

**ADDENDUM PARKEERGARAGE
OP RAPPORT 521015
WINDMOLENBIOTOOPONDERZOEK**

**MOLEN DE HOOP
HAVENDIJK 9
3846 AC HARDERWIJK**

Opdrachtgever:

Gemeente Harderwijk

C. van den Bedem | c.vandenbedem@harderwijk.nl | (0341) 411 342

Onderzoeker en auteur:

EAG Monuments te Montfoort

E. van der Elst | ezra@eagm.nl | 06-41290853

Datum:

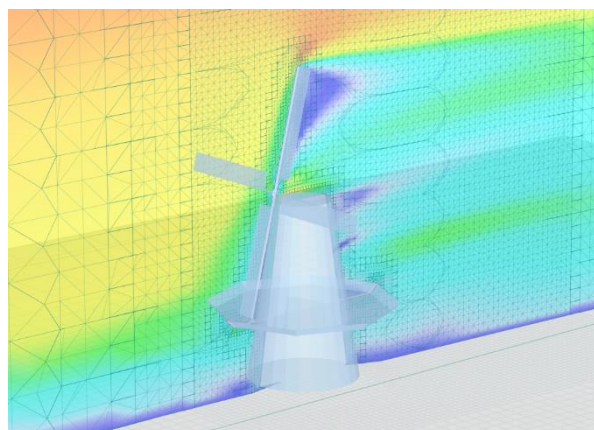
6 juni 2023

Concept

Copyright:

© EAG Monuments, projectnummer: 523008

Montfoort, juni 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

In 2021 heeft EAG Monuments (nu EAGM) een biotooponderzoek uitgevoerd voor molen De Hoop in opdracht van de gemeente Harderwijk.¹ In dat onderzoek zijn berekeningen uitgevoerd om het effect van viertal scenario's op de windvang van de molen te bepalen.

In dit aanvullend onderzoek worden twee aanvullende scenario's doorberekend om het effect op de windvang van de molen te bepalen. De resultaten hiervan zijn terug te vinden in dit addendum.

De twee aanvullende scenario's zijn relatief kleine wijzigingen t.o.v. de modellen die in 2021 zijn onderzocht.

2. AANPAK EN ONDERZOEKSMETHODIEK

Om het effect van alle bouwplannen te berekenen zijn 3D-modellen van alle gebouwen binnen het bestemmingsplan 'Kop Stadswerven' en 'Waterfront Zuid' gegenereerd (LOD2). Met behulp van CFD-software zijn er simulaties uitgevoerd om de windsnelheid, turbulentie-intensiteit en onbalans (oppervlakedruk) op het wiekenkruis te berekenen. Aan de hand van de beschikbare metadata van het KNMI zijn de resultaten gebruikt om het theoretisch maximum aan energieopwekking [vermogen * tijd].² Verder zijn dezelfde parameters gebruikt als in het voorgaande onderzoek.

Omdat de relatieve verschillen tussen de verschillende scenario's belangrijker zijn dan de absolute waarden, is de stedelijke omgeving rondom de molen niet gemodelleerd/gesimuleerd.

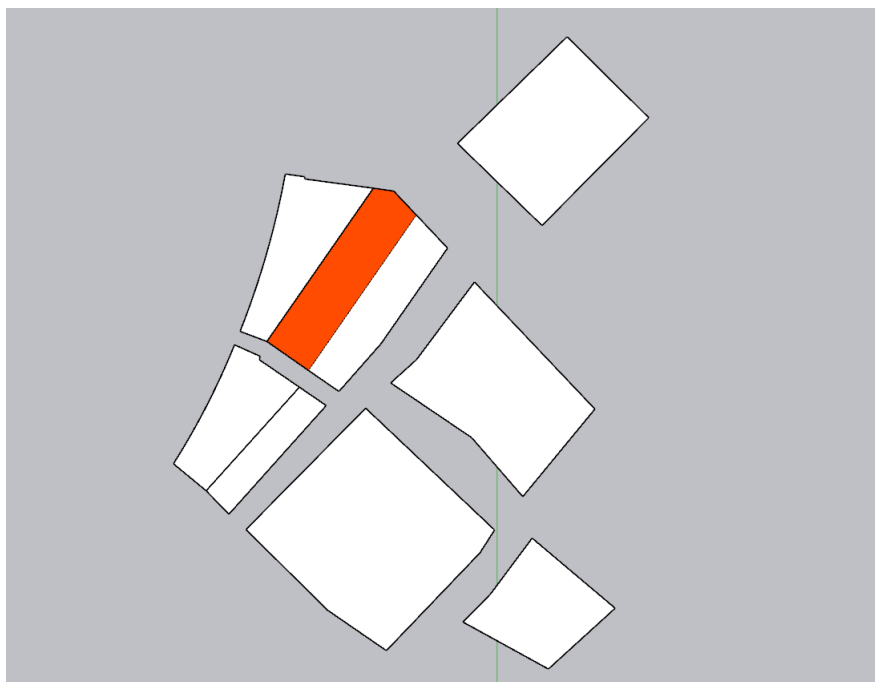
3. OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S

