

## NOTITIE

---

Onderwerp           Energieopbrengsten voorkeursalternatief windenergie Duurzame  
Project               Polder Duurzame Polder  
Opdrachtgever       Gemeente Oss  
Projectcode           134741  
Status                Definitief 03  
Datum                 27 februari 2024  
Referentie            134741/24-002.880  
Auteur(s)

Gecontroleerd door  
Goedgekeurd door  
Paraaf

Bijlage(n)           I     KNMI gemeten windsnelheden  
                          II    WindPro Resultaat optie 1  
                          III   WindPro Resultaat optie 2  
                          IV   WindPro Resultaat optie 3  
                          V     WindPro resultaat optie 4  
                          VI   WindPro resultaat optie 5

Aan                    Gemeente Oss  
Kopie                 -

---

### DISCLAIMER

De energieopbrengsten die in deze notitie zijn berekend voor de verschillende opties van het VKA voor windenergie in de Duurzame Polder zijn uitgevoerd op basis van winddata van het KNMI. Ondanks de gebruikte winddata zijn de uitkomsten naar verwachting een overschatting van de werkelijke energieopbrengst. Dit is een verwachting op basis van expert judgement. Om deze reden wordt geadviseerd om de gegeven waarden niet te gebruiken als feitelijke gegeven in verdere analyses en onderbouwingen. Aanbevolen wordt om bij concrete initiatieven lokale windmetingen uit te voeren en de energieopbrengsten met de gemeten waarden opnieuw te berekenen.

---

## 1 INLEIDING

Voorliggend document geeft de bandbreedte van de te verwachten energieopbrengst voor het voorkeursalternatief (VKA) voor het ontwikkelen van windturbines in de Duurzame Polder weer.

## 1.1 Achtergrond en doel

De energiedoelstelling van Duurzame Polder is geconcretiseerd en verschilt per bijbehorende gemeente (gemeente Oss en gemeente 's-Hertogenbosch).

In de RES 1.0 is de energiedoelstelling van de gehele gemeente 's-Hertogenbosch vastgesteld op 0,35 TWh (1,3 PJ), waarvan 0,24 TWh (0,86 PJ) nog te realiseren is. De opgave van de Duurzame Polder tot 2030 is het opwekken van deze 239 GWh per jaar aan duurzame energie. Een deel hiervan zal met zonnepanelen buiten de Duurzame Polder worden gerealiseerd. De grootte van deze zonnepanelen is met het [Bestuursakkoord 2022-2026](#) gewijzigd van 100 hectare naar 50 hectare. Uit praktijk blijkt dat een zonnepark van ongeveer 50 ha een vermogen heeft van 100 MW. Doorgaans heeft een zonnepark 950 vollasturen. Er kan dus 95 GWh per jaar aan energie worden opgewekt met een zonnepark van 50 hectare. Er blijft dus 144 GWh per jaar over dat ten minste door windturbines opgewekt dient te worden. Hiervoor heeft de gemeente 's-Hertogenbosch in het Bestuursakkoord 2022-2026 vastgelegd dat zij voor 2030 16 windturbines wil realiseren in de Duurzame polder, binnen de bestaande randvoorwaarden.

In de RES 1.0 is de energiedoelstelling van de gehele gemeente Oss vastgesteld op 0,28 terawattuur (TWh), waarvan 0,24 TWh nog te realiseren. De gemeente Oss heeft het doel om een resterende RES-opgave van 0,514 PJ (dit is 143 GWh per jaar) met de windturbines van Duurzame Polder op te wekken.

De gezamenlijke energiedoelstelling voor de windturbines van Duurzame polder is 287 GWh per jaar (144 GWh per jaar voor de gemeente 's-Hertogenbosch en 143 GWh per jaar voor de gemeente Oss).

Verschillende factoren beïnvloeden de te verwachten energieopbrengst; bijvoorbeeld het type windturbine, de (onderlinge) positie van de windturbine, turbulentie van de wind door de grond, windafvang tussen windturbines, windsnelheid, windrichting, luchtdichtheid en onderhoud van windturbines. De gemeenten 's-Hertogenbosch en Oss willen graag beter inzicht krijgen in het effect dat verschillende opstelling van het VKA hebben op de te verwachten energieopbrengst.

Het doel van voorliggend document is de gemeenten te informeren over de verwachte energieopbrengst van de ontwikkelde opties voor het VKA van het windpark in de Duurzame Polder.

## 1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten en aannames opgesomd die ten grondslag liggen aan de berekeningen. Dit betreft zowel de referentieturbines als de input parameters voor het energieopbrengst model. Hoofdstuk 3 toont de ontwikkelde opties voor het VKA. Hoofdstuk 4 beschrijft de te verwachten energieopbrengst voor de opties van het VKA. Hoofdstuk 5 geeft de conclusie.

## 2 UITGANGSPUNTEN

De te verwachten energieopbrengst wordt bepaald in een energieopbrengstmodel genaamd 'WindPro'. Transparantie van de uitgangspunten is essentieel, omdat de kwaliteit van de input bepaalt hoe realistisch de berekende energieopbrengst is. Dit hoofdstuk beschrijft welke uitgangspunten, getallen en aannames zijn aangehouden voor de energieopbrengstberekeningen. Ook de effecten van de aannames en versimpelingen zijn opgesomd.

De uitgangspunten bestaan uit twee delen. Ten eerste, de kenmerken van de windturbines (bijvoorbeeld ashoogte, rotordiameter, vermogen en power curve). Voor de berekeningen is één referentieturbine gehanteerd. Ten tweede, de parameters voor het model welke gebruikt worden voor de berekeningen. In de paragrafen hieronder zijn deze uitgangspunten beschreven.

## 2.1 Referentieturbine

Voor het bepalen van de energieopbrengst van de opties is één windturbintype voor alle windturbines die de opties omvatten gehanteerd. De referentieturbine is:

- Vestas V172: deze turbine heeft een vermogen van 7,2 MW, een ashoogte van 175 m en een rotordiameter van 172 m.

De referentieturbine is bepaald door een van de grootste type windturbine te gebruiken welke op land gebouwd kan worden. Hierin is een opgaande trend te zien, waarbij de windturbines steeds groter worden. Dit komt onder andere door een productieketen die zich richt op wind op zee. Daarnaast gaat het planMER uit van de maximale milieueffecten, waarbij de gekozen bovengrens de uiterste bandbreedte betreft.

De gekozen windturbine heeft een grote rotordiameter, waardoor het een hoger vermogen heeft dan een windturbine met een lagere ashoogte (en een kleinere rotordiameter). Het vermogen is niet gemaximaliseerd, omdat een maximaal vermogen niet passend is bij de windsnelheden in de Duurzame Polder. De windsnelheden in de Duurzame Polder zijn lager dan op zee of langs de kust. Een windturbine met een hoger vermogen, heeft een hogere windsnelheid nodig om te kunnen functioneren. In de Duurzame Polder zorgt hierdoor een hoger vermogen voor een lagere energieopbrengst. Daarom is geen windturbine met een hoger vermogen gebruikt.

## 2.2 Input parameters energieopbrengst model

Zoals beschreven aan het begin van dit hoofdstuk is voor de analyse van de energieopbrengst en windafvang het rekenmodel 'WindPro' gebruikt. Dit model bepaalt de energieopbrengst van een solitaire windturbine of windpark aan de hand van een aantal uitgangspunten. Deze uitgangspunten zijn hieronder opgesomd:

- de afmetingen van de windturbines (zie paragraaf 2.1);
- meteorologische data (dit omvat windsnelheden, windrichtingen, luchtdichtheid en luchtvochtigheid);
- de ruigheid van de ondergrond (de ruigheid van de ondergrond heeft invloed op de luchtstroom);
- de positie van de windturbines en onderlinge afstand (voor het bepalen van de windafvang).

### Afmetingen windturbines

De afmetingen zijn beschreven in paragraaf 2.1. Deze zijn belangrijk om te bepalen welke windsnelheid gebruikt moet worden voor de berekeningen. Hoe hoger de ashoogte, hoe hoger de gemiddelde windsnelheid.

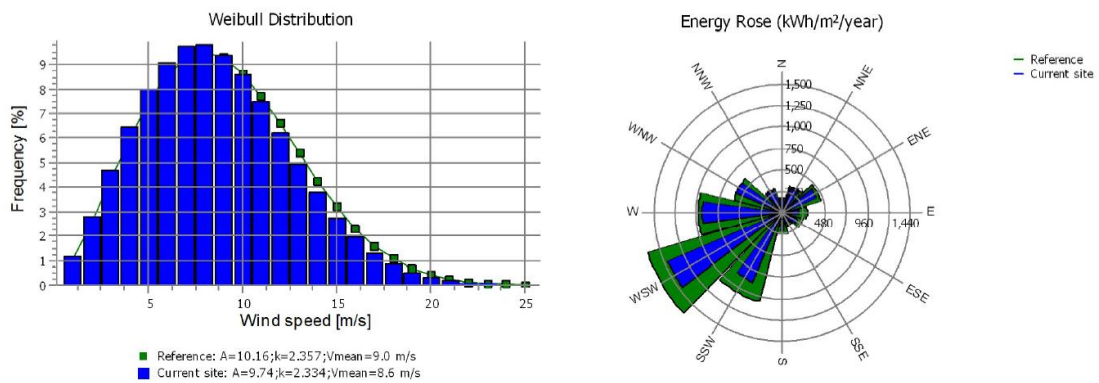
### Meteorologische data

Als input is winddata van KNMI (KNMI North Sea Wind (KNMI-KNW)) gebruikt. Deze dataset heeft langdurige (35+ jaar), en daarmee betrouwbare data (zie de Disclaimer aan het begin van deze notitie). De dataset heeft een resolutie van 2,5 km. Daarmee vallen gemeten punten binnen de Duurzame Polder. De data uit de dataset is gemeten op 10 m, 20 m, 40 m, 60 m, 80 m, 100 m, 150 m en 200 m hoogte. Het model berekent de verwachte windsnelheid op de ashoogte doormiddel van interpolatie. De windsnelheid is gevalideerd met gemeten data van [Global Wind Atlas](#) en van andere data in de Duurzame Polder.

