



## **PANNENSCHUURLAAN | WINDONDERZOEK**

### **KERKHOVENSE MOLEN**

**Projectnummer:** 523007

**Datum:** 1 MEI 2023; herzien 23 MEI 2023

**RAPPORTAGE**  
**WINDMOLENBIOTOOPONDERZOEK**  
**BOUW WOONHUIZEN AAN DE PANNENSCHUURLAAN**

**KERKHOVENSE MOLEN**  
**LANGVENNEN OOST 120**  
**5061 DR OISTERWIJK**

**Opdrachtgever:**

FLS Vastgoed V B.V.

Ing. M. van Boven | [m.vanboven@gripopvastgoed.nl](mailto:m.vanboven@gripopvastgoed.nl) | 06-54352790

*Grip op Vastgoed*

**Onderzoeker en auteur:**

EAG Monuments te Montfoort

E. van der Elst | [ezra@eagm.nl](mailto:ezra@eagm.nl) | 06-41290853

**Datum:**

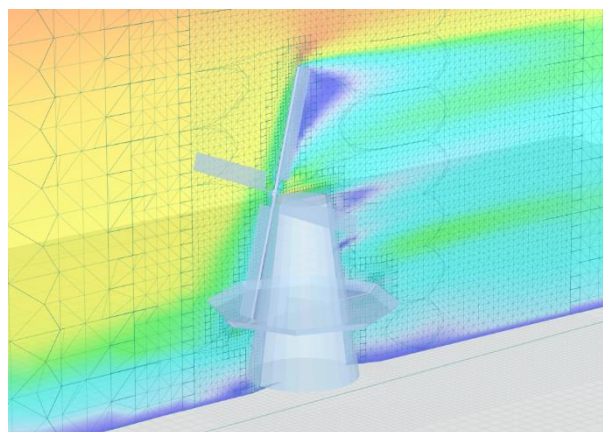
1 mei 2023; herzien 23 mei 2023

Definitief

**Copyright:**

© EAG Monuments, projectnummer: 523007

Montfoort, 1 mei 2023



**Disclaimer:**

De inhoud van dit rapport is met uiterste zorg samengesteld. De informatie in dit document wordt aangeboden zonder enige garantie. EAG Monuments sluit alle aansprakelijkheid uit voor enigerlei directe of indirecte schade, van welke aard dan ook, die voortvloeit uit of verband houdt met het gebruik van dit document. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd of openbaar gemaakt door middel van drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder schriftelijke toestemming van EAG Monuments en de opdrachtgever, noch zonder toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

## 1. INLEIDING

### 1.1 Het onderzoek

Rondom de dorpskorenmolen van Oisterwijk, de Kerkhovense Molen, is FLS Vastgoed voornemens om 13 nieuwbouwwoningen te realiseren direct ten westen van de molen. Op het perceel staan momenteel drie panden en een grote groep bomen.

Het plaatsen, verhogen, of verwijderen van objecten binnen een bepaalde straal van een windmolen kan nadelige gevolgen hebben voor de windvang van een molen. Een molen heeft immers voldoende windtoevoer nodig om als maalwerktuig te kunnen functioneren.

Om het effect van het bouwplan op de windvang van de molen in beeld te brengen is in april 2023 een biotooponderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek treft u in dit rapport aan.

### 1.2 Het rapport

In dit rapport worden de volgende vragen beantwoord:

- Wat is het effect van het bouwplan op de windvang van de molen ten opzichte van de huidige (april 2023) situatie?
- Wat zijn de consequenties voor de molen indien de windvang verslechterd of juist wordt verbeterd?

## 2. AANPAK

### 2.1 Onderzoeksmethodiek

Om het effect van het bouwplan te berekenen zijn 3D-modellen van alle relevante objecten binnen de biotoopcirkel van de molen gegenereerd. Met behulp van CFD-software kan de luchtstroming rondom de molen gesimuleerd worden. Met de juiste parameters (terreinruwheid, windsnelheid, wrijvingscoëfficiënten, porositeit, hoogteverschillen) kan een accuraat beeld worden verkregen van de werkelijke biotoop van de molen in verschillende scenario's.

### 2.2 Scenario's

In dit onderzoek wordt de windvang van de molen in de bestaande situatie en de situatie na realisatie van het bouwplan doorgerekend. Er is uitgegaan van één definitief scenario. De berekeningen zijn een benadering van de werkelijkheid. Hoewel getracht wordt om aan de hand van windstatistieken een accuraat beeld te verkrijgen, blijven de windgegevens gemiddelde waarden over een bepaald tijdvak. De verschillen tussen de scenario's zijn daarom belangrijker dan de absolute waarden. Er kunnen desgewenst alternatieven worden doorgerekend met bijvoorbeeld andere bouwhoogtes.

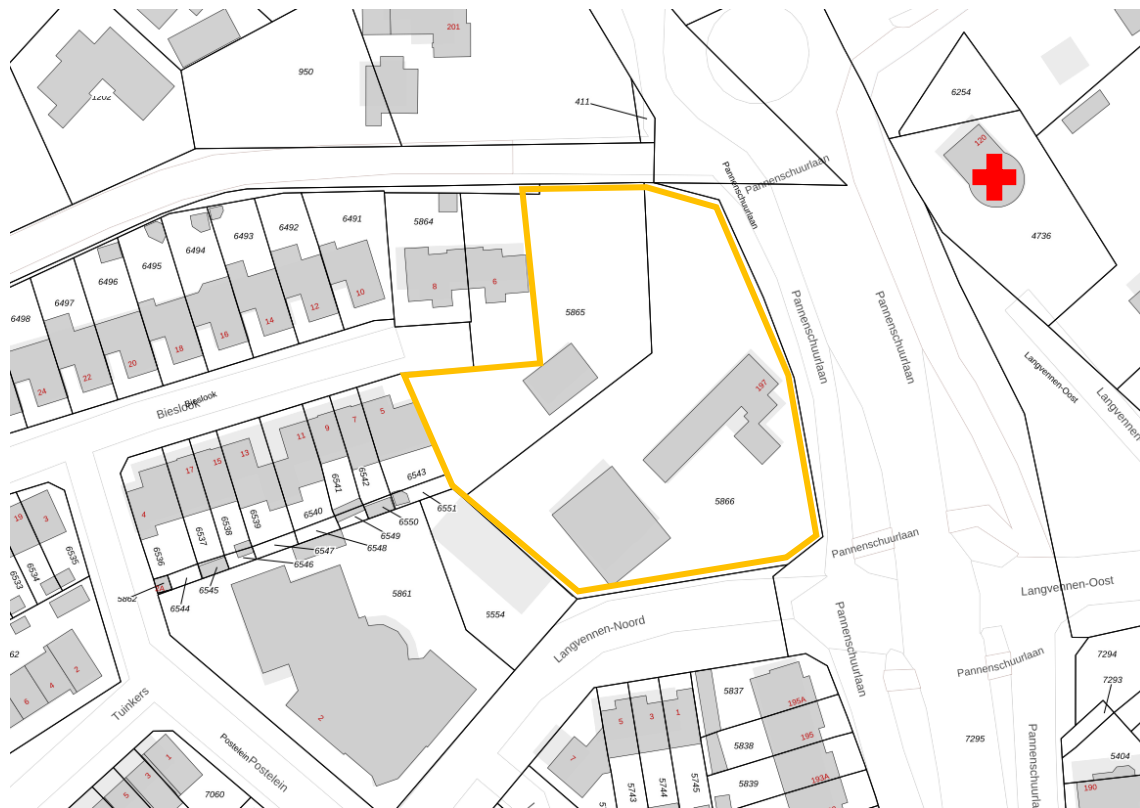
Om de scenario's met elkaar te vergelijken dienen de volgende vragen te worden beantwoord:

- Wat is de windsnelheid ter hoogte van de draaipunt van het wiekenkruis van de molen op 0 meter afstand van de molen in de huidige situatie? Wat is de gemiddelde snelheid over de verticale diameter van het gevlucht en wat is de drukverdeling over het wiekenkruis?
- Wat is de windsnelheid ter hoogte van de draaipunt van het wiekenkruis van de molen op 0 meter afstand van de molen in de toekomstige situatie? Wat is de gemiddelde snelheid over de verticale diameter van het gevlucht en wat is de drukverdeling over het wiekenstelsel?

### 2.3 Rekengebied

Het plangebied bestrijkt niet de hele windroos. Er is daarom voor gekozen om alleen de windvang in het plangebied mee te nemen in het onderzoek. Om ervoor te zorgen dat de simulatie wel rekening houdt met achterliggende objecten, zijn de objecten binnen de biotoopcirkel van de molen in 360° rondom de molen gebruikt in het CFD-model. De windvangberekening zijn uitsluitend uitgevoerd voor het rekengebied: 200°-270°.

### 3. HUIDIGE EN (BEOOGDE) NIEUWE SITUATIE



Kaart 1: de kadastrale kaart van de huidige situatie (april 2023) van het gebied ten zuidwesten van de Kerkhovense Molen (rode kruis). Het plangebied is omkaderd in het oranje. De gebouwen binnen het groene kader worden in de nieuwe situatie gesloopt. ([www.kadastralekaart.com](http://www.kadastralekaart.com))



Kaart 2: Digital Terrain Model van PDOK als laag over een OSM-kaart van het plangebied en omgeving. Terreinhoogte varieert tussen 10 en 12 meter +NAP. Huidige situatie.



Kaart 3: infrarood satellietfoto van de huidige situatie. Met behulp van de infrarood filter wordt de begroeiing duidelijk in beeld gebracht. Gegevens van PDOK; vervaardigd in QGIS.



Kaart 4: de nieuwe situatie volgens Pauwert Architectuur. Document 3623-situatiestudie 20230316. De nieuwbouw woningen zijn binnen een straal van ca. 110 meter gesitueerd vanaf de molen. Het dichtste punt is ca. 54 meter.

## 4. WIND

### 4.1 Topografie en luchtstromen

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 ca. 10-20 keer de hoogte van het object. Echter is dit zeer afhankelijk van de overige bebouwing in de omgeving.

### 4.2 Windvang

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

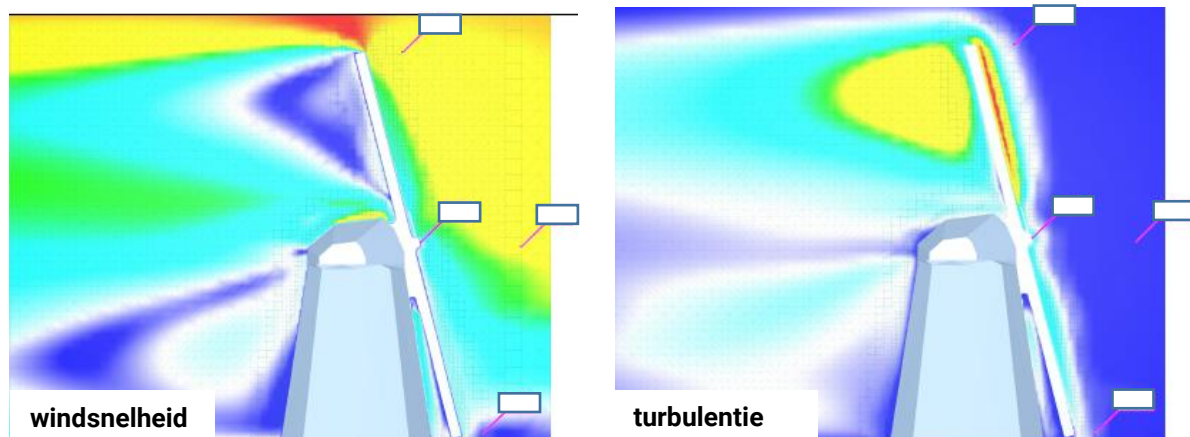
De windsnelheid heeft een directe relatie met de hoeveelheid vermogen die een molen opwekt. Het verschil in snelheid voor en achter het wiekenkruis in het kwadraat maal de massa van de lucht en een rendementsfactor geeft immers het vermogen dat een molen produceert.

### 4.3 Stedelijke gebieden en turbulentie

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-intensiteit af. Bij een verhouding boven 0.7 is de invloed van de turbulentie op de bovenliggende luchtstroom beperkt. Dit heet 'scheer turbulentie'. Deze factoren zijn louter vermeld ter indicatie en zijn niet toegepast binnen onderzoek.

