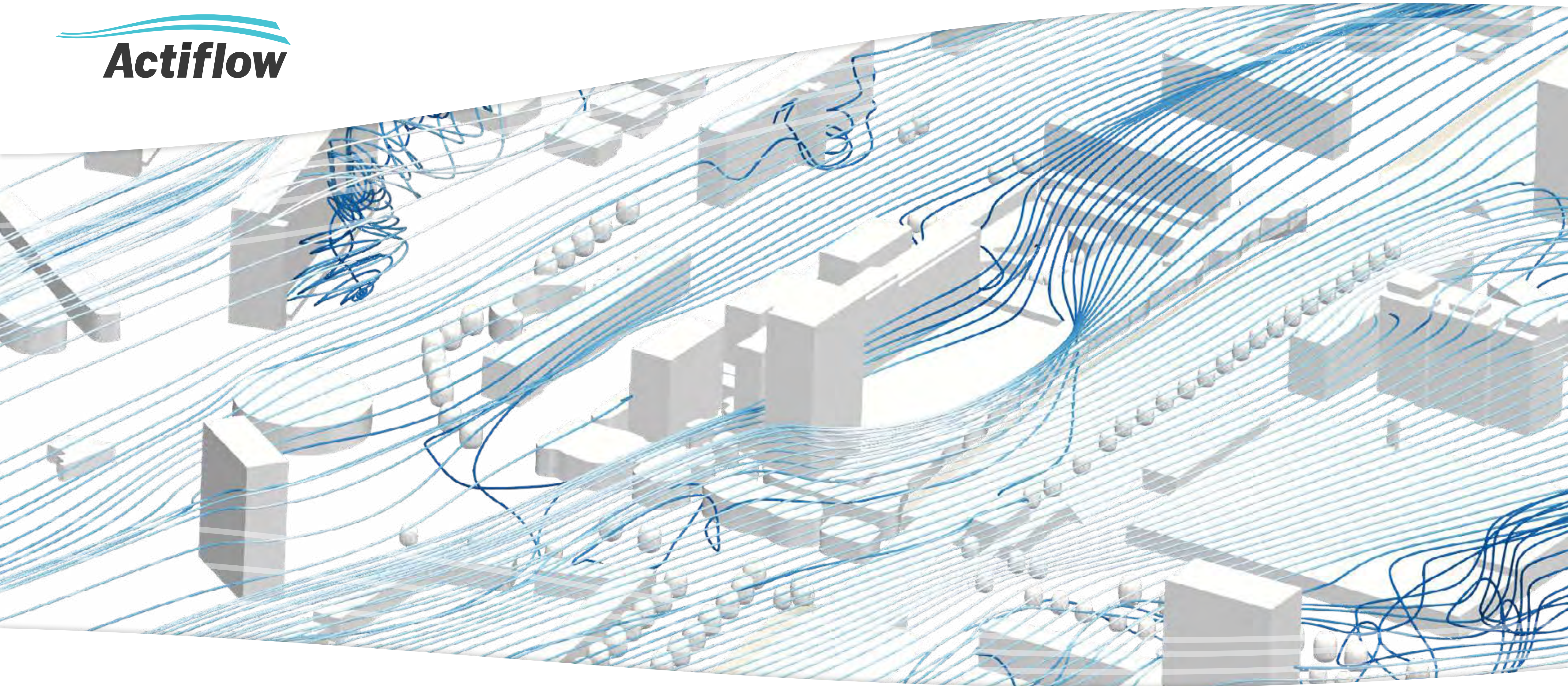




Tennispark Sloterplas te Amsterdam
CFD-studie windhinder en windgevaar in de openbare buitenruimte

Auteur(s): ir. Shirin Masoudi
Controlleur: ir. Tom Fahner
Datum: 17/09/2021

AFR - 8007
Versie 2.0
©2021 Actiflow BV

Inhoudsopgave

- 1** Introductie
- 2** Normstelling
- 3** Opzet van de berekening
 - 3.1 Software
 - 3.2 Geometrie en rekenrooster
 - 3.3 Aannames en randvoorwaarden
- 4** Resultaten
- 5** Conclusies

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

1 Introductie

De ontwikkeling van Tennispark Sloterpas bestaat onder andere uit de nieuwbouw van 5 nieuwe woongebouwen, een padel- en tennispark en parkeergarage op het terrein van het huidige tennispark. Zoals weergegeven in figuur 1.1 is de locatie omsloten door de August Vermeulenstraat aan de noordzijde, een spoorweg aan de oostzijde, de Jan Evertsenstraat aan de zuidzijde en de Burgemeester Camergracht aan de westzijde. Ten zuidwesten van de locatie bevindt zich de Sloterpas.

De nieuwbouw omvat 5 losstaande gebouwen. W1, W2 en W3 zijn gelegen aan de westzijde van het terrein, zie figuur 1.1. Aan de oostzijde bevindt zich een bouwblok met verbonden volumes. Centraal hierin gelegen zijn de tennisbanen op het dak van de parkeergarage en de in pandige tennis- en padelbanen. Aan de westzijde van de tennisbanen is een langgerekt volume gelegen, bestaande uit bouwdelen G1, G2 en G3. Aan de zuidzijde van dit bouwdeel staat een hoogbouw-element, te weten bouwdeel T met een hoogte van ca. 70 m.

Het invoegen van de nieuwbouw en hiermee de wijziging in bouwvolume zal een invloed hebben op het lokale windklimaat. Het is echter de vraag of deze wijziging acceptabel is in relatie tot het optreden van windhinder en windgevaar. Actiflow is gevraagd een windstudie uit te voeren met als doel antwoord te geven op deze vraag. In deze studie is zowel het huidige als toekomstige windklimaat bepaald en met elkaar vergeleken.

De studie is uitgevoerd op basis van Computational Fluid Dynamics (CFD). Bij deze studie is gebruik gemaakt van de normstelling omtrent windhinder en windgevaar, de Nederlandse norm NEN 8100:2006 'windhinder en windgevaar in de gebouwomgeving'. Hoofdstuk 2 gaat in op de gebruikte normstelling waaraan getoetst is. 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 en aanbevelingen volgen in hoofdstuk 5.



Figuur 1.1:
Locatie en bestaande
situatie (boven) en
impressie van het
project (beneden)

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: Klasificering 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: Klassificering 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 D.

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 NavierStokes (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.

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.



Figuur 3.1:
Impressie van
het model van de
toekomstige situatie

(a)
De toekomstige
situatie



(b)
De toekomstige
situatie (close-up)

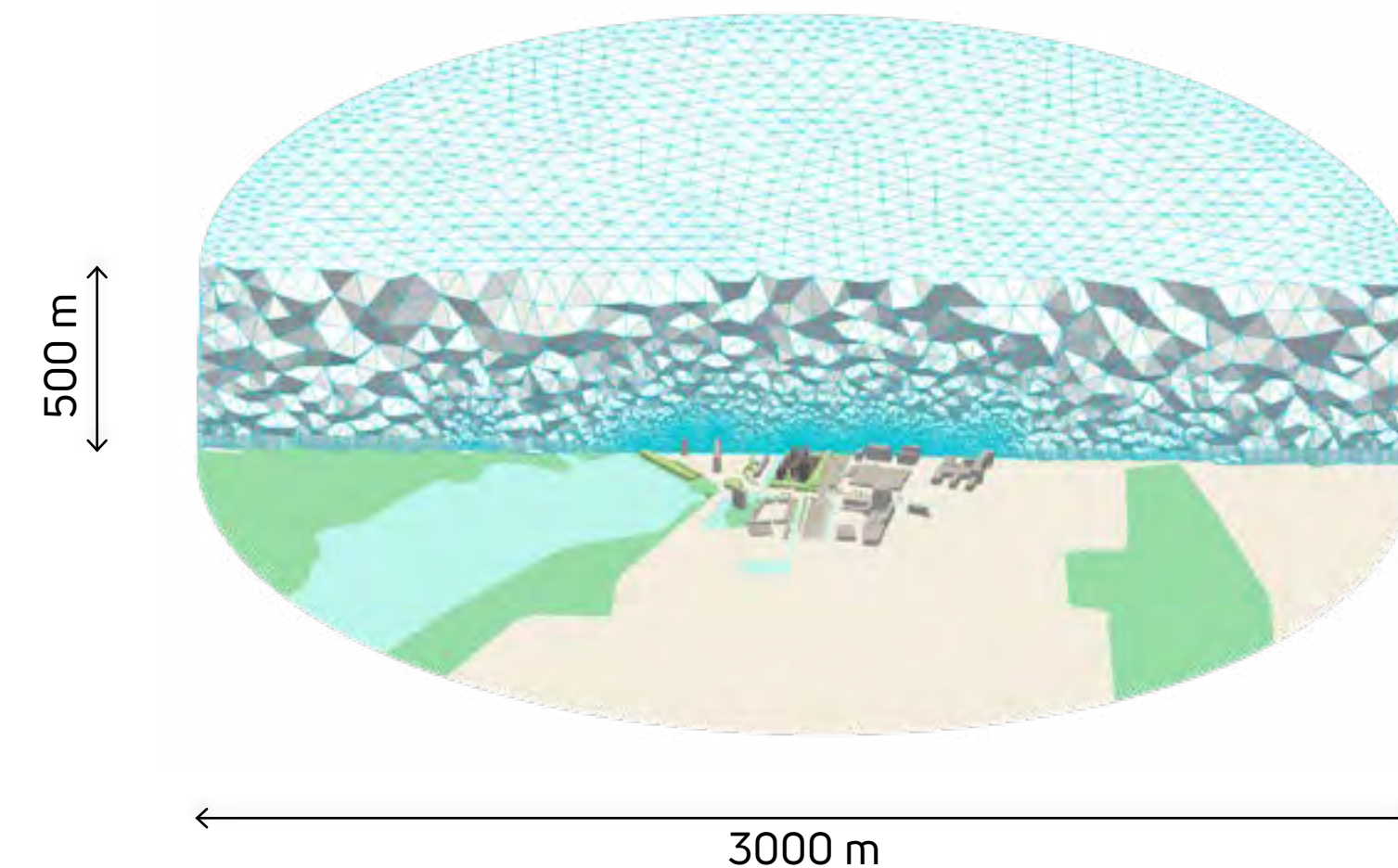
Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor onderhavige situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit 12 245 360 cellen in het model van de bestaande situatie en 24 136 230 cellen 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.

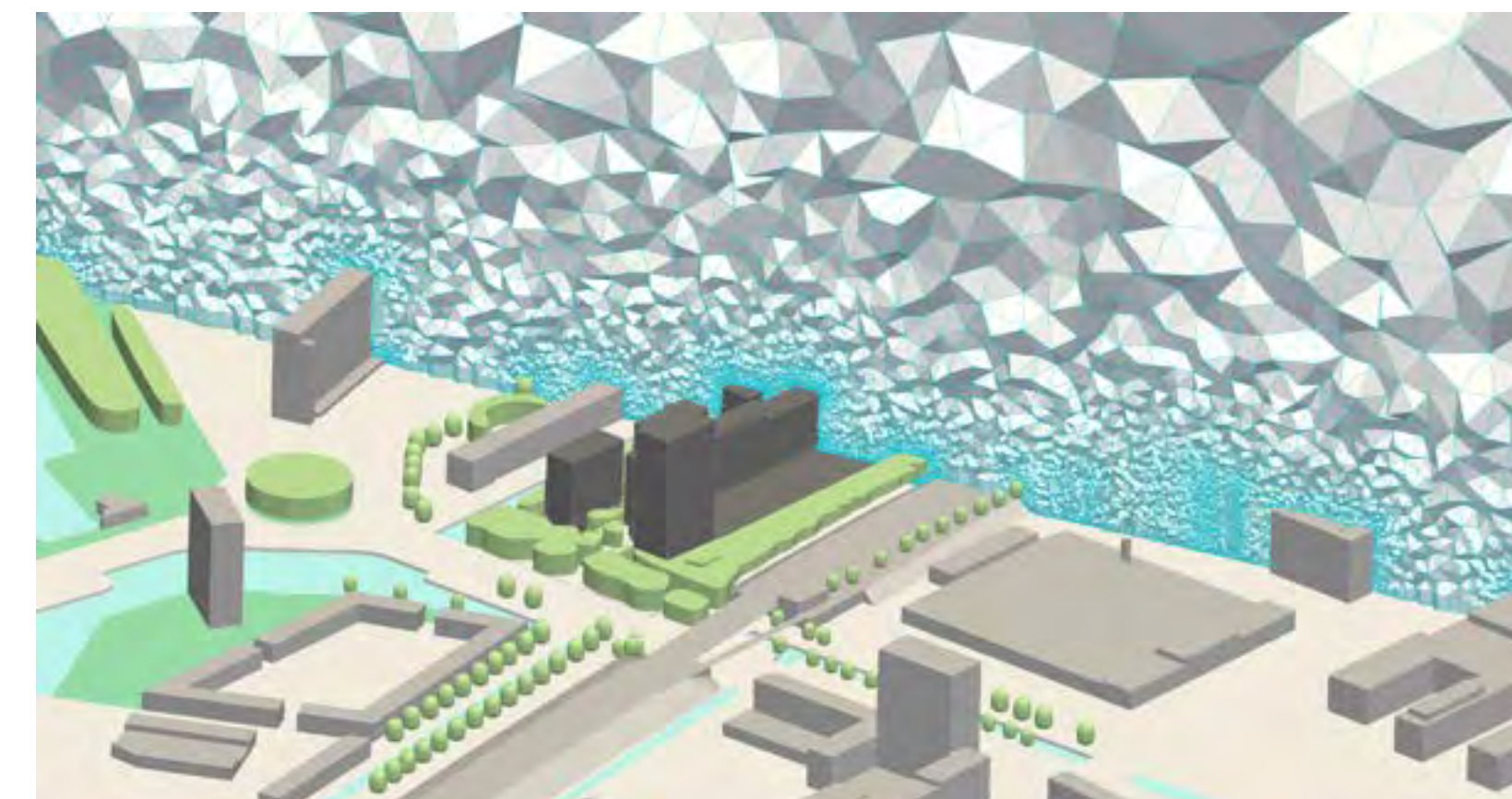
Ook de turbulente grootheden k en ω verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft C_μ de waarde 0,09. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulentiemodel (k - ω SST).