1. Scenario 5 = Garagegebouw 12 meter; (reeds berekend in 2021)
2. Scenario 6 = Garagegebouw 14 meter.

¹ Projectnummer: 521015; 13 september 2021

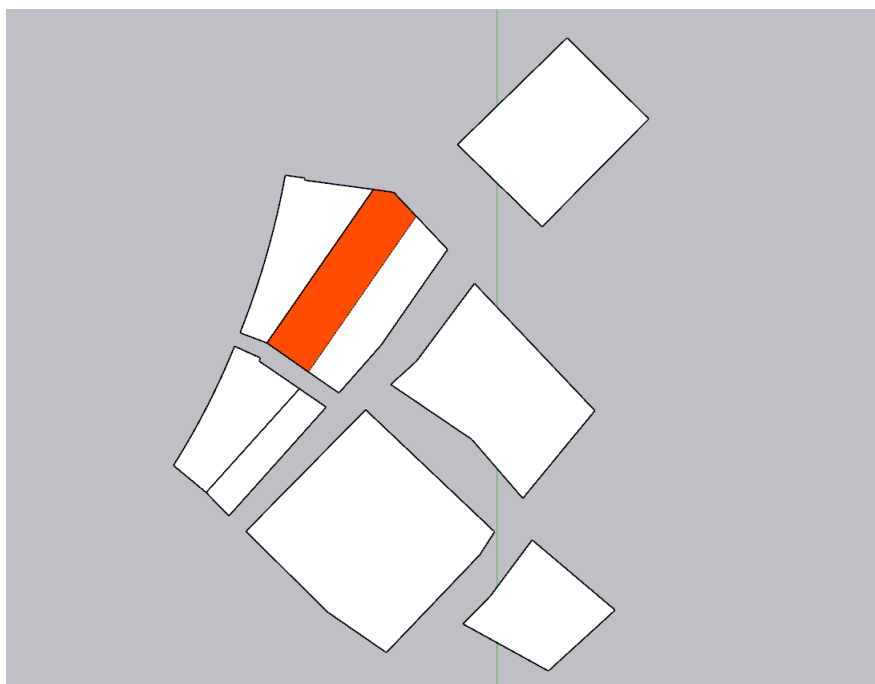
² $P = 1/2 * A * \rho * V^3 * \eta_1$: waarbij A = oppervlakte gevucht, ρ = luchtdichtheid [1,25], V= windsnelheid, η = rendementsfactor wiekenkruis [0,18]

Scenario 5:



In scenario 5 is de hoogte van de parkeergarage (rood) 12 meter. Deze hoogte komt overeen met de hoogte die in 2021 is berekend. Omdat het ontwerp/positie van de Parkvilla nog niet definitief is is deze niet gemodelleerd in dit scenario om zoveel mogelijk variabelen uit te sluiten.

