



## **Groot Hoogwaak te Noordwijk**

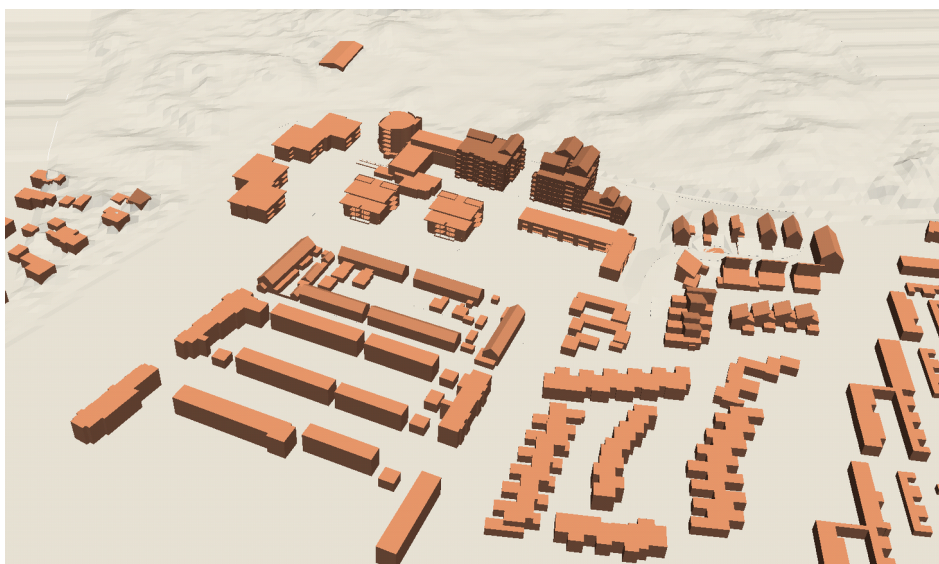
*Bepaling van het te verwachten windklimaat middels  
CFD-berekeningen*

*Concept*

## Groot Hoogwaak te Noordwijk

*Bepaling van het te verwachten windklimaat middels  
CFD-berekeningen*

### Concept



|                   |                                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------------|
| opdrachtgever     | SAB                                                    |
| rapportnummer     | H 6192-1-RA                                            |
| datum             | 14 december 2017                                       |
| referentie        | OO/LA//H 6192-1-RA                                     |
| verantwoordelijke | O.E. Otten                                             |
| opsteller         | dr. ir. L. Aanen<br>+31 24 3570730<br>l.aanen@peutz.nl |

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 24 357 07 07, mook@peutz.nl, www.peutz.nl

kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2008

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon

## Inhoudsopgave

|          |                                           |           |
|----------|-------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                          | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Normstelling en uitgangspunten</b>     | <b>5</b>  |
| 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         |
| <b>3</b> | <b>Rekenresultaten</b>                    | <b>10</b> |
| <b>4</b> | <b>Samenvatting en conclusies</b>         | <b>12</b> |

