

CFD Windklimaat onderzoek

Kop van de Handelskade

Deventer

P24421497e301

28 september 2022

Revisie 1

Project Locatie	Ontwikkeling Kop van de Handelskade Deventer
Onderwerp Document Revisie Datum Status	CFD Windklimaat onderzoek P24421497e301 1 28 september 2022 Definitief
Opdrachtgever	Explorius Vastgoedontwikkeling Molendijk Noord 90a 7460 AB Rijssen
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	Omgeving	8
2.3	Weerdata	10
2.4	Windprofiel	11
2.5	CFD-modellering	12
3	RESULTATEN VAN DE SIMULATIES	13
3.1	Windhinder	13
3.2	Windgevaar	15
3.3	Optimalisatie onderzoek	16
4	CONCLUSIE	18
4.1	Windhinder	18
4.2	Windgevaar	18
4.3	Aanbevelingen	18
5	VERWIJZINGEN	19

1 Inleiding

Op verzoek van Explorius Vastgoedontwikkeling is een windklimaat onderzoek en optimalisatie onderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling Kop van de Handelskade gelegen aan de Handelskade en de Brinkgreverweg in Deventer. De toekomstige bebouwing bestaat uit 3 gebouwen; een kantoor (links), hoge woontoren (midden) en langgerekt woongebouw (rechts). De maximale bouwhoogte wordt 52m.

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 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.

Alle fiets- en wandelpaden rond de ontwikkeling hebben een doorloop activiteit. Om te voldoen aan deze activiteit mogen alle paden maximaal kwaliteitsklasse D hebben. Rondom entrees is een kwaliteitsklasse C vereist.

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

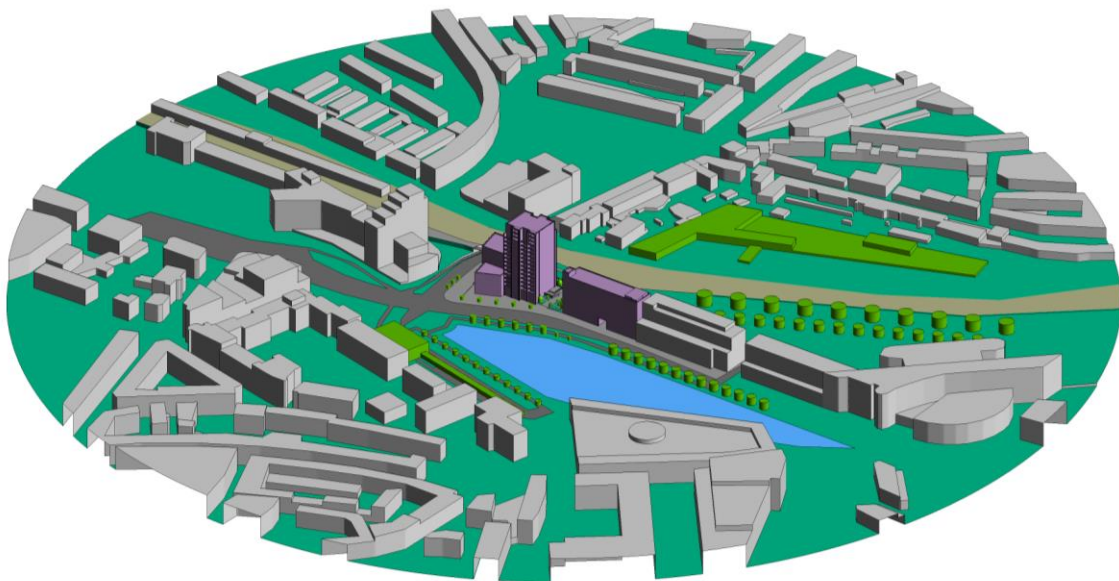
Het 3-dimensionale CFD-model is gebaseerd op het concept ontwerp van de ontwikkeling.

Het ontwikkelingsplan heeft een lengte van ongeveer 233m en is 160m breed. De maximale hoogte van het gebouw is 28m. De nieuwe bebouwing bestaat uit 3 gebouwen een kantoor (links), hoge woontoren (midden) en langgerekt woongebouw (rechts). De maximale bouwhoogte wordt 52m.

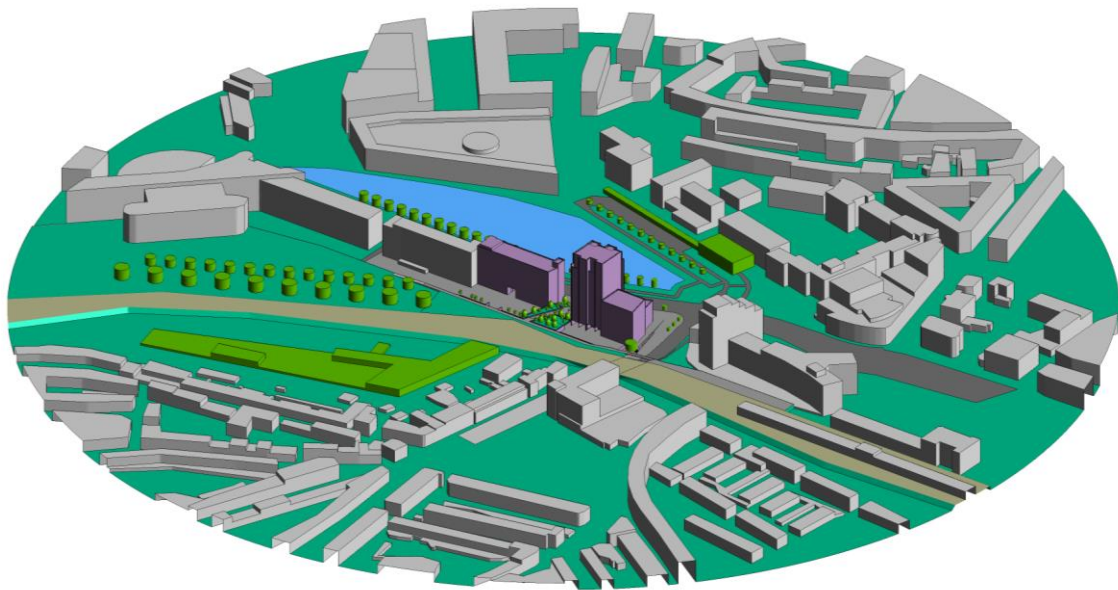
De omgeving is geconstrueerd aan de hand van Google Earth Pro en CadMapper. Hierin is de omgeving binnen een straal van 300m van de ontwikkeling meegenomen.

