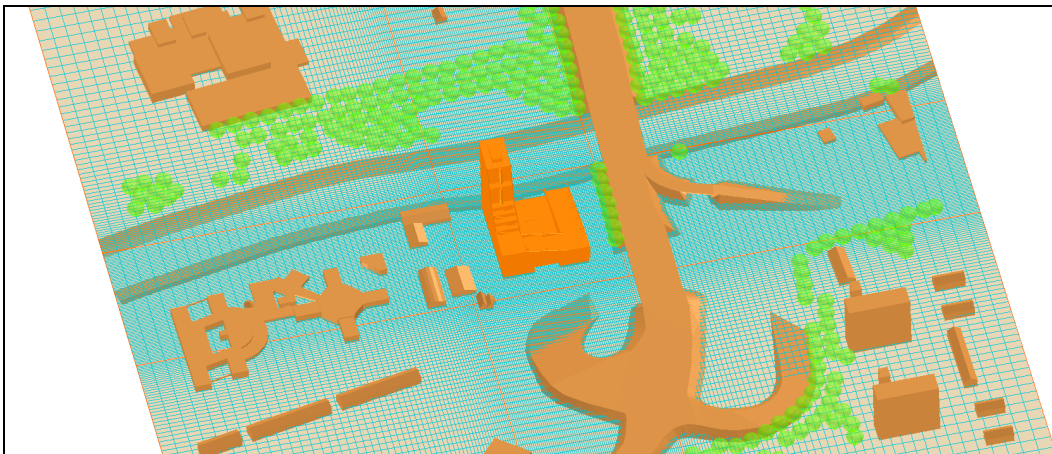


Rapport

Jongerenhuisvesting Reitdiep te Groningen
Windklimaatonderzoek op basis van CFD-berekeningen.

Rapportnummer O 15232-1-RA-002 d.d. 11 april 2012



Figuur 1: Grafische weergave van het rekenmodel

Opdrachtgever: Strukton Bouw & Vastgoed Groningen
Rapportnummer: O 15232-1-RA-002
Datum: 11 april 2012
Ref.: AA/LA/KS/O 15232-1-RA-002

Lid NLingenieurs
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

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

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

www.peutz.nl

Peutz GmbH
Düsseldorf, Dortmund, 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 2011

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
2.2.1. Windhinder	4
2.2.2. Windgevaar	5
2.3. Beoordeling bevaarbaarheid	6
2.4. Windklimaat op de locatie	6
2.5. Simulatie windsnelheden met CFD	7
3. REKENRESULTATEN	9
3.1. Beoordeling windklimaat	10
3.2. Beoordeling bevaarbaarheid	12
4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	15

1. INLEIDING

In opdracht van Strukton Bouw & Vastgoed Groningen is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande jongerenhuisvesting aan het Reitdiep te Groningen. De bouwhoogte van het plan bedraagt circa 68 meter.

Voor het vervaardigen van het CFD-model is gebruik gemaakt van de tekeningen van het voorlopig ontwerp d.d. 10 juni 2011 van Inbo te Drachten. In totaal is een gebied gemodelleerd van 600 bij 600 meter.

Het doel van het onderzoek is het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw en het vinden van oplossingsrichtingen voor mogelijke windhinder problemen. Daarnaast zijn de effecten van het gebouw op het windveld boven het Reitdiep in kaart gebracht, zodat er een inschatting gemaakt kan worden van de invloed van het gebouw op de scheepvaart.

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: Overzicht 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 van dit rapport. Tot slot wordt in hoofdstuk 4 een samenvatting van het onderzoek opgenomen en worden conclusies en advies 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 circa 68 meter is een windklimaatonderzoek uitgevoerd.

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) zal wind eerder als hinderlijk ervaren 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 niet altijd geheel te voorkomen: 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 het omslaan van paraplu's, in de ogen waaien van stof en in meer extreme vorm het dichtwaaien van een autoportier en dergelijke.

Aan de hand van onderstaande tabel 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 naar gestreefd, om binnen de van toepassing zijnde activiteitenklassen, een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren.

De activiteitenklasse 'langdurig zitten' is dusdanig kritisch dat deze met terughoudendheid dient te worden toegepast.

2.2.2. Windgevaar

Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde $v_{\text{DR;G}}$ 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 $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR;G}})$ 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 $p \leq 0,05$.

