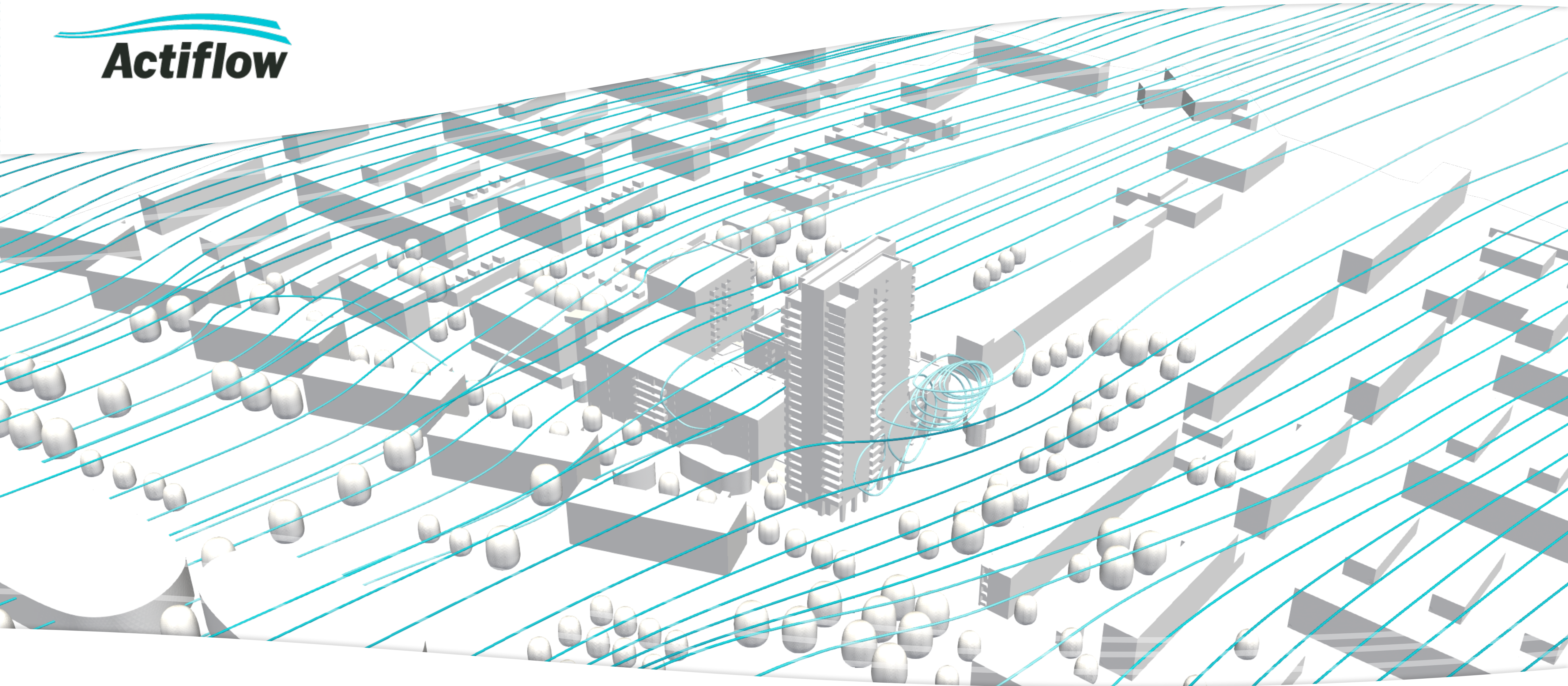




Maestro te Den Haag

CFD-studie windhinder en windgevaar

Auteur(s): ir. Shirin Masoudi
Controleur(s): ir. Reinier Maas
Datum: 20/07/2021

AFR - 8004
Versie 2.0
©2021 Actiflow BV

Inhoudsopgave

1 Introductie

2 Normstelling

2.1 NEN 8100:2006

2.2 Haags Beleid

3 Opzet van de berekening

3.1 Software

3.2 Geometrie en rekenrooster

3.3 Aannames en randvoorwaarden

4 Resultaten

4.1 Windhinder en windgevaar - openbare buitenruimten

4.2 Heersende stromingsfenomenen

5 Conclusies

A Inlegvel NEN 8100:2006

B Resultaten met en zonder vegetatie

C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele wind-richtingen

1 Introductie

Dit rapport omvat de uitgangspunten, resultaten en conclusies betreffende een windstudie in relatie tot het project 'Maestro te Den Haag'. Het onderzoek is uitgevoerd door **Actiflow** in opdracht van Stebru. Deze windstudie is een voortzetting van een eerdere studie die in maart 2021 werd uitgevoerd en die in het rapport '20210305_Windstudie_LBP_Lozerhof_te_Den_Haag_v1.4' wordt beschreven.

In de bestaande situatie is op de locatie een gebouw aanwezig met een hoogte ca. 29 meter (figuur 1.1). Dit wordt vervangen door een bouwvolume met een grotere bouwhoogte tot ca. 70 meter. De locatie bevindt zich op de grens van de stedelijke omgeving van zuidwest Den Haag, met voornamelijk laag- en middenbouw, en "de Uithof"; een bosrijke omgeving. Ten noorden, noordoosten, oosten en zuidoosten van de locatie zijn voornamelijk gebouwen aanwezig met hoogtes van circa 10 tot 20 m hoog. Van het noordwesten tot het zuidoosten bevindt zich het gebied "de Uithof" wat voornamelijk een natuurlijk bosrijk gebied is. Daarachter bevindt zich voornamelijk lage kasbouw.

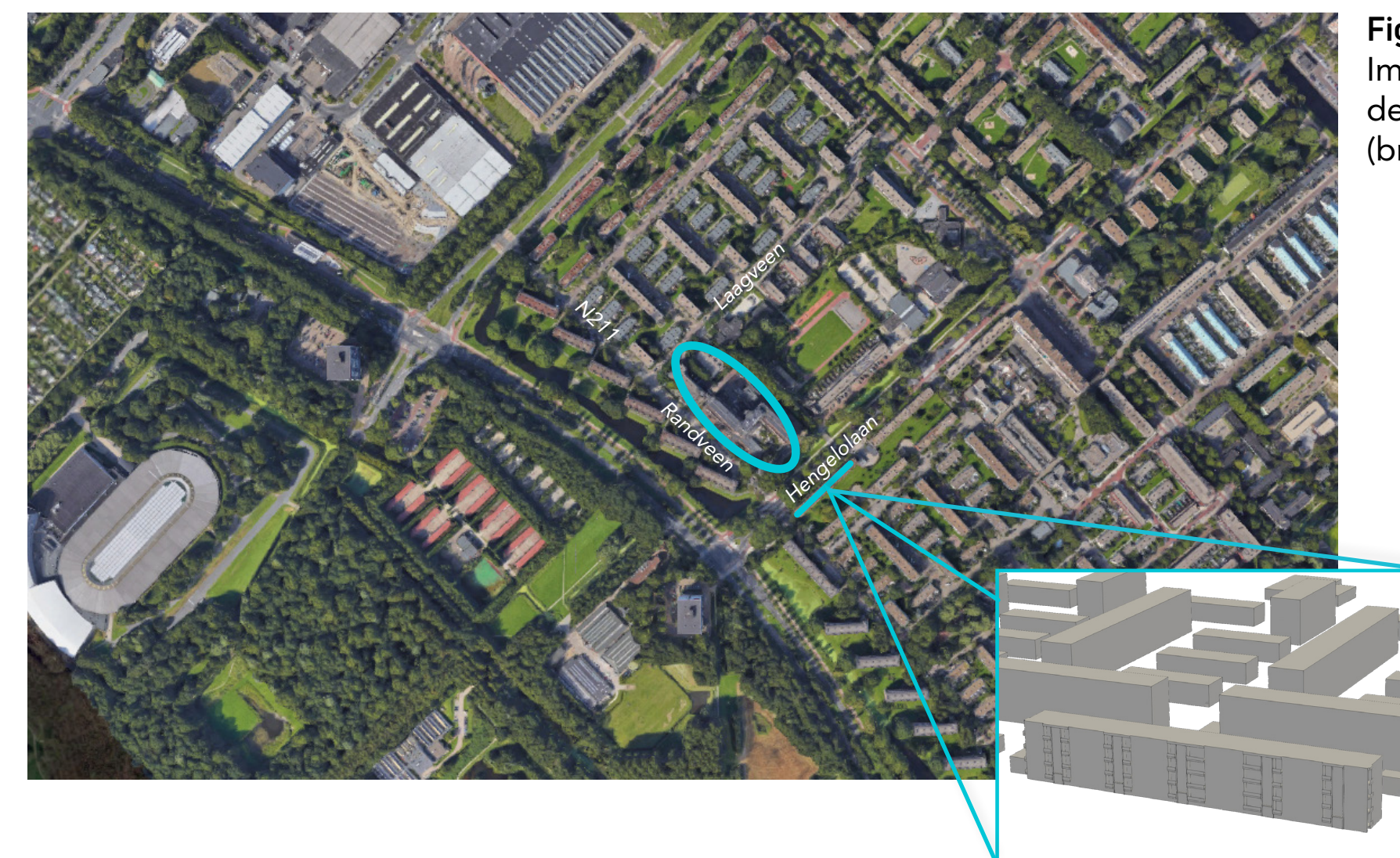
De studie beschouwd twee situaties, namelijk (i) de bestaande situatie en (ii) de toekomstige situatie. In de toekomstige situatie is de nieuwbouw toegevoegd. De vegetatie heeft met name een positief effect in de lente en zomer wanneer de bomen bladdragend zijn. Om dit effect correct mee te nemen is zowel een simulatie zonder vegetatie en een simulatie met vegetatie beschouwd. Vervolgens is het gemiddelde bepaald om zo een correct beeld van het gehele jaar te verkrijgen.

In de genoemde windstudie, zoals gerapporteerd in v1.4 werd duidelijk dat het windklimaat nabij de entrees van een bestaand gebouw ten zuidoosten van de nieuwbouw (blauwe lijn in figuur 1.1) niet overeen kwam met de wensen van de gemeente Den Haag. In die studie was deze gevel echter niet in detail ingevoerd. Naar verwachting heeft deze detaillering een positief effect, waardoor

in onderhavige rapportage de resultaten van nieuwe scenario's wordt getoond, waarin deze detaillering is opgenomen.

Actiflow is gevraagd om voor de ontwikkeling van de nieuwbouw 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 de conclusies volgen in hoofdstuk 5.



Figuur 1.1:
Impressie van de
de bestaande situatie
(bron: GoogleMaps)



2 Normstelling

2.1 NEN 8100:2006

De normstelling betreffende het windklimaat in de openbare ruimte vindt haar oorsprong in 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 'Slenteren' en 'Langdurig zitten' 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 ^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 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

2.2 Haags Beleid

NEN8100:2006 geeft richtlijnen omtrent het bepalen van het niveau van windhinder en windgevaar en de classificering en beleving die hieruit voortkomt. Het geeft echter geen eisen betreffende het al dan niet acceptabel zijn van een situatie. De Gemeente Den Haag heeft hier echter prestatie-eisen voor vastgelegd in de 'actualisering van de normen ten aanzien van bezonning en windhinder' d.d. 9 februari 2010.

Het Haags Beleid vermeld:

- Als ondergrens moet minimaal een 'matig' (zoals gekwalificeerd in NEN 8100:2006) windklimaat worden nagestreefd. Een 'slecht' windklimaat wordt slechts bij hoge uitzondering en onder nadere voorwaarden toegestaan.
- Bij windgevaar worden twee kwalificaties gegeven: 'beperkt risico' en 'gevaarlijk'. Het spreekt voor zich dat de kwalificatie 'gevaarlijk' in beginsel moet worden voorkomen.

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 v2006, 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- ω SST model.

3.2 Geometrie en rekenrooster

De geometrie van het model is gebaseerd op de verkregen tekeningen en modellen van de opdrachtgever. Het 3D-model is weergegeven in figuren 3.1, 3.2 en 3.3. Het model omvat het kerngebied en alle omliggende gebouwen binnen een straal van minimaal 300 meter.

De omliggende bestaande bebouwing is als eenvoudige bouwmassa's weergegeven. Dit is overeenkomstig de standaard methode die in windstudies gehanteerd wordt. Uitzondering is het gebouw ten zuidoosten van de nieuwbouw waar in een voorgaande studie hogere windhinderklassen nabij de gevel werden gevonden. Deze gevel is nu in detail ingevoerd inclusief entrees in setbacks en uitkragende balkons, zie figuur 3.3.

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.