De huidige bomen in de omgeving en de geplande bomen voor het toekomstige bouwplan zijn meegenomen in het rekenmodel.

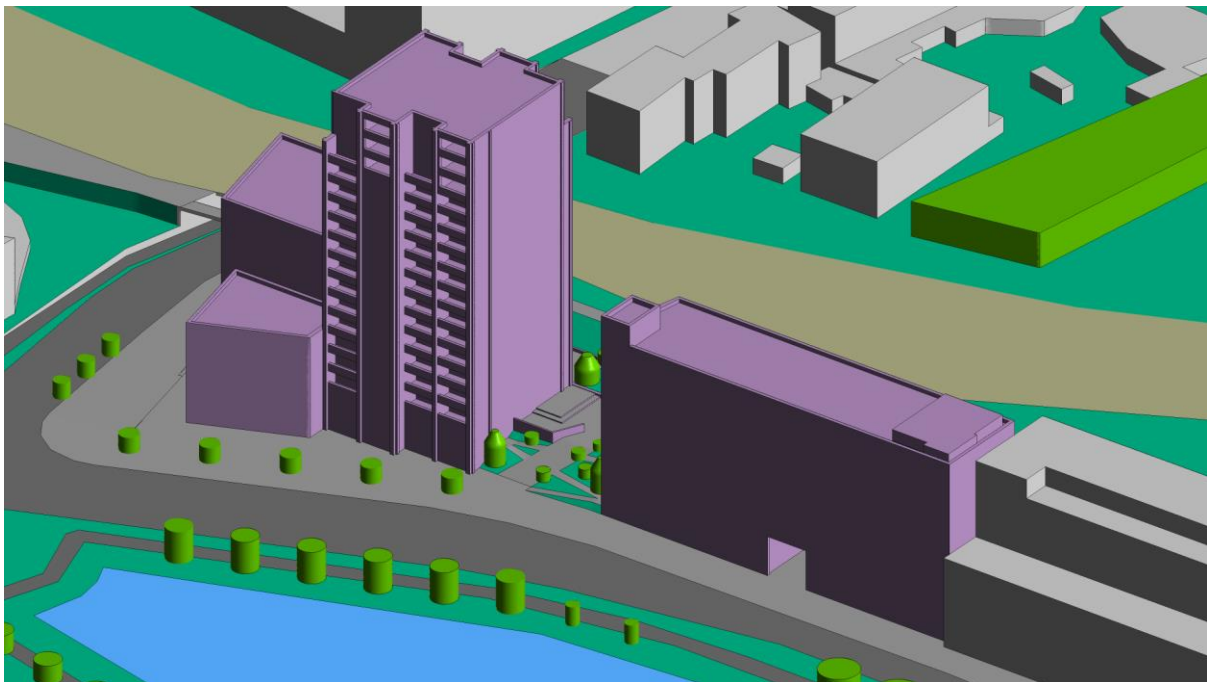
Figuur 1 en Figuur 2 tonen een overzicht van het volledige 3D simulatiemodel uit verschillende richtingen. Figuur 3 en Figuur 4 een detail van het betreffende ontwikkelingsplan.



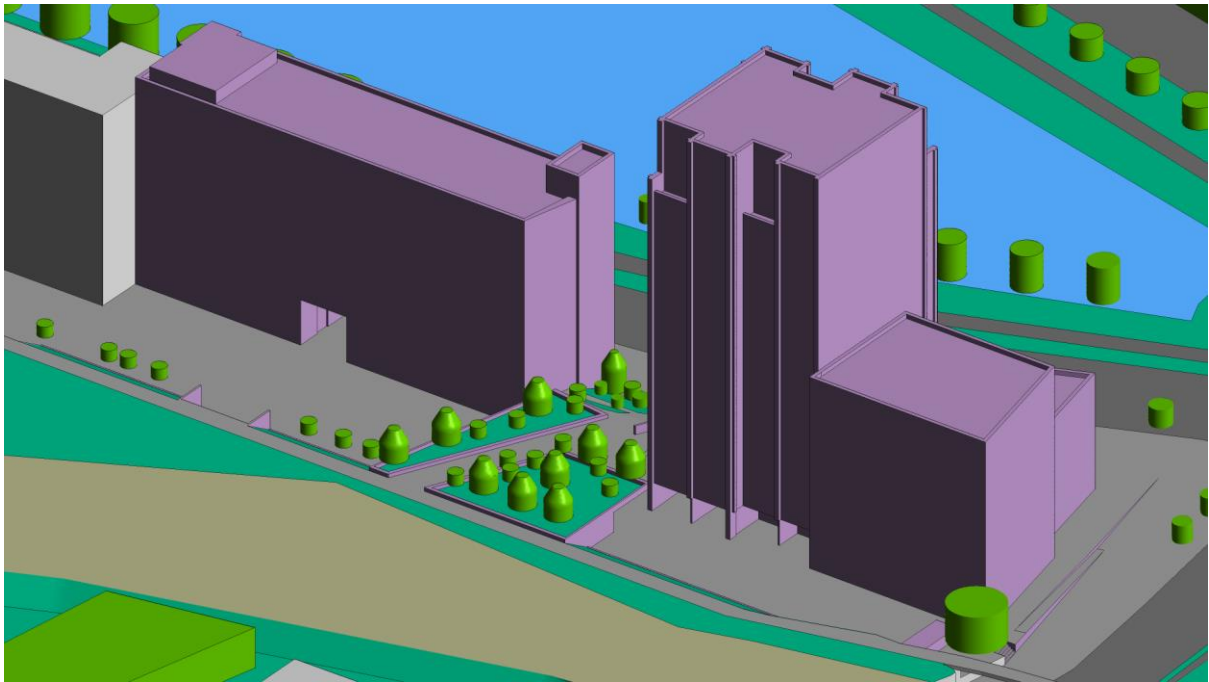
Figuur 1: 3D CFD model, aanzicht vanuit zuid.



