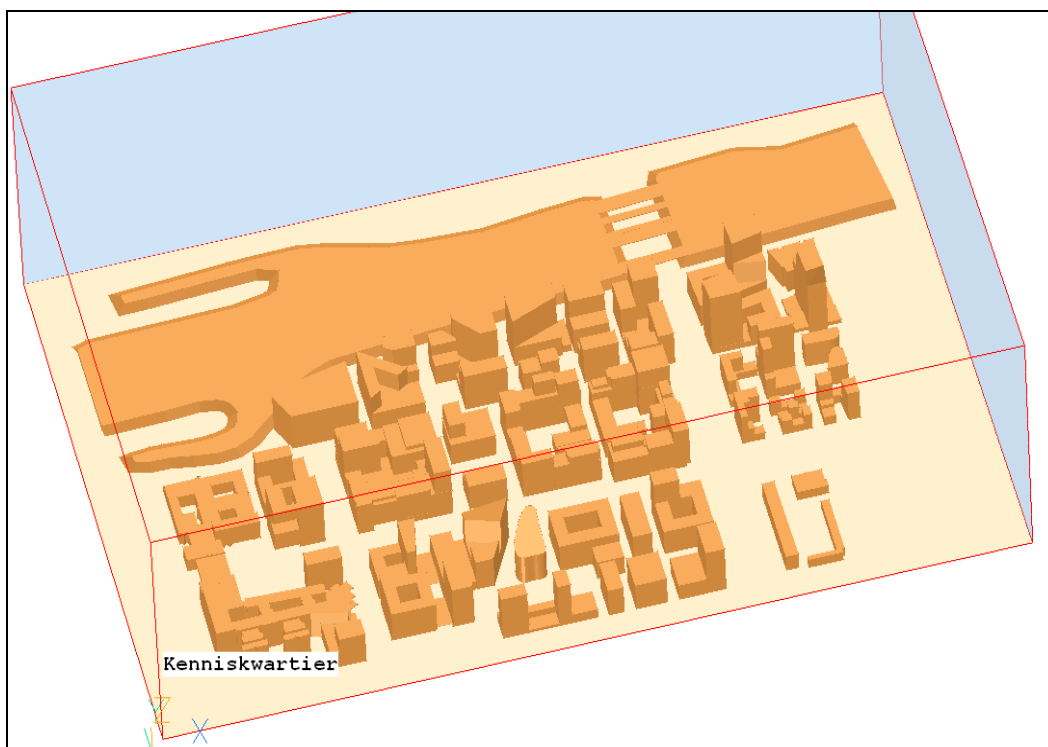


Rapport

Kenniskwartier Amsterdam
Windklimaatonderzoek op basis van CFD-berekeningen.

Rapportnummer W 15169-1-RA d.d. 5 oktober 2010



Figuur 1: Grafische weergave van het rekenmodel

Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam Projectbureau Zuidas
Rapportnummer: W 15169-1-RA-revisie1
Datum: 5 oktober 2010
Ref.: AA/LA/KS/W 15169-1-RA

Lid ONRI
ISO-9001: 2000 gecertificeerd

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

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

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

Peutz GmbH
Düsseldorf, Bonn, 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

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

Opdrachten worden aanvaard en
uitgevoerd volgens De Nieuwe
Regeling 2005

BTW identificatienummer
NL004933837B01
KvK: 12028033

Inhoud

pagina

1. INLEIDING	3
2. NORMSTELLING EN UITGANGSPUNTEN	4
2.1. Beslismodel NEN 8100	4
2.2. Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100	4
2.3. Windklimaat op de locatie	5
2.4. Simulatie windsnelheden met CFD	7
3. REKENRESULTATEN	8
4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	11

1. INLEIDING

In opdracht van de Gemeente Amsterdam Projectbureau Zuidas is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie in het noordelijk deel van het Kenniskwartier te Amsterdam. Het betreft hier een stedenbouwkundig plan, dat nog niet geheel ingevuld is.

Het doel van het onderzoek was het geven van een eerste beoordeling van het te verwachten windklimaat in het plangebied. Gezien de geplande gebouwhoogtes wordt geadviseerd bij het verder uitwerken van de plannen het te verwachten windklimaat nader te bestuderen middels windtunnelonderzoek.

