



## **DVU locatie te Eindhoven**

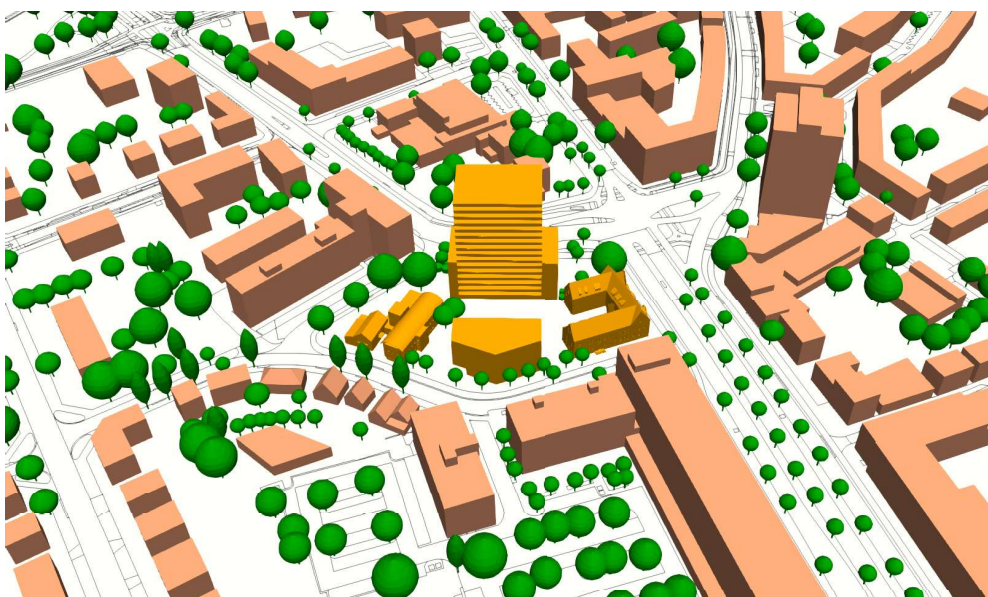
*Windklimaatonderzoek met behulp van CFD*

*Concept*

## DVU locatie te Eindhoven

*Windklimaatonderzoek met behulp van CFD*

*Concept*



opdrachtgever AGEL adviseurs  
rapportnummer OA 16457-1-RA  
datum 2 juni 2021  
referentie OO/JGZ//OA 16457-1-RA  
verantwoordelijke [REDACTED]  
opsteller [REDACTED]  
085 8228661  
[REDACTED]

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-9001:2008

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 AGEL adviseurs is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing DVU locatie te Eindhoven.

Voor het vervaardigen van het CFD model is onder meer gebruik gemaakt van een door AGEL adviseurs aangeleverd 3D model. 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 750 bij 750 meter.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. Aanvullend is het effect van extra begroeiing op het windklimaat 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*.

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 Norm voor windklimaat gemeente Eindhoven**

De gemeente Eindhoven heeft in Gemeenteblad 2020 nr. 141113, d.d. 4 juni 2020, de beleidsregel gemeentelijke normen windhinder vastgelegd:

1. De Gemeente Eindhoven kiest nadrukkelijk voor het toevoegen van hoge gebouwen binnen de stad. De Gemeente Eindhoven stelt daarbij ook eisen aan windhinder en windgevaar.
2. Windhinder en windgevaar moeten conform NEN 8100:2006 in beeld worden gebracht.
3. Voor de openbare ruimte moet als ondergrens een 'goed' (zoals gekwalificeerd in NEN 8100:2006) windklimaat worden nagestreefd. Voor 'langdurig zitten' wordt altijd een kwalificatie 'goed' verlangd. Deze kwalificatie geldt ook voor 'slenteren' wanneer een hoofdentree van een gebouw in een dergelijk gebied is gelegen.

Een beoordeling 'matig' kan eventueel na bestuurlijke afweging worden geaccepteerd, hierbij spelen kosten van windhinderbeperkende maatregelen en het ontbreken van alternatieven een rol.

