



# **MOLEN DE HOOP**

**Windonderzoek | GARDEREN**

**Rapportnummer: 520017**

**Datum: 30 april 2020; herzien 14 juni 2021**

**Opdrachtgever:**

**Van de Kolk**

Koningsweg 29

3886 KC | Garderen

**Contactpersonen:**

**Robert Hoekstra** | Directeur ontwikkeling

0577 461 855

robert@vandekolk.nl

**Datum rapportage:**

30 april 2020; herzien 14 juni 2021

**Auteur:**

E. van der Elst

EAG Monuments

06 412 908 53

**Status:**

Definitief v.2: 14 juni 2021

*In deze zijn de maaiveld en bouwhoogtes definitief*

**Bijlagen:**

- |    |  |     |                    |
|----|--|-----|--------------------|
| 1. | 520017_Rekensheet_Biotoop_GAR_De Hoop            | PDF | <b>EAGM</b>        |
| 2. | BGT + DKK Plan Kloezeman Garderen 20 april 2020  | DWG | <b>Van de Kolk</b> |
| 3. | Woningbouwlocatie Kloezeman Garderen -13 03 2020 | PDF | <b>Van de Kolk</b> |

## Inhoud

Bronnen .....	2
1. INLEIDING .....	3
1A. Aanleiding voor het onderzoek .....	3
1B. Aanpak .....	5
2. SAMENVATTING .....	7
3. BEGRIPPEN .....	9
4. WINDREGIME GARDEREN .....	11
5. HET WINDONDERZOEK .....	13
5.1 Huidige situatie .....	14
5.2 Toekomstige situatie .....	17
5.3 Maximale bouwhoogtes .....	20
6. MOLENBIOTOOP .....	21
6.1 Ruimtelijke verordeningen Gelderland .....	21
6.2 Biotoopformule .....	22
7. CONCLUSIES & AANBEVELINGEN .....	23
7.1 Conclusies realisatie bouwplan .....	23
7.2 Aanbevelingen .....	23

Voor de opstelling van dit rapport is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

## 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 Trees*. Opgehaald van  
PennState Extension: <https://extension.psu.edu/windbreaks-and-shade-trees>

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

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

## 1. INLEIDING

### 1A. Aanleiding voor het onderzoek

Het bouwbedrijf Van de Kolk, gevestigd in het Gelderse dorp Garderen, is voornemens 26 woningen te bouwen in Garderen. De woningbouwlocatie, aangeduid met de naam 'Kloezeman', is momenteel een geëgaliseerd veld met enkele bomen. Aangrenzend ten westen en zuiden van het veld staan hoge loofbomen.



Afbeelding 1: Luchtfoto van het gebied rondom molen De Hoop. De luchtfoto is zuiver noord georiënteerd. De grote gele cirkel geeft de straal van 400 meter rondom de molen aan; de kleine gele cirkel een straal van 100 meter. De rode, radiale lijnen zijn de uiterste raaklijnen van het rekengebied (paarse vlak). De radiale lijnen zijn 350° en 30° met de molen als middelpunt. (Bron: Google Earth).



Afbeeldingen 2 & 3: Links het plangebied weergegeven op de luchtfoto. Rechts een visualisatie van de voorgenomen inrichting van de het plangebied. Visualisatie getekend door De Regt + Danz Architecten. (Bron luchtfoto: Google Earth).

In Garderen staat molen De Hoop, een ronde stenen stellingmolen. Molen De Hoop staat op ca. 145 meter ten zuiden van het plangebied. De molen ligt mooi aan de rand van het dorp. Deze molen is een in 1852-3 gebouwde korenmolen met één koppel stenen.

Het bouwplan voorziet de bouw van 26 woningen. 24 woningen zijn rijtjeswoningen, verdeeld in 4 groepen van 6 woningen. De nokken van deze woningen zijn min of meer oost-west georiënteerd, ofwel haaks op de wind gezien vanuit de molen bij wind uit het noorden. De twee overige woningen vormen een 2-onder-1 kap woning in de noordoostelijke hoek van het plangebied. De nok van dit pand is noord-zuid georiënteerd. De definitieve maaiveld- en bouwhoogtes van de woningen zijn bepaald. In dit onderzoek worden tevens de maximaal toelaatbare bouwhoogtes berekend op basis van het rekenmodel en ook op basis van de molen biotoopformule van De Hollandsche Molen.

