

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Eneco Wind B.V.
T.a.v. de heer R. Koster
Marten Meesweg 8-10
3068 AV Rotterdam



Doc. ID. nummer:	
NEI1103228	
- 1 JUL 2011	
Naam ontvanger:	023
R. Koster ✓	

Onderwerp

Radarverstoringsonderzoek Gemeente Nieuwegein

Geachte heer Koster,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande een radarverstoringsonderzoek voor de windturbinepark in Nieuwegein. TNO heeft de radarverstoring als gevolg van het schaduw effect berekend voor de dichtstbijzijnde Military Approach Surveillance System (MASS) radar te Soesterberg. Het getoetste obstakel betreft een windturbine van het type Repower MM92 met ashoogte 100 m, een windturbine van het type Enercon E82E2 met ashoogte 108 m en een windturbine van het type Nordex N90 R100 gamma met ashoogte 100 m. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de locatie van de turbine gelegen op de kortste afstand van de betreffende radar.

De maximale reductie van de relatieve detectieafstand door toedoen van de windturbine type Repower MM92 bedraagt 10 %. Dit impliceert dat een doel dat op 100 km afstand detecteerbaar is, na plaatsing van de windturbine (in het ergste geval) op nog 90 km detecteerbaar is.

De maximale reductie van de relatieve detectieafstand door toedoen van de windturbine type Enercon E82E2 bedraagt 10%. Dit impliceert dat een doel dat op 100 km afstand detecteerbaar is, na plaatsing van de windturbine (in het ergste geval) op nog 90 km detecteerbaar is.

De maximale reductie van de relatieve detectieafstand door toedoen van de windturbine type Nordex N90 R100 gamma bedraagt 10%. Dit impliceert dat een doel dat op 100 km afstand detecteerbaar is, na plaatsing van de windturbine (in het ergste geval) op nog 90 km detecteerbaar is.

De door het Ministerie van Defensie maximaal toegestane reductie bedraagt 10%.

Details vindt u in bijgaande documentatie.

Hoogachtend,

Ing. O.J. van Gent

Technical Sciences

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

F +31 70 328 09 61

infodesk@tno.nl

Datum

30 juni 2011

Onze referentie

TNO-060-DHW-2011-02161

E-mail

onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 40 25

Doorkiesfax

+31 88 866 65 75

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoeken zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655

1 Locatie- en radargegevens

De locatie van het te toetsen obstakel is bepaald op:

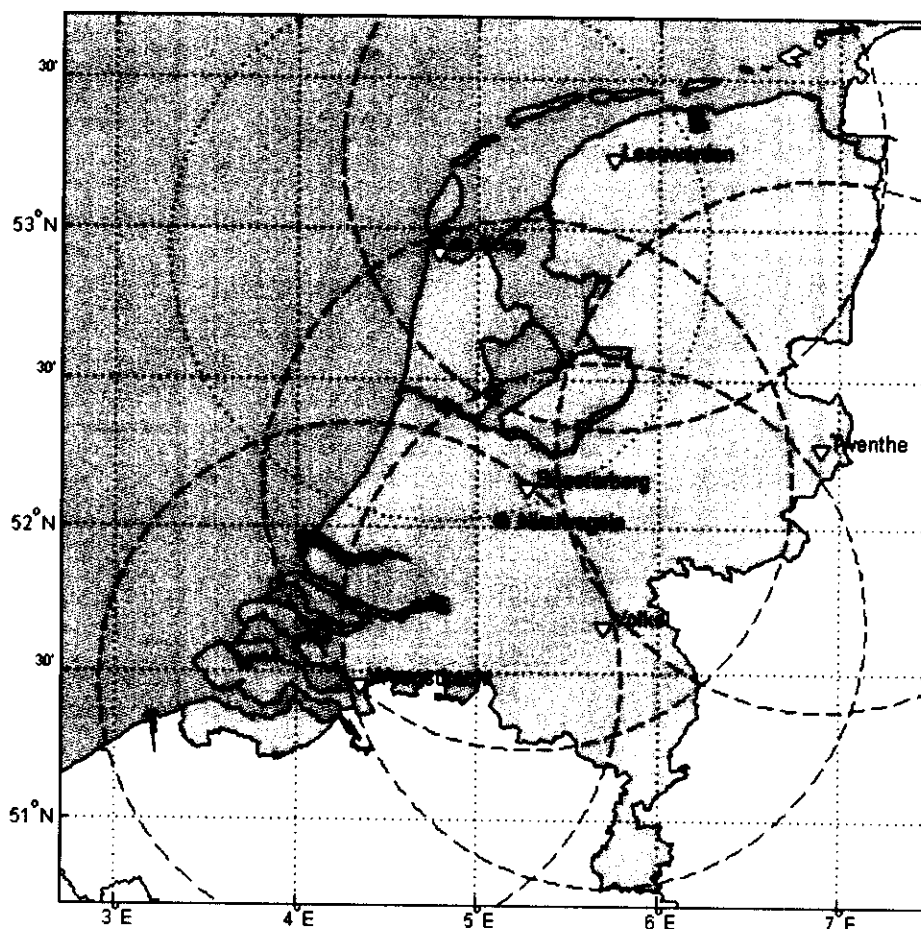
[latitude longitude] = [52.0230 5.1271] (WGS 84 datum)

