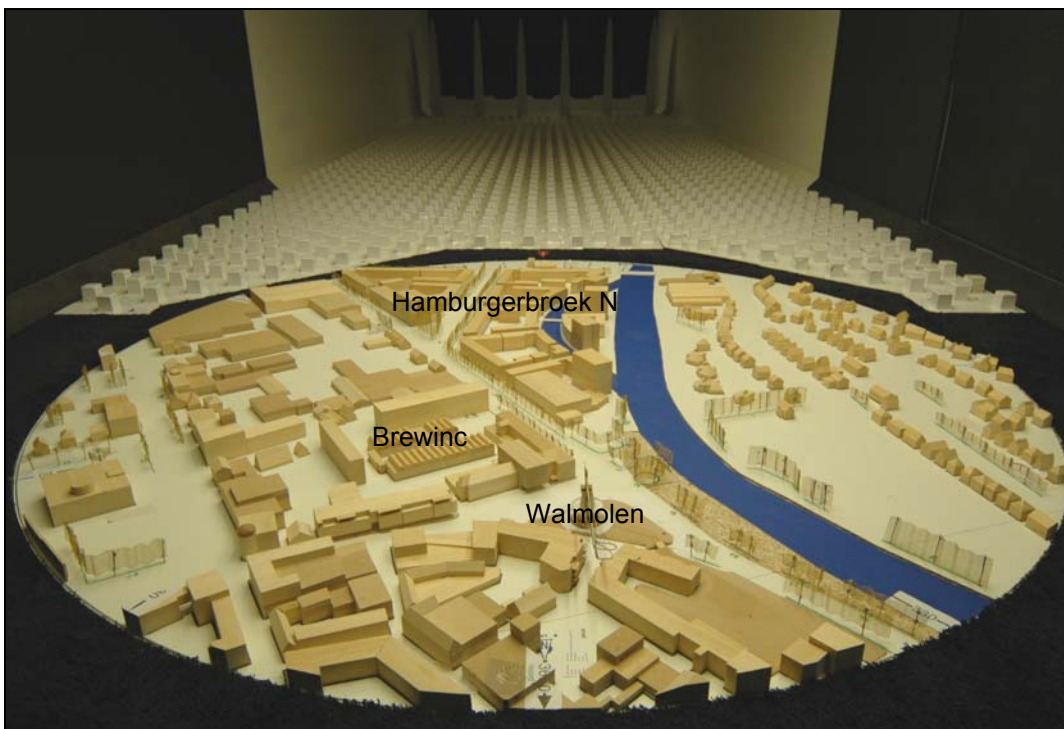


Rapport

De Walmolen te Doetinchem
Windtunnelonderzoek met betrekking tot de invloed van de
bouwplannen Hamburgerbroek Noord en Cultuurcluster
Brewinc op de windvang van de molen.

Rapportnummer WG 15867-1 d.d. 12 januari 2009



Maquettefoto nieuwbouwsituatie in de windtunnel (inclusief meetapparatuur op molen)

Opdrachtgever: Gemeente Doetinchem
Rapportnummer: WG 15867-1
Datum: 12 januari 2009
Ref.: AA/OO/LvI/WG 15867-1-RA

Lid ONRI
ISO-9001: 2000 gecertificeerd

Peutz bv
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR Zoetermeer
Tel. (079) 347 03 47
Fax (079) 361 49 85
info@zoetermeer.peutz.nl
www.peutz.nl

Peutz bv
Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH Mook
Tel. (024) 357 07 07
Fax (024) 358 51 50
info@mook.peutz.nl
www.peutz.nl

Peutz bv
L. Springerlaan 37, Groningen
Postbus 7, 9700 AA Groningen
Tel. (050) 520 44 88
Fax (050) 526 31 78
info@ groningen.peutz.nl
www.peutz.nl

Peutz GmbH
Düsseldorf, Bonn
info@peutz.de
www.peutz.de

Peutz SARL
Paris, Lyon
Info@peutz.fr
www.peutz.fr

Peutz bv
London
info@peutz.co.uk
www.peutz.co.uk

Daidalos Peutz bvba
Leuven
Info@daidalospeutz.be
www.daidalospeutz.be

Köhler Peutz Geveltechniek bv
Zoetermeer
Info@gevel.com
www.gevel.com

Alle opdrachten aan ons
bureau worden aanvaard,
uitgevoerd en berekend
volgens 'De Nieuwe Regeling
2005: Rechtsverhouding
opdrachtgever-architect,
ingenieur en adviseur'
(DNR 2005).
Ingeschreven KvK onder
nummer 12028033. BTW
identificatienummer
NL004933837B01

Inhoud	pagina
1. INLEIDING	3
2. GELDERSE MOLENVERORDENING	4
3. OPZET WINDTUNNELONERZOEK	7
3.1. Schaalmodel	7
3.2. Windtunnel	8
3.3. Meetpunten en metingen	10
3.4. Windklimaat op de locatie	11
3.5. Windsnelheidscoëfficiënten en jaargemiddelde windsnelheid	13
3.6. Balans windbelasting op basis van de windsnelheidsverhouding	13
3.7. Turbulentie-intensiteit	13
3.8. Mogelijke draaiuren	15
4. WEERGAVE EN BEOORDELING MEETRESULTATEN	17
4.1. Windsnelheidscoëfficiënten	17
4.2. Jaargemiddelde windsnelheid	19
4.3. Balans windbelasting	20
4.4. Turbulentie-intensiteit	21
4.5. Mogelijke draaiuren	22
5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	24
2 figuren	

1. INLEIDING

De Walmolen is gesitueerd aan de rand van het centrum van Doetinchem, nabij de Oude IJssel. In de directe omgeving van de molen zijn plannen voor nieuwbouw. In het Stedenbouwkundig Programma van Eisen (SpvE) Hamburgerbroek Noord d.d. oktober 2007 zijn de stedenbouwkundige uitgangspunten vastgelegd voor het te herontwikkelen gebied ten zuiden van de molen, tussen de Missetstraat / Stationsstraat, het spoor en de Oude IJssel. Het nieuwbouwplan is een Publiek-Private Samenwerking (PPS) tussen de Gemeente Doetinchem en Kondor Wessels Projecten. Tevens is direct ten zuiden van de Walmolen een nieuwbouwplan in ontwikkeling voor Cultuurcluster Het Brewinc op de locatie van de voormalige school voor lager beroepsonderwijs.

De zogeheten molenbiotoop van de Walmolen te Doetinchem is op basis van artikel 4.3 van de Gelderse Molenverordening beschermd. Een op te richten bouwwerk in de omgeving van de molen mag het normale of toekomstig gebruik van de molen niet aantasten, zo is te lezen in de verordening. Een eerste toetsing van de huidige molenbiotoop toont aan dat de bestaande bebouwing de maximaal toegestane bouwhoogte reeds overschrijdt.

In opdracht van de gemeente Doetinchem is een vergelijkend windtunnelonderzoek uitgevoerd zodat inzicht wordt verkregen in de invloed van de geplande nieuwbouw op het windklimaat bij de molen. De onderzoekswijze is voorafgaand aan het uitvoeren van het onderzoek inhoudelijk besproken met de Provincie Gelderland. Het onderzoek is in essentie vergelijkbaar met eerder verricht windtunnelonderzoek voor o.a. molen 'De Vlijt' te Wageningen.

Onderzocht zijn de huidige bebouwingssituatie, dat wil zeggen de situatie voor de sloop van oude bebouwing op de beoogde bouwlocaties en de geplande bebouwingssituatie. In de bijgevoegde figuren 1 en 2 zijn situatietekeningen opgenomen van deze bebouwing. Een vergelijking van de uitkomsten van het onderzoek van de twee bebouwingssituaties geeft inzicht in de invloed van de bebouwingwijziging op de windsituatie en de daaruit volgende gebruiksmogelijkheden van de molen.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het windtunnelonderzoek waarbij de volgende indeling is gehanteerd.

Nadat in hoofdstuk 2 ingegaan wordt op de Gelderse Molenverordening wordt de opzet van het onderzoek beschreven in hoofdstuk 3. Een weergave van de meetresultaten volgt in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 is een samenvatting opgenomen en zijn conclusies vastgelegd.

2. GELDERSE MOLENVERORDENING

In de uitvoeringsregeling van de Gelderse Molenverordening wordt in artikel 2 onder meer gesteld dat indien de hoogte van de bestaande obstakels toelaatbaar zijn volgens de weergegeven formule (zie onder) dat deze formule eveneens dient te worden gehanteerd voor de beoordeling van nieuw op te richten obstakels.

Formule Molenbiotoop Gelderse Molenverordening:

$$h_x = \frac{x}{n} + c \cdot z$$

h_x = maximale obstakelhoogte

x = afstand tussen molen en obstakel

n = verhoudingsfactor = 50 (140 voor open, 75 voor ruw, 50 voor gesloten gebied)

c = constante = 0,2

z = ashoogte = 18 meter

Terreinhoogteverschillen worden verdisconteerd. Dat betekent dat de hoogte van de terp, 3 meter, bij de berekende waarde mag worden opgeteld.

Tot in ieder geval 100 meter afstand van de molen dienen obstakels niet hoger te zijn dan de hoogte van de molenstelling + terp: 6,5 + 3 = 9,5 meter. Op grotere afstand wordt de maximale obstakelhoogte berekend aan de hand van bovenstaande formule. Hieruit volgt dat de obstakelhoogte pas na 145 meter boven het niveau van de stelling uit mag komen. Bij een toename van de afstand tot de molen van 50 meter mag de obstakelhoogte met 1 meter toenemen.