De turbulentie-intensiteit kan uitgedrukt worden in energieverlies per massa-eenheid (m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>). Hoe hoger het getal, hoe meer energieverlies. Dit is niet te verwarren met turbulentieratio.



## 5. HET ONDERZOEK

### 5.1 Variabelen, parameters en uitgangspunten

| MOLEN                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
|----------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Naam:                                  | Kerkhovense Molen  | Oppervlakte gevlucht (rekenwaarde):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 535,02 m2  |
| Plaats:                                | Oisterwijk         | Oppervlakte gevlucht (drukvlak hekwerk):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 80,5 m2    |
| Type:                                  | stelling/beltmolen | $\rho$ lucht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,25 kg/m3 |
| Functie:                               | korenmolen         | $\eta$ gevlucht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,18       |
| Diameter gevlucht:                     | 26,1 m1            | <b>Maalbereik molen:</b> 4,5 - 15 m/s op 20,06 m1 boven maaiveld<br><br><b>Ruwheid gebouwen, <math>\bar{x}</math> (Ra):</b> 0.013<br><br><b>Rendementsfactor (<math>\eta</math>) wiekenkruis</b> = 0.18 / 0.15<br><br><b>Rendementsfactor (<math>\eta_2</math>) gangwerk</b> = 0.39 (houten gangwerk)<br><br><b>Maaiveld nieuwbouw:</b> 10,79 +NAP<br><br><b>Rekenhoek:</b> 200°-270°, segmenten van 5°<br><br><b>Dichtheid bomen:</b> 99%   33% |            |
| Hellingshoek bovenas:                  | 14 graden          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Verticale hoogte gevlucht:             | 25,32              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Type gevlucht $\eta$ :                 | Fokwiek            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Type gangwerk $\eta(2)$ :              | Hout               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Hoogte maaiveld (gem):                 | 11,40 NAP          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Hoogte stelling/belt:                  | 18,40 NAP          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Onderste roetop tot erf/stelling/belt: | 0,40 m1            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Onderste roetop tot maaiveld           | 7,40 m1            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Onderste roetop tot NAP:               | 18,80 m1           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Askop tot erf/stelling/belt:           | 13,06 m1           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Askop tot maaiveld:                    | 20,06 m1           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Askop tot NAP:                         | 31,46 m1           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Bovenste roetop tot erf/stelling/belt: | 25,72 m1           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Bovenste roetop tot maaiveld:          | 32,72 m1           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Bovenste roetop tot NAP:               | 44,12 m1           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |



Terreinmodel van de molen. Ca. 0,50 km<sup>2</sup>.

Om het windregime van Oisterwijk te bepalen zijn de openbare windgegevens van de drie dichtstbijzijnde KNMI-weerstations getrianguleerd en gewogen op afstand:

- Gilze-Rijen: 17 km | gewogen op 45%
- Stavoren: 20 km | gewogen op 30%
- Berkhout: 30 km | gewogen op 25%

Gebruikte metadata gegevens per station:

- Windrichting; 2011-2020; 08-18u = 40.183 datapunten (meeturen)
- Windsnelheid; 2011-2020; 08-18u = 40.183 datapunten
- $\rho$  lucht; 2011-2020; 08-18u = 40.183 datapunten

De weerstations meten de windsnelheid op 10 meter hoogte boven het maaiveld. De terreinruwheidscoëfficiënt per meetlocatie is meegenomen in de berekeningen. De windsnelheid op askophoogte voor deze gegevens wordt berekend met het logaritmisch windprofiel.

Voor de berekening zijn uitsluitend de windgegevens in het tijdvak 08.00 en 18.00 uur gebruikt. Aangezien er in de avond- en nachturen niet wordt gemalen zijn deze gegevens buiten beschouwing gelaten. Gebruik van deze gegevens zou namelijk een vertekend beeld geven in verband met de afkoeling van de lucht en verandering in het windgedrag.

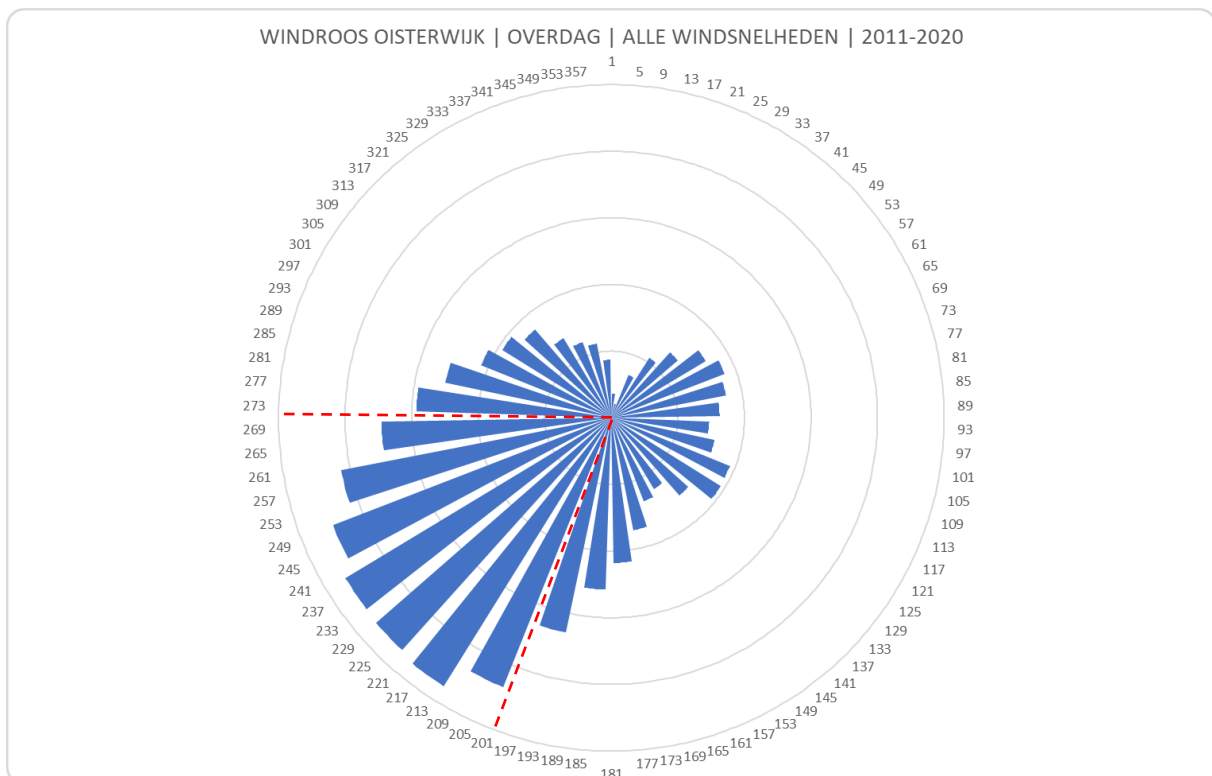
De simulatieparameters voor de windsnelheid zijn gebaseerd op de gemiddelde windsnelheid per sector. Hierbij zijn uitsluitend de waarden binnen het maalbereik van de molen gebruikt voor berekenen van het gemiddelde; de bepalende hoogte is askophoogte boven maaiveld.

