

## Van 24 naar 12 varianten voor de opstelling van windturbines in de A16-zone

Aan: Projectleiding Windenergie A16-zone en Adviesbureau Bosch & Van Rijn  
Van: Bewonersplatform VOOR DE WIND West-Brabant  
Contactpersoon: Zie aan het einde van de notitie  
Datum: 16 februari 2017

### 1 Inleiding

De plaatsing van windturbines in de A16-zone zal met aanslagen gepaard gaan op het woon- en leefklimaat van de bewoners, op het landschap en de natuur. De mate, waarin de windturbines een aanslag zullen doen, is afhankelijk van de wijze, waarop zij in het landschap geplaatst zullen worden. Daartoe onderscheidt het windturbineplan zes opstellingsalternatieven. Elk opstellingsalternatief kent tenminste twee varianten.

Er zijn in totaal 24 varianten. De provincie wil niet voor elke variant een MER opstellen, maar dat tot 12 varianten beperken. De vraag stelt zich, op welke wijze 12 varianten uit de groep van 24 varianten geselecteerd moet worden. Het *Bewonersplatform VOOR DE WIND West-Brabant* volgt daartoe een methode, die het mogelijk maakt om de 24 varianten beargumenteerd tot een groep van 12 varianten terug te brengen. Het belangrijkste criterium van de methode is het aantal woningen, dat door de plaatsing van windturbines getroffen wordt. Daarnaast wordt rekening gehouden met het landschap, de natuur, de politiek, de opbrengst in kWh en het economische rendement.

*Leeswijzer.* De onderhavige notitie betreft een gecompliceerde materie. Het is daarom van belang de notitie aandachtig te lezen en er niet doorheen te racen. Wie niet geïnteresseerd is in de methode en de toepassing ervan om de 24 varianten terug te brengen tot 12 varianten, kan de paragrafen 3 (De toegepaste methode) en 4 (Selectie van 12 uit 24 varianten) overslaan. Paragraaf 2 geeft een overzicht van de opstellingsalternatieven en de bijbehorende varianten, paragraaf 5 geeft de resultaten van de exercities en paragraaf 6 bevat afsluitende opmerkingen.

### 2 Opstellingsalternatieven en varianten

De provincie heeft voor de opstelling van windturbines in de A16-zone zes opstellingsalternatieven geformuleerd:

- alternatief 1: Kralensnoer;
- alternatief 2: Korte lijnen;
- alternatief 3: Lange lijnen;
- alternatief 4: Twee poorten;
- alternatief 5: Corridor;
- alternatief 6: Knooppunten.

Op advies van de landelijke Commissie voor de MER is een alternatief 7 toegevoegd, die de opstelling van de windturbines met de minste overlast voor de bewoners weergeeft. Dit alternatief wordt op basis van de uitkomsten van de MER samengesteld.

De zes alternatieven omvatten elk twee of meer varianten.

#### Alternatief Kralensnoer:

- variant 1: Kralensnoer maximaal, lage windturbines;
- variant 2: Kralensnoer maximaal, hoge windturbines;
- variant 3: Kralensnoer, hoge windturbines opgesteld in driehoeken;
- variant 4: Kralensnoer, hoge windturbines opgesteld in carrés.

#### Alternatief Korte lijnen:

- variant 5: Korte lijnen maximaal, lage windturbines;
- variant 6: Korte lijnen maximaal, hoge windturbines;
- variant 7: Korte lijnen dwars, lage windturbines;
- variant 8: Korte lijnen dwars, hoge windturbines;
- variant 9: Korte lijnen alternerend, lage windturbines;
- variant 10: Korte lijnen alternerend, hoge windturbines;
- variant 11: Korte lijnen diagonaal ZO-NW, lage windturbines;
- variant 12: Korte lijnen diagonaal ZO-NW, hoge windturbines;
- variant 13: Korte lijnen diagonaal ZW-NO, lage windturbines;
- variant 14: Korte lijnen diagonaal ZW-NO, hoge windturbines.

#### Alternatief Lange lijnen:

- variant 15: Lange lijnen, lage windturbines;
- variant 16: Lange lijnen, hoge windturbines.<sup>1</sup>

#### Alternatief Twee poorten:

- variant 17: Twee poorten, lage windturbines;
- variant 18: Twee poorten, hoge windturbines.