Het plaatsen of verhogen van objecten (gebouwen, bomen, dijken, etc.) binnen een straal van 400 meter van een windmolen kan nadelige gevolgen hebben voor de windvang van een molen. Het gehele plangebied bevindt zich binnen een straal van 400 meter. Om de potentiële gevolgen voor de windvang van de molen in kaart te brengen is dit windonderzoek uitgevoerd door EAG Monuments.

## 1B. 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 wordt ingegaan op de huidige situatie en de situatie na realisatie van het bouwplan. De situatie na realisatie van het bouwplan wordt berekend in één scenario. Tevens worden de bomen en gebouwen meegerekend in het huidige en toekomstige scenario om een accuraat beeld te krijgen van de werkelijke windvang van de molen.

In dit rapport wordt de windvang van molen De Hoop in de werkelijke situatie en de situatie na realisatie van het bouwplan onderzocht. Allereerst wordt gekeken hoeveel dagen per jaar de molen in de ideale situatie kan malen. Hierna wordt de huidige situatie en de toekomstige situatie na realisatie van het bouwplan berekend.

Een doel van dit onderzoek is daarom om de maximaal toelaatbare bouwhoogtes ter plaatse van de het plangebied te bepalen. Deze bouwhoogtes worden bepaald op basis van windreductiemodellen. Tevens worden de maximale bouwhoogtes volgens de molenbiotopformule berekend om deze met elkaar te kunnen vergelijken.

Aangezien het bij dit onderzoek om een zeer specifiek object (molen De Hoop te Garderen) in een zeer beperkt oppervlak gaat, zijn de windgegevens van het dichtstbijzijnde KNMI-weerstation (Deelen; N 52.056 O 5.873; alt. 48,20 meter) gebruikt voor dit onderzoek. Het weerstation van Deelen ligt ca. 22 km ten zuidoosten van molen De Hoop. De verkregen resultaten hebben een indicatief karakter.

Omdat in dit geval drie 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 350°-30°; ca. 11% van de windroos. Er wordt daarom uitsluitend naar de windhoek gekeken tussen 350°-30° met de molen als middelpunt. Hiervoor zijn alle windbelemmerende 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 4 sectoren van 10°.



Afbeelding 4: Het rekengebied met alle belemmerede objecten in de huidige situatie. De groene vlakken zijn bomen en de gele vlakken zijn gebouwen. De luchtfoto is zuiver noord georiënteerd. De twee rode lijnen zijn 350° en 30°. De witte lijnen, met de klok mee, zijn 0° (360°), 10°, en 20°. De lijnen verdelen het rekengebied in 4 sectoren van 10°. De nummering van de sectoren telt op met de klok mee.



Afbeelding 5: De nummering van de boomgroepen in het plangebied die gebruikt zijn in het model is gelijk aan de nummering in de presentatie van Van de Kolk en De Regt + Danz. (Bron: Dia; pg. 24; Van de Kolk en De Regt + Danz).

## 2. SAMENVATTING

Er zijn drie situaties doorgerekend:

1. De ideale situatie. Dit is de situatie waarin de molen een vrije windvang heeft, dat wil zeggen, geen objecten binnen een straal van 400 meter. *Rekengebied: 350° t/m 30°.*
2. De tweede situatie is de huidige situatie. Hierbij zijn de werkelijke hoogtes van de gebouwen en bomen gebruikt in het model. *Rekengebied: 350° t/m 30°.*
3. De derde situatie is de toekomstige situatie. Het uitgangspunt is woningen met een goothoogte van 6 meter en een nokhoogte van 10,5 meter. De toekomstige situatie wordt vergeleken met situaties 1 en 2. Omdat er nog geen definitieve hoogtes zijn bepaald wordt er in dit geval ook de maximaal toelaatbare bouwhoogtes berekend, dat wil zeggen, de maximale bouwhoogte ter plaatse van het plangebied zonder dat de windvang van de molen wordt belemmerd. *Rekengebied: 350° t/m 30°.*

Tabel 1:

Gemiddelde windreductie (zomer)			
Situatie	Aantal maaldagen per jaar windhoek 350° t/m 30°	Reductie maaldagen t.o.v. ideale situatie	Reductie maaldagen t.o.v. huidige situatie
1. Ideale situatie	17	n.v.t.	n.v.t.
2. Huidige situatie	12*	28,9%	n.v.t.
3. Toekomstige situatie (nok 10,5 meter boven maaiveld)	12*	29,9%	<b>1,0%</b>

\*De reductie in het aantal maaldagen wordt berekend op basis van de windreductie ter hoogte van de askop.

