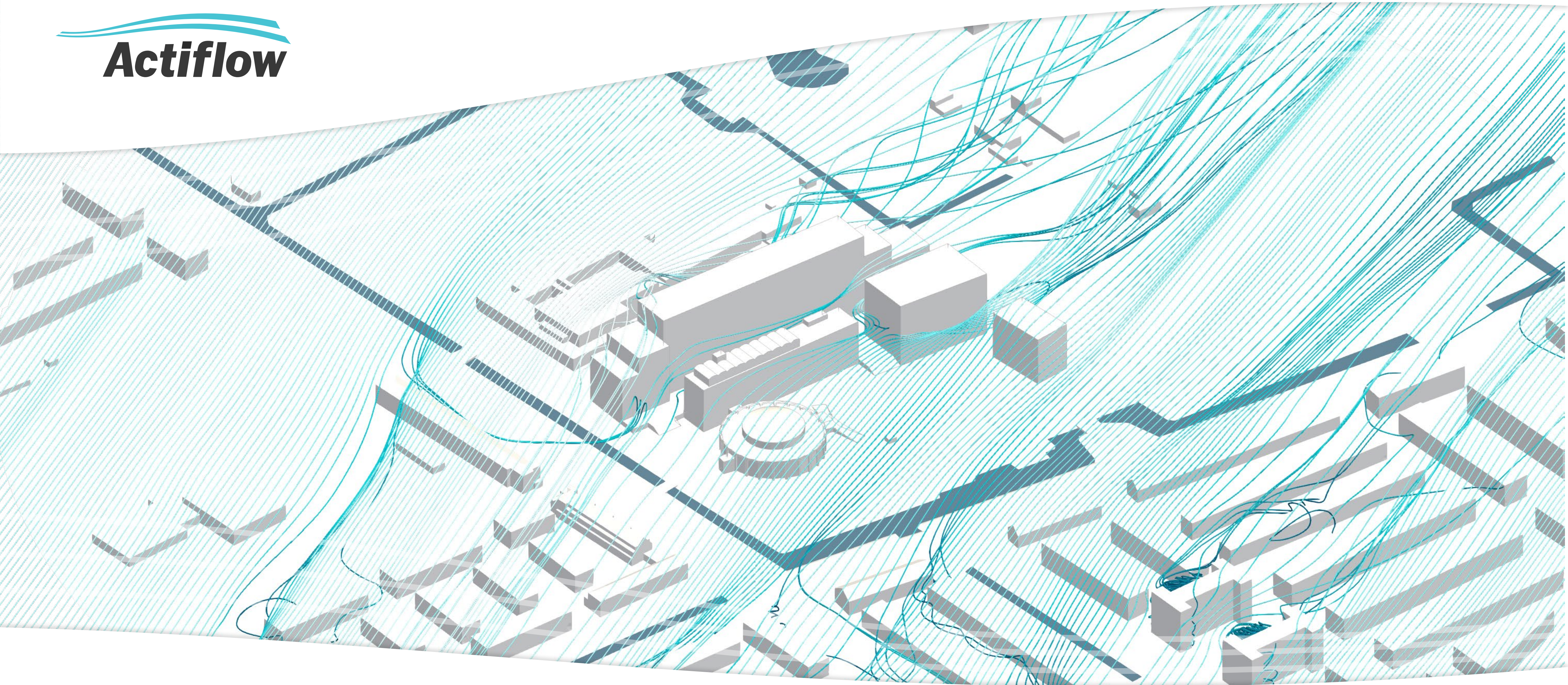




Residentie Parkzicht te Den Haag

CFD-studie windhinder en windgevaar

Auteur(s) [REDACTED]
Controle [REDACTED]
Datum: 11/01/2022

AFR - 7179
Versie 1.2
©2022 Actiflow BV

Inhoudsopgave

- 1 Introductie
- 2 Normstelling
 - 2.1 Windhinder en windgevaar
 - 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
 - 4.2 Heersende stromingsfenomenen
 - 4.3 Aanbevelingen
- 5 Conclusies

- A Inlegvel NEN 8100:2006
- B Wind klimaat met en zonder vegetatie
- C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele wind-richtingen

1 Introductie

Voorliggende rapportage omschrijft een windstudie, uitgevoerd door [Actiflow](#) in opdracht van BRO in relatie tot de ontwikkeling van het project Residentie Parkzicht te Den Haag.

Het project vervangt gedeeltelijk een gebouwencomplex dat is gelegen tussen van de Alkemadelaan, de Wassenaarsweg, Clingendael en de Koningin Beatrixkazerne te Den Haag (figuur 1.1). Het project (figuur 1.2) bestaat uit vijf gebouwen die berekenen een maximale hoogte van 46 m.

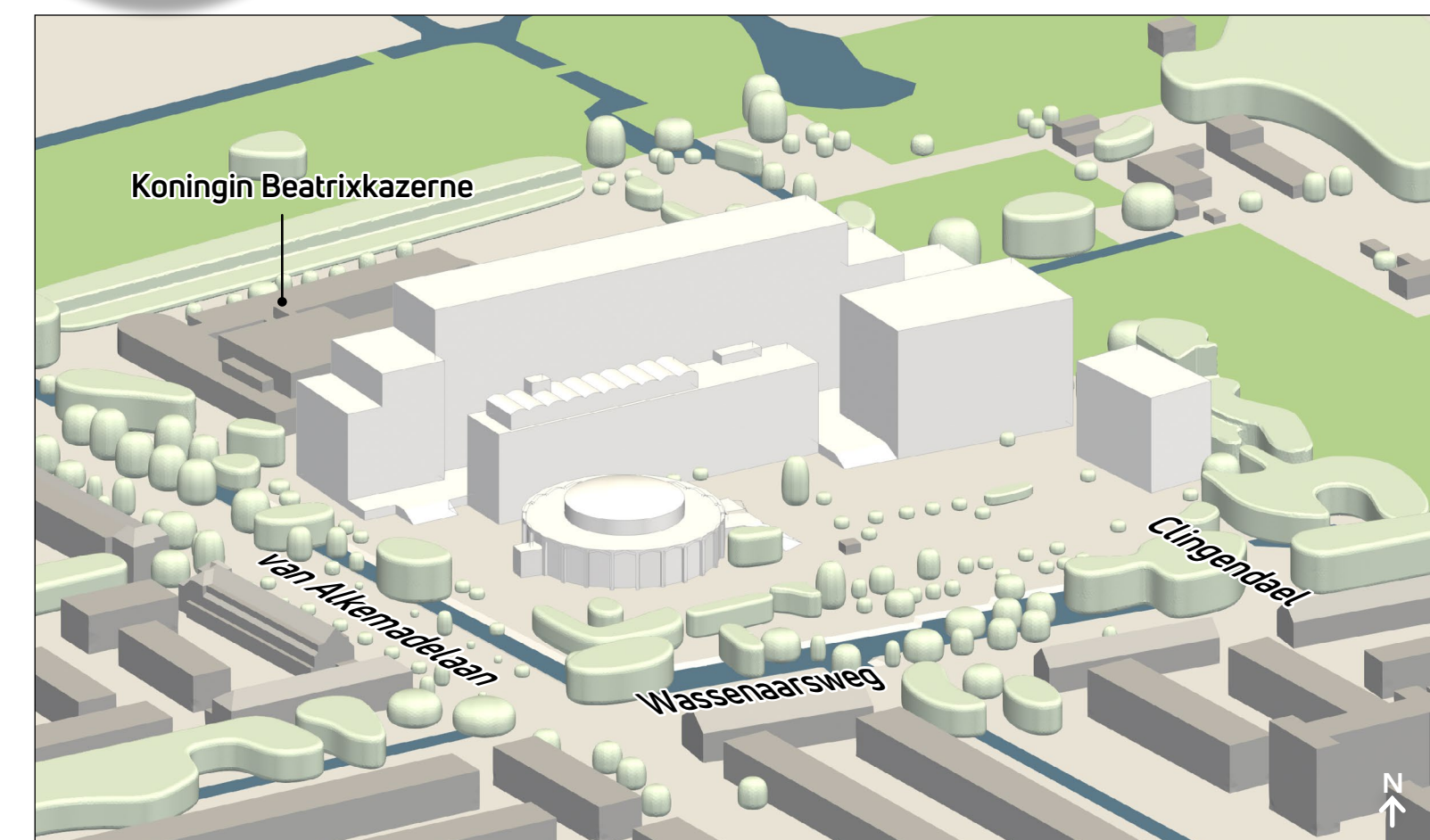
Voor zowel de bestaande als de toekomstige situatie is een windstudie uitgevoerd. Voor beide situaties, is het windklimaat met en zonder vegetatie berekend. Vervolgens zijn de gemiddelde resultaten vergeleken om te begrijpen hoe en waar het projectgebouw het windklimaat op voetgangersniveau in de directe omgeving van het gebouw zal beïnvloeden. Daarnaast vraagt de functie van de gebouwen en het te verwachten gebruik van de openbare buitenruimte om een acceptabel windcomfortniveau gebaseerd op het Haags beleid. Het is dan ook noodzakelijk het windklimaat inzichtelijk te maken, zodat mogelijke knelpunten kunnen worden aangepakt.

[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 locatie van het nieuwbouwproject (Bron: Google Earth) en van het model van de bestaande situatie



Figuur 1.2
Impressie van de nieuwbouw

2 Normstelling

2.1 Windhinder en windgevaar

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: Criteria 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: Criteria 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 vermeldt:

- Als ondergrens moet minimaal een 'matig' (zoals gekwalificeerd in NEN 8100) 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 v2106, een softwarepakket dat bedoeld is voor het oplossen van problemen in de continuüm mechanica en thermodynamica. Voor dit project is "simpleFoam" gebruikt. Deze solver is gebaseerd op de incompressibele Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen en houdt rekening met turbulentie. Turbulentie is gemodelleerd gebruik makend van het k- ω SST model.

3.2 Geometrie en rekenrooster

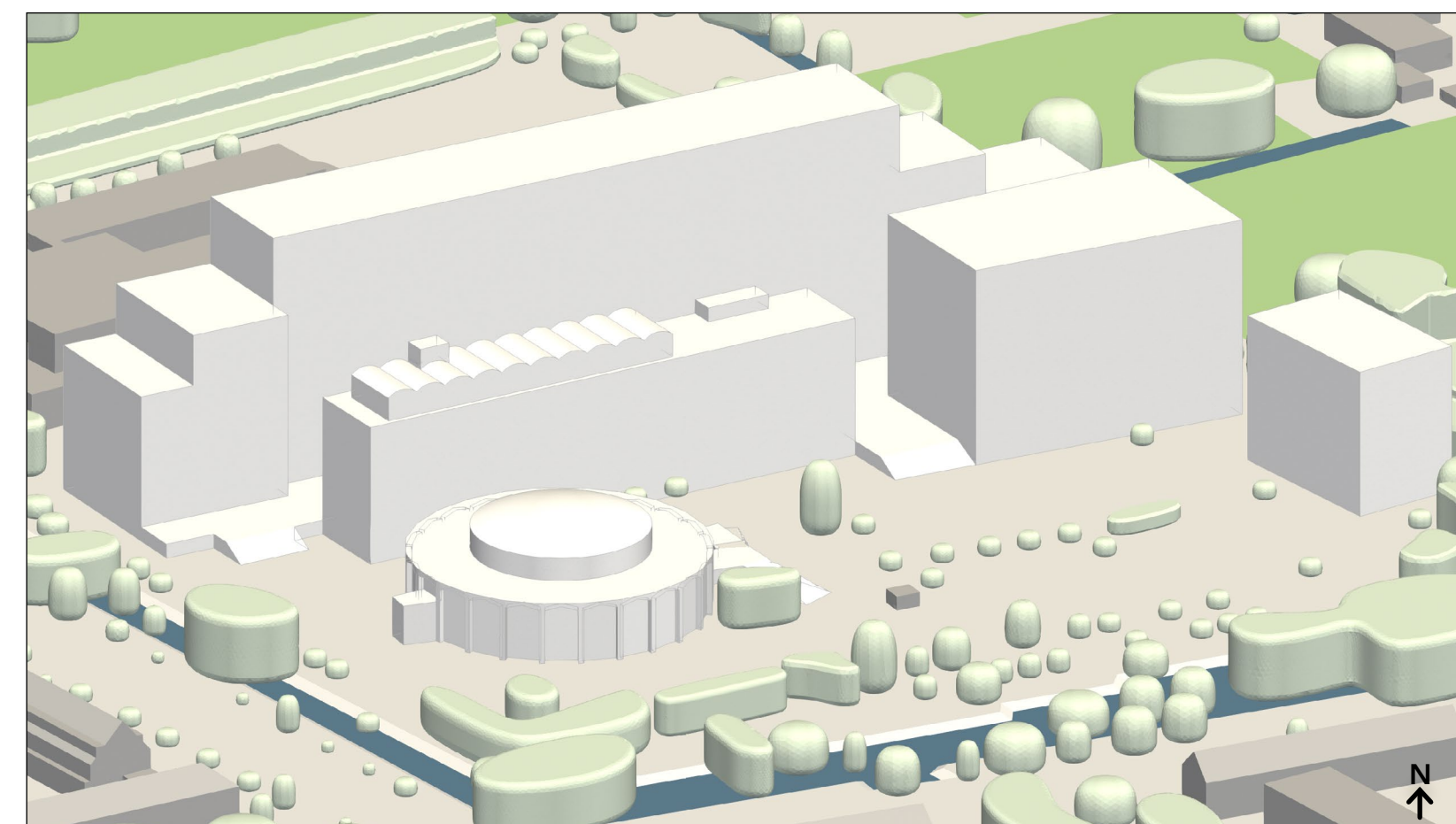
De geometrie van het model is gebaseerd op de verkregen tekeningen en modellen van de opdrachtgever. Het 3D-model is weergegeven in figuur 3.1. Het model omvat alle gebouwen binnen een straal van minimaal 300 meter.

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)
Nieuwbouw en directe
omgeving



(b)
Close-up

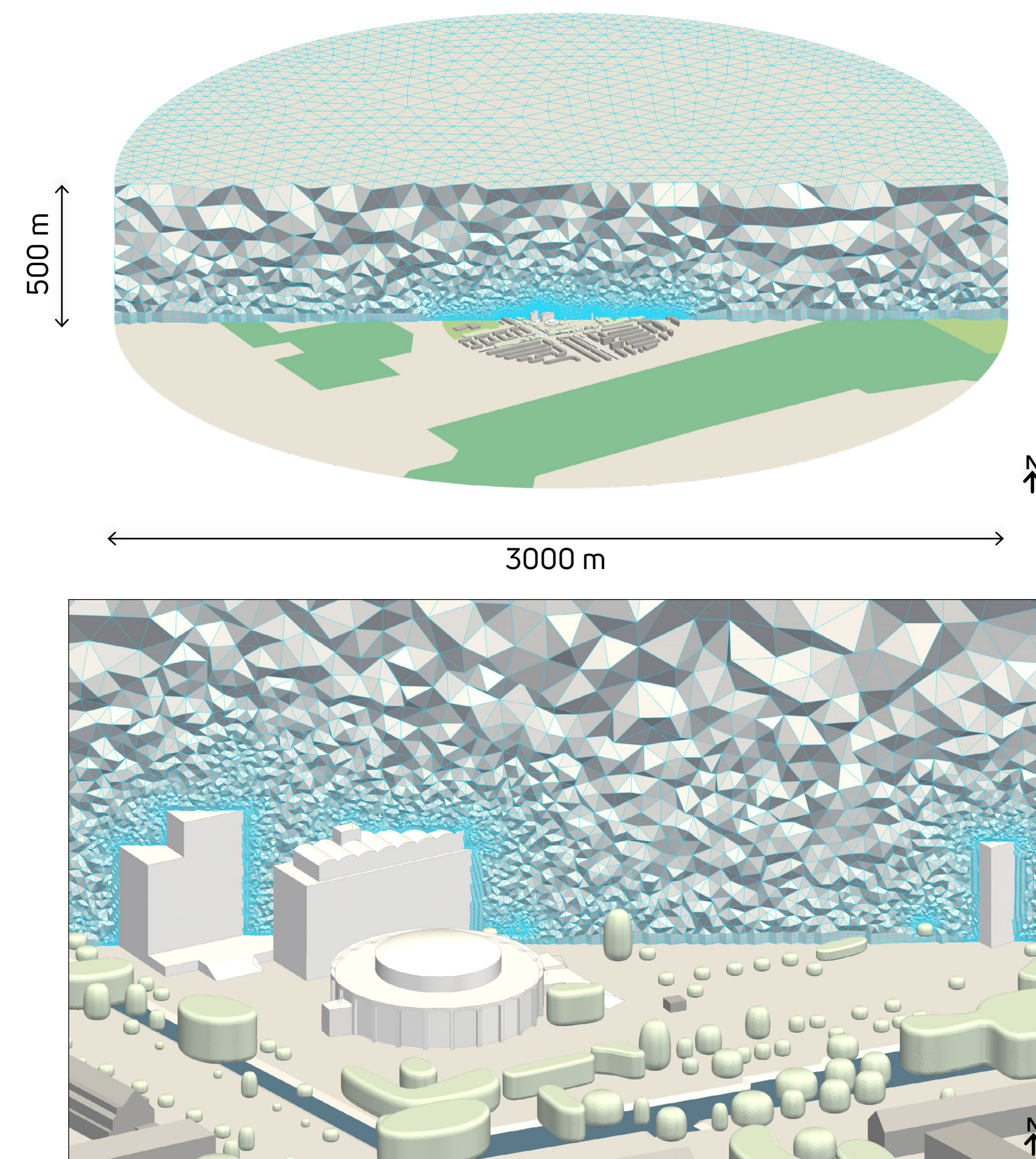
Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor de beschouwde situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit 35 212 292 cellen voor de bestaande situatie en 34 845 087 cellen voor de 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.

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 op de volgende 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 $\kappa = 0,41$.

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

Voor de berekeningen is een 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)
Doorsnede van het
rekengrid

(b)
Doorsnede van het
rekengrid - ingezoomd

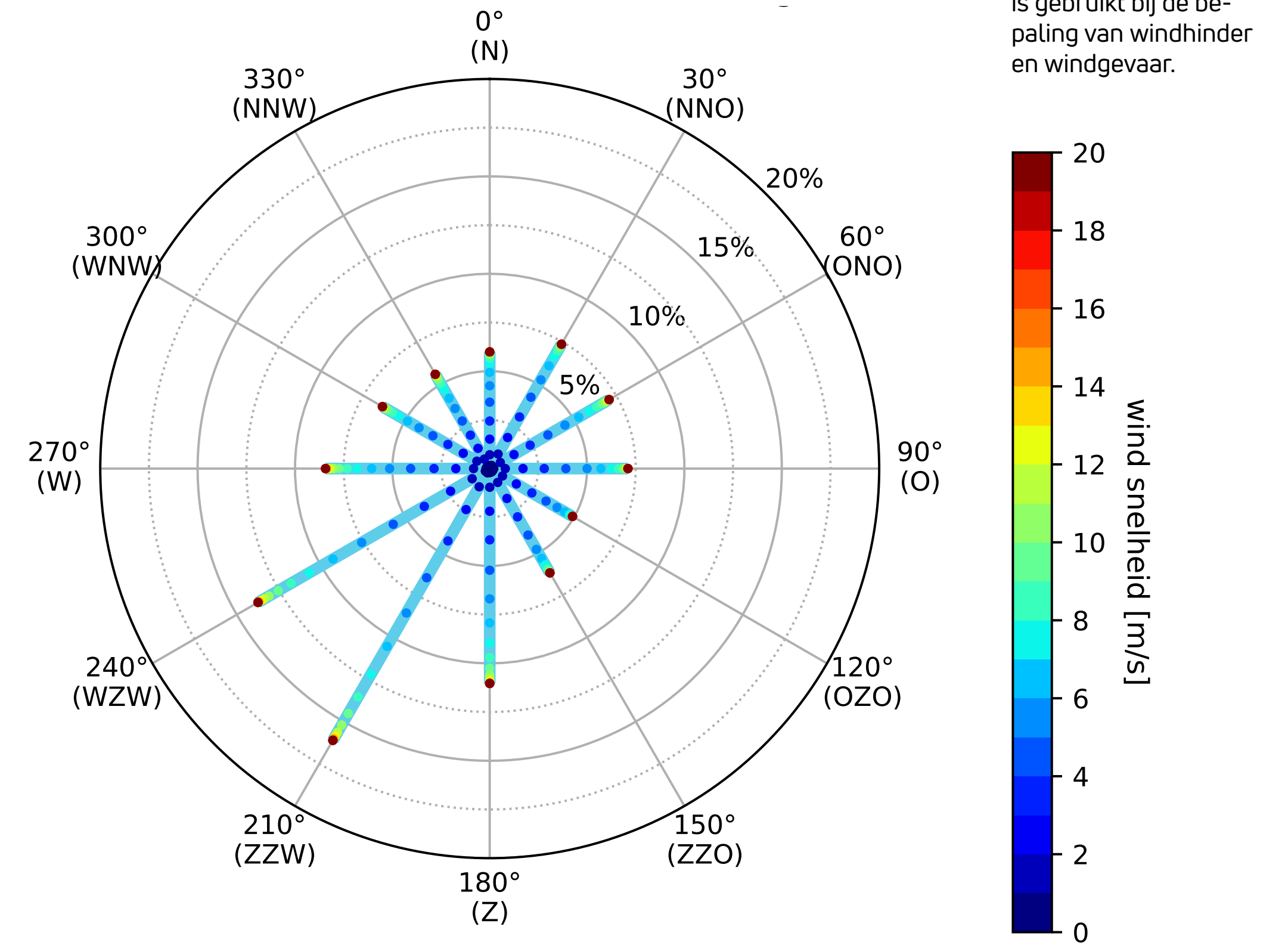
Vervolgens wordt de windstatistiek gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse om te bepalen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

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

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

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

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



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, 4.2 en 4.3 tonen de resultaten van de openbare buitenruimte. Onderstaand wordt dit windklimaat nader beschreven. 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

De resultaten voor windhinder en windgevaar zijn in figuren 4.1 en 4.2 getoond. In de resultaten worden de gebouwen met een cijfer van 1 t/m 5 aangegeven.

