

verleend

Behoort bij besluit van
Burgemeester en wethouders
van 's-Hertogenbosch

d.d. : 6 juli 2011

nr. : SOB1002490

PEUTZ

Gemeente 's Hertogenbosch
T.a.v. de heer I. de Leeuw
Postbus 12345
5200 GZ 's Hertogenbosch

Mook, 2 februari 2011

Betreft: Invloed Jheronimustoren op het windklimaat nabij Armada 5
Ref.: AA/Lv/W 15199-1-BR

Geachte heer De Leeuw,

Naar aanleiding van uw verzoek om nadere informatie omtrent het te verwachten windklimaat nabij Armada 5, en wel met name de invloed van de geplande nieuwbouw van de Jheronimus toren op dit windklimaat delen wij u het volgende mede.

Door ons bureau zijn in de afgelopen jaren in opdracht van [REDACTED] diverse onderzoeken aan schaalmodellen in de windtunnel uitgevoerd teneinde het te verwachten windklimaat in de directe, doch ook wat ruimere omgeving rond de geplande nieuwbouw vast te stellen.

Uit de verschillende onderzoeken is gebleken dat de plaats van de toren, die op verschillende posities in de windtunnel getest is, slechts zeer beperkt van invloed is op het windklimaat nabij Armada 5.

Ook het al dan niet aanbrengen van een luifel aan de Jheronimus toren heeft een verwaarloosbare invloed op het windklimaat nabij Armada 5 tot gevolg. Deze voorziening is dan ook met name bedoeld om het windklimaat aan de voet van de toren te verbeteren.

Verder van de toren neemt de windsnelheid, die aan de voet van de toren van hogere bouwprojecten vaak hoog is door het optreden van valwinden, in het algemeen snel af doordat de wind zich over een groter gebied uit kan middelen.

Met de toren op de uiteindelijk geplande positie, wat meer in het water, wordt op enige afstand voor de gevel en dicht langs de gevel van Armada 5 een goed windklimaat verwacht. Hierbij zou dit beoordeeld mogen worden met het criterium voor de activiteit doorlopen, doch zelfs indien het criterium voor de activiteit slenteren (normaal toegepast

Ir. G.M.A. Perquin
Ir. J.H. Granneman
Ir. M.L.S. Vercammen
Ir. J.F.W. Koopmans
Ir. P.H. Wapenaar
Ir. C.I. Esmeijer

Ir. J.J. Mertens
Ing. R.P.M. Jansen
Ing. J.H.N. Buils
Ir. J.A. Hulzer
Ir. J.F. Wijnla
Ir. N.J. van Oerle
Ir. G.W. Lassche
Ir. B. Snoelj
Ir. J.A. Eltsackers
Ir. S.P.M. van den Akker
Ir. G.M. van Uffelen
Ing. E.H.A. de Beer
Ing. D.J. den Boer
Ir. J.J.G. Hesen
Ir. A.G.J. Vervoort
Ing. M.R. Lautenbach
P.J. van den Boogaard
A.W. Alders
Ing. L.F.M. Lemmers
Ing. H.M. Bruggema
D.R.C. Staal
Th. W. Scheers
Ir. M.P.M. Luyckx
Ir. F.A.G.M. Schermer
Ing. D.W. de Leeuw
Ir. M.A. Wolfert
S.M.C.M. Dirix
Ir. J.A. Peperkamp
Ir. A.J. Pikaar

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

Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH Mook
Tel. (024) 357 07 07
info@mook.peutz.nl

L. Springerlaan 37, Postbus 7
9700 AA Groningen
Tel. (050) 520 44 88
info@groningen.peutz.nl

Montageweg 5
6045 JA Roermond
Tel. (0475) 324 333
info@roermond.peutz.nl

www.peutz.nl

Peutz GmbH
Düsseldorf, Bonn, Berlin
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

Daldalos Peutz bvba
Leuven
info@daldalospeutz.be
www.daldalospeutz.be

Peutz
Sevilla
info@peutz.es
www.peutz.es

Köhler Peutz Gaveltechniek bv
Zoetermeer
info@gevel.com
www.gevel.com

Opdrachten worden aangevaard en
uitgevoerd volgens De Nieuwe
Regeling 2005

Lid NLingenieurs
ISO 9001 gecertificeerd
KvK nummer: 12028033
BTW identificatienummer
NL004933837B01

voor gebouwingangen en winkelgebied) zou worden gehanteerd, wordt er nog steeds een goed windklimaat verwacht.

De beoordeling en vaststelling van het te verwachten windklimaat is hierbij gebeurd conform de NEN 8100:2006 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving en de hieraan te koppelen NPR 6097:2006 Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland. Met deze laatste is het mogelijk om de voor de onderhavige locatie geldende windstatistiek vast te stellen.

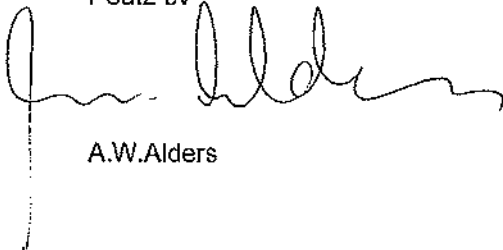
Op grotere hoogte langs de gevel van Armada 5 zijn geen metingen verricht, omdat het doel van het windklimaatonderzoek was het vaststellen van het te verwachten windklimaat op loopniveau, in het algemeen maatgevend voor de beoordeling van een bouwplan. Op grotere hoogte waait het vrijwel altijd harder dan op maaiveldniveau, dit komt door de ruwheid van het aardoppervlak, de remming van de wind door aanwezige bebouwing, begroeiing etc. Derhalve dienen dan ook op balkonhoogte van Armada 5 altijd wat hogere windsnelheden verwacht te worden dan op maaiveldniveau, dit heeft niets te maken met de Jheronimus toren. Gezien de meetresultaten op maaiveldniveau verwachten wij dat het windklimaat op de balkons niet of hooguit verwaarloosbaar beïnvloed zal worden door de Jheronimus toren.

Een éénduidig uitsluitel kan hierin echter alleen gegeven worden door opnieuw in de windtunnel metingen te verrichten, en dan wel op het betreffende balkonniveau. Wij achten dat gezien de reeds beschikbare meetresultaten echter absoluut niet noodzakelijk. Er is geen enkele aanwijzing die erop duidt dat bij Armada 5 op de balkons ten gevolge van de Jheronimus toren een slecht windklimaat te verwachten is, mede omdat de balkons van Armada van een gesloten borstwering voorzien zijn.

Vertrouwend u hiermede voldoende geïnformeerd te hebben,

met vriendelijke groeten,

Peutz bv



A.W. Alders

verleend

Behoort bij besluit van
Burgemeester en wethouders
van 's-Hertogenbosch

d.d. : 6 juli 2011

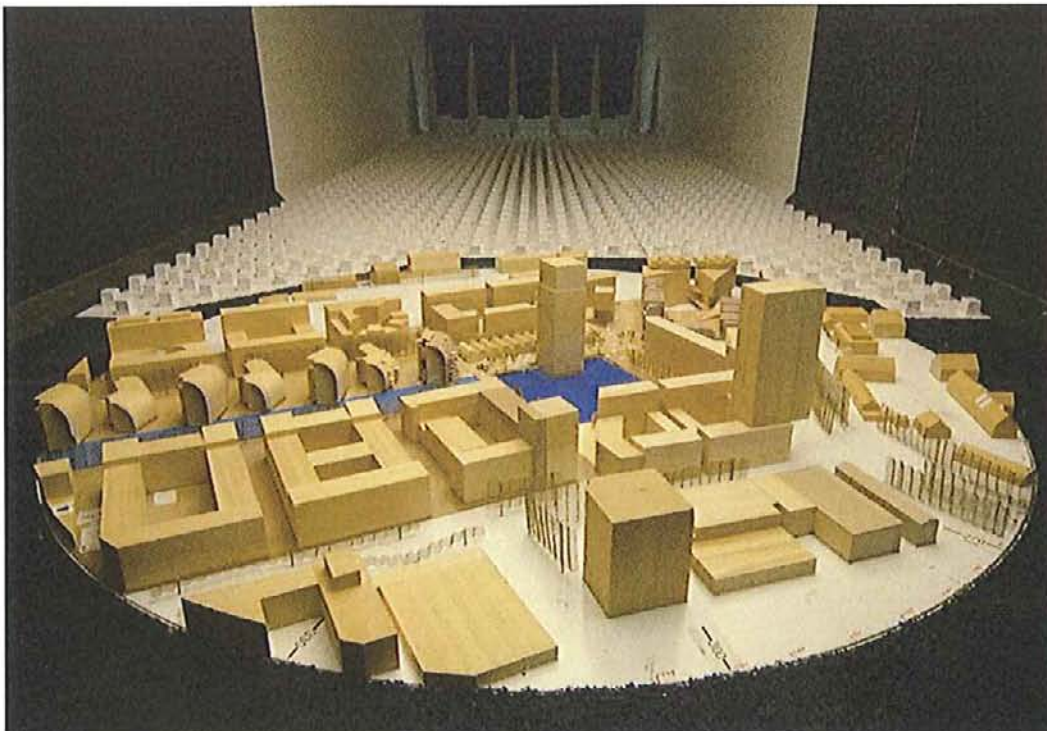
nr. : SOB1002490

PEUTZ

Rapport

Paleiskwartier deelplan M Jheronimus te 's-Hertogenbosch
Windtunnelonderzoek met betrekking de invloed van de
geplande nieuwbouw op het windklimaat bij bebouwing
Armada C5.

Rapportnummer W 15199-1-RA d.d. 3 mei 2011



Figuur 1: Maquette in de windtunnel (geplande situatie).

Opdrachtgever: [REDACTED]
Rapportnummer: W 15199-1-RA
Datum: 3 mei 2011
Ref.: OO/LvI/W 15199-1-RA

Lid NLingenieurs
ISO-9001 gecertificeerd

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

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

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

Monlageweg 5
6045 JA Roermond
Tel. (0475) 324 333
Info@roermond.peutz.nl

www.peutz.nl

Peutz GmbH
Düsseldorf, Bonn, Berlin
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

Peutz
Sevilla
Info@peutz.es
www.peutz.es

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

Opdrachten worden aanvaard
en uitgevoerd volgens De
Nieuwe Regeling 2005

BTW identificatienummer
NL004933637B01
KvK: 12028033

Inhoud

	pagina
1. INLEIDING	3
2. NORMSTELLING EN OPZET VAN HET ONDERZOEK	4
2.1. Beslismodel NEN 8100	4
2.2. Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100	4
2.2.1. Windhinder	4
2.2.2. Windgevaar	5
2.3. Windklimaat op de locatie	6
2.4. Simulatie windsnelheden in de windtunnel	7
2.5. Schaalmodel	8
2.6. Onderzoek in de windtunnel	9
3. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	11
3.1. Bestaande bebouwingssituatie	12
3.2. Geplande bebouwingssituatie	13
4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	14

1. INLEIDING

In opdracht van [REDACTED] is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het nieuwbouwplan Paleiskwartier deelplan M Jheronimus te 's-Hertogenbosch, inclusief de bestaande en geplande stedenbouwkundige omgeving van het project.

