

CFD Windklimaat onderzoek

Ontwikkeling Kop West

Alphen aan den Rijn

P24821502e101

6 januari 2022

Revisie 1

Project	Ontwikkelingsgebied Kop West
Locatie	Alphen aan den Rijn
Onderwerp	CFD Windklimaat onderzoek
Document	P24821502e101
Revisie	1
Datum	6 januari 2022
Status	Definitief
Opdrachtgever	Kop West Alphen B.V. Postbus 93081 1090 BB, Amsterdam
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	9
2.4	Windprofiel	10
2.5	CFD-modellering	11
3	RESULTATEN VAN DE SIMULATIES	12
3.1	Windhinder	12
3.2	Windgevaar	14
3.3	Aanpassing na uitvoeren windhinderonderzoek	15
4	CONCLUSIE	16
4.1	Windhinder	16
4.2	Windgevaar	16
5	VERWIJZINGEN	17

1 Inleiding

Op verzoek van Kop West Alphen B.V. is een windklimaat onderzoek uitgevoerd voor het ontwikkelingsgebied Kop West gelegen aan de Hoorn en de Rijnhaven in Alphen aan den Rijn. Het plan bestaat uit vier woningblokken met een hoogte tussen de 6m en 32m. Aan de oostzijde van de ontwikkeling komen ook een aantal woonmogelijkheden op het water.

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 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
0,05 < 0,30	Beperkt risico
> 0,30	Gevaarlijk

Tabel 2: Kwalificatie tabel windgevaar conform NEN8100.

2 Uitgangspunten en aannamen

2.1 Geometrie

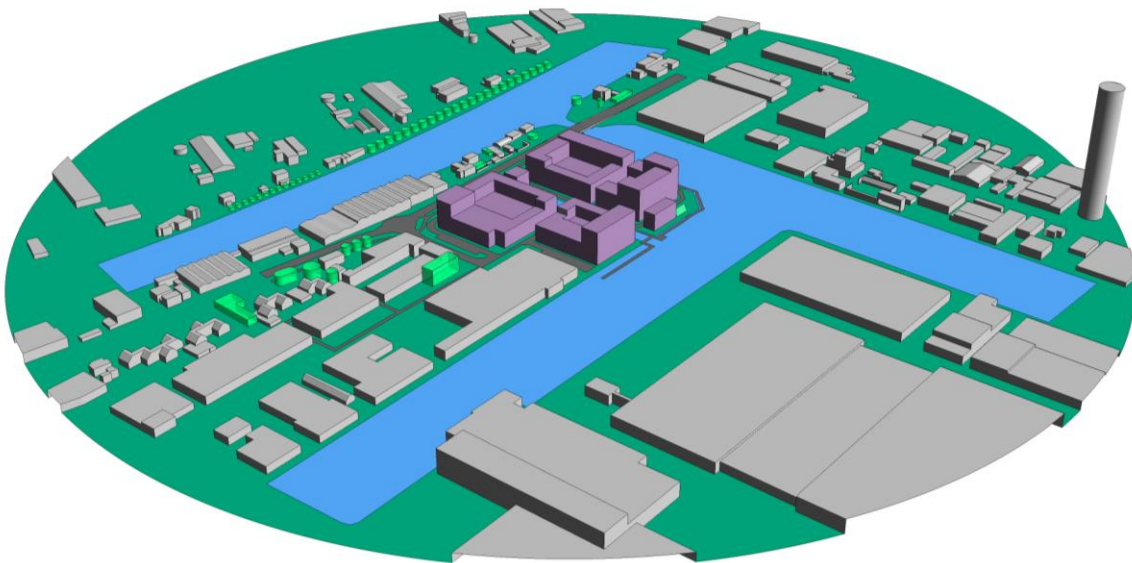
Het 3-dimensionale CFD-model is gebaseerd op het concept ontwerp van de ontwikkeling.

Het ontwikkelingsplan heeft een lengte van ongeveer 233m en is 160m breed. De maximale hoogte van het gebouw is 32m. De gebouwen zijn verdeeld over vier blokken en daarnaast komen er een aantal woonmogelijkheden op het water.

