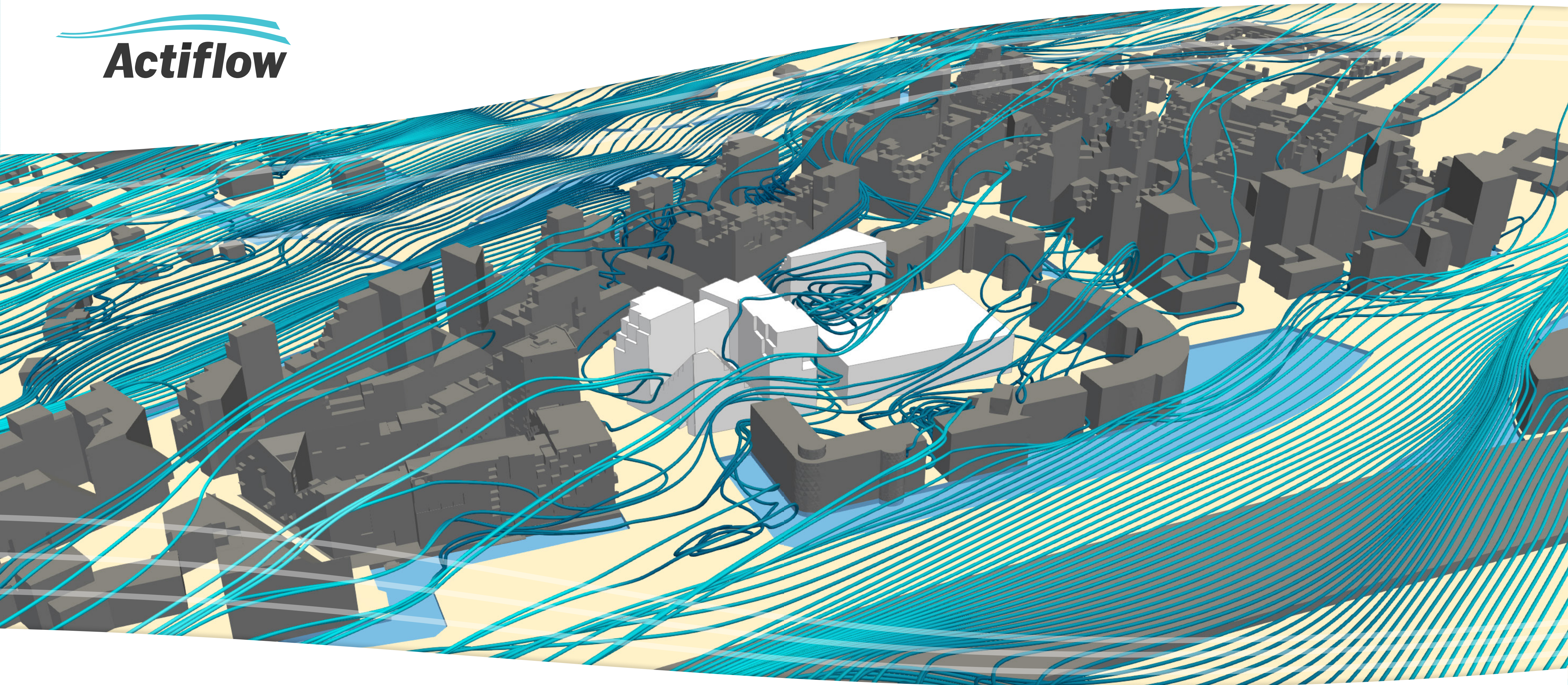




Inhoudsopgave

- 1** Introductie
- 2** Normstelling
 - 2.1 Openbare buitenruimte
- 3** Opzet van de berekening
 - 3.1 Software
 - 3.2 Geometrie en rekenrooster
 - 3.3 Aannames en randvoorwaarden
- 4** Resultaten
- 5** Discussie
- 6** Conclusie

- A** Inlegvel NEN 8100:2006
- B** Windhinder en windgevaar: situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld
- C** Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

1 Introductie

Voorliggende rapportage omschrijft de actualisatie van de reeds uitgevoerde windstudie uit 2018 betreffende windhinder en windgevaar in en nabij het Hydepark te Hoofddorp, uitgevoerd door [Actiflow](#) in opdracht van HP Property XVII B.V.

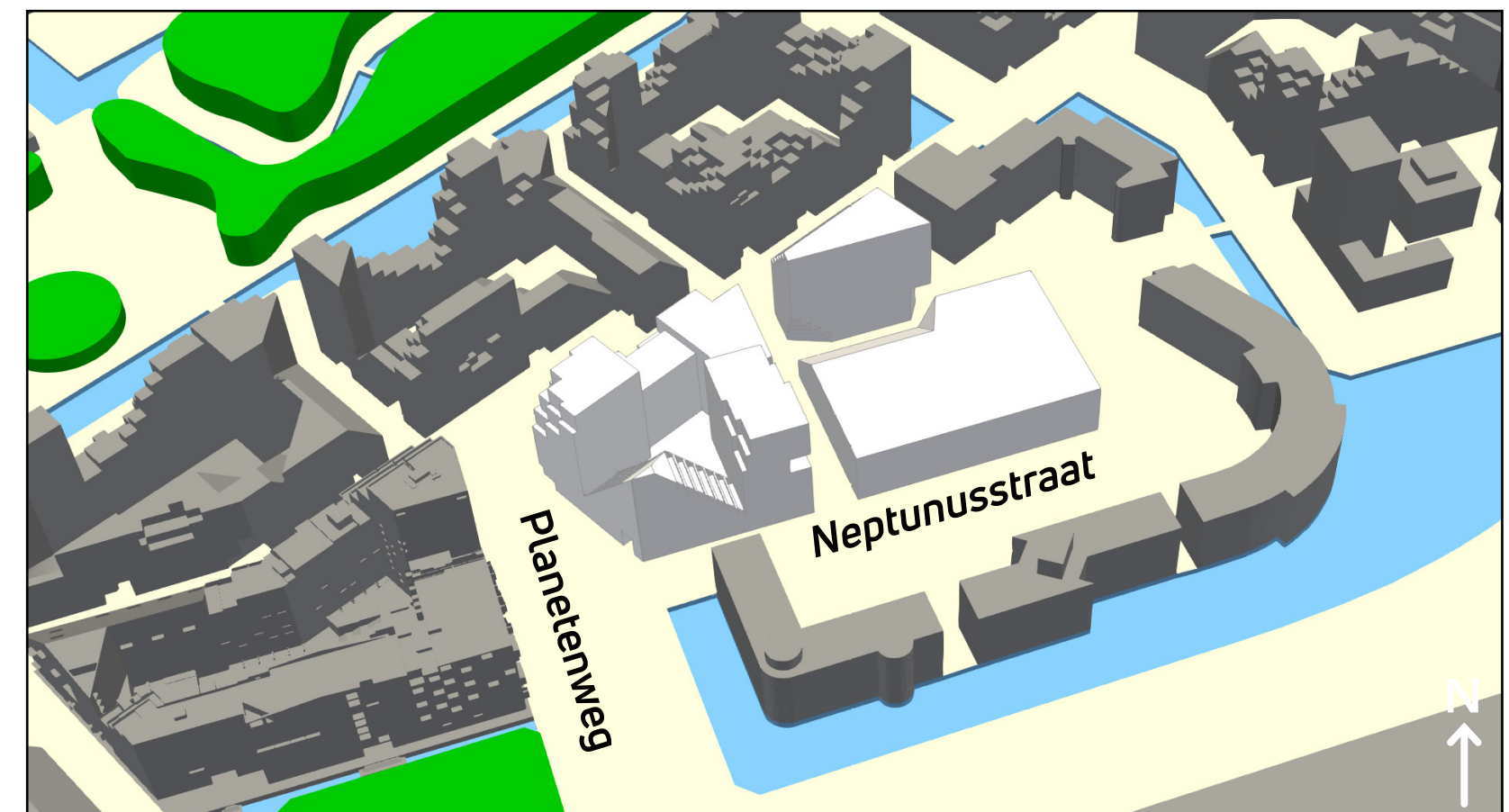
In de huidige opzet van Hydepark zijn enkele wijzigingen doorgevoerd in het ontwerp van verschillende gebouwen (zie figuur 1.1 en 1.2). Het inpassen van deze wijzigingen in het plangebied zal een invloed hebben op het lokale windklimaat. Dit kan zorgen voor een situatie die als onprettig of gevaarlijk wordt ervaren. Daarnaast vraagt de functie van het gebouw en het verwachte gebruik van de buitenruimten om een acceptabel comfortniveau ten aanzien van wind. Het is dan ook noodzakelijk het windklimaat inzichtelijk te maken, zodat mogelijke knelpunten kunnen worden aangepakt.

[Actiflow](#) is gevraagd om voor het meest recente ontwerp van Hydepark het windklimaat inzichtelijk te maken met behulp van berekeningen 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 aanvullende maatregelen worden aangedragen in hoofdstuk 5. Tot slot volgen de conclusies in hoofdstuk 6.



Figuur 1.1:
Locatie van het project (Bron: Google Earth)



Figuur 1.2:
Impressie van het project.

2 Normstelling

2.1 Openbare buitenruimte

In onderhavige windstudie wordt het windklimaat ter plaatse van de openbare buitenruimte in kaart gebracht. Dit wordt gedaan aan de hand van de richtlijnen 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. 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 2.1. 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 2.2 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 2.1: 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
<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 2.2: 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 A.

3.1 Software

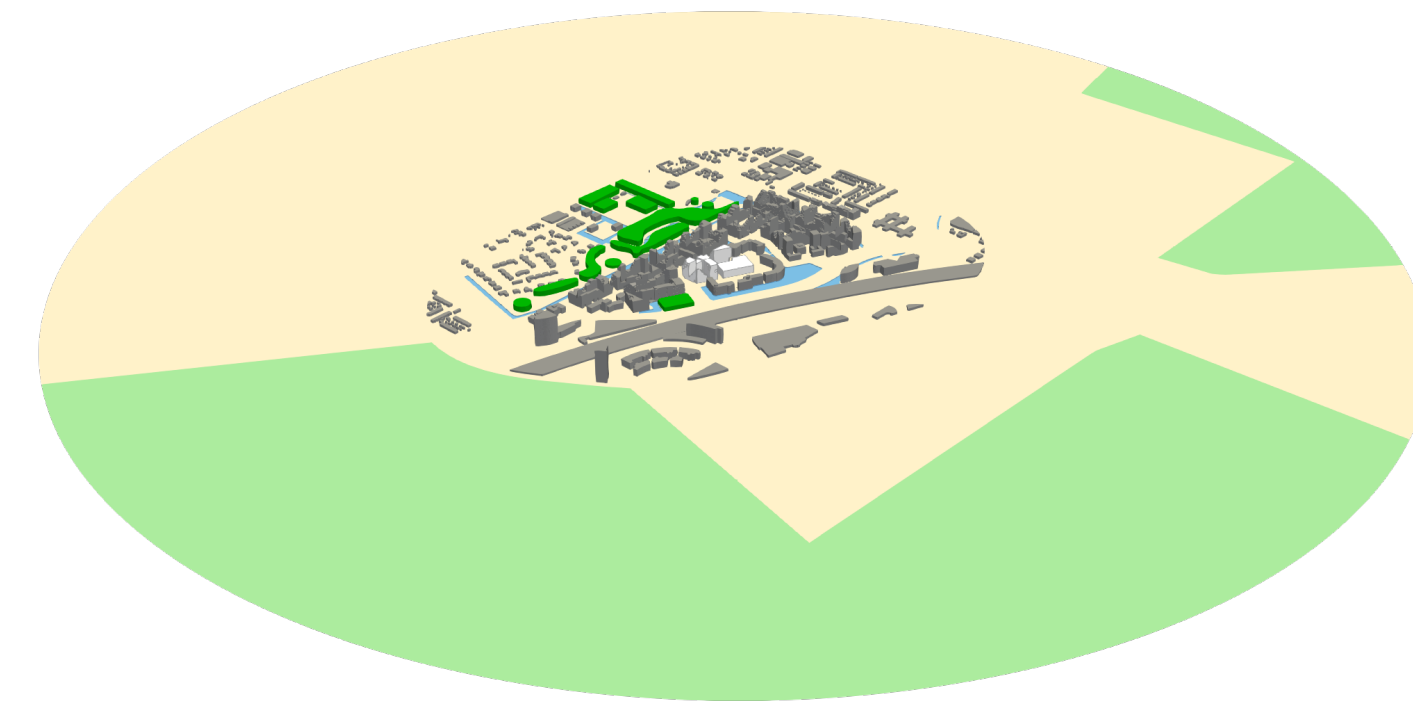
De berekening is uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v2106, een softwarepakket dat bedoeld is voor het oplossen van problemen in de continuüm mechanica en thermodynamica. Voor dit project is "simpleFoam" gebruikt. Deze solver is gebaseerd op de incompressibele Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen en houdt rekening met turbulentie. Turbulentie is gemodelleerd gebruik makend van het $k-\omega$ SST model.

