

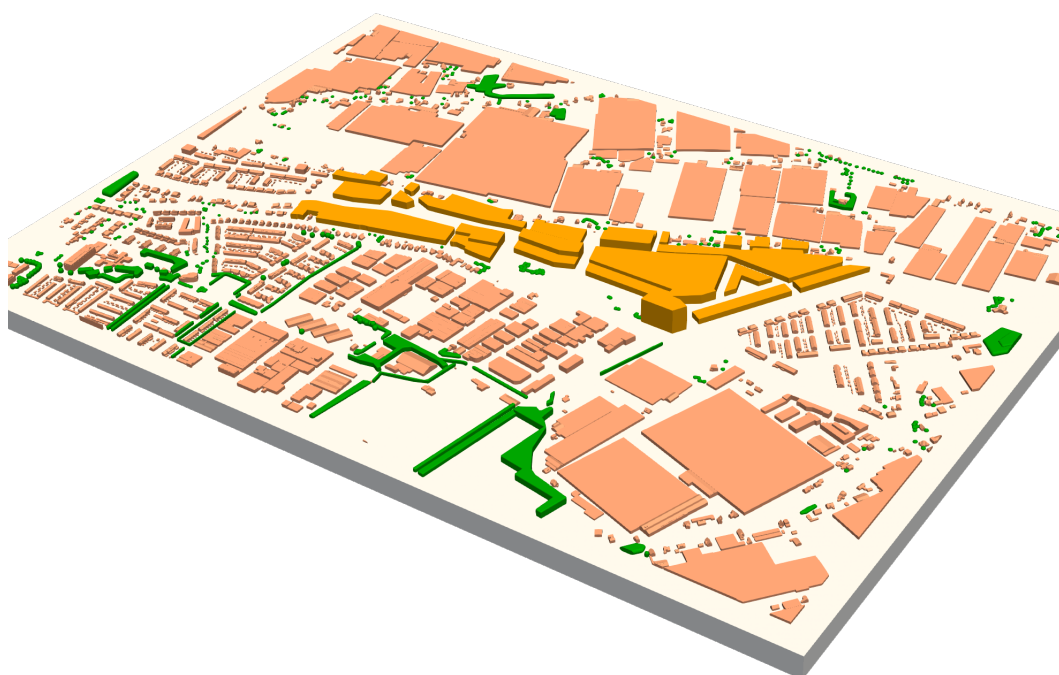


## **Waelpolder te 's-Gravenzande**

*Windklimaatonderzoek met behulp van CFD*

## Waelpolder te 's-Gravenzande

*Windklimaatonderzoek met behulp van CFD*



|                   |                                                                 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
| opdrachtgever     | ONW B.V.                                                        |
| rapportnummer     | O 16671-2-RA-001                                                |
| datum             | 21 september 2021                                               |
| referentie        | OO/MaV//O 16671-2-RA-001                                        |
| verantwoordelijke | O.E. Otten                                                      |
| opsteller         | ir. M.A. Verbruggen<br>+31 858 228 623<br>m.verbruggen@peutz.nl |

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 85 822 86 00, mook@peutz.nl, www.peutz.nl

kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

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

## Inhoudsopgave

|          |                                           |           |
|----------|-------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                          | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Normstelling en uitgangspunten</b>     | <b>6</b>  |
| 2.1      | Beslismodel NEN 8100                      | 6         |
| 2.2      | Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100 | 6         |
| 2.2.1    | Windhinder                                | 6         |
| 2.2.2    | Windgevaar,001                            | 7         |
| 2.3      | Windklimaat op de locatie                 | 8         |
| 2.4      | Simulatie windsnelheden met CFD           | 10        |
| <b>3</b> | <b>Rekenresultaten</b>                    | <b>11</b> |
| 3.1      | Huidige, onbebouwde situatie              | 11        |
| 3.2      | Bestemmingsplansituatie                   | 14        |
| 3.3      | Stedenbouwkundig geplande situatie        | 16        |
| <b>4</b> | <b>Samenvatting en conclusies</b>         | <b>19</b> |

## 1 Inleiding

In opdracht van ONW B.V. is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing Waelpolder te 's-Gravenzande.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. Als worst case scenario is uitgegaan van een maximale benutting van de bouw mogelijkheden, inclusief 10% afwijkingmogelijkheid. Tevens is het windklimaat in de huidige situatie doorerekend en een meer realistisch scenario conform het stedenbouwkundig plan.

Voor het vervaardigen van het CFD model is onder meer gebruik gemaakt van een door ONW B.V. aangeleverd 3D model (d.d. 16 juli 2021) en een verbeelding van het bestemmingsplan (d.d. 21 april 2021). De stedenbouwkundige omgeving en de begroeiing is meegenomen aan de hand van gegevens uit openbare bronnen. In totaal is een gebied gemodelleerd is van circa 1300 bij 1850 meter.

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 het bestemmingsplan en nummering van de bouwvelden





f1.2 Het gehanteerde 3D-model van de stedenbouwkundig 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. Gezien de maximaal mogelijke bouwhoogte in het bestemmingsplan van 52,8 meter, wordt het uitvoeren van een windklimaatonderzoek 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,001

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     |

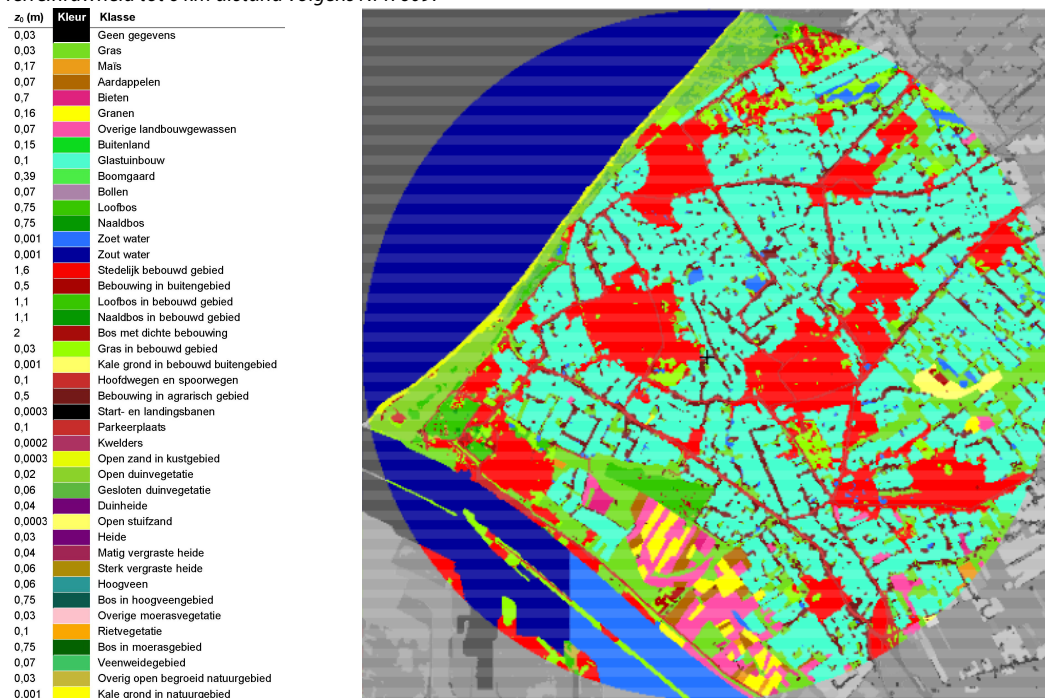
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van  $0,05 < p < 0,30$  mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis  $p \leq 0,05$ .

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

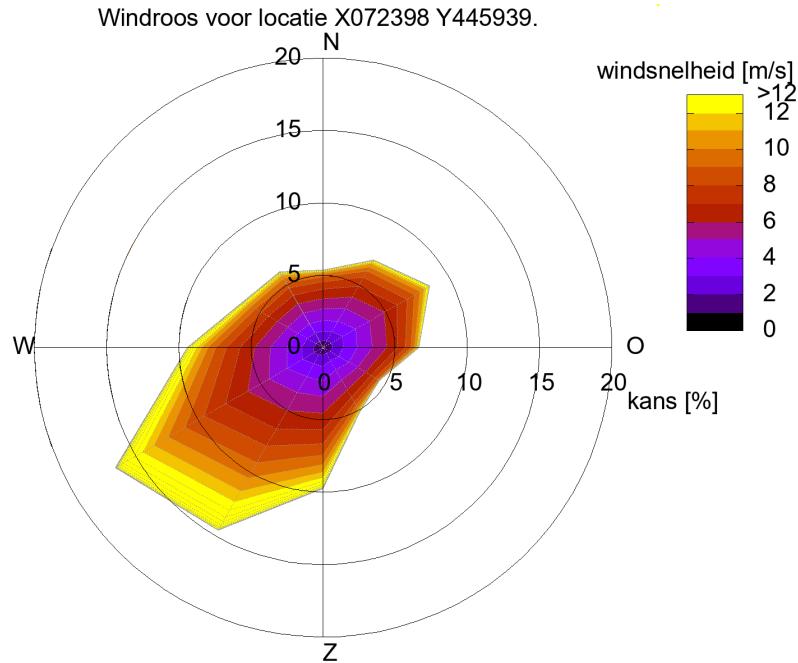
Voor de vertaling van de resultaten van de berekeningen naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteorologische gegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de bijbehorende software wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteorologische gegevens van een groot aantal meteorologische stations 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 zuiden tot westen de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwesten wind is hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de bouwlocatie.

## f2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097



## t2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

| Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------|--------|--------|--------------|-------|-------|
| Positie X072398 Y445939 Jaar 1963-2002                                               |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| totaal aantal uren: 8766.5                                                           |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| gemiddelde windsnelheid (m/s): 6.4                                                   |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| wind<br>snelheid                                                                     | Noord<br>0° | 30°   | 60°   | Oost<br>90° | 120°  | 150°  | Zuid<br>180° | 210°   | 240°   | West<br>270° | 300°  | 330°  |
| 0.0 - 0.9                                                                            | 10.4        | 11.0  | 14.0  | 15.1        | 13.4  | 9.7   | 10.5         | 11.4   | 15.4   | 14.2         | 10.5  | 10.4  |
| 1.0 - 1.9                                                                            | 34.7        | 38.8  | 45.3  | 44.4        | 38.8  | 31.4  | 37.4         | 38.6   | 48.6   | 46.8         | 40.6  | 36.2  |
| 2.0 - 2.9                                                                            | 56.2        | 62.6  | 78.0  | 65.3        | 60.4  | 51.2  | 67.7         | 64.7   | 79.1   | 69.7         | 59.5  | 55.9  |
| 3.0 - 3.9                                                                            | 63.9        | 75.4  | 92.7  | 84.5        | 68.9  | 66.1  | 85.7         | 90.1   | 111.1  | 90.2         | 68.4  | 64.9  |
| 4.0 - 4.9                                                                            | 70.1        | 87.3  | 96.1  | 90.9        | 61.6  | 69.5  | 97.5         | 110.8  | 126.8  | 99.6         | 71.9  | 73.3  |
| 5.0 - 5.9                                                                            | 62.3        | 80.8  | 104.4 | 89.5        | 56.7  | 66.5  | 101.1        | 124.0  | 149.5  | 97.7         | 70.9  | 68.6  |
| 6.0 - 6.9                                                                            | 57.3        | 75.4  | 88.4  | 64.2        | 39.8  | 51.7  | 97.0         | 131.1  | 155.4  | 87.4         | 60.5  | 58.7  |
| 7.0 - 7.9                                                                            | 44.0        | 60.1  | 72.1  | 46.5        | 28.6  | 35.3  | 84.7         | 118.3  | 148.6  | 81.5         | 50.3  | 48.4  |
| 8.0 - 8.9                                                                            | 30.5        | 45.5  | 51.9  | 33.5        | 18.5  | 25.6  | 69.8         | 117.2  | 134.3  | 65.7         | 41.2  | 38.0  |
| 9.0 - 9.9                                                                            | 17.9        | 28.0  | 38.5  | 22.4        | 6.6   | 18.7  | 58.3         | 105.2  | 118.4  | 48.1         | 29.5  | 28.6  |
| 10.0 - 10.9                                                                          | 8.9         | 21.8  | 27.9  | 12.2        | 2.9   | 10.5  | 44.5         | 90.7   | 99.1   | 37.8         | 20.5  | 19.5  |
| 11.0 - 11.9                                                                          | 5.8         | 11.7  | 16.5  | 7.3         | 1.5   | 6.8   | 31.7         | 76.6   | 78.5   | 27.9         | 14.9  | 11.6  |
| 12.0 - 12.9                                                                          | 3.3         | 7.6   | 12.1  | 4.2         | 0.4   | 4.4   | 25.2         | 61.2   | 63.0   | 19.5         | 9.3   | 6.7   |
| 13.0 - 13.9                                                                          | 2.0         | 3.6   | 5.5   | 1.7         | 0.3   | 1.9   | 16.3         | 45.5   | 45.0   | 14.9         | 6.1   | 4.3   |
| 14.0 - 14.9                                                                          | 1.4         | 2.1   | 3.0   | 0.9         | 0.1   | 0.7   | 10.4         | 33.5   | 29.7   | 10.2         | 2.3   | 2.8   |
| 15.0 - 15.9                                                                          | 0.6         | 1.6   | 0.9   | 0.2         |       | 0.3   | 7.3          | 22.9   | 20.2   | 6.0          | 1.5   | 1.5   |
| 16.0 - 16.9                                                                          | 0.3         | 0.3   | 0.4   |             |       | 0.1   | 4.2          | 14.8   | 14.3   | 3.5          | 0.9   | 0.7   |
| 17.0 - 17.9                                                                          |             | 0.1   | 0.2   |             |       | 0.2   | 2.1          | 9.0    | 7.8    | 2.0          | 0.4   | 0.5   |
| 18.0 - 18.9                                                                          |             |       | 0.1   |             |       |       | 1.2          | 5.3    | 4.3    | 1.6          | 0.3   | 0.2   |
| 19.0 - 19.9                                                                          |             |       |       |             |       |       | 0.4          | 3.2    | 2.4    | 0.7          | 0.1   | 0.1   |
| 20.0 - 20.9                                                                          |             |       |       |             |       |       | 0.3          | 1.8    | 1.6    | 0.3          | 0.1   | 0.1   |
| 21.0 - 21.9                                                                          |             |       |       |             |       |       | 0.4          | 1.2    | 0.8    | 0.1          |       |       |
| 22.0 - 22.9                                                                          |             |       |       |             |       |       | 0.1          | 0.7    | 0.4    | 0.1          |       |       |
| 23.0 - 23.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              | 0.2    | 0.3    | 0.1          |       |       |
| 24.0 - 24.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        | 0.2    | 0.1          |       |       |
| 25.0 - 25.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        | 0.1    |              |       |       |
| 26.0 - 26.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        | 0.1    |              |       |       |
| 27.0 - 27.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 28.0 - 28.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        | 0.1    |              |       |       |
| 29.0 - 29.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 30.0 - 30.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 31.0 - 31.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 32.0 - 32.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 33.0 - 33.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 34.0 - 34.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 35.0 - 35.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 36.0 - 36.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 37.0 - 37.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 38.0 - 38.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| 39.0 - 39.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       |
| aantal uren                                                                          | 469.6       | 613.7 | 748.0 | 582.8       | 398.5 | 450.6 | 853.8        | 1278.0 | 1455.1 | 825.7        | 559.7 | 531.0 |
| gemiddelde snelheid                                                                  | 5.3         | 5.7   | 5.7   | 5.2         | 4.5   | 5.3   | 6.7          | 7.9    | 7.6    | 6.4          | 5.8   | 5.7   |

## 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). In deze situatie 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 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.

Bij de beoordeling van het windklimaat kan onder meer onderscheid worden gemaakt tussen de categorieën doorlopen en slenteren. Het criterium voor slenteren is onder meer van toepassing bij de gebouwentrees en andere windgevoelige functies, verder wordt het criterium voor loopgebied gehanteerd. In slentergebieden wordt een hinderkans van minder dan 5%, overeenkomend met een beoordeling goed nagestreefd. Gezien dit een toetsing is voor het bestemmingsplan is en de posities voor windgevoelige functies nog niet zijn vastgesteld is in dit stadium uitgegaan voor het criterium voor doorlopen.

#### 3.1 Huidige, onbebouwde situatie

In figuur 3.1 is een aanzicht gegeven van het 3D-model ter plaatse van het plangebied.

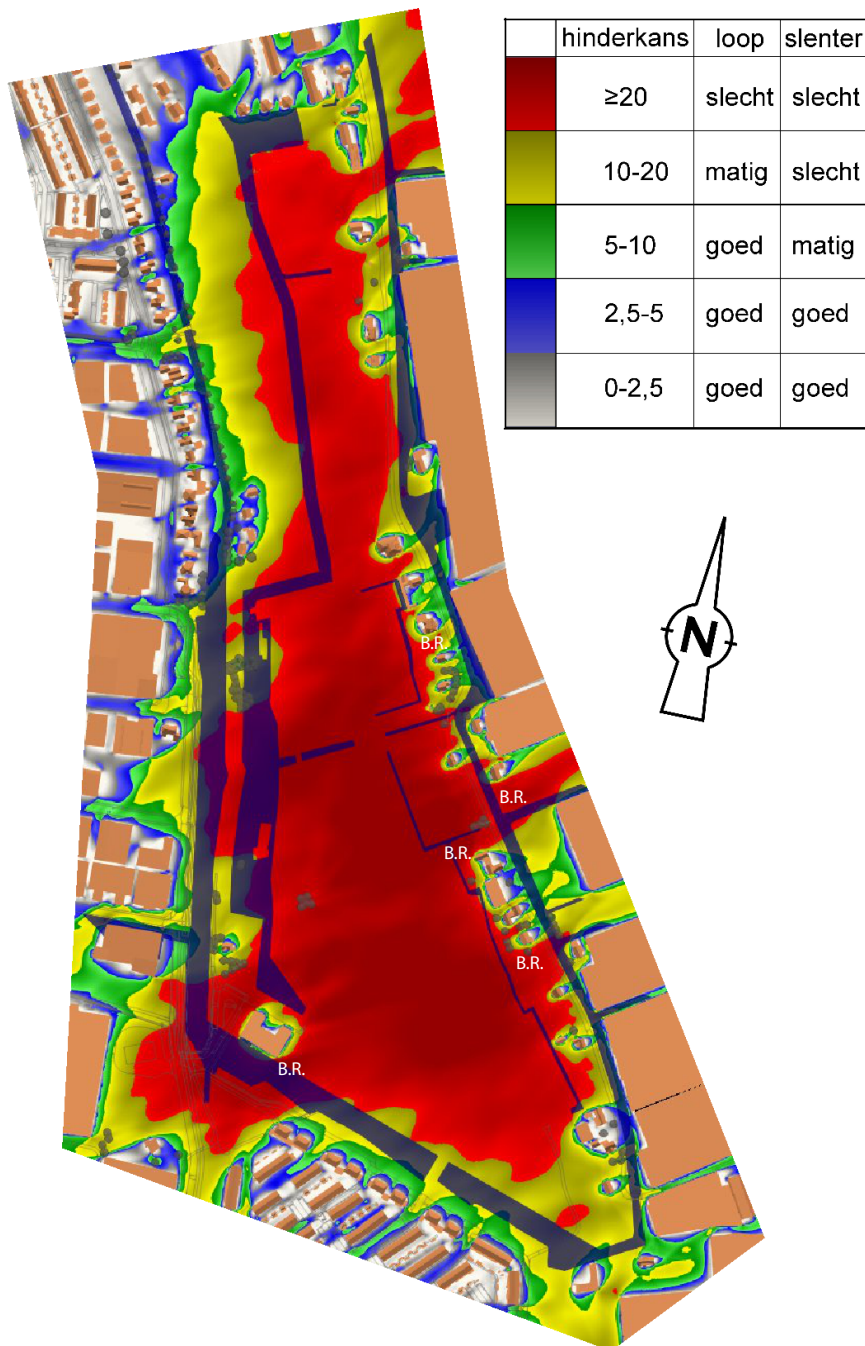
f3.1 Aanzicht 3D-model huidige, onbebouwde situatie



In figuur 3.2 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de huidige situatie weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100.



f3.2 Het windklimaat in de huidige, onbebouwde situatie, beoordeeld volgens de NEN 8100





Uit de resultaten blijkt dat ter plaatse van het plangebied overwegend sprake is van een matig (geel in figuur 3.2) tot slecht windklimaat (rood) voor het criterium doorlopen, op diverse plaatsen in combinatie met een beperkt risico op windgevaar (B.R. in figuur 3.2). De relatief hoge hinderkans is een gevolg van de zeer open ligging en het grotendeels ontbreken van bebouwing en begroeiing in het plangebied, waardoor de wind uit alle richtingen vrij aanstroomt.

Aan de randen van het plangebied en rond de bestaande woningen is sprake van een goed (grijs/groen/blauw) tot matig (geel) windklimaat.

## 3.2 Bestemmingsplansituatie

Als worst case scenario voor het windklimaat is uitgegaan van een maximale benutting van de bouw mogelijkheden binnen het bestemmingsplan, inclusief 10% afwijkingsmogelijkheid (model d.d. 21 april 2021). Sinds de aanlevering van het model en het uitvoeren van de berekeningen zijn er enkele wijzigingen in het bestemmingsplan doorgevoerd. Met name bouwveld 6 is smaller geworden, waardoor het hier berekende windklimaat als worst-case scenario kan worden beschouwd. Andere wijzigingen zijn niet maatgevend voor de conclusies van het onderzoek.

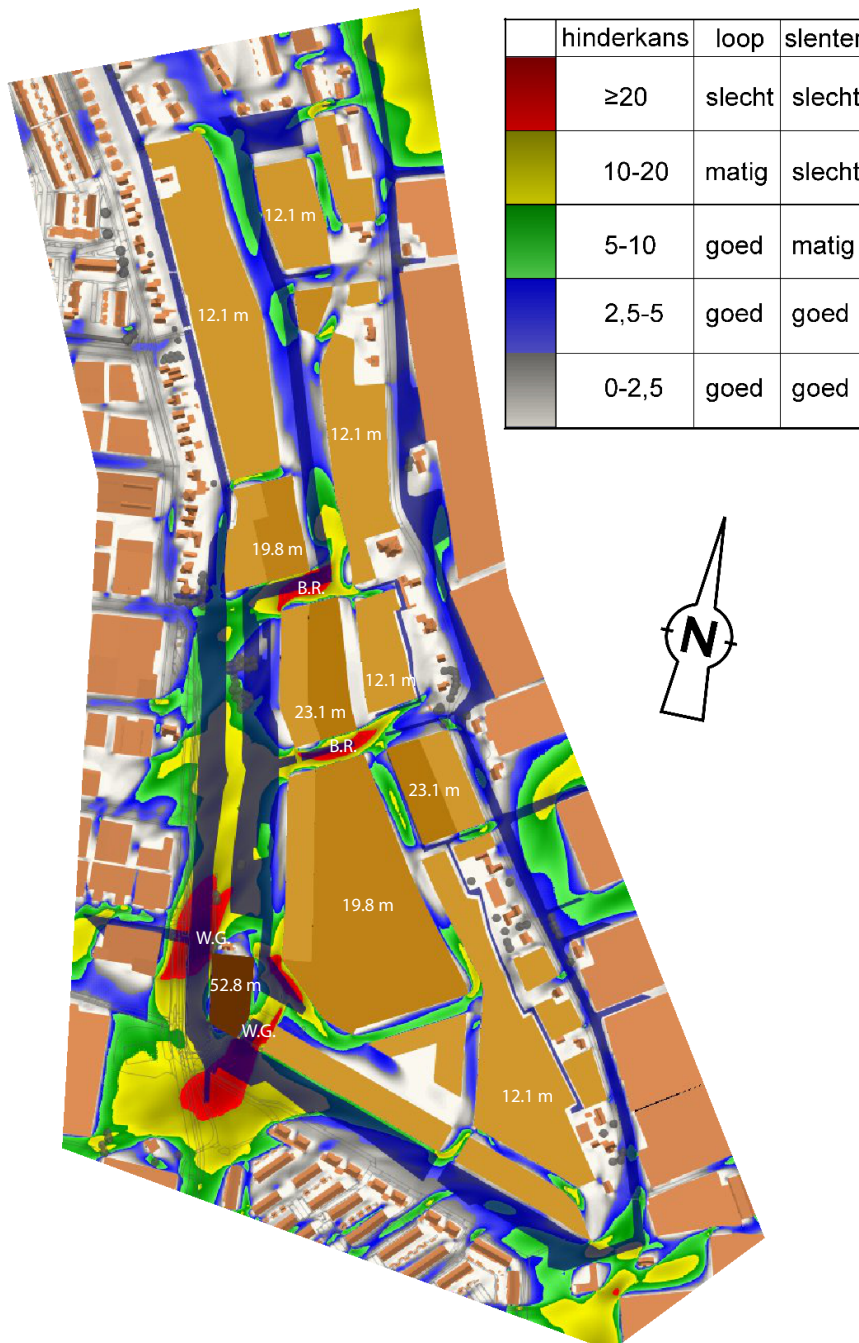
In figuur 3.3 is een aanzicht gegeven van het 3D-model ter plaatse van het plangebied.

f3.3 Aanzicht 3D-model bestemmingsplansituatie



In figuur 3.4 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de stemmingsplansituatie weergegeven.

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



Uit de resultaten blijkt dat in de bestemmingsplansituatie overwegend sprake is van een goed (grijs/blauw/groen in figuur 3.4) tot matig (geel) windklimaat voor het criterium doorlopen. Aan de noord- en zuidzijde van bouwveld 4 is plaatselijk sprake van een slecht (rood) windklimaat met een beperkt risico op windgevaar. Rond de toren op veld 6 is, ten gevolge van de relatief grote bouwhoogte, plaatselijk een slecht windklimaat en windgevaar te verwachten.

### 3.3 Stedenbouwkundig geplande situatie

Naast de worst case benadering is tevens het windklimaat inzichtelijk gemaakt met een meer realistische bebouwingssituatie conform het stedenbouwkundig plan.

In figuur 3.5 en 3.6 is een aanzicht gegeven van het 3D-model en het rekengrid ter plaatse van het plangebied.

f3.5 Aanzicht 3D-model stedenbouwkundig geplande situatie



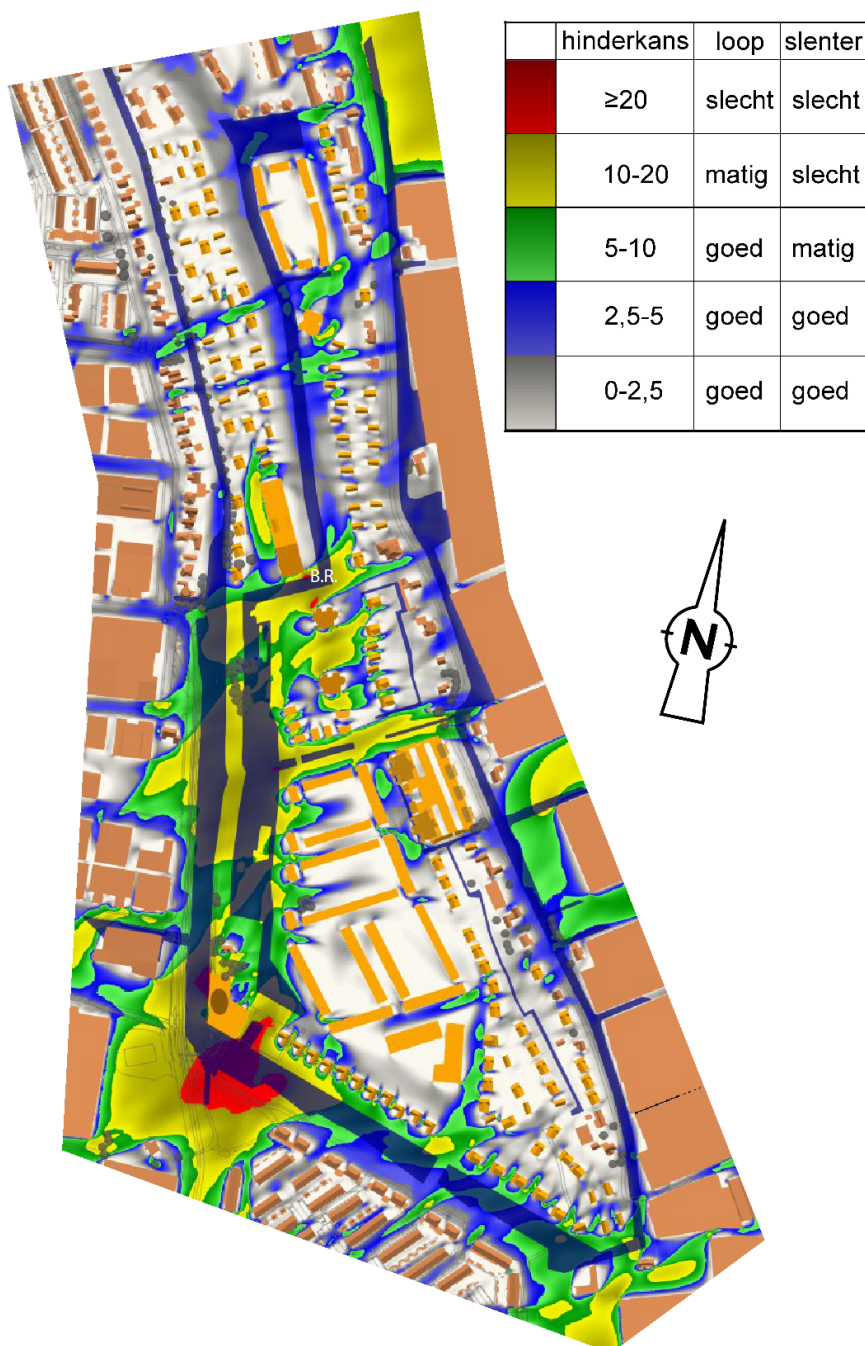
f3.6 Aanzicht uitsnede oppervlakte grid rekenmodel stedenbouwkundig geplande situatie





In figuur 3.7 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de stedenbouwkundig geplande situatie weergegeven.

f3.7 Het te verwachten windklimaat in de stedenbouwkundig geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



Uit de resultaten blijkt dat in de stedenbouwkundig geplande situatie overwegend sprake is van een goed (grijs/blauw/groen in figuur 3.7) tot matig (geel) windklimaat. Met name rond de toren op veld 6 aan de zuidwestzijde van het plangebied is plaatselijk nog sprake van een slecht windklimaat. Slechts zeer plaatselijk, ten zuiden van bouwveld 3, is nog sprake van een beperkt risico op windgevaar.

Het te verwachten windklimaat in de stedenbouwkundig geplande situatie is een sterke verbetering ten opzichte van het windklimaat in de huidige situatie als ook ten opzichte van de maximale bouwmassa. Door de extra obstructie in de vorm van bebouwing wordt de open ligging van het plangebied doorbroken, waardoor de wind niet langer vrij doorstroomt.

Het windklimaat in het plangebied kan plaatselijk verder worden verbeterd door met name in de gebieden met een relatief hogere hinderkans (groen, geel en rood), zowel binnen als buiten het plangebied, extra begroeiing te situeren.

Voor windgevoelige functies, zoals gebouwentrees, wordt een zo laag mogelijke hinderkans nagestreefd, met een maximum onder de 5%-grens. Dit komt overeen met een beoordeling goed op basis van het criterium voor slenteren (grijs/blauw in figuur 3.7). Bij het positioneren van de gebouwentrees dient rekening te worden gehouden met het lokale windklimaat. Indien het niet mogelijk blijkt een gebouwentree te positioneren op een locatie waar sprake is van een goed windklimaat, kan met behulp van windafschermende maatregelen het windklimaat plaatselijk worden verbeterd. Voorbeelden hiervan zijn het plaatsen van schermen of een in de gevel terugliggende situering van gebouwentrees.

## 4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van ONW B.V. is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing Waelpolder te 's-Gravenzande.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. Als worst case scenario is uitgegaan van een maximale benutting van de bouwmogelijkheden. Tevens is een meer realistisch scenario conform het stedenbouwkundig plan doorerekend, en is de huidige situatie inzichtelijk gemaakt.

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:

- In de huidige vrijwel onbebouwde situatie is sprake van een overwegend matig tot slecht windklimaat, op diverse plaatsen in combinatie met een beperkt risico op windgevaar. Aan de randen van het plangebied en rond de bestaande bebouwing is sprake van een goed tot matig windklimaat.
- In de situatie met een maximale benutting van het bestemmingsplan is sprake van een overwegend goed tot matig windklimaat. Rond enkele van de hoogbouwaccenten is plaatselijk sprake van een slecht windklimaat met een overschrijding van het gevaarcriterium.
- In de stedenbouwkundig geplande situatie (zonder de toekomstige begroeiing) is sprake van een overwegend goed tot matig windklimaat. Met name rond de toren aan de zuidwestzijde van het plangebied is plaatselijk nog sprake van een slecht windklimaat. Slechts zeer plaatselijk, ten zuiden van bouwveld 3, is nog sprake van een beperkt risico op windgevaar. Dit is een sterke verbetering ten opzichte van het windklimaat in de huidige situatie als ook ten opzichte van de maximale bouwmassa.
- Het windklimaat in het plangebied kan plaatselijk verder worden verbeterd door met name in de gebieden met een relatief hogere hinderkans, zowel binnen als buiten het plangebied, extra begroeiing te situeren.
- Voor gebouwentrees is het van belang dat deze worden geplaatst op locaties waar een goed windklimaat voor het criterium slenteren te verwachten is. Voor de gebouwentrees die zijn gepland op een locatie waar geen sprake is van een goed windklimaat, wordt geadviseerd deze in een nis te plaatsen.



Mook,

Dit rapport bevat 19 pagina's

Bijlage 1: Technisch inlegvel numerieke simulatie

## Bijlage 1

## Technisch inlegvel numerieke simulatie

| Project                                 | Projectgegevens                                                                                                                                                        |                                                                                           |                         |                |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|
| Projectnaam                             | Waelpolder te 's-Gravenzande                                                                                                                                           |                                                                                           |                         |                |
| Opdrachtgever                           | ONW B.V.                                                                                                                                                               |                                                                                           |                         |                |
| Projectleider                           | ir. M.A. Verbruggen / O. E. Otten                                                                                                                                      |                                                                                           |                         |                |
| Datum                                   | 21 september 2021                                                                                                                                                      |                                                                                           |                         |                |
| Model                                   | Algemene gegevens van het model                                                                                                                                        |                                                                                           |                         |                |
| Omvang gemodelleerd gebied              | 1300 x 1850 meter                                                                                                                                                      |                                                                                           |                         |                |
| Kerngebied                              | het gebied rondom de geplande nieuwbouw                                                                                                                                |                                                                                           |                         |                |
| Omgeving                                | bebouwing/begroeiing                                                                                                                                                   |                                                                                           |                         |                |
| Afmetingen model                        | 1400 x 1950 x 200 meter                                                                                                                                                |                                                                                           |                         |                |
| Blokkeringsgraad                        | <10%                                                                                                                                                                   |                                                                                           |                         |                |
| Gemodelleerd groen                      | jaargemiddelde situatie                                                                                                                                                |                                                                                           |                         |                |
| Onderzochte windrichtingen              | 12 (rondom in stappen van 30 graden)                                                                                                                                   |                                                                                           |                         |                |
| Onderzochte configuraties               | – huidige situatie<br>– bestemmingsplansituatie<br>– stedenbouwkundig geplande situatie                                                                                |                                                                                           |                         |                |
| Computeropstelling                      | Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur                                                                                                                        |                                                                                           |                         |                |
| Programmatuur                           | OpenFoam 6<br>✓ FVM (eindige volume methode)<br>– FEM (eindige elementen methode)<br>– anders                                                                          |                                                                                           |                         |                |
| Algemeen                                | ✓ drie-dimensionaal<br>✓ tijd-onafhankelijk<br>✓ isothermisch<br>– passieve scalairs<br>– twee-dimensionaal<br>– tijd-afhankelijk<br>– thermisch<br>– actieve scalairs |                                                                                           |                         |                |
| Rekenrooster                            | circa 24 miljoen cellen; verfijning t.p.v. de geplande bebouwing                                                                                                       |                                                                                           |                         |                |
| Turbulentiemodellering                  | k-ε-RNG-turbulentiemodel                                                                                                                                               |                                                                                           |                         |                |
| Convectieve differentieschema's         | snelheidscomponenten: Gauss<br>turbulentie grootheden: Gauss<br>scalaire variabelen: -                                                                                 |                                                                                           |                         |                |
| Randvoorwaarden                         | Gebruikte randvoorwaarden                                                                                                                                              |                                                                                           |                         |                |
| Instroomprofiel                         | logaritmisch snelheidsprofiel, $z_0=0,7$ m en bijbehorende profielen voor k en ε                                                                                       |                                                                                           |                         |                |
| Uitlaat                                 | constante druk                                                                                                                                                         |                                                                                           |                         |                |
| Boven-/zijwanden                        | gesloten, wrijvingsloos                                                                                                                                                |                                                                                           |                         |                |
| Gegevensverwerking en -beoordeling      | Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat                                                                                                                     |                                                                                           |                         |                |
| Amersfoortse coördinaten van de locatie | X = 072398 Y = 445939                                                                                                                                                  |                                                                                           |                         |                |
| Toegepaste eisen                        | $V_{DR}$ [m/s]                                                                                                                                                         | Gewenste kwaliteitsklasse                                                                 | Overschrijdingskans [%] | Beoordeling    |
| <b>Voor comfort</b>                     |                                                                                                                                                                        |                                                                                           | $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$ |                |
| Doorlopen                               | 5,0                                                                                                                                                                    | ≤ D                                                                                       | < 20                    | ≤ matig        |
| Slenteren                               | 5,0                                                                                                                                                                    | ≤ C                                                                                       | < 10                    | ≤ matig        |
| Zitten                                  | 5,0                                                                                                                                                                    | ≤ B                                                                                       | < 5                     | ≤ matig        |
| Regionale correctie                     | Geen correctie                                                                                                                                                         |                                                                                           |                         |                |
| <b>Voor gevaar</b>                      |                                                                                                                                                                        |                                                                                           | $p(V_{LOK} > V_{DR,G})$ |                |
|                                         | 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 ( $V_{LOK} > V_{DR,H}$ )-waarden, gevaar: tekstuele beoordeling |                         |                |