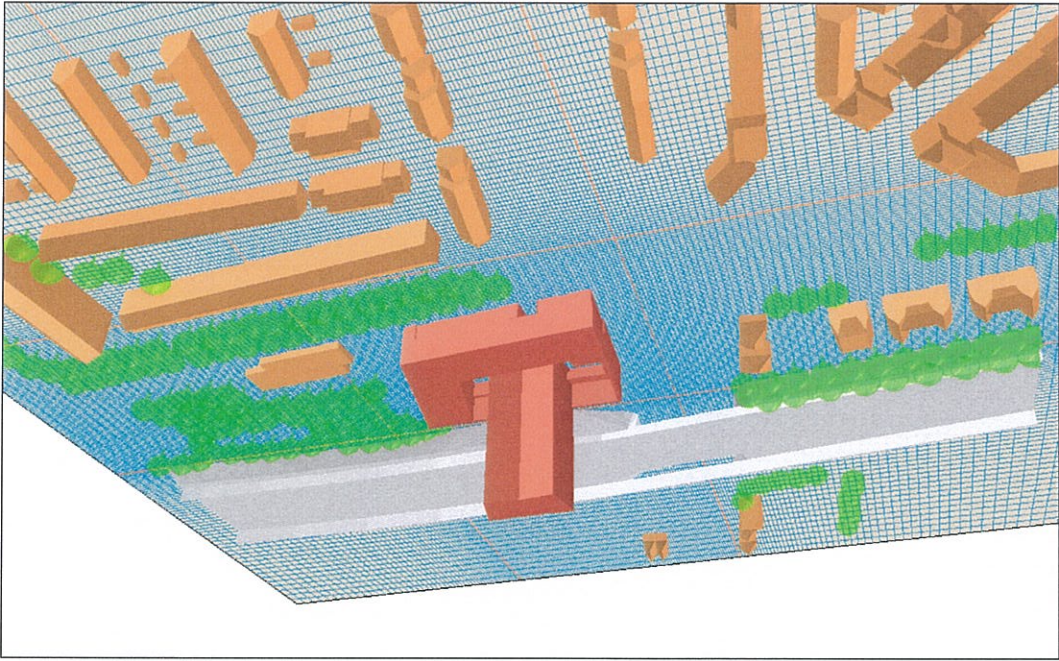


Bouwplan locatie Pauwmolen te Delft
Windklimaatonderzoek op basis van CFD-berekeningen.

Rapportnummer WA 15180-1-RA-001 d.d. 27 september 2011



Figuur 1: Grafische weergave van het rekenmodel

Opdrachtgever: BV Timpaan Zuidmeer te Rijssenhout
Rapportnummer: WA 15180-1-RA-001
Datum: 27 september 2011
Ref.: OO/KS/WA 15180-1-RA-001

Peutz bv
Paleisstraat 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. Springendaan 37
Postbus 7, 9700 AA Groningen
Tel. (050) 520 44 88
Fax (050) 526 31 78
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
Daidalos Peutz bvba
Leuven
info@daidalospeutz.be
www.daidalospeutz.be
Peutz
Sevilla
info@peutz.es
www.peutz.es
Köhler Peutz Geveeltechniek bv
Zoetermeer
info@gevel.com
www.gevel.com
Opdrachten worden aanvaard
en uitgevoerd volgens De
Nieuwe Regeling 2005
BTW identificatienummer
NL00493837B01
Kvk: 12028033

1. INLEIDING	3
2. NORMSTELLING EN UITGANGSPUNTEN	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 met CFD	7
3. REKENRESULTATEN	9
4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	11

1. INLEIDING

In opdracht van BV Timpaan Zuidmeer te Rijssenhou is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaat situatie rondom het bouwplan op de locatie Pauwmolen te Delft, inclusief de aanwezige stedenbouwkundige omgeving van het project. Het plangebied ligt tussen de Jan de Oudeweg, de Rijksstraatweg en de A13.

Voor het vervaardigen van het CFD-model is gebruik gemaakt van de tekeningen van KOW te Den Haag d.d. 25 augustus 2011. In totaal is een gebied gemodelleerd van 350 bij 350 meter.

Het doel van het onderzoek was het geven van een eerste beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw.

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 nieuwbouw in het rekenmodel

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. 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. Gezien de geplande bouwhoogte van rond de 55 meter is een windklimaatonderzoek uitgevoerd. Door de opdrachtgever is gekozen voor de onderzoeksmethode op basis van CFD-berekeningen. De resultaten van het onderzoek worden als indicatief beschouwd.

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) 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.

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 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	I. Doorlopen	II. Sienteren	III. Langdurig zitten
		Goed	Goed	Goed
		Goed	Goed	Matig
		Goed	Matig	Slecht
< 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.