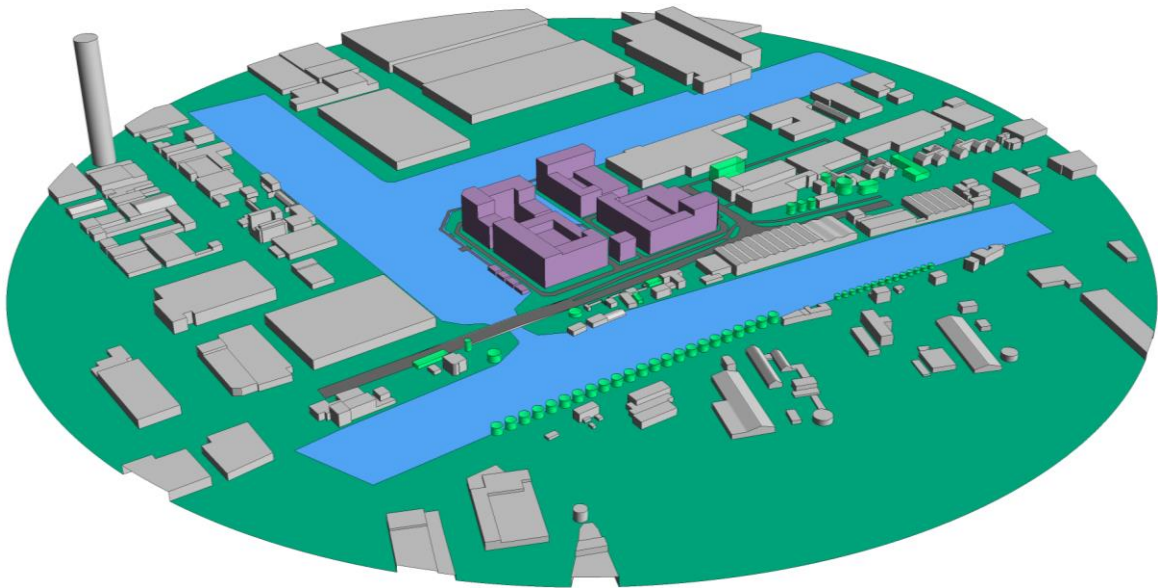
De omgeving is geconstrueerd aan de hand van Google Earth Pro en CadMapper. Hierin is de omgeving binnen een straal van 300m van de ontwikkeling meegenomen.

In het huidige plan zijn nog geen bomen meegenomen. Daarmee wordt uitgegaan van het worstcase scenario.

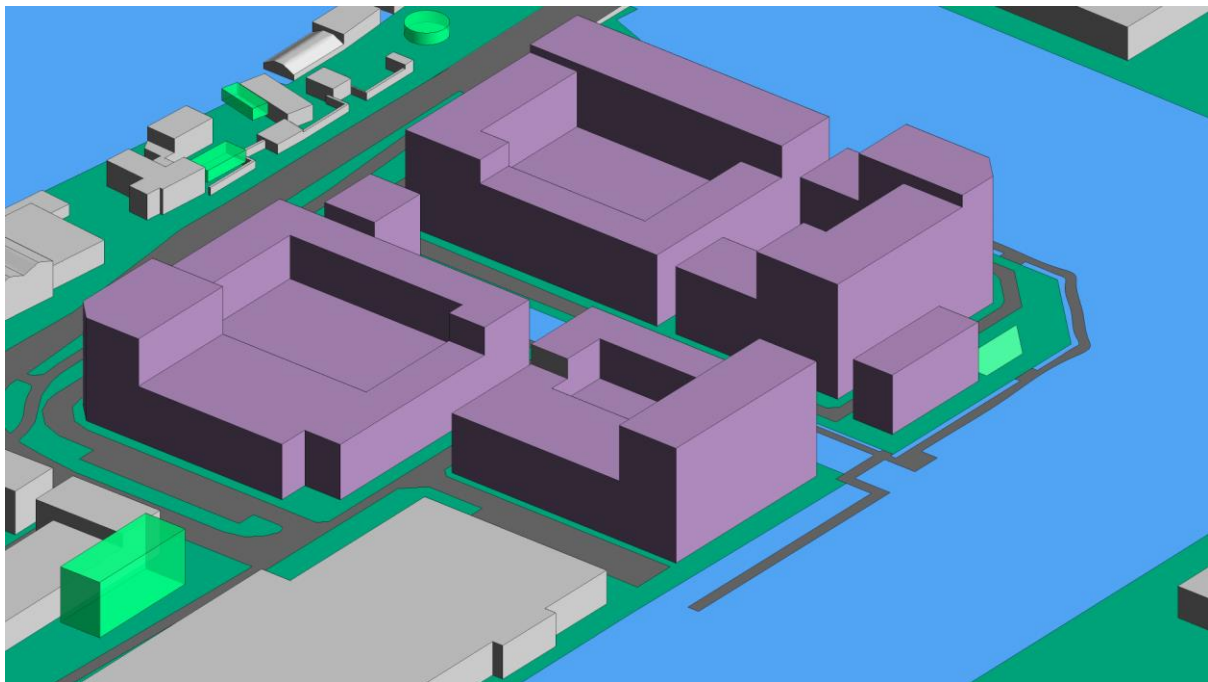
Figuur 1 en Figuur 2 tonen een overzicht van het volledige 3D simulatiemodel uit verschillende richtingen. Figuur 3 en Figuur 4 een detail van het betreffende ontwikkelingsplan.