De gemeten, gemiddelde windsnelheid in de Duurzame Polder is 6.1 m/s op 60 m, 6,9 m/s op 100 m en 7,6 m/s op 150 m. Een hogere windturbine kan dus gebruik maken van significant hogere windsnelheden. De windsnelheid voor de Vestas V172 is 8,1 m/s op 175 m ashoogte.

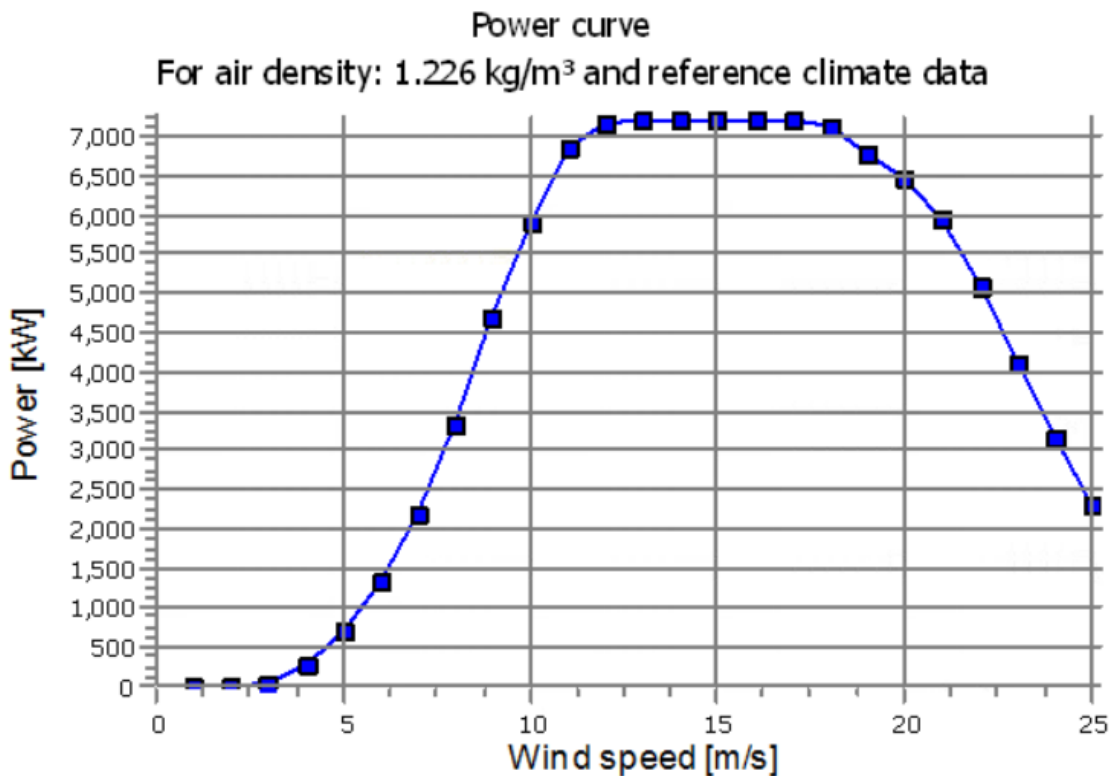
De winddata in afbeelding 2.1 hieronder geeft hoe vaak een windsnelheid is gedurende een jaar voorkomt en geeft aan uit welke richting de wind komt doormiddel van een windroos. Dit is een voorbeeld voor een windturbine.

Afbeelding 2.1 Windsnelheid en richting gedurende een jaar



Elke windturbine heeft een zogenoemde power curve. Dit geeft weer hoeveel energie een windturbine op kan wekken bij elke windsnelheid. Door de data van gemeten windsnelheid gedurende een jaar en de power curve bij elkaar te leggen wordt de te verwachte energieopbrengst op deze locatie met een bepaalde referentieturbine bepaald. In deze power curve is de wet van Betz (welke aangeeft dat niet alle windenergie effectief kan worden omgezet) al meegenomen. Afbeelding 2.2 toont de power curve van de Vestas V172.

Afbeelding 2.2 Power curve van de Vestas V172



Elke windturbine heeft een andere omzettingsefficiëntie (ook wel capacity factor genoemd). Doorgaans geven hogere windsnelheden een grotere omzettingsefficiëntie. Dit betekent dat hogere windturbines, welke meer wind kunnen vangen, een hogere omzettingsefficiëntie hebben.

### Ruigheid ondergrond

Niet alle wind is even bruikbaar voor een windturbine. Bij de grond vindt turbulentie plaats wat ervoor zorgt dat de wind minder bruikbaar wordt voor het opwekken van energie. Daarom is de hoogtekaart van Nederland meegenomen in het model. Voor de bebouwing is een aanname gedaan van 3 % verlies (zie paragraaf 2.3).

### Positie windturbines

Windturbines vangen elkaars wind af. Hierdoor is de energieopbrengst van een windturbine in een windpark lager dan bij solitaire windturbines. In hoofdstuk 3 is dit effect meegenomen.

## 2.3 Aannames

Een aantal factoren welke de energieopbrengstberekeringen verminderen zijn niet meegenomen. Dit betreft:

- stilstand door slagschaduwmitigatie (wanneer de windturbine wordt stilgezet om slagschaduw op gebouwen te voorkomen);
- stilstand door zwermen vogels nabij de windturbine (met detectieapparatuur kan een windturbine uitgezet worden wanneer zwermen vogels zijn gedetecteerd);
- curtailment (wanneer de windturbine geen stroom aan het elektriciteitsnet kan leveren, omdat hiervoor tijdelijk geen ruimte is).

's-Hertogenbosch ligt ten zuidwesten van de Duurzame Polder. De zuidwestenwind is de overheersende windrichting in Nederland. De bebouwing van 's-Hertogenbosch zal de energieopbrengst verminderen door de extra turbulentie die het veroorzaakt. Daarom wordt 3 % energieverlies verwacht. Hierom rekenen we voor stilstand met een standaard 5 % en aanvullend 3 % voor 's-Hertogenbosch. Deze factoren worden in latere projectfasen nader onderzocht. Voordat financial close wordt bereikt zal naar verwachting een windmeetcampagne specifiekere winddata opleveren. Daarnaast worden de afslagen verder percentageel vastgesteld door middel van modelstudies.

## 3 OPTIES VOOR HET VOORKEURSALTERNATIEF

Op basis van voorgaande onderzoeken zijn opties voor het voorkeursalternatief voor windturbines in de Duurzame Polder ontwikkeld. Het gaat om 5 opties:

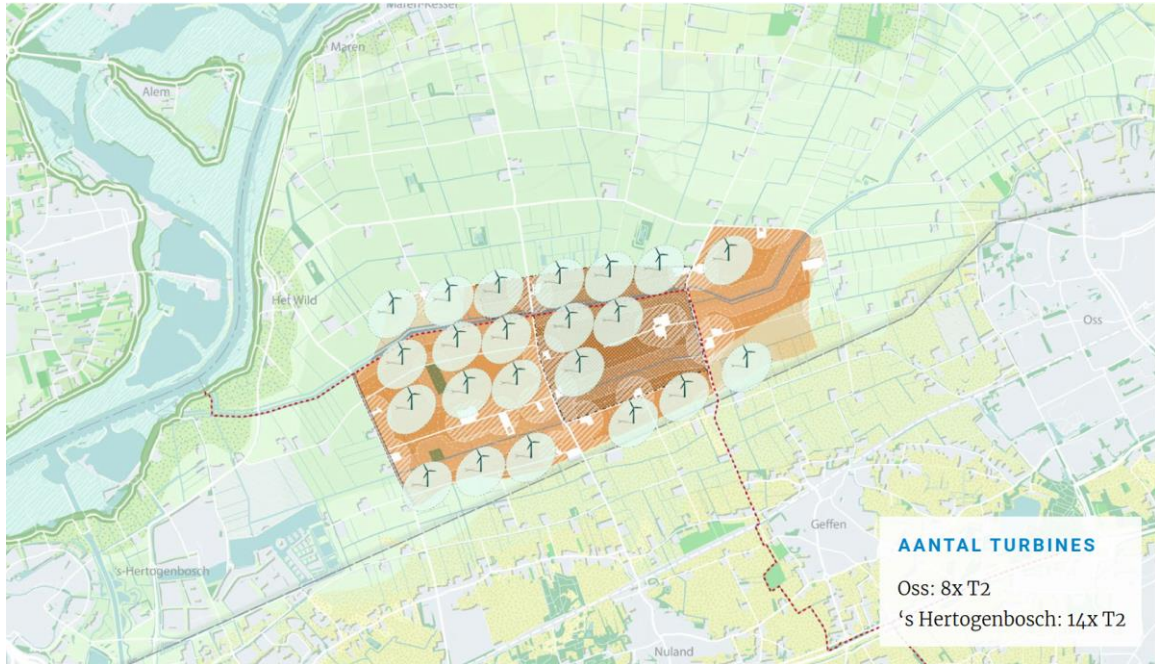
- optie 1 - Polder Grid:
  - 14 windturbines in 's-Hertogenbosch en 8 windturbines in Oss;
- optie 2 - Polder Grid minus 2 km zone:
  - 14 windturbines in 's-Hertogenbosch en 5 windturbines in Oss;
- optie 3 - Behoud Ganzen- en Smientengebied:
  - 11 windturbines in 's-Hertogenbosch en 6 windturbines in Oss;
- optie 4 - Polder Grid minus 2 km zone met uitbreidingsoptie Oss:
  - 14 windturbines in 's-Hertogenbosch en 9 windturbines in Oss;
- optie 5 - Behoud Ganzen- en Smientengebied minus 2 km zone met uitbreidingsoptie Oss:
  - 11 windturbines in 's-Hertogenbosch en 7 windturbines in Oss.

