

Project: HCN Locatie Nieuwegein

Locatie: Nieuwegein, Nederland

Onderwerp: Onderzoek windklimaat

Document: P59517302e102

Datum: 19-2-2018



Windsafe Projects
Science Park 5080
5692 EA Son
Nederland

+31 (0) 40 23 50 607
sales@windsafe.nl
www.windsafe.nl



ONE Simulations BV
Schipholweg 103
2316 XC Leiden
The Netherlands

+31 (0)71 56 80 900
info@onesimulations.com
www.onesimulations.com

Project HCN Locatie Nieuwegein
Locatie Nieuwegein, Nederland

Onderwerp Onderzoek windklimaat
Document P59517302e102
Revisie 2
Datum 19-2-2018
Status Definitief
Auteur S. Stengewis
Controle rapport R. van de Nes

Opdrachtgever Blauwhoed
Lichtenauerlaan 80
3062 ME Rotterdam
Contactpersonen R. Muller

Uitgever ONE Simulations BV
Schipholweg 103
2316 XC Leiden
Nederland
+31 (0)71 5680900
info@onesimulations.com
www.onesimulations.com

In samenwerking met: Windsafe Projects B.V.
Science Park 5080
5692 EA Son
Nederland

Inhoudsopgave

1	Onderzoeksdoel.....	4
1.1	Beoordelingsmethodiek	4
2	Uitgangspunten en aannamen	5
2.1	Geometrie	5
2.2	Klimaat.....	6
2.3	Windprofiel.....	8
2.4	CFD modellering	10
3	Resultaten van de simulaties.....	11
3.1	Windhinder.....	11
3.2	Windgevaar	15
4	Verwijzingen	16
	Bijlage A – Simulatie resultaten.....	17

1 Onderzoeksdoel

Het doel van dit onderzoek is het inzichtelijk maken van het te verwachten windklimaat op straatniveau rondom het nieuwbouwproject HCN Locatie Nieuwegein.

Het windklimaat wordt inzichtelijk gemaakt met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties aan de hand van de methodiek als omschreven in de NEN8100 (1).

1.1 Beoordelingsmethodiek

Het lokale windklimaat voor de nieuwbouwsituatie wordt beoordeeld op basis van de methode als omschreven in de NEN 8100 (1).

De NEN8100 maakt gebruik van een classificatie tabel waarbij de boordeling van het windklimaat bij een activiteit wordt gedaan naar de frequentie dat de drempelwaarde overschreden wordt. De drempelwaarde voor windhinder is vastgesteld op 5 m/s. In Tabel 1 is deze classificatie weergegeven. Er worden 12 windrichtingen gesimuleerd waarvan de som van het aantal uren dat de drempelwaarde wordt overschreden de kwaliteitsklasse bepaald. De beoordeling wordt uitgevoerd op 1,75 m boven 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 windklimaat conform NEN8100.

De drempelwaarde voor windgevaar is in de NEN8100 vastgesteld op 15 m/s, waarbij de classificaties gegeven in Tabel 2 gelden.

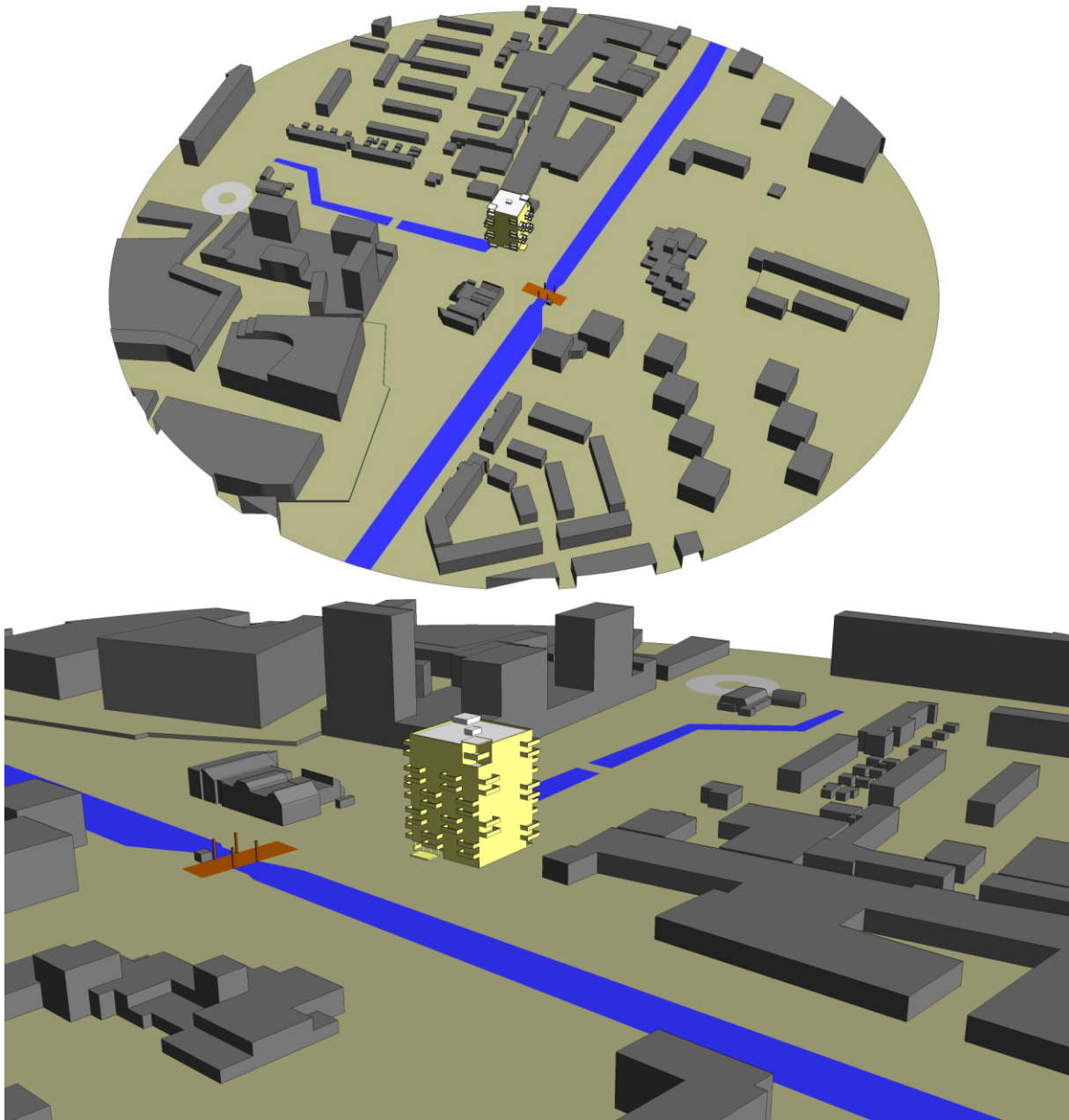
Overschrijdingskans In procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
0,05 < 0,30	Beperkt risico
> 0,30	Gevaarlijk

Tabel 2: Kwalificatie tabel windgevaar conform NEN8100.

2 Uitgangspunten en aannamen

2.1 Geometrie

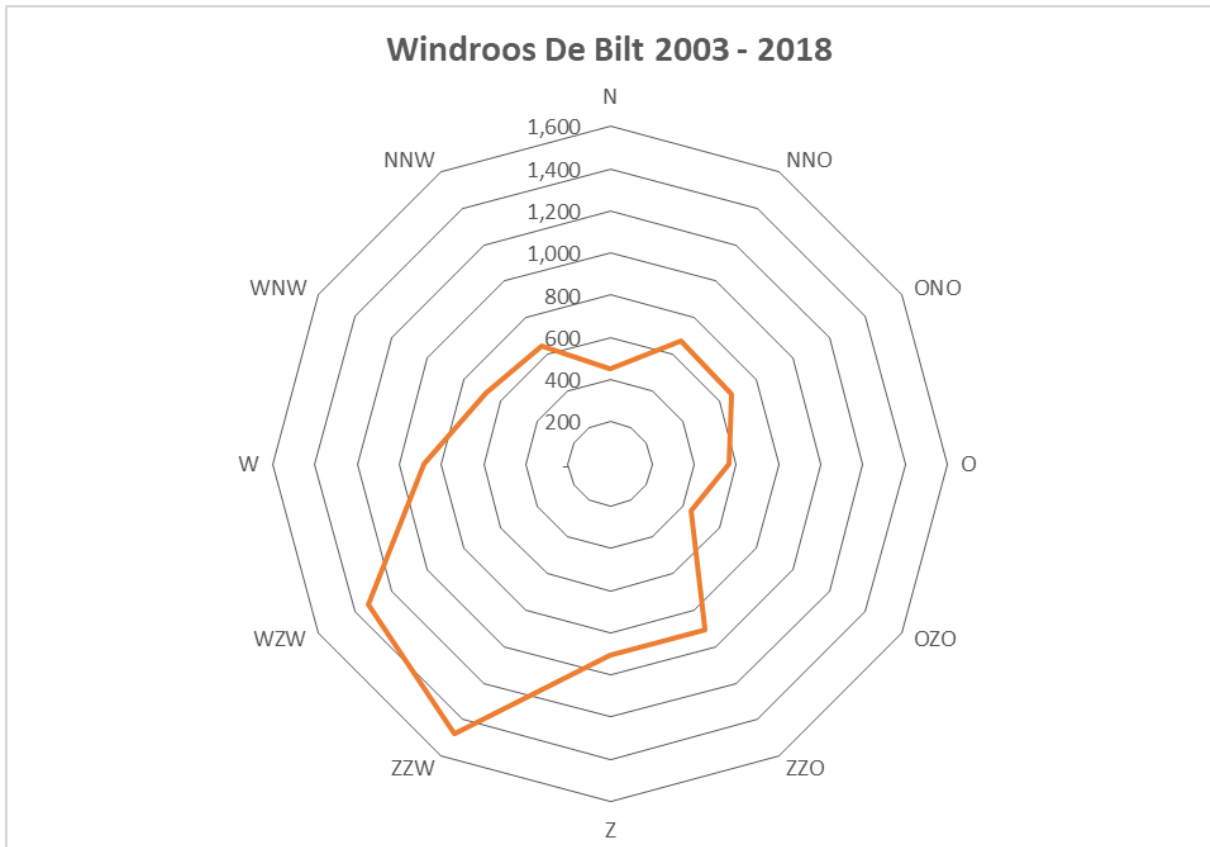
Het 3 dimensionale CFD model van het nieuwbouwproject HCN Nieuwegein is gebaseerd op het aangeleverde Revit model: 20171222_16831_KLA_HCN Nieuwegein.rvt. De omgeving is gereconstrueerd aan de hand van Google Earth Pro. Figuur 1 toont een overzicht van het volledige model en een detail van de voorgestelde nieuwbouw HCN Locatie Nieuwegein.



Figuur 1: 3D CFD model.

2.2 Klimaat

Voor de analyse van het windklimaat is de weerdata van het KNMI over de jaren 2003 t/m 2018 van weerstation De Bilt gebruikt. Figuur 2 toont de windroos van de gebruikte klimaatdata. De simulatie is uitgevoerd voor de in de windroos aangegeven 12 windrichtingen.



Figuur 2: Windroos de Bilt, binnenste ring 200 uren per jaar – buitenste ring 1,600 uren per jaar.

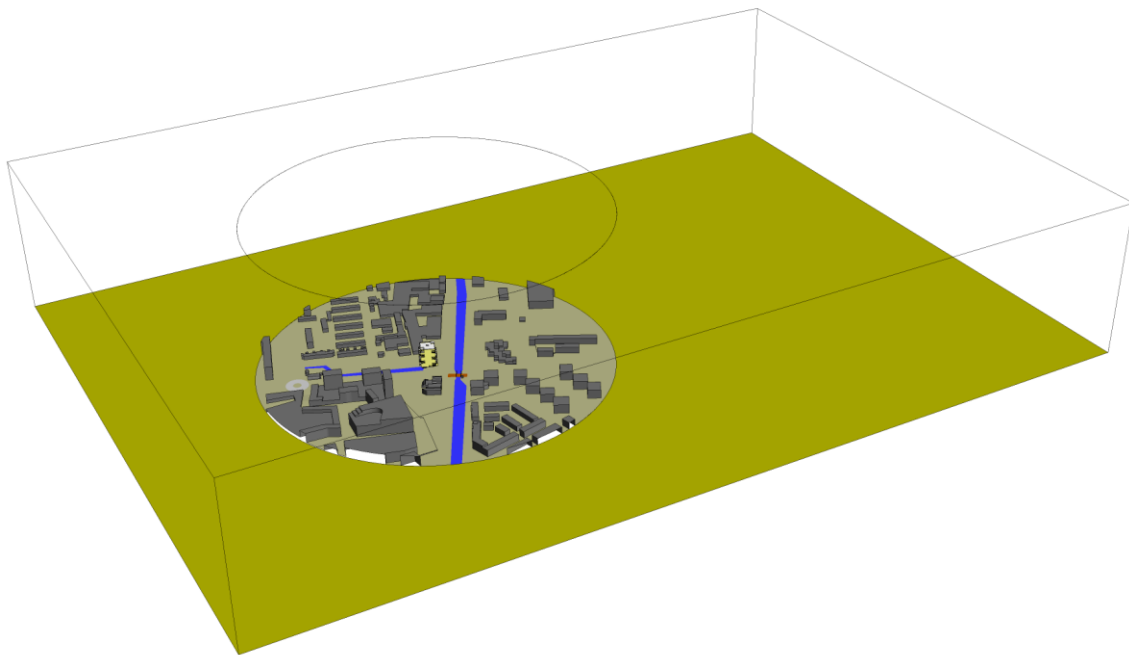
Ten grondslag van de windklimaat analyse ligt de klimaatdata. Naast de voorkomendheid van de windrichting is snelheid van groot effect op het windklimaat. Middels de in de CFD berekende windfactor (verhouding van de lokale windsnelheid ten opzicht van referentiewindsnelheid) wordt het lokale aantal uren overschrijding bij de genoemde klimaatdata berekend. Tabel 3 geeft de gemiddelde frequentie van de referentiewindsnelheid per richting over de geanalyseerde periode.

Richting	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Var.
Snelheid	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]	[uur]
0	61	2	2	3	4	4	2	2	2	2	2	4	4
1	128	79	85	71	90	136	76	77	56	73	83	89	57
2	106	151	143	107	99	218	164	191	187	198	176	179	23
3	90	164	147	116	83	207	189	279	250	172	141	151	2
4	68	107	106	90	52	137	159	281	229	143	108	95	0
5	43	61	62	58	34	64	110	213	184	104	60	40	0
6	18	27	29	31	18	26	66	136	122	53	21	11	0
7	6	9	11	13	9	11	24	71	78	25	7	3	0
8	1	1	3	6	3	2	11	39	40	10	3	1	0
9	0	0	1	3	1	1	4	17	18	3	1	0	0
10	0	0	0	1	0	0	2	5	7	1	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	1	3	5	1	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 3: Frequentie windsnelheid per windrichting gemiddeld per jaar over de referentie jaren.

2.3 Windprofiel

Als referentiesnelheid (v_{ref}) is 5 m/s op een referentiehoogte (Z_{ref}) van 10 m boven het maaiveld aangenomen. Het simulatiemodel is aan de randen, van waaruit de wind het model instroomt, voorzien van een windprofiel (v_{wind}). De windsnelheid is dicht bij het maaiveld lager door de invloed van bijvoorbeeld bebouwing en begroeiing. De mate van invloed wordt beschreven door de ruwheidslengte (z_0). De ruwheidslengte (z_0) voor het gebied rondom HNC Locatie Nieuwegein is vastgesteld op 0,4 m. Om de windstroom realistisch te kunnen simuleren is om de gemodelleerde bebouwing een box geplaatst waar ook lucht doorheen kan stromen. De afmetingen van de box worden bepaald op basis van de hoogte (H) van het hoogste gebouw. De randen van de box bevinden zich op $5H$ vanaf de rand van het gemodelleerde gebied en de hoogte van de box is $6H$. Stroomopwaarts is de box eveneens $5H$ lang en stroomafwaarts $15H$. Voor het grondvlak binnen het gebied met gemodelleerde bebouwing is een kleine ruwheid toegepast ter compensatie van oneffenheden en begroeiing in het terrein. In de windbox wordt het windprofiel behouden door een domein met volumetrische bronnen afgestemd op de betreffende ruwheidslengte. Een overzicht van de toegepaste box om het gemodelleerde gebied heen is weergegeven in Figuur 3. De box kan gezien worden als een digitale windtunnel.



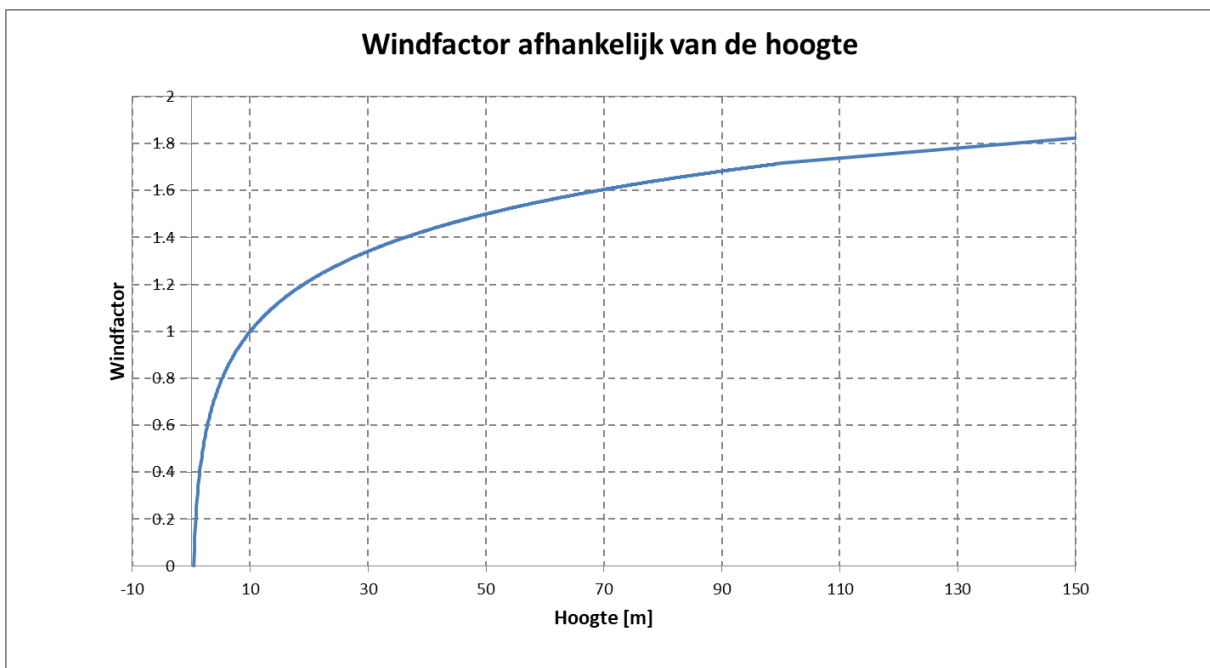
Figuur 3: Box om het gemodelleerde gebied heen, ten behoeve van het windprofiel (digitale windtunnel).

Aan de hand van de referentie windsnelheid, referentie hoogte en ruwheidlengte kan het windprofiel worden opgesteld. Het windprofiel wordt berekend met onderstaande logaritmische vergelijking en staat weergegeven in Figuur 4.

$$v_{wind} = v_{ref} \cdot \frac{\ln\left(\frac{z}{Z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_{ref}}{Z_0}\right)}$$

waarin:

v_{wind}	Windsnelheid	[m/s]
z	Hoogte boven maaiveld	[m]
v_{ref}	Referentie snelheid	[m/s]
z_{ref}	Referentie hoogte	[m/s]
Z_0	Ruwheidlengte	[m]



Figuur 4: Toegepast windprofiel.

2.4 CFD modellering

De simulatie is uitgevoerd met behulp van het software pakket ANSYS CFX versie 18. Dit software pakket is geschikt voor vele toepassingen en in ruime mate gevalideerd.

Er is een 3D model gecreëerd van het gebied rondom het nieuwbouwproject HCN Locatie Nieuwegein gebaseerd op het aangeleverde Revit model en Google Earth Pro. Vervolgens is het model opgedeeld in een grote hoeveelheid rekencellen. De standaard differentiaalvergelijkingen voor de stroming van fluida worden voor elke cel opgelost. In Tabel 4 staan de belangrijkste toegepaste randvoorwaarden beschreven.

Parameter	Beschrijving
Cell type	Hybride, combinatie van hexaëders, tetraëders, piramides en prismalagen
Cell grootte	Dynamisch, variërend tussen 0,05 tot 2,0 m in de omgeving (vlakken) groeiend met een factor 1,05 tot maximaal 15 m in het vrije volume
Aantal cellen	21.4 miljoen
Simulatie type	Steady state
Convergentie criteria	RMS maximaal $1 \cdot 10^{-4}$
Tijdstap	2.5 s voor de lucht
Aantal iteraties	750
Fluide	Lucht met constante eigenschappen
Turbulentie model	RNG Kappa Epsilon model RANS
Wanden	Glad met stilstaande lucht (no slip)
Grondvlak	Ruw met stilstaande lucht (no slip)
Inlet	Snelheids- en turbulentieprofiel

Tabel 4: CFD modellering eigenschappen.

3 Resultaten van de simulaties

3.1 Windhinder

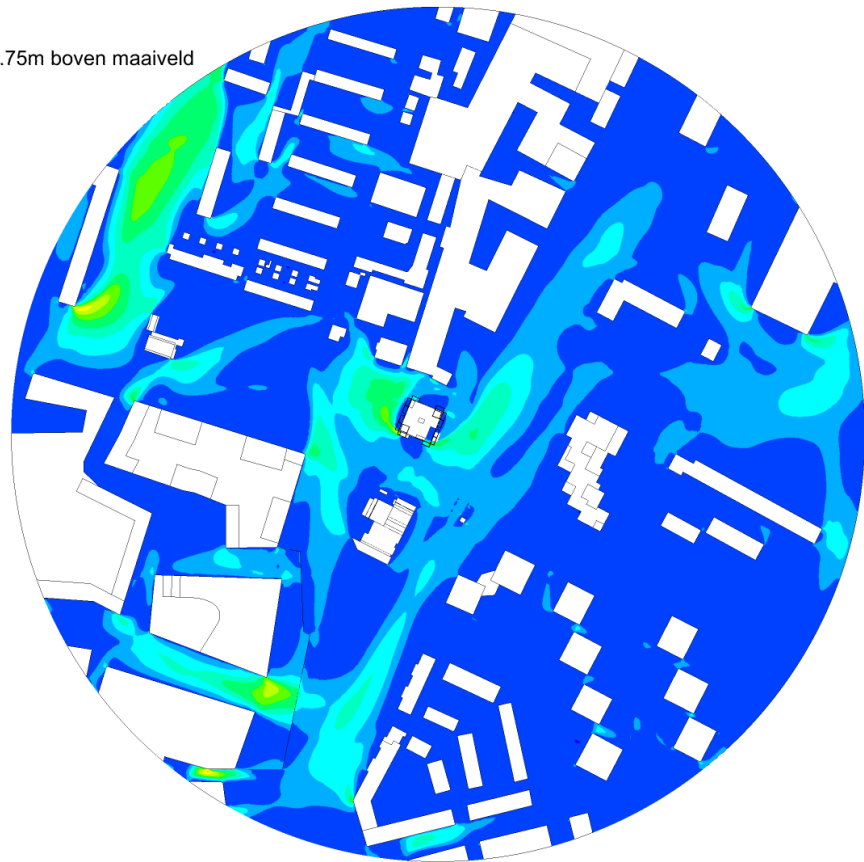
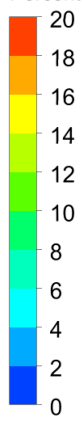
De windhinder overschrijdingsuren per windrichting zijn op voetgangersniveau (1,75 m boven maaiveld) berekend en vervolgens voor de 12 gesimuleerde windrichtingen gesommeerd. Figuur 5 toont het resultaat in percentage overschrijding op jaarbasis. Tabel 5 toont het resultaat gekleurd naar de kwaliteitsklasse. Ter verduidelijking en interpretatie van het resultaat is in deze figuur de tabel met kwaliteitsklassen weergegeven (in overeenkomstige kleuren).

Er zijn rondom de HCN Locatie Nieuwegein gebieden met een windklimaatklasse C te verwachten. Aan de randen van het simulatiemodel zijn ook een aantal gebieden waarneembaar met klasse C. In de praktijk is het mogelijk dat dit minder sterk aanwezig is dan hier gepresenteerd omdat de bebouwing in de buurt van de randen niet is meegenomen. Het simulatiemodel is gericht op het gebied om de HCN Locatie Nieuwegein.

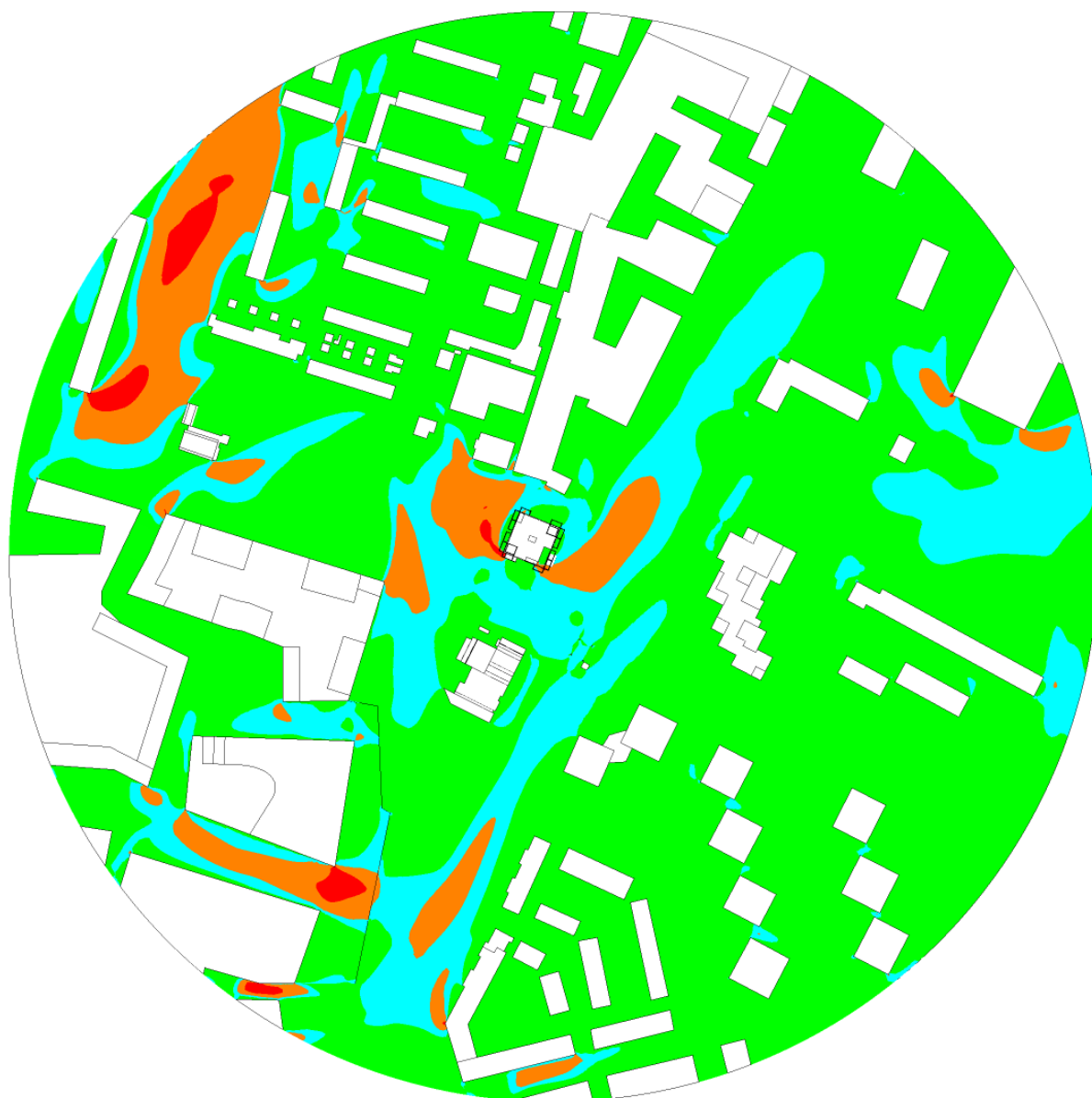
Aan de westzijde van de nieuwbouw (woontoren) is een klein gebied waarneembaar dat in klasse D valt, dit is een matig windklimaat voor doorlopen. Om meer inzicht te tonen in de mate van hinder in dit gebied wordt in Figuur 6 ingezoomd op dit gebied. Duidelijk te zien is dat het percentage windhinder per jaar voor veruit het grootste deel in dit gebied slechts 11% is (alleen vlakbij het gebouw is het percentage hoger, tot 16%) en het windklimaat hier lokaal dus maar net in klasse D valt. Opgemerkt dient tevens te worden dat de bomenrij aan de zuidzijde van het water naast de aanwezige gebouwen van het winkelcentrum niet is meegenomen in de berekening. Dit is een conservatieve inschatting en in de praktijk zal deze bomenrij, evenals andere begroeiing, de wind extra doen breken. Vanuit sociale veiligheid, uitkijk en esthetiek is besloten om geen constructieve of glazen scheidingsen aan te brengen om de wind te breken.

De gepresenteerde resultaten kunnen door betrokken partijen gebruikt worden om te beoordelen of de boogde functie overeenkomt met de betreffende windklasse.

Windhinder percentage per jaar
Percentage windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld

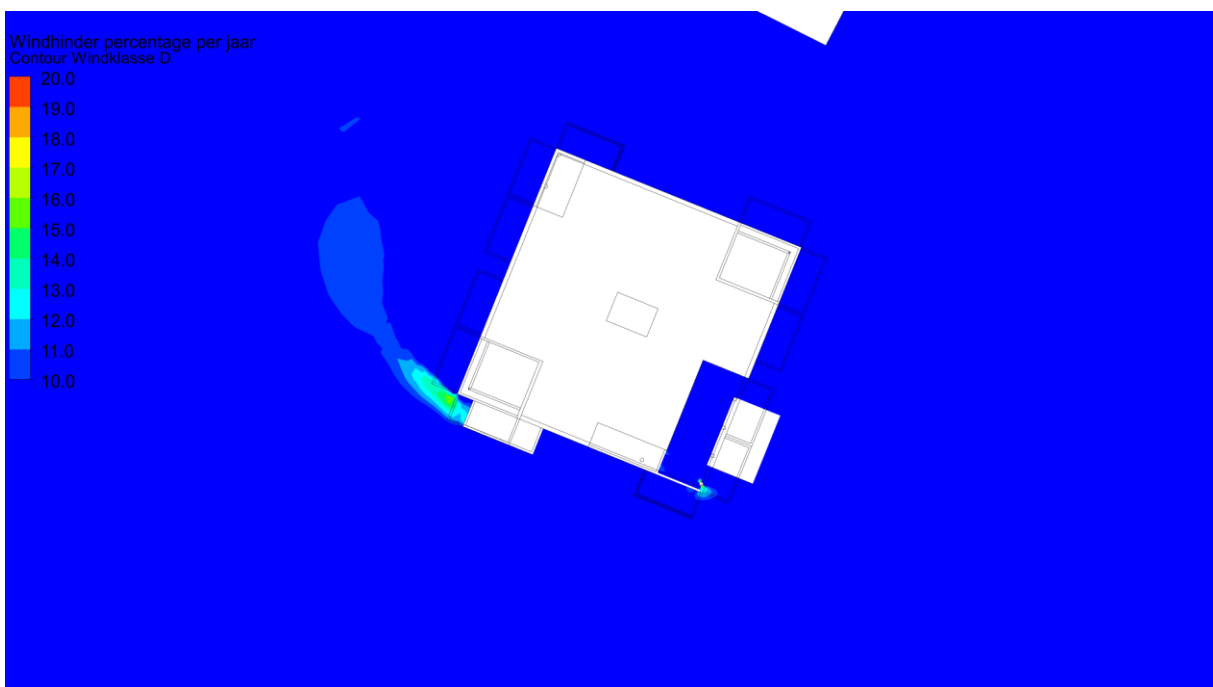
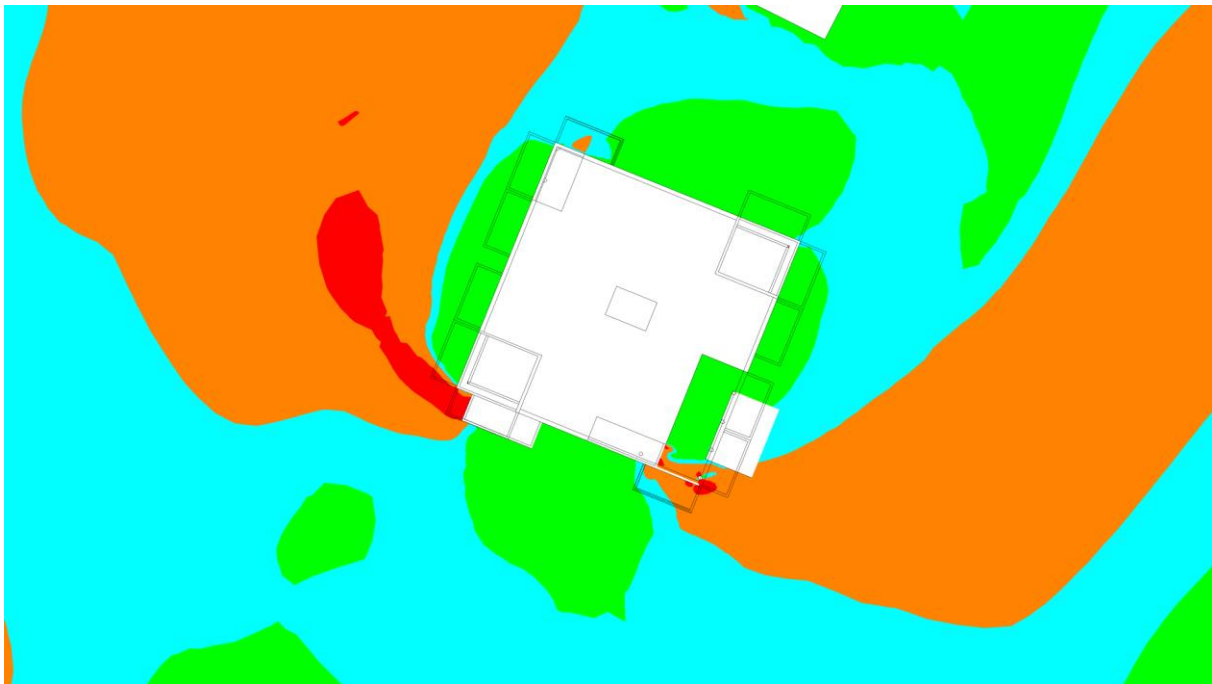


Figuur 5: Sommatie windhinder overschrijdingsuren weergegeven in percentage van een jaar.



Overschrijdingskans In procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		Doorlopen	Slechteren	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

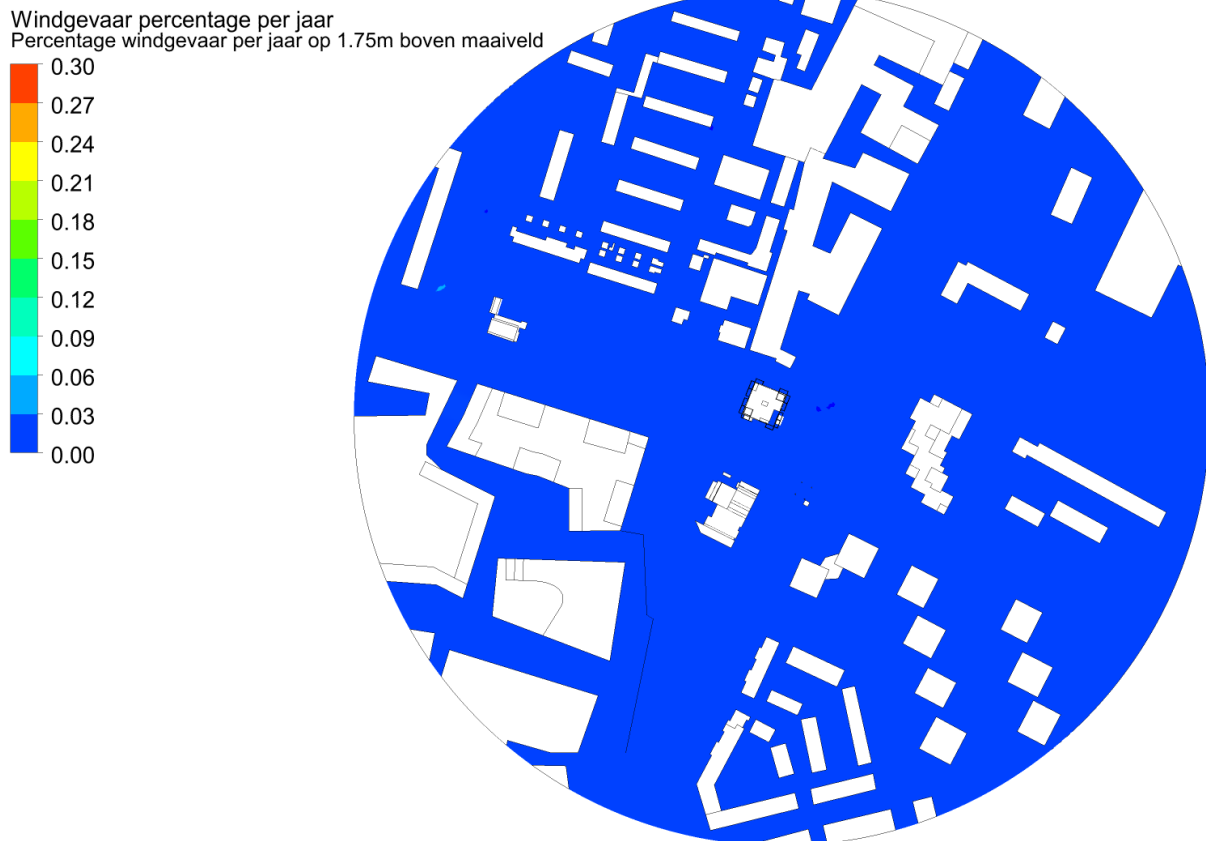
Tabel 5: Windklimaat ingedeeld naar kwaliteitsklasse.



Figuur 6: Windklassen detail nabij nieuwbouw (bovenste figuur) en sommatie windhinder overschrijdingsuren weergegeven in percentage van een jaar ingezoomd op klasse D (10-20% per jaar)(onderste figuur).

3.2 Windgevaar

De windgevaar overschrijdingsuren per windrichting zijn op voetgangersniveau (1,75 m boven maaiveld) berekend en vervolgens voor de 12 gesimuleerde windrichtingen gesommeerd. Figuur 7 toont het resultaat in percentage overschrijding op jaarbasis. Nergens in het gesimuleerde domein wordt de ondergrens van beperkt risico (0,05 %) overschreden. In het gehele domein treedt er dan ook geen risico voor windgevaar op, conform de bepalingen van de NEN8100.

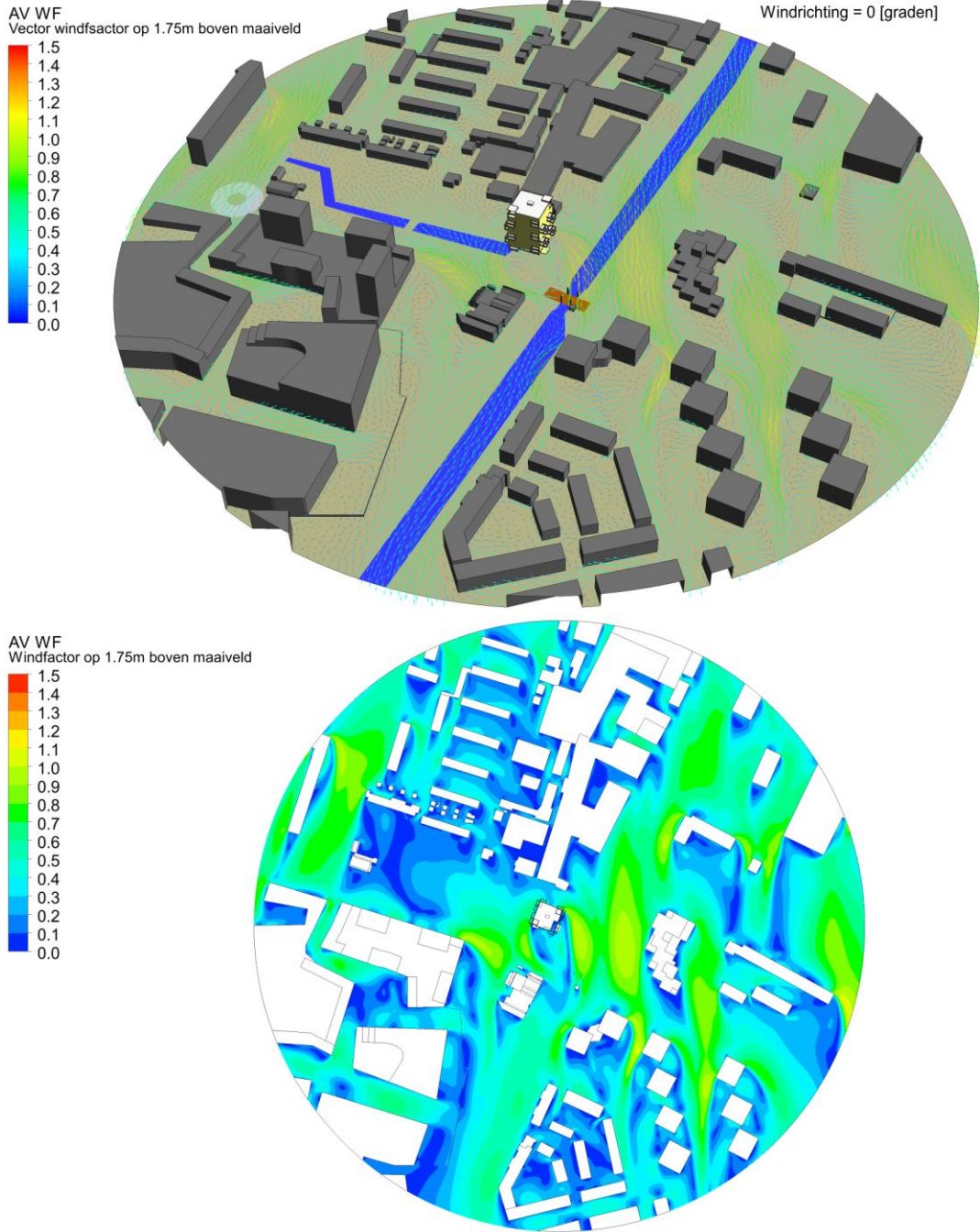


Figuur 7: Sommatie windgevaar overschrijdingsuren weergegeven in percentage van een jaar.

4 Verwijzingen

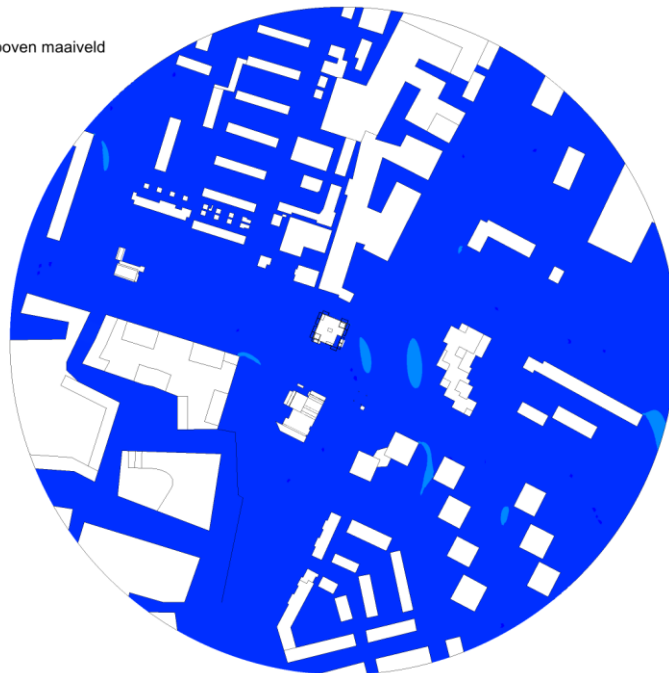
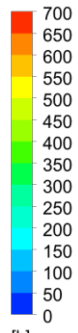
1. NEN 8100 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving. Delft : Nederlands Normalisatie-instituut, februari 2006.
2. Troen, Ib en Petersen, Erik Lundtang. *Roughness Classes and Roughness Length Table in "European Wind Atlas"*. Risoe , Denmark : Risoe National Laboratory, 1991. ISBN 87-550-1482-8.

Bijlage A – Simulatie resultaten

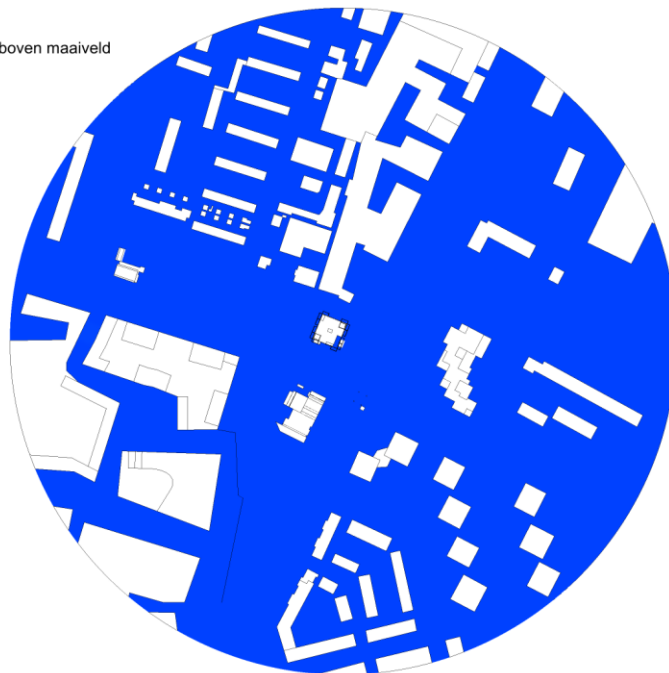
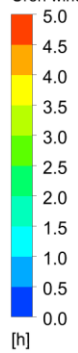


Figuur 8: Resultaten wind N, 0°.

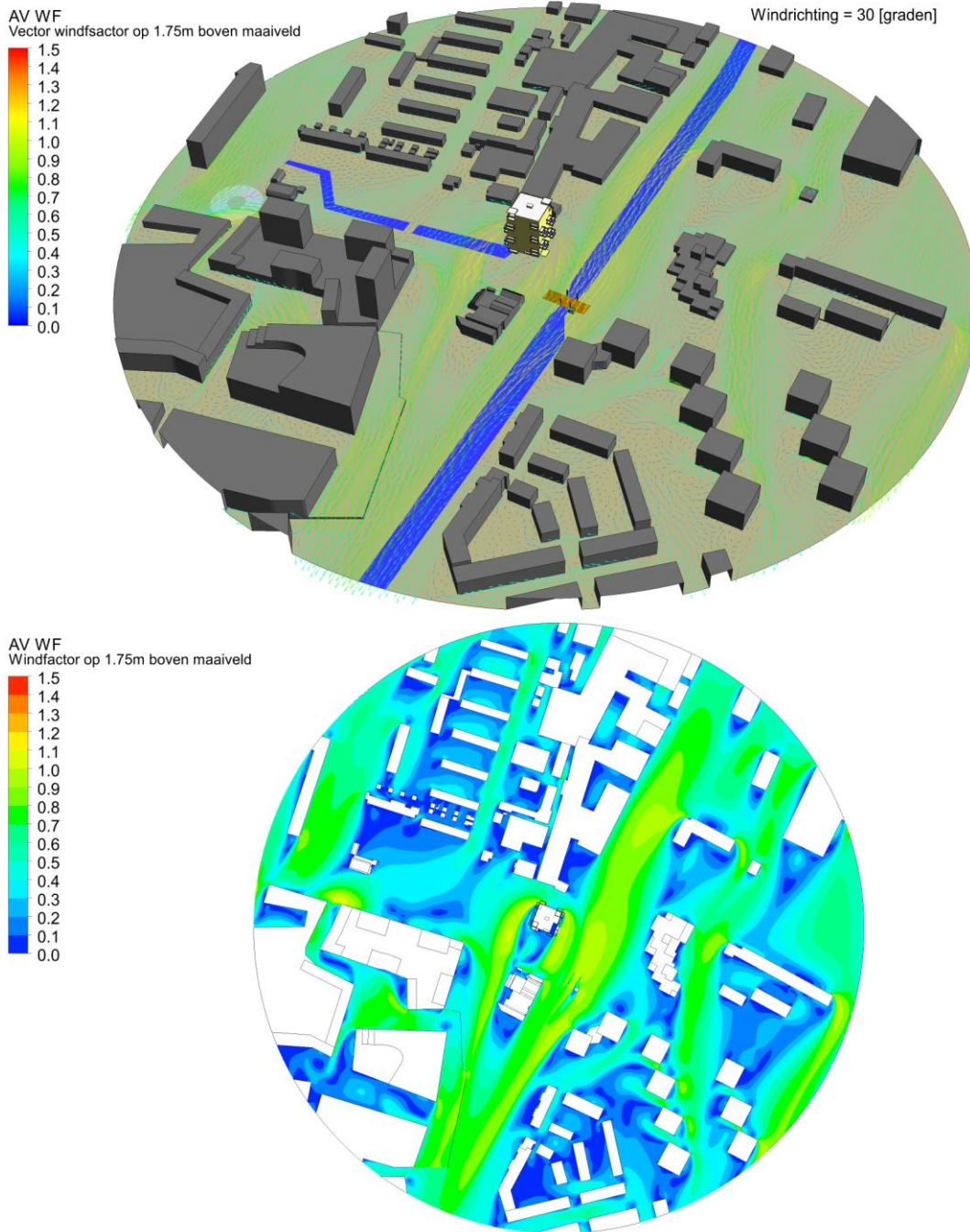
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld

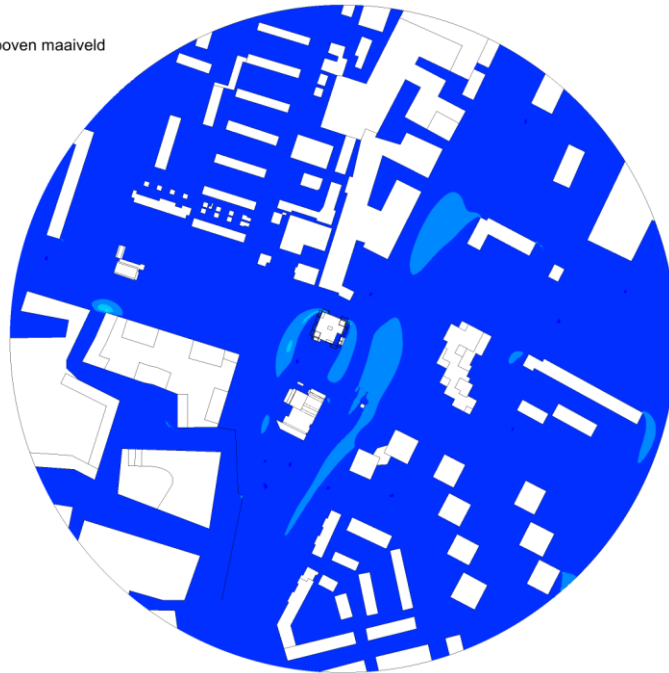


Figuur 9: Resultaten wind N, 0°.

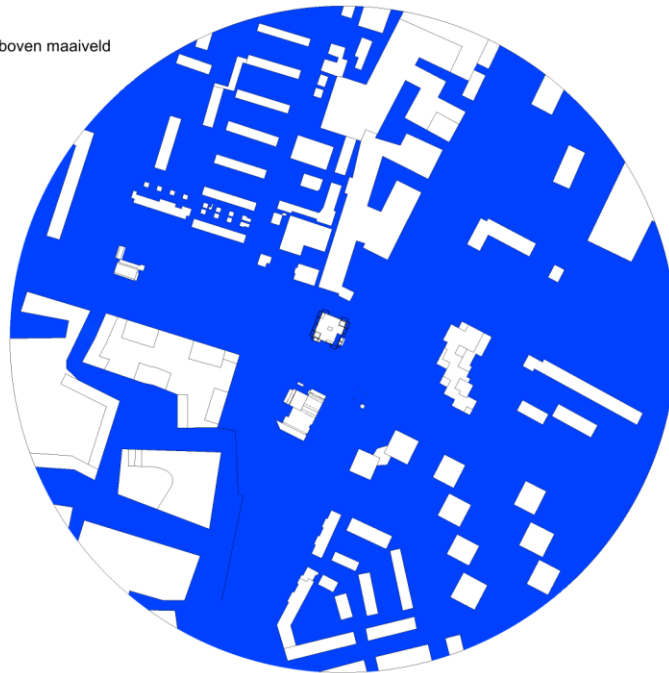
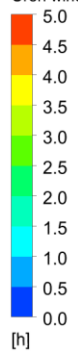


Figuur 10: Wind NNO, 30°.

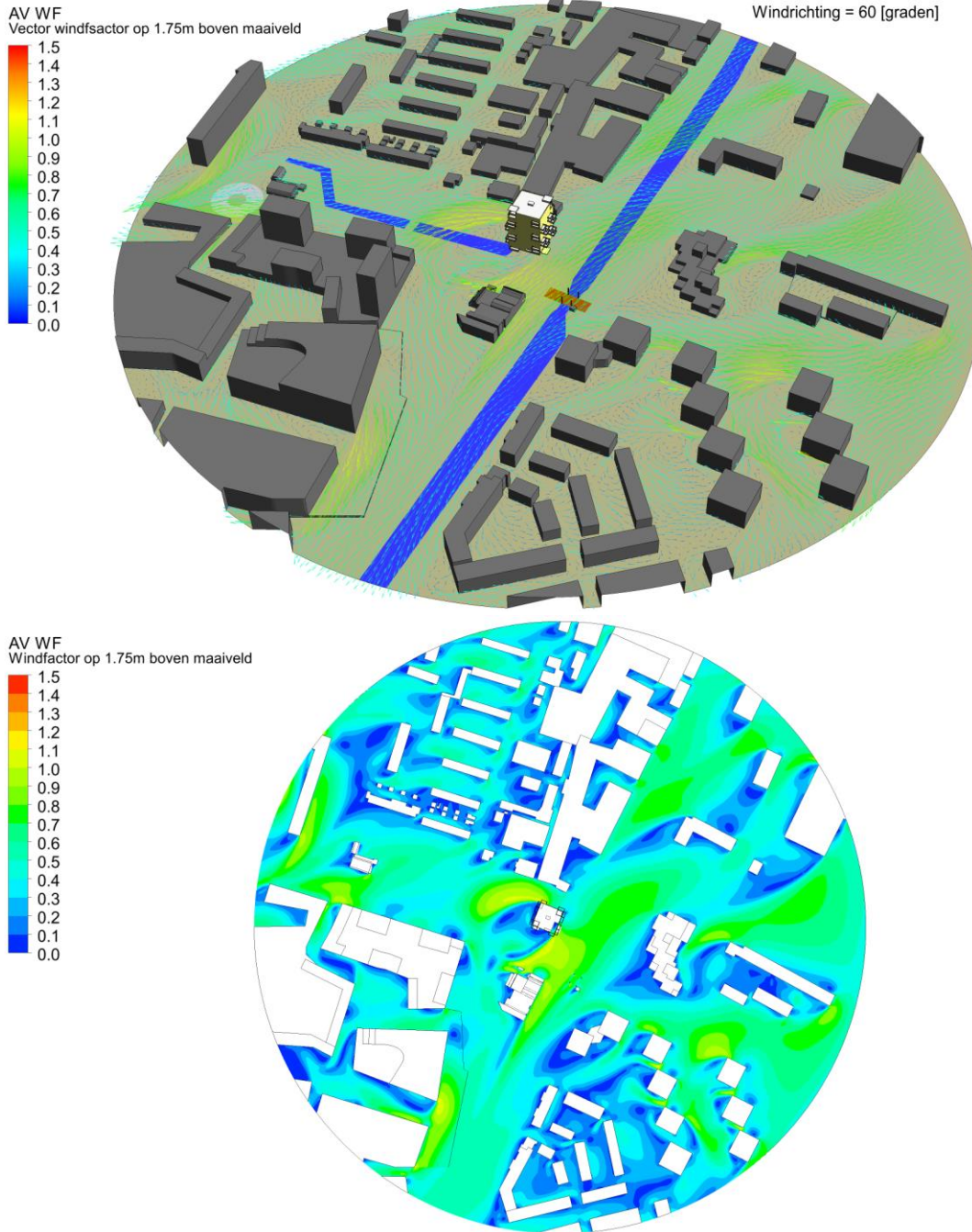
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld

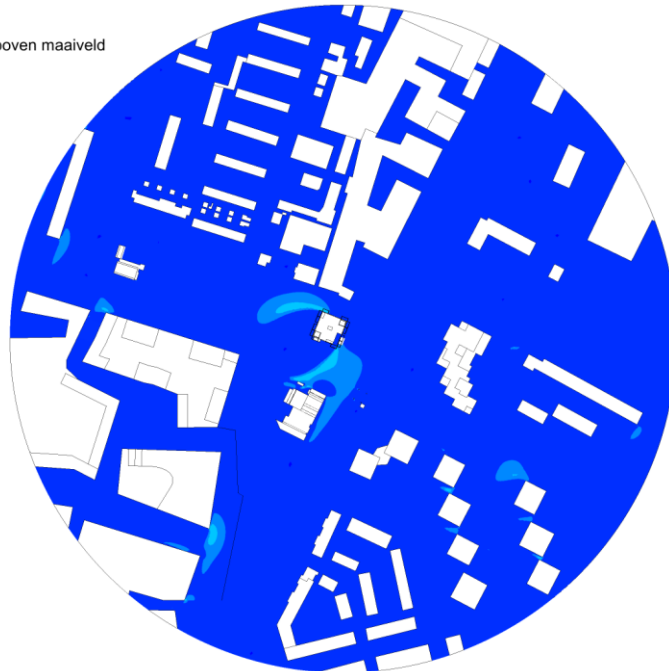
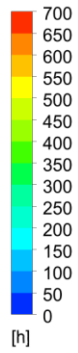


Figuur 11: Wind NNO, 30°.

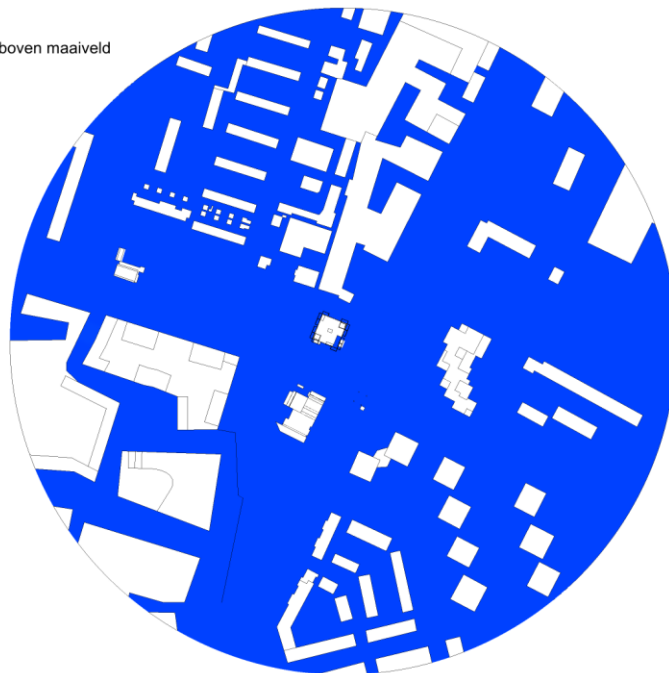
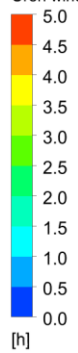


Figuur 12: Wind ONO, 60°.

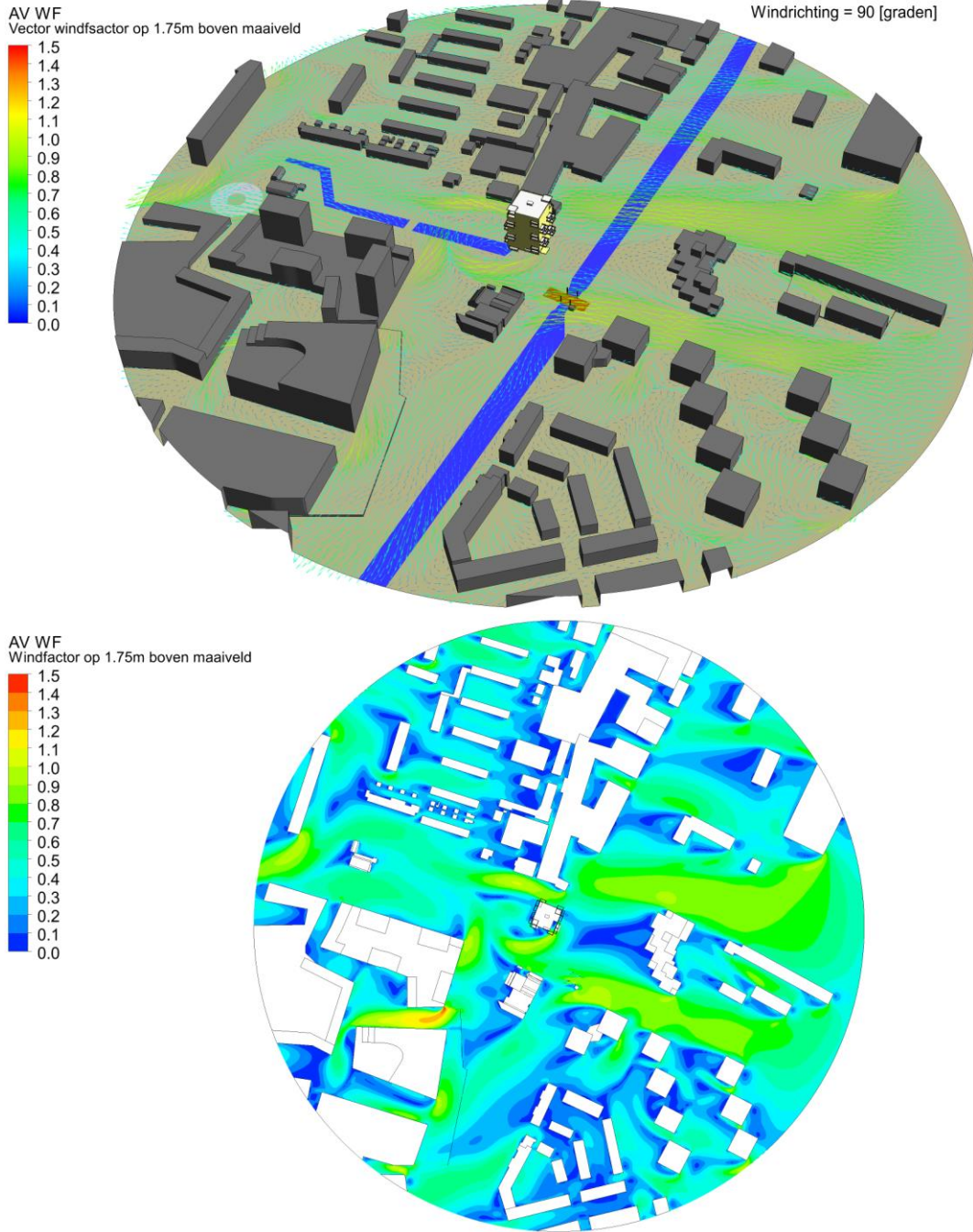
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld

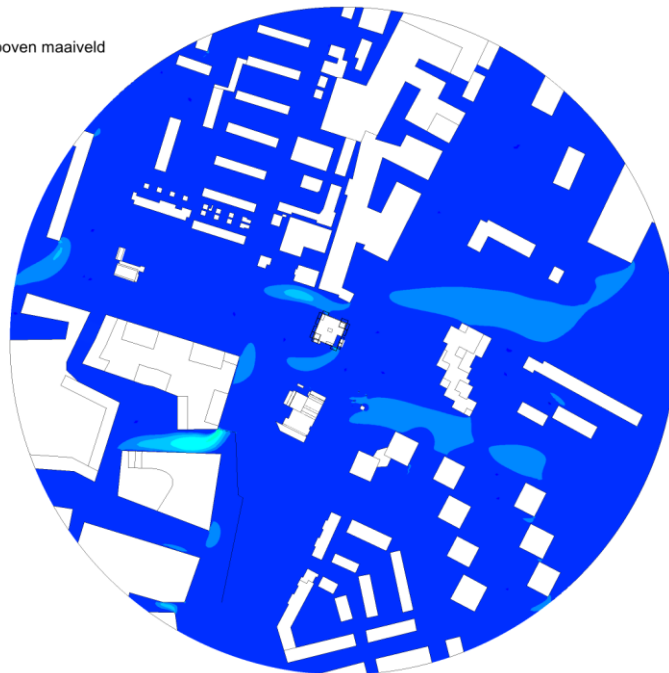
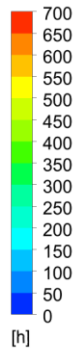


Figuur 13: Wind ONO, 60°.

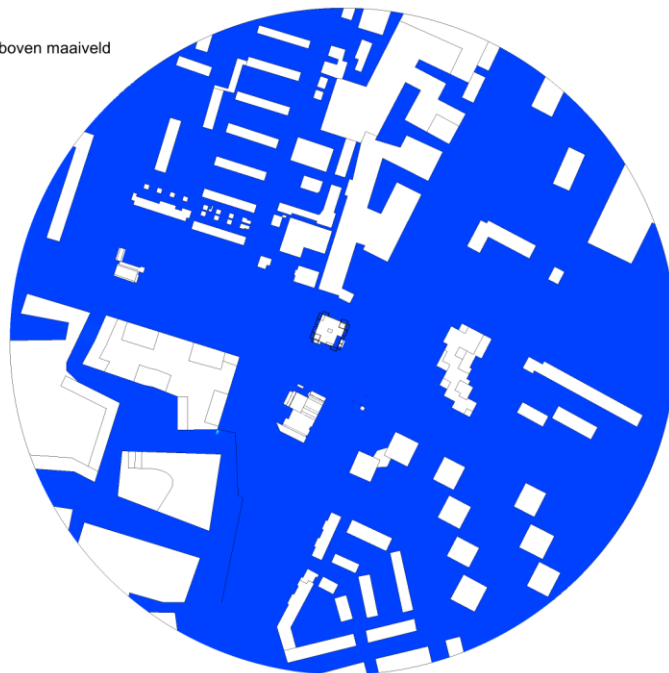
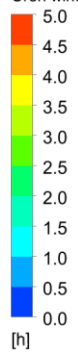


Figuur 14: Wind O, 90°.

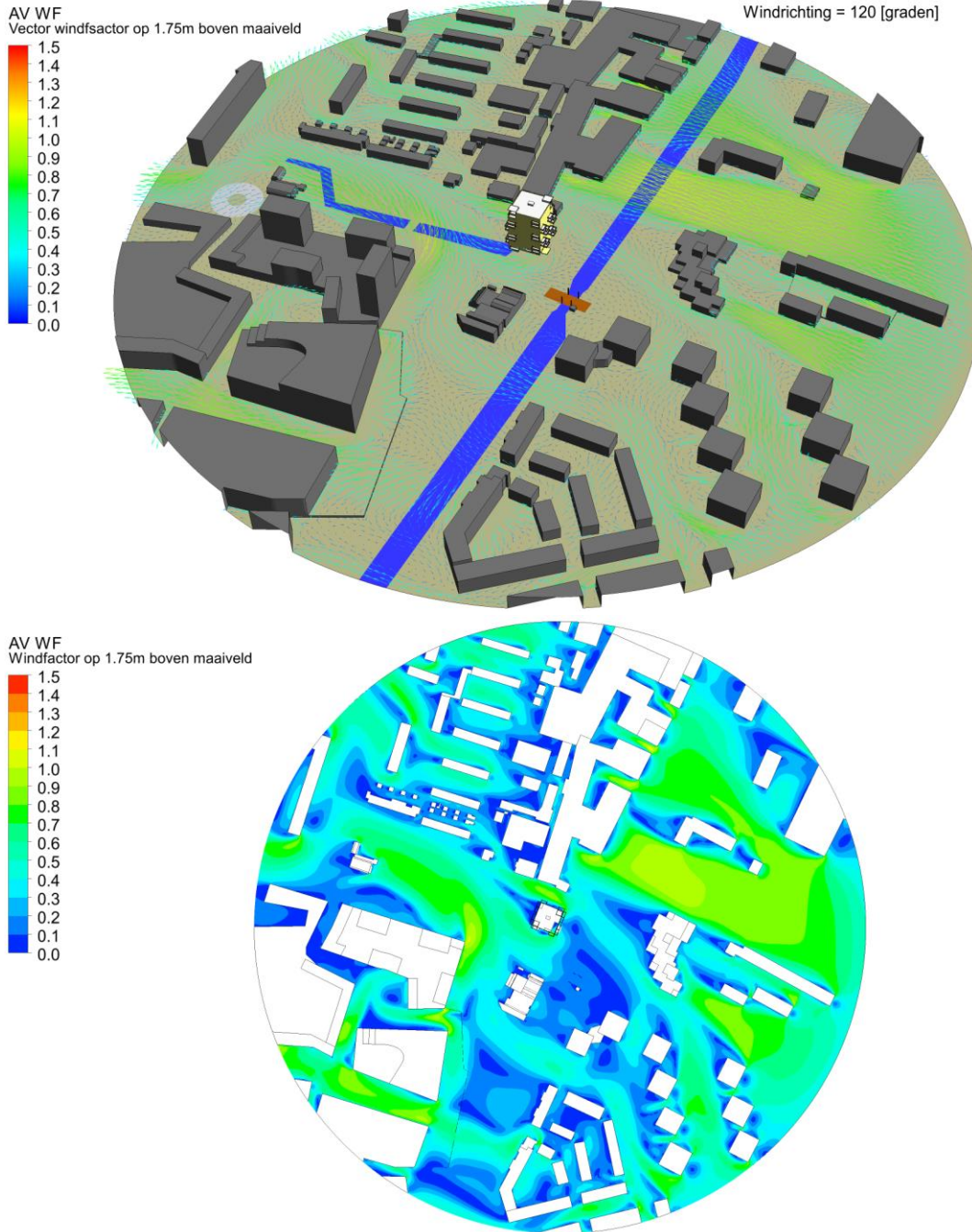
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld

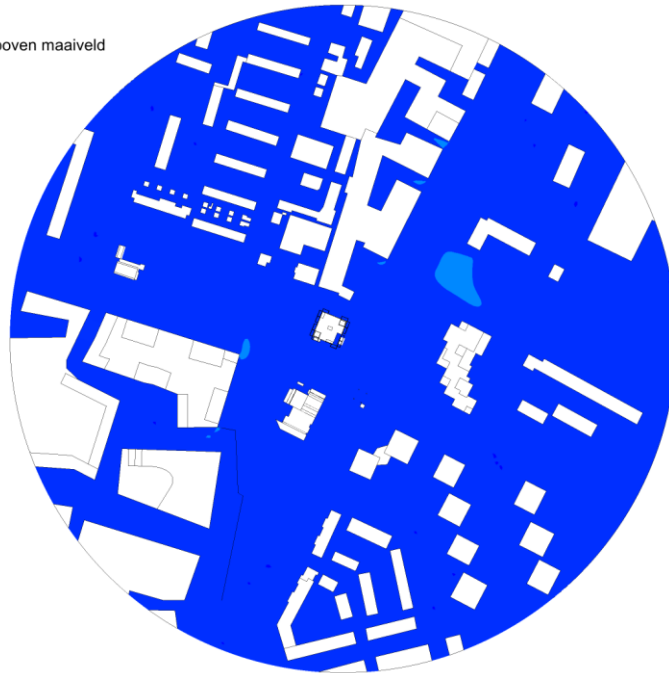
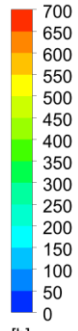


Figuur 15: Wind 0, 90°.

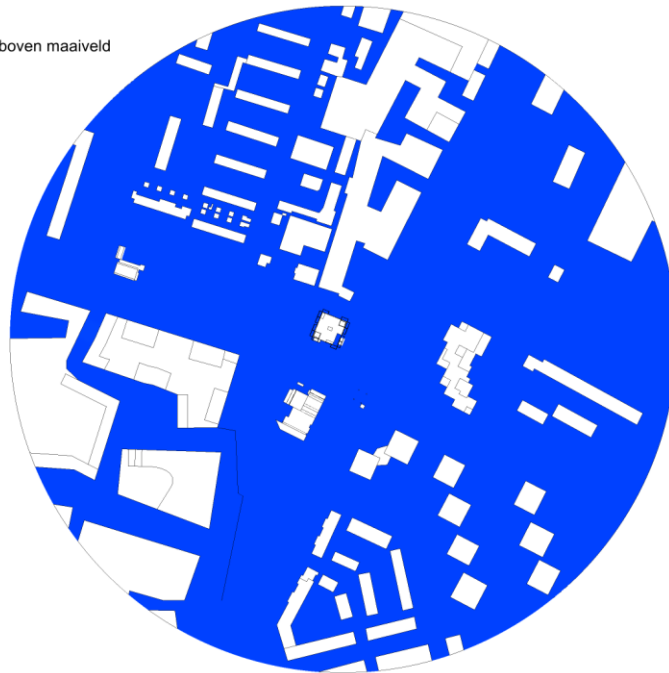
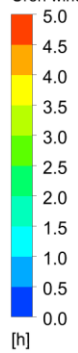


Figuur 16: Wind OZO, 120°.

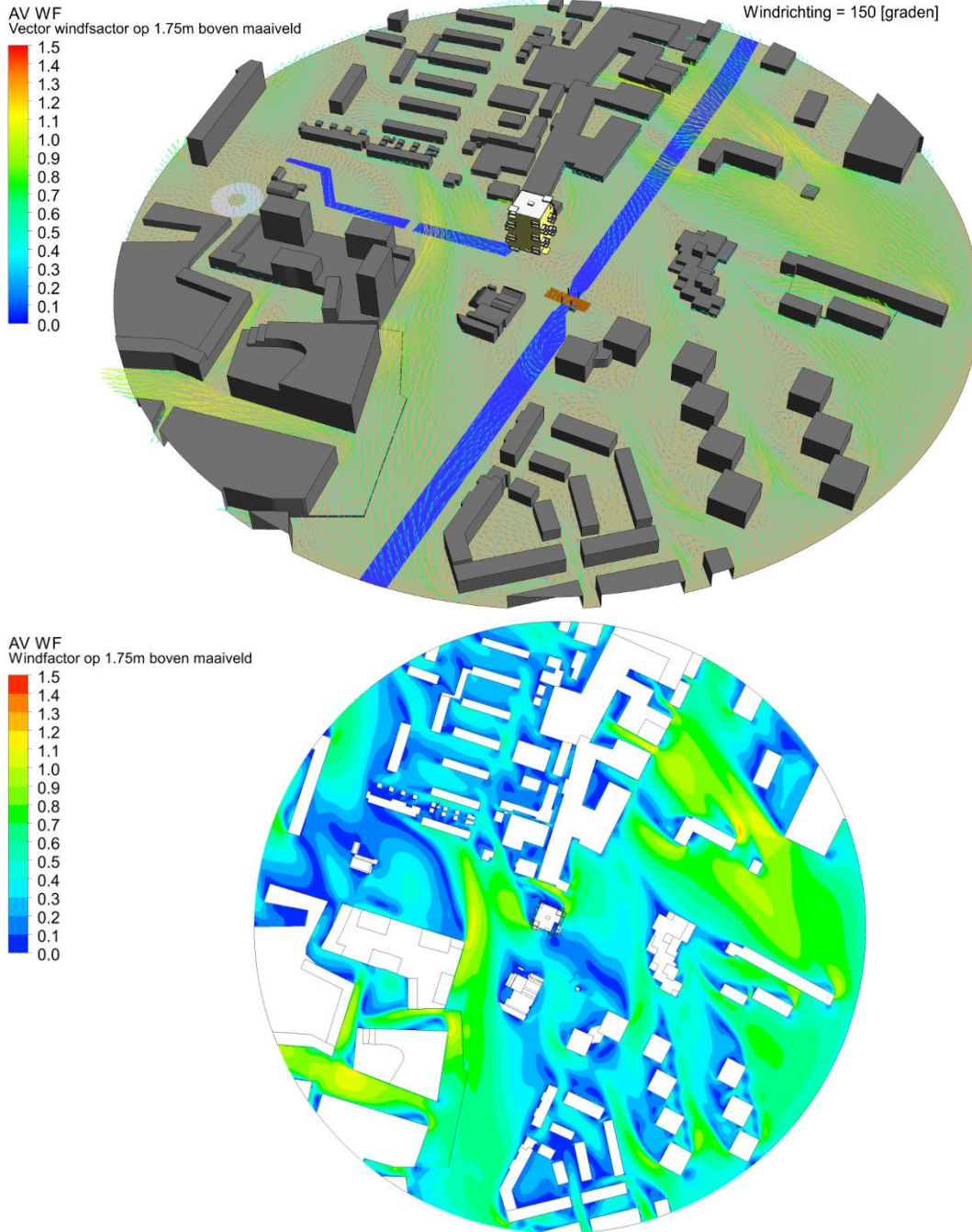
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld

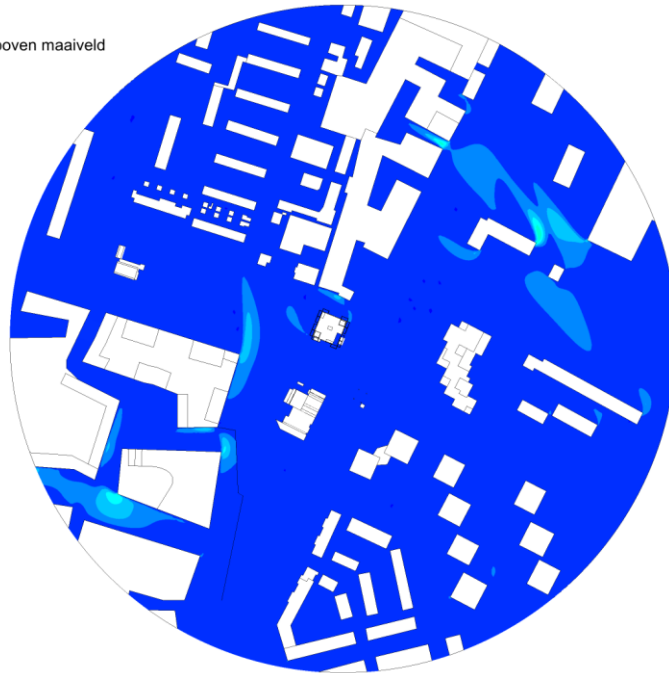


Figuur 17: Wind OZO, 120°.

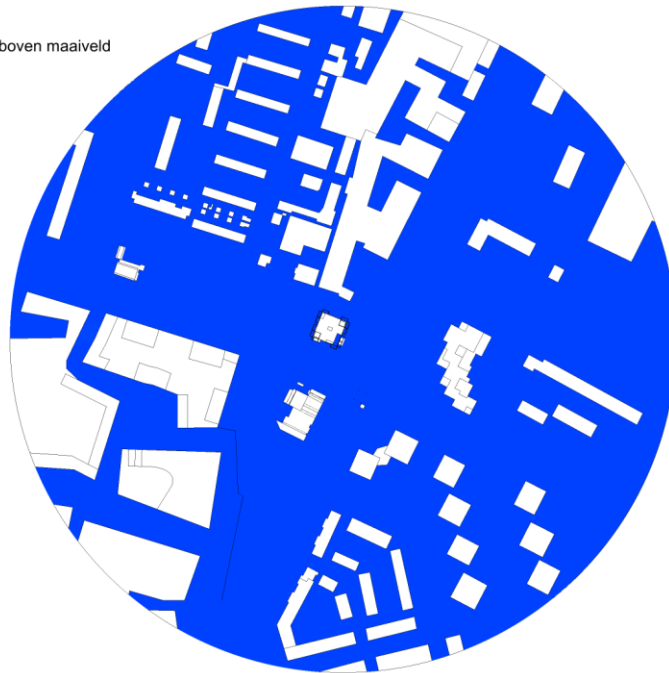
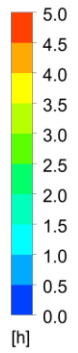


Figuur 18: Wind ZZO, 150°.

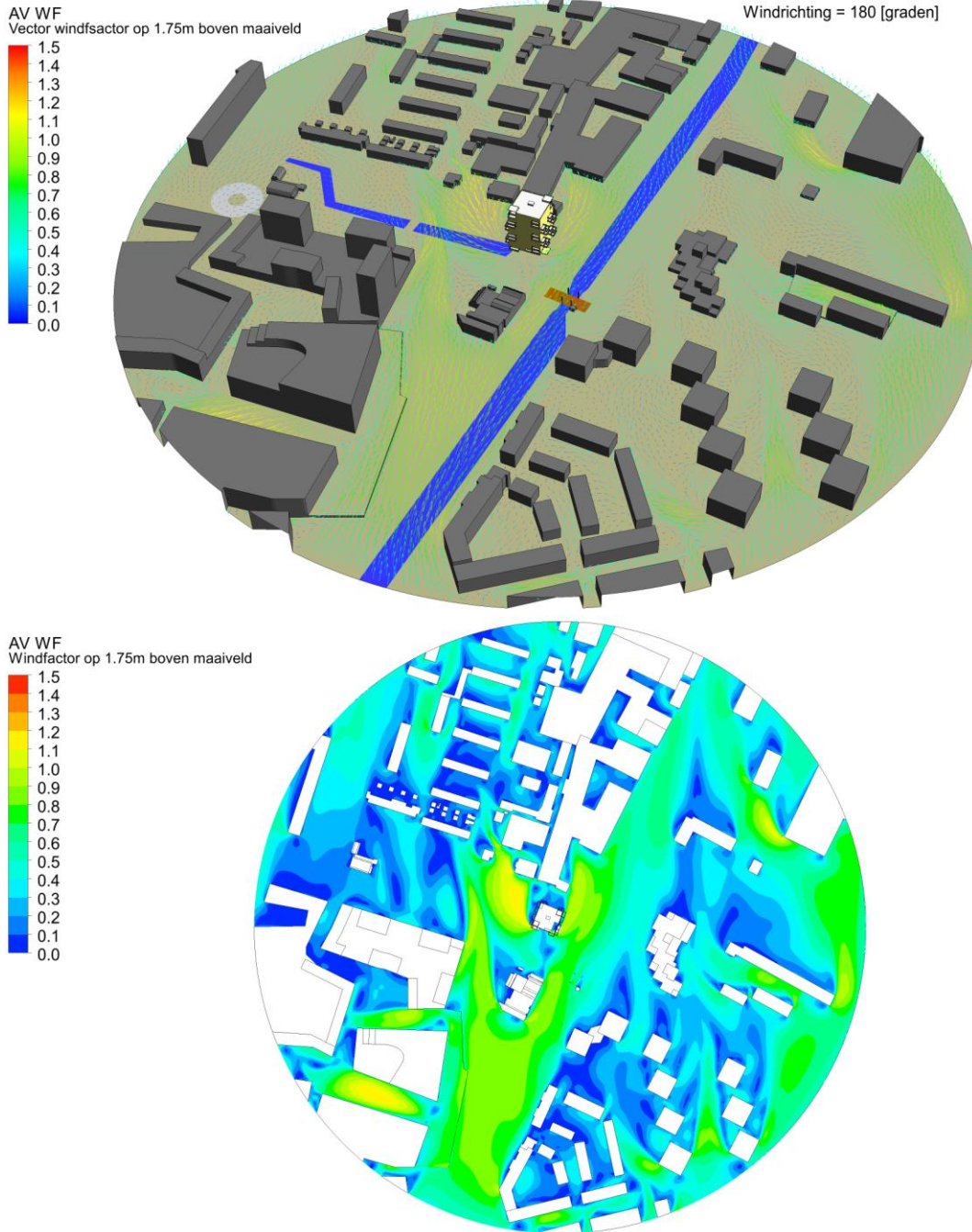
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld

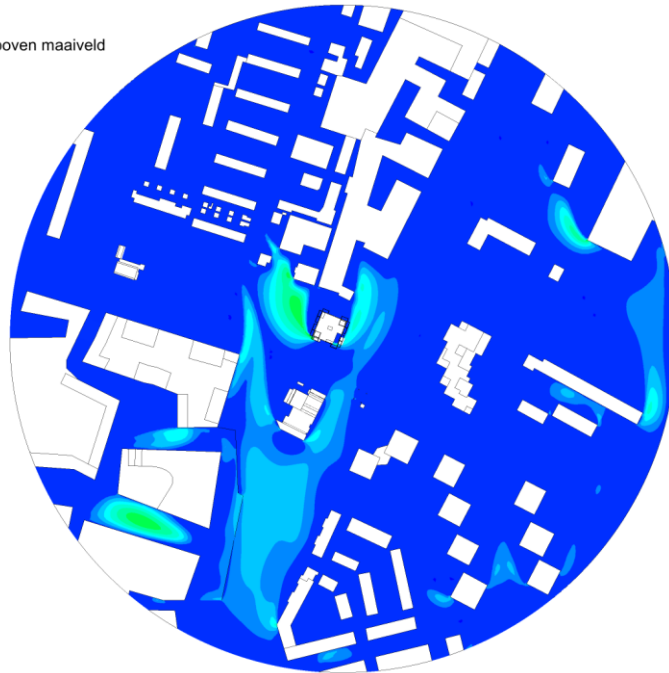
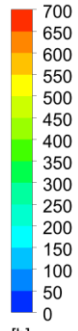


Figuur 19: Wind ZZO, 150°.

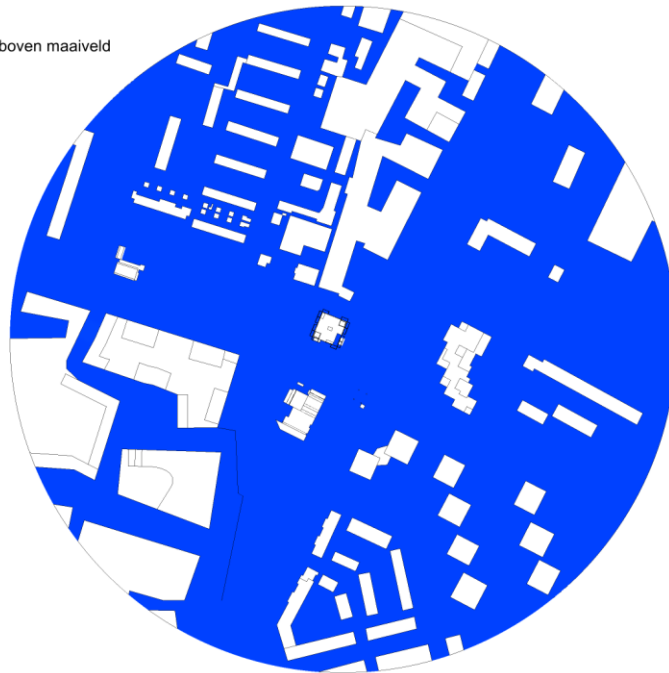
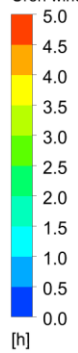


Figuur 20: Wind Z, 180°.

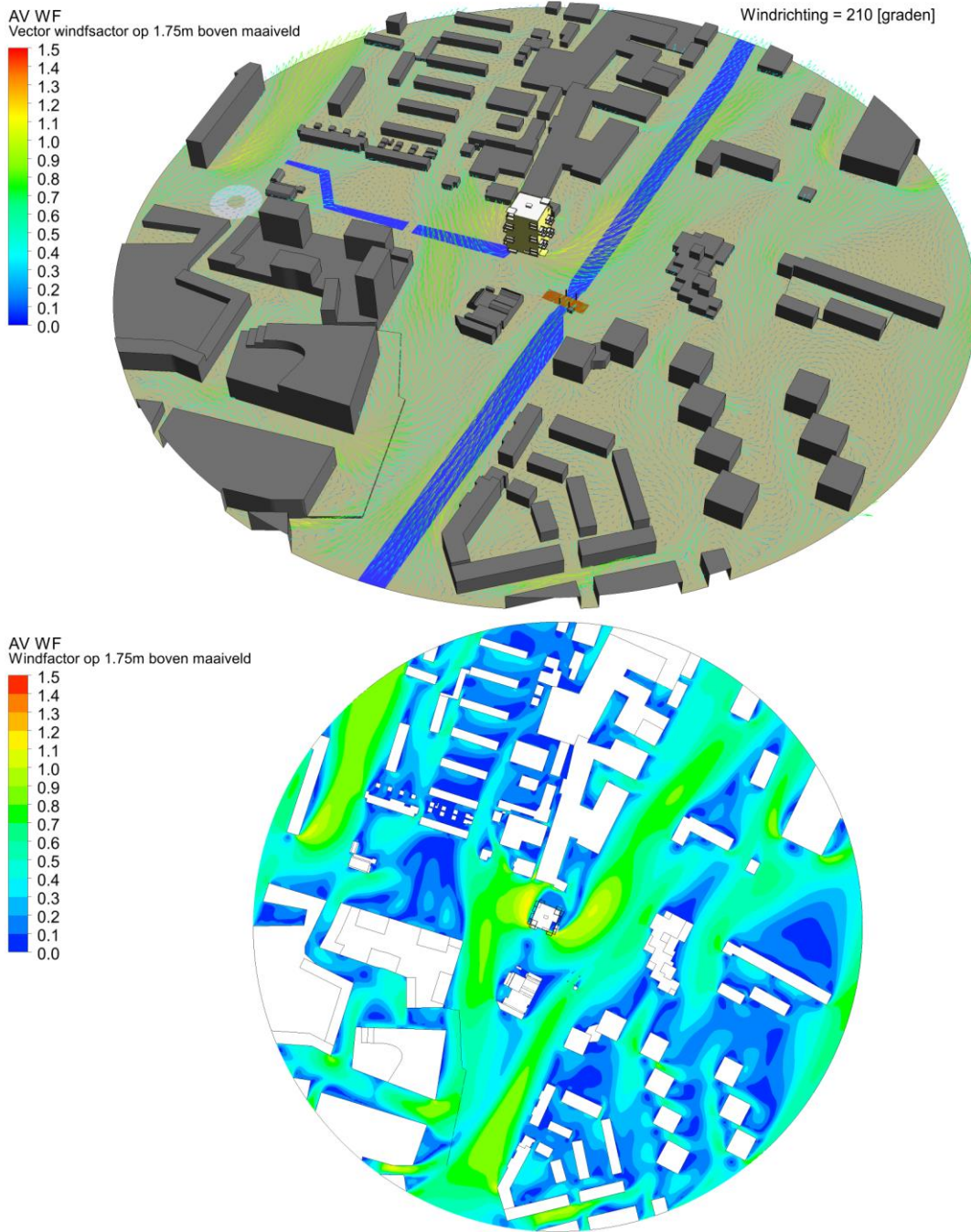
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld

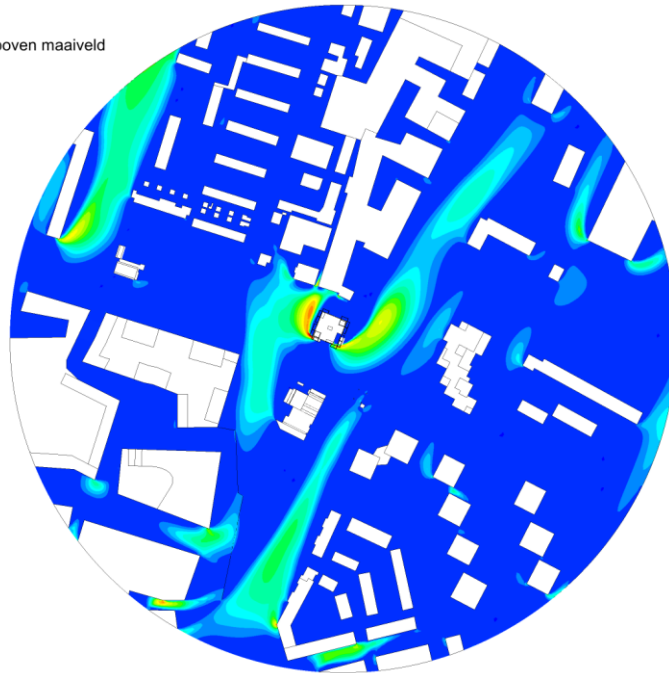
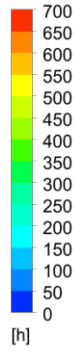


Figuur 21: Wind Z, 180°.

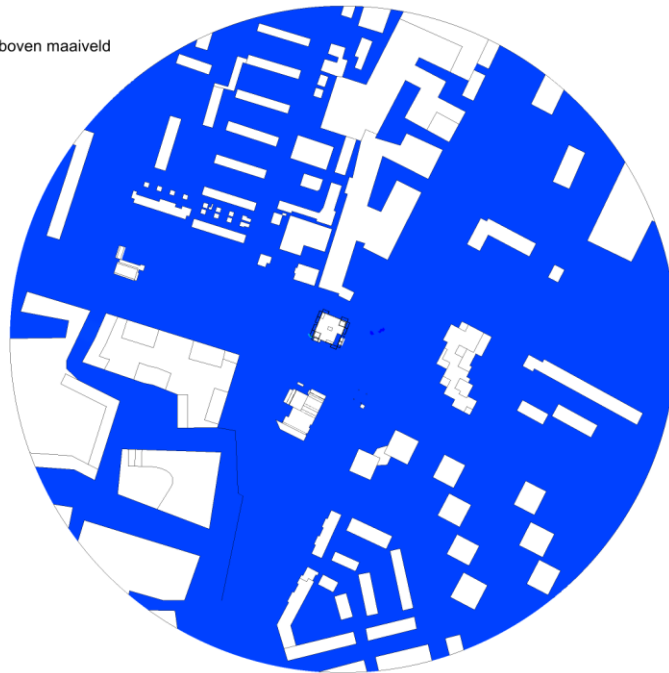
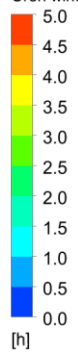


Figuur 22: Wind ZZW, 210°.

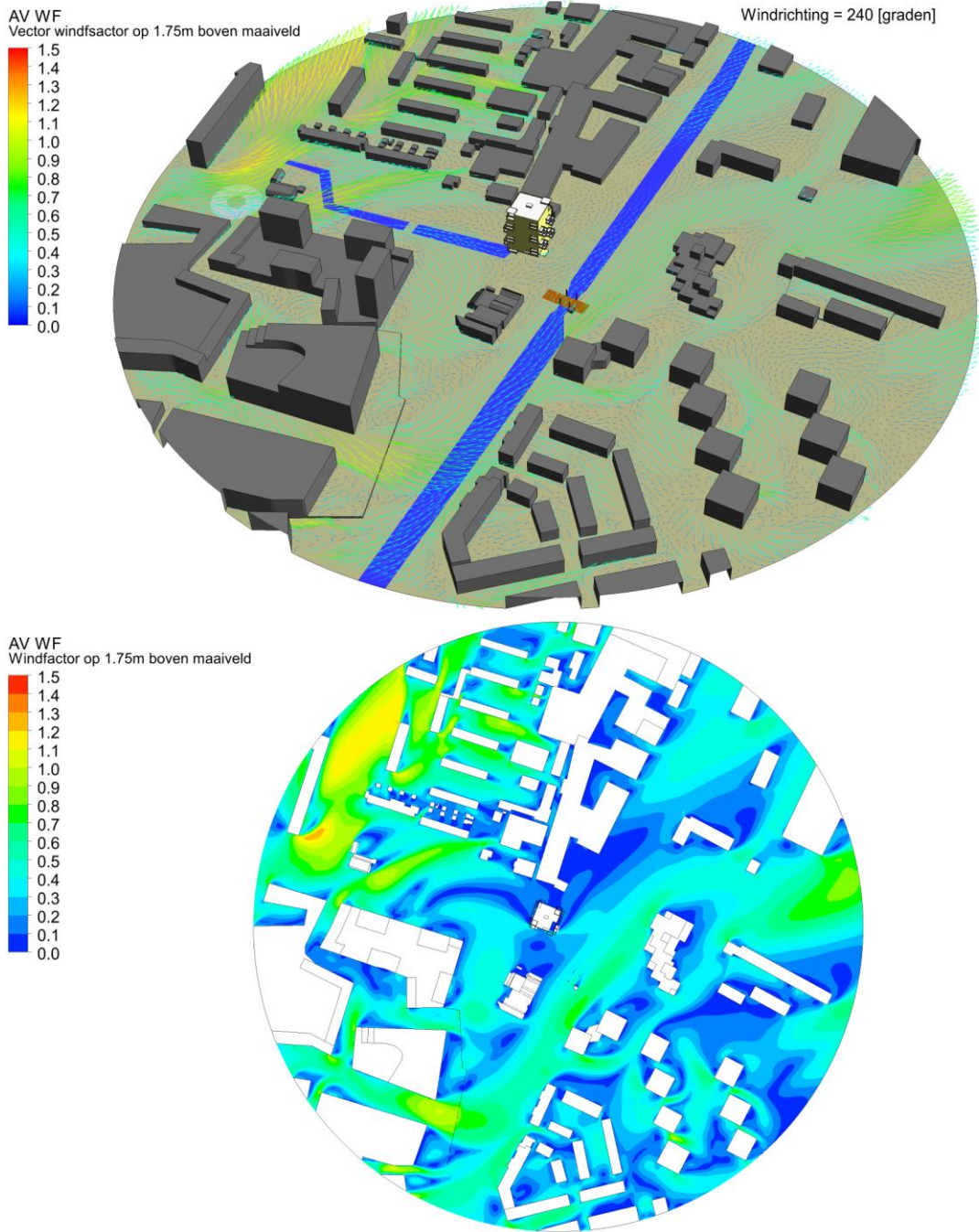
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld

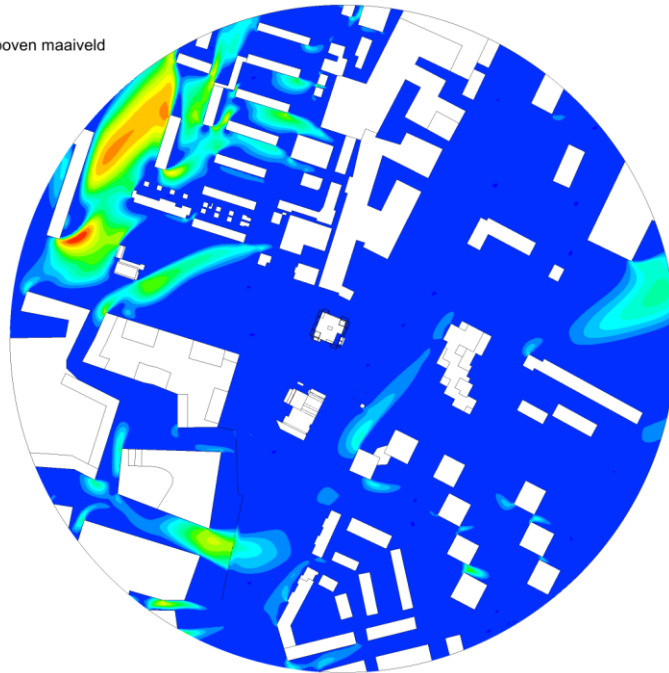
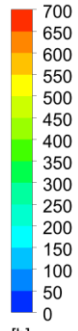


Figuur 23: Wind ZZW, 210°.

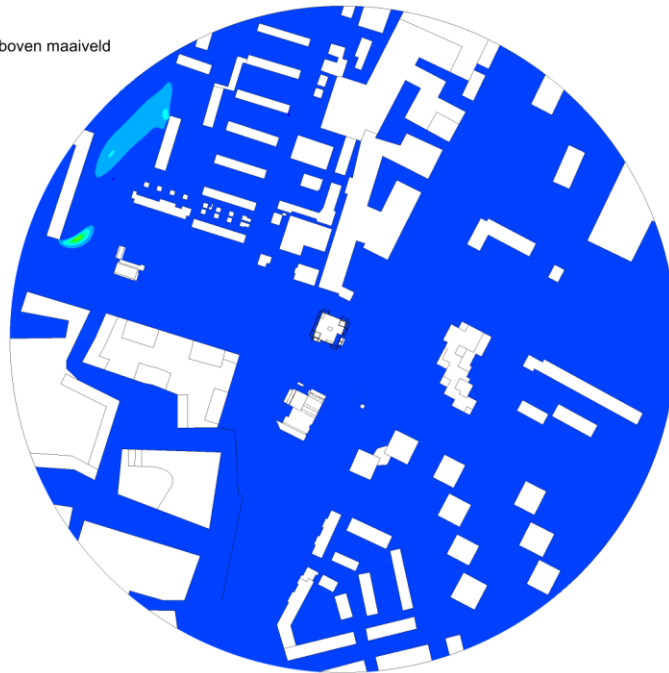
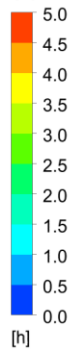


Figuur 24: Wind WZW, 240°.

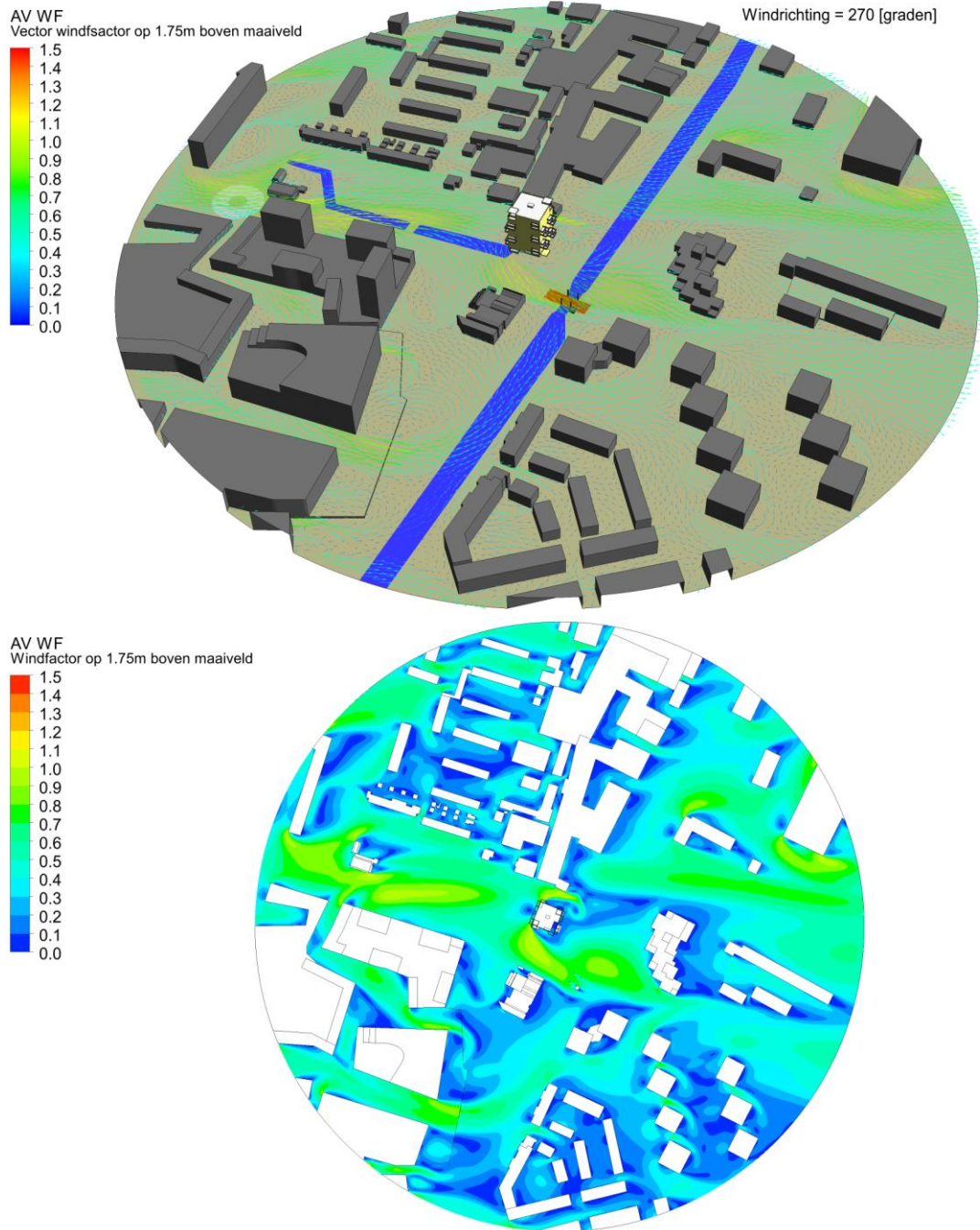
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld



Figuur 25: Wind WZW, 240°.

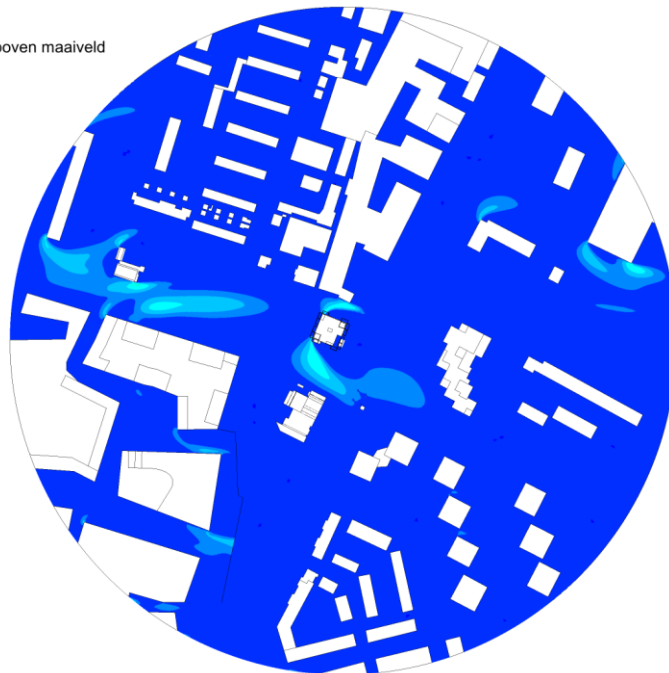


Figuur 26: Wind W, 270°.

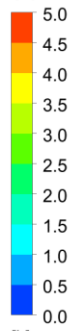
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



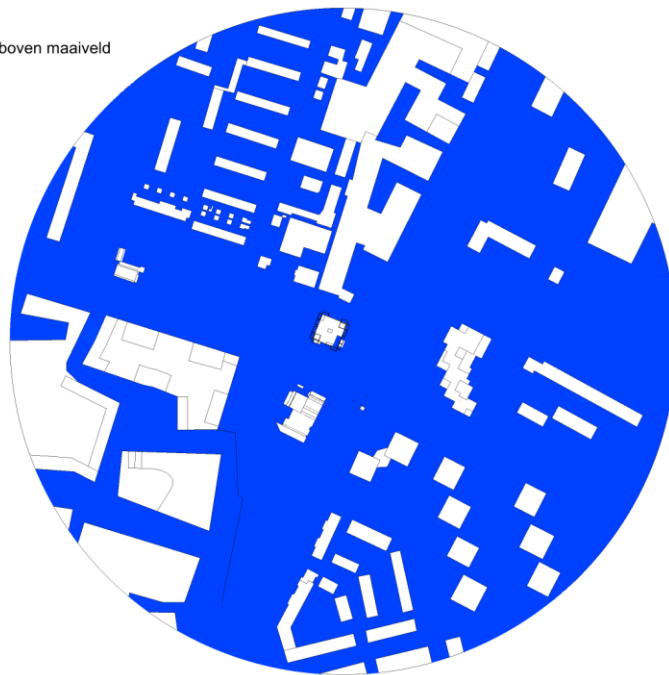
[h]



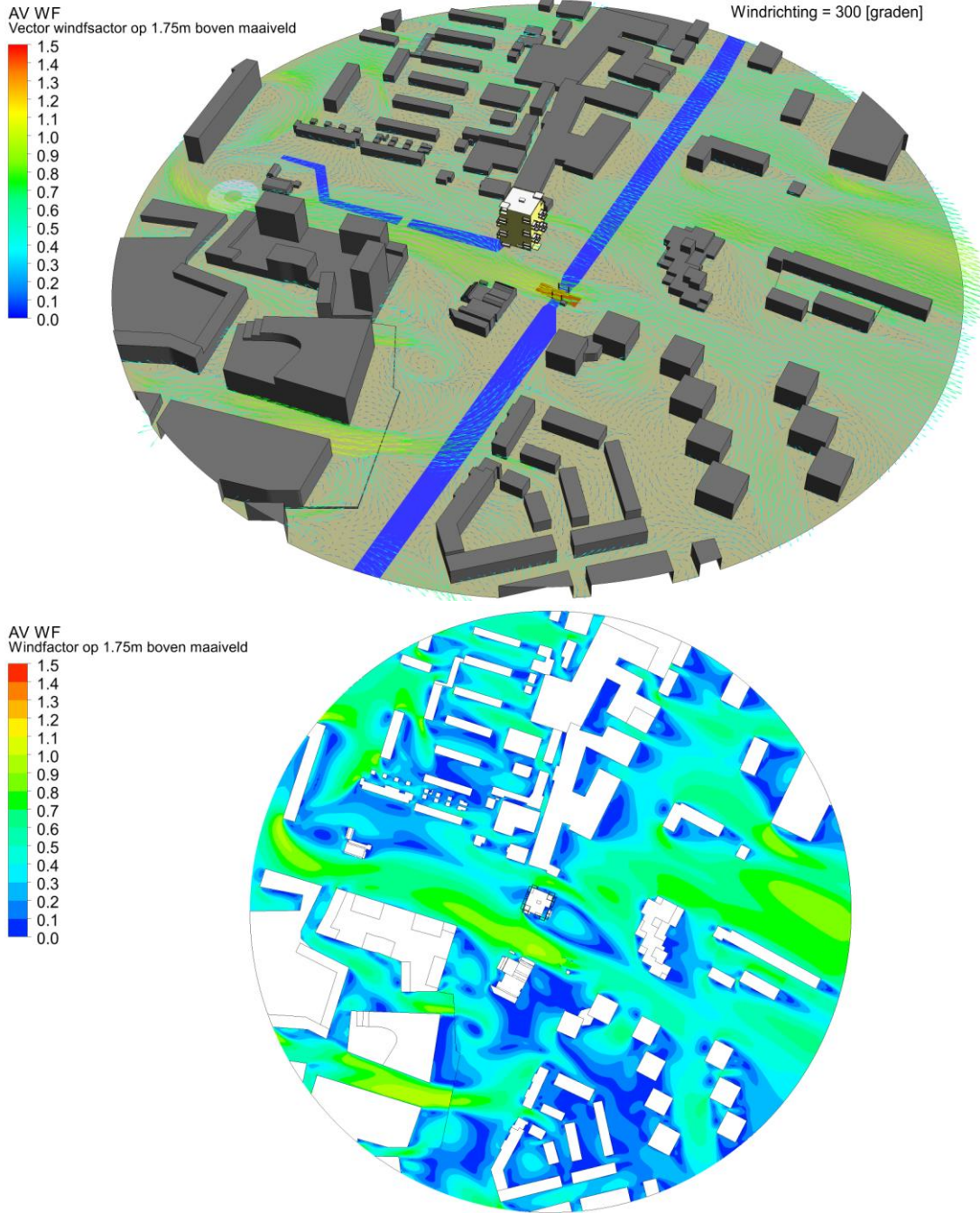
AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld



[h]

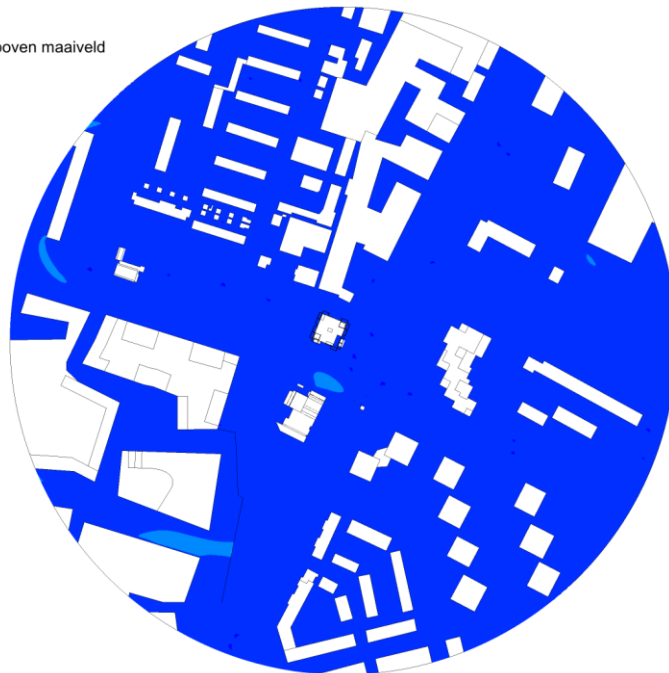
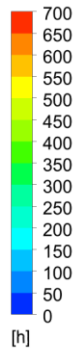


Figuur 27: Wind W, 270°.

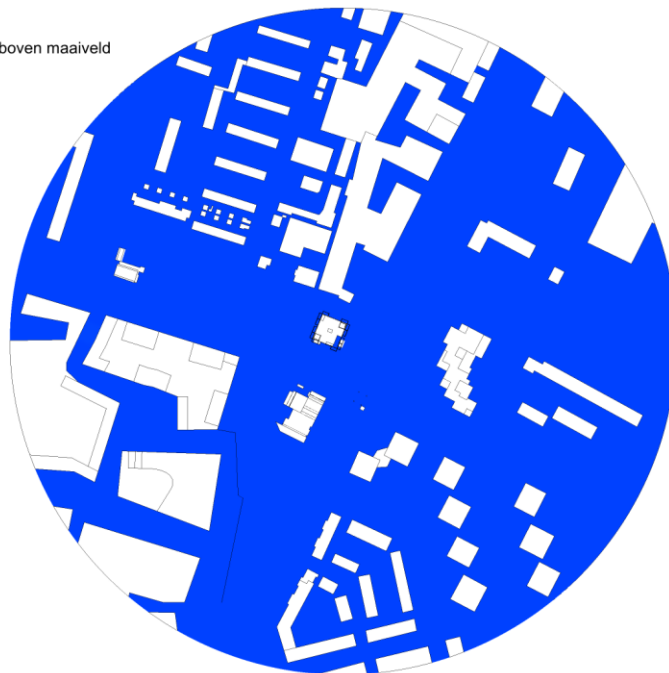
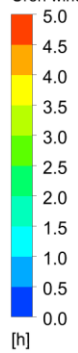


Figuur 28: Wind WNW, 300°.

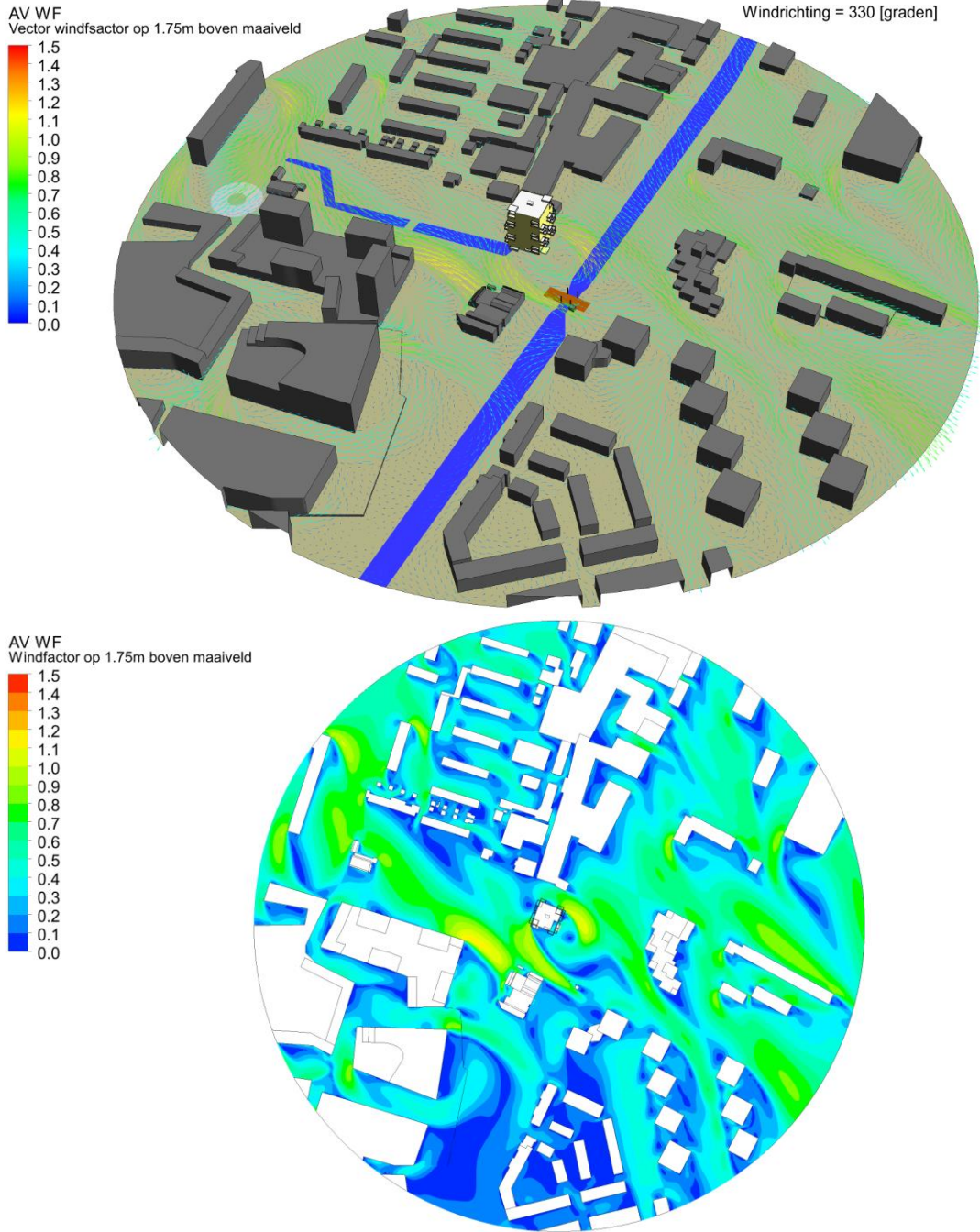
AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld

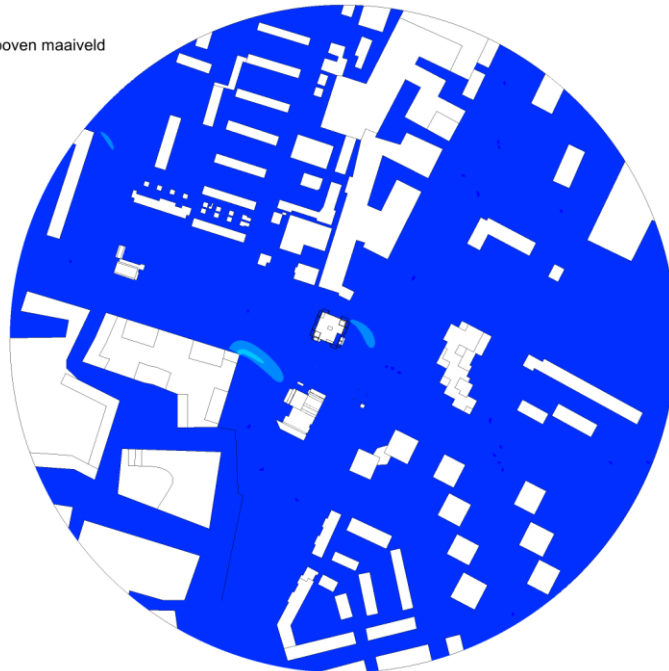


Figuur 29: Wind WNW, 300°.

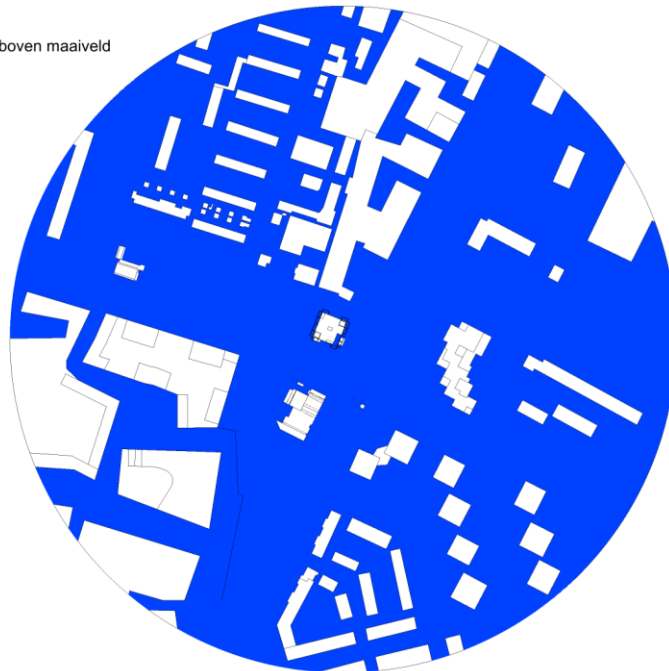
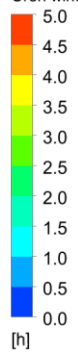


Figuur 30: Wind NNW, 330°.

AV WH
Uren windhinder per jaar op 1.75m boven maaiveld



AV WG
Uren windgevaar per jaar op 1.75m boven maaiveld



Figuur 31: Wind NNW, 330°.