Per sector worden er minimaal 300 berekeningen (iteraties binnen de simulatie) uitgevoerd per scenario om tot een zekerheidsmarge (P-waarde) van 0,001 te komen.

De effectieve windsnelheid (als vector en niet alleen snelheid) op het wiekenkruis wordt bepaald aan de hand van oppervlakte druk op het wiekenkruis (positief, negatief en onbalans), de windsnelheidsvector en de turbulentie-intensiteit. Het opgewekt vermogen op het wiekenkruis wordt berekend aan de hand van de formule:  $P = 0,5 * A * \rho * V^3 * \eta_1$

## 5.2 Windregime Oisterwijk

- Gemiddeld over de hele windroos is de windsnelheid op 10 meter boven maaiveld in Oisterwijk: 4,32 m/s
- Standarddeviatie  $\sigma$ : 1,98
- Gemiddeld over de hele windroos is de windsnelheid op askophoogte (20,06 meter boven maaiveld) in Oisterwijk: 4,75 m/s [logaritmisch windprofiel]
- Standarddeviatie  $\sigma$ : 2,18



De 10 jaar gemiddelde windroos van Oisterwijk op basis van een KNMI-weerstation triangulatie. Met de molen op het middelpunt van de windroos, is het ontwikkelingsplan gesitueerd in de kleine hoek tussen de rode lijnen, tussen ca. 200°-270°. Deze hoek is het rekengebied.

### 5.3 Windregime rekengebied (200°-270°)

De hoek 200°-270° met de molen als middelpunt vormt het rekengebied van dit onderzoek. Derhalve worden de windgegevens uit deze hoek, hierna sectoren 21 t/m 27, gebruikt als basis voor dit onderzoek. 0 = noord, 9 = oost, 18 = zuid, 27 = west.

| sector | uren_totaal | uren_ak_vmin | vgem_10m | vgem_ak | v_gem_-_v_min_ak |
|--------|-------------|--------------|----------|---------|------------------|
| 1      | 182         | 76           | 2,15     | 2,37    | 6,10             |
| 2      | 108         | 50           | 2,31     | 2,54    | 6,33             |
| 3      | 346         | 148          | 4,08     | 4,50    | 6,19             |
| 4      | 533         | 214          | 3,90     | 4,30    | 5,92             |
| 5      | 660         | 267          | 3,90     | 4,30    | 5,85             |
| 6      | 828         | 372          | 4,00     | 4,41    | 5,93             |
| 7      | 913         | 409          | 4,01     | 4,42    | 5,96             |
| 8      | 879         | 401          | 4,21     | 4,63    | 6,36             |
| 9      | 814         | 385          | 4,32     | 4,76    | 6,62             |
| 10     | 736         | 269          | 3,82     | 4,21    | 6,24             |
| 11     | 794         | 220          | 3,43     | 3,78    | 5,95             |
| 12     | 962         | 279          | 3,48     | 3,83    | 5,94             |
| 13     | 968         | 255          | 3,40     | 3,75    | 5,79             |
| 14     | 776         | 153          | 3,14     | 3,46    | 5,60             |
| 15     | 622         | 114          | 3,09     | 3,40    | 5,61             |
| 16     | 672         | 164          | 3,26     | 3,59    | 5,67             |
| 17     | 859         | 279          | 3,56     | 3,92    | 5,92             |
| 18     | 1089        | 417          | 3,87     | 4,26    | 6,20             |
| 19     | 1291        | 577          | 4,12     | 4,54    | 6,33             |
| 20     | 1648        | 838          | 4,37     | 4,82    | 6,48             |
| 21     | 2177        | 1239         | 4,69     | 5,17    | 6,66             |
| 22     | 2373        | 1434         | 4,90     | 5,40    | 6,78             |
| 23     | 2345        | 1434         | 4,94     | 5,44    | 6,81             |
| 24     | 2332        | 1476         | 5,02     | 5,52    | 6,82             |
| 25     | 2241        | 1452         | 5,13     | 5,65    | 6,94             |
| 26     | 2068        | 1301         | 5,07     | 5,58    | 6,94             |
| 27     | 1727        | 1018         | 4,82     | 5,31    | 6,78             |
| 28     | 1467        | 839          | 4,74     | 5,21    | 6,71             |
| 29     | 1276        | 738          | 4,77     | 5,25    | 6,73             |
| 30     | 1054        | 581          | 4,62     | 5,08    | 6,65             |
| 31     | 966         | 502          | 4,45     | 4,90    | 6,45             |
| 32     | 877         | 463          | 4,41     | 4,86    | 6,31             |
| 33     | 698         | 357          | 4,30     | 4,73    | 6,24             |
| 34     | 609         | 285          | 4,17     | 4,59    | 6,11             |
| 35     | 568         | 253          | 4,05     | 4,46    | 5,89             |
| 36     | 436         | 186          | 3,95     | 4,35    | 5,93             |

**Uren\_totaal** = totaal aantal uren met meetbare wind overdag uit deze sector in de periode 2011-2020;

**Uren\_ak\_vmin** = aantal uren met een gemiddelde windsnelheid  $\geq 4,5$  m/s ter hoogte van de askop in dezelfde periode;

