

## MEMO

Onderwerp: Effect van bebouwing op grotere afstand op de molenbiotoop van molen De Hoop in Harderwijk

Deze memo geeft een nadere toelichting op de te verwachten invloed van obstakels uit het plangebied De Eilanden op molen De Hoop. Dit plangebied en mogelijke toekomstige obstakels liggen op meer dan 400 meter afstand van de molen.

Het bepalen van effecten van veranderingen in de molenbiotoop, waaronder nieuwe bebouwing, is geen exacte wetenschap. Analyses en methoden om effecten van veranderingen op de molenbiotoop te bepalen zijn versimpelde weergaves of benaderingen van de werkelijkheid. In de volgende paragrafen wordt ingegaan op een aantal verklaringen waardoor redelijkerwijs kan worden gesteld dat de effecten van nieuwe hoge bebouwing op grote afstand van de molen (zeg meer dan 400 meter) van geen of zeer geringe invloed zullen zijn op het windaanbod bij de molen. Kernvragen daarbij zijn:

- 1) Hoe vaak treedt het effect van windbelemmering op?
- 2) Wat is het effect van aanwezige obstakels?

*In het kader van dit onderzoek is het aardig te wijzen op het zogenaamde "butterfly effect". Het vlindereffect is een term om een aantal chaotische fenomenen te omschrijven. De naam is gebaseerd op een metafoor die in 1961 werd gebruikt door wiskundige en meteoroloog Edward Lorenz om aan te geven dat de vleugels van een vlinder in Brazilië maanden later een tornado in Texas zouden kunnen veroorzaken. De les hieruit is dat kleine veranderingen onvermoede gevolgen kunnen hebben.*

### **De molenbiotoop en de biotoopformule**

In de Gelderse molenverordening wordt gebruik gemaakt van de biotoopformule zoals door de Hollandsche Molen is ontwikkeld en aanbevolen om windhinder rond molens te beoordelen. De molenbiotoopformule is ooit bepaald om de maximaal toelaatbare obstakelhoogte in de nabijheid van de molen (tot circa 400 à 500 meter) te bepalen. Deze biotoopformule is echter ook toe te passen op grotere afstanden van de molen. Wat de waarde is van het toepassen van de biotoopformule op grotere afstanden van de molen is onduidelijk. Bij het opstellen van de biotoopformule zijn geen uitspraken gedaan over het toepassingsgebied van de formule. De illustraties in

het onderzoeksrapport lopen over het algemeen door tot maximaal 500 meter van de molen. Een andere gebruikte benadering die ook gebruikt wordt is de 1:30 regel in bebouwd gebied (en de 1:100 regel in het landelijk gebied). Iedere dertig meter vanaf de molen mag 1 meter hoger gebouwd worden, waarbij de eerste 100 meter vrij gehouden moet worden ten opzichte van het niveau van de onderste punt van de verticale wijk. De laatste jaren is 400 meter de gangbare afstand gebleken waartoe de molenbiotoop beperkt blijft. Veel molenbeschermingszones in bestemmingsplannen gaan uit van deze 400 meter. Ook de Hollandsche Molen hanteert de 400 meter grens als uiterste begrenzing van de molenbiotoop.

### **Situatieschets De Eilanden**

Op meer dan 400 meter van molen De Hoop ligt het plangebied De Eilanden met daarin plannen voor nieuwbouw van woonbebouwing. Figuur 1 geeft een overzicht van het plangebied. De reguliere bouwhoogtes van de deelgebieden variëren van 12 tot 18 meter. In het plan staan ook drie hogere torens gepland binnen de deelgebieden L, O en R.

In onderstaande tabel zijn de bouwhoogtes uitgezet tegen toelaatbare hoogtes volgens de biotoopformule uit de Gelderse Molenverordening en de 1:30 regel. Hiervoor is uitgegaan van de kleinste afstand van een deelgebied tot de molen. Voor de biotoopformule is een n waarde van 50 gebruikt (gesloten gebied) (dit houdt in dat voor de berekeningen een '1:50-regel' is gehanteerd).

