

project

Hotels van Oranje, Noordwijk

betreft

Windhinderonderzoek

datum

03-10-2014

documentcode

HON1401R002

opdrachtgever

BOMO III B.V.
T.a.v. de heer Ch. de Boer
Kon. Wilhelminaboulevard 25
2202 GV NOORDWIJK

adres

Balistraat 1
2585 XK Den Haag
Lichttoren 32
5611 BJ Eindhoven
T (070) 361 55 59
F (070) 361 79 30
info@zri.nl
www.zri.nl

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten	3
2.1	Normstelling	3
2.2	Computational Fluid Dynamics	3
2.3	Geometrie van het model en uitvoering van het windonderzoek	4
2.4	De kwaliteit van het windklimaat conform NEN 8100	4
3	Resultaten	7
3.2	Resultaten: vergelijking bestaand/nieuw	8
3.3	Numerieke resultaten en classificatie naar NEN 8100	9
4	Conclusie	11

1 Inleiding

In Noordwijk wordt aan de boulevard het project Hotels van Oranje gerealiseerd. Het is een vervanging van bestaande bebouwing. Het project bestaat uit nieuwbouw, renovatie en uitbreiding (optopping). Binnen het project wordt een hotel gerealiseerd en een aantal appartementen. Door Van Egmond Totaal Architectuur is het ontwerp gemaakt van dit project.

Door de opdrachtgever, Hotels van Oranje, is aan ZRi gevraagd een windhinderonderzoek uit te voeren. Doel van dit onderzoek is inzicht te krijgen in het te verwachten windklimaat in de nieuwe situatie en met name de veranderingen in het windklimaat ten opzichte van de huidige situatie. Hierbij is onder meer aandacht voor de situatie op de boulevard en tevens in het Schuittengat en op de achterliggende Parallelboulevard.

ZRi voert het onderzoek naar het windklimaat uit door middel van CFD (computational fluid dynamics). Met deze simulatietechniek wordt de wind in een 3D computermodel nagebootst, vergelijkbaar met een windtunnel.

2 Uitgangspunten

Onderstaand zijn enkele belangrijke uitgangspunten voor het onderzoek aangegeven. In het eerder verstrekte document HON1401R001 d.d. 04-07-2014 zijn de technische uitgangspunten en randvoorwaarden meer in detail gegeven.

2.1 Normstelling

In Nederland bestaat een norm voor windhinderonderzoek: NEN 8100:2006 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'. Deze norm bevat, behalve criteria voor de beoordeling van de mate van hinder of gevaar, ook de basisuitgangspunten voor het uitvoeren van onderzoek. ZRi voert het onderzoek geheel uit volgens NEN 8100.

Eisen aan windhinder zijn niet wettelijk geregeld. De genoemde norm is privaatrechtelijk van aard en wordt niet aangewezen in het Bouwbesluit. Het huidige onderzoek is dan ook vergelijkend van aard: de nieuwe situatie wordt vergeleken met de bestaande situatie, zodat vastgesteld kan worden of het windklimaat slechter wordt of juist beter.

2.2 Computational Fluid Dynamics

Voor het bepalen van de windsnelheden die optreden wordt gebruik gemaakt van een rekenpakket voor computational fluid dynamics (CFD). Met dit rekenpakket kunnen stromingen van massa, volume en energie worden gesimuleerd. Bij een CFD berekening wordt de ruimte opgedeeld in kleine cellen, het zgn. rekenrooster. Per cel zijn natuurkundige formules met de verbanden tussen druk, temperatuur, volume, snelheid van toepassing en dat in evenwicht met zijn burens. Voor de totale ruimte moeten de wetten van behoud van massa, energie en impuls opgaan. Bij dit onderzoek is met meerdere roosters gerekend. Het rooster is geoptimaliseerd zodat de rekentijd is geminimaliseerd met minimale invloed op de resultaten.

Het uiteindelijke gebruikte rooster bestaat, afhankelijk van de windrichting en situatie (bestaand of nieuw), uit circa 200.000 cellen. Het rooster is rond hoeken en kleine vlakken verfijnd.

