

Post Rotterdam

CFD onderzoek naar het Windklimaat

Projectgegevens

Project **Post Rotterdam**
 Onderdeel **CFD onderzoek naar het windklimaat**
 Code **15009**
 Datum **11 januari 2019**

Samengesteld door de heer ir. D.P.J van Deijzen
 Projectleider
 Adviseur de heer ir. J. ter Haar

Opdrachtgever
 Architect
 Projectmanagement

Eindverantwoording ABT bv
 Delftechpark 12
 Postbus 458 2600 AL Delft

Geautoriseerd door ir. J. ter Haar

Paraaf



datum	versie	omschrijving
4-juli-2018	1.1	Rapportage versie 1 (niet definitief)
27-juli-2018	1.2	Rapportage versie 2 (niet definitief)
11-1-2019	1.3	Rapportage versie 3 indiening

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	6
2.	Toetsingskader en eisen	7
2.1.	Toetsingskader	7
2.2.	Criterium windhinder	7
3.	Resultaten windhinder op voetgangersniveau	9
3.1.	Relatieve beoordeling Bestaand vs Nieuw	11
	Conclusie	12
Bijlage 1	windhinderonderzoek op maaiveldniveau conform NEN8100	13
Bijlage 2	Beaufort windschaal	27

1.**Inleiding**

Dit rapport bevat een onderzoek omtrent een windhinder onderzoek ten bate van het Post Rotterdam toren gebouw gelegen Rodezand straat te Rotterdam. Een windhinderonderzoek wordt uitgevoerd wanneer het gebouw zelf of de omliggende gebouwen een bouwhoogte hoger dan 30 meter bedraagt. In dit geval kan er lokaal windhinder of windgevaar optreden. CFD (Computational Fluid Dynamics) is toegepast als toetsingsmiddel om de windkarakteristiek in en rondom het gebouw in kaart te brengen.

Dit onderzoek dient ter bepaling of windhinder en windgevaar optreedt in en nabij en rondom het gebouw. Hierin zijn de toetsingseisen en voorschriften van de NEN 8100:2006 (windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving) en bijbehorende NPR 6097 (toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland) toegepast. KVMC heeft op 2-2-2018 een windhinderonderzoek uitgevoerd dat door Abt als representatief is beoordeeld en als basis dient voor het complete windhinderonderzoek.

Additioneel is er getoetst in welke mate het windklimaat beïnvloed wordt door de toren zelf ten opzichte van de huidige situatie.



Figuur 1: rendering gebouw + gebouwde omgeving

Het gebouw zelf is op maaiveldniveau omringt aan vier zijden met voetgangerszones. Deze zones worden op "Doorloop kwaliteit" beoordeeld (NEN 8100:2006 kwaliteitsnormering). De resultaten van het uitgevoerde CFD onderzoek en de lokaal geldende windstatistiek (NPR 6097) worden gebruikt om de jaarlijkse overschrijding te bepalen. De NEN 8100 vertaalt deze windhinderoverschrijding naar een vastgestelde kwaliteitsnormering. De verkregen windhinder resultaten rondom het gebouw worden getoond en toegelicht.

2. Toetsingskader en eisen

2.1. *Toetsingskader*

De beoordeling van het windklimaat vindt plaats op basis van de NEN 8100 geldend voor voetgangers. Deze norm maakt onderscheid tussen hinder en gevaar voor personen als gevolg van wind. Daarnaast wordt onderscheid gemaakt tussen een aantal activiteitsniveaus.

2.2. *Criterium windhinder*

Het criterium voor de beoordeling van windhinder is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

1. Bij de beoordeling van windhinder wordt er voor de wind een drempelsnelheid gehanteerd van 5 m/s.

Het blijkt namelijk dat bij windsnelheden boven de 5 m/s mechanische effecten een rol gaan spelen bij de ervaring van het windklimaat. Voorbeelden hiervan zijn het verwaaien van haar en kleding, het omslaan van paraplu's of het dichtwaaien van ramen en deuren.

2. Een overschrijdingskans van de drempelsnelheid.

Hoe vaker de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, hoe slechter men het windklimaat ervaart. Aan de overschrijdingskans van de drempelsnelheid zijn in de NEN 8100 vijf kwaliteitsklassen gekoppeld, aangeduid met klasse A tot en met klasse E. Klasse A staat voor de hoogste kwaliteitsklasse en klasse E voor het laagste kwaliteitsniveau.

3. De windhindergevoeligheid van de activiteit die men onderneemt.

Bij de beoordeling van het windklimaat ten aanzien van windhinder wordt er rekening mee gehouden dat de gevoeligheid van personen voor windhinder afhankelijk is van de activiteit die men onderneemt. Bij een laag activiteitsniveau, zoals stilstaan of zitten, wordt wind bij een lagere snelheid als hinderlijker ervaren dan bij een hoog activiteitsniveau. De nog als acceptabel geachte overschrijdingskans van de drempelsnelheid is daarom afhankelijk van de activiteit die men onderneemt. Bij de beoordeling van windhinder worden er drie 'activiteiten' onderscheiden:

1. Doorlopen: Deze activiteit is het minst gevoelig voor windhinder, zoals lopen over een parkeerterrein of trottoir.
2. Slenteren: Deze activiteit kan in sommige situaties wel gevoelig zijn voor windhinder, bijvoorbeeld in een winkelstraat.
3. Langdurig zitten: Dit is de meest gevoelige activiteit voor windhinder, zoals het zitten op een terras of op een balkon.