#### Alternatief Corridor:

- variant 19: Corridor honingraat, lage windturbines;
- variant 20: Corridor honingraat, hoge windturbines;
- variant 21: Corridor maximaal, lage windturbines;
- variant 22: Corridor maximaal, hoge windturbines.

#### Alternatief Knooppunten:

- variant 23: Knooppunten, lage windturbines;
- variant 24: Knooppunten, hoge windturbines.

Voor de lage windturbines geldt een tiphoogte met een bandbreedte van 150-180 m en voor de hoge windturbines een bandbreedte van 180-210 m. In de visualisatie van de windturbines zijn tiphoogten van 175 en 200 m aangehouden. Deze tiphoogten vormen de grondslag voor onze analyse. De provincie zal ook berekeningen laten uitvoeren voor windturbines met een tiphoogte van 150 m. Aangezien deze windturbines bij het subsidieniveau van 2018 niet of nauwelijks rendabel zullen zijn, wordt deze tiphoogte in de onderhavige notitie buiten beschouwing gelaten.

### 3 De toegepaste methode

De Nederlandse geluidsnorm bedraagt 47 dB  $L_{den}$  gemiddeld per jaar. Deze norm biedt de bewoners te weinig bescherming, qua geluidsniveau en doordat het een gemiddelde betreft in plaats van een harde grenswaarde, die niet overschreden mag worden. Er is weliswaar een

extra geluidsnorm voor de nacht van 41 dB  $L_{den}$ , die extra bescherming lijkt te bieden, maar dat is slechts schijn, omdat de overschrijding van deze nachtnorm met een overschrijding van 47 dB  $L_{den}$  gepaard gaat.

Om *ernstige* geluidshinder en slaapverstoring te voorkomen, dient volgens het *Kennisbericht Windturbines* (2015) van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu de geluidsnorm ongeveer 40 dB  $L_{den}$  te zijn.<sup>2</sup> Wij zullen daarom in deze notitie de geluidscontour van 40 dB  $L_{den}$  gebruiken. Op basis van Nieuwenhuis & Köhl (2015) behoort hierbij een afstand van ongeveer 1250 m tussen de woningen en de windturbines met een tiphoogte van 175 m en een afstand van ongeveer 1500 m bij windturbines met een tiphoogte van 200 m. De geluidscontour van 40 dB  $L_{den}$  vertalen we op de kaarten met afstandscontouren van 1250 respectievelijk 1500 m.

Het adviesbureau Bosch & Van Rijn heeft voor elke variant het aantal woningen berekend binnen een straal van de windturbines van 500 m, tussen 500 en 750 m, en tussen 750 en 1000 m. Het aantal woningen in deze drie ringen wordt gewogen getotaliseerd, dat wil zeggen het aantal woningen binnen 500 m is een gewicht 4 toegekend, tussen 500 en 750 m een gewicht 2, en tussen 750 en 1000 m een gewicht 1.<sup>3</sup> Hiermee wordt tot uitdrukking gebracht, dat de overlast van een windturbine hoger is, naarmate de woning zich dichterbij de windturbine bevindt. De totalisering geschiedt dan als volgt: stel bijvoorbeeld, dat het aantal woningen in de binnenring 101 bedraagt, in de middenring 322 en in de buitenring 1529, dan is het gewogen totaal  $4 \times 101 + 2 \times 322 + 1 \times 1529 = 2577$ .

