



One Simulations BV  
3<sup>e</sup> Binnenvestgracht 23K  
2312 NR Leiden  
The Netherlands  
+31 (0)71 56 80 900  
[info@onesimulations.com](mailto:info@onesimulations.com)  
[www.onesimulations.com](http://www.onesimulations.com)

# Rapport

---

## Project: Dr Brabersstraat Roosendaal

Locatie: Roosendaal, Nederland  
Onderwerp: CFD simulaties windhinderonderzoek  
Document: P10722130e100  
Datum: 2 augustus 2022

| Rev | Status                 | Beschrijving | Auteur | Controle | Datum      |
|-----|------------------------|--------------|--------|----------|------------|
| 0   | 1 <sup>e</sup> uitgave | CFD rapport  | JB     | SS       | 02-08-2022 |

|                      |                                           |
|----------------------|-------------------------------------------|
| <b>Project</b>       | <b>Dr. Brabersstraat Roosendaal</b>       |
| Locatie              | Roosendaal, Nederland                     |
| <b>Onderwerp</b>     | <b>CFD simulaties windhinderonderzoek</b> |
| Document             | P10722130e100                             |
| Revisie              | 0                                         |
| Datum                | 2 augustus 2022                           |
| Status               | Definitief                                |
| Auteur               | J. Braal                                  |
| Controle door        | S. Stengewis                              |
| <b>Opdrachtgever</b> | <b>Rho Adviseurs</b>                      |
|                      | Segeerssingel 6                           |
|                      | 4337 LG Middelburg                        |
|                      | Nederland                                 |
| Contact              | L. ten Braak                              |
| <b>Uitgever</b>      | <b>ONE Simulations BV</b>                 |
|                      | 3 <sup>e</sup> Binnenvestgracht 23K       |
|                      | 2312 NR Leiden                            |
|                      | Nederland                                 |
|                      | +31 (0)71 5680900                         |
|                      | info@onesimulations.com                   |
|                      | www.onesimulations.com                    |

## Inhoudsopgave

|     |                                                           |    |
|-----|-----------------------------------------------------------|----|
| 1   | Introductie.....                                          | 4  |
| 2   | Onderzoeksdoel.....                                       | 4  |
| 3   | Beoordelingsmethodiek .....                               | 5  |
| 4   | Uitgangspunten .....                                      | 6  |
| 4.1 | Geometrie .....                                           | 6  |
| 4.2 | Windklimaat .....                                         | 8  |
| 4.3 | Windprofiel.....                                          | 10 |
| 4.4 | CFD modellering .....                                     | 12 |
| 5   | Resultaten .....                                          | 13 |
| 5.1 | Windhinder.....                                           | 13 |
| 5.2 | Windgevaar .....                                          | 16 |
| 6   | Samenvatting.....                                         | 17 |
|     | Referenties .....                                         | 18 |
|     | Bijlage A – CFD simulatieresultaten per windrichting..... | 19 |
|     | Bijlage B – Technisch inlegvel numerieke simulatie.....   | 44 |

## 1 Introductie

Op verzoek van Rho adviseurs is een windhinderonderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling aan de Dr. Brabersstraat, te Roosendaal. De ontwikkeling is een nieuwbouwproject dat bestaat uit twee woontorens, met daaronder een aantal winkellagen.

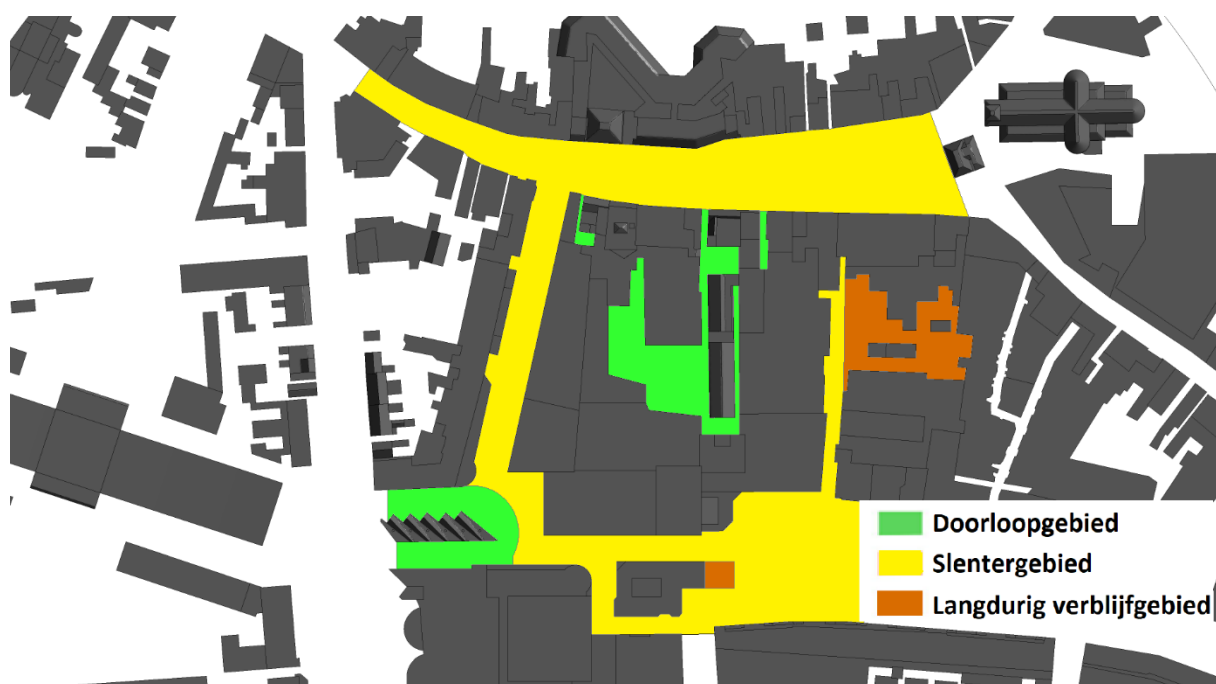
Het windklimaat is inzichtelijk gemaakt met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties aan de hand van de methodiek die omschreven staat in de NEN 8100 (1). Er is inzicht verschaft in het windklimaat op straatniveau in de directe omgeving van de ontwikkeling.

Een CFD simulatie geeft inzicht in de te verwachten luchtstromingen, rekening houdend met verschillende fysische verschijnselen. Bij een dergelijke simulatie wordt een geometrie voorzien van een rekengrid waarbinnen de massa-, energie- en impulsbalansen worden opgelost.

## 2 Onderzoeksdoel

Het doel van het onderzoek is het lokale windklimaat rond de ontwikkeling aan de Dr. Brabersstraat inzichtelijk te maken aan de hand van de methodiek die omschreven staat in de NEN 8100.

De te verwachten indeling van de openbare ruimte is weergegeven in Figuur 1. Op basis van deze indeling wordt de kwaliteit van het windklimaat gekwalificeerd.



Figuur 1: Indeling gebiedsactiviteiten openbare ruimte.

### 3 Beoordelingsmethodiek

Het lokale windklimaat is inzichtelijk gemaakt aan de hand van de methode omschreven in de NEN 8100. De NEN 8100 maakt gebruik van een classificatie tabel waarbij de beoordeling van het windklimaat bij een activiteit wordt gedaan naar de frequentie dat de drempelwaarde (windsnelheid) per jaar wordt overschreden. De drempelwaarde voor windhinder is vastgesteld op 5 m/s. In Tabel 1 is deze classificatie weergegeven. De CFD simulaties zijn voor 12 windrichtingen uitgevoerd. De som van het aantal uren dat de drempelwaarde wordt overschreden, bepaalt de kwaliteitsklasse rondom de ontwikkeling aan de Dr. Brabersstraat. Deze beoordeling moet worden uitgevoerd op 1,75 m boven het maaiveld.

| Overschrijdingskans<br>In procenten van het aantal<br>uren per jaar | Kwaliteitsklasse | Activiteiten |           |                     |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|-----------|---------------------|
|                                                                     |                  | Doorlopen    | Slenteren | Langdurig<br>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              |

Tabel 1: Classificatie windhinder conform NEN 8100.

De drempelwaarde voor windgevaar is in de NEN 8100 vastgesteld op 15 m/s. In Tabel 2 zijn de overschrijdingskans en bijbehorende kwalificaties voor windgevaar gegeven.

| Overschrijdingskans p<br>In procenten van het aantal<br>uren per jaar | Kwalificatie |                |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|
|                                                                       |              |                |
| $0,05 < p < 0,30$                                                     |              | Beperkt risico |
| $p > 0,30$                                                            |              | Gevaarlijk     |

Tabel 2: Kwalificatie tabel windgevaar conform NEN 8100.

Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van  $0,05 < p < 0,30$  mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen de activiteitenklasse Doorlopen. Voor activiteitenklasse Slenteren en Langdurig zitten 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.

## 4 Uitgangspunten

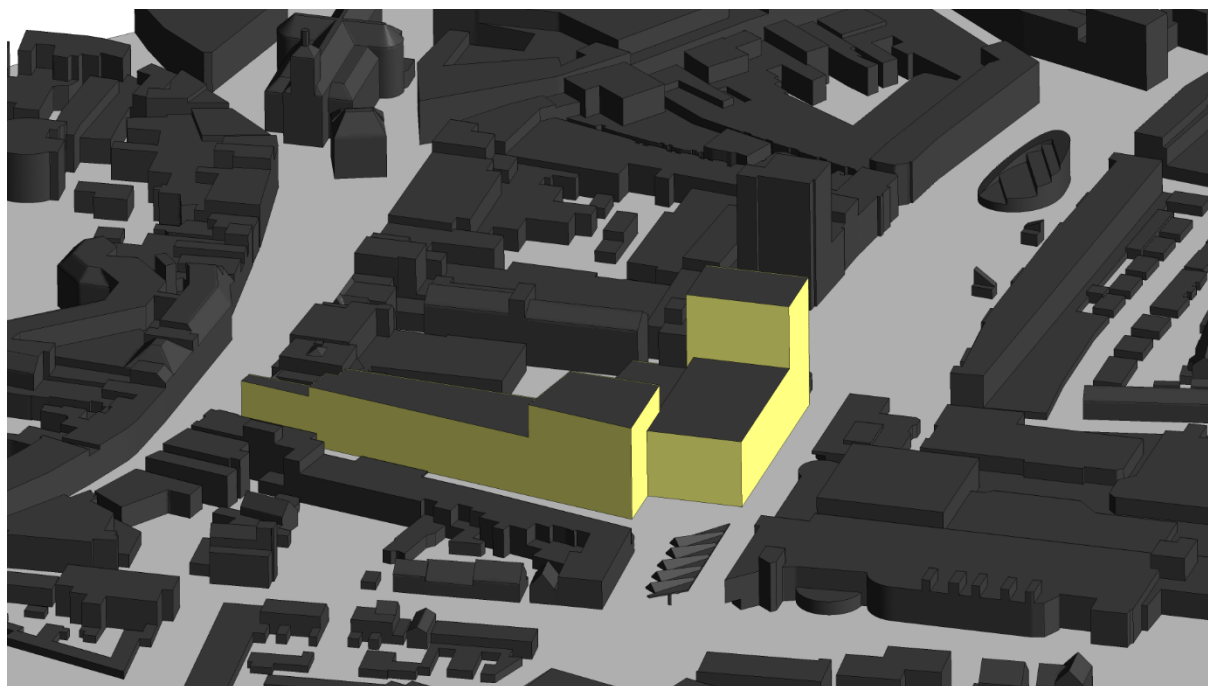
### 4.1 Geometrie

De ontwikkeling ligt aan de Dr. Brabersstraat te Roosendaal. De ontwikkeling bestaat uit twee woontorens van respectievelijk circa 30 en 40 meter hoog met daaronder commerciële ruimte. Het 3D CFD model is gebaseerd op de aangeleverde 2D plattegronden, weergegeven in Tabel 3. Daarnaast is de omgeving gereconstrueerd aan de hand van 3Dbag (2).

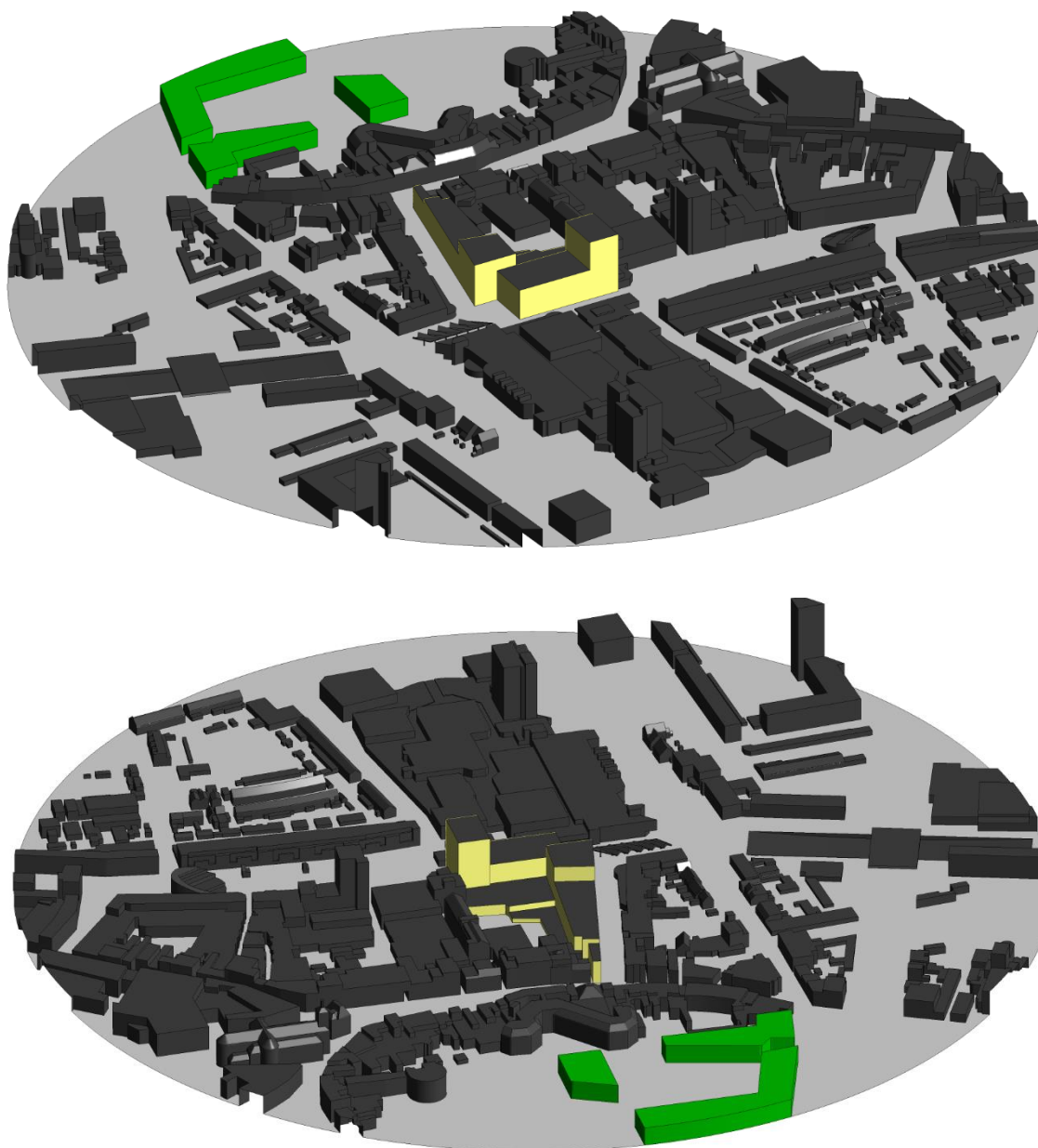
| Model/tekening                                     | Omschrijving | Ontvangen op |
|----------------------------------------------------|--------------|--------------|
| NL.IMRO.1674.2138DRBRABERSSTR21-0101-Aangepast.pdf | Plattegrond  | 18-07-2022   |
| 18015_Roosendaal_verbeelding bestemmingsplan.dwg   | Plattegrond  | 26-07-2022   |
| 3dbag_v210908_fd2cee53_lod22_3d_3175.obj           | 3DBag tile   | 27-09-2021   |
| 3dbag_v210908_fd2cee53_lod22_3d_6032.obj           | 3DBag tile   | 27-09-2021   |
| 3dbag_v210908_fd2cee53_lod22_3d_6033.obj           | 3DBag tile   | 27-09-2021   |

Tabel 3: Modellen/tekeningen gebruikt als basis voor het CFD model.