Ten behoeve van het onderzoek is het bij Peutz aanwezige schaalmodel zoals gehanteerd voor eerder uitgevoerd windklimaatonderzoek geactualiseerd.

Het doel van het onderzoek was het verkrijgen van inzicht in de invloed van realisatie van de geplande nieuwbouw op het windklimaat bij de ten noordwesten van de bouwlocatie gesitueerde bebouwing Armada C5. Het onderzoek is zowel gericht op het windklimaat op begane grondniveau rondom gebouw C5 als ter plaatse van de buitenruimten (balkons) van gebouw C5. Om het te verwachten windklimaat te kunnen relateren aan het huidige windklimaat is tevens onderzoek verricht naar het huidig heersende windklimaat.

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*.

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

In hoofdstuk 2 wordt de normstelling toegelicht en de opzet van het onderzoek beschreven.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek besproken.

In hoofdstuk 4 is een samenvatting betreffende het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.

2. NORMSTELLING EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

2.1. Beslismodel NEN 8100

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 windhinderonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 m, zoals in de geplande nieuwbouwsituatie, wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie als noodzakelijk gezien.

2.2. Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100

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 o.i.d.) 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 activiteitenklassen. 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.

2.2.1. 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 e.d.

Aan de hand van onderstaande tabel 1, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

Tabel 1: Criteria windhinder volgens NEN 8100.

Overschrijdingskans $p(v_{LOK} > v_{DR,H})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		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

Afhankelijk van de activiteitenklasse wordt de waardering van het lokale windklimaat gekwalificeerd met 'goed', 'matig' of 'slecht' (zie tabel 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 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.

Activiteitenklasse 'langdurig zitten' is dusdanig kritisch dat deze met terughoudendheid wordt toegepast.

2.2.2. Windgevaar

Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde $v_{DR,G}$ gehanteerd.

Op basis van tabel 2, afkomstig uit de NEN 8100, wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

Tabel 2: Criteria windgevaar volgens NEN 8100.

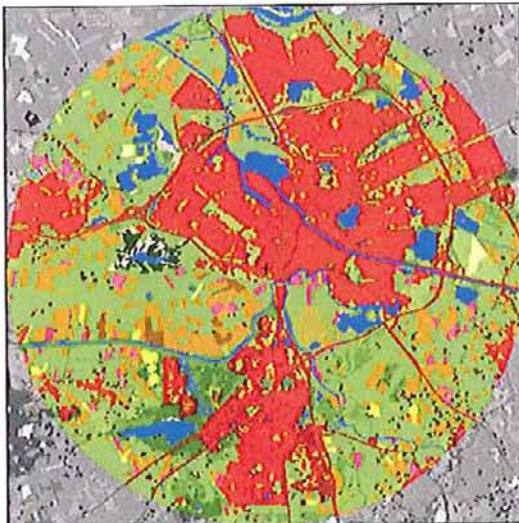
Overschrijdingskans $p(v_{LOK} > v_{DR,G})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

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 $p \leq 0,05$.

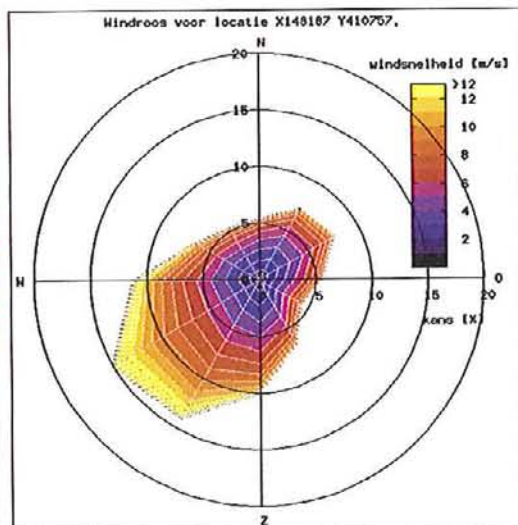
Situaties met een overschrijdingskans van $p \geq 0,30$ zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld."

2.3. Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de resultaten van de metingen aan een schaalmodel in de windtunnel 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 applicatie 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 project. De terreinruwheden van het omliggend gebied worden per categorie weergegeven in figuur 2. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.



Figuur 2: Terreinruwheid tot 6 km afstand.



Figuur 3: Windroos betreffende locatie.

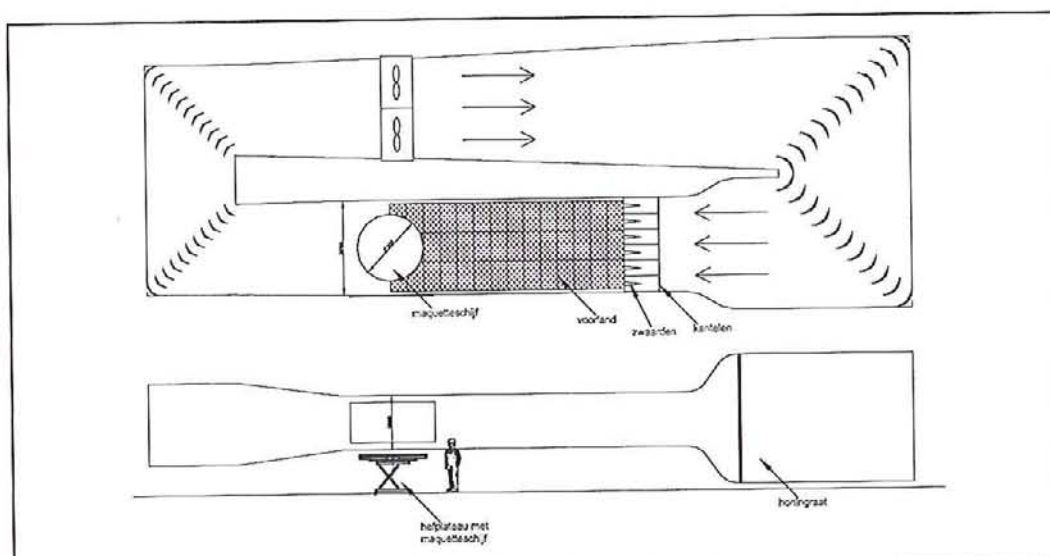
In figuur 3 is de op basis van de NPR 6097 berekende windroos op 60 meter hoogte boven de betreffende locatie weergegeven. In de windroos wordt de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weergegeven alsmede de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen. Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (tabel 3) blijkt onder meer dat op de bouwlocatie bij wind uit het zuidwesten tot westen de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind het meest uit het zuidwesten komt (210° en 240°).

Tabel 3: Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097.

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar											
Postcode X148187 Y410757 Jaar 1963-2002											
Totaal aantal uren: 57574 Gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.8											
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	Noord 360°
0.0 - 0.9	22.3	21.9	14.8	10.6	17.0	21.0	14.4	12.5	18.0	17.1	18.5
1.0 - 1.9	67.3	62.5	43.0	32.9	53.9	71.4	53.1	46.8	59.5	51.0	57.5
2.0 - 2.9	92.7	92.5	64.5	48.7	75.2	106.5	88.0	72.6	87.9	74.8	77.5
3.0 - 3.9	103.8	100.0	75.7	61.5	90.2	121.0	109.9	91.5	100.7	83.2	83.3
4.0 - 4.9	99.9	113.2	77.8	56.9	92.6	119.3	133.3	116.0	113.1	83.2	75.7
5.0 - 5.9	87.7	94.7	71.6	53.5	60.0	114.0	139.6	131.2	111.9	70.6	59.8
6.0 - 6.9	64.9	60.6	51.2	40.8	57.7	90.6	120.8	132.5	102.2	59.8	44.9
7.0 - 7.9	42.0	51.4	38.7	31.0	40.2	81.9	121.2	130.5	90.1	40.8	31.5
8.0 - 8.9	25.7	35.3	26.1	20.6	28.1	55.5	109.3	122.4	76.3	33.1	22.1
9.0 - 9.9	15.6	19.0	15.2	13.1	19.8	39.0	94.2	109.4	64.0	23.7	15.9
10.0 - 10.9	6.8	13.4	9.3	6.3	10.9	27.2	76.5	93.7	47.2	15.0	8.6
11.0 - 11.9	2.7	6.8	4.9	3.1	6.8	16.4	53.8	76.6	33.8	10.6	4.4
12.0 - 12.9	1.9	2.3	2.0	1.4	3.1	9.3	39.5	59.1	27.2	5.3	2.6
13.0 - 13.9	0.4	0.4	1.0	0.4	1.2	4.9	29.9	47.3	19.0	2.5	1.7
14.0 - 14.9	0.0	0.4	0.4	0.2	0.5	2.3	17.1	32.2	13.1	1.3	0.8
15.0 - 15.9	0.0	0.1	0.3	0.2	0.3	1.1	11.5	21.0	10.2	0.8	0.2
16.0 - 16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	7.1	15.3	5.7	0.3	0.2
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	9.4	4.2	0.2	0.1
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	5.9	2.3	0.1	0.0
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.1	1.8	0.1	0.0
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.3	0.9	0.0	0.0
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	0.8	0.0	0.0
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.2	0.0	0.0
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0
27.0 - 27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
aantal uren	638.7	603.3	496.5	381.2	578.4	806.4	1235.2	1337.0	991.9	584.1	472.0
gemiddelde snelheid	4.5	4.8	4.9	4.9	4.9	5.4	7.0	7.9	6.6	5.1	4.4

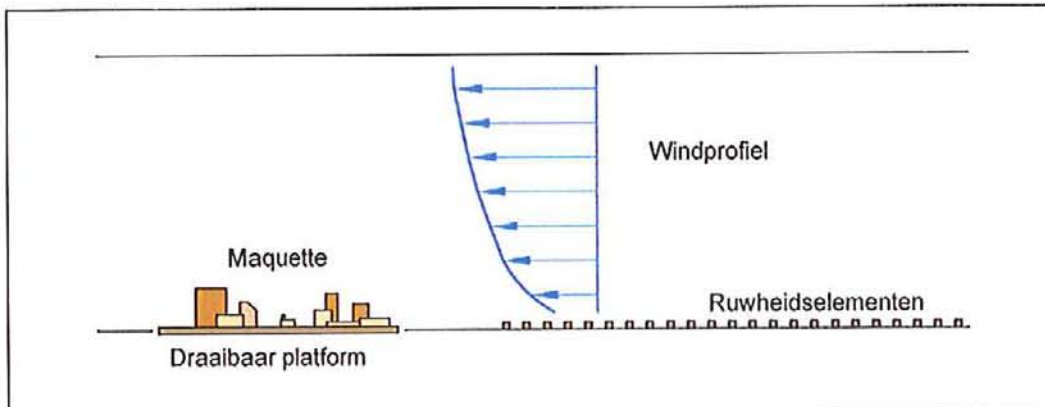
2.4. Simulatie windsnelheden in de windtunnel

Voor het uitvoeren van windtunnelonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. Dit betreft een gesloten grenslaagtunnel, speciaal ontworpen voor het simuleren van een atmosferische grenslaag. In figuur 4 is een schematische weergave van de windtunnel opgenomen.