Afhankelijk van het soort activiteit kan het lokale windklimaat op loop- of verblijfsniveau, bij de gegeven kwaliteitsklasse, worden beoordeeld als goed, matig of slecht. De criteria voor windhinder zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1 Criteria voor windhinder

Overschrijdingskans drempelsnelheid (5 m/s) als percentage van aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteit en beoordeling van het windklimaat		
		1. Doorlopen	2. Slenteren	3. Langdurig zitten
< 2,5%	A	Goed	Goed	Goed
2,5 - 5%	B	Goed	Goed	Matig
5 - 10%	C	Goed	Matig	Slecht
10 - 20%	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20%	E	Slecht	Slecht	Slecht

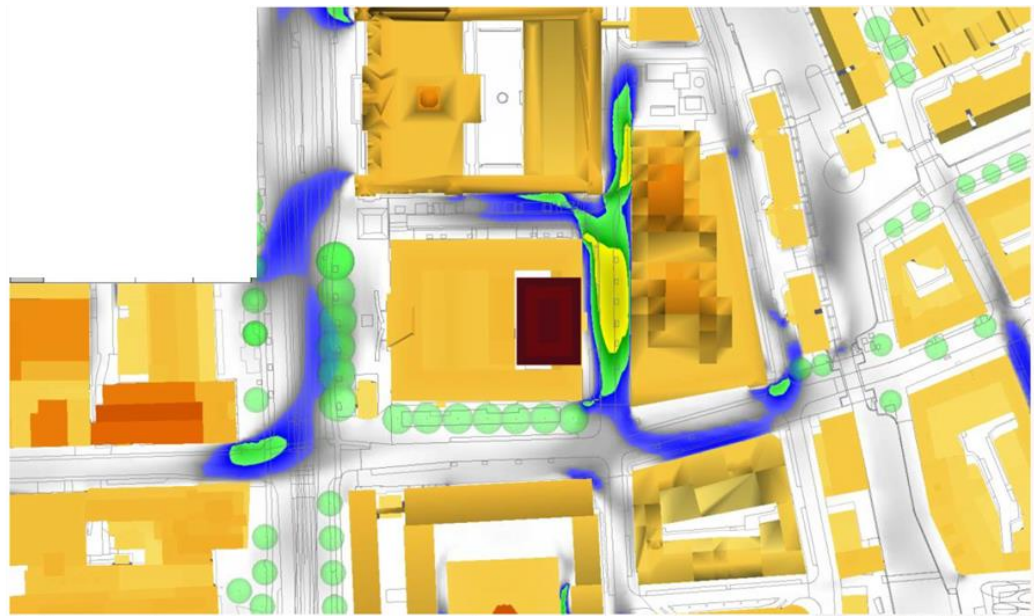
toegepast op straatniveau

toegepast op balkons

Het gebouw grenst direct aan openbare wegen en voetpaden die hoofdzakelijk als doorvoer paden wordt gebruikt. Volgens de NEN 8100 moet het windklimaat op de hoofdfunctie van de paden worden beoordeeld. Het windklimaat voor het gebouw wordt daarom hoofdzakelijk beoordeeld op basis van de activiteit "DOORLOPEN" op voetgangersniveau. Voor de beoordeling op de private buitenruimten wordt activiteitsniveau "LANGDURIG ZITTEN" toegepast. Ter indicatie is in bijlage 2 de beoordelingsresultaten voor deze andere activiteiten bijgevoegd.

3. Resultaten windhinder op voetgangersniveau

Het te verwachten windklimaat wordt bepaald door 12 windrichtingen te simuleren. Voor elke windrichting wordt de lokale statistiek (te verwachten windoverschrijding) toegepast en vergeleken. Vervolgens worden de resultaten opgeteld waarin per positie op maaiveldniveau de overschrijdingen van alle windrichtingen opgeteld worden. Zo wordt per locatie de te verwachten percentage overschrijding jaarlijks vastgesteld. Bij een overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse overschrijding wordt de locatie als "matig" tot "slecht" beoordeeld. De toelaatbare overschrijding hangt af van de functie van het gebied (zitten, doorlopen, slenteren) en het gewenste comfortniveau. Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100. Het onderzoek op voetgangersniveau uitgevoerd door KVMC is bijgevoegd in bijlage 1 inclusief het technisch inlegvel. De resultaten worden hier behandeld en besproken. Tevens wordt het additionele onderzoek besproken waarin de oude situatie zonder de toren met de situatie inclusief de toren wordt vergeleken.



LEGENDA:

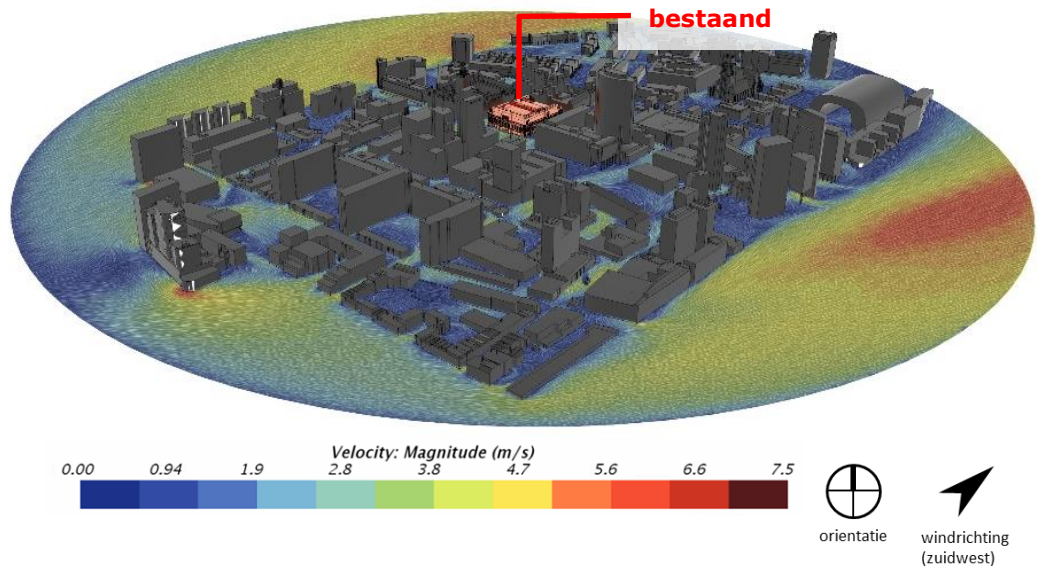


nota: bij beoordeling "DOORLOPEN" zijn deze drie vlakken alle als "GOED" te kwalificeren

