



## **Voorgenomen ontwikkeling NPD strook Overvecht**

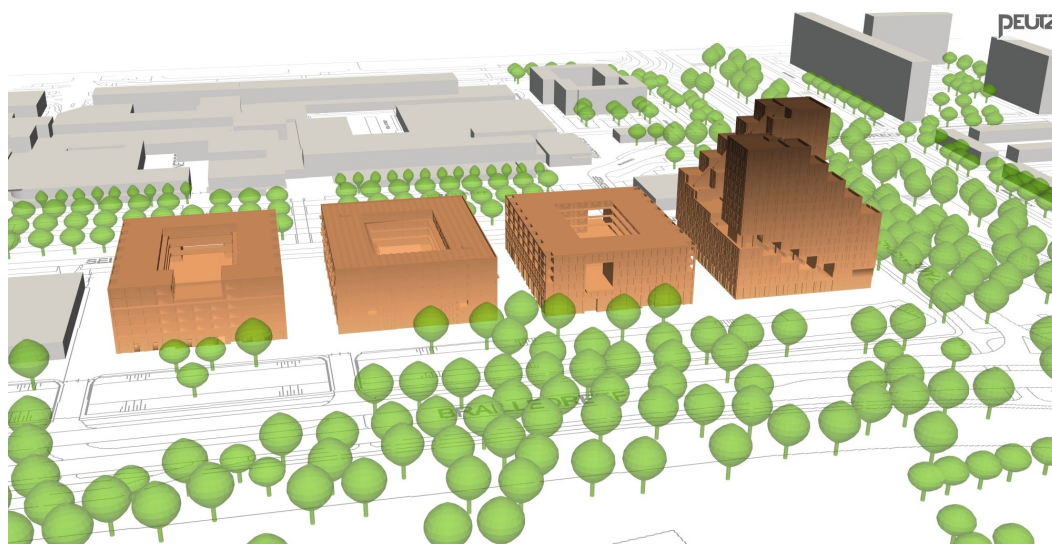
*Windklimaatonderzoek met behulp van CFD*

*Concept*

## Voorgenomen ontwikkeling NPD strook Overvecht

*Windklimaatonderzoek met behulp van CFD*

*Concept*



|                   |                                                  |
|-------------------|--------------------------------------------------|
| opdrachtgever     | Gemeente Utrecht                                 |
| rapportnummer     | O 15818-2-RA                                     |
| datum             | 25 oktober 2017                                  |
| referentie        | OO/OO//O 15818-2-RA                              |
| verantwoordelijke | O.E. Otten                                       |
| opsteller         | O.E. Otten<br>+31 24 3570767<br>o.otten@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>13</b> |

## 1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Utrecht is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de voorgenomen ontwikkeling op de NPD strook. Dit is een vervolg op het eerder voor het bestemmingsplan uitgevoerde windklimaatonderzoek (rapport O 15818-1-RA-001 d.d. 22 augustus 2017).

Voor het vervaardigen van het CFD-model (figuur 1.1) is onder meer gebruik gemaakt van de volgende aangeleverde 3D-modellen:

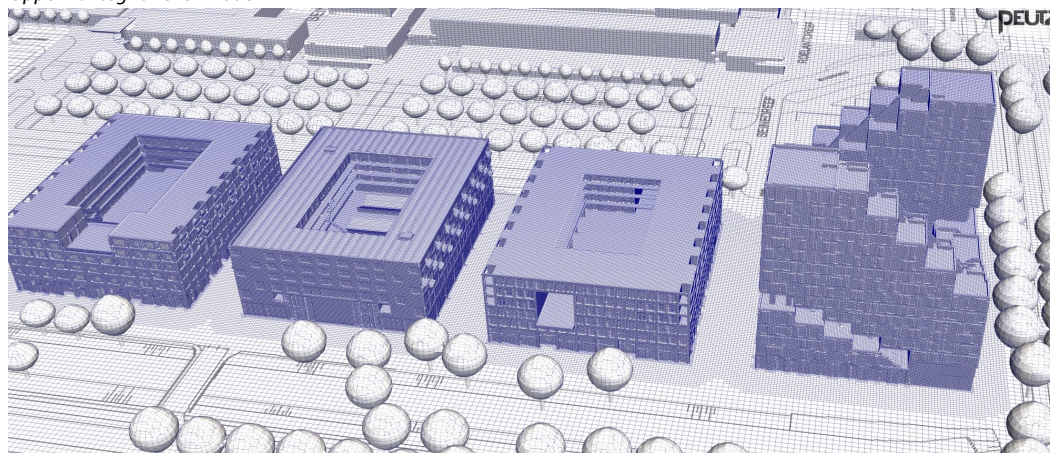
- 170040-OpDreef-Tender-170904.ifc
- 170907\_1615 AM Overvecht\_3D model.skp

De stedenbouwkundige omgeving is al eerder voor het bestemmingsplanonderzoek gemodelleerd aan de hand van gegevens uit openbare bronnen. In totaal is een gebied gemodelleerd is van circa 760 bij 600 meter.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat rondom de voorgenomen ontwikkeling.

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 Oppervlaktegrid rekenmodel



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 geplande bouwhoogte van circa 50 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>$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$ 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                |
| ≥ 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.

Opgemerkt wordt dat de natuurlijke gebruiksmomenten van terrassen en buitenruimten doorgaans niet vaak samenvallen met ongunstige windomstandigheden. Zo zal een relatief groot deel van voorkomende windhinder optreden in de winter. In de norm wordt daar geen rekening mee gehouden. Op terrassen en buitenruimten wordt om deze reden meestal uitgegaan van het criterium voor slenteren in plaats van langdurig zitten, met een streefwaarde van minder dan 5%.

## 2.2.2 Windgevaar

Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde  $v_{DR,G}$  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>$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$ in procenten van het<br>aantal uren per jaar | Kwalificatie   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| $0,05 < p < 0,30$                                                                           | Beperkt risico |
| $p \geq 0,30$                                                                               | Gevaarlijk     |

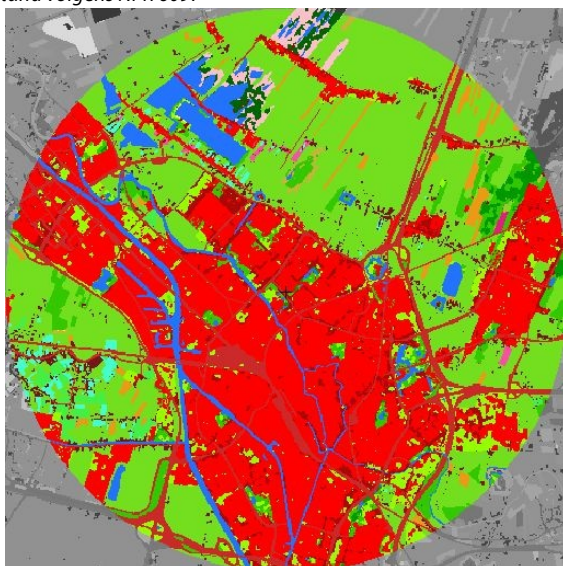
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van  $0,05 < p < 0,30$  mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis  $p \leq 0,05$ .

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. 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.

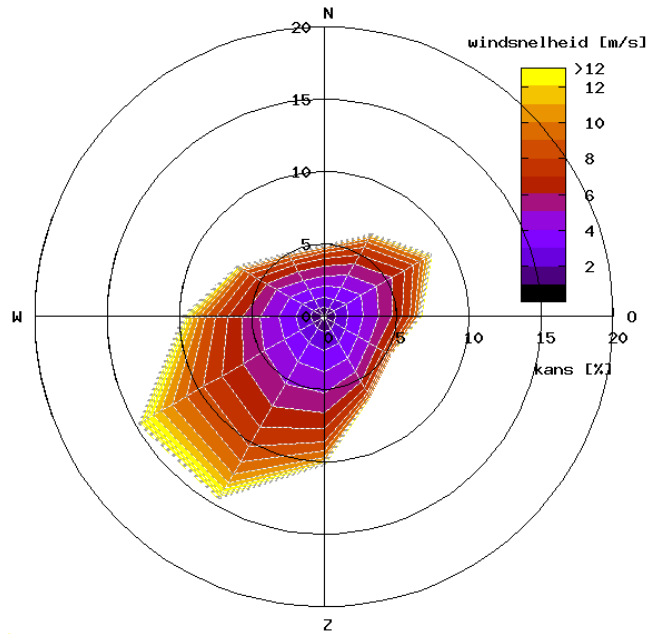
f2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097



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 in het plangebied met name bij wind uit het zuiden tot westen de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit het uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwesten wind is hiermee bepalend voor het windklimaat in het plangebied.

## f2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097

Windroos voor locatie X136063 Y458177.



## 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 X136063 Y458177 Jaar 1963-2002                                               |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |       | gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.5 |  |
| 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                                                                            | 13.1  | 17.4  | 17.4        | 18.7  | 20.5  | 21.1         | 18.5   | 16.6   | 20.0         | 17.7  | 13.7  | 11.7                               |  |
| 1.0 - 1.9                                                                            | 44.7  | 57.3  | 52.0        | 53.1  | 67.1  | 72.1         | 62.8   | 60.5   | 63.4         | 57.3  | 46.3  | 42.7                               |  |
| 2.0 - 2.9                                                                            | 62.8  | 81.8  | 76.3        | 82.9  | 95.8  | 108.9        | 102.1  | 89.8   | 88.4         | 78.8  | 61.8  | 60.5                               |  |
| 3.0 - 3.9                                                                            | 81.8  | 100.0 | 92.9        | 83.3  | 104.6 | 130.1        | 130.9  | 112.4  | 104.0        | 87.0  | 66.7  | 68.2                               |  |
| 4.0 - 4.9                                                                            | 85.8  | 110.8 | 96.9        | 76.3  | 95.2  | 130.7        | 157.3  | 137.1  | 114.7        | 89.7  | 66.5  | 65.2                               |  |
| 5.0 - 5.9                                                                            | 76.9  | 110.6 | 81.0        | 58.1  | 69.3  | 117.1        | 153.1  | 148.7  | 104.1        | 72.7  | 56.7  | 59.0                               |  |
| 6.0 - 6.9                                                                            | 67.9  | 84.7  | 59.0        | 42.0  | 45.0  | 96.3         | 147.3  | 147.9  | 89.9         | 64.9  | 45.8  | 47.2                               |  |
| 7.0 - 7.9                                                                            | 54.0  | 63.5  | 43.3        | 28.2  | 29.5  | 78.5         | 132.9  | 133.6  | 76.5         | 49.1  | 33.6  | 34.1                               |  |
| 8.0 - 8.9                                                                            | 36.5  | 45.0  | 31.5        | 13.1  | 16.4  | 55.0         | 106.4  | 118.6  | 59.3         | 36.3  | 22.6  | 21.2                               |  |
| 9.0 - 9.9                                                                            | 24.1  | 34.4  | 18.0        | 5.5   | 9.0   | 38.0         | 85.7   | 100.6  | 42.0         | 23.5  | 15.9  | 11.5                               |  |
| 10.0 - 10.9                                                                          | 16.2  | 19.5  | 9.4         | 2.0   | 3.9   | 25.0         | 61.0   | 71.7   | 32.4         | 14.4  | 8.6   | 6.3                                |  |
| 11.0 - 11.9                                                                          | 9.0   | 14.8  | 6.2         | 0.6   | 1.3   | 13.4         | 44.5   | 56.8   | 22.1         | 9.2   | 3.9   | 3.8                                |  |
| 12.0 - 12.9                                                                          | 4.6   | 8.3   | 2.3         | 0.3   | 0.7   | 7.1          | 29.0   | 40.8   | 15.1         | 5.1   | 2.9   | 2.2                                |  |
| 13.0 - 13.9                                                                          | 2.2   | 3.7   | 0.9         | 0.1   | 0.1   | 3.7          | 17.9   | 25.8   | 11.1         | 1.9   | 1.5   | 1.3                                |  |
| 14.0 - 14.9                                                                          | 1.8   | 1.0   | 0.6         | 0.0   | 0.0   | 1.5          | 10.3   | 16.6   | 6.0          | 1.1   | 0.7   | 1.0                                |  |
| 15.0 - 15.9                                                                          | 0.8   | 0.7   | 0.1         | 0.0   | 0.0   | 0.9          | 4.5    | 9.6    | 3.5          | 0.7   | 0.3   | 0.3                                |  |
| 16.0 - 16.9                                                                          | 0.1   | 0.3   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.7          | 2.5    | 5.3    | 2.1          | 0.3   | 0.2   | 0.0                                |  |
| 17.0 - 17.9                                                                          | 0.0   | 0.1   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.1          | 1.4    | 2.8    | 1.0          | 0.1   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 18.0 - 18.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.9    | 1.8    | 0.9          | 0.2   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 19.0 - 19.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.3    | 1.0    | 0.3          | 0.1   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 20.0 - 20.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.1    | 0.6    | 0.2          | 0.1   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 21.0 - 21.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.2    | 0.1          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 22.0 - 22.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.1    | 0.1          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 23.0 - 23.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.1    | 0.1          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 24.0 - 24.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.1    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 25.0 - 25.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 26.0 - 26.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 27.0 - 27.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 28.0 - 28.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 29.0 - 29.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 30.0 - 30.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 31.0 - 31.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 32.0 - 32.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 33.0 - 33.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 34.0 - 34.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 35.0 - 35.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 36.0 - 36.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 37.0 - 37.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 38.0 - 38.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| 39.0 - 39.9                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0         | 0.0   | 0.0   | 0.0          | 0.0    | 0.0    | 0.0          | 0.0   | 0.0   | 0.0                                |  |
| aantal uren                                                                          | 582.3 | 753.9 | 587.8       | 464.2 | 558.4 | 900.2        | 1269.4 | 1299.1 | 857.3        | 610.2 | 447.7 | 436.2                              |  |
| gemiddelde snelheid                                                                  | 5.3   | 5.4   | 4.9         | 4.2   | 4.2   | 5.2          | 6.4    | 6.9    | 5.8          | 5.1   | 4.9   | 4.8                                |  |

## 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.

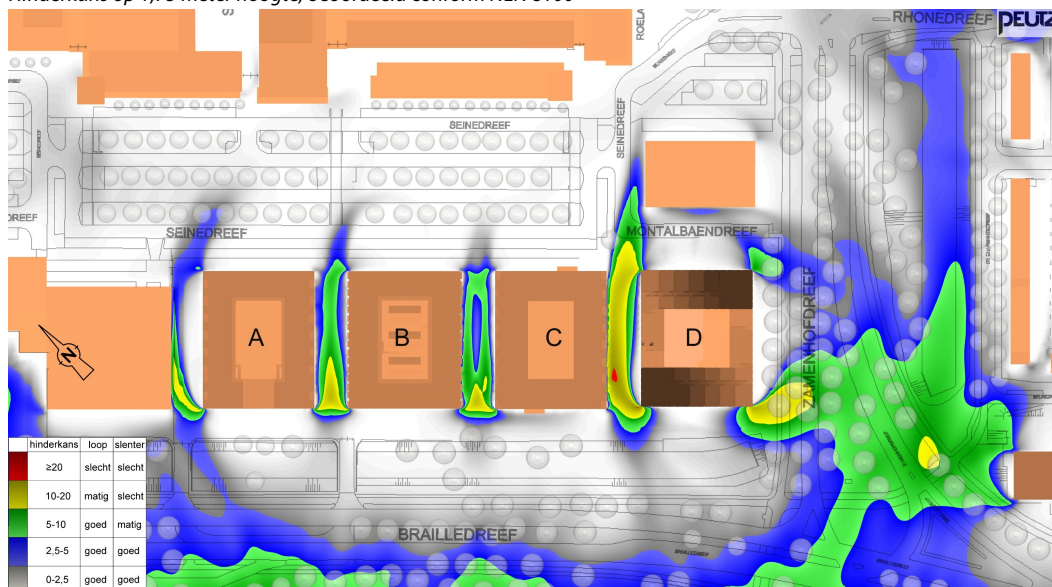
## 3 Rekenresultaten

### 3.1 Aanzicht 3D-model onderzochte situatie



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

### f3.2 Hinderkans op 1,75 meter hoogte, beoordeeld conform NEN 8100

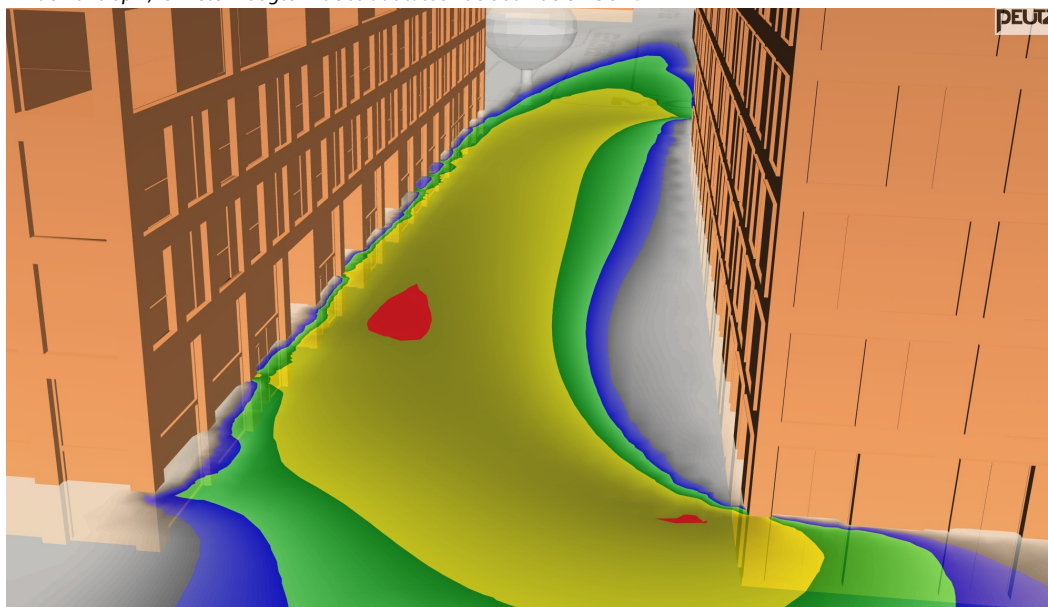


Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën doorloop en slenteren. Het criterium voor slenteren is van toepassing bij bijvoorbeeld de gebouwentrees, winkels en terrassen, verder wordt het criterium voor doorlopen gehanteerd. Bij het criterium voor slenteren 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.

De rekenresultaten in figuur 3.2 laten zien dat in de straat tussen het hoogste bouwdeel (D) en het naast gelegen bouwdeel (C) sprake is van een plaatselijk matig tot zeer plaatselijk slecht windklimaat voor de functie doorlopen (kleuren geel en rood). In vergelijking tot het eerder uitgevoerde onderzoek voor het bestemmingplan ligt de hinderkans tussen de situatie van het SPvE en het onderzochte maximale volume. In figuur 3.3 is een uitvergroting gegeven van de rekenresultaten in deze straat. Te zien is dat de waarden voor de gevel van de hoogbouw (D) in tegenstelling tot de rest van de straat laag zijn (grijs). Ook in de terugliggende delen van de gevel van gebouw C is er een lage hinderkans, met een beoordeling goed, vastgesteld.

f3.3 Hinderkans op 1,75 meter hoogte in de straat tussen de bouwdelen C en D



In de overige straten tussen de verschillende bouwdelen en tussen bouwdeel A en de bestaande bebouwing (parkeergarage Karwei Outletstore) is er plaatselijk een matig windklimaat te verwachten voor de functie doorlopen (geel in figuur 3.2). Dit geldt ook voor het gebied nabij de zuidoosthoek van de hoogbouw (D), waaronder plaatselijk op het fietspad van de Zamenhofdreef. Dit is op hoofdlijnen allemaal in overeenstemming met eerdere bevindingen.



In de gebieden met de kleuren groen, geel en rood is er een hinderkans van 5% of meer, hetgeen zonder het treffen van windafschermende maatregelen kritisch of niet geschikt is voor windgevoelige functies zoals gebouwentrees, winkels en terrassen.

Nergens in het plangebied is een overschrijding van het gevaarcriterium vastgesteld (niet nader weergegeven).

## 4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van de gemeente Utrecht is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de voorgenomen ontwikkeling op de NPD strook. Dit is een vervolg op het eerder voor het bestemmingsplan uitgevoerde windklimaatonderzoek (rapport O 15818-1-RA-001 d.d. 22 augustus 2017).

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 straat tussen het hoogste bouwdeel (D) en het naast gelegen bouwdeel (C) is sprake van een plaatselijk matig tot zeer plaatselijk slecht windklimaat voor de functie doorlopen. In vergelijking tot het eerder uitgevoerde onderzoek voor het bestemmingsplan ligt de hinderkans tussen de situatie van het SPvE en het onderzochte maximale volume. Voor de gevel van de hoogbouw (D) is in tegenstelling tot de rest van de straat een goed windklimaat te verwachten. Ook in de terugliggende delen van de gevel van gebouw C in deze straat is er een lage hinderkans, met een beoordeling goed, vastgesteld.
- In de overige straten tussen de verschillende bouwdelen en tussen bouwdeel A en de bestaande bebouwing (parkeergarage Karwei Outletstore) is er plaatselijk een matig windklimaat te verwachten voor de functie doorlopen. Dit geldt ook voor het gebied nabij de zuidoosthoek van de hoogbouw (D), waaronder plaatselijk op het fietspad van de Zamenhofdreef. Dit is op hoofdlijnen allemaal in overeenstemming met eerdere bevindingen.
- Een beperkte verbetering van het windklimaat in de tussenstraten is te verkrijgen door bijvoorbeeld boombakken en bomen te plaatsen (zie vorig onderzoek).
- De plaatsen met een hinderkans van 5% of meer zijn zonder het treffen van windafschermende maatregelen kritisch of niet geschikt is voor windgevoelige functies zoals gebouwentrees, winkels en terrassen. Deze situatie doet zich plaatselijk voor in de genoemde straten. Voor de toekomstige gevels aan de Seinedreef en de Brailledreef, wordt overwegend een goed windklimaat verwacht, ook voor windgevoelige functies. Nabij de gebouwhoeken neemt de hinderkans toe. Desgewenst kan bijvoorbeeld bij terrassen met terrasschermen plaatselijke een nadere afscherming worden gecreëerd. Bij gebouwentrees kan plaatselijk luwte worden verkregen door een terugliggende situering in de gevel (nis).
- In de verdere omgeving is overwegend een goed windklimaat te verwachten.
- Nergens in het plangebied is een overschrijding van het gevaarcriterium vastgesteld.



Mook,

Dit rapport bevat 14 pagina's  
Bijlage 1: Technisch inlegvel numerieke simulatie.

# Bijlage 1      Technisch inlegvel numerieke simulatie

| Project                                 | Projectgegevens                                                                    |                                                                                                          |                                          |                    |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| Projectnaam                             | Voorgenomen ontwikkeling NPD strook Overvecht                                      |                                                                                                          |                                          |                    |
| Opdrachtgever                           | Gemeente Utrecht                                                                   |                                                                                                          |                                          |                    |
| Projectleider                           | O.E. Otten                                                                         |                                                                                                          |                                          |                    |
| Datum                                   | 25 oktober 2017                                                                    |                                                                                                          |                                          |                    |
| Model                                   | Algemene gegevens van het model                                                    |                                                                                                          |                                          |                    |
| Omvang gemodelleerd gebied              | 760 x600 meter                                                                     |                                                                                                          |                                          |                    |
| Kerngebied                              | het plangebied en omgeving                                                         |                                                                                                          |                                          |                    |
| Omgeving                                | bebouwing/begroeiing                                                               |                                                                                                          |                                          |                    |
| Afmetingen model                        | 860 x 700 x 200 meter                                                              |                                                                                                          |                                          |                    |
| Blokkeringsgraad                        | <10%                                                                               |                                                                                                          |                                          |                    |
| Gemodelleerd groen                      | jaargemiddelde situatie                                                            |                                                                                                          |                                          |                    |
| Onderzochte windrichtingen              | 12 (rondom in stappen van 30 graden)                                               |                                                                                                          |                                          |                    |
| Onderzochte configuraties               | • Voorgenomen ontwikkeling (betreft aanvullende configuratie van eerder onderzoek) |                                                                                                          |                                          |                    |
| Computeropstelling                      | Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur                                    |                                                                                                          |                                          |                    |
| Programmatuur                           | OpenFoam 3.0.x                                                                     |                                                                                                          |                                          |                    |
| Algemeen                                | ✓                                                                                  | FVM (eindige volume methode)                                                                             |                                          |                    |
|                                         | –                                                                                  | FEM (eindige elementen methode)                                                                          |                                          |                    |
|                                         | –                                                                                  | anders                                                                                                   |                                          |                    |
|                                         | ✓                                                                                  | drie- dimensionaal                                                                                       | –                                        | twee- dimensionaal |
|                                         | ✓                                                                                  | tijd- onafhankelijk                                                                                      | –                                        | tijd- afhankelijk  |
|                                         | ✓                                                                                  | isothermisch                                                                                             | –                                        | thermisch          |
|                                         | –                                                                                  | passieve scalairs                                                                                        | –                                        | actieve scalairs   |
| Rekenrooster                            | circa 9 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                         | alle windrichtingen z <sub>0</sub> =0,7 m                                          |                                                                                                          |                                          |                    |
| Uitlaat                                 | constante druk                                                                     |                                                                                                          |                                          |                    |
| Boven-/zijwanden                        | gesloten, wrijvingsloos                                                            |                                                                                                          |                                          |                    |
| Gegevensverwerking en -beoordeling      | Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat                                 |                                                                                                          |                                          |                    |
| Amersfoortse coördinaten van de locatie | X = 136063 Y = 458177                                                              |                                                                                                          |                                          |                    |
| Toegepaste eisen                        | V <sub>DR</sub> [m/s]                                                              | Gewenste kwaliteitsklasse                                                                                | Overschrijdingskans [%]                  | Beoordeling        |
| <b>Voor comfort</b>                     |                                                                                    |                                                                                                          | 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                                                                     |                                                                                                          |                                          |                    |
| <b>Voor gevaar</b>                      |                                                                                    |                                                                                                          | 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                             |                                                                                    |                                                                                                          |                                          |                    |