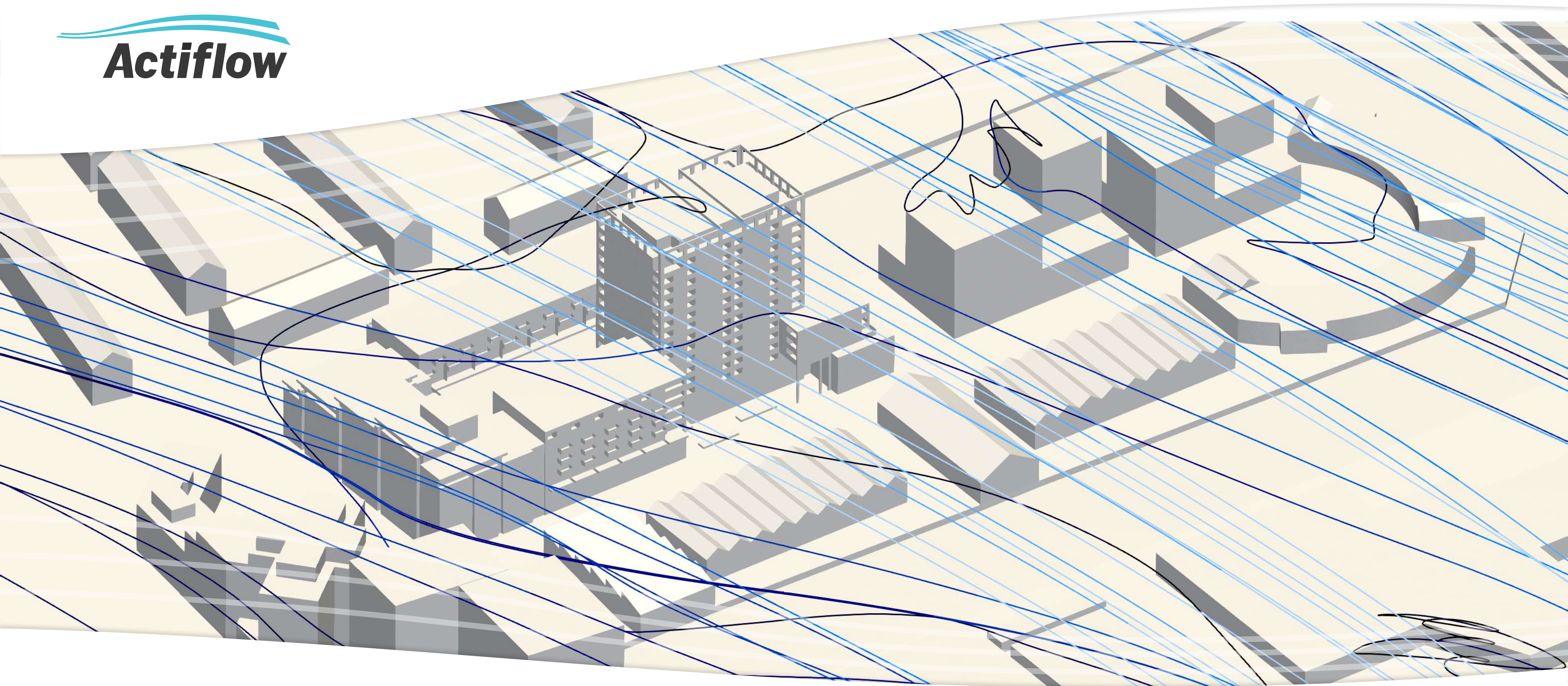




Havenkwartier te Rijswijk

CFD-studie windhinder en windgevaar in de openbare en private buitenruimten

Auteur(s): ir. Dean Pelkmans

Controlleur: ir. Katarína Košútová

ir. Eric Terry

Datum: 28/07/2021

AFR - 7118

Versie 2.0

©2021 Actiflow BV

Inhoudsopgave

1 Introductie

2 Normstelling

2.1 Windklimaat openbare ruimte

2.2 Windcomfort private buitenruimten

3 Opzet van de berekening

3.1 Software

3.2 Geometrie en rekenrooster

3.3 Aannames en randvoorwaarden

4 Resultaten

4.1 Windklimaat in de openbare ruimte

4.2 Windklimaat in de private buitenruimte

5 Discussie

6 Conclusie

A Inlegvel NEN 8100:2006

B Windhinder en windgevaar: situatie met en zonder vegetatie, en jaargemiddeld

C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

1 Introductie

Voorliggende rapportage beschrijft de opzet en resultaten van een windstudie uitgevoerd door [Actiflow](#) in opdracht van Noorman bouw- en milieu-advies. Het betreft een windstudie voor de realisatie van het *Havenkwartier* te Rijswijk. Deze windstudie maakt het effect van de nieuwbouw inzichtelijk tot het windklimaat in en rondom het gebouw in de openbare ruimte en in private buitenruimten.

Het *Havenkwartier* is onderdeel van een gebiedstransformatie dat gerealiseerd wordt in het noordoosten van Rijswijk (hoek Handelskade en Koopmansstraat) (zie figuur 1.1). Het plangebied is gelegen aan de haven van Rijswijk en wordt gekenmerkt door een combinatie van lage bebouwing in het noorden en westen, en bebouwing met een industrie functie in het oosten en zuiden. De nieuwbouw zal bestaan uit laagbouw (Blok B tot D) en hoogbouw (Blok A) tot een hoogte van ca. 50 m, inclusief een centraal gelegen binnenplaats (zie figuur 1.2).

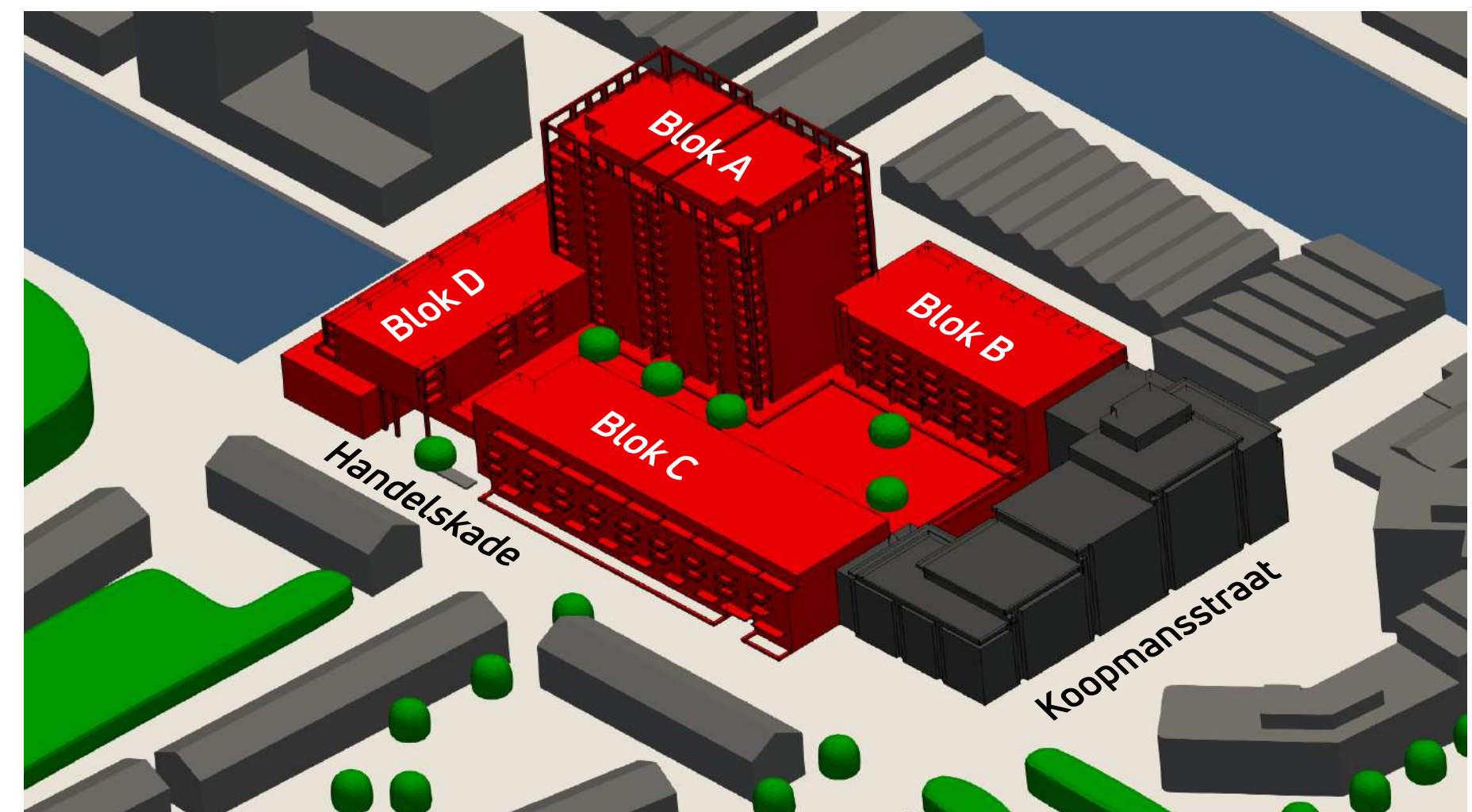
De verandering in de bebouwde omgeving zal een effect hebben op het lokale windklimaat. In relatie tot een goede ruimtelijke ordening is het dan ook noodzakelijk om een windstudie uit te voeren. Daarnaast is het windklimaat op private buitenruimten onderzocht, om na te gaan of de balkons en terrassen comfortabel gebruikt kunnen worden.

De windstudie is uitgevoerd op basis van berekeningen met Computational Fluid Dynamics (CFD). Hierbij worden de uitgangspunten en richtlijnen conform de Nederlandse norm NEN 8100:2006 'windhinder en gevaar in de gebouwde omgeving' gebruikt.

Een uitgebreide beschrijving van de richtlijnen wordt gegeven in hoofdstuk 2. De geometrie van het gebouw 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 eventuele maatregelen ter verbetering volgen in hoofdstuk 5. Tenslotte wordt een conclusie gevormd in hoofdstuk 6.



Figuur 1.1:
Locatie van het project.



Figuur 1.2:
Impressie van het project. Aanzicht vanuit het westen.

2 Normstelling

2.1 Windklimaat openbare ruimte

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 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: Classificering 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, echter voor horeca terrassen of private buitenruimtes is een zwaardere normstelling nodig om het gewenste comfort te behalen.

Tabel 2.2: Classificering 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

2.2 Windklimaat private buitenruimten

NEN 8100:2006 is specifiek bedoeld voor de beoordeling van windhinder en windgevaar ter plaatse van de openbare buitenruimte (voetgangers op trottoirs). Hiervoor wordt op een hoogte van 1.75 m boven het grondoppervlak getoetst aan de normstelling uit paragraaf 2.1.

Voor de private buitenruimte is het echter aannemelijker dat de gebruikers hiervan veelal zittend gebruik maken van de ruimte. In afwijking van NEN 8100:2006 zal toetsing dan ook plaats vinden op een hoogte van 1,10 m boven het vloeroppervlak.

Tabel 2.3 toont de indeling en kwalificatie voor de kans op discomfort.

Tabel 2.3: Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windcomfort

Toetsingscriteria	Omschrijving gebied
$V_{DR,C} = 5 \text{ m/s}$ Overschrijdingkans (Lokaal windsnelheid > $V_{DR,C}$) $\leq 5\%$	Zone op de private buitenruimte voor zitten
$V_{DR,C} = 5 \text{ m/s}$ Overschirjdingkans (Lokaal windsnelheid > $V_{DR,C}$) $\geq 5\%$	Zone ongeschikt voor zitten gebruik

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

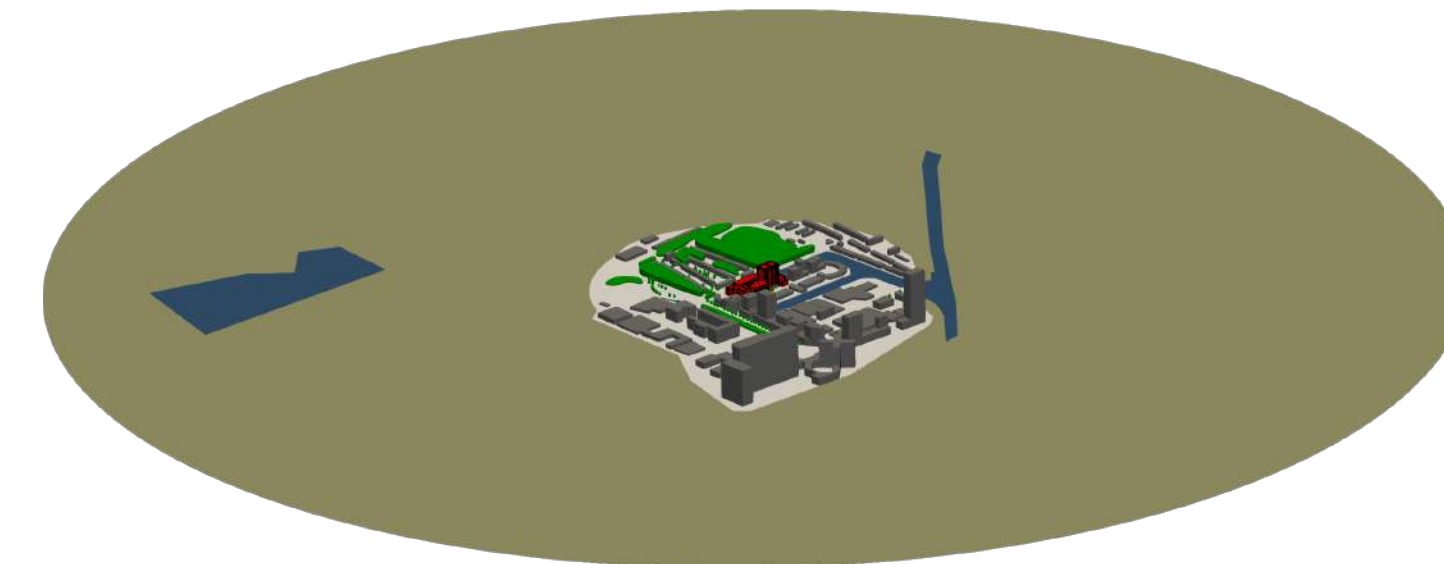
De berekening is uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v2012, een softwarepakket voor het oplossen van problemen in de continuüm mechanica en thermodynamica. Voor dit project is “simpleFoam” gebruikt. Deze solver is gebaseerd op de incompressibele Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen en houdt rekening met turbulentie. Turbulentie is gemodelleerd gebruik makend van het $k-\omega$ SST model.

3.2 Geometrie en rekenrooster

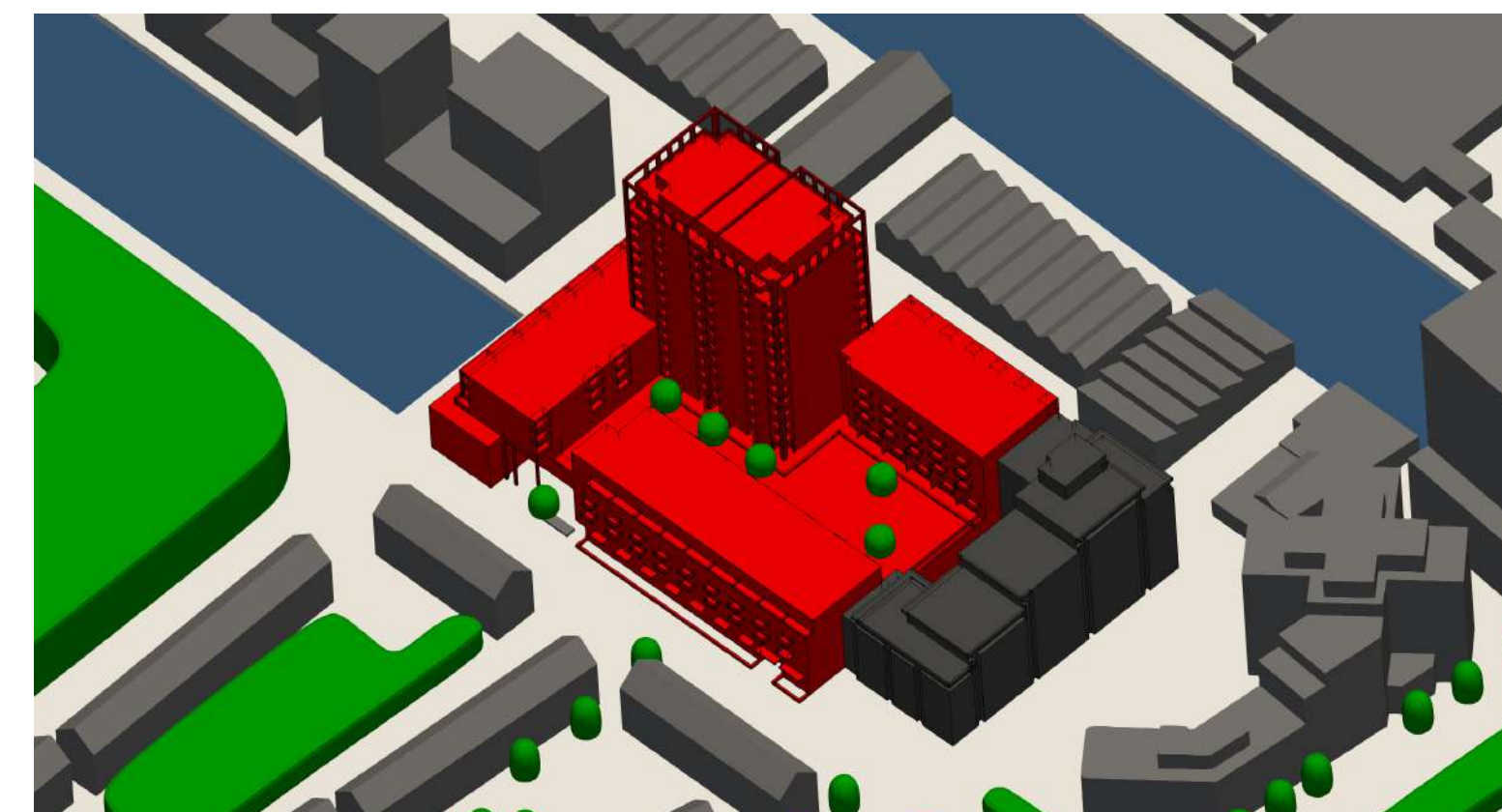
De geometrie van het model is gebaseerd op het verkregen 3D-CAD-model van de opdrachtgever en openbare hoogtedata van het betreffende gebied. Het model omvat alle gebouwen binnen een straal van minimaal 300 m, zie figuur 3.1. In het model is de bestaande vegetatie opgenomen.