Figuur 2: windcomfort op maaiveld niveau

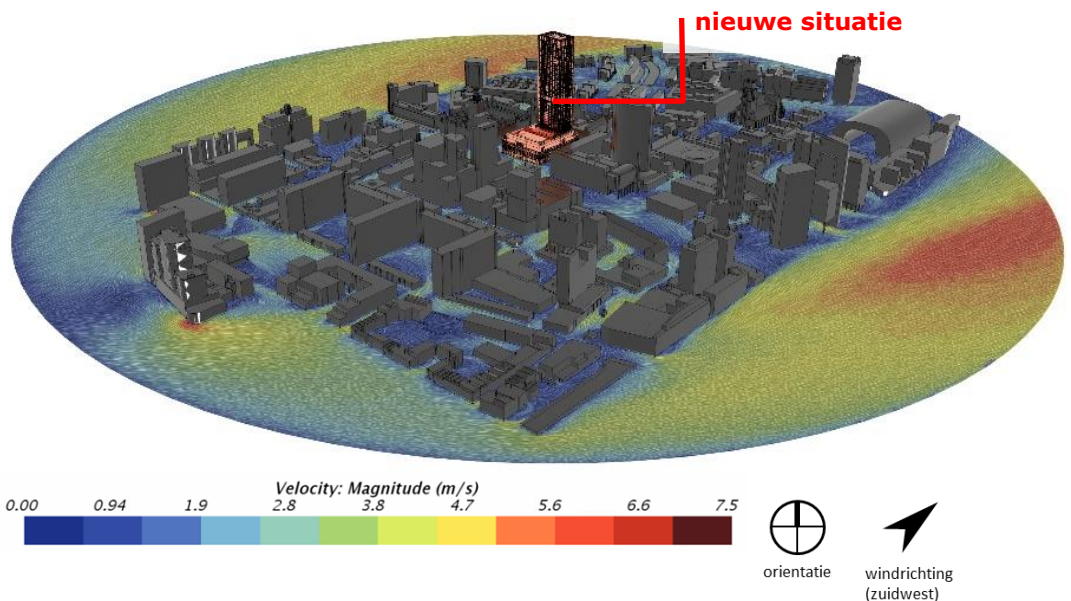
Figuur 2 toont de resulterende comfortkwalificatie op voetgangersniveau waarin de kleurmarkeringen de lokaal optredende windsnelheden weergeeft. Er is voornamelijk op de kwaliteit "DOORLOPEN" beoordeeld. Er is af te lezen dat in de Rodezand straat er deels een matig windklimaat te verwachten kan worden.

Er is voor zowel de bestaande als de nieuwe situatie een windhinderanalyse uitgevoerd). Dit om vast te stellen of potentiële windhinder veroorzaakt wordt door de bestaande situatie of door de nieuwe situatie. Figuur 3 toont de beoordeling van windhinder voor de bestaande situatie op maaiveldhoogte. Het bestaande gebouw zelf is koperkleurig gemarkeerd.



Figuur 3: ovenaanzicht, bestaande bouw, windrichting zuidwest

Het lokale windklimaat op maaiveld niveau in de nieuwe situatie wordt op dezelfde wijze beoordeeld als de bestaande situatie. Figuur 4 tonen de resultaten van de nieuwe situatie

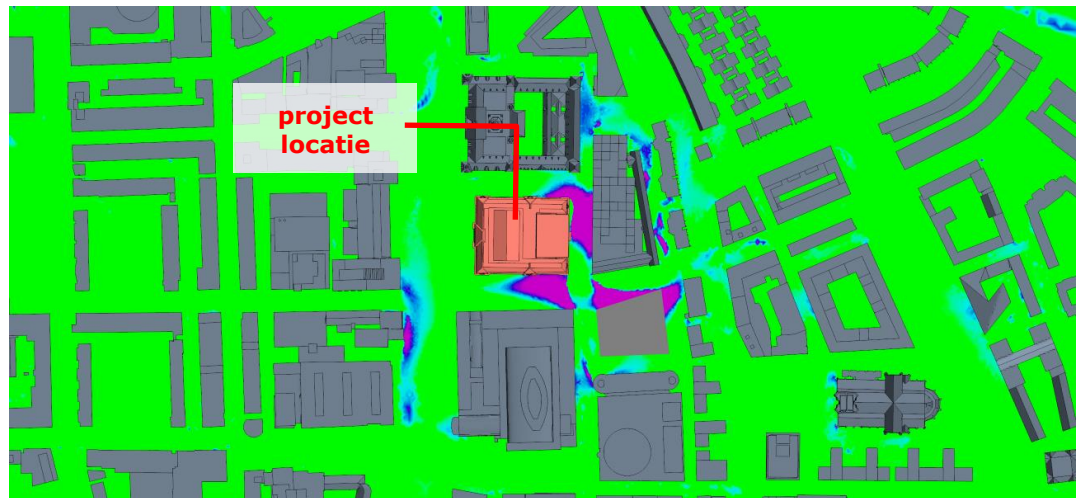


Figuur 4: ruimtelijk aanzicht nieuwe situatie, windrichting zuidwest

3.1.

Relatieve beoordeling Bestaand vs Nieuw

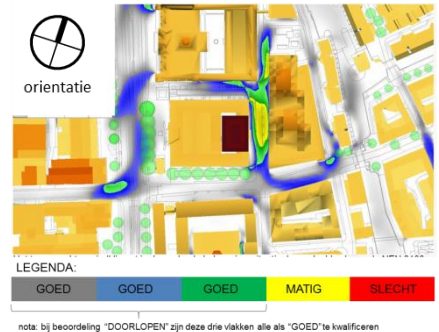
In figuur 5 zijn de gebieden in paars gemarkeerd op de locaties waar er merkbaar een ander windklimaat heerst ten opzichte van de bestaande situatie. De verschillen zijn niet significant in de groene delen. Er is vastgesteld dat het lokaal ervaren windklimaat aan de Rodezand straat (gekwalificeerd als "MATIG") door de toren wordt veroorzaakt. Echter niet dusdanig dat er gevaar of een doorgaans "SLECHT" windklimaat gedurende het jaar voor komt.



