



# Deskundig oordeel Molenbiotoop

## Buitenmolen Zevenaar

Zevenaar

P49724887e106

5 December 2025

Revisie 6

<b>Project</b>	<b>Buitenmolen Zevenaar</b>
Locatie	Zevenaar
<b>Onderwerp</b>	<b>Deskundig oordeel Molenbiotoop</b>
Document	P49724887e106
Revisie	6
Datum	5 December 2025
Status	Definitief
<b>Opdrachtgever</b>	<b>Gemeente Zevenaar</b>
	Kerkstraat 27 6901 AA Zevenaar
<b>CFD-expert</b>	<b>SIMSTUDIO International Consultants</b>
	Baron de Coubertinlaan 6 2719 EL Zoetermeer info@simstudio-ic.com <a href="http://www.simstudio-ic.com">www.simstudio-ic.com</a>

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>3</b>
1.1	Herontwikkeling Vestersbos 4	3
1.2	Onderzoeksdoel	3
1.3	Molenbiotoop	4
1.4	Aanpak	4
<b>2</b>	<b>SITUATIE</b>	<b>5</b>
2.1	De Buitenmolen	5
2.2	Huidige biotoop	5
2.3	Ligging	5
2.4	Geplande ontwikkeling	9
<b>3</b>	<b>KWALITATIEVE BEOORDELING</b>	<b>10</b>
3.1	Berekening biotoopformule	10
3.2	Winddata	11
3.3	Analyse	13
<b>4</b>	<b>KWANTITATIEVE BEOORDELING</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIE</b>	<b>19</b>
5.1	Kwalitatieve beoordeling	19
5.2	Kwantitatieve beoordeling	19
<b>A.</b>	<b>BIJLAGE WINDKLIMAAT PRINCIPES TOEGELICHT</b>	<b>21</b>
B.1	Wind	21
B.2	Effect van gebouwen op de wind	22

# 1 Inleiding

## 1.1 Herontwikkeling Vestersbos 4

Voor de herontwikkeling aan de Vestersbos 4 in Zevenaar is een deskundig oordeel Molenbiotoop uitgevoerd. Op de ontwikkelingslocatie is één molenbiotoop van toepassing, die van de Buitenmolen.

Binnen de provincie Gelderland wordt de maximale bouwhoogte bepaald door de molenbiotoop regeling. De rekenregel is afhankelijk van de omgevingsruwheid. De omgeving van de Buitenmolen wordt geclassificeerd als een 'stedelijk gebied', de hierbij behorende ruwheidsconstante voor de biotoopformule is 50. Vanaf 100m wordt de biotoopformule toegepast als richtlijn om de maximale hoogte van obstakels op een zekere afstand van de molen te berekenen. De biotoopformule schrijft daarmee het volgende voor:

- a. Voor obstakels binnen 100m gelden molen type specifieke eisen.
- b. Voor obstakels op een afstand groter dan 100m en kleiner dan 400m van de molen wordt de biotoopregel toegepast als richtlijn voor het bepalen van de maximale bouwhoogte, voor deze locatie gebaseerd op een ruwheidsconstante van 50.
- c. Voor obstakels op een afstand van meer dan 400m zijn geen beperkingen ten aanzien van de hoogte in relatie tot de molenbiotoop.

In de huidige situatie is de maximale hoogte 12,4m binnen het perceel van de ontwikkeling. Het voorgestelde bouwplan bestaat uit 3 bouwvlakken, waarvan 1 met een maximale bouwhoogte van 12m (op dezelfde plek als de huidige 12,4m) en 2 met een maximale bouwhoogte van 7m (waar nu circa 6,4m bebouwing is).

De minimale afstand tussen de Buitenmolen en de huidige bebouwing is gelijk aan de geplande situatie. Het bouwdeel van 12 m staat op een afstand van circa 154m. De kortste afstand tot de bebouwing van 7m is 141m.

## 1.2 Onderzoeksdoel

Bebouwing kan een impact hebben op de door de molen ontvangen wind. Volgens wet- en regelgeving betreffende de molenbiotoop dient de impact van gebouwen binnen een invloedsfeer van 400 meter te worden onderzocht. De molenbiotoop houdt in dat de uitstraling, functie, locatie en omgeving als een geheel is wat niet uit balans mag komen. Het onderhavige onderzoek beschouwd enkel de door de molen ontvangen wind.

Het doel van het onderzoek is om het effect van de geplande ontwikkeling op de huidig door de molen ontvangen wind in te schatten. Verandering in ontvangen wind resulteert in verandering van potentiële draaiuren. Hierbij wordt voor de Buitenmolen de beschikbare wind uit noordnoordwestelijke richting onderzocht. Voor het bepalen van de potentiële draaiuren is rekening gehouden met een minimale windsnelheid van 3,4m/s. Dit is gelijk aan windkracht 3.

### 1.3 Molenbiotoop

Voor het goed in stand houden van (historische) windmolens is, naast (onderhoud aan) de molen zelf, de molenbiotoop (de omgeving rondom een molen) van belang. De molenbiotoop heeft betrekking op de omgeving van de molen, voor zover die van invloed is op het functioneren van de molen als maalwerktuig en als monument. Aangezien molens "levende" monumenten betreffen, dienen zij regelmatig te draaien ten behoeve van instandhouding. Voor een goed functionerende molen is vrije windvang van essentieel belang; gebouwen, bouwwerken, solitaire bomen, boomgroepen en houtopstanden kunnen de windvang van een molen nadelig beïnvloeden. Bij windbelemmeringen in de molenbiotoop wordt de windtoevoer diffuus, onvoorspelbaar fluctuerend en turbulent en wordt de aan- en afvoer van wind negatief beïnvloed. Gevolgen hiervan zijn een verminderde draaivaardigheid, een toename van zeilslag en een sterk wisselende belasting van de wieken (roeden, hekwerk, etc.) die grote schade kunnen veroorzaken. Daarnaast leidt een belemmerde afvoer van de wind tot drukopbouw van de wind tegen de achterzijde van de wieken waardoor extra druk op de wieken en het wiekenkruis ontstaat, wat schade aan de molen in de hand werkt.

### 1.4 Aanpak

Voor de beoordeling van het mogelijke effect van de geplande nieuwbouw op de werking van de molen is een kwalitatieve en een kwantitatieve aanpak uitgewerkt.

In de kwalitatieve beoordeling wordt op basis van kennis, ervaring en basisprincipes het effect van de nieuwbouw beschouwd. Hierin wordt rekening gehouden met de omgeving waarin de molen en de nieuwbouw gesitueerd zijn. Onderdeel van deze beschouwing is het toepassen van de biotoopformule. Deze wordt als richtlijn toegepast voor de maximale bouwhoogte. Voor nieuwbouw die hoger is dan volgens de biotoopformule toegestaan wordt de situatie nader onderzocht.

