar Rijnmond zijn bijzonder gunstig. Ontwikkelaars van windmolenparken zien in dit gebied mogelijkheden voor het ontwikkelen van een windpark met een totaal vermogen van 1-3 GW. Deze optie is niet verder uitgewerkt.



Vragen van potentiële investeerders over Zout en Zoet water

Het zoute getij terug in het Haringvliet en een versterking van de zoetwater garantie zijn twee belangrijke nevendoelen en randvoorwaarden voor DELTA21. Met het zoute getij weer terug in het Haringvliet kan de zoute en brakke biotoop zich weer herstellen naar de situatie van voor de Deltawerken. De natuur en de vismigratie zullen zich herstellen en de omstandigheden voor flora en fauna zullen snel verbeteren met een permanent open Haringvliet. Dat kan alléén als ook de zoetwateraanvoer beter wordt gegarandeerd dan met het Kierbesluit.

	blz.
4. Zout en Zoet water (19 vragen)	115
4.1 Haringvliet tot en met het kierbesluit (7 vragen)	115
4.1.1 Wat zijn de belangrijkste kenmerken van het Haringvliet?	115
4.1.2 Wat zijn de waterstanden en de zoutgehaltes in het Haringvliet?	116
4.1.3 Wat betekent het “kierbesluit” voor het Haringvliet?	117
4.1.4 Wat zijn de verwachtingen van het “kierbesluit”?	118
4.1.5 Is het kierbesluit voldoende voor het herstel van de zoute biotoop?	119
4.1.6 Hoe wordt de saliniteit na realisatie van het kierbesluit?	120
4.1.7 Wat is de invloed van het kierbesluit op de zoetwatervoorziening?	121
4.2 Met DELTA21 het zoute getij terug in het Haringvliet (6 vragen)	122
4.2.1 Waarom is de terugkeer van het zoute getij zo belangrijk?	122
4.2.2 Wat is het effect van DELTA21 op de water- en weidevogels in het Haringvliet?	122
4.2.3 Wat zijn de eisen aan de zoetwater garantie?	124
4.2.4 Hoe verloopt de beheersing van de rivierafvoer?	124
4.2.5 Hoe wordt zout en zoet in het Haringvliet gescheiden en vermengd?	124
4.2.6 Hoe zout wordt het in westelijk deel van het Haringvliet en het Getijmeer?	125
4.3 Zoet watergarantie via het Haringvliet (6 vragen)	126
4.3.1 Wie is verantwoordelijk voor de zoetwatervoorziening?	126
4.3.2 Wat is de rol van de Rijn en de Maas voor de zoetwatervoorziening?	127
4.3.3 Hoe wordt de zoetwatergarantie met DELTA21 voldoende geborgd?	127
4.3.4 Wat is de bestemming van het zoete water uit het Haringvliet?	128
4.3.5 Waar liggen de zoetwater inlaatpunten in het Haringvliet?	129
4.3.6 Biedt DELTA21 ook een zoetwatergarantie bij droogte?	130

4 Zout en Zoet water (18 vragen)

4.1 Haringvliet tot en met het kierbesluit (7 vragen)

4.1.1 Wat zijn de belangrijkste kenmerken van het Haringvliet?

Vóór de bouw van de Haringvlietsluizen was het Haringvliet de hoofdafvoer van het Rijn- en Maaswater en bepaalde het getij en de waterstanden. De waterkering is gebouwd tussen 1956 en 1970 en verbindt Goeree-Overflakkee met Voorne-Putten. Het dichten van het 4,5 km lange gat tussen Goeree-Overflakkee en Voorne-Putten was destijds een complexe operatie.

Na de realisatie van de Deltawerken wordt via de Haringvlietsluizen het waterpeil in het benedenstroomse gebied van Rijn en Maas geregeld en worden daarom wel de kraan van Europa genoemd. De Haringvlietdam met de sluizen vormen een belangrijk element in de Deltawerken. De dam beschermt het achterland tegen hoogwater van de zee en voorkomt dat het zoute water dit estuarium binnendringt. Het Haringvliet is ook heel belangrijk voor de drinkwater- en de industriewatervoorziening, maar ook voor de voorziening van zoet water voor land- en tuinbouw, tot en met in het Westland.

Het “kierbesluit” zal vanaf medio 2018 het zoute water weer af en toe op het Haringvliet binnen laten, mits het de zoetwateraanvoer niet in gevaar brengt.



Het sluizencomplex is ca. 1 km lang, heeft 17 spuiopeningen, elk 56,5 m breed, met 34 schuiven en er is een aparte sluis voor de scheepvaart: de Goerese sluis. De keuze om de kering anno 2018 te openen of te sluiten hangt samen met de hoeveelheid water die bij Lobith (Rijn) en Borgharen (Maas) het land binnenkomt. Na ingebruikname van de Haringvlietsluizen zijn de verschillen tussen hoog water (HW) en laag water (LW) in het Haringvliet aanzienlijk kleiner geworden, omdat de doordringing van het getij nu via de Nieuwe-Waterweg en de Oude Maas loopt en het getijverschil uitdempt.

Bij afvoeren van de Rijn tot ca. 1100 m³/s (ca. 50% van de tijd) staan de Haringvlietsluizen anno 2018 dicht, bij hogere afvoeren wordt steeds meer water afgevoerd, totdat de sluizen bij een Rijnaflow van ca 9.000 m³/s helemaal open staan, bij een afvoersnelheid ca. 1,5 m/s bij de sluizen (doorsnede 6.000 m²). Normaal stroomt het meeste Rijnwater via de Nieuwe-Waterweg zeewaarts. Bij Rijnaflow van ca. 4.000 m³/s en een open Maeslandkering voert het Haringvliet ca. 2/3 deel van de Rijnwater af naar zee. Gemiddeld is de afvoer via het Haringvliet 500 m³/s gedurende het eerste half jaar en vrijwel nihil gedurende de tweede helft.

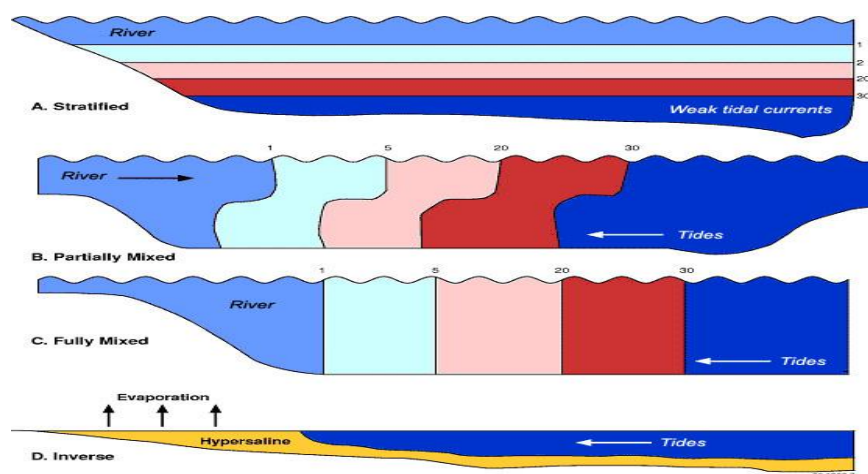
4.1.2 Wat zijn de waterstanden en de zoutgehaltes in het Haringvliet?

De waterstanden aan de zeezijde van de Haringvlietsluizen worden bepaald door het getij. Tijdens zware NW stormen is er sprake van “wind set-up”, een opstuwing van het waterniveau. Per maand is het ongeveer 2 maal springtij en tweemaal dood tijd en in de overige periode varieert het tussen onderstaande waarden:

Locatie: Haringvlietsluizen, buiten	HW	LW
Springtij	LAT + 2,6; NAP + 1,5	LAT + 0,3; NAP - 0,8
Doodtij	LAT + 2,1; NAP + 1	LAT + 0,4; NAP - 0,7
Gemiddeld tij	LAT + 2,35; NAP + 1,25	LAT + 0,35; NAP - 0,75



Gemiddeld is de waterstand aan de Haringvlietzijde ca. NAP + 0,55 m en de totale getijslag op het Haringvliet is nu ca. 0,30 m. Eenmaal per 10 jaar wordt in het Haringvliet de HW-grens van NAP + 1,9 m en de LW-grens van NAP -0,5 m resp. over- en onderschreden. De hoogst gemeten waterstand in het afgesloten Haringvliet was ter hoogte van Middelharnis en Willemstad tijdens een extreem hoge Maasafvoer resp. NAP + 2,04 m en NAP + 2,12 m terwijl de laagst gemeten waterstand resp. NAP – 0,51 m en NAP – 0,44 m waren.



Hoewel nog veel zout zeewater via de Nieuwe-Waterweg en het Hartelkanaal het benedenstroomse gebied binnen dringt, komt in het Haringvliet slechts heel sporadisch, bij lage rivierafvoer gecombineerd met een storm op zee, nog verzilting op. Normaal heeft het Haringvliet hetzelfde zoutgehalte als de Rijn, dat tegenwoordig tussen 50 en 100 mg Cl/l varieert. Slechts eenmaal, tijdens

een Rijnafvoer van 1100 m³/s, en een verhoogde waterstand op zee, bedroeg het zoutgehalte bij Moerdijk enkele honderden mg Cl/l. Deze zoutdoordringing in het Haringvliet werd toen vooral veroorzaakt door de verhoogde waterstand bij Hoek van Holland. Het duurde ca. 3 maanden voordat het zout weer naar buiten was gespuid.

De gemiddelde bodemdiepte van het Haringvliet ligt op ca. NAP – 8,0 m, maar er zijn nog wel diepere geulen tot NAP - 10 m, voor Middelharnis zelfs een diepe put tot NAP -39 m, terwijl het midden van het Haringvliet ondiep is (zandplaat ‘Slijkplaat’). De sedimentatie van de diepe geulen bedraagt in het westelijk deel ca. 0,2 m per decennium.

4.1.3 Wat betekent het “kierbesluit” voor het Haringvliet?

Met de Deltawerken verdwenen veel soorten vogels, die foerageerden op de intergetijdse slikken, maar ook vissen, die via het Haringvliet naar de Rijn migreerden en omgekeerd. Maar ook bijv. de oevers van de Korendijkse slikken, een buitendijks natuurgebied van ruim 400 hectare in de Hoeksche Waard, zijn door het wegvallen van de getijdenwerking, steil geworden. Ook werd het gebied droger en zoeter waardoor riet en biezengras verdwenen en plaats maakten voor bomen, struikgewas en manshogeruigtekruiden.

De vogelbevolking veranderde mee. Moerasvogels kwamen, ganzen en eenden bleven, maar van de steltlopers bleven alléén de weidevogels en ook de meeste kustvogels zijn verdwenen.

Met het kierbesluit wordt weer een eerste belangrijke stap gezet om de monding van de Rijn en de Maas in ere te herstellen. Het decennialang afgesloten Haringvliet zal door de kier een begin kunnen maken met het herstel van de dynamische deltanatuur, die vrijwel uit Nederland is verdwenen. Door dit “kierbesluit” kunnen meer trekvisserij als zalm en zeeforel, door de open Haringvlietssluisen de riviermonding beter vinden om stroomopwaarts hun eitjes af te zetten. In de kilometers vóór de sluisen keert na de opening de overgangsdynamiek terug van zoet rivierwater en de zoute zee.

Buitendijkse polders veranderen hier en daar weer in brakke slikken en schorren waar weer opnieuw rietvelden kunnen ontstaan. De verharde oevers maken plaats voor meer natuur met vogeleilanden en stroomgeulen en zo kunnen een deel van de oorspronkelijke planten terugkeren waarin ook trekvisserij en moeras- en watervogels hun plek vinden. Vóór de kust kunnen de schelpdierbanken zich herstellen om te fungeren als kraamkamer voor vissen die mogelijk weer haaien, roggen en dolfijnen aantrekken.



Vanaf 2018 staan de Haringvlietssluisen dus vaker op een kier en stroomt er voor het eerst in 47 jaar weer zout water van zee naar het Haringvliet. Dit volgde uit een gelegenheidscoalitie van Wereld Natuur Fonds, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Ark Natuurontwikkeling, Vogelbescherming Nederland en Sportvisserij Nederland. De aanleg van de Haringvlietdam had destijds grote gevolgen voor de migrerende vissen in het overgangsgebied, waarin zee en rivier geleidelijk samenkwamen, veranderde in 1970 opeens in een harde scheiding tussen zoet en zout water. Veel minder trekvisserij als de zalm en de forel passeerden nog de sluisen en planten en dieren, die in dit gebied leefden,

verdwenen. Door de sluizen vaker op een kier te zetten, kunnen de trekvisser de Haringvlietsluizen beter passeren. Rijkswaterstaat voert deze maatregelen, vastgelegd in het Kierbesluit, stapsgewijs en gecontroleerd in. Door de sluizen af en toe op een kier te zetten, verandert het getijverschil niet noemenswaardig. De Haringvlietsluizen gaan vaker, vooral tijdens LW op een kier en achter de dam wordt het water zouter en neemt de getijslag enigszins toe.

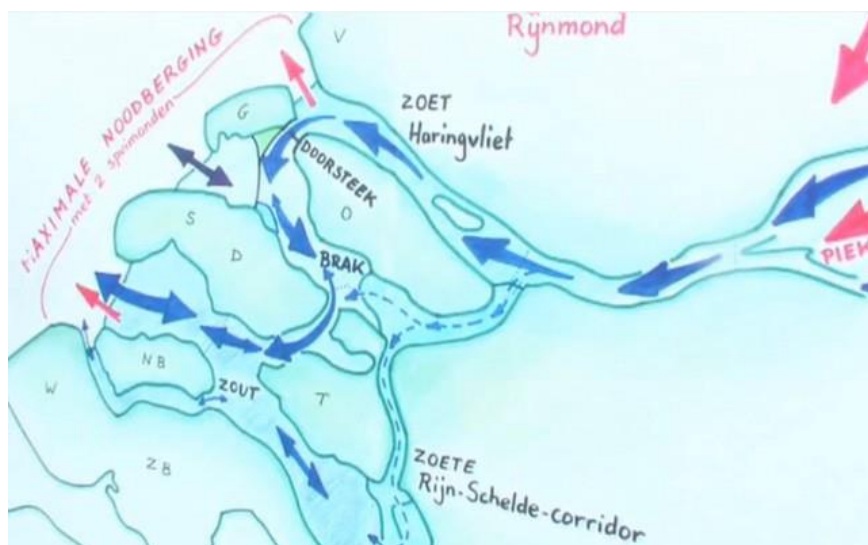
4.1.4 Wat zijn de verwachtingen van het “kierbesluit”?

Zeker vanuit de natuurliefhebbers is er vol verwachting op deze eerste stap in de goede richting gereageerd. Door de kieropening wordt op een aantal plaatsen in het Haringvliet een brakwater biotoop gevormd.



Elders zijn daar positieve resultaten gemeld zien (o.a. Västervik in Zweden, Rügen in Noord-Duitsland, Stege Bugt, Denemarken). Als bijv. de spiering en haring weer het Haringvliet op zouden zwemmen, zullen ook de snoekbaarsen en snoeken toenemen, maar ook de forellen en zalmen, wellicht de steur?

Adviesgroep Borm & Huijgens, echter ziet het kierbesluit als een doekje voor het bloeden en verwacht dat het Haringvliet stilstaand water is en blijft. Dat standpunt klinkt niet onlogisch. Er zijn redenen genoeg om nu alvast verder te denken dan aan een kier, die, bij LW en slechts af en toe, open gaat.



Voor genoemd bureau presenteerde eerder een alternatief plan in, met een doorsteek tussen het Haringvliet en Grevelingenmeer, de sportvissers steunen het plan. Ook dat plan is niet tot uitvoering

gekomen. DELTA21 borduurt voort op de doelen van het “kierbesluit”, maar kiest ervoor om in het westelijk deel van het Haringvliet het getij weer helemaal toe te laten. Daarmee hoopt zij het transitieproces aanzienlijk te versnellen.

4.1.5 Is het kierbesluit voldoende voor het herstel van de zoute biotoop?

Met de aanleg van de Haringvlietdam, was weliswaar de zoetwatervoorziening goed geregeld. Gelijktijdig waren er ook veel negatieve gevolgen voor de ecologie, de flora, fauna en de morfologie. Niet alleen de natuur zal van de kieropening profiteren, maar ook de sportvisserij en de recreatiesector. Met de Haringvlietsluizen op een kier, zal echter de terugkeer van de visserij aan weerskanten van de Haringvlietdam beheerst moeten blijven.



Begin deze eeuw lag er een groter plan klaar: project 'Deltanatuur'. Dat was bedoeld als compensatie voor negatieve ontwikkelingen in de Waddenzee. De overheid had voor dat doel onder andere 500 hectare landbouwgrond in de Zuiderdieppolders voor natuurontwikkeling, aangekocht. Project Deltanatuur sneuvelde toen het Rijk het natuurbeleid afstootte naar de provincies. Na de decentralisatie kreeg provincie Zuid-Holland het beheer over de poldergrond. Vooruitlopend op het openen van de Haringvlietsluizen in 2018 hebben zes organisaties op de grens van rivier en zee wel een ander natuurgebied van 500 hectare ontwikkeld, waarin hopelijk uiteindelijk witsnuitdolfijnen zullen rondzwemmen. Dit reservaat net ten zuiden van Rotterdam moet ook een toeristische trekpleister worden. Eveneens is in 2012 het 'Gebiedsproces Noordrand Goeree' gestart, waardoor van de 500 hectare overheidsgrond 70 hectare een natuurbestemming kreeg en 430 hectare terugging naar de agrarische sector.



De 70 hectare nieuw in te richten natuur, bekend als 'Blok de Wit', grenst aan het Zuiderdiep en het ten noorden daarvan gelegen natuurgebied Scheelhoek, een voormalige zandplaat in het Haringvliet. Blok de Wit, Zuiderdiep en Scheelhoek vormen straks een natuurlijk geheel, waarin gevaren, gefietst, gewandeld en gestruind kan worden, ook geniet het de wettelijke bescherming als Natura 2000-gebied.

Vanaf 2018 zal ook via de spuisluis van het Zuiderdiep bij de visafslag van Goeree, het water van het Zuiderdiep kunnen verbrakken, tot aan het einde van de Scheelhoek. Daardoor ontstaat een bescheiden intergetijde-natuur in Blok de Wit en de Scheelhoek, waardoor het visvriendelijker wordt met dynamische overgangen van zout naar zoet. Met het kierbesluit verbetert de natuursituatie zeker, maar komt het zout-brakke milieu van vóór 1971 nog niet meteen terug. Daarom wordt het kierbesluit als een eerste stap gezien op weg naar een verder herstel van de natuurlijke situatie in het Haringvliet.

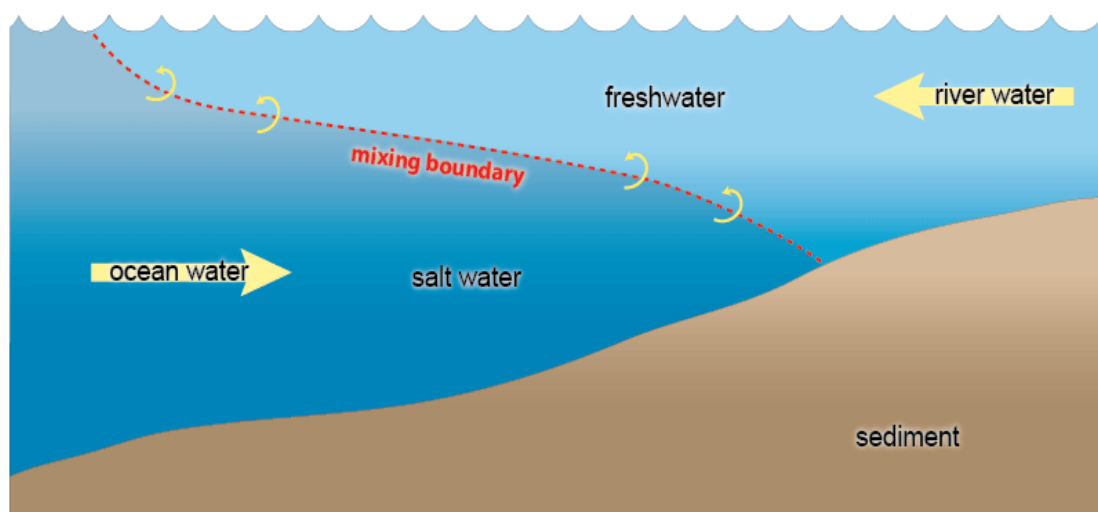
4.1.6 Hoe wordt de saliniteit na realisatie van het kierbesluit?

De saliniteit van zeewater is gemiddeld 35 (35‰, oftewel 35 gr/kg water), overeenkomend met een chloride gehalte van ca. 19 gr/liter water. Dicht langs de Nederlandse kust varieert de saliniteit, afhankelijk van de rivierafvoeren, tussen ca. 28 en 32. Tot ca. 50 km uit de kust is de invloed van het zoete water goed nog te meten. Het Rijnwater heeft een Chloridegehalte van < 0,1 gr/l. De saliniteit van het zeewater buitengaats van het Haringvliet is dus ca. 200 maal zouter dan het Nederlandse rivierwater.

Brak water heeft, in theorie, een saliniteit van (0,3 -1) gr/kg water en ligt dus aanzienlijk dicht bij zoet dan bij zout water. Bij migrerende vissoorten treden, bij de overgang naar een ander zoutgehalte, fysiologische veranderingen op om het vislichaam en stofwisseling geschikt te maken voor water met een ander zoutgehalte. Vanwege de zout-zoet stratificatie zal in het Haringvliet het zoete water vrij lang aan het oppervlakte blijven. Bij een zwakke getijdenstroming vermengen de waterlagen zich niet goed.

Het ontstaan van een brakwater biotoop zou daarmee wel eens een utopie kunnen zijn. Omdat zout water zwaarder is dan zoet water, zou er zich een hardnekkige zeer stabiele zoutwatertong kunnen uitstrekken over de bodem van het Haringvliet. Voor de migrerende vissen is dat niet erg ongunstig, maar voor de flora zou meer vermenging van zout en zoet water het transitieproces naar een zoute of brakke biotoop versterken en versnellen.

Freshwater and salt water mix in estuaries



Sommige vissoorten maken deze omschakeling snel, maar voor alle vissoorten kan deze aanpassing het best plaatsvinden in een gebied met een geleidelijke overgang van zoet naar zout. Zo kan de vis nog een plek zoeken, die het meest overeenkomt met de mate van aanpassing die al heeft

plaatsgevonden. Meestal is er sprake van een geleidelijk proces, dat enige tijd (tot ca. een maand) in beslag kan nemen.

4.1.7 Wat is de invloed van het kierbesluit op de zoetwatervoorziening?

Het Haringvliet vormt een belangrijke bron van zoetwater voor de Zuid-Hollandse eilanden, het Rotterdams havengebied en het Westland. Het Brielse Meer is sinds 1951 een belangrijk groot zoetwaterbekken en recreatiegebied voor Rijnmond en omgeving. Het staat via sluizen bij Spijkenisse in verbinding met de Oude Maas en via de Bernisse wordt zoet water uit het Spui ingelaten. Nu wordt via de vispassages in de Haringvlietdam met minimaal 8 m³/s zoetwateraanvoer gerekend en vanuit het Spui wordt via de inlaatsluis in de Bernisse ca. 23 m³/s zoet water ingelaten. Totaal wordt er van een behoefte, ook tijdens droge periodes, van ca. 40 m³/s zoet water vanuit de rivieren uitgegaan voor alle gebieden, die via het Haringvliet zoet water krijgen aangevoerd.

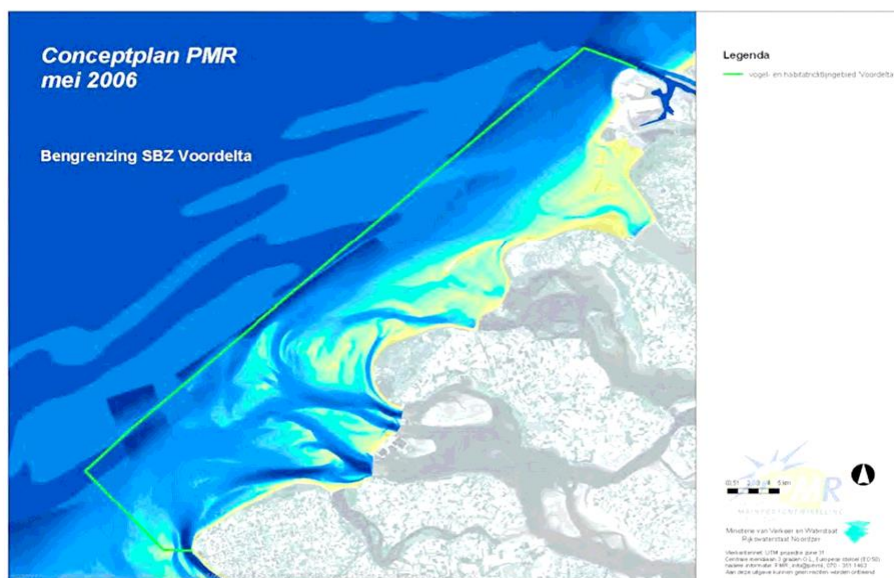
Als gevolg van het kierbesluit, willen het Havenbedrijf en de Waterschappen een tweede zoetwaterinlaatpunt bij Spijkenisse ontwikkelen om de leveringszekerheid van zoet water beter te kunnen blijven garanderen. Het kierbesluit was ook de reden voor Evides om het innamepunt bij Scheelhoek (Stellendam) landinwaarts te verplaatsen en was het nodig om het inlaatpunt voor Goeree in oostelijke richting te verplaatsen tot voorbij Middelharnis. Het frequenter openzetten van de Haringvlietssluisen, na het instellen van het kierbesluit, is voor de drinkwatervoorziening niet zonder risico, omdat het westelijk deel van het Haringvliet gaat verzilten. Er is weliswaar een harde zout-zoet grens ten westen van het Spui afgesproken, maar de beheersing ervan zal door stratificatie lastig blijken te zijn.



4.2 Met DELTA21 het zoute getij terug in het Haringvliet (6 vragen)

4.2.1 Waarom is de volledige terugkeer van het zoute getij zo belangrijk?

Vóór de uitvoering de Deltawerken was het Haringvliet het belangrijkste ecologisch rijke estuarium, waar het zoute getij vrije toegang had en het grootste deel van het Rijn- en Maaswater afvoerde naar zee. Via het Haringvliet zwommen tientallen soorten vis de Rijn en de Maas op om te gaan paaien in de beekjes stroomopwaarts, om daarna weer zeewaarts via dezelfde weg terug te keren.



Ook de slikken liepen onder water en zowel de flora als de fauna was zeer gevarieerd en rijk. Het Haringvliet was een ecologisch aantrekkelijk en veelzijdig gebied voor vissen, vogels en planten. De Deltawerken hebben de meeste estuaria, waaronder het Haringvliet afgesloten en de Nieuwe-Waterweg tot de hoofdafvoer voor het Rijn- en Maaswater gemaakt. Het Haringvliet is tot 2018 zoet geworden en gedurende 50% van het jaar, zonder afvoer naar zee. Door afsluiting is de vismigratie praktisch verdwenen, ondanks tientallen miljoenen Euro's aan investeringen in vispassages langs de hele Rijn en zelfs in de Haringvlietluizen.

Het praktisch stilstaande zoete water in het Haringvliet heeft de biodiversiteit bovendien enorm doen afnemen. Het zoute getij moet de zoute biotoop weer terugbrengen en de vismigratie tussen Rijn en Noordzee weer herstellen. Met het kierbesluit wordt een eerste belangrijke stap gezet om de monding van de Rijn en de Maas weer in ere te herstellen. Het decennialang afgesloten Haringvliet zal door de kier een begin kunnen maken met het herstel van de dynamische deltanatuur, die vrijwel uit Nederland is verdwenen. DELTA21 biedt echter de kans om het Haringvliet ook helemaal open te zetten, zodat de oorspronkelijke ecologische situatie weer direct terug kan keren, het is lang gekoesterde wens van alle natuurliefhebbers.

In DELTA21 is een Brakwatergebied voorzien, dat dient als een uitgebreide vispassage met een aanbod van water met een wisselend zoutgehalte, van zoet en brak tot zout water. De volledige terugkeer van het zoute getij doorbreekt de barrière die met de aanleg van de Haringvlietdam is ontstaan. De vispassages langs de rivieren worden pas effectief als de kering naar zee permanent weer opengaat en niet af en toe op een "kier" komt te staan.

