

An aerial photograph of a coastal dike system. The dike runs diagonally from the bottom left towards the top right. To the left of the dike is a green grassy area with a narrow canal. To the right is a wide, shallow body of water. In the background, a large number of white wind turbines are visible against a blue sky with scattered clouds. A small concrete structure with a green roof is located on the dike in the lower-left quadrant.

Windturbines op primaire keringen

Maatschappelijk verantwoord innoveren

juni 2018



innogy

Windturbines op primaire keringen

Op langere termijn vergroot dit concept onze landelijke kennis en ervaringen met water- en windmanagement, waar we als Nederland internationaal ons voordeel mee kunnen doen.



Martine van Gemert is als projectontwikkelaar bij innogy verantwoordelijk voor de ontwikkeling van windpark Oostpolderdijk. Een technisch hoogstandje dat voor het eerst in Nederland wordt gerealiseerd en zelfs als wereldprimeur beschouwd mag worden. De turbines worden namelijk gebouwd op een primaire zeedijk. En dat vraagt een heel andere voorbereiding dan een windturbine op landbouwgrond.

De turbine zorgt voor een statische en dynamische belasting op de ondergrond en dit kan een risico vormen voor de waterkerende functie. innogy, Arcadis, ABT, Deltares en Fugro doen sinds 2012 zorgvuldig onderzoek naar mogelijkheden om een windturbine op een primaire zeediking te realiseren, met behoud of zelfs verbetering van de waterveiligheid. Daarbij wordt uitgegaan van de eigenschappen van het dijklichaam. Deze eigenschappen worden zoveel mogelijk benut in het ontwerp voor de windturbines.

Borgen, en waar mogelijk vergroten van de waterveiligheid is essentieel om dit project mogelijk te maken. Samen met de voordelen van combinatie van functies die verderop in deze brochure beschreven zijn, ontstaat een win-winsituatie.

In juli 2017 tekenden innogy en Waterschap Noorderzijlvest een overeenkomst voor het bouwen van drie windturbines op de Oostpolderdijk. Inmiddels zijn de voorbereidingen voor de bouw van de windturbines in een vergevorderd stadium. Een innovatieve stap voorwaarts, die zowel innogy als de waterschappen een aantrekkelijke uitdaging biedt om een duurzame toekomst vorm te geven. Voor elkaar en met elkaar!

Martine van Gemert,
projectleider Windpark Oostpolderdijk

Dijken zijn voor windenergie zeer interessant

Wat is er nu Nederlandse dan windturbines op primaire waterkeringen? De combinatie van wind en water brengt veel voordelen. Zo kunnen windturbines bijdragen aan de betaalbaarheid van de waterkeringen doordat grondvergoedingen naar de beheerders gaan. Met als resultaat minder zware lasten voor de samenleving. Ook dragen de windturbines bij aan de wettelijk verplichte doelstellingen op het gebied van duurzaamheid waaraan waterbeheerders in de toekomst moeten voldoen. Andersom profiteren de windturbines van windcondities die bijna vergelijkbaar zijn met windparken op zee. Een hoge energieopbrengst dus. Daarnaast zijn de effecten op omwonenden minimaal vanwege de veelal grote afstand tot de bewoonde wereld.

Onderzoek

Om deze innovatie mogelijk te maken heeft innogy de afgelopen jaren diepgaand geïnvesteerd in onderzoek. Waterveiligheid heeft de hoogste prioriteit. In geen geval mag een windturbine leiden tot een falende kering. Experts van Arcadis, ABT, Deltares en Fugro hebben gekeken naar mogelijke bovengrondse en ondergrondse incidenten die zouden kunnen optreden. De conclusie is dat waterveiligheid gegarandeerd kan worden. Het ideaal, dat de fundatie van een turbine zou bijdragen aan de versterking van de dijken, is zelfs mogelijk. Zo gaan wind- en watertechnologie het samen maken. De ondertekening van het contract met Waterschap Noorderzijlvest in 2017 was een veelbelovende eerste stap.

Landschap

Naast veiligheid gaat het om inpassing van de turbines in de omgeving. Landschappelijk gezien benadrukken ze de natuurlijke lijn in het landschap, op de grens tussen water en zee. Architecten zijn hier enthousiast over. Ook specifieke natuurwaarden zijn belangrijk. Onderzoekers hebben gekeken hoe trekvogels en vleermuizen in het Waddengebied zoveel mogelijk worden ontzien. Of het nu om omwonenden, organisaties of vogels en vleermuizen gaat: de rode draad is dat innogy een goede buur wil zijn. Met het realiseren van windturbines op plaatsen als in de Eemshaven dragen we bij aan kennis en inzicht om ons land duurzamer, mooier en veiliger te maken. Ook andere partners kunnen daar dan weer van profiteren.