Zowel de locatie van het obstakel als de dekkinggebieden van de MASS primaire radarsystemen (PSR's) zijn weergegeven in figuur 1.

Datum
30 juni 2011

Onze referentie
TNO-060-DHW-2011-02161

Blad
2/12



figuur 1. Ligging van het te toetsen obstakel en de radardekking verstrekt door de MASS PSR's. De stippellijnen zijn cirkels met een straal van 100 km en geven de afstand waarop de evaluatie van de detectieafstand wordt gedaan. In Den Helder bevindt zich momenteel geen PSR.

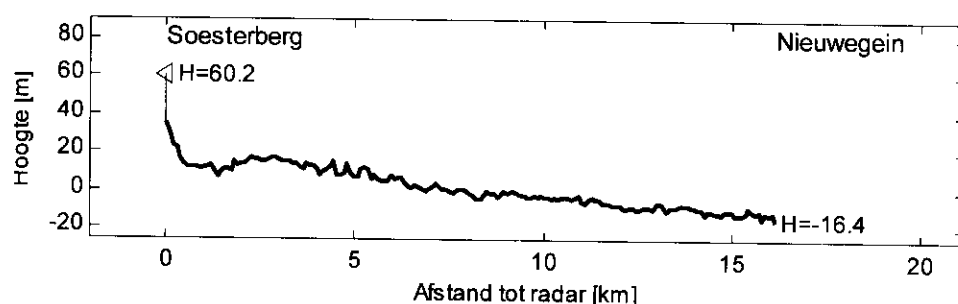
Variaties in de hoogte van het terrein tussen de dichtstbijzijnde radar en de beoogde locatie voor een windturbine is bepaald uit gegevens van de NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Samen met de aardkromming geeft dat een profiel voor de terreinhoogte zoals weergegeven in figuur 2. De hoogtes worden weergegeven ten opzichte van de horizontale kijkrichting vanaf 0 m +NAP ter plaatse van de radar. Wanneer een deel van het obstakel wordt afgeschermd

