



CFD Windklimaat onderzoek

Ontwikkeling The Stayy Gelderop

Geldrop

P38523708e101

26 juni 2023

Revisie 1

Project	Ontwikkeling The Stayy
Locatie	Geldrop
Onderwerp	CFD Windklimaat onderzoek
Document	P38523708e101
Revisie	1
Datum	26 juni 2023
Status	Definitief
Opdrachtgever	The Stayy
	T.a.v. Luc van Aken (VA2) St. Anthoniusstraat 9 5616 RT Eindhoven
Stromingsleer expert	Windsafe Projects
	Poeldonkweg 5 5216 JX 's-Hertogenbosch sales@windsafe.nl www.windsafe.nl
CFD expert	SIMSTUDIO International Consultants
	Baron de Coubertinlaan 6 2719 EL Zoetermeer info@simstudio-ic.com www.simstudio-ic.com

Huidige versie			
Uitgifte nummer:	101	Uitgifte datum:	22/06/2023
	Auteur:	Gecontroleerd door:	Reden voor uitgave:
Naam:	Pieter Bügel	Arti Flinkerbusch	Tekstuele aanpassingen en toevoegen windklimaat rond terras oostzijde.

Vorige versies				
Uitgifte nr.:	Datum:	Auteur:	Controle:	Reden voor uitgave:
100	22/06/2023	Pieter Bügel	Arti Flinkerbusch	Eerste uitgave

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

1 Inleiding

Op verzoek van The Stayy is een windklimaat onderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling The Stayy aan het Bogardeind 219 in Geldrop. Binnen de ontwikkeling wordt één gebouw uit de huidige situatie behouden, daarnaast worden er drie gebouwen van 16m tot 19m en een woontoren van 49,5m hoog toegevoegd.

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 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) drempelwaarde van 5 m/s naar verwachting wordt overschreden. Deze waardering is weergegeven in Tabel 1 met in het 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 toekomstige ontwerp van de ontwikkeling.

Het totale ontwikkelingsplan heeft een lengte van 175m en breedte van ongeveer 140m. De maximale hoogte van het huidige ontwerp is 49,5m.

Rondom de woontoren is een daktuin aanwezig. Dit is tevens het dak van de deels overdekte parkeerplaats. De parkeerplaats ligt 4m onder de grond en heeft aan de westzijde een oprit. Naast de ondergrondse parkeerplaatsen zijn er ook parkeerplaatsen gesitueerd aan de noordzijde van het plan. Het entree voor de woontoren ligt aan de noordzijde en is bereikbaar via de loopbrug.

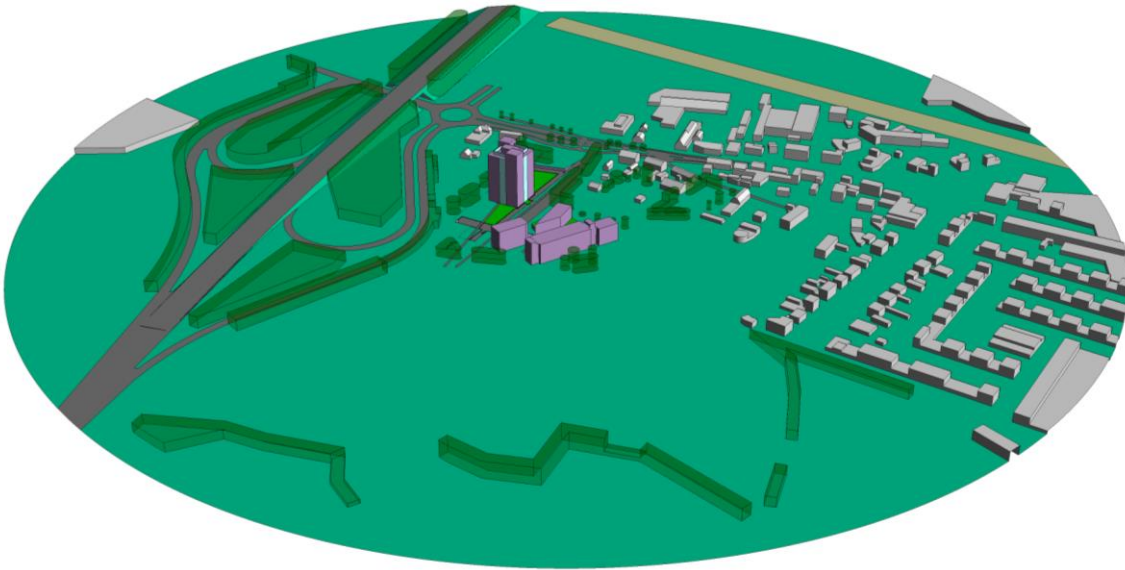
De gebouwen ten noordoosten van de woontoren behoren ook bij het ontwikkelingsplan. De hoogte van de gebouwen is tussen de 16m en 20m.

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.

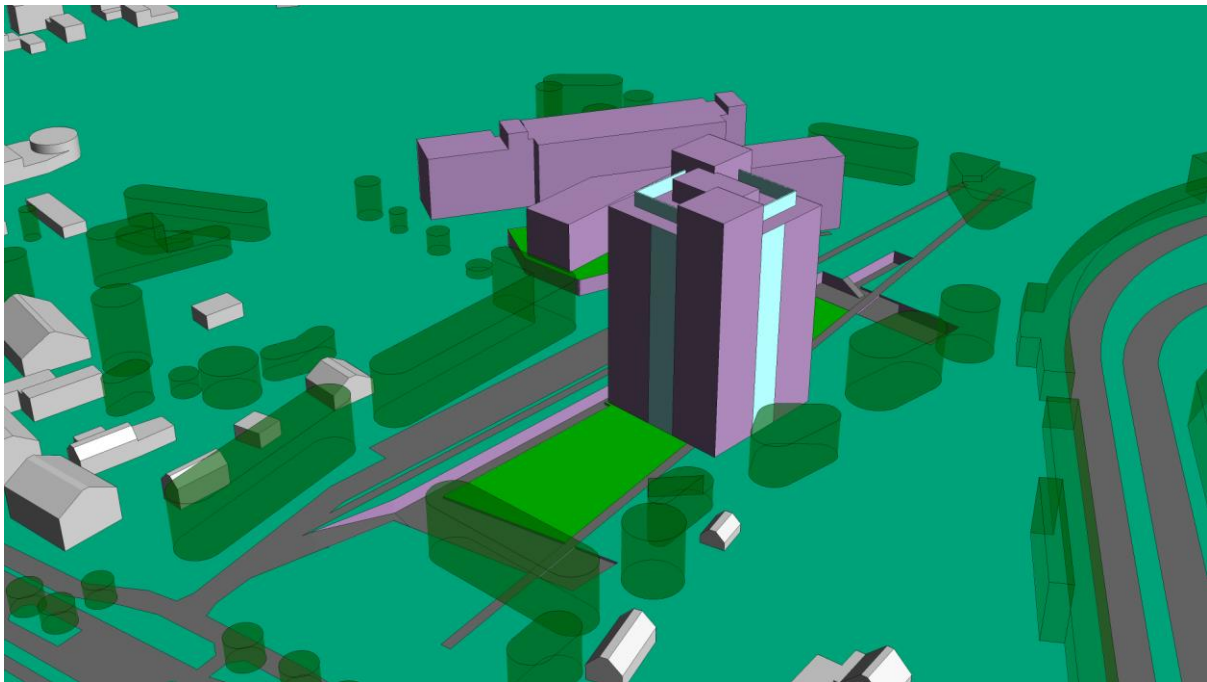
Figuur 1 en Figuur 2 tonen een overzicht van het volledige 3D simulatiemodel uit verschillende richtingen. Figuur 3 en Figuur 4 een detail van het betreffende ontwikkelingsplan.



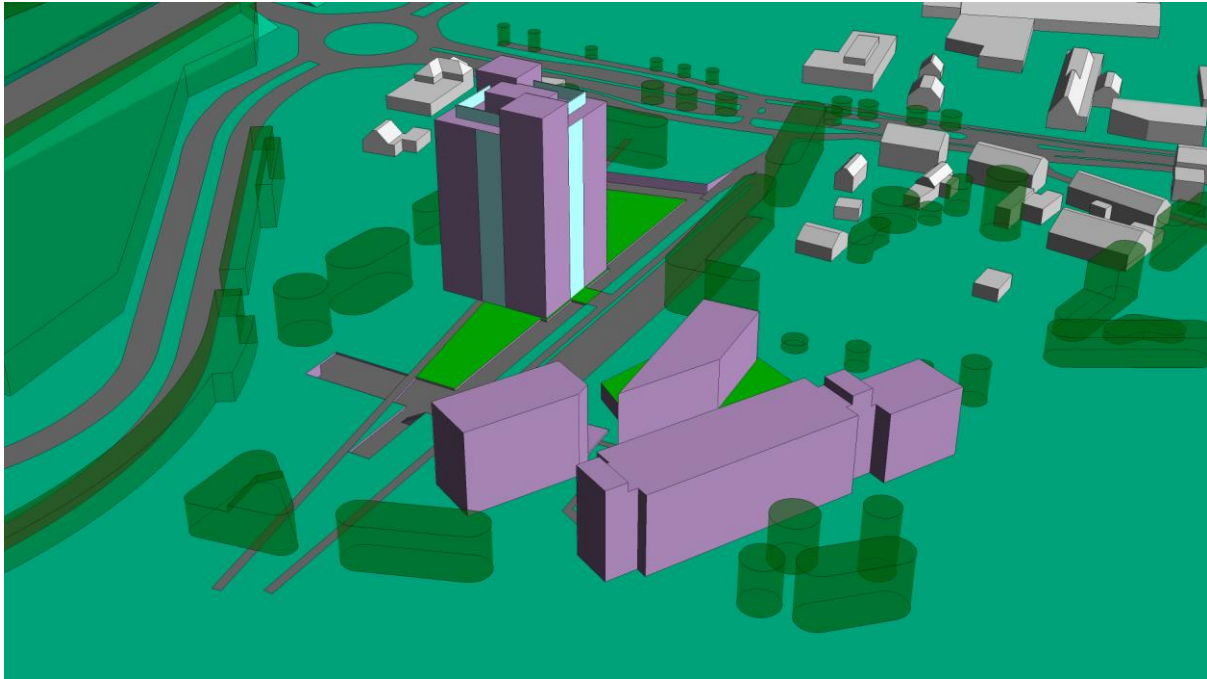
Figuur 1: 3D CFD-model, aanzicht vanuit het zuidwesten



Figuur 2: 3D CFD-model, aanzicht vanuit het noordoosten.



Figuur 3: 3D CFD model Bogard 219, detail aanzicht 1.



Figuur 4: 3D CFD model Bogard 219, detail aangezicht 2.

2.2 Omgeving

Het plangebied is gelegen aan het Bogardeind 219 in Geldrop. Dit is de enige straat waar de ontwikkeling aan is gelegen en langs de straat liggen zowel voet als wandelpaden.

De omgeving van het ontwikkeling bestaat voor een deel uit woningen en bedrijven, maar het overgrote gedeelte van de omgeving is onbebouwd. De stadskern van Geldrop ligt ten noordwesten van de ontwikkeling.

De omliggende bebouwing liggen ten noordwesten en noorden van de ontwikkeling. De hoogte van de bebouwing is maximaal 10m hoog. Naast de bebouwing ligt ten zuiden van ontwikkeling de A67 en verschillende op en afritten. De snelweg is verhoogd t.o.v. het grond niveau. De maximale hoogte van de A67 binnen het omgevingsmodel is 8,9m. De opritten en de snelweg zijn omgeven door hoge bomen.

Een luchtfoto van het gebied is weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Luchtfoto locatie Bogard 219, Geldrop.

2.3 Bomen

In de omgeving van de ontwikkeling staan veel bomen. Voor de volledigheid van het resultaat zijn de bomen in de omgeving van de ontwikkeling meegenomen in het rekenmodel. De bomen worden ook weergegeven in Figuur 1 tot Figuur 4.

De geometrie en hoogte van de bomen zijn bepaald a.d.h.v. Google Earth, AHN-Viewer en op basis van de aangeleverde tekeningen. De geometrie van aangrenzende bomen is in sommige situaties iets versimpeld.

De bomen worden gesimuleerd als een poreus medium en de doorlaatbaarheid van de bomen is bepaald a.d.h.v. het jaargemiddelde van blad dragende bomen.

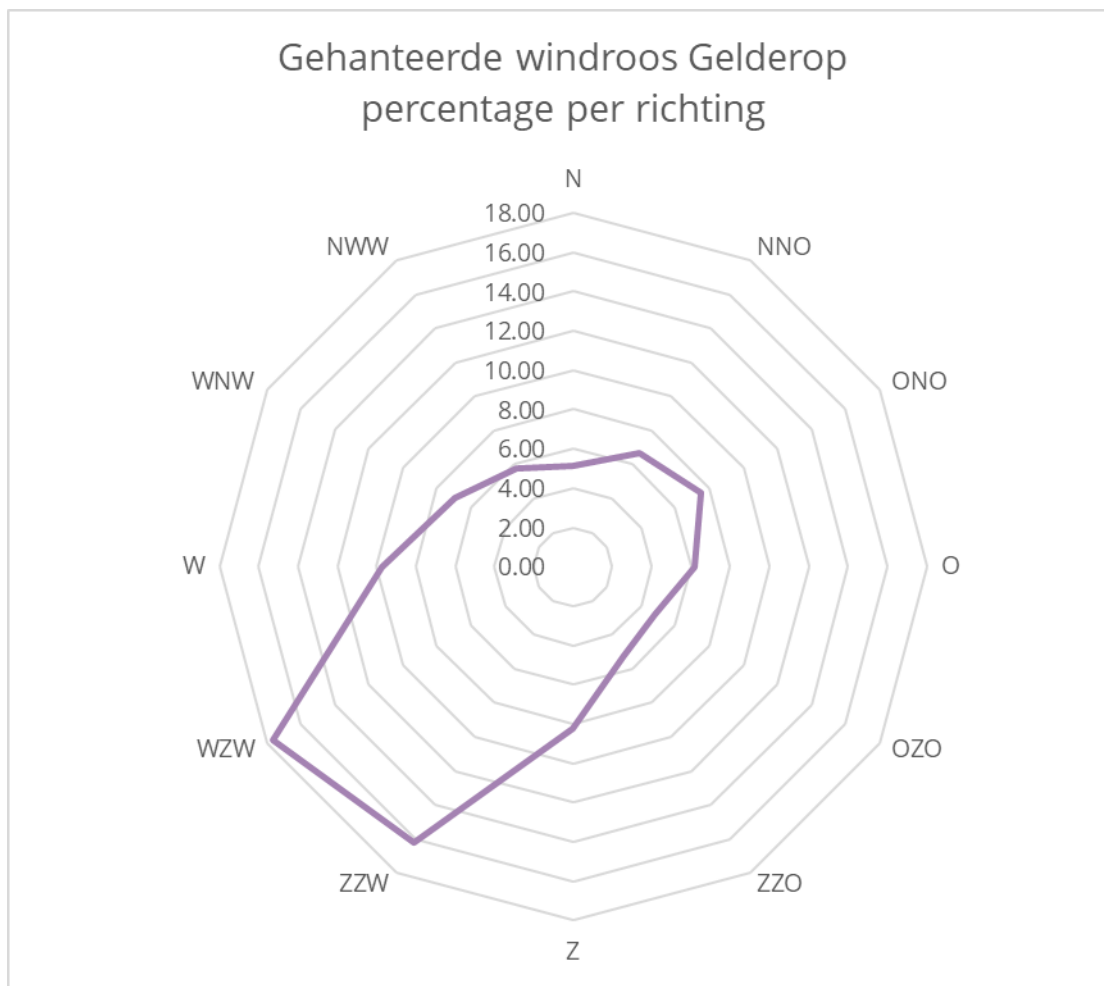
Naast de huidige begroeiing zijn er ook staan er in het voorgestelde plan ook verschillende locaties waar moeten komen. Omdat de exacte hoogtes voor de bomen nog niet is bepaalt zijn deze niet meegenomen in het rekenmodel. Verwacht wordt dat het toevoegen van bomen het windklimaat zal verbeteren.