Figuur 4: Schematische weergave van de gesloten grenslaagtunnel van Peutz.

In de windtunnel wordt de grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit t.a.v. het temperatuurprofiel) aanwezig is, op schaal opgewekt, zodat aan de rand van het schaalmodel het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door het mee modelleren van de direct omliggende bebouwing. Zie figuur 5.



Figuur 5: Opwekken windprofiel in de windtunnel.

2.5. Schaalmodel

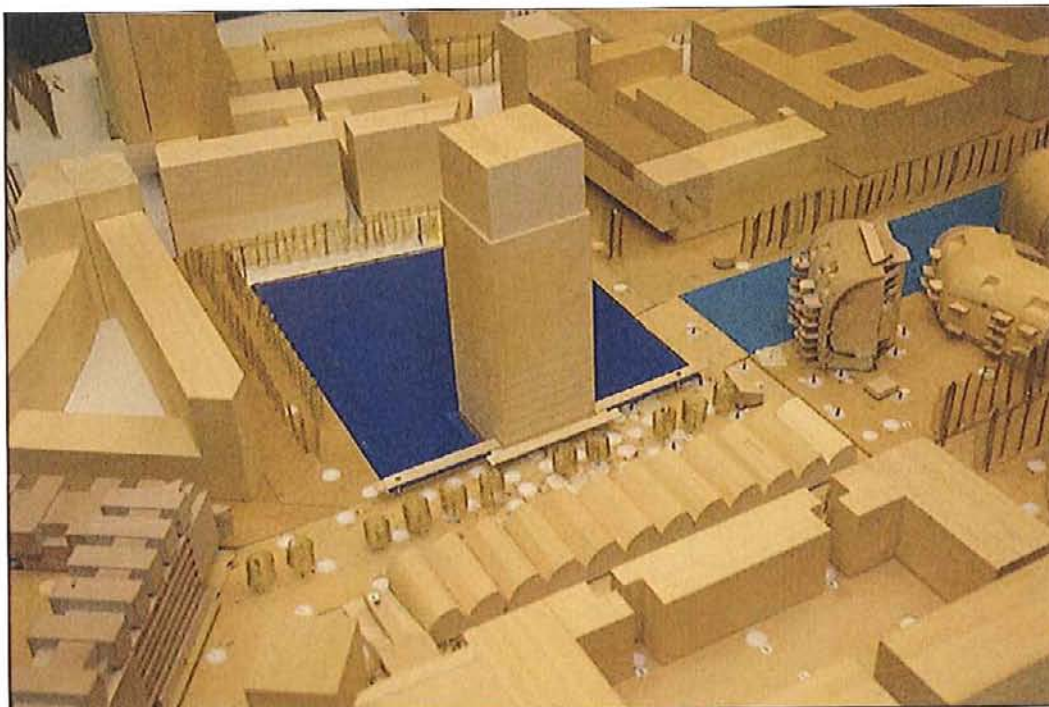
Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is gebruik gemaakt van het bij Peutz aanwezige 1 : 250 schaalmodel uit 2008.

Het schaalmodel van de geplande nieuwbouw Jheronimus en bijbehorende luifel is geactualiseerd aan de hand van de bouwaanvraagtekeningen van Inbo d.d. 29 april 2010 (SOB1002490) en de bouwaanvraagtekeningen van de luifel van BDP.khandekar d.d. 18 februari 2011.

Voor de geplande begroeiingssituatie is uitgegaan van de terreininrichtingstekening van BDP.khandekar d.d. 1 maart 2010. De gemodelleerde begroeiingshoogte bedraagt 8 meter.

Ten behoeve van het onderzoek ter plaatse van de buitenruimten van gebouw C5 Armada is de modellering van het betreffende schaalmodel verfijnd. Bij de meetposities op het gebouw is de aanwezige balustrade in het schaalmodel meegenomen. De balustrades zijn gemodelleerd met een geperforeerd materiaal waarvan de mate van openheid ongeveer gelijk is aan die in de werkelijke situatie. Op plaatsen met balustrades van glas is het geperforeerde materiaal afgeplakt of is een dicht materiaal gebruikt.

De omliggende bestaande bebouwings- en begroeiingssituatie is geactualiseerd op basis van een inventarisatie ter plaatse. In totaal is een gebied gemodelleerd met een straal van ca. 285 meter vanaf het hart van de maquette.



Figuur 6: Maquette geplande bebouwingssituatie.

2.6. Onderzoek in de windtunnel

In totaal zijn op 31 plaatsen de gemiddelde windsnelheden op loop- en verblijfsniveau gemeten. De meetpunten op loopniveau zijn geplaatst op een hoogte overeenkomend met ca. 1,75 meter (hoofdhoogte) boven plaatselijk maaiveld in werkelijkheid. Bij de buitenruimten is uitgegaan van een zittende positie met een hoofdhoogte van ca. 1,2 meter. Per punt is bekeken of het ligt in een gebied dat gezien wordt als doorloopgebied of als slentergebied.

Met behulp van de windtunnelmetingen zijn voor 12 verschillende windrichtingen voor alle meetpunten windsnelheidscoëfficiënten c_v bepaald, zijnde de verhouding tussen de windsnelheden op loop- en verblijfsniveau en de windsnelheid op 60 meter hoogte. Met deze windsnelheidscoëfficiënten kan per windrichting bepaald worden bij welke snelheden op 60 meter hoogte de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar op de meetposities worden overschreden.

Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend volgens de NPR 6097, die eveneens uitgaat van een referentiehoogte van 60 meter (mesohoogte), wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor deze kritische windsnelheid 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.

3. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

Onderstaand wordt een omschrijving gegeven van de doorgemeten situaties en worden de meetresultaten weergegeven. Het windklimaat wordt beoordeeld op basis van de meetgegevens uit de windtunnel, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar. Hierbij worden de meetpunten ter plaatse van de hoofdentrees en de buitenruimten (balkons) beoordeeld met het criterium voor slentergebied (categorie II). De overige meetpunten worden beoordeeld met het beoordelingscriterium voor loopgebied (categorie I).

Een overzicht van de categorie-indeling van meetpunten is weergegeven in bijlage II, figuur II.1.

3.1. Bestaande bebouwingssituatie



Figuur 7: Maquette bestaande bebouwingssituatie.

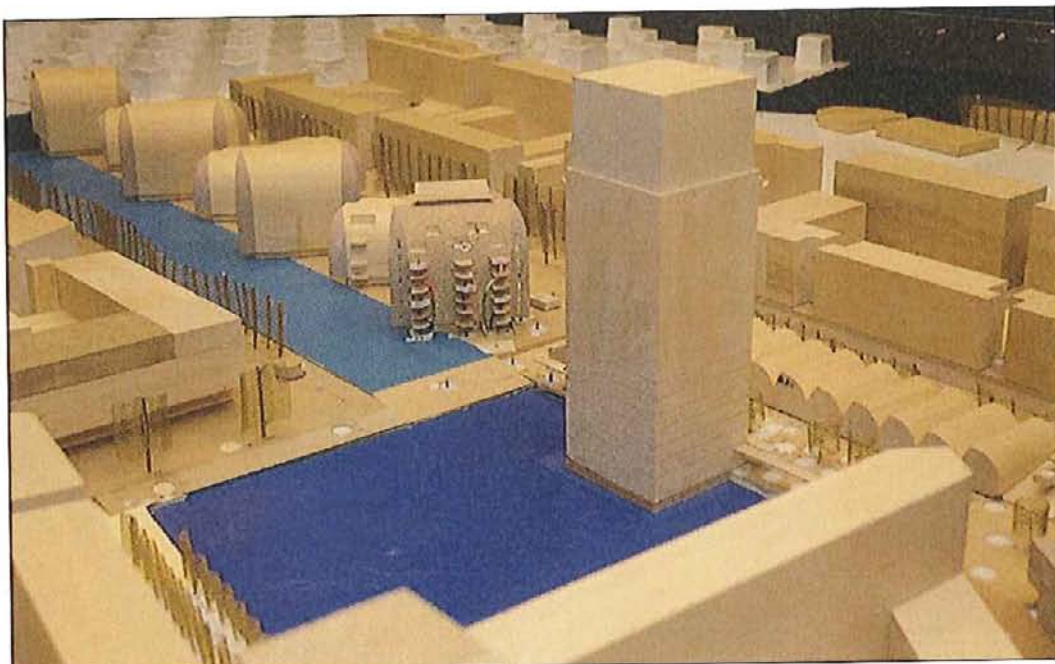
Situatie: De bestaande bebouwings- en begroeiingssituatie (mei 2011).

Meetresultaten: Bijlage II, figuur II.2

Beoordeling: In de directe omgeving van gebouw Armada C5 is in het gebied tussen de bouwdelen C5 en B5 alsmede tussen gebouw C5 en het shedgebouw plaatselijk sprake van een matig windklimaat. Verder wordt het windklimaat in de omgeving van gebouw C5 en bij de bouwlocatie van Jheronimus als goed beoordeeld.

De meetpunten ter plaatse van de buitenruimten van gebouw C5 laten een overwegend goed windklimaat zien. Op één van de meetpunten, bij de zuidwestelijke gebouwhoek, wordt het heersende windklimaat als matig beoordeeld.

3.2. Geplande bebouwingssituatie



Figuur 8: Geplande bebouwingssituatie.

Situatie: De geplande stedenbouwkundige situatie, inclusief hoogbouw Jheronimus en bijbehorende luifel en het inrichtingsplan.

