



Delta21: Effect hernieuwbare opwek en elektriciteitsinfrastructuur

Impact valmeer op vermindering opgesteld
vermogen zon en wind en besparing
netverzwarkosten in Zuid-Holland



Committed to the Environment

Delta21: Effect hernieuwbare opwek en elektriciteitsinfrastructuur

Impact valmeer op vermindering opgesteld vermogen zon en wind en besparing netverzwakingskosten in Zuid-Holland

Delft, CE Delft, februari 2025

Notitie opgesteld voor: Provincie Zuid-Holland

Publicatienummer: 25.240482.064

Deze notitie is opgesteld door: Lucas van Cappellen en Charley Bakker

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

1 Inleiding

Deze meerwerkopdracht sluit aan bij het uitgevoerde onderzoek ‘Economische en energetische analyse Delta21’ ([link](#)). In deze additionele analyse zullen we twee aspecten van dit uitgevoerde onderzoek verder uitlichten, namelijk minder investeringen in zon en wind, en minder investeringen in netverzwaring door het valmeer van Delta21. Deze maatschappelijke waarden die worden gecreëerd, zijn een belangrijk argument voor het valmeer van Delta21. In dit onderzoek is puur gekeken naar de energetische functie van het valmeer zelf, en dus niet naar een andere functie van het valmeer of het toevoegen van additionele functionaliteit, zoals de integratie van zon- en windenergie rondom of op het valmeer.

2 Additionele analyse

2.1 Minder investeringen in zon en wind

Inzet van het valmeer van Delta21 zorgt ervoor dat overschotten van elektriciteit die geproduceerd is door windmolens en zon-pv, kunnen worden benut door het op te slaan in plaats van curtailment van de hernieuwbare energie. Curtailment is de opzettelijke vermindering of afschakeling van productie van elektriciteit uit windmolens of pv-installaties. Dit is door de aanleg van een valmeer niet of minder nodig; op die momenten wordt de stroom die anders niet opgewekt zou worden - bijvoorbeeld bij negatieve prijzen - benut door het valmeer leeg te pompen. Wanneer de prijzen weer hoog of hoger zijn, kan het valmeer weer vollopen en de eerder ‘opgeslagen’ stroom weer worden vrijgegeven, wat leidt tot extra inkomsten. Per saldo is er dus minder opwek nodig, omdat de opwek uit bestaande installaties meer benut wordt. Het voordeel van het opslaan van hernieuwbare energie ten opzichte van curtailment is dat er minder overdimensionering¹ van windmolens en zon-pv noodzakelijk is. Er kan immers meer hernieuwbare energie worden benut door de flexibiliteit van het valmeer. De maatschappelijke waarde die dit kan opleveren, kan worden uitgedrukt in de hoeveelheid bespaarde investeringen in windmolens en zon-pv en de ruimte die hierdoor bespaard wordt.

We hebben geanalyseerd hoeveel MW minder windmolens op zee, en zon-pv of wind op land nodig zijn door inzet van het valmeer. We hebben de vraag, het aanbod en de inzet van overige flexibele bronnen (exclusief opslag) bepaald op basis van het scenario Nationale Drijfveer 2035 (Netbeheer Nederland, 2023). We hebben een situatie zonder inzet van het valmeer vergeleken met een situatie met inzet van het valmeer. Vervolgens hebben we bepaald hoeveel minder hernieuwbare opwek nodig is door inzet van het valmeer, waarbij we het aandeel van de elektriciteitsvraag dat ingevuld wordt door hernieuwbare elektriciteitsbronnen gelijk hebben gehouden ten opzichte van de situatie zonder inzet van het valmeer. De hoeveelheid minder hernieuwbare opwek die nodig is, leidt tot lagere investeringen, lagere (maatschappelijke) elektriciteitskosten, en minder ruimtegebruik door zon-pv en windmolens, en bovendien tot minder CO₂-uitstoot voor de bouw van de installaties.

¹ Naar verwachting zal in een klimaatneutraal elektriciteitssysteem het vermogen van hernieuwbare productiebronnen groter zijn dan de piek in de vraag, zodat er gedurende meer uren per jaar voldoende elektriciteit wordt geproduceerd door deze bronnen. Dit noemen we *overdimensionering*. Feitelijk moet er genoeg opwek staan, zodat er ook bij minder zon of wind voldoende output is om aan de vraag te voldoen. Als er meer opslag (of ‘flexibel vermogen’) is, kan overdimensionering verminderen, waardoor bespaard kan worden op de aanleg van opwekinstallaties.