Aanvullend aan het kwalitatieve onderzoek wordt een kwantitatief onderzoek uitgevoerd. Hierin wordt met berekeningen, gebaseerd op Nägeli, Eimern and Townsend, de zoglenge achter de nieuwbouw berekend. In het geval dat er reeds bestaande bouw tussen de molen en de nieuwbouw boven de zoghoogte uitkomt wordt gesteld dat er geen merkbaar effect is van de nieuwbouw op de windvang van de molen.

## 2 Situatie

### 2.1 De Buitenmolen

De Buitenmolen is een torenmolen in Zevenaar in de Nederlandse provincie Gelderland. De molen wordt wekelijks door een vrijwillig molenaar in bedrijf gesteld. De torenmolen heeft stalen roeden met een lengte van 24,40 meter (vlucht).

De torenmolen is gepositioneerd op een verhoging (heuvel). De grond rondom de molen is 11,4m NAP. De molen staat op een belt van 3,2m, de bovenkant van de belt ligt op circa 14,6m NAP.

Bovenstaande gegevens zijn conform het biotooprapport van de molen. Op basis van opgaaf van de provincie is de askophoogte 15,4m.

### 2.2 Huidige biotoop

Op de website van de molen wordt het volgende vermeld met betrekking tot de huidige situatie met betrekking tot de biotoop:

*Wat betreft de windvang is de biotoop van De Buitenmolen redelijk, alleen vanuit het zuiden en zuidoosten is er een grote belemmering door een rij bomen langs de Stationstraat. Ook wordt de landschappelijke waarde door deze bomen ernstig beperkt. Verderaf staan ook bomen die het zicht op de molen verstoren, met name het zicht op de molen vanaf de Heilige Huisjes een van de oorspronkelijke molenwegen is slecht. Recente aanplantingen aan de zuidzijde van de spoorlijn zullen in de toekomst het zicht verder belemmeren.*

(bron: [Biotoop | zevenaarbuitenmolen](#))

In het rapport Molenbiotoop inventarisatie Gelderland 2009 scoort de Buitenmolen 347 punten en heeft een beoordeling matig.

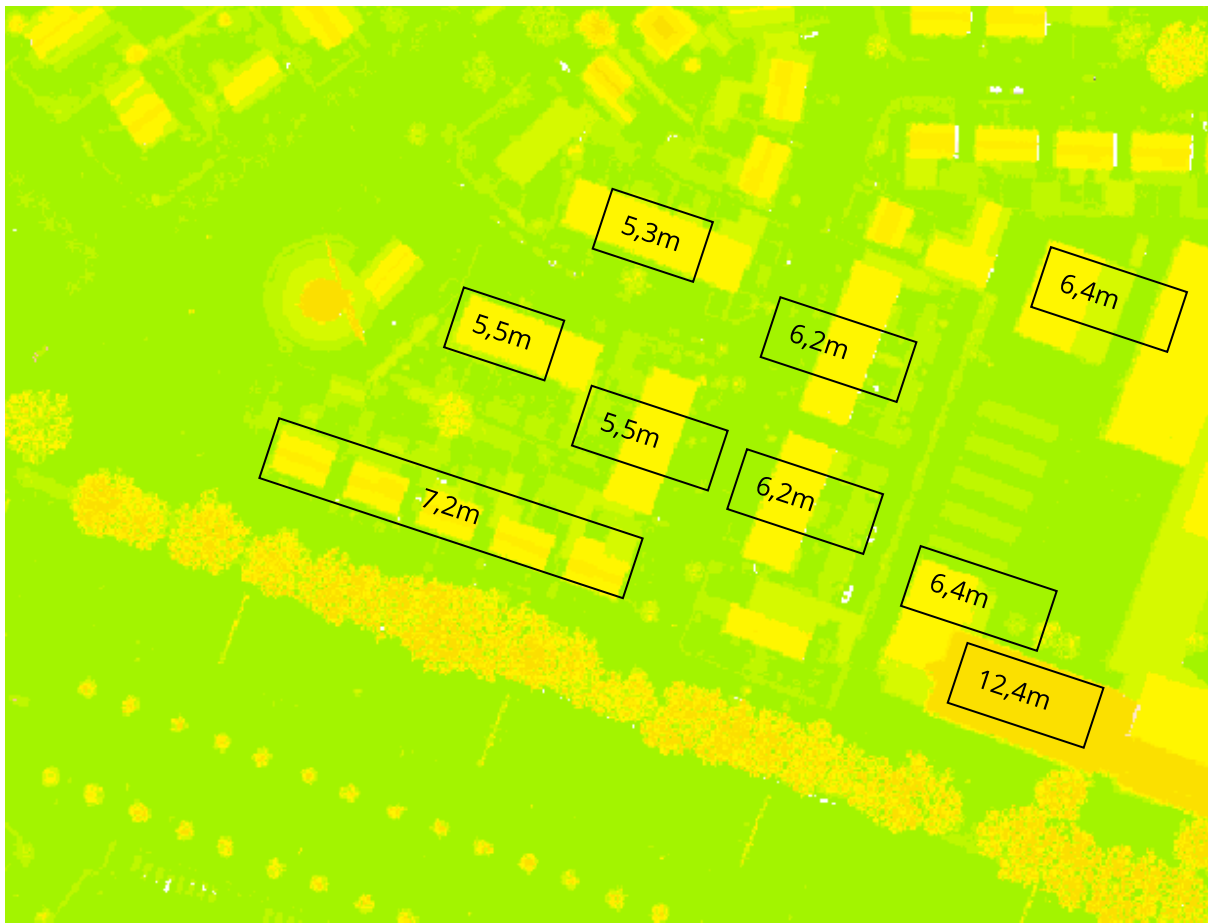
### 2.3 Ligging

De ontwikkelingslocatie is gelegen aan de Vestersbos in Zevenaar. Het betreft een herontwikkeling van het gebied tussen de Pelgromstraat, Heldringstraat, Vestersbos en de Stationsstraat. Ten westen van de ontwikkeling ligt de Buitenmolen. De ligging van de ontwikkeling en de molen is aangegeven in Figuur 1.

