



CFD Windklimaat onderzoek

Burgenmeester Elsenlaan 329

Rijswijk

P22521466e500

28 januari 2022

Revisie 0

Project Locatie	Burgenmeester Elsenlaan 329 Rijswijk
Onderwerp Document Revisie Datum Status	CFD Windklimaat onderzoek P22521466e500 0 28 januari 2022 Definitief
Opdrachtgever	VanWonen Elsenlaan Rijswijk B.V. Postbus 756 8000 AT Zwolle
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

1	INLEIDING	3
1.1	Beoordelingsmethodiek	4
2	UITGANGSPUNTEN EN AANNAMEN	5
2.1	Geometrie	5
2.2	Burgenmeester Elsenlaan 329	6
2.3	Omgeving	8
2.4	Weerdata	9
2.5	Windprofiel	10
2.6	CFD-modellering	11
3	RESULTATEN VAN DE SIMULATIES	12
3.1	Windhinder	12
3.2	Windgevaar	15
3.3	Aanbevelingen	17
4	CONCLUSIE	20
4.1	Windhinder	20
4.2	Windgevaar	20
4.3	Aanbevelingen	21
5	VERWIJZINGEN	22

1 Inleiding

Op verzoek van VanWonen Elsenlaan Rijswijk B.V. is een windklimaat onderzoek uitgevoerd voor de voorgestelde ontwikkeling aan de Burgenmeester Elsenlaan (BE) 329 in Rijswijk. De ontwikkeling betreft twee woongebouwen met in totaal vijf woontorens. De maximale hoogte van het gebouw is 70m hoog. De resterende vier torens hebben een hoogte tussen de 34m en 43m. BE329 maakt deel uit van het ontwikkelingsplan Havenkwartier. Hierbij wordt het havengebied van Rijswijk her ontwikkeld.

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 classificatie 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) drempelwaarde van 5 m/s naar verwachting wordt overschreden. Deze waardering is weergegeven in Tabel 1 met in groen 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
> 0,30	Gevaarlijk

Tabel 2: Kwalificatie tabel windgevaar conform NEN8100.

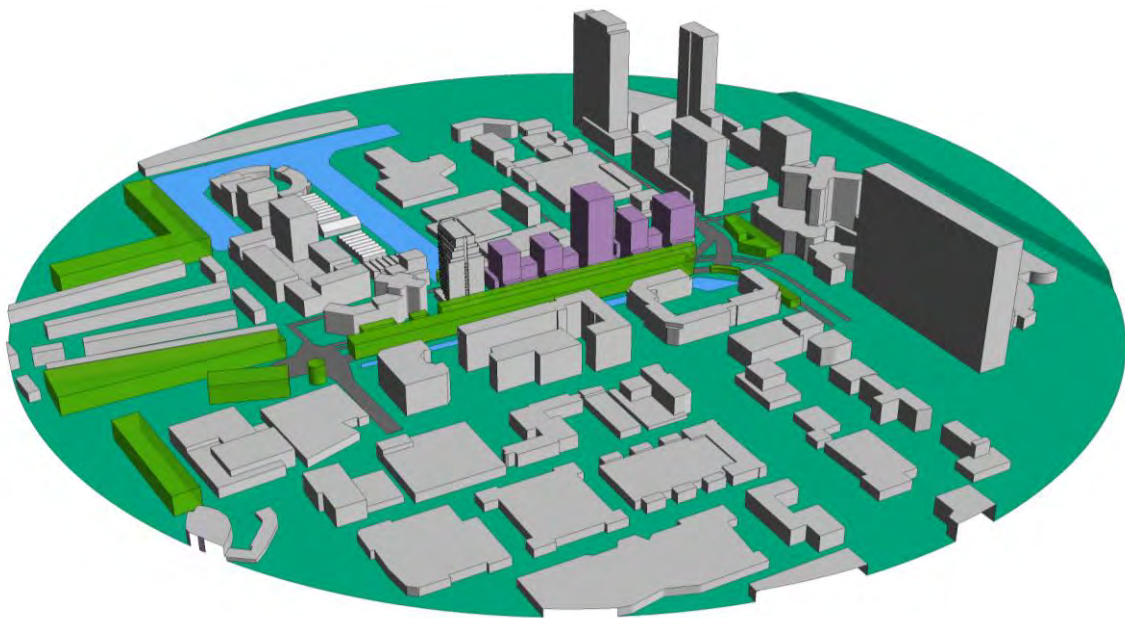
2 Uitgangspunten en aannamen

2.1 Geometrie

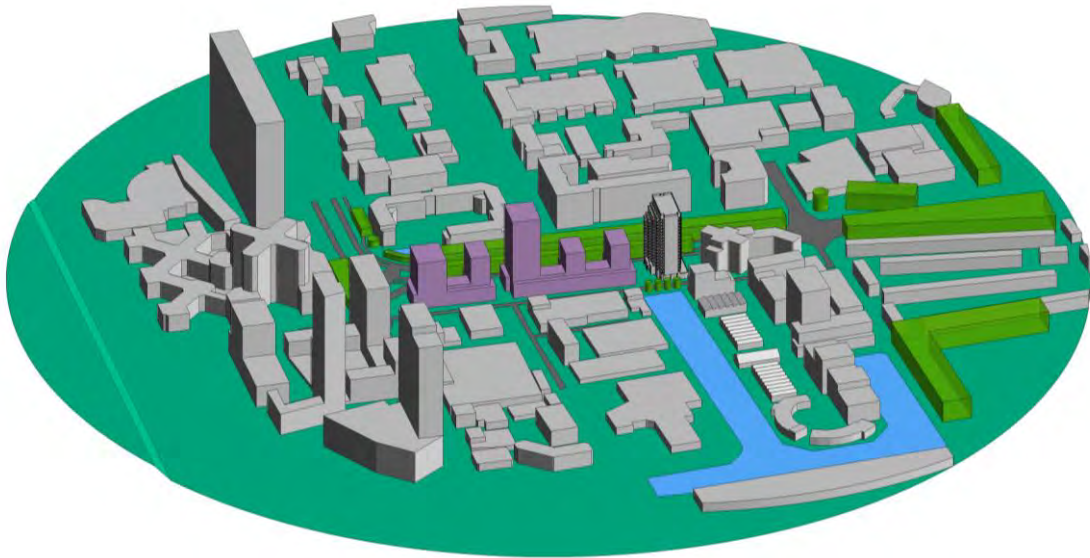
Het 3-dimensionale CFD-model is gebaseerd op het concept ontwerp van de ontwikkeling. Hierbij is gebruik gemaakt van de, door Kampman-Architecten, aangeleverde 3D tekeningen. Daarnaast zijn een aantal toekomstige ontwikkelingen toegevoegd om een beter beeld te verschaffen over de toekomstige omgeving.