Datum
30 juni 2011

Onze referentie
TNO-060-DHW-2011-02161

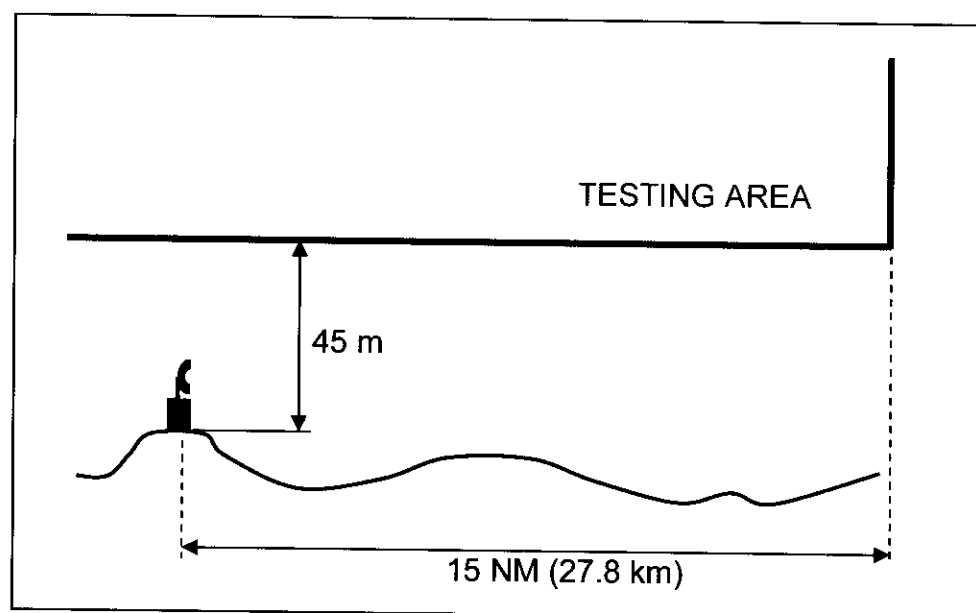
Blad
3/12

door het tussenliggend terrein, en dus niet wordt belicht vanuit de radar, wordt dit deel van het obstakel niet betrokken in de berekening.



figuur 2. Het terreinprofiel tussen de radar en de beoogde locatie van het obstakel is weergegeven, waarbij rekening is gehouden met de kromming van de aarde.

Het Ministerie van Defensie hanteert een zogenaamd toetsingsgebied dat reikt tot aan 15 NM (nautische mijl, circa 28 km) rondom de radar in kwestie. Bouwplannen die verder verwijderd zijn dan 15 NM kunnen zondermeer geplaatst worden. De vorm van het toetsingsgebied wordt weergegeven in figuur 3. De horizontale lijn bevindt zich op 45 m hoogte ten opzichte van het maaiveld ter plekke van de radar. Er wordt getoetst indien de bovenkant van de gondel van de windturbine hoger is dan de horizontale blauwe lijn.



figuur 3. Het toetsingsgebied zoals toegepast door het Ministerie van Defensie.

Datum

30 juni 2011

Onze referentie

TNO-060-DHW-2011-02161

Blad

4/12

De volgende gegevens zijn gebruikt in de berekening van de radarverstoring:

Dichtstbijzijnde radar:	Soesterberg
Antennehoogte (t.o.v. NAP):	60.2 m
Afstand:	16.2 km
Zakking ¹ :	-16.4 m
Onderkant niet belicht:	4.1 m
 Radar frequentie:	 2.80 GHz
Antennetilt:	2.50 graden
Bundelpatroon in elevatie:	Naar specificatie Raytheon

¹ De zakking is gedefinieerd als het hoogteverschil tussen de voet van het obstakel en het horizontale vlak op 0 m NAP ter plekke van de radar. De zakking bevat dus zowel informatie over de hoogte van het maaiveld op de positie van het obstakel als informatie over de kromming van de aarde.

