

februari 2004

Nadere analyse en oplossingen knelpunten

***Windpark Delft - Pijnacker -
Nootdorp***

Nadere analyse en oplossingen knelpunten

***Windpark Delft - Pijnacker -
Nootdorp***

dossier V3468-62-001

datum 17 februari 2004

registratienummer ML-MR2004.xxxx

versie definitief

INHOUD

BLAD

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel van het onderhavige onderzoek	5
1.3	Opbouw van dit rapport	6
2	GELUID	7
2.1	Geconstateerde knelpunten	7
2.2	Mogelijke oplossingen	7
2.3	Nader onderzoek gericht op mogelijke oplossingen	8
2.3.1	Lagere bronsterkte windturbines bij lager/gelijkblijvend/hoger vermogen	8
2.3.2	Tijdelijke stilzetten windturbines (nachtperiode)	9
2.3.3	Combinatie van de mogelijke oplossingen	9
2.4	Uitgangspunten	10
2.5	Resultaten	10
2.5.1	Immissiecurves rekenpunten	10
2.5.2	Toetsing aan de WNC40 bij 8 m/s (maximale bedrijfssituatie)	11
2.5.3	Toetsing aan de WNC45 bij 8 m/s (windturbines stil tussen 23.00 en 7.00 uur)	11
2.5.4	Toetsing aan de WNC45 bij alle windsnelheden (windturbines stil tussen 23.00 en 7.00 uur)	12
2.6	Conclusies	12
2.6.1	Toetsing aan de WNC40 bij 8 m/s (maximale bedrijfssituatie)	12
2.6.2	Toetsing aan de WNC45 bij 8 m/s (windturbines stil tussen 23.00 en 7.00 uur)	13
2.6.3	Eindconclusie	13
2.7	Beschouwing "Hoge molens vangen veel wind"	13
3	SLAGSCHADUW	16
3.1	Geconstateerde knelpunten	16
3.2	Nader onderzoek gericht op concretisering van de knelpunten	16
3.3	Uitgangspunten	17
3.4	Duur van slagschaduw	19
3.5	Stilstandregeling	20
3.6	Conclusies	21
4	VEILIGHEID	22
4.1	Geconstateerde knelpunten	22
4.2	Nader onderzoek gericht op concretisering van de mogelijke knelpunten	22
4.3	LPG-tanks langs rijksweg A13	23
4.4	Spoorweg Delft-Rotterdam	24
4.5	Beperkt kwetsbare objecten	25
4.6	Eindconclusie	27
5	RECREATIE	28
5.1	Huidig recreatief gebruik	28
5.2	Verwachte ontwikkelingen	29

5.3	Invloed windpark	29
6	BEOORDELING ALTERNATIEVE OPSTELLING	31
6.1	Aanleiding	31
6.2	Alternatieve opstelling	32
6.3	Geluid	33
6.4	Slagschaduw en veiligheid	35
6.5	Landschap	36
7	COLOFON	40

BIJLAGE 1: REKENRESULTATEN AKOESTISCH ONDERZOEK

BIJLAGE 2: TOETSING AAN WNC40

BIJLAGE 3: TOETSING AAN WNC45

BIJLAGE 4: RISISCOBEREKENINGEN

BIJLAGE 5: VERVOER GEVAARLIJKE STOFFEN SPOORWEG

BIJLAGE 6: REKENRESULTATEN AKOESTISCH ONDERZOEK ALTERNATIEVE
OPSTELLING

BIJLAGE 7: TOETSING AAN WNC40 ALTERNATIEVE OPSTELLING

BIJLAGE 8: VISUALISATIES ALTERNATIEVE OPSTELLING

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

De gemeente Delft en de gemeente Pijnacker-Nootdorp hebben gezamenlijk het initiatief genomen om een ruimtelijk plan voor een windpark te ontwikkelen. Dit windpark is gesitueerd aan de zuidoostelijke rand van Delft op de overgang van het stedelijk naar het landelijk gebied. Figuur 1.1 geeft het “Windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp” weer.



Figuur 1.1: Windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp.

Voor het windpark, zoals weergegeven in figuur 1.1, is door DHV Milieu en Infrastructuur BV in 2003 een milieuonderzoek (“Milieuonderzoek t.b.v. de m.e.r.-beoordeling”) uitgevoerd. In dit milieuonderzoek is relevante milieu-informatie over het windpark verzameld en gepresenteerd. In het onderzoek wordt een aantal (milieu)knelpunten geconstateerd. Deze liggen op het gebied van:

- geluid;
- slagschaduw;
- veiligheid.

1.2 Doel van het onderhavige onderzoek

Doel van dit onderzoek “Nadere analyse en oplossingen knelpunten” is:

- *Concretiseren* van de geconstateerde knelpunten op het gebied van geluid, slagschaduw en veiligheid, indien nodig;
- Per knelpunt *oplossingen* weergegeven met per oplossing het *oplossend vermogen*: in welke mate de geconstateerde knelpunten opgelost worden. Ook wordt per oplossing aangegeven hoeverre deze *past in het totaalconcept*.

Daarnaast is de invloed van het windpark op de recreatie in het gebied beoordeeld.

1.3 Opbouw van dit rapport

In dit rapport komen de drie knelpunten één voor één aan de orde:

- geluid in hoofdstuk 2;
- slagschaduw in hoofdstuk 3;
- veiligheid in hoofdstuk 4.

In hoofdstuk 5 wordt het thema “Recreatie” behandeld. De hoofdstukken 2 tot en met 5 gaan uit van het windpark zoals weergegeven in figuur 1.1. In hoofdstuk 6 komt een andere opstelling aan de orde. Als bijlagen zijn diverse onderbouwende stukken opgenomen.

2 GELUID

2.1 Geconstateerde knelpunten

In het “Milieuonderzoek t.b.v. de m.e.r.-beoordeling” zijn de resultaten gepresenteerd van een akoestisch onderzoek. Voor de onderzochte situatie is een aantal overschrijdingen van de geluidsnorm geconstateerd.

In het akoestisch onderzoek is uitgegaan van de opstelling zoals weergegeven in figuur 1.1 en van windturbines van het type Nordex N80 met een rotordiameter van 80 meter, een ashoogte van 80 meter en een elektrisch vermogen van 2,5 MW (per stuk). Voor het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp is vervolgens met behulp van een rekenmodel de geluidsbelasting ter plaatse van geluidsgevoelige bestemmingen berekend en getoetst aan de WNC40¹. Omdat de nachtperiode maatgevend is, moet voor de norm worden uitgegaan van de WNC40.

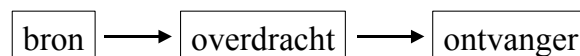
Als wordt gekeken bij een windsnelheid van 8 m/s bedraagt de geluidsnorm volgens de WNC40 44,4 dB(A). Bij deze windsnelheid vindt aan de kant van de gemeente Delft overschrijding plaats in het zuidoosten van de wijk Tanthof-Oost en langs de Schie (Rotterdamseweg en Schieweg). Aan de kant van de gemeente Pijnacker-Nootdorp zijn voor de dichtstbijzijnde woningen (langs de Zuideindseweg) geen overschrijdingen vastgesteld.

De hoogte van de overschrijding varieert van + 0,4 dB(A) op het rekenpunt aan de Schieweg net binnen de 44,4 dB(A)-contour tot + 6,4 dB(A) op een tweetal rekenpunten aan de Schieweg in de directe nabijheid van één van de windturbines.

In dit hoofdstuk is de gehele voorgenomen opstelling (figuur 1.1) beschouwd. De effecten die met een kleiner park op deze locatie kunnen worden bereikt, worden in de bijgevoegde memo besproken.

2.2 Mogelijke oplossingen

Oplossingen voor de overschrijdingen kunnen bij de bron (de windturbines), in de overdracht en bij de ontvanger (de geluidsgevoelige bestemmingen) worden gezocht:



Tabel 2.1 geeft mogelijke oplossingen.

¹ Een windnormcurve (WNC) geeft voor verschillende windsnelheden de geluidsnorm voor gevoelige bestemmingen. Windnormcurves voor verschillende situaties zijn vastgelegd in het “Besluit Voorzieningen en Installaties Milieubeheer”.

Oplossingsrichting	Mogelijke oplossingen
Bron	1. Lagere bronsterkte windturbines bij gelijkblijvend vermogen (2,5 MW).
	2. Lagere bronsterkte windturbines bij lager vermogen.
	3. Lagere bronsterkte windturbines bij hoger vermogen
	4. Tijdelijk stilzetten windturbines (nachtperiode).
Overdracht	1. Afstanden turbines-geluidgevoelige objecten vergroten.
	2. Oplossingen in de overdracht, b.v. geluidwerende voorzieningen.
Ontvanger	1. Isolatie.
	2. Andere normstelling hanteren.
	3. Planologie, b.v. onttrekken woonbestemming.

Tabel 2.1: Mogelijke oplossingen voor de overschrijdingen.

Niet alle oplossingen uit tabel 2.1 zijn op dit moment even zinvol. De gemeente Delft heeft DHV Milieu en Infrastructuur BV verzocht de volgende oplossingen te bekijken:

- lagere bronsterkte windturbines bij gelijkblijvend vermogen (2,5 MW);
- lagere bronsterkte windturbines bij lager vermogen;
- lagere bronsterkte windturbines bij hoger vermogen;
- tijdelijk stilzetten windturbines (nachtperiode).

De eerste drie oplossingen kunnen uiteraard samen worden gevoegd (lagere bronsterkte windturbines bij lager/gelijkblijvend/hoger vermogen).

2.3 Nader onderzoek gericht op mogelijke oplossingen

2.3.1 Lagere bronsterkte windturbines bij lager/gelijkblijvend/hoger vermogen

In het akoestisch onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van het “Milieuonderzoek t.b.v. de m.e.r.-beoordeling” is als referentieturbine gerekend met de windturbine Nordex N80, met een rotordiameter van 80 meter, een ashoogte van 80 meter en een elektrisch vermogen van 2,5 MW. Er zijn echter ook andere moderne windturbines verkrijgbaar. De tabellen 2.2 en 2.3 geven enkele kenmerken respectievelijk de bronsterktes van de onderzochte windturbines weer.

Windturbine Kenmerken	Vestas V80	Nordex N90	Nordex N80	Nordex N80'	Neg Micon NM80'
Vermogen (MW)	2,0	2,3	2,5	2,5	2,75
Ashoogte (m)	80	80	80	60	80
Aantal bladen	3	3	3	3	3
Rotor diameter	80	90	80	80	80

Tabel 2.2: Qua geluid onderzochte windturbines.

Windsnelheid (op 10m) [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bronsterkte [dB(A)] V80			99,4	100,2	100,6	101,0	101,8	102,7		
Bronsterkte [dB(A)] N90	97,0	99,0	100,5	101,8	102,8	103,4	104,0	104,3	104,5	104,5
Bronsterkte [dB(A)] N80	97,0	98,7	100,0	100,9	101,7	102,6	103,1	103,8	104,5	104,8
Bronsterkte [dB(A)] N80'				95,8	96,9	97,5				
Bronsterkte [dB(A)] NM80'		98,9	98,9	98,9	99,4	100,4	100,4	100,4		

Tabel 2.3: Bronsterkte onderzochte windturbines, conform opgave leveranciers.

Voor de N80' en de NM80' is ervan uitgegaan dat de "low noise operation mode" continue is ingeschakeld. Dit betekent dat de geluidsuitstoot wordt beperkt. Gebruik van een "low noise operation mode" gaat ten kost van de opbrengst.

