



## **MOLEN DE VLIJT | WAGENINGEN**

### **BIOTOOPONDERZOEK**

**Rapportnummer:** 521017

**Datum:** 10 NOVEMBER 2021

**Opdrachtgever:**

SAB

**Contactpersoon opdrachtgever:**

5.1.2e | *planoloog*

5.1.2e

5.1.2e

**Datum rapportage:**

13 oktober 2021; herzien 10 november 2021

**Auteur:**

5.1.2e

EAG Monuments

5.1.2e

**Status:**

Concept

**Kaarten:**

Alle kaarten in dit rapport zijn getekend door EAG Monuments. Als onderlegger is OSM Standard gebruikt. Ruimtelijke referentie systeem: WGS 84 / UTM zone 31N. Alle kaarten zijn zuiver noord georiënteerd.

Software: QGIS.



## Bronnen

J. P. Bitog, I.-B. L.-S.-H.-W.-H. (2011). *Forest Science and Technology*. Opgehaald van Taylor & Francis Online:  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21580103.2011.559939>

Oemraw, B. (1984). *T.R. 52; Beschuttingscorrectie wind*. De Bilt: KNMI.

Pennsylvania State University. (2017, September 8). *Windbreaks and Shade* 5.1.2e  
Opgehaald van PennState Extension: <https://extension.psu.edu/windbreaks-and-shade-trees>

*Praktijk normen*. (sd). Opgehaald van Molenbiotoop:  
<http://onderzoek.molenbiotoop.nl/praktijknormen.html>

S. Finardi, M. G. (1997). *Wind Flow Models over Complex Terrain*.

*Wind gegevens*. (2000-2019). Opgehaald van KNMI:  
<https://projects.knmi.nl/klimatologie/uurgegevens/>

## 1. INLEIDING

### 1.1 Aanleiding voor het onderzoek

In de gemeente Wageningen staat molen De Vlijt. Deze stellingmolen is een rijksmonument dat eigendom is van de gemeente Wageningen. De molen werd in 1879 gebouwd. Na jarenlange verval na de Tweede Wereldoorlog werd de molen uiteindelijk in 1979 gerestaureerd. De Vlijt is één van de weinige molens in ons land die nog op professionele basis maalt.

Momenteel zijn meerdere partijen betrokken bij een bestemmingsplanproces om nieuwe woningen te bouwen. Het plangebied valt deels binnen de zogeheten biotoopcirkel van de molen. De biotoopcirkel heeft een straal van 400 meter gemeten vanaf het hart van de molen.

Het plaatsen of verhogen van objecten (gebouwen, bomen, dijken, etc.) binnen deze straal van een windmolen kan nadelige gevolgen hebben voor de windvang van een molen. Om de potentiële gevolgen voor de windvang van de molen in kaart te brengen is dit windonderzoek uitgevoerd door EAG Monuments.

### 1.2 Bestemmingsplanproces

Het plan betreft 6 afzonderlijke bouwvlakken gesitueerd langs de N225, Arboretumlaan en de Dreijenlaan in Wageningen.



Afbeelding 1: Het plangebied. (Tekening van SAB, bestemmingsplan De Dreijen)





Kaart 1: Overzichtskaart van het gebied rondom molen De Vlijt. De twee cirkels duiden een straal van 400 en 800 meter aan. Het in geel gearceerde vlak is het plangebied. (Bron: Google Earth)



## 2. AANPAK

Het behoud van de windvang heeft bij een oude molen een directe relatie met het behoud van cultuurhistorische waarde. Een molen is een machine en deze moet in werking blijven om te kunnen voortbestaan.

Op basis van bestaande documentatie, windgegevens, tekeningen en berekeningen, kan hiervan een redelijk beeld verkregen worden.

In dit rapport worden de volgende vragen beantwoord:

1. Wat is de kwaliteit van de windvang in de huidige situatie, voor het realiseren van de woningen?
2. Wat is de kwaliteit van de windvang in de toekomstige situatie, na het realiseren van de woningen?

De kwaliteit van de windvang wordt uitgedrukt in maaldagen.

Om deze vragen te beantwoorden moeten de volgende gegevens berekend worden:

1. Wat is de windsnelheid ter hoogte van het draaipunt van het wiekenstelsel van de molen (askop) op 400 meter afstand van de molen in de huidige situatie?
2. Wat is de windsnelheid ter hoogte van de het draaipunt van het wiekenstelsel van de molen op 0 meter afstand van de molen in de huidige situatie?
3. Wat is de windsnelheid ter hoogte van het draaipunt van het wiekenstelsel van de molen op 400 meter afstand van de molen in de toekomstige situatie?
4. Wat is de windsnelheid ter hoogte van de het draaipunt van het wiekenstelsel van de molen op 0 meter afstand van de molen in de toekomstige situatie?