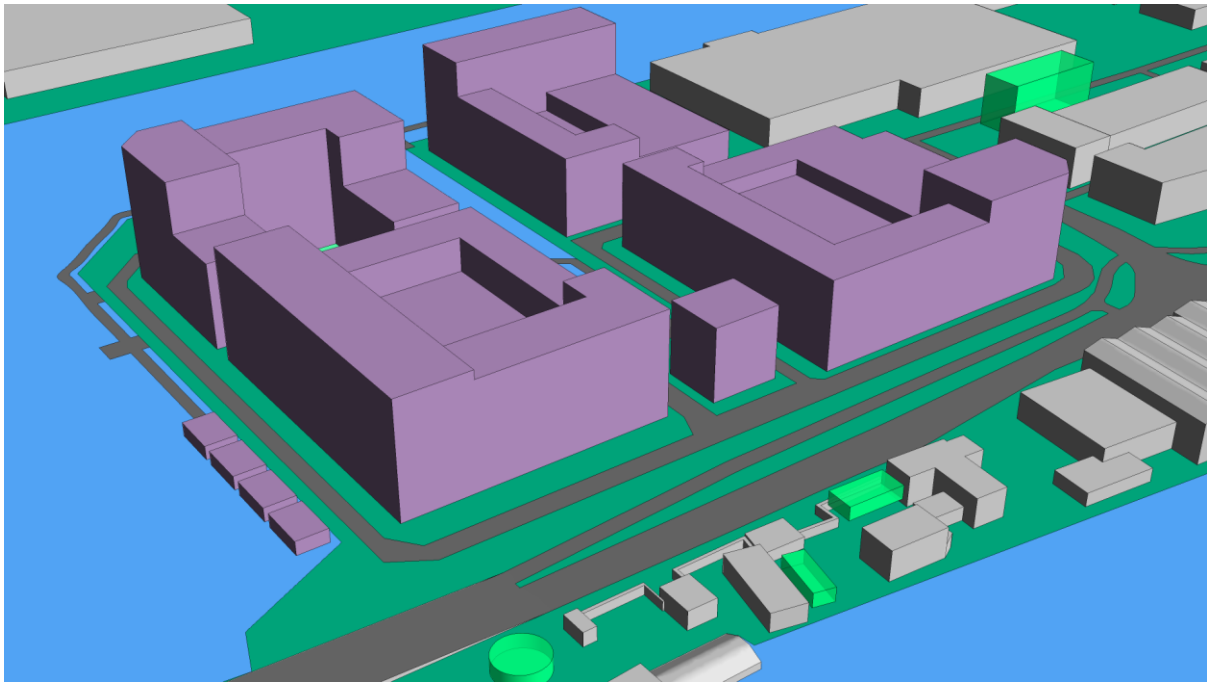
Figuur 1: 3D CFD model, aanzicht vanuit zuidwest.



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



Figuur 3: 3D CFD model Kop West, detail aanzicht 1.



Figuur 4: 3D CFD model Kop West, detail aangezicht 2.

2.2 Omgeving

Het plangebied is gelegen aan de Hoorn en de Ondernemingsweg. Langs beide wegen lopen fiets- en wandelpaden.

De ontwikkeling ligt aan de rand van een stedelijk gebied. De omliggende bebouwing bestaat voornamelijk uit woningen en bedrijven. De maximale hoogte van de omgeving is 20m en daarmee steekt de ontwikkeling (met een maximale bouwhoogte van 32m) iets boven de omgeving uit.