2.4 Weerdata

Voor de analyse is gebruik gemaakt van winddata van Meteoblue voor Geldrop. In het windhinderonderzoek is de data gebruikt van 6-2003 t/m 6-2023.

De windroos toont dat wind 52% van het jaar uit zuidelijke tot westelijke richting komt.

De gehanteerde windroos is weergegeven in Figuur 6

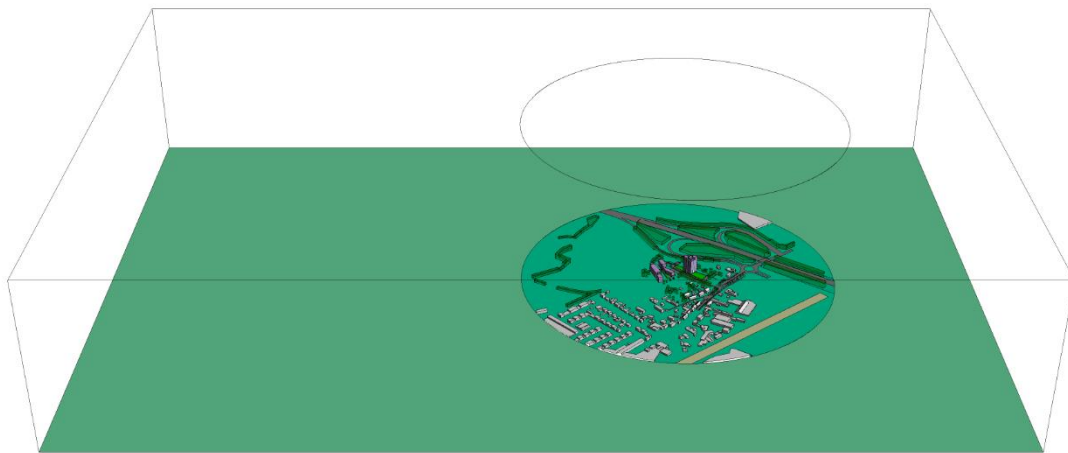


Figuur 6: Gehanteerde windroos.

2.5 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 ruwheidslengte (Troen & Petersen, 1991). De ruwheidslengte 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]

2.6 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 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	73 miljoen
Simulatie type	Steady state
Convergentie criteria	RMS maximaal $1 \cdot 10^{-4}$
Tijdstap	Variërend tussen de 0,5 s en 2,5 s
Aantal iteraties	500
Fluïde	Lucht met constante eigenschappen
Turbulentie model	Shear Stress Transport model RANS
Wanden gebouwen	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

3.1 Windhinder

Het ontwikkelingsplan ligt in een vrij landelijke omgeving en heeft weinig directe bebouwing om zich heen.

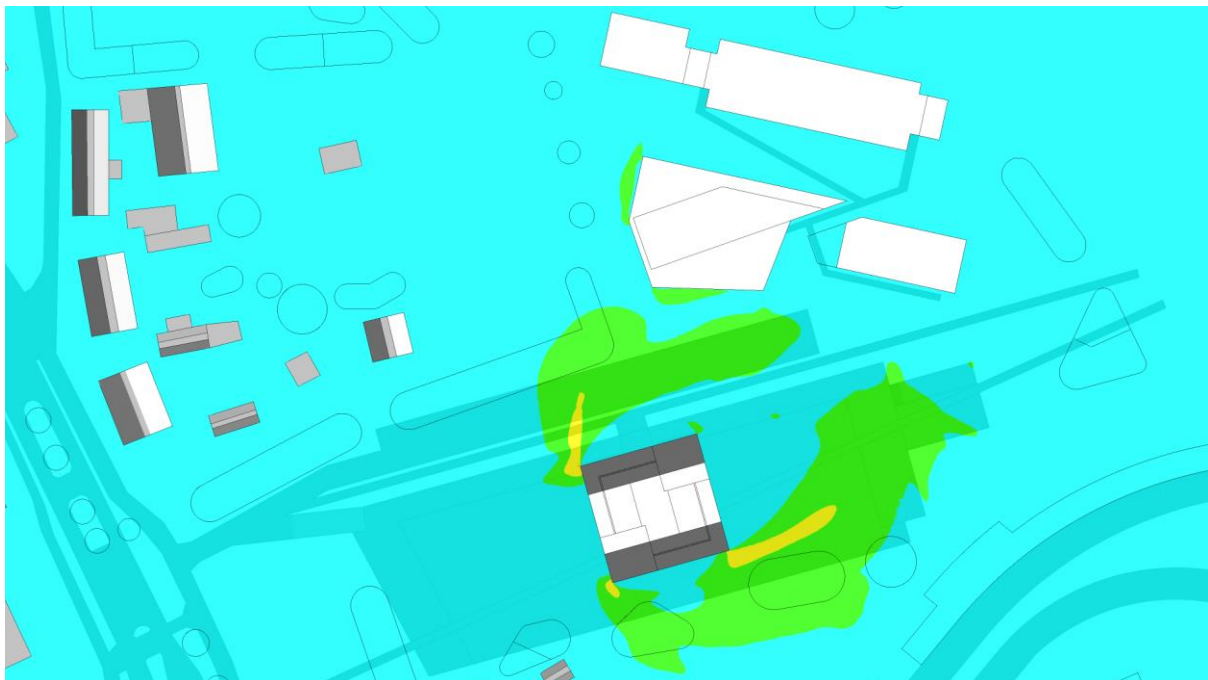
Wanneer een gebouw aangestroomd wordt door wind, stroomt 2/3 van de hoogte naar beneden, de zogeheten downwash. Dit deel van de wind ontsluit vervolgens op maaiveldniveau om de hoeken van dat gebouw. Hierdoor kan een windversnelling op straatniveau optreden, welke tot hinder kan leiden.

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

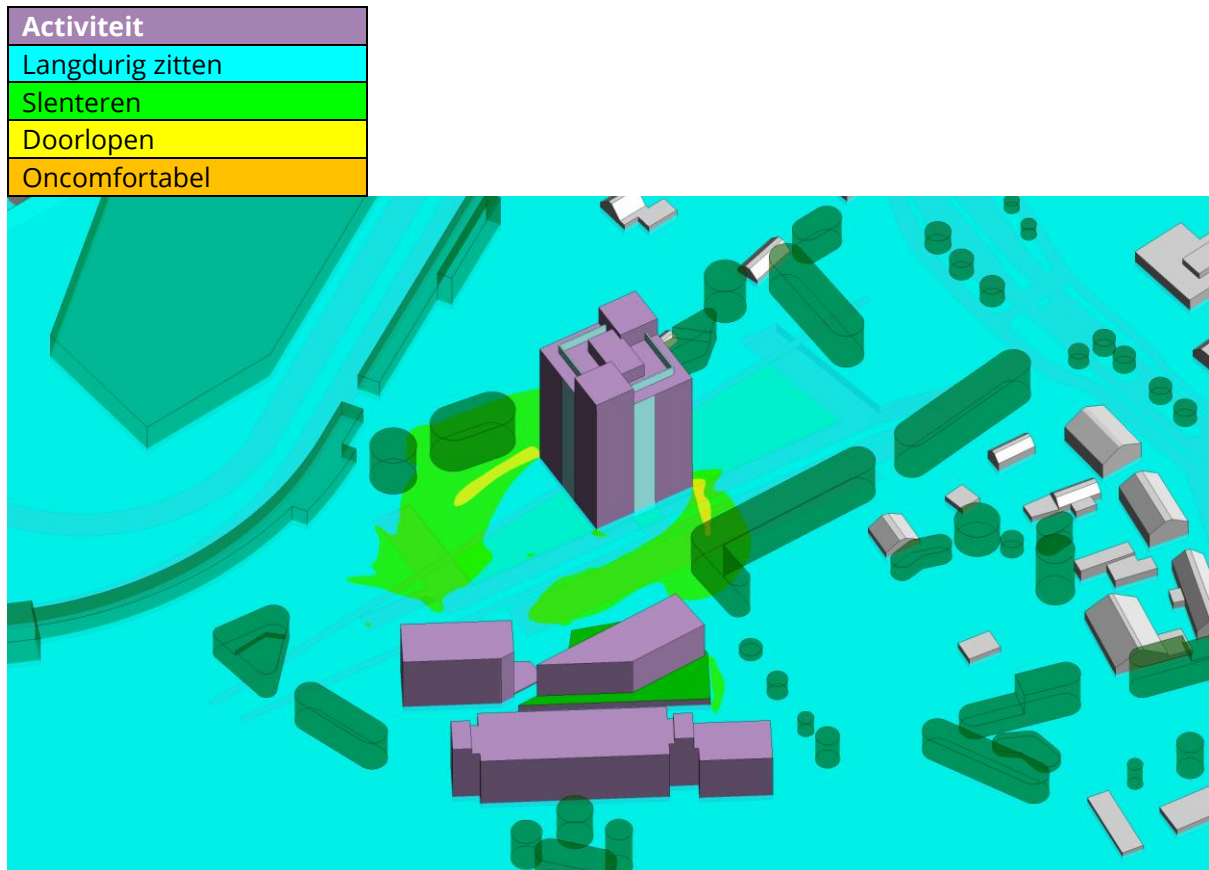
De parkeerplaatsen en het entree aan de noordzijde van de toren voldoen aan de gestelde kwaliteitsklasse voor een slenter functie.

Er zijn in het plan geen locaties aangegeven waar een kwaliteitsklasse voor 'langdurig zitten' is geëist. Eventueel komt er in de toekomst aan de oostzijde van de woontoren een paviljoen/terras te liggen. Om zeker te zijn van het vereisten windklimaat kunnen er rond het terras bomen, verhoogde plantenbakken en/of glazen platen worden geplaatst worden.

Hiermee kan gesteld worden dat de Ontwikkeling Bogardeind geen windhinder zal veroorzaken op de omliggende paden en wegen.



Figuur 8: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie, bovenaanzicht.



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

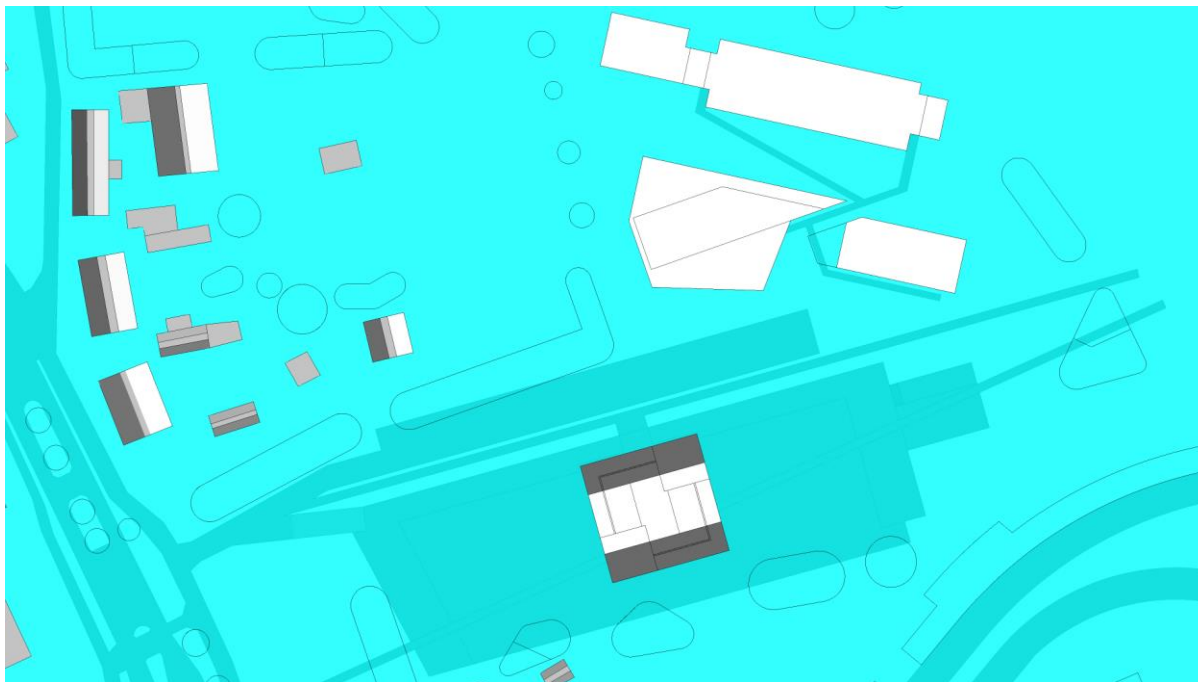
Activiteit
Langdurig zitten
Slenteren
Doorlopen
Oncomfortabel

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 geen risico op windgevaar optreedt.

Hiermee kan gesteld worden dat de ontwikkeling aan Bogard 219 geen windgevaar zal veroorzaken op de omliggende paden en wegen.



Figuur 10: Risico op windgevaar per jaar, Bogard 219.

Kwalificatie
Geen risico
Beperkt risico
Gevaarlijk

4 Conclusie

Op verzoek van The Stayy is een windklimaat onderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling The Stayy aan het Bogardeind 219 in Geldrop. Binnen de ontwikkeling wordt één gebouw uit de huidige situatie behouden, daarnaast worden er drie gebouwen van 16m tot 19m en een woontoren van 49,5m hoog toegevoegd.

Het plangebied is gelegen aan het Bogardeind 219 in Geldrop. Dit is de enige straat waar de ontwikkeling aan is gelegen en langs de straat liggen zowel voet als wandelpaden.

De ontwikkeling is gelegen in een vrij landelijke omgeving met weinig bebouwing. De bebouwing staat voornamelijk in noordwestelijke windrichting en bestaat deels uit woningen en bedrijven. De rest van de omgeving is onbebouwd. Wel staan er veel bomen in de omgeving.

4.1 Windhinder

Het windklimaat op alle paden en wegen rondom de ontwikkeling voldoen aan de gestelde kwaliteitsklasse 'doorlopen'. Het windklimaat op de bovengrondse parkeerplaatsen en rond de entree voldoen aan de gestelde kwaliteitsklasse 'slenteren'. Binnen het plan zijn geen locaties waar een kwaliteitsklasse voor 'langdurig zitten' is vereist.

Daarmee kan gesteld worden dat de ontwikkeling geen windhinder veroorzaakt.

4.2 Windgevaar

Het windklimaat binnen het ontwikkelingsplan is geheel vrij van kans op windgevaar of. Daarmee 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	Bogard 219
Opdrachtgever	The Stayy
Projectleider	Pieter Bügel
Datum	22 juni 2023
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 300m om de randen van de ontwikkeling
Kerngebied	Landelijke bebouwing
Omgeving	Omliggende gebouwen in detail meegenomen
Afmetingen model	Intern: diameter 917m, hoogte 500m Extern: lengte 1443m, breedte 1093m
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	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ Anders Programmatuur: Ansys CFX Versie: 2019 R3
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ 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: 72,1 milj. (intern), 1,2 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: 167138, Y: 379968
Gepresenteerde resultaten	Contouren van windhinder en windgevaar.
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	