

# Rapport

---

## Project: Oostzijde Stationsgebied Best

Locatie: Best, Nederland  
Onderwerp: CFD simulaties invloed op molenbiotoop  
Document: 51021025e101  
Datum: 28 maart 2024

| Status                 | Beschrijving                          | Auteur | Controle | Datum      |
|------------------------|---------------------------------------|--------|----------|------------|
| 1 <sup>e</sup> uitgave | CFD rapport                           | MD     | BA       | 20-03-2024 |
| 1 <sup>e</sup> revisie | Tekstuele aanpassingen na opmerkingen | MD     | BA       | 28-03-2024 |

|                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| <b>Project</b>       | <b>Oostzijde Stationsgebied Best</b> |
| Locatie              | Best, Nederland                      |
| <b>Onderwerp</b>     | <b>CFD simulaties windonderzoek</b>  |
| Document             | 51021025e101                         |
| Revisie              | 1                                    |
| Datum                | 28 maart 2024                        |
| Status               | Definitief                           |
| Auteur               | M. Doolhoff                          |
| Controle door        | B.A. De Jong                         |
| <b>Opdrachtgever</b> | <b>Spoorzone Best B.V.</b>           |
|                      | Philitelaaan 73                      |
|                      | 5617 AM Eindhoven                    |
|                      | Nederland                            |
| Contact              | Joost Peeters                        |
| <b>Uitgever</b>      | <b>Sweco Nederland B.V.</b>          |
|                      | 3 <sup>e</sup> Binnenvestgracht 23K  |
|                      | 2312 NR Leiden                       |
|                      | Nederland                            |
|                      | +31 (0)88 811 66 00                  |
|                      | info@sweco.nl                        |
|                      | www.sweco.nl                         |

## Inhoudsopgave

|     |                                                                                                    |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Introductie .....                                                                                  | 4  |
| 2   | Onderzoeksdoel en beoordelingsmethodiek .....                                                      | 4  |
| 3   | Uitgangspunten .....                                                                               | 5  |
| 3.1 | Geometrie .....                                                                                    | 5  |
| 3.2 | Windklimaat .....                                                                                  | 8  |
| 3.3 | Windprofiel.....                                                                                   | 9  |
| 3.4 | CFD modellering .....                                                                              | 12 |
| 4   | Resultaten .....                                                                                   | 13 |
| 5   | Samenvatting.....                                                                                  | 15 |
|     | Referenties .....                                                                                  | 16 |
|     | Bijlage A – CFD simulatieresultaten per windrichting - huidige situatie .....                      | 17 |
|     | Bijlage B – CFD simulatieresultaten per windrichting - situatie met de nieuwbouwontwikkeling ..... | 42 |

## 1 Introductie

In het dorp Best bevindt zich een korenmolen genaamd de Volharding. Deze historische molen wordt zo nu en dan nog gebruikt en ligt midden in de bebouwde kom van Best.

Volgens de normen dient binnen een molenbiotoop (de omgeving waarin een molen functioneert) rekening te worden gehouden met de vrijwaringszone. Oftewel, in de nabije omgeving van de molen dient er rekening te worden gehouden met de luchtstroom richting de molen bij het realiseren van hindernissen zoals bebouwing, grondwerken en beplanting.

De Volharding heeft echter in het verleden een ruime tijd buiten werking gestaan. Derhalve is in veel bestemmingsplannen in het verleden dan ook geen rekening gehouden met de molen. Zo staat er nu direct tegen over de molen al een gebouwencomplex van vier verdiepingen. In een Biotooprapport uitgebracht binnen de windmolenbiotoopinventarisatie Noord-Brabant 2020 (1) is de molenbiotoop geklassificeerd als slecht. De molenbiotoop is daarom niet opgenomen in de regels en plankaarten van verschillende bestemmingsplannen rondom de molen. Ook op Cultuurhistorische Waardenkaart van de provincie Noord-Brabant is de molenbiotoop niet ingetekend.

Ten noordoosten van de Volharding, op een afstand van iets meer dan 200 m, zijn er nu plannen om de bestaande bebouwing te vervangen door een nieuwbouwontwikkeling. Op verzoek van Spoorzone Best B.V. is middels Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties onderzocht of de nieuwbouwontwikkeling invloed zal hebben op de lucht aanstroom en werking van de Volharding.

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 en beoordelingsmethodiek

Het doel van het onderzoek is effect van nieuwbouwontwikkeling op de lucht die richting de wieken van de Volharding stroomt inzichtelijk te maken. Het aantal uur waarbij de Volharding operationeel kan zijn is voor zowel de huidige situatie als de situatie na realisatie van de ontwikkeling berekend.

Door middel van CFD simulaties is op 5 punten nabij de wieken van de molen de windfactor berekend. De windfactor is een verhouding van de lokale windsnelheid ten opzichte van een referentiesnelheid. Hiermee wordt onafhankelijk van de luchtsnelheid het verschil in het aanstroomprofiel van de lucht inzichtelijk gemaakt. De windfactor is berekend voor 12 verschillende windrichtingen berekend.

Middels de berekende windfactor is het aantal uur per jaar berekend waarbij de molen operationeel kan zijn. Voor de Volharding is aangenomen dat een windsnelheid van 1,6 m/s ( 5,8 km/h) of hoger vereist is om operationeel te kunnen zijn, wat in lijn ligt met andere historische windmolens waarvoor een vergelijkbaar onderzoek door ons is uitgevoerd. Als de windsnelheid meer dan 10,8 m/s (39 km/h) is, zal de windsnelheid te hoog zijn en zullen de wieken van de molen moeten stoppen met draaien.

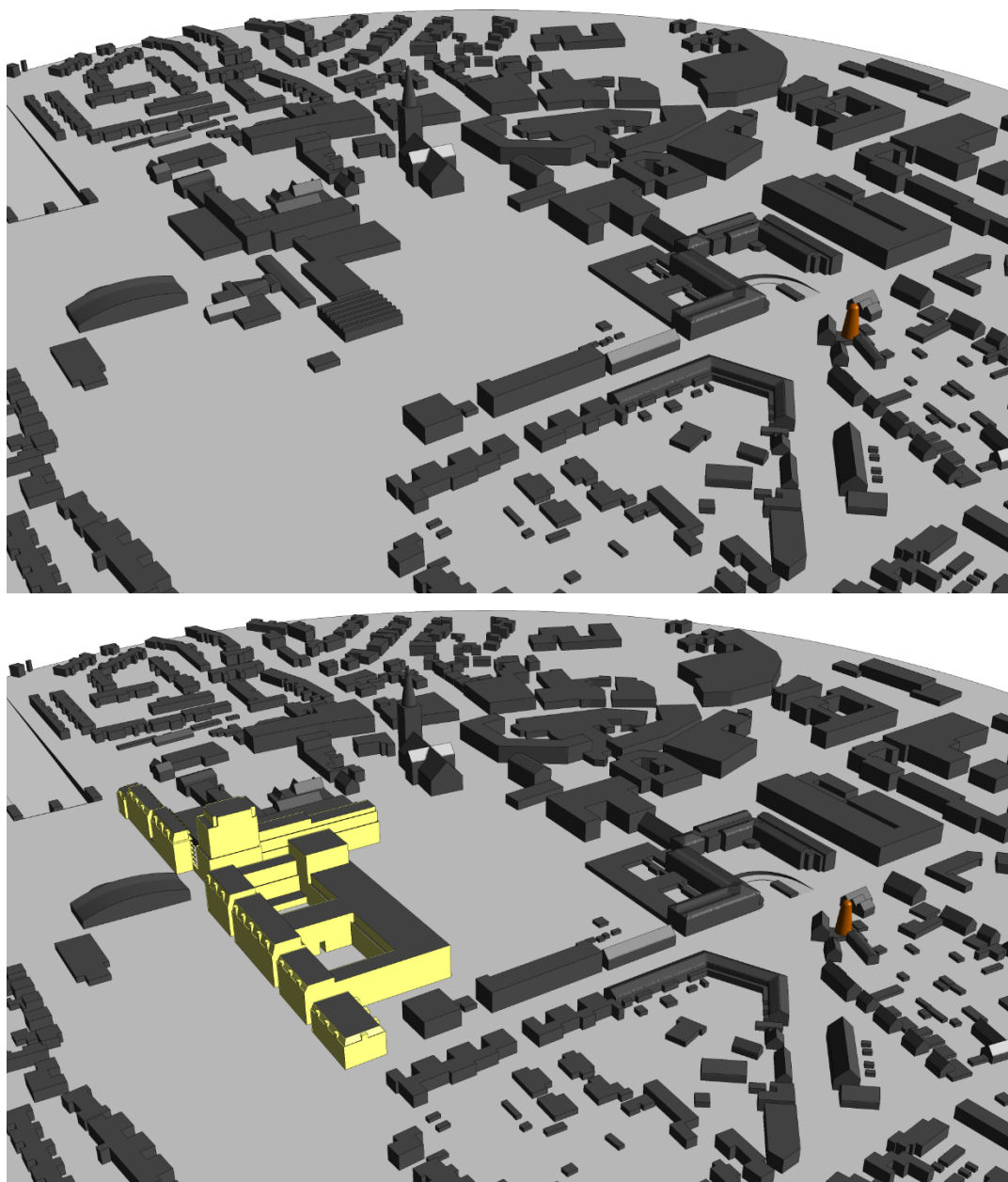
## **3 Uitgangspunten**

### **3.1 Geometrie**

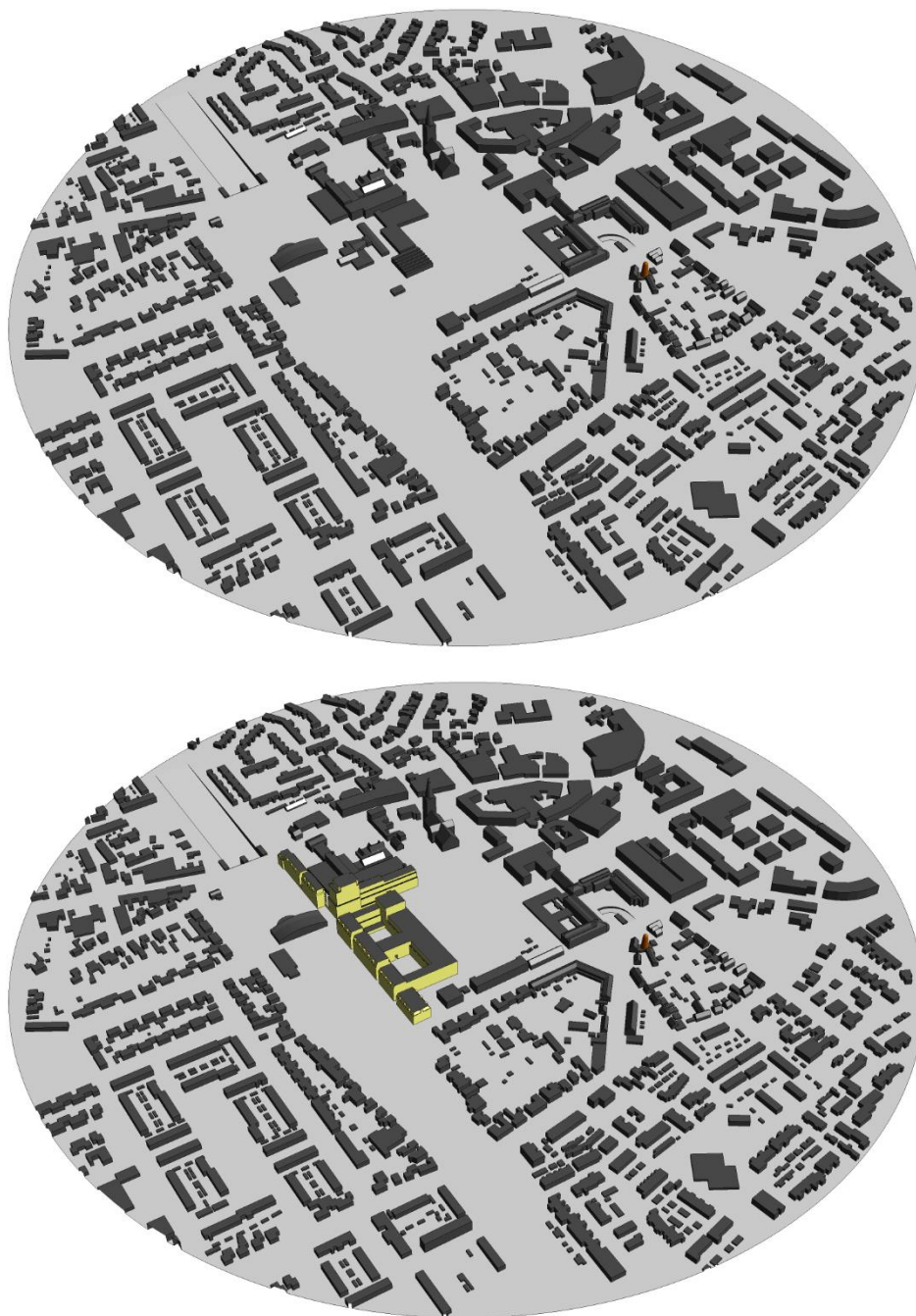
De Volharding bevindt zich in Best in Brabant. De nieuwbouw ontwikkeling ligt ten noordoosten van de molen en bestaat uit meerdere bouwdelen met verschillende hoogtes. Het hoogste deel bevat 14 bouwlagen en rijkt daarmee tot een hoogte van circa 43 m.

Het 3D CFD model van de ontwikkeling is gebaseerd op de aangeleverde dwg met referentie: *231127\_Best\_update\_massa*. Ook een deel van de omgeving is gebaseerd op dit 3D model. Daarnaast is de omgeving gereconstrueerd aan de hand van 3D BAG (2) en het actueel Hoogtebestand Nederland (3).

In Figuur 1 is een impressie van het 3D CFD model van nabij de Volharding weergegeven voor zowel de huidige situatie als de situatie met de nieuwe ontwikkeling. In Figuur 2 is het volledige 3D model voor beide situaties weergegeven.



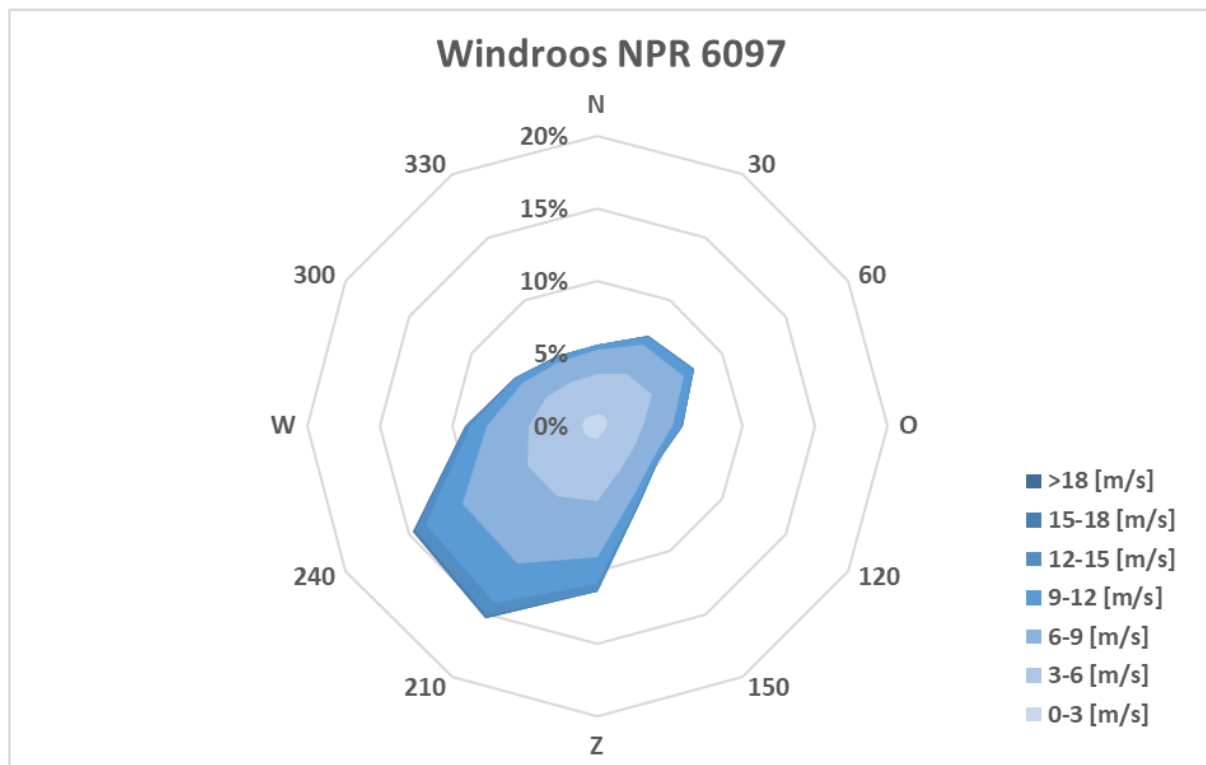
*Figuur 1: Overzicht van de huidige situatie (boven) en nieuwbouwontwikkeling (beneden) in het 3D CFD model, de Volharding is bruin gekleurd.*



*Figuur 2: Overzicht van het 3D CFD model met omliggende bebouwing, de molen is bruin gekleurd.*

### 3.2 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 3. De simulaties zijn voor 12 windrichtingen uitgevoerd.



Figuur 3: Windroos Best, 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 opzichte 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<br>[m/s] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] | [uur] |
| 0.0 – 0.9         | 16.2  | 15.9  | 17.4  | 13.6  | 14.3  | 13.4  | 18    | 18.5  | 21.4  | 21.7  | 19.3  | 16.1  |
| 1.0 – 1.9         | 53.7  | 57.2  | 58    | 41.2  | 40.5  | 43.2  | 63.5  | 63.5  | 68.3  | 66.3  | 63.3  | 52.3  |
| 2.0 – 2.9         | 76.2  | 85.7  | 87.8  | 61.4  | 63.5  | 66.8  | 110.2 | 105.3 | 103.8 | 93.8  | 84.8  | 72.1  |
| 3.0 – 3.9         | 85.7  | 101.3 | 101.1 | 77.3  | 72.6  | 84.2  | 130.1 | 138.4 | 132.7 | 113.8 | 94.7  | 84.2  |
| 4.0 – 4.9         | 79.9  | 101.2 | 117.1 | 84.7  | 67.1  | 85.8  | 136.9 | 168   | 158.9 | 117   | 88.6  | 80.1  |
| 5.0 – 5.9         | 72    | 87.3  | 98.7  | 78    | 61.3  | 78.6  | 129.5 | 167.3 | 165.3 | 100.3 | 70.4  | 64.6  |
| 6.0 – 6.9         | 47.6  | 68.9  | 72.3  | 57.3  | 42.7  | 56.7  | 111.5 | 159.3 | 157.4 | 88.2  | 59.6  | 46.2  |
| 7.0 – 7.9         | 30    | 45.4  | 50.2  | 41.8  | 31    | 36.4  | 94.8  | 142.2 | 134.4 | 63.9  | 40.2  | 31.6  |
| 8.0 – 8.9         | 14.4  | 28.7  | 36.5  | 28.1  | 19.8  | 28    | 73.2  | 116.1 | 109.8 | 46.7  | 26.2  | 18    |
| 9.0 – 9.9         | 7.8   | 16.3  | 20    | 17.3  | 8.2   | 15.9  | 52.2  | 92.1  | 81.5  | 31.3  | 14.9  | 9.5   |
| 10.0 – 10.9       | 3.9   | 9.2   | 12.6  | 8.9   | 3.5   | 10.6  | 36.7  | 66.3  | 60    | 22.3  | 9.2   | 5.1   |
| 11.0 – 11.9       | 1.7   | 3.7   | 6.1   | 5.3   | 1.6   | 5.7   | 21.5  | 46.4  | 39.6  | 15.4  | 3.6   | 2.8   |
| 12.0 – 12.9       | 1.3   | 2.3   | 1.8   | 1.9   | 0.5   | 2.5   | 13.1  | 28.6  | 22.7  | 8.8   | 1.4   | 1.2   |
| 13.0 – 13.9       | 0.4   | 0.8   | 0.6   | 1     | 0.2   | 0.7   | 7.1   | 16.1  | 15    | 4.8   | 0.9   | 0.6   |
| 14.0 – 14.9       | 0     | 0.2   | 0.1   | 0.7   | 0.1   | 0.5   | 3.2   | 8.6   | 7     | 2.6   | 0.3   | 0.3   |
| 15.0 – 15.9       | 0     | 0     | 0.1   | 0.1   | 0     | 0.3   | 1.6   | 4.1   | 3.7   | 1.6   | 0.2   | 0.1   |
| 16.0 – 16.9       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.1   | 0.8   | 2.3   | 2     | 0.6   | 0.1   | 0     |
| 17.0 – 17.9       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.6   | 1.4   | 0.9   | 0.1   | 0     | 0     |
| 18.0 – 18.9       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.1   | 0.4   | 0.5   | 0.1   | 0     | 0     |
| 19.0 – 19.9       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.1   | 0.2   | 0.1   | 0.1   | 0     |
| 20.0 – 20.9       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0     | 0     |
| 21.0 – 21.9       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.1   | 0     | 0     | 0     |
| 22.0 – 22.9       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

Tabel 1: Overzicht van de jaargemiddelde frequentie van de windsnelheid per richting bij de molen in Best volgens de NPR 6097.