2.1.1 Lagere elektriciteitskosten met Delta21

Het inzetten van flexibele bronnen, zoals het valmeer van Delta21, draagt bij aan een betere balancering van vraag en aanbod van elektriciteit, wat leidt tot stabielere elektriciteitsprijzen en dus minder pieken (hoge prijzen) en dalen (lagere of zelf negatieve prijzen). Tijdens dure uren, waarin de vraag hoog is en de opwek uit hernieuwbare bronnen beperkt, kan elektriciteit uit het valmeer worden geleverd. Hierdoor worden soms duurdere centrales overbodig, wat de prijzen verlaagt.

In goedkope uren, met een overvloed aan hernieuwbare opwek, kan het valmeer juist extra vraag creëren, waardoor de prijs stijgt en curtailment wordt voorkomen. En daarnaast zijn er momenten waarop het valmeer regelbare centrales volledig kan vervangen, waardoor deze niet hoeven te draaien. Dit alles resulteert in een daling van de gemiddelde elektriciteitsprijs op de day-aheadmarkt, wat gunstig is voor afnemers, doordat zij minder hoeven te betalen.

Tegelijkertijd verbetert dit de businesscase voor hernieuwbare energiebronnen, omdat de prijzen op momenten van overschotten hoger uitvallen in plaats van zelfs negatieve prijzen. Daarentegen verslechtert de businesscase voor regelbare centrales, aangezien de prijzen lager worden op momenten van tekorten.

Tabel 1 geeft een overzicht van de impact van het valmeer op de elektriciteitsprijs en de totale kosten voor gebruik van elektriciteit. We hebben dit gedaan voor het scenario *‘Lage prijzen, weinig impact overige flexibele bronnen’* uit het hoofdrapport van Delta21 (CE Delft, 2024). In dit scenario is het opgesteld vermogen van overige flexibele bronnen, zoals batterijen en elektrolyzers, beperkt. Dit scenario geeft inzicht in de impact van het valmeer op de gemiddelde elektriciteitsprijs en totale kosten. Bij meer inzet van overige flexibele bronnen, zoals batterijen en elektrolyzers, is het effect van het valmeer op de elektriciteitsprijzen en -kosten echter beperkt. Dit komt doordat de prijzen dan al lager en stabiel zijn door inzet van de overige bronnen.

Het toevoegen van Delta21 met een groot vermogen voor opslag betekent voor de wind- en zonneparkoperators enerzijds minder curtailment, anderzijds minder fluctuerende prijzen. Dat heeft voor deze partijen dus directe voor- en nadelen. In onderstaande uitwerking wordt de capaciteit van Delta21 toegevoegd aan het reeds bestaande vermogen; in de praktijk zal het opgesteld vermogen als gevolg van een opslagfaciliteit juist kunnen dalen, zoals in Hoofdstuk 2 is aangetoond.

Tabel 1 - Impact valmeer Delta21 op elektriciteitsprijzen en totale kosten elektriciteit in 2035

	Zonder valmeer	2 GW-configuratie	6-GW configuratie
Gemiddelde elektriciteitsprijs	€ 124/MWh	€ 120/MWh	€ 117/MWh
Totale kosten elektriciteit	€ 28,1 mld. per jaar	€ 27,1 mld. per jaar	€ 26,3 mld. per jaar
Verschil door inzet valmeer (waardeoverdracht elektriciteits- producenten naar afnemers)		€ 1,0 mld. per jaar	€ 1,8 mld. per jaar

Bron: (CE Delft, 2024).

Deze resultaten betekenen dat de energierekening van consumenten en bedrijven daalt, maar daarmee zal ook de omzet van energiebedrijven afnemen. Dit is dus een waardeoverdracht van energiebedrijven naar partijen die stroom afnemen (consumenten en bedrijven). Dit betekent minder winst voor deze energiebedrijven, maar mogelijk ook *te weinig* winst, waardoor de marge van de leveranciers verhoogd moet worden.

2.1.2 Vermeden investeringen

Delta21 kan investeringen in wind op zee en zon-pv besparen. In Tabel 2 is weergegeven wat de besparingen van investeringen in vermogen van wind op zee en zon-pv op land in miljarden euro's is. Daarnaast wordt ook nog op de infrastructuur bespaard. Bij wind op zee kost de elektriciteitsinfrastructuur € 1,5 miljard per GW wind op zee vermogen (CE Delft, 2024). Dit is grofweg de helft van de gespaarde investering van wind-op-zee-vermogen.