Figuur 2: 3D CFD model, aanzicht vanuit noord.



Figuur 3: 3D CFD model Kop van de Handelskade, detail aanzicht 1.



Figuur 4: 3D CFD model Kop van de Handelskade, detail aangezicht 2.

2.2 Omgeving

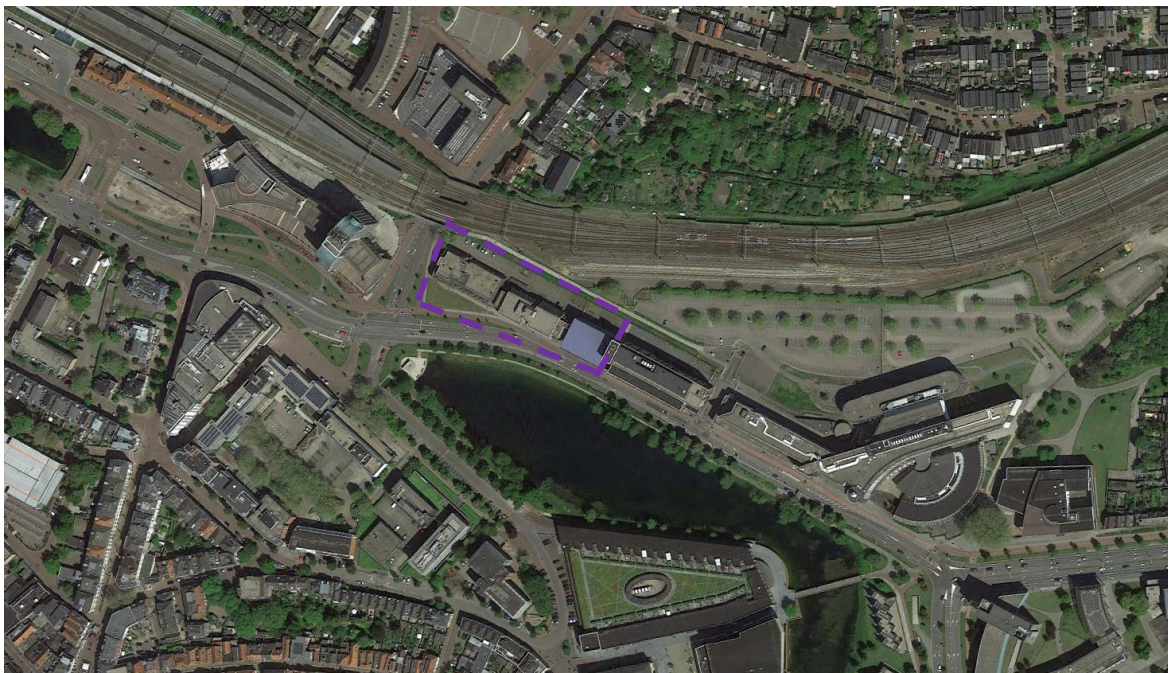
De ontwikkeling is omgeven door Handelskade, Brinkgreverweg en de spoorlijn in Deventer. De ligging van het plan is aangegeven op Figuur 5.

Langs de bovengenoemde wegen liggen verschillende wandel- en fietspaden. Tussen de twee gebouwen in ligt ook een wandelgebied. Aan de achterzijde, tussen de ontwikkeling en het spoor, is een parkeerplaats gesitueerd. Een deel van deze parkeerplaats loopt onder het wandelgebied door en is daardoor deels overdekt. De beoogde functie voor deze paden en parkeerplaatsen is doorlopen.