Afstand tot molen	Maximale obstakelhoogte t.o.v. maaiveld molen (1 op 50 regel)
0 tot 100 meter	9,5 meter (eerste 100 meter onder stellingniveau)
100 tot 145 meter	9,5 meter (berekende hoogte blijft onder stellingniveau)
200 meter	10,6 meter
250 meter	11,6 meter
300 meter	12,6 meter
350 meter	13,6 meter
400 meter	14,6 meter

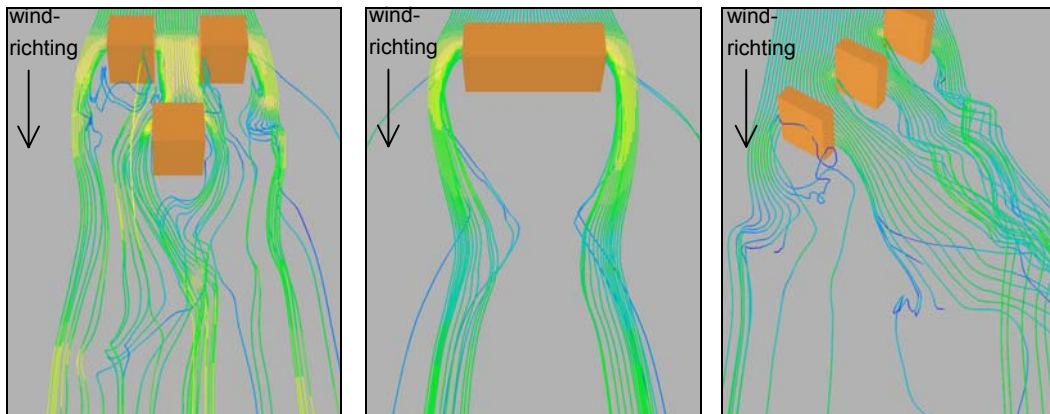
Berekende obstakelhoogte volgens molenbiotoopformule

Uit een eerste toetsing van de bestaande bebouwing aan de formule blijkt dat de aanwezige obstakelhoogte de berekende maximale hoogte reeds bij diverse windrichtingen overschrijdt. Dit betreft onder meer de bouwhoogte van de bestaande bebouwing op het Brewinc-terrein. In de richting van de bestaande bebouwing van bedrijventerrein Hamburgerbroek Noord wordt de berekende obstakelhoogte eveneens

overschreden als gevolg van de aanwezige begroeiing en het bestaande brandweergebouw. Opgemerkt dient te worden dat vooral het hoogbouwelement op dit bouwdeel te hoog is. De dakhoogte van het lagere deel is niet specifiek op basis van bouwkundige tekeningen gecontroleerd maar uitgaande van een geschatte bouwhoogte van 10 meter zou ook dit deel de biotoop in geringe mate overschrijden.

Voorts wordt volgens artikel 3 van de uitvoeringsregeling bepaald dat in de onderhavige situatie, waarbij de huidige bebouwing niet binnen de contour van de berekende molenbiotoop valt, de nieuw op te richten obstakelhoogte geen verslechtering van de situatie mag betekenen ten opzichte van de bestaande situatie. In de toelichting van dit artikel staat *'In ieder geval mag een op te richten of te wijzigen obstakel nooit tot een verslechtering van de (reeds onvoldoende) windtoevoer leiden.'*

Gezien de complexiteit van de bebouwing is het vrijwel onmogelijk om op basis van de weergegeven rekenregel vast te stellen of er een wijziging ontstaat van de windtoevoer aangezien de formule voornamelijk toepasbaar is voor solitaire bouwwerken en minder geschikt is voor het vaststellen van gecombineerde bebouwingseffecten. Een voorbeeld van interactie tussen verschillende bouwdelen wordt weergegeven in onderstaande afbeeldingen. Met de gebruikelijke berekeningen kan geen duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen de drie weergegeven bebouwingssituaties. De daadwerkelijke luchtstroming zal echter toch wezenlijk verschillen. In de afbeeldingen is dit met stroomlijnen weergegeven.



Stroomlijnen rondom bebouwing; afbeeldingen zijn slechts illustratief

Aangezien de gebruikelijke rekenregels beperkingen kennen in complexe bebouwingssituaties is een windtunnelonderzoek uitgevoerd. Windtunnelonderzoek wordt op dit moment als de best mogelijke bepalingmethode beschouwd voor het vaststellen van gebouwinvloeden op het windklimaat bij een molen. De luchtstroming rondom een schaalmodel in de windtunnel correspondeert goed met de werkelijke situatie, inclusief de optredende turbulentie van de wind. De resultaten van het onderzoek zijn in voorliggend rapport vastgelegd.

Voor de volledigheid wordt nog verwezen naar de Aanpassing Uitvoeringsregeling Gelderse Molenverordening d.d. 15 november 2007 (nr. 2007/13, ISSN 0820-069X), artikel 4.a. lid 1: *'In afwijking van het bepaalde in de artikelen 2 en 3 van deze regeling kan een vergunning als bedoeld in artikel 4, derde lid, van de Gelderse Molenverordening worden verleend indien het niet verlenen daarvan niet in een redelijke verhouding staat tot de zwaarwegende belangen die de aanvrager of derden hebben bij de ontwikkeling van het desbetreffende gebied.'*

3. OPZET WINDTUNNELONERZOEK

3.1. Schaalmodel

Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:300 schaalmodel van de bouwplannen en van de molen vervaardigd conform de volgende gegevens:

- SPvE Hamburgerbroek Noord d.d. oktober 2007, situatie volgens pagina 37; bouwlaaghoogte 3 meter; bij keuze van het aantal bouwlagen is steeds van het hoogste uitgegaan; begroeiing 12 meter hoog;
- stedenbouwkundig plan Brewinc zoals in mei 2008 ontvangen van Johan de Wachter Architects te Rotterdam;
- stedenbouwkundige ondergrond van de omgeving;
- een eigen inventarisatie ter plaatse.

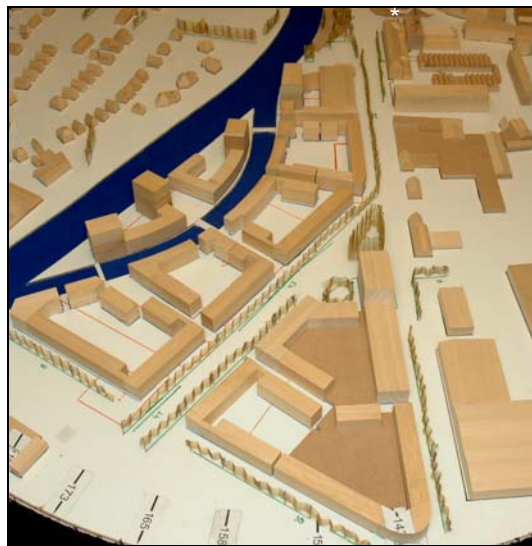
De schaalmodellen zijn geplaatst op een ronde maquetteschijf met een diameter van 2,3 meter hetgeen bij deze schaal overeenkomt met 690 meter diameter in werkelijkheid. De molen is enigszins decentraal op de maquetteschijf gepositioneerd zodat het hele gemodelleerde stedenbouwkundige plan Hamburgerbroek Noord (tot de spoorlijn) nog binnen het bereik van de maquetteschijf valt. De aanwezige terreinhoogteverschillen zijn in de maquette afgevlakt, met uitzondering van de terp bij de molen.

Ook de bestaande te slopen bebouwing is gemodelleerd.

Tijdens de metingen aan het schaalmodel zijn de wieken van de molen gedemonteerd om ongedefinieerde locale beïnvloeding van de luchtstroming te voorkomen. (metingen vinden plaatst vóór de molen, niet op de wieken)



Huidige bebouwing bedrijventerrein Hamburgerbroek Noord (Walmolen bovenzijde van de foto)*



Nieuwbouwsituatie volgens SPvE Hamburgerbroek Noord (Walmolen bovenzijde van de foto)*



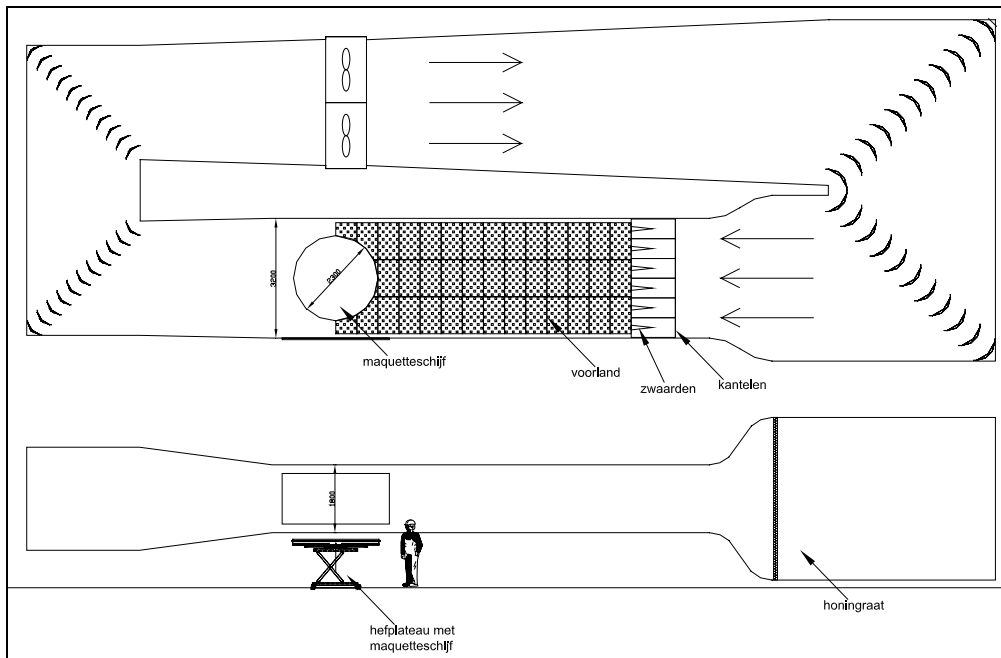
Huidige bebouwingssituatie Brewinc-terrein
(Walmolen rechts van de foto)



Nieuwbouwsituatie Cultuurcluster Brewinc
(Walmolen rechts van de foto)

3.2. Windtunnel

Aan het schaalmodel zijn metingen verricht in de gesloten grenslaagwindtunnel van Peutz.



Schematische weergave van de gesloten grenslaagtunnel van Peutz

In de windtunnel wordt met behulp van ruwheidselementen een grenslaagprofiel opgewekt dat globaal overeenkomt met het windprofiel in werkelijkheid. De gemodelleerde omliggende bebouwing van de molen neemt dit windprofiel over en zorgt

voor een meer gedetailleerdere simulatie van de windsituatie op lokaal niveau rond de molen.

Het werkelijke windprofiel is in hoofdzaak afhankelijk van twee factoren, n.l.:

- 1) de algemene ruwheid van het bovenwindse aanstroomgebied;
- 2) het verloop van de luchttemperatuur met de hoogte (temperatuurprofiel).