Tabel 2 - Uitgespaarde investeringen in wind op zee en zon-pv door valmeer Delta21. Kentallen van investeringskosten zijn afkomstig van internationaal onderzoek van IRENA

		Delta21-valmeer 2 GW	Delta21-valmeer 6 GW	Eenheid	Bron
Of uitgespaard vermogen wind op zee (laag - hoog)					
Wind op zee	Uitgespaard vermogen	0,5 - 2	1 - 4,5	GW	Delta21-rapport
	Vermeden investeringen windturbines	1,3 - 5,5	2,7 - 12,2	Miljard €	
	Vermeden investeringen infrastructuur	0,7 - 3	1,5 - 6,8	Miljard €	
	Totaal vermeden investeringen	2 - 8,5	4,2 - 19	Miljard €	
Of uitgespaard vermogen zon-pv (laag - hoog)					
Zon-pv op land	Uitgespaard vermogen	3,5 - 17	5 - 28	GW	Delta21-rapport
	Vermeden investeringen zon-pv-panelen	2,6 - 12,5	3,7 - 20,6	Miljard €	
	Vermeden investeringen infrastructuur	Onbekend; afhankelijk van lokale elektrici- teitsinfrastructu- ur en lokaal gebruik	Onbekend; afhankelijk van lokale elektrici- teitsinfrastructu- ur en lokaal gebruik	Miljard €	

Bron: (IRENA, 2024).

2.2 Uitgespaarde ruimte zon-pv en wind op zee

Voor de 2 GW-configuratie van het valmeer kan circa 0,5 tot 2 GW wind op zee of 3,5 tot 17 GW zon-pv worden uitgespaard door het valmeer. Bij de 6 GW-configuratie kan 1 tot 4,5 GW wind op zee of 5 tot 28 GW zon-pv uitgespaard worden. De bandbreedte ontstaat door het verschil in hoe flexibele vraag is meegenomen in de vraag-en-aanbodanalyse. Bij de ondergrens nemen we de flexibele vraag met vraagsturing, power-to-heat en elektrolyse mee. Hierdoor kan een groter deel van de productie van hernieuwbare opwek benut worden. Zonder deze flexibele vraag, bij de bovengrens, wordt een kleiner deel van de productie van hernieuwbare bronnen benut en is meer extra opgesteld vermogen nodig per TWh extra invulling van de elektriciteitsvraag. Aangezien we verwachten dat er richting 2035 flexibele vraag en aanbod zal komen, zien we de ondergrens als realistischer. Als we het uitgespaarde opgestelde vermogen vertalen naar ruimtegebruik (zie Bijlage A), resulteert dit in de resultaten in Tabel 3.

Tabel 3 - Uitgespaarde opgesteld vermogen en ruimte van wind op zee en zon-pv op land door twee mogelijke configuraties van het Delta21-valmeer. Het ruimtebeslag is enkelvoudig ruimtegebruik, dus niet gecombineerd met het Delta21-valmeer

		Delta21-valmeer 2 GW	Delta21-valmeer 6 GW	Eenheid	Bron
Of uitgespaard vermogen wind op zee (laag - hoog)					
Wind	Uitgespaard vermogen	0,5 - 2	1 - 4,5	GW	Delta21-rapport
	Uitgespaarde ruimte wind op zee	50 - 200	100 - 450	km ²	Bijlage A.1
Of uitgespaard vermogen zon-pv (laag - hoog)					
Zon-pv	Uitgespaard vermogen	3,5 - 17	5 - 28	GW	Delta21-rapport
	Uitgespaarde ruimte zon-pv op land	33 - 162	48 - 266	km ²	Bijlage A.2
Of uitgespaard vermogen wind op land (laag - hoog)					
Wind op land	Uitgespaard vermogen	0,5 - 2*	1 - 4,5*	GW	Delta21-rapport
	Uitgespaarde ruimte wind op land	32 - 127	64 - 287	km ²	²
	Uitgespaard aantal windmolens op land (5 MW per stuk)	100 - 400	200 - 900	Aantal windmolens op land	Berekening

* Voor wind op land geldt dat er minstens evenveel GW als bij wind op zee kan worden uitgespaard, vanwege het lagere aantal vollasturen van wind op land ten opzichte van wind op zee. Dit is dus een zeer conservatieve inschatting.

Deze tabel zou je kunnen lezen als volgt: het Delta21-valmeer met een 2 GW-configuratie, kan in het ondergrensscenario 0,5 GW wind op zee besparen. Dit komt overeen met 50 km² aan oppervlakte, gelijk aan de oppervlakte van het valmeer zelf. Of het kan 3,5 GW zon-pv op land besparen, wat overeenkomt met 33 km². Dit komt overeen met 90 maal de oppervlakte van het grootste zonnepark in Zuid-Holland: Ooltgensplaat (37 ha). Bij de 6 GW-configuratie kan het in het ondergrensscenario 100 km² wind op zee besparen, en 48 km² zon-pv op land.