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*.



Figuur 2: Aanzicht plangebied in rekenmodel

Voor het vervaardigen van het rekenmodel is gebruik gemaakt van gegevens zoals verstrekt door de gemeente Amsterdam. In totaal is een gebied gemodelleerd van circa 1100 bij 750 meter. Het kerngebied waar het windklimaat is bepaald heeft een afmeting van circa 500 bij 300 m.

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

2. NORMSTELLING EN UITGANGSPUNTEN

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 meter wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie noodzakelijk geacht. Deze bouwhoogte wordt in het plangebied door meerdere gebouwen overschreden.

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 of op een terrasje zitten) zullen lagere windsnelheden veel meer als hinderlijk ervaren worden dan bij een hoger activiteitsniveau. In de NEN 8100 wordt voor de beoordeling van het windklimaat derhalve onderscheid gemaakt tussen de verschillende activiteitenklassen. Hiervoor worden de activiteitenklassen I, II en III gedefinieerd, die kortweg gekenmerkt worden met: 'doorlopen' (bijvoorbeeld op een trottoir), 'slenteren' (bijvoorbeeld in een winkelstraat of ter plaatse van een gebouwentree) en 'langdurig zitten' (hierbij kan men denken aan zitten op een bankje in een park).

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. Als grenswaarde voor de drempelsnelheid ter beoordeling van het lokale windklimaat ($v_{DR,H}$) wordt een uurgemiddelde windsnelheid van 5 m/s aangehouden op loop- of verblijfsniveau. Vooral bij windsnelheden boven circa 5 m/s spelen mechanische effecten een rol zoals 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 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.

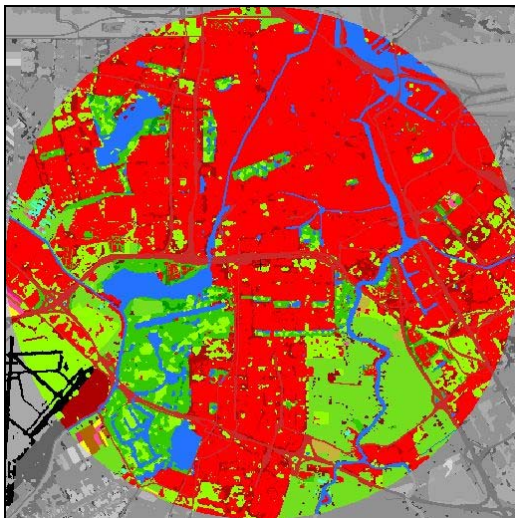
Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
≥ 20	E	Slecht	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 doorgaans naar gestreefd, om binnen de verschillende activiteitenklassen een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren.

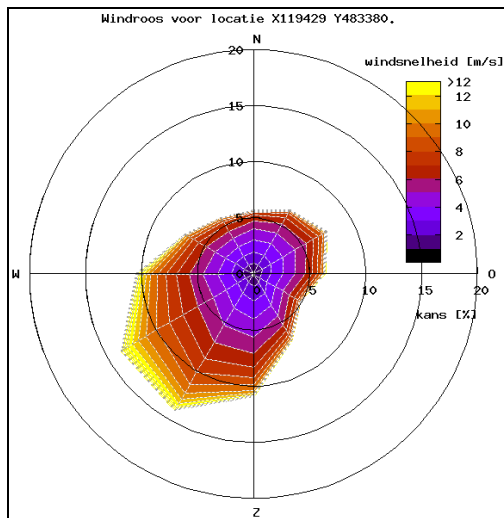
Opgemerkt wordt dat het specifieke gevaarcriterium waaraan bij windtunnelonderzoek wordt getoetst, gezien het indicatieve karakter van numerieke simulatie niet wordt meegenomen in dit onderzoek.

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 3. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied, $z_0 = 1,6$ meter.



Figuur 3: Terreinruwheid tot 6 km afstand.



Figuur 4: Windroos betreffende locatie.

