

Windhinderonderzoek Jaarbeurshotel, Utrecht

Windhinderonderzoek Jaarbeurshotel, Utrecht

Status	definitief
Versie	003
Rapport	B.2015.1058.60.R003
Datum	23 december 2016

Colofon

Opdrachtgever	De Lelie Vastgoed B.V. de heer K.L.A.J. van Eijl
Contactpersoon	VKZ B.V. de heer W. Daalderop w.daalderop@vkzbv.nl
Project Betreft Uw kenmerk	Amrath/Jaarbeurshotel, Utrecht Windhinderstudie -
Rapport Datum Versie Status	B.2015.1058.60.R003 23 december 2016 003 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Van Pallandtstraat 9-11 6814 GM Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Informatie	ing. L.W. (Bert) Vrijhof 088 346 76 85 vr@dgmr.nl
Auteur	ir. B. (Bert) Swart 088 346 76 36 bsw@dgmr.nl
Verantwoordelijk	ir. J. (Jacco) Paauw 088 346 76 04 pw@dgmr.nl
Verwerkt door	VR/JLI

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Criteria	5
2.1 Windhinder	5
2.2 Overschrijdingskans	5
2.3 Waardering van kwaliteitsklassen	5
2.4 Windgevaar	6
3. Onderzoeksmethodiek	8
3.1 Situatie	8
3.2 CFD model	9
3.3 CFD	10
3.4 Nauwkeurigheid	10
3.5 Tekeningen en gebouwhoogte	10
3.6 Wind en ruwheid	11
3.7 Categorie indeling onderzoeksgebied	11
4. Resultaten	13
4.1 Windgevaar	13
4.2 Windhinder	13
5. Conclusies	17

Bijlagen

Bijlage 1	Technisch inlegvel numerieke simulaties
Bijlage 2	Toelichting beoordeling windklimaat
Bijlage 3	Windstatistiek

1. Inleiding

In opdracht van De Lelie Vastgoed B.V. heeft DGMR een windklimaatonderzoek uitgevoerd ten behoeve van het project Jaarbeurshotel te Utrecht. Het doel van het onderzoek is het vaststellen van het windklimaat rondom de nieuwbouw. Het gebouw is ca 90 m hoog.

In dit rapport zijn de uitgangspunten, de meetmethode, de toetsingscriteria en de resultaten gepresenteerd van de beproefde modelconfiguratie. De resultaten zijn beoordeeld volgens de criteria gesteld in de NEN 8100:2006 nl 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'.

Voor het onderzoek is een 3D-model van de nieuwbouw Jaarbeurshotel en de nabije omgeving gemaakt. Dit model is in een computersimulatie doorgerekend. Het onderzoek is uitgevoerd met CFD (Computational Fluid Dynamics), een methode om complexe luchtstromingen in en rond gebouwen te bepalen. Rond het project is op hoofdhoogte de windsnelheid bepaald bij twaalf verschillende windrichtingen. Op basis van de statistische meteogegevens (conform de NPR 6097) zijn de windsnelheden verwerkt tot gemiddelde snelheden per jaar en gemiddelde overschrijdingskansen per jaar. Deze overschrijdingskansen zijn een maat voor het optreden van windhinder en windgevaar.

In hoofdstuk 2 worden de criteria voor het windklimaat besproken. Hoofdstuk 3 behandelt de uitgangspunten. Vervolgens worden de resultaten in hoofdstuk 4 geanalyseerd en in hoofdstuk 5 volgt de conclusie.

2. Criteria

Er is geen formele, landelijk vastgestelde eis voor windhinder en windgevaar, wel zijn er grote gemeenten met richtlijnen op dat gebied.

Sinds 2006 wordt voor de beoordeling veelal gebruik gemaakt van de NEN 8100. Aan de hand van de NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving' kan het windklimaat bepaald worden. Dit wordt uitgedrukt in overschrijdingskansen per jaar (in procenten) dat de windsnelheid boven een bepaalde waarde zal liggen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar.

De beoordeling van het windklimaat is gesplitst in twee delen: windhinder en windgevaar. Windgevaar dient altijd te worden voorkomen op plaatsen waar mensen normaliter zullen komen, dus de gebieden die worden aangemerkt als doorloopgebied, slentergebied of gebied voor langdurig zitten. De aspecten windhinder en windgevaar maken deel uit van een brede afweging waarin ook andere aspecten een rol spelen als architectonische vormgeving, verkeersveiligheid, financiën, etc. De gemeente kan bij de afweging van deze aspecten in concrete gevallen afwijken van de richtlijn.

2.1 Windhinder

In deze paragraaf wordt met betrekking tot windhinder dieper ingegaan op de overschrijdingskansen en waardering van kwaliteitsklassen.

2.2 Overschrijdingskansen

Wanneer mensen hinder ondervinden ten gevolge van wind, is er sprake van windhinder. Om de mate van windhinder vast te stellen, wordt de overschrijdingsfrequentie van een uurgemiddelde windsnelheid op hoofdhoogte bepaald. Als uurgemiddelde windsnelheid voor het bepalen van de windhinder wordt 5 m/s op hoofdhoogte als behaaglijkheidsgrens gehanteerd. Bij deze gemiddelde windsnelheid blijkt het gedrag van mensen door de wind te worden beïnvloed (zie ook tabel 1). Hierbij is tevens rekening gehouden met optredende windvlagen.

tabel 1: windeffecten op voetgangers

Windsnelheid [m/s]	Effect
< 5	Geen effecten waarneembaar
5 - 10	Enige effecten op het lopen waarneembaar
10 - 15	Duidelijke effecten op het lopen waarneembaar
> 15	Zeer duidelijke effecten op het lopen waarneembaar

De overschrijdingsfrequentie van de windsnelheidsgrens van 5 m/s is dan het totaal aantal uren per jaar dat het ter plaatse van het meetpunt harder waait dan 5 m/s. Dit aantal uren wordt over alle windrichtingen gesommeerd en omgerekend naar het procentueel voorkomen per jaar van een hogere windsnelheid dan 5 m/s. Dit wordt de overschrijdingskans genoemd.

De uurgemiddelde windsnelheden worden bepaald volgens de NPR 6097¹. Deze NPR gaat uit van alle bekende gemeten windsnelheden van de afgelopen 40 jaar op verschillende plaatsen in ons land.

2.3 Waardering van kwaliteitsklassen

De grootte van de overschrijdingskansen bepaalt in welke kwaliteitsklasse het lokale windklimaat valt. Er zijn vijf kwaliteitsklassen, A t/m E, gedefinieerd waarbij A overeenkomt met de kleinste overschrijdingskansen en E met de grootste overschrijdingskansen.

¹ NPR 6097:2006 nl 'Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland'

De waardering van een kwaliteitsklasse is afhankelijk van de activiteitenklasse. Voor elke plaats/bestemming behoort te worden nagegaan welke activiteit ter plaatse zal overheersen. Er worden drie activiteiten onderscheiden:

- 1 doorlopen, bijvoorbeeld op een parkeerterrein;
- 2 slenteren, bijvoorbeeld in een winkelstraat of bij een gebouwingang;
- 3 langdurig zitten, bijvoorbeeld op een bankje in het park.