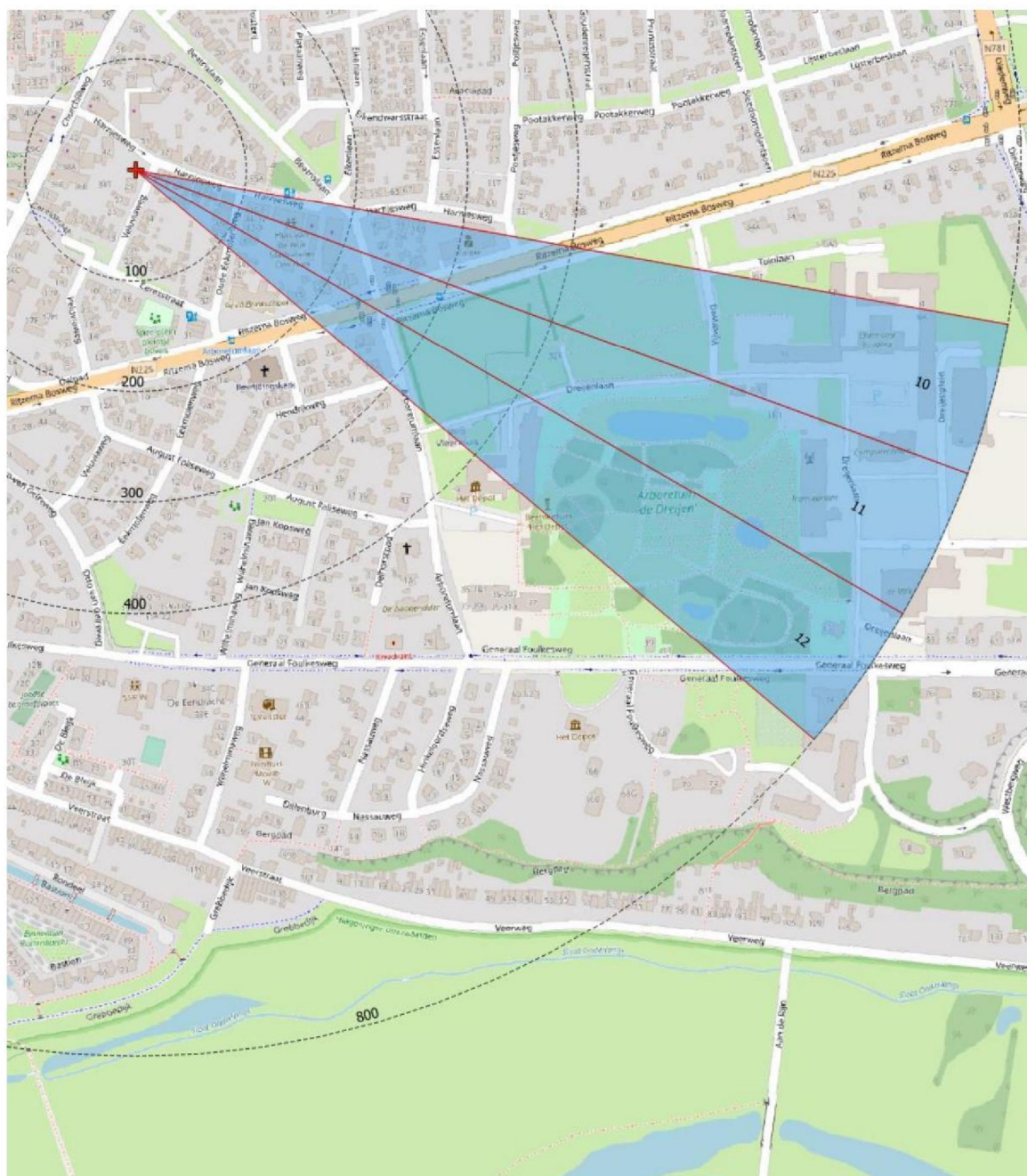
Aangezien het bij dit onderzoek om een zeer specifiek object (molen De Vliet) in een zeer beperkt oppervlak gaat, zijn de windgegevens van het dichtstbijzijnde KNMI-weerstation gebruikt voor dit onderzoek. De verkregen resultaten hebben een indicatief karakter.

Omdat er in dit geval meerdere situaties met elkaar vergeleken worden, zijn de verschillen belangrijker dan de absolute waarden. Het uitrekenen van de windreductie volstaat hierbij.

Het plangebied bestrijkt niet de gehele windroos maar uitsluitend het gebied tussen 100°-130°; ca. 8% van de windroos. Er wordt daarom uitsluitend naar de windhoek gekeken tussen 100°-130° met de molen als middelpunt. Hiervoor zijn alle wind belemmerende objecten in deze hoek, binnen een straal van 400 meter, geïnventariseerd.

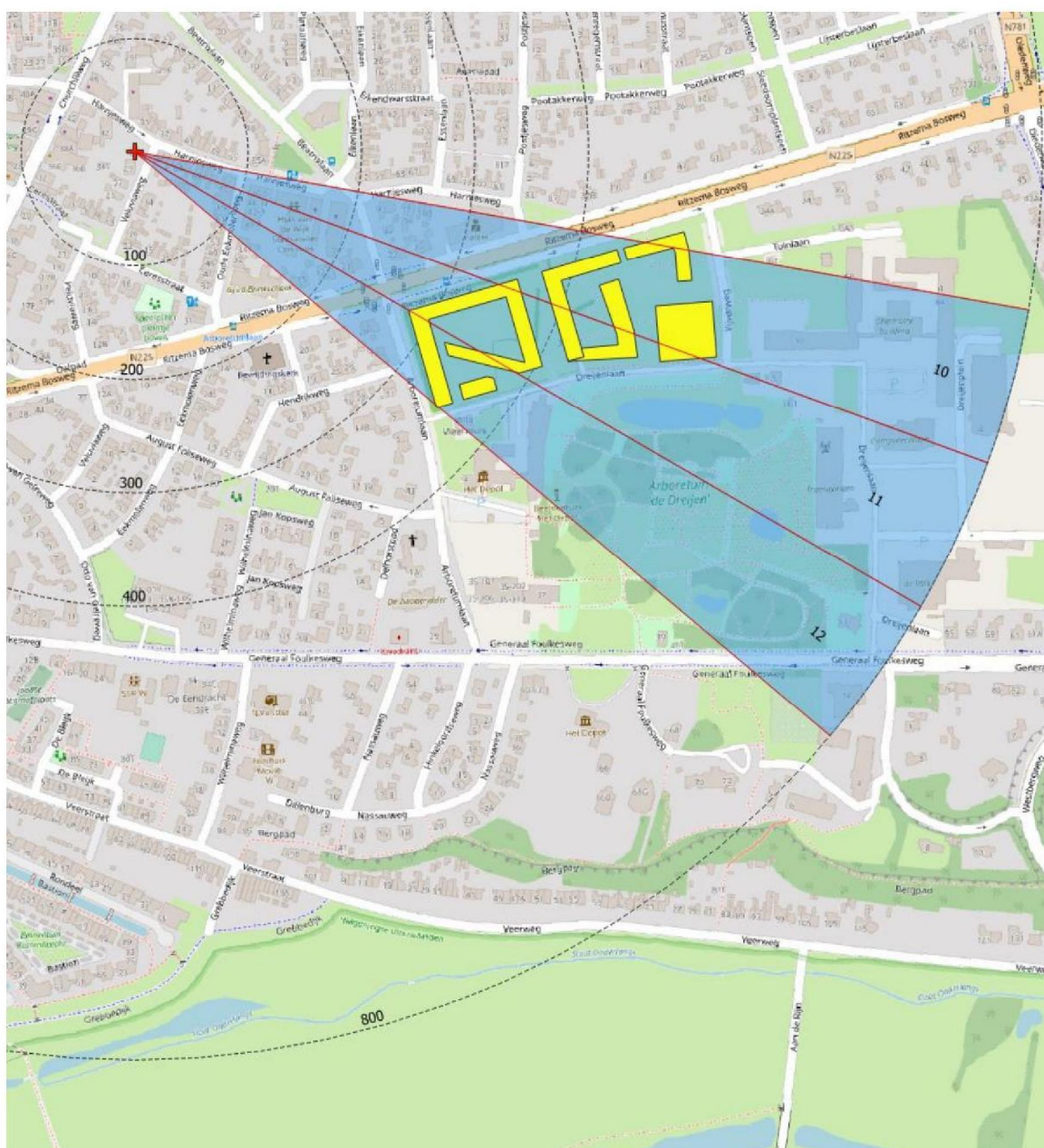


Deze hoek vormt het rekengebied. Om een accuraat beeld te verkrijgen van de effecten op de windvang is het rekengebied verdeeld in 3 sectoren van 10°.



