

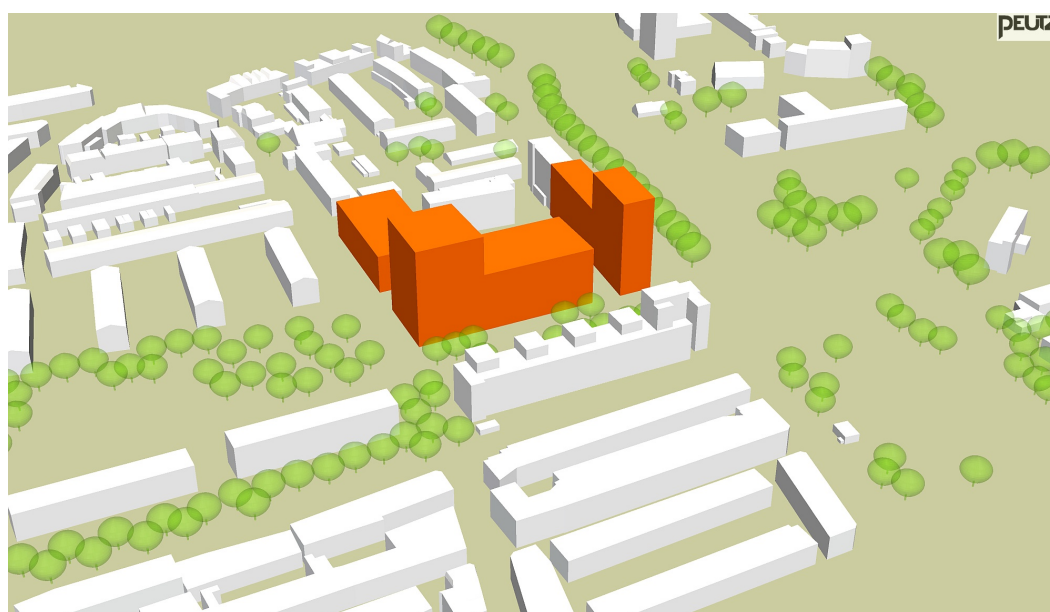


Bouwplan Verhulstplein te Den Haag

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Bouwplan Verhulstplein te Den Haag

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD



opdrachtgever Gemeente Den Haag - Dienst Stedelijke Ontwikkeling
rapportnummer O 15633-2-RA-001
datum 28 september 2015
referentie OO/OO//O 15633-2-RA-001
verantwoordelijke O.E. Otten
opsteller O.E. Otten
+31 24 3570767
o.otten@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 24 357 07 07, info@peutz.nl, www.peutz.nl
opdrachten volgens 'De nieuwe regeling 2011' (DNR 2011) ingeschreven kvk onder nummer 12028033
lid NL-ingenieurs, iso-9001:2008 gecertificeerd

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| 1 Inleiding | 4 |
| 2 Normstelling en uitgangspunten | 5 |
| 2.1 Beslismodel NEN 8100 | 5 |
| 2.2 Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100 | 5 |
| 2.2.1 Windhinder | 5 |
| 2.2.2 Windgevaar | 6 |
| 2.3 Windklimaat op de locatie | 7 |
| 2.4 Simulatie windsnelheden met CFD | 9 |
| 3 Rekenresultaten | 10 |
| 3.1 Bestaande bebouwingssituatie | 11 |
| 3.2 Geplande bebouwingssituatie | 12 |
| 4 Samenvatting en conclusies | 13 |