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



Figuur 3.2:
Impressie rekengrid
van de toekomstige
situatie

(a)
Doorsnede van het
rekengrid



(b)
Doorsnede over het
rekengrid (close-up)

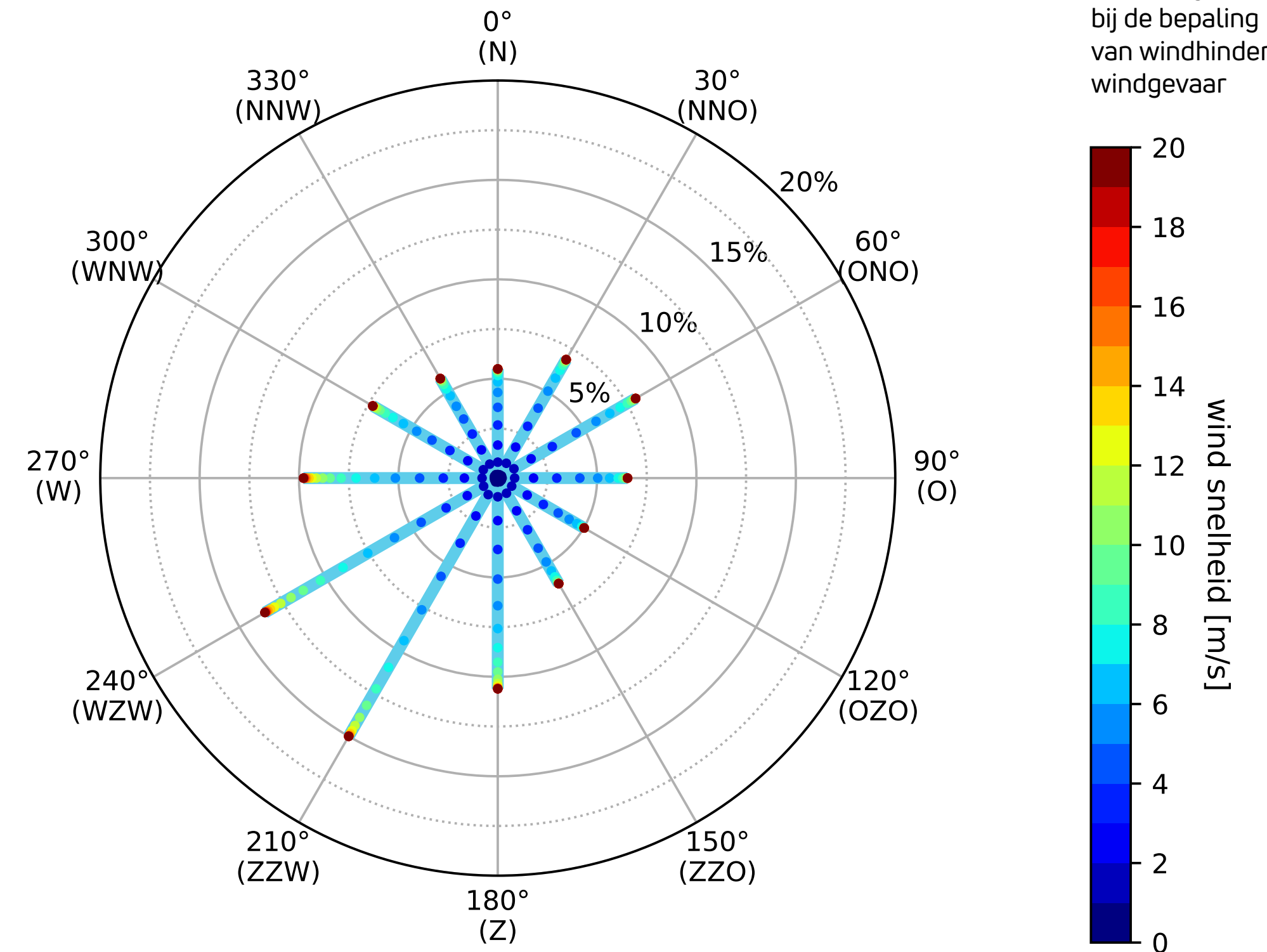
Vervolgens wordt de windstatistiek conform NPR 6097:2006 gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse 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 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.

De studie is uitgevoerd voor zowel de bestaande als toekomstige situatie. Voor beide situaties zijn simulaties uitgevoerd voor de situatie waar bomen bladloos zijn, en de situatie met bladdragende bomen. De resultaten van deze afzonderlijke situaties zijn weergegeven in bijlage A. De toetsing vindt conform

NEN8100:2006 plaats aan de hand van de gemiddelde situatie, welke ook is weergegeven in figuur 4.1 en 4.2 op de volgende pagina's.

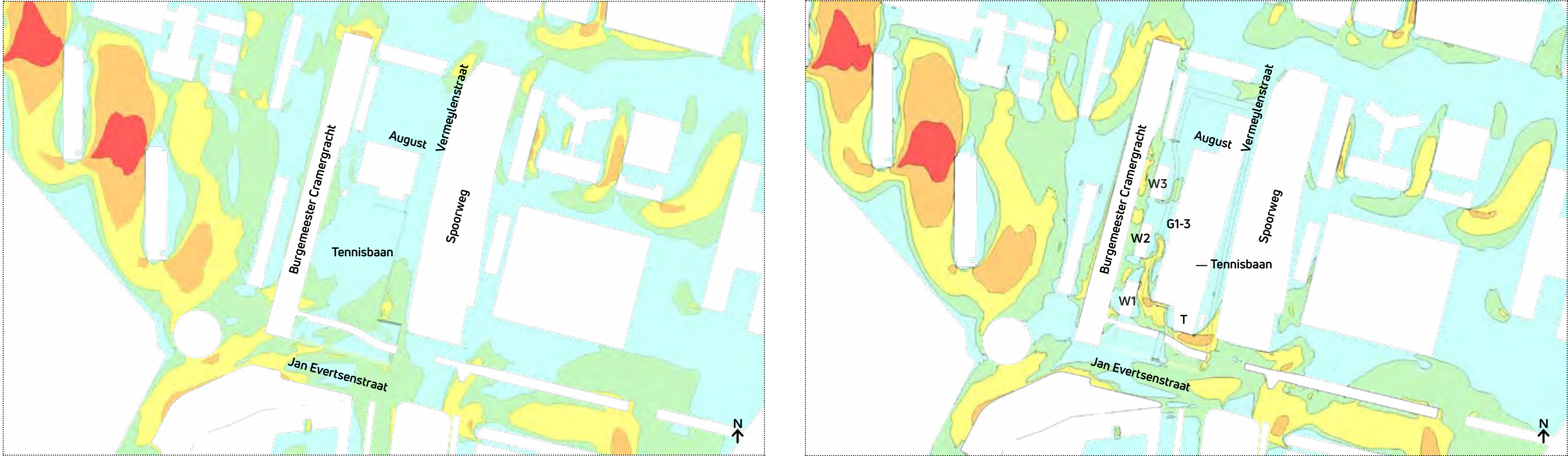
De resultaten van de bestaande situatie laten zien dat het windklimaat in de ruime omgeving gevarieerd is, waarbij alle klassen van windhinder optreden en er ook enkele zones met windgevaar aanwezig zijn. De meest kritische locaties (windhinderklasse E) treden op nabij de galerijflats ten westen van het plangebied. Dit is een direct gevolg van de ligging aan de Sloterpas, de overheersende zuidwesten windrichting en de hoogte en oriëntatie van deze gebouwen.

Ook in de nabijheid van enkele overige omliggende gebouwen zijn hoge windhinderklassen (D) aanwezig. Een groot deel van de omgeving kent echter de meer gematigde windhinderklassen A, B (windluw) en C.

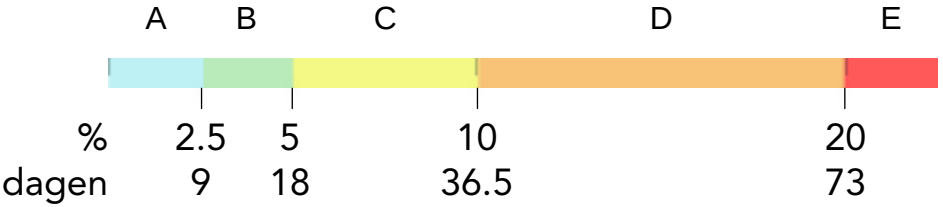
Het toevoegen van de nieuwbouw heeft op grotere afstand van het plangebied een minimaal effect. De meest kritische zones met windhinderklasse E en windgevaar ten westen van het plangebied kennen geen verandering. Direct ten zuidwesten van het plangebied wordt het windklimaat iets beter, terwijl ten zuidoosten een kleine verslechtering optreedt. Dit leidt echter nergens tot een significant andere beleving van het windklimaat of een overschrijding van de richtwaarden.

De zones ten noorden en oosten van het plangebied kennen een verbetering van het windklimaat. Hier blokkeert de nieuwbouw de maatgevende zuidwestelijke windrichting. De zone nabij de August Vermeylenstraat kent nu maximaal klasse B in plaats van C. De zone ten oosten van de spoorlijn kent een sterke reductie van de omvang van windhinderklasse D.

