

WAAR LIGT DE HORIZON?

En tot hoe ver kun je windmolens op zee nog zien?

Jan Seys

Het zijn vaker gestelde vragen. En waar kunnen ze beter beantwoord worden dan aan zee, waar een vrijwel ongehinderd zicht heerst? Een zeezicht biedt bovendien de mogelijkheid om te speuren naar schepen aan de einder. Het is ook de plek bij uitstek om je af te vragen hoe ver die windmolens nu wel staan. Maar eerst dus de horizon.

WAAR LIGT DE HORIZON?

De horizon is de verst zichtbare lijn waar aarde en lucht elkaar lijken te raken. Omdat de Aarde rond is, is de positie van de horizon afhankelijk van de hoogte van waarop een toeschouwer het landschap aanschouwt. Hoe hoger je je bevindt, hoe verder je kunt zien. Je kijkt als het ware voorbij de kromming van onze planeet. Bij een volstrekt vlakke zee en met je oog op de waterlijn – dit is vanop een hoogte van 0m, een puur theoretische denkpiste – ligt de horizon oneindig dichtbij. Laat ons echter gemakshalve uitgaan van een gezichtspunt op gemiddeld oogniveau, dus zo'n anderhalve meter hoog. Dan is de horizon het snijpunt tussen de rechte lijn vanuit dit gezichtspunt met de aardkromming. Bij een optimale zichtbaarheid (kraakheldere lucht zonder mist, regen of andere hindernissen) bevindt de horizon voor iemand die rechtop staat aan de laagwaterlijn, zich op 4,37km afstand. Dit kun je berekenen met een eenvoudige formule uit de driehoeksmeetkunde. Van op 10, 100 en 1000 meter hoogte schuift de horizon steeds verder weg, naar een punt op respectievelijk 11, 36 en 113 km van de waarnemer verwijderd. Wie op de top van de Mount Everest staat of uit het venstertje van een lijnvliegtuig piept (hoe lang is dat geleden?....), kan theoretisch zelfs meer dan 300 kilometer ver zien!

EN HOE ZIT DAT MET EEN SCHIP OF WINDMOLEN VER OP ZEE?

Anders wordt het wanneer je niet de horizon, maar een zich daar bevindend voorwerp (bv. een schip, een windmolen) beoogt. Ook dan hangt de zichtbaarheid af van je eigen ooghoogte, maar nu gaat ook de hoogte van het object zelf een rol spelen. Van een schip dat bij perfecte luchthelderheid van oneindig ver komt aanvaren, zie je eerst de masten en schouwen, dan pas de bovenbouw (of de opgestapelde containers) en tenslotte de romp. Net daarom zal de scheepsjongen die in vroeger tijden in het kraaiennest klom, het naderende schip veel vroeger hebben ontdekt dan zijn makkers op het dek. Een vereenvoudigde wiskundige formule beschrijft van hoever het hoogste punt van een voorwerp (vuurtoren, schip, windturbine, etc...) zichtbaar is.

De gevonden waarde is uitgedrukt in zeemijl. Vermenigvuldigen met ruwweg 1,85 geeft je de zichtbaarheidsafstand in kilometer. Zo kom je er al snel achter dat de bovenbouw van een schip, dat pakweg 10 meter boven het zeeniveau uittorent, tot op 16km afstand te zien is voor een waarnemer aan de waterlijn. Bevindt de persoon zich op de vierde verdieping van een flat met zicht op zee, dan is 25km zowat de verste afstand tot waar je dat schip nog kunt zien. Theoretisch is een windturbine van 120m hoog bij volstrekt heldere hemel en vanop ooghoogte zelfs te zien tot op 43km. In de praktijk zullen op die afstand – door de kromming van de Aarde – hooguit nog delen van de wieken te zien zijn. Bovendien is de kans groot dat het onderscheidingsvermogen van het menselijk oog over een dergelijke afstand tekortschiet. Nog waarschijnlijker is het dat het weer roet in het eten strooit, en je zicht belemmert.

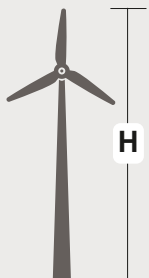
De formule, toegepast op de aarde, luidt:



MAXIMALE ZICHTAFSTAND
(in zeemijl)

=

1,9 x (√H + √h)



met 'h': de ooghoogte (in m) met 'H': de hoogte van het voorwerp (in m)



Tot hoever kun je windmolens op zee nog zien? Theoretisch is een windturbine van 120m hoog bij volstrekt heldere hemel en vanop ooghoogte te zien tot op 43km. In de praktijk zullen op die afstand – door de kromming van de Aarde – hooguit nog delen van de wieken te zien zijn.