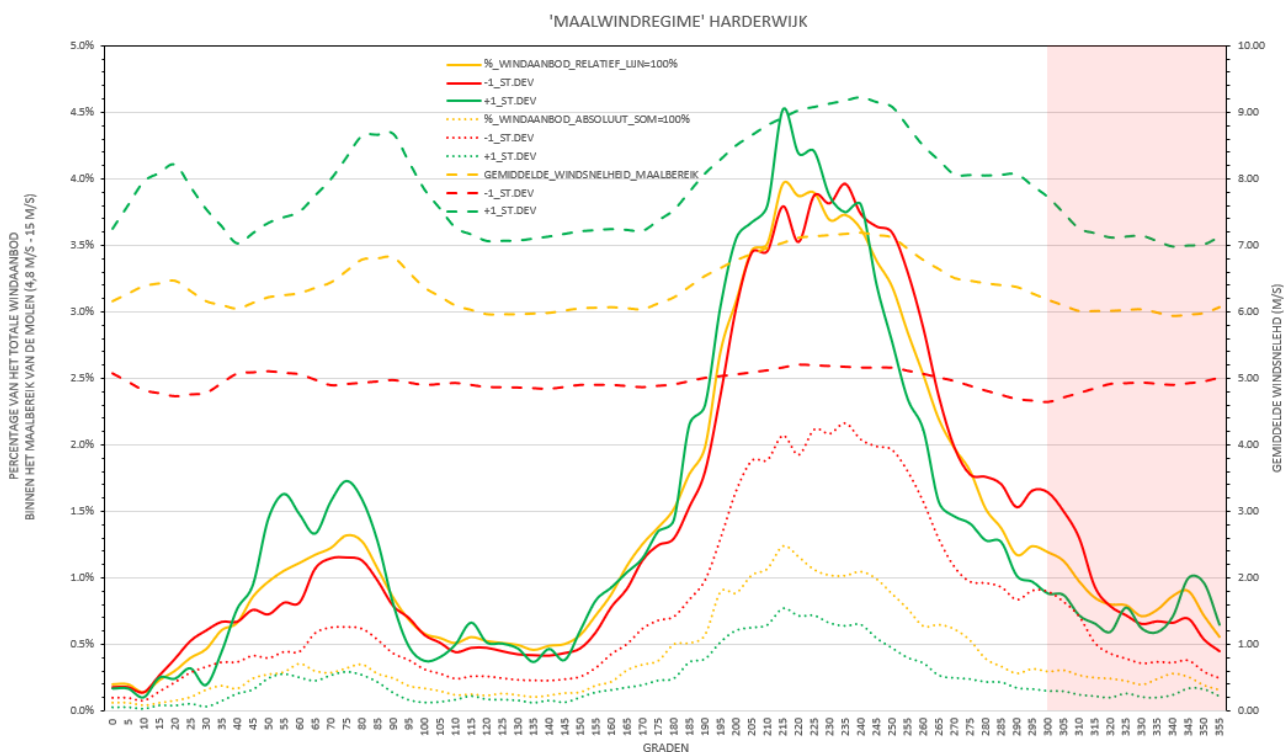
Scenario 6:



In scenario 6 is de hoogte van de parkeergarage 14 meter i.p.v. 12 meter. De gemeente wil weten wat het effect is op de windvang van de molen indien de garage met 2 meter wordt verhoogd. De overige gebouwen zijn niet gewijzigd.

4. RESULTATEN

4.1 Maalwindregime Harderwijk, grafische weergave



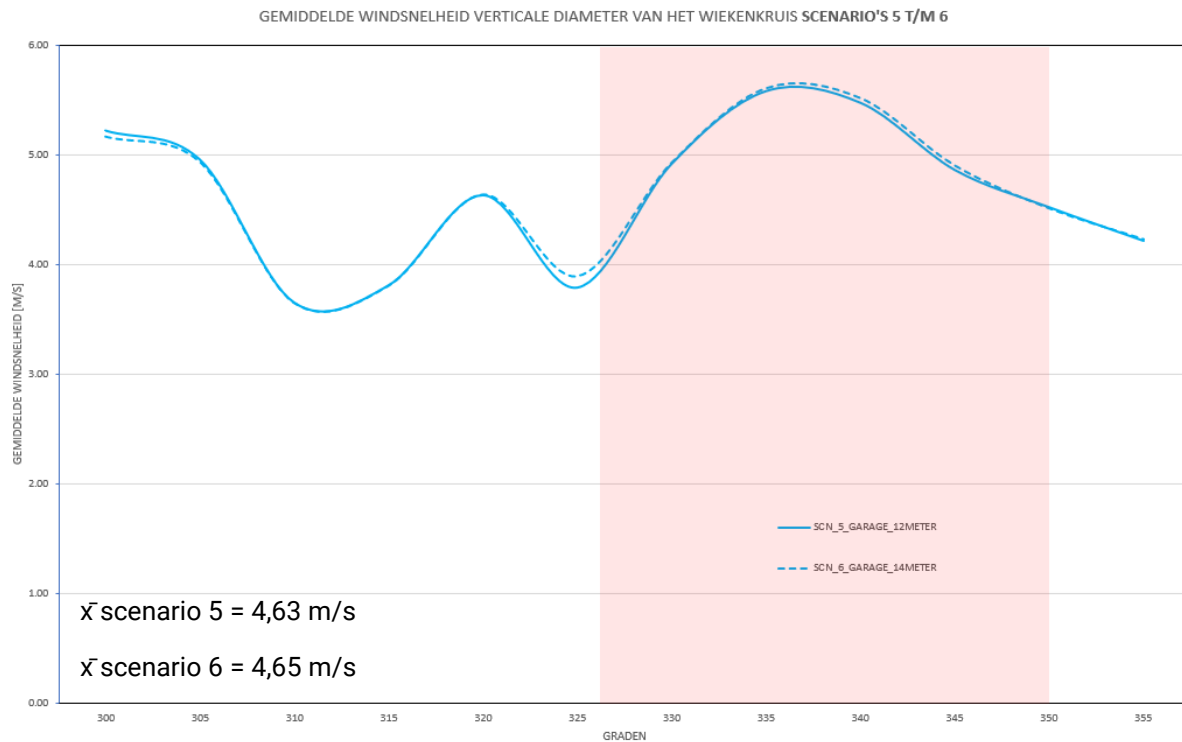
Grafiek 1: weergave van het maalwindregime in Harderwijk. De snelheden zijn een gemiddelde van alle snelheden binnen het maalbereik van de molen (4,8 m/s tot 15 m/s); plus/minus 1 standaarddeviatie. De rode kolom arceert het onderzoeksgebied (300°- 355°, met de molen als middelpunt).