2.3 Geometrie van het model en uitvoering van het windonderzoek

Het bouwplan wordt door middel van onderzoek aan een digitaal 1 op 1 model in CFD getoetst op windhinder en windgevaar. Om de vergelijking te kunnen maken tussen de bestaande situatie en de nieuwe situatie worden twee modellen gemaakt (bestaand en nieuw).

Van het hotel en de omringende bebouwing wordt een digitaal model gemaakt tot een straal van 300 m rondom. Binnen dit model wordt alle bebouwing, zoals deze aanwezig is, meegenomen.

De simulaties worden uitgevoerd bij in totaal 12 windrichtingen. Beginnend met een windrichting van 0° (Noord) worden, door het steeds 30° draaien van het model, in 12 simulaties in elk roosterpunt de luchtsnelheden bepaald.

Uiteraard varieert zowel de windsnelheid als de windrichting op een bepaalde locatie sterk over een jaar gemeten. Deze variatie is bekend uit langdurige meetreeksen en onderzoek uit het verleden, de zgn. windstatistiek, die voor heel Nederland voor een hoogte van 60 m is vastgelegd in de Nederlandse Praktijk Richtlijn NPR 6097.

Met behulp van de windstatistiek van de projectlocatie in Noordwijk en de gemeten windsnelheden in het model wordt voor elk meetpunt de kans (in procenten van het aantal uren per jaar) op overschrijding van een windsnelheid van 5,0 m/s (criterium voor windhinder) respectievelijk 15,0 m/s (criterium voor windgevaar) bepaald. De overschrijdingskansen worden gesommeerd voor alle windrichtingen, zodat één getal, de overschrijdingskansen, voor elk meetpunt verkregen wordt.

De aldus verkregen overschrijdingskansen worden vergeleken voor de bestaande en nieuwe situatie. Daarnaast worden de overschrijdingskansen getoetst aan de NEN 8100, dit is een objectieve maatstaf voor de kwaliteit van het windklimaat.

2.4 De kwaliteit van het windklimaat conform NEN 8100

Personen kunnen hinder ondervinden door wind en de effecten daarvan: verwaaien van haar en kleding, bewaren van evenwicht enz. Deze hinder is uiteraard afhankelijk van de windsterkte en -richting, maar ook van de activiteiten die men op dat moment onderneemt. Om die reden zijn de eisen aan windhinder onderverdeeld in drie categorieën van activiteiten:

- I doorlopen (trottoirs, voetpaden enz.)
- II slenteren (pleinen, winkelpromenades)
- III langdurig zitten (bijv. terrassen).

Windhinder is in geen enkele situatie geheel uit te sluiten. Bij harde wind of storm is windhinder onvermijdelijk. Om die reden worden de eisen aan windhinder gekoppeld aan een overschrijdingskans (in procenten van het aantal uren per jaar) dat de windsnelheid boven een zekere drempelwaarde uitkomt. Deze drempelwaarde is in NEN 8100 vastgesteld op 5,0 m/s. Dit beoordelingscriterium komt globaal overeen met een windkracht van 4 Beaufort en hoger.

In de onderstaande tabel (NEN 8100 tabel 1) zijn de eisen voor de beoordeling van het windklimaat voor windhinder aangegeven.

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

tabel 1 | Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder (windsnelheid groter dan 5 m/s).

Bij de in tabel 1 gegeven classificering moet worden bedacht dat de projectlocatie direct aan de Noorzeekust een zeer windrijk gebied is. Wind hoort bij het verwachtingspatroon van het publiek. De classificering in tabel 1 is feitelijk bedoeld voor een willekeurige plek in Nederland, maar is niettemin goed bruikbaar als referentiekader.