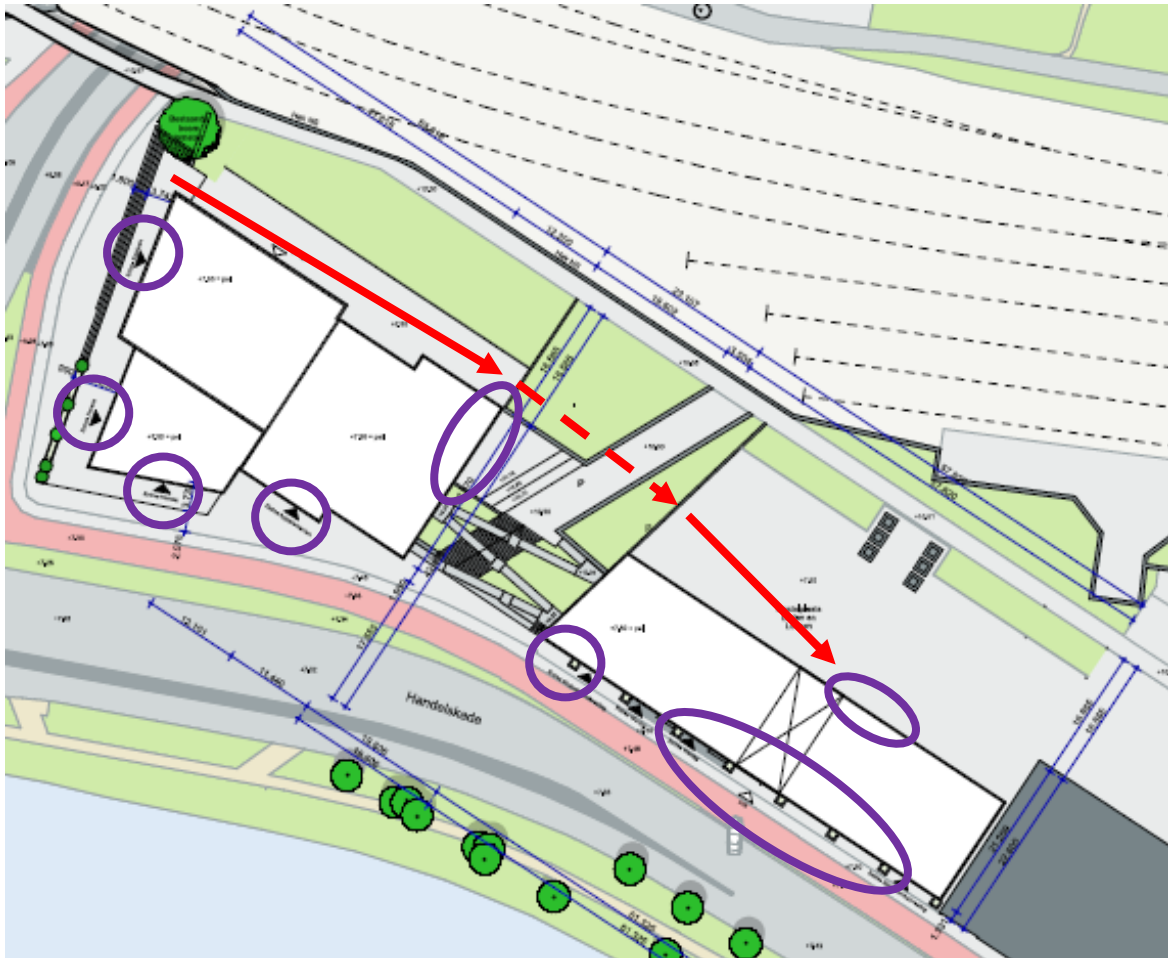
De ontwikkeling heeft op verschillende locaties entree gebieden. Alle entree locaties zijn weergegeven in Figuur 6. Voor deze gebieden geldt een slenter functie. Voor de ingang van de fietsruimte aan de oostzijde is een nieuwe aanrij route voorgesteld. Deze aanrijroute gaat niet via de onderdoorgang maar via de achterzijde van het gebouw langs. Hiermee valt de onderdoorgang buiten het toetsingsgebied omdat dit niet gebruikt dient te worden door voetgangers of fietsers.

De beoogde ontwikkeling is omgeven door bebouwing, een spoorlijn en verschillende wegen. Aan de oostzijde van, en aangrenzend aan de ontwikkeling, staat een kantorencomplex met een hoogte van 28m. Tegenover de aangrenzende Handelskade is water met daar omheen bomen gesitueerd. Verder is de bebouwing aan de zuidzijde van de ontwikkeling tussen de 15m en 20m hoog. Ten westen van de ontwikkeling staat een hoog gebouw van ongeveer 50m. Aan de noordzijde ligt een spoorlijn met daarachter voornamelijk woningen van ongeveer 3 á 4 woonlagen. Dit komt neer op een hoogte tussen de 9m en 12m

Vanuit de meest voorkomende windrichtingen, zuid tot westelijke richting, is de gemiddelde hoogte ongeveer 20m.



Figuur 5: Ligging ontwikkelingsplan aan de Handelskade, paarse gestippelde lijn, Google Maps.



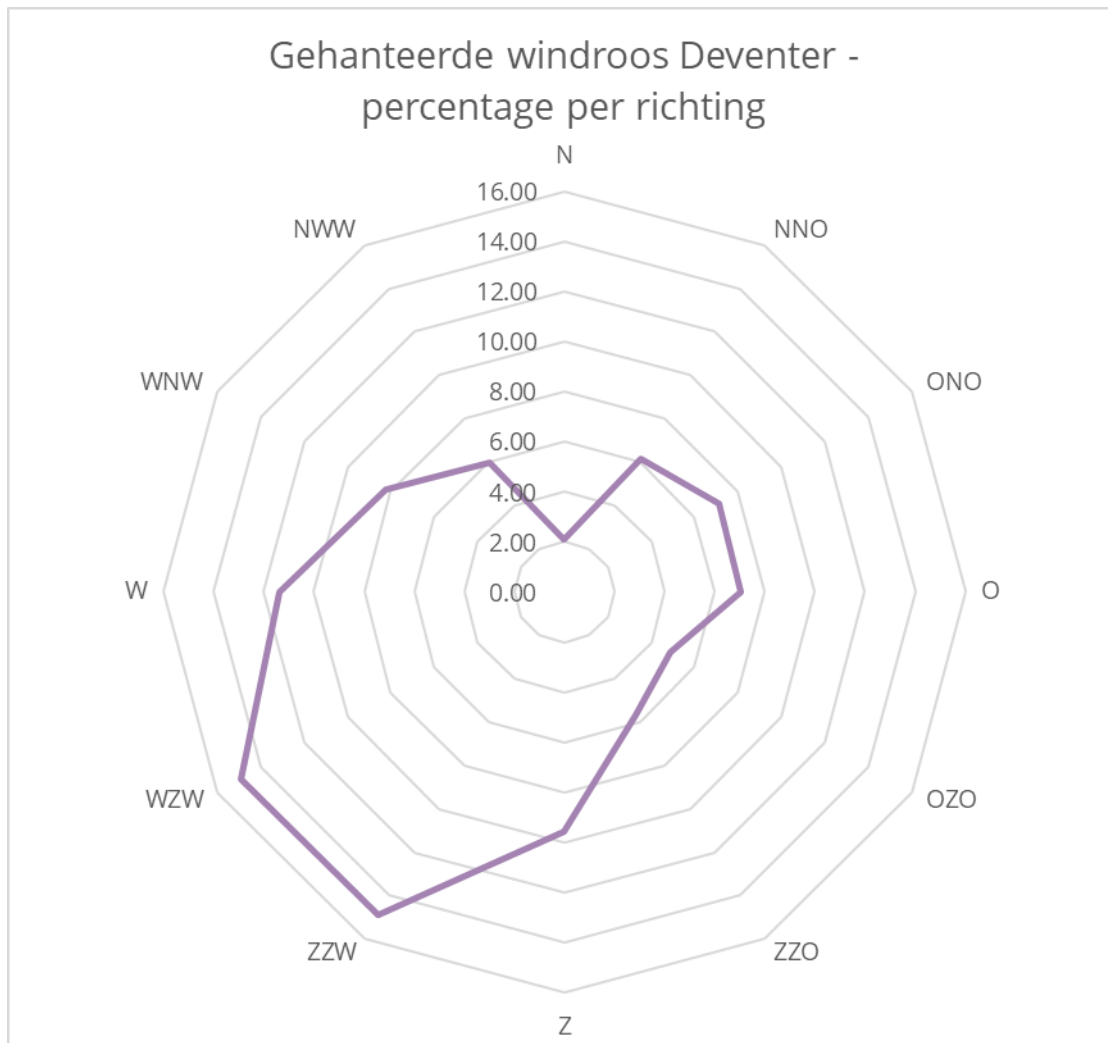
Figuur 6: Overzicht entree locaties en aanrijroute fietsers.