### 3.3 Windprofiel

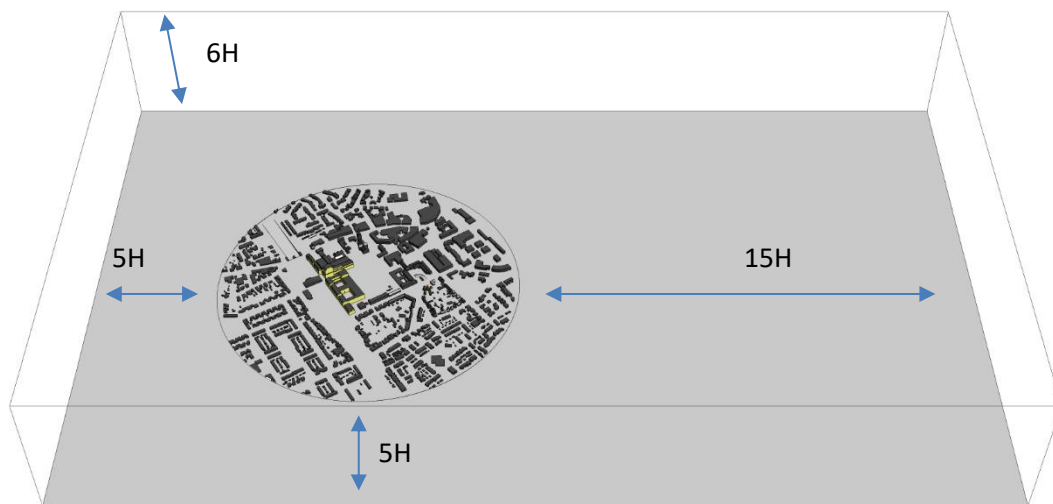
De windsnelheid is afhankelijk van de hoogte boven het maaiveld. Ter hoogte van het maaiveld is de windsnelheid lager door de invloed van bebouwing en begroeiing. De mate van invloed wordt beschreven door de ruwheidslengte (4). De ruwheidslengte voor het gebied rondom het stationsgebied Best is vastgesteld aan de hand van de NPR 6097 (5) 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 4 en kan worden gezien als een digitale windtunnel.



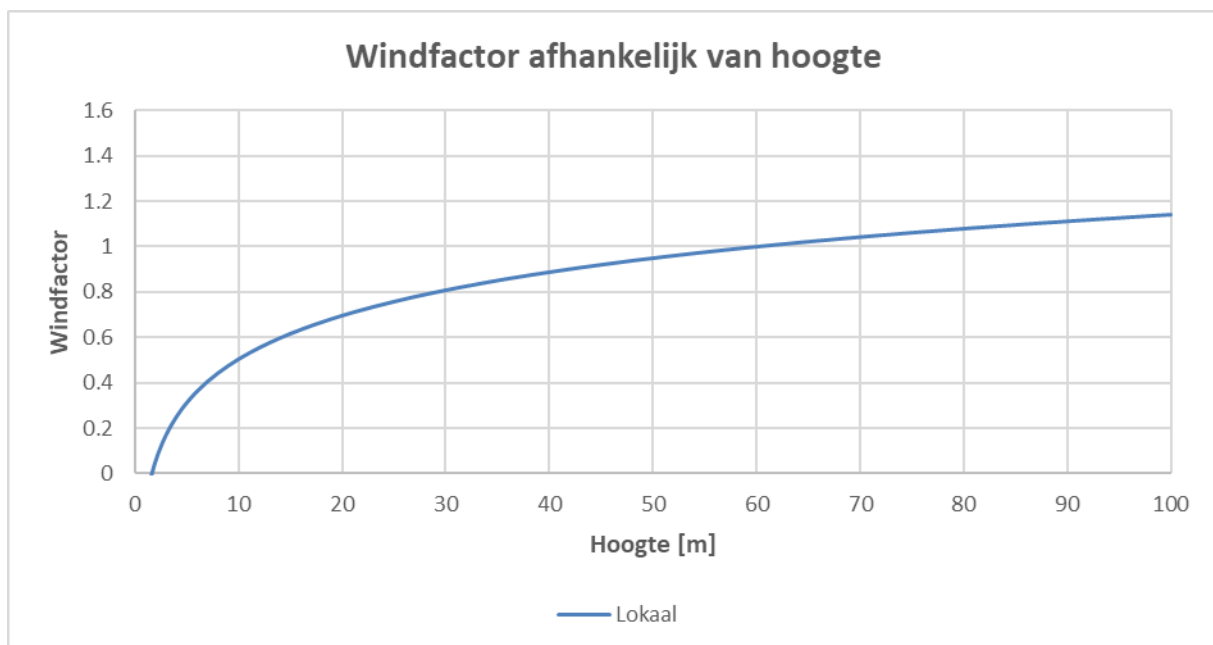
*Figuur 4: Winddomein om het gemodelleerde gebied heen, ten behoeve van het windprofiel (digitale windtunnel).*

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 5.

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

Waar,

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



Figuur 5: Toegepast windprofiel.

### 3.4 CFD modellering

De simulaties zijn uitgevoerd met behulp van het software pakket ANSYS CFX versie 2023 R1.

Er is een 3D model gecreëerd van het gebied rondom de Volharding en de nieuwbouwwontwikkeling. 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 2 staan de belangrijkste toegepaste randvoorwaarden beschreven. Daarnaast is het inlegvel uit de NEN 8100 bijgevoegd in Bijlage B.

| Parameter                                  | Beschrijving                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cel type</b>                            | Hybride, combinatie van hexaëders, tetraëders, piramides en prisma's                                                                   |
| <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>                       | 69,7 miljoen                                                                                                                           |
| <b>Simulatie type</b>                      | Steady state                                                                                                                           |
| <b>Convergentie criteria</b>               | RMS maximaal $1 \cdot 10^{-4}$                                                                                                         |
| <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 door toepassing van volumetrische bronnen voor momentum en turbulentie net boven het maaiveld                             |

Tabel 2: CFD modellering eigenschappen.

## 4 Resultaten

Voor twaalf windrichtingen is het aantal operationele uren op 5 punten nabij de wieken van de Volharding per jaar berekend voor de huidige situatie en de situatie met nieuwbouw. Deze 5 punten bevinden zich op de uiterste punten van de wieken (boven, onder, links rechts) en het centrum punt van de wieken.

In bijlage A en B zijn de resultaten per windrichting voor beide situaties weergegeven in de vorm van afbeeldingen.

Het gemiddelde (over de vijf meetpunten) aantal uren dat de molen operationeel kan zijn, is berekend voor elke windrichting. In Tabel 3 zijn deze operationele uren weergegeven en uitgedrukt in percentages op jaarbasis. Daarbij is ook het verschil per windrichting tussen beide situaties en het totale verschil op jaarbasis weergegeven.

| Windrichting | Percentage operationele uren op jaarbasis |              |         |
|--------------|-------------------------------------------|--------------|---------|
|              | Huidig                                    | Ontwikkeling | Vershil |
| 000          | 4,3%                                      | 4,4%         | 0,03%   |
| 030          | 5,5%                                      | 5,4%         | -0,09%  |
| 060          | 5,7%                                      | 5,6%         | -0,09%  |
| 090          | 4,6%                                      | 4,6%         | -0,06%  |
| 120          | 3,6%                                      | 3,6%         | -0,01%  |
| 150          | 4,6%                                      | 4,6%         | 0,01%   |
| 180          | 8,8%                                      | 8,9%         | 0,03%   |
| 210          | 12,0%                                     | 12,0%        | 0,06%   |
| 240          | 13,4%                                     | 13,0%        | -0,39%  |
| 270          | 8,1%                                      | 7,7%         | -0,41%  |
| 300          | 5,0%                                      | 4,1%         | -0,89%  |
| 330          | 3,9%                                      | 3,8%         | -0,05%  |
| Som          | 79,6%                                     | 77,7%        | -1,85%  |

Tabel 3: Simulatieresultaten

Zoals valt af te lezen uit Tabel 3 laten de resultaten zien dat de nieuwbouwontwikkeling zorgt voor een klein netto verschil op jaarbasis. De ontwikkeling zorgt voor een reductie van 1,85% aan operationele uren op jaarbasis, dit komt neer op 162 uur. Let op, hierbij wordt er vanuit gegaan dat de molen alle 365 dagen in het jaar in bedrijf is.

Het verschil is voornamelijk te wijten aan windrichting 240 tot en met 300. Bij wind vanuit het (noord)westen, windrichting 270 en 300, stroomt de lucht eerst langs de ontwikkeling voordat het de molen bereikt. De ontwikkeling zorgt hier voor een kleine verandering in de aanstroomsnelheid maar ook aanstroomrichting.

Bij windrichting 240 stroomt de lucht die richting de molen gaat voornamelijk langs de ontwikkeling. Echter zorgt de ontwikkeling er voor dat de aanstroom richting iets verschoven is waardoor snelheid

iets lager is nabij de molen. Aangezien windrichting 240 zeer vaak voorkomt resulteert dat tot een reductie van 0,39% aan operationele uren op jaarbasis.

## 5 Samenvatting

In het dorp Best bevindt zich een korenmolen genaamd de Volharding. Deze historische molen wordt zo nu en dan nog gebruikt en ligt midden in de bebouwde kom van Best.

Volgens de normen dient binnen een molenbiotoop (de omgeving waarin een molen functioneert) rekening te worden gehouden met de vrijwaringszone. Oftewel, in de nabije omgeving van de molen dient er rekening te worden gehouden met de luchtstroom richting de molen bij het realiseren van hindernissen zoals bebouwing, grondwerken en beplanting.

De Volharding heeft echter in het verleden een ruime tijd buiten werking gestaan. Derhalve is in veel bestemmingsplannen in het verleden dan ook geen rekening gehouden met de molen. Zo staat er nu direct tegen over de molen al een gebouwencomplex van vier verdiepingen. In een Biotooprapport uitgebracht binnen de windmolenbiotoopinventarisatie Noord-Brabant 2020 (1) is de molenbiotoop geklassificeerd als slecht. De molenbiotoop is daarom niet opgenomen in de regels en plankaarten van verschillende bestemmingsplannen rondom de molen. Ook op Cultuurhistorische Waardenkaart van de provincie Noord-Brabant is de molenbiotoop niet ingetekend.

Ten noordoosten van de Volharding, op een afstand van iets meer dan 200 m, zijn er nu plannen om de bestaande bebouwing te vervangen door een nieuwbouwontwikkeling. Derhalve is op verzoek van Spoorzone Best B.V. middels Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties onderzocht of de nieuwbouwontwikkeling invloed zal hebben op de lucht aanstroom en werking van de Volharding.

Het doel van het onderzoek is effect van nieuwbouwontwikkeling op de lucht die richting de wieken van de Volharding stroomt inzichtelijk te maken. Het aantal uur waarbij de Volharding operationeel kan zijn is voor zowel de huidige situatie als de situatie na realisatie van de ontwikkeling berekend en vervolgens uitgedrukt in percentages per jaar.

De resultaten laten zien dat de nieuwbouwontwikkeling zorgt voor een klein verschil van 1,85% in operationele uren op jaarbasis.

## Referenties

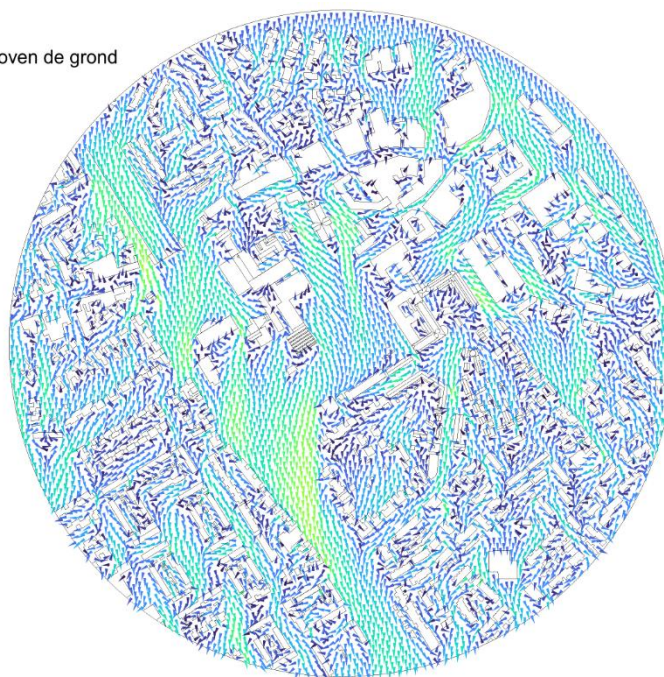
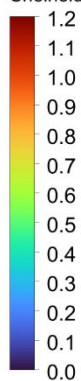
1. **De Hollandsche Molen.** *Bestemmingsplan-analyse en advies.* 2020.
2. **3D Geoinformation research group.** <https://3dbag.nl/>. [Online]
3. **Actueel Hoogtebestand Nederland.** [Online] <https://www.ahn.nl/en>.
4. Troen, Ib and Petersen, Erik Lundtang. *Roughness Classes and Roughness Length Table in "European Wind Atlas"*. Risoe , Denmark : Risoe National Laboratory, 1991. ISBN 87-550-1482-8.
5. Nederlandse Normalisatie-instituut. *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland.* Delft : s.n., 2006. NPR 6097.

## **Bijlage A – CFD simulatieresultaten per windrichting - huidige situatie**

Op de volgende pagina's worden de CFD simulatieresultaten per windrichting weergegeven. Voor iedere windrichting is het volgende weergegeven:

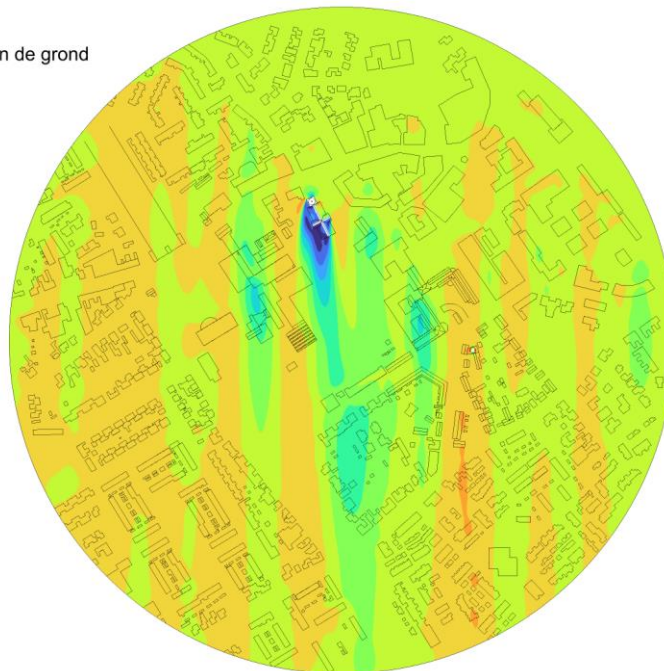
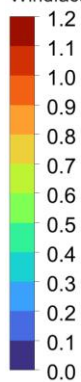
- Snelheidsvectoren gekleurd met windfactor op 1,75 m boven de grond
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de windfactor op circa 20 m boven de grond
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de draai uren per jaar op circa 20 m boven de grond
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de stop uren per jaar op circa 20 m boven de grond

AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

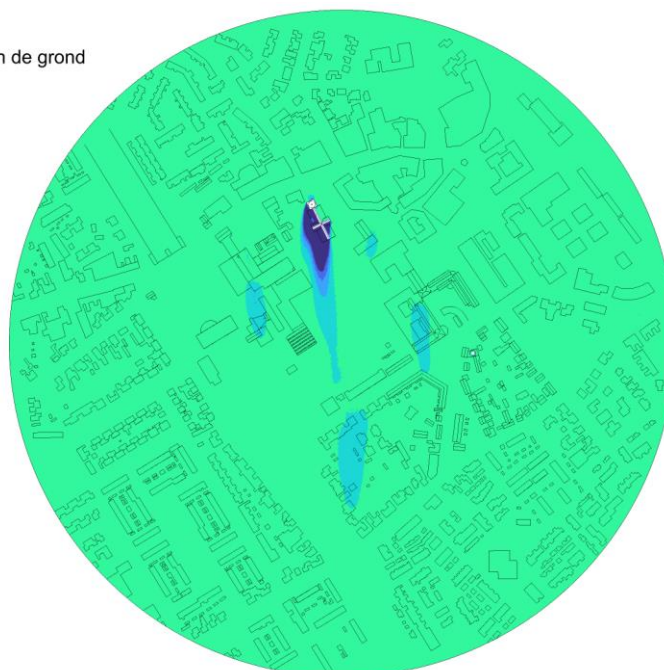
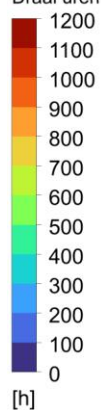


Windrichting = 0

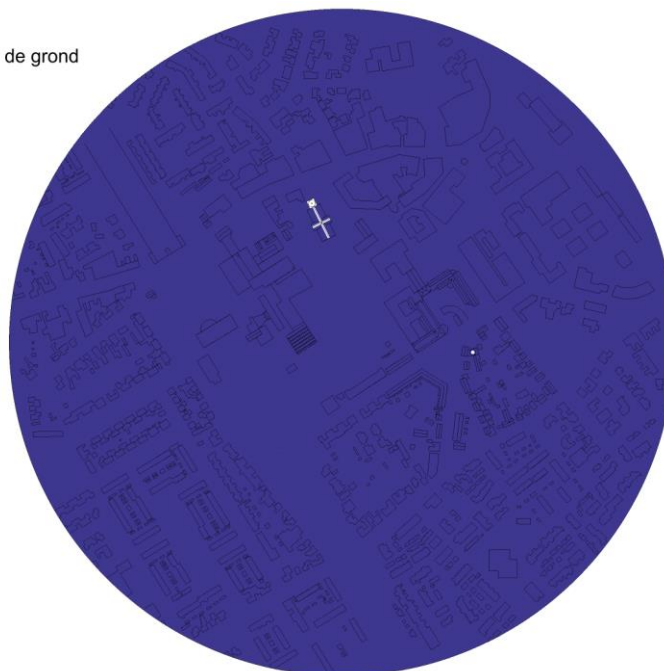
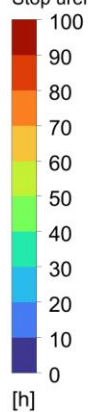
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



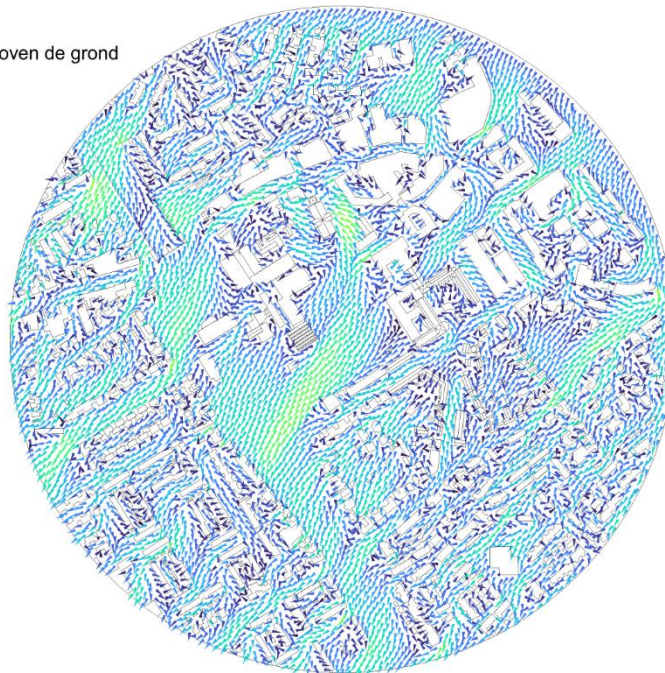
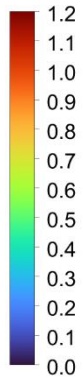
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

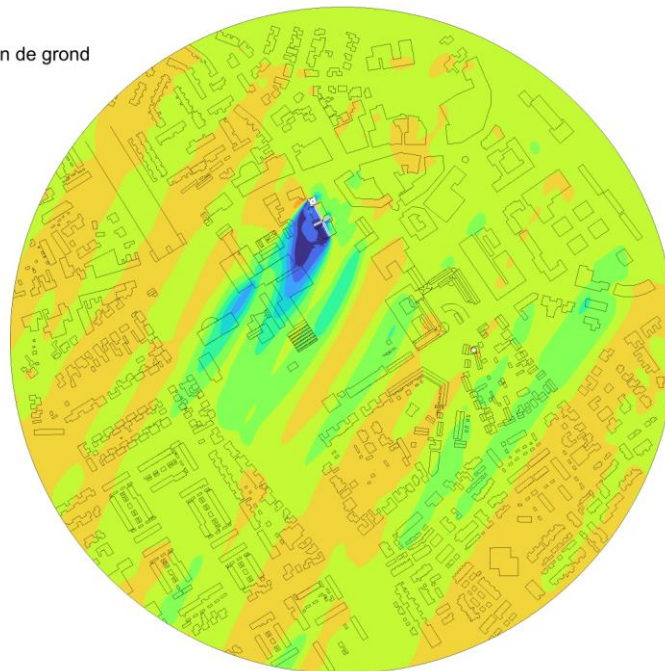
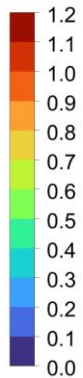


