

Project: WP Culemborg**Date:** 23 Maart 2021

.....

Achtergrond

Voor windpark Culemborg is gevraagd een korte toelichting te geven hoe de verwachte productie van windturbines afhangt van windturbine dimensies. In deze notitie is beknopt gekeken naar het effect van een beperking van de toegestane rotor diameter of een beperking van de toegestane ashoogte. Hiervoor zijn geen gedetailleerde berekeningen uitgevoerd, onderstaande toelichting geeft een globale inschatting hoe energieproductie van windturbines afhankelijk is van windturbine dimensies.

Afname van de toegestane rotordiameter

De potentiële energieproductie van een windturbine schaalte lineair met de rotor diameter. Dit volgt uit de volgende formule:

$$P = \frac{1}{2} c_p \rho A U^3$$

Hierin is P het opgewekt vermogen van de windturbine, c_p is de efficiëntie van de windturbine, ρ is de luchtdichtheid, A is het rotor oppervlak van de windturbine en U is de windsnelheid op ashoogte. Indien de maximum toegestane rotor diameter afneemt van 180,0 m naar 170,0 m, dan zal het rotor oppervlak afnemen van 25.447 m² naar 22.698 m², ofwel een afname van 11%. Uit bovenstaande formule volgt dat daarmee ook de potentiële energieproductie met 11% afneemt.

Afname van de toegestane ashoogte

De windsnelheid neemt toe met de hoogte. Indien de maximum toegestane ashoogte afneemt zal dus ook de gemiddelde windsnelheid op ashoogte afnemen. Dit volgt ook uit de formule voor het windprofiel:

$$\frac{U(z_2)}{U(z_1)} = \left[\frac{z_2}{z_1} \right]^\alpha$$

Hierin zijn z_1 en z_2 twee hoogtes boven de grond, $U(z_1)$ en $U(z_2)$ zijn de bijbehorende windsnelheden op de hoogtes z_1 en z_2 , en α is een windprofielfactor die afhankelijk is van terreineigenschappen. Uit deze formule volgt dat de procentuele verandering van de wind met de hoogte alleen afhankelijk is van de hoogtes z_2 en z_1 , en van de windprofielfactor. Voor het projectgebied is een inschatting gedaan dat de windprofielfactor ongeveer 0,3 is. Hieruit volgt dat de gemiddelde windsnelheid op ashoogte met 1,7% afneemt als de maximaal toegestane ashoogte afneemt van 180,0 m hoogte naar 170,0 m hoogte.

Uit de eerste formule in deze notitie volgt dat een klein verschil in de windsnelheid een grote impact op energieproductie heeft. Hiervoor wordt gerekend met een gevoeligheidsfactor, deze factor is sterk afhankelijk van windturbine eigenschappen en lokale windcondities, en varieert typisch tussen de 1,6 en 2,4. Met behulp van deze gevoeligheidsfactoren zal een afname van 1,7% in windsnelheid dus overeenkomen met een afname van 2,7% - 4,1% in energieproductie.

Conclusie

Uit bovenstaande voorbeelden volgt dat een beperking van de maximaal toegestane rotor diameter van 180,0 m naar 170,0 m de potentiële energieproductie per windturbine laat afnemen met 11%. Indien de maximaal toegestane ashoogte wordt beperkt van 180,0 m naar 170,0 m dan neemt de potentiële energieproductie per windturbine af met ordegrrootte 2,7% - 4,1%.