



MOLEN DE BOL

Windonderzoek | VARIK

Rapportnummer: 520015

Datum: 06 april 2020

Opdrachtgever:

Waterschap Rivierenland

Datum rapportage:

6 april 2020

Status:

Concept

Bijlagen:

1. 520015_Rekensheet_Biotop_VARIK_De Bol | EAG Monuments
2. 520015-2_Kaart_VAR | EAG Monuments
3. 520015-2 Dwarsprofielen_VAR; DPG_ALM_TG080-TG094+50_KRUIIN_01 | Waterschap Rivierenland

Inhoud

Bronnen	2
1. INLEIDING	3
1A. Aanleiding voor het onderzoek.....	3
1B. Aanpak.....	4
2. SAMENVATTING	6
3. BEGRIPPEN	7
4. WINDVANG VARIK	9
5. HET WINDONDERZOEK	11
5.1 Huidige situatie	12
5.2 Toekomstige situatie	16
6. MOLENBIOTOOP	18
6.1 Ruimtelijke verordeningen Gelderland	18
6.2 Biotoopformule	20
6.3 Maximale bouwhoogtes rond de molen (volgens biotoopformule)	20
7. CONCLUSIES & AANBEVELINGEN	21
7.1 Conclusies verhoging Waalbandijk	21
7.2 Aanbevelingen.....	21

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

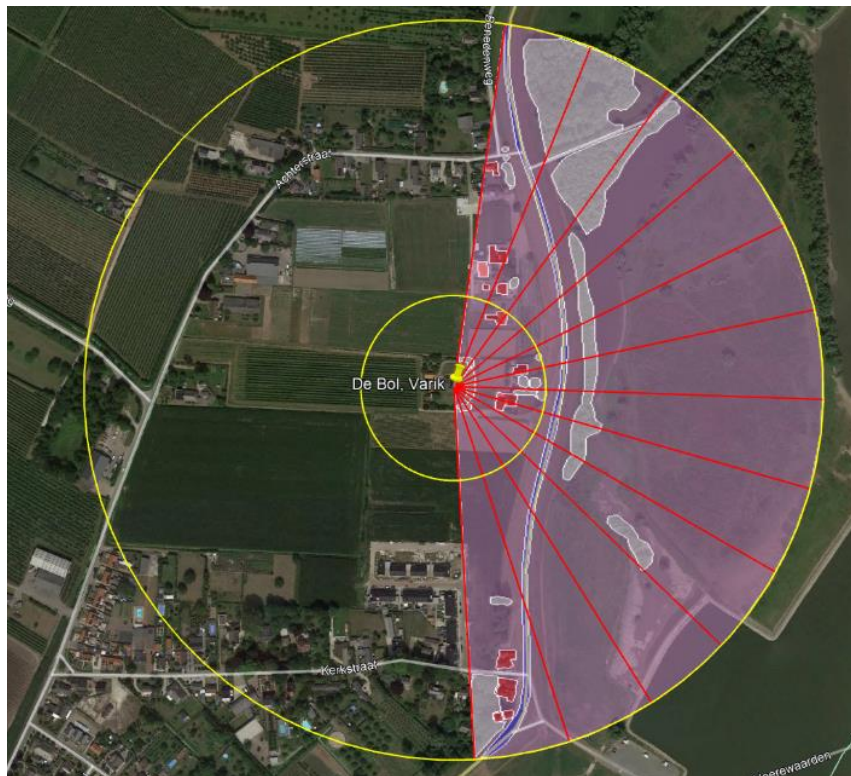
1A. Aanleiding voor het onderzoek

Dit rapport en de gegevens in het rekenmodel zijn gebaseerd op winddata van het KNMI en de dwarsprofielen/gegevens geleverd door het Waterschap Rivierenland.