Stap voorwaarts

Voor Windpark Oostpolderdijk is het ontwerp inmiddels tot in detail uitgewerkt. De ervaringen en kennis uit dit project kunnen gebruikt worden voor de ontwikkeling van een leidraad voor waterkeringbeheerders bij de vergunningverlening voor windturbines in primaire keringen. Een leidraad geeft duidelijkheid en ondersteunt daarmee verdere uitrol in het land. Uiteindelijk is het ontwerp voor iedere kering maatwerk. Vereiste is dat een significant negatief effect op de waterveiligheid wordt voorkomen. Uitgangspunt van innogy in de ontwerpfase is daarbij 'voorkomen is beter dan genezen'. Oftewel: als een ontwerp mogelijk is dat voorkomt dat de waterveiligheid in het geding komt, heeft dat de voorkeur boven een ontwerp waarbij we de negatieve effecten wegnemen door bijvoorbeeld het plaatsen van damwanden. Dat vraagt om buiten de gebaande paden kunnen en durven te kijken. Maar ook snappen waar we mee te maken hebben. De uitdaging is om tot een zo sterk mogelijk ontwerp te komen voor zowel de waterkering als de windturbine. Dit kan zelfs leiden tot kostenbesparende innovaties die ook op land kunnen worden toegepast. Dit maakt voor innogy de meerkosten in de ontwikkelfase van dit project dubbel en dwars de moeite waard.

Voordelen van windturbines op dijken

- (Zee)keringen zijn energierijke locaties met bijna offshore windcondities, die tot een hoge opbrengst leiden per geïnstalleerde MW.
- Effecten op de omgeving zijn beperkt vanwege de relatief grote afstand tot omwonenden.
- De windturbines kunnen bijdragen aan de duurzaamheidsdoelstellingen van de waterschappen.
- De jaarlijkse grondvergoeding voor de turbines draagt bij aan een betaalbare waterveiligheid en kan van invloed zijn op de hoogte van de waterschapsbelastingen.
- Economisch voordeel: Het onderzoek naar windturbines op primaire keringen vergroot onze kennis en ervaringen met water- en windmanagement. Nederland krijgt er hiermee een interessant nieuw exportproduct bij waar we ons voordeel mee kunnen doen



Wind op uw dijken?

Primaire keringen hebben als functie het water te keren. Deze functionaliteit wordt inmiddels op meerdere plaatsen slim gecombineerd. Bijvoorbeeld de realisatie van parkeergarages in duinen en dijken. En innogy voegt daar nu ook windturbines aan toe. Waarom eigenlijk?

De behoefte aan multifunctioneel gebruik van de keringen neemt toe:

- de stijgende zeespiegel en het bijbehorende kostenaspect voor aanpassingen en onderhoud van de keringen;
- schaarser wordende beschikbare ruimte in Nederland;
- landelijke en provinciale doelstellingen voor de realisatie van wind op land;
- Green Deal Energie, voor 40% verduurzaming van waterkeringbeheerders in 2020;
- de techniek die het mogelijk maakt dankzij (voortschrijdende) kennis en ervaring over waterkeringen en windturbines.

Primaire keringen en windenergie

We hebben in Nederland ongeveer 3.500 km aan primaire keringen en ongeveer 14.000 km overige waterkeringen. Primaire keringen hebben zwaardere veiligheidseisen, omdat de impact bij falen van de kering groot is. Als we 10% van deze primaire keringen zouden kunnen combineren met windenergie, wordt hiermee de helft van de landelijke wind-op-land doelstelling voor 2020 ingevuld. Met deze windturbines kan dankzij de goede windcondities jaarlijks 10.000 GWh duurzame elektriciteit opgewekt worden.

Onderzoek

Het afgelopen jaar heeft innogy onderzoek laten uitvoeren naar de geschiktheid van deze primaire keringen voor de realisatie van windparken. Daarbij is op twee manieren gekeken:

Vanuit de technische staat van de dijken is een analyse gemaakt van alle primaire dijkvakken van Nederland. In deze analyse zijn al deze dijkvlakken getoetst op:

- de gevolgen bij een doorbraak;
- robuustheid - heeft de kering ruime marges ten aanzien van waterveiligheid, of is de kering juist afgekeurd en moet deze versterkt worden. Dit laatste kan ook een kans zijn omdat werk gecombineerd kan worden, zoals bij Oostpolderdijk gebeurt;
- ondergrondrisico's - wat is de draagkracht of zettingsgevoeligheid van de kering, is er aanwezigheid van veenlagen en wat is het risico op zettingsvloeiing?