4.2 Locatie meetpunten CFD

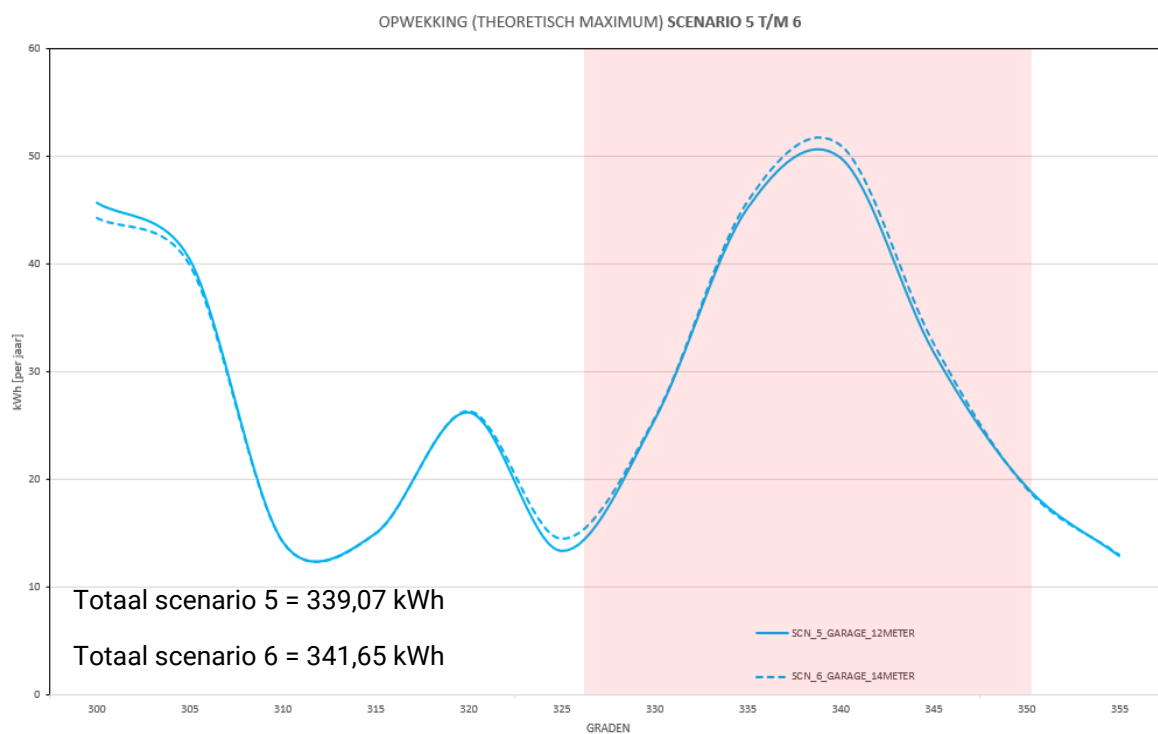
X[m]	Y[m]	Z[m]	aanduiding_mesh_ff	unit
				m/s
-14	0	9.5	onderste_end	m/s
-14	0	22.26	askop	m/s
-14	0	35.02	bovenste_end	m/s
-14	13.5	22.26	keerzijde	m/s
-14	-13.5	22.26	weerzijde	m/s
-14	0	9.5	onderste_end	m^2/s^2
-14	0	22.26	askop	m^2/s^2
-14	0	35.02	bovenste_end	m^2/s^2
-14	13.5	22.26	keerzijde	m^2/s^2
-14	-13.5	22.26	weerzijde	m^2/s^2
0.11	-1.015	33.556	bovenste_end	Pa
-0.773	-1.04	30.013	bovenste_end	Pa
-1.796	-1.043	25.909	bovenste_end	Pa
-3.58	0.942	18.754	onderste_end	Pa
-4.474	0.98	15.17	onderste_end	Pa
-5.437	0.943	11.306	onderste_end	Pa
-2.139	3.568	23.293	keerzijde	Pa
-2.154	7.207	23.233	keerzijde	Pa
-2.164	11.223	23.195	keerzijde	Pa
-2.634	-3.598	21.311	weerzijde	Pa
-2.624	-7.614	21.349	weerzijde	Pa
-2.616	-11.597	21.382	weerzijde	Pa