In Figuur 2 is een impressie van het 3D CFD model van nabij de ontwikkeling weergegeven. In Figuur 3 is het volledige 3D model vanuit twee verschillende aanzichten weergegeven.



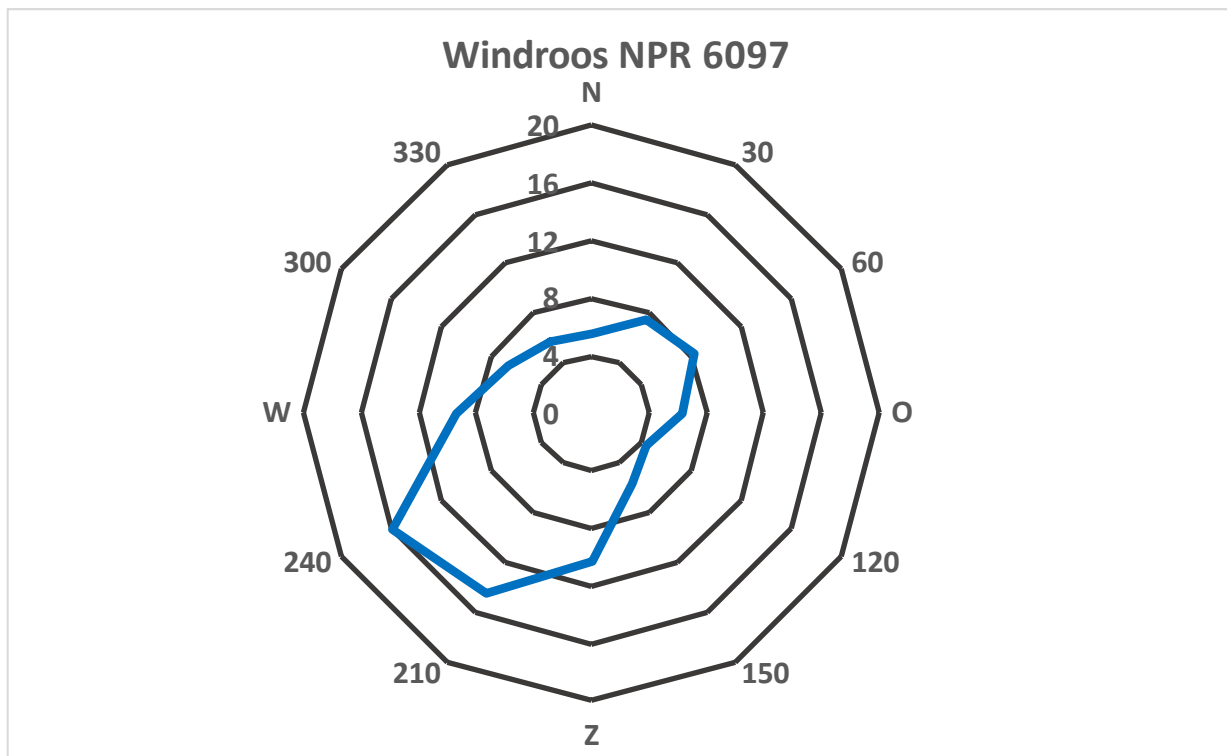
Figuur 2: Overzicht van het 3D CFD model van de nieuwbouwontwikkeling.



*Figuur 3: Overzicht van het 3D CFD model met omliggende bebouwing.*

## 4.2 Windklimaat

Het windklimaat is gebaseerd op de Nederlandse praktijkrichtlijn (NPR) 6097. Deze richtlijn omschrijft de toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland over de jaren 1963 – 2002. Het percentage dat een windrichting per jaar voorkomt staat weergegeven in de windroos in Figuur 4. De simulaties zijn voor 12 windrichtingen uitgevoerd.



Figuur 4: Windroos Dr. Brabersstraat Roosendaal, volgens NPR 6097.

Het aantal uren wind per windrichting en de windsnelheid hebben effect op het windklimaat. Middels de in de CFD berekende windfactor (verhouding van de lokale windsnelheid ten opzicht van een referentiewindsnelheid) wordt het lokaal aantal uren overschrijding met behulp van de windklimaat data berekend. Tabel 4 geeft de jaargemiddelde frequentie van de windsnelheid per richting over de periode 1963 – 2002.

| Richting    | 0     | 30    | 60    | 90    | 120   | 150   | 180   | 210   | 240   | 270   | 300   | 330   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Snelheid    | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] |
| 0,0 – 0,9   | 486   | 664   | 716   | 548   | 391   | 492   | 900   | 1270  | 1403  | 817   | 579   | 500   |
| 1,0 – 1,9   | 473   | 648   | 698   | 531   | 376   | 477   | 884   | 1255  | 1389  | 804   | 566   | 487   |
| 2,0 – 2,9   | 429   | 594   | 639   | 481   | 332   | 431   | 829   | 1202  | 1342  | 758   | 522   | 443   |
| 3,0 – 3,9   | 363   | 509   | 547   | 405   | 265   | 358   | 738   | 1116  | 1262  | 687   | 457   | 381   |
| 4,0 – 4,9   | 289   | 409   | 444   | 319   | 192   | 275   | 628   | 1002  | 1155  | 598   | 383   | 308   |
| 5,0 – 5,9   | 214   | 306   | 335   | 231   | 125   | 191   | 511   | 862   | 1022  | 498   | 305   | 233   |
| 6,0 – 6,9   | 146   | 214   | 234   | 151   | 75    | 123   | 392   | 716   | 876   | 402   | 230   | 170   |
| 7,0 – 7,9   | 91    | 139   | 157   | 95    | 38    | 79    | 292   | 582   | 728   | 315   | 171   | 118   |
| 8,0 – 8,9   | 51    | 83    | 101   | 56    | 17    | 47    | 210   | 455   | 583   | 236   | 120   | 78    |
| 9,0 – 9,9   | 27    | 50    | 60    | 30    | 6     | 25    | 140   | 340   | 454   | 170   | 82    | 48    |
| 10,0 – 10,9 | 16    | 27    | 32    | 16    | 3     | 13    | 92    | 240   | 342   | 124   | 53    | 28    |
| 11,0 – 11,9 | 9     | 13    | 16    | 8     | 1     | 6     | 55    | 164   | 249   | 87    | 33    | 16    |
| 12,0 – 12,9 | 4     | 6     | 7     | 3     | 0     | 2     | 32    | 108   | 174   | 59    | 20    | 9     |
| 13,0 – 13,9 | 2     | 3     | 2     | 1     | 0     | 1     | 18    | 65    | 115   | 41    | 10    | 5     |
| 14,0 – 14,9 | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 9     | 39    | 73    | 26    | 5     | 3     |
| 15,0 – 15,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 22    | 47    | 16    | 3     | 1     |
| 16,0 – 16,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2     | 12    | 29    | 10    | 2     | 1     |
| 17,0 – 17,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 6     | 17    | 6     | 1     | 0     |
| 18,0 – 18,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 3     | 10    | 3     | 1     | 0     |
| 19,0 – 19,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 6     | 2     | 0     | 0     |
| 20,0 – 20,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1     | 0     | 0     |
| 21,0 – 21,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2     | 1     | 0     | 0     |
| 22,0 – 22,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 23,0 – 23,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 24,0 – 24,9 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

Tabel 4: Overzicht van de jaargemiddelde frequentie van de windsnelheid per richting bij de Dr. Brabersstraat volgens NPR 6097.

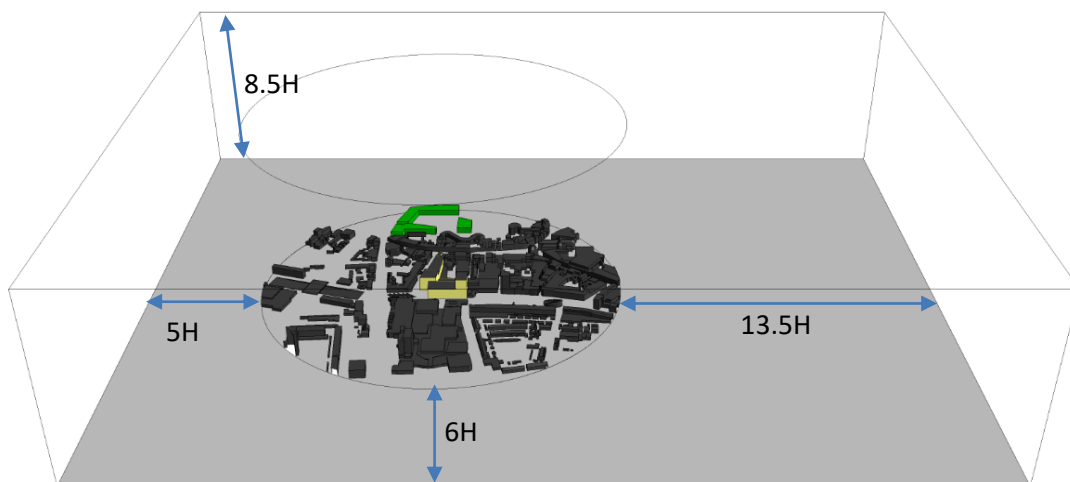
### 4.3 Windprofiel

De windsnelheid is afhankelijk van de hoogte boven het maaiveld. Ter hoogte van het maaiveld is de windsnelheid lager door de invloed van bebouwing en begroeiing. De mate van invloed wordt beschreven door de ruwheidslengte (3). De ruwheidslengte voor het gebied rondom de Dr. Brabersstraat is vastgesteld aan de hand van de NPR 6097 (4) op 1,6 m (stedelijk gebied). Het windprofiel dat behoort bij een ruwheidslengte van 1,6 m is opgegeven aan alle buitengrenzen van het CFD model.

Rondom de gemodelleerde bebouwing is een winddomein geplaatst. Aan de randen van dit winddomein wordt het windprofiel opgegeven. In het winddomein wordt het windprofiel behouden door volumetrische bronnen van momentum en turbulentie, afgestemd op de betreffende ruwheidslengte.

Door de buitengrenzen van het CFD model op afstand van het gebied van interesse te plaatsen wordt een zo realistisch mogelijke windstroom in de stad berekend. De afmetingen van het winddomein worden bepaald op basis van de hoogte (H) van het hoogste gebouw. De randen van het winddomein bevinden zich ten minste op 5H vanaf de rand van het gemodelleerde gebied. De totale hoogte van het domein is 6H. Het effect van de buitengrens van het CFD model is stroomafwaarts van grotere invloed en is daarom op 15H geplaatst. Door bovenstaande methodiek ontstaat een realistische windstroom in het gebied van interesse.

Het winddomein om het gemodelleerde gebied heen is weergegeven in Figuur 5 en kan worden gezien als een digitale windtunnel.



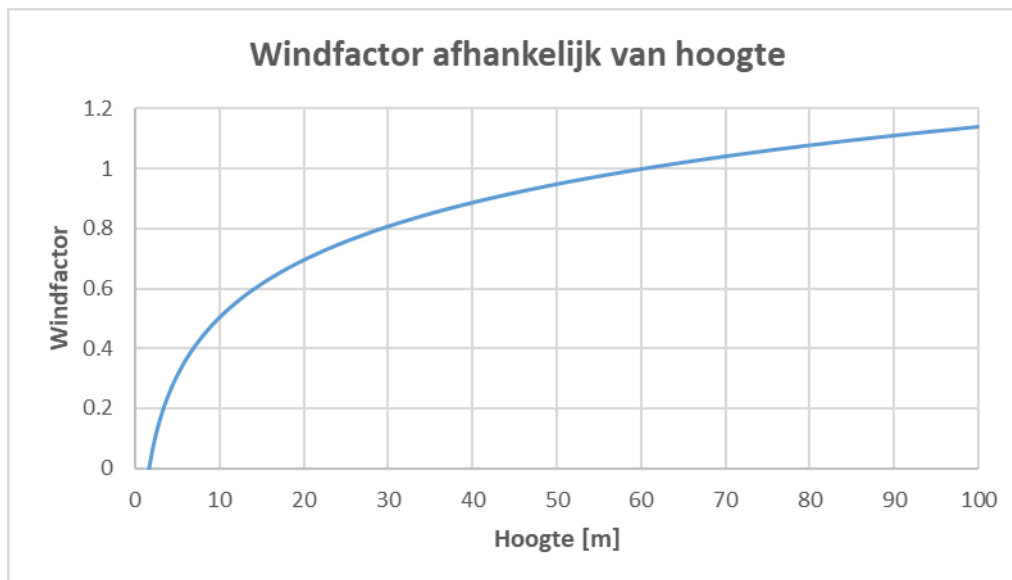
*Figuur 5: Winddomein om het gemodelleerde gebied heen, ten behoeve van het windprofiel (digitale windtunnel).*

Aan de hand van de referentiewindsnelheid, referentiehoogte en ruwheidlengte kan het windprofiel worden opgesteld. Het windprofiel wordt berekend met onderstaande logaritmische vergelijking en staat als windfactor profiel weergegeven in Figuur 6.

$$v_{wind} = v_{ref} \cdot \left( \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_{ref}}{z_0}\right)} \right)$$

Waar,

|            |                           |       |
|------------|---------------------------|-------|
| $v_{wind}$ | Windsnelheid              | [m/s] |
| $v_{ref}$  | Referentiesnelheid        | [m/s] |
| $z$        | Hoogte boven het maaiveld | [m]   |
| $z_0$      | Ruwheidslengte            | [m]   |
| $z_{ref}$  | Referentiehoogte          | [m]   |



Figuur 6: Toegepast windprofiel.