Op basis van Nieuwenhuis & Köhl (2015) kan de afstand van 1000 m overeen gesteld worden met een geluidscontour van ongeveer 42 dB  $L_{den}$  bij windturbines met een tiphoogte van 175 m en van ongeveer 43 dB  $L_{den}$  bij windturbines met een tiphoogte van 200 m.<sup>4</sup> Het verschil van 1 dB lijkt klein, maar een toename van 1 dB correspondeert met een toename van de geluidsenergie met  $\frac{1}{3}$ . Het verschil in geluidssituatie brengen we op dezelfde wijze als Bosch & Van Rijn tot uitdrukking door aan het aantal woningen aan de contour van 42 dB  $L_{den}$  een gewicht 1 toe te kennen en aan de contour van 43 dB  $L_{den}$  een gewicht van  $1\frac{1}{3}$ . Stel bijvoorbeeld, dat het aantal woningen aan de contour van 42 dB  $L_{den}$  2577 bedraagt en aan de contour van 43 dB  $L_{den}$  1574, dan is het gewogen aantal woningen  $1 \times 2577 = 2577$  en  $1\frac{1}{3} \times 1574 = 2099$ . Er wordt verondersteld, dat het verschil van 1 dB en daarmee de factor  $1\frac{1}{3}$  ook bij kortere afstanden dan 1000 m geldt.

Wij zouden het aantal woningen willen schatten, dat binnen de geluidscontour van 40 dB  $L_{den}$  ofwel binnen de afstandscontouren van 1250 (bij tiphoogte van 175 m) respectievelijk 1500 m (bij tiphoogte van 200 m) gelegen is. Dit is met de gegevens, die ons *nu* ter beschikking staan, niet mogelijk. Daarom zullen we ons moeten vergenoegen met het (gewogen) aantal woningen binnen een afstand van 1000 m van een windturbine volgens Bosch & Van Rijn. Dat houdt de overgang in van de geluidscontour van 40 dB  $L_{den}$  naar de geluidscontour van 42 respectievelijk 43 dB  $L_{den}$ . Hierbij dient men zich ervan bewust te zijn, dat een toename van 40 naar 43 dB  $L_{den}$  een verdubbeling van de geluidsenergie impliceert. Wel kunnen we de afstand tussen de windturbines en een *woonwijk* in de varianten vanuit het gezichtspunt van de geluidsnorm van 40 dB  $L_{den}$  beoordelen.

Teneinde de 24 varianten tot een groep van 12 varianten terug te brengen, maken we op grond van het voorgaande gebruik van:

- het gewogen aantal woningen tot een afstand van 1000 m van een windturbine volgens Bosch & Van Rijn;

- de factor  $1\frac{1}{3}$  om het aantal getroffen woningen ten gevolge van windturbines met een tiphoogte van 200 m vergelijkbaar te maken met het aantal getroffen woningen ten gevolge van windturbines met een tiphoogte van 175 m;
- de minimale afstanden van 1250 en 1500 m tussen een woonwijk en een windturbine met een tiphoogte van 175 respectievelijk 200 m op grond van de geluidsnorm van 40 dB  $L_{den}$ .

Bosch & Van Rijn hebben niet alleen het aantal woningen binnen een straal van 500, 750 en 1000 m van de windturbines berekend, maar ook het landschap, de natuur, de politiek, de opbrengst in kWh en het economische rendement indicatief beoordeeld. Van deze indicatieve beoordelingen zullen wij in onze analyse gebruik maken.

Tenslotte zij opgemerkt, dat de kwantitatieve relaties in de toegepaste methode indicatief zijn. Dit is voldoende om een robuuste rangordening van de varianten naar afnemende voorkeur te verkrijgen. Op basis van de rangordening worden de 24 varianten tot een groep van 12 varianten teruggebracht, zoals in het volgende uiteengezet zal worden.

#### 4 Selectie van 12 uit 24 varianten

De selectie van 12 uit 24 varianten is aan de nevenvoorwaarde gebonden, dat in de verzameling van 12 varianten elk van de 6 opstellingsalternatieven vertegenwoordigd is.

Varianten met hoge windtribunes worden vergeleken met varianten met lage windturbines. Daarbij wordt verondersteld, dat de technische karakteristieken van de windturbines gelijk zijn.

Het belang van de bewoners staat in de analyse voorop en daarom beginnen we met de toekenning van het gewogen aantal woningen binnen de afstandscontour van 1000 m aan elke variant. Vervolgens worden de varianten ook vanuit de gezichtspunten van het landschap, de natuur, de politiek, de opbrengst in kWh en het economische rendement beschouwd.