2.3 Weerdata

Voor de analyse is de weerdata van Deventer gebruikt over de jaren 12-2001 t/m 12-2021. De data is samen gesteld door MeteoBleu van verschillende weerstations in de buurt en met de omgevingsruwheid van Deventer.

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

De gehanteerde windroos is weergegeven in Figuur 7



Figuur 7: 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 8. De box kan gezien worden als een digitale windtunnel.



Figuur 8: 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 vloeistof 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	35,8 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 bijna elke zijde van het complex is bebouwing gelegen. Het hoogste gebouw binnen het ontwikkelingsplan is minimaal 2 keer hoger dan de gemiddelde hoogte van de 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.

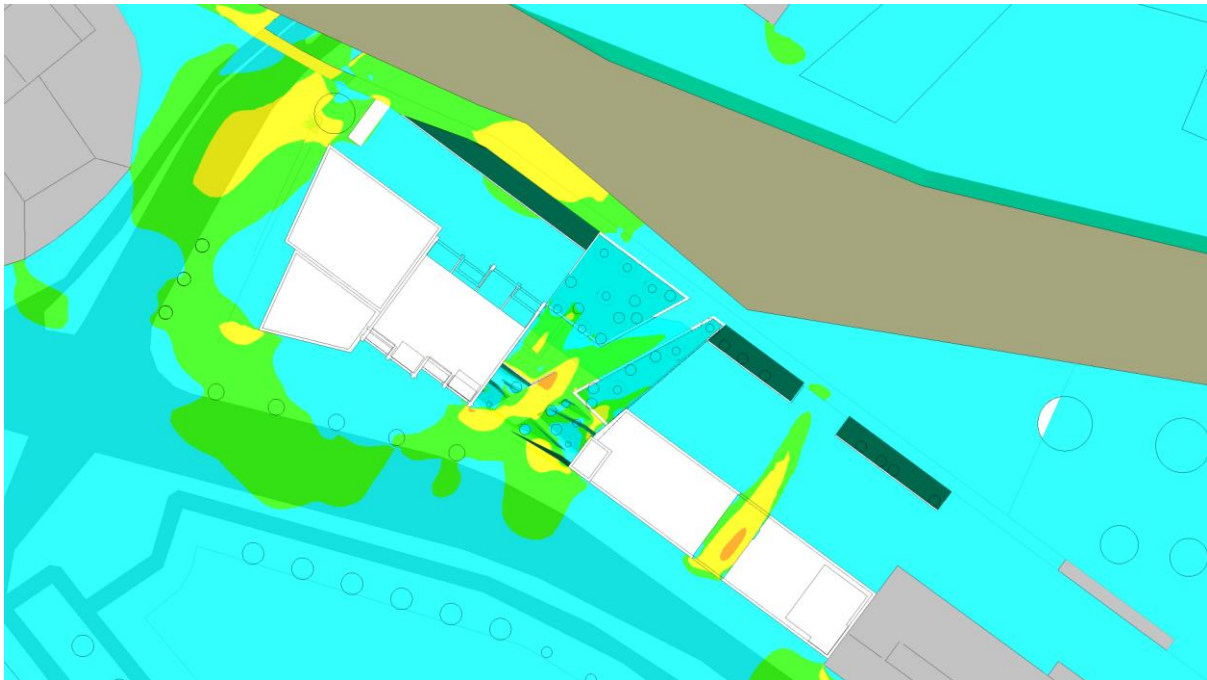
In Figuur 9 en Figuur 10 worden de kwaliteitsklassen rond het ontwikkelingsplan Kop van de Handelskade weergegeven. Op voetpaden geldt een doorlooptoefunctie en bij entrees geldt een slenterfunctie. Bij het overschrijven van deze functie wordt gesproken over windhinder.

Rond de ontwikkeling is een beperkt gebied waar windhinder optreedt. Dit gebied bevindt zich op het looppad tussen de twee gebouwen in. Doordat de wind, bij de meest voorkomende windrichtingen, tussen de twee gebouwen doorstroomt vinden hier windversnellingen plaats.