## 4.4 CFD modellering

De simulaties zijn uitgevoerd met behulp van het software pakket ANSYS CFX versie 2021 R1. Dit software pakket is geschikt voor vele toepassingen en in ruime mate gevalideerd.

Er is een 3D model gecreëerd van het gebied rondom de Dr. Brabersstraat. Vervolgens is het model opgedeeld in een grote hoeveelheid rekencellen. De standaard differentiaalvergelijkingen voor de stroming van fluïda worden voor elke cel opgelost. In Tabel 5 staan de belangrijkste toegepaste randvoorwaarden beschreven.

| Parameter                                  | Beschrijving                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cel type</b>                            | Hybride, combinatie van hexaëders, tetraëders, piramides en prismalagen                                                                |
| <b>Cel grootte</b>                         | Dynamisch, variërend tussen 0,025 tot 1,0 m in de omgeving (vlakken) groeiend met een factor 1,2 tot maximaal 15 m in het vrije volume |
| <b>Aantal cellen</b>                       | 41,3 miljoen                                                                                                                           |
| <b>Simulatie type</b>                      | Steady state                                                                                                                           |
| <b>Convergentie criteria</b>               | RMS maximaal $5 \cdot 10^{-5}$                                                                                                         |
| <b>Tijdstap</b>                            | 2,5 s                                                                                                                                  |
| <b>Aantal iteraties</b>                    | 1000                                                                                                                                   |
| <b>Fluïde</b>                              | Lucht met constante eigenschappen                                                                                                      |
| <b>Turbulentie model</b>                   | RANS, RNG Kappa Epsilon model                                                                                                          |
| <b>Wanden</b>                              | Glad met stilstaande lucht (no slip)                                                                                                   |
| <b>Grondvlak<br/>(gemodelleerd gebied)</b> | Ruw met stilstaande lucht (no slip)<br>- 0.050 m op straten                                                                            |
| <b>Randen winddomein</b>                   | Snelheids- en turbulentieprofiel                                                                                                       |
| <b>Ruwheid winddomein</b>                  | Gemodelleerd middels volumetrische bronnen voor momentum en turbulentie net boven het maaiveld                                         |
| <b>Bomen</b>                               | Volumetrische weerstandscoefficiënt van $0,25 \text{ m}^{-1}$ (5) (conservatieve aanname)                                              |

Tabel 5: CFD modellering eigenschappen.

## 5 Resultaten

Het aantal uren overschrijding van windhinder en windgevaar is voor 12 windrichtingen berekend. Het resulterende aantal uren overschrijding is op voetgangersniveau (1,75 meter boven het grondvlak) voor alle windrichtingen gesommeerd. Met deze resultaten wordt het percentage jaarlijkse overschrijding van de drempelwaarde voor windhinder en windgevaar berekend. De resultaten per windrichting zijn bijgevoegd in Bijlage A.

### 5.1 Windhinder

In Figuur 7 wordt het percentage overschrijding van windhinder op jaarbasis weergegeven volgens de kwaliteitsklassen uit de NEN 8100 op 1,75 m boven het maaiveld. In Figuur 1 staat de te verwachten indeling van de openbare ruimte weergegeven.

Zoals te zien op de figuren in Bijlage A leveren windrichting 210 en 240 de grootste bijdrage aan het aantal uren overschrijding van de drempelwaarde voor windhinder. Dit komt omdat deze windrichtingen per jaar het meest voorkomen, zoals te zien in Figuur 4.

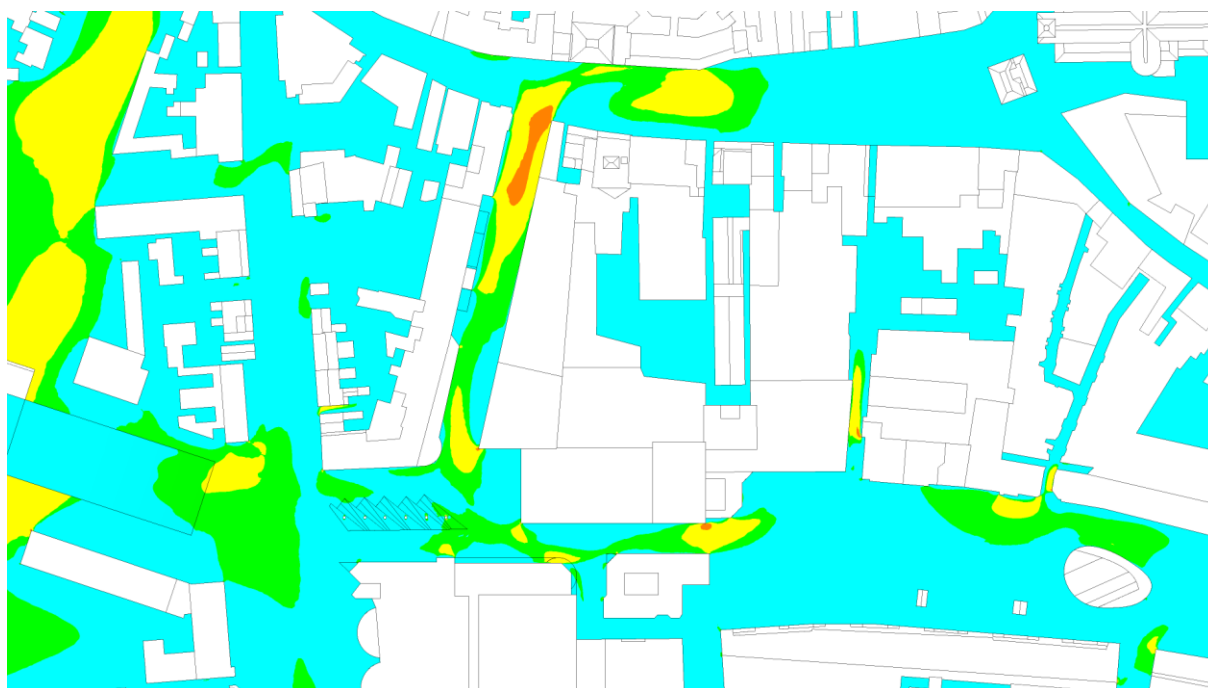
Op Figuur 7 is te zien dat in het gebied rond de ontwikkeling voornamelijk kwaliteitsklasse A tot B waarneembaar is. Dit is een goed windklimaat voor de te verwachten activiteiten in dit gebied.

In de Dr. Brabersstraat richting de Markt zijn kwaliteitsklasse C en deels kwaliteitsklasse D te zien. Dit komt doordat bij de windrichting uit het zuidwesten de wind tegen de nieuwbouw stroomt en om de hoek van de nieuwbouw versneld, zoals te zien in Figuur 8. Dit is op deze kruising voor de te verwachten activiteit een matig tot slecht windklimaat volgens de NEN 8100.

Ten zuiden van de nieuwbouw zijn voornamelijk kwaliteitsklasse A en B waarneembaar, echter zijn hier ook een paar gebieden met kwaliteitsklasse C en zeer lokaal D te zien. Dit komt doordat de wind uit het zuidoosten tegen de hoogbouw stroomt en om de ontwikkeling heen versnelt, zoals te zien in Figuur 9. De te verwachten activiteit in dit gebied is slenteren, waardoor het windklimaat goed tot matig is.

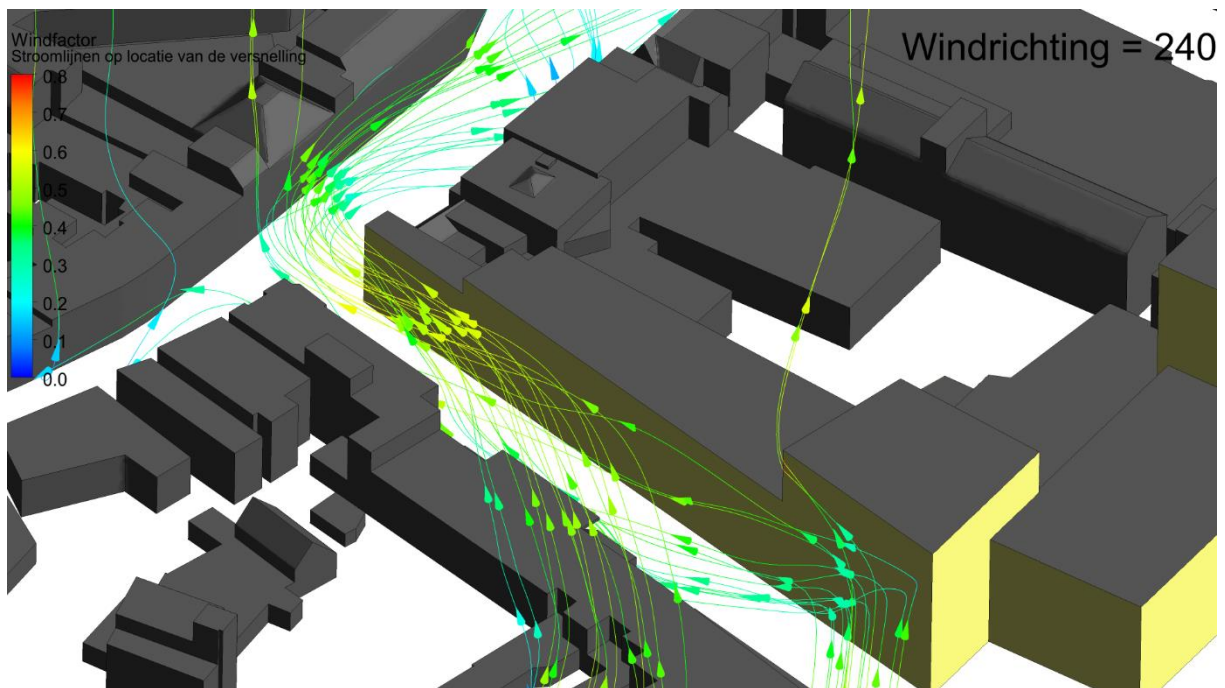
Ten oosten van de Nieuwbouw, in de straat Tussen de Markten, is voornamelijk kwaliteitsklasse A waarneembaar. Dit is een goed windklimaat voor alle activiteiten.

Over het algemeen is het windklimaat goed voor de te verwachten activiteiten. Op de kruising van de Dr. Brabersstraat en de Markt en op de Nieuwe Markt is het windklimaat matig tot slecht voor de te verwachten activiteit. Mogelijke verbeteringen aan het windklimaat kunnen worden behaald door het toevoegen van bijvoorbeeld een luifel, plintgebouw, afgestompte hoeken, inspringende balkons of een terrasgevel.

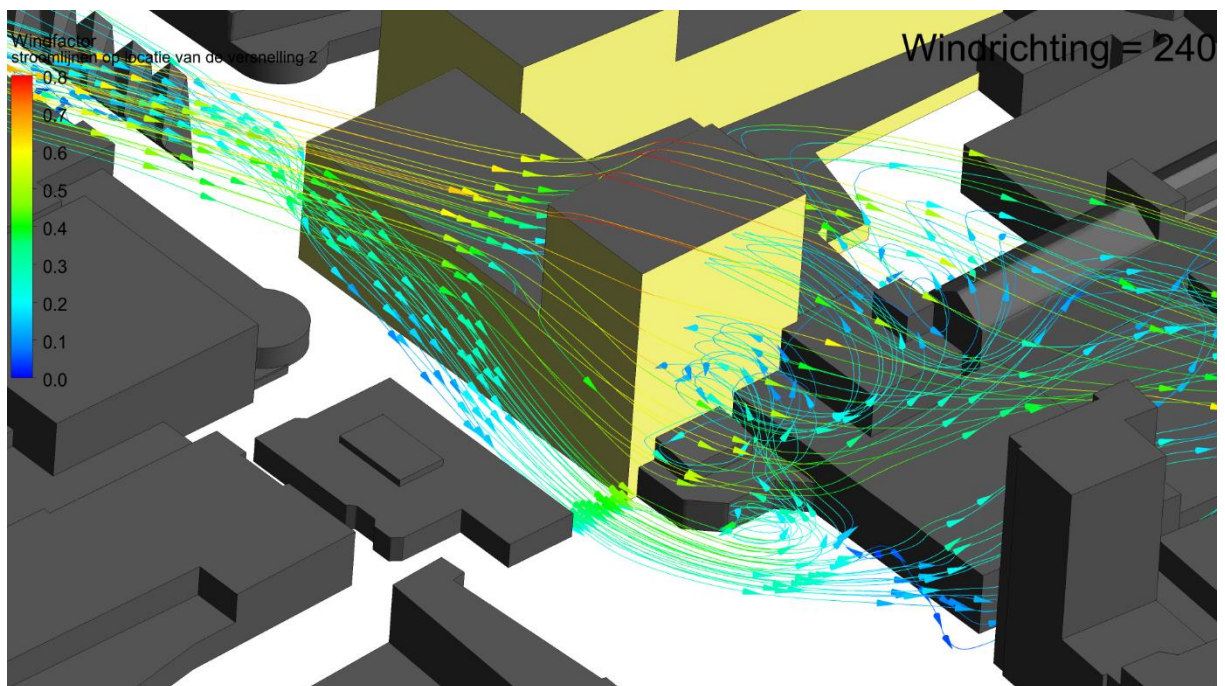


| Overschrijdingskans<br>In procenten van het aantal<br>uren per jaar | Kwaliteitsklasse | Activiteiten |           |                     |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|-----------|---------------------|
|                                                                     |                  | Doorlopen    | Slenteren | Langdurig<br>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              |

Figuur 7: Kwaliteitsklasse op 1,75 meter boven straatniveau volgens de NEN 8100 rond de ontwikkeling.