Vanuit (ruimtelijke) belemmeringen voor windenergie is onderzocht welke dijkvakken zich het best lenen voor de combinatie met windenergie. De belangrijkste belemmeringen die zijn meegenomen zijn:

- afstand tot gevoelige objecten zoals woningen;
- afstand tot windparken en solitaire windturbines;
- aanwezigheid van laagvliegroutes en luchthavens;
- afstand tot infrastructuur zoals hoogspanningsverbindingen, buisleidingen, spoor-, vaar- en snelwegen;
- aanwezigheid van Natura 2000 en Nederlands Natuur Netwerk gebieden.

Door beide analyses te combineren is een top tien samengesteld van dijkvakken die veelbelovend zijn. Als u wilt weten of uw primaire kering daar bij zit, komen we graag met u in gesprek.

Harry Schelfhout is gepensioneerd ingenieur. Na een lange carrière werkt hij nog steeds één dag per week als adviseur bij Deltares. Eén van zijn passies is het onderzoek naar de mogelijkheden om windturbines op dijken te plaatsen. Een aantrekkelijke gedachte.

'Op dijken heb je in vergelijking met land een grote windopbrengst'

"Op dijken heb je in vergelijking met land een grote windopbrengst. Het is vaak een dunbevolkt gebied en je hoeft maar met maar één grondeigenaar te onderhandelen. Dat maakt het een stuk gemakkelijker. Waterschappen hebben samen een Green Deal gesloten. Met windturbines op dijken, lossen zij die belofte in en profiteren zij van grondvergoedingen die ze kunnen inzetten voor het onderhoud van de dijken. Win-winsituaties dus."

In het onderzoek naar de mogelijkheden was de rol van innogy cruciaal. Zij maakten onderzoek met een consortium Deltaris en Arcadis mogelijk.

"Waar andere ontwikkelaars afwachtend waren, durfde innogy te investeren. Het gaat dan al gauw om veel geld, zonder te weten of dat terugverdiend wordt. innogy wilde een cruciale positie verwerven."

Geschikte dijken

Turbines op dijken zijn een lonkend perspectief. Er is ongeveer 3.500 kilometer aan primaire keringen in Nederland. Stel dat de helft daarvan geschikt is om windturbines op te bouwen en dat je ongeveer vijf turbines per kilometer kwijt kunt. Dan is er een potentieel van 5.000 MW beschikbaar. Dat is 80% van wat de overheid aan wind op land in 2023 wil bereiken. Waterveiligheid is de absolute hoofdfunctie van dijken. Daarom wordt onderzocht wat de impact is op de stabiliteit van de dijk wanneer daar een turbine op staat.

"Turbines veroorzaken trillingen. We willen weten wat dat betekent voor een dijk bij een situatie van hoge waterstand in een aardbevingsgevoelig gebied als Groningen. Het risico moet ook in zo'n situatie nihil zijn."



Positief advies

Uit het eerste onderzoek van het consortium volgde een positief advies. Turbines op dijken zijn mogelijk, wanneer de onzekerheden met praktische maatregelen als damwanden worden afgedekt. Toch is er ook bij veel waterschappen nog koudwatervrees.

"Er ontbreekt een kant-en-klaar beoordelingskader. Het is nu makkelijk om op basis van bestaande wetgeving de ontwikkeling van windturbines op dijken tegen te houden en op zeker te spelen. Maar voor de dijkgraaf met lef is dit dé kans om bij te dragen aan de energietransitie. Want turbines op dijken, dat zou best wel eens een groot succes kunnen worden."

Bouwen op een dijk: belemmering of kans?

Vanaf 2017 wordt een grootschalige dijkverzwaring gerealiseerd voor de gehele kering van Eemshaven tot Delfzijl. Aanleiding zijn de zeespiegelstijging en het aardbevingrisico in deze regio. De Oostpolderdijk maakt aan de noordzijde onderdeel uit van deze dijkverzwaring. Waterschap Noorderzijlvest heeft de werkzaamheden voor de dijkversterking middels het concept van Design & Construct aan een aannemersconsortium gegund: Ommelanderdiek.

