

Te Werve Oost te Rijswijk

CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

Te Werve Oost te Rijswijk

CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

Opdrachtgever	Rijswijk Wonen
Contactpersoon opdrachtgever	Anouk van Dam
Projectnummer	7432
Rapportversie	1.0
Status	Definitief
Datum	18 augustus 2023
	©2023 Actiflow BV

Auteur(s) ir. Dean Pelkmans



Controleur ir. Roland Broers



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

Inhoudsopgave

1. Introductie	4	A Inlegvel NEN 8100:2006	17
2. Normstelling	6	B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid	18
2.1 Windhinder en windgevaar		C Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld	19
2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar		D Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen	23
3. Opzet van de berekening	8		
3.1 3D-Model en rekenrooster			
3.2 Vegetatie			
3.3 Methodiek			
3.4 Software			
3.5 Aannames en randvoorwaarden			
4. Resultaten	11		
5. Conclusie	16		

1 Introductie

Voorliggende rapportage omschrijft een windonderzoek uitgevoerd door [Actiflow](#) in opdracht van Rijswijk Wonen in relatie tot de herontwikkeling van de woonwijk *Te Werve Oost* te Rijswijk.

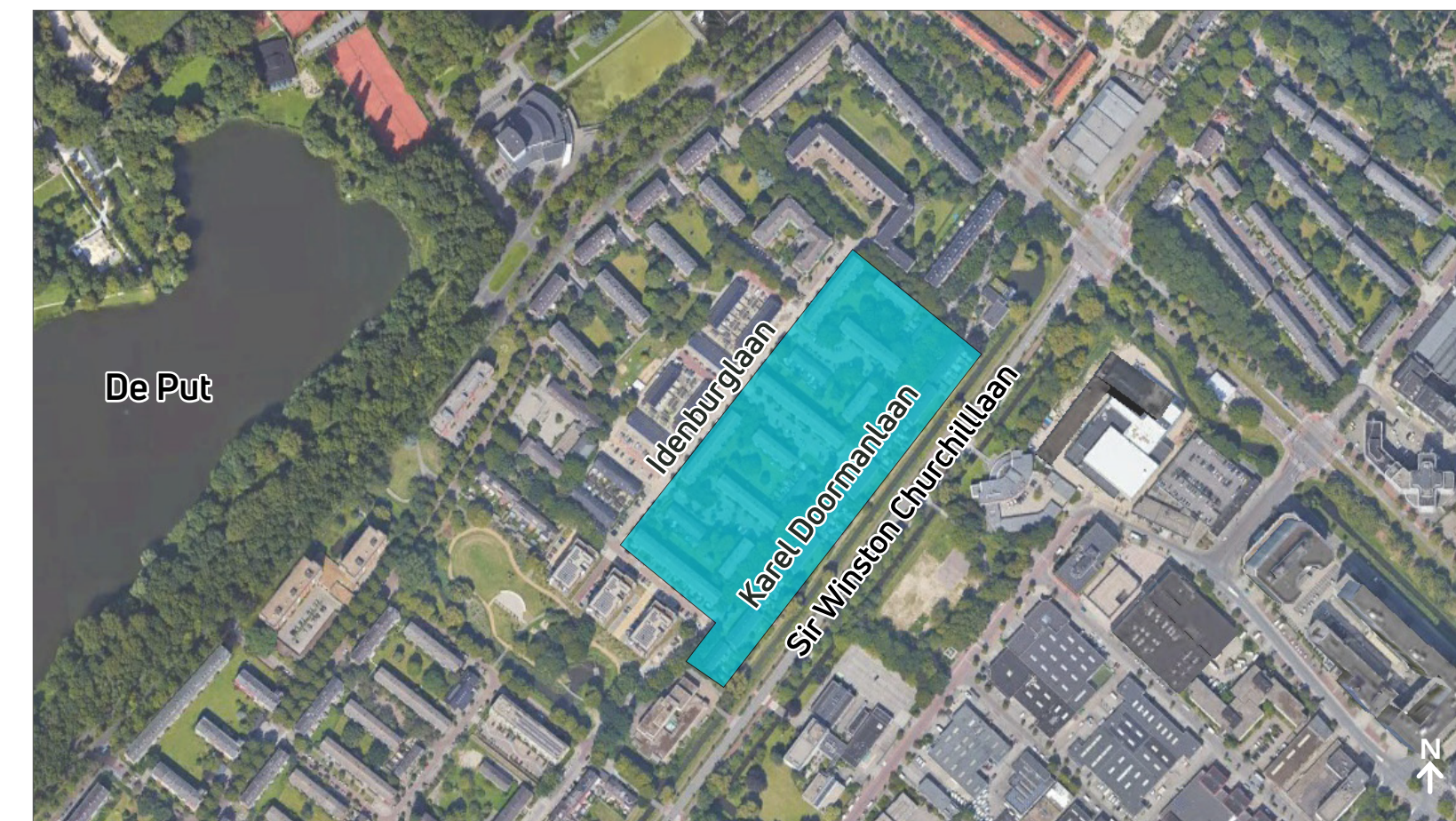
Het plangebied bevindt zich in het wijkdeel *Te Werve Oost* en wordt omsloten door de *Idenburglaan* ten noordwesten en de *Sir Winston Churchillaan* ten zuidoosten (zie figuur 1.1). De directe omgeving wordt verder gekenmerkt door een combinatie van het Rijswijkse Bos en residentiële laagbouw ten noorden, industriële bebouwing ten oosten en zuiden, en residentiële laagbouw en het openluchtzwembad *De Put* ten westen.

De bestaande bebouwing in het wijkdeel wordt gekenmerkt door relatief lage bebouwing, met een maximale hoogte van 16 m. Daarnaast bevindt zich tussen de woonblokken een grote hoeveelheid vegetatie. De toekomstige bebouwing wordt gekenmerkt door een combinatie van lage tot middelhoge bebouwing met een maximale hoogte van respectievelijk 15 m aan de *Idenburglaan* en de *Karel Doormanlaan*, en 36 m aan de *Sir Winston Churchillaan* (zie figuur 1.2). In de toekomstige situatie is vegetatie toegevoegd tussen de beoogde bebouwing conform het meest recente inrichtingsplan.

Het inpassen van de nieuwbouw zal leiden tot een wijziging van het lokale windklimaat. Dit kan zorgen voor een situatie die als onprettig of gevaarlijk wordt ervaren. Daarnaast vragen de functies van de gebouwen en het verwachte gebruik van de openbare buitenruimte om een acceptabel comfortniveau ten aanzien van wind. Het is dan ook noodzakelijk het windklimaat inzichtelijk te maken, zodat mogelijke knelpunten kunnen worden aangepakt. Aanvullend wordt het netto-effect van de nieuwbouw inzichtelijk gemaakt door het optredende windklimaat in de toekomstige situatie te vergelijken met de huidige windklimaat wat optreedt in het plangebied zonder nieuwbouw.

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

Een uitgebreide beschrijving van de richtlijnen wordt gegeven in hoofdstuk 2. De geometrie van 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. Ten slotte wordt een conclusie gevormd in hoofdstuk 5.



Figuur 1.1:
Impressie van de
locatie van het
nieuwbouwproject
(bron: Google Earth)



(a)
Bestaande situatie



(b)
Toekomstige situatie

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

Zicht vanuit het zuiden

2 Normstelling

2.1 Windhinder en windgevaar

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

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

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



Figuur 2.1:
Verbeelding situatie van windhinder



Figuur 2.2:
Verbeelding situatie van windgevaar

2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar

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

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

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

Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 5 m/s) (% van het aantal uren per jaar)	Windhinderklasse	Beoordeling per activiteit		
		Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten ^a
< 2,5 % (< 219 uren)	A	Goed	Goed	Goed
2,5 - 5 % (219-438 uren)	B	Goed	Goed	Matig
> 5 - 10 % (> 438-876 uren)	C	Goed	Matig	Slecht
> 10 - 20 % (> 876-1752 uren)	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20 % (1752 uren)	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 2.2 toont de indeling en beoordeling van de kans op windgevaar. Bij de beoordeling wordt niet direct onderscheidt gemaakt in activiteiten, echter wordt in NEN 8100:2006 opgemerkt dat voor activiteitenklassen 'Slenteren' en 'Langdurig zitten' zelfs een beperkt risico al onacceptabel is. Dit betekent dat voor deze activiteitenklassen geldt dat enkel $p \leq 0,05$ acceptabel is. Een gevaarlijk windklimaat moet in elk voetgangersgebied worden vermeden.

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

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

3 Opzet van de berekening

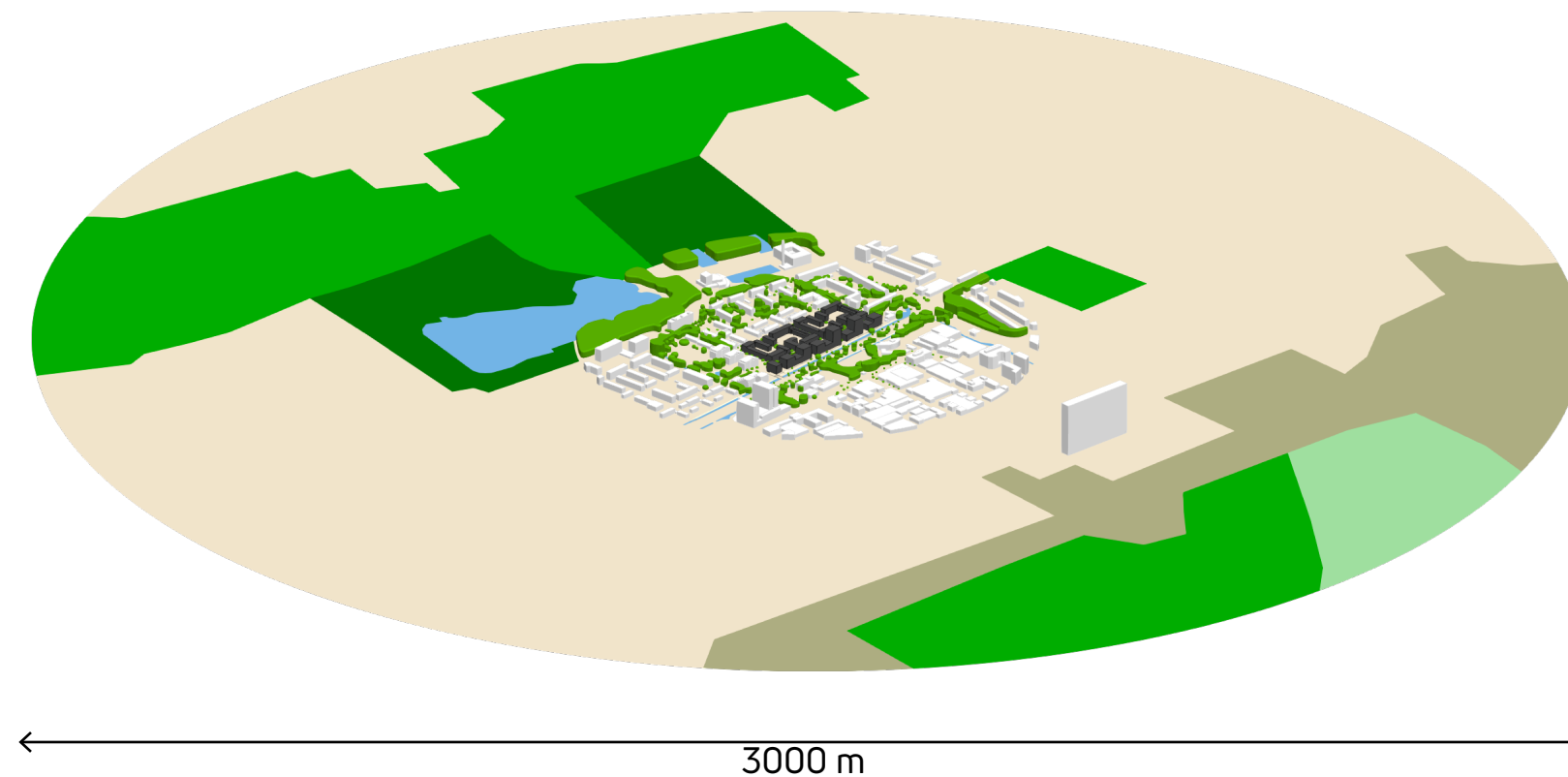
Het windonderzoek is uitgevoerd aan de hand van de richtlijnen in NEN 8100:2006. Hierbij hanteert Actiflow een 'Kwaliteitsrapport', zoals dit ook benoemd wordt in NEN 8100:2006. Hiermee wordt de kwaliteit van ons onderzoek en de betrouwbaarheid van de resultaten gewaarborgd. In dit hoofdstuk worden de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

3.1 3D-Model en rekenrooster

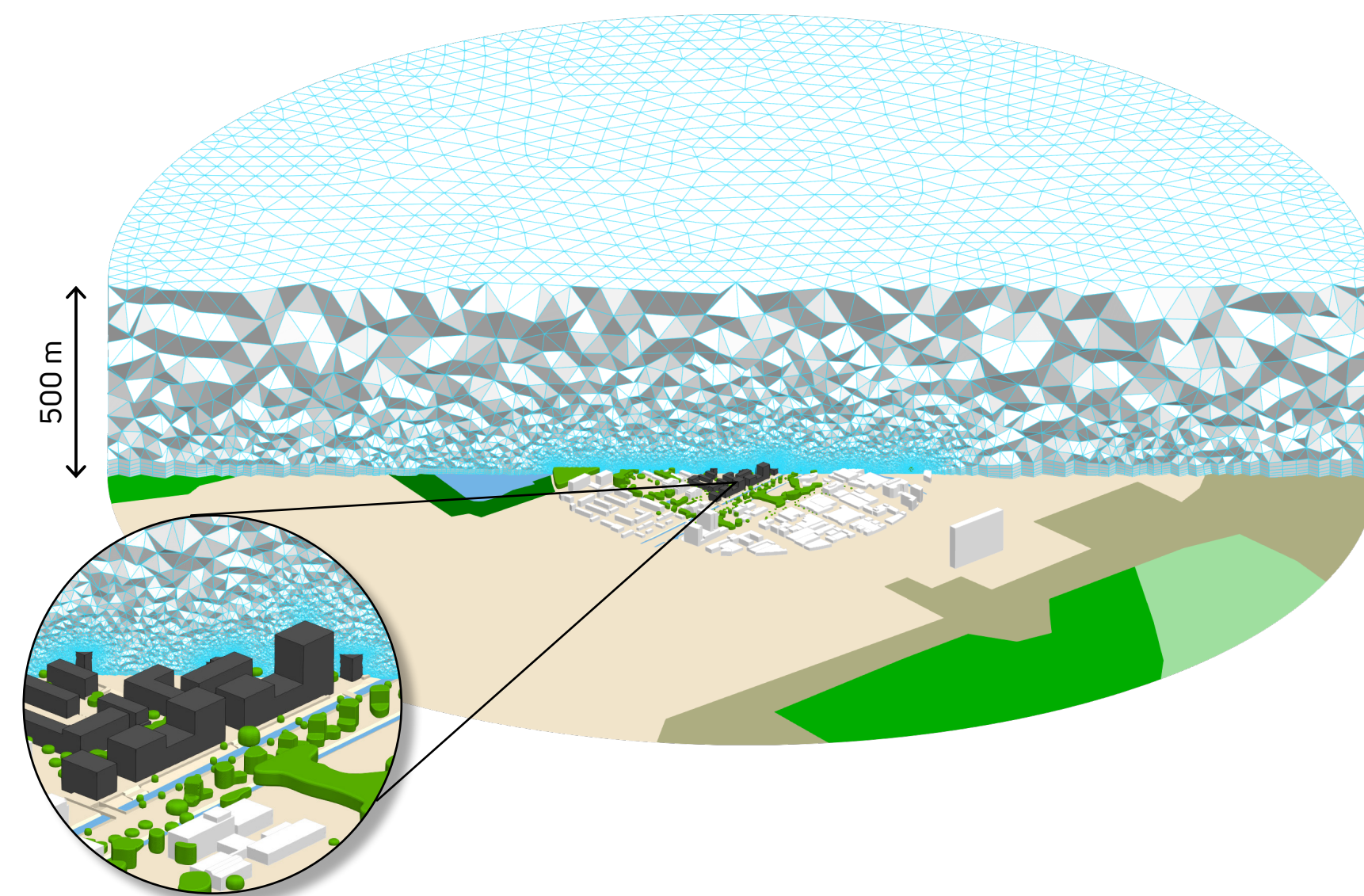
De geometrie van de modellen is gebaseerd op de verkregen tekeningen en 3D-modellen van de opdrachtgever. De modellen omvatten alle gebouwen binnen een straal van minimaal 400 m. Dit betreft de bestaande situatie en de toekomstige situatie na toevoeging van de nieuwbouw in figuur 1.2 en 3.1.

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

Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor deze situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit 33 261 717 cellen in het model van de bestaande situatie en 40 642 832 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.



Figuur 3.1:
Impressie van het model in de toekomstige situatie
Zicht vanuit het zuiden



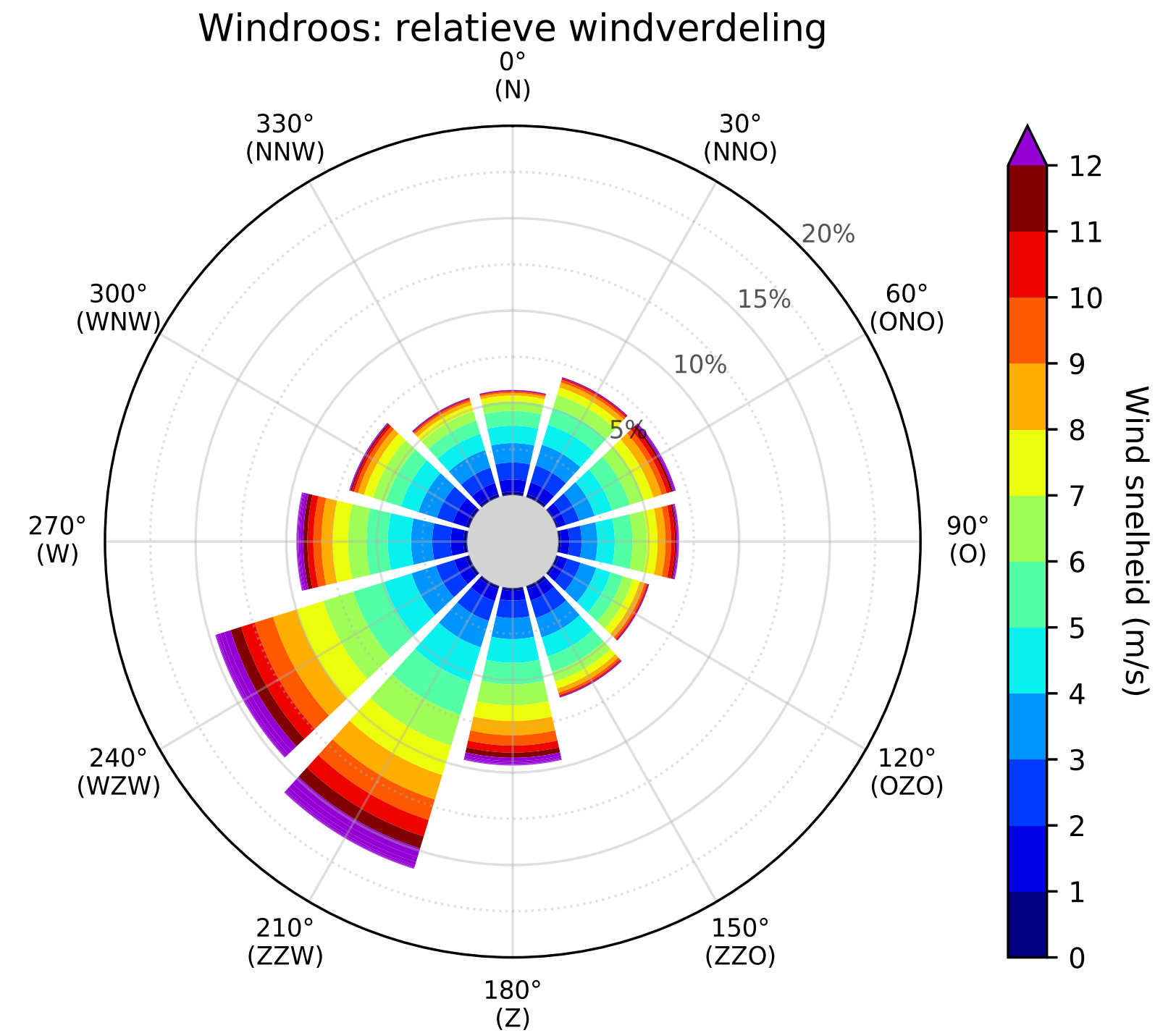
Figuur 3.2:
Doorsnede van het rekenrooster in de toekomstige situatie
Zicht vanuit het zuiden

3.2 Vegetatie

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

3.3 Methodiek

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgerekend, te weten 12 windrichtingen. Voor elke windrichting die in beschouwing is genomen wordt een resulterend snelheidsveld bepaald. Hiermee is voor elke locatie per windrichting de versterkingsfactor ten opzichte van de opgelegde windsnelheid vastgelegd. Vervolgens wordt de windstatistiek conform NPR 6097:2006 gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse om te bepalen of er een comfortabel windklimaat kan zijn. Een visualisatie van de lokale windstatistiek als windroos is weergegeven in figuur 3.3. Een frequentieverdeling van de windsnelheid op 60 m hoogte wordt gerapporteerd in bijlage B.



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

3.4 Software

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v2306, een softwarepakket dat bedoeld is voor het oplossen van problemen in de continuüm mechanica en thermodynamica. Voor dit project is "simpleFoam" gebruikt. Deze solver is gebaseerd op de Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen voor incompressibele vloeistoffen en houdt rekening met turbulentie. Voor de modellering van turbulentie is gebruik gemaakt van het SST $k-\omega$ model.

3.5 Aannames en randvoorwaarden

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

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

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

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

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

4 Resultaten

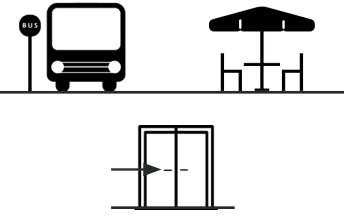
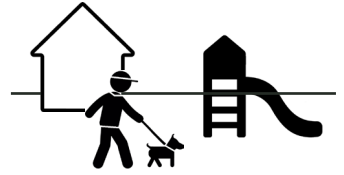

4.1 Windklimaat openbare buitenruimte

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

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

Als richtwaarden voor de gewenste windhinderklassen wordt tabel 4.1 aangehouden.

Tabel 4.1: Richtwaarden van de windhinderklassen per activiteit

	Goed	Matig	Slecht
	A	B	C, D en E
	A en B	C	D en E
	A, B en C	D	E
<p>Windgevaar dient bij voorkeur voorkomen te worden. Een beperkt risico kan lokaal geaccepteerd worden</p>			

Bestaande situatie

De resultaten geven weer dat in de bestaande situatie, in wijkdeel Te Werve Oost, een windluw klimaat optreedt, welke gekenmerkt wordt door windhinderklasse A (zie figuur 4.1). Deze conditie leent zich uitstekend voor de voetgangersactiviteiten: doorlopen, slenteren en langdurig zitten (zie figuur 4.2). In de bestaande situatie geldt tevens geen risico op windgevaar in de openbare ruimte (zie figuur 4.3).

Het windluwe klimaat in de bestaande situatie is het gevolg van de relatief lage residentiële bebouwing in het plangebied. Wind neemt over de hoogte toe in snelheid, met als resultaat dat middelhoge tot hoge bebouwing nadrukkelijker blootgesteld worden aan hogere windsnelheden. Voor de aanwezige lage residentiële bebouwing in het plangebied geldt dit niet of nauwelijks. Bovengenoemde in combinatie met de aanwezige vegetatie tussen de woonblokken resulteert in het optreden van een windluw klimaat.

Toekomstige situatie

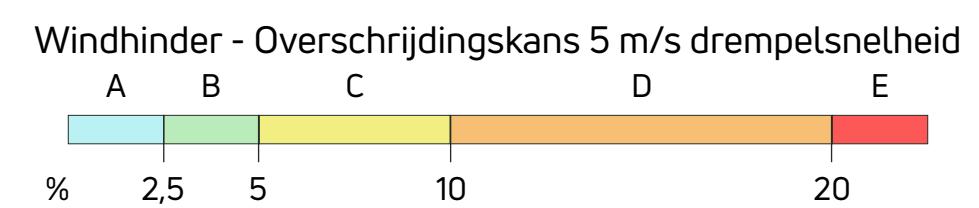
Het inpassen van de gewenste nieuwbouw in het plangebied resulteert in een vergelijkbaar windluw klimaat, wat overwegend gekenmerkt wordt door windhinderklasse A in combinatie met zones klasse B nabij de hoogteaccenten aan de Sir Winston Churchillaan. Deze condities lenen zich wederom uitstekend voor alle voetgangersactiviteiten (zie figuur 4.2). Het realiseren van gebouwentrees in deze windluwe condities resulteert in een comfortabel gebruik.

Aan de zuidwestelijke gevel van het meest noordoostelijke hoogteaccent aan de Sir Winston Churchillaan geldt een minimale zone met een klasse C classificatie. Deze condities lenen zich enkel nog voor de activiteiten doorlopen en slenteren.

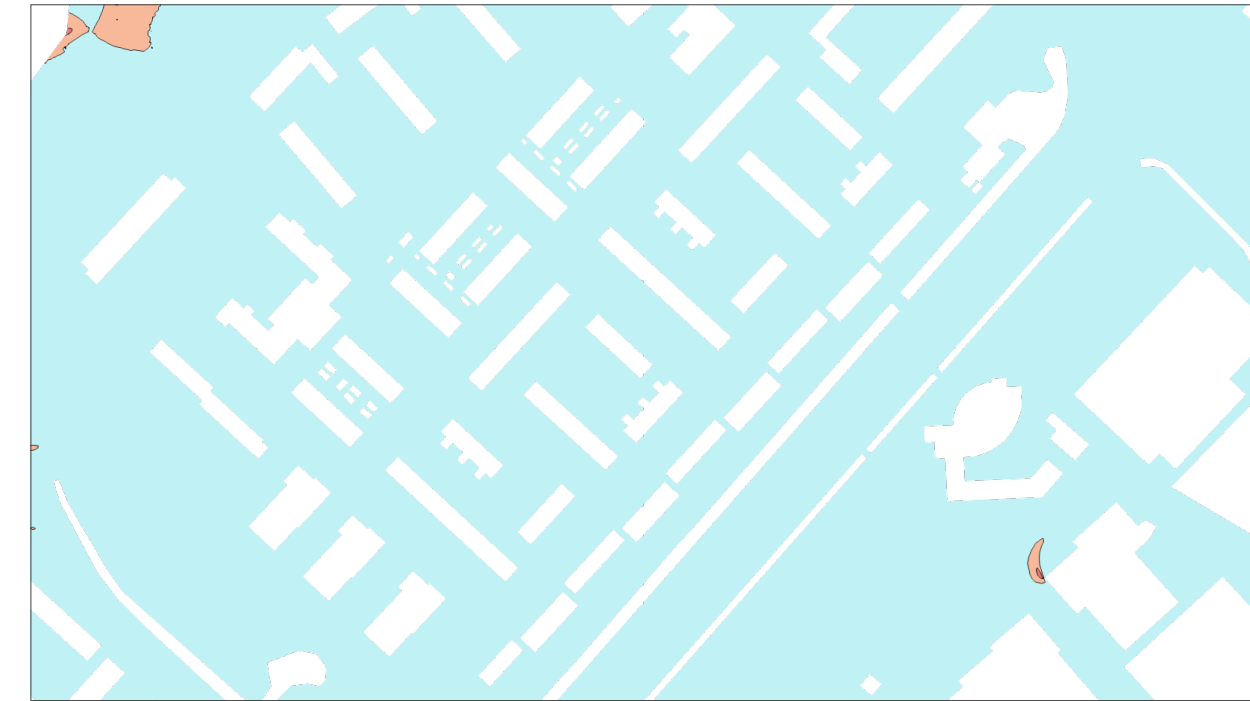
In de toekomstige situatie geldt tevens geen risico op windgevaar in de openbare ruimte (zie figuur 4.3).

De minimale toename in windhinder tussen de bestaande en toekomstige situatie is het resultaat van de beperkte hoogte van de beoogde nieuwbouw (max. 36 m) in combinatie met de oriëntatie van de langsgevels van de hoogteaccenten aan de Sir Winston Churchillaan op de minder dominante zuidoostelijke windrichtingen in het plangebied.

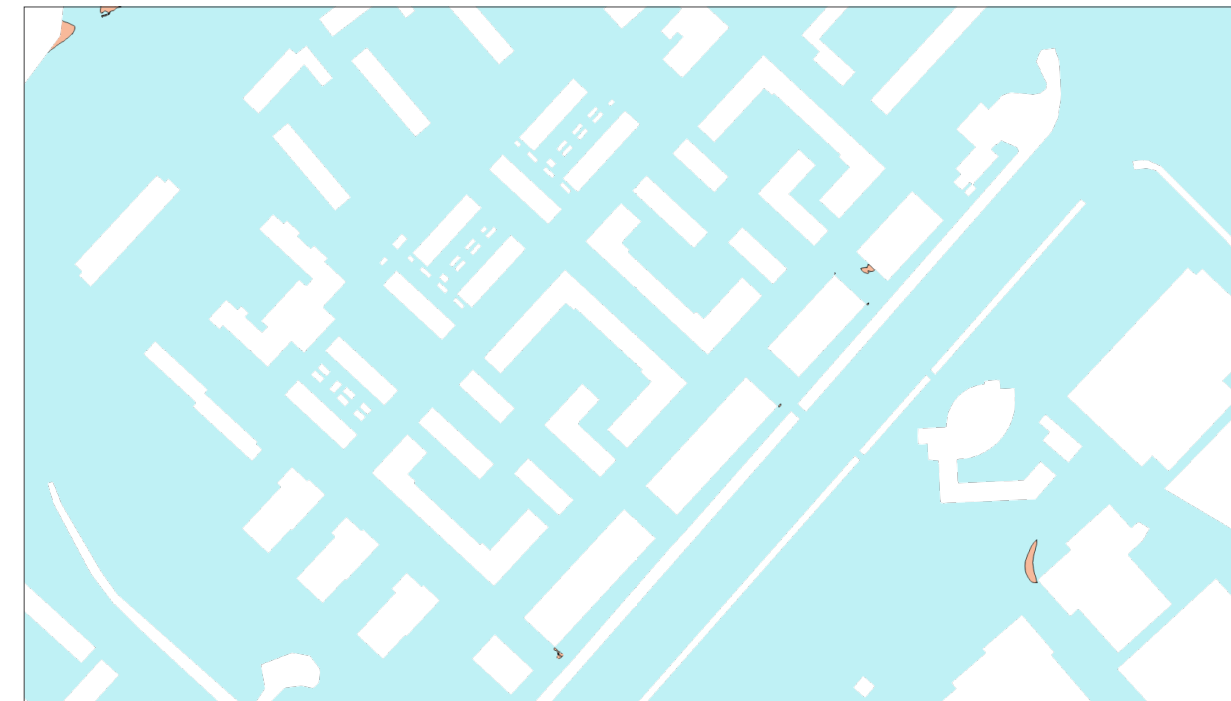
Figuur 4.1:
Windhinder op voetgangersniveau in de bestaande situatie (links) en toekomstige situatie (rechts)



Bestaande situatie



Toekomstige situatie



(a) Beoordeling activiteit doorlopen

(b) Beoordeling activiteit slenteren

(c) Beoordeling activiteit lang zitten (situatie bladdragend)



Figuur 4.2: Windhinder op voetgangersniveau voor drie verschillende activiteiten in de bestaande situatie (boven) en toekomstige situatie (beneden)

Figuur 4.3:
Windgevaar op voetgangersniveau in de bestaande situatie (links) en toekomstige situatie (rechts)



5 Conclusie

Dit rapport beschrijft een windonderzoek uitgevoerd door [Actiflow](#) voor het project *Te Werve Oost* te Rijswijk. Door de plaatsing van de nieuwbouw zal het lokale windklimaat beïnvloed worden.

Actiflow is gevraagd een onderzoek uit te voeren op basis van de Nederlandse norm "NEN 8100:2006: Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving". Hierbij is een geometrisch model van het gebouw en zijn omgeving opgesteld. Een rekenrooster met hoge resolutie is rond deze geometrie opgetrokken als basis voor Computational Fluid Dynamics (CFD)-simulaties van de windstroming.

Het windonderzoek laat het volgende zien:

- In wijkdeel *Te Werve Oost* geldt voor zowel de bestaande als toekomstige situatie dat een windluw klimaat optreedt (windhinderklasse A en B). Deze condities lenen zich uitstekend voor alle voetgangersactiviteiten (doorlopen, slenteren en langdurig zitten). Het realiseren van gebouwentrees in bovengenoemde windluwe condities resulteert in een comfortabel gebruik.
- Een minimale zone met een klasse C classificatie is zichtbaar nabij de zuidwestelijke gevel van het meest noordoostelijke hoogteaccent aan de *Sir Winston Churchill*laan. Deze zone leent zich enkel nog voor de activiteiten doorlopen en slenteren.

Wij concluderen dan ook dat de invloed van de beoogde nieuwbouw op het windklimaat zeer beperkt is en dat er na realisatie een acceptabel windklimaat zal heersen.

A Inlegvel NEN 8100:2006

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Te Werve Oost te Rijswijk
Opdrachtgever	Rijswijk Wonen
Projectleider Actiflow	ir. Dean Pelkmans
Datum	14-08-2023
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 450m rondom projectgebouw
Kerngebied	Directe omgeving incl. bestaande bebouwing; toekomstige situatie incl. nieuwbouw
Omgeving	Omgeving in massa's, gedetailleerd nabij het kerngebied
Afmetingen model	Rond met straal 1.500 m en hoogte 500 m
Blokkeringsgraad	Maximaal 3 %
Gemodelleerd groen	Bomen: poreuze zone
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	2 x 24 (rondom in stappen van 30 graden), met (12) en zonder (12) bladdragende vegetatie
Onderzochte configuraties	2 configuratie: (i) bestaande omgeving, en (ii) nieuwbouw in bestaande omgeving
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	<input checked="" type="checkbox"/> FVM (eindige volume methode) <input type="checkbox"/> FEM (eindige elementen methode) <input type="checkbox"/> anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: of2306
Algemeen	<input checked="" type="checkbox"/> drie-dimensionaal <input checked="" type="checkbox"/> tijd-onafhankelijk <input checked="" type="checkbox"/> isothermisch <input type="checkbox"/> passieve scalars <input type="checkbox"/> twee-dimensionaal <input type="checkbox"/> tijd-afhankelijk <input type="checkbox"/> thermisch <input type="checkbox"/> actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag Bestaand: 33 261 717 cellen, Toekomst: 40 642 832
Turbulentiemodellering	SST k- ω
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV cellLimited leastSquares 1 Turbulente grootheden: limitedLinear 1 Scalaire variabelen: n.v.t.
Randvoorwaarden	Gebuchte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag: ruwheid afgestemd op omgeving (NPR 6097:2006)
Uitlaat	Druk-uitlaat
Boven-/Zijwanden	Slipwanden
Vloer/bodem	No-slip, ruwe wand
Overige	No-slip, ruwe wand/gladde wand

Gegevensverwerking en beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X: 82494		Y: 451144	
Toegepaste eisen	V_{DR} m/s	Gewenste kwaliteits-klasse	Overschrijdings-kans % $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$	Beoordeling
Voor comfort				
Doorlopen	5,0	A,B,C	$p < 10$	Goed
Slenteren	5,0	A,B	$p < 5$	Goed
Zitten	5,0	A	$p < 2,5$	Goed
Regionale correctie	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t
Voor gevaar				
	15	n.v.t	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15	n.v.t	$p \geq 0,3$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Windhinder contouren en klassenindeling, windgevaar contour			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	Geen			

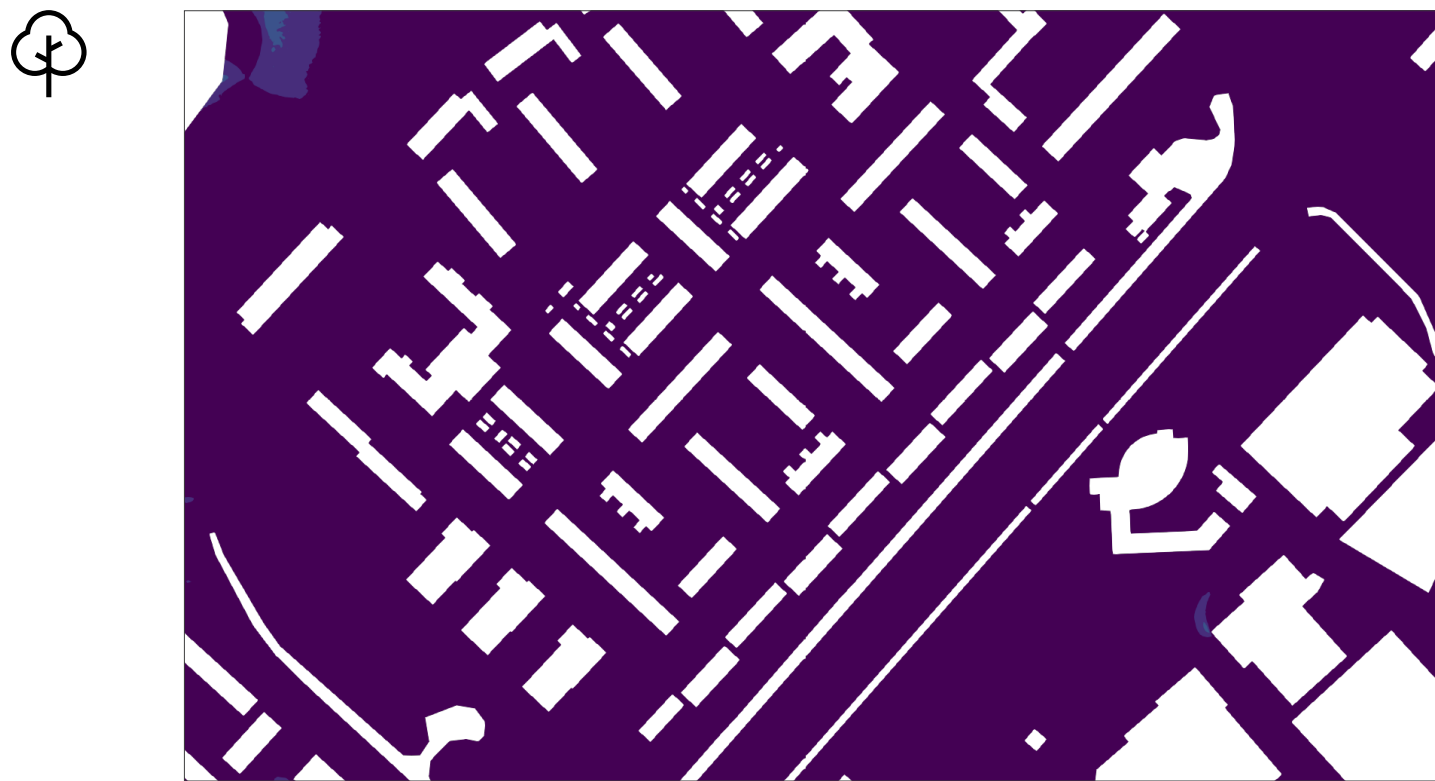
B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF IN PERCENTAGES
Amersfoortse Coördinaten: X: 82494 Y: 451144 Jaar 1963-2002

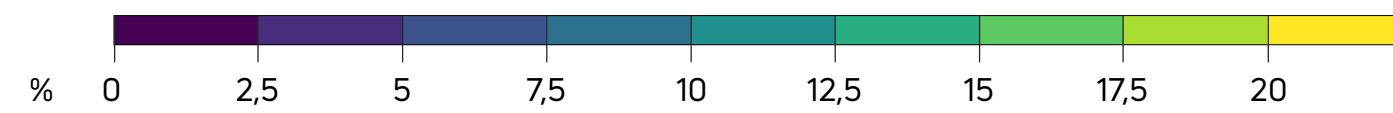
Windsnelheid [m/s]	N 345° - 15°	NNO 15° - 45°	ONO 45° - 75°	O 75° - 105°	OZO 105° - 135°	ZZO 135° - 165°	Z 165° - 195°	ZZW 195° - 225°	WZW 225° - 255°	W 255° - 285°	WNW 285° - 315°	NNW 315° - 345°	Cumulatief
0,0 - 0,9	0,20	0,19	0,12	0,16	0,17	0,20	0,16	0,19	0,22	0,22	0,21	0,20	2,23
1,0 - 1,9	0,66	0,66	0,45	0,46	0,48	0,64	0,53	0,68	0,66	0,70	0,74	0,62	7,28
2,0 - 2,9	0,92	0,96	0,76	0,68	0,76	0,99	0,95	1,12	1,05	1,02	0,92	0,87	11,00
3,0 - 3,9	1,05	1,17	0,90	0,87	0,91	1,10	1,14	1,50	1,41	1,17	1,07	0,99	13,28
4,0 - 4,9	0,94	1,13	1,00	0,96	0,83	1,08	1,28	1,93	1,59	1,28	1,02	0,92	13,97
5,0 - 5,9	0,80	0,96	1,03	0,98	0,71	0,87	1,17	1,88	1,77	1,18	0,87	0,74	12,96
6,0 - 6,9	0,53	0,74	0,80	0,80	0,57	0,55	1,13	1,76	1,74	1,02	0,74	0,54	10,91
7,0 - 7,9	0,30	0,42	0,56	0,58	0,41	0,39	0,85	1,66	1,56	0,85	0,52	0,34	8,45
8,0 - 8,9	0,14	0,28	0,48	0,44	0,27	0,24	0,77	1,38	1,34	0,62	0,35	0,21	6,52
9,0 - 9,9	0,08	0,15	0,30	0,31	0,14	0,14	0,56	1,16	1,06	0,44	0,22	0,10	4,66
10,0 - 10,9	0,03	0,07	0,22	0,20	0,06	0,06	0,38	0,93	0,78	0,33	0,13	0,05	3,24
11,0 - 11,9	0,02	0,03	0,13	0,10	0,03	0,03	0,28	0,68	0,61	0,23	0,08	0,03	2,24
12,0 - 12,9	0,01	0,02	0,08	0,06	0,01	0,01	0,18	0,48	0,36	0,16	0,03	0,01	1,40
13,0 - 13,9	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,01	0,10	0,29	0,24	0,09	0,01	0,01	0,84
14,0 - 14,9	-	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,06	0,18	0,14	0,05	0,01	0,00	0,48
15,0 - 15,9	-	-	0,00	0,01	0,00	-	0,03	0,10	0,07	0,03	0,00	0,00	0,25
16,0 - 16,9	-	-	0,00	0,00	-	-	0,02	0,05	0,04	0,02	0,00	-	0,13
17,0 - 17,9	-	-	0,00	0,00	-	-	0,01	0,03	0,02	0,01	0,00	-	0,07
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	0,00	0,02	0,01	0,00	-	-	0,04
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	-	0,02
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0,01
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	0,00
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	0,00
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	0,00
25,0 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld

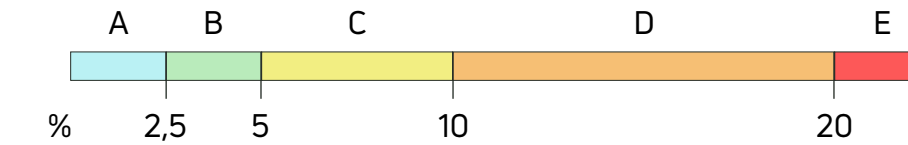
Windhinder in de bestaande situatie



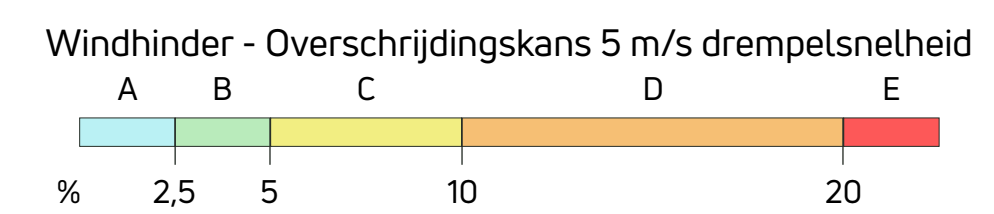
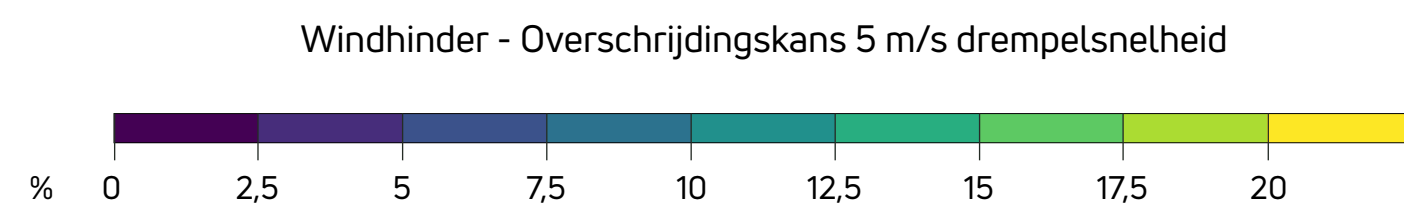
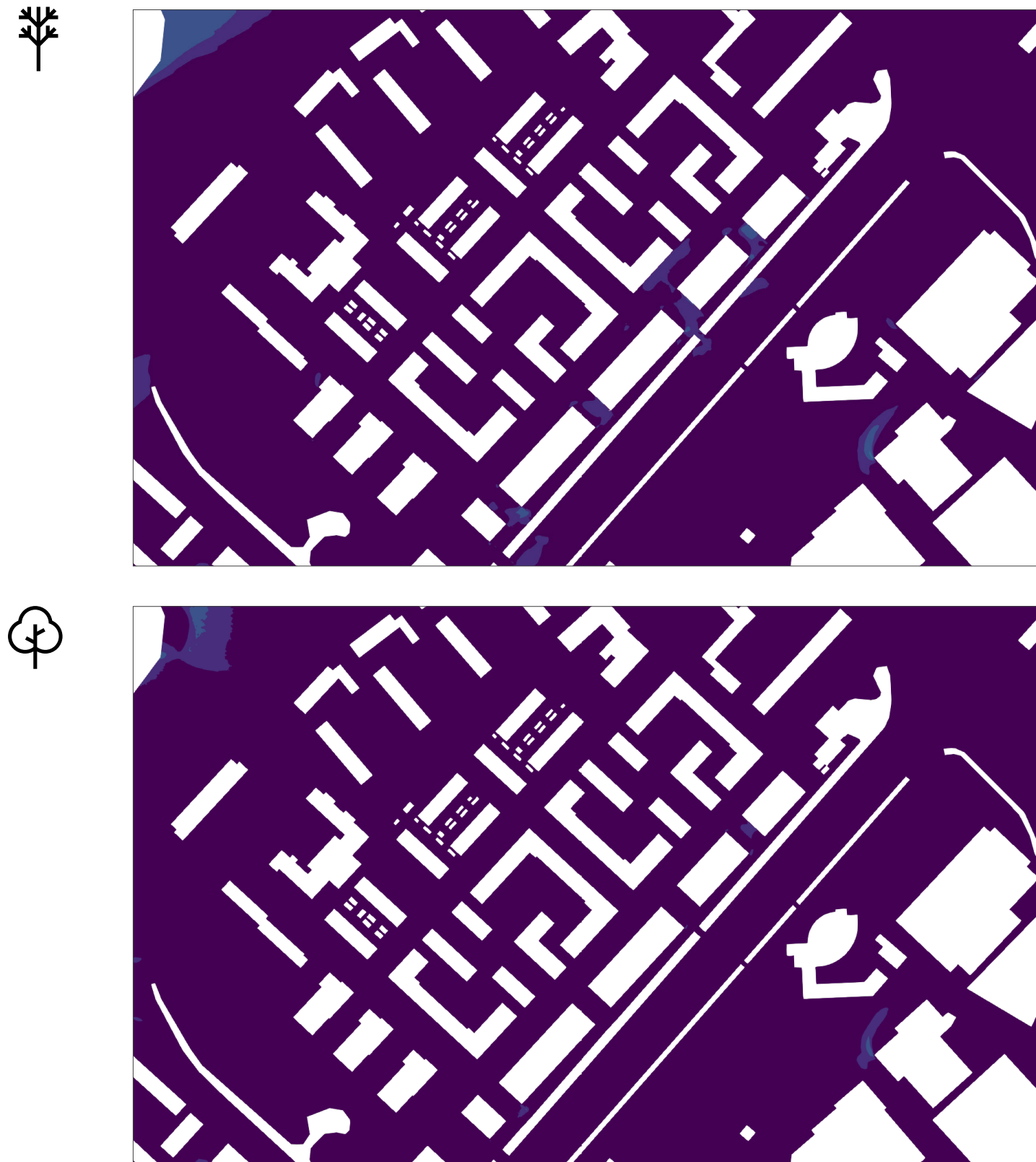
Windhinder - Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



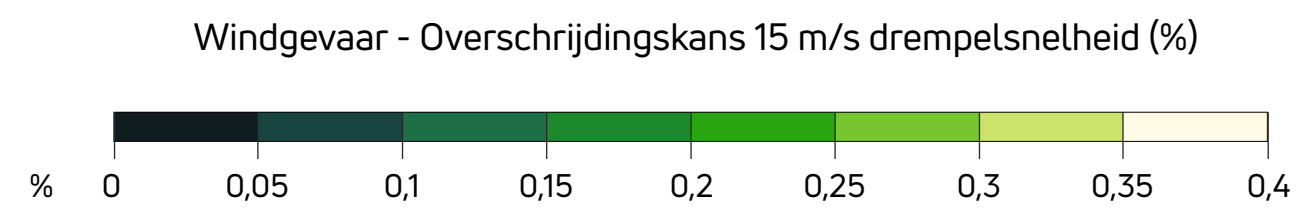
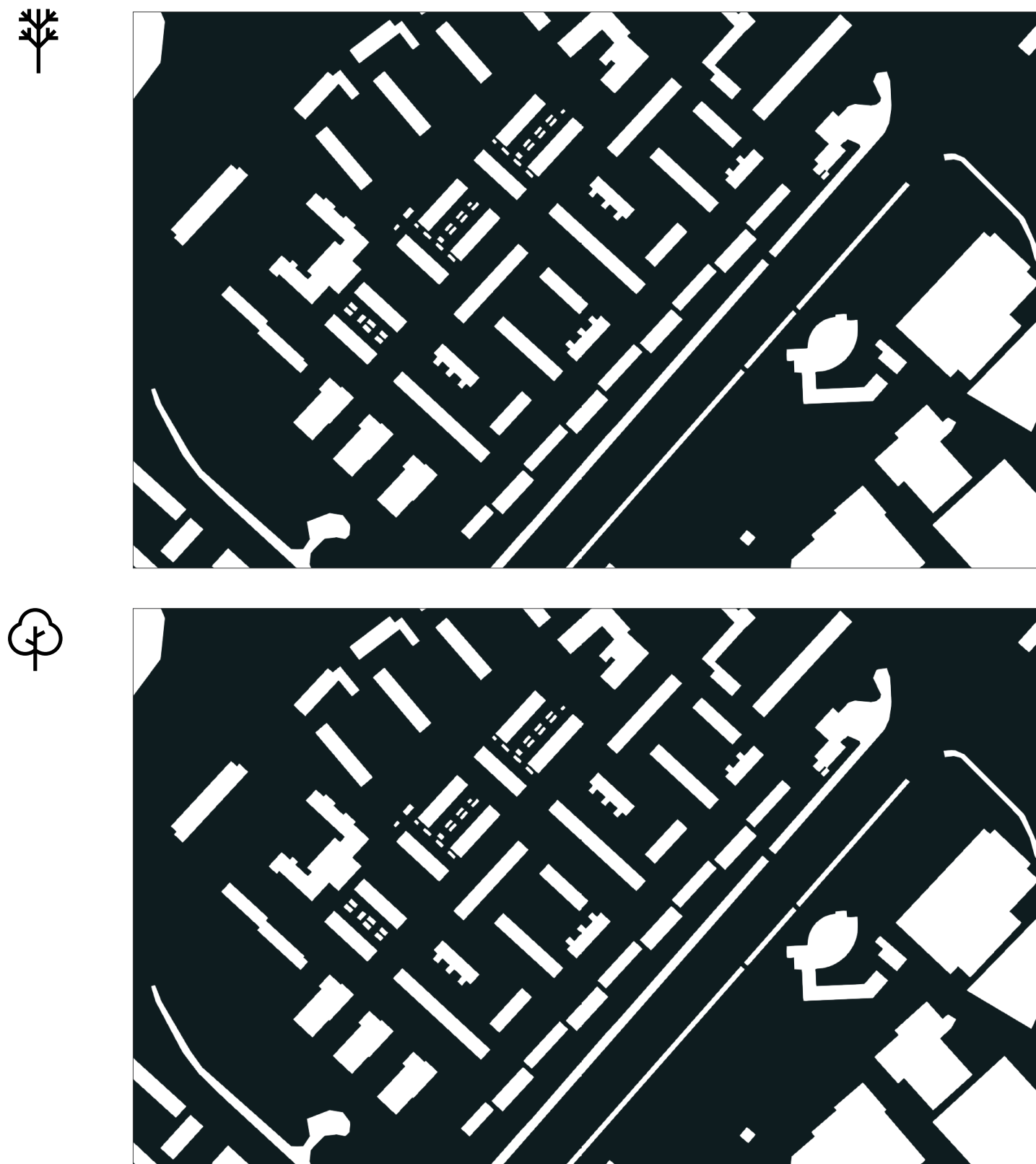
Windhinder - Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



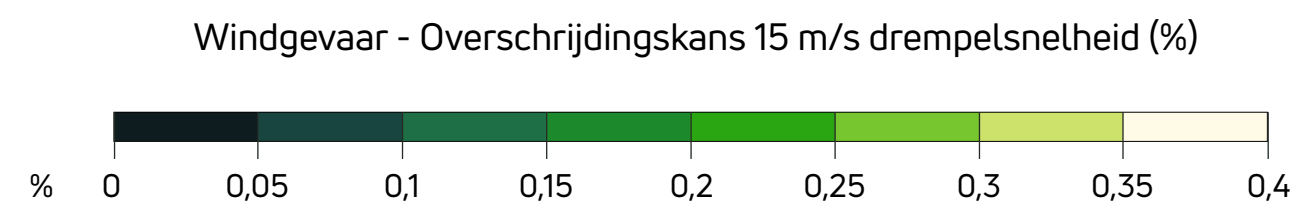
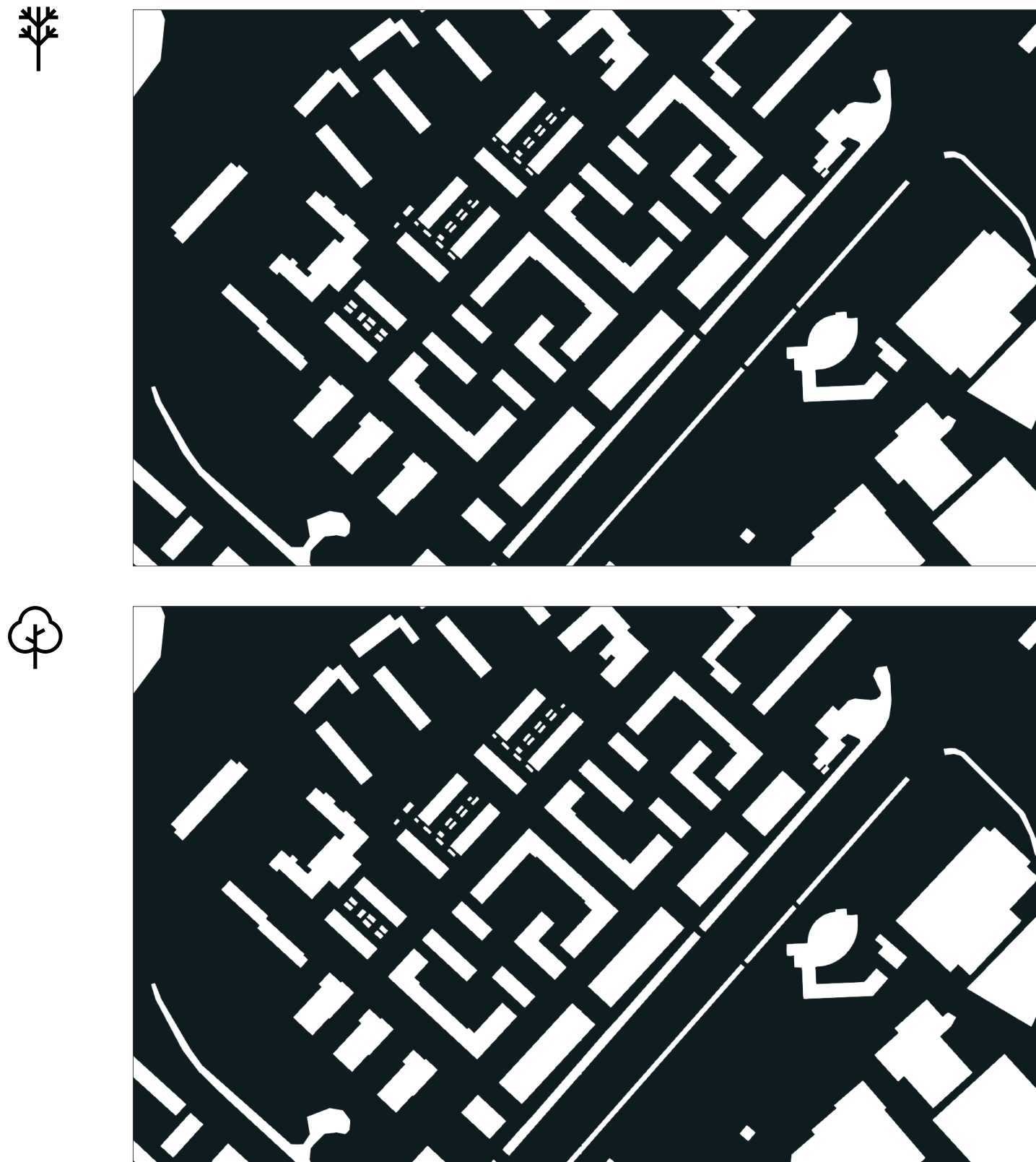
Windhinder in de toekomstige situatie



Windgevaar in de bestaande situatie

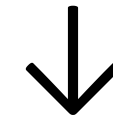


Windgevaar in de toekomstige situatie



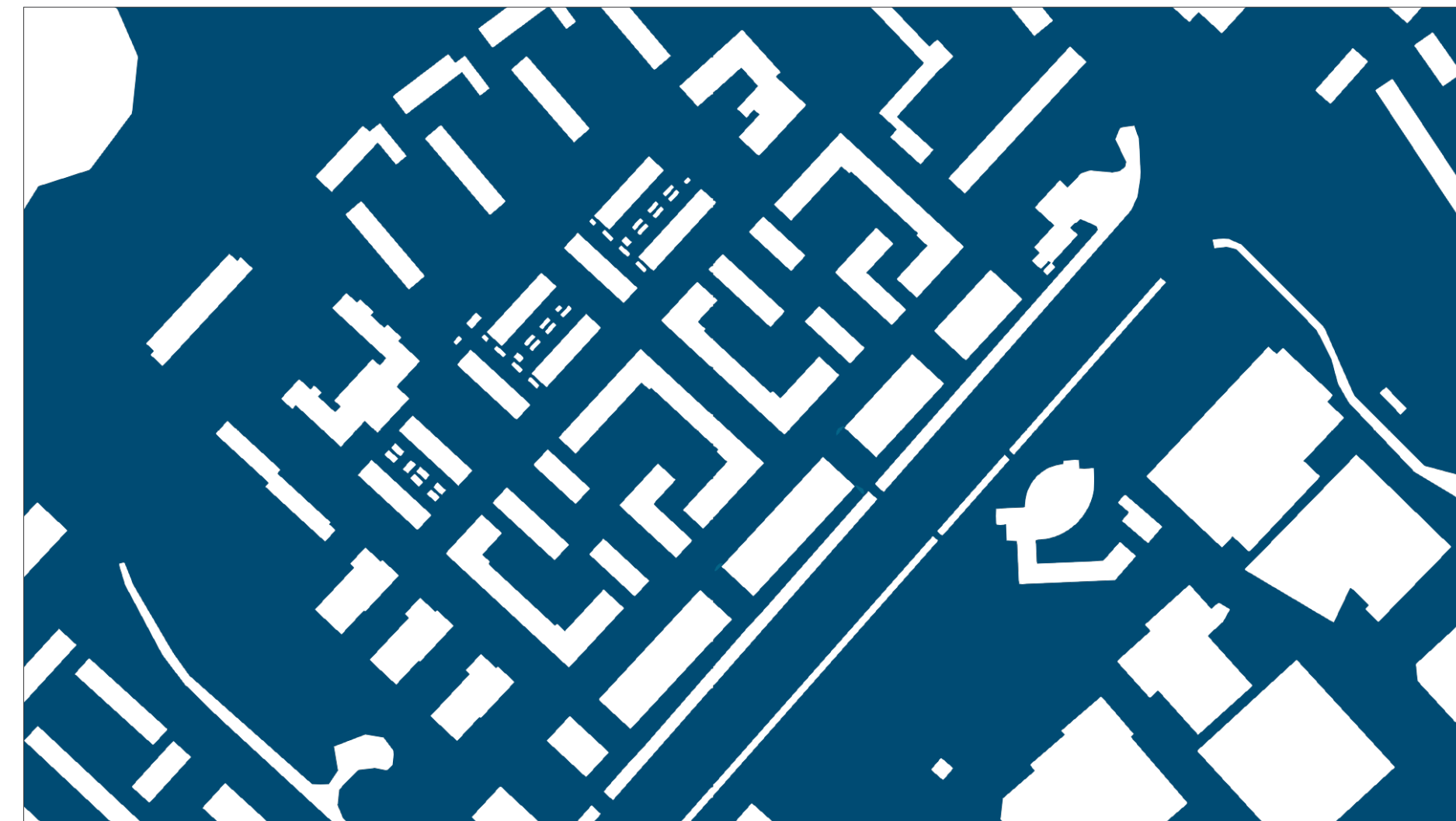
D Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

Windrichting:
0° Noord

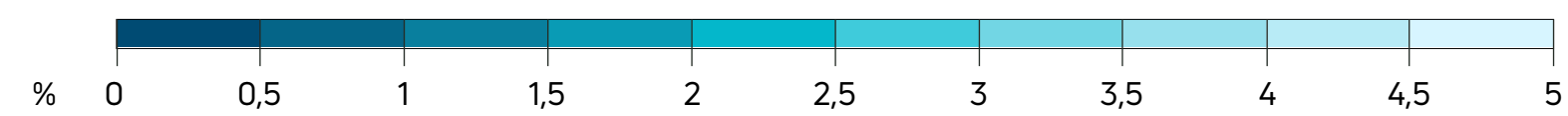


De bestaande situatie

De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



Windrichting:
30° Noordnoordoost

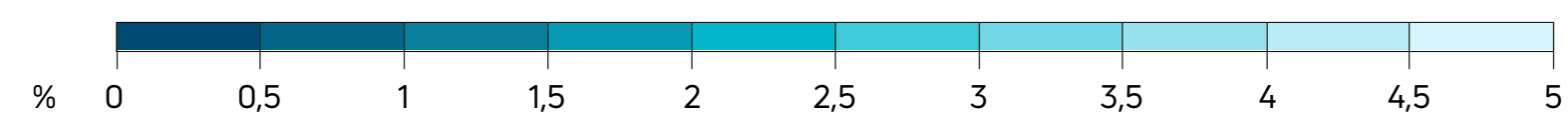
De bestaande situatie



De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



Windrichting:
60° Oostnoordoost

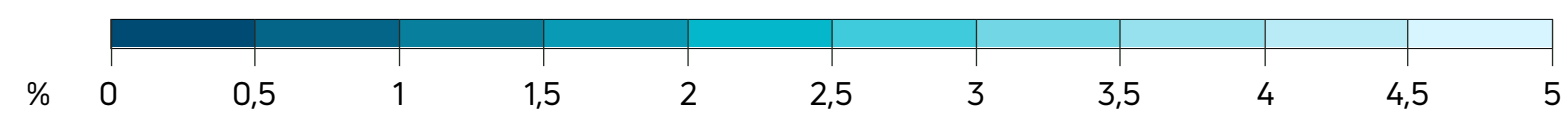
De bestaande situatie



De toekomstige situatie

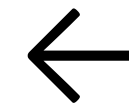


Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid

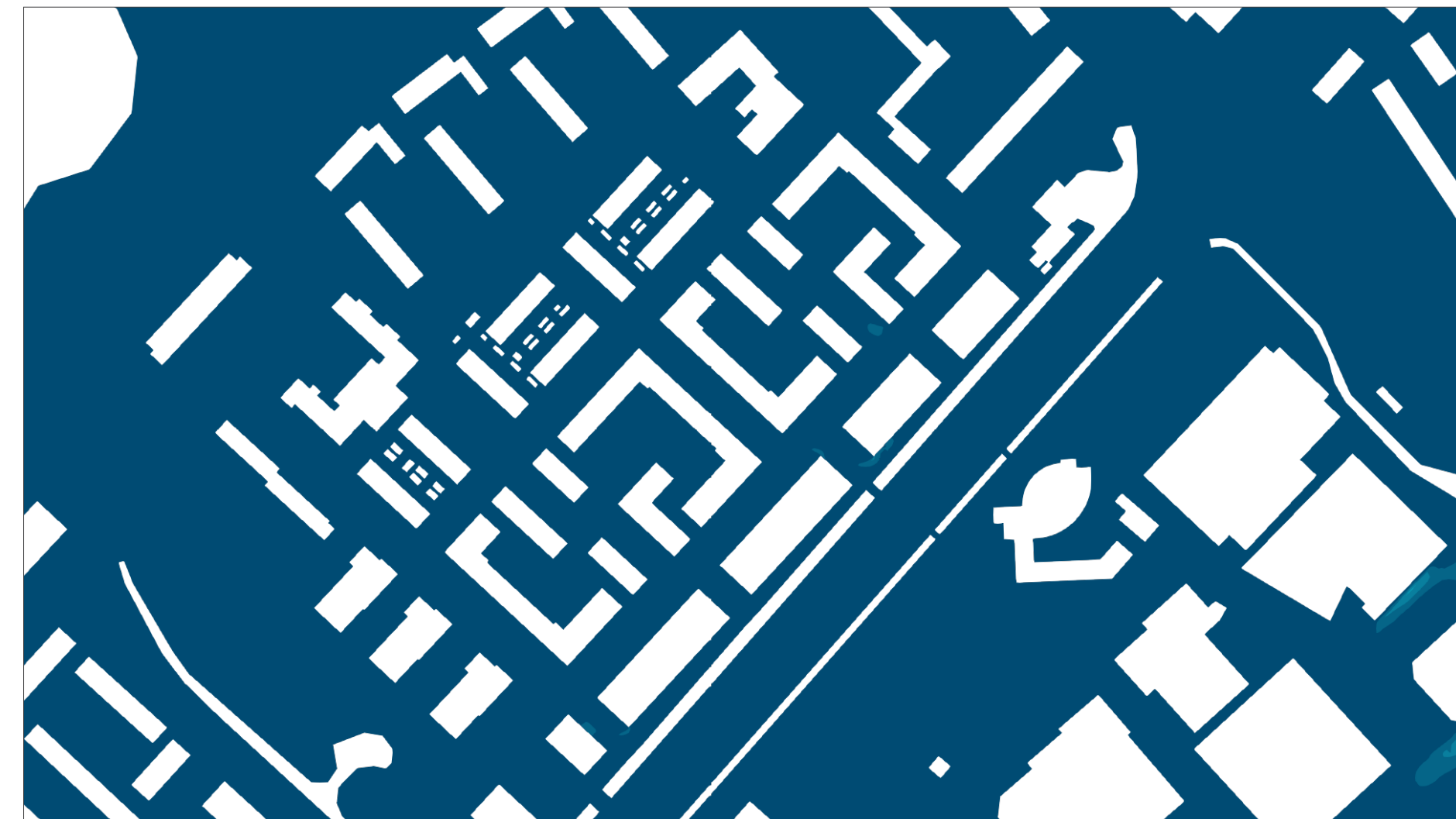


Windrichting:
90° Oost

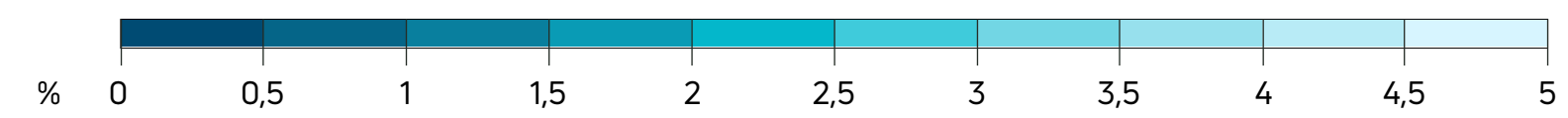
De bestaande situatie



De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid

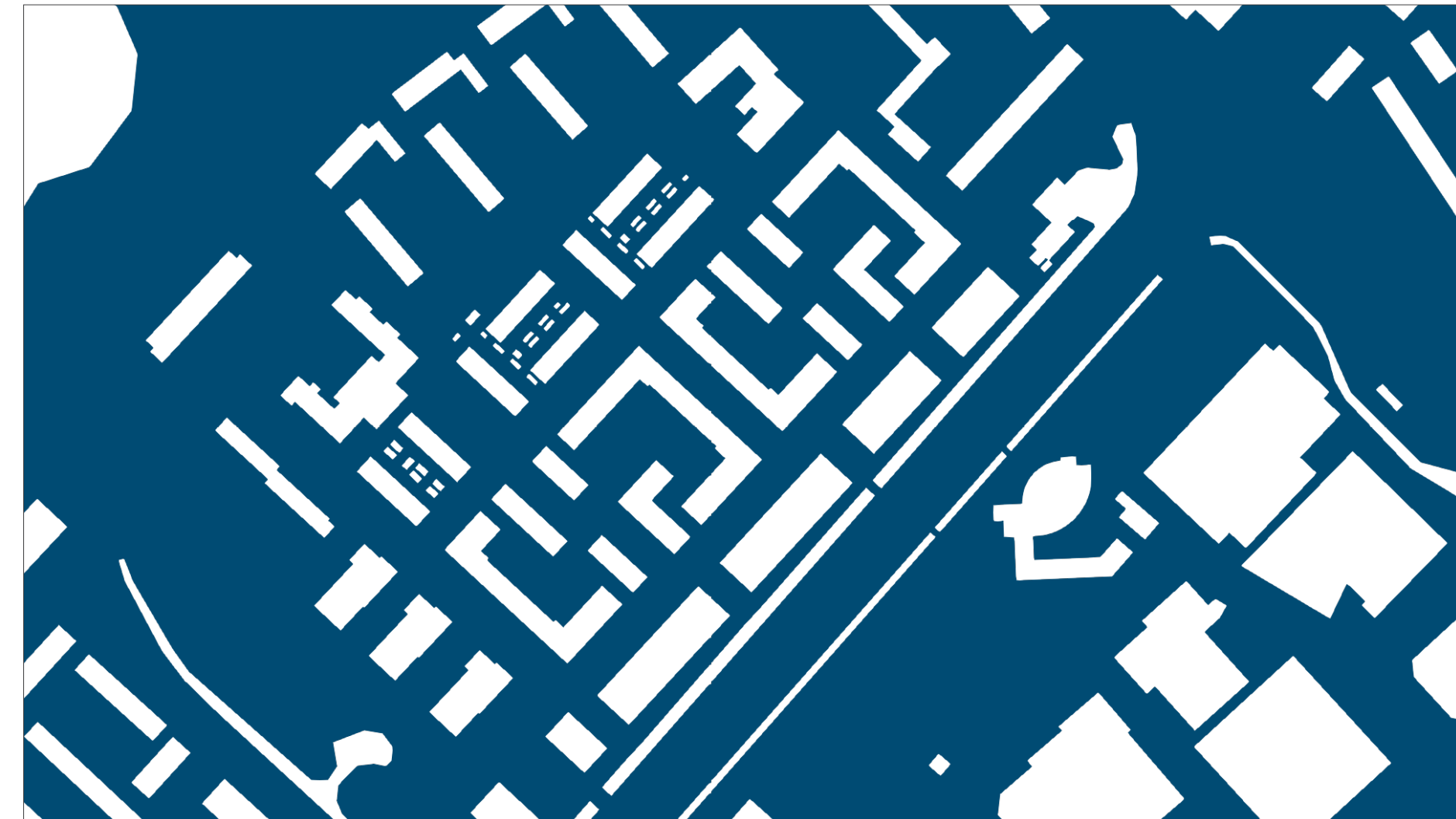


Windrichting:
120° Oostzuidoost

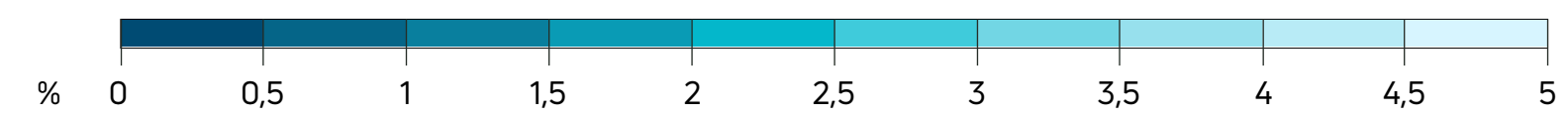
De bestaande situatie



De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid

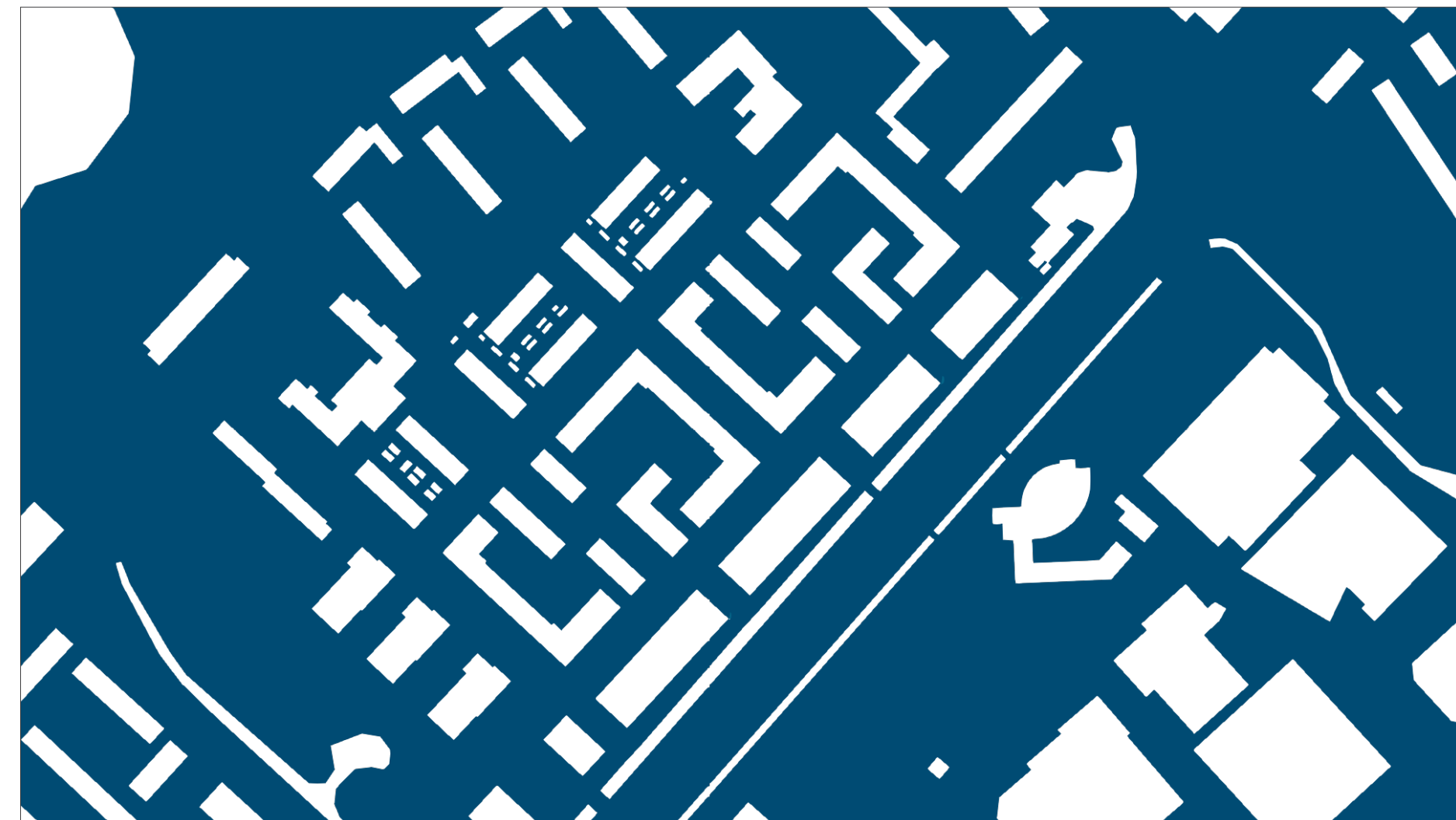


Windrichting:
150° Zuidzuidoost

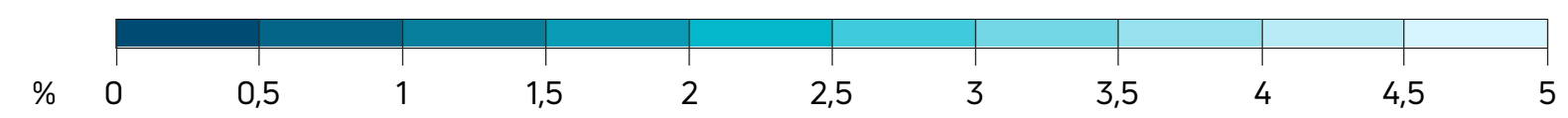


De bestaande situatie

De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid

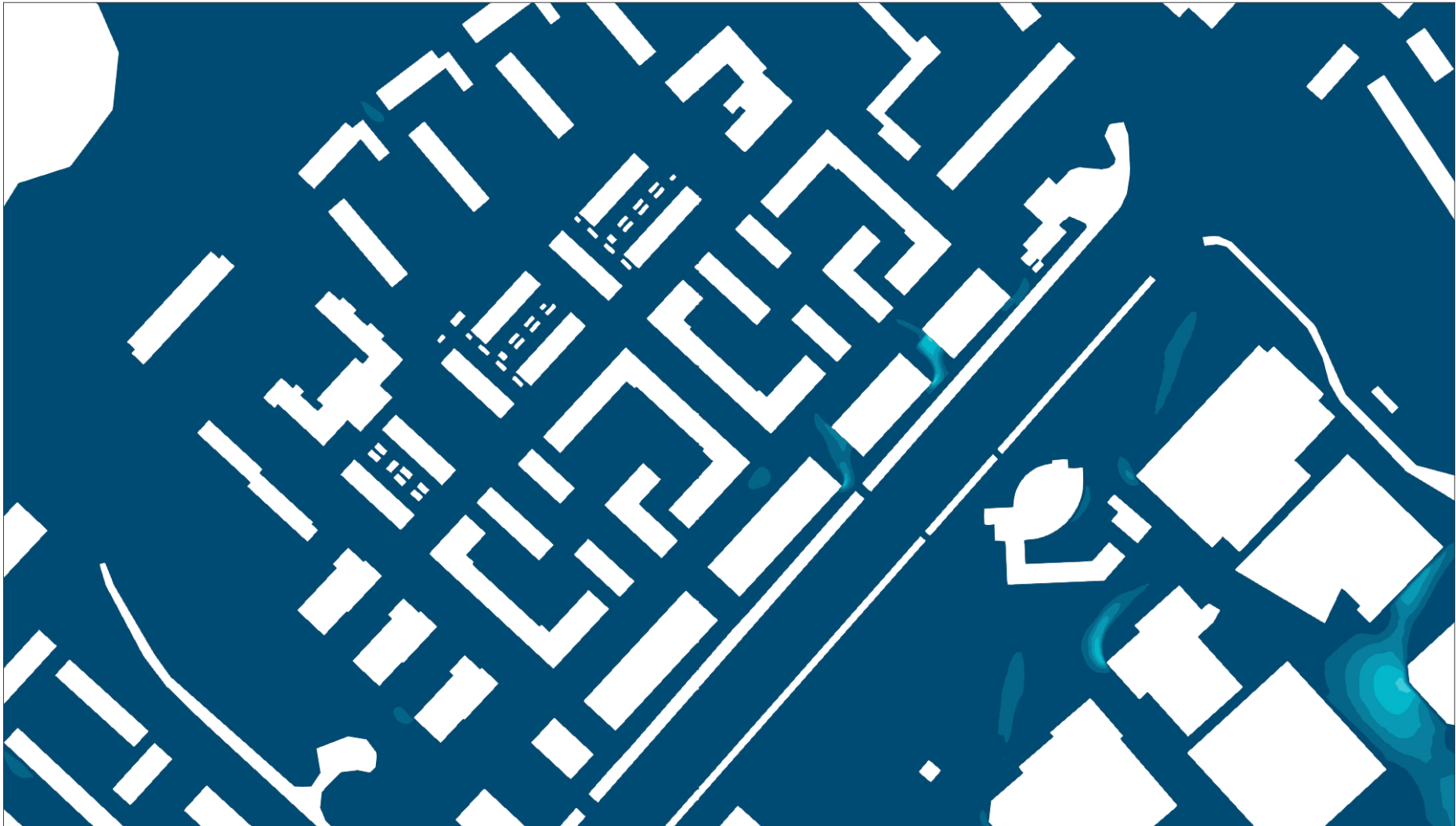


Windrichting:
180° Zuid

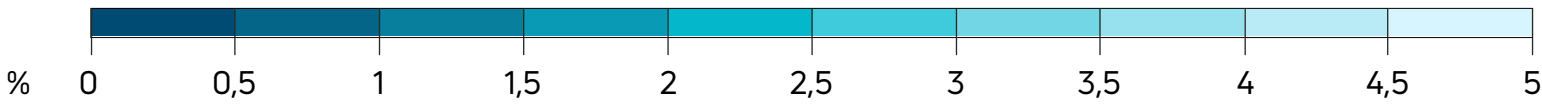


De bestaande situatie

De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



Windrichting:
210° Zuidzuidwest

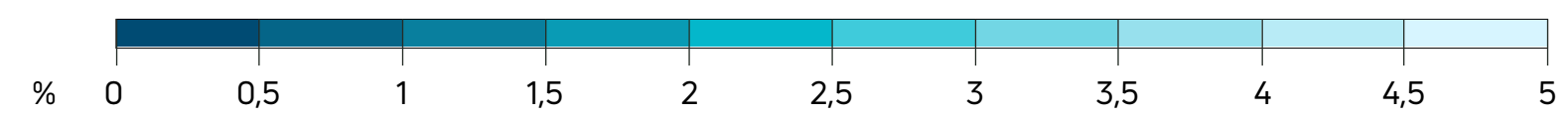


De bestaande situatie

De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid

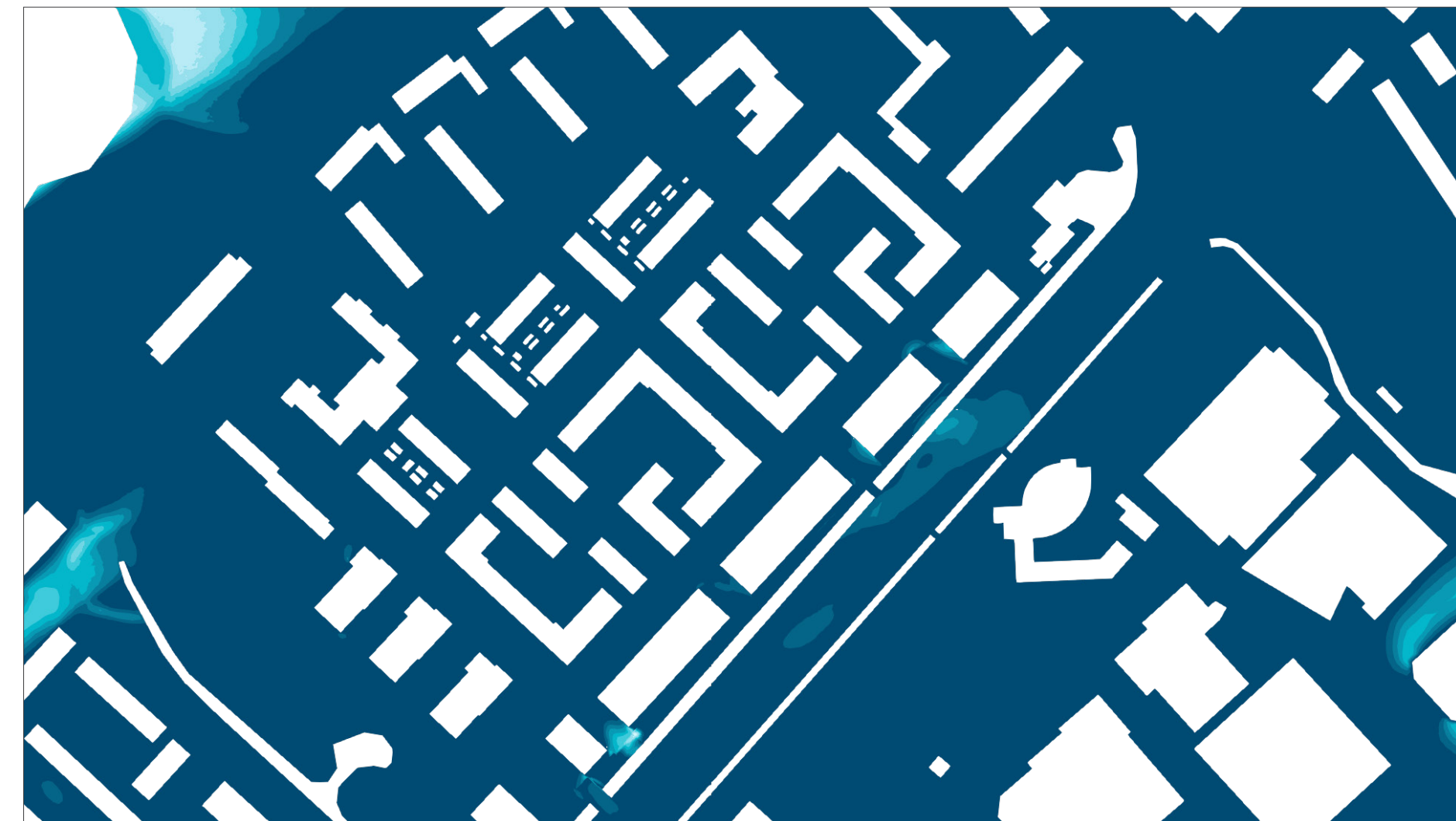


Windrichting:
240° Westzuidwest

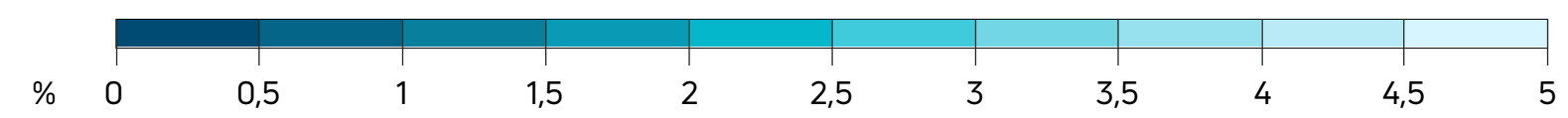
De bestaande situatie



De toekomstige situatie

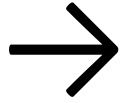


Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid

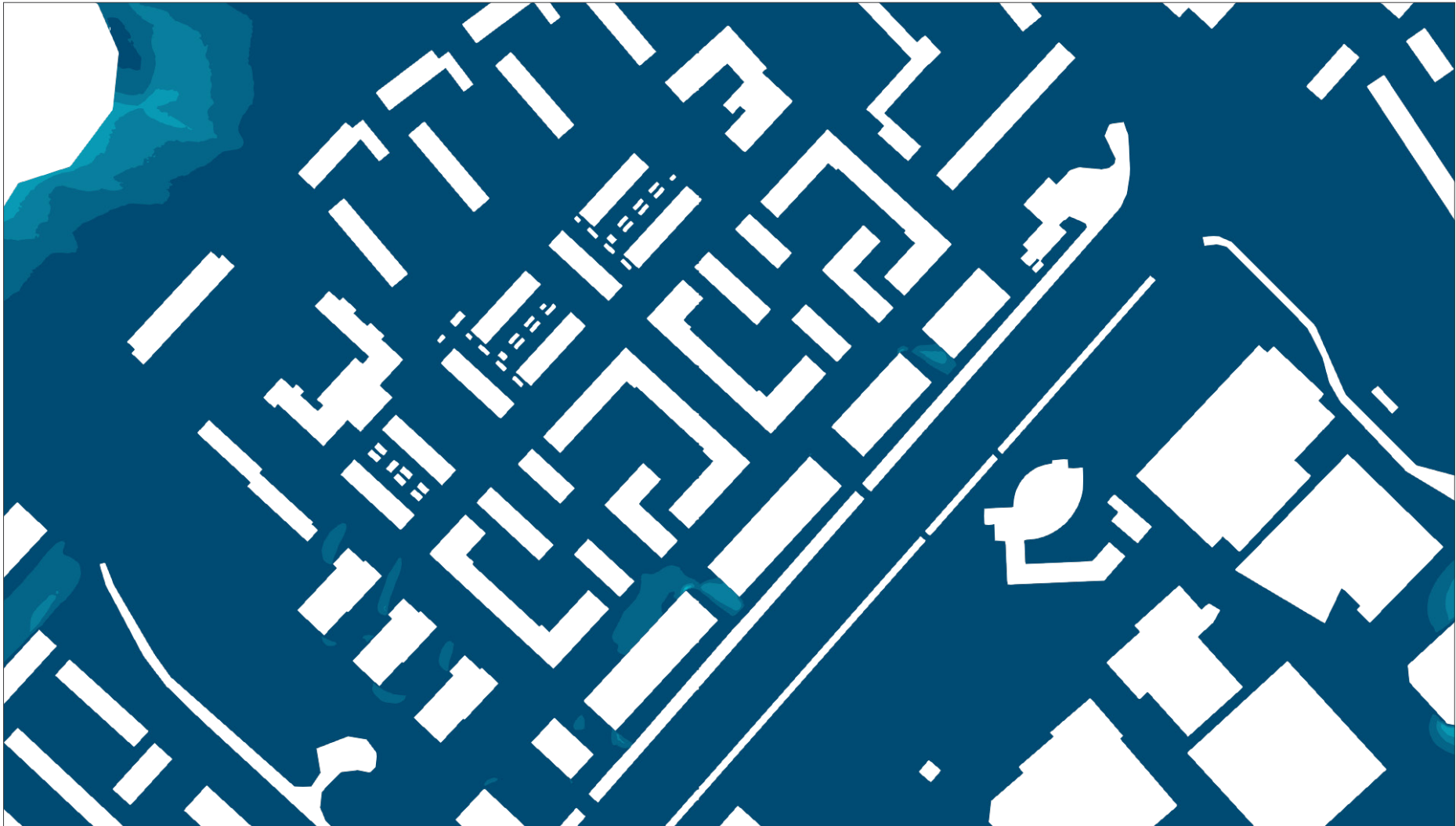


Windrichting:
270° West

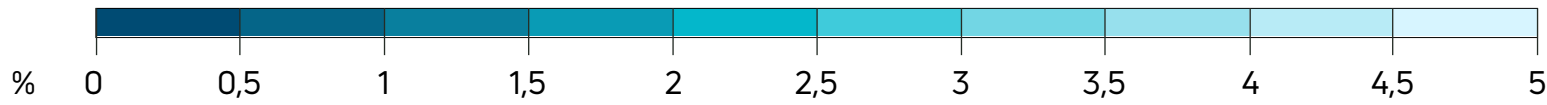
De bestaande situatie



De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid

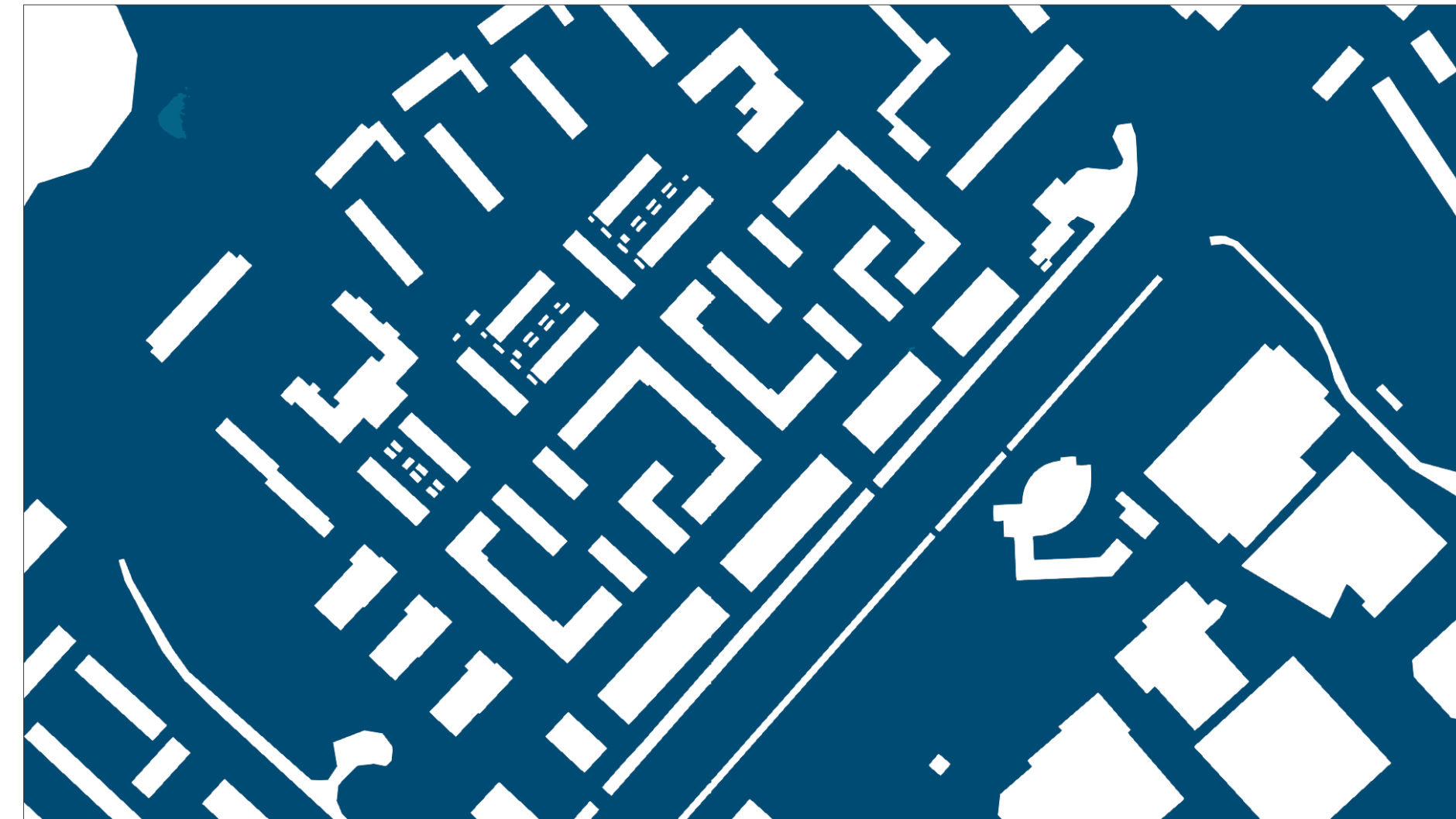


Windrichting:
300° Westnoordwest

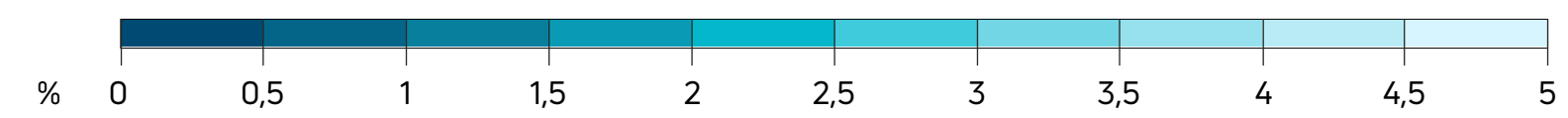
De bestaande situatie



De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid

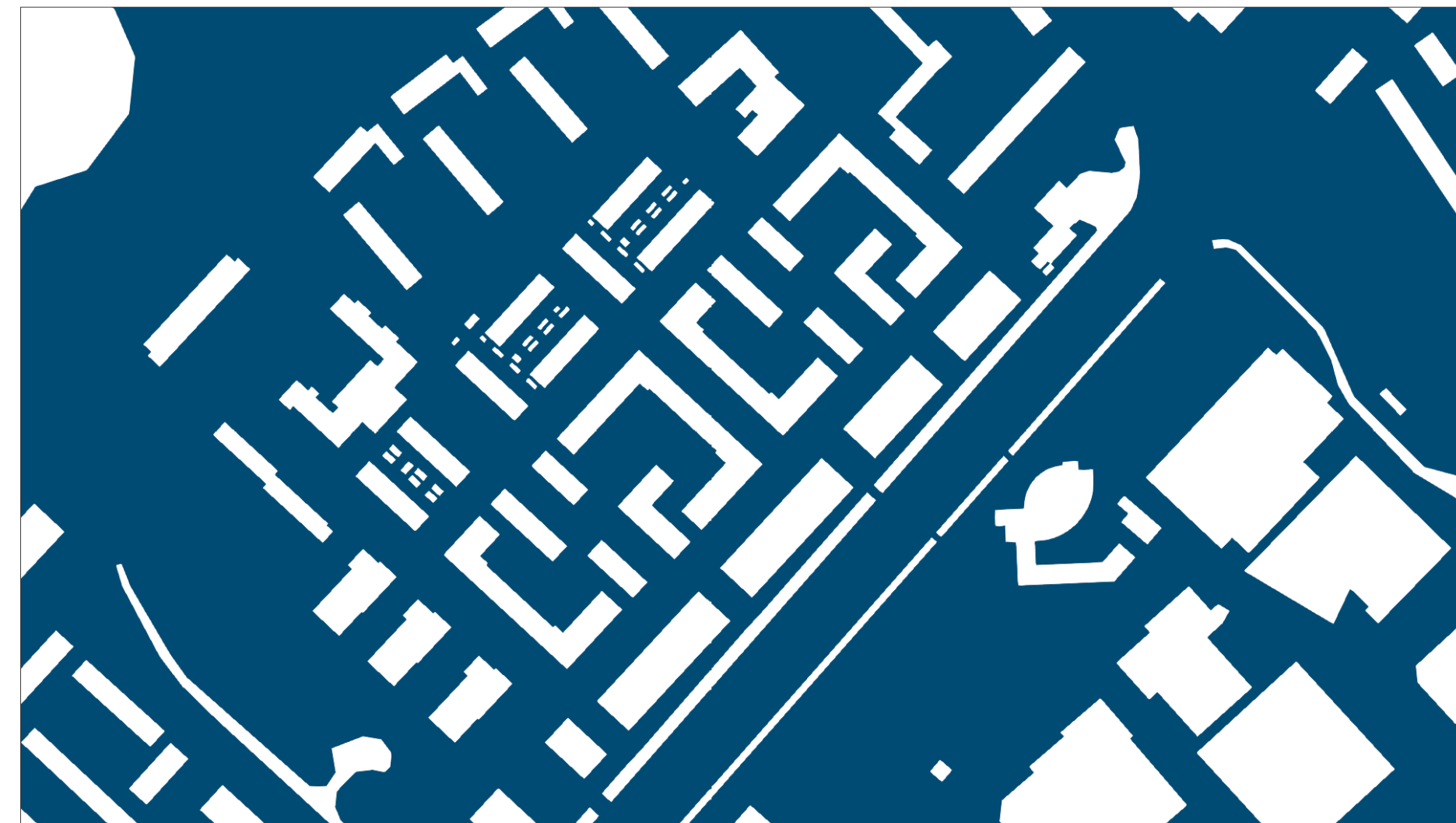


Windrichting:
330° Noordnoordwest

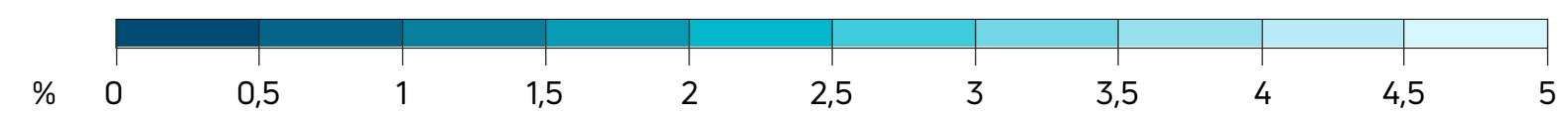
De bestaande situatie



De toekomstige situatie



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid





Actiflow BV

Tramsingel 1

4814 AB Breda

+31 (0)76 5422 220

contact@actiflow.com

www.actiflow.com