Uit het onderzoek blijkt dat in de huidige, werkelijke situatie (2) het aantal dagen dat molen De Hoop kan malen is gereduceerd tot 71,1% ten opzichte van de ideale situatie.

Volgens het rekenmodel is in de toekomstige situatie waarin het bouwplan is gerealiseerd de wind gereduceerd tot 70,1% ten opzichte van de ideale situatie.

Ten opzichte van de huidige situatie wordt het aantal maaldagen met **1,0%** gereduceerd als het plan wordt gerealiseerd. Deze reductie wordt niet veroorzaakt door de woningen maar door de verplaatste haagbeuken (VB04). Hiervoor is de gemiddelde groeihoogte van een haagbeuk (15 meter) gebruikt in het model.

De volgende tabel is de gemiddelde windreductie in de wintermaanden.



Tabel 2:

Gemiddelde windreductie (winter)			
Situatie	Aantal maaldagen per jaar windhoek 350° t/m 30°	Reductie maaldagen t.o.v. ideale situatie	Reductie maaldagen t.o.v. huidige situatie
1. Ideale situatie	17	n.v.t.	n.v.t.
2. Huidige situatie	16	9,5%	n.v.t.
3. Toekomstige situatie (nok 10,5 meter boven maaiveld)	16	9,9%	<b>0,4%</b>

De gemiddelde windreductie in de wintermaanden (bomen zonder blad).

De windreductie op de molen wordt uitgerekend voor het onderste end, de askop en het bovenste end. Het onderste end is de wiek die op dat moment in omwenteling verticaal naar beneden staat, het bovenste end verticaal naar boven.

Er is theoretisch gezien geen windreductie op het gevlucht als gevolg het bouwen van woningen met een nokhoogte van 10,5 meter op het nieuwe maaiveldniveau. Wel is er enige reductie als gevolg van het verplanten van de haakbeuken.

Tabel 3 geeft de maximaal toelaatbare bouwhoogtes weer. Deze hoogtes zijn berekend op basis van het windreductiemodel en de biotoopformule van De Hollandsche Molen. Zie hoofdstuk 5 voor de identificatie.

Tabel 3:

Identificatie bouwdeel	Type	Sector	Afstand tot hartpunt molen (gem.)	Max. bouwhoogte boven maaiveld (m)	Max. bouwhoogte boven maaiveld (m) - biotoopformule
GB01.01	RIJTJES	1	158	11,02	8,16
GB01.01	RIJTJES	2	158	11,16	8,30
GB01.02	RIJTJES	3	166	11,24	8,28
GB01.02	RIJTJES	4	171	11,04	8,01
GB02.01	RIJTJES	1	191	12,62	9,34
GB02.01	RIJTJES	2	197	13,01	9,65
GB02.02	RIJTJES	2	206	13,12	9,65
GB02.02	RIJTJES	3	214	13,40	9,82
GB03.01	2 ONDER 1	3	233	14,49	10,67

### 3. BEGRIPPEN

#### Molenbiotoop

Onder het begrip “Molenbiotoop” 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 voor graan- en meeltransport, 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 maakt hier onderdeel van uit.

In dit rapport wordt uitsluitend ingegaan op de windvang.

In de omgevingsverordening hanteert de provincie Gelderland de ruime definitie. Zij toetst echter alleen op de toevoer van wind en bij poldermolens en watermolens de beschikbaarheid van water.

#### 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.

#### Omgevingsverordening provincie Gelderland

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

De molenbiotoop 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.

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.

#### Windvang

Bij de windvang van een molen zijn twee zaken van belang: de windsnelheid en de turbulentieintensiteit.