*Figuur 8: Stroomlijnen van de lucht die langs de nieuwbouw omlaag de straat in stroomt bij windrichting 240.*



*Figuur 9: Stroomlijnen van de lucht die langs de hoogbouw naar beneden stroomt en over het maaiveld versnelt bij windrichting 240.*

## 5.2 Windgevaar

In de NEN 8100 staat dat een percentage overschrijding van 0,30% per jaar gevaarlijk is en dat publiek hier niet aan mag worden blootgesteld. Daarnaast wordt in de NEN 8100 gesteld dat situaties met een overschrijdingskans van 0,05% tot 0,30% -een beperkt risico- alleen mag worden geaccepteerd als dit binnen de activiteitenklasse doorlopen valt.

In Figuur 10 wordt het percentage overschrijding van windgevaar op 1,75 m boven het grondvlak op jaarbasis weergegeven volgens de boordeling uit de NEN 8100.

Op de figuur is te zien dat volgens de NEN 8100 op 1,75 m boven het maaiveld rondom de ontwikkeling geen gevaar optreedt.



Figuur 10: Percentage windgevaar per jaar op 1,75 m boven het maaiveld.

## 6 Samenvatting

Op verzoek van Rho adviseurs is een windhinderonderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling aan de Dr. Brabersstraat, te Roosendaal. De ontwikkeling is een nieuwbouwproject dat bestaat uit twee woontorens, met daaronder een aantal winkellagen.

Het windklimaat is inzichtelijk gemaakt met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties aan de hand van de methodiek die omschreven staat in de NEN 8100 (1). Er is inzicht verschaft in het windklimaat op straatniveau in de directe omgeving van de ontwikkeling.

Het aantal uren overschrijding van windhinder en windgevaar is voor 12 windrichtingen berekend. Het resulterende aantal uren overschrijding is op voetgangersniveau (1,75 meter boven het grondvlak) voor alle windrichtingen gesommeerd. Met deze resultaten is het percentage jaarlijkse overschrijding van de drempelwaarde voor windhinder en windgevaar berekend.

De CFD simulatieresultaten voor windhinder tonen aan dat:

- De windrichtingen 210 en 240 de grootste bijdrage aan het aantal uren overschrijding van de drempelwaarde voor windhinder leveren, omdat deze het meest voorkomen
- In het gebied rond de ontwikkeling geldt voornamelijk kwaliteitsklasse A tot B. Dit is een goed windklimaat voor de te verwachten activiteiten in dit gebied.
- In de Dr. Brabersstraat richting de Markt zijn kwaliteitsklasse C en deels kwaliteitsklasse D te zien. Dit is op deze kruising voor de te verwachten activiteit een matig tot slecht windklimaat.
- Ten zuiden van de nieuwbouw zijn voornamelijk kwaliteitsklasse A en B waarneembaar, echter zijn hier ook een paar gebieden met kwaliteitsklasse C en zeer lokaal D te zien. De te verwachten activiteit in dit gebied is slenteren, waardoor het windklimaat goed tot matig is.
- Ten oosten van de Nieuwbouw, in de straat Tussen de Markten, is voornamelijk kwaliteitsklasse A waarneembaar. Dit is een goed windklimaat voor alle activiteiten.

Over het algemeen is het windklimaat goed voor de te verwachten activiteiten. Op de kruising van de Dr. Brabersstraat en de Markt en op de Nieuwe Markt is het windklimaat matig tot slecht voor de te verwachten activiteit. Mogelijke verbeteringen aan het windklimaat kunnen worden behaald door het toevoegen van bijvoorbeeld een luifel, plintgebouw, afgestompte hoeken, inspringende balkons of een terrasgevel.

De simulatieresultaten tonen verder aan dat rondom de ontwikkeling geen gevaar optreedt.

## Referenties

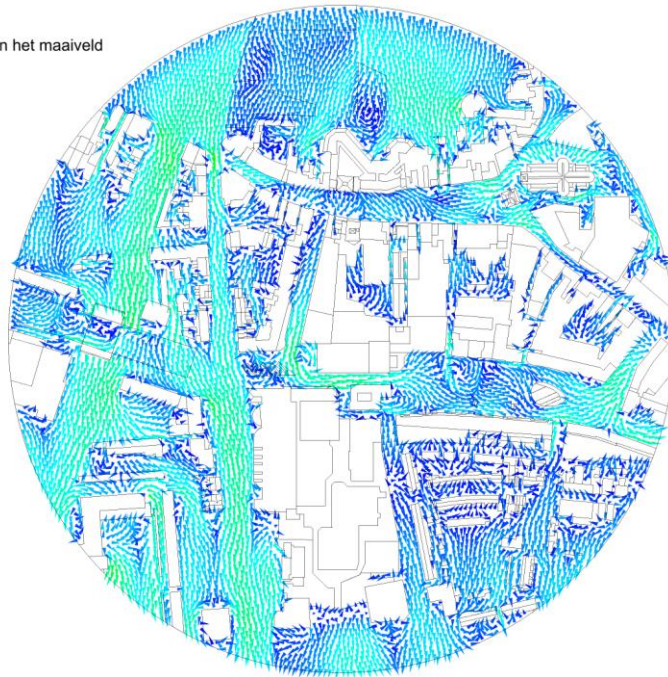
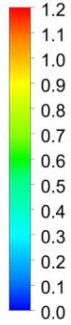
1. NEN 8100 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving. Delft : Nederlands Normalisatie-instituut, februari 2006.
2. 3D Geoinformation research group. <https://3dbag.nl/>. [Online]
3. Troen, Ib and Petersen, Erik Lundtang. *Roughness Classes and Roughness Length Table in "European Wind Atlas"*. Risoe , Denmark : Risoe National Laboratory, 1991. ISBN 87-550-1482-8.
4. Nederlandse Normalisatie-instituut. *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Delft : s.n., 2006. NPR 6097.
5. *Modeling vegetation in Wind Engineering wind tunnel studies*. Gromke, C. Shanghai, China : The Seventh International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics and Applications (BBAA7), 2012.

## **Bijlage A – CFD simulatieresultaten per windrichting**

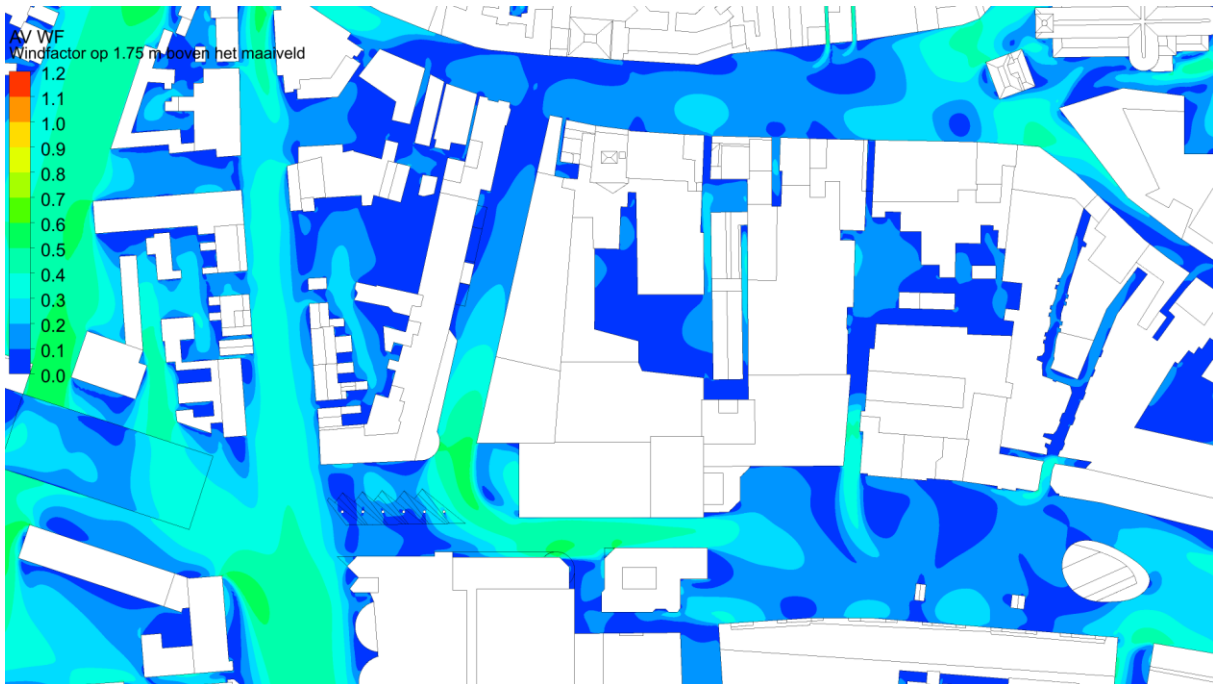
Op de volgende pagina's worden de volgende CFD simulatieresultaten per windrichting weergegeven:

- Snelheidsvectoren gekleurd met windfactor op 1,75 m boven het maaiveld
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de windfactor op 1,75 m boven het maaiveld
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de uren windhinder op 1,75 m boven het maaiveld per jaar
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de uren windgevaar op 1,75 m boven het maaiveld per jaar

AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

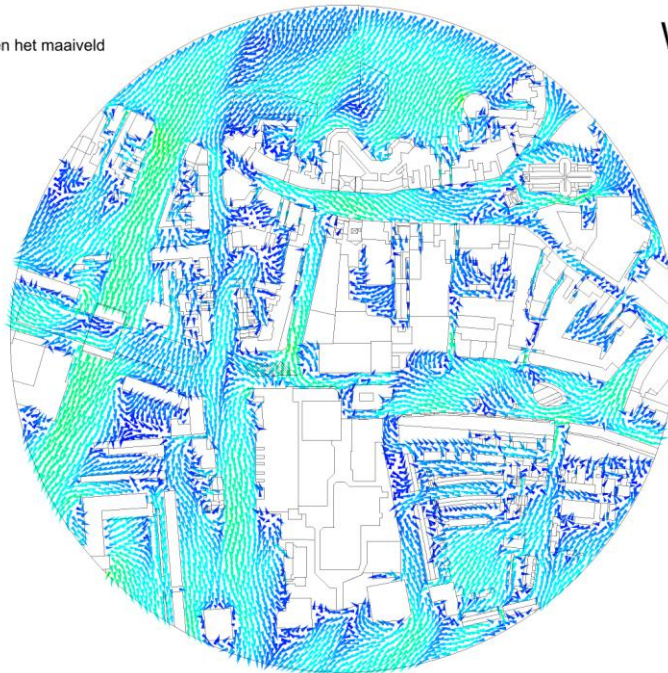
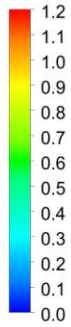


Windrichting = 0

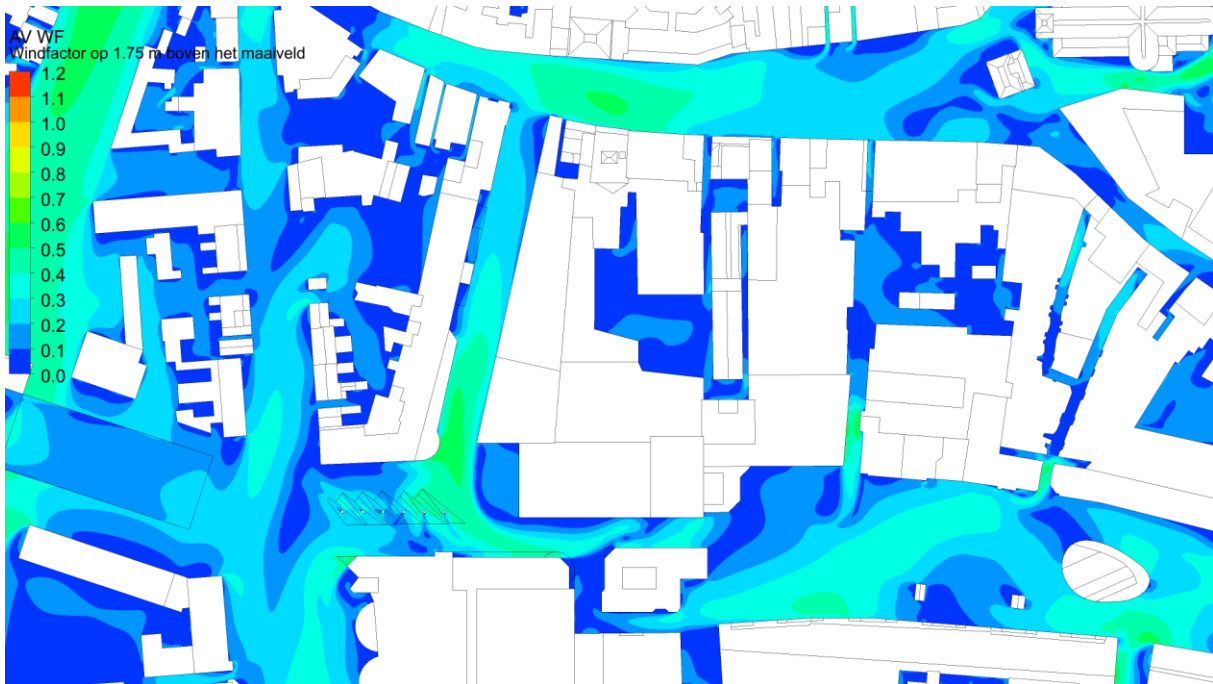




AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

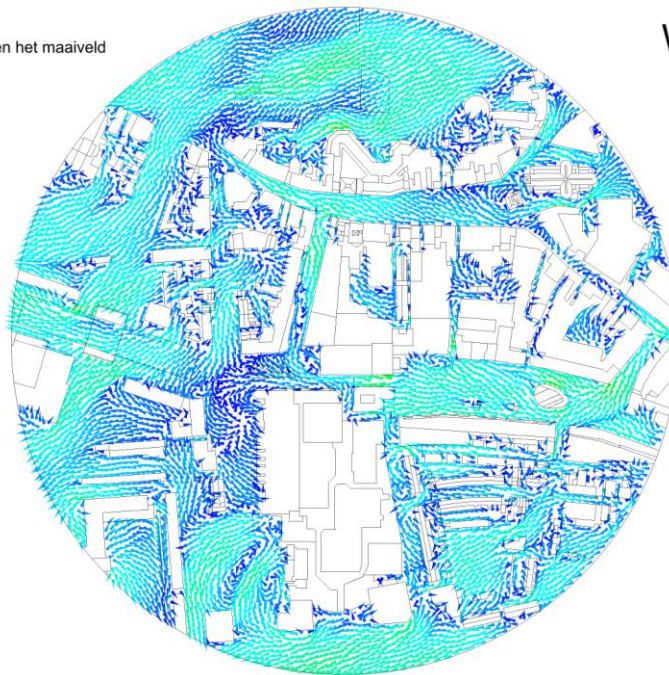
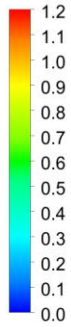