2.3.2 Tijdelijke stilzetten windturbines (nachtperiode)

Als wordt uitgegaan van de "maximale bedrijfssituatie" (de situatie waarbij de windturbines gedurende het gehele etmaal in werking zijn) moet voor geluidsgevoelige bestemmingen voldaan worden aan de geluidsnorm volgens de WNC40. Door de turbines gedurende een bepaalde tijd stil te zetten mag worden getoetst aan een andere WNC, zie onderstaande tabel.

Bedrijfsperiode (uur)	Maatgevende periode (uur)	Geluidsnorm gevoelige bestemmingen (dB(A))
Etmaal: 7.00 – 7.00	nacht: 23.00 – 7.00	WNC40
Dag en avond: 7.00 – 23.00	avond: 19.00 – 23.00	WNC45
Dag: 7.00 – 19.00	dag: 7.00 – 19.00	WNC50

Tabel 2.4: Geluidsnorm gevoelige bestemmingen voor verschillende situaties.

Als de windturbines dus gedurende de nacht stil worden gezet, mag worden getoetst aan de WNC45. Uiteraard heeft het stil zetten gedurende een bepaalde periode een negatieve invloed op de opbrengst.

2.3.3 Combinatie van de mogelijke oplossingen

De twee hiervoor geschetste oplossingen (Lagere bronsterkte windturbines bij lager/gelijkblijvend/hoger vermogen en Tijdelijke stilzetten windturbines (nachtperiode)) zijn in dit onderzoek gecombineerd, zie tabel 2.5.

	Vestas V80	Nordex N90	Nordex N80	Nordex N80'	Neg Micon NM80'
WNC40					
WNC45					

Tabel 2.5: Combinatie van de twee mogelijke oplossingen.

Voor de vijf hiervoor genoemde windturbines is onderzocht in hoeverre bij geluidsgevoelige bestemmingen wordt voldaan aan de WNC40 (maximale bedrijfssituatie) en aan de WNC 45 (windturbines stil tussen 23.00 en 7.00 uur).

2.4 Uitgangspunten

Het ten behoeve van het milieuonderzoek opgestelde rekenmodel van het windpark en de directe omgeving ervan is ook in dit onderzoek gehanteerd. Wel heeft één relevante wijziging plaatsgevonden in de opstelling van de windturbines: de meest westelijke windturbine (windturbine 1) is vanwege de interne richtlijnen van ProRail op 47,48 m van de spoorweg Delft-Rotterdam geplaatst. Aangezien deze windturbine al bijna op deze afstand was geprojecteerd, heeft de verplaatsing betrekking op slechts enkele meters.

Er is uitgegaan van de kenmerken en bronsterktes zoals opgenomen in de tabellen 2.2 en 2.3.

In totaal zijn 17 rekenpunten in het gebied beschouwd. Hierdoor ontstaat een gebiedsdekkend beeld. Wel moet worden beseft dat woningen en rekenpunten niet één op één met elkaar overeenkomen. Per rekenpunt kan immers sprake zijn van meerdere woningen.

Met behulp van het rekenmodel is de geluidsbelasting ter plaatse van geluidsgevoelige bestemmingen berekend voor de vijf verschillende windturbines en is deze getoetst aan de WNC40 en WNC45.

2.5 Resultaten

2.5.1 Immissiecurves rekenpunten

Per rekenpunt is voor de vijf verschillende windturbines de immissiecurve bepaald. In bijlage 1 zijn de resultaten voor alle rekenpunten opgenomen.

De windturbine N80' heeft op elk rekenpunt de laagste immissiecurve, gevolgd door de windturbine NM80'. Deze twee windturbines zijn voorzien van een "low noise operation mode". In de berekeningen is ervan uitgegaan dat deze bij beide is ingeschakeld.

De immissiecurves zijn vervolgens getoetst aan de geluidsnorm (WNC). Zoals hiervoor aangegeven is eerst getoetst of voldaan wordt aan de WNC40 (maximale bedrijfssituatie) en vervolgens of voldaan wordt aan de WNC 45 (windturbines stil tussen 23.00 en 7.00 uur). In bijlage 1 zijn in de figuren tevens de WNC40 en de WNC45 ingevoegd.

Op elk rekenpunt zal *bij elke windsnelheid* moeten worden voldaan aan de WNC. Om het toetsen te vergemakkelijken wordt echter eerst getoetst bij één windsnelheid, namelijk 8 m/s, en als bij deze windsnelheid wordt voldaan, wordt naar andere windsnelheden gekeken. Als bij 8 m/s niet wordt voldaan hoeft niet verder te worden gekeken (er vindt voor het betreffende rekenpunt immers sowieso al overschrijding plaats).

2.5.2 Toetsing aan de WNC40 bij 8 m/s (maximale bedrijfssituatie)

Als wordt gekeken bij een windsnelheid van 8 m/s bedraagt de geluidsnorm volgens de WNC40 44,4 dB(A). Uit de tabel in bijlage 2 blijkt dat bij 6 rekenpunten (V80), 9 rekenpunten (N90), 8 rekenpunten (N80), 3 rekenpunten (N80') en 6 rekenpunten (NM80') deze waarde wordt overschreden². De belangrijkste informatie uit de tabel in bijlage 2 is opgenomen in onderstaande tabel 2.6.

Windturbine Overschrijding rekenpunten	Vestas V80	Nordex N90	Nordex N80	Nordex N80'	Neg Micon NM80'
Aantal rekenpunten met overschrijding	6	9	8	3	6
Minimale overschrijding [dB(A)]	0,7	0,3	0,3	0,3	0,1
Maximale overschrijding [dB(A)]	3,9	6,3	5,5	1,1	3,3

Tabel 2.6: Toetsing aan de WNC40 bij 8 m/s.

De 44,4 dB(A)-geluidscontour voor de vijf verschillende windturbines is eveneens weergegeven in bijlage 2. Deze geluidscontour is op 5 meter hoogte gelegen en is een zogenaamde poldercontour, wat inhoudt dat in de berekening van de contour geen gebouwen of andere reflecterende en/of afschermende objecten zijn betrokken.

Met geen enkele onderzochte windturbine wordt voor het hele windpark bij een maximale bedrijfssituatie voldaan aan de geluidsnorm.

De windturbine N80' heeft op elk rekenpunt de laagste immissiecurve, maar heeft toch op drie rekenpunten een overschrijding van de geluidsnorm (bij 8 m/s) tot gevolg. Deze punten zijn gelegen aan de Schieweg (1) en aan de Rotterdamseweg (2). Deze drie rekenpunten hebben betrekking op ca. 5 woningen. De overschrijdingen hier worden veroorzaakt door de windturbines nummer 2 en 3.

2.5.3 Toetsing aan de WNC45 bij 8 m/s (windturbines stil tussen 23.00 en 7.00 uur)

Als wordt gekeken bij een windsnelheid van 8 m/s bedraagt de geluidsnorm volgens de WNC45 49,4 dB(A). Uit de tabel in bijlage 3 blijkt dat bij 0 rekenpunten (V80), 4 rekenpunten (N90), 2 rekenpunten (N80), 0 rekenpunten (N80') en 0 rekenpunten (NM80') deze waarde wordt overschreden³. De belangrijkste informatie uit de tabel in bijlage 3 is opgenomen in onderstaande tabel 2.7.

² Omdat rekenpunten en woningen niet één op één met elkaar overeenkomen betekent dit dus niet dat er precies evenveel woningen met overschrijding zijn.

³ Zie vorige voetnoot.

Windturbine Overschrijding rekenpunten	Vestas V80	Nordex N90	Nordex N80	Nordex N80'	Neg Micon NM80'
Aantal rekenpunten met overschrijding	0	4	2	0	0
Minimale overschrijding [dB(A)]	-	0,1	0,5	-	-
Maximale overschrijding [dB(A)]	-	1,3	0,5	-	-

Tabel 2.7: Toetsing aan de WNC45 bij 8 m/s.

De 49,4 dB(A)-geluidscontour voor de vijf verschillende windturbines is eveneens weergegeven in bijlage 3. Ook hier betreft het de poldercontour.

Met drie van de onderzochte windturbines kan door middel van het stilzetten van de turbines tussen 23.00 en 7.00 uur worden voldaan aan de geluidsnorm.

Met de windturbines V80, N80' en NM80' wordt bij 8 m/s de geluidsnorm niet overschreden. Voor deze drie windturbines wordt hieronder naar alle windsnelheden gekeken.

2.5.4 Toetsing aan de WNC45 bij alle windsnelheden (windturbines stil tussen 23.00 en 7.00 uur)

In bijlage 1 zijn de immissiecurves voor alle windturbines en alle rekenpunten opgenomen. De immissiecurve van de V80 is op elk rekenpunt en bij elke windsnelheid lager of gelijk aan de WNC45. De immissiecurve van de N80' ligt op elk rekenpunt en bij elke windsnelheid beduidend onder de WNC45. De immissiecurve van de NM80' is op elk rekenpunt en bij elke windsnelheid lager of gelijk aan de WNC45.

2.6 Conclusies

Voor vijf windturbines is onderzocht in hoeverre geluidsgevoelige bestemmingen voldoen aan de WNC40 (maximale bedrijfssituatie) en aan de WNC 45 (windturbines stil tussen 23.00 en 7.00 uur).

2.6.1 Toetsing aan de WNC40 bij 8 m/s (maximale bedrijfssituatie)

Als wordt uitgegaan van de maximale bedrijfssituatie (de situatie waarbij de windturbines gedurende het gehele etmaal in werking zijn) is de nachtperiode maatgevend en moeten geluidsgevoelige bestemmingen voldoen aan de geluidsnorm volgens de WNC40. Met geen enkele onderzochte windturbine wordt bij een maximale bedrijfssituatie voldaan aan deze geluidsnorm.

Hoewel het knelpunt *niet* wordt opgelost, is het "oplossend vermogen" van de windturbine N80' het grootste. De windturbine N80' heeft op elk rekenpunt namelijk de laagste immissiecurve, waardoor de overschrijdingen het kleinst zijn (in aantal en qua omvang).

2.6.2 Toetsing aan de WNC45 bij 8 m/s (windturbines stil tussen 23.00 en 7.00 uur)

Als de windturbines gedurende de nacht stil worden gezet, is de avondperiode maatgevend en moeten geluidsgevoelige bestemmingen voldoen aan de geluidsnorm volgens de WNC45. Met drie van de onderzochte windturbines (V80, N80' en NM80') kan door middel van het stilzetten van de turbines tussen 23.00 en 7.00 uur worden voldaan aan deze geluidsnorm. Dit geldt niet alleen bij 8 m/s, maar ook bij alle andere windsnelheden.

Ook hier geldt -logischerwijs- dat het “oplossend vermogen” van de windturbine N80' het grootste is. Deze turbine heeft op elk rekenpunt namelijk de laagste immissiecurve. Echter ook de windturbines V80 en NM80' lossen het knelpunt volledig op.

In het akoestisch onderzoek is uitgegaan van de opstelling van het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp zoals weergegeven in figuur 1.1 (waarbij de meest westelijke windturbine enkele meters naar het oosten is verplaatst vanwege de richtlijnen van ProRail). De kenmerken in tabel 2.2 geven aan dat de V80 en NM80' geen consequenties voor het “beeld” van het windpark hebben, aangezien ashoopte, aantal bladen en rotor diameter dezelfde zijn als bij de N80 (de turbine waar tot nu toe vanuit is gegaan). De gebruikte bronsterktes van de N80' gaan uit van een ashoopte van 60 meter, drie bladen en een rotor diameter van 80 meter. De N80' kan echter ook op een ashoopte van 80 meter worden geplaatst, zodat ook deze windturbine geen consequenties voor het “beeld” van het windpark heeft. Door een andere ashoopte zullen wel de immissiecurves (iets) veranderen.