4.2.2 Wat is het effect van DELTA21 op de water- en weidevogels in het Haringvliet?

Met DELTA21 en het zoute getij zal ook de flora in het Haringvliet sneller en effectiever veranderen dan als gevolg van het kierbesluit. Het hele ecosysteem zal zich aanpassen, er zal snel weer riet gaan groeien op de flauwe oevers, er komen meer visjes en insecten en daarmee meer voedsel voor vogels.

De buitendijkse polders zullen veranderen in brakke slikken en schorren en daar zullen opnieuw rietvelden ontstaan. Langs de oevers komt ruimte voor natuur met vogeleilanden en stroomgeulen, waarin trekvis en moeras- en watervogels hun plek zullen vinden. Veel van de oorspronkelijke planten zullen terugkeren, als eerste komen de, van oorsprong brakke, riet- en biezen en slikken weer terug. Ook zal er natuurontwikkeling komen op de Slijkplaat en de eilanden bij de Scheelhoek.



Ook vóór de kust kunnen de schelpdierbanken zich herstellen om te fungeren als kraamkamer voor vissen die weer haaien, roggen en dolfijnen aantrekken. Vogels als de kluut, bontbekplevier, strandplevier, visdief, dwergstern, bruine kiekendief, zwartkopmeeuw, grote stern, blauwborst en rietzanger zullen in aantal toenemen, mede door de sterke toename van broedhabitat. Het Haringvliet zal weer vol jonge Atlantische haring zitten, de op zee geboren jonge haringlarfjes trekken weer naar de Haringvlietdelta, waarna ze, eenmaal volwassen, weer het ruime sop kiezen om er paaien.

In totaal zijn er 24 soorten watervogels aangewezen als kwalificerende Natura 2000 soort voor het gebied Haringvliet. Uit onderzoek blijkt dat soorten die afhankelijk zijn van ondiepe wateren, slijkige oevers, waterplanten en pioniervegetatie, zoals de lepelaar, bergeend, kraakeend, wintertaling, pijlstaart en slobeend het daar ook goed doen.

Soorten die afhankelijk zijn van grasland zijn erg afhankelijk van de gebieden als Scheelhoek, Beninger Slikken en Korendijkse Slikken. De populatie van deze vogels, zoals kolgans, smient, goudplevier, kievit, brandgans en grauwe gans staan, als gevolg van de voortschrijdende vegetatiesuccessie in deze gebieden, flink onder druk.

Bij de terugkeer van het getij, zoals voorzien in DELTA21, zal het oppervlak aan slikken en tijdelijk ondiepte wateren toenemen. Dat zal leiden tot meer variatie en aanbod van voedsel en een gunstig effect hebben op zowel de watervogels als de weidevogels. Onder het huidige (2018) spuiprogramma van het Haringvliet is er sprake van een harde overgang van zoet naar zout water en omgekeerd bij de Haringvlietdam. De afgelopen jaren is gewerkt aan de mogelijkheid om de Haringvlietssluis af en toe en proefsgewijs op een kier te zetten en weer zout water toe te laten.

Bij de opening van de Haringvlietssluis zal een meer geleidelijke overgang tussen rivier- en zeewater plaatsvinden. De opening van de kier in de Haringvlietssluis zal zeker leiden tot toenemende mogelijkheden voor weide- en watervogels, maar ook voor de vismigratie vanuit de Voordelta naar het Haringvliet (en daarmee het Rijn- en Maasstroomgebied). Met DELTA21 zal deze gunstige natuurontwikkeling versneld en versterkt worden.

4.2.3 Wat zijn de eisen aan de zoetwater garantie?

Voor DELTA21 gelden de volgende ontwerpcriteria:

- De huidige zoet water afvoerverdeling tussen Nieuwe-Waterweg en Haringvliet moet ongeveer gelijk blijven. Bij hoge rivierafvoeren moet het Haringvliet de hoofdrol weer krijgen.
- Via het Haringvliet moet altijd ca. 70 m³/s zoet water worden afgevoerd, waarvan de garantie van 30 m³/s voor de zoetwatervoorziening en, zo mogelijk, > 40 m³/s voor de vismigratie.
- Zout water mag het oostelijk deel van het Haringvliet niet bereiken.
- Bij extreme rivierafvoeren, zal via het Haringvliet tot 10.000 m³/s afgevoerd moeten kunnen worden naar zee.

4.2.4 Hoe verloopt de beheersing van de rivierafvoer?

Met DELTA21 zal, bij gemiddelde rivierafvoeren, de afvoerverdeling via de Nieuwe-Waterweg en het Haringvliet niet veel anders verlopen, dan in de huidige situatie. Bij het ontwerpcriterium van NAP + 2,5 m als maximaal streefpeil bij Dordrecht zullen het Getijmeer en het Valmeer gebruikt worden om het peil te beheersen. In het Haringvliet moeten dat de schuiven in de keringen (bij Brakwatergebied en Tiengemeten) opgezet worden, zodat het rivierwater via het Haringvliet wordt afgevoerd. Bij zeer extreme situaties moet via het Haringvliet wel tot 10.000 m³/s rivierwater afgevoerd kunnen worden naar het Valmeer. Het peil in het Getijmeer zal dan zo laag mogelijk worden gehouden (zo mogelijk beneden NAP)

4.2.5 Hoe wordt zout en zoet in het Haringvliet gescheiden en vermengd?

Aan de Noordzijde van Tiengemeten worden zout en zoet door een dam gescheiden. Twee gebieden onderscheiden, een westelijk zout deel en een oostelijk zoet deel. Door de bovenzijde van de overlaat op deze kering op een niveau van NAP + 1,6 m te houden kan er geen zout water naar het oostelijk deel stromen, wel zoet water via de overloop naar zee. Tijdens zeer hoge rivierafvoeren (> ca. 8.000 m³/s), zal de overlaat in deze dam omlaag worden gebracht, zodat tot eventueel 5.000 m³/s rivierwater afgevoerd kan worden naar zee.

Ten zuiden van Tiengemeten worden drie gebieden onderscheiden, een westelijk zout deel, een oostelijk zoet deel en een Brakwatergebied daartussen. Binnen elk van die bassins geldt een ontwerppeil, dat onder normale omstandigheden mag variëren tussen twee niveaus:

Haringvliet					
Westelijk deel		Brakwatergebied		Oostelijk deel	Hollandsch Diep
Getijmeer					
	NAP + 1,6 m		NAP + 0,6 m	NAP + 0,4 m - NAP + 0,7 m	
	NAP - 0,65 m - NAP + 1,15 m (maximaal NAP + 1,5 m)	NAP - 0,2 m - NAP + 0,5 m		(maximaal NAP + 2,3 m)	
	NAP - 3 m	Zoet waterlaag		Zoet water	
	Zout Water	Zout Waterlaag			

Zout water mag nooit in het oostelijk deel van het Haringvliet terecht komen en bij hogere rivierafvoeren moet meer rivierwater, primair via deze zuidelijke route, afgevoerd worden naar zee. In het Brakwatergebied wordt zoet water aan de oostzijde aan het oppervlak via een regelbare overlaat ingelaten, met een minimale toestroom van 40 m³/s zoet water. Aan de westzijde vindt, via een schuifopening op een diepte van ca. NAP - 3,0 m, een uitwisseling plaats tussen het Brakwatergebied en het westelijk deel van het Haringvliet. De regeling zorgt automatisch voor een niveauverschil in het Brakwatergebied, dat varieert van ca. NAP - 0,2 m en NAP + 0,5 m. Wel blijft de horizontale zout-zoet stratificatie in het Brakwatergebied gehandhaafd en zal grenslaag beperkt zijn. Voor de vissen is dat in het in deze grote vispassage geen probleem, zij kunnen zelf de waterdiepte en het bijbehorende

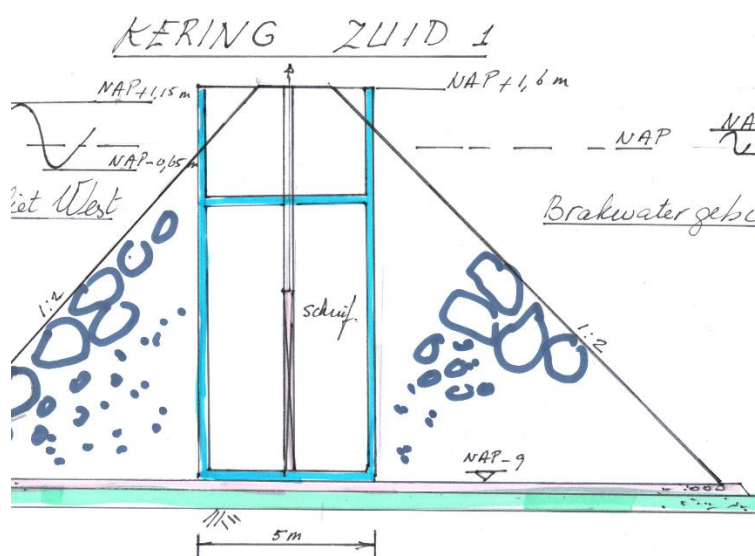
zoutgehalte kiezen. Zo kunnen zij zich langzaam aanpassen aan het andere zoutgehalte, voordat ze het Brakwatergebied weer verlaten.

Om de zoete lokstroom in stand te houden, wordt minimaal 40 m³/s zoet water in het Brakwatergebied aan het oppervlak toegelaten, via een regelbare overlaat in de oostelijke dam. Bij een gemiddelde rivierafvoer van ca. 1100 m³/s mag deze lokstroom ca. 100 m³/s worden en bij nog hogere afvoeren, nog hoger. Zo zal het Haringvliet gedurende het jaar meer rivierwater afvoeren dan in de huidige situatie.

4.2.6 Hoe zout wordt het in westelijk deel van het Haringvliet en het Getijmeer?

De gemiddelde rivierafvoer over het hele jaar via het Haringvliet, wordt, met DELTA21, geschat op 800 m³/s. Bij lage rivierafvoeren is dat > 40 m³/s en bij extreme situaties zelfs tot 10.000 m³/s. Gemiddeld over het jaar zal via de Haringvlietssluisen 8.000 m³/s zeewater zowel naar binnen en naar buiten stromen plus ca. 1.500 m³ zoet water, alléén in zeewaartse richting. Bij de getijnturbines van het Getijmeer wordt de aan- en afvoer gemiddeld 14.500 m³ plus 1.500 m³/s rivierwater naar zee.

Zoals elders is ingeschat, duurt de verversing van het westelijk deel van het Haringvliet, als gevolg van de stratificatie gemiddeld een kleine week. Het zoutgehalte zal variëren tussen ca. 30‰ (bij 40 m³/s) en 20‰ (bij 1500 m³/s). Bij een hoge rivieraanvoer (> 5.000 m³) zal de gemiddelde saliniteit eerst dalen tot onder 15‰, als de aanvoer lang aanhoudt nog verder omlaag. Omdat brakwater een saliniteit heeft van slechts 3‰ tot 5‰, zal dat lage niveau zelden of nooit bereikt worden. Vanwege de passage door de Haringvlietssluisen zal het zoete water zich in het Getijmeer steeds beter vermengen met het zoute zeewater. De saliniteit van het Getijmeer zal alléén bij langdurig hoge rivierafvoeren (> 5.000 m³/s) dalen onder 20‰, normaal zal het gemiddeld ca. 30‰ zijn.



4.3 Zoet watergarantie via het Haringvliet (5 vragen)

4.3.1 Wie is verantwoordelijk voor de zoetwatervoorziening?

De garantie van de zoetwateraanvoer maakt, naast de veiligheid, ook deel uit van het programma van de Deltacommissaris. Er is een programmamanager benoemd, die zich op zoet water richt en de knelpunten in kaart brengt, overlegt met de stakeholders en oplossingen aandraagt om de zoetwateraanvoer te kunnen blijven garanderen. Voldoende zoetwater is ook van belang voor de stabiliteit van dijken en stedelijke bebouwing, maar vooral voor de drinkwater- en elektriciteitsvoorziening, land- en tuinbouw en industrie zijn waterafhankelijke sectoren.

De waarde van deze sectoren wordt op € 193 miljard aan directe productie geschat. Ook waterrijke natuur, het leefmilieu in de stad en de volksgezondheid zijn afhankelijk van voldoende zoetwater. De deltasce­nario's laten zien dat in de toekomst vaker watertekorten kunnen optreden door klimaatverandering, verzilting en sociaaleconomische ontwikkelingen. Met de deltabeslissing "Zoetwater" is de basis gelegd om de zoetwateropgave gezamenlijk op te pakken. Kern daarvan is het inzicht geven in de waterbeschikbaarheid dat de risico's op zoetwatertekorten transparant maakt. Ook vinden investeringen plaats om de aanvoer van zoetwater robuuster te maken en het gebruik zuiniger (Deltaplan Zoetwater).

In het "Deltaplan Zoetwater" staan alle maatregelen en onderzoeken voor de beschikbaarheid van Zoetwater in Nederland, die onderdeel zijn van het Deltaprogramma. Hierin staan ook afspraken over de financiële bijdragen van Rijk en regio. Het plan bevat een concrete lijst van maatregelen voor de periode 2015-2021 en een vooruitblik naar de periode 2022-2028. De maatregelen worden helemaal of gedeeltelijk betaald uit het Deltafonds. Afspraken over verantwoordelijkheden, kostenverdeling, financieel arrangementen en de planning zijn in bestuursovereenkomsten per regio vastgelegd. Iedere zoetwaterregio volgt zijn eigen adaptatie pad, met voert stapsgewijs uit wat nodig is. De zoetwaterregio's zijn IJsselmeergebied, Hoge Zandgronden oost, Hoge Zandgronden Zuid, Rivierengebied, west-Nederland en de Zuidwestelijke Delta. Ook in het hoofdwatersysteem worden maatregelen genomen. Een overzicht van de geprogrammeerde onderzoeken en projecten is te vinden in Deel III, Deltaplan Zoetwater van het Deltaprogramma 2018.

De regionale afspraken maken duidelijk wat de verantwoordelijkheden en inspanningen van de overheid zijn en wat de verantwoordelijkheden en re­strisico's zijn voor de gebruiker. Het gaat hierbij om oppervlakte- en grondwater en – indien van toepassing – om waterkwantiteit en waterkwaliteit. Overheden en gebruikers doorlopen samen drie stappen om tot inzicht in de waterbeschikbaarheid te komen: 1) inzicht geven in de kans op watertekorten, nu en in de toekomst, 2) dialoog tussen overheden en gebruikers over deze informatie en 3) de inspanningen zo nodig optimaliseren en afspraken vastleggen. De ambitie is dat in 2018 voor alle gebieden een eerste inzicht in de waterbeschikbaarheid bestaat en dat het beeld in 2021 volledig is.



4.3.2 Wat is de rol van de Rijn en de Maas voor de zoetwatervoorziening?

De Rijn en Maas voeren het zoete water aan dat o.a. via het Haringvliet naar zee wordt afgevoerd. Een deel van het Rijnwater wordt naar zee afgevoerd via de IJssel en via de Neder-Rijn naar de Hollandse IJssel. Het meeste Rijn- en Maaswater stroomt naar zee via de Nieuwe-Waterweg en het Haringvliet al is er ook zoet waterafvoeren via o.a. Volkerak. Voor extreme situaties op de lange termijn hanteert het kabinet het “voorzorgsprincipe” en gaat het er vooralsnog van uit dat een extreme afvoer van 18.000 m³/s bij Lobith voor de Rijn en 4.600 m³/s bij Borgharen voor de Maas. Hoewel er verschillende scenario's en inschattingen van extreme Rijnafvoeren circuleren, wordt onderstaande tabel aangehouden.

Rivierafvoer Rijn	Overschrijdingskans
Rijn: 620 m ³ /s	Minimaal geregistreerd (1947) Rijn bij Lobith
Rijn: 2.300 m ³ /s	Langdurig jaargemiddelde Rijn bij Lobith
Rijn: < 1400 m ³ /s	Laag water in de Rijn, Lobith
Rijn: 18.000 m ³ /s	Maximum Deltaprogramma 1: 30.000 jaar

De Rijn voert gemiddeld ca. 2300 m³/s af naar zee, 14% ervan wordt gebruikt door huishoudens en industrie en 22% van de afvoer passeert als koelwater door energiecentrales. Op de Rijn treedt laagwater op als de afvoer bij Lobith kleiner dan ca. 1400 m³/s wordt en komt regelmatig voor tegen het einde van de zomer en in het najaar. Droge en warme zomers hebben tot gevolg dat de watervoorraad in het stroomgebied dan gering is, terwijl het aanbod van smeltwater uit de Alpen ook afneemt. Soms komen lage rivierafvoeren ook voor gedurende droge en koude perioden in de winter. De waterstand van de Rijn bij Tolkamer bereikte eind september 2003 een laagterecord van NAP + 6,90 m, de afvoer was toen 800 m³/s.

Rivierafvoer Maas

Maas: < 60 m³/s

Maas: 350 m³/s

Overschrijdingskans

Laag water in de Maas, Borgharen

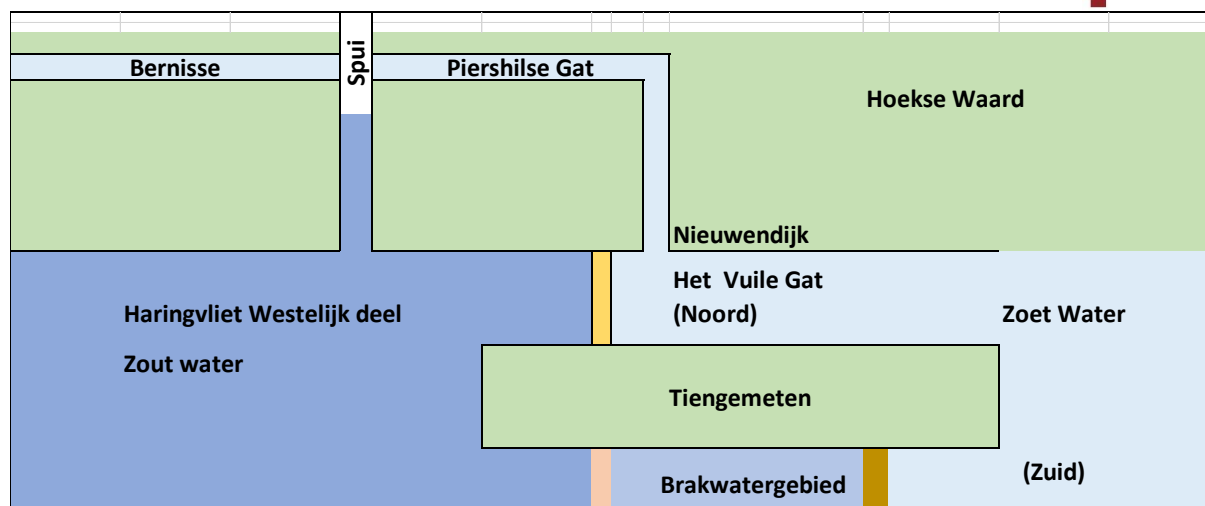
Langdurig jaargemiddelde Maas, Borgharen

De Maas voert gemiddeld ca. 350 m³/s af (12 km³ per jaar). Voor de Maas is er sprake van laagwater als de afvoer bij Luik minder dan 60 m³/s bedraagt. De helft van het Maaswater wordt gebruikt als koelwater voor energiecentrales, waarna het iets warmer terugkomt in de rivier en ca. 13% wordt door huishoudens en industrie gebruikt. In de zomer is de gemiddelde Maasafvoer ruwweg de helft van de gemiddelde jaarafvoer.

4.3.3 Hoe wordt de zoetwatergarantie met DELTA21 voldoende geborgd?

Om het zoute getij weer terug te laten keren naar het Haringvliet, kan dat alléén op voorwaarde dat gelijktijdig de aanvoer van zoet water voor o.a. de eilanden, het Brielse Meer en het Westland, ook tijdens lage rivierafvoeren, wordt gegarandeerd en zo mogelijk versterkt. Daarom is de zoetwatergarantie een zeer belangrijke randvoorwaarde voor DELTA21. De zoetwateraanvoer via het Haringvliet kan echter alléén worden gegarandeerd als er vanuit het Hollands Diep voldoende aanvoer van zoet rivierwater is.

Tijdens droge zomers kan dat een probleem zijn, zoals o.a. in 2018 weer is gebleken. Ook is er door het zoete Volkerak Zoommeer en de sluizen nog een groot verlies aan zoet water. Een toekomstig zout Volkerak Zoommeer, zoals in het verschiet zal bijdragen aan de borging van de aanvoer van voldoende zoetwater via het Hollands Diep. Ook het kierbesluit levert een zeker risico voor de zoetwatergarantie op. Tijdens lage rivierafvoeren zal de kier dan, ook niet bij LW, op een kier gezet worden. Onder gemiddelde omstandigheden, wordt via het oostelijk deel van het Haringvliet, met DELTA21, aan de noordzijde van Tiengemeten zoet water ingelaten. Via de bestaande kreek (Piershilse Gat) bij Nieuwendijk wordt momenteel 23 m³/s en wordt gerekend met een afvoer van 30 m³/s zoet water. Deze kreek zal, via een duiker, het Spui kruisen en via de Bernisse verder naar het Brielse Meer worden afgevoerd.



Op deze wijze blijft het oostelijk deel van het Haringvliet zoet en kan via de Piershilse Gat de Bernisse met zoet water blijven voeden. Tijdens extreme rivierafvoeren kan ook het zoete rivierwater blijven afstromen naar zee. Tot slot mag er geen zout water het oostelijk deel van het Haringvliet doordringen. Dat kan via de Oude Maas en de Dordtse Kil, maar ook via het westelijk deel van het Haringvliet. Om het laatste te voorkomen zijn maatregelen voorzien, zoals elders beschreven. Door de dammen en een Brakwatergebied bij het eiland Tiengemeten mag met een goede peilbeheersing geen zout water het oostelijk deel binnendringen.

4.3.4 Wat is de bestemming van het zoete water uit het Haringvliet?

Het Haringvliet vormt een belangrijke bron van zoetwater voor de Zuid-Hollandse eilanden, het Rotterdams havengebied en het Westland. Evides Waterbedrijf wint oppervlaktewater uit het Haringvliet om dit te zuiveren tot betrouwbaar drinkwater voor klanten in het hele gebied vanaf op Goeree-Overflakkee tot Rijnmond.

Het Brielse Meer is sinds 1951 een belangrijk groot zoetwaterbekken en recreatiegebied voor Rijnmond en omgeving, het staat via sluizen bij Spijkenisse in verbinding met de Oude Maas en via de Bernisse wordt zoet water uit het Spui ingelaten. Daarvoor vormde de Brielse Maas de verbinding tussen de Noordzee en de Oude Maas, met stadje Brielle aan de zuidoever. De afdamming in 1950 van de Brielse Maas was destijds onderdeel van het plan om de eilanden Rozenburg, Voorne-Putten en Welplaat tot één waterstaatkundige eenheid te maken. Dit werd nodig geacht vanwege de schadelijke gevolgen van de toegenomen verzilting van het zoet water. De werken bestonden verder uit een dam in de Botlek, het Hartelkanaal en een stelsel van schut, spui- en inlaatsluizen. In 1950 is het laatste sluitgat met een Phoenix-caisson en ook de achterliggende dam door de Botlek gesloten en het hiertussen gelegen water heet vanaf dat moment Brielse Meer.

Nu vormt het meer een cruciaal element in de zoetwatervoorziening en recreatie voor Rijnmond en omgeving, het krijgt zoet water via de Bernisse, dat water uit het Spui inlaat. Het Spui krijgt het zoete water direct uit het Haringvliet, dat na de sluiting helemaal zoet is geworden. Hoewel tot 2018 de Haringvlietssluiten bij lage rivierafvoeren zijn gesloten (ca. 50% van de tijd), is er, ook bij lage rivierafvoeren, altijd een restafvoer van zoet water via het Haringvliet. Zo wordt via de vispassages in de Haringvlietdam met 8 m³/s gerekend en vanuit het Spui wordt via de inlaatsluis in de Bernisse ca. 23 m³/s zoet water ingelaten. Een deel van het zoete water in het Brielse Meer wordt door de industrie gebruikt en een klein deel is, via een leiding, bestemd voor de glastuinbouw in het Westland.

Evides dat zowel drink- als industriewater levert, is afhankelijk van deze aanvoer, maar ook voor de land- en tuinbouw op Goeree-Overflakkee, de Hoeksche Waard en Voorne Putten is tijdens droge periodes zoet oppervlaktewater nodig. Totaal wordt er van een behoefte, ook tijdens droge periodes, van ca. 40 m³/s zoet water vanuit de rivieren uitgegaan voor alle gebieden, die via het Haringvliet zoet water krijgen aangevoerd.

4.3.5 Waar liggen de zoetwater inlaatpunten in het Haringvliet?

Het Brielse Meer krijgt zijn zoete water aangevoerd via de Bernisse en het Spui. Het inlaatpunt van de Bernisse langs het Spui is echter kwetsbaar voor zoutindringing en deze kwetsbaarheid zal door zowel het kierbesluit als de klimaatverandering toenemen. [Begin 2018 hebben het Waterschap Hollandse Delta, het Hoogheemraadschap van Delfland en het Havenbedrijf Rotterdam daarom een nieuwe ‘Overeenkomst Zoetwaterleverantie Brielse Meer/Bernisse’, gesloten.](#)

Daarin wordt de onttrekking van het zoet water uit het Brielse Meer voor het haven- en industriegebied en beide waterschappen geregeld. Het betreft de actualisering van de eerdere overeenkomst uit 1988. Het beschikken over een zoetwatervoorziening in de nabijheid van ons haven- en industriegebied is een belangrijk voordeel voor de industrie in de haven. Het Havenbedrijf en de waterschappen willen nu een tweede zoetwaterinlaatpunt - de zogenoemde Inlaatsluis Spijkenisse - ontwikkelen om de leveringszekerheid van zoet water beter te kunnen blijven garanderen.

De Bernisse is 7 kilometer lang natuurlijk water en heeft ook veel meertjes, kommen en plassen. Samen met de bossen, drassige natuur en weilanden is het gebied 300 hectare groot. Voor de recreatie zijn speciale strandjes, trailerhellingen en aanlegsteigers gemaakt. Het omvat een gebied waar men kan wandelen, fietsen, roeien, kanoën, surfen en zwemmen, het varen met motorboten is niet toegestaan.

Ook hier was het kierbesluit de reden voor Evides om het innamepunt, dat vóór de realisatie van het kierbesluit bij Scheelhoek (Stellendam) lag landinwaarts te verplaatsen. Ook voor de drinkwatervoorziening op Goeree-Overflakkee en Schouwen-Duiveland maakt Evides gebruik van oppervlaktewater uit het Haringvliet. Dit water kwam binnen bij het inlaatpunt Scheelhoek, als gevolg van het kierbesluit was het nodig om het inlaatpunt in oostelijke richting te verplaatsen voorbij Middelharnis.

Het drinkwater voor Voorne-Putten is afkomstig uit drinkwaterzuiveringslocatie Berenplaat in Spijkenisse. Hier zuivert Evides oppervlaktewater afkomstig uit de Brabantse Biesbosch tot schoon en betrouwbaar drinkwater. Het frequenter openzetten van de Haringvlietssluisen, na het instellen van het kierbesluit, is voor de drinkwatervoorziening niet zonder risico, omdat het westelijk deel van het Haringvliet gaat verzilt. Inname van zoet water op het Haringvliet wordt echter in het kierbesluit gegarandeerd ten oosten van de lijn Middelharnis en het Spui.



4.3.6 Biedt DELTA21 ook een zoetwatergarantie bij droogte?

DELTA21 biedt niet direct een oplossing tegen de droogte als gevolg van grote landelijke droogte en geringe regenval in combinatie met extreem lage rivieraanvoeren. Dit droogteverschijnsel, waarvan 2018 een voorbeeld is, zal zich in de toekomst vaker gaan voordoen en vereist een gerichte en volledig andere aanpak dan die van wateroverlast. Dat beleid moet gericht zijn op het zo lang en veel mogelijk vasthouden van het zoete water en het pas af te voeren als het nodig is. Het kost veel tijd en inspanning om het langdurig gevoerde “oude” landbouwbeleid, gericht op lage polderpeilen en snelle afvoer om te buigen naar het beleid van “zoet water vasthouden waar mogelijk”. Droogte moet daarom zoveel mogelijk met lokale oplossingen worden aangepakt.



