



CFD Windklimaat onderzoek

AMSTEL DESIGN DISTRICT

Ouder Amstel

P1922146e303

25 juni 2021

Revisie 3

Project Locatie	Amstel Design District Ouder Amstel
Onderwerp Document Revisie Datum Status	CFD Windklimaat onderzoek P1922146e303 3 25 juni 2021 Definitief
Opdrachtgever	Connecting Concepts bv Spaklerweg 52 1114 AE 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	Concept bouwplan	8
2.3	Omgeving	9
2.4	Weerdata	10
2.5	Windprofiel	10
2.6	CFD-modellering	12
3	RESULTATEN VAN DE SIMULATIES	13
3.1	Windhinder	13
3.2	Windgevaar	17
4	CONCLUSIE	21
4.1	Windhinder	21
4.2	Windgevaar	22
4.3	Algemeen	22
5	VERWIJZINGEN	23

1 Inleiding

Op verzoek van Connecting Concepts BV is een windklimaatonderzoek uitgevoerd voor het plangebied Amstel Design District gelegen aan de Willem Fenengastraat in Ouder Amstel. Het onderzoek ziet specifiek op Fase 1 van die ontwikkeling, die wordt verwezenlijkt door het op deze locatie wijzigen van de maximaal toegestane bouwhoogte van 15 meter naar 45 meter. Het onderzoek is uitgevoerd voor drie mogelijke bouwvolumes/scenario's te weten:

- 15m volgens vigerend bestemmingsplan
- 45m met 8m setback op 18 m hoogte aan de zijde van de kade
- 45m volledig maximale volume

In het onderzochte model zijn de gebouwen aan de noordzijde van de ontwikkeling gemodelleerd conform de toegestane planologische hoogte van 15m. Eén gebouw is hoger dan de planologische hoogte en is gemodelleerd op basis van de huidige hoogte.

Aan de hand van de NEN8100 wordt inzicht verschaft in het windklimaat op straatniveau. Opgemerkt dient te worden dat het maximale bouwvolume wordt gebruikt voor de berekeningen. Het daadwerkelijke bouwplan bevat variatie in de diverse bouwdelen-/werken (hoogte- en breedteverschillen) en verschillende pleinen en stegen welke het windklimaat lokaal, positief, veranderen.

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 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.

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

De 3-dimensionale CFD-modellen zijn gebaseerd op drie mogelijke bouwvolumes, namelijk:

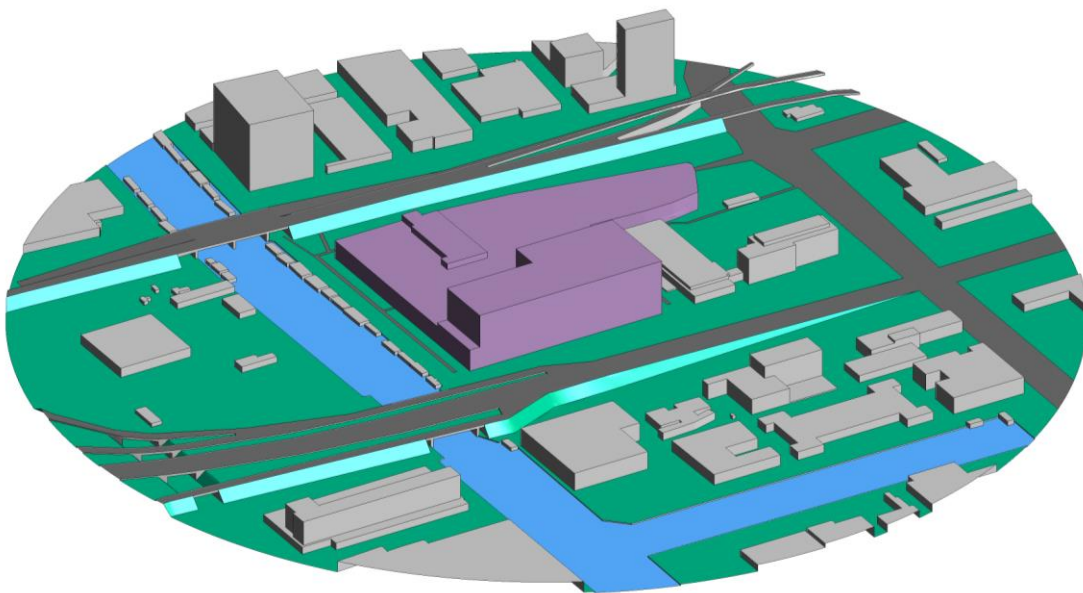
- 15m volgens vigerend bestemmingsplan
- 45m met 8m setback op 18 m hoogte aan de zijde van de kade
- 45m volledig maximale volume

Het bouwvolume heeft bij maximale invulling een lengte van 165m en is 71m breed.

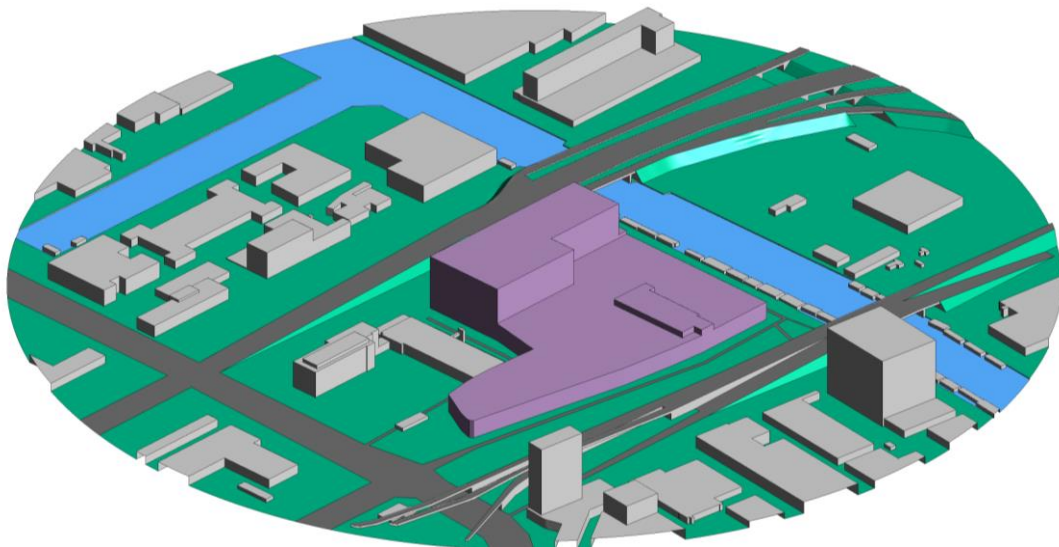
De omgeving is geconstrueerd aan de hand van Google Earth Pro en CadMapper. De afscheidingen en bebouwingen op de kade van de woonboten zijn niet meegenomen.

