

Rapport

Project: Oostzijde Stationsgebied Best

Locatie: Best, Nederland
Onderwerp: CFD simulaties windonderzoek
Document: 51021025e001
Datum: 28 maart 2024

Status	Beschrijving	Auteur	Controle	Datum
1 ^e uitgave	CFD rapport	MD	BA	20-03-2024
1 ^e Revisie	Tekstuele aanpassingen na opmerkingen	MD	BA	28-03-2024

Project	Oostzijde Stationsgebied Best
Locatie	Best, Nederland
Onderwerp	CFD simulaties windonderzoek
Document	51021025e001
Revisie	1
Datum	28 maart 2024
Status	Definitief
Auteur	M. Doolhoff
Controle door	B.A. De Jong
Opdrachtgever	Spoorzone Best B.V.
	Philitelaaan 73
	5617 AM Eindhoven
	Nederland
Contact	Joost Peeters
Uitgever	Sweco Nederland B.V.
	3 ^e 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	6
3.1	Geometrie	6
3.2	Windklimaat	9
3.3	Windprofiel.....	10
3.4	CFD modellering	13
4	Resultaten windhinder	14
4.1	Windklimaat rond de ontwikkeling	15
4.2	Vergelijking tussen situaties	16
4.2.1	Omgeving treinstation.....	16
4.2.2	Begraafplaats St. Odulphus	17
4.2.3	Oirschotseweg/Hoofdstraat	18
4.2.4	Molenstraat	19
4.3	Resultaten windgevaar.....	20
5	Samenvatting.....	22
6	Aanbevelingen.....	23
	Referenties	24
	Bijlage A – CFD simulatieresultaten per windrichting - huidige situatie	25
	Bijlage B – CFD simulatieresultaten per windrichting - situatie met de nieuwbouwontwikkeling.....	50
	Bijlage C – Technisch inlegvel numerieke simulatie.....	75

1 Introductie

Aan de oostzijde van het treinstation in Best wordt een gebied herontwikkeld. Deze ontwikkeling moet zorgen voor een nieuwe dorspentree voor het dorp Best. De ontwikkeling bestaat uit meerdere bouwdelen met verschillende hoogtes. Het hoogste deel bevat 14 bouwlagen en rijkt daarmee tot een hoogte van circa 43 m. De hoogte is meer dan 30 m en dus wordt volgens de NEN 8100 (1) gesteld dat er een windhinderonderzoek nodig is.

Op verzoek van Spoorzone Best B.V. is daarom een windhinderonderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling ten oosten van het treinstation. In dit onderzoek wordt het lokale windklimaat van de ontwikkeling vergeleken met de huidige situatie.

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 momentumbalansen worden opgelost.

2 Onderzoeksdoel en Beoordelingsmethodiek

Het doel van het onderzoek is het lokale windklimaat op straatniveau rond het Oostzijde Stationsgebied inzichtelijk te maken. Daarnaast wordt het lokale windklimaat op straatniveau van de ontwikkeling vergeleken met de huidige situatie.

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. Deze beoordeling moet worden uitgevoerd op 1,75 m boven het maaiveld.

Overschrijdingskans In procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten
<2.5	A	Goed	Goed	Goed
2.5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
>20	E	Slecht	Slecht	Slecht

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 In procenten van het aantal 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.

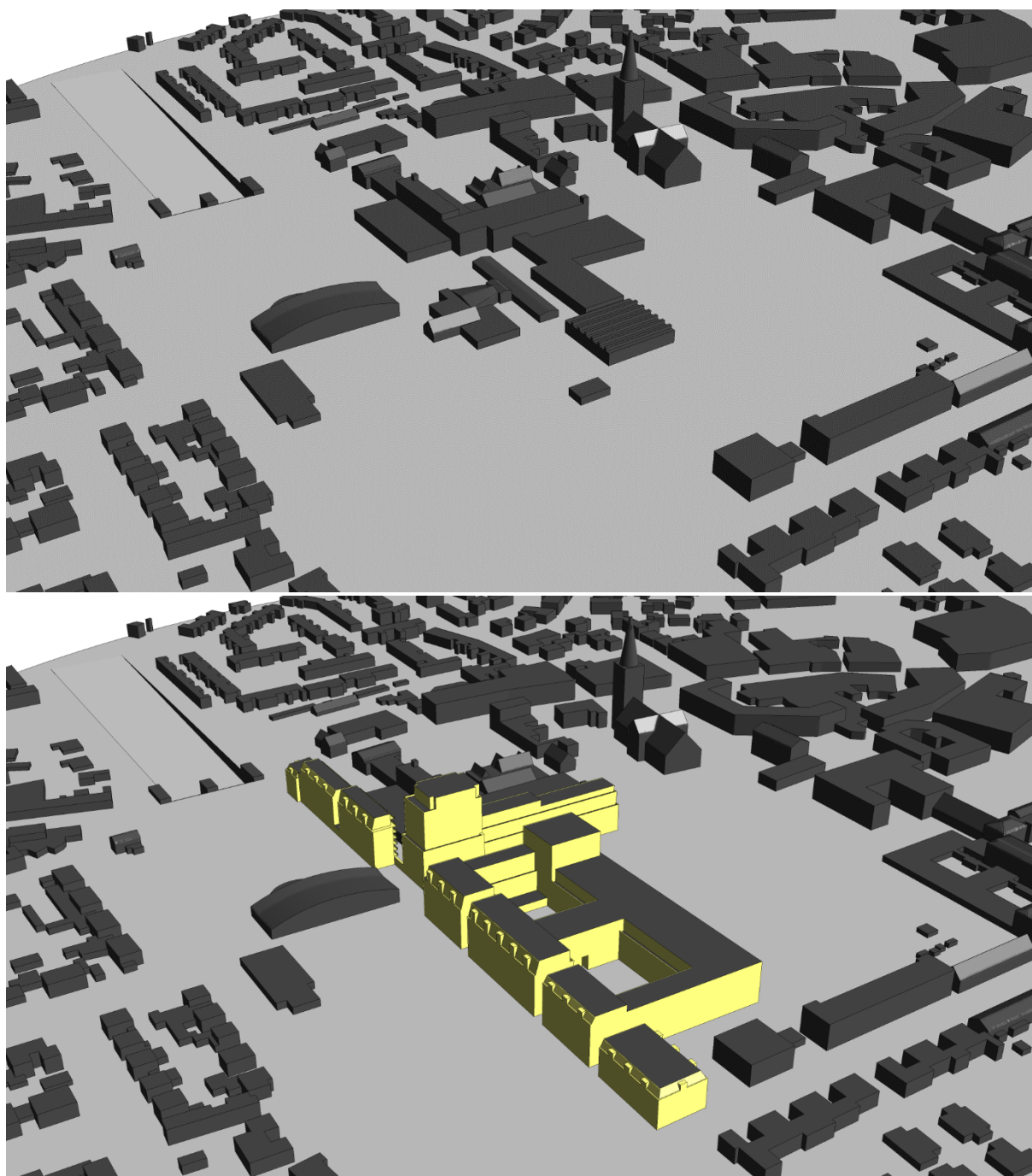
3 Uitgangspunten

3.1 Geometrie

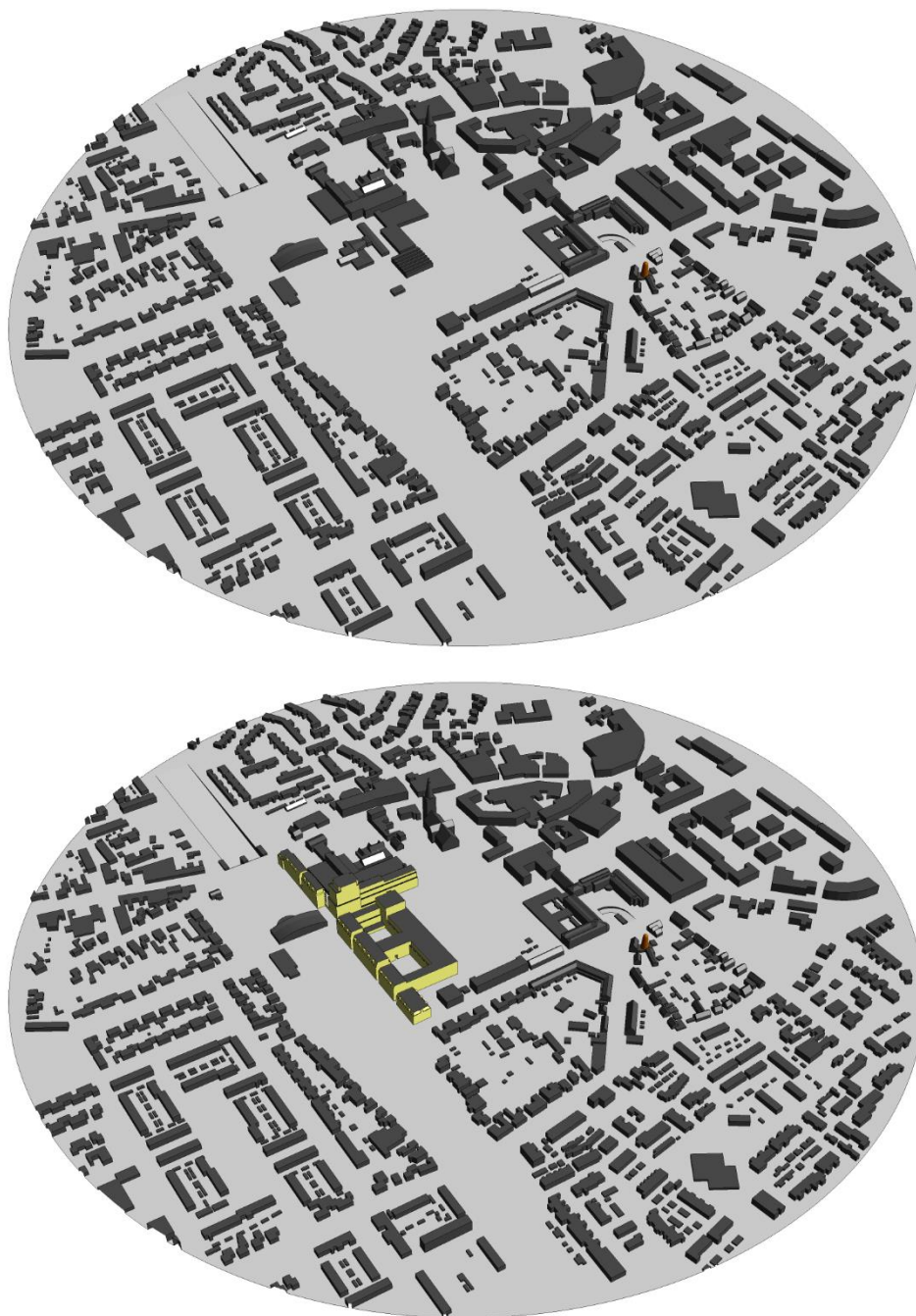
De ontwikkeling aan de oostzijde van het treinstation in Best is een ontwikkeling van vier gebouwcomplexen met verschillende hoogtes. Het hoogste deel bevat 14 bouwlagen en rijkt daarmee tot een hoogte van circa 43 m.

Het 3D CFD model van de ontwikkeling is gebaseerd op het 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 weergegeven van zowel de huidige situatie als de situatie waarbij de bestaande bouw is vervangen door de nieuwbouwontwikkeling. In Figuur 2 zijn beide 3D modellen in zijn geheel weergegeven.



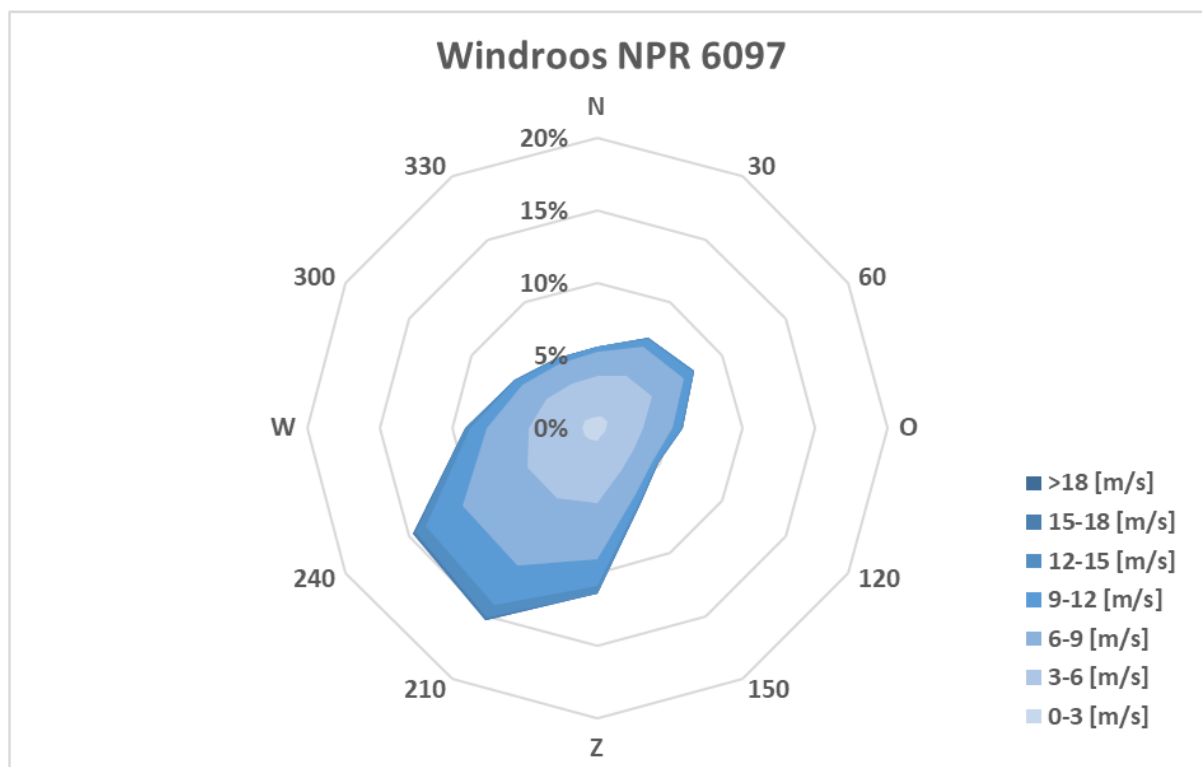
Figuur 1: Overzicht van de huidige situatie (boven) en situatie met nieuwbouwontwikkeling (beneden) in het 3D CFD model.



Figuur 2: Overzicht van het 3D CFD model met omliggende bebouwing voor beide situaties.

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 [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 3: Overzicht van de jaargemiddelde frequentie van de windsnelheid per richting bij de het stationsgebied Best volgens de NPR 6097.

3.3 Windprofiel

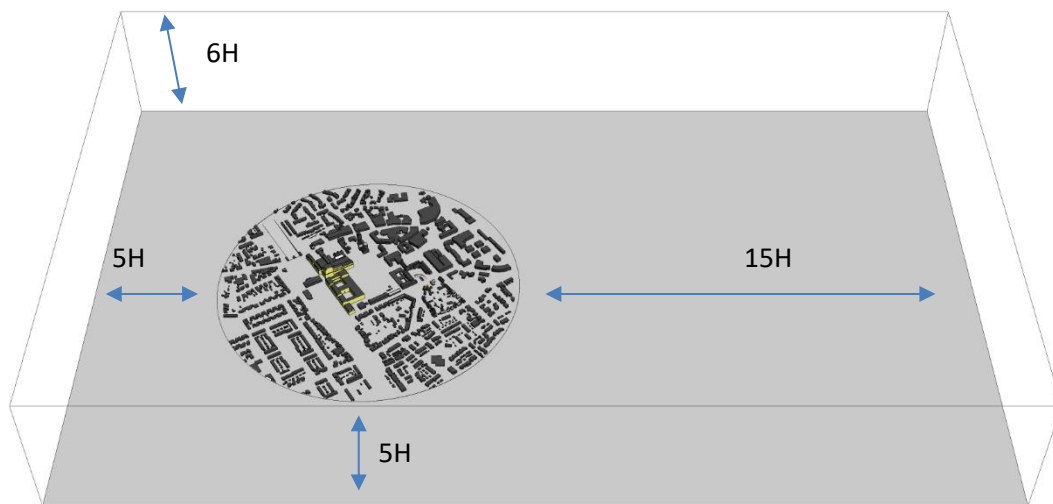
De windsnelheid is afhankelijk van de hoogte boven het maaiveld. Ter hoogte van het maaiveld is de windsnelheid lager door de invloed van bebouwing en begroeiing. De mate van invloed wordt beschreven door de ruwheidslengte (4). De ruwheidslengte voor het gebied rondom het stationsgebied Best is vastgesteld 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.



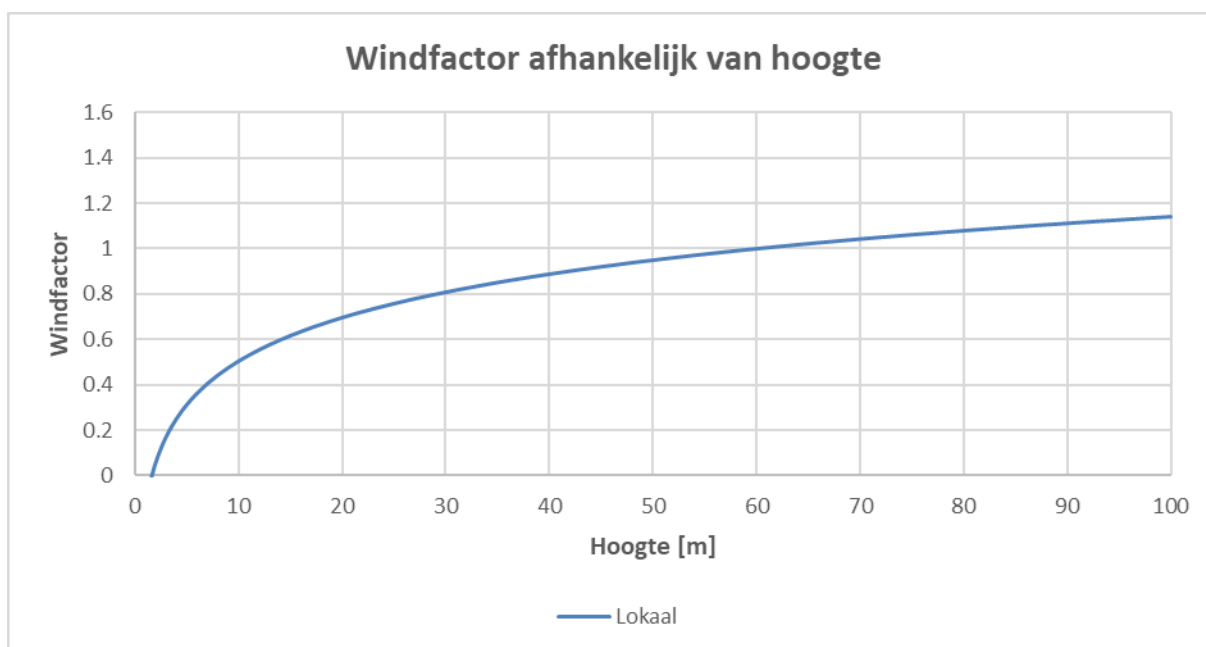
Figuur 4: Winddomein om het gemodelleerde gebied heen, ten behoeve van het windprofiel (digitale windtunnel).

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 nieuwbouwontwikkeling. 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 4 staan de belangrijkste toegepaste randvoorwaarden beschreven. Daarnaast is het inlegvel uit de NEN 8100 bijgevoegd in Bijlage C.

Parameter	Beschrijving
Cel type	Hybride, combinatie van hexaëders, tetraëders, piramides en prismalagen
Cel grootte	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
Aantal cellen	69,7 miljoen
Simulatie type	Steady state
Convergentie criteria	RMS maximaal $1 \cdot 10^{-4}$
Tijdstap	2,5 s
Aantal iteraties	1000
Fluïde	Lucht met constante eigenschappen
Turbulentie model	RANS, RNG Kappa Epsilon model
Wanden	Glad met stilstaande lucht (no slip)
Grondvlak (gemodelleerd gebied)	Ruw met stilstaande lucht (no slip) - 0.050 m op straten
Randen winddomein	Snelheids- en turbulentieprofiel
Ruwheid winddomein	Gemodelleerd door toepassing van volumetrische bronnen voor momentum en turbulentie net boven het maaiveld

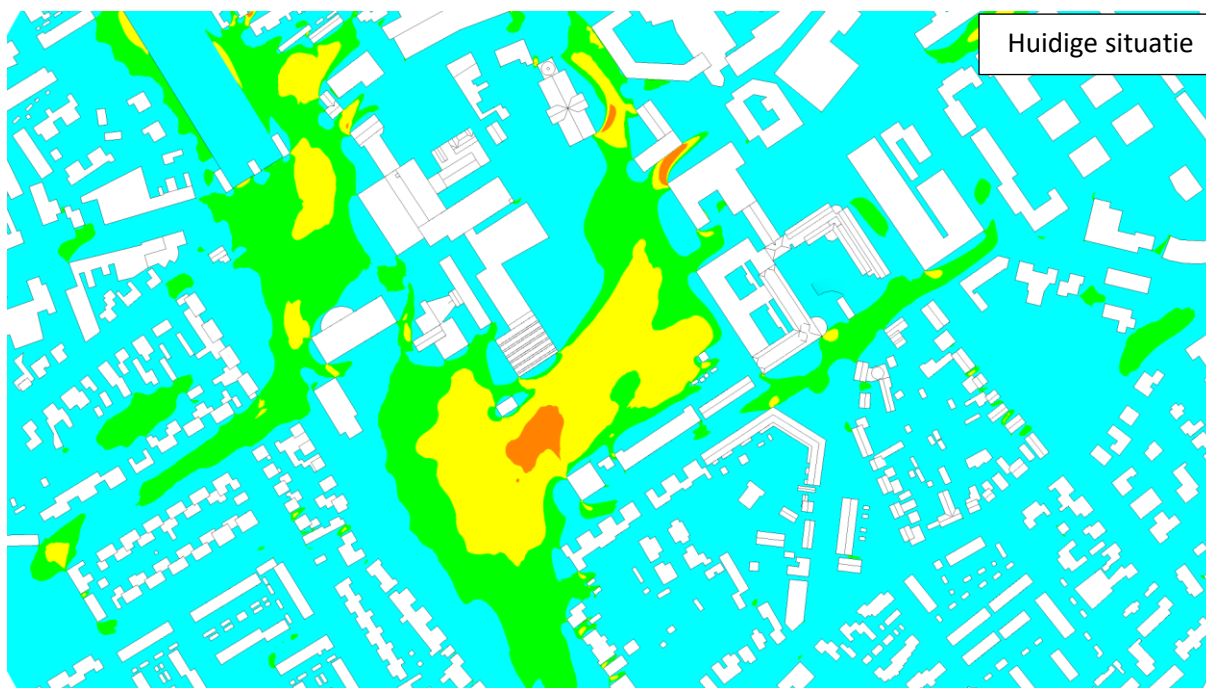
Tabel 4: CFD modellering eigenschappen.

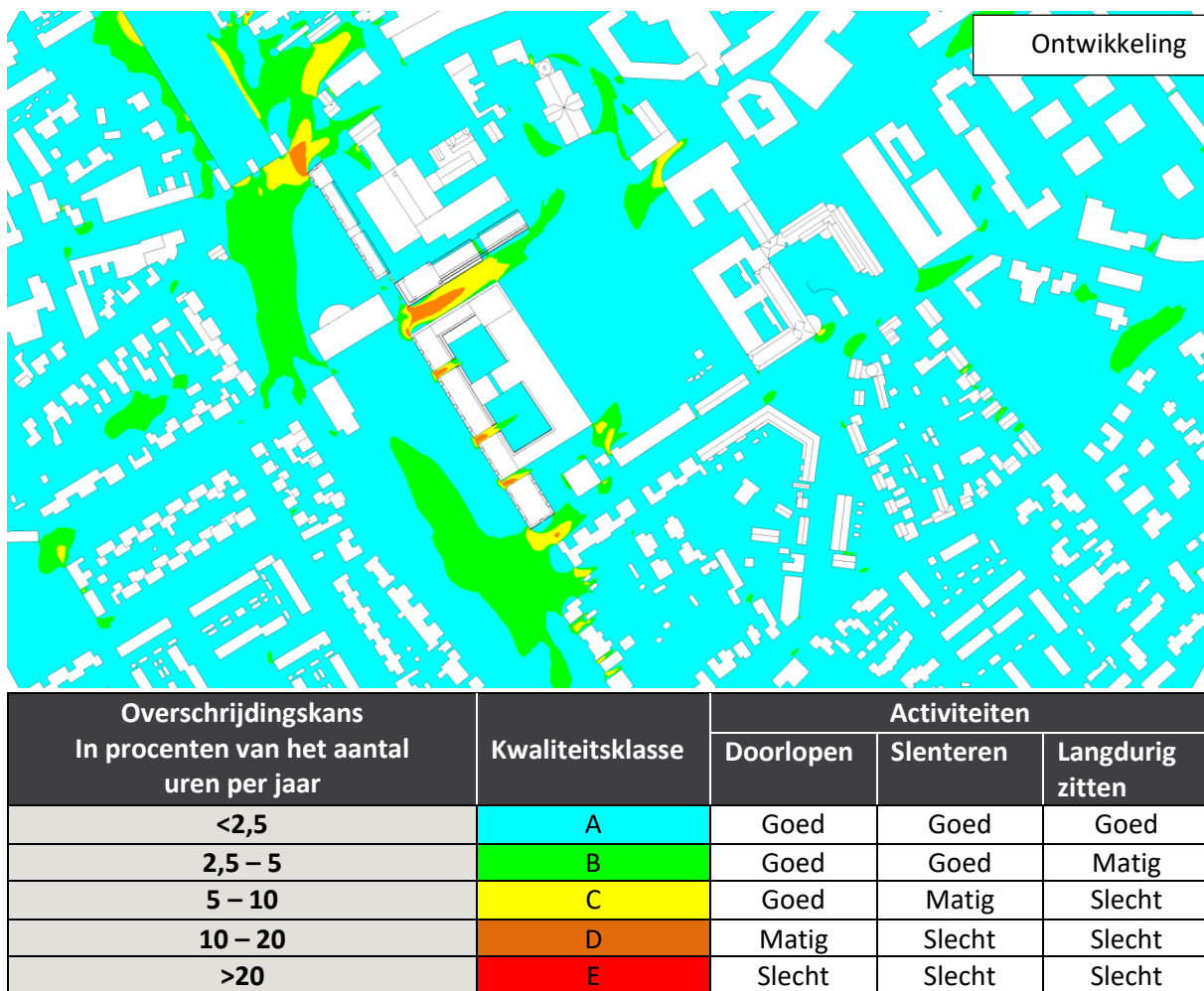
4 Resultaten windhinder

Het aantal uren overschrijding van de drempelsnelheid van windhinder 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 te verwachten windhinder berekend. De resultaten per windrichting zijn bijgevoegd in Bijlage A voor de huidige situatie en in Bijlage B voor de nieuwbouwontwikkeling.

In Figuur 6 wordt het percentage overschrijding van windhinder op jaarbasis weergegeven volgens de kwaliteitsklassen uit de NEN 8100 op 1,75 m boven de grond voor de situatie met de huidige situatie en de ontwikkeling.

Zoals te zien op de figuren in Bijlage A en B 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 3.





Figuur 6: Kwaliteitsklasse op 1,75 meter boven straatniveau volgens de NEN8100 rond de ontwikkeling (boven) en huidige situatie (onder).

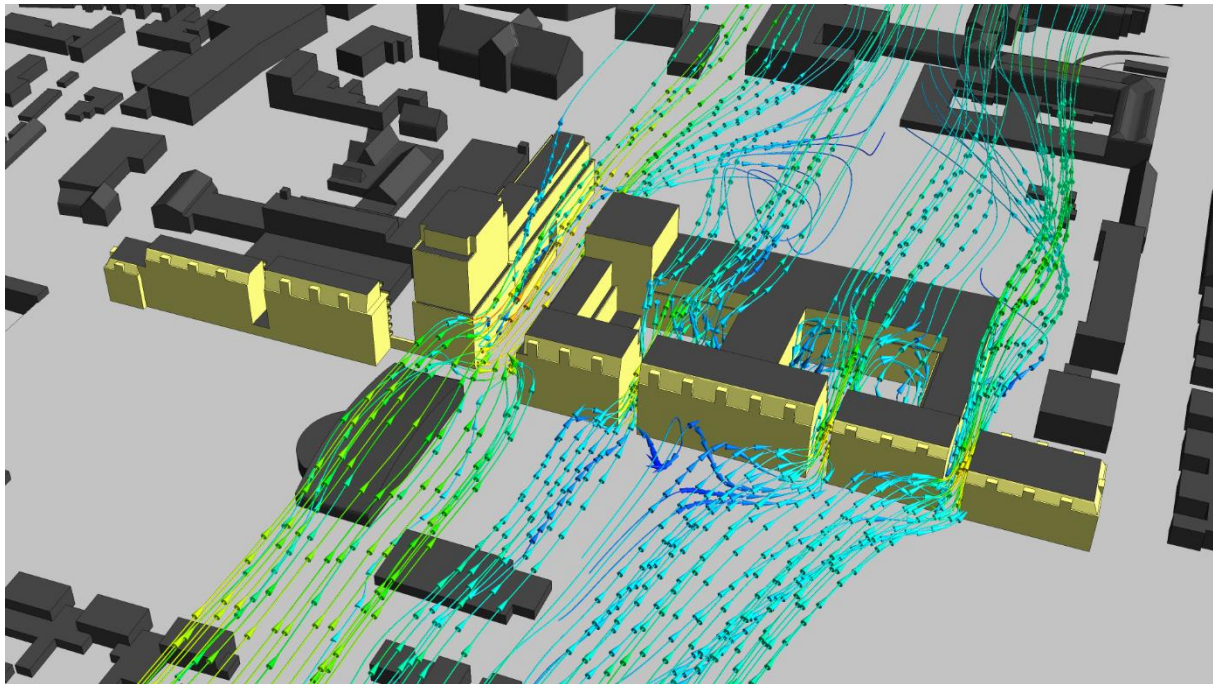
4.1 Windklimaat rond de ontwikkeling

Op basis van het op 26 februari ontvangen voorlopige stedenbouwkundig plan (referentie: 231206_BEST_VOSP_Oostzijde_klein) is de verwachting dat rond de ontwikkeling veelal de activiteit doorlopen zal worden uitgevoerd. In de binnentuinen van het zuidelijke gebouwencomplex wordt ook de activiteit slenteren en langdurig zitten verwacht.

De resultaten laten zien dat rond de nieuwbouwontwikkeling voornamelijk kwaliteitsklasse A voorkomt. Kwaliteitsklasse A houdt een goed windklimaat in voor alle activiteiten. Alleen op de doorgangswegen (oost-west verbindingen) van het station richting de rest van het dorp Best of de binnentuinen van het zuidelijke gebouwencomplex is een minder goede kwaliteitsklasse waarneembaar. Op vrijwel al deze doorgangswegen is maximaal kwaliteitsklasse D waarneembaar, een matig windklimaat voor de activiteit doorlopen.

De hogere kwaliteitsklasse zijn het gevolg van de veelvoorkomende zuidwestelijke windrichtingen (windrichting 210 en 240). De wind stroomt dan tegen de zuidwestelijke gevels om via de

doorgangswegen verder te stromen. Zoals te zien op Figuur 7 vormen de doorgangswegen dan een trechter waardoor de lucht versnelt en er lokaal vaker de drempelwaarde van windhinder overschrijdt.



Figuur 7: Stroomlijnen van de lucht, vanuit windrichting 240, die de versnellingen weergeven tussen de nieuwbouwontwikkeling door. Een oranje/geel/groene kleur geeft een hogere versnelling weer dan een blauwe kleur.

4.2 Vergelijking tussen situaties

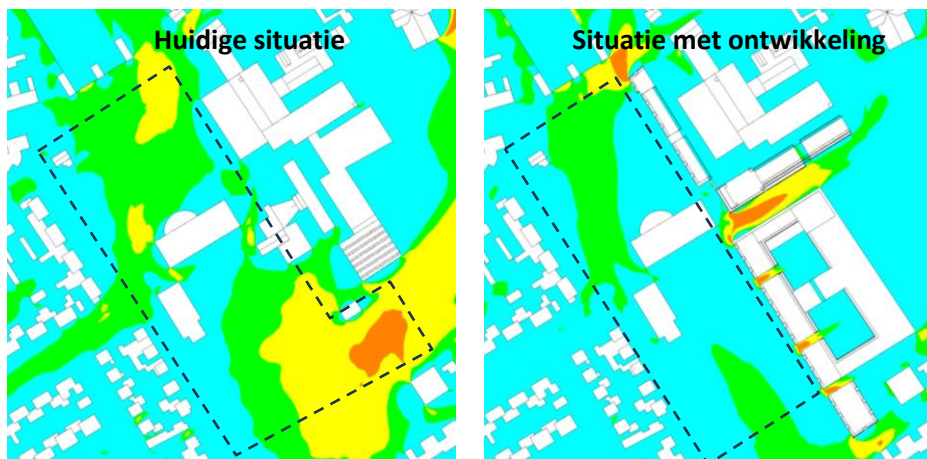
Voor vier gebieden wordt hieronder kort het windklimaat vergeleken tussen de huidige situatie en de situatie met nieuwbouwontwikkeling.

4.2.1 Omgeving treinstation/tunneldek

In de nabije omgeving van het treinstation (entree station, tunneldek/pleinen rondom het station en omliggende parkeerterreinen) vindt nu voornamelijk de activiteit doorlopen plaats. In de nieuwe plannen zal dit gebied een verblijfsgebied worden met groene delen. Tevens zullen evenementen en sportgelegenheden een plaats krijgen.

De nieuwbouwontwikkeling zorgt bij dit gebied voor een verbetering in kwaliteitsklasse. In de huidige situatie is voornamelijk kwaliteitsklasse B en C waarneembaar. In de situatie met ontwikkeling is dit verbeterd tot klasse A en B. Deze verbetering komt de nieuwe plannen voor de omgeving treinstation/tunneldek ten goede. Voor één van de parkeerterreinen is in de huidige situatie kwaliteitsklasse D aanwezig (matig windklimaat) maar dit gebied vervalt bij de nieuwbouwontwikkeling.

Bij de huidige situatie wordt door het open karakter van de omgeving de lucht niet afgeremd als de wind vanuit het zuiden (windrichting 180) komt. De nieuwbouwontwikkeling fungeert bij wind vanuit deze windrichting als een extra obstructie waardoor de lucht wordt afgeremd en afgebogen en een verbeterde kwaliteitsklasse tot gevolg heeft.



Figuur 8: Windklimaat nabij het treinstation voor beide situaties.

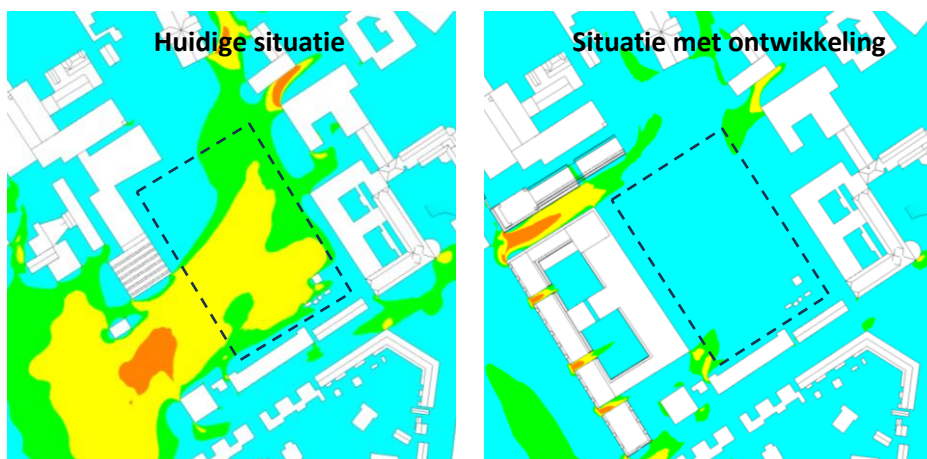
4.2.2 Begraafplaats St. Odulphus

De begraafplaats van St. Odulphus, gelegen direct naast het ontwikkelgebied, is naar verwachting geen doorloopgebied maar meer een slenter/verblijfsgebied.

De nieuwbouwontwikkeling zorgt bij dit gebied voor een verbetering in windklimaat. In de huidige situatie is voornamelijk kwaliteitsklasse B en C waarneembaar. In de situatie met ontwikkeling is dit verbeterd tot klasse A. Het windklimaat in dit gebied verandert van een matig tot een goed windklimaat.

Bij de huidige situatie wordt door het open karakter van de omgeving de lucht niet afgeremd en zelfs versnelt tussen de gebouwen door richting de begraafplaats. Dit gebeurt als de wind vanuit het zuidwesten (windrichting 210 en 240) komt. De nieuwbouwontwikkeling fungeert bij wind vanuit deze windrichting als een extra obstructie waardoor de lucht wordt afgeremd en afgebogen. Het gebied achter de ontwikkeling ligt daardoor in de luwte wat een verbeterd windklimaat tot gevolg heeft.

Daarbij is het windklimaat bij de ten noorden gelegen Sint-Odulphuskerk ook verbeterd. Het windklimaat gaat hier van maximaal kwaliteitsklasse D naar C.



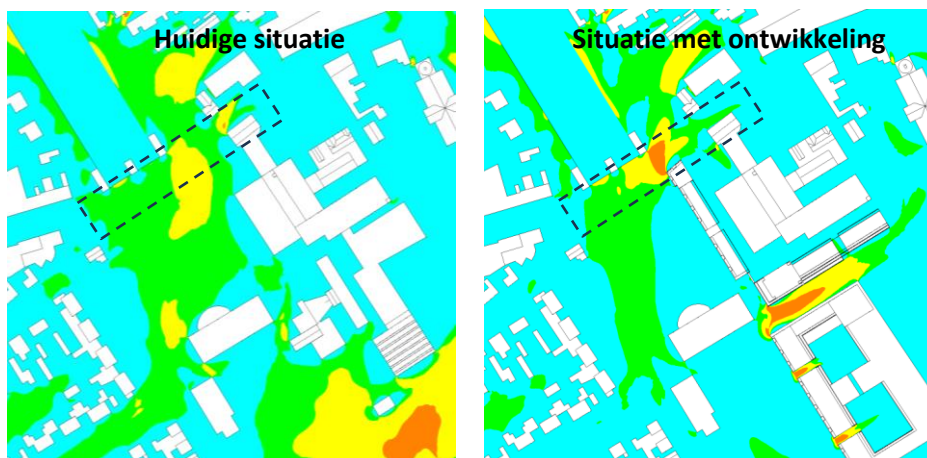
Figuur 9: Windklimaat nabij de begraafplaats St. Odulphus voor beide situaties. Het omlijnde gebied geeft de begraafplaats aan.

4.2.3 Oirschotseweg/Hoofdstraat

Het gebied waar de Oirschotseweg overgaat in de Hoofdstraat, gelegen nabij waar het spoor ondergronds gaat, bevat voornamelijk een autoweg en een stoep. Naar verwachting zal hier de activiteit doorlopen plaatsvinden op de stoep.

De nieuwbouwontwikkeling zorgt bij dit gebied voor een verandering in windklimaat. In de huidige situatie is voornamelijk kwaliteitsklasse B en C waarneembaar. In de situatie met ontwikkeling is dit in veel gebieden vergelijkbaar gebleven met uitzondering van het gebied bij de noordwest hoek van de ontwikkeling. Hier is kwaliteitsklasse D waarneembaar. Vanwege de activiteit doorlopen verandert het windklimaat in dit gebied van een goed tot een matig tot goed windklimaat.

De ontwikkeling zorgt bij wind vanuit het zuidwesten (windrichting 210 en 240) voor een versnelling van de lucht rond de noordkop van het noordelijke gebouw. Hierdoor wordt op deze locatie de drempelwaarde van windhinder vaker overschreden.



Figuur 10: Windklimaat nabij de straat Oirschotseweg/Hoofdstraat voor beide situaties. Het omlijnde gebied geeft deze straat aan.

4.2.4 Molenstraat

De Molenstraat ligt ten zuiden van de ontwikkeling en het treinstation. Naar verwachting zal ook hier de activiteit doorlopen plaatsvinden.

De nieuwbouwontwikkeling zorgt bij dit gebied voor een verandering in het windklimaat, met name dichtbij de ontwikkeling. In de huidige situatie is voornamelijk kwaliteitsklasse A waarneembaar met een paar gebieden klasse B. In de situatie met ontwikkeling is dit in veel gebieden vergelijkbaar gebleven maar is nabij de ontwikkeling een hogere kwaliteitsklasse (klasse C met een klein gebied D) waarneembaar. Deze locatie bevindt zich midden boven de weg. Hierdoor blijft het windklimaat boven de stoep goed voor de activiteit doorlopen.

De ontwikkeling zorgt bij wind vanuit het zuidwesten (windrichting 210 en 240) voor een versnelling van de lucht rond de zuidkop van het zuidelijke gebouw. Hierdoor wordt op deze locatie de drempelwaarde van windhinder vaker overschreden.



Figuur 11: Windklimaat nabij de straat Molenstraat voor beide situaties. Het omlijnde gebied geeft deze straat aan.

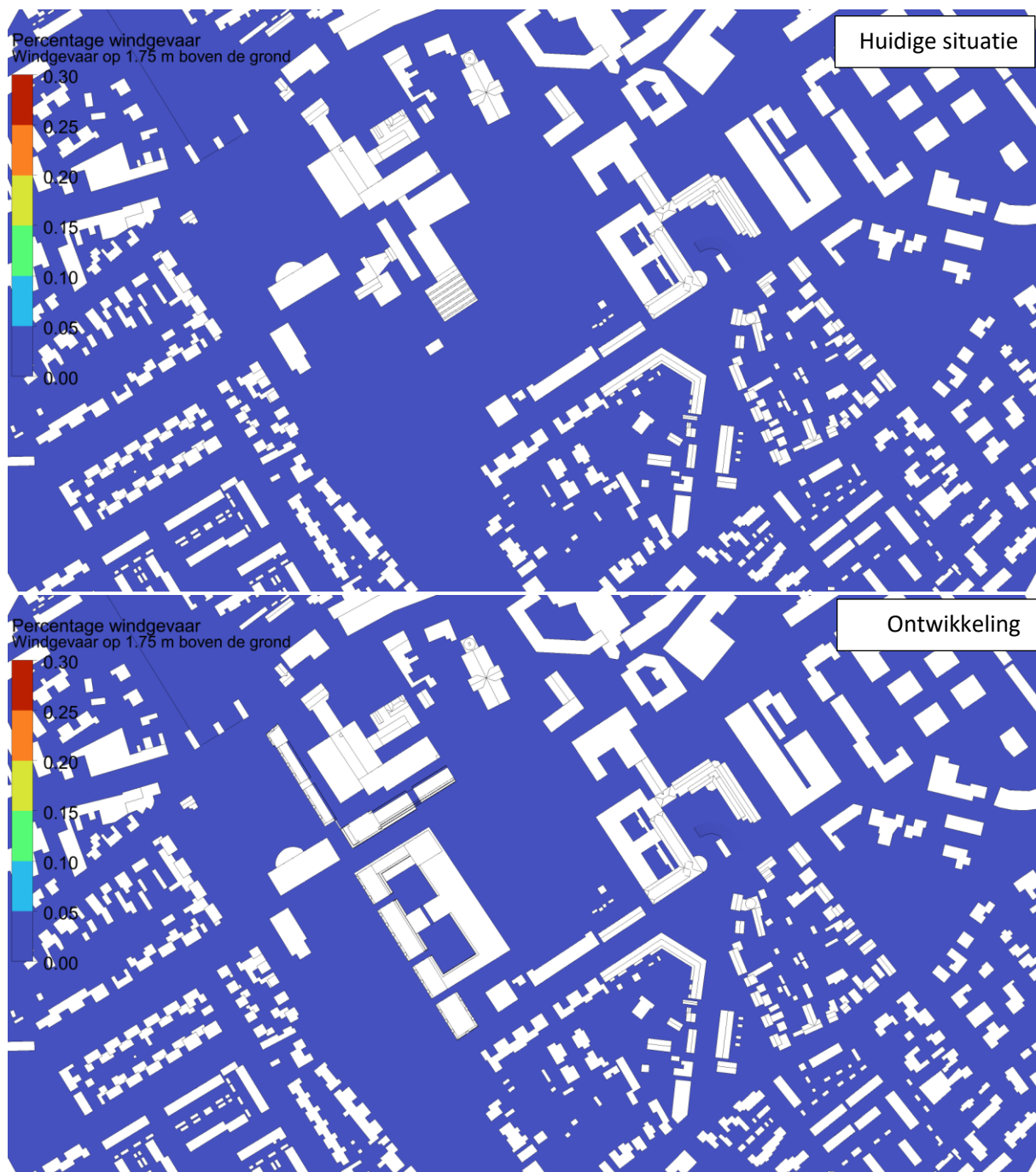
4.3 Resultaten windgevaar

Het aantal uren overschrijding van de drempelsnelheid van 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 te verwachten windgevaar berekend. De resultaten per windrichting zijn bijgevoegd in Bijlage A voor de huidige situatie en in Bijlage B voor de nieuwbouwontwikkeling.

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 NEN8100 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 12 wordt het percentage overschrijding van windgevaar op 1,75 m boven het grondvlak op jaarbasis weergegeven volgens de boordeling uit de NEN8100 voor de situatie met ontwikkeling en de huidige situatie.

Op de figuren is te zien dat volgens de NEN8100 op 1,75 m boven het maaiveld rondom het stationsgebied nergens de grens voor windgevaar wordt overschreden in zowel de situatie met de ontwikkeling als de huidige situatie. Er vindt tussen beide situaties dus geen verandering plaats.



Figuur 12: Percentage windgevaar per jaar op 1,75 m boven de grondvlakken voor de ontwikkeling (boven) en de huidige situatie (onder).

5 Samenvatting

Aan de oostzijde van het treinstation in Best wordt een gebied herontwikkeld. Deze ontwikkeling moet zorgen voor een nieuw dorspentree voor het dorp Best. De ontwikkeling bestaat uit meerdere bouwdelen met verschillende hoogtes. Het hoogste deel bevat 14 bouwlagen en rijkt daarmee tot een hoogte van circa 43 m. De hoogte rijkt tot boven de 30 m en dus wordt volgens de NEN 8100 (1) een windhinderonderzoek vereist.

Op verzoek van Spoorzone Best B.V. is daarom een windhinderonderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling ten oosten van het treinstation. In dit onderzoek wordt het lokale windklimaat van de ontwikkeling vergeleken met de huidige situatie.

Het windklimaat is inzichtelijk gemaakt met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties aan de hand van de methodiek die omschreven staat in de NEN8100 (1). Aan de hand van de NEN8100 is inzicht verschaft in het windklimaat op straatniveau rond de ontwikkeling. Daarnaast wordt het lokale windklimaat op straatniveau van de ontwikkeling vergeleken met de huidige situatie.

De resultaten laten zien dat volgens de NEN8100 op 1,75 m boven het maaiveld rondom het stationsgebied nergens de grens voor windgevaar wordt overschreden in zowel de situatie met de ontwikkeling als de huidige situatie.

De resultaten laten daarnaast zien dat rond de nieuwbouwontwikkeling voornamelijk kwaliteitsklasse A voorkomt met betrekking tot windhinder. Kwaliteitsklasse A houdt een goed windklimaat in voor alle activiteiten. Alleen op de doorgangswegen van het station richting de rest van het dorp Best of de binnentuinen van het zuidelijke gebouwencomplex is een minder goede kwaliteitsklasse waarneembaar. Op vrijwel al deze doorgangswegen is maximaal kwaliteitsklasse D waarneembaar, een matig windklimaat voor de activiteit doorlopen.

De nieuwbouwontwikkeling zorgt verder voor een verbeterende kwaliteitsklasse rond het treinstation, de begraafplaats St. Odulphus en nabij gelegen Sint-Odulphuskerk. Bij de Oirschotseweg/Hoofdstraat ten noorden van de ontwikkeling en de Molenstraat ten zuiden van de ontwikkeling is een kleine verandering waarneembaar door versnellingen rond de hoeken van de ontwikkeling. In geval van de noordkop zorgt dit voor een klein gebied met een verminderd windklimaat (van kwaliteitsklasse C naar D). Bij het zuiden bevindt zich een nog geringer, vergelijkbaar gebied, geconcentreerd boven het weggedeelte van de Molenstraat.

6 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten van dit onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Indien het gebied tussen de gebouwcomplexen (doorgangswegen vanaf het station richting de rest van het dorp Best of richting de binnentuinen) niet alleen zal worden gebruikt voor doorlopen wordt aangeraden het windklimaat te verbeteren.
Dit kan bijvoorbeeld door het plaatsen windschermen of vegetatie.
- Dezelfde aanbevelingen worden gedaan voor de gebieden met een matig windklimaat voor de activiteit doorlopen bij de Oirschotseweg/Hoofdstraat.
- Indien entrees worden geplaatst bij de oost-westverbinding (Rembrandtpad) en doorgangen richting de binnentuinen, dan wordt aangeraden het windklimaat ter plaatse te verbeteren.
Dit kan bijvoorbeeld door het creëren van nissen of plaatsen van windschermen en vegetatie in de oost-westverbinding.

Referenties

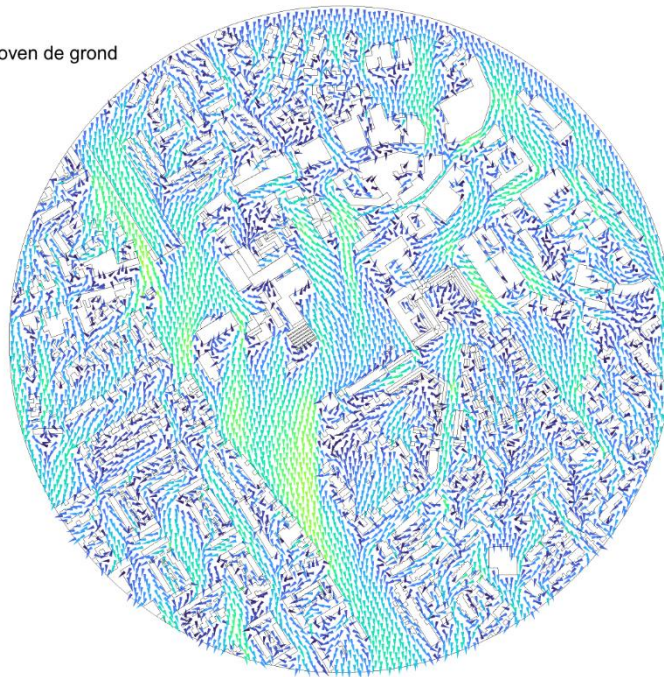
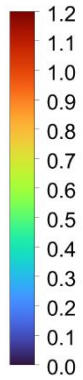
1. NEN 8100 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving. Delft : Nederlands Normalisatie-instituut, februari 2006.
2. 3D Geoinformation research group. <https://3dbag.nl/>. [Online]
3. *Actueel Hoogtebestand Nederland*. [Online] <https://www.ahn.nl/en>.
4. Troen, Ib and Petersen, Erik Lundtang. *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 op 1,75 m boven het grondvlak. Voor iedere windrichting is het volgende weergegeven:

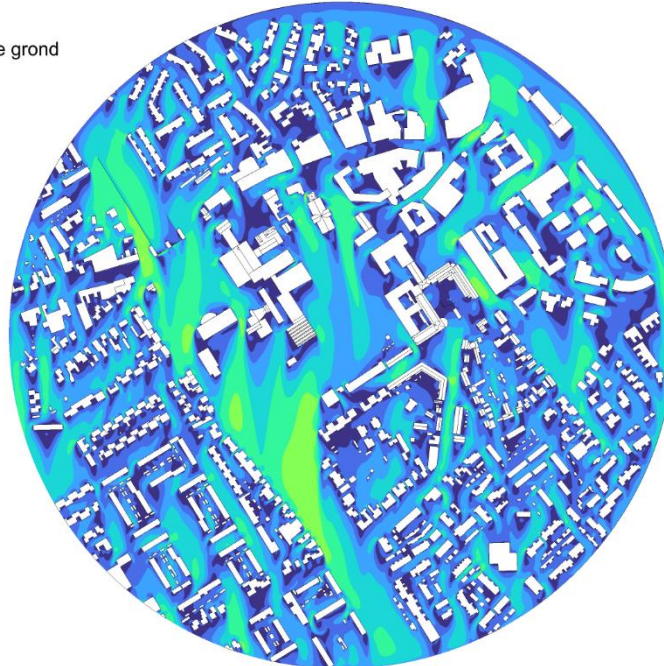
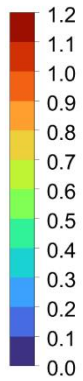
- Snelheidsvectoren gekleurd met windfactor
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de windfactor
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de uren windhinder per jaar
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de uren windgevaar per jaar

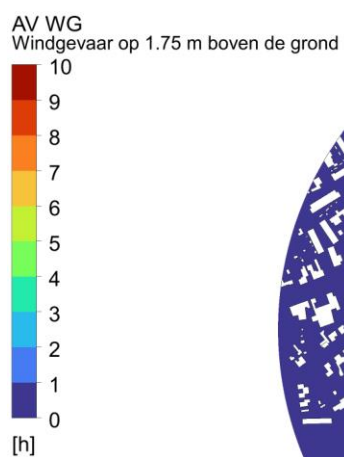
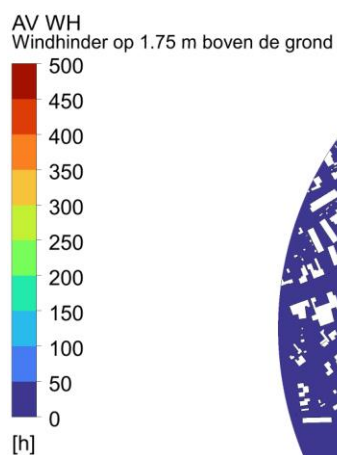
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



Windrichting = 0

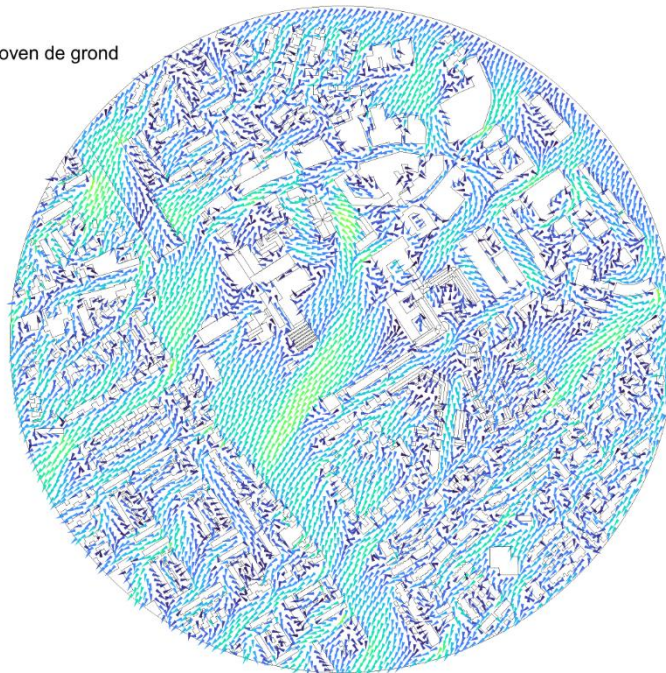
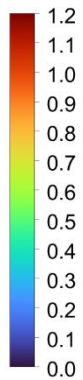
AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



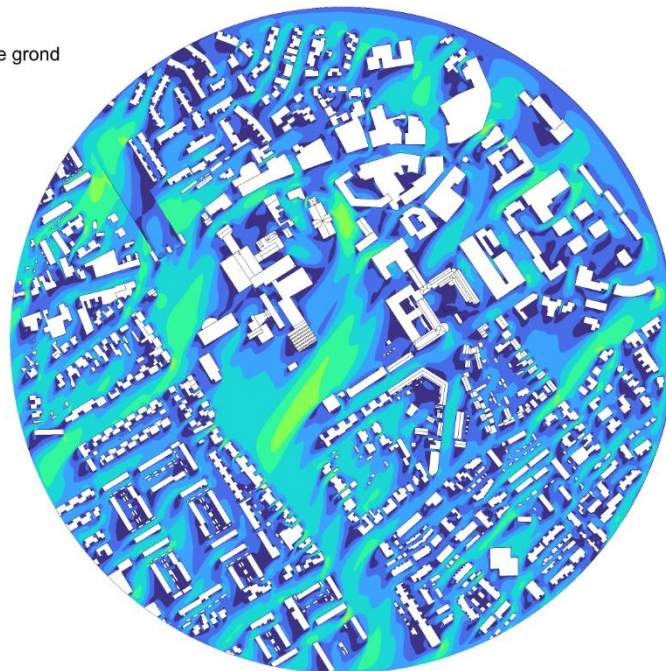
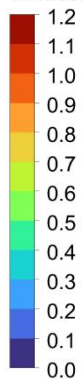


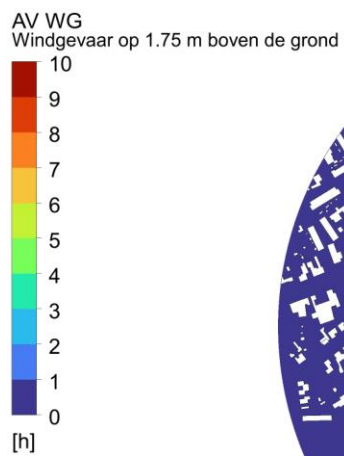
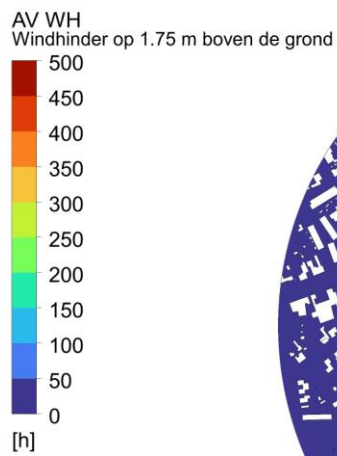
Windrichting = 30

AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

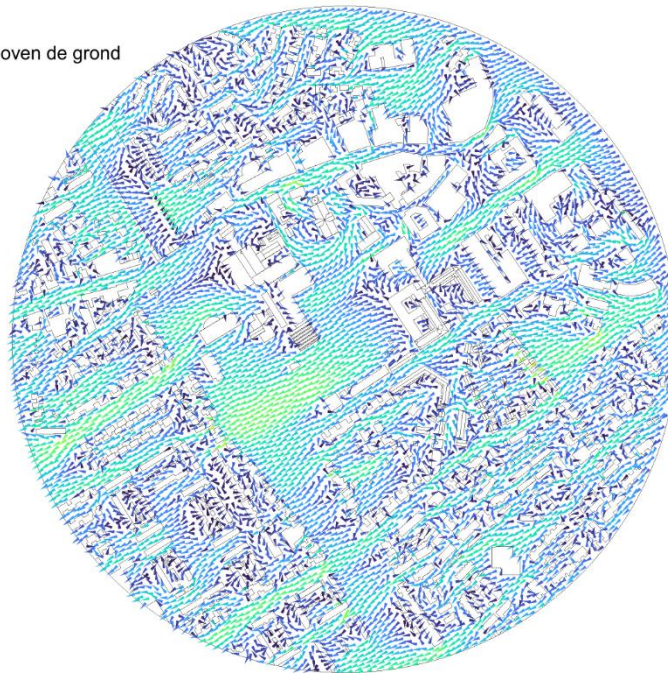
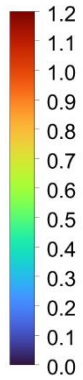


AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



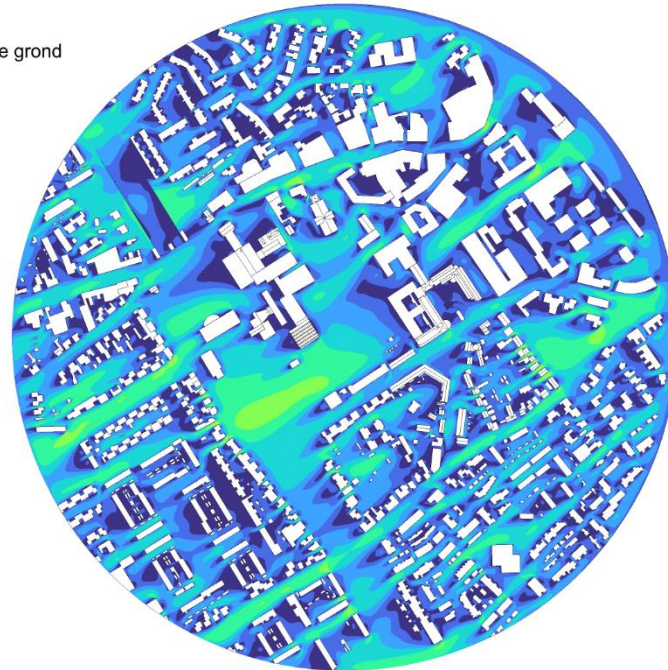
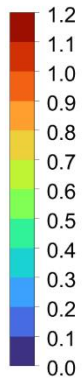


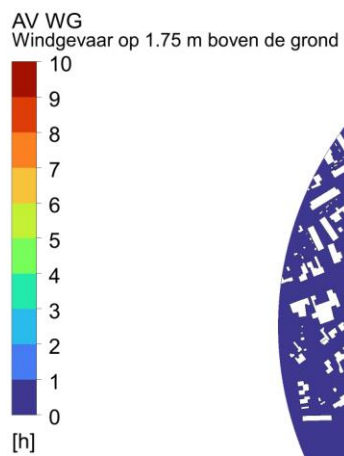
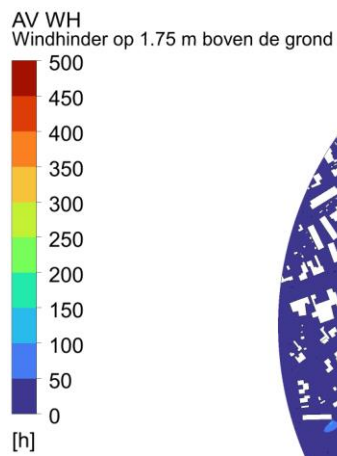
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



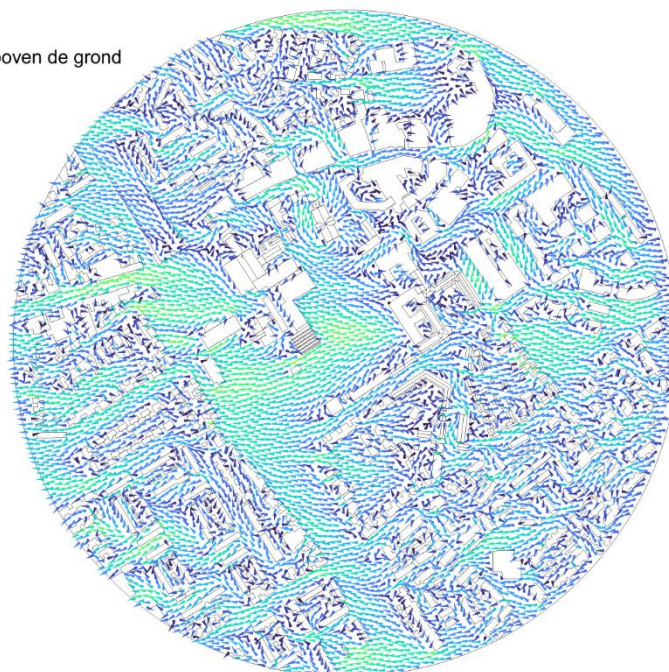
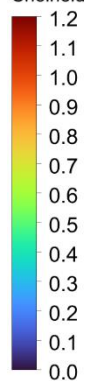
Windrichting = 60

AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



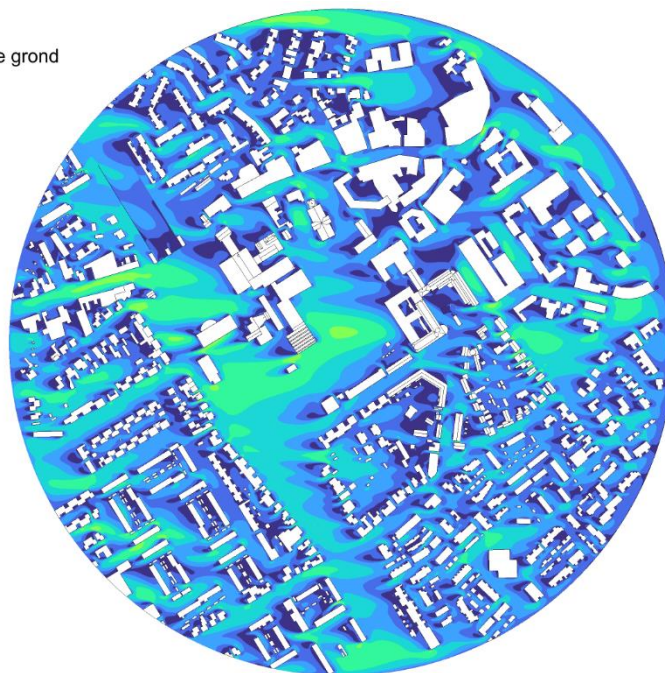
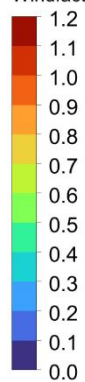


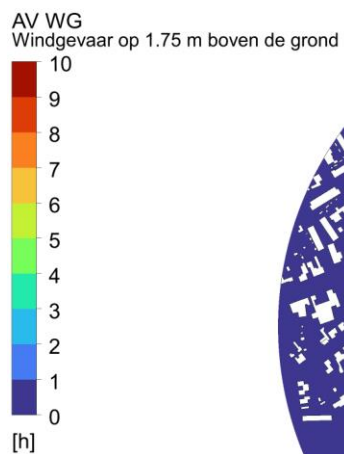
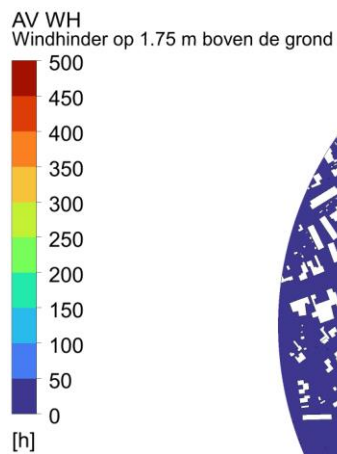
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



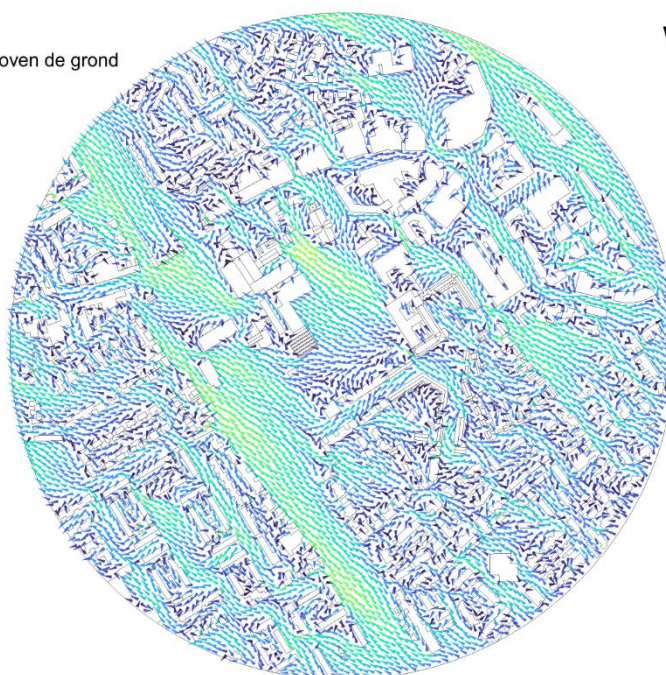
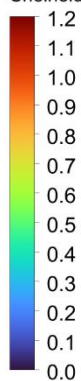
Windrichting = 90

AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



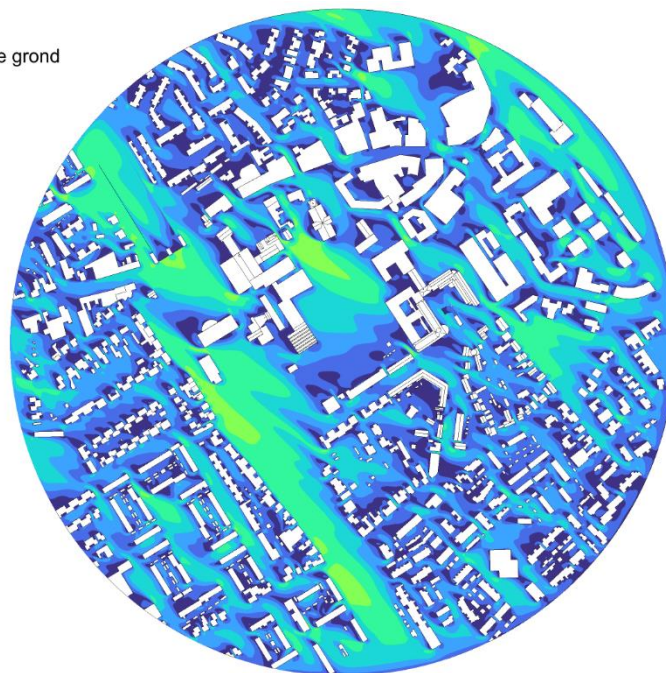
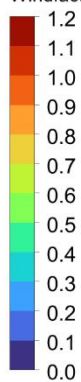


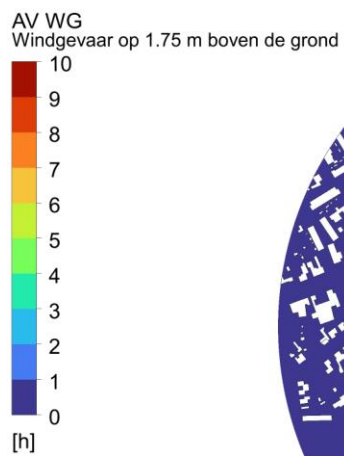
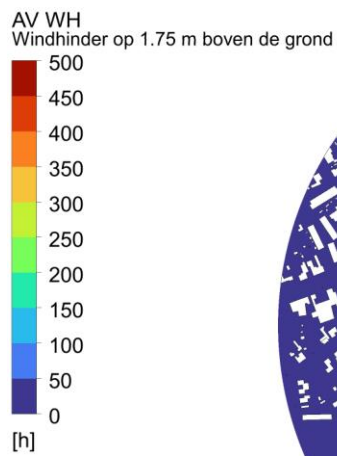
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



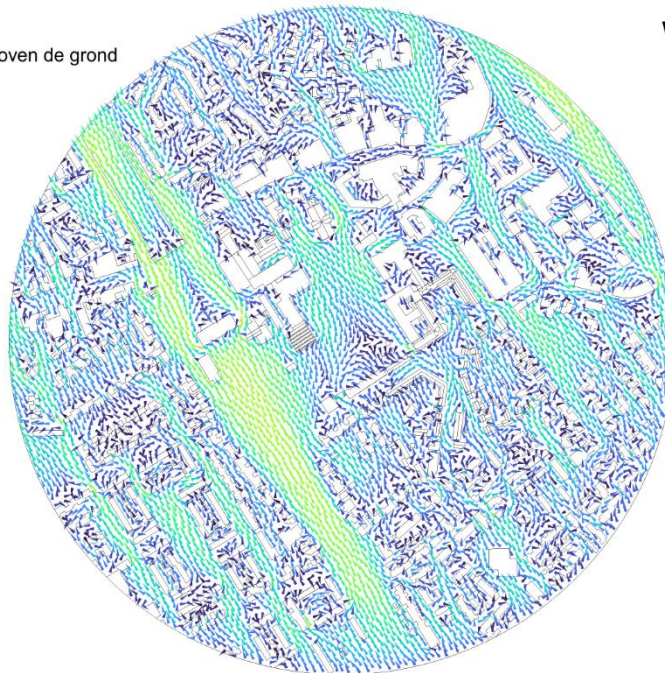
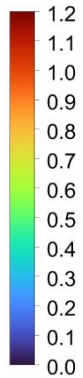
Windrichting = 120

AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



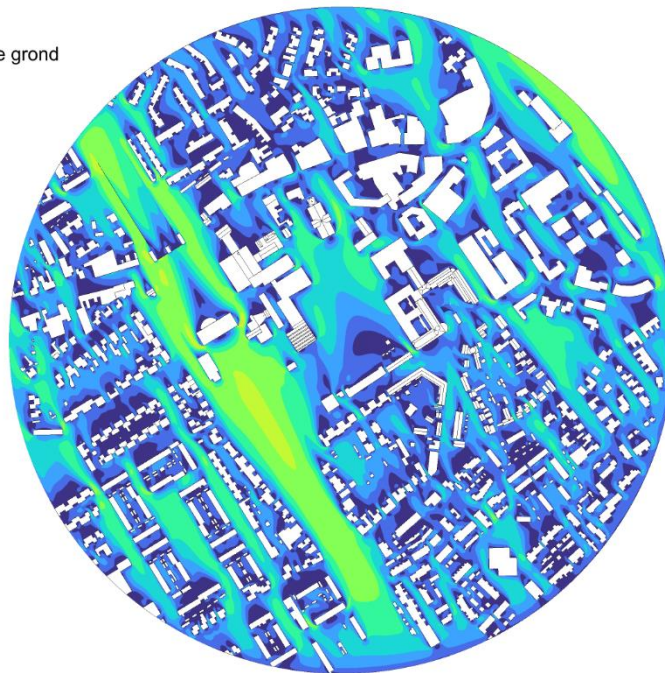
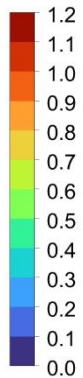


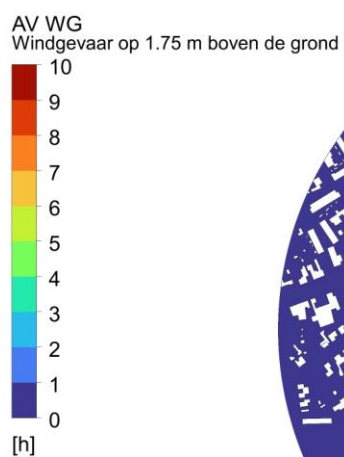
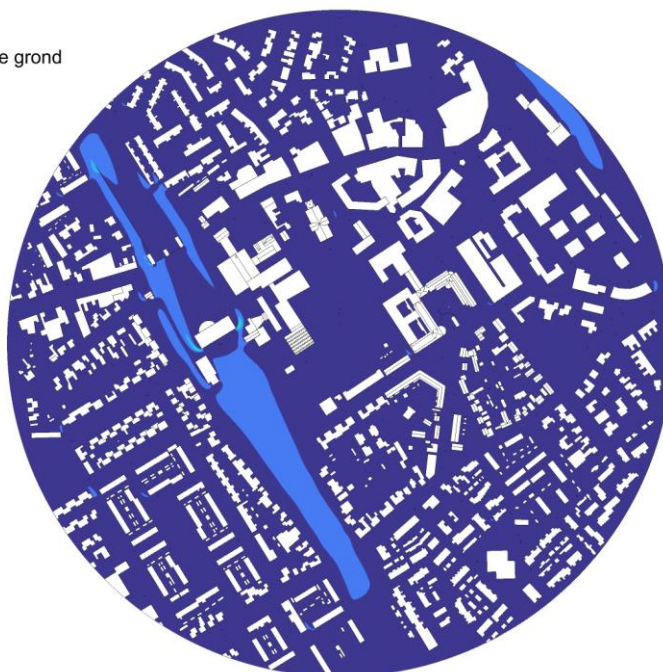
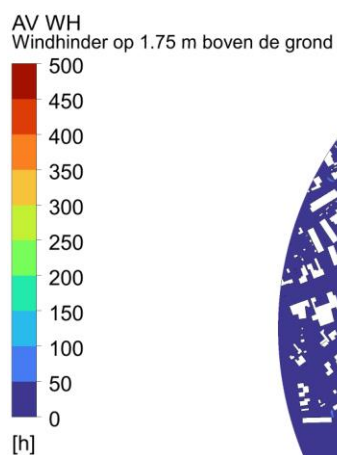
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



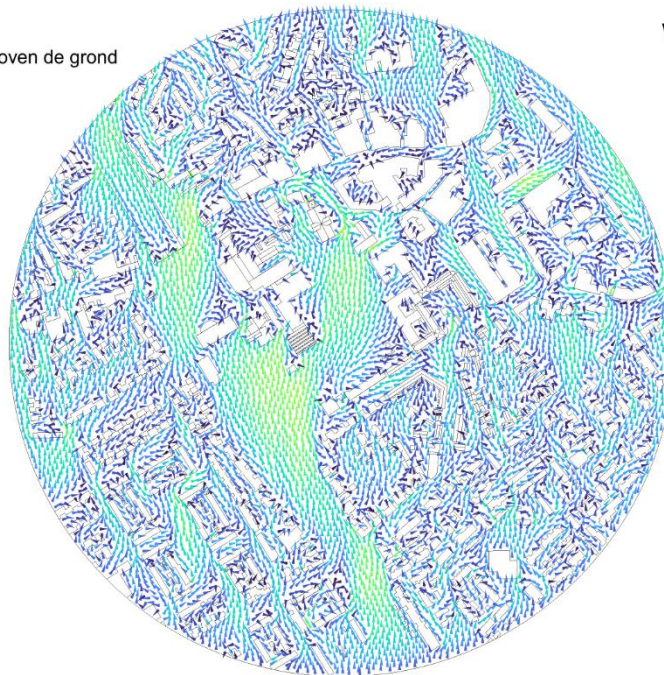
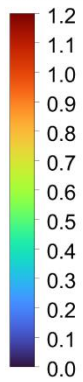
Windrichting = 150

AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



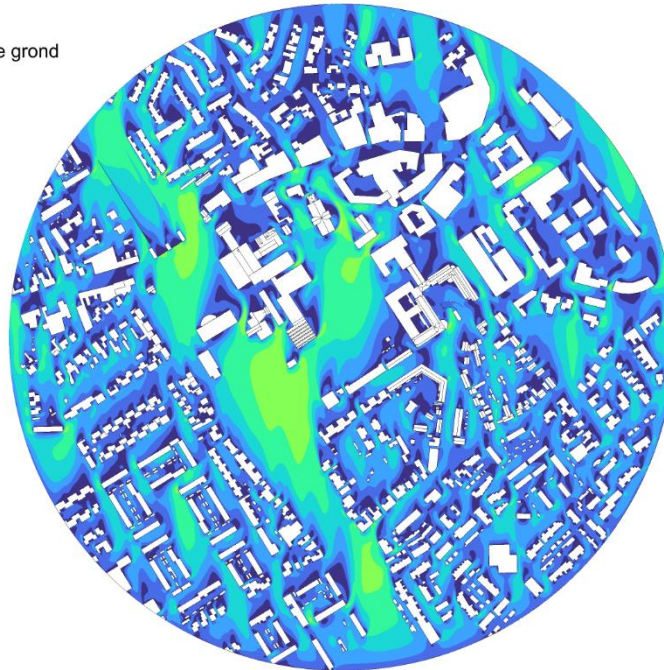
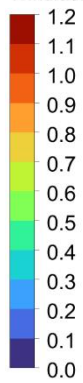


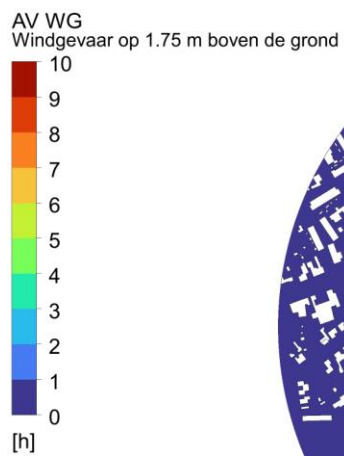
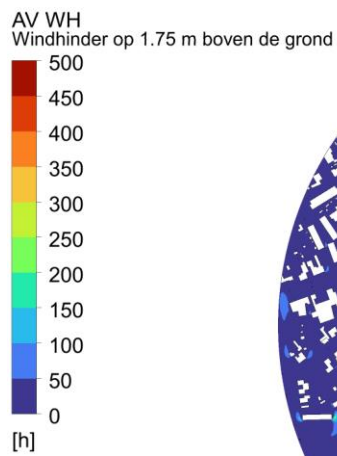
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



Windrichting = 180

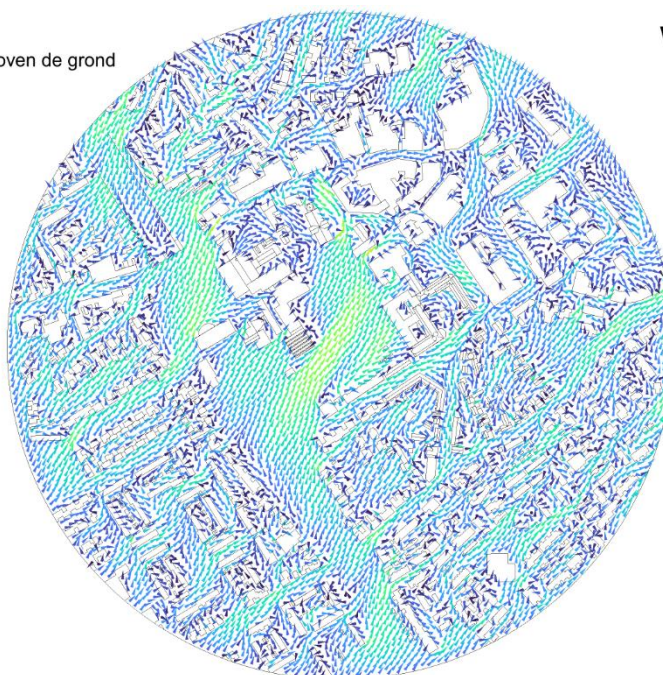
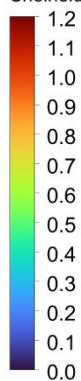
AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



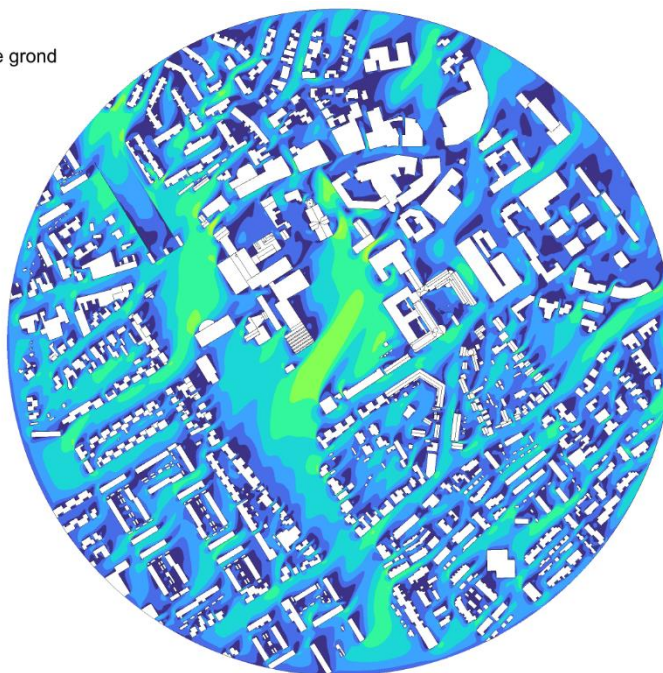
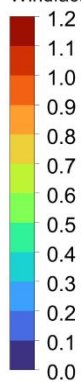


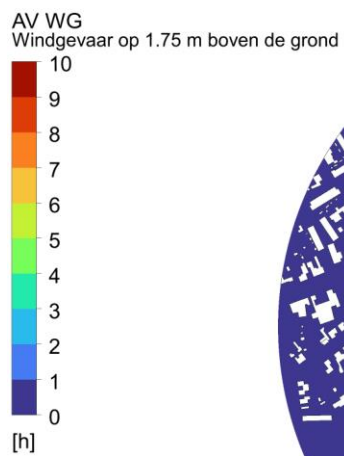
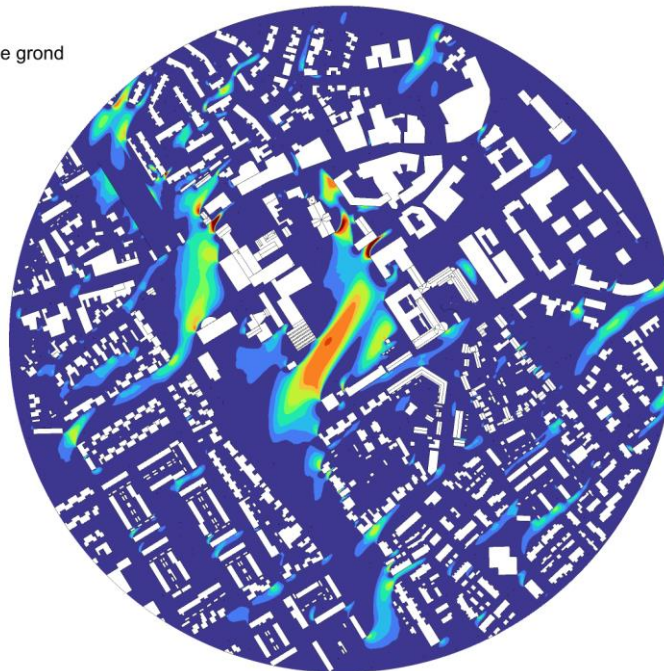
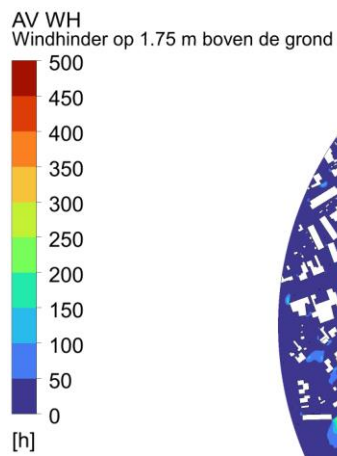
Windrichting = 210

AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

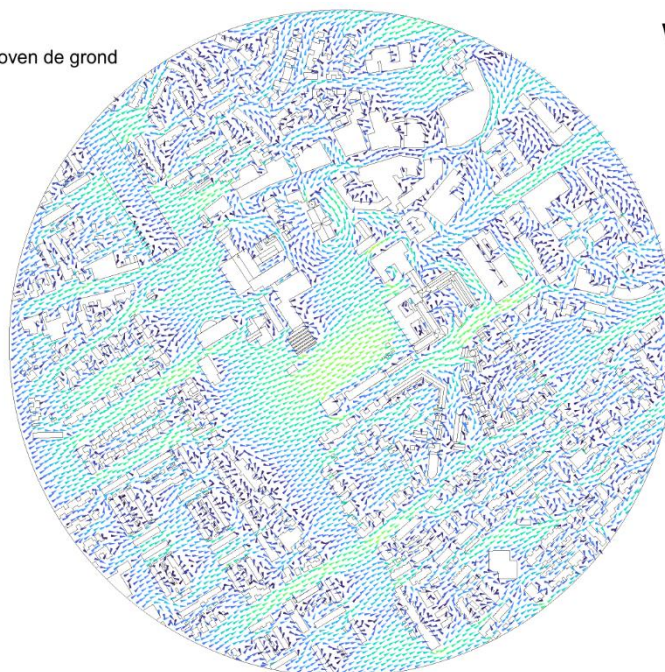
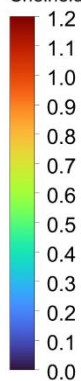


AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



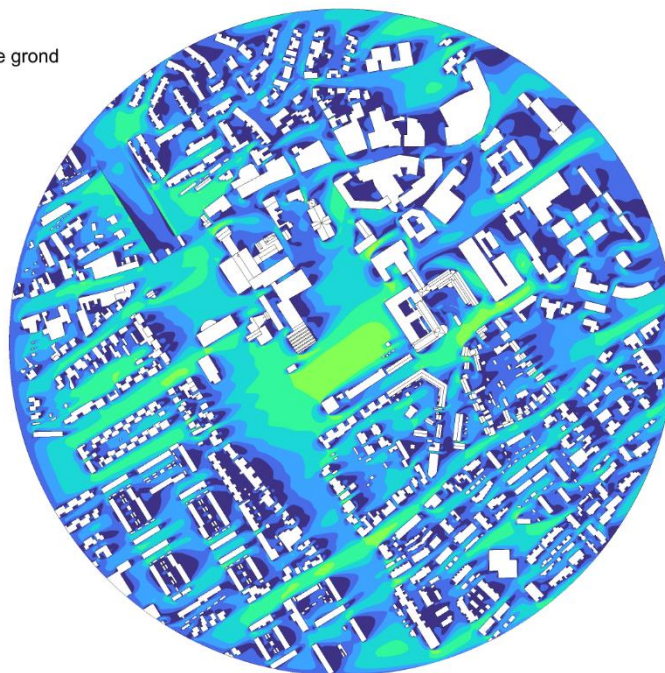
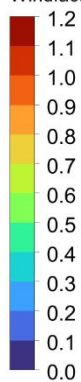


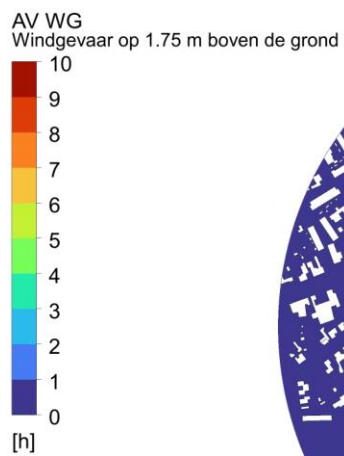
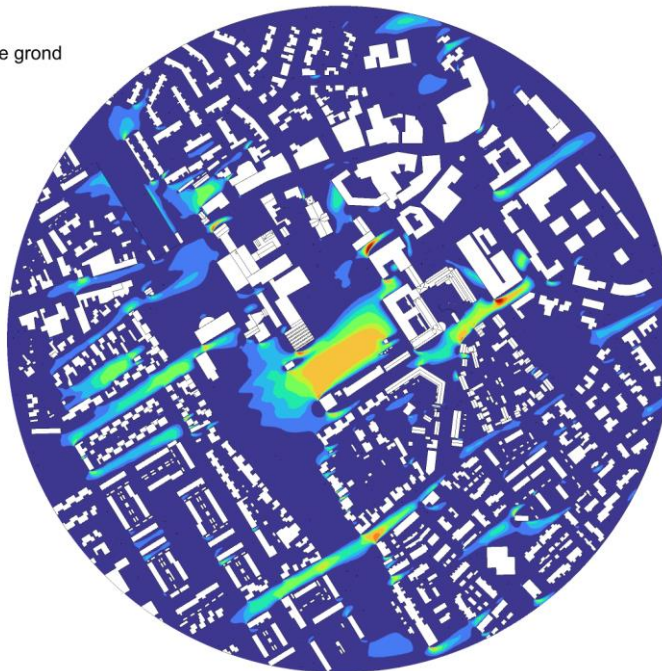
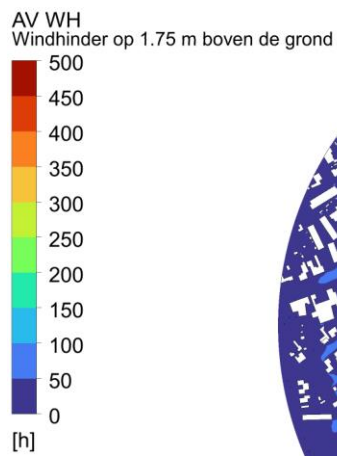
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



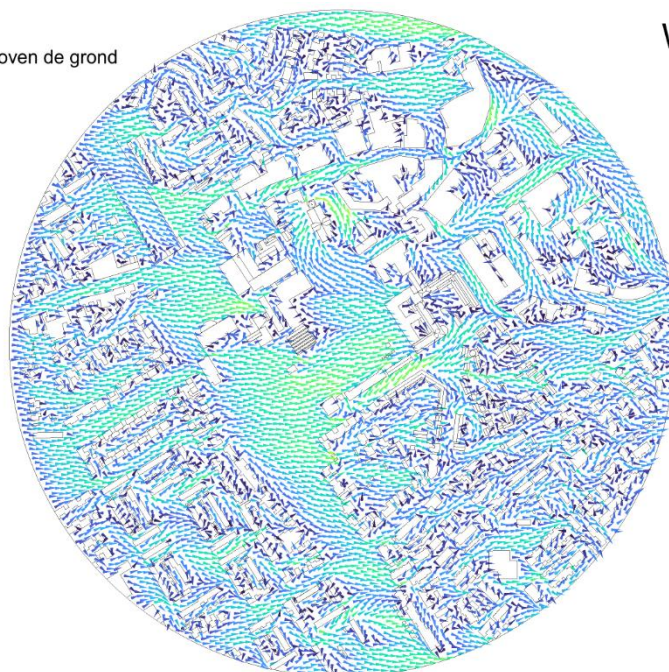
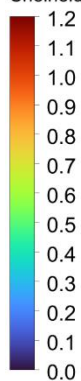
Windrichting = 240

AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



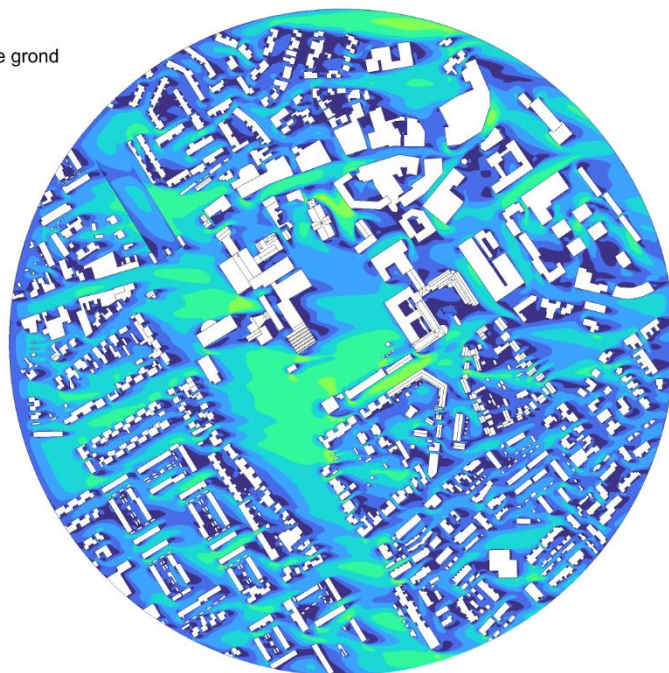
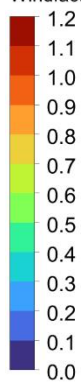


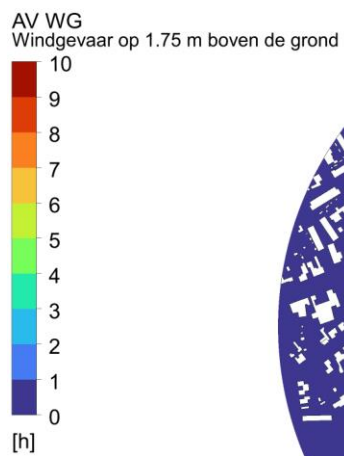
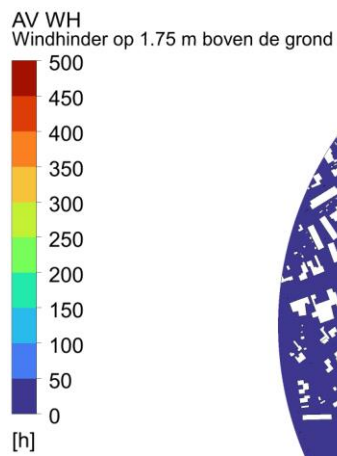
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



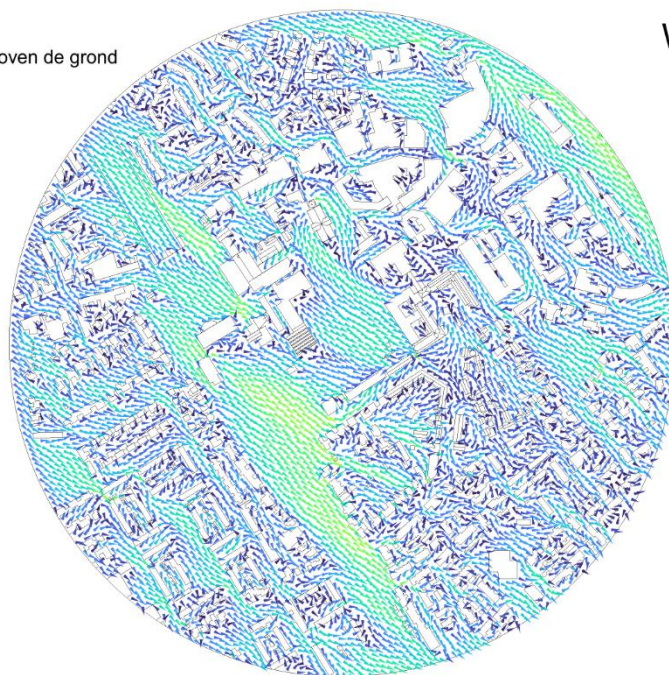
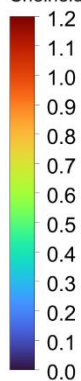
Windrichting = 270

AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



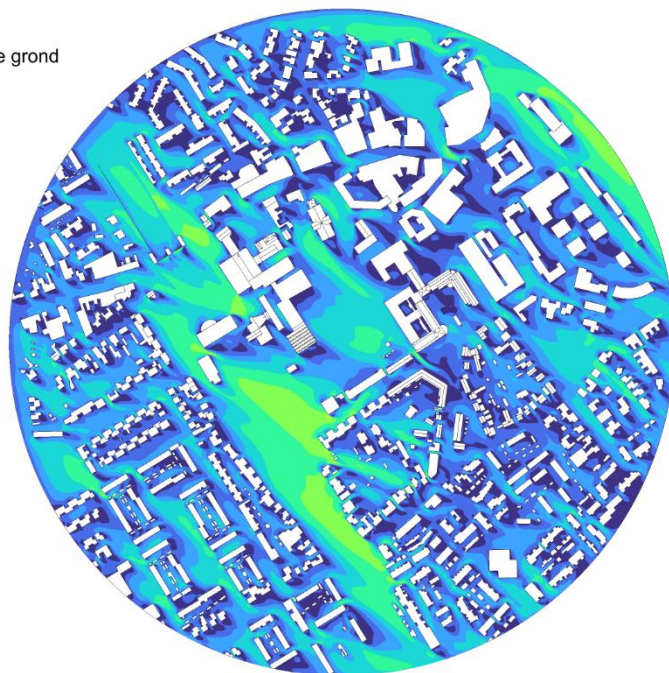
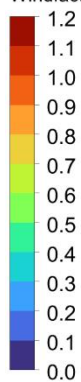


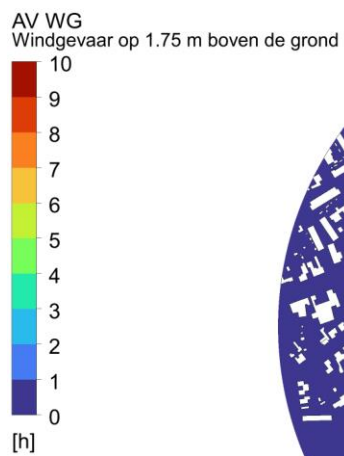
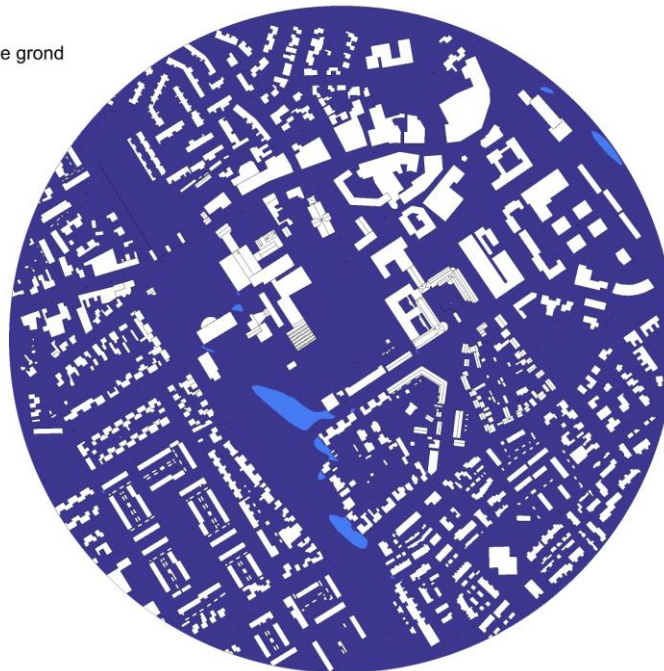
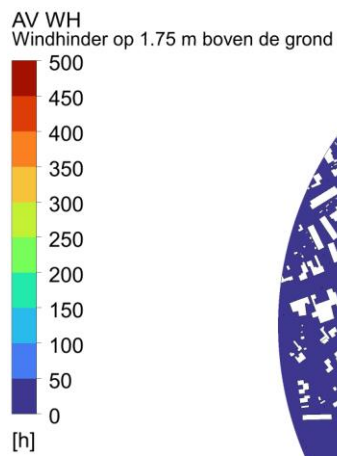
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



Windrichting = 300

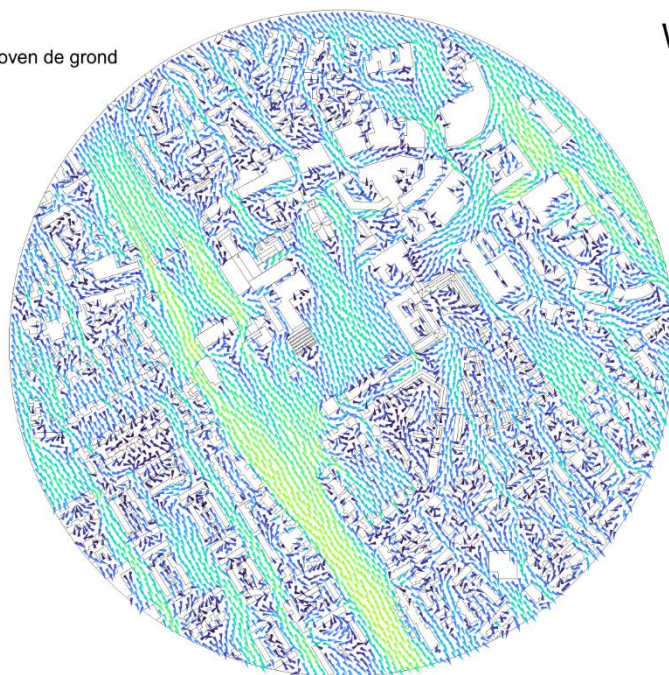
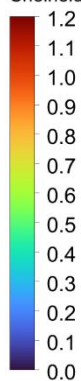
AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



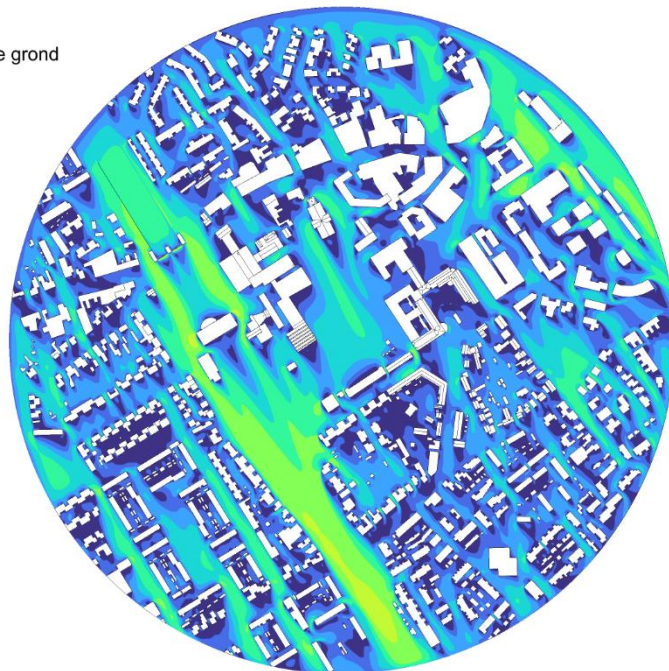
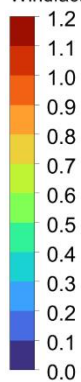


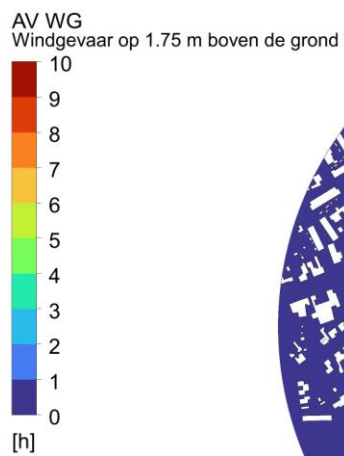
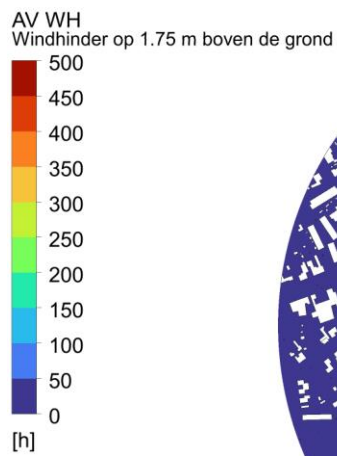
Windrichting = 330

AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



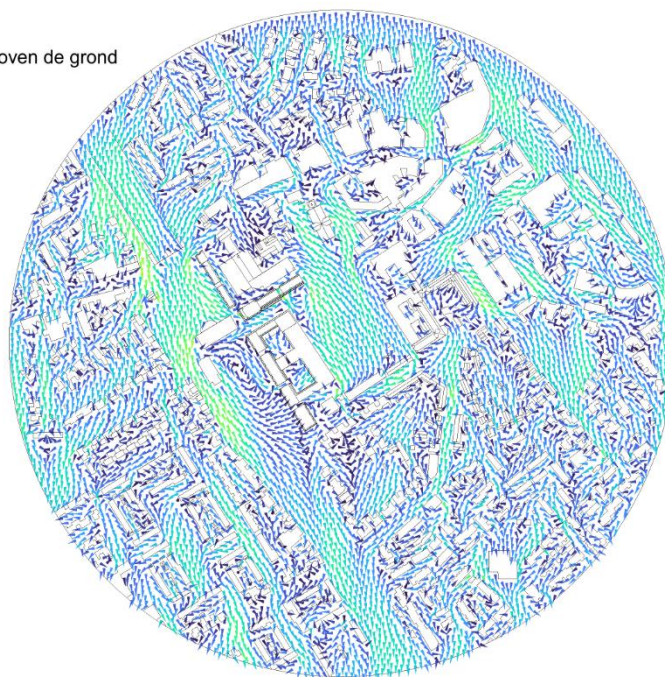
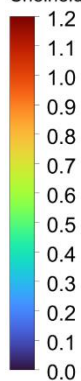


Bijlage B – CFD simulatieresultaten per windrichting - situatie met de nieuwbouwontwikkeling

Op de volgende pagina's worden de CFD simulatieresultaten per windrichting weergegeven op 1,75 m boven het grondvlak. Voor iedere windrichting is het volgende weergegeven:

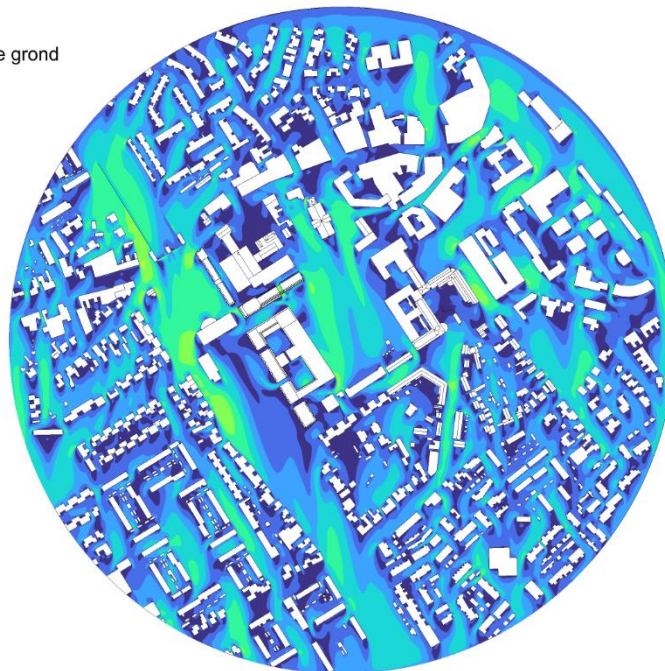
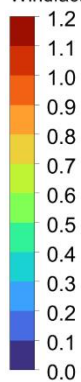
- Snelheidsvectoren gekleurd met windfactor
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de windfactor
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de uren windhinder per jaar
- Bovenaanzicht van een contour gekleurd met de uren windgevaar per jaar

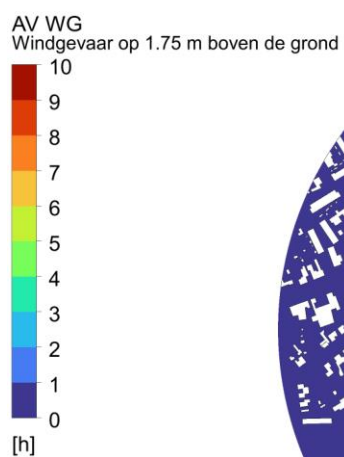
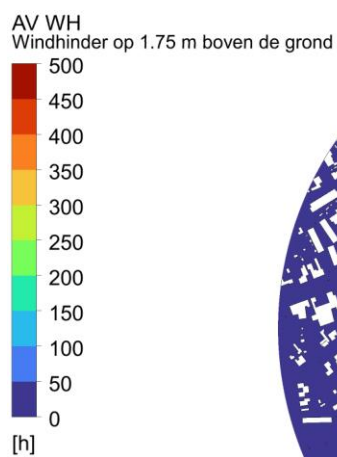
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



Windrichting = 0

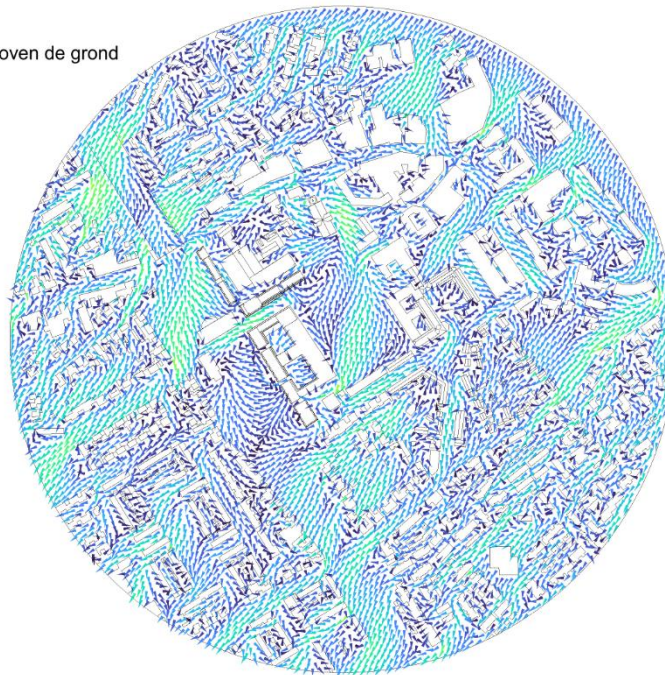
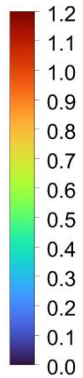
AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



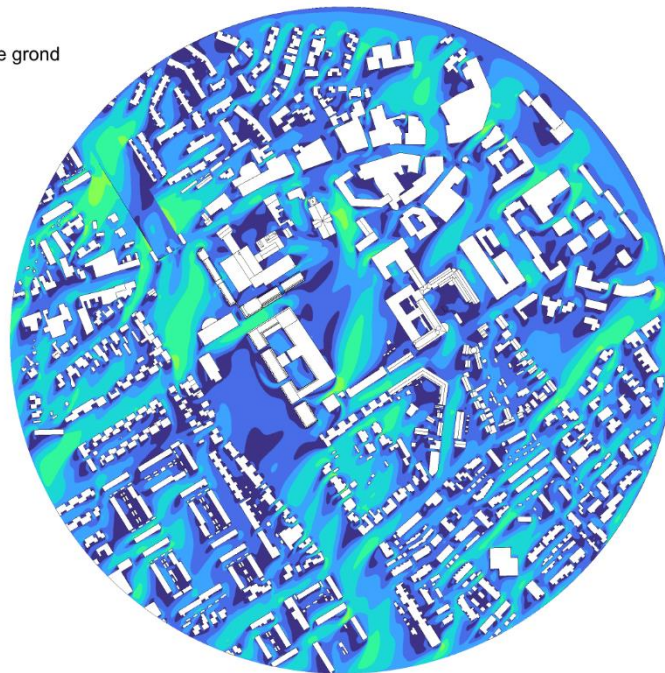
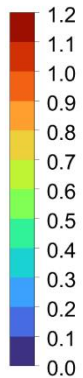


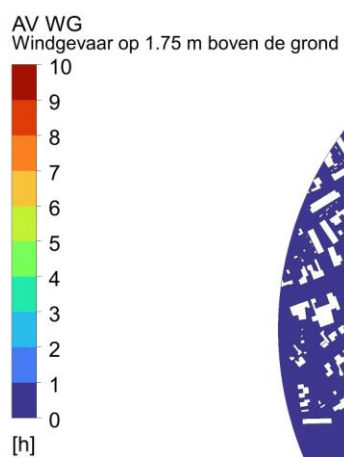
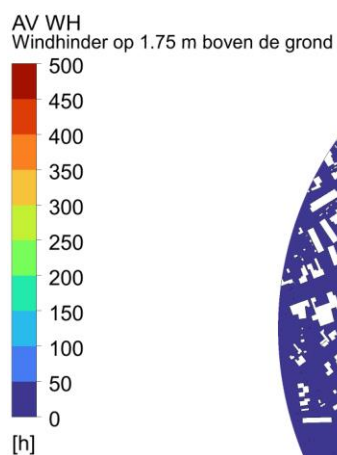
Windrichting = 30

AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

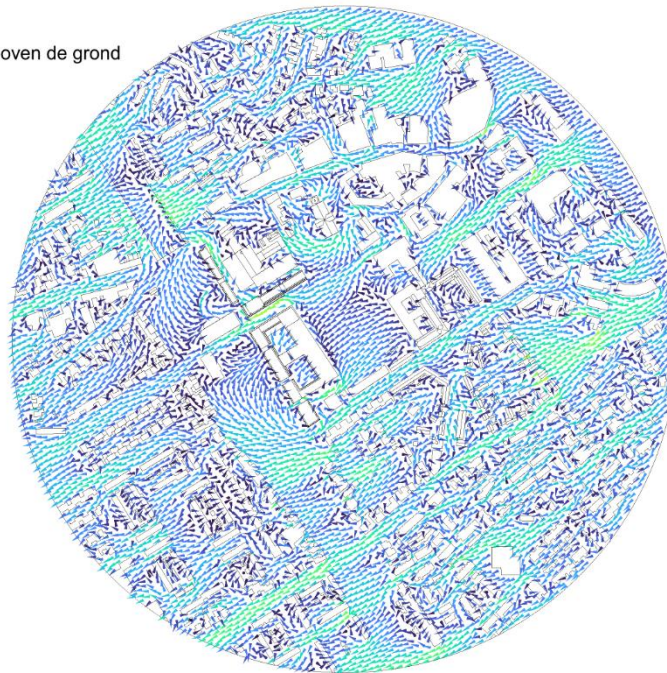
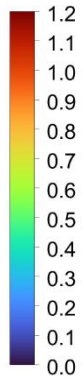


AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



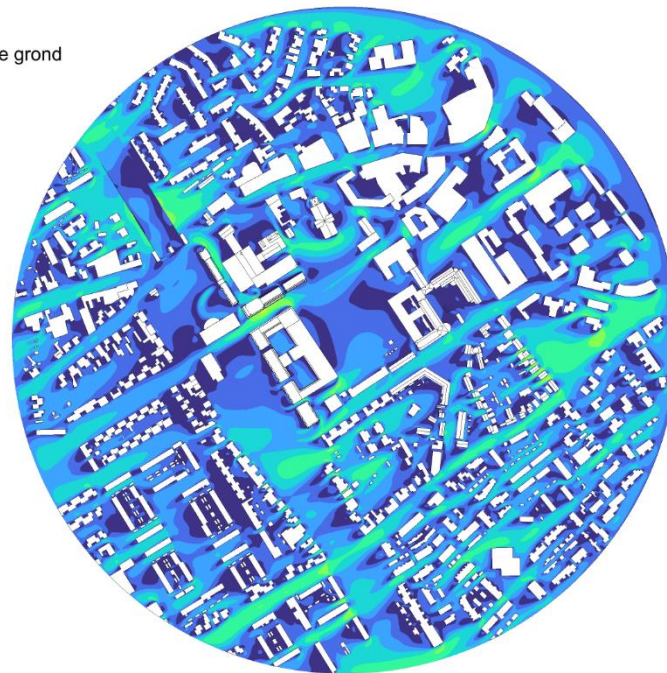
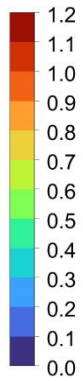


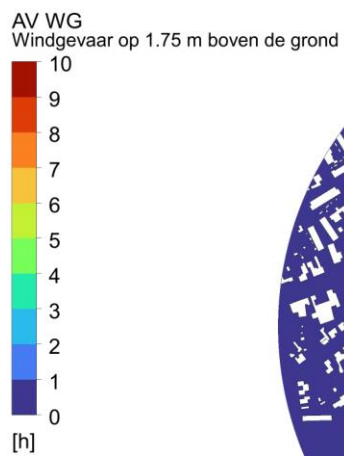
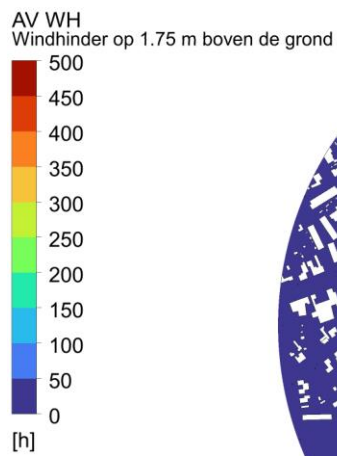
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



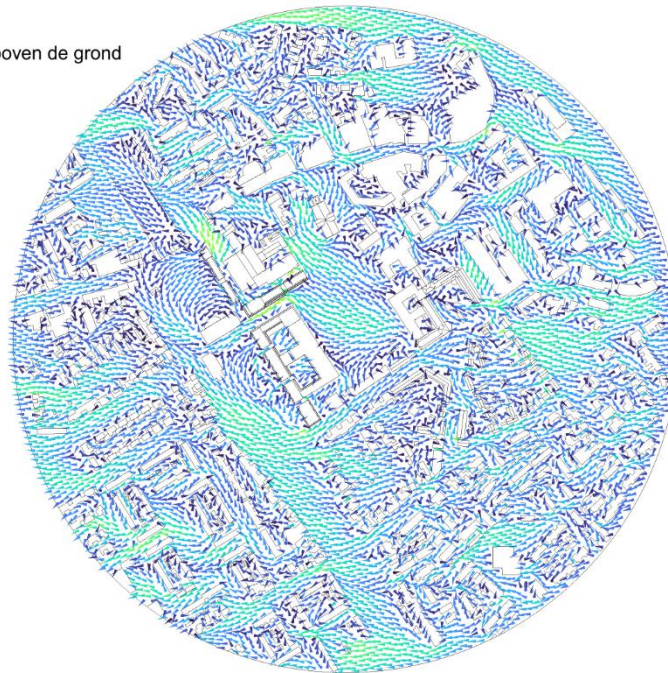
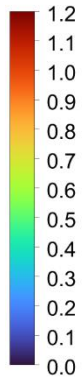
Windrichting = 60

AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



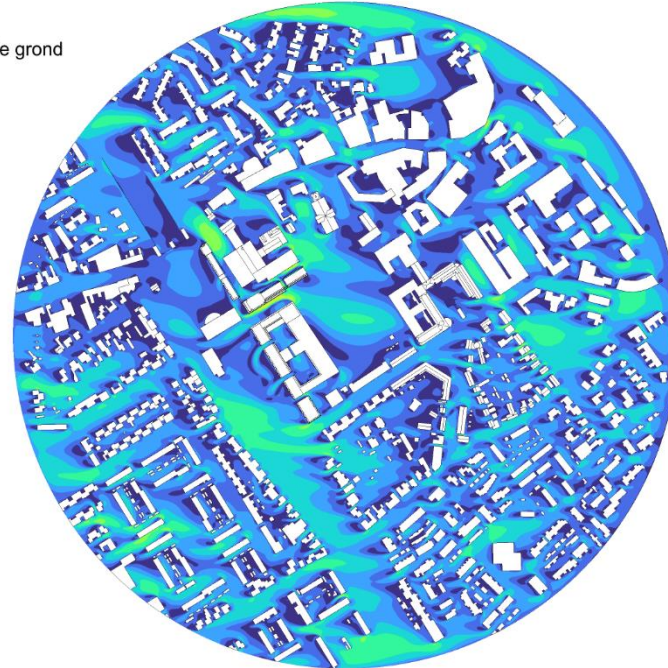
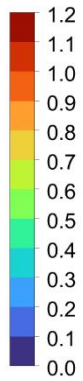


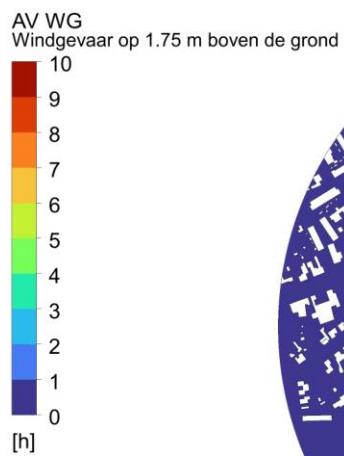
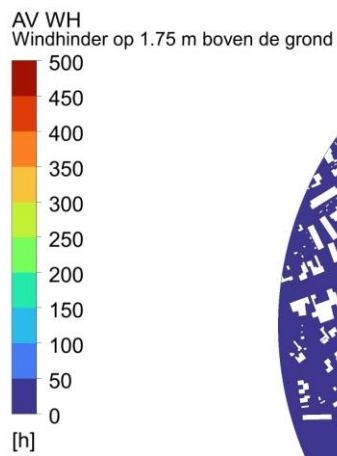
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



Windrichting = 90

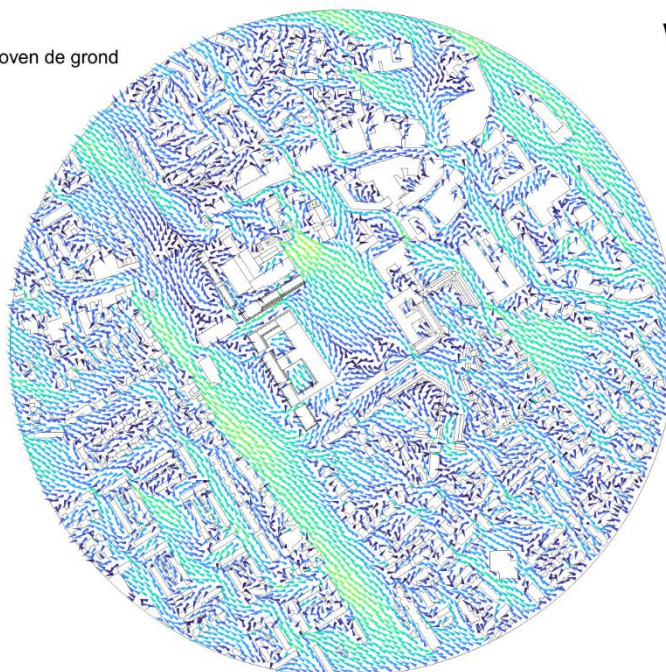
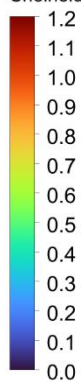
AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



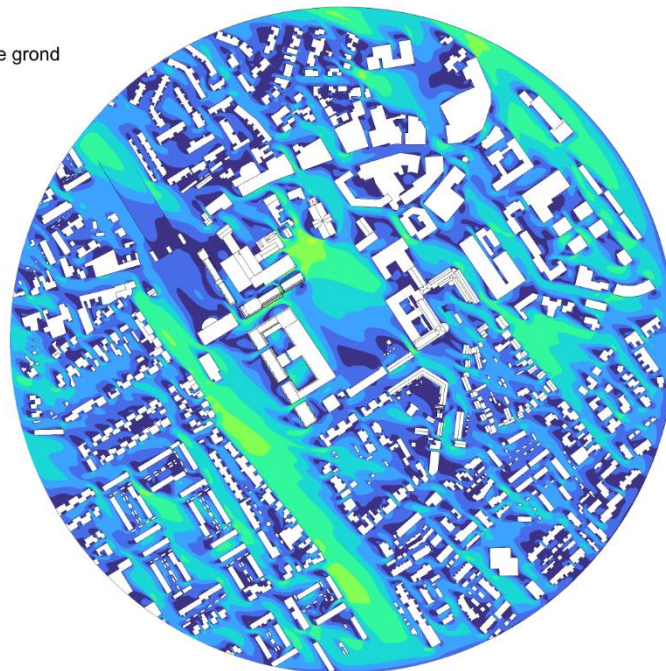
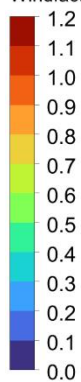


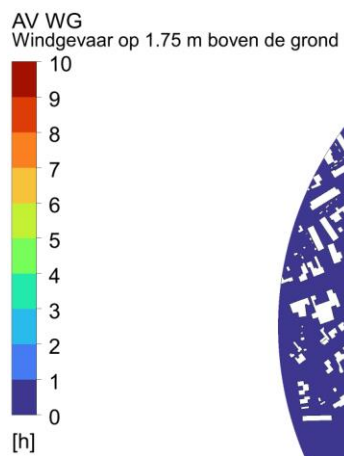
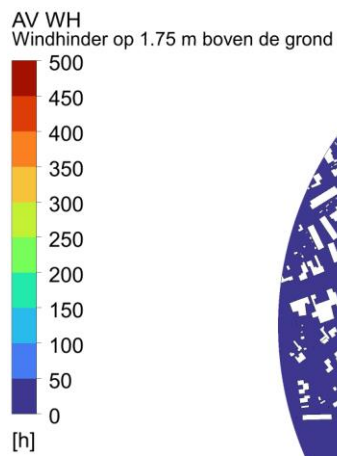
Windrichting = 120

AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

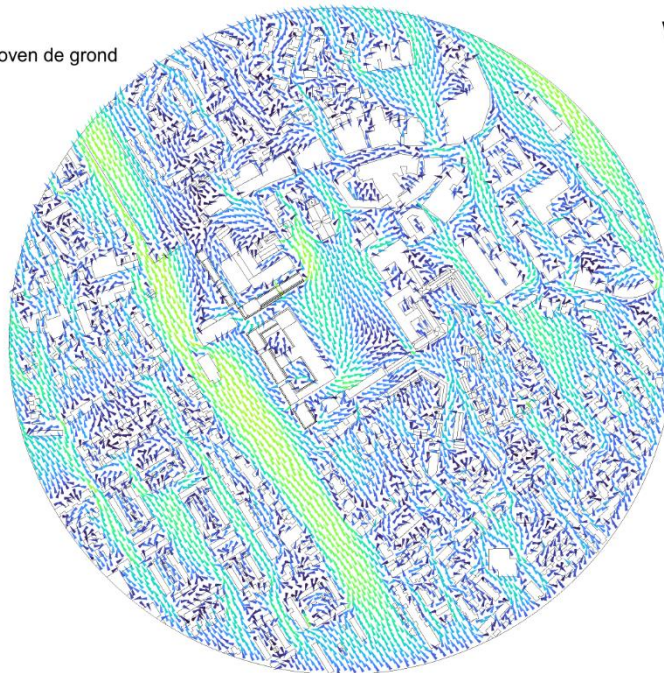
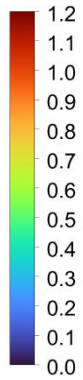


AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



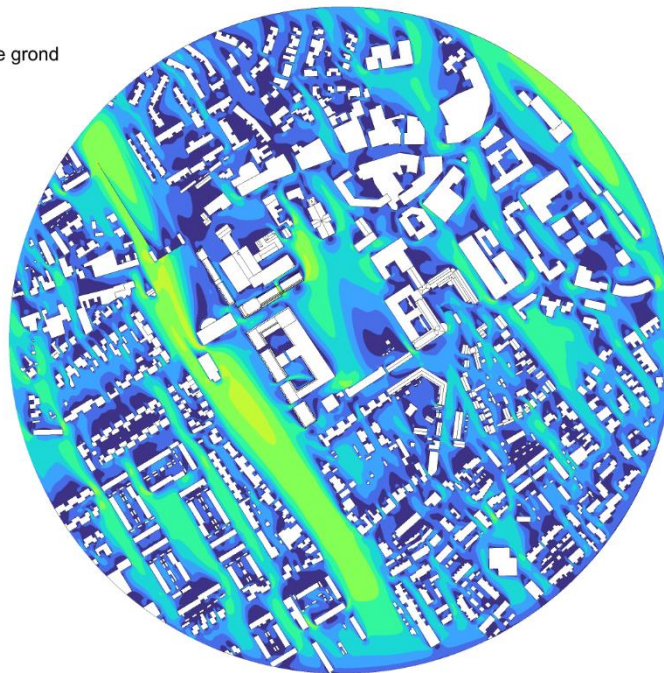
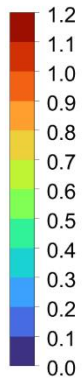


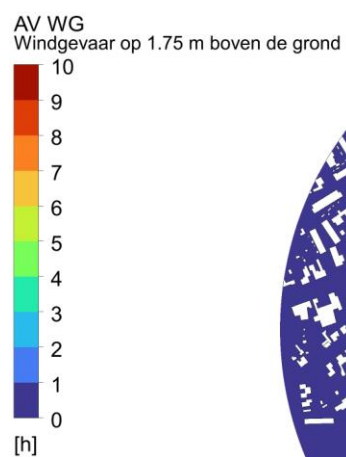
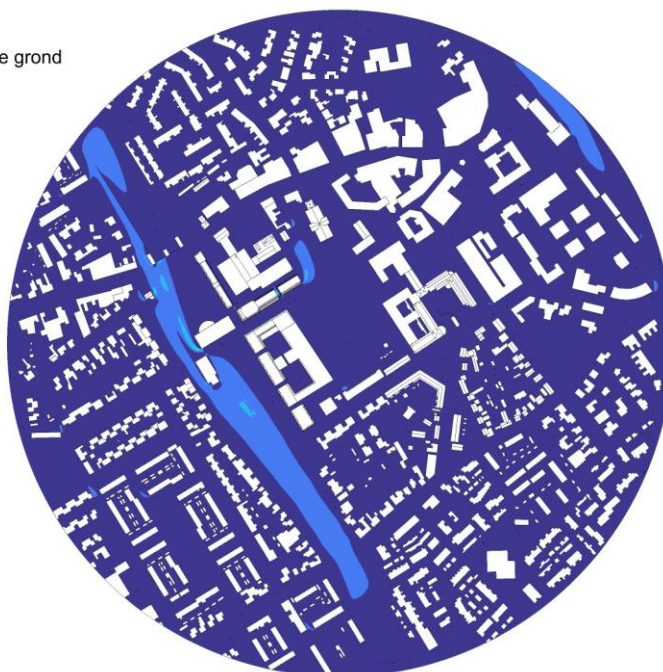
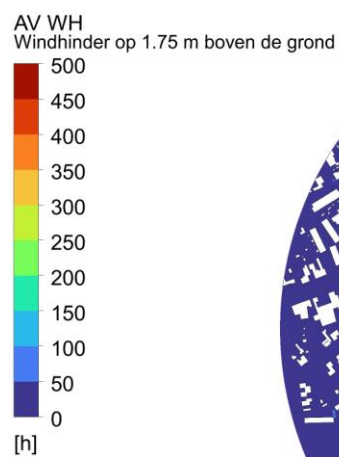
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



Windrichting = 150

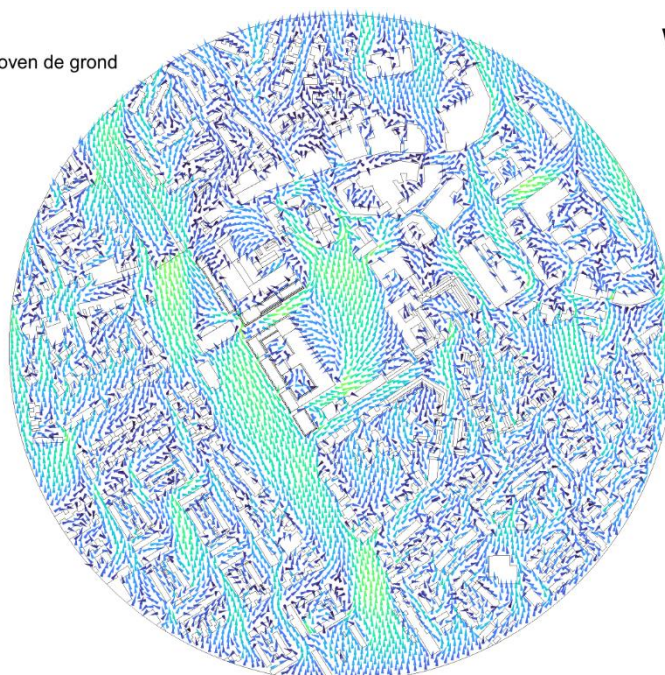
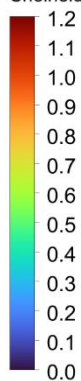
AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



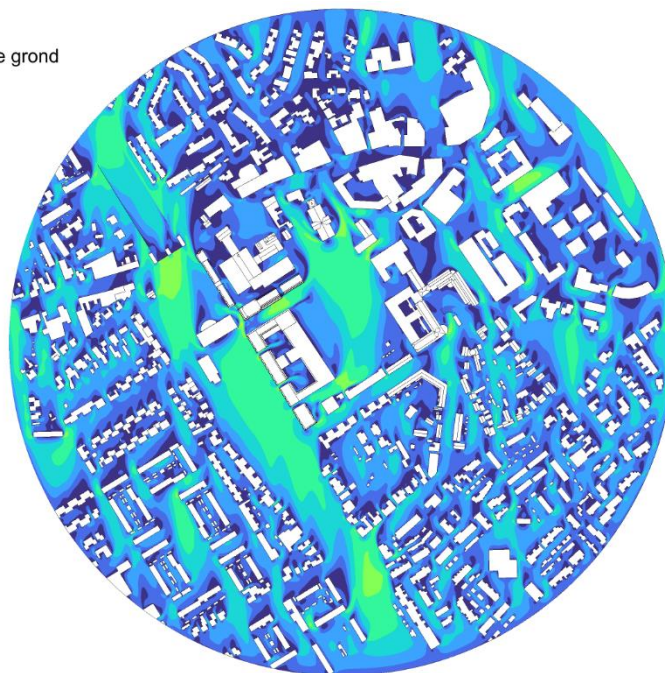
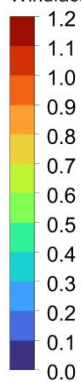


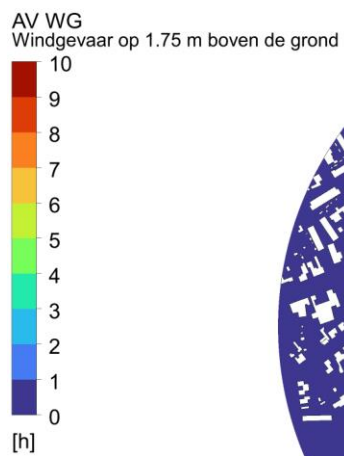
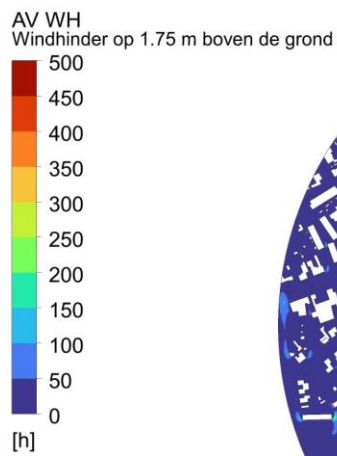
Windrichting = 180

AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



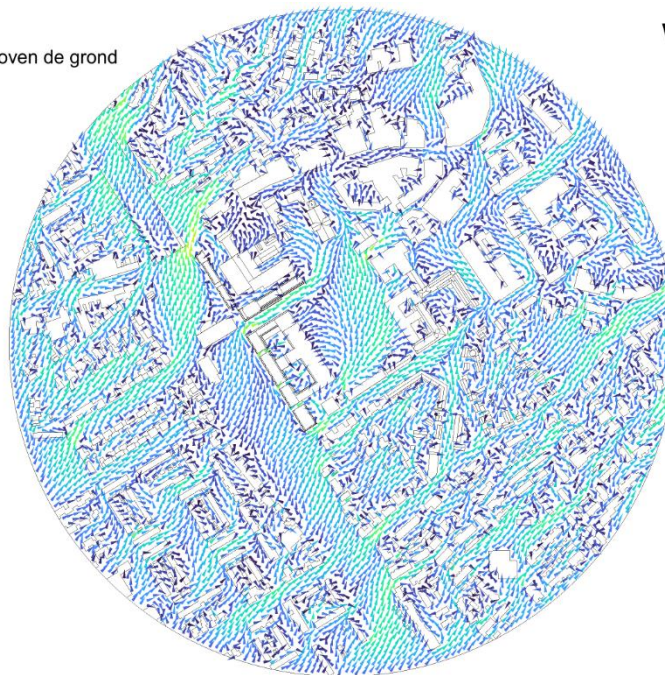
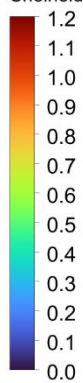
AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



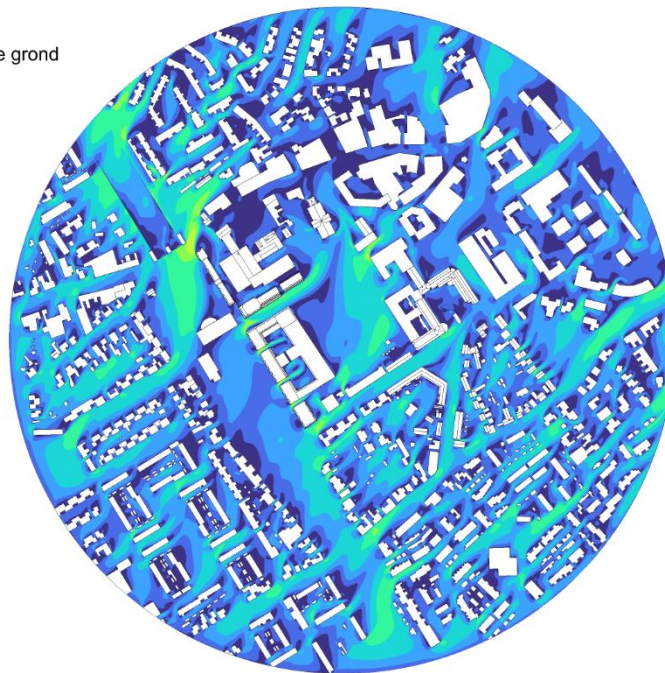
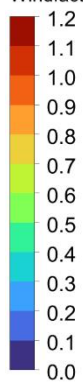


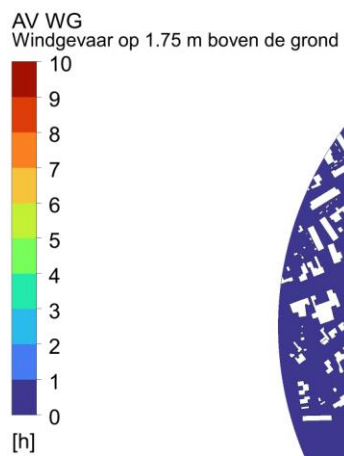
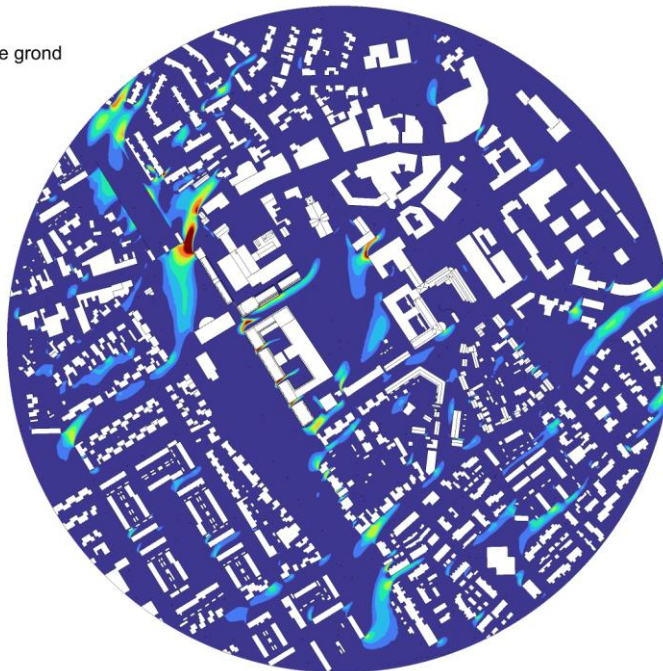
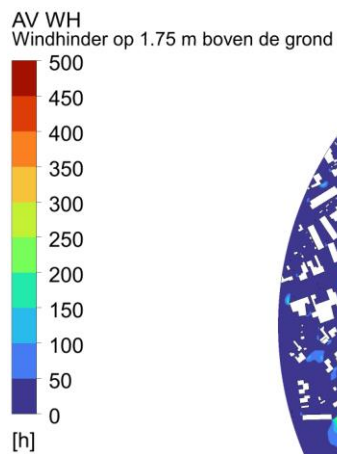
Windrichting = 210

AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond

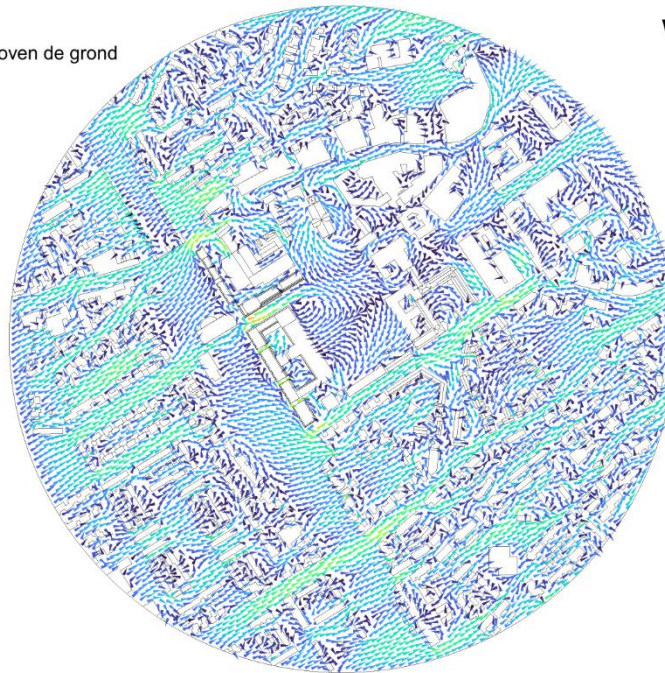
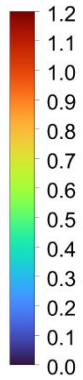


AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



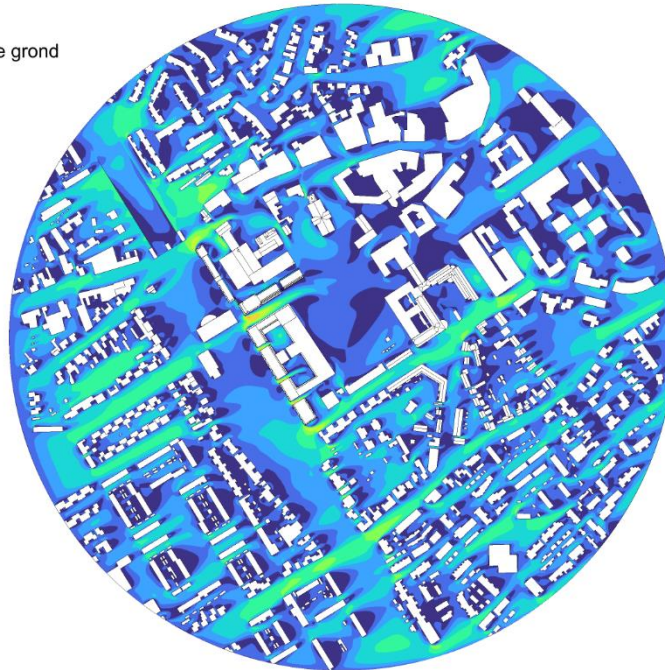
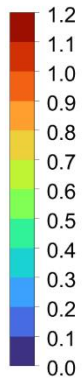


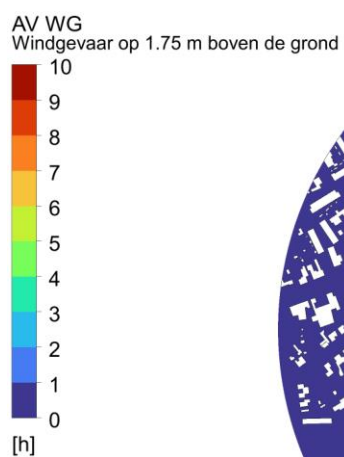
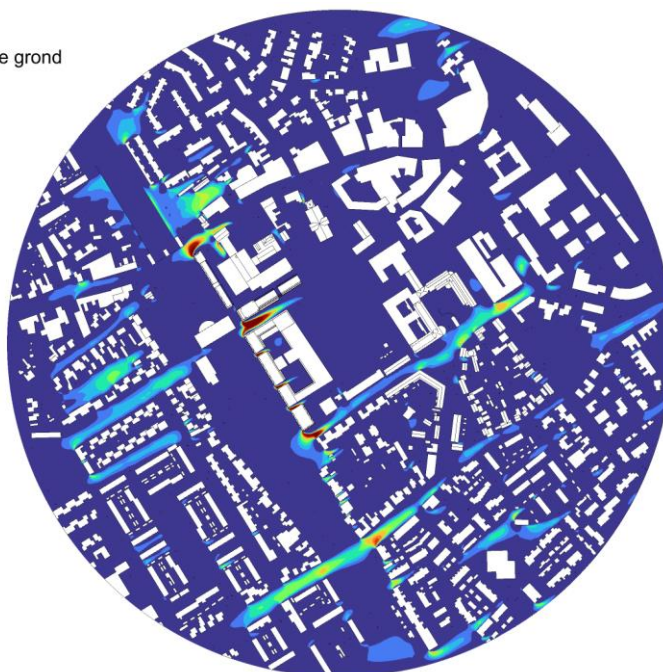
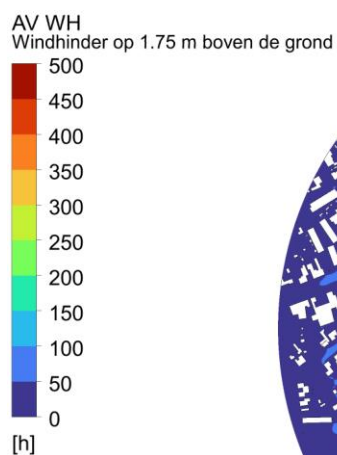
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



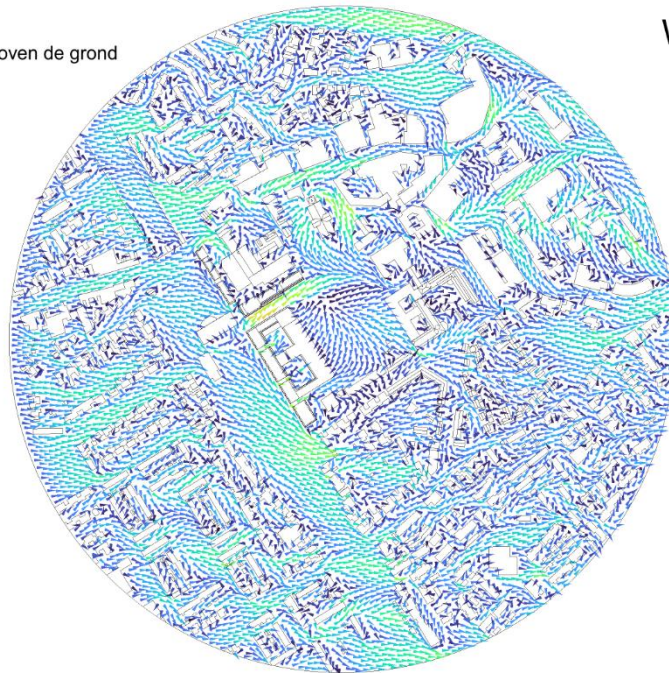
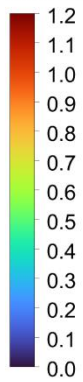
Windrichting = 240

AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



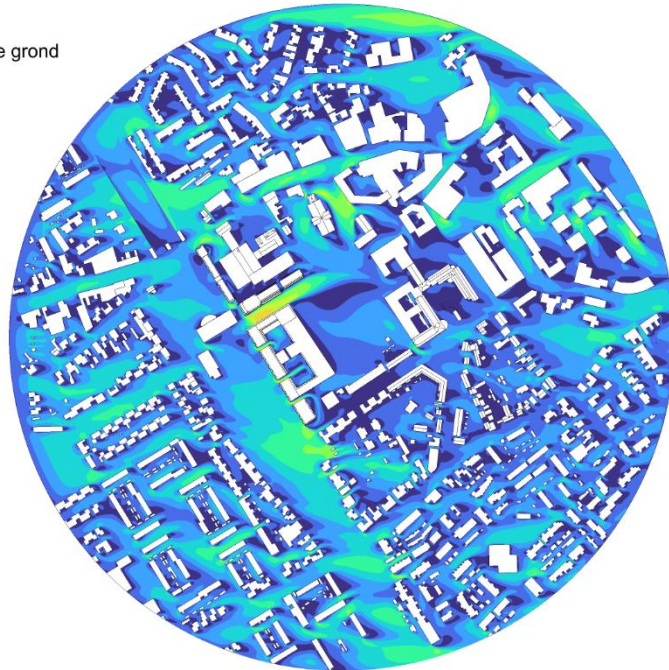
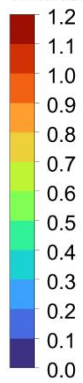


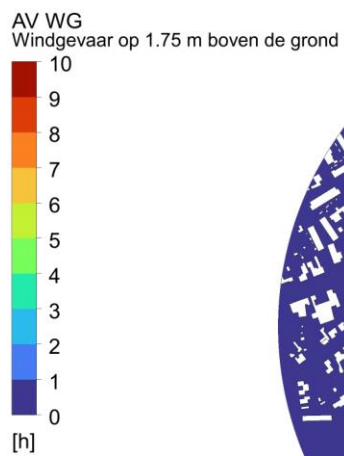
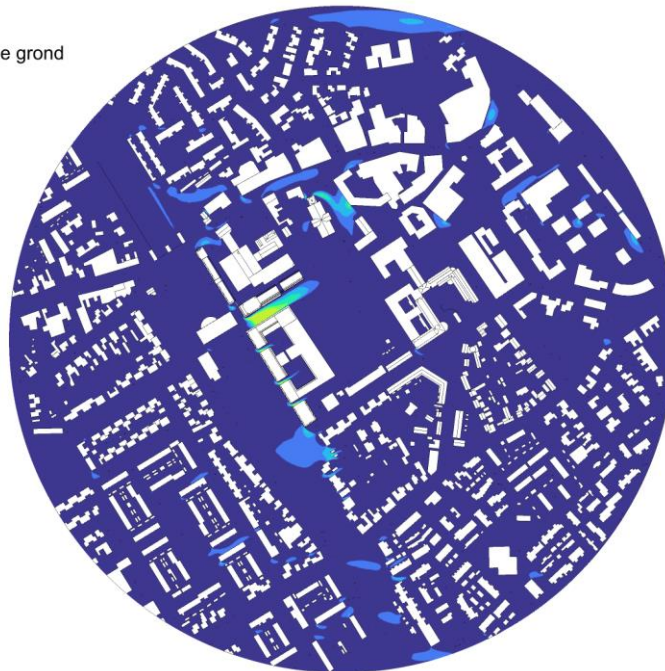
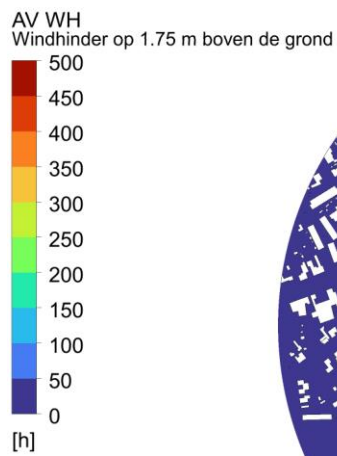
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



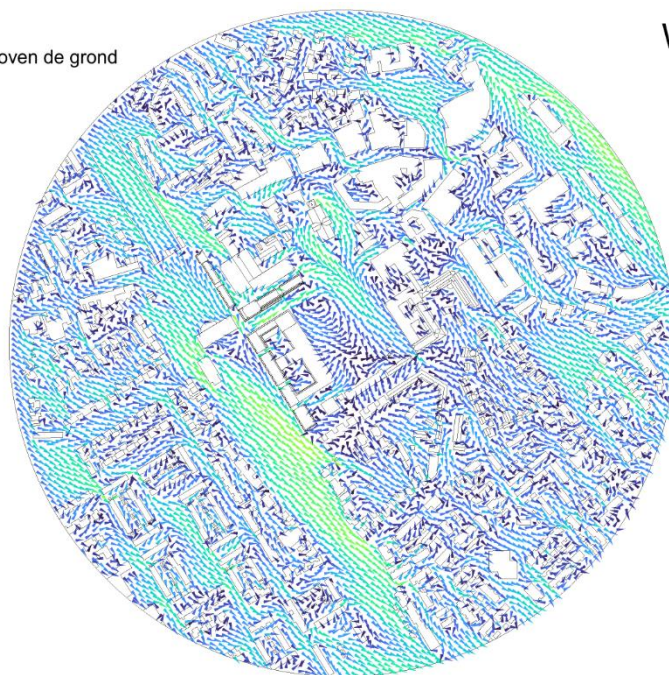
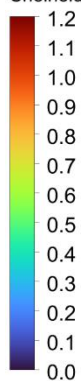
Windrichting = 270

AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



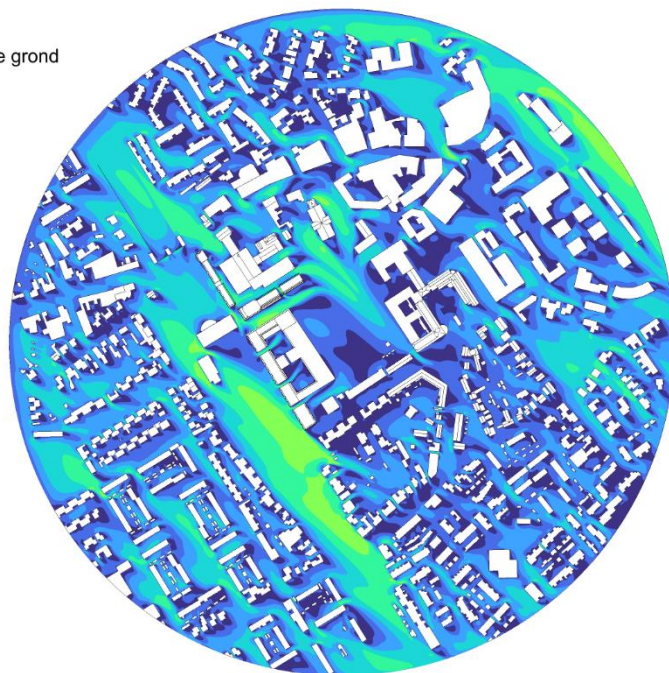
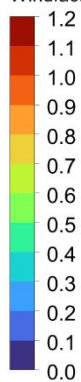


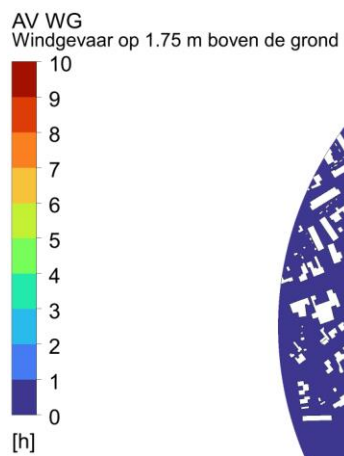
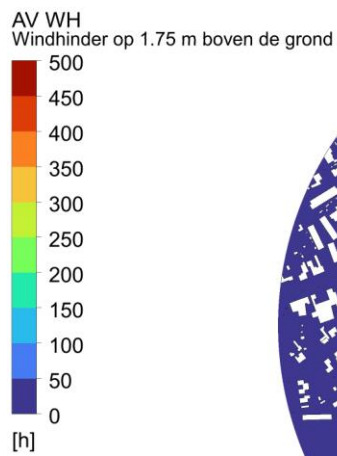
AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



Windrichting = 300

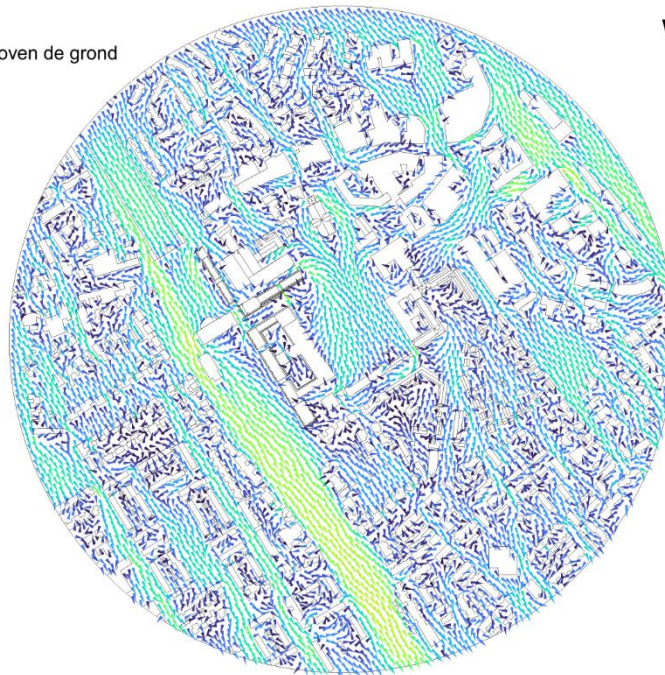
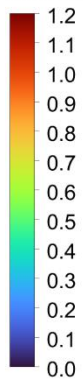
AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond



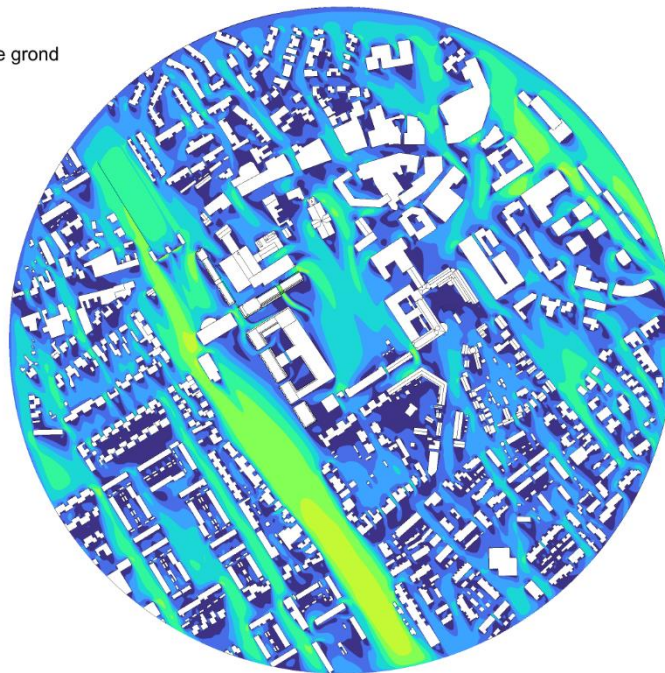
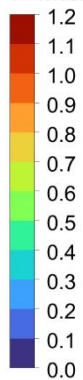


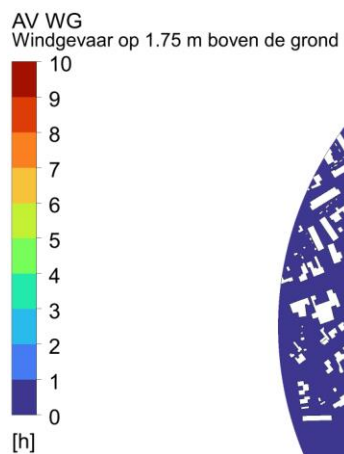
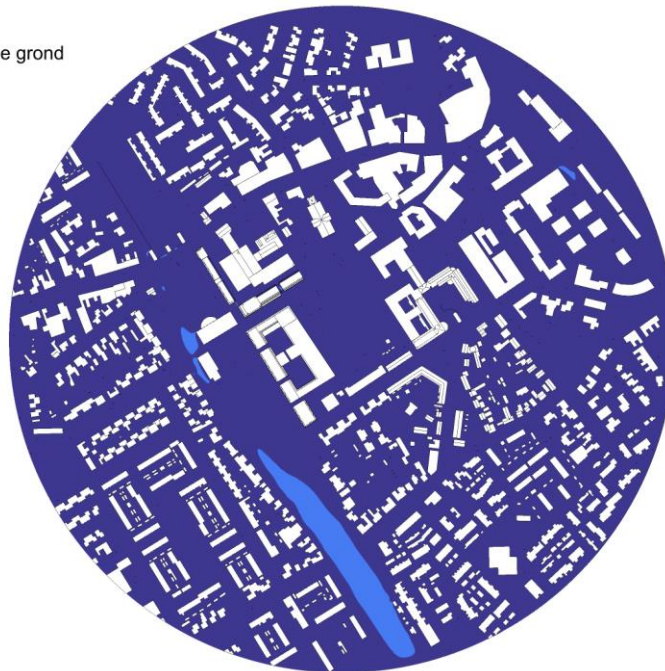
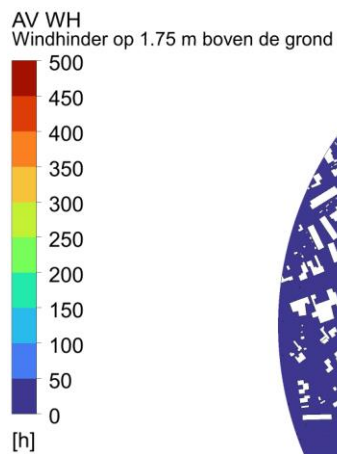
Windrichting = 330

AV WF
Snelheidsvectoren op 1.75m boven de grond



AV WF
Windfactor op 1.75 m boven de grond





Bijlage C – Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Nieuwbouwontwikkeling Oostzijde stationsgebied Best
Opdrachtgever	SDK Vastgoed B.V.
Datum	20 maart 2024
Model	Algemene gegevens
Omvang gemodelleerd gebied	1000 m diameter
Afmetingen model	2900x1800x450m
Blokkeringsgraad	<5 %
Gemodelleerd groen	N.V.T.
Aantal windrichtingen	12
Onderzochte configuraties	Bestaande en nieuwbouw
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☒ FVM ☐ FEM ☐ anders Ansys CFX 2023 R1
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalairs ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalairs Overige:
Rekenrooster	Hybride, combinatie van hexaëders, tetraëders, piramides en prismalagen Nieuwe situatie: 69,7 miljoen Bestaande situatie: 51,5 miljoen
Turbulentiemodellering	RNG κ - ϵ
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: High Resolution (Upwind) Turbulentie grootheden: First order Upwind
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Atmosferische grenslaag stedelijk gebied Ruwheid: 1,6 m 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 Wanden: Glad met stilstaande lucht (no slip)
Gegevensverwerking en beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat
RD-coördinaten	X 155329, Y 391186