Kaart 2: De sectorverdeling gezien in de huidige situatie. Het betreft hier sectoren 10 (100°-110°), 11 en 12. Het rode kruis geeft het middelpunt van de molen aan.





Kaart 3: Gelijk aan kaart 2 waarop de bouwvlakken van het plan ingetekend.



### 3. BEGRIPPEN

#### **Molenbiotop**

Onder het begrip “Molenbiotop” wordt meer verstaan dan alleen windvang. Het zijn alle omgevingsaspecten die van invloed zijn op het functioneren van een molen. Hieronder vallen niet alleen factoren die van directe invloed zijn voor de molen als maalwerktuig, zoals de bereikbaarheid, de windvang en het vrije zicht op de lucht om weersveranderingen aan te zien komen. Ook het functioneren van de molen als cultureel erfgoed, zoals de gaafheid van de historische setting, de toegankelijkheid voor bezoekers en de landschappelijke waarde maken hier onderdeel van uit.

In dit rapport wordt uitsluitend ingegaan op de windvang.

#### **Richtlijn Vereniging De Hollandsche Molen**

De Hollandsche Molen houdt in haar biotooprichtlijn voor gesloten gebied als een dorpsomgeving een obstakelvrije cirkel met een straal van honderd meter rond de molen, en daarbuiten een helling met een hoek van 1 op 50 aan. Daarboven dienen obstakels te worden vermeden.

#### **Molenbiotop**

In haar omgevingsverordening hanteert de provincie Gelderland voor het begrip “Molenbiotop” de volgende definitie:

*De molenbiotop is de omgeving van een molen of molenrestant, voor zover die omgeving van belang is voor het (toekomstig) functioneren daarvan als maalwerktuig, voor de monumentale waarde van de molen of het molenrestant of voor beide. De toetsing geschiedt op harde gronden als de toevoer van wind en watermolens en poldermolens de beschikbaarheid van water.*

## 4. MOLENBIOTOOP

### Ruimtelijke verordeningen Gelderland

De Provincie Gelderland acht bescherming van de molenbiotoop belangrijk. Zij heeft hiertoe een Gelderse Molenverordening (1996, gewijzigd bij besluit GS d.d. 30 oktober 2007) vastgesteld. Ingevolge artikel 4, derde lid van de Gelderse Molenverordening is het verboden in de molenbiotoop zonder vergunning van Gedeputeerde Staten, of in strijd met bij zodanige vergunning gestelde voorwaarden, bouwwerken op te richten, te wijzigen, werken aan te leggen of bomen, struiken of heesters aan te planten of te hebben van zodanige aard of omvang, dat daardoor het normale of toekomstig gebruik van een molen of molenrestant met wind- of waterkracht wordt verminderd, belemmerd of onmogelijk gemaakt of de monumentale waarde van de molen of het molenrestant wordt aangetast. Op grond van artikel 5, tweede lid van de Gelderse Molenverordening kunnen Gedeputeerde Staten criteria vaststellen ten behoeve van de beoordeling van aanvragen om een vergunning, als bedoeld in artikel 4, derde lid van de Gelderse Molenverordening. De Uitvoeringsregeling Gelderse Molenverordening (1996, gewijzigd met besluit d.d. 30 oktober 2007) strekt tot vaststelling van bedoelde criteria. Deze regeling is per 05 juli 2012 ingetrokken en vervangen door de Ruimtelijke Verordening Gelderland, eerste herziening. Deze is later opgevolgd door de omgevingsverordening Gelderland.

Onderstaand wordt artikel 2.64 Bescherming Windvang Molen uit de Omgevingsverordening Gelderland december 2018 geciteerd:

#### *Artikel 2.64 (bescherming windvang molen)*

- 1. Een bestemmingsplan maakt voor gronden binnen een Molenbiotoop geen nieuwe bebouwing of beplanting mogelijk als daardoor de windvang van een molen wordt beperkt.*
- 2. Het eerste lid is niet van toepassing op de molens in het Nederlands Openluchtmuseum te Arnhem.*

*Om een monumentale molen met een vrije windvang te laten functioneren, geldt dat binnen een straal van 400 meter gerekend vanaf het middelpunt van de molen, hoogtebeperkingen moeten worden gesteld aan het oprichten van bebouwing en beplanting. Verder dient rekening te worden gehouden met de belevingswaarde en het historisch karakter van de omgeving van de molen. Door maatwerk/compensatie wordt de belevingswaarde en het functioneren van de molen door middel van windvang niet beperkt. Met name in een bebouwde omgeving kunnen ook andere belangen in het geding zijn*



*waarbij zekere beperkingen ten aanzien van de windvang of de belevingswaarde niet altijd zijn uit te sluiten.*

De omgevingsverandering geeft bij zwaarwegende redenen ruimte voor het afwijken van de verordening:

*Afdeling 2.8 Ontheffing wegens bijzondere omstandigheden Artikel 2.66 (ontheffing als bedoeld in artikel 4.1a Wet ruimtelijke ordening) Gedeputeerde Staten kunnen op aanvraag van burgemeester en wethouders ontheffing als bedoeld in artikel 4.1a van de Wet ruimtelijke ordening verlenen van de in dit hoofdstuk gestelde instructieregels.*

In haar omgevingsverordening houdt de provincie Gelderland ook een obstakelvrije cirkel met een straal van 100 meter aan. Daarbuiten houdt de provincie eveneens een helling aan. De hellingshoek hiervan kan bepaald worden aan de hand van een formule waarin de factoren als askophoogte, windreductiecoëfficiënt en ruwheidsfactor van de omgeving een rol spelen.

Het uitgangspunt bij toetsing is dat de nieuwe situatie geen verslechtering ten opzichte van de huidige situatie mag zijn.