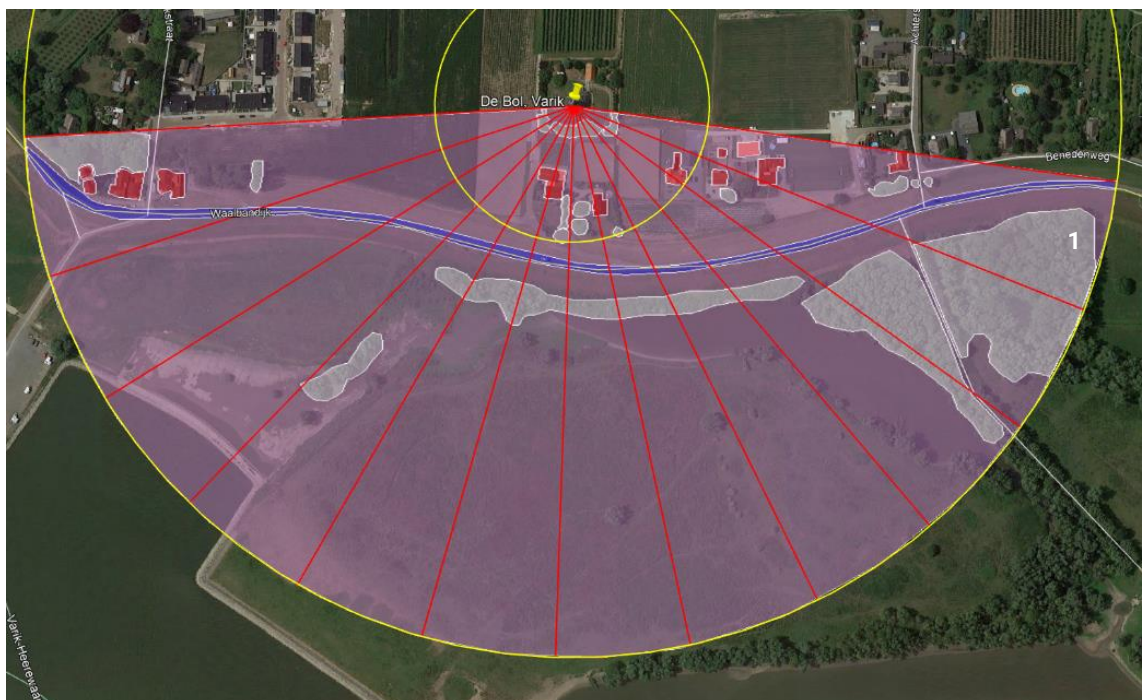
Het Waterschap Rivierenland is voornemens om de Waalbandijk te versterken. In combinatie met de geplande dijkversterking wordt de Waalbandijk, ter plaatse van gebied van toepassing in dit onderzoek, met 0,37 meter verhoogd.

De Waalbandijk loopt parallel met de Waal en doorkruist het Gelderse dorp Varik. In Varik staat molen De Bol een ronde stenen stellingmolen. Molen De Bol staat op het dichtste punt ca. 110 meter ten westen van de Waalbandijk.

Het verhogen van objecten (gebouwen, groeiende bomen, dijken, etc...) binnen een straal van 400 meter van een windmolen kan nadelige gevolgen hebben voor de windvang van een molen. Om de effecten op de windvang van de dijkverhoging op de molen te bepalen is dit windonderzoek uitgevoerd door EAG Monuments.



Afbeelding 1: Luchtfoto van het gebied rondom molen De Bol. 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 verdelen het rekengebied (paarse vlak) in 12 sectoren van 14°. Het rekengebied wordt bepaald door de uiterste raaklijnen van de Waalbandijk binnen een straal van 400 meter. De witte vlakken duiden boomgroepen aan en rode vlakken de gebouwen (Bron: Google Earth).



Afbeelding 2: Het rekengebied. De luchtfoto is zuiver west georiënteerd. De uiterste raaklijnen van de Waalbandijk binnen een straal van 400 meter van de molen zijn 8° en 176° . Ten behoeve van het onderzoek is het rekengebied gesplitst in 12 sectoren van 14° . Op basis van metadata van het KNMI kan het windregime van het dichtstbijzijnde KNMI weerstation berekend worden per sector. Sector 1 is de hoek tussen 8 en 22° , de nummering van de sectoren telt op met de klok mee. De dunne blauwe streep is de Waalbandijk. (Bron: Google Earth).

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 de dijkverhoging. De situatie na realisatie van de verhoging 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 Bol in de werkelijke situatie en de situatie na realisatie van de dijkverhoging 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 de dijkverhoging berekend.

Aangezien het bij dit onderzoek om een zeer specifiek object (molen De Bol te Varik) in een zeer beperkt oppervlak gaat, zijn de windgegevens van het dichtstbijzijnde KNMI-weerstation (Herwijnen; N 51.859 O 5.146; alt. 0,7 meter) gebruikt voor dit onderzoek. Herwijnen ligt ca. 17 km ten westen van molen de Bol. 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.

Omdat het plangebied niet de gehele windroos bestrijkt (8°-176°; 47% van de windroos) wordt er uitsluitend naar de windhoeken gekeken tussen 8° en 176°.