De omgeving is geconstrueerd aan de hand van Google Earth Pro en CadMapper. De omgeving binnen een straal van 350m van de ontwikkeling is meegenomen. Hiervoor is gekozen om zo ook een deel van de hoog stedelijke bebouwing mee te kunnen nemen. Dit gebied ligt, in oost- tot zuidelijke richting, op een afstand van 300m.

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



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

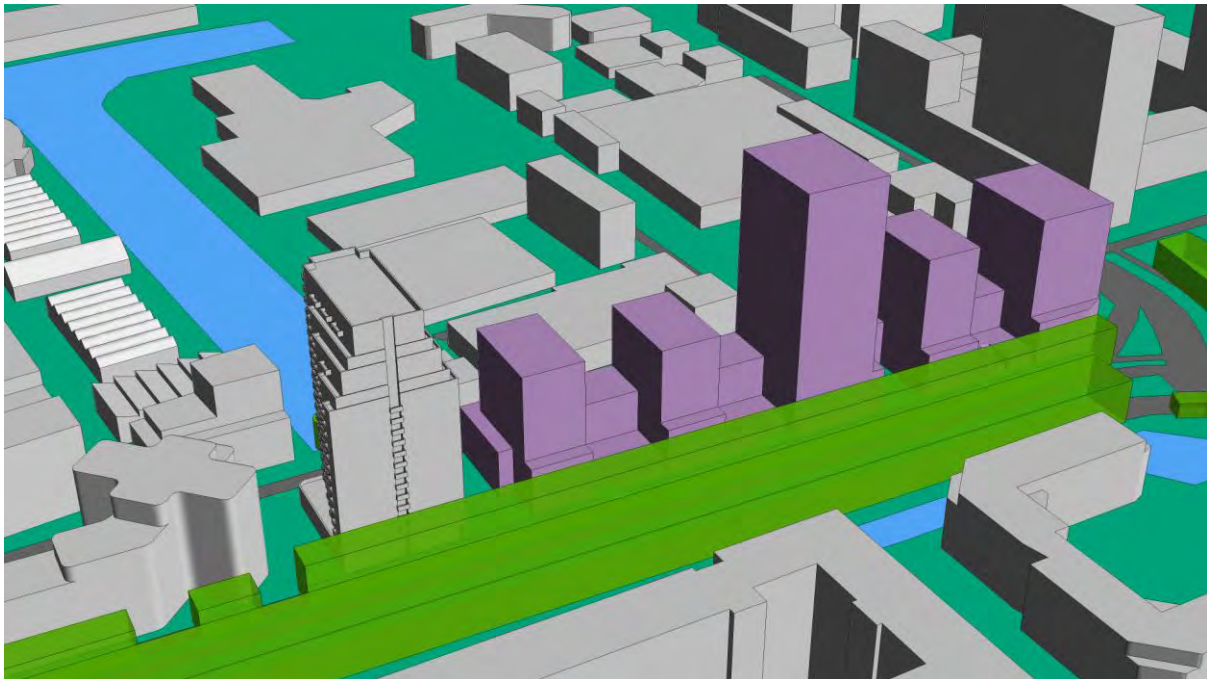


Figuur 2: 3D CFD-model, aanzicht vanuit noordoost.

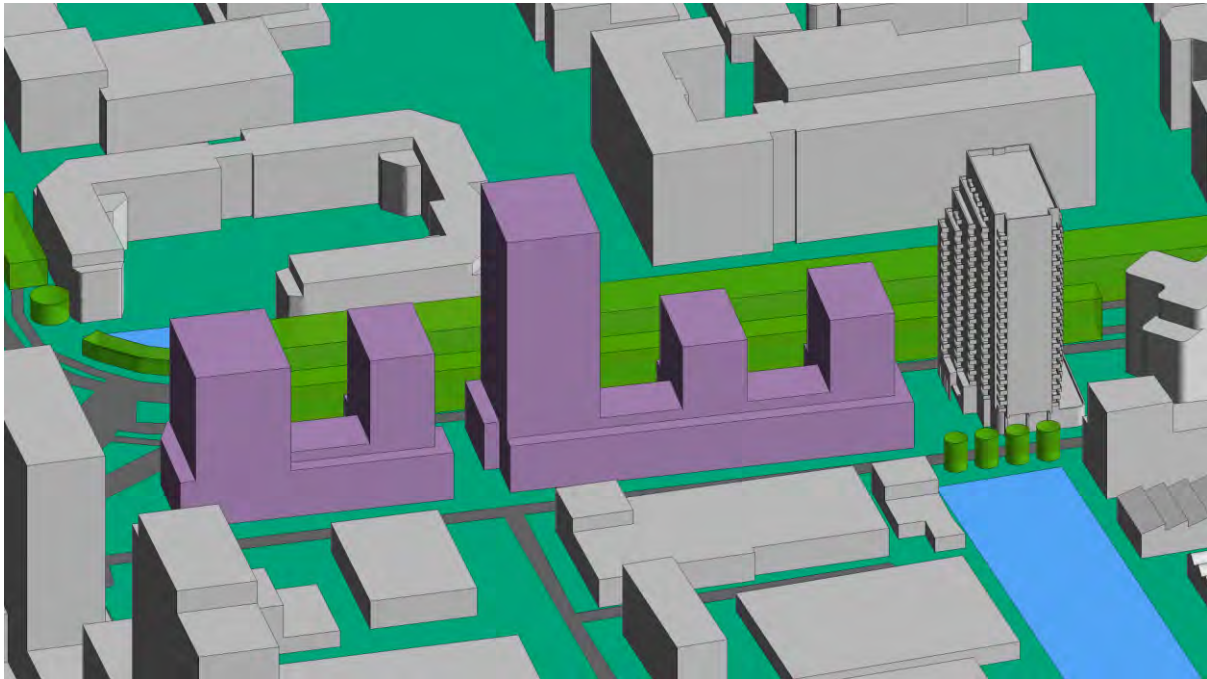
2.2 Burgenmeester Elsenlaan 329

Het voorgestelde bouwplan betreft twee woongebouwen met in totaal vijf woontorens. De maximale hoogte van het gebouw is 70m hoog. De resterende vier torens hebben een hoogte tussen de 34m en 43m. Tussen de twee woongebouwen in is een doorgang van circa 10.5m, de andere torens zijn tot 16.5m hoog met elkaar verbonden. In het model is ook de voorgestelde ontwikkeling aan de Burgemeester Elsenlaan 325 meegenomen.

Figuur 3 en Figuur 4 geven het betreffende ontwikkelingsplan in detail weer.



Figuur 3: 3D CFD-model Havenkwartier, eerste detail aanzicht BE329.



Figuur 4: 3D CFD-model Havenkwartier, tweede detail aanzicht BE329.

2.3 Omgeving

Het plangebied voor de twee ontwikkelingen is gelegen tussen de Burgenmeester Elsenlaan en de Koopmansstraat. Langs beide wegen zijn wandel- en fietspaden gelegen. Alle paden rondom de ontwikkeling hebben een doorloop functie.