Alle windturbines van de opties zijn de referentieturbine uit paragraaf 2.1.

### Optie 1 - Polder Grid

Afbeelding 3.1 toont de opstelling voor optie 1 van het VKA. In deze opstelling is een zo zuiver mogelijk grid van windturbines gerealiseerd. Dit resulteert in 14 windturbines in 's-Hertogenbosch en 8 windturbines in Oss.

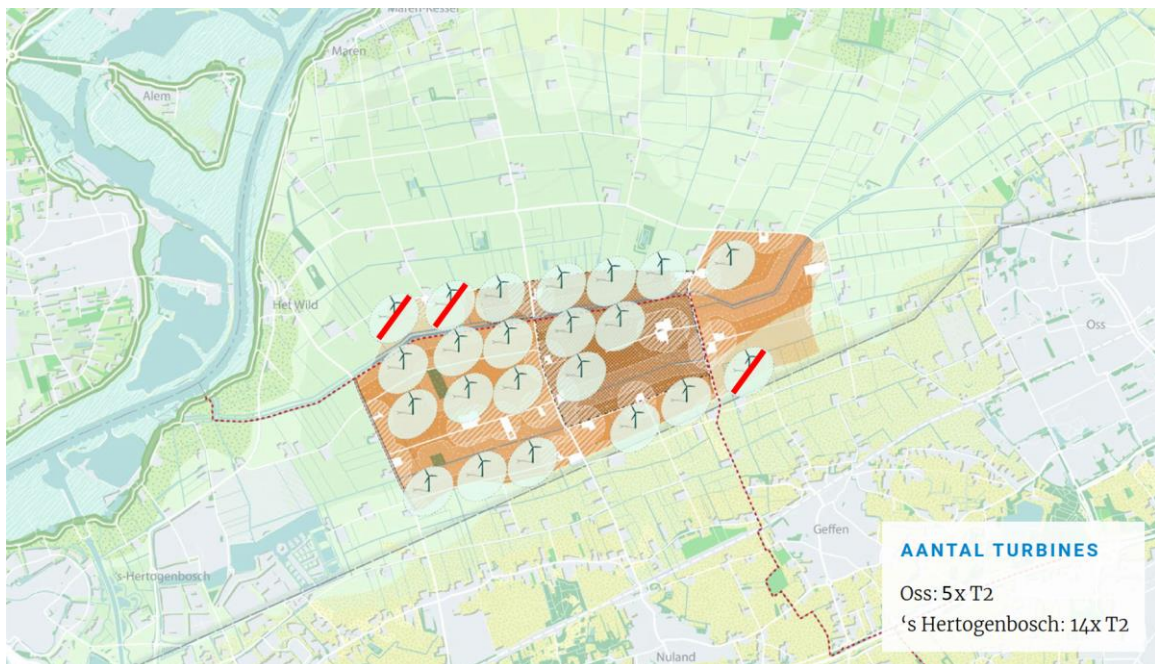
Afbeelding 3.1 Optie 1 van het VKA voor de Duurzame Polder (bron: HNS)



### Optie 2 - Polder Grid minus 2 km zone

Afbeelding 3.2 toont de opstelling voor optie 2 van het VKA. Door het ontbreken van een beschikbare visualisatie van de opstelling is met een rode lijn aangegeven welke windturbines niet zijn meegenomen in de berekening ten opzichte van optie 1. De overige windturbines zijn wel meegenomen. In deze opstelling wordt uitgegaan van een afstand van minimaal 2 km tot de kernen van de gemeente Oss en 1 km tot de kernen in de gemeente 's-Hertogenbosch. Op het grondgebied van 's-Hertogenbosch staan 14 windturbines, op het grondgebied van Oss staan 5 windturbines.

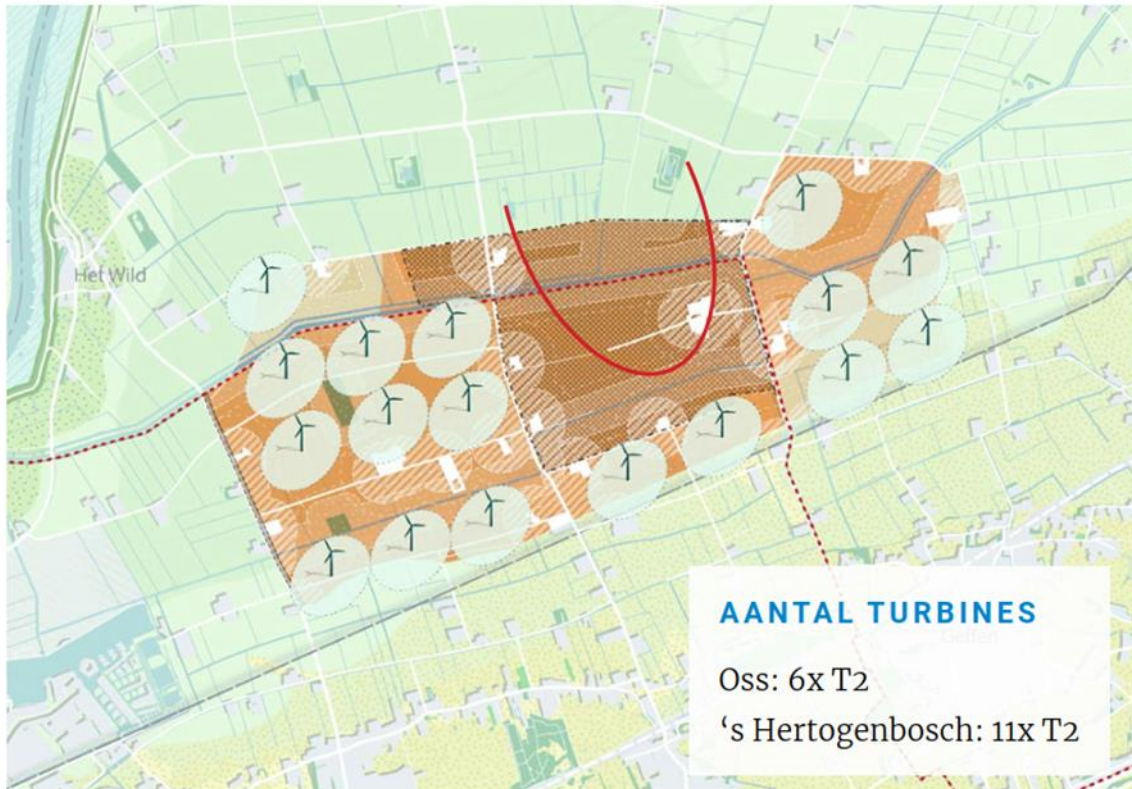
Afbeelding 3.2 Optie 2 van het VKA voor de Duurzame Polder



### Optie 3 - Behoud Ganzen- en Smientengebied

Afbeelding 3.3 toont de opstelling voor optie 3 van het VKA. De rode cirkel in de afbeelding toont de vrije ruimte die ontstaat in optie 3. Dit is het rust- en foerageergebied voor ganzen en smienten. Mocht het niet mogelijk blijken dit gebied te verplaatsen kunnen hier naar verwachting geen windturbines worden ontwikkeld. In 's-Hertogenbosch kunnen dan 11 windturbines worden geplaatst, in Oss gaat het om 6 windturbines.

Afbeelding 3.3 Optie 3 van het VKA voor de Duurzame Polder (bron: HNS)



### Optie 4 - Polder Grid minus 2 km zone met uitbreidingsoptie Oss

Afbeelding 3.4 toont de opstelling van optie 4 van het VKA. Door het ontbreken van een beschikbare visualisatie van de opstelling is met een rode lijn aangegeven welke windturbines niet zijn meegenomen in de berekening ten opzichte van optie 1. De overige windturbines zijn wel meegenomen. In deze opstelling wordt uitgegaan van een afstand van minimaal 2 km tot de kernen van de gemeente Oss en 1 km tot de kernen in de gemeente 's-Hertogenbosch. Daarnaast is de locatie van de uitbreidingsoptie Oss, bestaande uit vier windturbines, aangegeven met een rode stippellijn. Op het grondgebied van 's-Hertogenbosch staan 14 windturbines, op het grondgebied van Oss staan 9 windturbines.