Diverse meekoppelprojecten, waaronder het windpark, worden parallel aan de dijkverzwaring – en waar mogelijk gecombineerd – voorbereid en uitgevoerd. Omdat de kering niet breed is, wordt materieel en materialen, 'just in time' en middels eenrichtingverkeer, naar de bouwlocatie gebracht.

Beperkte ruimte

Bij de bouw van een windturbine wordt meestal gebruik gemaakt van een kraanopstelplaats, vanwaar een kraan de diverse onderdelen van de windturbine omhoog hijst en de windturbine opbouwt. Ook tijdens groot onderhoud kan het zijn dat de kraan tijdens de operationele fase van de windturbine nodig is. Veel waterkeringen zijn vanwege de afmetingen en de opbouw minder tot niet geschikt voor een kraanopstelplaats. In samenwerking met diverse marktpartijen heeft innogy mogelijkheden gevonden om zonder of met beperkte aanpassingen aan de dijk tot constructie en groot onderhoud van de windturbine te komen. Ook de aanvoer van de materialen is hierin meegenomen. De onderdelen zullen voor zover mogelijk op het laatste moment aangevoerd en direct geassembleerd worden ('just in time').

Belemmering of een kans?

De aanvoer en de bouw van de windturbine vraagt om maatwerk in het geval van waterkeringen. innogy heeft concepten uitgewerkt om hier goed mee om te kunnen gaan, rekening houdend met de waterkeringen, waterveiligheid en de heersende windcondities. Dit vraagt om innovaties en aanvullende studies. Het mogelijk maken van bouwen op locaties met zeer beperkte ruimte biedt echter ook weer andere kansen. Niet alleen waterkeringen, ook andere locaties worden zo bereikbaar voor de ontwikkeling van windenergie. innogy ervaart deze restrictie in beschikbare ruimte op waterkeringen dan ook als een kans en niet als een belemmering.



Meer dan wind

Waterkeringen lenen zich ook goed voor andere vormen van duurzame energie. Denk aan zonne-energie. Ook hierin heeft innogy veel ervaring. In de energietransitie zetten we alle zeilen bij om een duurzamere toekomst te creëren.

Het mogelijk maken van bouwen op locaties met beperkte ruimte biedt kansen. Niet alleen waterkeringen worden zo bereikbaar voor windenergie.

Net als bij ieder windproject heeft ook dit concept invloed op de omgeving. In het geval van omwonenden is deze invloed beperkt. De primaire keringen vormen op veel plaatsen de laatste grens tussen land en water en hebben daardoor al snel een grotere afstand tot omwonenden. Als het gaat om de beleving van het geluid en slagschaduw zijn de effecten dan ook minimaal.

Wat merkt de omgeving van windturbines op de dijken?

Passerende trekvogels

Primaire keringen kennen wel andersoortige 'buren'. Bij de Eemshaven hebben we bijvoorbeeld te maken met veel trekvogels die in het voor- en najaar de Eemshaven passeren. De zeedijken worden door de trekvogels als referentie in het landschap benut. In opdracht van innogy hebben Bureau Waardenburg en Altenburg & Wymenga hier jarenlang onderzoek verricht naar de effecten van windturbines op de primaire keringen op vogels en vleermuizen. Dit heeft ons veel kennis en inzicht gegeven over het gedrag van deze dieren. Ook de natuur- en milieu-organisaties zijn bij deze studies betrokken.

Goede balans

Omdat bij het project op de Oostpolderdijk bij Eemshaven de 'natuur als buur' zo'n belangrijke rol spelen, zijn we met natuur- en milieu-organisaties in overleg gegaan om te zoeken naar een goede balans tussen het opwekken van duurzame energie enerzijds, en het beperken van de effecten op vogels en vleermuizen anderzijds. Want ook al is de afstand tot omwonenden groot, goed noaberschap strekt zich uit naar alle 'buren'.

Energie-efficiency

Ook energie-efficiency is onderzocht als milieuaspect. Vanwege de veelal uitstekende windcondities op waterkeringen is de opbrengst per windturbine hoger dan gemiddeld. Met windturbines op de keringen zijn er dus minder windturbines nodig om dezelfde hoeveelheid duurzame energie op te kunnen wekken!

Maatwerk

Iedere locatie en iedere waterkering is uniek. De rode draad in de aanpak van innogy is om veilige oplossingen te creëren, in goede relatie met onze omgeving. Ongeacht of omwonenden, vogels, vleermuizen of anderen onze burens zijn. Goed noaberschap staat bij innogy voorop.



'Windpark Oostpolderdijk draagt bij aan de realisatie van het broedeiland voor noordse stern en visdieven, voor de kust van de Oostpolderdijk.'

Begrippenlijst

Ashoogte

De ashoogte van een windturbine geeft weer op welke hoogte de as zich bevindt waaraan de bladen zijn bevestigd. Hoger in de lucht is meer wind, windturbines met een grote ashoogte brengen dus meer op. De huidige windturbines hebben een ashoogte van 80 tot 135 meter. Dit is continu in ontwikkeling. Op de tekentafel liggen concrete plannen voor ashoogtes tot ongeveer 165 meter.

Dynamische belasting

Doordat de windturbine krachten ondervindt van de wind, veroorzaakt hij trillingen. Dit gebeurt zowel in stilstand als wanneer de turbine in bedrijf is. Deze trillingen werken door op de ondergrond en kunnen invloed hebben op de waterkerende functie van de kering. Praktijkmetingen, door Fugro in opdracht van innogy uitgevoerd, wijzen uit dat deze trillingen in de ondergrond snel uitdempen, maar niet helemaal voorkomen kunnen worden. Goede berekeningen en modelleringen zijn belangrijk. Dit vraagt om maatwerk voor iedere locatie.

Faalmechanismen

Dijken kunnen om verschillende redenen bezwijken. Deze redenen noemen we faalmechanismen. Als een activiteit te veel invloed heeft op deze faalmechanismen, zijn maatregelen nodig om de waterveiligheid te borgen. Dit kan door de oorzaak van het negatieve effect op het faalmechanisme weg te nemen ('voorkomen'), of door de kering op andere wijze te verstevigen om het effect teniet te doen ('genezen').

Green Deal Energie

De Unie van Waterschappen heeft met de Rijksoverheid haar afspraken uit het Energieakkoord uitgewerkt in een Green Deal Energie. In het Energieakkoord is afgesproken dat de waterschappen in 2020 voor minstens 40 procent voorzien in de eigen energiebehoefte met zelf opgewekte duurzame energie.

Primaire kering

Primaire waterkeringen beschermen ons land tegen buitenwater uit de Noordzee, de Waddenzee, de grote rivieren en het IJssel- en Markermeer. De primaire keringen zijn de belangrijkste keringen om Nederland droog te houden. Deze keringen kennen dan ook de zwaarste eisen als het om waterveiligheid gaat.



Rotordiameter

De rotordiameter van een windturbine geeft de diameter weer van de cirkel die de bladen beschrijven. Dit is tweemaal de lengte van de bladen, plus de gondel. Voor de rotor geldt: hoe groter de rotor, hoe meer energie de windturbine kan opwekken. De huidige windturbines hebben een rotordiameter van 90 tot 140 meter. Ook dit is continu in ontwikkeling. Voor de toekomst wordt gesproken over rotordiameters rond 165 meter. De ashoogte en de rotordiameter bepalen de potentiële opbrengst.

Statische belasting

Alleen al doordat een windturbine op de kering staat, oefent hij druk uit op de kering. Dit heet statische belasting. Dit kan een negatief effect hebben en goed onderzoek is daarom belangrijk.

Tiphoogte

De tiphoogte van een windturbine geeft de maximale hoogte weer die de tip van de bladen kan bereiken. Dit is de ashoogte met daarbij opgeteld de lengte van het blad.

Verweking

Eén van de mogelijke faalmechanismen van een dijk. Trillingen kunnen onder meer tot verweking leiden. Doordat de waterspanning toeneemt, verliest het korrelskelet in de kering haar samenhang, waardoor delen van de kering kunnen wegzakken.

Waterkering

Waterkeringen beschermen ons land tegen water. Nederland heeft ruim 3.500 km aan waterkeringen. Naast natuurlijke keringen, zoals duinen, zijn er bijna 1.500 aangelegde keringen: dijken, dammen, stuwen, gemalen en stormvloedkeringen. Niet iedere kering heeft dezelfde functie: de eisen aan de waterveiligheid kunnen daarom per kering verschillen.



innogy

meer informatie

Projectmanagement:
Martine van Gemert
Rob Smit

Woordvoerder:
Jorrit de Jong

info@innogy.com
088-8512791

www.innogynederland.nl/
nl-NL/Duurzame-energie/
Wind-op-land



| Martine van Gemert |
martine.van.gemert@innogy.com



| Rob Smit |
rob.smit@innogy.com