##### 4.1 Alternatief Kralensnoer

Het alternatief Kralensnoer omvat de volgende varianten:

- variant 1: Kralensnoer maximaal, lage windturbines: 2577 woningen;
- variant 2: Kralensnoer maximaal, hoge windturbines: 2577 woningen;
- variant 3: Kralensnoer, hoge windturbines opgesteld in driehoeken: 1574 woningen;
- variant 4: Kralensnoer, hoge windturbines opgesteld in carrés: 1464 woningen.

Varianten 2, 3 en 4 hebben alle hoge windturbines, maar in de varianten 3 en 4 worden hierdoor minder woningen getroffen dan in variant 2. Variant 1 heeft lage windturbines, maar ook hier geldt, dat het aantal getroffen woningen in de varianten 3 en 4 lager is dan in variant 1. Daar staat tegenover, dat de varianten 3 en 4 op hoge windturbines en variant 1 op lage windturbines betrekking heeft. In verband hiermee bedraagt het gewogen aantal woningen in variant 1  $1 \times 2577 = 2577$ , in variant 3  $1\frac{1}{3} \times 1574 = 2099$  en in variant 4  $1\frac{1}{3} \times 1464 = 1952$ . *Vanuit dit gezichtspunt verdient variant 4 de voorkeur boven variant 3 en variant 3 de voorkeur boven variant 1. Aangezien variant 1 met lage windturbines en variant 2 met hoge windturbines hetzelfde aantal getroffen woningen kent, verdient variant 1 de voorkeur boven variant 2.*

In de varianten 1 en 2 leidt de beperkte afstand tussen de windturbines tot interferentie in de beleving. De kans daarop in de varianten 3 en 4 is gering. *Vanuit het gezichtspunt van het landschap verdienen de varianten 3 en 4 daarom de voorkeur boven de varianten 1 en 2.*

Alle varianten tasten de natuurgebieden Hollands Diep en het Markdal aan, maar bij variant 3 komt daar nog het natuurgebied Trippelenberg bij en bij variant 4 het natuurgebied Mastbos. Variant 3 heeft bovendien het bezwaar, dat de afstanden tussen de windturbines bij de Trippelenberg en de woonwijken Princenhage en Effen onvoldoende zijn om aan de geluidsnorm van 40 L<sub>den</sub> te voldoen. *Vanuit het gezichtspunt van de natuur verdienen de varianten 1 en 2 de voorkeur boven de varianten 3 en 4. Bovendien verdient variant 4 de voorkeur boven variant 3 wegens de afstanden tot woonwijken.*

Alle varianten hebben het politieke bezwaar, dat er windturbines in de Klaverpolder komen te staan, hetgeen de gemeente Moerdijk heeft afgewezen. Dit moet echter gerelativeerd worden, doordat de windturbines in het oostelijke deel van de Klaverpolder gepland zijn en met name tussen de autosnelweg en de spoorweg. Van groter belang is, of de afstand tussen de windturbines en de eerste woningen van de woonkern Moerdijk voldoende groot is om aan de geluidsnorm van 40 dB L<sub>den</sub> te voldoen. Dat is inderdaad niet het geval en dat geldt in versterkte mate voor variant 2. Variant 2 leidt ook tot een onvoldoende afstand tot de woonkern Langeweg.

Alle varianten scoren gelijk op het gezichtspunt van de opbrengst in kWh. Het economische rendement is in de varianten 1 en 2 iets gunstiger dan in de varianten 3 en 4; variant 3 is in dit opzicht iets gunstiger dan variant 4.

*Het geheel overziend en het bewonersbelang het zwaarst wegend, is de volgorde van afnemende voorkeur: variant 4, variant 3, variant 1 en tenslotte variant 2.*

## **4.2 Alternatief Korte lijnen**

Het alternatief Korte lijnen omvat de volgende varianten:

- variant 5: Korte lijnen maximaal, lage windturbines: 2264 woningen;
- variant 6: Korte lijnen maximaal, hoge windturbines: 2264 woningen;
- variant 7: Korte lijnen dwars, lage windturbines: 2264 woningen;
- variant 8: Korte lijnen dwars, hoge windturbines: 2264 woningen;
- variant 9: Korte lijnen alternerend, lage windturbines: 2264 woningen;
- variant 10: Korte lijnen alternerend, hoge windturbines: 2264 woningen;
- variant 11: Korte lijnen diagonaal ZO-NW, lage windturbines: 2264 woningen;
- variant 12: Korte lijnen diagonaal ZO-NW, hoge windturbines: 2264 woningen;
- variant 13: Korte lijnen diagonaal ZW-NO, lage windturbines: 2264 woningen;
- variant 14: Korte lijnen diagonaal ZW-NO, hoge windturbines: 2158 woningen.