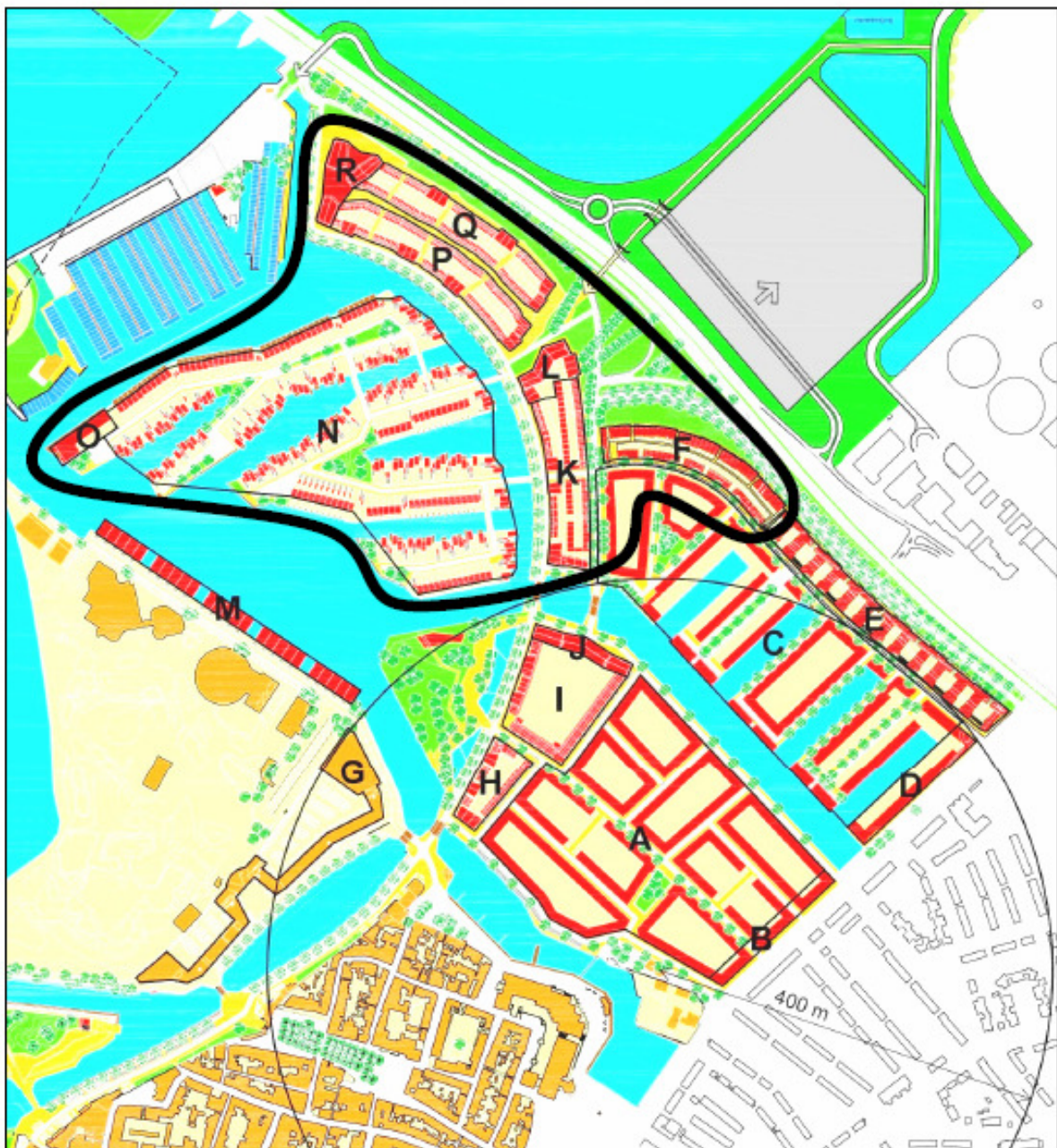
deel-gebied	maai- veld (m)	bouw- hoogte (m)	totale bouwhoogte (m t.o.v. NAP)	kleinste afstand (m)	toelaatbare hoogte biotoopformule (m)	overschrijding biotoopnorm (m)	toelaatbare hoogte 1:30 (m t.o.v. NAP)	overschrijding 1:30 (m)
F	1,5	15	16,5	460	14,06	2,44	26,43	-9,93
K	1,5	15	16,5	410	13,06	3,44	24,77	-8,27
L	1,5	35	36,5	590	16,66	19,84	30,77	5,73
N	1,5	12	13,5	430	13,46	0,04	25,43	-11,93
O	1,5	45	46,5	780	20,46	26,04	37,10	9,40
P	1,5	15	16,5	650	17,86	-1,36	32,77	-16,27
Q	1,5	18	19,5	680	18,46	1,04	33,77	-14,27
R	1,5	45	46,5	830	21,46	25,04	38,77	7,73