In figuur 4 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 (zie tabel 2) blijkt dat op de betreffende bouwlocatie met name bij wind uit het zuidwesten (210° - 240°) hogere windsnelheden heersen en dat zuidwesten wind het meest optreedt.

Tabel 2: Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097.

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar											
Positie X119429 Y483380 Jaar 1963-2002											
											totale aantal uren gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.4
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	Noord 360°
0.0 - 0.9	18.3	18.3	16.1	14.3	19.5	21.3	17.0	13.5	19.0	18.2	19.1
1.0 - 1.9	61.5	59.2	48.7	41.8	63.5	75.0	58.9	51.4	63.3	61.0	66.0
2.0 - 2.9	87.7	82.9	75.3	67.2	92.9	116.3	97.6	77.2	92.2	82.9	85.7
3.0 - 3.9	107.2	104.1	89.7	72.2	104.0	140.1	131.3	102.3	104.7	91.9	98.1
4.0 - 4.9	95.9	114.8	94.2	70.4	98.8	144.2	157.4	120.5	114.3	92.1	93.8
5.0 - 5.9	84.2	95.4	83.3	57.8	80.1	124.8	157.0	134.6	110.3	78.3	64.2
6.0 - 6.9	55.9	65.3	55.9	42.9	52.9	105.0	144.8	133.3	98.4	67.4	40.7
7.0 - 7.9	33.2	49.8	41.5	30.7	36.3	83.7	128.6	123.8	85.8	49.0	22.1
8.0 - 8.9	19.4	33.3	27.0	17.9	24.3	56.8	103.1	116.6	66.7	34.6	10.4
9.0 - 9.9	10.5	18.2	14.1	6.4	13.6	40.7	79.3	97.5	49.1	21.4	4.8
10.0 - 10.9	4.6	11.5	8.1	2.9	7.5	24.5	57.5	67.6	34.5	11.6	2.1
11.0 - 11.9	2.2	6.3	4.6	1.0	3.2	13.5	39.7	57.3	27.4	7.9	1.5
12.0 - 12.9	0.8	1.7	1.4	0.4	0.9	7.3	25.6	38.5	18.6	3.1	0.5
13.0 - 13.9	0.2	0.4	0.8	0.2	0.7	3.2	15.3	24.5	13.9	1.4	0.6
14.0 - 14.9	0.0	0.2	0.3	0.1	0.2	1.4	8.2	17.2	8.1	0.9	0.3
15.0 - 15.9	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8	3.5	9.2	5.5	0.3	0.2
16.0 - 16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1	5.5	2.9	0.2	0.0
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	2.8	2.0	0.2	0.0
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.9	0.7	0.1	0.0
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	0.7	0.1	0.0
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.2	0.1	0.0
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	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	0.1	0.0	0.0
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	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
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
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
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	581.6	661.5	561.1	426.2	596.4	959.0	1228.9	1197.4	918.7	622.7	499.0
gemiddelde snelheid	4.4	4.8	4.8	4.5	4.5	5.2	6.3	7.0	6.1	4.9	4.0