Meetresultaten: Bijlage II, figuur II.3

Beoordeling: Realisatie van de geplande bebouwing heeft een overwegend positief effect op het windklimaat bij gebouw C5. Het windklimaat wordt in deze situatie op alle meetpunten in de directe omgeving van C5 als goed beoordeeld.

In deze bebouwingssituatie wordt het windklimaat ter plaatse van alle onderzochte buitenruimten als goed beoordeeld, ook ter plaatse van de zuidwestelijke gebouwhoek.

Bij gebouw Jheronimus is op één van de meetpunten sprake van een beoordeling matig. Verder wordt een goed windklimaat verwacht.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van [REDACTED] is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het nieuwbouwplan Paleiskwartier deelplan M Jheronimus te 's-Hertogenbosch. Doel van het onderzoek was het verkrijgen van inzicht in de invloed van realisatie van de geplande nieuwbouw op het windklimaat bij de ten noordwesten van de bouwlocatie gesitueerde bebouwing Armada C5. Het onderzoek is zowel gericht op het windklimaat op begane grondniveau rondom gebouw C5 als ter plaatse van de buitenruimten (balkons) van gebouw C5. Om het te verwachten windklimaat te kunnen relateren aan het huidige windklimaat is tevens onderzoek verricht naar het huidige heersende windklimaat.

Ten behoeve van het onderzoek is het bij Peutz aanwezige schaalmodel zoals gehanteerd voor eerder uitgevoerd windklimaatonderzoek geactualiseerd aan de hand van de meest recente gegevens en een inventarisatie ter plaatse.

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:

- In de bestaande bebouwingssituatie is in de directe omgeving van gebouw Armada C5 sprake van een matig tot goed windklimaat. Ter plaatse van de buitenruimten van dit gebouw is bij de zuidwesthoek op één van de meetpunten een matig windklimaat vastgesteld, verder wordt het windklimaat als goed beoordeeld.
- Realisatie van de geplande nieuwbouw heeft een overwegend positief effect op het windklimaat bij gebouw C5. In deze situatie wordt het windklimaat op alle meetpunten in de directe omgeving van C5 als goed beoordeeld. Ter plaatse van de buitenruimten is eveneens op alle meetposities sprake van een goed windklimaat, ook ter plaatse van de zuidwestelijke gebouwhoek.
- In de directe omgeving van gebouw Jheronimus is op één van de onderzochte meetpunten een matig windklimaat te verwachten. Verder is sprake van een beoordeling goed.

Dit rapport bestaat uit:

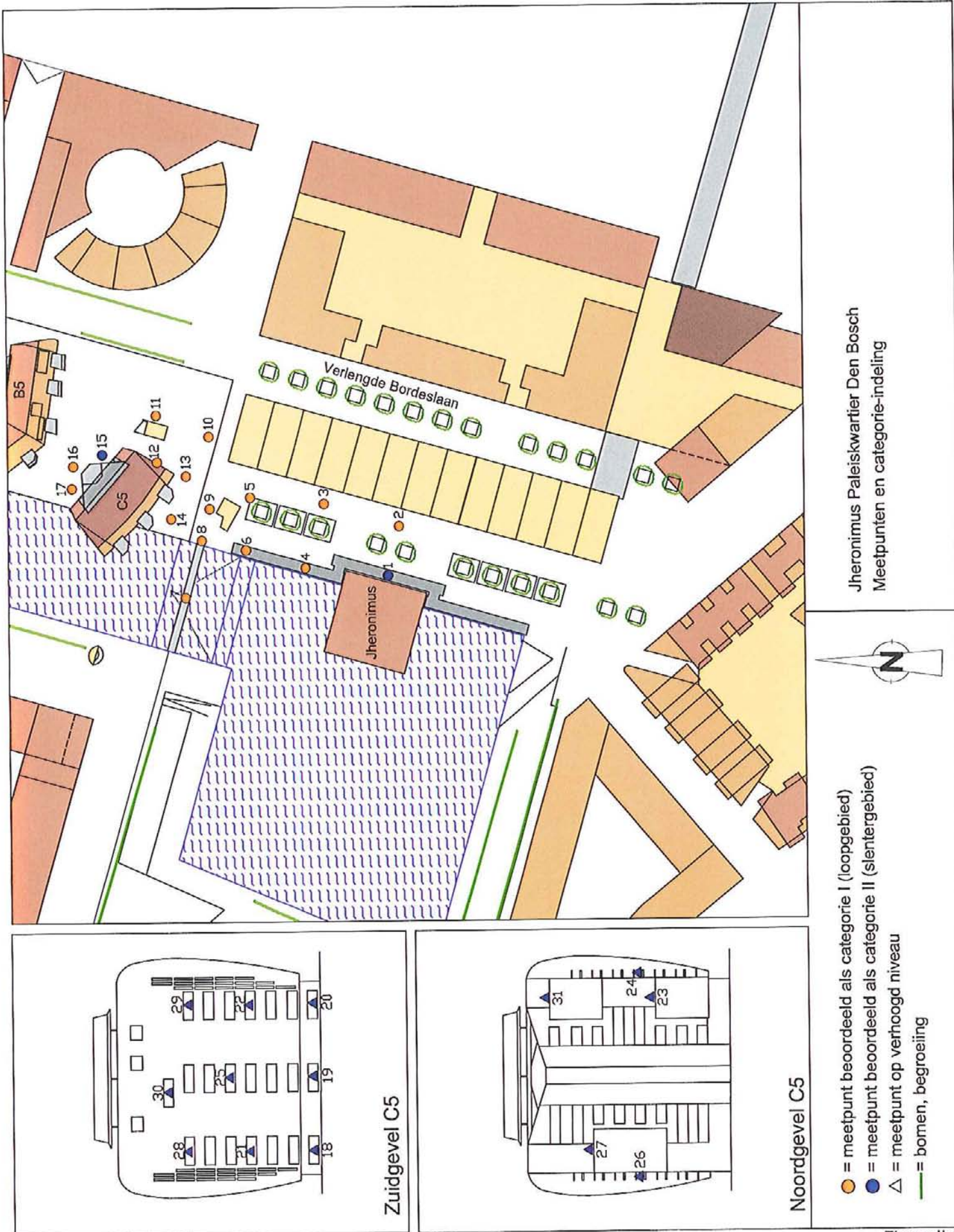
14 pagina's.

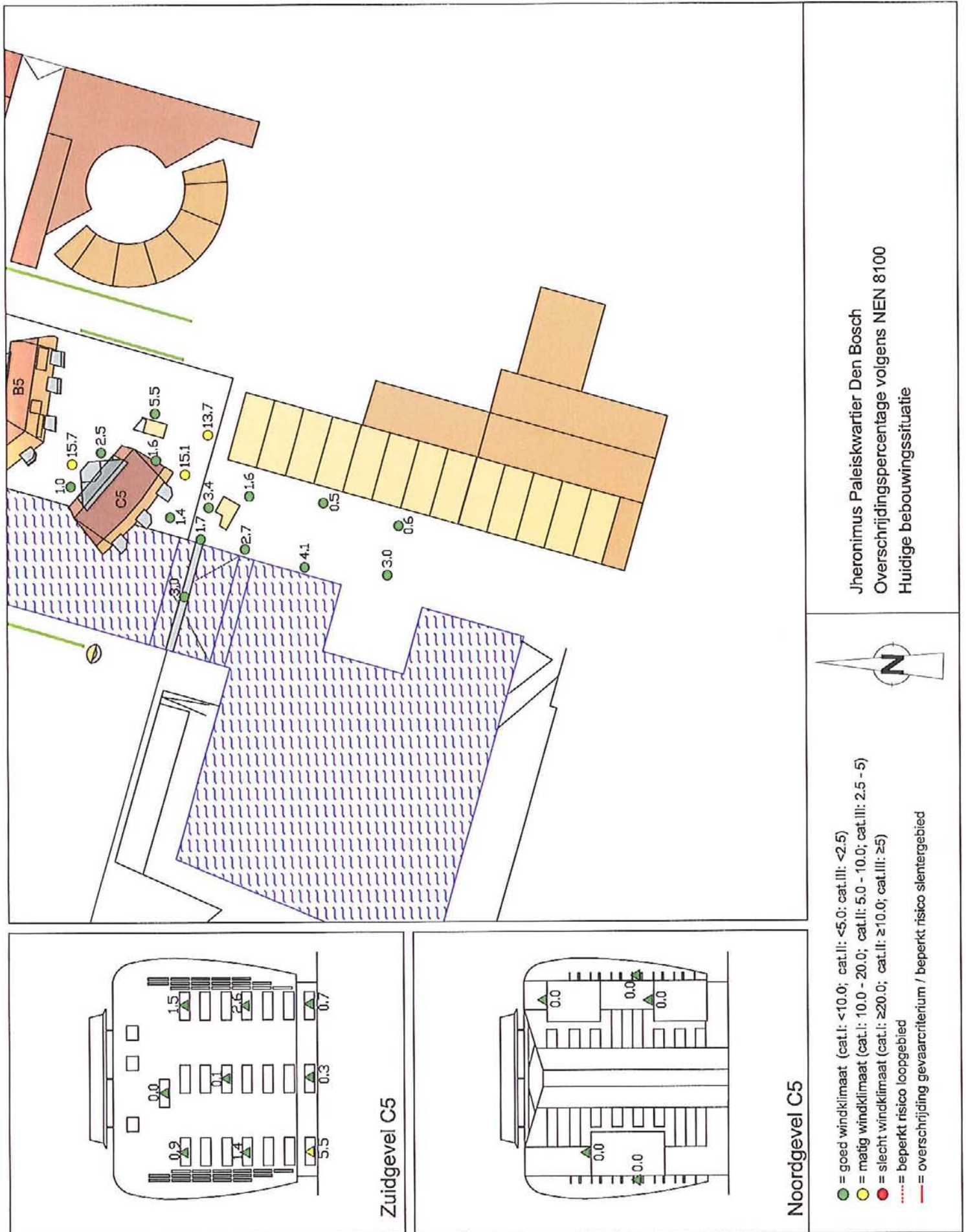
Bijlage I: Technisch Inlegvel windtunnelsimulatie.

