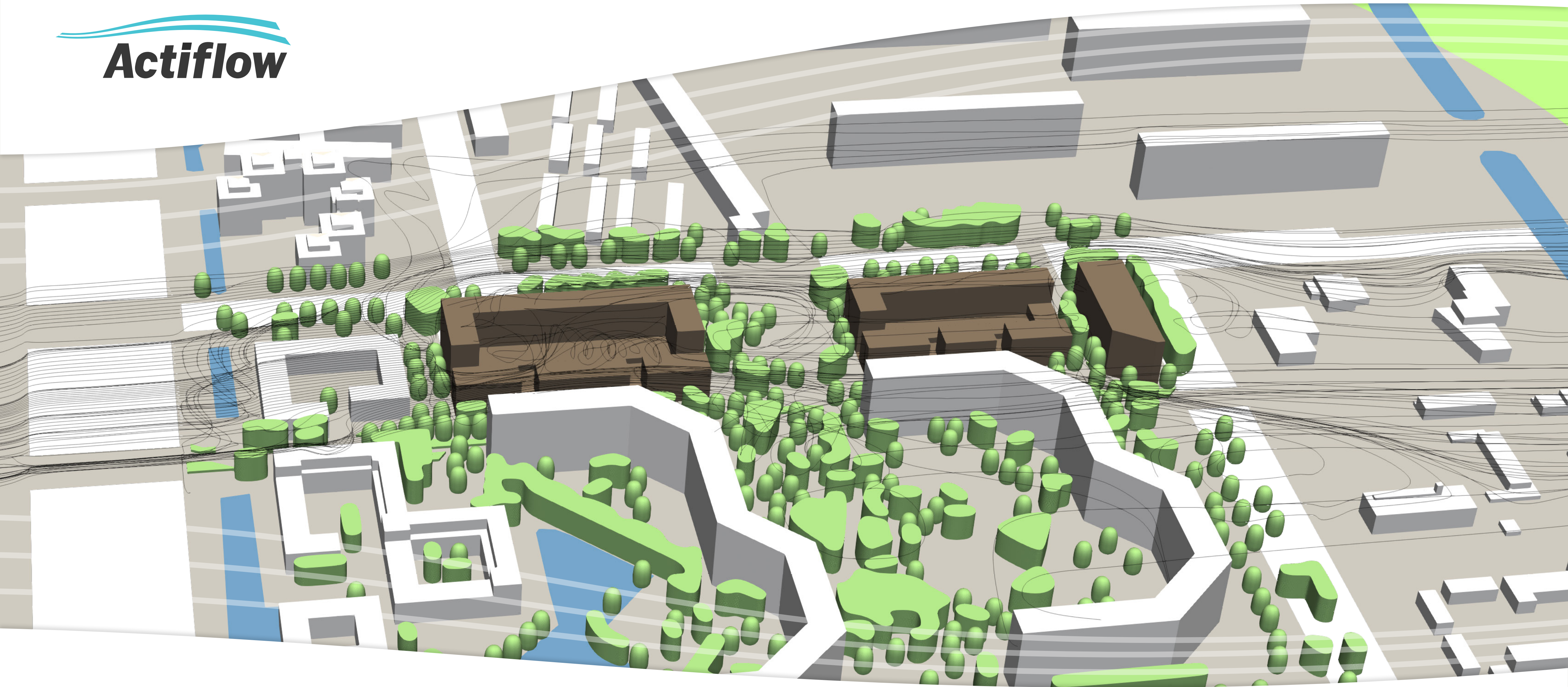




H-Midden te Amsterdam

CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

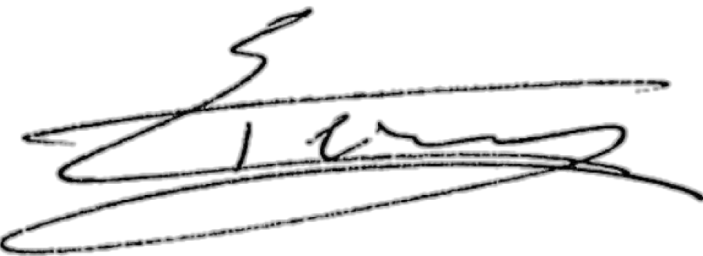
H-Midden te Amsterdam
CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
Contactpersoon opdrachtgever	dhr. M. (Mark) van Otterlo
Projectnummer	7363
Rapportversie	2.1
Status	Definitief
Datum	13 juni 2023
	©2023 Actiflow BV

Auteur(s) ir. Nick Vlaun



Controleur ir. Eric Terry



Actiflow BV
Tramsingel 1
4814 AB Breda
+31 (0)76 5422 220
contact@actiflow.com
www.actiflow.com

Inhoudsopgave

1.	Introductie	4	A	Inlegvel NEN 8100:2006	18
2.	Normstelling	5	B	Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld	19
	2.1 Windhinder en windgevaar		C	Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen	21
	2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar				
3.	Opzet van de berekening	7			
	3.1 3D-Model en rekenrooster				
	3.2 Vegetatie				
	3.3 Methodiek				
	3.4 Software				
	3.5 Aannames en randvoorwaarden				
4.	Resultaten	10			
5.	Analyse en discussie	15			
	5.1 Stromingsfenomenen				
	5.2 Aanbevelingen				
6.	Conclusie	17			

1 Introductie

Voorliggende rapportage omschrijft een windonderzoek, uitgevoerd door **Actiflow** in opdracht van Gemeente Amsterdam, voor het project 'H-Midden'. Het betreft de ontwikkeling van nieuwbouw in Amsterdam Zuidoost.

Het project is gelegen tussen de Karspeldreef en de Hakvoort/het Bullewijkpad ten noorden en zuiden en het Heesterveld en de Huntumdreef ten westen en oosten (figuur 1.1). In de voormalige situatie waren in het plangebied twee parkeergarages en een kerk aanwezig. Men is voornemens deze bebouwing te vervangen door drie bouwblokken (figuur 1.2) en een paviljoen. Deze blokken krijgen overwegend woonfuncties.

De inpassing van de nieuwbouw zal leiden tot een wijziging van het lokale windklimaat. Dit kan zorgen voor een situatie die als onprettig of gevaarlijk wordt ervaren. Daarnaast vragen de functies van de gebouwen en het verwachte gebruik van de openbare buitenruimte om een acceptabel comfortniveau ten aanzien van wind.

Actiflow is gevraagd het windklimaat inzichtelijk te maken met behulp van berekeningen op basis van Computational Fluid Dynamics (CFD). In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de normstelling omtrent windhinder en windgevaar, de Nederlandse norm NEN 8100:2006 'windhinder en windgevaar in de gebouwomgeving'.

Een uitgebreide beschrijving van de richtlijnen wordt gegeven in hoofdstuk 2. De geometrie van de gebouwen en de omgeving, de numerieke instellingen, het rekenrooster en randvoorwaarden zijn weergegeven in hoofdstuk 3. De resultaten worden vervolgens getoond en beschreven in hoofdstuk 4, waarna een aanvullende analyse van de stromingsfenomenen volgt in hoofdstuk 5. Ten slotte wordt een conclusie gevormd in hoofdstuk 6.



Figuur 1.1:
Impressie van de locatie van het nieuwbouwproject (bron: Google Maps) en van het model van de bestaande situatie



Figuur 1.2:
Impressie van het model van de toekomstige situatie
Zicht vanuit het zuiden

2 Normstelling

2.1 Windhinder en windgevaar

De normstelling betreffende het windklimaat in de openbare ruimte vindt haar oorsprong in NEN 8100:2006. In deze norm wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar. De definitie van windhinder is het ondervinden van hinder door wind. In de norm wordt verondersteld dat dit bij een gemiddeld persoon zal optreden wanneer de lokale uurgemiddelde windsnelheid meer dan 5 m/s bedraagt. Aan de hand van de activiteit die op een bepaalde locatie wordt uitgevoerd kan deze periode van hinder beoordeeld worden. Zo zal in een gebied waar voetgangers enkel doorheen lopen een relatief lange periode van hinder geaccepteerd kunnen worden. Daarentegen zal het windklimaat in bijvoorbeeld een winkelstraat, bushalte of speeltuin pas acceptabel zijn wanneer de tijdsduur van windhinder beperkt is.

Aangenomen wordt dat windgevaar optreedt wanneer de uurgemiddelde lokale windsnelheid meer dan 15 m/s bedraagt. Windgevaar is het optreden van een zeer hoge windsnelheid, waardoor problemen optreden bij het lopen, zoals evenwichtsverlies. Ook hier kan een klein risico op windgevaar geaccepteerd worden bij minder kritische activiteiten, echter een groot risico op windgevaar is in alle voetgangersgebieden onacceptabel.

Figuren 2.1 en 2.2 tonen voorbeelden van windhinder en windgevaar voor voetgangers.



Figuur 2.1:
Verbeelding situatie
van windhinder



Figuur 2.2:
Verbeelding situatie
van windgevaar

2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar

NEN 8100:2006 geeft de indeling voor windhinder in kwaliteitsklassen. Zowel windhinder als windgevaar worden hierbij op hoofdhoogte van een staande persoon, te weten 1,75 m boven het grondoppervlak, beoordeeld. De indeling in windhinderklassen is weergegeven in tabel 2.1. Aan de hand van de kans op overschrijdingsduur van de grenswaarde voor windhinder wordt bepaald in welke klasse een locatie valt. Afhankelijk van het gebruiksdoel van of activiteit op een specifieke locatie wordt een bepaalde klasse vervolgens beoordeeld als goed, matig of slecht:

- “Goed” betekent dat mensen zich comfortabel voelen en dat de wind nauwelijks voelbaar is.
- “Matig” betekent dat mensen de wind regelmatig zullen opmerken, maar niet vaak genoeg om storend te zijn voor de voorziene activiteit.
- “Slecht” betekent dat de wind vaak voelbaar is en hinderlijk is voor de voorziene activiteit. “Slecht” betekent niet dat de situatie onveilig is.

Tabel 2.1: Classificatie en beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder

Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 5 m/s) (% van het aantal uren per jaar)	Windhinderklasse	Beoordeling per activiteit		
		Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten ^a
< 2,5 % (< 219 uren)	A	<i>Goed</i>	<i>Goed</i>	<i>Goed</i>
2,5 - 5 % (219-438 uren)	B	<i>Goed</i>	<i>Goed</i>	<i>Matig</i>
> 5 - 10 % (> 438-876 uren)	C	<i>Goed</i>	<i>Matig</i>	<i>Slecht</i>
> 10 - 20 % (> 876-1752 uren)	D	<i>Matig</i>	<i>Slecht</i>	<i>Slecht</i>
> 20 % (1752 uren)	E	<i>Slecht</i>	<i>Slecht</i>	<i>Slecht</i>

^a Dit geldt conform de norm voor een bankje in het park, voor horeca terrassen of private buitenruimtes is zwaardere normstelling nodig om het gewenste comfort te behalen.

Tabel 2.2 toont de indeling en beoordeling van de kans op windgevaar. Bij de beoordeling wordt niet direct onderscheidt gemaakt in activiteiten, echter wordt in NEN 8100:2006 opgemerkt dat voor activiteitenklassen ‘Slenteren’ en ‘Langdurig zitten’ zelfs een beperkt risico al onacceptabel is. Dit betekent dat voor deze activiteitenklassen geldt dat enkel $p \leq 0,05$ acceptabel is. Een gevaarlijk windklimaat moet in elk voetgangersgebied worden vermeden.

Tabel 2.2: Classificatie en beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar

Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 15 m/s) (% van het aantal uren per jaar)	Beoordeling
< 0,05 % (< 4,5 uren)	Geen risico
0,05 - 0,30 % (4,5-26 uren)	Beperkt risico
> 0,30 % (> 26 uren)	Gevaarlijk

3 Opzet van de berekening

Het windonderzoek is uitgevoerd aan de hand van de richtlijnen in NEN 8100:2006. Hierbij hanteert Actiflow een 'Kwaliteitsrapport', zoals dit ook benoemd wordt in NEN 8100:2006. Hiermee wordt de kwaliteit van ons onderzoek en de betrouwbaarheid van de resultaten gewaarborgd. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste elementen voor de opzet van de berekeningen weergegeven.

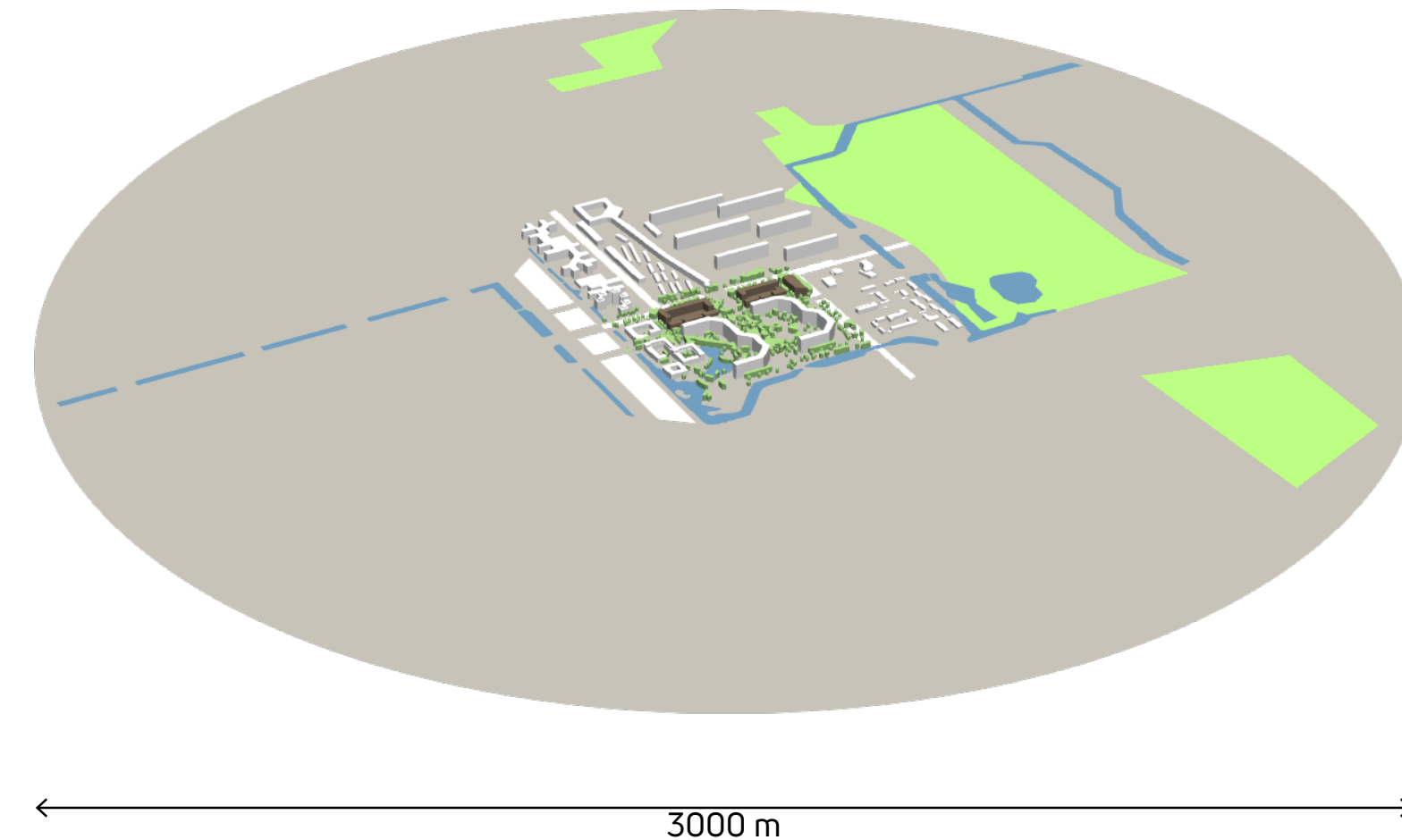
3.1 3D-Model en rekenrooster

De geometrie van het model is gebaseerd op de verkregen tekeningen van de opdrachtgever. Het model omvat alle gebouwen binnen een straal van minimaal 300 m. Dit betreft de toekomstige situatie na toevoeging van de nieuwbouw in figuur 3.1.

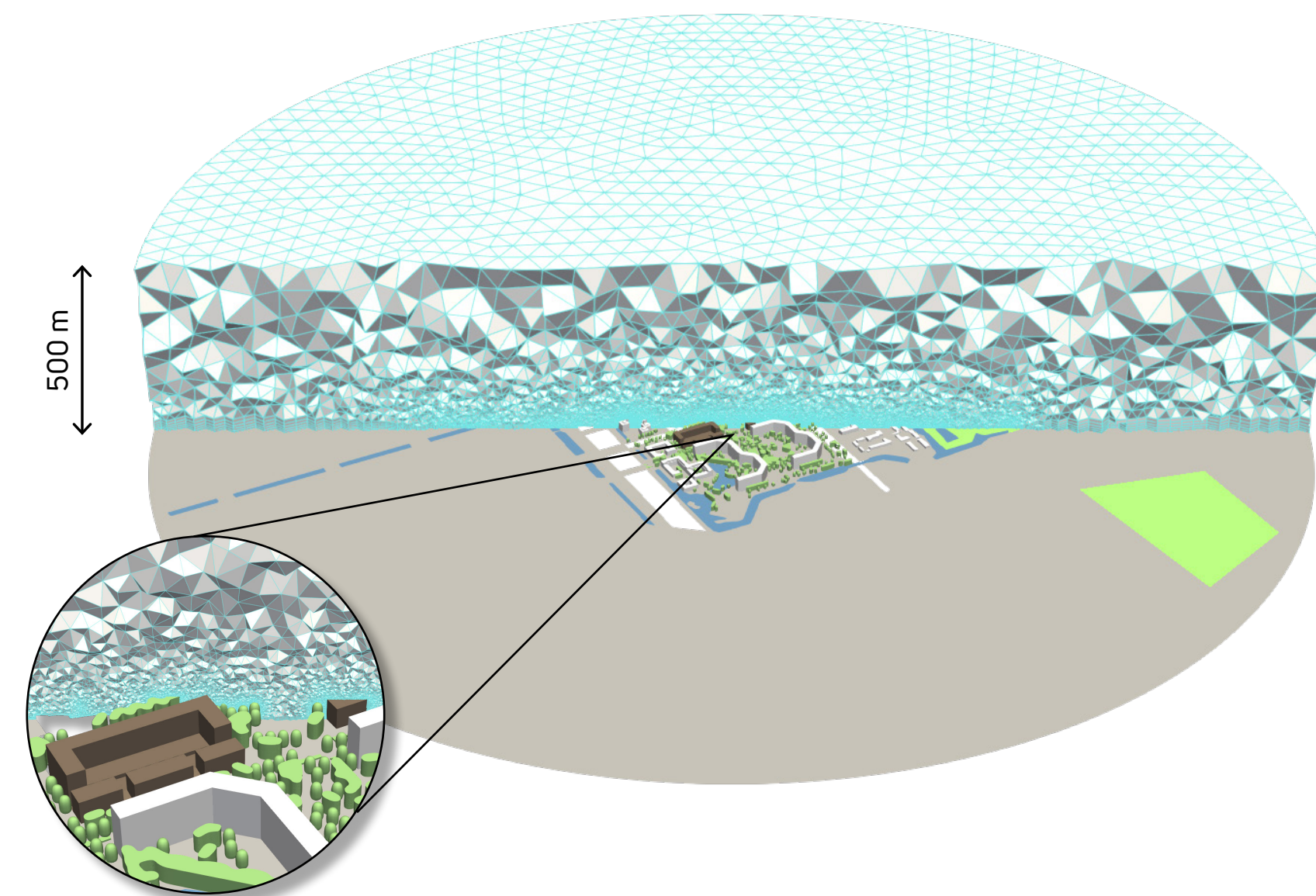
De omliggende bebouwing is als eenvoudige massa's weergegeven. Rond dit gebied is een cilindervormig domein geplaatst met een doorsnede van 3000 m en een hoogte van 500 m. Het plangebied is centraal in dit domein geplaatst, zodat hier verschillende windrichtingen op kunnen worden toegepast zonder dat het voor- of achtergebied te klein wordt. De ruwheid van het voorland is afgestemd op de werkelijke situatie conform NPR 6097:2006.

Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor deze situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit 47 203 261 cellen.

Over het grondoppervlak en de bebouwing zijn vijf lagen prisma's geplaatst. Deze prismalaag zorgt voor een betere berekening van de snelheidsgradiënt in de (atmosferische) grenslaag.



Figuur 3.1:
Impressie van het
model
Zicht vanuit het zuiden



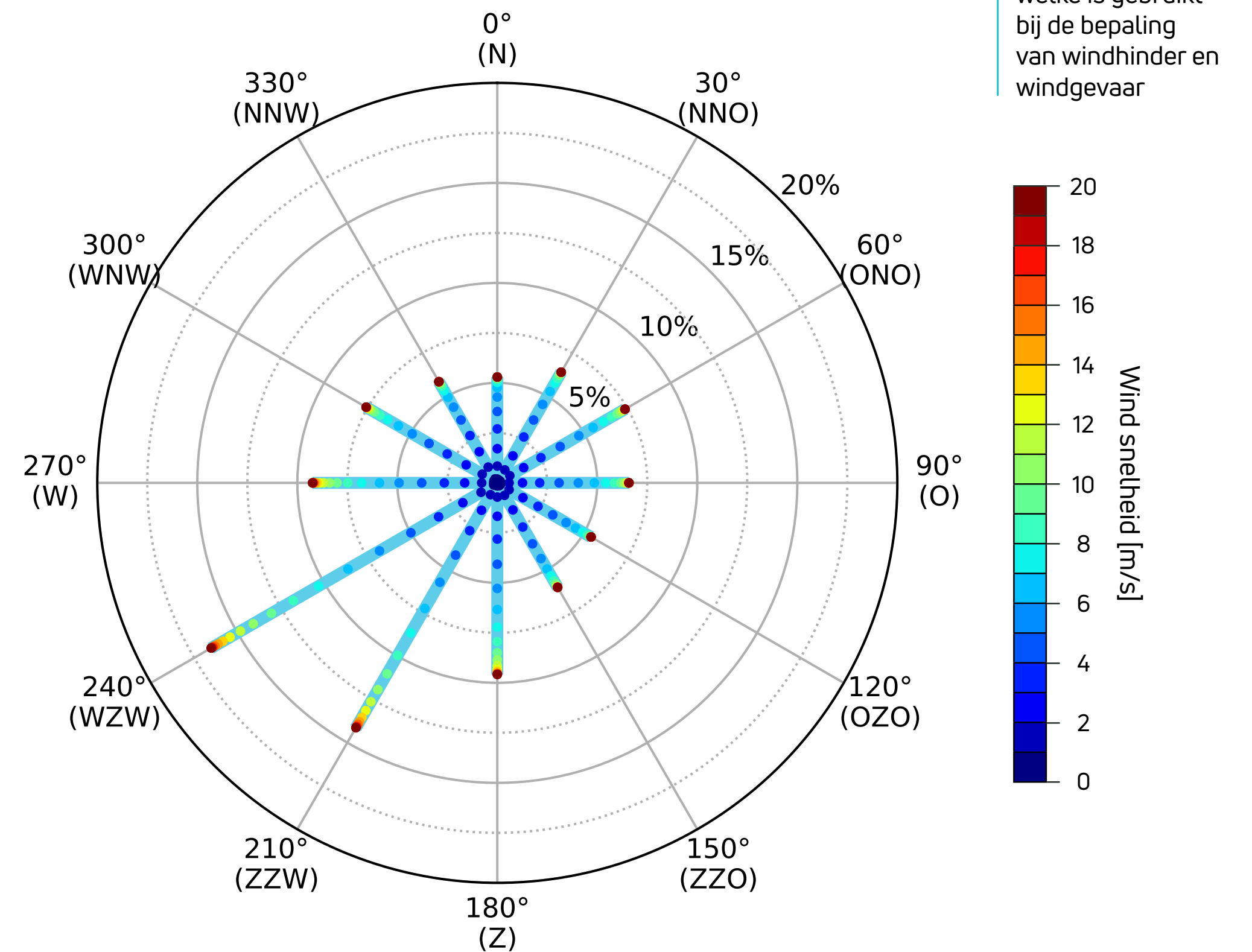
Figuur 3.2:
Doorsnede van het
rekenrooster
Zicht vanuit het zuiden

3.2 Vegetatie

Vegetatie heeft een relevante invloed op het windklimaat en is daarom rondom het plangebied en op het eigen perceel opgenomen. Deze invloed verandert echter in de loop van het jaar, afhankelijk van het seizoen en het type vegetatie. Tegelijkertijd verschillen ook de windomstandigheden in de loop van het jaar. Op dit moment zijn windstatistieken niet voor elke maand of seizoen apart beschikbaar. Om een zo realistisch mogelijk beeld van het windklimaat te krijgen is daarom een vereenvoudiging nodig. In het bijzonder worden twee verschillende simulatiesets uitgevoerd voor het hele jaar: één met bladdragende vegetatie (vegetatietoestand in de zomer) en één met bladloze vegetatie (vegetatietoestand in de winter). De groenblijvende bomen, hagen en struiken worden in beide studies beschouwd als bladdragend. Het gemiddelde tussen de twee resultaten wordt vervolgens berekend om een overzicht te krijgen van het windklimaat over het hele jaar. De jaargemiddelde resultaten worden gerapporteerd en besproken in hoofdstuk 4 conform NEN 8100:2006, terwijl de afzonderlijke resultaten voor het geval met bladdragende vegetatie en bladloze vegetatie worden gerapporteerd in bijlage B.

3.3 Methodiek

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgerekend, te weten 12 windrichtingen. Voor elke windrichting die in beschouwing is genomen wordt een resulterend snelheidsveld bepaald. Hiermee is voor elke locatie per windrichting de versterkingsfactor ten opzichte van de opgelegde windsnelheid vastgelegd. Vervolgens wordt de windstatistiek conform NPR 6097:2006 gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse om te bepalen of er een comfortabel windklimaat kan zijn. Een visualisatie van de lokale windstatistiek als windroos en als frequentieverdeling van de windsnelheid op 60 m hoogte



Figuur 3.3:
Visualisatie van
de windstatistiek
welke is gebruikt
bij de bepaling
van windhinder en
windgevaar

is weergegeven in figuur 3.3.

3.4 Software

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v2206, een softwarepakket dat bedoeld is voor het oplossen van problemen in de continuüm mechanica en thermodynamica. Voor dit project is "simpleFoam" gebruikt. Deze solver is gebaseerd op de Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen voor incompressibele vloeistoffen en houdt rekening met turbulentie. Voor de modellering van turbulentie is gebruik gemaakt van het SST k- ω model.

3.5 Aannames en randvoorwaarden

Voor de berekeningen is een referentie-windsnelheid van 5 m/s op een hoogte van 60 m opgegeven. Hierbij is een atmosferisch grenslaagprofiel toegepast. Er is aangenomen dat de atmosferische grenslaag een snelheidsprofiel heeft volgens vergelijking 3.1 en 3.2. Hierin is U_n de horizontale windsnelheid, z de hoogte vanaf het maaiveld, en z_0 een ruwheidslengte. De ruwheidslengte is een maat voor de ruwheid van het terrein. Verder is κ de constante van von Kármán en die is gelijk aan 0,41. Deze empirische constante is gerelateerd aan het modelleren van grenslagen. Ook de turbulente grootheden k en ω verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft C_μ de waarde 0,09. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulentiemodel (SST k- ω).

$$U_n(z) = \left(\frac{U^*}{\kappa} \right) \ln \left(\frac{z + z_0}{z_0} \right) \quad (3.1)$$

$$U^*(z_0, U_{ref}, z_{ref}) = \frac{\kappa \cdot U_{ref}}{\ln \left(\frac{z_{ref} + z_0}{z_0} \right)} \quad (3.2)$$

$$k(z) = \frac{U^{*2}}{\sqrt{C_\mu}} \quad (3.3)$$

$$\omega(z) = \frac{U^*}{\kappa(z - z_{ground} + z_0)\sqrt{C_\mu}} \quad (3.4)$$

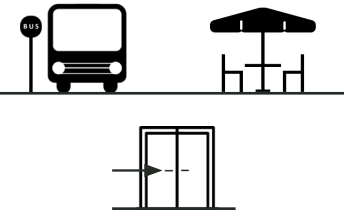
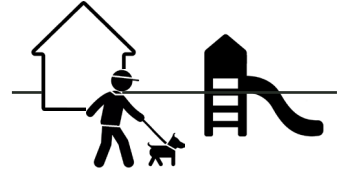
4 Resultaten

In deze sectie worden de resultaten voor windhinder en windgevaar ter plaatse van de openbare buitenruimte weergegeven conform NEN 8100:2006. De resultaten van de openbare buitenruimte worden weergegeven op horizontale doorsneden op 1,75 m boven maaiveld.

Figuren 4.1, 4.2 en 4.3 tonen de resultaten van de openbare buitenruimte. In figuur 4.2 worden de resultaten getoond voor de diverse activiteiten die benoemd worden in NEN 8100:2006. Figuur 4.3a en b tonen de jaargemiddelde resultaten voor de activiteiten doorlopen en slenteren. Figuur 4.3c toont het resultaat voor de activiteit langdurig zitten. Deze activiteit vindt, in tegenstelling tot de andere activiteiten, typisch plaats tijdens dagen die een aangener klimaat kennen. Deze dagen zijn veelal gelegen in de lente- en zomermaanden, wanneer de aanwezige vegetatie volledig in het blad staat. Het hier getoonde resultaat is dan ook die van de berekeningen met al de vegetatie bladdragend.

Als richtwaarden voor de gewenste windhinderklassen wordt tabel 4.1 aangehouden.

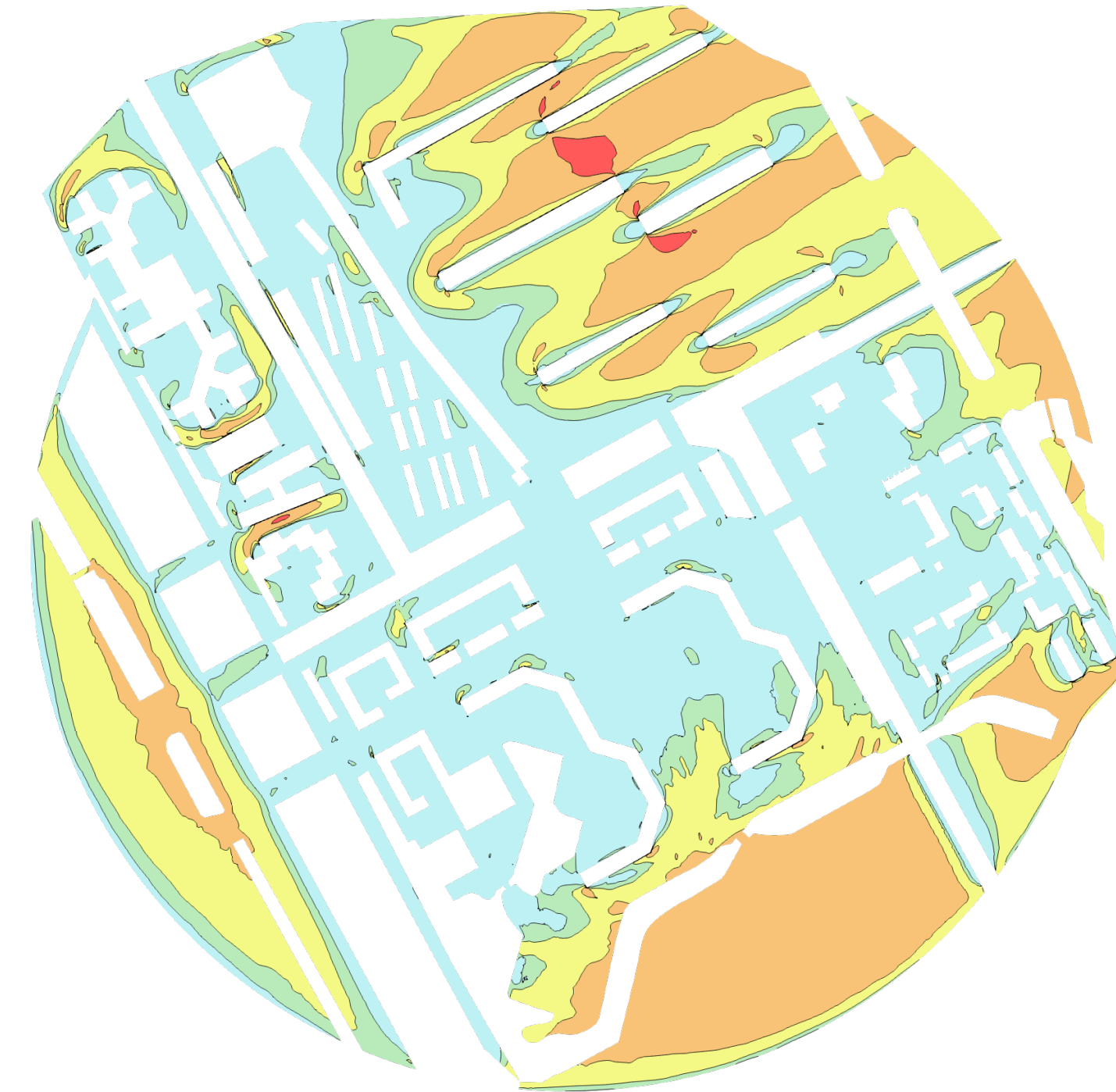
Tabel 4.1: Richtwaarden van de windhinderklassen per activiteit

		Goed	Matig	Slecht
	Langdurig zitten en voetgangersactiviteiten ter plaatse van gebouwentrees, etc.	A	B	C, D en E
	Slenteren en op locaties die gezien kunnen worden als verblijfsgebied voor voetgangers	A en B	C	D en E
	Doorlopen op locaties met voor voetgangers louter een verkeersfunctie en geen verblijfsfunctie	A, B en C	D	E
Windgevaar dient bij voorkeur voorkomen te worden. Een beperkt risico kan lokaal geaccepteerd worden				

De resultaten voor windhinder zijn in figuur 4.2 getoond. Hierin zijn de drie bouwvolumes aangegeven met 'A', 'B' en 'C'. Hieruit kan het volgende worden opgemaakt:

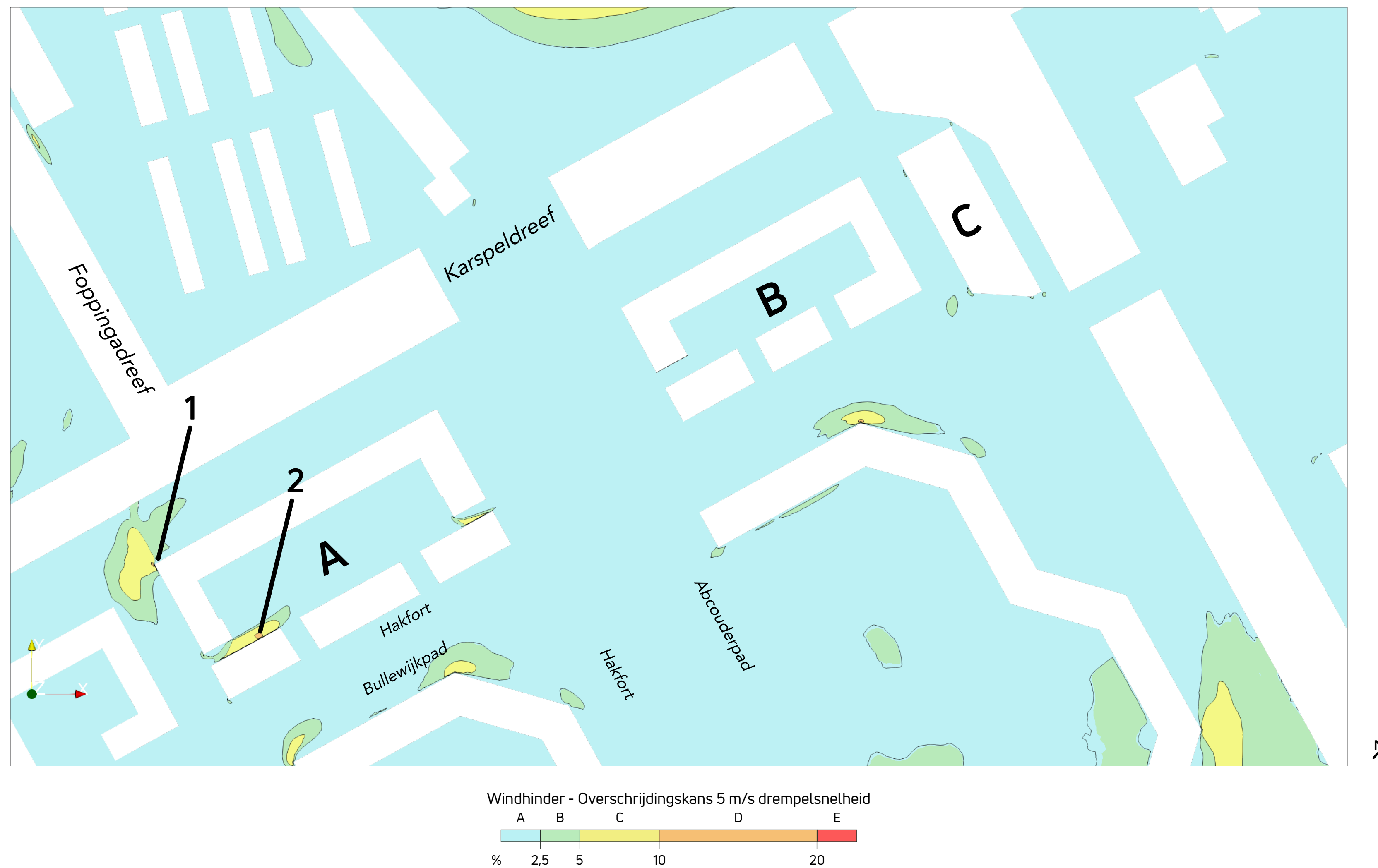
- Rondom blok B en C is veelal een luw windklimaat aanwezig. De condities worden op deze posities enkel gekenmerkt door windhinderklasse A;
- Op het plein tussen blok A en B treedt eveneens enkel windhinderklasse A op. Het windklimaat hier biedt goede condities voor alle activiteiten gedurende alle perioden van het jaar, zie figuur 4.3 en bijlage B. Tevens bestaat het voornemen op dit plein een paviljoen te realiseren van maximaal 8 m hoog. Indien de omvang en hoogte van het paviljoen beperkt blijft is de verwachting dat deze geen significante invloed zal hebben op het lokaal windklimaat;
- Aan de westzijde van blok A heeft de nieuwbouw een significant effect op het lokaal windklimaat. Aan deze zijden, met name op het kruispunt tussen het Heesterveld en het Karspeldreef (locatie '1'), ontstaat een meer gevarieerd windklimaat, waarbij de optredende condities voornamelijk worden gekenmerkt door windhinderklassen B, C en (beperkt) D. De stroming richting locatie '1' is uitgewerkt in paragraaf 5.1. Om het windklimaat te verbeteren dient downwash aan de zuidwestzijde van blok A verminderd te worden. In paragraaf 5.2 zijn enkele mogelijkheden benoemd om het windklimaat hier te verbeteren;
- De zuidwestelijke doorgang naar de binnentuin van blok A (locatie '2') kent een windrijk klimaat. De hier optredende condities worden overwegend geclassificeerd in windhinderklassen C en D. De stroming richting locatie '2' is uitgewerkt in paragraaf 5.1. In paragraaf 5.2 zijn enkele mogelijkheden benoemd om het windklimaat hier te verbeteren.

Rondom de nieuwbouw bestaat geen risico op windgevaar, zie figuur 4.4.



Figuur 4.1:
Windhinder op
voetgangsniveau
(overzicht)

In bijlage B is te zien dat er een significant verschil is tussen het windklimaat in de lente/zomer (bladdragende vegetatie) en het klimaat in de herfst/winter (bladloze vegetatie). Dit geeft aan dat de rol van de vele vegetatie relatief groot is en dat het een adequaat middel is om verdere windhinder te voorkomen.



Figuur 4.2:
Windhinder op
voetgangersniveau

Figuur 4.3:
Windhinder op
voetgangersniveau
voor drie
verschillende
activiteiten



(a)
Beoordeling activiteit doorlopen

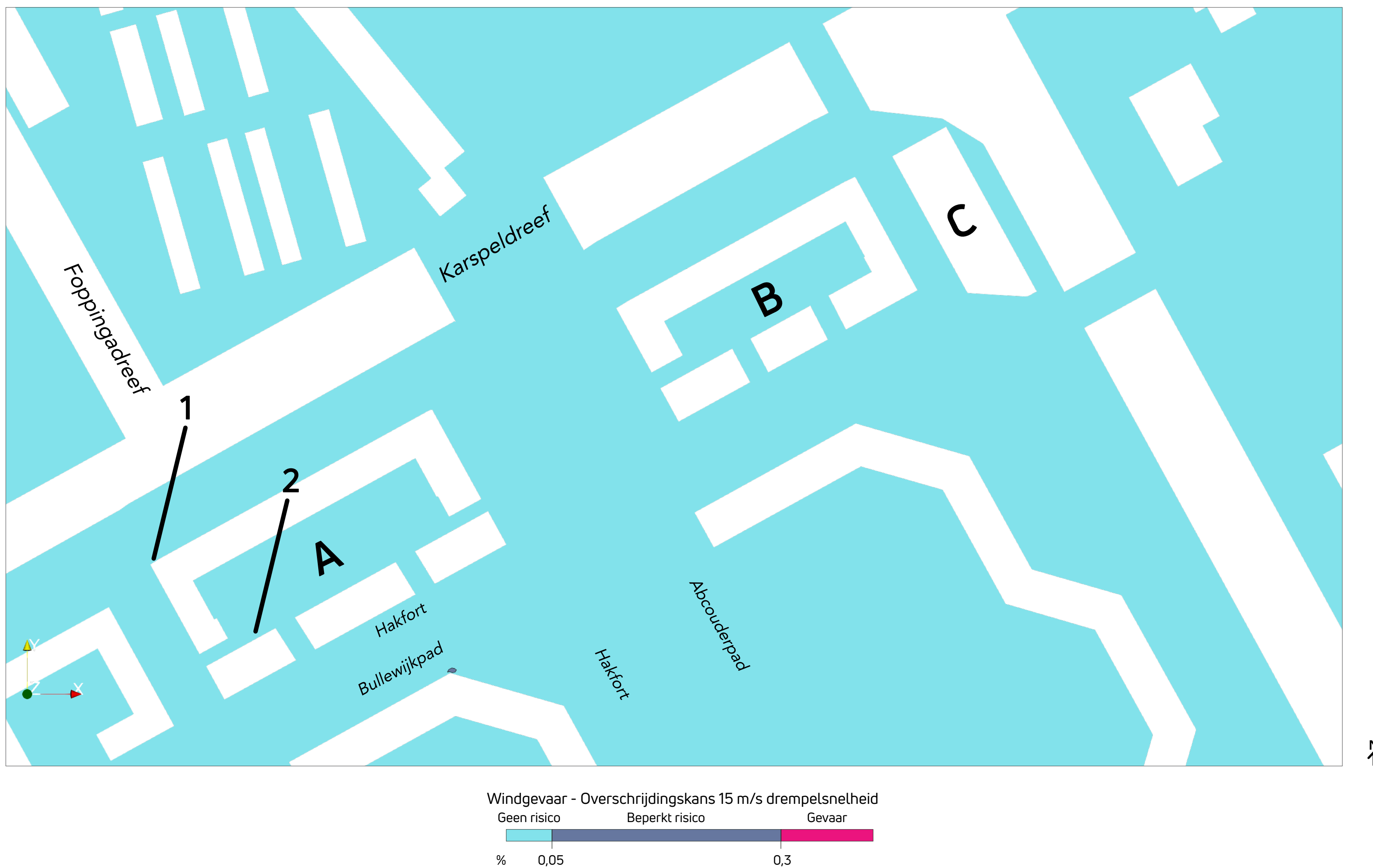


(b)
Beoordeling activiteit slenteren



(c)
Beoordeling activiteit lang zitten (situatie bladdragend)





Figuur 4.4:
Windgevaar op
voetgangsniveau

5 Analyse en discussie

5.1 Stromingsfenomenen

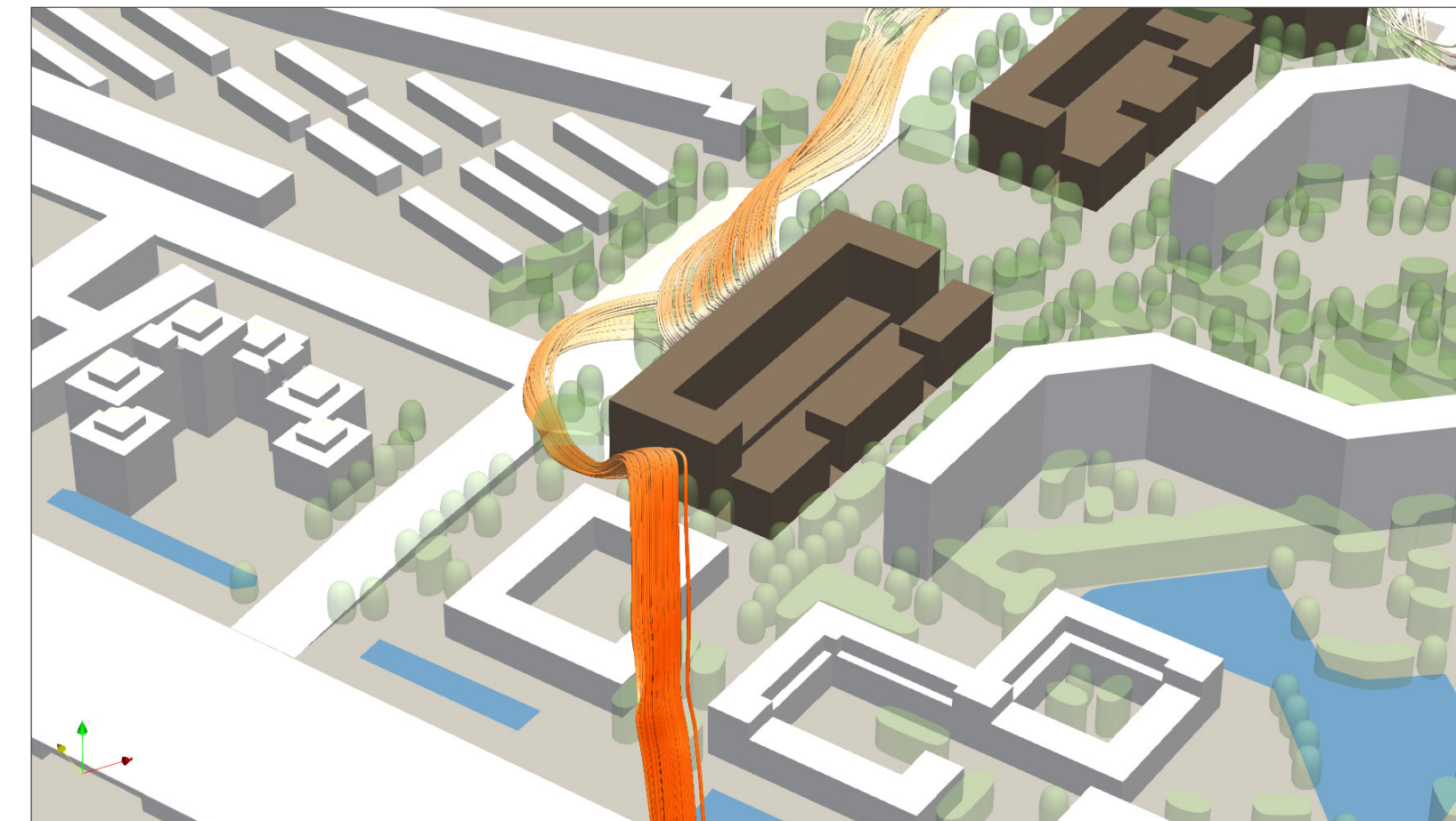
In dit hoofdstuk wordt besproken hoe het in hoofdstuk 4 getoonde windklimaat ontstaat en hoe dit eventueel gemitigeerd kan worden. Door bij een individuele windrichting naar de overschrijdingskans te kijken (zie bijlage C) komt naar voren dat wind uit het zuidzuidwesten de grootste invloed heeft op het windklimaat in de beoogde toekomstige situatie. Door de stromingen uit deze richting verder te analyseren middels stroomlijnen wordt duidelijk hoe de wind langs de gebouwen stroomt en hoe dit het windklimaat lokaal beïnvloedt. De stroomlijnen geven hierbij het pad aan dat de wind volgt wanneer het langs de verschillende obstakels stroomt.

Locatie 1 (figuur 5.1)

In figuur 5.1 is te zien dat de wind uit zuidwestelijke richting aanstroomt over het naastgelegen bouwblok en aan de westelijke kop van blok A zorgt voor een valwind. De wind wordt afgebogen richting maaiveldniveau en versnelt vervolgens aan de westhoek ter plaatse van Heesterveld en Karspeldreef.

Locatie 2 (figuur 5.2)

In figuur 5.2 kan worden gezien dat bij (west)zuidwestelijke windrichting eveneens een valwind optreedt. In dit geval stroomt de wind over het naastgelegen bouwblok en versnelt in de passage van blok A. De combinatie van de valwind met de nauwe doorgang resulteert in een lokale versnelling van de wind op voetgangersniveau, wat dus resulteert in windhinderklasse D ter plaatse van locatie '2'.



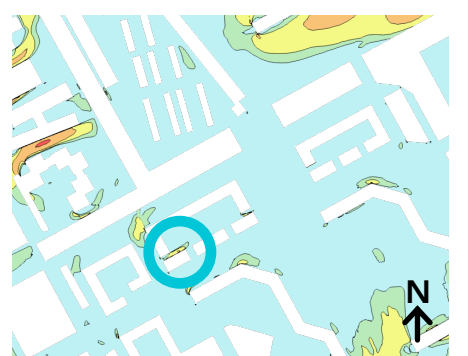
Figuur 5.1:
Stroomlijnen blok A
kruispunt Heesterveld
en Karspeldreef



Wind vanuit ZZW
laag hoog



Figuur 5.2:
Stroomlijnen blok A
zuidwestgevel en
binnenplaats



Wind vanuit WZW
laag hoog

5.2 Aanbevelingen

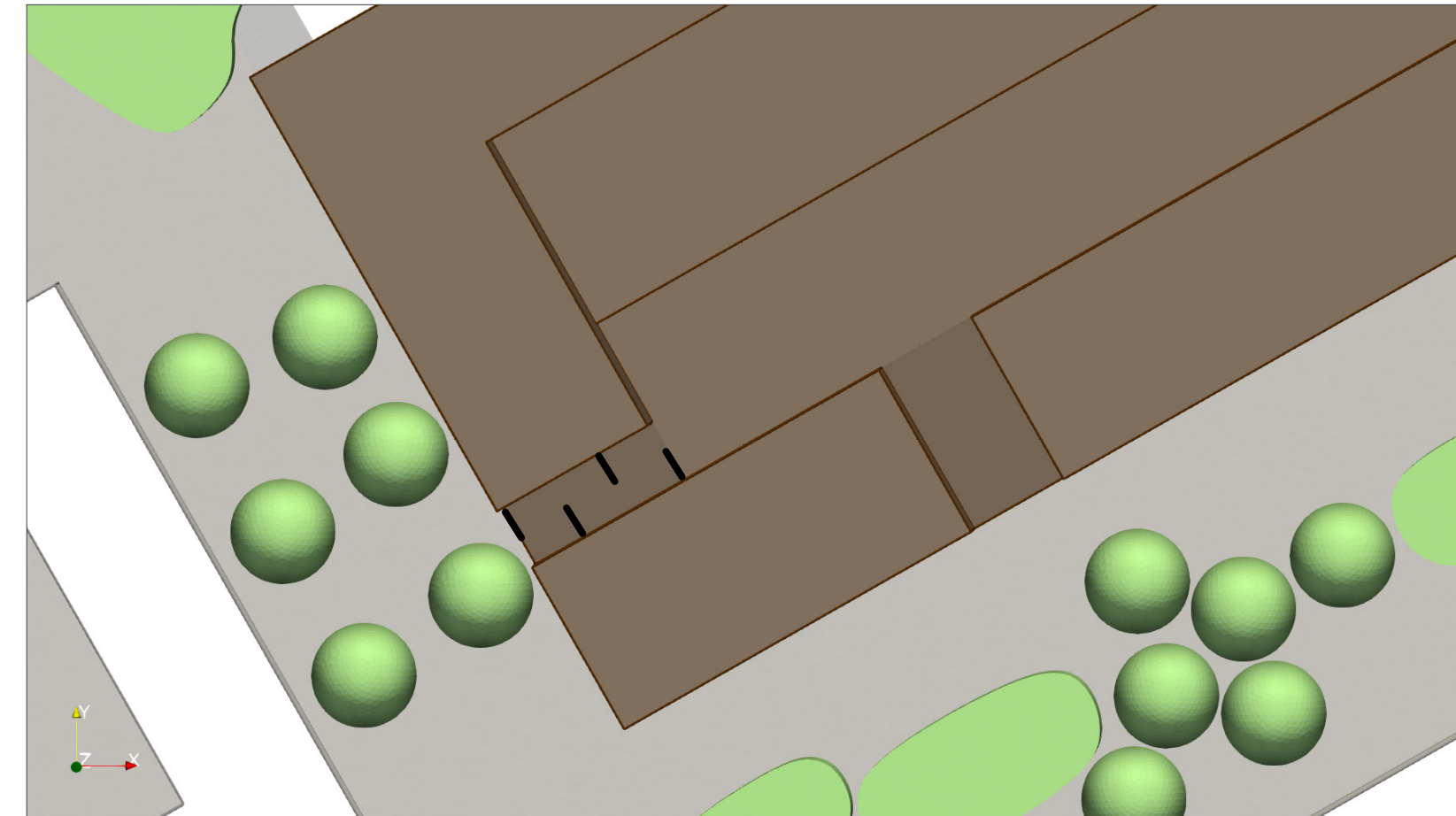
Het lokale windklimaat kan worden geoptimaliseerd op basis van enkele aanbevelingen. Hierbij wordt specifiek gekeken naar de locaties waar, in de toekomstige situatie, windhinderklasse D zal optreden. De overige windhinderklassen A, B en C bieden een acceptabel comfortniveau, waarbij langdurig zitten in klasse A wordt voorzien. Hier is voldoende ruimte voor.

Locatie 1

Voor de inrichting van de openbare ruimte op deze locatie wordt geadviseerd hier geen wandelpaden en/of zitplaatsen te realiseren. Hiermee wordt vermeden dat activiteiten kunnen plaatsvinden waarvoor het comfortniveau ter plekke niet adequaat is. Optioneel kan met de toepassing van een luifel op de zuidwestgevel (en rondom de westhoek) het lokaal windklimaat worden verbeterd. Gedacht kan worden aan een luifel van minimaal 2 m. Het effect kan in de verdere uitwerking van dit bouwdeel worden gevalideerd.

Locatie 2

Om het windklimaat rondom locatie '2' te optimaliseren, wordt aanbevolen om hier vegetatie toe te passen met een afwisselende hoogte (struiken: ~2 m, bomen: 5-8+ m), opbouw (kruin hoog of laag) en porositeit (wintergroen). Een alternatief voor bovengenoemde aanpassing is het toepassen van verticale (groen)schermen of kunstwerken met een hoogte van minimaal 1,8-2,0 m en breedte van 2,0 m; zoals getoond in figuur 5.3. Het effect kan in de verdere uitwerking van dit bouwdeel worden gevalideerd.



Figuur 5.3:
Impressie van de
aanbevolen schermen



6 Conclusie

Dit rapport beschrijft een windonderzoek uitgevoerd door [Actiflow](#) voor het project 'H-Midden' te Amsterdam. Door de plaatsing van de nieuwbouw zal het lokale windklimaat beïnvloed worden. Dit windonderzoek is uitgevoerd basis van de Nederlandse norm "NEN 8100:2006: Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving". Hierbij is een geometrisch model van de gebouwen en de omgeving opgesteld. Een rekenrooster met hoge resolutie is rond deze geometrie opgetrokken als basis voor Computational Fluid Dynamics (CFD)-simulaties van de windstroming.

Het windonderzoek laat het volgende zien:

- Het windklimaat rondom blok B en C wordt gekenmerkt als luw en comfortabel te gebruiken voor elke activiteit. Hier zullen enkele condities optreden binnen windhinderklasse A;
- In de binnentuinen van blok A en B is een luw windklimaat aanwezig. Dit geldt tevens voor het plein tussen blok A en B, evenals rondom blok B en C;
- Aan de westzijde van blok A (kruispunt tussen Heesterveld en Karspeldreef) heerst een windrijk klimaat, waarbij de optredende condities vallen in windhinderklassen B, C en (beperkt) D;
- De doorgangen naar de binnentuinen van blok A en B kennen een comfortabel windklimaat waarbij ten hoogste windhinderklasse B zal optreden. Een uitzondering is de zuidwestelijke doorgang in blok A (locatie '2') waar een lokale versnelling van de wind op voetgangersniveau optreedt, resulterend in windhinderklasse D plaatselijk;
- Er is geen risico op windgevaar gevonden in het plangebied.

Het toevoegen van vegetatie is een adequaat middel om verdere windhinder te voorkomen. Dit is onder andere te zien in bijlage B, waar het verschil tussen de zomer- (bladdragende vegetatie) en wintersituatie (bladloze vegetatie) wordt aangeduid. Dit bleek ook al uit het vorige windonderzoek voor dit plangebied (rapportage met kenmerk AFR-8036, versie 1.3 d.d. 22 februari 2021).

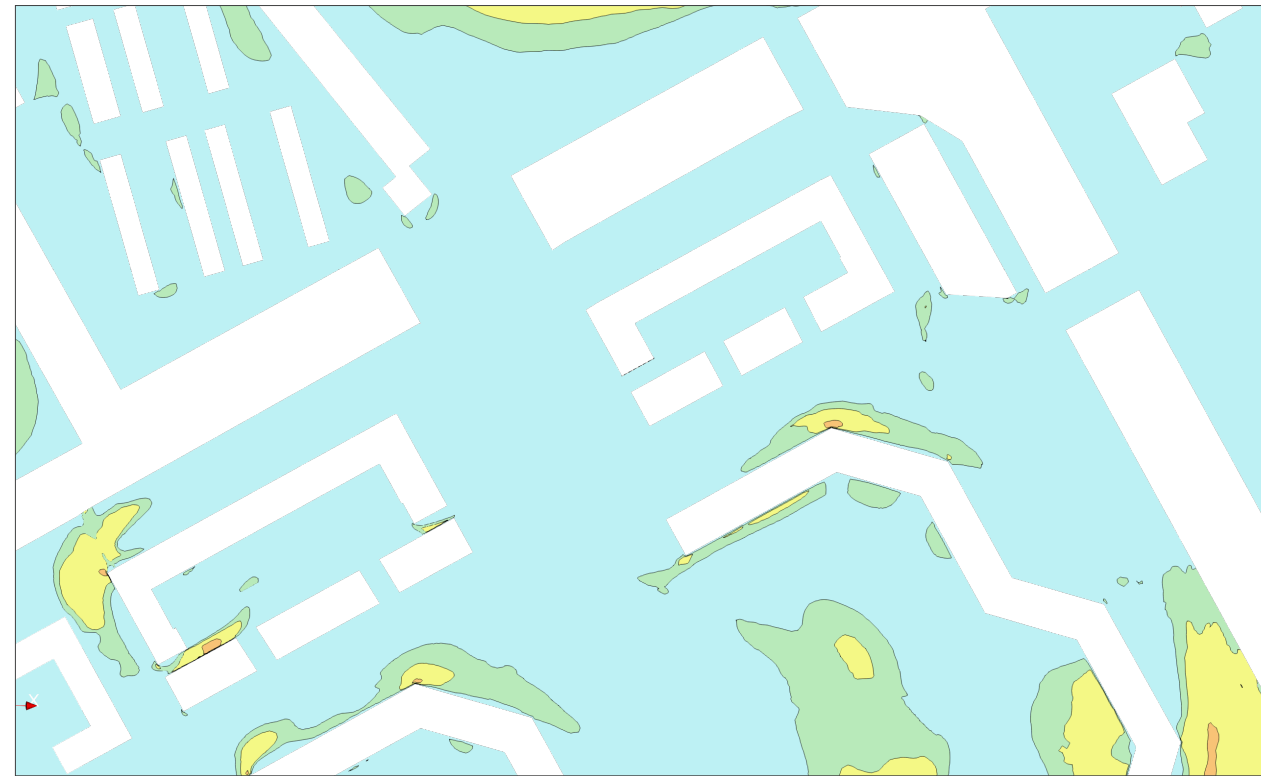
Het lokale windklimaat kan verder worden geoptimaliseerd op basis van de aanbevelingen die zijn opgenomen in paragraaf 5.2. Geconcludeerd wordt dat de invloed van de nieuwbouw op het windklimaat beperkt zal blijven en dat er na realisatie een acceptabel windklimaat zal heersen, onder voorwaarde dat de omschreven aanbevelingen worden overgenomen en gevalideerd.

Project	Projectgegevens
Projectnaam	H-Midden te Amsterdam
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
Projectleider Actiflow	ir. Nick Vlaun
Datum	13 juni 2023
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 300m rondom projectgebouw
Kerngebied	Nieuwbouw en de directe omgeving
Omgeving	Omgeving in bouwmassa's, gedetailleerd nabij het kerngebied
Afmetingen model	Rond met straal 1.500 m en hoogte 500 m
Blokkeringsgraad	Maximaal 3 %
Gemodelleerd groen	Bomen en struiken: poreuze zone
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12 (rondom in stappen van 30 graden)
Onderzochte configuraties	1 configuratie: nieuwbouw in bestaande omgeving
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: of2206
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☐ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag Basis: 47 203 261 cellen
Turbulentiemodellering	SST k- ω
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV cellLimited leastSquares 1 Turbulente grootheden: limitedLinear 1 Scalaire variabelen: n.v.t.
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag
Uitlaat	Druk-uitlaat
Boven-/Zijwanden	Slipwanden
Vloer/bodem	No-slip, ruwe wand
Overige	No-slip, ruwe wand/gladde wand

Gegevensverwerking en beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X: 125718		Y: 479974	
Toegepaste eisen	V_{DR} m/s	Gewenste kwaliteits-klasse	Overschrijdings-kans % $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$	Beoordeling
Voor comfort				
Doorlopen	5,0	A,B,C	$p < 10$	Goed
Slenteren	5,0	A,B	$p < 5$	Goed
Zitten	5,0	A	$p < 2,5$	Goed
Regionale correctie	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t
Voor gevaar				
	15	n.v.t	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15	n.v.t	$p \geq 0,3$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Windhinder contouren en klassenindeling, windgevaar contour			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	Geen			

B Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld

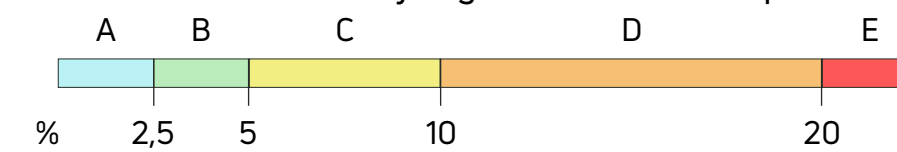
Windhinder



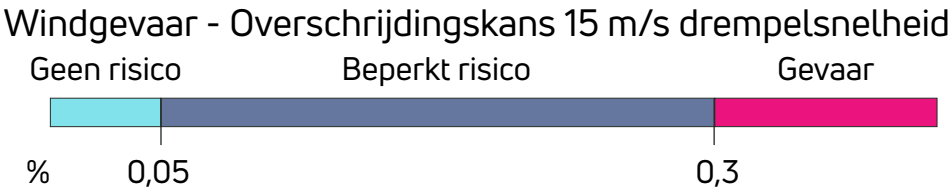
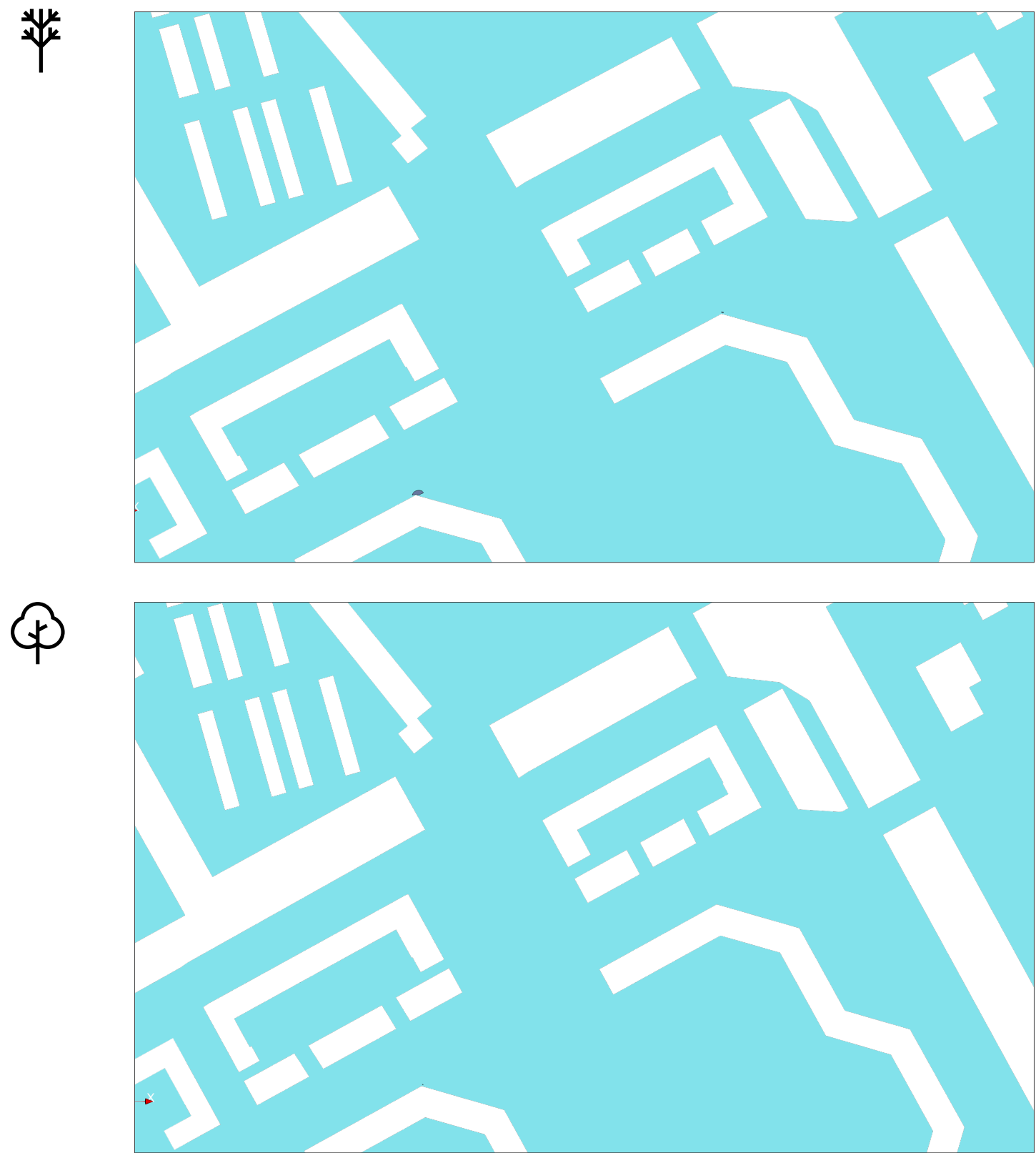
$\bar{x}$



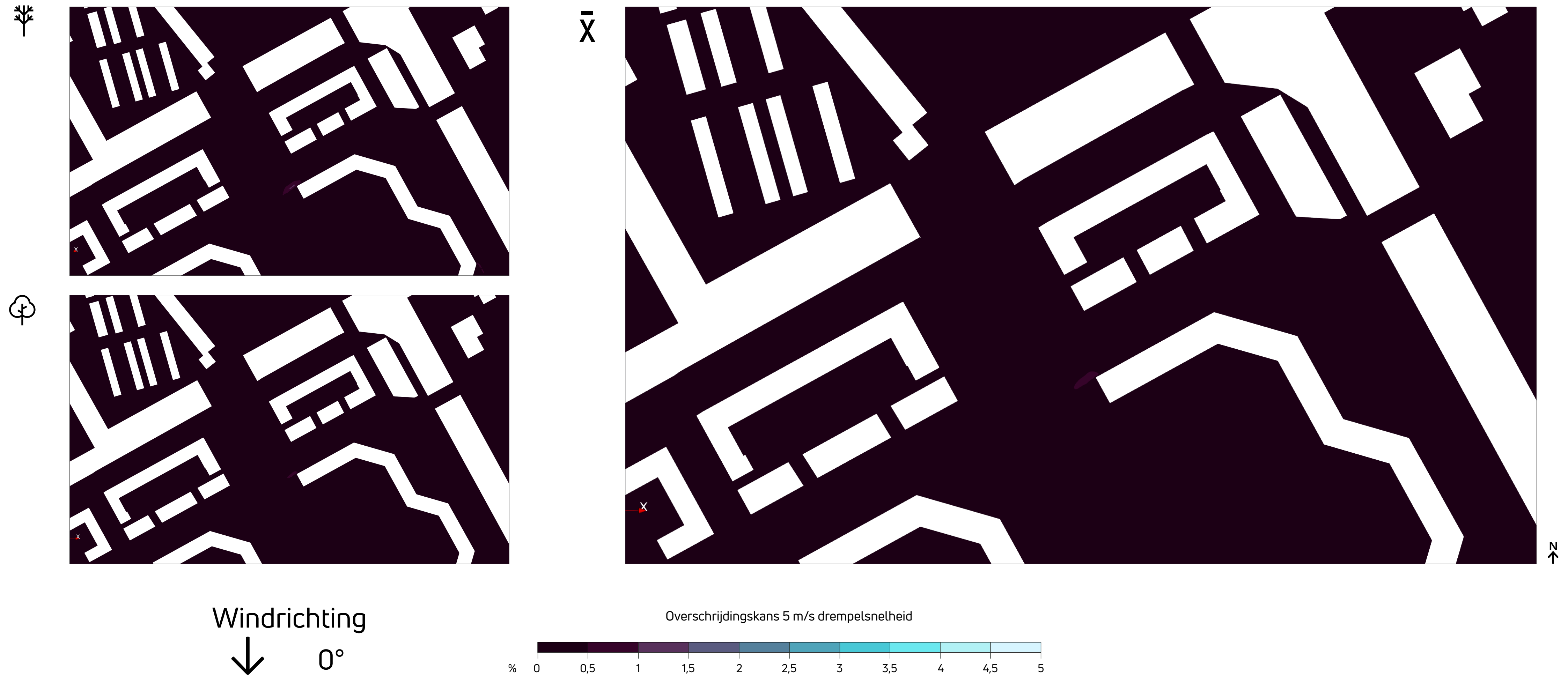
Windhinder - Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



Windgevaar



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen





$\bar{x}$

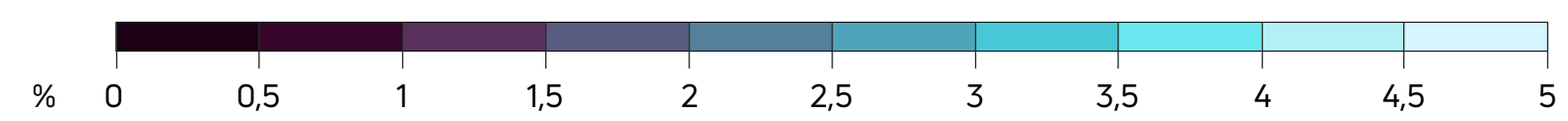


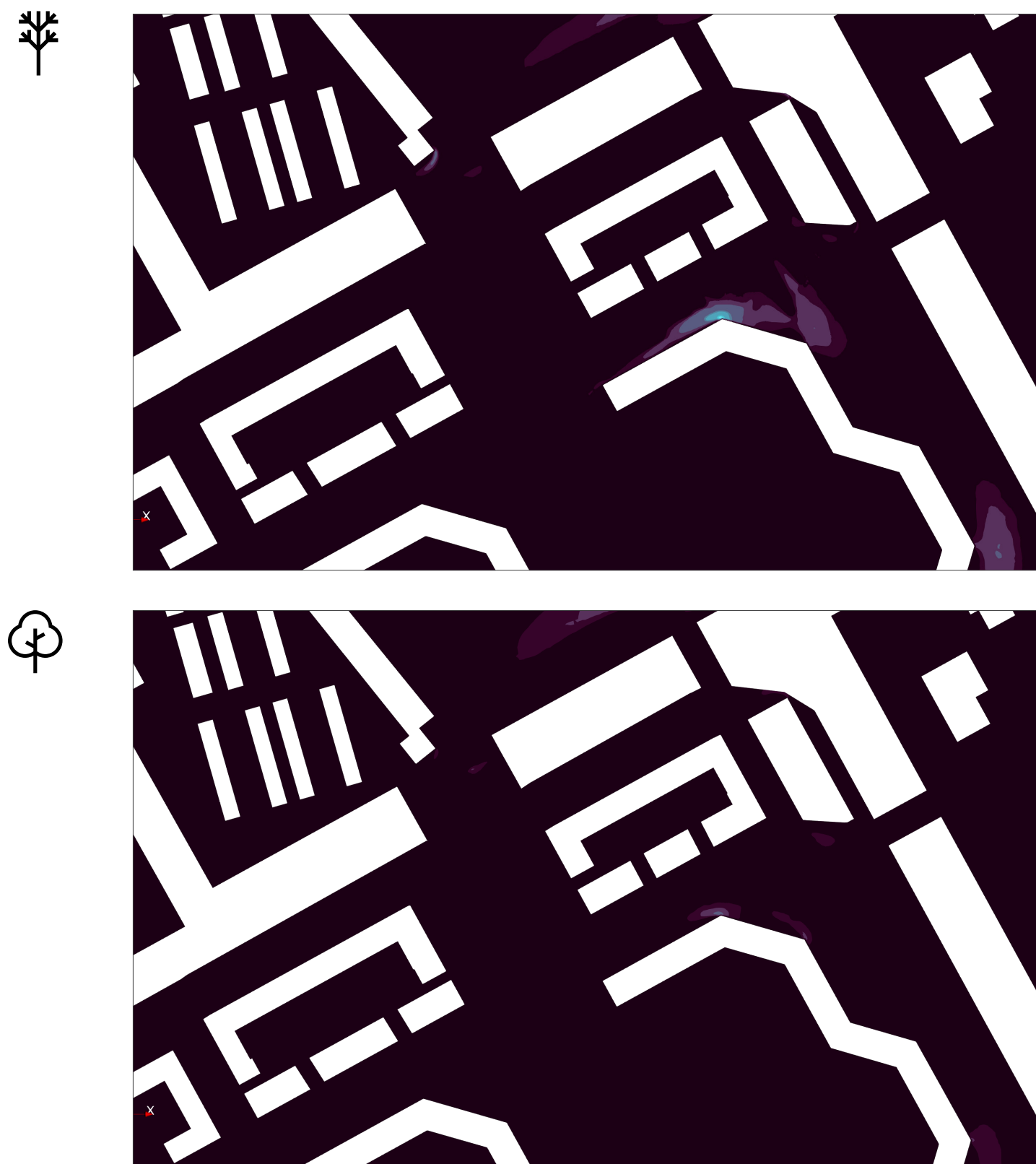
N
↑

Windrichting

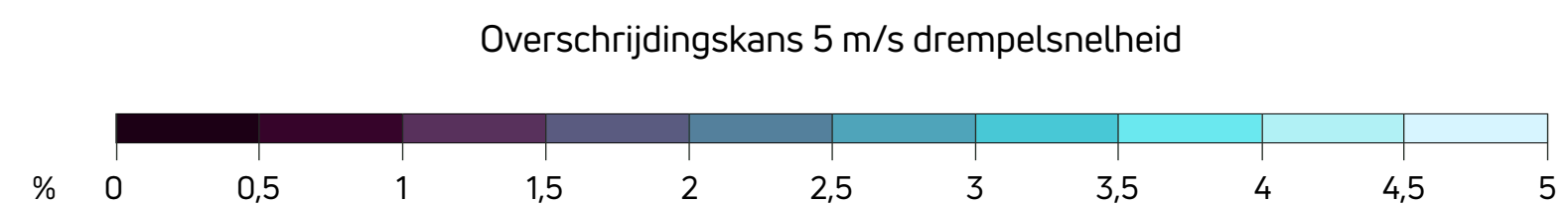
↙ 30°

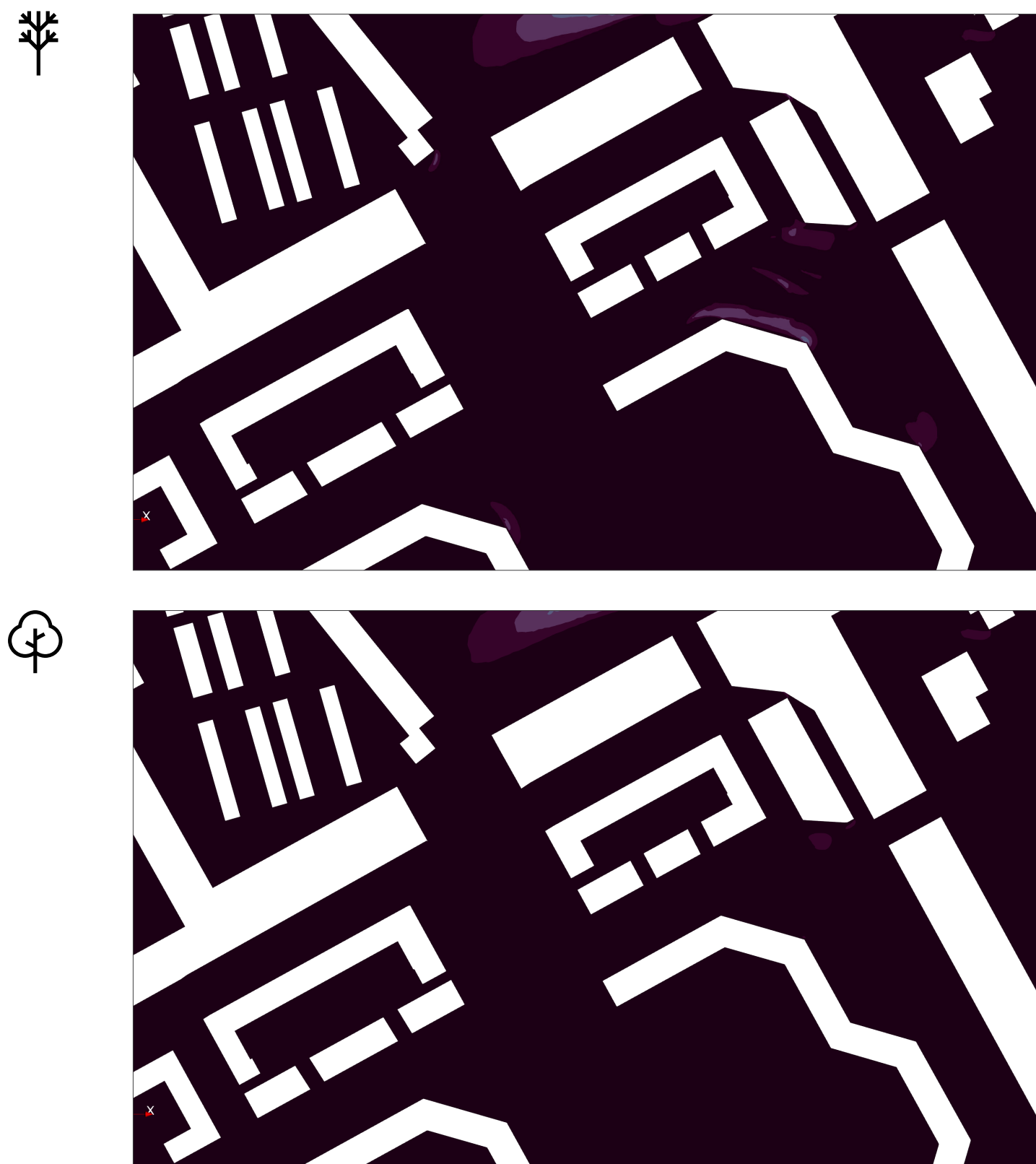
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



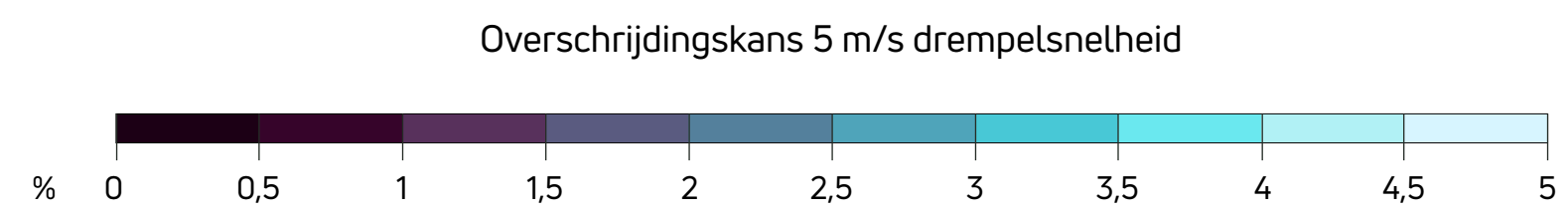


Windrichting
 ↙ 60°





Windrichting
 ← 90°





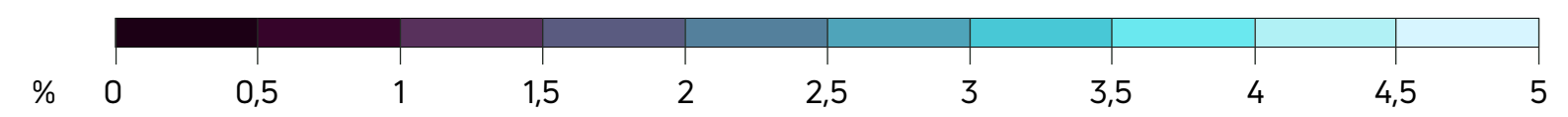
$\bar{x}$



Windrichting

↖ 120°

Overschrijdskans 5 m/s drempelsnelheid





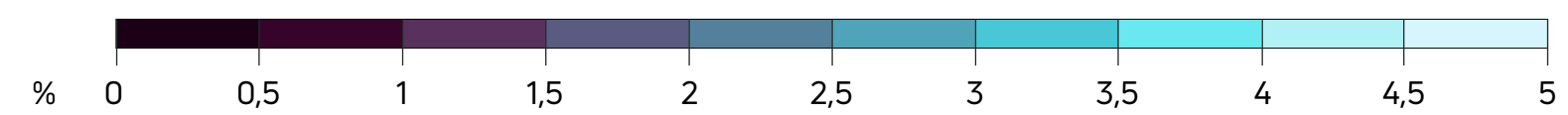
$\bar{x}$



Windrichting

↖ 150°

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid





$\bar{x}$

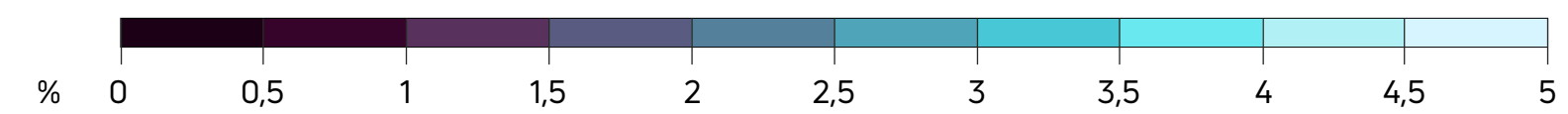


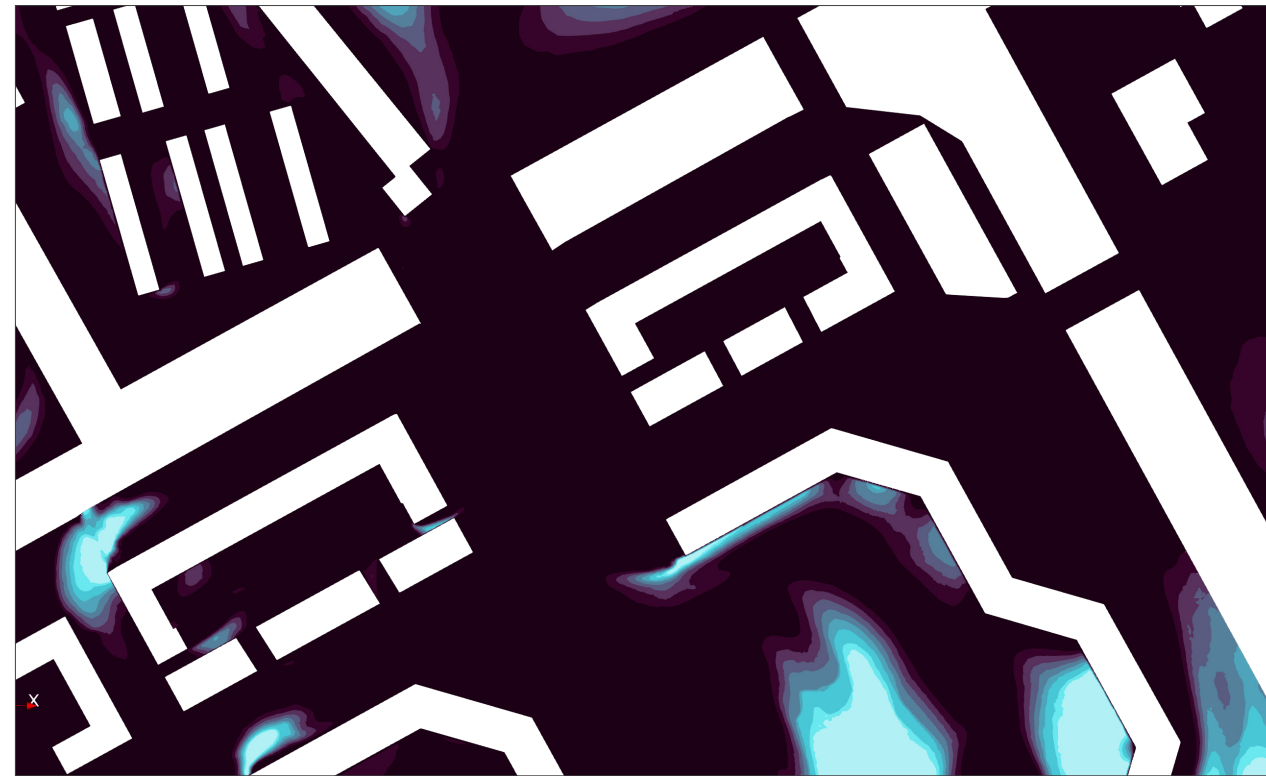
N
↑

Windrichting



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid





$\bar{x}$

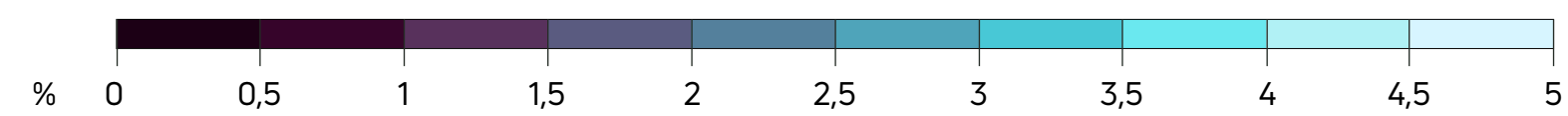


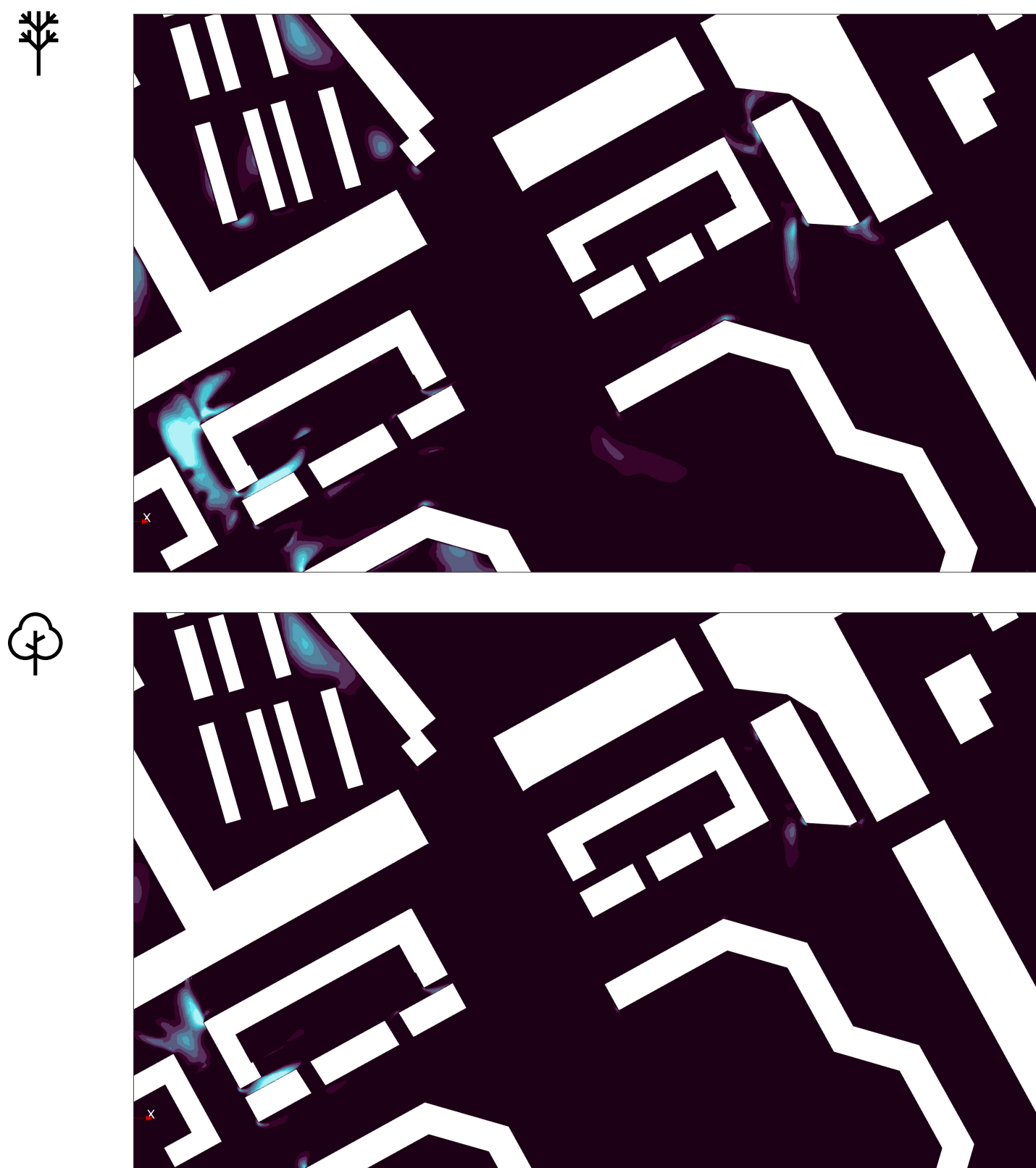
N
↑

Windrichting

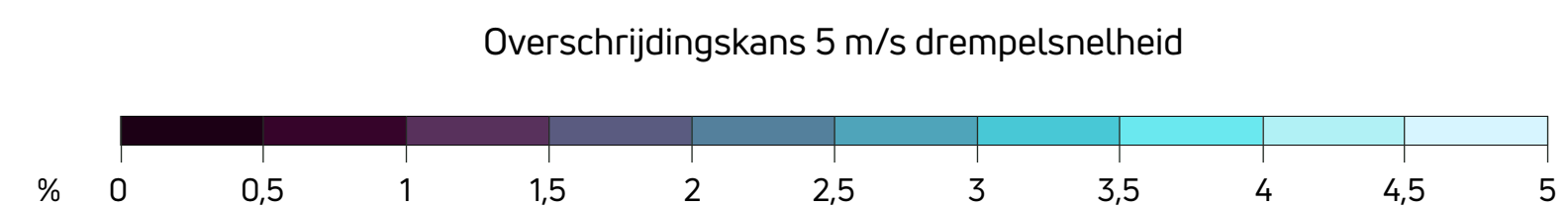
↗ 210°

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid





Windrichting
➔ 240°





$\bar{x}$

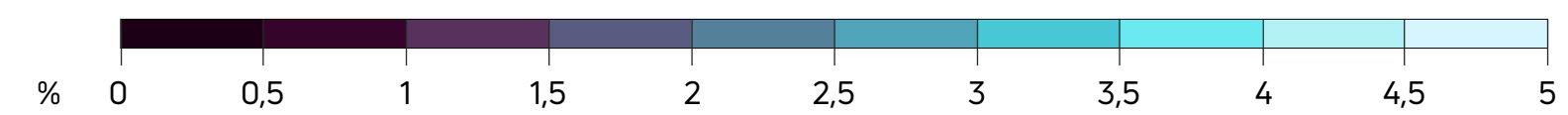


N
↑

Windrichting

→ 270°

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid





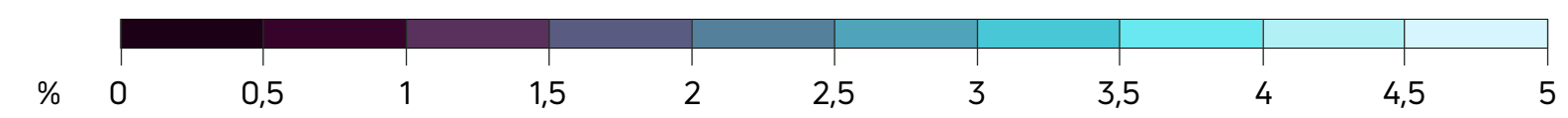
$\bar{x}$

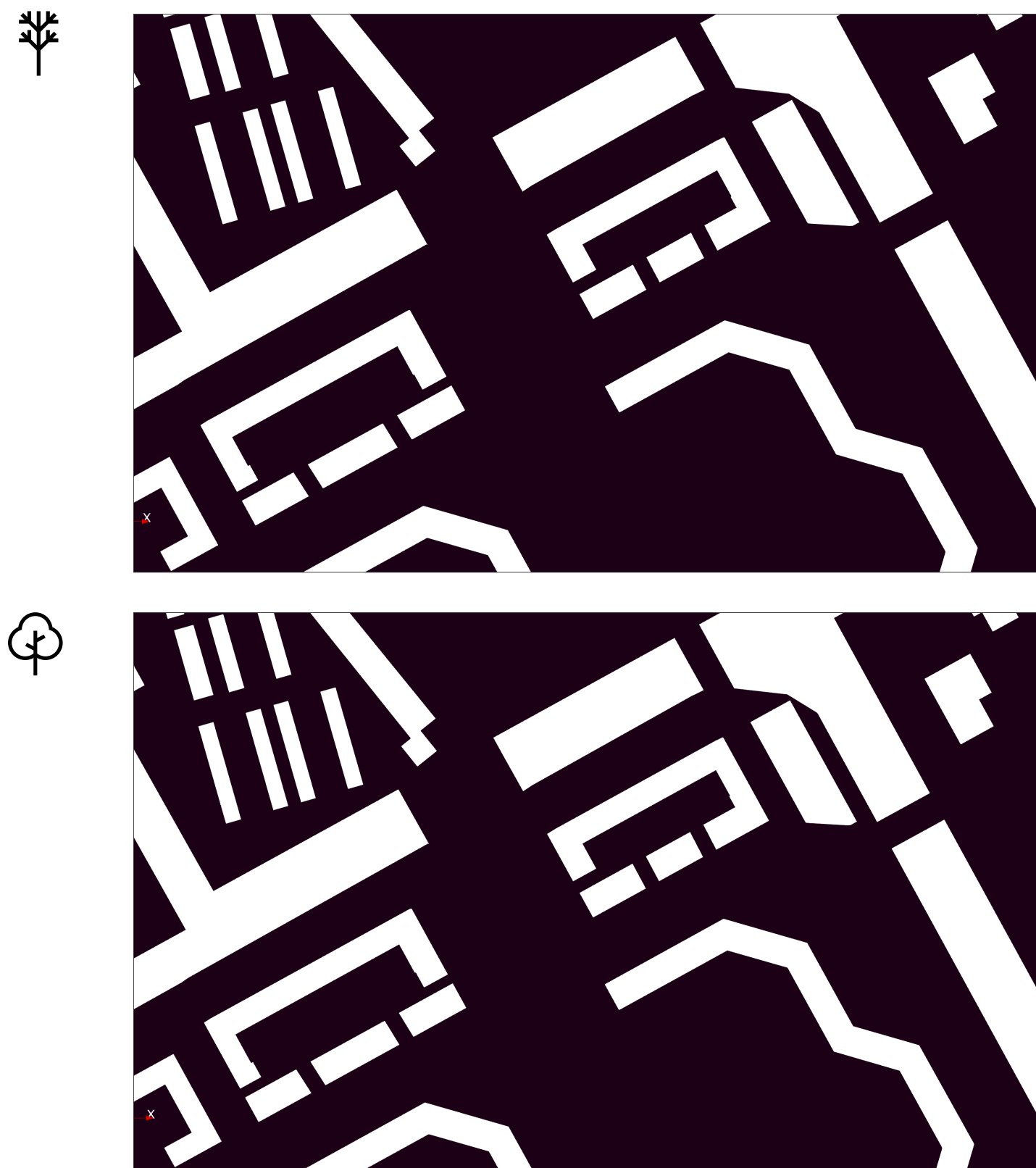


Windrichting

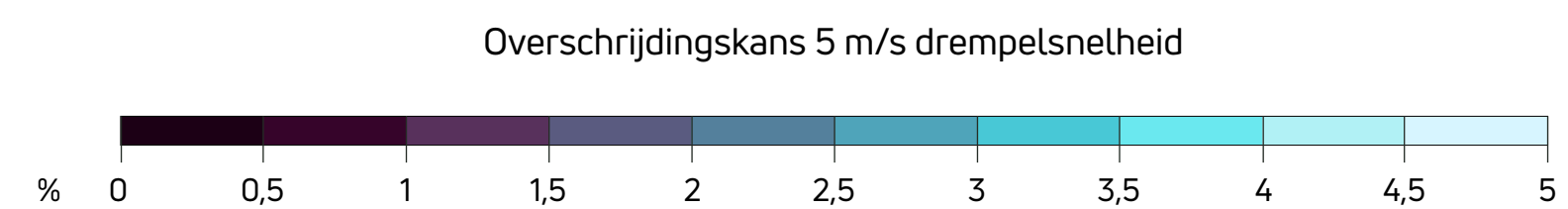
↘ 300°

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid





Windrichting
 ↘ 330°





Actiflow BV
Tramsingel 1
4814 AB Breda
+31 (0)76 5422 220
contact@actiflow.com
www.actiflow.com