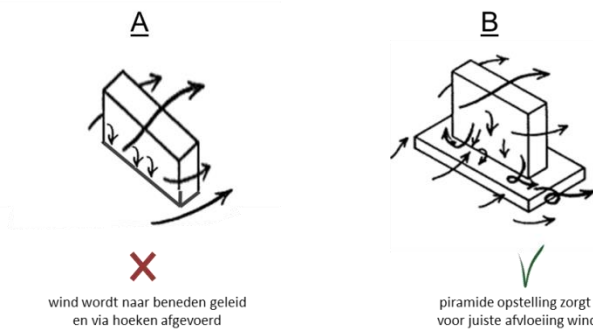
Legenda:

- = merkbare verhoging van wind door toren
- = geen significante impact door invloed toren

Figuur 5: relatief verschil bestaand vs nieuw



Dit komt met name door de vorm van de toren. De toren eindigt op het dak van het postkantoor waardoor wind op een hoger niveau wordt afgebogen en er dissipatie van de wind optreedt. Dit gebeurt hoog boven het maaiveld niveau. Figuur 6 toont het principe waardoor een slecht windklimaat op voetgangersniveau voorkomen wordt.



Figuur 6: invloed bouwvolume

Conclusie

Voor de Post Rotterdam is met behulp van Computational Fluid Dynamics een windklimaat-onderzoek uitgevoerd volgens de bepalingsmethoden en beoordeling beschreven in de NEN 8100 normering. Het windhinderonderzoek op maaiveld niveau is uitgevoerd door KVMC (zie bijlage 1) en als representatief beoordeeld door Abt.

Geconcludeerd is dat op maaiveld niveau:

- Het te verwachten windklimaat rond het plan is op veel plaatsen goed voor doorlopen.

- Het te verwachten windklimaat aan de oostzijde van de toren is "MATIG" voor de activiteit "DOORLOPEN".

Wanneer voor de gevel van het Timmerhuis het windklimaat als "SLEENTEREN" wordt beoordeeld, is de kwalificering "SLECHT". Hier bevindt zich de entree van het Museum van de stad Rotterdam

- Voor de gevel van het eigen gebouw is het windklimaat ter plaatse van de entree lokaal "GOED" voor slenteren.

- Op basis van de berekeningen is er in het gebied rond de geplande nieuwbouw geen overschrijding van het gevaarcriterium te verwachten.

Bijlage 1

windhinderonderzoek op maaiveldniveau conform NEN8100**Windhinder onderzoek**

voor het project

*Transformatie voormalig Postkantoor Coolsingel
te
Rotterdam*

Projectnummer : 160.219
Versie : 1.0
Status : **Concept**
Datum : 02-02-2018

**Colofon**

Project:	Hoogbouw Post Rotterdam Onderdeel 'Windhinder onderzoek'
Opdrachtgever:	Omnam Group La Guardiaweg 5 te Amsterdam 1043 DE, Nederland Contactpersoon: dhr. I. Sade
Hoofd-architect:	ODA Architecture 250 Park Avenue South, 3 rd Floor, New York NY 10003, United States Tel: +1 646-478-7455 Contactpersoon: mevr. Y. (Yaarit) Sharoni
Architect uitwerking monument:	Braaksma & Roos Architecten Toussaintkade 52 2513 CL Den Haag Tel: 070 361 5363 Contactpersoon: dhr. J. (Job) Roos
Bouwkundig adviseur:	ABT Delft Delftechpark 12 2628 XH Delft Tel: 015 270 3611 Contactpersoon: dhr. J. (Jeroen) ter Haar
Installatietechnisch advies:	KVMC Management & Consultancy B.V. Singel 271c 3311 KS Dordrecht Tel: 078- 651 03 00 Contactpersoon: dhr. T. (Theo) Versluis;
Adviseur bouwfysica:	KVMC Management & Consultancy B.V. Singel 271c 3311 KS Dordrecht Tel: 078 - 651 03 00 Contactpersoon: dhr. S.A. (Sjoerd) Ooms
Rapport	160.219 RAP 391 windhinder onderzoek Datum: 02-02-2018 Versie: 1.0 Rapportnummer: 391 Status: concept



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

Inhoudsopgave

Inleiding	4
1. Toetskader en uitgangspunten	5
1.1. Beslismodel NEN8100	5
1.2. Windhinder en windgevaar volgens NEN8100	5
1.2.1. Windhinder	5
1.2.2. Windgevaar	6
1.3. Windklimaat op de locatie	7
1.4. Simulatie windsnelheden met CFD	9
2. Rekenresultaten	10
2.1. Omgeving rondom het gebouw	12
2.2. Buitenruimtes in de toren	12
3. Samenvatting en conclusie	13

Bijlagen

Bijlage 1 – Technische inlegvel



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

Inleiding

KVMC management & consultancy is door ontwikkelaar Onam Investment Group onder meer gecontracteerd als adviseur bouw fysica en brandveiligheid. In het kader van de ruimtelijke ordening is er een onderzoek uitgevoerd naar windhinder van de geplande woontoren achter het voormalige postkantoor.

Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaat situatie rondom de geplande bebouwing van het project Post Rotterdam.

Voor het vervaardigen van het CFD model is onder meer gebruik gemaakt van een door de opdrachtgever aangeleverd 3D model. In totaal is een gebied gemodelleerd is van circa 1150 bij 1150 meter.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing en op de verschillende buitenruimtes van het plan.

Voor de opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de Nederlandse norm NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.