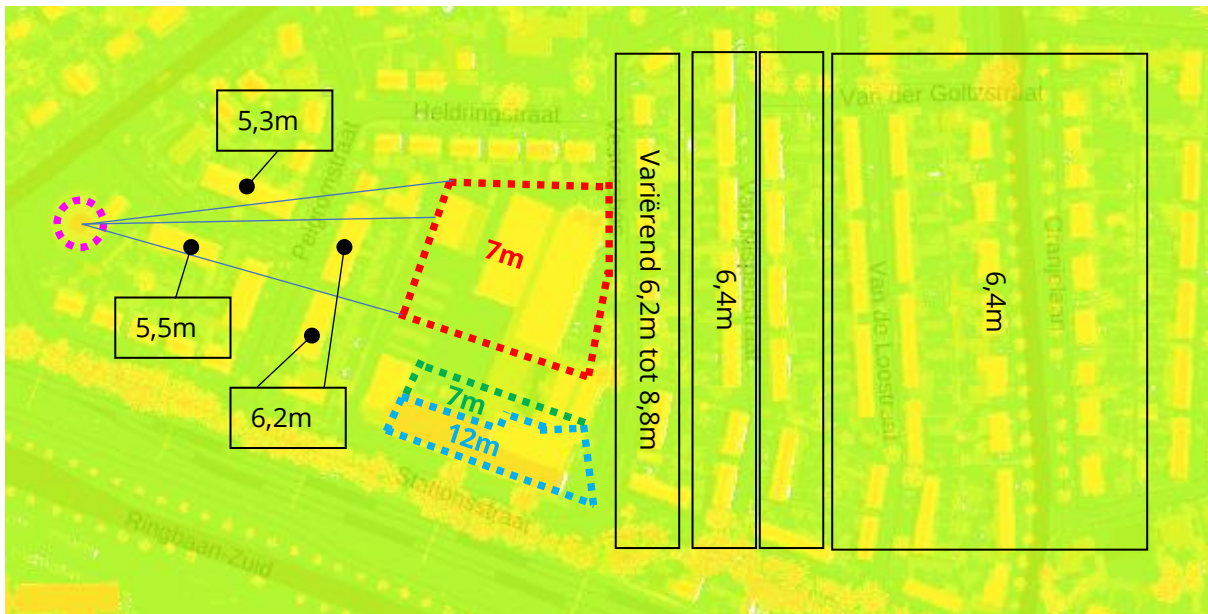
Figuur 2 geeft de hoogtekartaal weer voor het gebied van de molen voorbij de ontwikkeling. Figuur 3 geeft voor een aantal gebouwen de NAP hoogte weer in het gebied tussen de molen en de ontwikkeling en van de huidige bebouwing binnen het gebied van de ontwikkeling. Figuur 4 geeft de hoogtes van de woningen verder ten oosten van de ontwikkeling weer. Figuur 5 geeft de hoogtes op van verschillende gebouwen rondom de nieuwe ontwikkeling, naar opgaaf van de gemeente op basis van de bouwdoSSIers.

De molen staat in een klein stedelijk gebied. De bebouwing rondom de molen bestaat voornamelijk uit twee- tot drieverdiepingen woningen.



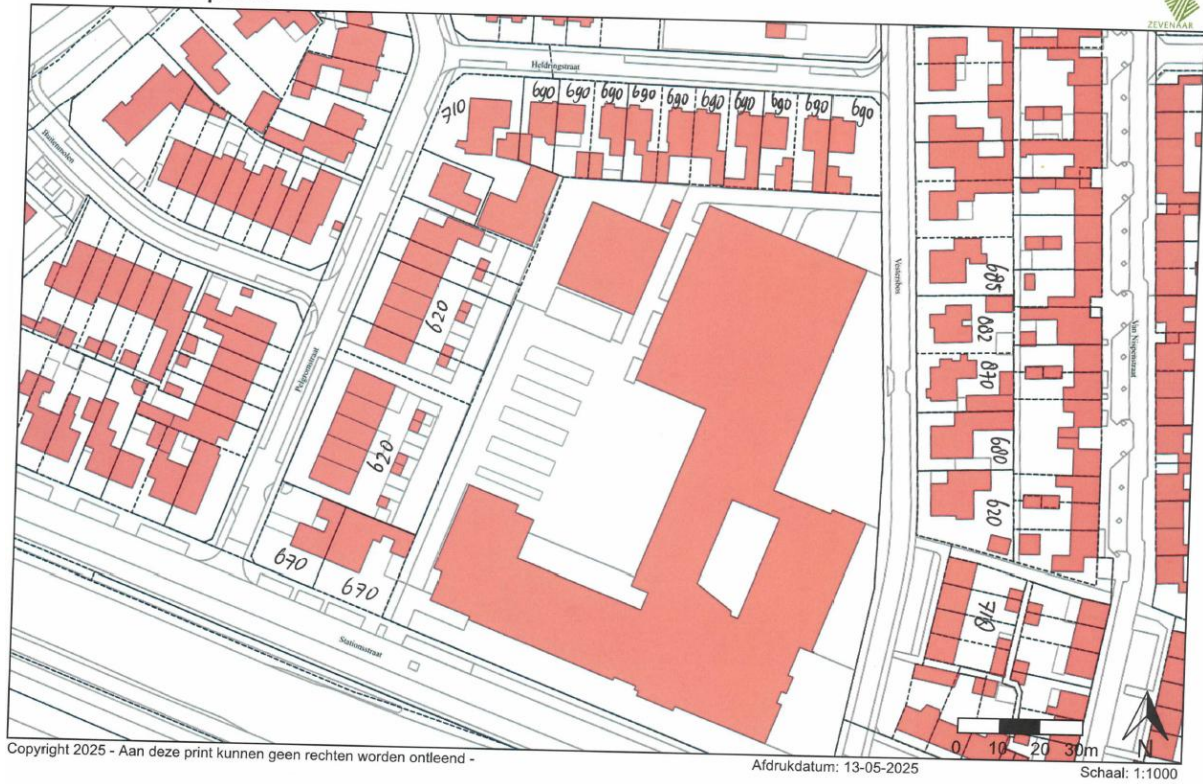


Figuur 3: Hoogtekaart Zevenaar, hoogte NAP, Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN).



Figuur 4: Hoogtekaart Zevenaar, hoogte NAP, Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN).