De inschatting voor wind op land is zeer conservatief, aangezien we aannemen dat er evenveel wind op land kan worden uitgespaard als wind op zee. In werkelijkheid zal er meer vermogen aan wind op land kunnen worden uitgespaard. Het Delta21-valmeer zou dus, afhankelijk van de configuratie en het scenario, circa 100 tot 900 windmolens op land kunnen uitsparen.

Het ondergrensscenario gaat uit van forse ontwikkeling van flexibele vraag met vraagsturing, power to heat en elektrolyse. In het geval dat er in de toekomst minder flexibele vraag zal ontwikkelen, zal de flexibele vraag (en het aanbod) van het Delta21-valmeer zwaarder meewegen en meer uitgespaard vermogen opleveren van wind op zee of zon-pv. De impact van het valmeer op uitgespaard vermogen hangt dus samen met de ontwikkeling van andere flexibele vraag.

De uitgespaarde ruimte door minder overdimensionering van zon-pv op land en wind op zee is grofweg tweemaal zo groot bij de 6 GW-variant als bij de 2 GW-variant. Als we het uit-

² Op basis van bijgeleverd document '20230927 Aangeleverd ruimtebeslag 2050 elektriciteitsproductie' en 2.600 vollasturen voor wind op land.

gespaarde ruimtegebruik vergelijken met de oppervlakte van het valmeer zelf, 50 km² waarvan 40 km² wateroppervlakte, dan is alleen de uitgespaarde ruimte voor de ondergrensinschatting van zon-pv op land bij de 2 GW-variant kleiner dan de oppervlakte van het valmeer zelf. Bij de 6 GW-variant is de laag-inschatting grofweg gelijk aan het valmeer. Voor wind op land geldt bij de 2 GW-variant dat de uitgespaarde ruimte en de oppervlakte van het valmeer gelijk aan elkaar zijn, namelijk 50 km². Bij de 6 GW-variant is de uitgespaarde ruimte van wind op zee door het valmeer tweemaal zo groot als het valmeer. Alleen in deze laatstgenoemde variant bespaart het valmeer meer ruimte aan wind op zee, dan de oppervlakte die nodig is voor het valmeer. Het valmeer van 50 km² is echter geschikt voor meervoudig ruimtegebruik. Naast de valmeerfunctie zou er ook recreatie en extra hernieuwbare opwek met windturbines of zon-pv kunnen worden toegevoegd.

Voor de hoog-inschattingen ligt de uitgespaarde ruimte hoger, maar we achten dit minder realistisch vanwege de flexibele vraag die in 2035 naar verwachting beschikbaar is. De netto uitgespaarde ruimte door Delta21 is weergegeven in Tabel 4. Dit is dus de oppervlakte van het valmeer minus de uitgespaarde ruimte van wind en zon. Deze ruimtebesparing is nationaal, en niet noodzakelijkerwijs in de provincie zelf.

Tabel 4 - Netto uitgespaarde ruimte van de twee configuraties van het Delta21-valmeer

Netto uitgespaarde ruimte	Delta21-valmeer - 2 GW	Delta21-valmeer - 6 GW	Eenheid
Wind op zee	0 tot 150	50 tot 400	km ²
Zon-pv op land	-17 tot 112	0 tot 216	km ²
Wind op land	-18 tot 77	14 tot 237	km ²

2.2.1 Impact van Delta21 op doelstellingen hernieuwbare opwek

De Nederlandse overheid heeft zijn doelstellingen voor hernieuwbare energie in 2050 vastgesteld in het Nationaal Plan Energiesysteem. Hierin is een ambitie opgenomen van onder andere 70 GW wind op zee. Ook voor zon-pv en wind op land zijn doelen vastgesteld. In de systeemstudie Zuid-Holland voor 2050 (CE Delft et al., 2021) zijn de doelen ook vertaald naar de opgave voor de provincie Zuid-Holland. In Tabel 5 vergelijken we de uitgespaarde vermogens van wind op zee en zon-pv op land met de doelen voor hernieuwbare opwek in 2050.