3.2 Geometrie en rekenrooster

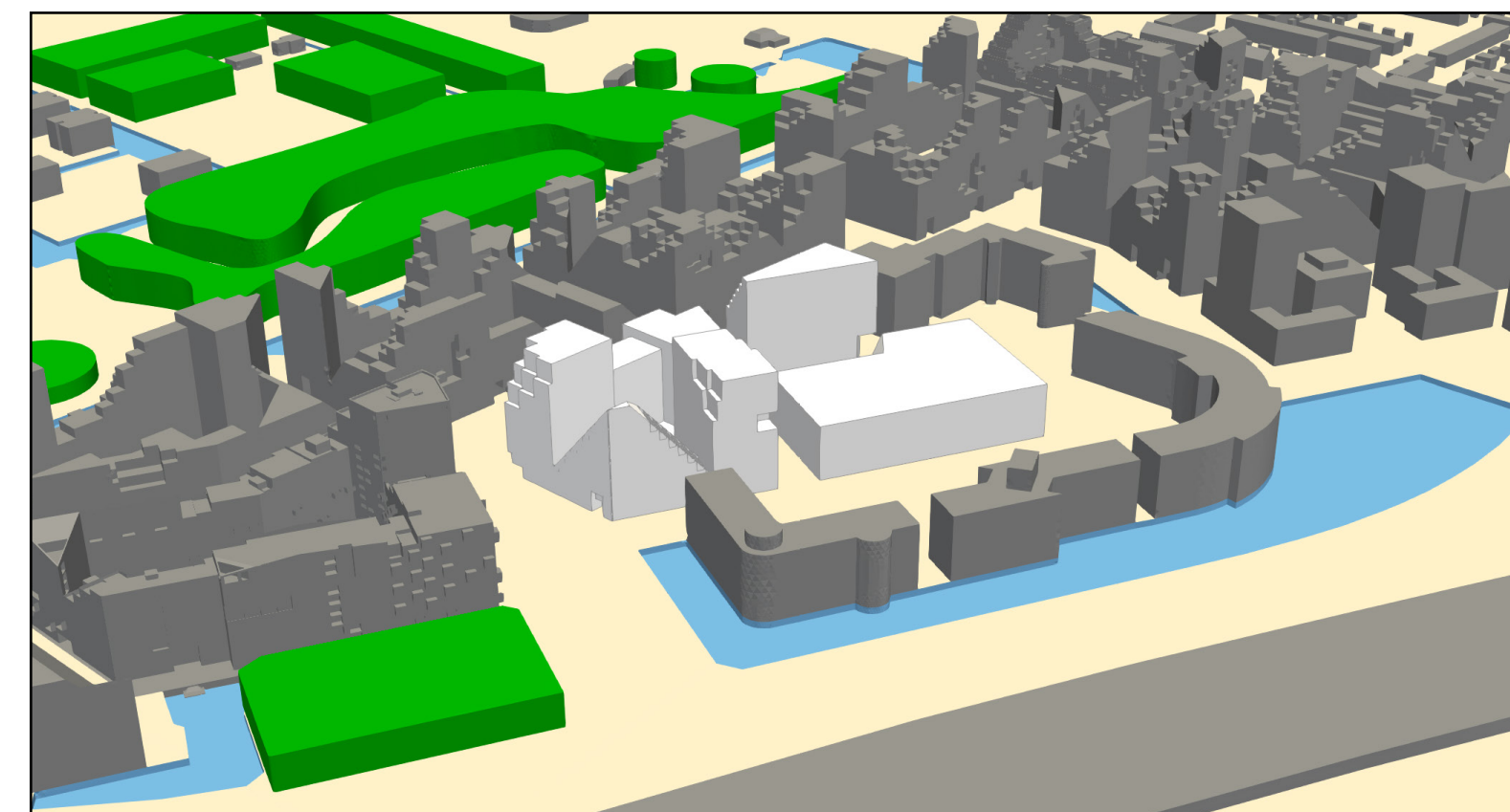
De geometrie van het model is gebaseerd op de verkregen tekeningen van de opdrachtgever. Het model omvat alle gebouwen binnen een straal van minimaal 300 meter. Dit betreft de situatie na toevoeging van alle nieuwbouw, zoals weergegeven in figuur 3.1. Daarnaast zijn de grote volumes qua vegetatie in het plangebied meegenomen om een jaargemiddeld resultaat te verkrijgen waarin zowel een situatie met bladdragende als bladloze vegetatie wordt beschouwd.

De omliggende bebouwing is als eenvoudige massa's weergegeven. Rond dit gebied is een cilindervormig domein geplaatst met een doorsnede van 3 000 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



(a)
Overzicht, vanuit het
zuiden



(b)
Close-up, vanuit het
zuiden

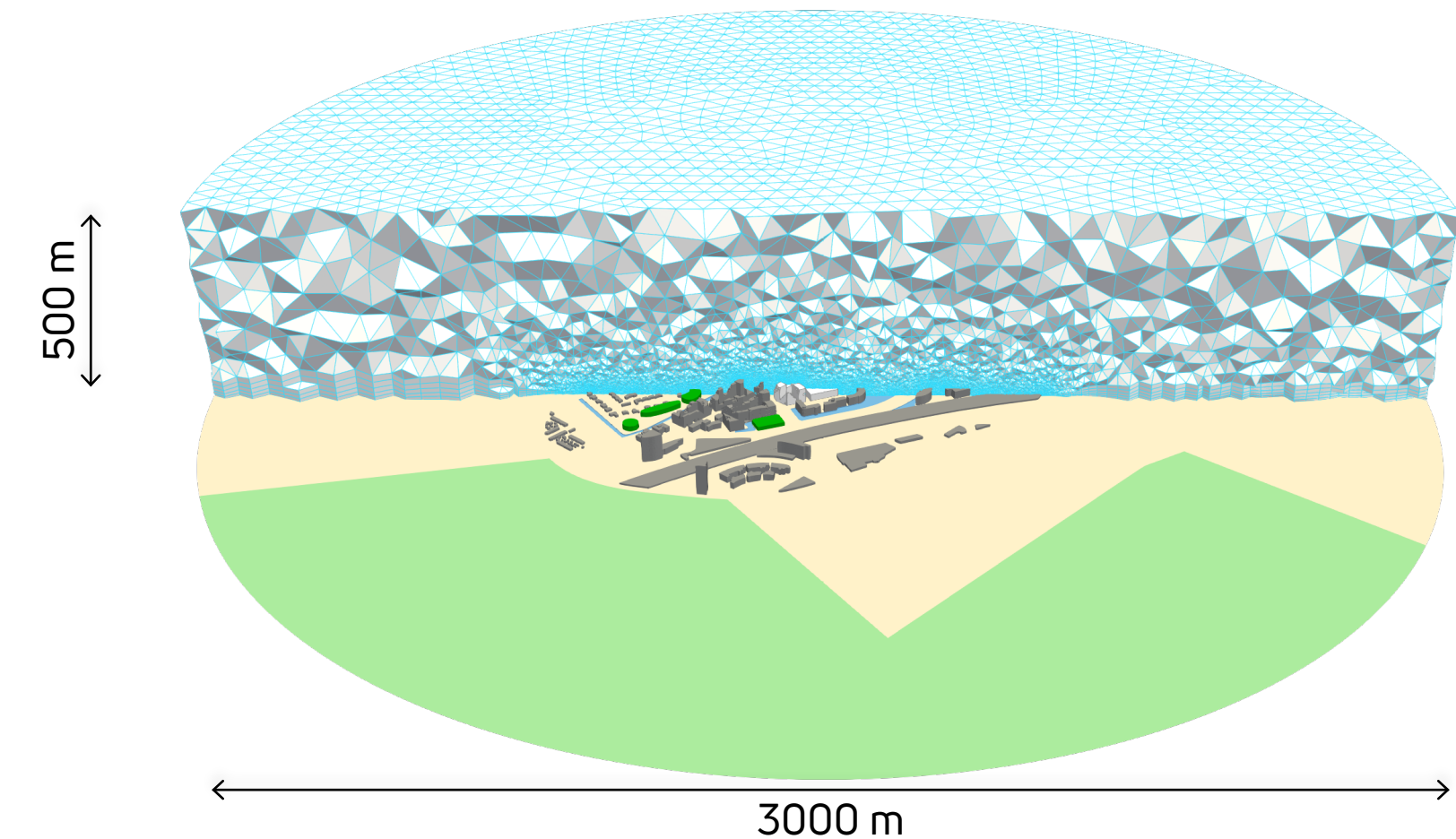
Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor onderhavige situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit 73 614 619 cellen. Over het grondoppervlak en de bebouwing zijn vijf lagen prisma's geplaatst. Deze prismalaag zorgt voor een betere berekening van de snelheidsgradiënt in de atmosferische grenslaag.

3.3 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. 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 $k = 0,41$. Deze empirische constante is gerelateerd aan het modelleren van grenslagen