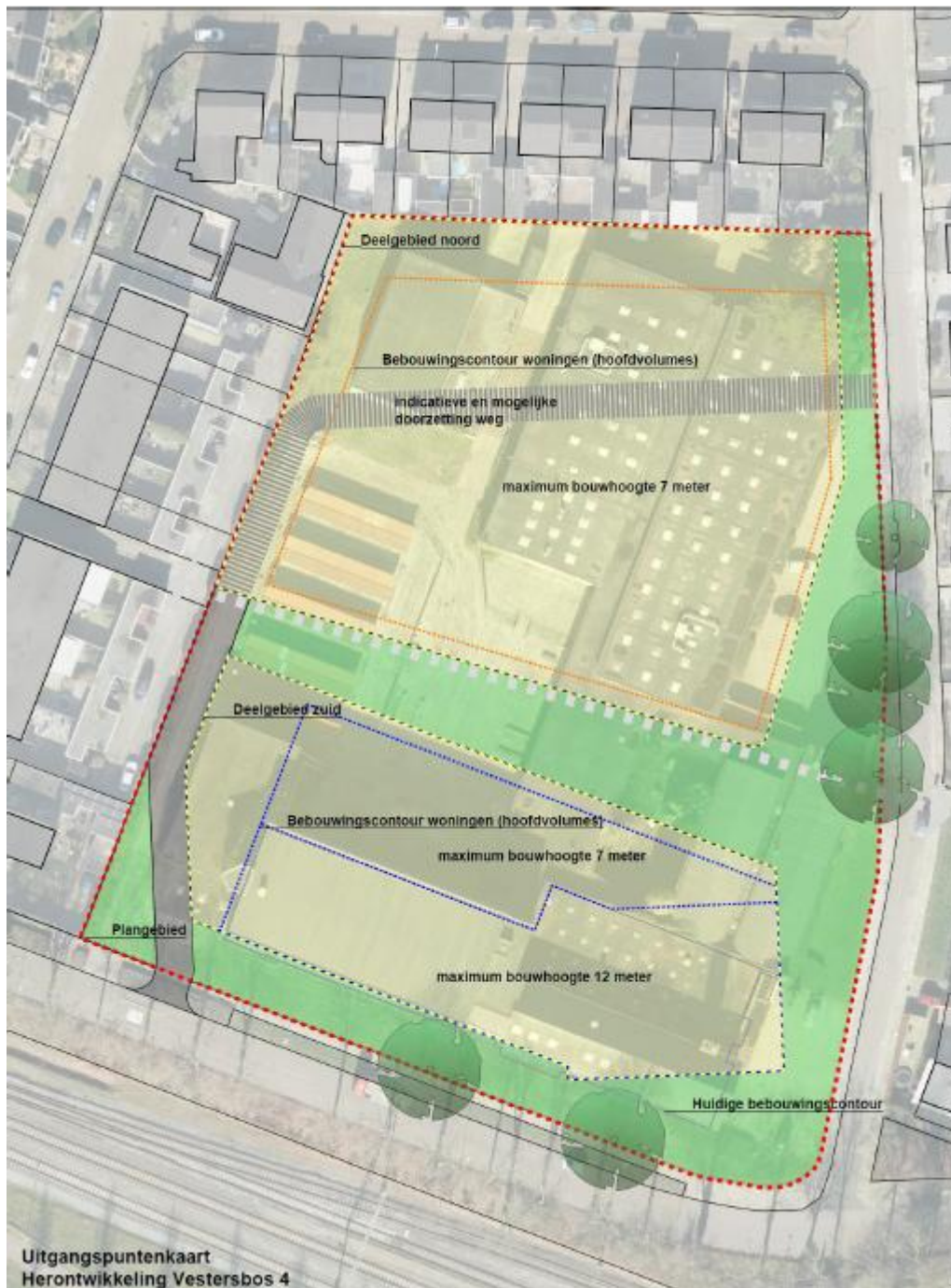
KaartViewer print



Figuur 5: Hoogtes omliggende bebouwing.

## 2.4 Geplande ontwikkeling

De voorgestelde ontwikkeling kent drie bouwvlakken, waarbij een deel 12m hoog is (waar huidig een gebouw van 12,4m staat) en twee bouwvlakken van 7m (waar huidig bebouwing staat tot circa 6,4m hoog). Figuur 6 geeft het voorgestelde bouwplan weer.



Figuur 6: Bouwhoogtes binnen het voorgestelde ontwikkelingsplan.

## 3 Kwalitatieve beoordeling

### 3.1 Berekening biotoopformule

Binnen de provincie Gelderland wordt, als richtlijn van de maximale bouwhoogte, de biotoopformule gehanteerd, waarbij geldt:

- Voor obstakels binnen 100m gelden molen type specifieke eisen.
- Voor obstakels op een afstand groter dan 100m en kleiner dan 400m van de molen wordt de biotoopregel toegepast als richtlijn voor het bepalen van de maximale bouwhoogte, voor deze locatie gebaseerd op een ruwheidsconstante van 50.
- Voor obstakels op een afstand van meer dan 400m zijn geen beperkingen ten aanzien van de hoogte in relatie tot de molenbiotoop.

De biotoopformule is hieronder weergegeven.

$$H(x) = x/n + c * z$$

Waarin:

- H(x) = maximale hoogte van een obstakel op afstand x  
x = horizontale afstand tot de molen  
n = constante (open gebied: n=140; ruw gebied: n=75; gesloten gebied: n=50)  
c = constante = 0,2  
z = askop hoogte = 15,4m

De constante 'n' geeft de omgevingsruwheid aan. De Buitenmolen staat in stedelijk gebied wat betekent dat n=50.

Tabel 1 geeft de huidige en nieuwe bouwhoogten aan en hoe deze zich verhouden tot de biotoopformule.

Opgemerkt dient te worden dat op de locatie waar 12m hoog gebouwd wordt de huidige bebouwing hoger is en er dus een verbetering zal optreden.

Afstand	Bouwhoogte huidig	Bouwhoogte nieuw	Biotoop formule	Overschrijding huidig	Overschrijding nieuw
159	6.4	7	6.3	0.1	0.7
141	2.7	7	5.9	0	1.1
154	6.4	7	6.2	0.2	0.8
154.5	12.4	12	6.2	6.2	5.8
155	12.4	12	6.2	6.2	5.8

Tabel 1: Bouwhoogten en afwijkingen ten opzichte van biotoopformule.

### 3.2 Winddata

Ter indicatie is een windklimaat onderzoek uitgevoerd voor de betreffende locatie. Hiermee wordt inzicht gegeven op hoeveel uren per jaar de overschrijding effect zou kunnen hebben.

Voor de analyse is gebruik gemaakt van winddata van Meteoblue voor Zevenaar. De data zijn op basis van 16 windrichtingen. De windrichtingen bestaan elk uit een windbereik van  $22,5^\circ$ . Voor de noordelijke windrichting geldt dat de wind tussen  $358,75^\circ$  tot  $11,25^\circ$  samen is geclusterd voor deze windrichting.