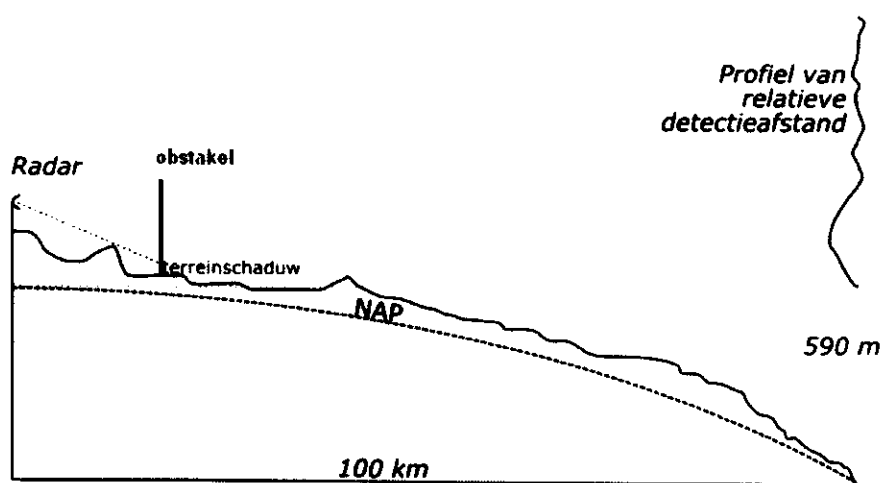
2 Schaduwwerking

De relatieve detectieafstanden zijn berekend voor de situatie als hierboven beschreven als gevolg van het schaduweffect bij plaatsing het windturbine. De schaduwwerking is geëvalueerd op 100 km afstand van de radar, en geldt voor het gebied recht achter het obstakel. Profielen zijn berekend vanaf de horizontaal gezien vanuit de radar, wat leidt tot een profiel dat begint op 590 m hoogte (zie situatieschets in figuur 4).

Datum
30 juni 2011

Onze referentie
TNO-060-DHW-2011-02161

Blad
5/12



figuur 4. Situatieschets van de berekening. De schaduwwerking wordt berekend op 100 km van de radar en langs een profiel dat start op het horizontaal niveau van het NAP bij de radar. De hoogte van het obstakel is ook ten opzichte van deze lijn. De terreinschaduw zorgt ervoor dat een deel van het obstakel onbelicht blijft, en dus niet bijdraagt aan de schaduwwerking.

3 Berekeningen windturbine type Repower MM92, ashoogte 100 m

A Obstakeldefinitie

Bij het modelleren van de schaduwwerking als gevolg van de te toetsen windturbine is gebruik gemaakt van door de fabrikant aangeleverde tekeningen en eventueel driedimensionale modellen. De schaduwwerking is geëvalueerd voor zowel een voor- als een zij aanzicht, zoals weergegeven in figuur 5.

Datum

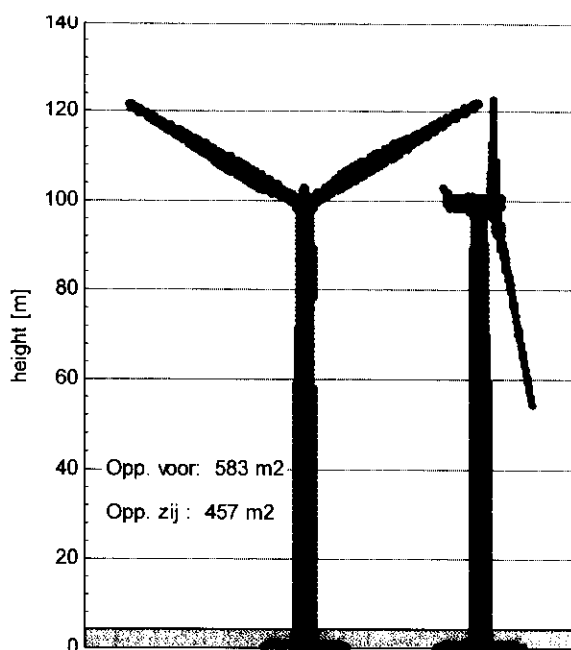
30 juni 2011

Onze referentie

TNO-060-DHW-2011-02161

Blad

6/12



figuur 5. Repower MM92 met ashoogte 100 m. Van zowel het voor- als zij aanzicht is de schaduwwerking berekend. Er is rekening gehouden met afscherming van de voet van de windturbine door het tussenliggende terrein.