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: 8° t/m 176°.*
2. De tweede situatie is de huidige situatie. Hierbij zijn de werkelijke hoogtes van de Waalbandijk, de dijkhuizen, stallen, kerk en bomen gebruikt in het model. *Rekengebied: 8° t/m 176°.*
3. De derde situatie is de toekomstige situatie. In dit geval een verhoging van 0,37 meter van de Waalbandijk. De toekomstige situatie wordt vergeleken met situaties 1 en 2. *Rekengebied: 8° t/m 176°.*

Tabel 1:

Gemiddelde windreductie			
Situatie	Aantal maaldagen windhoek 8° t/m 176°	Reductie maaldagen t.o.v. ideale situatie	Reductie maaldagen t.o.v. huidige situatie
1. Ideale situatie	67	n.v.t.	n.v.t.
2. Huidige situatie	51*	24,2%	n.v.t.
3. Toekomstige situatie	51*	24,2%	0,0%

*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 Bol kan malen is gereduceerd tot 75,8% ten opzichte van de ideale situatie.

Volgens het rekenmodel is in de toekomstige situatie waarin de dijkverhoging is gerealiseerd de wind gereduceerd tot 75,8% ten opzichte van de ideale situatie.

Ten opzichte van de huidige situatie wordt het aantal maaldagen met **0,0%** gereduceerd als de Waalbandijk met 0,37 meter wordt verhoogd.

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. De windreductie op het gevlucht van molen De Bol als gevolg van de dijkverhoging wordt weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 2:

Reductie wind door dijkverhoging t.o.v. huidige situatie		
Askop	Onderste end	Bovenste end
0%	0%	0%

Er is theoretisch gezien geen windreductie op het gevlucht als gevolg van het verhogen van de Waalbandijk met 0,37 meter.

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 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 “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.

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 het systeem Van Bussel op beide roeden, zoals molen de Bol, bij een windsnelheid van 4 m/s te functioneren (afhankelijk van het profiel van de ‘neuzen’).

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. WINDVANG VARIK

Als basis voor de berekeningen zijn de wind-technische gegevens van het dichtstbijzijnde KNMI-weerstation (Herwijnen) 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 avonduren 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 Bol is 15,83 meter. 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 5,83 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:

$D = 3,33$ (hoogte windstil)

$Z_0 = 1$ (ruwheidslengte, regelmatig obstakeldekking)

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 12 sectoren van 14° :

$$\text{Rekengebied} = 8^\circ \text{ t/m } 176^\circ = 165^\circ$$

$$168^\circ = (12 * 14^\circ)$$

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 4,0 m/s voor een molen met het systeem Van Bussel op beide roeden. 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 3 weergegeven.

Tabel 3:

Wind V > Vmin rekengebied					
Sector		Maaldagen 2000-2019	%	gem/jaar	%
8-22°	1	108	8%	5	8%
22-36°	2	84	6%	4	6%
36-50°	3	63	5%	3	5%
50-64°	4	162	12%	8	12%
64-78°	5	41	3%	2	3%
78-92°	6	291	22%	15	22%
92-106°	7	80	6%	4	6%
106-120°	8	99	7%	5	7%
120-134°	9	122	9%	6	9%
134-148°	10	46	3%	2	3%
148-162°	11	156	12%	8	12%
162-176°	12	95	7%	5	7%
		1347	100%	67	100%

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

- De molen kan in de ideale situatie gemiddeld 67 dagen per jaar malen met wind uit de windhoek 8°-176°, ofwel 18% van het jaar.
- De meest voorkomende windrichting met wind snelheden boven 4 m/s is sector 6 met 22% van het totaal.

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. 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:

- Bovenzijde Waalbandijk: +11,38
- Hoogte van het maaiveld van de molen: +6,88
- Hoogte van de stelling van de molen: +11,88
- Onderste tip van de verticale wiek: +12,28
- Askophoogte: +22,71
- Bovenste roetop: +33,14