Tabel 5 - Vergelijking doelstellingen hernieuwbare opwek 2030 en 2050 ten opzichte van uitgespaard vermogen met Delta21

		Delta21-valmeer 2 GW	Delta21-valmeer 6 GW	Eenheid	Bron
Of uitgespaard vermogen wind op zee (laag - hoog)					
Wind op zee	Uitgespaard vermogen	0,5 - 2	1 - 4,5	GW	Delta21-rapport
	Aandeel uitgespaard vermogen ten opzichte van nationaal doel wind op zee 2050 (70 GW)	0,7 - 2,9%	1,4 - 6,4%	%	NPE

		Delta21-valmeer 2 GW	Delta21-valmeer 6 GW	Eenheid	Bron
	Of uitgespaard vermogen zon-pv (laag - hoog)				
Zon-pv	Uitgespaard vermogen	3,5 - 17	5 - 28	GW	Delta21-rapport
	Aandeel uitgespaard vermogen ten opzichte van RES-opgaven totale hernieuwbare opwek Zuid-Holland 2030	50 - 240%	70 - 400%	%	RES'en Zuid-Holland
	Aandeel uitgespaard vermogen ten opzichte van doel hernieuwbare opwek 2050 uit systeemstudie Zuid-Holland	16 - 80 %	23 - 131 %	%	Systeemstudie Zuid-Holland
	Aandeel uitgespaard vermogen ten opzichte van doel hernieuwbare opwek 2050 uit NPE (voor Zuid-Holland)	8 - 40%	12 - 66%	%	NPE

In Nederland is in de RES een doelstelling opgenomen van 55 TWh voor hernieuwbare opwek op land. De lokale plannen in de provincie Zuid-Holland zijn uitgewerkt in zeven RES'en³, waarbij grofweg 6,5 TWh aan doelstellingen voor hernieuwbare opwek is opgenomen voor 2030. Een deel hiervan is al gerealiseerd, en een gedeelte zijn geplande projecten voor zon en wind. Er is niet altijd een zeer duidelijke afbakening. 6,5 TWh is grofweg 7 GW zon-pv of 2,5 GW wind op land; maar is in de praktijk een combinatie van deze twee. Uitgedrukt in percentage van de RES-opgave voor zon-pv (7 GW), kan het 2 GW-valmeer 50 tot 240% van de RES-opgave voor zon-pv uitsparen, en de 6 GW-variant 70 tot 400%.

Na 2030 is er nog veel meer additionele hernieuwbare opwek vereist om de duurzaamheidsdoelstellingen te behalen; oftewel, een vergelijking tussen Delta21 en de hernieuwbare opgave kan niet volledig gemaakt worden met de RES voor 2030. De mogelijke reductie van Delta21 voor opgestelde vermogens hernieuwbare opwek (0,5 tot 4,5 GW wind of 3,5 tot 28 GW zon-pv) is in ieder geval wel zeer groot in vergelijking met de 6,5 TWh-doelstelling van de zeven RES'en in de provincie Zuid-Holland voor 2030.

Op basis van gegevens uit de systeemstudie Zuid-Holland voor 2050 (CE Delft et al., 2021), is de hernieuwbare opwek voor het scenario Regionaal 2050 een extra 13,3 TWh ten opzichte van het RES-doel 2030. In totaal is dit dus 13,3 + 6,5 = 19,8 TWh. Het NPE gaat echter uit van 32,9 TWh hernieuwbare opwek in 2050; bijna twee zeer zo hoog dus. Het Delta21-valmeer kan 16 tot 131% van het zon-pv-doel in 2050 volgens de systeemstudie Zuid-Holland uitsparen. Ten opzichte van het NPE-doel voor hernieuwbare opwek in 2050 is dit 8 tot 66%.

³ Voor meer informatie over de RES'en in provincie Zuid-Holland, zie:
www.zuid-holland.nl/onderwerpen/energie/regionale-energie-strategieen

2.3 Potentiële impact op netbelasting

Het valmeer van Delta21 wordt voorzien in de regio Rotterdam. Het valmeer wordt aangesloten op het net van TenneT, en heeft dus op dat niveau een effect op de netcongestie-situatie. Het kan dus niet helpen om netcongestie op het net van de regionale netbeheerder te verhelpen. We bezien de situatie van Delta21 op de netbelasting in 2040; dit is een relevantere zichtjaar dan 2030, omdat het valmeer ook op zijn vroegst in 2035-2040 gerealiseerd kan worden. In 2040 is al er al veel netverzwaring gerealiseerd volgens de plannen van TenneT en Stedin, en we nemen in de analyse dan ook aan dat die geplande (en vaak al in eerste fases van uitvoering) netverzwaring doorgaat.

De rol van elektriciteit zal in het Rotterdams havengebied flink toenemen in de komende decennia, waardoor er fors meer transport van elektriciteit via het hoogspanningsnet nodig is. Rotterdam is uniek ten opzichte van andere regio's in Nederland, aangezien er naar verwachting knelpunten ontstaan voor zowel afvoer (bij overschotten van wind op zee) als aanvoer van elektriciteit (bij veel vraag en weinig productie van wind op zee). Dan ontstaat er een meerwaarde voor het valmeer, aangezien opslag zowel overschotten als tekorten kan opvangen, in tegenstelling tot sommige andere flexibele bronnen. Bovendien biedt een valmeer op termijn ruimte voor verdere elektrificatie van het Haven Industrieel Complex (HIC) (dit is sinds kort een knelpunt, omdat begin december 2024 zowel TenneT als Stedin code rood heeft afgeroepen voor ook grote delen van het Haven Industrieel Complex).