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.

Figuur 3.1:
Impressie van het model



(a)
Overzicht, vanuit het zuiden.



(b)
Close-up, vanuit het westen.

Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster, zie figuur 3.2. Dit rooster bestaat uit 34 100 264 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.

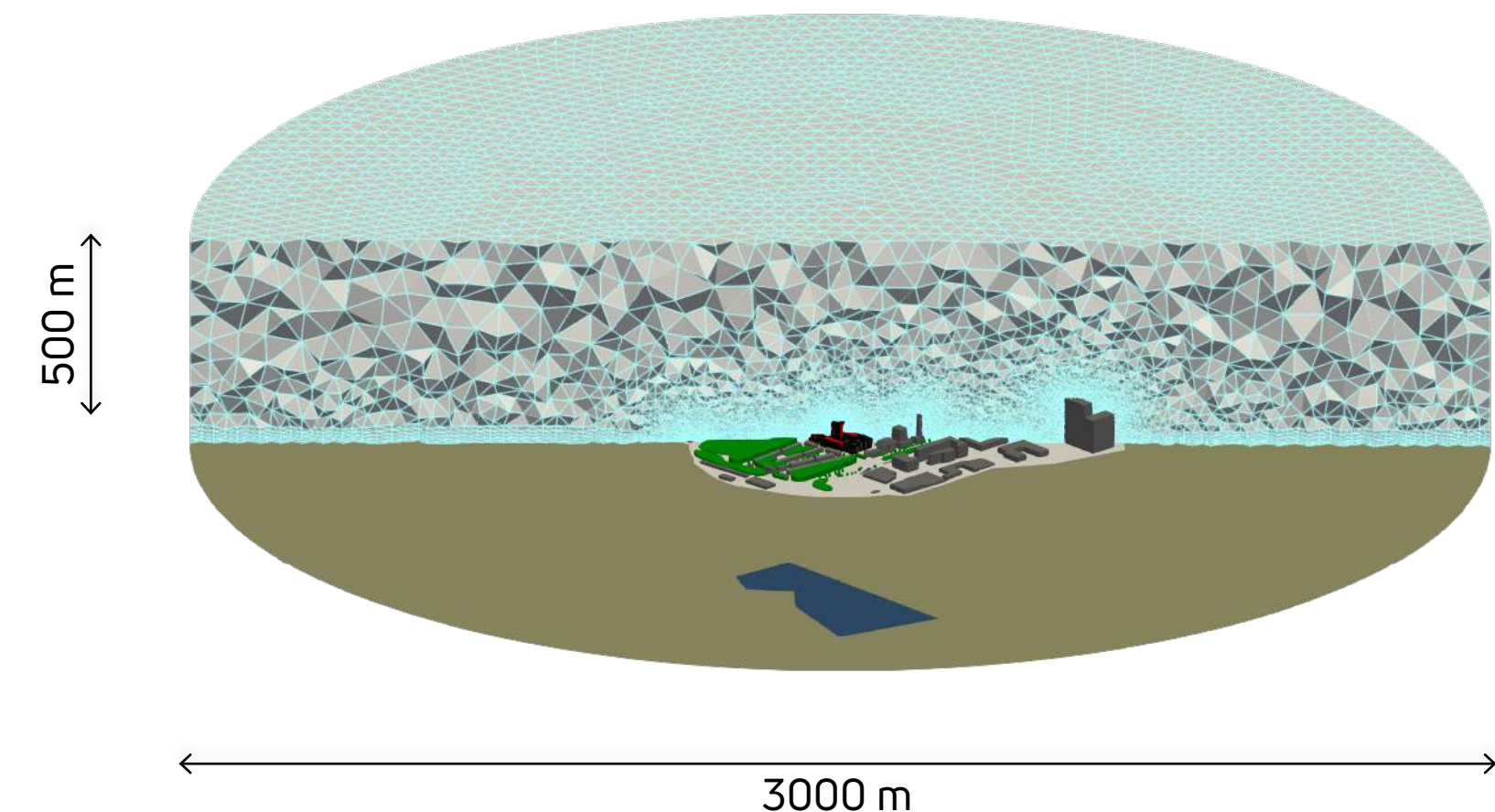
3.3 Aannames en randvoorwaarden

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgerekend, te weten 12 windrichtingen met en zonder vegetatie om zo een jaargemiddeld resultaat te verkrijgen per situatie. 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 $\kappa = 0,41$. Deze empirische constante is gerelateerd aan het modelleren van grenslagen.

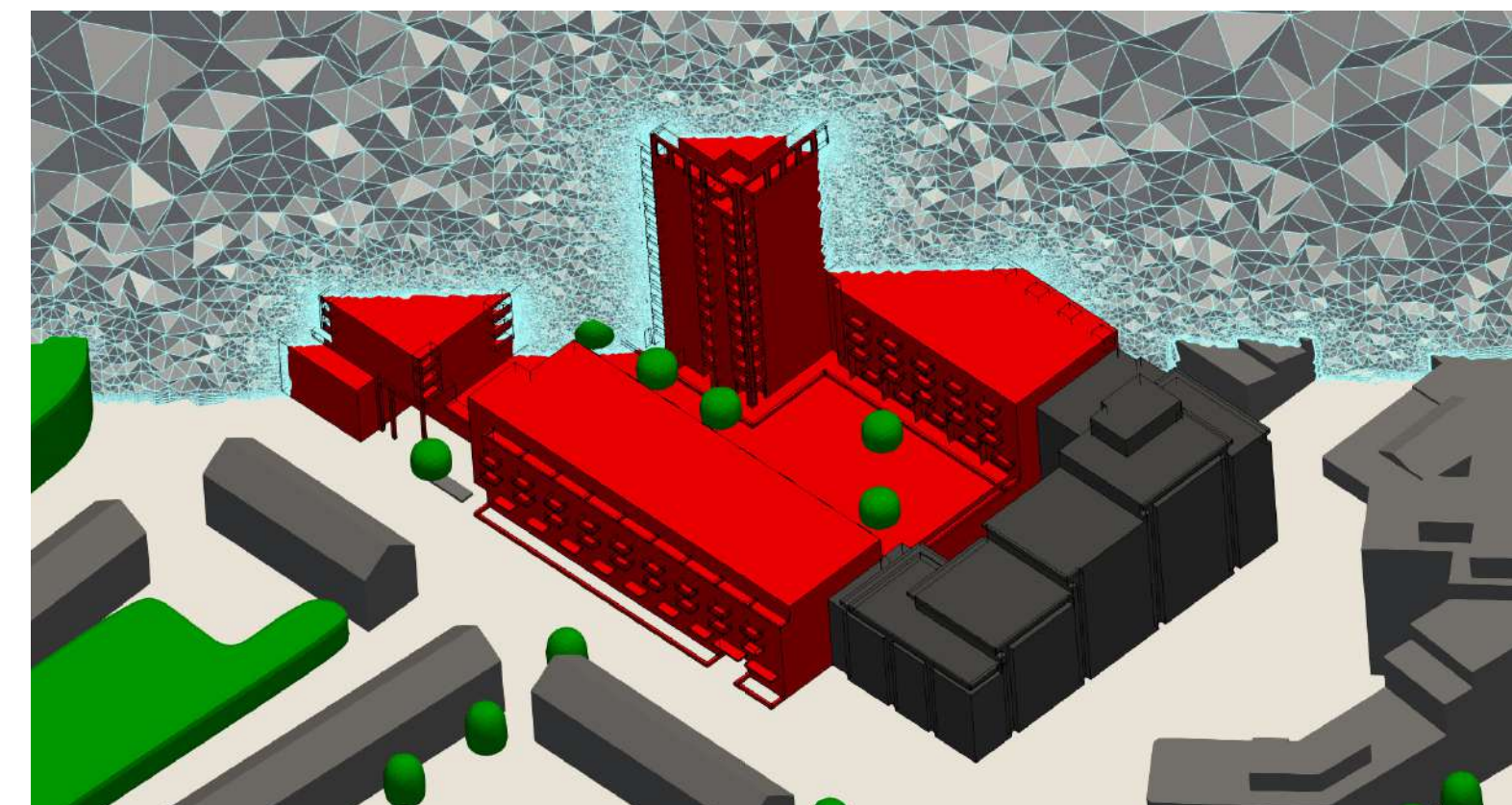
Ook de turbulente grootheden k en ω verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft C_μ de waarde 0,09. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulente model (k - ω SST).

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



(a)
Overzicht



(b)
Close-up

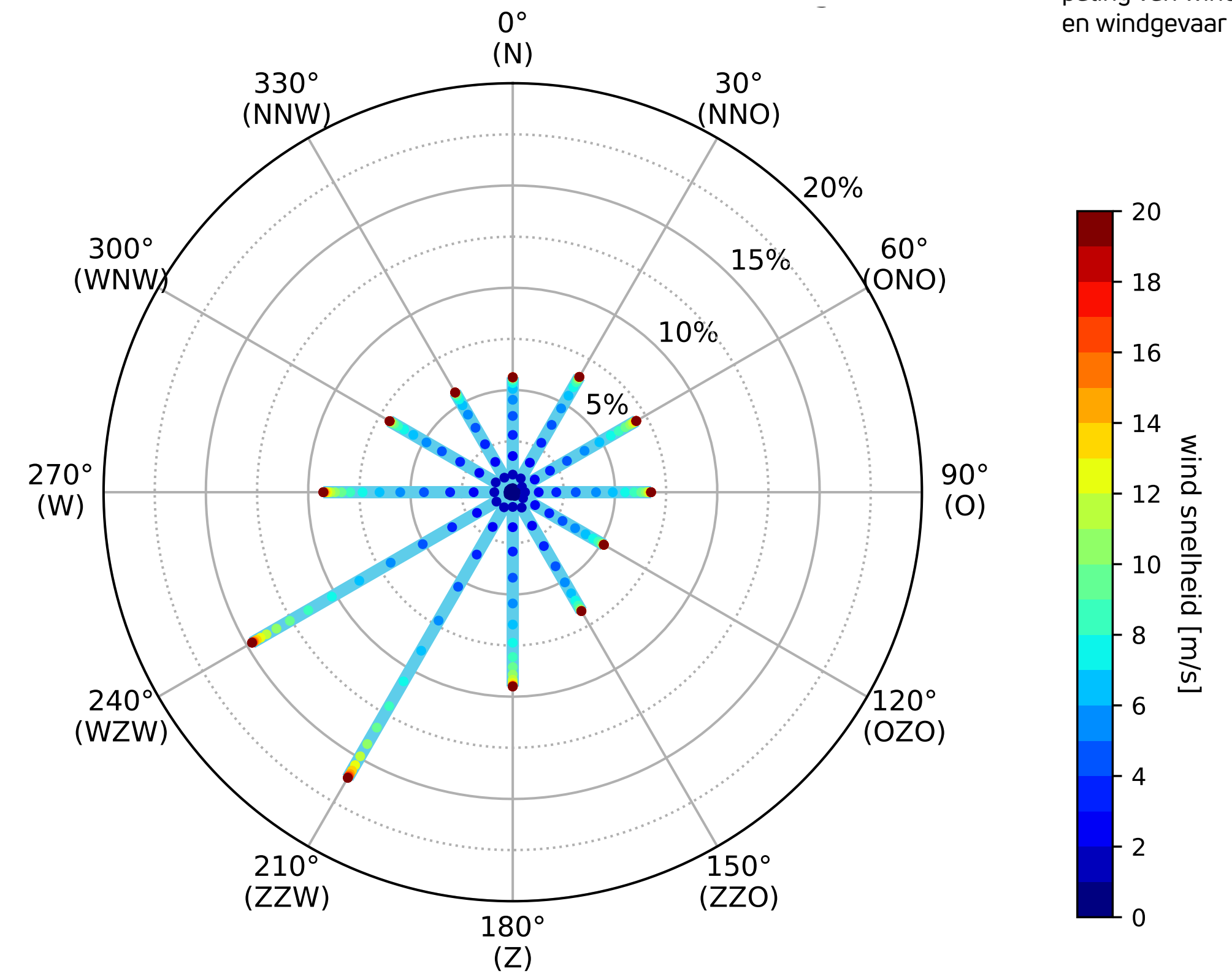
Vervolgens wordt de windstatistiek conform NPR 20697:2006 gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse 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 welke
is gebruikt bij de be-
paling 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. Figuren 4.1 t/m 4.6 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.

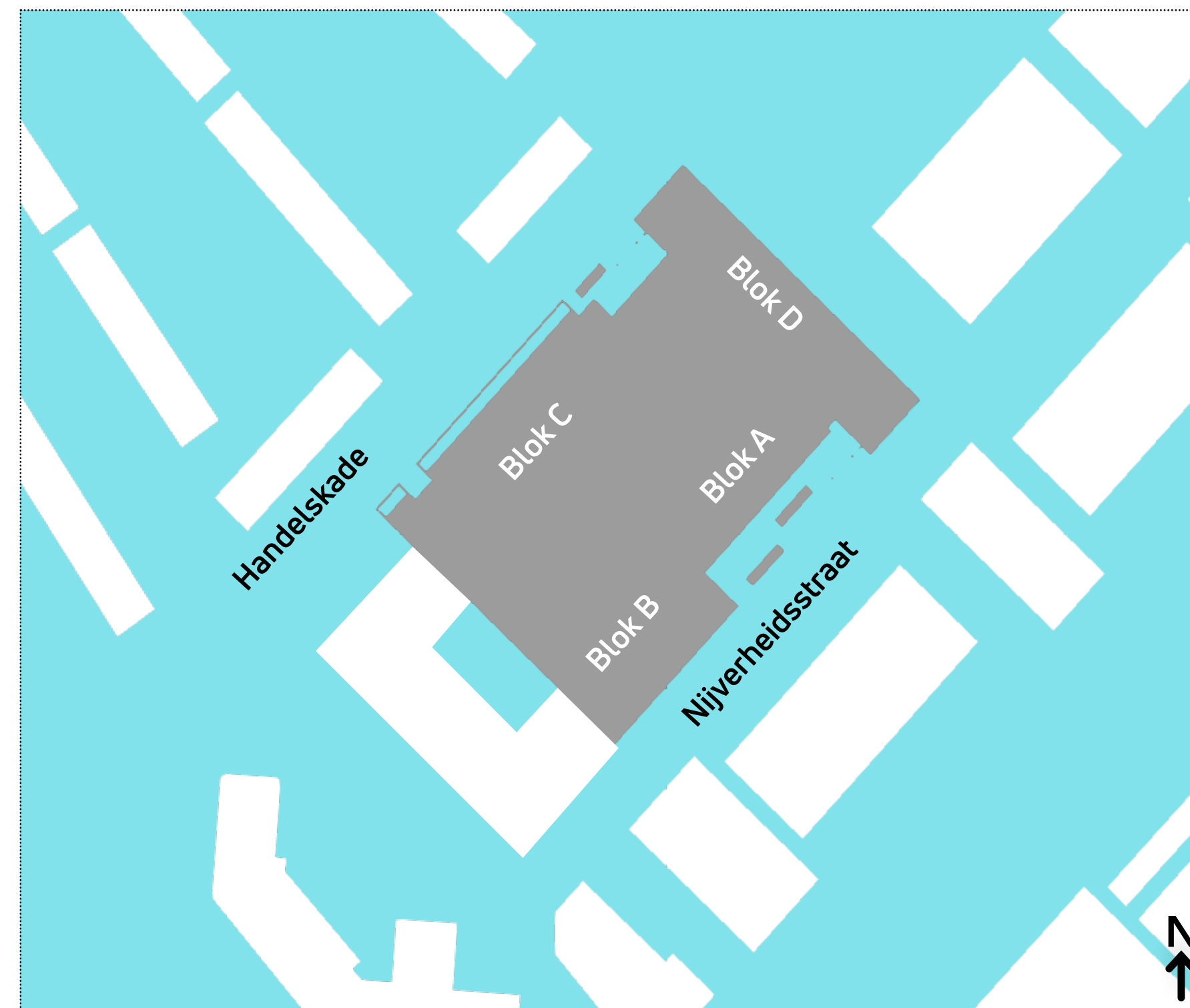
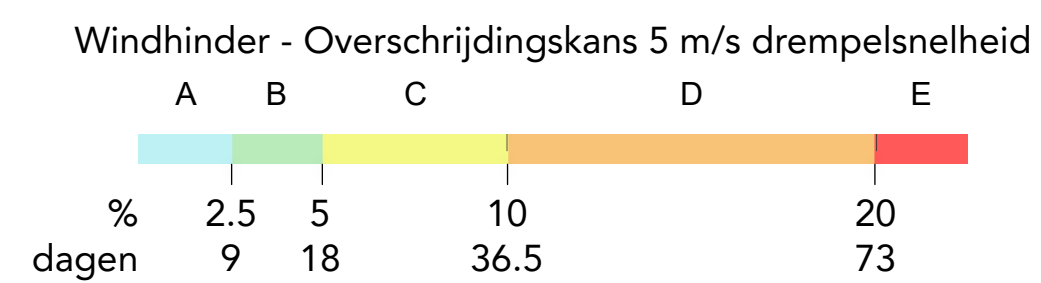
Uit de resultaten blijkt dat rondom het plangebied windcondities gelden die overwegend gekenmerkt zijn door windhinderklassen A en B (zie figuur 4.1). Deze windcondities lenen zich uitstekend voor verschillende activiteiten op voetgangersniveau (doorlopen, slenteren en langdurig zitten) in het plangebied.