Het gehanteerde 3D-model van de geplande bebouwing

In dit rapport wordt verslag gedaan van het verrichte onderzoek waarbij de volgende indeling is gehanteerd. In hoofdstuk 2 worden het toetskader en uitgangspunten van het onderzoek toegelicht. De rekenresultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk 3 van dit rapport. Tot slot is in hoofdstuk 4 een samenvatting van het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

1. Toetskader en uitgangspunten

1.1. Beslismodel NEN8100

De beoordeling van het windklimaat met betrekking tot windhinder en windgevaar, is in Nederland vastgelegd in de norm NEN 8100. Om te bepalen of windhinder en/of windgevaar te verwachten is, kan in eerste instantie gebruik worden gemaakt van het beslismodel in de NEN 8100. Hierin wordt onder meer beschreven in welke situaties windklimaatonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter wordt nader onderzoek met CFD of windtunnelsimulatie noodzakelijk geacht. Gezien de geplande bouwhoogte van ca. 150 meter, wordt het uitvoeren van een windklimaatonderzoek als noodzakelijk beschouwd.

1.2. Windhinder en windgevaar volgens NEN8100

De gevoeligheid van de mens voor wind is sterk afhankelijk van de activiteit waarmee men bezig is. Bij een laag activiteitsniveau (bijvoorbeeld wachten bij een bushalte, op een terrasje zitten) zullen lagere windsnelheden als hinderlijk ervaren kunnen worden dan bij een hoger activiteitsniveau. In de NEN 8100 wordt voor de beoordeling van het windklimaat derhalve onderscheid gemaakt tussen verschillende activiteitsklassen. Bij hogere windsnelheden kan tevens sprake zijn van gevaarlijke situaties zoals evenwichtsverlies bij het passeren van gebouwhoeken en dergelijke. Hiervoor wordt getoetst aan het specifieke gevaarcriterium.

1.2.1. Windhinder

Windhinder is iets wat in geen geval geheel te voorkomen is: als het stormt is de wind hinderlijk, wat voor maatregelen er ook getroffen worden. Het is daarom ook de kans op windhinder, die maatgevend gehouden wordt voor de beoordeling van het windklimaat. Voor windhinder wordt een drempelwaarde $V_{DR,H}$ aangehouden van 5 m/s uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau. Bij deze windsnelheid gaan mechanische effecten bij de ervaring van het windklimaat een rol spelen zoals bijvoorbeeld het omslaan van paraplu's, in de ogen waaien van stof en in meer extreme vorm het dichtwaaien van een autoportier en dergelijke.

Aan de hand van onderstaande tabel, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

Overschrijdingskans $p(V_{lok} > V_{DR,H})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteit		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
≥ 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Tabel: Criteria windhinder volgens NEN 8100

Afhankelijk van de activiteitsklasse wordt de waardering van het lokale windklimaat gekwalificeerd met 'goed', 'matig' of 'slecht' (zie tabel 2.1). Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek onder normale omstandigheden geen last van windhinder. Bij een matig windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder. In een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder. Er wordt naar gestreefd, om binnen de verschillende activiteitenklassen, een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren. Opgemerkt wordt dat de natuurlijke gebruiksmomenten van terrassen en buitenruimten doorgaans niet vaak samenvallen met ongunstige windomstandigheden. Zo zal een relatief groot deel van voorkomende windhinder optreden in de winter. In de norm wordt daar geen rekening mee gehouden. Op terrassen en buitenruimten is in dit geval om deze reden uitgegaan van het criterium voor slenteren in plaats van langdurig zitten, met een streefwaarde van minder dan 5%.

1.2.2. Windgevaar

Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde $V_{DR,G}$ gehanteerd. Op basis van onderstaande tabel, afkomstig uit de NEN 8100, wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

Overschrijdingskans $p(V_{DR,G} > v_{DR,c})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

Tabel: Criteria windgevaar volgens NEN 8100

De norm stelt:

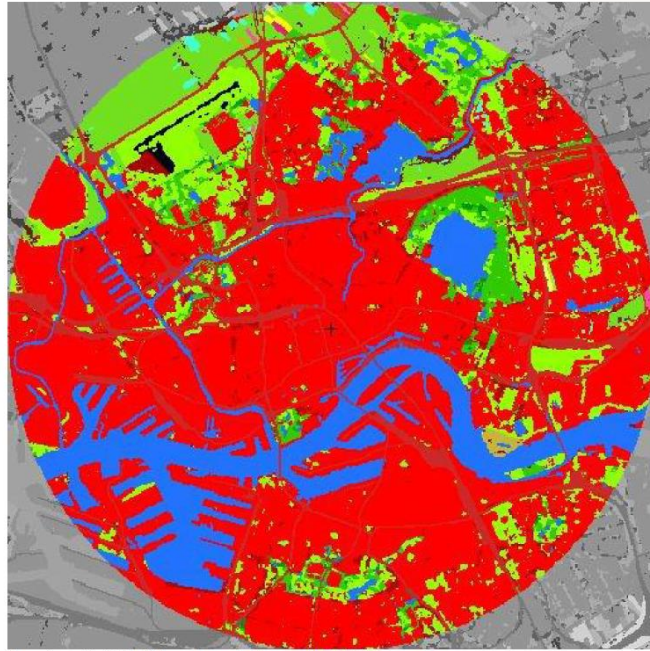
“Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$. Situaties met een overschrijdingskans van $p \geq 0,30$ zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.”



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

1.3. Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de resultaten van de berekeningen naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de bijbehorende software wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteogegevens van een groot aantal meteostations en gegevens omtrent terreinruwheden tot 6 km afstand van het plan. De terreinruwheden van het omliggend gebied worden per categorie weergegeven in onderstaand figuur. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.



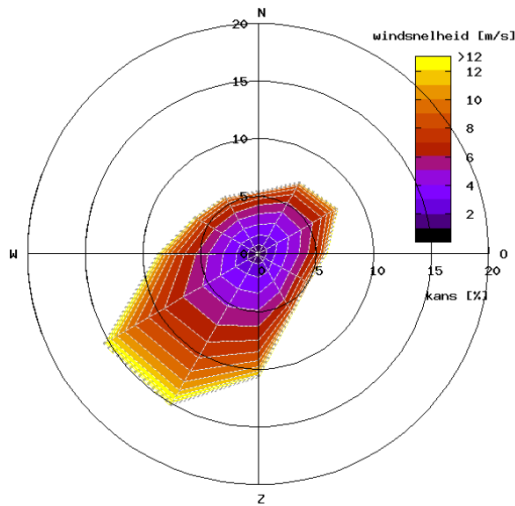
Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097

In de volgende figuur is de op basis van de NPR 6097 berekende windroos op 60 meter hoogte boven de betreffende locatie weergegeven. In de windroos wordt de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weergegeven alsmede de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen. Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (tabel) blijkt dat op de bouwlocatie met name bij wind uit het zuiden tot westen de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwesten wind is hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de bouwlocatie.