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

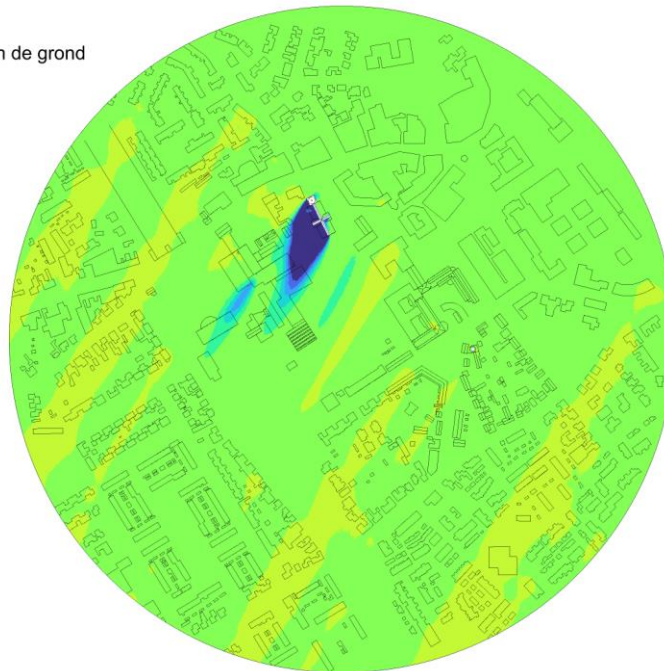
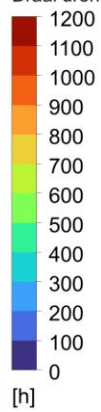


Windrichting = 30

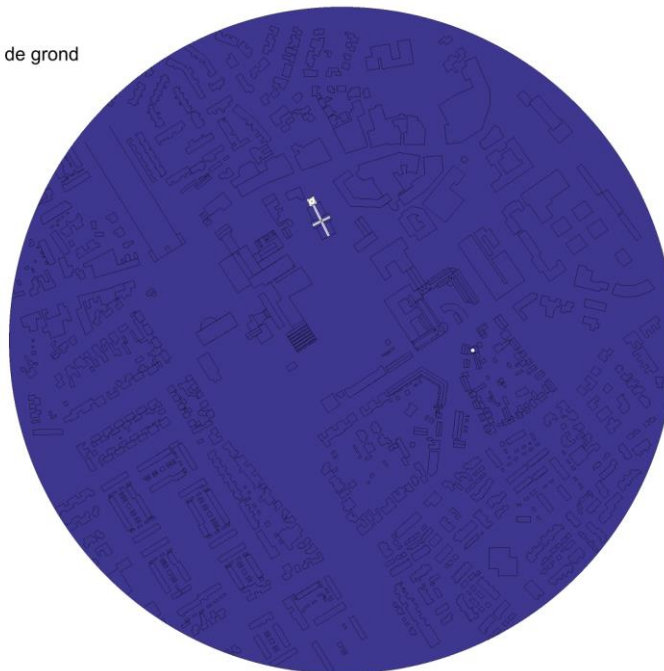
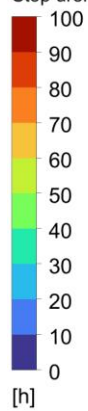
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



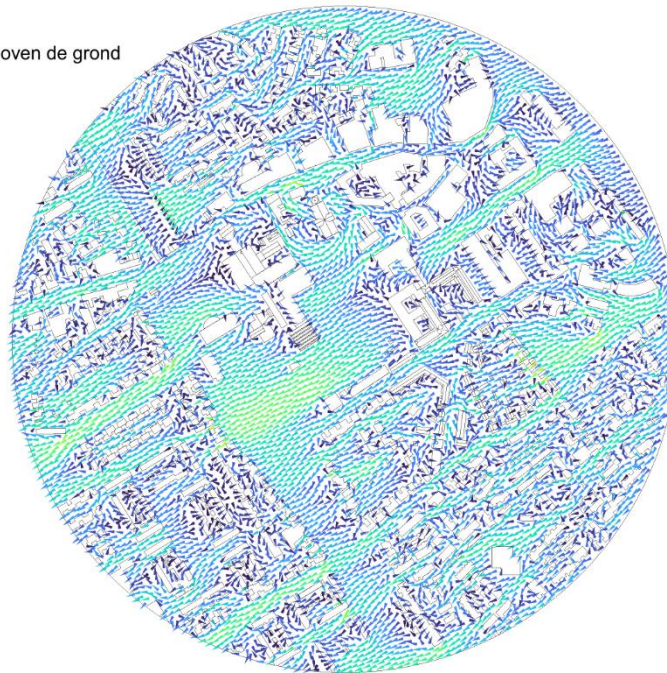
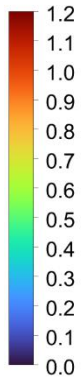
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

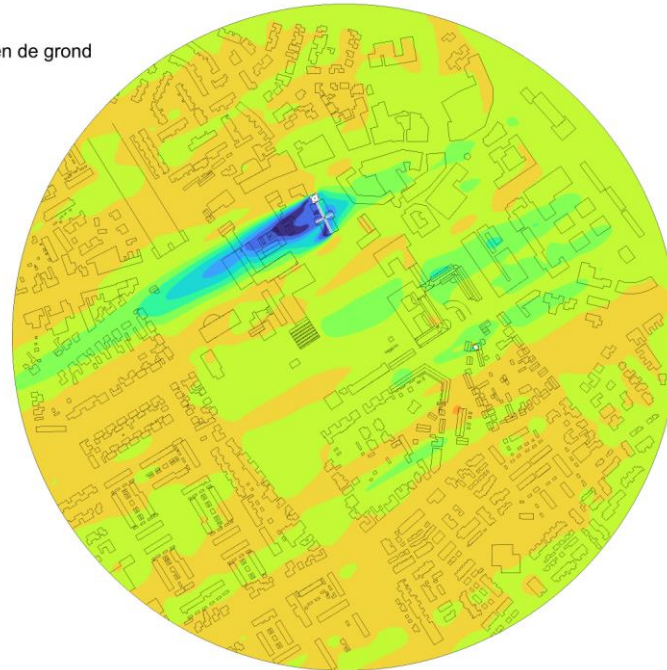
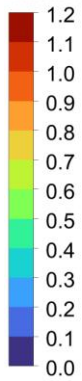


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

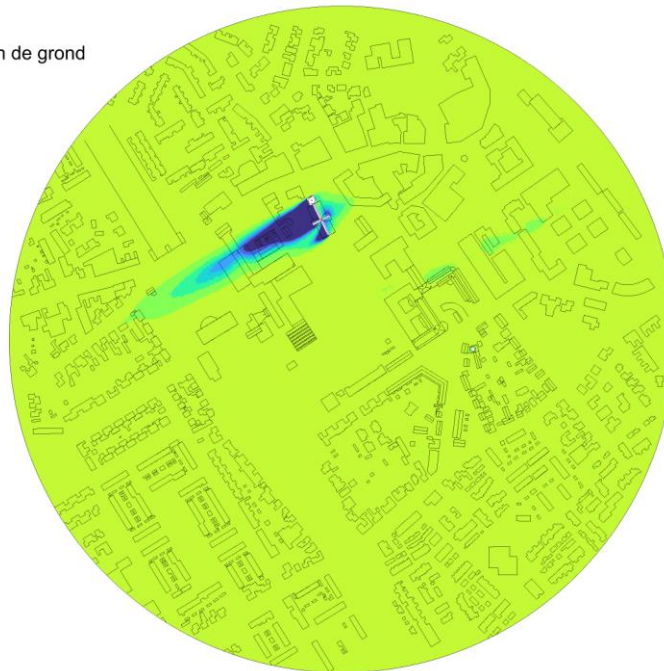
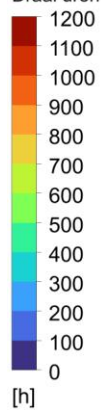


Windrichting = 60

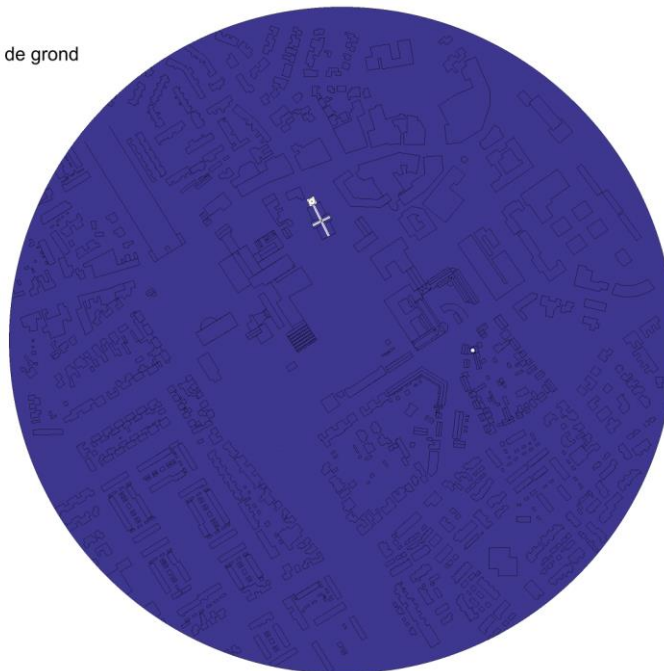
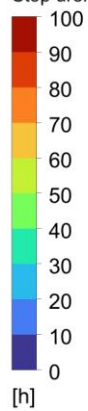
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



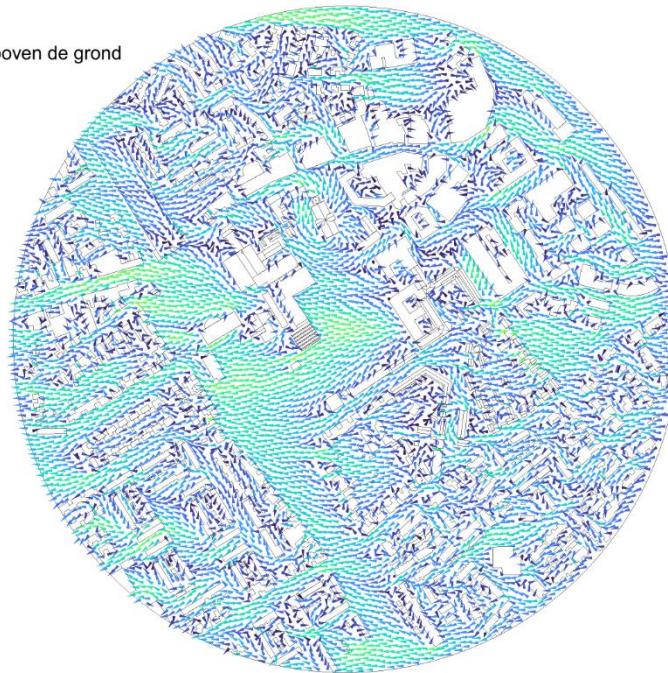
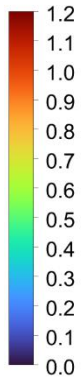
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

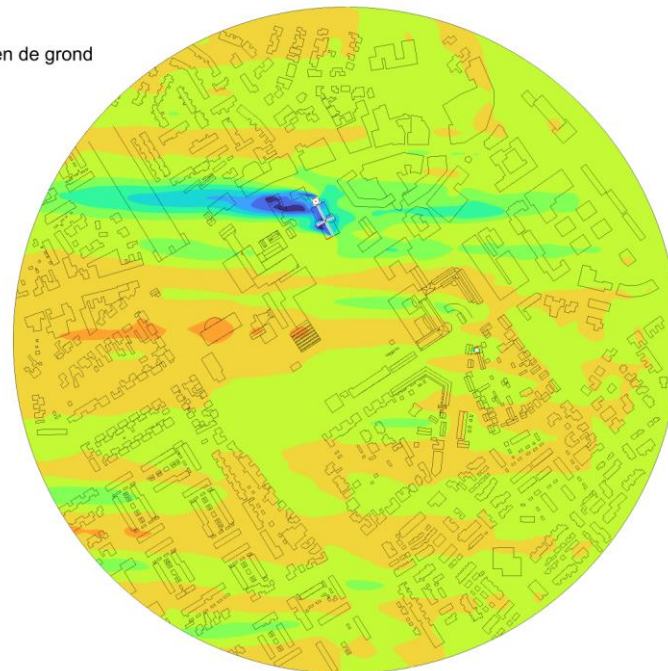
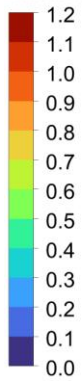


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

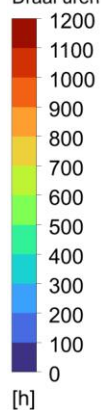


Windrichting = 90

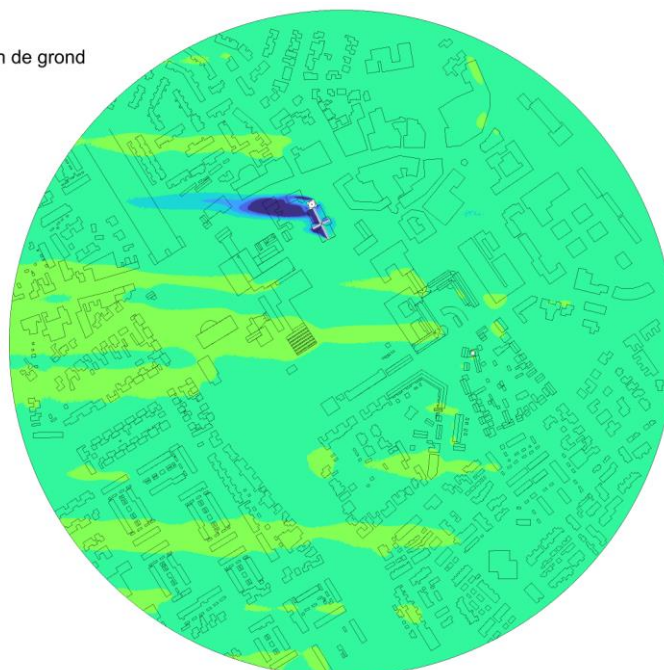
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



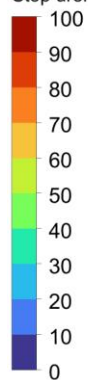
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



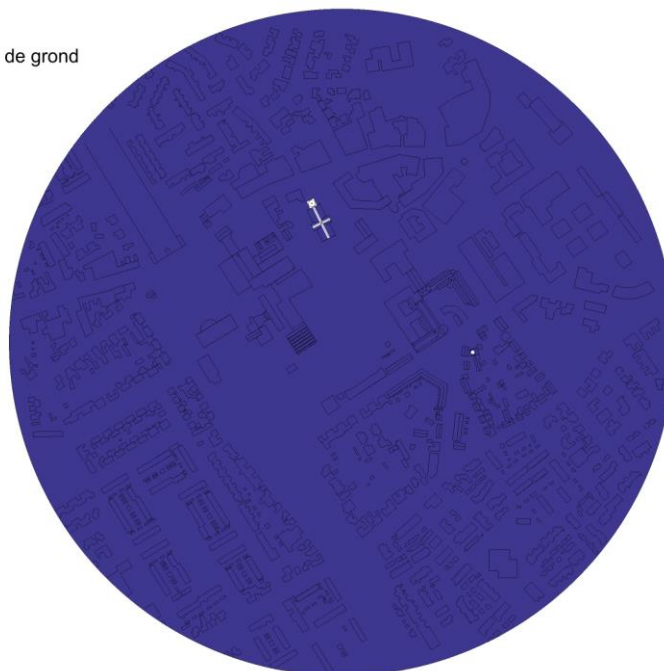
[h]



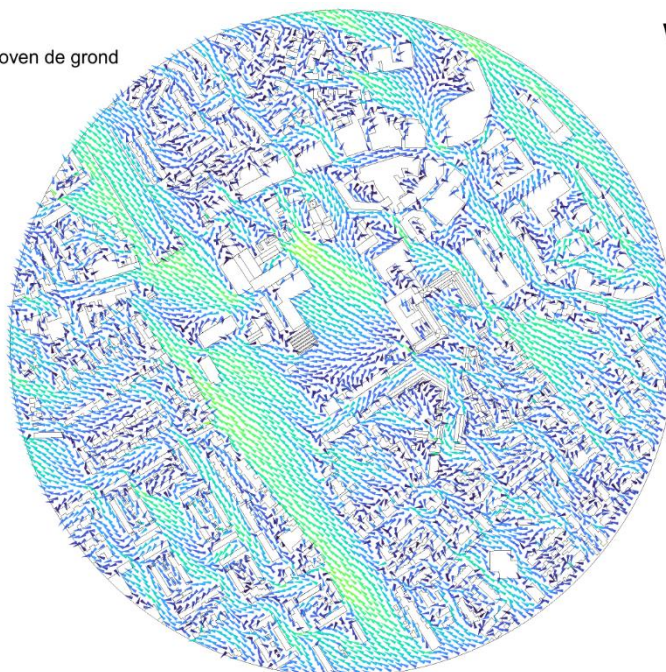
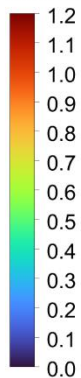
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

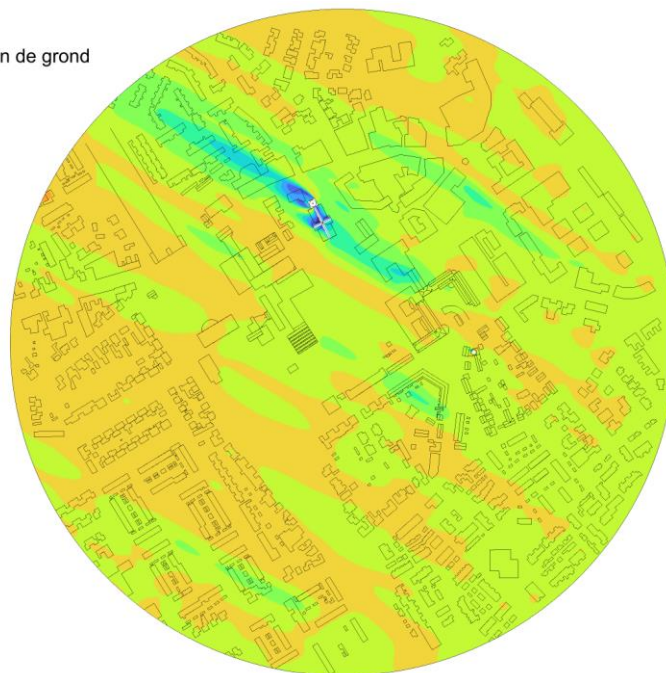
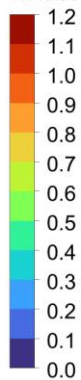


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

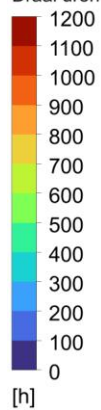


Windrichting = 120

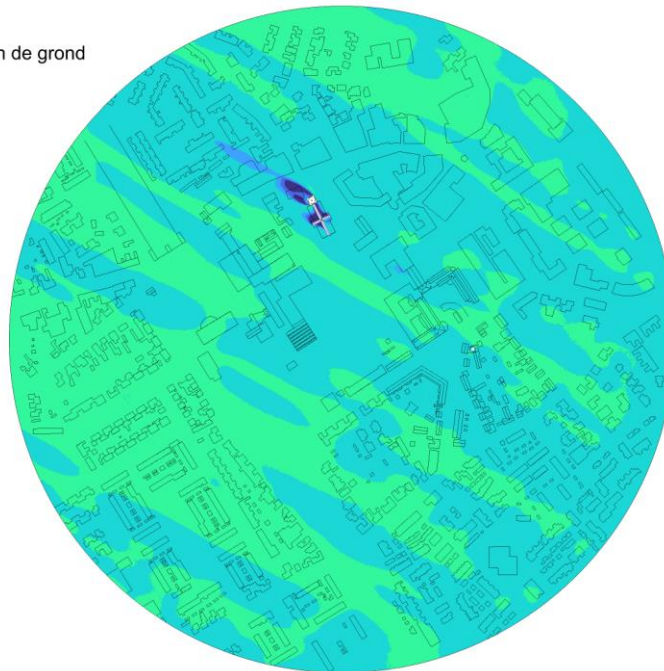
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



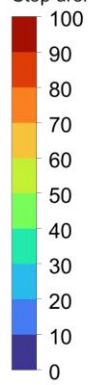
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



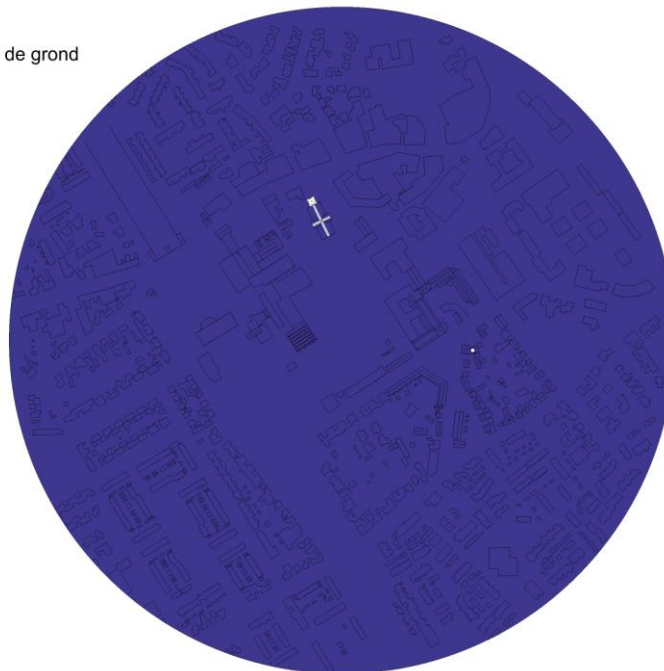
[h]



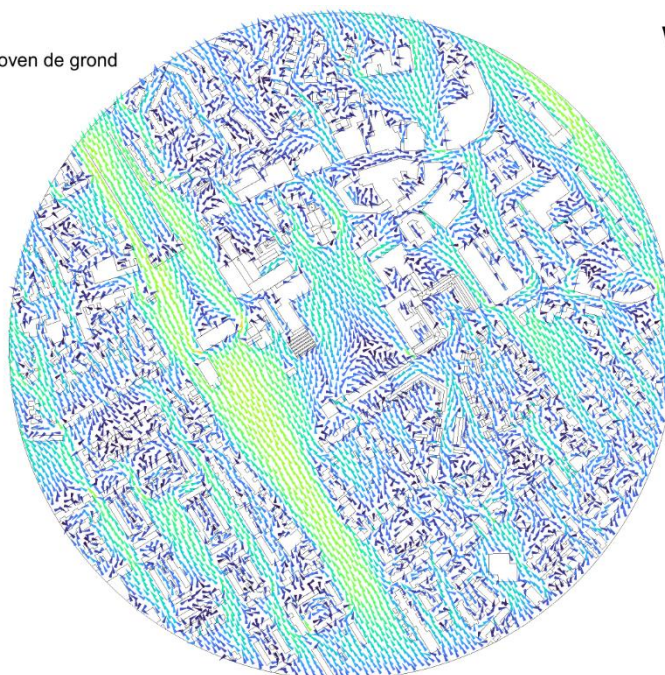
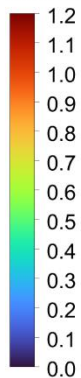
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

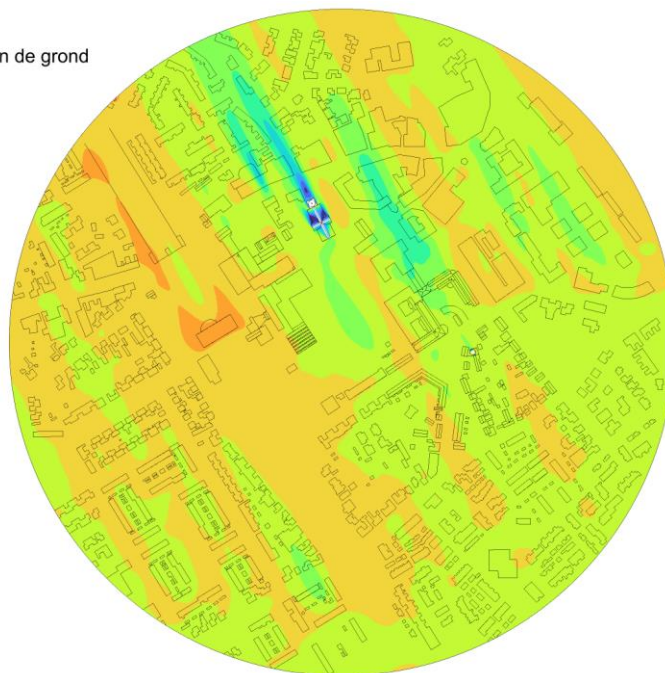
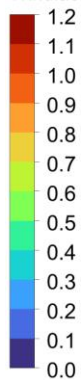


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

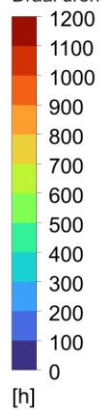


Windrichting = 150

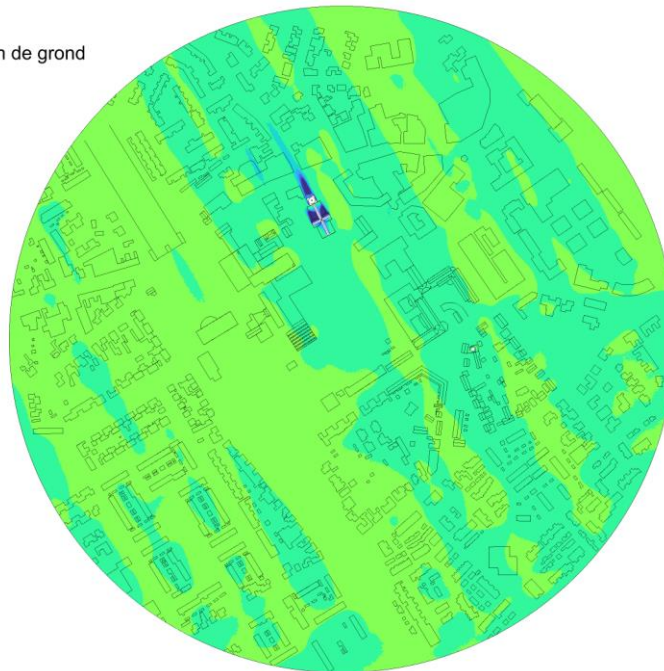
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



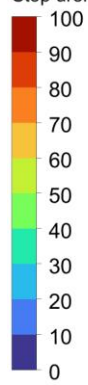
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



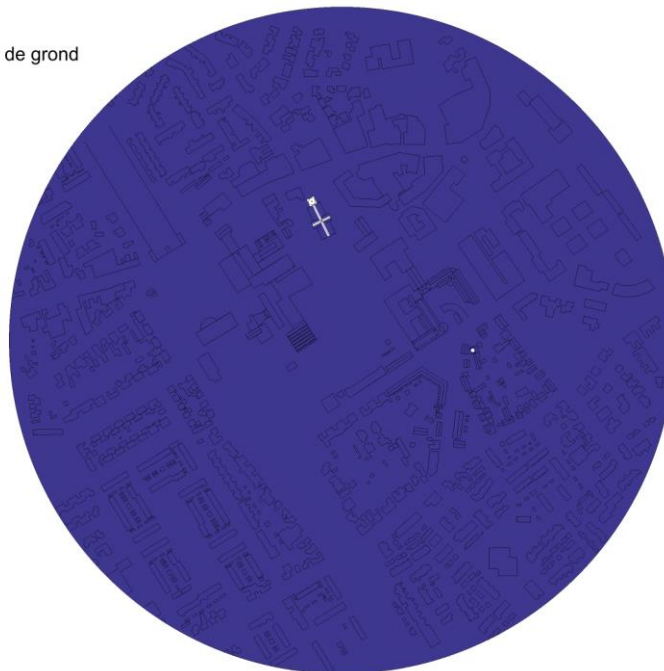
[h]



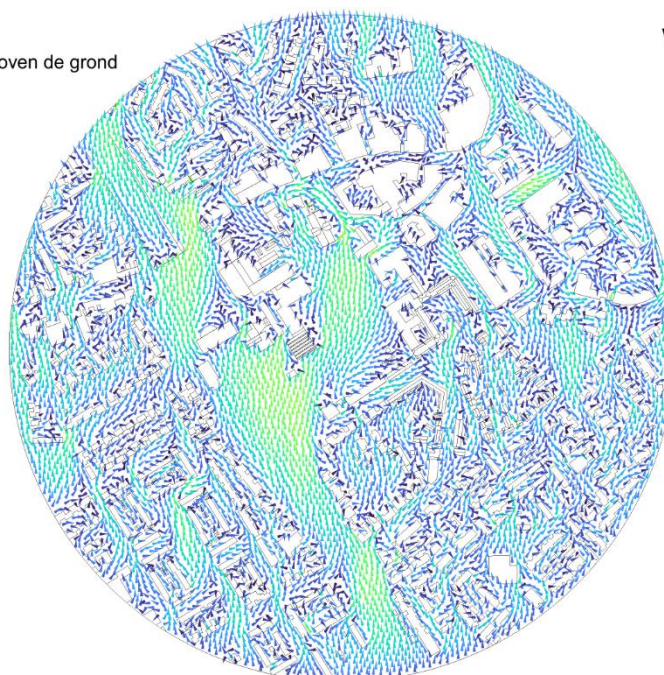
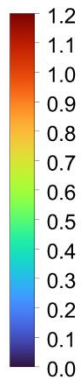
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

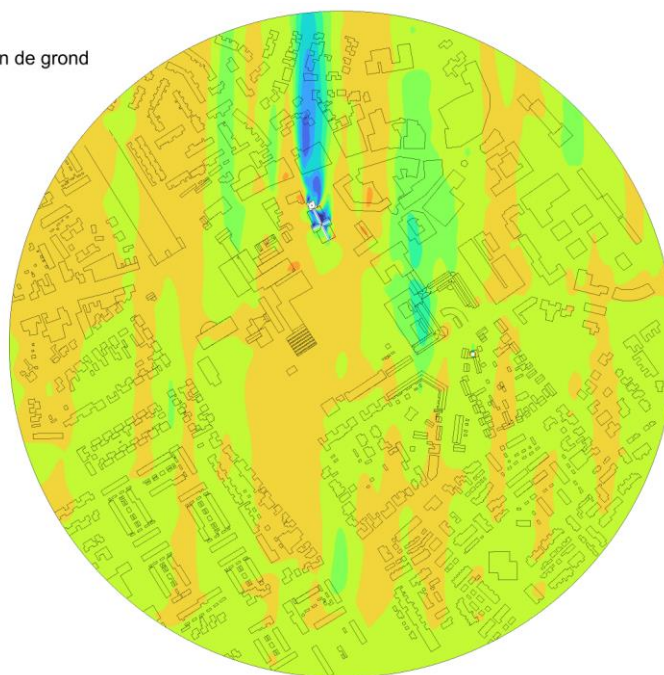
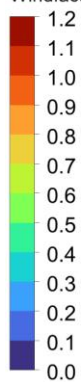


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

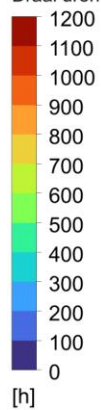


Windrichting = 180

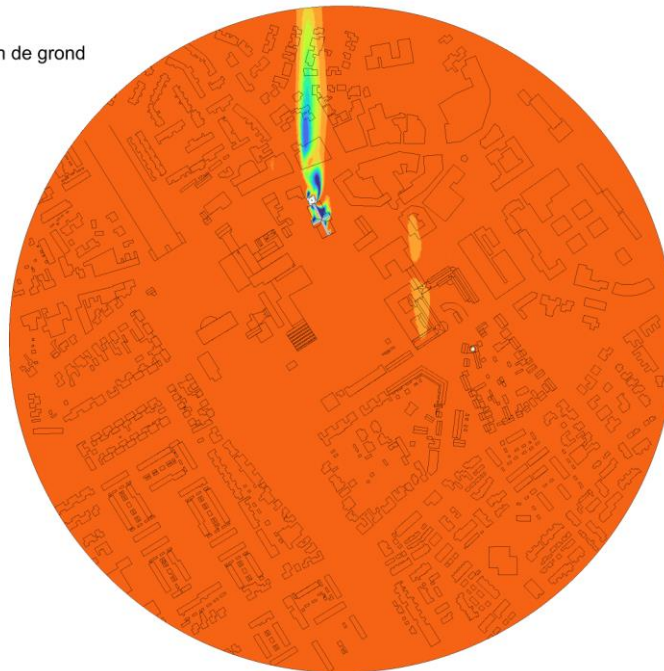
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



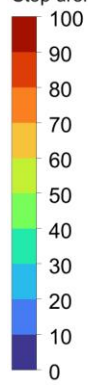
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



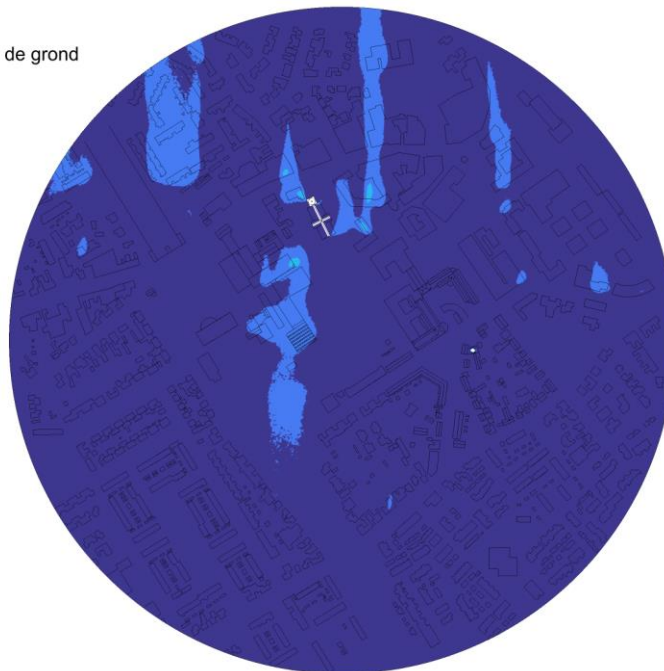
[h]



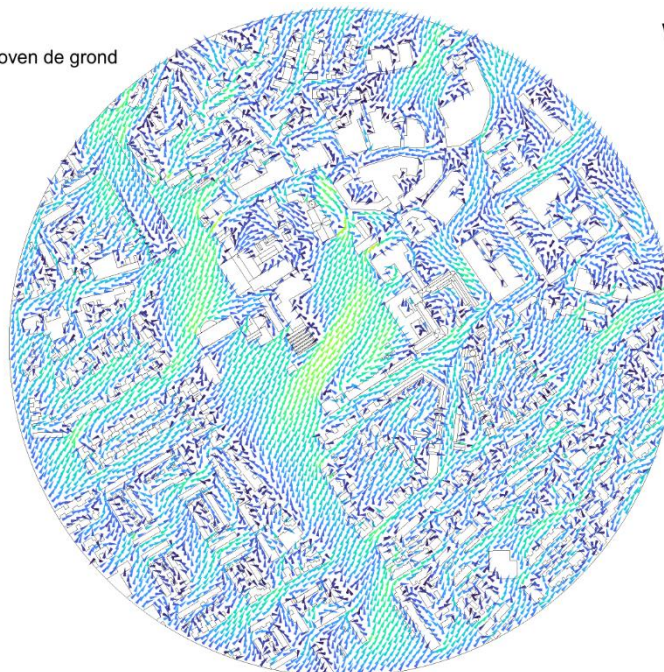
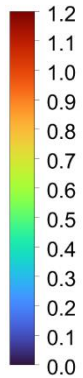
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

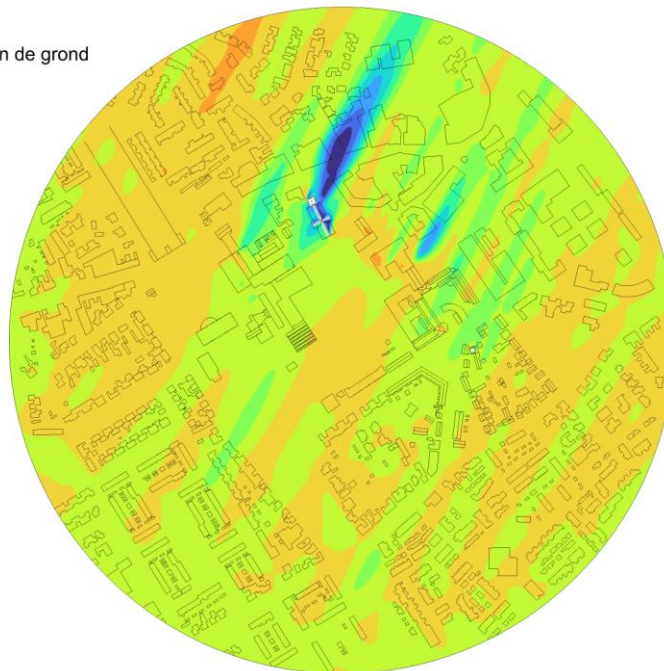
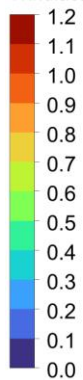


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

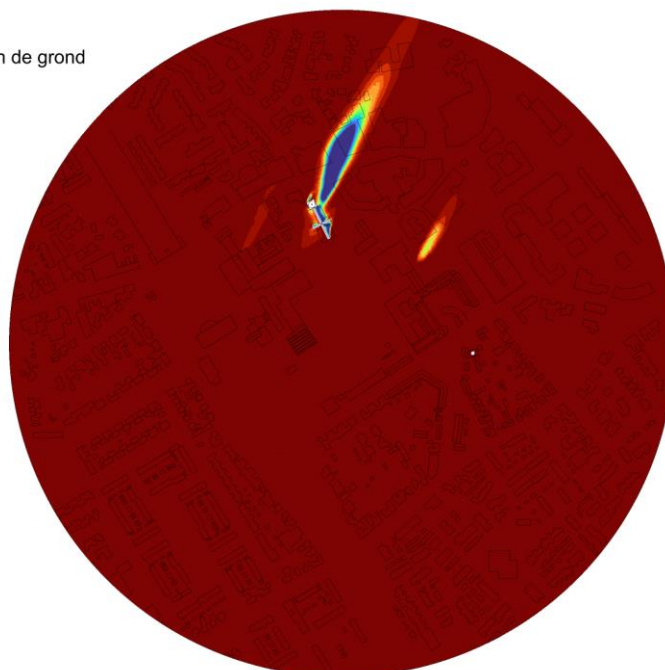
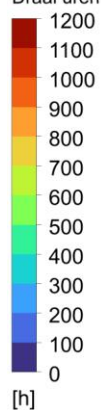


Windrichting = 210

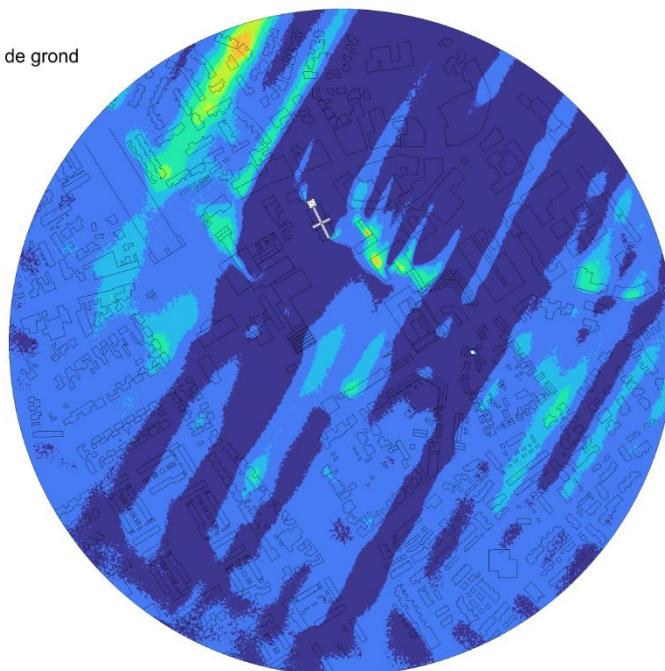
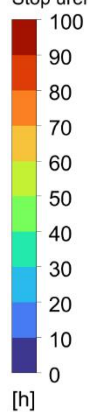
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



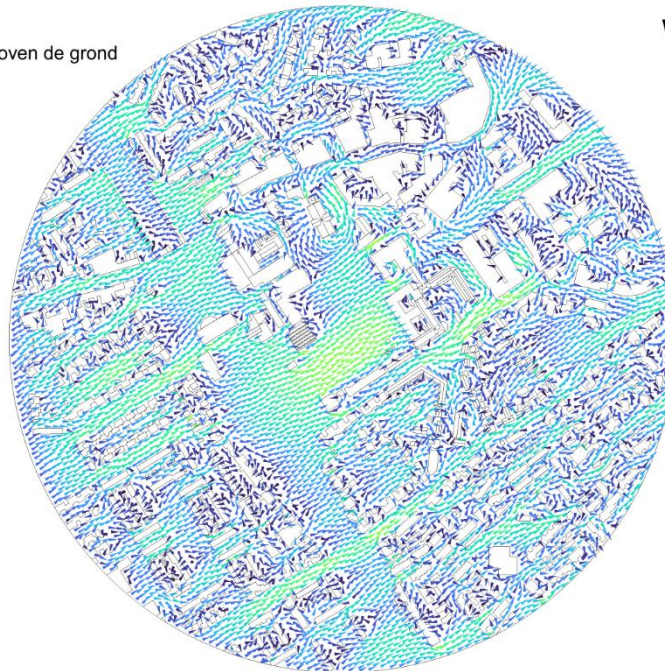
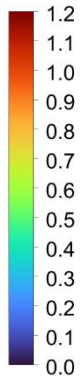
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

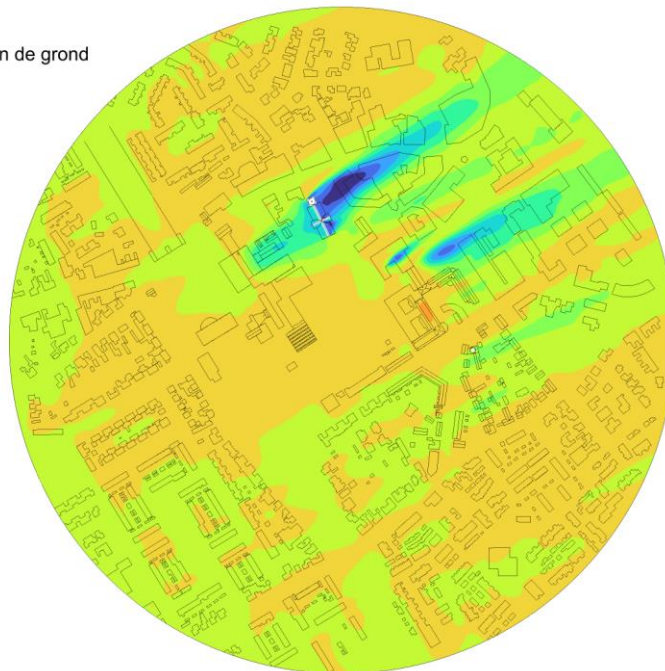
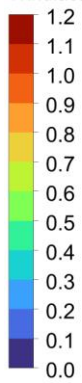