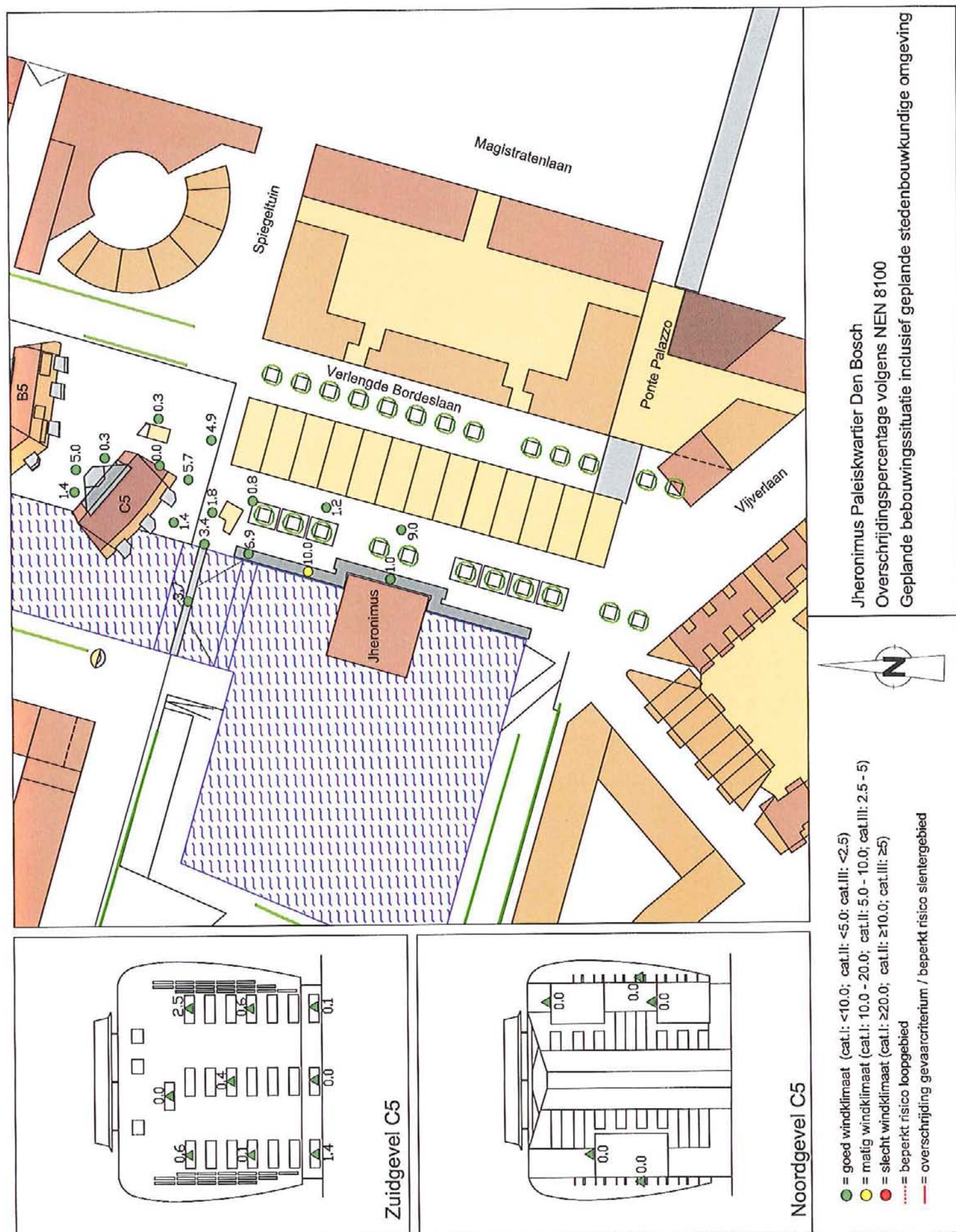
Bijlage II: 3 figuren met betrekking tot meetresultaten.

 Mook,

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Paleiskwartier deelplan M Jheronimus te 's-Hertogenbosch			
Opdrachtgever	BV Ontwikkelingsmaatschappij Paleiskwartier te 's-Hertogenbosch			
Projectleider	O.E. Otten			
Datum	3 mei 2011			
Model	Algemene gegevens van het model			
Schaal	1 : 250			
Blokkeringsgraad	< 5%			
Omvang gemodelleerd gebied	een cirkel met een straal van 285 meter			
Kerngebied	gebied met de betreffende nieuwbouw			
Omgeving	stedelijk bebouwd gebied			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen of rond gebogen gaas			
Onderzochte configuraties	• huidige bebouwingssituatie • geplande bebouwingssituatie, inclusief luifel en inrichtingsplan			
Meetopstelling	Informatie over de meetopstelling			
Gesimuleerde grenslaag	stedelijke bebouwing			
• kalibratiedatum	ijking conform kwaliteitssysteem			
Meetpunten en meethoogte	in totaal 31 meetpunten; meethoogte 1,75 m + MV cq 1,20 m t.p.v. buitenruimten.			
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
Tunnelregeling	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem intern			
• kalibratiedatum				
• kalibratie-instantie				
Instrumenten	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem			
• kalibratiedatum				
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X = 148187 Y = 410757			
Toegepaste eisen	V _{DR} m/s	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans %	Beoordeling
Voor comfort			$p(V_{LOK} > V_{DR,H})$	
Doorlopen	5,0	≤ D	< 20	≤ matig
Slenteren	5,0	≤ C	< 10	≤ matig
Zitten	5,0	≤ B	< 5	≤ matig
Regionale correctie	geen correctie			
Voor gevaar			$p(V_{LOK} > V_{DR,G})$	
	15	n.v.t	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15	n.v.t	$p \geq 0,30$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	meetresultaten worden per meting in figuurvorm gepresenteerd			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proef overschrijdend belang				







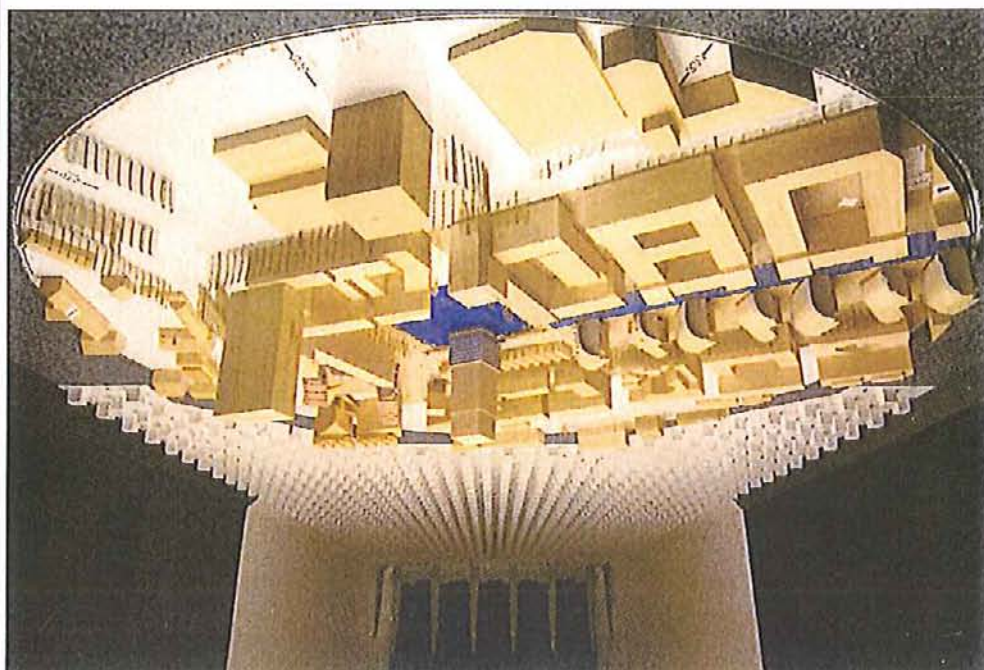
verleend
Behoort bij besluit van
Burgemeester en wethouders
van 's-Hertogenbosch
d.d. : 6 juli 2011
nr. : SOB1002490

AKOESTIEK EN BOUWFYSICA
LAWAARBEIDEN
MILIEUTECHNOLOGIE
BRANDVEILIGHEID
PEUTZ

Rapport

Paleiswartier deelplan M Jheronimus 's-Hertogenbosch.
Windtunnelonderzoek met betrekking tot het te verwachten
windklimaat op loop- en verblijfsniveau, vervolgmetingen.

Rapportnummer HW 2534-9 d.d. 18 februari 2008 (herzien 4 maart 2008)



Opdrachtgever:

HW 2534-9

Rapportnummer:

18 februari 2008 (herzien 4 maart 2008)

Datum:

Pvdb/LA/Lv/HW 2534-9-RA

Ref.:

Opdrachten worden aanvaard en
uitgevoerd volgens de Regeling
van de verhouding tussen
opdrachtgever en opdrachtnemer
ingeschreven Kvk onder nummer
12028033, BTW
identificatienummer
NL004933837B01

Peutz bv
Paleisstraat 2, Postbus 656
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. Springelaan 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@daldalospeutz.be
www.daldalospeutz.be
Kohler Peutz Gevelechtek bv
Zoetermeer
Info@gevel.com
www.gevel.com

Lid ONRI
ISO 9001:2000 gecertificeerd

Inhoud

pagina

1. INLEIDING

3

2. NORMSTELLING EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

4

2.1. Bestismodel NEN 8100

4

2.2. Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100

4

2.2.1. Windhinder

4

2.2.2. Windgevaar

5

2.3. Windklimaat op de locatie

6

2.4. Simulatie windsnelheden in de windtunnel

7

2.5. Schaalmodel

8

2.6. Onderzoek in de windtunnel

9

3. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

11

3.1. Basismeting

11

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

13

2 figuren

1 bijlage

In opdracht van [REDACTED] is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het nieuwbouwplan Paleiswartier deelpian M Jheronimus-toren te 's-Hertogenbosch, inclusief de bestaande stedenbouwkundige omgeving van het project.

Voor het vervaardigen van het model is gebruik gemaakt van de gegevens zoals verstrekt door Baumschlagter Eberle te Lochau (Oostenrijk), van gegevens van de Architecten Cie, van gegevens van de aanwezige stedenbouwkundige omgeving afkomstig van de opdrachtgever, alsmede van eigen waarnemingen ter plaatse.

Het doel van het onderzoek was het beoordelen van het te verwachten windklimaat rondom het onderhavige bouwplan alsmede het zonnig aangeven van de benodigde windafschermende maatregelen. Het onderzoek is een vervolg op eerder uitgevoerd onderzoek, waarbij het effect van met name het verplaatsen van de geplande toren is onderzocht.

De afstand tussen deelpian M (Jheronimus) en deelpian O (gebouw met sheddaken) is vergroot. Bovendien is op 4,0 m hoogte bij de toren en langs het water een lufteleconstructie aangebracht.

Nast metingen aan deelpian M zijn ook metingen uitgevoerd aan deelpian O. Deze zullen afzonderlijk worden gerapporteerd.