Maar ook daarnaast moet er grootschalig naar regionale zout-zoet oplossingen worden gezocht en moeten er verschillende gebieden worden onderscheiden die kwetsbaar zijn of regelmatig te lijden hebben van droogte en lage rivierafvoeren:

- e. Noordwest Brabant en Zeeland: Verzilting Volkerak Zoommeer, in combinatie met voldoende opslag van zoet water in het oppervlak en de bodem en een noodaanvoer voor de irrigatie vanuit de rivieren.
- f. Midden Nederland: Terugdringen van de verzilting in het Hollandse IJsselgebied door meer zoetwater aan te voeren vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek van oost naar west en minder aanvoer vanuit Krimpen. Dus meer kiezen voor de Brielse Meer aanpak.
- g. Rijnmondgebied: Verder versterken van de succesvolle Brielse Meer aanpak, met het voldoende borgen van de zoetwateraanvoer via het Haringvliet.
- h. Noorden: De IJsselmeer aanpak versterken.

Voor DELTA21 is de focus gericht op het Rijnmondgebied met de Zuid-Hollandse eilanden. De zoetwateraanvoer moet voldoende geborgd worden, desnoods moet de zoetwater opslagfunctie van het Brielse Meer verder versterkt worden. DELTA21 kan daar een belangrijke rol bij spelen. De zoetwater aanpak moet ook integraal worden bekeken en zich niet alléén richten op de aanvoer vanuit de rivieren, maar juist beginnen vanuit de plaatselijke situatie en gericht zijn op vasthouden, waar mogelijk.

Vragen van potentiële investeerders over Vismigratie, Aquacultuur en Natuur

Eén van de belangrijkste neven doelen van DELTA21 is het herstel van de vismigratie tussen de Noordzee enerzijds en de Rijn en Maas anderzijds. Ook de telers van zeewier, oesters en mosselen hebben grote belangstelling voor het Haringvliet, het Getijmeer en het Valmeer. Grote hoeveelheden vers en voedselrijk water zorgen maken die gebieden ook weer aantrekkelijk voor wier-, schelpenteelt en zelfs visteelt. De brakke biotoop zorgt niet alléén voor het herstel van de natuur maar schept ook meer mogelijkheden voor toerisme en recreatie in dit druk bevolkte industriegebied.

5	Vismigratie, Aquacultuur en Natuur (18 vragen)	Blz. 132
5.1	Het Haringvliet en Natura-2000 (5 vragen)	132
5.1.1	Heeft DELTA21 raakvlakken met Natura-2000 en Europese wetgeving?	132
5.1.2	Welke rol speelt de Voordelta in het DELTA21 concept?	133
5.1.3	Wat maakt de flora en fauna in de Voordelta zo bijzonder?	135
5.1.4	Wat is het effect van het “kierbesluit” op de flora en fauna?	136
5.1.5	Wat is de meerwaarde van DELTA21, boven het “kierbesluit”?	137
5.2	Het Haringvliet en vismigratie (5 vragen)	138
5.2.1	Waarom de vismigratie tussen Noordzee en de Rijn/Maas stagneert?	138
5.2.2	Herstelt het “kierbesluit” de vismigratie?	139
5.2.3	Is de terugkeer van het getij een voorwaarde voor herstel van de vismigratie?	139
5.2.4	Wat bieden het “kierbesluit” en DELTA21 aan de visserij?	140
5.2.5	Wat is het effect van DELTA21 op de vismigratie via het Haringvliet?	141
5.3	Aquacultuur en DELTA21 (8 vragen)	144
5.3.1	Wat zijn de mogelijkheden voor aquacultuur?	144
5.3.2	Welke groeimogelijkheden biedt DELTA21 voor de visserij?	145
5.3.3	Wat zijn de kansen voor zeewierteelt?	146
5.3.4	Mosselteelt in het Haringvliet, het Getijmeer en het Valmeer?	148
5.3.5	Oesterkweek in het Getijmeer en het Haringvliet?	149
5.3.6	Zijn er kansen voor viskwekerijen?	150
5.3.7	Zijn er kansen voor microalgenteelt?	151
5.3.8	Biedt DELTA21 ook kansen voor vertical farming?	152

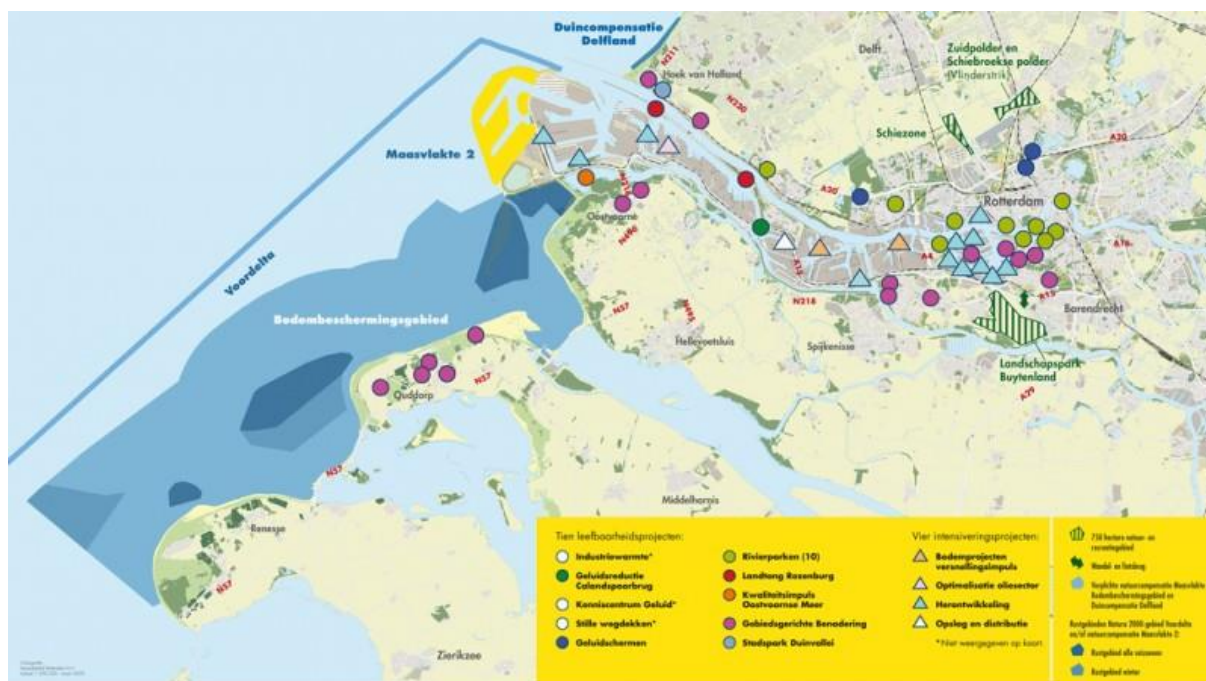
5 Vismigratie, Aquacultuur en Natuur (18 vragen)

5.1 Het Haringvliet en Natura-2000 (5 vragen)

5.1.1 Heeft DELTA21 raakvlakken met Natura-2000 en Europese wetgeving?

Omdat de biodiversiteit in Europa al decennia achteruitgaat, vindt Europa een duurzame bescherming van flora en fauna hard nodig. Om inhoud aan het beleid te geven, zijn in 1979 de Vogelrichtlijn opgesteld en in 1992 de Habitatrichtlijn, beide richtlijnen dienen zowel de bescherming van de soorten als de gebieden. Alle EU-lidstaten hebben beschermde gebieden aangewezen voor specifieke leefgebieden van flora en fauna, die het Natura 2000-netwerk vormen.

De Nederlandse bijdrage aan dit Europese netwerk van beschermde natuurgebieden bestaat uit ruim 160 gebieden. Deze gebieden liggen zowel op het land als op zee, één daarvan betreft de Voordelta. Deze Voordelta beslaat een Noordzeegebied van ruim 900 km² voor de Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden en strekt zich uit van de Maasvlakte tot aan de punt van Walcheren. Door de afwisseling van zoet, zout, diep en ondiep water – kenmerkend voor een rivierdelta – is het een belangrijk leef- en foerageergebied voor zeehonden, vissen en vogels.



De kust van het Deltagebied wordt gekenmerkt door de onderbrekingen met de estuaria van de Rijn, Maas en Schelde. Aan het begin van de jaartelling lagen de voornaamste mondingen van de Rijn en de Maas en een deel van de Schelde nog ten noorden van Voorne, maar door bedijkingen sinds de 11de eeuw zijn deze naar het zuiden verplaatst, waarbij de oude mondingen zijn verzand. Door de aanvoer van slib en zand uit de rivieren is hier een 'uitgebouwde kust' ontstaan, waarin zich zandbanken en geulen hebben gevormd.

De rivieren lopen, als gevolg van het sterke getij, uit in estuaria. Dat zijn min of meer trechtervormige riviermondingen met een, van nature, geleidelijke overgang van zoet naar zout water. In de estuaria heeft zich een stelsel van geulen en banken gevormd, dat zich voortzet tot buiten de kustlijn, de zogenaamde buitendelta. De buitendelta's van Haringvliet, Grevelingen, Oosterschelde en Westerschelde worden samen de Voordelta genoemd. In 2008 is de Voordelta door Nederland aangewezen als Natura 2000-gebied op basis van de Europese Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn.

Naast Natura-2000 is er veel beleid en beheer op het gebied van de visserij internationaal vastgesteld. Ook specifiek voor de rivieren en de estuaria, is veel Europees beleid ontwikkeld. Doordat Nederland in de mondingszone van de stroomgebieden van Maas en Rijn ligt, is de waterkwaliteit voor een belangrijk deel afhankelijk van de landen stroomopwaarts. Door de invoering van de richtlijn dienen bovenstrooms gelegen landen maatregelen te nemen ten behoeve van een goede waterkwaliteit, waar ook Nederland van profiteert. Anderzijds geldt evenzo dat Nederland inspanningen dient uit te voeren om positieve effecten bovenstrooms te bewerkstellingen. Zo is er bijvoorbeeld vanaf 2011, vanwege de dioxineproblematiek, een jaarrond vangstverbod voor aal.

De Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) coördineert bijv. het Masterplan trekvisen Rijn en ook de uitvoering van het programma “Zalm 2000” en “Rijn 2020”. In het kader van de Europese Kaderrichtlijn Water is afgesproken om in de hoofdstroom van de Rijn (tot aan Basel, Zwitserland) en in de prioritaire zalmwateren de passeerbaarheid voor vis stapsgewijs te herstellen. Ook is afgesproken dat de verbetering van de vispasseerbaarheid zich nu primair zal richten op het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen en door een visvriendelijk sluisbeheer. Ook in de Aalverordening (EG), heeft de Internationale Maascommissie (IMC) een Masterplan ontwikkeld dat tot doel heeft om levensvatbare populaties van diadrome trekvisen in de rivieren terug te krijgen.

De ecologische continuïteit en de verbetering van de verbinding tussen de Noordzee en het Haringvliet in Nederland wordt daarin geregeld. Ook binnen de Benelux beschikking omvat de vrije vismigratie duidelijke verplichtingen en deadlines. De Europese Kaderrichtlijn Water is in het leven geroepen ter verbetering van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. De overheid stelt hierbij de normen vast voor de verschillende kwaliteitselementen, waaronder vis. De uitvoering van de EKW schept de nodige verplichtingen en biedt tegelijkertijd veel mogelijkheden. DELTA21 heeft dus voor heel veel aspecten heel veel raakvallen met Natura 2000 en de Europese wetgeving. Dat geldt voor de waterveiligheid, de terugkeer van het zoute getij en de vismigratie, maar ook voor de aanleg van het Valmeer en het Getijmeer.

5.1.2 Welke rol speelt de Voordelta in het DELTA21 concept?

De Voordelta omhelst het ondiepe zee-gedeelte van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een gevarieerd en dynamisch milieu van kustwateren (zout), intergetijdengebied en stranden, dat een relatief beschutte overgangszone vormt tussen de (voormalige) estuaria en de Noordzee. Na de afsluiting van de Deltawerken is dit kustgedeelte sterk aan veranderingen onderhevig geweest.



Door erosie- en sedimentatieprocessen treden verschuivingen op in de omvang van de intergetijdengebieden. Daarbij heeft o.a. de "zandhonger" van de Oosterschelde, maar ook de

uitbreiding van de arealen door aanslibbing in de Kwade Hoek effect op de Voordelta (Westplaat). De waterkwaliteit wordt beïnvloed door met name de uitstroming van Rijn en Maas via de Haringvlietluizen. Mede door deze aanvoer van voedingsstoffen kent de Voordelta een hoge voedselrijkdom. In de randen van het gebied bij Voorne en Goeree liggen een aantal schorren en meer slijkige platen.

Ook de stranden van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden, waar plaatselijk duinvorming optreedt, behoren deels tot de wettelijk beschermde Voordelta.

Er is ook een beheerplan Voordelta, dat is opgesteld door het ministerie van Infrastructuur en Milieu en de provincies Zeeland en Zuid-Holland.

De Voordelta is een zeer dynamisch gebied, bestaande uit buitendelta's met geulen en banken met een kustzone, die relatief voedselrijk en daardoor hoogproductief is. De Voordelta fungeert als kraamkamer voor diverse vissoorten en als foerageergebied voor visetende trekvogels en schelpdiereters. De zandbanken vormen een rustgebied voor zeehonden. December 2008 is de begrenzing van het gebied zuidwaarts uitgebreid met de Vlake van de Raan, het gedeelte voor de monding van de Westerschelde. Schelpenbanken in de voormalige zeearmen van het Deltagebied bieden een geschikt broedbiotoop aan voor de Noordse stern en andere dieren die in de Voordelta foerageren.

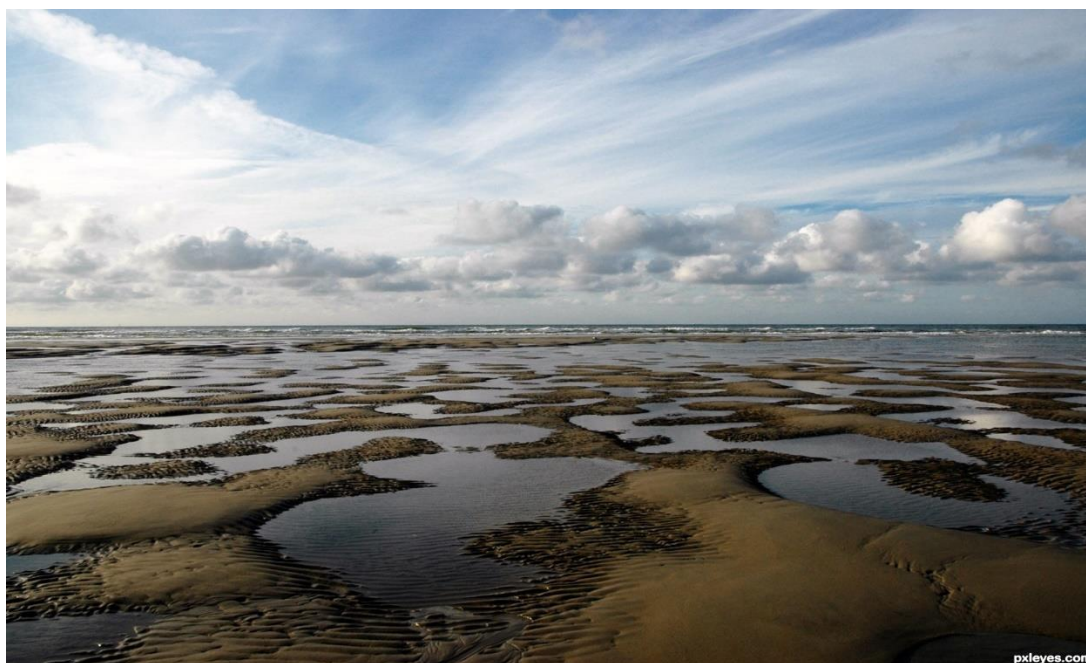
De westelijke begrenzing van het Natura 2000-gebied ligt ongeveer op de 10 m dieptelijn. Aan de landzijde strekt het gebied zich uit tot op de stranden van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. Bij Voorne en Goeree liggen ook een aantal slikplaten en schorren binnen de begrenzing van het gebied.



De belangrijkste processen die de morfologie bepalen, zijn de golfwerking en het verloop en de sterkte van de getijdenstromen, waarbij het getij de overheersende factor is. De kracht hiervan wordt bepaald door het verschil tussen eb en vloed en de grootte van het achterliggende, waterbergende gebied. De omvang van de buitendelta is het kleinst bij het Haringvliet (klein bergingsgebied en klein getijverschil) en het grootst bij de Oosterschelde en Westerschelde. De vorming van banken wordt bepaald door de getijstromen en de hoeveelheid sediment die wordt verplaatst. Doordat de getijdenstroming overheerst over de golfwerking lopen de banken in de Voordelta parallel aan de richting van de getijdenstroming.

Sinds de aanleg van de Deltawerken zijn de kustprocessen veranderd en geleidelijk heeft zich een nieuw evenwicht gevormd. De hoeveelheid rivierslib die in de Noordzee terecht komt, is afgenomen, evenals de oostwest georiënteerde getijdenstroom. Hierdoor is de invloed van golven sterker geworden en zijn de zeewaartse randen van de banken gaan eroderen. De 10 m dieptelijn is als gevolg hiervan landinwaarts opgeschoven, waarmee de omvang van de Voordelta feitelijk is afgenomen en ook ondieper is geworden. Het geërodeerde zand is echter deels in de voormalige getijdengeulen afgezet en deels ook dicht bij land, waar een groter aantal, min of meer parallel aan de kust liggende zandbanken is ontstaan. De aanvoer van zand heeft met name bij de Kwade Hoek (ca 4-5 km ten Westen van Haringvlietdam) geleid tot een sterke kustaangroei.

De aanleg van het haven- en industriegebied op de Maasvlakte, zowel in het begin van de jaren 1960 als de aanleg van Maasvlakte 2 heeft de Voordelta beïnvloed, omdat een deel van de zeebodem is verdwenen. Dat verlies is gecompenseerd door in het Natura 2000-gebied een kwaliteitsverbetering te bewerkstelligen door bodem beroerende activiteiten in het noordwestelijke deel van de Voordelta te beperken en rustgebieden voor zeehonden en vogels in te stellen. DELTA21 ligt voor een deel in het Noordelijk deel van de Voordelta en dus het Natura-2000 gebied. Het Haringvliet daarentegen behoort niet tot het Natura-2000 gebied, omdat na de afsluiting de zoute voedselrijke natuur grotendeels is verdwenen.



5.1.3 Wat maakt de flora en fauna in de Voordelta zo bijzonder?

Als gevolg van de aanvoer van voedingsstoffen met rivierwater en de ondiepte is in de Voordelta de primaire productie relatief hoog. Op de aanwezige zandbanken en droogvallende platen, waartoe een groot deel van de Voordelta kan worden gerekend, komen hierdoor bijna twee keer zoveel bodemorganismen voor qua dichtheid en biomassa, dan op plekken van gelijke omvang elders op de Noordzee. Er zijn meer dan 100 soorten die hier ten minste een deel van hun leven op de bodem doorbrengen, waaronder larven van wormen, vissen en kreeftachtigen.

Ruim 150 soorten leven permanent in de bodem, waaronder borstelwormen, kleine kreeftachtigen, schelpdieren en stekelhuidigen. De fauna bestaat zowel uit soorten van de open zee als uit estuariene soorten, waarmee de Voordelta een overgangszone vormt. Dichter bij de kust, vooral op de overgang van platen naar geulen, is de primaire productie het hoogst, wat gepaard gaat met hogere dichtheden aan vissen, zeesterren, garnalen en krabben. Het brakke en slibrijke gebied voor de Haringvlietstuinen daarentegen is relatief arm aan soorten. Voor de vissen is de gehele Nederlandse kustzone, waar de Voordelta deel van uitmaakt, verreweg het soorten rijkste deel van de Noordzee. Het hoge

voedselaanbod en de lage aantallen grote vissen die jagen op jonge vis, maken de kustzone tot een belangrijke kraamkamer. Van soorten als bot, tong, schol, schar, griet, tarbot, kabeljauw, wijting, haring en steenbolk zijn de aantallen juveniele dieren hier bijzonder hoog.

Daarnaast is de Voordelta, dankzij de ligging bij de monding van de grote rivieren, het belangrijkste zeegebied voor de trekvis die in de Habitatrichtlijn worden genoemd, zoals zalm, zeeforel, fint, houting en zeepril. Het hoge aanbod aan bodemdieren en vissen trekt het hele jaar door grote aantallen vogels. In de winter is de Voordelta van groot belang voor de zwarte zee-eend. In winter en voorjaar verblijven hier grote aantallen roodkeelduikers. Bij strenge winters fungeert het gebied ook als een uitwijkplaats voor vogels van de zoete wateren, zoals de fuut.

Tijdens het broedseizoen, in het voorjaar en de zomer, zijn weer andere soorten in hoge concentraties aanwezig, waaronder kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen, grote sterns en visdieven. In de trektijd zijn vooral de intergetijdengebieden van belang, zoals de strandvlakte bij Voorne. Op de zandstranden zijn dan veel strandlopertjes en plevieren te vinden.

Het aantal waterzoogdieren in de Voordelta is weliswaar lager dan in het Waddengebied, maar dankzij de droogleggende banken is wel sprake van een concentratie aan gewone zeehonden. Van hieruit foerageren deze dieren over grote delen van de Noordzee. Ook de grijze zeehond en de bruinvis zijn weer waargenomen. Behalve de kenmerkende zee-habitats komt aan de rand van de Voordelta (op de aangroeiende slikken bij Voorne) een aantal kwelder-habitats voor. Het gaat hier - net als bij de Kwade Hoek op Goeree - om een jonge kwelder, die gekenmerkt wordt door een relatief hoge soortenrijkdom (weinig verruigd) en een flinke oppervlakte aan pioniervegetatie met zeekraal-soorten.



Op de stranden van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden worden verder heel lokaal pionier duintjes aangetroffen, daar is meestal sprake van kustaangroei. In de Voordelta is dus, na de bouw van de keringen, nog een deel van natuurfunctie van de estuaria overgebleven. Die belangrijke functie mag niet verder worden uitgehold, maar, waar maar enigszins mogelijk, worden versterkt met het weer in ere herstellen van de zoute estuaria.

5.1.4 Wat is het effect van het “kierbesluit” op de flora en fauna?

Langs het westelijk deel van het Haringvliet (het gebied tussen de monding van het Spui en de Haringvlietssluizen) liggen een aantal belangrijke buitendijkse gebieden. Als gevolg van de kier zal enig natuurherstel plaatsvinden, omdat de steile oevers van de kreken in natuurgebied de Korendijkse slikken na de sluiting zijn verflauwd. Bij vloed kan straks het water dan wel de kreken in maar er niet meer helemaal uit, bij eb blijft een deel achter de drempels hangen. Door zo meer natuurlijke omstandigheden te creëren, zal het ecosysteem zeer waarschijnlijk veranderen.

Verwacht wordt dat er ook weer riet gaat groeien op de flauwe oevers, er komen meer visjes en insecten en daarmee meer voedsel voor vogels. Deze, van oorsprong brakke riet- en biezengorzen en slikken zijn na 1970 gaan verzoeten en de biezenvelden zijn, door de gewijzigde dynamiek en de vraat door watervogels, verdwenen. Een groot deel van de buitendijkse gebieden wordt tot 2018 door runderen of paarden begraaasd en bewoond door grote aantallen pleisterende ganzen. Hierdoor bestaat inmiddels het merendeel van de huidige vegetatie van de buitendijkse gebieden vooral uit uitgestrekte, vochtige tot matig droge, voedselrijke graslanden, terwijl de minder intensief beweede delen rietruigten en wilgenstruwelen omvatten. Om verdere afkalving van de oever te voorkomen, is in het verleden veel stortsteen aangebracht.

Voor het Haringvliet zijn voor tien soorten broedvogels Natura-2000 doelen opgesteld, het betreft de kluut, bontbekplevier, strandplevier, visdief, dwergstern, bruine kiekendief, zwartkopmeeuw, grote stern, blauwborst en rietzanger. Uit metingen blijkt dat de meeste soorten onder het referentieniveau blijven. Dat wordt in sterke mate veroorzaakt door de beperkte beschikbaarheid van geschikt broedhabitat. Door de afwezigheid van dynamiek in het systeem (getij) komt dit alleen beschikbaar door natuurontwikkeling, zoals op de Slijkplaat en de eilanden bij de Scheelhoek en met name voor kluut ook voor de Westplaat-Buitengronden en Tiengemetten.

In totaal zijn er 24 soorten watervogels aangewezen als kwalificerende Natura-2000 soort voor het gebied Haringvliet. De verwachting is dat door het frequenter openen van de kier in de Haringvlietssluizen en de terugkeer van de zoute biotoop, de gevolgen voor alle genoemde vissen een positieve uitwerking zal hebben. Omdat de hoogte van de getijslag echter nauwelijks verandert, zullen de positieve effecten op de vogelstand echter beperkt blijven.

5.1.5 Wat is de meerwaarde van DELTA21, boven het “kierbesluit”?

De kier is een uitstekende stap voorwaarts om de brakwater biotoop van het Haringvliet te herstellen. Vanwege de zout-zoet stratificatie en de zwakke getijdenstroming zullen de waterlagen zich niet goed mengen en zou de zoutwatertong zich ver oostwaarts over de bodem van het Haringvliet kunnen uitstrekken. Het herstel zal wellicht langzaam gaan. Met DELTA21 en het zoute getij zal echter de flora in het Haringvliet sneller en effectiever transformeren dan als gevolg van het kierbesluit. Het hele ecosysteem zal zich veel sneller aanpassen aan de zoute en brakke situatie.

5.2 Het Haringvliet en vismigratie (5 vragen)

5.2.1 Waarom de vismigratie tussen Noordzee en de Rijn/Maas stagneert?

Verskillende factoren leiden er verder toe dat bij de in- en uittrek van vis naar de paaigronden of de opgroeigebieden slechts een klein aantal vissen de plaats van bestemming bereikt. Deze knelpunten bij de migratie zijn naast de Haringvlietdam en het praktisch stagnante zoete Haringvliet ook de visserij, de passeerbaarheid, de predatie, de rivierafvoer en de temperatuur.

Het belangrijkste knelpunt in de migratiemogelijkheden van de Rijn-Maasmonding bleef en is, ondanks het kierbesluit, nog steeds de Haringvlietdam. Bij het ontwerp en de bouw van de Haringvlietdam is wel enigszins rekening gehouden met het belang van de migratie van zout naar zoet en vice versa voor migrerende vissoorten.

Er zijn toen enkele migratievoorzieningen getroffen in 6 van de 18 pijlers van de Haringvlietdam in de vorm van visriolen, maar onvoldoende om de migratie op peil te houden. De visriolen werken als een soort schutsluis. Met een sluis worden beide niveaus tijdelijk door sluisdeuren afgesloten. Het waterniveau in de visriolen kan dus niet gevarieerd worden, omdat deze volledig onder water staan. Vissen kunnen via de riolen de (te) hoge stroomsnelheden in de spuiopeningen omzeilen en gebruik maken van de vispassage. Door een van de deuren van het visrioel gedeeltelijk te sluiten wordt een lokstroom gecreëerd van ca. 0,2 m/s om de vissen de weg te wijzen.



De passeerbaarheid of migratie van de hele Rijn en Maas wordt erg bepaald door de aanwezigheid van stuwen, sluizen of waterkrachtcentrales. Overal langs deze rivieren zijn de afgelopen decennia de passeerbaarheid verbeterd, vooral ter herstel van de natuurlijke zalmopulatie. Decennialang heeft Duitsland en Nederland miljoenen geïnvesteerd in projecten om bestanden aan migratievissen als zalm en zeeforellen weer op peil te krijgen. Dit mede in het kader van Europese afspraken, waar Nederland ook een rol in heeft.

Maar al die maatregelen hebben een beperkt nut als de keringen gesloten blijven. Voor de meeste soorten, maar vooral de zalm, der aal, de zeeforel en de fint mag verwacht worden, dat wanneer de passeerbaarheid via de Haringvliet verbeterd wordt, populaties zich geleidelijk zullen uitbreiden. Belangrijk hierbij is de relatie tussen de afvoer en de opening van de Haringvlietssluisen en het beheer van de stuwen in de Neder-Rijn en de Lek (Hagestein, Amerongen en Driel). Zowel de passeerbaarheid als de mate van rivierafvoer zijn een potentieel beperkende factor voor het herstel van zichzelf in standhoudende populaties van salmoniden.