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 Oud-

Hollands wiekenkruis en één koppel 16der stenen, zoals molen De Hoop, kan bij een windsnelheid van ca. 5,10 m/s ter hoogte van de askop beginnen met malen.

Turbulentie wordt gevormd door draaiingen in de wind die het gevolg zijn van onderdruk achter obstakels. Het vermogen van een molen zal hierdoor niet noemenswaardig afnemen. Wel is het zo dat de molen onregelmatiger gaat draaien. Bij het draaien op bedrijfssnelheid kan de molen door een windvlaag tijdelijk te hard gaan draaien. Ook kan de snelheid inzakken door een zgn. zaam in de wind. Ook kan turbulentie stootbelasting op de wieken en de constructie van de molen veroorzaken.

## 4. WINDREGIME GARDEREN

Als basis voor de berekeningen zijn de wind-technische gegevens van het dichtstbijzijnde KNMI-weerstation (Deelen) gebruikt. Aan de hand van de metadata zijn de gemiddelde windsnelheden per dag over een periode van 20 jaar (1-1-2000 t/m 31-12-2019) gecalculeerd. Ten behoeve van dit onderzoek wordt de tijd tussen 08.00 en 19.00 aangehouden als periode waarin de molenaar(s) met de molen zullen draaien. Enkel de windsnelheden tussen de uren van 08.00 en 19.00 worden gebruikt voor het berekenen van een windregime omdat het afkoelen van de lucht in de avonden de windsnelheid/richting kan veranderen – dit zou een vertekend beeld geven als deze snelheden worden meegerekend om het windregime voor een molen te berekenen.

Het KNMI-weerstation meet de windsnelheid op een hoogte van 10 meter boven maaiveld. De hoogte van de askop van molen De Hoop is 16,87 meter boven maaiveld. Windsnelheden in de oppervlakte laag (de onderste 1/5 van de planetaire grenslaag) verschillen aanzienlijk op verschillende hoogtes. De windsnelheid op 10 meter hoogte is het dubbele van de windsnelheid op 3,3 meter hoogte.

Omdat de askop 6,87 meter hoger is dan de meethoogte is er gebruik gemaakt van het logaritmische windprofiel om de juiste de windsnelheid te berekenen. Hiervoor zijn bovenstaande hoogtes en de volgende variabelen gebruikt:

$D = 0,13$  (hoogte windstil, ideale situatie)

$Z_0 = 0,5$  (ruwheidslengte; parken, struiken, hindernissen)

Tevens is er gekeken naar de overheersende windrichting per dag. Hieruit wordt er een accuraat beeld verkregen van de gemiddelde windsnelheid en windrichting per dag over een periode van een jaar. In dit geval worden de windrichtingen uitgedrukt in 4 sectoren van  $10^\circ$ :

Rekengebied =  $350^\circ$  t/m  $30^\circ = 40^\circ$

$40^\circ = (4 * 10^\circ)$

Vervolgens wordt het aantal 'maaldagen' berekend. Een dag is een maaldag indien de gemiddelde windsnelheid tussen 08.00 en 19.00 hoger is dan, of gelijk is aan 5,10 m/s ter hoogte van de askop. De maaldagen worden vervolgens per windsector gecategoriseerd.

Op basis van deze gegevens wordt het totaal aantal maaldagen, per windsector, in de ideale situatie berekend. De resultaten worden in tabel 4 weergegeven.

Tabel 4:

Wind V > Vmin rekengebied					
Sector		Maaldagen 2000 t/m 2019	% van rekengebied	Gemiddeld aantal maaldagen per jaar	% van rekengebied
350-360°	1	117	34%	6	34%
0-10°	2	3	1%	0	1%
10-20°	3	52	15%	3	15%
20-30°	4	177	51%	9	51%
		<b>349</b>	<b>100%</b>	<b><u>17</u></b>	<b>100%</b>

Uit de bovenstaande tabel kunnen de volgende relevante conclusies worden getrokken:

- De molen kan in de ideale situatie gemiddeld 17 dagen per jaar malen met wind uit de windhoek 350°-30°.
- De meest voorkomende windrichting met windsnelheden boven 5,10 m/s is sector 4 met 51% van het totaal.