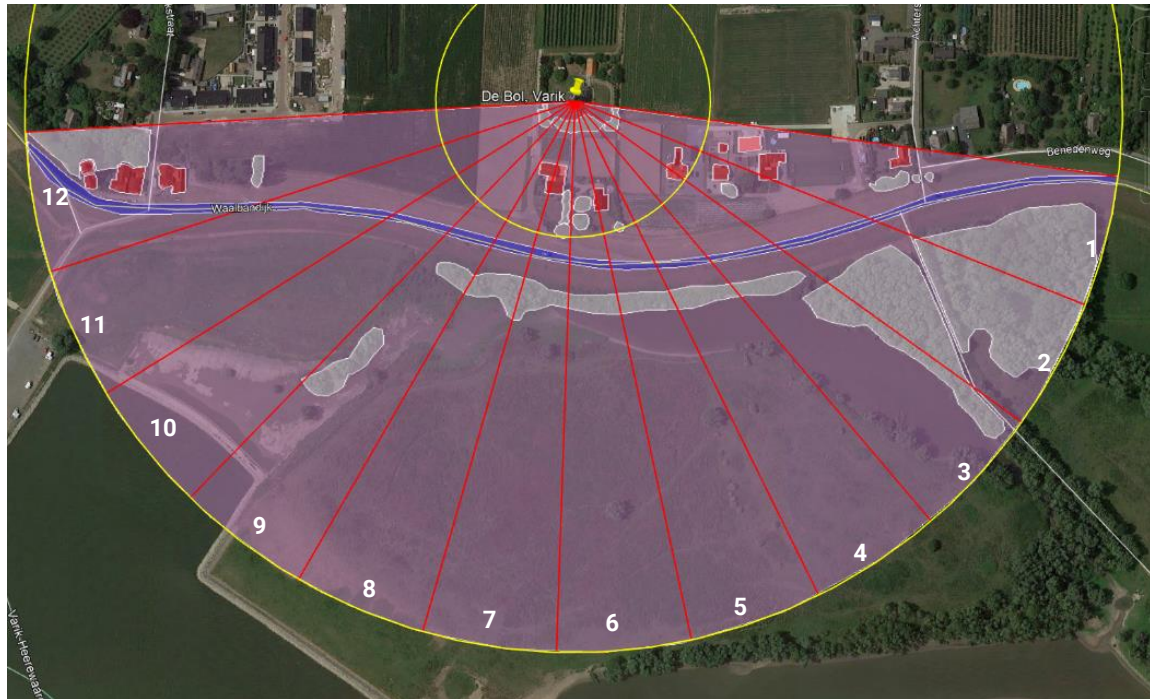
In dit onderzoek wordt er uitsluitend gekeken naar windhoek:

- Tussen 8° en 176° 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



Abbeelding 3: Het rekengebied. De luchtfoto is zuiver west georiënteerd. De Waalbandijk is de blauwe streep van links naar rechts, ten oosten van de molen. De radiale lijnen verdelen het rekengebied in 12 sectoren van 14°. Het rekengebied is bepaald door de uiterste raakvlakken van de Waalbandijk binnen een straal van 400 meter gezien vanuit het hartpunt van de molen.

In deze situatie is de werkelijk hoogte van de Waalbandijk, de hoogtes van de bomen en de gebouwen gebruikt om het aantal maaldagen in de huidige situatie te berekenen. Hierbij is rekening gehouden met de maaiveld hoogtes van alle objecten.

Waalbandijk:

De Waalbandijk bestrijkt 100% van het rekengebied. In de huidige situatie is de windreductie veroorzaakt in de huidige situatie als volgt:

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

De gecombineerde reductie per sector wordt weergegeven op pagina 14.

Bomen:

In elke sector van het rekengebied staan bomen, met uitzondering van sectoren 10 en 11. De bomen worden gecategoriseerd in groepen of als zelfstandige bomen afhankelijk van de situering. De meeste bomen veroorzaken geen belemmering omdat de verhouding van de hoogte t.o.v. van de afstand naar de molen te groot is, 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:

- Boom groep 1; Hoge bomen direct ten oosten van de molen; Sectoren 3 t/m 10.
 - Gemiddelde reductie onderste end: 64%
 - Gemiddelde reductie askop: 33%
 - Gemiddelde reductie bovenste end: -1% (bij hoge objecten dicht bij het meetpunt kan het object juist als een windversneller fungeren.)
- Cypres groep #12; Cypressen; Sector 12
 - Reductie onderste end: 9%
 - Reductie askop: 4%
 - Reductie bovenste end: 2%
- Boom groep 15; Hoge bomen; Sector 2
 - Reductie onderste end: 13%
 - Reductie askop: 5%
 - Reductie bovenste end: 3%

De gemiddelde reductie veroorzaakt door (alle) bomen:

- Gemiddelde reductie onderste end: 14%
- Gemiddelde reductie askop: 7%
- Gemiddelde reductie bovenste end: 0%

Gebouwen:

Alle dijkhuizen, stallen en kerkgebouwen (toren en schip) zijn geïnventariseerd in het rekenmodel. De belemmering veroorzaakt door alle gebouwen in het rekengebied 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 4:

Sector		Reductie askop	Reductie onderste end	Reductie bovenste end
8-22°	1	0%	0%	0%
22-36°	2	5%	13%	3%
36-50°	3	20%	38%	-1%
50-64°	4	40%	76%	-2%
64-78°	5	40%	76%	-2%
78-92°	6	38%	72%	-2%
92-106°	7	38%	72%	-2%
106-120°	8	38%	72%	-2%
120-134°	9	35%	68%	0%
134-148°	10	18%	34%	0%
148-162°	11	0%	0%	0%
162-176°	12	4%	9%	2%

In tabel 5 de reductie in maaldagen in de huidige situatie ten opzichte van de ideale situatie.

Tabel 5:

Sector		Ideaal	Huidig	Reductie
8-22°	1	5	5	0%
22-36°	2	4	4	5%
36-50°	3	3	3	20%
50-64°	4	8	5	40%
64-78°	5	2	1	40%
78-92°	6	15	9	38%
92-106°	7	4	3	38%
106-120°	8	5	3	38%
120-134°	9	6	4	35%
134-148°	10	2	2	18%
148-162°	11	8	8	0%
162-176°	12	5	5	4%
MAALDAGEN		67	51	24%

In de huidige situatie wordt het aantal maaldagen gereduceerd tot 51 per jaar uit de windhoek 8°-176°. Dit is een reductie van 24,2%. 100% van de totale reductie in het rekenmodel is veroorzaakt door bomen.

De reductie veroorzaakt door de Waalbandijk per sector:

Tabel 6:

SECTOR		Reductie askop	Reductie onderste end	Reductie bovenste end
8-22°	1	0%	0%	0%
22-36°	2	0%	0%	0%
36-50°	3	0%	0%	0%
50-64°	4	0%	0%	0%
64-78°	5	0%	0%	0%
78-92°	6	0%	0%	0%
92-106°	7	0%	0%	0%
106-120°	8	0%	0%	0%
120-134°	9	0%	0%	0%
134-148°	10	0%	0%	0%
148-162°	11	0%	0%	0%
162-176°	12	0%	0%	0%

Op basis van de data in tabel 6 kan worden geconcludeerd dat de Waalbandijk in de huidige situatie geen reductie in maaldagen veroorzaakt ten opzichte van de ideale situatie. Tevens veroorzaakt de dijk in de huidige situatie theoretisch gezien geen verstoringen in de wind die een effect hebben op de windvang en draaigedrag van de molen.

5.2 Toekomstige situatie

Het voorlopig ontwerp van het waterschap voorziet het verhogen van de Waalbandijk met 0,37 meter ten opzichte van de bestaande situatie.

De situatie waarin de Waalbandijk binnen een straal van 400 meter van de molen wordt verhoogd met 0,37 meter is doorgerekend in het model. De resultaten worden weergegeven in tabel 7.

Tabel 7:

			<i>Huidig</i>		<i>Met dijkverhoging</i>		
Sector		Ideaal	Huidig	Reductie	Dijk + 0,37 m	Reductie t.o.v. ideaal	Reductie t.o.v. huidig
8-22°	1	5	5	0%	5,4	0%	0%
22-36°	2	4	4	5%	4	5%	0%
36-50°	3	3	3	20%	3	20%	0%
50-64°	4	8	5	40%	5	40%	0%
64-78°	5	2	1	40%	1	40%	0%
78-92°	6	15	9	38%	9	38%	0%
92-106°	7	4	3	38%	3	38%	0%
106-120°	8	5	3	38%	3	38%	0%
120-134°	9	6	4	35%	4	35%	0%
134-148°	10	2	2	18%	2	18%	0%
148-162°	11	8	8	0%	8	0%	0%
162-176°	12	5	5	4%	5	4%	0%
MAALDAGEN		67	51	24,3%	51	24,3%	0,0%

In tabel 7 worden de resultaten van het doorgerekende scenario vergeleken met de ideale situatie en de huidige situatie. Uit de tabel kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Als de Waalbandijk met 0,37 meter wordt verhoogd zal er geen reductie zijn in het aantal maaldagen met wind uit de windhoek 8°-176°.
- Ten opzichte van de ideale situatie is de reductie van het aantal maaldagen 24,3%, hetzelfde als in de huidige situatie.