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*.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het windtunnelonderzoek waarbij de volgende indeling is gehanteerd.
In hoofdstuk 2 wordt de normstelling toegelicht en de opzet van het onderzoek beschreven.
In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek besproken.
In hoofdstuk 4 is een samenvatting betreffende het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.

1. INLEIDING

2. NORMSTELLING EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

2.1. Beslismodel NEN 8100

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 windhinderonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 m, zoals in de geplande nieuwbouwsituatie, wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie als noodzakelijk gezien.

Voor de onderhavige bebouwingsplannen is dan ook in opdracht van BV Ontwikkelingsmaatschappij Palestkwartier te Oosterbeek een onderzoek verricht aan een schaalmodel in de gesloten grenslaagwindtunnel van Peutz te Mook.

2.2. Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100

De gevoeligheid van de mens voor windhinder is sterk afhankelijk van de activiteit waarmee men bezig is. Bij een laag activiteitsniveau (bijvoorbeeld wachten bij een bushalte, op een terrasje zitten o.l.d.) 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 voor verschillende activiteitsklassen.

2.2.1. 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 e.d.

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

Overschrijdingskans $P(V_{Lok} > V_{Dr,g})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		I. Doorlopen	II. Stenteren	III. Langdun- g 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 de NEN 8100

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 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 activiteitsklassen, een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren.

2.2.2. Windgevaar

Bij hogere windsnelheden kan tevens sprake zijn van gevaarlijke situaties zoals evenwichtsverlies bij het passeren van gebouwhoeken e.d. Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde $V_{Dr,g}$ gehanteerd.

Op basis van onderstaande tabel uit de NEN 8100, wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

Overschrijdingskans $P(V_{Lok} > V_{Dr,g})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
0,05 < p < 0,30	Bepakt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

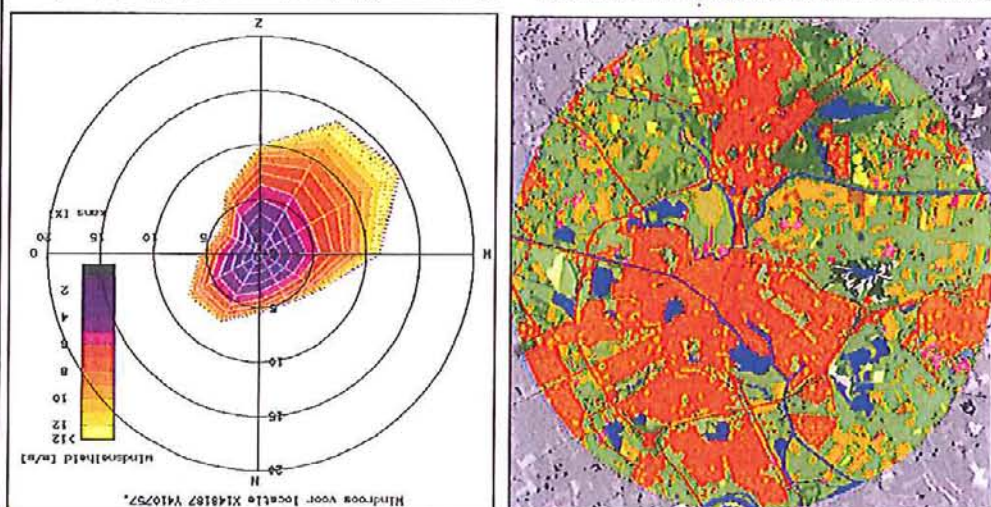
Tabel criteria windgevaar volgens NEN 8100.

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.

2.3. Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de resultaten aan de metingen aan een schaalmodel in de windtunnel naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteorologische gegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de bijbehorende applicatie wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteorologische gegevens van een groot aantal meteorologische gegevens omtrent terreinruwheid 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, $Z_0=1,6$ m) op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting en de verdeling van windsnelheden binnen die richting.

Windroos op 60m hoogte van de betreffende locatie op basis van de NPR 6097. In de windroos staat de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting.

Uit de windroos en onderstaande windstatistiek blijkt dat op de bouwlocatie met name bij wind uit het zuidwesten de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind ca. 29% van de tijd uit deze richting komt.

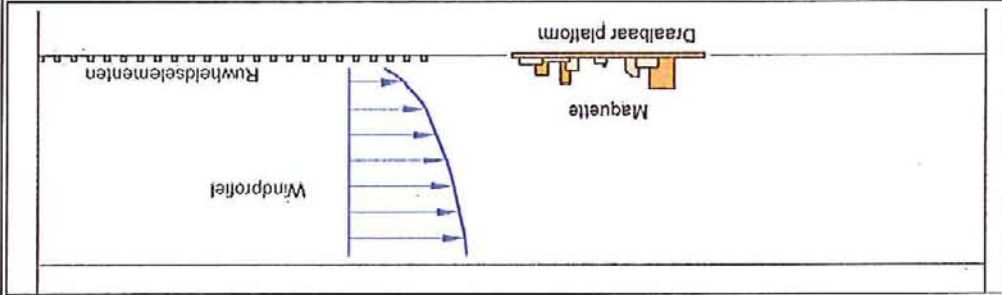
Wind	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
Wind	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
00-05	22.3	21.9	14.0	10.6	17.0	21.0	14.4	12.5	10.9	17.1	17.1	10.6
05-10	27.3	25.9	49.0	32.9	53.9	71.4	83.1	46.0	59.5	65.6	61.0	57.5
10-15	40.7	38.7	64.5	48.7	75.2	100.5	100.5	72.6	87.9	74.8	67.6	77.5
15-20	52.7	50.6	82.5	60.2	91.5	124.0	124.0	91.5	100.7	83.2	75.6	83.3
20-25	64.5	61.5	95.7	72.8	105.2	139.3	139.3	105.2	113.1	93.2	82.1	92.7
25-30	75.7	72.7	107.1	83.5	116.8	151.8	151.8	116.8	124.2	100.6	87.6	100.6
30-35	87.7	84.7	119.1	95.5	128.3	164.3	164.3	128.3	136.7	110.1	96.1	110.1
35-40	99.7	96.7	131.1	107.5	140.3	176.3	176.3	140.3	148.7	122.1	108.1	122.1
40-45	111.7	108.7	143.1	119.5	152.3	188.3	188.3	152.3	160.7	134.1	120.1	134.1
45-50	123.7	120.7	155.1	131.5	164.3	200.3	200.3	164.3	172.7	146.1	132.1	146.1
50-55	135.7	132.7	167.1	143.5	176.3	212.3	212.3	176.3	184.7	158.1	144.1	158.1
55-60	147.7	144.7	179.1	155.5	188.3	224.3	224.3	188.3	196.7	170.1	156.1	170.1
60-65	159.7	156.7	191.1	167.5	200.3	236.3	236.3	200.3	208.7	182.1	168.1	182.1
65-70	171.7	168.7	203.1	179.5	212.3	248.3	248.3	212.3	220.7	194.1	180.1	194.1
70-75	183.7	180.7	215.1	191.5	224.3	260.3	260.3	224.3	232.7	206.1	192.1	206.1
75-80	195.7	192.7	227.1	203.5	236.3	272.3	272.3	236.3	244.7	218.1	204.1	218.1
80-85	207.7	204.7	239.1	215.5	248.3	284.3	284.3	248.3	256.7	230.1	216.1	230.1
85-90	219.7	216.7	251.1	227.5	260.3	296.3	296.3	260.3	268.7	242.1	228.1	242.1
90-95	231.7	228.7	263.1	239.5	272.3	308.3	308.3	272.3	280.7	254.1	240.1	254.1
95-100	243.7	240.7	275.1	251.5	284.3	320.3	320.3	284.3	292.7	266.1	252.1	266.1
100-105	255.7	252.7	287.1	263.5	296.3	332.3	332.3	296.3	304.7	278.1	264.1	278.1
105-110	267.7	264.7	299.1	275.5	308.3	344.3	344.3	308.3	316.7	290.1	276.1	290.1
110-115	279.7	276.7	311.1	287.5	320.3	356.3	356.3	320.3	328.7	302.1	288.1	302.1
115-120	291.7	288.7	323.1	299.5	332.3	368.3	368.3	332.3	340.7	314.1	296.1	314.1
120-125	303.7	300.7	335.1	311.5	344.3	380.3	380.3	344.3	352.7	326.1	308.1	326.1
125-130	315.7	312.7	347.1	323.5	356.3	392.3	392.3	356.3	364.7	338.1	320.1	338.1
130-135	327.7	324.7	359.1	335.5	368.3	404.3	404.3	368.3	376.7	350.1	332.1	350.1
135-140	339.7	336.7	371.1	347.5	380.3	416.3	416.3	380.3	388.7	362.1	344.1	362.1
140-145	351.7	348.7	383.1	359.5	392.3	428.3	428.3	392.3	400.7	374.1	356.1	374.1
145-150	363.7	360.7	395.1	371.5	404.3	440.3	440.3	404.3	412.7	386.1	368.1	386.1
150-155	375.7	372.7	407.1	383.5	416.3	452.3	452.3	416.3	424.7	398.1	380.1	398.1
155-160	387.7	384.7	419.1	395.5	428.3	464.3	464.3	428.3	436.7	410.1	392.1	410.1
160-165	399.7	396.7	431.1	407.5	440.3	476.3	476.3	440.3	448.7	422.1	404.1	422.1
165-170	411.7	408.7	443.1	419.5	452.3	488.3	488.3	452.3	460.7	434.1	416.1	434.1
170-175	423.7	420.7	455.1	431.5	464.3	500.3	500.3	464.3	472.7	446.1	428.1	446.1
175-180	435.7	432.7	467.1	443.5	476.3	512.3	512.3	476.3	484.7	458.1	440.1	458.1
180-185	447.7	444.7	479.1	455.5	488.3	524.3	524.3	488.3	496.7	470.1	452.1	470.1
185-190	459.7	456.7	491.1	467.5	500.3	536.3	536.3	500.3	508.7	482.1	464.1	482.1
190-195	471.7	468.7	503.1	479.5	512.3	548.3	548.3	512.3	520.7	494.1	476.1	494.1
195-200	483.7	480.7	515.1	491.5	524.3	560.3	560.3	524.3	532.7	506.1	488.1	506.1
200-205	495.7	492.7	527.1	503.5	536.3	572.3	572.3	536.3	544.7	518.1	500.1	518.1
205-210	507.7	504.7	539.1	515.5	548.3	584.3	584.3	548.3	556.7	530.1	512.1	530.1
210-215	519.7	516.7	551.1	527.5	560.3	596.3	596.3	560.3	568.7	542.1	524.1	542.1
215-220	531.7	528.7	563.1	539.5	572.3	608.3	608.3	572.3	580.7	554.1	536.1	554.1
220-225	543.7	540.7	575.1	551.5	584.3	620.3	620.3	584.3	592.7	566.1	548.1	566.1
225-230	555.7	552.7	587.1	563.5	596.3	632.3	632.3	596.3	604.7	578.1	560.1	578.1
230-235	567.7	564.7	599.1	575.5	608.3	644.3	644.3	608.3	616.7	590.1	572.1	590.1
235-240	579.7	576.7	611.1	587.5	620.3	656.3	656.3	620.3	628.7	602.1	584.1	602.1
240-245	591.7	588.7	623.1	599.5	632.3	668.3	668.3	632.3	640.7	614.1	596.1	614.1
245-250	603.7	600.7	635.1	611.5	644.3	680.3	680.3	644.3	652.7	626.1	608.1	626.1
250-255	615.7	612.7	647.1	623.5	656.3	692.3	692.3	656.3	664.7	638.1	620.1	638.1
255-260	627.7	624.7	659.1	635.5	668.3	704.3	704.3	668.3	676.7	650.1	632.1	650.1
260-265	639.7	636.7	671.1	647.5	680.3	716.3	716.3	680.3	688.7	662.1	644.1	662.1
265-270	651.7	648.7	683.1	659.5	692.3	728.3	728.3	692.3	700.7	674.1	656.1	674.1
270-275	663.7	660.7	695.1	671.5	704.3	740.3	740.3	704.3	712.7	686.1	668.1	686.1
275-280	675.7	672.7	707.1	683.5	716.3	752.3	752.3	716.3	724.7	698.1	680.1	698.1
280-285	687.7	684.7	719.1	695.5	728.3	764.3	764.3	728.3	736.7	710.1	692.1	710.1
285-290	699.7	696.7	731.1	707.5	740.3	776.3	776.3	740.3	748.7	722.1	704.1	722.1
290-295	711.7	708.7	743.1	719.5	752.3	788.3	788.3	752.3	760.7	734.1	716.1	734.1
295-300	723.7	720.7	755.1	731.5	764.3	800.3	800.3	764.3	772.7	746.1	728.1	746.1
300-305	735.7	732.7	767.1	743.5	776.3	812.3	812.3	776.3	784.7	758.1	740.1	758.1
305-310	747.7	744.7	779.1	755.5	788.3	824.3	824.3	788.3	796.7	770.1	752.1	770.1
310-315	759.7	756.7	791.1	767.5	800.3	836.3	836.3	800.3	808.7	782.1	764.1	782.1
315-320	771.7	768.7	803.1	779.5	812.3	848.3	848.3	812.3	820.7	794.1	776.1	794.1
320-325	783.7	780.7	815.1	791.5	824.3	860.3	860.3	824.3	832.7	806.1	788.1	806.1
325-330	795.7	792.7	827.1	803.5	836.3	872.3	872.3	836.3	844.7	818.1	800.1	818.1
330-335	807.7	804.7	839.1	815.5	848.3	884.3	884.3	848.3	856.7	830.1	812.1	830.1
335-340	819.7	816.7	851.1	827.5	860.3	896.3	896.3	860.3	868.7	842.1	824.1	842.1
340-345	831.7	828.7	863.1	839.5	872.3	908.3	908.3	872.3	880.7	854.1	836.1	854.1
345-350	843.7	840.7	875.1	851.5	884.3	920.3	920.3	884.3	892.7	866.1	848.1	866.1
350-355	855.7	852.7	887.1	863.5	896.3	932.3	932.3	896.3	904.7	878.1	860.1	878.1
355-360	867.7	864.7	899.1	875.5	908.3	944.3	944.3	908.3	916.7	890.1	872.1	890.1
360-365	879.7	876.7	911.1	887.5	920.3	956.3	956.3	920.3	928.7	902.1	884.1	902.1
365-370	891.7	888.7	923.1	899.5	932.3	968.3	968.3	932.3	940.7	914.1	896.1	914.1
370-375	903.7	900.7	935.1	911.5	944.3	980.3	980.3	944.3	952.7	926.1	908.1	926.1
375-380	915.7	912.7	947.1	923.5	956.3	992.3	992.3	956.3	964.7	938.1	920.1	938.1
380-385	927.7	924.7	959.1	935.5	968.3	1004.3	1004.3	968.3	976.7	950.1	932.1	950.1
385-390	939.7	936.7	971.1	947.5	980.3	1016.3	1016.3	980.3	988.7	962.1	944.1	962.1
390-395	951.7	948.7	983.1	959.5	992.3	1028.3	1028.3	992.3	1000.7	974.1	956.1	974.1
395-400	963.7	960.7	995.1	971.5	1004.3	1040.3	1040.3	1004.3	1012.7	986.1	968.1	986.1
400-405	975.7	972.7	1007.1	983.5	1016.3	1052.3	1052.3	1016.3	1024.7	998.1	980.1	998.1
405-410	987.7	984.7	1019.1	995.5	1028.3	1064.3	1064.3	1028.3	1036.7	1010.1	992.1	1010.1
410-415	999.7	996.7	1031.1	1007.5	1040.3	1076.3	1076.3	1040.3	1048.7	1022.1	1004.1	1022.1
415-420	1011.7	1008.7	1043.1	1019.5	1052.3	1088.3	1088.3	1052.3	1060.7	1034.1	1016.1	1034.1
420-425	1023.7	1020.7	1055.1	1031.5	1064.3	1100.3	1100.3	1064.3	1072.7	1046.1	1028.1	1046.1
425-430	1035.7	1032.7	1067.1	1043.5	1076.3	1112.3	1112.3	1076.3	1084.7	1058.1	1040.1	1058.1
430-435	1047.7	1044.7	1079.1	1055.5	1088.3	1124.3	1124.3	1088.3	1096.7	1070.1</		

Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:250 schaalmodel van de bouwplannen vervaardigd conform de volgende gegevens:

- tekeningen zoals verstrekt t.b.v. voorgaande projecten;
- tekeningen van de nieuwbouw; de Architecten Cie, Amsterdam, 18 januari 2008;

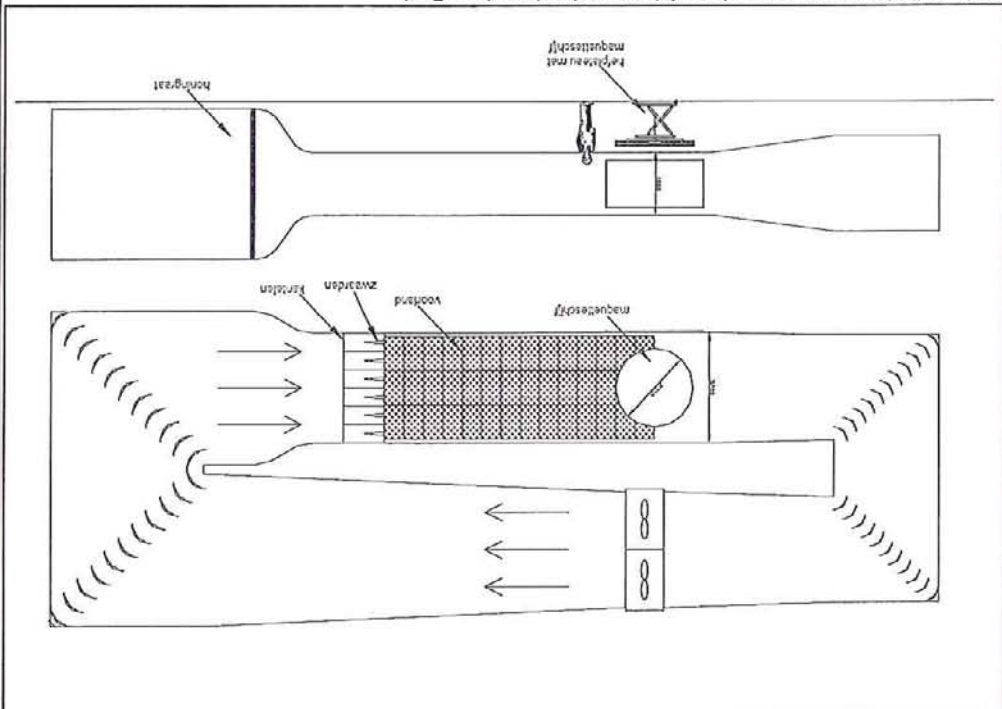
2.5. Schaalmodel

Opwekken windprofiel in de windtunnel



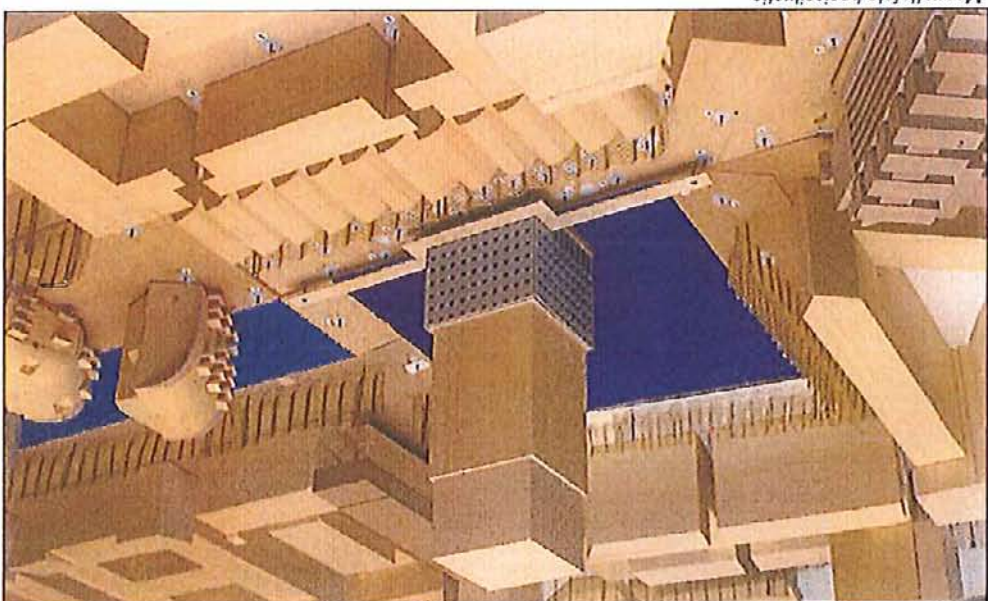
In de windtunnel wordt de grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit t.a.v. het temperatuurprofiel) aanwezig is, op schaal opgewekt, zodat aan de rand van het schaalmodel het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door het mee modelleren van de direct omliggende bebouwing.