Uit de analyse van de metadata blijkt dat de molen in theorie 313 dagen per jaar kan malen in de ideale situatie. De molen staat op één van de hoogste punten in het dorp en profiteert van een goed windregime.

40° is 11% van de gehele windroos. 17 maaldagen is slechts 5,4% van alle mogelijke maaldagen per jaar. De hoeveelheid maaldagen uit deze windhoek is dus niet proportioneel met grootte van de windhoek. De meest voorkomende windrichting in Nederland is het zuidwesten.

## 5. HET WINDONDERZOEK

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 de stellinghoogte en een eventueel verschil in hoogte tussen het beschouwde terrein en het molenerf. De onderlinge afstand van obstakel en molen wordt ook uitgedrukt in obstakelhoogten.

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. Tevens wordt er rekening gehouden met de variërende maaiveldhoogtes. 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.

In dit onderzoek zijn de volgende hoogtes (in meters) aangehouden:

<ul style="list-style-type: none"><li>• Hoogte van het maaiveld van de molen: +47,96</li><li>• Hoogte van de stelling van de molen: +52,16</li><li>• Onderste tip van de verticale wiek: +52,65</li><li>• Askophoogte: +64,74</li><li>• Bovenste roetop: +76,91</li></ul>	} MOLEN
<hr/>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hoogste maaiveldhoogte bestaande gebouwen: +47,62</li><li>• Laagste maaiveldhoogte bestaande gebouwen: +43,36</li><li>• Hoogste maaiveldhoogte nieuwe woningen: +46,70</li><li>• Laagste maaiveldhoogte nieuwe woningen: +46,0</li><li>• Hoogste maaiveldhoogte bomen: +46,85</li><li>• Laagste maaiveldhoogte bomen: +42,86</li></ul>	} MAAIVELD HOOGTES OBSTAKELS

In dit onderzoek wordt er uitsluitend gekeken naar windhoek:

- Tussen 350° en 30° met de molen als hartpunt.

De resultaten van het onderzoek zijn aangegeven in de bijlage.

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.

## 5.1 Huidige situatie



Afbeelding 6: Het rekengebied met bestaande obstakels.

In deze situatie zijn de werkelijk hoogtes van de bestaande gebouwen en bomen in het rekengebied gebruikt om het aantal maaldagen te berekenen in de huidige situatie. Hierbij is rekening gehouden met de maaiveldhoogtes van alle objecten.

### Bomen:

In elke sector van het rekengebied staan bomen. De bomen worden gecategoriseerd in groepen of als zelfstandige bomen afhankelijk van de situering. 75% van de bomen in het rekengebied veroorzaken geen belemmering omdat de verhouding van de hoogte t.o.v. van de afstand naar de molen te groot, omdat deze achter andere windbelemmerende objecten staan (gezien vanuit de molen) of omdat de boomtop onder stellingniveau is.

Hieronder een overzicht van de bomen/boomgroepen die de windvang belemmeren:

- Boomgroep 2; De houtwal ten zuiden en oosten van het plangebied; Sectoren 1 t/m 4.
  - Gemiddelde reductie onderste end: 68%
  - Gemiddelde reductie askop: 16%
  - Gemiddelde reductie bovenste end: 5%
- Boomgroep 7; Plangebied; Sector 2
  - Reductie onderste end: 27%
  - Reductie askop: 18%
  - Reductie bovenste end: 5%
- Loofboom L7; Hoogte 15 meter; Sector 2
  - Reductie onderste end: 67%
  - Reductie askop: 23%
  - Reductie bovenste end: 4%

De gemiddelde reductie veroorzaakt door alle windbelemmerende bomen:

- Gemiddelde reductie onderste end: 47%
- Gemiddelde reductie askop: 16%
- Gemiddelde reductie bovenste end: 5%

#### Gebouwen:

Alle bestaande gebouwen zijn geïnventariseerd in het rekenmodel. De belemmering veroorzaakt door alle bestaande bebouwing in het rekegebied is verwaarloosbaar.

- De windreductie op het onderste end is 0%.
- De windreductie op de askop is 0%.
- De windreductie op het bovenste end is 0%.