2.4. Simulatie windsnelheden met CFD

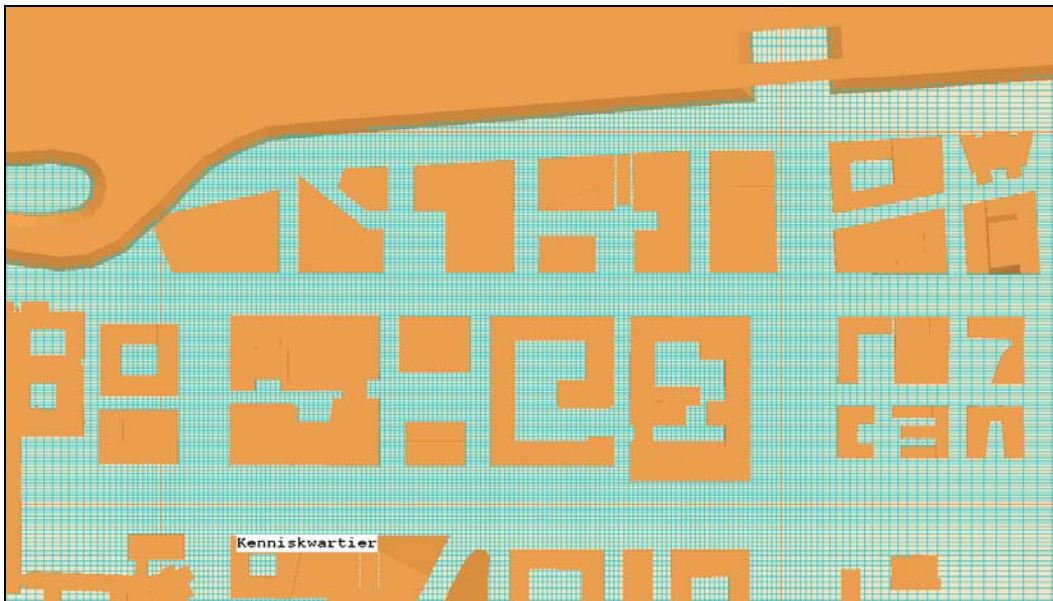
Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. Als het gaat om relatief eenvoudige bebouwingssituaties, of bebouwingssituaties waar op voorhand van wordt verwacht dat geen grote windproblemen op gaan treden, kan worden volstaan met een numerieke simulatie met Computational Fluid Dynamics (CFD). Ondanks de geplande bebouwingshoogtes en de complexe bebouwingsgeometrie is in dit geval mede gezien het feit dat in eerste instantie slechts een indicatie van het windklimaat verlangd wordt, toch gekozen voor een onderzoek middels CFD berekeningen. De gehanteerde rekenmethode voor het CFD onderzoek is aan de hand van windtunnelprojecten gevalideerd. Voor een meer gedetailleerde bepaling van het windklimaat zal te zijner tijd alsnog een windtunnel onderzoek noodzakelijk.

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 windsnelheid van 5 m/s bepaald. De totale overschrijdingskans is gelijk aan de som van de overschrijdingskansen die per windrichting bepaald zijn. De totale overschrijdingskans, ook wel de hinderkans p genoemd, wordt vervolgens getoetst aan de norm NEN 8100 om het lokale windklimaat te kunnen beoordelen.

In bijlage I 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.

In onderstaande figuur 5 wordt het rekenmodel van de onderzochte bebouwingssituatie met een bovenaanzicht weergegeven. In de figuur is ook het gebruikte rekengrid in horizontale doorsnede zichtbaar.



Figuur 5: Overzicht plangebied met rekengrid.

3. REKENRESULTATEN

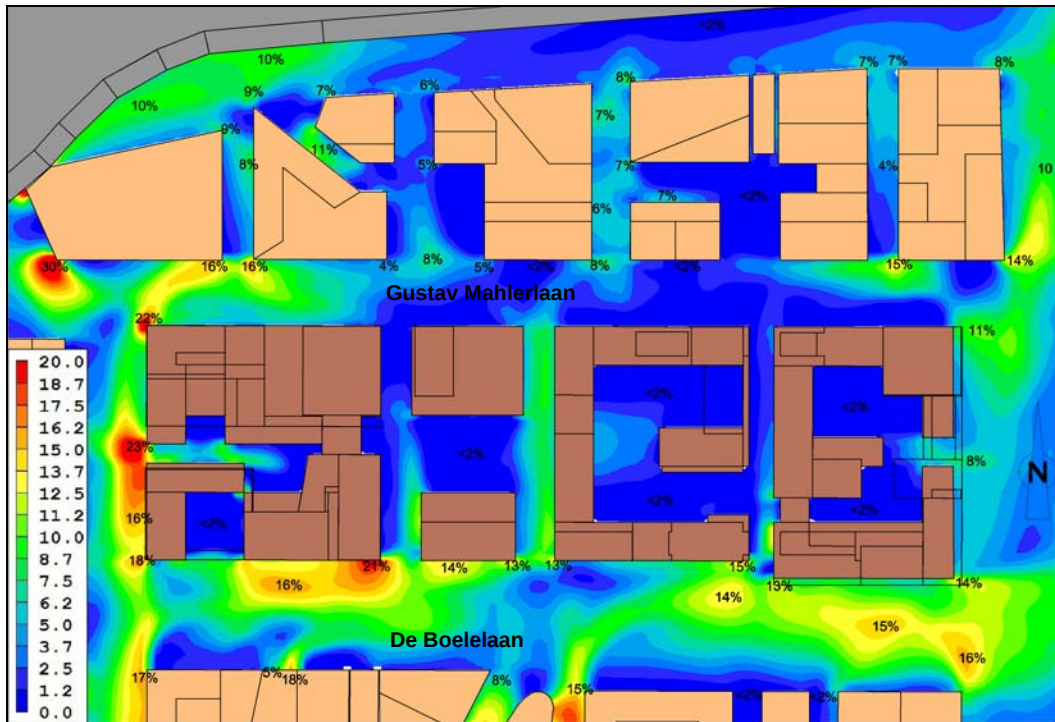
De overschrijdingskans van de uurgemiddelde windsnelheid van 5 m/s ('hinderkans') wordt als maatstaf voor het windklimaat gehanteerd. Het windklimaat wordt getoetst aan de in paragraaf 2.2 vermelde criteria (zie tabel 1).