Indien ervan wordt uitgegaan dat het temperatuurprofiel zodanig is dat door thermische effecten geen noemenswaardige uitwisseling van windsnelheden op verschillende hoogtes plaatsvindt (d.w.z. neutrale stabiliteit van de grenslaag; waarvan sprake is bij windsnelheden vanaf globaal windkracht 3 à 4), dan blijft de ruwheid van het bovenwindse aanstroomgebied als belangrijkste parameter over.

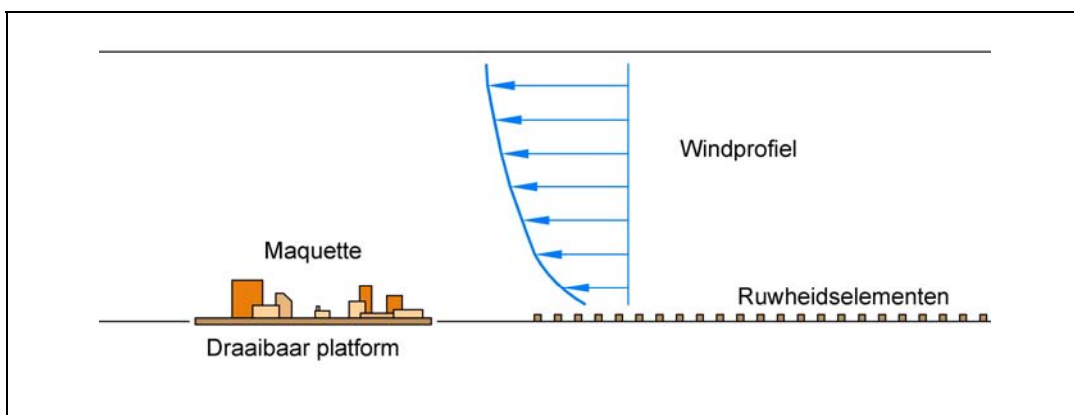
In dat geval kan het windprofiel beschreven worden met de logwet:

$$\frac{U_{z1}}{U_{z2}} = \frac{\ln\left(\frac{z_1 - d}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_2 - d}{z_0}\right)}$$

met: U_{z1} is windsnelheid op hoogte z_1 en U_{z2} is windsnelheid op hoogte z_2 .
 d is de zgn. verschuivingslengte en z_0 is de effectieve ruwheidslengte

De coëfficiënt z_0 , die afhangt van de terreinruwheid, varieert van globaal 0,03 voor “vlak land en zee” en 0,7 voor een “laagbouwomgeving” tot globaal 1 à 1,5 voor “centrum stad”.

De verschuivingslengte d varieert van 0 tot globaal 3,5 m, afhankelijk van de terreinruwheid.

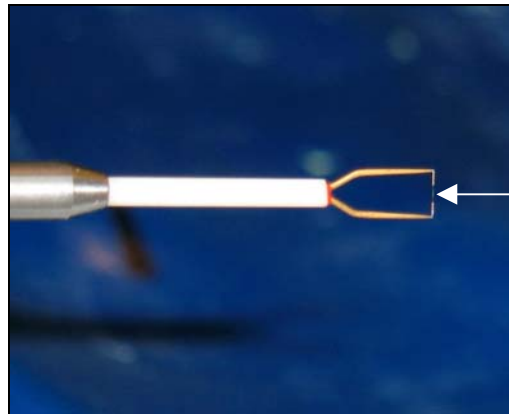
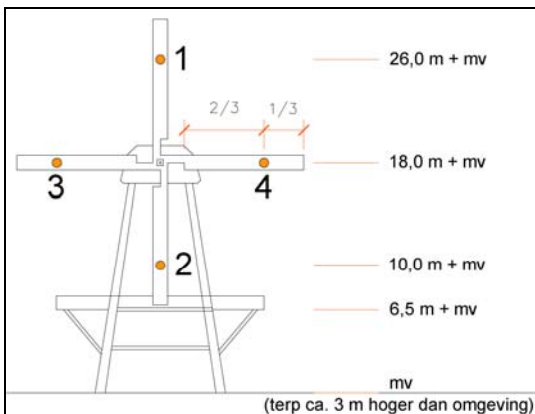


Opwekken windprofiel in de windtunnel

Voor het windtunnelonderzoek op de onderhavige locatie is gebruik gemaakt van het windprofiel voor een laagbouwomgeving.

3.3. Meetpunten en metingen

Windtunnelmetingen aan de molen vinden plaats op ca. 9 meter stroomopwaarts voor de molen. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van hittedraad sensoren, die aan de molen worden bevestigd op ca. 2/3 wielengte vanaf de as in horizontale / verticale stand, zie onderstaande afbeelding.

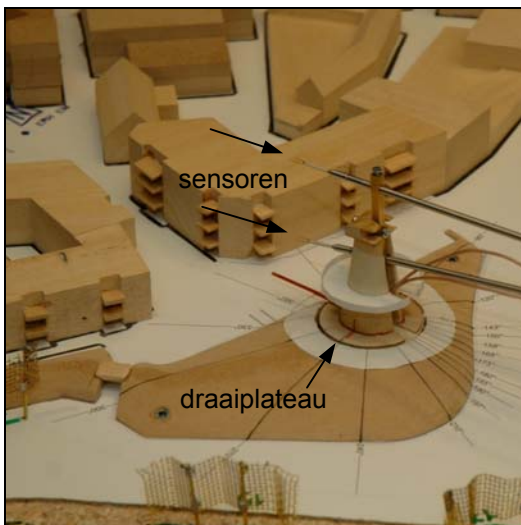


Overzicht meetpunten ter hoogte van de vier wieken

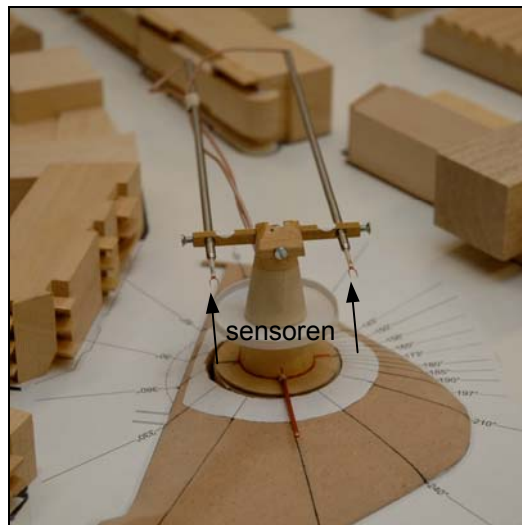
Detailfoto hittedraadsensor (enkele micrometer dik)

Eventueel optredende meet- of interpretatiefouten worden door het vergelijkende karakter van het onderzoek voor het merendeel geëlimineerd.

De gehele maquetteschijf kan in de windtunnel op het draaiplateau in iedere gewenste windrichting worden gedraaid. De molen is eveneens geplaatst op een draaiplateau zodat de molen steeds op de betreffende windrichting kan worden ingesteld.



Sensoren 1 en 2 (meting verticaal)



Sensoren 3 en 4 (meting horizontaal)

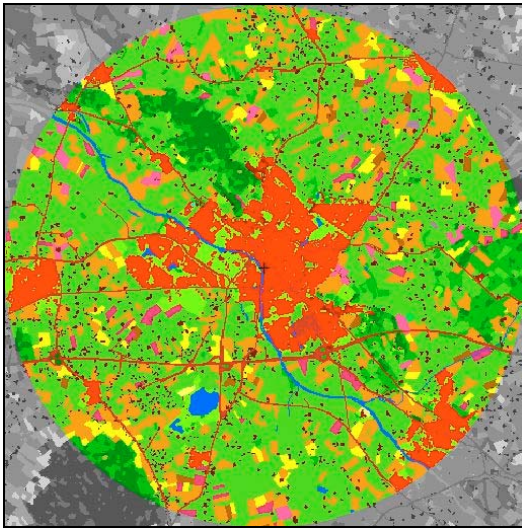
Doorgaans worden metingen verricht in stappen van 30° rondom de molen, 12 windrichtingen. Aanvullend zijn in totaal 7 specifieke tussenliggende windrichtingen onderzocht, die corresponderen met de oriëntatie van de geplande nieuwbouw (zuidoost tot zuidwest). Elke windrichting is representatief voor een bepaalde (wind-)sector, zie onderstaand schema. De extra windrichtingen zijn in het overzicht tussen haakjes weergegeven.

Windrichting	Representatieve sector	Sectorgrootte
30°	15° - 45°	30°
60°	45° - 75°	30°
90° -oost-	75° - 105°	30°
120°	105° - 131.5°	26.5°
(143°)	131.5° - 146.5°	15°
150°	146.5° - 154°	7.5°
(158°)	154° - 161.5°	7.5°
(165°)	161.5° - 169°	7.5°
(173°)	169° - 176.5°	7.5°
180° -zuid-	176.5° - 182.5°	6°
(185°)	182.5° - 187.5°	5°
(190°)	187.5° - 193.5°	6°
(197°)	193.5° - 203.5°	10°
210°	203.5° - 225°	21.5°
240°	225° - 255°	30°
270° -west-	255° - 285°	30°
300°	285° - 315°	30°
330°	315° - 345°	30°
360° -noord-	345° - 15°	30°

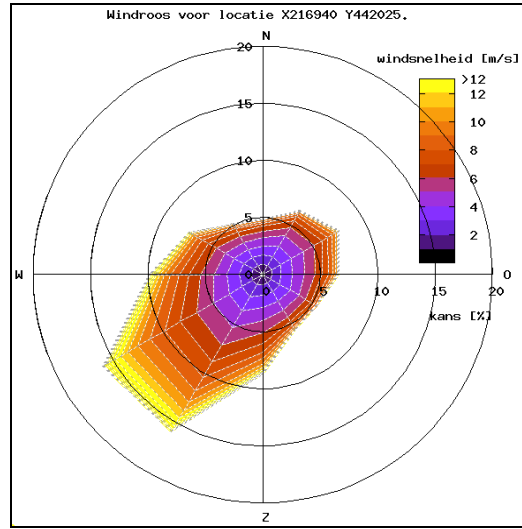
Overzicht onderzochte windrichtingen en de representerende windsector

3.4. Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van schaalmodelmetingen in de windtunnel naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek volgens de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de door het KNMI ontwikkelde rekenapplicatie behorende bij de NPR 6097 is voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meerjarige meteogegevens van een groot aantal meteostations en gegevens omtrent terreinruwheden tot 6 km afstand van het project.