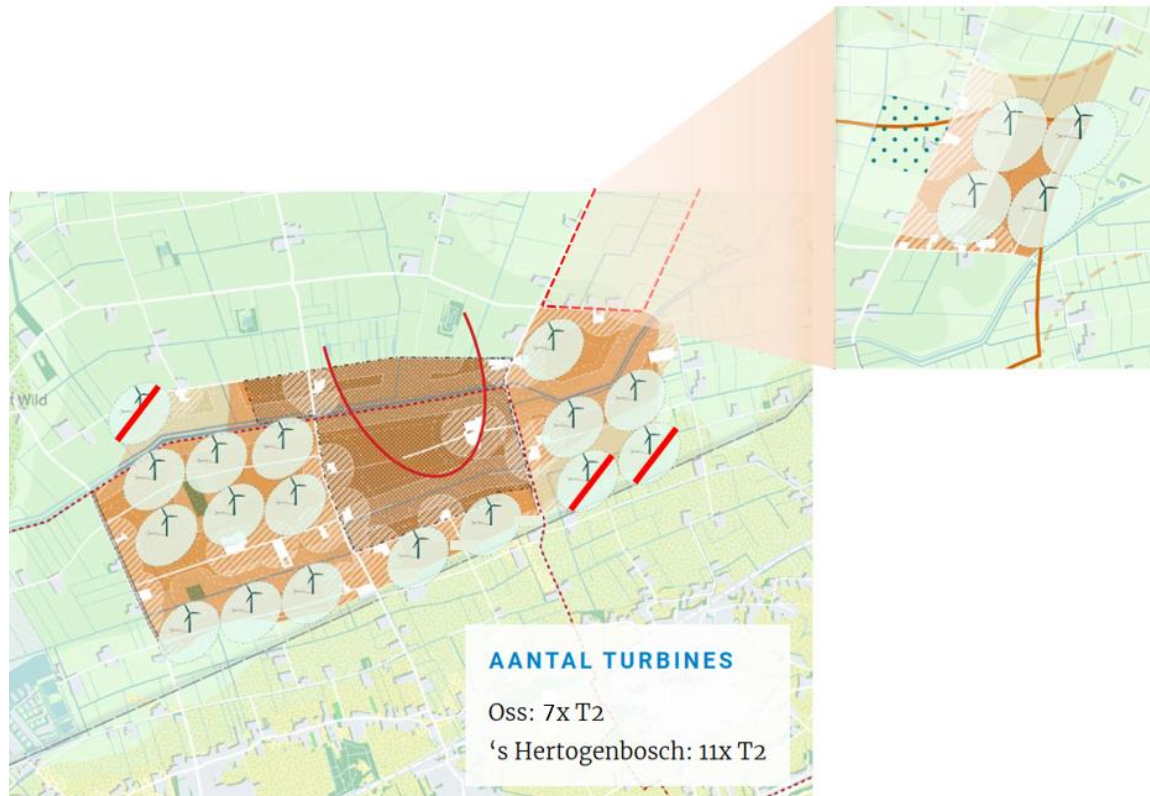
Afbeelding 3.4 Optie 4 van het VKA voor de Duurzame Polder



#### Optie 5 - Behoud Ganzen- en Smientengebied minus 2 km zone met uitbreidingsoptie Oss

Afbeelding 3.5 toont de opstelling van optie 5 van het VKA. Door het ontbreken van een beschikbare visualisatie van de opstelling is met een rode lijn aangegeven welke windturbines niet zijn meegenomen in de berekening ten opzichte van optie 3. De overige windturbines zijn wel meegenomen. In deze opstelling wordt uitgegaan van een afstand van minimaal 2 km tot de kernen van de gemeente Oss en 1 km tot de kernen in de gemeente 's-Hertogenbosch. Daarnaast is de locatie van de uitbreidingsoptie Oss, bestaande uit vier windturbines, aangegeven met een rode stippellijn. Op het grondgebied van 's-Hertogenbosch staan 11 windturbines, op het grondgebied van Oss staan 7 windturbines.





## 4 ENERGIEOPBRENGST OPTIES VKA

### 4.1 Inleiding

Voor de opties van het VKA in de Duurzame Polder is de energieopbrengst berekend. De omzettingsefficiëntie is het percentage dat de windturbine gedurende het jaar op kan wekken ten opzichte van de maximale theoretische energieopbrengst. Dit resulteert in een aantal vollasturen. Het aantal vollasturen geeft aan hoeveel uur per jaar de windturbine op vol vermogen kan draaien. Dit is gebaseerd op de windsnelheid gedurende een jaar en de power curve. Dit is een andere weergave van de omzettingsefficiëntie. Het aantal vollasturen (in uur) per jaar vermenigvuldigen met het vermogen (in MW) geeft de energieopbrengst (in MWh) per jaar. Hier gaat nog 3 % vanaf in verband met de aanname van de obstakels in Den Bosch. Daarnaast is het standaard op 5 % extra verlies te rekenen in verband met onderhoud aan windturbines en stilstand voorzieningen (in verband met geluid, slagschaduw of ecologie).

Windafvang is het verstoren van de luchtstromen door windturbines. Hierdoor ontstaan turbulente luchtstromen die minder 'bruikbaar' zijn voor de omliggende windturbines die in deze turbulente luchtstromen staan. Dit veroorzaakt dat deze windturbines minder efficiënt de energie op kunnen wekken. Daarom zijn in deze analyse de energieopbrengst en bijbehorende windafvang bepaald voor verschillende, voorgestelde opties.

In de paragrafen hieronder zijn de resultaten beschreven voor de opties van het VKA.

## 4.2 Resultaten

In tabel 4.1 zijn de statistieken weergegeven die voortkomen uit de energieopbrengstberekeringen voor de opties van het VKA. De energieopbrengst berekening voor optie 1, optie 2, optie 3, optie 4 en optie 5 zijn te vinden in bijlage II, bijlage III, bijlage IV, bijlage V en bijlage VI, respectievelijk.

Tabel 4.1 Statistieken van de energieopbrengstberekeringen voor de opties van het VKA

		Optie 1	Optie 2	Optie 3	Optie 4	Optie 5
aantal windturbines	's-Hertogenbosch	14	14	11	14	11
	Oss	8	5	6	9	7
energieopbrengst optie (MWh per jaar)		588.145,3	511.481,1	472.120,1	620.777,4	501.383,8
energieopbrengst optie - 8 % (MWh per jaar): Totaal		541.093,7	470.562,6	434.350,5	571.115,2	461.273,1
energieopbrengst optie - 8 % (MWh per jaar): Per gemeente	's-Hertogenbosch	342.866	346.767	278.645	346.169	280.264
	Oss	198.228	123.796	155.705	224.946	181.009
windafvang (%)		12,9	12,3	9,5	12,1	9,2
omzettingsefficiëntie (%)		39,0	39,2	40,5	39,3	40,6
vollasturen (uur per jaar)		3.416	3.440	3.549	3.449	3.559
energieopbrengst per windturbine (MWh per jaar)		24.595,2	24.766,5	25.550,0	24.831,1	25.626,3

## 4.3 Toelichting

De resultaten in tabel 4.1 tonen dat:

- optie 1: levert circa 541 GWh/jaar aan energie op (na de aftrek van 8 %). Hiervan leveren de windturbines in gemeente Oss 198 circa GWh/jaar. Het doel van de gemeente Oss is 0,514 PJ (circa 143 GWh/jaar). Hiermee wordt de doelstelling van de gemeente Oss wel gehaald;
- optie 2: levert circa 471 GWh/jaar aan energie op. Hiervan leveren de windturbines in gemeente Oss circa 124 GWh/jaar. Hiermee wordt de doelstelling van de gemeente Oss **niet** gehaald;
- optie 3: levert circa 434 GWh/jaar aan energie op. Hiervan leveren de windturbines in gemeente Oss circa 156 GWh/jaar. Hiermee wordt de doelstelling van de gemeente Oss wel gehaald;
- optie 4: levert circa 571 GWh/jaar aan energie op. Hiervan leveren de windturbines in gemeente Oss circa 225 GWh/jaar. Hiermee wordt de doelstelling van de gemeente Oss wel gehaald;
- optie 5: levert circa 461 GWh/jaar aan energie op. Hiervan leveren de windturbines in gemeente Oss circa 181 GWh/jaar. Hiermee wordt de doelstelling van de gemeente Oss wel gehaald.

### Interpretatie van de resultaten

Voor de interpretatie van de resultaten is de volgende redeneerlijn toegepast. Er is uitgegaan van een doel voor 7-10 % rendement per windturbine. Een verschil in energieopbrengst tot 3 % is daardoor niet veel, maar kan marge zijn voor tegenvallers in een latere fase van het project. Windpark Duurzame Polder heeft circa 20 windturbines. Hierdoor is een verschil in energieopbrengst van 3-5 % ( $(1/20) \times 100 = 5\%$ ) een

redelijk verschil is, want je verliest tot één windturbine aan energieopbrengst. Een verschil van 5-10 % is veel. Een verschil van meer dan 10 % is teveel (uitgaande van het doel van 7-10 % rendement).

#### *Optie 1*

Optie 1 heeft de op één na meeste windturbines (22) en levert de op één na meeste energie op. Optie 1 heeft 5 windturbines meer dan optie 3 en 4 windturbines meer dan optie 5. De totale energieopbrengst van optie 1 is hierdoor 80-107 GWh/jaar (17-25 %) hoger dan van opties 3 en 5.