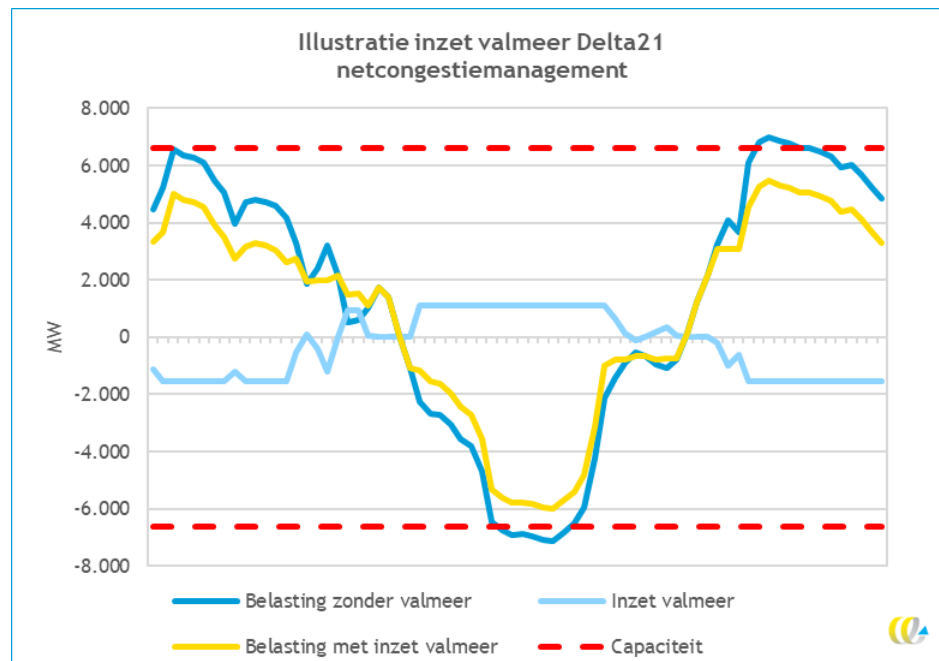
Door middel van deze flexibiliteit kan het valmeer bijdragen aan het verminderen van de overschrijdingen op 380 kV-verbindingen, bij optimale inzet van het valmeer voor netcongestiemanagement (redispatch). Per zichtjaar concluderen we:

- Voor 2030 en 2040: Uit onze analyses blijkt niet dat er netverzwaring voorkomen wordt, en er dus niet investeringen in kabels en stations voorkomen wordt. De kostenbesparing is dat TenneT minder marktpartijen hoeft te contracteren om congestie op te lossen. Omdat de congestie beperkt is in 2040, zal TenneT er naar verwachting voor kiezen om marktpartijen te contracteren in plaats van het net te verzwaren.
- Richting 2050 is er naar verwachting extra netverzwaring vereist (TenneT heeft ook een studie opgenomen voor een nieuwe 380 kV-verbinding vanaf de Maastvlakte naar Noord-Holland opgenomen in haar investeringsplan). In die periode kan het valmeer mogelijk netverzwaring voorkomen of uitstellen, en daarmee dat extra kabels en stations bijvoorbeeld later in de tijd nodig zijn, maar er is nog wel significante onzekerheid over de ontwikkeling daarvan.

Het is daarnaast aannemelijk dat de belasting op de verbindingen verder landinwaarts hiermee ook afneemt, omdat je minder stroom af hoeft te voeren vanuit Rotterdam. Maar of hier daadwerkelijk netverzwaringen voorkomen door worden is niet zeker, hiervoor zijn doorrekening van TenneT vereist.

In Figuur 1 is geïllustreerd hoe de inzet van het valmeer van Delta21 bij netcongestiemanagement werkt. Door Delta21 te laten pompen op momenten van energieoverschotten, en te laten turbineren op momenten van energietekorten, kan Delta21 bijdragen aan het oplossen van netcongestie. Het valmeer vlak de pieken van wind op zee richting het land en achterland, waardoor de piekbelasting kleiner wordt. We voeren de stroom gelijkmatiger aan en door.

Figuur 1 - Illustratie inzet valmeer netcongestiemanagement uit hoofdrapport (CE Delft, 2024).
De tijd is weergegeven op de x-as van één voorbeelddag



Bij deze modus operandi ontvangt de investeerder van het valmeer een vergoeding van TenneT voor het verminderen van de netbelasting. Doordat de netbelasting op piekmomenten wordt verminderd door netcongestiemanagement, is er minder netverzwaring/redispach nodig.