2.6.3 Eindconclusie

Met geen enkele onderzochte windturbine wordt bij een maximale bedrijfssituatie voldaan aan de geluidsnorm. Met drie van de onderzochte windturbines (V80, N80' en NM80') kan door middel van het stilzetten van de turbines tussen 23.00 en 7.00 uur worden voldaan aan deze geluidsnorm. Uiteraard heeft het gedurende 33% van de tijd stil zetten van een turbine grote invloed op de opbrengst.

De effecten die met een ander park op deze locatie kunnen worden bereikt, zijn weergegeven in hoofdstuk 6.

2.7 Beschouwing “Hoge molens vangen veel wind”

De gemeente Delft is door verontruste inwoners van de wijk Tanthof gewezen op het onderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) waarin wordt aangetoond dat bij het windpark Rhede (Duitsland) de geluidsbelasting aanmerkelijk hoger is dan voorspeld. De gemeente Delft heeft DHV Milieu en Infrastructuur BV verzocht om gelijktijdig met de nadere analyse en oplossingen van de knelpunten een beschouwing te geven van de betekenis van dit onderzoek voor het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp.

Onderzoek Rijksuniversiteit Groningen

In een langdurig meetonderzoek door de Natuurkundewinkel van de RUG is vastgesteld dat de geluidsbelasting van het windpark Rhede aanmerkelijk hoger is dan voorspeld⁴. Het windpark Rhede ligt ten oosten van het buurtschap Lethe (gemeente Bellingwedde) in Duitsland en bestaat uit 17 windturbines. Deze hebben een ashoogte van 98 meter en een rotordiameter van 70 meter.

De oorzaak van de hogere geluidsbelasting is dat de toename van de windsnelheid met de hoogte 's nachts zodanig verschilt van die overdag dat dat zeer grote invloed heeft op de geluidsbelasting tengevolge van (hoge) windturbines. Bij dezelfde windsnelheid op de standaardmeethoogte van 10 m waait het 's nachts op ashoogte (98 m) tot 2,6 keer zo hard als overdag. Volgens de RUG onderzoekers komt deze conditie gedurende 70% van de tijd voor.

In alle prognoses van de geluidsbelasting tengevolge van één of meer windturbines wordt aangenomen dat de windsnelheid altijd op dezelfde wijze met de hoogte toeneemt. Hoewel in de meteorologie bekend is dat die toename afhangt van de zogeheten stabiliteit van de atmosfeer, wordt die kennis niet meegenomen bij het voorspellen van de geluidsbelasting van windturbines.

Second opinion

In 2002 is een "second opinion" uitgebracht door Lichtveld Buis en Partners bv. Zij hebben eerder een prognose van de geluidsbelasting van het windpark Rhede gemaakt. Allereerst concludeert dit bureau dat de RUG voor de geluidsmetingen gebruik heeft gemaakt van een weinig courante (gangbare) en onnauwkeurige methode (niet de windsnelheid op rotorhoogte met een windsnelheidsmeter meten, maar tellen van het aantal omwentelingen van de rotor). Ook is niet conform Nederlandse en internationale normen voor wat betreft te hanteren meet-, reken- en beoordelingsmethoden gewerkt (de onderzoekers konden geen windturbines uitschakelen en hebben minder dan één dag per windturbine gemeten). Alles bij elkaar genomen heeft dit volgens Lichtveld Buis en Partners bv geleid tot grote meetonnauwkeurigheden, die in de orde van +/- 3 dB(A) of meer kunnen liggen. Plus 3 dB(A) betekent een verdubbeling van de geluidsproductie en minus 3 dB(A) een halvering. Op grond van het voorgaande worden in de "second opinion" de resultaten van het onderzoek van de RUG verworpen.

Nabeschouwing

Uit het bovenstaande blijkt dat er geen eenduidig beeld is over de betekenis van het onderzoek van de RUG. Tot welke ontwikkelingen dit zal leiden is dan ook niet duidelijk. Het als individuele gemeente(n) op grond van het RUG-onderzoek anticiperen op ontwikkelingen is niet mogelijk. Volstaan moet worden met het voldoen aan de Nederlandse vigerende regelgeving.

⁴ Hoge molens vangen veel wind II – geluidsbelasting door windturbines in de nacht, Natuurkundewinkel Rijksuniversiteit Groningen, 2002.

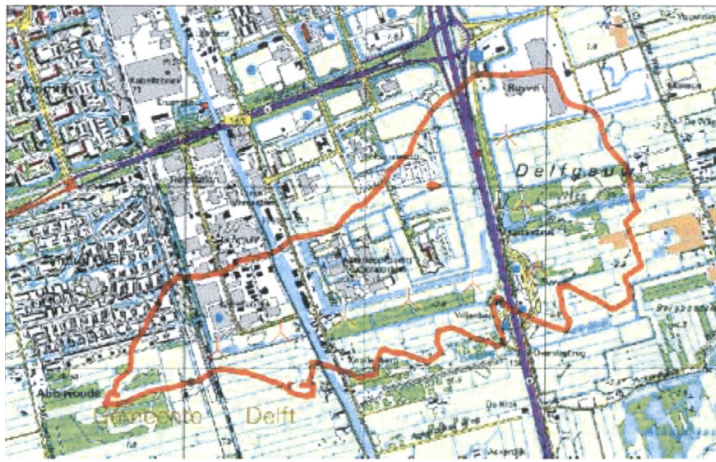
Nederlandse regelgeving

Bij het voorspellen van de geluidsbelasting van windturbines dient gewerkt te worden volgens de Nederlandse regelgeving op dit punt. Volgens deze Nederlandse regelgeving (Besluit Voorzieningen Installaties Milieubeheer) hoeft op meer dan 300 meter vanaf een windpark de geluidsbelasting niet meer onderzocht te worden. Aangezien bij het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp binnen 300 meter van de op te stellen windturbines geluidsgevoelige bestemmingen zijn gelegen, is een volledig akoestisch onderzoek verricht. Hierbij is gewerkt volgens de Nederlandse regelgeving.

3 SLAGSCHADUW

3.1 Geconstateerde knelpunten

Uit de uitgevoerde haalbaarheidsstudie⁵ is naar voren gekomen dat een aantal woningen in de omgeving van het windpark hinder kan ondervinden van de draaiende schaduwen van de rotoren van de windturbines. De contour van de slagschaduw voor het gehele windpark is in figuur 3.1 weergegeven.



Figuur 3.1: Slagschaduwcontour windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp.

Uit de figuur blijkt dat een aantal woningen in de woonwijk Tanthof-Oost, een aantal woningen langs de Schie en een enkele woning ten oosten van de rijksweg A13 mogelijk hinder kan ondervinden van de draaiende schaduwen van de windturbines. Deze conclusie is in het eerder genoemde milieuonderzoek overgenomen.

3.2 Nader onderzoek gericht op concretisering van de knelpunten

Het bovenstaande geeft een globaal beeld van de slagschaduwproblematiek. Niet precies duidelijk is op welke plekken overschrijdingen van de norm plaatsvinden en hoe groot deze zijn. Hiervoor is een nader onderzoek uitgevoerd gericht op de volgende vragen:

- wat is de duur van de slagschaduw op de woningen in het invloedsgebied?
- op welke plekken vindt overschrijding van de norm plaats?
- hoe groot zijn deze overschrijdingen?
- voor welke windturbines is een stilstandregeling noodzakelijk?
- met welke globale stilstandregeling kan aan de norm worden voldaan?
- wat betekent deze stilstandregeling globaal voor het aantal draaiuren?

⁵ Haalbaarheidsstudie windpark in de gemeenten Delft en Pijnacker-Nootdorp, KEMA Power Generation & Sustainables, Arnhem, 15 mei 2003.

Het in windenergie gespecialiseerde bureau WEOM heeft het slagschaduwonderzoek (verder) uitgevoerd. Dit onderzoek is als aparte rapportage bijgevoegd. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste onderdelen opgenomen.

3.3 Uitgangspunten

Normering

Er is geen wettelijke normering voor het maximale aantal uren per jaar (of per dag) dat er sprake mag zijn van slagschaduw. De toelichting op de voorschriften in de AMvB “Voorzieningen en Installaties Milieubeheer” geeft aan dat uit jurisprudentie blijkt (E03.95.1541, 31 oktober 1996 en E03.95.0956, 21 maart 1997) dat, afgezien van de beperkingen ten aanzien van de passeerfrequenties (niet tussen 2,5 – 14 Hz), ten aanzien van de hinderduur en gelet op het ALARA-principe (As Low As Reasonably Achievable) van de Wet milieubeheer geen nul-hinder als uitgangspunt genomen hoeft te worden. Zo is een hinderduur van maximaal 64 (en gemiddeld 17) dagen per jaar met een maximum van 20 minuten per dag als aanvaardbaar te beschouwen.

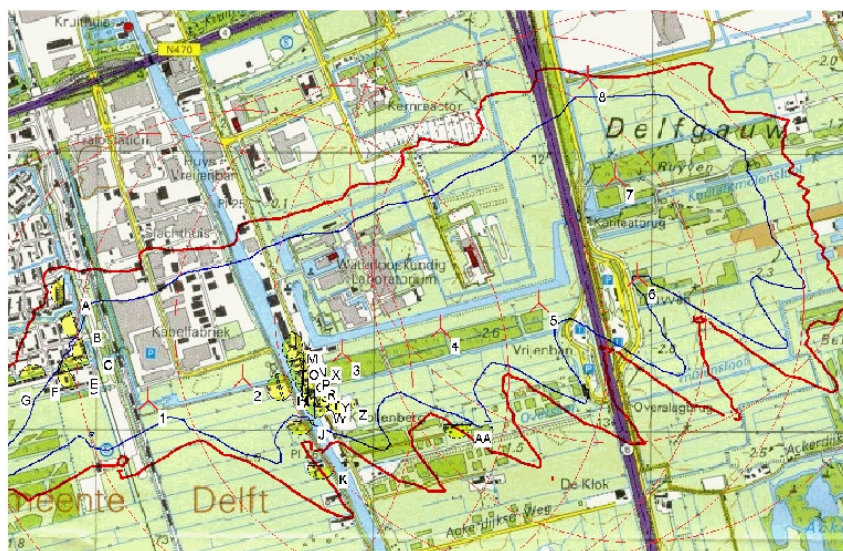
Er is wel een wettelijke normering voor het toepassen van een stilstandvoorziening bij het overschrijden van bepaalde waarden voor slagschaduw. De AMvB geeft hier op pagina 15 het volgende over aan:

Art 5.1.4 De windturbine is voorzien van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen, voorzover de afstand tussen de windturbine en woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden.

In de slagschaduwrapportage is de slagschaduwduur per woning bepaald en getoetst aan het criterium voor het toepassen van een stilstandvoorziening.

Bepalen invloedsgebied (binnen rode lijn) en woningen

Omdat zich binnen een straal van 960 meter van het windpark veel (> 100) woningen bevinden (zie ook figuur 3.2) is eerst de ‘5 uur per jaar’ slagschaduwcontour berekend. Op woningen welke zich buiten deze contour bevinden zal de slagschaduw op de gevel nooit boven de 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag komen, voor deze woningen is derhalve geen stilstandvoorziening nodig.



Figuur 3.2: Invloedsgebied.

De rode kruisjes geven de plekken van de windturbines aan. De rode cirkels geven de straal van 960 meter vanaf de turbine weer. De blauwe lijn is de 10 uur per jaar schaduwcontour en de rode lijn de 5 uur schaduw per jaar contour. De representatieve schaduwpunten zijn weergegeven als halve cirkels. De raamzijde is de platte zijde van de cirkel.