Resultaten:

De gecombineerde reductie van alle objecten op het gevlucht per sector:

Tabel 5:

Sector		Reductie askop	Reductie onderste end	Reductie bovenste end
350-360°	1	47%	100%	12%
0-10°	2	10%*	16%*	6%*
10-20°	3	22%	63%	7%
20-30°	4	20%	60%	5%

*\*De geringe reductie in sector 2 is als gevolg van de natuurlijke onderbreking in de houtwal ten zuiden van het plangebied.*

In tabel 6 wordt de reductie in maaldagen in de huidige situatie ten opzichte van de ideale situatie weergegeven.

Tabel 6:

Sector		Ideaal	Huidig	Reductie
350-360°	1	6	3	47%
0-10°	2	0	0	10%
10-20°	3	3	2	22%
20-30°	4	9	7	20%
<b>MAALDAGEN</b>		<b>17</b>	<b>12</b>	<b>28,9%</b>

In de huidige situatie wordt het aantal maaldagen gereduceerd tot 12 dagen per jaar uit de windhoek 350°-30°. Dit is een reductie van 28,9%. 100% van de totale reductie in het rekenmodel wordt veroorzaakt door bomen.

## 5.2 Toekomstige situatie

Het voorlopig ontwerp van Van de Kolk en De Regts + Danz Architecten voorziet het bouwen van 26 woningen. De definitieve hoogtes van deze woningen zijn nog niet bepaald. De wens is woningen met een goothoogte van 6 meter en een nokhoogte van 10,5 meter boven maaiveld. 10,5 meter is het uitgangspunt voor de berekeningen.



Afbeelding 7: Identificatie van de nieuwe bouwdelen in het plangebied.

Tabel 7:

<b>Nummer op afbeelding 7</b>	<b>Identificatiecode in rekenmodel</b>	<b>Sectoren</b>	<b>Nokhoogte in rekenmodel</b>	<b>Nokhoogte boven NAP</b>
1	GB01.01	1, 2	10,5	+57,70
2	GB01.02	3, 4	10,5	+57,70
3	GB02.01	1,2	10,5	+56,90
4	GB02.02	2,3	10,5	+56,90
5	GB03.01	3	10,5	+56,70



Afbeelding 8: Identificatie van nieuwe of te verplanten bomen.

Tabel 8:

<b>Nummer op afbeelding 8</b>	<b>Identificatiecode in rekenmodel</b>	<b>Sectoren</b>	<b>Hoogte in rekenmodel</b>	<b>Hoogte boven NAP ±</b>
1	NB01 (NIEUWE BOMEN)	2,3	15	+60
2	5 / VB02 (VERPLAATSEN)	2	5	+50
3	4 / VB03 (VERPLAATSEN)	3	5	+50
4	VB04 (VERPLAATSEN)	1,2	15	+61

De situatie waarin de woningen en bomen worden gerealiseerd is doorgerekend in het model. Hiervoor zijn de hoogtes in tabellen 7 en 8 gebruikt. Op de volgende pagina worden de resultaten weergegeven.

Tabel 9:

Gemiddelde windreductie (zomer)			
Situatie	Aantal maaldagen per jaar windhoek 350° t/m 30°	Reductie maaldagen t.o.v. ideale situatie	Reductie maaldagen t.o.v. huidige situatie
1. Ideale situatie	17	n.v.t.	n.v.t.
2. Huidige situatie	12	28,9%	n.v.t.
3. Toekomstige situatie (nok 10,5 meter boven maaiveld)	12	29,9%	<b>1,0%</b>

Tabel 10:

Gemiddelde windreductie (winter)			
Situatie	Aantal maaldagen per jaar windhoek 350° t/m 30°	Reductie maaldagen t.o.v. ideale situatie	Reductie maaldagen t.o.v. huidige situatie
1. Ideale situatie	17	n.v.t.	n.v.t.
2. Huidige situatie	16	9,5%	n.v.t.
3. Toekomstige situatie (nok 10,5 meter boven maaiveld)	16	9,9%	<b>0,4%</b>

In tabellen 9 en 10 worden de resultaten van het doorgerekende scenario vergeleken met de ideale situatie en de huidige situatie. De reductie ten opzichte van de huidige situatie in de zomer maanden is 1,0%. De reductie ten opzichte van de huidige situatie in winter maanden is 0,4%. Het verschil is bomen met of zonder blad.