Categorisering omliggend gebied volgens NPR 6097 (de kleur geeft de terreinruwheid aan; rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied, $Z_0=1,6\text{ m}$)



Windroos op 60m hoogte van de betreffende locatie op basis van de NPR 6097. In de windroos wordt de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weergegeven alsmede de verdeling van windsnelheden binnen die richting.

Uit de windroos en de onderstaande windstatistiek blijkt dat op de bouwlocatie met name bij wind uit het zuidwesten tot noordwesten de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind ca. 30% van de tijd uit het zuidwesten (210° en 240°) komt.

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar												totaal aantal uren: 17760,0	
Positie X216940 Y442025 Jaar 1963-2002												gemiddelde windsnelheid (m/s): 5,7	
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°	Noord 360°	
0.0 - 0.9	20.8	19.5	17.1	20.6	16.5	16.7	19.2	20.6	21.5	20.3	19.9	18.7	
1.0 - 1.9	58.4	58.0	50.9	54.3	54.7	59.6	70.9	68.4	66.3	61.9	60.5	57.7	
2.0 - 2.9	77.2	81.6	72.7	79.5	78.9	82.6	104.7	95.8	88.3	84.9	73.5	72.0	
3.0 - 3.9	98.4	94.5	87.1	87.2	84.6	95.8	125.5	111.4	97.9	84.9	67.9	72.3	
4.0 - 4.9	88.5	108.4	89.2	79.8	80.4	99.7	149.3	134.8	102.9	81.6	63.6	63.9	
5.0 - 5.9	75.9	94.0	80.4	58.2	61.7	92.9	158.1	150.0	98.3	78.2	52.8	51.4	
6.0 - 6.9	59.8	67.5	58.8	43.3	42.4	80.3	148.6	144.4	87.3	67.8	40.4	38.0	
7.0 - 7.9	37.7	51.0	45.1	28.4	30.5	64.3	133.6	139.1	75.6	54.1	28.0	22.0	
8.0 - 8.9	22.6	39.6	33.1	15.6	18.9	52.8	119.9	125.2	67.0	42.3	20.1	13.1	
9.0 - 9.9	14.6	26.9	19.6	7.2	10.9	38.1	100.0	110.8	46.4	28.6	14.4	8.0	
10.0 - 10.9	7.8	15.7	12.8	3.3	6.5	27.8	80.6	86.7	33.2	18.3	7.8	3.7	
11.0 - 11.9	3.1	10.3	7.9	1.0	3.0	18.3	62.4	65.9	26.5	12.4	4.1	2.3	
12.0 - 12.9	1.9	5.9	4.6	0.6	1.6	13.7	43.1	51.8	17.3	7.1	2.5	1.3	
13.0 - 13.9	0.9	1.9	1.4	0.3	0.6	7.8	32.0	38.9	14.1	4.7	1.3	0.6	
14.0 - 14.9	0.2	0.6	0.4	0.0	0.2	4.4	19.3	25.3	9.3	2.3	0.7	0.1	
15.0 - 15.9	0.0	0.2	0.4	0.1	0.0	2.4	12.3	15.6	5.8	1.2	0.2	0.0	
16.0 - 16.9	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	1.2	7.9	11.1	3.6	0.7	0.2	0.0	
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.9	4.3	5.6	2.1	0.3	0.1	0.0	
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.7	3.0	1.4	0.2	0.0	0.0	
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	2.7	0.9	0.1	0.0	0.0	
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	1.2	0.5	0.3	0.0	0.0	
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.9	0.3	0.1	0.0	0.0	
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
27.0 - 27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
29.0 - 29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30.0 - 30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
31.0 - 31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32.0 - 32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
33.0 - 33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
34.0 - 34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35.0 - 35.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
36.0 - 36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
37.0 - 37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38.0 - 38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
39.0 - 39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
aantal uren	567.8	675.8	581.7	479.4	491.4	760.3	1397.6	1410.4	866.9	652.4	458.0	425.1	
gemiddelde snelheid	4.6	5.1	5.0	4.2	4.5	5.7	6.9	7.2	6.1	5.3	4.5	4.2	

Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

Aangezien er sprake is van metingen bij windrichtingen die niet in de windstatistiek voorkomen is de windstatistiek uitgebreid op basis van lineaire interpolatie (niet weergegeven). Het betreffende deel van de uren in de windstatistiek wordt naar rato van de sectorgrootte verdeeld over de extra windrichting(en). Het totaal aantal uren in de aangepaste windstatistiek blijft 8766.

3.5. Windsnelheidscoëfficiënten en jaargemiddelde windsnelheid

De gemiddelde waarden van de in de windtunnel gemeten windsnelheden worden gerelateerd aan een referentiewindsnelheid, de windsnelheid op 60 meter hoogte (op schaal) in de bebouwde situatie. Aldus ontstaan als tussenresultaat dimensieloze windsnelheidscoëfficiënten:

$$C_{\text{meetpunt}} = \frac{V_{\text{meetpunt}}}{V_{60}}$$

Per meetpositie en windrichting wordt met de vastgestelde windsnelheidscoëfficiënt en de windstatistiek, die eveneens uitgaat van 60 meter hoogte (zogenoeten mesohoogte), de jaargemiddelde windsnelheid op de meetpositie berekend. Tevens wordt de gemiddelde windsnelheid over alle windrichtingen en vervolgens van alle meetposities samen berekend.

Een vergelijking van deze meetresultaten voor de bestaande en de nieuwbouwsituatie geven een duidelijk beeld van de te verwachten wijziging van het windklimaat betreffende de jaargemiddelde windsnelheden.

3.6. Balans windbelasting op basis van de windsnelheidsverhouding

Om inzicht te verkrijgen in het verloop van de windsnelheid over de wieken (verticaal: hoog/laag en horizontaal: links/rechts) wordt de verhouding tussen de jaargemiddelde windsnelheden op de betreffende meetpunten weergegeven. Een verslechtering van de balans, dat wil zeggen een toename boven de 1 of een afname onder de 1, kan duiden op extra slijtage van het mechaniek van de molen.

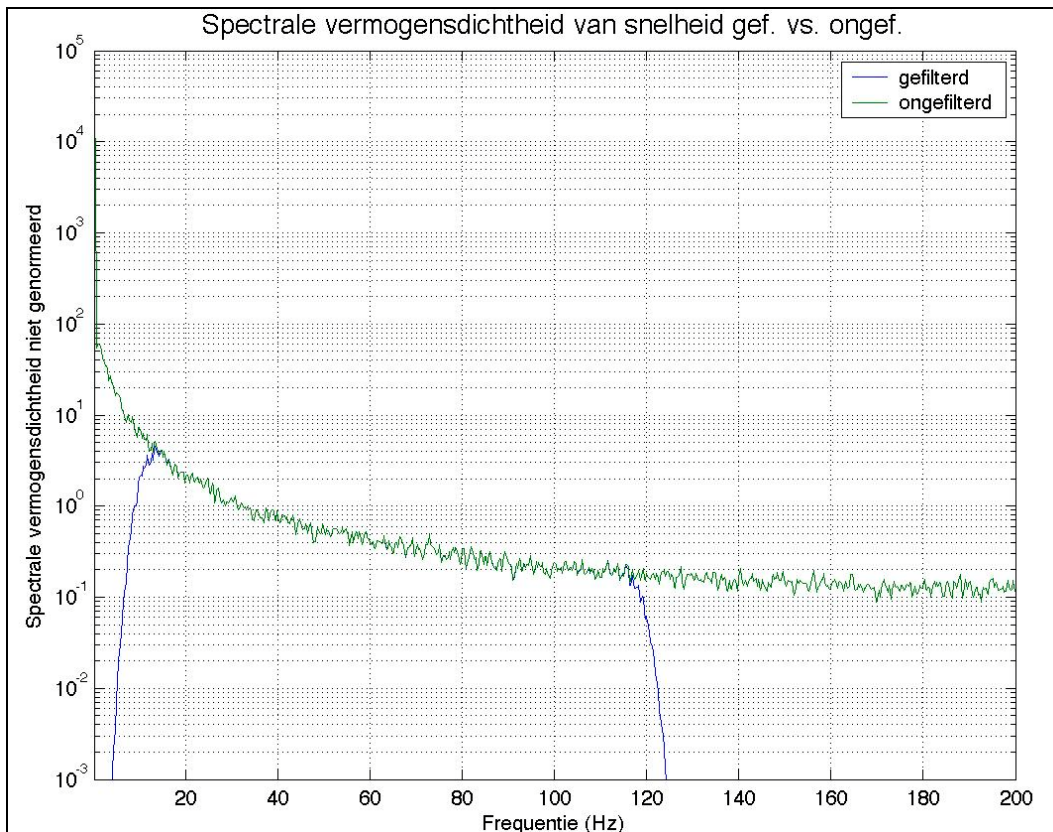
3.7. Turbulentie-intensiteit

Het turbulentieniveau van de wind is mede bepalend voor de bedrijfsmogelijkheden van de molen. De in de windtunnel vastgestelde turbulentie-intensiteit is maatgevend voor de fluctuaties in de optredende windsnelheid en wordt berekend door de standaarddeviatie te delen door de gemiddelde snelheid van de waarnemingen.

De meetresultaten worden qua frequentiebereik gefilterd omdat bij benadering alleen de windsnelheidswisselingen met een lengteschaal van globaal 20 tot 200 meter van invloed zijn op de prognose van de bedrijfsvoering van de molen. Volgens opgave van De Hollandsche Molen zijn molens minder gevoelig voor windsnelheidswisselingen buiten dit bereik. De frequenties voor de onder- en bovengrens van het doorlaatfilter worden bepaald met de volgende formule:

$$f = \frac{v_{\text{meetpunt}} * S_{\text{model}}}{L_{\text{vlaag}}}$$

Voor de waarde van v_{meetpunt} worden de in de windtunnel gemeten windsnelheden in een bereik van globaal 3 tot 8 m/s aangehouden. De schaalfactor van het model (S_{model}) bedraagt 300 en de vlaglengten 20 respectievelijk 200 meter. De filterfrequenties bedragen volgens de formule: 5 respectievelijk 120 Hz. Om technische redenen is de ondergrens iets hoger aangehouden dan met de formule berekent, dit heeft echter geen noemenswaardig effect op de uitkomst van het onderzoek.