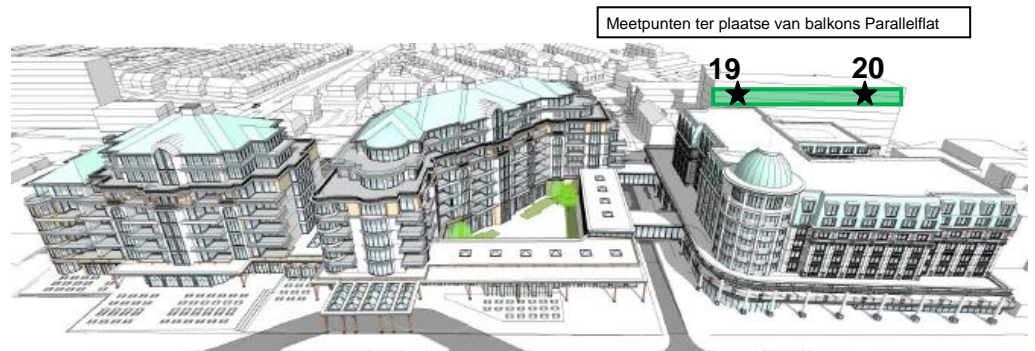
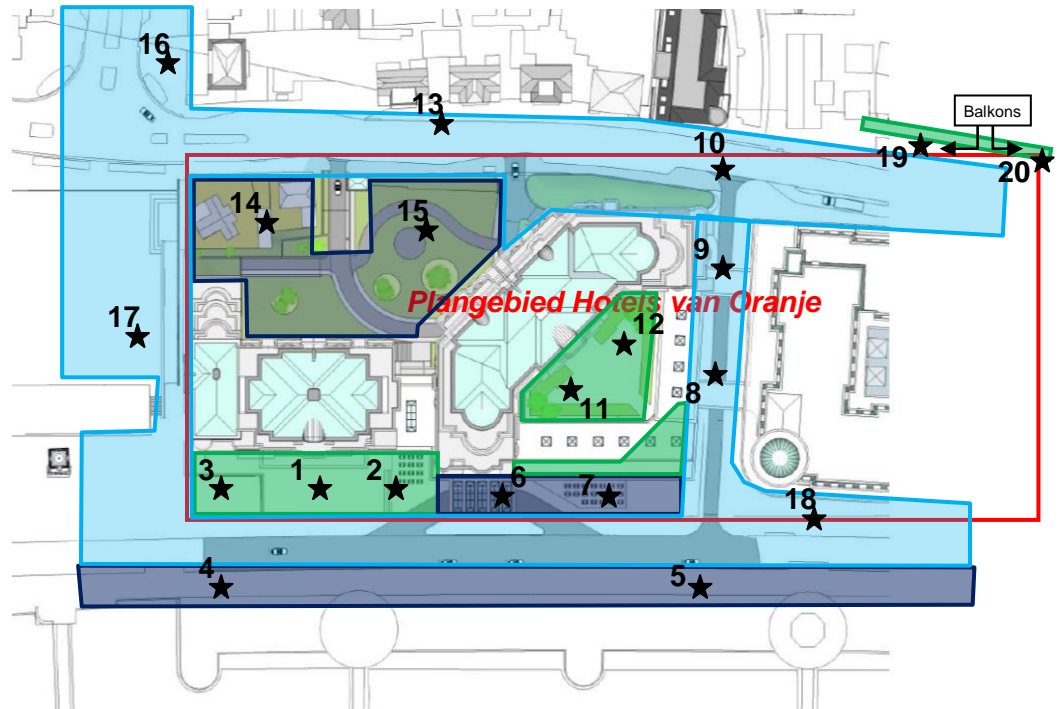
Naast het veroorzaken van hinder kan een sterke wind ook gevaar veroorzaken. Personen kunnen, lopend of fietsend, omver geblazen worden of bijvoorbeeld door de wind van een loop- of fietspad op de rijbaan belanden. De drempelwaarde voor windgevaar is in NEN 8100 gesteld op 15,0 m/s. Ook bij de beoordeling van de kans op windgevaar wordt een overschrijdingskans in procenten van het aantal uren per jaar gehanteerd, zie tabel 2 (NEN 8100 tabel 2).

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

tabel 2 | Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar (windsnelheid groter dan 15 m/s).