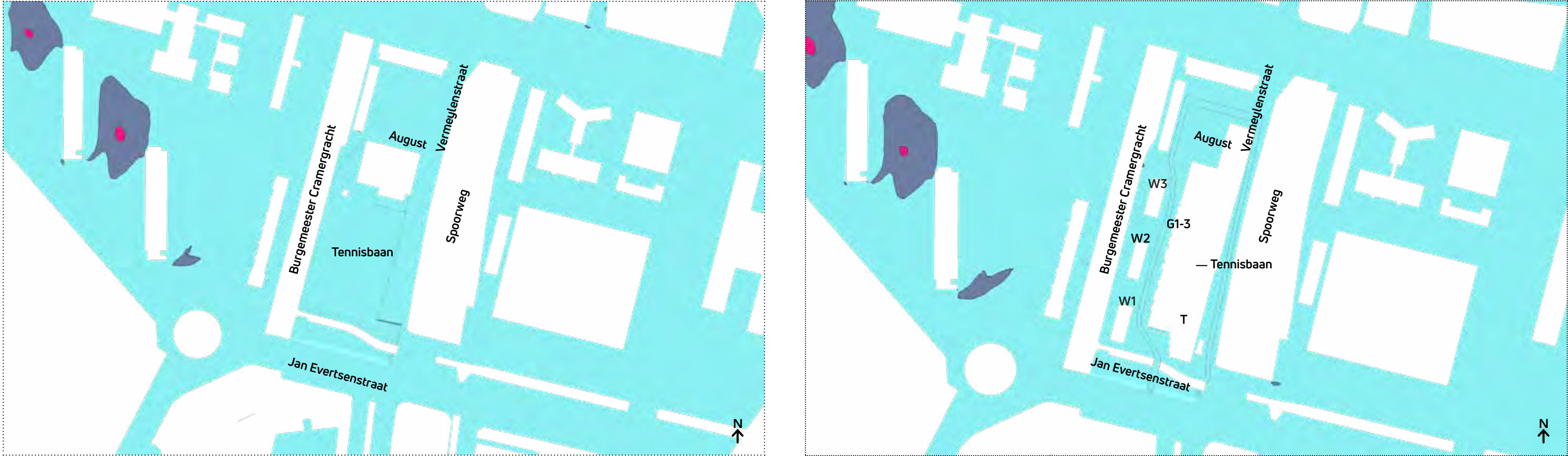
Figuur 4.1:
Windhinder op
voetgangsniveau voor
de bestaande situatie
(links) en de toekomstige
situatie (rechts)



Windhinder - Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



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

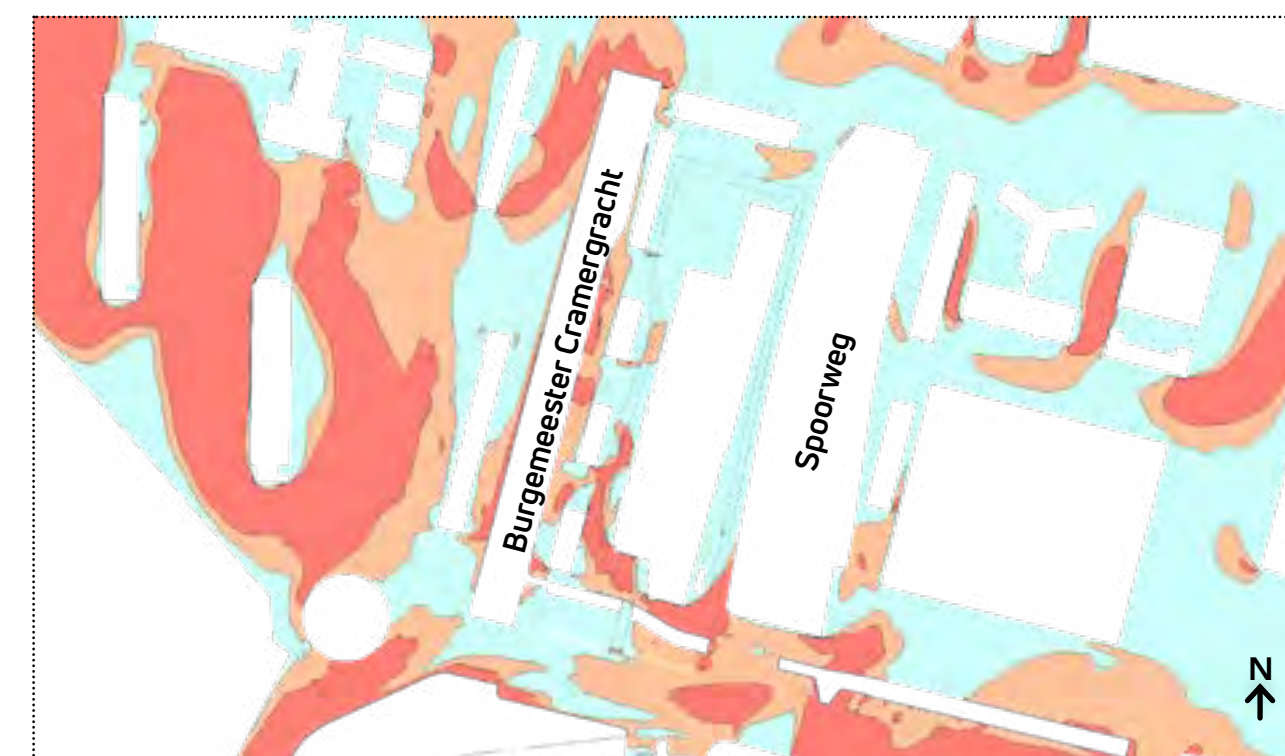




(a)
Beoordeling activiteit doorlopen



(b)
Beoordeling activiteit slenteren



(c)
Beoordeling activiteit lang zitten

Goed Matig Slecht

■ ■ ■

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

Uit voornoemde kan dan ook geconcludeerd worden dat het inpassen van de nieuwbouw niet leidt tot een onacceptabele verslechtering van het windklimaat in de openbare buitenruimte. Hierbij kan zelfs gesteld worden dat de invloed overwegend neutraal of positief is.

Binnen het plangebied is het windklimaat eveneens gevarieerd, gezien de locatie aan de Sloterplas kan hier geen volledig luv klimaat worden verwacht. Een optimaal windklimaat kent hier dan ook zones met wind (windhinderklassen C en D), afgewisseld met luwere zones (windhinderklassen A en B) waar langdurig comfortabel verbleven kan worden.

Deze windrijke zones worden gevonden aan de zuidzijde van het plangebied. Looproutes en fietspaden aan deze zijde kennen maximaal windhinderklasse D (beleving 'matig'), maar overwegend B en C (beleving 'goed'). Er is een minuscule zone met windhinderklasse E aan de zuidoostzijde van bouwdeel T. Dit windklimaat kan vermeden worden door middel van terrein-inrichting (vegetatie), waardoor deze zone ontoegankelijk wordt en voetgangers nooit in een 'slecht' windklimaat komen.

De windluwe zones bevinden zich zowel centraal in het plangebied als aan de noord- west- en oostzijde van dit plangebied. Centraal in het plangebied en aan de noord- en de oostzijde (inclusief de bestaande bouw aan de August Vermeylenstraat), treden overwegend windhinderklasse A en maximaal B op. De zone aan de Burgemeester Cramergracht kent windhinderklassen A, B en C. Dit biedt ruimte voor slenteren en langdurig zitten. Met name voor een zone gelegen aan het water zal de beleving van het windklimaat hier 'goed' zijn.

In figuur 4.3 is deze beleving voor de diverse activiteiten, te weten 'doorlopen', 'slenteren' en 'langdurig zitten', gevisualiseerd. Ook deze figuren illustreren het overwegend windluwe plangebied met de meer windrijke zone aan de zuidzijde.

Uit voornoemde kan dan ook geconcludeerd worden dat het plangebied een acceptabel windklimaat kent.

Aandachtspunten zijn de entreezones die gelegen dienen te zijn in zones met maximaal windhinderklasse B. Daar waar hogere windhinderklassen aanwezig zijn dienen maatregelen getroffen te worden teneinde de bruikbaarheid van de deur te garanderen.

5 Conclusies

Dit rapport omschrijft een windstudie uitgevoerd door [Actiflow](#) betreffende de ontwikkeling van Tennispark Sloterpas te Amsterdam. In de studie is het windklimaat in de bestaande en toekomstige situatie inzichtelijk gemaakt, vergeleken en getoetst. Hiermee wordt inzicht gegeven in het effect van de nieuwbouw op de omgeving en het windklimaat binnen het plangebied.

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 van de studie leiden tot de volgende conclusies:

- In de bestaande situatie is het windklimaat in de ruime omgeving, mede onder invloed van de ligging aan de Sloterpas, gevarieerd. Hierbij zijn luwe zones aanwezig, maar ook windrijke zone met de hoogste windhinderklassen en windgevaar.
- Door inpassing van de nieuwbouw zal het windklimaat in het openbaar gebied op geruime afstand van het plangebied minimaal veranderen. Met name aan de zuid- en westzijde is de invloed van de nieuwbouw gering. Aan de noord- en oostzijde heeft de nieuwbouw veelal een blokkerend effect op de maatgevende zuidwestelijke windrichting. Hier wordt dan ook een kleine verbetering van het windklimaat gevonden.
- Het windklimaat in het plangebied is overwegend luv (centraal, noord- en oostzijde) en beperkt gematigd (westzijde) en windrijk (zuidzijde). Dit leidt nergens tot de meest windrijke windhinderklasse E of windgevaar.
- Aandachtspunt zijn de entreezones. Indien deze in een windhinderklasse C of D geplaatst worden dan dienen maatregelen te worden toegepast. De

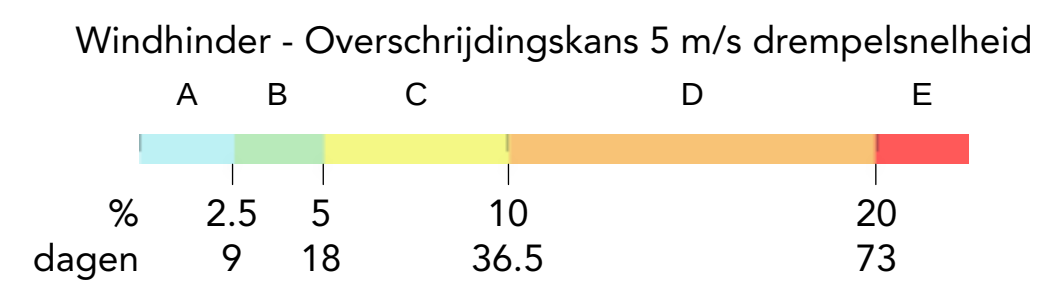
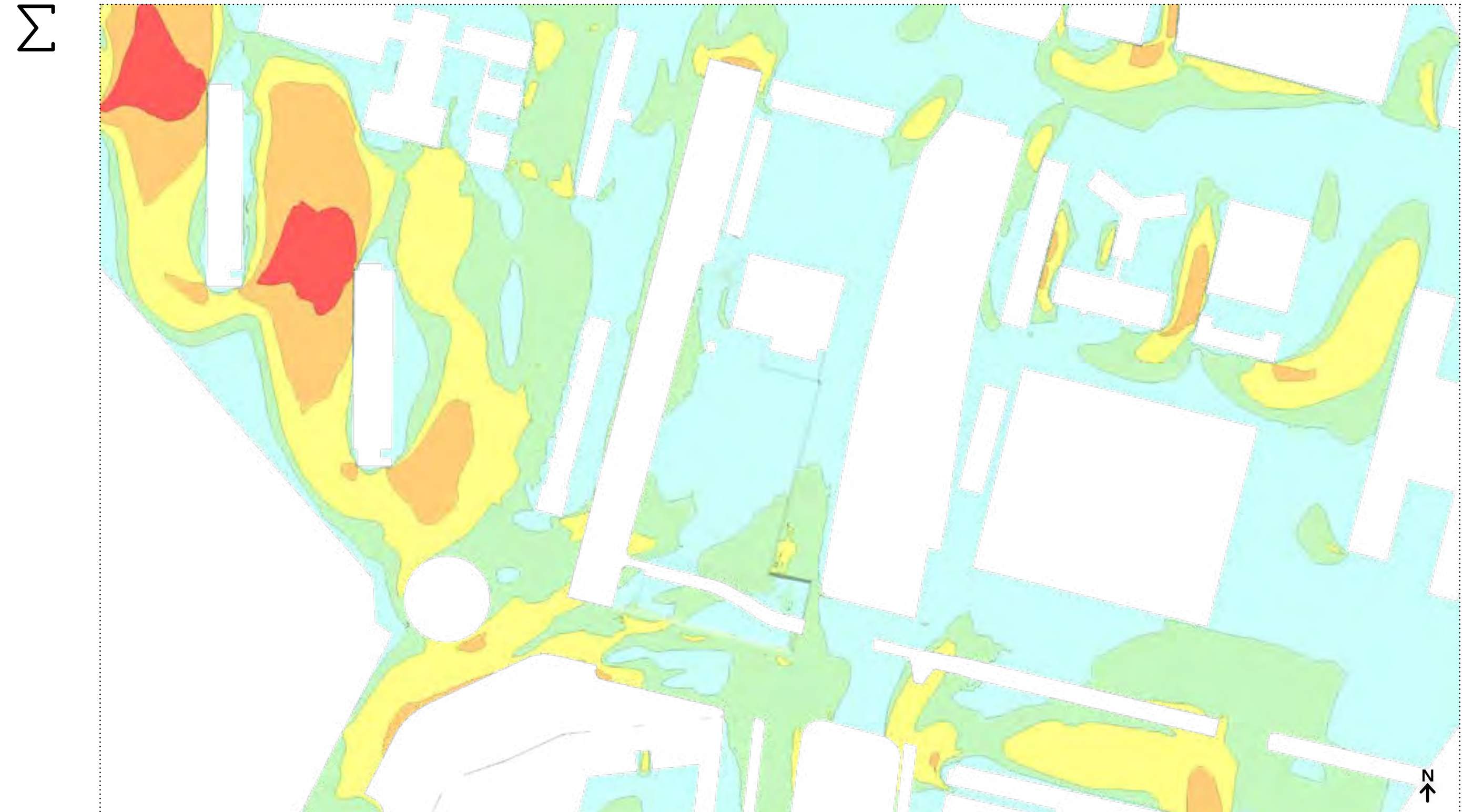
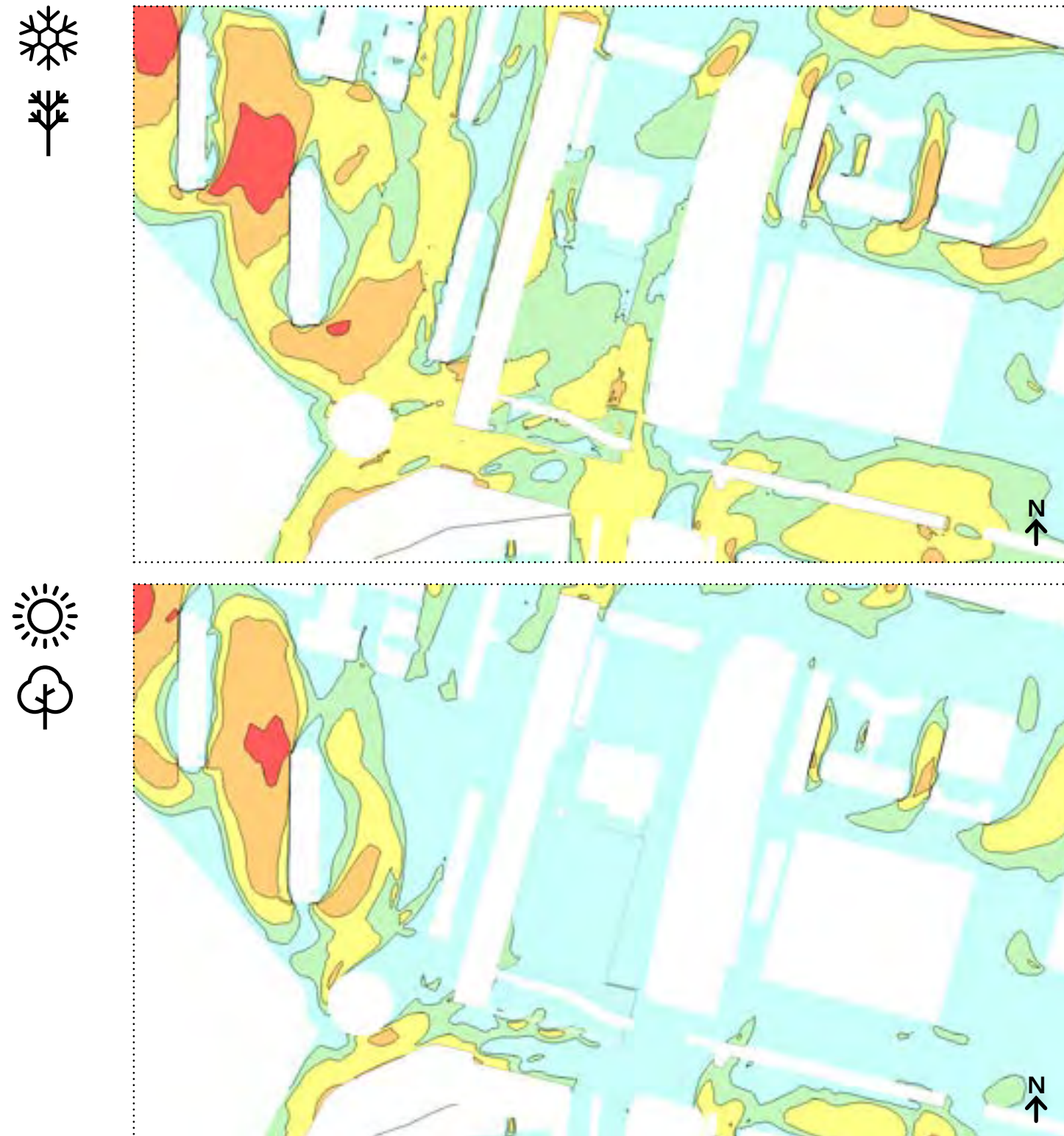
entree kan bijvoorbeeld in een nis worden geplaatst, of er kan een verticaal scherm worden gebruikt.