5.2.2 Herstelt het “kierbesluit” de vismigratie?

De opening van de kier in de Haringvlietsluizen zal leiden tot toenemende mogelijkheden voor vismigratie vanuit de Voordelta naar het Haringvliet (en daarmee het Rijn- en Maasstroomgebied). Ook zal de kieropening leiden tot minder uitspoeling van zoetwatervis naar zee en zullen verschuivingen in het voorkomen van bepaalde vissoorten in het Haringvliet plaats vinden. Sommige vissoorten zullen deze omschakeling snel maken.

Voor alle vissoorten kan echter een aanpassing het best plaatsvinden in een gebied met een geleidelijke overgang van zoet naar zout. De kier zal zeker een gunstig effect hebben op vissen als de driedoornige stekelbaars, de fint, de zalm en de zeeforel, maar ook gunstig zijn voor de rivierprik, de elft, de spiering, de houting en de zeeprik. Voor de katadrome vissoorten is er een direct verband tussen de teruggang van de soort en het bouwen van de Haringvlietdam (barrièrewerking, verandering habitats). Daarom zullen zowel bot als (glas)aal eveneens profiteren van implementatie van de kier. Het visbestand in het Haringvliet zal na de opening van de kier mede bepaald worden door het aanbod voor de vismigratie vanuit de Voordelta. De estuariene vissoorten die in de Voordelta zijn aangetroffen kunnen gekarakteriseerd worden als stand vaste soorten zonder uitgesproken trekgedrag.

Op dit moment is het nog lastig te voorspellen hoe snel de verbetering voor de vissen zal plaatsvinden. De kier is ook belangrijk voor de relatie met de Oosterburen en om het gevaar van hoge claims ter voorkomen. Zonder de opening van de kier liggen veel vissoorten langdurig voor de sluizen te wachten. Na de opening komt er een betere toegang om via het Haringvliet de rivieren op te zwemmen, voor sommige vissoorten tot aan de paaigebieden in Duitsland, maar ook weer gemakkelijke terugkeren naar zee.

5.2.3 Is de terugkeer van het getij een voorwaarde voor herstel van de vismigratie?

Ooit wemelde het in het Haringvliet, de naam zegt het, van de jonge Atlantische haring. Geboren op zee trokken de jonge haringlarfjes naar de Haringvlietdelta, waar het zoete water van de riviermonding van Maas en Rijn en het zoute water van de Noordzee elkaar ontmoetten. Daar, in dat dynamische estuarium, groeiden ze op. Eenmaal volwassen kozen ze weer het ruime sop, om er te paaieren. Ook trekvisen als stekelbaars, spiering, elft, flint en iconische soorten als de Europese steur en Atlantische zalm kunnen estuaria voor hun levenscyclus niet missen.

Bovenstrooms in de beken en rivieren geboren, zwemmen de jonge trekvisen de rivier af en verblijven ze langere tijd in de zoet-zout overgang om zich aan te passen aan het zoute zeewater. Volwassen geworden op zee, trekken ze weer de rivier op, om te paaieren, weer via het estuarium maar nu om er te wennen aan het zoete rivierwater.



Aan dit drukke migratieverkeer en de levendigheid in dit opgroeigebied van jonge haring, sprot, spiering, rivierprik en zeebaars - voedsel voor andere (trek)vissen maar ook (trek)vogels - kwam plots een einde toen in 1971 de Haringvlietdam werd voltooid. De rivierdelta werd, ondanks de visriolen in de dam, bijna volledig afgesloten van de zee. Het getij achter de dam verdween en het Haringvliet werd van een rijke brakwater-habitat, zoet. Als prijs voor een veilige kust, ging de dynamiek van de karakteristieke deltanatuur met haar unieke plant- en diersoorten vrijwel verloren.

Alle soorten van de huidige Haringvlietfauna zijn kenmerkend voor zoetwater-gemeenschappen, hoewel er ook soorten zijn die in brak water goed gedijen. De daar aanwezige vissoorten zijn vrij ongevoelig voor verontreinigingen en eutrofe (voedselrijke) omstandigheden. In de ondiepe gebieden van het Haringvliet komen bijv. veel langneussteurgarnalen voor, een steurgarnaal die in het voorjaar naar de brakke wateren van de benedenrivier trekt om zich voort te planten. Aan het einde van de zomer trekt het dier de rivieren op om de winter door te brengen. Ook is gebleken dat 60-65% van de salmoniden de Rijn-Maasdelta intrekt via de Nieuwe-Waterweg en slechts 35-40% via de Haringvlietdam.

Bij een afvoer van minder dan 1100-1200 m³/s (50% van het jaar) zijn de Haringvlietsluizen gesloten, waardoor de meerderheid van de vissen dan noodzakelijkerwijs via de Nieuwe-Waterweg intrekt. Van de Europese aal, die opgroeit in het zoete water en zich voortplant in het zoute water is sinds 1980 een sterke daling opgetreden in de hoeveelheid intrekende glasaal. Dat geldt ook voor de elft en de fint, een vissoort die in het verleden vooral de route Haringvliet-Hollands Diep Nieuwe Merwede gebruikte. Ook de zeeprik is een soort die de laatste vijftig jaar in aantallen sterk achteruit is gegaan in de rivieren Maas en Rijn.

Er zijn echter ook andere factoren die geleid hebben tot de achteruitgang van de migratie, zoals bijv. de intensieve binnenvaart en de grootschalige visserij. Voor de steur, spiering, bot, driedoornige stekelbaars geldt dat ze door overbevissing, niet of vrijwel niet meer voorkomen in Nederland. Deskundigen geven aan dat de terugkeer van het zoute getij een voorwaarde is voor het herstel van de vismigratie en dat het kierbesluit daarvoor een eerste belangrijke stap is in de goede richting. DELTA21 zal het herstel van het migratieproces zeker verder versnellen, maar hoe snel en in welke mate de migratie weer volledig in ere wordt hersteld, is nog lastig te voorspellen.

5.2.4 Wat bieden het “kierbesluit” en DELTA21 aan de visserij?

Binnen de visserij kan onderscheid gemaakt worden tussen beroepsvisserij, recreatieve visserij (bijverdienste) en sportvisserij. Vooral de sportvisserij met 2 miljoen sporters en een sterke vereniging, wordt steeds belangrijker. Voor de uittrekkende levensstadia van zalm, zeeforel, elft en zeeprik zijn echter slechts lage mortaliteitscijfers ten gevolge van visserijactiviteiten vastgesteld.



Partijen als Sportvisserij Nederland juichen het gehele Kierbesluit van harte toe, het kierbesluit moest en zou er komen. Primair wil Sportvisserij Nederland de anadrome vissoorten toelaten, maar men wijst er ook op dat jaarlijks tonnen aan zoetwatervis, zoals de snoek, aan de zoute kant van de sluizen terecht komen worden meegesleurd en niet meer kunnen terugkeren. Was eerder de eutrofiëring door afvalwater echter een zorgpunt, nu zijn door de vergaande zuivering soms te weinig voedingsstoffen in het water met kraakhelder water als gevolg, waar de watervegetatie floreert en het visbestand vegeert. Afvalwater brengt ook een waardevolle aanvoer van minerale voedingsstoffen als fosfaten en nitraten, afkomstig van materiaal van organische oorsprong (bijvoorbeeld mest) naar het water. Ook de plannen van DELTA21 zijn door de sportvisserij en de aquacultuur bedrijven met enthousiasme ontvangen. De beroepsvissers, die nog succesvol in de Voordelta vissen, zijn kritischer over de plannen.

5.2.5 Wat is het effect van DELTA21 op de vismigratie via het Haringvliet?

Eén van de vier hoofddoelen van DELTA21 is om de vismigratie tussen de Noordzee en de Rijn/Maasdelta een impuls te geven en zo mogelijk weer terug op het peil van begin 20^e eeuw te brengen. Hoewel de natuur zich vaak snel aanpast, is een dergelijk proces met de open kier echter een kwestie van decennia. Er is al veel in het kader van het kierbesluit in maatregelen geïnvesteerd en daarmee al vele goede stappen genomen. Het openzetten van de Haringvlietssluisen is een heel erg lang gekoesterde wens, zowel in Nederland als bij onze Oosterburen. Bovendien cruciaal, omdat via de estuaria de vissen van de rivieren naar de Noordzee migreren en omgekeerd.



Voor de vismigratie is er een nauwe samenhang met het derde doel van DELTA21, namelijk om het zoute getij weer terug te brengen in het westelijk deel van het Haringvliet. Het zoutgehalte zal hoog zijn, maar, maar voor de vissen zullen het brakke en zoete water landinwaarts beter opmerken. Van groot belang is ook het 700 ha grote “Brakwatergebied”, een grote vispassage, waar vissen langere tijd kunnen doorbrengen alvorens de sprong naar water met een ander zoutgehalte kunnen nemen. Het zoete water zal in het “Brakwatergebied” langer worden vastgehouden en gedurende een groot deel van elke getijslag zal er een verbinding zijn met zowel het zoute als het zoete water. Daardoor zal zowel de sprong naar de zoute Noordzee en de zoete rivieren voor de te migreren vissen aanzienlijk eenvoudiger worden.

DELTA21 omvat een buitengaats deel, een Valmeer en een Getijmeer, die een belangrijke functie vervullen voor de vermindering van de waterveiligheid en de energietransitie. Het buitengaats deel

van DELTA21 is sterk verbonden met binnengaatse deel in het Haringvliet. Vanaf zee zullen de vissen via visvriendelijke getijnturbines het Getijmeer bereiken. Het Getijmeer zal het brakke water uit het Haringvliet langer vasthouden dan in de huidige situatie. Nu wordt het brakke water heel snel vermengd met het zoute Noordzeewater. In het westelijk deel van het Haringvliet zal het zoute getij weer terugkeren, de sluizen van de Haringvlietdam kunnen nu wijd open.

De hoge verwachtingen voor vismigratie in het Haringvliet zullen als gevolg van DELTA21 veel sneller worden verwezenlijkt en een veel groter effect hebben:

- Het zoute getij zorgt dat de Buitendijkse polders zullen veranderen in brakke slikken en schorren en daar zullen opnieuw rietvelden ontstaan. Het met DELTA21 ontstaan van een groot intergetijdengebied draagt bij aan het visvriendelijker worden van het Haringvliet en dynamische overgangen van zout naar zoet en hoog naar laag zullen ontstaan.
- Met DELTA21, wordt het Haringvliet weer een opgroeigebied van jonge haring, sprat, spiering, rivierprik en zeebaars, allemaal voedsel voor andere (trek)vissen maar ook (trek)vogels. De op zee geboren jonge haringlarfjes zullen weer naar de Haringvlietdelta trekken, waarna ze, eenmaal volwassen, weer zeewaarts migreren om er paaien. Niet alléén de spiering en haring zullen weer massaal het Haringvliet opzwemmen, ook de snoekbaarsen, snoeken forellen en zalm.
- Trekvisserijen als stekelbaars, spiering, elft, flint kunnen estuaria als een open Haringvliet voor hun levenscyclus niet missen. De open zoute Haringvliet zal een gunstig effect hebben op de driedoornige stekelbaars, de flint, de zalm en de zeeforel, maar ook gunstig zijn voor de rivierprik, de elft, de spiering, de houting en de zeebek. Ook is er herstel mogelijk voor de katadrome vissoorten, de bot en de (glas)aal zullen in hoge mate profiteren van DELTA21.



© Hansa Wessing Fotografie

De opening van de Haringvlietssluis zal leiden tot toenemende mogelijkheden voor vismigratie vanuit de Voordelta naar het Haringvliet (en daarmee het Rijn- en Maasstroomgebied). Maar een open Haringvlietssluis is ook gunstig voor de zoetwatervis. Nu gaan jaarlijks tonnen zoetwatervis verloren, zoals de snoek. Zij komen nu soms aan de zoute kant van de sluizen terecht, worden meegesleurd en kunnen niet meer terugkeren. In het Getijmeer en in het Haringvliet komt een voedselrijke brakwater biotoop, waar ook elders positieve resultaten van te zien zijn (Zweden, Noord-Duitsland,

Denemarken). Om de vissen de gelegenheid te bieden om aan het zoet of zoute water te wennen, is een stabiel en relatief groot brakwatergebied gewenst. Bovenstrooms geboren jonge trekvisen zwemmen de rivier af en verblijven langere tijd in de zoet-zout overgang om zich aan te passen aan het zoute zeewater. Volwassen geworden op zee, trekken ze weer de rivier op, om te paaien, via het estuarium. Er kan nu geoogst worden, nadat er decennialang door Duitsland en Nederland miljoenen geïnvesteerd zijn migratievissen als zalm en zeeforellen weer op peil te krijgen.

Verder zou serieus overwogen kunnen worden om met DELTA21 ook het Westelijk deel van het Haringvliet als Natura-2000 gebied voor de te dragen. Ook kan natuurlijk gedacht worden aan uitbreiding van het Natura-2000 gebied naar het gebied tussen Hoek van Holland en den Helder



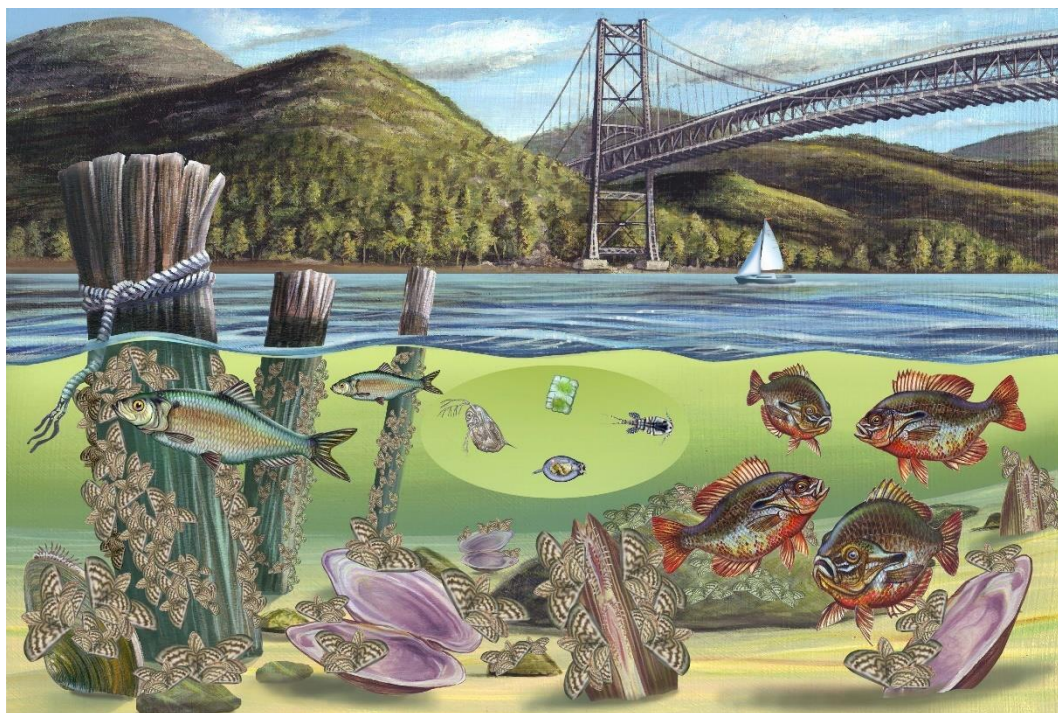
5.3 Aquacultuur en DELTA21 (8 vragen)

5.3.1 Wat zijn de mogelijkheden voor aquacultuur?

De versterking van de vismigratie tussen de Noordzee en de Rijn en Maas heeft een gunstig effect op de gehele visserij, zowel binnengaats als buitengaats. Maar DELTA21 heeft ook de belangstelling gewekt van de aquacultuursector.

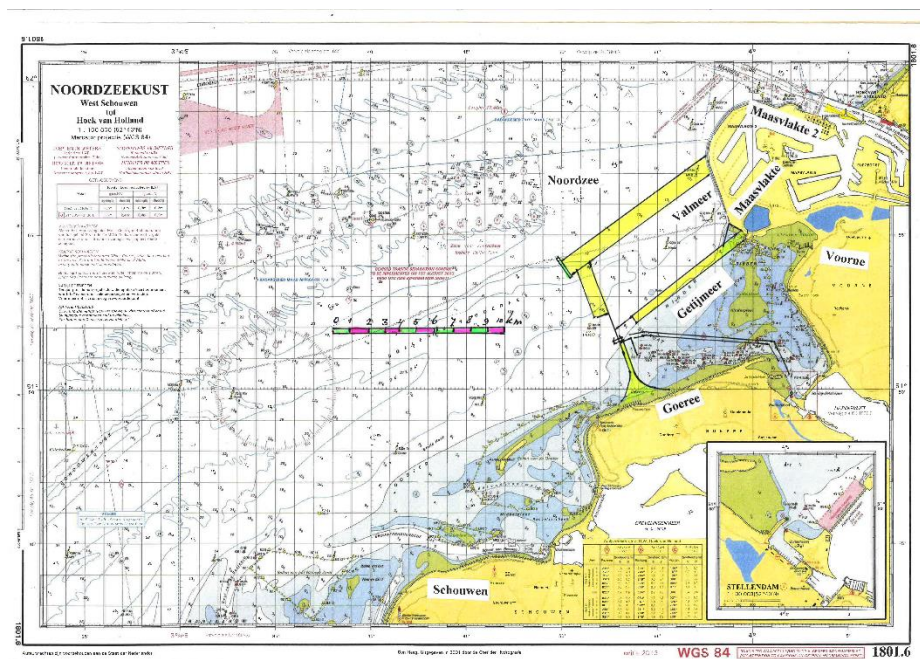
Aquacultuur is de teelt van organismen in water, zoals bijv. mosselen, zalm en forel die worden gekweekt in zeewater of in grote bakken ergens op het land. In noord-Europa zijn dat vooral zalm en forel en in Zuid-Europa zeebrasem en zeebaars, maar ook wel forel- en schelpdierteelt. De schelpdieren zijn voornamelijk terug te vinden langs de kustlijn aan de westzijde van Europa. Wel zijn er rond het kweken van vooral forel en karper discussies over het watergebruik en de watervervuiling van rivieren en grondwater. In Nederland bestaat de aquacultuur vooral uit de mosselteelt en de intensieve vishouderij in 'Recirculating Aquaculture Systems'. Hierbij wordt in een kweekbak het water continu gezuiverd en opnieuw gebruikt. Hierdoor is men niet meer afhankelijk van oppervlaktewater, ook is het systeem zeer milieuvriendelijk.

Tot 1950 kwam vrijwel alle mosselteelt uit Zeeland, maar als gevolg van een parasietbesmetting is een groot deel van de mosselteelt naar de Waddenzee verplaatst. De meeste mosselen worden in Nederland gekweekt op kweekpercelen in ondiepe kustgebieden, maar er zijn ook hangcultures. Eenjarige mosselen worden opgevisst uit de Waddenzee en vervolgens opnieuw uitgezaaid in de daartoe bestemde kweekpercelen, vaak liggen deze percelen ook ergens in de Waddenzee. Op het moment dat de mosselen ongeveer 5-6 centimeter groot zijn, zijn ze bijna klaar voor consumptie. Ze worden dan nog naar de Oosterschelde gebracht, waar de bodem harder is, om hier in een periode van drie weken tot enkele maanden hun overvloedige zand te verliezen. Per jaar wordt er door alle kwekers samen ongeveer 50-80 miljoen kilo mosselen gekweekt. De jaarlijkse omzetwaarde hiervan is gemiddeld 60 miljoen euro.



Nederland loopt voorop als het gaat om biologie en productietechnologie op het gebied van kweekvis. Inmiddels is meer dan 50% van alle vis op de markt afkomstig uit visteelt. In Nederland is de viskweek sinds enkele decennia in ontwikkeling en maakt een sterke groei door, mede als gevolg van de milieuvriendelijke aanpak, waarvoor grondwater wordt opgepompt en soms wordt ontijzerd. Vervolgens wordt het water gezuiverd, zowel de vaste afvaldeeltjes als het opgelost

ammonium worden verwijderd uit het water en via een speciale reactor omgezet tot nitraat en daarna nog eens gereduceerd tot stikstofgas. Het afval wordt als meststof verkocht en uitgereden over het akkerland.



Er is sprake van zeer strenge milieuheffingen, hierdoor worden bedrijven gedwongen om steeds opnieuw te investeren in dure, technische innovaties die het milieu nog minder belasten. In Nederland wordt anno 2018 onder andere steur, zeebaars, zagers, tarbot, paling en snoekbaars gekweekt in dit soort systemen, maar toch vooral zoetwatervissen als paling en meerval. Er zijn een 40-tal bedrijven in Nederland te vinden die werkzaam zijn in de visteelt. Nederlandse vistelers zijn verenigd in de Nevevi, de Nederlandse Vereniging voor Vistelers. De Nevevi maakt deel uit van de overkoepelende Europese organisatie FEAP (Federation of European Aquaculture Producers). Voor de aquacultuur in het Haringvliet, het Getijmeer en in het Valmeer, kan gebruik gemaakt worden van de nutriënten van het zoute en brakke water, zonder de kweekkamer- of migratiefunctie aan te tasten.

Het Haringvliet, het Getijmeer en het Valmeer worden, met DELTA21, elke 24 uur met resp. 0,35, 0,65 en 0,35 miljard m³ zeewater, rijk aan nutriënten, verversd en ook is de golfwerking beperkt. De aquacultuur maakt gebruik van de nutriënten van het zoute en brakke water, zonder de kweekkamer- of migratiefunctie aan te tasten. Gesprekken met de aquacultuursector leren, dat een zout Haringvliet perspectief biedt voor andere sectoren in de visserij, waaronder de mossel- en oestercultuur, maar ook voor de zeewier- en visteelt. Deze sectoren zijn momenteel vooral actief in o.a. de Waddenzee en de Oosterschelde. Omdat de mogelijkheden in die gebieden beperkt zijn, worden ook op de Noordzee de mogelijkheden van deze teeltmogelijkheden onderzocht.

5.3.2 Welke groeimogelijkheden biedt DELTA21 voor de visserij?

In Nederland wordt via de visafslagen € 250-300 miljoen omgezet en 80-100 duizend ton. De omzet van tong en schol omvat ca. 50% van de totale aanvoer. Vanuit de historie was het Haringvliet vooral een lokale zaak van de traditionele beroepvisserij met veel kleine schepen en nog erg ambachtelijk. Begin twintigste eeuw was er al sprake van overbevissing in de monding van de Rijn en Maas. Zoals ook hiervoor is aangegeven, zijn zowel de kraamkamer-, als de migratiefunctie van het Haringvliet zeer belangrijk en die wordt met DELTA21 alléén maar belangrijker. Er zijn dus redenen, mede in het belang van de visserij zelf, om bij een Haringvliet met een zout getij, zeer terughoudend te zijn met het ongecontroleerd toelaten van de beroepvisserij in het zoute Haringvliet. Hoewel het Haringvliet vroeger interessant was voor de traditionele beroepvisserij, lijkt voorzichtigheid met een terugkeer van deze sector in een Haringvliet met een zout getij wenselijk. Ook in het verleden was er al sprake van overbevissing in de monding van de Rijn en Maas.

De sportvisserij en de recreatieve visserij zijn echter, vergeleken met een eeuw geleden, ook zeer omvangrijke sectoren geworden met veel actieve leden en erg actief in het Haringvliet en het Hollands Diep. Beide sectoren zijn met name door de groei van het toerisme en de vrije tijd, tegenwoordig veel actiever op de rivieren dan de beroepsvisserij. Het westelijk deel van het Haringvliet zou ook speciaal voor deze sectoren aangewezen kunnen worden als ideaal sportviswater.

De kraamkamer-, en de migratiefunctie van het Haringvliet zijn echter zo belangrijk, dat aan deze functies, ook in het belang van de hele visserij, de hoogste prioriteit zou moeten worden gegeven. Het lijkt echter ook zinvol om de mogelijkheden van een zoute Haringvliet voor de visserij veel breder te bekijken. DELTA21, biedt niet alléén in het Haringvliet, maar ook in het Getijmeer en het Valmeer nieuwe kansen. De sport- en recreatieve visserij is een belangrijke sector met ruim twee miljoen actieve sportvissers zijn, waarvan 1.300.000 mannen, 250.000 vrouwen en 550.000 kinderen. Bij de beroepsvisserij in het Haringvliet en het Getijmeer met DELTA21 wordt gedacht aan de palingvisserij.

Vooraf door de groei van het toerisme en de vrije tijd, zijn de sportvissers tegenwoordig veel actiever op de rivieren en binnenwateren dan de beroepsvisserij. Ook de aquacultuursector ziet perspectief. De impact op de natuur van deze sector is gering, omdat het teeltproces goed is te beheersen en door strenge milieueisen goed wordt geborgd.

5.3.3 Wat zijn de kansen voor zeewierteelt?

In de Oosterschelde en de Waddenzee en proefsgewijs ook op de Noordzee wordt zeewier gekweekt. De Nederlandse productie is nog klein vergeleken met de wereldmarkt, waar 27 miljoen ton/jaar zeewier wordt geproduceerd, vooral in Azië. Het grootste deel van het geoogste zeewier is voor menselijke consumptie, als voeding (nori voor de sushi, wakame, etc.). Veel algensoorten bevatten hoogwaardige oliën als de omega-3 en omega-6 vetzuren en een goede grondstof zijn voor voedingssupplementen.



Wat algen zo bijzonder maakt is dat ze naast grondstof voor energie een grote verscheidenheid aan andere nuttige componenten en nieuwe nog onbekende chemische verbindingen bevatten. Naast vetzuren kunnen de algencellen ook carotenen en andere kleurstoffen, antioxidanten, eiwitten en zetmeel bevatten. De lijst met uit algen gemaakte producten groeit dan ook gestaag. Naast hoogwaardige algenproducten voor nichemarkten, zoals algenpoeder voor de voedingssupplementenindustrie en algenextracten voor de bestrijding van schimmel in golfvelden,

komt er ook steeds meer belangstelling voor bulkproducten, zoals grondstoffen voor bio plastics, biobrandstoffen, maar ook algeneiwit voor voedseltoepassingen.

Het alginat uit het zeewier wordt wel door de voedingsindustrie als verdikkingsmiddel gebruikt, maar er zijn ook toepassingen als veevoer of voedingssupplement voor vee. Voor biobrandstof is zeewier momenteel nog te duur. Ook wordt zeewier ingezet als middel tegen visluis en om de waterkwaliteit te verbeteren, daarom wordt het geteeld bij zalmkwekerijen. Zeewier is beloftevol als eiwitrijke voeding voor de groeiende wereldbevolking, als verdikkingsmiddel, als ingrediënt voor cosmetica en farmaceutica.

Omdat zeewier veel zonlicht nodig heeft, maar ook nutriënten en CO₂, wordt zeewier gekweekt op lijnen, die vlak onder het oppervlak in zeewater zijn opgespannen en worden geoogst met snijmachines. Op zee leidt de golfwerking vaak tot schade aan het wier. Om schade te voorkomen, mogen dus de golven en de stroomsnelheden bij de meeste zeewiersoorten niet te hoog zijn. Het Getijmeer en het Haringvliet lijken in veel opzichten op de Waddenzee en de Oosterschelde. De verwachting is daarom dat het kweken van zeewier in beide gebieden succesvol zal zijn.



Door de hoge verversing scoren deze gebieden hoog als potentieel kweekgebied bij o.a. de zeewiertelers. Voorlopig wordt gedacht aan toepassingen van het alginat uit zeewier door de voedingsindustrie, als veevoer of voedingssupplement voor vee. Het in Nederland gezaaide wier wordt, vanwege de klimatologische omstandigheden in oktober gezaaid en nog maar eenmaal/jaar geoogst. Er zijn vele soorten zeewier. Bruinwieren komen veel voor (1500 tot 2000 soorten), het zijn meercellige algen. Goudwieren zijn gekleurde eencellige wieren, die meer in zoet water voorkomen.

De geelgroene wieren zijn verwant aan de bruinwieren, maar eveneens meer in zoet water, met uitzondering van bijv. de nannochloropsis, een snelgroeiende zout soort, dat veel olie als voedselreserve in de cel opslaat en daarom in de toekomst interessant kan worden voor de winning van grondstof voor biodiesel. Ook de bekende soort Spirulina en Chlorella worden wereldwijd gekweekt en vooral toegepast als voedingssupplement.

