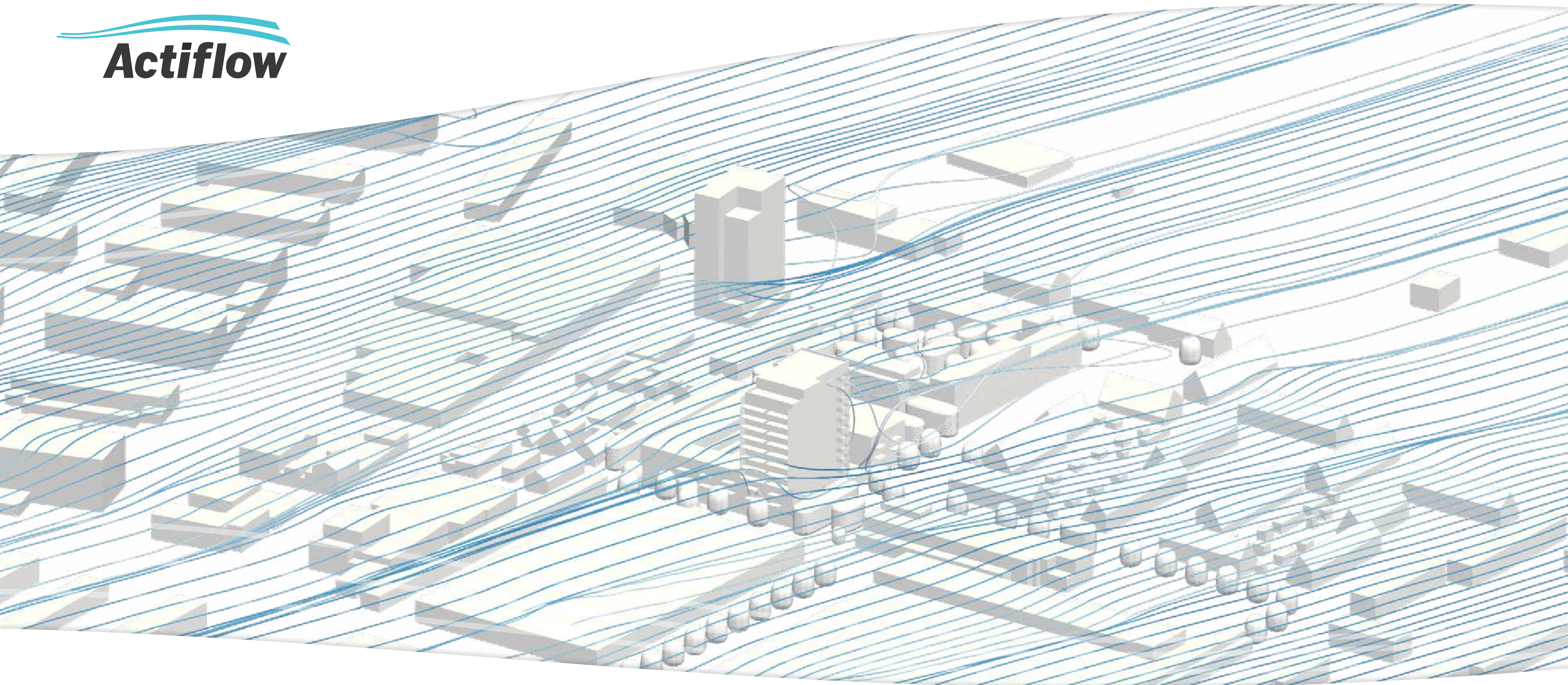




Inhoudsopgave

- 1 Introductie
- 2 Normstelling
 - 2.1 Windhinder en windgevaar
- 3 Opzet van de berekening
 - 3.1 Software
 - 3.2 Geometrie en rekenrooster
 - 3.3 Aannames en randvoorwaarden
- 4 Resultaten
- 5 Conclusie

- A Windhinder en windgevaar herfst/winter en lente/zomer
- B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen
- C Inlegvel NEN 8100:2006

1 Introductie

Het project *Spoorsingel* omvat de ontwikkeling van nieuwbouw op de kruising van de Spoorsingel met de Beijneslaan te Beverwijk (figuur 1.1). Zoals weergegeven in figuur 1.2 is in de bestaande situatie een enkellaags winkelpand op het perceel aanwezig. De nieuwbouw vervangt dit bestaande gebouw en bestaat uit een U-vormige plint met een hoogte van ca. 12 m met aan de zuidzijde een hoogte-accent tot ca. 40 m.

Deze aanpassing zal een invloed hebben op het lokale windklimaat. *Actiflow* is gevraagd een windstudie uit te voeren en te onderzoeken of het windklimaat in het toekomstige scenario acceptabel zal zijn. Dientengevolge is er zowel voor de huidige situatie als de toekomstige situatie een windstudie uitgevoerd, zodat beide situaties kunnen worden vergeleken.

De windstudie die door *Actiflow* is uitgevoerd maakt gebruik van Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties. Bij deze studie is de normstelling omtrent windhinder en windgevaar, de Nederlandse norm NEN 8100:2006 'windhinder en windgevaar in de gebouwomgeving' gehanteerd. Hoofdstuk 2 gaat in op deze normstelling. De gebruikte geometrie van het gebouw, de omgeving, het rekendomein en de bijbehorende randvoorwaarden zijn weergegeven in hoofdstuk 3. De resultaten van de berekeningen worden besproken in hoofdstuk 4, waarna de conclusies volgen in hoofdstuk 5.



Figuur 1.1:
Locatie van het project



Figuur 1.2:
Impressie van de
bestaande situatie
(links) en van van
het project voor de
toekomstige situatie
(rechts)

2 Normstelling

In onderhavige windstudie wordt het windklimaat ter plaatse van de openbare buitenruimte in kaart gebracht. De toetsing hiervan vindt plaats aan de hand van de normstelling uit NEN 8100:2006. In de norm wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar. De definitie van windhinder is het ondervinden van hinder door wind. Dit zal bij een gemiddeld persoon gebeuren wanneer de lokale uurgemiddelde windsnelheid meer dan 5 m/s bedraagt.

Windgevaar is het optreden van een dergelijk hoge windsnelheid waarbij in ernstige mate problemen optreden bij het lopen, zoals evenwichtsverlies, waardoor het onmogelijk wordt zich staande te houden of zich lopend voort te bewegen. Windgevaar vindt vooral tijdens vlagen plaats. Dit fenomeen wordt vanwege de benodigde rekenkracht en conform de norm, niet gemodelleerd in een tijdsafhankelijke berekening, maar in een aanvulling op de statistische windhinderanalyse. Hier wordt aangenomen dat windgevaar optreedt als de uurgemiddelde lokale windsnelheid meer dan 15 m/s bedraagt.

NEN 8100:2006 geeft een indeling voor windhinder naar kwaliteitsklassen. Deze indeling is terug te vinden in tabel 1.1. Aan de hand van de kans op overschrijding van de grenswaarde voor windhinder wordt bepaald in welke klasse een locatie valt. Afhankelijk van het gebruiksdoel van de locatie wordt een bepaalde klasse gekarakteriseerd als goed, matig of slecht.

Tabel 1.2 toont de indeling en kwalificatie voor de kans op windgevaar op vergelijkbare wijze als voor windhinder wordt gedaan. Hierbij dient te worden opgemerkt dat voor activiteitsklassen II en III zelfs een beperkt risico al onacceptabel is. Voor deze activiteitsklassen geldt dat enkel $p \leq 0.05$ acceptabel is. Een gevaarlijk windklimaat moet te allen tijde worden vermeden. Toetsing vindt plaats op een hoogte van 1,75 m boven het grondoppervlak.

Tabel 1.1: Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder

Overschrijdingskans (%) (Lokaal windsnelheid > 5 m/s) (van het aantal uren per jaar)	Kwaliteitseis	Activiteiten		
		Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten ^a
<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

^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 1.2: Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar

Overschrijdingskans (%) (Lokaal windsnelheid > 15 m/s) (van het aantal uren per jaar)	Kwaliteitseis
0.05 - 0.30 %	Beperkt risico
> 0.30%	Gevaarlijk

3 Opzet van de berekening

Voor een overzicht van de instellingen bij de berekening wordt verwezen naar het inlegvel uit de NEN 8100:2006, welke is toegevoegd in bijlage B.

2.1 Software

De berekening is uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v1812, 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 incompressibele Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen en houdt rekening met turbulentie. Turbulentie is gemodelleerd gebruik makend van het $k-\omega$ SST model.

2.2 Geometrie en rekenrooster

De geometrie van de modellen zijn gebaseerd op de verkregen tekeningen van de opdrachtgever. De modellen omvatten alle gebouwen binnen een straal van minimaal 300 meter. Dit betreft de bestaande situatie en de situatie na toevoeging van de nieuwbouw in figuur 3.1.

In het model zijn de bestaande bomen in de omliggende straten opgenomen. Hierbij zijn beide situaties voor zowel de herfst/winter als lente/zomer situatie doorgerekend. De afzonderlijke resultaten zijn weergegeven in bijlage A. In hoofdstuk 4 worden de jaargemiddelde resultaten conform NEN8100:2006 getoond en getoetst.

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,



Figuur 3.1:
Impressie van
het model van de
toekomstige situatie

(a)
Overzicht



(b)
Close-up

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.