Gegevens windturbine

Breedte gondel:	4.39 m
Lengte gondel:	13.27 m
Hoogte gondel:	5.10 m
Diameter mast onder:	4.00 m
Diameter mast boven:	2.84 m
Rotordiameter:	92.50 m

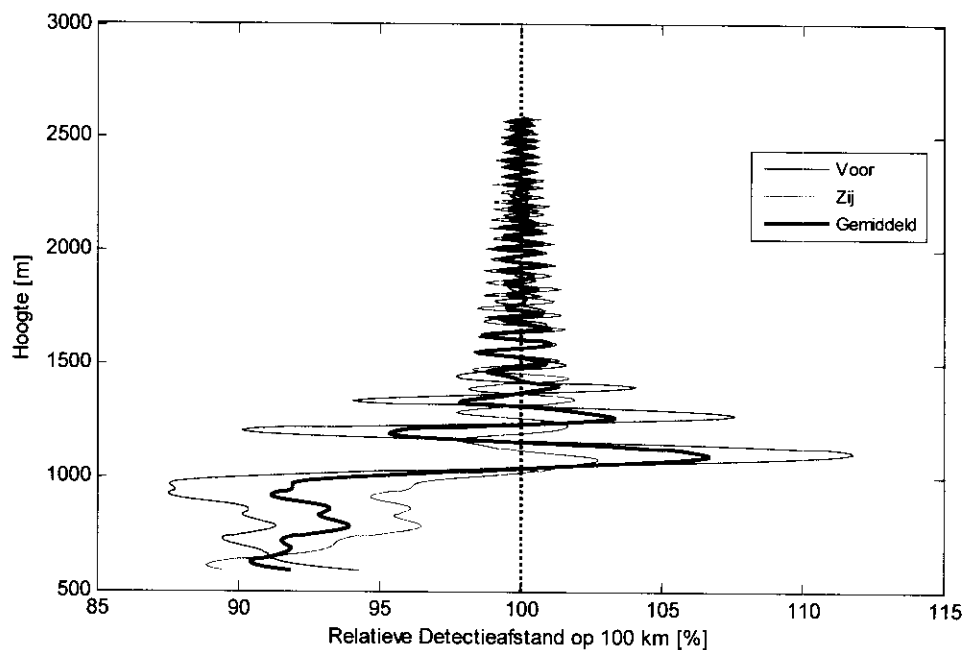
B Schaduwwerking

In figuur 6 is de resulterende schaduwwerking weergegeven. De minimale relatieve detectieafstand uit het gemiddelde profiel bedraagt **90 %**. Dit betekent dat een doel dat zich op 100 km afstand van de radar bevindt en niet detecteerbaar is, na plaatsing van het obstakel, in het ergste geval pas op 90 km afstand detecteerbaar is. Dit is het geval voor een doel op een hoogte van ongeveer 650 m, direct achter het obstakel.

Datum
30 juni 2011

Onze referentie
TNO-060-DHW-2011-02161

Blad
7/12



figuur 6. Profielen van de relatieve detectieafstand als gevolg van het schaduweffect voor de windturbine van het type Repower MM92 met ashoogte 100 m.