Belangrijke overige uitgangspunten

Belangrijke overige uitgangspunten ten aanzien van het slagschaduwonderzoek zijn:

- passeerfrequentie: de maximale gevoeligheid ligt tussen de 8 en 10 Hz. De te plaatsen windturbines van het windpark hebben een maximale passeerfrequentie van 1 Hz. Dit is ruim onder norm en daarom verder niet meegenomen;
- lichtintensiteit: er is alleen een zonnestand van 3 graden boven de horizon en hoger meegenomen;
- kans op zon: voor de kans op zon zijn langjarige gegevens van meteostation Schiphol gebruikt;
- kans op wind en windrichting: voor de kans op wind en windrichting zijn eveneens langjarige gegevens van meteostation Schiphol gebruikt;
- afscherming: afscherming van objecten door beplanting, schuttingen e.d. is buiten beschouwing gelaten.

De berekeningen zijn uitgevoerd met WindPRO 2.3. In WindPro zijn de coördinaten en afmetingen van de turbines en een representatief aantal woningen als schaduwreceptoren opgenomen op een topografische ondergrond.

3.4 Duur van slagschaduw

De belangrijkste informatie uit de schaduwberekeningen is in tabel 3.1 kort samengevat per omliggende woning (schaduwreceptor). In de middelste kolom is de theoretische maximale schaduwduur weergegeven indien er altijd zon is, het altijd waait en de rotor altijd loodrecht op de zon staat. In de rechter kolom is het werkelijk te verwachten aantal uren schaduwduur op de huizen weergegeven, gecorrigeerd voor de statistische zonkans, windkans en windrichting. Hieruit wordt duidelijk dat de realistisch te verwachten schaduwduur voor alle woningen een stuk lager is dan de theoretisch maximale slagschaduwduur.

Locatie*	Theoretische maximum duur slagschaduw (uren/jaar)	Gemiddelde werkelijke schaduwduur (uren/jaar)
A: Tanthof Oost 1	65:36	7:03
B: Tanthof Oost 2	69:38	8:59
C: Tanthof Oost 3	96:38	15:34
D: Tanthof Oost 4	82:32	14:34
E: Tanthof Oost 5	74:44	13:11
F: Tanthof Oost 6	40:40	7:37
G: Tanthof Oost 7	28:10	5:30
H: Schieweg 1 Oost	29:12	7:13
I: Schieweg 1 West	161:18	34:21
J: Schieweg 2 Noord	40:2	9:20
K: Schieweg 3 Noord	20:28	4:33
L: R'damseweg 1 Oost	272:34	61:45
M: R'damseweg 1 West	141:26	26:39
N: R'damseweg 2 Oost	215:18	50:17
O: R'damseweg 2 West	174:46	37:00
P: R'damseweg 3 Oost	42:14	10:14
Q: R'damseweg 3 West	204:30	46:00
R: R'damseweg 4 Oost	59:06	14:26
S: R'damseweg 4 West	193:10	43:27
T: R'damseweg 5 Oost	50:00	12:21
U: R'damseweg 5 West	159:54	34:55
V: R'damseweg 6 Oost	21:28	7:48
W: R'damseweg 6 West	113:28	24:24
X: R'damseweg 7 Oost	92:32	21:49
Y: R'damseweg 8 Noord	152:20	35:01
Z: R'damseweg 9 Noord	10:42	22:59
AA: R'damseweg 10 Noord	33:00	7:09

Tabel 3.1: Theoretisch maximale schaduwduur en gemiddelde werkelijke schaduwduur (in uren per jaar) op de gevels die naar turbines gericht zijn.

**De nummering verwijst naar de kaart in bijlage 2 van het slagschaduwrapport en niet naar de huisnummers van de betreffende woningen*

In de volgende paragraaf wordt gekeken in hoeverre aan de AMvB wordt voldaan. Op punten waar niet wordt voldaan, kan door middel van een zogenaamde stilstandregeling de hinder worden beperkt.

3.5 Stilstandregeling

Toetsing noodzaak stilstandregeling

Voor het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp is een slagschaduwberekening uitgevoerd waaruit blijkt dat er voor 12 van de 20 gemodelleerde woningen (schaduwreceptoren) een overschrijding van de norm van gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw plaatsvindt.

Ten aanzien van de hinderduur en gelet op het ALARA-principe (As Low As Reasonably Achievable) van de Wet milieubeheer, waarbij geen nul-hinder als uitgangspunt gehanteerd hoeft te worden, is er bij de beoordeling vanuit gegaan dat wanneer men de hinder tot de norm reduceert (17 dagen) het windpark aan de AMvB kan voldoen.

Na analyse van de locaties Tanthof Oost, de Schieweg en de Rotterdamseweg blijkt dat voor de windturbines 1 tot en met 4 een stilstandvoorziening zal moeten worden toegepast. De turbines 5 tot en met 8 veroorzaken geen onaanvaardbare hinder binnen een straal van 12 keer de rotordiameter (960 meter) van het windpark. Zie figuur 3.2 voor de nummering van de turbines.

Indicatieve stilstandregeling

Met het volgende globale stilstandschema kan het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp aan de norm van de AMvB voldoen.

Windturbine	Maanden	Aantal dagen totaal per jaar	Van	tot	Aantal uur per jaar
1	maart, oktober	10	8:00	10:30	25
2	mei	31	18:00	20:00	62
2	augustus	23	18:00	20:00	46
2	april, september	6	17:00	18:30	9
3	juni, juli	42	8:00	10:00	84
4	juni	13	6:30	7:30	13

Tabel 3.2: Indicatief stilstandschema voor windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp.

Bovenstaand stilstandschema is een globaal stilstandschema dat inzicht verschaft in de hoeveelheid uren stilstand per jaar en de tijden waarop een windturbine ongeveer stil zal moeten staan. In de exploitatiefase van het windpark is het aan te bevelen om een meer gedetailleerdere studie te verrichten zodat op de minuut nauwkeurig is wanneer een turbine stil moet staan. Hiermee kunnen waarschijnlijk draaiuren en daarmee opbrengst gewonnen worden.

3.6 Conclusies

Voor de turbines 1 tot en met 4 zal een stilstandvoorziening getroffen moeten worden. De turbines 5 tot en met 8 veroorzaken geen onaanvaardbare hinder binnen een straal van 12 keer de rotordiameter (960 meter) van het windpark.

Gebruikelijk is om het invullen van de stilstandregeling bij de ontwikkelaar neer te leggen: deze moet tijdens de vergunningverlening laten zien hoe aan de norm wordt voldaan.

Het gebruik van een stilstandvoorziening zal tot gevolg hebben dat de energieopbrengst van het windpark afneemt. De opbrengstderving door stilstand is globaal berekend voor de windturbines 1 tot en met 4: voor windturbine 1 zal dit ca. 0,3% van de opbrengst op jaarbasis zijn, voor windturbine 2 ca. 0,9%, voor windturbine 3 ca. 0,7% en voor windturbine 4 ca. 0,1%. Voor het gehele windpark betekent dit een opbrengstverlies van ca. 0,25% op jaarbasis. Voor het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp zal dit niet tot significante verlaging leiden van de rentabiliteit van het project.

4 VEILIGHEID

4.1 Geconstateerde knelpunten

In het “Milieuonderzoek t.b.v. de m.e.r.-beoordeling” zijn de resultaten gepresenteerd van een veiligheidsscan. Voor de onderzochte situatie is een drietal *mogelijke* knelpunten geconstateerd:

1. ligging LPG-tanks van de twee tankstations langs de rijksweg A13 binnen effectgebied van het windpark;
2. plaatsing van één windturbine in directe nabijheid van de spoorweg Delft-Rotterdam;
3. diverse beperkt kwetsbare objecten binnen de $PR=10^{-6}/\text{jr}$ risicocontour.

De LPG-tanks liggen buiten de relevante risicocontouren van het windpark, maar binnen de zogenaamde maximale werpafstand van de windturbines. Door realisering van het windpark is er dus een toename van de faalkans van de tanks (de tanks kunnen door een windturbineonderdeel worden geraakt, omdat deze binnen de maximale werpafstand liggen).

Eén van de windturbines (de meest westelijke) bevindt zich op zeer korte afstand van de spoorlijn Delft-Rotterdam. Ook hier geldt dat door realisering van het windpark er dus een toename van de faalkans van het treinverkeer is.

De ligging van beperkt kwetsbare objecten binnen de $PR=10^{-6}/\text{jr}$ risicocontour van het windpark is mogelijk een knelpunt.

4.2 Nader onderzoek gericht op concretisering van de mogelijke knelpunten

Het bovenstaande geeft aan dat er mogelijk een drietal knelpunten aanwezig is. Voor deze mogelijke knelpunten is een nader onderzoek uitgevoerd. In dit onderzoek is bepaald in hoeverre de *mogelijke* knelpunten ook *daadwerkelijke* knelpunten zijn. Hieronder worden de drie mogelijk knelpunten één voor één behandeld.

In de omgeving van het windpark is een ammoniakopslag, ten behoeve van de AH, aanwezig. In hoeverre dit een knelpunt is wordt uitgezocht door de gemeente Pijnacker-Nootdorp en is in het onderhavige onderzoek niet meegenomen.

De kans dat een turbineonderdeel de hoogspanningsleidingen ten westen van de spoorlijn Delft-Rotterdam raakt is zeer klein. Bovendien wonen er geen mensen onder of in de directe nabijheid van de hoogspanningsleidingen, waardoor bij een ongeluk (als gevolg van het windpark) het effect (dodelijke slachtoffers) beperkt is. Kortom, de kans dat een windturbineonderdeel de hoogspanningsleidingen raakt is zeer klein en mocht dit al gebeuren dan is het effect op mensen beperkt, aangezien er geen mensen onder of in de directe nabijheid wonen. Wel zal het eventueel raken van de hoogspanningsleidingen tot uitval van elektriciteit in een bepaald gebied kunnen leiden.

4.3 LPG-tanks langs rijksweg A13

Ligging LPG-tanks

De LPG-tanks, die zich bij de tankstations langs de rijksweg A13 bevinden, liggen buiten de relevante risicocontouren van 10^{-5} /jr en 10^{-6} /jr, maar binnen de maximale werpafstand (340 m) van de turbines (zie [bijlage 4](#)). De minimale afstand tussen de turbines en de LPG-tanks is ongeveer 200 meter.

Faalkansen ingeterpte LPG-tanks

De LPG-tank aan de westelijke kant van de rijksweg A13 is ondergronds gelegen en de LPG-tank aan de oostelijke kant van de rijksweg A13 is bovengronds gelegen. De LPG-tanks zijn beide ingeterpt en liggen daardoor onder een laag van grond, beton en klinkers. Volgens de CPR 18⁶ met de aanvullende “questions and answers” is de faalkans van een ingeterpte LPG tank bij diverse scenario's als volgt:

Ingeterpte LPG-tank	Eigen faalkans [1/jr]
Instantaan vrijkomen gehele inhoud	$2,5 \cdot 10^{-7}$
Vrijkomen van gehele inhoud binnen 10 min	$5 \cdot 10^{-7}$
Continu vrijkomen uit een gat van 10 mm	$1 \cdot 10^{-5}$

Tabel 4.1: Faalkans van een ingeterpte LPG-tank voor verschillende scenario's.

Toename faalkansen ingeterpte LPG-tanks door windpark

De LPG-tanks liggen met 200 meter binnen de maximale werpafstand van de turbines. Door realisering van het windpark is er dus een toename van de faalkans van de tanks. Vraag is of deze toename significant is of niet. Bij dit soort studies is het gebruikelijk om een toename van de faalkans als gevolg van het windpark van meer dan 1% significant te noemen.

De trefkans dat een afgebroken blad op een afstand van 200 meter een object raakt is ca. $2 \cdot 10^{-9}$ /jr volgens het ballistische werpmodel van het Handboek⁷. Dit is aanzienlijk kleiner dan de bovengenoemde faalkansen van ingeterpte LPG-tanks, zie tabel 4.2.