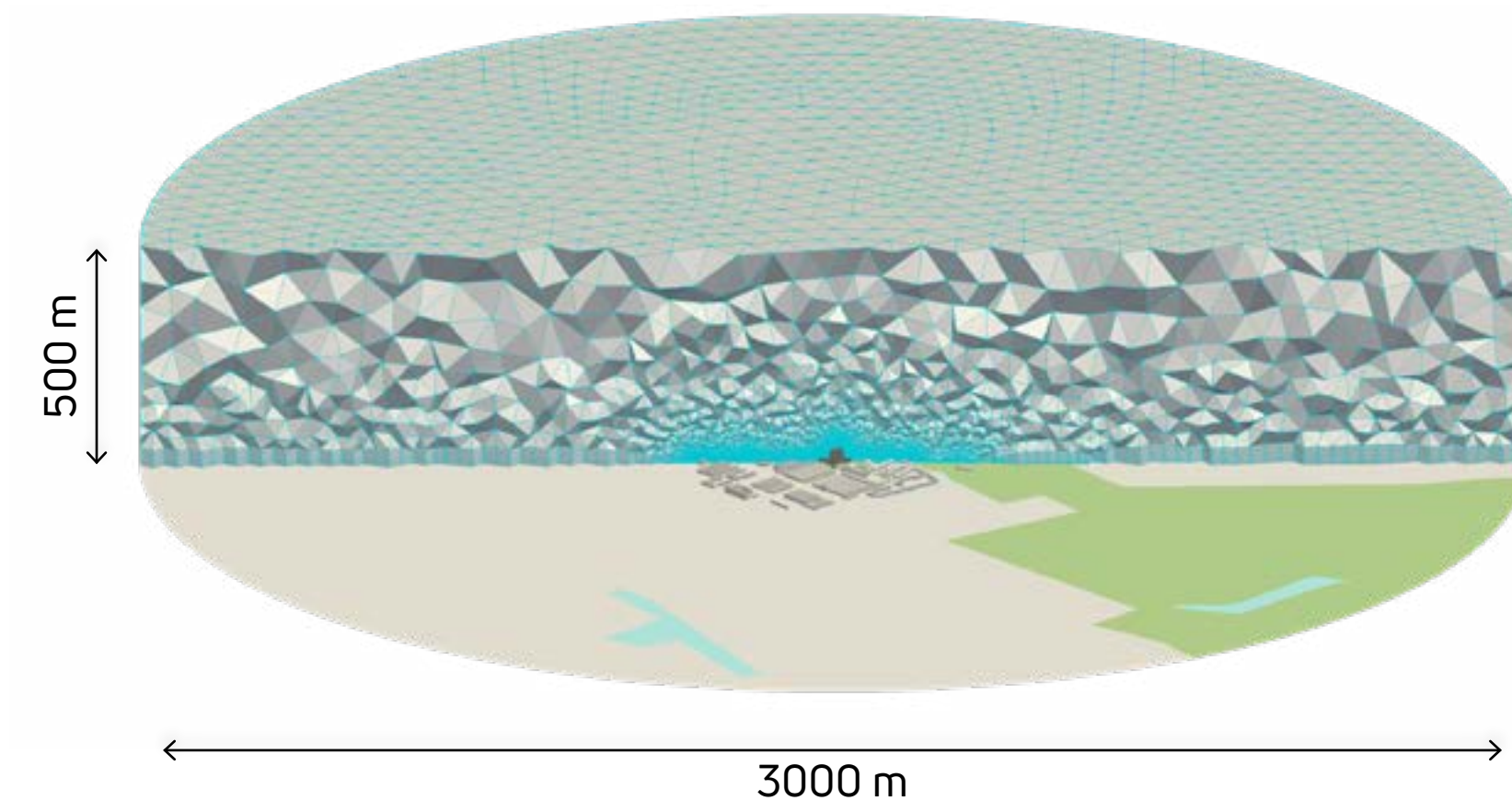
Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor onderhavige situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit 9 163 858 cellen in het model van de bestaande situatie en 18 152 896 cellen in het model van de toekomstige situatie. 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.

2.3 Aannames en randvoorwaarden

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgerekend, te weten 12 windrichtingen. Er is aangenomen dat de atmosferische grenslaag een snelheidsprofiel heeft volgens vergelijking 3.1 en 3.2 op de navolgende pagina. 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 geldt dat $\omega = 0,41$. Deze empirische constante is gerelateerd aan het gebruik van wandfuncties.

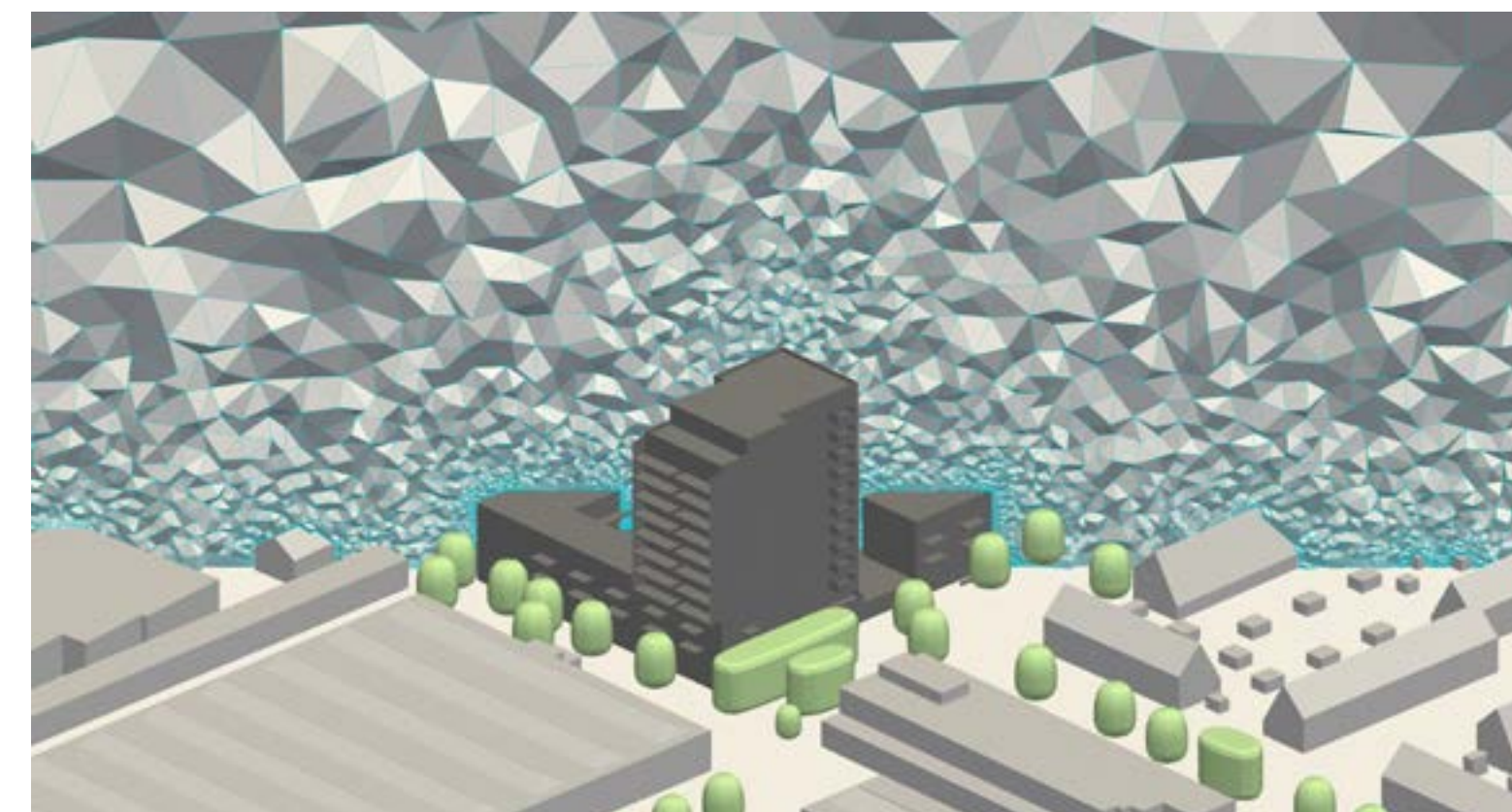
Ook de turbulente grootheden k en ω verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft C_μ de waarde 0,09. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulente model (k - ω SST).

Voor de berekeningen is een windsnelheid van 5 m/s op een hoogte van 60 m opgegeven. Hierbij is een atmosferisch grenslaagprofiel toegepast. Voor



Figuur 3.2:
Impressie rekengrid
van de toekomstige
situatie

(a)
Doorsnede



(b)
Close-up

de 12 windrichtingen die in beschouwing zijn genomen wordt een resulterend snelheidsveld bepaald. Hiermee is voor elke locatie per windrichting de versterkingsfactor ten opzichte van de opgelegde windsnelheid vastgelegd.

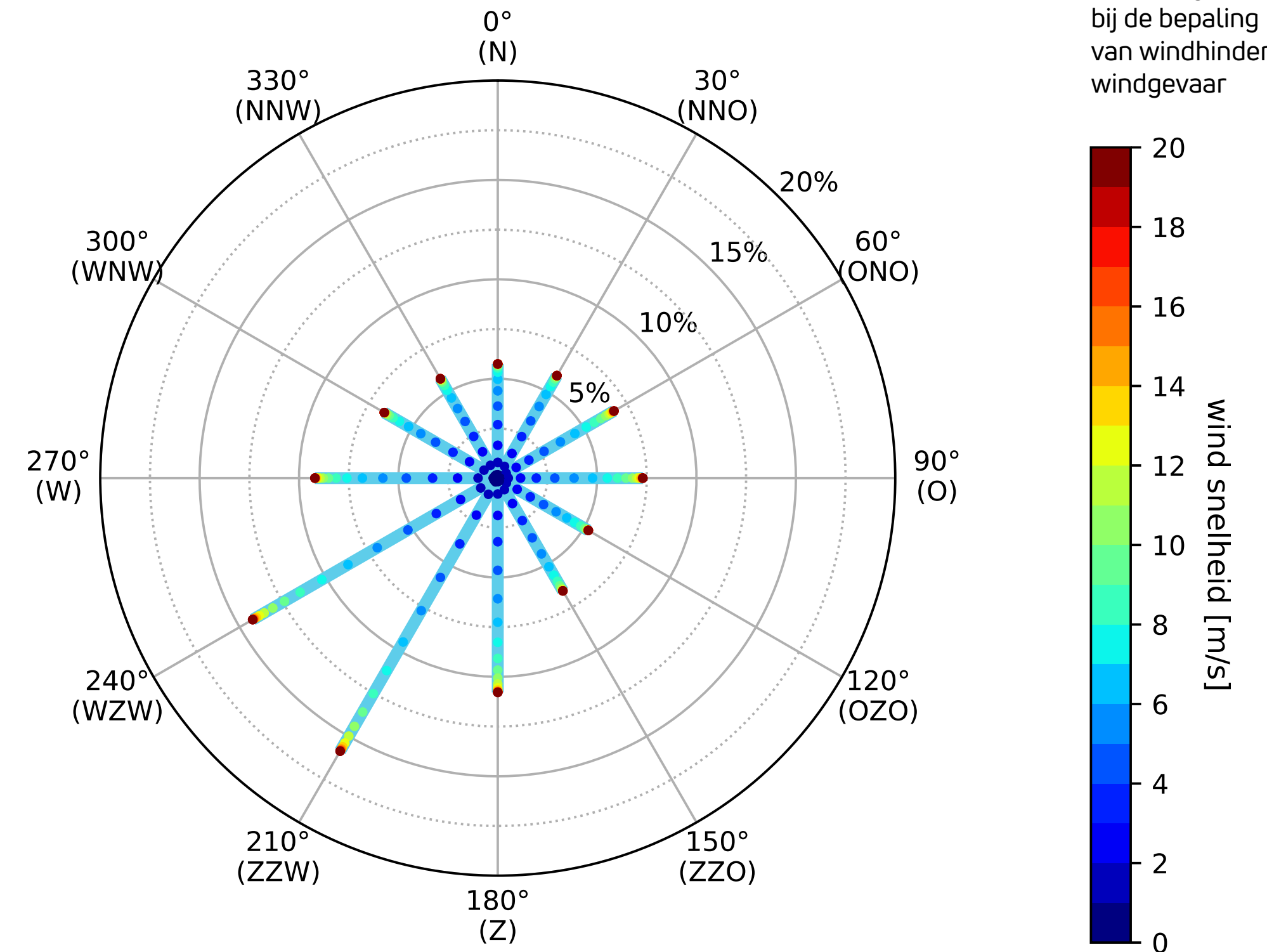
Vervolgens wordt de windstatistiek conform NPR 20697:2006 gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse 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 is weergegeven in figuur 3.3.

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

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

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

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



Figuur 3.3:
Visualisatie van de
windstatistiek conform
NPR 6097:2006
welke is gebruikt
bij de bepaling
van windhinder en
windgevaar

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.