Datum
30 juni 2011

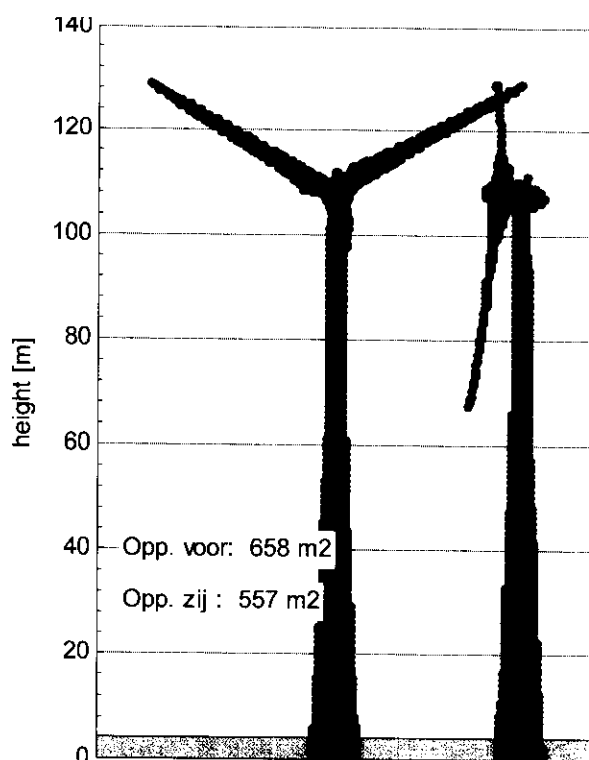
Onze referentie
TNO-060-DHW-2011-02161

Blad
8/12

4 Berekeningen windturbine type Enercon E82E2, ashoogte 108 m

A Obstakeldefinitie

Bij het modelleren van de schaduwwerking als gevolg van de te toetsen windturbine is gebruik gemaakt van door de fabrikant aangeleverde tekeningen en eventueel driedimensionale modellen. De schaduwwerking is geëvalueerd voor zowel een voor- als een zijaanzicht, zoals weergegeven in figuur 7.



figuur 7. Enercon E82E2, ashoogte 108 m. Van zowel voor- als zijaanzicht is de schaduwwerking berekend. Er is rekening gehouden met afscherming van de voet van de windturbine door het tussenliggende terrein.

Gegevens windturbine

Breedte gondel:	5.0 m
Lengte gondel:	11.72 m
Hoogte gondel:	5.0 m
Diameter mast onder:	8.83 m
Diameter mast boven:	2.19 m
Rotordiameter:	82 m