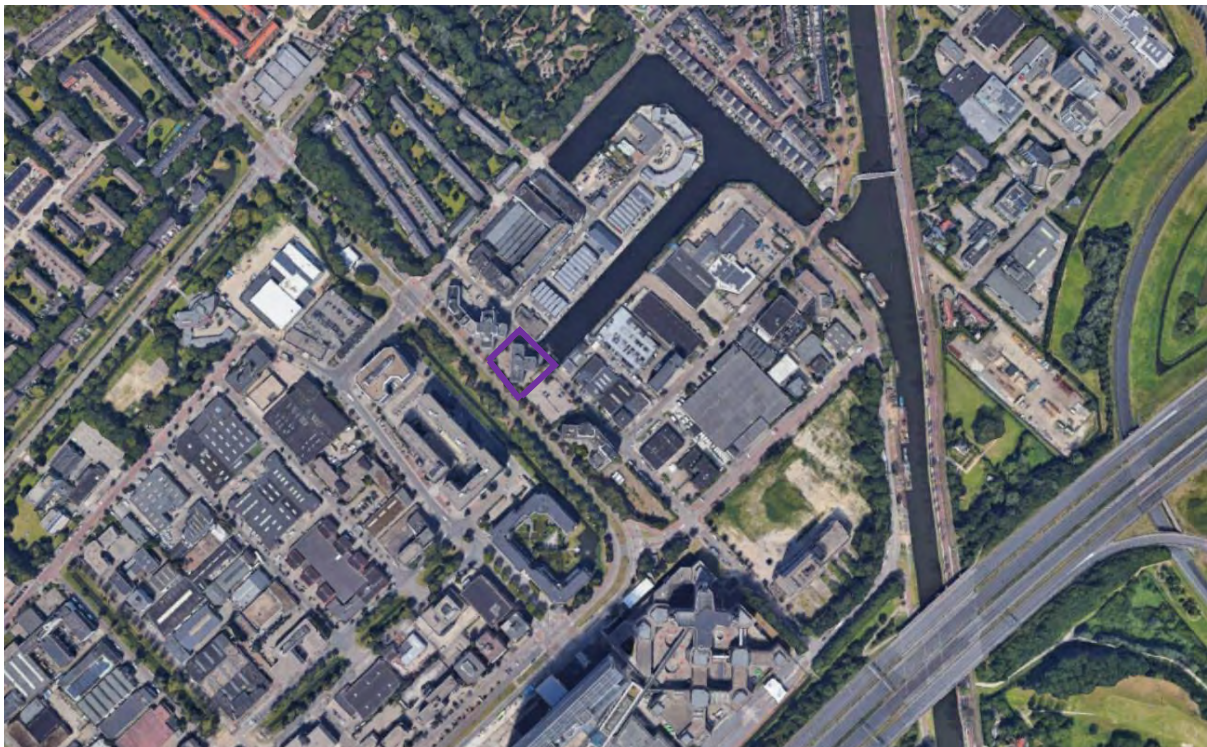
Het plan ligt in stedelijk gebied. Aan de rand van het ontwikkelingsgebied zijn verschillende hoogstedelijke bebouwen gesitueerd. Deze hebben een hoogte tussen de 100m en 125m. De afstand tot deze gebouwen is groot, maar zullen wel effect hebben op het aanstromen van de wind op de ontwikkeling. Vooral het gebouw van het Europees patent office (EPO), wat in één van de meest voorkomende windrichtingen staat, verandert de aanstroming tot de twee ontwikkelingen.

De omliggende gebouwen in windrichting zuid tot west zijn al bestaande gebouwen. Deze gebouwen hebben een hoogte tussen de 25m en 32m. De afstand tot de gebouwen in zuidelijke richting is redelijk groot doordat de Burgenmeester Elsenlaan ertussen ligt.

Voor de overige windrichtingen is het gebouw omgeven door stedelijk gebied, bestaande uit woonwijken en kantoorcomplexen. Hierin is nog één toren van 50m aanwezig, maar verder zijn de gebouwen niet hoger dan 20m.

De Burgenmeester Elsenlaan is een zeer groene laan. De bomen die hierlangs staan hebben een hoogte van circa 16m. Aan de Koopmansstraat, bij het water, staan 4 bomen met een hoogte van circa 11m. Deze bomen zijn meegenomen in het rekenmodel.

Een luchtfoto van het gebied is weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Luchtfoto locatie Havenkwartier, Rijswijk.