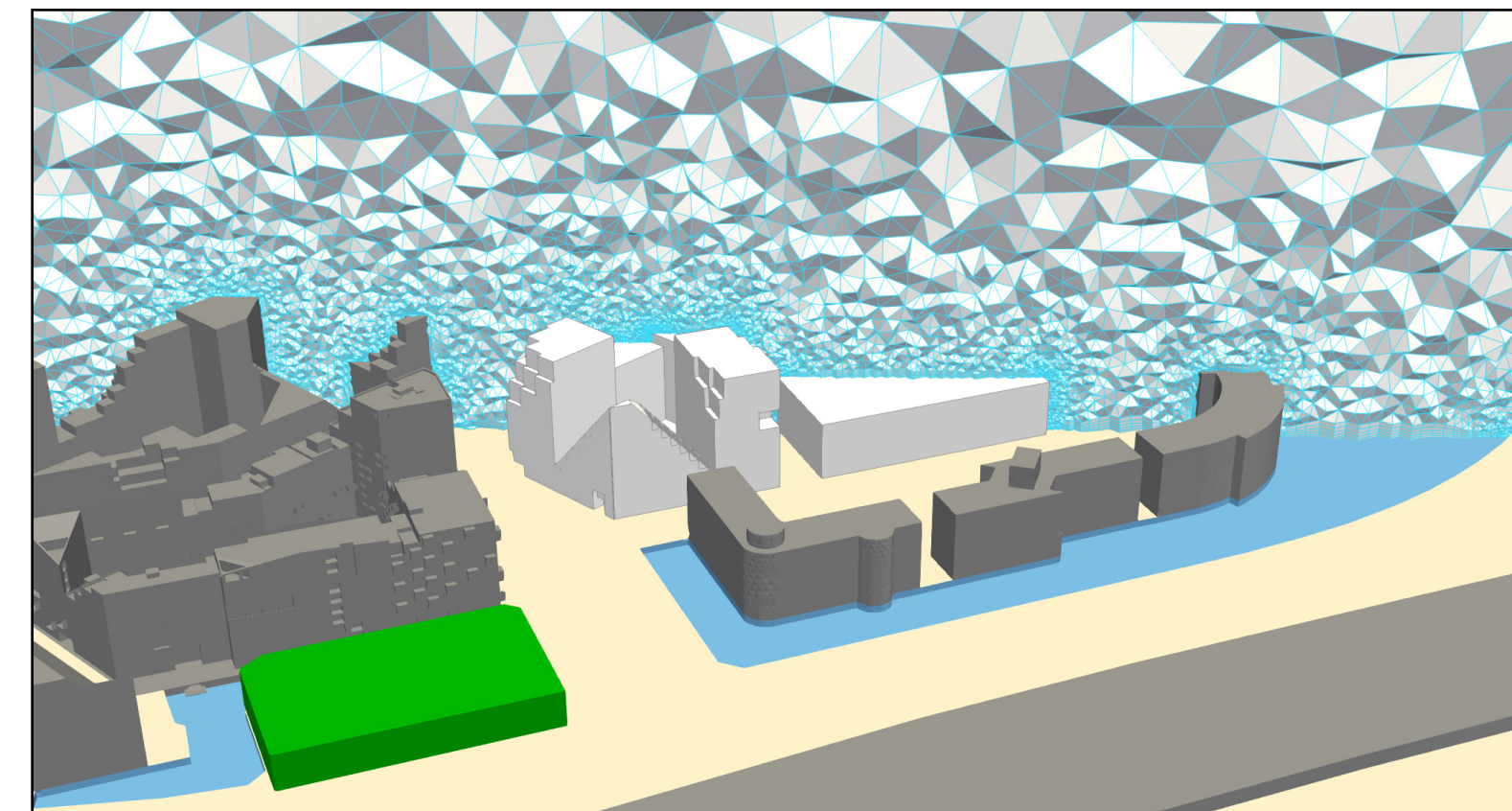
Ook de turbulente grootheden k en ω verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft C_μ de waarde 0,09. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulente model ($k-\omega$ SST).

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 referentie windsnelheid vastgelegd.



Figuur 3.2:
Impressie rekengrid

(a)
Overzicht, vanuit het zuiden



(b)
Close-up, vanuit het zuiden

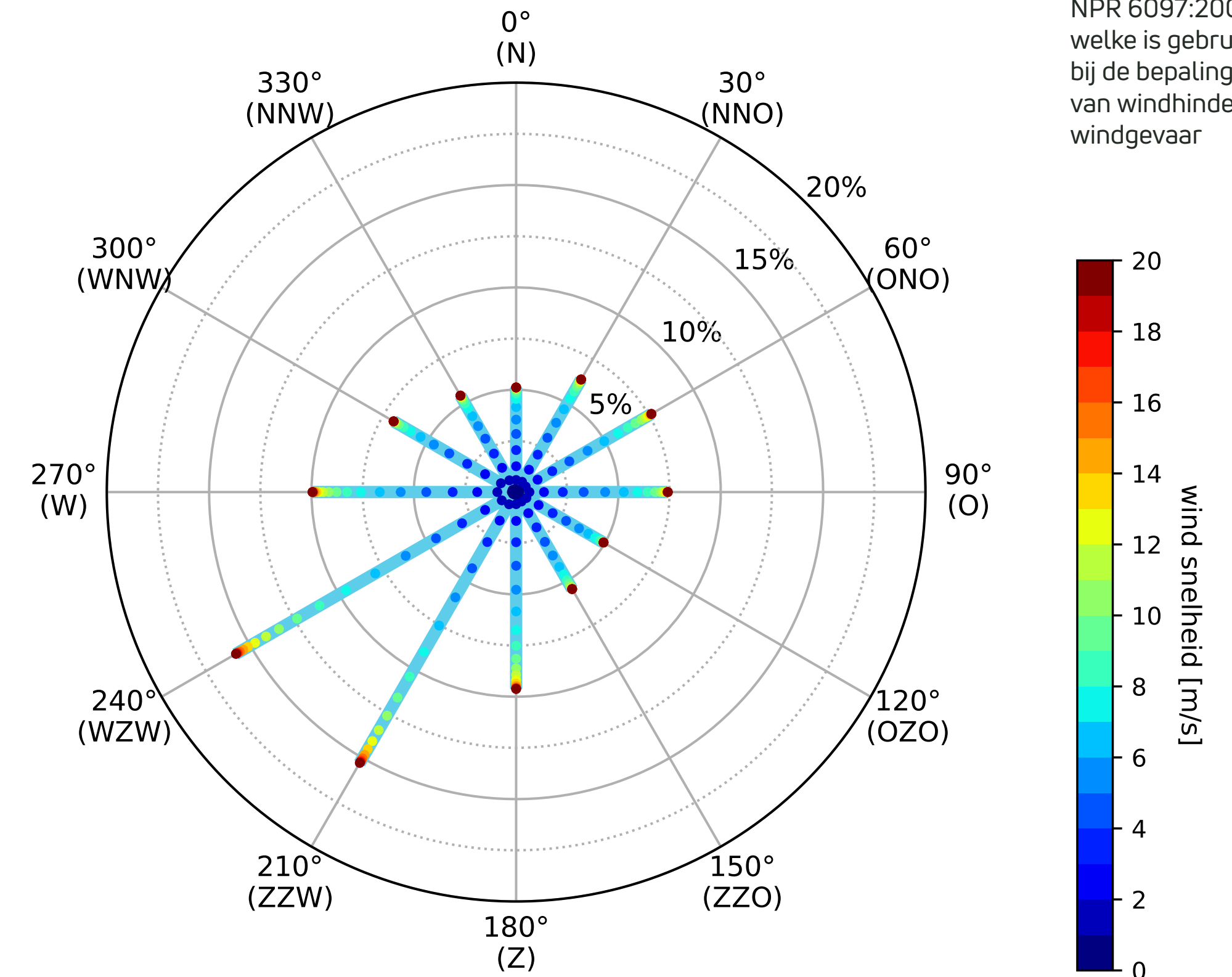
Vervolgens wordt de windstatistiek conform NPR 6097:2006 gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse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

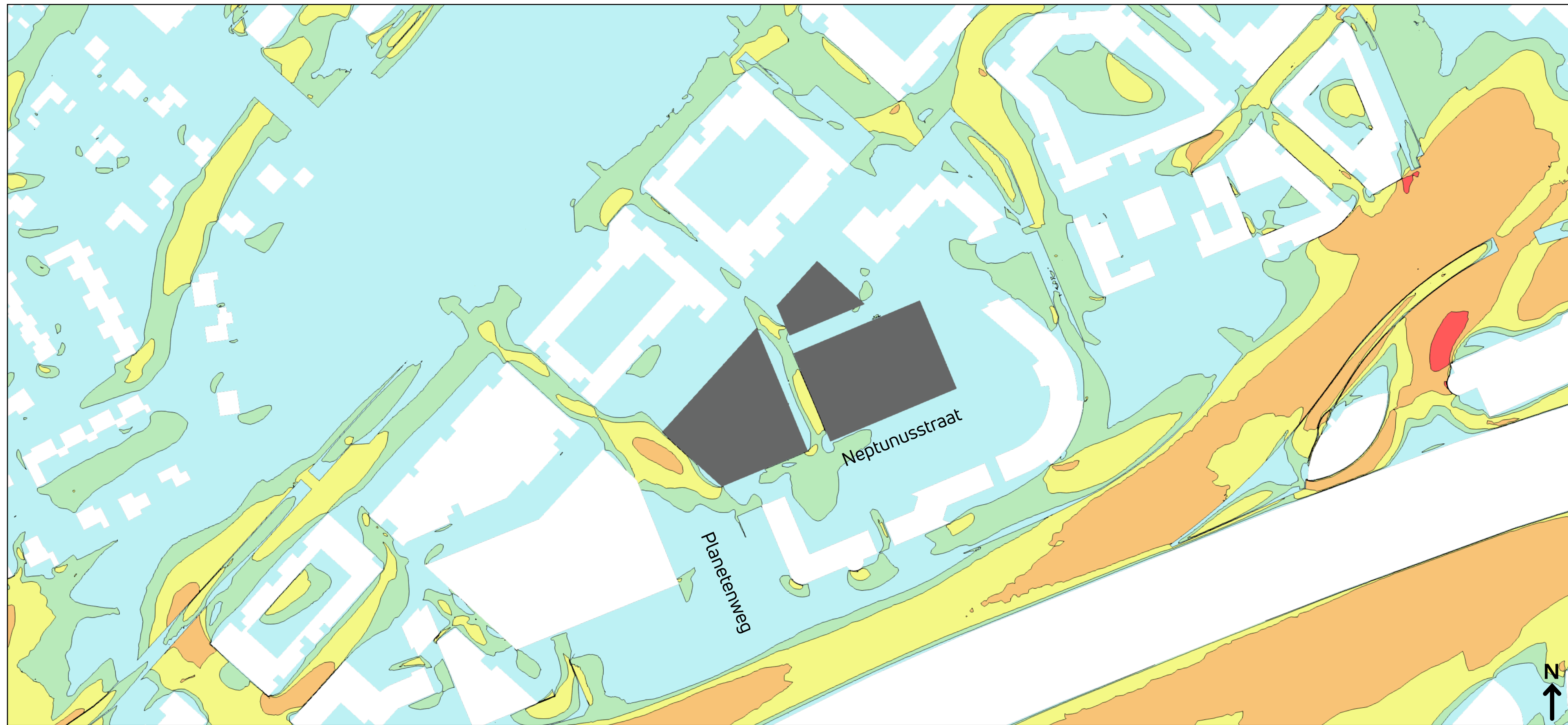
In dit hoofdstuk worden de resultaten voor windhinder en windgevaar ter plaatse van de openbare buitenruimte weergegeven conform NEN 8100:2006. De resultaten van de openbare buitenruimte worden weergegeven op horizontale doorsneden op 1,75 m boven maaiveld. Figuur 4.1 tem 4.3 tonen de jaargemiddelde resultaten van de openbare buitenruimte.

Als richtwaarden voor het windklimaat wordt het volgende aangehouden:

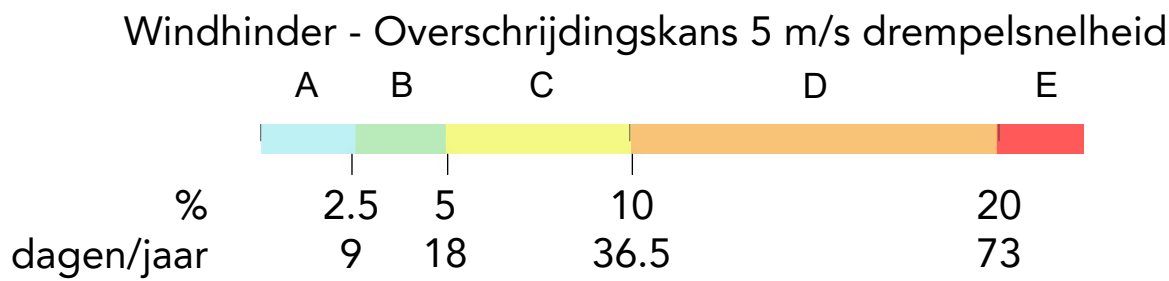
- Op locaties met voor voetgangers een verkeersfunctie dient windhinder bij voorkeur klasse A, B of C te zijn. Klasse D biedt een matig niveau. Klasse E biedt een slecht niveau en dient vermeden te worden;
- Op locaties die gezien kunnen worden als verblijfsgebied voor voetgangers, bijvoorbeeld een winkelstraat of park 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.

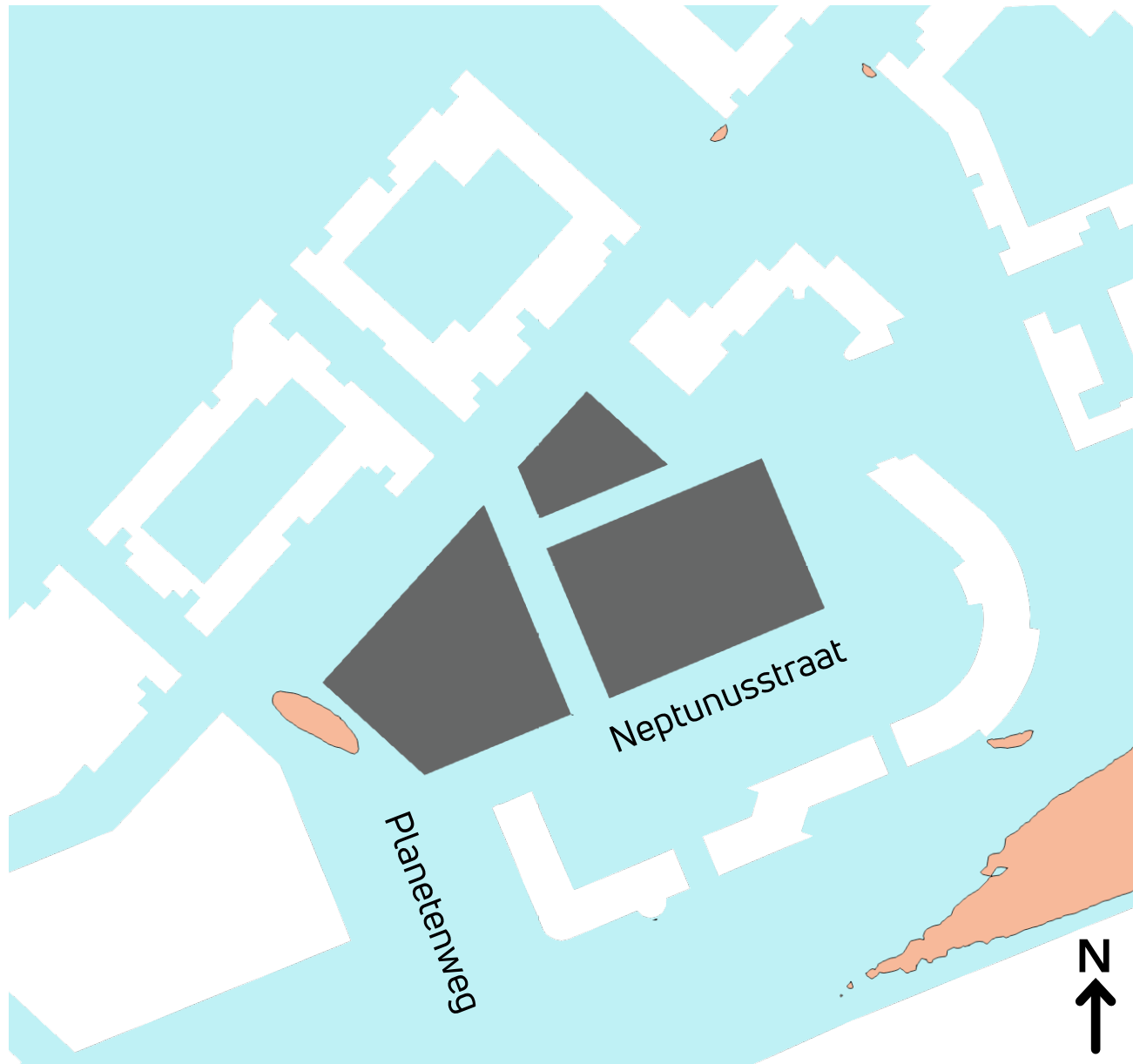
De resultaten geven weer dat rondom de ontwikkeling windcondities gelden die overwegend gekenmerkt worden door windhinderklassen A en B (zie figuur 4.1). Deze condities lenen zich uitstekend voor de voetgangersactiviteiten: doorlopen, slenteren en langdurig zitten (zie figuur 4.2). De windcondities in de doorgang vanuit de Neptunusstraat tussen de bouwvolumes zijn meer gevarieerd en worden gekenmerkt door klassen A tem C (zie figuur 4.1). Deze condities lenen zich in het geval van klasse C enkel nog tot de activiteiten doorlopen en slenteren (zie figuur 4.2). Daarnaast treden er ter plaatse van de Planetenweg en de noordwestelijke hoek van de ontwikkeling windcondities op welke gekenmerkt worden door klassen B tem D (zie figuur 4.1). Deze condities lenen zich in het geval van klasse D enkel nog tot de activiteit doorlopen (zie figuur 4.2). In het geval dat op deze locatie de activiteiten slenteren en langdurig zitten gewenst zijn, dienen aanvullende maatregelen getroffen te worden om de windcondities lokaal te verzachten (zie hoofdstuk 5).

De resultaten geven tevens weer dat er rondom de gewijzigde gebouwen geen risico optreedt voor windgevaar (zie figuur 4.3).

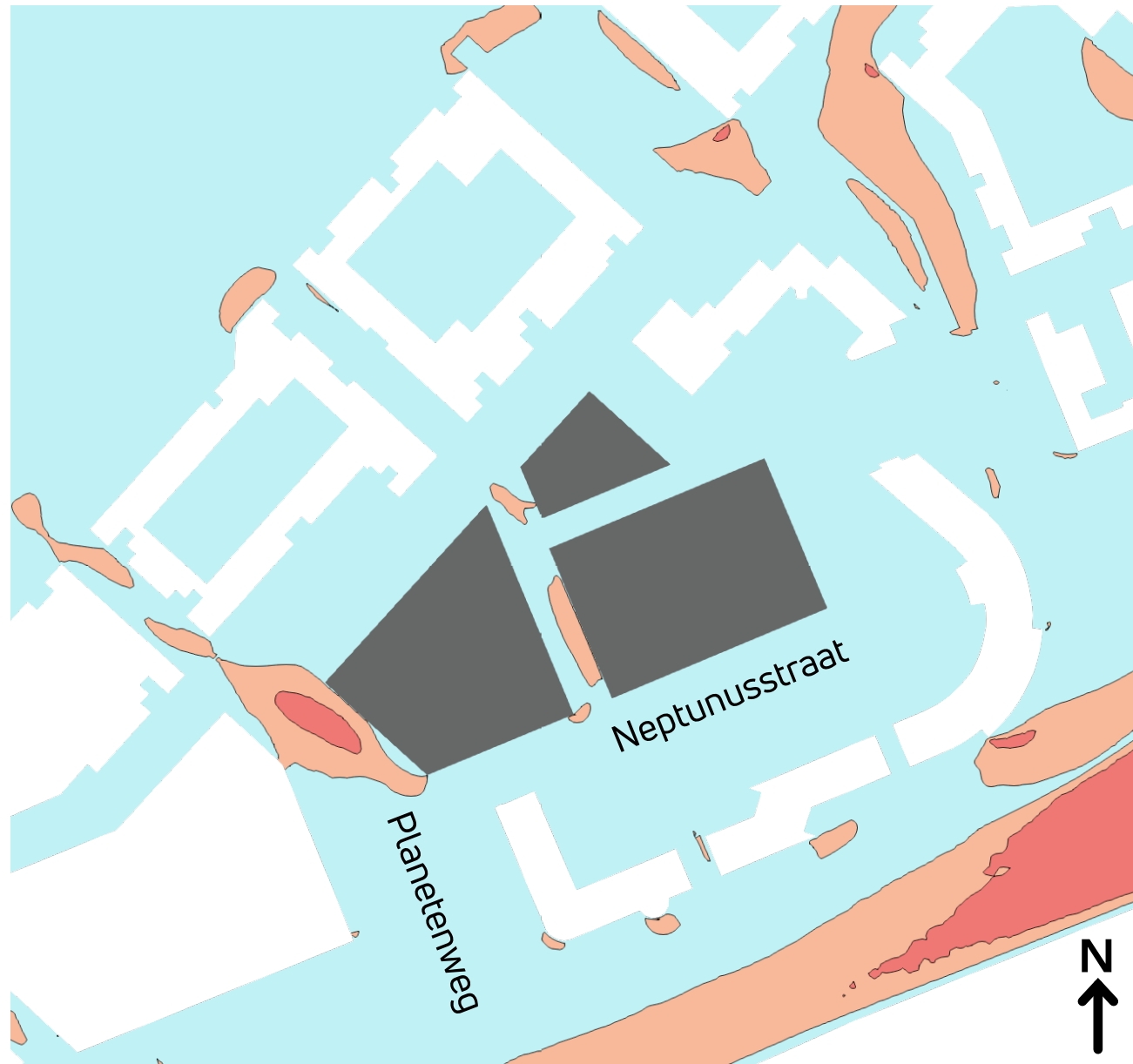


Figuur 4.1:
Windhinder op
voetgangersniveau

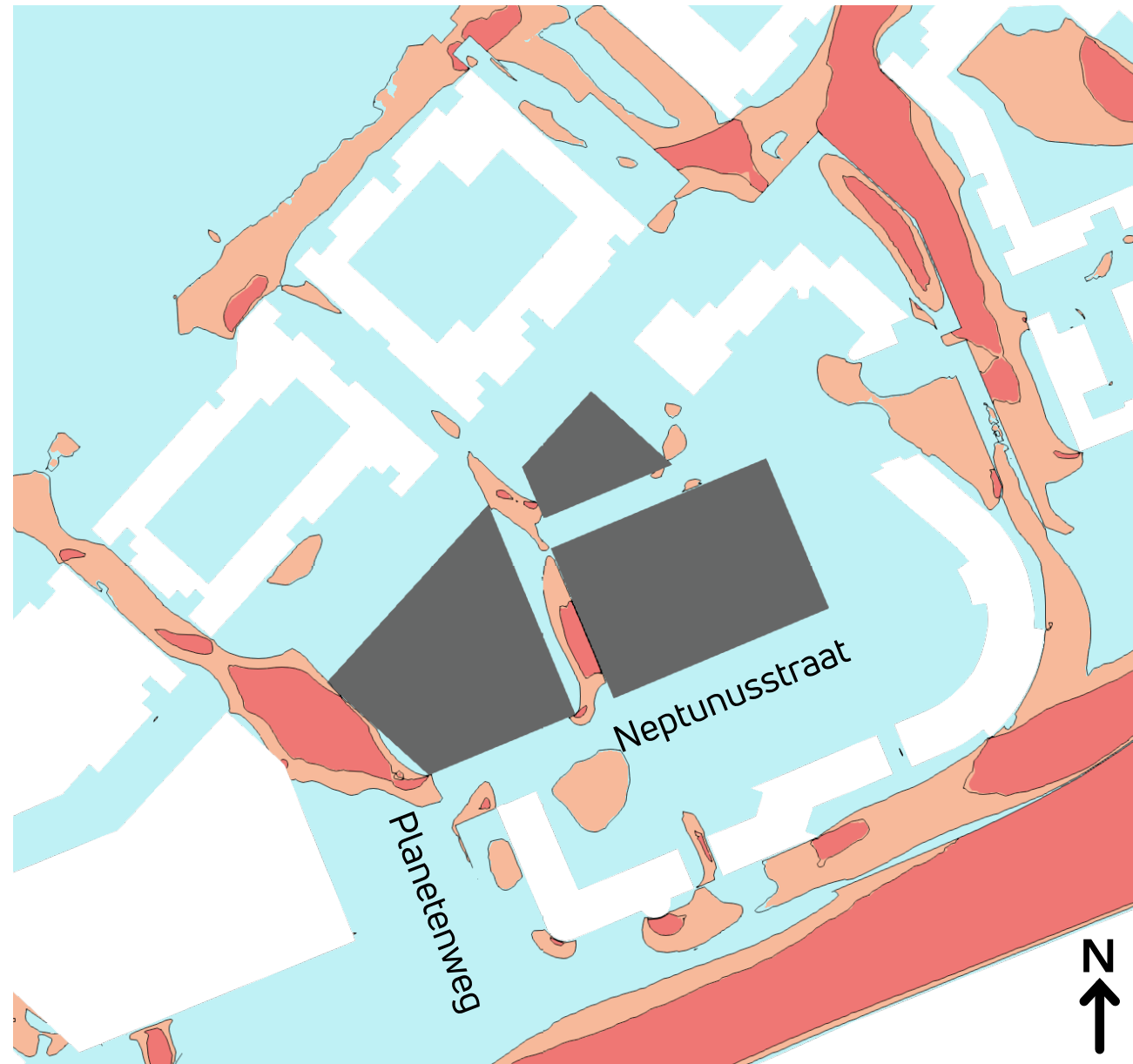




(a) Beoordeling jaargemiddelde resultaat voor activiteit doorlopen



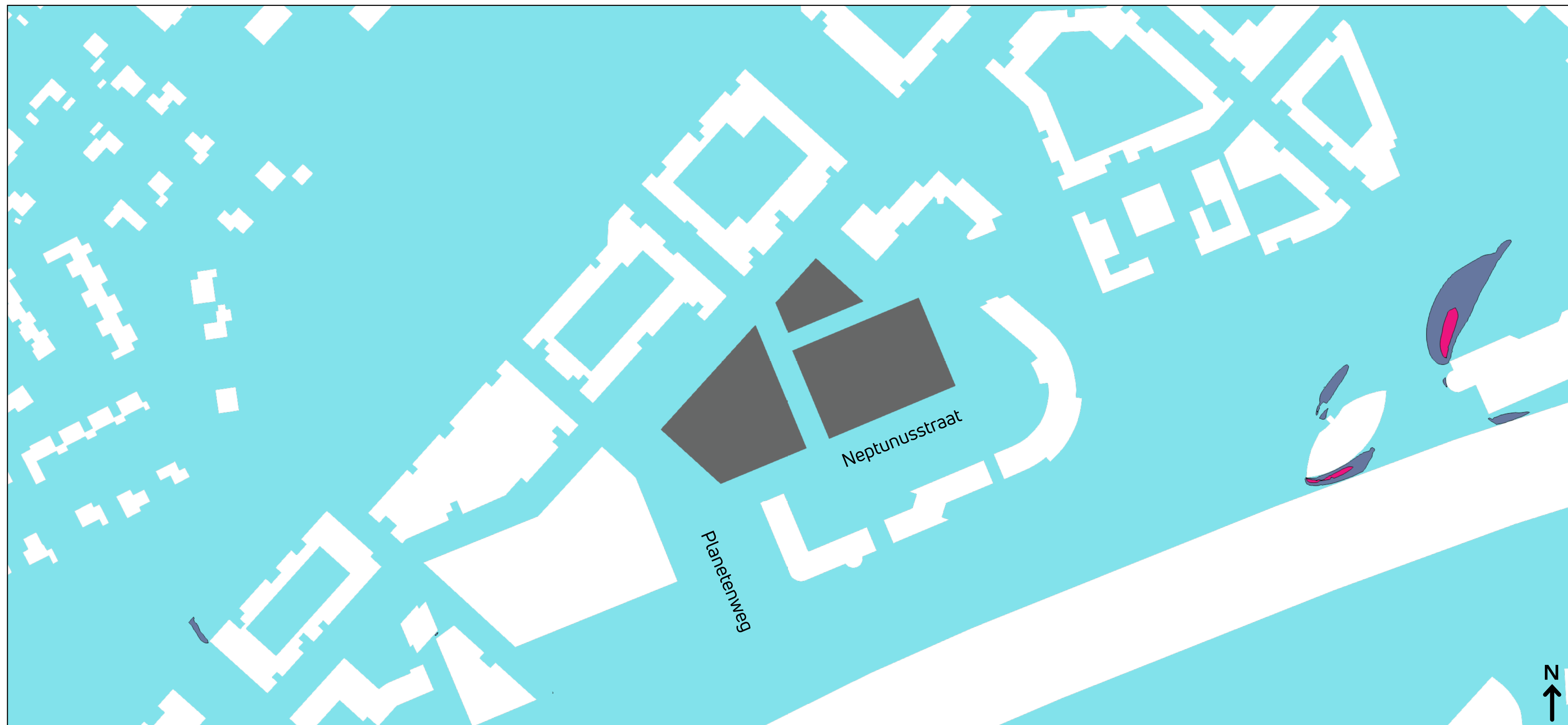
(b) Beoordeling jaargemiddelde resultaat voor activiteit slenteren



(c) Beoordeling situatie met bladdragende vegetatie voor activiteit langdurig zitten



Figuur 4.2:
Windcomfort
beoordeling per
activiteit



Figuur 4.3:
Windgevaar op
voetgangsniveau

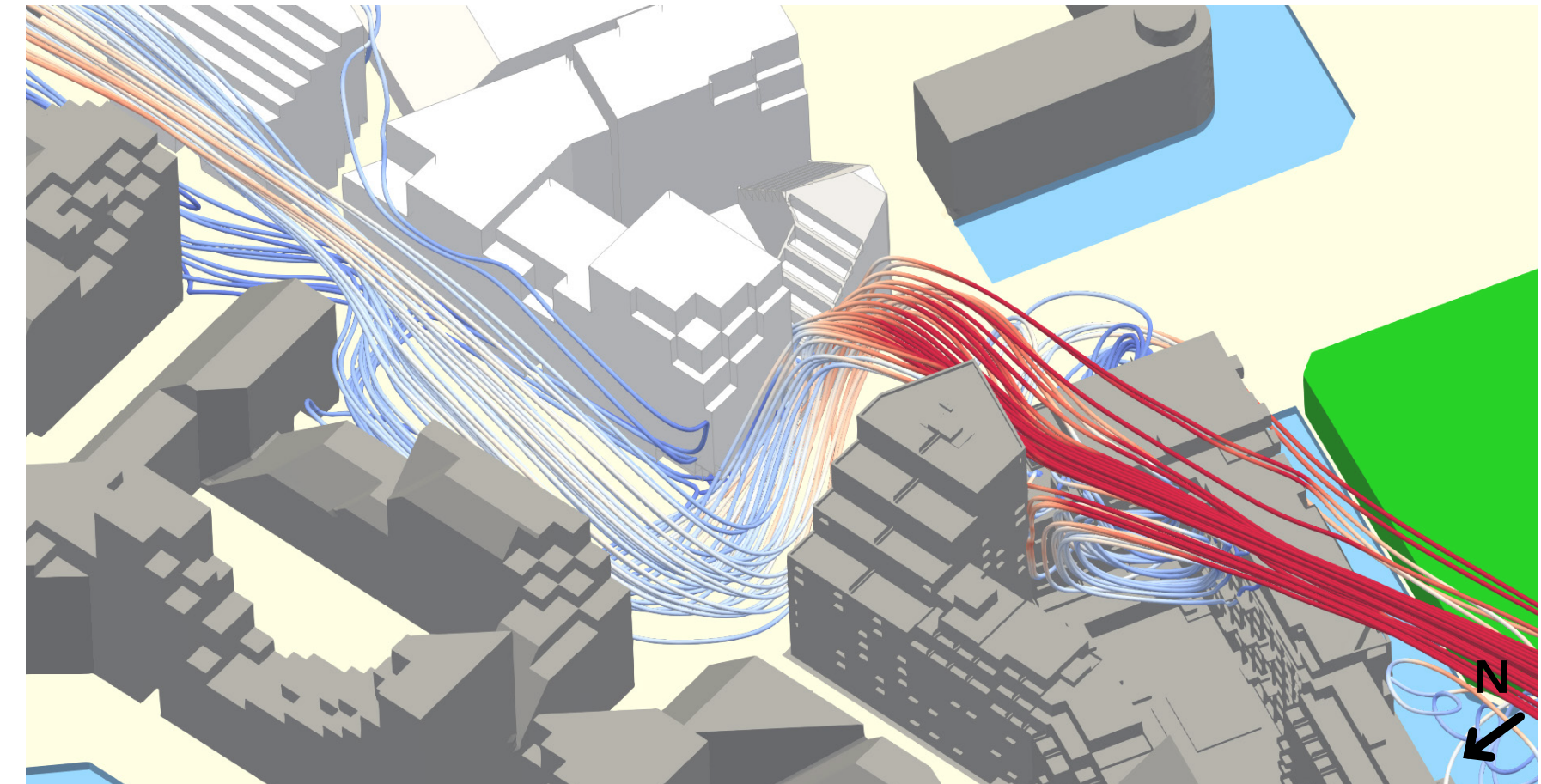


5 Discussie

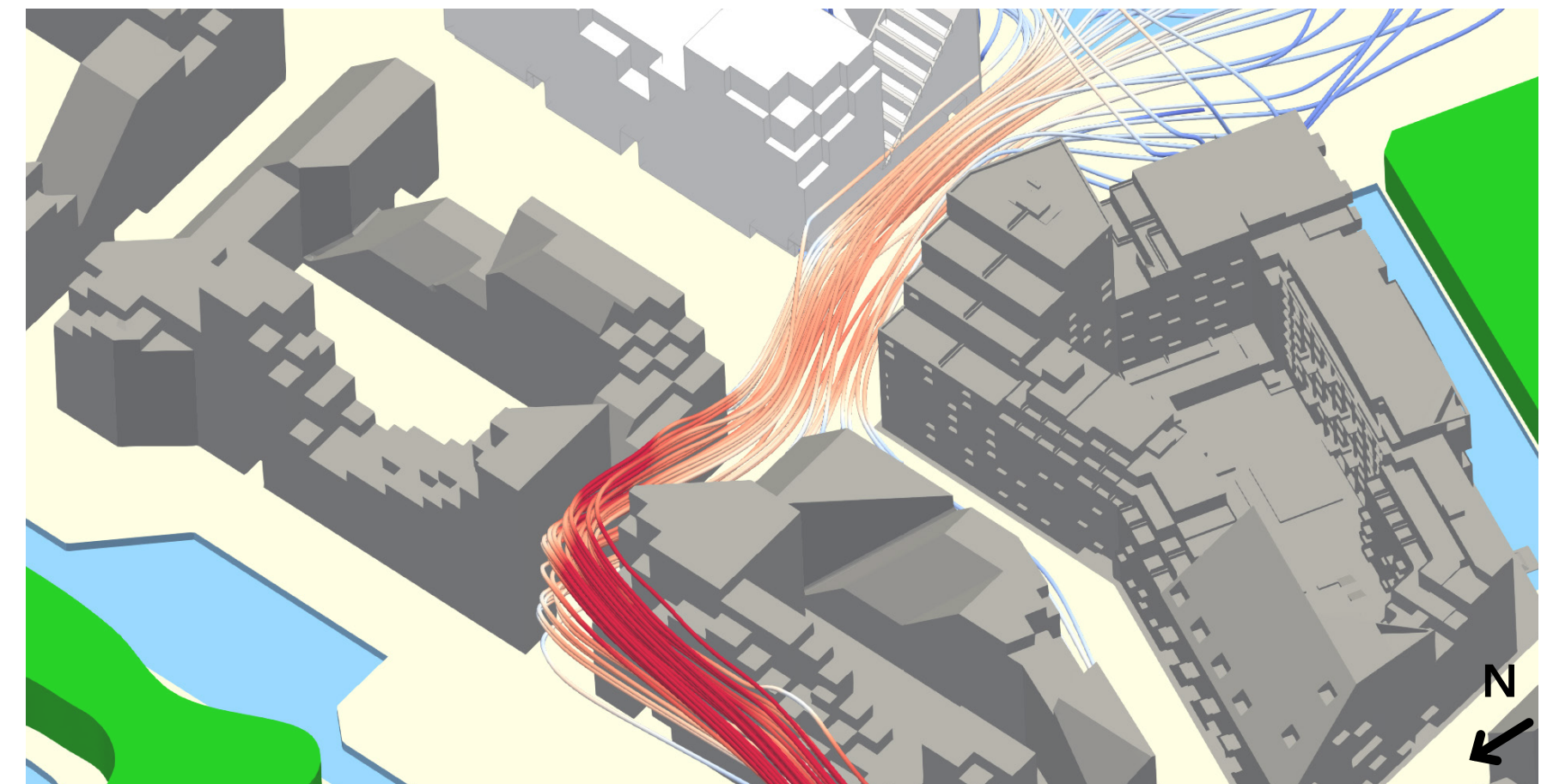
De windcondities in de doorgang tussen de gebouwen aan de Planetenweg worden gekenmerkt door windhinderklassen C en D (zie figuur 4.1). De resultaten van windhinder en windgevaar zijn het resultaat van de som van de overschrijdingskansen bij 12 windrichtingen. Door bij een individuele windrichting naar de overschrijdingskansen te kijken (zie bijlage C) kan worden afgeleid dat de wind uit de richtingen zuid, zuidzuidwest en westzuidwest een sterke invloed hebben op het windklimaat. Door de stromingen uit deze richtingen verder te analyseren wordt duidelijk hoe de wind langs het gebouw stroomt en hoe dit het windklimaat op grondniveau beïnvloedt.

In figuur 5.1 is te zien hoe de wind uit zuidzuidwestelijke richting de gevel van de ontwikkeling aan de Planetenweg raakt. De aanstromende wind raakt de gevel van de ontwikkeling waardoor er een valwind ontstaat welke richting voetgangersniveau stroomt. Als gevolg van deze valwind zullen de windsnelheden op voetgangersniveau toenemen. In figuur 5.2 is te zien hoe de wind uit westzuidwestelijke richting via de gevel van omliggende bebouwing richting de Planetenweg wordt geleid. De aanstromende wind zal in snelheid toenemen doordat deze zich moet verplaatsen door relatief smalle doorgangen in het plangebied. Dit resulteert lokaal in hogere windsnelheden op voetgangersniveau. Eenzelfde beeld wordt gezien voor de windrichting zuid waarbij de aanstromende wind in de doorgang van de Planetenweg zal versnellen (zie bijlage C).

In het geval dat op de betreffende locatie de activiteiten slenteren en langdurig zitten gewenst zijn, dienen aanvullende maatregelen getroffen te worden om de windcondities lokaal te verzachten. In het plangebied is geen rekening gehouden met vegetatie zoals bomen of struiken, echter wordt op basis van de stroomlijnen aanbevolen om vegetatie te plaatsen in de Planetenweg zodat de aanstromende wind vanuit de richtingen zuid, zuidzuidwest en westzuidwest wordt afgezwakt. Het aanpassen van het volume van het gebouw voor enkel de windrichting zuidzuidwest wordt gezien als minder effectief.



Figuur 5.1: Stroomlijnen doorgang Planetenweg bij wind uit richting ZZW. Stroomlijnen gekleurd naar snelheid, waarbij rood een hoge snelheid en blauw een lage snelheid aangeeft.



Figuur 5.2: Stroomlijnen doorgang Planetenweg bij wind uit richting WZW. Stroomlijnen gekleurd naar snelheid, waarbij rood een hoge snelheid en blauw een lage snelheid aangeeft.

6 Conclusie

Onderhavige rapportage omschrijft een windstudie uitgevoerd door [Actiflow](#) waarin het effect van de doorgevoerde wijzigingen in het ontwerp van Hydepark inzichtelijk is gemaakt met betrekking tot het windklimaat nabij het plangebied. Deze studie is uitgevoerd conform NEN 8100:2006.

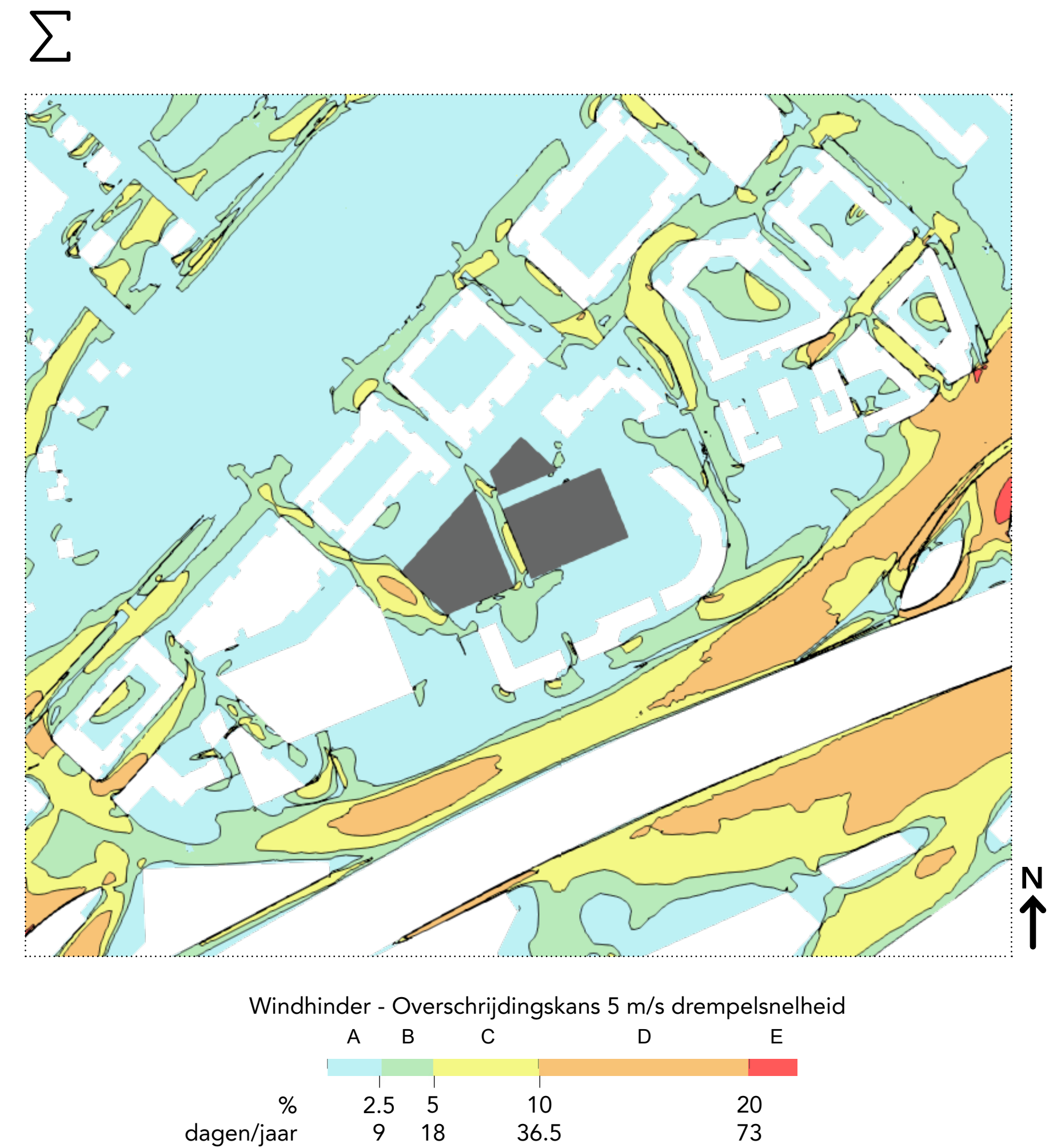
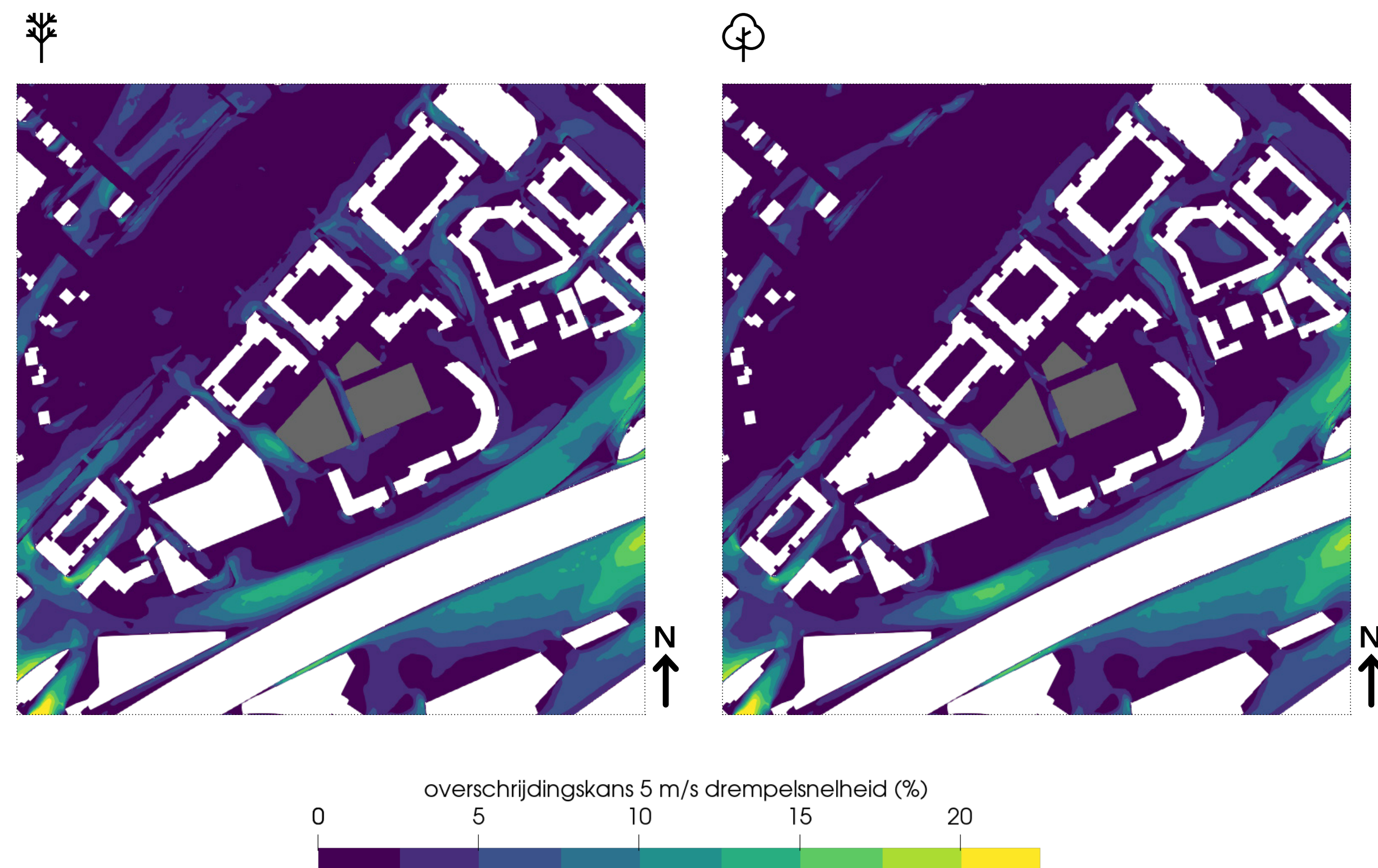
De resultaten hebben het volgende laten zien:

- De windcondities rondom de gewijzigde gebouwen worden overwegend gekenmerkt door windhinderklassen A en B. Deze condities lenen zich uitstekend voor de voetgangersactiviteiten: doorlopen, slenteren en langdurig zitten;
- De windcondities in de doorgang tussen de gebouwen vanuit de Neptunusstraat zijn meer gevarieerd en worden gekenmerkt door klassen A tem C. Deze condities lenen zich in het geval van klasse C enkel nog voor de activiteiten doorlopen en slenteren;
- De windcondities ter plaatse van de Planetenweg en de noordwestelijke hoek van de ontwikkeling worden als meer windrijk gekenmerkt door de klassen B tem D. Deze condities lenen zich in het geval van klasse D enkel nog tot de activiteit doorlopen. In het geval dat op deze locatie de activiteiten slenteren en langdurig zitten gewenst zijn wordt aanbevolen om vegetatie te plaatsen om zo de windcondities lokaal te verzachten aan de Planetenweg;
- De resultaten geven tevens weer dat er rondom de gewijzigde gebouwen geen risico optreedt voor windgevaar.

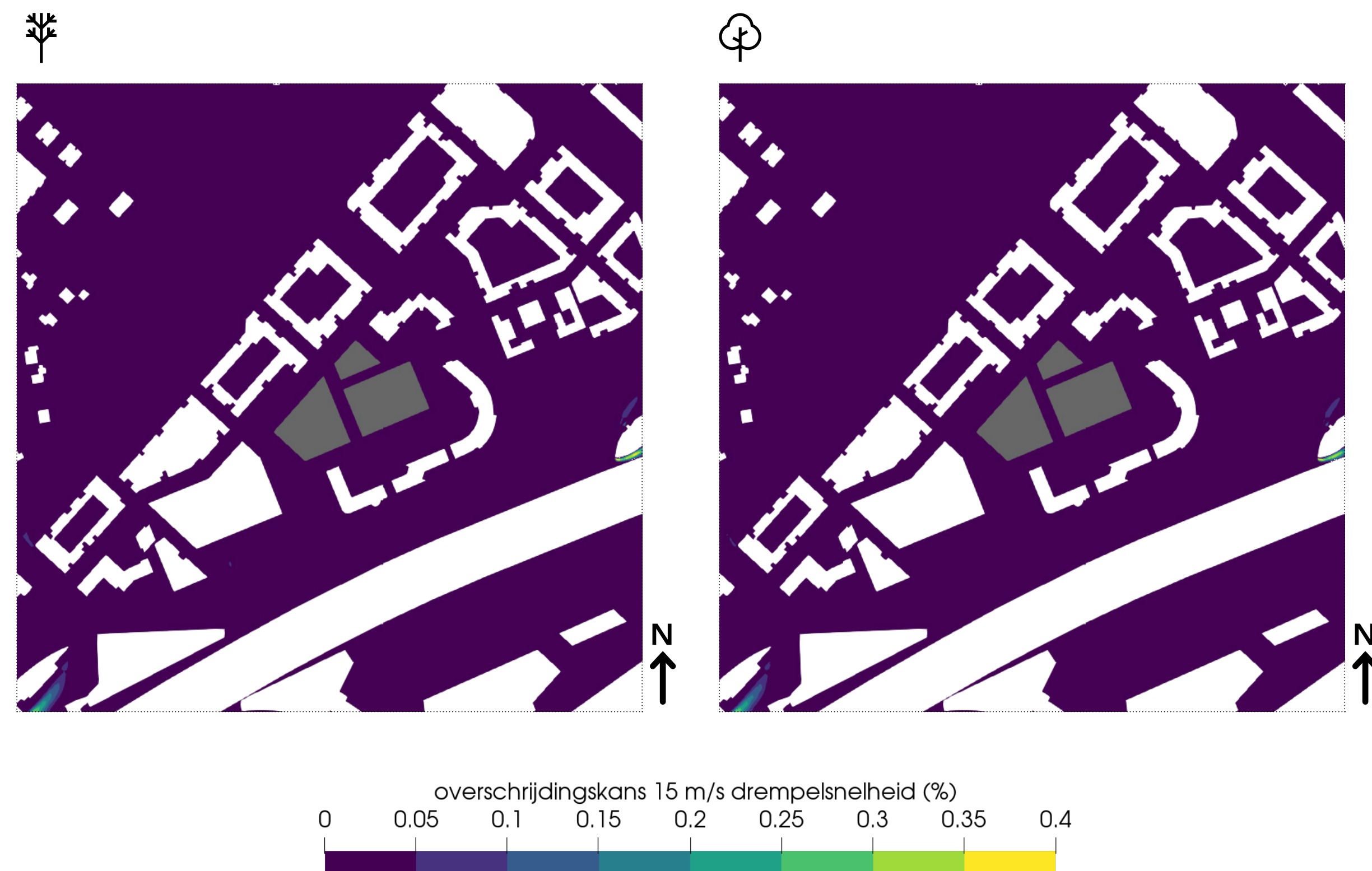
Project	Projectgegevens
Projectnaam	Hydepark te Hoofddorp
Opdrachtgever	HP Property XVII B.V.
Projectleider	ir. Dean Pelkmans
Datum	15/11/2021
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen ca. 300 m rondom het kerngebied
Kerngebied	Geschematiseerd model met de nieuwe situatie
Omgeving	Omgeving in massa's, gedetailleerd nabij het kerngebied
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 (24 totaal)
Onderzochte configuraties	Windhinder en windgevaar voor de toekomstige situatie
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: v2106
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ sothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag, 73 614 619 cellen
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: 108201		Y: 478882	
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				

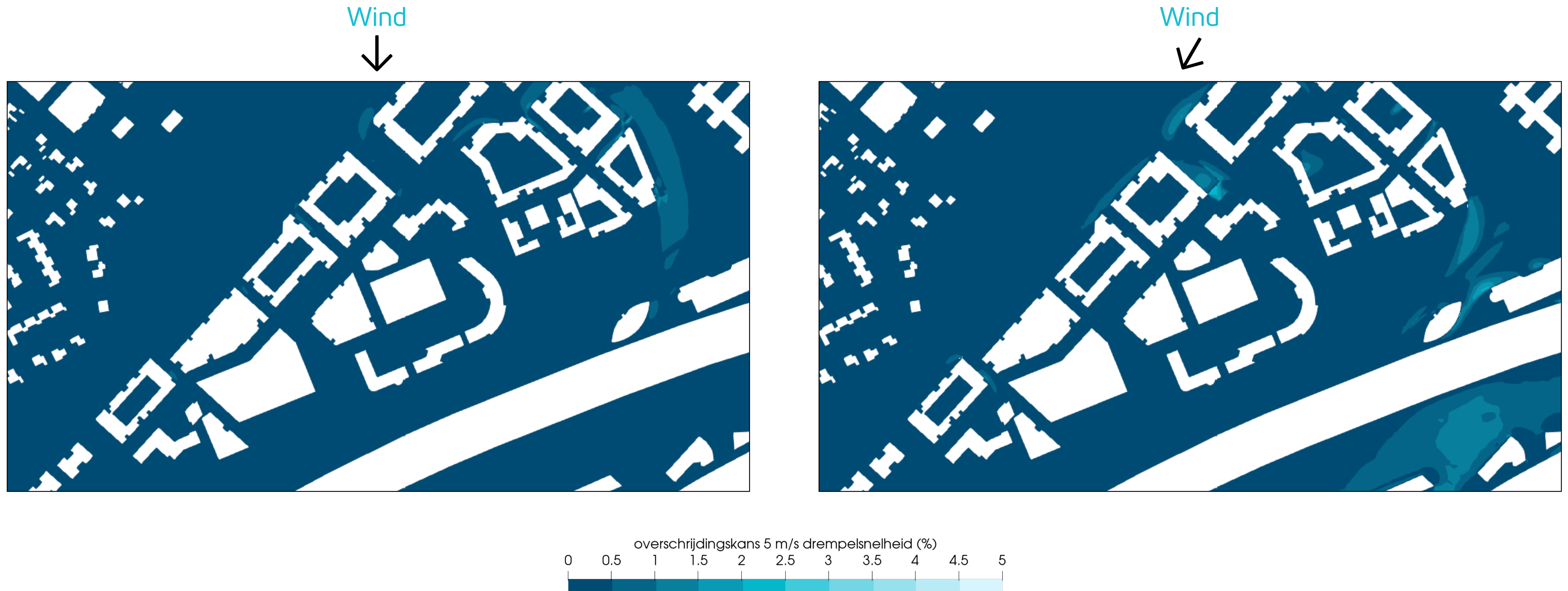
B Windhinder en windgevaar: situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld



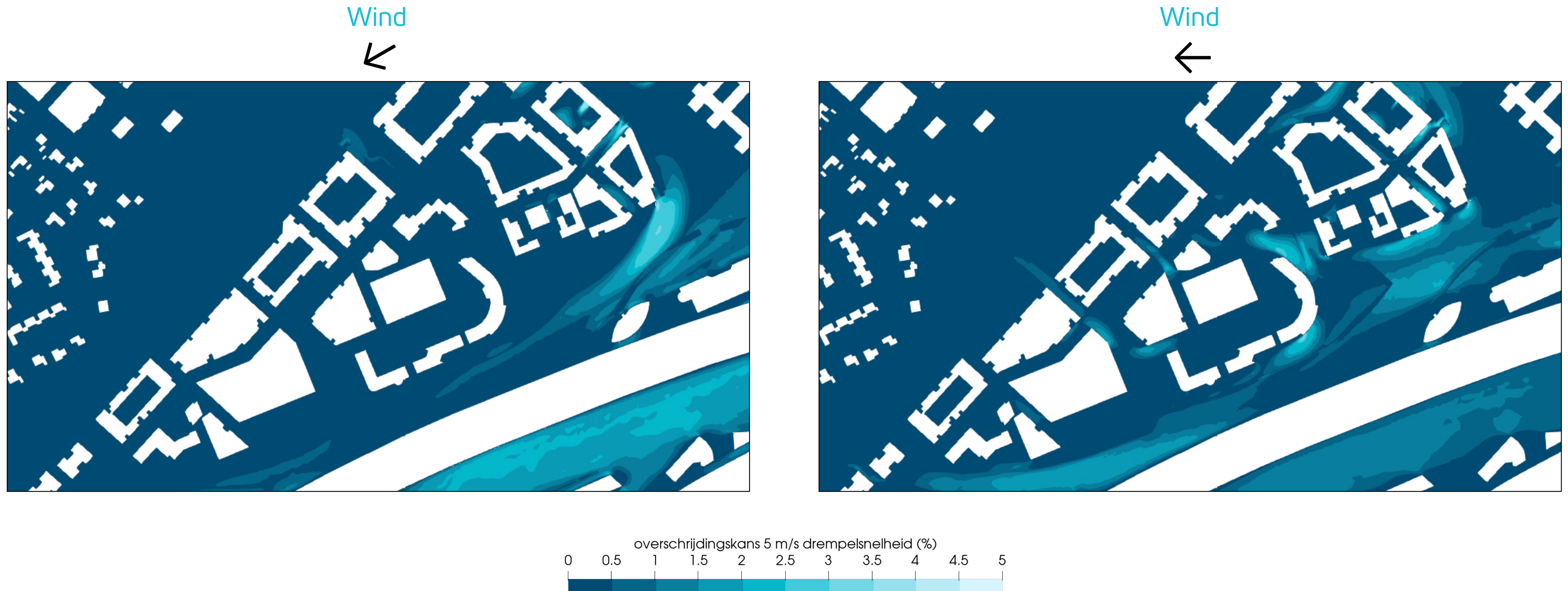
B Windhinder en windgevaar: situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld



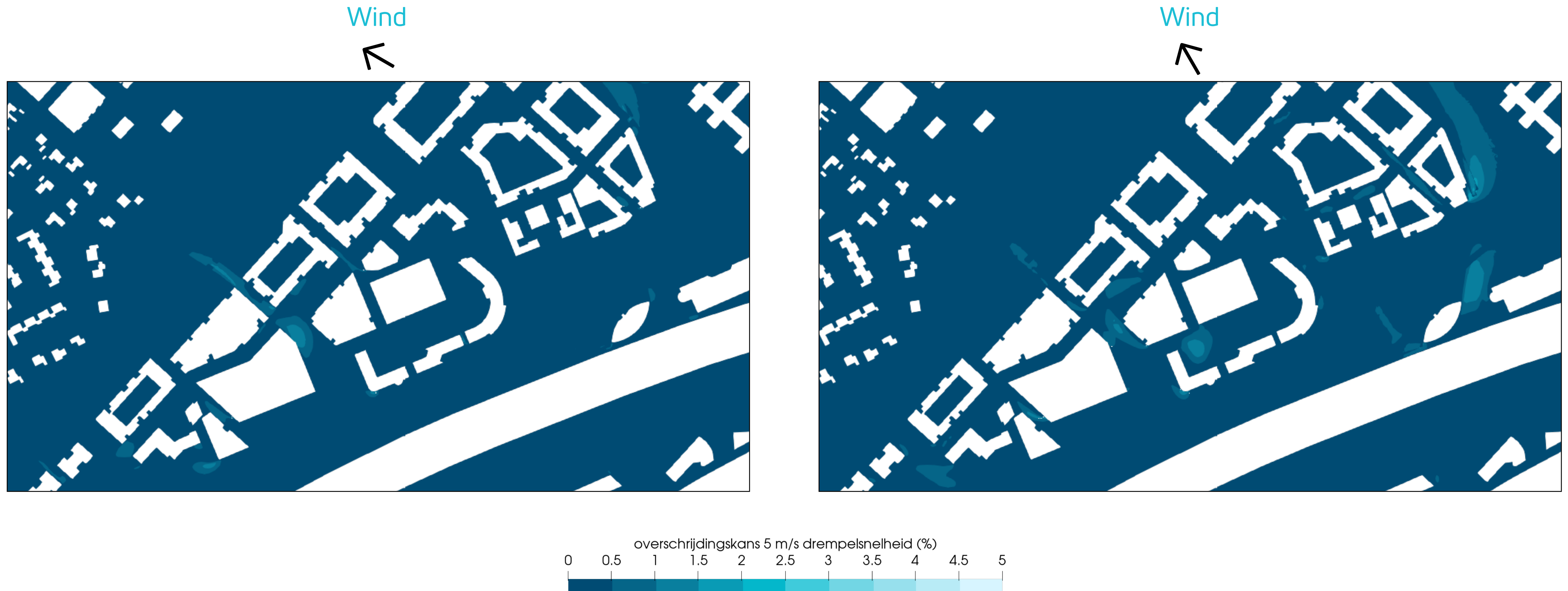
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



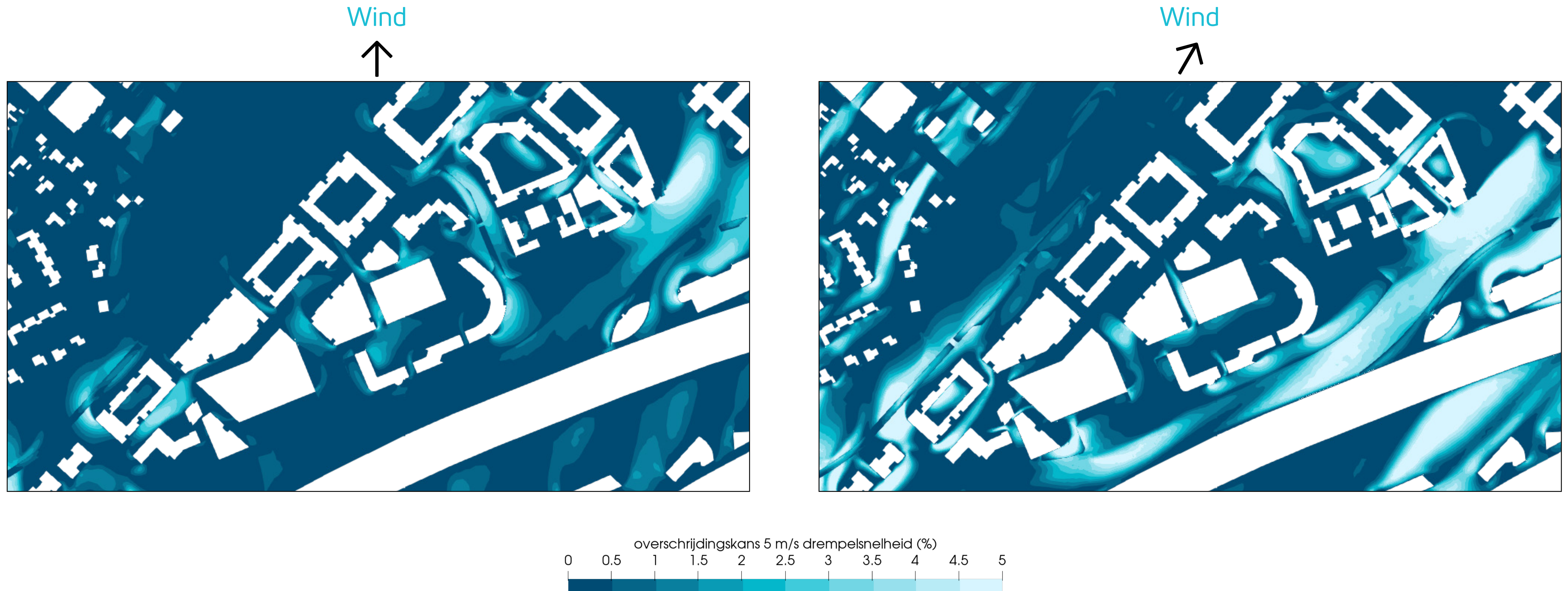
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



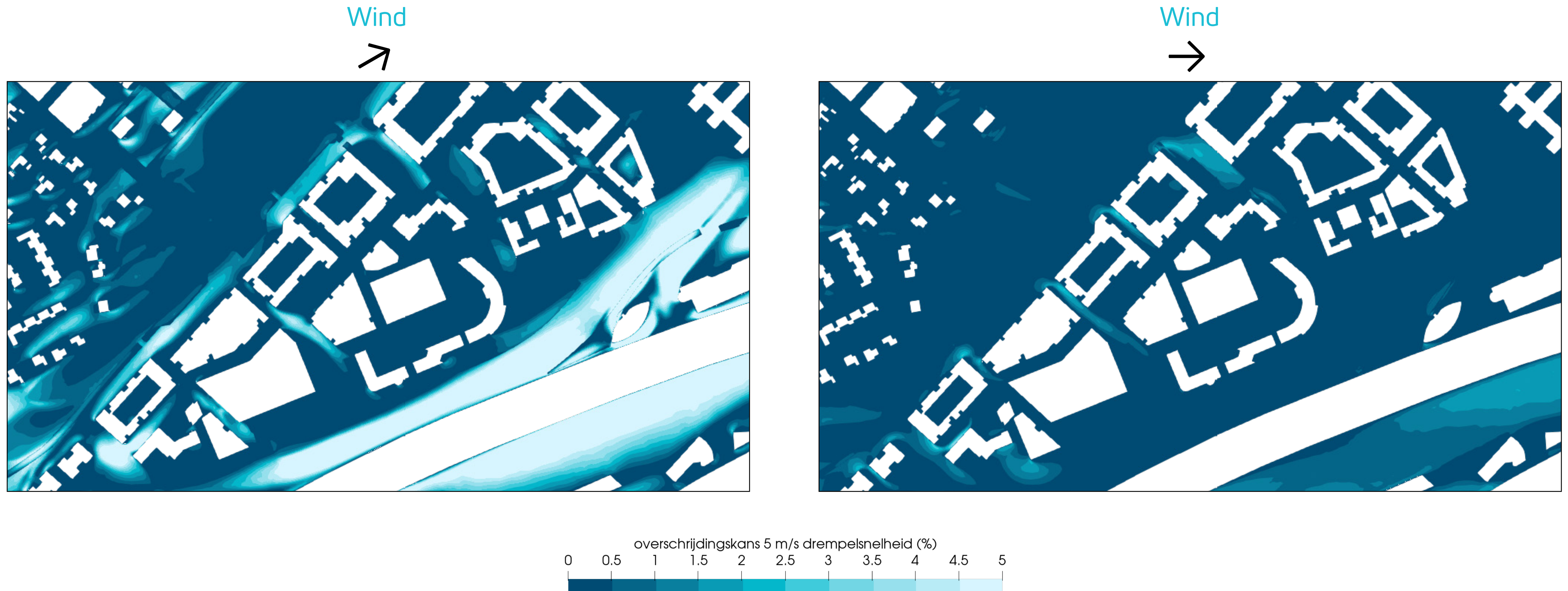
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



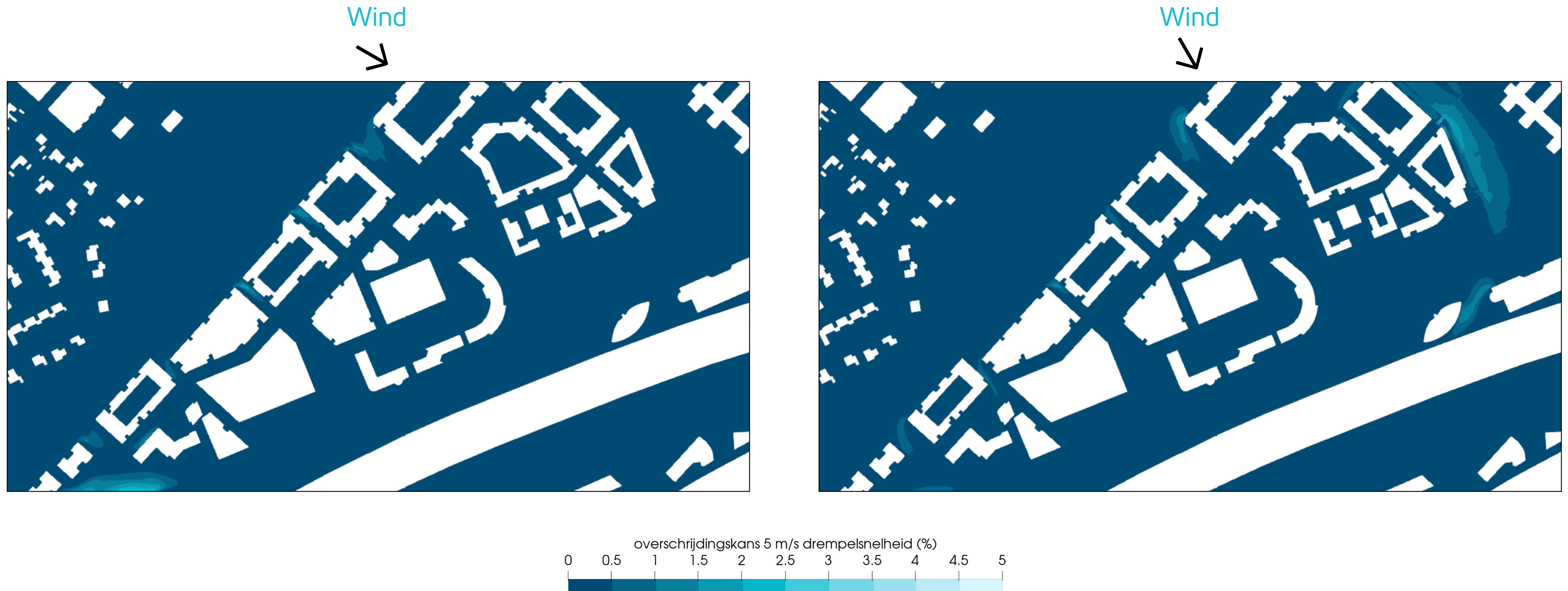
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen





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