**Vgem\_10m** = gemiddelde windsnelheid op 10 meter hoogte in dezelfde periode;

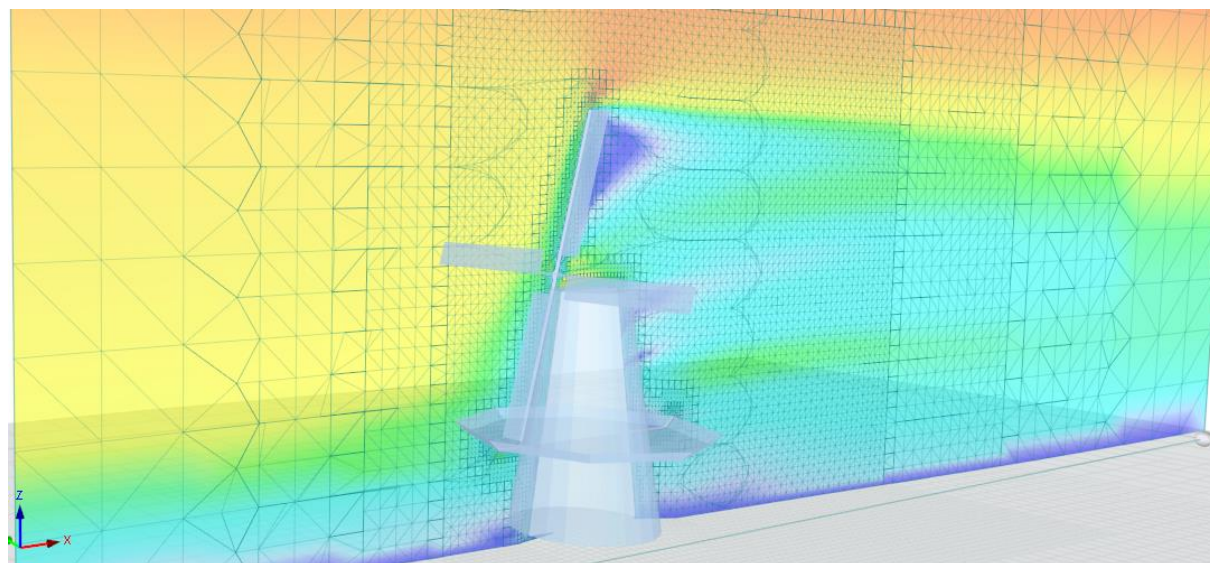
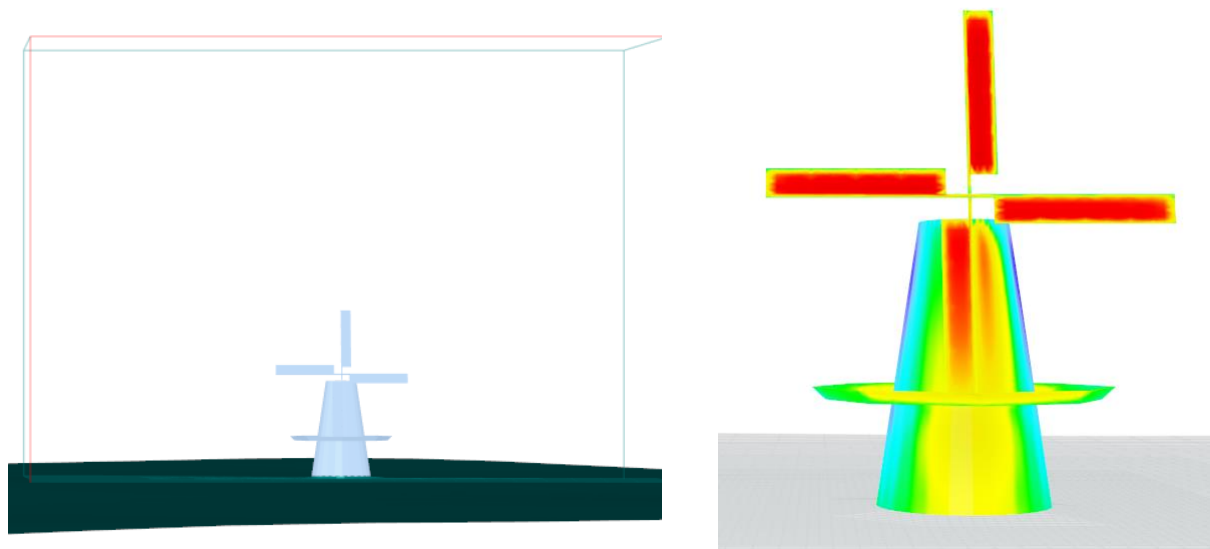
**Vgem\_ak** = gemiddelde windsnelheid ter hoogte van de askop in dezelfde periode;

**Vgem\_-\_v\_min\_ak** = gemiddelde windsnelheid van alle windsnelheden ter hoogte van de askop binnen het maalbereik van de molen in dezelfde periode. Overigens de startwaarde voor de berekeningen.

## 6. RESULTATEN

### 6.1 Scenario 0: de molen in de huidige omgeving zonder obstakels

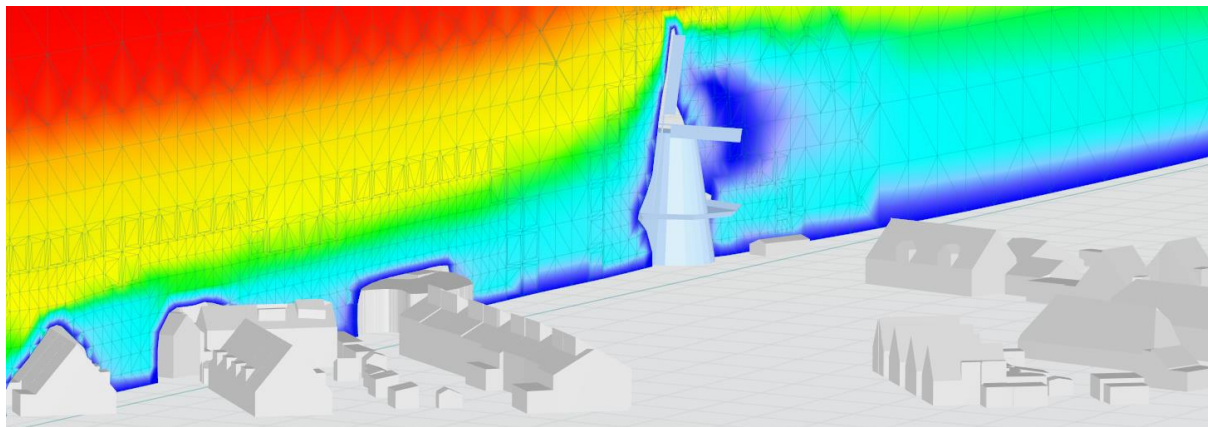
In deze situatie zijn er geen obstakels die de wind verhinderen. De windtoevoer is volledig onbelemmerd.