Het suikerwier dat in Nederland in oktober wordt gezaaid en kan nog maar eenmaal/jaar worden geoogst, ook zijn niet alle wieren goed bestand tegen getijden, stromingen, hoge golven en hongerige vissen. De inschatting is dat de komende decennia een productie van 50-100 ton voor Nederland goed mogelijk is, de kostprijs zal dan echter moeten nog verder dalen tot beneden € 10 per kg. Zowel het

Haringvliet als het gebied buitengaats van de Haringvlietdam zal bij een zout getij zeer aantrekkelijk kunnen worden voor de zeewierteelt. Dat geldt ook voor het beoogde Valmeer.

Tabel: Geschatte mogelijkheden voor de zeewierteelt in 2030

Locatie	Oppervlakte in ha	Productie (ton/jaar)	Omzet € miljoen
Haringvliet	2-4	25-50	0,3-0,5
Getijmeer	2-4	20-30	0,2-0,3
Valmeer	2-4	20-30	0,2-0,3

5.3.4 Mosselteelt in het Haringvliet, het Getijmeer en het Valmeer?

De mosselvisserij en de oesterteelt vindt momenteel nog vooral in Zeeland plaats, vanaf de 19de eeuw vanuit Yerseke, daarvoor vooral in Tholen en Zeeuws-Vlaanderen. Eerder werden percelen (kweekgronden) verkocht aan personen, later vond ook toewijzing van percelen plaats door loting. Sinds 1870 verpacht de overheid de kweekgronden. De jaren zestig en zeventig van de 20ste eeuw waren voor mosselvisserij niet rooskleurig vanwege de strenge winters, ziektes en dreigende sluiting van de Oosterschelde. Hun protest en acties tegen de afsluiting, samen met de milieuorganisaties, leidden tenslotte tot de bouw van een waterdoorlatende pijlerdam in de Oosterschelde. Voor het in stand en op peil houden van de mosselteelt is het al lange tijd gebruikelijk dat enkele weken per jaar (in voor- en najaar) mosselzaad wordt opgevisst. Mosselzaad is de verzamelnaam voor een grote hoeveelheid jonge en kleine mosselen, die zich met draden vastmaken aan algen, kokervormen, schelpen en vooral aan elkaar. Zo bijeen vormen ze een dikke laag op de zandplaten van de Waddenzee. Nadat het mosselzaad is opgevisst, wordt het uitgezaaid op speciale percelen. De schade die de winning ervan (mogelijk) veroorzaakt in de Waddenzee, zorgt voor enige onrust in de sector en wordt gezocht naar geschikte alternatieven.



In het Haringvliet en het Getijmeer, bevinden zich, in potentie, percelen die zeer geschikt lijken te zijn voor de mosselteelt. Ook het Valmeer biedt mogelijkheden voor hangcultures. De mosselteelt is minder complex dan bijv. de teelt van oesters. De mossels groeien veel sneller en de mosselteelt is ook veel minder bewerkelijk. Het succes van de mosselteelt hangt vooral samen met de aanvoer van nutriënten en de watertemperatuur. Daarom zijn het vooral de ondiepe percelen met een hardere ondergrond die voor de mosselteelt interessant zijn.

Tabel: Geschatte mogelijkheden voor de Mosselteelt in 2030

Locatie	Oppervlakte in ha	Productie (1000 ton/jaar)	Omzet € miljoen
Haringvliet	200-400	10-20	10-20

Getijmeer	100-200	5-10	5-10
Valmeer-hangcultures	10-20	5-10	5-10

5.3.5 Oesterkweek in het Getijmeer en het Haringvliet?

De oesterteelt is vanuit Frankrijk in Nederland geïmporteerd. Op de platte Zeeuwse oester werd wel gevestigd, ook op de Noordzee. Pas later is men de oester gaan kweken. Als gevolg van ziektes heeft inmiddels de Japanse oester of creuse (*Crassostrea gigas*) en de inheemse platte Zeeuwse oester (*Ostrea edulis*), die wel superieur is van kwaliteit, voor een groot deel vervangen. Sinds de uitbraak van de ziekte Bonamiasis, vanaf 1980, is de platte oester sterk in aantal achteruitgegaan.

Oesters planten zich voort in de zomermaanden. De drijvende oesterlarfjes (oesterbroed) zakken na enige tijd door hun gewicht naar de bodem (broedval) en hechten zich op “collecteurs”. De oesters worden uitgezet op percelen en met kotters opgevisst en regelmatig naar andere percelen verplaatst. In Zeeland is er vooral een bodemcultuur, maar oesters worden ook gekweekt op bedden, of hangend in voedselrijk water, soms door gebruik te maken van mandjes of vlotten of door gebruik te maken van “longlines”, waaraan het oesterbroed zich kan hechten. Als de oesters na 4 tot 7 jaar rijp zijn voor consumptie worden ze tijdelijk bewaard in oesterputten, waar de oester zijn zand en slib verliest.

Er zijn ca. 25 bedrijven actief in de oestersector en lid van de Nederlandse Oestervereniging. De kweek vindt vooral plaats in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer, waar men percelen huurt van de overheid, hoewel er ook “vrije gronden” zijn. Totaal is er ruim 2.000 hectare beschikbaar, de aanvoer is gedaald van jaarlijks 30 naar 20 miljoen stuks. Veruit het grootste deel zijn Japanse oesters. Na het opvissen met kotters, worden de oesters ca. een week opgeslagen in betonnen oesterputten om de kwaliteit te verbeteren. Er wordt door de oesterkwekers geëxperimenteerd met nieuwe kweekmethodes, die naast de bodemcultuur elders in Europa met succes worden toegepast.



Ook in het Haringvliet en het Getijmeer bevinden zich, in potentie, percelen die zeer geschikt lijken zijn voor de oesterteelt. Maar ook in het Valmeer zijn wellicht mogelijkheden voor de oesterteelt, zij het in andere vormen dan een bodemcultuur.

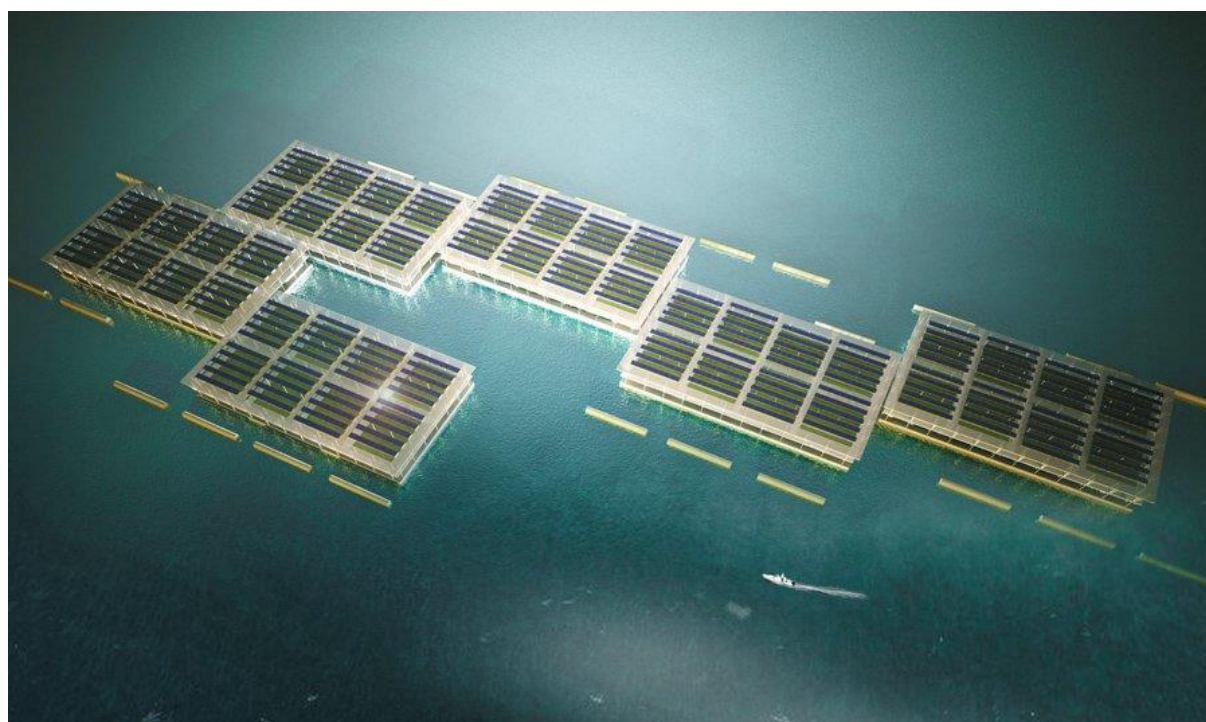
Tabel: Geschatte mogelijkheden voor de Oesterteelt in 2030

Locatie	Oppervlakte in ha	Productie (miljoen oesters/jaar)	Omzet € miljoen
Haringvliet	400-800	15-30	4-6
Getijmeer	250-500	5-10	1-2
Valmeer-hangcultures	20-40	5-10	1-2

5.3.6 Wat zijn de kansen voor viskwekerijen?

Hoewel de zoutwater viskweek, als van bijv. de zalm in Nederland nooit een groot succes is geworden, lijkt het Valmeer toch kansen te bieden voor deze sector. Vooral in Noorwegen en Schotland is deze teeltvorm omvangrijk. Meer dan de helft van de geconsumeerde zalm wordt gekweekt door de aquacultuurindustrie. De teelt van bijv. zalm begint met het bevruchten van de vrouwtjeszalm met de hom van de mannetjeszalm, die uitgebroed worden en als jonge zalmpjes van het voedsel in de dooierzak leven, waarna de visjes vast voedsel gaan eten.

Na 1,5 jaar wegen de vissen bijna 100 gram en worden ze verplaatst naar kooien in het zeewater. De zalm leeft zo'n 1,5 jaar in het zeewater. In die tijd verdubbelt hij meerdere malen zijn eigen gewicht. Het water langs de Noorse kust is perfect: het is helder en zuurstofrijk. De fjorden zorgen voor beschutting. De zalm heeft genoeg ruimte in de kooi. Zeeluzen zorgen wel voor problemen, waarvoor naast antibiotica ook poetsvissen worden ingezet, soms in combinatie met zeewierteelt. Na 3 jaar goede verzorging zijn de zalmen van 3-5 kg klaar om geoogst te worden. In Noorwegen kent het kweken van Atlantische zalm een lange traditie, maar wordt er ook op toegezien dat het met natuurbehoud wordt gecombineerd. In 2010 werd de onafhankelijke non-profit Aquaculture Stewardship Council in Nederland opgericht door WWF en IDH. ASC is als enige non-profit die certificaten uitreikt aan aquacultuurkwekerijen en waarborgt het minimaliseren van de impact op het milieu en het dierenwelzijn.



Gebieden die beschikken over rustig water en waar dagelijks grote hoeveelheden nutriëntenrijk vers zeewater worden uitgewisseld, bieden interessante mogelijkheden van zalmkweek. Een ruwe schatting leert dat de visomzet van kweekvis door de groothandel ca. € 150-200 miljoen/jaar bedraagt en 40-60 duizend ton, voornamelijk zalm, maar ook paling en meerval.

Tabel: Geschatte mogelijkheden voor de Visteelt in 2030

Locatie	Oppervlakte in ha	Productie (1000 ton/jaar)	Omzet € miljoen
Valmeer	20-40	5-10	10-20

5.3.7 Zijn er kansen voor microalgenteelt?

Wetenschappers verwachten ook veel van de teelt van microalgen of fytoplankton, dat zijn zeer kleine plantachtige organismen tussen de 1-50 micrometer groot. Samen met de macroalgen (zeewier) vormen zij de 'echte' waterplanten van de aquatische biomassa. Microalgen komen met honderdduizenden soorten voor in zowel zoet- als zeewater, waar ze aan de basis staan van de meeste voedselketens. Veel soorten bezitten bladgroen en benutten zonlicht als energiebron en zetten zo kooldioxide (CO₂) direct om in biomassa. Bij dit proces van fotosynthese produceren de algen zuurstof (O₂).

Op wereldschaal maken microalgen zo ruim driekwart van de benodigde zuurstof voor dier en mens aan. Van de groene algen zijn er zo'n 7500 soorten, ze bevatten hetzelfde bladgroen als landplanten, maar ook veel eiwit en kunnen zetmeel en olie in de cel opslaan. Chlorella is een bekende eencellige soort, die ook commercieel wordt gekweekt. Kiezelwieren daarentegen produceren vooral olie, die ze in de cel opslaan. Momenteel vindt succesvol microalgenteelt plaats op het land in Delfzijl, waar ook CO₂ en nutriënten worden toegevoegd. Elders worden ook microalgen vlakbij het wateroppervlak gekweekt.

Om algen succesvol te exploiteren zijn veel zonlicht, CO₂ toevoeging en nutriëntentoevoeging en een minimum watertemperatuur essentieel. In de winterperiode lijken voor de Nederlandse situatie de watertemperatuur en de hoeveelheid zonlicht voor de meeste microalgensoorten de beperkende factoren. Pas bij een prijs van € 5-10 begint het kweken van microalgen voor de Nederlandse situatie interessant te worden.



Algen zijn niet alleen in te zetten voor de milieuvriendelijke productie van talloze grondstoffen, maar ook als afvalverwerkers. Ze groeien namelijk uitstekend op afvalstromen, zoals bijvoorbeeld kooldioxide uit rookgassen, restwater van agro-industriële bedrijven en zelfs verdunde mest. Hierbij zetten ze afval om in bruikbare grondstoffen. Algen recyclen zo de voedingsstoffen, die anders weg zouden spoelen, en sluiten zo de nutriëntenkringloop met schoner water als bonus. Maar algen zijn niet alleen veelbelovend als zuiveraars en recyclers.

De algen cel bevat zoveel nuttige stoffen dat ze steeds vaker speciaal voor dat doel gekweekt worden. Zo is het mogelijk via algenkweek stoffen zoals oliën, eiwitten, zetmeel en pigmenten (bijvoorbeeld bètacaroteen) te produceren. Toepassingen van deze stoffen zijn talrijk: van biodiesel en bio plastic tot kleurstoffen en hamburgers. Productie van nuttige stoffen door algen kan gestuurd worden door de kweekcondities te manipuleren. Algenkwekers maken hiervan gebruik door bijv. algen een verplicht dieet te laten volgen. Dit remt de groei en wordt door de lagen meer oliën geproduceerd. Vooral in Azië en Noord-Amerika de bekende soorten als Spirulina en Chlorella geteeld, wereldwijd ca. 5000 ton gedroogde algen per jaar. Ondiepe ringvormige kanalen waarin menging plaatsvindt met behulp van schoepenwielen. Algenkweek in zonniger streken is potentieel veel productiever, mits de benutting van zonne-energie efficiënter wordt.



In Nederland zijn diverse partijen succesvol actief in de micro-algenkweek. In de Eemshaven heeft Omega Green een proeffabriek bij de energiecentrale van ENGIE, waar een gepatenteerd systeem voor de teelt van algen is ontwikkeld. Algen blijken een zeer waardevol product met een hoge opbrengst per hectare. Voor de voeding-, de cosmetica- of diervoederindustrie zijn algen daarom een waardevolle grondstof die gebruikt kan worden als toevoeging of vervanging van bestaande ingrediënten zoals soja of palmolie.

Het gebruik voor diervoeding heeft een grote reductie van methaanuitstoot van de dieren tot gevolg. Daarnaast hebben algen CO₂ nodig om te groeien, waardoor de teeltsystemen benut kunnen worden om dit broeikasgas af te vangen. Vanwege de beschikbare ruimte en aanwezigheid van bedrijven, die CO₂ uitstoten ziet Omega Green Noord-Nederland als een goede plek om algenkwekerijen te realiseren. Ondanks de successen, bevindt microalgenteelt zich nog in de ontwikkelfase. Het maken van schattingen van omzet en productie is lastig. Voorlopig wordt geen rekening gehouden met de kweek van microalgen in het Valmeer.

5.3.8 Biedt DELTA21 ook kansen voor vertical farming?

De groei van vertical farms wordt vooral verwacht in de grote metropolen in Azië en de Verenigde Staten, Canada en in gebieden in het Midden-Oosten, zoals de Emiraten. De reden is dat er een omgeving nodig is, waar een omvangrijke markt is met directe afzetkanalen, zoals in grote steden. De uitdaging ligt er om voor deze vertical farms geïntegreerde systeemoplossingen te ontwikkelen. Hier liggen voor Nederland en het Rotterdams Havengebied en het Westland grote kansen om marktleider te worden. In Nederland is alle kennis in huis om groeisystemen voor verticale tuinbouw grootschalig in de markt te gaan zetten: kassenbouwers, klimaat- en lichtexperts, hoogstaande teeltkennis en het bewustzijn dat het duurzaam en energiezuinig moet. Op al deze vlakken zijn de Nederlandse greentech-bedrijven wereldwijd erkend als experts. DELTA21, vlakbij het Rotterdams Havenbedrijf biedt dus potentie en zou daar wellicht een rol in kunnen spelen. Het kan schone energie aanbieden, er is een aanbod van CO₂, het ligt vlakbij twee mainports: Rotterdam en Schiphol en via de

Wageningen Universiteit is de kennis aanwezig. Ook hiervoor geldt dat er nog veel ontwikkeling nodig is en lastig is in te schatten en daarom niet verder is meegenomen.



Vragen van potentiële investeerder over Ontwerp, Aanleg, Aanlegkosten en Exploitatie van DELTA21

Het ontwerp van DELTA21 volgt uit de randvoorwaarden, die zich vanuit de doelstellingen “stap voor stap” hebben ontwikkeld. Na veel “trial en error” en tientallen gesprekken met stakeholders, heeft DELTA21 de huidige vorm gekregen.

Hoewel de doelstellingen van DELTA21 niet zullen veranderen, zal de vormgeving en invulling zeker nog verder worden geoptimaliseerd. Dit is de stand van zaken anno 2018.

	Blz.
6 Ontwerp, Aanleg, Aanlegkosten en Exploitatie van DELTA21 (26 vragen)	155
6.1 Ontwerp van DELTA21 (11 vragen)	155
6.1.1 Uit welke hoofdonderdelen bestaat DELTA21?	155
6.1.2 Wat zijn de kenmerken van het Valmeer?	155
6.1.3 Wat zijn de kenmerken van het Getijmeer	158
6.1.4 Hoe zien de Valmeer opening en uitgang eruit?	159
6.1.5 Welke behuizing krijgen de pompen/turbines van het Valmeer?	160
6.1.6 Waarom is een bouwdok nodig?	162
6.1.7 Welke behuizing krijgt de overlaat van het Valmeer?	163
6.1.8 Welke behuizing krijgen de turbines van het Getijmeer?	163
6.1.9 Hoe ziet de ondergrond bij het Valmeer eruit?	164
6.1.10 Wat speelt er bij de grondwaterstroming bij het Valmeer?	165
6.1.11 Wat zijn de kenmerken van de keringen bij Tiengemeten in het Haringvliet?	167
6.2 Bouwvolgorde DELTA21 (6 vragen)	168
6.2.1 Wat zijn de vereiste hoofddisciplines voor aanleg van DELTA21?	168
6.2.2 Onderwaterdammen zeezijde en strekdam	169
6.2.3 Baggeren en opspuiten van de duinen aan de zeezijde	169
6.2.4 Aanleg bouwdok en kistdammen	170
6.2.5 In- en uitlaat Valmeer?	170
6.2.6 Overige werkzaamheden	171
6.3 Volumes en Aanlegkosten DELTA21 (2 vragen)	173
6.3.1 Volumes Aanleg DELTA21	173
6.3.2 Eenheidsprijzen en Aanlegkosten DELTA21	176
6.4 Exploitatie – Kosten, Baten en Besparingen (7 vragen)	178
6.4.1 Aanleg- en Onderhoudskosten DELTA21	178
6.4.2 Wat leveren het Valmeer en het Getijmeer op, anno 2030?	178
6.4.3 Wat zijn de besparingen op dijkverhoging?	178
6.4.4 Wat zijn de besparingen op CO2-reductie?	178
6.4.5 Wat is de waarde van het herstel van het zout watergetij in het Haringvliet?	178
6.4.6 Wat is de waarde van het herstel van de vismigratie?	178
6.4.7 Overzicht van kosten en baten van DELTA21?	179

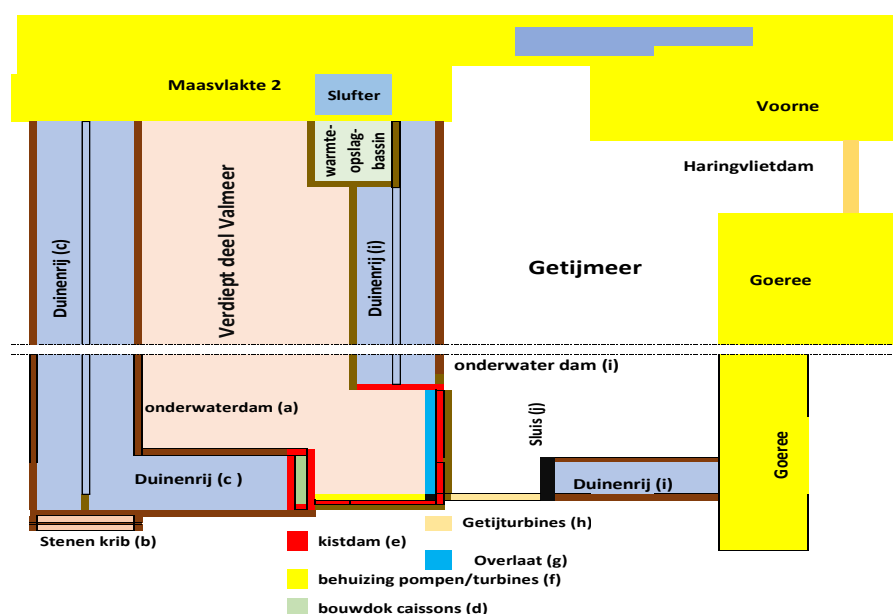
6. Ontwerp, Aanleg, Aanlegkosten en Exploitatie van DELTA21 (26 vragen)

6.1 Ontwerp van DELTA21 (15 vragen)

6.1.1 Uit welke hoofdonderdelen bestaat DELTA21?

Het DELTA21 concept bestaat uit drie hoofdonderdelen:

- Valmeer** met een bodemdiepte op NAP -25 m tot NAP - 27,5 m, omgeven door natuurlijke zandduinen, die opgebouwd zijn met het zand, dat beschikbaar komt uit de verdieping van het Valmeer.
- Getijmeer**, dat gelegen is tussen het Haringvliet en de Noordzee en waar met getijnturbines, elektriciteit uit het getijverschil wordt opgewekt.
- Haringvliet**, dat opgedeeld wordt in een zout westelijk deel en een zoet oostelijk deel met de scheiding bij het eiland Tiengemeten. Het Brakwatergebied is het brakke overgangsgebied, bestemd voor de vismigratie en gelegen en zuiden van Tiengemeten.



Het duin aan de binnenzijde vormt de grens tussen het Valmeer en het Getijmeer. De getijnturbines van het Getijmeer sluiten direct aan op de in- en uitlaat van het Valmeer en op de overlaat van het Valmeer (zie schema hierboven).

6.1.2 Wat zijn de kenmerken van het Valmeer?

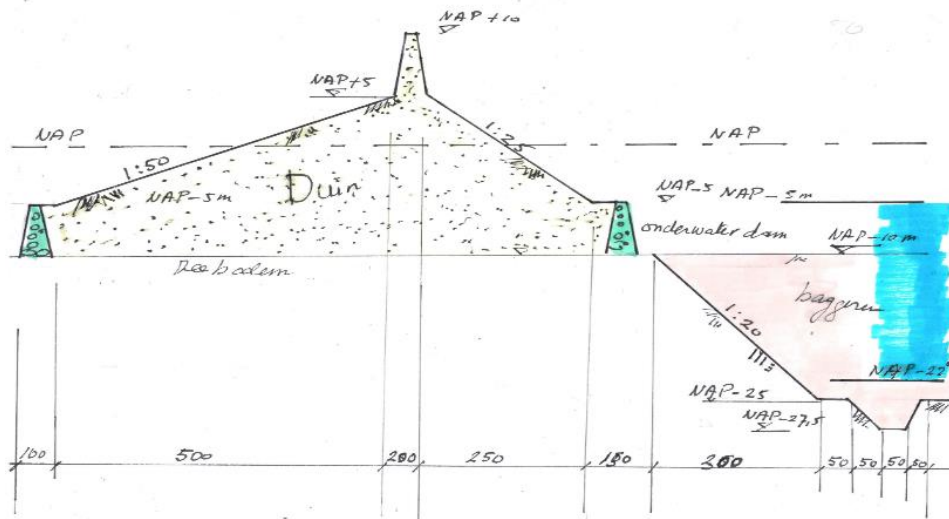
Het Valmeer is aan de noordzijde tegen Maasvlakte 2 aangebouwd. De oriëntatie is zodanig dat de lange zijde aan zee zo veel mogelijk evenwijdig loopt met de Nederlandse kust. In vroeger tijden lag ook het duingebied veel meer zeewaarts dan nu het geval is. Met DELTA21 komt de kustoriëntatie en locatie dus weer gelegen op de plaats waar het enkele duizenden jaren geleden lag. Het Valmeer wordt aan drie zijden omgeven door begroeide zandduinen, die opgespoten zijn met uit het Valmeer gebaggerd zand.

De top van de duinen aan de zeezijde liggen op NAP + 10 m en aan de Getijmeer zijde op NAP + 5 m en vanaf NAP + 5 m zijn de duinen resp. 250 m en 100 m breed.

In het Valmeer wordt elektriciteit, volgens het “Pumped Hydro Storage” (PHS) principe, tijdelijk, in waterkracht, opgeslagen en in de vorm van elektriciteit weer opgewekt. Het Valmeer met een inhoud van > 350 miljoen m³ wordt gevuld en geleegd met behulp van pompen, die ook als turbines werken.

Vanwege de karakteristieken van de turbines/pompen zal in de onderste 5 m beneden het peil van NAP -22,5 m in het Valmeer altijd water staan. Om pomp-efficiency redenen wordt ook het deel

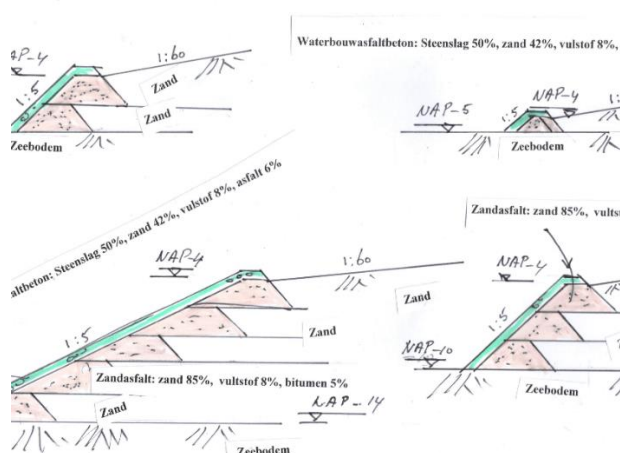
boven NAP - 5 m van het Valmeer niet gebruikt voor energieopslag. De effectieve diepte of de schijf water die dagelijks met pompen en turbineren op en neer gaat, is 17,5 m en de gemiddelde vervallhoogte is 14 m ten opzichte van het zeeniveau, dat gemiddeld op NAP + 0,25 m ligt. De bodem van het Valmeer ligt op NAP - 25 m. Ter plaatse van de in- en uitlaat van het Valmeer en in enkele brede geulen is bodemniveau: NAP -27,5 m. Daardoor kan slechts tot maximaal het laagste Valmeerpeil (NAP - 22,5 m) nog water worden weggepompt.



De uit te baggeren hoeveelheden zanderig materiaal vanuit de bodem in het geprojecteerde Valmeer kunnen gebruikt worden voor het opspuiten van de om het Valmeer gelegen duinen. Als gevolg van de verliezen van fijn slib, is dat echter niet geheel voldoende. De daarbij behorende hoeveelheid water, die tussen NAP -5 m en NAP -22,5 m beschikbaar is voor energieopslag is ca. 400 miljoen m³, hetgeen meer is dan de ontwerphoeveelheid van 350 miljoen m³.

Het totaal uit te baggeren volume in het Valmeer is ca. 325 miljoen m³. Er is totaal ca. 250 miljoen m³ zand nodig om de duinen met de aangegeven taluds op te spuiten, vanwege de verliezen (30%) van het slib uit het gebaggerde materiaal is er bruto ca. 355 miljoen m³ en netto ca. 250 miljoen m³ nodig. Uit de te verbreden geul van de nieuwe sluis bij de getijnturbines en de sluis en haven van Ouddorp komt ook ca. 10 miljoen materiaal beschikbaar, dat gedeeltelijk gebruikt kan worden voor de ophoging van de duinen. Eventueel kan er ook dieper meer zand uit de geul worden gebaggerd.