Datum
30 juni 2011

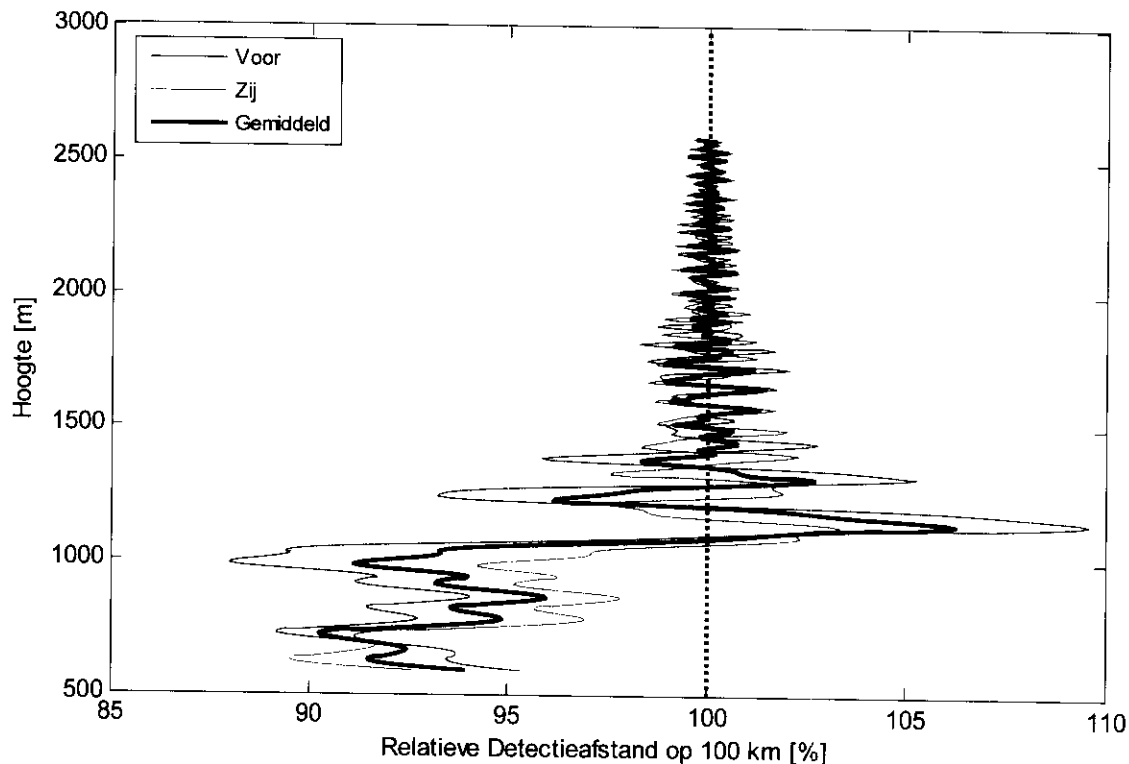
Onze referentie
TNO-060-DHW-2011-02161

Blad
9/12

B Schaduwwerking

In figuur 8 is de resulterende schaduwwerking weergegeven. De minimale relatieve detectieafstand uit het gemiddelde profiel bedraagt **90 %**.

Dit betekent dat een doel dat zich op 100 km afstand van de radar bevindt en net detecteerbaar is, na plaatsing van het obstakel, in het ergste geval pas op 90 km afstand detecteerbaar is. Dit is het geval voor een doel op een hoogte van ongeveer 750 m, direct achter het obstakel.



figuur 8. Profielen van de relatieve detectieafstand als gevolg van het schaduweffect voor de windturbine van het type Enercon E82E2, ashoogte 108 m.

5 Berekeningen windturbine type Nordex N90 R100 gamma, ashoogte 100 m

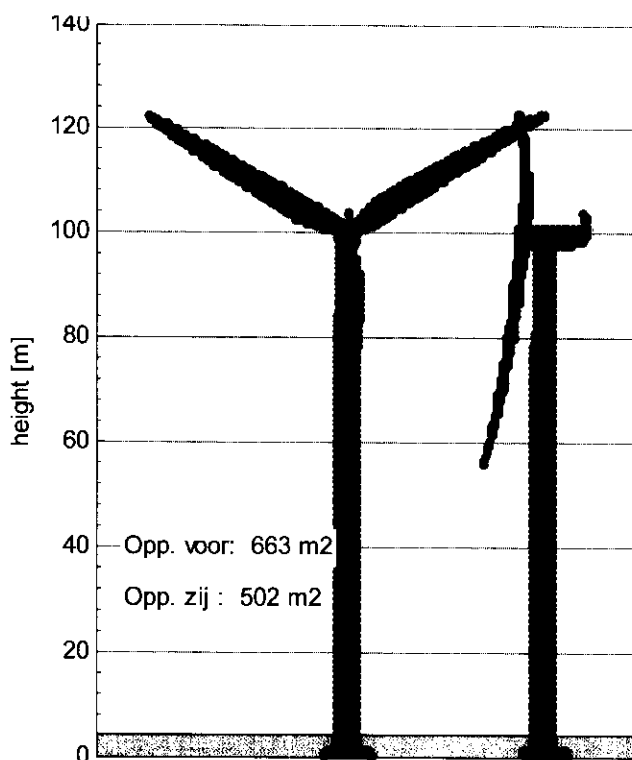
A Obstakeldefinitie

Bij het modelleren van de schaduwwerking als gevolg van de te toetsen windturbine is gebruik gemaakt van door de fabrikant aangeleverde tekeningen en eventueel driedimensionale modellen. De schaduwwerking is geëvalueerd voor zowel een voor- als een zijaanzicht, zoals weergegeven in figuur 9.

Datum
30 juni 2011

Onze referentie
TNO-060-DHW-2011-02161

Blad
10/12



figuur 9. Nordex N90 R100 gamma, ashoogte 100 m. Van zowel voor- als zijaanzicht is de schaduwwerking berekend. Er is rekening gehouden met afscherming van de voet van de windturbine door het tussenliggende terrein.