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

Toetsingcriteria zijn dat loopkwaliteit op openbare wegen en trottoirs kan worden gegarandeerd en nergens windgevaar optreedt, mits dit in de huidige situatie ook het geval is. Indien in de huidige situatie een overschrijding optreedt, geldt de huidige waarde als eis. Het gebied met de verschillende toetsingscriteria is weergegeven in figuur 2.



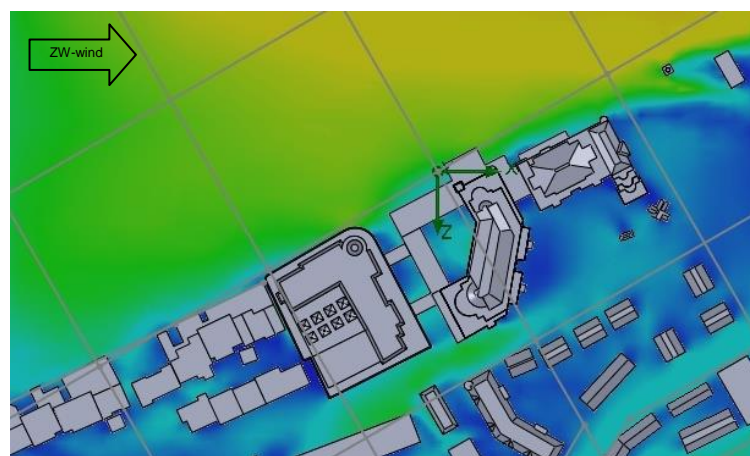
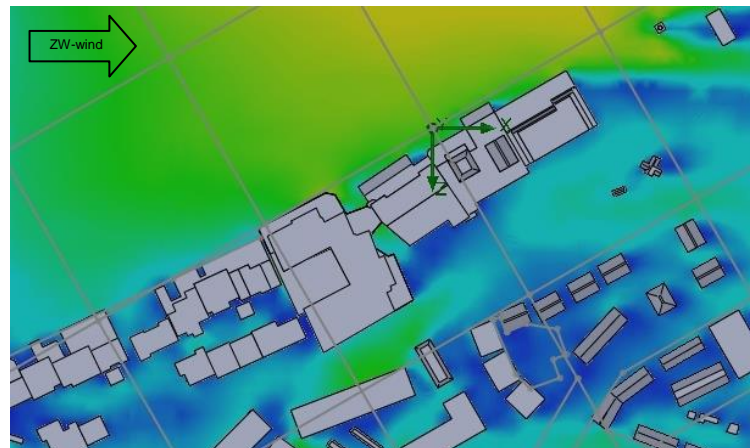
figuur 2 | Toetsingsgebied windstudie. Lichtblauw is het gebied bestemd voor **doorlopen**, donkerblauw is **slenteren** en groen is **verblijven**. Per gebied wordt een uitspraak gedaan over de kwaliteit gerelateerd aan de norm en aan de bestaande situatie. Het gehele gebied rond het gebouw wordt beoordeeld op windgevaar. Met sterren zijn de meetpunten aangegeven.

3 Resultaten

3.1 Windsnelheden in het horizontale vlak (voorbeeld)

Bij een CFD-simulatie worden op alle roosterpunten binnen de grenzen van het model de snelheden bepaald. Zo kan een doorsnede worden gemaakt op 1,75 m boven maaiveld, loop- of verblijfsniveau conform NEN 8100, waarop de snelheden kunnen worden getoond. Op deze doorsneden kunnen vervolgens de snelheden op kritische punten worden gecontroleerd door meetpunten aan te brengen. De doorsneden geven uitsluitend informatie over de luchtsnelheid, niet over de richting van de luchtstroming.

Aan de hand van enkele voorbeelden wordt inzichtelijk gemaakt wat de invloed is van de gebouwen op het windklimaat. Hierbij wordt zowel een afbeeldingen getoond van de huidige situatie als van de nieuwe situatie. Voor de afbeeldingen is gekozen voor een windrichting van 240 graden, wind uit zuidwest, de overheersende windrichting.