Onderwaterbermen: Zeebodem tot NAP - 4 m, helling 1: 5 (bunds van 2 m hoog)



Momenteel is de vaargeul onveilig en smal en moet nodig verbreed en verdiept worden. Om het opgespoten zand voor de duinen zo veel mogelijk op te sluiten, worden op de bodem aan weerszijden van het duin, onderwaterdammen aangebracht. Deze bestaan uit zandasfalt, met daarop aan de zeezijde een laag waterbouwasfaltbeton. Om de hoeveelheden benodigde zandasfalt zo veel mogelijk te beperken worden de onderwaterbermen opgebouwd met behulp van “bunds”, die laagsgewijs worden volgespoten met zand. Aan het uiteinde wordt om dezelfde reden een krib gebouwd, die vooral uit stortsteen bestaat.

Duinen	Peil	Kenmerken
Zeezijde	NAP - 5 m tot zeebodem	Onderwaterdam
Zeezijde	NAP -5 tot NAP +5	Helling 1:60
Duintop	NAP + 10 m	Breedte 250 m
Valmeerzijde boven water	NAP - 5 tot NAP + 5	Helling 1:15
Valmeerzijde onder water	NAP – 5 m tot NAP -25 m	Helling 1:20
Getijmeerzijde	NAP -5 tot NAP + 5 m	Gemiddelde helling 1: 25
Duintop	NAP + 5 m	Breedte 100 m
Getijmeerzijde	NAP - 5 m tot bodem getijmeer	Onderwaterdam

Tussen de zeebodem en NAP – 4 m (bovenzijde onderwaterdammen) wordt zand, dat uit het Valmeer wordt opgebaggerd, opgespoten. Vanaf NAP - 5 m tot NAP + 5 m is de helling van het duin aan de zeezijde 1:60.

Aan de Valmeerzijde is de taludhelling boven het waterpeil van NAP - 5 m 1: 15 en vanaf NAP – 5m tot aan de bodem 1: 20. Beneden het niveau van NAP – 5 m ligt het zand dus opgesloten tussen de twee onderwaterdammen, daarboven ten dele onder en ten dele boven water en onder invloed van stromingen en golven. Het duin is vanaf NAP + 5 m tot NAP + 10 m opgespoten en ca. 250 m breed. Aan de binnenzijde van het Valmeer liggen vanaf de bodem tot NAP - 4 m eveneens onderwaterbermen van zandasfalt onder een taludhelling van 1: 5. Waterbouwasfaltbeton ontbreekt daar, omdat de golf- en stroombelasting gering is.

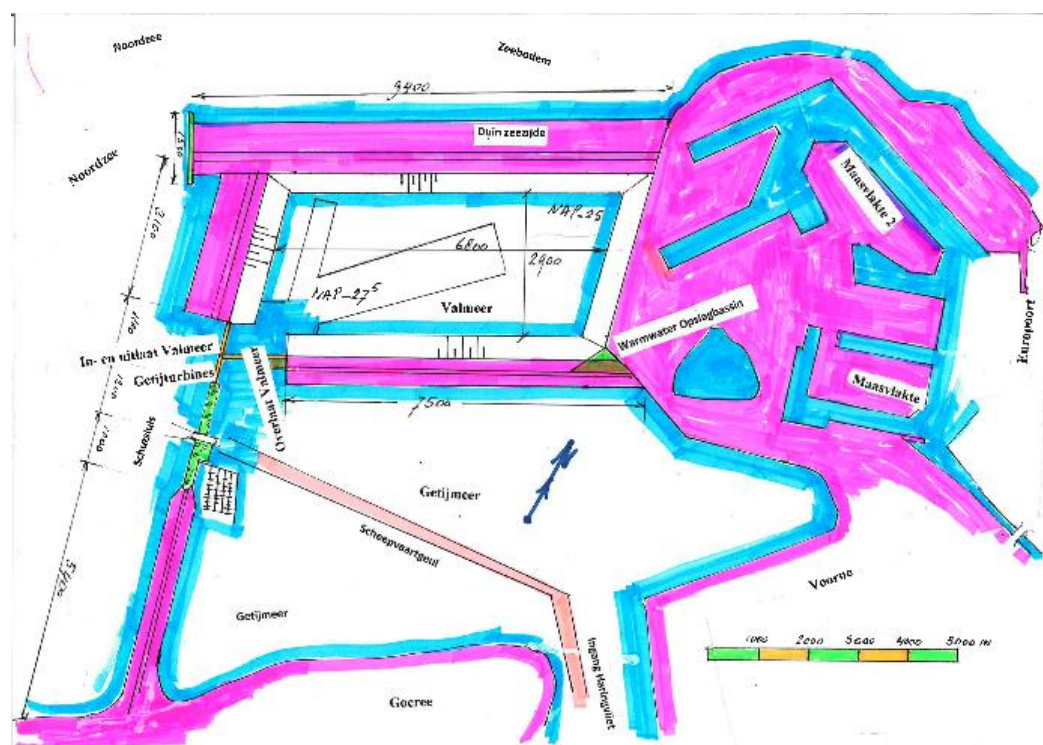


Uit de berekeningen van Pentair volgt dat de 93 pompen/turbines van 20 MW elk, een totaal vermogen vereisen van 1401 MW en een turbinevermogen opleveren van 1012 MW. Het geïnstalleerd vermogen bedraagt 1860 MW, maar gemiddeld bedraagt het geïnstalleerd vermogen (75%) 1395 MW.

De turbines kunnen binnen heel korte tijd (seconden) omgezet worden naar de pompfunctie. De 93 pompen/turbines zijn nodig om het Valmeer in 12 uur leeg te pompen of te vullen. De turbines wekken elektriciteit op, als het Valmeer weer gevuld wordt. De 93 pompen/turbines zijn gehuisvest in

betonnen constructies caissons met een totale lengte van ca. 500 m. Het Valmeer kan bij volle belasting jaarlijks maximaal 4380 uur pompen en 4380 uur turbineren. Het Valmeer heeft de volgende karakteristieken:

DELTA21 Valmeer	Karakteristieken
Valmeer omvang	350 miljoen m ³
Getijmeer + Haringvlietoppervlak	200 km ²
Vermogen Pompen/Turbines Valmeer 46/93*20MW	1860 MW
Max. noodafvoer naar zee Valmeer + getijmeer	14.000 m ³ /s
Waterpeil in het Valmeer	NAP – 5 m -NAP -22,5 m
Vultijd/leeglooptijd bij volle belasting	12 uur
Gemiddeld verval verschil	14 m (0,25 + 13,75)
Aantal pompen/Turbines	93
Vermogen per pomp/turbine	20 MW
Leegpomptijd minimaal	12 uur (pompen)
Nuttig turbinevermogen Valmeer	1012 MW
Vereist pompvermogen Valmeer	1401 MW
Pompverbruik bij 100% benutting	6136 GWh/j
Turbineopbrengst bij 100% benutting	4443 GWh/j

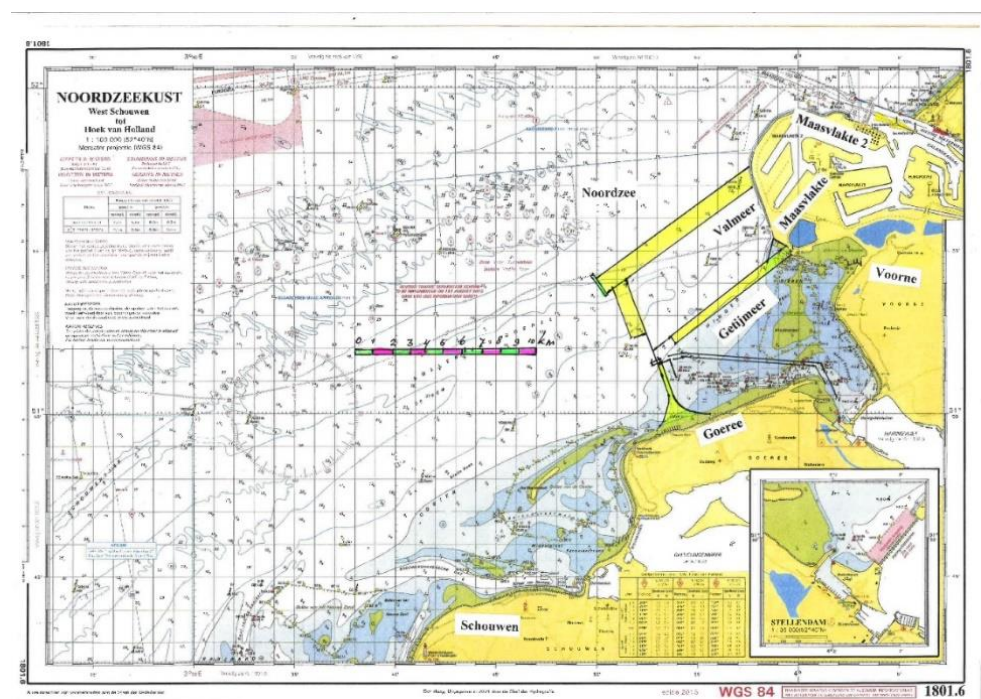


6.1.3 Wat zijn de karakteristieken van het Getijmeer?

Een uitgang naar zee van het Getijmeer is nodig voor de afvoer van het rivierwater, dat uit het Haringvliet naar de Noordzee moet worden afgevoerd. Om in het Haringvliet het maximale getij toe te laten, staan de Haringvlietsluizen permanent open (zie vragen over zout-zoet). Om ook getijenergie op te wekken zijn in de uitgang van het Getijmeer naar zee, getijturbines geïnstalleerd. Zij wekken elektriciteit op uit het getijverschil. Het getijmeer is ruim 60 km² groot en het westelijk deel van het Haringvliet ca. 60 km², samen dus ruim 120 km² nat oppervlak. In de dam naar zee staan 40 turbines van 1,5 MW elk, totaal 60 MW. In het Getijmeer is, met een kleine reductie in het getijverschil, het getij volledig werkzaam. Het waterpeil in het Getijmeer zal beneden NAP + 1,5 m blijven. Bij extreme opstuwing van het peil op zee, wordt het Getijmeer tijdens LW tijdelijk gesloten. Tijdens de noodzaak

om overtollig rivierwater af te voeren stroomt het rivierwater in het Valmeer. Daarvoor wordt de overlaat naar het Valmeer geopend en moet tot 10.000 m³/s naar zee kunnen afvoeren.

DELTA21 Getijmeer	Karakteristieken
Getijmeer geïnstalleerd vermogen (40*1,5 MW)	60 MW
Getij turbines getijmeer-opbrengst	550 GWh/jaar



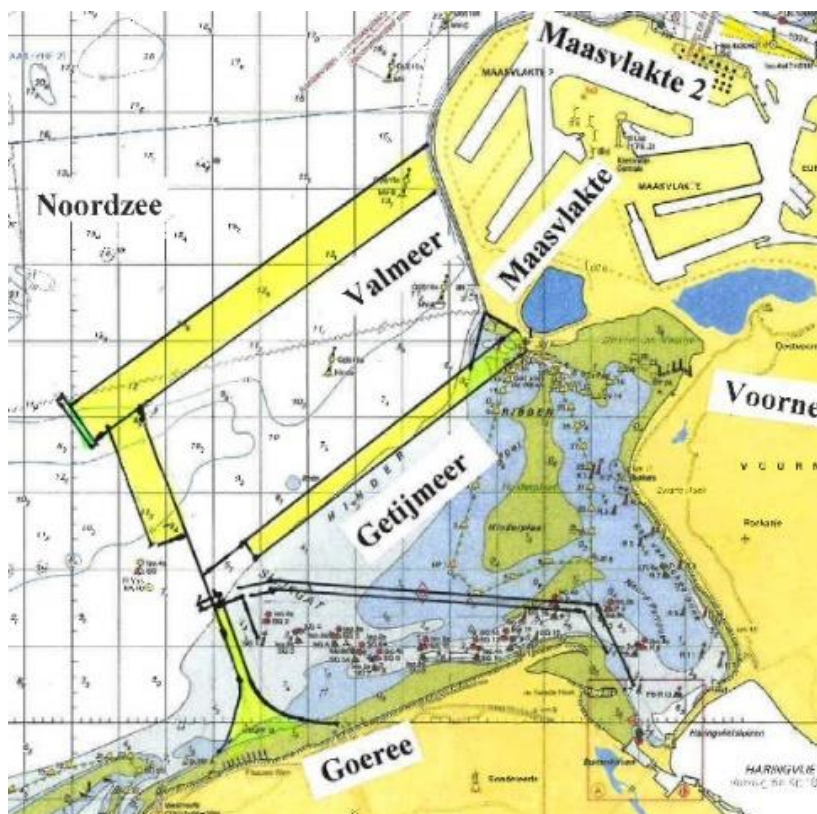
6.1.4 Hoe zien de Valmeer opening en uitgang eruit?

De bodem van het Valmeer ligt op een diepte van NAP - 27,5 m vlakbij de in- en uitgang. In de uithoeken van het Valmeer is het bodemniveau NAP - 25 m, het diepste waterniveau ligt op NAP - 22,5 m, het hoogste op NAP - 5 m. De zeebodem op de plek waar de duinen zijn geprojecteerd varieert van NAP - 6 m tot NAP - 14 m. Op de plaats waar de pompen/turbines zijn geprojecteerd, ligt de huidige zeebodem op ca. NAP - 12 m.

Als het Valmeer leeg staat en het zeeniveau NAP + 2 m is, dan moet de constructie 24,5 m (22,5 + 2) water en 15,5 m (27,5 - 12) grond keren. Deze waterdruk is zo groot dat de keerconstructie ook op het vermijden van onder loopsheid van grondwater ontworpen moet worden. Tenslotte moeten in de betonconstructie de pompen/turbines ingebouwd worden en deze pompen/turbines, moeten, te allen tijde en van bovenaf, bereikbaar zijn voor reparatie en onderhoud.

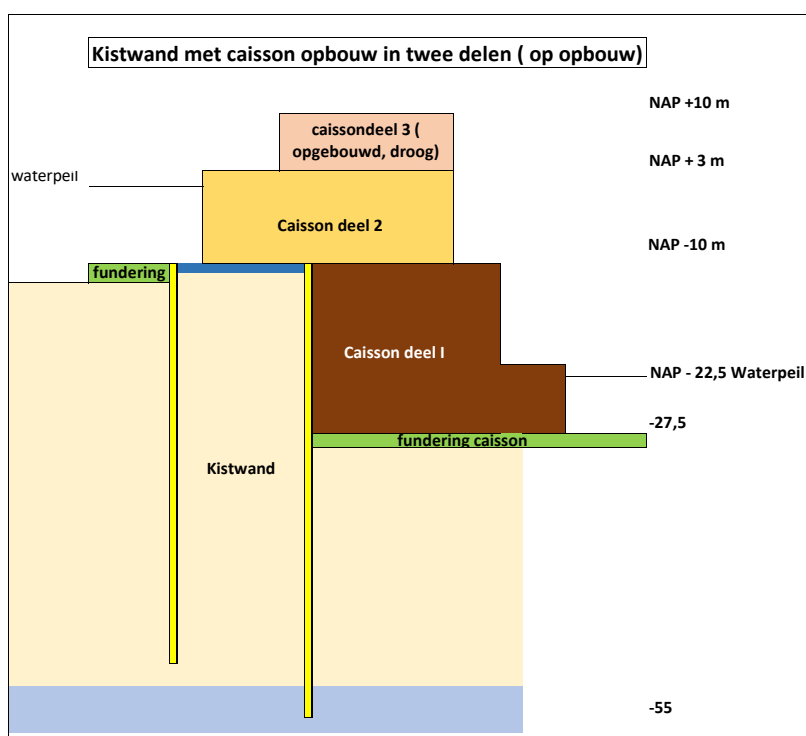
Er is daarom gekozen voor een kistdam met een breedte van 12 m, tussen twee stalen damwanden om de grond en het water te keren. Eén van de damwanden is geheid tot in de kleilaag op NAP - 55m. zodat er praktisch geen grondwater onderdoor kan, de andere damwand tot NAP - 45 m. De pompen/turbines worden gehuisvest in caissons. Vanwege de grote hoogteverschillen is ervoor gekozen om de caissons niet zelf de kerende functie te geven, maar direct op een stortstenen fundering te plaatsen.

Om bovendien de constructiehoogte te reduceren, zijn de caissons opgebouwd uit 2 delen, die afgezonden worden en, met profielen, een waterdichte verbinding met elkaar maken. De horizontale krachten van de waterkering op caisson deel 2 worden hiermede direct 2 op de kistdam overgebracht, die ook de druk van de grondkering tussen de zeebodem en de Valmeerbodem opvangt.



6.1.5 Welke behuizing krijgen de pompen/turbines van het Valmeer?

De pompen en turbines, die, zo mogelijk permanent, grote hoeveelheden water omhoog moeten pompen of energie moeten opwekken uit het verval hebben grote dimensies en moeten zo diep mogelijk onder het waterpeil in het Valmeer worden geïnstalleerd. Daarvoor zijn grote betonconstructies nodig, waarin de pompen/turbines worden geplaatst en waarin het water omhoog of omlaag moet worden gebracht via grote betonnen kokers.



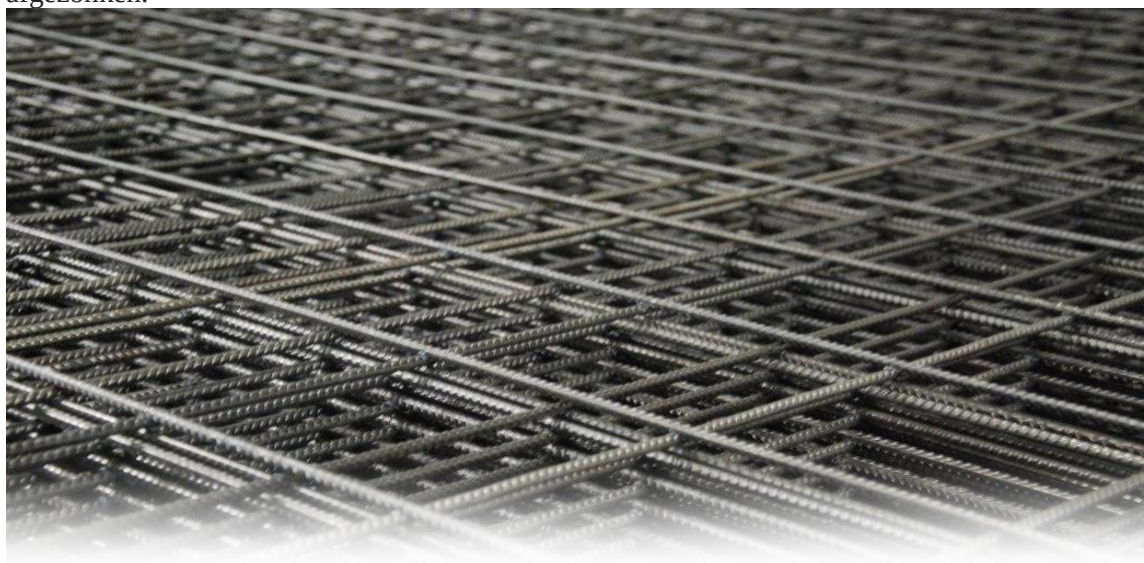
Om wrijvingsverliezen te verminderen, moeten de leidingen zo groot mogelijk zijn en zo geleidelijk mogelijk verlopen. Er is voor gekozen om de pompen/turbines in grote caissons te plaatsen met, voor elke pomp, een grote opening aan de onderzijde en één aan de bovenzijde. De bouw van de caissons op een diepte van ca. 30 m onder water kan op een “droge” manier of op een “natte” manier. Bij de “droge” manier wordt een grote put gegraven en drooggezet, waarna de betonconstructie “droog” kan worden opgebouwd.

Bij de “natte” methode worden de betonelementen elders gefabriceerd en, meestal drijvend, getransporteerd en ter plekke afgezonken en geplaatst. Voor een bouwwijze ter plaatse van de eindlocatie in de “droge” zou een heel diepe put nodig zijn. (Bouwmethode Haringvlietsluizen). Een dergelijke bouwput is op deze locatie technisch heel lastig te maken, in verband met de hoge waterdruk in de ondergrond en de kans op opbarsten. Voor een niet drijvende uitvoering zou een speciaal transport- en hefschip nodig zijn om de caissons te transporteren en te plaatsen (bouwmethode pijlers Oosterscheldekering).

Omdat in deze situatie de totale hoogte van caissons zo hoog is, is het ook heel lastig om de caissons in één geheel te bouwen en vooral drijvend te verplaatsen. Het bouwdok zou dan ook een diepte moeten krijgen van ca. 20 m. Dan wordt ook de waterdiepte ontoereikend voor het transport. Daarom is ervoor gekozen om de caisson in twee delen op te bouwen. Beide delen worden in een bouwdok op de traditionele manier gebouwd.

Vanwege de grondgesteldheid is gekozen voor de “natte” uitvoeringsmethode, waarbij de betonelementen in een bouwdok worden geprefabriceerd. Vanwege de grote hoogte is het niet goed mogelijk om de caissons in één geheel te bouwen en te verplaatsen. Dan is ook de waterdiepte ontoereikend voor het transport of zou een speciaal heel diep bouwdok aangelegd moeten worden. Daarom is ervoor gekozen om de caisson in drie delen op te bouwen. De caissondelen 1 en 2 worden in een bouwdok “droog” gebouwd en daarna getransporteerd en tegen of op de kistdam afgezonken.

Het laatste deel van de betonconstructie kan tenslotte “ter plekke en “in den droge” afgebouwd worden. Om de grond en het water te keren, is gekozen voor een kistdam, bestaande uit 2 damwandrijen, die eerst geplaatst moeten worden, alvorens de caissons kunnen worden afgezonken. De caissons worden dus in delen opgebouwd, het onderste deel met een hoogte van 20 m. De caissons hebben een lengte van ca. 187 m en kunnen voorzien in de behuizing voor 31 pompen. De eerste caisson met afmetingen van 187 m * 35 m * 20 m wordt drijvend vervoerd en tegen de kistdam afgezonken.



Daarna wordt, op dezelfde wijze, een caisson gebouwd en getransporteerd en op het al geplaatste caisson afgezonken. Dit tweede caisson heeft een hoogte van 13 m. Voor het kunnen afzinken van dit deel moet dan eerst een deel van de kistdam worden weggehaald, één wand kan nog blijven staan.

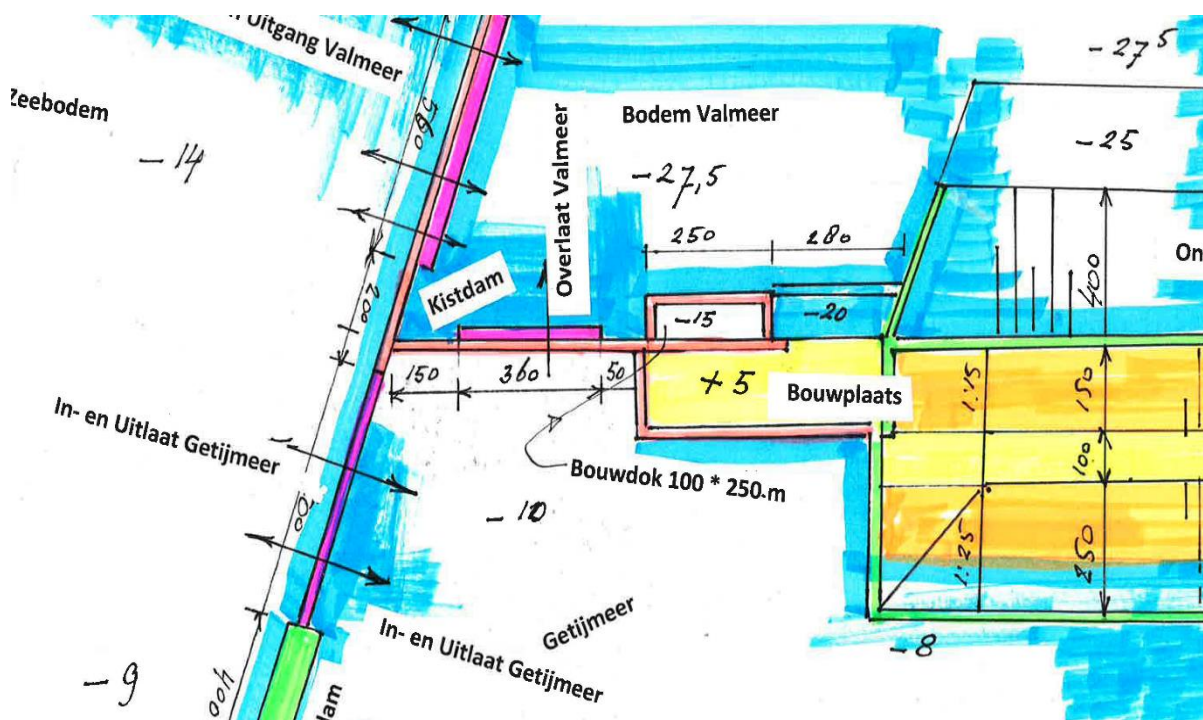
De bovenzijde van de tweede caisson ligt dan op een niveau van NAP + 3,0 m. Nadat tweemaal achter elkaar beide caissons op elkaar zijn geplaatst, wordt het laatste deel van de behuizing voor de pompen/turbines er ter plekke opgebouwd tot een niveau van ca. NAP + 10 m. De verbinding tussen deel 1 en deel 2 van de caissons wordt met een speciaal profiel waterdicht gemaakt en daarna met elkaar verbonden (naar analogie van de tunneltechnieken). De totale lengte van de betonnen constructie is na de bouw ca. $3 \times 187 \text{ m} = 560 \text{ m}$.

6.1.6 Hoe ziet het bouwdok eruit?

De pompen/turbines van het Valmeer en de turbines van het Getijmeer worden in zware betonnen constructies gehuisvest. Zoals elders toegelicht, is hier gekozen voor de “natte” uitvoeringsmethode. Evenals bij tunnels, worden de caissons een voor een in een bouwdok of droogdok gebouwd en drijvend getransporteerd naar de plaats van bestemming en daar afgezonken. Ook hier is voor deze methodiek gekozen, zij het dat de caissons niet in één geheel worden gebouwd, maar in 3 delen, die op elkaar worden gestapeld. Een derde en laatste deel van de caisson kan in den “droge” opgebouwd worden.

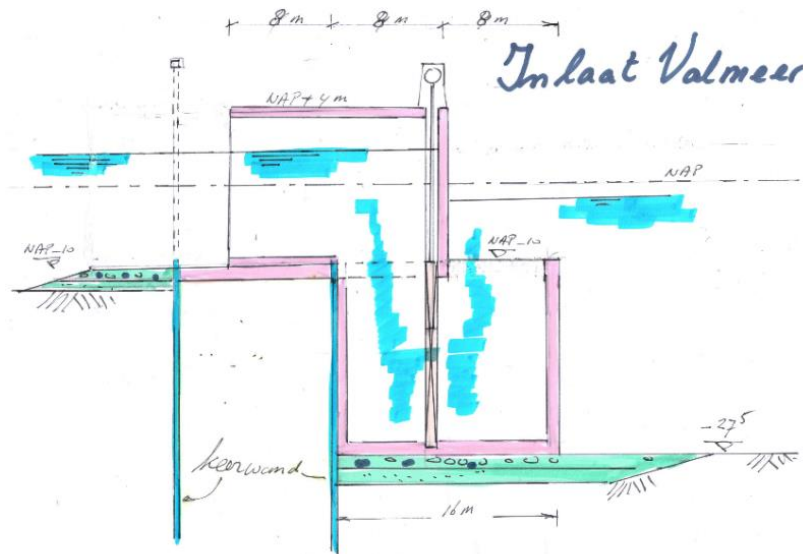
De diepte van het droogdok kan daardoor beperkt worden tot een bodempeil van NAP - 15 m. Ook is ervoor gekozen om het bouwdok te integreren in het Valmeer, omdat er toch grote dieptes overwonnen moeten worden en op deze manier het bouwdok ook een rol kan vervullen in de definitieve situatie van het Valmeer. Omdat er meerdere caissons moeten worden gebouwd, wordt ervoor gekozen om één bouwdok van ca. 220 m lang en 100 m breed te bouwen. Het eindschot aan de kopse kant van het bouwdok kan worden geopend, nadat het bouwdok is gevuld met water. Omdat de diepte van het Bouwdok samenhangt met de vereiste hoogte van de caisson is een bodemniveau van het Bouwdok van NAP -15 m aangehouden.