Een 'slecht' windklimaat is niet toegestaan. In situaties waar, vanwege specifieke locatieomstandigheden, in zeer beperkte mate op niet voor verblijf relevante plekken, het windhinderklimaat in redelijkheid niet kan worden verbeterd, hebben B&W de bevoegdheid van deze eis af te wijken.

4. Bij windgevaar moet de kwalificatie 'gevaarlijk' te allen tijde worden vermeden.

### **2.2 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 70 meter, wordt het uitvoeren van een windklimaatonderzoek als noodzakelijk beschouwd.

### **2.3 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.

## 2.3.1 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.

Activiteitenklasse 'langdurig zitten' is dusdanig kritisch dat deze met terughoudendheid wordt toegepast.

## 2.3.2 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  $p \leq 0,05$ .

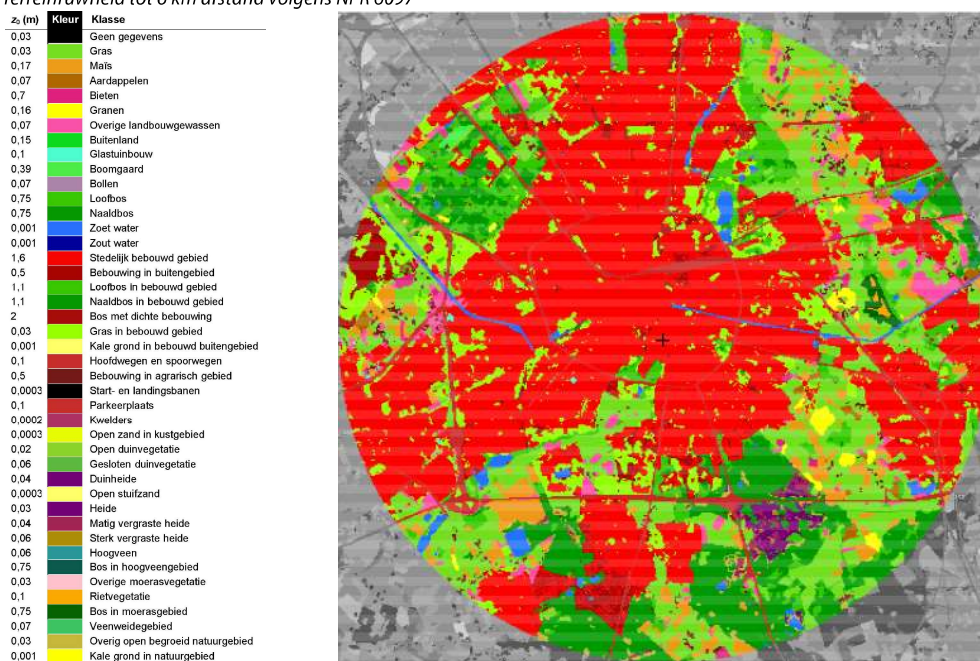
Situaties met een overschrijdingskans van  $p \geq 0,30$  zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld."



## 2.4 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

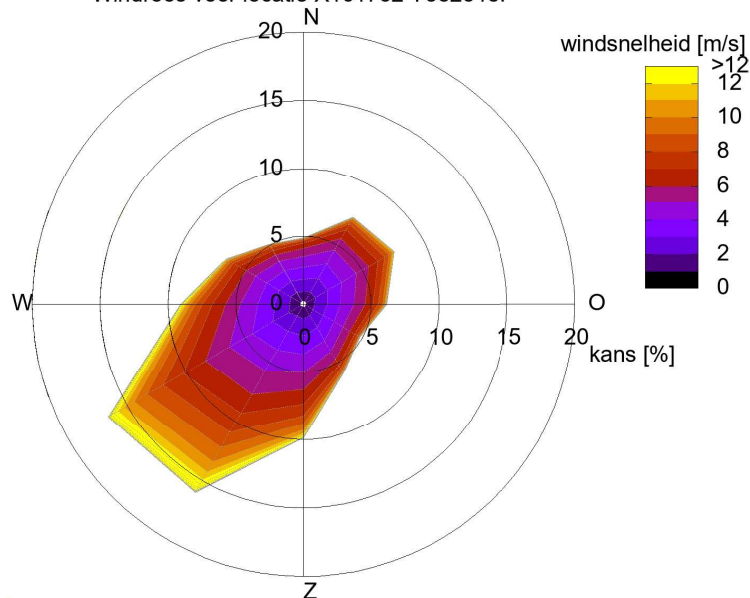


In figuur 2.2 is de op basis van de NPR 6097 berekende windroos op 60 meter hoogte boven de betreffende locatie weergegeven. In de windroos wordt de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weergegeven alsmede de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen. Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (tabel 2.3) blijkt dat op de bouwlocatie met name bij wind uit het 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

Windroos voor locatie X161752 Y382518.



## 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 X161752 Y382518 Jaar 1963-2002                                               |             |       |       |             |      |      | gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.2 |       |       |              |      |      |
| 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                                                                            | 22.3        | 23.4  | 22.5  | 19.0        | 18.5 | 22.7 | 22.4                               | 19.1  | 26.9  | 21.7         | 24.8 | 24.0 |
| 1.0 - 1.9                                                                            | 61.5        | 69.8  | 65.2  | 54.7        | 51.6 | 63.4 | 75.8                               | 68.6  | 85.9  | 68.6         | 70.7 | 66.1 |
| 2.0 - 2.9                                                                            | 78.4        | 100.8 | 91.0  | 78.9        | 78.2 | 90.2 | 105.9                              | 113.6 | 117.5 | 97.5         | 87.2 | 80.6 |
| 3.0 - 3.9                                                                            | 77.6        | 106.8 | 104.2 | 87.4        | 80.0 | 95.0 | 119.4                              | 141.2 | 151.5 | 110.3        | 95.4 | 80.3 |
| 4.0 - 4.9                                                                            | 67.9        | 103.2 | 112.4 | 86.9        | 68.8 | 82.4 | 119.9                              | 159.4 | 174.0 | 113.1        | 82.3 | 67.8 |
| 5.0 - 5.9                                                                            | 51.8        | 84.3  | 92.6  | 71.4        | 51.1 | 61.9 | 110.0                              | 169.3 | 178.3 | 95.6         | 71.0 | 48.3 |
| 6.0 - 6.9                                                                            | 33.1        | 63.7  | 67.5  | 51.3        | 34.0 | 41.3 | 93.6                               | 141.7 | 166.1 | 83.2         | 55.4 | 32.8 |
| 7.0 - 7.9                                                                            | 15.9        | 42.7  | 49.9  | 36.4        | 21.8 | 28.0 | 73.8                               | 143.1 | 147.8 | 65.3         | 38.6 | 21.4 |
| 8.0 - 8.9                                                                            | 0.0         | 24.0  | 33.6  | 23.9        | 10.4 | 15.9 | 53.5                               | 115.3 | 121.0 | 45.9         | 23.4 | 13.9 |
| 9.0 - 9.9                                                                            | 4.9         | 15.5  | 18.4  | 13.7        | 5.0  | 8.6  | 37.4                               | 104.1 | 93.2  | 33.3         | 14.8 | 5.4  |
| 10.0 - 10.9                                                                          | 2.3         | 6.5   | 12.4  | 6.8         | 1.6  | 4.3  | 24.0                               | 73.9  | 70.6  | 22.9         | 8.7  | 3.0  |
| 11.0 - 11.9                                                                          | 0.9         | 2.6   | 6.2   | 4.3         | 0.5  | 1.7  | 13.0                               | 54.7  | 48.6  | 15.0         | 3.6  | 1.8  |
| 12.0 - 12.9                                                                          | 0.2         | 1.7   | 1.8   | 1.6         | 0.2  | 0.5  | 7.6                                | 38.7  | 29.8  | 9.6          | 1.7  | 0.8  |
| 13.0 - 13.9                                                                          |             | 0.4   | 0.4   | 0.6         | 0.2  | 0.3  | 3.6                                | 23.7  | 20.4  | 5.8          | 0.9  | 0.3  |
| 14.0 - 14.9                                                                          |             |       | 0.4   | 0.2         |      |      | 1.8                                | 15.8  | 10.9  | 3.4          | 0.4  | 0.1  |
| 15.0 - 15.9                                                                          |             |       |       |             |      |      | 0.9                                | 8.9   | 6.7   | 1.7          | 0.2  |      |
| 16.0 - 16.9                                                                          |             |       |       |             |      |      | 0.6                                | 4.8   | 3.1   | 1.4          | 0.1  |      |
| 17.0 - 17.9                                                                          |             |       |       |             |      |      | 0.4                                | 2.5   | 1.8   | 0.7          | 0.1  |      |
| 18.0 - 18.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    | 1.6   | 1.1   | 0.1          |      |      |
| 19.0 - 19.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    | 1.0   | 0.4   | 0.1          |      |      |
| 20.0 - 20.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    | 0.4   | 0.3   | 0.1          |      |      |
| 21.0 - 21.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    | 0.1   | 0.2   |              |      |      |
| 22.0 - 22.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    |       | 0.2   | 0.1          |      |      |
| 23.0 - 23.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    |       |       |              |      |      |
| 24.0 - 24.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    |       |       |              |      |      |
| 25.0 - 25.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    |       | 0.1   |              |      |      |
| 26.0 - 26.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    |       |       |              |      |      |
| 27.0 - 27.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    |       |       |              |      |      |
| 28.0 - 28.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    |       |       |              |      |      |
| 29.0 - 29.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    |       |       |              |      |      |
| 30.0 - 30.9                                                                          |             |       |       |             |      |      |                                    |       |       |              |      |      |

## 2.5 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.

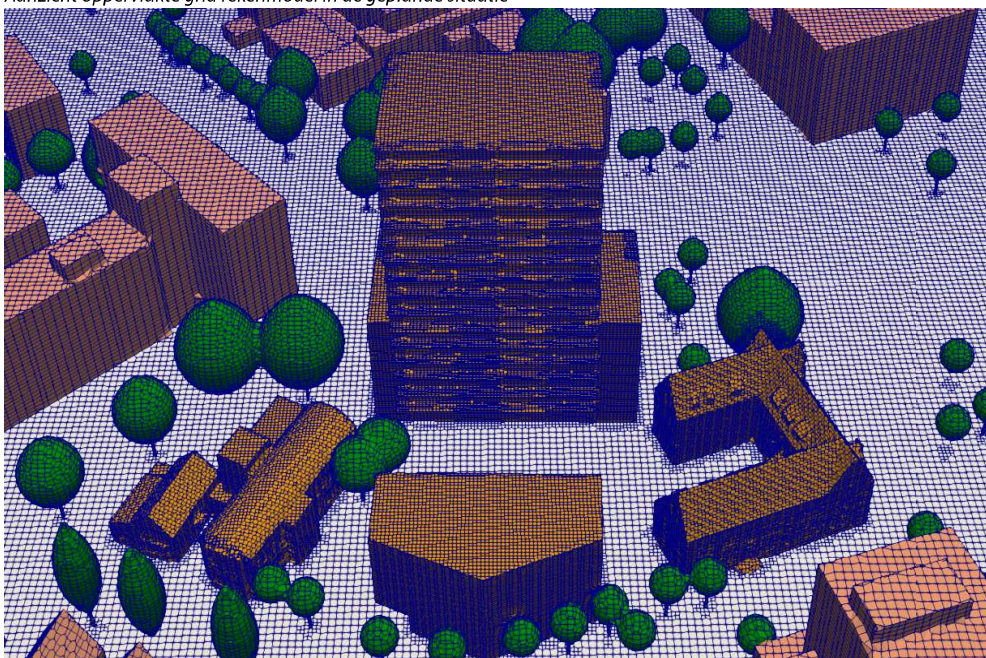
## 3 Rekenresultaten

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.

### 3.1 Geplande situatie

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

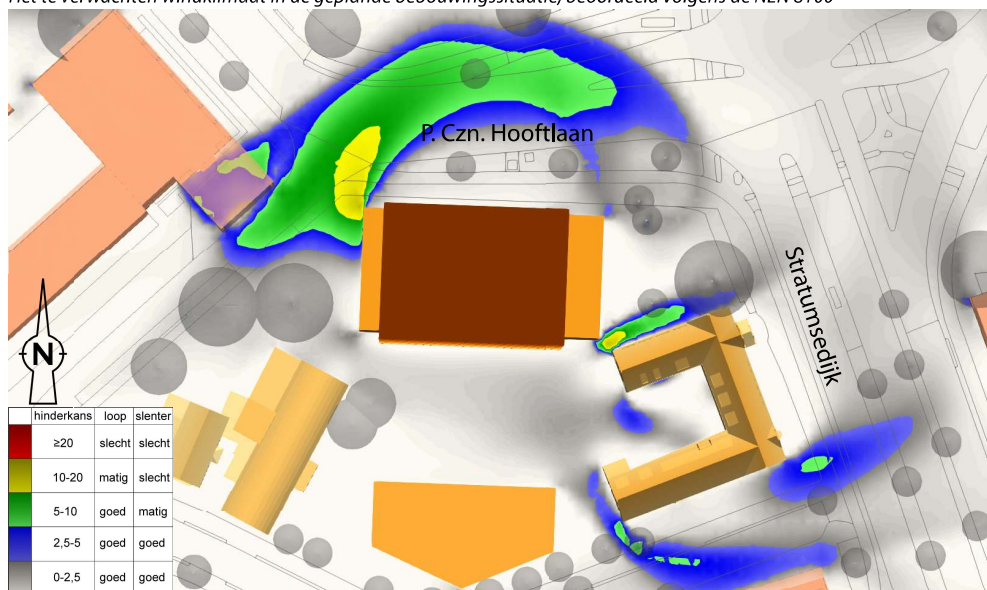
f3.1 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel in de geplande situatie



In figuur 3.2 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de 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 doorlopen en slenteren. Het criterium voor slenteren is van toepassing bij de gebouwentrees, verder wordt het criterium voor doorlopen 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 van het windklimaatonderzoek naar de geplande situatie blijkt dat het windklimaat rond de geplande nieuwbouw grotendeels goed is volgens het criterium doorlopen (grijs/blauw/groen in figuur 3.2). Bij de noordwesthoek van de geplande nieuwbouw ontstaat plaatselijk een matig windklimaat (geel). Het matige windklimaat strekt zich uit over het voet- en fietspad. Deze situatie voldoet niet zonder meer aan de criteria van de gemeente Eindhoven, zoals beschreven in paragraaf 2.1.

Bij de zuidoosthoek van de geplande nieuwbouw ontstaat eveneens plaatselijk een matig windklimaat (geel). Doordat dit op eigen terrein plaatsvindt hoeft dit niet getoetst te worden aan de criteria van de gemeente Eindhoven.

Voor toekomstige windgevoelige functies zoals gebouwentrees wordt geadviseerd het criterium slenteren te hanteren. Uit de resultaten blijkt dat bij de gevels grotendeels sprake is van een goed windklimaat (grijs/blauw). Op de noordwest- en zuidoosthoek is plaatselijk een hogere hinderkans te verwachten. Deze locaties zijn op voorhand minder geschikt voor windgevoelige functies.

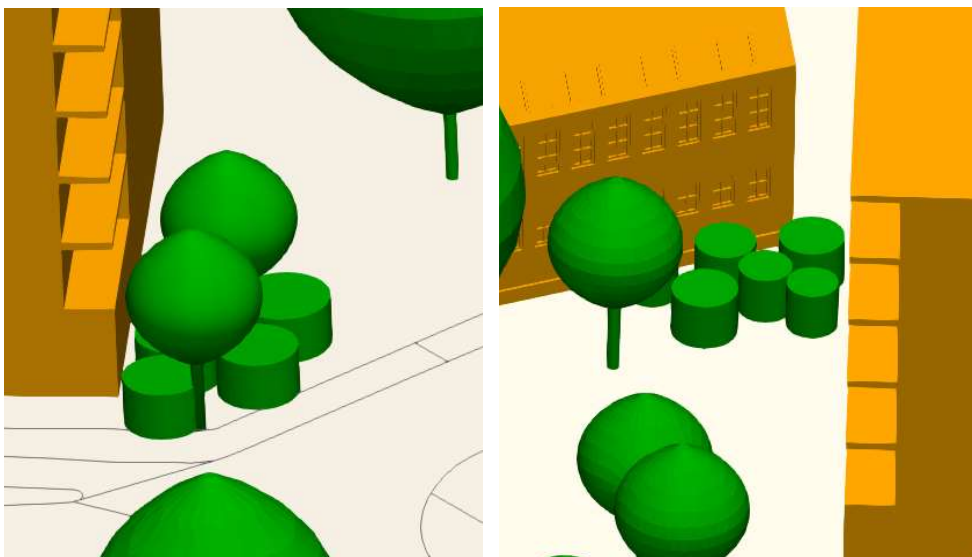
Op basis van de berekeningen is er in het gebied rond de geplande nieuwbouw geen overschrijding van het gevaarcriterium te verwachten.



## 3.2 Geplande situatie met extra begroeiing

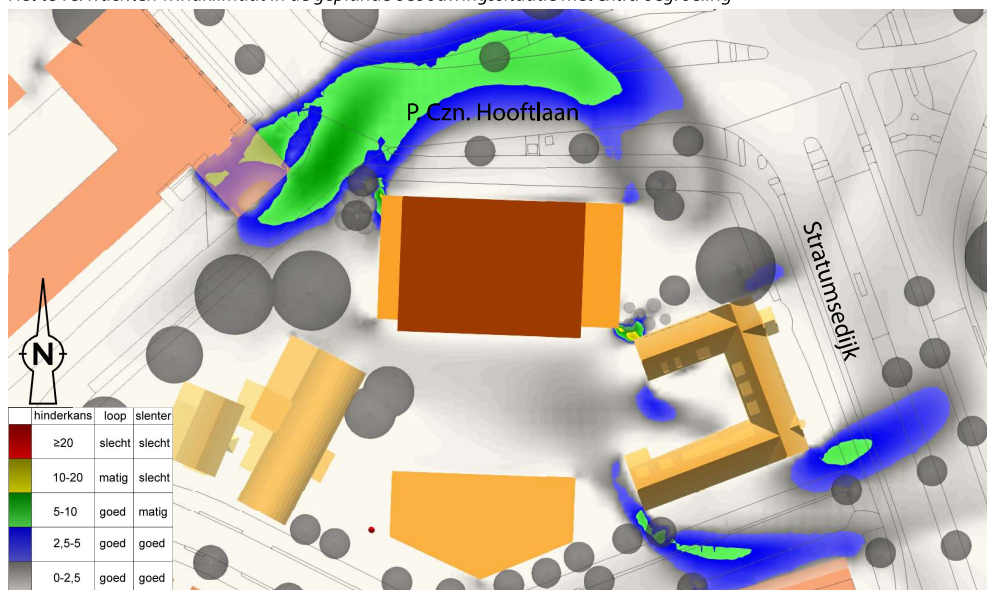
Naar aanleiding van de resultaten van de geplande situatie is aanvullend het effect van begroeiing op de plaatsen met een hogere hinderkans inzichtelijk gemaakt. De extra begroeiing bestaat uit een combinatie van lage bladhoudende begroeiing, met een hoogte van circa 2 meter, en twee bomen bij de noordwesthoek, en lage bladhoudende begroeiing, met een hoogte van circa 2 meter, bij de zuidoosthoek van het plan. In figuur 3.3 is een aanzicht gegeven van de extra begroeiing bij de noordwest- en zuidoosthoek van het plangebouw.

f3.3 Aanzicht extra toegevoegde begroeiing bij de noordwest- (links) en zuidoosthoek (rechts)



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

f3.4 Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie met extra begroeiing



Uit de resultaten van de geplande situatie inclusief extra begroeiing blijkt dat het windklimaat bij de noordwest- en zuidoosthoek van het plan sterk is verbeterd door het toevoegen van begroeiing. Bij de noordwesthoek is sprake van een goed windklimaat volgens het criterium doorlopen (grijs/blauw/groen). Deze situatie voldoet aan de criteria van de gemeente Eindhoven.

Aan de zuidoosthoek van het plan, in de doorgang tussen de twee gebouwen, blijft zeer plaatselijk sprake van een matig windklimaat. Desgewenst kan het effect worden versterkt door een verdere intensivering van de begroeiing.

Op basis van de berekeningen is er in het gebied rond de geplande nieuwbouw met extra begroeiing geen overschrijding van het gevaarcriterium te verwachten.

## 4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van AGEL adviseurs is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing DVU locatie te Eindhoven. Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. Aanvullend is het effect van extra begroeiing op het windklimaat 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 geplande situatie is rond de geplande nieuwbouw een overwegend goed windklimaat te verwachten.
- Bij de noordwesthoek van de geplande nieuwbouw ontstaat plaatselijk een matig windklimaat. Het matige windklimaat strekt zich uit over het voet- en fietspad. Deze situatie voldoet niet zonder meer aan de criteria van de gemeente Eindhoven. Door toevoeging van extra begroeiing bij de gebouwhoek verbeterd het windklimaat sterk, en kan worden beoordeeld als goed. Daarmee voldoet het windklimaat aan de criteria van gemeente Eindhoven.
- Bij de zuidoosthoek van de geplande nieuwbouw ontstaat plaatselijk een matig windklimaat. Doordat dit op eigen terrein plaatsvindt hoeft dit niet getoetst te worden aan de criteria van de gemeente Eindhoven. Door het toevoegen van extra begroeiing bij de gebouwhoek verbeterd het windklimaat sterk, en is alleen zeer plaatselijk sprake van een matig windklimaat.
- Voor windgevoelige functies, zoals gebouwentrees, wordt het criterium slenteren gehanteerd. Het windklimaat voor de gevels kan grotendeels worden beoordeeld als goed volgens het criterium slenteren. Op voorhand zijn de noordwest- en zuidoosthoek minder geschikt voor windgevoelige functies.

Mook,



# Bijlage 1 Technisch inlegvel numerieke simulatie

| Project                                 | Projectgegevens                                                                                                                                            |                           |                                          |                |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|----------------|
| Projectnaam                             | DVU locatie te Eindhoven                                                                                                                                   |                           |                                          |                |
| Opdrachtgever                           | AGEL adviseurs                                                                                                                                             |                           |                                          |                |
| Projectleider                           |                                                                                                                                                            |                           |                                          |                |
| Datum                                   | 2 juni 2021                                                                                                                                                |                           |                                          |                |
| Model                                   | Algemene gegevens van het model                                                                                                                            |                           |                                          |                |
| Omvang gemodelleerd gebied              | 750 x 750 meter                                                                                                                                            |                           |                                          |                |
| Kerngebied                              | het gebied rondom de geplande nieuwbouw                                                                                                                    |                           |                                          |                |
| Omgeving                                | bebouwing/begroeiing                                                                                                                                       |                           |                                          |                |
| Afmetingen model                        | 850 x 850 x 200 meter                                                                                                                                      |                           |                                          |                |
| Blokkeringsgraad                        | <10%                                                                                                                                                       |                           |                                          |                |
| Gemodelleerd groen                      | jaargemiddelde situatie                                                                                                                                    |                           |                                          |                |
| Onderzochte windrichtingen              | 12 (rondom in stappen van 30 graden)                                                                                                                       |                           |                                          |                |
| • Onderzochte configuraties             | • geplande bebouwingssituatie<br>• geplande bebouwingssituatie met extra begroeiing                                                                        |                           |                                          |                |
| Computeropstelling                      | Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur                                                                                                            |                           |                                          |                |
| Programmatuur                           | OpenFoam 6                                                                                                                                                 |                           |                                          |                |
|                                         | ✓ FVM (eindige volume methode)<br>— FEM (eindige elementen methode)<br>— anders                                                                            |                           |                                          |                |
| Algemeen                                | ✓ drie-dimensionaal — twee-dimensionaal<br>✓ tijd-onafhankelijk — tijd-afhankelijk<br>✓ isothermisch — thermisch<br>— passieve scalairs — actieve scalairs |                           |                                          |                |
| Rekenrooster                            | Circa 10 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, alle windrichtingen: z <sub>0</sub> =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 = 161752 Y = 382518                                                                                                                                      |                           |                                          |                |
| Toegepaste eisen                        | V <sub>DR</sub> [m/s]                                                                                                                                      | Gewenste kwaliteitsklasse | Overschrijdingskans [%]                  | 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                             |                                                                                                                                                            |                           |                                          |                |