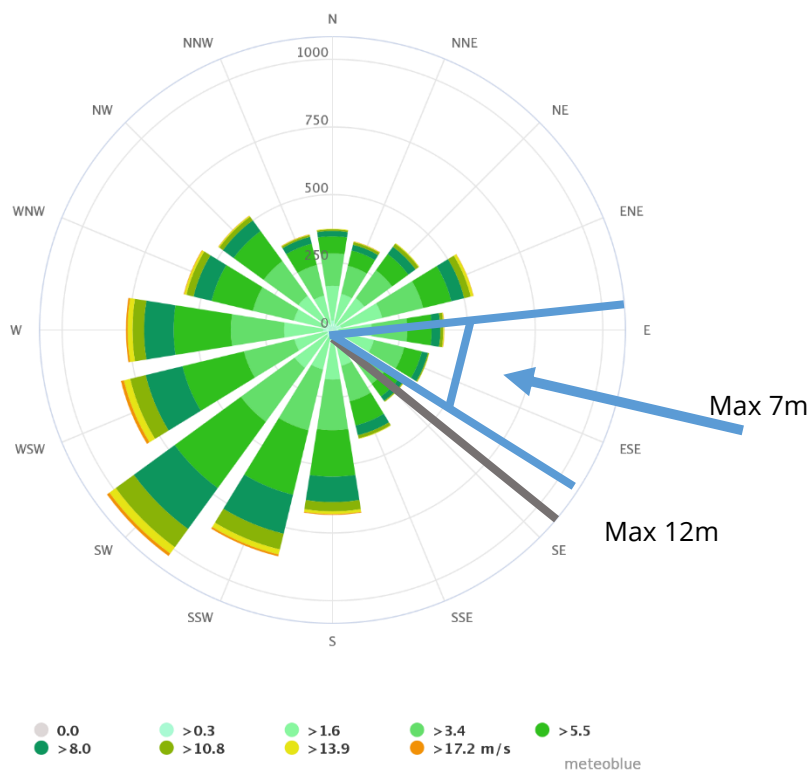
Er is geen weerstation in Zevenaar, vandaar dat gebruik wordt gemaakt van een gesimuleerd windklimaat gebaseerd op verschillende meetstations in de omgeving. Bij het construeren van het windklimaat wordt de lokale ruwheidslengte van de omgeving meegenomen. Op deze wijze wordt een goede voorspelling gemaakt van de weersomstandigheden. Voor dit onderzoek wordt aangenomen dat molens kunnen draaien bij een minimale windsnelheid van 3,4 m/s (windkracht 3).

De ontwikkeling ligt ten opzichte van het centrum van de molen tussen  $86^\circ$  en  $126^\circ$ . Uit deze richting komt circa voor 10.8% van de tijd wind, waarvan circa 6,7% bruikbaar voor de molen (minimaal 3bft).

Figuur 7 toont de windroos met windsnelheden in kilometer per uur. De snelheidscategorieën in deze windroos zijn gebaseerd op de schaal van Beaufort (bft). Wind tussen 1 en 5 km/h is gelijk aan 1bft, daarboven per categorie 1bft hoger. Met lichtblauw is aangegeven welke richtingen betrekking hebben op de Buitenmolen.

Uit de beschikbare windgegevens blijkt dat in Zevenaar 67.5% van de tijd de windkracht hoger of gelijk is aan windkracht 3. In Tabel 2 is het percentage wind per jaar per richting weergegeven en het percentage wind hoger of gelijk aan windkracht 3.

Bij de Buitenmolen komt wind met een kracht 3 of meer voor ongeveer 6.7% van het jaar uit de richting van de ontwikkeling. Met de overschrijding van maximaal 1 m ten opzichte van de biotoopformule is er daarmee geen effect verwacht.



Figuur 7: Windroos Meteoblue voor Zevenaar, inclusief onderzochte windrichting van de molen.

Windrichting		Percentage wind per jaar	Percentage Beschikbare wind per jaar	Onderzocht voor molen
Noord	0°	4.16%	2.31%	
Noordnoordoost	22,5	3.71%	1.86%	
noordoost	45°	4.50 %	2.47%	
Oostnoordoost	67,5°	5.01%	2.98%	
Oost	90°	5.95%	3.75%	de Buitenmolen
Oostzuidoost	112,5°	4.83%	2.96%	de Buitenmolen
Zuidoost	135°	3.93%	2.05%	
Zuidzuidoost	157,5°	3.80%	2.07%	
Zuid	180°	5.00%	3.01%	
Zuidzuidwest	202,5°	6.37%	4.44%	
Zuidwest	225°	10.39%	8.17%	
Westzuidwest	247,5°	13.22%	10.88%	
West	270°	10.86%	8.46%	
Westnoordwest	292,5°	7.46%	5.29%	
Noordwest	315°	6.09%	3.94%	
Noordnoordwest	337,5°	4.72%	2.88%	
<b>Totaal</b>		<b>100%</b>	<b>67.50%</b>	

Tabel 2: Beschikbare wind te Zevenaar voor de te onderzoeken windrichtingen.

### 3.3 Analyse

De analyse is opgedeeld in verschillende secties. De verschillende onderdelen zijn op basis van de aanstroomrichting van de wind naar de molen.

#### 3.3.1 Geometrische verandering

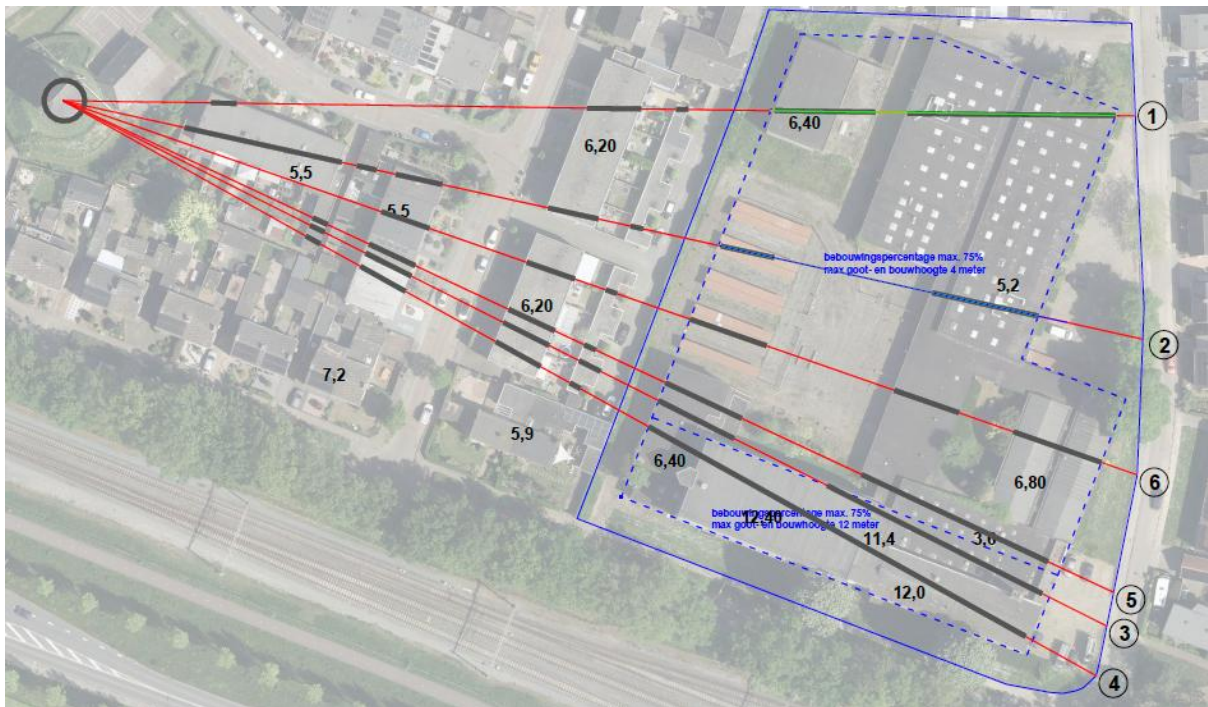
De bouwhoogte verandert slechts voor een deel van het bouwvlak, waarbij de hoogte van 6,4m naar 7m opgehoogd wordt.