Dit onderscheid wordt gemaakt omdat de gevoeligheid van personen voor windhinder mede afhankelijk is van de activiteit die men onderneemt. In een park of speeltuin is zodoende een rustiger windklimaat gewenst dan op een parkeerplaats. De waardering van het lokale windklimaat wordt gekwalificeerd met goed, matig of slecht. In tabel 2 is de beoordeling voor windhinder weergegeven.

tabel 2: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)

Overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het aantal uur per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		1. Doorlopen	2. Slenteren	3. Langdurig zitten
< 2.5	A	Goed	Goed	Goed
2.5 - 5.0	B	Goed	Goed	Matig
5.1 - 10.0	C	Goed	Matig	Slecht
10.1 - 20.0	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek geen last van windhinder. Bij een matig windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder. In een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder.

Een windklasse A wordt vaak gebruikt voor terrassen. Echter, voor een terras zijn vaak extra aanvullende maatregelen nodig, omdat ook bij lagere windsnelheden dan 5 m/s het windklimaat op een terras vaak al als slecht wordt beoordeeld. De luchttemperatuur en de straling van de zon hebben hierbij ook invloed op het comfort op een terras.

2.4 Windgevaar

Er is sprake van een gevaarlijke situatie als de wind op hoofdhoogte een uurgemiddelde windsnelheid heeft die groter is dan 15 m/s. De maatgevende windvlagen kunnen dan snelheden bereiken van 20 tot 25 m/s.

Het gevaarcriterium wordt bepaald door enerzijds de gemiddelde windsnelheid van 15 m/s en anderzijds door vlagen tot 23 m/s op hoofdhoogte.

Ten aanzien van het beoordelen van windgevaar wordt de indeling aangehouden zoals weergegeven in tabel 3.

tabel 3: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windgevaar (NEN 8100)

Overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
0.05 - 0.29	Beperkt risico
≥ 0.30	Gevaarlijk

Situaties waarvoor een overschrijdingskans in procenten tussen de 0.05 en 0.30 geldt, mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteitenklasse 1 ('doorlopen'). Situaties met een overschrijdingskans in procenten groter en gelijk aan 0.30 zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.

Voor plaatsen waar men voor kwetsbare groepen (bijvoorbeeld bejaarden, mindervaliden en kleine kinderen) een verantwoorde situatie wil bereiken, kunnen afwijkende eisen worden gehanteerd. In bijlage 2 wordt de gevoelswaarde van de beoordeling van het windklimaat iets specifiekier toegelicht.

3. Onderzoeksmethodiek

In dit hoofdstuk is de onderzoeksmethodiek toegelicht. Allereerst zijn het 3D-model en de bijbehorende omgeving belicht. Vervolgens is kort toegelicht wat CFD inhoudt. Ook wordt aangegeven op basis van welke tekeningen het model tot stand is gekomen. Verder is dieper ingegaan op wind en ruwheid.

3.1 Situatie

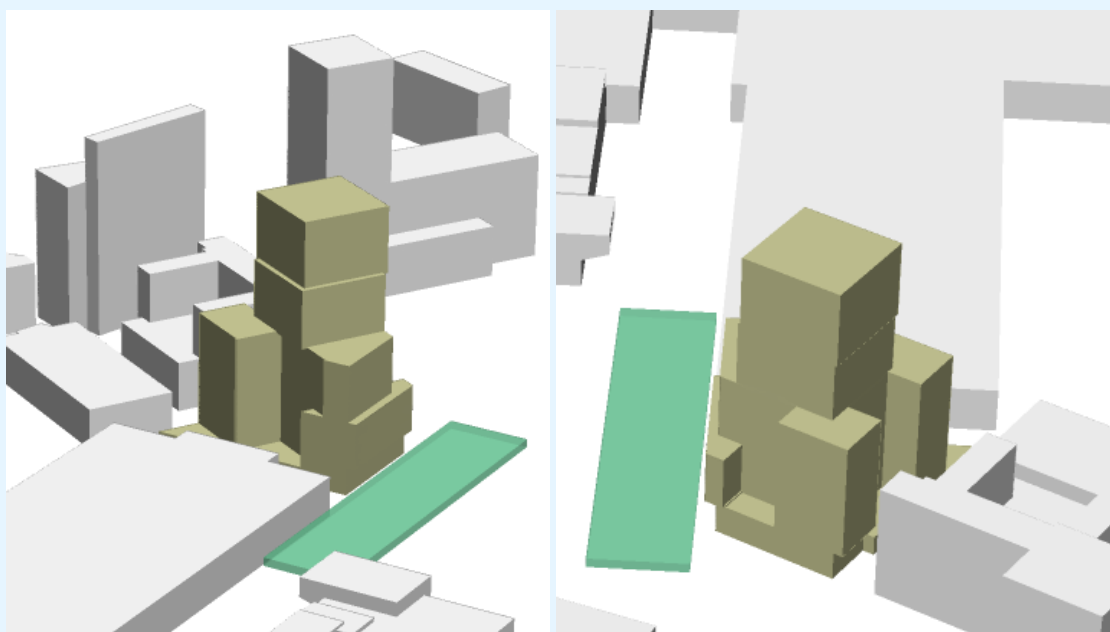
Het model oriënteert zich op het ontwerp van het Jaarbeurshotel en de nabije omgeving binnen een straal van ca 300 m conform NEN8100. De nieuwbouw komt te staan aan de Croeselaan aan de westelijke zijde van het Veemarktplein. De positie van de nieuwbouw is schematisch weergegeven in figuur 1.



figuur 1: overzicht met (indicatief in het rood) nieuwbouw. Bron: google maps.

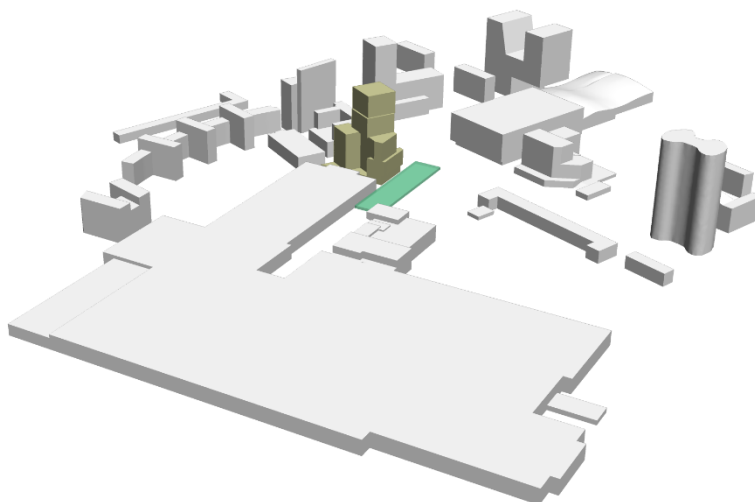
3.2 CFD model

In figuur 2 tot en met figuur 4 zijn aanzichten van het CFD van de nieuwbouw en de meegenomen omgeving opgenomen.

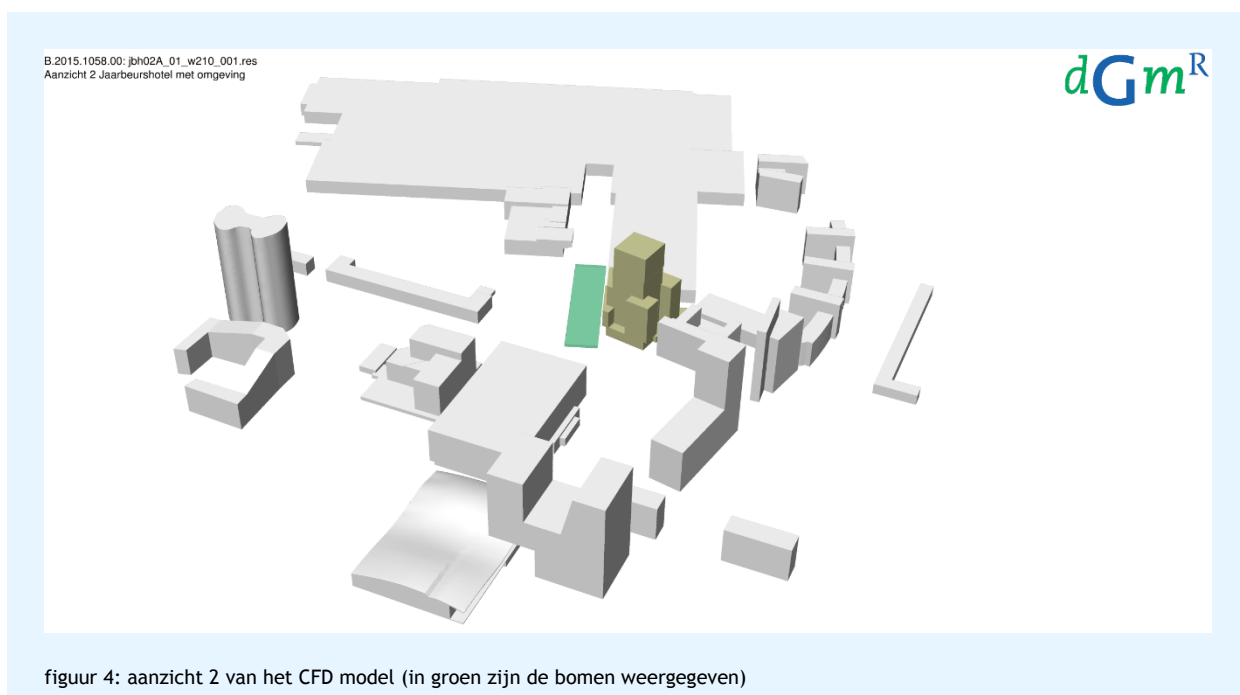


figuur 2: aanzichten nieuwbouw Jaarbeurshotel (in groen zijn de bomen weergegeven)

B.2015.1058.00;jh02A_01_w210_001.res
Aanzicht 1 Jaarbeurshotel met omgeving

dGm^R

figuur 3: aanzicht 1 van het CFD model (in groen zijn de bomen weergegeven)



3.3 CFD

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de methode Computational Fluid Dynamics, kortweg CFD genaamd. CFD maakt gebruik van numerieke rekenmodellen en algoritmes voor het oplossen en analyseren van problemen waarin stromingen van vloeistoffen en gassen een rol spelen. In dit geval wordt met deze methode inzicht verkregen in de luchtstromingen rond gebouwen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket CFX versie 16.2. Het gebruik van CFD staat beschreven in de NEN 8100. De berekeningen zijn uitgevoerd met het RNG $k-\epsilon$ turbulentiemodel.

3.4 Nauwkeurigheid

De berekeningen zijn voldoende geconvergeerd, dat wil zeggen dat de numerieke fout voor de drukvariabelen en de snelheidsvariabelen onder de 10^{-3} ligt. Voor de turbulentievariabelen ligt deze rond deze waarde.

In de NEN 8100 staat de nauwkeurigheid van CFD en windtunnelonderzoeken beschreven. Daarin wordt de inschatting van de fout in de voorspelling van de overschrijdingskans (p) gegeven. Deze geldt als de lokale snelheid zich boven de 5 m/s bevindt. In tabel 4 wordt deze weergegeven.

tabel 4: standaarddeviatie δ van de fout in de overschrijdingskans (p)

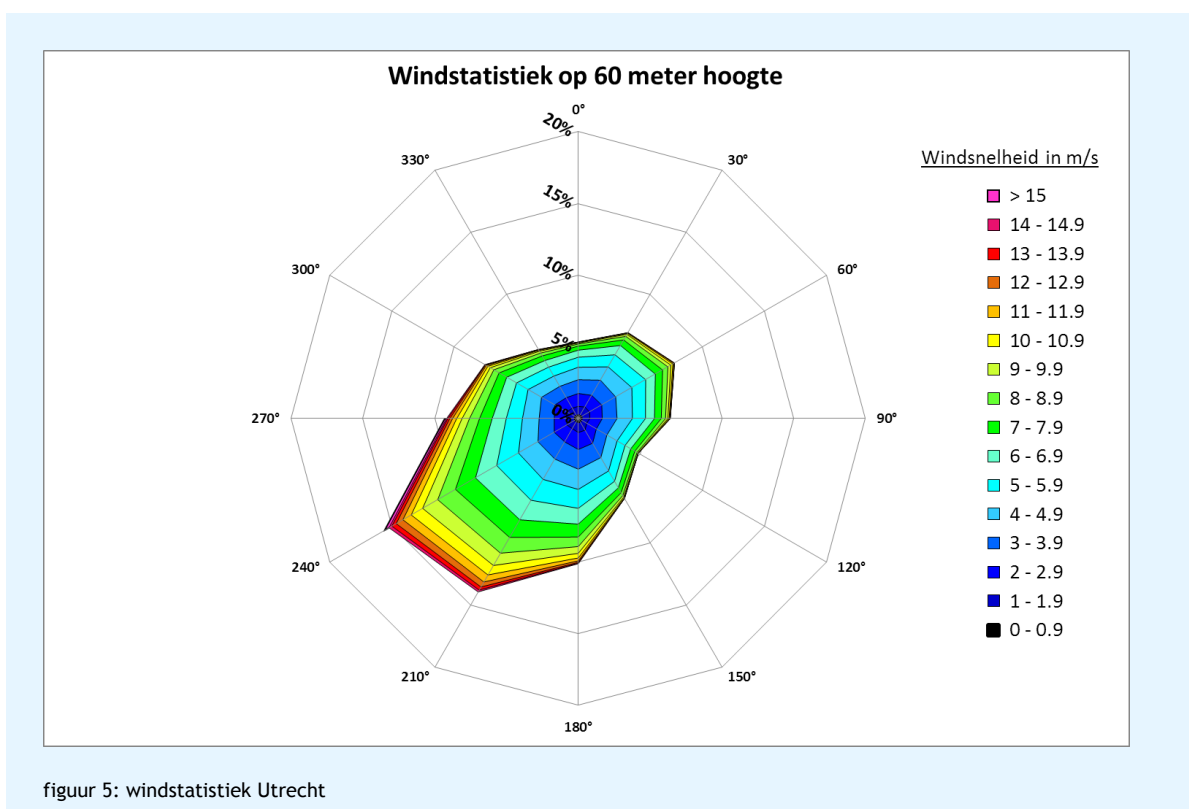
Overschrijdingskans:	2.5%	5.0%	10.0%	20.0%
$P(V_{lok} > 5 \text{ m/s})$ in procenten van het aantal uren per jaar				
Standaarddeviatie δ van de fout in procenten van het aantal uren per jaar	0.8%	1.5%	2.4%	3.1%

3.5 Tekeningen en gebouwhoogte

Voor het maken van het CFD-model is door de architect een 3D model aangeleverd voor de nieuwbouw en voor de omgeving.

3.6 Wind en ruwheid

Met behulp van NPR 6097 is de windstatistiek voor de bouwlocatie bepaald. NPR 6097 maakt gebruik van 40 jaar KNMI-meetgegevens van 51 KNMI-meetstations. Met behulp van deze meetgegevens is een dataset gemaakt waarmee voor iedere locatie in Nederland de windstatistiek op 60 m hoogte bepaald kan worden. De statistiek wordt daarbij gecorrigeerd voor ruwheden in het landschap. Bij de randvoorwaarden in de CFD-berekening is een ruwheidslengte aangehouden van $z_0 = 1$ m (stedelijk gebied). In bijlage 3 is de windstatistiek van de omgeving te vinden. Hieronder wordt in figuur 5 de windstatistiek ter plaatse van het project gegeven. In de windroos is eveneens rekening gehouden met de hoogte van de windsnelheid per windrichting.



3.7 Categorie indeling onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is onderverdeeld in de categorieën 'doorlopen', 'slenteren' en 'langdurig zitten'. Deze onderverdeling is weergegeven in figuur 6.



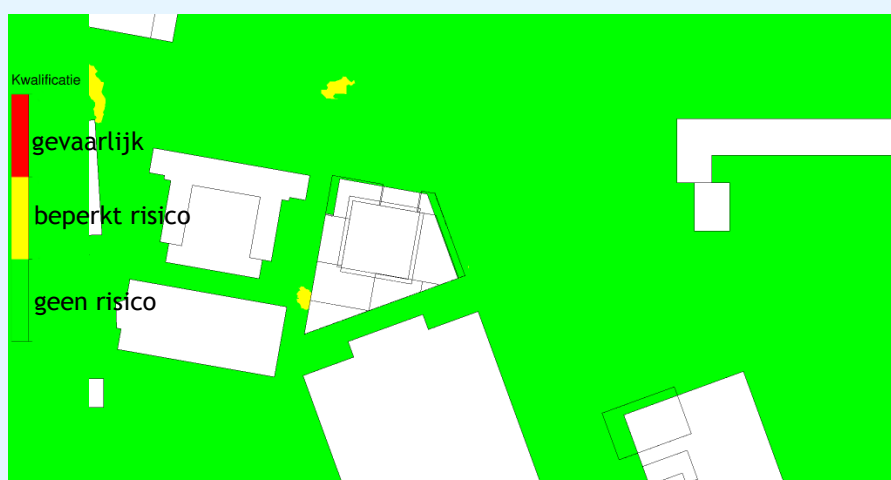
figuur 6: onderzoeksgebied: slenteren (rood), langdurig zitten (blauw) en doorlopen (overige gebieden rondom gebouw)

4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het windklimaatonderzoek met betrekking tot windhinder en windgevaar gepresenteerd op straatniveau (hoofdhoogte oftewel 1.75 meter boven de grond).

4.1 Windgevaar

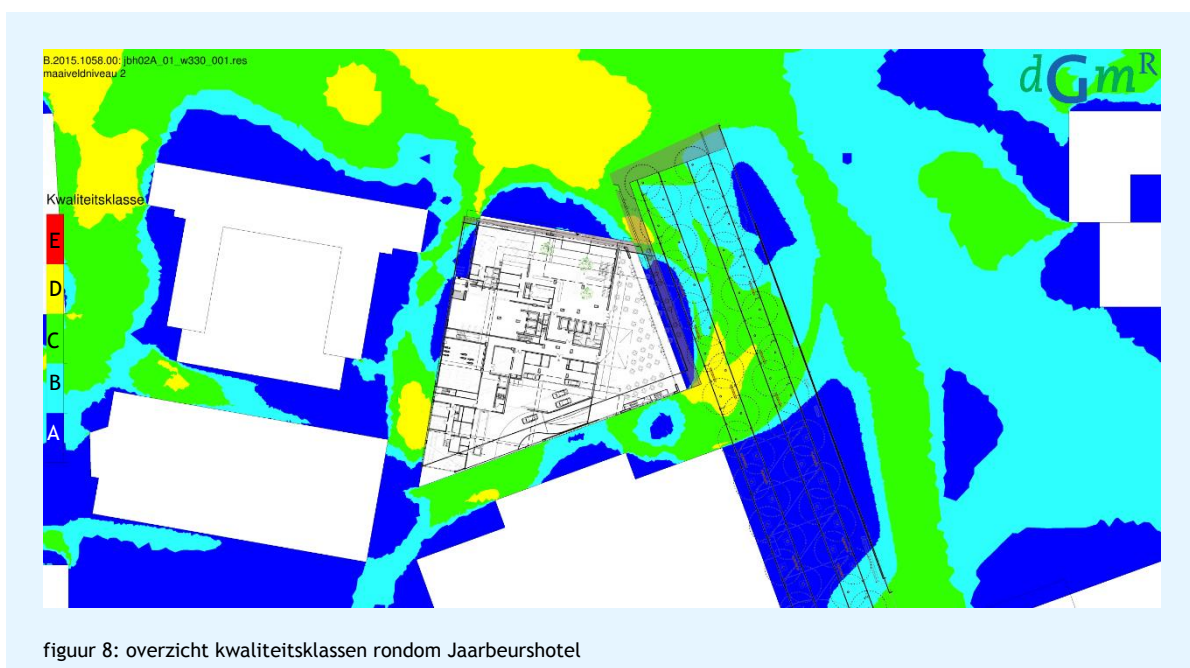
Er is geen windgevaar rondom het Jaarbeurshotel te verwachten (zie figuur 7). Er zijn wel gebieden met beperkt risico (met geel aangeduid). Deze zijn toegestaan voor de activiteit doorlopen. Er zijn dus geen maatregelen nodig met betrekking tot windgevaar.



figuur 7: kwalificatie windgevaar

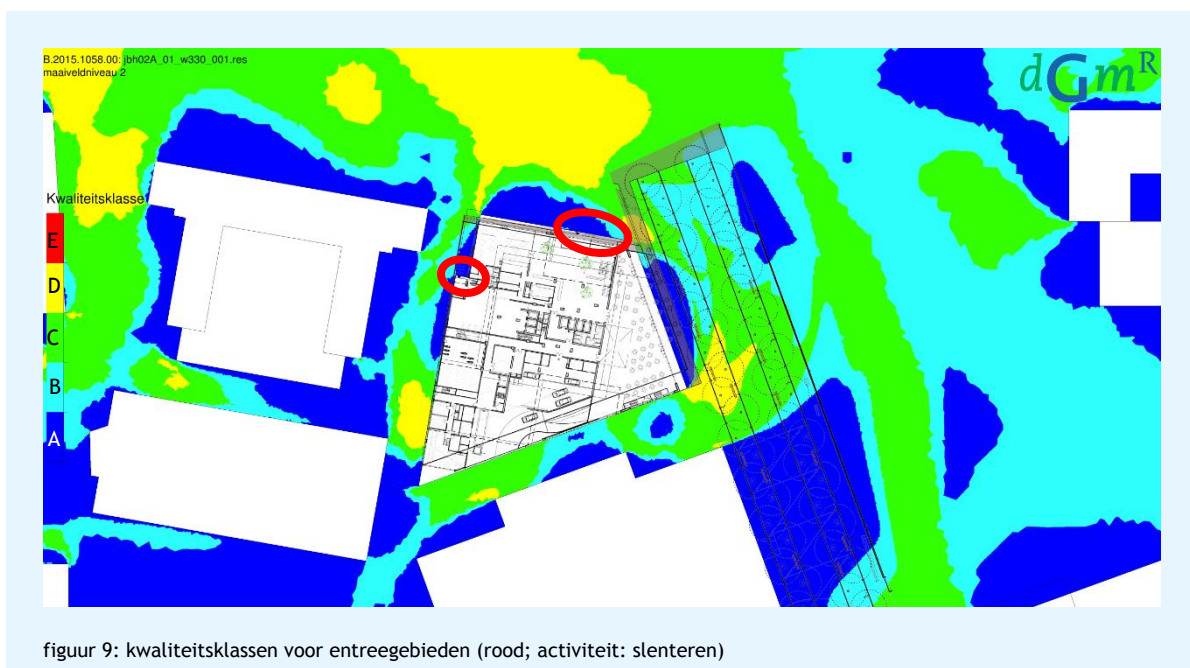
4.2 Windhinder

Een overzicht van de kwaliteitsklassen van het gebied rondom het Jaarbeurshotel is weergegeven in figuur 8.



figuur 8: overzicht kwaliteitsklassen rondom Jaarbeurshotel

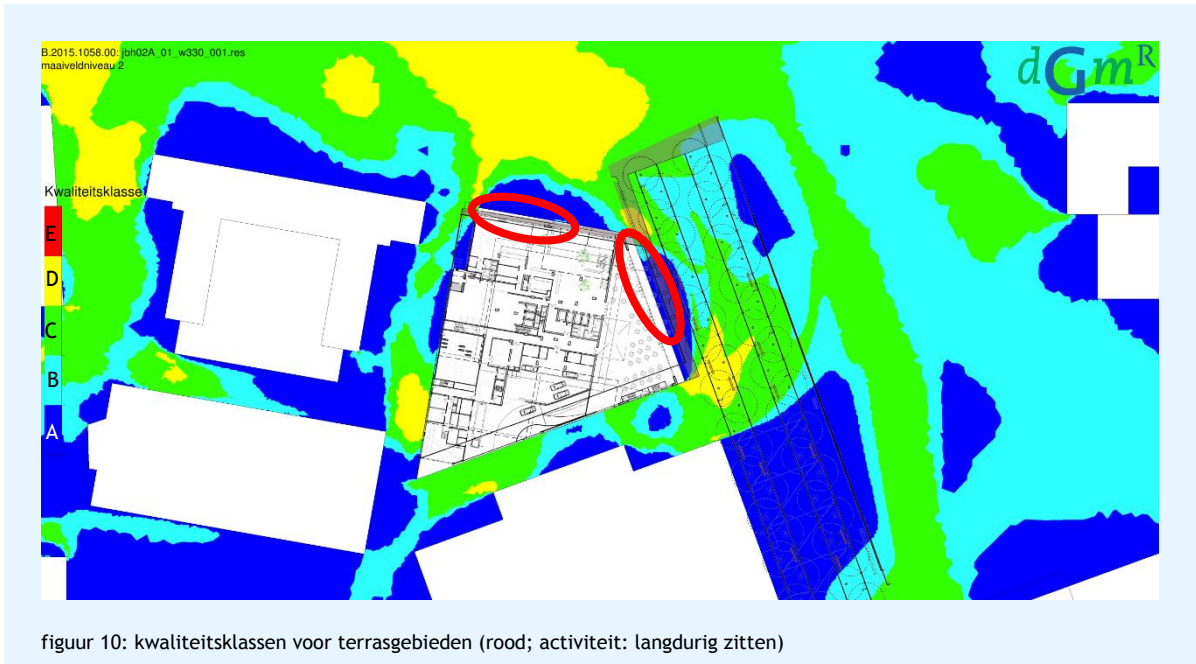
In figuur 9 zijn de resulterende kwaliteitsklassen weergegeven voor de entreegebieden (rood omcirkeld). Voor deze gebieden geldt de activiteit slenteren. Dit betekent dat klasse A en B een goed windklimaat geeft en klasse C een matig klimaat. Bij de entreegebieden is klasse A te verwachten. Het windklimaat bij de entreegebieden is dus goed.



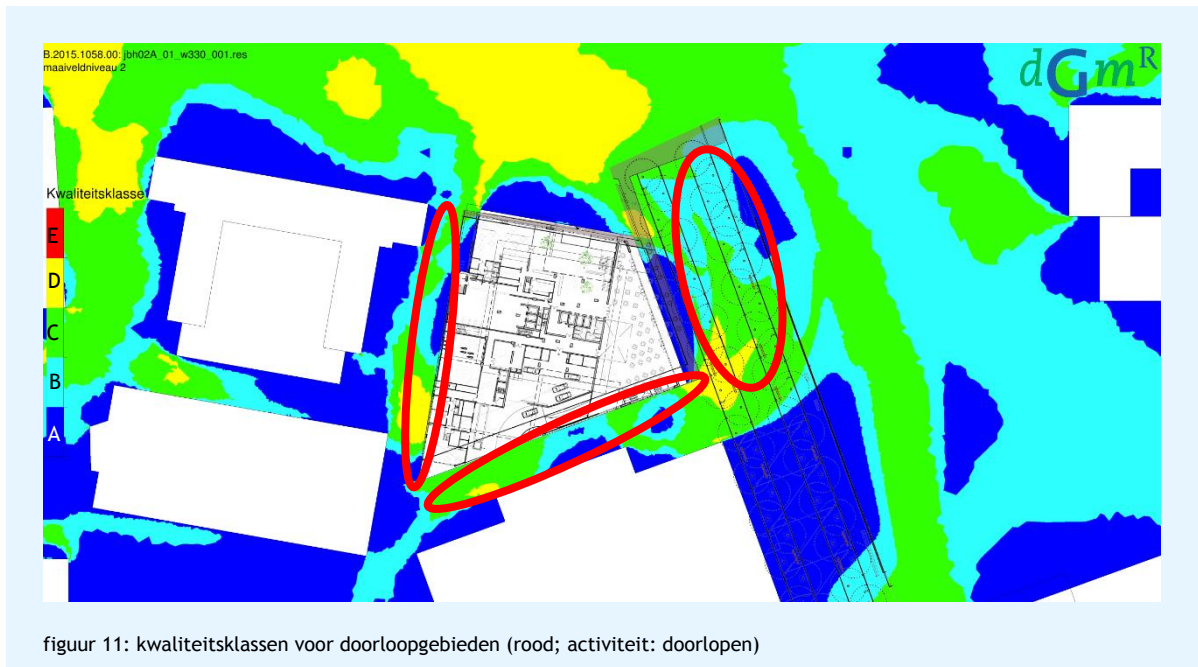
figuur 9: kwaliteitsklassen voor entreegebieden (rood; activiteit: slenteren)

In figuur 10 zijn de resulterende kwaliteitsklassen weergegeven voor de terrasgebieden (rood omcirkeld). Voor deze gebieden geldt de activiteit langdurig zitten. Dit betekent dat klasse A een goed windklimaat geeft en klasse B een matig klimaat. Bij de terrasgebieden is klasse A en B te verwachten.

Het windklimaat bij deze gebieden is dus goed met op de hoek van het hotel een klein deel matig. Bij de verdere uitwerking van het terras wordt geadviseerd deze dicht bij het gebouw te blijven situeren.. In principe zijn er dus geen maatregelen nodig ter verbetering van het windklimaat in deze gebieden. De NEN 8100 beveelt voor horeca-terrassen echter wel aan om afscherming te plaatsen in de vorm van windschermen. In meer omstandigheden kan dan gebruik worden gemaakt van het terrasgebied.



In figuur 11 zijn de resulterende kwaliteitsklassen weergegeven voor de doorloopgebieden (rood omcirkeld). Voor deze gebieden geldt de activiteit doorlopen. Dit betekent dat klasse A, B en C een goed windklimaat geven en klasse D een matig klimaat. Bij de gebieden nabij het hotel voor de activiteit doorlopen is goed met een paar kleine plaatsen waarbij het windklimaat matig is. Er zijn hier dus geen maatregelen nodig ter verbetering van het windklimaat. Ter hoogte van de boulevard richting de Jaarbeurs is een goed windklimaat met op de hoek van het hotel een klein gedeelte matig windklimaat te verwachten.



5. Conclusies

In opdracht van De Lelie Vastgoed B.V. heeft DGMR een windklimaatonderzoek uitgevoerd ten behoeve van het project Jaarbeurshotel te Utrecht. Het doel van het onderzoek is het vaststellen van het windklimaat rondom de nieuwbouw. Het gebouw is ca 90 m hoog.

Voor het onderzoek is een 3D-model van de nieuwbouw Jaarbeurshotel en de nabije omgeving gemaakt. Dit model is in een computersimulatie doorgerekend. Het onderzoek is uitgevoerd met CFD (Computational Fluid Dynamics), een methode om complexe luchtstromingen in en rond gebouwen te bepalen. De resultaten zijn beoordeeld volgens de criteria gesteld in de NEN 8100:2006 nl 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'.

Op basis van de beoordeling kan gesteld worden:

- Er is geen windgevaar rondom het Jaarbeurshotel te verwachten. Ter plaatse van doorloopgebieden zijn er locaties met beperkt risico (dit is toegestaan).
- Bij de entreegebieden is het windklimaat goed.
- Bij de terrasgebieden is het windklimaat goed met op de hoek van het hotel een klein deel matig. Bij de verdere uitwerking van het terras wordt geadviseerd deze dicht bij het gebouw te blijven situeren.
- Bij de doorloopgebieden nabij het hotel is het windklimaat goed met een paar kleine plaatsen waarbij het windklimaat matig is. Er zijn geen maatregelen nodig.

Addendum

In het DO is de gebouwvorm licht gewijzigd. Door DGMR is de invloed van deze wijzigingen op het windklimaat beschouwd. De beoordeling van het windklimaat zal niet wijzigen door deze aanpassingen. Een herziening van de resultaten, zoals gepresenteerd in deze rapportage, is dan ook onnodig.

p.o.

ir. J. (Jacco) Paauw
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel	Technisch inlegvel numerieke simulaties
-------	---

tabel 1: technisch inlegvel numerieke simulaties

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Jaarbeurshotel te Utrecht
Opdrachtgever	Amrâth Hotels
Projectleider	B. Swart
Datum	Maart 2015
Model	Algemene gegevens model
Omvang gemodelleerd gebied	In een straal van 300 m rond project
Kerngebied	Binnenstad Utrecht
Omgeving	Utrecht
Afmetingen model	$\pi r^2 h$ met straal van meer dan 1 km en een hoogte van 500 meter
Blokkeringsgraad	< 5%
Gemodelleerd groen	N.v.t.
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)
Onderzochte configuraties	1 configuratie
Computerinstellingen	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	Ansys CFX v16.2, FVM (eindige volume methode)
Algemeen	Driedimensionaal, tijdsafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	Ca. 22 miljoen cellen (tetragrid met prisma's ter plaatse van de wanden om de grenslaag goed te modelleren)
Turbulentiemodellering	RNG k- ϵ turbulentiemodel
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: High Resolution (second order UPWIND) Turbulente grootheden: UPWIND Scalaire grootheden: High Resolution (second order UPWIND)
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmisch windprofiel (Richard & Hoxey)
Uitlaat	Logaritmisch windprofiel (Richard & Hoxey)
Grond buiten gemodelleerde omgeving	Ruwheidslengte $z_0 = 1$ meter voor stedelijk gebied
Gebouwen	Lokale ruwheid van 0.01 meter
Gegevensbewerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat
Amersfoortse coördinaten	X=135900 Y=455500
Drempelsnelheid hinder	5 m/s
Drempelsnelheid gevaar	15 m/s
Beoordeling	Algemeen, afhankelijk van uiteindelijke functie-indeling
Gepresenteerde resultaten	Rapport: plots van kwaliteitsklassen voor windhinder en gevaarcriteria

Bijlage 2

Titel

Toelichting beoordeling windklimaat

Toelichting beoordeling windklimaat

In tabel 1 is aangegeven wat voor effect wind heeft op voetgangers.

tabel 1: windeffecten op voetgangers

Windsnelheid [m/s]	Effect
< 5	Geen effecten waarneembaar
5 - 10	Enige effecten op het lopen waarneembaar
10 - 15	Duidelijke effecten op het lopen waarneembaar
> 15	Zeer duidelijke effecten op het lopen waarneembaar

In de beoordeling van het windklimaat wordt rekening gehouden met deze tabel. Vanaf een lokale windsnelheid van 5 m/s (vergelijkbaar met een 'matige wind') zijn effecten merkbaar, zoals haar dat in de war raakt. Vanaf een lokale windsnelheid van 15 m/s (vergelijkbaar met harde tot stormachtige wind) ontstaat moeite met lopen. Opgemerkt wordt dat hier gesproken wordt over windsnelheden op ooghoogte.

Bij de beoordeling van het windklimaat wordt niet alleen rekening gehouden met de windsnelheid, maar wordt ook rekening gehouden met de activiteit die men onderneemt. Bij lopen of wandelen heeft men minder snel last van de wind dan bij het slenteren op de markt langs de marktkraampjes, of bij afscheid nemen bij de voordeur. Zittend op het terras is men daarentegen weer gevoeliger voor het windklimaat. Bij de beoordeling wordt daarom rekening gehouden met drie activiteiten, te weten:

- 1 doorloopgebieden: voor alle gebieden waar mensen lopen om zich van A naar B te verplaatsen;
- 2 slentergebieden: hierbij kan men denken aan slenteren op de markt of afscheid nemen bij de voordeur;
- 3 plaats voor langdurig zitten; hierbij kan men denken aan een bankje in het park.

Opgemerkt wordt dat de activiteiten dus plaatsgebonden zijn.

Het windklimaat wordt in een onderzoek voor twee verschillende aspecten beoordeeld:

- 1 windgevaar
- 2 windhinder

Windgevaar

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 15 m/s. In de norm wordt het acceptabel geacht dat deze windsnelheid maximaal 0.05% (ongeveer 4 uur per jaar) voorkomt. Komt deze windsnelheid meer dan 0.3% per jaar voor dan spreekt men van 'windgevaar'. In het tussenliggende gebied (tussen de 0.05% en de 0.3%) is er sprake van een 'beperkt risico'.

Beperkt risico wordt aanvaardbaar geacht voor doorloopgebieden, maar niet voor slentergebieden. Indien beperkt risico optreedt in slentergebieden, dan moeten ook hier maatregelen getroffen worden om dit te voorkomen.

Wanneer er sprake is van windgevaar moeten maatregelen worden getroffen door de gebouwwontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied. Windgevaar op plaatsen waar mensen zich kunnen bevinden moet worden voorkomen. Windgevaar kun je daarom een 'veiligheidseis' noemen.

Windhinder

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 5 m/s. De beoordeling van windhinder is afhankelijk van hoe vaak deze windsnelheid per jaar optreedt. De tijdsduur dat dit optreedt, is verdeeld in vijf klassen van minder dan 2.5% (klasse A) t/m meer dan 20% (klasse E). Hoe deze klasse wordt beoordeeld, is afhankelijk van de activiteit. Dit is weergegeven in onderstaande tabel.

tabel 2: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)

Overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het aantal uur per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		1. Doorlopen	2. Slenteren	3. Langdurig zitten
< 2.5	A	Goed	Goed	Goed
2.5 - 5.0	B	Goed	Goed	Matig
5.1 - 10.0	C	Goed	Matig	Slecht
10.1 - 20.0	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Er is geen wettelijke verplichting om windhinder te voorkomen of te beperken. Het is aan de gebouwwontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied welke maatregelen hij wil treffen om het comfort te verhogen. Windhinder kun je daarom een 'comforteis' noemen.

Bij doorloopgebieden (bijvoorbeeld op het trottoir of op straat) is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 1.5 dag per week (> 20% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je haar in de war kan raken (snelheid meer dan 5 m/s). Bij een matig windklimaat is dit $\frac{3}{4}$ à 1.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan $\frac{3}{4}$ dag per week.

Op een terras is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 0.5 dag per week (> 5% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je papieren van je tafeltje wegwaaien. Bij een matig windklimaat is dit $\frac{1}{4}$ à 0.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan $\frac{1}{4}$ dag per week.

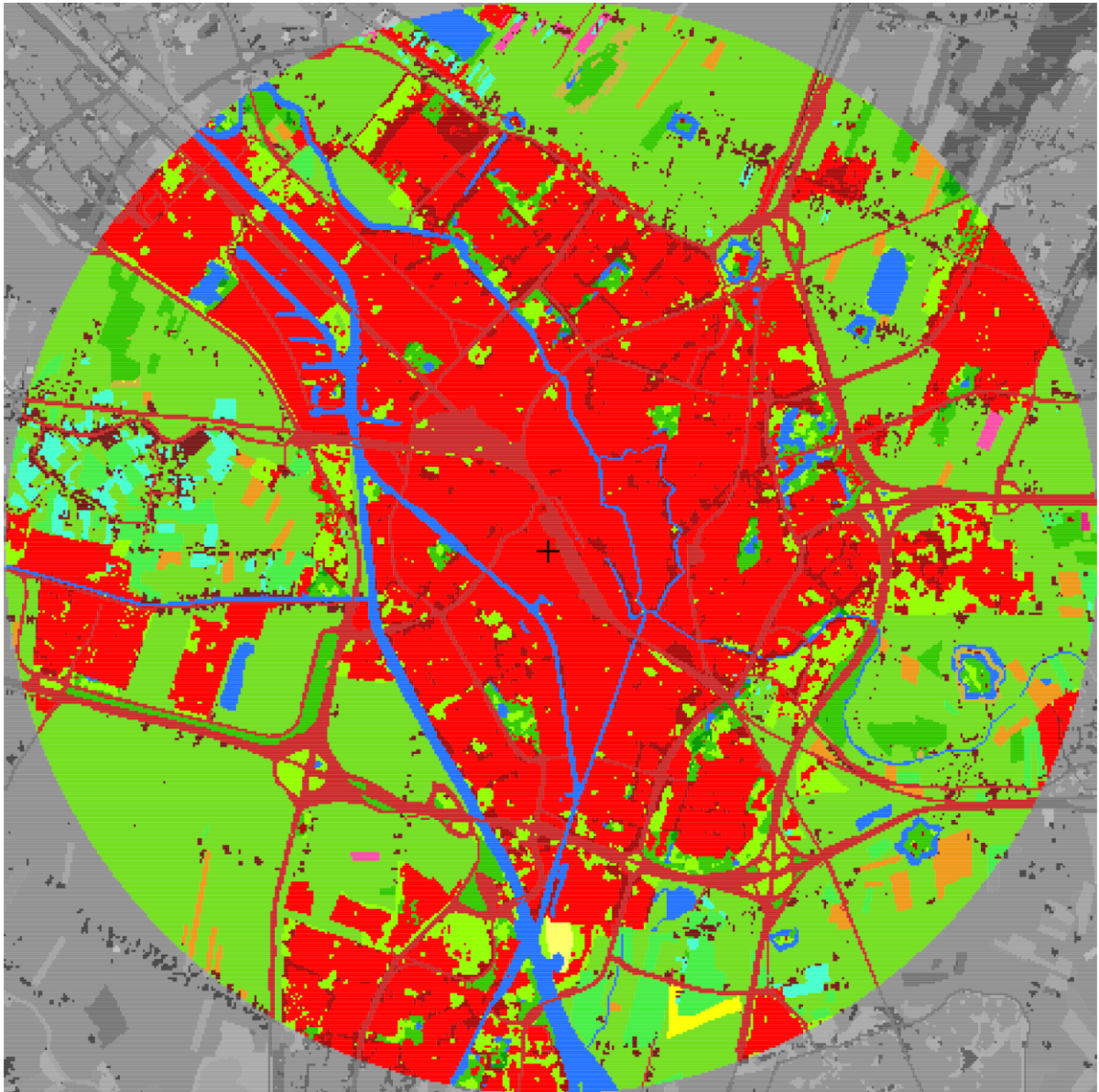
Bijlage 3

Titel

Windstatistiek

Windhinderonderzoek Jaarbeurshotel, Utrecht

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF ABSOLUUT													
X135900 Y455500													
Jaar 1963-2002													
Windrichting (*10 graden)													
Windsnelheid (m/s)	35-01	02-04	05-07	08-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	Cum.
Distributief in uren per jaar													
0,0 - 0,9	16.8	18.4	18.0	18.6	14.6	20.4	18.5	15.6	18.0	16.8	19.2	17.3	212.2
1,0 - 1,9	57.7	62.9	61.3	52.1	44.1	62.5	66.8	56.4	60.4	54.0	61.9	55.9	696.1
2,0 - 2,9	78.9	82.7	85.8	76.6	68.1	92.3	104.3	92.7	89.9	74.9	84.0	73.7	1004.1
3,0 - 3,9	83.8	107.0	98.5	90.4	74.8	101.1	120.1	120.8	114.5	92.8	93.5	79.6	1177.0
4,0 - 4,9	75.9	94.2	114.3	93.8	72.2	94.3	124.0	143.5	137.9	101.5	94.9	73.0	1219.5
5,0 - 5,9	61.2	84.7	96.9	80.2	56.2	72.6	115.7	147.1	153.6	99.3	81.6	62.7	1111.8
6,0 - 6,9	43.2	65.6	68.7	55.0	40.7	46.1	96.5	137.4	150.2	85.7	69.1	46.8	904.9
7,0 - 7,9	24.3	39.5	50.8	41.3	28.6	34.0	79.3	124.8	141.1	77.3	53.2	32.8	727.1
8,0 - 8,9	13.0	25.0	37.6	26.1	15.6	20.2	58.8	111.3	125.7	61.0	37.7	20.3	552.2
9,0 - 9,9	6.5	14.3	21.3	14.2	6.5	11.3	41.4	87.1	106.0	45.7	25.2	13.4	392.8
10,0 - 10,9	3.2	7.3	13.6	7.9	2.2	5.4	28.4	66.5	80.9	32.3	16.4	6.3	270.5
11,0 - 11,9	1.7	2.9	8.0	4.7	1.1	2.5	17.5	50.3	59.0	25.6	10.3	3.4	186.9
12,0 - 12,9	1.2	1.8	2.7	1.5	0.3	0.6	9.4	35.1	47.6	16.8	6.1	1.9	125.1
13,0 - 13,9	0.2	0.5	0.9	0.7	0.2	0.5	5.2	21.9	30.6	12.4	3.0	1.0	77.2
14,0 - 14,9	-	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	2.5	13.1	19.9	7.9	1.5	0.3	46.1
15,0 - 15,9	-	-	0.1	0.1	-	-	1.0	8.1	14.1	4.6	0.6	0.3	28.9
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	-	0.7	3.7	6.8	2.8	0.6	0.0	14.6
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	0.6	2.0	4.4	1.9	0.1	-	8.9
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	0.0	1.3	2.3	0.9	0.2	-	4.7
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.5	0.5	0.2	-	2.9
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.8	0.3	0.1	-	1.3
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.3	0.1	-	-	0.5
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.1	0.1	-	0.4
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.1	-	-	0.2
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	0.1	-	-	0.2
25,0 - 25,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
26,0 - 26,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
27,0 - 27,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
28,0 - 28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,0 - 29,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30,0 - 30,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,0 - 31,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32,0 - 32,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33,0 - 33,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34,0 - 34,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35,0 - 35,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36,0 - 36,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37,0 - 37,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38,0 - 38,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39,0 - 39,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40,0 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Ruwheidskaart omgeving Jaarbeurshotel

ID	z ₀ (m)	Rood	Groen	Blauw	Kleur	Klasse
0	0,03	0	0	0		Geen gegevens
1	0,03	115	223	31		Gras
2	0,17	239	153	25		Maïs
3	0,07	178	102	0		Aardappelen
4	0,7	229	31	127		Bieten
5	0,16	255	255	0		Granen
6	0,07	255	78	168		Overige landbouwgewassen
7	0,15	4	222	30		Buitenland
8	0,1	70	255	207		Glastuinbouw
9	0,39	69	239	69		Boomgaard
10	0,07	172	129	168		Bollen
11	0,75	51	200	0		Loofbos
12	0,75	0	153	0		Naaldbos
16	0,001	36	115	255		Zoet water
17	0,001	0	0	153		Zout water
18	1,6	255	0	0		Stedelijk bebouwd gebied
19	0,5	172	0	0		Bebouwing in buitengebied
20	1,1	51	200	0		Loofbos in bebouwd gebied
21	1,1	0	153	0		Naaldbos in bebouwd gebied
22	2	171	9	9		Bos met dichte bebouwing
23	0,03	148	255	0		Gras in bebouwd gebied
24	0,001	255	255	102		Kale grond in bebouwd buitengebied
25	0,1	204	42	42		Hoofdwegen en spoorwegen
26	0,5	118	24	24		Bebouwing in agrarisch gebied
27	0,0003	0	0	0		Start- en landingsbanen
28	0,1	204	42	42		Parkeerplaats
30	0,0002	176	48	96		Kwelders
31	0,0003	230	251	4		Open zand in kustgebied
32	0,02	137	212	43		Open duinvegetatie
33	0,06	90	186	64		Gesloten duinvegetatie
34	0,04	117	0	117		Duinheide
35	0,0003	255	255	102		Open stuifzand
36	0,03	117	0	117		Heide
37	0,04	164	35	83		Matig vergraste heide
38	0,06	173	139	6		Sterk vergraste heide
39	0,06	36	153	150		Hoogveen
40	0,75	6	90	76		Bos in hoogveengebied
41	0,03	255	192	203		Overige moerasvegetatie
42	0,1	255	165	0		Rietvegetatie
43	0,75	0	100	0		Bos in moerasgebied
44	0,07	56	198	97		Veenweidegebied
45	0,03	197	182	57		Overig open begroeid natuurgebied
46	0,001	255	255	0		Kale grond in natuurgebied

Ruwheidstabel