Ingeterpte LPG-tank	Eigen faalkans [1/jr]	Trefkans turbineonderdeel [1/jr]
Instantaan vrijkomen gehele inhoud	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-9}$
Vrijkomen van gehele inhoud binnen 10 min	$5 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-9}$
Continu vrijkomen uit een gat van 10 mm	$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-9}$

Tabel 4.2: Faal- en trefkans van een ingeterpte LPG-tank voor verschillende scenario's.

⁶ Richtlijn voor kwantitatieve risicoanalyse 18, Commissie Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen; eerste druk 2000 en de daarbij horende “Purple book- questions and answers- updated 22 July 2003.

⁷ Handboek Risicozonering Windturbines, versie 1.1, juli 2002.

Uit de tabel blijkt dat de kans dat de gehele inhoud van een ingeterpte LPG-tank instantaan vrijkomt $2,5 \cdot 10^{-7}$ is (eens per 25.000.000 jaar). De kans dat een turbineonderdeel op 200 meter een object raak is ca. $2 \cdot 10^{-9}$ (eens per 2.000.000.000 jaar). Hieruit volgt rechtstreeks dat de trefkans verwaarloosbaar is vergeleken met de eigen faalkans van een ingeterpte LPG-tank.

Bovendien hoeft het raken van een tank door een afgebroken blad niet in alle gevallen te leiden tot het falen van de tank en derhalve tot een explosie. Een ingeterpte tank ondervindt enige bescherming, omdat deze onder een laag van grond/beton/klinkers ligt.

Conclusie

De windturbines hebben geen significante toename in de faalkans van de LPG-tanks tot gevolg. De trefkans dat een afgebroken blad op een afstand van 200 meter een object raakt is ca. $2 \cdot 10^{-9}$ /jr. De (eigen) faalkansen van ingeterpte LPG-tanks variëren van $1 \cdot 10^{-5}$ /jr tot $2,5 \cdot 10^{-7}$ /jr voor diverse scenario's. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de kans dat een afgebroken blad de LPG-tanks raakt, verwaarloosbaar is ten opzichte van de (eigen) faalkansen van ingeterpte LPG-tanks.

4.4 Spoorweg Delft-Rotterdam

Ligging turbine t.o.v. spoorlijn Delft-Rotterdam

In het huidige ontwerp van het windpark, zie figuur 1.1, bevindt één turbine (de meest westelijke) zich op zeer korte afstand van de spoorlijn Delft-Rotterdam, hoogstwaarschijnlijk binnen 47,85 meter. Conform de interne richtlijnen van ProRail is dit niet aanvaardbaar. Hierom is deze turbine verplaatsen naar 47,85 meter vanaf het spoor. Dit is ook als uitgangspunt gehanteerd bij de berekeningen dat een rijdende trein wordt geraakt⁸.

Activiteit op de spoorlijn Delft-Rotterdam

Op het spoortraject Delft-Rotterdam worden (ook) gevaarlijke stoffen getransporteerd. De hoeveelheid gevaarlijke stoffen bedraagt per jaar, in 1998, ca. 50 wagons. Dit is relatief weinig, aangezien een gemiddelde goederentrein 25 wagons lang is en maximaal twee keer per dag op dit traject wordt gereden. Door de lage hoeveelheid gevaarlijke stoffen, worden deze vaak getransporteerd met behulp van "bonte treinen". Dit zijn goederentreinen die zowel gevaarlijke als niet gevaarlijke stoffen transporteren.

Faalkans trein met gevaarlijke stoffen

De gemiddelde initiële (eigen) faalkans van een trein, die gevaarlijke stoffen transporteert, bedraagt ca. $2,7 \cdot 10^{-8}$ per wagenkilometer, indien de trein een snelheid heeft van 80 km/uur en er geen wissels en spoorovergangen liggen op het betreffende stuk spoor. Deze faalkans heeft echter betrekking op één wagon gevaarlijke stoffen per kilometer. Indien een trein de windturbine passeert met meer dan één wagon gevaarlijke stoffen zal de faalkans evenredig toenemen met het aantal wagons. Verder neemt de faalkans van een trein per gereden kilometer toe.

⁸ Dit is ook als uitgangspunt gehanteerd bij het geluids- en slagschaduwonderzoek.

⁹ Referentie ongevalkans van treinen: CPR 18, Richtlijn voor Kwantitatieve Risicoanalyse; Commissie Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen, eerste druk 2000.

Toename faalkans trein met gevaarlijke stoffen door windpark

De spoorweg ligt in het invloedsgebied van de turbines. Door realisering van het windpark is er dus een toename van de faalkans van passerende treinen. Vraag is of deze toename significant is of niet. Bij dit soort studies is het gebruikelijk om een toename van de faalkans als gevolg van het windpark van meer dan 1% significant te noemen.

De toename van de faalkans wordt veroorzaakt door:

1. een afgebroken blad raakt een rijdende trein;
2. de mast van de turbine breekt af en raakt een passerende trein.

De trefkans dat een rijdende trein wordt geraakt bedraagt $1,25 \cdot 10^{-9}$ /passage km^1 (zie bijlage 5). Dit is aanzienlijk kleiner dan de bovengenoemde eigen faalkans van een trein die gevaarlijke stoffen transporteert (ca. $2,7 \cdot 10^{-8}$ per wagenkilometer).

De kans dat een rijdende trein met gevaarlijke stoffen faalt is ca. $2,7 \cdot 10^{-8}$ (eens per 270.000.000 jaar). De kans dat een turbineonderdeel een rijdende trein raakt is ca. $1,25 \cdot 10^{-9}$ (eens per 1.250.000.000 jaar). Hieruit volgt rechtstreeks dat de trefkans verwaarloosbaar is vergeleken met de eigen faalkans van een rijdende trein. Hierbij moet ook nog worden gecorrigeerd voor meerdere wagons en gereden kilometers. Deze correctie heeft tot gevolg dat de eigen faalkans van een rijdende trein groter wordt. Dit terwijl de trefkans ongewijzigd blijft.

Conclusie

De windturbines hebben geen significante toename in de faalkans van rijdende treinen met gevaarlijke stoffen tot gevolg. De kans dat een omvallende turbine of een afgebroken turbineblad een rijdende trein raakt is ca. $1,25 \cdot 10^{-9}$ /passage km^1 . De gemiddelde initiële faalkans van een trein met een snelheid van 80 km/uur, en er liggen geen wissels en overgangen op het spoor, is ca. $2,7 \cdot 10^{-8}$ per wagenkilometer. Deze faalkans neemt evenredig toe per wagon gevaarlijke stof en per kilometer spoor. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de kans dat een turbineonderdeel een rijdende trein raakt, verwaarloosbaar is ten opzichte van de (eigen) faalkans van een rijdende trein.

4.5 Beperkt kwetsbare objecten

Beperkt kwetsbare objecten

Het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp heeft een risicocontour van $\text{PR} = 10^{-6}/\text{jr}$ waarbinnen beperkt kwetsbare objecten liggen. Op dit moment wordt het toegestaan dat beperkt kwetsbare objecten binnen deze risicocontour liggen, als ze wel buiten de $\text{PR} = 10^{-5}/\text{jr}$ risicocontour liggen¹⁰. Tot de kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten behoren geen wegen of andere transportroutes.

¹⁰ In deze paragraaf is uitgegaan van de ontwerp-AMvB "Besluit Kwaliteitseisen Externe Veiligheid Inrichtingen Milieubeheer" van 22 februari 2002.

Analyse hoeveelheid (beperkt) kwetsbare objecten binnen risicocontour

In de onderstaande tabel is weergegeven hoeveel (beperkt) kwetsbare objecten binnen de 10^{-5} /jr (40 m) en 10^{-6} /jr (135 m) PR vallen.

PR [1/jr]	Afstand [m]	Turbine nummer	Kwetsbaar object	Beperkt kwetsbaar object
10^{-5}	40	1	0	0
		2	0	0
		3	0	0
		4	0	0
		5	0	0
		6	0	0
		7	0	0
		8	0	0
10^{-6}	135	1	0	meest zuidwestelijke gebouw (deels) bedrijventerrein Schieoevers
		2	0	1 losse woning Schieweg (deels), meest zuidoostelijke gebouwen (deels) bedrijventerrein Schieoevers
		3	0	1 losse woning Rotterdamseweg, terrein Waterloopkundig Laboratorium (deels)
		4	0	0
		5	0	0
		6	0	0
		7	0	0
		8	0	0

Tabel 4.3: Aantal (beperkt) kwetsbare objecten binnen risicocontouren.

Uit de tabel blijkt dat er geen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten binnen de $PR = 10^{-5}$ /jr risicocontour van het windpark vallen. Tussen de $PR = 10^{-6}$ /jr en $PR = 10^{-5}$ /jr risicocontour vallen geen kwetsbare, maar wel beperkt kwetsbare objecten:

1. gebouwen op het bedrijventerrein Schieoevers (deels);
2. gebouwen op het terrein van het Waterloopkundig Laboratorium (deels);
3. 1 losse woning aan de Schieweg (deels) en 1 losse woning aan de Rotterdamseweg¹¹.

Toekomstige ontwikkelingen

In het stedelijk gebied van Delft vindt ontwikkeling van de Business Campus plaats, als onderdeel van Delft University Technopolis. Hierdoor ontstaat een verdere ruimtelijke verdichting van het stedelijk gebied. De $PR = 10^{-6}$ /jr risicocontour van het windpark valt voor een klein deel op het terrein van de toekomstige Business Campus. Hiermee dient bij de ontwikkeling van de Business Campus rekening gehouden te worden.

¹¹ Volgens de ontwerp-AMvB (22-02-2002) moeten losse woningen als beperkt kwetsbaar worden beschouwd.

Huidige en toekomstige AMvB “Besluit Kwaliteitseisen Externe Veiligheid Inrichtingen Milieubeheer”

In februari 2002 is het ontwerp van de AMvB “Besluit Kwaliteitseisen Externe Veiligheid Inrichtingen Milieubeheer” gepubliceerd in de Staatscourant. Dit besluit geeft normen voor het groepsrisico en het plaatsgebonden risico (PR) rond risicovolle inrichtingen waar gevaarlijke stoffen aanwezig zijn. Op grond van de “Wet milieubeheer” is het mogelijk om eisen te stellen aan situaties waarbij een domino-effect kan optreden.

Wanneer het gaat om personen die direct door turbineonderdelen kunnen worden getroffen kan in beginsel worden getoetst aan de normen die zijn vastgelegd in het “Besluit Kwaliteitseisen Externe Veiligheid Inrichtingen Milieubeheer”, al is dit formeel gezien voor windturbines niet van toepassing.

In de toekomst wordt het ontwerp van februari 2002 opgenomen in wet- en regelgeving, met of zonder aanpassingen op het ontwerp. Momenteel worden er aanpassingen gemaakt op het ontwerp. Echter het is nog niet duidelijk welke wijzigingen daadwerkelijk zullen worden doorgevoerd. Specialisten en juristen gaan ervan uit dat de laatste verschenen versie van het ontwerp-besluit daterend van februari 2002 in acht zal worden genomen zonder al te veel aanpassingen/wijzigingen.

Het ontwerp-besluit zegt over objecten tussen de $PR = 10^{-6}/\text{jr}$ en $PR = 10^{-5}/\text{jr}$ risicocontour van een nieuwe inrichting het volgende: “Alleen beperkt kwetsbare objecten bestemd voor max. 10 personen/ha of gelijkwaardig zijn toegestaan.”.