Omliggende gebouwen hebben veel effect op de wind die tegen de ontwikkeling aan kan stromen. Aan de noordzijde van de Hoorn staan loodsen en een aantal huizen. Aan de noordzijde van de Oude Rijn is sprake van agrarisch gebied. Ten oosten van de ontwikkeling is bedrijventerrein gelegen. De gemiddelde hoogte van de bebouwing in deze windrichting is 10m.

De ontwikkeling is direct gelegen aan de kanalen van de Rijnhaven. Daarmee is de eerst 70m rondom de ontwikkeling onbeschut van noordoost tot zuidwest. Vanuit het zuidoosten stroomt de wind ongestoord over het water in de richting van de ontwikkeling.

De bebouwing in zuid- en westelijke richting bestaat voornamelijk uit bedrijventerrein tussen de 7m en 12m hoog. In zuidwestelijke richting is een gebouw gelegen van 20m hoog.

In de (nabije) omgeving van het ontwikkelingsplan zijn meerdere bomen gesitueerd. Deze zijn meegenomen in het rekenmodel. Eventuele bomen binnen het ontwikkelingsgebied zijn niet meegenomen. Aangezien wel in groen zal worden voorzien is hiermee sprake van een wordt case situatie

Een luchtfoto van het gebied is weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Luchtfoto locatie Kop West, Alphen aan den Rijn.