In de figuren 6 en 7 wordt voor de onderzochte bebouwingssituatie in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,8 meter boven maaiveld) de berekende hinderkans met kleurcontouren weergegeven. De in de figuren opgenomen getallen corresponderen met de bijbehorende maximale hinderkans op de betreffende positie.

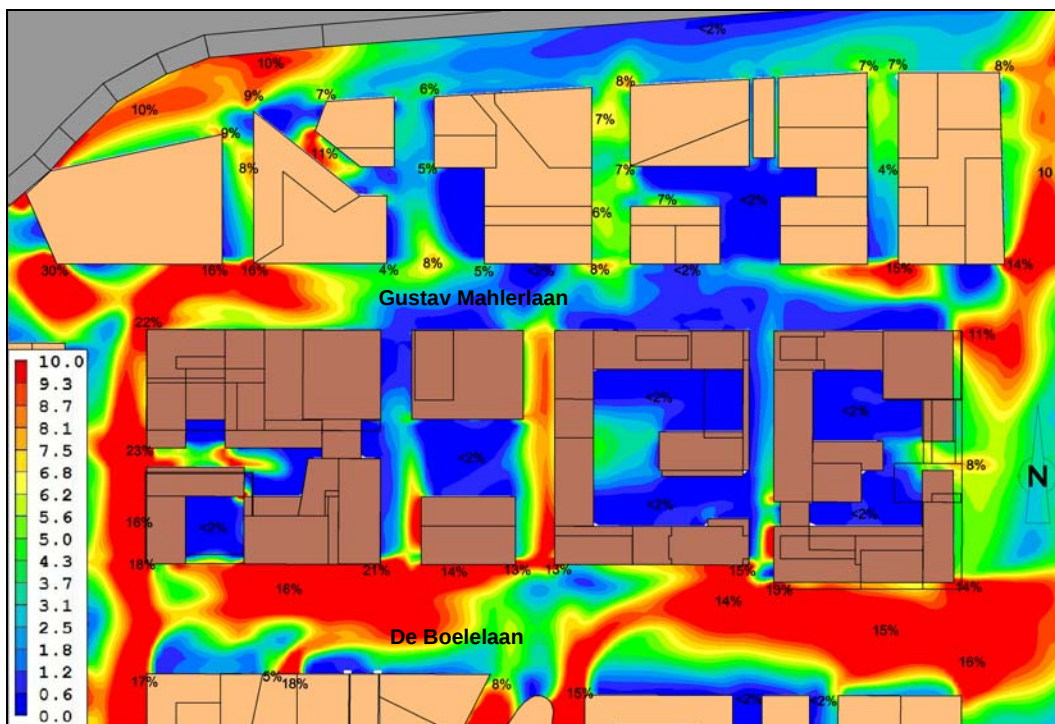
De rekenresultaten worden weergegeven met kleurcontouren in zowel het bereik van 0% tot 20% (loopgebied) als in het bereik 0% tot 10% (slentergebied).

De kleur rood correspondeert in de afbeeldingen tot 20% met een beoordeling 'slecht' voor het windklimaat in loopgebied.

Ter plaatse van onder meer de gebouwentrees dient het beoordelingscriterium voor slentergebied gehanteerd te worden, waarbij een hinderkans van 10% of hoger correspondeert met een 'slecht' windklimaat, dit wordt in de afbeeldingen tot 10% met rood aangegeven. Een hinderkans van minder dan 5% (beoordeling 'goed') dient echter in het 'slentergebied' te worden nagestreefd.



Figuur 6: Hinderkans geplande bebouwingssituatie.
(beoordeling 'loopgebied'; bereik 0 – 20%)



Figuur 7: Hinderkans geplande bebouwingssituatie.
(beoordeling 'slentergebied'; bereik 0 – 10%)

Uit de rekenresultaten volgt dat met name langs De Boelelaan, de westzijde van de Gustav Mahlerlaan en het meest noordwestelijke gebouw van het plangebied een voor doorloopgebied matig tot slecht windklimaat verwacht wordt. Beoordeeld als slentergebied wordt in deze gebieden een veelal slecht windklimaat verwacht. Dit ongunstige windklimaat wordt veroorzaakt door de vrij brede, open straten van het gebied, in combinatie met de vrij open ligging voor de overheersende windrichtingen.

Verbeteren van het windklimaat is onder andere mogelijk door het aanpassen van de bebouwing, met name door het creëren van een laagbouw voet rond de hoogbouw delen van de bebouwing aan o.a. De Boelelaan. Door het terug leggen van de gevels van de hoogbouw met enkele meters boven een laagbouwvoet van enkele verdiepingen worden valwinden langs de gevel opgevangen en het windklimaat op loop- en verblijfsniveau verbeterd. Het windklimaat dicht bij de gevels van de bebouwing kan op een aantal plaatsen ook verbeterd worden door het creëren van een arcade door het terugleggen van de gevel van de begane grond. Opgemerkt moet worden dat hiermee het windklimaat buiten de arcade niet verbeterd, en dat op plaatsen waar het slechte windklimaat met name wordt veroorzaakt door langsstromende wind en niet door valwinden, een arcade alleen effectief is als deze voldoende afgeschermd wordt voor aanstromende wind, of regelmatig onderbroken wordt. Het windklimaat meer naar het midden van de straten kan verbeterd worden door het plaatsen van windafremmende elementen in de vorm van bijvoorbeeld bomen.

Het slechte windklimaat rond het gebouw op de noordwestpunt van het gebied is door de open ligging van het gebouw lastig op te lossen. Verbeteren van het windklimaat is mogelijk door het aanbrengen van een forse luifel aan de zuidwestgevel van het gebouw, of het plaatsen van windremmende elementen bij de hoeken van het gebouw.

In het centrum van het plangebied wordt een vrij gunstig windklimaat verwacht. Dit gunstige windklimaat wordt verklaard door het feit dat de geplande bebouwing geen grote verschillen in bouwhoogte kent en dat in de doorgerekende situatie aanwezige hoogbouw accenten redelijk gunstig gepositioneerd zijn op de onderbouw.

Opgemerkt moet worden dat bij verschuiven van hoogbouw accenten of het veranderen van de onderbouw, lokaal forse veranderingen in het windklimaat kunnen optreden. Daarnaast is het ook mogelijk dat in de situatie waarin slechts een gedeelte van de plannen gerealiseerd is, het windklimaat beduidend ongunstiger kan zijn dan in de doorgerekende eindsituatie.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van de Gemeente Amsterdam Projectbureau Zuidas is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie in het Kenniskwartier te Amsterdam. Doel van het onderzoek was het geven van een eerste beoordeling van het te verwachten windklimaat in het plangebied. Gezien de geplande bouwhoogtes en de complexiteit van de geplande bebouwing wordt geadviseerd bij het verder uitwerken van de plannen een nadere studie naar het te verwachten windklimaat uit te voeren middels een windtunnelonderzoek.

