

project

Hotels van Oranje, Noordwijk

betreft

Windhinderonderzoek

datum

04-07-2014

documentcode

HON1401R001

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
2.2.1	Rekenprogramma	3
2.3	Geometrie van het model	4
2.4	Fysische modellen en randvoorwaarden	4
2.5	Toetsingskader	4

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.

Aan ZRI is gevraagd om 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. ZRI voert het onderzoek naar het windklimaat uit door middel van CFD (computational fluid dynamics). Met deze simulatietechniek kan de wind worden nagebootst, vergelijkbaar met een windtunnel.

In dit document worden de uitgangspunten vastgelegd voor het CFD-onderzoek. Op basis van deze uitgangspunten wordt het onderzoek uitgevoerd, waarvan een rapportage met de resultaten zal volgen.

2 Uitgangspunten

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.

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. 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.

2.2.1 Rekenprogramma

Voor de CFD-simulaties wordt gebruik gemaakt van het pakket FloEFD 9. Dit pakket is gebaseerd op de eindige elementen methode. Het is een pakket voor het uitvoeren van stromings-simulaties.

Onderdeel van dit pakket is een 3D modelleer programma waarmee een model wordt gemaakt van de stedelijke omgeving met alle randvoorwaarden, zoals de ruwheid en het windprofiel. Voor het model worden middels Navier-Stokes vergelijkingen de stromingen opgelost. Dit kan tijdsafhankelijk of tijdsafhankelijk worden opgelost. Bij windsimulaties zijn er geen randvoor-

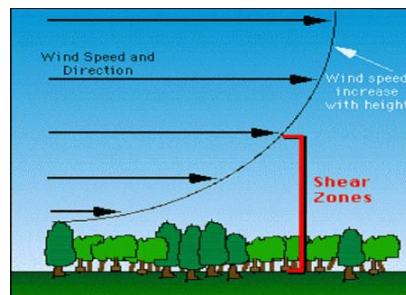
waarden die variëren over de tijd, daarom zijn tijdsonafhankelijke simulaties uitgevoerd. Er worden 12 simulaties uitgevoerd, voor de 12 windrichtingen, conform NEN 8100.

De resultaten kunnen worden getoond in de vorm van tabellen of visualisaties van waarden op plattegronden.

2.3 Geometrie van het model

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 250 m rondom. Binnen dit model wordt alle bebouwing, zoals deze aanwezig is, meegenomen. Het windprofiel, zie figuur 1, wordt als randvoorwaarde gedefinieerd.



figuur 1 | Het windprofiel is afhankelijk van de snelheid in het vrije veld en de ruwheid (obstacles) op het maaiveld. Hierdoor ontstaat een parabolisch verband tussen de snelheid en de hoogte.

2.4 Fysische modellen en randvoorwaarden

Binnen de simulatie zijn de volgende fysische eigenschappen meegenomen:

- Warmtegeleiding in vaste stof: uit
- Straling: uit
- Tijdsafhankelijk: uit
- Zwaartekracht: aan
- Stroomingstype: laminair en turbulent

Warmtegeleiding en straling in vaste stof hebben geen invloed op de resultaten. De berekening is tijdsonafhankelijk, omdat per windrichting geen variabelen bestaan over de tijd. De zwaartekracht heeft, een zeer geringe invloed, maar staat desondanks aan.

Zowel turbulente als laminaire stroming wordt gesimuleerd, daar beide kunnen voorkomen.

2.5 Toetsingskader

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

Windhinder is 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.

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).

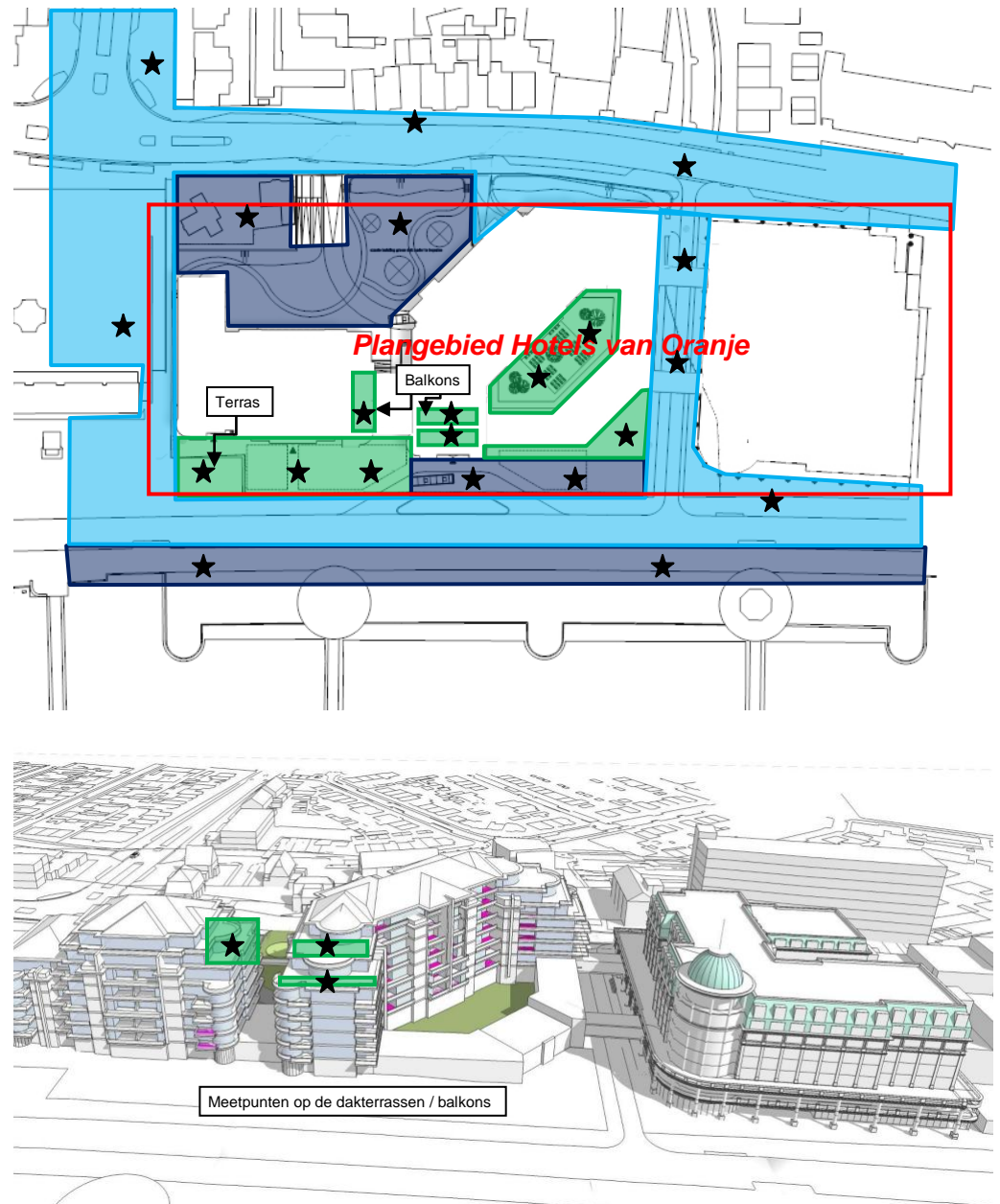
Overschrijdingskans $p(V_{\text{LOK}} > V_{\text{DR,G}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

tabel 2 | Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar.

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 de 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, donkerblauwe 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.

2.6 Meetpunten

In het model worden naar aanleiding van de resultaten meetpunten aangebracht. Bij een CFD-simulatie worden op alle punten 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 de 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.

Na verwerking van de gegevens, conform paragraaf 2.7, kan op datzelfde vlak het gebied worden aangegeven waar windhinder en/of windgevaar optreedt.

2.7 Gegevensverwerking, windstatistiek

De simulaties worden uitgevoerd bij in totaal 12 windrichtingen. Beginnend met een windrichting van 0° (Noord) wordt, door het steeds 30° draaien van het model, in 12 simulaties de luchtsnelheden bepaald. De luchtsnelheden op loop- en verblijfsniveau (v_{LOK}) worden vervolgens gerelateerd aan de gesimuleerde windsnelheid op 60 m hoogte (v_{REF}), waarbij in elk meetpunt de windsnelheidscoëfficiënt $c_v = v_{LOK}/v_{REF}$ wordt bepaald.

Bij de vertaling van de meetgegevens naar de werkelijke situatie wordt aangenomen dat de werkelijke windsnelheidscoëfficiënt overeenkomt met de uit de metingen bepaalde windsnelheidscoëfficiënt.

De werkelijke windsnelheid op de projectlocatie op 60 m hoogte is bekend uit langdurige meetreeksen en onderzoek uit het verleden. Door middel van toepassing van NPR 6097 'Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland' kan op basis van meteogegevens en gegevens omtrent terreinruwheden tot 6 km afstand van het project voor elke locatie in Nederland de statistische verdeling van de windsnelheid en windrichting op 60 m hoogte worden bepaald. Met behulp van de NPR 6097 wordt de windstatistiek voor de locatie van de Hotels van Oranje bepaald.

Met behulp van de windstatistiek en de gemeten coëfficiënten 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.

Vervolgens vindt een toets plaats op basis van de NEN 8100 voor de kwaliteit van het windklimaat en een vergelijking met de huidige situatie.

2.8 Windprofiel en voorland

Een kenmerk van de wind in de praktijk is de toename van de windsnelheid met de hoogte: het windprofiel. De mate van toename varieert afhankelijk van de ruwheid van het terrein in stroomopwaartse richting. Een grote terreinruwheid, bijvoorbeeld in stedelijk gebied, geeft een lagere windsnelheid aan het aardoppervlak en een sterke toename van de wind met de hoogte. Een kleine terreinruwheid, bijvoorbeeld boven grasland of boven wateroppervlakken, geeft een sterkere wind aan het aardoppervlak en een minder sterke toename met de hoogte. In de simulatie wordt een windprofiel gebruikt dat overeenkomt met de gemiddelde ruwheid van het terrein in een wijde omtrek van het model. Deze ruwheid varieert van een grote ruwheid landinwaarts, een ruwheidslengte z_0 van 1,6 m, tot een lage ruwheid over de zee, een ruwheidslengte z_0 van 0 m.

van Zanten raadgevende ingenieurs B.V.

ir. S.P. (Bas) de Bont