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

Windroos voor locatie X092700 Y437492.



Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097

wind snelheid	Distributie overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar											tabel aantal uren	
	Jaar: 1965-2002											gemiddelde windsnelheid (m/s)	
Positie	X092700 Y437492											5,4	
	30°	60°	Oost	120°	150°	Zuid	210°	240°	Vest	300°	330°	Noord	360°
0.0 - 0.9	16.8	17.8	16.7	14.8	16.4	17.0	16.7	21.4	19.0	15.1	15.6	15.7	
1.0 - 1.9	60.2	56.4	47.3	42.8	51.6	60.4	58.6	68.7	59.4	57.8	50.2	52.7	
2.0 - 2.9	85.9	91.4	68.9	66.3	80.0	100.4	96.5	108.4	84.0	75.3	70.0	74.8	
3.0 - 3.9	104.1	100.3	62.8	76.0	91.7	123.2	134.8	131.0	107.0	83.0	63.6	62.0	
4.0 - 4.9	98.3	109.6	95.3	71.3	86.5	124.2	158.9	159.8	111.5	83.3	79.2	79.4	
5.0 - 5.9	90.1	100.2	71.8	61.0	73.0	123.1	157.3	188.1	95.3	70.2	65.4	68.9	
6.0 - 6.9	69.6	76.8	54.0	42.1	45.1	105.8	150.2	163.6	84.2	60.0	53.3	47.5	
7.0 - 7.9	46.3	53.8	35.6	29.6	33.3	69.2	139.9	141.3	65.3	45.3	36.3	28.6	
8.0 - 8.9	29.4	39.0	24.1	18.6	20.4	69.2	115.0	118.9	46.3	30.6	24.8	14.4	
9.0 - 9.9	16.5	24.5	11.9	7.6	12.4	47.7	97.6	94.3	34.8	20.1	15.2	7.6	
10.0 - 10.9	9.6	15.1	6.4	3.3	6.1	34.8	72.4	67.1	22.2	11.4	8.2	3.9	
11.0 - 11.9	3.7	8.0	3.3	1.5	2.8	21.0	51.6	48.4	16.7	6.8	4.3	2.0	
12.0 - 12.9	2.3	3.8	1.5	0.3	0.7	12.5	35.1	29.0	10.0	2.8	2.6	1.2	
13.0 - 13.9	0.7	0.9	0.6	0.2	0.4	7.2	21.4	19.3	5.9	1.2	1.2	0.4	
14.0 - 14.9	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	3.2	12.1	10.9	3.3	0.8	0.6	0.0	
15.0 - 15.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4	6.8	5.3	1.5	0.3	0.4	0.0	
16.0 - 16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.9	2.8	1.2	0.2	0.1	0.0	
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.0	1.7	0.4	0.1	0.0	0.0	
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
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	0.0	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	
totale uren	633.7	698.0	520.3	437.5	520.7	940.8	1331.4	1362.5	798.3	563.4	511.0	479.3	
gemiddelde snelheid	4.7	5.0	4.7	4.5	4.5	5.7	6.0	6.4	5.5	4.9	4.8	4.4	

Tabel: Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

Bezoekadres
Nicolaas Maessingel 271
3311 KS Dordrecht

Telefoon +31 (0) 78 65 10 300
E-mail info@kvmc.nl

Pagina 8 van 14
160.219 RAP 391 Windhinder onderzoek 20180202



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

1.4. Simulatie windsnelheden met CFD

Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt de uitvoerende partij Peutz over een eigen windtunnel. Als het gaat om relatief eenvoudige bebouwingssituaties, of bebouwingssituaties waar op voorhand van wordt verwacht dat geen grote windproblemen op gaan treden, kan worden volstaan met een numerieke simulatie met Computational Fluid Dynamics (CFD). In deze situatie is in overleg met Peutz van deze onderzoeksmethode uitgegaan. De rekenmethode is aan de hand van eerder uitgevoerde windtunnelprojecten gevalideerd.

De grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit ten aanzien van het temperatuurprofiel) aanwezig is wordt aan de rand van het CFD-model opgewekt zodat het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door de direct omliggende bebouwing en begroeiing mee te modelleren.

De windsnelheden rondom het project worden met het CFD-model voor 12 windrichtingen berekend. Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend in navolging van de NPR 6097, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar bepaald. De totale overschrijdingskans is de som van de overschrijdingskansen per windrichting, ook wel de hinderkans en de gevaarkans genoemd. Deze worden vervolgens getoetst aan de NEN 8100 om het lokale windklimaat te kunnen beoordelen.

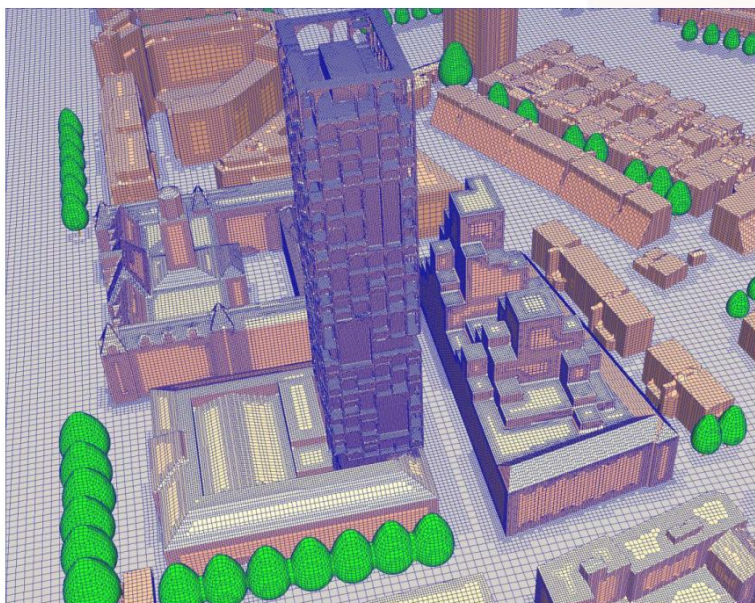
In bijlage 1 is het technisch inlegvel, conform de NEN 8100, opgenomen. Het technisch inlegvel bevat een aantal rubrieken en aandachtspunten die een kort, schetsmatig overzicht geven van de relevante zaken van de CFD-berekeningen.