Tussen de molen en de ontwikkeling staan verschillende gebouwen/woningen met hoogten variërend van 5,5 tot 6,2m. Deze woningen overschrijden op kortere afstand de maximale hoogte conform de biotoopformule. Verschillende woningen van 5,5m hoog bevinden zich binnen 100m vanaf de molen, waarvoor geadviseerd wordt geen obstakels toe te staan. Zie Figuur 8 en Figuur 9.

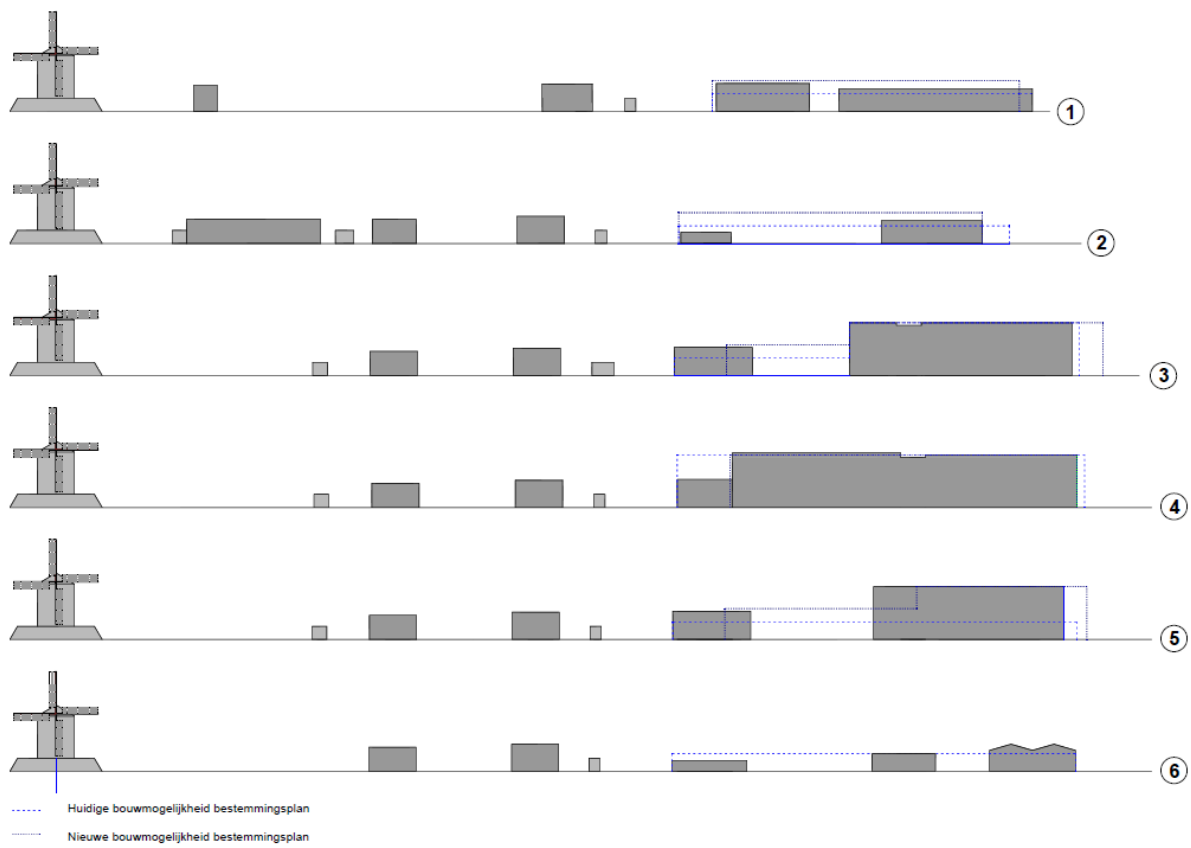
In Figuur 5 op pagina 8, wordt tevens getoond dat verder van de molen (voorbij de ontwikkeling) verschillende woonblokken gelegen zijn met een hoogte variërend tussen 6,2 en 8,7m. Een dergelijk voorland creëert een zogenaamd stedelijk dek. Hierbij ontstaat een windprofiel dat over de gebouwen stroomt (rolt) zonder tot op straatniveau te dalen. De ontwikkeling draagt dit stedelijk dek verder in de richting van de molen, wat een positief effect heeft op hoe de wind de molen bereikt.

Ten slotte, wordt gesteld dat de aanstroming van de molen afhankelijk is van de bebouwing die al aanwezig is tussen de ontwikkeling en de molen. Dit mede door de relatief grotere overschrijding van de biotoopformule van de woningen dicht bij de molen en die binnen de radius van 100m.

De nieuwe ontwikkeling heeft daarmee geen negatief effect op de windvang van de molen.



Figuur 8: Locaties doorsneden vanaf de molen tot aan de ontwikkeling.



Figuur 9: Hoogteprofiel over de verschillende sneden.

### 3.3.2 Aanstroming van wind op ontwikkeling

Het voorland van de ontwikkeling heeft effect op het herstel van de wind na de ontwikkeling. Stroomopwaarts van de ontwikkeling bestaat voornamelijk woningbouw met een soortgelijke hoogte als de geplande ontwikkeling. Hiermee ligt de nieuwe ontwikkeling beschut ten opzichte van de bebouwing voor de molen.

Er wordt geen effect verwacht van de nieuw geplande ontwikkeling op de draaiuren van de molen.

### 3.3.3 Effect windvang de Buitenmolen

Op basis van de voorgaande analyse wordt geconcludeerd dat de windvang van de Buitenmolen niet wordt beïnvloed door de geplande ontwikkeling. Dit komt doordat de bestaande bebouwing tussen de molen en de nieuwe ontwikkeling (die verder naar het oosten is gelegen) de aanstroming van de wind al bepaalt. De nieuwe ontwikkeling heeft daarom geen effect op de windvang van de molen.

## 4 Kwantitatieve beoordeling

Voor de beoordeling van de invloed van de voorgenomen nieuwbouw op de windaanstroming van de molen wordt gebruikgemaakt van de zogbenadering zoals beschreven in KNMI-rapport TR52 (Beschuttingscorrectie Wind). Deze methode is gebaseerd op klassieke onderzoeken naar wakevorming door Nægeli en Townsend, waarin de ontwikkeling en het verval van turbulente schaduwzones achter obstakels uitgebreid zijn onderzocht.

Uit deze literatuur volgt een consistente observatie: de typische zoglengte achter een object bedraagt ongeveer vijftien maal de objecthoogte (15H). Op afstanden van twintig maal de objecthoogte (20H) is sprake van zogvrij terrein, waarbij de invloed van het obstakel op de windsnelheid verwaarloosbaar is.