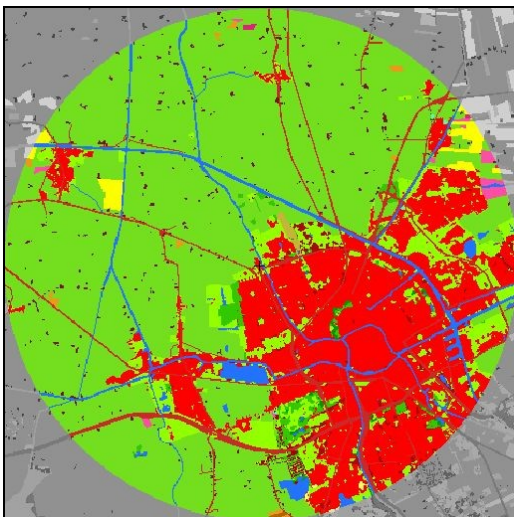
Situaties met een overschrijdingskans van $p \geq 0,30$ zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld."

2.3. Beoordeling bevaarbaarheid

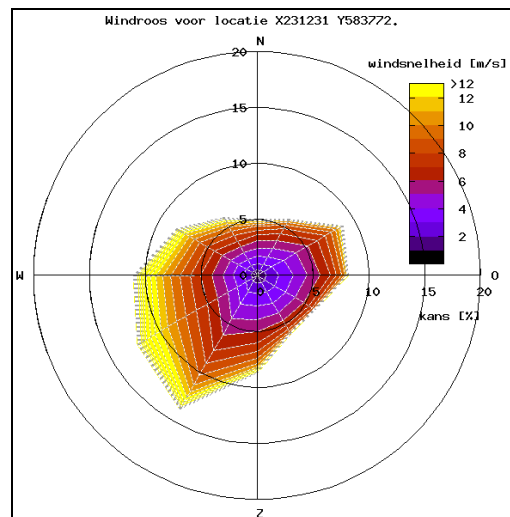
Er zijn binnen Nederland geen normen beschikbaar die de toelaatbaarheid van de effecten van bebouwing op de bevaarbaarheid van naastgelegen water beschrijven. Binnen dit onderzoek zijn de effecten van de nieuwbouw gevisualiseerd door voor de relevante windrichtingen op een hoogte van 1,75 meter boven peil een vectorveld van de snelheden weer te geven. Hiermee is een goede inschatting te maken van de te verwachten variaties in windsnelheid en windrichting in de nabijheid van het gebouw. De gebruikte hoogte van 1,75 meter is de geschatte gemiddelde hoogte waarop de wind aangrijpt op een schip.

2.4. 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 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, met een ruwheidslengte z_0 van 1,6 meter. Bij de berekeningen is een ruwheidslengte van 0,5 m gebruikt, representatief voor de belangrijkste windrichtingen in de omgeving van het plan.



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 optreden van wind uit een bepaalde richting weergegeven alsmede de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen.

Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (zie tabel 3) blijkt onder meer dat op de betreffende bouwlocatie met name bij wind uit westelijke richtingen (240° / 300°) hoge windsnelheden heersen en dat zuidwest tot west de meest voorkomende windrichtingen zijn. Door de ligging van het gebouw aan de west rand van de stad zijn de optredende snelheden van deze aanstromende wind relatief hoog.