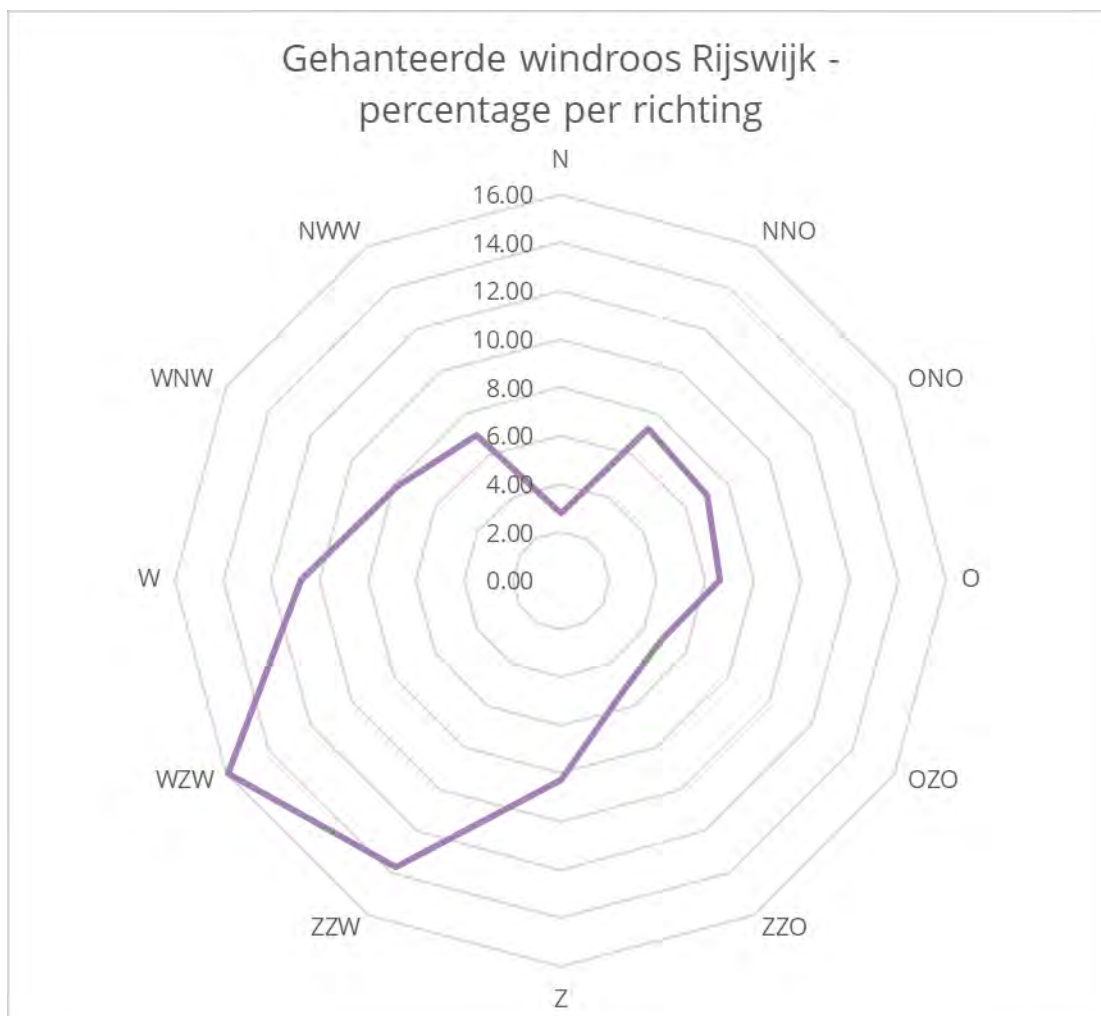
2.4 Weerdata

Voor de analyse is de weerdata van Rijswijk gebruikt over de jaren 09-2001 t/m 09-2021. De data is samengesteld door MeteoBleu van verschillende weerstations in de buurt en met de omgevingsruwheid van Rijswijk.

De veel voorkomende windrichtingen vallen tussen zuidzuidwest tot en met westelijke richting. Samen vormen deze windrichtingen bijna 40% van het totale jaar.

Wind uit het westzuidwesten komt het vaakst voor. Dit komt doordat Rijswijk dichtbij de kust van Nederland ligt.

De gehanteerde windroos is weergegeven in Figuur 6

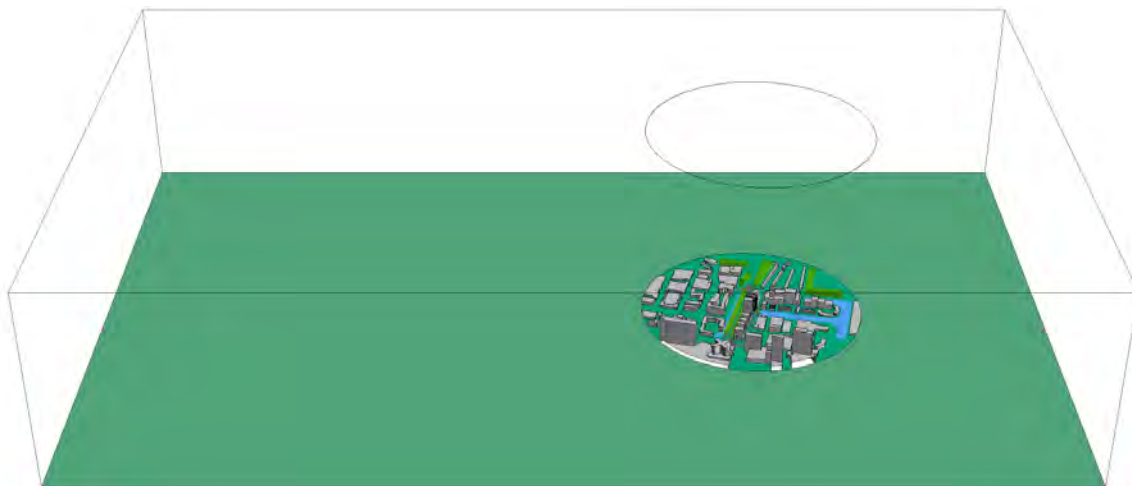


Figuur 6: Gehanteerde windroos.

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 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]

2.6 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 25 m in het vrije volume
Aantal cellen	75 miljoen
Simulatie type	Steady state
Convergentie criteria	RMS maximaal $1 \cdot 10^{-4}$
Tijdstap	1 s
Aantal iteraties	500
Fluide	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

3.1 Windhinder

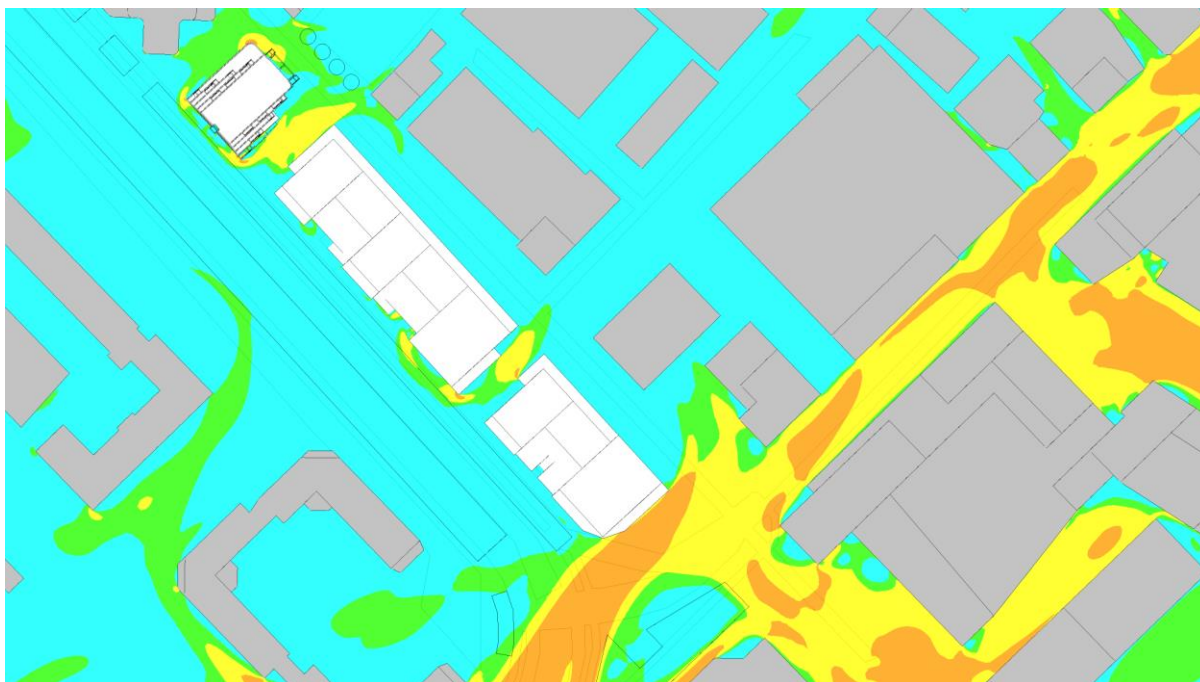
Het ontwikkelingsplan ligt in stedelijk gebied. Aan elke zijde van het complex is bebouwing gelegen. De hoogte van de ontwikkeling is, buiten de toren van BE325, minimaal twee keer zo hoog als de directe omgeving. Wanneer een gebouw aangestroomd wordt door wind, stroomt 2/3 van de hoogte naar beneden, 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.

Zoals in Figuur 8 en Figuur 9 getoond wordt rondom de ontwikkeling grotendeels voldaan aan de kwaliteitsklasse voor doorlopen. Figuur 10 toont een 3D aanzicht met daarin de resultaten gepresenteerd.

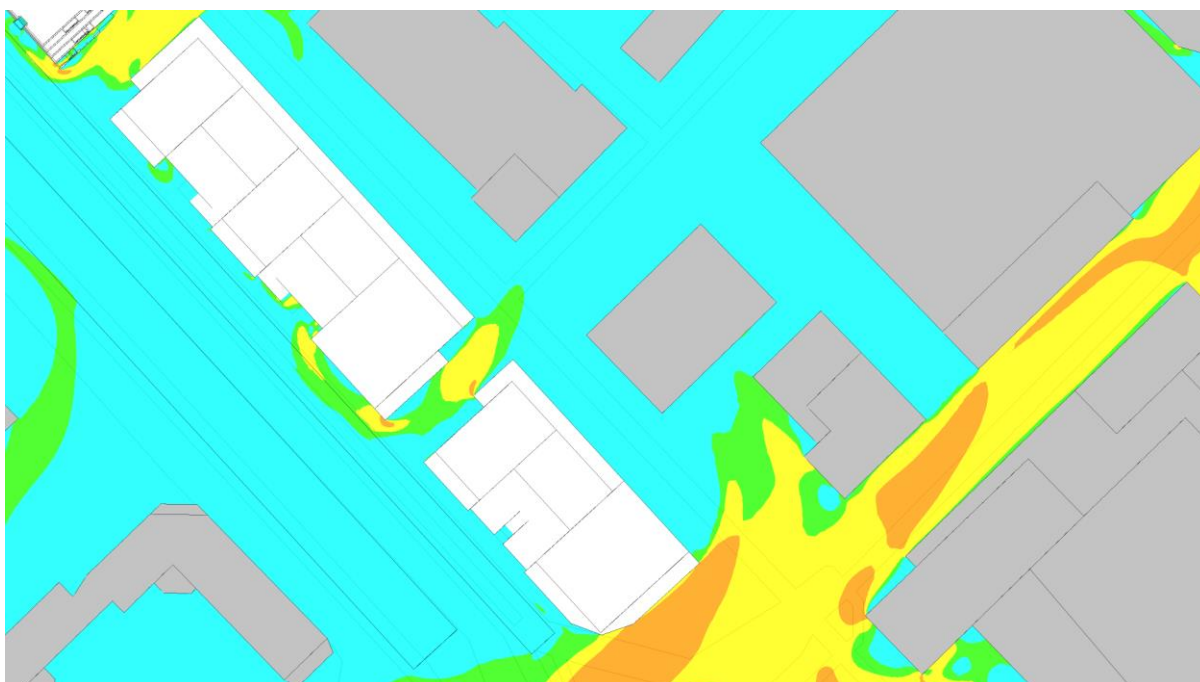
In de doorgang tussen BE325 en BE329, treden twee kleine windhinder gebieden op waarvan één veroorzaakt door BE329. De vlakke gevel aan de zuid en oostzijde van de doorgang zorgen voor een downwash die langs de hoeken van het gebouw ontsluiten.

Aan de zuidoostzijde (Limpergstraat) van het gebouw treedt een groot gebied op met windhinder. Dit gebied wordt veroorzaakt door de downwash van het European Patent Office (EPO), de wind stroomt daarna verder over de Patentlaan. Door de oriëntatie van EPO treedt dit op bij de meest voorkomende windrichtingen, hierdoor treedt deze windversnelling op straatniveau veel op. BE329 heeft een gering effect op de optredende windhinder naast het gebouw.

Aanbevelingen om het windklimaat tussen de twee gebouwen te verbeteren worden besproken in hoofdstuk 3.3.

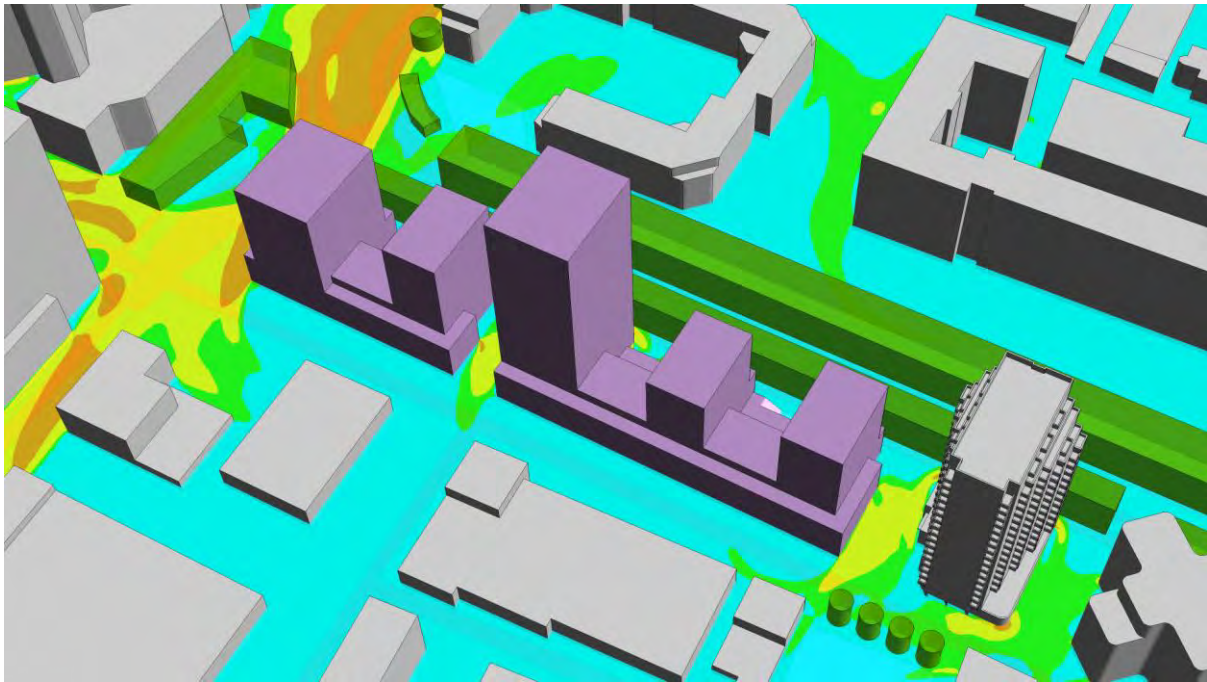


Figuur 8: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie.



Figuur 9: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie, detail aanzicht.

Activiteit
Langdurig zitten
Slenteren
Doorlopen
Oncomfortabel



Figuur 10: 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 11 en Figuur 12 tonen dat er door het complex verschillende gebieden ontstaan waar windgevaar optreedt. Figuur 13 toont een 3D aanzicht van de ontwikkeling met het windklimaat.

Aan de noordwestzijde van het gebouw zijn twee hoeken waar zeer lokaal windgevaar optreedt. Het gebied bij de inkeping van het gebouw ligt buiten het wandelgebied en wordt daarmee niet meegenomen in de beoordeling en worden geen aanbevelingen voor gedaan.

Het windgevaar in de doorgang tussen BE325 en BE329 wordt veroorzaakt door de wind die tegen de noordwestgevel van aanstroomt van BE329. De wind stroomt met een downwash tot de grond en ontsluit lang de hoek van het uitstekende volume. In hoofdstuk 3.3 zijn aanbevelingen gegeven die dit gebied met windgevaar voorkomt.

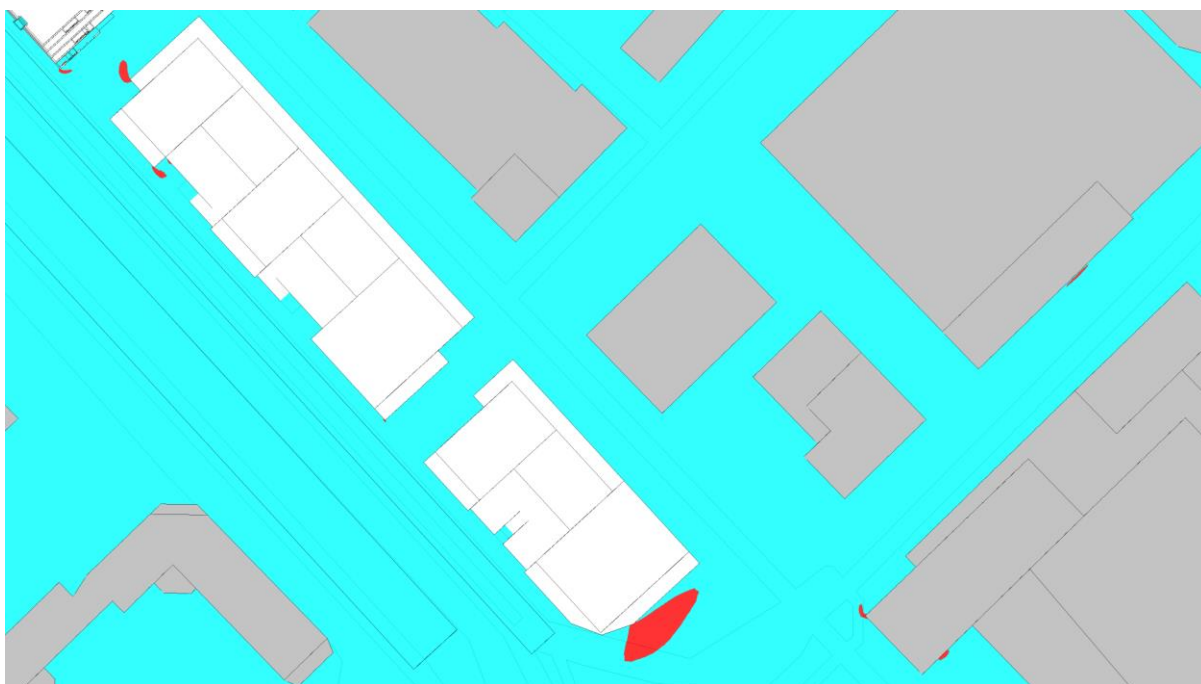
Het optredende windgevaar aan de zuidoostzijde van BE329 wordt veroorzaakt door het EPO gebouw. Voor de veelvoorkomende windrichtingen veroorzaakt het EPO gebouw een downwash die op straatniveau over de patentlaan verder stroomt.

Aanbevelingen om het windklimaat tussen de twee gebouwen te verbeteren worden besproken in hoofdstuk 3.3.

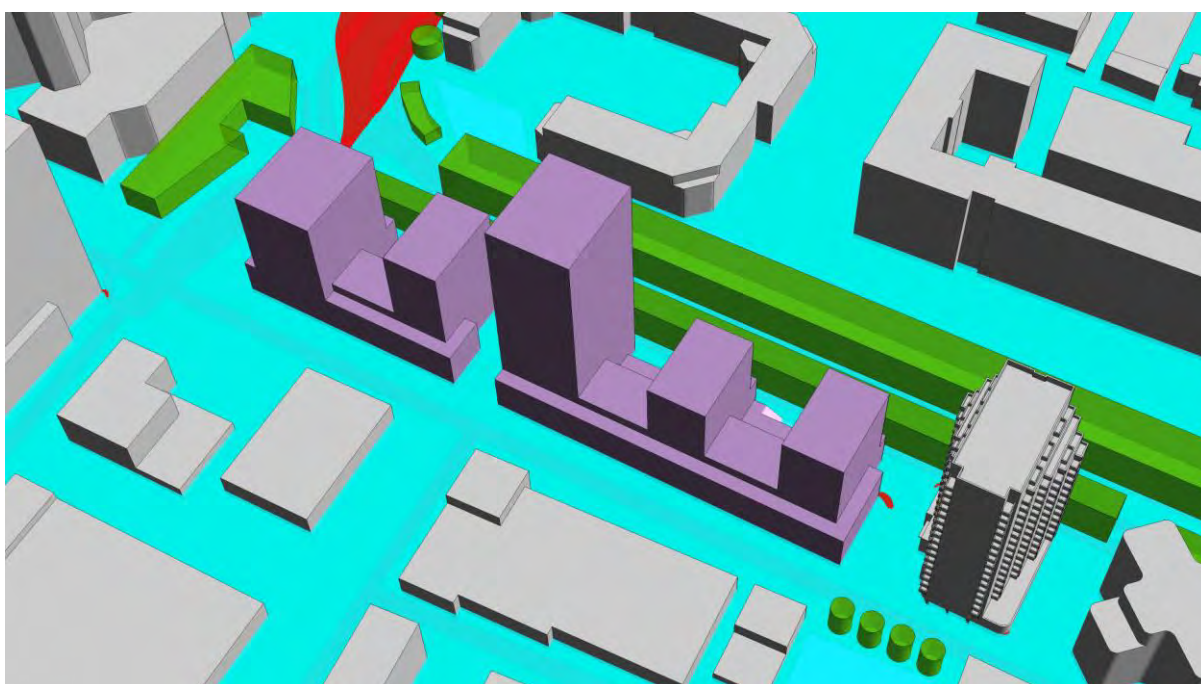


Kwalificatie
Geen risico
Gevaarlijk

Figuur 11: Percentage windgevaar per jaar rondom BE329



Figuur 12: Percentage windgevaar per jaar rondom BE329, detail aanzicht.



Figuur 13: Percentage windgevaar per jaar rondom BE329, 3D aanzicht

Kwalificatie
Geen risico
Gevaarlijk

3.3 Aanbevelingen

Voor het gebied met windgevaar in de doorgang tussen BE325 en BE329 aan de zuidwestzijde van BE329 wordt aanbevolen een arcade en een luifel te voorzien. Met een arcade wordt bedoelt dat de onderste laag van het uitstekende blok wordt weggehaald waardoor een onderdoorgang bestaat. Verder wordt het aanbevolen een luifel te zien voor de resterende lengte van de gevel. Een impressie als geïmplementeerd in het CFD model is te zien in Figuur 13.

Voor het gebied met windhinder en windgevaar ten zuidoosten van de ontwikkeling (op de Limpergstraat) wordt voorgesteld om begroeiing te voorzien. Met verschillende bomen en struiken kan de wind die aanstroomt over de Patentlaan worden gedempt. Hierdoor neemt de snelheid van de wind af. Figuur 15 laat de voorgestelde bomen zien.

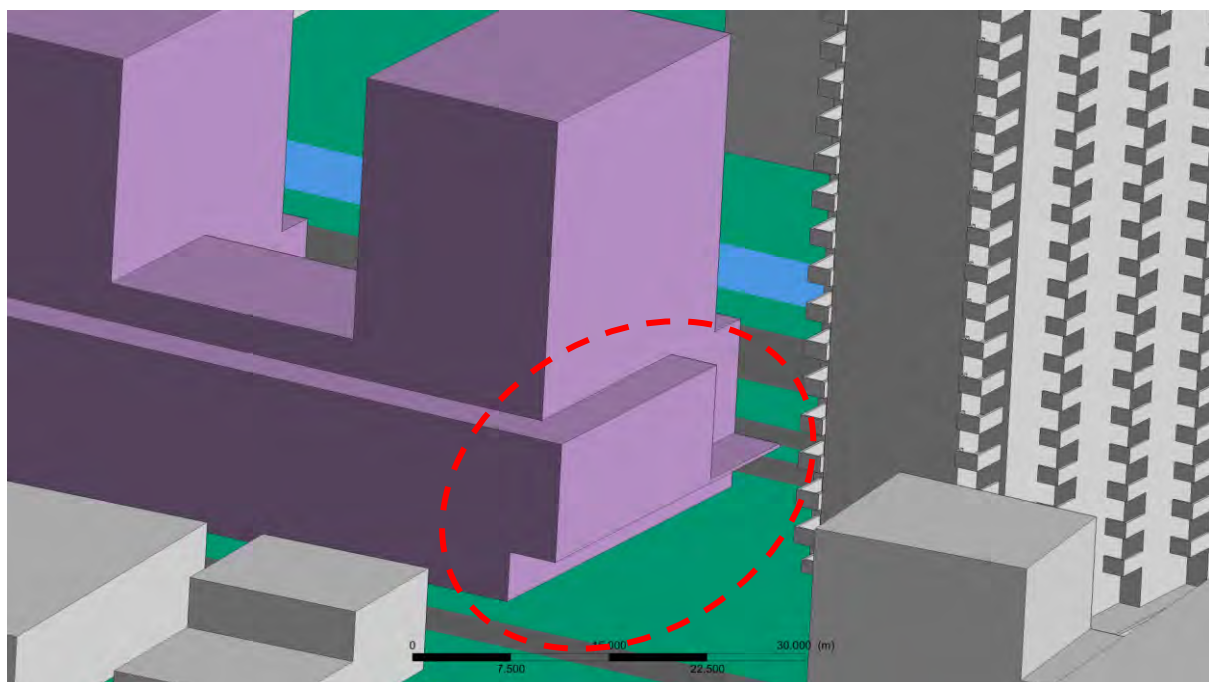
Figuur 16 is het resultaat ten aanzien van windhinder getoond bij het doorvoeren van de voorgestelde aanpassingen aan BE329.

Activiteit
Langdurig zitten
Slenteren
Doorlopen
Oncomfortabel

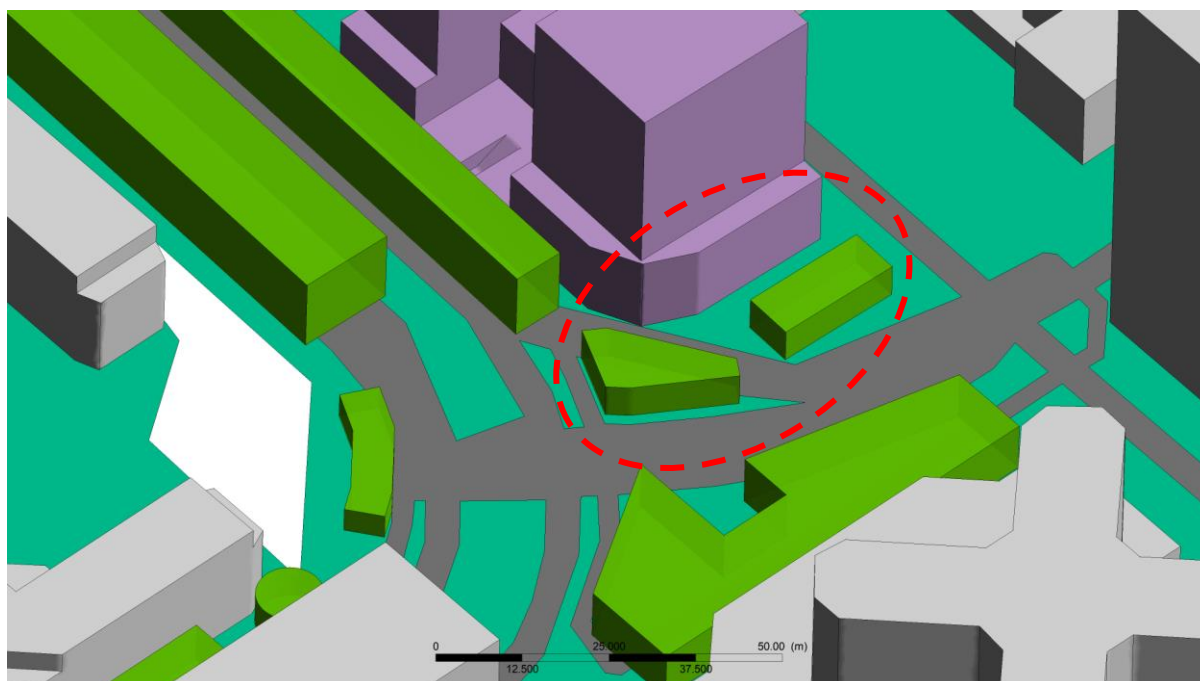
Figuur 17 het resultaat ten aanzien van windgevaar getoond bij het doorvoeren van de voorgestelde aanpassingen aan BE329.

Indien de aanbevolen aanpassingen doorgevoerd worden treedt er geen windgevaar meer op aan de noord- en zuidzijde van

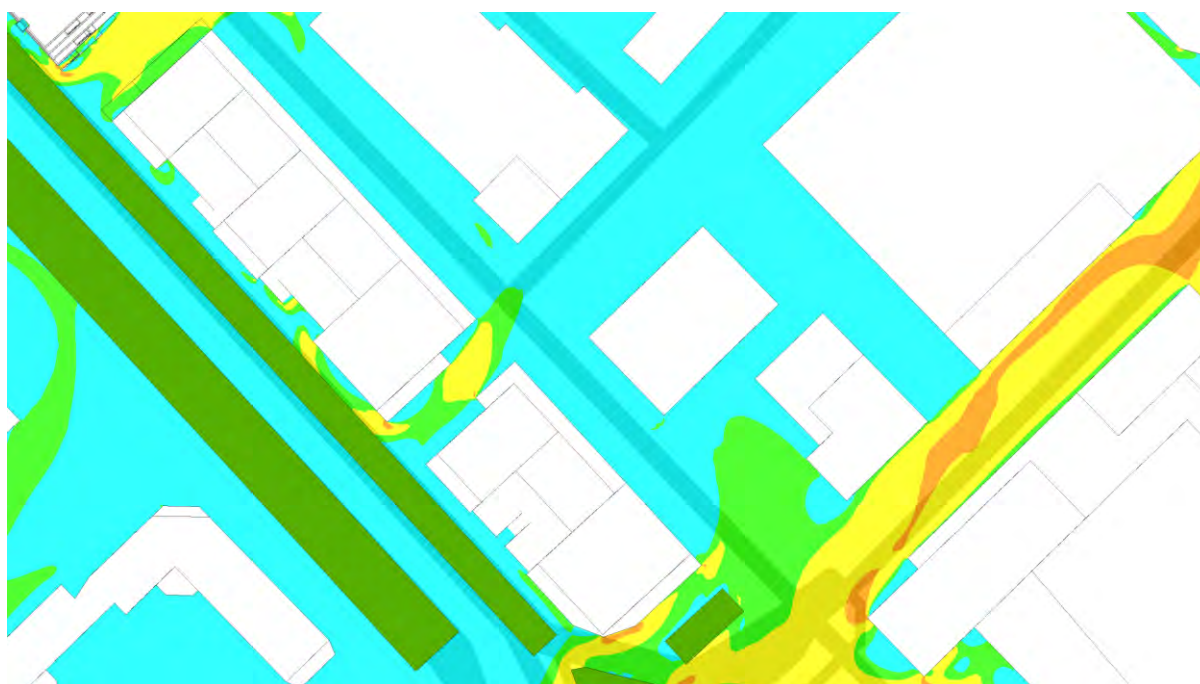
BE329.



Figuur 14: Toegevoegde arcade en luifel bij BE329, 3D aanzicht



Figuur 15: Toegevoegde bomen oostzijde van BE329, 3D aanzicht



Figuur 16: Windhinder na toevoegen van aanbevelingen BE329, 3D aanzicht

Activiteit
Langdurig zitten
Slenteren
Doorlopen
Oncomfortabel



Figuur 17: Windgevaar na toevoegen aanbevelingen BE329, 3D aanzicht

Kwalificatie
Geen risico
Gevaarlijk

4 Conclusie

Op verzoek van VanWonen Elsenlaan Rijswijk B.V. is een windklimaat onderzoek uitgevoerd voor de voorgestelde ontwikkeling aan de Burgenmeester Elsenlaan (BE) 329 in Rijswijk. De ontwikkeling betreft twee woongebouwen met in totaal vijf woontorens. De maximale hoogte van het gebouw is 70m hoog. De resterende vier torens hebben een hoogte tussen de 34m en 43m. BE329 maakt deel uit van het ontwikkelingsplan Havenkwartier. Hierbij wordt het havengebied van Rijswijk her ontwikkeld. Meerdere toekomstige bouwplannen zijn toegevoegd aan het model om beter inzicht te geven in het toekomstige windklimaat.

De ontwikkeling is gelegen in stedelijk gebied en ligt tussen de Burgenmeester Elsenlaan en de Koopmansstraat in. Langs deze straten zijn wandel- en fietspaden gelegen. Daarnaast worden deze paden verbonden met een wandelpad dat langs de entree van de ontwikkeling.

4.1 Windhinder

De geaccepteerde functie rondom de ontwikkeling is doorlopen. De doorloop functie wordt voor een groot gedeelte rondom de gebouwen behaald. In de doorgang tussen BE325 en BE329, treden twee kleine windhinder gebieden op waarvan één veroorzaakt door BE329. De vlakke gevel aan de zuid en oostzijde van de doorgang zorgen voor een downwash die langs de hoeken van het gebouw ontsluiten.

Aan de zuidoostzijde (Limpergstraat) van het gebouw treedt een groter gebied met windhinder. Dit wordt veroorzaakt door de wind die tegen het European Patent Office (EPO) door het EPO gebouw. Voor de veelvoorkomende windrichtingen veroorzaakt het EPO gebouw een downwash die op straatniveau over de patentlaan verder stroomt.

Rondom de ontwikkelingen wordt niet overal voldaan aan het beoogde windklimaat. Er zijn aanbevelingen gedaan om het windklimaat te verbeteren. Het resultaat hiervan is te vinden in 4.3.

4.2 Windgevaar

Aan de noordwestzijde van het gebouw zijn twee hoeken waar zeer lokaal windgevaar optreedt. Het gebied bij de inkeping van het gebouw ligt buiten het wandelgebied en wordt daarmee niet meegenomen in de beoordeling en worden geen aanbevelingen voor gedaan.

Het windgevaar in de doorgang tussen BE325 en BE329 wordt veroorzaakt door de wind die tegen de noordwestgevel van aanstroomt van BE329

Het optredende windgevaar aan de zuidoostzijde (Limpergstraat) van BE329 wordt veroorzaakt door het EPO gebouw. Voor de veelvoorkomende windrichtingen veroorzaakt het EPO gebouw een downwash die op straatniveau over de patentlaan verder stroomt.

Rondom de ontwikkelingen treedt windgevaar op. Er zijn aanbevelingen gedaan om het windklimaat te verbeteren. Het resultaat hiervan is te vinden in 4.3.

4.3 Aanbevelingen

Voor het gebied met windgevaar in de doorgang tussen BE325 en BE329 wordt geadviseerd een arcade en luifel te plaatsen. Hiermee wordt het windgevaar weggenomen.

Voor het gebied met windhinder en windgevaar ten zuidoosten van de ontwikkeling (op de Limpergstraat) wordt voorgesteld om begroeiing te voorzien. Met verschillende bomen en struiken kan de wind die aanstroomt over de Patentlaan worden gedempt. Het gebied met windgevaar is hiermee verdwenen.

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.