Vanuit deze verhoudingen kan het zog geometrisch worden benaderd als een vlak dat onder een hellingshoek afneemt en op een afstand van 20H tot maaiveld is gezakt. Indien de onderrand van het zog dat door de nieuwbouw wordt veroorzaakt onder de hoogte valt van bestaande bebouwing die zich tussen de nieuwbouw en de molen bevindt, wordt het zog volledig door deze bestaande bouw onderschept. In dat geval bereikt het zog de molen niet en kan worden gesteld dat de nieuwbouw geen effect heeft op de windsnelheid bij de molen. De hoogte van het zog wordt bepaald aan de hand van de vergelijking 1:

$$z(s) = H \left(1 - \frac{s}{20H}\right)$$

Waarin:

- $z(s)$  Hoogte van de onderrand van het zog op afstand  $s$  van de nieuwbouw, gemeten in de richting van de molen.
- $H$  Hoogte van de nieuwbouw (het object dat het zog veroorzaakt).
- $s$  Horizontale afstand tussen de nieuwbouw en het punt waarvoor de zoghoogte wordt berekend.

Voor analyse lijnen 1 tot en met 6, als getoond in Figuur 8 en Figuur 9, is berekend of het zog onder de hoogte van een bestaand gebouw valt tussen de nieuwbouw en de molen.

### Lijn 1

De nieuwbouw heeft een hoogte van 7m en staat op 149m van de molen. Op 110,6m van de molen staat een woning van 6,2m hoog.

Op basis van vergelijking 1 bedraagt de zoghoogte op 110,6m 5,1m, waarmee het zog onder de hoogte van deze woning komt.

De nieuwbouw heeft op deze lijn dus geen effect op de windvang van de molen.

### Lijn 2

De nieuwbouw heeft een hoogte van 7m en staat op 141,6m van de molen. Op 104,9m van de molen staat een woning van 6,2m.

De zoghoogte op 104,9m is 5,2m.

Het zog komt daarmee onder de hoogte van de bestaande woning uit en bereikt de molen niet. Er is dus geen effect op de windvang.

### Lijn 3

De nieuwbouw (7m hoog) staat op 152,7m van de molen. Op 104,0m bevindt zich bebouwing van 6,2m hoog.

De zoghoogte op 104,0m bedraagt 4,6m, wat eveneens onder de hoogte van de bestaande bouw ligt. Ook op deze lijn is er geen invloed van de nieuwbouw op de windvang.

### Lijn 4

De nieuwbouw heeft een hoogte van 12m en staat op 153,8m van de molen. Tussenliggende bebouwing bestaat uit:

- 6,2m hoog op 104,2m
- 5,5m hoog op 71,7m
- 3,0m hoog op 58,6m

Op basis van vergelijking 1 bedraagt de zoghoogte:

- 9,5m op 104,2m
- 7,9m op 71,7m
- 7,2m op 58,6m

Deze zoghoogtes liggen boven de hoogte van de tussengelegen bebouwing. De nieuwbouw heeft dus wel invloed op de windstroming in deze lijn.

In de huidige situatie staat op deze lijn echter een gebouw van 12,4m op vrijwel dezelfde locatie (153,9m). De huidige zoghoogtes zijn:

- 9,9m
- 8,3m
- 7,6m

Deze waarden liggen hoger dan in de toekomstige situatie. Daarmee verbetert de nieuwbouw de windaanstroming licht, hoewel het effect beperkt is.

### Lijn 5

De nieuwbouw (12m hoog) staat op 180,5m van de molen. Tussenliggende bebouwing heeft de volgende hoogten:

- 6,2m op 104,0m
- 5,5m op 71,5m
- 3,0m op 58,4m

De zoghoogtes bedragen respectievelijk:

- 8,2m
- 6,55m
- 5,9m

Deze waarden liggen boven de obstakels. De nieuwbouw heeft daarmee invloed op de windstroming richting de molen.

Het betreft echter een beperkt effect, doordat het zog slechts circa 1m boven de bestaande bouw uitkomt en slechts binnen een smalle windhoek afkomstig is (ca. 2°).

Indien de bouwhoogte van dit bouwdeel zou worden beperkt tot 10,95m, valt het zog onder de woning van 5,5m op 71,5m, waarna er géén effect meer zou zijn op de molen.

Bij de molen is de zoghoogte nog circa 3m. De vlucht van de molen bedraagt 24,4m, met een askophoogte van 15,4m, wat betekent dat de onderkant van de wieken zich circa 3,2m boven het maaiveld bevindt. De zoghoogte reikt daarmee niet tot in de rotorzone. In theorie kan in de onderste zone van de rotor nog enige verstoring optreden, maar juist in dit deel van de rotorschijf wordt het minste vermogen opgewekt. Als er al enige invloed op de windvang en het beschikbare vermogen optreedt, is deze verwaarloosbaar klein.

### Lijn 6

Voor lijn 6 wordt de bestaande bouw gesloopt en hier komt geen nieuwe bebouwing voor terug, wel een groenstrook. Dit leidt echter niet tot een verbeterde windvang, omdat zich tussen de nieuwbouw en de molen nog steeds een woning van 6,2m hoog bevindt die bepalend is voor de stroming.

## 5 Conclusie

Voor de toekomstige ontwikkeling in Zevenaar is een deskundig oordeel Molenbiotoop uitgevoerd. De ontwikkelingslocatie is gelegen aan de Vestersbos 4 in Zevenaar. Op de ontwikkelingslocatie is één molenbiotoop van toepassing, die van de Buitenmolen. Om deze reden is een onderzoek door de provincie verzocht.

Voor de Buitenmolen ligt de geplande ontwikkeling ten westen van de ontwikkeling. De toekomstige situatie valt binnen 400m radius van de molenbiotoop.

In de huidige situatie is de maximale hoogte 12,4m binnen het perceel van de ontwikkeling. Het voorgestelde bouwplan bestaat uit 3 bouwvlakken, waarvan 1 met een maximale bouwhoogte van 12m (op dezelfde plek als de huidige 12,4m) en 2 met een maximale bouwhoogte van 7m (waar nu circa 6,4m hoge bebouwing is).

De minimale afstand tussen de Buitenmolen en de huidige bebouwing is gelijk aan de geplande situatie. Het bouwdeel van 12m staat op een afstand van circa 154m. De kortste afstand tot de bebouwing van 7m is 141m. Hiermee overstijgt de nieuwe ontwikkeling op verschillende locaties de maximale hoogte conform de biotoopformule.