Om opdrijving en bodeminstabiliteit te voorkomen wordt de bouwdokbodem met een laag van 2,5 m onderwaterbeton gestort. Om te veel overdruk op de onderzijde van de bodem te voorkomen, wordt de grondwaterdruk onder de bouwdokbodem kunstmatig verlaagd. De kistdam in het Valmeer wordt als een soort “hulpconstructie” eerst aangelegd om de caissons tegenaan te kunnen plaatsen. De kistdam zal echter ook deel blijven uitmaken van definitieve constructie. De kistdam vormt de overgang van de “ondiepe” zee en het diepe Valmeer, waarin op een diepte van NAP - 32 m de fundering voor de caissons wordt aangelegd.



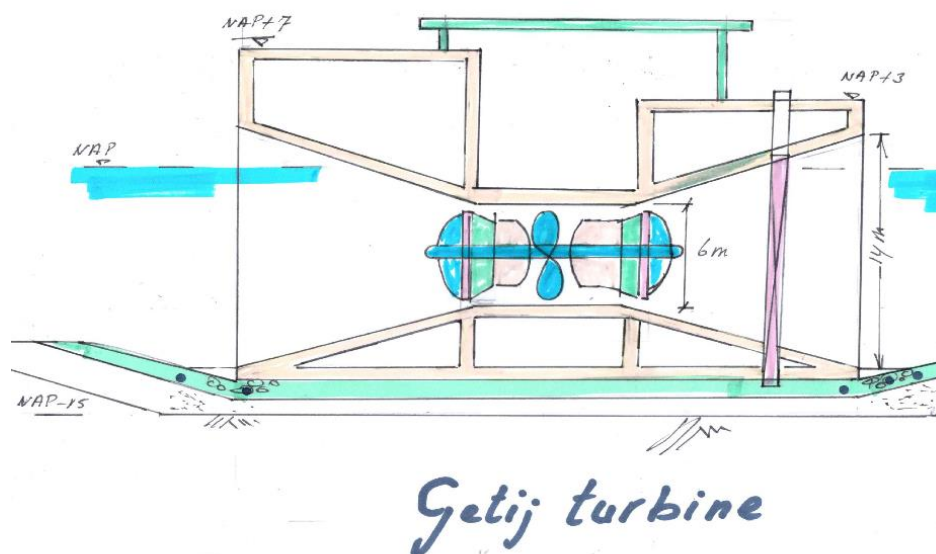
6.1.7 Welke behuizing krijgt de overlaat van het Valmeer?

Het ontwerp en de bouw van de overlaat vindt op identieke wijze, als de behuizing voor de pompen/turbines, plaats. Daarvoor worden twee caissons van elk 180 m gepland en ook twee die er bovenop worden geplaatst. De breedte van de overlaat wordt daarmee ca. 360 m. Omdat de waterstand in het Getijmeer lager is en er geen golven zijn, kan de bovenzijde van de constructie echter beperkt worden tot NAP + 5 m. Daarom is het niet nodig om er nog een derde deel op te plaatsen. De caissons worden eveneens in het bouwdok gefabriceerd.



6.1.8 Welke behuizing krijgen de turbines van het Getijmeer?

Ook voor de behuizing van de getijnturbines in het Getijmeer is gekozen voor caissons, die in 2 delen van elk 200 m in het bouwdok worden gefabriceerd en daarna elk in zijn geheel worden getransporteerd en afgezonken. De getijnturbines werken volgens een ander principe dan de pompen/turbines van het Valmeer. De turbines hebben een doorsnede van 6 m, waarvoor ook een grote behuizing nodig is. Anderzijds is de waterdiepte aan beide zijden van de turbinekering gelijk en is dus de constructie veel eenvoudiger. Een kistdam is hier niet nodig.

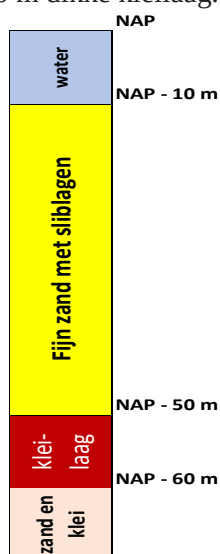


Daarom is ook hier voor een betonnen caissonconstructie gekozen, die ook in het bouwdok wordt gefabriceerd. De hoogte van de constructie bedraagt ca. 20 m en kan in één geheel worden gemaakt en worden getransporteerd en afgezonken. Per turbine is gerekend met een bruto breedte van 10 m. De totale lengte van de constructie voor de 40 turbines van 1,5 MW is ca. 400 m. De caissons worden in twee eenheden van telkens 20 turbines en een totale lengte van ca. 400 m, een breedte van 32 m en een hoogte van ca. 20 m.

Voordat de caissons worden afgezonken zal er eerst een laag van ca. 3 m worden weggebaggerd en daarin wordt de stortstenen fundering opgebouwd. Daarna kan het caisson worden ingevaren en afgezonken. Na het afzinken, worden twee 200 m lange caissons onderling aan elkaar gekoppeld op identieke wijze als tunnelelementen worden verbonden. Tenslotte worden de turbines geïnstalleerd.

6.1.9 Hoe ziet de ondergrond bij het Valmeer eruit?

De ondergrond van het Valmeer bestaat vanaf de zeebodem tot ca. NAP -50 m uit fijn zand met af en toe lenzen van zand en slib. Vanaf NAP- 50 m tot NAP - 60 m bestaat in het gebied rond de Maasvlakte uit een > 10 m dikke kleilaag.



Aangenomen is dat deze zelfde ondergrond zich uitstrekt tot het gebied, waar het Valmeer is gepland. Omdat de gemiddelde waterstand in het Valmeer, tijdens het functioneren ca. 15 m onder het zeeniveau ligt en het water in het meer tot NAP -22,5 m kan dalen, zijn er wel een aantal grondmechanische randvoorwaarden. Opbarsten wordt voorkomen door de bodemdijpte tot maximaal NAP – 27,5 m te ontgraven en zo mogelijk minder.

De schatting is dat de waterdruk onder de kleilaag op een diepte van NAP - 60 m tot ca. NAP zal reiken (600 kPa). Dat zou “in theorie” voldoende moeten zijn om de bovenbelasting bij het ontgraven en leeggepompte Valmeer op te vangen en opbarsten te voorkomen. Mochten, bij nader onderzoek blijken, dat deze tegendruk toch te gering is om opbarsten te voorkomen, dan zijn verschillende tegenmaatregelen mogelijk.

Het eenvoudigste is om de waterdiepte in het Valmeer te verkleinen of de waterdruk aan de onderzijde van de kleilaag te verlagen. Het is ook mogelijk om de ondoorlatende laag te verdikken met ca. 5 m door bijv. een cement-, of een waterglasinjectie toe te passen van bijv. NAP - 45 m tot NAP - 50 m. De optimalisatie van de waterdiepte zal in een vervolgstadium uitgewerkt moeten worden, voorlopig wordt uitgegaan van een maximale bodemdijpte in het Valmeer tot NAP - 27.5 m.

6.1.10 Wat speelt er bij de grondwaterstroming bij het Valmeer?

Er zijn een aantal grond mechanische vragen, die beantwoord moeten worden:

- Wat zijn de stabiele hellingen van de taluds aan de zeezijde, zowel opgespoten als gebaggerd en eveneens aan de landzijde?
- Tot welke diepte kan het Valmeer worden aangelegd, zonder problemen met de ondergrond te verkrijgen? In andere woorden: Kan het gewicht van de zand- en kleilaag de tegendruk van het grondwater aan de onderzijde van de kleilaag weerstaan, is die weerstand stabiel genoeg? Zo niet, wat kan er eventueel aan gedaan worden om wel de nodige veiligheid te verkrijgen?
- Kan de zandlaag tot NAP -50 m de snelle wisselingen van waterdiepte aan en vindt er geen opbarsten plaats? Zo ja, wat kan eraan gedaan worden om dat te voorkomen?
- Wat is de grootte van de grondwaterstroming richting het Valmeer en wat zij de geschatte verliezen?
- Wat worden de waterspanningen direct na aanleg aan de onderzijde en in de duinen van het Valmeer en hoe lang duurt het voordat een nieuwe evenwichtssituatie in de waterspanningen is opgebouwd?

Al deze grond mechanische en grondwater mechanische vragen zullen hierna kort behandeld worden.

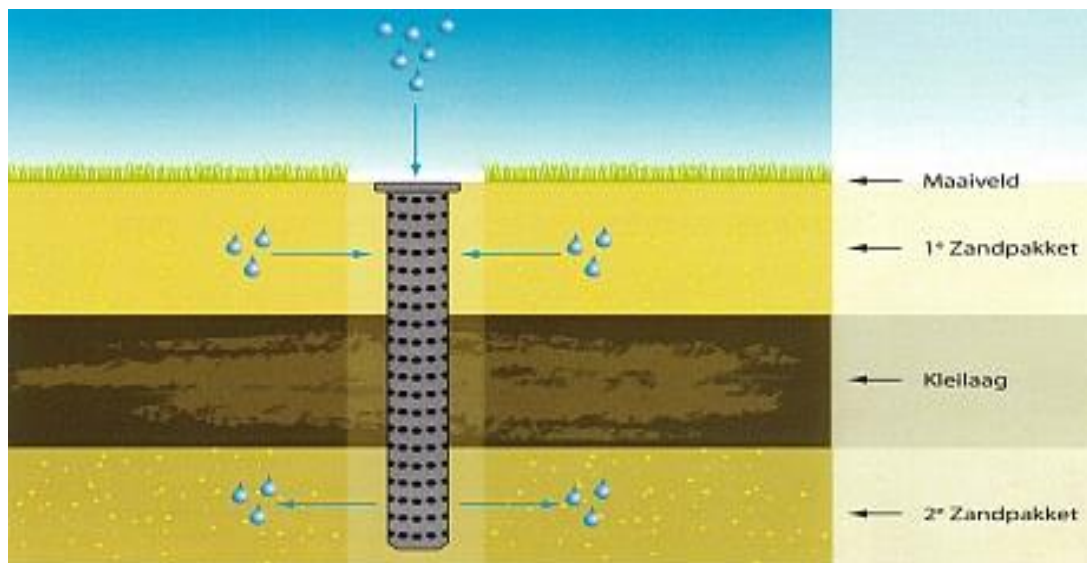
Ad a.: Taludhellingen

Voor het buitentalud aan de zeezijde is een taludhelling van 1: 60 aangehouden, de stranden in de buurt hebben ook een dergelijk talud, dat op natuurlijke wijze is ontstaan. Beneden NAP – 4 m is een onderwaterberm van zandasfalt en waterbouwasfaltbeton met een talud van 1: 5, aangelegd. Voor het buitentalud aan de Getijmeerzijde is een taludhelling van 1: 40 aangehouden, omdat daar de golfwerking praktisch ontbreekt. Daaronder en daarboven lijkt een taludhelling van 1:10 voldoende. Op de binnentaluds is voor het opgespoten duin tussen NAP – 4 m en NAP + 5 m een helling van 1:25 aangehouden en voor het gebaggerde onderwatertalud in het Valmeer een taludhelling van 1: 20.

Ad b.: Opbarsten ondergrond

Als onderaan de kleilaag een waterdruk heerst van 60 m waterdruk, overeenkomend met 0,6 MPa = 0,6 MN/m². Het waterpeil staat op NAP -22,5 m in de meest extreme toestand. De waterbodem ligt op een niveau van NAP -25 m, met brede sleuven tot NAP – 27,5 m.

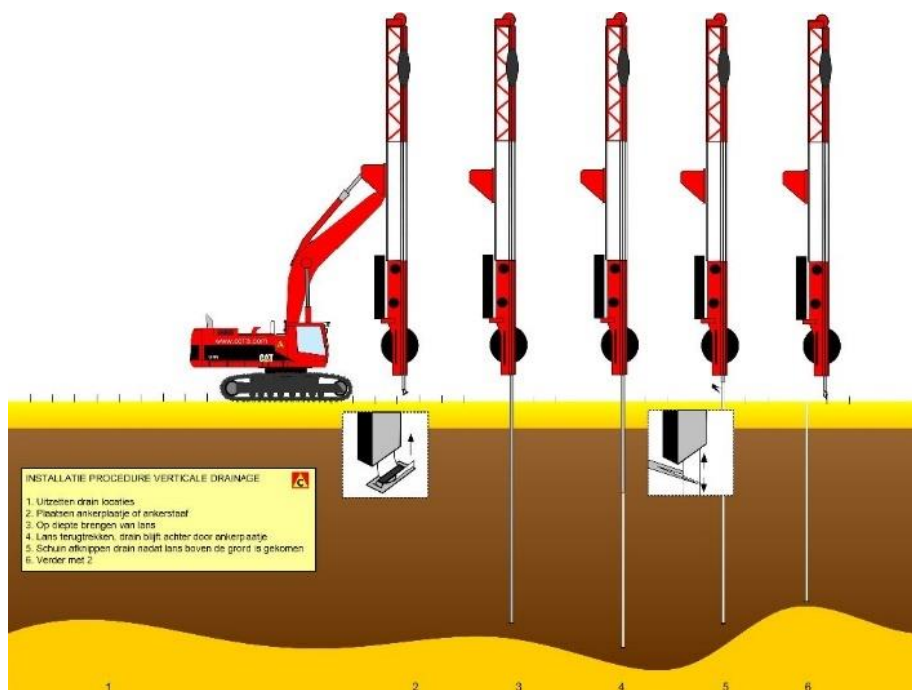
Vanaf NAP – 22,5 m tot NAP -60 m is de totale gronddruk: $(0,05 + (2,25 * 0,17) + (1 * 0,2) = 0,63$ MPa. Dat is maar juist voldoende. Om de kans op opbarsten te verkleinen lijkt het verstandig om de waterdruk onder de kleilaag met 0,1 MPa te verlagen. Dan kan door rondom het Valmeer, vanaf de het duin een aantal verticale boringen met drainage te plaatsen tot een diepte van NAP – 70 m. Daarmee zal de druk op de onderzijde van de kleilaag verlaagd worden en zal wat water uit de drainagebuizen omhoog uittreden.



Ad c.: Stabiliteit van de zandlaag

De vraag is of de zandlaag vanaf de Valmeerbodem tot NAP – 50 m, die afgewisseld wordt door dunne sliblagen stabiel genoeg is om de snelle wisselingen van waterdiepte aan te kunnen. Als de doorlatendheid te laag is dan wordt de bodem instabiel. Bij een aangenomen verticale doorlatendheidswaarde (k-waarde) van $2 \cdot 10^{-4}$ m/s wordt de watersnelheid in de ondergrond maximaal 0,72 m/uur, terwijl de ledig-snelheid maximaal $17,5/12 = 1,5$ m/s bedraagt. Als de k-waarde correct is, zou de doorlatendheid inderdaad te gering zijn. Omdat de doorlatendheid ($k = 1 - 5$ m/uur) van het fijne zand met slib niet voldoende lijkt om deze variatie op te kunnen vangen, zal bij de aanleg vanaf NAP - 25 m de bodem tot NAP – 50 m verticale drainage worden aangebracht.

Verticale drainage is een van de meest toegepaste technieken als door een slechte doorlatendheid van de lagen, overspannen poriënwater en instabiliteit kan ontstaan. De meest toegepaste vorm is met kunststof stripdrain die vanaf het maaiveld verticaal tot de onderkant van de ondoorlatende kleilaag wordt geïnstalleerd. Hierdoor wordt de afstroomlengte van het overspannen water aanzienlijk verkort en een snellere belasting en ontlasting door de grond kan worden opgevangen.



Ad d.: Grondwaterstroming

Als de doorlatendheid van de ondergrond te hoog is, zal veel water uit de omgeving naar het Valmeer toestromen. Het gemiddelde verval bedraagt 14 m. Bij een aangenomen k-waarde van 0,7 m/uur, zoals onder ad. C, dan is het verlies per m² en een hoogte van 30 m gedurende 24 uur: $Q = k \cdot 0,7 \cdot 14/1000 \cdot 30 \cdot 24 = 7$ m³/s. Voor het totale bassin is dat ca. 50.000 m³/12 uur, dat is 0,014 %. Dat lijkt erg weinig en dus acceptabel. Dat is weer het voordeel van slecht doorlatende zandlagen. Mocht dit verlies na detailonderzoek toch hoger blijken te zijn, dan kan bijv. cement in enkele watervoerende lagen worden gespoten om het waterverlies alsnog te verlagen.

Ad. e: Waterspanningen direct na de aanleg

Direct na de aanleg zal de waterspiegel in de ondergrond zich nog moeten aanpassen aan de evenwichtssituatie. Met een grondwatersnelheid van 0,7 m/uur kan het wel enkele maanden duren voordat het evenwicht is bereikt. Dat lijkt op zich geen probleem, de eerste maanden kan ook enige tijd met een lager verval dan 14 m worden gewerkt, bijvoorbeeld in stappen van telkens twee meter.

6.1.11 Wat zijn de kenmerken van de keringen bij Tiengemeten in het Haringvliet ?

In het westelijk deel van het Haringvliet brengt het zoute getij, via het Getijmeer, elke getijslag dagelijks vers zout Noordzeewater naar binnen en voert het ook weer terug naar zee. Ten oosten van de waterscheiding bij Tiengemeten is het water zoet. Zout water mag niet in het oostelijk deel van het Haringvliet terecht komen. Vanuit de oostzijde stroomt het zoete water in het Brakwatergebied en vanuit de westzijde stroomt zout water in en uit. Tijdens hoge rivierafvoeren moet via het Brakwatergebied ook tot 5.000 m³/s overtollig rivierwater kan afstromen naar zee. Om dat te realiseren worden voorzieningen in de waterscheidingen op een zodanige manier, dat zout water het Brakwatergebied niet oostwaarts kan passeren en toch voldoende afvoercapaciteit voor de rivieren kan leveren, als het nodig is.

Met DELTA21 worden in het Brakwatergebied drie gebieden onderscheiden, een westelijk zout deel, een oostelijk zoet deel en een Brakwatergebied daartussen. Als randvoorwaarde geldt dat geen zout water in het oostelijk deel van het Haringvliet terecht mag komen en over voldoende afvoercapaciteit beschikt tijdens hoge rivierafvoeren. Wel zal minimaal 40 m³/s zoet water het Brakwatergebied blijven instromen. Dit wordt opgelost door in de oostelijke dam een regelbare overlaat aan te brengen. In de dam aan de Westzijde zal zout water tussen het westelijk deel en het Brakwatergebied uitgewisseld. Bij voorkeur moet het zoete water daar aan het oppervlakte blijven. Via een schuifopening in de westelijke dam op een diepte van bijv. NAP – 3,0 m, vindt dan de uitwisseling plaats tussen beide gebieden.

Haringvliet					
	Westelijk deel		Brakwatergebied		Oostelijk deel Hollandsch Diep
Getijmeer					
	NAP + 1,6 m		NAP + 0,6 m		NAP + 0,4 m - NAP + 0,7 m
	NAP - 0,65 m - NAP +1,15 m (maximaal NAP + 1,5 m) NAP-3 m		NAP - 0,2 m - NAP + 0,5 m Zoet waterlaag		(maximaal NAP + 2,3 m)
	Zout Water		Zout Waterlaag		Zoet water

Tijdens extreme rivierafvoeren zal zowel de overlaat om laag moeten kunnen en de schuiven verder open, zodat tot 5.000 m³/s rivierwater afgevoerd kan blijven worden naar zee.

Aan de noordzijde van Tiengemeten wordt ca. 30 m³/s zoet water via een bestaande kreek (Piershilse Gat) bij Nieuwendijk naar de Bernisse afgevoerd. Tussen het oostelijk en westelijk deel van het Haringvliet ligt aan de noordzijde een kering met schuiven, die omhoog kunnen en met een overlaat die gedeeltelijk tot ca. NAP – 3 m kan worden verlaagd om ook daar tot 5.000 m³/s rivierwater af te laten stromen naar zee. De dammen kunnen worden opgebouwd met zand en steenbescherming, ter plaatse van de overlaat en de schuiven via een conventionele betonconstructie met schuiven en een overlaat. De betonnen overlaat kan in de vorm van een caisson worden gebouwd, getransporteerd en afgezonken. De aansluiting tussen de opgespoten dam en het caisson is met stortstenen strekdammen opgebouwd.

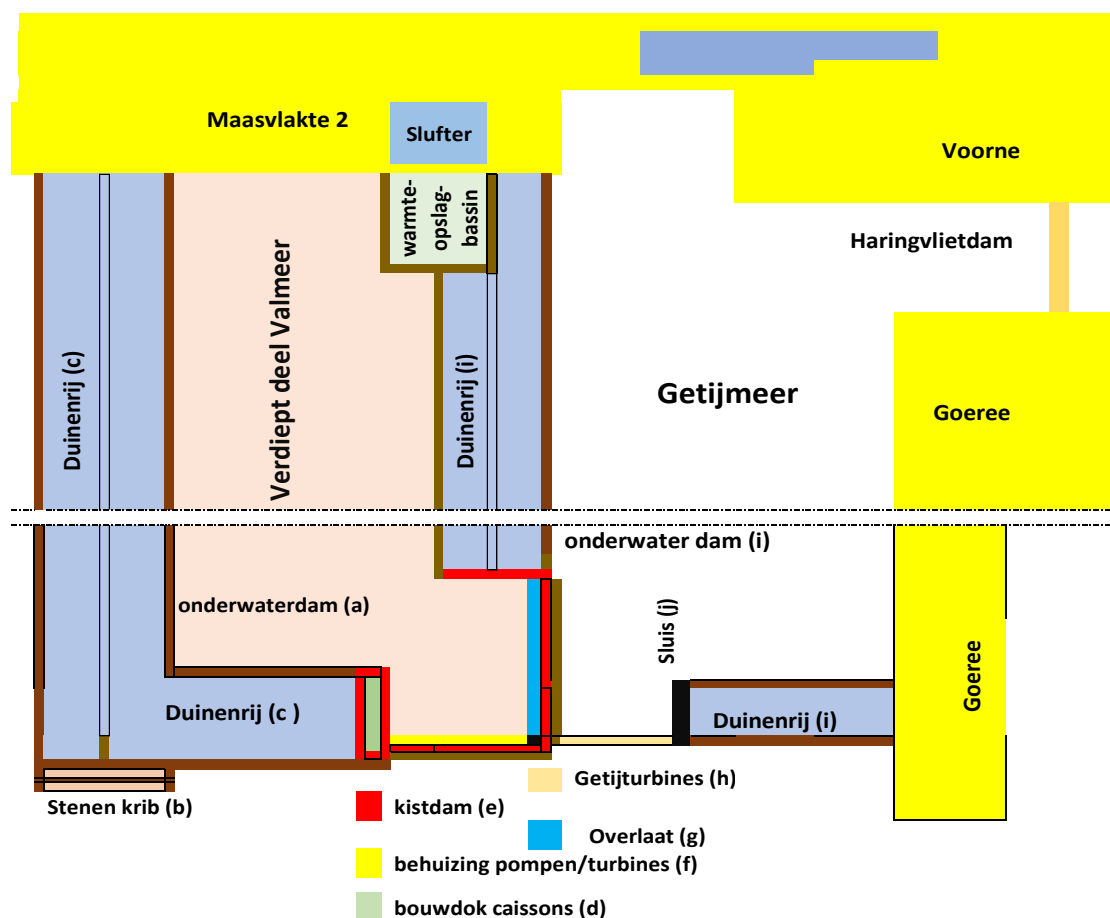
6.2 Bouwvolgorde DELTA21 (6 vragen)

6.2.1 Wat zijn de vereiste hoofddisciplines voor de aanleg van DELTA21?

De aanleg van het Valmeer en het Getijmeer bestaat uit drie disciplines:

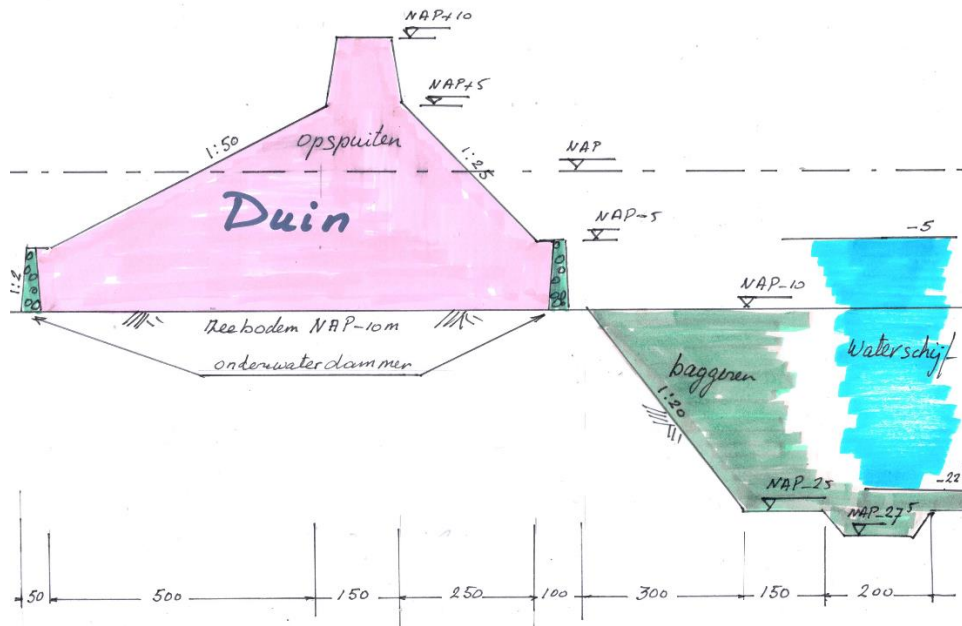
- Beton- en Waterbouw voor de behuizing van de pompen, turbines en schuiven, alsmede de installatie van de schuiven.
- Bagger- en Opspuitwerken, waaronder ook het stenenwerk is begrepen. Deze werkzaamheden zijn vooral nodig om het Valmeer te verdiepen, om het Valmeer voldoende te beschermen tegen golven en stromingen en de aanleg van de duinenrij om eveneens het Valmeer tegen de invloed van de zee te beschermen.
- Installatiewerkzaamheden van de elders fabrieksmatig gebouwde pompen en turbines.

De werkzaamheden zullen voor een deel offshore moeten plaatsvinden en dat vereist een zorgvuldige uitvoeringsplanning.



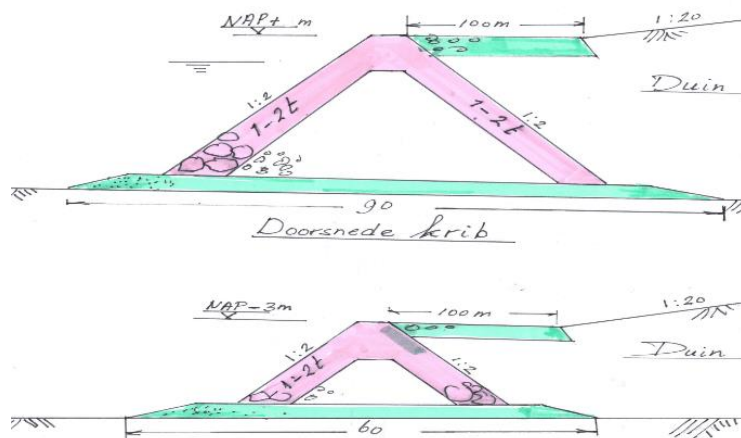
Voor de aanleg van het Valmeer en Getijmeer, wordt de volgende volgorde van werkzaamheden aangehouden (bijgevoegde schets):

- Onderwaterdammen zeezijde ter plaatse van de te bouwen duinen en stortstenen krib
- Baggeren en opspuiten van de duinen aan de zeezijde
- Aanleg bouwdoek, kistdammen en damwanden
- Bouwen, transporteren, afzinken en plaatsen betonnen behuizing pompen/turbines Valmeer, Getijmeer en keringen Haringvliet
- Onderwaterdammen en opspuiten duinen landzijde
- Schutsluis, scheepvaartgeul
- Baggeren en opspuiten overige duinen en keringen Haringvliet
- Installatie turbines/pompen schuiven, kleppen, sluisdeuren, jachthaven etc.