In de centraal gelegen binnenplaats heersen vergelijkbare windcondities als rondom het plangebied, gekenmerkt door windhinderklassen A en B (zie figuur 4.4). Echter, rondom de westelijke hoek van Blok A bevindt zich een zone waarin windcondities gekenmerkt worden door windhinderklassen C en D. In het geval dat de binnenplaats gebruikt zal worden met als functie slenteren of langdurig zitten zoals aangegeven in figuur 4.6, is het aan te raden om aanvullende maatregelen te nemen rondom deze zone (zie hoofdstuk 5). Een alternatieve benadering is om de binnenplaats zo te ontwerpen in zijn functie dat de beschouwde activiteiten niet plaatsvinden in de zone met een verminderd windcomfort maar rondom.

Rondom het plangebied en in de binnenplaats geldt geen risico op windgevaar (zie figuren 4.2 en 4.5).

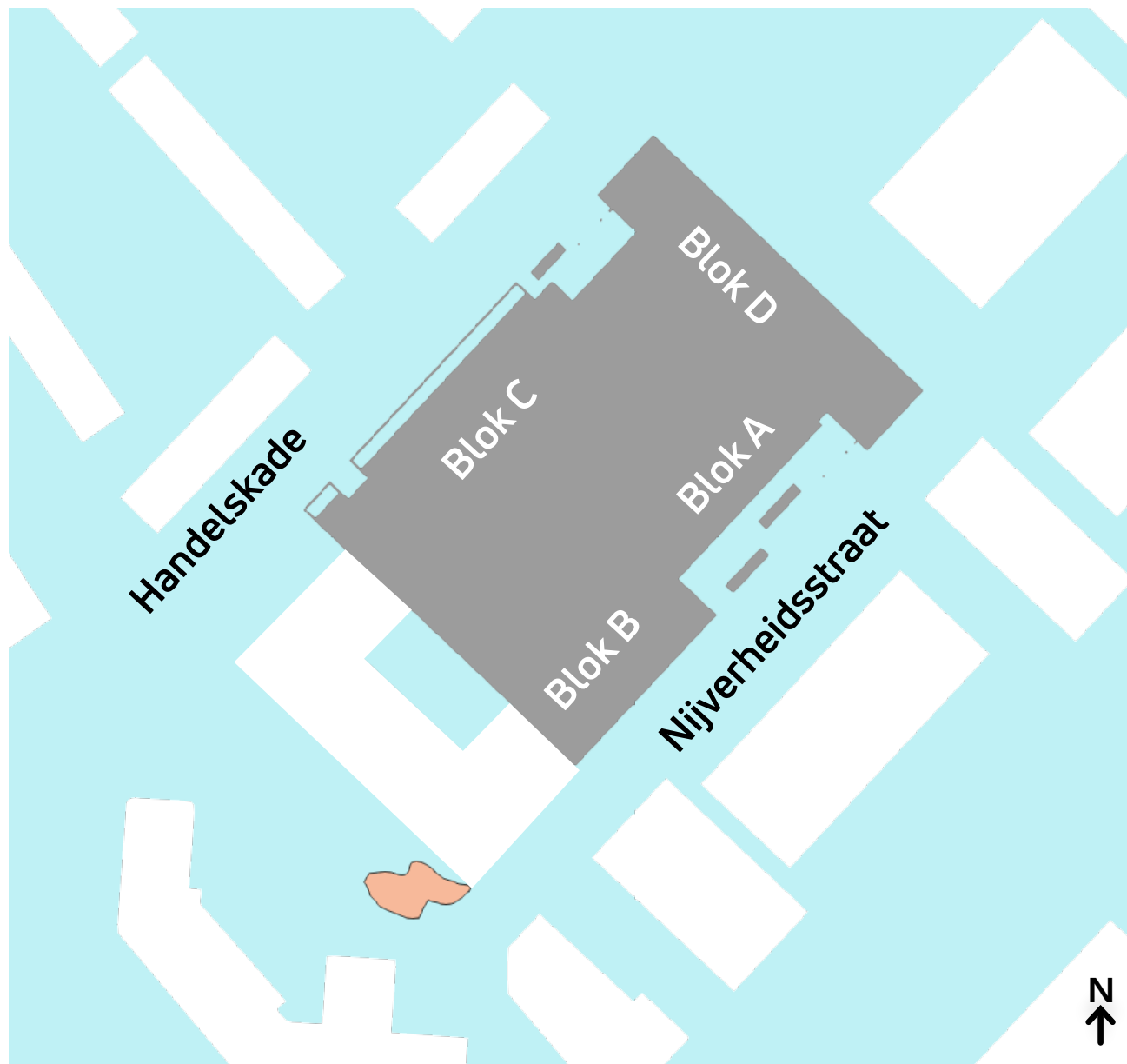


Figuur 4.1:
Windhinder

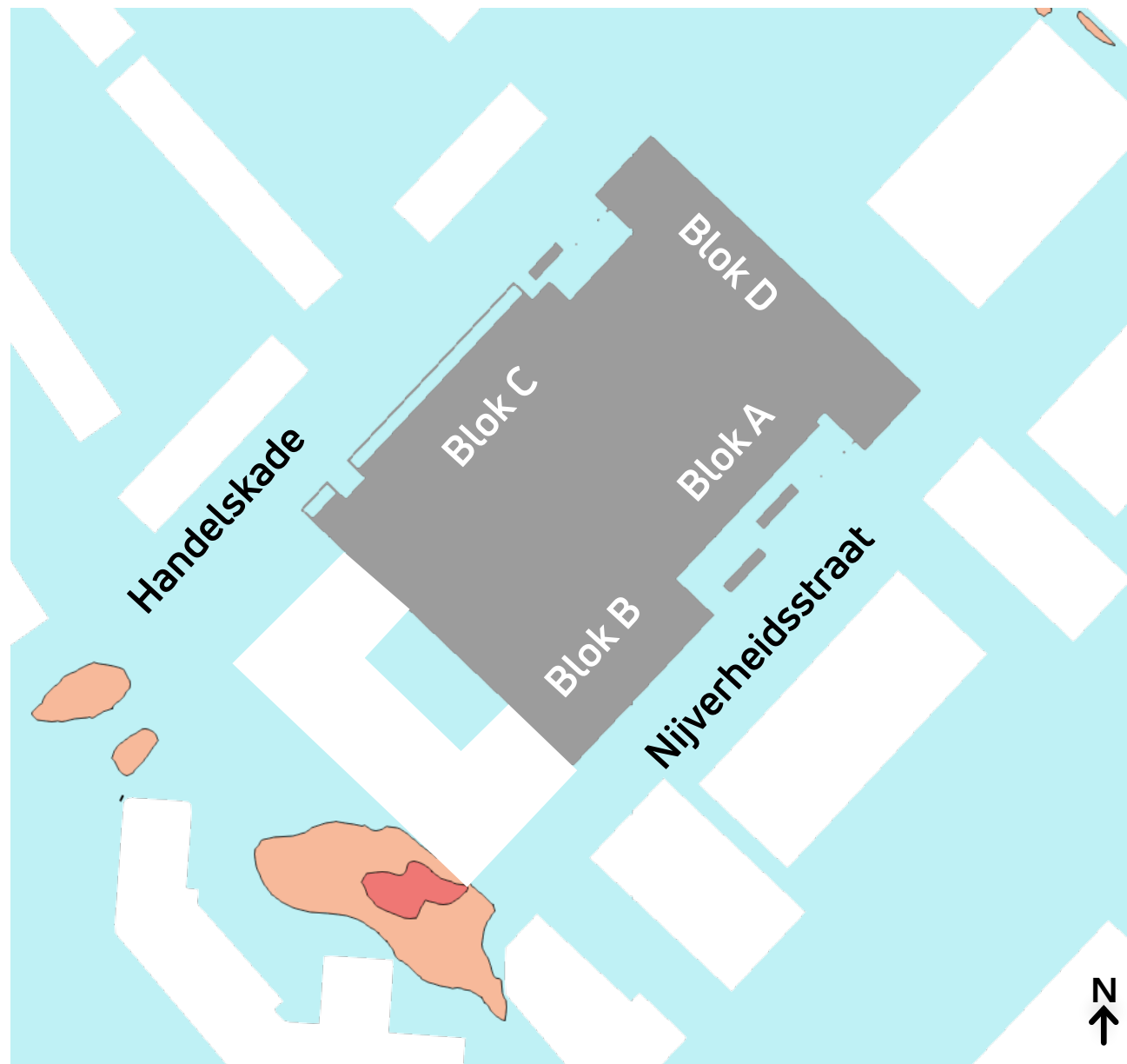


Figuur 4.2:
Windgevaar

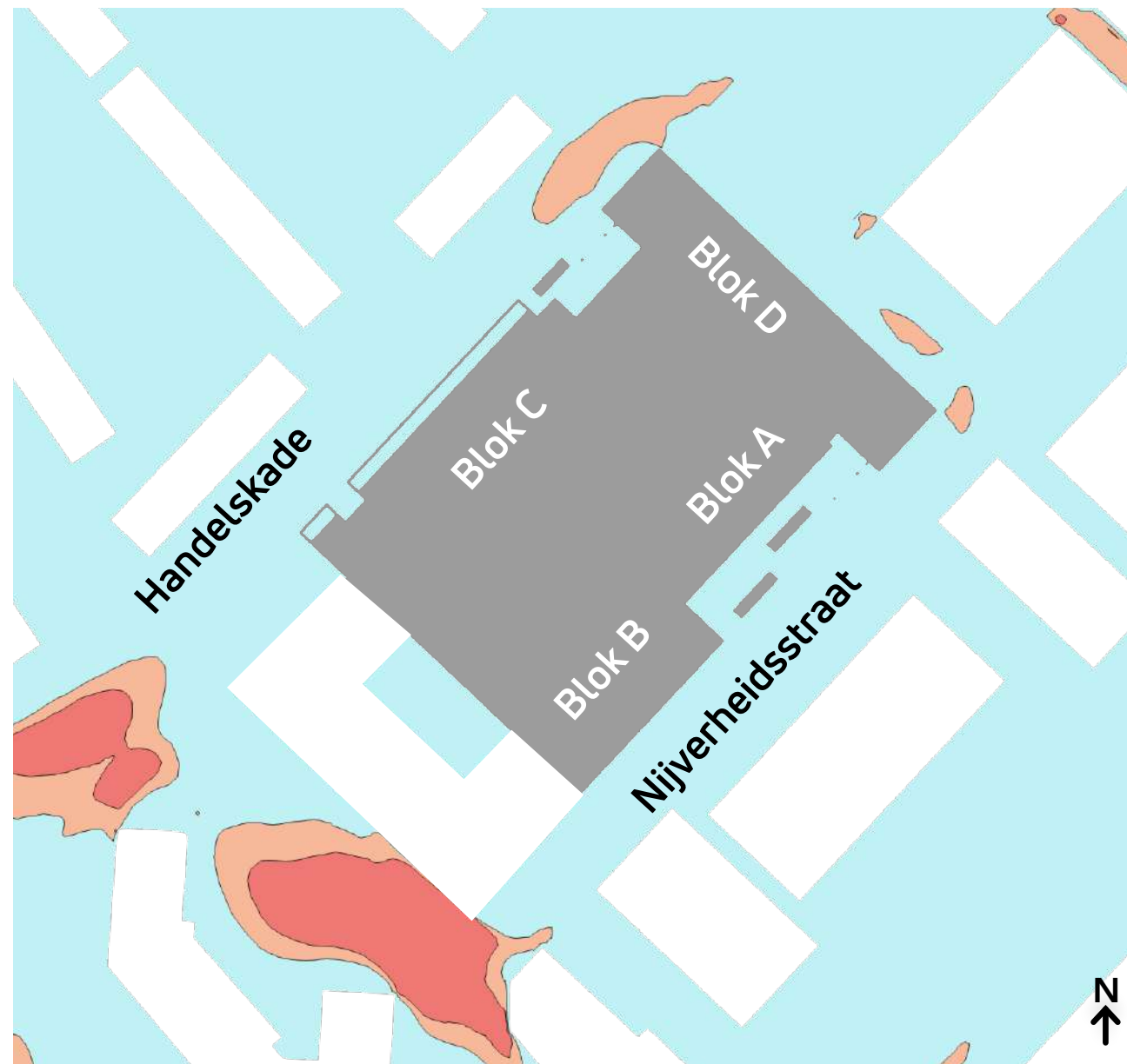




(a)
Beoordeling jaargemiddelde resultaten voor activiteit doorlopen



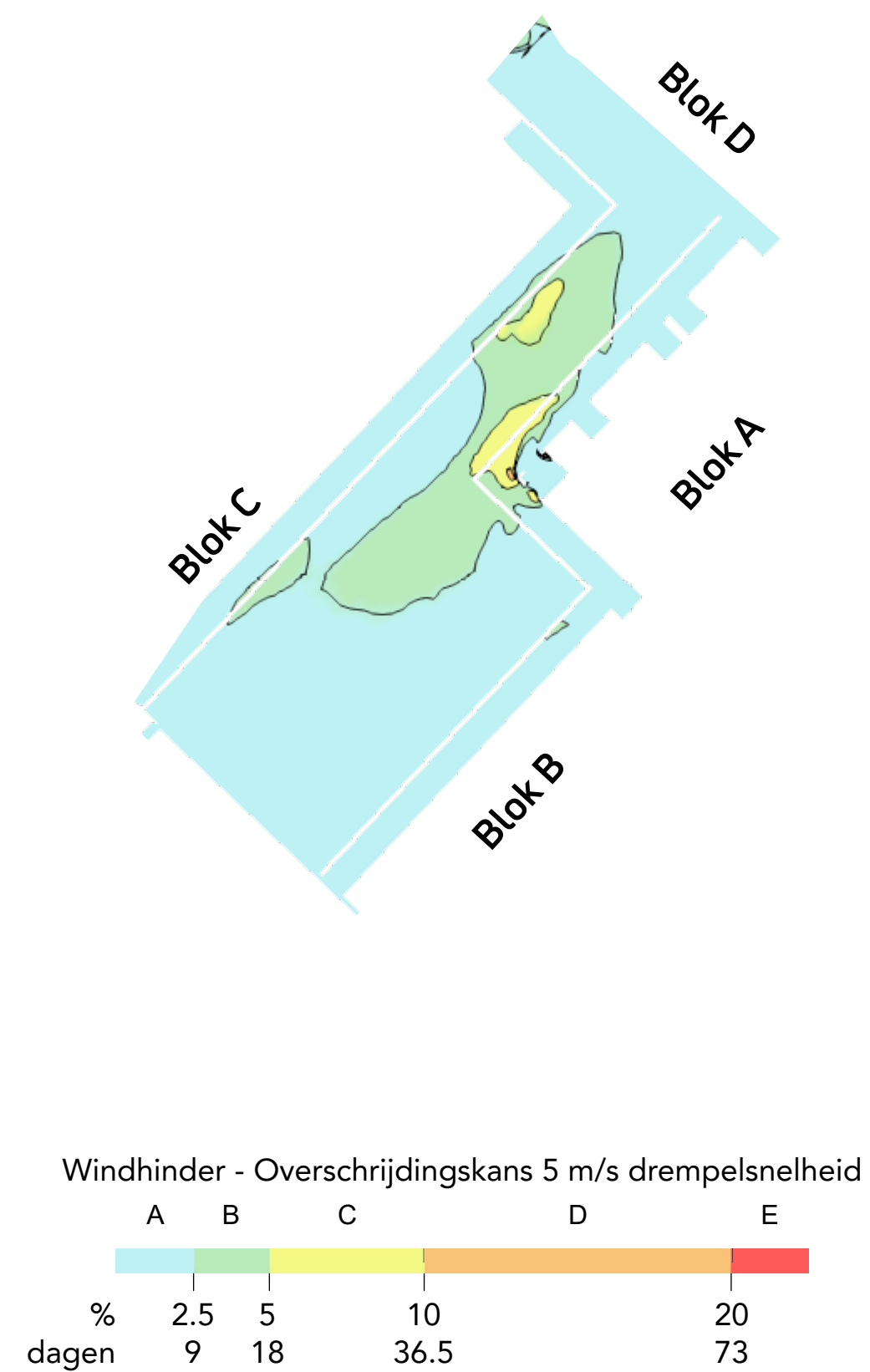
(b)
Beoordeling jaargemiddelde resultaten voor activiteit slenteren



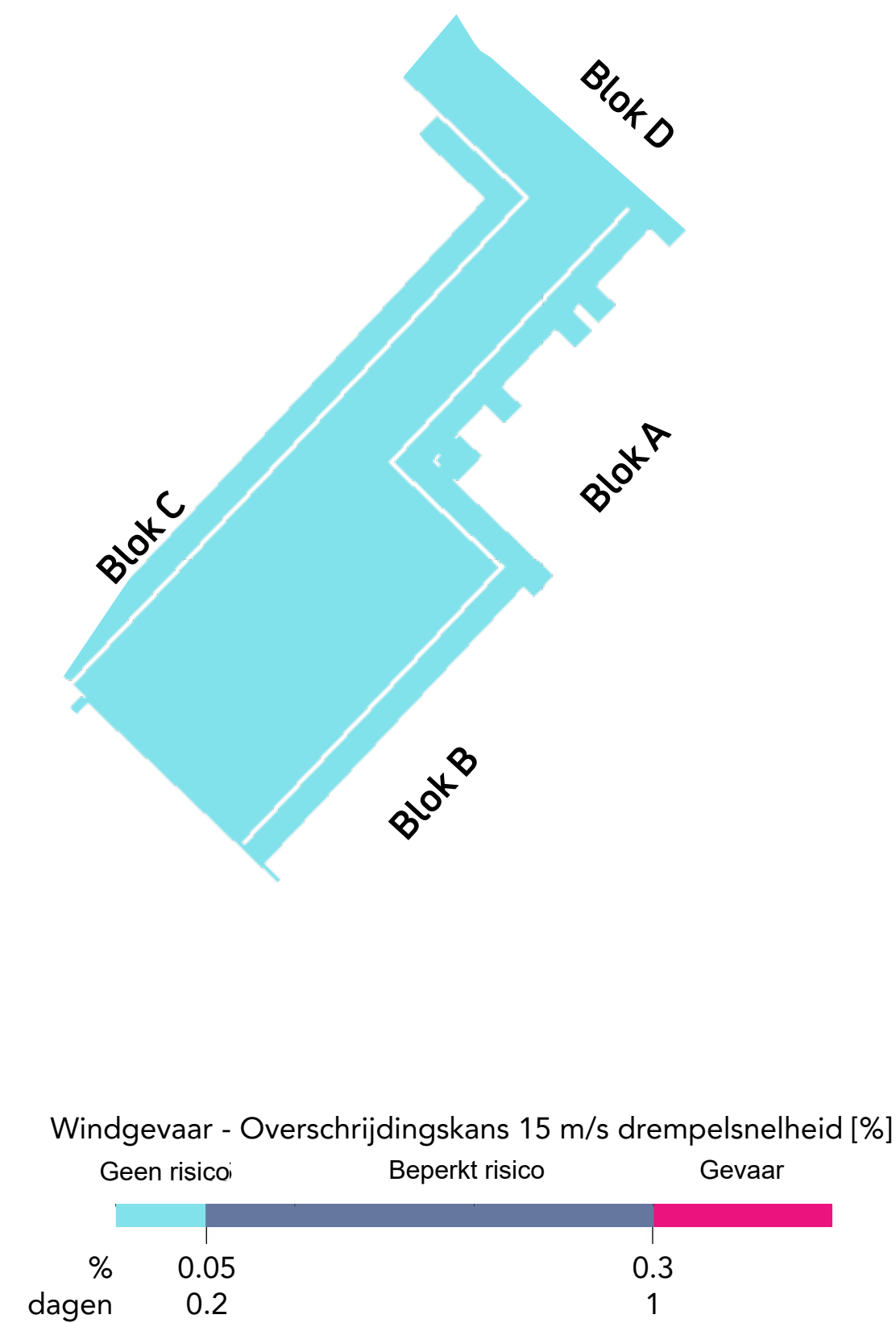
(c)
Beoordeling situatie met vegetatie voor activiteit langdurig zitten

Goed Matig Slecht

Figuur 4.3:
Windcomfort
beoordeling per
activiteit

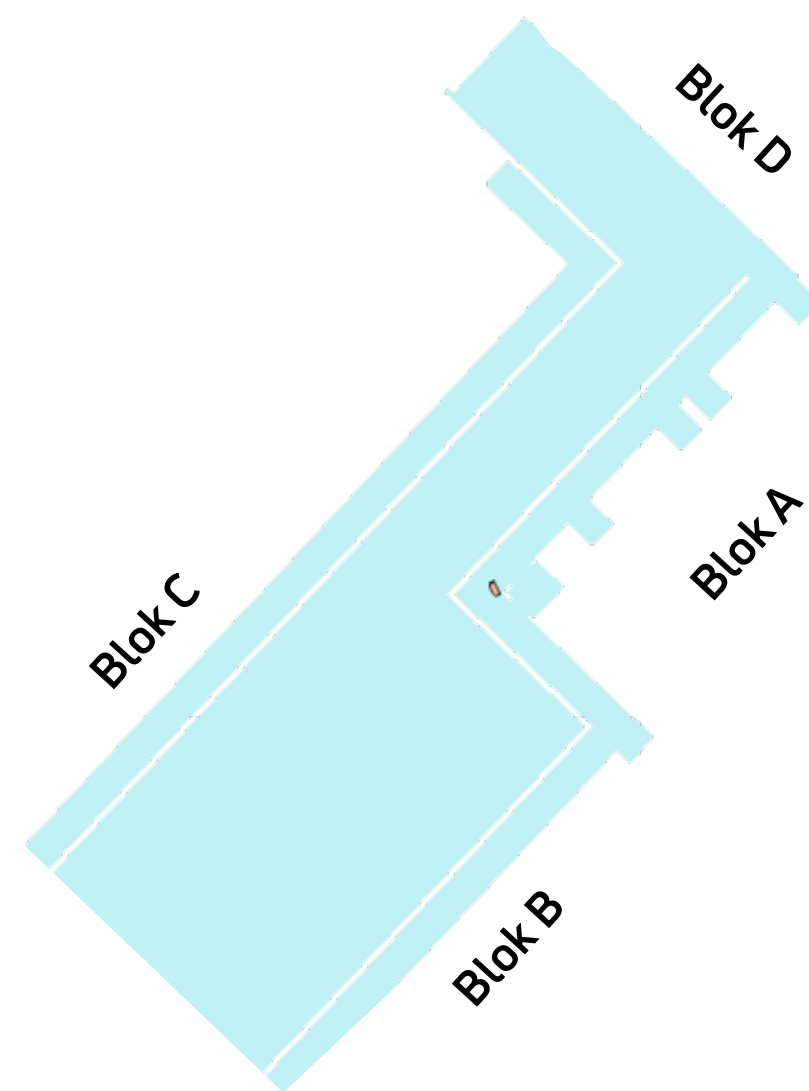


Figuur 4.4:
Windhinder
binnenplaats

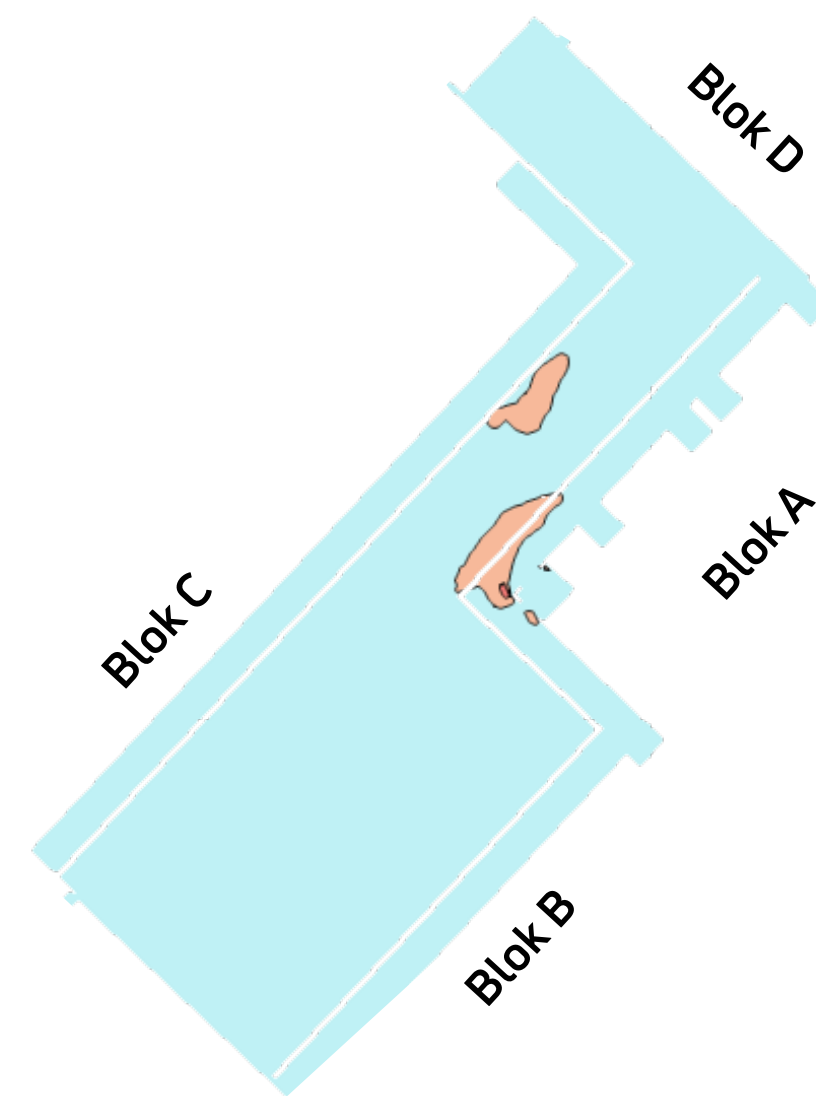


Figuur 4.5:
Windgevaar
binnenplaats

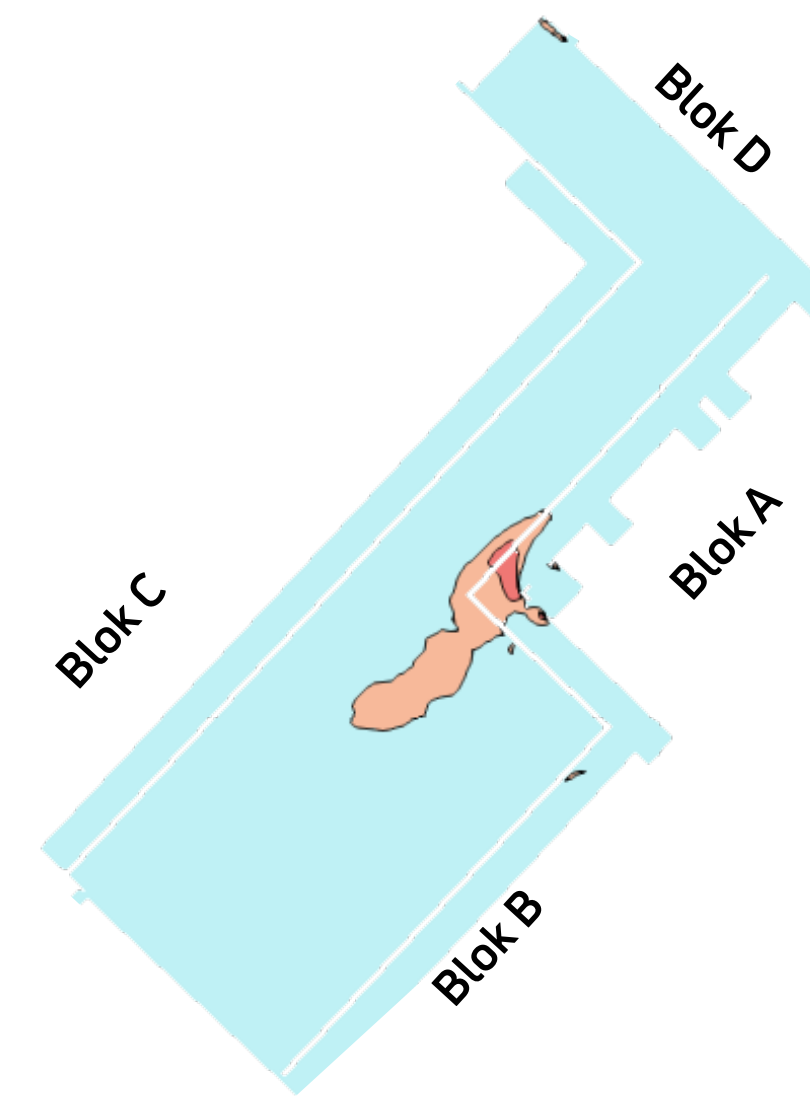




(a)
Beoordeling jaargemiddelde resultaten voor activiteit doorlopen



(b)
Beoordeling jaargemiddelde resultaten voor activiteit slenteren



(c)
Beoordeling situatie met vegetatie voor activiteit langdurig zitten

Goed Matig Slecht

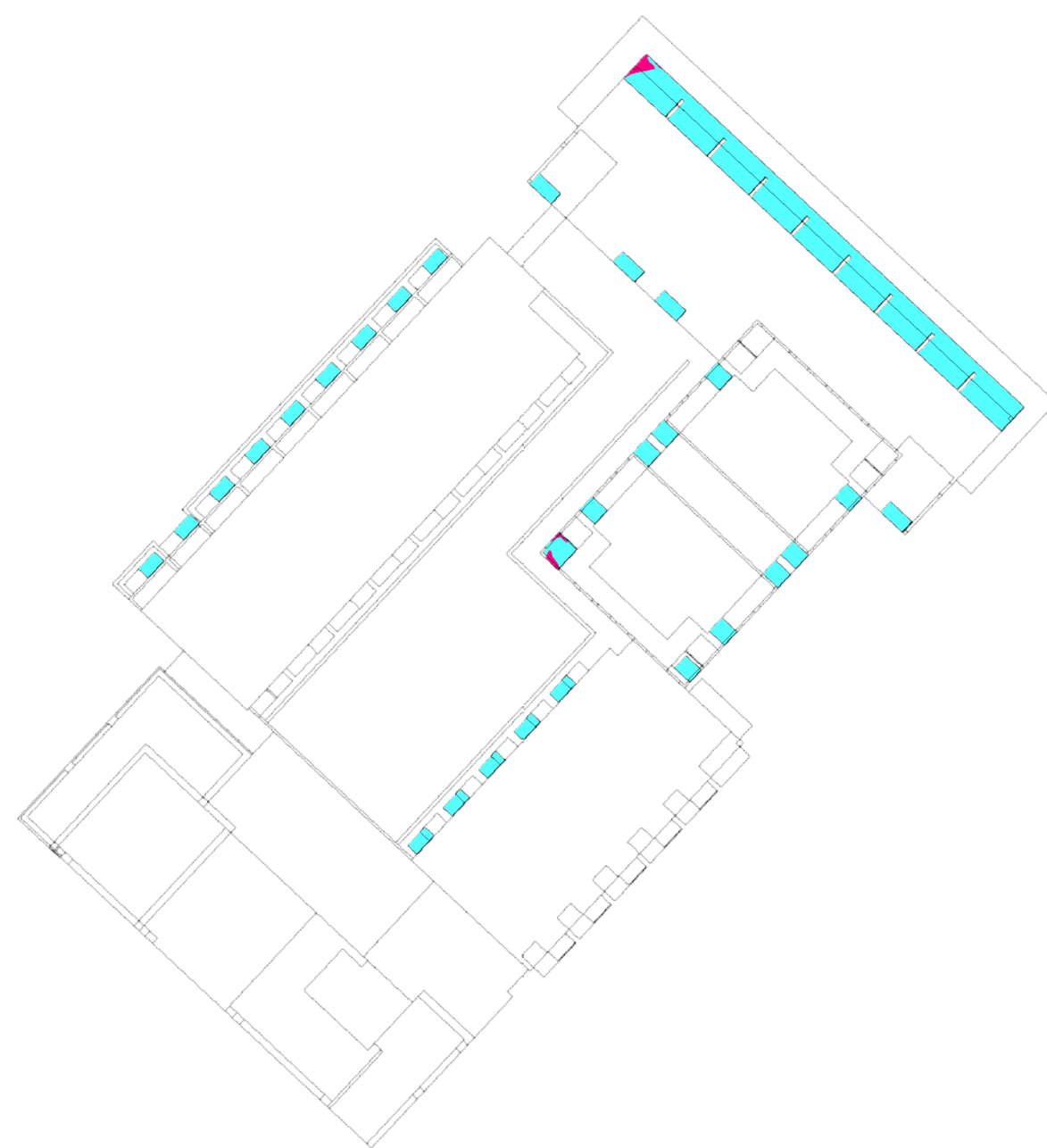
Figuur 4.6:
Windcomfort
beoordeling per
activiteit

4.2 Windklimaat in de private buitenruimten

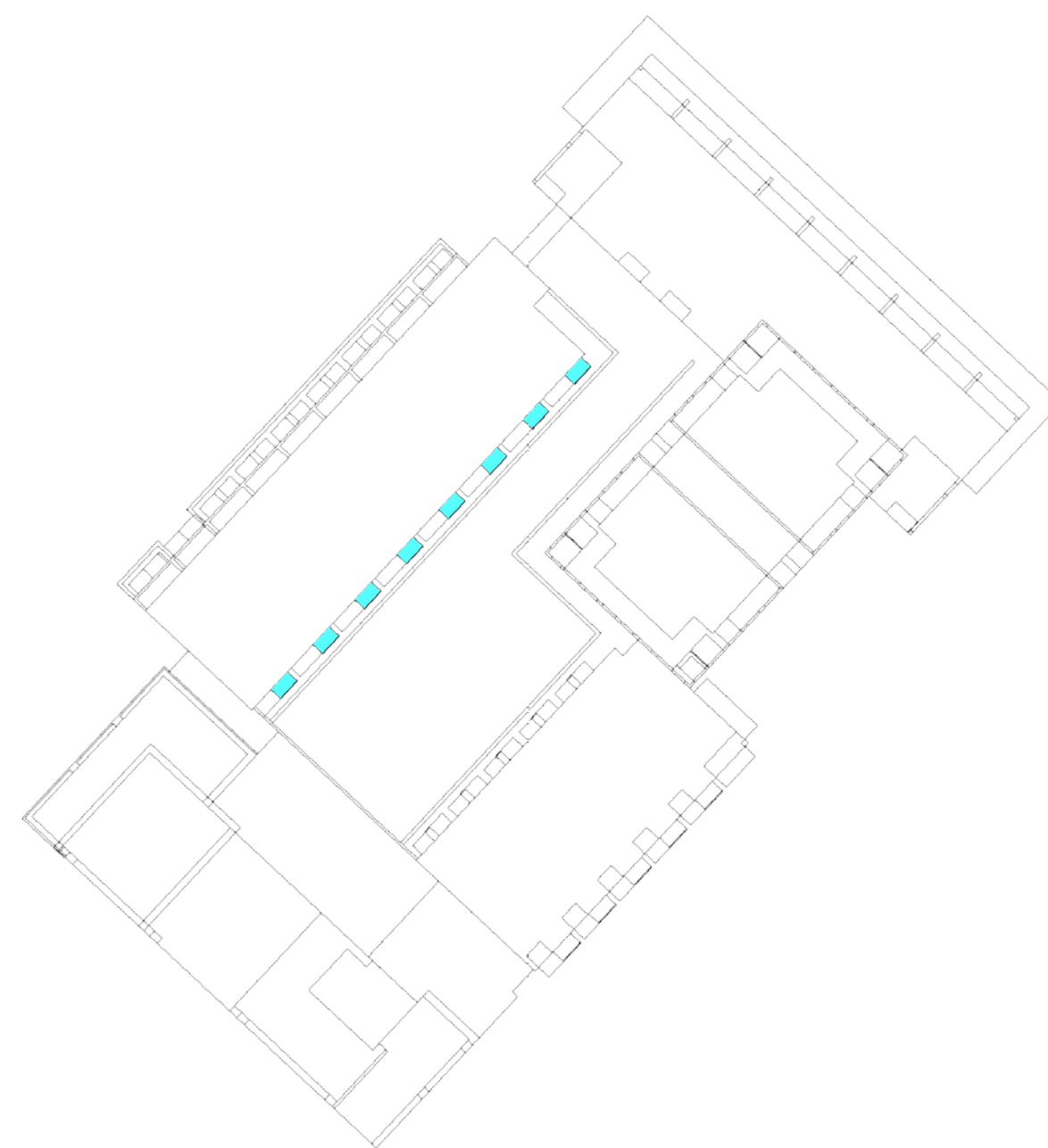
De analyse van het windklimaat in de private buitenruimten is uitgevoerd op een representatieve selectie van de balkons, verdeeld over zowel de laagbouw als hoogbouw. Daarnaast is het windklimaat op het dakterras van de hoogbouw geanalyseerd. De resultaten zijn weergegeven op horizontale doorsneden op 1,1 m boven vloerniveau.

Uit de resultaten blijkt dat het windcomfort op de balkons overwegend gekenmerkt kan worden als geschikt om comfortabel te zitten. Enkele uitzonderingen zijn echter opgemerkt op de hoekbalkons gesitueerd in Blok D aan de noordelijke zijde (zie figuren 4.7a en 4.8a) en de hoekbalkons gesitueerd in Blok A (zie figuren 4.7a, 4.8b en 4.9a). Het verminderde windcomfort wordt hier veroorzaakt door wind dat om de gebouwhoeken versnelt. Het is aan te bevelen om voor de hoekbalkons met ongunstige windcondities aanvullende maatregelen door te voeren (zie hoofdstuk 5).

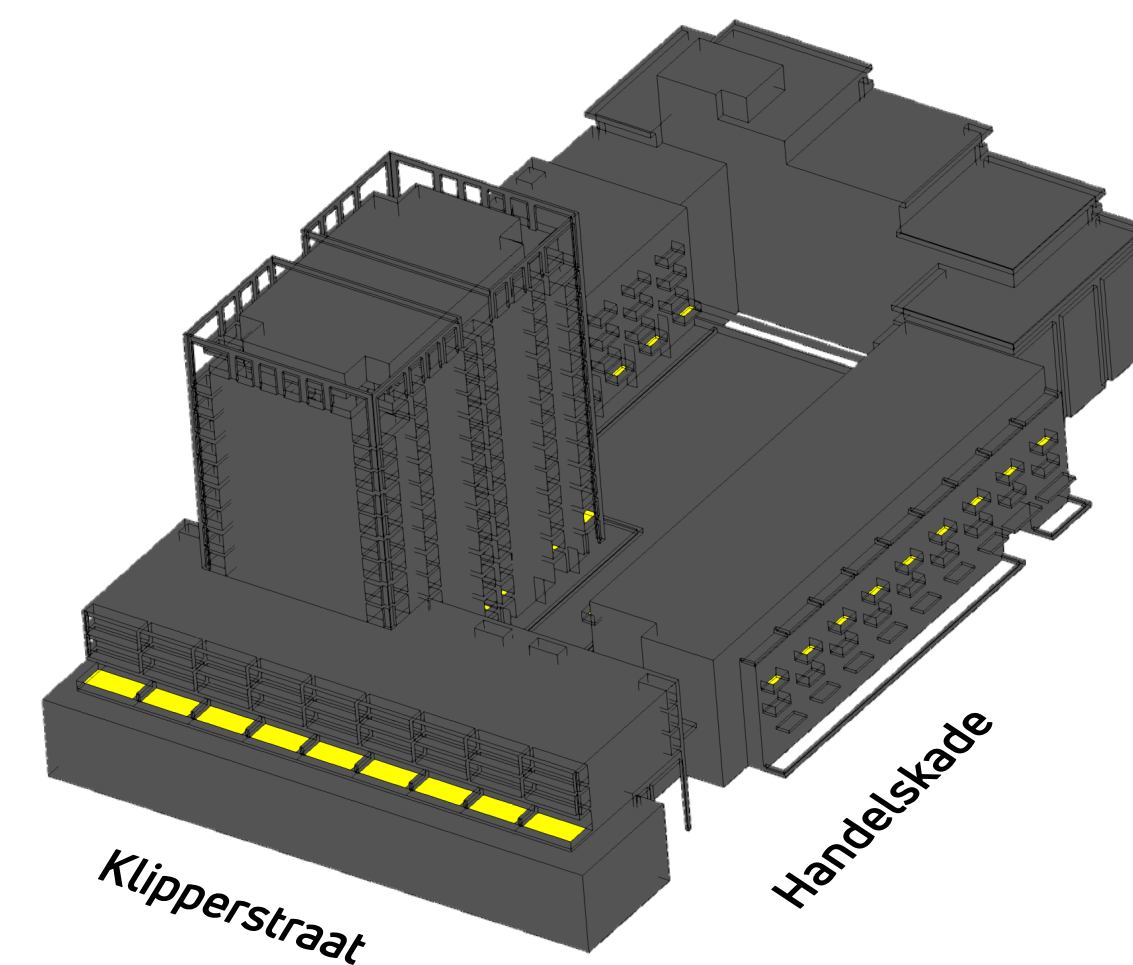
Op het dakterras is het windcomfort, met uitzondering van enkele zones overwegend geschikt om te zitten (zie figuur 4.9b). Om de niet-geschikte zones te verbeteren is het benodigd om aanvullende maatregelen te treffen, mits het dakterras bedoeld is om te zitten.



(a)
Balkon 4de verdieping



(b)
Balkon 5de verdieping



(c)
Weergave private buitenruimten

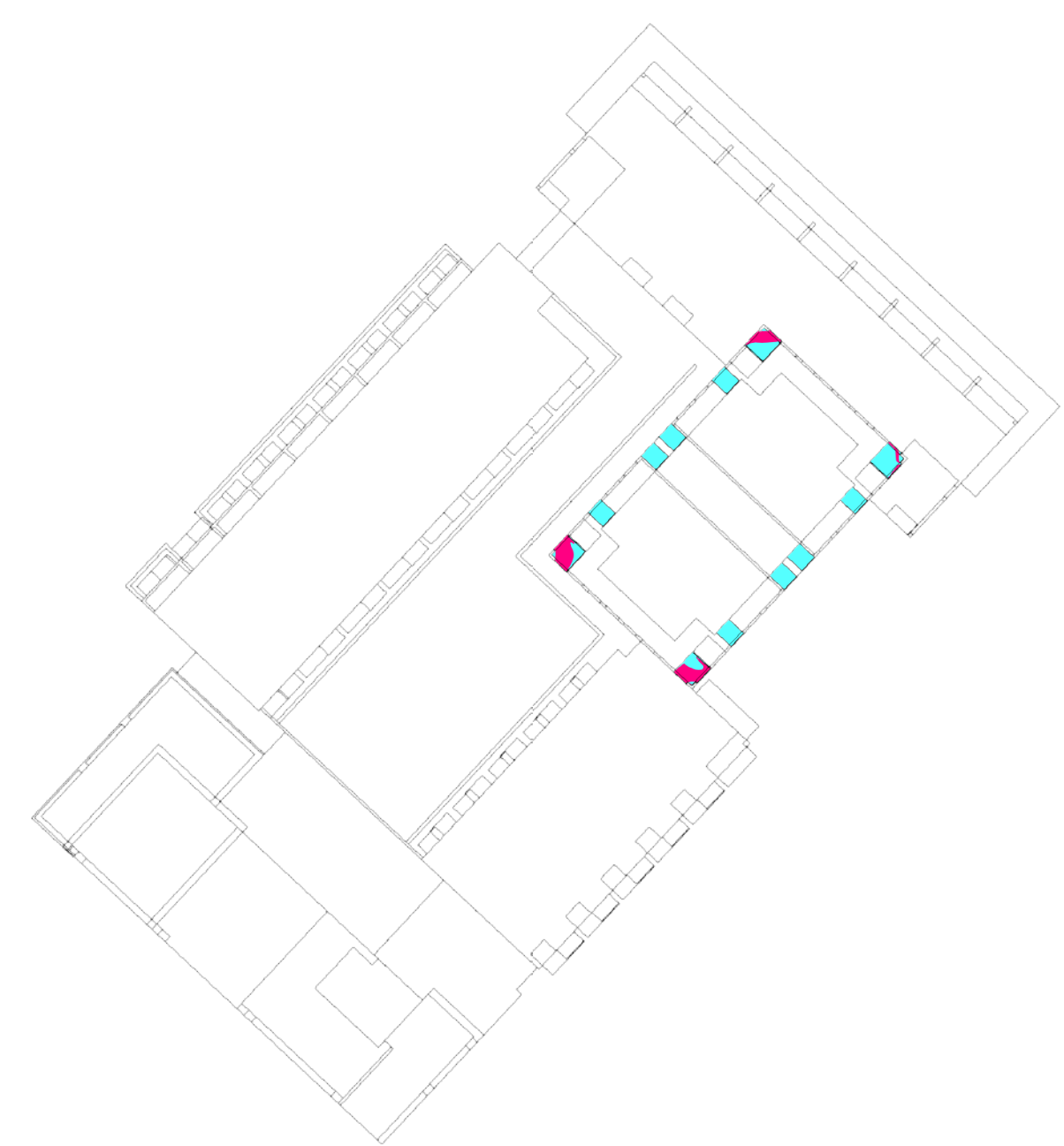
 Zone op de private buiten geschikt voor zitten

 Zone niet geschikt voor gebruik als private buitenruimte

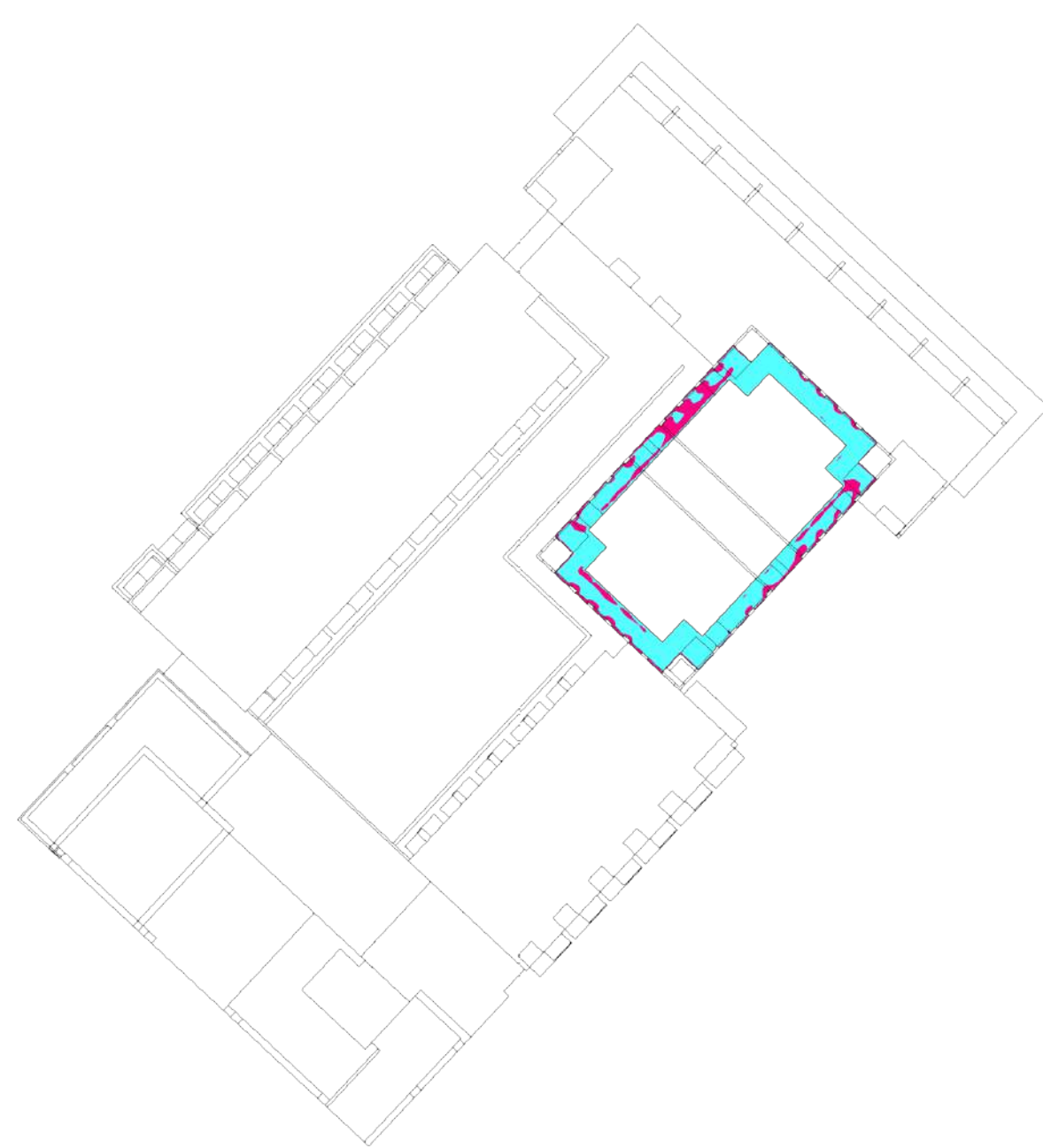
Figuur 4.7:
Windcomfort private
buitenruimten

Figuur 4.8:
Windcomfort private
buitenruimten

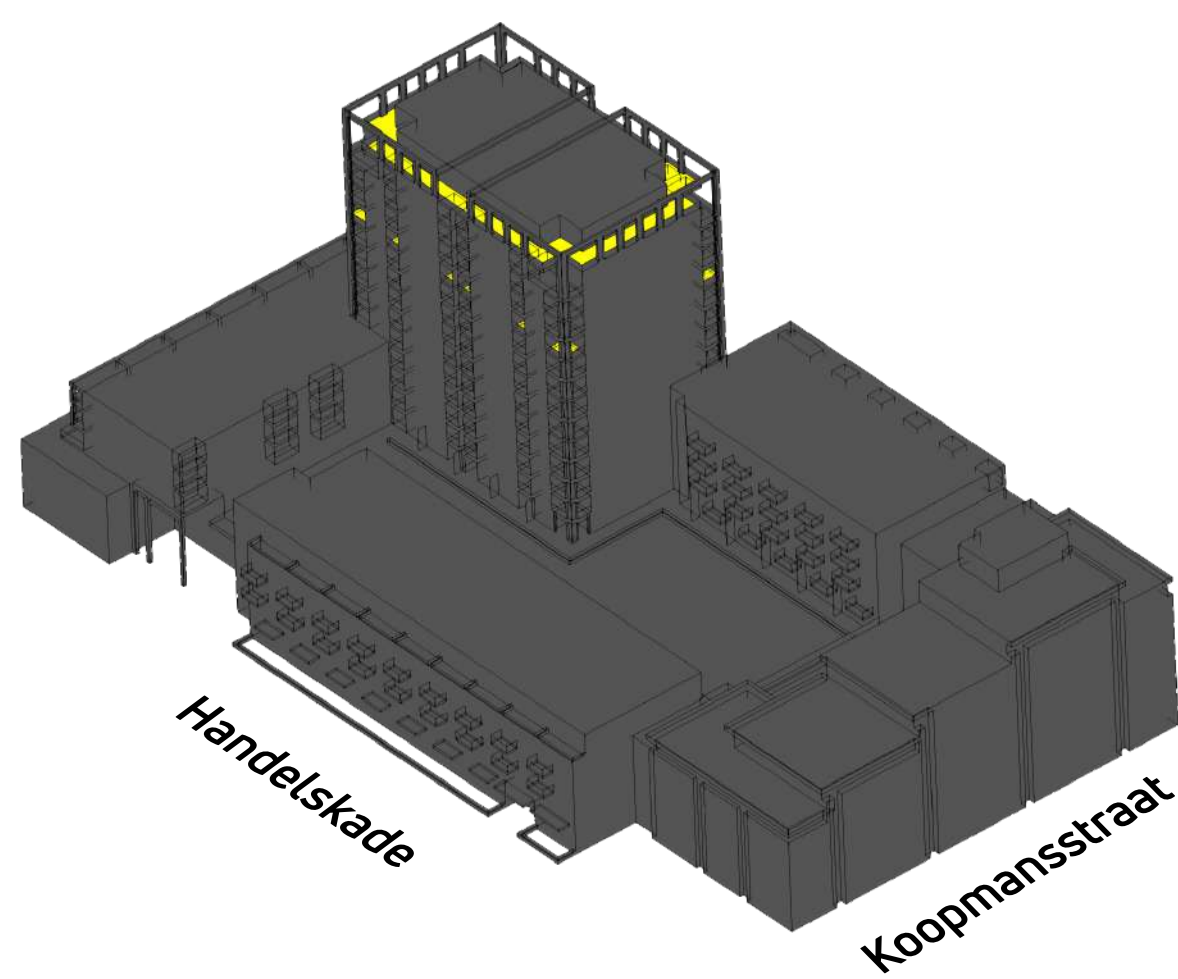




(a)
Balkon 12de verdieping



(b)
Dakterras



(c)
Weergave private buitenruimten

 Zone op de private buiten geschikt voor zitten

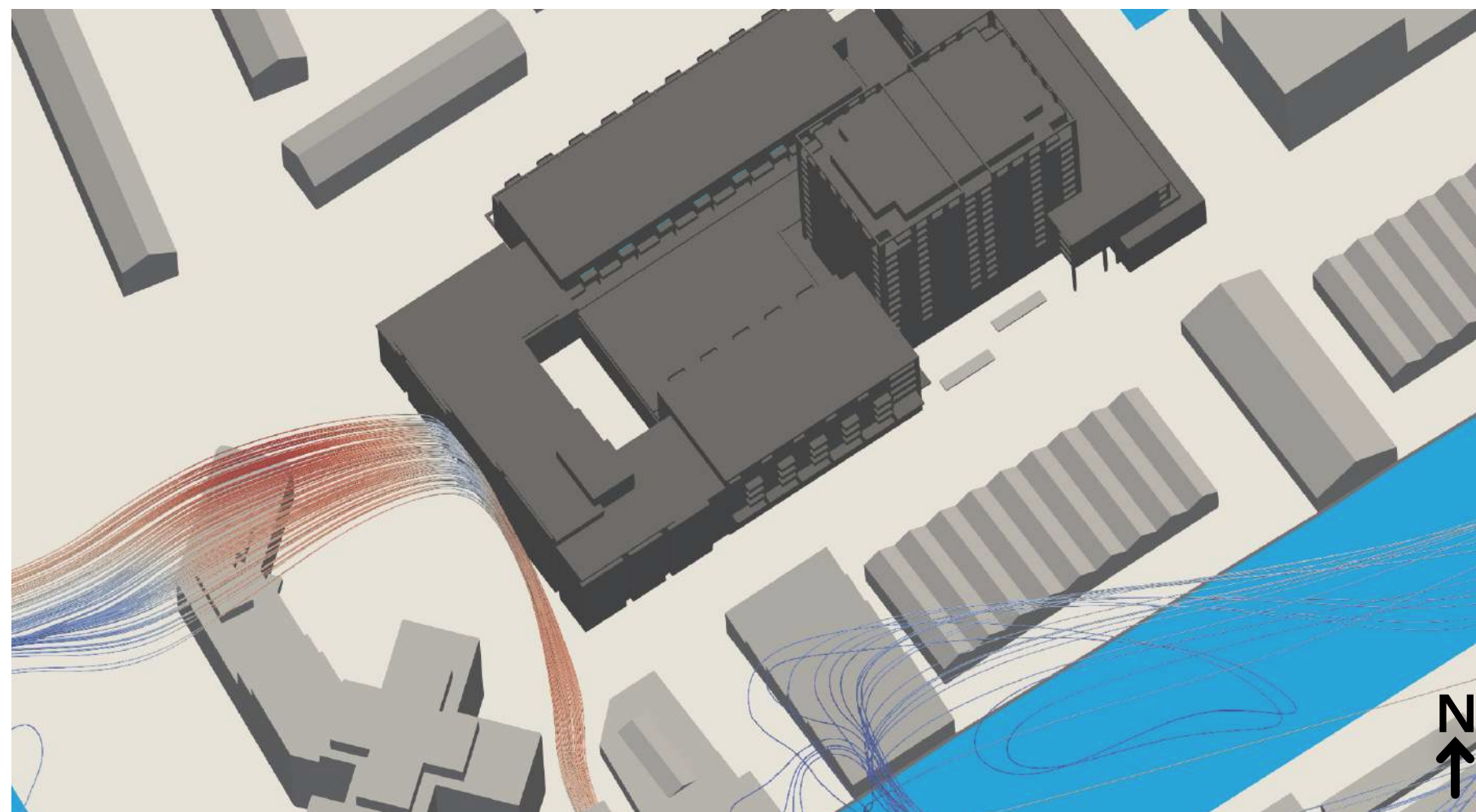
 Zone niet geschikt voor gebruik als private buitenruimte

Figuur 4.9:
Windcomfort private
buitenruimten

5 Discussie

5.1 Windcomfort in de openbare ruimte

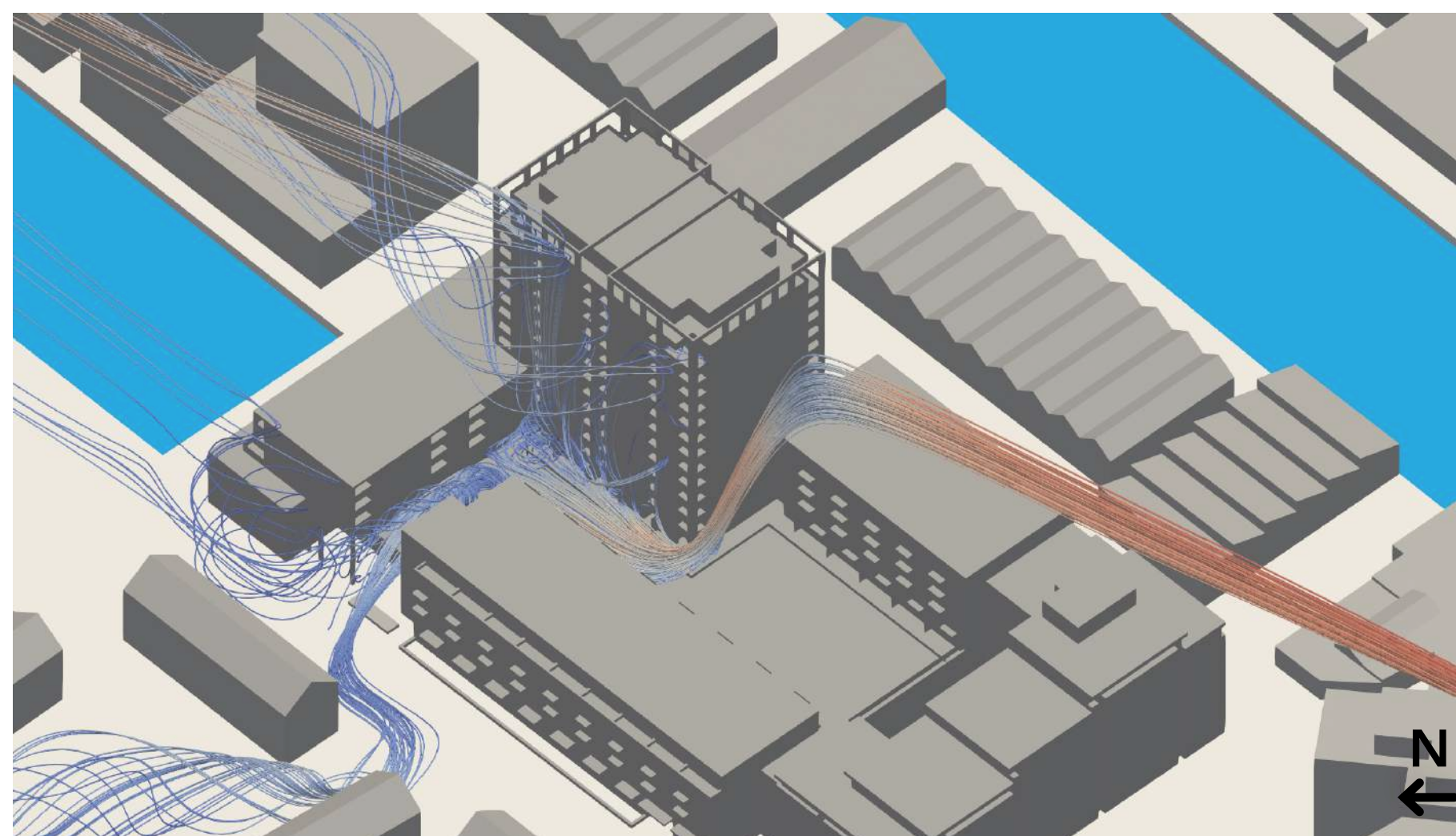
In het plangebied bevindt zich op de hoek (Koopmansstraat en Nijverheidsstraat) een zone met windcondities gekenmerkt door windhinderklassen C en D. In figuur 5.1 is te zien hoe de wind uit westzuidwestelijke richting het gebouw raakt. Mede hierdoor ontstaat er een valwind die voor verhoogde snelheden zorgt op voetgangersniveau. Het gebouwdeel is echter bestaand en valt buiten de beschouwing van het nieuw te bouwen *Havenkwartier*. Het wordt waarschijnlijk geacht dat de windcondities in de bestaande situatie al optreden en niet het gevolg zijn van de gewenste nieuwbouw.



Figuur 5.1: Stroomlijnen hoek Koopmansstraat en Nijverheidsstraat bij wind uit de richting WZW. Stroomlijnen gekleurd naar snelheid, waarbij rood een hoge snelheid en blauw een lage snelheid aangeeft.

5.2 Windcomfort in de binnenplaats

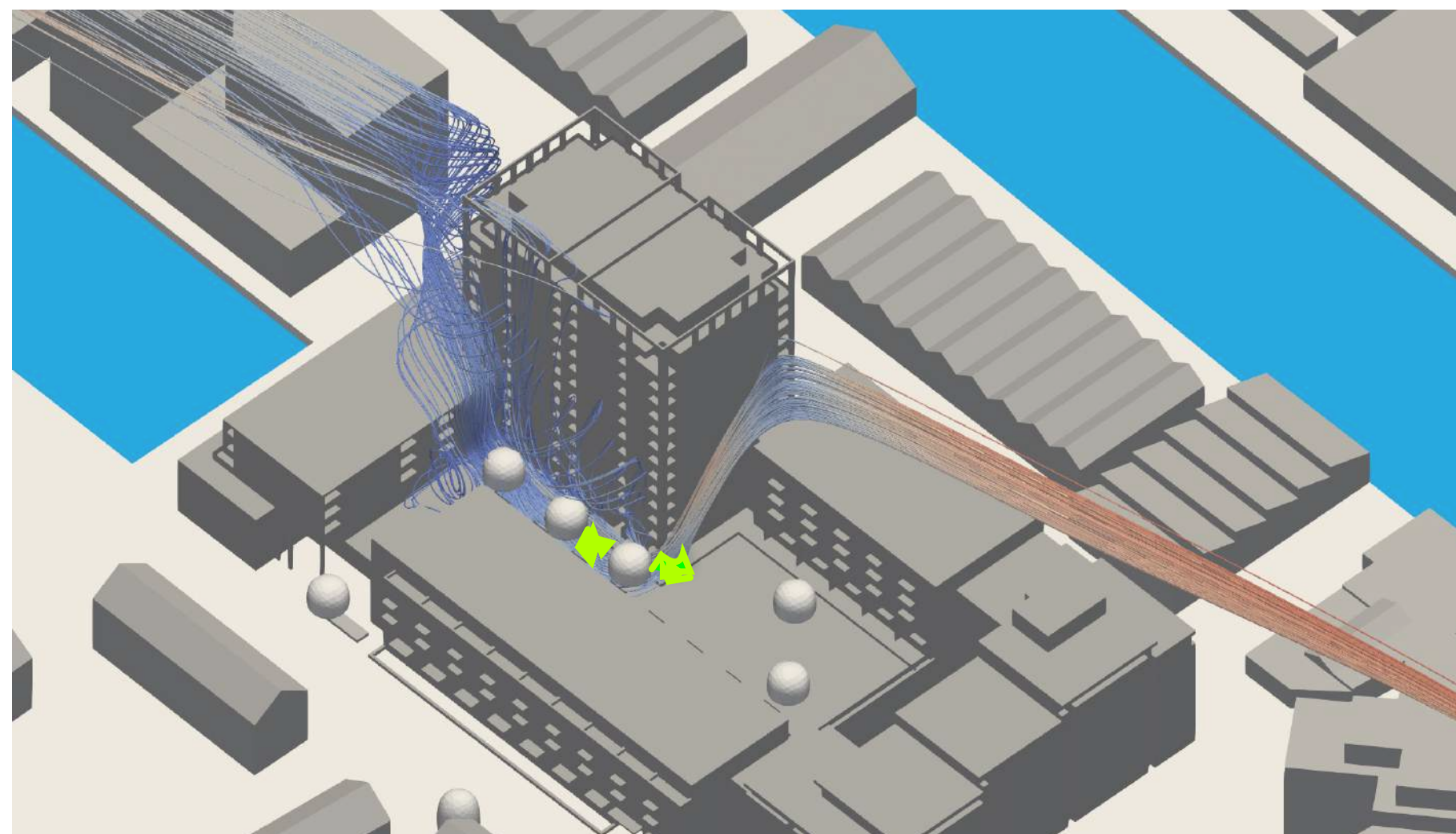
In de binnenplaats is tevens een kleine zone aanwezig met windcondities gekenmerkt door windhinderklassen C en D. Figuur 5.2 toont aan dat de wind uit zuidzuidwestelijke richting Blok A raakt en vervolgens een valwind creeërt die voor een versnelling rondom de gebouwhoek zorgt. Als het gewenst is om het windcomfort te verbeteren om de activiteiten slenteren en langdurig zitten comfortabel uit te voeren is een mogelijke maatregel het toepassen van extra vegetatie. Figuur 5.3 laat het effect zien van vegetatie op de windcondities in de binnenplaats. Daarom wordt voorgesteld om extra vegetatie in de vorm van bomen en/of struiken tot een hoogte van ca. 1,5 tot 2,0 m te plaatsen (zie figuur 5.4).



Figuur 5.2: Stroomlijnen westelijke hoek Blok A bij wind uit de richting ZZW, exclusief vegetatie. Stroomlijnen gekleurd naar snelheid, waarbij rood een hoge snelheid en blauw een lage snelheid aangeeft.



Figuur 5.3: Stroomlijnen westelijke hoek Blok A bij wind uit de richting ZZW, inclusief vegetatie. Stroomlijnen gekleurd naar snelheid, waarbij rood een hoge snelheid en blauw een lage snelheid aangeeft.

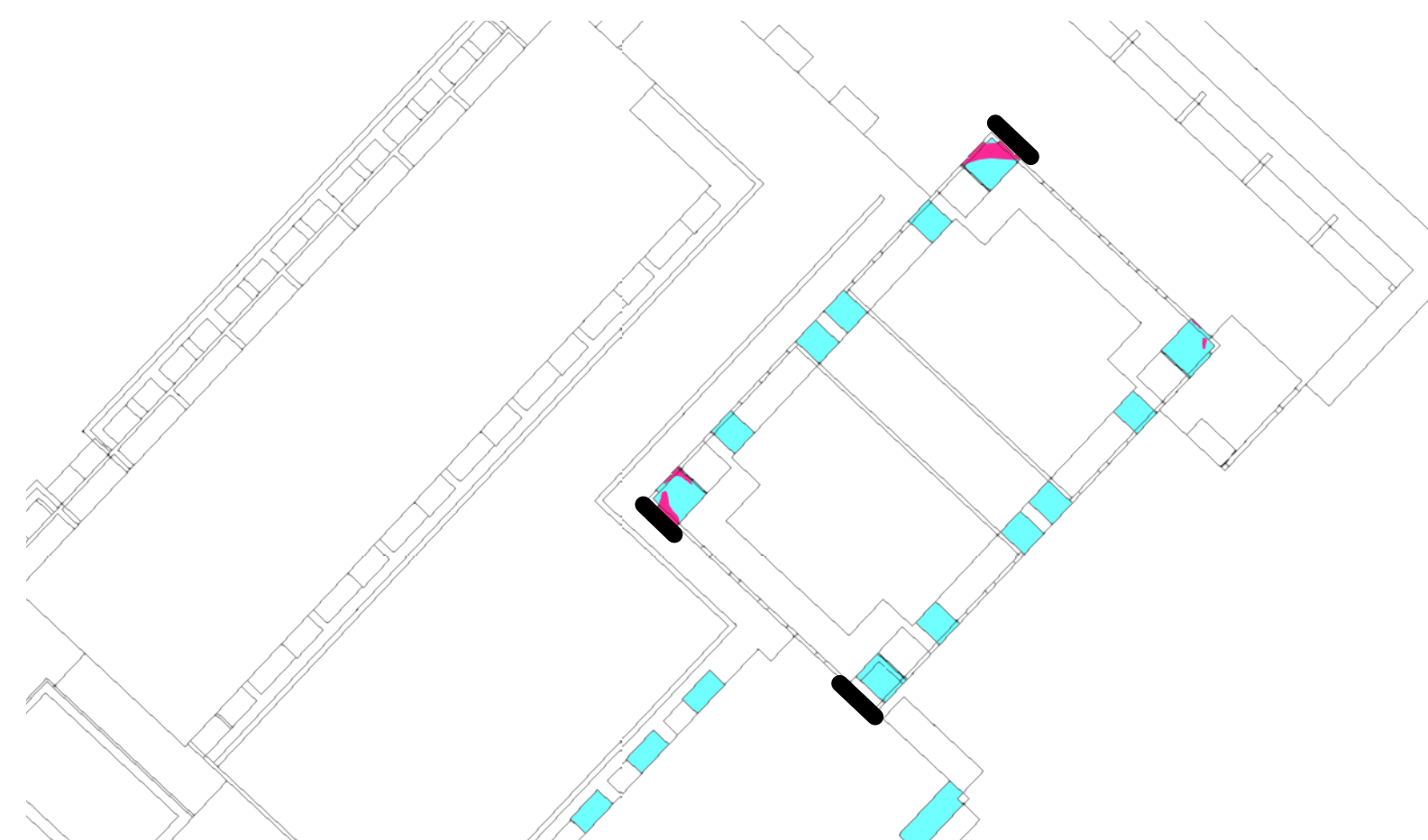


Figuur 5.4:
Positie extra vegetatie
ten behoeve van het
verbeteren van het
windklimaat op de
binnenplaats.

5.3 Windcomfort op private buitenruimten

Het windcomfort op diverse hoekbalkons van Blok A, aangemerkt als ongeschikt voor zitten, kan worden verbeterd met het plaats van volledig sluitend transparant scheidingselement. Het scheidingselement dient geplaatst te worden zodat de versnelling van de wind rondom de gebouwhoeken minder van invloed gaat zijn op de balkons. Het scheidingselement zal de gehele uitsparing dienen te vullen (zie figuur 5.5)

Het windcomfort op de hoekbalkons van Blok D en het dakterras van Blok A, aangemerkt als ongeschikt voor zitten, kan worden verbeterd met het verhogen van de balustrades van 1,0 m naar ca. 1,5 m. Dit zorgt ervoor dat men meer afgeschermd zal zijn tegen de optredende windcondities wanneer deze een zittende functie uitvoeren op de private buitenruimten.



Figuur 5.5:
Positie transparante
scheidingselementen
ten behoeve van het
windcomfort op de
private hoekbalkons
van Blok A

6 Conclusie

Onderhavige rapportage omschrijft een windstudie uitgevoerd door [Actiflow](#) waarin het effect van de realisatie het *Havenkwartier* te Rijswijk inzichtelijk is gemaakt met betrekking tot het windklimaat in de openbare ruimte en in private buitenruimten. Conform de norm is getoets op de jaargemiddelde situatie bestaande uit een situatie met vegetatie en zonder vegetatie.

De resultaten hebben het volgende laten zien:

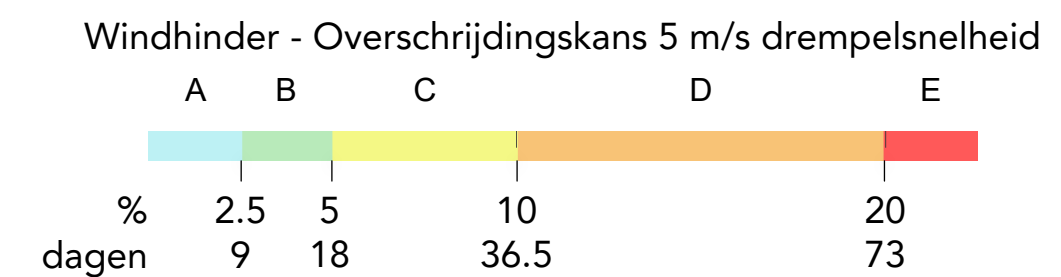
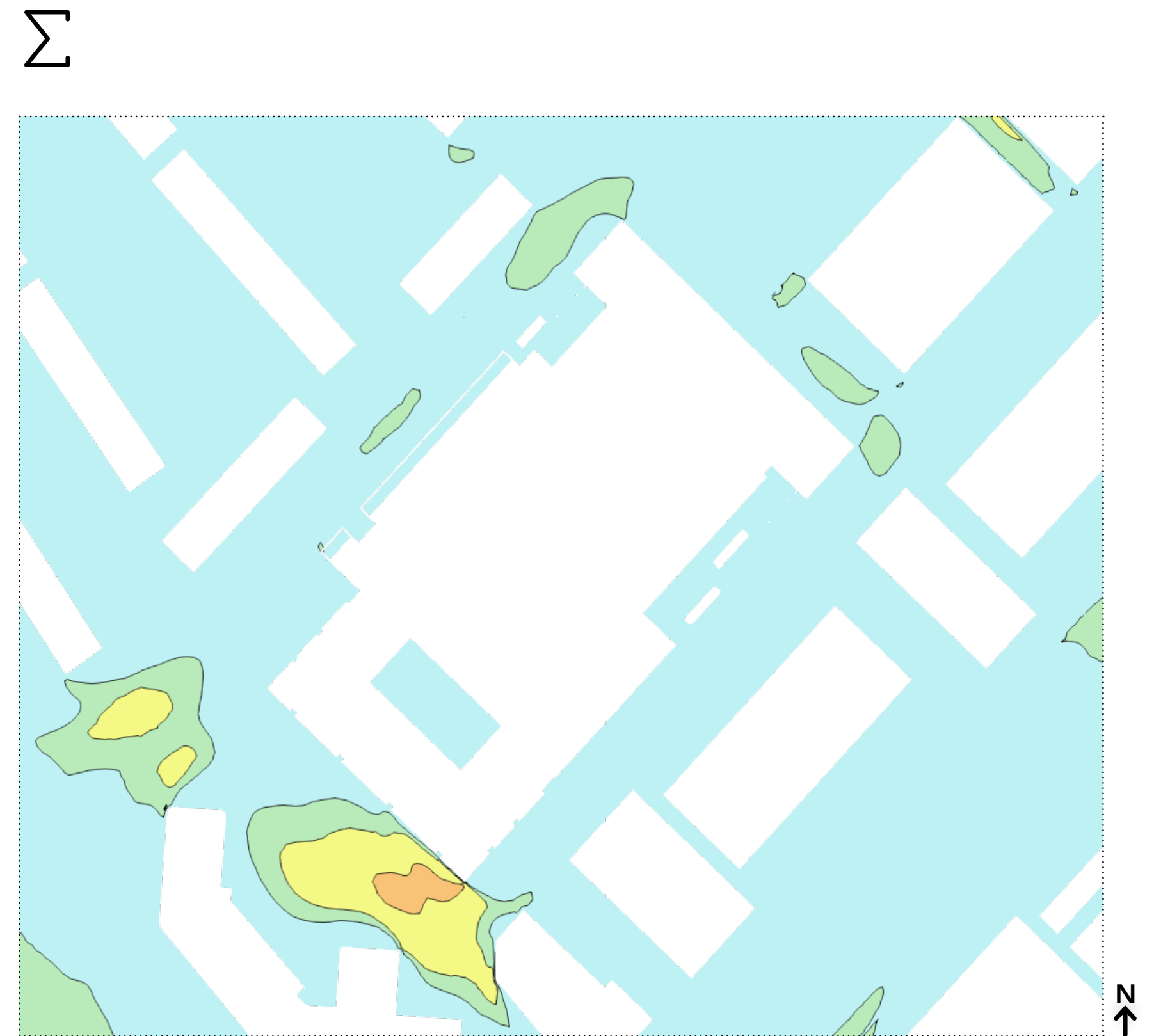
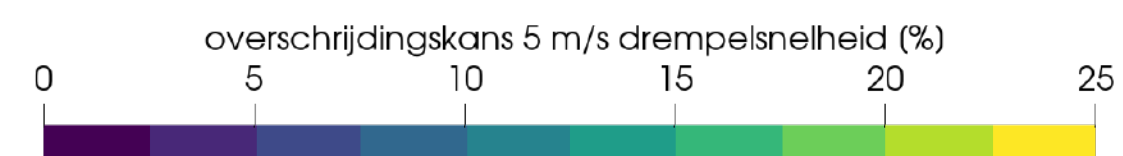
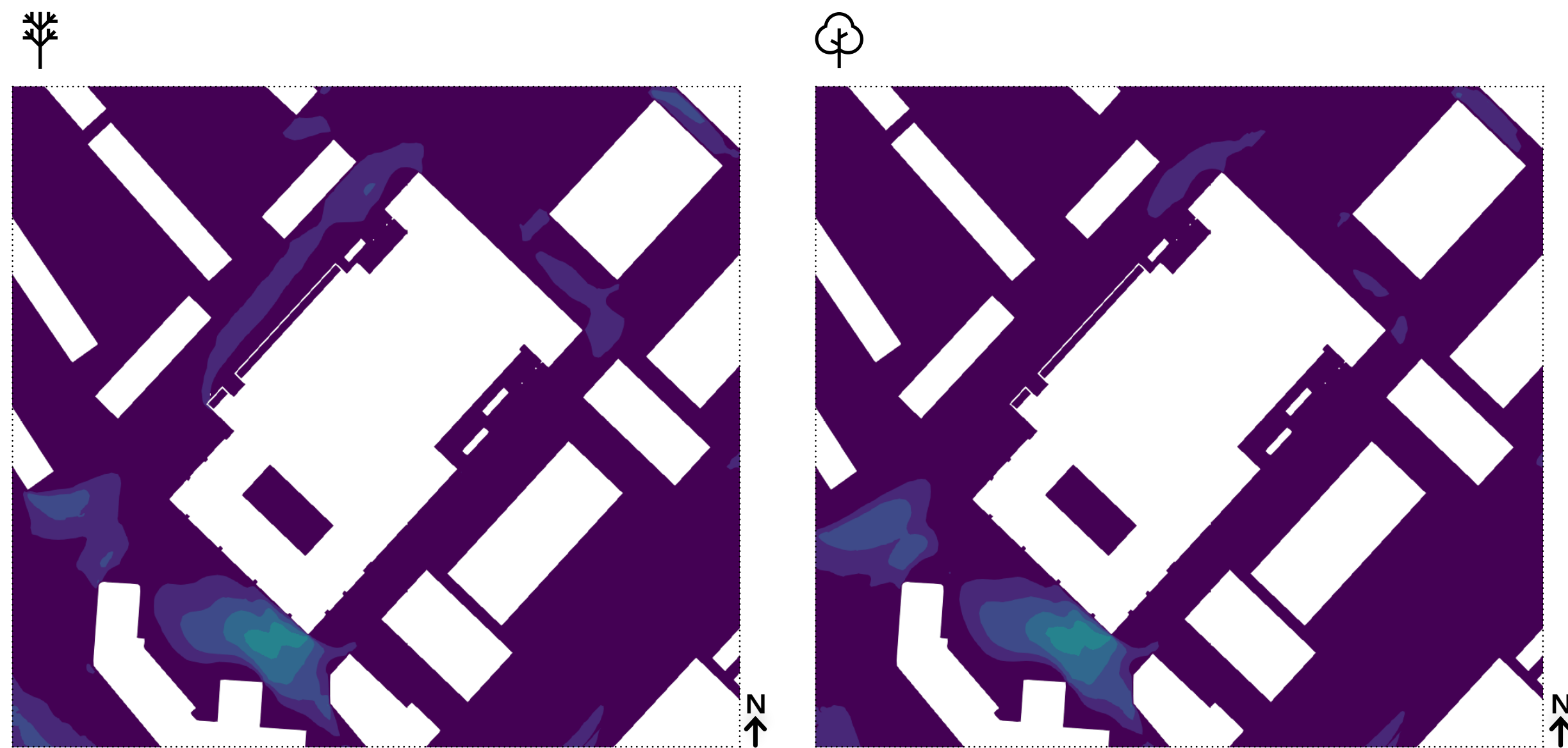
- De windcondities in het plangebied worden overwegend gekenmerkt door windhinderklassen A en B. Deze condities zijn geschikt voor het uitvoeren van de beschouwde voetgangersactiviteiten (doorlopen, slenteren en langdurig zitten).
- In de centraal gelegen binnenplaats gelden windcondities overwegend gekenmerkt door windhinderklassen A en B. Echter, rondom de hoek van Blok A treedt een zone op met windhinderklassen C en D. Afhankelijk van de gewenste activiteit in de binnenplaats zullen aanvullende maatregelen gewenst zijn (zie hoofdstuk 5).
- De windcondities op de private buitenruimten zijn overwegend geschikt om te zitten met enkele uitzondering voor de hoekbalkons in Blok A en D, en het dakterras. Het wordt aanbevolen om hier aanvullende maatregelen te nemen mits een zittende functie wordt verwacht op deze buitenruimten (zie hoofdstuk 5).
- In en rondom het plangebied geldt geen risico op windgevaar.

A Inlegvel NEN 8100:2006

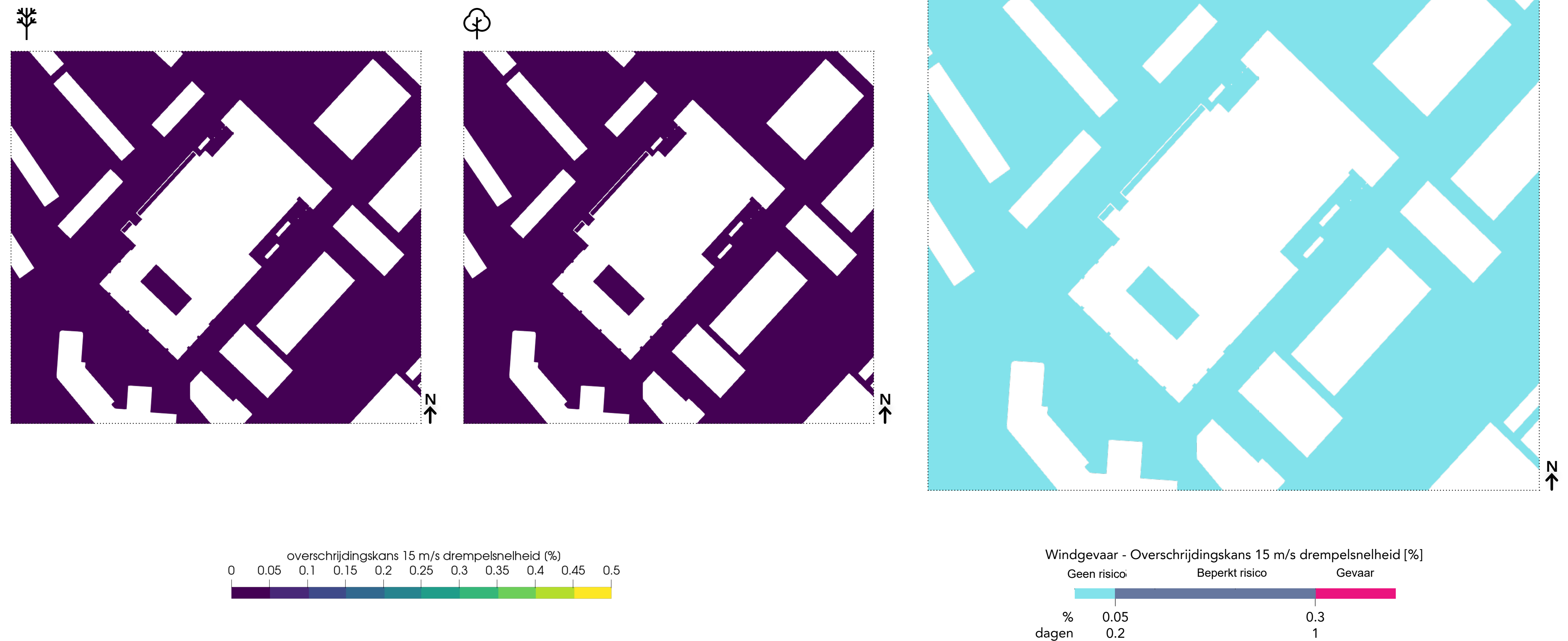
Project	Projectgegevens
Projectnaam	Havenkwartier te Rijswijk
Opdrachtgever	Noorman advies
Projectleider	Ir. Katarína Košútová, Ing. Dean Pelkmans
Datum	30/06/2021
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen ca. 300 m rondom de nieuwbouw
Kerngebied	Geschematiseerd 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 de toekomstige situatie
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: v2012
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag. Cellen: 34 100 264
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: 82987		Y: 451172	
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				

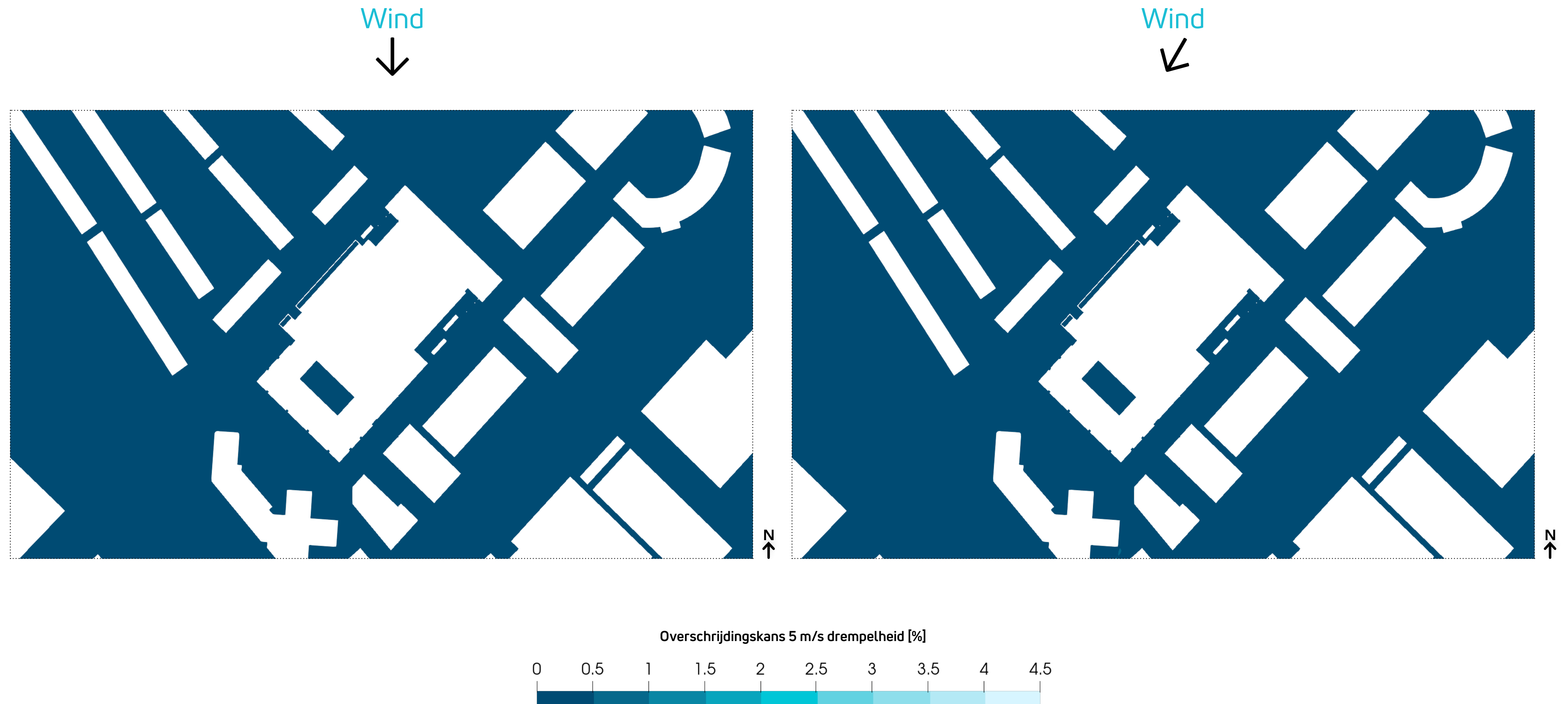
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid: situatie met en zonder vegetatie, en jaargemiddeld



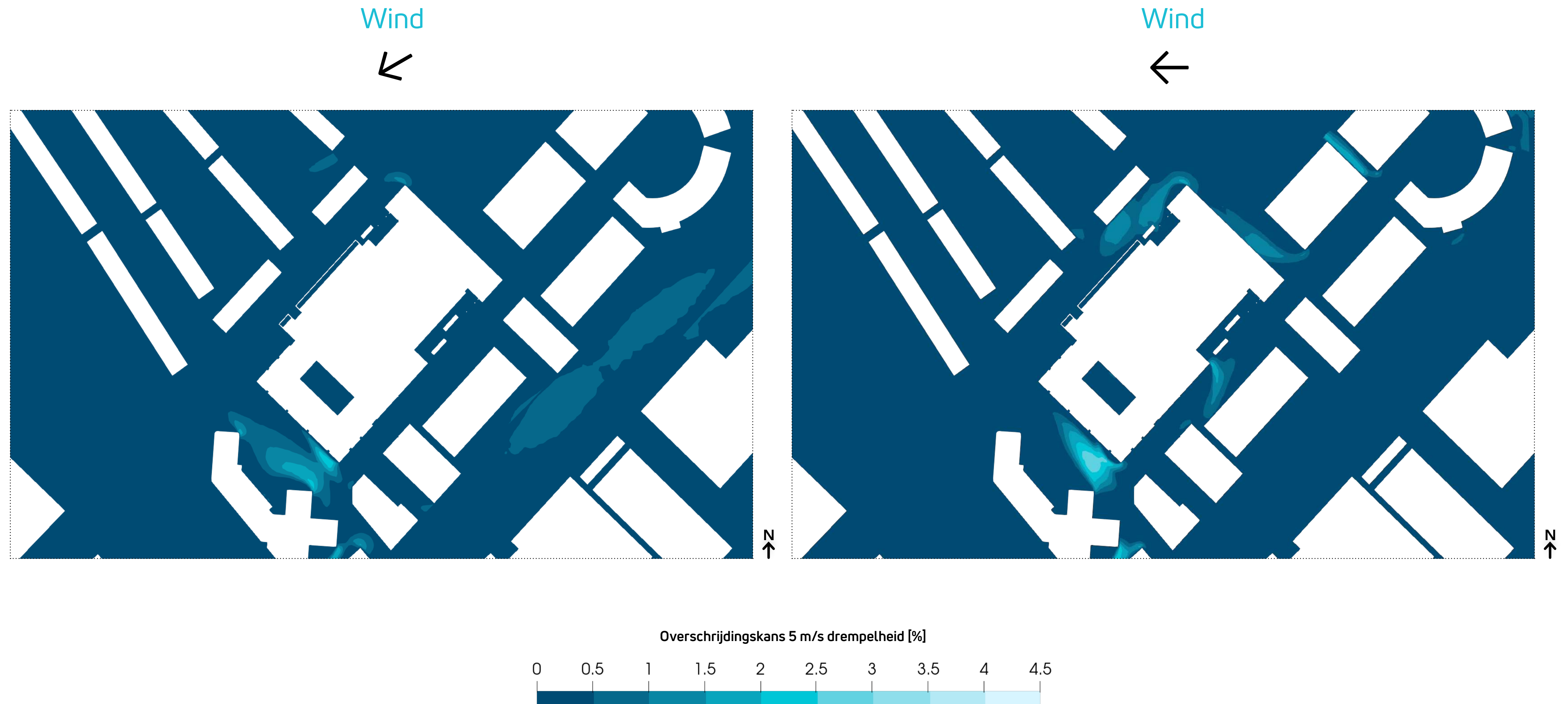
B Overschrijdingskans 15 m/s drempelsnelheid: situatie met en zonder vegetatie, en jaargemiddeld



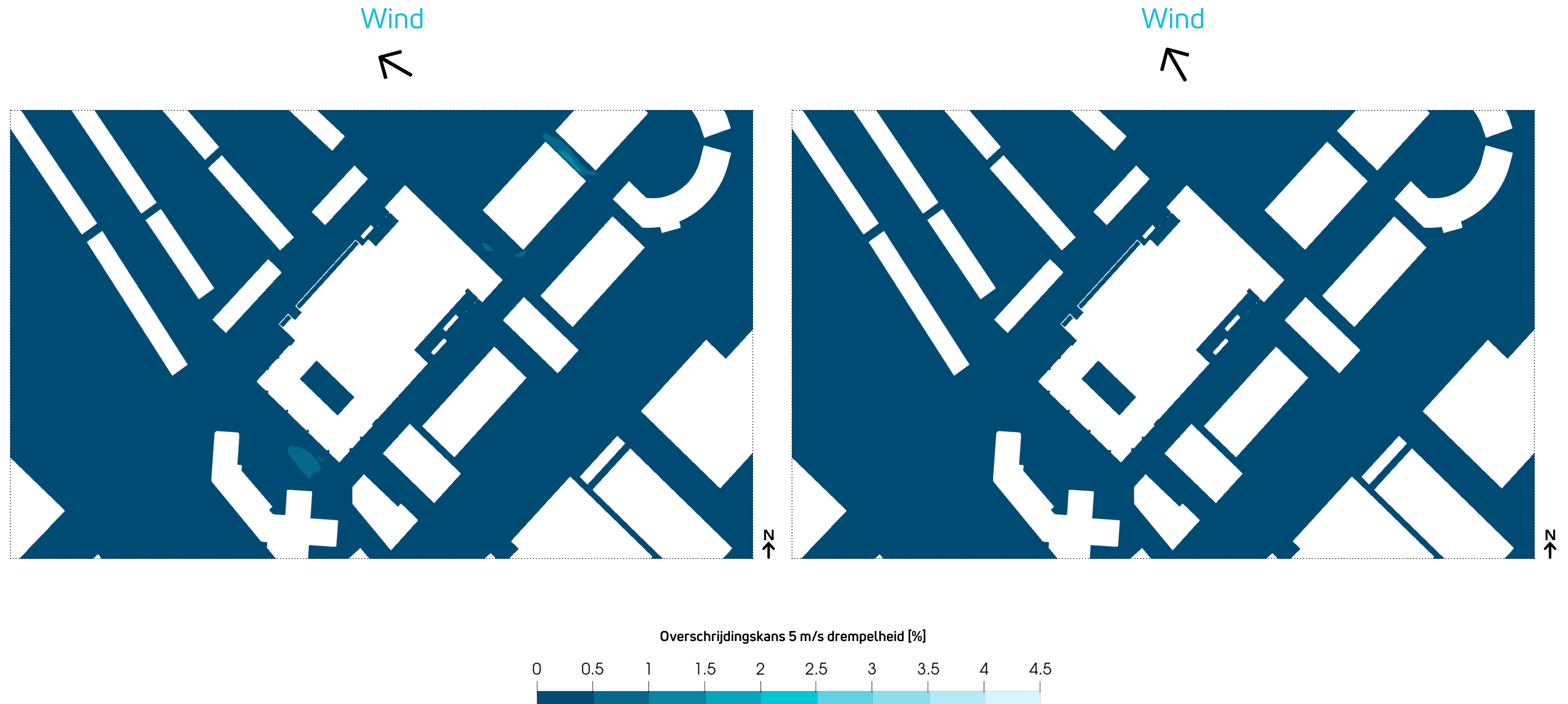
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



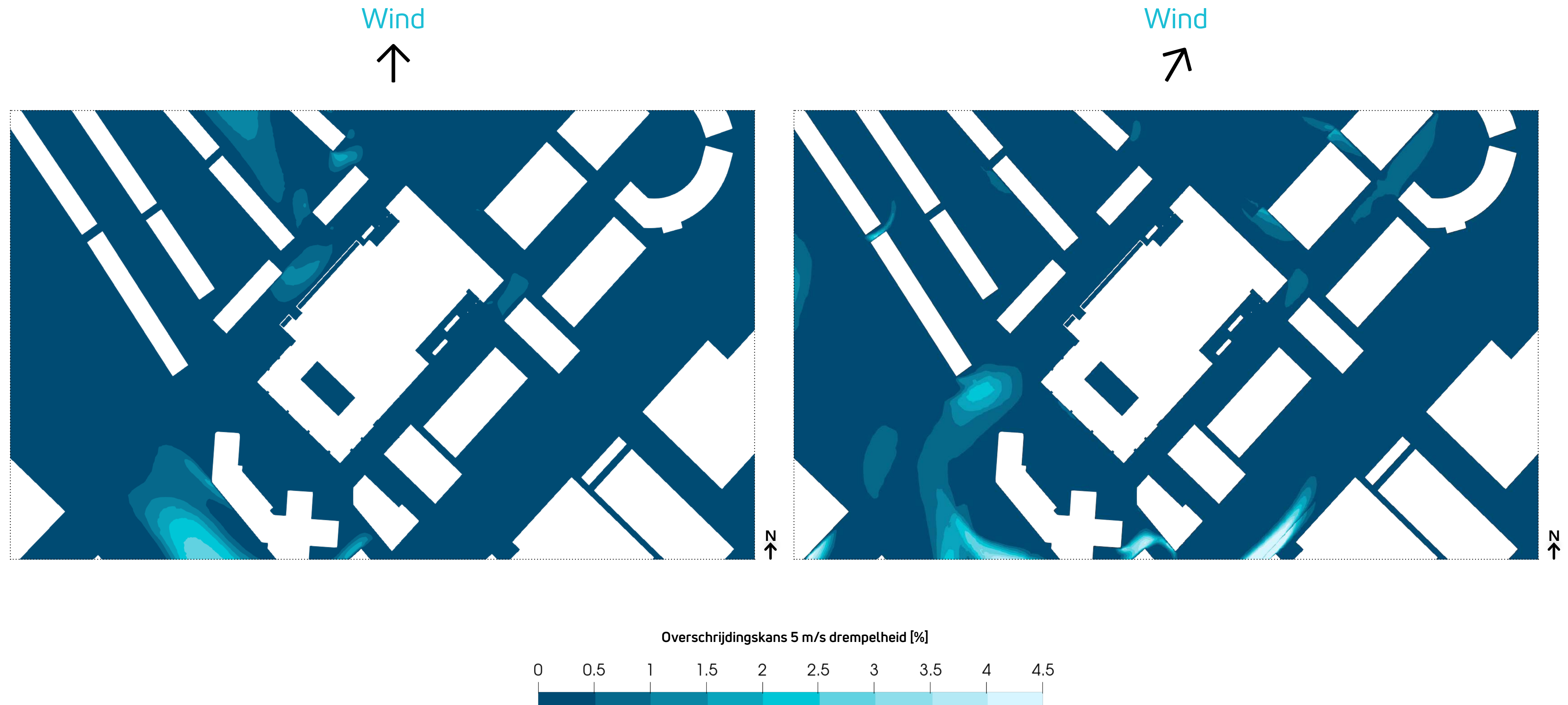
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



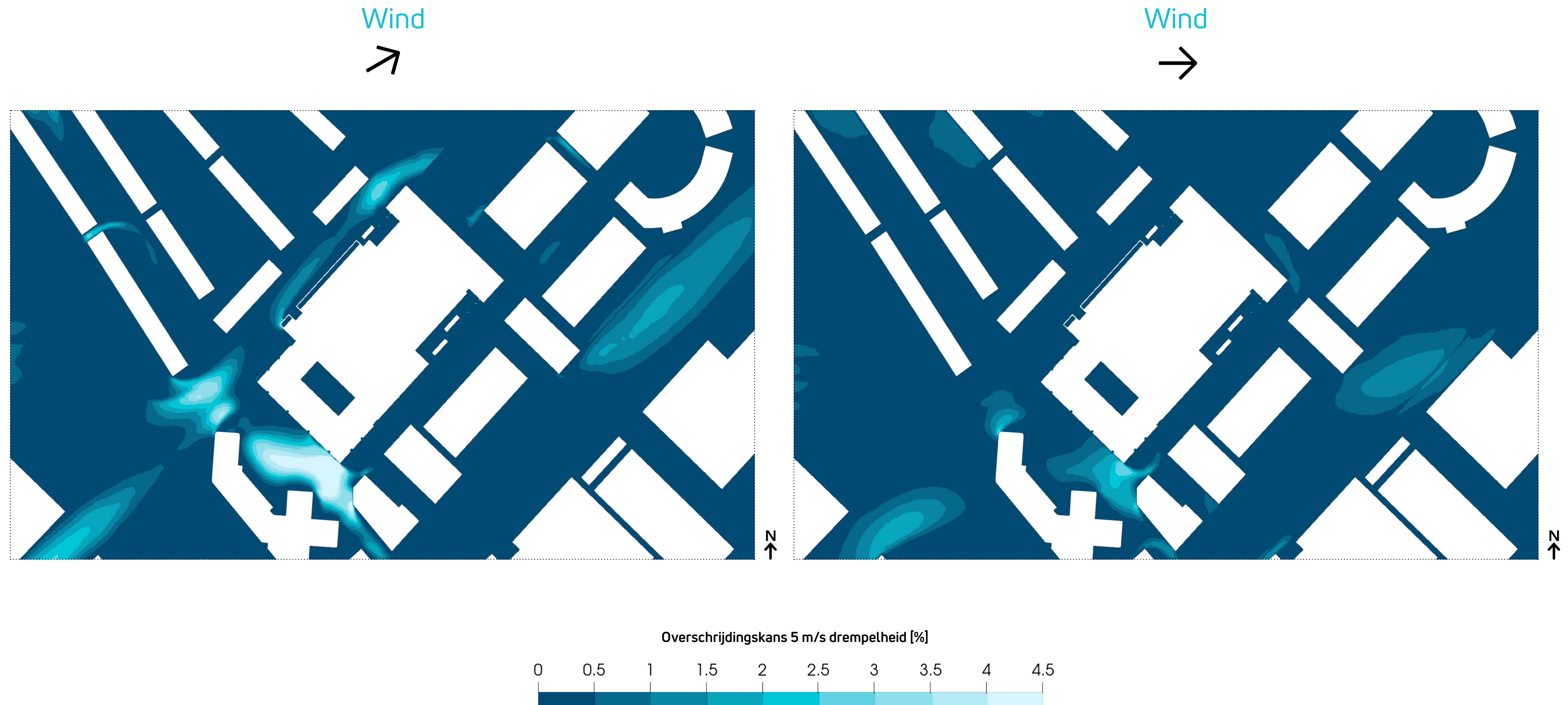
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



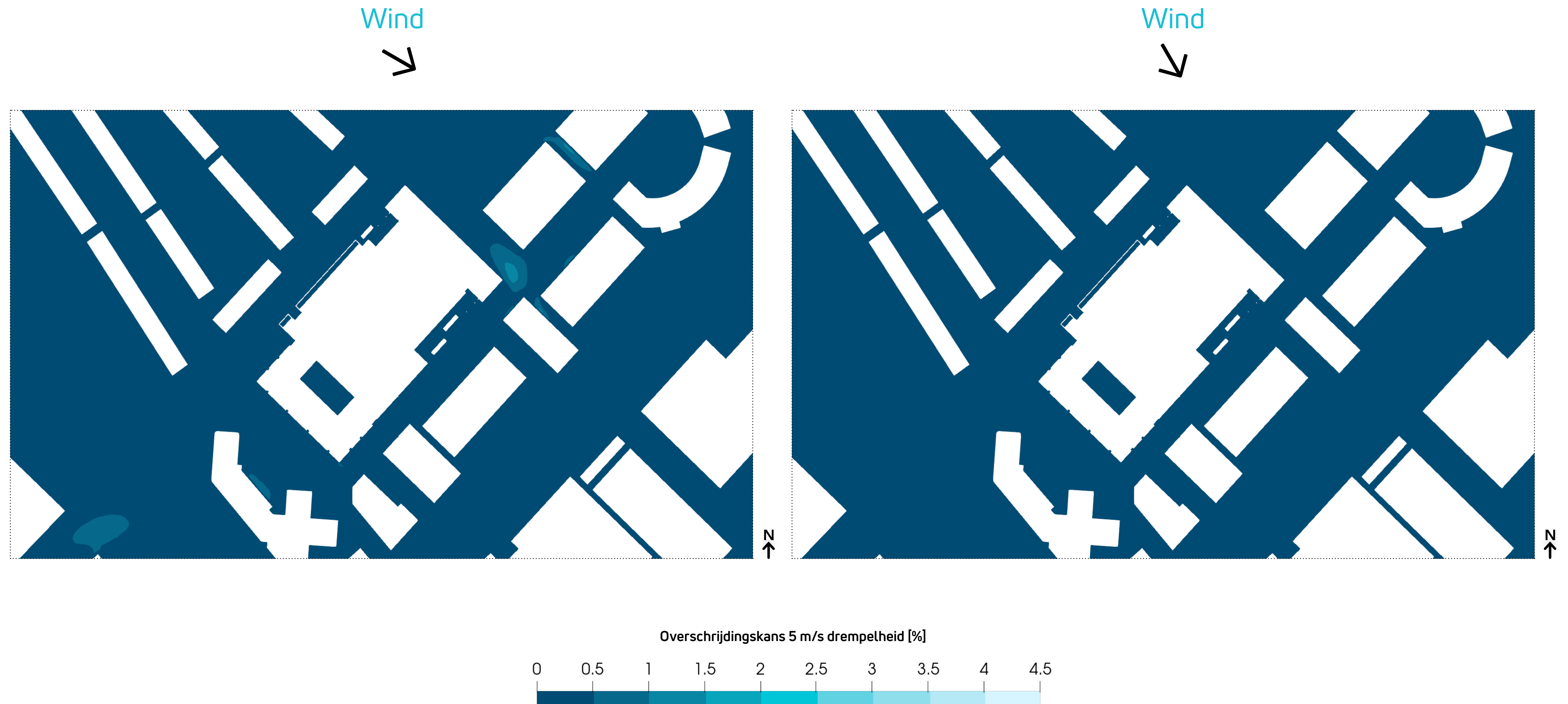
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



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