Op basis van voornoemde kan dan ook gesteld worden dat het windklimaat in het openbaar gebied door inpassing van de nieuwbouw van Tennispark Sloterpas te Amsterdam acceptabel is.

Aanvullend en informatief is in bijlage C inzicht gegeven in het windklimaat op het privaat terrein waar de tennisbanen zijn gelegen.

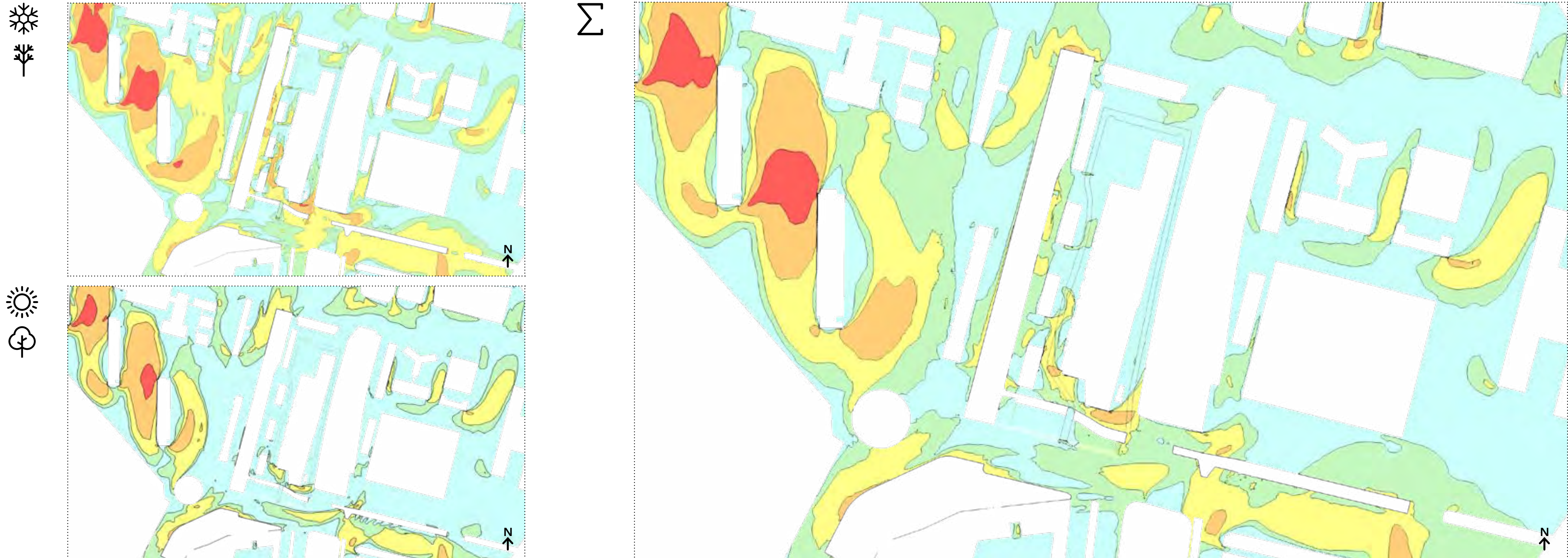
A Windhinder en windgevaar herfst/winter en lente/zomer

- De bestaande situatie

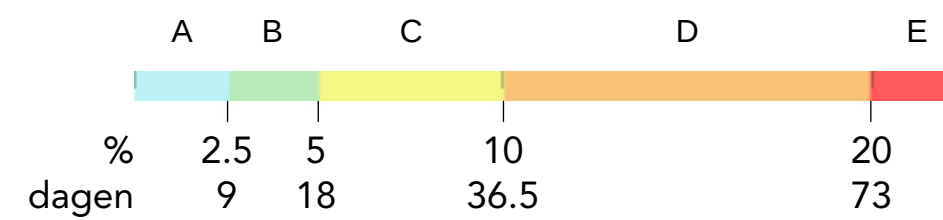


A Windhinder en windgevaar herfst/winter en lente/zomer

- De toekomstige situatie

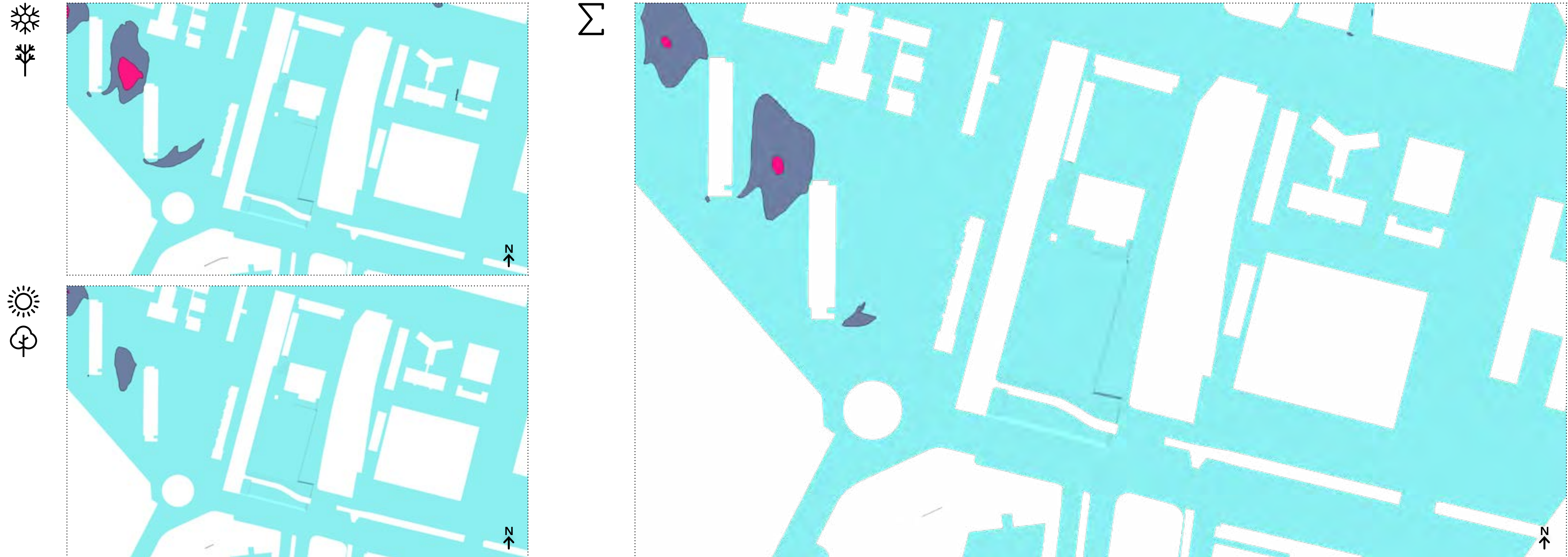


Windhinder - Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



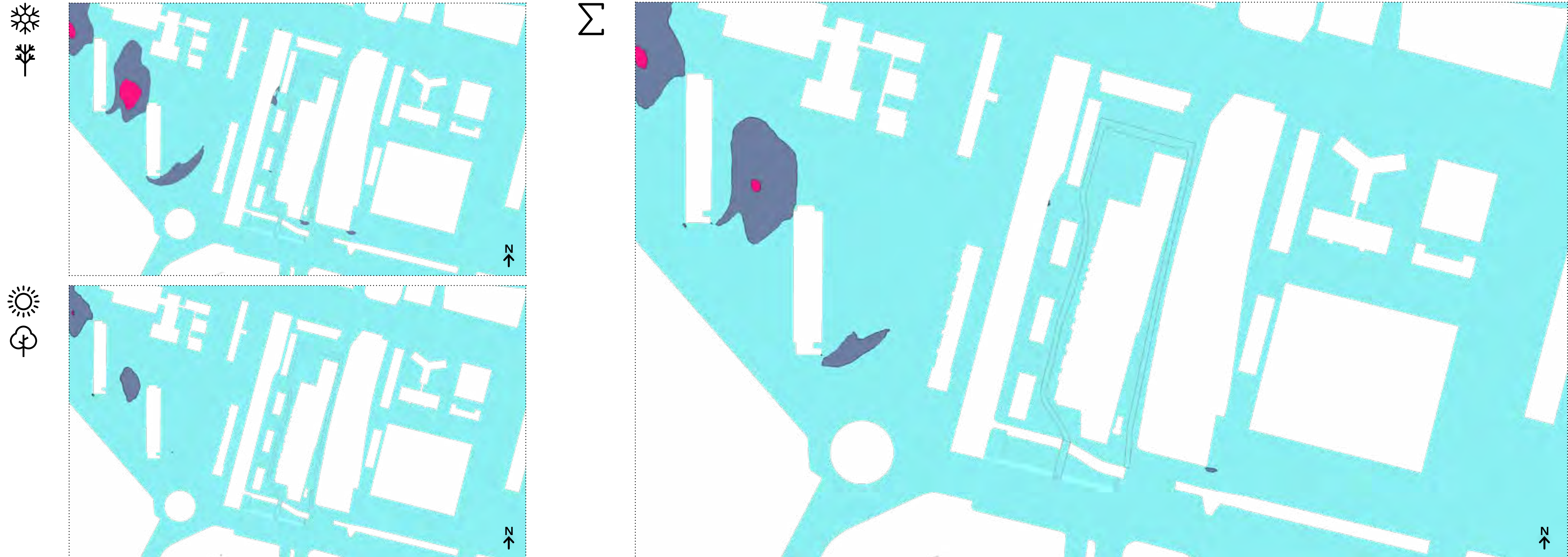
A Windhinder en windgevaar herfst/winter en lente/zomer

- De bestaande situatie

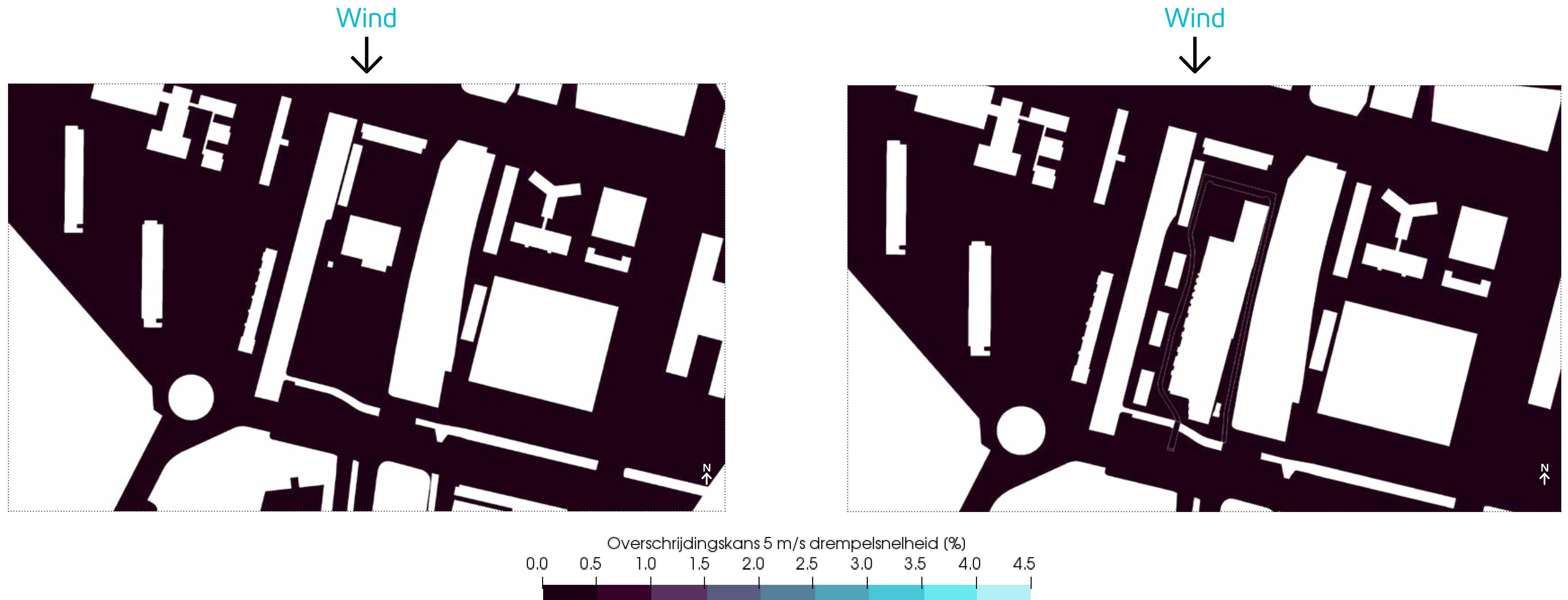


A Windhinder en windgevaar herfst/winter en lente/zomer

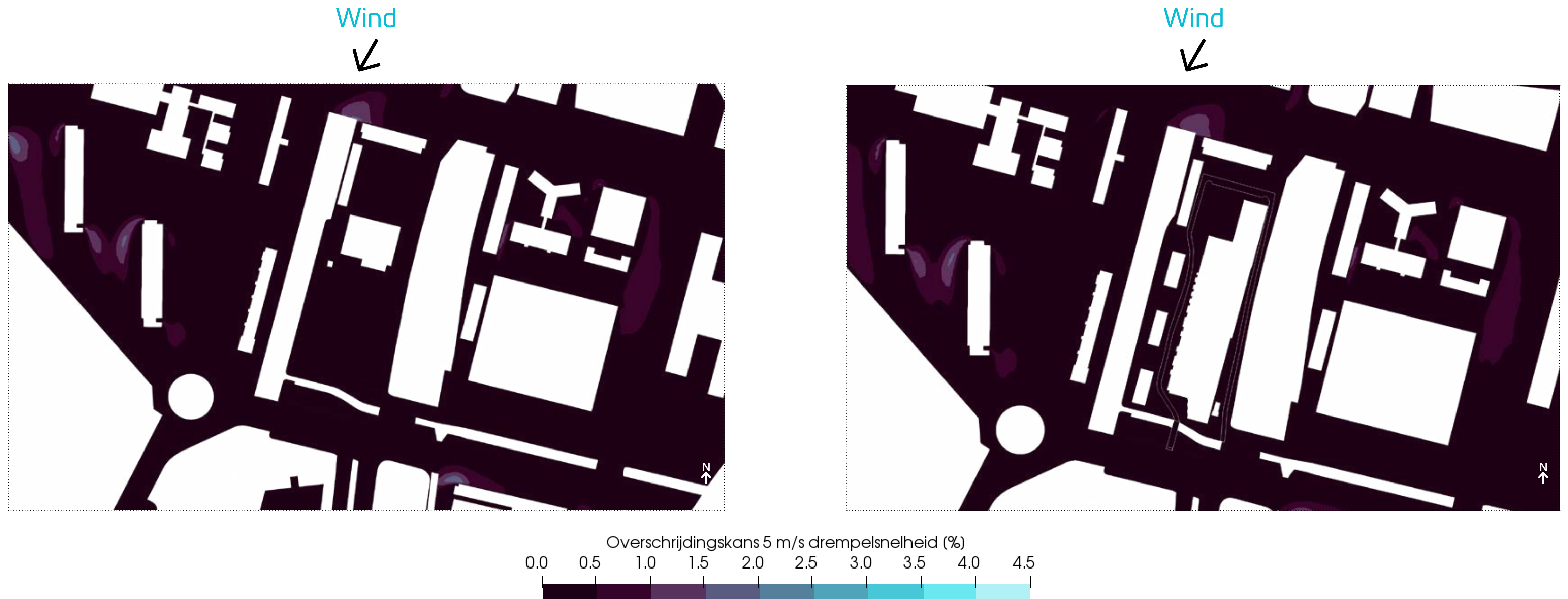
- De toekomstige situatie



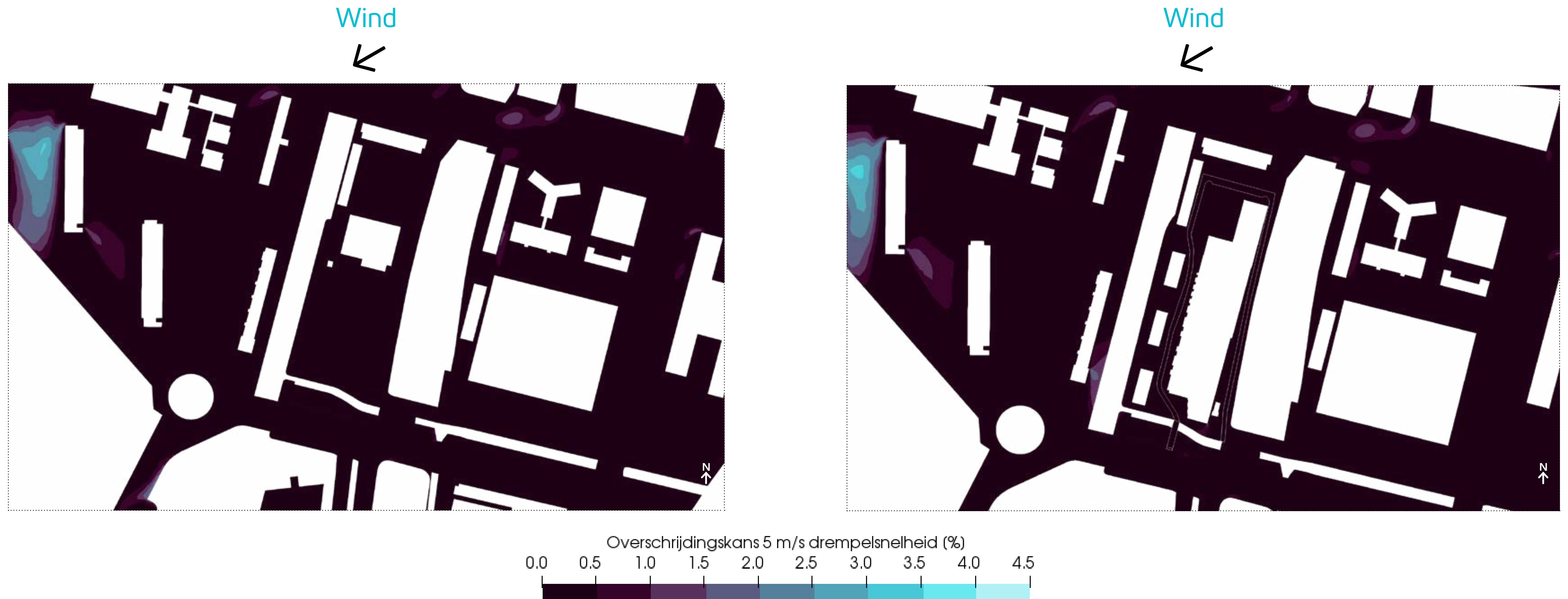
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



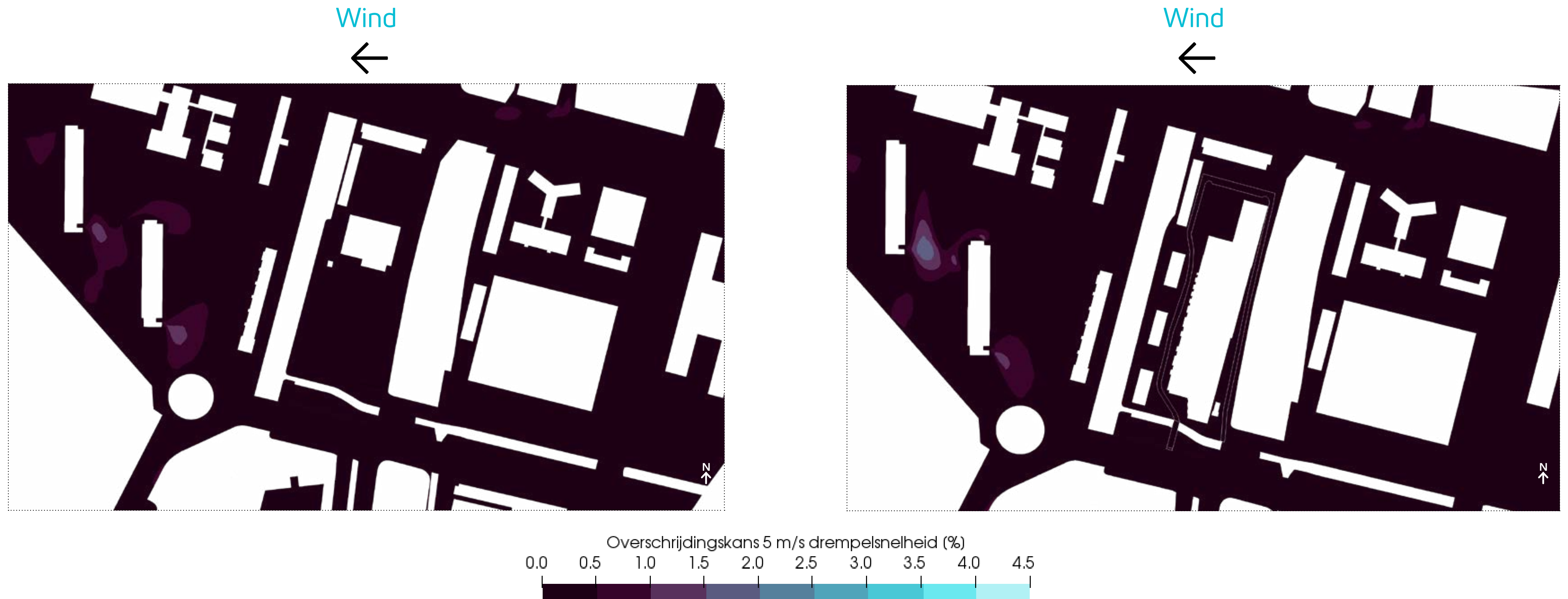
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