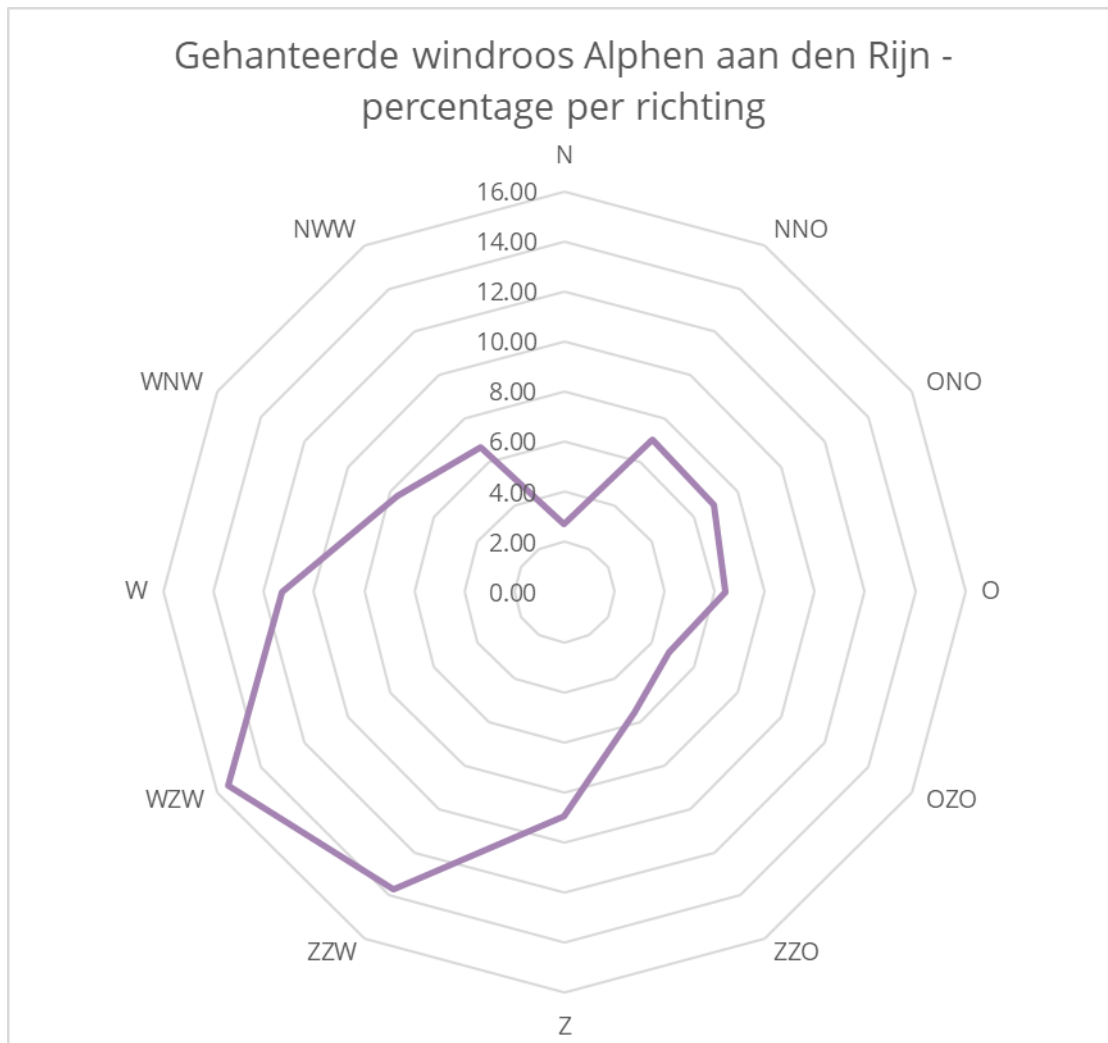


2.3 Weerdata

Voor de analyse is de weerdata van Alphen aan den Rijn gebruikt over de jaren 11-2001 t/m 11-2021. De data is samen gesteld door MeteoBleu van verschillende weerstations in de buurt en met de omgevingsruwheid van Alphen aan den Rijn.

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 6

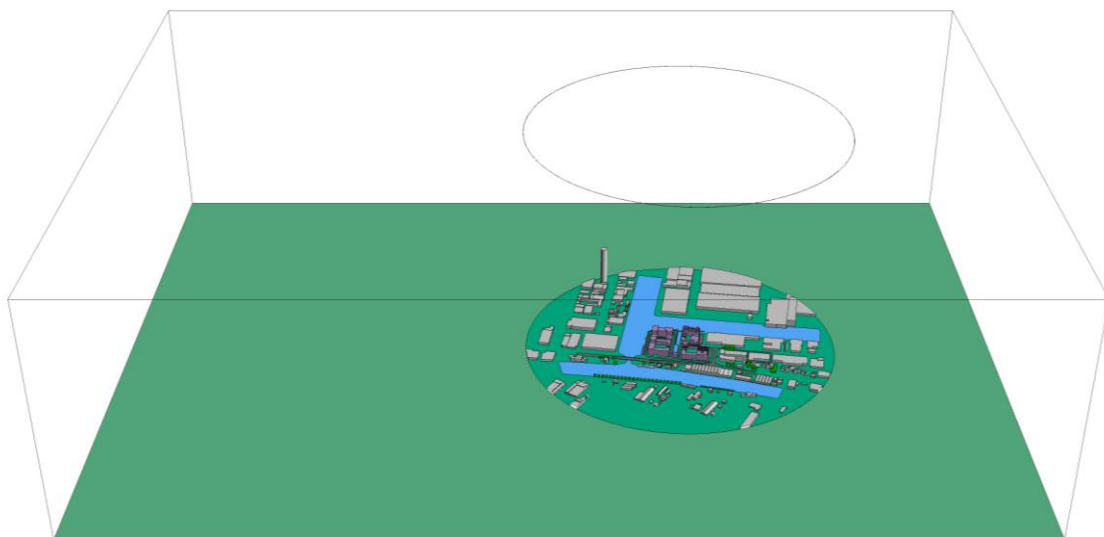


Figuur 6: Gehanteerde windroos.

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 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	7,3 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.