1 Inleiding

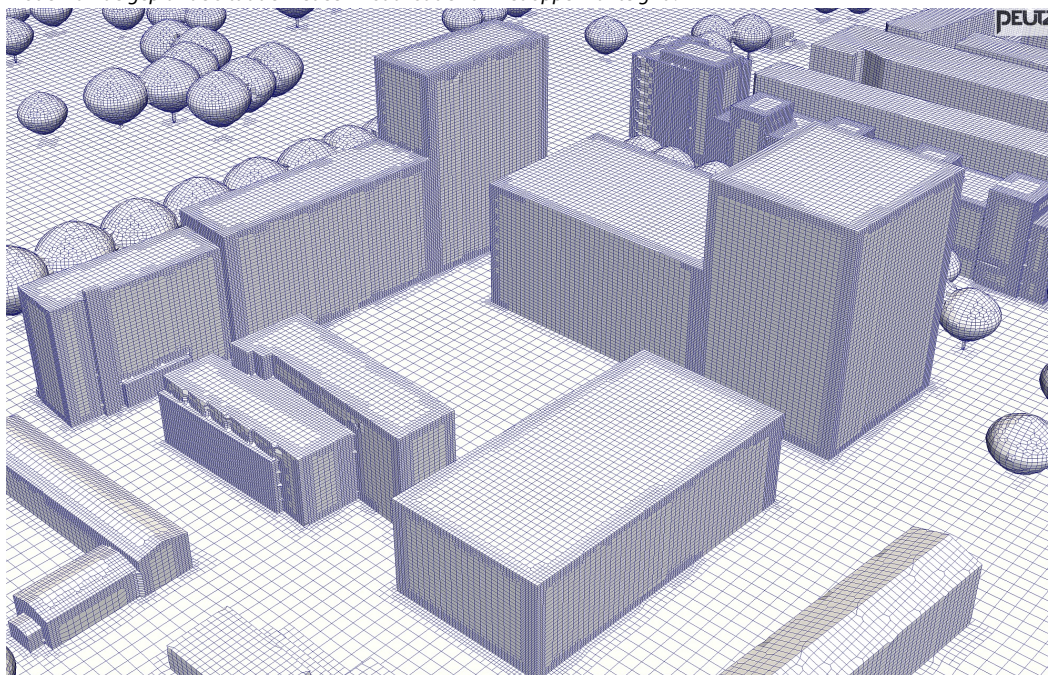
In opdracht van de Dienst Stedelijke Ontwikkeling van de gemeente Den Haag is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom het bouwplan Verhulstplein te Den Haag. Het plan omvat verschillende bouwdelen van 20 tot 50 meter hoogte. Gezien de fase waarin de planontwikkeling zich bevindt wordt uitgegaan van een schematische invulling. In het onderzoek wordt ervan uitgegaan dat de bestaande bebouwing op de planlocatie gesloopt wordt.

Het door de opdrachtgever aangeleverde 3D-model van het plan en de stedenbouwkundige omgeving is geschikt gemaakt voor de CFD-berekeningen. Daarbij is onder meer de omgevingsbebouwing op grotere afstand vereenvoudigd en dicht bij het plan extra verfijnd. Daarnaast is de relevante bestaande begroeiing in het model toegevoegd. In totaal is een gebied gemodelleerd van ruim 600 bij 600 meter.

Het doel van het onderzoek was het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom het geplande hoogbouwdelen van het bouwplan. Ter referentie is tevens het windklimaat in de bestaande bebouwingssituatie vastgesteld.

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*.

f1.1 Model van de geplande situatie met een visualisatie van het oppervlakte grid.



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 windklimaatonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter, zoals in de geplande situatie (50 meter), wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie noodzakelijk geacht.

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 $v_{DR,H}$ 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 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 2.1, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

t2.1 Criteria windhinder volgens NEN 8100.

| Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten van het aantal uren per jaar | Kwaliteitsklasse | Activiteit | | |
|---|------------------|--------------|---------------|-----------------------|
| | | 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 2.1). 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 $v_{\text{DR,G}}$ gehanteerd.

Op basis van tabel 2.2, afkomstig uit de NEN 8100, wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

t2.2 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 |

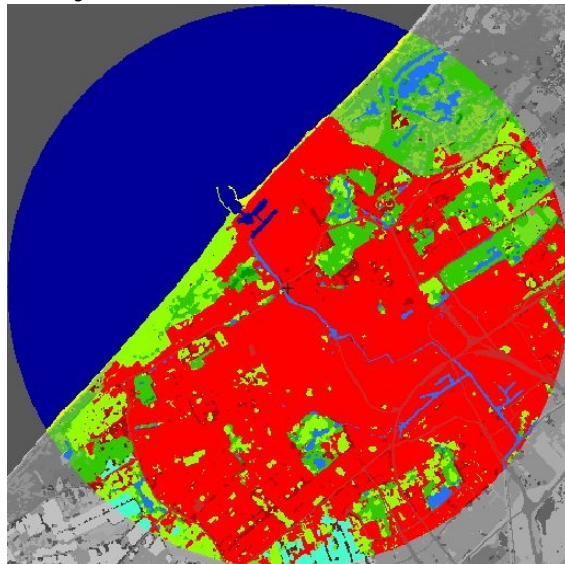
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$.

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 Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de resultaten van de berekeningen 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 software 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 2.1. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.