Zowel voor de bestaande als toekomstige situatie is het windklimaat voor twee scenario's onderzocht: ervan uitgaande dat de vegetatie het hele jaar aanwezig is, en ervan uitgaande dat deze afwezig is. Echter het is verondersteld dat vegetatie in werkelijkheid alleen voor een half jaar een invloed op het windklimaat

heeft. Daarom is het eindresultaat het gemiddelde tussen de twee scenario's. De eindresultaten zijn in dit hoofdstuk gerapporteerd, terwijl de resultaten van de twee afzonderlijke scenario's in bijlage B zijn gerapporteerd. Het vergelijken van de twee scenario's laat zien hoe de vegetatie het windklimaat beïnvloedt.

De resultaten laten zien dat het windklimaat in de bestaande situatie kalm is. Er is voornamelijk sprake van windhinderklassen A en B, welke een acceptabel windklimaat geven voor de activiteit doorlopen, slenteren en langzitten. Windgevaar is in de bestaande situatie niet aanwezig.

In de toekomstige situatie is het windklimaat nog steeds overwegend door windklassen A en B gekenmerkt. Echter, ten opzichte van de bestaande situatie zijn windklassen B en C toegenomen en is windklasse D ontstaan. Het windklimaat is acceptabel om te doorlopen in het gehele gebied rond de projectgebouwen. Dit is ook zichtbaar in figuur 4.3 waar het windcomfort voor elke activiteit afzonderlijk wordt weergegeven.

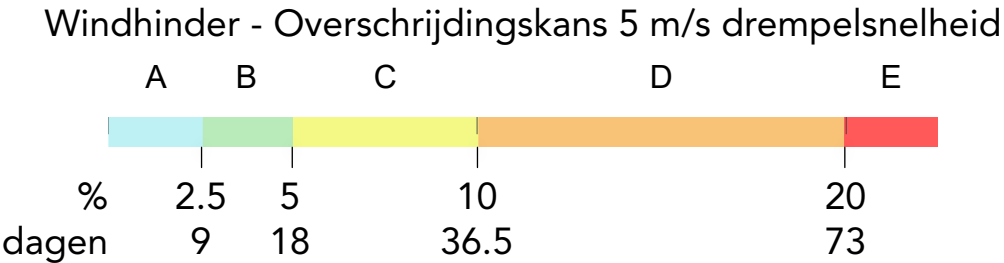
Bovendien, het windklimaat verbetert langs de van Alkemadelaan waar windklasse C bijna verdwijnt. Aan de andere kant verslechtert het windklimaat in drie gebieden: ten eerste is het grootste deel van de straat tussen gebouw 3 en de Koningin Beatrixkazerne door windklassen B en C gekenmerkt. Het grootste deel van dit gebied wordt door een weg en parkeerplaatsen ingenomen. Daarom wordt dit windklimaat niet als problematisch beschouwd omdat slenteren en doorlopen hier comfortabel kunnen worden uitgevoerd. Verder neemt windklasse D, reeds aanwezig op de noordwestenhoek van gebouw 3, toe in het toekomstige scenario en ontstaat er een beperkt risico op windgevaar. Het windklimaat in dit gebied is echter acceptabel voor doorlopen en beperkt risico op windgevaar kan worden verwaarloosd vanwege de kleine afmeting van de zone.

Ten tweede wordt het grootste deel van het gebied tussen gebouwen 2 en 3 gekenmerkt door een acceptabel windklimaat voor doorlopen, slenteren en langdurig zitten. Daarentegen zien we windklassen C en D tussen gebouwen 3 en 4. Hier is het windklimaat alleen acceptabel voor doorlopen.

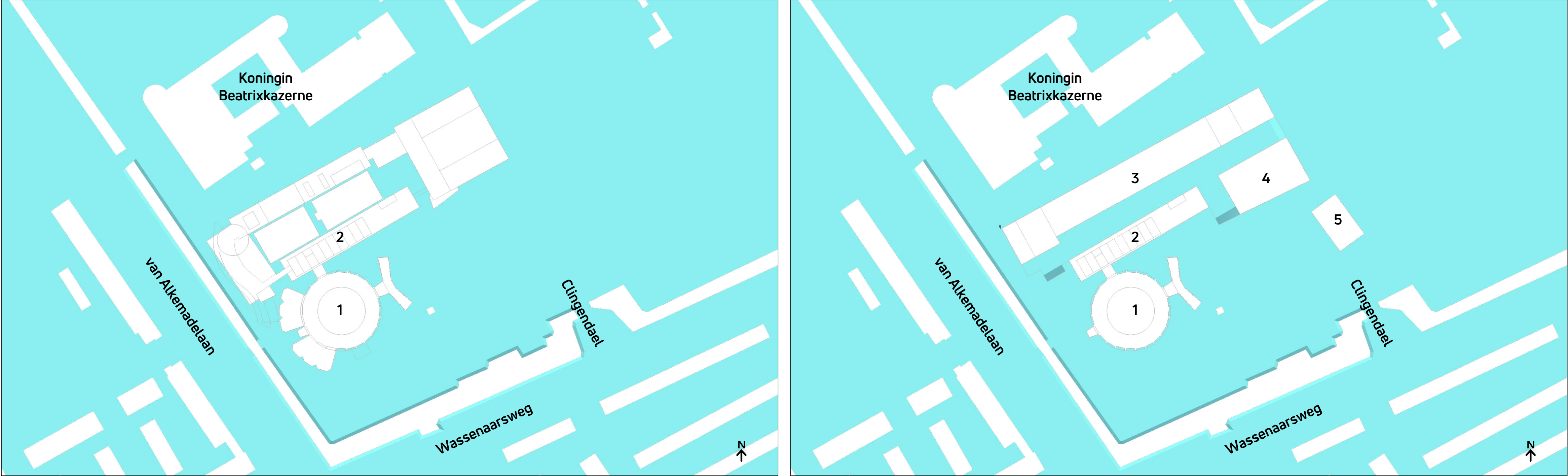
Ten slotte ontstaan windklassen C en D tussen gebouwen 4 en 5 en op de zuidhoek van gebouw 5. Hier is het windklimaat acceptabel voor doorlopen en, behalve voor de gebieden geklasseerd met windklasse D, ook voor slenteren. Daarom hoeft het windklimaat niet verbeterd worden, tenzij een rustiger windklimaat in dit gebied gewenst is.

Behalve het klein en verwaarloosbare gebied met beperkt risico aan de noordwestzijde hoek van gebouw 3, is windgevaar in het toekomstige scenario niet aanwezig.

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

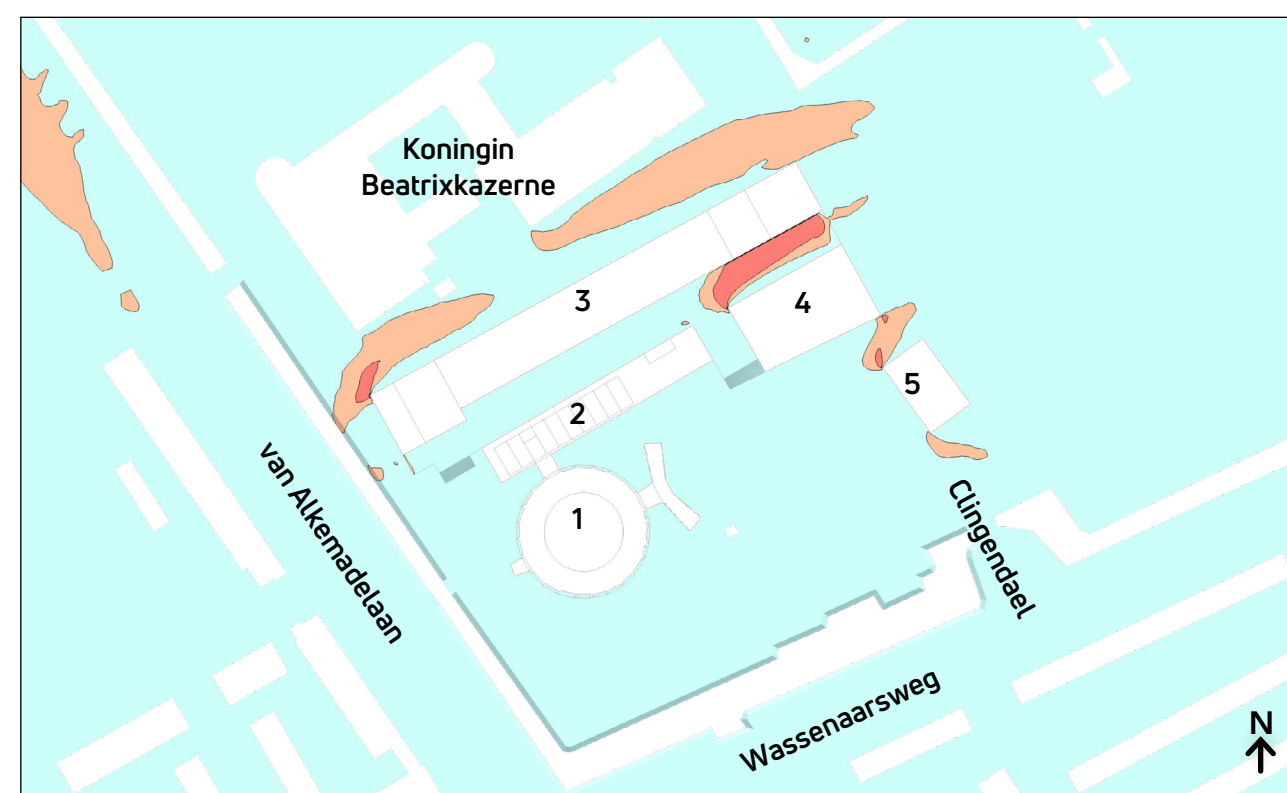


Figuur 4.2:
Windgevaar op
voetgangsniveau voor
de bestaande situatie
(links) en de toekomstige
situatie (rechts)

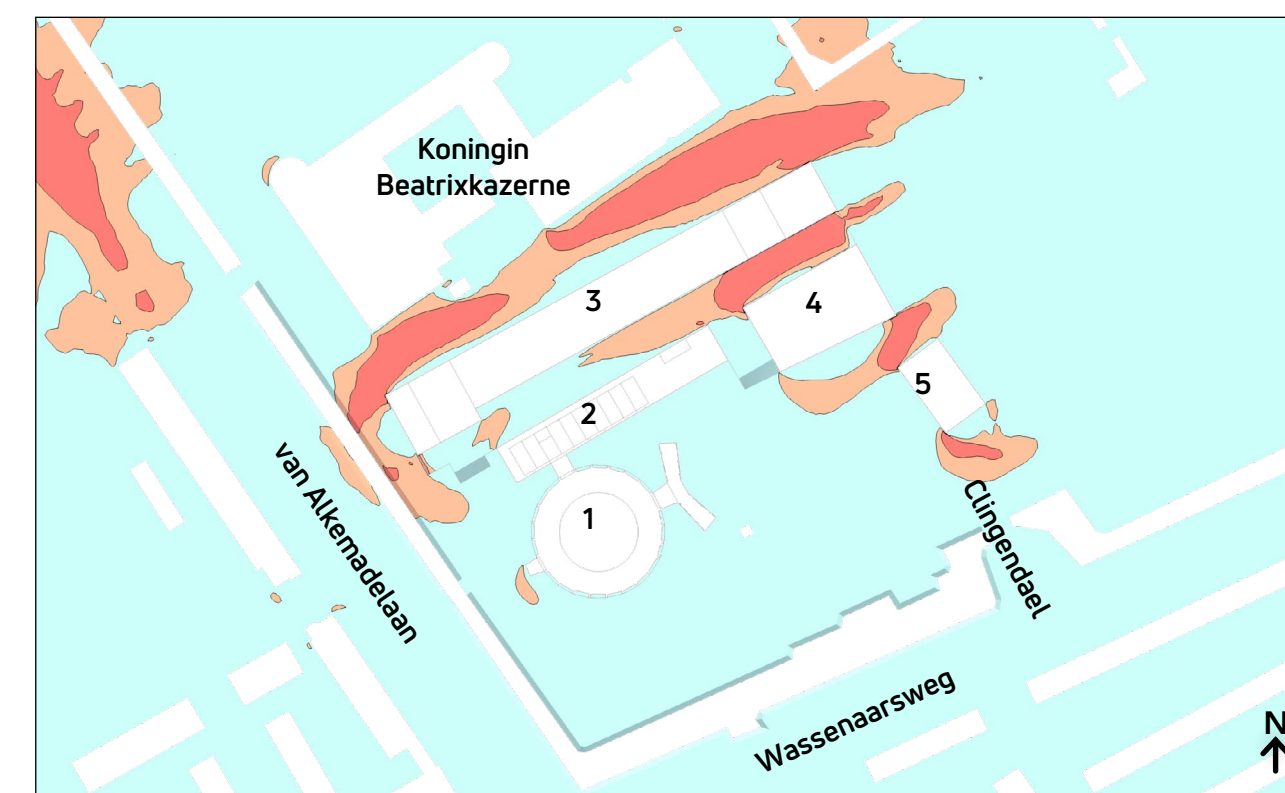
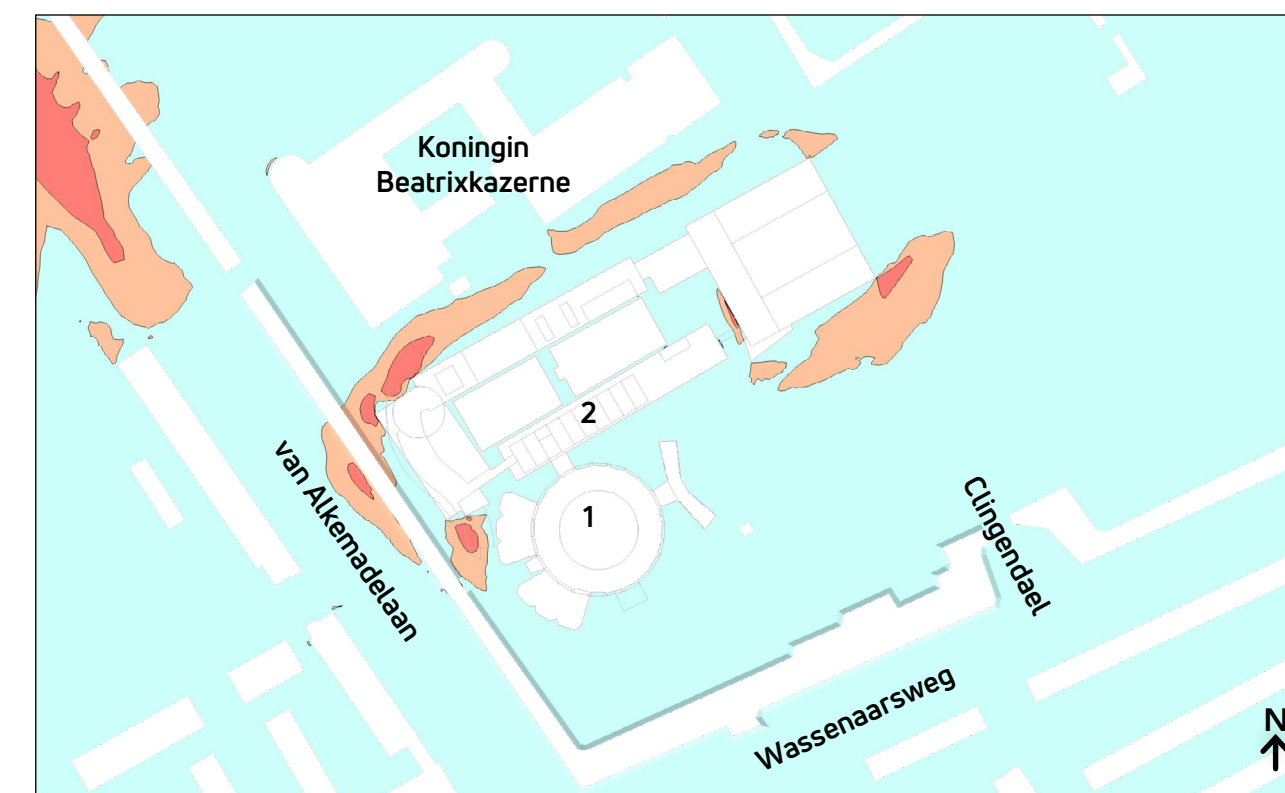




(a)
Beoordeling activiteit doorlopen



(b)
Beoordeling activiteit slenteren



(c)
Beoordeling activiteit lang zitten

Goed Matig Slecht

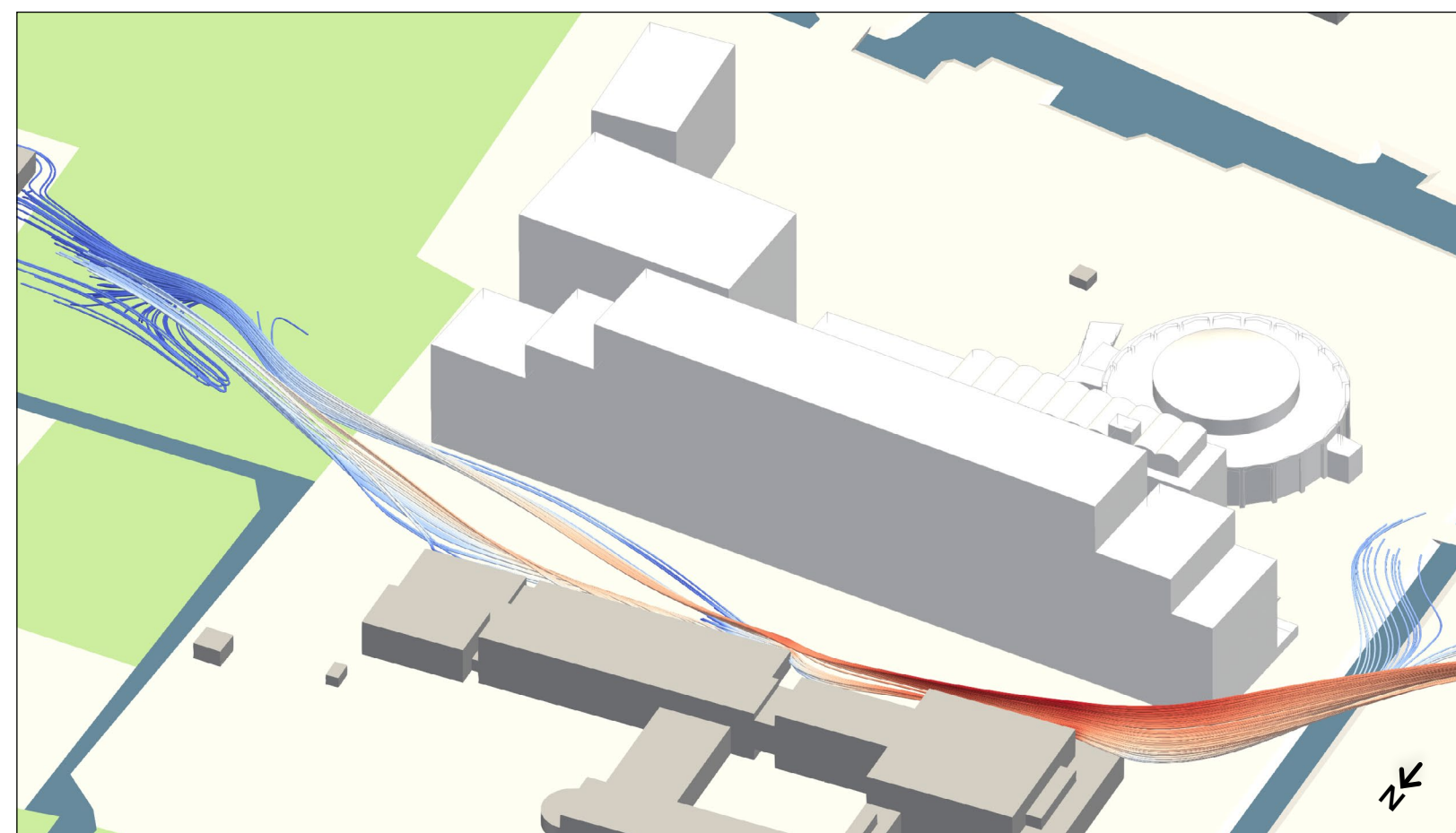
Goed Matig Slecht

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

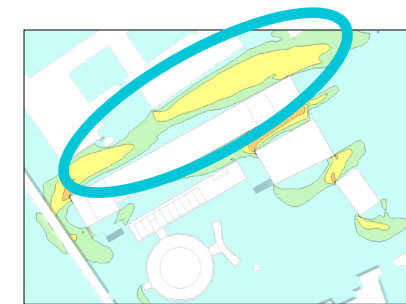
4.2 Heersende stromingsfenomenen

Figuren 4.4 en 4.5 tonen hoe de wind vanuit het zuidzuidwesten en westzuidwesten tegen de westgevel van gebouw 3 op stroomt, naar beneden wordt afgebogen (downwash) en vervolgens versnelt rond de noordwestelijke hoek van het gebouw. Hierdoor ontstaat een minder windklimaat op deze locatie. De wind zet achtereenvolgens door in de straat tussen gebouw 3 en de Koningin Beatrixkazerne. Figuur 4.6 toont hoe de wind uit het zuiden en zuidzuidwesten tussen gebouwen 3 en 4 stroomt. De wind stroomt tegen de zuidgevel van gebouw 3 en hij valt naar de oostkant van het podium. Tegelijkertijd stroomt de wind in de doorgang tussen gebouwen 2 en 4, daarna rond de noordwestelijke hoek van gebouw 4 en uiteindelijk tussen gebouwen 3 en 4.

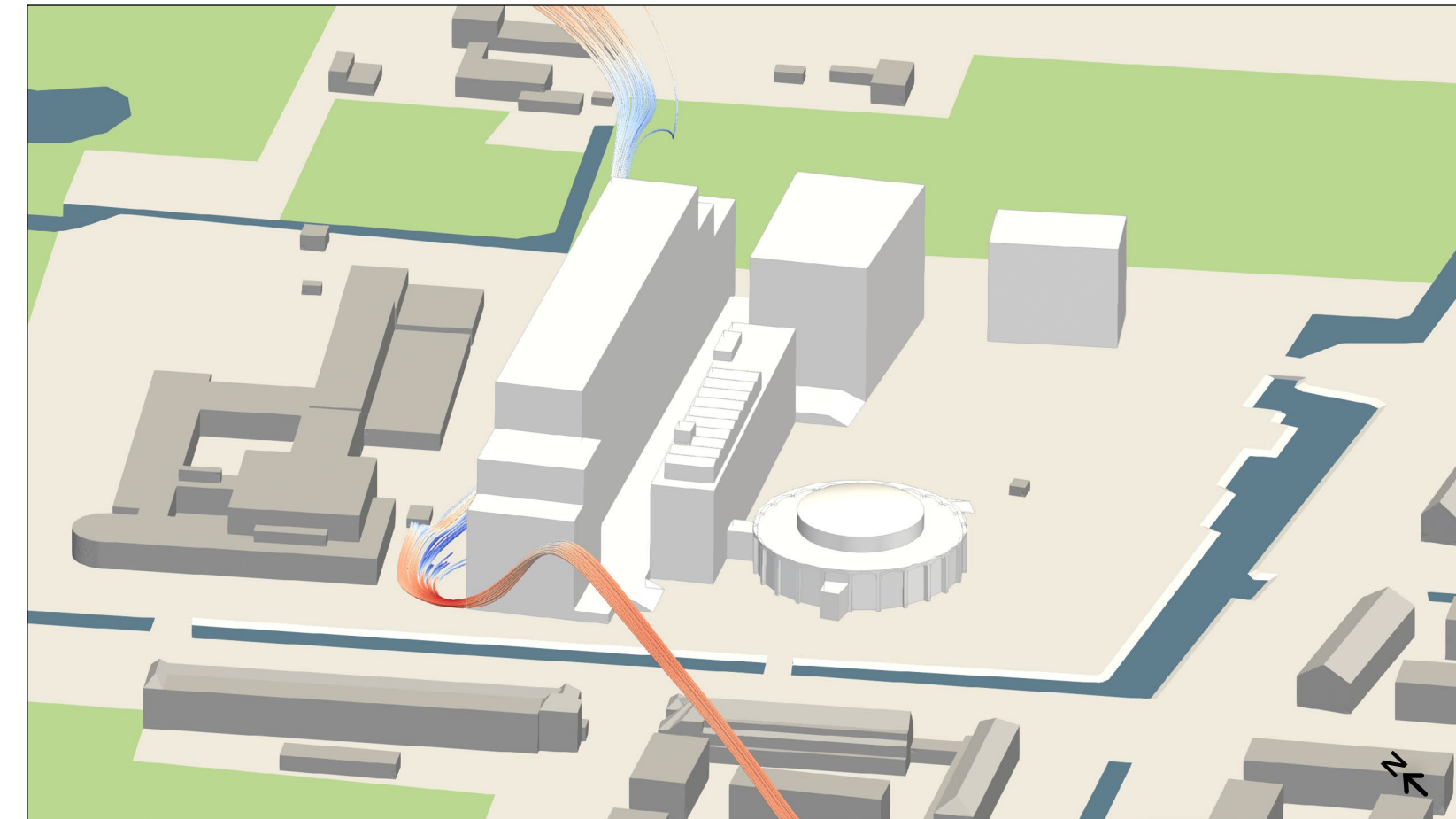
Ten laatste tonen figuren 4.7a-c hoe de heersende wind stroomt in het gebied rond gebouwen 4 en 5. De stroomlijnen laten een downwash zien en een acceleratie rond de noordwestelijke hoek van gebouw 5. Bovendien versnelt de wind rond de zuidoostelijke hoek van gebouw 4.



Figuur 4.4:
Stroomlijnen nabij
de noordkant van de
bestaande gebouw



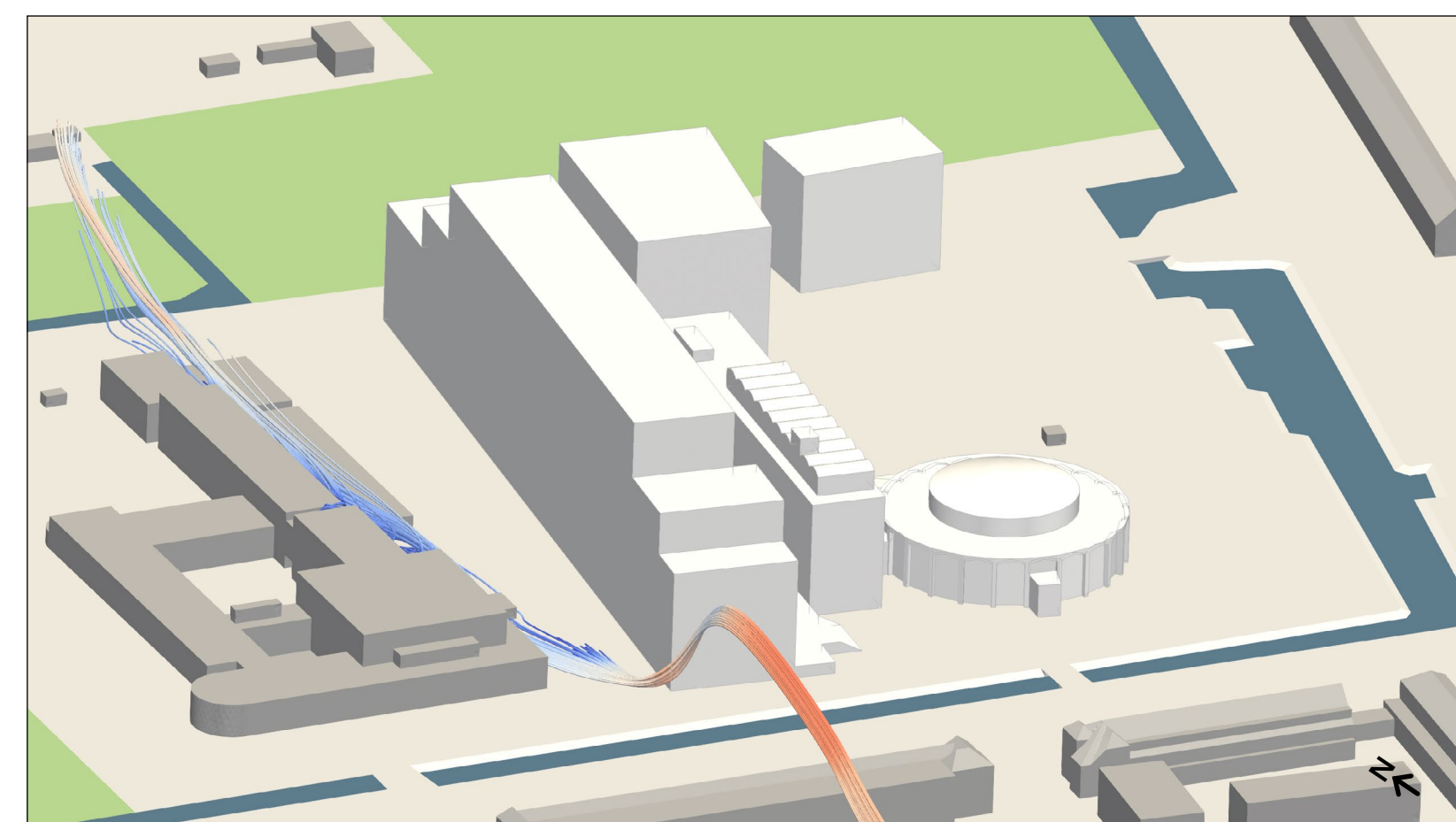
(b)
Wind uit ZZW richting



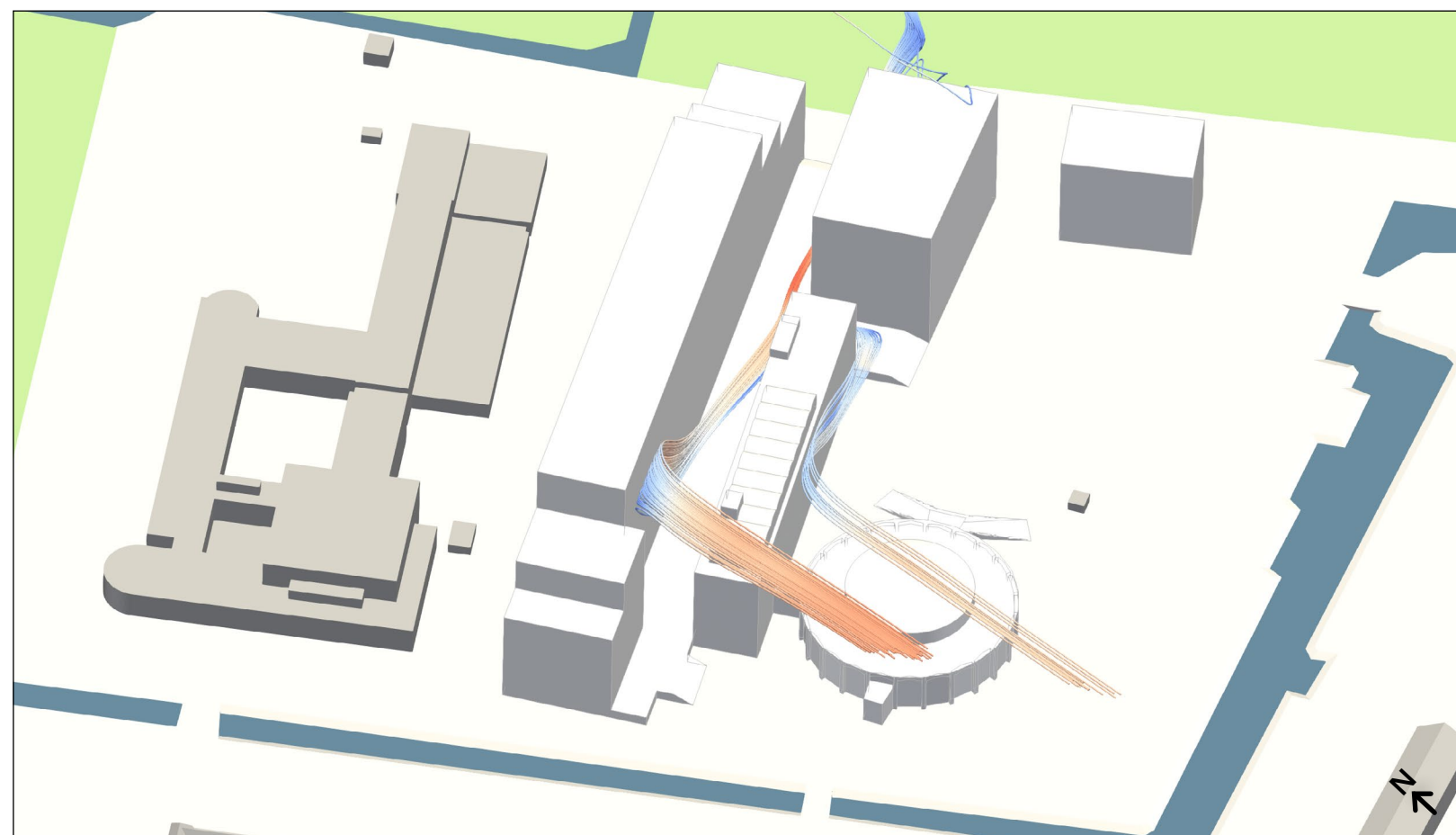
Figuur 4.5:
Stroomlijnen nabij
de noordwestkant van
de nieuwbouw
bij de bepalende
windrichtingen.



(a)
Wind uit ZZW richting



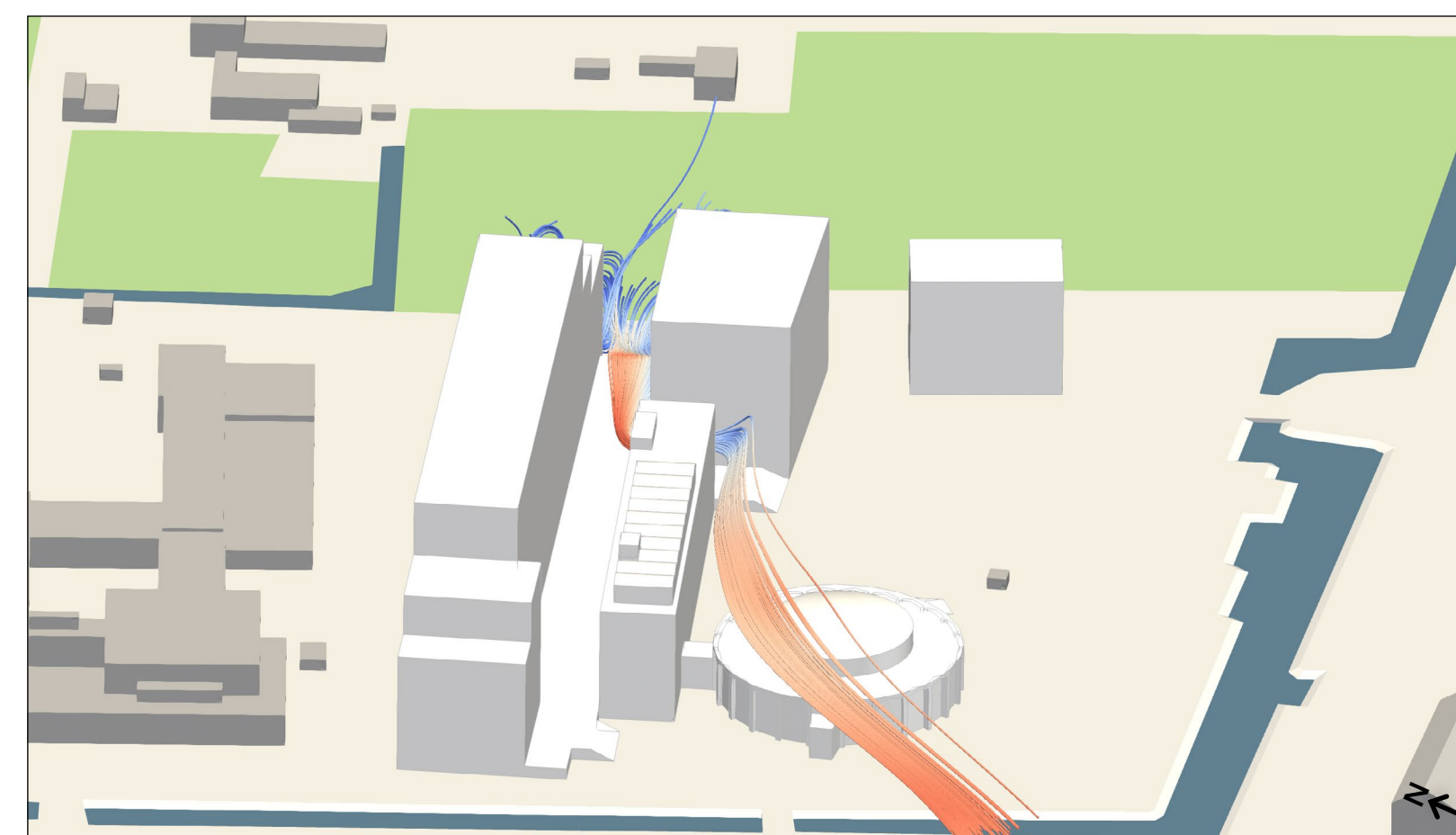
(b)
Wind uit WZW richting



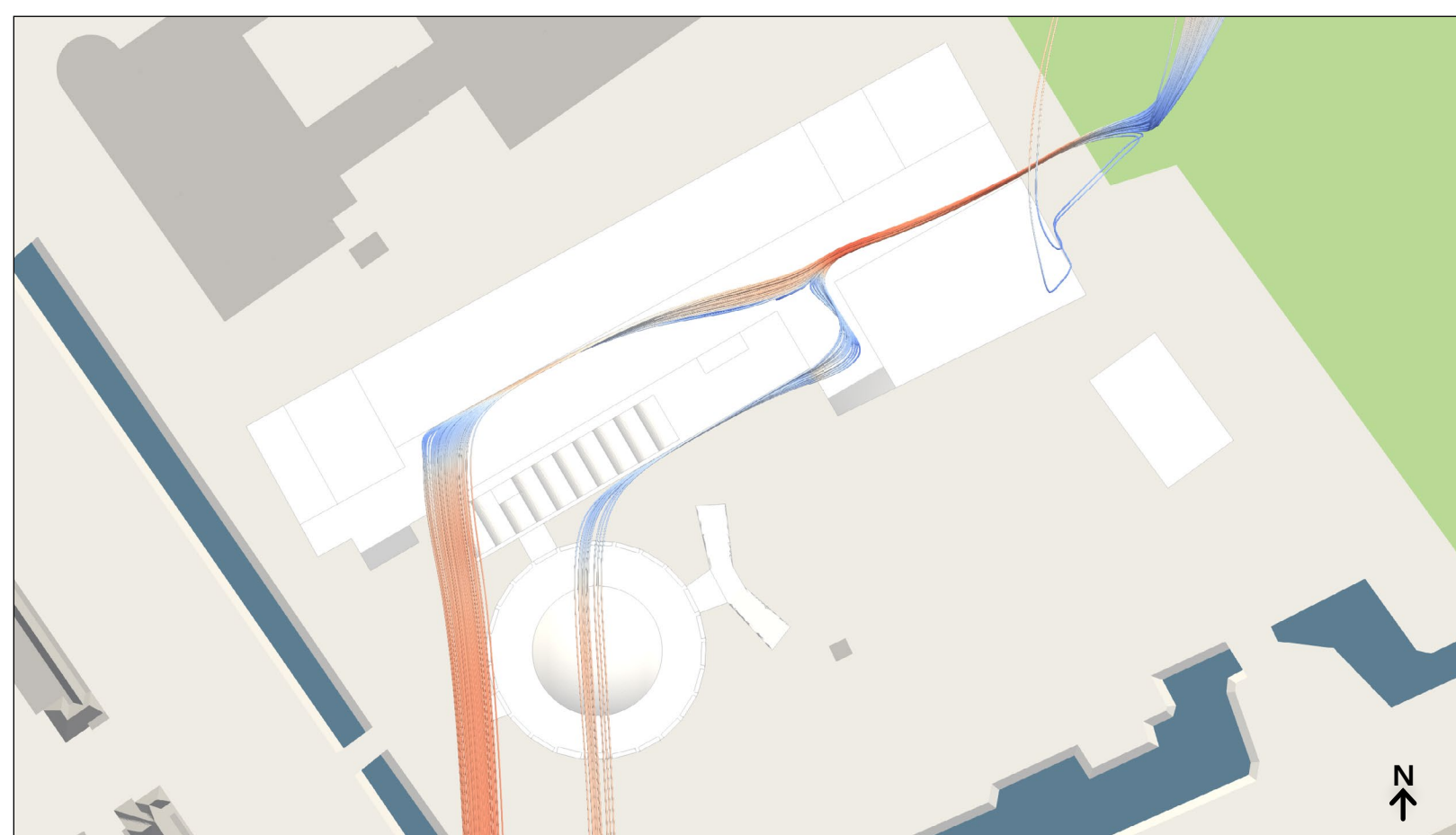
Figuur 4.6:
Stroomlijnen tussen
gebouwen 2, 3 en 4 bij
de bepalende
windrichtingen.



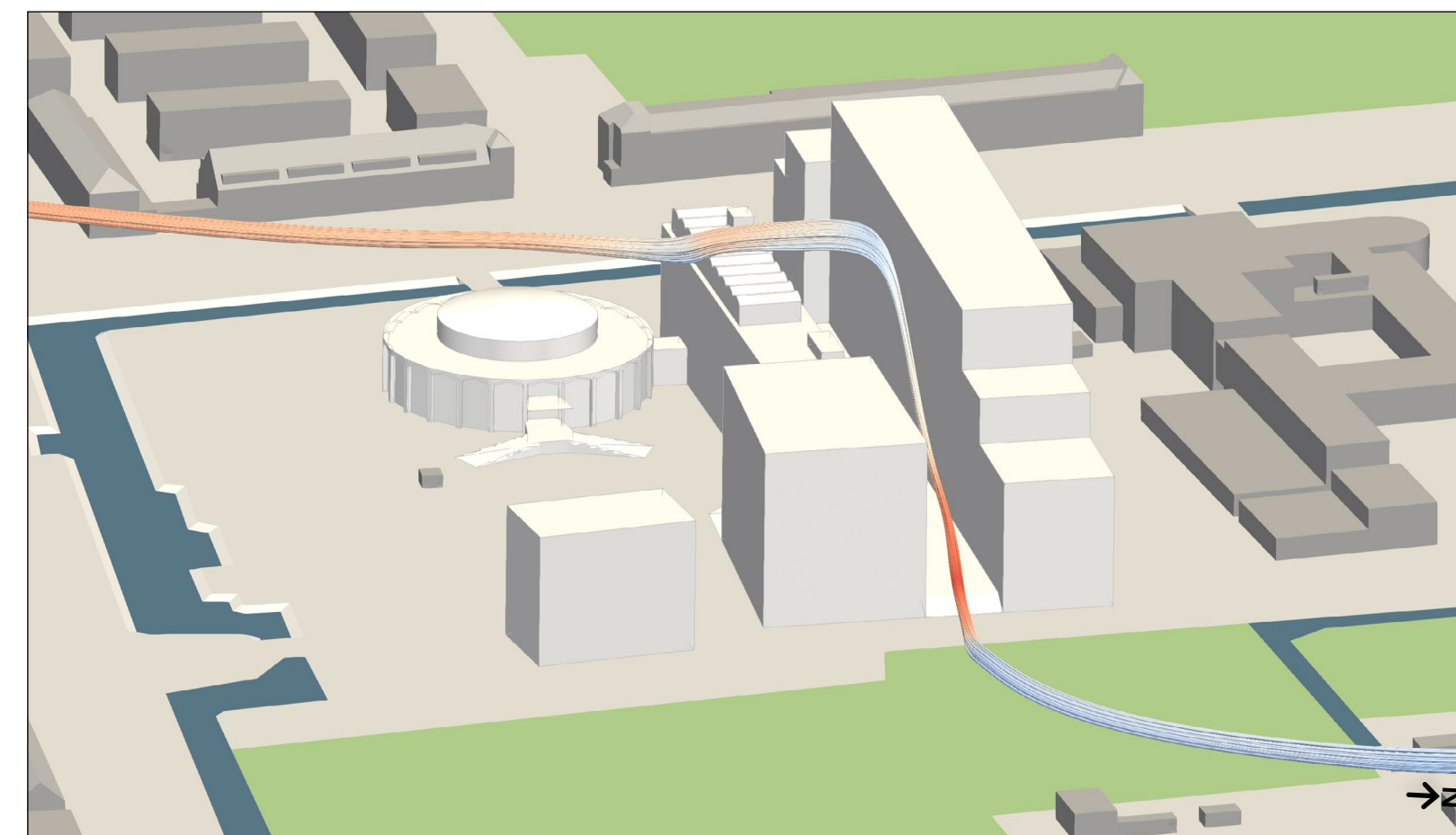
(a)
Wind uit Z richting



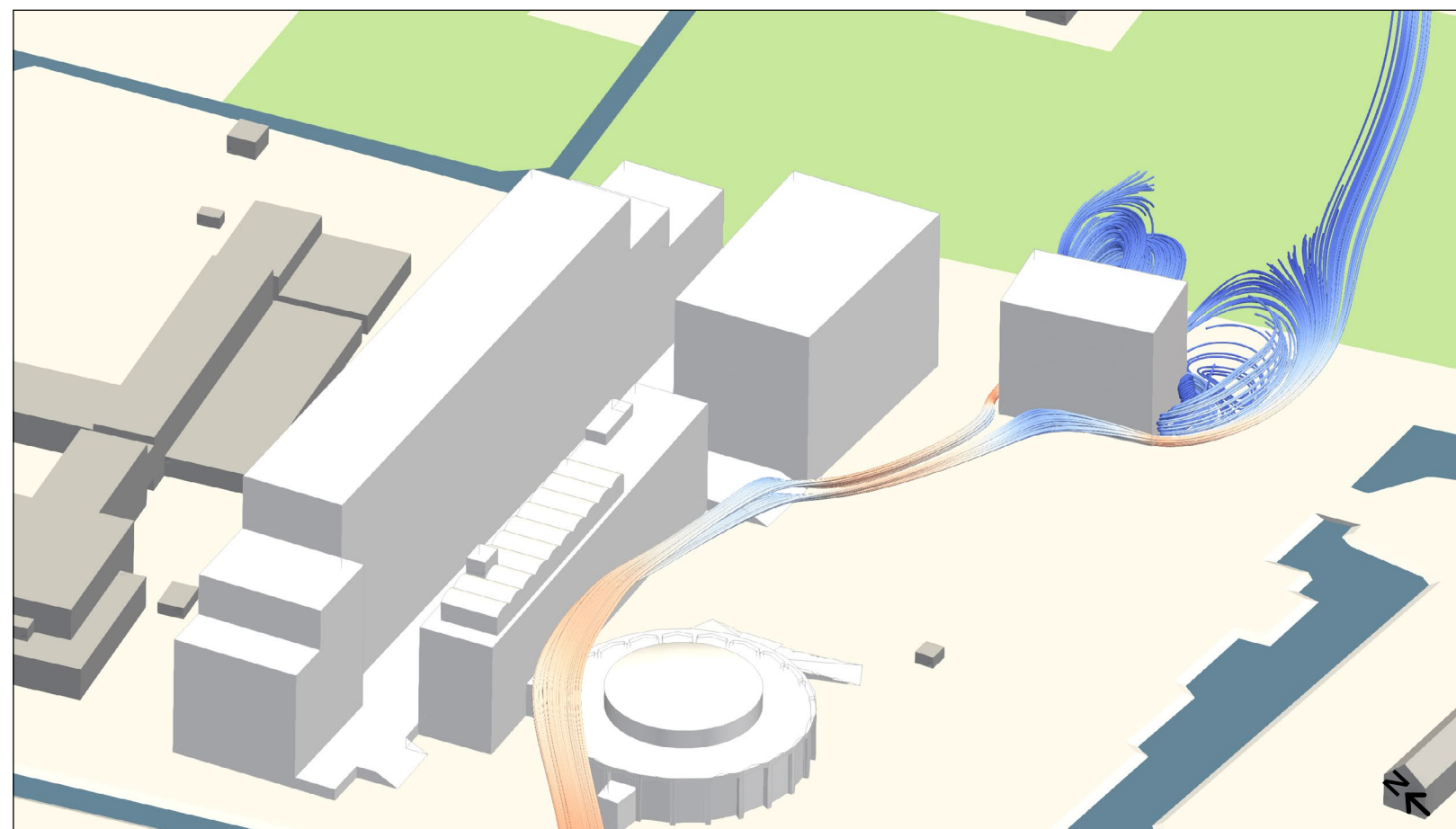
(c)
Wind uit ZZW richting



(b)
Wind uit Z richting



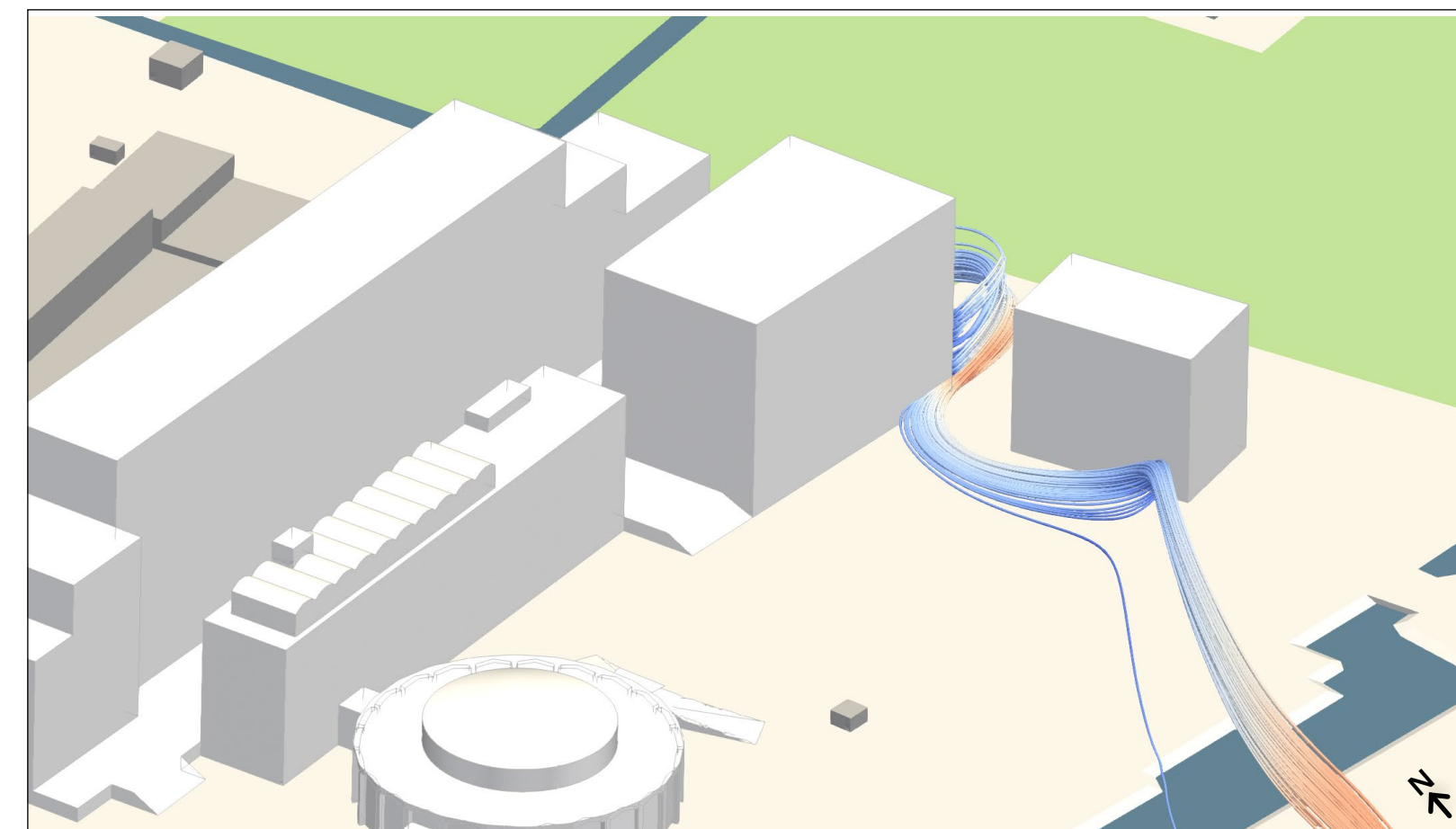
(d)
Wind uit Z richting



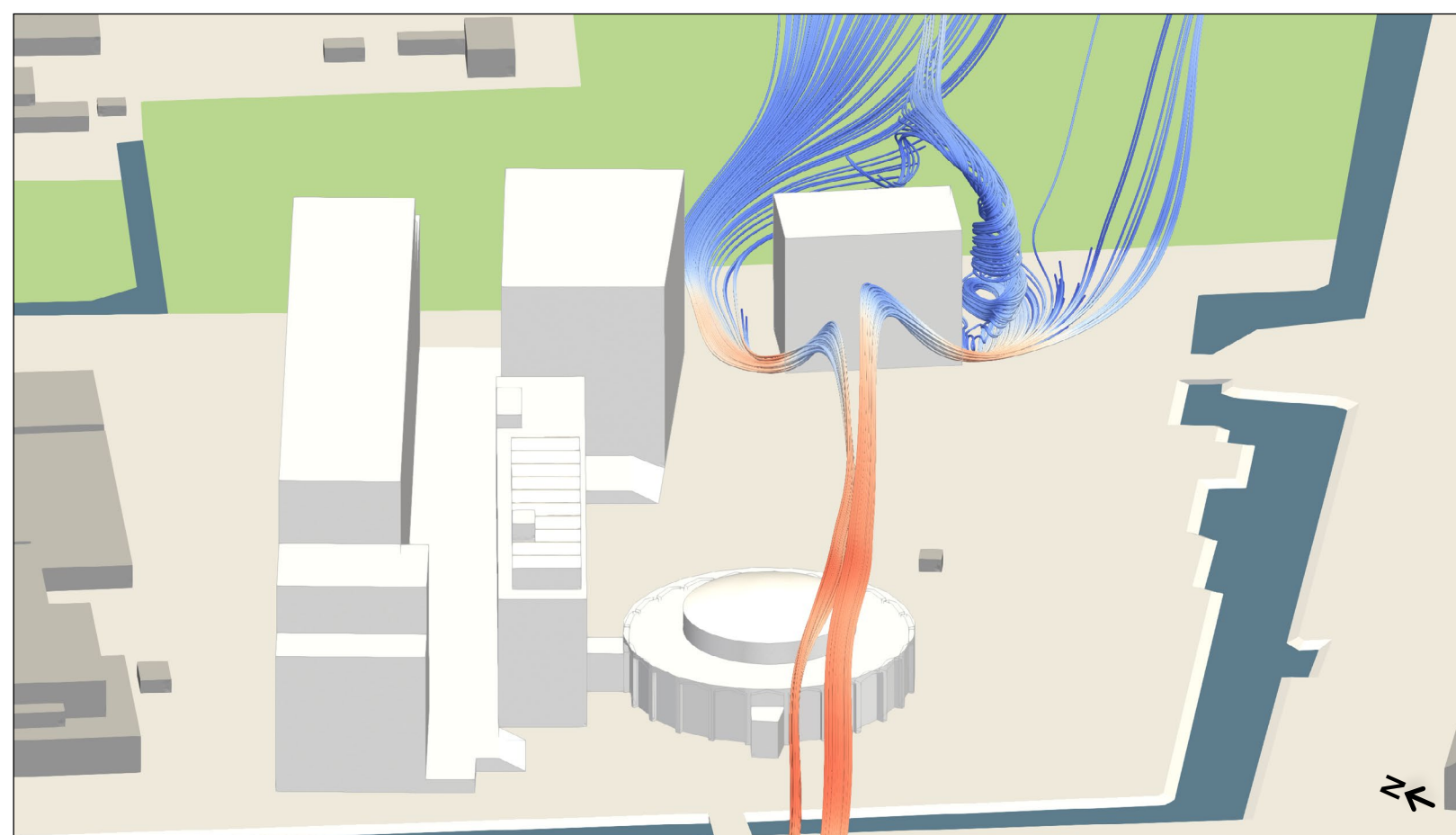
Figuur 4.7:
Stroomlijnen rond
gebouw 5
bij de bepalende
windrichtingen.



(a)
Wind uit ZZW richting



(c)
Wind uit Z richting



(a)
Wind uit WZW richting

4.3 Aanbevelingen

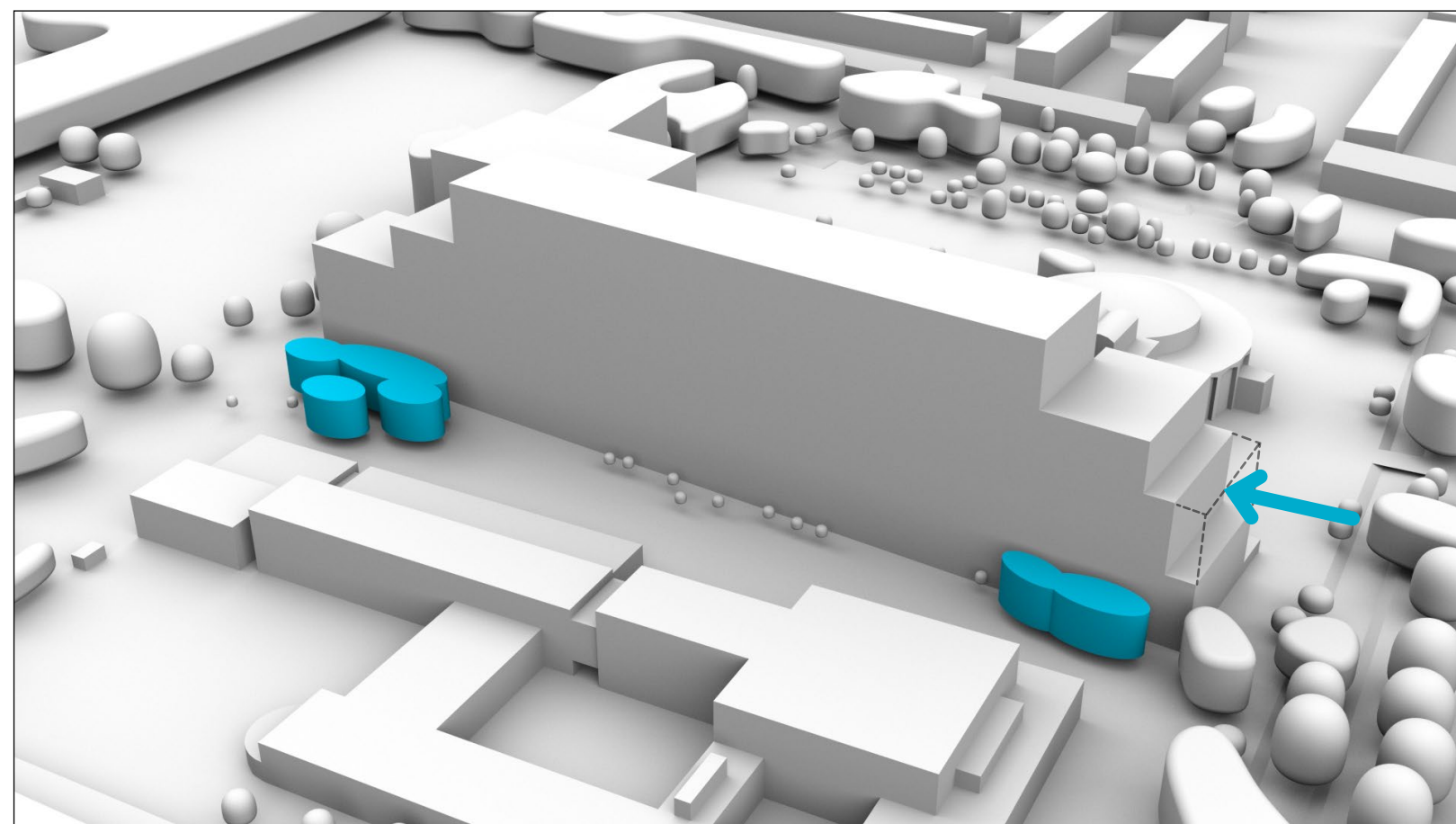
Zoals vermeld in de bovenstaande paragrafen, is het windklimaat over het algemeen acceptabel voor doorlopen. Het windklimaat kan echter worden verbeterd als sommige gebieden een kalmer windklimaat vereisen. In dit hoofdstuk worden enkele ontwerpaanpassingen aangedragen om het windklimaat te verbeteren op de locaties die in de vorige paragrafen zijn besproken.

Figuur 4.8 toont hoe het windklimaat aan de west- en noordkant van gebouw 3 kan worden verbeterd. De eerste aanbeveling is een additionele setback aan de westkant van gebouw 3 om het effect van downwash te verminderen. Daarnaast kan vegetatie een rol spelen om het windklimaat te verbeteren.

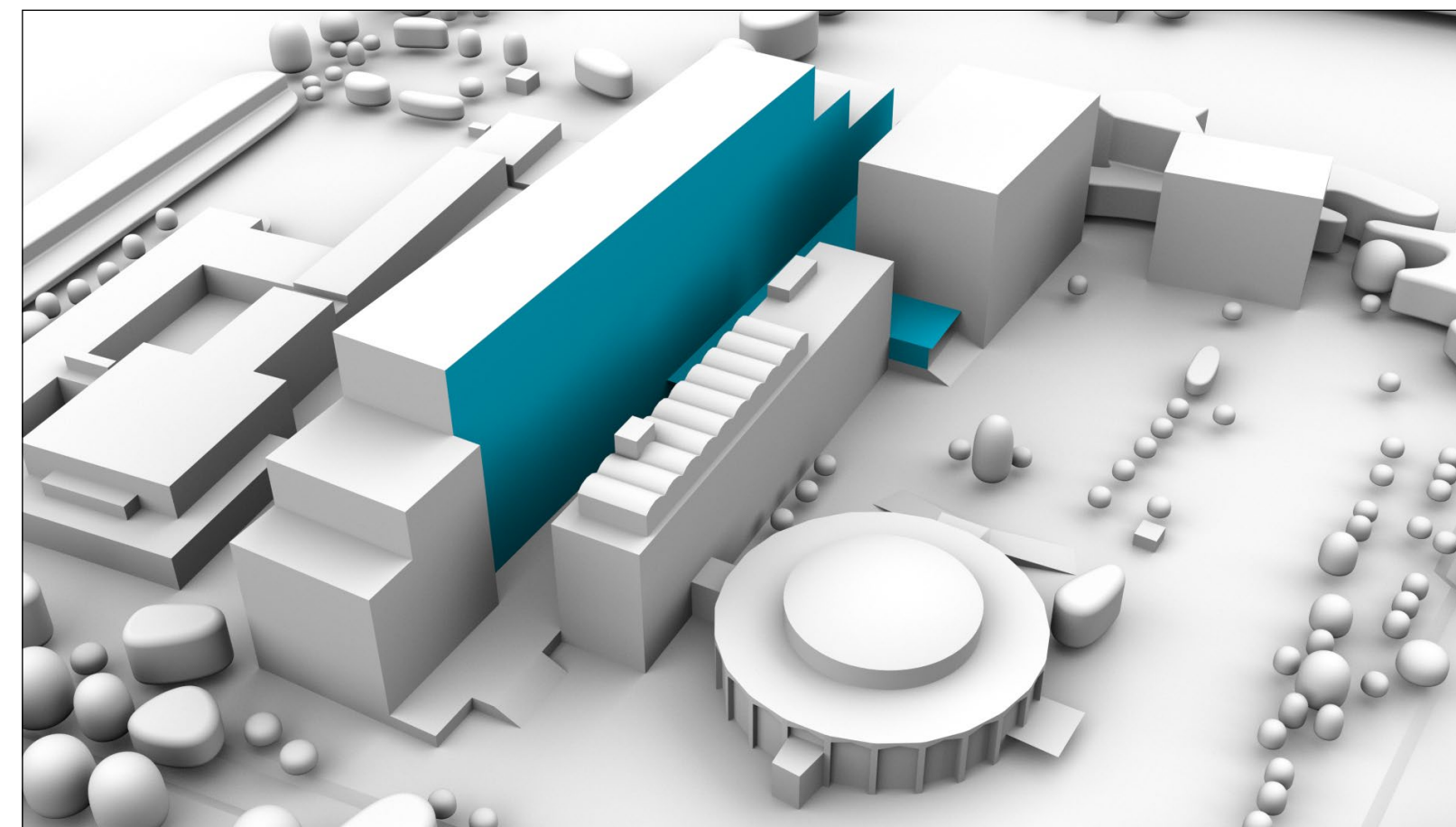
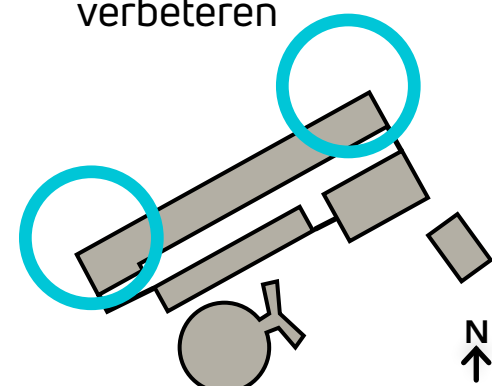
Figuur 4.9 toont hoe het windklimaat rond gebouwen 4 en 5 te verbeteren. Een luifel langs de westgevel van gebouw 5 kan effectief zijn om het downwash effect te verminderen. De afbeelding toont een luifel langs de gehele gevel van gebouw 5. Als windklasse C in de zuidwesthoek van het gebouw echter acceptabel is, kan de lengte van de luifel worden verkleind om het windklimaat alleen aan de andere hoek te verbeteren. Bovendien kan vegetatie tussen gebouwen 4 en 5 worden geplaatst om de wind af te remmen.

Ten laatste toont figuur 4.10 maatregelen om het windklimaat tussen gebouwen 3 en 4 te verbeteren. Horizontale elementen zoals luifels, schermen of balkons aan de zuidgevel van gebouw 3 zouden een positief effect hebben. Om de wind boven het voetgangersniveau te houden, is het bovendien aan te raden om een scherm langs de trappen tussen gebouwen 2 en 4 en een luifel of horizontale elementen tussen gebouwen 2, 3 en 4 te plaatsen. Op deze manier zou de wind uit de downwash

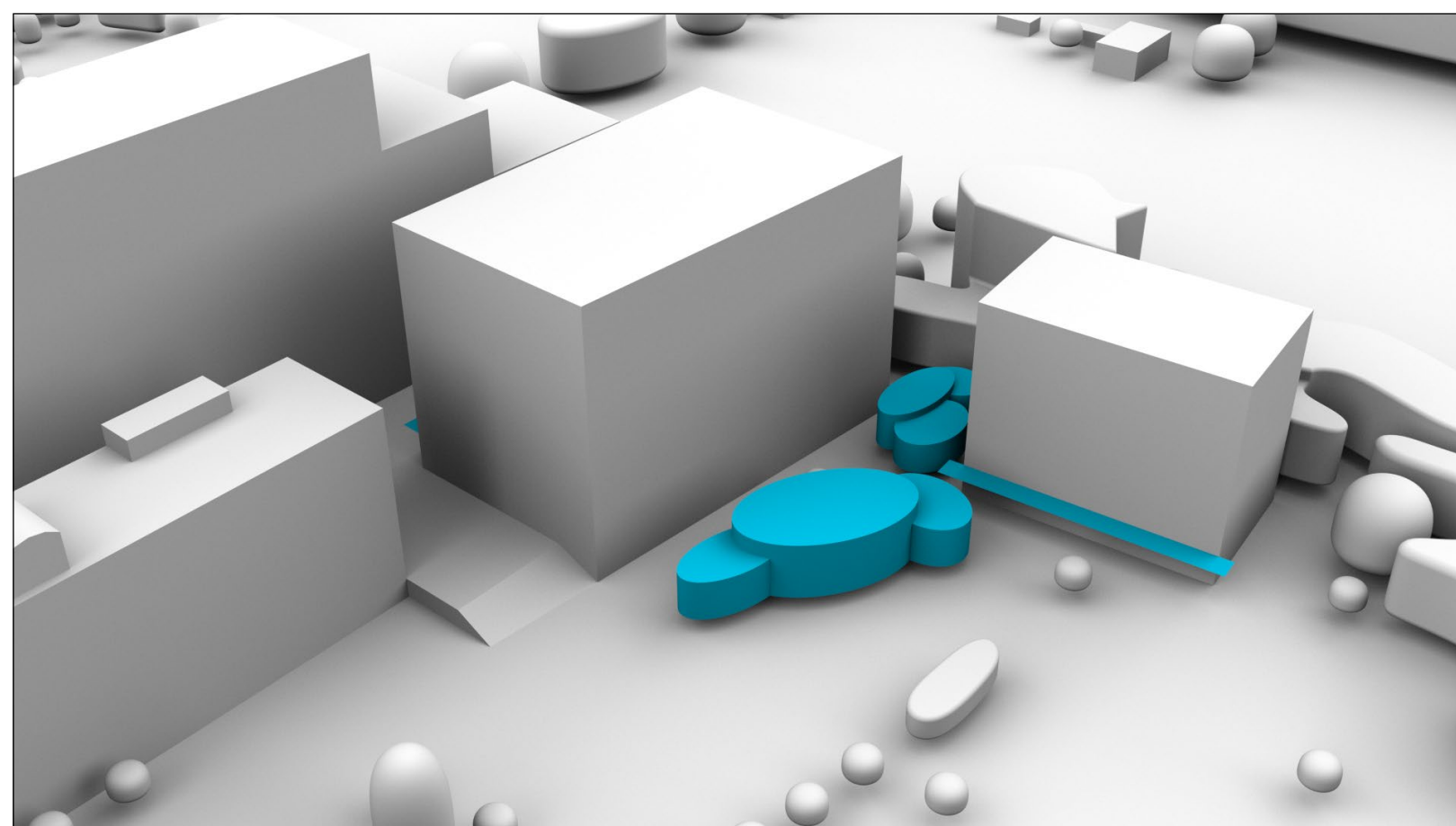
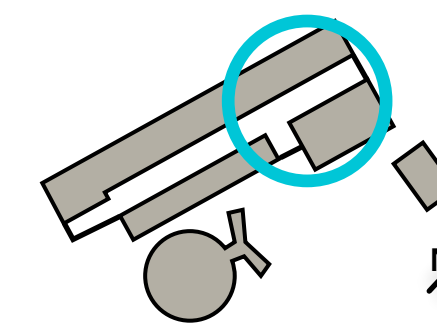
boven de luifels zullen blijven. Een doorlopende overkapping is een effectievere oplossing, maar ook losse horizontale elementen en een poreuze constructie zullen een positief effect hebben.



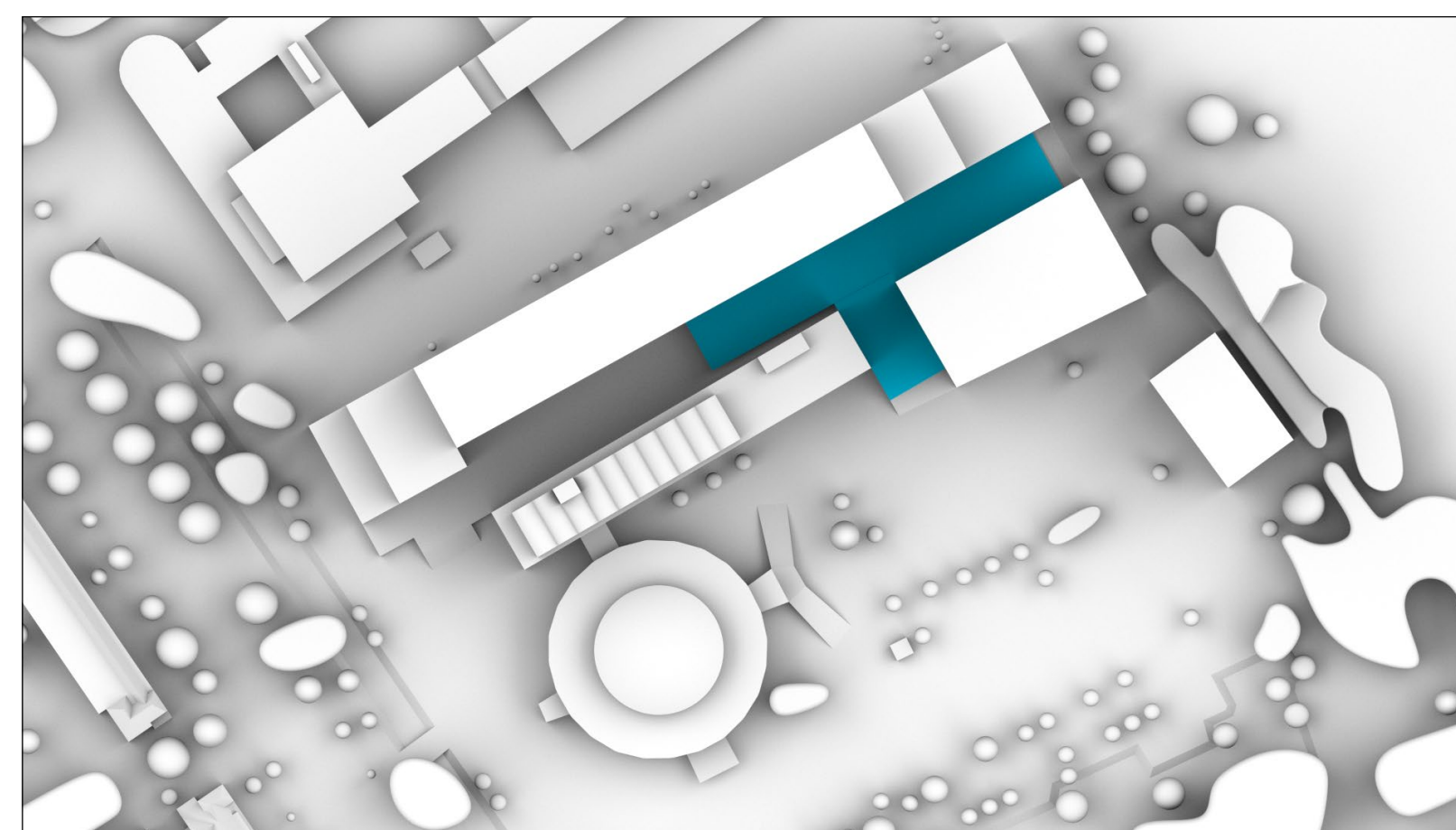
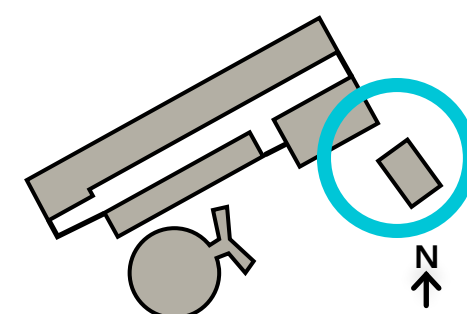
Figuur 4.8:
Ontwerpopties om
het windklimaat
tussen gebouw
3 en de Koningin
Beatrixkazerne te
verbeteren



Figuur 4.10:
Ontwerpoplossingen
voor een verbetering
van het windklimaat
tussen gebouwen 3
en 4



Figuur 4.9:
Ontwerpopties om
het windklimaat rond
gebouwen 4 en 5 te
verbeteren



5 Conclusies

Dit rapport presenteert een onderzoek uitgevoerd door [Actiflow](#) naar het windklimaat rondom het project Residentie Parkzicht in Den Haag.

Voor de analyse is de Nederlandse norm “NEN 8100:2006: Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving” gebruikt en is het windklimaat volgens de Haags beleid beoordeeld. Hierbij zijn geometrische modellen van de bestaande en toekomstige situaties opgesteld. Een rekengrid met hoge resolutie is rond deze geometrie opgetrokken als basis voor Computational Fluid Dynamics (CFD)-simulaties van de windstroming.

De resultaten tonen aan dat rondom de bestaande situatie voornamelijk windhinderklassen A t/m B aanwezig zijn. Windhinderklasse C werd gevonden ten westen en ten oosten van de bestaande gebouwen, terwijl ook kleine zones met windhinderklasse D werden gevonden ten noordwesten. In de bestaande situatie is er geen beperkt risico op windgevaar.

Met de projectgebouwen wordt het gebied over het algemeen meer windrijk. De resultaten tonen aan dat rondom de projectgebouwen voornamelijk windhinderklassen A t/m C aanwezig zijn. Windhinderklasse D werd gevonden aan de noordwestelijke hoek van gebouw 3, tussen gebouwen 3 en 4 en tussen gebouwen 4 en 5. Beperkt risico op windgevaar ontstaat aan de noordwestzijde van gebouw 3.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat het grootste gedeelte rondom de nieuwbouw geschikt is voor de activiteiten slenteren en doorlopen. Enkele maatregelen zijn benodigd voor zones waar een beter windklimaat gewenst is, zoals in gebieden waar mensen kunnen slenteren of langdurig kunnen zitten. Dit geldt ook voor entrees waar windhinderklassen A en B gewenst zijn.

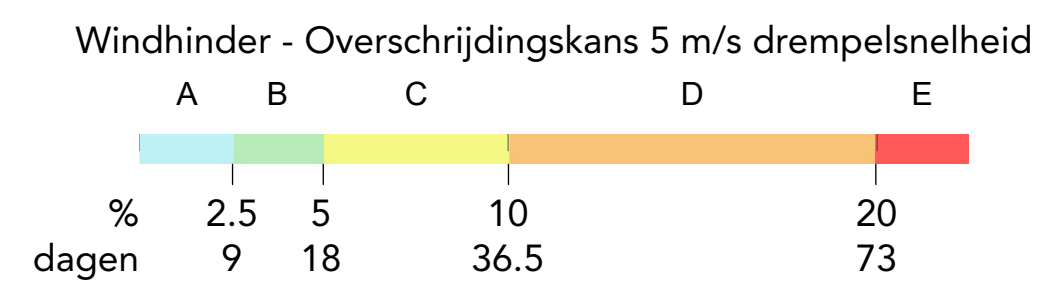
Na afronding van het windonderzoek is besloten om gebouw 5 uit het ontwerpplan te halen. Het is daarom belangrijk om te onderzoeken welke gevolgen op het windklimaat deze verandering zal hebben. Gezien die ligging van gebouw 5 is te verwachten dat deze verandering voornamelijk invloed op het windklimaat rondom gebouw 5 en tussen gebouwen 4 en 5 zal hebben. In het gebied waar gebouw 5 zich bevindt wordt een rustig windklimaat verwacht. Daarentegen zou het hoekeffect rondom de zuidoosthoek van gebouw 4 versterkt kunnen worden. Bijgevolg kan het windklimaat op dit punt verslechteren. Het plaatsen van vegetatie langs de zuidoostkant van het gebouw zal het hoekeffect echter helpen verminderen en het windklimaat verbeteren. Wanneer gebouw 5 wordt verwijderd is er een kleine kans dat de wind iets makkelijker ten zuidoosten van gebouw 4 stroomt en daarmee minder door de straat tussen gebouwen 3 en 4. Hiermee kan een lichte verbetering ontstaan tussen gebouwen 3 en 4, met een lichte verslechtering ten zuidoosten van gebouw 4. Het zal de zone met windhinderklasse D tussen gebouw 3 en 4 echter niet doen verdwijnen, hooguit zal deze zone iets kleiner worden.

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Residentie Parkzicht te Den Haag
Opdrachtgever	BRO
Projectleider	
Datum	04/01/2022
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen ca. 300 m rondom de nieuwbouw
Kerngebied	Geschematiseerd model met de bestaande en nieuwe situaties
Omgeving	Omgeving in massa's
Afmetingen model	Rond met straal 1.500 m en hoogte 500 m.
Blokkeringsgraad	Maximaal 4 %
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12 per windstudie
Onderzochte configuraties	Windhinder en windgevaar voor bestaande en toekomstige situatie
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: v2106
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag. Bestaande situatie: 35 212 292 cellen. Toekomstige situatie: 34 845 087 cellen
Turbulentiemodellering	k-omega SST
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV Turbulente grootheden: limitedLinear 1.0 Scalaire variabelen: n.v.t.

Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden			
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag: wind stedelijk gebied, z0 = 1.6 m			
Uitlaat	Druk-uitlaat			
Boven-/Zijwanden	Slip-wanden			
Vloer/bodem	No-slip, ruwe wand			
Overige	No-slip, ruwe wand			
Gegevensverwerking en -beoordeling	informatie voor locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X: 082408 Y: 456915			
Toegepaste eisen	V _{DR} m/s	Gewenste kwaliteits-klasse	Overschrijdings-kans %	Beoordeling
Voor comfort			p (V _{LOK} > V _{DR,H})	
Doorlopen	5,0	A, B, C, D	< 20	Matig
Slenteren	5,0	A, B, C	< 10	Matig
Zitten	5,0	A, B	< 5	Matig
Regionale correctie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Voor gevaar				
	15	n.v.t.	0,05 < p < 0,30	beperkt risico
	15	n.v.t.	p ≥ 0,3	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Windhindercontouren en klassenindeling, windgevaarcontouren			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang				

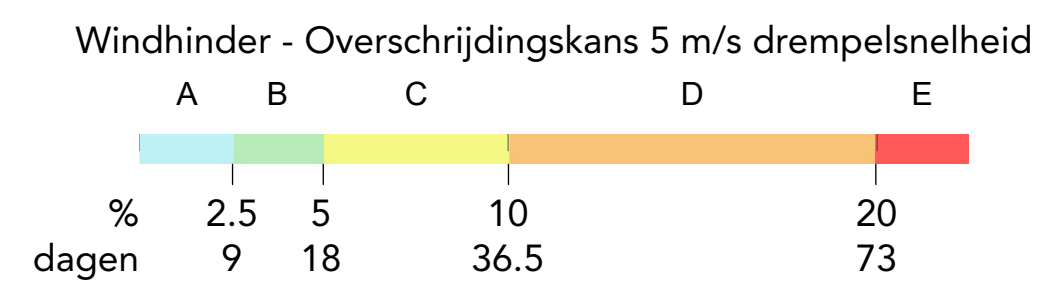
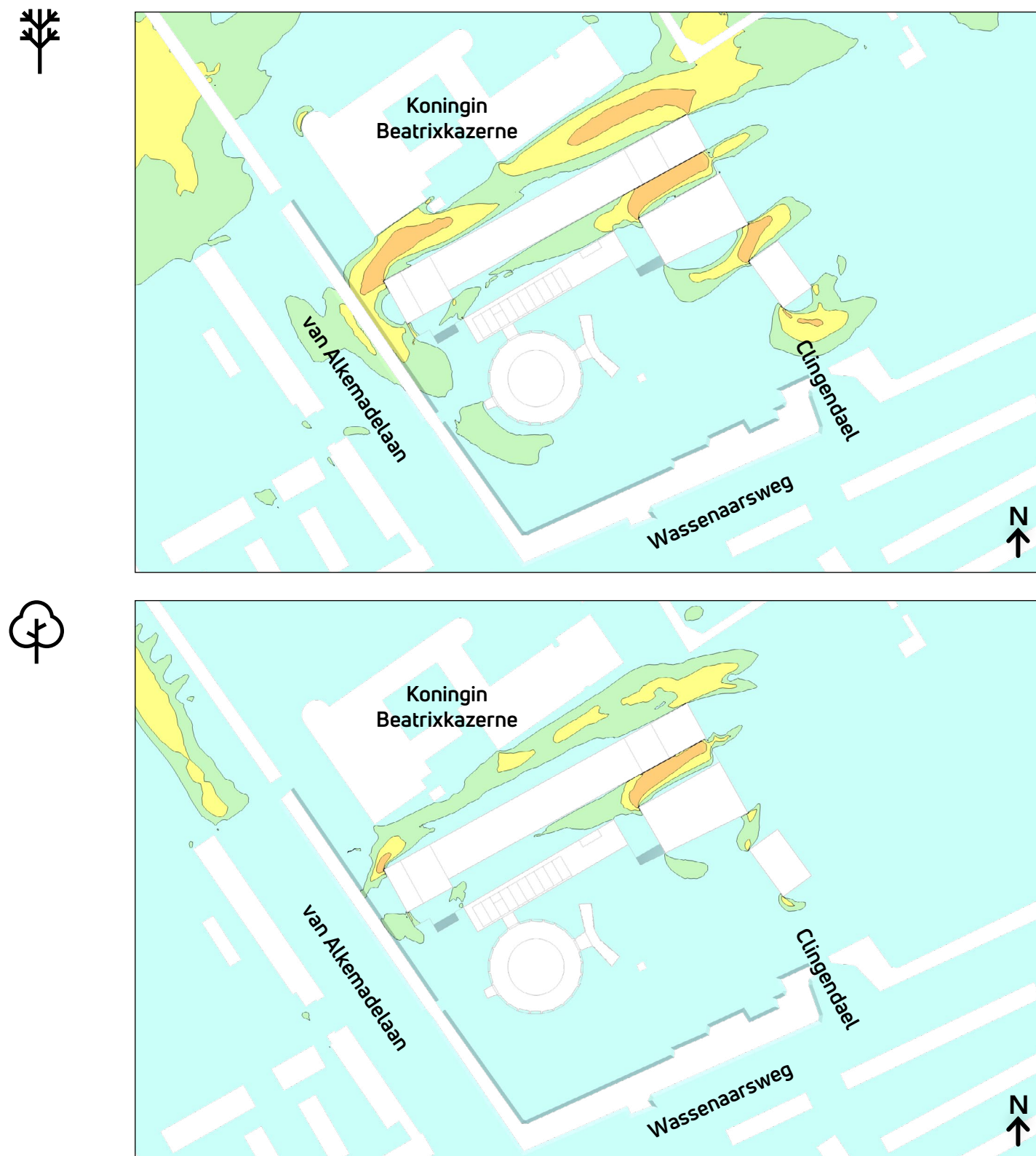
B Wind klimaat met en zonder vegetatie

- Windhinder in de bestaande situatie



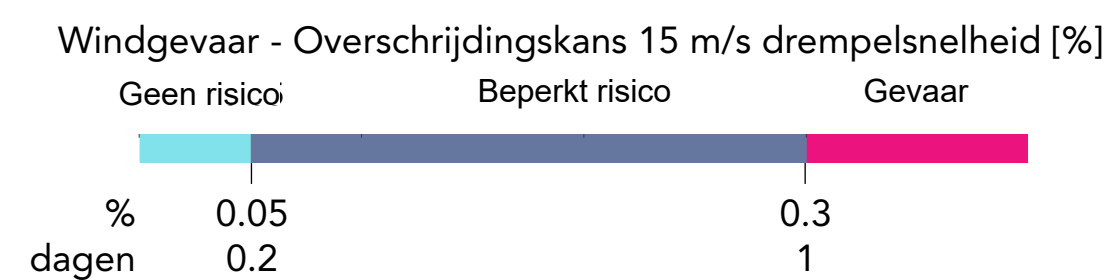
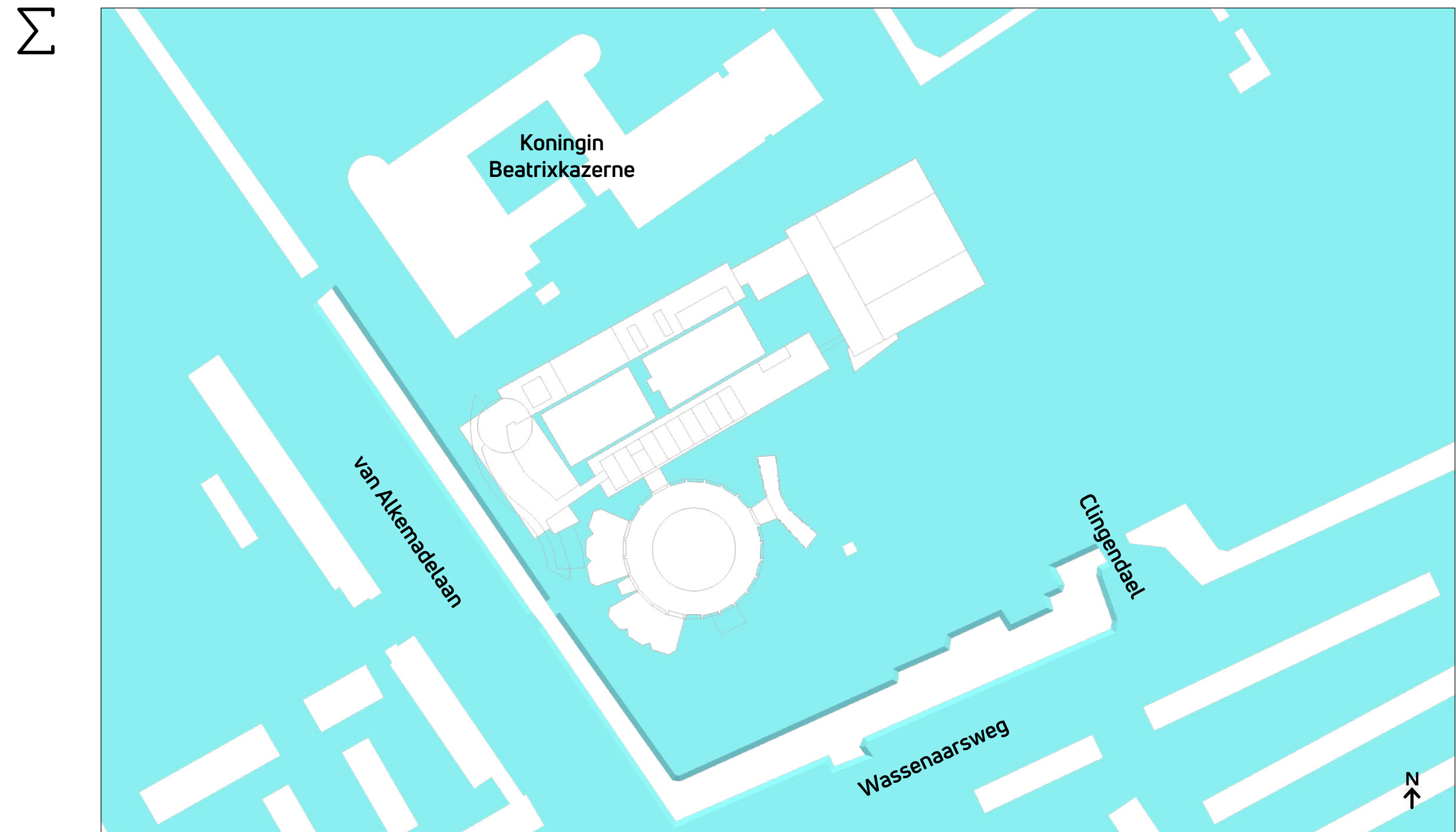
B Wind klimaat met en zonder vegetatie

- Windhinder in de toekomstige situatie



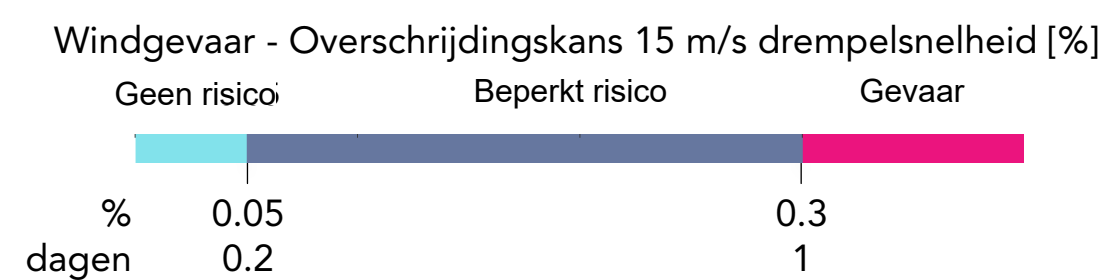
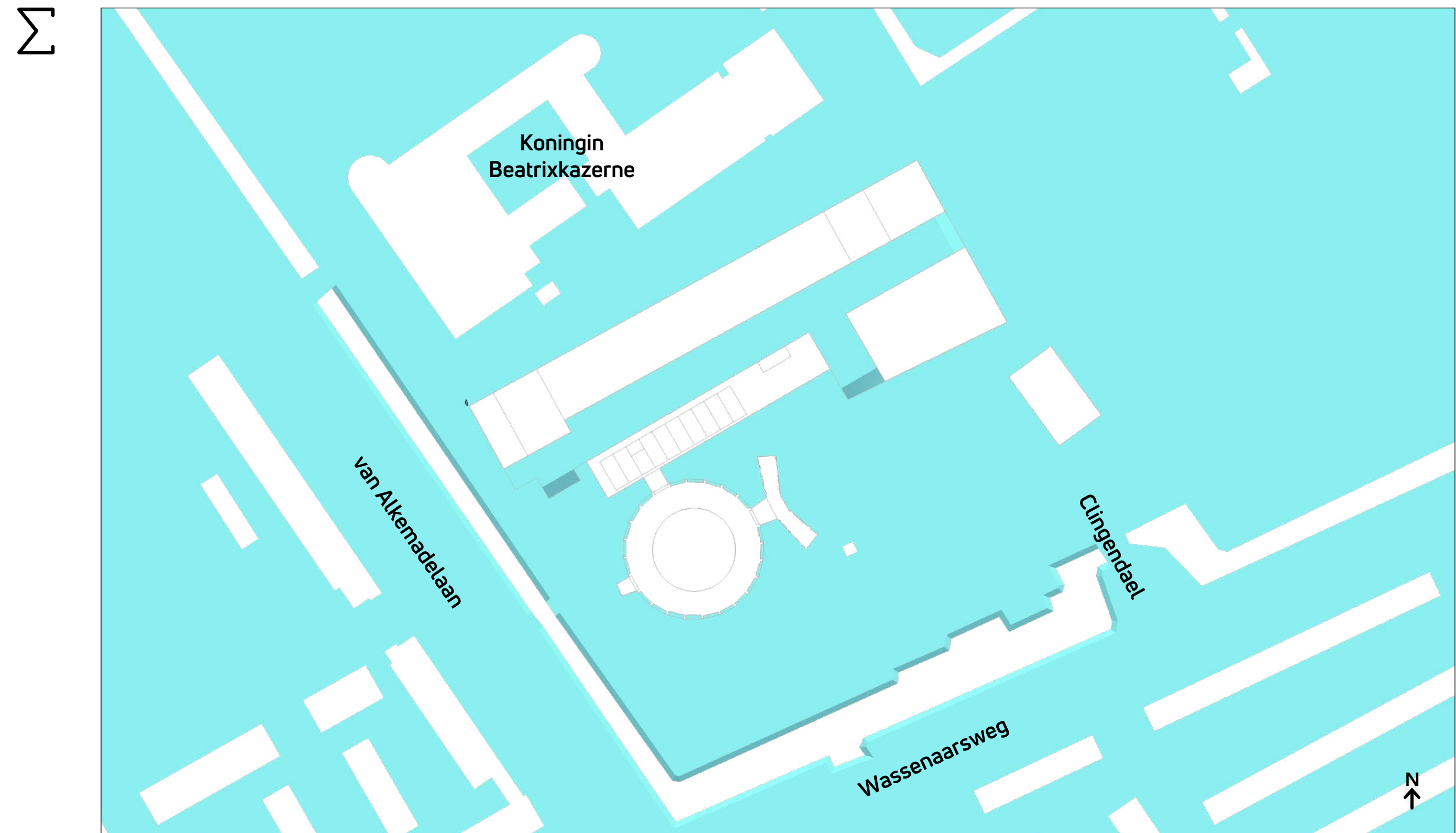
B Wind klimaat met en zonder vegetatie

- Windgevaar in de bestaande situatie

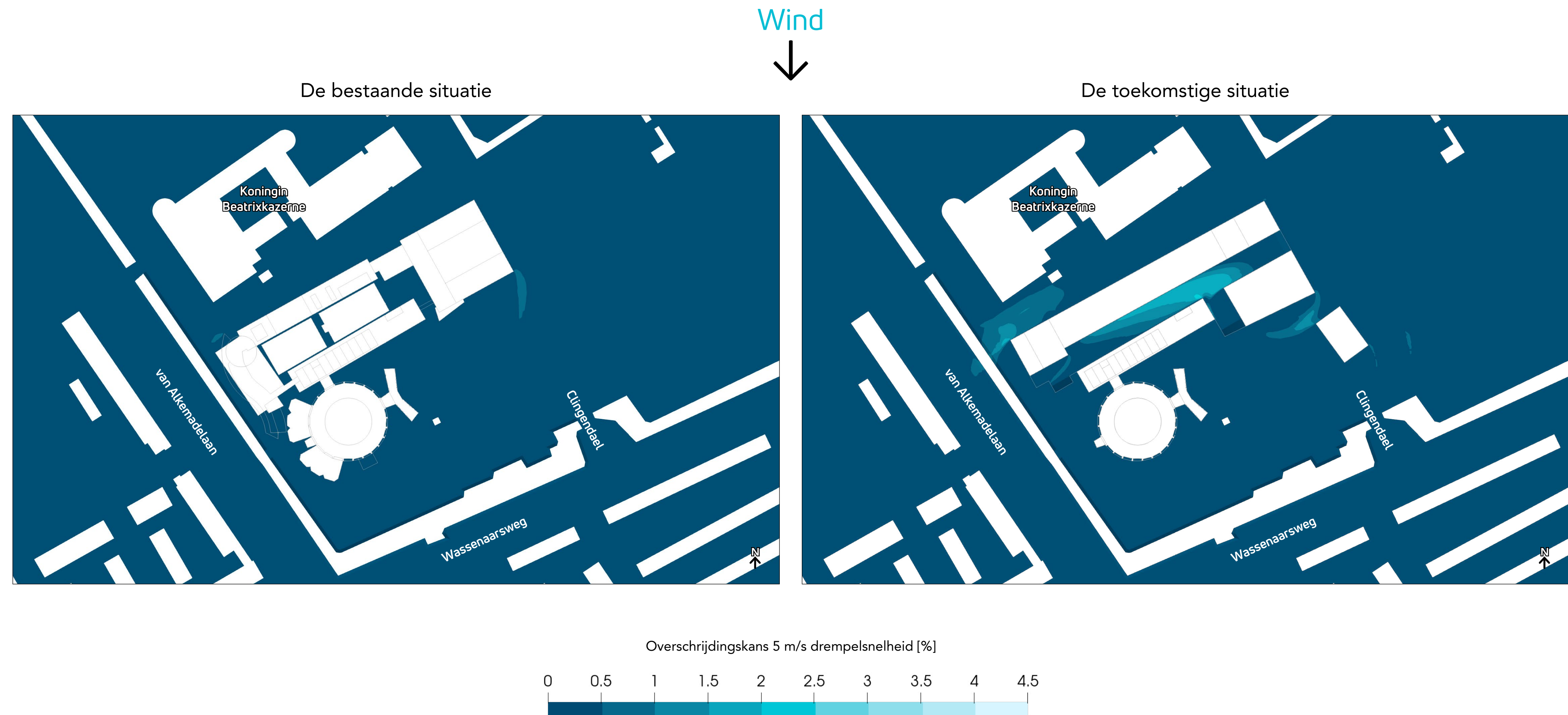


B Wind klimaat met en zonder vegetatie

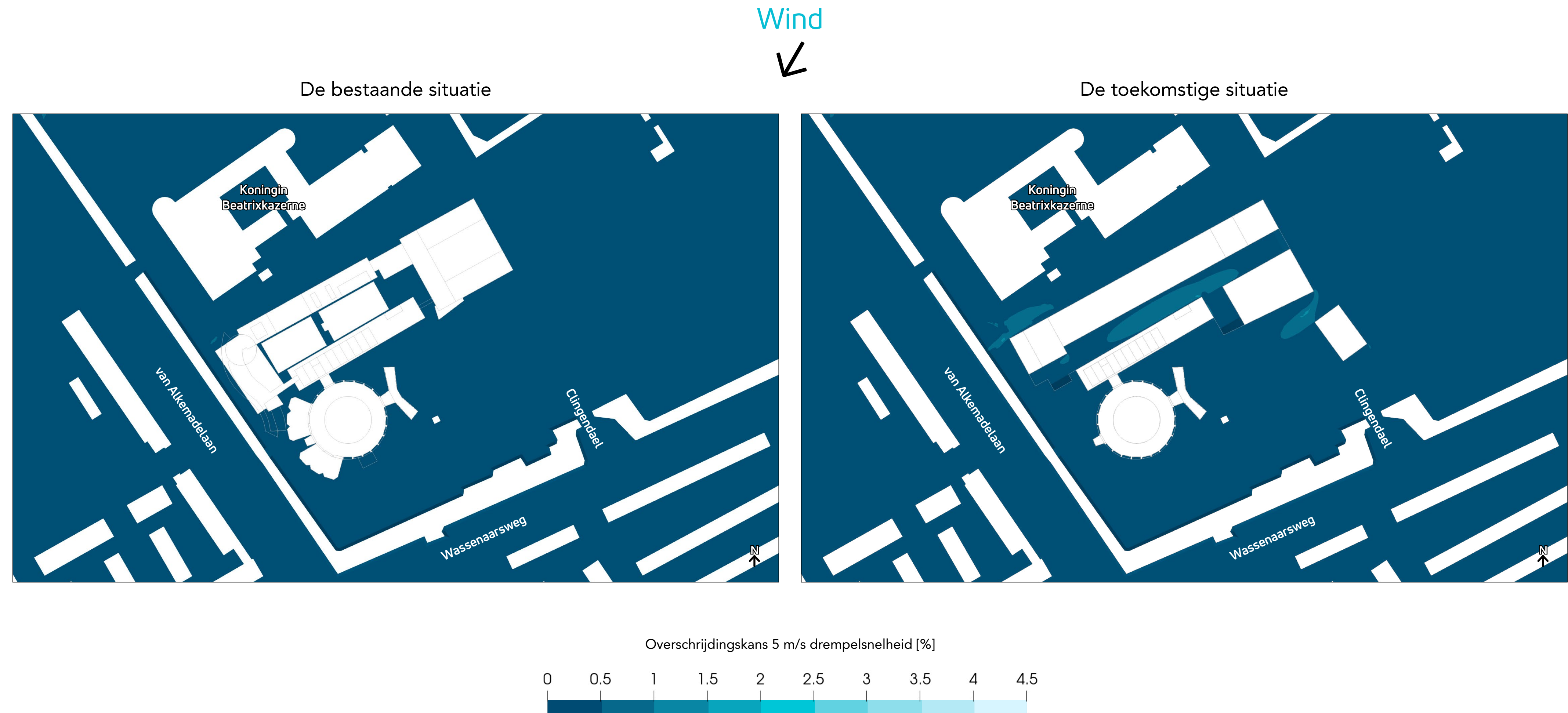
- Windgevaar in de toekomstige situatie



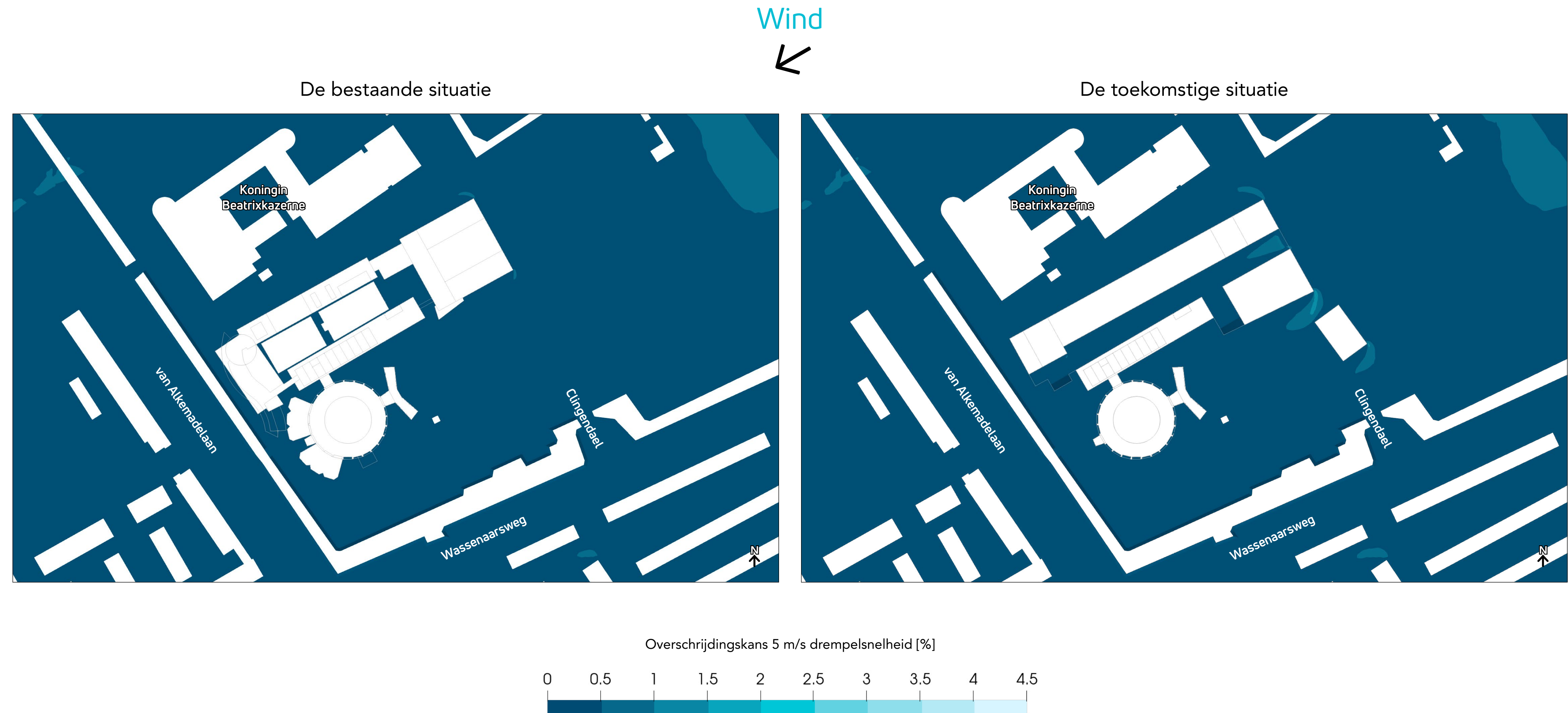
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



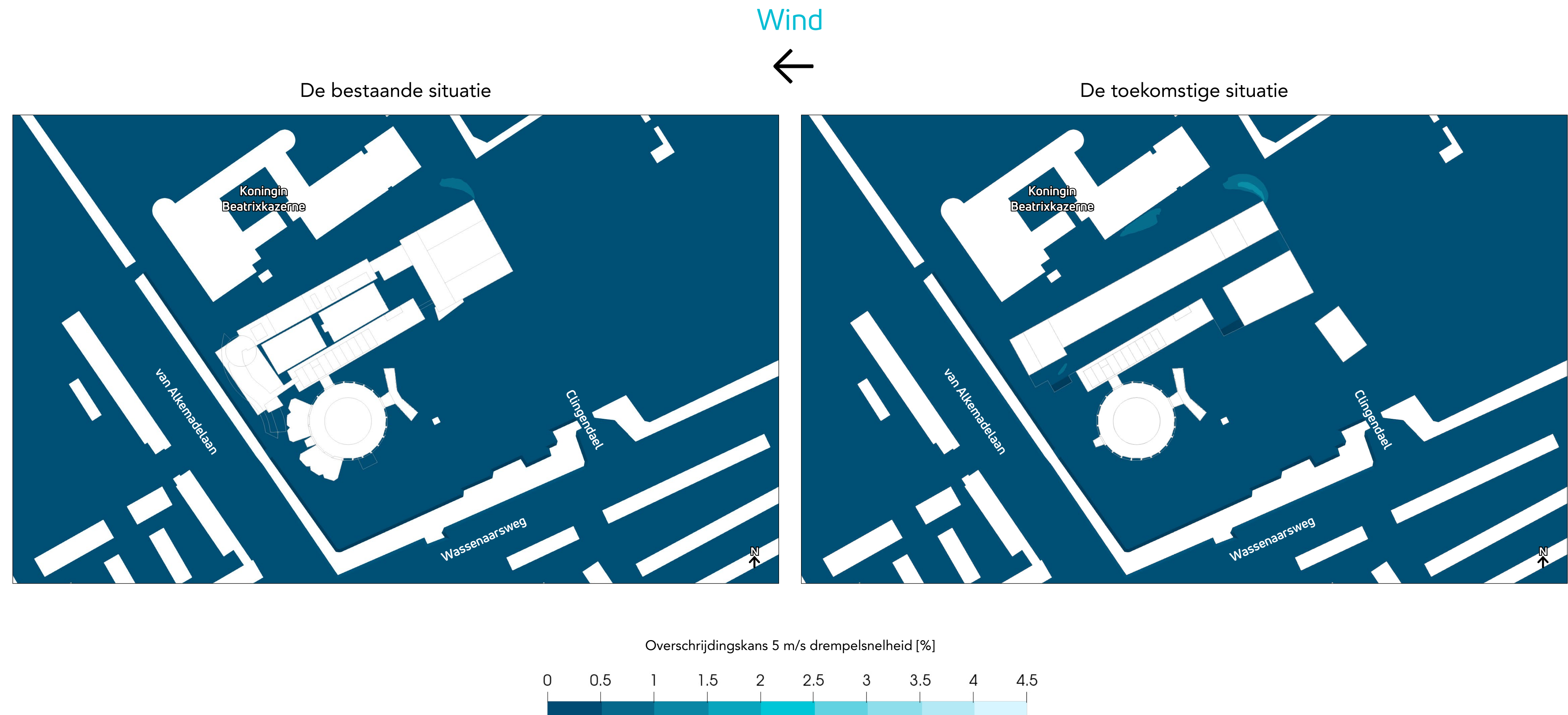
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



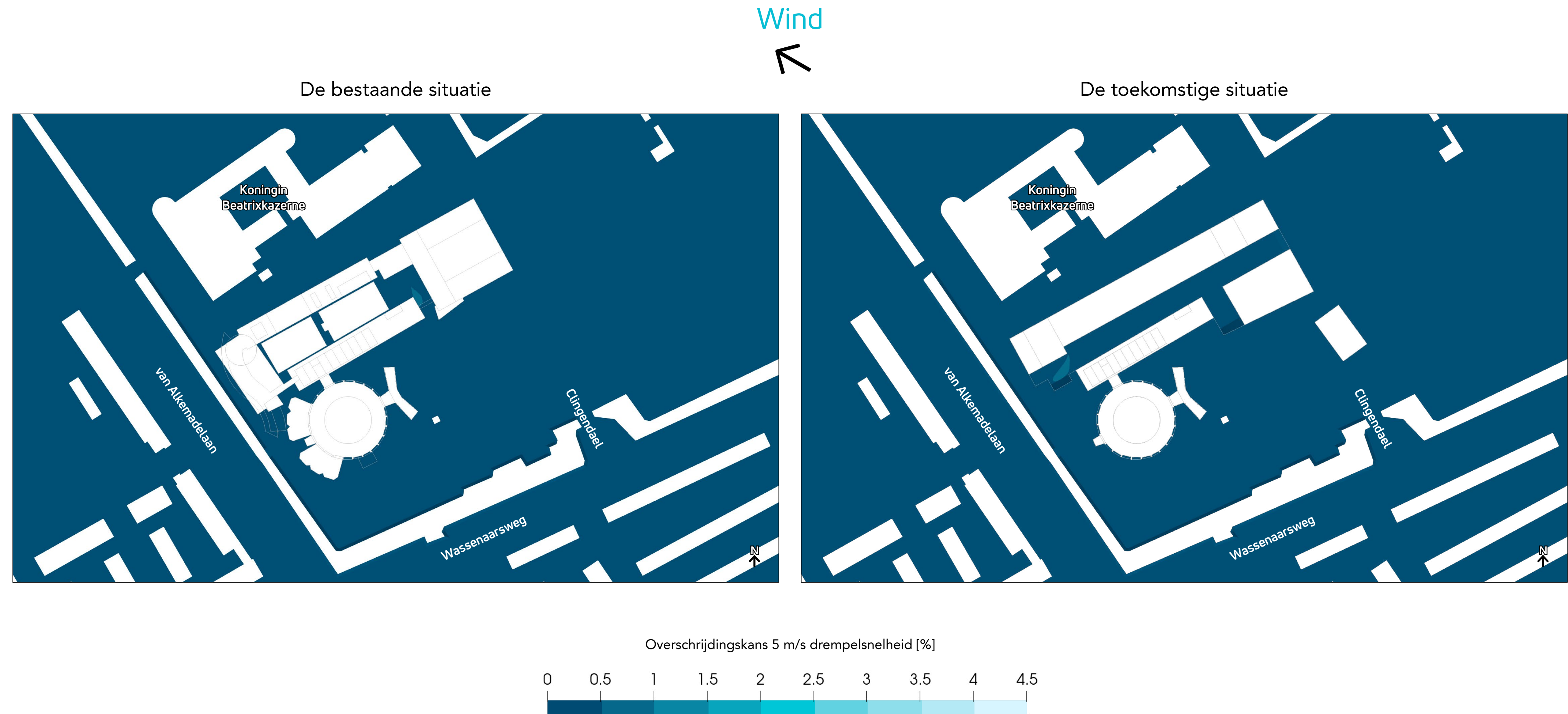
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



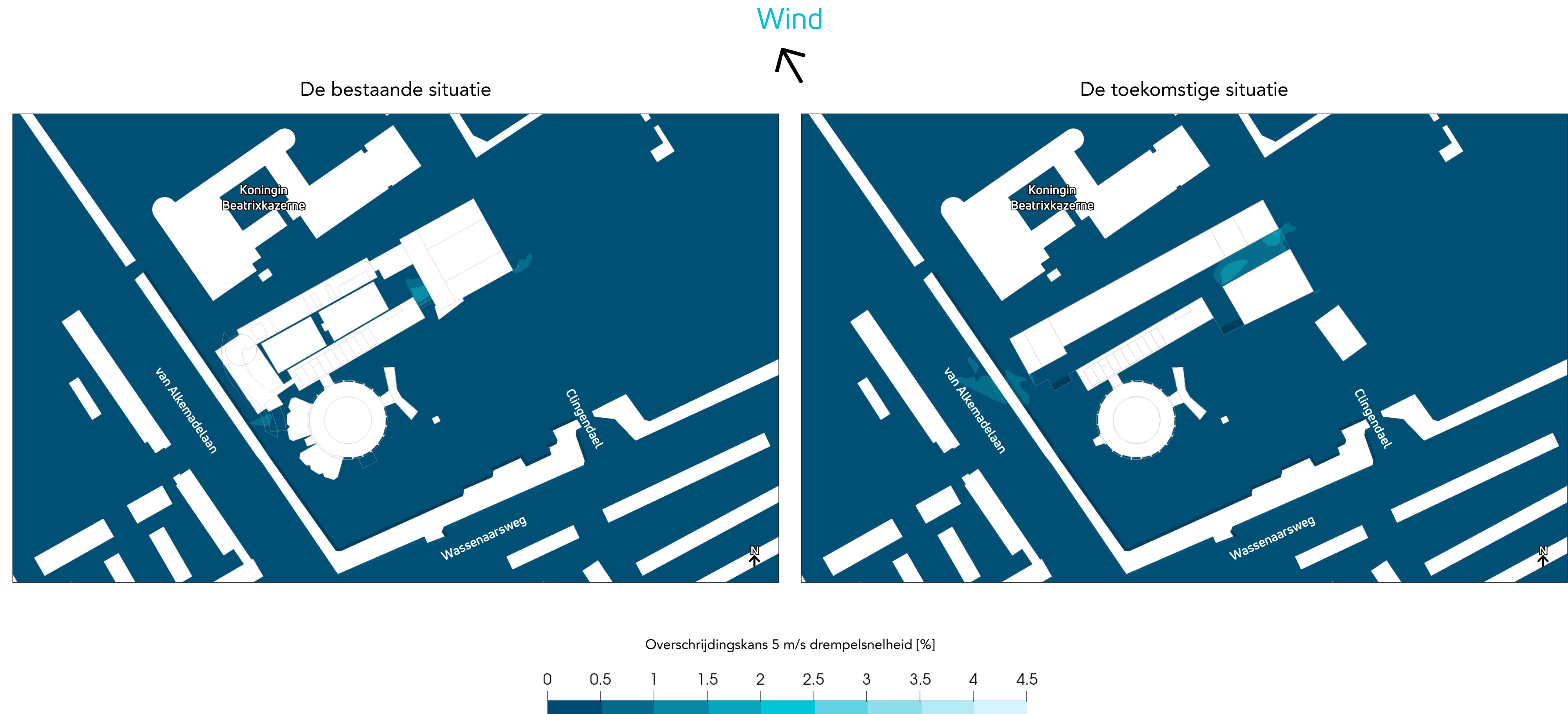
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



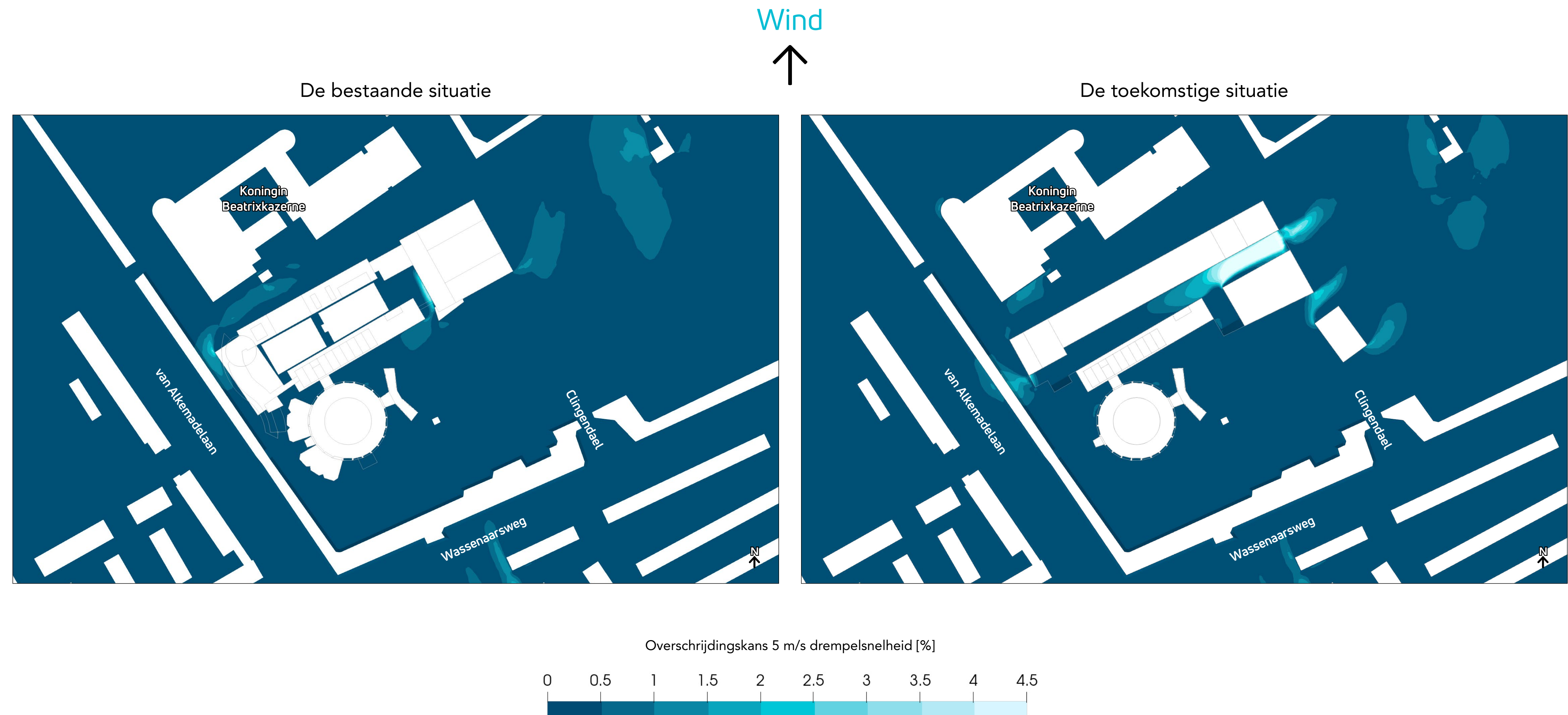
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



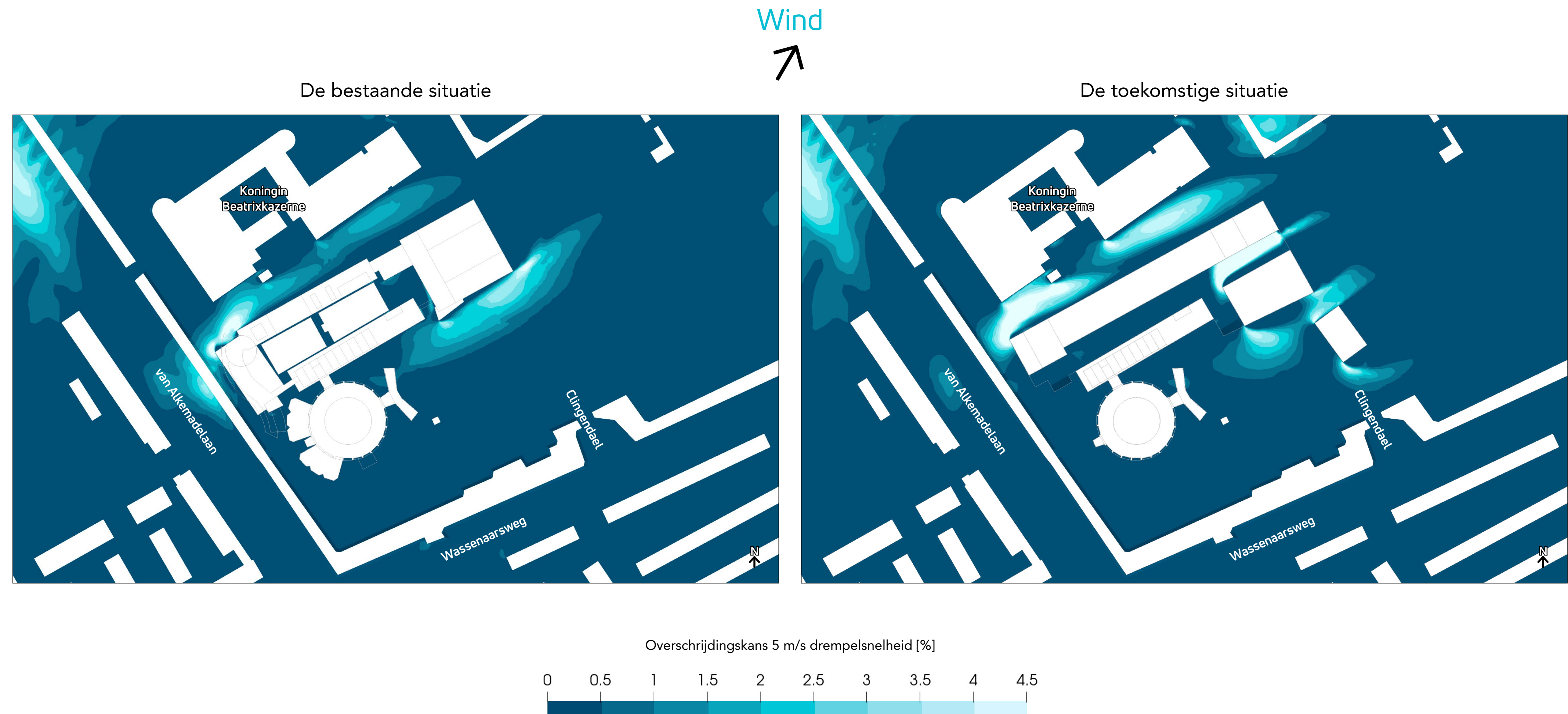
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



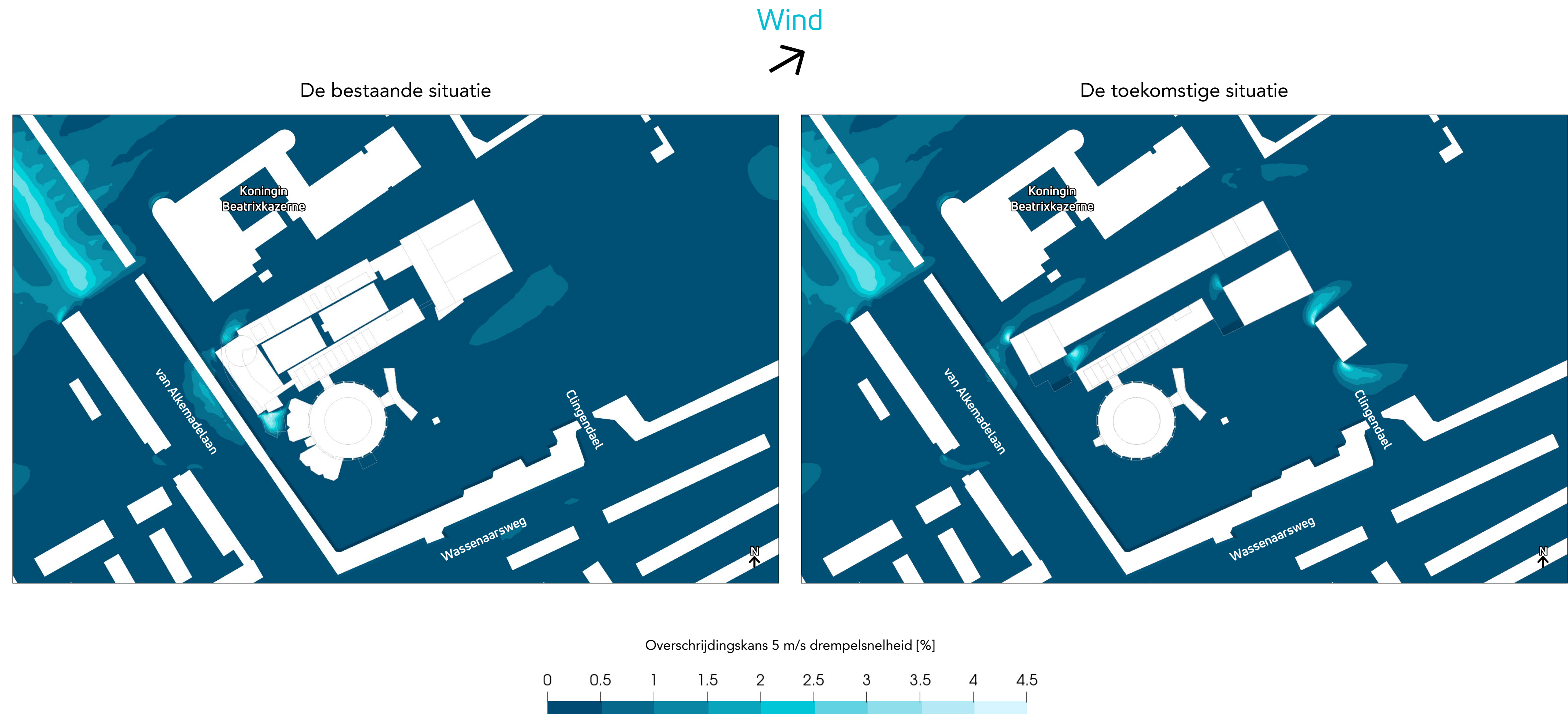
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



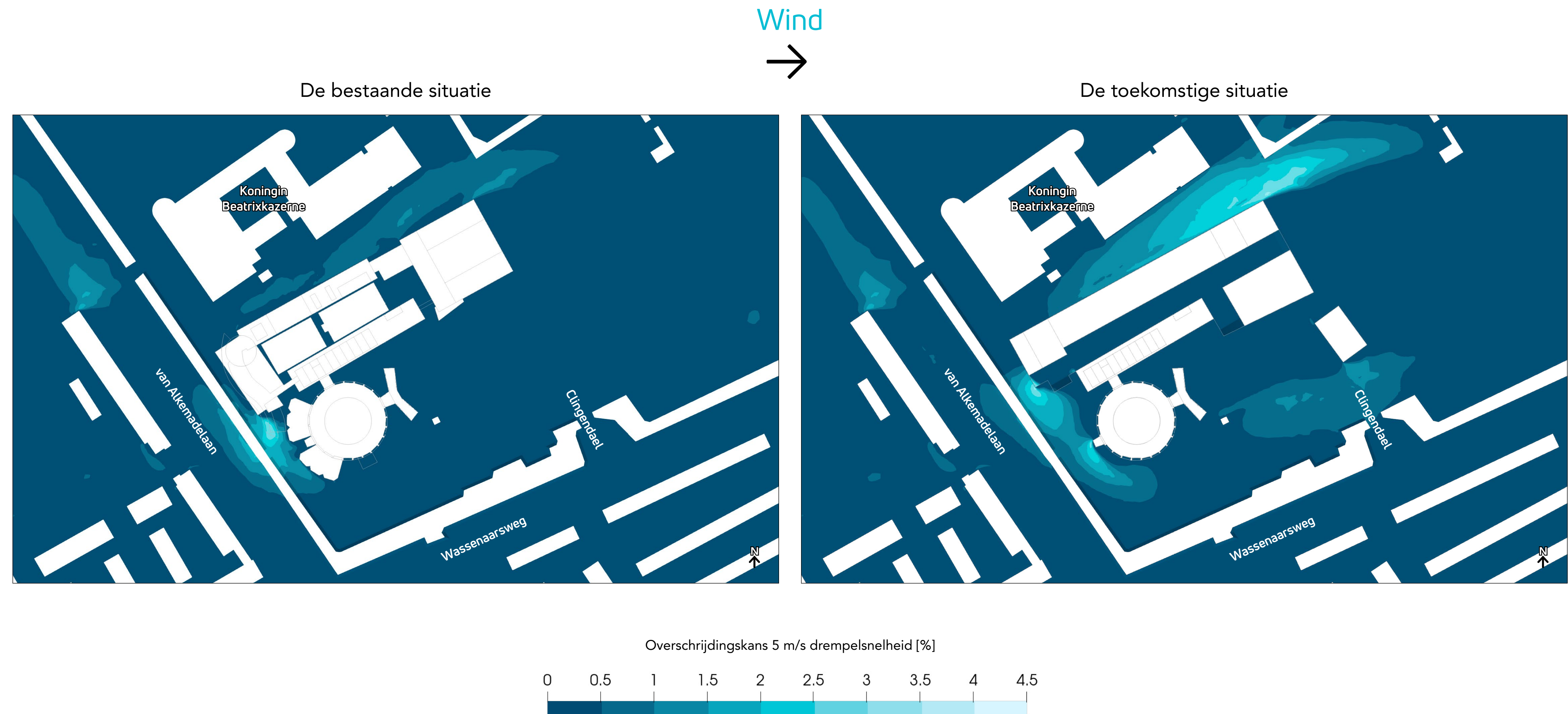
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



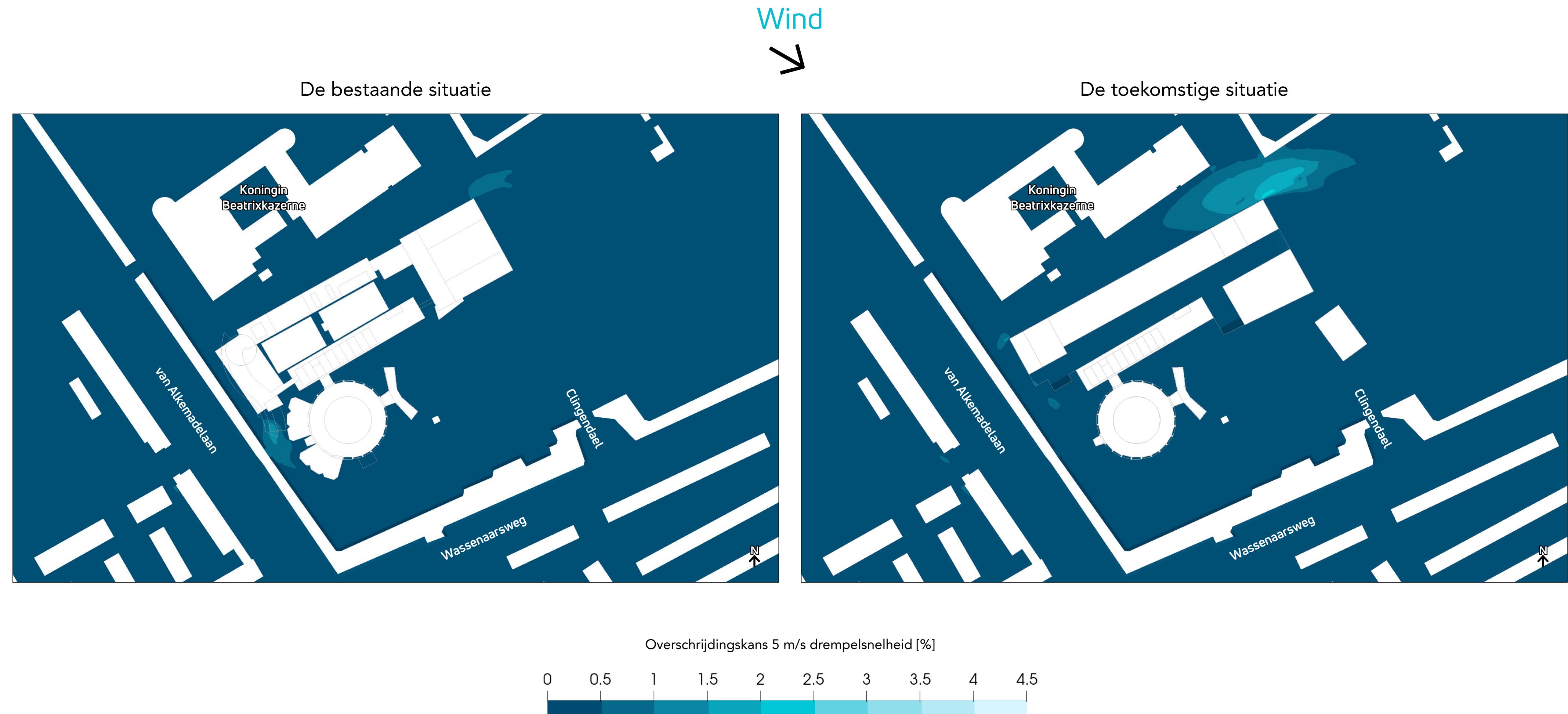
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



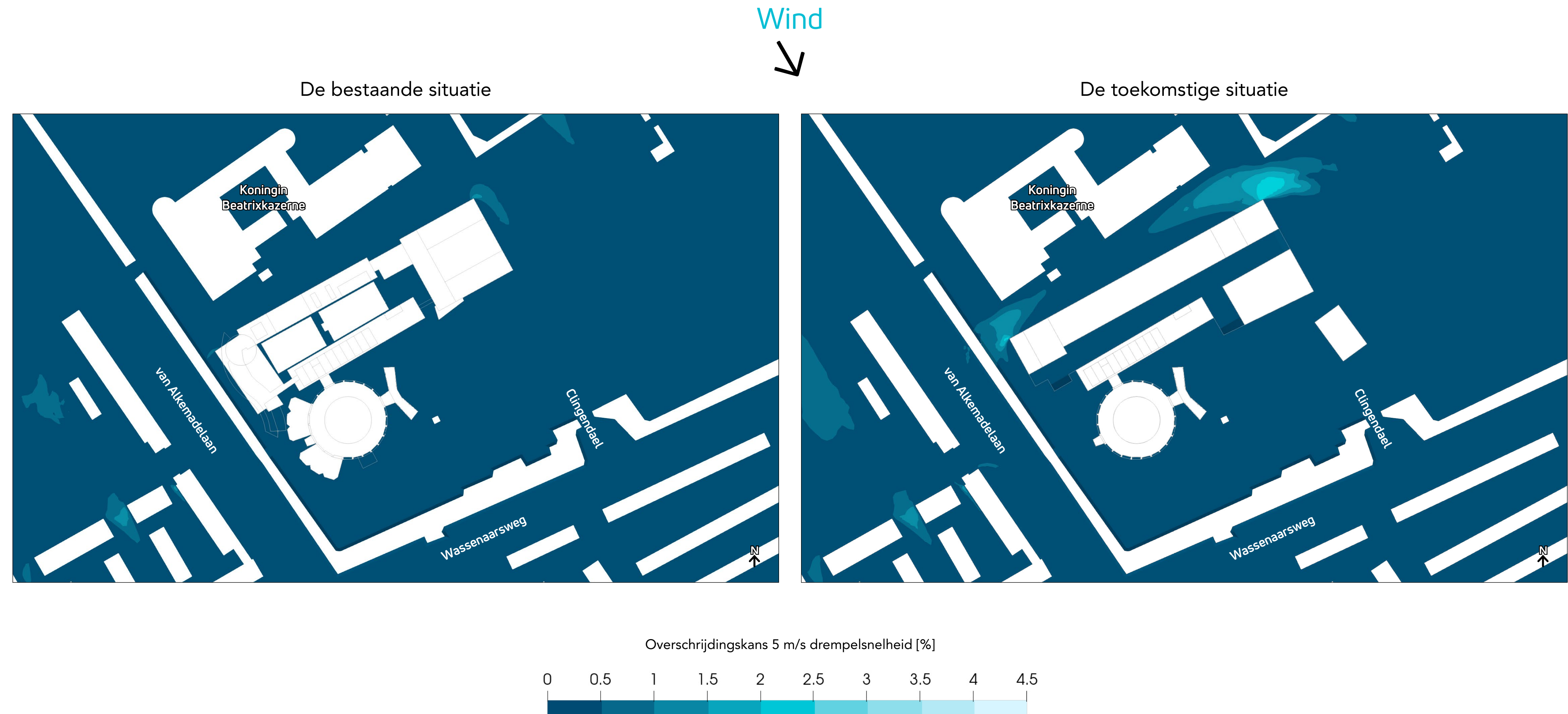
C Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



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