De reductie in maaldagen in de toekomstige situatie wordt uitsluitend veroorzaakt door de verplante haagbeuken (VB04) in sectoren 1 en 2 indien deze een groeihogte van 15 meter boven maaiveld bereikt. Indien deze bomen onder 11,50 meter boven maaiveld blijven is er geen sprake van een belemmering.

De reductie veroorzaakt door de woningen (met een nokhoogte van 10,5 meter) is vrijwel nihil.

Op de volgende pagina worden de maximaal toelaatbare bouwhoogtes per bouwdeel en boomgroep weergegeven in tabel 11. Deze hoogtes zijn overigens terug te vinden in de bijlage.

### 5.3 Maximale bouwhoogtes

In dit deel wordt onderzocht tot welke hoogte kan worden gebouwd zonder dat de windvang van de molen wordt belemmerd. De bouwhoogtes zijn van toepassing voor voorgenomen locaties van de woningen en bomen. De maximale hoogtes zijn per bouwdeel, per sector berekend.

Tabel 11:

Identificatie bouwdeel of boomgroep	Type	Sector	Afstand tot hartpunt molen (gem.)	Max. bouwhoogte boven maaiveld (m) – volgens Nägeli	Max. bouwhoogte boven maaiveld (m) – volgens biotoopformule
GB01.01	RIJTJES	1	158	11,02	8,16
GB01.01	RIJTJES	2	158	11,16	8,30
GB01.02	RIJTJES	3	166	11,24	8,28
GB01.02	RIJTJES	4	171	11,04	8,01
GB02.01	RIJTJES	1	191	12,62	9,34
GB02.01	RIJTJES	2	197	13,01	9,65
GB02.02	RIJTJES	2	206	13,12	9,65
GB02.02	RIJTJES	3	214	13,40	9,82
GB03.01	2 ONDER 1	3	233	14,49	10,67
NB01	BOMEN	2	297	17,70	13,05
NB01	BOMEN	3	264	15,79	11,56
VB02	BOMEN	2	173	12,34	9,28
VB03	BOMEN	3	182	12,92	9,74
VB04	BOMEN	1	170	11,52	8,50

De maximale bouwhoogtes worden berekend op basis van de windreductie volgens Nägeli (KNMI; Technische Rapporten T.R. 52). Daarnaast zijn de maximale bouwhoogtes berekend op basis van de molenbiotoopformule van De Hollandsche Molen. Bij het berekenen van de maximale bouwhoogtes is er rekening gehouden met de maaiveldhoogtes per bouwlocatie.

De bouwhoogte van een gebouw waarbij de windvang van een molen wordt belemmerd is afhankelijk van meerdere factoren. De windreductie volgens Nägeli berekend de impact van obstakels op de windstroom. Deze berekeningen worden gebruikt om een beeld te schetsen van de gevolgen van een verstoorde windstroom op een windmolen.

In het volgende hoofdstuk wordt verder ingegaan op de molenbiotoopformule.

## 6. MOLENBIOTOOP

### 6.1 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)*

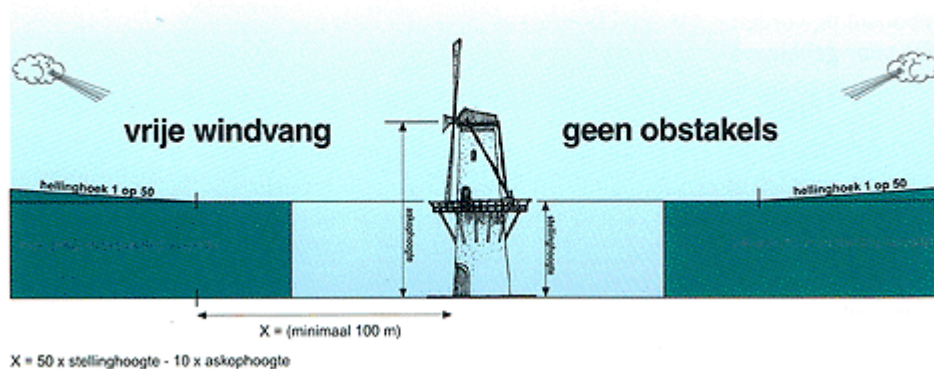
*1. Een bestemmingsplan maakt voor gronden binnen een Molenbiotoop geen nieuwe bebouwing of beplanting mogelijk als daardoor de windvang van een molen wordt beperkt.*

*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.*

In deze verordening houdt de provincie Gelderland een cirkel met een straal van 400 meter aan. Binnen deze straal houdt de provincie een schuin oplopende lijn, gerekend vanuit het hart van het molenerf aan. De hellingshoek van deze lijn wordt bepaald aan de hand van een formule waarin de factoren als

askophoogte, windreductiecoëfficiënt en ruwheidsfactor van de omgeving een rol spelen. Hiervoor houden wij de molenbiotoop formule van De Hollandsche Molen gebruikt. Volgens deze formule mogen binnen een straal van 100 meter rond de molen geen gebouwen en bomen worden opgericht met een hoogte boven het onderste punt van de verticaal staande wiek. Zie hoofdstuk 6.2.



(Afbeelding: <http://onderzoek.molenbiotoop.nl/praktijknormen.html>)

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

## 6.2 Biotoopformule

De molenbiotoopformule is als volgt:

$$Hx = X/n + c \times z$$

Waarin:

H = hoogte obstakel

X = afstand obstakel tot molen

n = 140 voor open gebied, 75 voor ruw gebied, 50 voor gesloten gebied

c = constante = 0,2

z = askophoogte (helft van lengte gevluucht + evt. stellinghoogte)

## 7. CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

### 7.1 Conclusies realisatie bouwplan

In de huidige situatie wordt de windvang van molen De Hoop door de bomen met maar liefst 28,9% gereduceerd ten opzichte van de ideale situatie (in het rekengebied). De belemmering veroorzaakt door de bestaande bebouwing in het rekengebied (woningen, schuren, bedrijfspanden) is vrijwel nihil.

Het bouwen van woningen met een nokhoogte van 10,5 meter boven maaiveld in het plangebied zal volgens het theoretisch rekenmodel geen effect hebben op de windvang van de molen; zowel op het aantal maaldagen als op de windvang van het gevlucht. Er zijn drie factoren die dit bepalen:

1. De verhouding tussen de hoogtes van de woningen en de afstand tot de molen. Deze is in alle sectoren te hoog.
2. De bomen tussen het plangebied en de molen verstoren de windvang uit de noordelijke richting. Daardoor is een directe belemmering veroorzaakt door de woningen vrijwel nihil zelfs al zou de verhouding tussen hoogte en afstand kleiner zijn.
3. Slechts 5,4% van de gemiddelde hoeveelheid maaldagen zijn op wind uit het rekengebied.

Het plan voorziet ook het planten en verplanten van enkele bomen. De haagbeuken die volgens het plan worden verplant naar het plangebied zullen bij een gemiddelde haagbeukhoogte (15 meter) de wind uit sector 1 met ca. 3% reduceren.

De meeste bomen die ten noorden van de molen staan zijn loofbomen. In de winter verliezen deze bomen hun blad waardoor de bomen minder wind blokkeren. Een loofboom zonder blad laat ca. 60-70% meer wind door dan een boom met blad. Dit betekent in de praktijk dat een object aan de andere kant van de bomen ten opzichte van de molen een grotere belemmering veroorzaakt in de wintermaanden dan in de zomermaanden.

In de praktijk zullen de woningen enige toename in windturbulentie veroorzaken, met name in de wintermaanden. Dit is echter niet te meten in het rekenmodel en zou met anemometers (luchtsnelheidsmeters) in het veld gemeten moeten worden. Dit is niet doelmatig.

### 7.2 Aanbevelingen

Op basis van de bovenstaande conclusies is het advies voor het realiseren van de 26 woningen ter plaatse van het plangebied, positief. Er is geen verslechtering ten opzichte van de huidige situatie.

Het verdient aanbeveling om geen hoge bomen te planten of te verplanten. De nieuwe bomen dienen van nature laag te blijven. De inventarisatie laat duidelijk zien dat bomen ten opzichte van de molen zeer groot kunnen worden. Om te zorgen dat de molen ook in de toekomst vanuit alle windrichtingen voldoende wind blijft vangen, is het van belang om in het openbare gebied rondom de molen lage bomen te hebben.