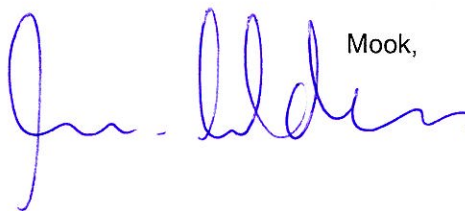
Voor de opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de Nederlandse norm NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

Opgemerkt wordt dat het specifieke gevaarcriterium waaraan bij windtunnelonderzoek wordt getoetst gezien het indicatieve karakter van numerieke simulatie niet in dit onderzoek is meegenomen. Dit indicatieve karakter van de berekeningen wordt mede veroorzaakt door de afmetingen van het plangebied.

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

- Met name langs de Boelelaan, de westzijde van de Gustav Mahlerlaan en het meest noordwestelijke gebouw van het plangebied wordt een voor doorloopgebied matig tot slecht windklimaat verwacht. Beoordeeld als slentergebied wordt in deze gebieden een veelal slecht windklimaat verwacht.
- In het centrum van het plangebied wordt een vrij gunstig windklimaat verwacht.
- Bij verschuiven van hoogbouw accenten of het veranderen van de onderbouw kunnen lokaal forse veranderingen in het windklimaat optreden.
- In de situatie waarin slechts een gedeelte van de plannen gerealiseerd is, kan het windklimaat beduidend ongunstiger zijn dan in de doorgerekende eindsituatie.

Concluderend kan worden gesteld dat er geen ernstige problemen met het windklimaat te verwachten zijn, maar dat er wel een aantal gebieden zijn die bij de verdere uitwerking van de plannen aandacht verdienen, met name voor wat betreft de situering van gebouwwingangen.



Mook,

Dit rapport bestaat uit:
11 pagina's en 1 bijlage.

Project		Projectgegevens		
Projectnaam		Kenniskwartier Amsterdam		
Opdrachtgever		Gemeente Amsterdam Projectbureau Zuidas		
Projectleider		dr. ir. L. Aanen		
Datum		5 oktober 2010		
Model		Algemene gegevens van het model		
Omvang gemodelleerd gebied		500 x 300 meter		
Kerngebied		het gebied rondom de geplande plangebied		
Omgeving		stedelijke bebouwing		
Afmetingen model		1100 x 750 x 300 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		Programmatuur: <i>Phoenix 2006 (versie 16 maart 2007)</i> ✓ FVM (eindige volume methode) – FEM (eindige elementen methode) – anders		
Algemeen		✓ Drie-dimensionaal ✓ tijd-onafhankelijk ✓ isothermisch – passieve scalairs	– Twee-dimensionaal – tijd-afhankelijk – thermisch – actieve scalairs	
Rekenrooster		205 x 190 x 51 cellen, rechthoekig grid; verfijning t.p.v. het bouwproject		
Turbulentiemodellering		Mix van k - ϵ -turbulentiemodel en k - ϵ -RNG-turbulentiemodel		
Convectieve differentieschema's		Snelheidscomponenten: 2 ^e orde schema, MINMOD Turbulentie grootheden: UPWIND Scalaire variabelen: UPWIND		
Randvoorwaarden		Gebuchte randvoorwaarden		
Instroomprofiel		Voor alle windrichtingen een windprofiel voor stedelijk bebouwing ($z_0=0,7$ m)		
Uitlaat		constante druk		
Boven-/zijwanden		gesloten, wrijvingsloos		
Vloer/bodem		Gesloten, fully-rough (ruwheid ~ 1 mm)		
Gegevensverwerking en beoordeling		Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat		
Amersfoortse coördinaten van de locatie		X = 092185, Y = 435650		
Toegepaste eisen	v_{DR} m/s	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans %	Beoordeling
Voor comfort			$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$	
Doorlopen	5,0	$\leq D$	<20	$\leq$ matig
Slenteren	5,0	$\leq C$	<10	$\leq$ matig
Zitten	5,0	$\leq B$	<5	$\leq$ matig
Regionale correctie		geen correctie		
Voor gevaar (niet getoetst)			$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$	
	15	n.v.t.	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15	n.v.t.	$p \geq 0,30$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten		figuren met $p(v_{LOK} > v_{DR,H})$ -waarden		
Opmerkingen		Gezien de afmetingen van het onderzochte gebied zijn de uitkomsten indicatief.		