Als richtwaarden voor de windhinderklassen wordt het volgende aangehouden:

- Op locaties met voor voetgangers louter een verkeersfunctie en geen verblijfsfunctie dient windhinder bij voorkeur klasse A, B of C te zijn. Klasse D biedt een matig niveau. Klasse E biedt een slecht niveau en dient vermeden te worden.
- Op locaties die gezien kunnen worden als verblijfsgebied voor voetgangers dient windhinder bij voorkeur klasse A of B te zijn. Klasse C biedt een matig niveau en klassen D en E bieden een slecht niveau. Deze twee hoogste klassen dienen op deze locaties vermeden te worden.
- Ter plaatse van gebouwentrees dient bij voorkeur klasse A behaald te worden. Klasse B biedt een matig niveau. Klassen C, D en E bieden een slecht niveau en dienen vermeden te worden op deze locaties.
- Windgevaar dient bij voorkeur voorkomen te worden. Een beperkt risico kan lokaal geaccepteerd worden.

In bijlage A worden de resultaten voor zowel de bestaande als toekomstige situatie getoond voor de herfst/winter en lente/zomer afzonderlijk. De toetsing vindt conform NEN8100:2006 plaats aan de hand van de jaargemiddelde situatie, welke is weergegeven in figuur 4.1 en 4.2 op de volgende pagina's.

De resultaten betreffende windhinder zijn zichtbaar in figuur 4.1. Het windklimaat in de bestaande situatie is overwegend als zeer luw te omschrijven. Hier is vrijwel uitsluitend de meest gunstige windhinderklasse A aanwezig. Windhinderklasse B is aanwezig op de Beijneslaan op de locaties genummerd 1 en 2. Op basis van deze resultaten is vrijwel het gehele openbaar gebied comfortabel bruikbaar voor de activiteiten doorlopen, slenteren of langdurig zitten, zie ook figuur 4.3.

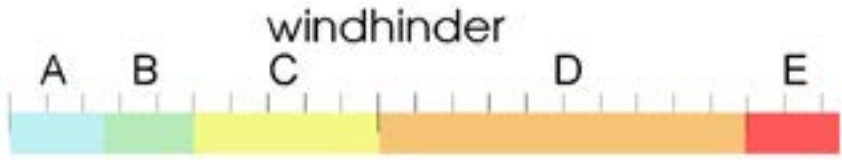
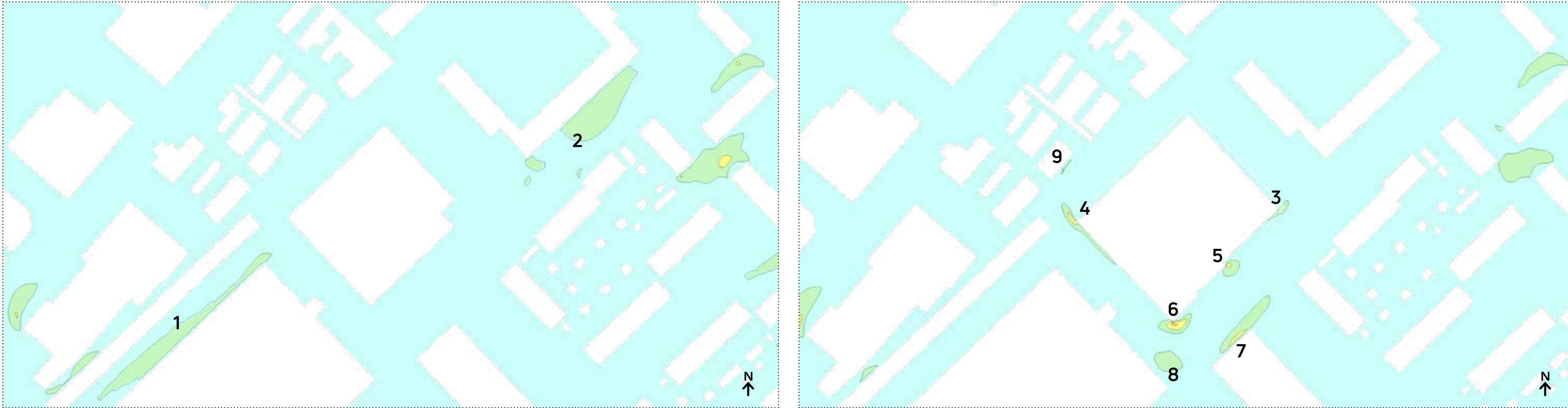
De invloed van de nieuwbouw op het windklimaat in de toekomstige situatie is zeer beperkt. De omgeving van de nieuwbouw kenmerkt zich nog steeds door windhinderklasse A. Windhinderklasse B op de Beijneslaan, zoals deze in de bestaande situatie aanwezig was op locaties 1 en 2, neemt af in omvang door de toevoeging van de nieuwbouw.

In de directe nabijheid van de nieuwbouw ontstaat enige versnelling van wind op locaties 3-6. De oosthoek kent windhinderklasse B (locatie 3), de westhoek evenals een zone centraal op de zuidoostgevel kent windhinderklasse B en C (locatie 4 en 5) en op de zuidhoek komen windhinderklassen B, C en zeer beperkt D voor (locatie 6). Aan de noordwestgevel van de ALDI (locatie 7) treden windhinderklassen B en C op. Nabij de entree van deze supermarkt is echter maximaal windhinderklasse B aanwezig, wat acceptabel is.

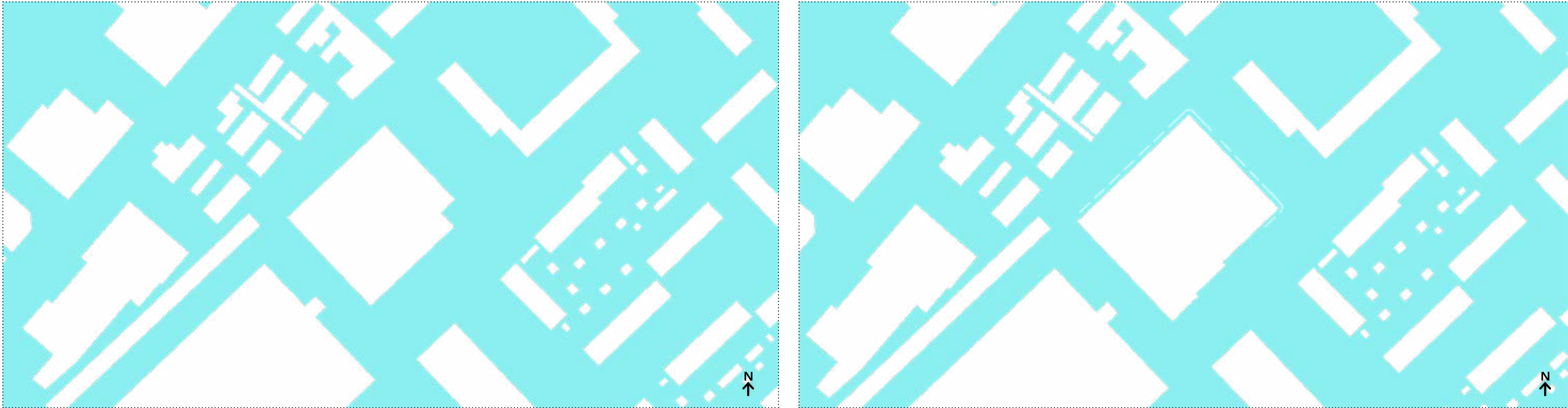
Kleine zones met windhinderklasse B treden op de kruising tussen de Spoor-singel met de Beijneslaan (locatie 8) en aan de zuidoostgevel van de noordelijk gelegen bestaande bebouwing (locatie 9).

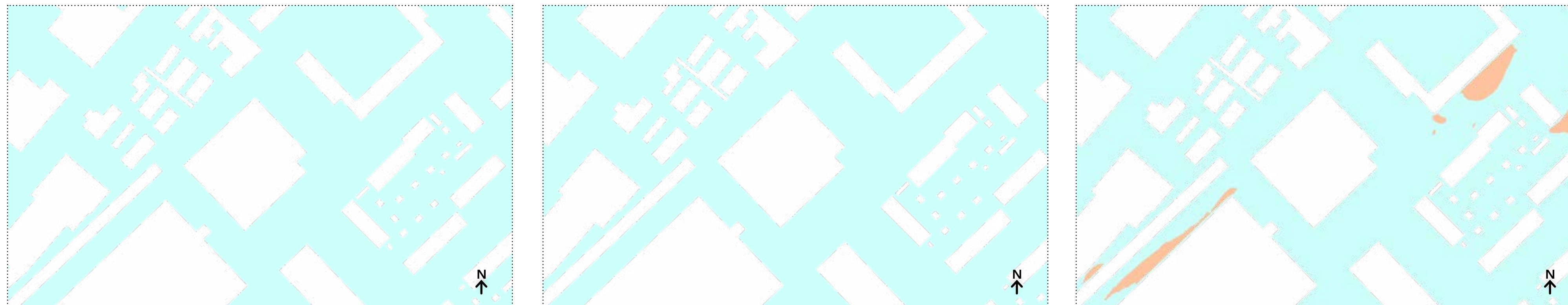
In alle gevallen leidt de beperkte toename van klasse van windhinder niet tot gevaar (figuur 4.2) of overschrijding van de prestatie-eisen.

Figuur 4.1:
Windhinder op
voetgangersniveau voor
de bestaande situatie
(links) en de toekomstige
situatie (recht)

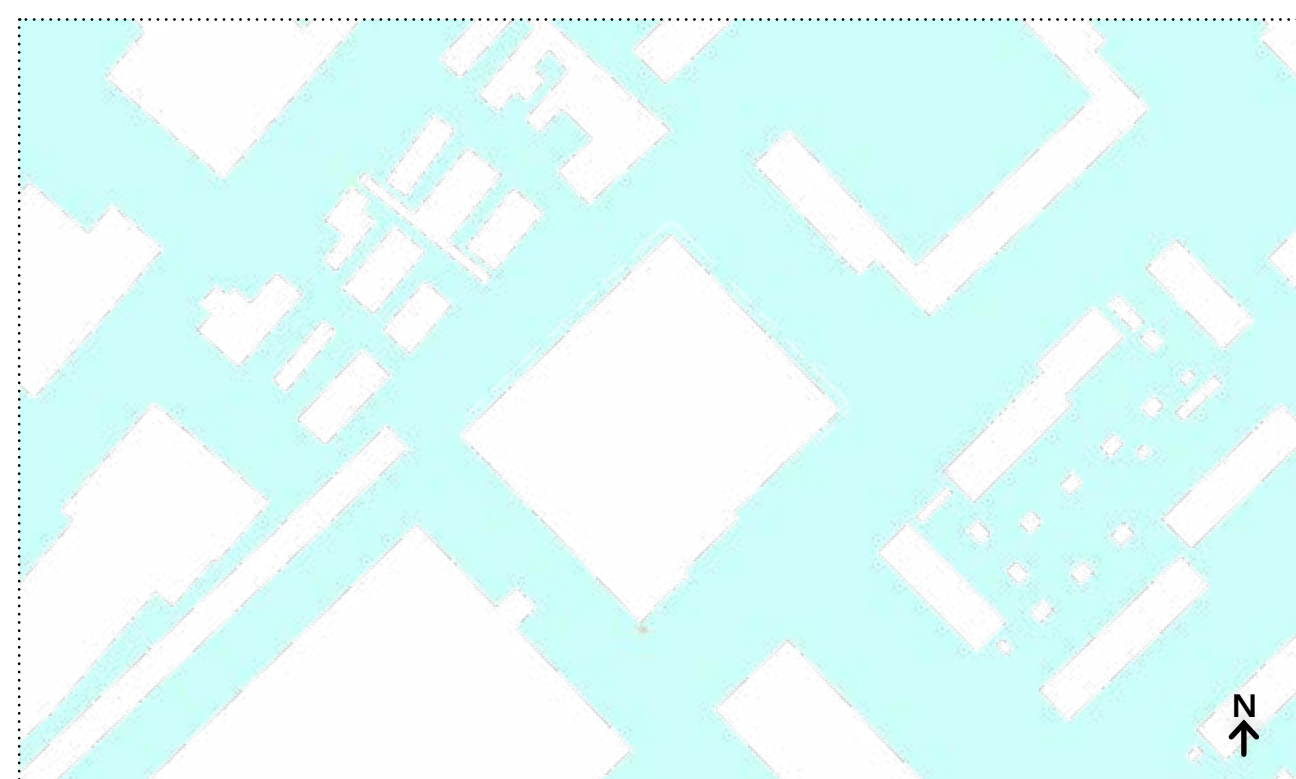


Figuur 4.2:
Windgevaar op
voetgangersniveau voor
de bestaande situatie
(links) en de toekomstige
situatie (recht)





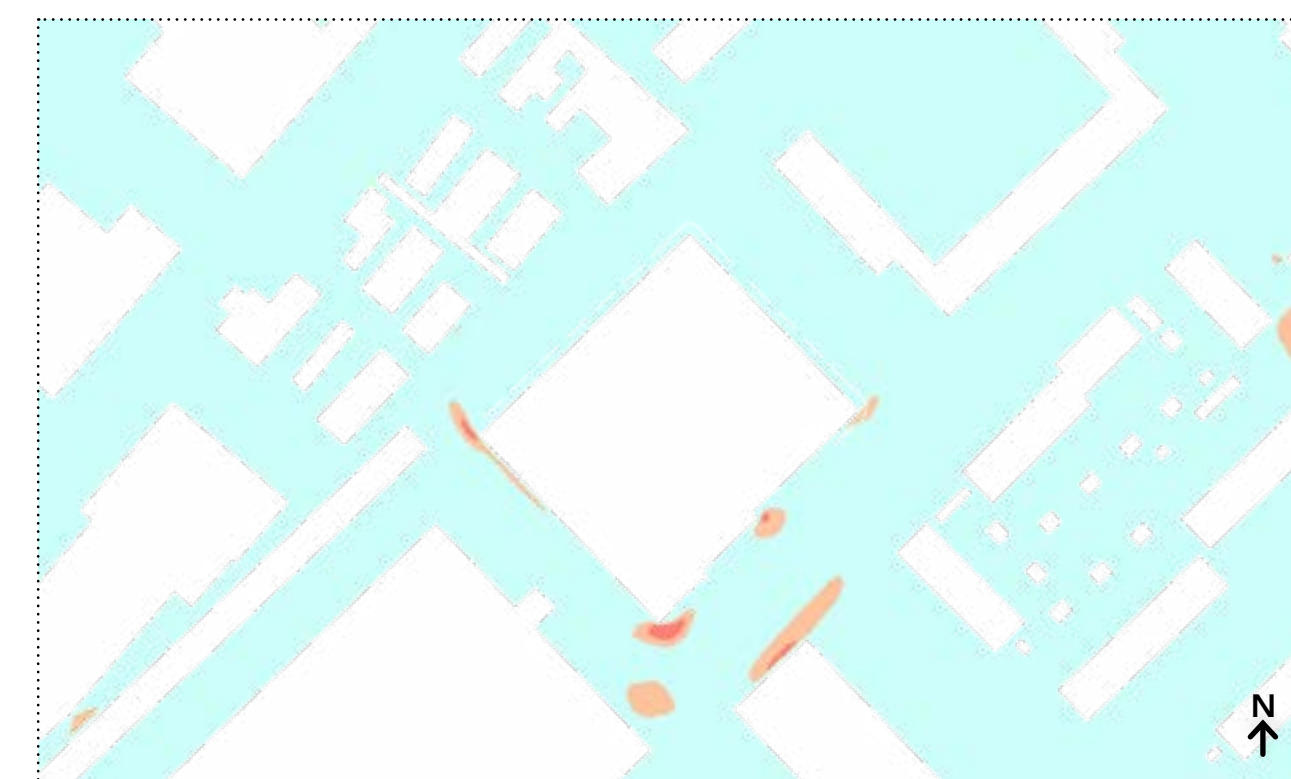
Figuur 4.3:
Windcomfort
beoordeling per
activiteit voor de
bestaande (boven) en
toekomstige situatie
(beneden)



(a)
Beoordeling activiteit doorlopen



(b)
Beoordeling activiteit slenteren



(c)
Beoordeling activiteit lang zitten

Goed Matig Slecht

■ ■ ■

5 Conclusie

Dit rapport beschrijft een windstudie uitgevoerd door [Actiflow](#) voor het project Spoorsingel te Beverwijk. In deze studie, zijn de resultaten van het windklimaat in de bestaande en toekomstige situaties bestudeerd en onderling vergeleken, zodat inzichtelijk kan worden gemaakt hoe de nieuwbouw het lokale windklimaat beïnvloedt en of er in de nieuwe situatie een acceptabel windklimaat ontstaat.

Voor de analyse is de Nederlandse norm “NEN 8100:2006: Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving” gebruikt. Hierbij is een geometrisch model van het gebouw en zijn omgeving opgesteld. Een rekengrid met hoge resolutie is rond deze geometrie opgetrokken als basis voor Computational Fluid Dynamics (CFD)-simulaties van de windstroming.

De resultaten laten zien dat in zowel de bestaande als de toekomstige situatie overwegend sprake is van een luw windklimaat zonder enig risico op gevaar. Door toevoeging van de nieuwbouw ontstaat een verbetering van het windklimaat op enkele locaties in de omgeving. In de directe nabijheid van de nieuwbouw en nabij enkele naburige gebouwen ontstaat een beperkte verslechtering. Dit leidt echter nergens tot overschrijding van de prestatie-eisen die in relatie tot het gebruik van de buitenruimte kunnen worden gesteld.

Geconcludeerd kan worden dat de vervanging van de bestaande bebouwing voor de hier getoonde nieuwbouw niet leidt tot een onacceptabel reductie van het windklimaat. Het resulterende windklimaat is in relatie tot de prestatie-eisen acceptabel.

A Windhinder en windgevaar herfst/winter en lente/zomer

- De bestaande situatie



Σ

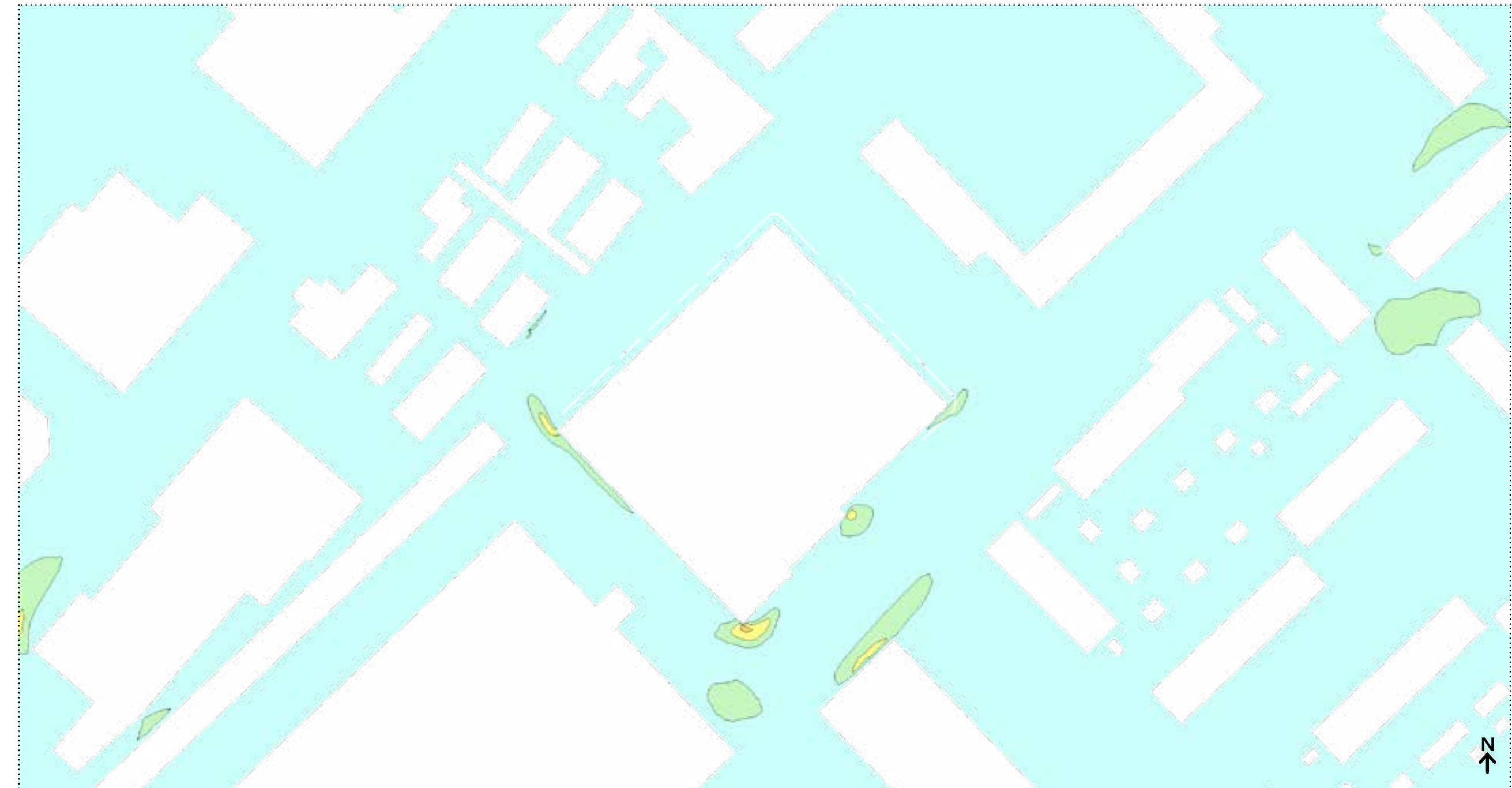


A Windhinder en windgevaar herfst/winter en lente/zomer

- De toekomstige situatie

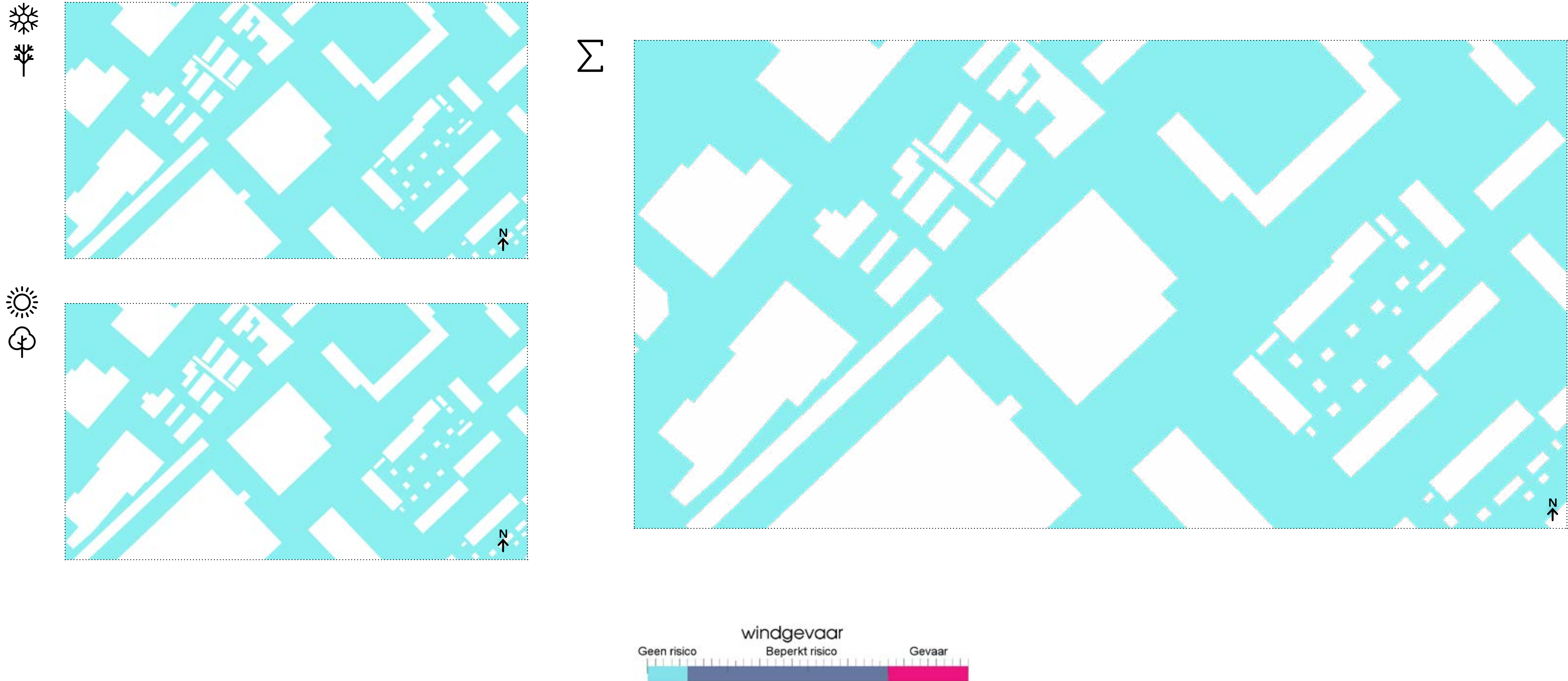


Σ



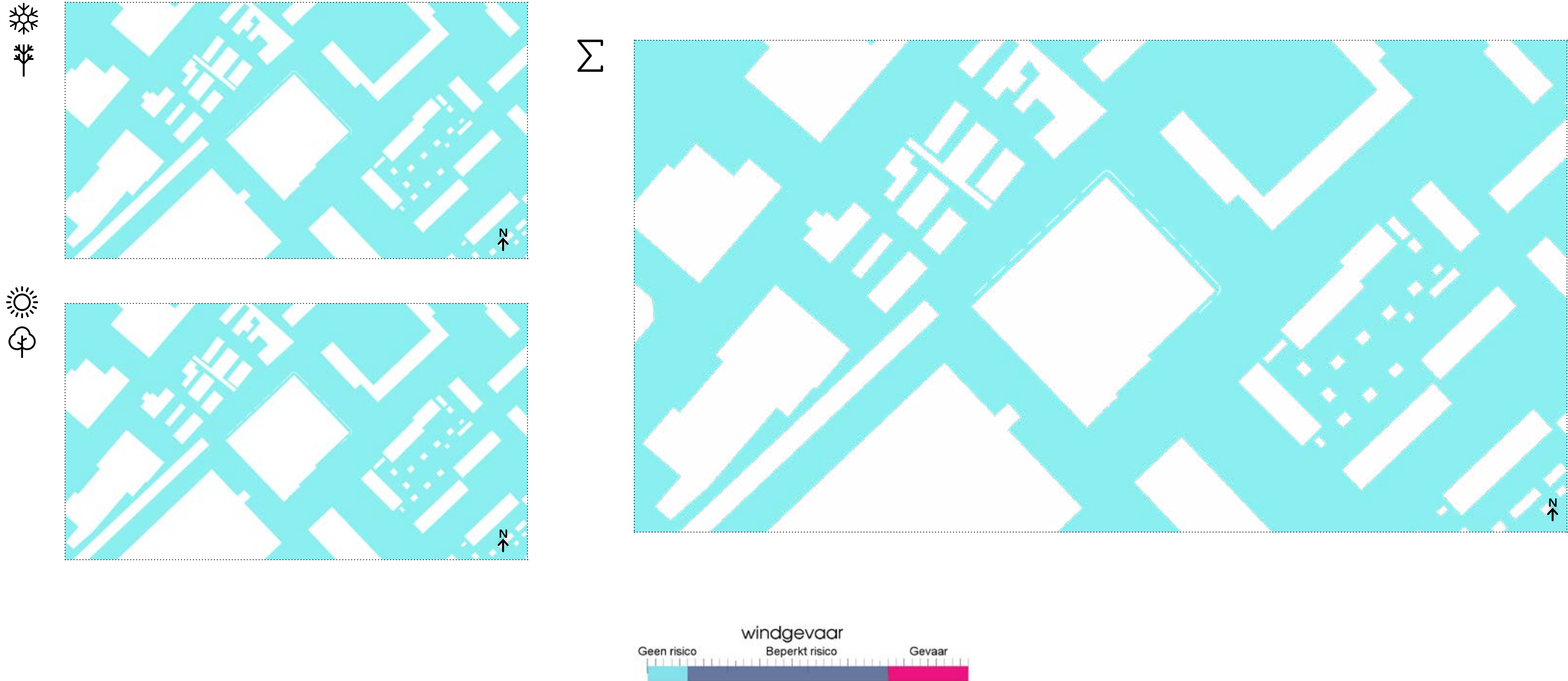
A Windhinder en windgevaar herfst/winter en lente/zomer

- De bestaande situatie

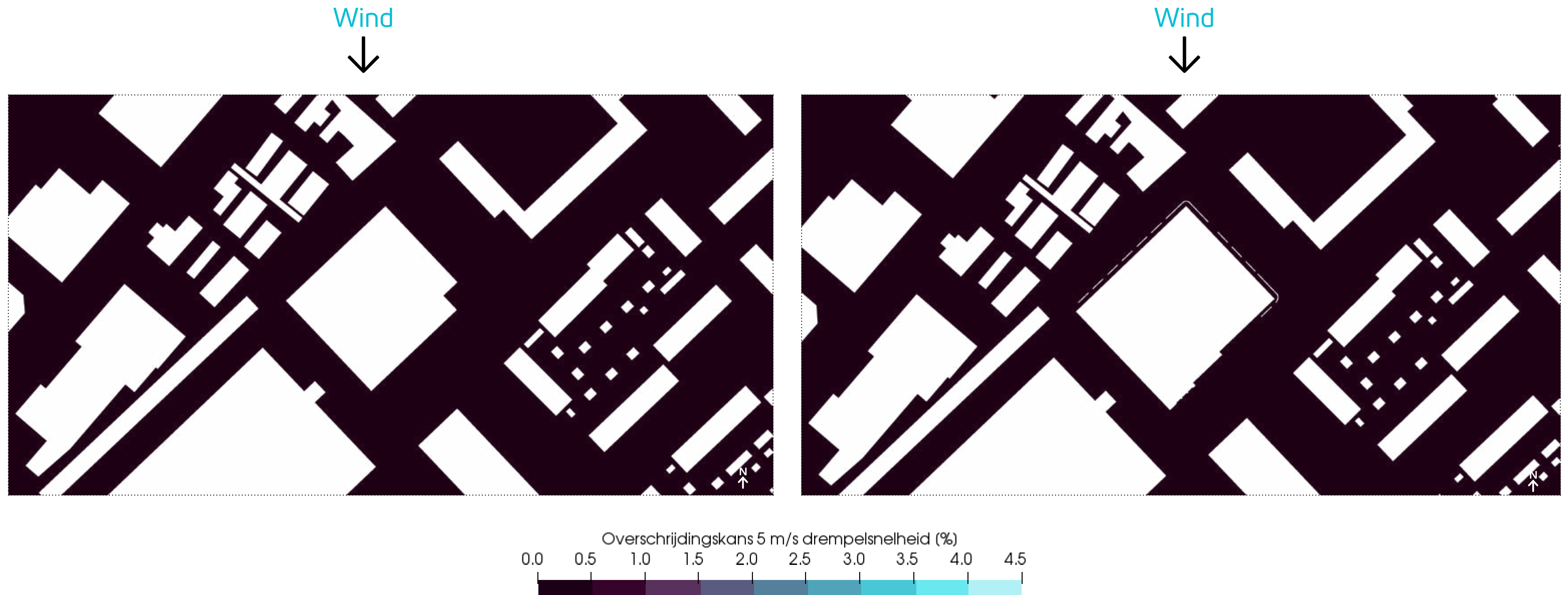


A Windhinder en windgevaar herfst/winter en lente/zomer

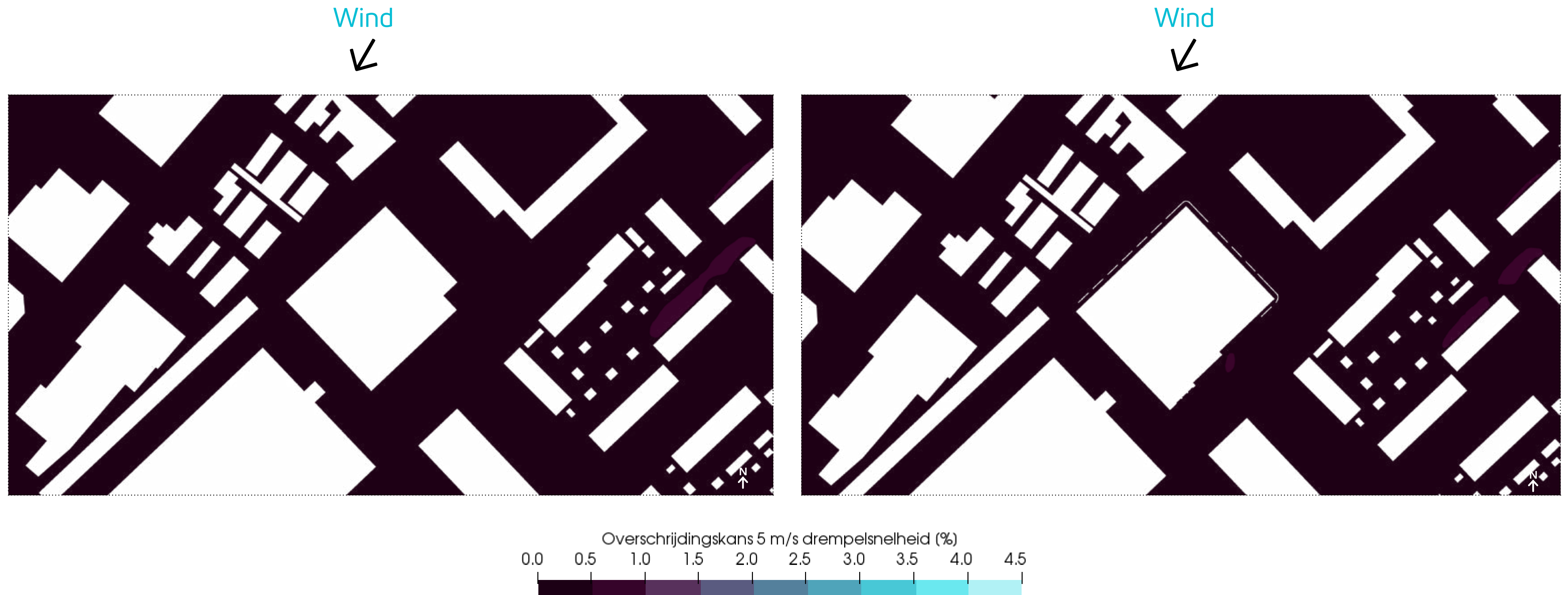
- De toekomstige situatie



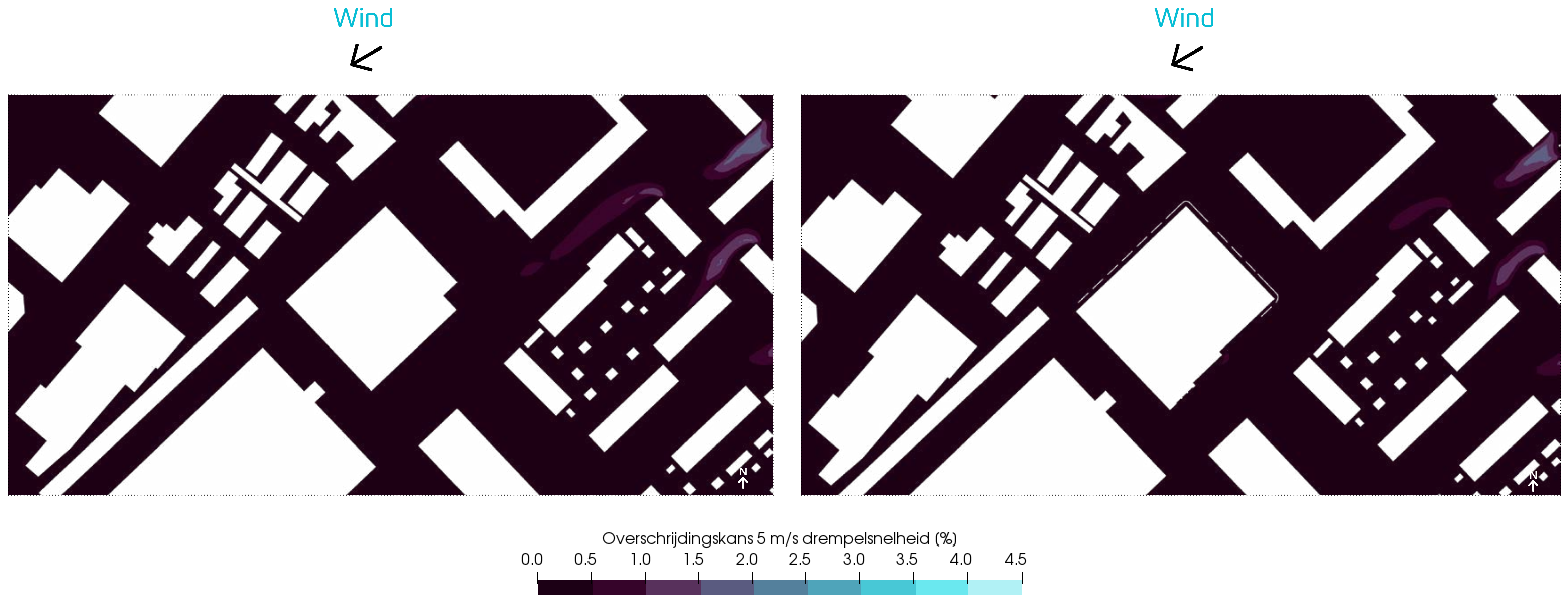
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



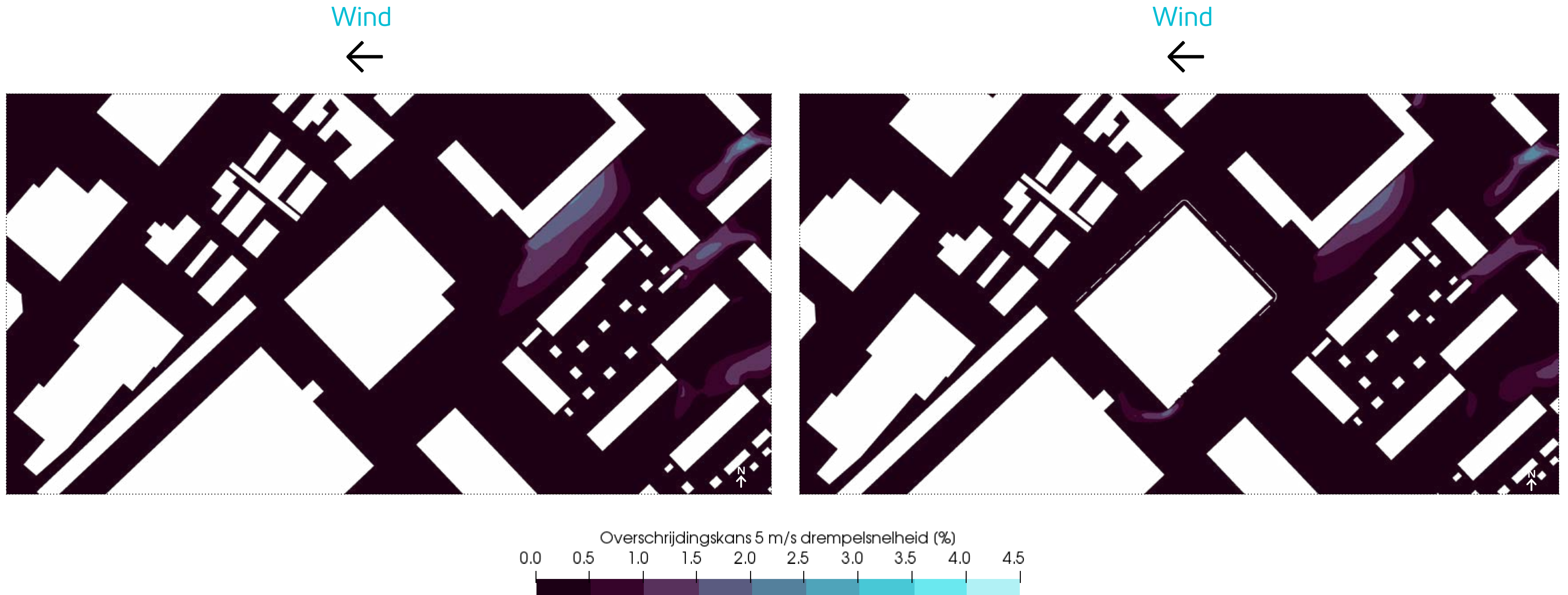
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



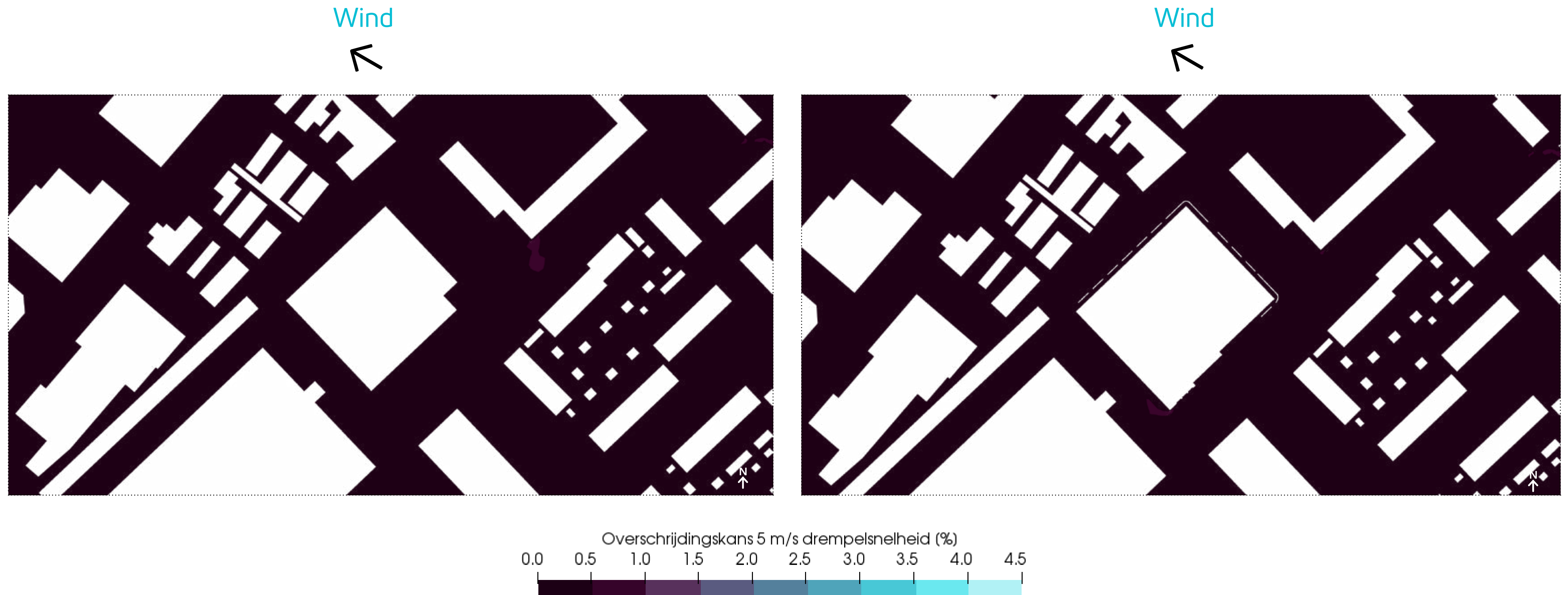
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



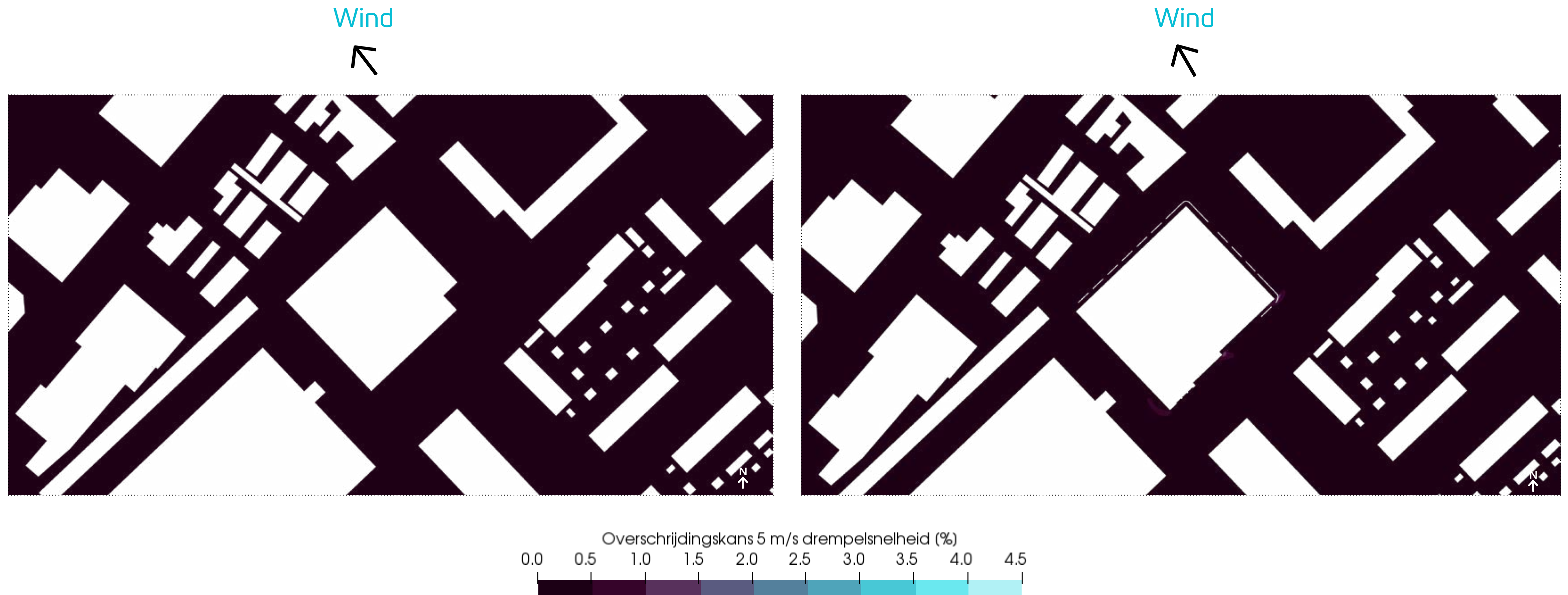
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



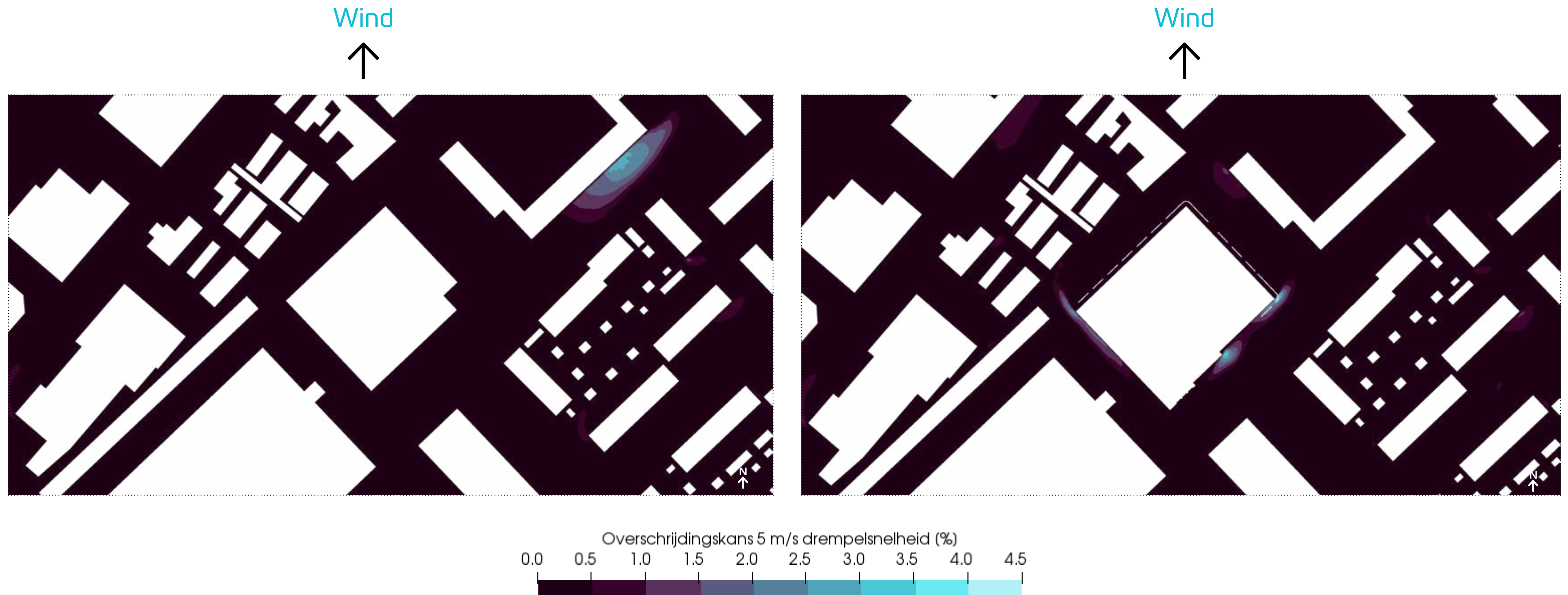
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



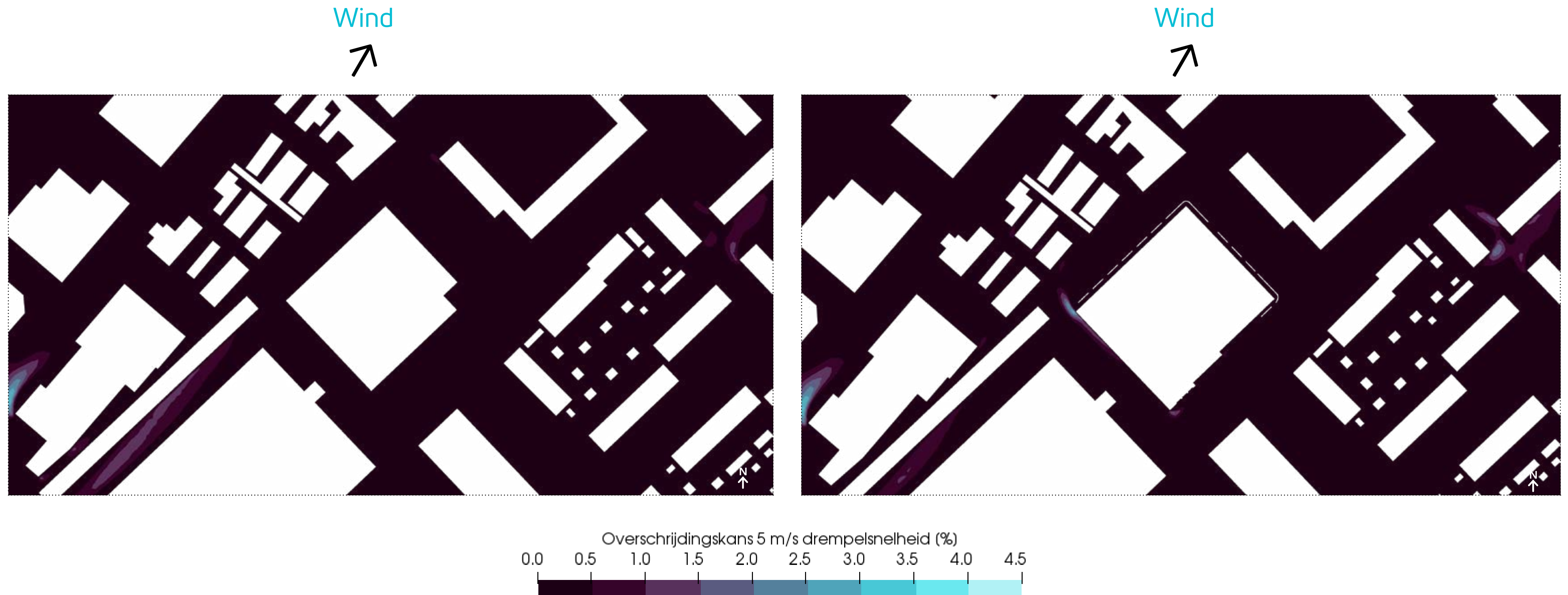
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

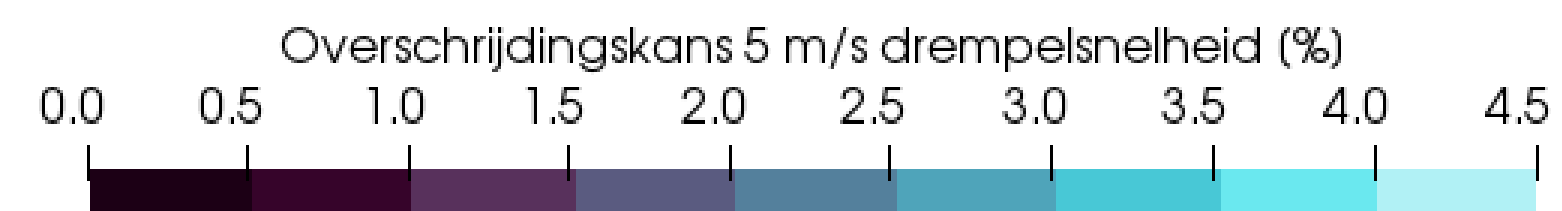
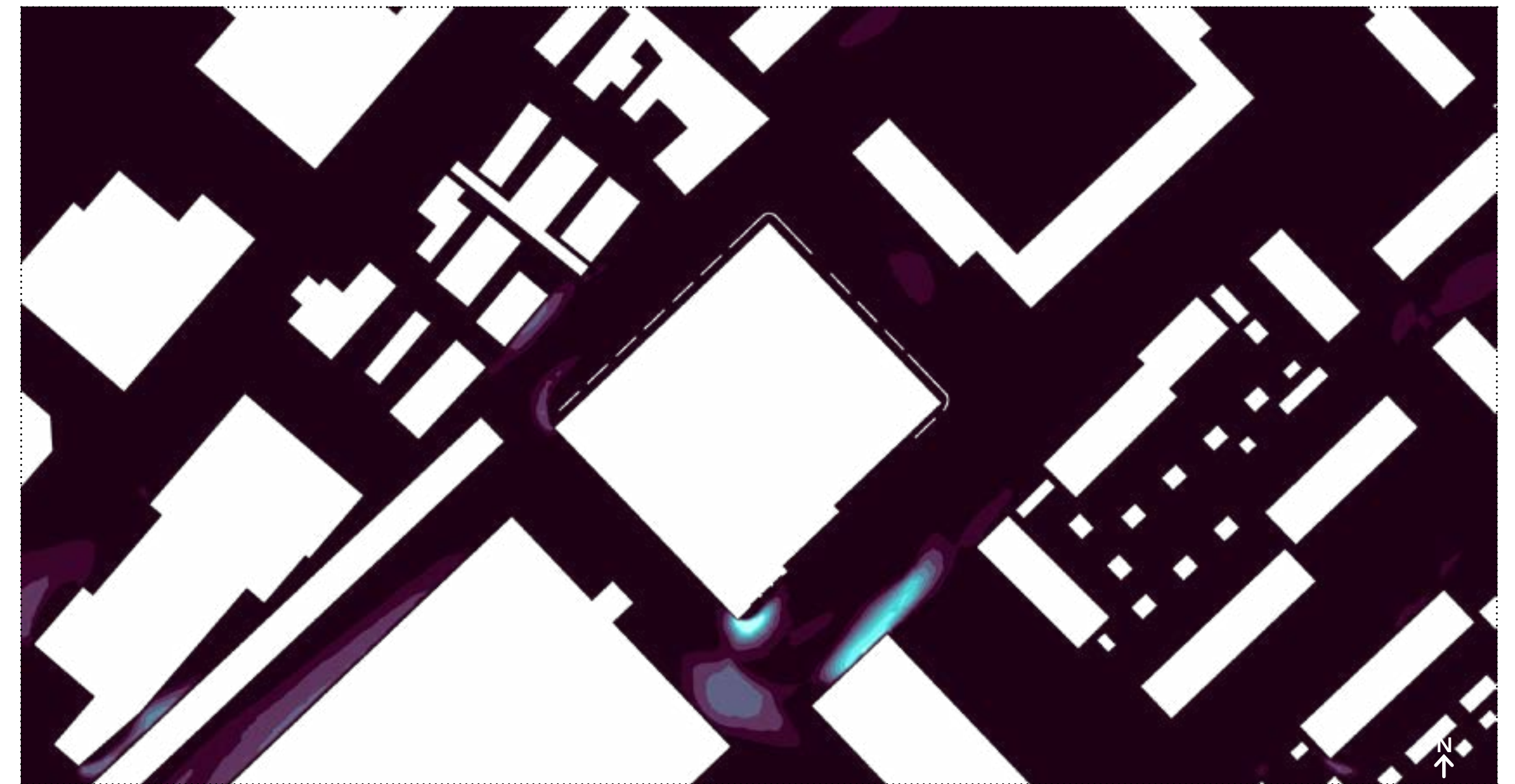


B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

Wind
↗



Wind
↗

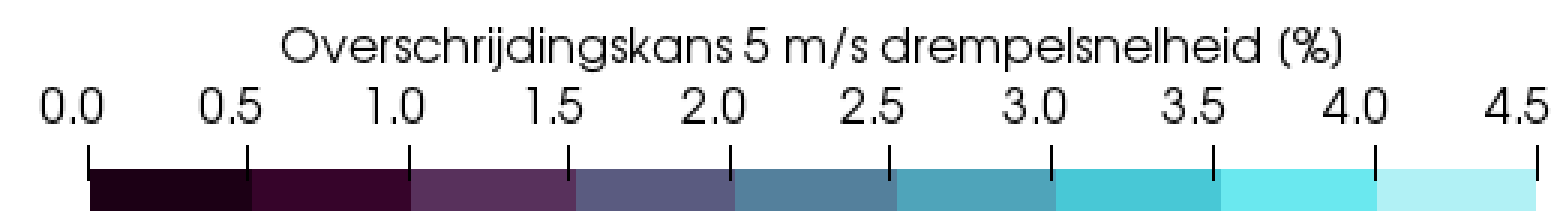


B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

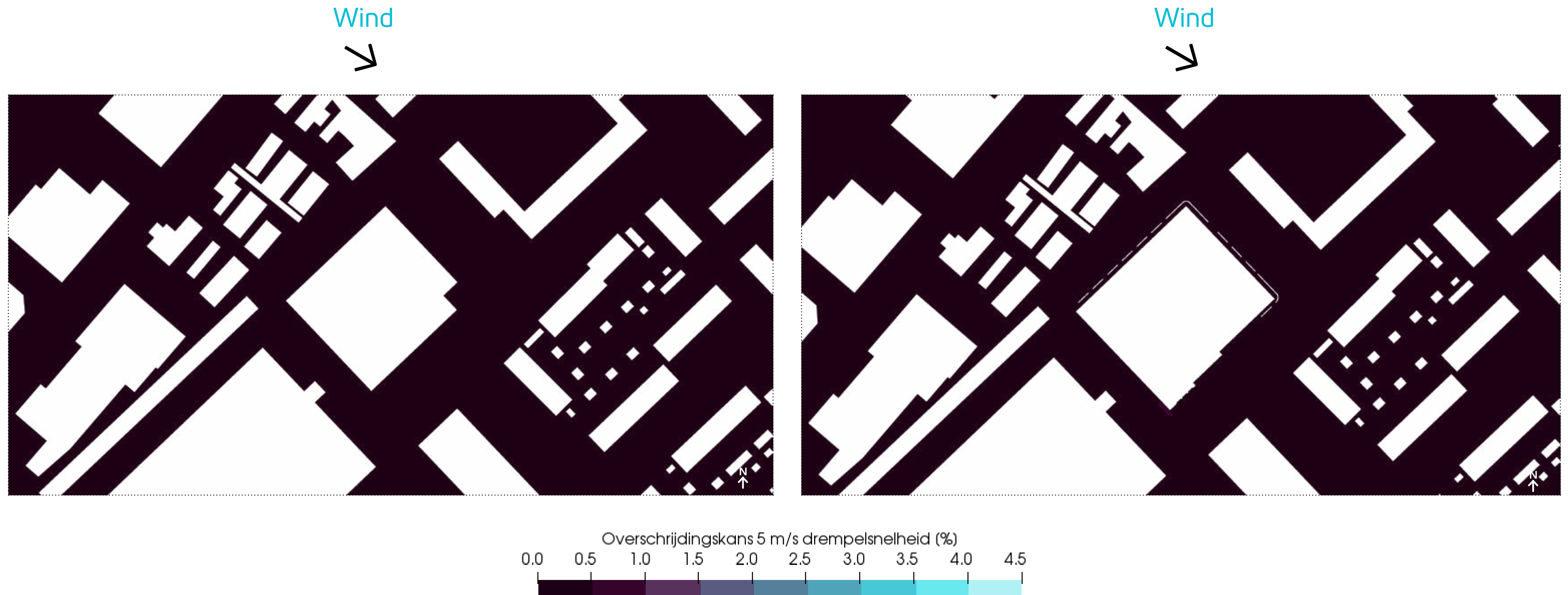
Wind
→



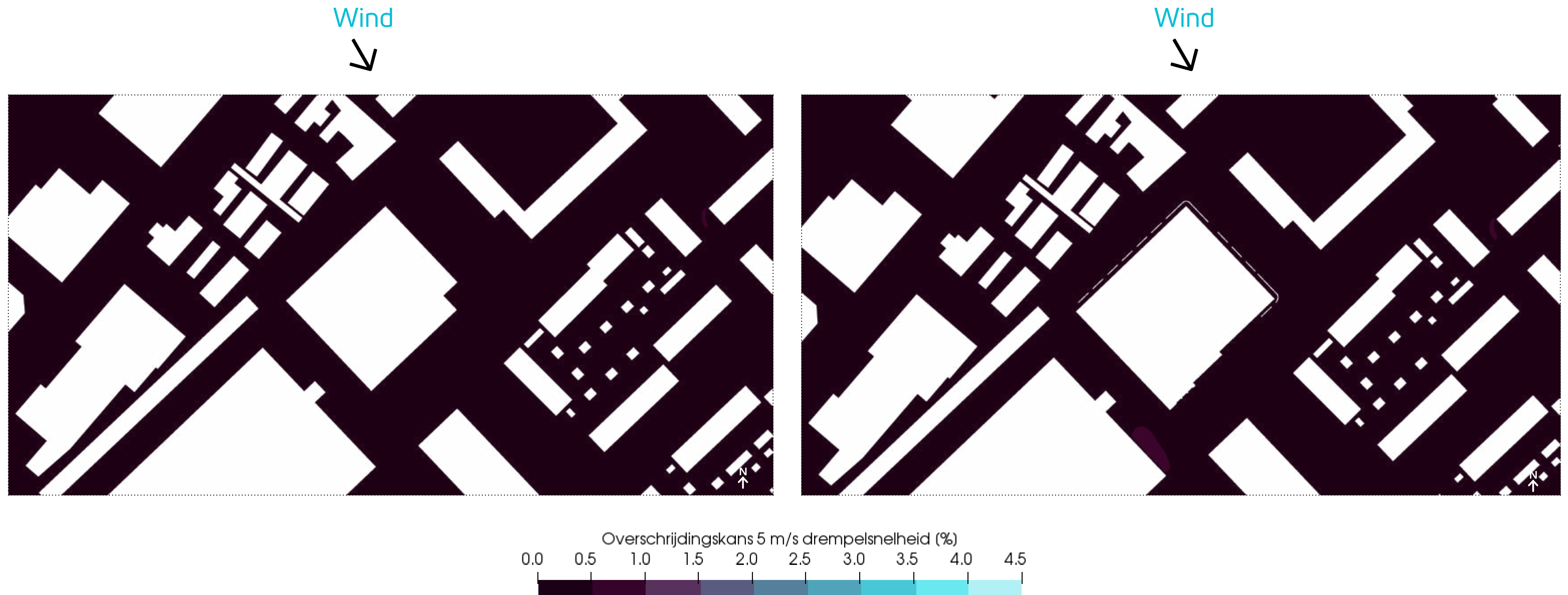
Wind
→



B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



Project	Projectgegevens
Projectnaam	Spoorsingel te Beverwijk
Opdrachtgever	IDDS Ruimte & Ontwikkeling B.V
Projectleider	Ir. Shirin Masoudi
Datum	27/11/2020
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen ca. 300 m rondom de nieuwbouw
Kerngebied	Geschematiseerd model met de nieuwe situatie
Omgeving	Omgeving in massa's
Afmetingen model	Rond met straal 1.500 m en hoogte 500 m.
Blokkeringsgraad	Maximaal 4 %
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12 per windstudie
Onderzochte configuraties	Windhinder en windgevaar voor bestaande en toekomstige situatie
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: v1812
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag. Cellen bestaande situatie: 9 163 858; cellen toekomsige situatie: 18 152 896
Turbulentiemodellering	k-omega SST
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV Turbulente grootheden: limitedLinear 1.0 Scalaire variabelen: n.v.t.
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag: wind stedelijk gebied, z0 = 1.6 m
Uitlaat	Druk-uitlaat
Boven-/Zijwanden	Slip-wanden
Vloer/bodem	No-slip, ruwe wand
Overige	No-slip, ruwe wand

Gegevensverwerking en -beoordeling	informatie voor locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X:106088		Y: 499903	
Toegepaste eisen	V _{DR} m/s	Gewenste kwaliteits-klasse	Overschrijdings-kans %	Beoordeling
Voor comfort			p (V _{LOK} > V _{DR,H})	
Doorlopen	5,0	A, B, C, D	< 20	Matig
Slenteren	5,0	A, B, C	< 10	Matig
Zitten	5,0	A, B	< 5	Matig
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 ≥ 0,3	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Windhindercontouren en klassenindeling, windgevaarcontouren			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang				



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