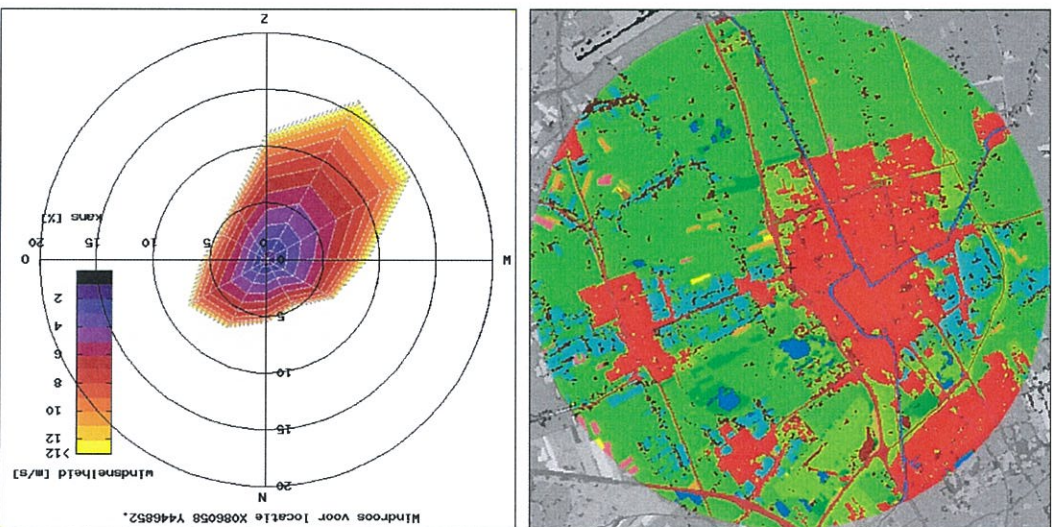
Overschrijdingskans $p(V_{Lok} > V_{Dr,g})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie	0,05 < p < 0,30	$p \geq 0,30$
		Beperkt risico	Gevaarlijk

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 rekenresultaten naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteorogegevens 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 meteorogegevens van een groot aantal meteorostations en gegevens omtrent terreinruwheid tot 6 km afstand van het project. De terreinruwheid 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 in tabel 3 blijkt onder meer dat op de betreffende bouwlocatie met name bij wind uit het zuiden tot westen ($180^\circ - 270^\circ$) hogere windsnelheden heersen en dat zuidwesten wind ($210^\circ - 240^\circ$) het meest optreedt. De wind uit het zuidwesten is hiermee voor een groot deel bepalend voor mogelijk optredende windhinder.

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

Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. Als het gaat om relatief eenvoudige gebouwingsituaties, of gebouwingsituaties 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). Voor de onderhavige nieuwbouwsituatie is op verzoek van de opdrachtgever van deze onderzoeksmethode uitgegaan. De rekenmethode is aan de hand van eerder uitgevoerde windtunnelprojecten gevalideerd.

2.4. Simulatie windsnelheden met CFD

[illegible]

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

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 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.

3. REKENRESULTATEN

Het windklimaat in de geplande bebouwingssituatie wordt beoordeeld op basis van de uitgevoerde CFD-berekeningen, 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.

In figuur 5 op de volgende pagina wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de geplande bebouwingssituatie weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordeelingscriteria uit de NEN 8100. De legenda is in het figuur opgenomen.

Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën loop- en slentergebied. Het windklimaat op de trottoirs, de straat, het binnenplein en dergelijke wordt beoordeeld met het criterium voor loopgebied. Ter plaatse van de gebouwentrees wordt het strengere criterium voor slentergebied gehanteerd. Een goed windklimaat, met een hinderkans van minder dan 5% wordt bij de gebouwentrees nagestreefd.

Uit de resultaten volgt onder meer dat bij de bestaande bebouwing in de omgeving van de bouwlocatie in de geplande bebouwingssituatie een overwegend als goed te beoordelen windklimaat te verwachten is (kleur blauw/groen in figuur 5). De geplande nieuwbouw heeft derhalve geen significante invloed op het windklimaat bij de omliggende bebouwing.

Het windklimaat op de Rijksstraatweg wordt met een hinderkans van 21% plaatselijk als slecht beoordeeld (categorie 20% en hoger; kleur rood). Dit treft tevens slechts een klein deel van het voet- en fietspad (enkele meters) langs de Rijksstraatweg.