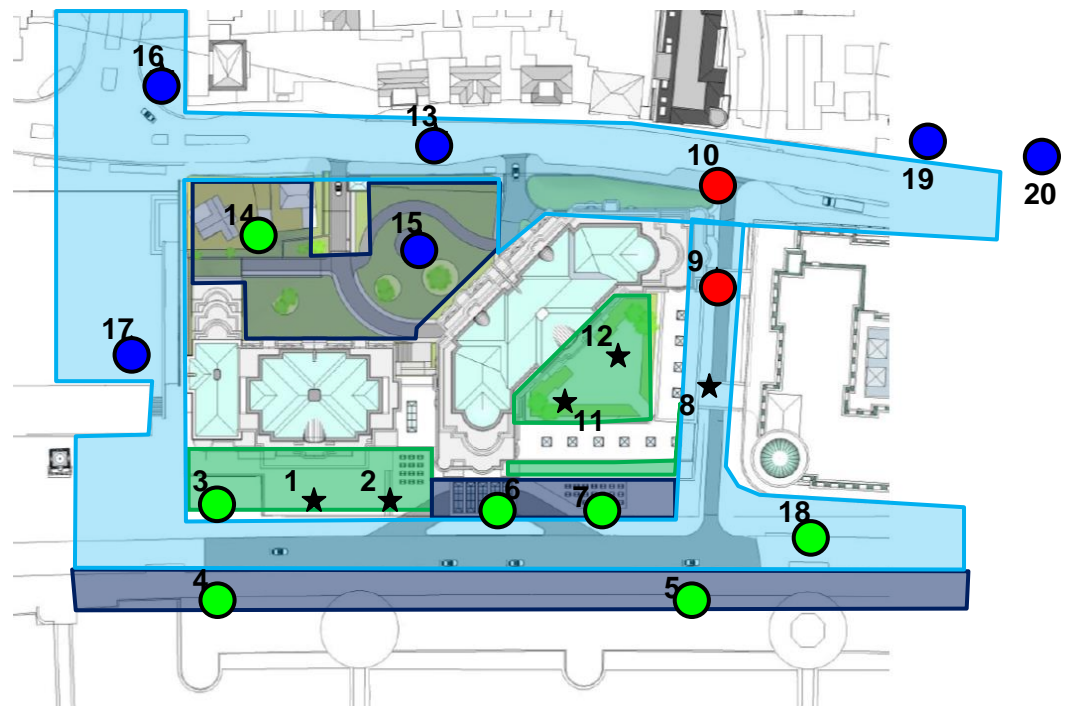
figuur 3 | Voorbeeld van windsnelheden op 1,75 m hoogte bij ZW wind, overheersende windrichting. Boven de bestaande situatie, onder de nieuwe situatie. Geel/groen is hoge snelheid (boven zee). Lichtblauw/blauw is lagere snelheid (in de luwte van gebouwen).

3.2 Resultaten: vergelijking bestaand/nieuw

In figuur 4 zijn de resultaten van het onderzoek vergelijkend weergegeven per meetpunt.

Enkele opvallende punten zijn:

- Het windklimaat op de boulevard verbetert als gevolg van de grote luifels in het plan. Bij de woningen achter het hotel verbetert het windklimaat eveneens. Dit is te verklaren door de hogere bebouwing die meer wind tegenhoudt en afremt.
- Het windklimaat aan de Parallel Boulevard blijft ongeveer gelijk.
- Het windklimaat in het Schuitengat en op de kruising Schuitengat/Parallel Boulevard verslechtert. Dit wordt veroorzaakt doordat wind uit westelijke richtingen gemakkelijker tussen de verhoogde bebouwing in een rechte lijn naar de Parallel Boulevard stroomt. De huidige bebouwing is lager en er zit nu een knik in het Schuitengat die eruit gehaald is. Er is echter geen sprake van een 'venturi-effect' met een onaanvaardbare verslechtering van het windklimaat. Het windklimaat in het Schuitengat en iets verderop bij de
- kruising met de Parallel Boulevard, voldoet ook in de nieuwe situatie nog aan het criterium Matig/Goed onder de klassering als doorloopgebied conform NEN 8100.