## **5. WINDONDERZOEK**

### **5.1 Topografie en windstromen**

Het ideale terrein voor een constante windsnelheid is een vlak en homogeen terrein waardoor het terrein weinig invloed heeft op de windsnelheid en richting, met uitzondering van de wrijving van de ondergrond (water, gras, zand, etc....). In de ideale situatie wordt de snelheid en richting van de wind hoofdzakelijk bepaald door de synoptische oorsprong (verschillen in druk als gevolg van temperatuurverschillen) binnen de planetaire grenslaag (PGL). Deze laag grenst aan het aardoppervlak en reikt ca. 500 tot 2000 meter overdag, afhankelijk van weersomstandigheden.

De stroomrichting van de wind is niet tangentieel op het aardoppervlak. Lucht heeft massa (ca. 1,25 kg/m<sup>3</sup>) waardoor deze op grotere schaal de contouren en de kromming van de aardbol volgt. In PGL wordt de wind op kleinere schaal beïnvloed door obstakels, zoals bomen en bebouwing. Dit manifesteert zich in turbulentie, ofwel draaiingen in de wind die het gevolg zijn van onderdruk achter obstakels.

Na een obstakel kan de wind zich herstellen. De afstand die wind nodig heeft om na een obstakel weer op gelijke snelheid te stromen als voor het obstakel is ongeveer 400 meter.

### **5.2 Complexe topografie en molen De Vlijt**

Bij geleidelijk en constant afnemend of oplopend terrein met een flauwe hellingshoek zal de wind op gelijke wijze stromen als bij vlak terrein. Echter zal de windrichting hier sneller worden bepaald door temperatuurverschillen tussen de 'piek' en de 'dal' (berg- en dalwind).

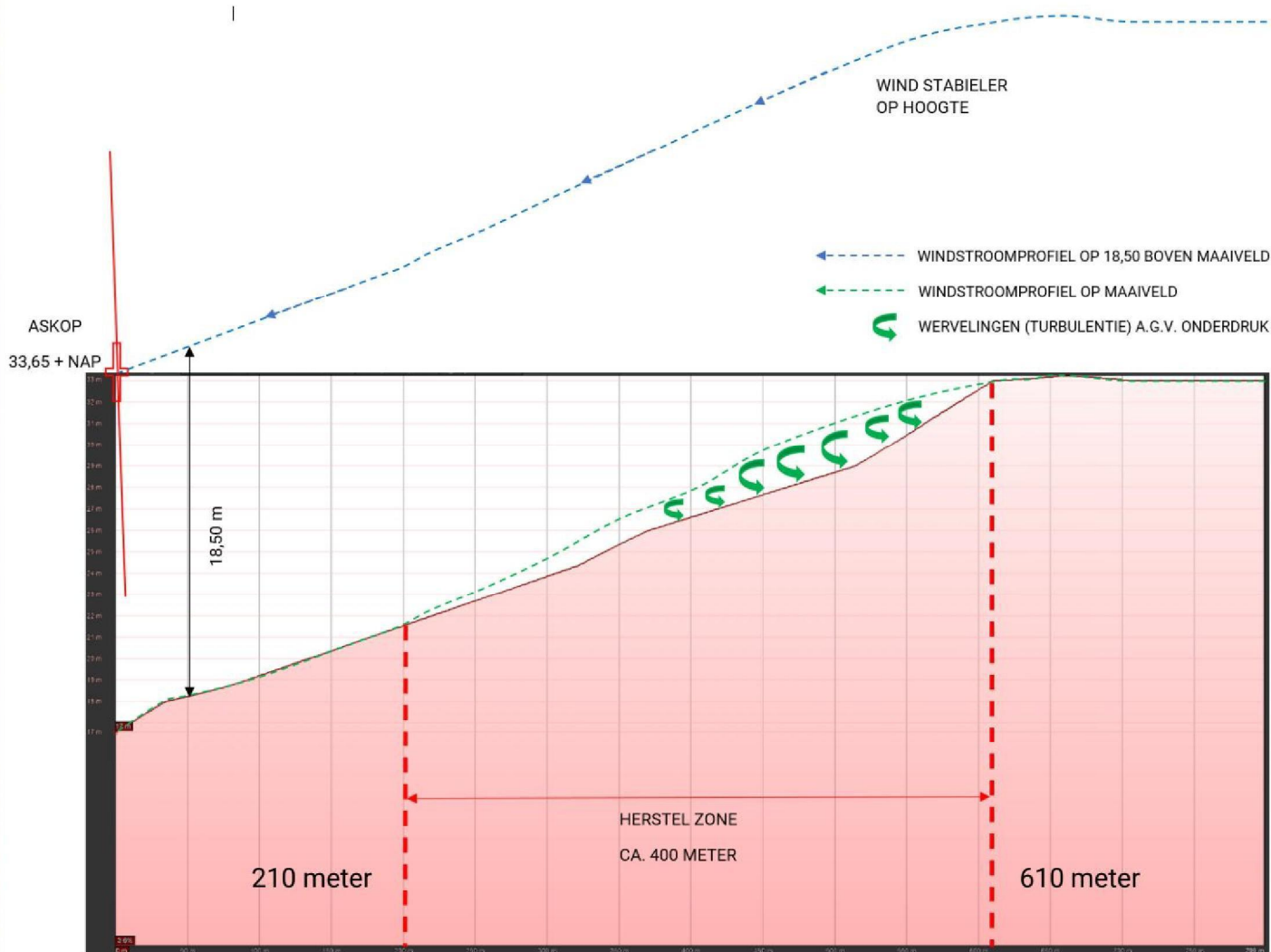
Gezien vanuit het oosten staat molen De Vlijt op een laagpunt. Binnen een straal van 800 meter loopt het maaiveld maar liefst 16 meter omhoog in de windhoek 100°-130°. Dit is een gemiddelde hellingshoek van 2% (1:50).

Echter is het aflopend terrein naar de molen niet constant. Hierdoor ontstaan er lagedrukgebieden over de 'kammen' van het terrein. Dit is belangrijk voor het berekenen van de windvang in de ideale en de huidige situatie, maar ook voor het effect van de nieuwbouwwoningen.

De molen staat in een stedelijk gebied. Dit betekent dat de gebouwen redelijk dicht op elkaar staan. De dichtheid van de bebouwing heeft ook invloed op de stroomsnelheid en turbulentie-intensiteit van de wind.



Op de onderstaande afbeelding wordt het hoogteprofiel van sector 10 weergegeven als voorbeeld. Het profiel geeft de hoogte van het terrein aan over een afstand van 800 meter gemeten vanaf de molen (links op het profiel). Het maaiveld rondom de molen is ca. 16 +NAP, de askop van de molen op 33,65 +NAP.