Conclusie

Er bevindt zich een klein aantal beperkt kwetsbare objecten tussen de $PR = 10^{-6}/\text{jr}$ en $PR = 10^{-5}/\text{jr}$ risicocontour van het windpark. Het betreffen enkele gebouwen op het bedrijventerrein Schieoever en het terrein van het Waterloopkundig Laboratorium en twee woningen aan de Schieweg respectievelijk de Rotterdamseweg. In het (ontwerp) “Besluit Kwaliteitseisen Externe Veiligheid Inrichtingen Milieubeheer” staat niet expliciet beschreven dat dit besluit ook voor windparken geldt, maar de bepalingen worden door diverse vergunningverstrekkers wel meegenomen in de overweging voor het verlenen van een vergunning. In het ontwerp-besluit staat vermeld dat beperkt kwetsbare objecten tussen de $PR = 10^{-6}/\text{jr}$ en $PR = 10^{-5}/\text{jr}$ risicocontour van een nieuwe inrichting worden toegestaan.

4.6 Eindconclusie

Realisatie van het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp levert geen significante toename van de faalkansen van de LPG-tanks en rijdende treinen op de spoorweg op. Er bevindt zich een klein aantal beperkt kwetsbare objecten tussen de $PR = 10^{-6}/\text{jr}$ en $PR = 10^{-5}/\text{jr}$ risicocontour van het windpark. Volgens het (ontwerp) “Besluit Kwaliteitseisen Externe Veiligheid Inrichtingen Milieubeheer” is dit toegestaan.

5 RECREATIE

Recreatie vormt een in belang toenemende functie. Het huidig recreatief gebruik, de verwachte ontwikkelingen hierin en de invloed van het windpark komen in dit hoofdstuk aan bod.

5.1 Huidig recreatief gebruik

Algemeen

Ten zuiden van de stadsrand van Delft ligt tussen de spoorlijn Rotterdam-Delft en de Schie (een deel van) het Abtswoudse Bos en tussen de Schie en de rijksweg A13 het Ackerdijkse Bos. Deze twee gebieden vormen samen een aaneengesloten recreatie/natuurgebied. In dit gebied wordt gewandeld en gefietst en vindt water- en verblijfsrecreatie plaats. Het gebied is aantrekkelijk om in te recreëren vanwege de aanwezige natuur-, landschappelijke en cultuurhistorische waarden.

Wandelen en fietsen

Het gebied is voor wandelaars en fietsers goed ontsloten. De routes door het gebied zijn alleen toegankelijk voor langzaam verkeer. De Schieweg en de Rotterdamseweg zijn toegankelijk voor snelverkeer. Langs de Rotterdamseweg is een vrijliggend fietspad aanwezig. Voor wandelaars is langs de Schieweg een jaagpad aanwezig, dat werd gebruikt toen schepen nog vanaf de wal werden voortbewogen.

Waterrecreatie

De Schie maakt deel uit van het landelijk basistoervaarnet en is toegankelijk voor boten met een opbouwhoogte tot 2,75 m. In het gebied zijn geen aanlegplaatsen aanwezig. Het stelsel van waterlopen is tevens uitermate geschikt voor kano- en schaatstochten, roeien en vissen.

Verblijfsrecreatie

Langs de Schie bevindt zich een naturistencamping (aan de Rotterdamseweg) en een natuurcamping (aan de Schieweg).

Overige voorzieningen

Er liggen diverse overige voorzieningen in het gebied, waaronder een expositieruimte (aan de Rotterdamseweg) en een hondenschool (aan de Schieweg). Andere belangrijke recreatieve voorzieningen zijn: een horecagelegenheid bij het tankstation aan de rijksweg A13 en een terrein met sportvoorzieningen (sportpark Tanthof), volkstuinen en een hondendressuurterrein direct ten westen van de spoorlijn Rotterdam-Delft.

5.2 Verwachte ontwikkelingen

Het Abtswoudse Bos en Ackerdijkse Bos zijn zo goed als aangelegd. De komende jaren zal de recreatieve functie verder worden uitgebouwd.

De naturistencamping wil in de toekomst ongeveer 250 kampeerplaatsen realiseren. De natuurcamping overweegt haar activiteiten uit te breiden door nevenactiviteiten op te starten.

De verwachting is dat recreatie de komende jaren een groeimarkt vormt met een toenemende behoefte aan kwaliteit. Met name het cultuurhistorisch erfgoed is in trek. Tevens vertoont de waterrecreatie een bovengemiddelde groei en is er een toename van het aantal korte vakanties, veelal in eigen land. Ook sportieve recreatie en extensieve, natuurgerichte recreatie kennen een meer dan gemiddelde groei.

Bovenstaande ontwikkelingen zullen ertoe leiden dat het gebied intensiever gebruikt zal gaan worden voor recreatie.

5.3 Invloed windpark

Methodiek

De invloed van het windpark kan worden beoordeeld aan de hand van de¹²:

1. invloed op de *geschiktheid* van het gebied voor recreatie;
2. invloed op de *aantrekkelijkheid* van het gebied voor recreatie;
3. invloed op de *keuzemogelijkheden* in het gebied voor recreatie.

Geschiktheid is een primair vereiste. Zonder voorzieningen en infrastructuur kan geen enkele recreatieve activiteit plaatsvinden. Hieronder verstaan wij bijvoorbeeld vissteigers of fietspaden, maar ook vrije toegankelijkheid. De aantrekkelijkheid is even zo belangrijk voor de functie recreatie. In een geschikte maar onaantrekkelijke omgeving wordt namelijk niet gerecreëerd. Aantrekkelijkheid wordt bepaald door de landschappelijke aantrekkelijkheid en de aantrekkelijkheid voor de recreatieve gebruikers. Met het laatste worden zaken bedoeld die niet noodzakelijk, maar wel wenselijk of aangenaam zijn om een bepaalde activiteit uit te oefenen, zoals aanlegplaatsen voor (motor)boten, bewegwijzering en routestructuren. Als laatste gaat het om de keuzemogelijkheden voor verschillende vormen van recreatie. Dit wil zeggen dat er een ruimtelijke keuzevrijheid dient te bestaan, maar ook een verscheidenheid aan voorzieningen en activiteiten waartussen de recreant kan kiezen.

Invloed op de geschiktheid van het gebied voor recreatie

Het windpark heeft geen invloed op de geschiktheid van het gebied voor recreatie. De bereikbaarheid van het gebied verandert niet, aangezien de ontsluitingswegen (de Schieweg en de Rotterdamseweg) niet worden beïnvloedt. Ook de fiets- en wandelroutes, het stelsel van waterlopen (inclusief de Schie), de twee campings en de aanwezige voorzieningen blijven intact.

¹² Kwaliteit van de recreatieve omgeving, Handreikingen, Onderdeel Recreatie in de stadsranden, Stichting Recreatie, 1999.

Invloed op de aantrekkelijkheid van het gebied voor recreatie

Het windpark heeft geen significante invloed op de aantrekkelijkheid van het gebied voor recreatie. In het “Milieuonderzoek t.b.v. de m.e.r.-beoordeling” is bij het onderdeel “Landschap” de conclusie getrokken dat de locatie en opstelling van de windturbines voldoet aan de algemene landschappelijke uitgangspunten. Op de aantrekkelijkheid voor de recreatieve gebruikers heeft het windpark invloed doordat de windturbines geluid produceren. Hieraan zitten twee kanten. Ten eerste kan in dit gebied niet een “stiltegebied” worden verwacht, gezien de aanwezigheid van onder andere het bedrijventerrein Schieoevers, de rijksweg A13 en de spoorlijn Delft-Rotterdam. Ten tweede is niet duidelijk hoe recreanten, die tijdelijk in een gebied zijn, het geluid van windturbines ervaren¹³. Het geluid van de windturbines maakt de relatie tussen wind, energie en mens voelbaar. Dit directe contact kan afhankelijk van de persoon positief of negatief worden gewaardeerd. Het is niet waarschijnlijk dat recreanten - vanwege het windpark - het gebied zullen mijden, eerder andersom (zie het volgende punt).

Invloed op de keuzemogelijkheden in het gebied voor recreatie

Het windpark heeft een positieve invloed op de keuzemogelijkheden in het gebied voor recreatie. De gevarieerdheid in de ruimtelijke inrichting van het gebied neemt namelijk toe, aangezien er een nieuw element aan het gebied wordt toegevoegd (“er is meer te beleven”). Het windpark biedt zelfs een kans om een recreatieve voorziening/activiteit aan het gebied toe te voegen: een windturbine kan namelijk voor bezoek door recreanten geschikt worden gemaakt.

¹³ Er is geen specifiek onderzoek bekend naar de vraag hoe recreanten de aanwezigheid van windturbines ervaren in een gebied waar zij tijdelijk aanwezig zijn.

6 BEOORDELING ALTERNATIEVE OPSTELLING

6.1 Aanleiding

Van de drie hiervoor onderzochte knelpunten blijkt veiligheid geen knelpunt en slagschaduw relatief eenvoudig oplosbaar door middel van een stilstandregeling. Geluid is een knelpunt. Oplossing van de overschrijdingen van de geluidsnorm is weliswaar mogelijk (door de windturbines gedurende de nacht stil te zetten), maar dit betekent een groot verlies aan draaiuren (>33%). Hoewel geen opbrengstberekeningen zijn uitgevoerd is het duidelijk dat met een dergelijk verlies aan draaiuren het windpark niet meer exploitabel is.

In al het onderzoek tot nu toe is uitgegaan van de opstelling van windturbines zoals weergegeven in figuur 1.1/6.1.



Figuur 6.1: Windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp.

Een alternatieve opstelling, waarbij de afstand van de windturbines tot de meest kritische (geluids)gevoelige bestemmingen wordt vergroot, is niet onderzocht. Dit zou een oplossing kunnen betekenen. Een andere opstelling heeft echter ook andere effecten, bijvoorbeeld landschappelijk. In dit hoofdstuk wordt een alternatieve opstelling voor het windpark gepresenteerd en beoordeeld op het gebied van geluid, slagschaduw en veiligheid en landschap.

6.2 Alternatieve opstelling

In overleg met de gemeente Delft is op dezelfde locatie een alternatieve opstelling ontworpen. Als criteria zijn gehanteerd:

- het windpark bevat 3 turbines in de gemeente Delft;
- de windturbines in een lijnopstelling hebben een gelijke onderlinge afstand;
- de afstand van de meest kritische (geluids)gevoelige bestemmingen (Schieweg en Rotterdamseweg) tot de windturbines wordt zo groot mogelijk gemaakt.

De alternatieve opstelling voor het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp is weergegeven in figuur 6.2.



Figuur 6.2: Alternatieve opstelling Windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp.

In de alternatieve opstelling bestaat het windpark in totaal uit 6 windturbines: 3 aan de zijde van de gemeente Delft en 3 aan de zijde van de gemeente Pijnacker-Nootdorp. De turbines 1 tot en met 4 zijn als een lijnopstelling geplaatst, waarbij de onderlinge afstand tussen deze turbines gelijk is. Ook de turbines 4 tot en met 6 zijn als een lijnopstelling geplaatst, waarbij ook de onderlinge afstand tussen deze turbines gelijk is. De drie turbines aan de kant van Pijnacker-Nootdorp zijn ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp iets verder van de rijksweg A13 geplaatst om zoveel mogelijk ruimte bij de Schieweg/Rotterdamseweg te creëren.

6.3 Geluid

Beoordeling

Op verzoek van de gemeente Delft is de alternatieve opstelling beoordeeld qua geluid. Om een groot verlies aan draaiuren te voorkomen, is alleen gekeken naar een maximale bedrijfssituatie. Als referentieturbines is gerekend met de windturbines Nordex N80 en N80'. Voor de N80' is ervan uitgegaan dat de "low noise operation mode" continue is ingeschakeld.

Voor twee windturbines is onderzocht in hoeverre met de alternatieve opstelling bij geluidsgevoelige bestemmingen wordt voldaan aan de WNC40 (maximale bedrijfssituatie).