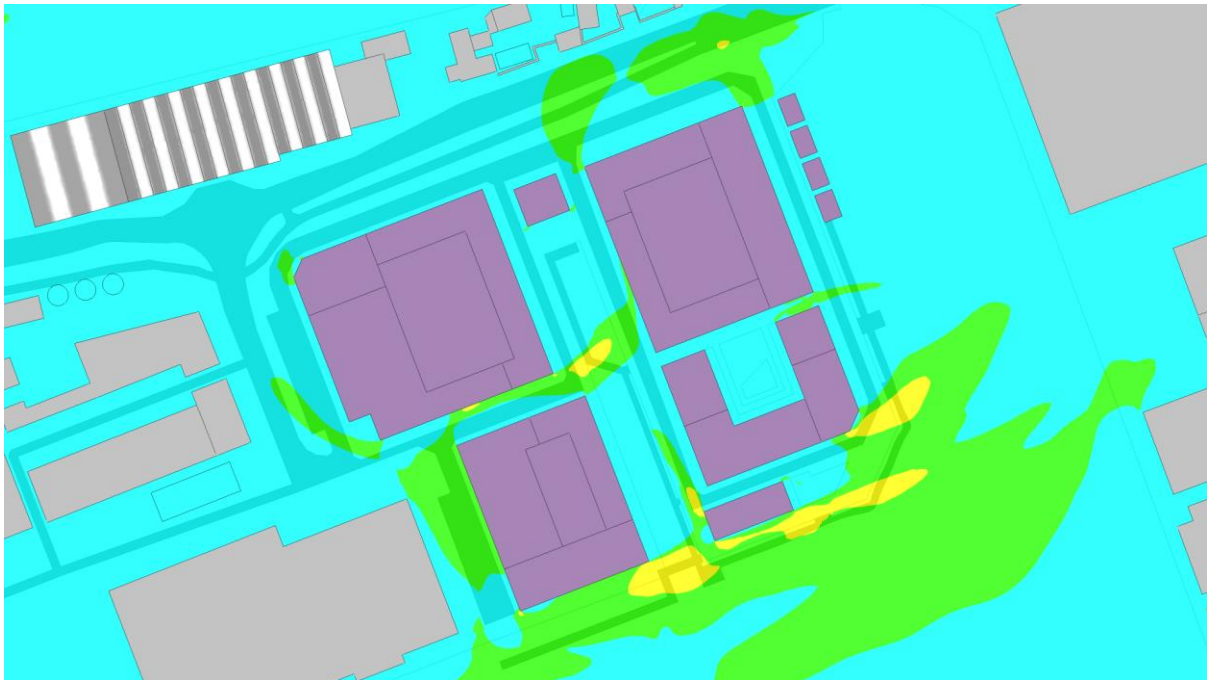
3 Resultaten van de simulaties

3.1 Windhinder

Het ontwikkelingsplan ligt in een stedelijk gebied. Aan elke zijde van het plangebied is bebouwing gelegen. Het hoogste gebouw binnen het ontwikkelingsplan is ongeveer 40% hoger dan het hoogste gebouw in de nabije 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.

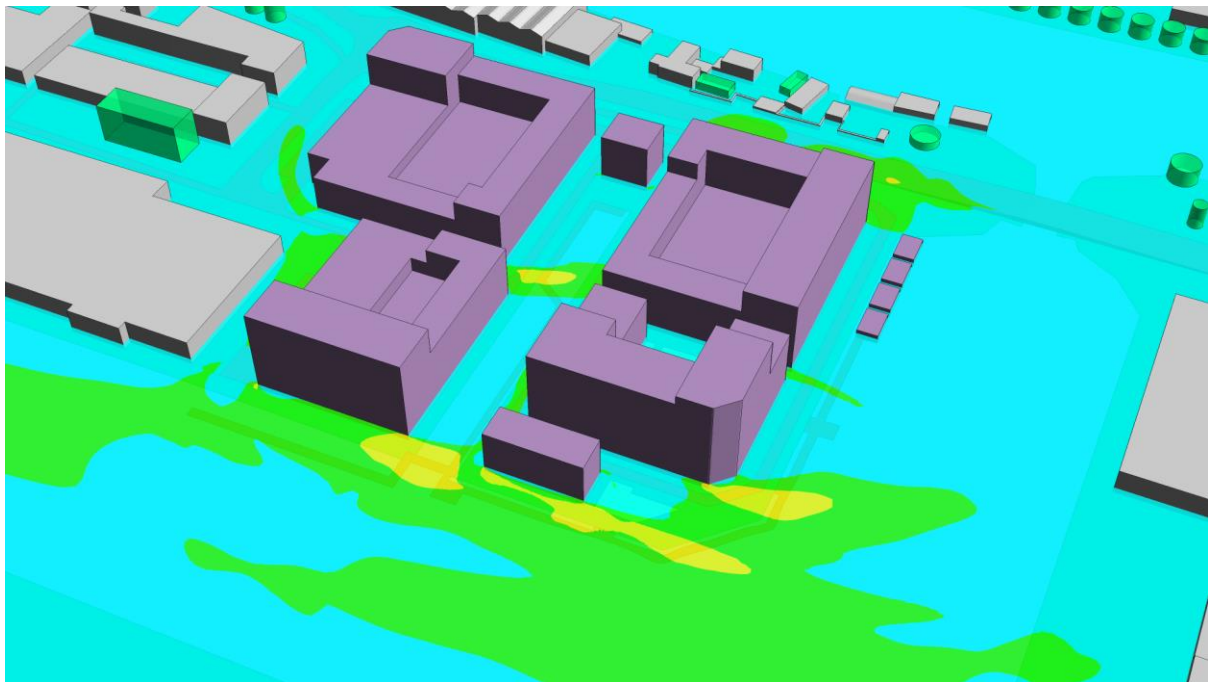
In Figuur 8 en Figuur 9 worden de kwaliteitsklassen rond het ontwikkelingsplan Kop West weergegeven.