In alle varianten bedraagt het aantal getroffen woningen 2264, met uitzondering van variant 14, waarin 2158 woningen worden getroffen. De varianten 7, 8 en 11-14 hebben het politieke probleem, dat ze deels buiten de 1 km-zone liggen en zich ook in de Klaverpolder bevinden, wat de gemeente Moerdijk ongewenst acht. Bovendien doen de lijnen in al deze varianten vanuit een landschappelijk gezichtspunt afbreuk aan de autonome ligging van de A16. Daar komt nog bij, dat in de varianten 7 en 8 de kans bestaat op interferentie van de windturbines in de beleving vanaf de omgeving en dat de richting van de lijnen in de varianten 11-14 niet

aansluit op het verkavelingspatroon van het landschap. Om al deze redenen worden de varianten 7, 8 en 11-14 niet geselecteerd voor de groep van 12 varianten.

De resterende varianten 5, 6, 9 en 10 kennen, zoals reeds is opgemerkt, hetzelfde aantal getroffen woningen. Houdt men rekening met de lage windturbines in de varianten 5 en 9 en de hoge windturbines in de variant 6 en 10, dan bedraagt het gewogen aantal woningen in de varianten 5 en 9  $1 \times 2264 = 2264$  en in de varianten variant 6 en 10  $1\frac{1}{3} \times 2264 = 3019$ . *Op grond hiervan verdienen de varianten 5 en 9 de voorkeur boven de varianten 6 en 10.*

De varianten 5, 9 en 10 voldoen aan de geluidsnorm van 40 dB  $L_{den}$ , voor wat betreft de afstand tussen de windturbines en de woonkern Moerdijk, terwijl dat bij variant 6 maar ten dele het geval is. *Op grond hiervan verdienen de varianten 5, 9 en 10 de voorkeur boven variant 6.* Alle vier varianten hebben het bezwaar, dat de afstanden tussen de windturbines bij de Trippelenberg en de woonwijken Effen en Princenhage onvoldoende zijn om aan de geluidsnorm van 40  $L_{den}$  te voldoen. Ook is de afstand tot de woonkern Langeweg onvoldoende.

Vanuit een landschappelijk gezichtspunt zijn de richtingen van de lijnen in alle vier varianten als een toevoeging aan de autonome ligging van de A16 te beschouwen, zij het dat bij de varianten 9 en 10 toch enkele lijnen hiervan afwijken. Bij de varianten 5 en 6 bestaat interferentie met de windturbines ten noorden van Etten-Leur. De opbrengst in kWh in de varianten 5, 6 en 9 is goed en in variant 10 zeer goed.

*Het geheel overziend en het bewonersbelang het zwaarst wegend, is de volgorde van afnemende voorkeur: varianten 5 en 9 ex aequo, variant 10 en tenslotte variant 6.*

### 4.3 Alternatief Lange lijnen

Het alternatief Lange lijnen omvat de volgende varianten:

- variant 15: Lange lijnen, lage windturbines: 1011 woningen;
- variant 16: Lange lijnen, hoge windturbines: 1011 woningen.

In de varianten 15 en 16 worden hetzelfde aantal woningen getroffen. Houdt men rekening met de lage winturbines in variant 15 en met de hoge windturbines in variant 16, dan is het gewogen aantal woningen in variant 15 lager dan in variant 16. Op de overige aspecten scoren de twee varianten gelijk. *Op grond hiervan verdient variant 15 de voorkeur boven de variant 16. Daar komt nog bij, dat variant 15 aan de geluidsnorm van 40 dB  $L_{den}$  voldoet, voor wat betreft de afstand tussen de windturbines en de woonkern Moerdijk, terwijl dat bij variant 16 niet het geval is. Overigens leiden beide varianten tot een onvoldoende afstand tot de woonkern Langeweg.*

### 4.4 Alternatief Twee poorten

Het alternatief Twee poorten omvat de volgende varianten:

- variant 17: Twee poorten, lage windturbines: 1011 woningen;
- variant 18: Twee poorten, hoge windturbines: 1011 woningen.