X- as = afstand van de molen (m), Y-as = terreinhoogte boven NAP (m). **Niet op schaal.**

De blauwe en groene stippellijnen geven een indicatie van de windstroom op twee hoogtes (stroming van rechts naar links). Groen is ter hoogte van het maaiveld en blauw ca. 18,50 meter boven maaiveld, waar de windsnelheid aanzienlijk sneller is. De wind ter hoogte van het maaiveld wordt al gauw beïnvloed door oneffenheden in het terrein, hetgeen resulteert in wervelingen (turbulentie) in de stroming. De windstroom boven

het terrein wordt geleidelijk stabiel. Het is wel duidelijk te zien dat de stroomrichting de contouren van het terrein volgt.

Op het profiel is te zien dat er op 610 meter van de molen een zogeheten kam in het terrein zit. Achter deze kam ontstaat een gebied van onderdruk met turbulentie als gevolg. Hierdoor zal de stroomsnelheid niet noemenswaardig afnemen. Na 400 meter is de stroming weer hersteld. Dit is in de situatie zonder bebouwing of begroeiing.

In dit geval kan de rekenmethode voor lineaire modellen, waaronder de biotoopformule, niet worden gebruikt.

### **5.3 Windvang**

Bij de windvang van een molen zijn twee zaken van belang: de windsnelheid en de turbulentie-intensiteit.

De windsnelheid heeft een directe relatie met de hoeveelheid energie die een molen opwekt. Het verschil in snelheid voor en achter het wiekenkruis in het kwadraat maal de massa van de lucht en een rendementsfactor geeft immers het vermogen dat een molen produceert. Een oude molen met een verbeterd wiekenkruis (in dit geval fokwieken met 22,30 meter vlucht) en een koppel stenen, zoals molen De Vlijt, kan bij een windsnelheid van ca 5,6 m/s ter hoogte van de askop goed malen.

### **5.4 Stedelijke gebieden**

In stedelijke gebieden is de verhouding tussen de hoogte van de bebouwing en de afstand tussen de gebouwen (turbulentieratio) bepalend voor de turbulentie-intensiteit.

Bij een verhouding onder 0.3 is de turbulentie-intensiteit het grootst. Met deze verhouding spreekt men over 'gescheiden turbulentie'. Hier hebben de luchtwervelingen tussen de gebouwen een grote invloed op de bovenliggende luchtstroom.

Bij een verhouding tussen 0.3 en 0.7 neemt de turbulentie af. Dit is 'zegturbulentie'.

Bij een verhouding boven 0.7 is de invloed van de turbulentie op de bovenliggende luchtstroom beperkt. Dit heet 'scheer turbulentie'.

### **5.5 Werkwijze**

Om inzicht te krijgen op de invloed die een obstakel uitoefent in de lijwaartse richting, worden de afstanden van dit obstakel tot het te beschouwen object en de hoogte van het te beschouwen object uitgedrukt in obstakelhoogten. De hoogte van het obstakel wordt hierbij op 1 gesteld. De molenhoogte wordt hierbij aangeduid met de askophoogte. De



askophoogte is gerekend als de helft van het wiekenkruis plus de vrije ruimte tussen onderste tip van de wiek plus een eventueel verschil in hoogte tussen het beschouwde terrein en het molenerf. De onderlinge afstand van obstakel en molen wordt ook uitgedrukt in obstakelhoogten. De windsnelheid wordt berekend op basis van modellen die het verloop van windsnelheid achter een windscherm weergeven.

In het rekenmodel wordt rekening gehouden met de hoek in de windroos die de objecten bestrijken. Dit wordt uitgedrukt in graden. De uiterste punten van het object bepalen het begin en eindgraad van het object gezien vanuit het hart van de molen. Vervolgens wordt er gekeken naar voor- en achterliggende (vanuit de molen gezien) objecten. Op basis hiervan wordt bepaald of het object een directe belemmering veroorzaakt.

De gekozen methode is te onnauwkeurig om windreductie tot achter de komma uit te kunnen rekenen. De vermelde getallen zijn zuiver indicatief en uitsluitend bedoeld om de ene situatie met de andere te kunnen vergelijken.

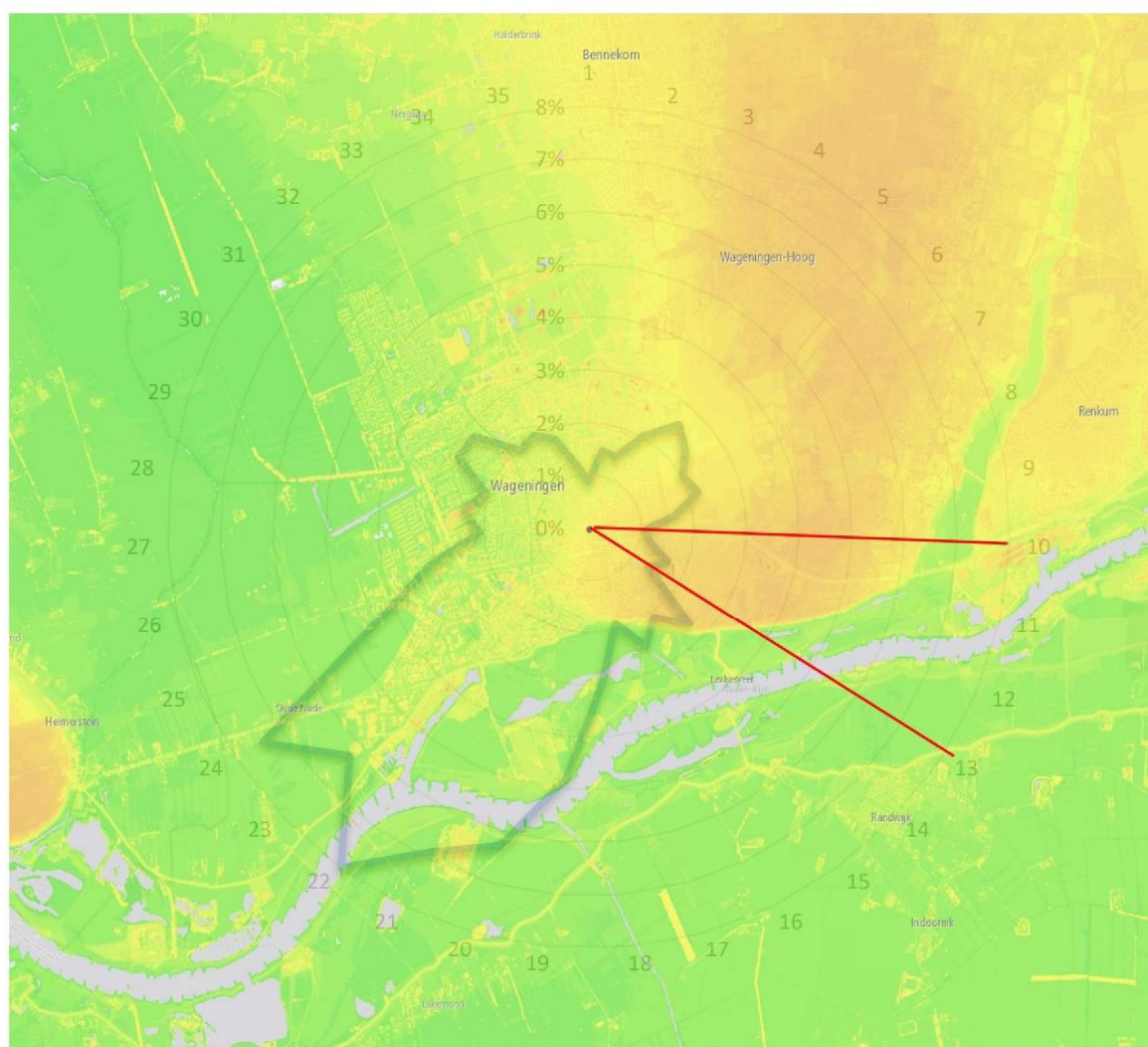
## 5.6 Windregime Wageningen

Windregime 20 meter boven maaiveld, alle windrichtingen, overdag, per jaar<sup>1</sup>:

Dagen met meetbare wind, alle snelheden = 348 [95% van het jaar]  
Dagen met wind boven 5,6 meter/sec (maaldag) = 261 [71,5% van het jaar]

<sup>1</sup> Gemiddeld per jaar. Dataset 2000-2019 voor KNMI-weerstation Deelen. Uren 0600 – 1800.

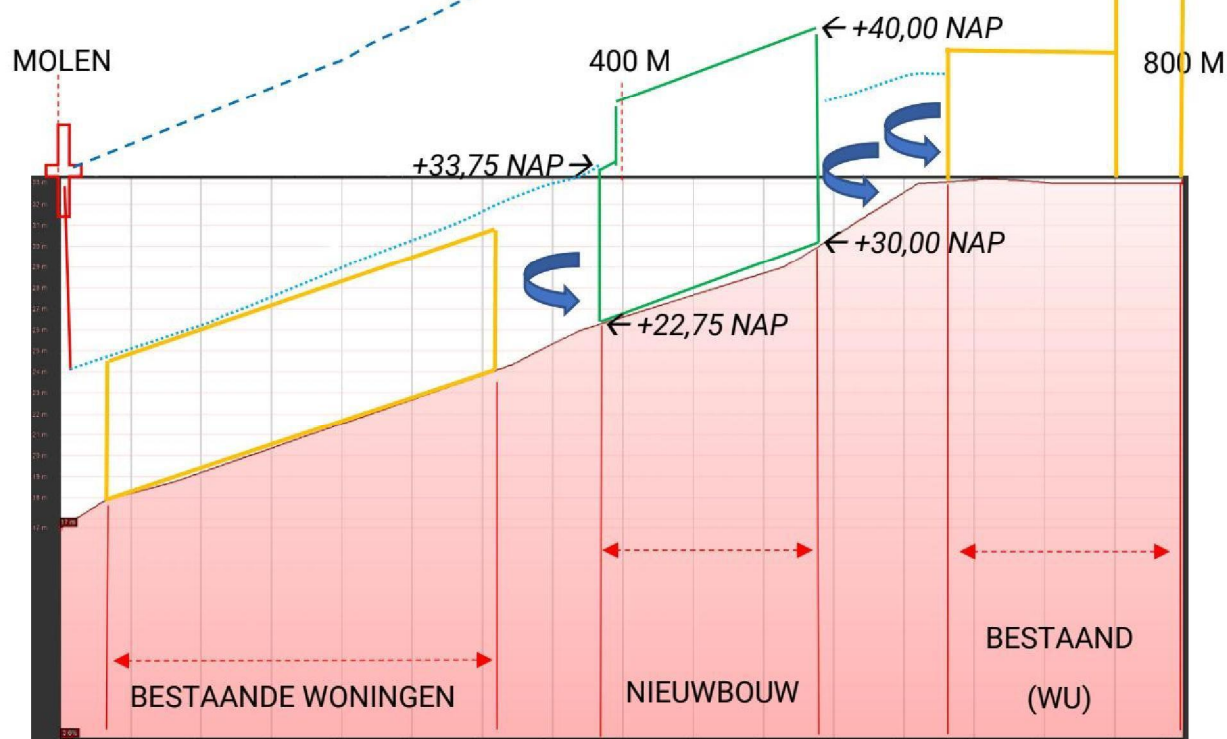
## Windregime Deelen; Wind $V > V_{min}$ (5,6 m/s) 0-360° op 20m hoogte; tussen 6u en 18u per sector



Windroos Wageningen (op basis van de gegevens van weerstation Deelen) overdag met windsnelheden boven 5,6 meter/sec op 20 meter boven maaiveld. Op basis van KNMI-data 2000-2019. Onderlegger: topografische kaart AHN3 DSM, zuiver noord georiënteerd, schaal onbekend. Tussen de rode lijnen de windhoek die van toepassing is voor dit onderzoek. Hoeveelheden worden uitgedrukt in percentage van het totaal aantal maaldagen op jaarbasis.



## 5.7 Sector 10 (100°-110°)



Hoogteprofiel (maai veld) sector 10. Straal 800 meter. X- en Y-as niet op schaal (ca. 1:2)

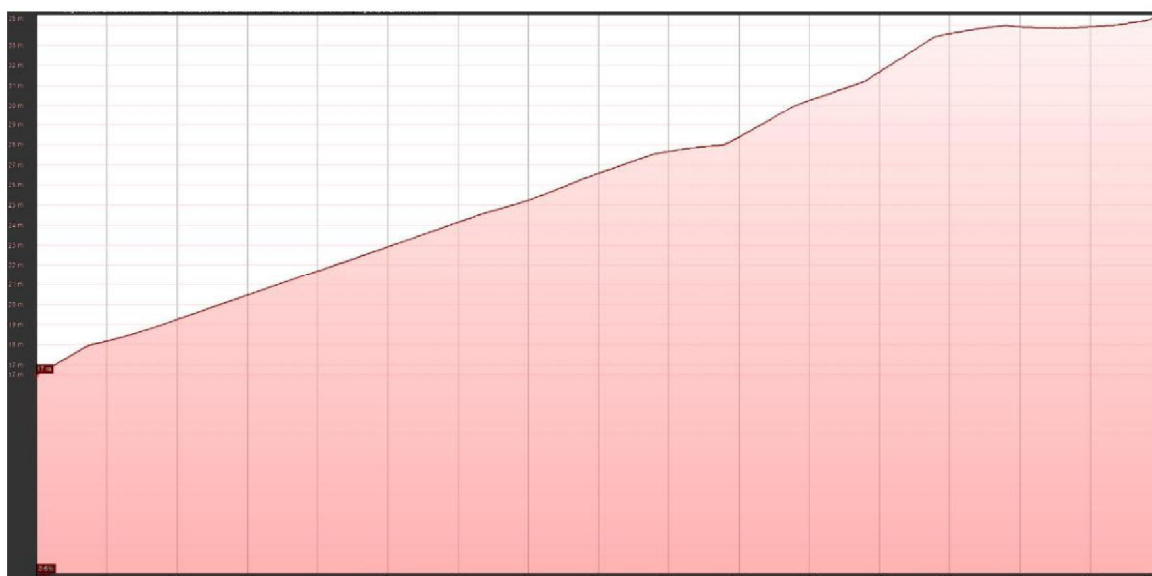
Gemiddelde verhouding hoogte en onderlinge afstand bestaande gebouwen 1,5.

De **windsnelheid** wordt op 800 meter op 1 gesteld:

| Afstand en hoogte                                 | Huidige situatie<br>(bestaand) | Toekomstige situatie |
|---------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 800 meter (+20 meter maaiveld)                    | 1                              | 1                    |
| 400 meter (+ 20 meter maaiveld)                   | 0.76                           | 0.61                 |
| Molen (+ 20 meter maaiveld, askop)                | 1                              | 1                    |
| 800 meter (+8 meter boven maaiveld, onderste end) | 1                              | 1                    |
| 400 meter (+8 meter boven maaiveld, onderste end) | 0.5                            | 0.0                  |

|                                                          |     |     |
|----------------------------------------------------------|-----|-----|
| Molen (onderste end)                                     | 1   | .97 |
| 800 meter (+30 meter<br>boven maaiveld, bovenste<br>end) | 1   | 1   |
| 400 meter (bovenste end)                                 | .81 | .79 |
| Molen (bovenste end)                                     | 1   | 1   |

## 5.8 Sector 11 (110°-120°)



Hoogteprofiel (maaiveld) sector 11. Straal 800 meter. X- en Y-as niet op schaal (ca. 1:2). Bestaande en nieuwbouw gebouwen niet weergegeven.

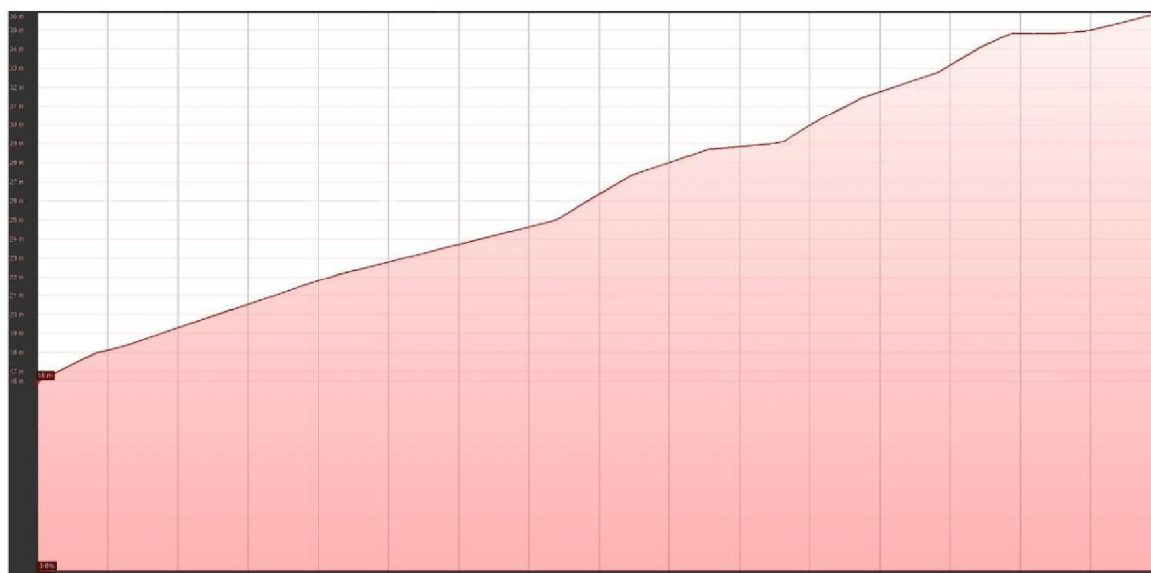
Gemiddelde verhouding hoogte en onderlinge afstand bestaande gebouwen 0,7.

| Afstand en hoogte                     | Huidige situatie<br>(bestaand) | Toekomstige situatie |
|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 800 meter (+20 meter<br>maaiveld)     | 1                              | 1                    |
| 400 meter (+ 20 meter<br>maaiveld)    | 0.96                           | 0.94                 |
| Molen (+ 20 meter<br>maaiveld, askop) | 1                              | 1                    |



|                                                    |      |      |
|----------------------------------------------------|------|------|
| 800 meter (+8 meter boven maaiveld, onderste end)  | 1    | 1    |
| 400 meter (+8 meter boven maaiveld, onderste end)  | 0.86 | 0.49 |
| Molen (onderste end)                               | 1    | 0.88 |
| 800 meter (+30 meter boven maaiveld, bovenste end) | 1    | 1    |
| 400 meter (bovenste end)                           | 1    | 1    |
| Molen (bovenste end)                               | 1    | 1    |

## 5.9 Sector 12 (120°-130°)



Hoogteprofiel (maaiveld) sector 12. Straal 800 meter. X- en Y-as niet op schaal (ca. 1:2). Bestaande en nieuwbouw gebouwen niet weergegeven.

Gemiddelde verhouding hoogte en onderlinge afstand bestaande gebouwen 0,36.

| Afstand en hoogte              | Huidige situatie (bestaand) | Toekomstige situatie |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 800 meter (+20 meter maaiveld) | 1                           | 1                    |

|                                                    |      |      |
|----------------------------------------------------|------|------|
| 400 meter (+ 20 meter maaiveld)                    | 0.95 | 0.95 |
| Molen (+ 20 meter maaiveld, askop)                 | 0.96 | 0.78 |
| 800 meter (+8 meter boven maaiveld, onderste end)  | 1    | 1    |
| 400 meter (+8 meter boven maaiveld, onderste end)  | 0.40 | 0.40 |
| Molen (onderste end)                               | 0.80 | 0.29 |
| 800 meter (+30 meter boven maaiveld, bovenste end) | 1    | 1    |
| 400 meter (bovenste end)                           | 0.98 | 0.98 |
| Molen (bovenste end)                               | 0.98 | 0.91 |



## Resultaten windreductie berekeningen

*Wegens de complexiteit van het terrein, de beperkingen van een theoretisch rekenmodel en ontbrekende gegevens van bomen in de nieuwe situatie zijn bomen niet meegerekend in de huidige of nieuwe situatie.*

### Sector 10 (100°-110°):

Maaldagen ideale situatie: 3, ofwel 1% van alle maaldagen. Op jaarbasis.

Maaldagen huidige situatie: 3 (afgerond)

Maaldagen nieuwe situatie: 3 (afgerond)

Reductie als gevolg van ontwikkeling: **1% reductie in windsnelheid, gemiddeld over het gevlucht. Over de diameter van het gevlucht is dit een reductie in vermogen van 3%.<sup>2</sup>**

### Sector 11 (110°-120°):

Maaldagen ideale situatie: 3, ofwel 1% van alle maaldagen. Op jaarbasis.

Maaldagen huidige situatie: 3 (afgerond)

Maaldagen nieuwe situatie: 3 (afgerond)

Reductie als gevolg van ontwikkeling: **4% reductie in windsnelheid, gemiddeld over het gevlucht. Over de diameter van het gevlucht is dit een reductie in vermogen van 11%.**

### Sector 12 (120°-130°):

Maaldagen ideale situatie: 4, ofwel 2% van alle maaldagen. Op jaarbasis.

Maaldagen huidige situatie: 4 (afgerond)

Maaldagen nieuwe situatie: 1 (afgerond)

Reductie als gevolg van ontwikkeling: **36% reductie in windsnelheid, gemiddeld over het gevlucht. Over de diameter van het gevlucht is dit een reductie in vermogen van 74%.**

---

<sup>2</sup> Het vermogen dat de molen opwekt kan worden berekend aan de hand van de volgende formule:  $P = 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot (V^3) \cdot \eta$ . Waarbij de windsnelheid tot de derdemacht wordt berekend. Een lineaire afname in windsnelheid is een exponentiële afname in vermogen.

## 6. CONCLUSIE

De nieuwbouwwoningen zoals opgenomen in het bestemmingsplan *Wageningen, De Dreijen* veroorzaken indirect een belemmering op de windvang van molen De Vlijt.

Deze belemmering wordt aangemerkt als indirect omdat de nieuwbouwwoningen in een herstelzone worden gebouwd. Deze zone dient als buffer tussen de bestaande gebouwen in de 800 meter zone en de bestaande gebouwen in de 400 meter zone waarin de wind zich kan herstellen na een obstakel.

Het effect van de nieuwe gebouwen zal met name merkbaar zijn in sector 12, waar een combinatie van een lage turbulentieratio van de bestaande gebouwen, het bestaande museum 'Het Depot' en de afstand van de nieuwbouw tot de molen een relatief grote belemmering veroorzaken. Door het bouwen van woningen met een nokhoogte van 11 meter op de hoek van de Arboretumlaan en de N225 valt de herstelzone van de wind deels weg.

Het tweede aspect van de windvang, turbulentie-intensiteit, speelt hier ook een rol. Het gedrag van turbulentie is afhankelijk van talloze factoren en daardoor ook onvoorspelbaar in praktijksituaties. Echter kan de turbulentie-intensiteit toenemen ter plaatse molen als er binnen de biotoopcirkel wordt gebouwd, met name ter hoogte van het onderste end. De toename in turbulentie-intensiteit kan nadelige gevolgen hebben op het constante toerental van de molen en op de constructie van de molen als gevolg van stootbelasting op het gevlucht.

Hieruit vloeit het advies om niet binnen de biotoopcirkel van een molen te bouwen omdat de windvang vrijwel altijd wordt verstoord.

Tegenover deze conclusies staat het feit dat het onderzoek is uitgevoerd op basis een theoretisch rekenmodel en dat het effect van de ontwikkeling in de praktijk veel minder zal zijn als gevolg van de aanwezigheid van bomen. De aanwezige zoom van bomen op de hoek van de Arboretumlaan en de N225 is niet in het rekenmodel opgenomen, maar zal, voornamelijk in de zomermaanden, in de huidige situatie al zorgen voor een belemmering voor de molen.

In de praktijk zal het effect van de nieuwbouw een beperkt effect hebben op de windvang van de molen. Het plangebied ligt in een windhoek waar relatief weinig wind vandaan komt volgens de gegevens van KNMI-station Deelen. Daarnaast zijn er andere



maatschappelijke belangen, met name in stedelijke gebieden, zoals verdere ontwikkelingen en het bouwen van nieuwe woningen.

Tot 2009 heeft het Instituut voor Landbouwhuiskunde ter plaatse van het plangebied gestaan, een gebouw met maar liefst zes bouwlagen<sup>3</sup>. Sinds de sloop van het pand in april-okt 2009 staat het plangebied leeg. De nu beoogde invulling is dan ook een verbetering ten opzichte van de functie die voorheen in het plangebied aanwezig was en op grond van het huidige bestemmingsplan mogelijk is.

Op basis van de bovenstaande conclusie wordt het volgende aanbevolen:

Niet hoger bouwen dan de bestaande woningen tussen het plangebied en de molen. Over het algemeen zijn dit gebouwen met 2 bouwlagen en een hoge kap, ofwel ca. 11 meter hoog. Hierbij kan het maaiveld bij geleidelijk oplopend terrein op 0 worden gesteld. De maximale hoogte kan per windrichting verschillend zijn. Met deze methode blijft de belemmering als gevolg de nieuwbouwwoningen indirect i.p.v. direct.

---

<sup>3</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/Dreijenborch>