### 5.1 Kwalitatieve beoordeling

Op basis van de voorgaande analyse wordt geconcludeerd dat de windvang van de Buitenmolen niet negatief wordt beïnvloed door de geplande ontwikkeling. Dit komt doordat de bestaande bebouwing tussen de molen en de nieuwe ontwikkeling de aanstroming van de molen bepaalt. Op korte afstand van de molen staan woningen die relatief de maximale hoogte verder overstijgen. Tevens staan er verschillende woningen van 5,5m binnen de straal van 100m waarvoor geadviseerd wordt geen obstakels toe te staan.

### 5.2 Kwantitatieve beoordeling

Op basis van de zoganalyse conform TR52, aangevuld met inzichten uit Nägeli en Townsend, is voor zes representatieve lijnen beoordeeld of de voorgenomen nieuwbouw invloed heeft op de windaanstroming van de molen. Hierbij is onderzocht of de onderrand van het zog dat door de nieuwbouw wordt veroorzaakt boven of onder de bestaande bebouwing komt te liggen. Indien het zog onder bestaande bebouwing blijft, wordt het volledig onderschept en kan geen invloed op de molen optreden.

Uit de berekeningen blijkt dat voor lijn 1, 2 en 3 de zoghoogte van de nieuwbouw steeds onder de hoogte van bestaande bebouwing valt. In deze richtingen wordt het zog volledig onderschept en is er geen effect op de windvang van de molen.

Voor lijn 4 en 5 bevindt de onderrand van het zog zich boven de tussengelegen bebouwing. In lijn 4 geldt echter dat de huidige situatie ongunstiger is dan de toekomstige: het bestaande gebouw van 12,4m veroorzaakt een hogere zogrand dan de geplande nieuwbouw van 12m. Hierdoor ontstaat in lijn 4 een lichte verbetering van de windaanstroming. In lijn 5 blijft de invloed beperkt doordat het zog slechts gering boven de bestaande bebouwing uitkomt en het slechts een zeer smalle windhoek betreft (circa 2°).

Bij de molen is de zoghoogte nog circa 3 m. De vlucht van de molen bedraagt 24,4 m, met een askophoogte van 15,4 m, wat betekent dat de onderkant van de wieken zich circa 3,2 m boven het maaiveld bevindt. De zoghoogte reikt daarmee niet tot in de rotorzone. In theorie kan in de onderste zone van de rotor nog enige verstoring optreden, maar juist in dit deel van de rotorschijf wordt het minste vermogen opgewekt. Als er al enige invloed op de windvang en het beschikbare vermogen optreedt, is deze verwaarloosbaar klein.

Voor lijn 6 geldt dat het slopen van de bestaande bebouwing geen verbetering oplevert, omdat de bestaande bebouwing tussen nieuwbouw en molen reeds bepalend is voor de aanstroming.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat de voorgenomen nieuwbouw geen relevante of merkbare invloed heeft op de windvang van de molen en dat in één van de lijnen zelfs sprake is van een lichte verbetering ten opzichte van de huidige situatie.

## A. Bijlage windklimaat principes toegelicht

### B.1 Wind

Wind is een natuurlijke luchtbeweging van de atmosfeer. Deze ontstaat door horizontale luchtdrukverschillen. Hierbij stroomt lucht altijd van een hoogdrukgebied naar een laagdrukgebied (Wikipedia, n.d.). Het heersende windklimaat in het onderste gedeelte van de atmosfeer, waar in wij leven, wordt beïnvloed door de ruwheid (steden, bomen, bergen etc.) van het aardoppervlak. Ondanks deze ruwheid stroomt de wind altijd van A naar B. Dit betekent dat als er een stad of gebouw staat, de wind tegen of om het gebouw heen stroomt waarna het zich in de heersende windrichting zal vervolgen. De wind stopt dus niet met stromen.

Doordat wind altijd een uitweg zoekt om in de heersende windrichting verder te stromen zorgt dat in steden voor plekken met relatief meer wind. Hoe hoger het gebouw des te meer wind op grondniveau. Echter is de oorzaak van windhinder vaak niet eenduidig, maar een combinatie van verschillende oorzaken. Deze oorzaken zijn de reden waarom de wind in een bepaalde manier beweegt.

In de onderstaand hoofdstukken worden een aantal basisprincipes van wind, het effect van gebouwen op het lokale windklimaat en oplossingen voor het verminderen van slecht windklimaat besproken.

#### B.1.1 Atmosferische druk

Bebouwing heeft effect op het windklimaat in het onderste gedeelte van de atmosfeer. Het bewoonbare gedeelte van de atmosfeer heeft maar een geringe hoogte in vergelijking met de totale atmosfeer. Alle bovengelegen luchtlagen liggen als het ware op de onderste luchtslaag. Dit zorgt voor een grote drukkende kracht op de onderste luchtslaag. Wanneer wind tegen hoogbouw aan stroomt kan de wind daardoor niet (geheel) naar boven weg stromen. De wind wordt daardoor naar beneden geduwd.

#### B.1.2 Snelheidsprofiel

Wind stroomt met een snelheidsprofiel. Dit houdt in dat wind dicht bij het maaiveld minder snel stroomt dan op 60m hoog.

Dit snelheidsprofiel is afhankelijk van de ruwheid (bijv. gebouwen) op de grond. Een toename in ruwheid zorgt voor een verlaging van de snelheid op grondniveau. De mate van invloed op het snelheidsprofiel wordt beschreven door de ruwheidlengte (Troen & Petersen, 1991).

#### B.1.3 Zog

Bij aanstroming van wind op een object is aan de voorzijde veel wind en aan de achterkant weinig wind (lijzijde). Wind stroomt om het object heen, waarnaar het de originele windrichting weer aanneemt. Achter het gebouw ontstaat daardoor een gebied met weinig wind (lage druk). Dit heet een zog. Het zog achter het gebouw is afhankelijk van de afmetingen van het gebouw, maar ook afhankelijk van het dak en eventuele doorgangen.

## B.2 Effect van gebouwen op de wind

### B.2.1 Afstand gebouwen in windrichting

Het windklimaat tussen twee of meerdere gebouwen in is afhankelijk van de afstand tussen de gebouwen in. Bij een grote afstand tussen de gebouwen in (15 tot 20 keer de gebouwhoogte (H)), is het zog achter het gebouw als het waren opgelost. Wind van een hoger luchtlaag rijkt hierbij weer tot de grond. Ook heeft het daarmee effect op het volgende gebouw.

Bij een afstand van 5H tot 15H mengen het zog en de hogere luchtlagen zich in het tussengelegen gebied. De ongestoorde lucht heeft maar deels effect op het volgende gebouw.

Wanneer de afstand tussen de twee gebouwen kleiner is dan 5H stroomt de wind over de gebouwen heen. Hierbij hebben hogere luchtlagen weinig tot geen effect op het windklimaat tussen de gebouwen. In deze situatie wordt er gesproken van een stedelijk dek.

Bij een tussenliggende afstand die kleiner is dan 2H ontstaat er, aerodynamisch gezien, een aaneengesloten gebouw.