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

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar												totaal aantal uren: 8766,6	
Positie X231231 Y583772 Jaar 1963-2002												gemiddelde windsnelheid (m/s): 6,4	
wind	Oost		Zuid			West			Noord				
snelheid	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°	
0.0 - 0.9	10.2	14.8	17.0	16.5	13.4	11.8	11.8	8.4	9.4	9.9	8.6	10.1	
1.0 - 1.9	34.8	47.8	56.4	60.1	54.5	43.8	49.6	32.0	35.6	34.9	31.9	32.4	
2.0 - 2.9	55.7	74.8	97.4	85.1	86.4	81.4	87.8	59.4	62.5	55.8	49.3	49.3	
3.0 - 3.9	69.3	104.2	113.6	99.2	99.5	100.3	111.8	76.6	77.4	66.9	57.5	59.9	
4.0 - 4.9	74.4	114.7	110.4	86.6	86.8	107.3	133.3	83.4	83.5	73.7	56.2	63.4	
5.0 - 5.9	69.6	104.8	97.7	73.2	70.8	95.8	145.8	95.4	87.1	72.6	53.1	54.1	
6.0 - 6.9	61.5	85.8	80.3	51.2	44.7	84.9	137.3	95.8	87.8	72.8	52.2	48.2	
7.0 - 7.9	46.8	73.2	52.8	28.5	32.3	67.1	121.2	95.8	81.3	67.1	49.5	38.2	
8.0 - 8.9	32.8	52.7	39.8	17.6	18.3	54.0	106.2	93.7	77.7	62.0	43.7	28.1	
9.0 - 9.9	21.8	41.3	23.1	6.6	9.8	40.3	82.8	85.0	73.4	51.8	34.8	19.8	
10.0 - 10.9	13.5	27.0	12.8	2.5	5.9	26.5	62.0	77.3	63.0	46.8	26.5	12.4	
11.0 - 11.9	9.5	16.8	7.5	1.5	2.9	18.7	50.2	67.5	53.7	35.3	21.4	9.7	
12.0 - 12.9	5.0	9.7	4.3	0.6	1.5	13.6	37.4	50.5	42.2	23.4	14.1	4.9	
13.0 - 13.9	2.4	5.2	1.0	0.0	0.4	9.7	26.8	43.0	31.6	18.4	11.0	3.7	
14.0 - 14.9	1.7	3.0	0.6	0.0	0.2	4.4	16.8	35.1	26.6	12.1	6.5	2.0	
15.0 - 15.9	1.1	1.5	0.2	0.0	0.1	2.5	9.5	26.0	19.9	8.6	4.0	1.3	
16.0 - 16.9	0.3	0.6	0.1	0.0	0.0	1.3	5.4	17.0	14.8	5.7	2.7	0.9	
17.0 - 17.9	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.9	3.7	12.3	11.8	3.8	1.4	0.4	
18.0 - 18.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1	7.7	8.8	2.2	1.2	0.3	
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	5.7	5.7	1.7	0.9	0.0	
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	3.8	3.5	0.7	0.3	0.0	
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	2.0	2.3	0.7	0.4	0.0	
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	2.2	0.3	0.1	0.0	
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	0.2	0.1	0.0	
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.9	0.1	0.1	0.0	
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.2	0.1	0.0	
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	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	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	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	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
30.0 - 30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	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	0.1	0.0	0.0	0.0	
32.0 - 32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
33.0 - 33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
34.0 - 34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35.0 - 35.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
36.0 - 36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
37.0 - 37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38.0 - 38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
39.0 - 39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
aantal uren	510.5	778.3	715.0	529.2	527.5	765.2	1204.1	1077.3	965.0	727.8	527.6	439.1	
gemiddelde snelheid	5.5	5.7	5.0	4.3	4.4	5.9	6.9	8.3	8.1	7.1	6.6	5.5	

2.5. Simulatie windsnelheden met CFD

Het uitvoeren van een windklimaatonderzoek kan in principe met de windtunnel of met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD). Vanwege het feit dat het in dit geval gaat om het geven van een eerste beoordeling van het windklimaat, is thans gekozen voor een bepaling middels CFD berekeningen. CFD is een rekenkundige simulatie waarbij iteratief een stelsel van natuurkundige vergelijkingen wordt opgelost. Deze methode kent enkele beperkingen waardoor een lokale voorspelling van het windklimaat op bijvoorbeeld balkons minder nauwkeurig is. Voor extreme situaties waarin windgevaar niet uit te sluiten is, wordt de voorkeur gegeven aan een windtunnel onderzoek. De rekenmethode is aan de hand van eerder uitgevoerde windtunnelprojecten gevalideerd.

De grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit ten aanzien van het temperatuurprofiel) aanwezig is wordt aan de rand van het CFD-model opgewekt zodat

het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door de direct omliggende bebouwing en begroeiing mee te modelleren.

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

In bijlage 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 voor windhinder en windgevaar. De autostalling is in het model niet mee gemodelleerd, maar gesloten uitgevoerd. Het is niet mogelijk deze op een betrouwbare manier te berekenen, en de resultaten in de onderdoorgang en rond het gebouw zullen niet significant worden beïnvloed door het gesloten uitvoeren van de stalling.

In figuur 6 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de betreffende bebouwingssituaties weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. De legenda wordt linksonder in de figuren weergegeven. Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën loop- en slentergebied. Het criterium voor slentergebied is in deze situatie van toepassing bij gebouwentrees. Op het binnen terrein zijn de contouren weergegeven voor een hoogte van 1,75 m boven het dek.

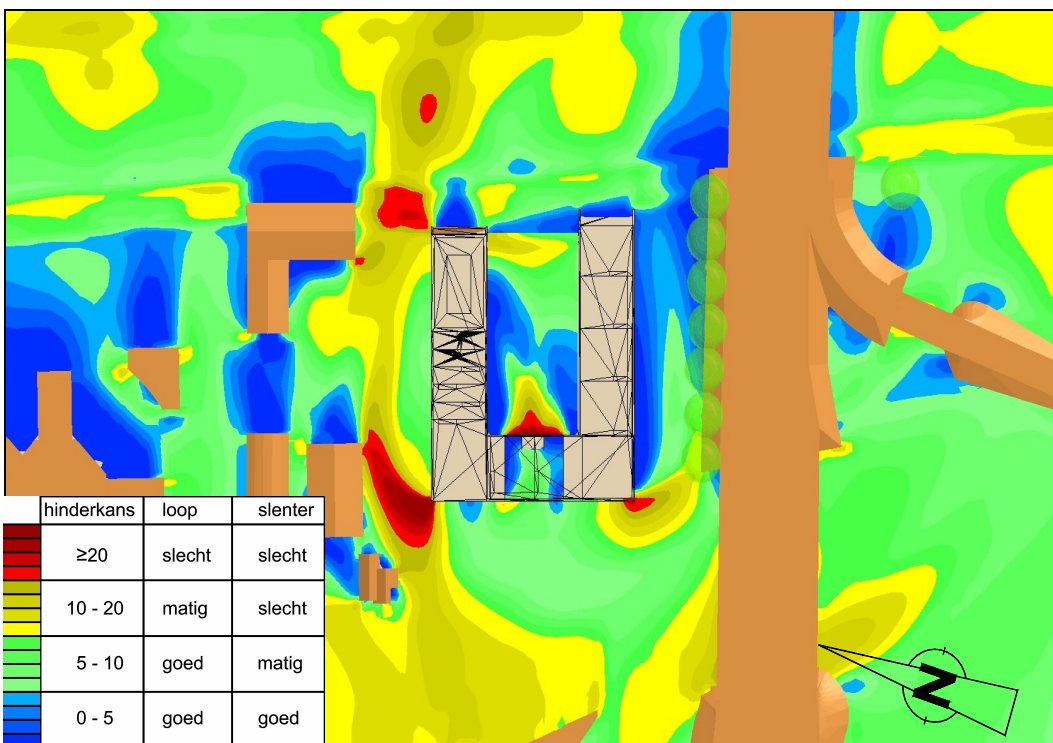
Het aspect windgevaar is bij numerieke simulatie lastig te interpreteren en wordt derhalve alleen tekstueel weergegeven.

Daarnaast is ten behoeve van de beoordeling van de bevaarbaarheid van het Reitdiep voor een aantal windrichtingen het te verwachten snelheidsveld rond het project gevisualiseerd.

3.1. Beoordeling windklimaat



Figuur 5: Rekenmodel geplande bebouwingssituatie.



Figuur 6: Hinderkans op hoofdhoogte in de geplande bebouwingssituatie.

Uit de rekenresultaten blijkt onder meer dat bij een aantal hoeken van het gebouw een slecht windklimaat te verwachten valt. Met name bij de noordwesthoek van het gebouw is het te verwachte windklimaat met een overschrijdingspercentage van lokaal 35% zeer slecht. Bij de twee noordelijke gebouwhoeken valt op basis van de resultaten daarbij niet uit te sluiten dat er een overschrijding van het gevaarscriterium plaats zal vinden. Dit ongunstige windklimaat wordt verklaard door de onbelemmerde aanstroming van het gebouw, in combinatie met de hoge, rechte gevels.

Het mogelijk verbeteren van het windklimaat op deze punten is lastig. Eén mogelijkheid is het aanbrengen van grote luifels aan de gevels van het gebouw. Hierbij moet gedacht worden aan luifels met een diepte van enkele meters, over een groot deel van de noord en west gevel. Daarnaast is het mogelijk de wind op looppniveau af te remmen door het aanbrengen van windremmende elementen zoals groenblijvende begroeiing met een hoogte van enkele meters, in ieder geval rond de hoeken van het gebouw. De eenvoudigste optie is echter het onttrekken van deze gebieden aan het verblijfsgebied.

Indien bouwkundige aanpassingen niet mogelijk zijn, kan het windklimaat mogelijk verbeterd worden middels het aanbrengen van de volgende groenvoorzieningen:

- Het plaatsen van een bomenrij met onderbegroeiing aan de Noord-oostzijde van het gebouw. Hiermee wordt de doorgang naar het Reitdiep luchtstromingstechnisch geblokkeerd. De bomenrij dient voldoende groenblijvend te zijn, voldoende gesloten te zijn en met een afmeting van de eerste grootte.
- Het plaatsen van een of meerdere volwassen bomen op de Noord-westhoek van het gebouw. Ook deze bomen dienen een afmeting van de eerste grootte te hebben en een relatief brede kruin te hebben. De boom dient met de kruin tot (vrijwel) tegen het gebouw geplaatst te worden.
- Het plaatsen van een tweetal bomenrijen rond de Zuid-west hoek. Het betreft eveneens bomen van de eerste grootte, voldoende dicht op elkaar geplaatst met een brede kruin. De rij aan de westzijde van de hoek dient tenminste 15 m lang te zijn en aan de zuidzijde eveneens tenminste 15 m lang.

Een tweede punt van zorg is de onderdoorgang midden in het gebouw. Boven aan de trap, aan de rand van het binnenplein wordt hier eveneens een slecht windklimaat verwacht, waarbij eveneens het gevaarscriterium kan worden overschreden. Dit slechte windklimaat wordt veroorzaakt door drukverschillen over deze opening ten gevolge van de aanstromende wind. Er wordt geadviseerd deze opening af te sluiten, bijvoorbeeld door het aanbrengen van een tochtsluis. Eventueel is het mogelijk door middel van elkaar gedeeltelijk overlappende schermen (labyrint) de windsnelheid in het onderste deel van de opening af te remmen.

Indien bouwkundige maatregelen niet haalbaar blijken te zijn, kan als alternatief voor de onderdoorgang een dubbele rij bomen met onderbegroeiing worden geplaatst tot vlak

voor het gebouw. De bomenrij dient voldoende hoog te zijn en zo breed als binnen de randvoorwaarden van de terreininrichting mogelijk is.

Bovengenoemde voorzieningen zijn allen niet middels CFD of een windtunnelonderzoek nader onderzocht zodat niet op voorhand te voorspellen is dat daarmee het windklimaat verbetert tot goed/matig.

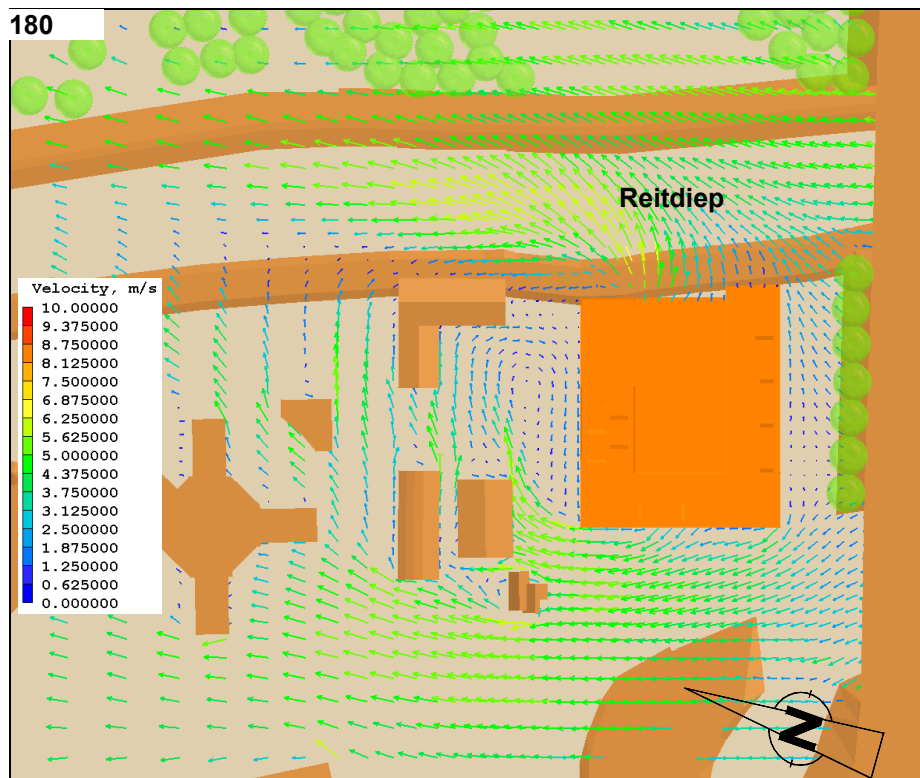
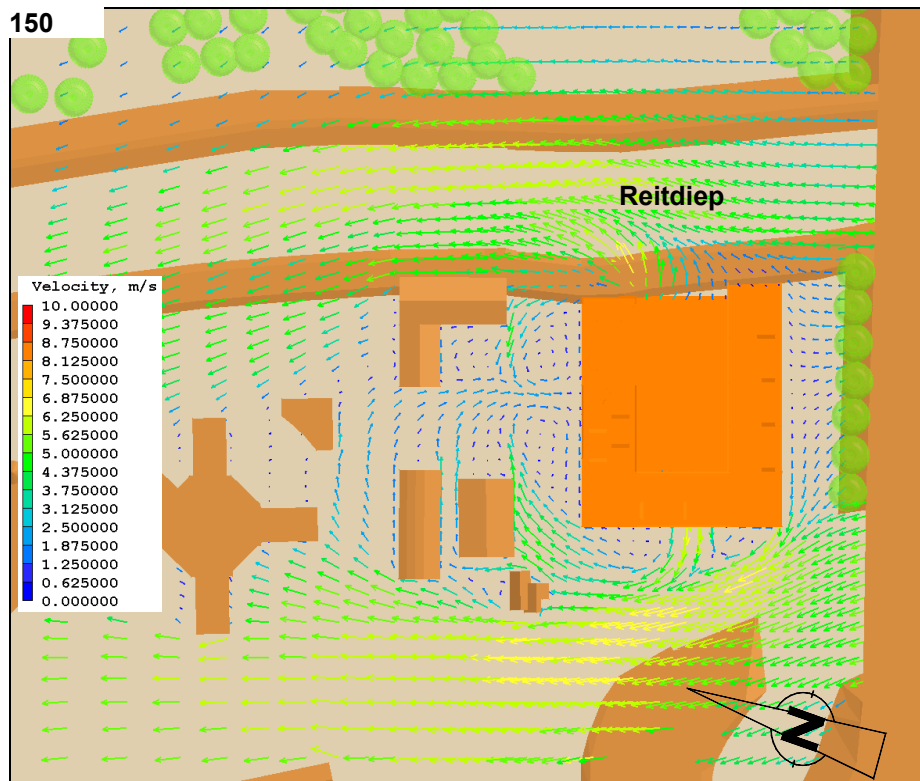
Het windklimaat bij de verschillende entrees van het gebouw is relatief gunstig. Bij de entrees onder het gebouw mag volgens de berekeningen een goed windklimaat verwacht worden. Opgemerkt moet worden dat de autostalling in de berekeningen gesloten is uitgevoerd. In werkelijkheid zal er dus rondom de entree van de autostalling wel wat meer wind zijn dan uit de berekeningen volgt. Door de weerstand van de stalling zullen de windsnelheden echter niet veel hoger zijn. Bij de entree aan de noordgevel is het te verwachten windklimaat, beoordeeld als slentergebied matig.

3.2. Beoordeling bevaarbaarheid

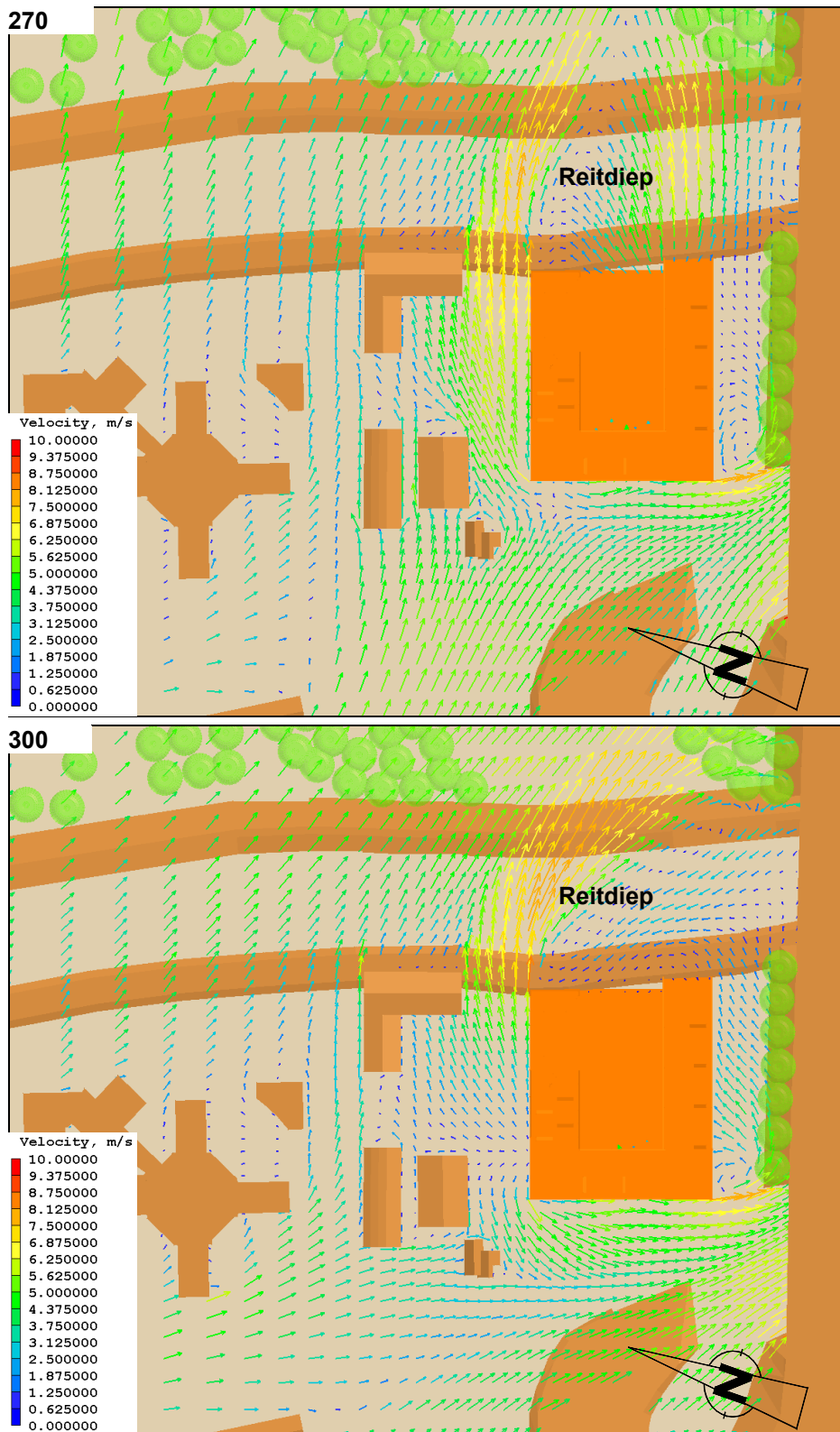
In de onderstaande figuren is voor de verschillende windrichtingen de windsnelheid en windrichting weergegeven middels een vectorplot. De snelheden zijn uitgerekend bij een ongestoorde windsnelheid van 10 m/s op 60 meter hoogte. De gemiddelde windsnelheid op 1,75 meter hoogte in het gebied bedraagt daarbij ca. 3,5 m/s. De snelheden zijn weergegeven op een schaal van 0 tot 10 m/s. Uit de figuren blijkt dat de snelheden boven het Reitdiep bij een aantal windrichtingen significant beïnvloed wordt door de realisatie van de jongerenhuisvesting. Bij wind uit het noordoosten tot oosten is er een afname van de windsnelheid door de blokkering van de nieuwbouw. Bij wind uit het zuidoosten tot zuiden is er lokaal een versnelling van de wind zichtbaar (zie figuur 7a).

Bij wind uit westelijke en noordwestelijke richtingen is er een forse toename van de windsnelheid boven het Reitdiep (tot meer dan een factor twee ten opzichte van de gemiddelde windsnelheid), in combinatie met een draaiing van de wind achter het gebouw, zie figuur 7b. Daarnaast moet in het zog achter het gebouw rekening gehouden worden met een toename van de vlagerigheid van de wind. Bij harde westen tot noordwesten wind zou dit voor zeilende schepen problemen op kunnen leveren.

Indien het windklimaat bij de noordoosthoek van het gebouw verbeterd wordt door het plaatsen van een rij bomen aan de noordoostzijde van het gebouw, zal dit mogelijk ook verbetering geven van de bevaarbaarheid van het Reitdiep door reductie van de te verwachten hoge windsnelheden.



Figuur 7a: Windsnelheidsverdeling rond de geplande nieuwbouw bij windrichtingen 150 en 180



Figuur 7b: Windsnelheidsverdeling rond de geplande nieuwbouw bij windrichtingen 270 en 300

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van Strukton Bouw & Vastgoed Groningen is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande jongerenhuisvesting aan het Reitdiep te Groningen. De bouwhoogte van het plan bedraagt circa. 68 meter.

Voor het vervaardigen van het CFD-model is gebruik gemaakt van de tekeningen van het voorlopig ontwerp d.d. 10 juni 2011 van Inbo te Drachten. In totaal is een gebied gemodelleerd van 600 bij 600 meter.

Het doel van het onderzoek is het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw en het vinden van oplossingsrichtingen voor mogelijke windhinder problemen. Daarnaast zijn de effecten van het gebouw op het windveld boven het Reitdiep in kaart gebracht, zodat er een inschatting gemaakt kan worden van de invloed van het gebouw op de scheepvaart.

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 worden de volgende conclusies getrokken:

- Bij een aantal hoeken van het gebouw wordt een slecht windklimaat verwacht. Bij de twee noordelijke gebouwhoeken valt op basis van de resultaten daarbij niet uit te sluiten dat er een overschrijding van het gevaarscriterium plaats zal vinden. Een verbetering van het windklimaat op deze punten is mogelijk te realiseren door het aanbrengen van grote luifels aan de gevels van het gebouw of het aanbrengen van windremmende elementen op beganegrondniveau zoals groenblijvende begroeiing van voldoende afmetingen zoals in het rapport beschreven.
- Een tweede punt van zorg is de onderdoorgang midden in het gebouw. Boven aan de trap, aan de rand van het binnenplein wordt hier eveneens een slecht windklimaat verwacht, waarbij eveneens het gevaarscriterium kan worden overschreden. Dit slechte windklimaat wordt veroorzaakt door drukverschillen over deze opening. Er wordt geadviseerd deze opening af te sluiten door middel van een tochtsluis of het plaatsen van schermen in een labyrint constructie.
Indien bouwkundige maatregelen niet haalbaar blijken te zijn, kan mogelijk als alternatief voor de onderdoorgang een dubbele rij bomen met onderbegroeiing worden geplaatst tot vlak voor het gebouw. De bomenrij dient voldoende hoog te zijn en zo breed als binnen de randvoorwaarden van de terreininrichting mogelijk is.
- Wat verder van de opening is op de binnenplaats een matig tot goed windklimaat te verwachten. Bij het sluiten van de onderdoorgang zal het windklimaat op de binnenplaats waarschijnlijk verbeteren tot goed.

- Het windklimaat bij de verschillende entrees van het gebouw is relatief gunstig. Bij de entrees onder het gebouw mag een goed windklimaat verwacht worden. Bij de entree aan de noordgevel is het te verwachten windklimaat, beoordeeld als slentergebied matig. Er wordt geadviseerd het windklimaat op deze plaats te verbeteren middels windafschermende maatregelen.
- De bevaarbaarheid van het Reitdiep voor zeilende schepen wordt bij een aantal windrichtingen significant beïnvloed door de realisatie van de geplande nieuwbouw. Met name bij wind uit westelijke en noordwestelijke richtingen is er een forse toename van de windsnelheid boven het Reitdiep, in combinatie met een draaiing van de wind achter het gebouw. Daarnaast moet in het zog achter het gebouw rekening gehouden worden met een toename van de vlagerigheid van de wind. Indien de schepen echter met gestreken zeil het gebouw zullen passeren, zal dit niet snel tot problemen leiden.
- Met het verbeteren van het windklimaat bij de noordoosthoek van het gebouw middels bomen, zal ook de bevaarbaarheid van het Reitdiep verbeteren.
- Opgemerkt wordt dat bovengenoemde mogelijke voorzieningen teneinde het windklimaat te verbeteren niet nader middels CFD of een windtunnelonderzoek zijn onderzocht zodat niet op voorhand te voorspellen is dat daarmee het windklimaat verbetert tot goed/matig.

Mook,



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

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Jongerenhuisvesting Reitdiep te Groningen			
Opdrachtgever	Strukton Bouw & Vastgoed Groningen			
Projectleider	dr. ir. L. Aanen			
Datum	11 april 2012			
Model	Algemene gegevens van het model			
Omvang gemodelleerd gebied	550 x 550 meter			
Kerngebied	het gebied rondom de geplande nieuwbouw			
Omgeving	bebouwing/begroeiing			
Afmetingen model	600 x 600 x 250 meter			
Blokkeringsgraad	<10%			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
Onderzochte configuraties	<ul style="list-style-type: none"> • huidige bebouwingssituatie • geplande bebouwingssituatie inclusief hoogbouw 			
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur			
Programmatuur	Programmatuur: <i>Phoenics 2009</i> ✓ FVM (eindige volume methode) – FEM (eindige elementen methode) – anders			
Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> ✓ drie-dimensionaal ✓ tijd-onafhankelijk ✓ isothermisch – passieve scalairs 		<ul style="list-style-type: none"> – twee-dimensionaal – tijd-afhankelijk – thermisch – actieve scalairs 	
Rekenrooster	187 x 190 x 57 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	Gebruikte randvoorwaarden			
Instroomprofiel	windprofiel kleinstedelijke bebouwing (z ₀ =0,5 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 = 1231231, Y = 583772			
Toegepaste eisen	V _{DR,H} 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	bepert risico
	15	n.v.t.	p ≥ 0,30	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	windhinder: figuren met p (V _{LOK} > V _{DR,H})-waarden gevaar: tekstuele beoordeling			
Opmerkingen	Gezien de uitkomsten van het onderzoek wordt geadviseerd nader onderzoek uit te voeren in de windtunnel.			