In het onderzochte model zijn de gebouwen aan de noordzijde van de ontwikkeling gemodelleerd conform de toegestane planologische hoogte van 15m. Eén gebouw is hoger dan de planologische hoogte en is gemodelleerd op basis van de huidige hoogte.

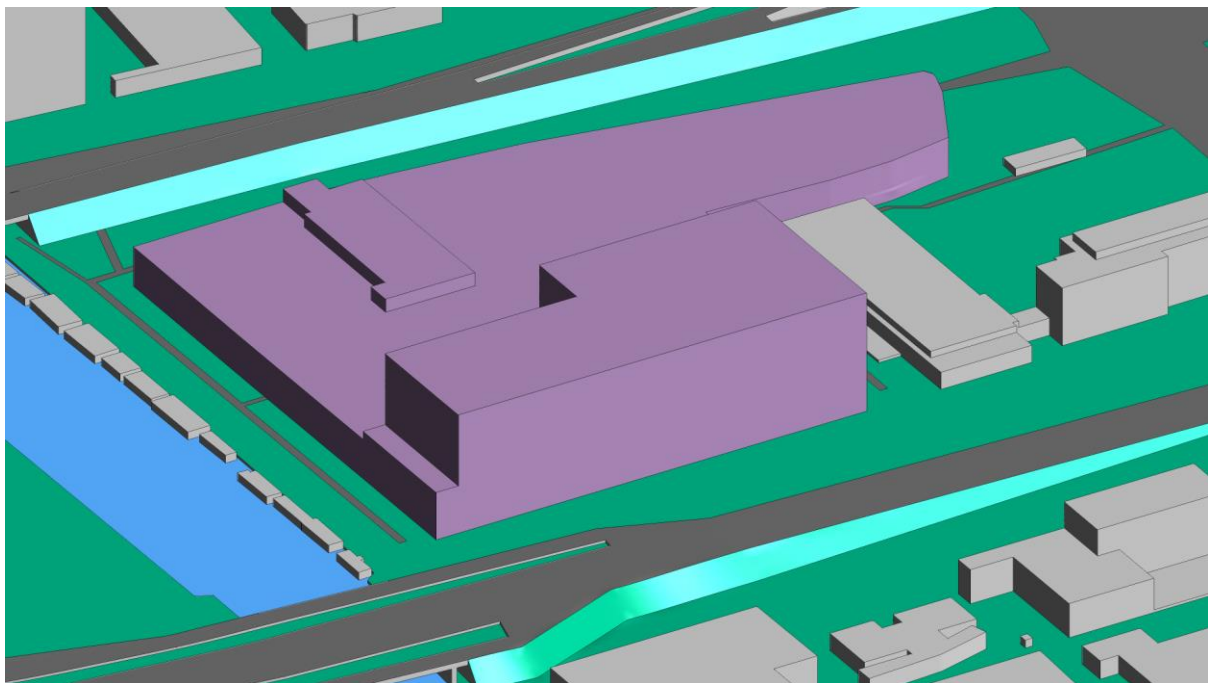
Figuur 1 en Figuur 2 tonen een overzicht van het volledige 3D simulatiemodel uit verschillende richtingen. Figuur 3 en Figuur 4 een detail van het betreffende bouwvolume met een setback op 18 meter hoogte.



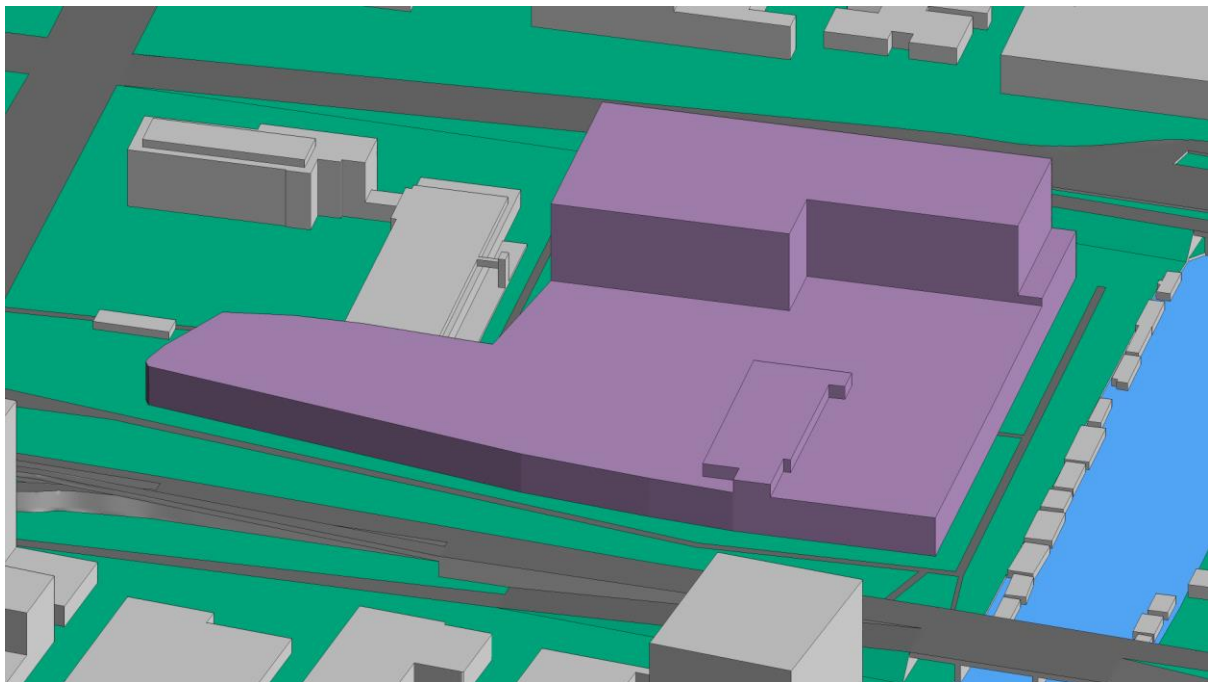
Figuur 1: 3D CFD model met 45m met setback, aanzicht vanuit zuid.



Figuur 2: 3D CFD model model met 45m met setback, aanzicht vanuit noordwest.



Figuur 3: 3D CFD model Amstel Design District met setback, aanzicht 1.



Figuur 4: 3D CFD model Amstel Design District met setback aangezicht 2.

2.2 Concept bouwplan

Figuur 5 toont een concept ontwerp van de ontwikkeling. In dit plan zijn verschillende elementen meegenomen die niet deel uitmaken het gesimuleerde model. In de beoogde ontwikkeling zijn bomen, stegen, pleinen, variaties in de bebouwing etc. meegenomen. Deze breken de wind ten opzichte van een maximaal volume studie. Wat een positief effect heeft op het lokale windklimaat.



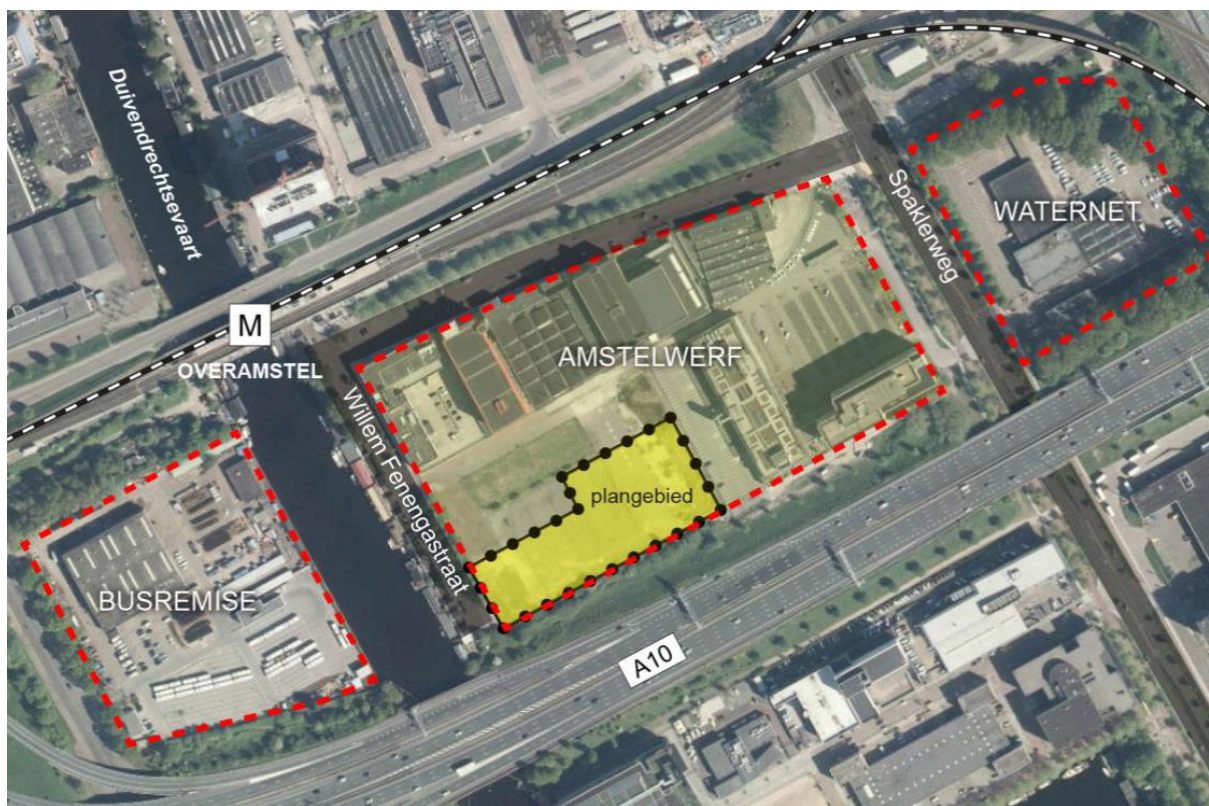
Figuur 5: Concept bouwplan Amstel Design District

2.3 Omgeving

Het plangebied voor de ontwikkeling is gelegen ten Oosten van de Willem Fenengastraat en ten Noorden van de A10. Ten Zuidwesten van de ontwikkeling de Duivendrechtsevaart, waaraan verschillende woonboten zijn gelegen. Verder zijn er rondom de ontwikkeling geen woningen gelegen.

Een luchtfoto van het gebied is weergegeven in Figuur 6. In deze foto is het plangebied aangegeven in geel. Dit ligt aan in het Amstelwerf gebied. Aan de noord- en oostzijde van de geplande ontwikkeling zijn bedrijven gelegen met parkeerplaatsen.

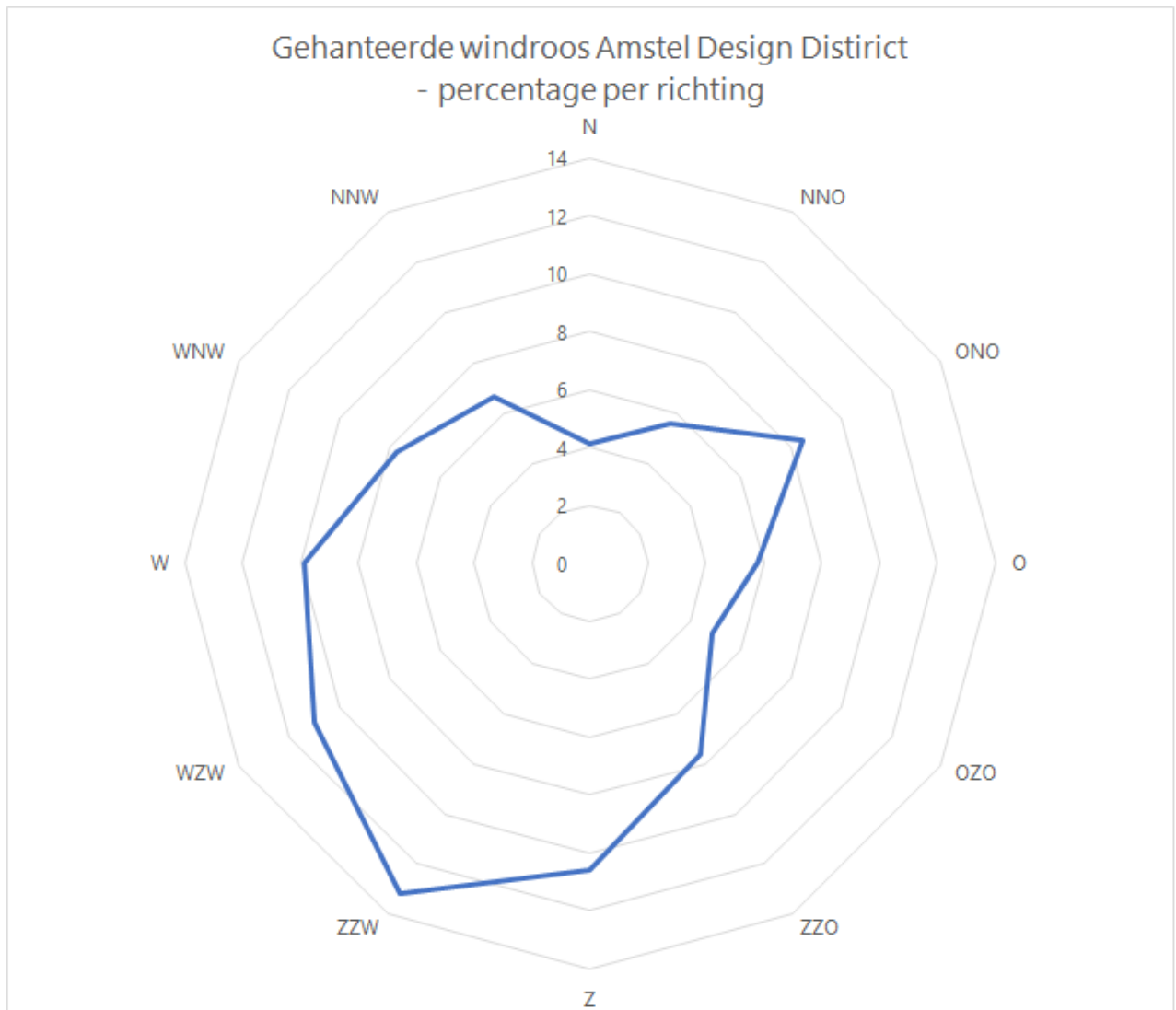
In het onderzochte model zijn de gebouwen aan de noordzijde van de ontwikkeling gemodelleerd conform de toegestane planologische hoogte van 15m. Eén gebouw is hoger dan de planologische hoogte en is gemodelleerd op basis van de huidige hoogte.



Figuur 6: Luchtfoto locatie Amstel Design District.

2.4 Weerdata

Voor de analyse is de weerdata van het KNMI over de jaren 01-2005 t/m 12-2020 van weerstation De Bilt gebruikt. De gehanteerde windroos is weergegeven in Figuur 7

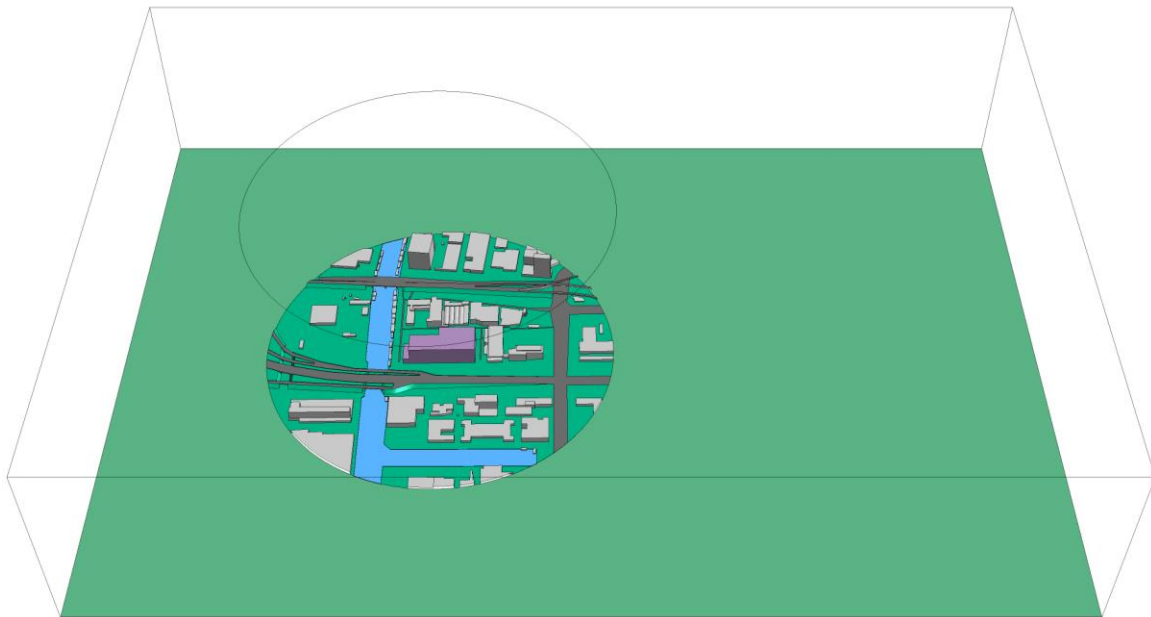


Figuur 7: Gehanteerde windroos.

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 0,8 m. Bij het definiëren van het windprofiel is rekening gehouden met de verandering van de omgeving van het KNMI 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 ruwheidslengte 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 versie 2019 R3. 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	25.9 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

De afmetingen van het volume model zijn relatief groot. Het gebouw ligt vrijwel onbeschut voor wind uit zuid- tot westelijke richting. 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 tot Figuur 11 wordt de activiteit getoond waarvoor op die locatie het windklimaat acceptabel verondersteld wordt. Een acceptabel windklimaat komt overeen met de klimaatklasse matig als omschreven in de NEN8100. Bij een matig windklimaat ervaart men *af en toe* overmatige windhinder. Wat past bij het algemene windklimaat in Nederland.

Toegestane planologische hoogte van 15m volgens vigerend bestemmingsplan en omgeving

De gebouwhoogte steekt niet ver uit boven de A10. Tevens is de gebouwhoogte beperkt waardoor een beperkte downwash optreedt. Tussen de ontwikkeling en de A10 neemt de windsnelheid toe. Rondom de ontwikkeling treedt een acceptabel windklimaat op, zie Figuur 9.

45m met 8 m setback op 18 m hoogte aan de zijde van de kade

Zoals getoond in Figuur 10 treedt op de kade voor de ontwikkeling een windklimaat op behorende bij de functie slenteren en doorlopen. Rondom het gebouw veelal een acceptabel windklimaat voor doorlopen en een aantal zones welke oncomfortabel worden geacht.

Opgemerkt dient te worden dat er geen bomen rondom het gebouw in de berekening meegenomen zijn. Bomen hebben een dempend effect op het windklimaat en verbeteren het lokale windklimaat.

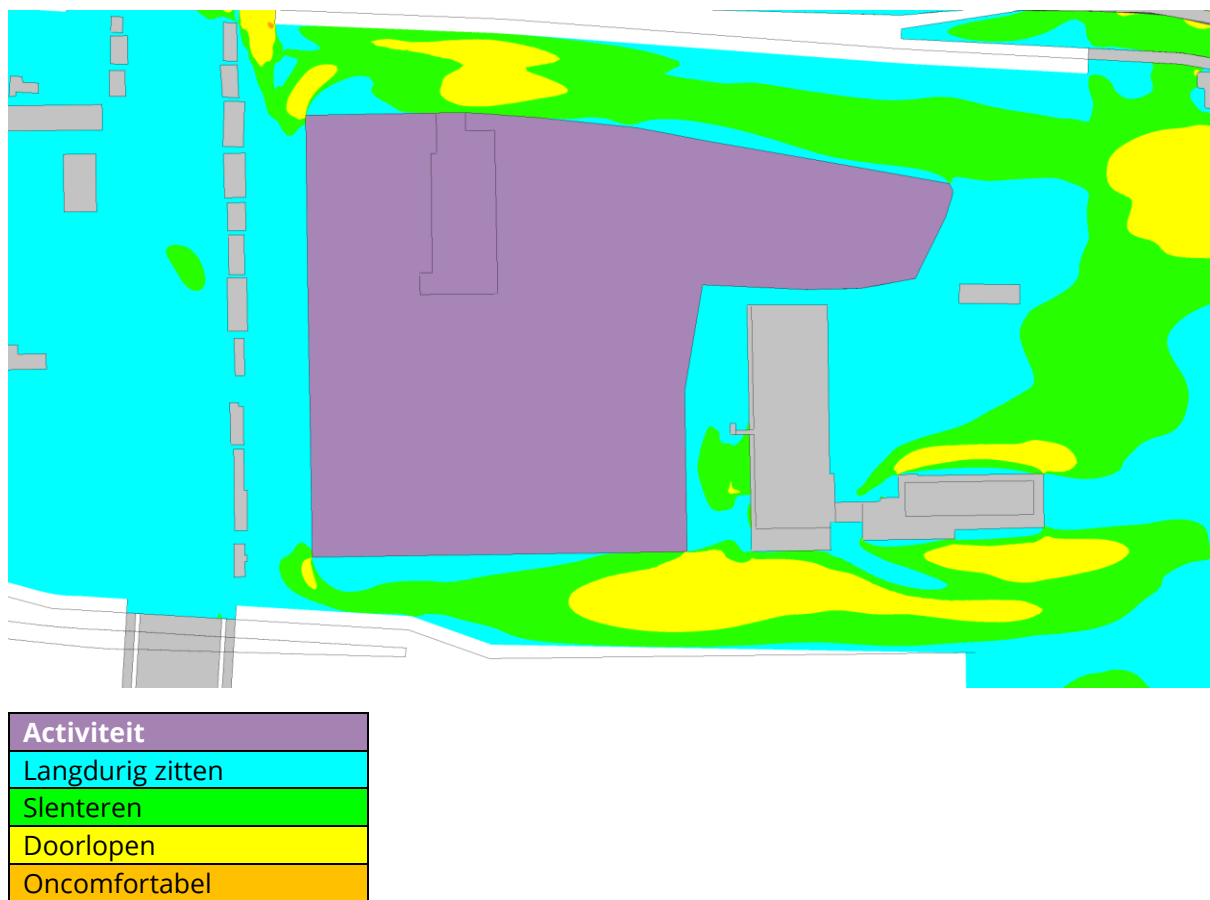
Het windklimaat op de kade wordt voldoende geacht voor de beoogde functie.

45m volledig maximale volume

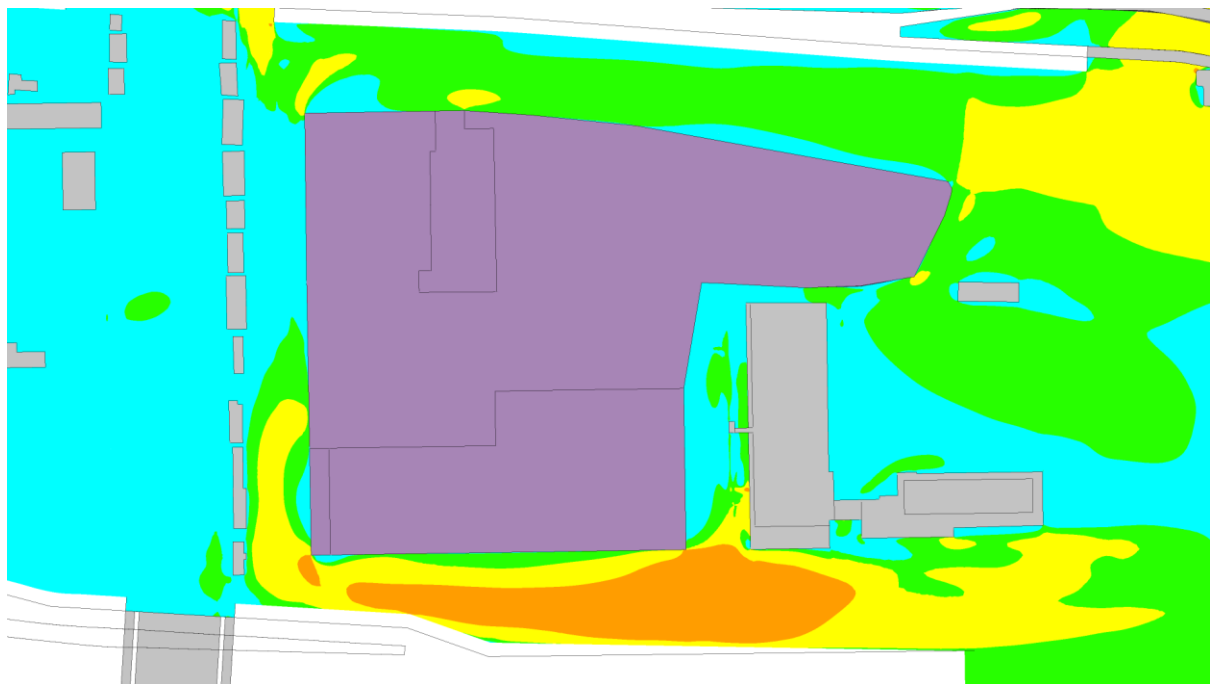
Zoals getoond in Figuur 11 treedt op de kade voor de ontwikkeling een windklimaat op behorende bij de functie doorlopen. Rondom het gebouw veelal een acceptabel windklimaat voor doorlopen en een aantal zones welke oncomfortabel worden geacht.

Opgemerkt dient te worden dat er geen bomen rondom het gebouw in de berekening meegenomen zijn. Bomen hebben een dempend effect op het windklimaat en verbeteren het lokale windklimaat.

Het windklimaat op de kade wordt voldoende geacht voor de beoogde functie.



Figuur 9: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie, model 1: 15 m vigerend bestemmingplan.



Activiteit
Langdurig zitten
Slenteren
Doorlopen
Oncomfortabel

Figuur 10: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie, model 2, 8 m setback vanaf 18m hoogte.



Figuur 11: Acceptabele Kwaliteitsklasse voor betreffende functie, model 3, 45 m max bouwvolume.

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 12 tot Figuur 14 tonen waar beperkt risico en windgevaar optreden voor de verschillende invullingen van het bouwvolume.

Toegestane planologische hoogte van 15m volgens vigerend bestemmingsplan en omgeving

Figuur 12 toont dat er geen windgevaar optreedt bij een gebouwhoogte van 15m. Tevens treedt er nagenoeg geen beperkt risico op.

45m met 8 m setback op 18 m hoogte aan de zijde van de kade

Figuur 13 toont dat er bij het bouwvolume met setback tussen de ontwikkeling en de A10 een gebied ontstaat met beperkt risico. Tussen de ontwikkeling en de A10 ontstaan twee wat grotere vlakken waar windgevaar op treedt.

Aan de noordoostzijde is door de verhoging van 15 meter een zone ontstaan waar (beperkt) risico op windgevaar plaats vindt. Wanneer de verhoging van de omgeving wordt aangepast naar de huidige hoogte treedt dit niet op.

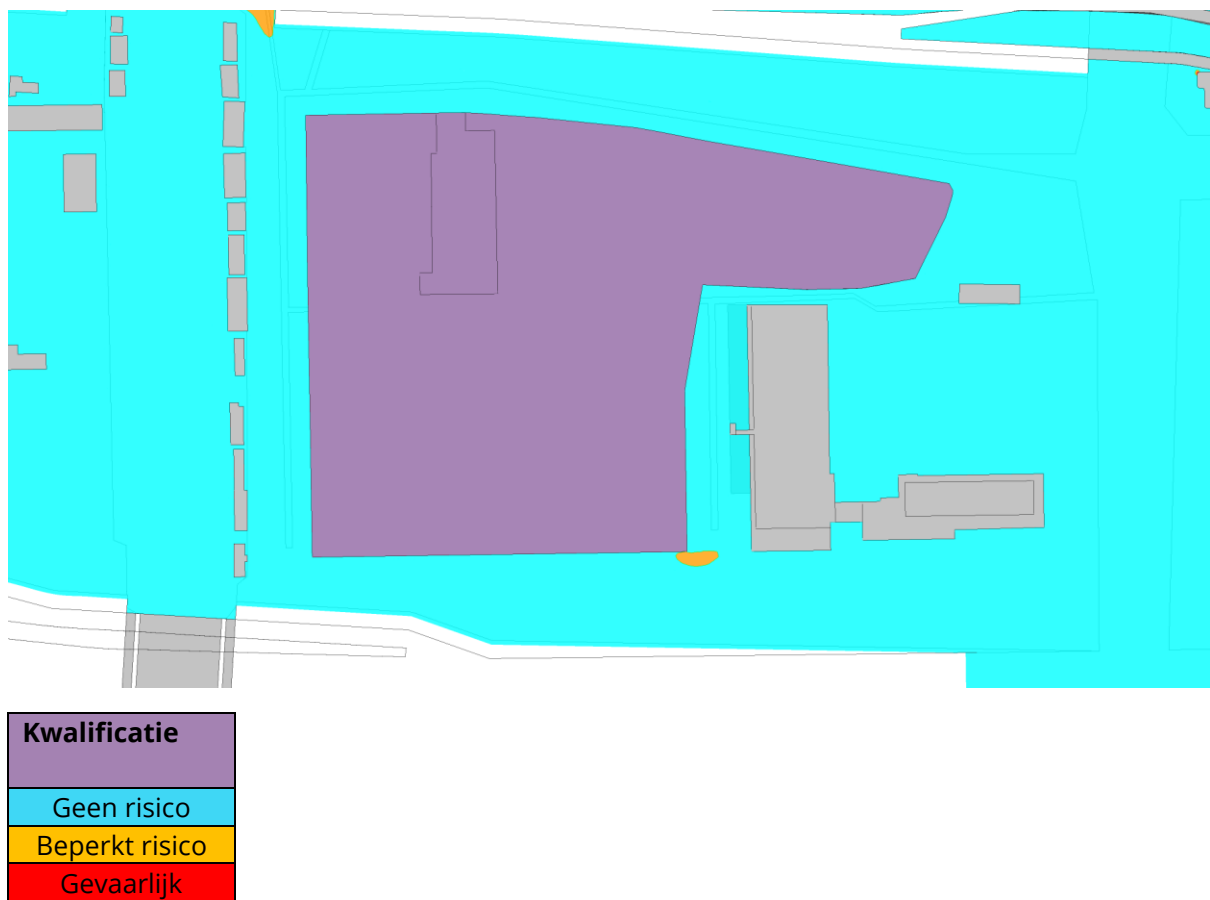
Opgemerkt dient te worden dat er geen bomen rondom het gebouw in de berekening meegenomen zijn. Bomen hebben een dempend effect op het windklimaat en verbeteren het lokale windklimaat.

45m volledig maximale volume

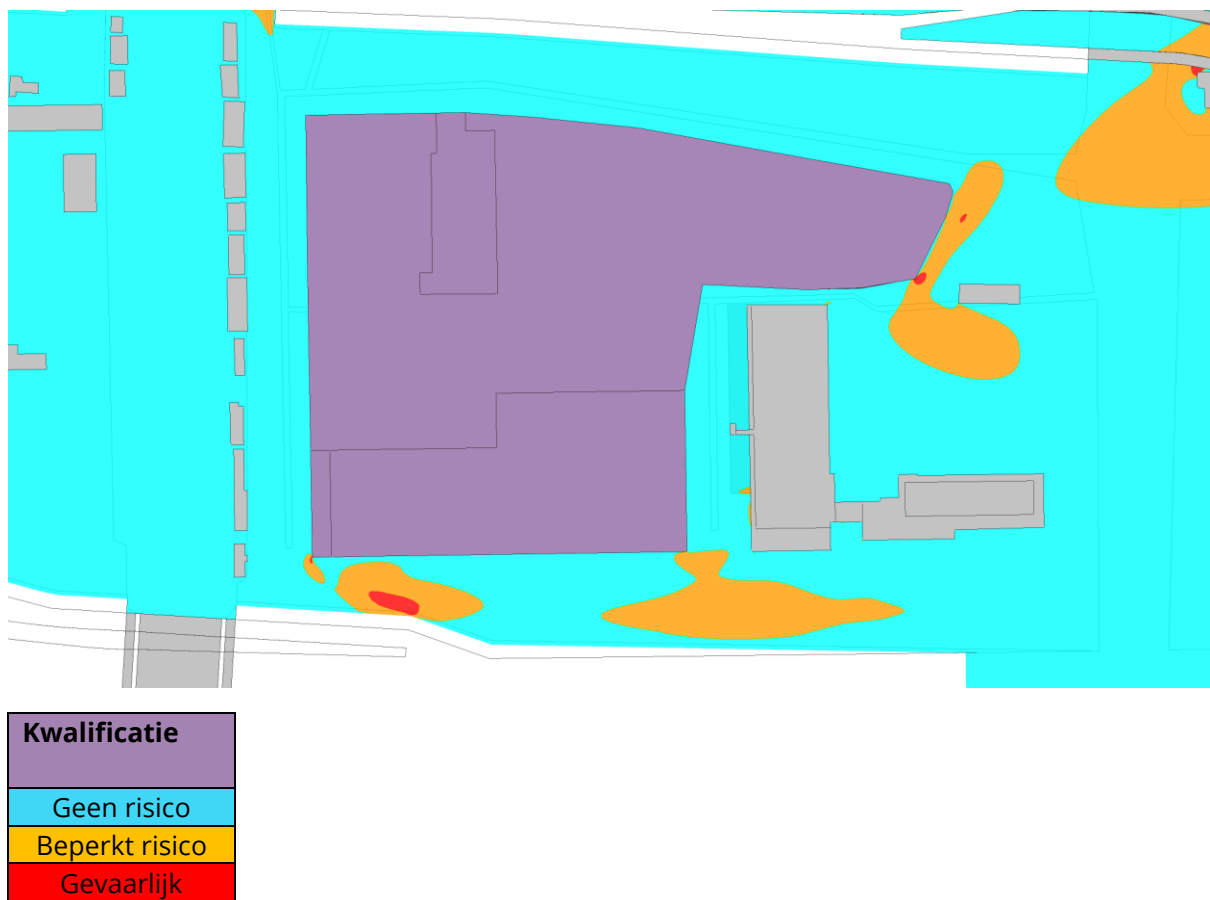
Figuur 14 toont dat bij het maximale bouwvolume in de richting van de kade een aantal gebieden ontstaan met een beperkt risico op windgevaar. Tussen de ontwikkeling en de A10 ontstaan twee wat grotere vlakken waar windgevaar op treedt.

Aan de noordoostzijde is door de verhoging van 15 meter een zone ontstaan waar (beperkt) risico op windgevaar plaats vindt. Wanneer de verhoging van de omgeving wordt aangepast naar de huidige hoogte treedt dit niet op.

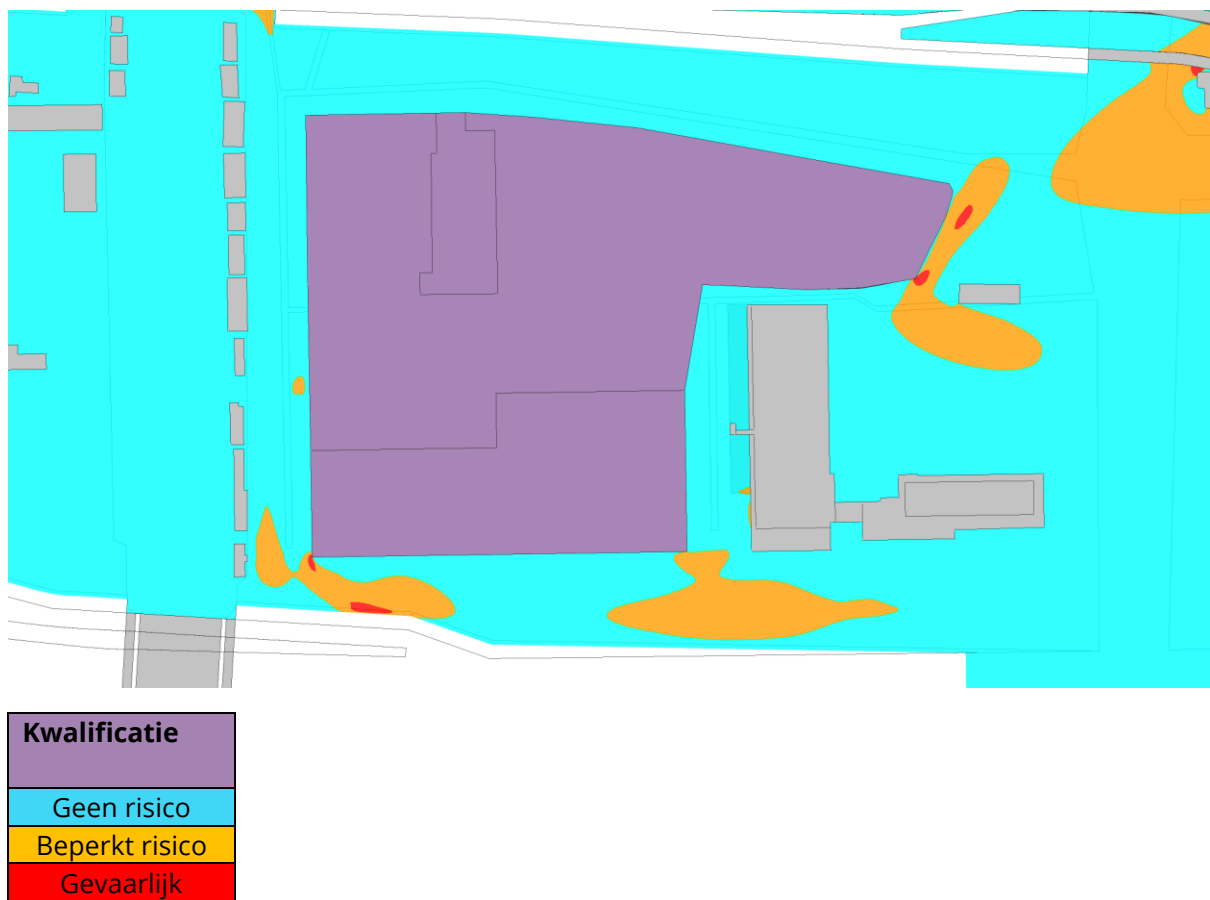
Ook hierbij dient opgemerkt te worden dat er geen bomen rondom het gebouw in de berekening meegenomen zijn. Bomen hebben een dempend effect op het windklimaat en verbeteren het lokale windklimaat.



Figuur 12: Percentage windgevaar per jaar, model 15 m vigerend bestemmingplan.



Figuur 13: Percentage windgevaar per jaar, model met 8 m setback vanaf 18m hoogte.



Figuur 14: Percentage windgevaar per jaar, model 2, 45 m max bouwvolume.

4 Conclusie

Op verzoek van Connecting Concepts BV is een windklimaatonderzoek uitgevoerd voor het plangebied Amstel Design District gelegen aan de Willem Fenengastraat in Ouder Amstel. Het onderzoek is uitgevoerd voor drie mogelijke bouwvolumes/scenario's te weten:

- 15m volgens vigerend bestemmingsplan
- 45m met 8 m setback op 18 m hoogte aan de zijde van de kade
- 45m volledig maximale volume

In het onderzochte model zijn de gebouwen aan de noordzijde van de ontwikkeling gemodelleerd conform de toegestane planologische hoogte van 15m. Eén gebouw is hoger dan de planologische hoogte en is gemodelleerd op basis van de huidige hoogte.

Het onderzoek is uitgevoerd om het effect van de mogelijke bouwvolumes op het windklimaat rondom het gebouw inzichtelijk te maken.

4.1 Windhinder

15m volgens vigerend bestemmingsplan

De gebouwhoogte steekt niet ver uit boven de A10. Tevens is de gebouwhoogte beperkt waardoor een beperkte downwash optreedt. Tussen de ontwikkeling en de A10 neemt de windsnelheid toe. Rondom de ontwikkeling treedt een acceptabel windklimaat op.

45m met 8 m setback op 18 m hoogte aan de zijde van de kade

Op de kade voor de ontwikkeling treedt een windklimaat op behorende bij de functie slenteren en doorlopen. Rondom het gebouw veelal een acceptabel windklimaat voor doorlopen en een aantal zones welke oncomfortabel worden geacht.

Opgemerkt dient te worden dat er geen bomen rondom het gebouw in de berekening meegenomen zijn. Bomen hebben een dempend effect op het windklimaat en verbeteren het lokale windklimaat.

Het windklimaat richting en op de kade wordt voldoende geacht voor de beoogde functie.

45m volledig maximale volume

Op de kade voor de ontwikkeling treedt een windklimaat op behorende bij de functie doorlopen. Rondom het gebouw veelal een acceptabel windklimaat voor doorlopen en een aantal zones welke oncomfortabel worden geacht.

Opgemerkt dient te worden dat er geen bomen rondom het gebouw in de berekening meegenomen zijn. Bomen hebben een dempend effect op het windklimaat en verbeteren het lokale windklimaat.

Het windklimaat richting en op de kade wordt voldoende geacht voor de beoogde functie.

4.2 Windgevaar

15m volgens vigerend bestemmingsplan

Er treedt geen windgevaar op bij een gebouwhoogte van 15m. Tevens treedt er nagenoeg geen beperkt risico op.

45m met 8 m setback op 18 m hoogte aan de zijde van de kade

Bij het model met de setback ontstaan op de kade een aantal gebieden waar een beperkt risico bestaat op windgevaar. Tussen de ontwikkeling en de A10 ontstaan een vlak waar windgevaar op treedt.

Opgemerkt dient te worden dat er geen bomen rondom het gebouw in de berekening meegenomen zijn. Bomen hebben een dempend effect op het windklimaat en verbeteren het lokale windklimaat.

45m volledig maximale volume

Bij het maximale bouwvolume ontstaan op de kade een aantal gebieden waar een beperkt risico bestaat op windgevaar. Tussen de ontwikkeling en de A10 ontstaan twee wat grotere vlakken waar windgevaar op treedt. Tevens zien we een kleine plek met windgevaar op de noordwest hoek van het gebouw ontstaan.

Ook hierbij dient opgemerkt te worden dat er geen bomen rondom het gebouw in de berekening meegenomen zijn. Bomen hebben een dempend effect op het windklimaat en verbeteren het lokale windklimaat.

4.3 Algemeen

Voor het model conform het vigerende bestemmingsplan en het model met de 8m setback voldoet het windklimaat aan de wenselijke prestatie. Met het plaatsen van bomen langs de kade wordt het windklimaat verder verbeterd. Bij deze beide modellen treedt geen windgevaar op.

Het model met het maximale bouwvolume resulteert in een groter gebied richting de kade waar een beperkt risico voor windgevaar optreedt. Tussen de ontwikkeling en de A10 ontstaat er windgevaar.

Wij raden aan bomen te plaatsen op de kade om het windklimaat verder te verbeteren. Dit geldt ook voor het gebied tussen de A10 en de ontwikkeling in het geval dat hier voet en of fietspaden worden voorzien.

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.