Schematische weergave van de gesloten grenslaagtunnel van Peutz



- stedenbouwkundige tekening bestaande situatie; gemeente 's-Hertogenbosch d.d. 21 juli 2005;
- een eigen inventarisatie ter plaatse.

De maquetteleden van de nieuwbouw zijn opgenomen in de gemodelleerde stedenbouwkundige omgeving tot een afstand van ca. 285 m vanaf het hart van de bouwplannen.



Maquettefoto basisituatie

2.6. Onderzoek in de windtunnel

In de basisituatie zijn in totaal op 48 plaatsen rondom het project de uurgemiddelde windsnelheden op loop- en verblijfsniveau gemeten, dat wil zeggen op een hoogte overeenkomend met ca. 1,75 m boven plaatselijk niveau in werkelijkheid. Daarbij zijn voorts nog alle meetpunten beoordeeld als doorlooppgebied.

Met behulp van de windtunnelmetingen zijn voor 12 verschillende windrichtingen voor alle meetpunten windsnelheidscoëfficiënten C_v bepaald, zijnde de verhouding tussen de windsnelheden op loop- en verblijfsniveau en de windsnelheid op 60 meter hoogte. Met deze windsnelheidscoëfficiënten kan per windrichting bepaald worden bij welke snelheden op 60 meter hoogte de kritische windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar op loopniveau worden overschreden.

Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend volgens de NPR 6097, die eveneens uitgaat van een referentiehoogte van 60 meter (mesohogte), wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor deze kritische windsnelheid

bepaald. De totale overschrijdingskans is de som van de overschrijdingskansen per windrichting. Deze worden vervolgens getoetst aan de NEN 8100 om het lokale windklimaat te kunnen beoordelen.

3. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

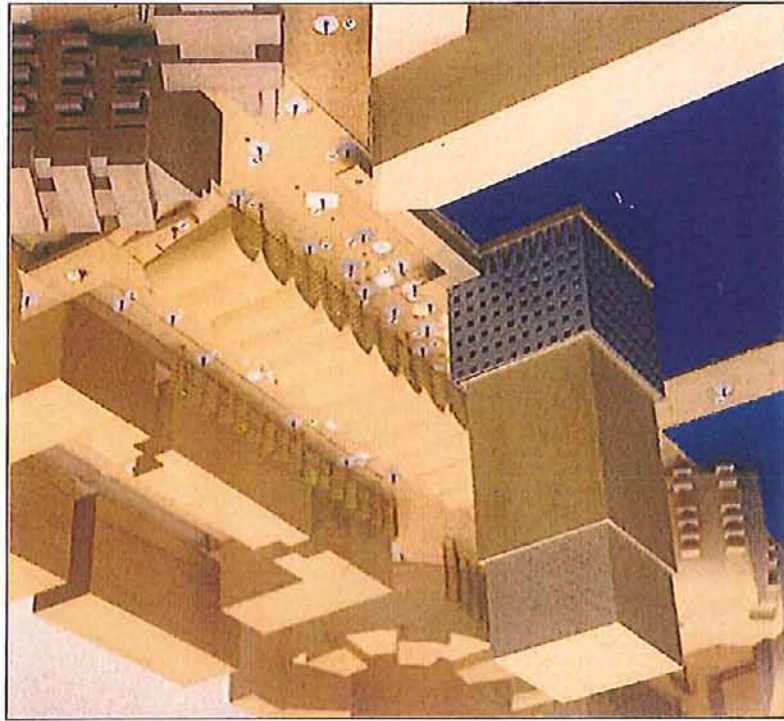
Onderstaand wordt een omschrijving gegeven van de doorgemeten situatie en worden de meetresultaten weergegeven. Het windklimaat wordt beoordeeld op basis van de meetgegevens uit de windtunnel, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2. betreffende windhinder en windgevaar. Hierbij zijn alle meetpunten beoordeeld als loopgebied (categorie I). Bij verdere uitwerking van de plannen is het noodzakelijk de beoordeling van windgevoelige locaties zoals entrees en terrassen te herzien en deze te beoordeelen als "sleutergebied" respectievelijk "langdurig zitten". Dit kan eenvoudig door de gemeten overschrijdingspercentages van de kritische windsnelheid van 5 m/s te vergelijken met de waarden in de tabel zoals weergegeven in paragraaf 2.2.1. Daarbij moet worden opgemerkt dat voor sleutergebieden bij de beoordeling op windgevaar, beperkt risico volgens de uitgangspunten van de NEN 8100 niet wordt geaccepteerd. De meetresultaten zijn in de bijgevoegde figuren verwerkt.

3.1. Basismeting

Situatie:

Nieuwbouw situatie conform tekeningen, waarbij langs de toren en het water een lufteleconstructie op 4 m hoogte is aangebracht.

Meetresultaten: Figuur 2 (nummering en categorie-indeling meetpunten in figuur 2).



Beoordeling:

Uit de metingen blijkt dat bij beoordeling als loopgebied op de meeste punten een goed windklimaat verwacht wordt. Op enkele punten is het verwachte windklimaat matig.

Ten opzichte van de voorheen gemeten situaties is het windklimaat verbeterd in het gebied tussen deelplan M (Jheronimus) en deelplan O (gebouw met de sheddaken), als gevolg van de grote afstand.

Ter plaatse van meetpunt 12 (straat tussen de deelplannen I/J en G/H) is het windklimaat wel verslechterd maar is juist als matig te beoordelen voor een loopgebied.

Op geen van de punten is het verwachte windklimaat slecht. Wel is op één punt (meetpunt 57) sprake van een beperkt risico op wind gevaar. Als dit punt in de toekomst beoordeeld zou worden als slentergebied, zou volgens de NEN 8100 sprake zijn van een ontoelaatbare situatie.

Ter plaatse van de punten die nu als goed of matig beoordeeld worden met als functie loopgebied, zal de kwalificatie matig of slecht worden indien de functie slentergebied wordt.

Bij het projecteren van terrassen kunnen de plaatsen gekozen worden met de laagste overschrijdingspercentages, waarbij met aanvullende terrasschermen een verdere verbetering mogelijk is.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van [REDACTED] is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan het nieuwbouwplan Paleiskwartier deelplan M Jheronimus te 's-Hertogenbosch. Doel van het onderzoek was het beoordeelen van het te verwachten windklimaat rondom het onderhavige bouwplan alsmede het zonodig aangeven van de benodigde windatfeschermende maatregelen.

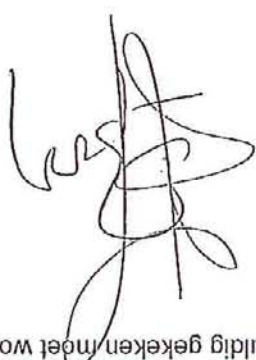
Ten opzichte van vorige beproevingen is de Jheronimus-toren naar het westen verschoven, waardoor tussen deze toren en deelplan O meer ruimte is ontstaan. Voorts is een luifel (arcade) op 4 m hoogte aangebracht bij de voet van de toren, doorgaand langs het water.

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

- Bij beoordeling als loopgebied is op de meeste punten een goed windklimaat te verwachten. Op enkele punten is het verwachte windklimaat matig.
- Op geen van de punten is het verwachte windklimaat slecht. Wel is op één punt (meetpunt 57) sprake van een beperkt risico op windgevaar. Als dit punt in de toekomst beoordeeld zou worden als slentergebied, zou volgens de NEN 8100 sprake zijn van een ontoelaatbare situatie.
- Verschuiwing van de toren in westelijke richting en het projecteren van een arcade zorgt ervoor, dat, beoordeeld als loopgebied, een acceptabel windklimaat is te verwachten rond de toren, waarbij men geen overmatige windhinder ondervindt (meetpunten met klasse goed) tot af en toe overmatige windhinder (meetpunten met klasse matig).

Concluderend kan gesteld worden dat het windklimaat rond het bouwplan acceptabel is, maar dat bij verdere uitwerking van de plannen zorgvuldig gekeken moet worden naar de locatie van windgevoelige gebieden zoals entrees.

Mook,



Bijlage 1 Technisch inlegvel windtunnelsimulatie

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Paleiskwartier deelpian M+O te 's-Hertogenbosch
Opdrachtgever	
Projectleider	A.W. Alders
Datum	18 februari 2008
Model	Algemene gegevens van het model
Schaal	1 : 250
Blokkeringsgraad	< 5%
Omvang gemodelleerd gebied	een cirkel met een straal van 285 m
Kerngebied	Paleiskwartier 's-Hertogenbosch
Omgiving	Stedelijk gebied
Gemodelleerd groen	Jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen gaas
Onderzochte configuraties	• geplande bebouwingssituatie
Meeetopstelling	Informatie over de meetopstelling
Gasimuleerde grenslaag	stedelijke bebouwing
• kalibratiedatum	9 augustus 2006
Meeipunten en meethoogte	108 meetpunten (basissituatie) op 1,75 m hoogte boven lokaal maaiveld cq parkeerdek / builenruimte
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)
(minimaal 12 over de windtoes)	
Tunneleegeling	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitsysteem intern
• kalibratie-instalatie	
• kalibratiedatum	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitsysteem
Instrumenten	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitsysteem
• kalibratiedatum	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat
-beoordeling	
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X = 148187 Y = 410757
Toegepaste eisen	V _{or} m/s Gewenste kwaliteitsklasse Overschrijdingskans % Beoordeling
Voor comfort	5,0 ≤ D < 20 ≤ maling P(V _{lok} > V _{or,h})
Doorlopen	5,0 ≤ C < 10 ≤ maling
Stelrenen	5,0 ≤ B < 5 ≤ maling
Zillen	5,0 ≤ A < 5 ≤ maling
Regionale correctie	geen correctie
Voor gevaar	P(V _{lok} > V _{br,g}) 0,05 < p < 0,30 beperkt risico p ≥ 0,30 gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	meetresultaten worden per meting in figuurvorm gepresenteerd
Opmerkingen en eventuele conclusies	• Bij verdere ontwikkeling van het plan moet de beoordeling aangepast worden voor windgevoelige gebieden zoals entrees.

- = meetpunt beoordeeld als categorie I ('ooggebied')
- = meetpunt beoordeeld als categorie II (slechtergebied)
- △ = meetpunt op verhoogd nivo
- = bomen, begroeiing



Paleiskwartier deelplan M, 's-Hertogenbosch
Meetpuntnummering