Tabel 1: locatie van de meetpunten in het CFD-model. 0,0,0 = hartlijn van de molen op maaiveld.

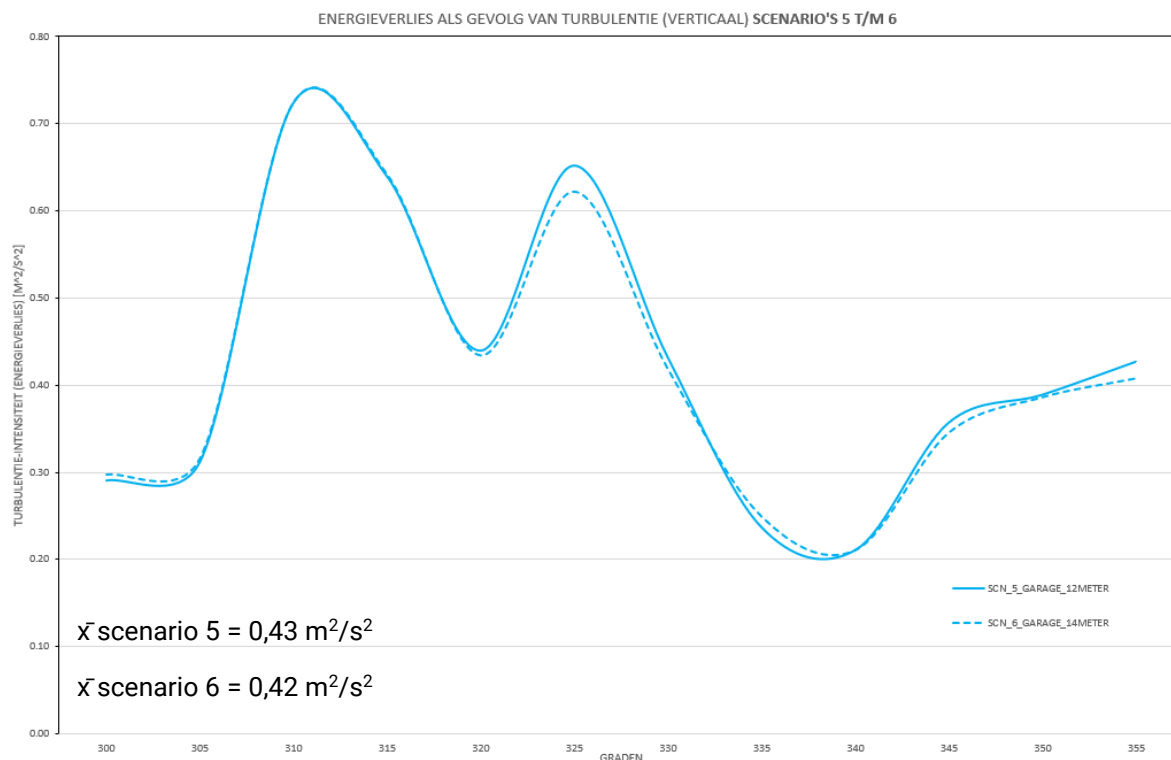
4.3 Vergelijking scenario's 5 en 6



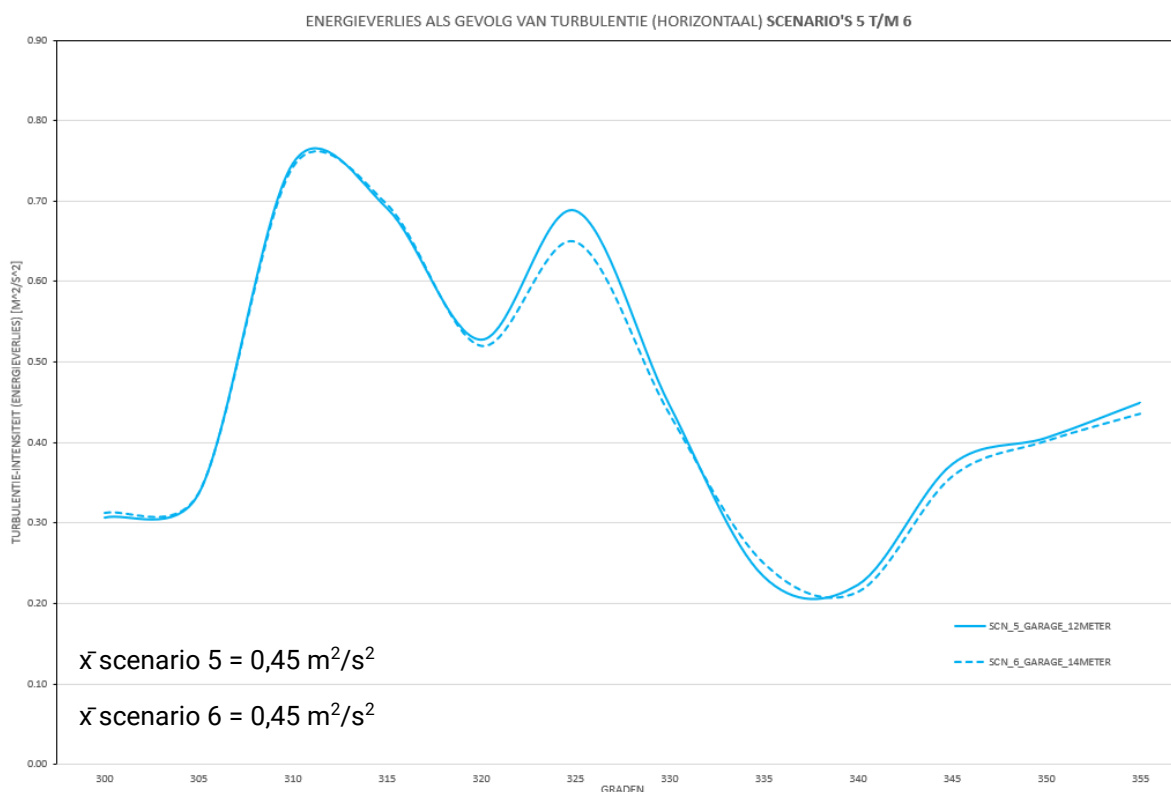
Grafiek 2: de gemiddelde windsnelheid per scenario t.o.v. de startwaarde tussen 300° – 355°. In rood gearceerd de locatie van de garage t.o.v. de molen.



Grafiek 3: het theoretisch maximum wat de molen per jaar kan opwekken tussen 300° - 355° op basis van het windregime.



Grafiek 4: de turbulentie-intensiteit uitgedrukt als energieverlies [m²/s²] gemeten over de verticale diameter van het gevlucht.



Grafiek 5: de turbulentie-intensiteit uitgedrukt als energieverlies [m²/s²] gemeten over de horizontale diameter van het gevlucht.

5. CONCLUSIE

Conclusie scenario's 5 t/m 6

De verschillen tussen scenario's 5 en 6 zijn gering, maar geven wel duidelijk aan dat een garage van 14 meter hoog gunstiger is voor de windvang van de molen dan een garage met een hoogte van 12 meter. Dit komt vermoedelijk door de aangrenzende gebouwen van 18 meter en 12 meter. Indien de garage 14 meter is i.p.v. 12 heeft de het gebouw vanuit de molen gezien een betere stroomlijning, er is daardoor minder ruimte voor wervelingen in de luchtstroom die een reductie in snelheid en meer energieverlies veroorzaken.

De gebouwen zijn in dit onderzoek doorberekend in LOD 2, gesloten dozen waarbij openingen, aanbouwen, installaties en andere architectonische aspecten niet zijn meegenomen. Het is raadzaam om in een later stadium de definitieve ontwerpen door te rekenen met een hoger LOD.