Voorbeeld van gefilterde versus ongefilterde meetdata (grenswaarden ca. 5 en 120 Hz)

3.8. Mogelijke draaiuren

Met de gegevens over de jaargemiddelde windsnelheid en de turbulentie-intensiteit wordt aan de hand van de windstatistiek het aantal mogelijke draaiuren berekend. Het aantal mogelijke draaiuren wordt doorgaans als het eindresultaat van het onderzoek beschouwd.

Bij de bepalingsmethode voor het aantal draaiuren wordt er vanuit gegaan dat de molen in de huidige bebouwingssituatie kan functioneren in het uurgemiddelde windsnelheidsbereik van 5 tot 15 m/s op ashoogte. De bestaande situatie wordt qua turbulentie als nulsituatie gehanteerd. De gemiddelde windsnelheidscoëfficiënt van de meetpunten ter hoogte van de vier wieken wordt als rekenwaarde c_{as} aangehouden voor de windsnelheid op ashoogte. Op basis van deze waarde wordt aan de hand van de windstatistiek volgens de NPR 6097 per windrichting vastgesteld hoeveel uren de wind binnen het gestelde draaibereik te verwachten is.

Voor het vaststellen van het aantal mogelijke draaiuren in de nieuwbouwsituatie wordt aanvullend op bovenstaande een wijziging van de turbulentie-intensiteit ten opzichte van de huidige bebouwingssituatie verrekend in de windsnelheidscoëfficiënten zoals vastgesteld voor de vier meetposities in deze bebouwingssituatie.

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat het niveau van de turbulentie-intensiteit alleen betrokken wordt bij de berekening van het aantal mogelijke draaiuren in de nieuwbouwsituatie. Verondersteld wordt dat de molen in de huidige bebouwingssituatie, met de optredende turbulentie van de wind, kan functioneren in het gestelde draaibereik.

Formules voor het verdisconteren van een wijziging van de turbulentie in de windsnelheidscoëfficiënt (per meetpositie berekend ten behoeve van onder- en bovengrens van het draaibereik; niet van toepassing op huidige bebouwingssituatie):

$$\text{t.b.v. } \underline{\text{ondergrens}} \text{ draaibereik: } C_{\text{gepland}} (\text{gecorrigeerd}) = C_{\text{gepland}} \times \frac{T_{u,\text{huidig}}}{T_{u,\text{gepland}}} \text{ en}$$

$$\text{T.b.v. } \underline{\text{bovengrens}} \text{ draaibereik: } C_{\text{gepland}} (\text{gecorrigeerd}) = C_{\text{gepland}} \times \frac{T_{u,\text{gepland}}}{T_{u,\text{huidig}}}$$

C_{gepland} = windsnelheidscoëfficiënt (per meetpositie, per grenswaarde draaibereik)
 T_u = turbulentie-intensiteit op de betreffende meetpositie

Met behulp van onderstaande formule wordt bepaald welke windsnelheden in de windstatistiek corresponderen met het gestelde draaibereik van de molen:

$$V_{\text{statistiek}} = \frac{V_{\text{as}}}{C_{\text{as}}}$$

$V_{\text{statistiek}}$ = onder- cq bovengrens draaibereik op 60 m hoogte t.b.v. windstatistiek
 V_{as} = onder- cq bovengrens draaibereik op asniveau (5 cq 15 m/s)
 C_{as} = windsnelheidscoëfficiënt op asniveau (gemiddelde waarde hoog en laag)

Na vaststelling van het corresponderende draaibereik op 60 meter hoogte wordt op basis van de windstatistiek het aantal uren bepaald dat de windsnelheid binnen het betreffende windsnelheidsbereik te verwachten is (huidige en geplande bebouwingssituatie).

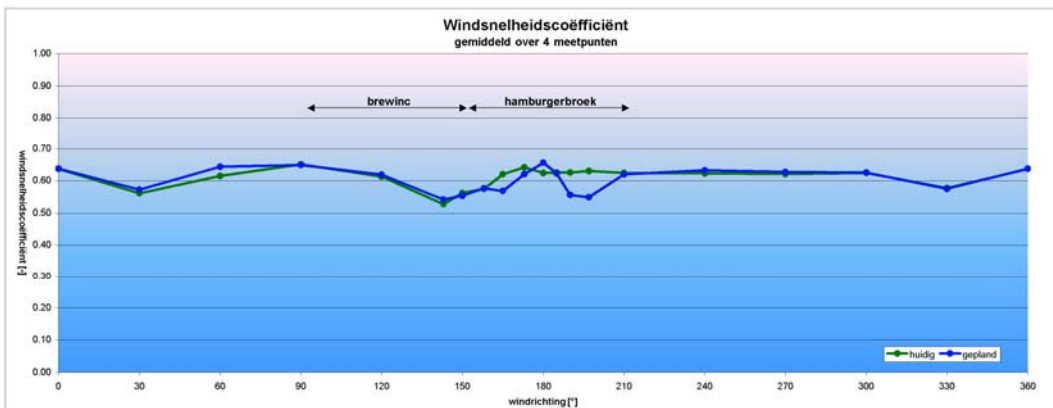
Bij deze wijze van berekenen wordt een toename van de turbulentie-intensiteit als gevolg van de geplande bebouwing in het draaibereik verdisconteerd door de ondergrens te verhogen en de bovengrens te verlagen. Een wijziging van het turbulentieniveau telt hierdoor dubbel bij de bepaling van het draaibereik (draaibereik wordt kleiner). Bij een toe- of afname van de windsnelheid na realisatie van de geplande bebouwing verlaagt cq verhoogt het gehele corresponderende draaibereik. Onderstaand zijn de verschillende effecten in een tabel weergegeven:

meting in windtunnel	ondergrens voor statistiek	bovengrens voor statistiek	effect op aantal mogelijke draaiuren
afname windsnelheid	hoger	hoger	negatief
toename windsnelheid	lager	lager	positief
afname turbulentie	lager	hoger	positief
toename turbulentie	hoger	lager	negatief

De effecten van wijzigingen van de snelheid en turbulentie van de wind op het aantal mogelijke draaiuren

4. WEERGAVE EN BEOORDELING MEETRESULTATEN

4.1. Windsnelheidscoëfficiënten



windrichting [°]	huidig					gepland				
	mpt h1	mpt h2	mpt h3	mpt h4	gemiddeld	mpt g1	mpt g2	mpt g3	mpt g4	gemiddeld
30	0.75	0.34	0.59	0.57	0.56	0.73	0.33	0.63	0.60	0.57
60	0.75	0.46	0.65	0.59	0.61	0.75	0.48	0.71	0.64	0.64
90	0.78	0.53	0.65	0.65	0.65	0.74	0.50	0.67	0.69	0.65
120	0.78	0.44	0.59	0.64	0.61	0.78	0.38	0.63	0.69	0.62
143	0.75	0.29	0.55	0.52	0.53	0.72	0.29	0.63	0.52	0.54
150	0.77	0.35	0.60	0.54	0.56	0.69	0.36	0.62	0.54	0.55
158	0.73	0.38	0.62	0.58	0.57	0.69	0.40	0.61	0.60	0.58
165	0.78	0.43	0.67	0.61	0.62	0.67	0.40	0.60	0.59	0.57
173	0.80	0.50	0.66	0.61	0.64	0.73	0.46	0.68	0.62	0.62
180	0.77	0.48	0.63	0.61	0.62	0.75	0.51	0.68	0.68	0.66
185	0.78	0.48	0.63	0.62	0.63	0.70	0.50	0.62	0.68	0.62
190	0.78	0.47	0.63	0.61	0.63	0.63	0.44	0.56	0.60	0.56
197	0.78	0.48	0.64	0.62	0.63	0.64	0.41	0.61	0.54	0.55
210	0.75	0.50	0.63	0.62	0.63	0.71	0.46	0.66	0.64	0.62
240	0.74	0.52	0.62	0.61	0.62	0.71	0.50	0.67	0.65	0.63
270	0.74	0.51	0.63	0.61	0.62	0.71	0.49	0.67	0.64	0.63
300	0.75	0.51	0.63	0.61	0.63	0.70	0.48	0.67	0.65	0.63
330	0.73	0.43	0.56	0.59	0.58	0.69	0.41	0.59	0.62	0.57
360	0.77	0.49	0.66	0.62	0.64	0.75	0.49	0.68	0.64	0.64
gemiddeld	0.75	0.47	0.62	0.61	0.61	0.72	0.45	0.65	0.63	0.61

In bovenstaande tabel zijn de vastgestelde windsnelheidscoëfficiënten voor alle onderzochte windrichtingen en meetposities weergegeven. De windrichtingen corresponderende met de oriëntatie van nieuwbouw Brewinc en Hamburgerbroek Noord zijn in de tabel met een lichtgrijs cq donkergrijs vlak gemarkeerd.

In de grafiek zijn de gemiddelde waarden over de 4 meetpunten van de twee bebouwingssituaties weergegeven. De waarden per meetpunt zijn omwille van de overzichtelijkheid niet in de grafiek opgenomen en derhalve ook niet gemarkeerd in de tabel.

De windsnelheidscoëfficiënten geven een beeld van de windsnelheden bij verschillende windrichtingen zonder de weging van de windstatistiek. Opvallend is dat in de bestaande bebouwingssituatie onder meer bij de windrichtingen 30° en 143° een dip te zien is in de grafiek als gevolg van de dicht bij de molen gesitueerde bestaande bebouwing,

betreffende het appartementencomplex ten noordoosten van de molen respectievelijk de bestaande bebouwing op het Brewinc-terrein.

Na realisatie van de geprojecteerde nieuwbouw is bij de windrichtingen 165°, 190° en 197° een afname van de windsnelheid te verwachten.

Zoals in bijgevoegde figuur 2 weergegeven corresponderen de windrichtingen 190° en 197° met een zichtlijn over het water van de Oude IJssel. Toch wordt, in tegenstelling van wat logischerwijs in eerste instantie te verwachten is, bij deze windrichtingen bij de molen hinder ondervonden van de geplande bebouwing. Hieruit blijkt dat de aanstromende wind als gevolg van de geprojecteerde bebouwing afbuigt en niet de zichtlijn volgt. Dit effect is met aanvullend onderzoek middels een rookproef in de windtunnel bevestigd.

Met andere woorden de geprojecteerde hoogbouwdelen aan de oever van het water, op de lijn van 185°, hebben een negatief effect op de windsnelheid bij de molen. Dit komt tot uiting bij de meting van de windrichtingen 190° en 197°. Bij windrichting 185° is als gevolg van de beschreven afbuiging geen afname van de windsnelheid vastgesteld.

Het ligt voor de hand dat de vastgestelde dip in de grafiek bij windrichting 165° het gevolg is van de geprojecteerde hoogbouw aan de oostzijde van bouwplan Hamburgerbroek Noord. Ook hier is in zekere mate sprake van afbuiging van de wind; de hoogbouw is gesitueerd op zichtlijn 158°. Het is overigens goed mogelijk dat ook een deel van de laagbouw of een deel van de nieuwbouw van Cultuurcluster Brewinc van invloed is. De individuele bijdrage van de verschillende bouwdelen is echter niet specifiek onderzocht.

Ondanks de beschreven negatieve invloed van de nieuwbouw op de windsnelheid bij de molen is bij wind uit enkele overige richtingen een geringe toename van de windsnelheid te verwachten. De totale gemiddelde windsnelheidscoëfficiënt van alle windrichtingen en meetpunten samen is zowel voor de huidige bebouwingssituatie als de nieuwbouwsituatie vastgesteld op 0.61.

4.2. Jaargemiddelde windsnelheid



windrichting [°]	huidig					gepland				
	mpt h1	mpt h2	mpt h3	mpt h4	gemiddeld	mpt g1	mpt g2	mpt g3	mpt g4	gemiddeld
30	3.4	1.6	2.7	2.6	2.6	3.3	1.5	2.9	2.8	2.6
60	3.8	2.4	3.3	3.0	3.1	3.8	2.4	3.6	3.3	3.3
90	3.9	2.7	3.3	3.3	3.3	3.7	2.5	3.4	3.4	3.3
120	3.3	1.9	2.5	2.7	2.6	3.3	1.6	2.7	2.9	2.6
143	3.3	1.3	2.4	2.3	2.3	3.2	1.3	2.8	2.3	2.4
150	3.4	1.5	2.7	2.4	2.5	3.1	1.6	2.8	2.4	2.5
158	3.6	1.8	3.0	2.8	2.8	3.4	2.0	3.0	2.9	2.8
165	4.1	2.3	3.5	3.2	3.2	3.5	2.1	3.1	3.1	3.0
173	4.4	2.8	3.6	3.4	3.5	4.0	2.5	3.7	3.4	3.4
180	4.4	2.8	3.6	3.5	3.6	4.3	2.9	3.9	3.9	3.8
185	4.7	2.9	3.8	3.7	3.8	4.2	3.0	3.7	4.1	3.8
190	4.9	3.0	4.0	3.9	3.9	3.9	2.8	3.5	3.7	3.5
197	5.1	3.2	4.2	4.0	4.1	4.2	2.7	4.0	3.5	3.6
210	5.2	3.5	4.3	4.3	4.3	4.9	3.2	4.5	4.4	4.3
240	5.4	3.7	4.5	4.4	4.5	5.1	3.6	4.8	4.7	4.6
270	4.5	3.1	3.8	3.7	3.8	4.3	3.0	4.1	3.9	3.8
300	4.0	2.7	3.3	3.3	3.3	3.7	2.5	3.6	3.4	3.3
330	3.3	1.9	2.5	2.7	2.6	3.1	1.8	2.7	2.8	2.6
360	3.2	2.1	2.8	2.6	2.7	3.2	2.0	2.9	2.7	2.7
gemiddeld	4.3	2.7	3.6	3.5	3.5	4.1	2.6	3.7	3.6	3.5

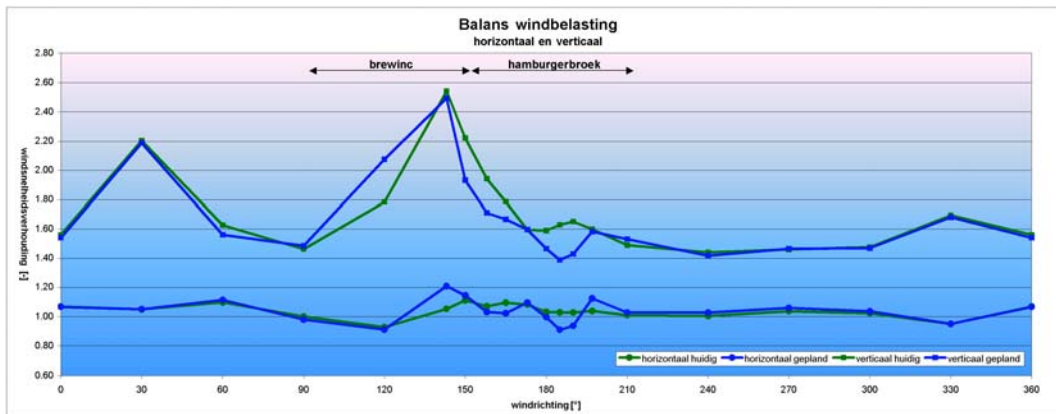
Voor het bepalen van de totale jaargemiddelde windsnelheid heeft een weging plaatsgevonden naar rato van het aantal keren dat wind uit de betreffende windrichtingen in werkelijkheid voorkomt. Ook met de invloed van de sectorgrootte van een onderzochte windrichting is bij deze weging rekening gehouden. Het effect van de windstatistiek is duidelijk in de grafiek zichtbaar, hogere windsnelheden treden voornamelijk op bij zuidwestelijke windrichtingen 210° en 240°.

Uit de meetresultaten blijkt onder meer het volgende:

De totale jaargemiddelde windsnelheid bij de molen, gemiddeld over de vier meetposities, bedraagt zowel in de huidige als de nieuwbouwsituatie 3.5 m/s. Deze windsnelheid wordt als representatief beschouwd voor de windsnelheid op ashoogte van de molen.

Overeenkomstig de bevindingen zoals beschreven in paragraaf 4.1. betreffende de windsnelheidscoëfficiënten is bij de windrichtingen 165°, 190° en 197° een afname van de windsnelheid te verwachten als gevolg van realisatie van de nieuwbouw.

4.3. Balans windbelasting

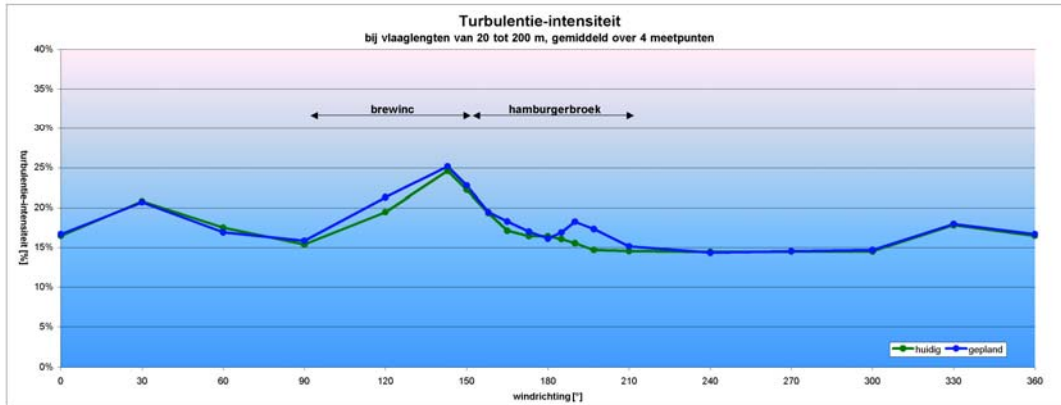


windrichting [°]	horizontaal		verticaal	
	huidig	gepland	huidig	gepland
30	1.05	1.05	2.20	2.19
60	1.10	1.11	1.63	1.56
90	1.00	0.98	1.46	1.49
120	0.93	0.91	1.78	2.08
143	1.05	1.21	2.54	2.49
150	1.11	1.14	2.22	1.93
158	1.07	1.03	1.94	1.71
165	1.10	1.02	1.79	1.67
173	1.08	1.10	1.60	1.60
180	1.03	1.00	1.59	1.47
185	1.03	0.91	1.63	1.39
190	1.03	0.94	1.65	1.43
197	1.04	1.12	1.60	1.58
210	1.01	1.03	1.49	1.53
240	1.00	1.03	1.44	1.42
270	1.04	1.06	1.46	1.47
300	1.02	1.04	1.48	1.47
330	0.95	0.95	1.70	1.68
360	1.07	1.07	1.56	1.54
gemiddeld	1.02	1.03	1.57	1.56

De windbelasting op de wieken is idealiter zo gelijk mogelijk. In de praktijk vangen de wieken in hoge positie altijd meer wind dan in een lagere stand. In bovenstaande grafiek en tabel zijn de windsnelheidsverhoudingen weergegeven tussen de wieken in een verticale lijn (meetpunt 1 vs 2) en in een horizontale lijn, op ashoogte (meetpunt 3 vs 4). Uit deze gegevens blijkt onder meer dat in de bestaande bebouwingssituatie bij de windrichtingen 30° en 143° een piek te zien is in de grafiek van de verticale windbelasting als gevolg van de dichtbij de molen gesitueerde bestaande bebouwing, betreffende het appartementencomplex ten noordoosten van de molen respectievelijk de bestaande bebouwing op het Brewinc-terrein. De horizontale balans, op ashoogte, is vanzelfsprekend veel constanter en vrijwel gelijk aan 1.

Realisatie van de geplande nieuwbouw heeft zowel positieve als negatieve wijzigingen tot gevolg. Zowel de gemiddelde als de maximale waarden van de balans windbelasting blijven binnen geringe marges gelijk.

4.4. Turbulentie-intensiteit



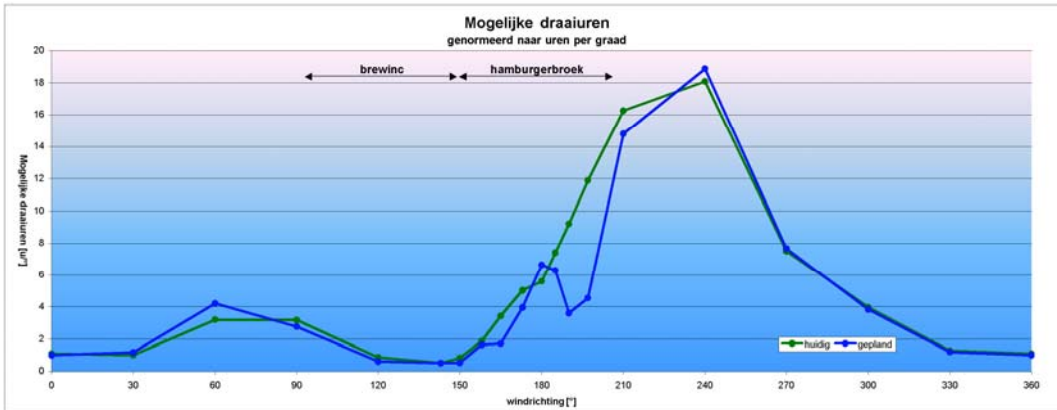
windrichting [°]	huidig					gepland				
	mpt h1	mpt h2	mpt h3	mpt h4	gemiddeld	mpt g1	mpt g2	mpt g3	mpt g4	gemiddeld
30	14%	32%	18%	19%	21%	14%	32%	18%	18%	21%
60	13%	24%	15%	18%	18%	13%	23%	14%	18%	17%
90	12%	19%	15%	15%	15%	13%	20%	16%	15%	16%
120	12%	28%	20%	17%	19%	13%	32%	23%	18%	21%
143	14%	38%	23%	24%	25%	15%	37%	21%	27%	25%
150	13%	35%	19%	22%	22%	15%	33%	19%	24%	23%
158	13%	29%	16%	19%	19%	14%	27%	17%	20%	19%
165	12%	26%	14%	17%	17%	14%	24%	17%	18%	18%
173	11%	22%	14%	19%	16%	13%	22%	15%	18%	17%
180	12%	20%	15%	18%	16%	13%	20%	15%	16%	16%
185	12%	20%	15%	17%	16%	14%	20%	17%	16%	17%
190	12%	20%	15%	16%	16%	16%	21%	18%	18%	18%
197	12%	18%	14%	15%	15%	15%	20%	16%	18%	17%
210	12%	18%	14%	15%	15%	12%	19%	15%	15%	15%
240	12%	17%	14%	14%	14%	12%	17%	14%	15%	14%
270	12%	17%	14%	15%	15%	12%	17%	13%	15%	15%
300	12%	17%	14%	15%	15%	13%	17%	14%	15%	15%
330	14%	23%	18%	16%	18%	14%	23%	18%	17%	18%
360	13%	21%	15%	17%	16%	13%	21%	16%	17%	17%
gemiddeld	13%	21%	15%	16%	16%	13%	22%	16%	17%	17%

De turbulentie-intensiteit is specifiek vastgesteld voor vlaaglengten van globaal 20 tot 200 meter in werkelijkheid. Doordat de turbulentie-intensiteit alleen betrekking heeft op een deel van het totale frequentiespectrum zijn de absolute waarden relatief laag.

In overeenstemming met de meetresultaten betreffende de windsnelheid bij de molen is ook qua turbulentie van de wind een duidelijke invloed zichtbaar van de bestaande bebouwing nabij de molen. Dit uit zich met relatief hoge waarden bij de windrichtingen 30° en 143°.

Na realisatie van de geprojecteerde nieuwbouw neemt de mate van turbulentie enigszins toe bij wind uit de richtingen 190° en 197°. Bij enkele van de overige onderzochte windrichtingen zijn geringe wijzigingen vastgesteld, in zowel positie als negatieve zin. De totale (gewogen) gemiddelde turbulentie-intensiteit in het relevante draaibereik neemt toe van 16% in de bestaande bebouwingssituatie naar 17% in de geplande bebouwingssituatie.

4.5. Mogelijke draaiuren



windrichting [°]	sectorgrootte [°]	huidig		gepland			
		draaiuren [u/sector]	draaiuren [u/°]	draaiuren [u/sector]	verschil	draaiuren [u/°]	verschil
30	30	30	1	35	5	1	0
60	30	96	3	126	30	4	1
90	30	95	3	83	-12	3	0
120	26.5	23	1	16	-7	1	0
143	15	8	1	8	0	1	0
150	7.5	6	1	4	-2	1	0
158	7.5	14	2	12	-2	2	0
165	7.5	26	3	13	-13	2	-2
173	7.5	38	5	30	-8	4	-1
180	6	34	6	40	6	7	1
185	5	37	7	31	-6	6	-1
190	6	55	9	22	-34	4	-6
197	10	119	12	45	-73	5	-7
210	21.5	350	16	318	-32	15	-1
240	30	543	18	566	24	19	1
270	30	226	8	230	5	8	0
300	30	119	4	115	-4	4	0
330	30	38	1	36	-2	1	0
360	30	33	1	30	-2	1	0
totaal	360	1887		1761	-127		

Op basis van de vastgestelde windsnelheden en de wijziging van de turbulentie-intensiteit is het aantal mogelijke draaiuren vastgesteld. Er wordt vanuit gegaan dat de molen in de huidige bebouwingssituatie een draaibereik heeft van 5 tot 15 m/s op ashoogte. Aan de hand van de gegevens van de windstatistiek volgens de NPR 6097 is bepaald hoeveel uren per jaar de wind statistisch binnen het betreffende windsnelheidsbereik op zal treden. De sectorgrootte is vanzelfsprekend ook sterk bepalend voor het aantal mogelijke draaiuren, de grootte van de sectoren verschilt per windrichting van minimaal 5° tot maximaal 30°.

Het aantal mogelijke draaiuren wordt in de tabel zowel in uren per sector weergegeven als in uren per graad (u/°). Het laatste is onafhankelijk van de sectorgrootte wat de resultaten onderling vergelijkbaar maakt. In de grafiek is het aantal mogelijke draaiuren per graad weergegeven.

Het totaal aantal mogelijke draaiuren per jaar, een sommatie van het aantal uren per sector, is voor de huidige bebouwingssituatie vastgesteld op 1887 (ca. 21% van de tijd).

In de grafische weergave is duidelijk zichtbaar dat een groot deel (ca. 70%) van de totale bedrijfscapaciteit van de molen wordt bepaald door wind uit het zuiden tot westen.

Als gevolg van realisatie van de nieuwbouw is een afname van de draaicapaciteit van de molen te verwachten ten opzichte van de huidige bebouwingssituatie. Het totaal aantal mogelijke draaiuren is voor de nieuwbouwsituatie vastgesteld op 1761, een afname van ca. 7%. Het verlies aan mogelijke draaiuren is voor een groot deel het gevolg van afname van de windsnelheid en toename van de turbulentie van de wind bij de windrichtingen 190° en 197° onder invloed van de geplande hoogbouw aan de westzijde van Hamburgerbroek Noord. Zoals elders in dit rapport beschreven buigt de aanstromende wind enigszins af waardoor de windrichtingen waarbij de negatieve invloed van de betreffende hoogbouw geconstateerd wordt afwijkt van de zichtlijn tussen de Walmolen en de deze bebouwing.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De zogeheten molenbiotoop van de Walmolen te Doetinchem is op basis van artikel 4.3 van de Gelderse Molenverordening beschermd. Een op te richten bouwwerk in de omgeving van de molen mag het normale of toekomstig gebruik van de molen niet aantasten zo is te lezen in de verordening. Een eerste toetsing van de huidige molenbiotoop toont aan dat de bestaande bebouwing de maximaal toegestane bouwhoogte reeds overschrijdt.

Aangezien de gebruikelijke rekenregels beperkingen kennen in complexe bebouwingssituaties is in opdracht van de gemeente Doetinchem een vergelijkend windtunnelonderzoek uitgevoerd zodat inzicht wordt verkregen in de invloed van de geplande nieuwbouw op het windklimaat bij de molen. Windtunnelonderzoek wordt op dit moment als de best mogelijke bepalingmethode beschouwd voor het vaststellen van gebouwinvloeden op het windklimaat bij een molen. De luchtstroming rondom een schaalmodel in de windtunnel correspondeert goed met de werkelijke situatie, inclusief de optredende turbulentie van de wind.

De onderzoekswijze is voorafgaand aan het uitvoeren van het onderzoek inhoudelijk besproken met de Provincie Gelderland. Het onderzoek is in essentie vergelijkbaar met eerder verricht windtunnelonderzoek voor o.a. molen 'De Vlijt' te Wageningen.

Onderzocht zijn de huidige bebouwingssituatie, dat wil zeggen de situatie voor de sloop van oude bebouwing op de beoogde bouwlocaties en de geplande bebouwingssituatie ter plaatse van Hamburgerbroek Noord en Brewinc. In de bijgevoegde figuren 1 en 2 zijn situatietekeningen opgenomen van deze bebouwing. Een vergelijking van de uitkomsten van het onderzoek van de twee bebouwingssituaties geeft inzicht in de invloed van de bebouwingwijziging op de windsituatie en de daaruit volgende gebruiksmogelijkheden van de molen. Eventueel optredende meet- of interpretatiefouten worden door het vergelijkende karakter van het onderzoek voor het merendeel geëlimineerd.

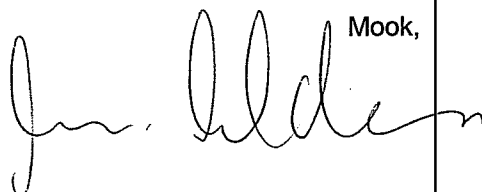
Voor de volledigheid wordt nog verwezen naar de Aanpassing Uitvoeringsregeling Gelderse Molenverordening d.d. 15 november 2007 (nr. 2007/13, ISSN 0820-069X), artikel 4.a. lid 1: *'In afwijking van het bepaalde in de artikelen 2 en 3 van deze regeling kan een vergunning als bedoeld in artikel 4, derde lid, van de Gelderse Molenverordening worden verleend indien het niet verlenen daarvan niet in een redelijke verhouding staat tot de zwaarwegende belangen die de aanvrager of derden hebben bij de ontwikkeling van het desbetreffende gebied.'*

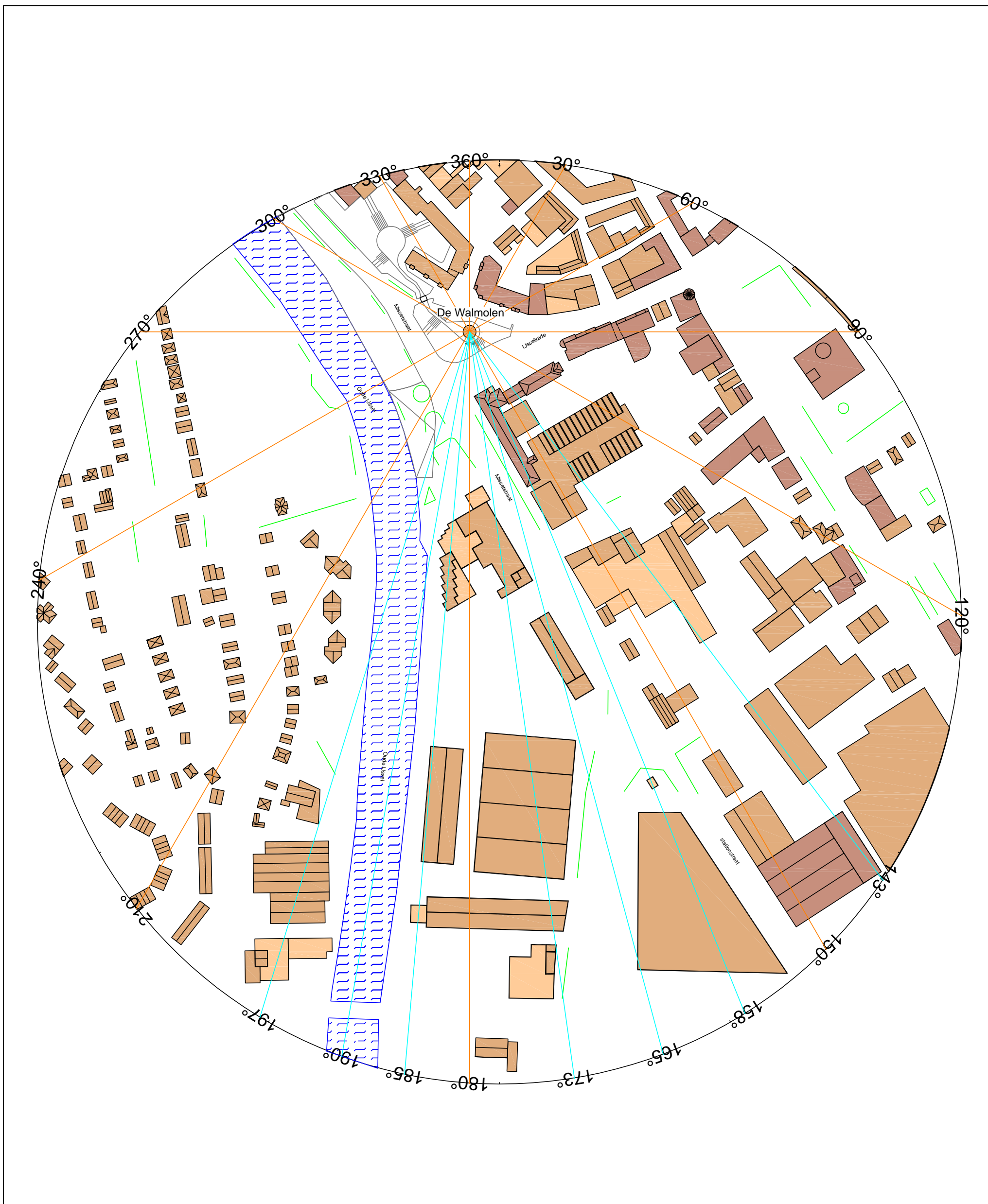
Na beoordeling van de meetresultaten kunnen de volgende conclusies/bevindingen vermeld worden:

- In de bestaande bebouwingssituatie ondervindt de molen bij onder meer bij de windrichtingen 30° en 143° hinder van de dicht bij de molen gesitueerde bestaande bebouwing, betreffende het appartementencomplex ten noordoosten van de molen en de bestaande bebouwing op het Brewinc-terrein aan de zuidoostzijde van de molen. Dit zijn overigens geen belangrijke windrichtingen voor de molen aangezien ca. 70% van het aantal mogelijke draaiuren optreedt bij wind uit het zuidwesten tot westen. Het totaal aantal mogelijke draaiuren per jaar is voor de huidige bebouwingssituatie vastgesteld op 1887, dit betreft ca. 21% van de tijd.
- Als gevolg van realisatie van de nieuwbouw is een afname van de mogelijke draaicapaciteit van de molen te verwachten ten opzichte van de huidige bebouwingssituatie. De geplande nieuwbouw Hamburgerbroek Noord en Cultuurcluster Brewinc zijn gelijktijdig in de windtunnel onderzocht waardoor de integrale invloed van deze bebouwing bepaald is. Desondanks kan op basis van de meetresultaten per windrichting vastgesteld worden dat de volledige afname van het aantal mogelijke draaiuren het gevolg is van de geprojecteerde hoogbouw aan de westzijde van bouwplan Hamburgerbroek Noord. Het feit dat de 4 hoogbouwdelen vanaf de molen gezien op een rij staan is positief te noemen.
- Het totaal aantal mogelijke draaiuren is voor de nieuwbouwsituatie vastgesteld op 1761, een afname van ca. 7%. Het verlies aan mogelijke draaiuren is voor een groot deel het gevolg van afname van de windsnelheid en toename van de turbulentie van de wind bij de windrichtingen 190° en 197°. Bij deze windrichtingen wordt hinder ondervonden van de geplande hoogbouw aan de westzijde van Hamburgerbroek Noord. Opmerkelijk is dat de wind niet de zichtlijn volgt maar enigszins afbuigt als gevolg van de aanwezige bebouwing. Op de zichtlijn van de westelijke hoogbouw treedt beperkte invloed op. De beschreven afbuiging is met aanvullend onderzoek middels een rookproef in de windtunnel bevestigd. De hoogbouw aan de oostzijde van het bouwplan is eveneens van invloed op de windsnelheid en turbulentie van de wind. Het aantal mogelijke draaiuren in de huidige bebouwingssituatie is voor de betreffende windrichting echter zo beperkt dat dit effect amper van invloed is op de totale draaicapaciteit.

Samenvattend mag gesteld worden dat realisatie van de geplande nieuwbouw invloed heeft op de bedrijfsmogelijkheden van de molen. Het totaal aantal mogelijke draaiuren daalt met ca. 7%. Dit is het gevolg van de geprojecteerde hoogbouw aan de westzijde van Hamburgerbroek Noord (aan het water) ondanks het feit dat de 4 hoogbouwdelen vanuit de molen gezien in 1 lijn staan.

Dit rapport bestaat uit:
25 pagina's en 2 figuren

 Mook,

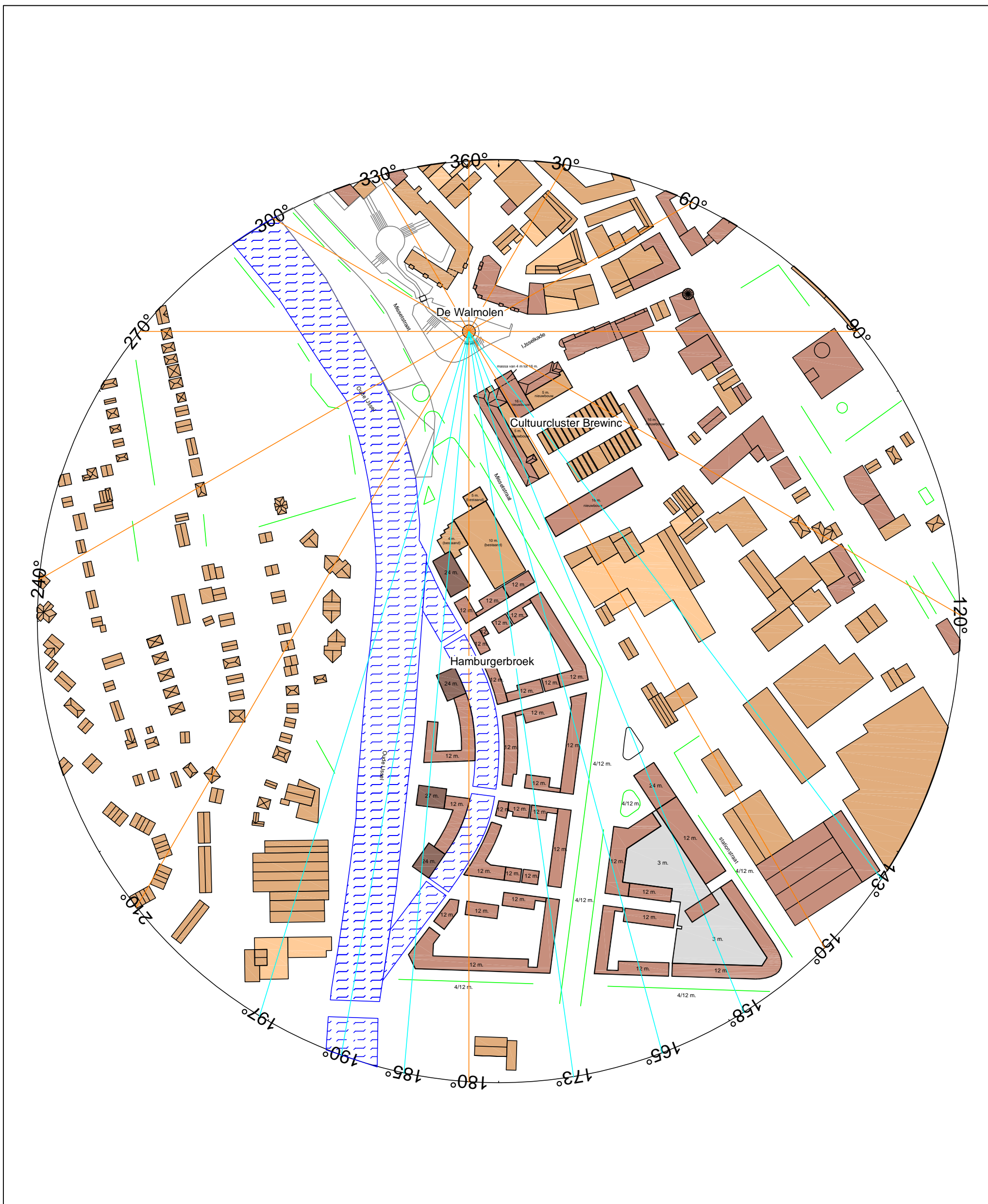


- Standaard windrichtingen
- Extra windrichtingen

Opmerking: de weergegeven lijnen betreffen zichtlijnen, de werkelijke windrichting kan hiervan afwijken



De Walmolen te Doetinchem
Bestaande bebouwingssituatie



- Standaard windrichtingen
- Extra windrichtingen

Opmerking: de weergegeven lijnen betreffen zichtlijnen, de werkelijke windrichting kan hiervan afwijken



De Walmolen te Doetinchem
Geplande bebouwingssituatie