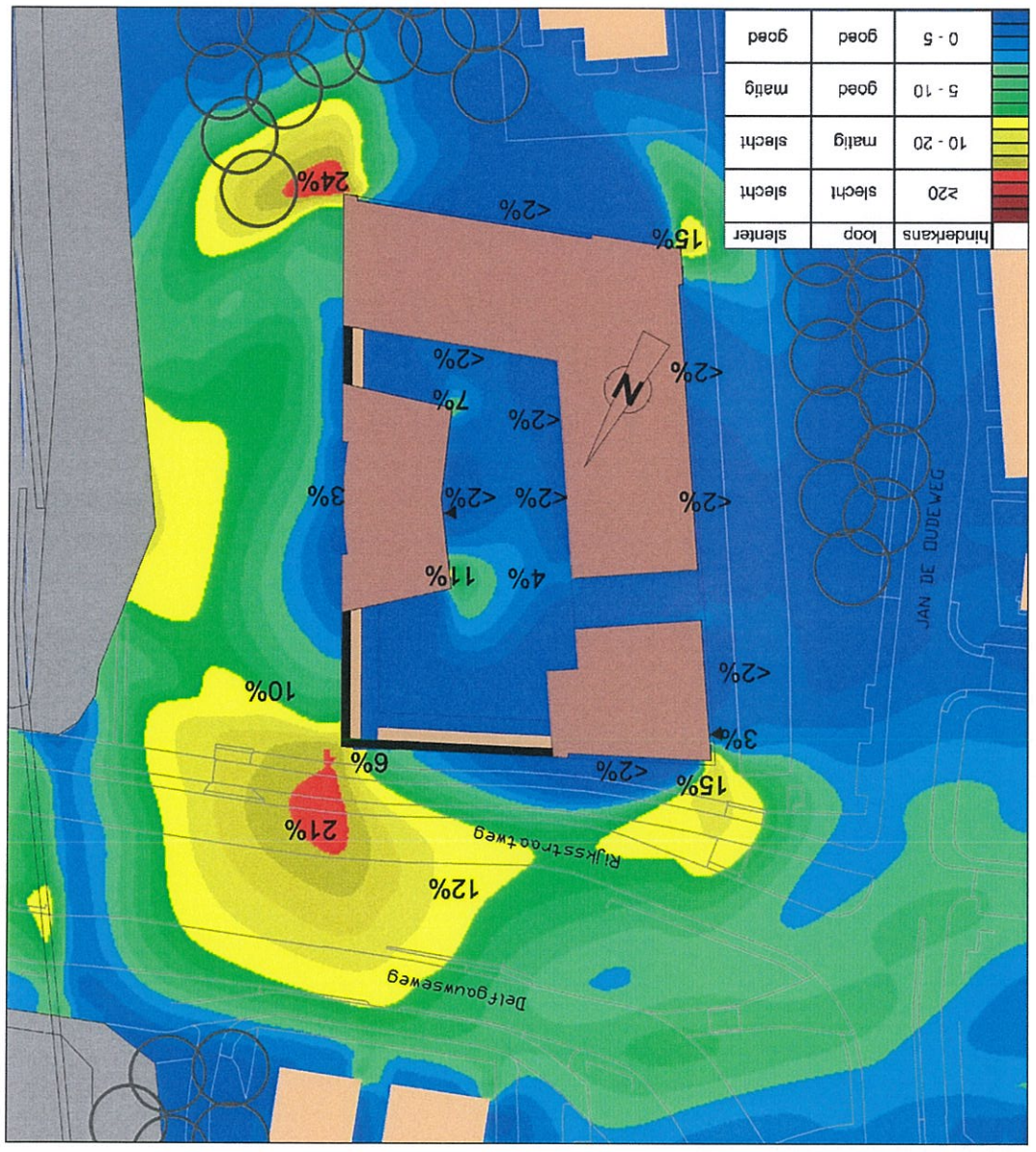
Bij de zuidoostelijke gebouwhoek is eveneens plaatselijk sprake van een beoordeling slecht. Op deze plek is echter geen voetpad, fietspad of verblijfsgebied aanwezig.

Het gevaarcriterium wordt op geen enkele plaats in het onderzoeksgebied overschreden.

Bij de hoofdentree van de hoogbouw is met een hinderkans van minder dan 2% een als goed te beoordelen windklimaat te verwachten, beoordeeld met het criterium voor 'slentergebied'. Het windklimaat bij de hoofdentree aan de Jan de Oudeweg wordt met een hinderkans van 3% eveneens als goed beoordeeld met dit criterium. Hierbij dient te worden opgemerkt dat deze entreepositie enigszins kritisch is ten aanzien van de te verwachten relatief hoge hinderkans van maximaal 15% bij de noordwestelijke gebouwhoek. Deze entree is naar aanleiding van de onderzoeksresultaten inmiddels enkele meters verplaatst waardoor de afstand tussen de gebouwhoek en de entree groter

wordt. De aangepaste entreepositie is opgenomen in schets 1 d.d. 5 september 2011 van KOW. De beoordeling van het windklimaat op deze entreepositie luidt met een hinderkans van minder dan 2% eveneens goed.

Het windklimaat bij de noordwestelijke gebouwhoek wordt met het criterium voor loopgebied als matig beoordeeld.



Figuur 5: Hinderkans op hoofdhoogte op begane grondniveau.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van BV Timpaan Zuidmeer te Rijsenhout is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaat situatie rondom het bouwplan op de locatie Pauwmoelen te Delft. Het plangebied ligt tussen de Jan de Oudeweg, de Rijksstraatweg en de A13. Het doel van het onderzoek was het geven van een eerste beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw.

Voor het vervaardigen van het CFD-model is gebruik gemaakt van de tekeningen van KOW te Den Haag d.d. 25 augustus 2011. In totaal is een gebied gemodelleerd van 350 bij 350 meter.

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*.

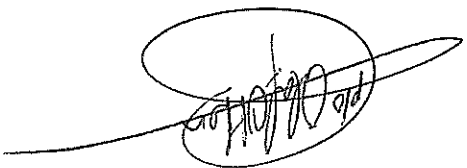
Uit de resultaten van het onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Bij de omringende bebouwing is geen significante verslechtering van het windklimaat te verwachten als gevolg van realisatie van de geplande nieuwbouw.

- Het windklimaat op de Rijksstraatweg wordt met een hinderkans van 21% plaatselijk als slecht beoordeeld (categorie 20% en hoger). Dit treft slechts een klein deel van het voet- en fietspad (enkele meters) langs de Rijksstraatweg. Bij de zuidoostelijke gebouwhoek is eveneens plaatselijk sprake van een beoordeling slecht. Op deze plek is echter geen voetpad, fietspad of verblijfsgebied aanwezig. Het gevaarcriterium wordt op geen enkele plaats in het onderzoeksgebied overschreden.

- Bij de hoodentrees van de nieuwbouw wordt het windklimaat als goed beoordeeld. Opgemerkt wordt dat op basis van de onderzoeksresultaten de hoodentree aan de Jan de Oudeweg gezien de oorspronkelijk korte afstand tot een gebied met een relatief hoge hinderkans bij de noordwestelijke gebouwhoek enkele meters verplaatst is. De aangepaste entreepositie is opgenomen in schets 1 d.d. 5 september 2011 van KOW.

Mook,



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

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Bouwplan locatie Pauwmoen te Delft
Opdrachtgever	BV Timpaan Zuidmeer te Rijssenhou
Projectleider	O.E. Otten
Datum	27 september 2011
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	350 x 350 meter
Kerngebied	het gebied rondom de geplande nieuwbouw
Omgeving	stedelijk bebouwing
Afmetingen model	400 x 400 x 200 meter
Blokkeringsgraad	<10%
Gemodelleerd groen	NVT
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)
Onderzochte configuraties	geplande bebouwingssituatie (stand van ontwikkeling 25 augustus 2011)
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	Programmatuur: Phoenix 2009
	✓ FVM (eindige volume methode) – FEM (eindige elementen methode) – anders
Algemeen	✓ drie-dimensionaal ✓ tijd-onafhankelijk ✓ isothermisch – passieve scalars – – twee-dimensionaal – tijd-afhankelijk – thermisch – actieve scalars
Rekenrooster	186 x 198 x 60 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 ^o orde schema, MINMOD turbulentie grootheden: UPWIND scalaire variabelen: UPWIND
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	windprofiel stedelijk bebouwing ($z_0=0,7$ m)
Uitlaat	constante druk
Boven-/zijwanden	gestoten, wrijvingsloos
Vloerbodem	gestoten, fully-rough
Gegevensverwerking en beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat
Amersfoortse coördinaten van de locatie	$X = 086058$, $Y = 446852$
Toegepaste eisen	Voorh m/s Gewenste kwaliteitsklasse Overschrijdingskans % Beoordeling
Voor comfort	5,0 $\leq D$ <20 $P(V_{lok} > V_{bra})$ $\leq$ matig
Doorlopen	5,0 $\leq C$ <10 $\leq$ matig
Stenteren	5,0 $\leq B$ <5 $\leq$ matig
Zitten	5,0 $\leq A$ <5 $\leq$ matig
Regionale correctie	geen correctie
Voor gevaar	$P(V_{lok} > V_{bra})$ beperkt risico gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	15 n.v.t. $0,05 < p < 0,30$ 15 n.v.t. $p \geq 0,30$ gevaar: tekstuele beoordeling windhinder: figuren met $p(V_{lok} > V_{bra})$ -waarden
Opmerkingen	