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

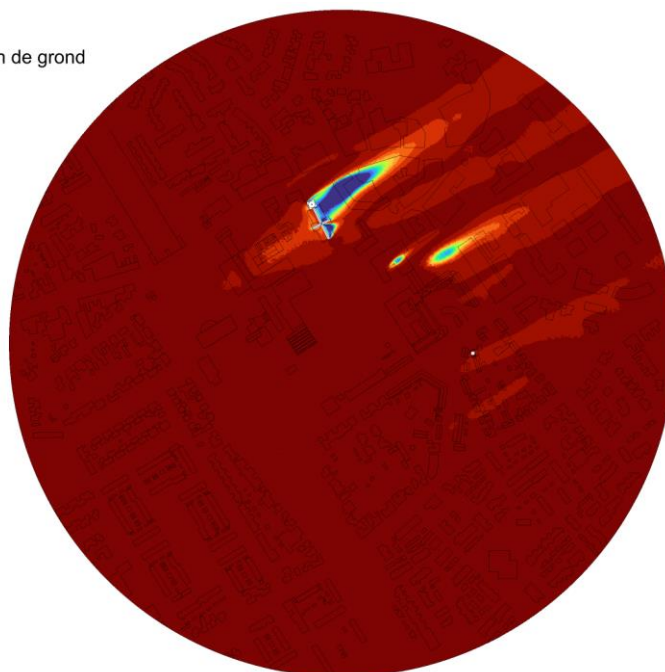
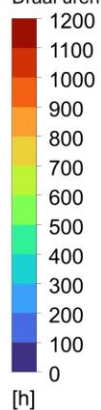


Windrichting = 240

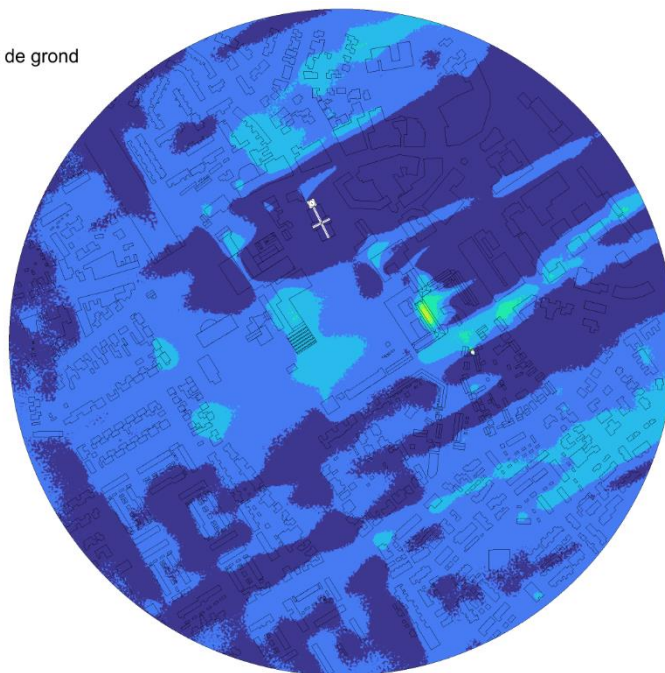
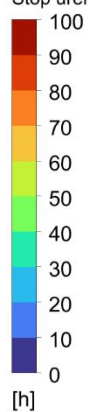
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



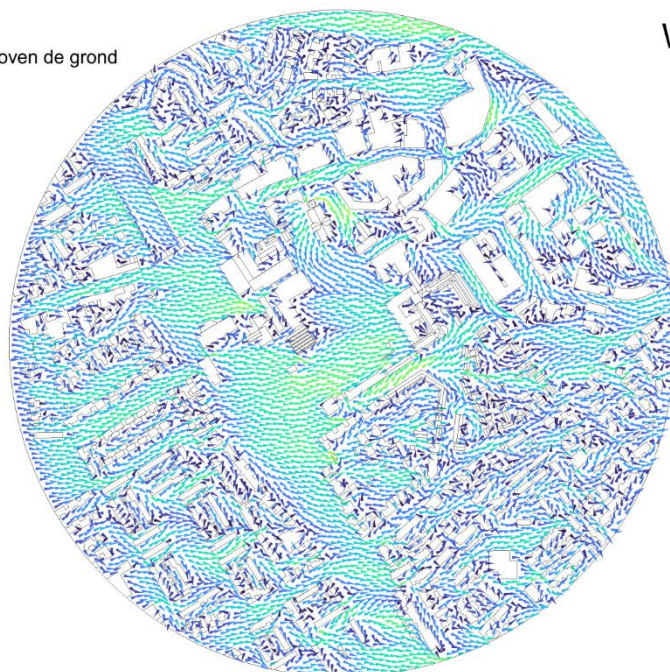
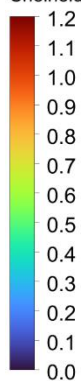
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

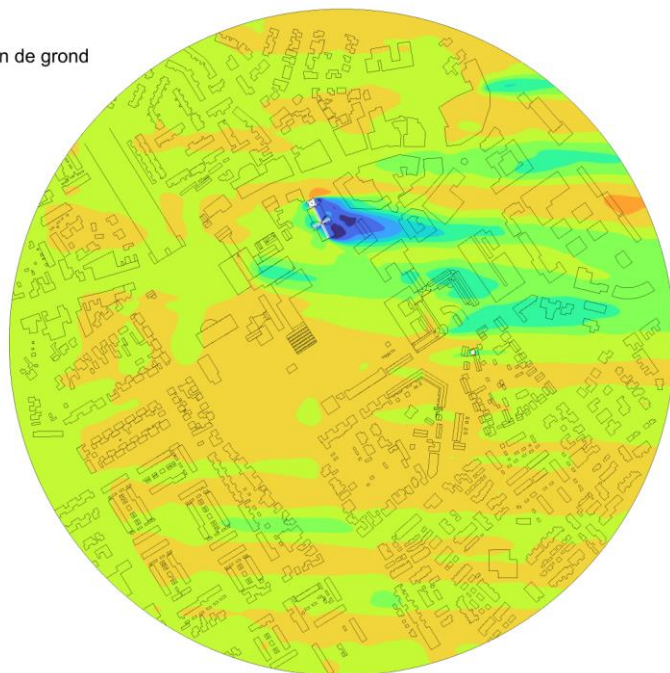
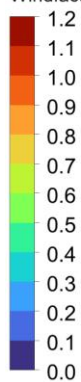


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

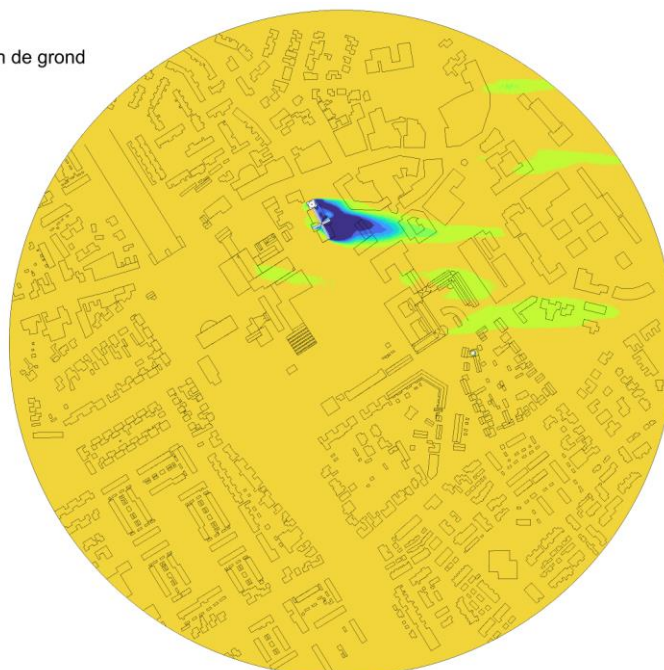
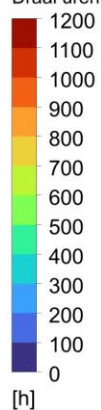


Windrichting = 270

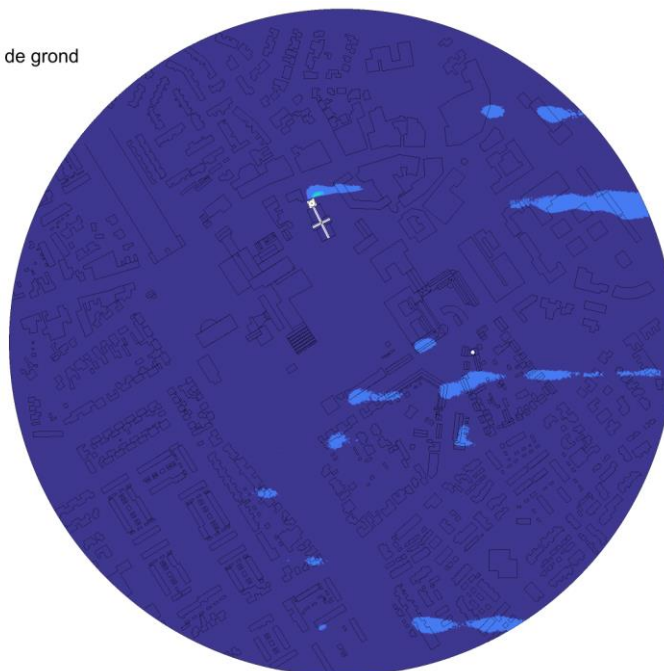
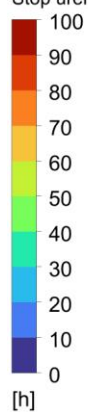
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



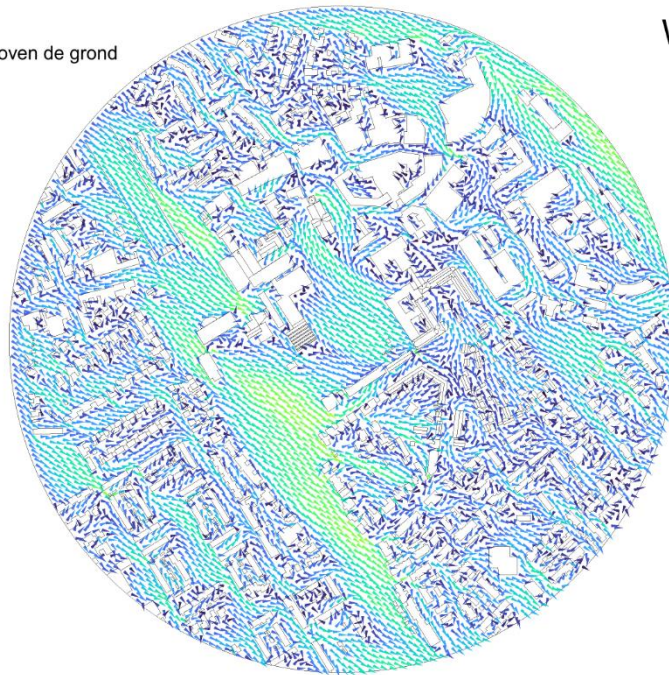
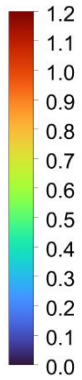
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

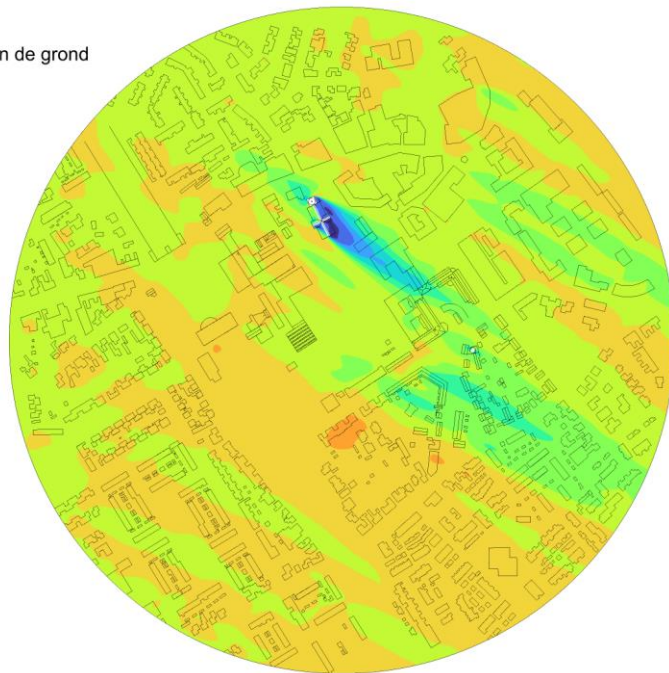
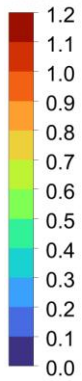


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

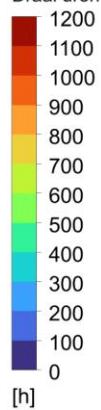


Windrichting = 300

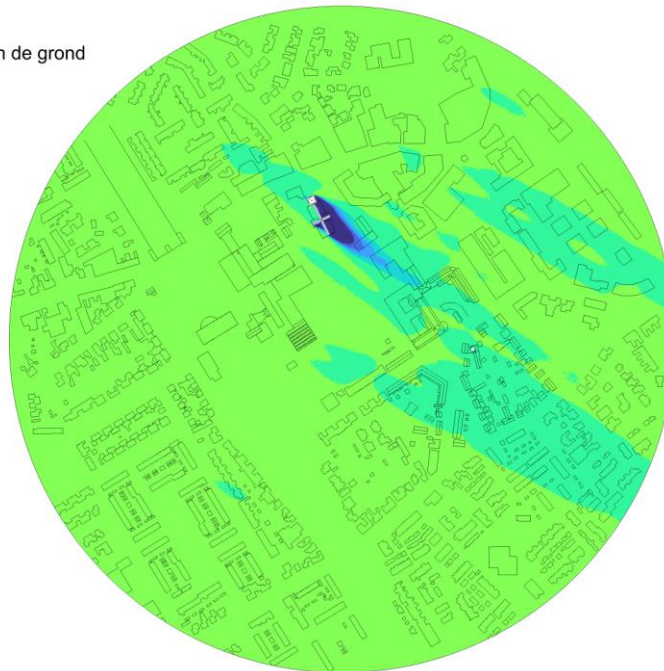
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



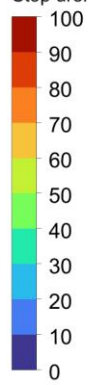
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



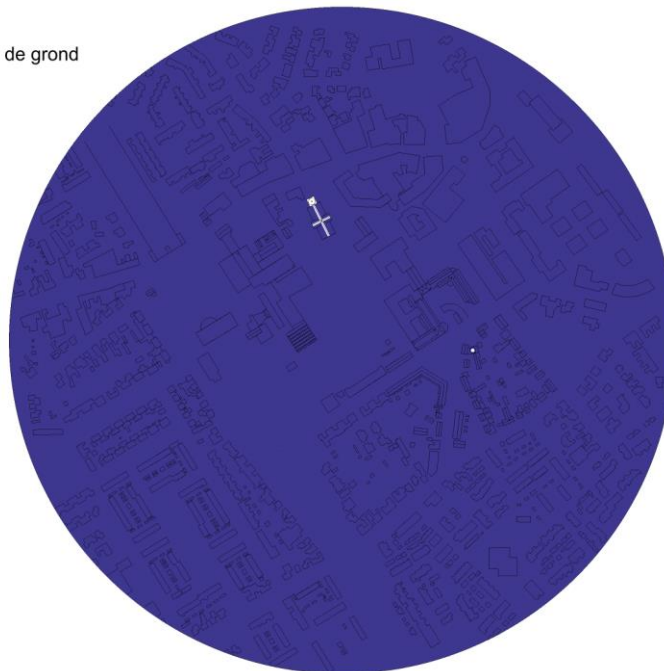
[h]



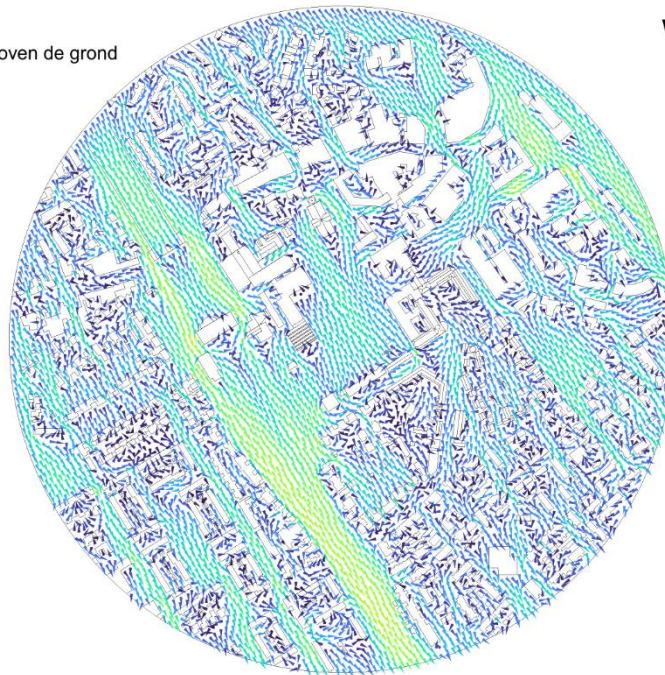
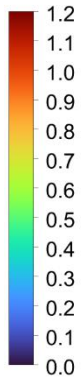
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

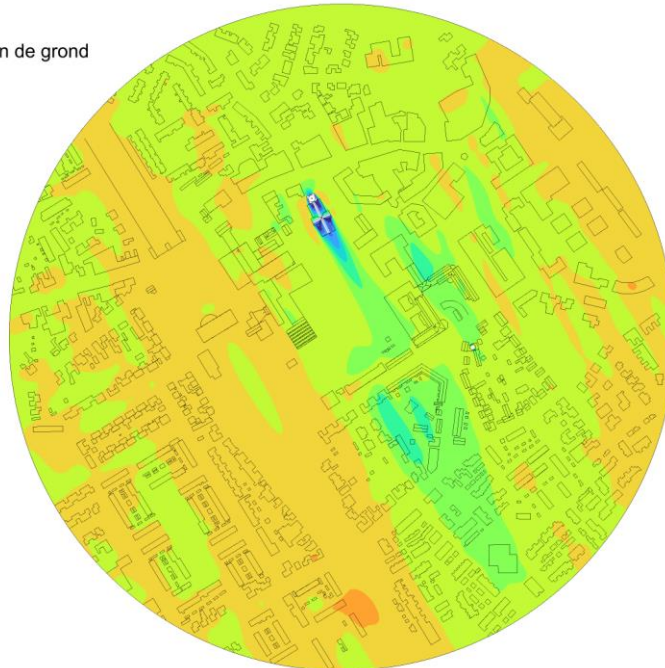
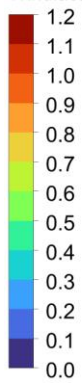


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

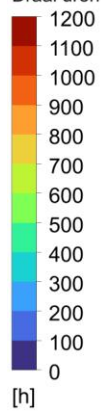


Windrichting = 330

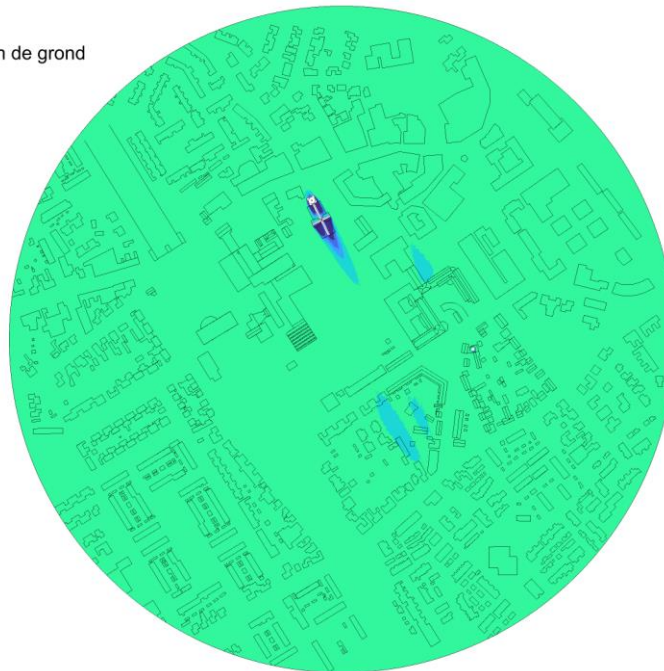
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



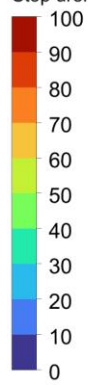
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



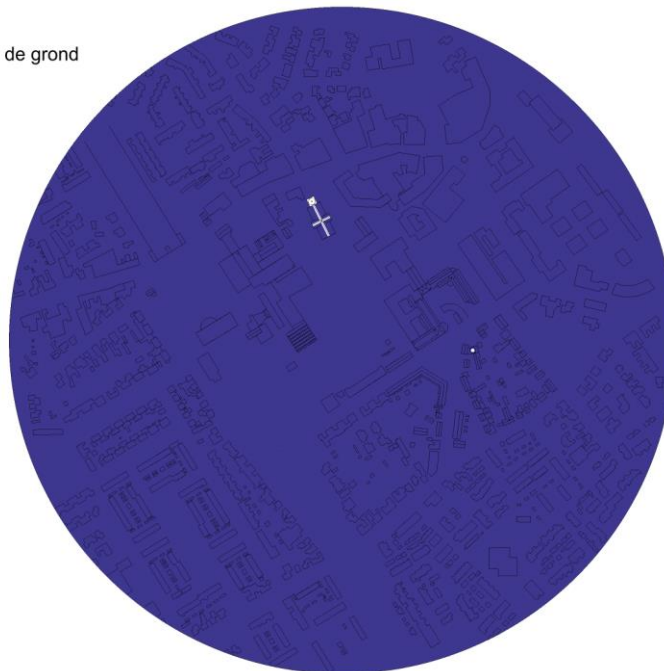
[h]



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

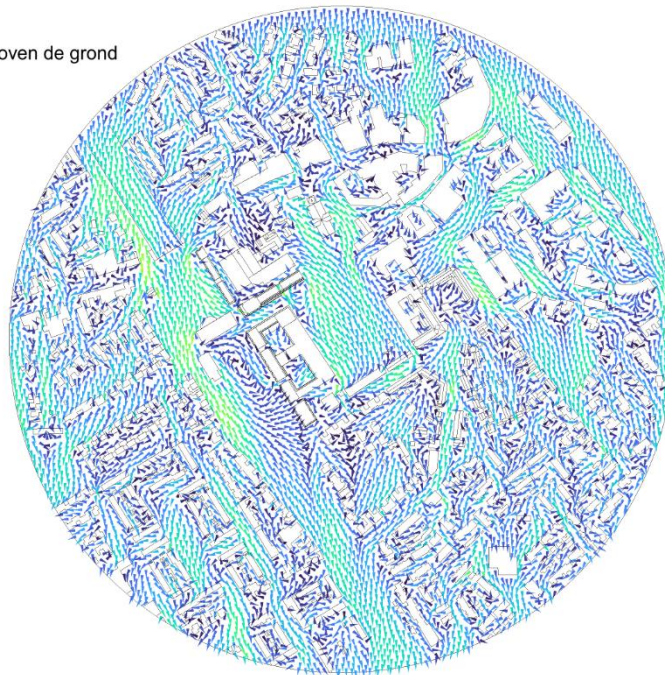
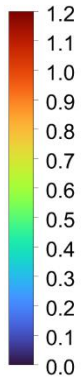


## **Bijlage B – CFD simulatieresultaten per windrichting - situatie met de nieuwbouwontwikkeling**

Op de volgende pagina's worden de CFD simulatieresultaten per windrichting weergegeven. Voor iedere windrichting is het volgende weergegeven:

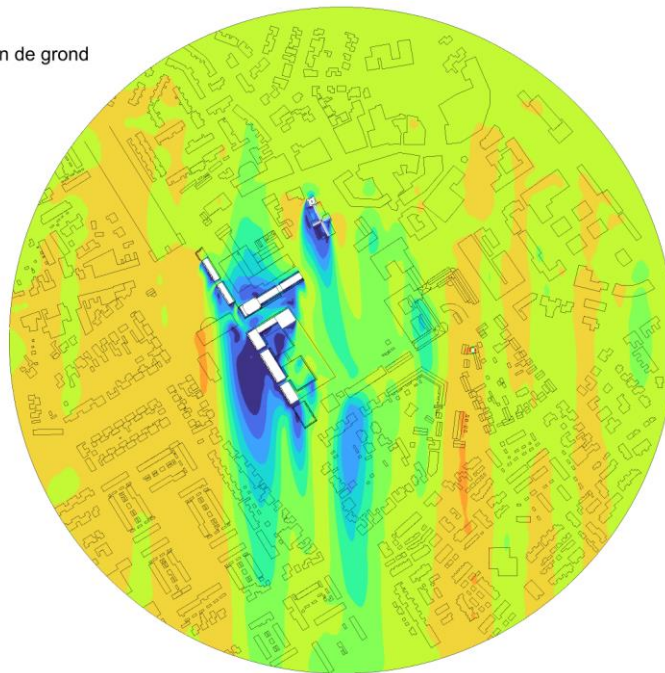
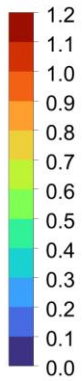
- Snelheidsvectoren gekleurd met windfactor op 1,75 m boven de grond
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de windfactor op circa 20 m boven de grond
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de draai uren per jaar op circa 20 m boven de grond
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de stop uren per jaar op circa 20 m boven de grond

AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

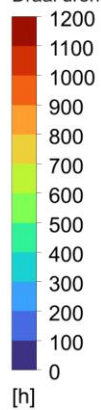


Windrichting = 0

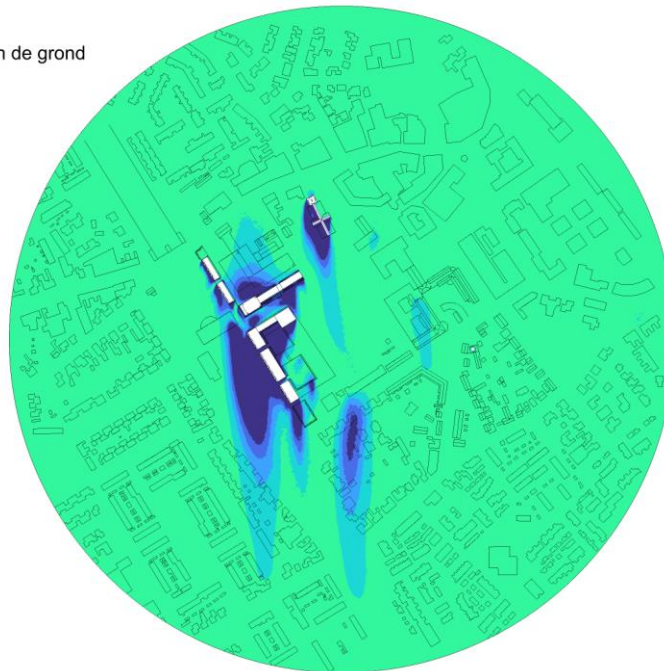
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



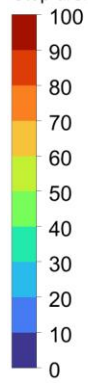
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



[h]



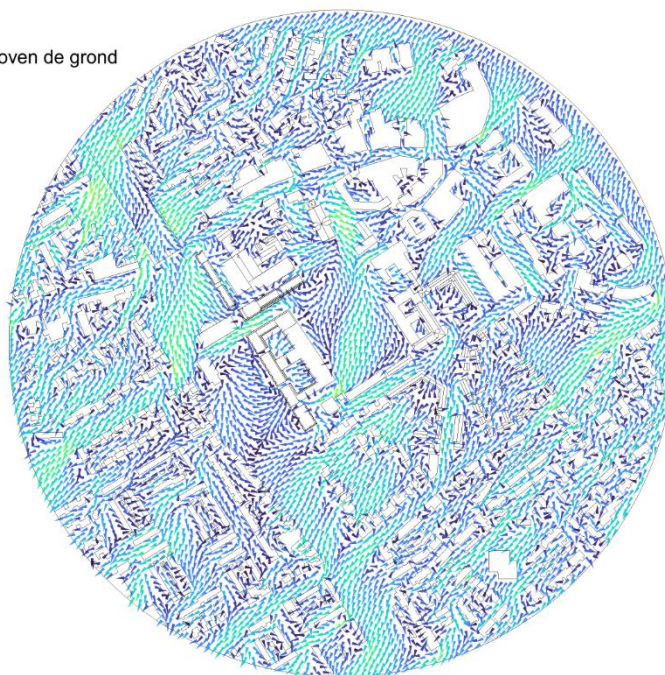
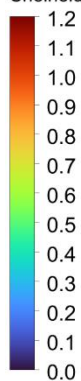
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

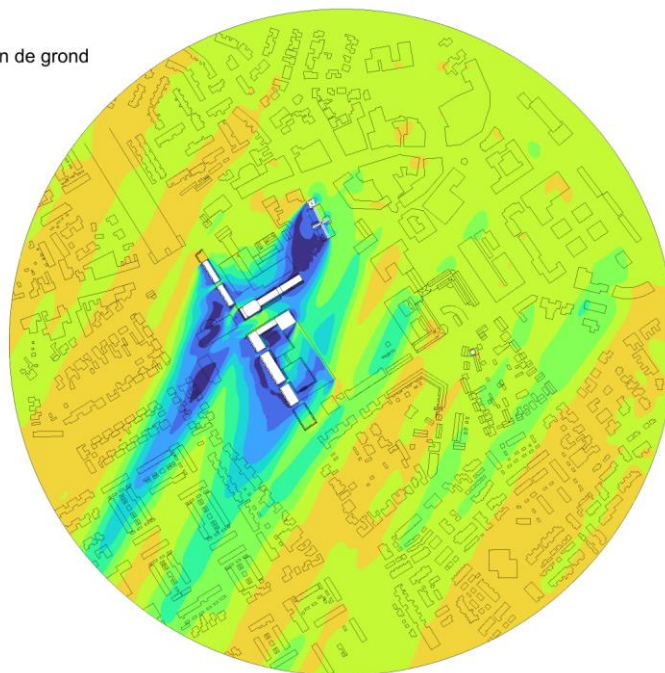
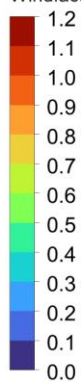


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

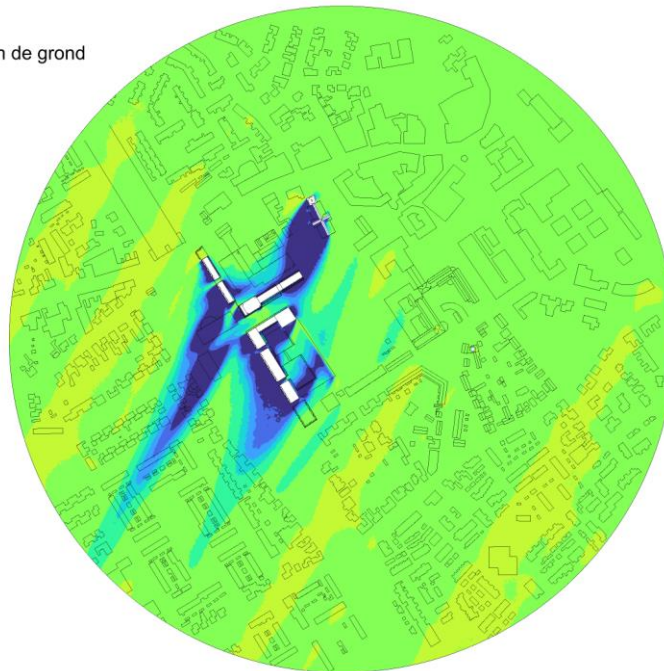
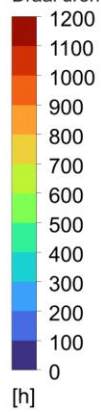


Windrichting = 30

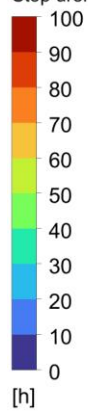
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



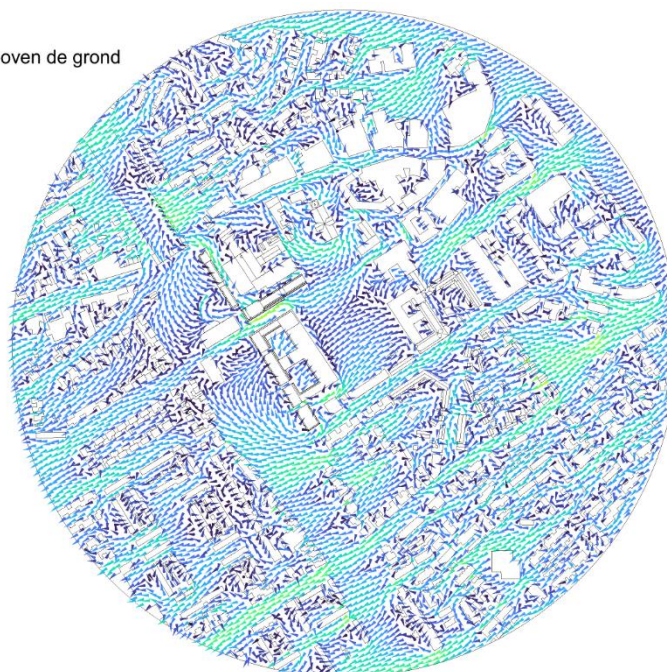
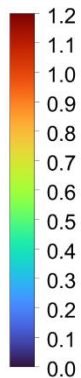
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

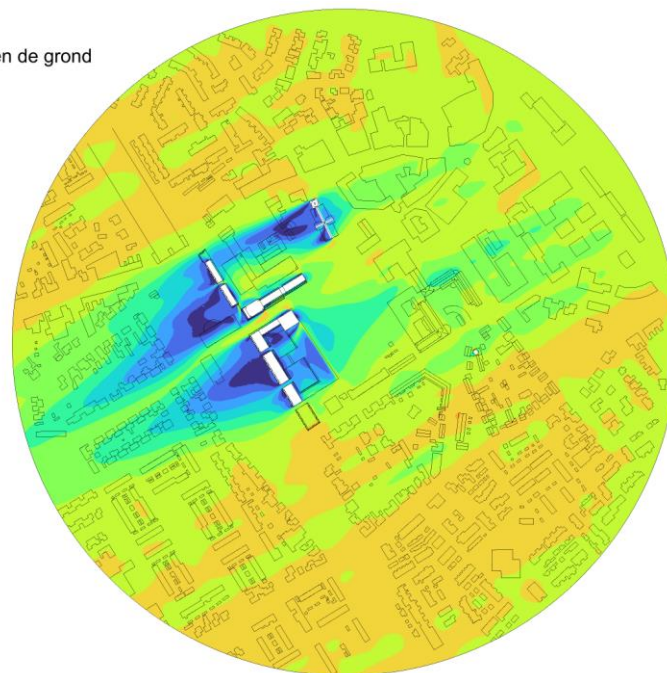
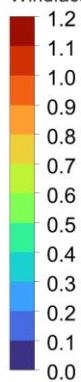


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

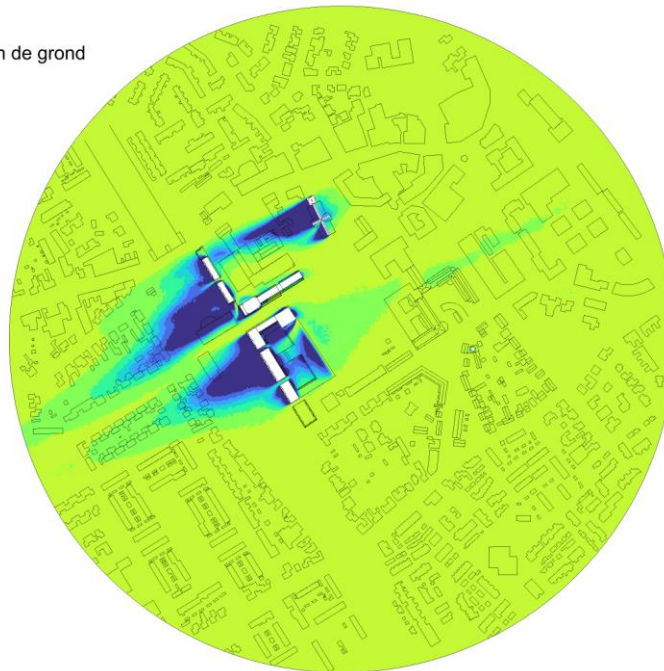
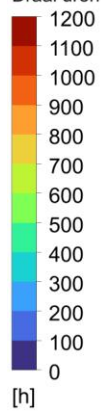


Windrichting = 60

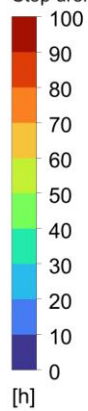
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



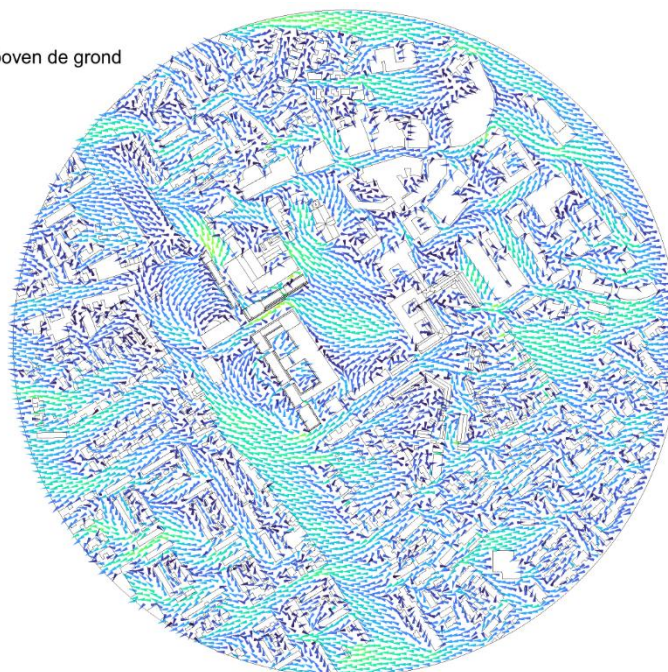
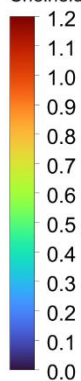
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

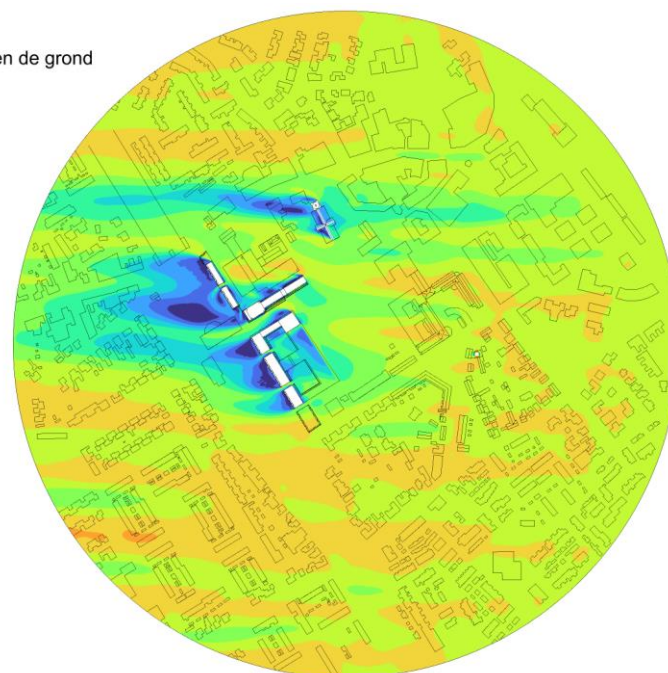
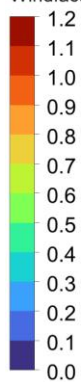


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

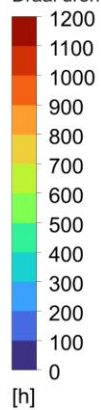


Windrichting = 90

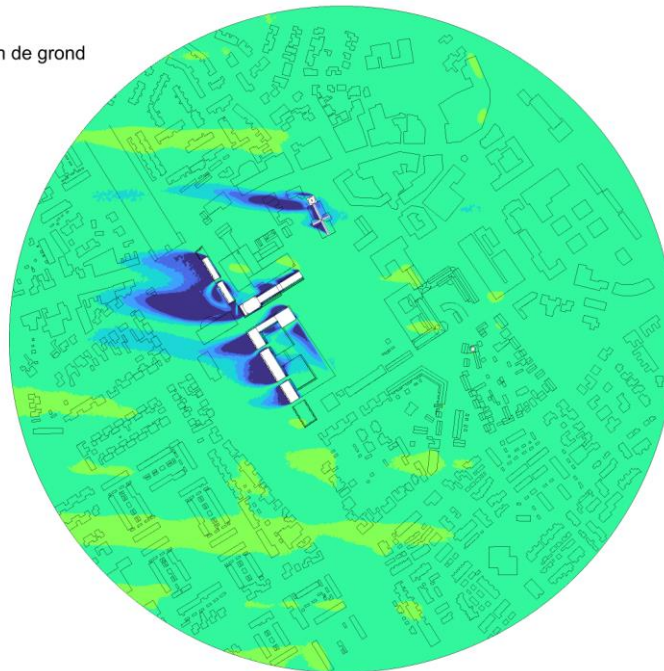
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



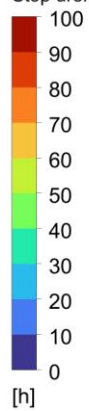
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



[h]



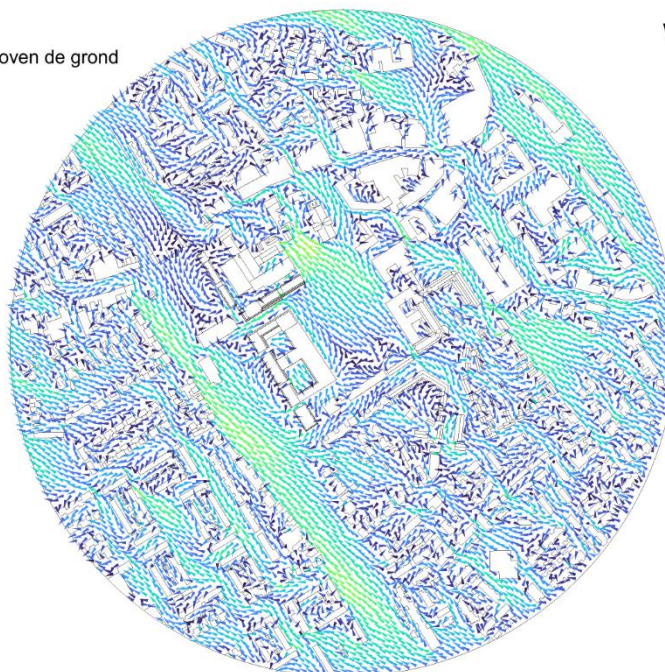
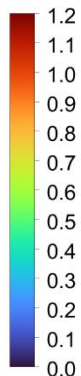
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

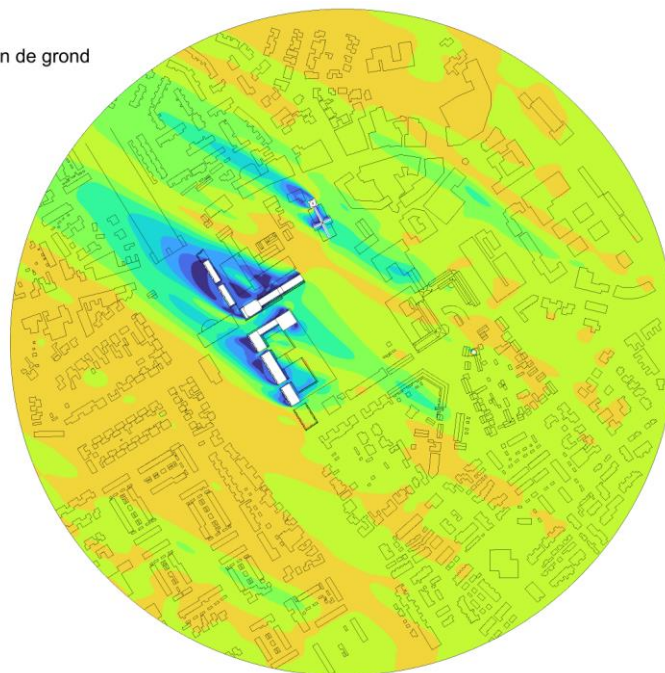
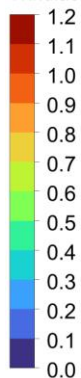


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

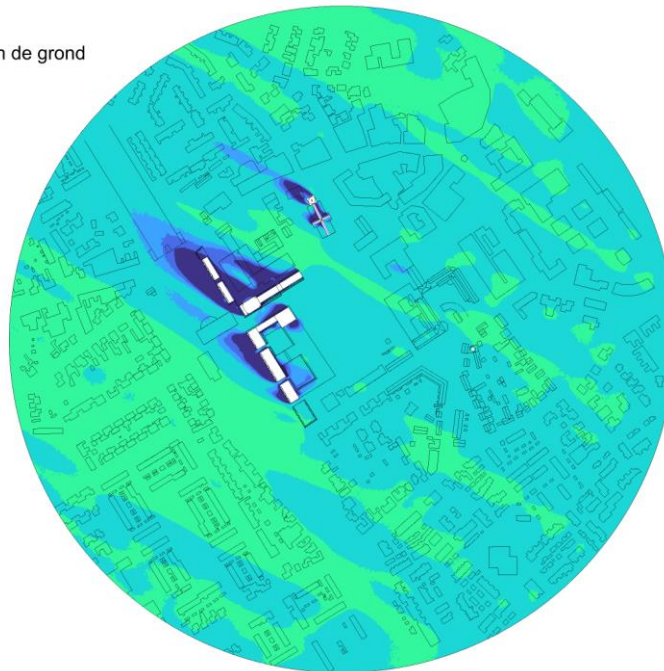
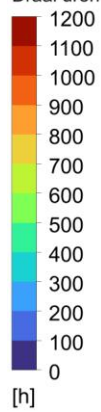


Windrichting = 120

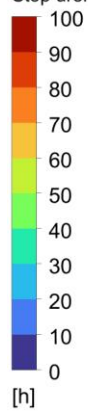
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



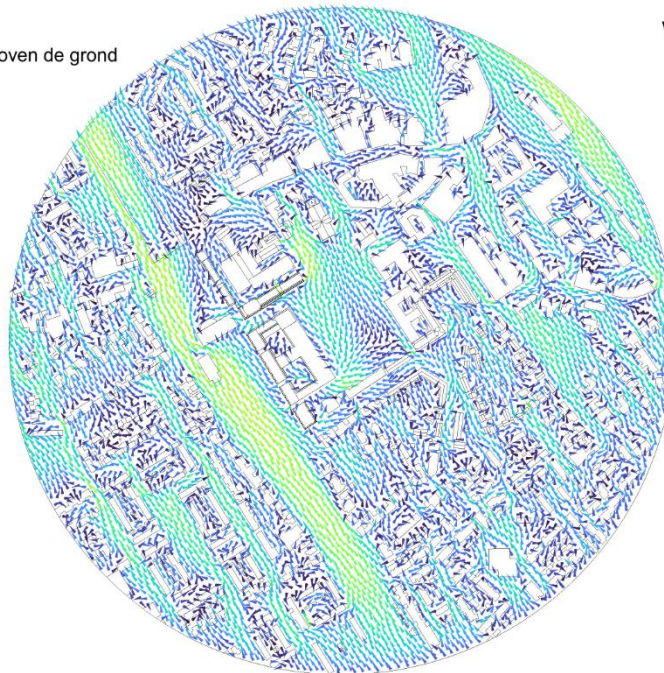
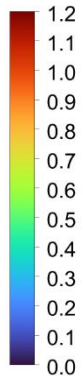
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

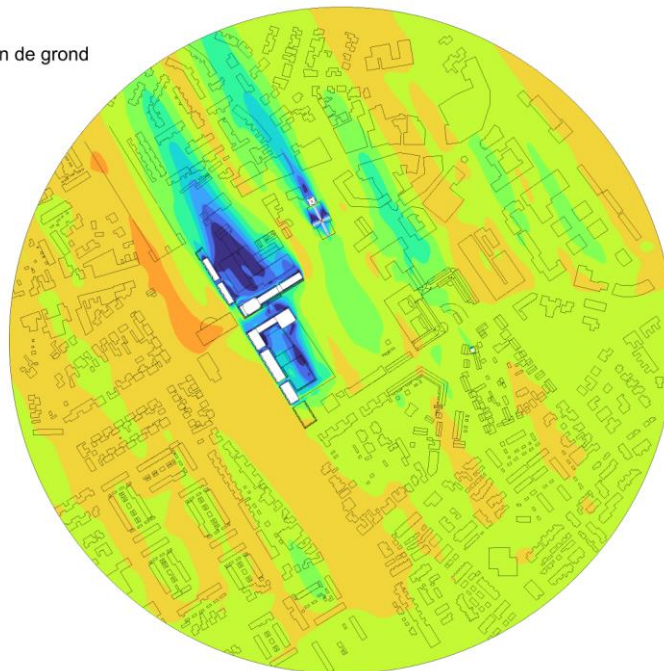
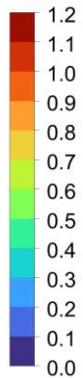


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

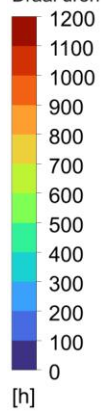


Windrichting = 150

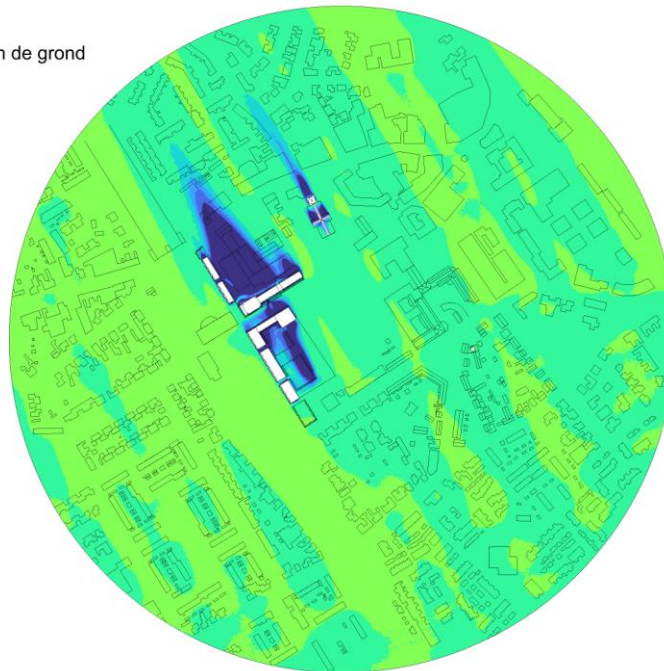
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



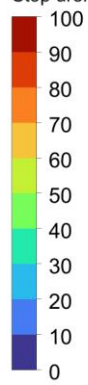
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



[h]



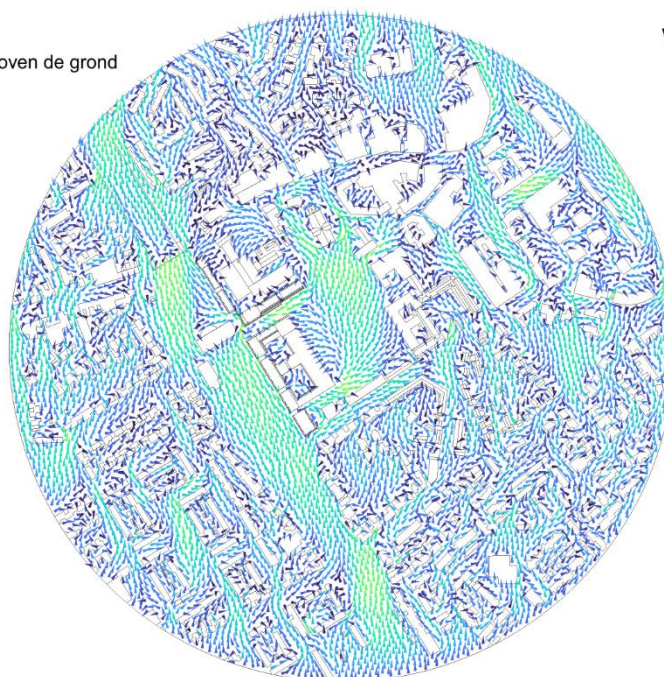
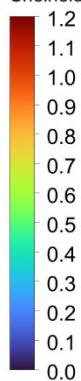
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

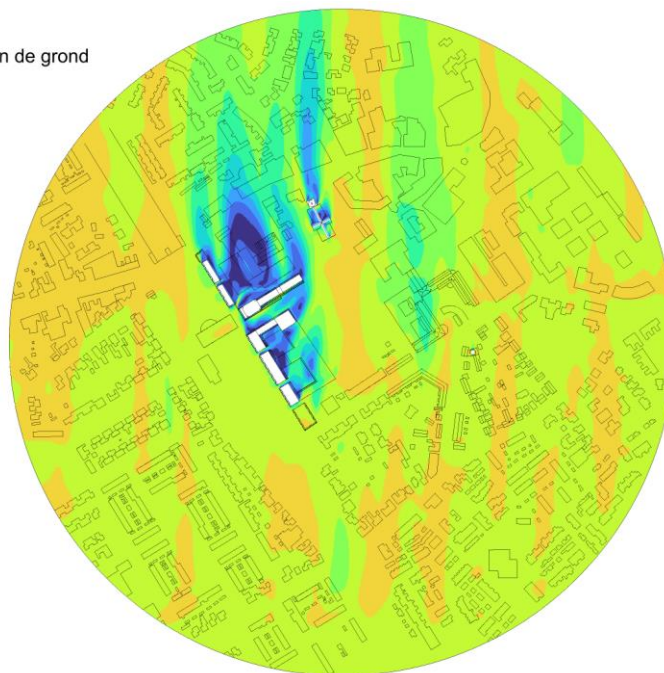
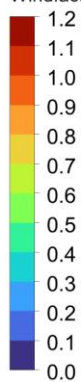


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

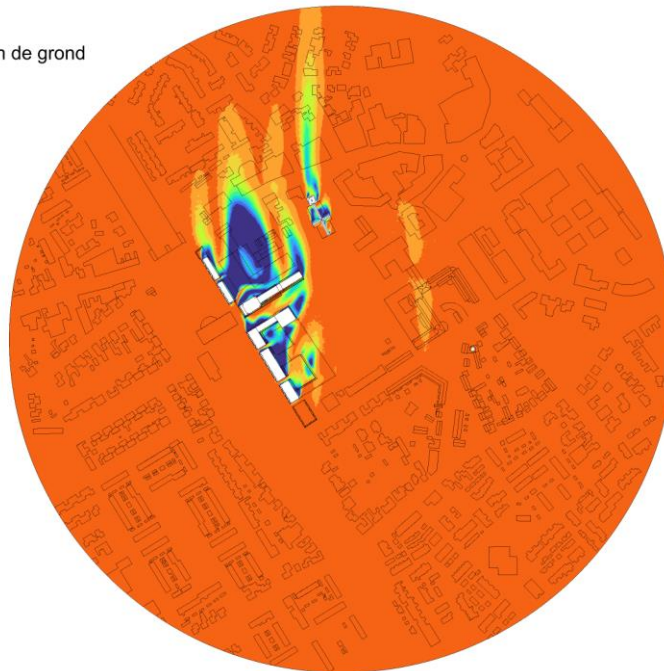
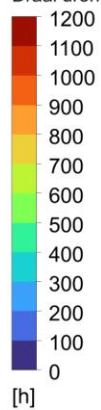


Windrichting = 180

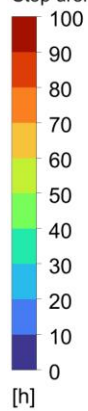
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond

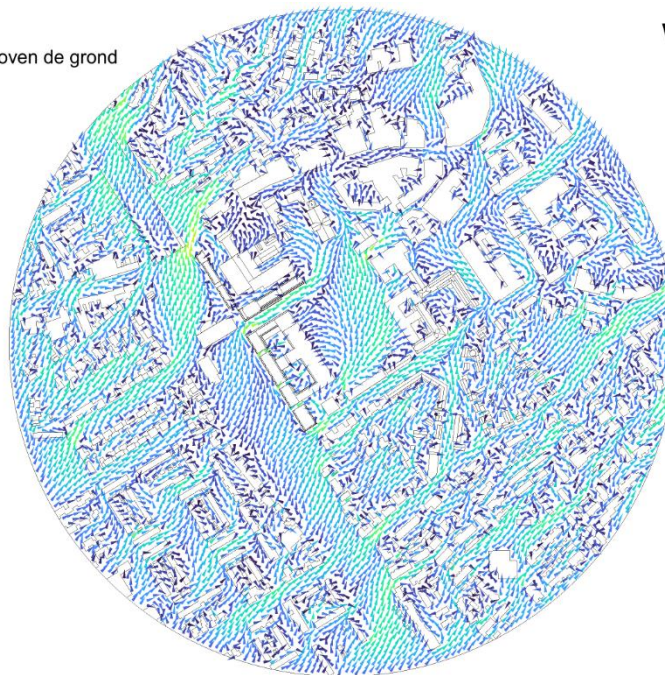
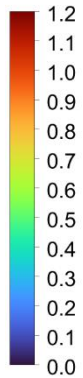


AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

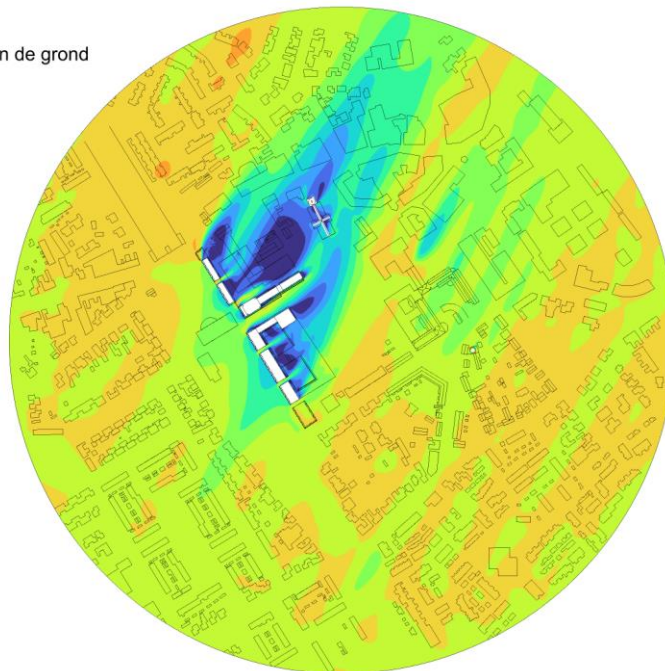
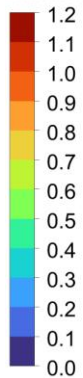


Windrichting = 210

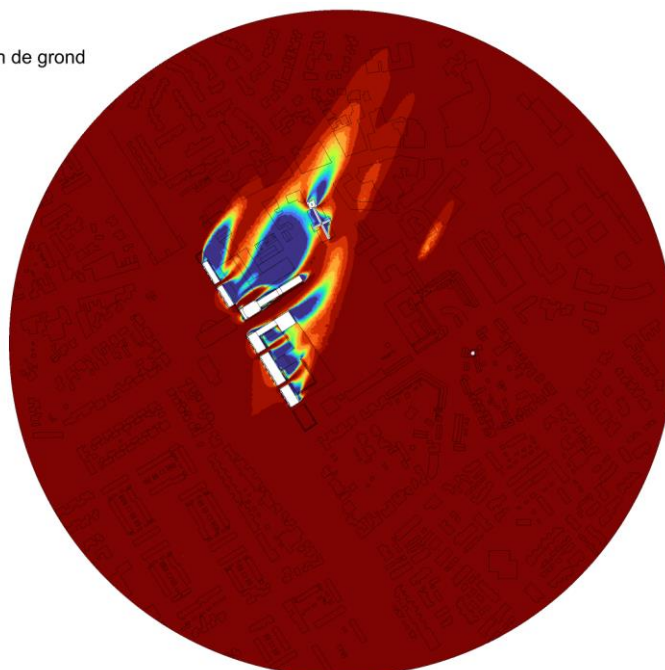
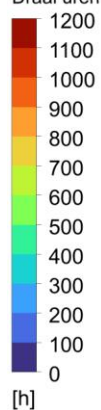
AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



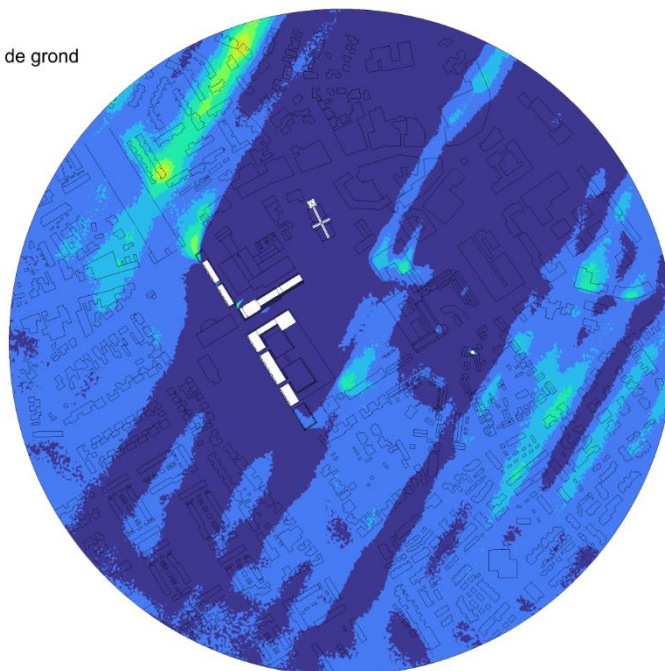
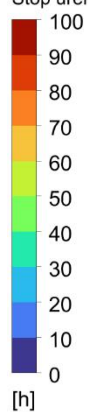
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



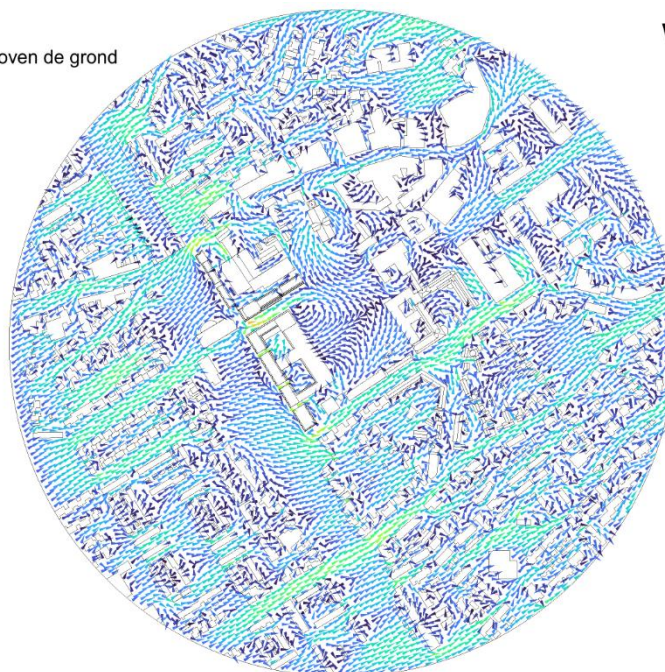
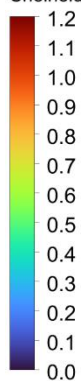
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

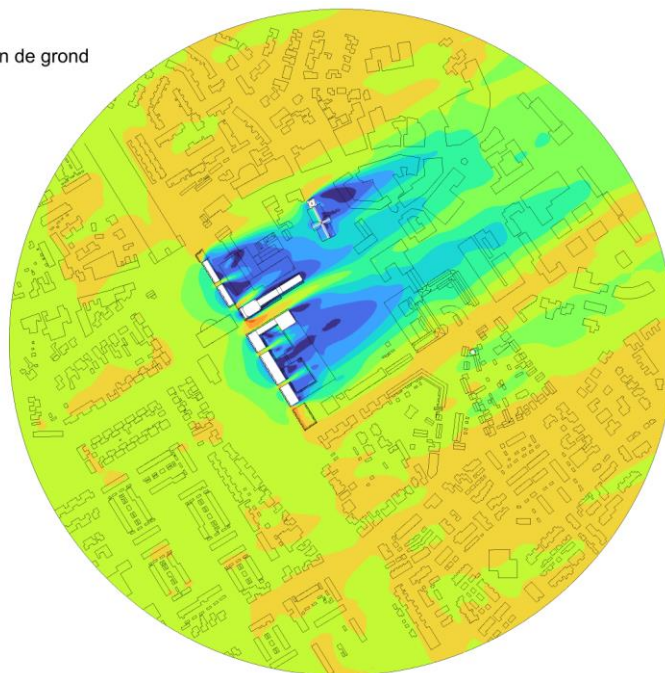
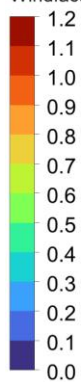


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

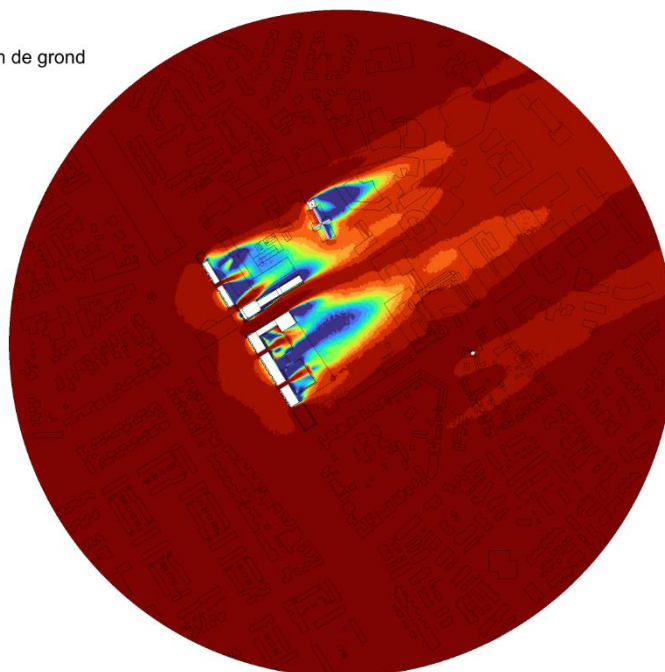
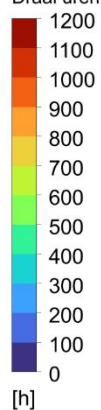


Windrichting = 240

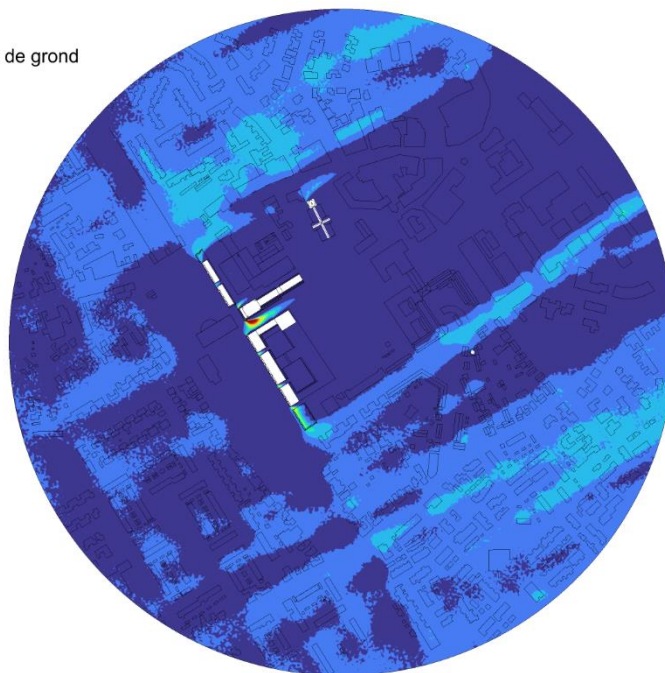
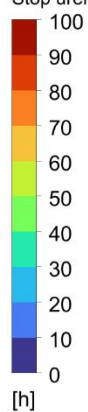
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



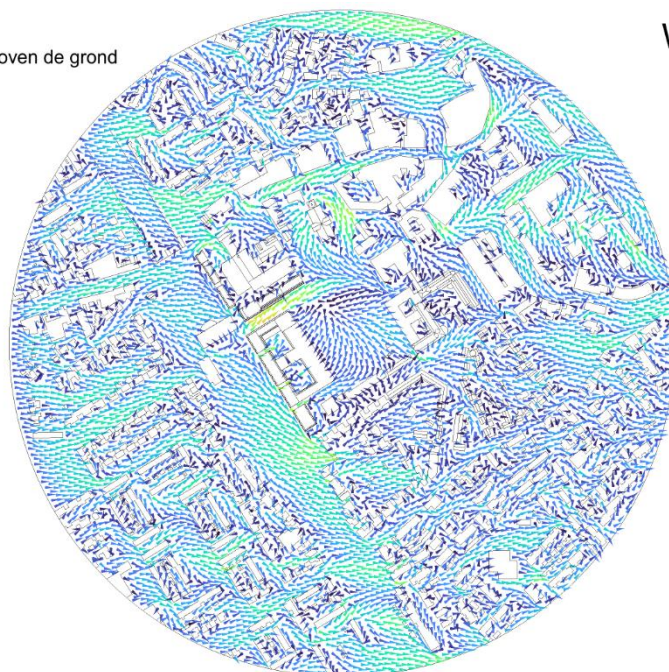
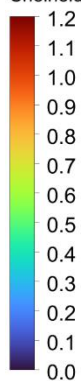
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond

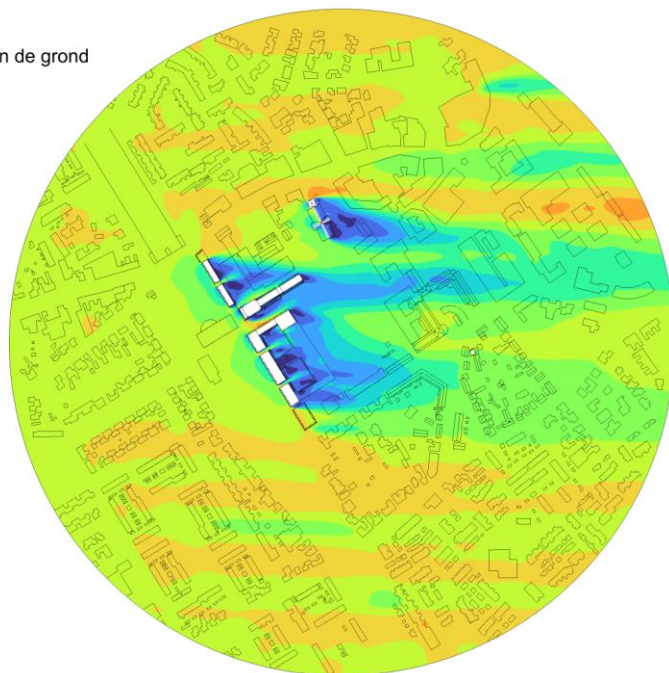
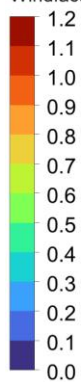


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

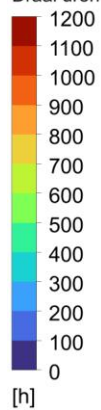


Windrichting = 270

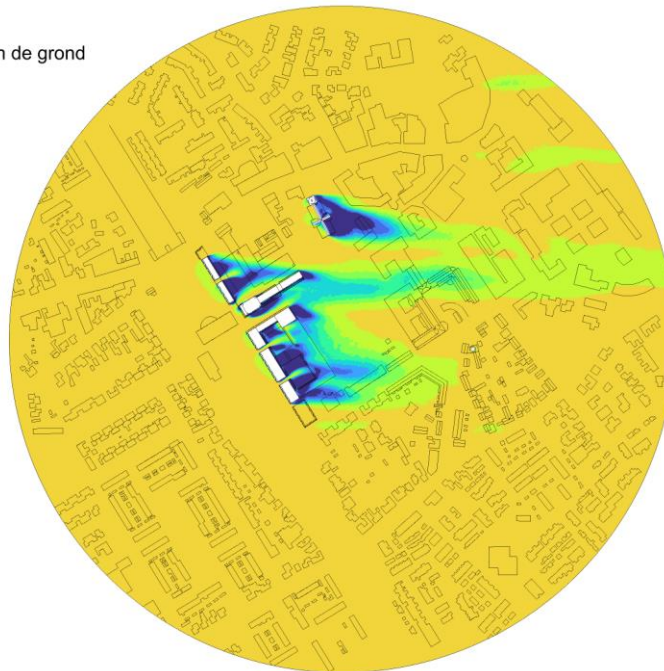
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



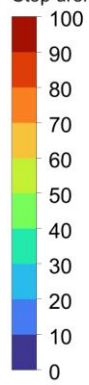
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



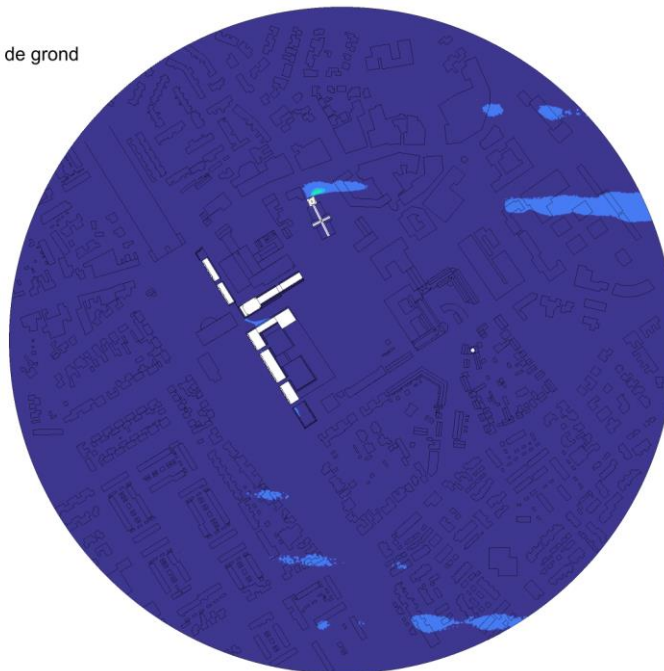
[h]



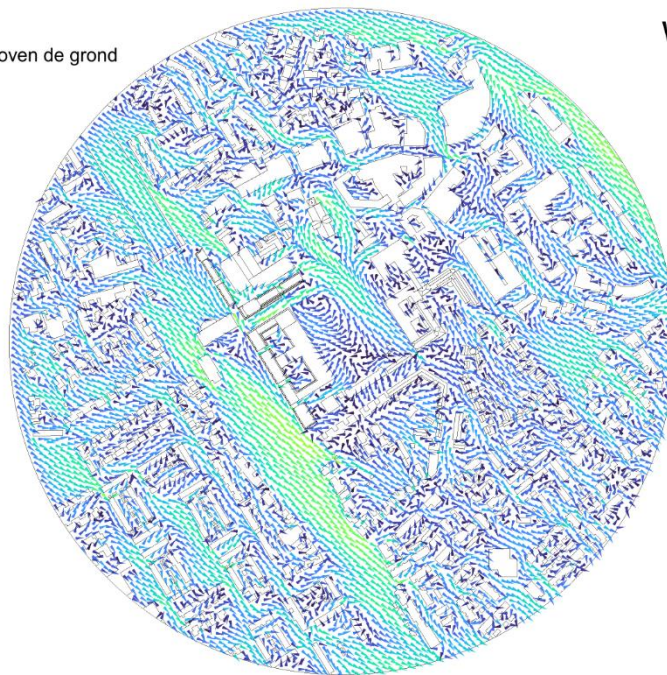
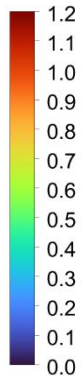
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

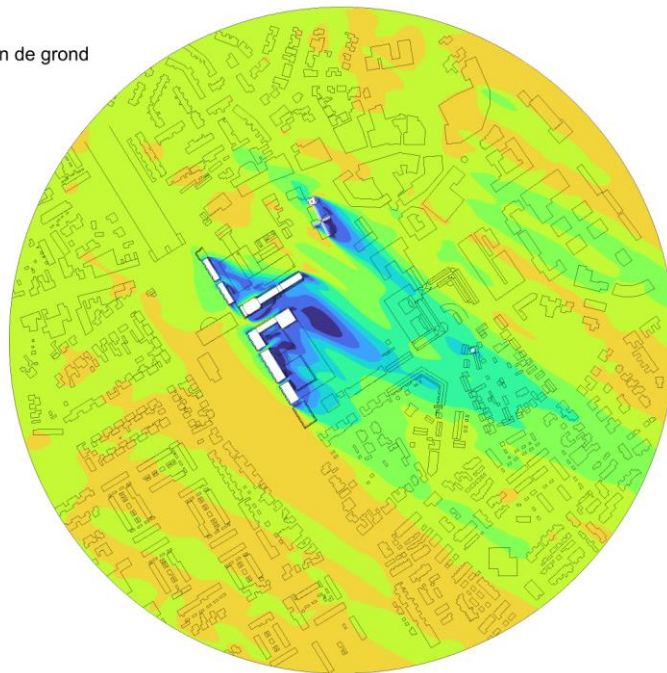
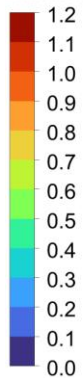


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

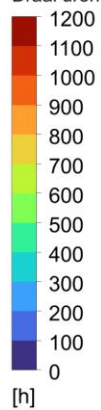


Windrichting = 300

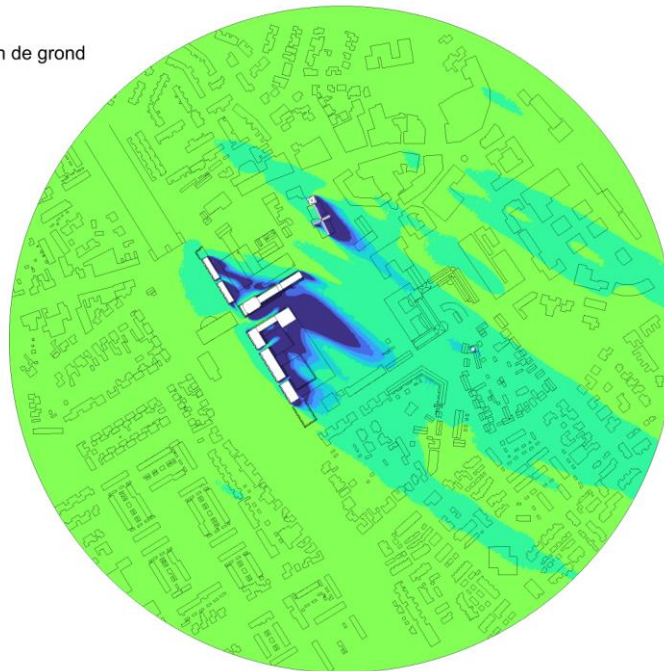
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



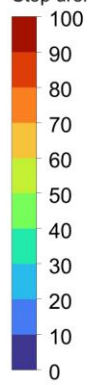
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



[h]



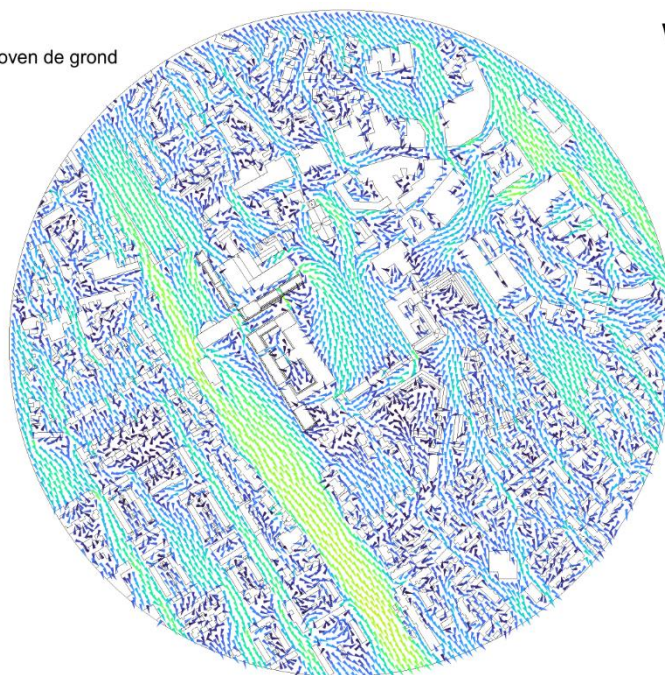
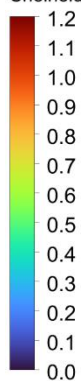
AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

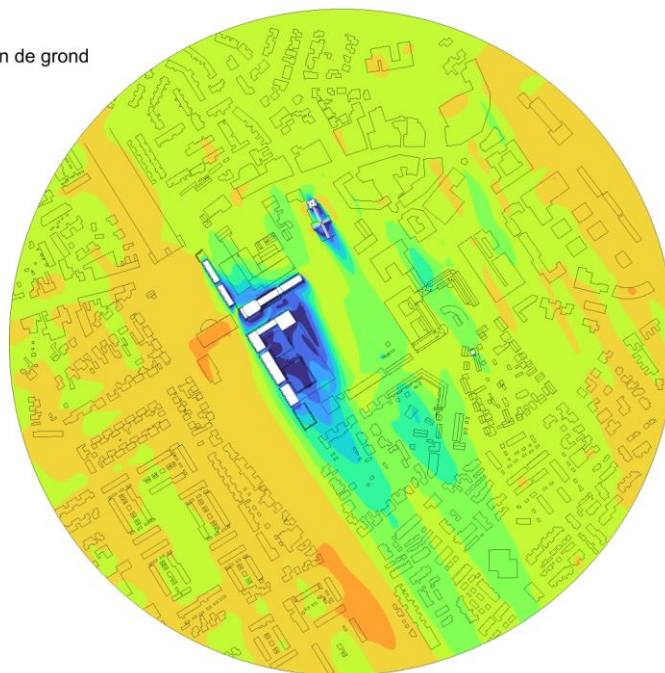
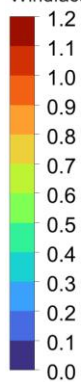


AV WF  
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

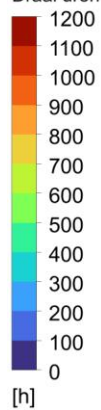


Windrichting = 330

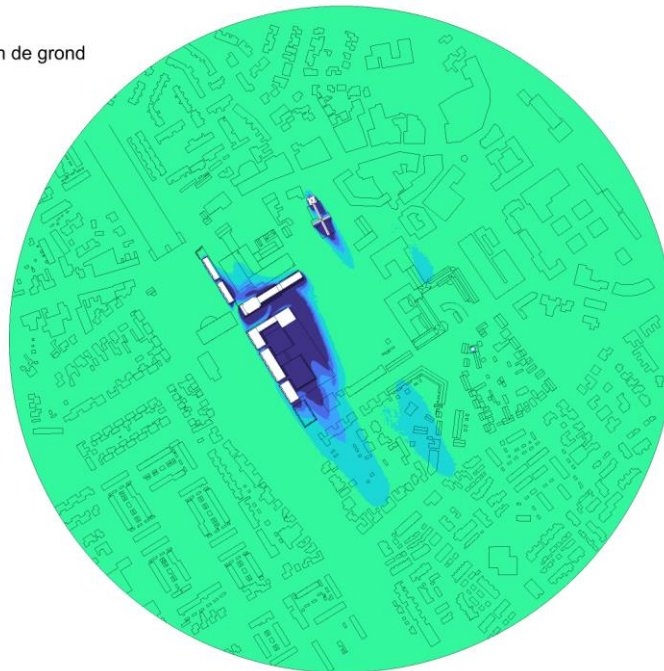
AV WF  
Windfactor op circa 20 m boven de grond



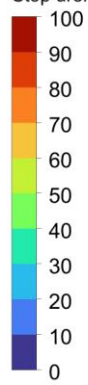
AV DRAAI  
Draai uren op circa 20 m boven de grond



[h]



AV STOP  
Stop uren op circa 20 m boven de grond



[h]

