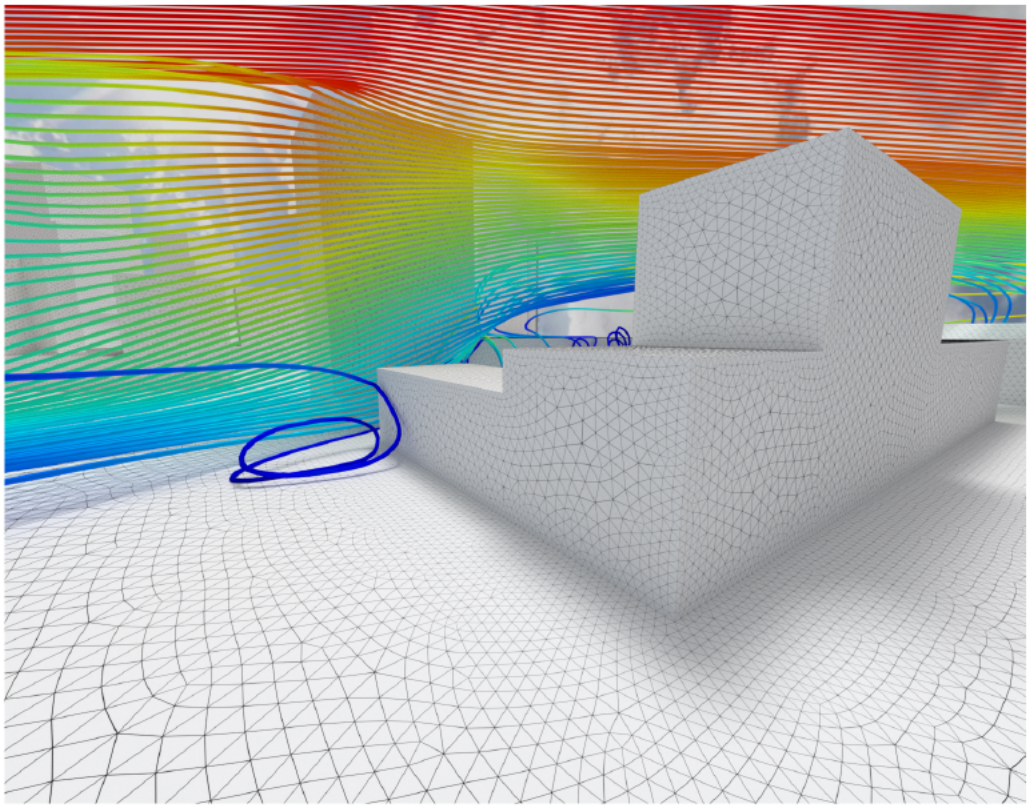
Windstudie Kubus Katrijp te Amsterdam

CFD studie i.f.v. het windklimaat in de omgeving



AFR-4491
3-10-2017
Versie 1.0

2017 © Actiflow
Auteur(s): [redacted]
Controleur(s): [redacted]

© 2017 Actiflow BV

Inhoudsopgave

1 Introductie **1**

2 Normstelling **3**

3 Opzet van de berekening **5**

3.1 Software 5

3.2 Geometrie en rekenrooster 5

3.3 Aannames en randvoorwaarden 11

4 Resultaten **12**

5 Conclusies **18**

A Inlegvel NEN 8100:2006 **19**

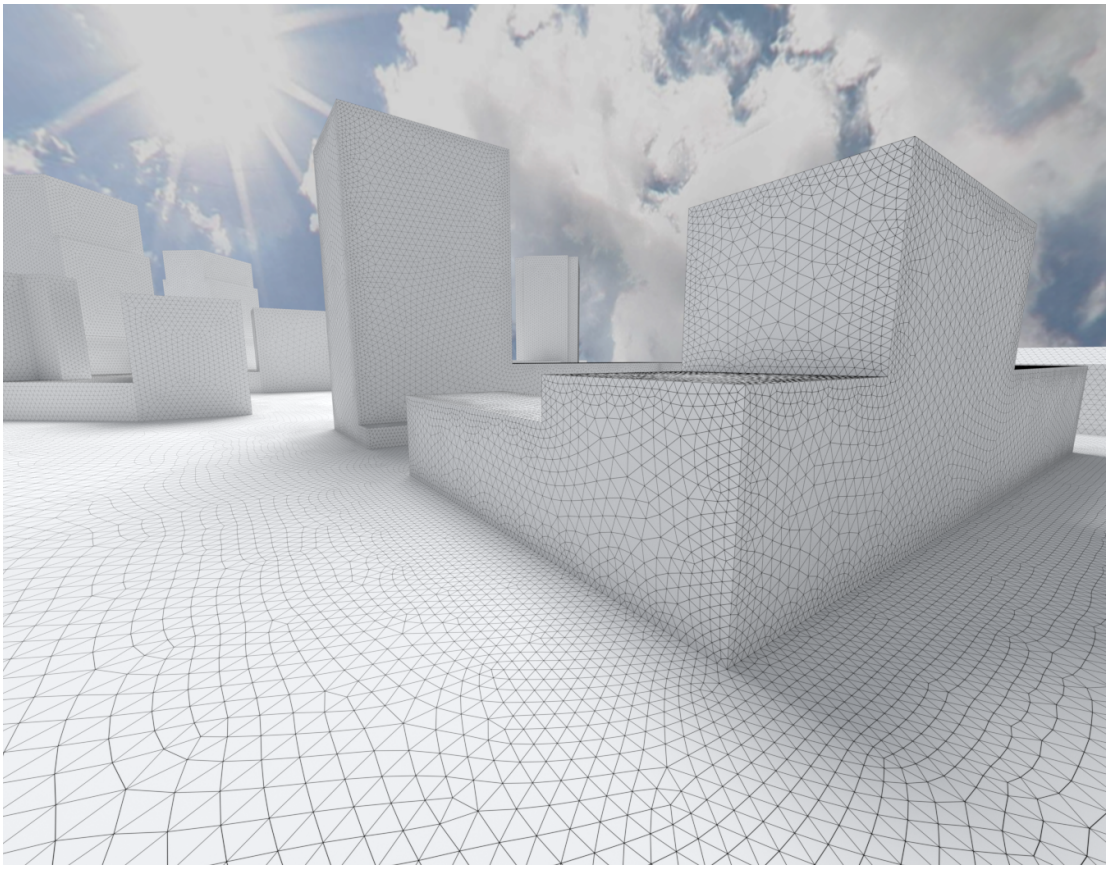
B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid **20**

C Windhinder per windrichting **21**

1 Introductie

Men is voornemens op de site ten oosten van de Katrijpstraat een appartementencomplex bestaande uit twee gebouwblokken te realiseren. Eén van de gebouwblokken bestaat uit een toren van circa 48m hoogte. De locatie wordt omgeven door een relatief gesloten bebouwd terrein aan de Oost-, Zuid- en Westzijde en een groen gebied aan de Noordzijde. De aanwezigheid van bebouwing en obstakels op zich, evenals een combinatie hiervan met open vlakken, kunnen leiden tot een windstromingspatroon dat zorgt voor discomfort, hinder of gevaar. Dit kan in een uiterst geval leiden tot een verminderde bruikbaarheid van de ruimte in de (directe) omgeving van de nieuwbouw. Om hierover een uitspraak te doen is het noodzakelijk om het windklimaat te analyseren, waaraan middels de voorliggende rapportage invulling wordt gegeven.

Actiflow is gevraagd om voor de hierboven genoemde nieuwbouw het windklimaat inzichtelijk te maken met behulp van berekeningen op basis van Computational Fluid Dynamics, CFD. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van de normstelling omtrent windhinder en windgevaar, conform de vigerende Nederlandse norm NEN 8100:2006 "'windhinder en windgevaar in de gebouwomgeving"'. Op basis van deze normering is een studie uitgevoerd voor de nieuwe situatie in vergelijking met de huidige situatie. De nadruk van de studie ligt op de verandering van het windklimaat in de omgeving als gevolg van de nieuwbouw. Om deze reden is een analyse uitgevoerd van de huidige situatie welke vervolgens is vergeleken met de toekomstige situatie. Bijkomend worden de resultaten in de directe omgeving (nabij de gevel) van de nieuwbouw weergeven.



Figuur 1.1: Impressie van het model van de geplande nieuwbouw ten Oosten van de Katrijpstraat

Hoofdstuk 2 van onderhavige rapportage gaat in op de gebruikte normstelling waaraan getoetst is. De gebruikte geometrie van het gebouw, de omgeving, het rekendomein en de bijbehorende randvoorwaarden zijn vermeld in hoofdstuk 3. De resultaten van de berekeningen worden weergegeven in hoofdstuk 4, waarna de conclusies volgen in hoofdstuk 5.

2 Normstelling

In onderhavige windstudie wordt het windklimaat ter plaatse van openbare buitenruimten in kaart gebracht. De toetsing hiervan vindt plaats aan de hand van de normstelling uit NEN 8100:2006.

In de norm wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar. De definitie van windhinder is het ondervinden van hinder door wind. Dit zal bij een gemiddeld persoon gebeuren wanneer de lokale uurgemiddelde windsnelheid meer dan 5 m/s bedraagt. Windgevaar is het optreden van een dergelijk hoge windsnelheid waarbij in ernstige mate problemen optreden bij het lopen, zoals evenwichtsverlies, waardoor het onmogelijk wordt zich staande te houden of zich lopend voort te bewegen. Windgevaar vindt vooral tijdens vlagen plaats. Dit fenomeen wordt conform de norm, niet gemodelleerd in een tijdsafhankelijke berekening, maar in een aanvulling op de statistische windhinderanalyse. Hier wordt aangenomen dat windgevaar optreedt als de uurgemiddelde lokale windsnelheid meer dan 15 m/s bedraagt.

NEN 8100:2006 geeft een indeling voor windhinder naar kwaliteitsklassen. Deze indeling is terug te vinden in tabel 2.1. Aan de hand van de kans op overschrijding van de grenswaarde voor windhinder wordt bepaald in welke klasse een locatie valt. Afhankelijk van het gebruiksdoel van de locatie wordt een bepaalde klasse gekarakteriseerd als goed, matig of slecht.

Tabel 2.1: Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder

Overschrijdingskans	**Kwaliteitseis**	**Activiteiten**		
$P(V_{LOK}>V_{DR,H})$ **in procenten van het aantal uren per jaar**		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 - 5	B	Goed	Goed	Matig
5 - 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 - 20	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Tabel 2.2 toont de indeling en kwalificatie voor de kans op windgevaar op vergelijkbare wijze als voor windhinder wordt gedaan. Hierbij dient te worden opgemerkt dat voor activiteitsklassen II. en III. zelfs een beperkt risico al onacceptabel is. Voor deze activiteitsklassen geldt dat enkel $p \leq 0.05$ acceptabel is. Een gevaarlijk windklimaat moet te allen tijde worden vermeden.

Tabel 2.2: Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar

Overschrijdingskans	**Kwaliteitseis**
$P(V_{LOK}>V_{DR,H})$ **in procenten van het aantal uren per jaar**	
0,05 - 0,30	Beperkt risico
> 0.30	Gevaarlijk

Toetsing vindt voor zowel windhinder als windgevaar plaats op een hoogte van 1,75 m boven het grondoppervlak. Hierbij wordt de vergelijking gemaakt tussen de bestaande en de nieuwe situatie.

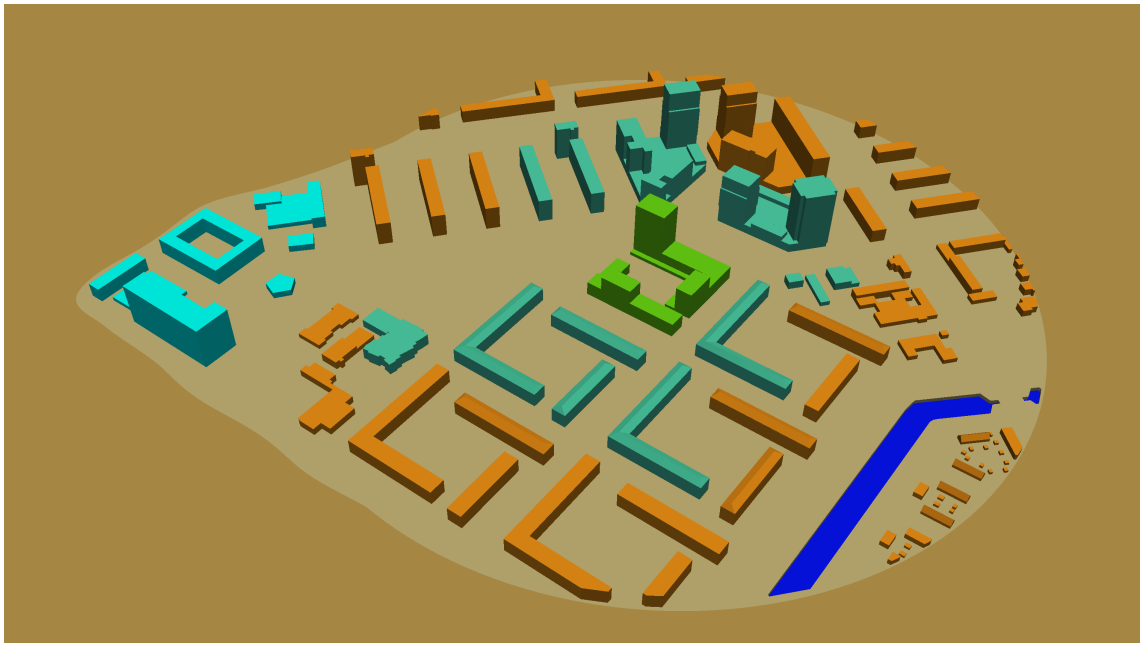
Gebouwentrees vormen een afwijkend element in de beoordeling. Hiervoor biedt NEN 8100:2006 namelijk geen handvatten, echter is enige aandacht voor deze elementen op zijn plaats. Geadviseerd wordt hierbij te hoog optredende windsnelheden, waardoor gebouwentrees slecht bruikbaar kunnen worden, te voorkomen. Dit zou het openen van deuren namelijk negatief kunnen beïnvloeden. Dientengevolge wordt de algemeen geaccepteerde richtlijn hieromtrent hier benoemd. Ter plaatse van gebouwentrees dient bij voorkeur windhinder klasse A behaald te worden, klasse B biedt een matig niveau. Hogere klassen, evenals mogelijk windgevaar dienen vermeden te worden.

3 Opzet van de berekening

Voor een overzicht van de instellingen bij de berekening wordt verwezen naar het inlegvel uit de NEN 8100:2006, welke is toegevoegd in bijlage A.

3.1 Software

De berekening is uitgevoerd met behulp van OpenFOAM, een softwarepakket dat bedoeld is voor het oplossen van problemen in de continuüm mechanica en thermodynamica. Voor dit project is "simpleFoam" gebruikt. Deze solver is gebaseerd op de incompressibile Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen en houdt rekening met turbulentie. Turbulentie is gemodelleerd in het k-ω SST model.



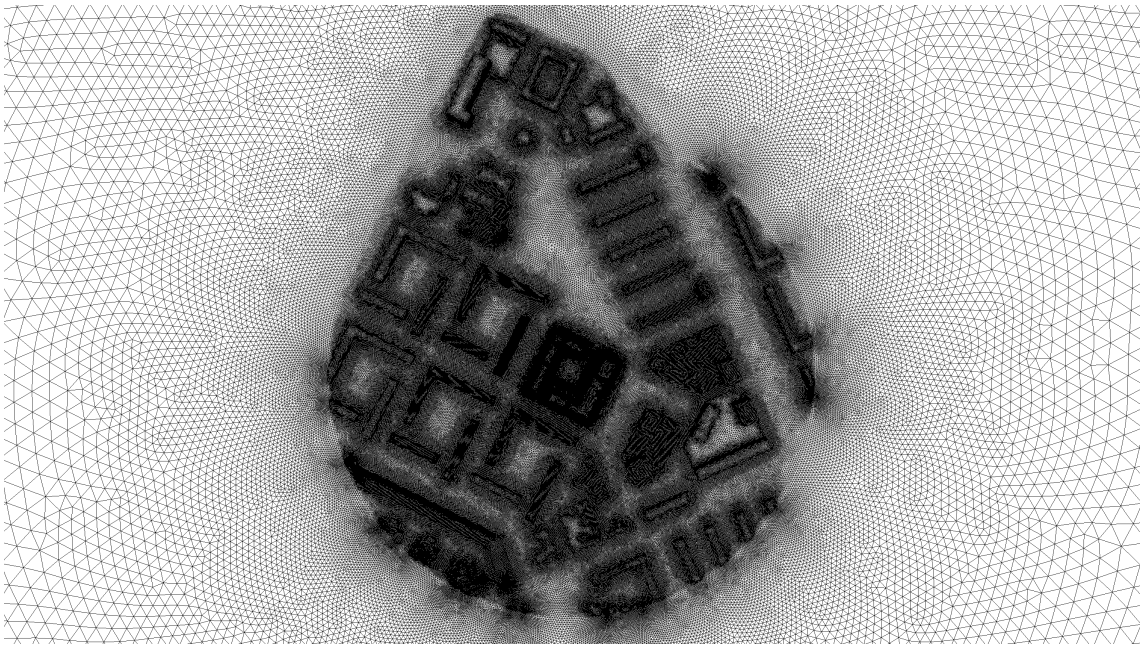
Figuur 3.1: Impressie model, nearField

3.2 Geometrie en rekenrooster

Het driedimensionale model is weergegeven in onderstaande figuren. Dit betreft het model van de omgeving, inclusief de nieuwbouw. Het model omvat de bebouwing en belangrijke hoogteverschillen in een straal van ten 300 m rond het plangebied. De omliggende bebouwing is als eenvoudige volumes weergegeven. Bij de nieuwbouw is een grotere mate van detail meegenomen (verfijning van het rekengrid), vanwege de interesse in het exacte windstromingspatroon op deze locatie als gevolg van dit object.

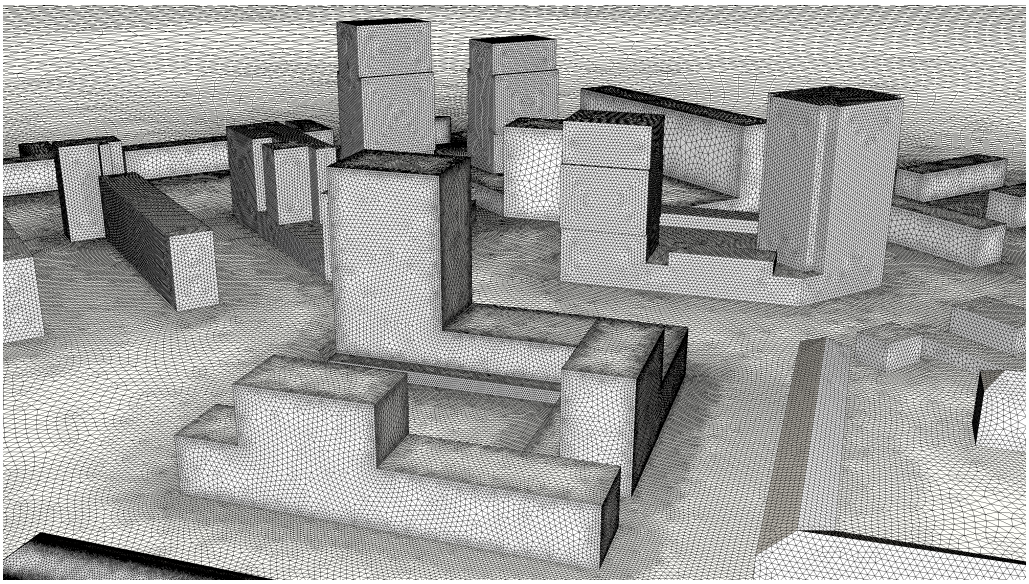
Bomen en groenstroken zijn niet in het model opgenomen. Vanwege de seizoensafhankelijke porositeit en mogelijke verandering van dergelijke elementen worden deze zelden meegenomen bij windstudies. Slechts bij een zeer grote zone met bomen (bospercelen) zal de invloed significant zijn. Hierbij wordt tevens opgemerkt dat hierbij naast het geanalyseerde seizoen ook het type beplanting van belang is.

Rond het driedimensionaal model is een cilindervormig domein geplaatst met een doorsnede van 3.000 m en een hoogte van 500 m. Het plangebied is centraal in dit domein geplaatst, zodat hier verschillende windrichtingen op kunnen worden toegepast zonder dat het voor- of achtergebied te klein wordt. De ruwheid van het voorland is afgestemd op de werkelijke situatie.

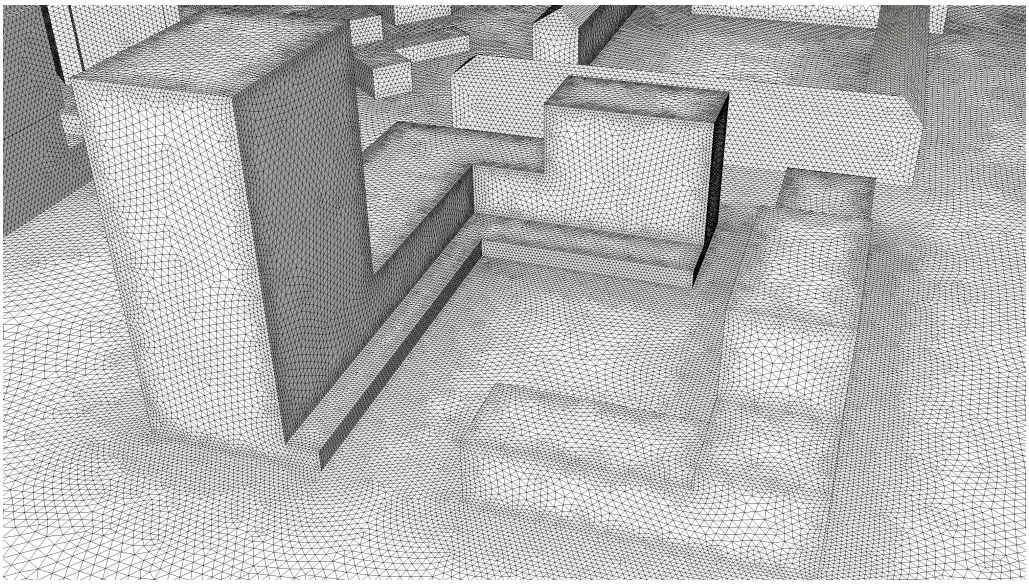


Figuur 3.2: Impressie model met rekengrid

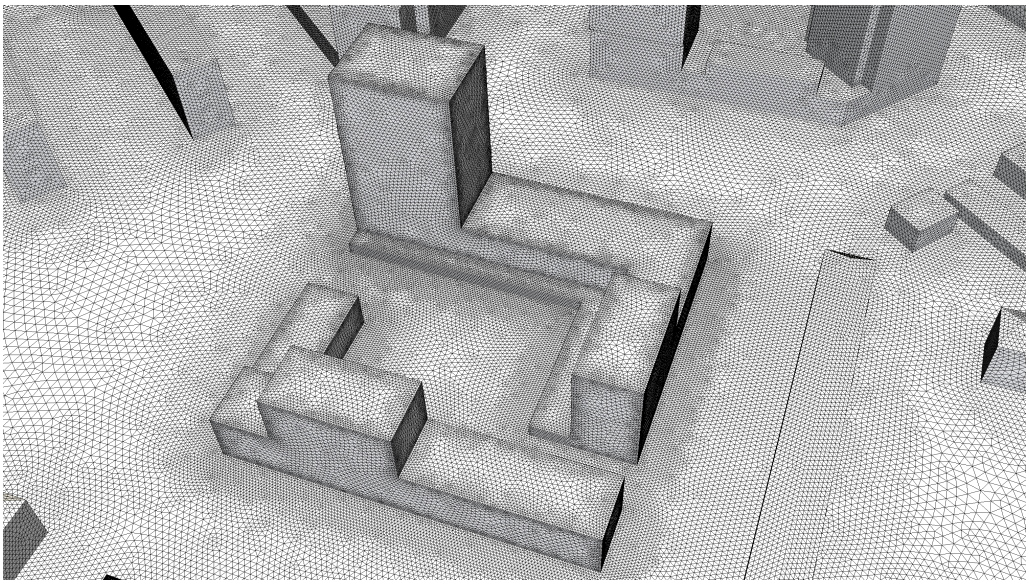
Op basis van de hierboven beschreven geometrie is een rekenrooster opgesteld. Dit rooster bestaat uit 17.837.978 cellen. Over het grondoppervlak en de bebouwing zijn zes lagen prisma's geplaatst. Deze prismalaag zorgt voor een betere berekening van de snelheidsgradiënt in de atmosferische grenslaag.



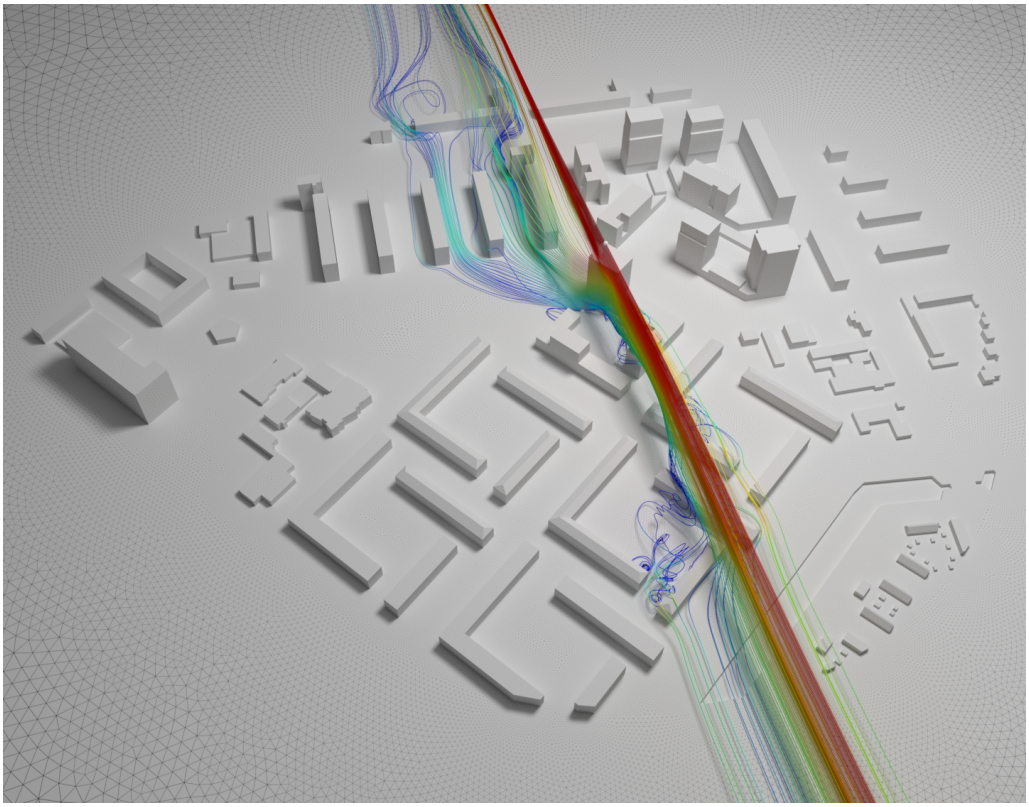
Figuur 3.3: Impressie model met rekengrid



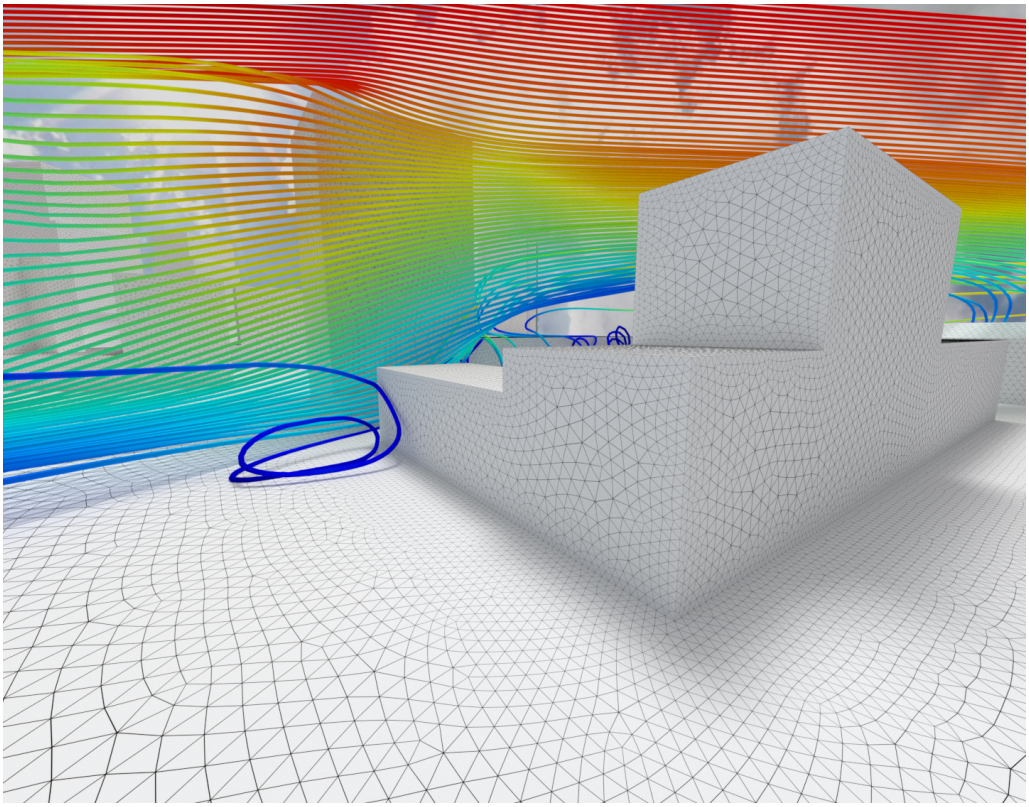
Figuur 3.4: Impressie model met rekengrid



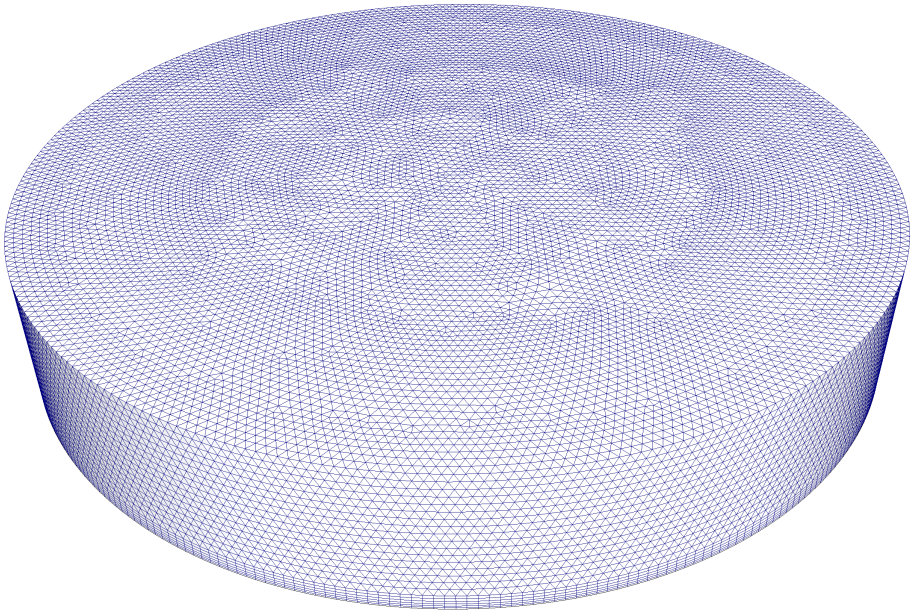
Figuur 3.5: Impressie model met rekengrid



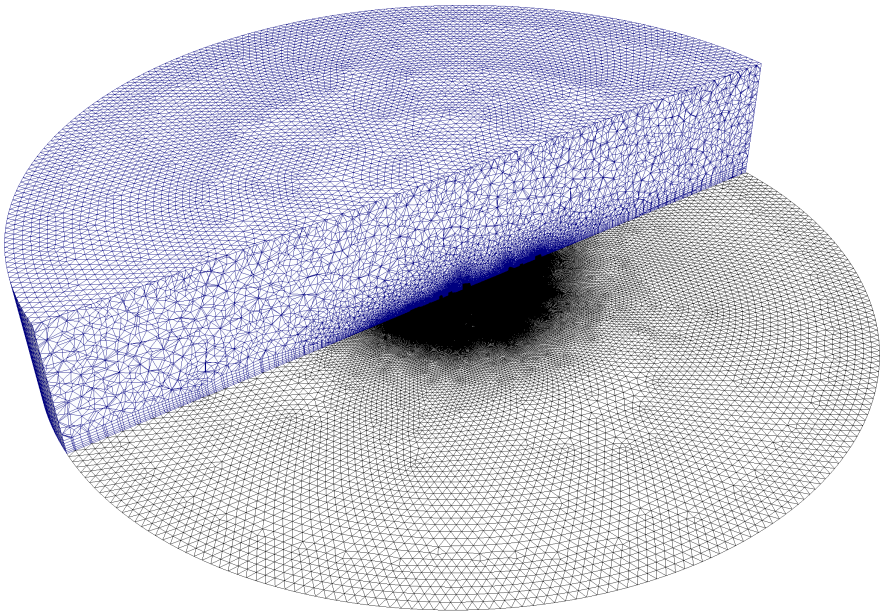
Figuur 3.6: Weergave van het model met stroomlijnen vanuit WestZuidWestelijke richting



Figuur 3.7: Weergave van het model met stroomlijnen vanuit WestZuidWestelijke richting



(a) Beeld van het volledige rekengrid



(b) Doorsnede over het rekengrid

Figuur 3.8: Impressie rekengrid

3.3 Aannames en randvoorwaarden

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgerekend, te weten 12 windrichtingen. Er is aangenomen dat de atmosferische grenslaag een snelheidsprofiel heeft volgens vergelijking 3.1 en 3.2. Hierin is U_n de horizontale windsnelheid, z de hoogte vanaf het maaiveld, en z_0 een ruwheidslengte. De ruwheidslengte is een maat voor de ruwheid van het terrein. Verder geldt dat $\kappa = 0,41$. Deze empirische constante is gerelateerd aan het gebruik van wandfuncties. Ook de turbulente grootheden k en ω verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft C_μ de waarde $0,09$. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulente model (k-ω SST).

$$U_n(z) = \left(\frac{U^*}{\kappa}\right) \ln\left(\frac{z + z_0}{z_0}\right) \tag{3.1}$$

$$U^*(z0, U_{ref}, z_{ref}) = \frac{\kappa \cdot U_{ref}}{\ln\left(\frac{z_{ref}+z_0}{z_0}\right)} \tag{3.2}$$

$$k(z) = \frac{U^{*2}}{\sqrt{C_\mu}} \tag{3.3}$$

$$\omega(z) = \frac{U^*}{\kappa(z - z_{ground} + z_0)\sqrt{c_\mu}} \tag{3.4}$$

Voor de 12 windrichtingen die in beschouwing zijn genomen wordt een resulterend snelheidsveld bepaald. Hiermee is voor elke locatie per windrichting de versterkingsfactor ten opzichte van de opgelegde windsnelheid vastgelegd. Vervolgens wordt de lokale windstatistiek gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van de drempelwindsnelheid. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse om te bepalen of er een acceptabel windklimaat kan zijn.

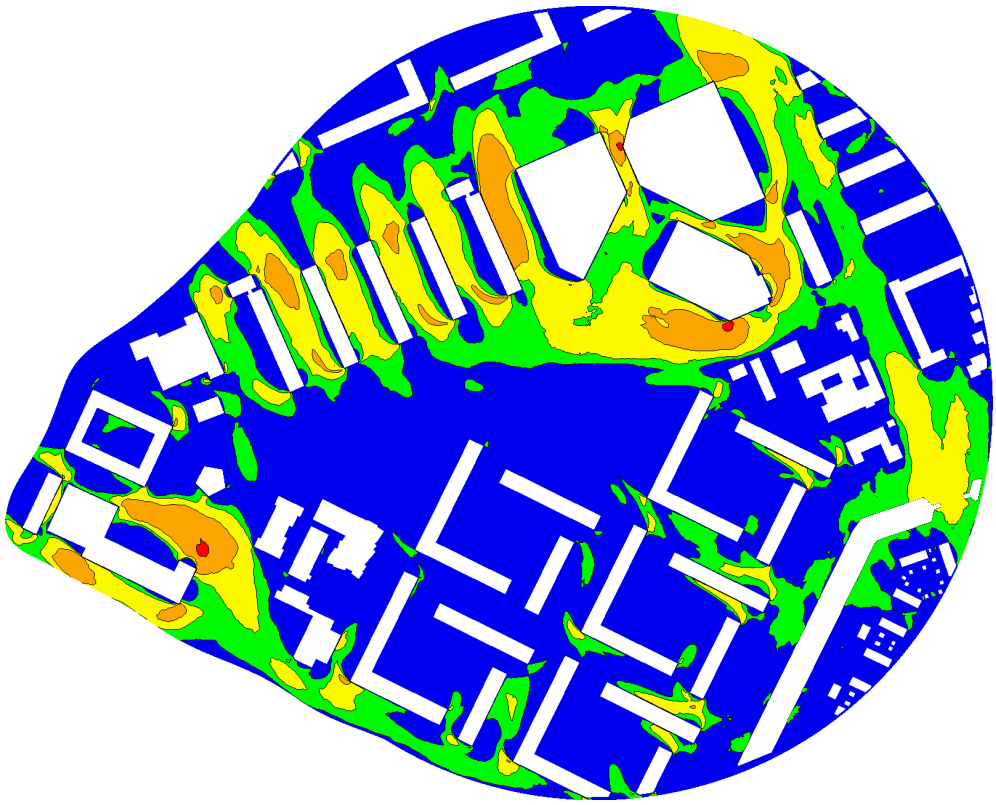
4 Resultaten

De resultaten zijn bepaald voor de openbare buitenruimten in de omgeving ter beoordeling van een goede ruimtelijke ordening. De resultaten worden weergegeven op horizontale doorsneden op 1,75 m boven maaiveld. Voor de visualisatie van windhinder worden hieronder afbeeldingen gebruikt op verschillende schaalniveau's, namelijk een overzicht van de hele omgeving en een close-up van het plan met de directe omgeving van de nieuwbouw. Het doel van de voorliggende rapportage is hoofdzakelijk om het verschil in de omgeving van de bestaande situatie en de nieuwe situatie weer te geven.

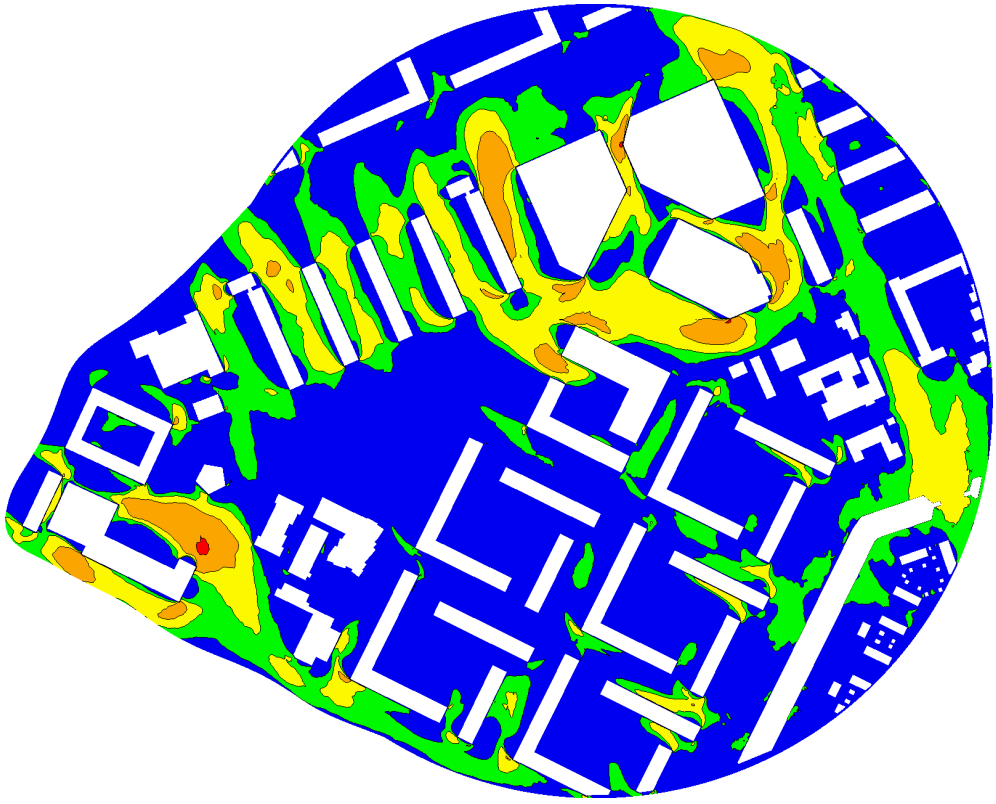
Voor de openbare buitenruimten (trottoirs) geldt de volgende normstelling, conform hoofdstuk 2:

- Het gehele gebied dat hier ter beschouwing voor ligt, wordt voornamelijk gekenmerkt door de activiteit *I. Doorlopen*. Windhinder dient bij voorkeur klasse A, B of C te zijn. Klasse D biedt een matig niveau, maar kan in beperkte mate geaccepteerd worden. Klasse E biedt een slecht niveau en dient vermeden te worden.
- Voor het gebied in directe nabijheid van de bushaltes ter plaatse van de wegen Werengouw en IJsdoornlaan zal langer worden verbleven waardoor er hierbij wordt uitgegaan van activiteit II *Slenteren*. Klasse D biedt hier reeds een slecht niveau en dient in directe nabijheid van de bushaltes vermeden te worden.
- Windgevaar dient bij voorkeur voorkomen te worden. Een beperkt risico kan lokaal geaccepteerd worden.
- Nabij gebouwentrees dient bij voorkeur windhinderklasse A behaald te worden. Klasse B biedt een matig niveau, maar kan in beperkte mate geaccepteerd worden. Hogere klassen dienen hier vermeden te worden.

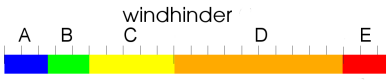
Figuren 4.1 t/m 4.4 tonen de resultaten.



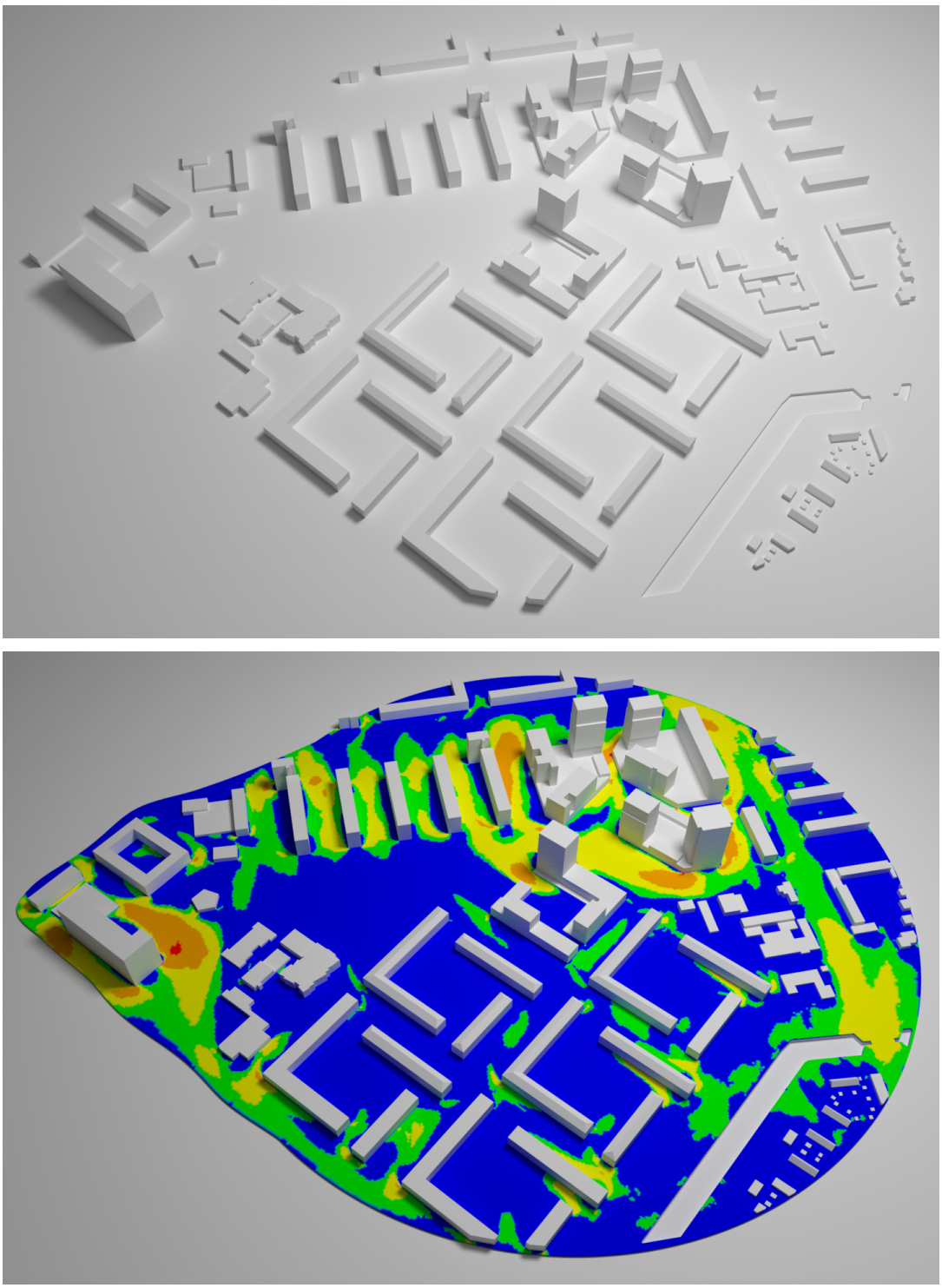
(a) bestaande situatie



(b) toekomstige situatie



Figuur 4.1: Overzichtsbeeld met windhinder op voetgangersniveau

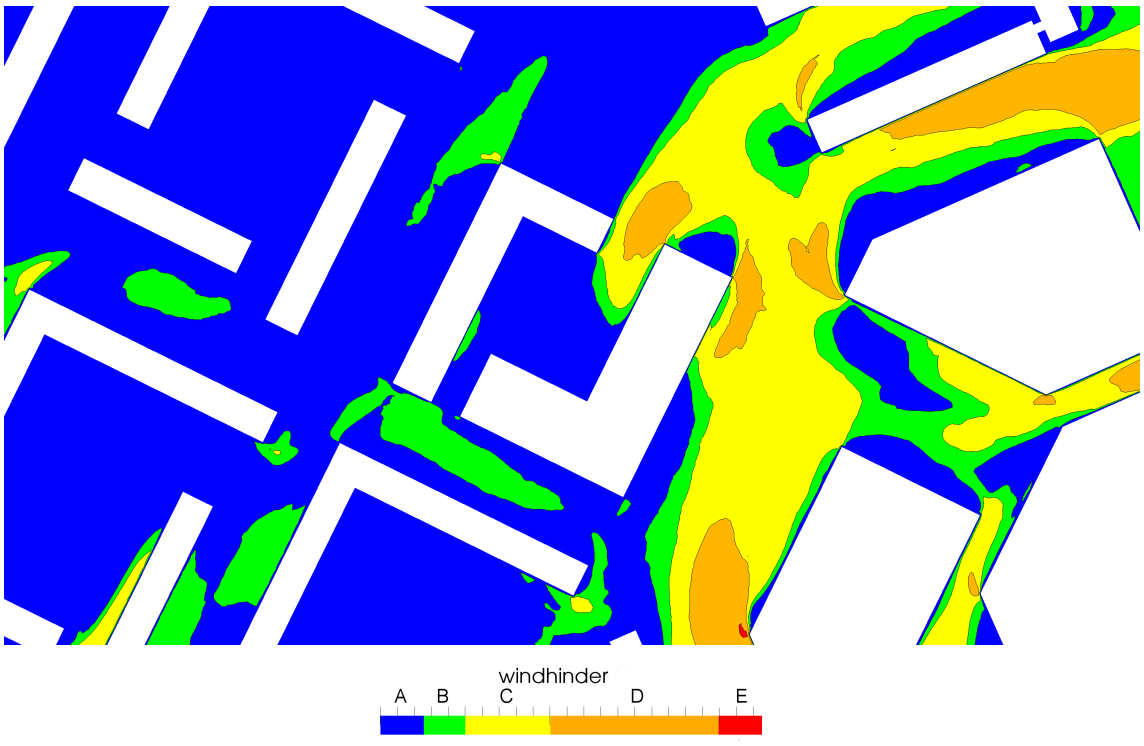


Figuur 4.2: Overzichtsbeeld met windhinder op voetgangersniveau

De figuren 4.1 t/m 4.2 laten zien dat er in de ruime omgeving van de bestaande bebouwing, geen aanleiding is om een verslechtering van de windklimaat te veronderstellen als gevolg van de nieuwbouw. Het windklimaat in de omgeving van de bestaande bebouwing zal namelijk slechts marginaal veranderen. Bij de zogenaamde *urban canyons* welke wordt gecreëerd bij de bestaande bebouwing ten NoordOosten van de nieuwbouw vindt een verbetering van het windklimaat plaats. Tussen deze gebouwen bestaat in de bestaande situatie namelijk hoofdzakelijk klasse C tot D. Na plaatsing van de nieuwbouw wordt dit hoofdzakelijk klasse B en C. Dit effect is te zien in de Kennemerduinstraat, Bakkumstraat, Overveenstraat en de Zandvoortstraat. Er is geen aanleiding om ter plaatse van de bushaltes van IJdoornlaan een significante invloed van de nieuwbouw te veronderstellen.

In de meer directe omgeving van de nieuwbouw zal ter plaatse van de bushaltes van de Werengouw aan de Zuidwestzijde van de nieuwbouw een verandering plaatsvinden van hoofdzakelijk klasse A naar klasse B. Bij de ZuidOostzijde van de nieuwbouw vind een verandering plaats. In dit gebied zijn de zones met klasse D en E kleiner geworden. In deze zone bestaat zodoende aanleiding om een verbetering van het windklimaat te veronderstellen als gevolg van de nieuwbouw. Er blijft in dit gebied echter sprake van een matig windklimaat voor een *doorloopactiviteit*.

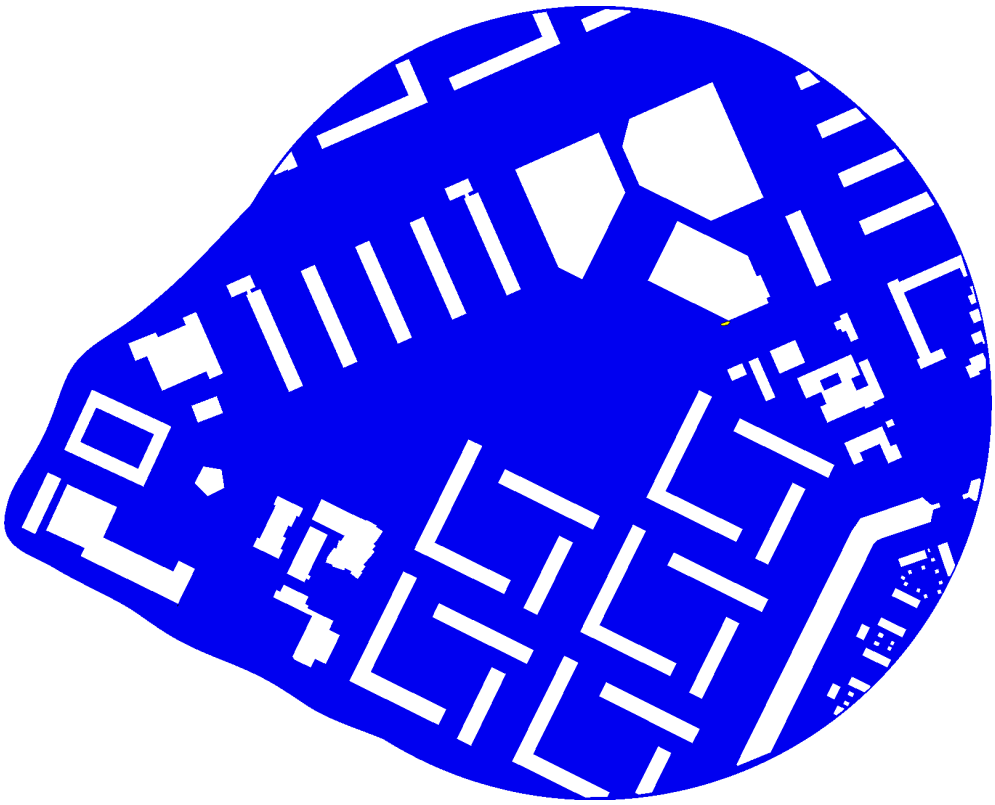
Ter plaatse van de ten NoordOosten gelegen doorgang tussen de twee nieuwbouwblokken wordt hoofdzakelijk een windklasse D verwacht. Dit is hoofdzakelijk te wijten aan het nieuwe 48 meter hoge gebouwblok waardoor wind wordt afgebogen bij een WestZuidWestelijke windrichting. Klasse D geeft een matig windklimaat voor een doorloopactiviteit. Het betreft geen geschikte entree locatie voor het gebouw.



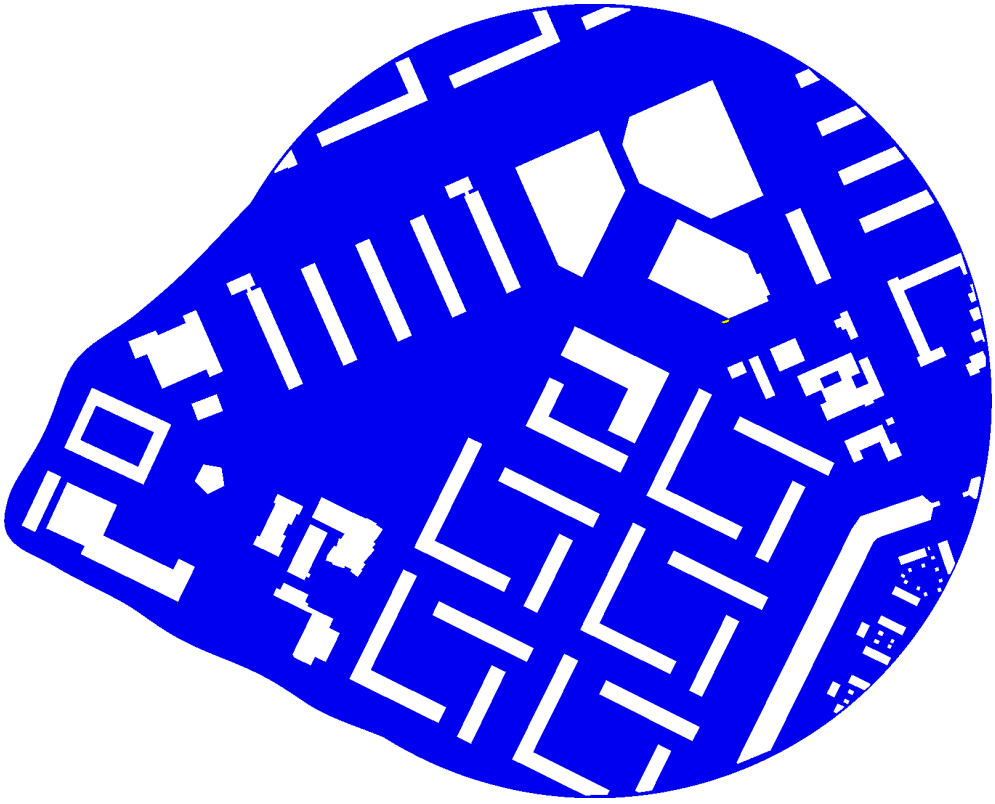
Figuur 4.3: Weergave van stroming welke lokaal bij een hoekpunt van de nieuwbouw in klasse E resulteert

In het gebied gelegen direct ten Oosten van de nieuwbouw is sprake van een overgang van hoofdzakelijk klasse C naar locaties met klasse D. Het windklimaat kan in deze zone is matig voor een doorloopactiviteit. Indien wordt uitgegaan van een slenteractiviteit is sprake van een slecht windklimaat.

Naast de kans op windhinder is eveneens de kans op windgevaar geanalyseerd. Op basis van de resultaten zoals weergegeven in figuur 4.4 wordt duidelijk dat er in de bestaande en geplande situatie geen aanleiding is om te veronderstellen dat het risico op windgevaar zal toenemen. Er bestaat in de huidige situatie een klein gebied bij het gebouw ten ZuidOosten van de nieuwbouw locatie. De omvang van dit gebied zal niet toenemen als gevolg van de nieuwbouw.



(a) bestaande situatie



(b) toekomstige situatie



Figuur 4.4: Overzichtsbeeld met windgevaar op voetgangersniveau

5 Conclusies

De voorliggende rapportage heeft als doel om de invloed van de nieuwbouw aan de Katrijpstraat op de kans op windhinder in de omgeving weer te geven. Op basis van de resultaten van deze windstudie komt men tot de volgende conclusies:

- Ten aanzien van de kans op windhinder kan worden geconcludeerd dat er in de ruime omgeving van de bestaande bebouwing geen aanleiding is om een verslechtering van het windklimaat te veronderstellen als gevolg van de geplande nieuwbouw. Uit de windanalyse blijkt dat er aanleiding is om in de ruime (verder van het gebouw gelegen) omgeving een lichte verbetering van het windklimaat te veronderstellen.
- Uit de analyse blijkt dat er lokaal bij de nieuwbouw (nabij het hoekpunt aan de Oostzijde) een verslechtering van het windklimaat zal plaatsvinden. Dit is met name het geval bij een ZuidZuidwestelijke tot Zuidwestelijke wind. Afhankelijk van het gebruik van deze zone kan dit geaccepteerd worden of dienen aanvullende maatregelen toegevoegd te worden. Indien de situatietekening aangehouden wordt dan wordt dit deel van het perceel ingevuld als gedeelte met een doorloopfunctie en zijn maatregelen niet noodzakelijk. Invulling van dit gebied met groen (bomen, struiken en hagen) kan het windklimaat echter verbeteren.

Op basis van het huidige onderzoek kan geconcludeerd worden dat ten gevolge van de nieuwbouw het windklimaat in de omgeving acceptabel blijft. Het windklimaat in de omgeving blijft goed tot matig en is acceptabel voor een doorloopactiviteit conform de NEN 8100. Nabij het oostelijke hoekpunt van de nieuwbouw wordt de laagste kwaliteit van het windklimaat verwacht. Voor deze zone kan worden overwogen om het windklimaat middels het aanbrengen van beplanting/groen verder te verbeteren. Ten aanzien van het windklimaat in de ruime (verder van de nieuwbouw gelegen) omgeving is deze aanpassing echter niet noodzakelijk.

A Inlegvel NEN 8100:2006

NEN 8100:2005

Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	**Projectgegevens**
Projectnaam	Windstudie nieuwbouw Kubus Katrijp te Amsterdam
Opdrachtgever	LBP Sight
Projectleider	5.1.2.e
Datum	28/9/2017
Model	**Algemene gegevens van het model**
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen straal minimaal 300m rond kerngebied
Kerngebied	Nieuwbouw Kubus Katrijp
Omgeving	Relevante bebouwing
Afmetingen model	Straal 1500 m, hoogte 500m
Blokkeringsgraad	<4.0 %
Gemodelleerd groen	-
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12
Onderzochte configuraties	Situatie met en zonder de geplande nieuwbouw.
Computeropstelling	**Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur**
Programmatuur	■ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: 4.x-5c32f339e350
Algemeen	■ drie-dimensionaal ■ tijd-onafhankelijk ■ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalagen Basis: 17.837.978 cellen
Turbulentiemodellering	k-omega-SST
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV cellLimited Gauss linear 0.5 Turbulente grootheden: upwind Scalaire variabelen: n.v.t.
Randvoorwaarden	**Gebruikte randvoorwaarden**
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag
Uitlaat	Druk-uitlaat
Boven-/Zijwanden	Slip-wanden
Vloer/bodem	No-slip, lokale ruwheid
Overige	No-slip, lokale ruwheid
Gegevensverwerking en -beoordeling	**informatie voor locatie en berekening windklimaat**
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X: 125405 Y: 489456
Gepresenteerde resultaten	Windhindercontouren en klassenindeling, windgevaarcontouren
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	-

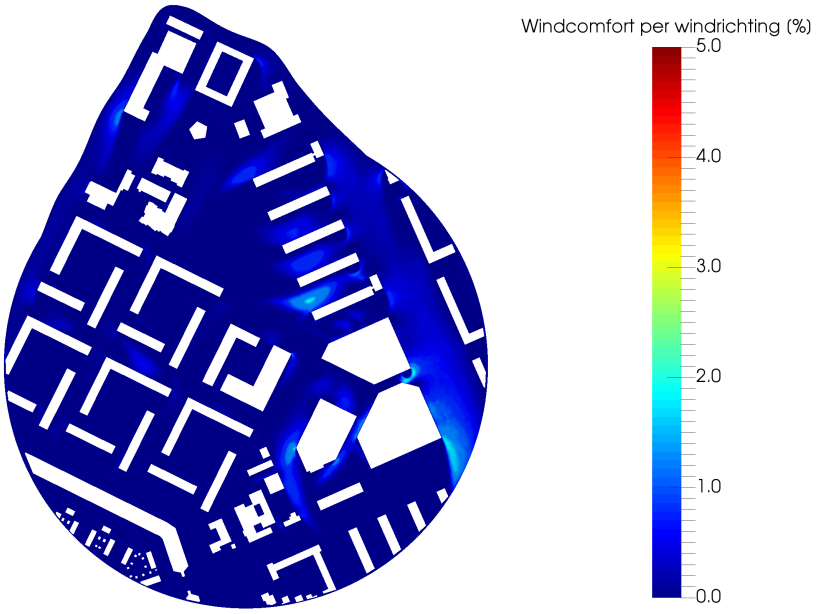
B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF

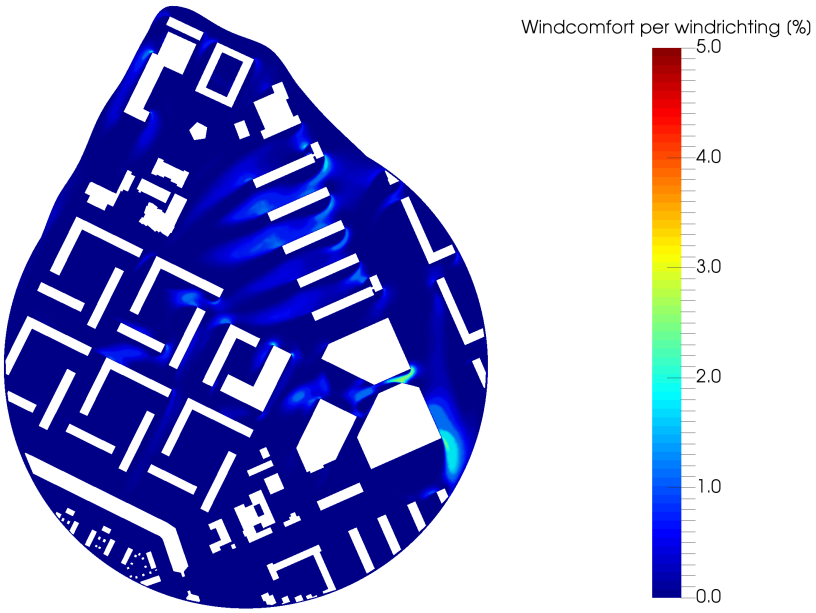
X125405 Y489456 Jaar 1963-2002

Windsnelheid (m/s)	Windrichting (*10 graden) 35-01	02-04	05-07	08-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	Cum.
	Distributief in percentages												
0,0 - 0,9	0.12	0.13	0.13	0.12	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.21	0.20	0.14	1.95
1,0 - 1,9	0.44	0.45	0.42	0.42	0.37	0.48	0.66	0.70	0.79	0.71	0.66	0.43	6.54
2,0 - 2,9	0.67	0.66	0.63	0.62	0.60	0.76	1.11	1.18	1.17	1.02	0.89	0.61	9.93
3,0 - 3,9	0.75	0.88	0.79	0.80	0.72	0.93	1.36	1.58	1.45	1.13	1.01	0.70	12.09
4,0 - 4,9	0.79	0.95	0.95	0.93	0.76	0.96	1.48	1.90	1.68	1.26	1.01	0.72	13.40
5,0 - 5,9	0.69	0.82	1.02	0.97	0.70	0.91	1.43	1.83	1.78	1.15	0.88	0.64	12.83
6,0 - 6,9	0.61	0.77	0.93	0.90	0.60	0.74	1.24	1.75	1.72	1.01	0.72	0.54	11.52
7,0 - 7,9	0.45	0.61	0.73	0.71	0.44	0.53	1.03	1.60	1.57	0.82	0.54	0.45	9.48
8,0 - 8,9	0.30	0.42	0.53	0.51	0.32	0.37	0.81	1.30	1.34	0.59	0.38	0.27	7.14
9,0 - 9,9	0.20	0.27	0.43	0.42	0.24	0.28	0.62	1.03	1.01	0.41	0.23	0.20	5.33
10,0 - 10,9	0.11	0.19	0.33	0.30	0.11	0.16	0.41	0.82	0.72	0.31	0.12	0.14	3.71
11,0 - 11,9	0.06	0.11	0.22	0.19	0.05	0.10	0.31	0.55	0.58	0.20	0.08	0.06	2.51
12,0 - 12,9	0.04	0.06	0.13	0.11	0.02	0.06	0.19	0.38	0.34	0.14	0.03	0.04	1.55
13,0 - 13,9	0.02	0.03	0.10	0.09	0.01	0.03	0.11	0.23	0.22	0.09	0.02	0.03	0.96
14,0 - 14,9	0.01	0.02	0.06	0.05	0.01	0.01	0.06	0.13	0.13	0.05	0.01	0.01	0.55
15,0 - 15,9	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00	0.01	0.03	0.06	0.06	0.03	0.00	0.01	0.27
16,0 - 16,9	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.04	0.04	0.01	0.00	0.00	0.14
17,0 - 17,9	-	-	0.00	0.01	0.00	-	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.07
18,0 - 18,9	-	-	0.00	0.00	-	-	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	-	0.03
19,0 - 19,9	-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.01
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-	-	0.00
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-	-	-	0.00
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00
25,0 - 25,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26,0 - 26,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27,0 - 27,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28,0 - 28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,0 - 29,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30,0 - 30,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,0 - 31,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32,0 - 32,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33,0 - 33,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34,0 - 34,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35,0 - 35,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36,0 - 36,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37,0 - 37,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38,0 - 38,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39,0 - 39,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40,0 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

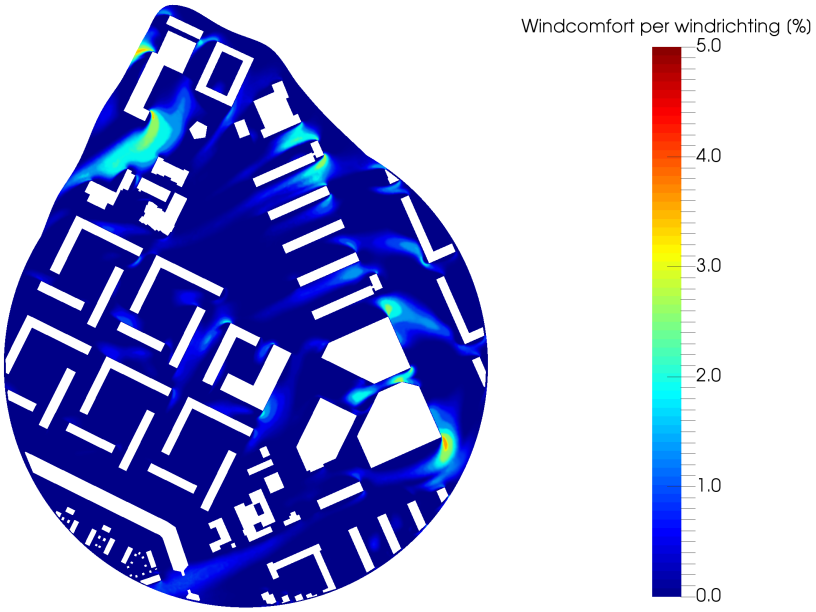
C Windhinder per windrichting



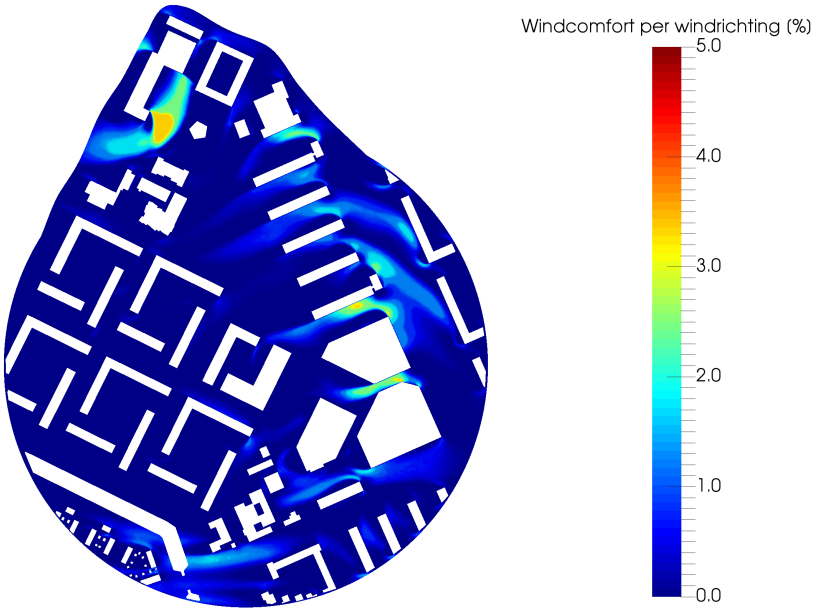
Figuur C.1: windrichting, 0 graden van Noordelijke richting



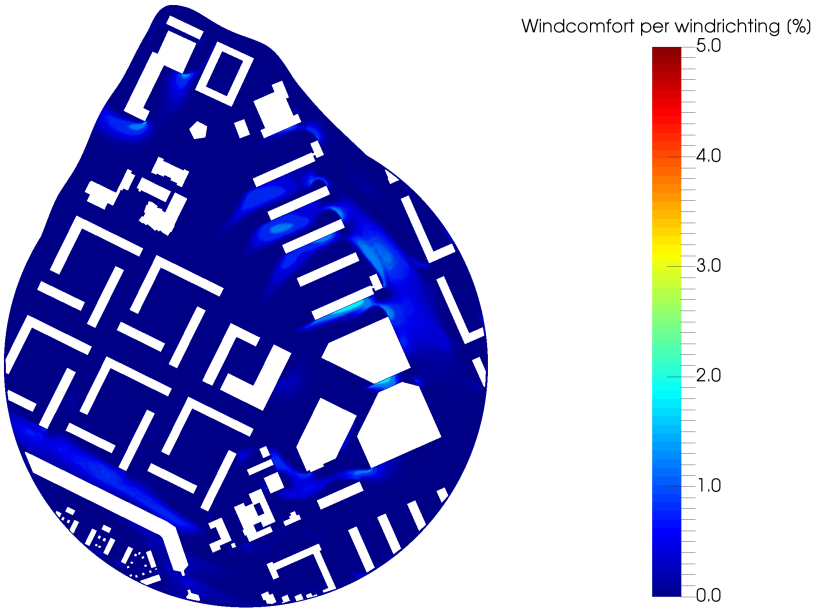
Figuur C.2: windrichting, 30 graden van Noordelijke richting



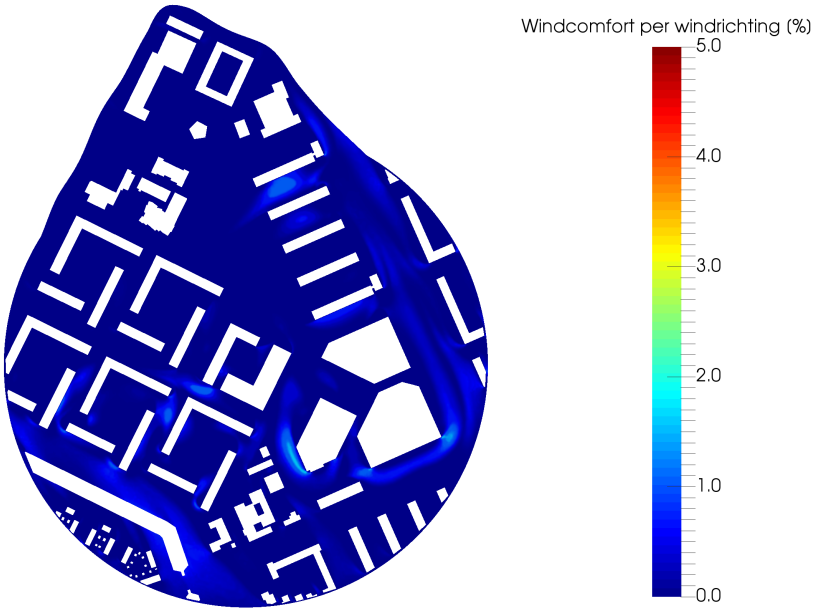
Figuur C.3: windrichting, 60 graden van Noordelijke richting



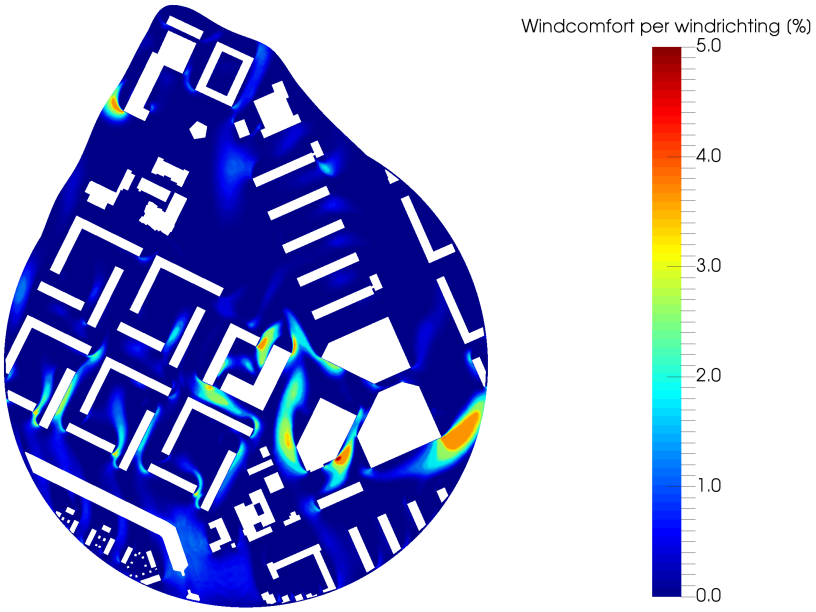
Figuur C.4: windrichting, 90 graden van Noordelijke richting



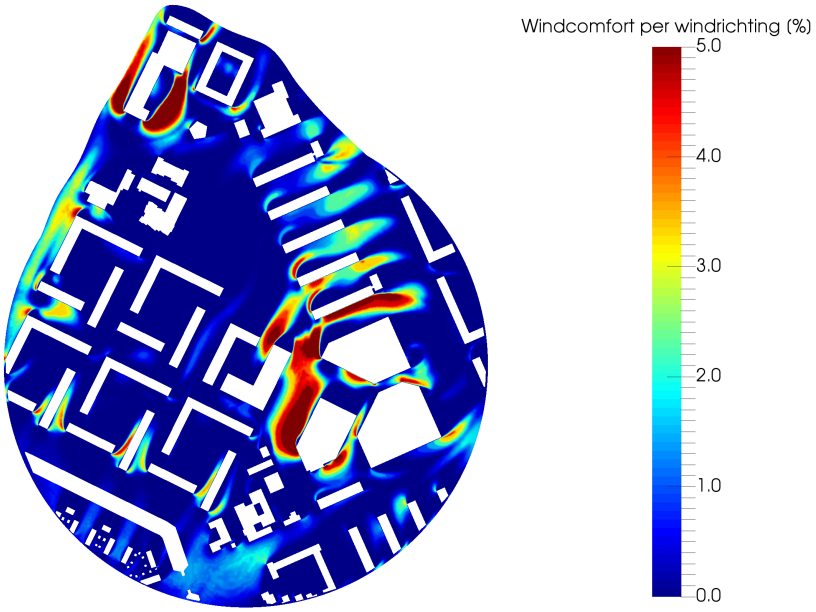
Figuur C.5: windrichting, 120 graden van Noordelijke richting



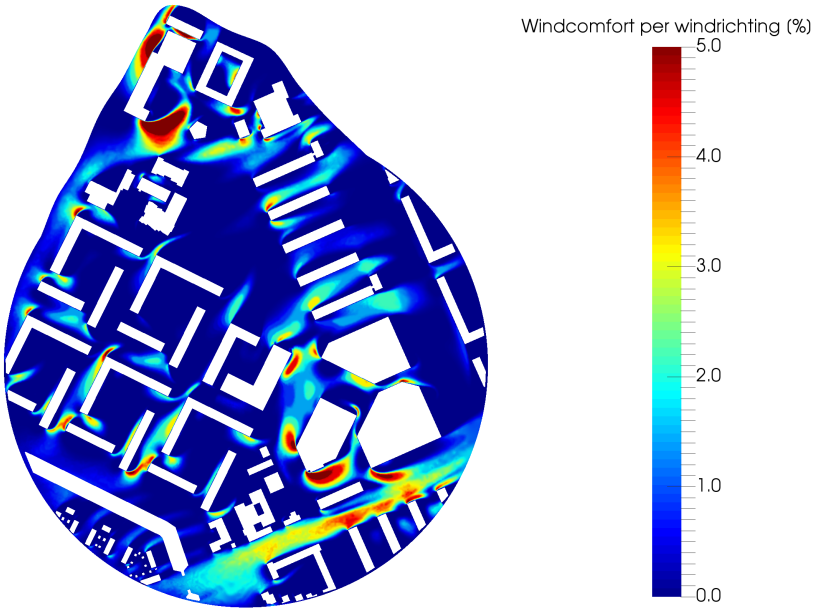
Figuur C.6: windrichting, 150 graden van Noordelijke richting



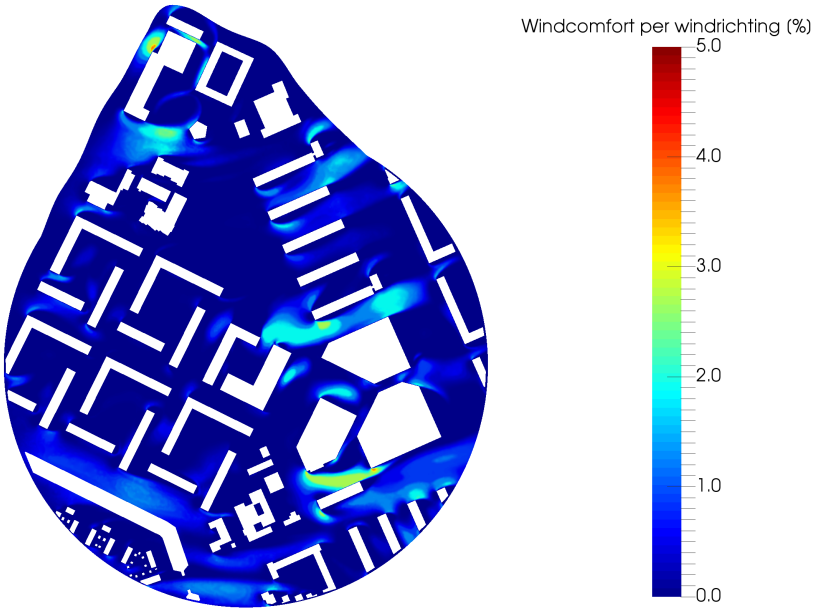
Figuur C.7: windrichting, 180 graden van Noordelijke richting



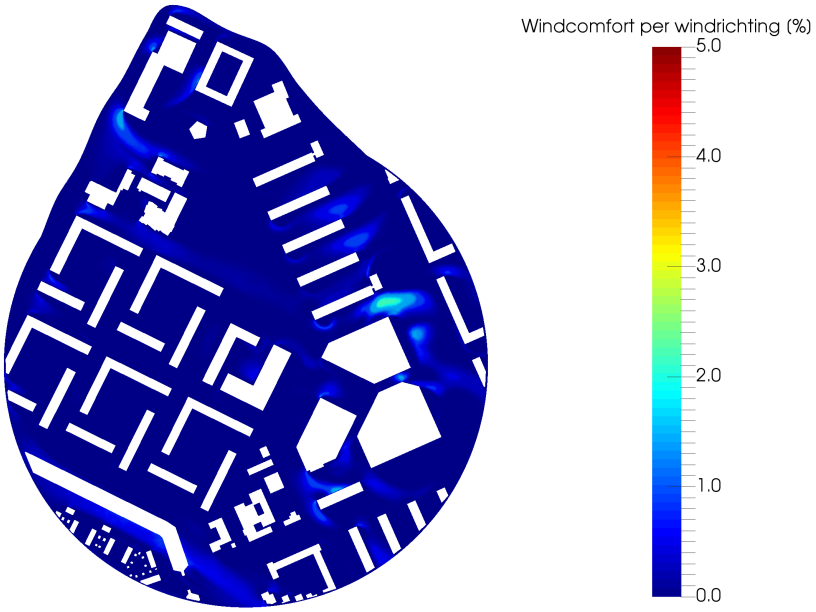
Figuur C.8: windrichting, 210 graden van Noordelijke richting



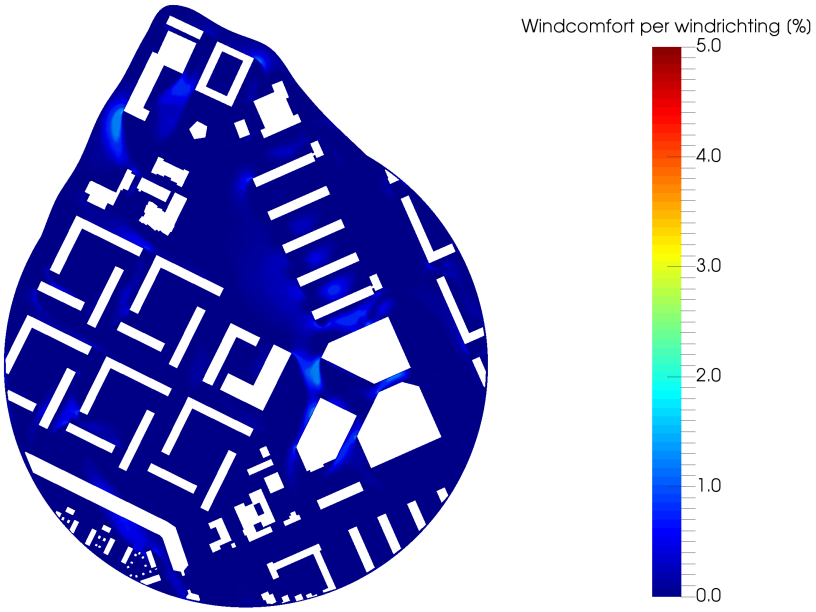
Figuur C.9: windrichting, 240 graden van Noordelijke richting



Figuur C.10: windrichting, 270 graden van Noordelijke richting



Figuur C.11: windrichting, 300 graden van Noordelijke richting



Figuur C.12: windrichting, 330 graden van Noordelijke richting

Actiflow BV
Halstraat 31a
4811 HV Breda
+31 (0)76 5422 220
contact@actiflow.com
www.actiflow.nl

Actiflow