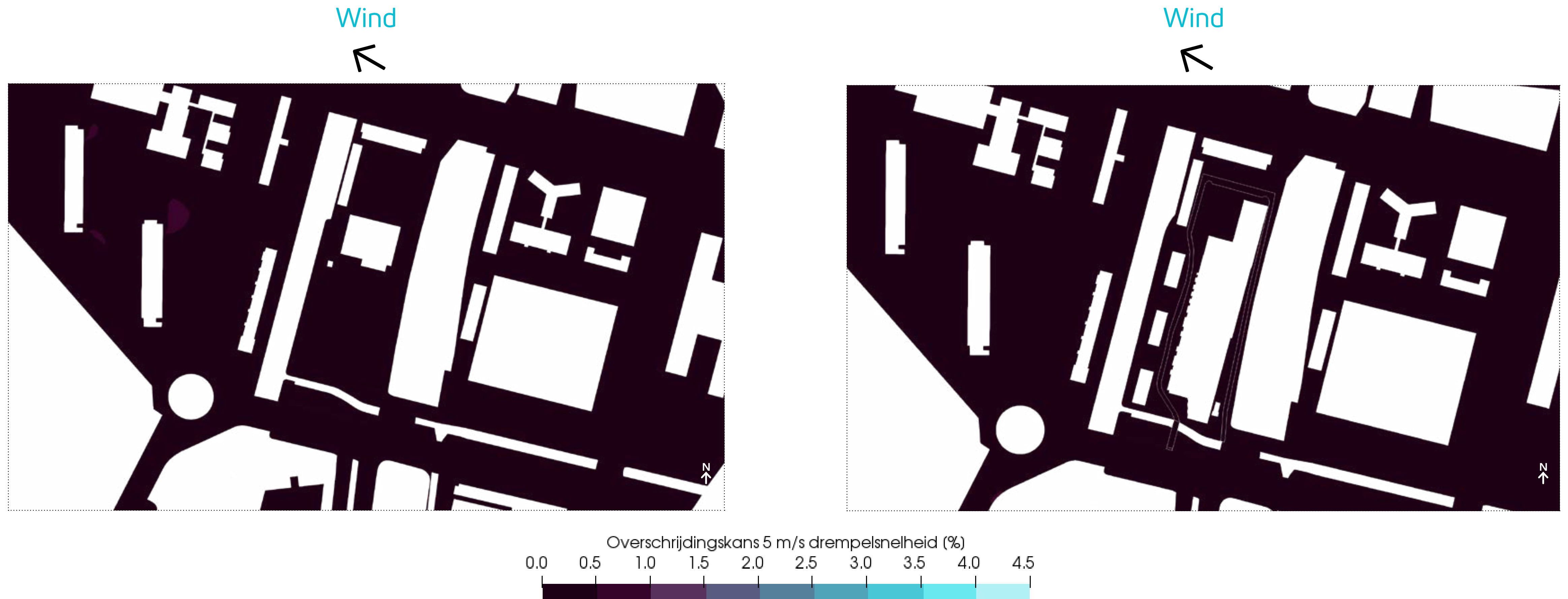
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



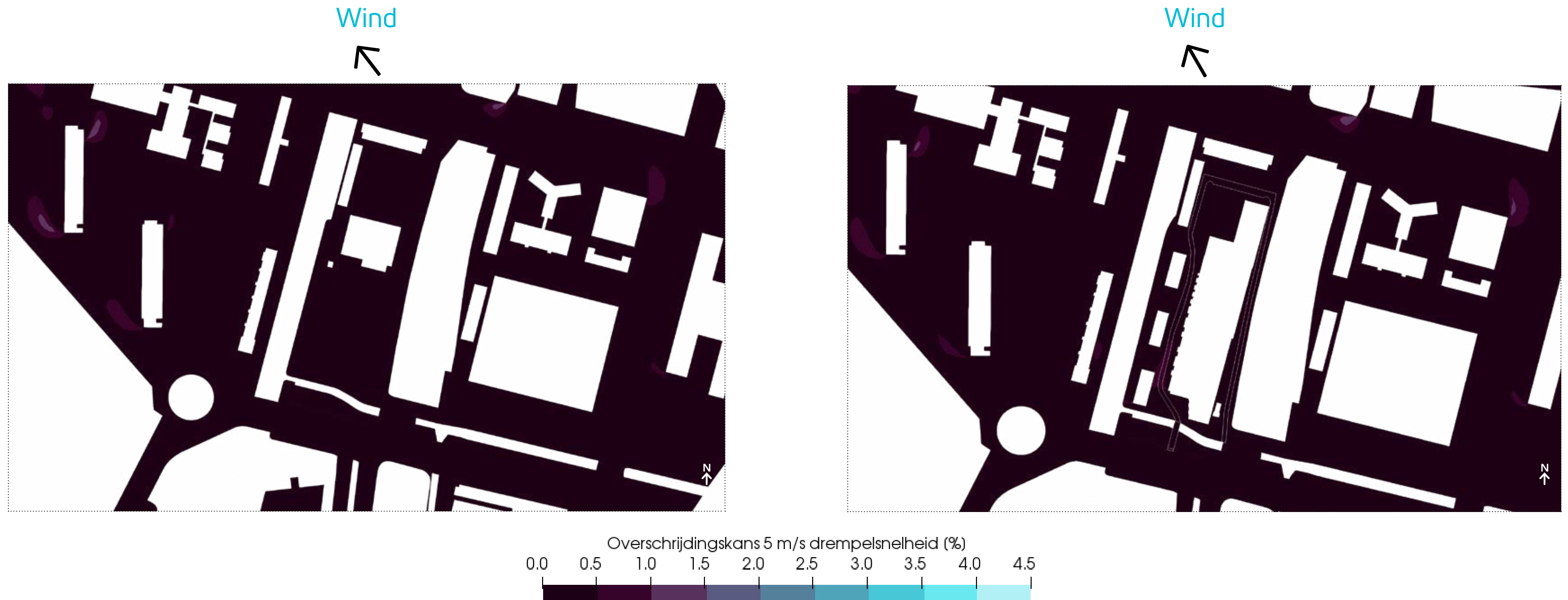
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



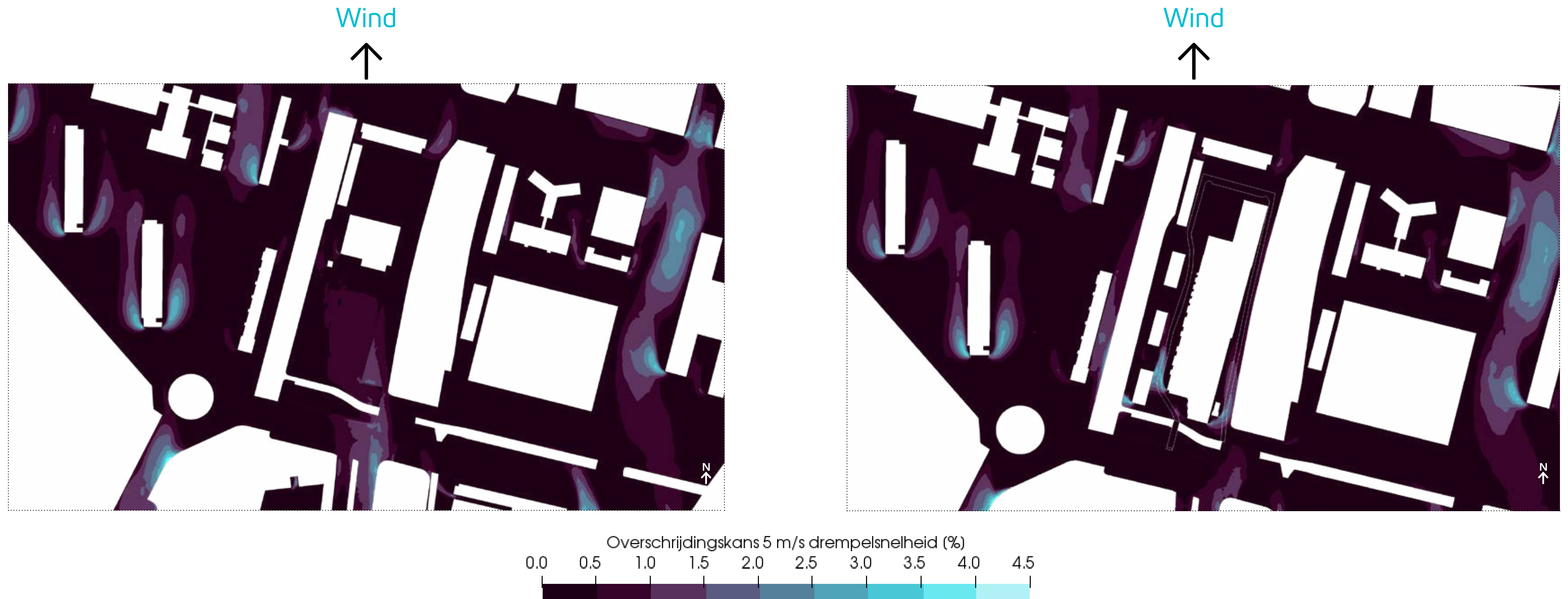
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



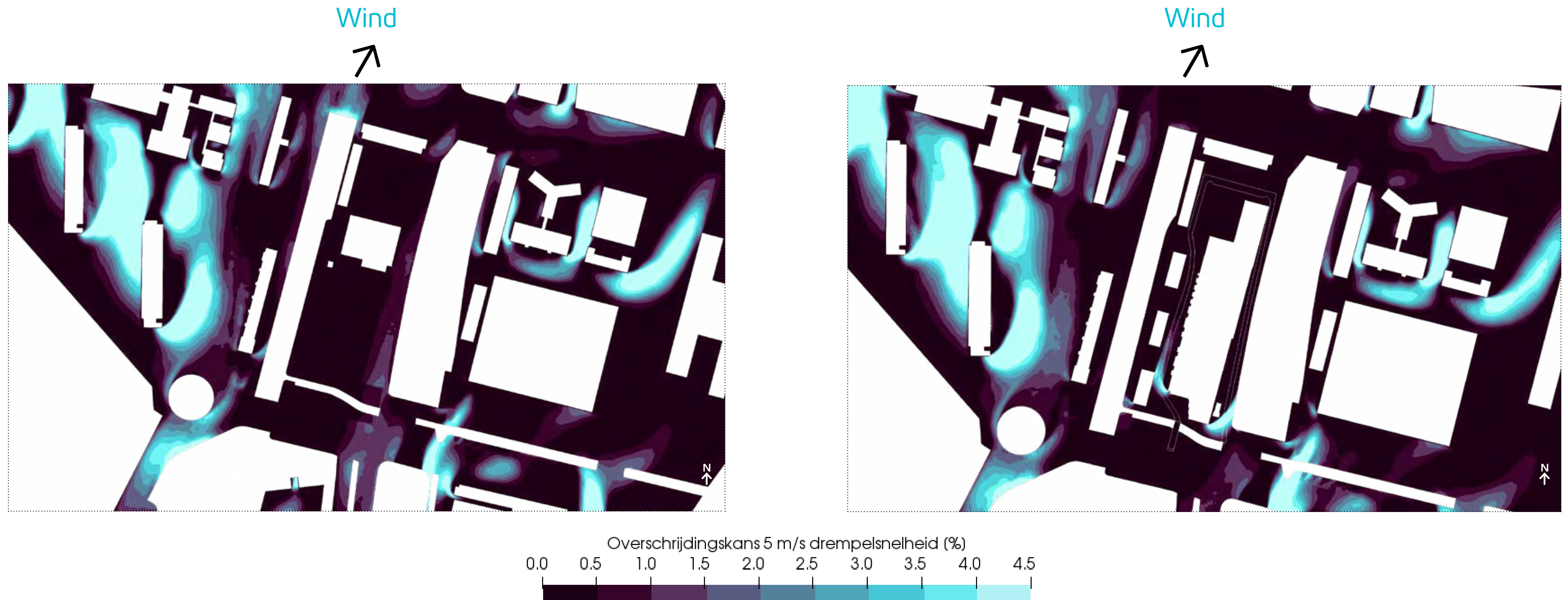
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



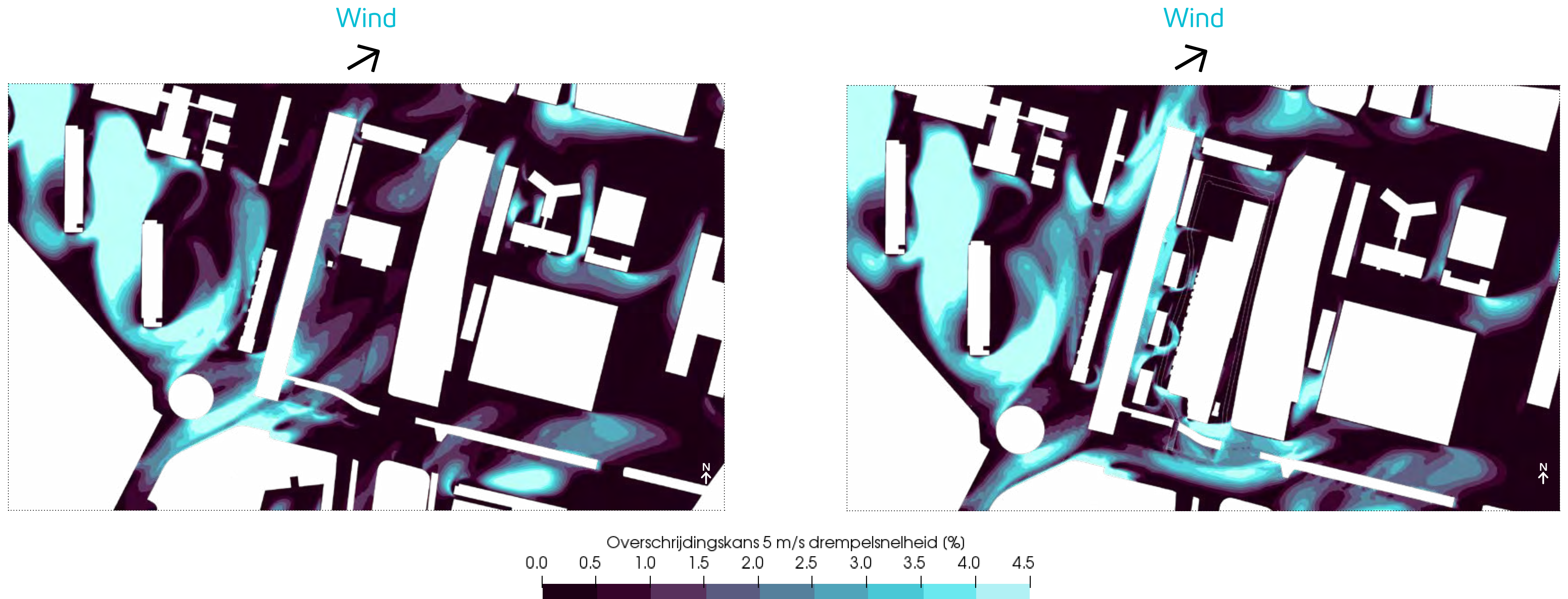
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



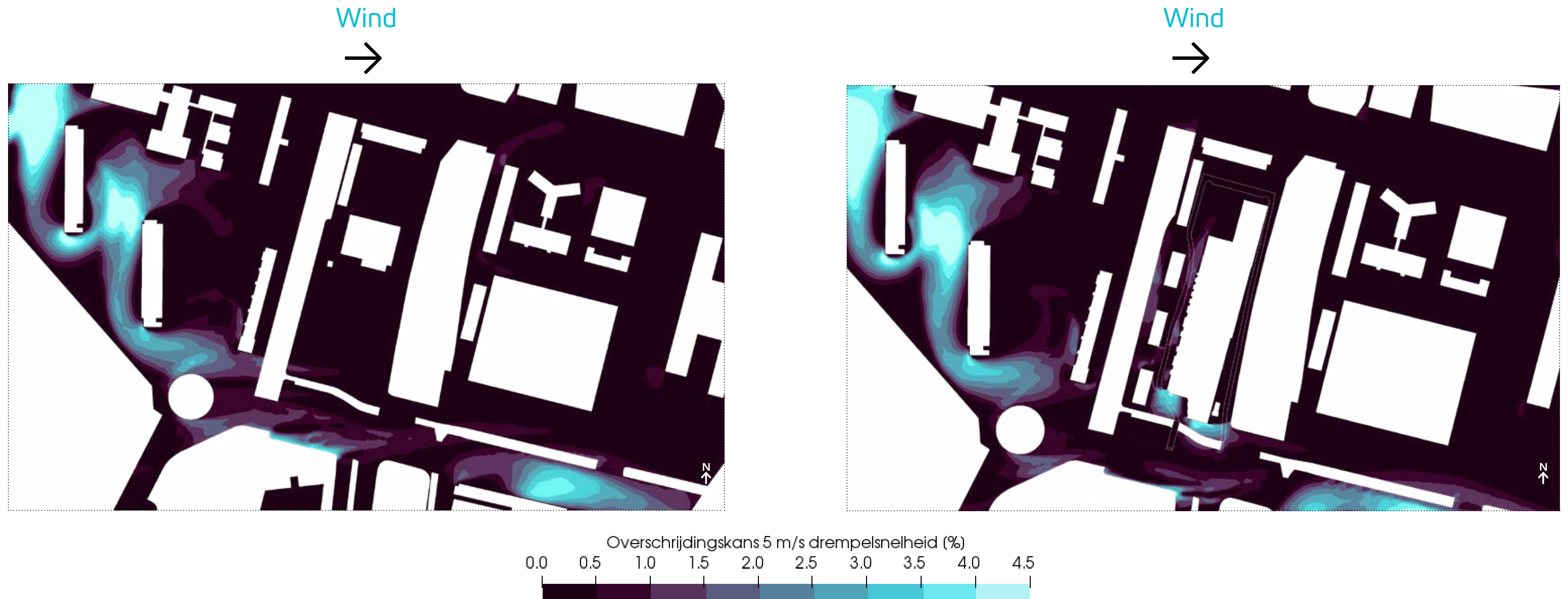
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



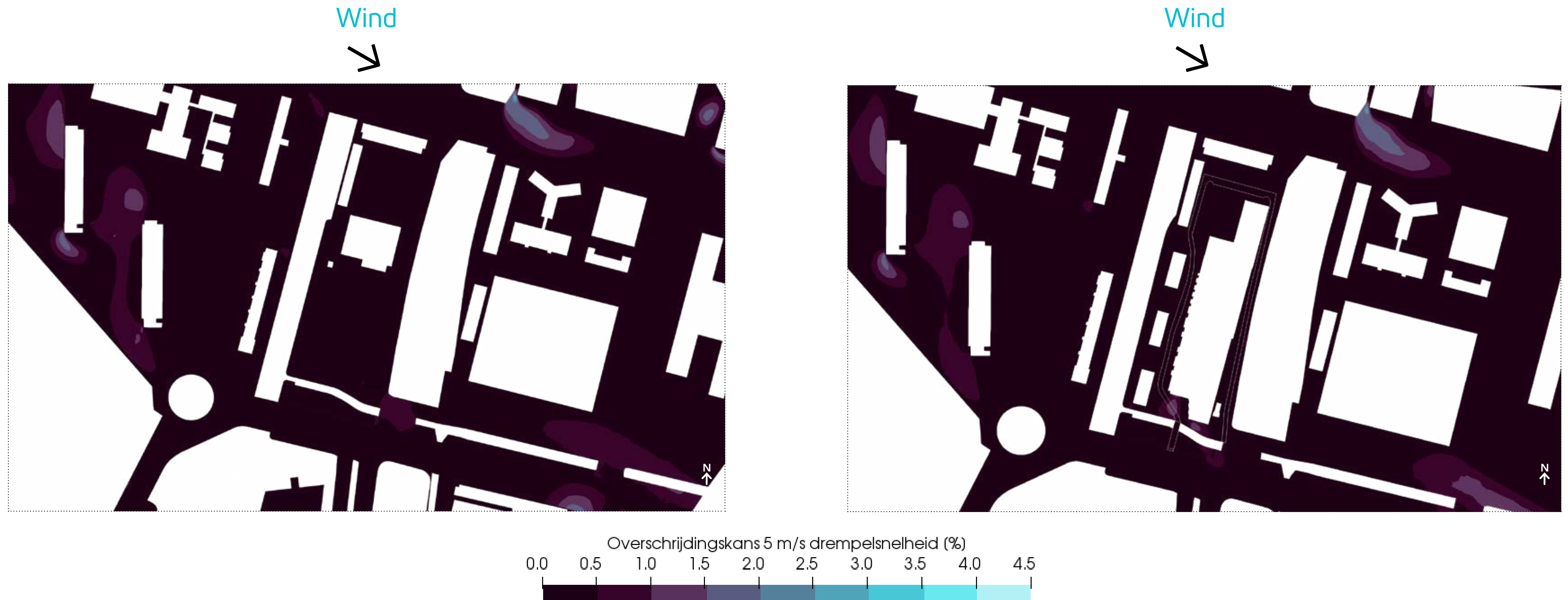
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



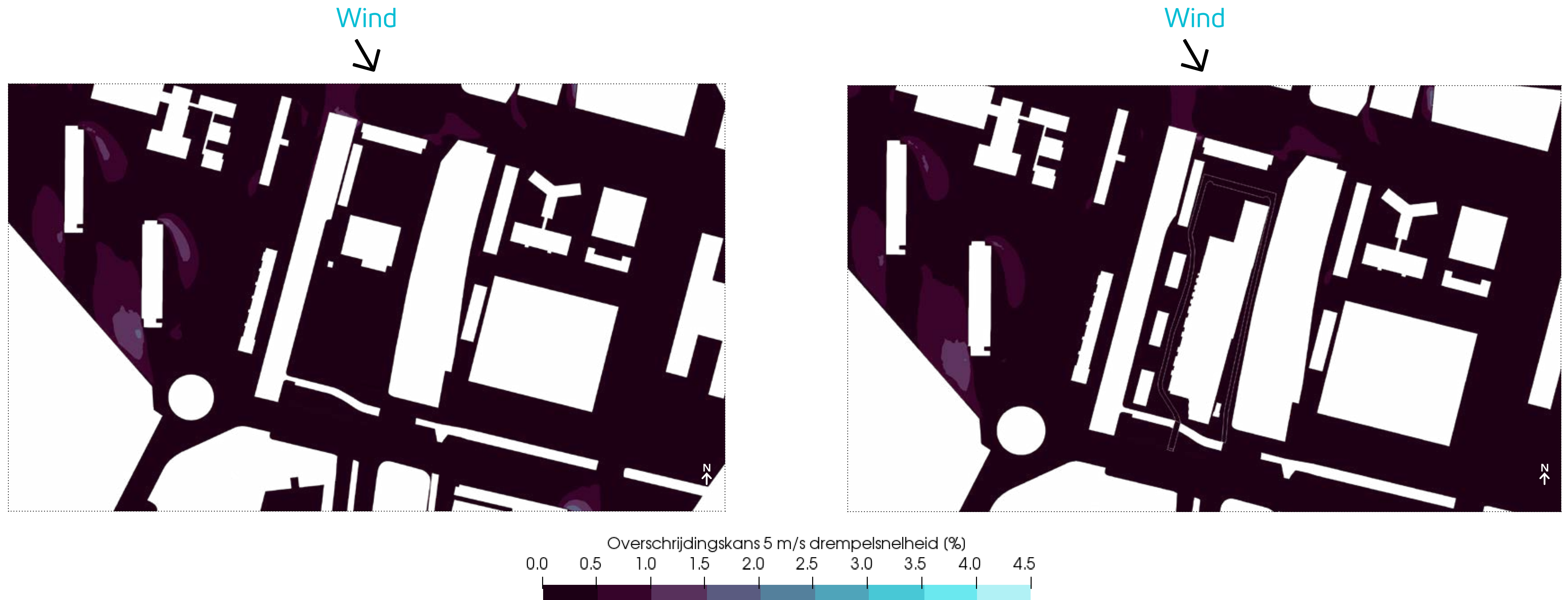
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



C Windklimaat op de tennisbanen

De tennisbanen zijn een privaat terrein en vallen om deze reden buiten de beoordeling in het kader van wet- en regelgeving. In aanvulling op de windstudie wordt in onderhavige bijlage inzicht gegeven in het windklimaat op de tennisbanen. De resultaten in deze bijlage behoren bij het ontwerp van de nieuwbouw dat in onderhavige studie is gebruikt, te weten het gebouwwolume, de vegetatie en een scherm met een hoogte van 6 m tussen bouwdelen G en T.

C.1 Richtlijnen

Om voldoende houvast te vinden in de beoordeling van het windklimaat is gezocht naar richtlijnen betreffende wind voor specifiek tennis en meer generiek sport. Dit leidt tot het volgende:

- De KNLTB (Koninklijke Nederlandse Tennisbond) of ITF (International Tennis Federation) kennen geen richtlijnen betreffende tennis en wind.
- Een beknopte zoektocht laat zien dat er lokaal in Nederland geen aanvullende richtlijnen betreffende tennis en wind vindbaar zijn.
- Een beknopte zoektocht laat zien dat er internationaal één aanvullende lokale richtlijn is betreffende tennis en wind. Een lokale organisatie in Amerika heeft in de regels betreffende wedstrijden opgenomen dat een wedstrijd gestaakt dient te worden indien de windsnelheid op de baan hoger is dan 13,5 m/s (bron: <https://www.austintennis.org/inclement-weather-rule/>).
- Bij het ontbreken van wettelijke richtlijnen voor het beoordelen van sportvelden (voetbal, basketbal e.d.) hanteert Actiflow een gewenste windhinderklasse (conform NEN8100:2006) gelijk aan A of B voor een 'goed' windklimaat of C voor een 'matig' windklimaat. Hogere windhinderklassen, te weten D en E dienen te worden voorkomen. Gelijkaardig dient het optreden van een (beperkt) risico op windgevaar te worden voorkomen.

Op basis van voorgaande wordt een eerste analyse gedaan naar het windklimaat op de tennisbanen, waarbij het volgende wordt aangehouden:

- Ten behoeve van comfort (lees: prettig kunnen tennissen): gewenst is windhinderklasse A of B en maximaal beperkt C.
- Ten behoeve van gevaar (lees: het wordt onmogelijk of zelfs gevaarlijk om te tennissen): geen (beperkt) risico op windgevaar en/of maximaal 13,5 m/s.

C.2 Resultaten

Op basis van de richtlijnen in paragraaf C.1 is in de figuren op de navolgende pagina inzicht gegeven in het windklimaat op de tennisbanen. Deze figuren laten het volgende zien:

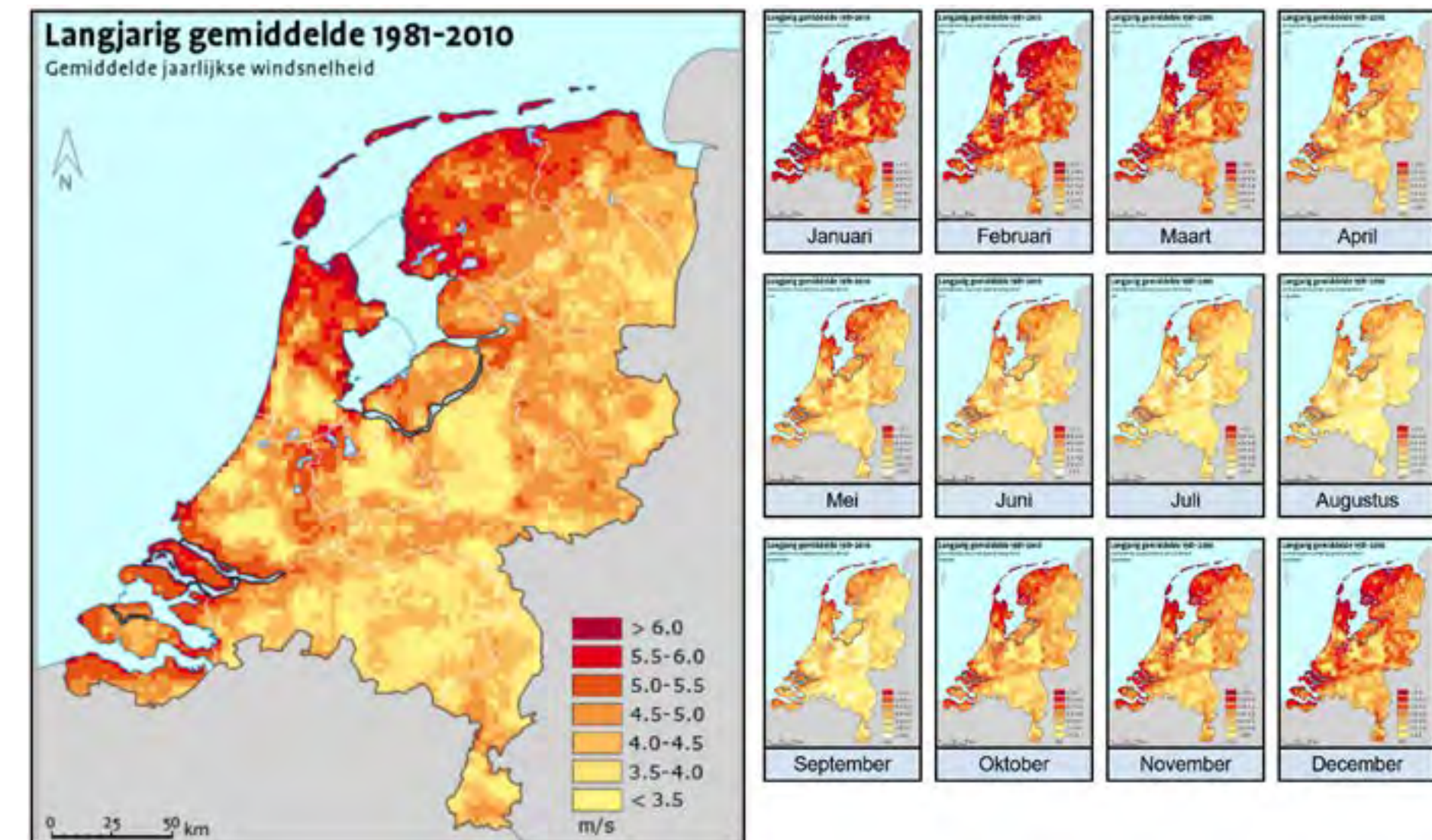
- Figuur C.2a laat de overschrijding zien van de 5 m/s drempelwaarde betreffende comfort conform NEN8100:2006. Op de 6 meest zuidelijke tennisbanen zijn zones aanwezig met windhinderklasse D. Dit biedt een slecht niveau voor comfortabel tennis. Ook kennen de 7 zuidelijke tennisbanen windhinderklasse C, wat een matig comfortniveau biedt. Een windhinderklasse D geeft aan dat de drempelwaarde voor comfort gedurende 36,5 tot 73,0 dagen per jaar wordt overschreden.
- Figuur C.2b laat de overschrijding zien van een snelheid van 10 m/s. Deze waarde is arbitrair gekozen als gelegen tussen comfort (5 m/s) en gevaar (15 m/s) en dient als aanvullende informatie. Hierbij is zichtbaar dat deze snelheid gedurende het jaar tot 6 dagen wordt overschreden op de 2^e en 3^e tennisbanen gezien vanaf het zuiden. Banen 1 tot en met 6 hebben daarnaast een gebied wat tussen de 0 en 5 dagen per jaar een windsnelheid boven de 10 m/s zal ondervinden.

C Windklimaat op de tennisbanen

- Figuur C.2c laat de overschrijding zien van de mogelijke drempelwaarde voor het afgelasten van wedstrijden gelijk aan 13,5 m/s. Deze waarde wordt ca. 17 uur per jaar overschreden op de 2^e, 3^e en 4^e tennisbanen.
- Figuur C.2d laat de overschrijding zien van de drempelwaarde van 15 m/s voor windgevaar conform NEN8100:2006. Deze waarde wordt ca. 1 dag per jaar overschreden op de 3^e tennisbaan gezien vanuit het zuiden.
- In alle gevallen dient ook aandacht gegeven te worden aan de verdeling van wind over de tennisbanen. De zone nabij bouwdeel G kent veelal een meer windrijk klimaat dan de zone aan de oostzijde.

De analyse van het windklimaat in figuur C.2 gaat uit van de windstatistiek van het gehele kalenderjaar. Voor onderhavige windstudie dient deze statistiek gebruikt te worden in overeenstemming met NEN8100:2006, zie ook paragraaf 3.3. De bron van deze statistiek is zodanig dat deze niet is op te delen in seizoenen of maanden.

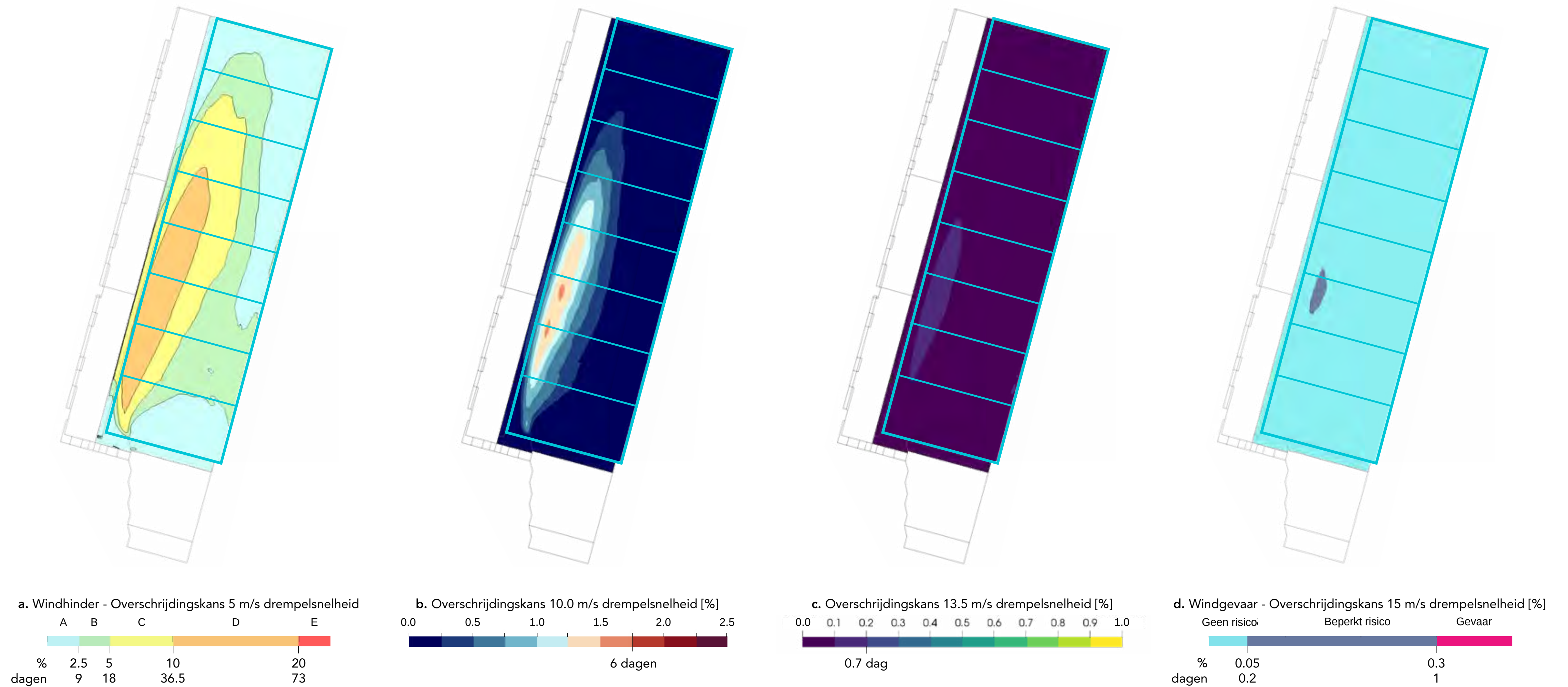
Tennis kent echter typisch een seizoen voor spel in de openlucht en spel binnen. De tennisbanen die hier geanalyseerd zijn, zijn gelegen in de openlucht en worden dan ook met name gebruikt in de maanden maart tot en met oktober. Figuur C.1 laat zien dat de windsnelheid het hoogst is in de maanden oktober tot en met maart. De periode waarin in de openlucht tennis gespeeld zal worden kennen dan ook een meer gunstige, lagere windsnelheid (ca. 5% minder), waardoor de resultaten in figuur C.2 in de praktijk gunstiger zullen zijn.



Figuur C.1: Langjarig gemiddelde windsnelheid in Nederland (bron: www.meteo-julianadorp.nl)

C Windklimaat op de tennisbanen

Figuur C.2:
Windklimaat op de
tennisbanen



Project	Projectgegevens
Projectnaam	Tennispark Sloterpas te Amsterdam
Opdrachtgever	VORM
Projectleider	Ir. Shirin Masoudi
Datum	16/09/2021
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: 12 245 360; cellen toekomsige situatie: 24 136 230
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:117263		Y: 487017	
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.	$p \geq 0,3$	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