Uitgangspunten

Het ten behoeve van het onderzoek tot nu toe gehanteerde rekenmodel van het windpark en de directe omgeving is aangepast aan de alternatieve opstelling. Er is verder uitgegaan van de kenmerken en bronsterktes zoals opgenomen in de tabellen 6.1 en 6.2.

Windturbine Kenmerken	Nordex N80	Nordex N80'
Vermogen (MW)	2,5	2,5
Ashoogte (m)	80	60
Aantal bladen	3	3
Rotor diameter	80	80

Tabel 6.1: Qua geluid onderzochte windturbines.

Windsnelheid (op 10m) [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bronsterkte [dB(A)] N80	97,0	98,7	100,0	100,9	101,7	102,6	103,1	103,8	104,5	104,8
Bronsterkte [dB(A)] N80'				95,8	96,9	97,5				

Tabel 6.2: Bronsterkte onderzochte windturbines, conform opgave leveranciers.

In totaal zijn 17 rekenpunten in het gebied beschouwd. Hierdoor ontstaat een gebiedsdekkend beeld. Wel moet worden beseft dat woningen en rekenpunten niet één op één met elkaar overeenkomen. Per rekenpunt kan immers sprake zijn van meerdere woningen.

Met behulp van het rekenmodel is de geluidsbelasting ter plaatse van geluidsgevoelige bestemmingen berekend voor de twee verschillende windturbines en is deze getoetst aan de WNC40.

Resultaten

Immissiecurves rekenpunten

Per rekenpunt is voor de twee verschillende windturbines de immissiecurve bepaald. In bijlage 6 zijn de resultaten voor alle rekenpunten opgenomen.

De immissiecurves zijn vervolgens getoetst aan de geluidsnorm (WNC). Getoetst is of voldaan wordt aan de WNC40 (maximale bedrijfssituatie). In bijlage 6 is in de figuren tevens de WNC40 ingevoegd.

Op elk rekenpunt zal *bij elke windsnelheid* moeten worden voldaan aan de WNC40. Om het toetsen te vergemakkelijken wordt echter eerst getoetst bij één windsnelheid, namelijk 8 m/s, en als bij deze windsnelheid wordt voldaan, wordt naar andere windsnelheden gekeken. Als bij 8 m/s niet wordt voldaan hoeft niet verder te worden gekeken (er vindt voor het betreffende rekenpunt immers sowieso al overschrijding plaats).

Toetsing aan de WNC40 bij 8 m/s (maximale bedrijfssituatie)

Als wordt gekeken bij een windsnelheid van 8 m/s bedraagt de geluidsnorm volgens de WNC40 44,4 dB(A). Uit de tabel in bijlage 7 blijkt dat bij 2 rekenpunten (N80) en 0 rekenpunten (N80') deze waarde wordt overschreden¹⁴. De belangrijkste informatie uit de tabel in bijlage 7 is opgenomen in onderstaande tabel 6.3.

Windturbine Overschrijding rekenpunten	Nordex N80	Nordex N80'
Aantal rekenpunten met overschrijding	2	0
Minimale overschrijding [dB(A)]	0,6	-
Maximale overschrijding [dB(A)]	1,6	-

Tabel 6.3: Toetsing aan de WNC40 bij 8 m/s.

De 44,4 dB(A)-geluidscontour voor de twee verschillende windturbines is eveneens weergegeven in bijlage 7. Deze geluidscontour is op 5 meter hoogte gelegen en is een zogenaamde poldercontour, wat inhoudt dat in de berekening van de contour geen gebouwen of andere reflecterende en/of afschermende objecten zijn betrokken.

Toetsing aan de WNC40 bij alle windsnelheden (maximale bedrijfssituatie)

In bijlage 6 zijn de immissiecurves voor alle windturbines en alle rekenpunten opgenomen. De immissiecurve van de N80' ligt op elk rekenpunt en bij elke windsnelheid onder de WNC40. De immissiecurve van de N80 ligt bij twee rekenpunten deels boven de WNC40: voor het eerste punt bij windsnelheden van ca. 4 tot en met ca. 9 m/s en voor het tweede punt bij windsnelheden van ca. 3 tot en met ca. 10 m/s. Bij overige windsnelheden en alle andere rekenpunten ligt de immissiecurve onder de WNC40 (en voor een klein deel op de WNC40).

Conclusie

Uitgaande van de alternatieve opstelling wordt met de windturbine N80 op twee rekenpunten niet voldaan aan de WNC40. Toepassing van de "low noise operation mode" (N80') leidt ertoe dat op alle rekenpunten wordt voldaan aan de WNC40.

¹⁴ Omdat rekenpunten en woningen niet één op één met elkaar overeenkomen betekent dit dus niet dat er precies evenveel woningen met overschrijding zijn.

De overschrijding op de twee rekenpunten bij toepassing van de N80 kan worden opgelost door voor de windturbines 1 en 2 de “low noise operation mode” (N80’) toe te passen. Gebruik hiervan gaat ten koste van de opbrengst. Hoewel ervan uitgegaan is dat de “low noise operation mode” continue is ingeschakeld, zal dit hoogstwaarschijnlijk alleen gedurende de (akoestische) nachtperiode noodzakelijk zijn (van 23.00 – 7.00 uur).

Vanuit opbrengsten kan de alternatieve opstelling mogelijk geoptimaliseerd worden door het hele windpark enkele meters naar het westen te verplaatsen. Gevolg is dat de drie windturbines aan de kant van Pijnacker-Nootdorp op ongeveer de “oorspronkelijke” plaats komen en de drie windturbines aan de kant van Delft naar links worden geplaatst. Hierdoor zal mogelijk alleen nog voor windturbine 2 de “low noise operation mode” nodig zijn en niet meer voor windturbine 1. In plaats van 2 kan dan volstaan worden met 1 windturbine met “low noise operation mode”. Naar alle waarschijnlijkheid zal ook deze alleen gedurende de (akoestische) nachtperiode (23.00 – 7.00 uur) ingeschakeld moeten zijn.

6.4 Slagschaduw en veiligheid

Slagschaduw

Voor de alternatieve opstelling zal waarschijnlijk een stilstandregime opgesteld moeten worden. Waarschijnlijk zal dit gelden voor de windturbines 1 en 2. Er is voor de alternatieve opstelling geen slagschaduwberekening uitgevoerd en daarmee ook geen stilstandsschema ontwikkeld om aan de norm van de AMvB te voldoen. Gebruikelijk is om dit bij de ontwikkelaar neer te leggen: deze moet tijdens de vergunningverlening laten zien hoe aan de norm wordt voldaan.

Veiligheid

In hoofdstuk 4 is geconcludeerd dat realisatie van het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp geen significante toename van de faalkansen van de LPG-tanks en rijdende treinen op de spoorweg op oplevert. Ook de aanwezigheid van een klein aantal beperkt kwetsbare objecten tussen de $PR = 10^{-6}/\text{jr}$ en $PR = 10^{-5}/\text{jr}$ risicocontour van het windpark is toegestaan.

Ook de alternatieve opstelling kent geen significante toename van de faalkansen van de LPG-tanks en de rijdende treinen op de spoorweg, omdat de afstand van windturbines tot de LPG-tanks en de spoorweg in de alternatieve opstelling nog groter is dan in de oorspronkelijke opstelling.

Uit een quickscan blijkt dat tussen de $PR = 10^{-6}/\text{jr}$ en $PR = 10^{-5}/\text{jr}$ risicocontour bij de alternatieve opstelling geen kwetsbare, maar wel beperkt kwetsbare objecten vallen: gebouwen op het bedrijventerrein Schieoevers en op het terrein van het Waterloopkundig Laboratorium. In het ontwerp-besluit “Besluit Kwaliteitseisen Externe Veiligheid Inrichtingen Milieubeheer” staat vermeld dat beperkt kwetsbare objecten tussen de $PR = 10^{-6}/\text{jr}$ en $PR = 10^{-5}/\text{jr}$ risicocontour van een nieuwe inrichting worden toegestaan.

6.5 Landschap

Op verzoek van de gemeente Delft is de alternatieve opstelling beoordeeld qua landschap.



Figuur 6.3: Alternatieve opstelling Windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp.

Huidige opbouw van het landschap

De huidige opbouw van het landschap is beschreven in het “Milieuonderzoek t.b.v. de m.e.r.-beoordeling”. Samenvattend ziet het landschap er als volgt uit:

De locatie bevindt zich op de overgang van het stedelijk naar het landelijk gebied. Aan de zijde van de stad is van west naar oost sprake van de woonwijk Tanthof-Oost, het bedrijventerrein Schieoevers, het terrein van het Waterlooplekundig Laboratorium en het universiteitsterrein.

Aan de zuidzijde van de locatie is sprake van het veenweidelandschap van Midden-Delfland. Dit is een hoofdzakelijk open gebied. De openheid wordt afgewisseld door diverse (bebouwings)objecten, onder andere woonbebouwing en boselementen.

Aan de oostzijde van de locatie is sprake van het veenweidelandschap van de Zuidpoler van Delfgauw. Dit gebied is vergelijkbaar met Midden-Delfland, wel is het kleinschaliger van karakter.

Kenmerkend zijn verder de min of meer noord-zuid lopende grote infrastructuurelementen: de rijksweg A13, de Schie, de spoorweg Rotterdam-Delft en een hoogspanningsleiding. Rijksweg A13 drukt een groot stempel op de belevingswaarde van het gebied.

Verwachte ontwikkelingen

In het stedelijk gebied van Delft vindt ontwikkeling van de Business Campus plaats, als onderdeel van Delft University Technopolis. Hierdoor ontstaat een verdere ruimtelijke verdichting van het stedelijk gebied. De meeste gebouwen zullen niet hoger dan vier verdiepingen worden, alleen in het hart van de Business Campus is hogere bebouwing gepland.

In Midden-Delfland is de openheid van het middengebiet heilig, maar langs de randen zal de verdere groei van het Akkerdijkse Bos en het Abtswoudse Bos zorgen voor een toenemende ruimtelijke verdichting. Ook het gebied tussen Delft en Pijnacker is volop in ontwikkeling. Het middengebiet van de Zuidpolder van Delfgauw blijft open, maar langs de randen vindt verdere ruimtelijke verdichting plaats.

Invloed alternatieve opstelling

Methodiek

Windturbines hebben invloed op de beleving van het landschap. Of die invloed positief dan wel negatief wordt beoordeeld is een kwestie van smaak. Feit is dat de landschappelijke karakteristieken en kwaliteiten met windturbines kunnen worden benadrukt.

Aandachtspunten om te beoordelen of de alternatieve opstelling bijdraagt aan versterking of juist verzwakking van de kwaliteit van het landschap zijn:

- landschappelijke karakteristiek: draagt de opstelling bij aan de herkenbaarheid van het landschap?
- landschappelijke structuur: zorgt de opstelling voor een structuurversterking of doet ze juist afbreuk aan de ruimtelijke structuur van de plek?
- cultuurhistorische waarden: doet de opstelling afbreuk aan specifieke cultuurhistorische waarden of versteekt het deze juist?

Een ander aspect is de ruimtelijke kwaliteit. Dit begrip is vaak moeilijk te beschrijven, omdat het voor een deel subjectief is. Bij het beoordelen van de ruimtelijke kwaliteit van de alternatieve opstelling draait het om het beoordelen van de eigenschappen van deze opstelling die bijdragen aan de kwaliteit in de beleving van de opstelling. Over het algemeen hebben lijnopstellingen een hogere belevingswaarde dan clusters. De te beoordelen alternatieve opstelling is een lijnopstelling. De kwaliteit van dergelijke lijnen wordt onder andere bepaald door de volgende kenmerken:

- voldoende afstand tussen verschillende opstellingen;
- gelijke afstand tussen windturbines in een lijn;
- ontbreken van hiaten in een opstelling;
- strakke lijnvoering: turbines op één lijn;
- leesbaarheid: samenhang met het landschappelijk of infrastructureel element dat wordt begeleid.