Windrichting = 30

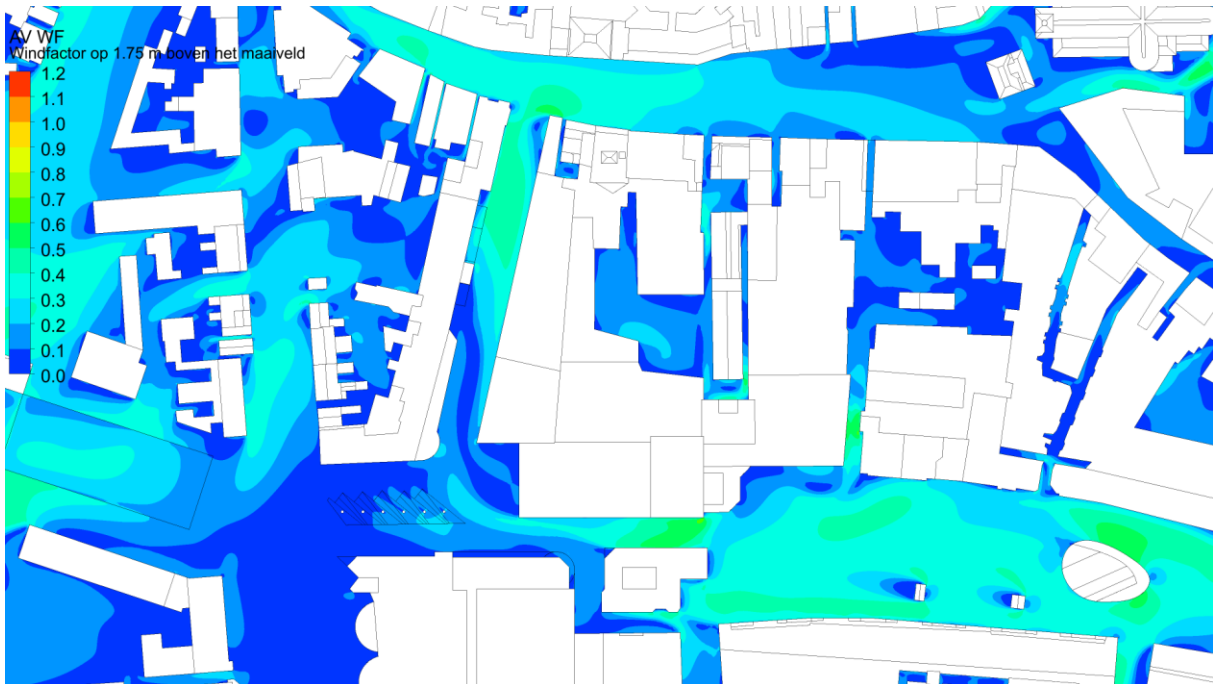




AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

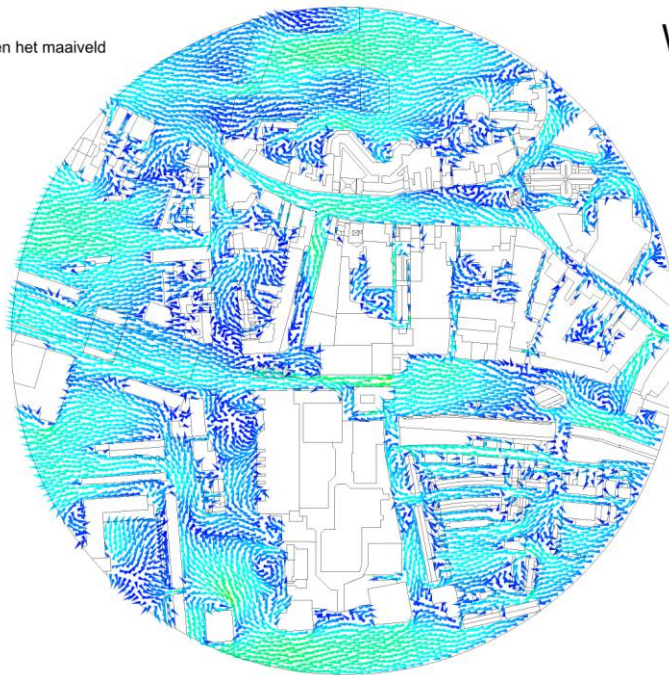
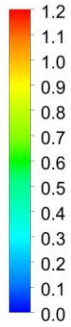


Windrichting = 60

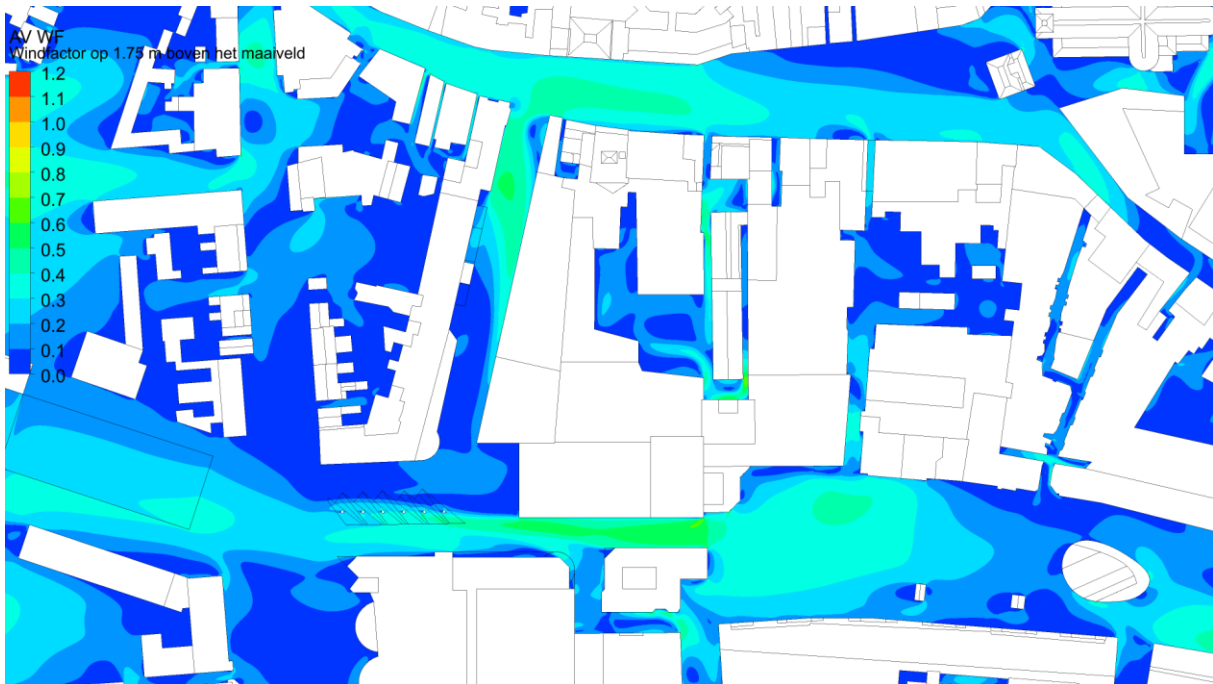




AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

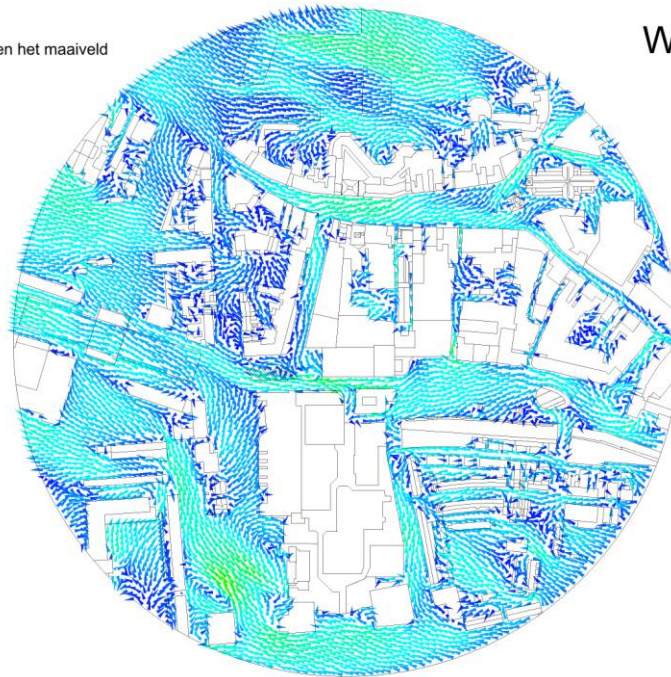
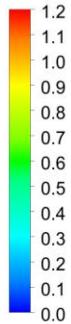


Windrichting = 90

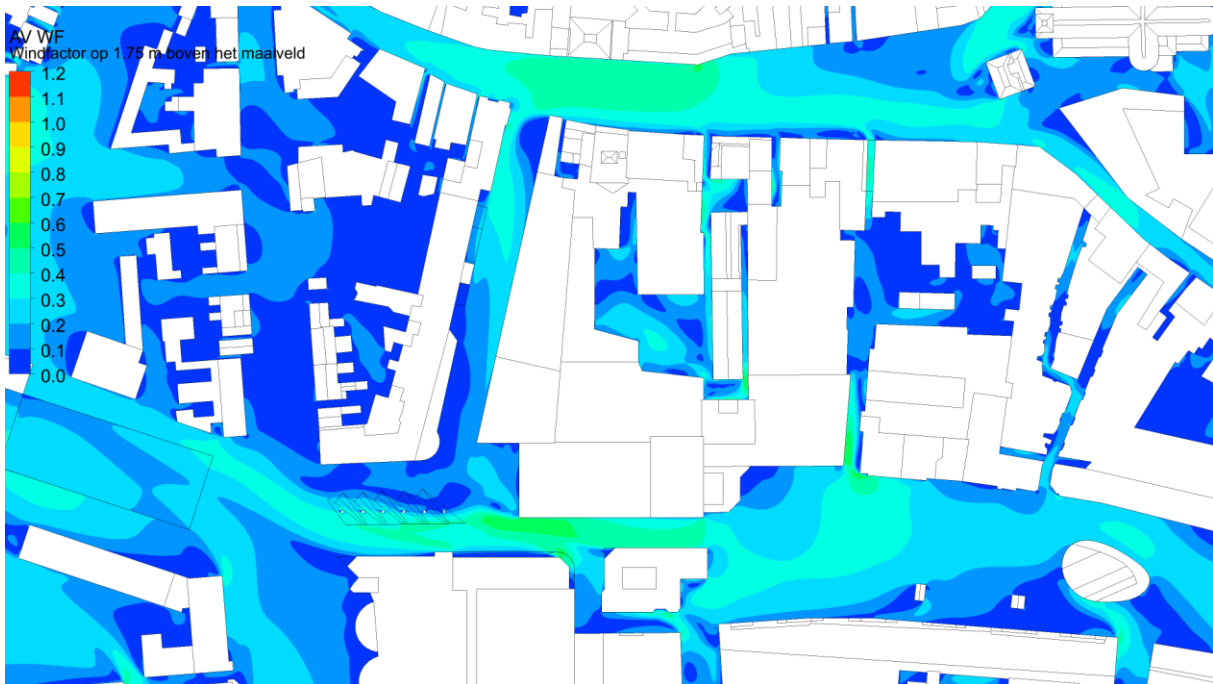




AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

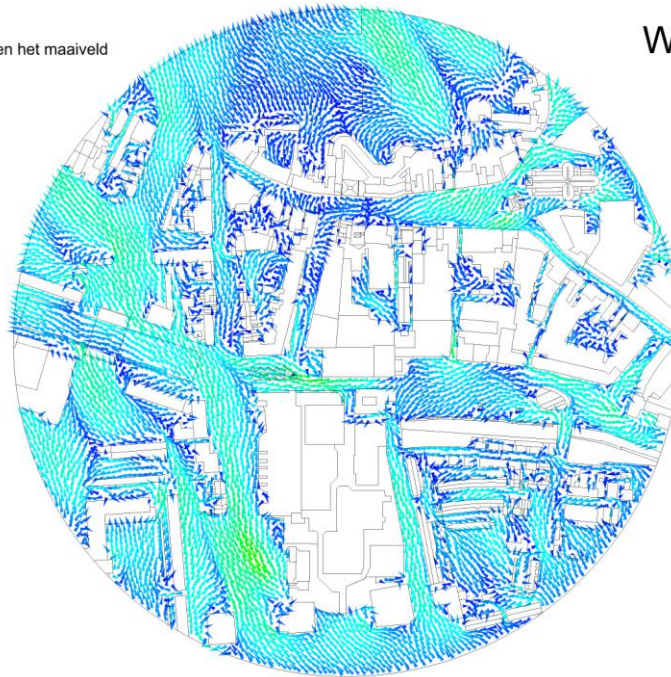
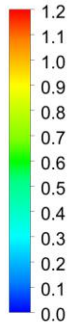