Het aantal getroffen woningen in de varianten 17 en 18 is gelijk aan dat in de varianten 15 en 16. Op de overige aspecten scoren de twee varianten gelijk. *De conclusie is dus, dat variant*

*17 de voorkeur verdient boven variant 18. Overigens voldoen beide varianten niet aan de geluidsnorm van 40 dB L<sub>den</sub>, voor wat betreft de afstand tussen de windturbines en de woonkern Moerdijk.*

#### **4.5 Alternatief Corridor**

Het alternatief Corridor omvat de volgende varianten:

- variant 19: Corridor honingraat, lage windturbines: 1295 woningen;
- variant 20: Corridor honingraat, hoge windturbines: 1295 woningen;
- variant 21: Corridor maximaal, lage windturbines: 1187 woningen;
- variant 22: Corridor maximaal, hoge windturbines: 1239 woningen.

De varianten 19 en 20 hebben een geringe opbrengst in kWh, zodat ze niet geselecteerd worden voor de groep van 12 varianten.

In variant 21 worden minder woningen getroffen dan in variant 22. Dit geldt temeer, indien men rekening houdt met de lage windturbines in variant 21 en de hoge windturbines in variant 22. *Op grond hiervan verdient variant 21 de voorkeur boven variant 22.* Overigens voldoen beide varianten niet aan de geluidsnorm van 40 dB L<sub>den</sub>, voor wat betreft de afstanden tussen de windturbines en de woonkernen Moerdijk, Zevenbergschen Hoek en Langeweg.

De opbrengst in kWh is in variant 21 lager dan in variant 22. Daar staat tegenover een iets hoger economisch rendement in variant 21. Op de overige aspecten scoren ze gelijk. Strepen we de lagere opbrengst in kWh en het hogere economische rendement tegen elkaar weg, dan resteert het verschil in getroffen woningen. *Op grond hiervan blijft de conclusie, dat variant 21 de voorkeur verdient boven variant 22.*

#### **4.6 Alternatief Knooppunten**

Het alternatief Knooppunten omvat de volgende varianten:

- variant 23: Knooppunten, lage windturbines: 4704 woningen;
- variant 24: Knooppunten, hoge windturbines: 3969 woningen.

Variante 23 met lage windturbines kent meer getroffen woningen dan variant 24 met hoge windturbines. Houdt men rekening met de lage windturbines in variant 23 en met de hoge windturbines in variant 24, dan bedraagt het gewogen aantal woningen in variant 23  $1 \times 4707 = 4707$  en in variant 24  $1\frac{1}{3} \times 3969 = 5292$ . *Op grond hiervan verdient variant 23 de voorkeur boven variant 24.* Overigens voldoen beide varianten niet aan de geluidsnorm van 40 dB L<sub>den</sub>, voor wat betreft de afstand tussen de windturbines en de woonkernen Moerdijk en Langeweg alsmede de woonwijk Princenhage.

De opbrengst in kWh is in variant 23 lager dan in variant 24. Daar staat tegenover een hoger economisch rendement in variant 23. Op de overige aspecten scoren ze gelijk. Strepen we de lagere opbrengst in kWh en het hogere economische rendement tegen elkaar weg, dan resteert het verschil in getroffen woningen. *Op grond hiervan blijft de conclusie, dat variant 23 de voorkeur verdient boven variant 24, van kracht.*

### **5 Resultaten**

De resultaten van de exercities in paragraaf 4 worden in onderstaande tabel samengevat.

## Varianten per opstellingsalternatief naar voorkeur

Alternatief	1 <sup>e</sup> voorkeur	2 <sup>e</sup> voorkeur	3 <sup>e</sup> voorkeur	4 <sup>e</sup> voorkeur
Kralensnoer	4	3	1	2
Korte lijnen	5 en 9	10	6	
Lange lijnen	15	16		
Twee poorten	17	18		
Corridor	21	22		
Knooppunten	23	24		

In de tabel ontbreken de varianten 7, 8, 11 – 14, 19 en 20, want deze zijn na een beschouwing van hun ongunstige karakteristieken buiten de selectie geplaatst. De rangorde naar afnemende voorkeur geldt *uitsluitend per alternatief*. Uit de tabel blijkt bijvoorbeeld, dat met betrekking tot het alternatief Kralensnoer variant 4 de voorkeur verdient boven variant 3. Er volgt niet uit de tabel, dat variant 4 van het alternatief Kralensnoer de voorkeur verdient boven variant 10 van het alternatief Korte lijnen.

Met behulp van de tabel kunnen de 24 varianten tot 12 varianten worden teruggebracht, met als nevenvoorwaarde dat in de groep van 12 varianten elk van de 6 alternatieven vertegenwoordigd is.

De 24 varianten worden teruggebracht door:

- de varianten van de eerste voorkeur te selecteren, namelijk de varianten 4, 5, 9, 15, 17, 21 en 23 met als resultaat 7 varianten;
- de varianten van de eerste en tweede voorkeur te selecteren, namelijk de varianten 3, 4, 5, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23 en 24 met als resultaat 13 varianten; dat is één variant teveel.

De groep van 13 varianten dient met 1 variant verminderd te worden. Variant 24 is de variant met verreweg het hoogste (gewogen) aantal getroffen woningen (zie subparagraaf 4.6). Door deze te verwijderen verkrijgt men een groep van 12 varianten: 3, 4, 5, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 21, 22 en 23.

## 6 Afsluitende opmerkingen

De terminologie van de varianten van de eerste, tweede, derde en vierde voorkeur zou de illusie kunnen wekken, dat het gaat om positieve ingrepen in het woon- en leefklimaat van de bewoners, in het landschap en de natuur. Het tegendeel is waar: de varianten betreffen aanslagen op het woon- en leefklimaat van de bewoners, op het landschap en de natuur ten gevolge van de plaatsing van windturbines. De varianten verschillen echter in de mate, waarin zij een aanslag doen. Daarin schuilt het belang om op een gefundeerde grondslag de 24 varianten tot 12 varianten terug te brengen.

Het Bewonersplatform bepleit het respecteren van minimale afstanden tussen de woningen en de windturbines op basis van de geluidsnormen, zoals ze in de windenergielanden Duitsland en Denemarken gelden. Uitgaande van een lijnopstelling van vijf windturbines met een tiphoogte van 150 m in een matig bebouwde omgeving, is de afstand volgens Nieuwenhuizen & Köhl (2015) minimaal ongeveer 1000 m. Toepassing van de geluidsnorm van het dichter dan Nederland bevolkte Vlaanderen leidt tot een minimale afstand van ongeveer 850 m. Is de tiphoogte van de windturbines 200 m, dan is de minimale afstand ongeveer 1500



respectievelijk 1275 m. In paragraaf 4 is de minimale afstand beschouwd tussen de woonkernen en de windturbines op basis van de geluidsnorm van 40 dB  $L_{den}$  (in plaats van de officiële geluidsnorm van 47 dB  $L_{den}$ ), die volgens het *Kennisbericht Windturbines* (2015) van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu ernstige geluidshinder en slaapverstoring voorkomt.

## Noten

<sup>1</sup> Indien de varianten enkel verschillen in de hoogte van de windturbines, noemen Bosch & Van Rijn eerst de variant met de lage windturbines en dan de variant met de hoge windturbines. Er is echter één uitzondering, namelijk variant 15 met hoge windturbines en variant 16 met lage windturbines. Gemakshalve hebben we deze volgorde omgedraaid.

<sup>2</sup> Met een geluidsnorm van 40 dB  $L_{den}$  zou Nederland in de buurt van de nog iets lagere geluidsnormen van de windenergielanden Denemarken en Duitsland en het dichter bevolkte Vlaanderen terecht komen. In tegenstelling tot Nederland hanteren deze landen geluidsnormen als harde grenswaarden, die niet overschreden mogen worden.

<sup>3</sup> Volgens Bosch & Van Rijn zijn de gewichten van 4, 2 en 1 niet kwantitatief onderbouwd, maar ze zijn als “*best guess*” te beschouwen. Een berekening op basis van geluidsniveaus en afstanden zou dit kunnen onderbouwen.