Gegevens windturbine

Breedte gondel:	4.18 m
Lengte gondel:	13.91 m
Hoogte gondel:	3.57 m
Diameter mast onder:	4.02 m
Diameter mast boven:	2.96 m
Rotordiameter:	90 m

Datum
30 juni 2011

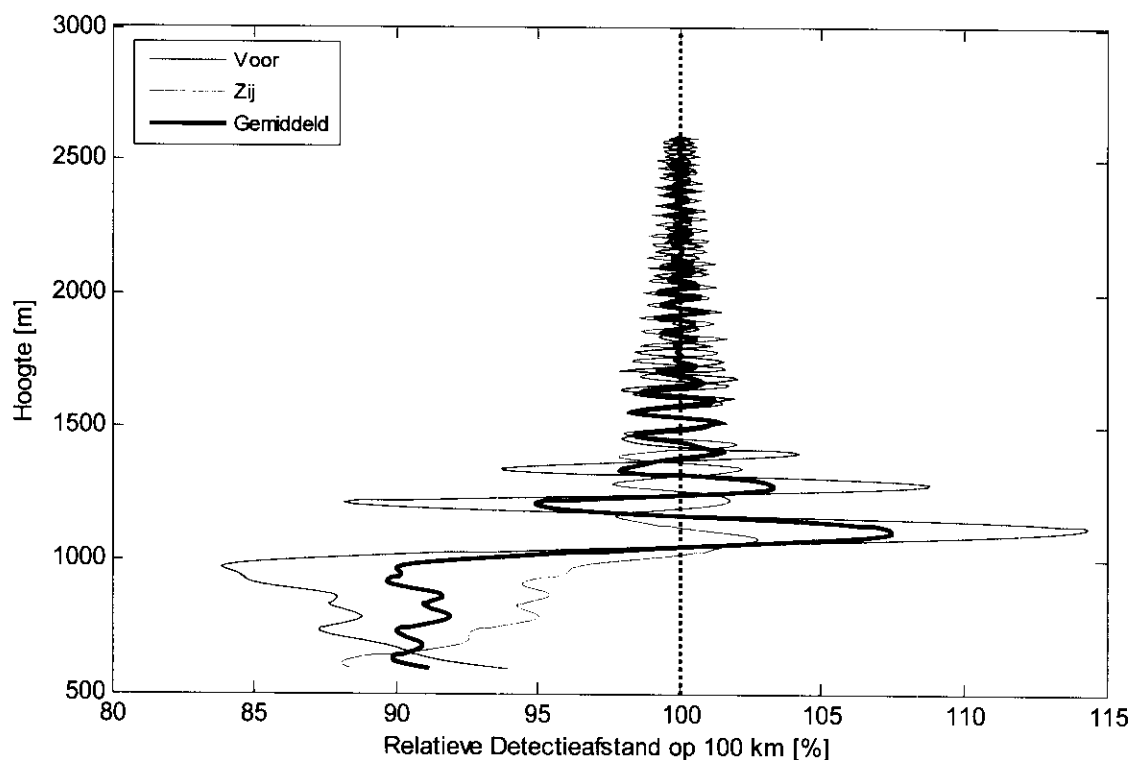
Onze referentie
TNO-060-DHW-2011-02161

Blad
11/12

B Schaduwwerking

In figuur 10 is de resulterende schaduwwerking weergegeven. De minimale relatieve detectieafstand uit het gemiddelde profiel bedraagt **90 %**.

Dit betekent dat een doel dat zich op 100 km afstand van de radar bevindt en niet detecteerbaar is, na plaatsing van het obstakel, in het ergste geval pas op 90 km afstand detecteerbaar is. Dit is het geval voor een doel op een hoogte van ongeveer 900 m, direct achter het obstakel.



figuur 10. Profielen van de relatieve detectieafstand als gevolg van het schaduw effect voor de windturbine van het type Nordex N90 R100 gamma, ashoogte 100 m.

6 Afkortingen

MASS	Military Approach Surveillance System
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PSR	Primary Surveillance Radar
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission

Datum

30 juni 2011

Onze referentie

TNO-060-DHW-2011-02161

Blad

12/12