Windrichting = 120



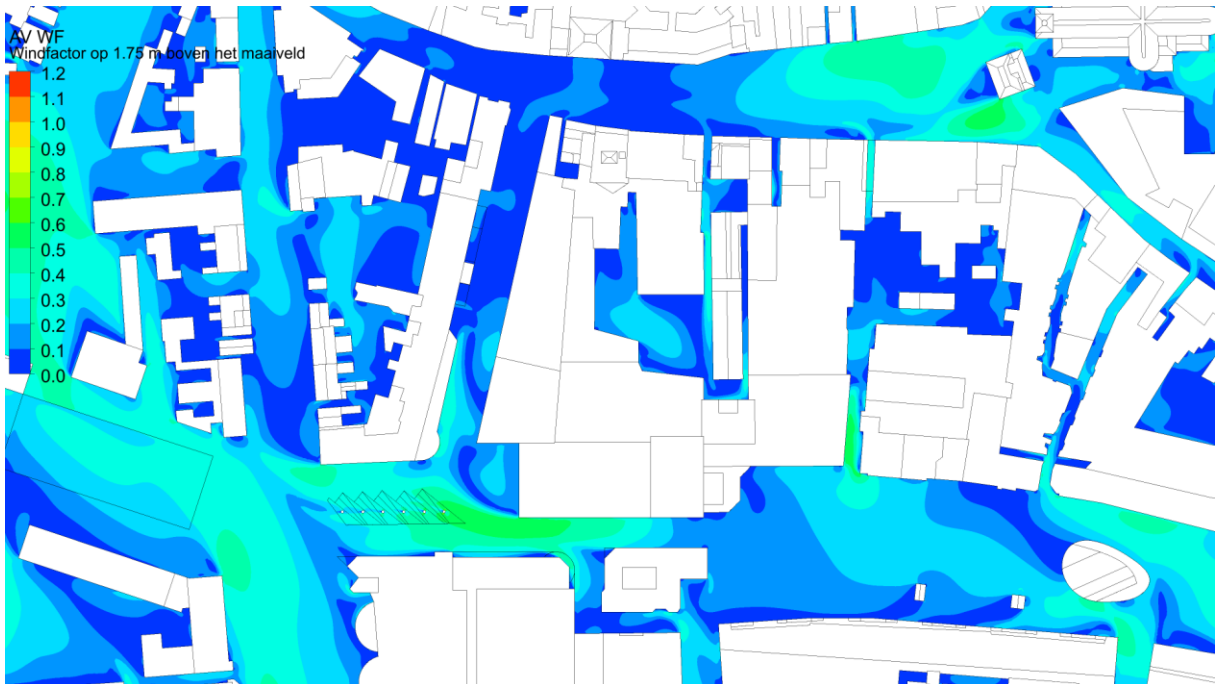
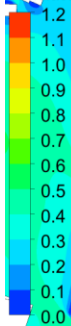


AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld



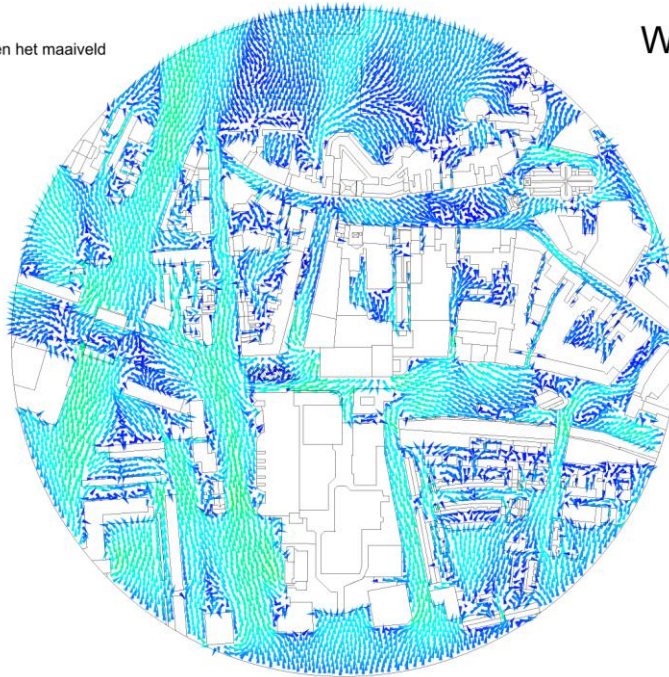
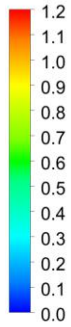
Windrichting = 150

AV WF  
Windfactor op 1.75 m boven het maaiveld



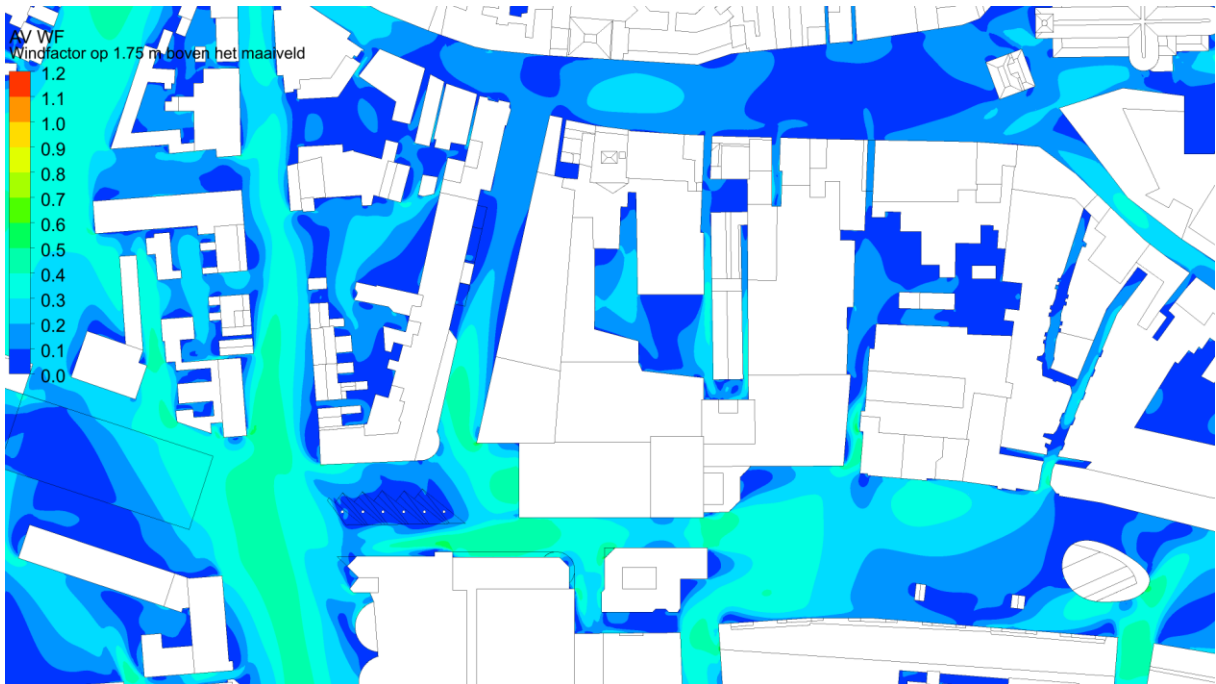
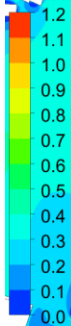


AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld



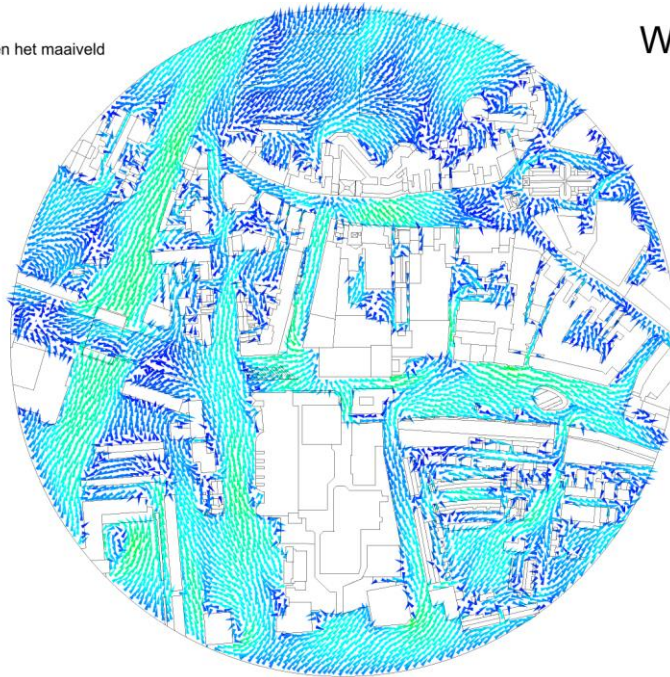
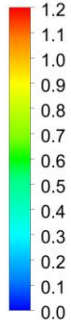
Windrichting = 180

AV WF  
Windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

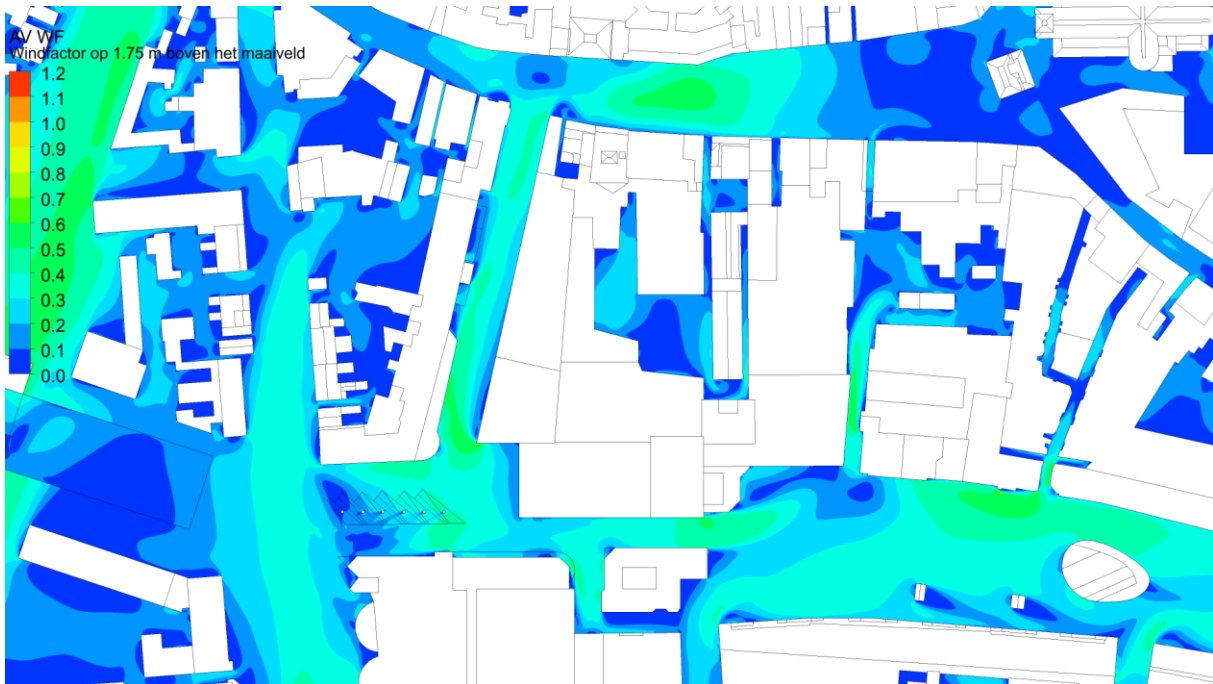


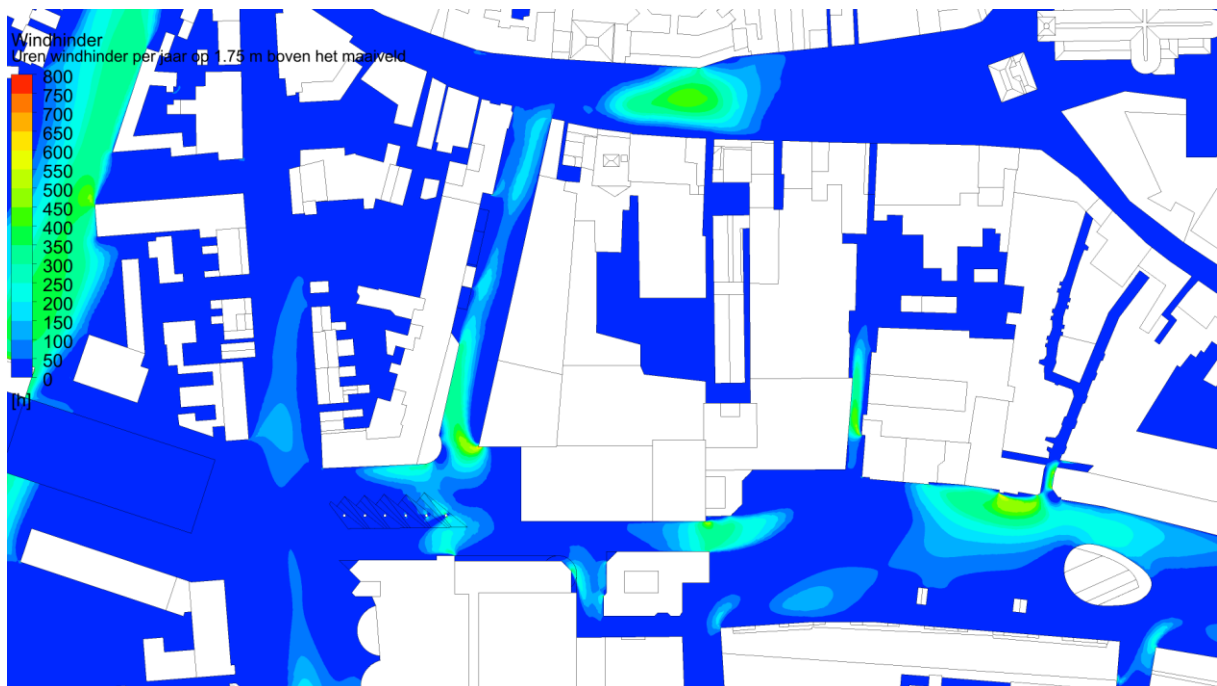


AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

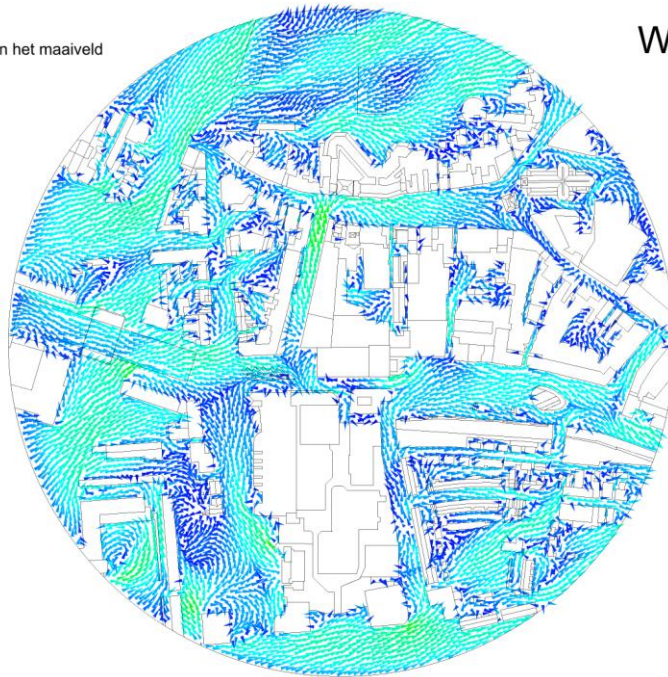
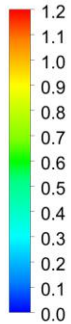