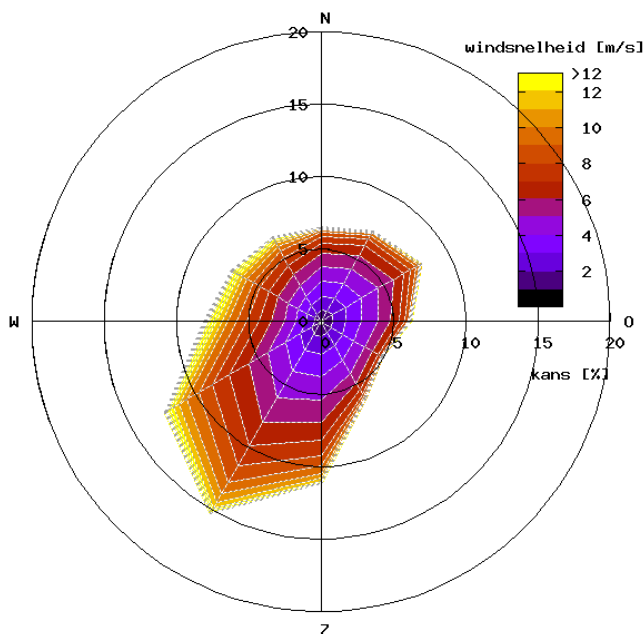
f2.1 *Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097.*



In figuur 2.2 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 (tabel 2.3) blijkt dat op de bouwlocatie met name bij wind uit het zuidwesten tot noordwesten de hoogste windsnelheden optreden. Bij de noordwestelijke windrichting, zeewind, komen relatief vaak hogere windsnelheden voor. De zuidwestelijke windrichting 210° is de meest voorkomende windrichting.

f2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097.

Windroos voor locatie X078804 Y455782.



t2.3 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: 8787,0 | |
|--|-------|-------|----------|-------|-------|-----------|--------|--------|-----------|-------|-------|------------|------------------------------------|--|
| Positie X078804 Y455782 Jaar 1963-2002 | | | | | | | | | | | | | gemiddelde windsnelheid (m/s): 5,6 | |
| wind snelheid | 30° | 60° | Oost 90° | 120° | 150° | Zuid 180° | 210° | 240° | West 270° | 300° | 330° | Noord 360° | | |
| 0.0 - 0.9 | 16.9 | 18.9 | 18.5 | 17.8 | 18.3 | 19.1 | 20.1 | 14.4 | 8.2 | 9.4 | 11.9 | 16.3 | | |
| 1.0 - 1.9 | 59.6 | 63.1 | 53.5 | 52.8 | 58.0 | 68.8 | 67.4 | 47.1 | 30.0 | 33.8 | 38.9 | 54.5 | | |
| 2.0 - 2.9 | 88.8 | 92.8 | 79.9 | 79.2 | 87.5 | 111.1 | 109.3 | 79.5 | 48.1 | 52.0 | 59.8 | 79.8 | | |
| 3.0 - 3.9 | 104.3 | 109.0 | 95.1 | 82.3 | 100.4 | 135.6 | 151.9 | 102.7 | 63.5 | 61.7 | 67.3 | 94.1 | | |
| 4.0 - 4.9 | 102.9 | 120.4 | 98.9 | 76.1 | 94.2 | 141.5 | 181.3 | 130.3 | 73.1 | 70.3 | 75.6 | 88.6 | | |
| 5.0 - 5.9 | 91.4 | 101.8 | 77.1 | 52.8 | 71.0 | 130.4 | 173.9 | 126.5 | 77.1 | 69.7 | 76.1 | 78.4 | | |
| 6.0 - 6.9 | 69.9 | 72.5 | 50.7 | 36.2 | 43.9 | 111.1 | 164.6 | 141.1 | 76.3 | 67.8 | 64.7 | 62.8 | | |
| 7.0 - 7.9 | 43.5 | 51.4 | 34.7 | 20.9 | 32.1 | 89.7 | 137.5 | 114.3 | 69.9 | 58.2 | 54.8 | 42.0 | | |
| 8.0 - 8.9 | 27.9 | 36.1 | 19.9 | 7.3 | 17.5 | 63.7 | 114.3 | 101.0 | 62.8 | 49.4 | 42.4 | 25.9 | | |
| 9.0 - 9.9 | 15.4 | 19.2 | 9.4 | 2.7 | 10.1 | 47.2 | 82.6 | 80.9 | 51.8 | 43.2 | 34.8 | 13.8 | | |
| 10.0 - 10.9 | 8.0 | 11.9 | 5.6 | 1.1 | 4.1 | 28.0 | 57.7 | 58.4 | 38.0 | 32.0 | 24.3 | 7.1 | | |
| 11.0 - 11.9 | 3.3 | 5.3 | 2.0 | 0.2 | 1.5 | 16.1 | 38.2 | 38.8 | 31.5 | 24.3 | 15.1 | 4.4 | | |
| 12.0 - 12.9 | 2.0 | 1.5 | 1.1 | 0.2 | 0.6 | 9.2 | 21.5 | 22.5 | 23.3 | 18.9 | 10.1 | 2.1 | | |
| 13.0 - 13.9 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.4 | 4.1 | 11.1 | 16.3 | 18.0 | 12.4 | 5.4 | 1.3 | | |
| 14.0 - 14.9 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 5.4 | 8.4 | 12.9 | 8.7 | 4.1 | 0.6 | | |
| 15.0 - 15.9 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 2.8 | 4.4 | 9.8 | 5.8 | 2.6 | 0.3 | | |
| 16.0 - 16.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 1.4 | 2.7 | 6.8 | 2.7 | 1.3 | 0.0 | | |
| 17.0 - 17.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.6 | 1.3 | 4.3 | 1.8 | 0.6 | 0.0 | | |
| 18.0 - 18.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.8 | 2.9 | 1.0 | 0.4 | 0.0 | | |
| 19.0 - 19.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 1.5 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | | |
| 20.0 - 20.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 1.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | | |
| 21.0 - 21.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | | |
| 22.0 - 22.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | | |
| 23.0 - 23.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 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 | 0.0 | | |
| 25.0 - 25.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 0.0 | 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 | 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 | 634.7 | 704.5 | 546.6 | 429.6 | 539.6 | 978.9 | 1341.8 | 1092.0 | 712.0 | 624.8 | 590.5 | 572.0 | | |
| gemiddelde snelheid | 4.7 | 4.8 | 4.5 | 4.0 | 4.3 | 5.4 | 6.1 | 6.6 | 7.2 | 6.7 | 5.9 | 4.7 | | |

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). Gezien het stadium waarin het plan zich bevindt is van deze onderzoeksmethode uitgegaan. 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 1 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 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 de figuren 3.2 en 3.4 worden in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de bestaande en de geplande bebouwingssituatie weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. De legenda is in de figuren opgenomen. 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 hoofdentrees. Hier wordt een hinderkans van minder dan 5% nagestreefd, overeenkomend met een beoordeling goed.

Het aspect windgevaar is bij numerieke simulatie lastig te interpreteren en wordt derhalve niet in figuren weergegeven maar alleen tekstueel beoordeeld.

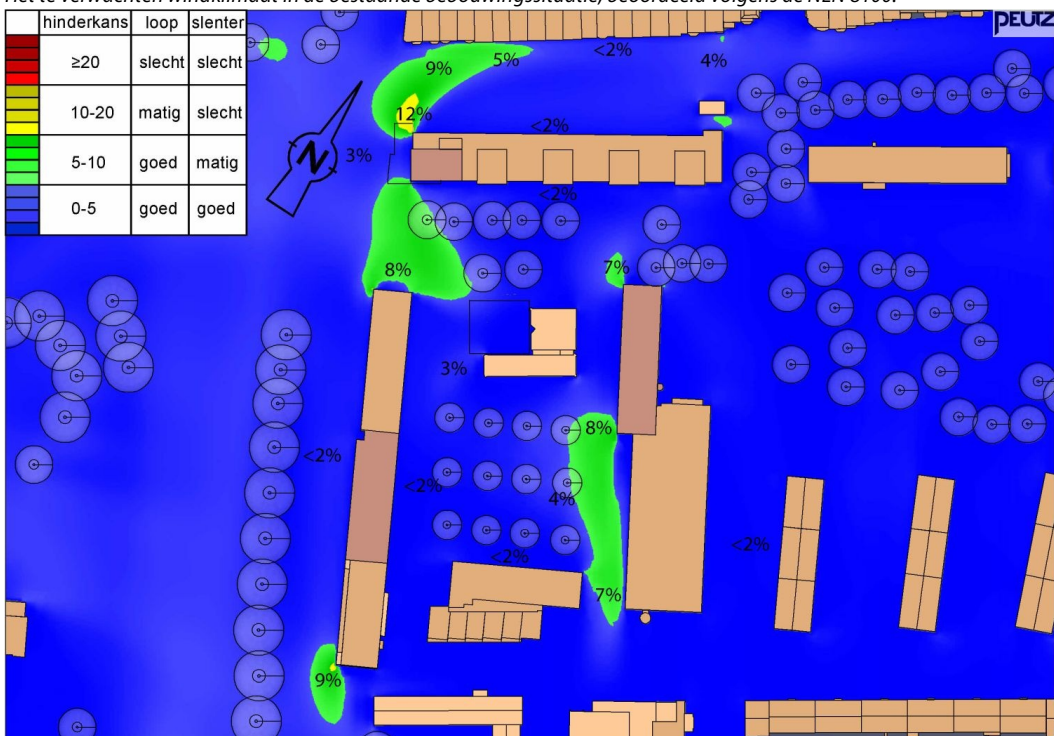
Uit de resultaten blijkt dat de geplande bebouwing als gevolg van de bouwhoogte plaatselijk een versterking van de wind geeft. De maximaal vastgestelde hinderkans bedraagt in de bestaande situatie 12% en in de geplande situatie 14%. Deze waarden treden met name op bij gebouwhoeken en niet specifiek bij gebouwentrees. Beoordeeld met het criterium voor loopgebied, is sprake van een beoordeling matig. Er is nergens een beoordeling slecht voor loopgebied vastgesteld. Het gevaarcriterium (niet in de afbeelding opgenomen) wordt eveneens niet overschreden. Daarnaast zijn er ook plaatsen waar de windsnelheden met de gewijzigde bebouwingsopzet af zullen nemen.

3.1 Bestaande bebouwingssituatie

f3.1 Aanzicht rekenmodel bestaande bebouwingssituatie.



f3.2 Het te verwachten windklimaat in de bestaande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100.

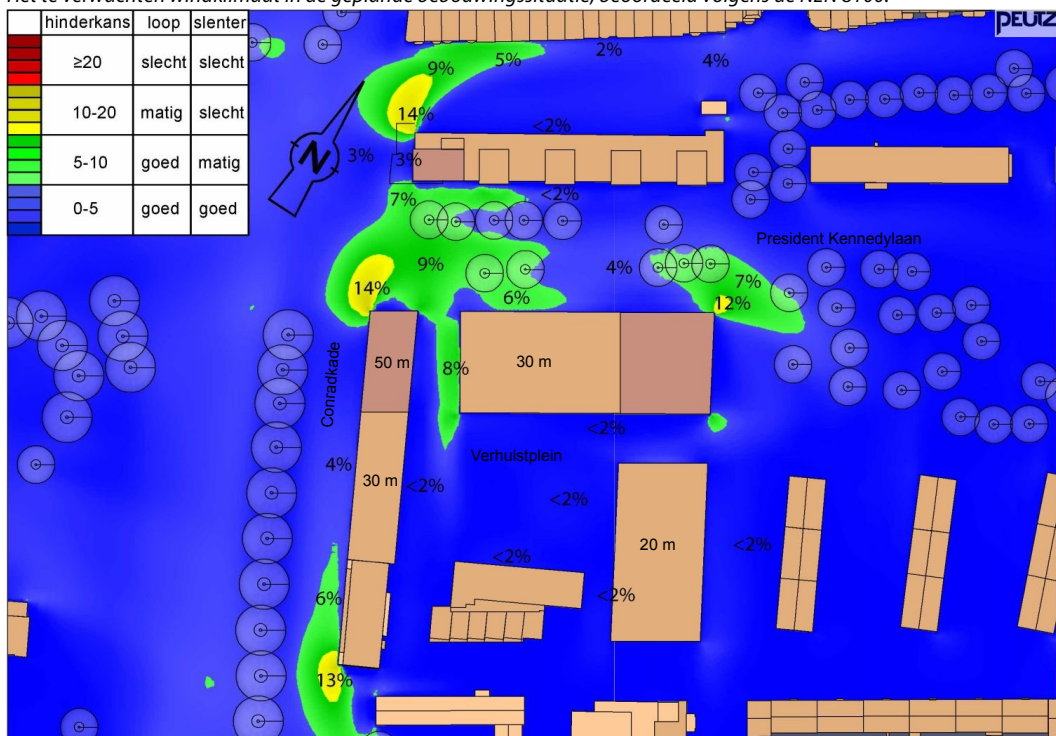


3.2 Geplande bebouwingssituatie

f3.3 Aanzicht rekenmodel geplande bebouwingssituatie.



f3.4 Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100.



4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van de Dienst Stedelijke Ontwikkeling van de gemeente Den Haag is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaat rondom het bouwplan Verhulstplein te Den Haag. Het plan omvat verschillende bouwdelen van 20 tot 50 meter hoogte. Gezien de fase waarin de planontwikkeling zich bevindt wordt uitgegaan van een schematische invulling. In het onderzoek wordt ervan uitgegaan dat de bestaande bebouwing op de planlocatie gesloopt wordt.

Het doel van het onderzoek was het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom het geplande hoogbouwdelen van het bouwplan. Ter referentie is tevens het windklimaat in de bestaande bebouwingssituatie vastgesteld.

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:

- De geplande bebouwing geeft plaatselijk, met name bij enkele gebouwhoeken, een toename van de hinderkans. De maximaal vastgestelde hinderkans in het onderzoeksgebied neemt in beperkte mate toe ten opzichte van de bestaande bebouwingssituatie.
- Desgewenst kan een toename van de hinderkans ten dele worden voorkomen door op de betreffende posities extra begroeiing aan te brengen.
- Er is met het model van de geplande situatie nergens een beoordeling slecht vastgesteld. Het gevaarcriterium wordt eveneens niet overschreden.
- Bij de ontwikkeling van de geplande bebouwing dient rekening gehouden te worden met het te verwachten windklimaat, door de gebouwentrees of andere windgevoelige functies in het gebied met een lage hinderkans te positioneren. Indien het uiteindelijke bouwplan duidelijk afwijkt van het getoetste model, is hiervoor een aanvullende simulatie en toetsing nodig.

Mook,



Dit rapport bevat 13 pagina's
Bijlage 1: Technisch inlegvel numerieke simulatie.

Bijlage 1 Technisch inlegvel numerieke simulatie

| Project | Projectgegevens | | | |
|---|---|---|-------------------------|----------------|
| Projectnaam | Bouwplan Verhulstplein te Den Haag | | | |
| Oprachtgever | Gemeente Den Haag - Dienst Stedelijke Ontwikkeling | | | |
| Projectleider | O.E. Otten | | | |
| Datum | 28 september 2015 | | | |
| Model | Algemene gegevens van het model | | | |
| Omvang gemodelleerd gebied | 625 x 600 meter | | | |
| Kerngebied | het gebied rondom de geplande nieuwbouw | | | |
| Omgeving | bebouwing/begroeiing | | | |
| Afmetingen model | 650 x 625 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"> • bestaande bebouwingssituatie • geplande bebouwingssituatie | | | |
| Computeropstelling | Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur | | | |
| Programmatuur | OpenFoam 2.3.x | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ✓ FVM (eindige volume methode) – FEM (eindige elementen methode) – anders | | | |
| Algemeen | <ul style="list-style-type: none"> ✓ drie-dimensionaal ✓ tijd-onafhankelijk ✓ isothermisch – passieve scalars | <ul style="list-style-type: none"> – twee-dimensionaal – tijd-afhankelijk – thermisch – actieve scalars | | |
| Rekenrooster | circa 2,7 miljoen cellen; verfijning t.p.v. de bebouwing | | | |
| Turbulentiemodellering | k-ε-RNG-turbulentiemodel | | | |
| Convectieve differentieschema's | snelheidscomponenten: Gauss turbulentie grootheden: Gauss scalaire variabelen: - | | | |
| Randvoorwaarden | Gebruikte randvoorwaarden | | | |
| Instroomprofiel | Alle windrichtingen: $z_0=0,7$ m | | | |
| Uitlaat | constante druk | | | |
| Boven-/zijwanden | gesloten, wrijvingsloos | | | |
| Gegevensverwerking en -beoordeling | Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat | | | |
| Amersfoortse coördinaten van de locatie | X = 78804 Y = 455782 | | | |
| Toegepaste eisen | V_{DR} [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 | $0,05 < p < 0,30$ | beperkt risico |
| | 15 | n.v.t | $p \geq 0,30$ | gevaarlijk |
| Gepresenteerde resultaten | | windhinder: figuren met $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$ -waarden, gevaar: tekstuele beoordeling | | |
| Opmerkingen | | | | |