Grofweg kan geconcludeerd worden dat de gewenste bouwhoogtes in het plangebied De Eilanden redelijk in de pas lopen met de maximale bouwhoogtes die met de biotoopformule (of de 1:30 regel) te bepalen zijn, uitgezonderd de hoge bebouwingen (torens) in de deelgebieden L, O en R (rood gearceerd). In de volgende paragrafen zal nader worden ingegaan op het mogelijke effect van deze hoge bebouwing op molen De Hoop.

### bebouwingshoogten in plangebied De Eilanden

plangebied De Eilanden	bebouwingshoogten in plangebied De Eilanden
F	15
K	15
L	35
N	12
O	45
P	15
Q	18
R	45

 = plangebied De Eilanden

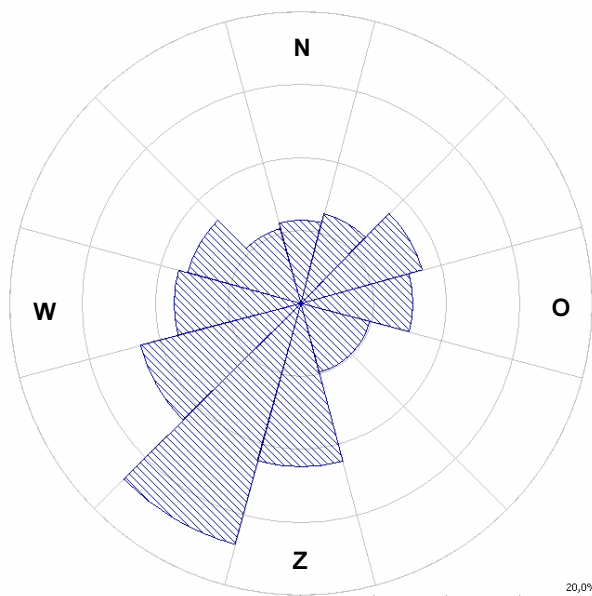


Figuur 1

## Windaanbod in de tijd

### Windaanbod per windrichting

Binnen de meteorologie wordt in het geval van windonderzoek vaak een indeling in 12 sectoren aangehouden. In Nederland waait het hoofdzakelijk uit de richtingen West tot Zuid. De deelgebieden uit het plangebied De Eilanden zijn te vinden in Noordelijke en Noord-noordwestelijke richting. Uit onderstaande grafiek en tabel is af te leiden dat het in 5,7% en 5,4% van de tijd uit deze richting waait. Dit betekent dat in maar 11,1 % van de totale tijd de wind uit de richting van de nieuwe te bouwen torens zal komen. De windrichtingen met het grootste windaanbod ondervinden geen hinder van de ontwikkelingen in het plangebied de Eilanden.



sector	richting	frequentie (%)
1	N	5,7
2	NNO	6,3
3	ONO	8,6
4	O	7,7
5	OZO	4,9
6	ZZO	4,9
7	Z	11,2
8	ZZW	17,1
9	WZW	11,4
10	W	8,7
11	WNW	8,1
12	NNW	5,4

### Conclusie

Op basis van de heersende windrichtingen zou er in 11,1% van de tijd mogelijk een effect van bebouwing in het plangebied De Eilanden merkbaar kunnen zijn als er met de molen gedraaid wordt. Dit effect wil overigens niet zeggen dat er op deze dagen dan niet meer met de molen te werken is. Er zou hoogstens enige windreductie op kunnen treden, indien het effect van de obstakels bij de molen al merkbaar zou zijn. In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de grootte van het te verwachten effect.

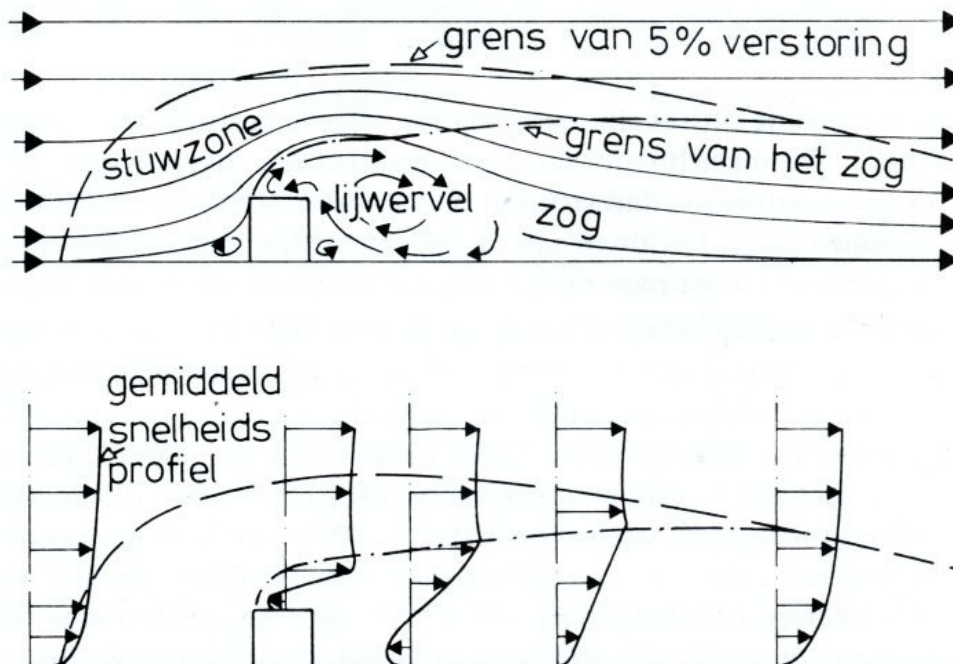
## Effect van een obstakel

### Wind nabij de grond

Wind is lucht in beweging. Nabij de grond speelt de wrijvingskracht van het aardoppervlak in op deze lucht. Door deze wrijvingskracht zal de snelheid van de wind afnemen naarmate je dichterbij het aardoppervlak komt. De wrijvingskracht wordt bepaald door de ruwheid van het oppervlak waarover de lucht stroomt. Afhankelijk van de hoogte van elementen op het aardoppervlak en de onderlinge tussenruimtes kan een ruwheidslengte worden bepaald. Deze terreinruwheid is in feite een optelsom van allerlei losse obstakels. De inschatting van de ruwheid uit een optelsom van obstakels met hun effect is tot mislukken gedoemd omdat het onbegonnen werk is om te beslissen welke obstakels nog geheel of gedeeltelijk moeten worden meegerekend, aangenomen dat we weten hoe ze mee te rekenen. In onderstaande paragrafen wordt ingegaan op de theoretische invloed van een obstakel op de windsnelheid.

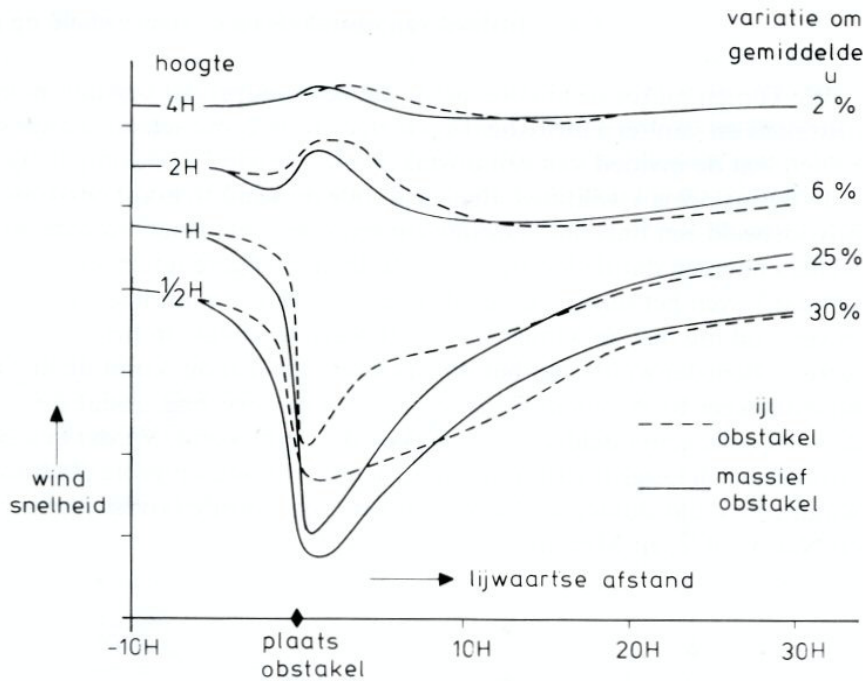
### Effect in verticale richting

Na een obstakel kan de wind zich herstellen. Na dit herstel komt de windsnelheid op diverse hoogtes weer overeen met het windprofiel voor het obstakel. Er is uitgebreid onderzoek gedaan naar het effect van obstakels op het windprofiel. Hiervoor is een obstakel (muur) geplaatst over de volledige breedte van een onderzoeksomgeving. In figuur 2 is schematisch het effect van dit obstakel op de wind en windsnelheid te zien



Figuur 2

Een kwantitatieve beschrijving van de obstakeffecten op de wind is te zien in figuur 3. De obstakelwerking op de gemiddelde windsnelheid wordt hier beschreven voor verschillende hoogten op verschillende afstanden achter het obstakel.



**Figuur 3**

De sterkste invloed van het obstakel treedt op binnen 10H tot 15H (in het geval van een molen is H de hoogte van het obstakel boven de hoogte van de stelling). Het directe invloedsgebied van obstakel (het zogebied) is tweemaal zo hoog als het obstakel en reikt ongeveer tot een afstand van  $x = 12H$ . Op grotere hoogten is alleen een restant afremming van de gemiddelde stroming waar te nemen, en aan de grond is op een afstand van  $x \sim 30H$  de zog-invloed vrijwel uitgewerkt. Op 30H heeft de wind bijna zijn volledige snelheid weer terug gekregen.

Om bovengenoemd effect voor molen de Hoop te berekenen zijn de hoogtes van de torens boven het niveau van de stelling (waar de wieken draaien) en de bijbehorende 30H en 12 H afstanden afgezet tegen de werkelijk afstand van de molen tot het obstakel. Te concluderen valt dat niet nog niet het gehele effect van een obstakel is uitgewerkt. Daarvoor zouden de torens op 1017 meter van de molen moeten staan is uitgewerkt. De ergste turbulentie is wel verdwenen aangezien de afstand van de obstakels veel groter is dan 12 H. Hoe groot het effect werkelijk is, is onduidelijk. In deze methodiek wordt ervan uitgegaan dat de obstakels een 'muur' vormen over de volledige breedte van de windaanvoer voor de molen.

deelgebied	hoogte boven stelling (m)	afstand (m)	30H (m)	12H (m)
L	23,9	590	717	286,8
O	33,9	780	1017	406,8
R	33,9	830	1017	406,8

## Effect in Horizontale richting

Hetzelfde effect dat geldt voor een obstakel in verticale richting is ook van toepassing in horizontale richting. De wind kan langs een obstakel met een bepaalde breedte waaien waarbij ook na verloop van tijd herstel optreedt. Het effect van een obstakel zal ook in horizontale richting (rond een obstakel) gecompenseerd worden. Bijzonder in het geval is dat de wind in het horizontale vlak aan twee kanten rond het obstakel stromen en daardoor 2x zo snel gecompenseerd worden.

De bouwvlakken/deelgebieden waar de hoge torenbebouwing hebben een dimensie van 60 meter. De werkelijke breedte van de torens varieert tussen 25 en 60 meter. Uitgaande van herstel afstanden van 15B en 6B zijn deze afstanden ten opzichte van de werkelijke afstand van het deelgebied tot de molen uitgezet in onderstaande tabel. Turbulentie zal na 6B dus 150 meter (bij O) en 360 meter (bij L en R) zijn verdwenen. Na 15B ofwel 375 meter (bij O) en 900 meter (bij L en R) heeft het obstakel geen noemenswaardige invloed meer. Torens staan op beduidend grotere afstanden in het geval van 6B. Toren O staat zelfs op een grotere afstand in het geval van de 15B afstand. Toren R staat op ongeveer op de 15B afstand en toren L staat binnen de 15B afstand.

deelgebied	breedte gebouw (m)	afstand (m)	15B (m)	6B (m)
L	60	590	900	360
O	25	780	375	150
R	60	830	900	360

## Conclusie

Het theoretische effect van obstakels in zowel verticale als horizontale richting kan samengevoegd worden tot een gecombineerd effect. In de praktijk zal het werkelijk effect van een obstakel nog verminderd worden doordat er sprake is van minder obstakelwerking dan de hiervoor geschetste theoretische onderzoek.

Daarbij kan worden opgemerkt dat door "natuurlijke" ruwheden in de omgeving van de molen (bebouwing en beplanting) de menging in de onderste luchtlagen groot zal zijn waardoor het "oorspronkelijke" windprofiel (met de bijbehorende windsnelheid) sneller zal herstellen.

Het theoretische maximale effect van een obstakel in het geval van het plangebied De Eilanden zal ergens tussen de theoretische beïnvloeding in zowel verticale als horizontale richting liggen. In onderstaande tabel is deze gecombineerde waarde van het effect van een obstakel weergegeven door het gemiddelde te nemen tussen de herstelafstand in horizontale richting en in verticale richting.

deelgebied	Afstand (m)	30H (m)	15B (m)	gemiddelde 30H en 15B (m)	12H (m)	6B (m)	gemiddelde 12H en 6B (m)
L	590	717	900	808,5	286,8	360	314,4
O	780	1017	375	696	406,8	150	278,4
R	830	1017	900	958,5	406,8	360	383,4



Uit de combinatie is te zien dat de theoretische invloed van het obstakel op de afstanden van de molen naar alle verwachting wel zal zijn uitgewerkt. Mogelijk is er in geval van toren L nog enig effect te merken bij de molen.

NB Hierbij wordt aangetekend dat op grond van windtunnelstudies de vuistregel wordt gehanteerd dat effecten van obstakels in het algemeen zijn uitgedoofd op een afstand van  $6H$  à  $8H$ . Als daarvan wordt uitgegaan dan vormen de gebouwen in het gebied De Eilanden in het geheel geen belemmering voor molen De Hoop.

### ***Eindconclusie***

Allereerst is het mogelijk effect van ontwikkelingen in het plangebied De Eilanden maar in 11, 1% van de tijd van invloed, omdat dan wind uit deze windrichtingen komt. Daarnaast zal de theoretische invloed van obstakels in het plangebied op het windaanbod bij de molen nihil zijn. Daarbij zijn er in de praktijk nog allerlei omstandigheden te benoemen waardoor deze theoretische effecten van de obstakels nog verder gereduceerd zullen worden. Dit bij elkaar genomen zorgt er voor dat het effect van ontwikkelingen in het plangebied De Eilanden verwaarloosbaar zal zijn voor het functioneren van de molen. Mochten de obstakels in het plangebied De Eilanden al enige invloed hebben dan zal dit er zeker niet toe leiden dat de molen niet meer op adequate wijze kan functioneren. Voor het functioneren van de molen is het van meer belang dat de molenbiotoop op korte afstand van de molen zo min mogelijk wordt belemmerd.