Windrichting = 210

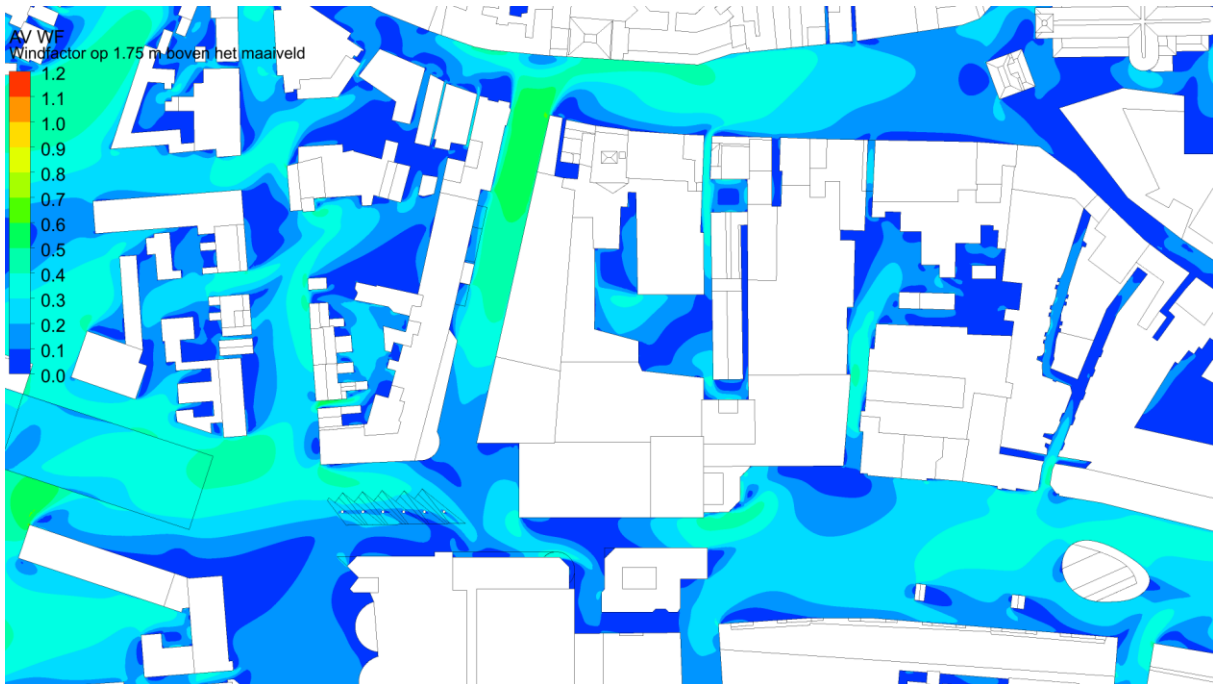


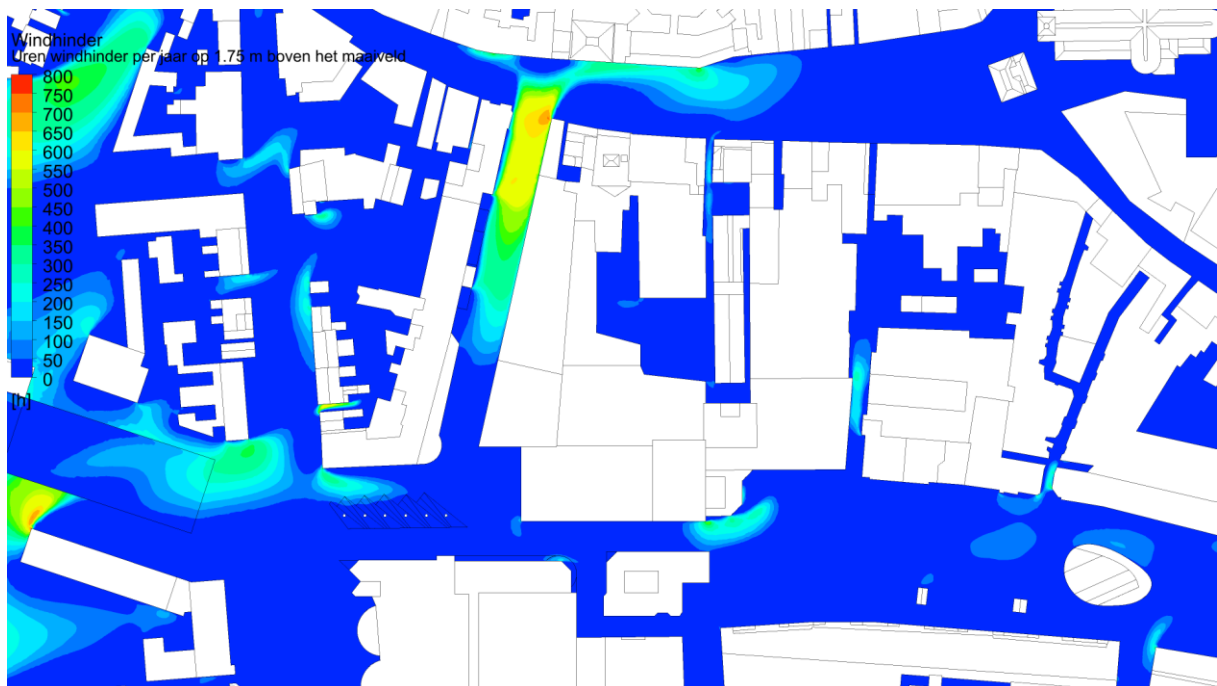


AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

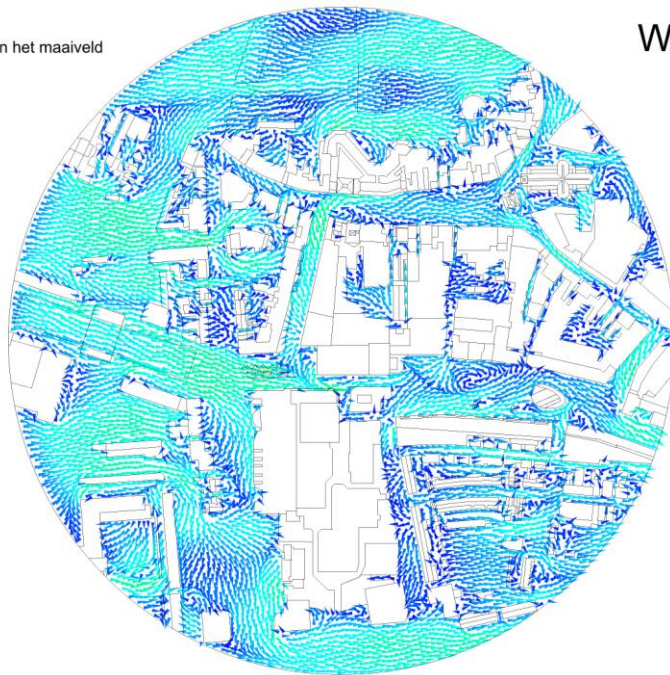
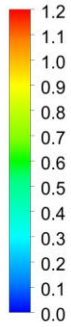


Windrichting = 240

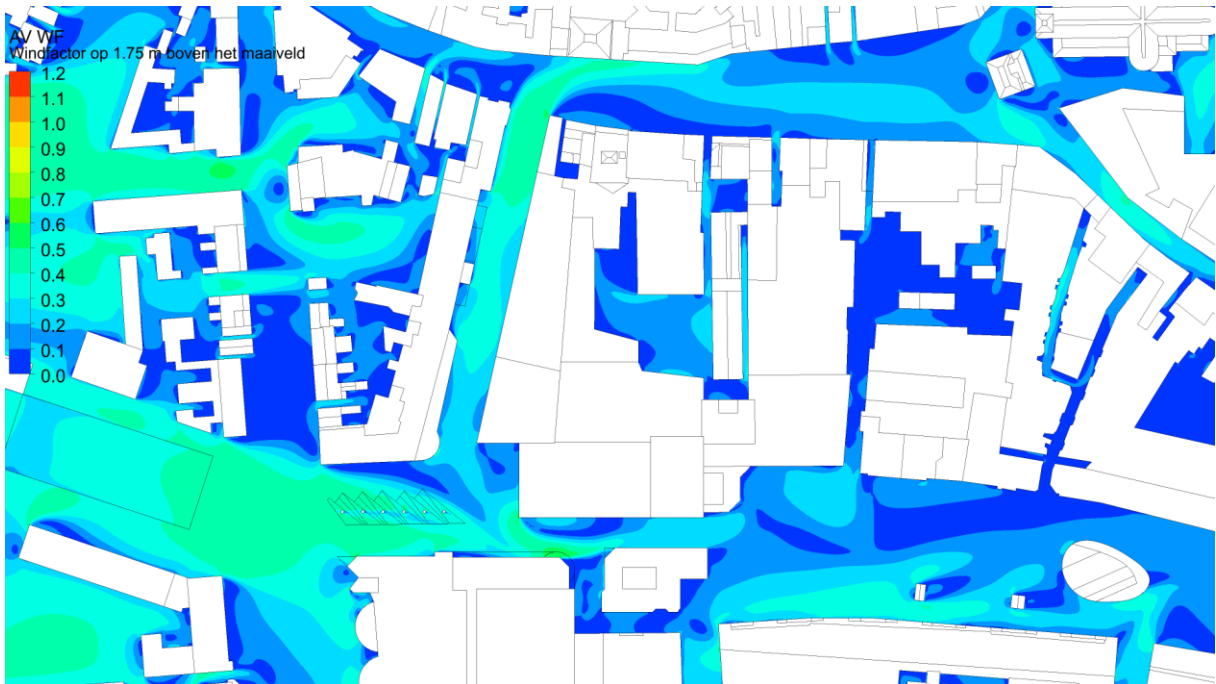


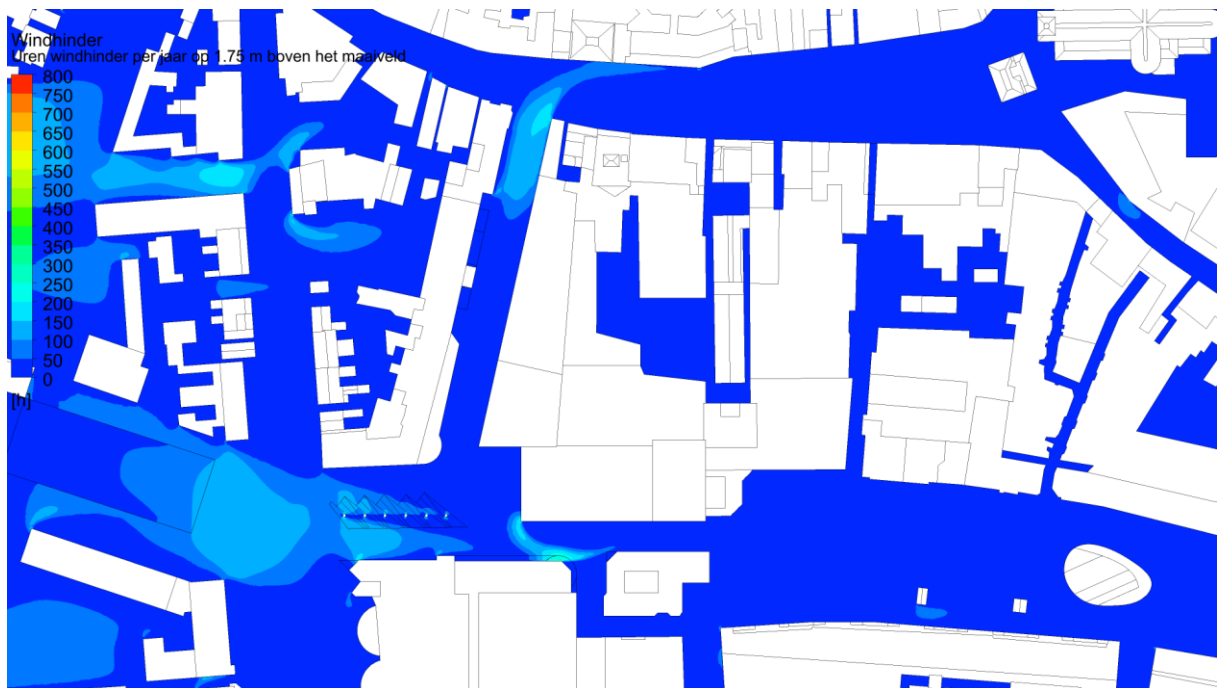


AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

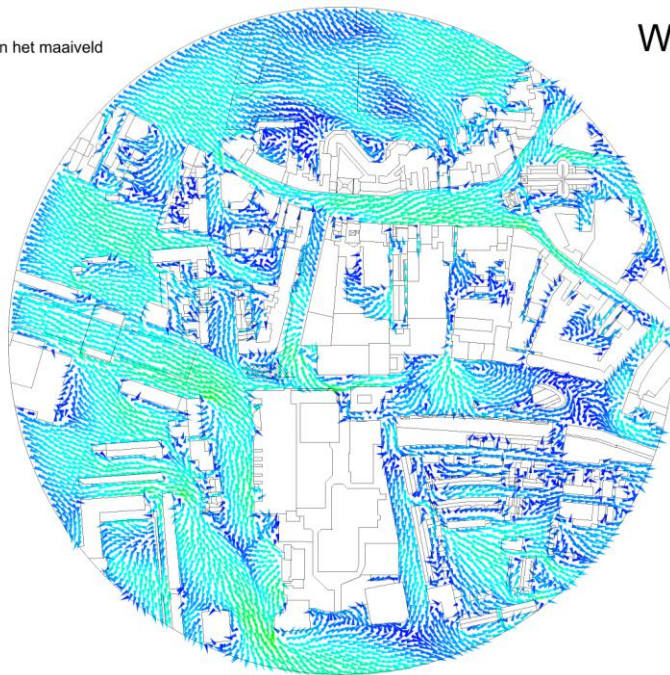
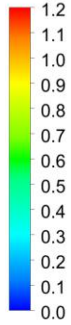