## 1 Inleiding

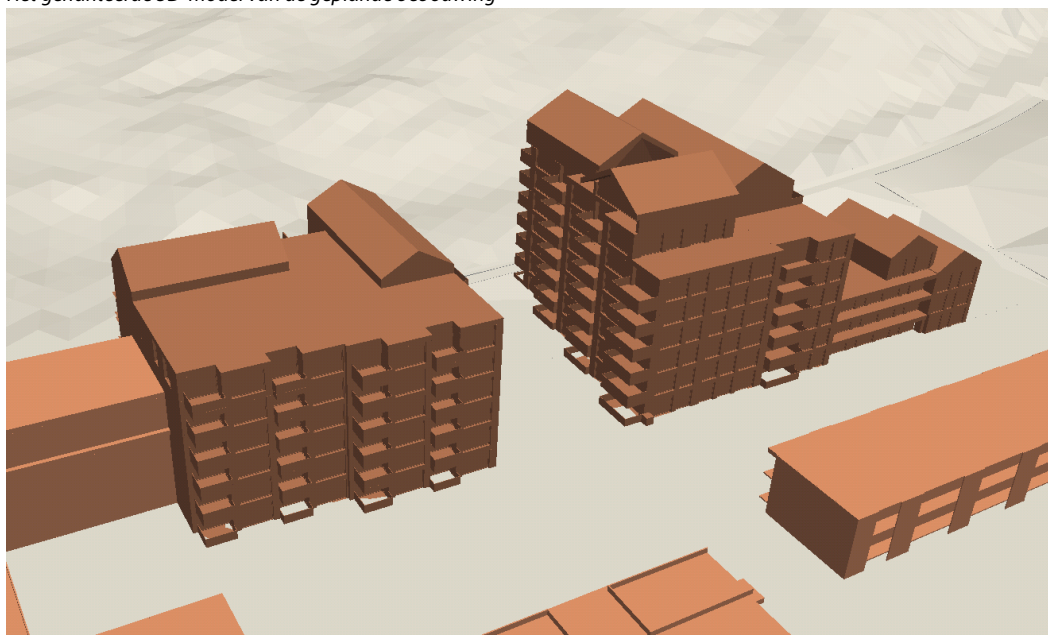
In opdracht van SAB is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing van het project Groot Hoogwaak te Noordwijk.

Voor het vervaardigen van het CFD model is onder meer gebruik gemaakt van een door de opdrachtgever aangeleverd 3D model. In totaal is een gebied gemodelleerd is van circa 500 bij 500 meter.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing.

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 *Het gehanteerde 3D-model van de geplande bebouwing*



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 is 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 windklimaatonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie noodzakelijk geacht. Voor onbeschut liggende gebouwen tot 30 meter hoogte is het oordeel van een windhinderdeskundige gewenst voor de beslissing of een windklimaatonderzoek noodzakelijk is. Gezien de ligging dicht bij de kust en de onbeschutte ligging voor een aantal windrichtingen wordt het uitvoeren van een windklimaatonderzoek in dit geval als noodzakelijk 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 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 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 en dergelijke.

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<br>$p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten<br>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                |
| $\geq 20$                                                                                                 | 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<br>$p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,G}})$ in procenten van het<br>aantal uren per jaar | Kwalificatie   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| $0,05 < p < 0,30$                                                                                         | Beperkt risico |
| $p \geq 0,30$                                                                                             | Gevaarlijk     |

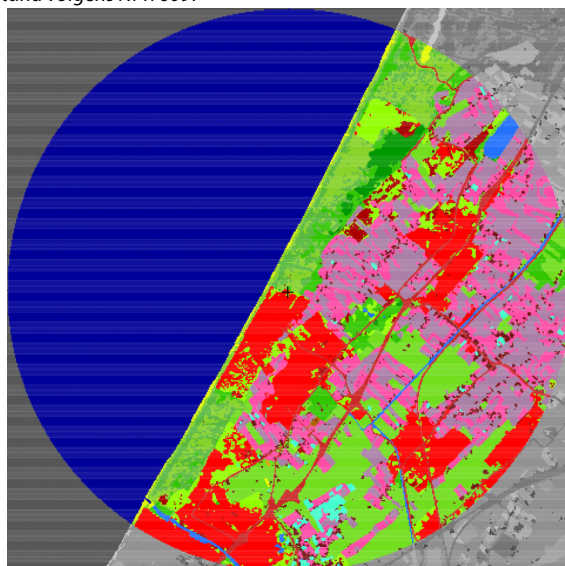
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van  $0,05 < p < 0,30$  mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis  $p \leq 0,05$ .

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 plan. 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.

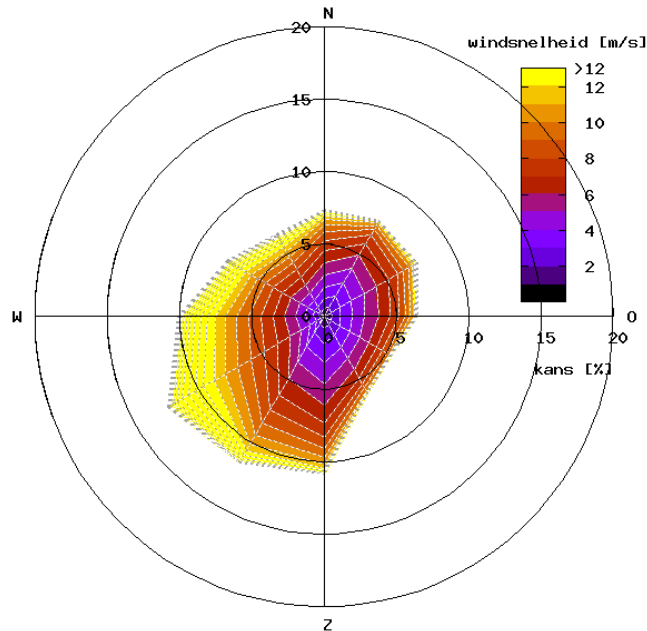
f2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097



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 en dat de wind relatief vaak uit het uit het zuidwesten tot westen komt. Deze windrichtingen zijn hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de bouwlocatie.

## f2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097

Windroos voor locatie X090465 Y474163.



## 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: 8766.7         |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------|--------|--------|--------------|-------|-------|------------------------------------|--|
| Positie X090465 Y474163 Jaar 1963-2002                                               |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       | gemiddelde windsnelheid (m/s): 7.0 |  |
| wind<br>snelheid                                                                     | 30°   | 60°   | Oost<br>90° | 120°  | 150°  | Zuid<br>180° | 210°   | 240°   | West<br>270° | 300°  | 330°  | Noord<br>360°                      |  |
| 0.0 - 0.9                                                                            | 13.4  | 11.0  | 10.9        | 13.1  | 14.1  | 15.7         | 9.8    | 4.7    | 5.9          | 6.8   | 7.8   | 12.3                               |  |
| 1.0 - 1.9                                                                            | 50.2  | 39.2  | 35.8        | 37.8  | 44.1  | 53.8         | 38.2   | 17.9   | 23.2         | 23.9  | 23.2  | 37.3                               |  |
| 2.0 - 2.9                                                                            | 76.7  | 63.6  | 53.5        | 58.3  | 68.4  | 93.8         | 66.7   | 31.1   | 37.1         | 38.3  | 38.0  | 58.4                               |  |
| 3.0 - 3.9                                                                            | 94.9  | 78.8  | 69.7        | 71.9  | 83.4  | 117.0        | 90.8   | 46.9   | 47.2         | 46.6  | 45.8  | 67.3                               |  |
| 4.0 - 4.9                                                                            | 102.2 | 88.0  | 77.9        | 68.8  | 85.1  | 127.4        | 108.4  | 62.5   | 58.8         | 53.9  | 49.3  | 75.6                               |  |
| 5.0 - 5.9                                                                            | 92.4  | 92.4  | 82.8        | 65.8  | 76.8  | 124.4        | 117.3  | 72.7   | 64.9         | 59.5  | 56.9  | 74.9                               |  |
| 6.0 - 6.9                                                                            | 80.1  | 80.0  | 72.3        | 53.9  | 57.6  | 107.3        | 113.7  | 88.4   | 70.5         | 62.6  | 55.6  | 71.2                               |  |
| 7.0 - 7.9                                                                            | 60.9  | 62.6  | 51.9        | 40.3  | 37.0  | 88.2         | 104.8  | 94.7   | 74.4         | 62.1  | 53.6  | 61.6                               |  |
| 8.0 - 8.9                                                                            | 38.8  | 44.2  | 40.5        | 28.8  | 29.3  | 72.4         | 93.8   | 93.9   | 73.0         | 59.4  | 48.3  | 53.1                               |  |
| 9.0 - 9.9                                                                            | 27.0  | 34.8  | 29.8        | 19.1  | 17.4  | 50.5         | 83.0   | 92.8   | 71.4         | 49.1  | 39.5  | 43.2                               |  |
| 10.0 - 10.9                                                                          | 16.1  | 24.3  | 20.5        | 8.4   | 11.2  | 38.5         | 65.3   | 84.7   | 68.7         | 45.5  | 37.0  | 32.7                               |  |
| 11.0 - 11.9                                                                          | 9.3   | 14.3  | 11.5        | 3.8   | 5.3   | 26.9         | 44.6   | 80.8   | 60.8         | 40.2  | 32.7  | 21.0                               |  |
| 12.0 - 12.9                                                                          | 5.3   | 10.5  | 6.9         | 1.6   | 2.8   | 16.0         | 31.7   | 72.6   | 49.7         | 30.6  | 25.6  | 13.8                               |  |
| 13.0 - 13.9                                                                          | 2.4   | 6.3   | 4.4         | 0.8   | 0.8   | 10.4         | 22.4   | 59.7   | 40.7         | 24.4  | 18.5  | 10.4                               |  |
| 14.0 - 14.9                                                                          | 1.9   | 2.7   | 1.5         | 0.4   | 0.4   | 5.3          | 14.3   | 46.5   | 32.5         | 21.4  | 14.1  | 6.8                                |  |
| 15.0 - 15.9                                                                          | 0.4   | 1.2   | 0.8         | 0.4   | 0.4   | 2.6          | 9.6    | 40.1   | 26.5         | 14.5  | 10.5  | 3.7                                |  |
| 16.0 - 16.9                                                                          | 0.1   | 0.3   | 0.6         | 0.1   | 0.1   | 1.2          | 4.3    | 33.1   | 22.2         | 11.5  | 6.6   | 2.3                                |  |
| 17.0 - 17.9                                                                          | 0.0   | 0.1   | 0.1         | 0.0   | 0.0   | 0.5          | 2.3    | 21.8   | 17.1         | 9.2   | 4.2   | 1.8                                |  |
| 18.0 - 18.9                                                                          | 0.0   | 0.1   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.7          | 1.4    | 15.0   | 13.0         | 7.0   | 3.3   | 1.3                                |  |
| 19.0 - 19.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.1          | 0.9    | 10.8   | 9.3          | 4.9   | 1.9   | 0.7                                |  |
| 20.0 - 20.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.2    | 7.7    | 7.1          | 3.1   | 1.2   | 0.3                                |  |
| 21.0 - 21.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.2    | 4.2    | 5.4          | 1.6   | 0.6   | 0.1                                |  |
| 22.0 - 22.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 3.0    | 3.3          | 1.3   | 0.4   | 0.1                                |  |
| 23.0 - 23.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 1.5    | 2.5          | 0.8   | 0.4   | 0.0                                |  |
| 24.0 - 24.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 1.3    | 1.5          | 0.6   | 0.1   | 0.0                                |  |
| 25.0 - 25.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.7    | 1.2          | 0.3   | 0.1   | 0.0                                |  |
| 26.0 - 26.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.7    | 0.7          | 0.3   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 27.0 - 27.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.1    | 0.3          | 0.2   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 28.0 - 28.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.1    | 0.3          | 0.1   | 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    | 0.1    | 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    | 0.1          | 0.1   | 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                                                                          | 672.1 | 654.4 | 571.4       | 473.3 | 534.2 | 952.7        | 1023.7 | 1090.3 | 889.7        | 679.8 | 575.2 | 649.9                              |  |
| gemiddelde snelheid                                                                  | 5.3   | 5.8   | 5.7         | 5.0   | 5.0   | 5.9          | 7.0    | 9.7    | 9.3          | 8.3   | 7.7   | 6.4                                |  |

## 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). In deze situatie is in overleg met de opdrachtgever 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.

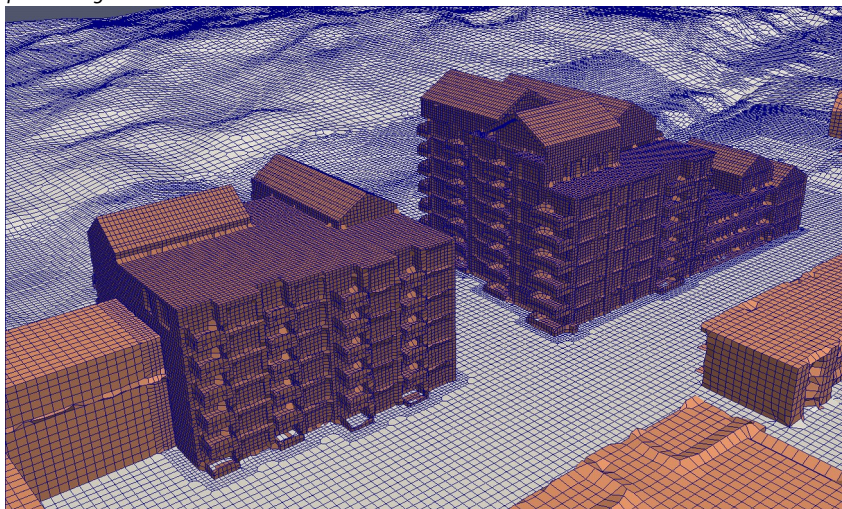
De windsnelheden rondom het project worden met het CFD-model voor 12 windrichtingen berekend. Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend in navolging van de NPR 6097, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskansen voor de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 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

In figuur 3.1 is een aanzicht gegeven van het rekengrid ter plaatse van de geplande bebouwing.

f3.1 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel

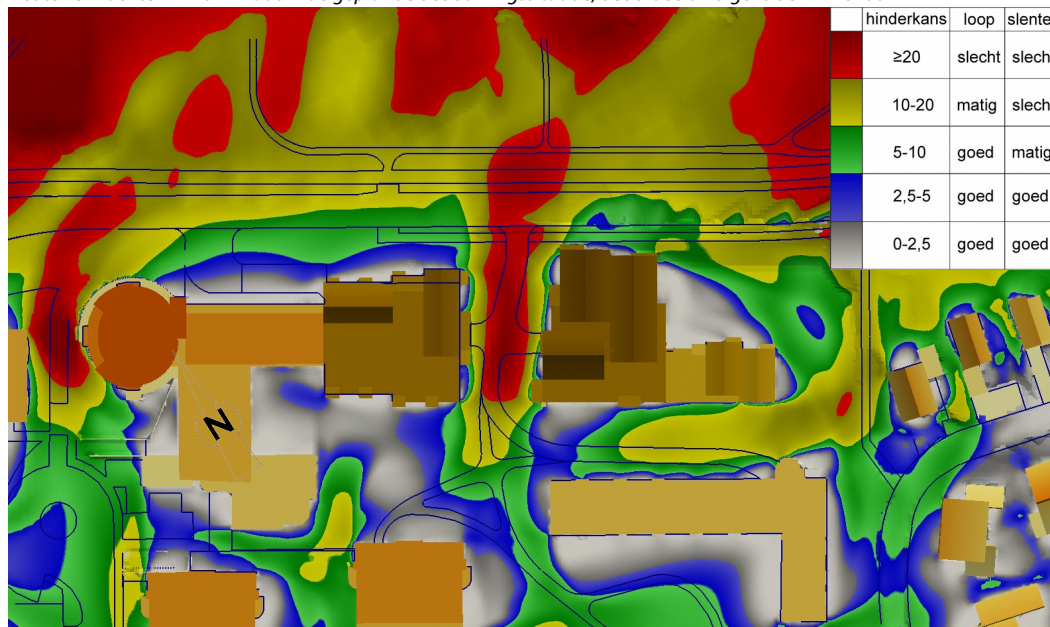


Het toekomstige windklimaat wordt beoordeeld op basis van de uitgevoerde CFD-berekeningen, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar.

In figuur 3.2 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 beoordelingscriteria uit de NEN 8100. Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën loop- en slentergebied. Het criterium voor slentergebied is van toepassing bij de gebouwentrees, verder wordt het criterium voor loopgebied gehanteerd. In slentergebieden wordt een hinderkans van minder dan 5%, overeenkomend met een beoordeling goed nagestreefd. Het criterium voor langdurig zitten is niet toegepast.

Het aspect windgevaar wordt alleen tekstueel beoordeeld.

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



Uit de resultaten blijkt dat er, door de open ligging van het gebied, in het gebied ten noorden van de bebouwing een voor doorlopen veelal matig tot slecht windklimaat te aanwezig is (kleuren geel en rood in de figuur 3.2). Dit windklimaat past bij het gebied en wordt niet beïnvloed door de geplande bebouwing. Tussen de omringende bebouwing is het windklimaat voor doorlopen veelal goed, lokaal matig.

Tussen de twee geplande bouwdelen is zonder aanvullende maatregelen een slecht windklimaat (kleur rood in de figuur 3.2) te verwachten. De wind wordt tussen de twee hogere gebouwen door geleid, wat hogere windsnelheden tot gevolg heeft. In dit gebied is er mogelijk sprake van een beperkt risico op windgevaar.

Verbeteren van het windklimaat in dit gebied zou kunnen door windremmende elementen te plaatsen tussen de twee gebouwen (begroeiing), of door de twee gebouwen met elkaar te verbinden met een laagbouw-element. Dicht bij de gevels van de bebouwing is het te verwachten windklimaat dankzij de verspringingen in de gevel en de uitkragende balkons gunstiger. Er wordt dan ook geadviseerd om looproutes in dit gebied zo mogelijk langs de gevels van het gebouw te leggen.

In het gebied ten zuidoosten van het oostelijke bouwdeel is het windklimaat matig voor doorlopen. Ook hier is het windklimaat te optimaliseren door het plaatsen van begroeiing in het gebied met de hogere windsnelheden.

## 4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van SAB is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing Groot Hoogwaak te Noordwijk. Doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing.

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:

- Door de open ligging van het gebied, is in het gebied ten noorden van de bebouwing een veelal matig tot slecht windklimaat aanwezig.
- Tussen de omringende bebouwing is het windklimaat voor doorlopen veelal goed, lokaal matig.
- Tussen de twee geplande bouwdelen is zonder aanvullende maatregelen een slecht windklimaat te verwachten, waarbij een beperkt risico op windgevaar aanwezig is.
- Verbeteren van het windklimaat in dit gebied is mogelijk door windremmende elementen te plaatsen tussen de twee gebouwen (begroeiing), of door de twee gebouwen met elkaar te verbinden met een laagbouw-element.
- In het gebied ten zuidoosten van het oostelijke bouwdeel is het te verwachten windklimaat matig voor doorlopen.
- Optimaliseren van het windklimaat is hier mogelijk door het plaatsen van begroeiing in het gebied met de hogere windsnelheden.

Mook,

Dit rapport bevat 12 pagina's

Bijlage 1: Technisch inlegvel numerieke simulatie.

## Bijlage 1

## Technisch inlegvel numerieke simulatie

| Project                                 | Projectgegevens                                                                                                                                                               |                                                                                                          |                                          |                   |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------|
| Projectnaam                             | Groot Hoogwaak te Noordwijk                                                                                                                                                   |                                                                                                          |                                          |                   |
| Opdrachtgever                           | SAB                                                                                                                                                                           |                                                                                                          |                                          |                   |
| Projectleider                           | dr. ir. L. Aanen                                                                                                                                                              |                                                                                                          |                                          |                   |
| Datum                                   | 14 december 2017                                                                                                                                                              |                                                                                                          |                                          |                   |
| Model                                   | Algemene gegevens van het model                                                                                                                                               |                                                                                                          |                                          |                   |
| Omvang gemodelleerd gebied              | 500 x 500 meter                                                                                                                                                               |                                                                                                          |                                          |                   |
| Kerngebied                              | het gebied rondom de geplande nieuwbouw                                                                                                                                       |                                                                                                          |                                          |                   |
| Omgeving                                | bebouwing/open duinlandschap                                                                                                                                                  |                                                                                                          |                                          |                   |
| Afmetingen model                        | 565 x 560 x 300 meter                                                                                                                                                         |                                                                                                          |                                          |                   |
| Blokkeringsgraad                        | <10%                                                                                                                                                                          |                                                                                                          |                                          |                   |
| Gemodelleerd groen                      | n.v.t.                                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                          |                   |
| Onderzochte windrichtingen              | 12 (rondom in stappen van 30 graden)                                                                                                                                          |                                                                                                          |                                          |                   |
| Onderzochte configuraties               | geplande bebouwingssituatie                                                                                                                                                   |                                                                                                          |                                          |                   |
| Computeropstelling                      | Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur                                                                                                                               |                                                                                                          |                                          |                   |
| Programmatuur                           | OpenFoam 3.0.x                                                                                                                                                                |                                                                                                          |                                          |                   |
|                                         | ✓                                                                                                                                                                             | FVM (eindige volume methode)                                                                             |                                          |                   |
|                                         | —                                                                                                                                                                             | FEM (eindige elementen methode)                                                                          |                                          |                   |
|                                         | —                                                                                                                                                                             | anders                                                                                                   |                                          |                   |
| Algemeen                                | ✓                                                                                                                                                                             | drie-dimensionaal                                                                                        | —                                        | twee-dimensionaal |
|                                         | ✓                                                                                                                                                                             | tijd-onafhankelijk                                                                                       | —                                        | tijd-afhankelijk  |
|                                         | ✓                                                                                                                                                                             | isothermisch                                                                                             | —                                        | thermisch         |
|                                         | —                                                                                                                                                                             | passieve scalairs                                                                                        | —                                        | actieve scalairs  |
| Rekenrooster                            | circa 4,5 miljoen cellen; verfijning t.p.v. de geplande bebouwing                                                                                                             |                                                                                                          |                                          |                   |
| Turbulentiemodellering                  | k-ε-RNG-turbulentiemodel                                                                                                                                                      |                                                                                                          |                                          |                   |
| Convectieve differentieschema's         | snelheidscomponenten: Gauss                                                                                                                                                   |                                                                                                          |                                          |                   |
|                                         | turbulentie grootheden: Gauss                                                                                                                                                 |                                                                                                          |                                          |                   |
|                                         | scalaire variabelen: -                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                          |                   |
| Randvoorwaarden                         | Gebruikte randvoorwaarden                                                                                                                                                     |                                                                                                          |                                          |                   |
| Instroomprofiel                         | windrichtingen 150° t/m 210°: z <sub>0</sub> =0,7 m; 120°: z <sub>0</sub> =0,5 m; 30°, 60°, 90° en 210°: z <sub>0</sub> =0,5 m ; overige windrichtingen z <sub>0</sub> =0,1 m |                                                                                                          |                                          |                   |
| Uitlaat                                 | constante druk                                                                                                                                                                |                                                                                                          |                                          |                   |
| Boven-/zijwanden                        | gesloten, wrijvingsloos                                                                                                                                                       |                                                                                                          |                                          |                   |
| Gegevensverwerking en -beoordeling      | Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat                                                                                                                            |                                                                                                          |                                          |                   |
| Amersfoortse coördinaten van de locatie | X = 090465                                                                                                                                                                    |                                                                                                          |                                          |                   |
|                                         | Y = 474163                                                                                                                                                                    |                                                                                                          |                                          |                   |
| Toegepaste eisen                        | V <sub>DR</sub> [m/s]                                                                                                                                                         | Gewenste kwaliteitsklasse                                                                                | Overschrijdskans [%]                     | Beoordeling       |
| Voor comfort                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                          | p(V <sub>LOK</sub> > V <sub>DR,H</sub> ) |                   |
| 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 <sub>LOK</sub> > V <sub>DR,G</sub> ) |                   |
|                                         | 15                                                                                                                                                                            | n.v.t.                                                                                                   | 0,05 < p < 0,30                          | beperkt risico    |
|                                         | 15                                                                                                                                                                            | n.v.t.                                                                                                   | p ≥ 0,30                                 | gevaarlijk        |
| Gepresenteerde resultaten               |                                                                                                                                                                               | windhinder: figuren met p (V <sub>LOK</sub> > V <sub>DR,H</sub> )-waarden, gevaar: tekstuele beoordeling |                                          |                   |
| Opmerkingen                             |                                                                                                                                                                               |                                                                                                          |                                          |                   |