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

2. Rekenresultaten

In onderstaand figuur is een aanzicht gegeven van het rekengrid ter plaatse van de geplande bebouwing.



Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel

Het toekomstige windklimaat wordt beoordeeld op basis van de uitgevoerde CFD berekeningen, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 1.2.1 en 1.2.2 betreffende windhinder en windgevaar. Opgemerkt dient te worden dat het windremmende effect van de geplande of zeer jonge begroeiing, gezien het beperkte effect bij jonge aanplant, niet in de berekening is meegenomen.



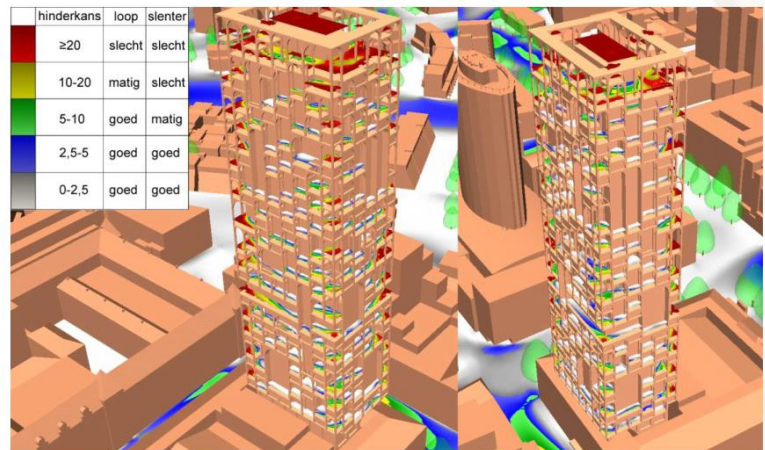
Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

In onderstaand figuur wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de geplande bebouwingssituatie weergegeven.



Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100

In volgend figuur is voor een tweetal aanzichten op de toren het te verwachten windklimaat op de verschillende mogelijke buitenruimtes van het plan gevisualiseerd.



Het te verwachten windklimaat op de verschillende buitenruimtes van het plan, beoordeeld volgens de NEN b8100



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën lopen en slentergebied. Het criterium voor slentergebied is van toepassing bij de gebouwentrees en de terrassen, verder wordt het criterium voor loopgebied gehanteerd. In slentergebieden wordt een hinderkans van minder dan 5%, overeenkomend met een beoordeling goed nagestreefd. Het criterium voor langdurig zitten is niet toegepast.

Het aspect windgevaar wordt alleen tekstueel beoordeeld.

2.1. Omgeving rondom het gebouw

Uit de resultaten blijkt onder meer dat het windklimaat rond het gebouw, gezien de afmetingen van de geplande nieuwbouw, relatief gunstig is. Met uitzondering van het gebied ten oosten en noordoosten van de toren mag rond het plan een goed windklimaat voor doorlopen verwacht worden.

Dit relatief gunstige windklimaat wordt verklaard door de goede positionering van de toren op het monument, in combinatie met de open structuur van de hoeken van de toren. Door deze openheid worden valwinden langs de gevel voor een deel voorkomen. Het te verwachten windklimaat aan de oostzijde van de toren is matig voor doorlopen. Voor de gevel van het Timmerhuis is het windklimaat voor slenteren, o.a. ter plaatse van de entree van het Museum van de stad Rotterdam hiermee slecht. Voor de gevel van het eigen gebouw is het windklimaat lokaal goed voor entree gebied. Opgemerkt mag worden dat de reeds wel geplante, maar nog zeer jonge bomen voor de gevel van het museum niet in de berekeningen zijn meegenomen. Op termijn zullen deze bomen leiden tot een verbetering van het windklimaat in dit gebied. Er wordt geadviseerd om het windklimaat ter plaatse van de entree van het museum te verbeteren door het plaatsen van een scherm of groenblijvende begroeiing aan de zuidzijde van de entree.

Op basis van de berekeningen is er in het gebied rond de geplande nieuwbouw geen overschrijding van het gevaarcriterium te verwachten.

2.2. Buitenruimtes in de toren

Het windklimaat op de verschillende buitenruimtes van het plan kent zeer grote verschillen. Die buitenruimtes die een meer logia-achtige situering hebben (gesloten wanden aan beide zijden) kunnen rekenen op een goed windklimaat. Bij de meer open hoeken van de toren zijn echter hoge windsnelheden te verwachten, waardoor een voor terrassen zeer slecht windklimaat ontstaat. Hierbij is lokaal ook sprake van een overschrijding van het criterium voor windgevaar. Opgemerkt mag worden dat in het model eventuele winddichte borstweringen niet zijn meegenomen. Het effect van deze borstweringen op het windklimaat op de toetsingshoogte van 1,75 m boven vloerniveau zal echter gering zijn. Voor een effectieve verbetering van het windklimaat op deze terrassen is een bij voorkeur verdiepingshoog scherm aan één van de zijden van deze buitenruimtes noodzakelijk. Door het plaatsen van een dergelijk scherm wordt een meer inpanidige situatie gecreëerd, wat zal leiden tot een sterke verbetering van het windklimaat.



Van der Kooij en Verhoef
Management & Consultancy bv

3. Samenvatting en conclusie

KVMC management & consultancy is door ontwikkelaar Omnam Investment Group onder meer gecontracteerd als adviseur bouwfysica en brandveiligheid. In het kader van de ruimtelijke ordening is er een onderzoek uitgevoerd naar windhinder van de geplande woontoren achter het voormalige postkantoor. Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing van het project Post Rotterdam. Doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing en op de verschillende buitenruimtes van het plan.

Voor de opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de Nederlandse norm NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

Uit de resultaten van het onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Het te verwachten windklimaat rond het plan is op veel plaatsen goed voor doorlopen.
- Het te verwachten windklimaat aan de oostzijde van de toren is matig voor doorlopen. Voor de gevel van het Timmerhuis is het windklimaat voor slenteren, o.a. ter plaatse van de entree van het Museum van de stad Rotterdam hiermee slecht. Er wordt geadviseerd om het windklimaat ter plaatse van de entree van het museum te verbeteren door het plaatsen van een scherm of groenblijvende begroeiing aan de zuidzijde van de entree.
- Voor de gevel van het eigen gebouw is het windklimaat ter plaatse van de entree lokaal goed voor slenteren.
- Op basis van de berekeningen is er in het gebied rond de geplande nieuwbouw geen overschrijding van het gevaarcriterium te verwachten.
- De buitenruimten van het plan die een meer logia-achtige situering hebben (gesloten wanden aan beide zijden) kunnen rekenen op een goed windklimaat.
- Op de meer open gelegen terrassen op de hoeken van de toren wordt zonder aanvullende maatregelen een zeer slecht windklimaat verwacht, waarbij op een aantal locaties sprake is van een overschrijding van het criterium voor windgevaar.
- Voor een effectieve verbetering van het windklimaat op deze terrassen is een bij voorkeur verdiepingshoog scherm aan één van de zijden van deze buitenruimtes noodzakelijk.

Einde rapportage

Bezoekadres

Nicolaas Maessingel 271
3311 KS Dordrecht

Telefoon +31 (0) 78 65 10 300
E-mail info@kvmc.nl

Pagina 13 van 14
160.219 RAP 391 Windhinder onderzoek 20180202


 Van der Kooij en Verhoef
 Management & Consultancy bv

Bijlage 1 – technisch inlegvel
Project Projectgegevens

Projectnaam	Post Rotterdam
Opdrachtgever	Omnam Investment Group
Projectleider	T. Versluis
Datum	2 februari 2018

Model Algemene gegevens van het model

Omvang gemodelleerd gebied	1150 x 1150 meter
Kerngebied	het gebied rondom de geplande nieuwbouw
Omgeving	bebouwing/begroeiing
Afmetingen model	1250 x 1250 x 500 meter
Blokkeringsgraad	<10%
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)
Onderzochte configuraties	geplande bebouwingssituatie

Computeropstelling Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur

Programmatuur	OpenFoam 3.0.x	
	✓ FVM (eindige volume methode)	
	– FEM (eindige elementen methode)	
	– anders	
Algemeen	✓ drie-dimensionaal	– twee-dimensionaal
	✓ tijd-onafhankelijk	– tijd-afhankelijk
	✓ Isothermisch	– thermisch
	– passieve scalairs	– actieve scalairs
Rekenrooster	circa 11,2 miljoen cellen; verfijning t.p.v. de geplande bebouwing	
Turbulentiemodellering	k- ε -RNG-turbulentiemodel	
Convectieve differentieschema's	snelheidscomponenten: Gauss	
turbulente grootheden:	Gauss	
	scalaire variabelen: -	

Randvoorwaarden Gebruikte randvoorwaarden

Instrooprofiel	logaritmisch snelheidsprofiel, $z_0=0,7$ m
Uitlaat	constante druk
Boven-/zijwanden	gesloten, wrijvingsloos

Gegevensverwerking en -beoordeling Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat

Amersfoortse coördinaten van de locatie	X = 92700
	Y = 437492

Toegepaste eisen	$V_{0,6}$ [m/s]	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans [%]	Beoordeling
Voor comfort			$p(V_{0,6} > V_{0,6,i})$	
Doorlopen	5,0	≤ D	< 20	≤ matig
Slenteren	5,0	≤ C	< 10	≤ matig
Zitten	5,0	≤ B	< 5	≤ matig
Regionale correctie	Geen correctie			
Voor gevaar			$p(V_{0,6} > V_{0,6,i})$	
	15	n.v.t	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15	n.v.t	$p \geq 0,30$	gevaarlijk

 Gepresenteerde resultaten windhinder: figuren met $p(V_{0,6} > V_{0,6,i})$ -waarden, gevaar: tekstuele beoordeling
 Opmerkingen

Bijlage 2

Beaufort windschaal

Beaufort windschaal relateert empirisch bepaalde wind snelheden aan door de mens fysisch waarneembare aspecten. Er is een kolom bijgevoegd waarin indicatief de kwaliteitservaring is toegevoegd volgens de NEN8100:2006.

Beaufort schaal	wind snelheid [op 1.75 m hoogte]	beschrijving	effect	ervaren kwaliteit gerelateerd aan NEN8100 [indicatief]
0	0-0.1 m/s	kalm	geen wind	als niet storend ervaren
1	0.2-1.0 m/s	zwake wind	geen waarneembare wind	
2	1.1-2.3 m/s	matige wind	wind merkbaar op gezicht	
3	2.4-3.8 m/s	lichte bries	haar wapperd, kleding wapperd, lastig een krant te lezen	
4	3.9-5.5 m/s	bries	los papier verwaaid en stof, haar verwaaid een beetje	potentie tot windhinder
5	5.6-7.5 m/s	frisse bries	wind is merkbaar op lichaam, kan uit balans raken wanneer in een winderige zone	windhinder wordt ervaren
6	7.6-9.7 m/s	sterke bries	lastig een paraplu te bedienen, lastig rechtop te lopen, oren hoort onprettig	
7	9.8-12 m/s	harde wind	lopen voelt onprettig	
8	12.1-14.5 m/s	stormachtige wind	lastig voorruit te komen, bij vlagen moeilijk balans te houden	
9	14.6 - 17.1 m/s	storm	mensen worden omver gewaaid	