Scalair veld van de windsnelheid in scenario 0 uit windhoek 215° waarin het huidige terrein de functionele *lower boundary condition* is.

| SCN_0  |      |        |      |       |          |          |         |         |                              |                                |  |
|--------|------|--------|------|-------|----------|----------|---------|---------|------------------------------|--------------------------------|--|
| SOLO   |      |        |      |       |          |          |         |         |                              |                                |  |
| V      |      |        |      | TB    | DRUK     |          |         |         |                              |                                |  |
| on_end | ak   | bo_end | gem. | tb_ak | Pa_boven | Pa_onder | Pa_keer | Pa_weer | $\lambda_{\text{verticaal}}$ | $\lambda_{\text{horizontaal}}$ |  |
| 4,85   | 6,16 | 7,13   | 6,05 | 1,111 | 32,8     | 24,3     | 30,8    | 29,5    | 8,5                          | 1,3                            |  |
| 4,95   | 6,27 | 7,26   | 6,16 | 1,145 | 33,9     | 25,2     | 31,9    | 30,5    | 8,7                          | 1,4                            |  |
| 4,97   | 6,3  | 7,29   | 6,19 | 1,155 | 34,3     | 25,4     | 32,1    | 30,8    | 8,9                          | 1,3                            |  |
| 4,98   | 6,31 | 7,3    | 6,20 | 1,176 | 34,4     | 25,5     | 32,2    | 30,9    | 8,9                          | 1,3                            |  |
| 5,06   | 6,42 | 7,43   | 6,30 | 1,212 | 35,7     | 26,4     | 33,4    | 32,1    | 9,3                          | 1,3                            |  |
| 5,06   | 6,42 | 7,43   | 6,30 | 1,215 | 35,8     | 26,5     | 33,5    | 32,2    | 9,3                          | 1,3                            |  |
| 4,94   | 6,27 | 7,25   | 6,15 | 1,158 | 34,2     | 25,4     | 32,1    | 30,8    | 8,8                          | 1,3                            |  |

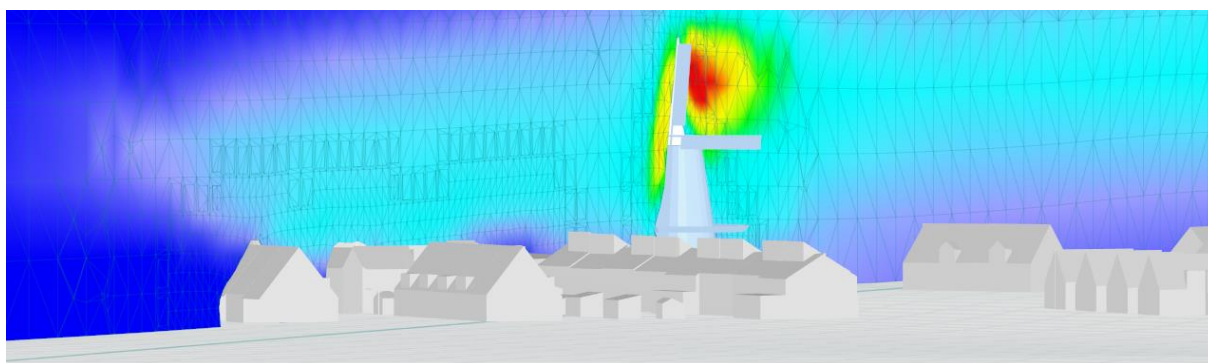
## 6.2 Scenario 1: huidige situatie met bomen in blad (april-oktober)



Windsnelheid

| SCN_1                                         |      |        |      |       |          |          |         |         |                              |                                |
|-----------------------------------------------|------|--------|------|-------|----------|----------|---------|---------|------------------------------|--------------------------------|
| HUIDIG MET BESTAANDE BOMEN PLANGEBIED - ZOMER |      |        |      |       |          |          |         |         |                              |                                |
| V                                             |      |        |      | TB    | DRUK     |          |         |         |                              |                                |
| on_end                                        | ak   | bo_end | gem. | tb_ak | Pa_boven | Pa_onder | Pa_keer | Pa_weer | $\lambda_{\text{verticaal}}$ | $\lambda_{\text{horizontaal}}$ |
| 3,51                                          | 4,13 | 6,53   | 4,72 | 1,098 | 0,1      | 7,8      | 3,1     | -0,4    | 7,7                          | 3,5                            |
| 2,33                                          | 4,2  | 6,13   | 4,22 | 1,004 | 6,7      | 7,2      | 4,4     | -1,3    | 0,5                          | 5,7                            |
| 1,64                                          | 4,03 | 6,09   | 3,92 | 1,046 | 6,5      | 4        | -1,2    | -4,5    | 2,5                          | 3,3                            |
| 0,48                                          | 3,94 | 6,44   | 3,62 | 1,248 | 3,2      | 2,5      | -2,9    | -0,5    | 0,7                          | 2,4                            |
| 1,68                                          | 4,78 | 6,55   | 4,34 | 1,245 | 11,6     | 10,4     | -2,4    | 8,6     | 1,2                          | 11                             |
| 2,95                                          | 5,08 | 6,9    | 4,98 | 1,2   | 6,2      | 14,1     | 8,5     | 7,2     | 7,9                          | 1,3                            |
| 3,72                                          | 5,15 | 6,94   | 5,27 | 1,108 | 5,7      | 16,3     | 10,9    | 6,2     | 10,6                         | 4,7                            |