Alle paden voldoen aan de kwaliteitsklasse die geldt voor de activiteit doorlopen. Daarmee kan gesteld worden dat er in en rondom het ontwikkelingsgebied Kop West geen windhinder optreedt.



Figuur 8: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie.

Activiteit
Langdurig zitten
Slenteren
Doorlopen
Oncomfortabel



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

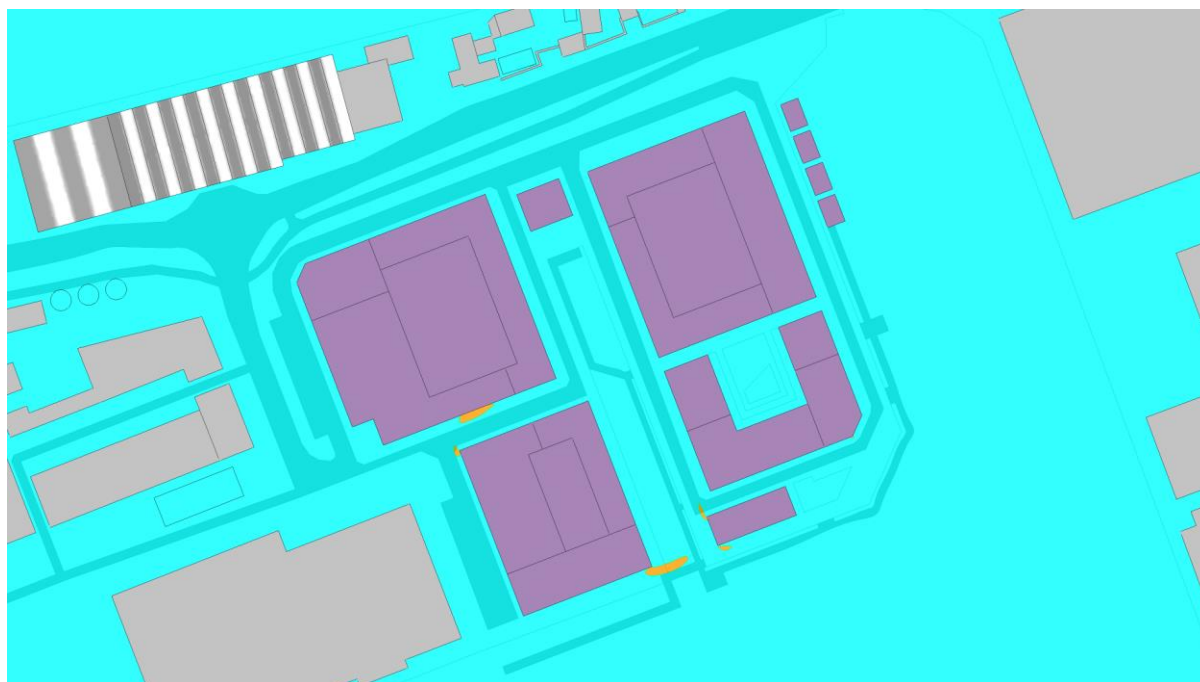
Activiteit
Langdurig zitten
Slenteren
Doorlopen
Oncomfortabel



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 Kop West geen windgevaar optreedt.

Hiermee kan gesteld worden dat de ontwikkeling van Kop West aan de Hoorn geen windgevaar zal veroorzaken op de omliggende paden en wegen.



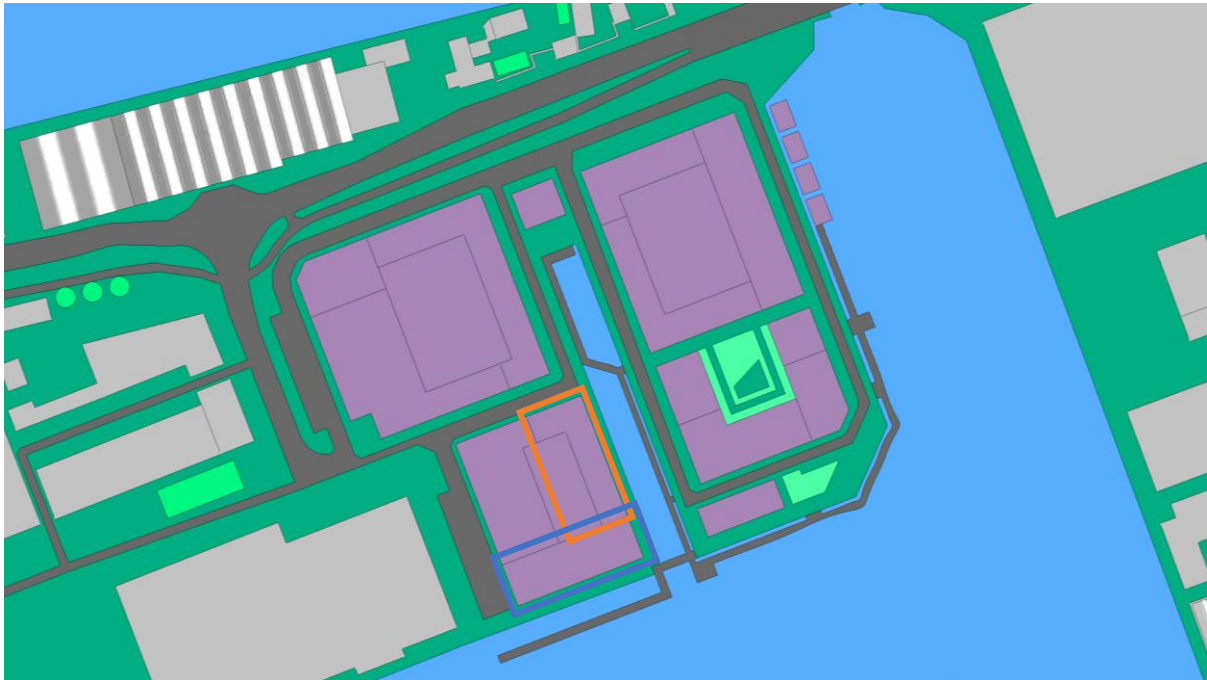
Kwalificatie
Geen risico
Beperkt risico
Gevaarlijk

Figuur 10: Percentage windgevaar per jaar

3.3 Aanpassing na uitvoeren windhinderonderzoek

Na het uitvoeren van het windhinderonderzoek zijn de toegestane hoogtes op perceel 12 en 13 met 1m verhoogd. Figuur 11 geeft weer om welke twee percelen het gaat. De toegestane hoogte van perceel 12 is van 20m naar 21m gegaan (oranje). De toegestane hoogte van perceel 13 is van 29 naar 30m gegaan (blauw).

Door deze verhoging veranderd het windklimaat naar onze mening niet tot nauwelijks. Daarmee kan gesteld worden dat er met verhoging van de toegestane hoogte ook geen kans op windhinder of windgevaar zal zijn.



Figuur 11: Box om het gemodelleerde gebied heen, ten behoeve van het windprofiel (digitale windtunnel).

4 Conclusie

Op verzoek van Kop West Alphen B.V. is een windklimaat onderzoek uitgevoerd voor het ontwikkelingsgebied Kop West gelegen aan de Hoorn en de Rijnhaven in Alphen aan den Rijn. Het plan bestaat uit vier woningblokken met een hoogte tussen de 6m en 32m. Aan de oostzijde van de ontwikkeling komen ook een aantal woonmogelijkheden op het water.

Het plangebied voor de ontwikkeling is gelegen aan de Hoorn en de Ondernemingsweg. Langs beide wegen lopen fiets- en wandelpaden. Alle paden in en rond het ontwikkelingsplan hebben een doorloopfunctie.

4.1 Windhinder

Het windklimaat voldoet op alle paden in en rondom het nieuwbouwplan aan de doorloop functie. Hiermee kan gesteld worden dat de ontwikkeling geen windhinder veroorzaakt.

Na het uitvoeren van het windhinderonderzoek zijn de toegestane hoogtes op perceel 12 en 13 met 1m verhoogd. De verhogingen zullen naar onze mening niet leiden tot windhinder.

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.

Na het uitvoeren van het windhinderonderzoek zijn de toegestane hoogtes op perceel 12 en 13 met 1m verhoogd. De verhogingen zullen naar onze mening niet leiden tot windgevaar.

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.