Hierna worden de aandachtspunten en de kenmerken behandeld. In bijlage 8 is ter ondersteuning een tweetal visualisaties van de alternatieve opstelling opgenomen.

Landschappelijke karakteristiek

De alternatieve opstelling draagt bij aan de herkenbaarheid van het landschap, aangezien de windturbines goed aansluiten bij het technische en dynamische karakter van de Delft University Technopolis.

Landschappelijke structuur

Vanwege in ieder geval drie redenen zorgt de alternatieve opstelling voor een structuurversterking van het gebied. Ten eerste accentueert het windpark de overgang van het stedelijk naar het landelijk gebied: van een rood gebied met dichte bebouwing (zeker in de toekomst) naar een groen gebied dat voornamelijk open is. Ten tweede begeleidt een deel van de alternatieve opstelling bovenregionale infrastructuur: de windturbines aan de kant van Pijnacker-Nootdorp volgen de rijksweg A13. Tot slot begeleidt een deel van de alternatieve opstelling de oorspronkelijke verkavelingsrichting in het gebied: de windturbines aan de kant van Delft volgen de slagenverkaveling van het veenweidelandschap (kavels en sloten).

Cultuurhistorische waarden

Cultuurhistorische waarden zijn voor zover bekend niet in het geding. Gezien de redelijk tot grote kans op archeologische sporen op de locatie is het aan te bevelen om bij plaatsing een verkennend archeologisch onderzoek uit te voeren.

Voldoende afstand tussen verschillende windparken

In de omgeving van het windpark Delft-Pijnacker-Nootdorp zijn geen andere windturbines/-parken aanwezig of gepland. Hierdoor wordt voorkomen dat opstellingen ruimtelijk in elkaar overlopen, waardoor het geheel een chaotisch en onrustig beeld kan opleveren.

Gelijke afstand tussen windturbines in een lijn

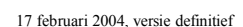
Vanuit ruimtelijke oogpunt is het gewenst om alle turbines in een opstelling te plaatsen met gelijke tussenafstanden. Hierdoor krijgt een opstelling vanuit de omgeving een rustige en logische aanblik. De alternatieve opstelling voldoet hier deels aan. De opstelling bestaat uit twee lijnen: de turbines 1 tot en met 4 vormen één lijn en de turbines 4 tot en met 6 vormen één lijn. Binnen een lijn hebben de windturbines een gelijke afstand. Vanwege geluidsredenen is de onderlinge afstand tussen de windturbines 1 tot en met 4 echter groter dan de onderlinge afstand tussen de windturbines 4 tot en met 6. Vanuit de meeste gezichtspunten zal dit niet opvallen. Alleen *precies* vanuit de gezichtspunten zoals aangeven in figuur 6.4 is het verschil in onderlinge afstanden zichtbaar.

Ontbreken van hiaten in een opstelling

Het ontbreken van hiaten in een lijn of een cluster is van groot belang als het gaat om rust in het beeld. In de alternatieve opstelling zijn geen hiaten aanwezig.

Strakke lijnvoering: turbines op één lijn

Windturbines in een opstelling dienen op één strakke lijn te worden geplaatst. De alternatieve opstelling bestaat uit twee strakke lijnen.



- 39 -

- aantal rotorbladen: in het algemeen wordt de draaiing van een turbine met drie wieken als rustiger ervaren dan de draaiing van een turbine met twee wieken;
- kleurstellingen: windturbines kunnen al dan niet met een kleur worden beschilderd. Er zijn talloze voorbeelden van gekleurde masten, rotors en rotorbladen. Met behulp van een kleurstelling kan de karakteristiek van een opstelling worden versterkt. De kleurstelling kan verwijzen naar de omgeving en specifiek zijn aangepast aan de opstelling en de landschappelijke context;
- eenheid van type: windturbines van een opstelling dienen een zo groot mogelijke eenheid te hebben. De turbines in één opstelling dienen daarom alle dezelfde ashoogte, rotordiameter, draairichting en tiphoogte van de rotorbladen te hebben. Daarom zou voor één type van masten en turbines moeten worden gekozen.

7 COLOFON

Opdrachtgever	: Gemeente Delft
Project	: Windpark Delft - Pijnacker - Nootdorp
Dossier	: V3468-62-001
Omvang rapport	: 40 pagina's
Auteur	: Martin ter Steege
Bijdrage	: Carel Cronenberg, Arjan van der Hout, Rick Huizinga, Hoi-Yee Man, Vincent Vallenduuk en Nicole Weijers (WEOM)
Projectleider	: Martin ter Steege
Projectmanager	: Wim van Lierop
Datum	: 17 februari 2004
Naam/Paraaf	:

BIJLAGE 1: REKENRESULTATEN AKOESTISCH ONDERZOEK

BIJLAGE 2: TOETSING AAN WNC40

BIJLAGE 3: TOETSING AAN WNC45

BIJLAGE 4: RISISCOBEREKENINGEN

Generieke beschouwing

Scenario's en faalfrequenties

De windturbines kunnen risico's voor personen en installaties in de omgeving van het windpark veroorzaken. In deze bijlage worden risicoberekeningen gepresenteerd die uitgaan van de volgende ongevalsscenario's:

1. Bladbreek tijdens normaal bedrijf;
2. Bladbreek tijdens noodstop;
3. Bladbreek tijdens overtoeren, waarbij de veiligheidssystemen hebben gefaald;
4. Omvallen toren;
5. Afbreken gondel/en of onderdelen.

In het "Handboek Risicozonering Windturbines" (versie 1.1, juli 2002) is een analyse uitgevoerd naar incidenten met windturbines. Deze analyse heeft geresulteerd in aanbevolen scenario's en faalfrequenties, zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Onderdeel	Aanbevolen rekenwaarde [1/jr]
Geheel blad	$8,4 \times 10^{-4}$
Nominaal toerental	$4,2 \times 10^{-4}$
Mechanisch remmen (1,25 keer nominaal toerental)	$4,2 \times 10^{-4}$
Overtoeren (2 keer nominaal toerental)	$5,0 \times 10^{-4}$
Toren	$3,2 \times 10^{-4}$
Gondel en/of rotor	$1,3 \times 10^{-4}$

Scenario's en faalfrequenties voor een generieke turbine¹⁵.

Generieke uitkomsten trefkansberekeningen

Bij het afbreken van de gondel of de gehele toren is het niet aannemelijk dat de onderdelen op een veel grotere afstand dan de hoogte van de toren in de omgeving terechtkomen. In het geval van bladbreek kunnen de bladen, als gevolg van de draaibeweging, wel op een grotere afstand in de omgeving terechtkomen. Om deze afstanden te berekenen wordt gebruik gemaakt van ballistische (werp)modellen. Hiermee kan worden vastgesteld hoe groot de kans is dat het blad een bepaald oppervlak op afstand r van de turbine treft. Hierin worden onder andere meegenomen de afmetingen van het blad, de persoon of een object. In het Handboek zijn voor een aantal generieke situaties trefkansberekeningen uitgevoerd. Daarmee wordt aangetoond dat de $PR = 10^{-6}/\text{jr}$ contour globaal overeen komt met de maximale werpafstand van een blad bij nominaal toerental. Tevens wordt aangetoond dat de $PR = 10^{-5}/\text{jr}$ contour globaal overeenkomt met de halve rotordiameter.

¹⁵ Het Handboek behandelt windturbines met een vermogen tot 2,0 MW. Er wordt niet ingegaan op windturbines met een groter vermogen. Deze beperking ligt voor de hand, omdat in het verleden nog weinig ervaring is opgedaan met windturbines groter dan 2,0 MW.

Vaststellen werpafstanden

Om de werpafstanden te kunnen vaststellen moeten de hoofdkenmerken, zoals het nominale toerental en de afmetingen, bekend zijn. De uitgangspunten staan samengevat in onderstaande tabel.

Type turbine	2,0 MW
vermogen [kW]	2500
ashoogte [m]	80
aantal bladen	3
rotor diameter [m]	80
nominaal toerental [omw/min]	17
lengte afgebroken bladdeel	40
oppervlak afgebroken bladdeel [m ²]	90

Hoofdkenmerken van de turbines.

Op basis van een ballistische (werp)model, zoals beschreven in het Handboek, zijn -bij drie verschillende toerentalen- de maximale werpafstanden bepaald:

Situatie	Toerental (omw/min)	Max werpafstand (m)
normaal bedrijf	17	135
noodstop	21	175
overtoeren	34	340

Maximale werpafstanden als functie van het toerental.

Op basis van de eerder genoemde generiek beschouwing leiden de berekende maximale werpafstanden tot de volgende contouren:

Contour	2,0 MW	Grondslag
PR = 10^{-5} /jr contour [m]	40 m	halve rotor diameter
PR = 10^{-6} /jr contour [m]	135 m	maximale werpafstand nominale toeren
PR = 10^{-8} /jr contour [m]	c.a. 175 m	rekenuitkomst ballistisch model

Ligging plaatsgebonden risico contouren: afstand tot de windturbine.

BIJLAGE 5: VERVOER GEVAARLIJKE STOFFEN SPOORWEG

Er is een kans dat een passerende trein wordt geraakt door een afgebroken blad of een omvallende turbine. Uitgaande van een windturbine op een bepaalde afstand van het spoor, moeten behalve de afmetingen van deze turbine ook de breedte van het passerende object en tevens de verblijfstijd van het passerende object bekend zijn om de trefkansen van een passerende trein te kunnen bepalen. De uitgangspunten staan samengevat in de onderstaande tabellen.

Type Turbine		2,5 MW
hoogte mast	[m]	80
diameter rotorbladen	[m]	80
lengte van blad (halve diameter)	[m]	40
faalkans mast generieke waarden	[1/yr]	$3,2 \cdot 10^{-4}$

Kenmerken passant		Goederentrein
lengte passerend object (incl. remweg)	[m]	600
snelheid passerend object	[m/s]	22,22
breedte passerend object	[m]	5

Kenmerken ligging spoor-turbine		
aantal turbines langs spoor	[-]	1
afstand van spoor naar turbine	[m]	47,85

Uitgangspunten.

Op basis van het ballistische model, zoals beschreven in het Handboek, zijn de volgende trefkansen per passage bepaald:

vermogen [MW]	Afstand [m]	Trefkans blad [1/pas.km]	Trefkans mast [1/pas.km]	Totale trefkans [1/pas.km]
2,5	47,85	$1,09 \cdot 10^{-9}$	$2,48 \cdot 10^{-10}$	$1,25 \cdot 10^{-9}$

Trefkansen per passage.

In de laatste kolom “totale trefkans” is de kans per kilometer spoor aangegeven dat een passerende trein rechtstreeks wordt getroffen door een afgebroken blad of een omgevallen turbine of dat de trein in botsing komt met een turbinedeel (blad, gondel of mast) dat op de spoorrails ligt. Niet ieder ongeval waarbij een trein in botsing komt met een turbinedeel zal leiden tot een significante lekkage. Indien een turbine-onderdeel voor de trein op de spoorrails komt zal een noodstop nodig zijn, maar dit hoeft niet altijd een beschadiging van de wagons tot gevolg te hebben. Ook indien de trein direct door een blad wordt getroffen hoeft dit niet tot lekkage te leiden. Afhankelijk van de impact belasting en de positie van het blad tijdens inslag kan het blad ook afschampen en alleen een deuk in de wagon veroorzaken.

**BIJLAGE 6: REKENRESULTATEN AKOESTISCH ONDERZOEK ALTERNATIEVE
OPSTELLING**

BIJLAGE 7: TOETSING AAN WNC40 ALTERNATIEVE OPSTELLING

BIJLAGE 8: VISUALISATIES ALTERNATIEVE OPSTELLING