6.2.2 Aanleg onderwaterdammen zeezijde en strekdam?

De strekdam of krib is van stortsteen opgebouwd en de onderwaterdammen bij voorkeur van zandasfalt en waterbouwasfaltbeton. Beide dienen om het zand zo veel mogelijk op te sluiten, tussen constructies om erosie door golven en stroming te voorkomen. De bovenzijde van de onderwaterdammen ligt op NAP - 4 m. De bovenzijde van de krib varieert van NAP + 3 m naar NAP - 3 m.



6.2.3 Baggeren en opspuiten van de duinen aan de zeezijde

Het zand dat uit het Valmeer wordt weggebaggerd, bestaat voor een deel uit fijn slib, waar 20-30% van zal wegspoelen met het opspuitproces. Het wordt aangebracht tussen de onderwaterdammen en daarboven eerst onder water en daarna boven water tot en met de hoogte van het duin. Het opspuiten gebeurt zo veel mogelijk met drijvend baggerequipment. Het Valmeer wordt voor het grootste opgespoten met het gebaggerde zand dat uit het Valmeer komt. Zoveel mogelijk dient het baggerwerk en het opspuitwerk te worden gecombineerd. Het meeste zand komt uit het Valmeer, maar ook de te baggeren scheepvaartgeul naar Ouddorp moet worden uitgebaggerd.

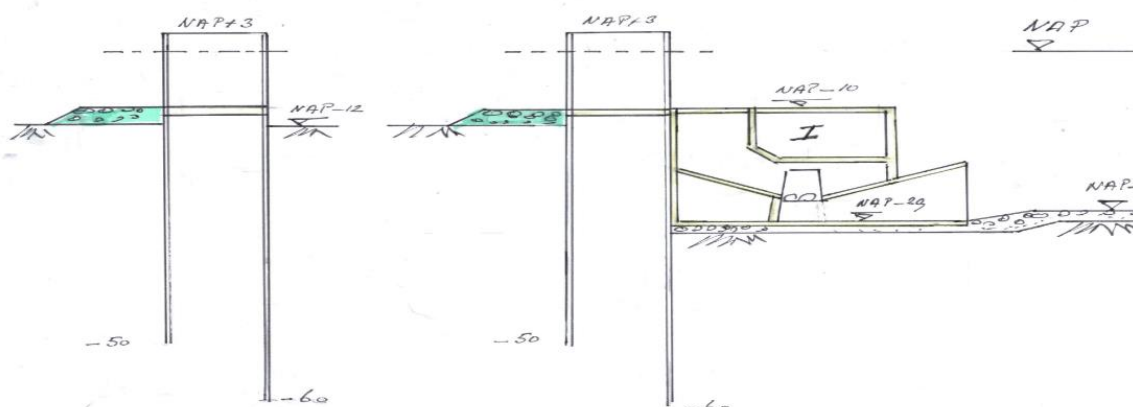
6.2.4 Aanleg bouwduk en kistdammen

Het bouwduk wordt geïntegreerd in het Valmeer, zie schets. Het bouwduk is 200 m lang en 100 m breed, aan drie zijden omgeven door damwand of kistdam. Het eindschot aan de kopse kant kan in beide dokken worden geopend. Het bouwduk ligt aan de kade met de bouwplaats, waar de betonfabriek is gepland.

De kistdam in het Valmeer wordt als hulpconstructie aangelegd om de caissons te plaatsen, maar zullen ook deel blijven uitmaken van definitieve constructie. De kistdam vormt de overgang van de zeebodem en het Valmeer, waarin op een diepte van NAP - 32 m de fundering voor de caissons wordt gemaakt.

Het bouwduk en de kistdammen worden in de “golfschaduw” van het duin aan de zeezijde aangelegd met drijvend equipment. De verankeringen voor de kistdam worden onder water aangebracht, nadat een deel van het bodemmateriaal er is uitgehaald (zie schets).

De verankeringen voor de kistdam worden onder water aangebracht, nadat een deel van het bodemmateriaal er is uitgehaald. De bouwdukken worden gebruikt voor de caissons van het Valmeer, voor de caissons van de overlaat in het Valmeer en voor de caissons van de getijnturbines van het Getijmeer.



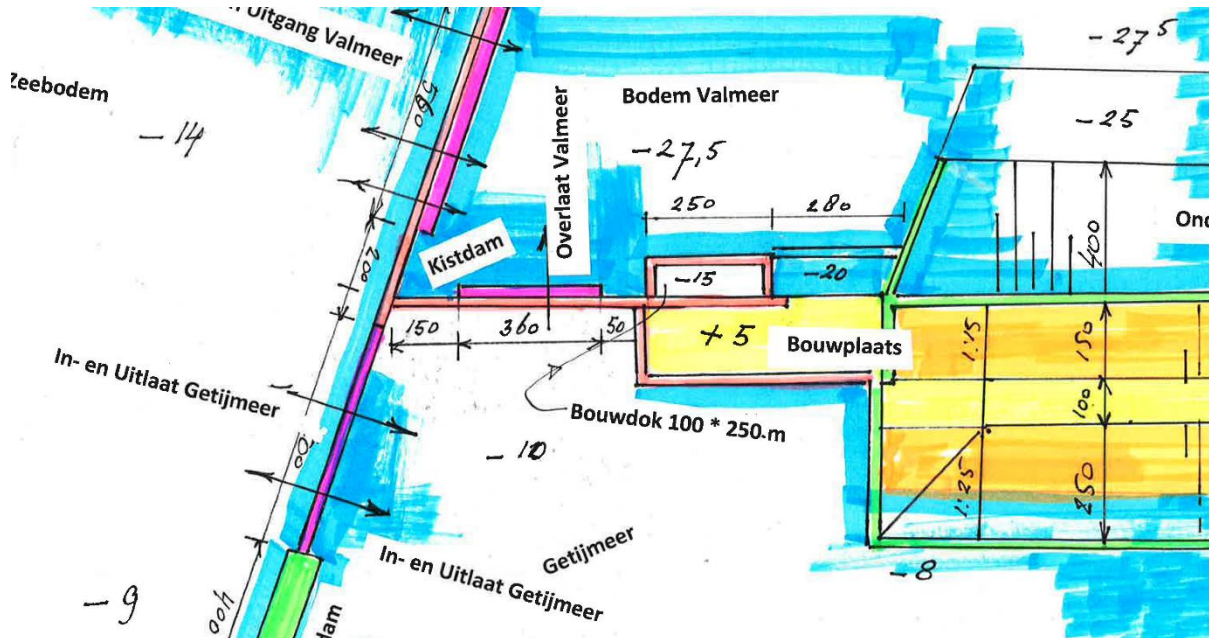
Nadat de damwanden zijn geslagen en verankerd, wordt de bodem van het dok gemaakt. Het bodemdok ligt op NAP -15 m en bestaat uit een 2,5 m dikke laag onder water beton. Onder de betonlaag worden, tijdens de gebruiksduur van het dok, de waterdruk met pompen, voldoende laag gehouden, om opdrijven van de vloer te voorkomen. Aan de Valmeer zijde van de kistdammen, wordt de bodem tot op een diepte van NAP - 32 m weggebaggerd. Vervolgens worden op de waterbodem, drainageband ingebracht tot NAP - 50 m. Daarna wordt de bodembescherming aangelegd, aan de zeezijde op de waterbodem, en aan de Valmeerszijde vanaf NAP- 32 m tot NAP -30 m.

De betonelementen, die in elk dok gemaakt worden, kunnen, nadat het dok vol water is gezet, in drijvende toestand uit het dok gesleept worden. Vanuit het middendeel worden de caissons vervolgens naar hun plaats van bestemming gesleept. De kistdam in het Valmeer wordt als hulpconstructie aangelegd, waarlangs de caissons worden geplaatst. De kistdammen zullen ook deel blijven uitmaken van definitieve constructie en de krachten opnemen van de grond- en waterdruk. De kistdam vormt de overgang van de zeebodem en het Valmeer, waarin op een diepte van NAP - 32 m de fundering voor de caissons wordt gemaakt.

6.2.5 Caissons voor pompen/turbines, overlaat Valmeer en keringen Haringvliet

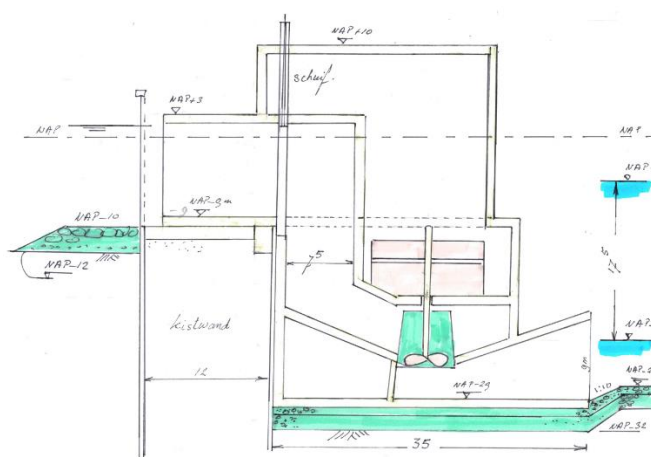
De bodem van het droogdok ligt op NAP -15 m en bestaat uit een 2,5 m dikke betonlaag, die onderwater is aangebracht. Onder de betonlaag worden de waterdruk met pompen, voldoende laag gehouden, om opdrijven van de vloer te voorkomen. Om de caissons te kunnen fabriceren, worden

beide dokken leeggepompt. Op het terrein naast het bouwdok komt een betoncentrale met een ruimte en opslagterrein voor de bouwonderdelen. Voor de inlaatconstructie van het Valmeer worden drie elementen van elk 160 m lang in het droogdok gemaakt. Dan wordt het droogdok met water gevuld en wordt het caisson van 160 m lang en 35 m breed in drijvende toestand het dok uitgevaren en naar de locatie van bestemming gesleept en afgezonken. De caisson heeft dan een diepgang ca. 12 m.



De caissons worden in drie delen opgebouwd, het onderste deel met een hoogte van 20 m, dat eerst worden afgezonken. Daarna wordt er, op dezelfde wijze, een caisson op geplaatst met een hoogte van 13 m. Daarvoor moet een deel van de kistdam worden weggehaald, maar één wand blijft staan. De bovenzijde ligt dan op een niveau van NAP + 3,0 m. Nadat driemaal achter elkaar beide caissons op elkaar zijn geplaatst, wordt het laatste deel van de behuizing voor de pompen/turbines in het werk afgemaakt.

Voor de overlaat vindt op identieke wijze de plaatsing van de caissons plaats, daarvoor zijn twee caissons van elk 160 m gepland.



Het bouwdok dient om de betonnen caissons en constructies te bouwen. Vanuit het dok worden de elementen drijvend uitgevaren of met een ponton naar de plaats van bestemming gebracht en geplaatst. De getijnturbines werken volgens een ander principe en hebben een doorsnede van 6 m.

Daarvoor is een grote behuizing nodig. Voor de behuizing van de getijnturbines is gekozen voor caissons, die in het bouwdok worden gefabriceerd en daarna worden getransporteerd en afgezonken. Ook voor de doorlaatcaissons in de keringen in het Haringvliet wordt deze werkwijze toegepast.



6.2.6 Overige werkzaamheden

Nu kunnen de onderwaterdammen van de andere duinen worden opgebouwd en gevuld met zand en kunnen de duinen worden opgespoten. Gelijktijdig kan er voor de vissersschepen en pleziervaart een kleine schutsluis worden gebouwd met een voorhaven, remmingwerken en aanlegfaciliteiten. De sluis is een eenvoudige betonnen schutsluis met schuifdeuren, die ook als caisson wordt gebouwd en afgezonken. De dammen van de keringen in het Haringvliet kunnen worden opgebouwd met zand en steenbescherming, ter plaatse van de overlaat en de schuiven via een conventionele betonconstructie met schuiven en een overlaat.



6.3 Volumes en Aanlegkosten DELTA21 (2 vragen)

6.3.1 Volumes Aanleg DELTA21

De volgende onderdelen worden onderscheiden:

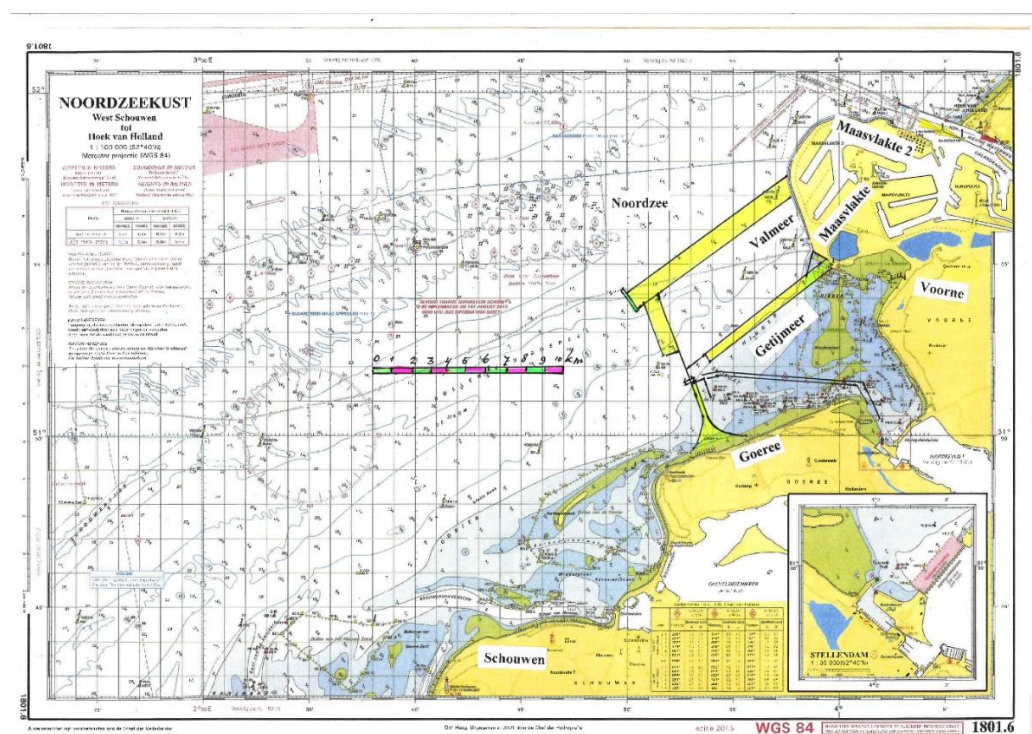
- Onderwaterdammen duinen Valmeer en Getijmeer
- Strekdam Valmeer
- Watervolumes Valmeer
- Baggervolumes Valmeer
- Opspuiten duinen Valmeer en Getijmeer
- Kistdammen en damwandschermen
- Caissons In- en Uitlaat en Overlaat Valmeer en In -en Uitlaat Getijmeer
- Pompen/Turbines Valmeer en Getijmeer
- Bodembescherming Valmeer en Getijmeer
- Strekdam Valmeer, Getijmeer en keringen Haringvliet
- Getijmeer schutsluis, jacht- en vissershaven
- Diversen: Schuiven, Kleppen, Verticale drainage, filterdoek etc.

Ad a: Onderwaterdammen duinen Valmeer en Getijmeer

Onderwaterdammen	Lengte	Hoogte	Volume zandasfalt Mm3
Zee duinen ("bunds")	9400	11	6
Langs Getijmeer ("bunds")	7500	3	1,5
Landaansluiting Getijmeer	2300	8	1,5
Valmeer-dwarsduin ("bunds")	3100	2	0,4
Totaal			9,5

Ad b: Strekdam Valmeer

Strekdam zeezijde	Oppervlak. M2	Hoogte m	Volume Stortsteen Mm3
Zeezijde strekdam	1500 * 40	15	0,9



Ad c: Watervolumes Valmeer

Watervolumes	Oppervlak. M m ²	Hoogte m	Volume Water Mm ³
NAP - 22,5 tot NAP -27,5 m	20	3,75 (2,5-5)	75
NAP -22,5 m tot NAP - 5 m (in- en uitgaande volumes)	23	17,5	400

Ad d: Baggervolumes

Baggervolumes	Oppervlak. M m ²	Hoogte m	Volume Baggeren Bruto M m ³
NAP - 22,5 tot NAP -27,5 m	20	3,75	75 Bruto
NAP -22,5 m tot zeebodem	22	12	265 Bruto
Totaal			340 Bruto
NAP -27,5 m tot zeebodem	67% zand		230 Netto
Scheepvaartgeul Oudorp-Sluis Getijmeer	2,5	4	10

Ad e: Opspuiten Duinen

Opspuitvolumes	Volume Opspuiten Duinen M m ³
Zeeduin	140
Getijduin/Valmeer	20
Dwarsduin	50
Getijmeerduin-Goeree	20
Totaal	230
Keringen Haringvliet	0,3

Ad f: Kistdammen en Damwanden

Kistdam of damwand	Lengte (m)	Oppervlak damwand
Kistdam Valmeer in/uitlaat	1100	1100 * 55 m ²
Kistdam Overlaat Valmeer	560	560 * 55 m ²
Damwand Bouwplaats	700	700 * 35 m ²
Kistdam Bouwdok	500	500 * 40 m ²
Totaal damwandoppervlak:		25.000 m ²
Totaal kistdamoppervlak:		110 duizend

Ad g: Caissons In- en Uitlaat en Overlaat Valmeer en In- en Uitlaat Getijmeer

In- en Uitlaat Valmeer	Breedte	Hoogte	Totale Lengte
Caisson onderste deel	35/27	20	187*3
Caisson middelste deel	36,5	13	187*3
Caisson bovenste deel	26	7	187*3
Overlaat Valmeer			
Caisson onderste deel	16	17,5	180*2
Caisson bovenste deel	16	14	180*2
In- en Uitlaat Getijmeer	32	15,5/19,5	200*2
Keringen Haringvliet	8	9,6	2*200

Uitgaande van een soortelijk gewicht van 0,6 t/m³ caisson en een soortelijk gewicht van beton van 2,5 t/m³, komt dit neer op de volgende hoeveelheden beton:

Caissons	Bruto Volume k m ³	Betonvolume k m ³
In- en Uitlaat Valmeer	716	172
Overlaat Valmeer	151	36
In- en Uitlaat Getijmeer	224	54
Keringen Haringvliet	31	7
Totaal	1122	269

Ad h: Pompen/Turbines Valmeer en Getij turbines Getijmeer

Caissons	Aantal	Geïnstalleerd Vermogen MW	Vollast GWh/jaar
Pompen Turbines Valmeer	93	1860	4400
Turbines Getijmeer	40	60	500
Totaal		1920	4900

Ad i: Bodem- en taludbescherming Valmeer en Getijmeer

	Opp. m ²	Dikte m	Volume stortsteen k. m ³
Valmeer binnen	900*1100	1	990
Fundering caissons Valmeer	50*560	2	56
Valmeer buiten	600*200	1,5	180
Overlaat fundering	50 * 300	2	30
Overlaat buiten	350 * 200	1	70
Getijmeer fundering	40 * 400	1,5	24
Getijmeer buiten	300 * 500	1	150
Getijmeer binnen	300 * 500	1	150
Keringen Haringvliet	3000 * 100	0,5	150
Totaal			1,8 miljoen m³

Ad j: Strekdam Valmeer, Getijmeer en keringen Haringvliet

Strekdammen	Oppervlak. M ²	Hoogte m	Volume Stortsteen Mm ³
Binnenzijde Valmeer	900 * 80	8	0,58
Buitenzijde Valmeer	1400 * 60	7	0,59
Strekdam Getijmeer	1000 * 60	15	0,9
Strekdam Getijmeer	1000 * 40	8	0,32
Keringen Haringvliet	1500 * 60	10	0,6
Totaal			3 Miljoen m³

Ad k: Getijmeer schutsluis, jacht- en vissershaven

Onderdeel	Afmetingen	Materiaal
Fundering Schutsluis	10.000 m ²	Stortsteen
Caisson Schutsluis	200 * 50	Beton
Remmingwerk	4 maal 400 m	Staal
Installatie en deuren	2 deuren	Staal
Havendammen	0,5 miljoen m ³	Stortsteen
Aanlegsteigers	1500 m lengte	Drijvende steigers

Kade Jachthaven	L = 200 m; D = 20 m	Damwand
-----------------	---------------------	---------

Ad. I: Diversen: Schuiven, Kleppen, Verticale drainage, filterdoek etc.

Onderdeel	Afmetingen	Materiaal
Schuiven keringen Haringvliet	1200 m ²	Staal
Overlaatklep kering Haringvliet	300 m ²	Staal
Verticale Drainage Valmeer	(5*5 stramien) 1 miljoen m ²	Stripdrain
Filterdoek funderingen en taluds	30 miljoen m ²	Filterdoek
Diversen		

6.3.2 Eenheidsprijzen en Aanlegkosten DELTA21

Eenheidsprijzen constructieonderdelen DELTA21:

Onderdeel:	Eenheidsprijzen:
Baggeren Valmeer en geul	€ 0,8 /m ³
Baggeren geul en transport	€ 1,8/m ³
Opspuiten Duinen Valmeer	€ 1,4/m ³
Stortsteen, diverse soorten, incl. plaatsen	€ 90/m ³
Zandasfalt/waterbouwasfaltbeton	€ 50/m ³
Bouw betonnen caissons in dok	€ 750/m ³
Transport, afzinken, koppelen	€ 5 miljoen per caisson
Bodembescherming van stortsteen	€ 60/m ³
Kistdam, verankering en aanleg	€ 500/m ²
Damwand, verankering en aanleg	€ 300/m ²
Remmingwerken en aanlegsteigers	€ 15 miljoen totaal
Schuiven overlaat Valmeer	€ 0,1 miljoen/m ² schuif
Turbines Getijmeer	€ 2 M/MW
Turbines/Pompen Valmeer	€ 0,45 M/MW
Verticale drainage	€ 10 miljoen

Aanlegkosten constructieonderdelen DELTA21:

Onderdeel:	Eenheidsprijs:	Eenheid:	M € Totaal:
Aanleg onderwaterdammen	€ 50/m ³	9 Mm ³	450
Strekdam Valmeer	0,9 miljoen m ³	90	81
Baggerwerken Valmeer	€ 0,8/m ³	340 M	272
Baggerwerken scheepvaartgeul	€ 1,8/m ³	10 M	18
Opspuiten duinen	€ 1,4/m ³	230 M	322
Strekdammen Getijmeer en zijkant Valmeer	€ 90/m ³	3 miljoen	270
Opspuiten keringen Haringvliet	€ 4	0,15 M	1
Kistdammen	€ 500/m ²	120 k	60
Damwanden	€ 300/m ²	40 k	12
Bouw caissons	€ 750/m ²	400	300
Transport, afzinken en installatie caissons	€ 10 miljoen/caisson	15	150
Bodembescherming/drainage	1,8 miljoen m ³	75	135
Remmingwerken en aanlegsteigers	€ 15 miljoen totaal		15
Schuiven overlaat Valmeer	€ 0,1 miljoen/m ² schuif	400	35

Turbines/pompen Valmeer	€ 0,45 miljoen per MW	1860	837
Verticale drainage			10
Turbines Getijmeer	€ 2 M/MW	60	120
Havendammen en jachthaven			30
Diversen Installatie			12
Totaal aanlegkosten			3130
Onvoorzien 10 %			310
Voorbereiding, vergunningen, ontwerp			260
All-in aanlegkosten			3700 miljoen

6.4 Exploitatie – Kosten, Baten en Besparingen (7 vragen)

6.4.1 Aanleg- en Onderhoudskosten DELTA21

De geschatte aanlegkosten van DELTA21 bedragen € 3,7 miljard. Daarvoor worden het Valmeer, het Getijmeer met de getijturbinen en de inrichting zowel het Getijmeer en de keringen in het Haringvliet bekostigd. Ook de verdieping van de vaargeul in het Getijmeer, de nieuwe sluis naar de Noordzee en de bouw van de vissers- en jachthaven zijn daarin meegenomen. De afschrijffperiode voor waterbouwkundige constructies is vaak 200 jaar. Voor DELTA21 is uitgegaan van een levensduur van 100 jaar voor alle civiele constructies en een levensduur van 50 jaar voor de pompen en turbines. Verder zijn er rentelasten, exploitatiekosten, beheer- en onderhoudskosten. De kosten komen dan jaarlijks overeen met een bedrag van € 15 miljoen per jaar

6.4.2 Wat leveren het Valmeer en het Getijmeer op, anno 2030?

Als het Valmeer, anno 2030, deel zal uitmaken van het elektriciteitsnetwerk, is op basis van een aantal aannames een inschatting gemaakt van de inkomsten uit pieken/dalen, windstille periodes, onbalans en dag- en nachtcycli. Uitgaande van de ingeschatte elektriciteitssituatie in 2030, zouden het Valmeer + Getijmeer € 122,5 miljoen/j opleveren. Voor de situatie van 2018, vertegenwoordigen het Valmeer en het Getijmeer voor de elektriciteitsindustrie een kapitaalwaarde van € 2 miljard.

6.4.3 Wat zijn de besparingen op dijkverhoging?

Elders is ingeschat dat, als tussen 2029 en 2100 geen verdere aanvullende dijkverhogingen in het hele gebied nodig zouden zijn, dit een besparing van € 6,3 miljard zou opleveren. Dit komt overeen met een jaarlijkse besparing van jaarlijks ca. € 380 miljoen.

6.4.4 Wat zijn de besparingen op CO2-reductie?

Het Valmeer en de getijcentrale zal conventionele centrales met een capaciteit tot totaal 2 GW kunnen vervangen. De elektriciteitsindustrie heeft momenteel nog een flinke vrijstelling voor CO2 uitstoot en is de CO2 prijs zal in 2030 bovendien veel hoger liggen. Het Getijmeer en het Valmeer leveren echter schone energie. Hoewel een deel van de elektriciteit voor het Valmeer al eerder elders is opgewekt, zou zonder opslag een groot deel met de afschakeling van overtollige energie ook weer worden vernietigd. Het ontbreken van een CO2 belasting vertegenwoordigt voor het Valmeer en het Getijmeer, voor een CO2 prijs van € 50 per ton een waarde van ca. € 120 miljoen/jaar.

6.4.5 Wat is de waarde van het herstel van het zout watergetij in het Haringvliet?

Volgens voorzichtige schattingen van deskundigen heeft het kierbesluit in de loop van de laatste 20 jaar ca. € 150 miljoen gekost. Het effect van het kierbesluit zal nog moeten blijken en wordt als beperkt ingeschat. Hoewel het lastig is om de waarde van het herstel van de natuurwaarden in het Haringvliet in financiële termen uit te drukken, wordt een bedrag van € 0,5 miljard door deskundigen als zeer reëel beschouwd om de het zoute getij weer terug te krijgen in het Haringvliet, de Haringvlietssluisen permanent open te mogen zetten en een betere garantie te krijgen voor de zoetwater aanvoer.

6.4.6 Wat is de waarde van het herstel van de vismigratie?

Volgens voorzichtige schattingen van deskundigen is sinds 1970 ca. € 1-2 miljard geïnvesteerd in het herstel van vismigratie, zowel in Duitsland als in Nederland. Het effect van al die werken is beperkt. Hoewel het lastig is om de waarde van de vismigratie in financiële termen uit te drukken, wordt een bedrag van € 0,5 miljard door deskundigen als zeer reëel beschouwd om de vismigratie via het Haringvliet te herstellen. Dat komt overeen met een jaarlijkse waarde van € 30 miljoen.

6.4.7 Overzicht van kosten en baten van DELTA21?

Kosten en Baten:	Jaarlijkse kosten over afschrijvingsperiode:	Jaarlijkse besparingen/opbrengsten:
Aanlegkosten	228	
Rente, - Beheer- en Onderhoudskosten	15	
Besparingen op dijkverhoging		390
Idem bij extra zeespiegelrijzing		390
Directe Opbrengsten uit elektriciteitswinning		110
Besparing op CO2 uitstoot		113
Waarde Natuurherstel		30
Waardeherstel vismigratie		30
Kosten en Baten per jaar	243 miljoen/jaar	1063 miljoen/jaar

De conclusie van het exploitatieoverzicht is dat de commerciële waarde van een privaat gefinancierde totaal concept van DELTA21 uit elektriciteitsopbrengsten niet meer dan ca. 48% van de kosten kan dekken en dat de besparingen op dijkverhogingen, de besparing op CO2 uitstoot, de waardevermeerdering van het Natuurherstel en de Vismigratie dit ruimschoots lijken te kunnen aanvullen tot een financieel haalbaar concept. De financiële waarde van een grotere waterveiligheid is daarbij nog niet meegenomen.