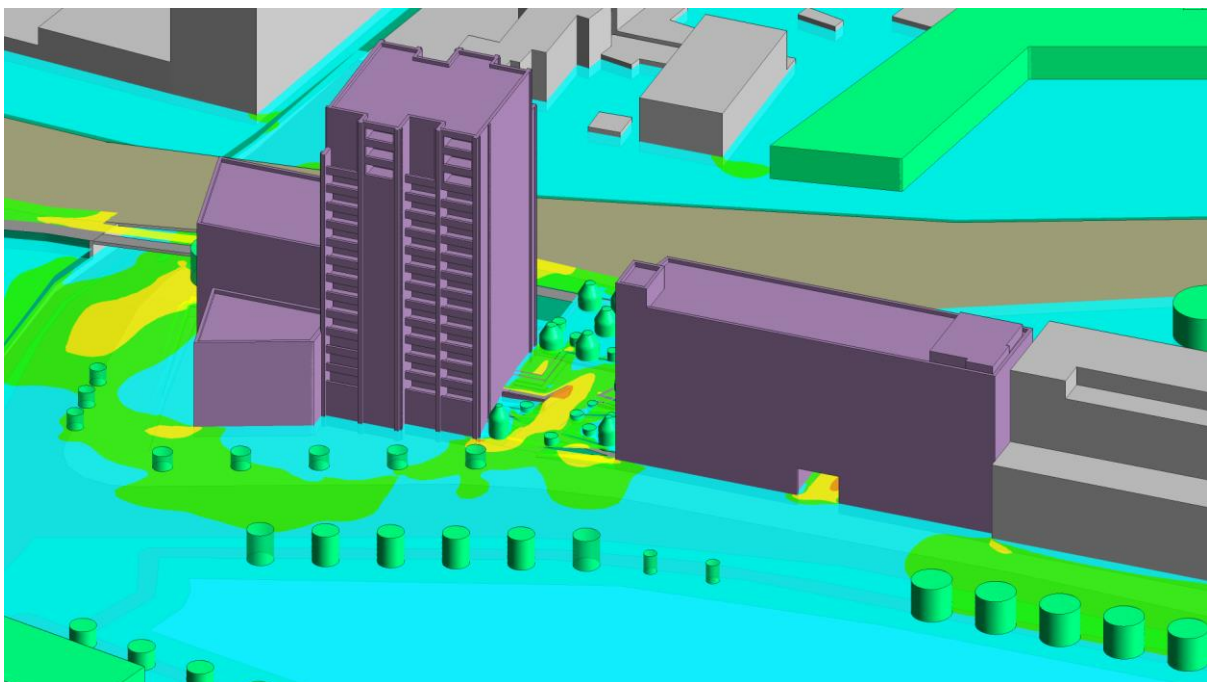
Naast deze locatie zijn er nog twee locaties die een oncomfortabel windklimaat hebben. Op de hoek van de 53m hoge toren is een klein gebied aanwezig. Gezien de grootte van het gebied kan dit verwaarloosd worden. Eventueel zou dit te voorkomen zijn door begroeiing te plaatsen in de vorm van hoge plantenbakken.

Het tweede gebied bevindt zich in de onderdoorgang van de ontwikkeling. Doordat het gebied op een locatie ligt die niet door voetgangers of fietsers gebruikt mag worden, valt dit buiten de beoordeling van de NEN8100.

De rest van de verschillende entrees, zoals genoemd in hoofdstuk 2.2, voldoen aan het beoogde windklimaat voor slenteren.



Figuur 9: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie.



Figuur 10: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie, 3D aanzicht

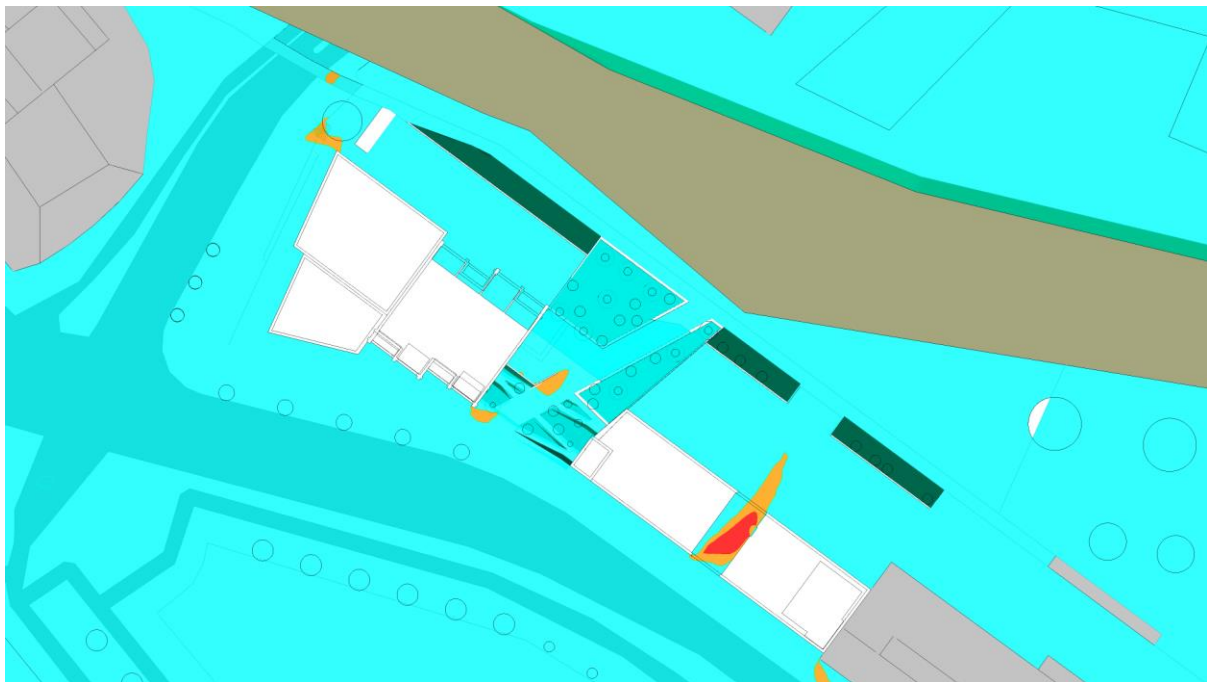
Activiteit	Kwaliteitsklasse
Langdurig zitten	B
Slenteren	C
Doorlopen	D
Oncomfortabel	E

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 toont aan dat er rondom de ontwikkeling een gebied is waar windgevaar optreedt. Doordat het gebied op een locatie ligt die niet door voetgangers of fietsers gebruikt mag worden, valt dit buiten de beoordeling van de NEN8100.

Daarnaast zijn er verschillende beperkte gebieden met 'beperkt risico'. Deze categorie is toegestaan op wandelpaden.