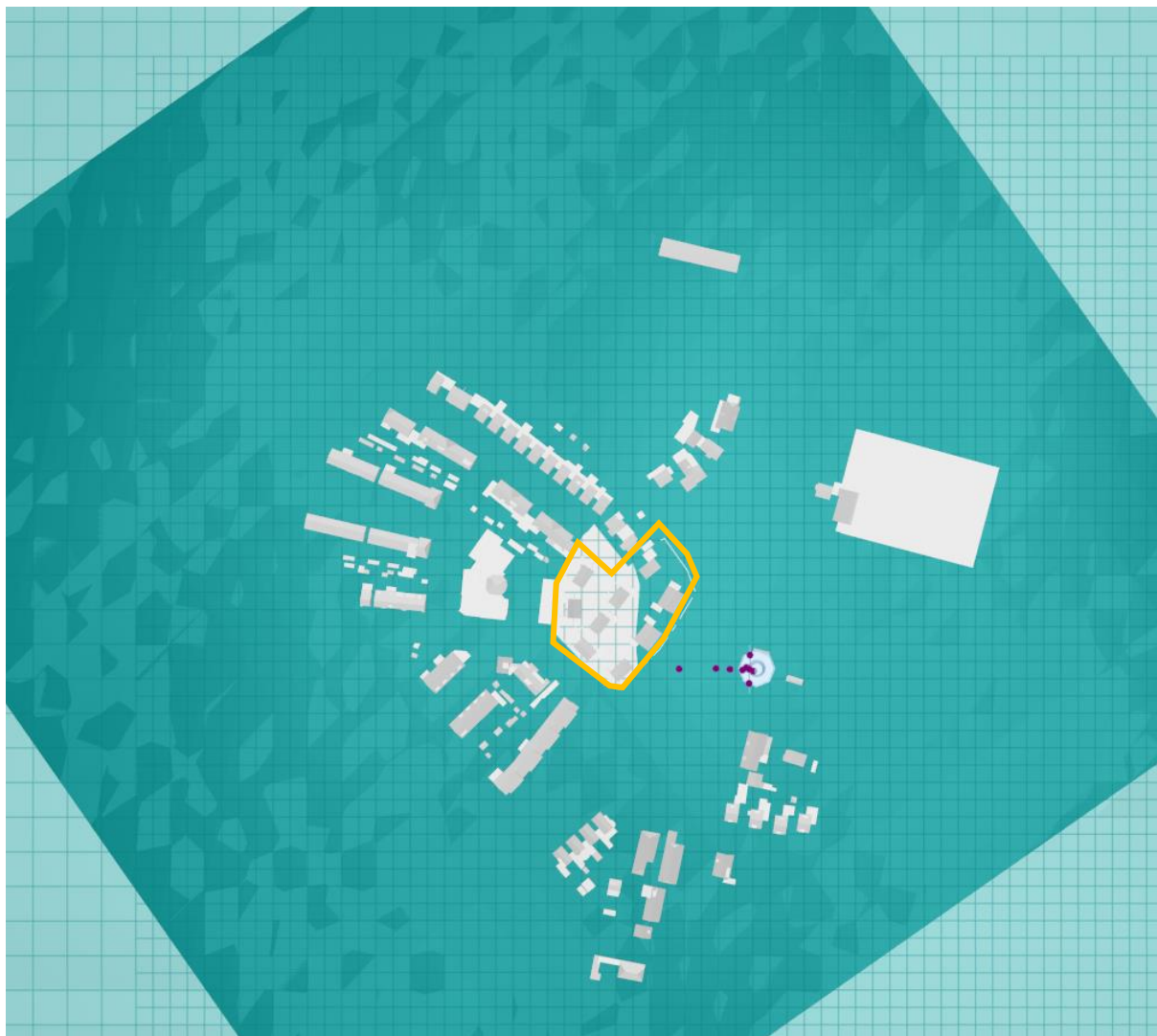
## 6.3 Scenario 2: huidige situatie met bomen zonder blad (november – maart)



Turbulentie

| SCN_2                               |      |        |      |       |          |          |         |         |                              |                                |
|-------------------------------------|------|--------|------|-------|----------|----------|---------|---------|------------------------------|--------------------------------|
| HUIDIG MET BESTAANDE BOMEN - WINTER |      |        |      |       |          |          |         |         |                              |                                |
| V                                   |      |        |      | TB    | DRUK     |          |         |         |                              |                                |
| on_end                              | ak   | bo_end | gem. | tb_ak | Pa_boven | Pa_onder | Pa_keer | Pa_weer | $\lambda_{\text{verticaal}}$ | $\lambda_{\text{horizontaal}}$ |
| 3,25                                | 4,12 | 6,33   | 4,57 | 1,106 | 5,5      | 7,5      | 4,5     | 13,6    | 2                            | 9,1                            |
| 2,1                                 | 4,1  | 6,19   | 4,13 | 1,035 | 7,3      | 5,3      | -2,1    | -2,8    | 2                            | 0,7                            |
| 2                                   | 4,77 | 6,39   | 4,39 | 1,039 | 10,9     | 10,3     | -4,9    | 5,1     | 0,6                          | 10                             |
| 3,4                                 | 5,07 | 6,78   | 5,08 | 1,221 | -0,6     | 13,3     | 0       | 7       | 13,9                         | 7                              |
| 2,96                                | 5,09 | 6,77   | 4,94 | 1,208 | 9,6      | 11,9     | 1,2     | 4,5     | 2,3                          | 3,3                            |
| 2,82                                | 5,03 | 7,13   | 4,99 | 1,238 | -2,1     | 11,6     | -2,3    | 15,6    | 13,7                         | 17,9                           |
| 3,66                                | 5,26 | 6,86   | 5,26 | 1,107 | 2,2      | 14,8     | 8,6     | 9,6     | 12,6                         | 1                              |