De vergoeding van TenneT voor redispach richting de toekomst is onzeker. Het is afhankelijk van de marginale kosten van de duurste eenheden die deze diensten leveren. Als we uitgaan van waterstofcentrales als duurste eenheden voor redispach in 2050, dan zal de redispachvergoeding tussen de € 250 en 300 per MWh liggen. De geschatte vergoeding voor redispach ligt op € 80 tot 100 miljoen per jaar voor de 2 GW-configuratie en € 120 tot 150 miljoen per jaar voor de 6 GW-configuratie.

Als het valmeer alleen optimaal ingezet wordt voor energiebalanceren, dan lost het valmeer de knelpunten op de 380 kV-verbindingen niet op. Naar verwachting zal de inzet van het valmeer, gecombineerd met elektrolyzers in de regio Rotterdam, er zelfs toe leiden dat de knelpunten voor aanvoer van elektriciteit toenemen. Voor een maatschappelijk optimale toepassing van het valmeer moet de inzet geoptimaliseerd worden voor zowel netcongestiemanagement als energiebalanceren. Dit betekent dat we voorzien dat de netverzwaring van TenneT in dit gebied afdoende is, waardoor er geen additionele netverzwaring wordt voorkomen. Als er in de toekomst toch meer elektriciteitsvraag is, waardoor additionele netverzwaring vereist is, dan is het mogelijk dat Delta21 deze netverzwaring uitstelt. Dit kan dus ontstaan na de periode die onderzocht is in deze studie, en dan kan Delta21 dus wel netverzwaring voorkomen. Dit is echter zeer onzeker en vooral afhankelijk van hoelang de congestie achter elkaar duurt en van het vermogen van de congestie.

Voor netcongestiemanagement hoeft het valmeer slechts een deel van het jaar ingezet te worden (700 uur bij een scenario zonder overige flex, 250 uur bij een scenario met alleen elektrolyse, 600 uur bij elektrolyse en interconnectie). Op de overige uren kan het valmeer ingezet worden voor handel op elektriciteitsmarkten (energiebalancering). Maar bij de inzet op die uren moet wel rekening worden gehouden met de beschikbare transportcapaciteit, om te voorkomen dat het valmeer op die uren nieuwe netcongestie veroorzaakt. Een voorbeeld is op een dag met lage prijzen en veel afname van elektriciteit in de regio, maar weinig lokale opwek. De (afname) netbelasting in de regio kan dan maximaal worden belast. Via netcongestiemanagement zou het valmeer dan worden beperkt in afname en kan het valmeer dus niet leegpompen. Hiervoor moet de inzet van het valmeer 1 tot 7% van het jaar beperkt worden bij de 2 GW-configuratie. Bij de 6 GW-configuratie moet het valmeer tot 13% van het jaar beperkt worden.

3 Conclusies

Deze additionele notitie concludeert:

- Delta21 kan resulteren in een duurzaam elektriciteitssysteem met minder hernieuwbare opwek uit zon en wind, doordat er meer duurzame energie opgeslagen kan worden. Dit is 0,5 tot 4,5 GW wind op zee of 3,5 tot 28 GW zon-pv. Delta21 kan op zijn vroegst in 2035 gerealiseerd worden. Een valmeer biedt op termijn dus ruimte voor verdere elektrificatie van het Haven Industrieel Complex (HIC).
- Het vermeden vermogen aan wind en zon bespaart investeringen. Het valmeer kan € 2 tot 19 miljard besparen op investeringen in wind op zee (inclusief netinfrastructuur op zee), en € 2,6 tot 20,6 miljard op zon-pv. De vermeden investeringen zijn afhankelijk van het vermogen van het valmeer en beschikbaarheid van andere flexibele bronnen.
- De reductie in hernieuwbare opwek leidt tot een verminderde ruimtebehoefte van 50 tot 450 km² voor wind op zee, of een lager ruimtegebruik van 33 tot 266 km² voor zon-pv. 33 km² zon op land is echter een enorm lastige opgave na 2030/2035, ook gezien de groeiende weerstand tegen opwek op land. De ruimte die wordt uitgespaard, komt overeen met 100 tot 900 grote windmolens op land. Het valmeer zelf beslaat 50 km², maar dit is goed te combineren met natuurontwikkelingen, waardoor meervoudig ruimtegebruik dus mogelijk is. We beschouwen het scenario met de lage ruimtebesparing als realistischer, aangezien het hoog-scenario ervan uitgaat dat er geen andere flexibiliteitsbronnen beschikbaar zijn.
- Het valmeer biedt de mogelijkheid om zo'n 0,7 tot 6,4% van de nationale 2050-doelstelling voor wind op zee (70 GW) te reduceren, óf 10 tot 79% van de nationale doelstelling voor zon-pv (35 GW). Deze brede range is afhankelijk van het vermogen van het valmeer en de beschikbaarheid van andere flexibiliteitsbronnen. De mogelijke reductie in zon-pv en wind op zee is aanzienlijk ten opzichte van de RES-doelstellingen voor zon-pv in 2030 in de provincie, die rond de 6,5 TWh liggen. Afhankelijk van het vermogen van het valmeer en de beschikbaarheid van andere flexibele bronnen, komt de besparing overeen met 50 tot 400% van de totale RES-doelstellingen voor zon-pv in Zuid-Holland in 2030.
- Doordat er minder wind op zee en zon-pv nodig is door het Delta21-valmeer, wordt aanzienlijke CO₂-uitstoot tijdens de bouw van de installaties voorkomen. Voor wind op zee is dit 0,7 tot 6,2 Mton CO₂, en voor zon-pv is dit 4,3 tot 34,7 Mton CO₂. Ten opzichte van de totale uitstoot van heel Nederland in 2023, die 147 Mton bedraagt, is dit aanzienlijk.
- In 2030 en 2040 kan Delta21 er in resultaten dat er minder overbelasting is op het stroomnet; dit zou TenneT anders oplossen door flexibiliteit in te kopen bij marktpartijen die dan hun gedrag aanpassen (redispatch). Richting 2050 is er mogelijk extra netverzwaring mogelijk (extra kabels en stations), waarbij Delta21 een rol kan spelen in het uitstellen of voorkomen van die netverzwaring richting 2050.



Bronnen

CE Delft. (2024). *Delta21: Energetisch-economische analyse. Valmeer als onderdeel van duurzaam energiesysteem.*

CE Delft, Quintel, & TNO. (2021). *Systeemstudie Energieinfrastructuur Zuid-Holland: Integrale systeemstudie gas, elektriciteit, CO2 en warmte 2020-2030-2050.*

IRENA. (2024). *Renewable power generation costs in 2023.*

Netbeheer Nederland. (2023). *Scenario's investeringsplannen 2024.*

NP RES, & CE Delft. (2024). *Factsheet Elektriciteit.*

Rijksoverheid. (2024). *Hoeveel ruimte gebruikt wind op zee?*

<https://windopzee.nl/onderwerpen/wind-zee/hoeveel-ruimte/#:-:text=De%20ruimte%20die%20hiervoor%20nodig,megawatt%20per%20vierkante%20kilometer%20is.>

A Bijlage

A.1 Ruimtegebruik wind op zee

Voor wind op zee gaat de Rijksoverheid uit van een ruimtegebruik van 10 MW per km² (Rijksoverheid, 2024). Als we kijken naar de windparken die gebouwd zijn voor 2020, lag de specifieke oppervlakte tussen de 4 en 9 MW per km². Voor windparken na 2020 ligt dit tussen de 8 en 13 MW per km². Voor de berekening van de uitgespaarde ruimte voor wind op zee gaan we uit van 10 MW per km².

Tabel 6 - Overzicht gedeelte van de windparken op zee

Windpark	Vermogen windpark (in MWp)	In gebruik sinds	Oppervlakte (km ²)	Specifiek vermogen (MWp per km ²)	Bron
Hollandse Kust Noord	759	2023	92	8	Hollandse Kust Noord
Hollandse Kust Zuid	1.529	2023	115	13	Hollandse Kust Zuid
Borssele V (innovatiekavel)	19	2021	-	-	*
Borssele I en II	752	2020	138	5	Borssele I en II
Borssele III en IV	731,5	2020	146	5	Borssele III en IV
Gemini Windpark	600	2016	68	9	Gemini Windpark
Luchterduinen	129	2015	-	-	*
Prinses Amaliawindpark	120	2008	14	9	Prinses Amaliawindpark
Egmond aan Zee (OWEZ)	108	2007	27	4	Egmond aan Zee (OWEZ)

* Geen gegevens gevonden.

A.2 Ruimtegebruik zon op land

Zon op land heeft een ruimtegebruik van 105 MWp per km² (NP RES & CE Delft, 2024).

A.3 Vermeden investeringen

De vermeden investeringen zijn berekend door het uitgespaarde vermogen van wind op zee en zon-pv te vermenigvuldigen met een kostenkental voor investeringskosten per kW. Deze zijn gehaald uit een internationaal onderzoek van IRENA (IRENA, 2024).