Het opwekken van 80-107 GWh/jaar meer aan energie door de komst van de 4 tot vijf 5 windturbines ten opzichte van opties 3 en 5 is relatief weinig volgens tabel 4.1. Deze tabel toont dat een windturbine gemiddeld circa 25 GWh/jaar aan energie oplevert. Daarmee leveren deze extra windturbines voor optie 1 slechts 80-86 % van de gemiddelde energieopbrengst op. Dit komt doordat optie 1 het minst efficiënt is van de opties. Optie 1 heeft namelijk de hoogste windafvang en daardoor de meeste energieverliezen. Met ander woorden: de gemiddelde energieopbrengst per windturbine is het laagst. De gemiddelde energieopbrengst per windturbine van optie 1 is 170-1030 MWh/jaar (0,7-4,2 %) lager dan van de andere opties. Dit is een klein tot redelijk verschil. Dit kan marge zijn in de haalbaarheid voor latere tegenvallers in het project. Er dient dus te worden afgewogen of bij het plaatsen van de extra windturbines het verlies in efficiëntie wenselijk is.

Optie 1 heeft 1 windturbine in gemeente Oss meer dan optie 5 en 2 windturbines meer dan optie 3. De energieopbrengst van de windturbines in gemeente Oss van optie 1 is, door de extra windturbines, 17-43 GWh/jaar (9,5-27,3 %) meer dan opties 3 en 5. Net zoals voor de totale energieopbrengst, leveren de extra windturbines in gemeente Oss voor optie 1 slechts 68-86 % van de gemiddelde energieopbrengst op. Dit komt door de hogere windafvang voor optie 1. Door de hogere windafvang leveren de windturbines in gemeente Oss van optie 1 gemiddeld 1080-1172 MWh/jaar (4,4-4,7 %) minder op dan opties 3 en 5. Dit is een redelijk verschil.

#### *Optie 2*

Optie 2 heeft de minste windturbines (19). Hierdoor heeft deze optie de minste energieopbrengst. Zoals eerder beschreven is de totale energieopbrengst van optie 2 onvoldoende om de energiedoelstelling van de gemeente Oss te behalen. Daarmee is optie 2 **geen realistische optie** voor windpark Duurzame Polder.

Naast het niet halen van deze energiedoelstelling heeft deze opstelling de op één na hoogste windafvang. Hierdoor heeft optie 2 ongeveer net zoveel energieverliezen als optie 1, terwijl optie 2 3 windturbines minder heeft dan optie 1. Daardoor is de totale energieopbrengst van optie 2 circa 71 GWh/jaar (15 %) minder op dan van optie 1. Dit is veel minder energieopbrengst.

#### *Optie 3*

Optie 3 heeft 17 windturbines. De totale energieopbrengst van optie 3 is, mede doordat er minder windturbines in staan, 107-137 GWh/jaar (24,7-31,6 %) lager dan opties 1 en 4. Dit is een groot verschil.

Optie 3 heeft geen windturbines in het ganzen- en smientengebied. Door deze ruimere opstelling heeft deze optie een lagere windafvang en daardoor een hogere gemiddelde energieopbrengst per windturbine dan opties 1, 2 en 4. De gemiddelde energieopbrengst per windturbine van optie 3 is 720-950 MWh/jaar (2,9-3,9 %) meer dan van de andere opties. Dit is redelijk veel, wat een verschil kan maken in een latere fase van het project.

De windturbines in gemeente Oss van optie 3 leveren, door het lagere aantal windturbines, 25-43 GWh/jaar (16,3-27,3 %) minder op dan de windturbines in gemeente Oss van opties 1 en 5.

#### *Optie 4*

Optie 4 levert met de meeste windturbines (23) de meeste energie op. De totale energieopbrengst van optie 4 is 30-137 GWh/jaar (5,5-31,6 %) meer op dan opties 1, 3 en 5.

Ook de windturbines in gemeente Oss van optie 4 leveren het meest op, omdat hier meer windturbines staan dan bij de andere opties. Deze windturbines leveren 27-69 GWh/jaar (13,5-44,5 %) meer op dan opties 1, 3 en 5.

Hoewel optie 4 de meeste windturbines heeft, is de windafvang niet het hoogst. De windafvang van optie 4 is lager dan die van opties 1 en 2. Hierdoor is de gemiddelde energieopbrengst per windturbine van optie 4 circa 235 MWh/jaar (1 %) hoger dan die van optie 1 en circa 65 MWh/jaar (0,3 %) meer dan optie 2. Het toevoegen van de windturbines van de uitbreidingsoptie Oss ten opzichte van optie 2 blijkt dus een positief effect te hebben op de efficiëntie van de opstelling. Dit effect veroorzaakt geen groot verschil, maar het kan marge zijn in een latere fase van het project.

#### Optie 5

Optie 5 heeft 18 windturbines. De totale energieopbrengst van optie 5 is, mede doordat er minder windturbines in staan, 80-110 GWh/jaar (17,4-23,9 %) minder dan opties 1 en 4.

Optie 5 heeft, net zoals optie 3, geen windturbines in het ganzen- en smientengebied. Door de ruime opstelling heeft optie 5 de laagste windafvang en daardoor de hoogste gemiddelde energieopbrengst per windturbine. De gemiddelde energieopbrengst per windturbine van optie 5 is 795-1030 MWh/jaar (3,2-4,2 %) meer dan opties 1, 2 en 4. Dit is redelijk veel, wat een verschil kan maken in een latere fase van het project.

Optie 5 heeft ook een lagere windafvang dan optie 3. De lagere windafvang bij optie 5 wordt veroorzaakt door de minder geclusterde opstelling van optie 5 ten opzichte van optie 3. De windturbines van optie 5 leveren gemiddeld circa 76 MWh/jaar (0,3 %) meer op dan de windturbines van optie 3. Dit verschil is niet veel. Het weghalen van de windturbines binnen de 2 km zone en het toevoegen van de windturbines van de uitbreidingsoptie Oss heeft dus een beperkt positief effect op de efficiëntie van de opstelling. De totale energieopbrengst van optie 5 is, door een extra windturbine, circa 27 GWh/jaar (6,2 %) meer dan van optie 3.

De windturbines in gemeente Oss van optie 5 leveren, door een extra windturbine, 25 GWh/jaar (16,3 %) meer op dan de windturbines in gemeente Oss van optie 3. De gemiddelde energieopbrengst van de windturbines in gemeente Oss van optie 5 is 92 MWh/jaar (0,4 %) minder dan de windturbines in gemeente Oss van optie 3. Dit verschil is niet veel. Hieruit blijkt wel dat het weghalen van de windturbines binnen de 2 km zone en het toevoegen van de windturbines van de uitbreidingsoptie Oss ervoor zorgen dat de windturbines in gemeente Oss minder efficiënt functioneren en de windturbines in 's-Hertogenbosch efficiënter functioneren.

## 5 CONCLUSIE

In deze notitie is de energieopbrengst berekend voor vijf opties van het VKA voor windenergie in de Duurzame Polder. De resultaten kunnen worden samengevat als volgt:

Van alle opties behaalt alleen optie 2 de energiedoelstelling van gemeente Oss niet. Dit is daardoor geen realistische optie voor windpark Duurzame Polder. Opties 1, 3, 4 en 5 voldoen aan de energiedoelstelling en hebben een vergelijkbare gemiddelde energieopbrengst per windturbine (circa 24.600 MWh/jaar tot 25.600 MWh/jaar, maximaal 4,2 % verschil). Daarmee is de energieopbrengst met name afhankelijk van het aantal geplaatste windturbines. Optie 4 heeft 1 windturbine meer dan optie 1, 5 windturbines meer dan optie 5 en 6 windturbines meer dan optie 3. Daardoor is de totale energieopbrengst van optie 4 het hoogst.

Wel kan het relatief kleine verschil in gemiddelde energieopbrengst per windturbine marge zijn in de haalbaarheid voor latere tegenvallers in het project. Door de ruimere opstelling van opties 3 en 5 hebben deze opties een lagere windafvang dan opties 1 en 4. Hierdoor hebben opties 3 en 5 minder energieverliezen en een hoger gemiddelde energieopbrengst per windturbine. Het verschil tussen opties 3 en 5 is niet veel.

Het plaatsen van extra windturbines in opties 1 en 4 ten opzichte van opties 3 en 5 wat leidt tot meer windafvang maar ook een hogere totale energieopbrengst dient te worden afgewogen.

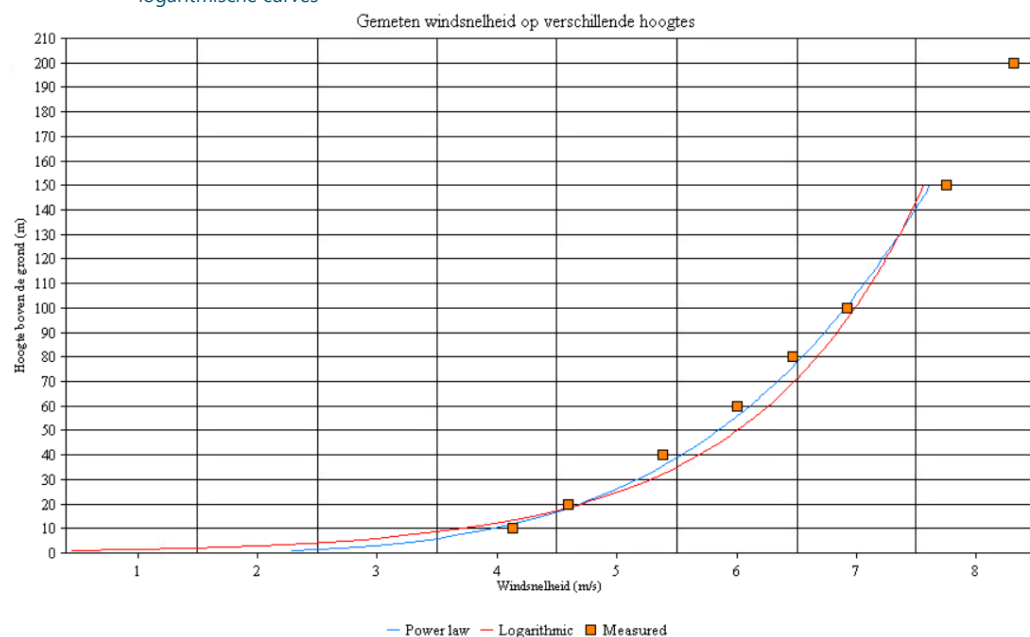
## BIJLAGE: KNMI GEMETEN WINDSNELHEDEN

In tabel I.1 hieronder is de gemiddelde windsnelheid die gemeten is over meerdere jaren op verschillende hoogtes van de KNMI North Sea Wind (KNMI-KNW) dataset in 'WindPro' weergegeven. Afbeelding I.1 toont een illustratie van de gemeten windsnelheden, met bijbehorende power law en logaritmische curves.

Tabel I.1 Gemeten windsnelheden over meerdere jaren op verschillende hoogtes

Hoogte (m)	Gemeten windsnelheid (m/s)
10	4,13
20	4,592
40	5,385
60	6,007
80	6,47
100	6,926
150	7,751
200	8,312

Afbeelding I.1 Gemeten windsnelheden over meerdere jaren op verschillende hoogtes, met bijbehorende power law en logaritmische curves





## BIJLAGE: WINDPRO RESULTAAT OPTIE 1

Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos  
Van Twickelostraat 2  
NL-7411 SC DEVENTER  
+31 570 69 76 76  
WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com  
Calculated:  
1/24/2024 8:51 AM/3.6.377

## PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 1

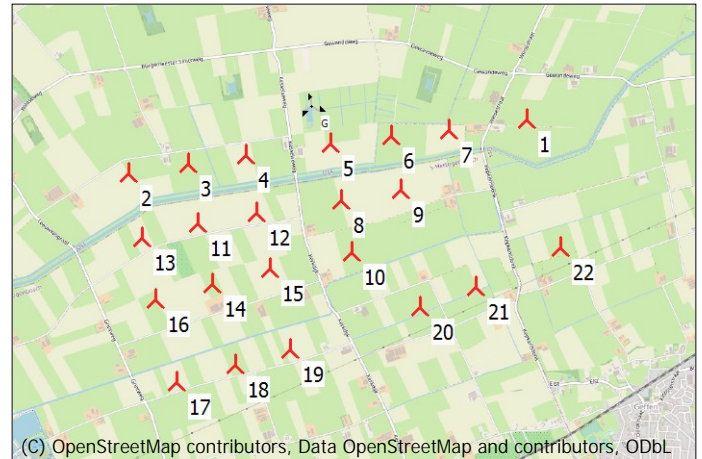
Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 31  
At the site centre the difference between grid north and true north is: 1.9°

Power curve correction method  
New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>  
Air density calculation method  
Height dependent, temperature from climate station  
Station: VOLKEL  
Base temperature: 9.9 °C at 20.0 m  
Base pressure: 1013.3 hPa at 0.0 m  
Air density for Site center in key hub height: 2.0 m + 175.0 m = 1.225 kg/m³ -> 100.0 % of Std  
Relative humidity: 0.0 %

Wake Model Parameters  
Wake decay constant 0.075 DTU default onshore

Wake calculation settings  
Angle [°] Wind speed [m/s]  
start end step start end step  
0.5 360.0 1.0 0.5 30.5 1.0



Scale 1:75,000  
New WTG Meteorological Data

### Key results for height 175.0 m above ground level

Terrain Geo [deg]-WGS84

Longitude	Latitude	Name of wind distribution	Height [m]	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]
G 5.414000° E	51.769000° N	KNMI North Sea Wind (KNMI-KNW)_N51.769_E005.414 (8)	150.0	WEIBULL	4,365	8.1

### Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-8.0% [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results <sup>a)</sup>			
					Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	588,145.3	541,093.7	675,263.2	12.9	39.0	24,595.2	3,416	8.1

<sup>a)</sup> Based on Result-8.0%

### Calculated Annual Energy for each of 22 new WTGs with total 158.4 MW rated power

WTG type	Links Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy			
									Result [MWh/y]	Result-8.0% [MWh/y]	Wake loss [%]	Free mean wind speed [m/s]
1 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,225.5	25,967	8.0	8.07
2 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,261.7	26,001	7.9	8.07
3 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,437.2	24,322	13.9	8.07
4 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,728.6	23,670	16.2	8.07
5 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,964.0	23,887	15.4	8.07
6 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,782.4	23,720	16.0	8.07
7 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,444.5	24,329	13.8	8.07
8 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,290.2	23,267	17.6	8.07
9 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,717.4	23,660	16.2	8.07
10 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,274.1	24,172	14.4	8.07
11 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,432.8	23,398	17.1	8.07
12 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	24,885.5	22,895	18.9	8.07
13 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,512.5	25,311	10.4	8.07
14 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,971.2	23,894	15.4	8.07
15 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,316.1	23,291	17.5	8.07
16 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,805.7	25,581	9.4	8.07
17 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,675.4	26,381	6.6	8.07
18 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,349.7	25,162	10.9	8.07
19 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,207.5	25,031	11.4	8.07
20 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,706.6	25,490	9.7	8.07
21 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,546.2	25,342	10.3	8.07
22 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,610.4	26,322	6.8	8.07



Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos  
Van Twickelostraat 2  
NL-7411 SC DEVENTER  
+31 570 69 76 76  
WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com  
Calculated:  
1/24/2024 8:51 AM/3.6.377

## PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 1

### WTG siting

	Geo [deg]-WGS84		Z	Row data/Description
	Longitude	Latitude	[m]	
1 New	5.445185° E	51.767840° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (523)
2 New	5.387764° E	51.763059° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (524)
3 New	5.396347° E	51.763909° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (525)
4 New	5.404673° E	51.764653° N	0.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (526)
5 New	5.416775° E	51.765715° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (527)
6 New	5.425444° E	51.766353° N	1.1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (528)
7 New	5.433683° E	51.766884° N	1.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (529)
8 New	5.418320° E	51.760562° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (530)
9 New	5.426989° E	51.761572° N	1.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (531)
10 New	5.419865° E	51.756047° N	0.7	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (532)
11 New	5.397720° E	51.758597° N	2.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (533)
12 New	5.406132° E	51.759500° N	3.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (534)
13 New	5.389652° E	51.757269° N	1.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (535)
14 New	5.399780° E	51.753124° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (536)
15 New	5.408106° E	51.754559° N	1.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (537)
16 New	5.391541° E	51.751743° N	2.3	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (538)
17 New	5.394630° E	51.744436° N	2.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (539)
18 New	5.403042° E	51.745898° N	0.5	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (540)
19 New	5.410938° E	51.747332° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (541)
20 New	5.429649° E	51.751105° N	1.6	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (542)
21 New	5.437717° E	51.753018° N	2.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (543)
22 New	5.449991° E	51.756498° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (544)



## BIJLAGE: WINDPRO RESULTAAT OPTIE 2

Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
NL-7411 SC DEVENTER
+31 570 69 76 76
WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com
Calculated:
1/24/2024 9:03 AM/3.6.377

PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 2

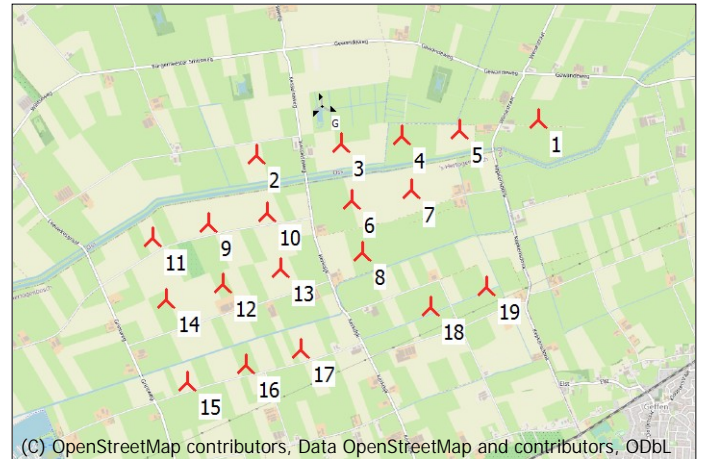
Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 31
At the site centre the difference between grid north and true north is: 1.9°

Power curve correction method
New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>
Air density calculation method
Height dependent, temperature from climate station
Station: VOLKEL
Base temperature: 9.9 °C at 20.0 m
Base pressure: 1013.3 hPa at 0.0 m
Air density for Site center in key hub height: 2.0 m + 175.0 m = 1.225 kg/m³ -> 100.0 % of Std
Relative humidity: 0.0 %

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0.075 DTU default onshore

Wake calculation settings
Angle [°] Wind speed [m/s]
start end step start end step
0.5 360.0 1.0 0.5 30.5 1.0



Scale 1:75,000
New WTG
Meteorological Data

Key results for height 175.0 m above ground level

Table with 7 columns: Terrain Geo [deg]-WGS84, Longitude, Latitude, Name of wind distribution, Height [m], Type, Wind energy [kWh/m²], Mean wind speed [m/s]. Row 1: G 5.414000° E 51.769000° N KNMI North Sea Wind (KNMI-KNW)\_N51.769\_E005.414 (8) 150.0 WEIBULL 4,365 8.1

Calculated Annual Energy for Wind Farm

Table with 10 columns: WTG combination, Result PARK [MWh/y], Result-8.0% [MWh/y], GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y], Wake loss [%], Capacity factor [%], Mean WTG result [MWh/y], Full load hours [Hours/year], Mean wind speed @hub height [m/s]. Row 1: Wind farm 511,481.1 470,562.6 583,181.9 12.3 39.2 24,766.5 3,440 8.1

\*) Based on Result-8.0%

Calculated Annual Energy for each of 19 new WTGs with total 136.8 MW rated power

Table with 14 columns: WTG type, Links, Valid, Manufact., Type-generator, Power, rated [kW], Rotor diameter [m], Hub height [m], Power curve Creator, Name, Annual Energy Result [MWh/y], Result-8.0% [MWh/y], Wake loss [%], Free mean wind speed [m/s]. Rows 1-19 for turbines 1-19.

Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos  
Van Twickelostraat 2  
NL-7411 SC DEVENTER  
+31 570 69 76 76  
WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com  
Calculated:  
1/24/2024 9:03 AM/3.6.377

## PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 2

### WTG siting

		Geo [deg]-WGS84		Z	Row data/Description
		Longitude	Latitude		
				[m]	
1	New	5.445185° E	51.767840° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (523)
2	New	5.404673° E	51.764653° N	0.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (526)
3	New	5.416775° E	51.765715° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (527)
4	New	5.425444° E	51.766353° N	1.1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (528)
5	New	5.433683° E	51.766884° N	1.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (529)
6	New	5.418320° E	51.760562° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (530)
7	New	5.426989° E	51.761572° N	1.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (531)
8	New	5.419865° E	51.756047° N	0.7	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (532)
9	New	5.397720° E	51.758597° N	2.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (533)
10	New	5.406132° E	51.759500° N	3.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (534)
11	New	5.389652° E	51.757269° N	1.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (535)
12	New	5.399780° E	51.753124° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (536)
13	New	5.408106° E	51.754559° N	1.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (537)
14	New	5.391541° E	51.751743° N	2.3	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (538)
15	New	5.394630° E	51.744436° N	2.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (539)
16	New	5.403042° E	51.745898° N	0.5	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (540)
17	New	5.410938° E	51.747332° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (541)
18	New	5.429649° E	51.751105° N	1.6	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (542)
19	New	5.437717° E	51.753018° N	2.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (543)

# IV

## BIJLAGE: WINDPRO RESULTAAT OPTIE 3

Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos  
 Van Twickelostraat 2  
 NL-7411 SC DEVENTER  
 +31 570 69 76 76  
 WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com  
 Calculated:  
 2/23/2024 9:42 AM/3.6.377

## PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 3 v2

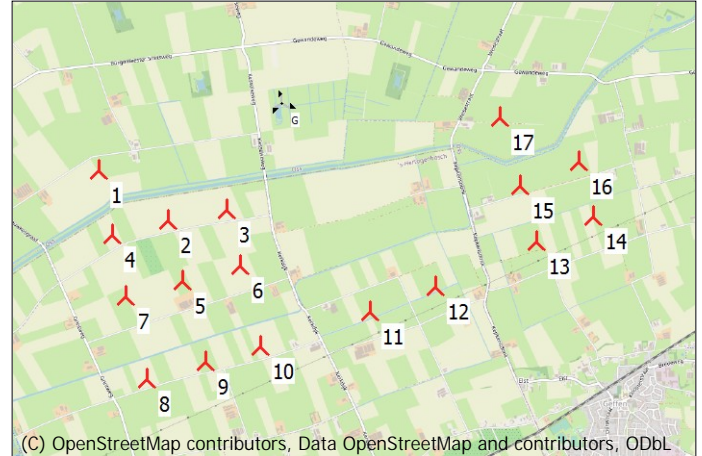
Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 31  
 At the site centre the difference between grid north and true north is: 1.9°

Power curve correction method  
 New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>  
 Air density calculation method  
 Height dependent, temperature from climate station  
 Station: VOLKEL  
 Base temperature: 9.9 °C at 20.0 m  
 Base pressure: 1013.3 hPa at 0.0 m  
 Air density for Site center in key hub height: 2.0 m + 175.0 m = 1.225 kg/m³ -> 100.0 % of Std  
 Relative humidity: 0.0 %

Wake Model Parameters  
 Wake decay constant 0.075 DTU default onshore  
 Hub height independent

Wake calculation settings  
 Angle [°] Wind speed [m/s]  
 start end step start end step  
 0.5 360.0 1.0 0.5 30.5 1.0



Scale 1:75,000  
 New WTG Meteorological Data

### Key results for height 175.0 m above ground level

Terrain Geo [deg]-WGS84

Longitude	Latitude	Name of wind distribution	Height [m]	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]
G 5.414000° E	51.769000° N	KNMI North Sea Wind (KNMI-KNW)_N51.769_E005.414 (8)	150.0	WEIBULL	4,365	8.1

### Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-8.0% [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results <sup>a)</sup>			
					Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	472,120.1	434,350.5	521,794.3	9.5	40.5	25,550.0	3,549	8.1

<sup>a)</sup> Based on Result-8.0%

### Calculated Annual Energy for each of 17 new WTGs with total 122.4 MW rated power

WTG type	Links Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy			
									Result [MWh/y]	Result-8.0% [MWh/y]	Wake loss [%]	Free mean wind speed [m/s]
1 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	29,244.2	26,905	4.7	8.07
2 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,591.9	24,465	13.4	8.07
3 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,675.9	24,542	13.1	8.07
4 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,127.6	25,877	8.4	8.07
5 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,525.0	24,403	13.6	8.07
6 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,413.7	24,301	13.9	8.07
7 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,111.5	25,863	8.4	8.07
8 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,838.0	26,531	6.0	8.07
9 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,606.5	25,398	10.1	8.07
10 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,487.4	25,288	10.4	8.07
11 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,325.4	26,059	7.7	8.07
12 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,172.3	25,919	8.2	8.07
13 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,058.9	25,814	8.6	8.07
14 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,798.3	25,574	9.4	8.07
15 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,789.3	25,566	9.5	8.07
16 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,494.2	25,295	10.4	8.07
17 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,860.0	26,551	6.0	8.07

Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos  
Van Twickelostraat 2  
NL-7411 SC DEVENTER  
+31 570 69 76 76  
WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com  
Calculated:  
2/23/2024 9:42 AM/3.6.377

## PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 3 v2

### WTG siting

	Geo [deg]-WGS84		Z	Row data/Description
	Longitude	Latitude	[m]	
1 New	5.387764° E	51.763059° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (524)
2 New	5.397720° E	51.758597° N	2.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (533)
3 New	5.406132° E	51.759500° N	3.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (534)
4 New	5.389652° E	51.757269° N	1.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (535)
5 New	5.399780° E	51.753124° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (536)
6 New	5.408106° E	51.754559° N	1.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (537)
7 New	5.391541° E	51.751743° N	2.3	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (538)
8 New	5.394630° E	51.744436° N	2.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (539)
9 New	5.403042° E	51.745898° N	0.5	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (540)
10 New	5.410938° E	51.747332° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (541)
11 New	5.426774° E	51.750441° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (545)
12 New	5.436172° E	51.752699° N	1.1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (546)
13 New	5.450721° E	51.756658° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (548)
14 New	5.458789° E	51.758915° N	1.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (549)
15 New	5.448360° E	51.761678° N	3.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (550)
16 New	5.456772° E	51.763776° N	2.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (551)
17 New	5.445485° E	51.767760° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (552)



## BIJLAGE: WINDPRO RESULTAAT OPTIE 4



Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos  
Van Twickelostraat 2  
NL-7411 SC DEVENTER  
+31 570 69 76 76  
WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com  
Calculated:  
1/23/2024 3:30 PM/3.6.377

## PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 4

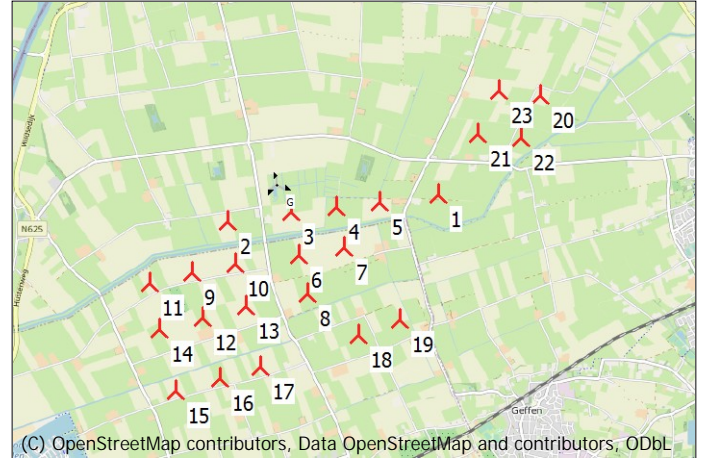
Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 31  
At the site centre the difference between grid north and true north is: 1.9°

Power curve correction method  
New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>  
Air density calculation method  
Height dependent, temperature from climate station  
Station: VOLKEL  
Base temperature: 9.9 °C at 20.0 m  
Base pressure: 1013.3 hPa at 0.0 m  
Air density for Site center in key hub height: 2.0 m + 175.0 m = 1.225 kg/m³ -> 100.0 % of Std  
Relative humidity: 0.0 %

Wake Model Parameters  
Wake decay constant 0.075 DTU default offshore  
Hub height independent

Wake calculation settings  
Angle [°] Wind speed [m/s]  
start end step start end step  
0.5 360.0 1.0 0.5 30.5 1.0



Scale 1:100,000  
New WTG Meteorological Data

### Key results for height 175.0 m above ground level

Terrain Geo [deg]-WGS84

Longitude	Latitude	Name of wind distribution	Height [m]	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]
G 5.414000° E	51.769000° N	KNMI North Sea Wind (KNMI-KNW)_N51.769_E005.414 (8)	150.0	WEIBULL	4,365	8.1

### Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result		GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results <sup>a)</sup>			Mean wind speed @hub height [m/s]
	PARK [MWh/y]	Result-8.0% [MWh/y]			Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	
Wind farm	620,777.4	571,115.2	705,957.0	12.1	39.3	24,831.1	3,449	8.1

<sup>a)</sup> Based on Result-8.0%

### Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 165.6 MW rated power

WTG type	Links Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy			
									Result [MWh/y]	Result-8.0% [MWh/y]	Wake loss [%]	Free mean wind speed [m/s]
1 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,884.9	25,654	9.2	8.07
2 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,988.1	24,829	12.1	8.07
3 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,237.5	24,138	14.5	8.07
4 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,836.4	23,769	15.8	8.07
5 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,295.5	24,192	14.3	8.07
6 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,476.0	23,438	17.0	8.07
7 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,784.5	23,722	16.0	8.07
8 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,423.1	24,309	13.9	8.07
9 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,206.2	24,110	14.6	8.07
10 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,472.1	23,434	17.0	8.07
11 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,116.0	25,867	8.4	8.07
12 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,179.3	24,085	14.7	8.07
13 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	25,541.6	23,498	16.8	8.07
14 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,983.1	25,744	8.8	8.07
15 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,727.5	26,429	6.4	8.07
16 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,404.8	25,212	10.7	8.07
17 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,253.4	25,073	11.2	8.07
18 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,821.7	25,596	9.4	8.07
19 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,880.8	25,650	9.2	8.07
20 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,678.3	25,464	9.8	8.07
21 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,728.0	25,510	9.7	8.07
22 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,008.5	25,768	8.7	8.07
23 G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,850.1	25,622	9.3	8.07

Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos  
Van Twickelostraat 2  
NL-7411 SC DEVENTER  
+31 570 69 76 76  
WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com  
Calculated:  
1/23/2024 3:30 PM/3.6.377

## PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 4

### WTG siting

	Geo [deg]-WGS84		Z	Row data/Description
	Longitude	Latitude	[m]	
1 New	5.445185° E	51.767840° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (523)
2 New	5.404673° E	51.764653° N	0.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (526)
3 New	5.416775° E	51.765715° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (527)
4 New	5.425444° E	51.766353° N	1.1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (528)
5 New	5.433683° E	51.766884° N	1.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (529)
6 New	5.418320° E	51.760562° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (530)
7 New	5.426989° E	51.761572° N	1.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (531)
8 New	5.419865° E	51.756047° N	0.7	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (532)
9 New	5.397720° E	51.758597° N	2.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (533)
10 New	5.406132° E	51.759500° N	3.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (534)
11 New	5.389652° E	51.757269° N	1.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (535)
12 New	5.399780° E	51.753124° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (536)
13 New	5.408106° E	51.754559° N	1.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (537)
14 New	5.391541° E	51.751743° N	2.3	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (538)
15 New	5.394630° E	51.744436° N	2.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (539)
16 New	5.403042° E	51.745898° N	0.5	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (540)
17 New	5.410938° E	51.747332° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (541)
18 New	5.429649° E	51.751105° N	1.6	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (542)
19 New	5.437717° E	51.753018° N	2.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (543)
20 New	5.464582° E	51.779630° N	3.8	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (554)
21 New	5.452566° E	51.774904° N	2.1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (555)
22 New	5.460978° E	51.774479° N	2.1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (556)
23 New	5.456686° E	51.780135° N	3.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (557)

# VI

## BIJLAGE: WINDPRO RESULTAAT OPTIE 5

Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos  
 Van Twickelostraat 2  
 NL-7411 SC DEVENTER  
 +31 570 69 76 76  
 WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com  
 Calculated:  
 2/23/2024 9:59 AM/3.6.377

## PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 5 v2

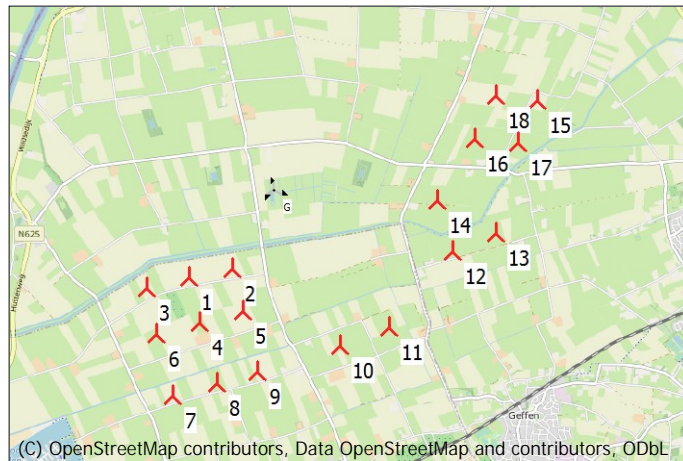
Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 31  
 At the site centre the difference between grid north and true north is: 1.9°

Power curve correction method  
 New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>  
 Air density calculation method  
 Height dependent, temperature from climate station  
 Station: VOLKEL  
 Base temperature: 9.9 °C at 20.0 m  
 Base pressure: 1013.3 hPa at 0.0 m  
 Air density for Site center in key hub height: 2.0 m + 175.0 m = 1.225 kg/m³ -> 100.0 % of Std  
 Relative humidity: 0.0 %

Wake Model Parameters  
 Wake decay constant 0.075 DTU default offshore  
 Hub height independent

Wake calculation settings  
 Angle [°] Wind speed [m/s]  
 start end step start end step  
 0.5 360.0 1.0 0.5 30.5 1.0



Scale 1:100,000  
 New WTG Meteorological Data

### Key results for height 175.0 m above ground level

Terrain Geo [deg]-WGS84

Longitude	Latitude	Name of wind distribution	Height [m]	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]
G 5.414000° E	51.769000° N	KNMI North Sea Wind (KNMI-KNW)_N51.769_E005.414 (8)	150.0	WEIBULL	4,365	8.1

### Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-8.0% [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results <sup>a)</sup>			
					Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	501,383.8	461,273.1	552,488.1	9.2	40.6	25,626.3	3,559	8.1

<sup>a)</sup> Based on Result-8.0%

### Calculated Annual Energy for each of 18 new WTGs with total 129.6 MW rated power

Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve			Annual Energy			
							Creator	Name		Result [MWh/y]	Result-8.0% [MWh/y]	Wake loss [%]	Free mean wind speed [m/s]
1	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,947.9	24,792	12.2	8.07
2	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,868.5	24,719	12.5	8.07
3	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,488.0	26,209	7.2	8.07
4	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,615.8	24,487	13.3	8.07
5	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	26,490.9	24,372	13.7	8.07
6	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,196.0	25,940	8.1	8.07
7	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,858.1	26,549	6.0	8.07
8	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,615.3	25,406	10.0	8.07
9	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,515.1	25,314	10.4	8.07
10	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,460.6	26,184	7.3	8.07
11	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,578.5	26,292	6.9	8.07
12	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,363.4	26,094	7.6	8.07
13	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,343.6	26,076	7.7	8.07
14	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,583.4	26,297	6.9	8.07
15	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,699.0	25,483	9.8	8.07
16	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,921.8	25,688	9.0	8.07
17	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	27,831.7	25,605	9.3	8.07
18	G	Yes	VESTAS	V172-7.2-7,200	7,200	172.0	175.0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	28,006.1	25,766	8.8	8.07

Project:

Duurzame\_Polder\_Energieopbrengst

Licensed user:

Witteveen+Bos  
Van Twickelostraat 2  
NL-7411 SC DEVENTER  
+31 570 69 76 76  
WitteveenBos / licenses@witteveenbos.com  
Calculated:  
2/23/2024 9:59 AM/3.6.377

## PARK - Main Result

Calculation: VKA optie 5 v2

### WTG siting

	Geo [deg]-WGS84		Z	Row data/Description
	Longitude	Latitude	[m]	
1 New	5.397720° E	51.758597° N	2.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (533)
2 New	5.406132° E	51.759500° N	3.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (534)
3 New	5.389652° E	51.757269° N	1.9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (535)
4 New	5.399780° E	51.753124° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (536)
5 New	5.408106° E	51.754559° N	1.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (537)
6 New	5.391541° E	51.751743° N	2.3	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (538)
7 New	5.394630° E	51.744436° N	2.4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (539)
8 New	5.403042° E	51.745898° N	0.5	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (540)
9 New	5.410938° E	51.747332° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (541)
10 New	5.426774° E	51.750441° N	1.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (545)
11 New	5.436172° E	51.752699° N	1.1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (546)
12 New	5.448360° E	51.761678° N	3.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (550)
13 New	5.456772° E	51.763776° N	2.2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (551)
14 New	5.445485° E	51.767760° N	2.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (552)
15 New	5.464582° E	51.779630° N	3.8	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (554)
16 New	5.452566° E	51.774904° N	2.1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (555)
17 New	5.460978° E	51.774479° N	2.1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (556)
18 New	5.456686° E	51.780135° N	3.0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (557)