De windreductie op het gevlucht als gevolg van de dijkverhoging ten opzichte van de huidige situatie wordt weergegeven in tabel 8 op de volgende pagina.

Tabel 8:

Reductie windvang door dijkverhoging t.o.v. huidige situatie		
Askop	Onderste end	Bovenste end
0%	0%	0%

In tabel 8 zien we het volgende:

- De windreductie op de askop als gevolg van de dijkverhoging, dus de reductie ten opzichte van de huidige situatie, is 0%.
- De windreductie op het onderste end is 0%.
- De windreductie op het bovenste end is 0%.

In de toekomstige situatie wordt de windvang van de molen in het rekengebied niet gereduceerd.

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:

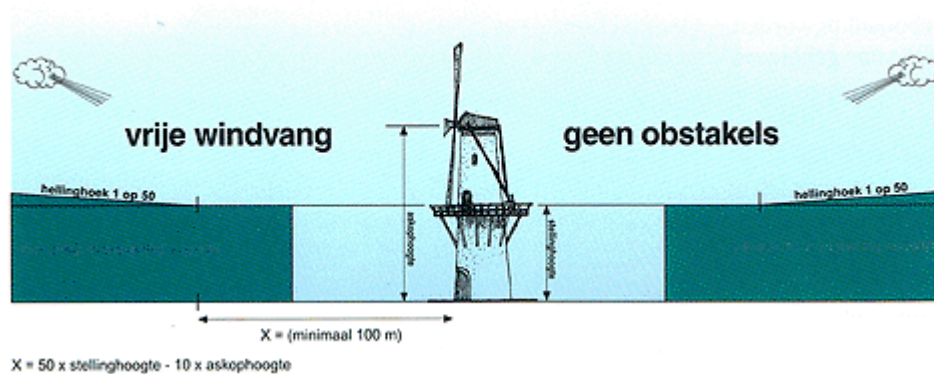
Artikel 2.64 (bescherming windvang molen)

- 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:

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

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 gevlucht + evt. stellinghoogte)

6.3 Maximale bouwhoogtes rond de molen (volgens biotoopformule)

In tabel 9 worden de maximale bouwhoogtes (in dit geval de maximale aanleghoogte van de Waalbandijk) per sector berekend. De berekening is op basis van de gemiddelde afstand van de dijk vanaf de molen per sector. *Tabel 9:*

Sector		Gemiddelde afstand van de molen (m1)	Maximale hoogte boven referentie (m1) ¹
8-22°	1	274	13,70
22-36°	2	202	12,74
36-50°	3	161	12,19
50-64°	4	135	11,85
64-78°	5	124	11,70
78-92°	6	114	11,57
92-106°	7	110	11,51
106-120°	8	111	11,53
120-134°	9	121	11,66
134-148°	10	139	11,90
148-162°	11	185	12,51
162-176°	12	357	14,81

In de sectoren die met rode tekst worden geschreven (sectoren 5 t/m 9) is de Waalbandijk na de verhoging te hoog. De Waalbandijk is na de verhoging +11,75 meter boven de referentielijn. In de huidige situatie is de Waalbandijk met een hoogte van +11,38 onder de maximale bouwhoogte in alle sectoren.

¹ Er is rekening gehouden met het verschil in maaiveld hoogtes in de formule.

7. CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

7.1 Conclusies verhoging Waalbandijk

In de huidige situatie wordt de windvang van molen De Bol door bomen in de omgeving met 24,2% gereduceerd ten opzichte van de ideale situatie. De belemmering veroorzaakt door omliggende bebouwing (dijkhuizen, stallen, kerktoeren) en door de Waalbandijk is vrijwel nihil.

De dijkverhoging 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 twee factoren die dit bepalen:

1. De verhouding tussen de hoogte van de dijk en de afstand tot de molen. Deze is in alle sectoren te hoog.
2. De bomen direct ten oosten van de molen verstoren de windvang uit de oostelijke richting. Daardoor is een directe belemmering veroorzaakt door de dijk vrijwel nihil zelfs al zou de verhouding tussen hoogte en afstand kleiner zijn.

De bomen die direct ten oosten 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 kan de verhoogde dijk 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 dijkversterking/verhoging, positief. Er is geen verslechtering ten opzichte van de huidige situatie.

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 realiseren.

Om de molen beter te laten functioneren, verdient het aanbeveling om de bestaande, windbelemmerende bomen te kappen en deze te vervangen met bomen die van nature laag blijven, met name de bomen direct ten oosten van de molen.