#### 6.4 Scenario 3: nieuwe situatie (nieuwbouw zonder begroeiing)



| SCN_3           |      |        |      |       |          |          |         |         |                              |                                |
|-----------------|------|--------|------|-------|----------|----------|---------|---------|------------------------------|--------------------------------|
| NIEUWE SITUATIE |      |        |      |       |          |          |         |         |                              |                                |
| V               |      |        |      | TB    | DRUK     |          |         |         |                              |                                |
| on_end          | ak   | bo_end | gem. | tb_ak | Pa_boven | Pa_onder | Pa_keer | Pa_weer | $\lambda_{\text{verticaal}}$ | $\lambda_{\text{horizontaal}}$ |
| 3,64            | 4,62 | 6,37   | 4,88 | 1,121 | 7,5      | 8,8      | 1,9     | 4,8     | 1,3                          | 2,9                            |
| 2,54            | 4,51 | 6,39   | 4,48 | 1,075 | 6,4      | 7,7      | -5,1    | 3,2     | 1,3                          | 8,3                            |
| 2,12            | 4,63 | 6,22   | 4,32 | 1,11  | 9        | 9,1      | 5,5     | 10,3    | 0,1                          | 4,8                            |
| 2,07            | 5,11 | 6,58   | 4,59 | 1,137 | 6,9      | 9,4      | 0,7     | 11,4    | 2,5                          | 10,7                           |
| 1,95            | 4,79 | 6,47   | 4,40 | 1,255 | 10,1     | 10,1     | 9,3     | 7,2     | 0                            | 2,1                            |
| 1,4             | 5,06 | 6,88   | 4,45 | 1,29  | 6,9      | 11,4     | 7,4     | 5,1     | 4,5                          | 2,3                            |
| 3,55            | 5,34 | 6,86   | 5,25 | 1,226 | 7,3      | 15,9     | 17,7    | 2       | 8,6                          | 15,7                           |

## 6.5 Analyse en vergelijking

### ▪ Scenario 0: ideale situatie

- Vermogensopwekking [theoretisch maximum]: 133,99 kWh / jaar<sup>1</sup>
- $\bar{x}$  onbalans verticaal [ $\lambda$ ]: 8,91
- $\bar{x}$  onbalans horizontaal [ $\lambda$ ]: 1,31
- Functionele onbalans: 0,147<sup>2</sup>
- $\bar{x}$  windsnelheid rekengebied: 6,19 m/s<sup>3</sup>

### ▪ Scenario 1: huidige situatie met bomen in blad

- Vermogensopwekking [theoretisch maximum]: 49,50 kWh / jaar
- $\bar{x}$  onbalans verticaal [ $\lambda$ ]: 4,44
- $\bar{x}$  onbalans horizontaal [ $\lambda$ ]: 4,55
- Functionele onbalans: 1,025
- $\bar{x}$  windsnelheid rekengebied: 4,44 m/s

### ▪ Scenario 2: huidige situatie met bomen zonder blad

- Vermogensopwekking [theoretisch maximum]: 61,33 kWh / jaar [gemiddeld met de zomermaanden volgens scenario 1 = 55,41 kWh / jaar]<sup>4</sup>
- $\bar{x}$  onbalans verticaal [ $\lambda$ ]: 6,72
- $\bar{x}$  onbalans horizontaal [ $\lambda$ ]: 7,00
- Functionele onbalans: 1,040
- $\bar{x}$  windsnelheid rekengebied: 4,77 m/s [gemiddeld met de zomermaanden volgens scenario 1 = 4,60 m/s]

### ▪ Scenario 3: nieuwe situatie (nieuwbouw zonder begroeiing)

- Vermogensopwekking [theoretisch maximum]: 55,16 kWh / jaar
- $\bar{x}$  onbalans verticaal [ $\lambda$ ]: 3,05
- $\bar{x}$  onbalans horizontaal [ $\lambda$ ]: 6,69
- Functionele onbalans: 2,557
- $\bar{x}$  windsnelheid rekengebied: 4,62 m/s

## 7. CONCLUSIE

### 7.1 Conclusie effect nieuwbouwwoningen Pannenschuurlaan

Over het algemeen is te concluderen dat de geplande nieuwbouwwoningen geen negatief effect zullen hebben op de gemiddelde windsnelheid uit de windhoek 200°-270° ten opzichte van de huidige situatie. Gemiddeld over de zomer- en wintermaanden is de gemiddelde windsnelheid in de huidige situatie (april 2023) op askophoogte vanuit het rekengebied 4,60 m/s. In de nieuwe situatie met nieuwbouw, zonder nieuwe begroeiing, is de gemiddelde windsnelheid 4,62 m/s. Het verschil is positief 0,44%.

Echter omdat de dichtheid van de nieuwbouwwoningen kleiner is dan de dichtheid van de bestaande bomenstructuur in het plangebied, neemt de functionele onbalans op het wiekenkruis toe als gevolg van een verhoging in turbulentie-intensiteit. Dit kan in de praktijk een andere draaibeleving geven.

Dit resulteert in een theoretisch maximum voor de vermogensopwekking van de molen in scenario 3 van 55 kWh. Gemiddeld over de zomer- en wintermaanden in de huidige situatie (scenario's 1 en 2) is het theoretisch maximum eveneens afgerond op 55 kWh. T.o.v. van de huidige situatie is er in de nieuwe situatie miniem verschil in de vermogensopwekking van de molen.

<sup>1</sup> Op basis van het gemiddelde windregime in het rekengebied, gecalculeerd per sector

<sup>2</sup> Hoe lager, hoe beter

<sup>3</sup> Met inputwaarde: gemiddelde windsnelheid op 20,06 meter boven maaiveld binnen het maalbereik van de molen.

<sup>4</sup> 6 maanden / 6 maanden

Voor de berekening van scenario 3 is ervan uitgegaan dat alle bestaande bomen ter plaatse van het nieuwbouwplan worden gerooid. Eventuele nieuwe begroeiing, met uitzondering van de tuinheggen, is niet meegenomen in de berekening.

Ondanks een verhoging van de gemiddelde windsnelheid gaat de effectieve, ofwel bruikbare, wind omlaag. Deze verschillen zijn echter gering. Qua productiecapaciteit zal er geen verandering zijn in de windvang van de molen in de nieuwe situatie t.o.v. de huidige situatie indien er met jaargemiddelde wordt gerekend. In de praktijk zal de windvang iets beter zijn in de zomermaanden en iets slechter in de wintermaanden.

De verhoging in de onbalans op het wiekenkruis kan merkbaar zijn voor de molenaars. Daarnaast kan een toename in turbulentie-intensiteit een hogere belasting op de roeden hebben als gevolg van toenemende dynamische spanningen, met als consequentie een mogelijk kortere levensduur van het wiekenkruis als gevolg van staalvermoeiing; echter is er, zover bekend, nog geen empirische onderzoek gedaan naar een correlatie tussen de levensduur van wiekenkruizen en de hoeveelheid turbulentie in de omgeving van de molen.