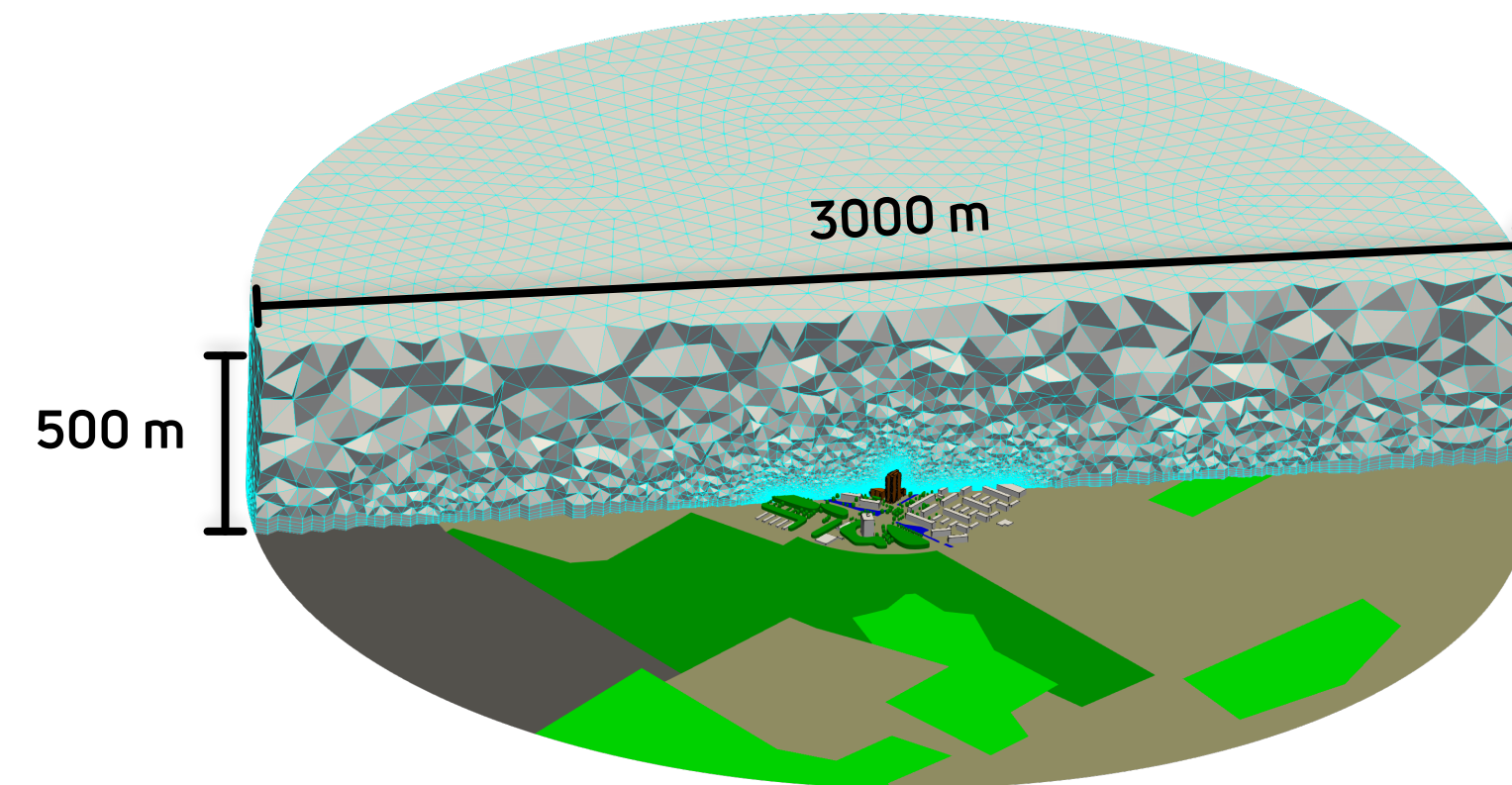


Figuur 3.1:
Impressie van het
model

(a)
De bestaande situatie

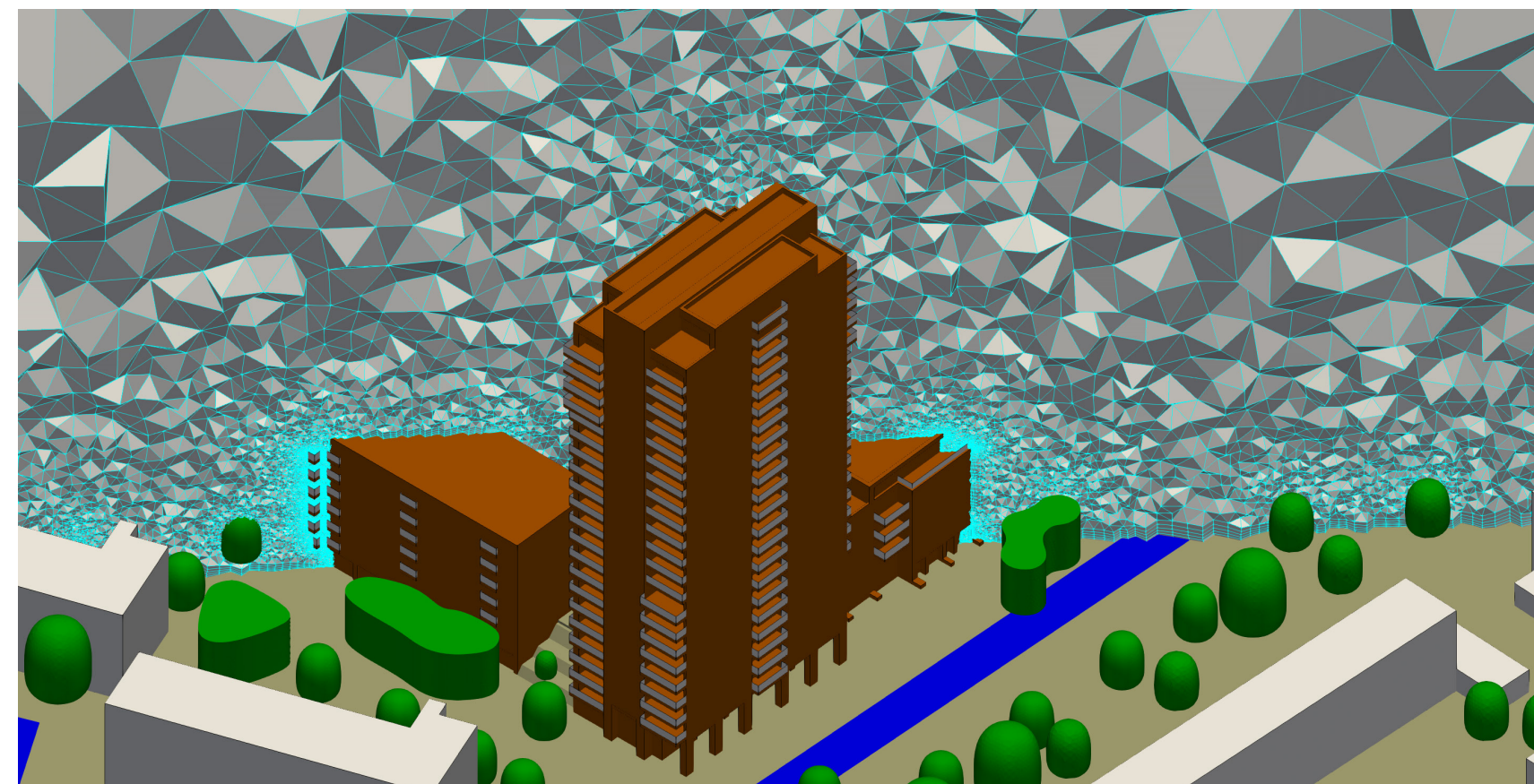


(b)
De toekomstige situatie



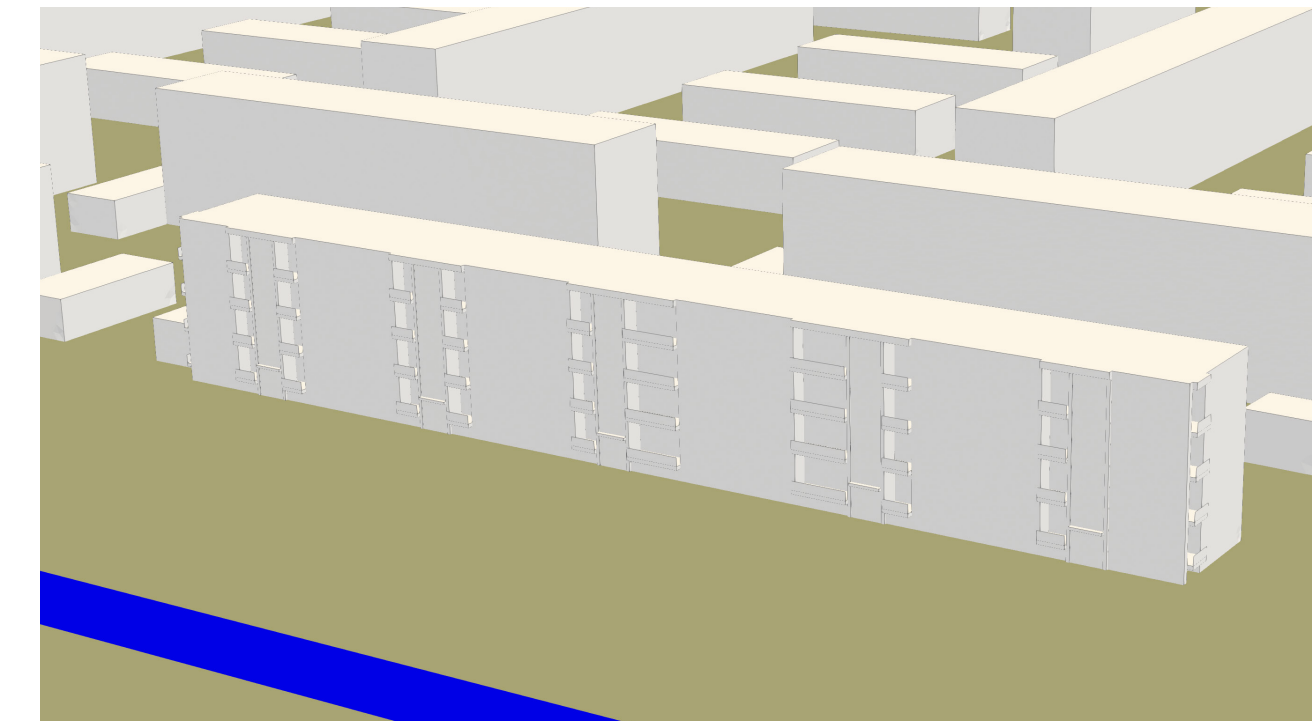
Figuur 3.2:
Impressie rekengrid -
de toekomstige
situatie

(a)
Overzicht



(b)
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 de te bestuderen situatie. Dit rooster bestaat uit 18 558 978 cellen voor de bestaande situatie en 54 261 102 cellen voor de toekomstige situatie. In figuur 3.2 is een weergave van dit rekenrooster te zien (geoptimaliseerde 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 3.3:
Impressie van
de omliggende
bestaande bebouwing

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 (z_{ground}), en z_0 een ruwheidslengte. De ruwheidslengte is een maat voor de ruwheid van het terrein. Verder geldt dat $\kappa = 0,41$.

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.

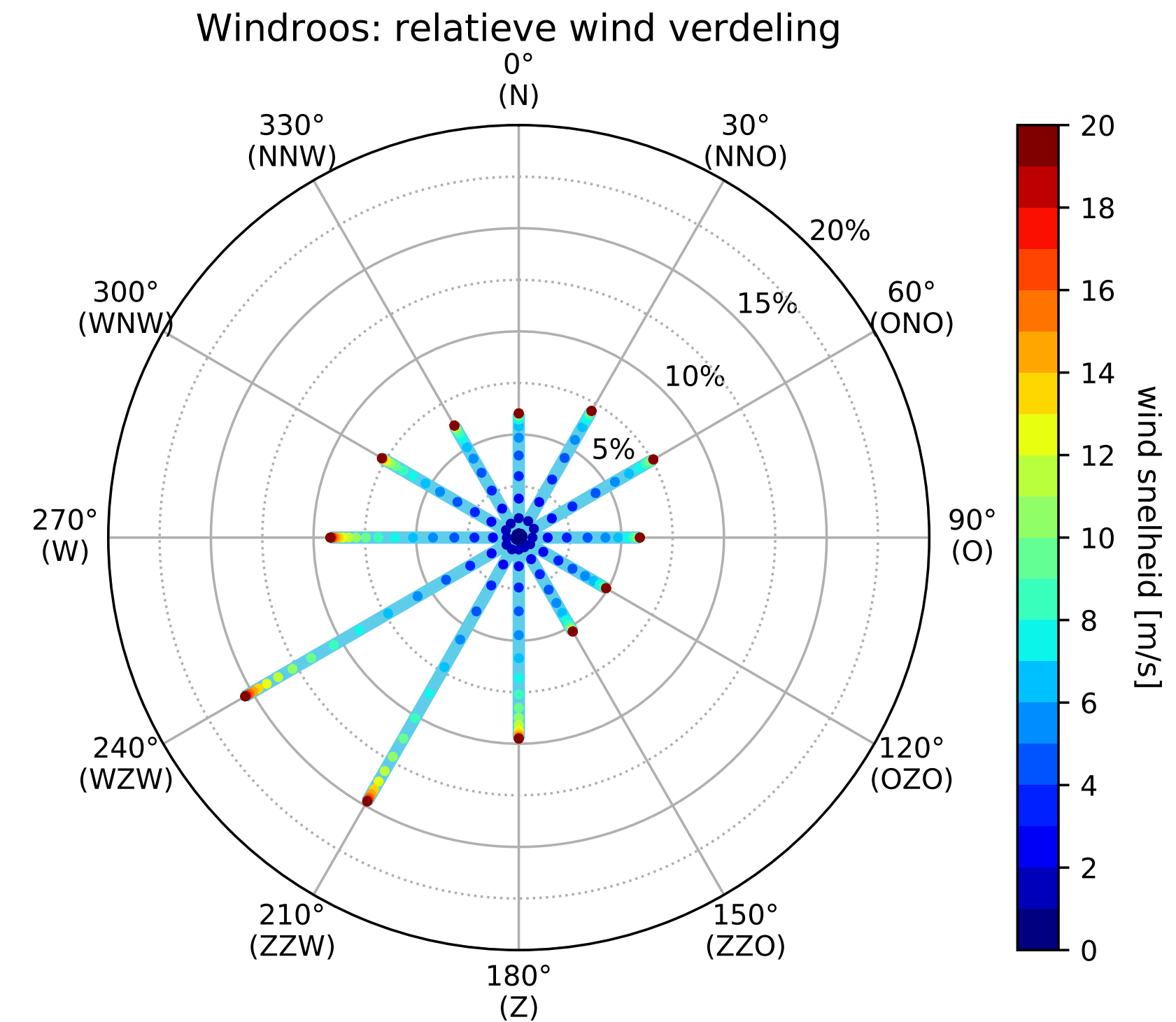
Vervolgens wordt de windstatistiek gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op elke locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse om te bepalen of er een comfortabel windklimaat kan zijn. Een visualisatie van de lokale windstatistiek als windroos met frequentieverdeling van de windsnelheid op 60 m hoogte is weergegeven in figuur 3.3.

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

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

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

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



Figuur 3.3: Visualisatie van de windstatistiek welke is gebruikt bij de 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. Figuren 4.1 en 4.2 tonen de resultaten van de openbare buitenruimte. Onderstaand wordt dit windklimaat nader beschreven.

De resultaten in figuur 4.1 en 4.2 evenals de onderstaande richtwaarden hebben conform NEN8100:2006 betrekking op een jaargemiddelde situatie. In een windstudie bepalen wij een situatie met bladverliezende bomen bladloos en een situatie met bomen in het blad. Beide situaties worden enkel ter informatie getoond in bijlage B, maar dienen niet als toetsingsgrond. De gemiddelde situatie in figuur 4.1 en 4.2 is gebruikt ter toetsing aan onderstaande richtwaarden.

Hierbij gelden op basis van de normstelling de volgende richtwaarden:

- 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 of B behaald te worden. Klasse C biedt een matig niveau. Klassen 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.

4.1 Windhinder en windgevaar- openbare buitenruimten

Windklimaat in de bestaande situatie

Het windklimaat in de ruime omgeving kenmerkt zich in de bestaande situatie (figuur 4.1) door zones die als windluw zijn aan te merken met meestal windhinderklasse A en beperkt B. Enkele zones met windhinderklassen D en C zijn aanwezig tussen de bestaande gebouwen aan de zuidzijde van het Randveen. Ook nabij het te ontwikkelen perceel is een luw windklimaat aanwezig met windhinderklassen A en B. Er is geen (beperkt) risico op windgevaar aanwezig (figuur 4.2).

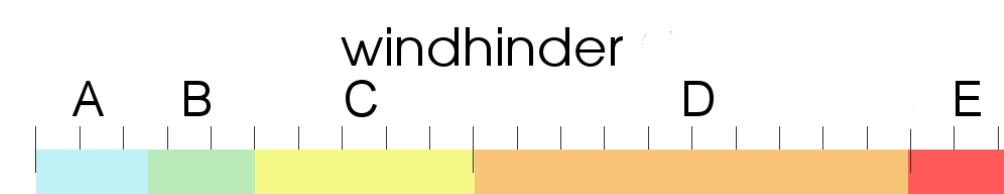
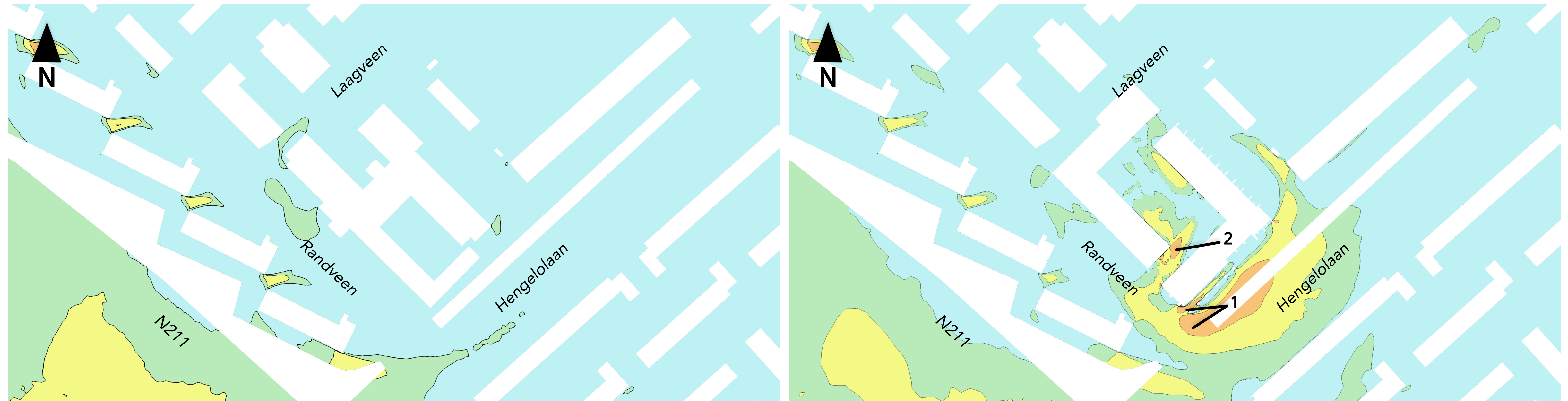
Windklimaat in de toekomstige situatie

De resultaten voor windhinder zijn in figuur 4.1 getoond. Hieruit kan het volgende worden opgemaakt:

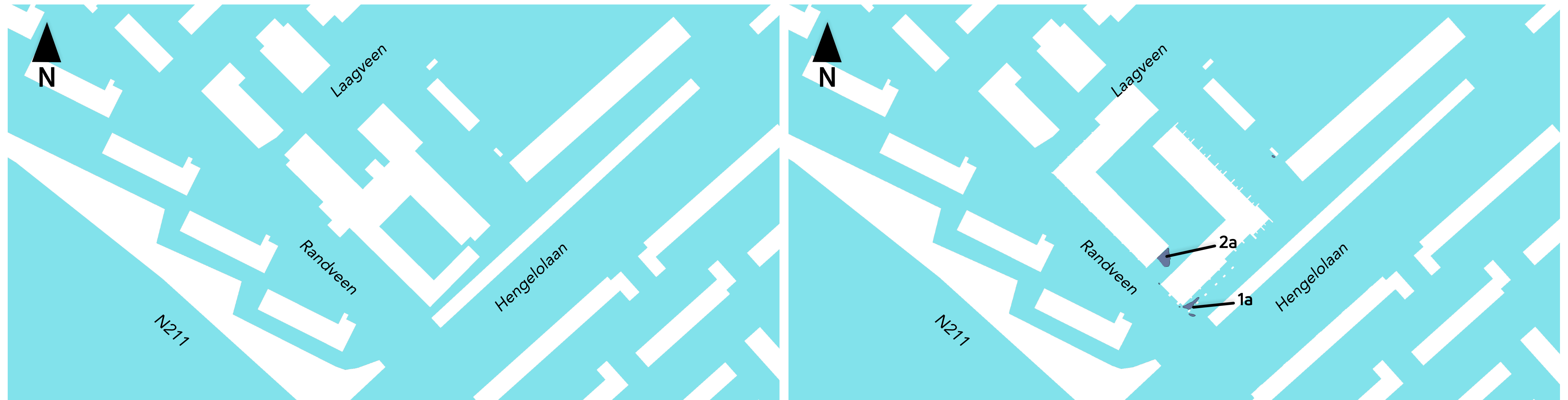
- De realisatie van de nieuwbouw heeft op grotere afstand van de nieuwbouw geen significant op het windklimaat. Dit geldt met name voor de zuidwest-, west-, noordwest- en noordzijde. Aan de noordoost-, oost-, zuidoost- en zuidzijde heeft de nieuwbouw tot en met de eerstelijns bebouwing wel een effect. Aan deze zijden en dan met name op de kruising tussen het Randveen en de Hengelolaan ontstaat een meer gevarieerd windklimaat met windhinderklassen A, B, C en D (locatie '1' in figuur 4.1).
- Bovengenoemde leidt tot een toename van windhinder nabij enkele entrees van het appartementencomplex aan de zuidoostzijde van de Hengelolaan. Hier treedt nu windhinderklasse B op dit is een acceptabel windklimaat voor deze functie.
- In de directe nabijheid van de nieuwbouw ontstaat eveneens een gevarieerd windklimaat. Aan de westzijde ontstaat veelal een luw windklimaat met windhinderklassen A en B. Aan de oostzijde ontstaan hogere windhinderklassen met maximaal klassen D op de trap richting de binnentuin (locatie '2' in figuur 4.1) en onder het overstek van Bouwdeel A, de Toren (locatie '1'). Op beide locaties ontstaat ook een beperkt risico op windgevaar, zie figuur 4.2.

- De stroming richting locatie '2' is verder uitgewerkt in paragraaf 4.2. De hier aanwezige windhinderklassen kunnen geaccepteerd worden, maar leiden tot 'slechts' een matig windklimaat. Voorgesteld wordt om vegetatie nabij de trappen en in de binnentuin toe te voegen om het windklimaat hier te verbeteren.
- De stroming richting locatie '1' is eveneens uitgewerkt in paragraaf 4.2. De hier aanwezige windhinderklassen kunnen ook geaccepteerd worden, aangezien hier lokaal geen entreezones voorzien zijn. Om het windklimaat te verbeteren dient downwash vanaf de zuidwestgevel van Bouwdeel A, de Toren verminderd te worden. Het toevoegen van vegetatie aan deze zijde kan het windklimaat lokaal verbeteren.
- In de binnentuin is een luw windklimaat met voornamelijk windhinderklassen A en B aanwezig. Er zijn enkele zones met windhinderklassen C aanwezig, echter zijn deze in de voornaamste gebruikperiode, de lente en zomer (zie bijlage B) geminimaliseerd in omvang.
- In het grootste deel van Randveen en in geheel Laagveen is een luw windklimaat, met meestal windhinderklasse A, gevonden. Nabij de noordoostelijke gevel van de bouwvolume windhinderklasse A is aanwezig. Deze zones zijn hierdoor geschikt voor alle functies. De resultaten uit de studie laten zien dat de bomen aan de Randveen een positief effect hebben.

Figuur 4.1:
 Windhinder op voetgangersniveau
 - gemiddelde over het jaar - De be-
 staande situatie (links) - De toekomstige
 situatie (rechts)



Figuur 4.2:
 Windgevaar op voetgangersniveau
 - gemiddelde over het jaar - De be-
 staande situatie (links) - De toekomstige
 situatie (rechts)



4.2 Heersende stromingsfenomenen

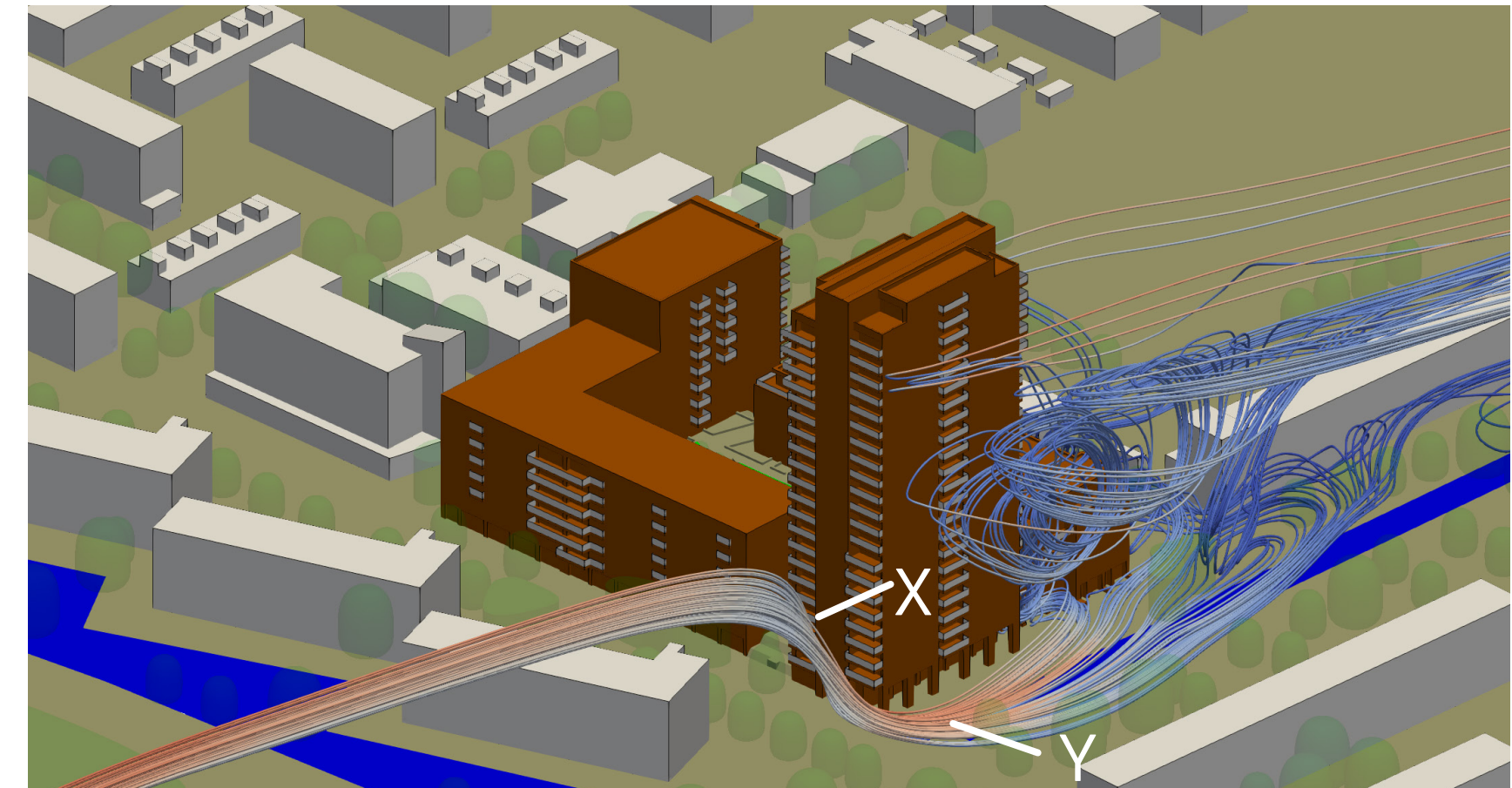
Om de resultaten te verklaren, worden stroomlijnen getoond in figuur 4.3. Stroomlijnen geven het pad aan dat de wind volgt wanneer het langs de verschillende obstakels stroomt. Hierbij worden de 2 locaties belicht die windhinderklasse D ondervinden, zie figuur 4.1.

Locatie 1, figuur 4.3a

Ten aanzien van de zones met klasse D nabij locatie '1' kan het volgende opgemerkt worden. Wind vanuit veelal WZW windrichting botst hier tegen de zuidwestgevel van Bouwdeel A, de Toren (nabij punt X in figuur 4.3a) en zal vervolgens naar beneden stromen richting de zuidhoek en hier versnellen (hoekstroomeffect) aan de Hengelolaan. Het toepassen van bomen met significante hoogte aan de zuidwestgevel zal hier een positief effect hebben.

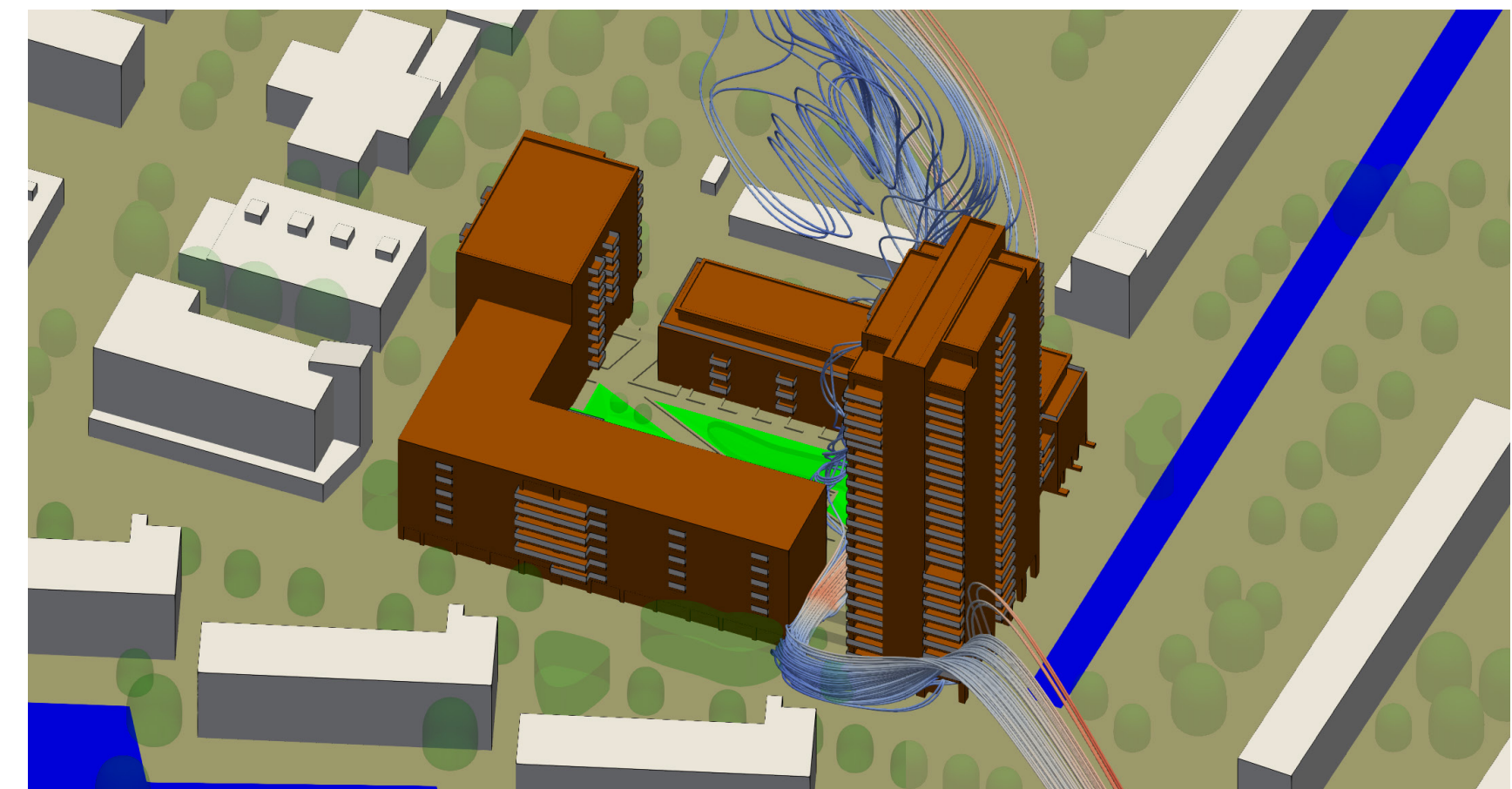
Locatie 2, figuur 4.3b

Dit betreft de doorgang van het Randveen richting de binnentuin. Wind wordt vanuit de zuidelijke windrichting deze doorgang getrokken door het aanwezige drukverschil (overdruk op de Hengelolaan en het Randveen, onderdruk in de binnentuin). Hier kunnen wederom bomen (~ 6-8 m hoog) en/of stuiken (~ 2 m hoog) nabij de doorgang een significant effect hebben op de luchtdruk en hiermee de drukverschillen verkleinen en versnelling beperken.



Figuur 4.3:
Stroomlijnen naar
locaties conform
figuur 4.3

(a)
Stroomlijnen naar
locatie 1 - windrichting
westzuidwest



(b)
Stroomlijnen
naar locatie 2 -
windrichting zuid

5 Conclusies

Dit rapport presenteert een onderzoek naar het windklimaat rondom het nieuwbouwproject Maestro te Den Haag. Het onderzoek is een voortzetting van een eerdere studie die in maart 2021 is uitgevoerd. In de hier gepresenteerde studie is het detailniveau van een bestaand gebouw ten zuidoosten van de nieuwbouw hoger gemaakt, zodat een meer realistisch beeld van het windklimaat nabij dit gebouw wordt verkregen.

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. Er zijn 2 situaties beschouwd, te weten:

- Bestaande situatie;
- Toekomstige situatie.

De studie leidt tot de volgende conclusies:

- Het inpassen van de nieuwbouw heeft aan de west- en noordzijde geen noemenswaardige invloed op het windklimaat in de ruime omgeving. Hier is zowel in de bestaande als toekomstige situatie een luw windklimaat aanwezig.
- Op de kruising tussen het Randveen en de Hengelolaan zorgt de nieuwbouw voor een toename van de windhinderklassen. Nabij bestaande bebouwing leidt dit niet tot overschrijding van de prestatie-eisen. Nabij enkele bestaande entrees aan de Hengelolaan neemt het niveau van windhinder wel toe, echter blijft dit acceptabel.
- In de directe nabijheid van het gebouw ontstaat een gevarieerd windklimaat met een luw windklimaat aan de westzijde en op de binnentuin. Op de zuidoosthoek van Bouwdeel A, de Toren en op de naastgelegen trap richting de binnentuin ontstaat windhinderklassen D en een beperkt risico op windgevaar. Dit kan geaccepteerd worden, echter worden in deze rapportage maatregelen voorgesteld om een beter windklimaat te bereiken.

De resultaten van onderhavige windstudie laten zien dat het windklimaat na realisatie van de nieuwbouw Maestro acceptabel is.

NEN 8100:2005

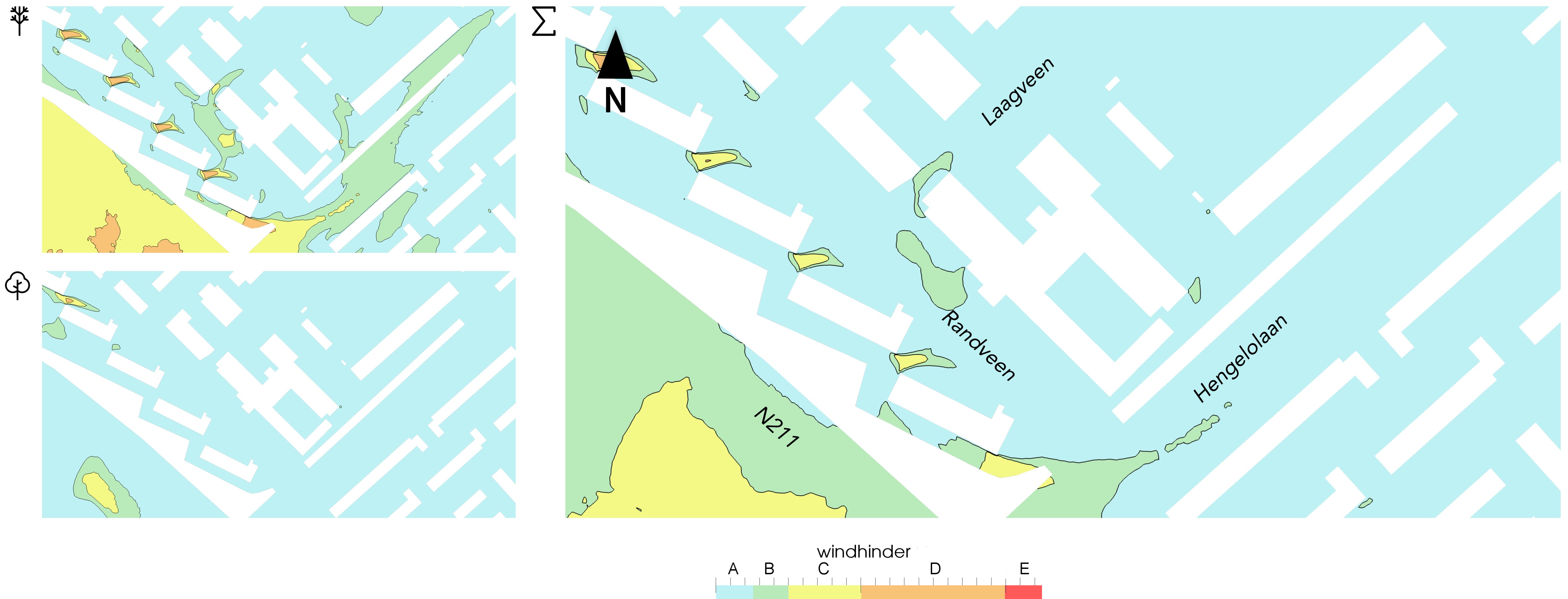
Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Maestro te Den Haag
Opdrachtgever	Stebru
Projectleider	ir. Shirin Masoudi
Datum	20/07/2021
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 300 m rond kerngebied
Kerngebied	Nieuwe gebouwen
Omgeving	Omgeving in massa's, gedetailleerd nabij het kerngebied
Afmetingen model	Rond met straal 1500 m en hoogte 500 m
Blokkeringsgraad	maximaal 3%
Gemodelleerd groen	geen
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12
Onderzochte configuraties	Windhinder, windgevaar en windcomfort
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: v2006
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag Bestaande situatie: 18 558 978 cellen; Toekomstige situatie: 54 261 102 cellen
Turbulentiemodellering	k-omega-SST
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV cellLimited leastSquares 1 Turbulente grootheden: limitedLinear 1 Scalaire variabelen: n.v.t.

Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag
Uitlaat	Druk-uitlaat
Boven-/Zijwanden	Slip-wanden
Vloer/bodem	No-slip, lokale ruwheid
Overige	No-slip, lokale ruwheid
Gegevensverwerking en -beoordeling	informatie voor locatie en berekening windklimaat
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X: 077044Y: 450606
Gepresenteerde resultaten	Windhinder en windgevaar op openbare buitenruimte
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	

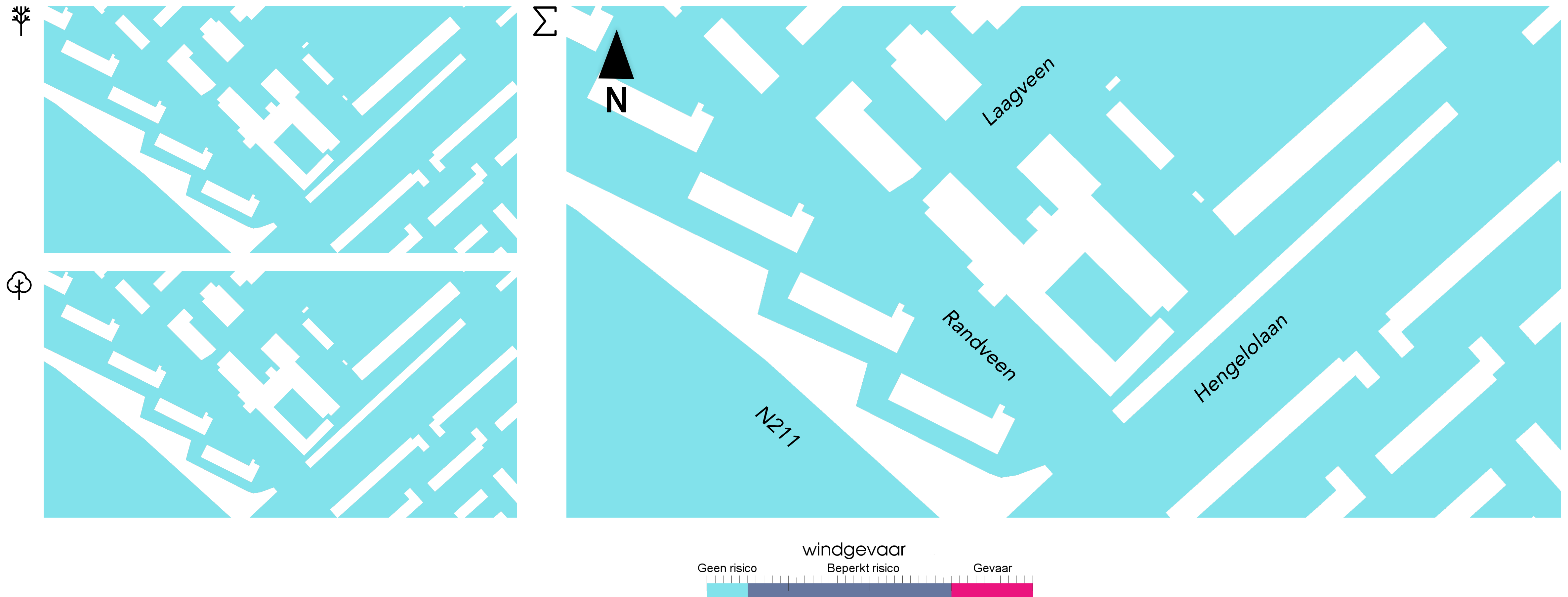
B Resultaten met en zonder vegetatie

Windhinder op voetgangersniveau
zonder vegetatie (linksboven) met
vegetatie (linksonder) en gemiddelde
over het jaar (rechts) -
De bestaande situatie



B Resultaten met en zonder vegetatie

Windgevaar op voetgangersniveau
zonder vegetatie (linksboven) met
vegetatie (linksonder) en gemiddelde
over het jaar (rechts) -
De bestaande situatie



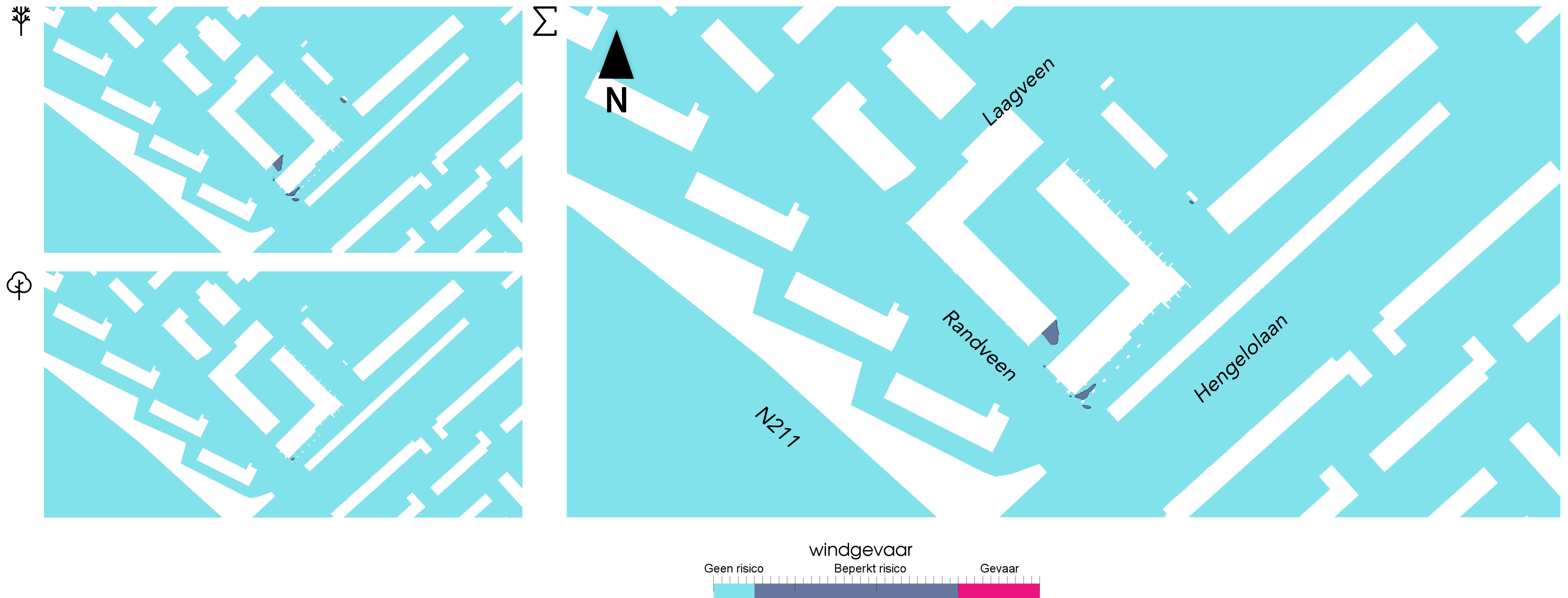
B Resultaten met en zonder vegetatie

Windhinder op voetgangersniveau
zonder vegetatie (linksboven) met
vegetatie (linksonder) en gemiddelde
over het jaar (rechts) -
De toekomstige situatie



B Resultaten met en zonder vegetatie

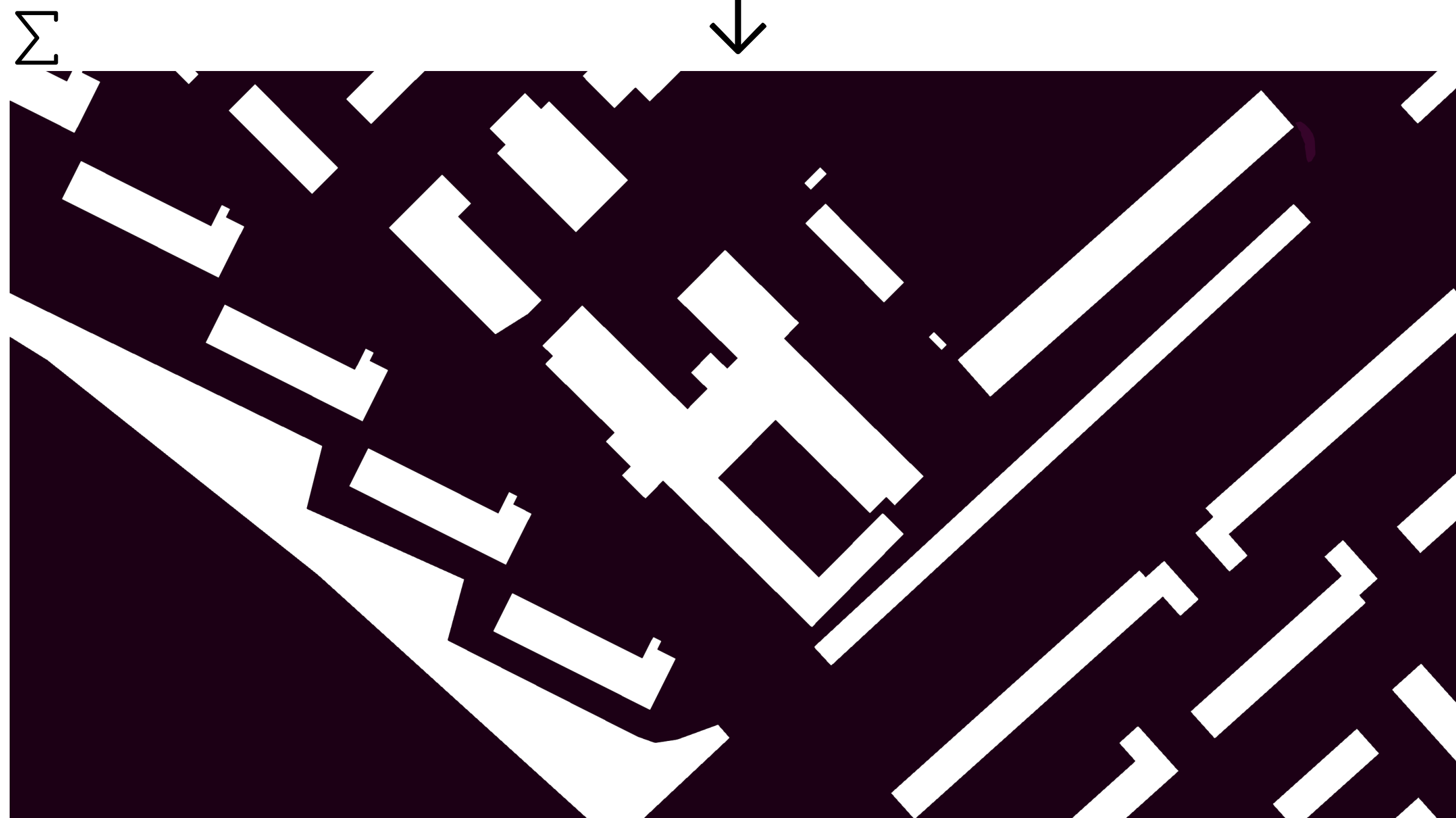
Windgevaar op voetgangersniveau
zonder vegetatie (linksboven) met
vegetatie (linksonder) en gemiddelde
over het jaar (rechts) -
De toekomstige situatie



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

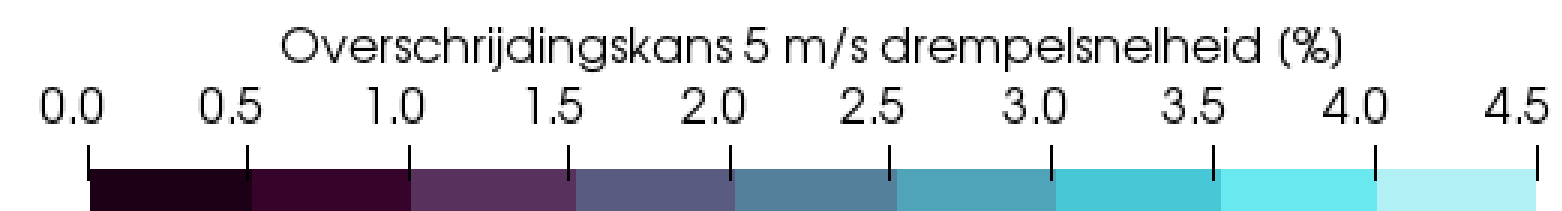
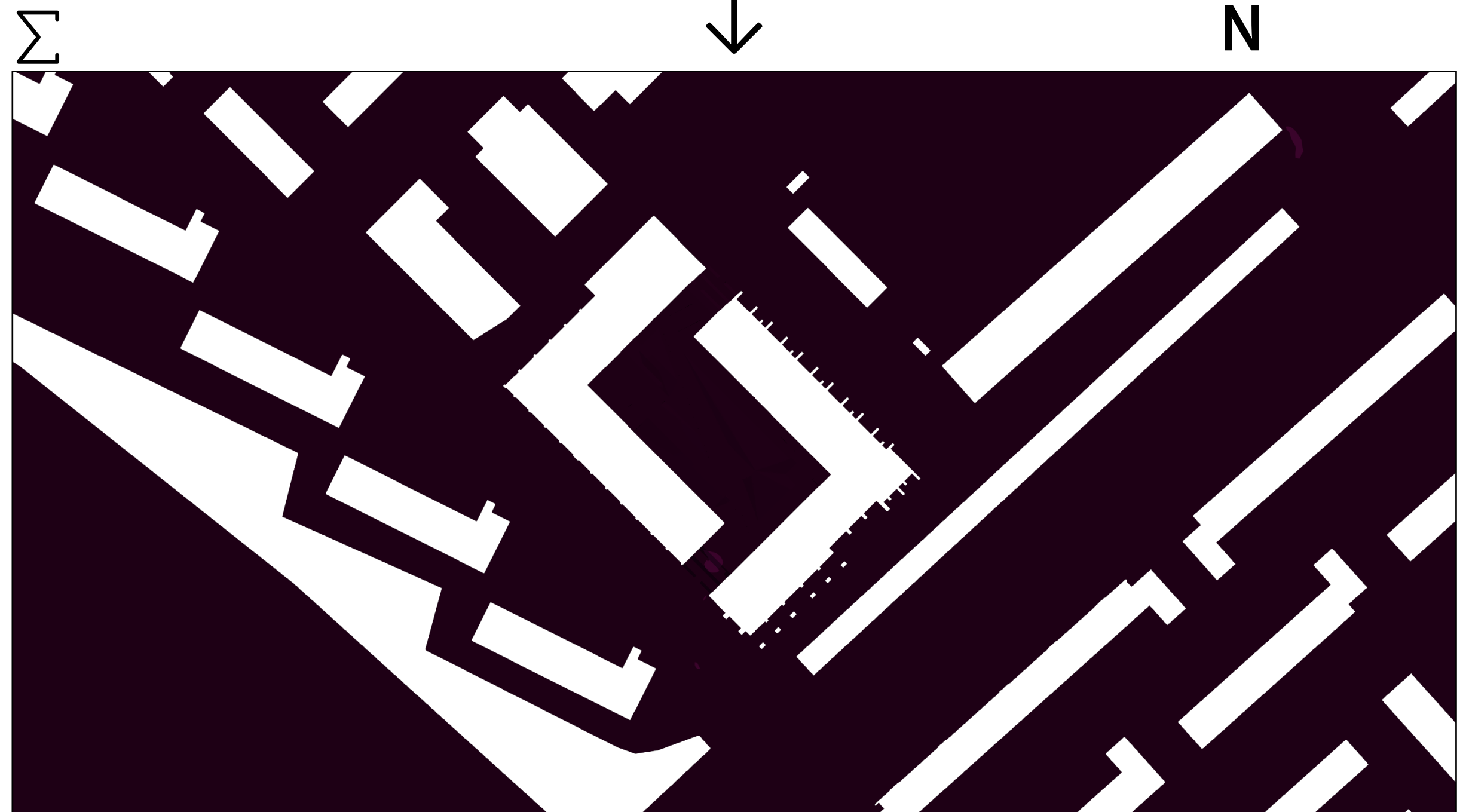
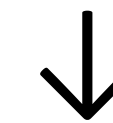
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

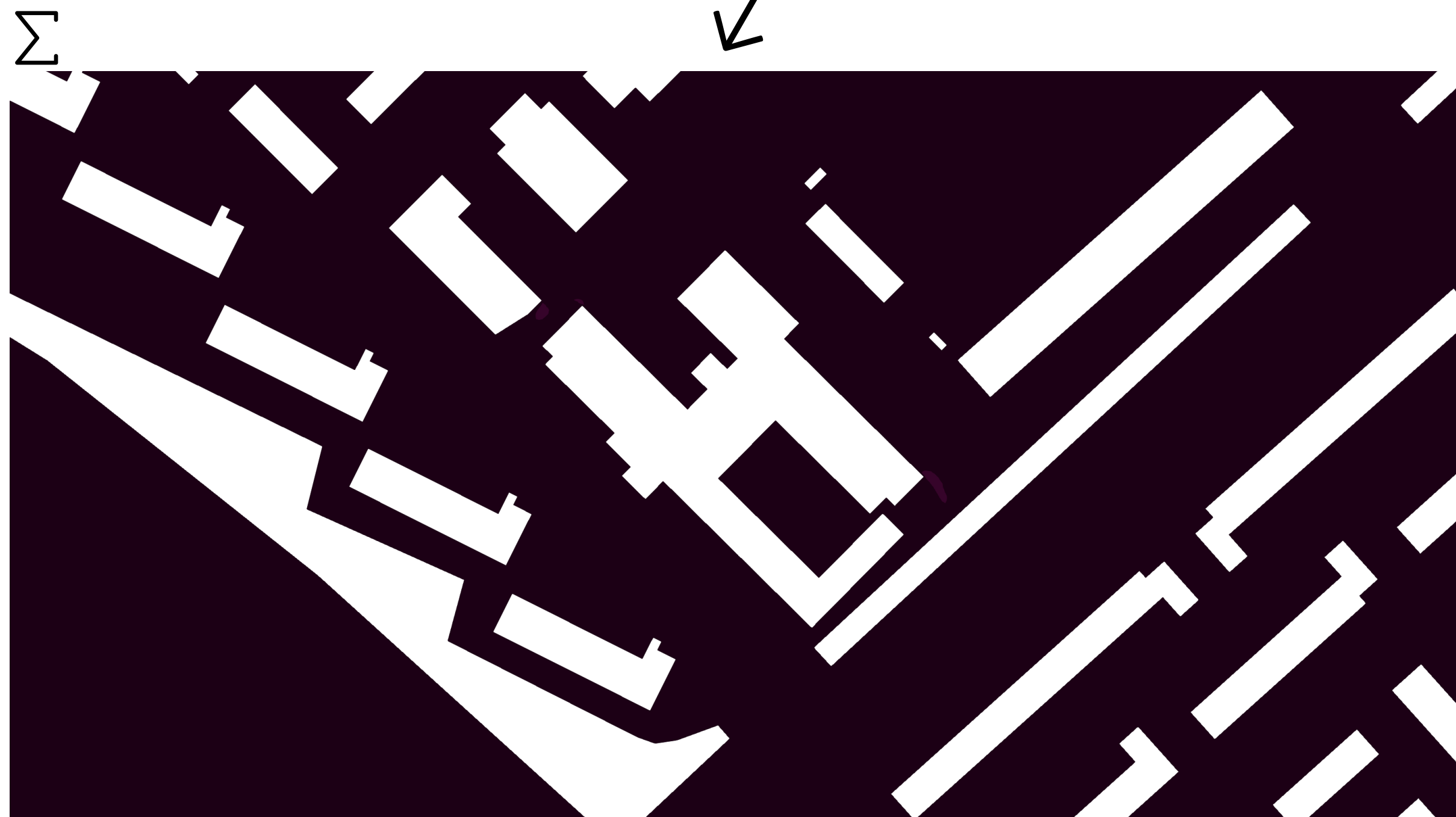
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

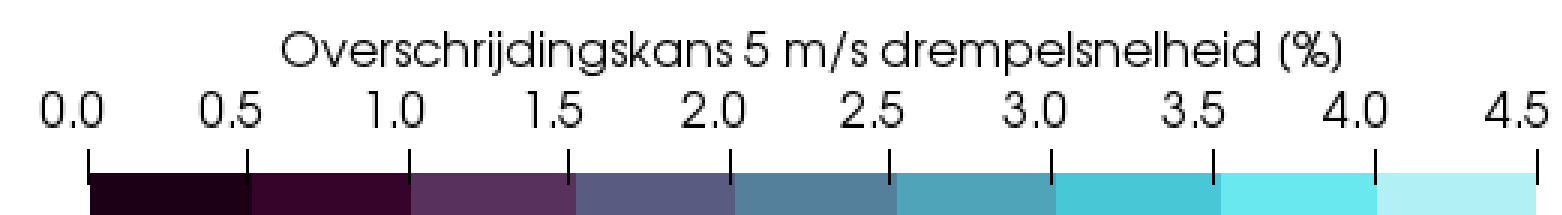
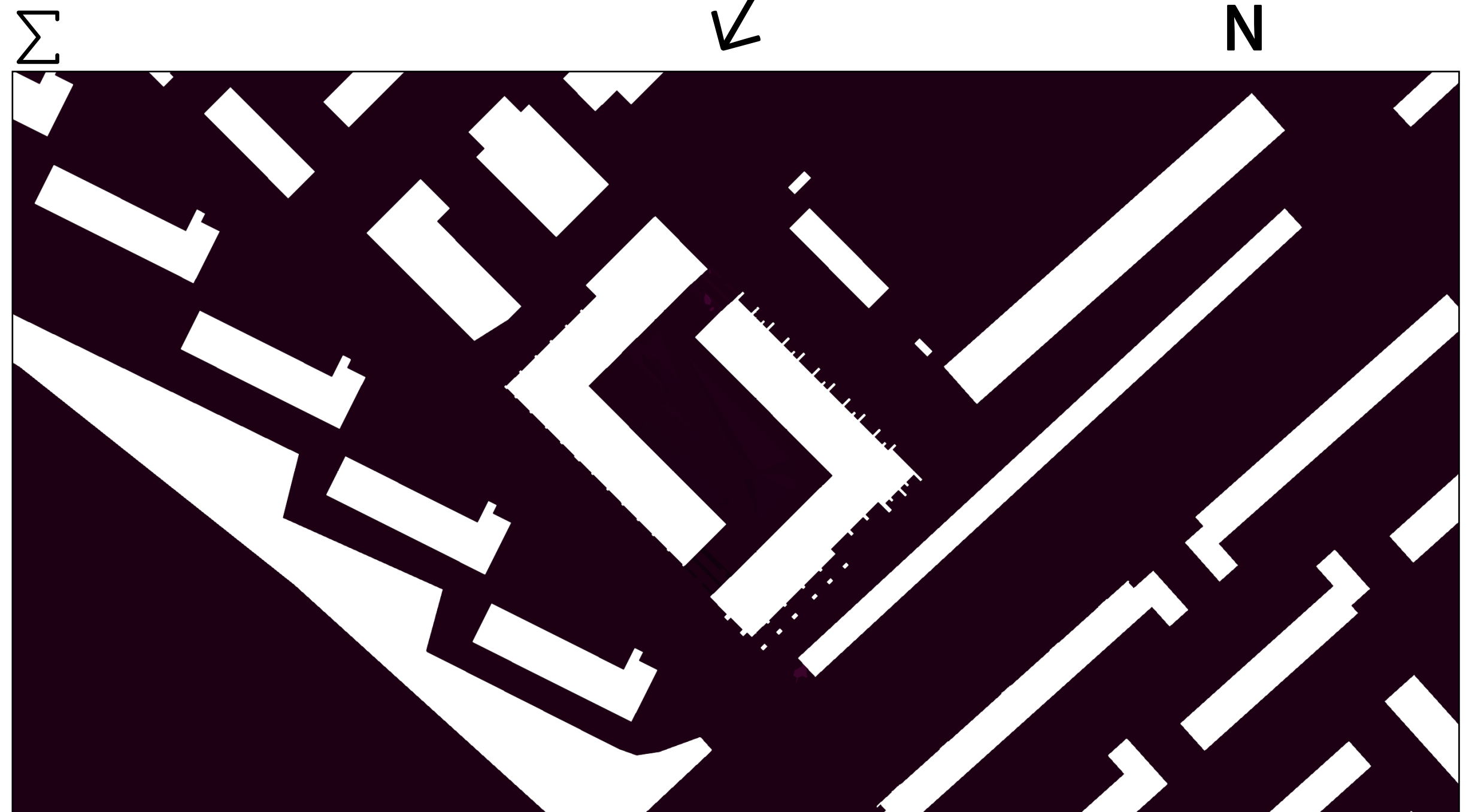
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

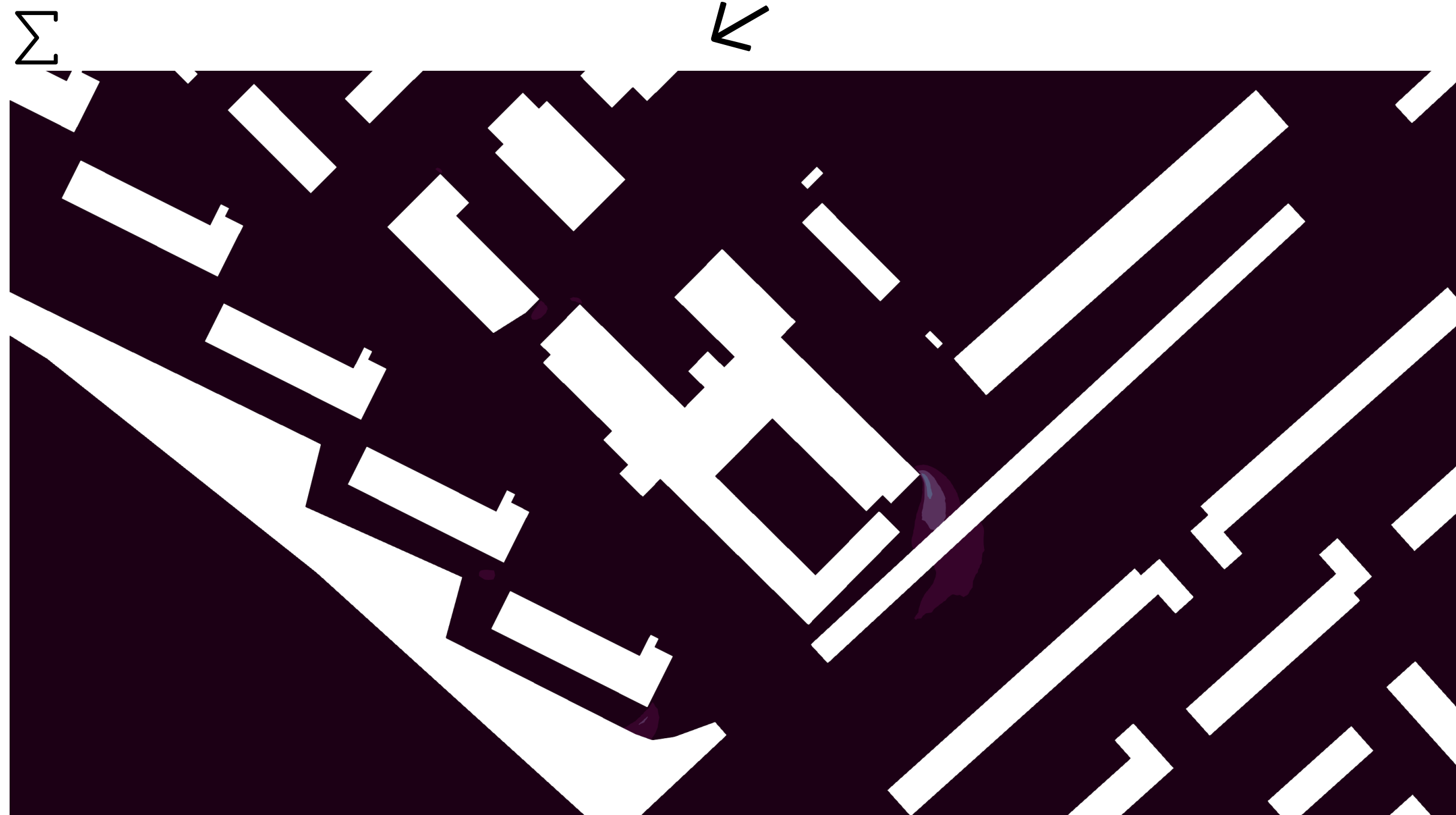
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

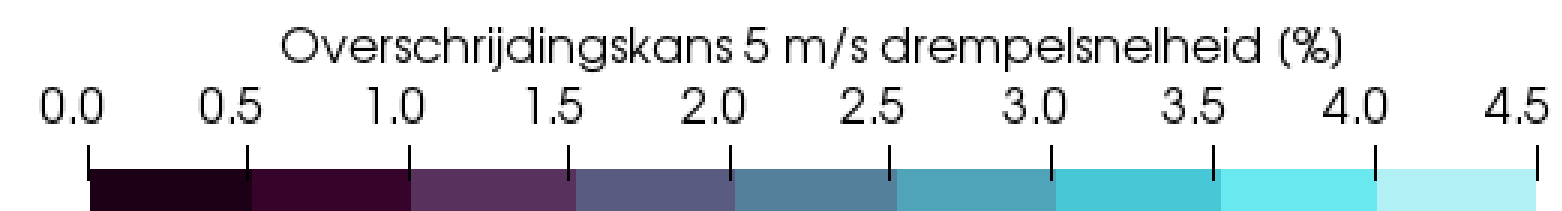
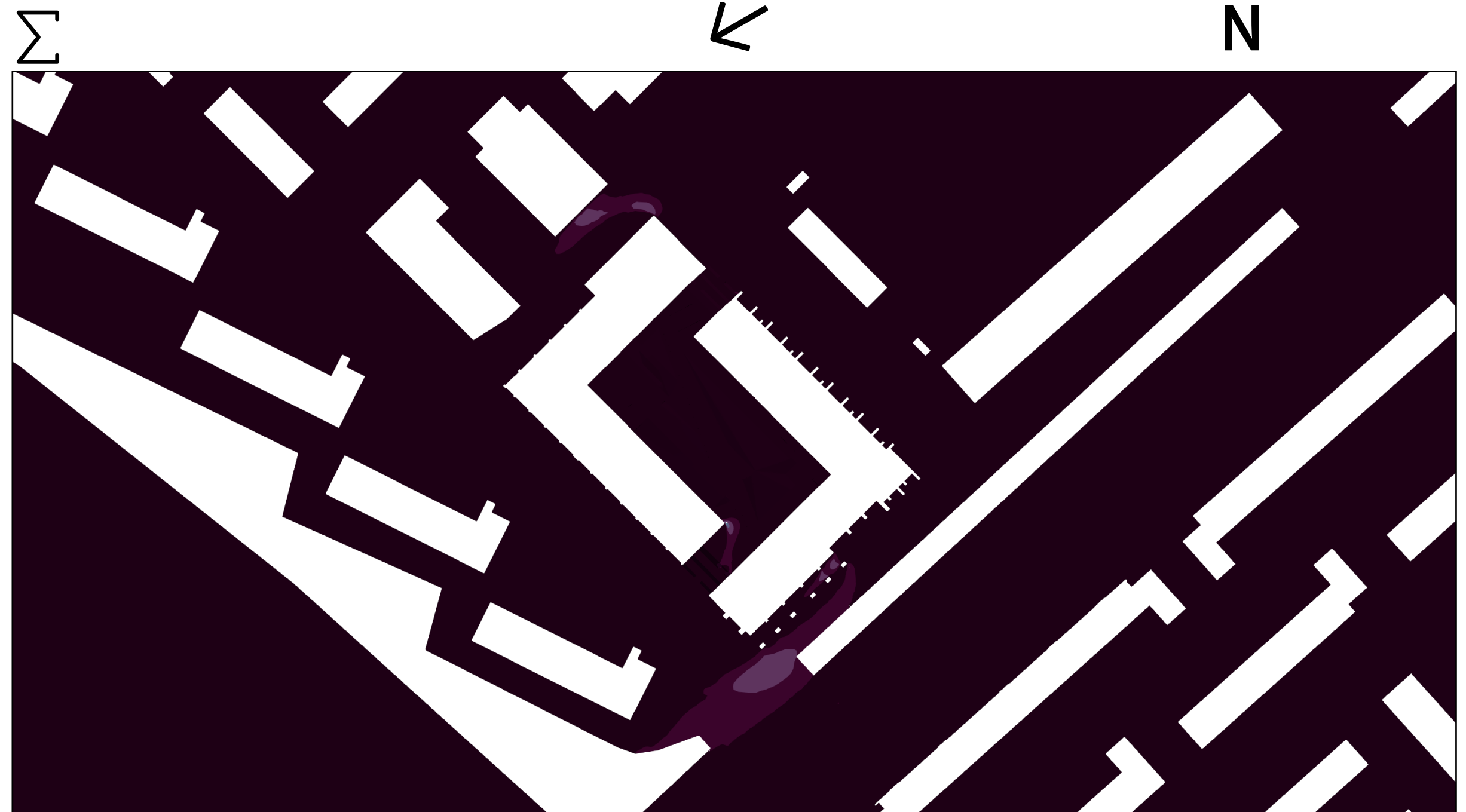
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

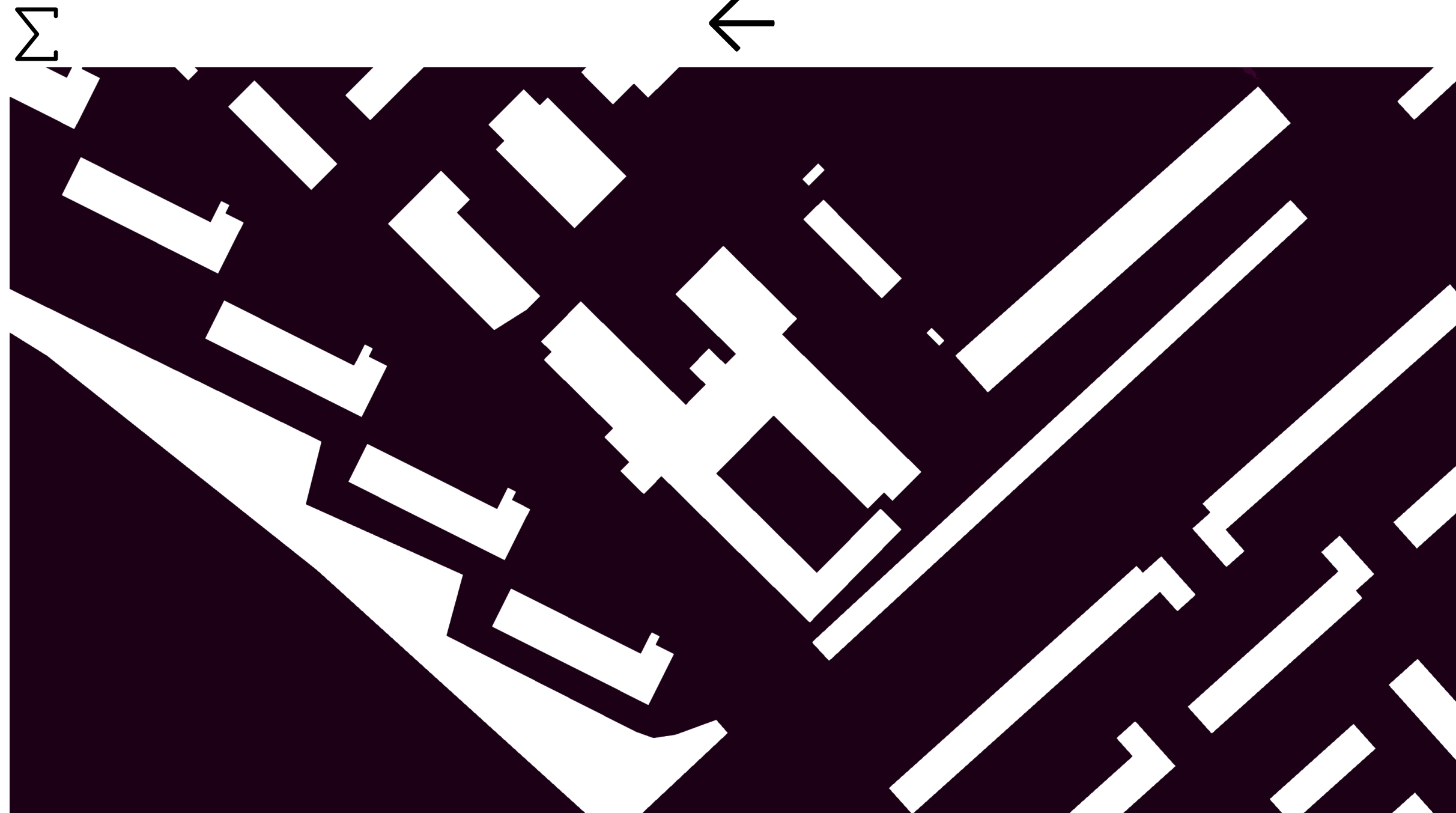
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

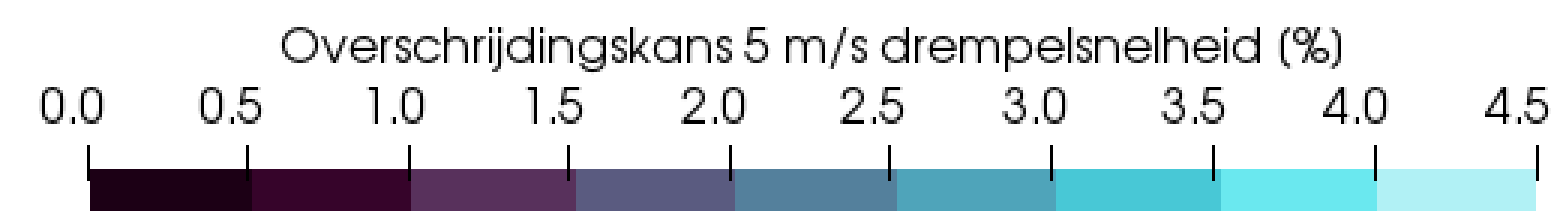
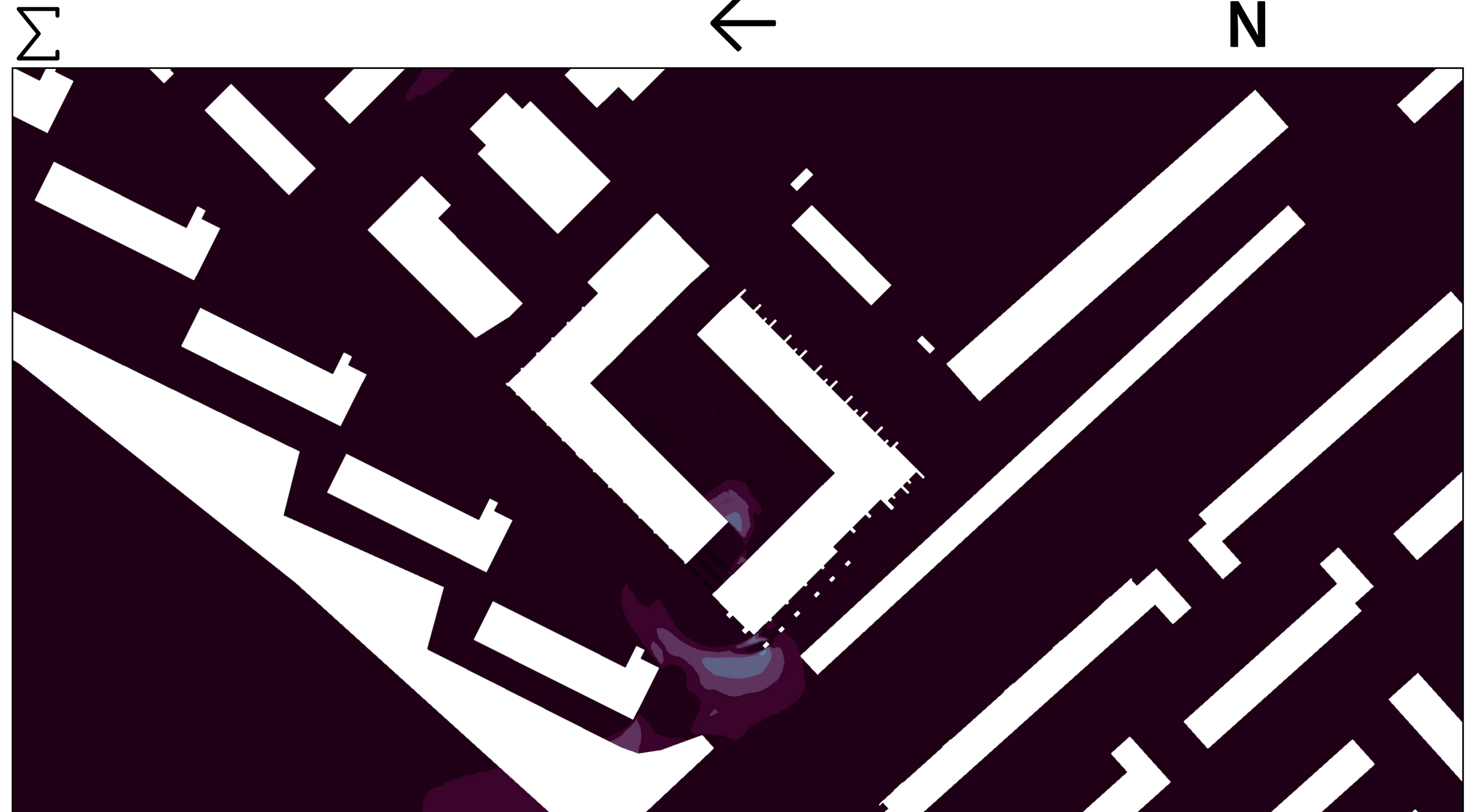
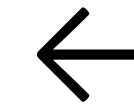
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

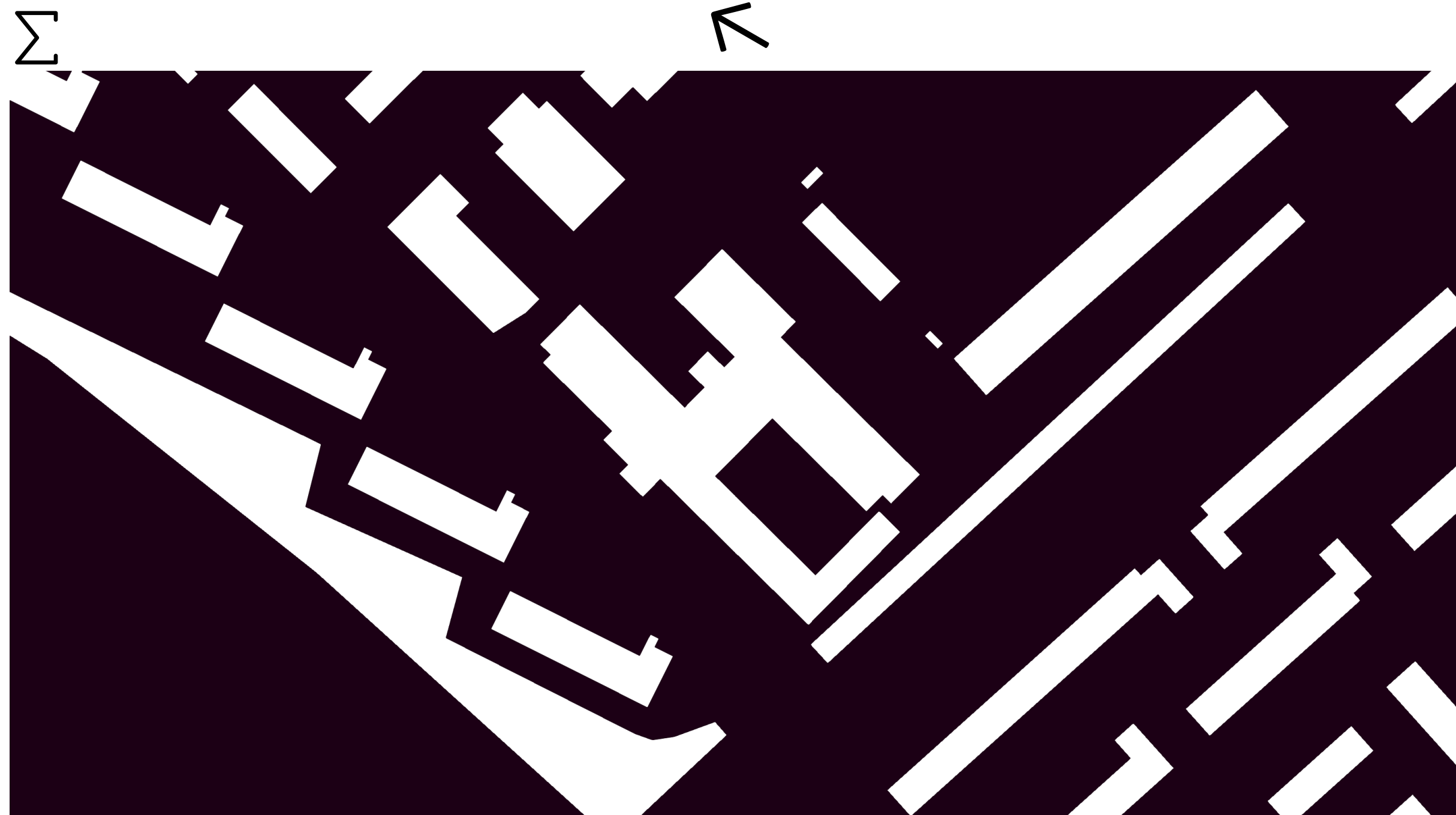
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

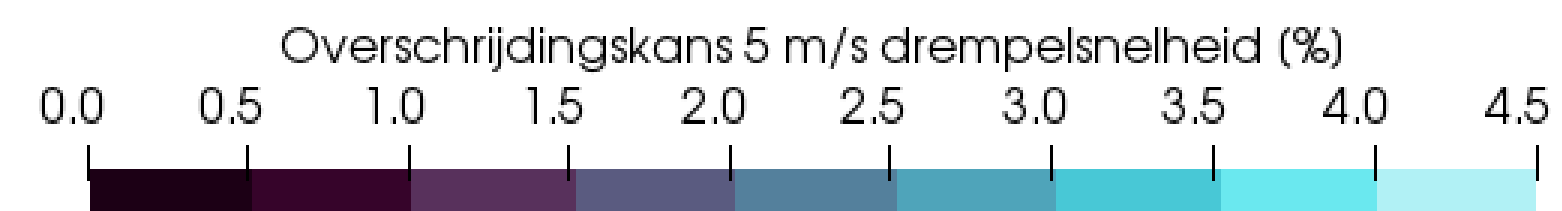
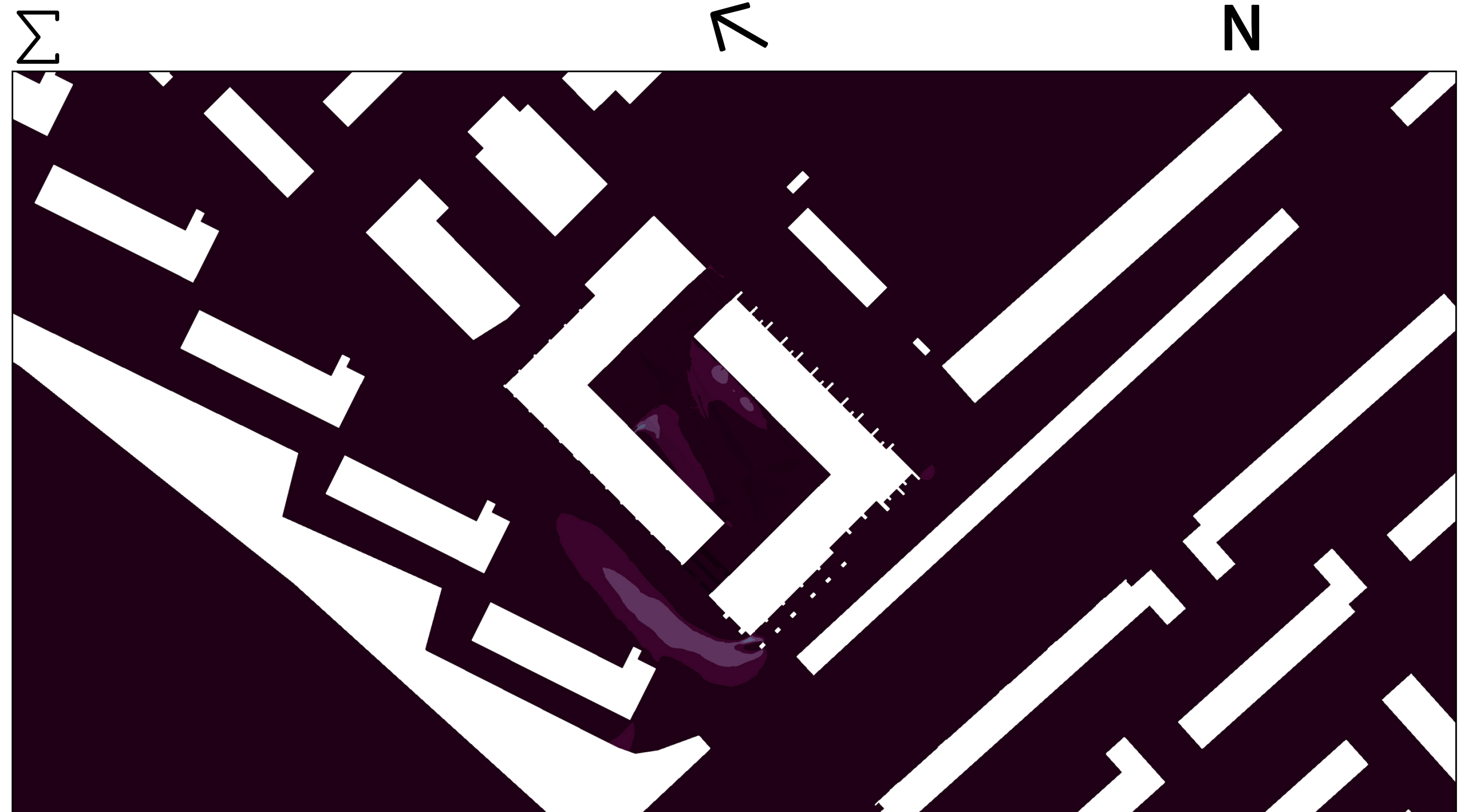
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

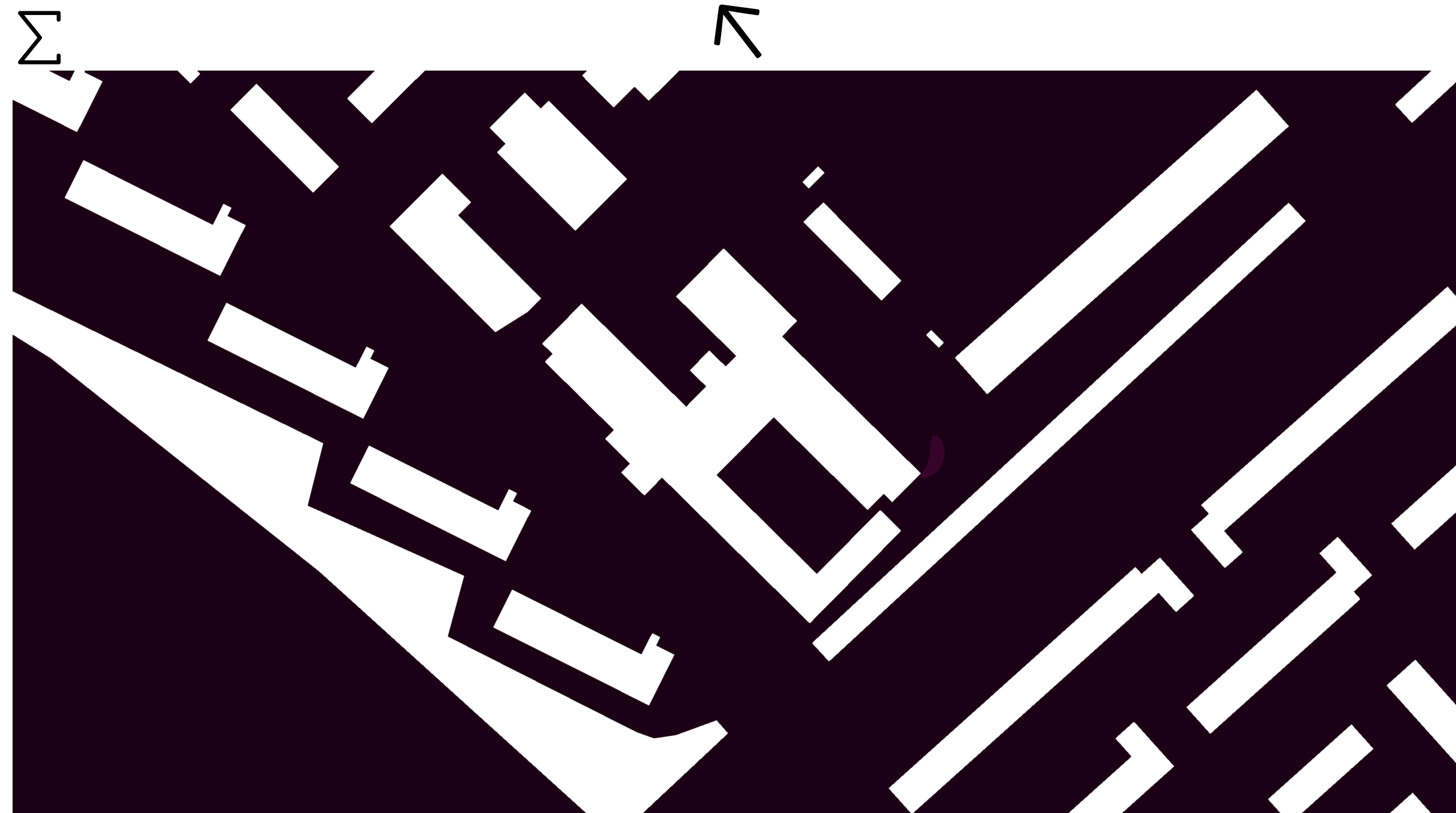
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

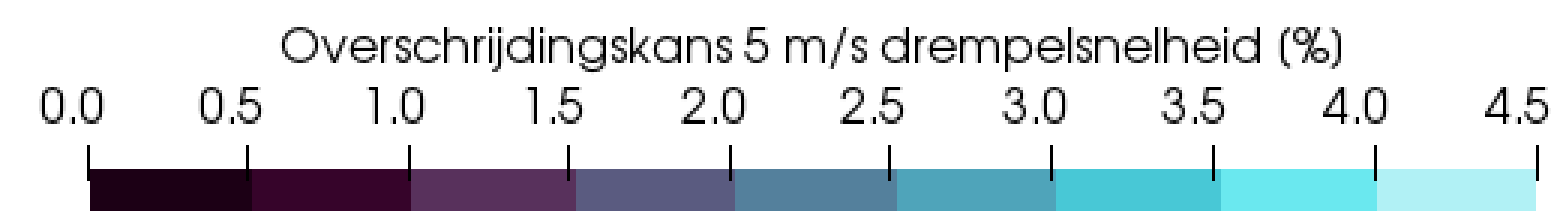
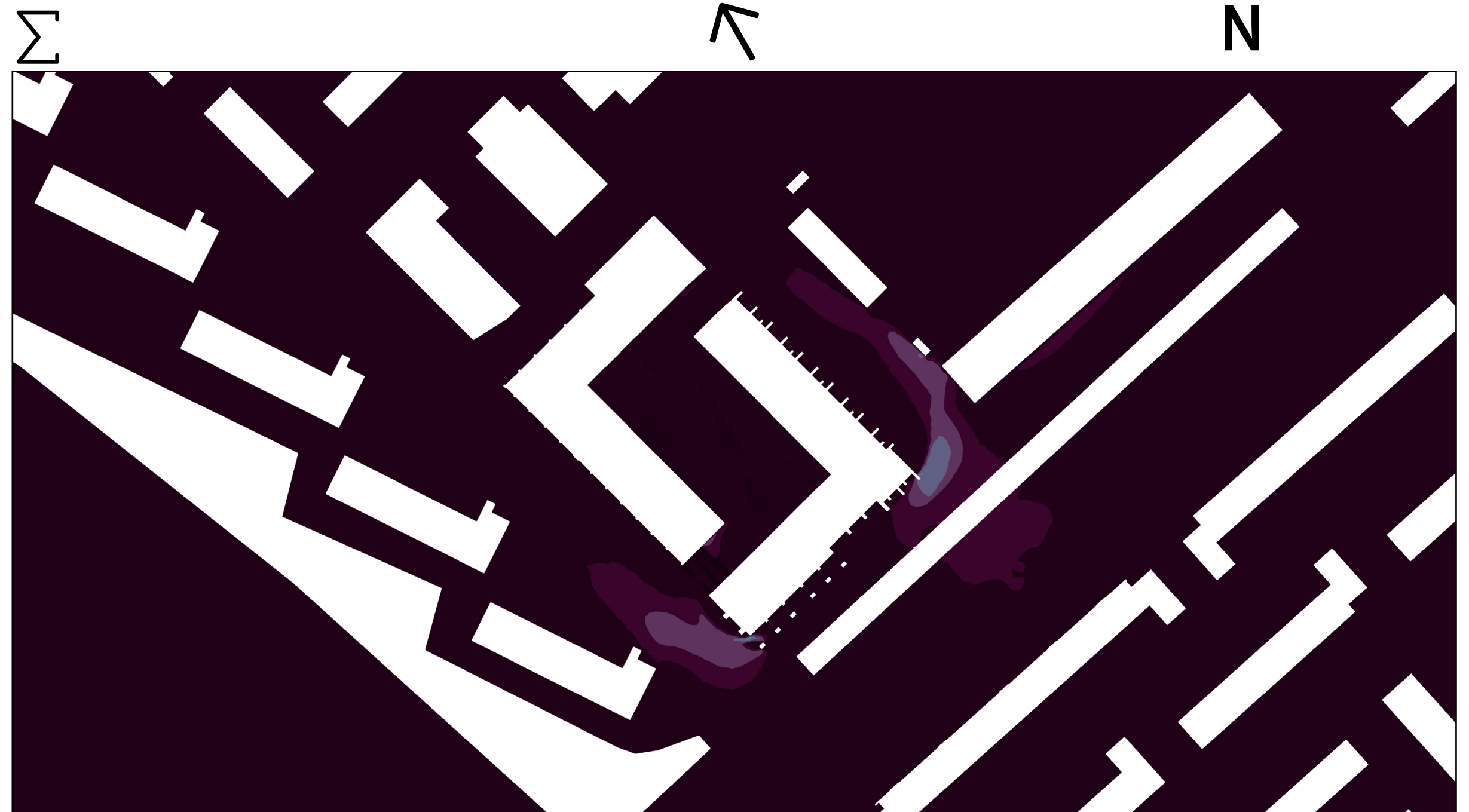
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

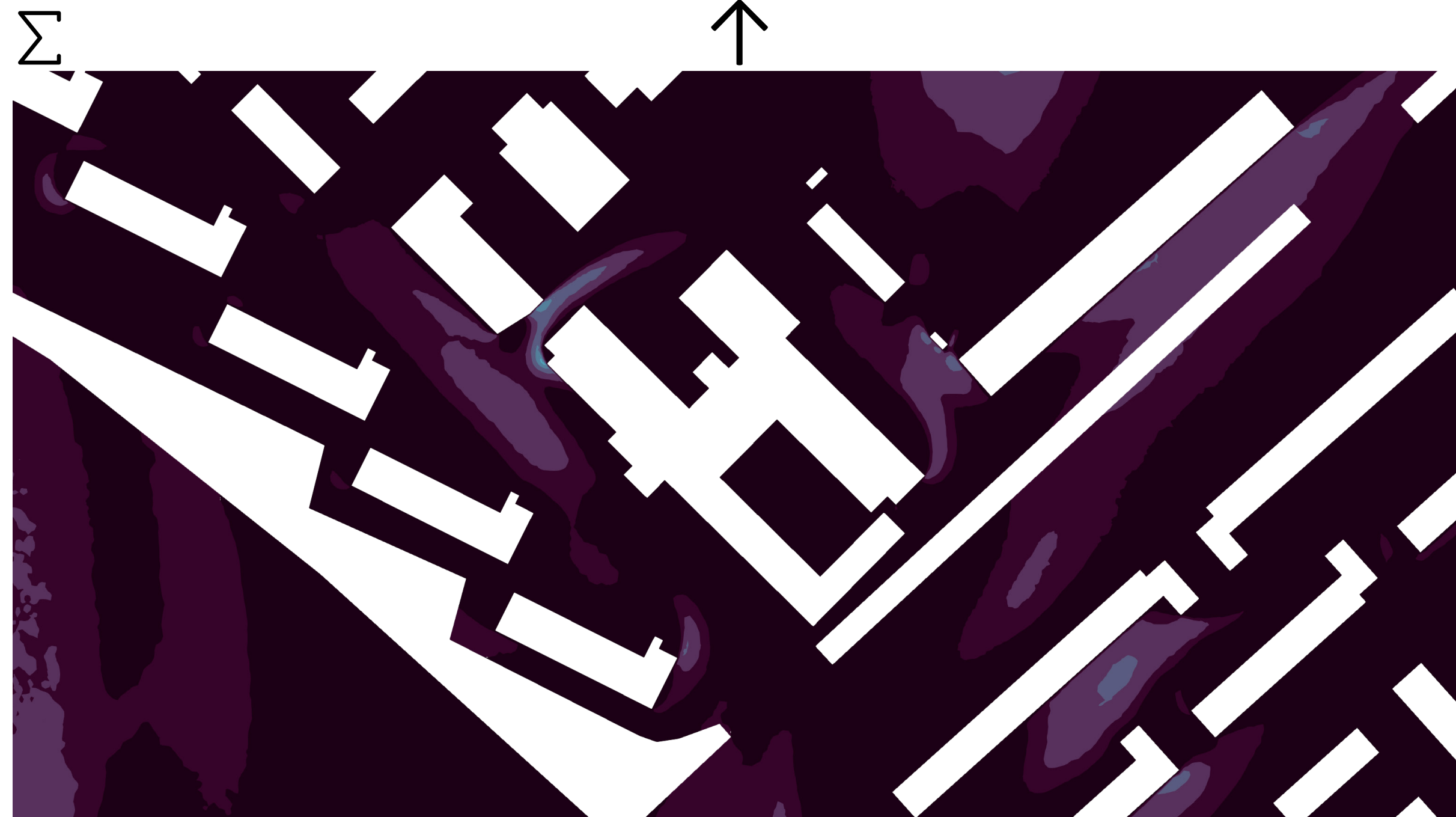
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

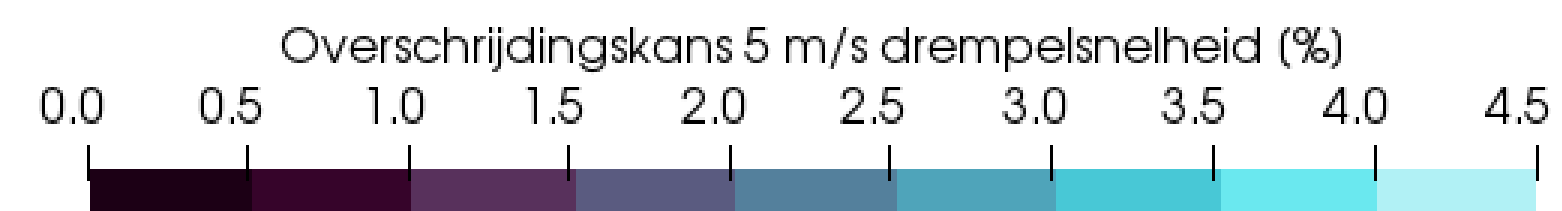
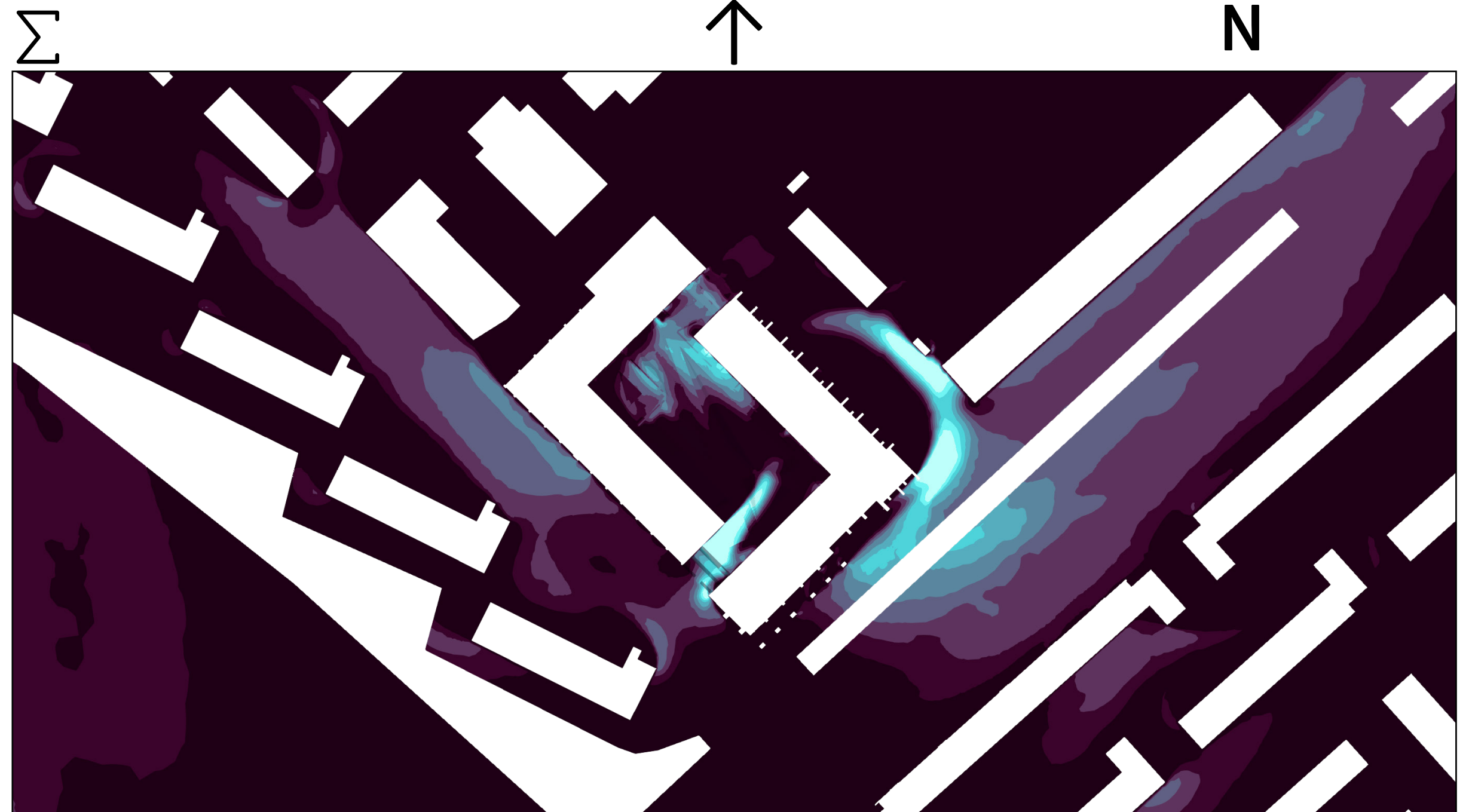
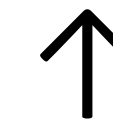
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

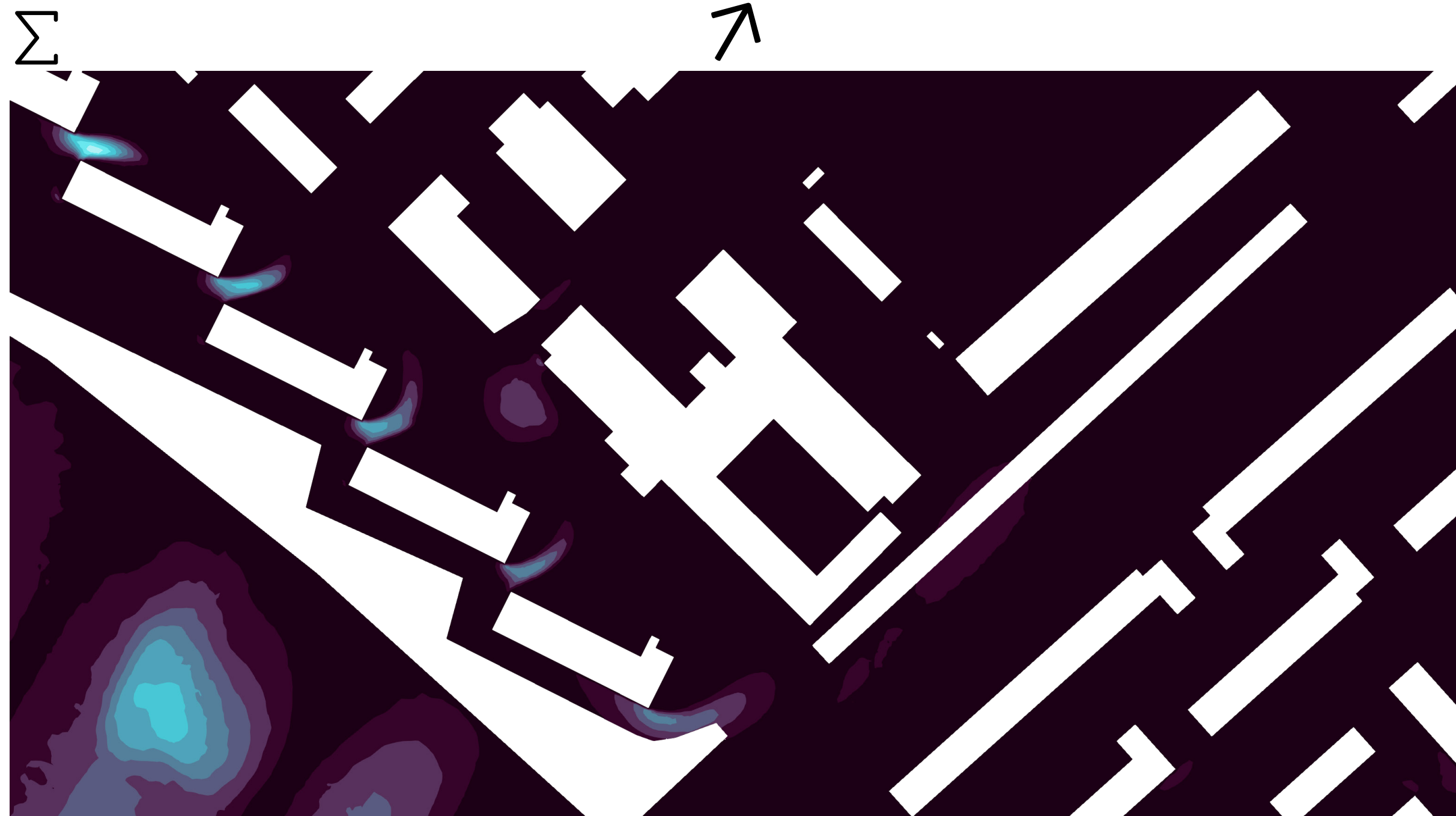
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

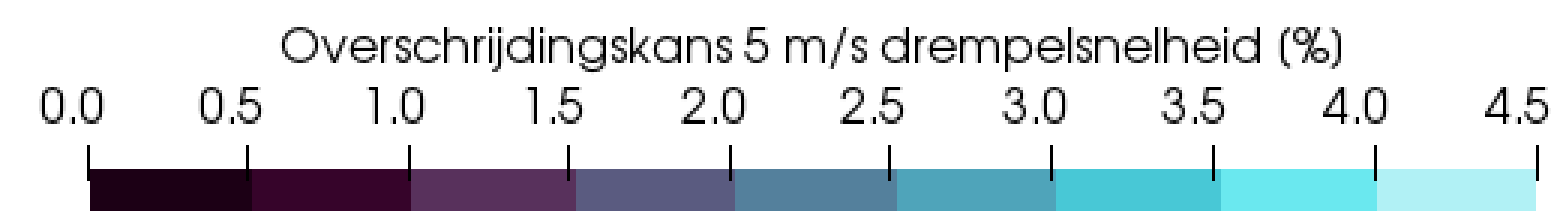
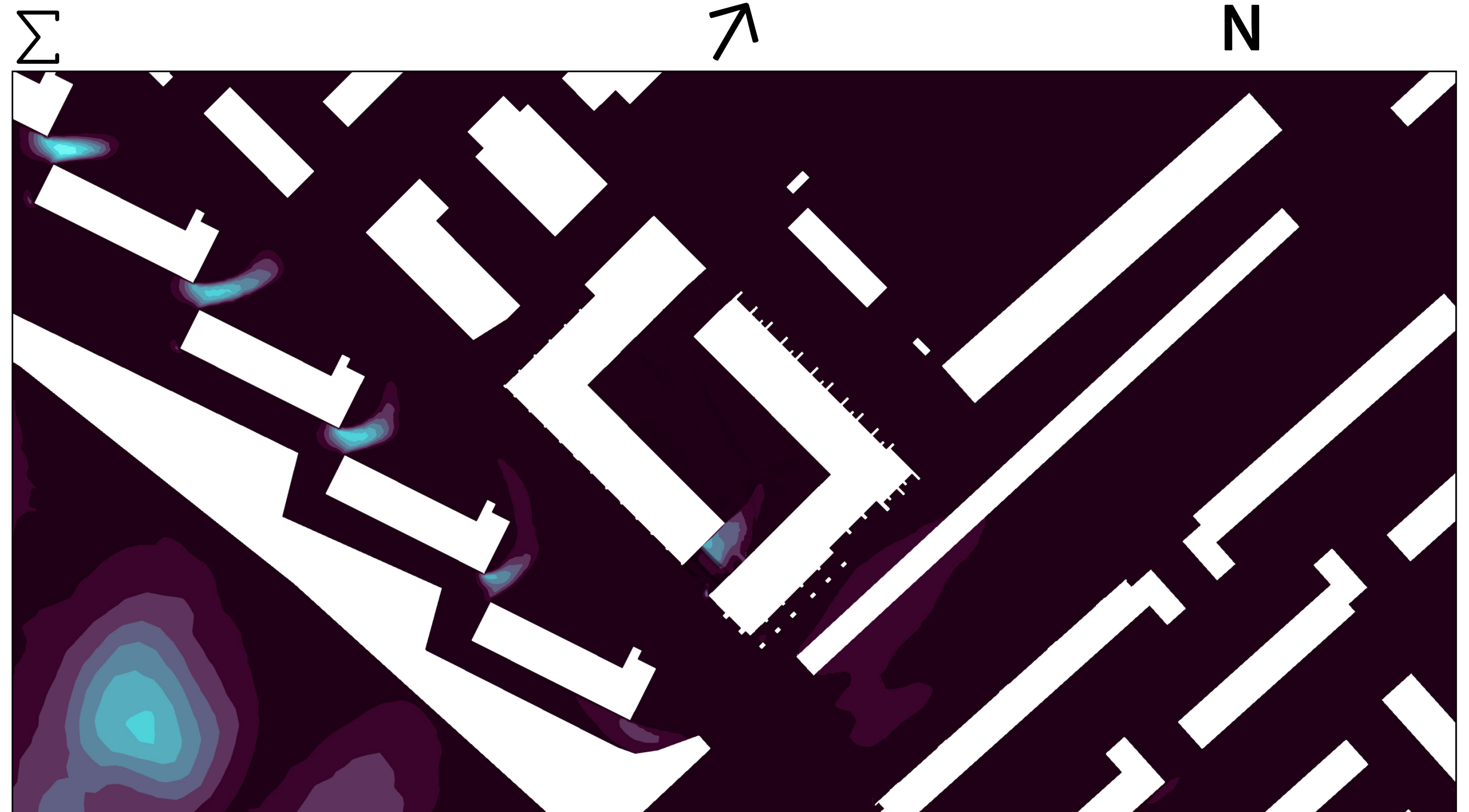
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

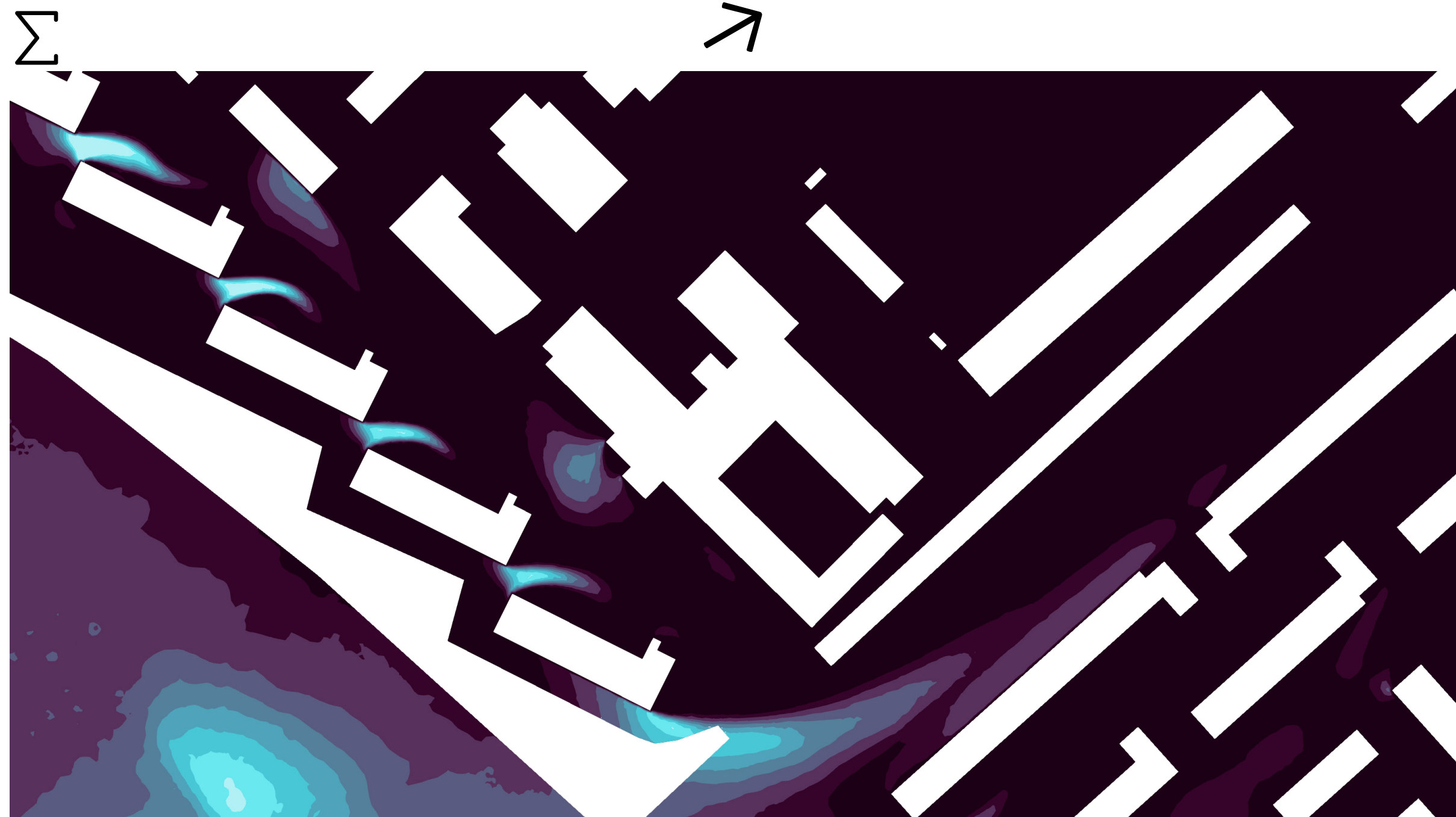
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

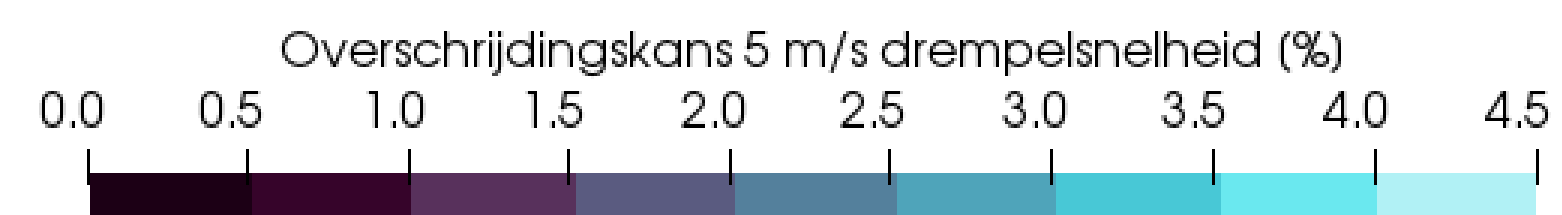
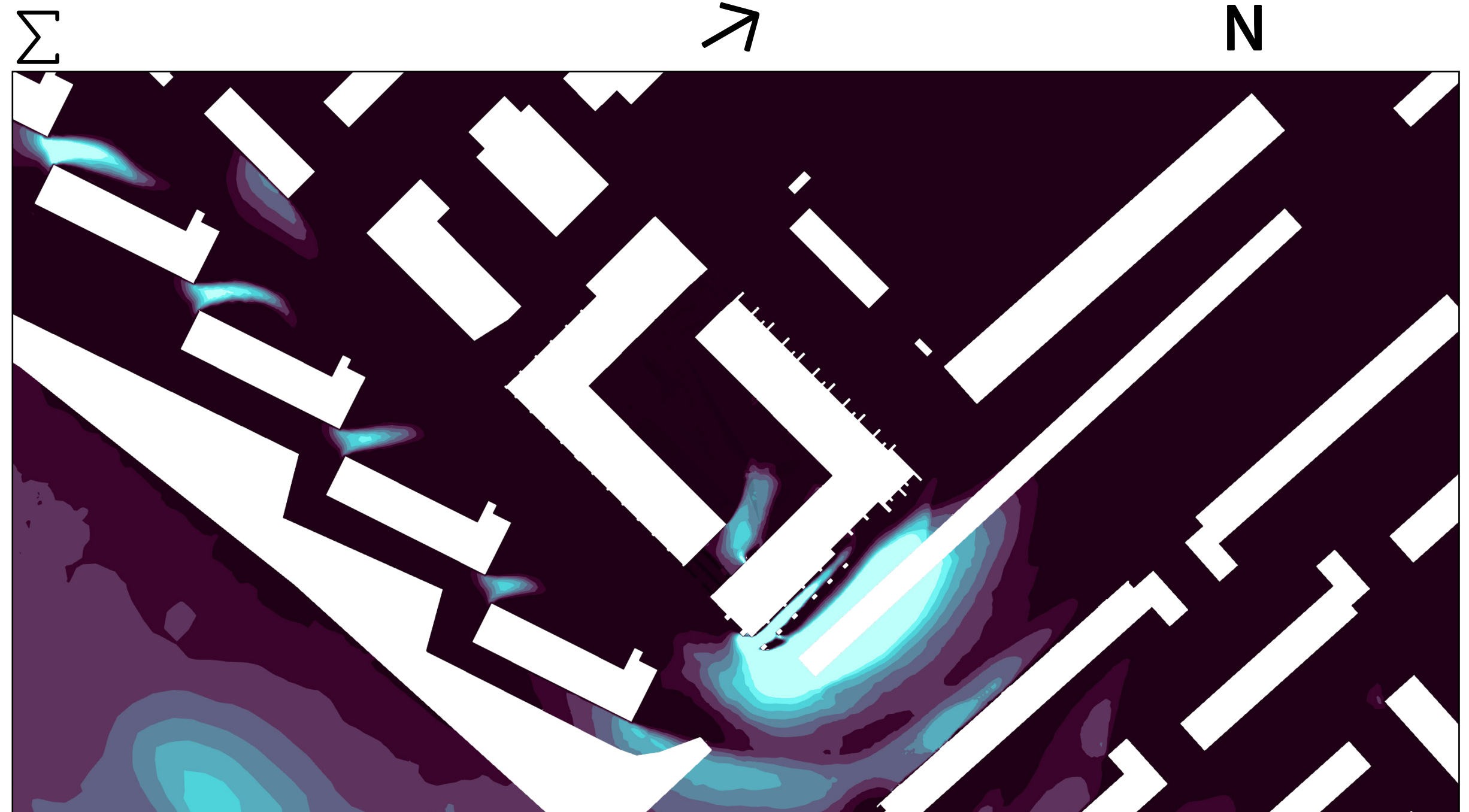
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

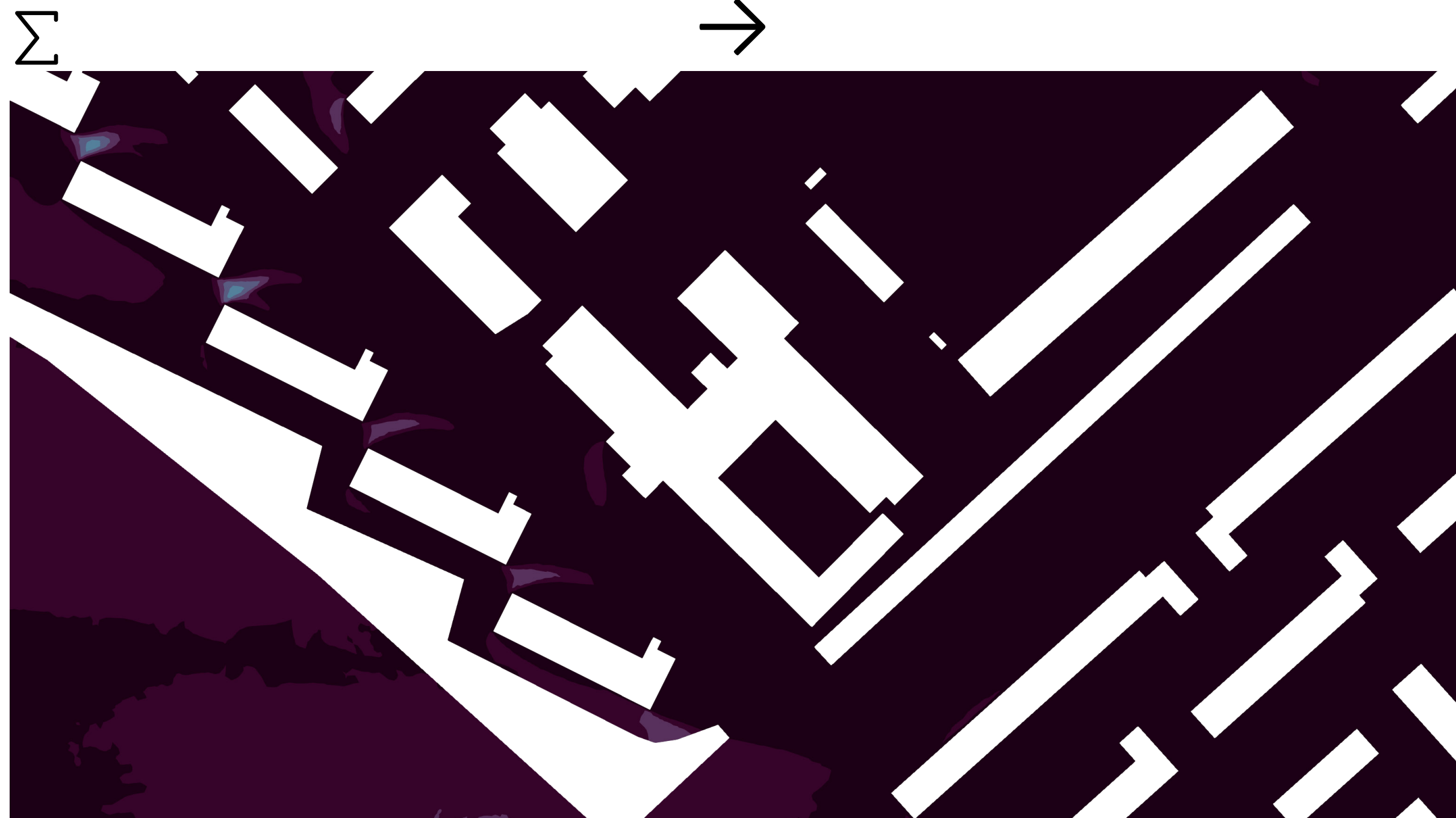
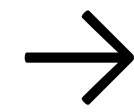
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

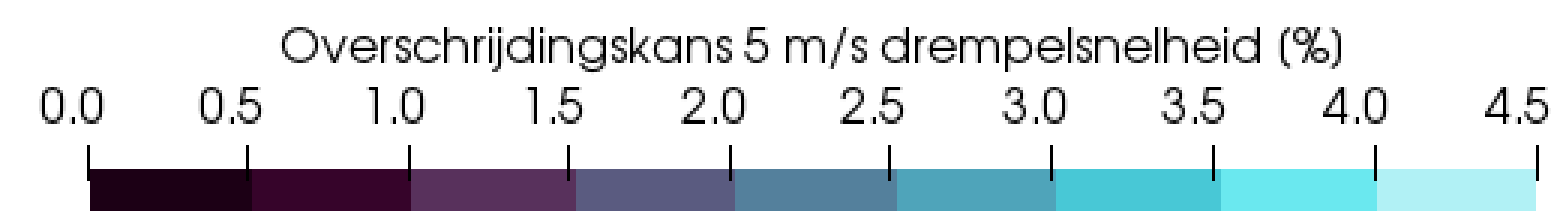
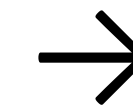
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

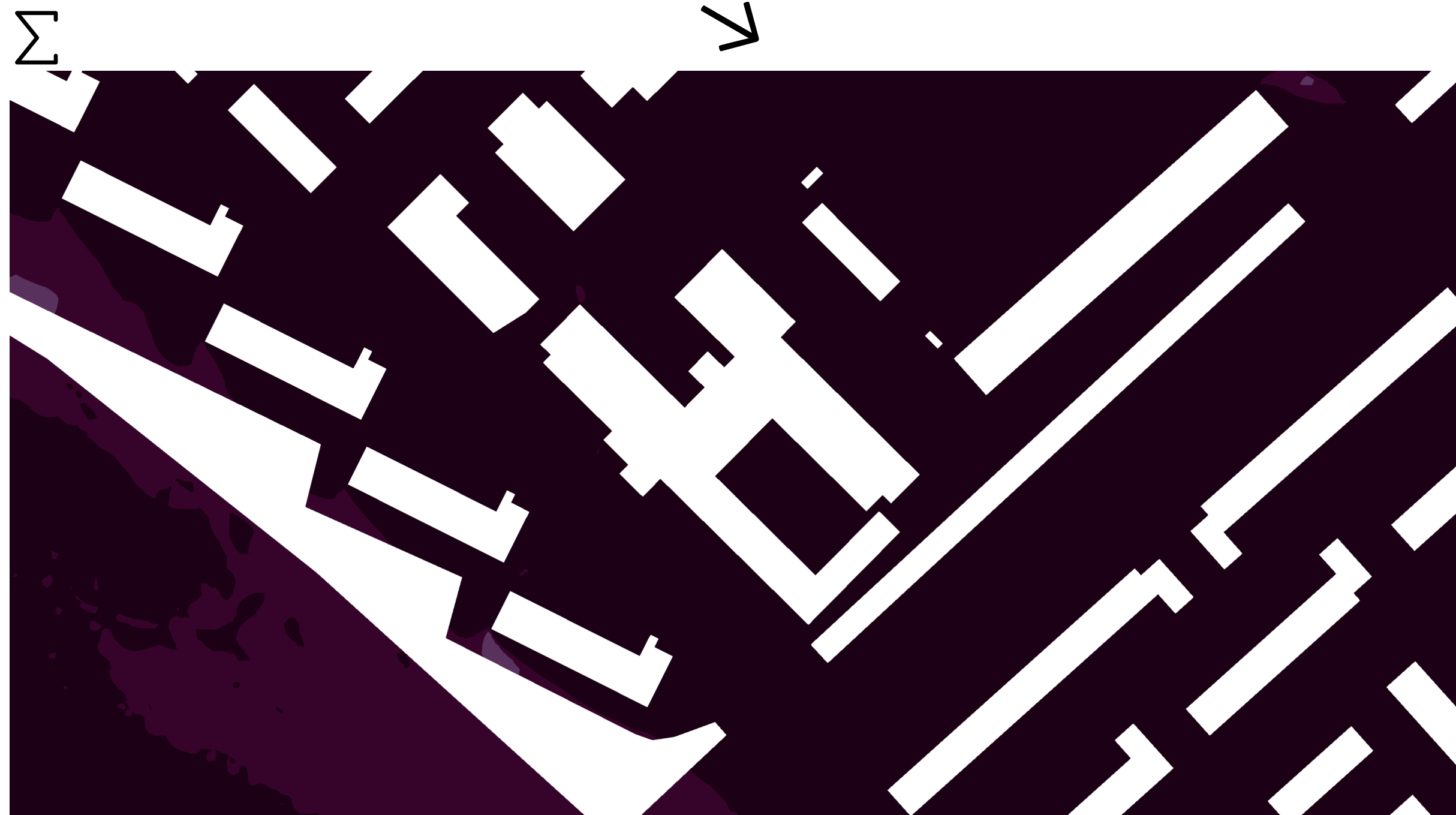
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

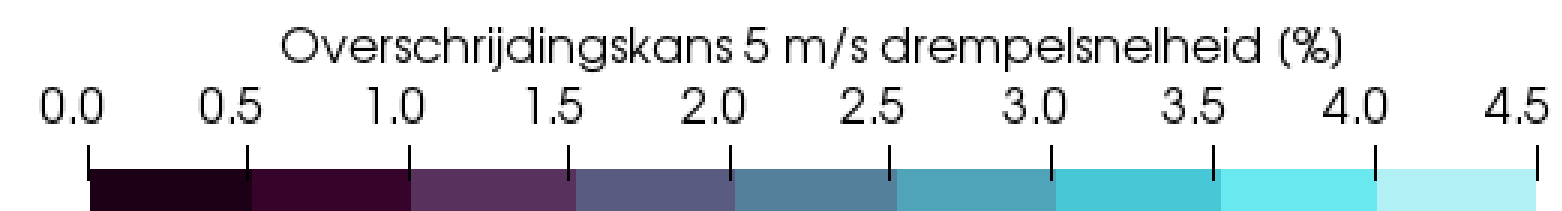
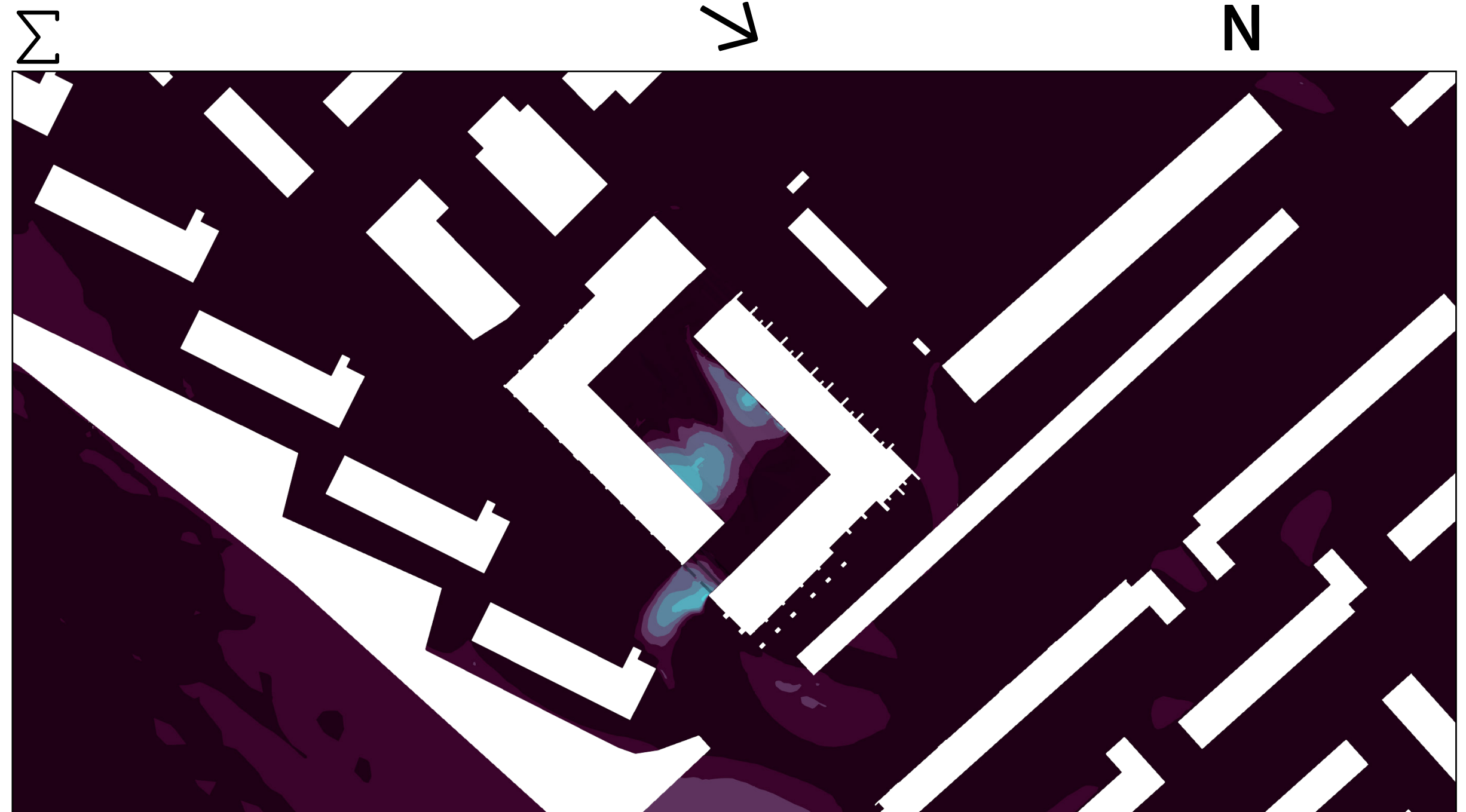
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

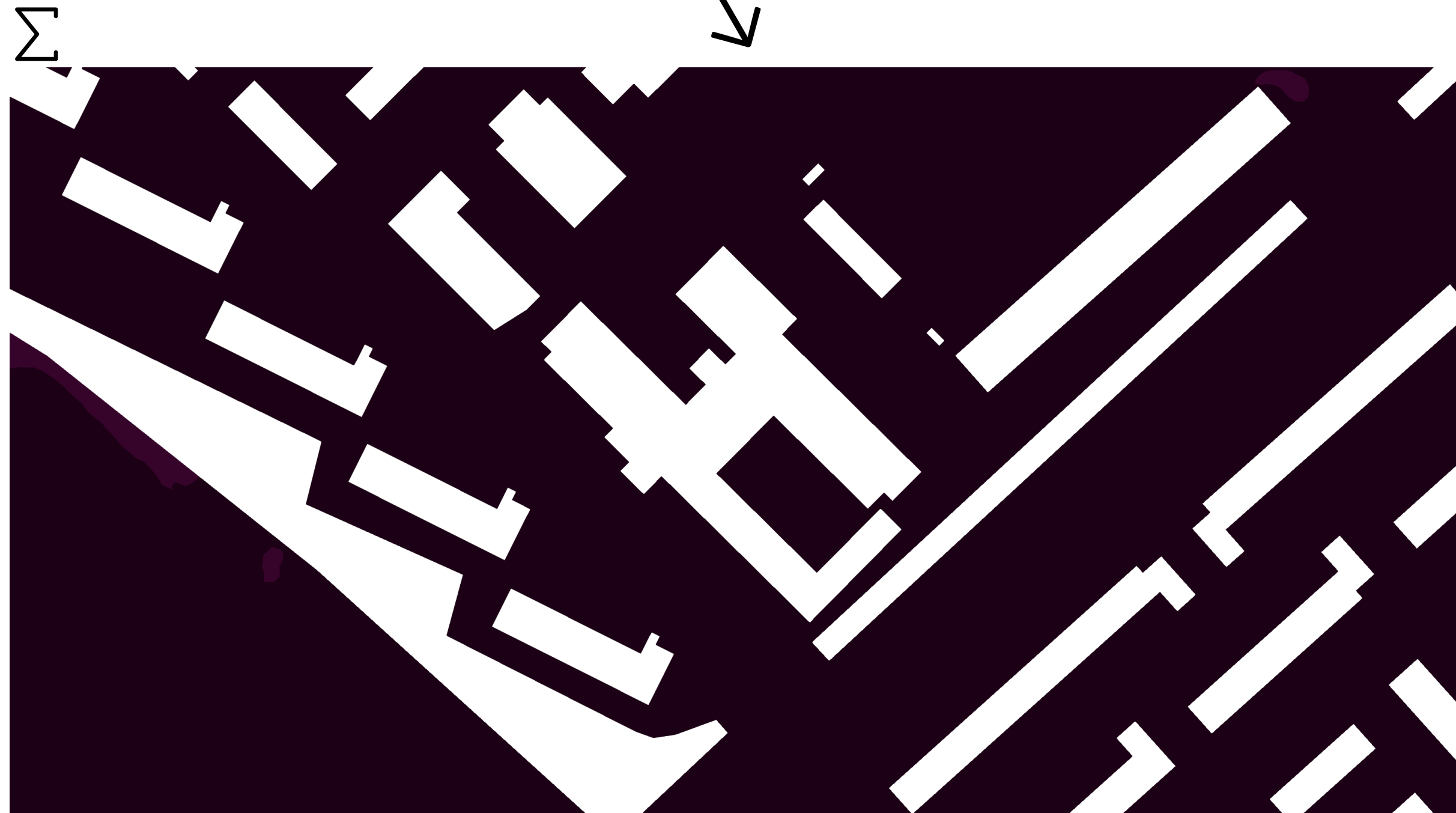
Wind



C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

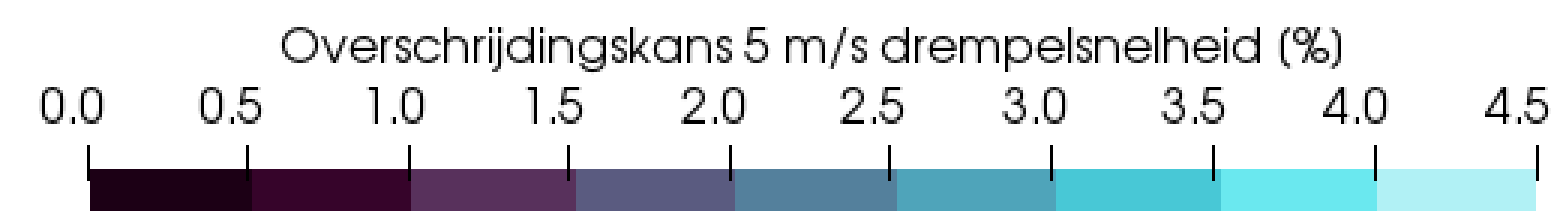
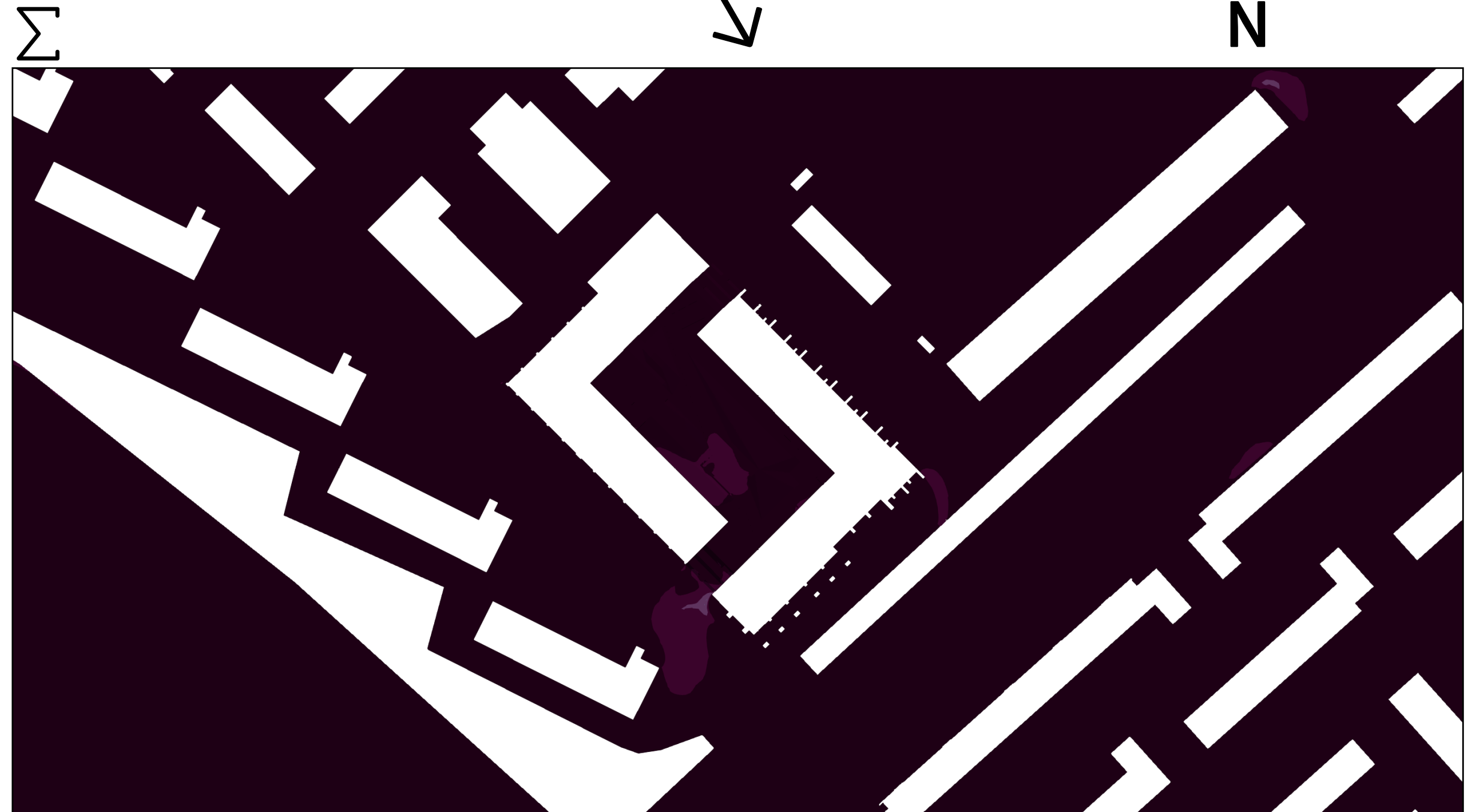
Bestaande bebouwing

Wind



Nieuwe situatie

Wind





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