Kwalificatie
Geen risico
Beperkt risico
Gevaarlijk

Figuur 11: Percentage windgevaar per jaar

3.3 Optimalisatie onderzoek

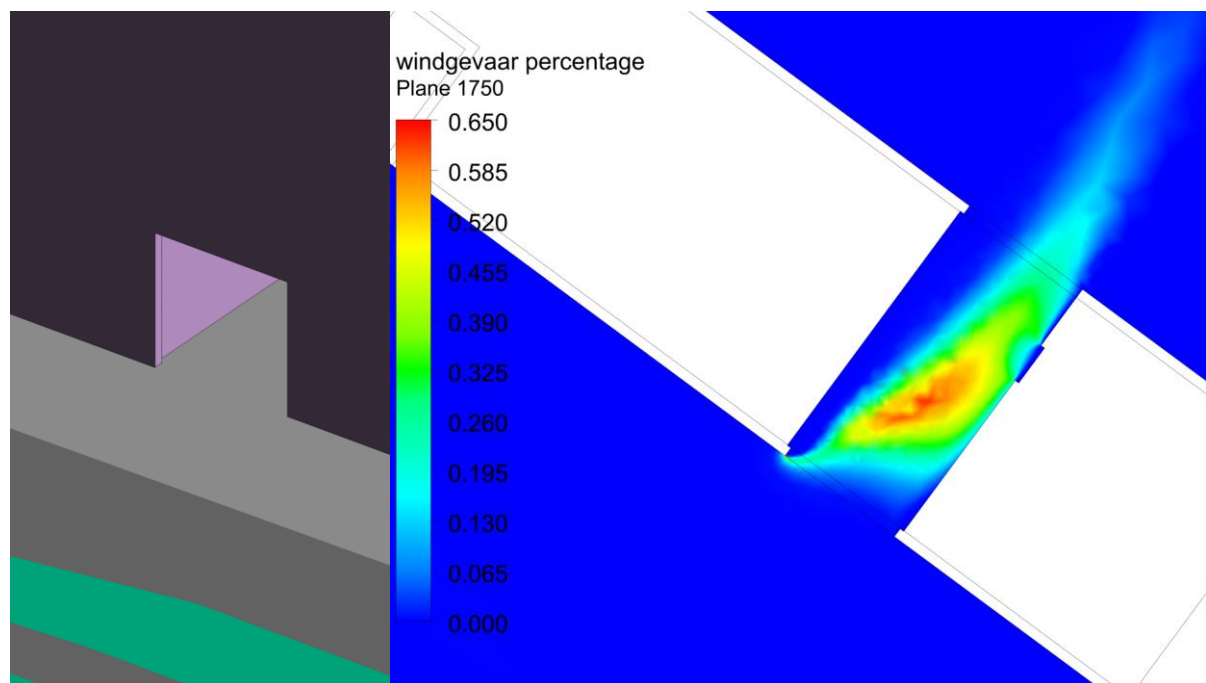
Naar aanleiding van het eerder aangetoonde windhinder- en gevaar in de onderdoorgang van de ontwikkeling is een optimalisatie onderzoek uitgevoerd voor het verbeteren van het windklimaat. Binnen dit onderzoek zijn verschillende oplossingen doorgerekend om het effect hiervan te onderzoeken. Echter is het binnen het bestemmingsplan niet mogelijk om oplossingen te vinden die het windgevaar en windhinder voorkomen.

Het optimalisatie onderzoek is uitgevoerd voor westzuidwest (240°) wind. Deze windrichting verzorgt als enige windgevaar in de onderdoorgang.

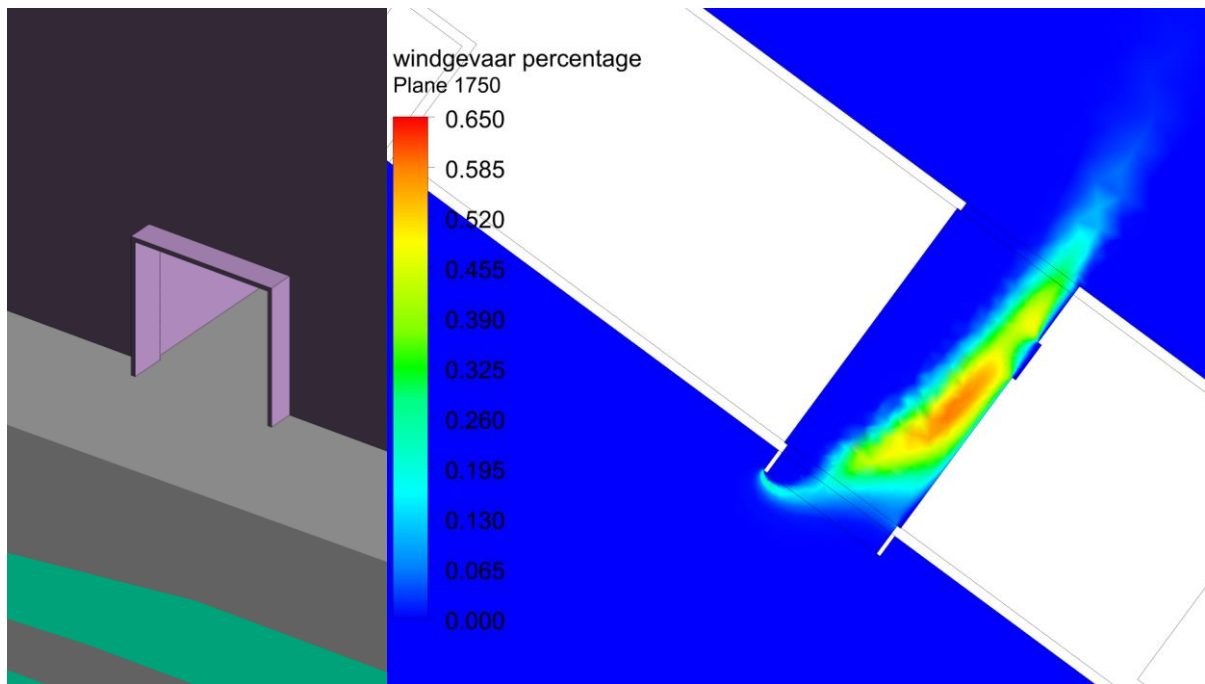
Figuur 12 laat het huidige ontwerp van de onderdoorgang en het heersende windgevaar percentage zien. Binnen de NEN8100 wordt gesteld dat windsnelheden van 15 m/s niet meer dan 0.3% van het jaar mogen voorkomen. Het windgevaar percentage bij een westzuidwesten wind is in het huidige ontwerp 0,62%.

Figuur 13 en Figuur 14 laten het ontwerp en het heersende windgevaar zien voor de twee doorgerekende optimalisaties. Het windpercentage, in de onderdoorgang en bij een westzuidwesten wind, is bij de ombouw 0,49% en bij de luifel/ lade 0,59%.

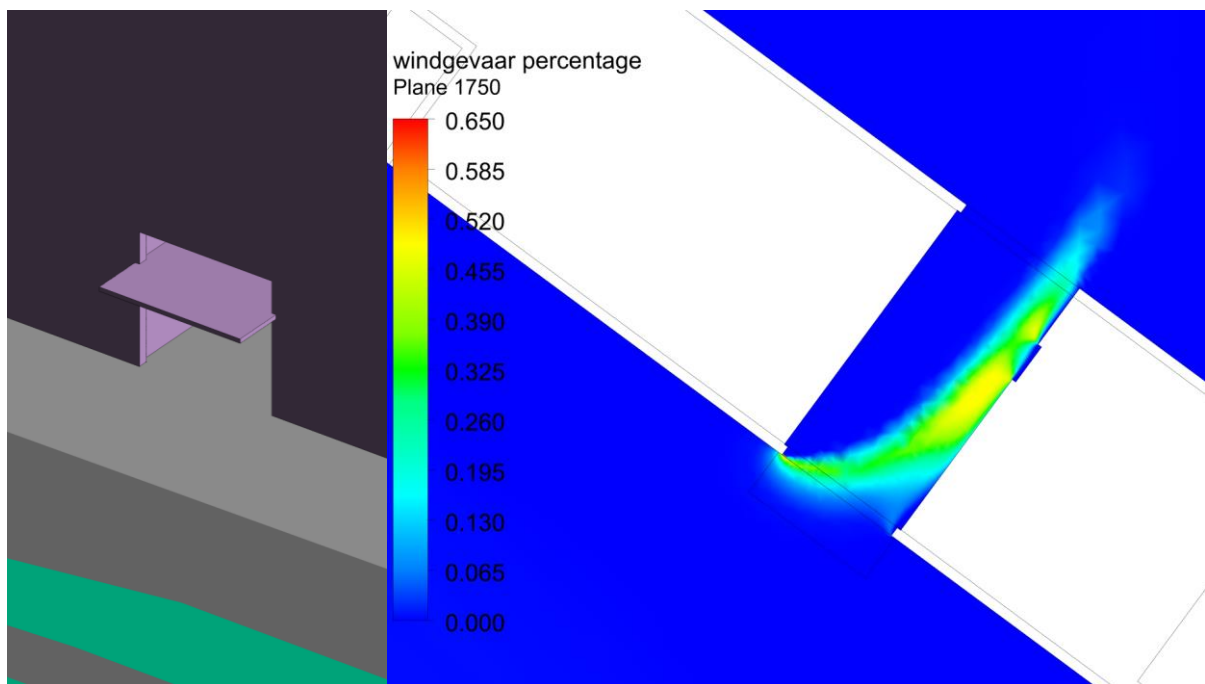
Naast de getoonde opties zijn er geen optimalisatie mogelijkheden gevonden die binnen het bestemmingsplan pasten. Doordat het windgevaar niet verholpen kon worden is voorgesteld om de onderdoorgang niet meer toegankelijk te maken voor voetgangers en fietsers. De aanrij route voor de achterzijde van het gebouw is nu via de noordwestzijde van de ontwikkeling. Deze route is eerder ook al weergegeven in Figuur 6.



Figuur 12: Ontwerp onderdoorgang en heersende windgevaar onderdoorgang, huidige ontwerp.



Figuur 13: Ontwerp onderdoorgang en heersende windgevaar onderdoorgang, ombouw 1,2m diep.



Figuur 14: Ontwerp onderdoorgang en heersende windgevaar onderdoorgang, luifel/ lade. Hoogte 4,5m..

4 Conclusie

Op verzoek van Explorius Vastgoedontwikkeling is een windklimaat onderzoek en optimalisatie onderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling Kop van de Handelskade gelegen aan de Handelskade en de Brinkgreverweg in Deventer. De toekomstige bebouwing bestaat uit 3 gebouwen; een kantoor (links), hoge woontoren (midden) en langgerekt woongebouw (rechts). De maximale bouwhoogte wordt 52m.

De ontwikkeling is omgeven door Handelskade, Brinkgreverweg en de spoorlijn in Deventer. Langs beide wegen lopen fiets- en wandelpaden. Alle paden in en rond het ontwikkelingsplan hebben een doorloopfunctie. Bij entrees geldt een slenterfunctie.

4.1 Windhinder

Op één locatie in het tussengebied kan niet worden voldaan aan de gestelde eisen van de NEN8100 waardoor er windhinder optreedt. De locatie ligt op een deel van het voetpad tussen de twee gebouwen in. De overige wandelpaden en entrees voldoen aan de gestelde eisen.

4.2 Windgevaar

Op de wandelpaden rond de ontwikkeling treedt geen windgevaar. Daarmee wordt er voldaan aan de gestelde eisen in de NEN8100.

4.3 Optimalisatie onderzoek onderdoorgang

Doordat er in de onderdoorgang van het huidige ontwerp windgevaar optrad is een optimalisatie onderzoek uitgevoerd om het windgevaar te voorkomen. Binnen de kaders van het bestemmingsplan is geen geschikt ontwerp gevonden om het windgevaar te voorkomen. Daarom is er voor gekozen om de aanfietsroute voor de achterzijde van het langgerekte woongebouw te verplaatsen naar de noordwest zijde van de ontwikkeling. Daarmee kan er voldaan worden aan de NEN8100.

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.