figuur 4 | Vergelijking bestaand en nieuw

- Groen: nieuwe situatie verbetert
- Blauw: bestaande en nieuwe situatie (ongeveer) gelijk
- Rood: nieuwe situatie verslechtert

3.3 Numerieke resultaten en classificatie naar NEN 8100

In deze paragraaf worden de resultaten van het onderzoek gekwantificeerd. Hierbij zijn de resultaten van alle windrichtingen verwerkt en verrekend met de windstatistiek conform de NPR 6097. Tevens is op basis van deze uitkomst de klasse bepaald conform de NEN 8100.

Meet- punt	Bestaande situatie		Nieuwe situatie	
	Overschrijdings- kans (%)	Kwaliteits- klasse	Overschrijdings- kans (%)	Kwaliteits- klasse
1	-	-	10,28	D
2	-	-	2,88	B
3	26,42	E	18,10	D
4	4,45	B	1,41	A
5	26,94	E	17,35	D
6	24,96	E	12,28	D
7	21,94	E	12,97	D
8	-	-	12,84	D
9	2,38	A	14,01	D
10	1,34	A	5,17	C
11	-	-	1,65	A
12	-	-	1,01	A
13	0,15	A	0,47	A
14	6,31	C	0,12	A
15	0,04	A	0,00	A
16	5,48	C	5,08	C
17	0,98	A	0,03	A
18	20,28	E	3,86	B
19	17,58	D	19,13	D
20	18,64	D	19,68	D

tabel 3 | Resultaten van de beoordeling van het lokale windklimaat op basis van NEN 8100.
Gegeven is per meetpunt de overschrijdingskans van de windsnelheid van 5 m/s, op basis van de windstatistiek conform NPR 6097, en de kwaliteitsklassen conform NEN 8100.

In een tweede tabel wordt de overschrijding van 15 m/s weergegeven, het criterium voor windgevaar conform NEN 8100.

Meetpunt	Bestaande situatie		Nieuwe situatie	
	Overschrijdingskans (%)	Gevaarklasse	Overschrijdingskans (%)	Gevaarklasse
1	-	-	0,00	geen gevaar
2	-	-	0,00	geen gevaar
3	0,37	gevaarlijk	0,09	beperkt risico
4	0,00	geen gevaar	0,00	geen gevaar
5	0,07	beperkt risico	0,00	geen gevaar
6	0,00	geen gevaar	0,00	geen gevaar
7	0,01	geen gevaar	0,00	geen gevaar
8	-	-	0,01	geen gevaar
9	0,00	geen gevaar	0,01	geen gevaar
10	0,00	geen gevaar	0,00	geen gevaar
11	-	-	0,00	geen gevaar
12	-	-	0,00	geen gevaar
13	0,00	geen gevaar	0,00	geen gevaar
14	0,00	geen gevaar	0,00	geen gevaar
15	0,00	geen gevaar	0,00	geen gevaar
16	0,00	geen gevaar	0,00	geen gevaar
17	0,00	geen gevaar	0,00	geen gevaar
18	0,26	beperkt risico	0,00	geen gevaar
19	0,07	beperkt risico	0,07	beperkt risico
20	0,12	beperkt risico	0,07	beperkt risico

tabel 4 | Gegeven is per meetpunt de overschrijdingskans van de windsnelheid van 15 m/s, op basis van de windstatistiek conform NPR 6097, en de gevaarklasse conform NEN 8100. Het windklimaat in punt 3, aan de boulevard, wordt in de bestaande situatie geclassificeerd als 'gevaarlijk', in de nieuwe situatie verbetert dit naar 'beperkt risico'. Op enkele andere punten verbetert het windklimaat van 'beperkt risico' naar 'geen gevaar'. Op de overige punten, inclusief alle punten die ook in de huidige situatie bestaan, zijn in de nieuwe situatie geen punten die vallen binnen het criterium voor windgevaar (15 m/s).

4 Conclusie

Voor het project Hotels van Oranje te Noordwijk is een onderzoek uitgevoerd naar het windklimaat. Het betreft nieuwbouw, renovatie, uitbreiding (optopping) en vervanging van bestaande bebouwing ontwerpen door Van Egmond Totaal Architectuur. Om het effect op de wind van deze nieuwe situatie ten opzichte van de bestaande situatie inzichtelijk te maken is een CFD windstudie uitgevoerd.

De resultaten zijn, samengevat, als volgt:

- Het windklimaat op de boulevard en bij de woningen achter het hotel verbeterd. Dit is te verklaren door de hogere bebouwing die meer wind tegenhoudt en afremt.
- Het windklimaat aan de Parallel Boulevard blijft gelijk, dit geldt tevens voor de kwaliteitsklasse van het windklimaat direct voor de balkons van de Paralleflat.
- Het windklimaat in het Schuitengat en op de kruising Schuitengat/Parallel Boulevard verslechtert enigszins. Er is echter geenszins sprake van een 'venturi-effect' met een onaantoonbare verslechtering van het windklimaat. Het windklimaat in het Schuitengat en iets verderop bij de kruising met de Parallel Boulevard, voldoet ook in de nieuwe situatie nog aan het criterium Matig/Goed onder de klassering als doorloopgebied conform NEN 8100.

van Zanten raadgevende ingenieurs B.V.

ing. J.J. (Koo) Melse
ir. S.P. (Bas) de Bont

Bijlage 1 | *Technisch inlegvel numerieke simulatie*

Bijlage 1 | Technisch inlegvel numerieke simulatie

Technisch inlegvel conform NEN 8100.

Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Hotels van Oranje, Noordwijk			
Opdrachtgever	BOMO III B.V.			
Projectleider	Ir. S.P. (Bas) de Bont			
Datum	17 juli 2014			
Model	Algemene gegevens van het model			
Omvang gemodelleerd gebied	770 bij 620 m			
Kerngebied	Cirkel met 300 m straal			
Omgeving	Cirkel met 300 m straal			
Afmetingen model	770 x 620 x 300 m (l x b x h)			
Blokkeringsgraad	0,031			
Gemodelleerd groen	Nee			
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12 windrichtingen, beginnend bij 0° (Noord)			
Onderzochte configuraties	Bestaande bebouwing (1), nieuwe bebouwing (2)			
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur			
Programmatuur	<input type="checkbox"/> FVM (eindige volume methode) <input checked="" type="checkbox"/> FEM (eindige elementen methode) <input type="checkbox"/> anders Programmatuur: FloEFD Versie: 9			
Algemeen	<input checked="" type="checkbox"/> drie-dimensionaal <input checked="" type="checkbox"/> tijd-onafhankelijk <input checked="" type="checkbox"/> isothermisch <input type="checkbox"/> passieve scalars <input type="checkbox"/> twee-dimensionaal <input type="checkbox"/> tijd-afhankelijk <input type="checkbox"/> thermisch <input checked="" type="checkbox"/> actieve scalars Overige:			
Rekenrooster	hexagonaal grid met ca. 200.000 cellen			
Turbulentiemodellering	k-epsilon model			
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: x-richting Turbulentie grootheden: kinetische energie, dissipatie Scalaire variabelen:			
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden			
Instroomprofiel	$U_{ref} \cdot ((\log((z-d)/z_0))/(\log((z_{ref}+z_0)/z_0)))$			
Uitlaat	Druk uitlaat/inlaat			
Boven-/zijwanden	Druk uitlaat/inlaat			
Vloer/bodem	Wand			
Overige				
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie met betrekking tot locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X089838 Y473621			
Toegepaste eisen	V_{DR} m/s	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans %	Beoordeling
Voor comfort		A	$p(V_{LOK} > V_{DR,H})$	
Doorlopen	5,0	C		
Slenteren	5,0	A		
Zitten	5,0			
Regionale correctie				
Voor gevaar			$p(V_{LOK} > V_{DR,G})$	
	15	n.v.t.	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15	n.v.t.	$p \geq 0,3$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Visueel en numeriek			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang				