



# CFD Windklimaat onderzoek

## Ontwikkeling Stationsplein 1-5

Enschede

P29222559e102

7 september 2023

Revisie 2

<b>Project</b>	<b>Ontwikkeling Stationsplein 1-5</b>
Locatie	Enschede
<b>Onderwerp</b>	<b>CFD Windklimaat onderzoek</b>
Document	P29222559e102
Revisie	2
Datum	7 september 2023
Status	Definitief
<b>Opdrachtgever</b>	<b>Aveco de Bondt</b> Burgenmeester van der Borchstraat 2 7451 CH Holten
<b>CFD expert</b>	<b>SIMSTUDIO International Consultants</b> Baron de Coubertinlaan 6 2719 EL Zoetermeer info@simstudio-ic.com <a href="http://www.simstudio-ic.com">www.simstudio-ic.com</a>

<b>Huidige versie</b>			
Uitgifte nummer:	102	Uitgifte datum:	07/09/2023
	Auteur:	Gecontroleerd door:	Reden voor uitgave:
Naam:	Pieter Bügel	Martin Eimermann	- Ontwerp hoofd gebouw aangepast naar nieuw VO

<b>Vorige versies</b>				
Uitgifte nr.:	Datum:	Auteur:	Controle:	Reden voor uitgave
101	25/07/2022	Pieter Bügel	Martin Eimermann	Tekstuele aanpassingen
100	25/07/2022	Pieter Bügel	Martin Eimermann	Eerste versie

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
1.1	Beoordelingsmethodiek	6
<b>2</b>	<b>UITGANGSPUNTEN EN AANNAMEN</b>	<b>7</b>
2.1	Geometrie	7
2.2	Omgeving	10
2.3	Weerdata	11
2.4	Windprofiel	12
2.5	CFD-modellering	13
<b>3</b>	<b>RESULTATEN VAN DE SIMULATIES</b>	<b>14</b>
3.1	Windhinder	14
3.2	Windgevaar	16
<b>4</b>	<b>CONCLUSIE</b>	<b>17</b>
4.1	Windhinder	17
4.2	Windgevaar	17
<b>5</b>	<b>VERWIJZINGEN</b>	<b>18</b>
<b>A.</b>	<b>TECHNISCH INLEGVEL NUMERIEKE SIMULATIE</b>	<b>19</b>

## 1 Inleiding

Op verzoek van Aveco de Bondt is een windklimaat onderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling Stationsplein 1-5 gelegen aan het Stationsplein in Enschede. Het plan bestaat uit één bouwblok met een hoogte tussen de 12m en 53m.

In het kader van een goede ruimtelijke ordening is het windklimaat op straatniveau voor de beoogde ontwikkeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de NEN8100.

Aan de hand van de NEN8100 wordt inzicht verschaft in het windklimaat op straatniveau.

Een goed windklimaat wordt door verschillende gemeenten in Nederland gezien indien ten minste wordt voldaan aan de NEN8100 classificatie matig voor de betreffende activiteit. Voor doorgaande wegen, wandelpaden en fietspaden betreft dit de classificatie 'doorlopen'. Voor onder andere winkelgebieden, horeca en bezienswaardigheden de classificatie 'slenteren'. Slechts voor uitzonderlijke situaties betreft dit langdurig zitten. Voor wat betreft windgevaar dient de categorie '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.

Het windklimaat wordt berekend met Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties en inzichtelijk gemaakt met de in de NEN8100 (NEN 8100 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving, 2006) omschreven methodiek, samengevat in 1.1.

## 1.1 Beoordelingsmethodiek

In de NEN8100 worden 5 kwaliteitsklassen gegeven waarbij windhinder als **goed**, **matig** of **slecht** wordt geclassificeerd voor een drietal activiteiten. Deze omschrijving staat voor:

- Bij een **goed** windklimaat ervaart men *geen tot weinig* overmatige windhinder.
- Bij een **matig** windklimaat ervaart men *af en toe* overmatige windhinder.
- Bij een **slecht** windklimaat ervaart men met regelmatig overmatige windhinder.

Een zo omschreven **matig** windklimaat past bij de algemene ervaring van het windklimaat in Nederland.

De kwaliteitsklasse is afhankelijk van het aantal uren dat de windhinder (overlast) de drempelwaarde van 5 m/s naar verwachting overschrijdt. Deze waardering is weergegeven in Tabel 1 met in groen de acceptabele kwaliteitsklasse.

De drempelwaarde voor windgevaar is 15 m/s (NEN8100) en wordt gekwalificeerd als aangegeven in Tabel 2.

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.

Ter plaatse van alle fiets- en wandelpaden in de omgeving en het plangebied is sprake van de activiteit 'doorlopen'. Om te voldoen aan de drempelwaarden die gelden voor een dergelijke activiteit mogen alle paden maximaal kwaliteitsklasse D hebben. Rondom entrees van gebouwen is een kwaliteitsklasse C vereist.

Van windgevaar wordt gesproken wanneer de kwalificatie 'gevaarlijk' optreedt. Op alle fiets- en wandelpaden in en rondom het plangebied is de maximaal toegestane kwalificatie 'beperkt risico'.

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.

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

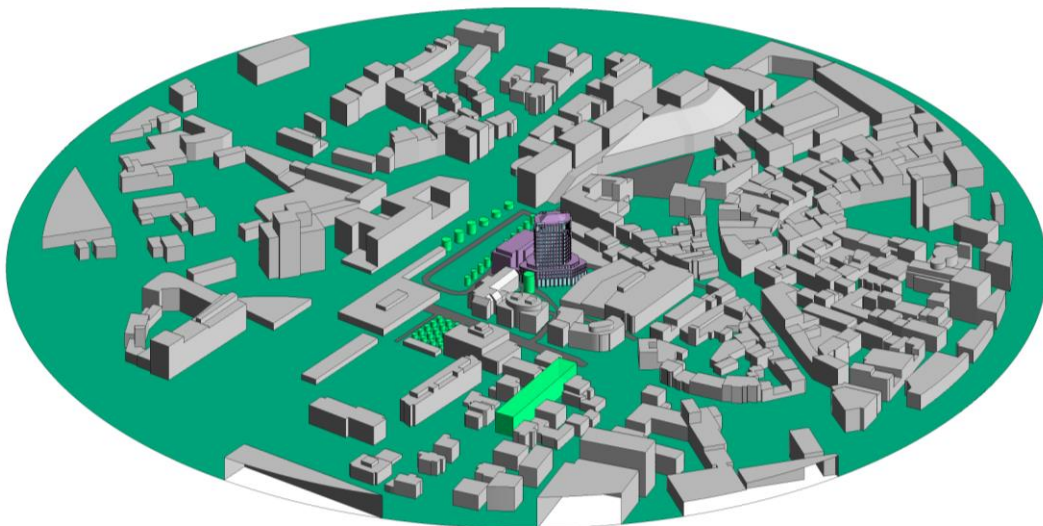
Het 3-dimensionale CFD-model is gebaseerd op het concept ontwerp van de ontwikkeling.

Het totale ontwikkelingsplan heeft een lengte van ongeveer 60m en is 40m breed. De maximale hoogte van het gebouw is 53m.

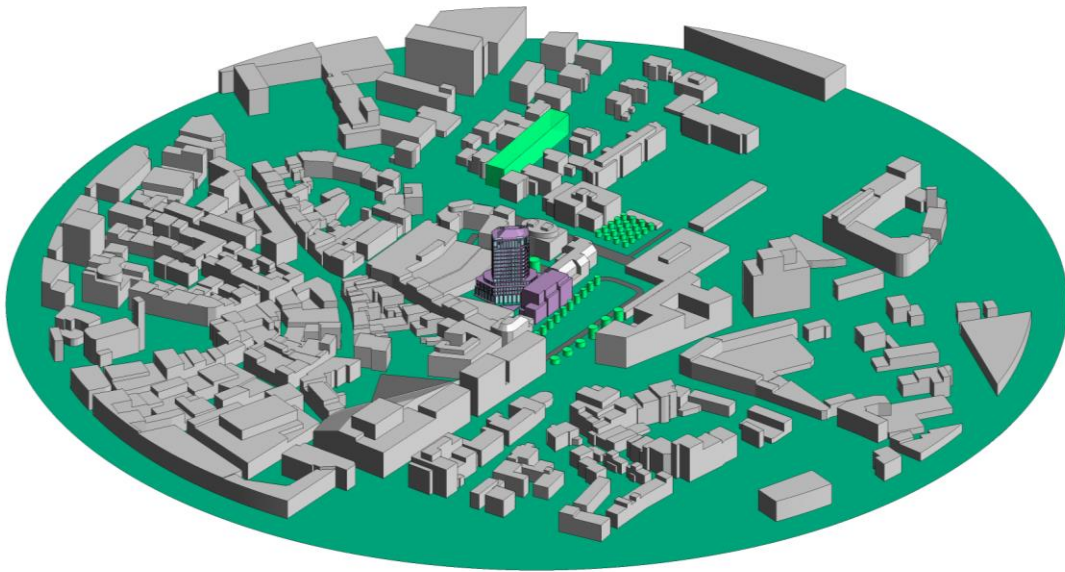
De omgeving is geconstrueerd aan de hand van Google Earth, AHN-Viewer en CadMapper. Hierin is de omgeving binnen een straal van 350m van de ontwikkeling meegenomen.

In het huidige plan voor Stationsplein zijn (nog) geen bomen opgenomen. Bomen in de omgeving zijn wel meegenomen in het 3D model.

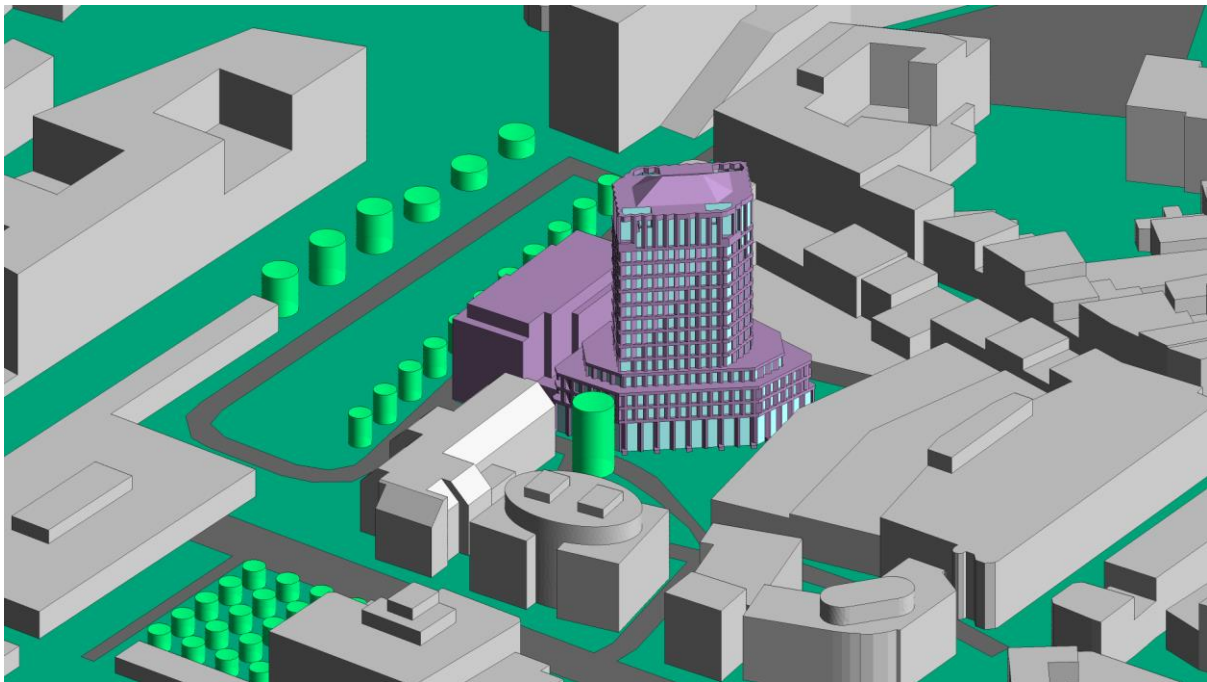
Figuur 1 en Figuur 2 tonen een overzicht van het volledige 3D simulatiemodel uit verschillende richtingen. Figuur 3 en Figuur 4 een detail van het betreffende ontwikkelingsplan.



*Figuur 1: 3D CFD-model, aanzicht vanuit zuidwest.*



*Figuur 2: 3D CFD-model, aanzicht vanuit noordoost.*



*Figuur 3: 3D CFD model Stationsplein 1-5, detail aanzicht 1.*





*Figuur 4: 3D CFD model Stationsplein 1-5, detail aangezicht 2.*

## 2.2 Omgeving

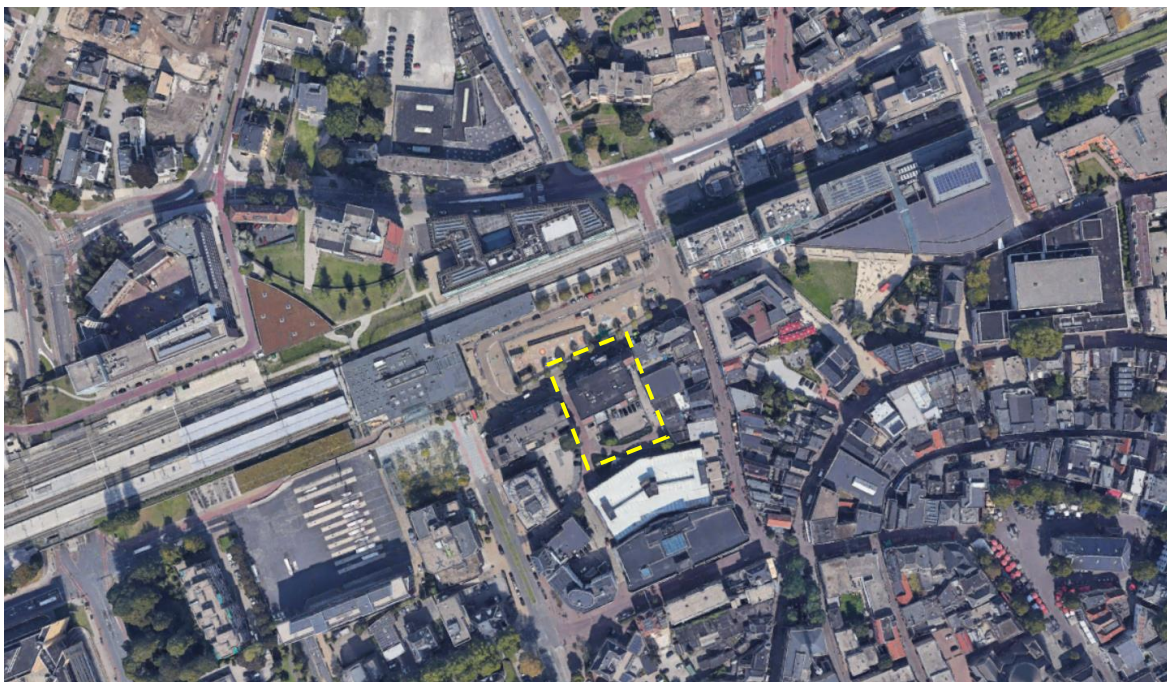
Het plangebied is gelegen aan het Stationsplein en de Brammelerdwarstraat. Langs de genoemde wegen lopen fiets- en wandelpaden.

Rondom het stationsplein zijn verschillende toekomstige bouwplannen, deze zijn niet meegenomen in het huidige windhinderonderzoek. Alleen de huidige omgeving is in het 3D model opgenomen.

De ontwikkeling ligt in stedelijk gebied. De omliggende gebouwen hebben veel effect op de wind die tegen de ontwikkeling aan kan stromen. De bebouwing bestaat voornamelijk uit woningen en bedrijven. Het hoogste gebouw in de nabije omgeving is 21m en daarmee is de ontwikkeling minimaal twee keer zo hoog als de omliggende gebouwen. Door de ligging in de stadskern is de afstand tot de omliggende gebouwen niet groot.

Ten noorden van de ontwikkeling is het Stationsplein gelegen, dit gedeelte is onbebouwd. Stroomopwaarts is de hoogte van de gebouwen tussen 3m de 46m. Aan de oostzijde van de ontwikkeling hebben de gebouwen een hoogte tussen de 3,5 en 33,5m. Ten zuiden van de ontwikkeling hebben de gebouwen een hoogte tussen de 6m en 31m. Aan de westzijde van de ontwikkeling hebben de gebouwen een hoogte tussen de 3,5m en 37,5m.

Een luchtfoto van het gebied is weergegeven in Figuur 5.



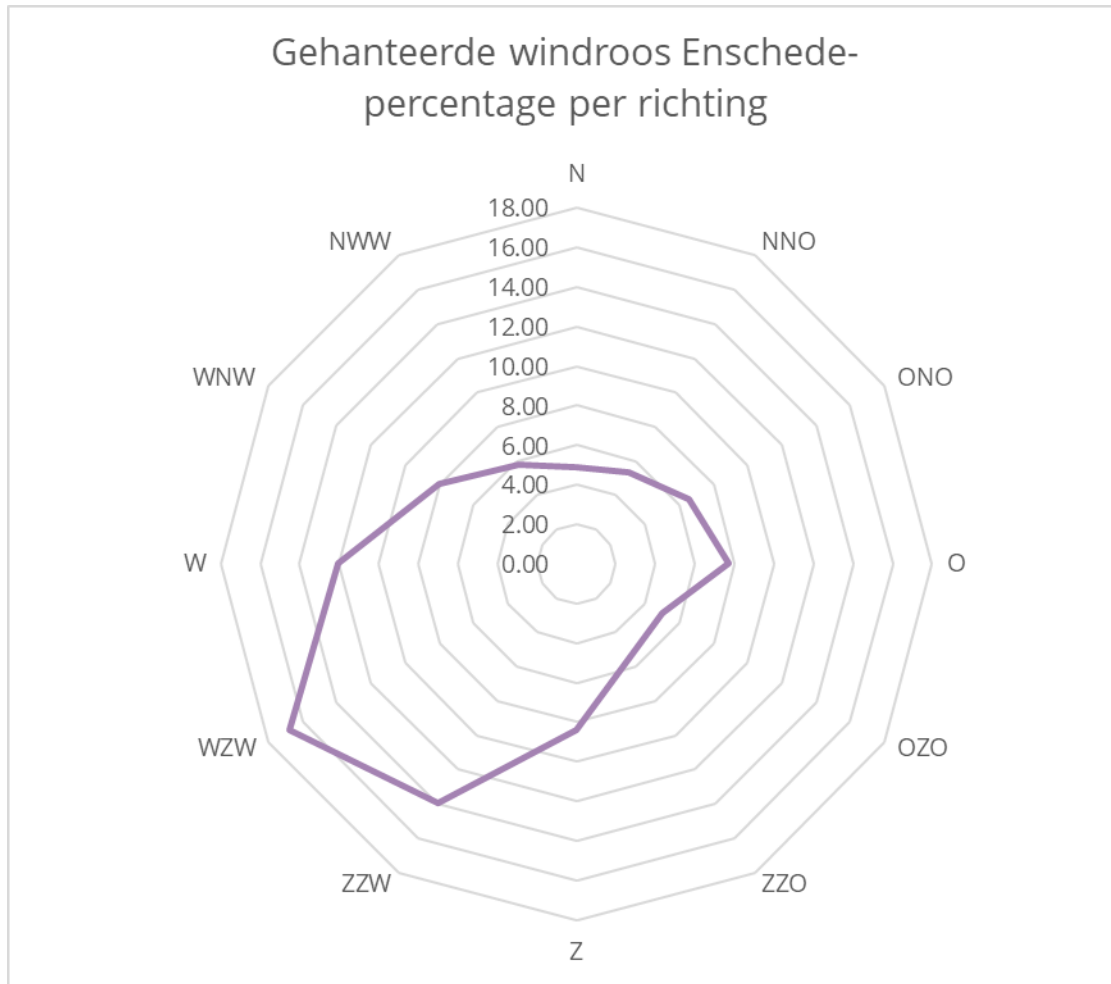
*Figuur 5: Luchtfoto locatie Stationsplein 1-5, Enschede.*

### 2.3 Weerdata

Voor de analyse is gebruik gemaakt van winddata van Meteoblue voor Enschede. In het windhinderonderzoek is de data gebruikt van 06-2002 t/m 06-2022.

De windroos toont dat wind 51% van het jaar uit zuidelijke tot westelijke richting komt.

De gehanteerde windroos is weergegeven in Figuur 6

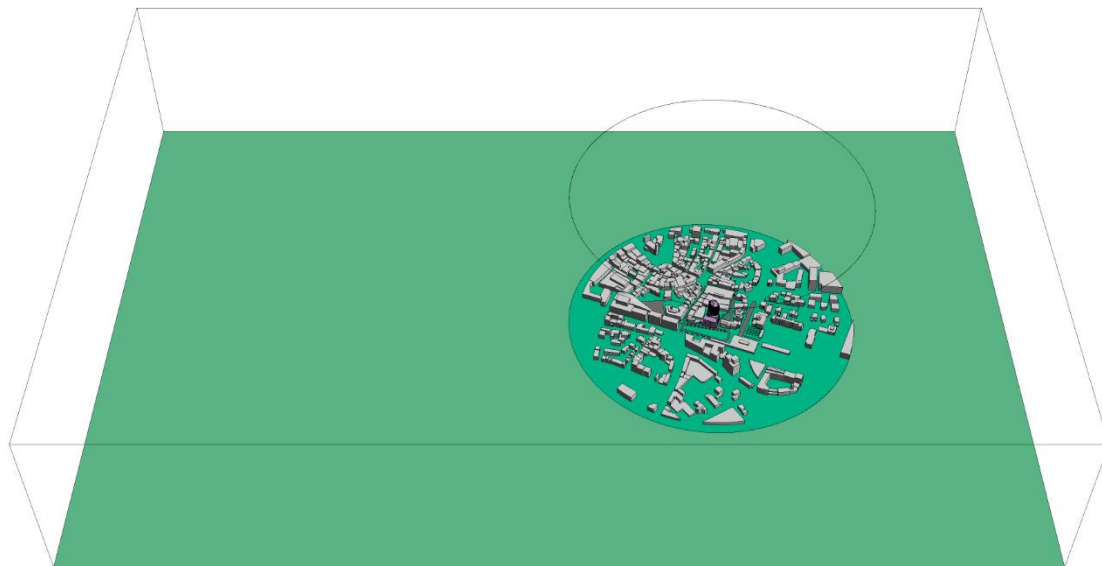


Figuur 6: Gehanteerde windroos.

## 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 (Troen & Petersen, 1991). De ruwheidlengte voor het gebied rondom de ontwikkeling is vastgesteld op 0,8m. Bij het definiëren van het windprofiel is rekening gehouden met de verandering van de omgeving van het 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 tenminste 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 7. De box kan gezien worden als een digitale windtunnel.



*Figuur 7: 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.

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

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]

## 2.5 CFD-modellering

De simulatie is uitgevoerd met behulp van het softwarepakket ANSYS CFX. Dit softwarepakket 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 fluida worden voor elke cel opgelost. In Tabel 3 staan de belangrijkste toegepaste randvoorwaarden beschreven.

Parameter	Beschrijving
<b>Cel type</b>	Hybride, combinatie van hexaëders, tetraëders, piramides en prismalagen
<b>Cel grootte</b>	Dynamisch, variërend tussen 0,025 tot 2,0 m in de omgeving (vlakken) groeiend met een factor 1,05 tot maximaal 25 m in het vrije volume
<b>Aantal cellen</b>	25 miljoen
<b>Simulatie type</b>	Steady state
<b>Convergentie criteria</b>	RMS maximaal $1 \cdot 10^{-4}$
<b>Tijdstap</b>	1 s
<b>Aantal iteraties</b>	500
<b>Fluide</b>	Lucht met constante eigenschappen
<b>Turbulentie model</b>	Shear Stress Transport model RANS
<b>Wanden</b>	Glad met stilstaande lucht (no slip)
<b>Grondvlak</b>	Ruw met stilstaande lucht (no slip)
<b>Inlet</b>	Snelheids- en turbulentieprofiel

Tabel 3: CFD-modellering eigenschappen.

## 3 Resultaten van de simulaties

### 3.1 Windhinder

Het ontwikkelingsplan ligt in een stedelijk gebied. Aan bijna elke zijde van het plangebied is bebouwing gelegen. Deze gebouwen staan vrij dicht op de ontwikkeling. Wanneer een gebouw aangestroomd wordt door wind, stroomt 2/3 van de hoogte naar beneden, de zogeheten downwash. Dit deel van de wind ontsluit vervolgens op maaiveld niveau om de hoeken van dat gebouw. Hierdoor kan een windversnelling op straatniveau optreden, welke tot hinder kan leiden.

In Figuur 8 en Figuur 9 worden de kwaliteitsklassen rond het ontwikkelingsplan Stationsplein 1-5 weergegeven. Alle fiets- en wandelpaden voldoen aan de gestelde kwaliteitsklasse voor de doorloop functie.

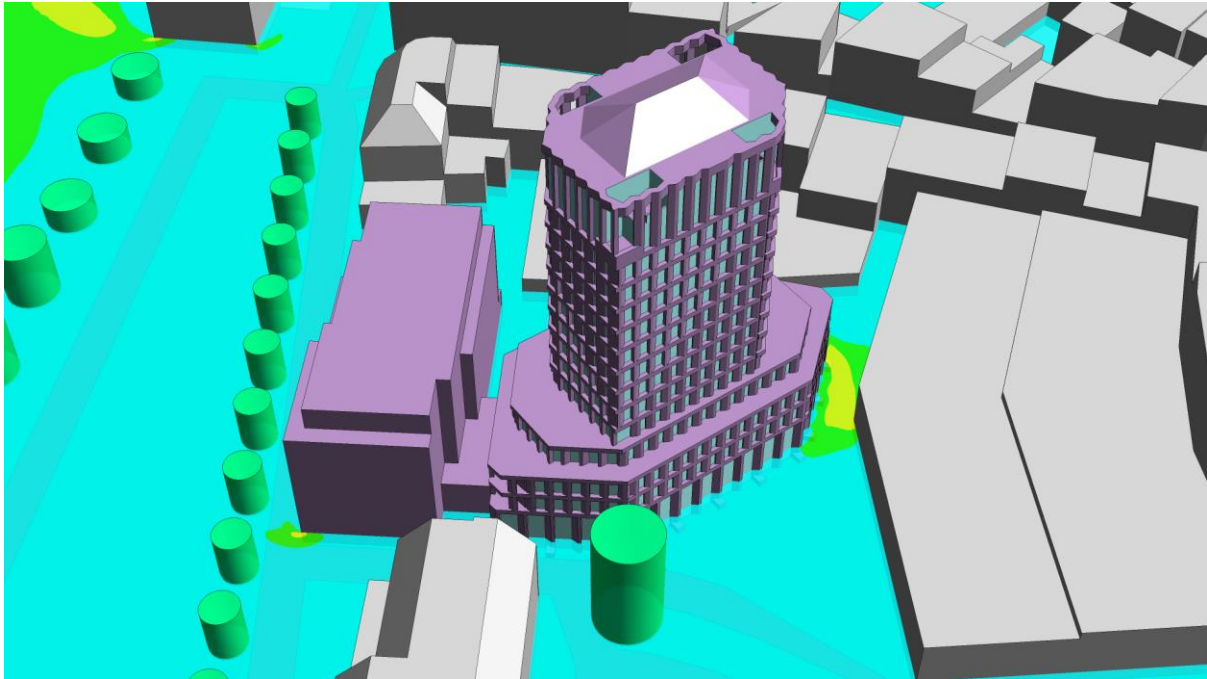
Hiermee kan gesteld worden dat de ontwikkeling van Stationsplein 1-5 geen windhinder zal veroorzaken op de omliggende paden en wegen.

Rond entrees is het gewenst om een windklimaat voor slenter activiteit te hebben. Het gebied met een doorloop classificatie ten zuiden van de ontwikkeling rijkt niet tot de verschillende entrees, waardoor het doet aan de gewenst eis van een slenter activiteit.



Figuur 8: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie.

Activiteit
Langdurig zitten
Slenteren
Doorlopen
Oncomfortabel



*Figuur 9: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie, 3D aanzicht.*

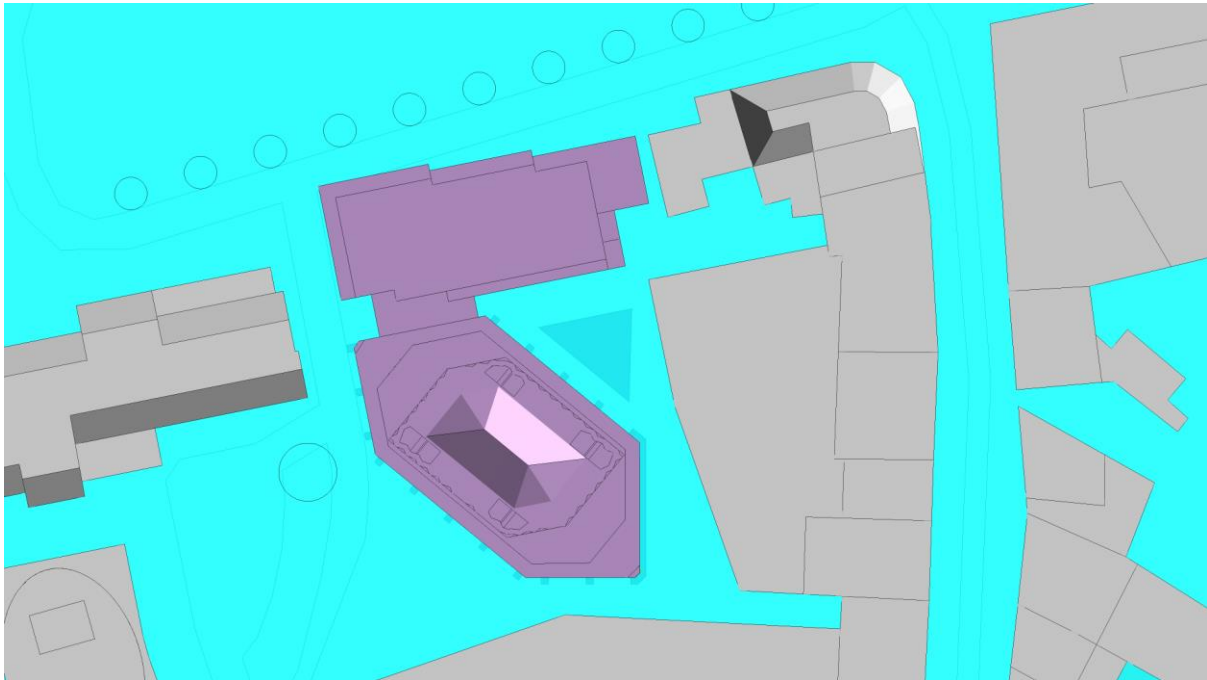
Activiteit
Langdurig zitten
Slenteren
Doorlopen
Oncomfortabel

### 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 10 toont dat er rondom het ontwikkelingsgebied Stationsplein 1-5 geen windgevaar optreedt.

Hiermee kan gesteld worden dat de ontwikkeling van Stationsplein 1-5 geen windgevaar zal veroorzaken op de omliggende paden en wegen.



Figuur 10: Percentage windgevaar per jaar, Stationsplein 1-5.

Kwalificatie
Geen risico
Beperkt risico
Gevaarlijk



## 4 Conclusie

Op verzoek van Aveco de Bondt is een windklimaat onderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling Stationsplein 1-5 gelegen aan het Stationsplein in Enschede. Het plan bestaat uit één bouwblok met een hoogte tussen de 12m en 53m.

Het plangebied is gelegen aan het Stationsplein en de Brammelerdwarsstraat. Langs de genoemde wegen lopen fiets- en wandelpaden.

Rondom het stationsplein zijn verschillende toekomstige bouwplannen, deze zijn niet meegenomen het huidige windhinderonderzoek. Alleen de huidige omgeving is in het 3D model opgenomen.

### 4.1 Windhinder

Het windklimaat is op alle paden in en rondom het nieuwbouwplan vrij van de categorie 'windhinder'. Hiermee kan gesteld worden dat de ontwikkeling geen windhinder veroorzaakt.

### 4.2 Windgevaar

Het windklimaat is op alle paden in en rondom het nieuwbouwplan vrij van de categorie 'gevaarlijk'. Hiermee kan gesteld worden dat de ontwikkeling geen windgevaar veroorzaakt.

## 5 Verwijzingen

[NL], K. (. (sd). Opgehaald van <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/uurgegevens>

NEN 8100 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving. (2006, februari). Delft:  
Nederlands Normalisatie-instituut.

Troen, I., & Petersen, E. L. (1991). *Roughness Classes and Roughness Length Table in "European Wind Atlas"*. Risoe , Denmark: Risoe National Laboratory.

## A. Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Stationsplein 1-5
Opdrachtgever	Aveco de Bondt
Projectleider	Pieter Bügel
Datum	7 september 2023
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 300m om de randen van de ontwikkeling
Kerngebied	Stedelijke bebouwing
Omgeving	Omliggende gebouwen in detail meegenomen
Afmetingen model	Intern: diameter 750m, hoogte 450m Extern: lengte 2350m, breedte 1550m
Blokkeringsgraad	Maximaal 4,0%
Gemodelleerd groen	Vegetatie (doorlaatbaarheid op basis van jaargemiddelde)
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	1 situatie, 12 windrichtingen
Onderzochte configuraties	Toekomstige situatie basis model
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	<input checked="" type="checkbox"/> FVM (eindige volume methode) <input type="checkbox"/> FEM (eindige elementen methode) <input type="checkbox"/> Anders Programmatuur: Ansys CFX Versie: 2019 R3
Algemeen	<input checked="" type="checkbox"/> drie-dimensionaal <input checked="" type="checkbox"/> tijd-onafhankelijk <input checked="" type="checkbox"/> isothermisch <input type="checkbox"/> passieve scalars <input type="checkbox"/> twee-dimensionaal <input type="checkbox"/> tijd-afhankelijk <input type="checkbox"/> thermisch <input type="checkbox"/> actieve scalars Overige:
Rekenrooster	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. Totaal aantal cellen: 28,6 milj. (intern), 0,71 milj. (extern)
Turbulentiemodellering	Shear Stress Transport (SST) model RANS
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmische snelheids- en turbulentieprofiel
Uitlaat	Druk-uitlaat
Boven-/zijwanden	Logaritmisch snelheids- en turbulentieprofiel
Vloer/bodem	Ruw met stilstaande lucht (no slip)
Overige	-
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X: 257810, Y: 471530
Gepresenteerde resultaten	Contouren van windhinder en windgevaar. Windhinder per windrichting
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	