<sup>4</sup> Dit is een *technische noot* bij figuur 3 in Nieuwenhuizen en Köhl (2015), p. 338, waarvan in deze notitie gebruik is gemaakt. De daarin weergegeven curve voor Nederland heeft betrekking op een lijnopstelling van vijf windturbines met een hoogte van 148 m en een rotor met een diameter van 48 m. Deze curve gebruiken wij als benadering voor opstelling van windturbines in de 24 varianten, zij het dat we de hoogte ervan variëren.

We beginnen met een windturbine met een ashoogte van 100 m (tiphoogte 150 m). De licht gebogen curve in figuur 3 geeft het verband weer tussen de afstand in m (variabele  $x$ ) enerzijds en de geluidsnorm minus het feitelijke geluidsniveau in dB (variabele  $y$ ) anderzijds. Indien het feitelijke geluidsniveau gelijk is aan de geluidsnorm van 47 dB, is  $y = 47 - 47 = 0$ , waaruit volgt  $x = 400$ . De afstand bedraagt dus 400 m. Dit komt overeen met de vuistregel, dat de minimale afstand bij de geluidsnorm van 47 dB 4 x de ashoogte is, dus  $4 \times 100 = 400$  m. Indien het feitelijke geluidsniveau 40 dB is, is volgens figuur 3  $y = 47 - 40 = 7$ , waaruit volgt  $x = 1000$ . De afstand bedraagt dus 1000 m.

Beschouwen we nu een windturbine met een ashoogte van 150 m (tiphoogte 200 m). Volgens de vuistregel bedraagt de minimale afstand bij de geluidsnorm van 47 dB  $4 \times 150$  m = 600 m. Dat is een factor  $1\frac{1}{2}$  ten opzichte van een windturbine met een ashoogte van 100 m. Indien het feitelijke geluidsniveau 40 dB is, bedraagt de afstand *bij benadering*  $1\frac{1}{2} \times 1000$  m = 1500 m. Bosch & Van Rijn bepalen het (gewogen) aantal woningen binnen een straal van 1000 m van een windturbine. Dus  $x = 1000$  en aangezien de curve op een ashoogte van 100 m is gebaseerd, wordt de vuistregel in omgekeerde richting toegepast ofwel  $1000 : 1\frac{1}{2} = 700$  (afgerond). Uit figuur 3 volgt  $y = 4$  ofwel het feitelijke geluidsniveau is  $47 - 4 = 43$  dB.

Beschouwen we nu een windturbine met een ashoogte van 125 m (tiphoogte 175 m). Volgens de vuistregel bedraagt de minimale afstand bij de geluidsnorm van 47 dB  $4 \times 125$  m = 500 m. Dat is een factor  $1\frac{1}{4}$  ten opzichte van een windturbine met een ashoogte van 100 m. Indien het feitelijke geluidsniveau 40 dB is, bedraagt de afstand *bij benadering*  $1\frac{1}{4} \times 1000$  m = 1250 m. Bosch & Van Rijn bepalen het (gewogen) aantal woningen binnen een straal van 1000 m van een windturbine. Dus  $x = 1000$  en aangezien de curve op een ashoogte van 100 m

is gebaseerd, wordt de vuistregel in omgekeerde richting toegepast ofwel  $1000 : 1\frac{1}{4} = 800$ .  
Uit figuur 3 volgt  $y = 5$  ofwel het feitelijke geluidsniveau is  $47 - 5 = 42$  dB.

### **Referenties**

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2015), *Kennisbericht Windturbines*, p. 8.  
Nieuwenhuizen, E. & M. Köhl (2015), Differences in noise regulations for wind turbines in four European countries, *International EuroNoise 2015 Conference*, Maastricht, pp. 333-338.

### **Contactpersoon**

Floris van de Vooren  
Dr. F.W.C.J. van de Vooren  
Oude Rijsbergsebaan 4  
4838 BJ Breda  
Tel. 076-513 92 97  
e-mail: [fwcjvandevooren@planet.nl](mailto:fwcjvandevooren@planet.nl)