



CFD rapport

Windklimaat onderzoek

Woontoren Du Meelaan

Zoetermeer

P13719324e300

8 juli 2020

Revisie 0

Martin Eimermann

Project	Du Meelaan
Locatie	Zoetermeer
Onderwerp	Windklimaat onderzoek
Document	P70319484e300
Revisie	0
Datum	8-7-2019
Status	Definitief
Opdrachtgever	Badloe Advies Groep Stekelbaarssingel 23 2492 ME Den Haag
Contactpersonen	B. Badloe
Uitgever	SIMSTUDIO International Consultants BV Baron de Coubertinlaan 6 2719 EL Zoetermeer info@simstudio-ic.com www.simstudio-ic.com

Inhoudsopgave

1	Introductie en onderzoeksdoel	3
1.1	Beoordelingsmethodiek	3
2	Uitgangspunten en aannamen	4
2.1	Geometrie.....	4
2.2	Omgeving.....	5
2.3	Weerdata.....	7
2.4	Windprofiel.....	7
2.5	CFD-modellering	9
3	Resultaten van de simulaties	10
3.1	Windhinder.....	10
3.2	Windgevaar.....	14
4	Conclusie	16
5	Verwijzingen.....	17
	Bijlage A: Analyse maximaal bouwvolume	18
	A1 Windhinder maximaal bouwvolume	19
	A2 Windgevaar maximaal bouwvolume.....	21

1 Introductie en onderzoeksdoel

Op verzoek van Badloe Advies Groep is een windklimaatonderzoek uitgevoerd voor de nog te realiseren woontoren aan de Du Meelaan te Zoetermeer. Aan de hand van de NEN8100 wordt inzicht verschaft in het windklimaat op straatniveau.

Rondom torens treden altijd gebieden op met verhoogde windsnelheid daar de wind die van de gevel af naar beneden stroomt (circa 2/3 van de hoogte) ontsluit langs de hoeken. Het voornaamste doel is dat de nieuwbouwtoren geen negatief effect heeft op omliggende gebieden en functies.

Conform de Haagse norm voor windhinder wordt een matig windklimaat voor de betreffende activiteit nagestreefd. Voor wat betreft windgevaar dient gevaarlijk te worden voorkomen.

Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek geen last van windhinder. Bij een matig windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder, in een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder.

Gebouw entrees worden aangemerkt als slentergebied, daarnaast worden parkeerplaatsen, voet- en fietspaden aangemerkt als doorloop gebied. Langdurig zitten wordt slechts in uitzonderlijke situaties gesteld en hier dienen vaak aanvullende maatregelen voor genomen te worden.

Het windklimaat wordt inzichtelijk gemaakt met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties aan de hand van de methodiek die omschreven staat in de NEN8100 (1). Een CFD-simulatie geeft inzicht in de te verwachten luchtstromingen, rekening houdend met verschillende fysische verschijnselen. Bij een dergelijke simulatie wordt een geometrie voorzien van een rekengrid waarbinnen de massa-, energie- en impulsbalansen worden opgelost.

1.1 Beoordelingsmethodiek

In de NEN8100 worden 5 kwaliteitsklassen gegeven waarbij windhinder als goed, matig of slecht wordt geclassificeerd voor een drietal activiteiten. De kwaliteitsklasse is afhankelijk van het aantal uren dat de windhinder (overlast) drempelwaarde van 5 m/s wordt overschreden. Deze waardering is weergegeven in Tabel 1.

Er worden voor beide situaties 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 15 m/s (NEN8100) en wordt gekwalificeerd als aangegeven 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.

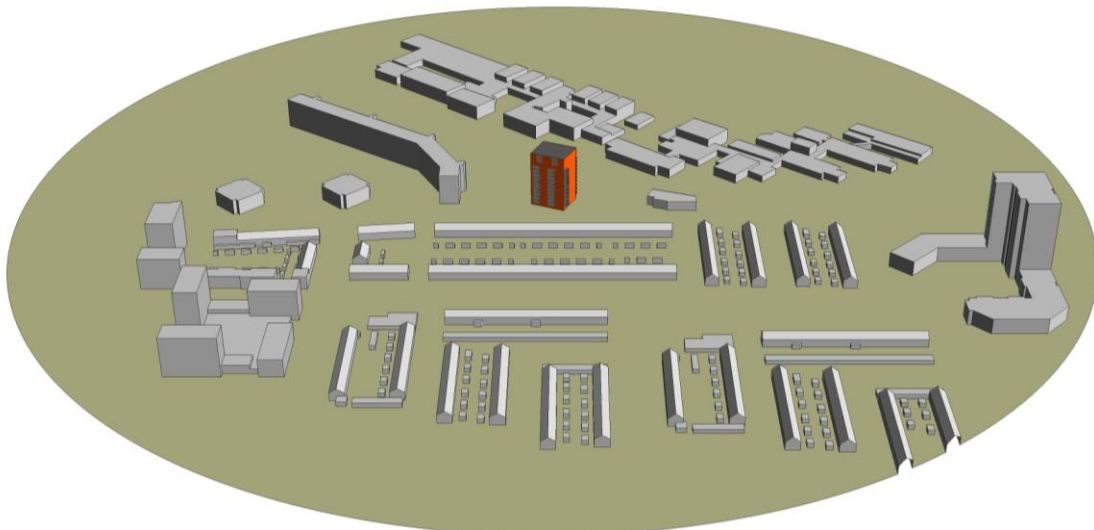
2 Uitgangspunten en aannamen

2.1 Geometrie

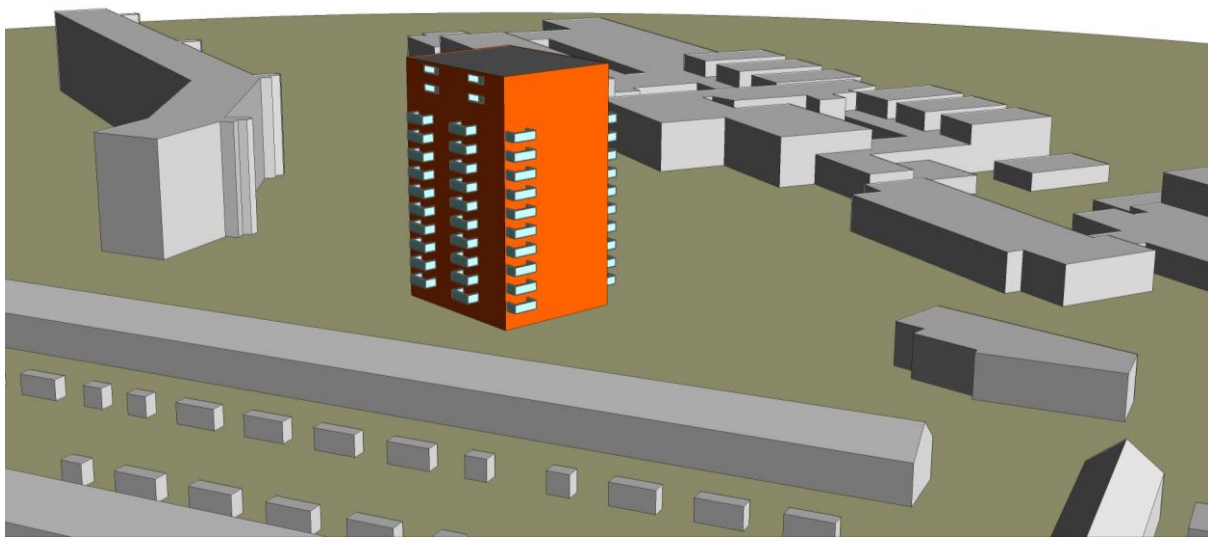
Het 3-dimensionale CFD-model van de toren aan de Du Meelaan is gebaseerd op het aangeleverde tekeningen. De nieuwe woontoren heeft een totale hoogte van 39,975 m en een voetprint van 21,16 m bij 25,32 m. Op de eerste tot de 10^{de} verdieping zijn externe balkons aanwezig en op de 11^{de} en 12^{de} inpandige balkons.

De omgeving is gereconstrueerd aan de hand van Google Earth Pro en de wijkvisie voor de herstructurering van Palentstein, waar de toren deel van uitmaakt. Hier zijn verschillende aannames in opgenomen gezien hier nog niet alle plannen van beschikbaar zijn. Hierbij is rekening gehouden met de aanwijzingen in de gebiedsvisie.

Figuur 1 toont een overzicht van het volledige 3D simulatiemodel en Figuur 2 het model van de nieuwe woontoren aan de Du Meelaan.



Figuur 1: 3D CFD model.



Figuur 2: 3D CFD model toren Du Meelaan.

2.2 Omgeving

De wijk Palenstein in Zoetermeer wordt reeds herontwikkeld waar de betreffende woontoren onderdeel van uitmaakt. Ten noorden van de Du Meelaan wordt de hoogbouw gesloopt en hier komen eengezinswoningen voor in de plaats, zoals weergegeven in het 3D CFD model.

Figuur 3 geeft een weergave van de directe omgeving rondom de woontoren, het hierin weergegeven model van de toren in doorsnede is niet het definitieve ontwerp. Dit figuur is enkel om de omgeving rondom de woontoren te illustreren.

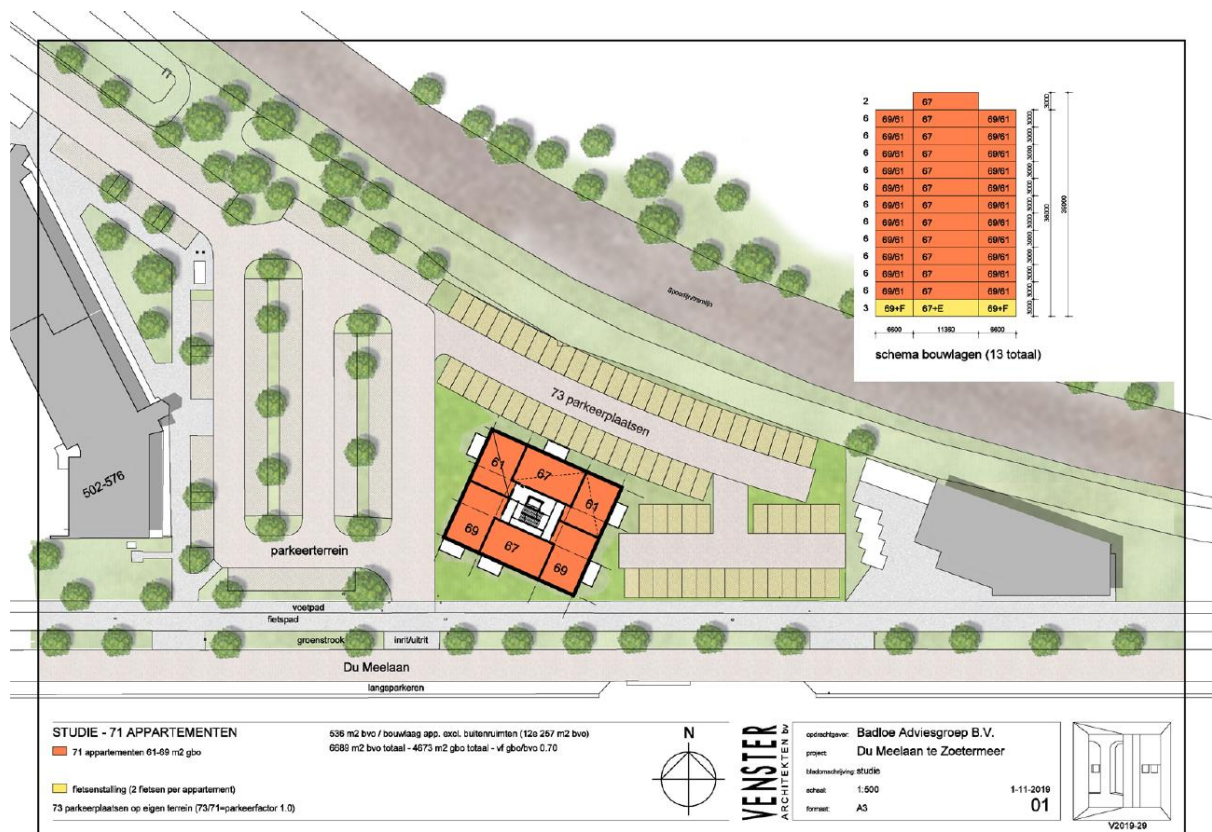
Ten westen, Noorden en Oosten grenst de woontoren aan parkeerplaatsen. Verder naar het noorden is een spoorlijn gelegen, verder ten westen een hoogbouw complex en verder naar het oosten een laagbouw kantorencomplex.

Aan het zuiden loopt eerst een voetpad, dan een fietspad, dan een groenstrook en dan de Du Meelaan aan de woontoren. Aan de overzijde van de Du Meelaan worden laagbouw eengezinswoningen ontwikkeld.

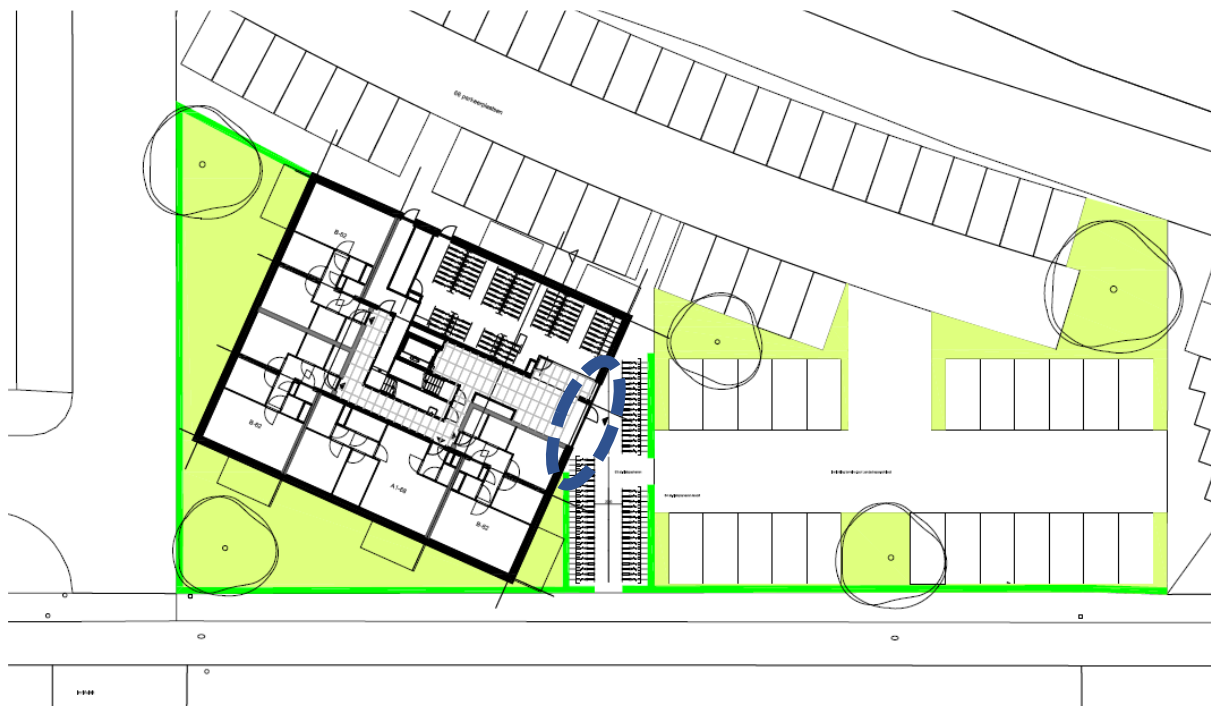
In de directe omgeving van de toren zijn geen parken of terrassen aanwezig.

Figuur 4 geeft de definitieve situatie van de woontoren op de begane grond weer met daarin aangegeven met een blauwe stippellijn de locatie van de entree.

Gezien de gebruiksfunctie rondom de woontoren is een wind kwaliteitsklasse D (doorlopen) matig geclassificeerd voldoende. Bij de entree is een klasse C (slenteren) matig voldoende.



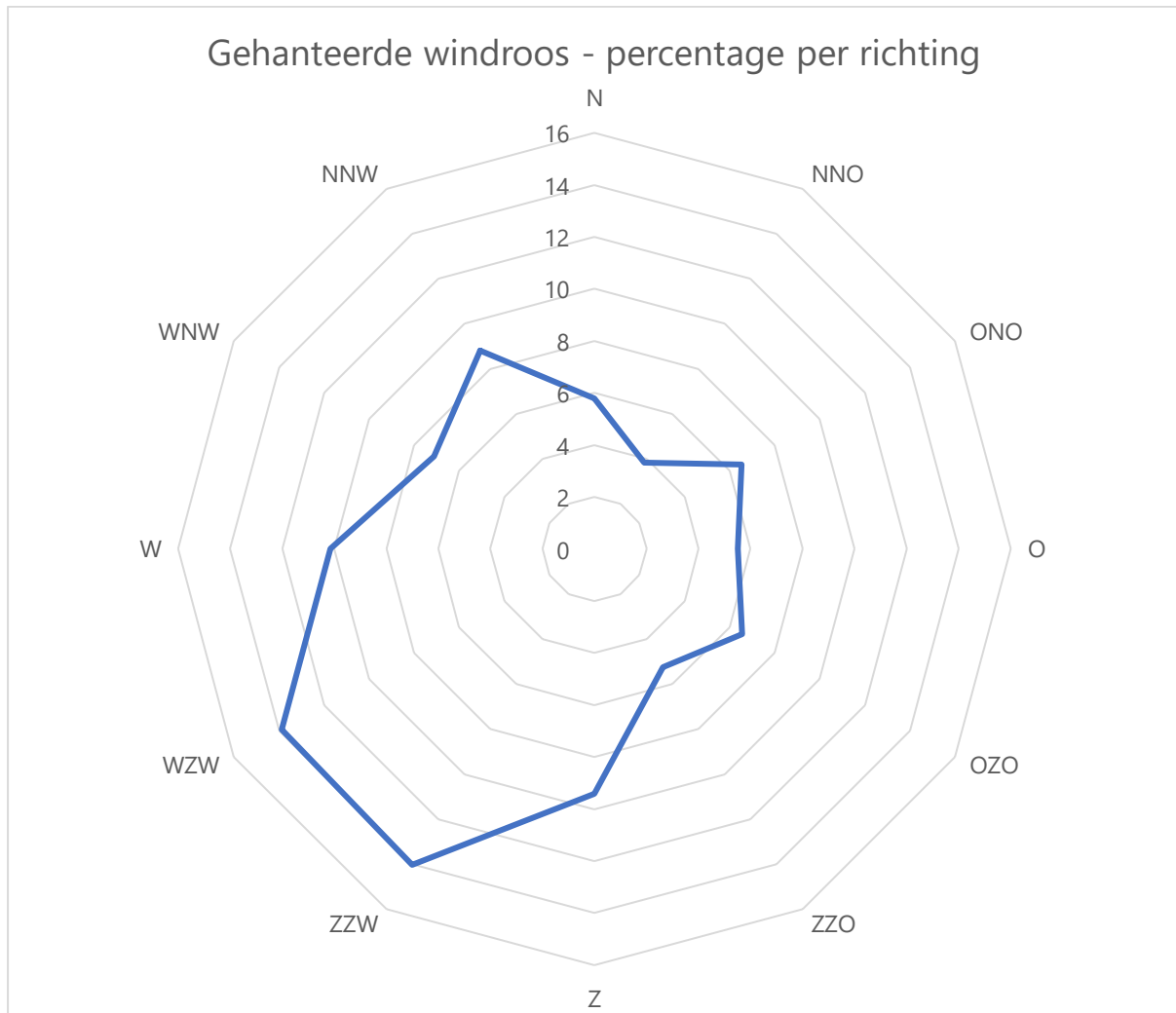
Figuur 3: overzicht directe omgeving woontoren Du Meelaan.



Figuur 4: Begane grond situatie woontoren, locatie entree met blauwe stippellijn omcirkeld.

2.3 Weerdata

Voor de analyse is de weerdata van het KNMI over de jaren 2014 t/m 2019 van weerstation Voorschoten gebruikt. De gehanteerde windroos is weergegeven in



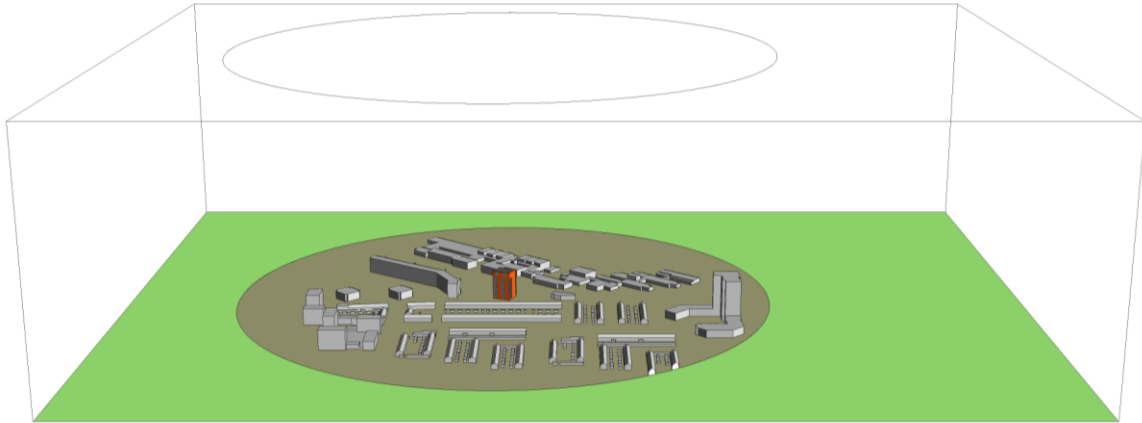
Figuur 5: Gehanteerde windroos.

2.4 Windprofiel

Het simulatiemodel is aan de randen, van waaruit de wind het model instroomt, voorzien van een windprofiel. De windsnelheid is dicht bij het maaiveld lager door de invloed van bijvoorbeeld bebouwing en begroeiing. De mate van invloed wordt beschreven door de ruwheidlengte (2). De ruwheidlengte voor het gebied rondom de toren is vastgesteld op 0,8 m (stedelijk gebied). Bij het definiëren van het windprofiel is rekening gehouden met de verandering van de omgeving van het KNMI weerstation naar het gebied van interesse.

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 ten minste 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. De box om het gemodelleerde gebied heen is weergegeven in Figuur 6. De box kan gezien worden als een digitale windtunnel.



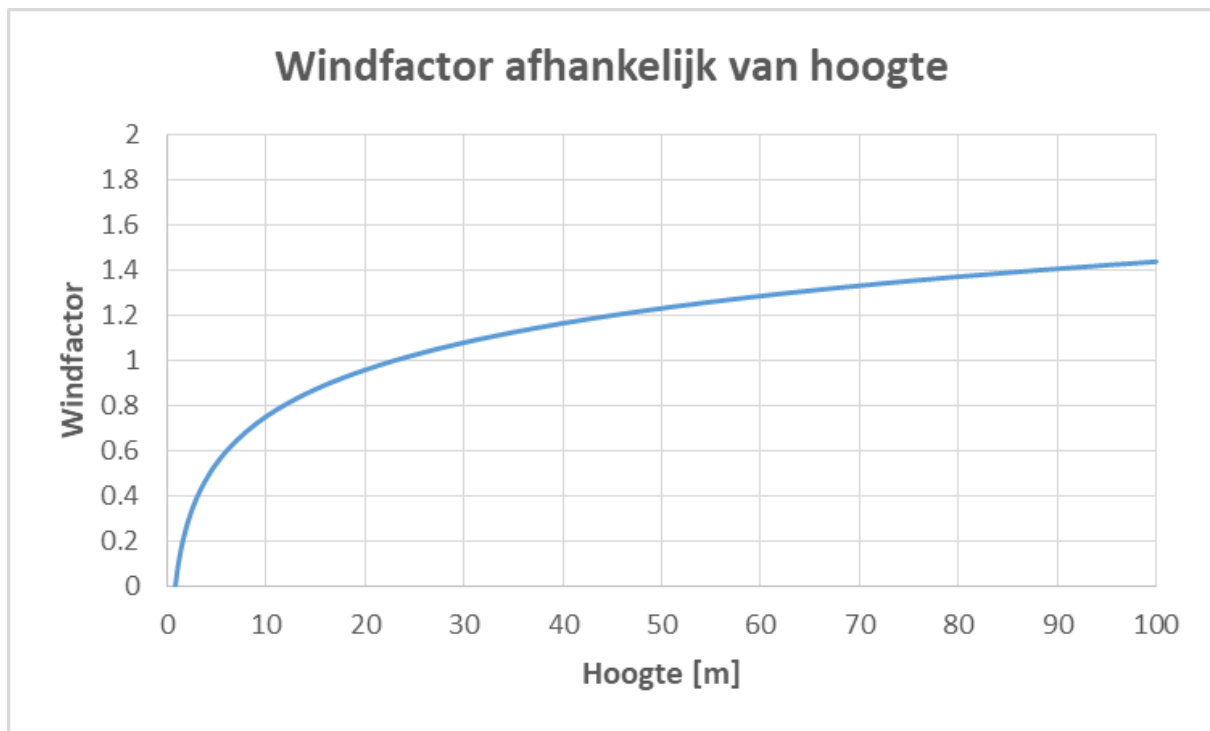
Figuur 6: Box om het gemodelleerde gebied heen, ten behoeve van het windprofiel (digitale windtunnel).

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 als windfactor profiel weergegeven in Figuur 7. Let op dat in het windprofiel al rekening is gehouden met het verschil in omgeving tussen de data van het meetstation en het gemodelleerd gebied.

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

Waar,

v_{wind}	Windsnelheid	[m/s]
v_{ref}	Referentie snelheid	[m/s]
z	Hoogte boven de grond	[m]
z_0	Ruwheidslengte	[m]
z_{ref}	Referentiehoogte	[m]



Figuur 7: Toegepast windprofiel.

2.5 CFD-modellering

De simulatie is uitgevoerd met behulp van het software pakket ANSYS CFX versie 19. Dit software pakket is geschikt voor vele toepassingen en in ruime mate gevalideerd.

Het 3D CFD-model is opgedeeld in een grote hoeveelheid rekencellen. De standaard differentiaalvergelijkingen voor de stroming van fluïda worden voor elke cel opgelost. In Tabel 3 staan de belangrijkste toegepaste randvoorwaarden beschreven.

Parameter	Beschrijving
Cel type	Hybride, combinatie van hexaëders, tetraëders, piramides en prismalagen
Cel grootte	Dynamisch, variërend tussen 0,025 tot 2,0 m in de omgeving (vlakken) groeiend met een factor 1,05 tot maximaal 15 m in het vrije volume
Aantal cellen	18,1 miljoen
Simulatie type	Steady state
Convergentie criteria	RMS maximaal $1 \cdot 10^{-4}$
Tijdstap	2,5 s
Aantal iteraties	500
Fluïde	Lucht met constante eigenschappen
Turbulentie model	Shear Stress Transport model RANS
Wanden	Glad met stilstaande lucht (no slip)
Grondvlak	Ruw met stilstaande lucht (no slip)
Inlet	Snelheids- en turbulentieprofiel

Tabel 3: CFD-modellering eigenschappen.

3 Resultaten van de simulaties

In de volgende paragrafen wordt het lokaal windklimaat beschreven rondom de nieuwe woontoren aan de Du Meelaan in Zoetermeer naar respectievelijk windhinder en windgevaar.

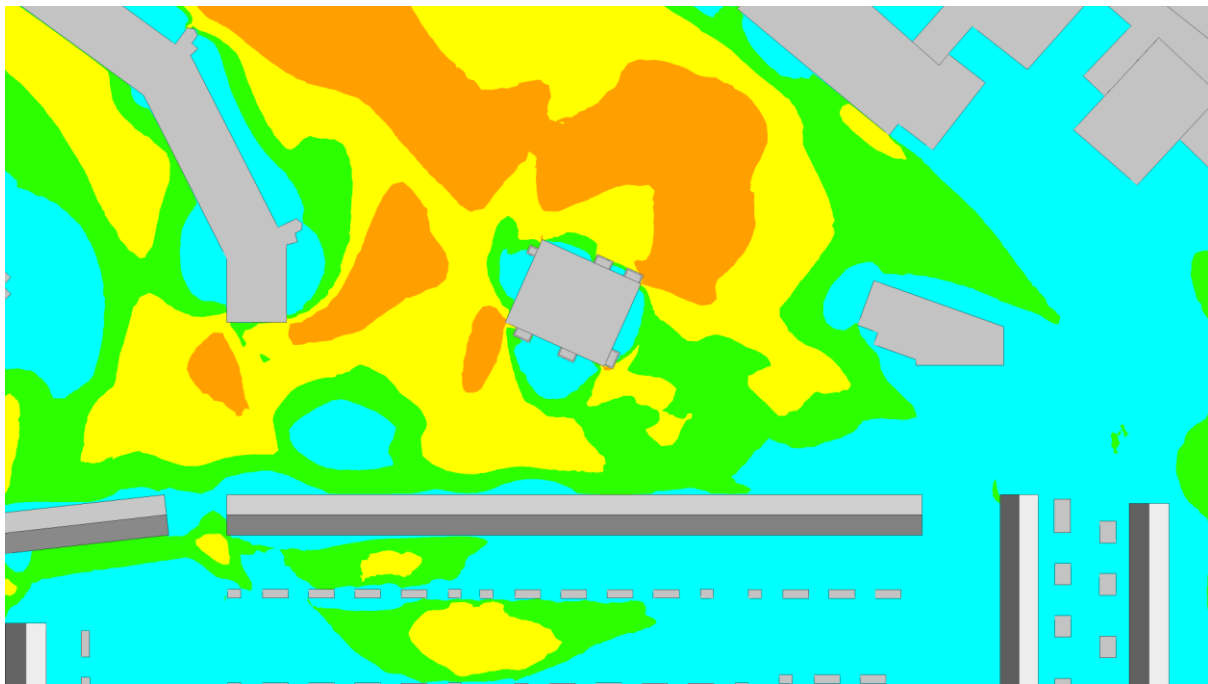
3.1 Windhinder

Als omschreven in paragraaf 2.2 omschreven bevinden zich rondom de woontoren grotendeels parkeerplaatsen. Gezien de gebruiksfunctie rondom de woontoren is een wind kwaliteitsklasse D (doorlopen) matig geclassificeerd voldoende. Bij de entree is een klasse C (slenteren) matig voldoende.

Figuur 8 toont de kwaliteitsklasse zoals gedefinieerd in de NEN 8100 weergegeven. Ter verduidelijking en interpretatie van het resultaat is in deze figuren de tabel met kwaliteitsklassen weergegeven (in overeenkomstige kleuren). Figuur 9 geeft hetzelfde weer alleen dan voor het volledige simulatiemodel.

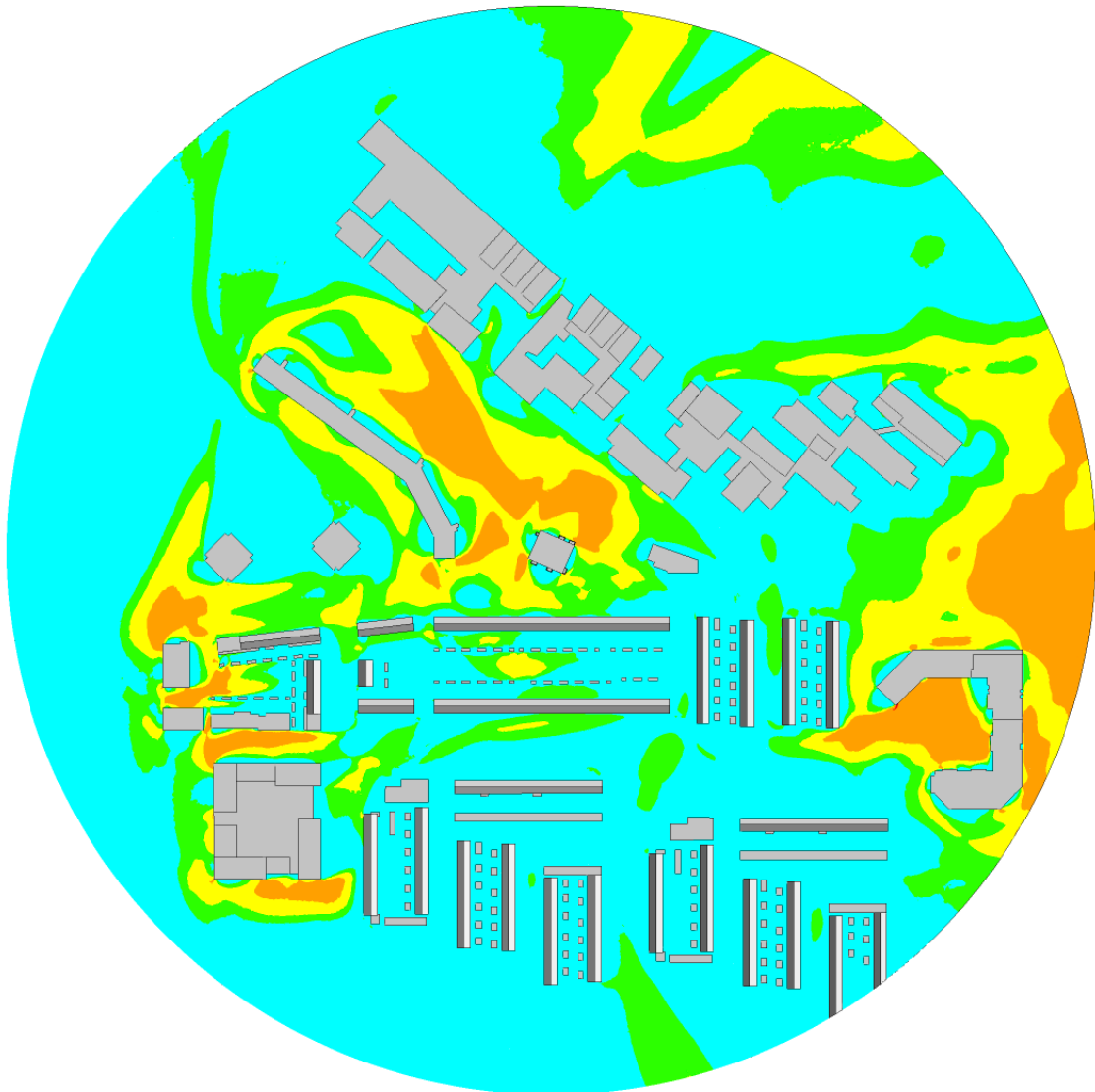
Uit deze figuren blijkt dat rondom de woontoren geen gebieden zijn met een kwaliteitsklasse lager dan D. Tevens wordt bij de entree een kwaliteitsklasse A en iets verder van de entree B gehaald. Hiermee voldoet het windklimaat aan de gestelde eisen. Op het voet- en fietspad ten zuiden van de woontoren wordt grotendeels een kwaliteitsklasse A tot en met C gehaald, wat een goed klimaat geeft voor de betreffende functie.

Figuur 10 en Figuur 11 tonen de lokale overschrijdingspercentage voor respectievelijk de directe omgeving rondom de woontoren en voor het volledige simulatiemodel. Deze figuren geven verder inzicht in de lokale prestatie van het winklimaat. Hieruit blijkt dat waar een kwaliteitsklasse D wordt gehaald deze dicht bij kwaliteitsklasse C ligt en nooit hoger dan 14% (kwaliteitsklasse C loopt tot 10%).



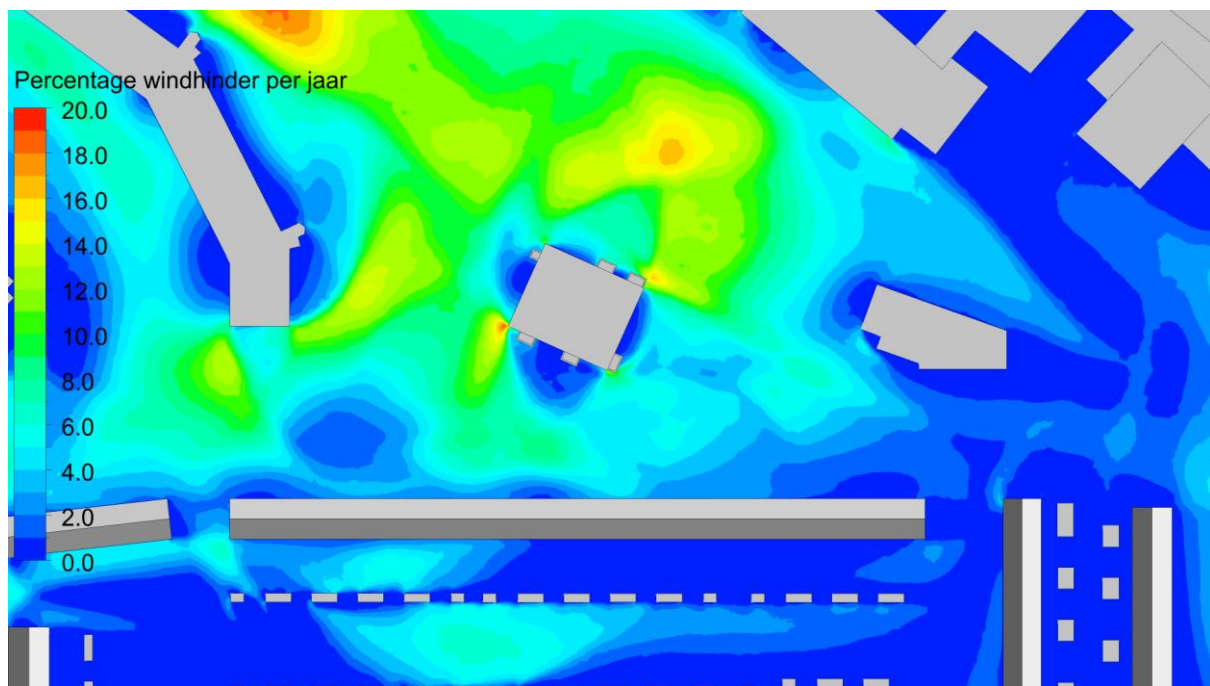
Overschrijdingskans In procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten
<2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
>20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Figuur 8: Kwaliteitsklasse rondom de woontoren.

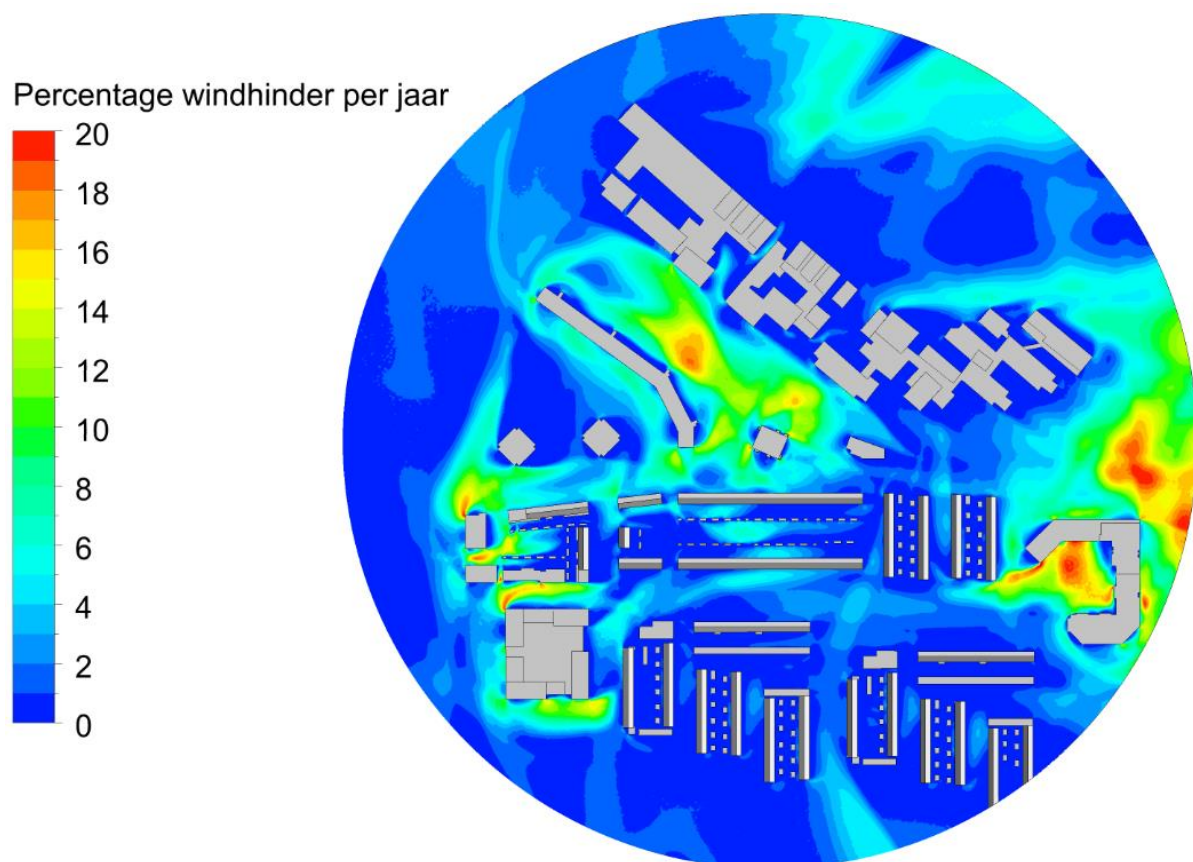


Overschrijdingskans In procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten
<2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
>20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Figuur 9: Wind kwaliteitsklasse volledige simulatiemodel.



Figuur 10: Percentage windhinder per jaar rondom de woontoren.

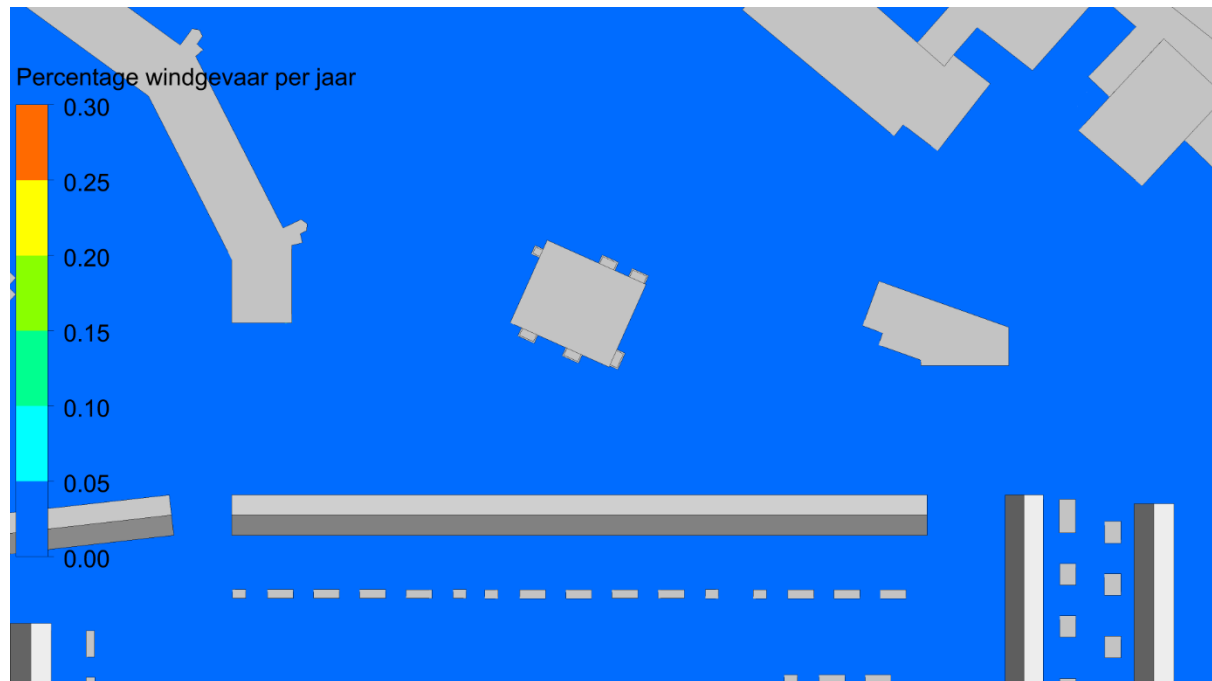


Figuur 11: Percentage windhinder per jaar volledige gemodelleerde gebied.

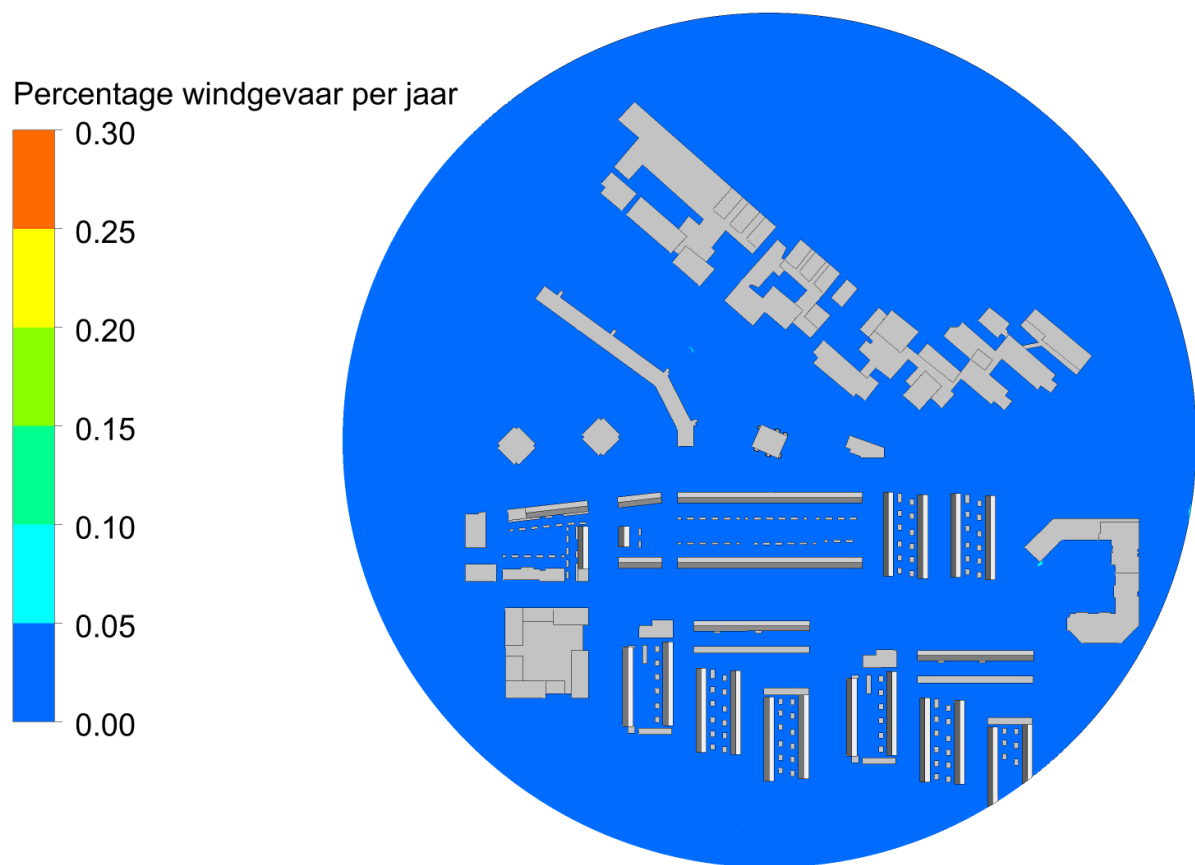
3.2 Windgevaar

Er wordt over windgevaar gesproken als de overschrijdingskans van lokale windsnelheden hoger dan 15 m/s boven de 0,3% is. Figuur 12 en Figuur 13 tonen dat dit niet voorkomt in de directe omgeving en in het volledige simulatiemodel.

Hiermee wordt voldaan aan de gestelde eis dat windgevaar voorkomen dient te worden.



Figuur 12: Percentage windgevaar per jaar.



Figuur 13: Percentage windgevaar per jaar volledige simulatiemodel.

4 Conclusie

Op verzoek van Badloe Advies Groep is een windklimaatonderzoek uitgevoerd voor de nog te realiseren woontoren. Aan de hand van de NEN8100 wordt inzicht verschaft in het windklimaat op straatniveau.

Conform de Haagse norm voor windhinder wordt een matig windklimaat voor de betreffende activiteit nagestreefd. Voor wat betreft windgevaar dient gevaarlijk te worden voorkomen.

Ten westen, Noorden en Oosten grenst de woontoren aan parkeerplaatsen. Verder naar het noorden is een spoorlijn gelegen, verder ten westen een hoogbouw complex en verder naar het oosten een laagbouw kantorencomplex.

Aan het zuiden loopt eerst een voetpad, dan een fietspad, dan een groenstrook en dan de Du Meelaan aan de woontoren. Aan de overzijde van de Du Meelaan worden laagbouw eengezinswoningen ontwikkeld.

In de directe omgeving van de toren zijn geen parken of terrassen aanwezig.

Gezien de gebruiksfunctie rondom de woontoren is een wind kwaliteitsklasse D (doorlopen) matig geclassificeerd voldoende. Bij de entree is een klasse C (slenteren) matig voldoende.

Uit de resultaten blijkt dat rondom de woontoren geen gebieden zijn met een kwaliteitsklasse lager dan D. Waar een kwaliteitsklasse D wordt gehaald deze dicht bij kwaliteitsklasse C ligt en nooit hoger dan 14% (kwaliteitsklasse C loopt tot 10%). Tevens wordt bij de entree een kwaliteitsklasse A en iets verder van de entree B gehaald. Hiermee voldoet het windklimaat aan de gestelde eisen.

Op het voet- en fietspad ten zuiden van de woontoren wordt grotendeels een kwaliteitsklasse A tot en met C gehaald, wat een goed klimaat geeft voor de betreffende functie.

Rondom de toren treedt geen windgevaar op waarmee voldaan wordt aan de gestelde eis.

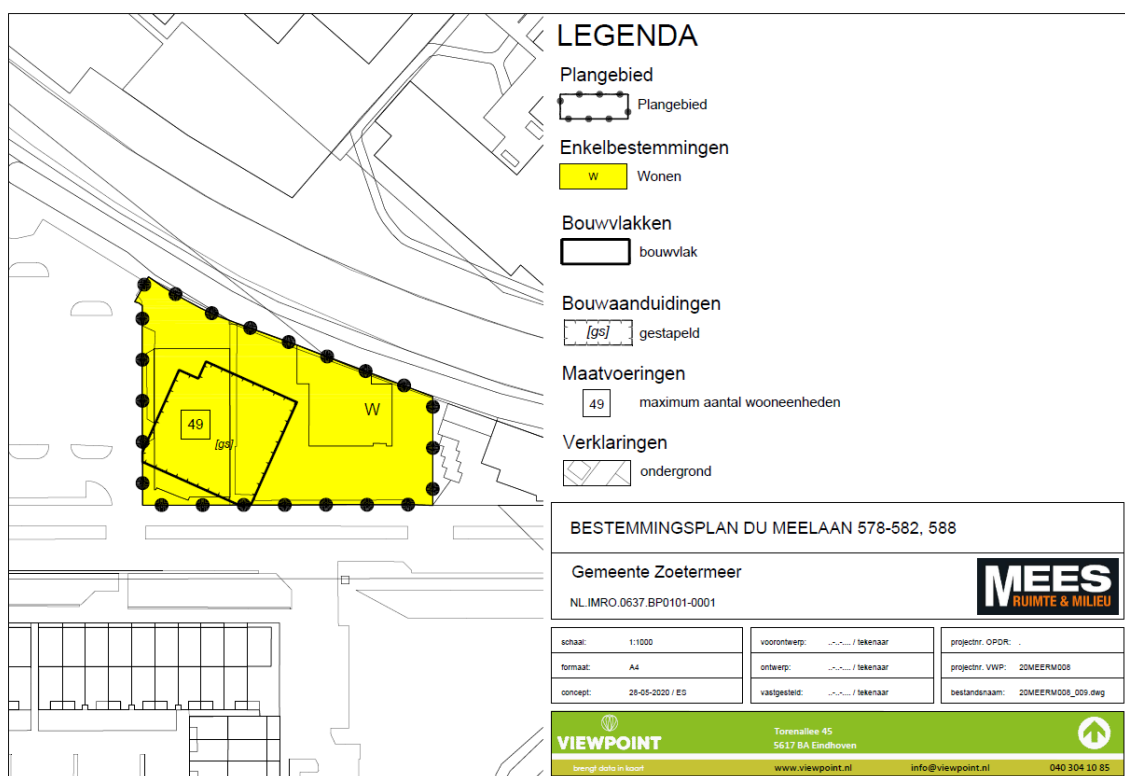
5 Verwijzingen

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.

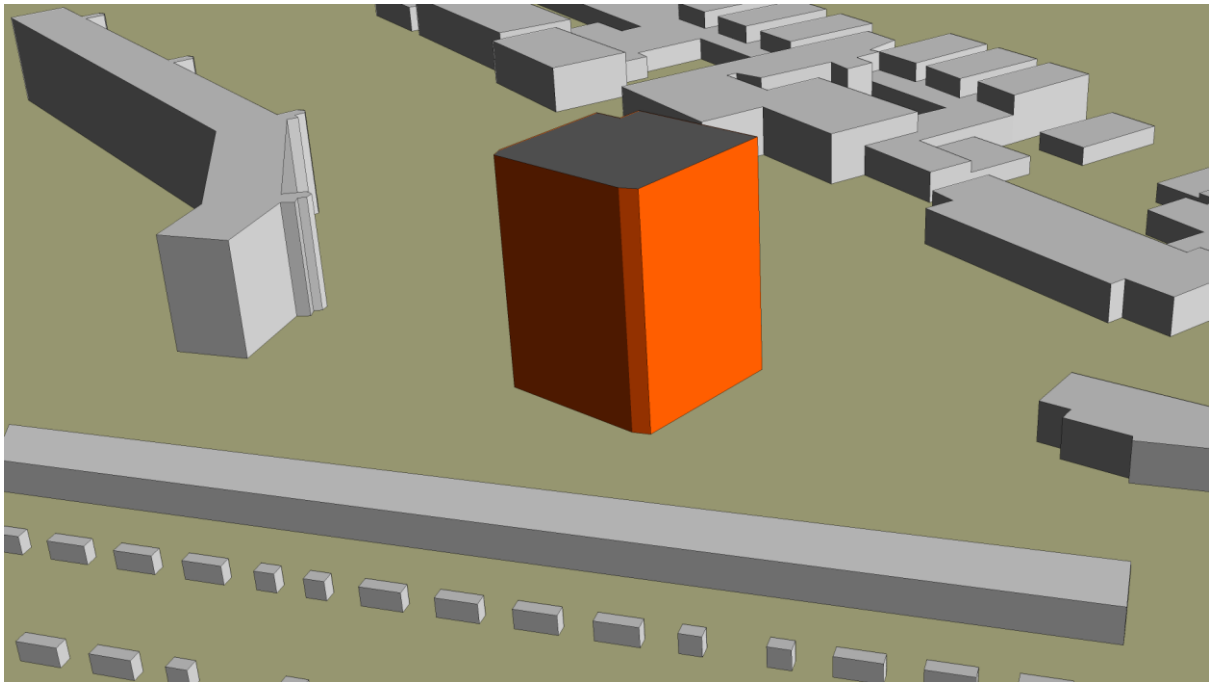
Bijlage A: Analyse maximaal bouwvolume

Naast het onderzoek van het windklimaat rondom het geplande definitieve ontwerp van de woontoren aan de Du Meelaan te Zoetermeer is er ook een onderzoek uitgevoerd naar het effect van het maximale bouwvolume. Het maximale bouwvolume is gebaseerd op de in het bestemmingsplan aangewezen te bebouwen gestapelde bouwvlak, als weergegeven in Figuur 14. De maximale bouwhoogte conform het bestemmingsplan is 40 meter. Figuur 15 toont het 3D CFD model voor het maximale bouwvolume.

De studie is uitgevoerd als beschreven in het rapport P13719324e300 (waar dit een bijlage van is).



Figuur 14: Maximale gestapelde bouwvlak.

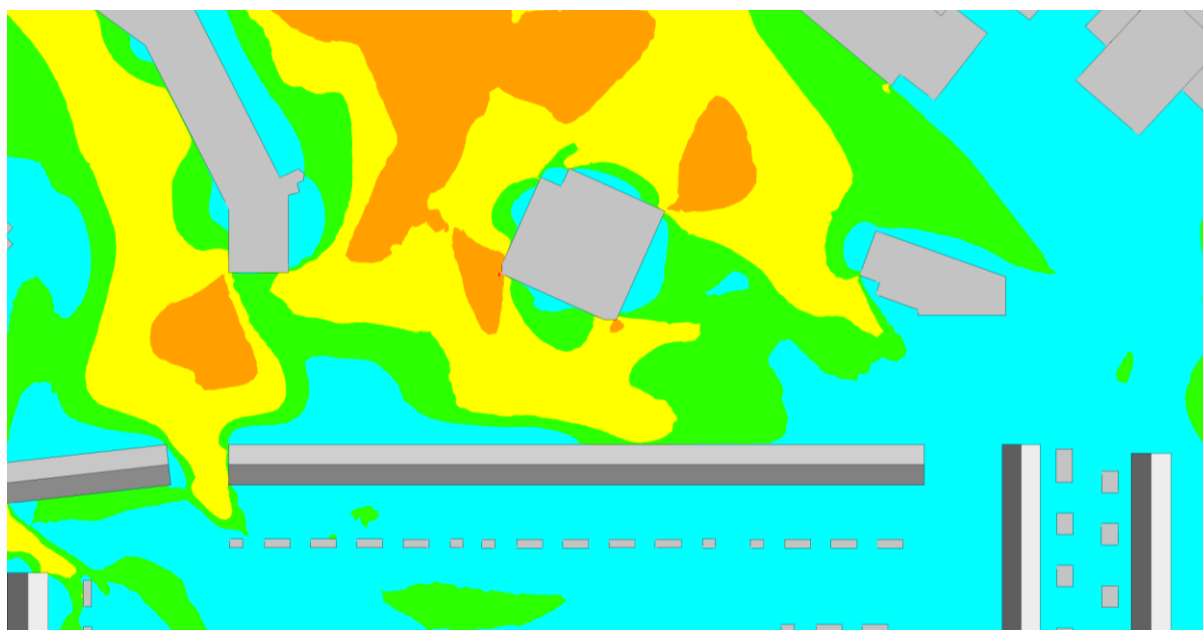


Figuur 15: 3D CFD model maximaal bouwvolume Du Meelaan.

A1 Windhinder maximaal bouwvolume

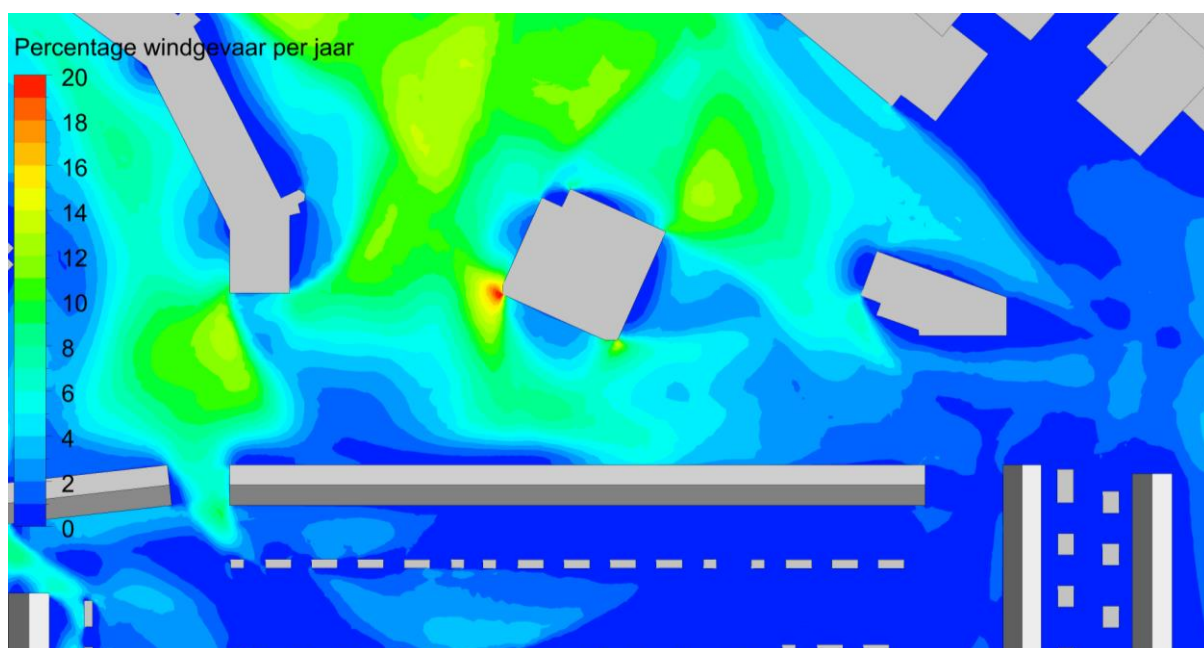
Figuur 16 toont de kwaliteitsklasse zoals gedefinieerd in de NEN 8100 weergegeven. Ter verduidelijking en interpretatie van het resultaat is in bij dit figuur de tabel met kwaliteitsklassen weergegeven (in overeenkomstige kleuren).

Figuur 17 toont de lokale overschrijdingspercentage voor de directe omgeving rondom het maximale bouwvolume. Dit figuur geeft verder inzicht in de lokale prestatie van het windklimaat.



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

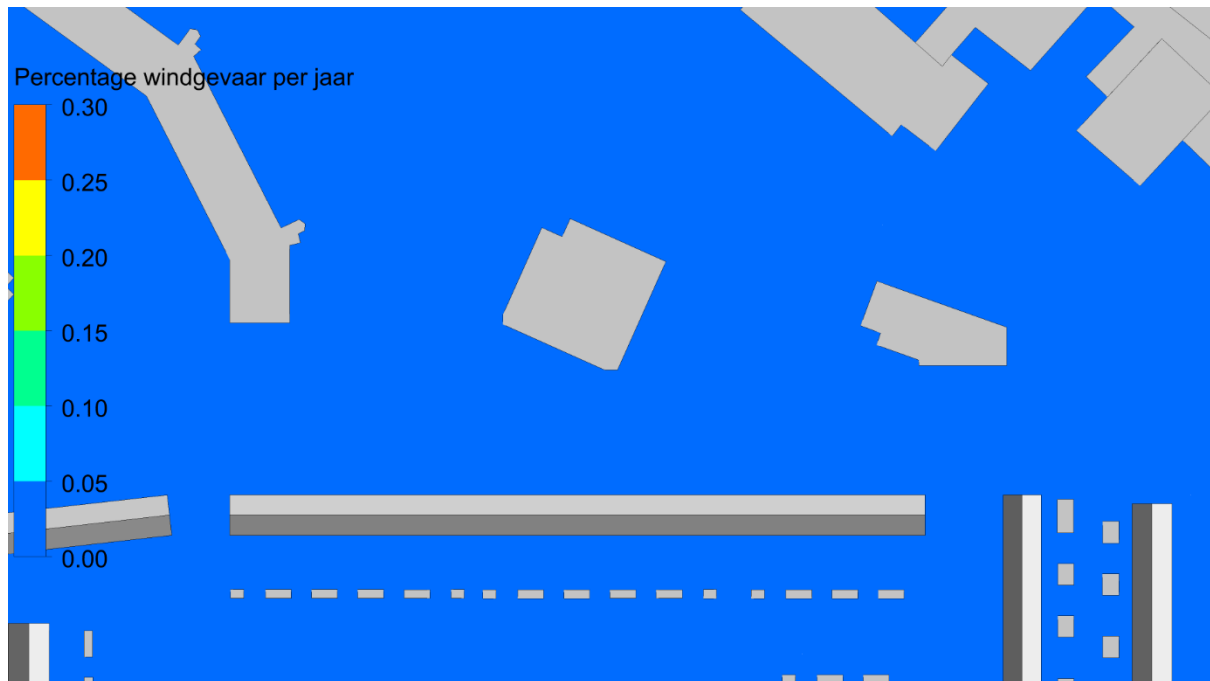
Figuur 16: Kwaliteitsklasse rondom de woontoren.



Figuur 17: Percentage windhinder per jaar rondom de woontoren.

A2 Windgevaar maximaal bouwvolume

Er wordt over windgevaar gesproken als de overschrijdingskans van lokale windsnelheden hoger dan 15 m/s boven de 0,3% is. Figuur 18 toont dat dit niet voorkomt in de directe omgeving van de woontoren.



Figuur 18: Percentage windgevaar per jaar.