Windrichting = 270



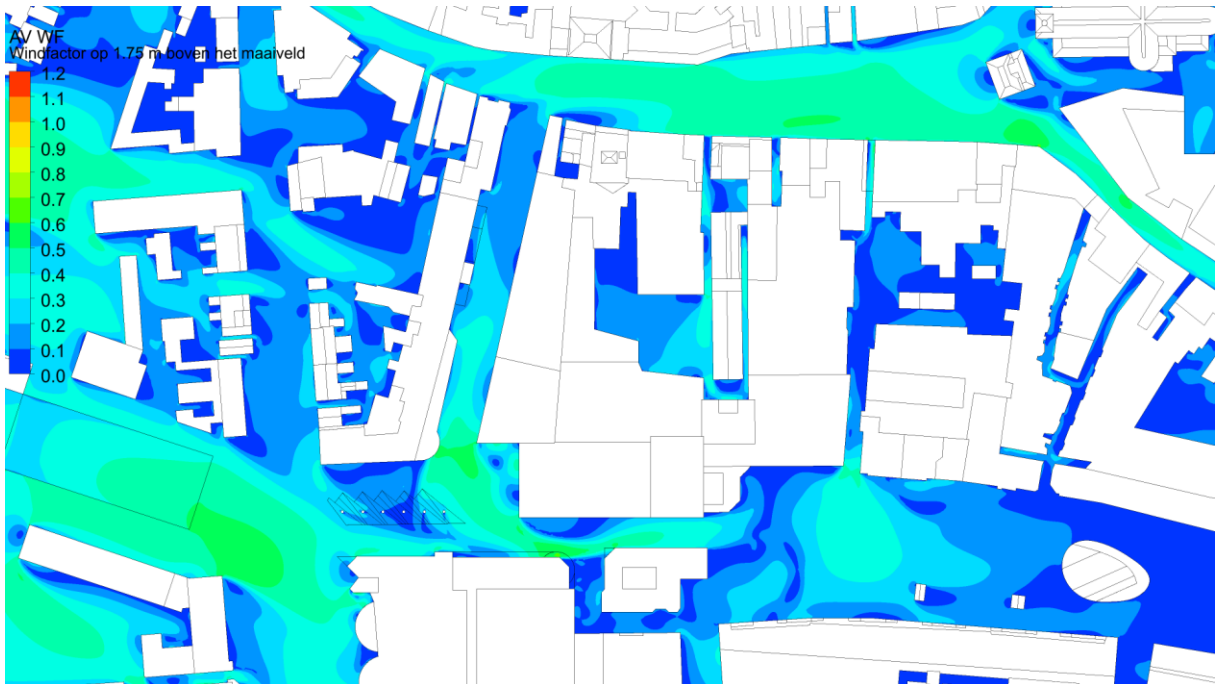
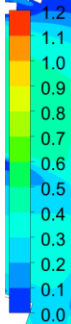


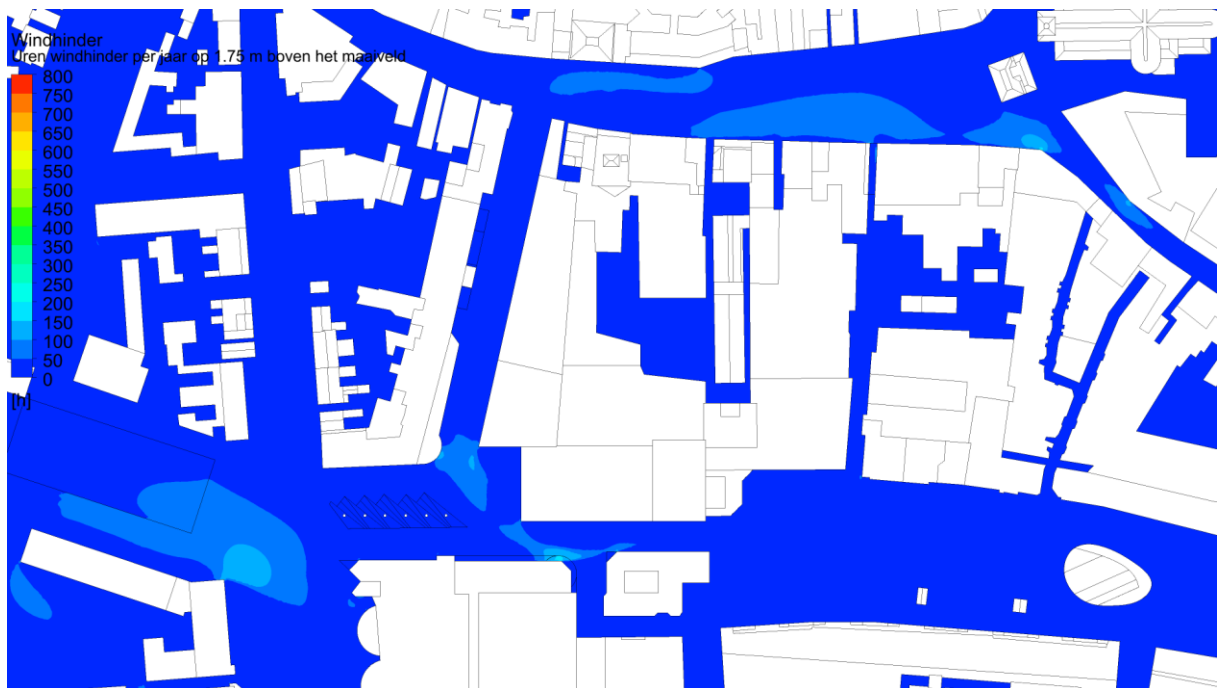
AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld



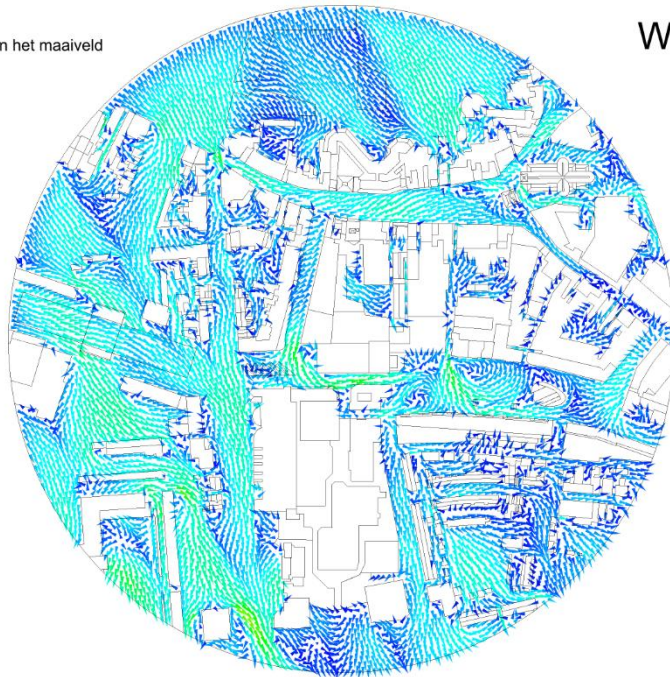
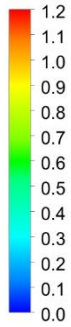
Windrichting = 300

AV WF  
Windfactor op 1.75 m boven het maaiveld

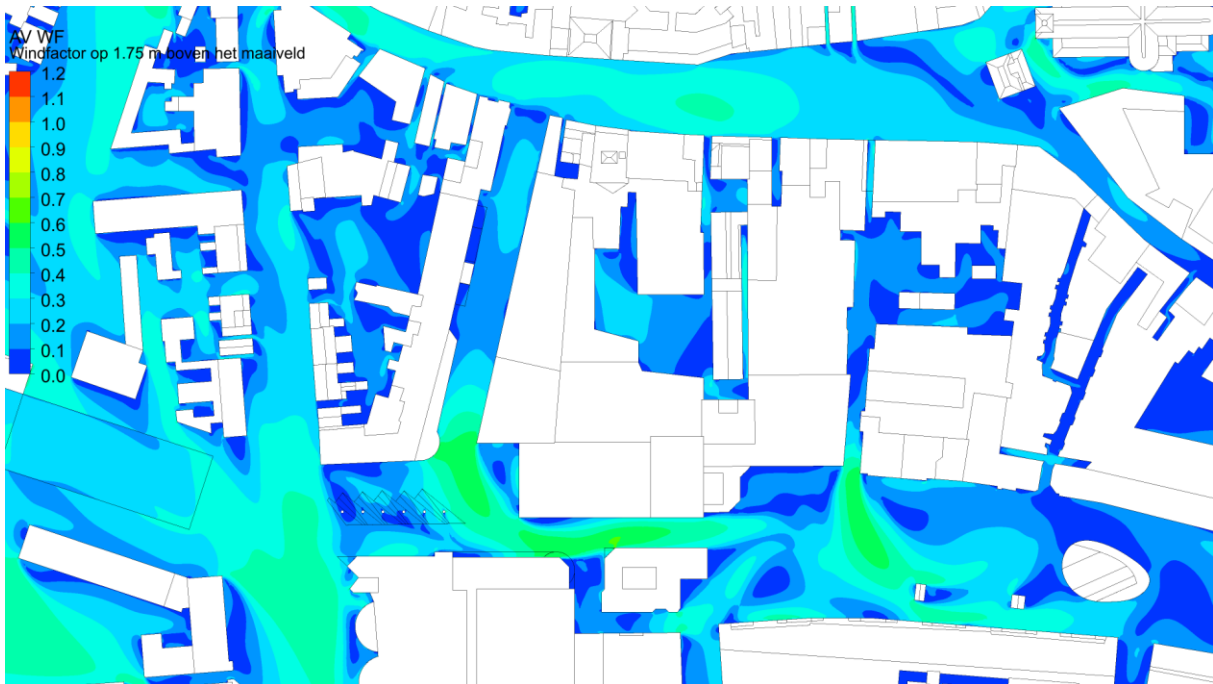


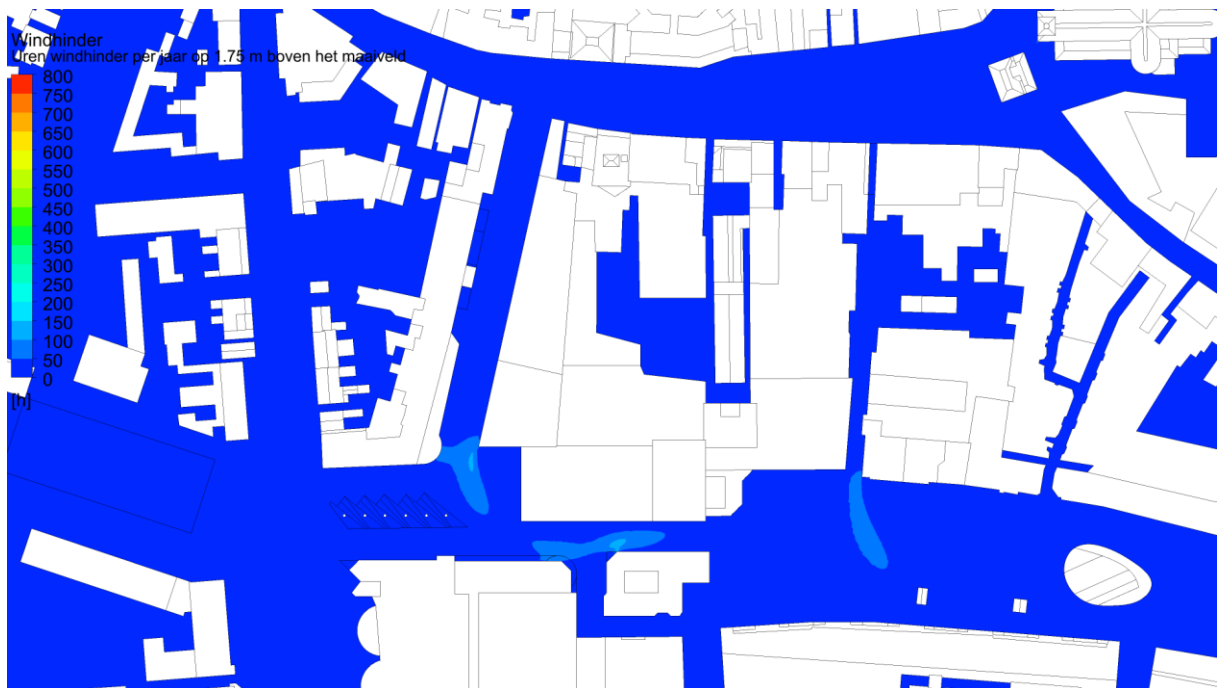


AV WF  
Vectoren windfactor op 1.75 m boven het maaiveld



Windrichting = 330





## Bijlage B – Technisch inlegvel numerieke simulatie

| Project                           | Projectgegevens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projectnaam                       | Dr. Brabersstraat Roosendaal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Opdrachtgever                     | Rho Adviseurs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Datum                             | 02 augustus 2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Model                             | Algemene gegevens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Omvang gemodelleerd gebied        | 310 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Afmetingen model                  | 1350x1100x340m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Blokkeringsgraad                  | <5 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Gemodelleerd groen                | Volumetrische weerstandscoefficiënt van 0,25 m <sup>-1</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Aantal windrichtingen             | 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Onderzochte configuratie          | Schetsontwerp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Computeropstelling                | Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Programmatuur                     | <input checked="" type="checkbox"/> FVM <input type="checkbox"/> FEM <input type="checkbox"/> anders<br>Ansys CFX versie 2021 R1                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Algemeen                          | <input checked="" type="checkbox"/> drie-dimensionaal <input checked="" type="checkbox"/> tijd-onafhankelijk <input checked="" type="checkbox"/> isothermisch<br><input type="checkbox"/> passieve scalairs<br><input type="checkbox"/> twee-dimensionaal <input type="checkbox"/> tijd-afhankelijk <input type="checkbox"/> thermisch<br><input type="checkbox"/> actieve scalairs<br>Overige: |
| Rekenrooster                      | Hybride, combinatie van tetraëders, piramides en prismalagen<br>Aantal rekenelementen: 41,3 miljoen                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Turbulentiemodellering            | RNG $\kappa$ - $\epsilon$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Convectieve differentieschema's   | Snelheidscomponenten: High Resolution (Upwind)<br>Turbulentie grootheden: First order Upwind                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Randvoorwaarden                   | Gebruikte randvoorwaarden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Instroomprofiel                   | Atmosferische grenslaag stedelijk gebied<br>Ruwheid: 1,6 m<br>Snelheid: 5 m/s op 10 m hoog                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Uitlaat                           | Uitlaat met relatieve druk 0 Pa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Boven-/zijwanden                  | Opgelegd windprofiel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Vloer/bodem                       | Ruwheid gemodelleerd door toepassing van volumetrische bronnen voor momentum en turbulentie                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Overige                           | Binnen gemodelleerd gebied<br>Ruw met stilstaande lucht (no slip)<br>- 0.050 m op straten                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Gegevensverwerking en beoordeling | Informatie voor locatie en berekening windklimaat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| RD-coördinaten                    | X 090270 Y 394083                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |