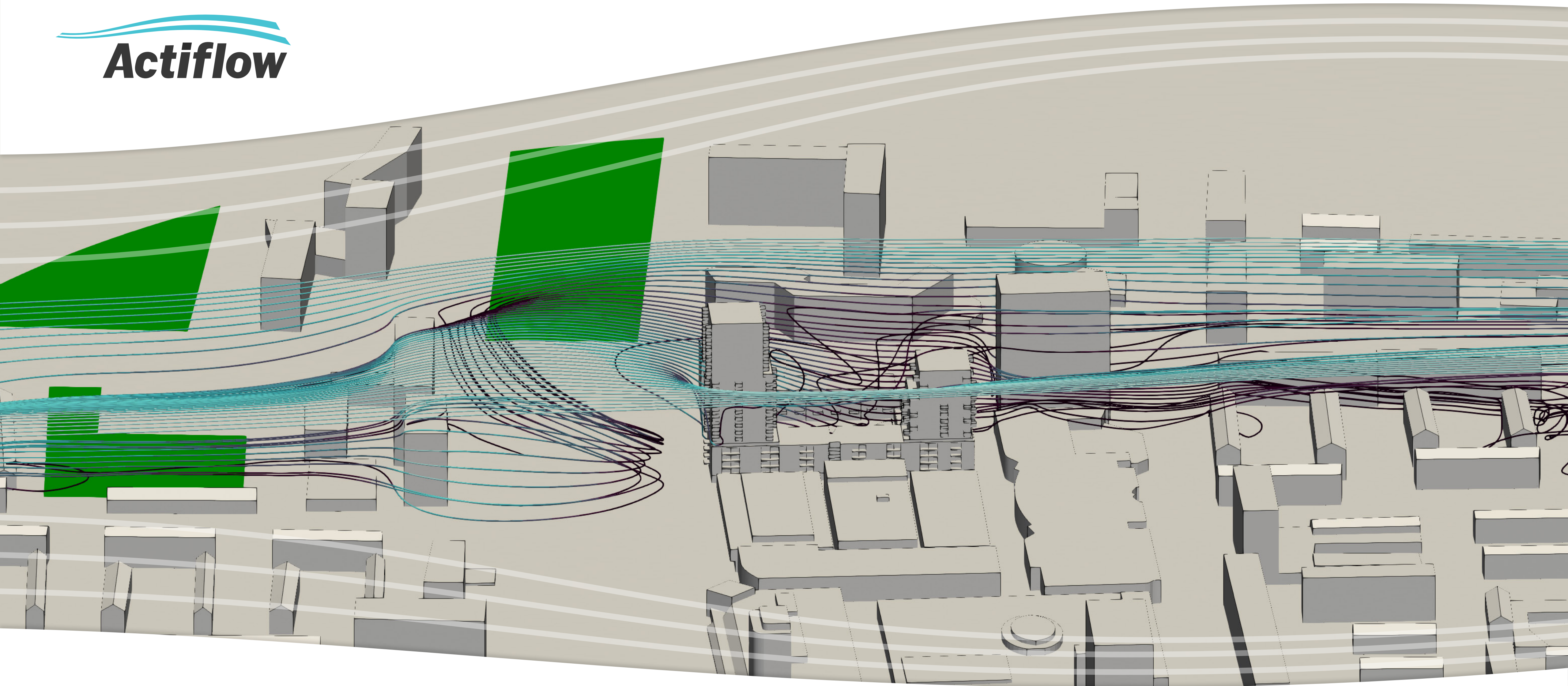


Bijlage X

Windhinderonderzoeken



De Terp te Rijswijk

CFD-studie windhinder en windgevaar

Auteur(s): ir. Samy lousef
Controlleur: ing. Marc Koops
Datum: 10-02-2021

AFR - 7919
Versie 1.2
©2021 Actiflow BV

Inhoudsopgave

- 1 Introductie
- 2 Normstelling
- 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 Conclusie
- A Inlegvel NEN 8100:2006
- B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

1 Introductie

Voorliggende rapportage omschrijft een windstudie, uitgevoerd door **Actiflow** in opdracht van LBP|SIGHT. Het onderwerp van het rapport is het nieuwbouwproject De Terp te Rijswijk. Dit rapport is een voortzetting van een eerder uitgevoerd windonderzoek (AFR-7919 d.d. 29 juni 2020).

Het project omvat het door nieuwbouw te vervangen bestaande gebouw, gelegen aan de Generaal Spoorlaan (zie figuur 1.1). Het nieuwe gebouw omvat enkele hoogte accenten en een binnentuin. Het gebouw krijgt een gemengde commerciële (m.n. beganegrond) en residentiële functie.

De toevoeging van dit gebouw heeft invloed op het lokale windklimaat. Hierbij is het de vraag of het windklimaat na realisatie van de nieuwbouw acceptabel is. In onderliggende rapportage wordt een studie getoond die op deze vraag antwoord geeft. Hierbij is een vergelijking gemaakt tussen de bestaande en toekomstige situatie.

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'.

Onderhavige rapportage beschrijft deze studie en de resultaten hiervan. 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 positie
van het nieuwbouwproject
(bron: Google Maps)

2 Normstelling

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

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.

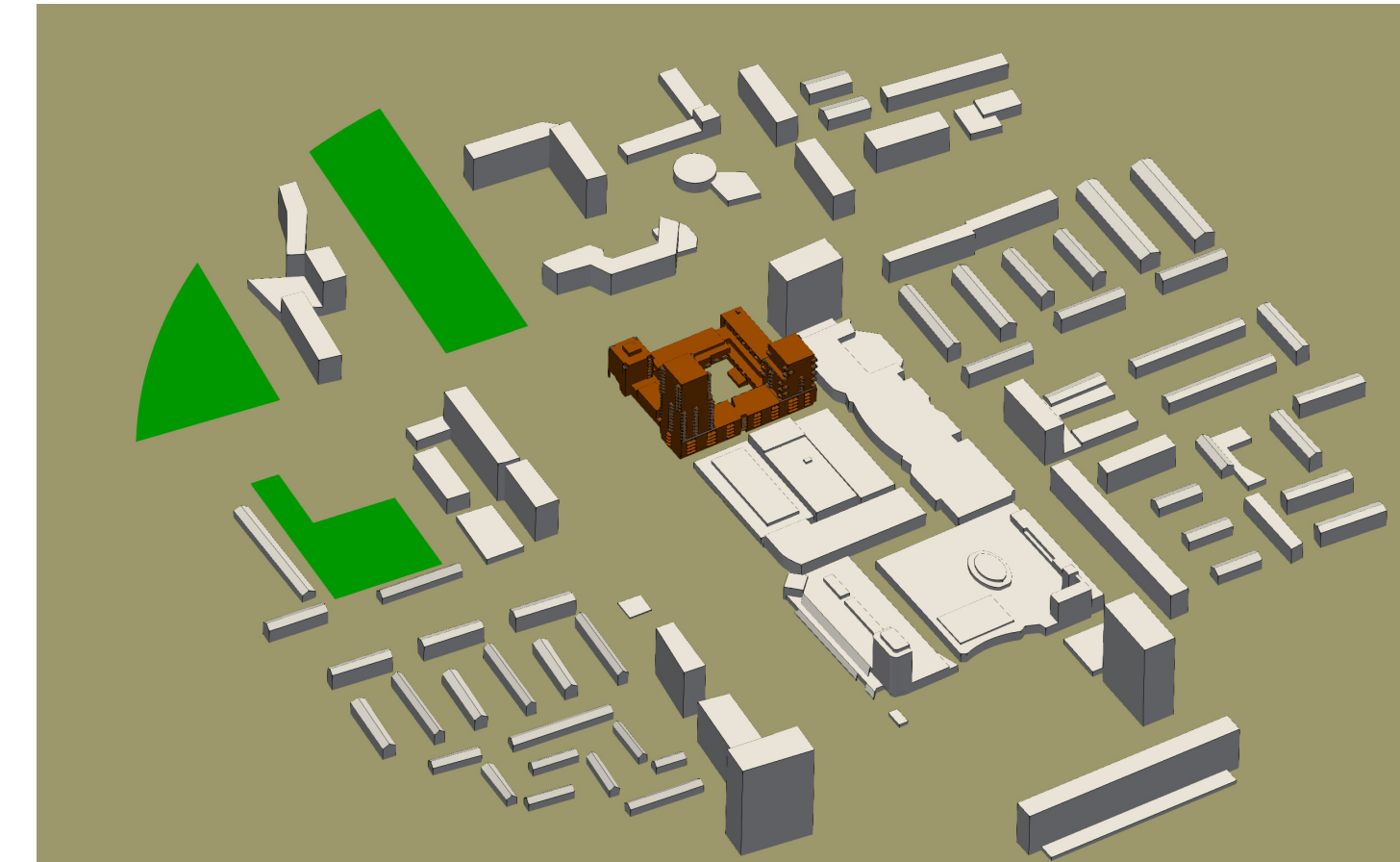
3.1 Software

De berekening is uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v1812, 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

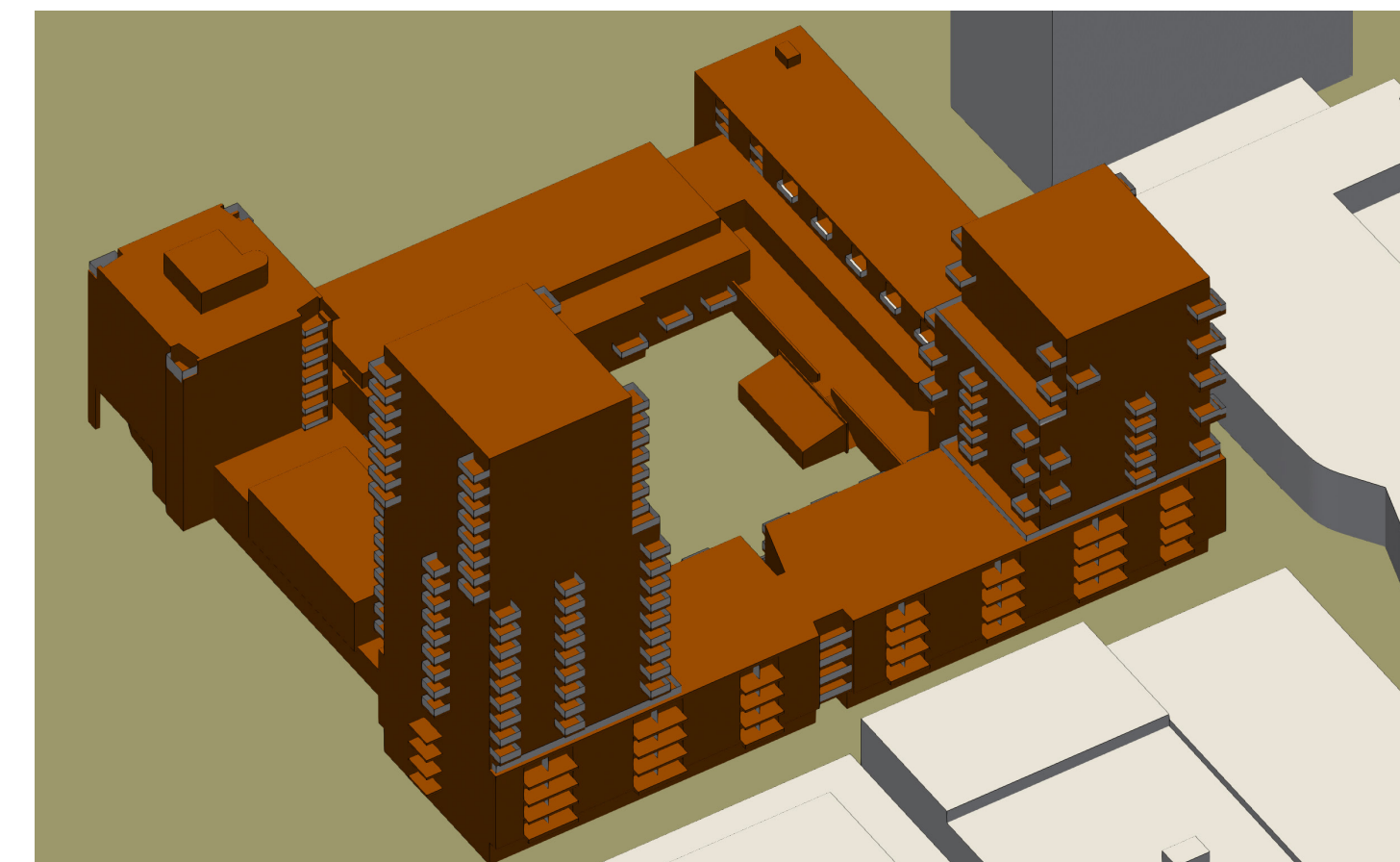
De geometrie van het model is gebaseerd op de verkregen tekeningen en modellen van de opdrachtgever. Het 3D-model is weergegeven in figuur 3.1. Het model omvat alle gebouwen binnen een straal van minimaal 300 meter.

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 600 m. Het plangebied is centraal in dit domein geplaatst, zodat hier verschillende windrichtingen op kunnen worden toegepast zonder dat het voor- of achtergebied te klein wordt. De ruwheid van het voorland is afgestemd op de werkelijke situatie.



Figuur 3.1:
Impressie van het
model

(a)
Overzicht model



(b)
Close-up

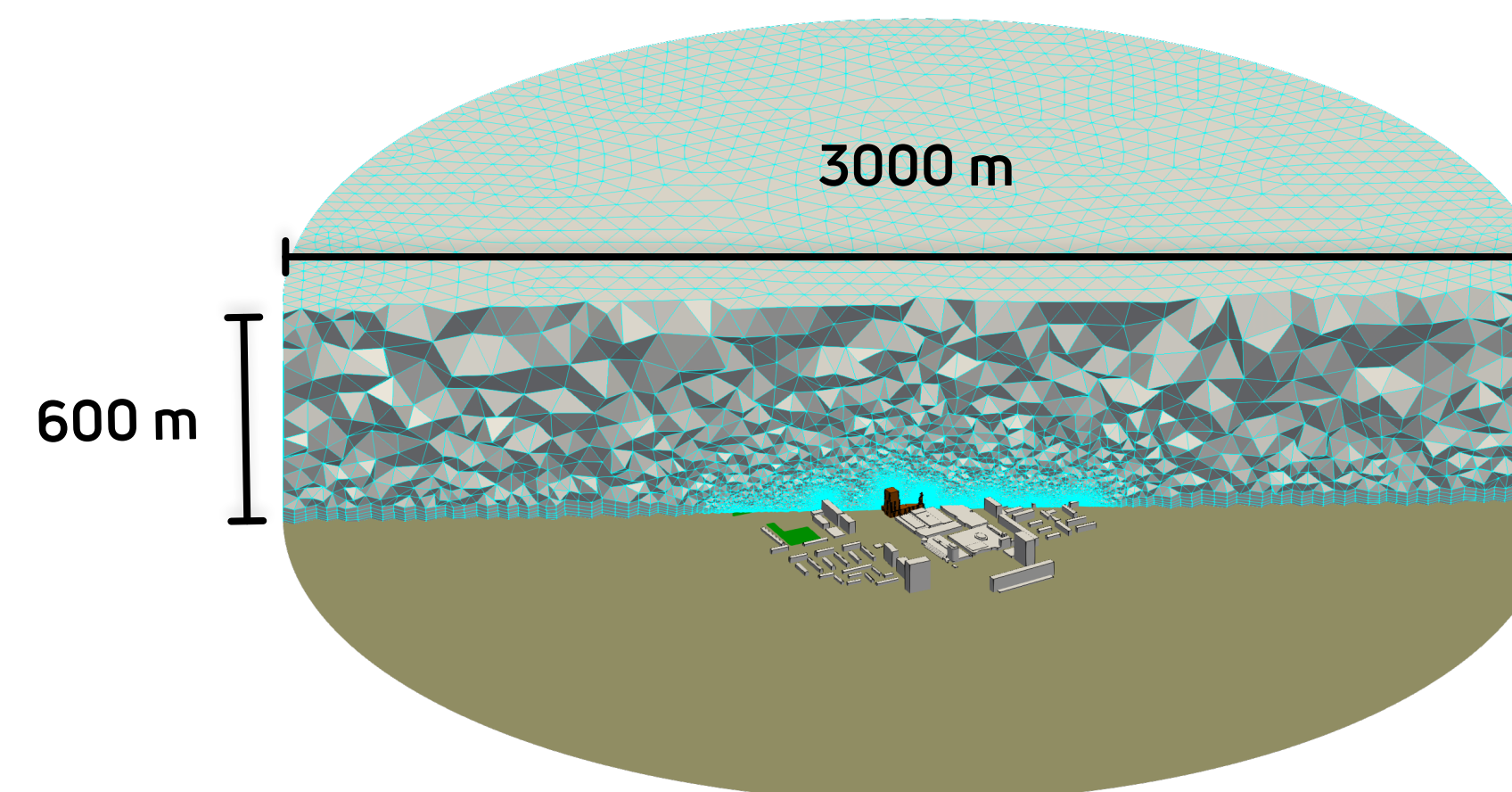
Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor onderhavige situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit 49 920 871 cellen. Over het grondoppervlak en de bebouwing zijn vijf lagen prisma's geplaatst. Deze prismalaag zorgt voor een betere berekening van de snelheidsgradiënt in de atmosferische grenslaag.

3.3 Aannames en randvoorwaarden

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorerekend, te weten 12 windrichtingen. Er is aangenomen dat de atmosferische grenslaag een snelheidsprofiel heeft volgens vergelijking 3.1 en 3.2. Hierin is U_n de horizontale windsnelheid, z de hoogte vanaf het maaiveld, en z_0 een ruwheidslengte. De ruwheidslengte is een maat voor de ruwheid van het terrein. Verder geldt dat $\kappa = 0,41$.

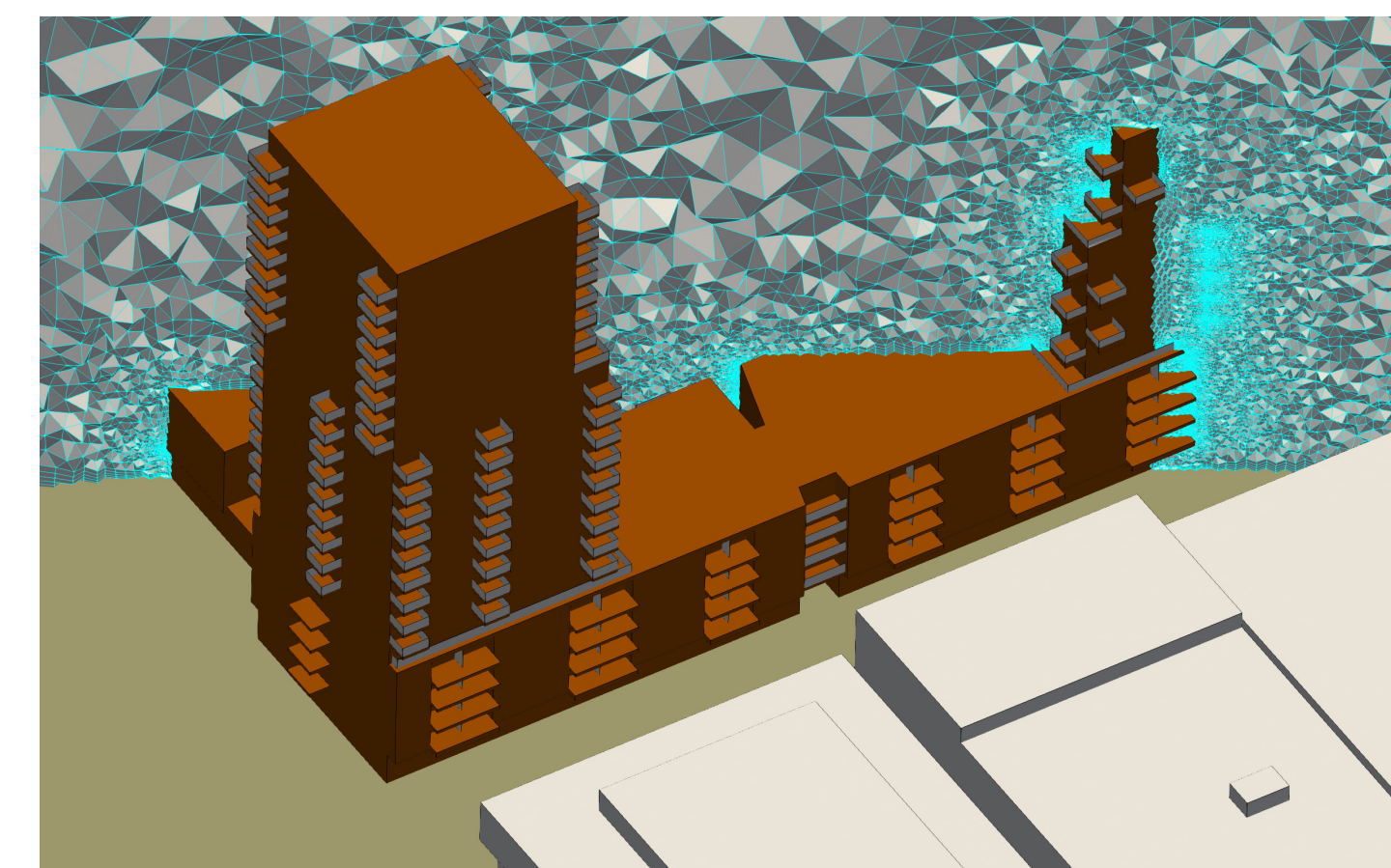
Ook de turbulente grootheden k en ω verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft C_μ de waarde 0,09. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulentemodel (k - ω SST).

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

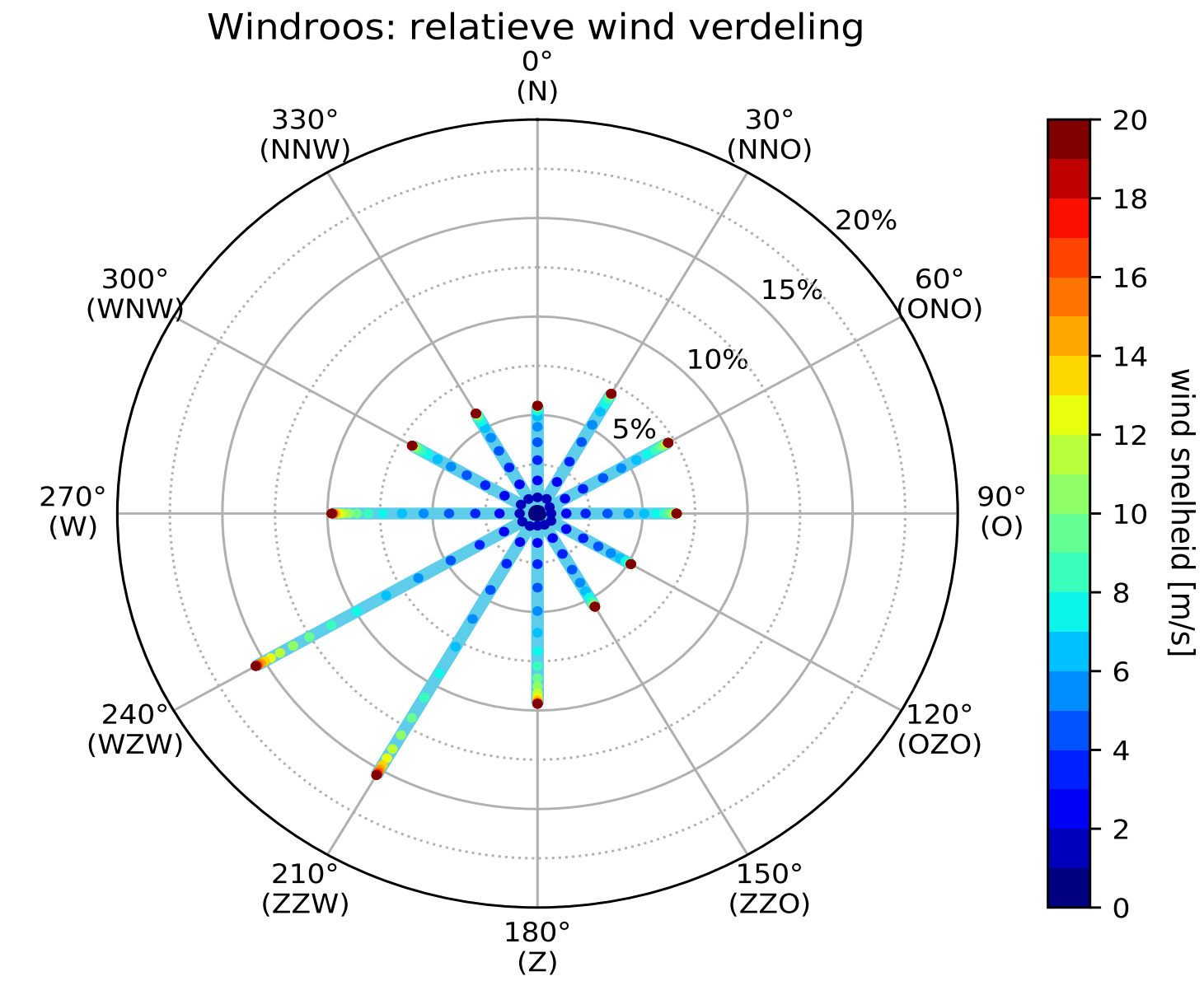
Vervolgens wordt de windstatistiek gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse om te bepalen 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.

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

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

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

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



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.

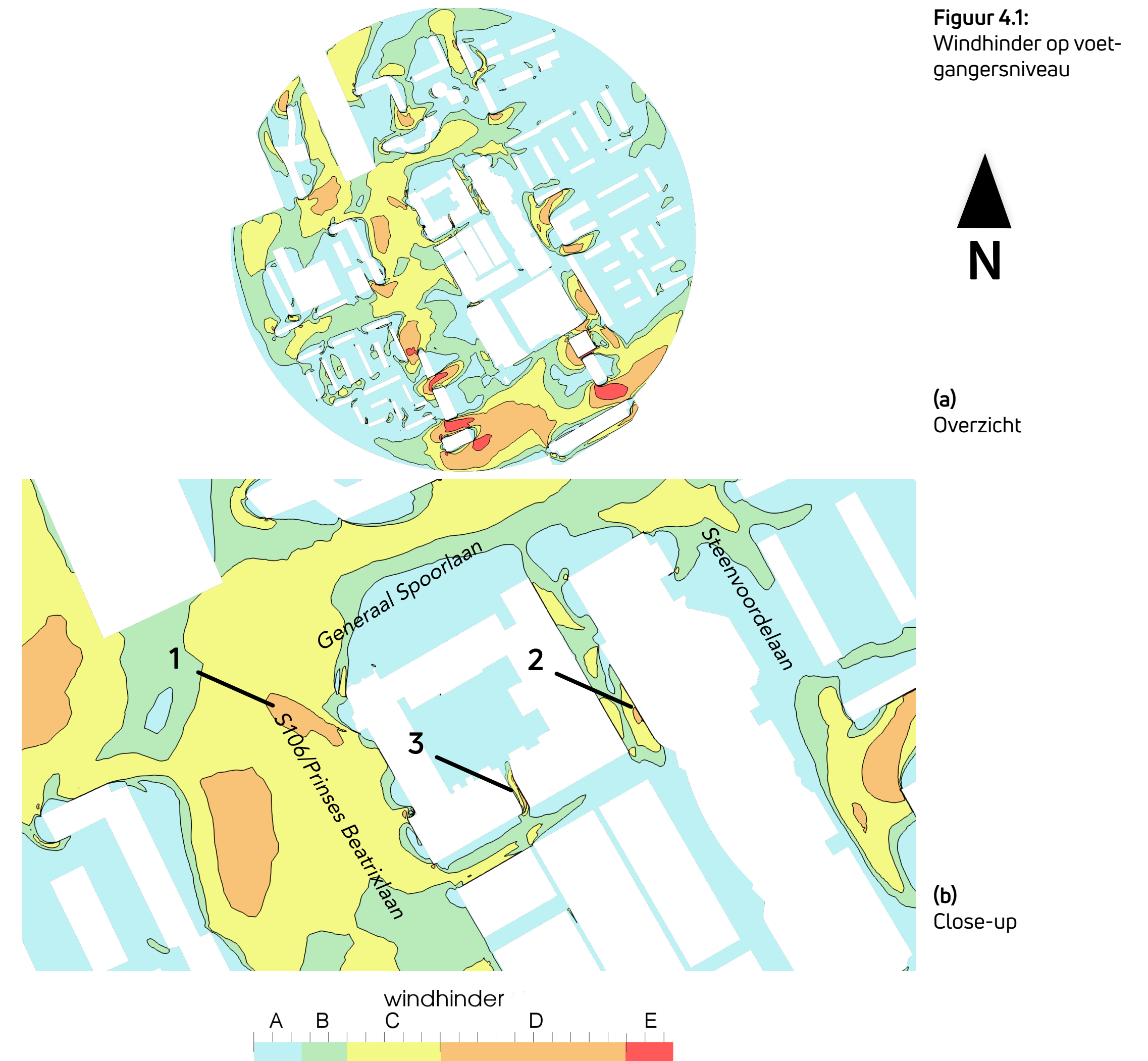
Hierbij gelden op basis van de normstelling de volgende richtwaarden:

- 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

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

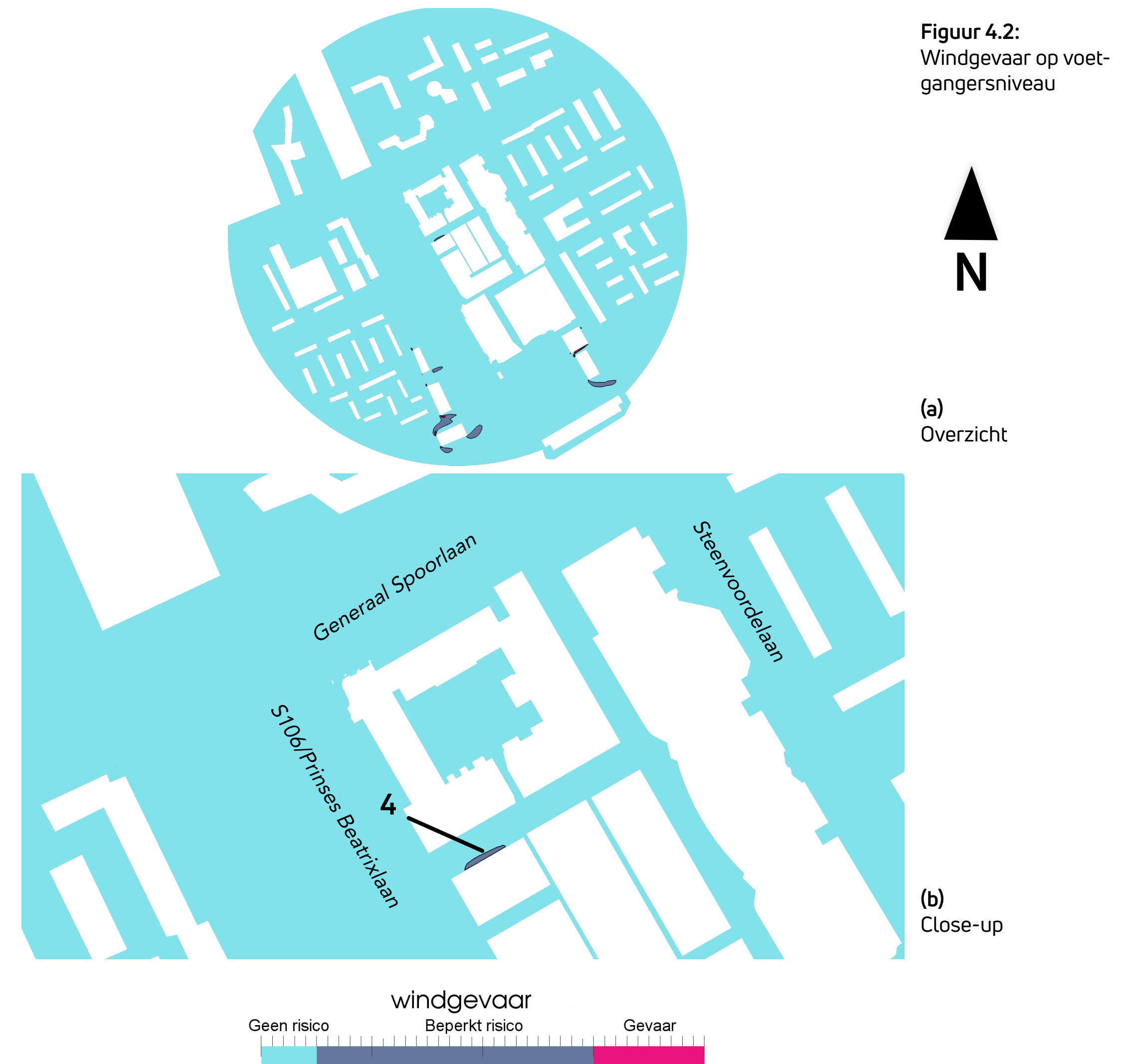
- In de directe nabijheid van de nieuwbouw heerst een relatief luw windklimaat. Hierbij ontstaan veelal windhinderklasse A (noordwestgevel en binnentuin) en B/C (zuid- en noordoostgevel). Zeer beperkt komt aan de zuidwestgevel en in de nabijheid van S106/Prinses Beatrixlaan (locatie '1') windhinderklasse C/D voor. De stroming richting locatie '1' is uitgewerkt in paragraaf 4.2.



- Voor het winkelgebied is het windklimaat acceptabel aangezien hier windhinderklasse C vereist is. De zone met windhinderklasse C/D op de S106/Prinses Beatrixlaan is gelegen op een verkeersroute, waarmee dit acceptabel is. De zone met windhinderklasse D aan de oostzijde (locatie '2') van de nieuwbouw is dermate klein dat dit geen invloed zal hebben op de beleving van het windklimaat.
- Entreegebieden van de nieuwbouw zijn gelegen in windhinderklasse A of B en kennen hiermee een acceptabel windklimaat. Nabij bestaande entreegebieden is het windklimaat eveneens acceptabel.
- De zuidoostelijke doorgang naar de binnentuin van blok A (locatie '3') kent een meer gevarieerd en windrijk klimaat, met overwegend windhinderklasse C/D. De stroming richting locatie '3' is uitgewerkt in paragraaf 4.2. In paragraaf 4.2 zijn enkele mogelijkheden benoemd om het windklimaat hier te verbeteren.
- De binnentuin kent windhinderklasse A en is hiermee geschikt voor langdurig comfortabel verblijf.

In figuur 4.2 wordt de windgevaar-analyse gepresenteerd. Er is nabij de nieuwbouw geen windgevaar. Enkel aan de overzijde van de zuidgevel is er een kleine zone (locatie '4') met een beperkt risico op windgevaar. Dit is acceptabel.

Opgemerkt dient te worden dat de situatie is doorgerekend zonder vegetatie (bomen, hagen en struiken). Deze elementen hebben een positief effect op het windklimaat en zullen naar verwachting het hier getoonde beeld verder optimaliseren.



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 twee locaties belicht die windhinderklassen C/D ondervinden ('1' en '3'), zie figuur 4.1.

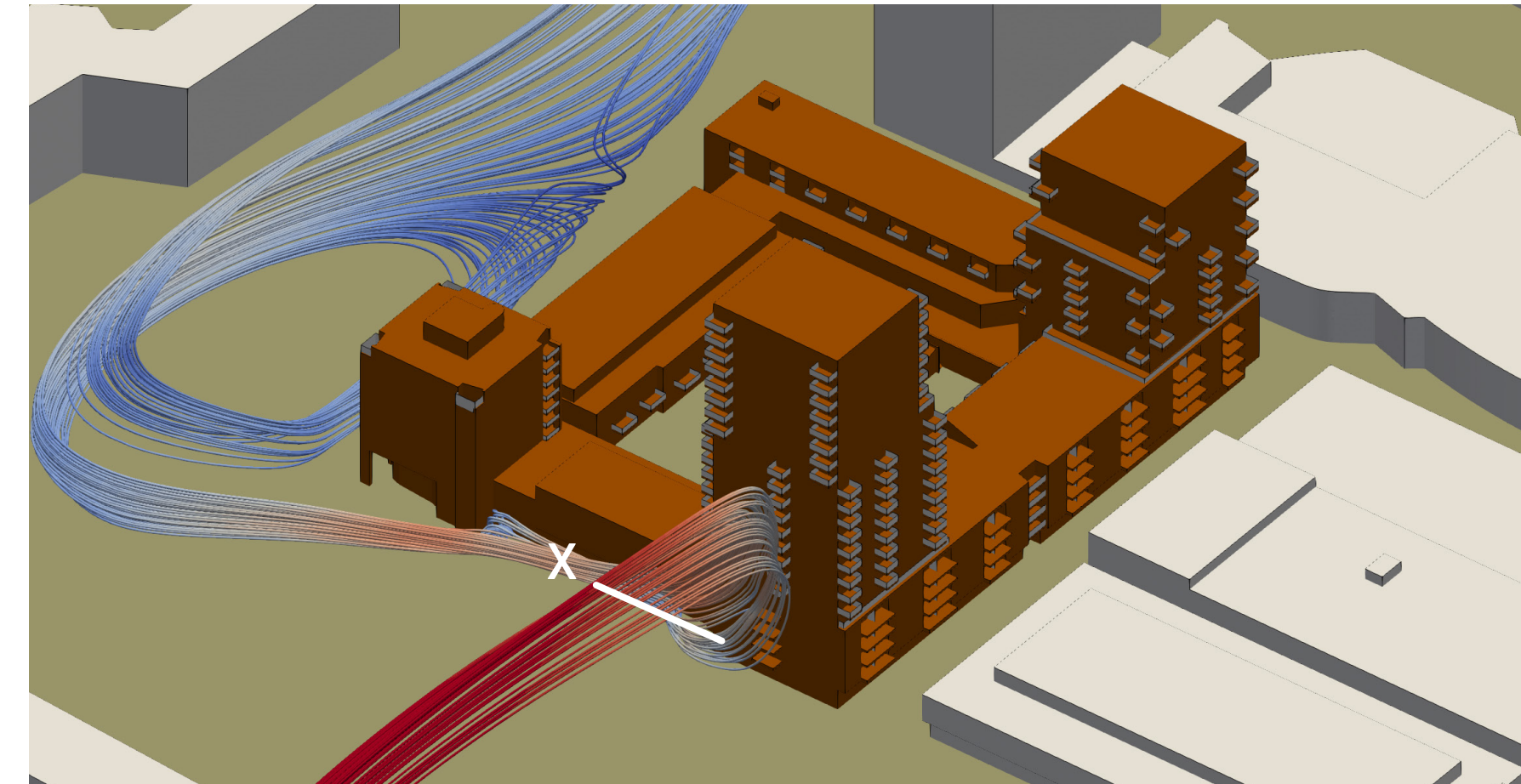
Locatie 1, figuur 4.3a

In figuur 4.3a is aandacht gegeven aan de stroming die zorgt voor de hogere windhinderklasse op de S106/Prinses Beatrixlaan. In bijlage B zijn de individuele windrichtingen inzichtelijk gemaakt, waarbij duidelijk naar voren komt dat de windrichtingen westzuidwest en zuidzuidwest maatgevend zijn voor deze zone. De stroming vanuit deze richtingen grijpt op grotere hoogte aan op het hogere volume op de zuidwestelijke hoek van de nieuwbouw. Op grotere hoogte ontstaat nabij de gevel overdruk en op straatniveau ontstaat onderdruk. Hierdoor wordt de wind vanaf grotere hoogte richting het straatniveau getrokken als zogenaamde 'downwash'. Vervolgens heeft het de mogelijkheid om te versnellen over de relatief open Prinses Beatrixlaan en af te buigen naar het oosten op de Generaal Spoorlaan. Het toepassen van struiken (~2 m hoog) nabij de zuidwestgevel en bomen (~5-8 m hoog) rondom de hoek 'X' (figuur 4.3a) zal een positief effect hebben.

NB. In een eerdere ontwerpvariant was er een opening in het bouwvolume tussen de Prinses Beatrixlaan en de binnentuin. Hierdoor sloeg de bovengenoemde downwash vanaf de zuidwestgevel in de binnentuin en zorgde hier voor een verminderd windklimaat. Het dichtzetten van de opening, zoals in het hier getoonde ontwerp heeft het windklimaat geoptimaliseerd.

Locatie 3, figuur 4.3b

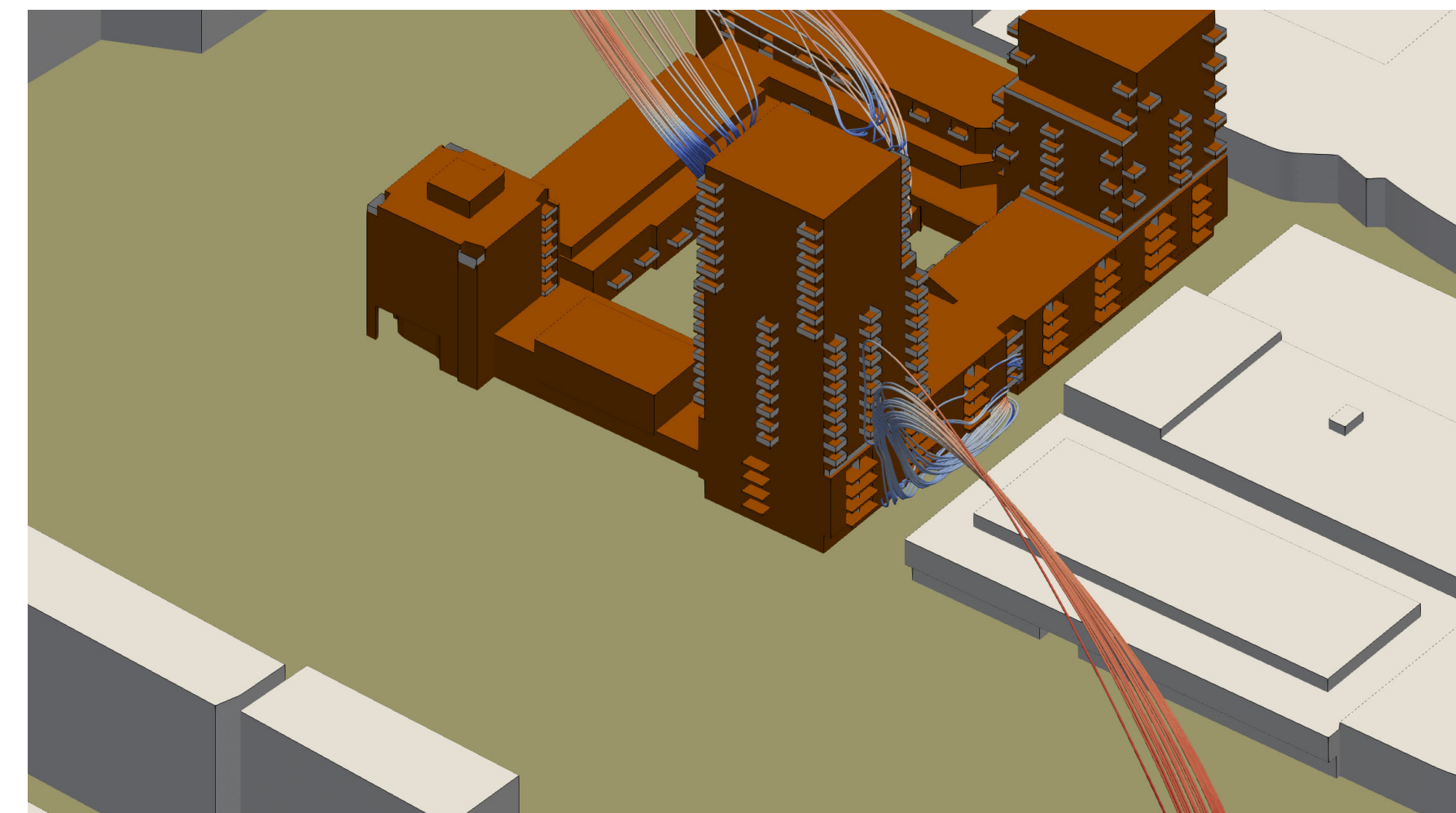
Dit betreft de klasse C/D nabij locatie '3'. In figuur 4.3b, kan worden gezien dat als de wind uit het zuiden komt, het downwash fenomeen optreedt. In dit geval stroomt de wind aan de zuidoostgevel en versnelt in de passage, wat zorgt voor de mindere kwaliteit betreffende windhinder rondom locatie '3'. Gelijkaardig aan locatie '1' kan hier allereerst gekozen worden voor struiken/bomen in de nabijheid van de zuidoostgevel van het bouwproject.



Figuur 4.3:
Stroomlijnen rond de gebouwen van belang.

Blauw geeft een lage windsnelheid aan terwijl rood een hoge windsnelheid betekent

(a)
Wind uit WZW richting, gezien vanuit het zuidwesten



(b)
Wind uit Z richting, gezien vanuit het zuidwesten

5 Conclusie

Dit rapport presenteert een onderzoek naar het windklimaat rondom de nieuwbouw 'De Terp' te Rijswijk. Het onderzoek is uitgevoerd door [Actiflow](#).

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. In totaal zijn 12 simulaties uitgevoerd voor 12 corresponderende windrichtingen.

De resultaten hebben laten zien dat:

- Het windklimaat nabij de nieuwbouw als 'luw' is te omschrijven met overwegend windhinderklassen A, B en C. Dit biedt een acceptabel windklimaat in de winkelstraten, nabij gelegen entreegebieden en zelfs een goed windklimaat in de binnentuin.
- Aan de westzijde van de nieuwbouw (kruispunt tussen Generaal Spoorlaan en S106/Prinses Beatrixlaan) heerst een windrijk klimaat met overwegend windhinderklassen C/D.
- Hierbij is er nergens windgevaar aanwezig.

Let hierbij op dat het windklimaat hier is bepaald zonder vegetatie. Indien bomen, hagen en struiken, zoals nu in de omgeving aanwezig zijn, worden meegenomen dan zal het windklimaat naar verwachting verder optimaliseren. Daarbij kan aanvullend groen in de winkelstraten worden opgenomen om een aangenaam windklimaat te bewerkstelligen en ook te zorgen voor verkoeling in de zomerperiode.

A Inlegvel NEN 8100:2006

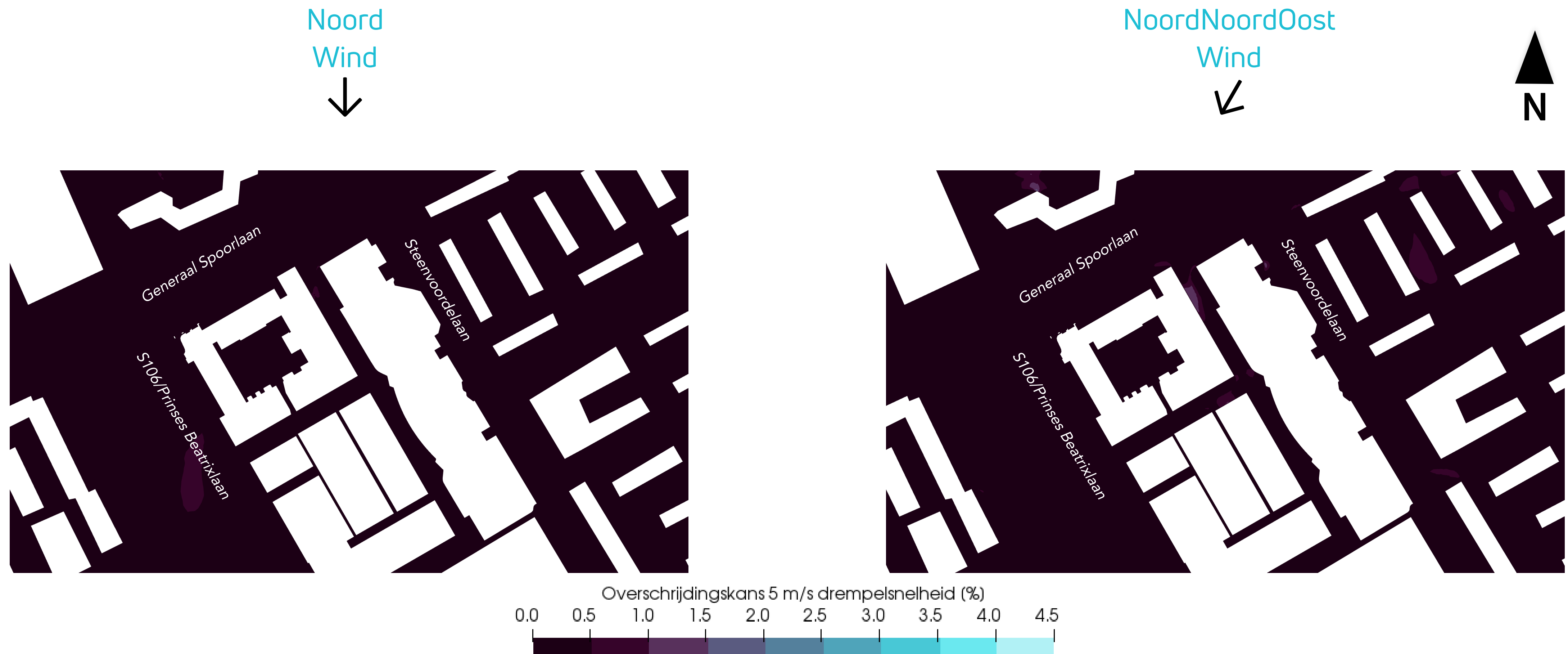
NEN 8100:2005

Technisch inlegvel numerieke simulatie

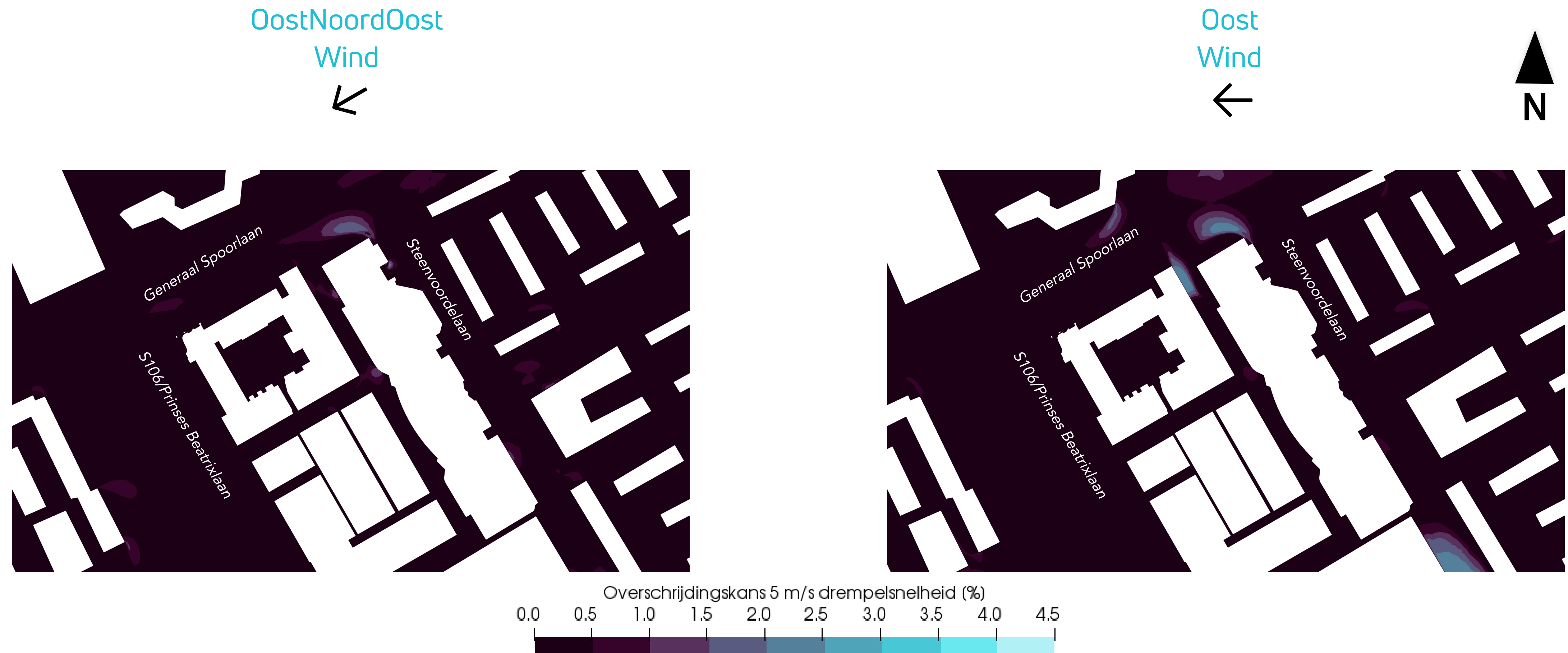
Project	Projectgegevens
Projectnaam	De Terp te Rijswijk
Opdrachtgever	LBP SIGHT
Projectleider	ir. Samy lousef
Datum	10-02-21
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 300 m rond kerngebied
Kerngebied	Nieuwe gebouwen
Omgeving	Omgeving in massa's, gedetailleerd nabij het kerngebied
Afmetingen model	Rond met straal 1500 m en hoogte 600 m
Blokkeringsgraad	Maximaal 3%
Gemodelleerd groen	geen
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12
Onderzochte configuraties	Windhinder en windgevaar
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: v1812
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag Basis: 49 920 871 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: 081504Y: 450101
Gepresenteerde resultaten	Windhindercontouren, klassenindeling en windgevaarcontouren
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	

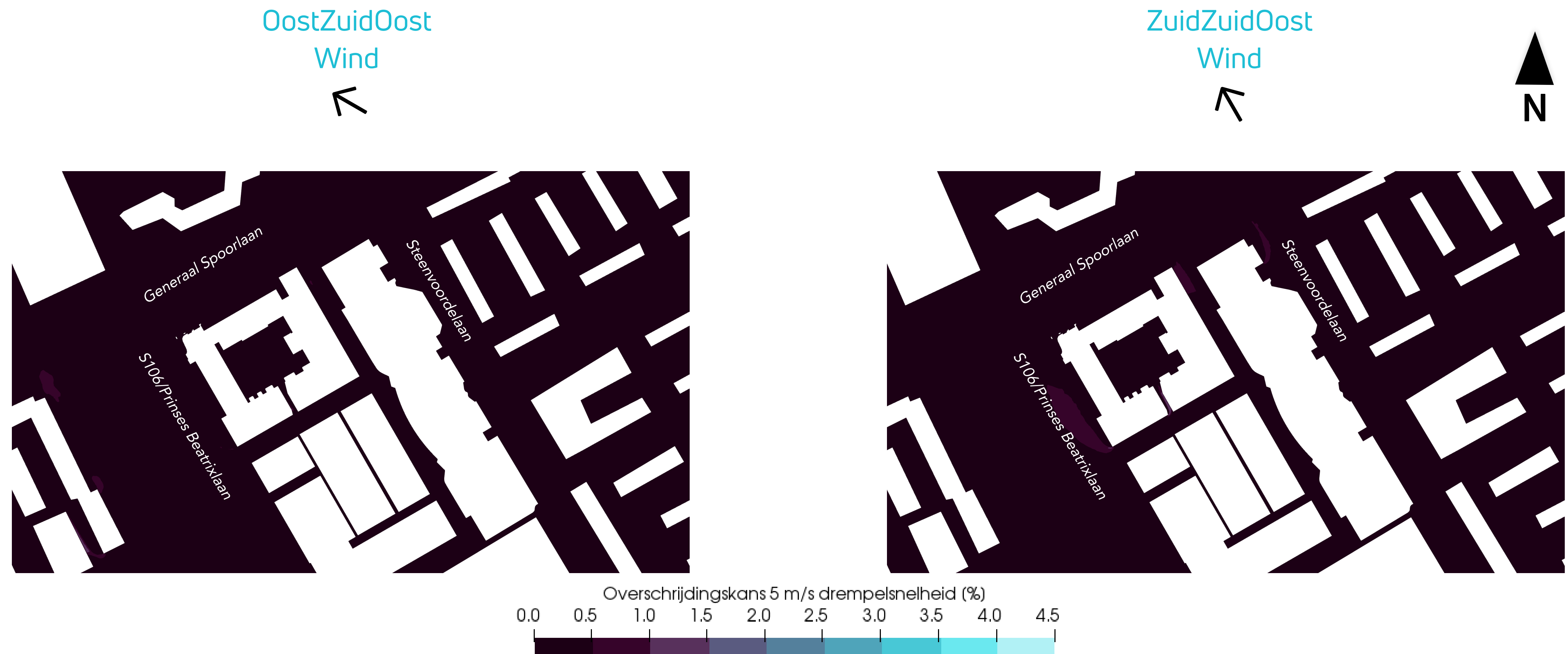
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



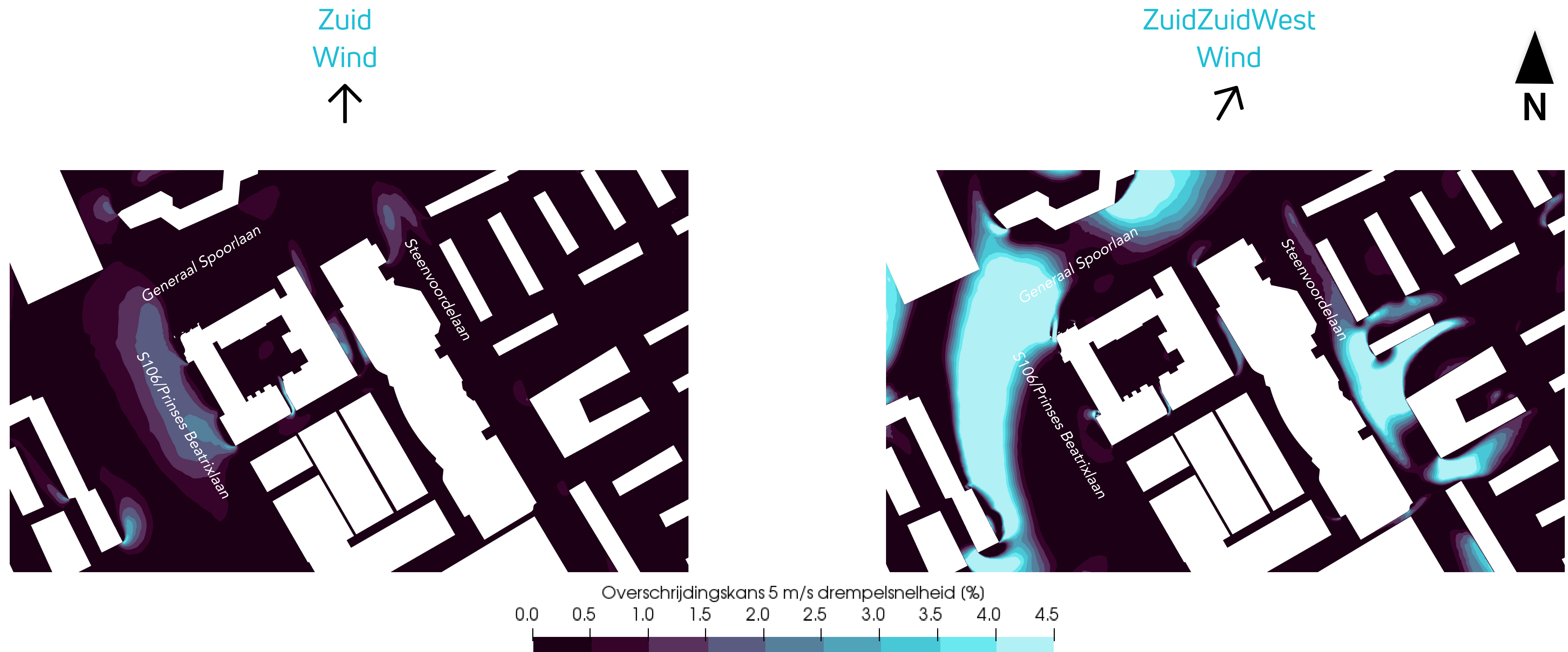
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



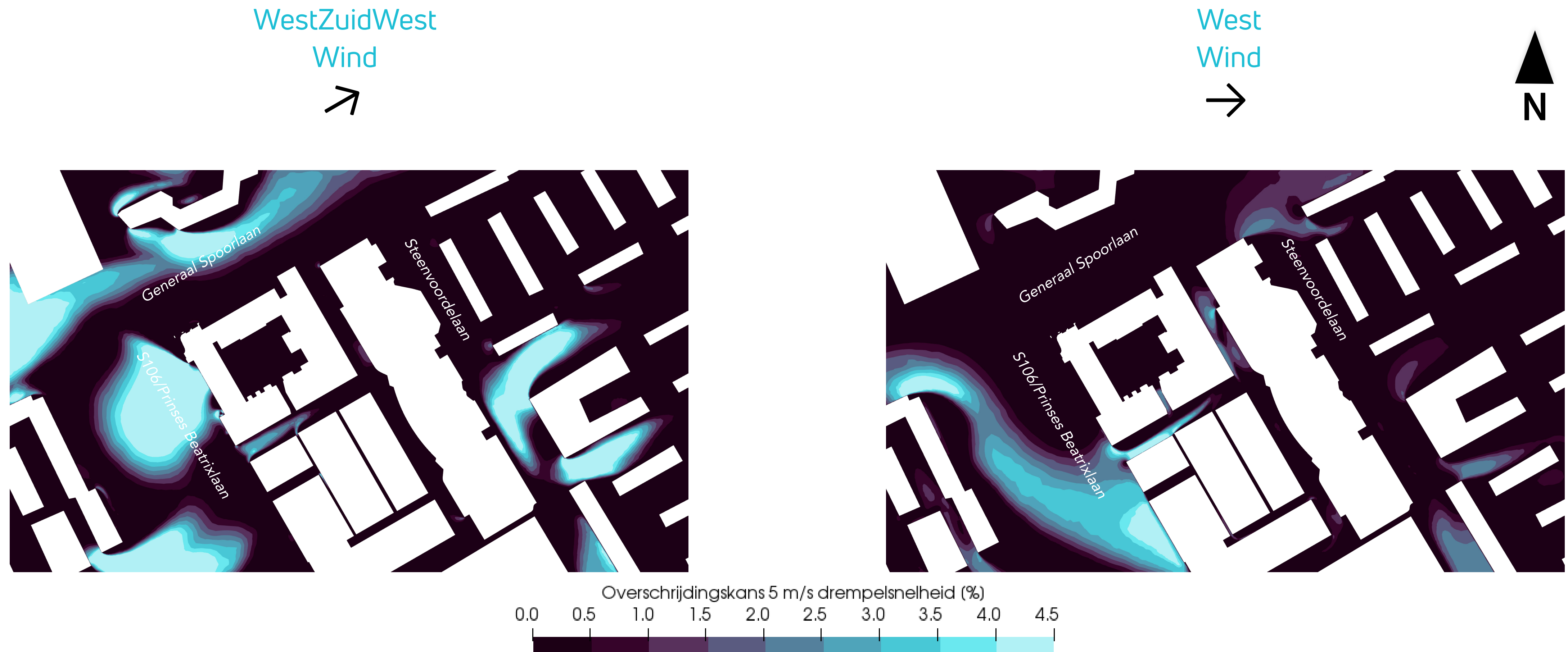
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



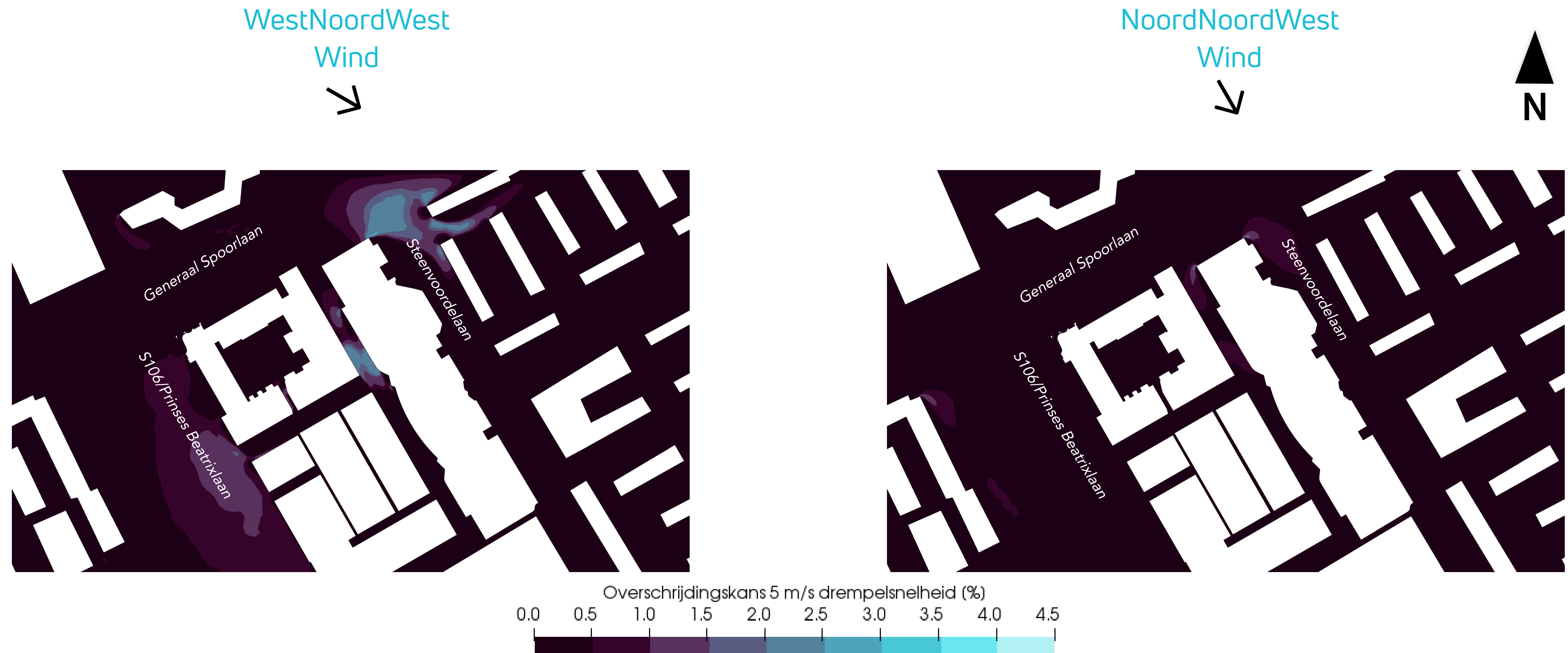
B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



B Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen



B 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

1. Inleiding

In dit document staan de indicatieve resultaten van het windklimaatonderzoek rondom het winkelcentrum In de Boogaard te Rijswijk. Twee situaties zijn onderzocht:

- huidige situatie
- geplande situatie

Voor de beoordeling van het windklimaat wordt de Nederlandse norm NEN 8100 gebruikt. Hierbij wordt gekeken naar windhinder en windgevaar. Deze normstelling wordt hieronder toegelicht.

2. Normstelling

In de norm NEN 8100 wordt voor windhinder een drempelwaarde $v_{DR,H}$ aangehouden van 5 m/s uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau. Afhankelijk van hoe vaak deze drempelwaarde wordt overschreden (percentage van het aantal uren in een heel jaar) en het type activiteit (doorlopen, slenteren of langdurig zitten) wordt het lokale windklimaat gekwalificeerd met 'goed', 'matig' of 'slecht' (zie tabel 1).

t1 Criteria windhinder volgens NEN 8100

Overschrijdingskans $p(v_{LOK} > v_{DR,H})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteit		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
≥ 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Voor de duidelijkheid heb ik in tabel 1 kleuren toegevoegd, zodat dit overeenkomt met de kleurenlegenda (hinderkans percentages) van de windhinderfiguren van de hieronder gepresenteerde resultaten.

Voor windgevaar wordt een uurgemiddelde windsnelheid van 15 m/s als drempelwaarde $v_{DR,G}$ gehanteerd. Op basis van tabel 2, afkomstig uit de NEN 8100, wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

t2 Criteria windgevaar volgens NEN 8100

Overschrijdingskans $p(v_{LOK} > v_{DR,G})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

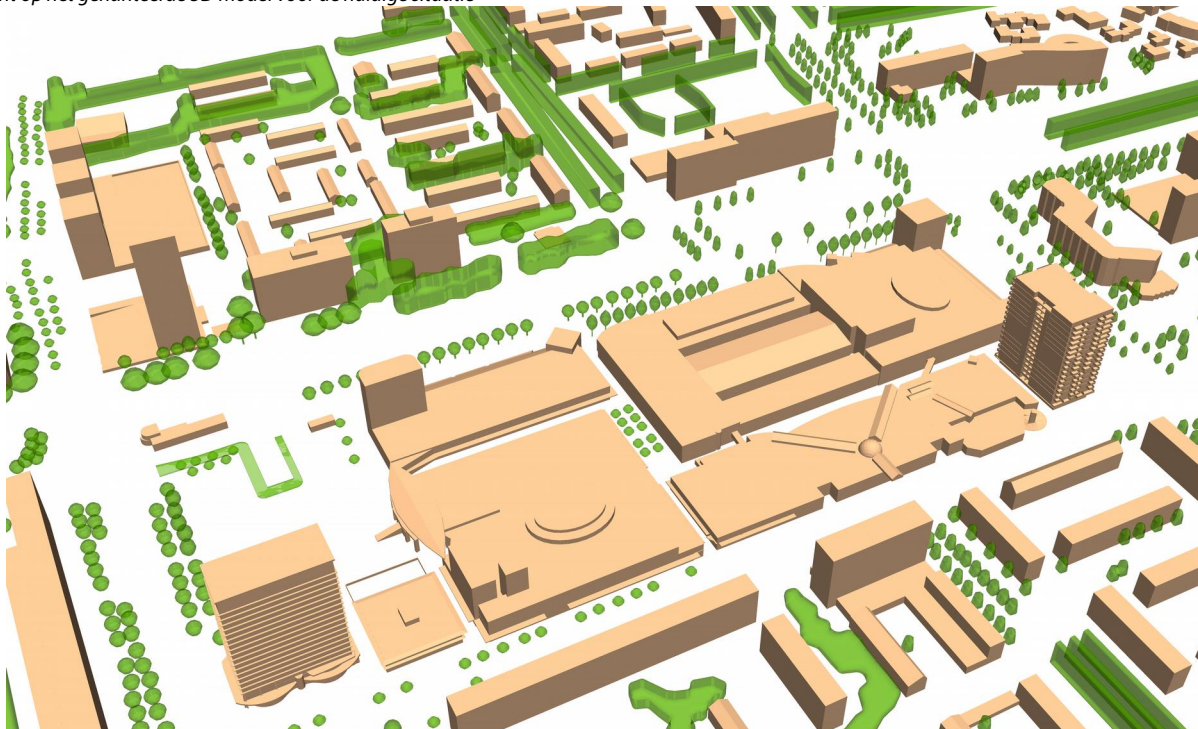
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$.

Situaties met een overschrijdingskans van $p \geq 0,30$ zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld."

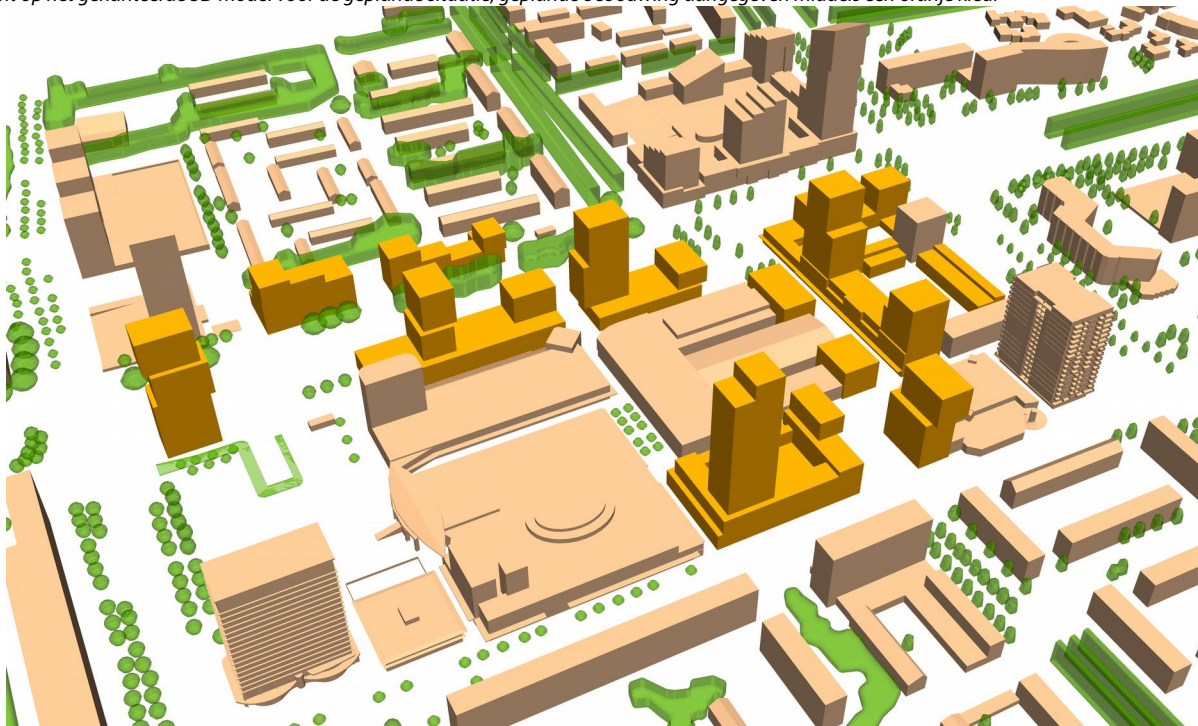
3. Model

In figuren 1 en 2 zijn de 3D modellen voor de huidige en geplande situatie getoond, ingezoomd op het kerngebied van het onderzoek. Alleen de bestaande begroeiing is meegenomen.

f1 Aanzicht op het gehanteerde 3D model voor de huidige situatie

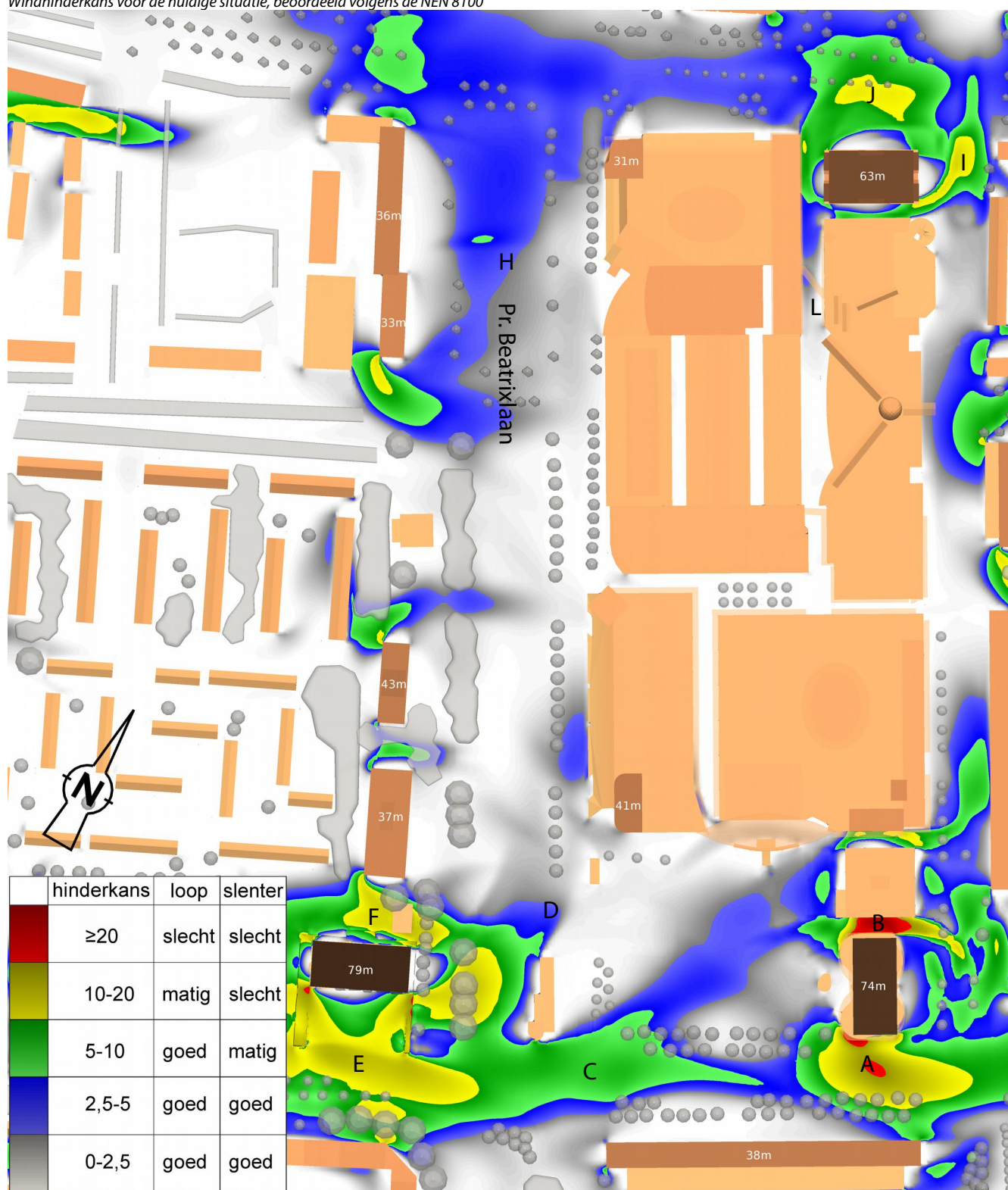


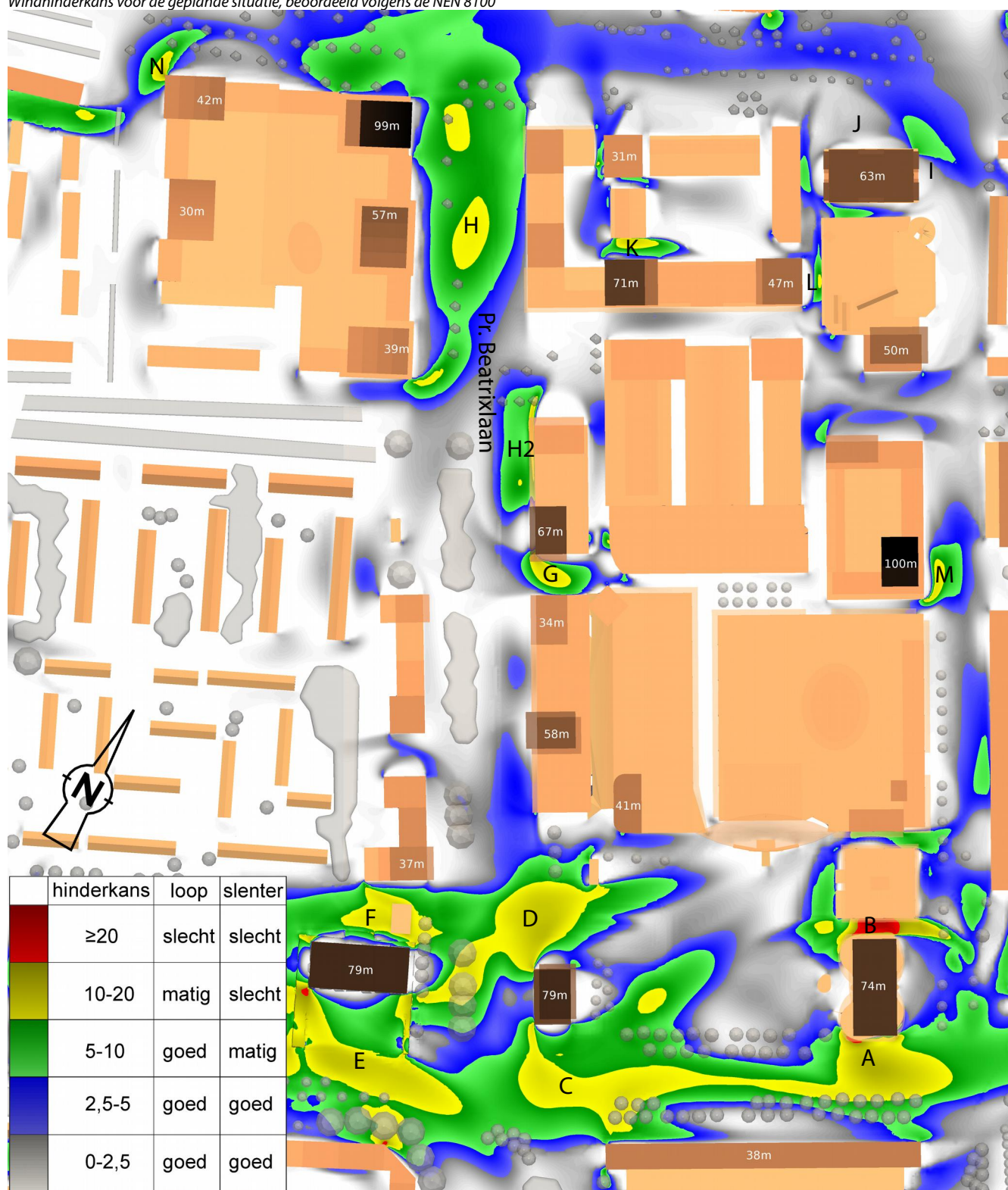
f2 Aanzicht op het gehanteerde 3D model voor de geplande situatie; geplande bebouwing aangegeven middels een oranje kleur



4. Resultaten

In figuren 3 t/m 4 zijn middels horizontale doorsneden op hoofdhoogte (1,75 meter boven het plaatselijk maaiveldniveau) de windhinderkans voor de huidige en geplande situatie getoond. De kleuren in deze figuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. De kleuren van de gebouwen zijn een functie van de hoogte: een donkere kleur duidt hoogbouw aan, een lichte kleur laagbouw.





De voornaamste aandachtsgebieden zijn in de figuren aangeduid met de letters A t/m N. Dit zijn gebieden waar in de bestaande situatie al sprake is van windhinder of nieuwe gebieden waar windhinder in de geplande situatie wordt verwacht. Hieronder worden de resultaten in deze gebieden besproken. De verandering t.o.v. bestaande situatie is vermeld.

- A. **Verbetering.** De gebieden A en B zijn aanwezig in de bestaande situatie doordat de gevel van gebouw Hoogvoorde georiënteerd is op de dominante zuidwestenlijke windrichting. Het gebouw steekt – in de bestaande situatie – uit boven de meeste andere gebouwen. Hierdoor stroomt zuidwestenwind tegen het gebouw aan. Een deel hiervan gaat over het gebouw heen, de rest buigt er langs en/of naar beneden (“valwind”). Doordat de geplande toren van 79 meter bij zuidwestenwind een deel van de wind afvangt - zie figuren 5 en 6 - komt er in de geplande situatie minder wind rechtstreeks bij het gemeentegebouw terecht, wat zich vertaalt in een verbetering van de situatie op looppniveau. De verbetering van het windklimaat is echter beperkt doordat, vanuit het gebouw Hoogvoorde gezien, er voor veel andere windrichtingen (zuid, oost) er geen verschil is tussen de bestaande en geplande bebouwingssituatie.
- B. **Verbetering.** Zie de uitleg bij A. Een deel van de wind die naar beneden valt, stroomt door deze vernauwing.
- C. **Verslechtering.** Dezelfde oorzaken van windhinder bij het gebouw Hoogvoorde (geveloriëntatie, gebouwhoogte, alleenstaande toren) zijn van toepassing bij de geplande 79 meter hoge toren. Dit leidt tot de gebieden C en D. In aanvulling hierop treedt een interactie op met de naastgelegen bestaande Churchill tower wat voor een vergroting van het gebied D zorgt.
- D. **Verslechtering.** Zie de uitleg bij C.
- E. **Ongeveer hetzelfde.** Het windklimaat verandert hier niet significant ten gevolge van de plannen. Dit komt doordat dit gebouw “upstream” ligt t.o.v. de geplande bebouwing voor aanstromende zuidwestenwind.
- F. **Ongeveer hetzelfde.** Zie de uitleg bij E.
- G. **Verslechtering.** Dit gebied ontstaat doordat bij zuidwestenwind (windrichtingen 210° en 240°) de wind tussen de torens van 67 meter en 34 meter getrechterd wordt, zie figuren 7 en 8). Merk op dat de kleurensleutel in deze figuren loopt van 0 t/m 5 meter per seconde, zodat een rode kleur overeenkomt met de in de norm gestelde drempelwaarde of een overschrijding hiervan.
- H. **Verslechtering.** Dit grote, groene gebied met drie gele vlekken (beoordeling matig) ontstaat doordat zuidwesten wind de Pr. Beatrixlaan wordt afgebogen, zie figuren 9 t/m 12. In de geplande situatie kun je namelijk de HBG-locatie en het winkelcentrum met torens beiden als massieve blokken zien, waartussen de wind geleid wordt. Het gebied H2 ontstaat doordat bij wind uit de richting 210° wind door de toren van 67 meter geblokkeerd wordt en langs de gevel afgebogen wordt, zie figuur 12. Opgemerkt dient te worden dat de situatie is doorgerekend met een beperkt aantal bomen.
- I. **Verbetering.** Deze verbetering komt door windafscherming van diverse geplande torens. In figuren 13 en 14 is het verschil tussen de bestaande en geplande situatie getoond voor wind uit 210°. Uit figuur 14 kan worden gezien dat doordat er meer torens “in de weg staan” de wind zich een baan moet wanan om bij de Generaal te komen. Dit is ook te zien voor de andere dominante windrichting (240°) in figuren 15 en 16. In de bestaande situatie ontstaat

de wind die in het gebied I terecht komt uit een hoofdstroom, in de geplande situatie is er geen rechtstreeks pad richting de Generaal.

J. **Verbetering.** Zie de uitleg bij I.

K. **Verslechtering.** De windhinder ontstaat in dit gebied door de combinatie van een hoge toren naast een smalle doorgang, zie figuur 17. Het roteren van het lage gebouw zal tot een verbetering van het windklimaat in deze doorgang leiden, doordat de doorgang groter wordt en daarmee de luchtsnelheden lager.

L. **Verslechtering.** Dit is een gebied met een matig windklimaat voor lopen en slechte voor slenteren (van toepassing bij een gebouwentree).

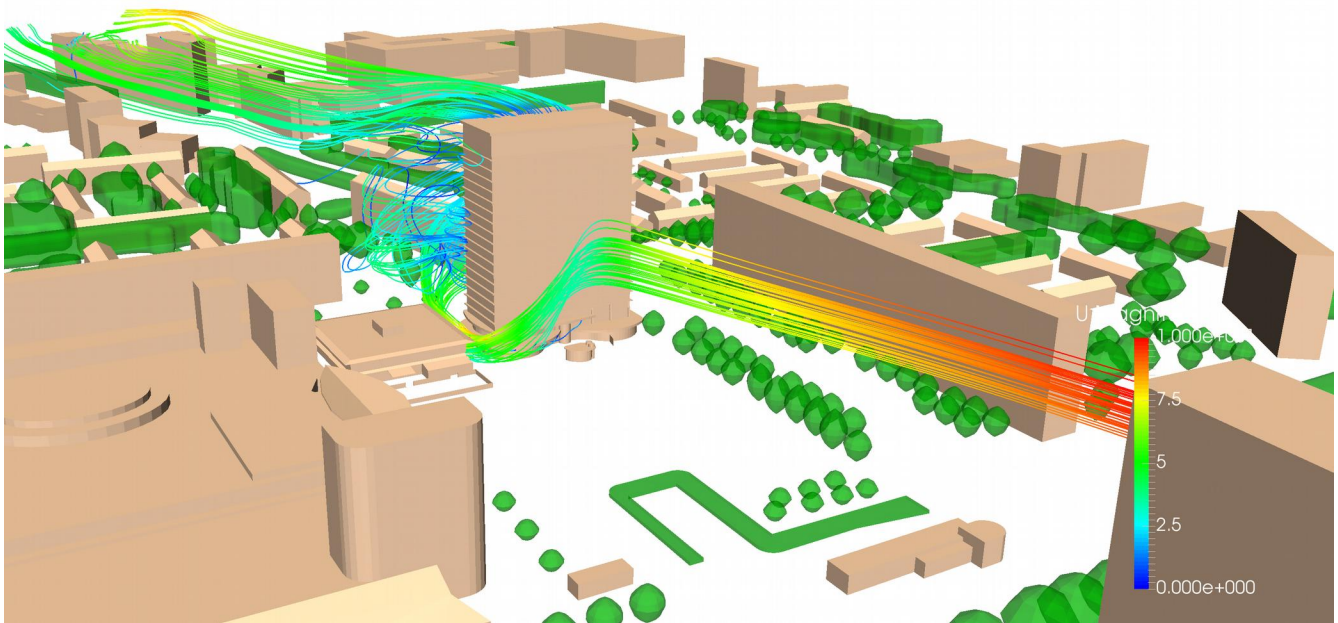
M. **Verslechtering.**

N. **Verslechtering.**

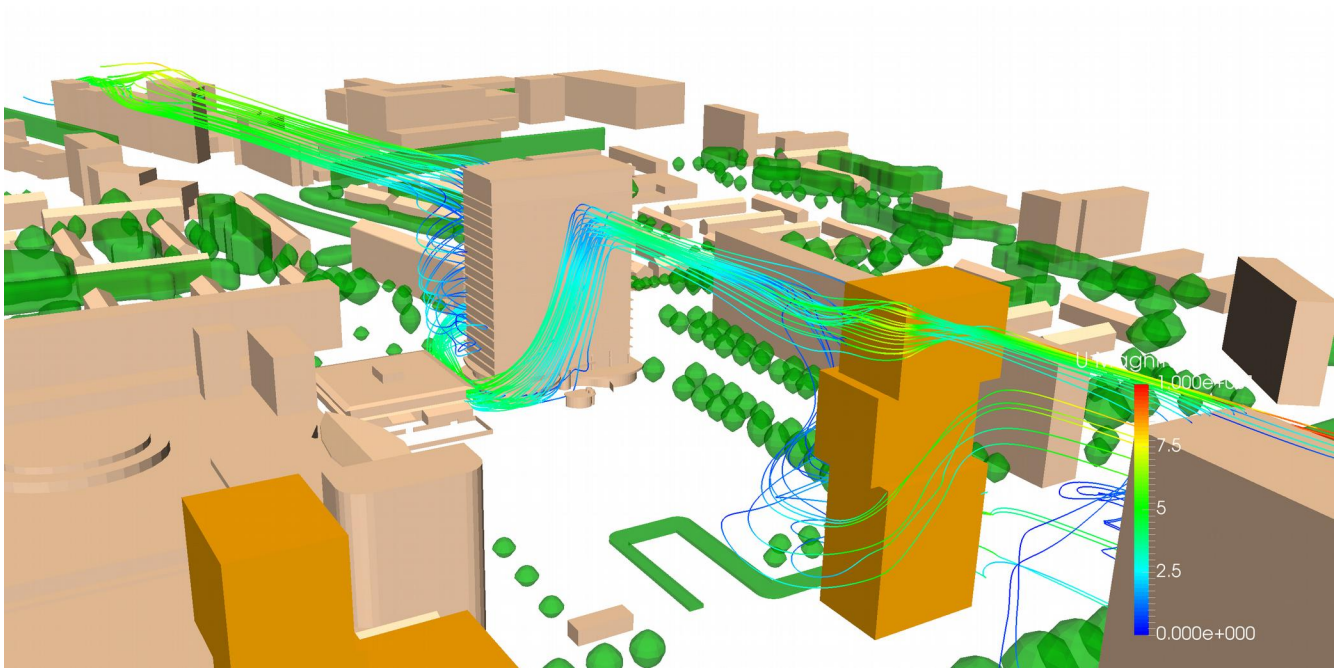
Ten slotte is er geen significante verandering van het windklimaat op de meeste straten in het winkelcentrum.

In beide onderzochte situaties is er geen gevaar vastgesteld.

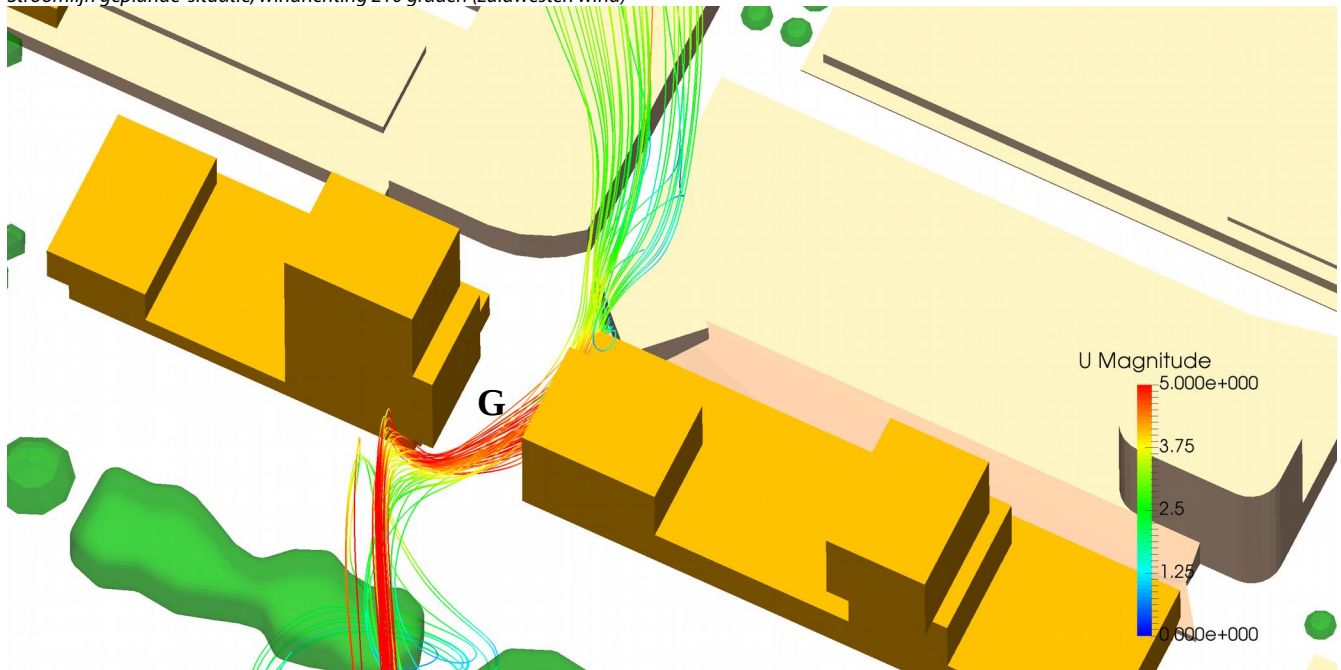
f5 Stroomlijn bestaande situatie, windrichting 240 graden (zuidwesten wind), met kleurenlegenda voor de windsnelheid "U"



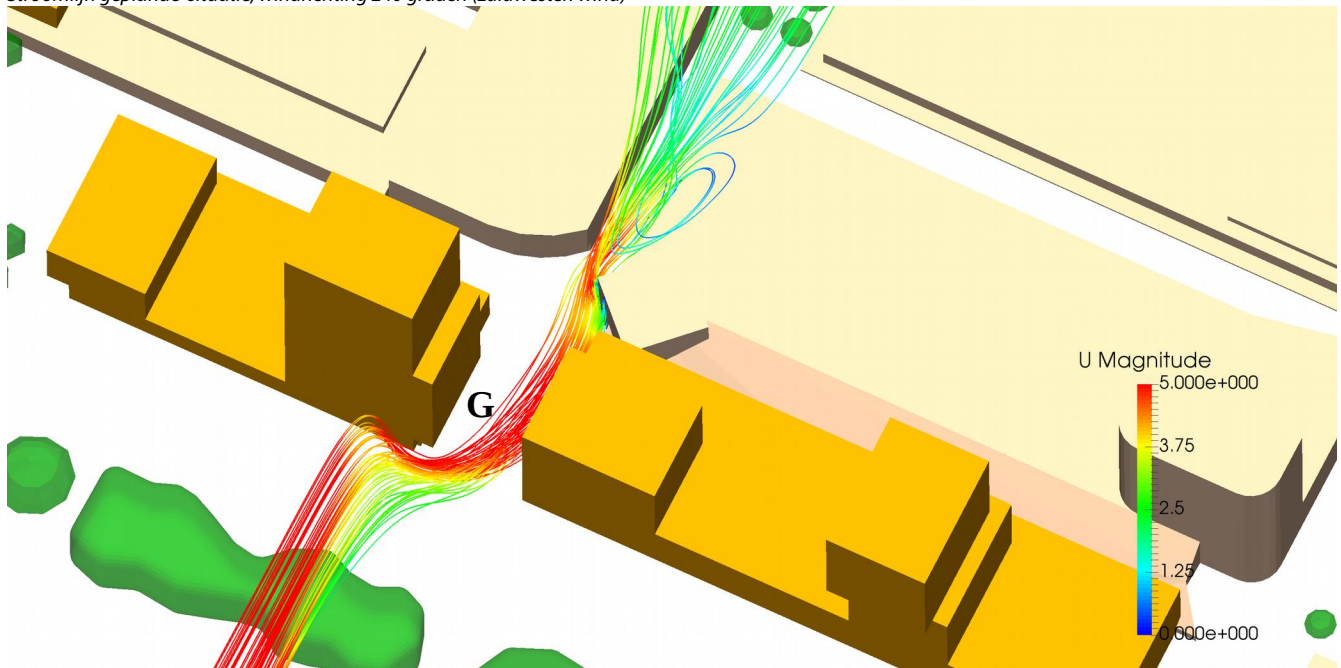
f6 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 240 graden (zuidwesten wind)



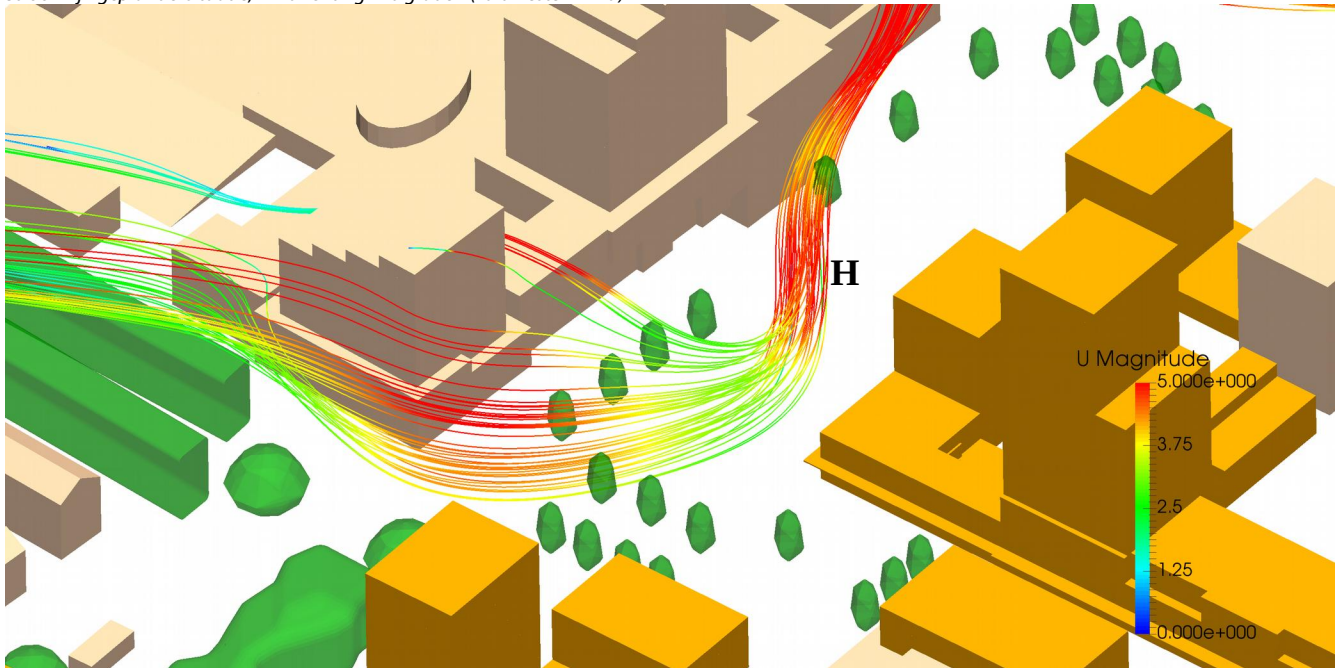
f7 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 210 graden (zuidwesten wind)



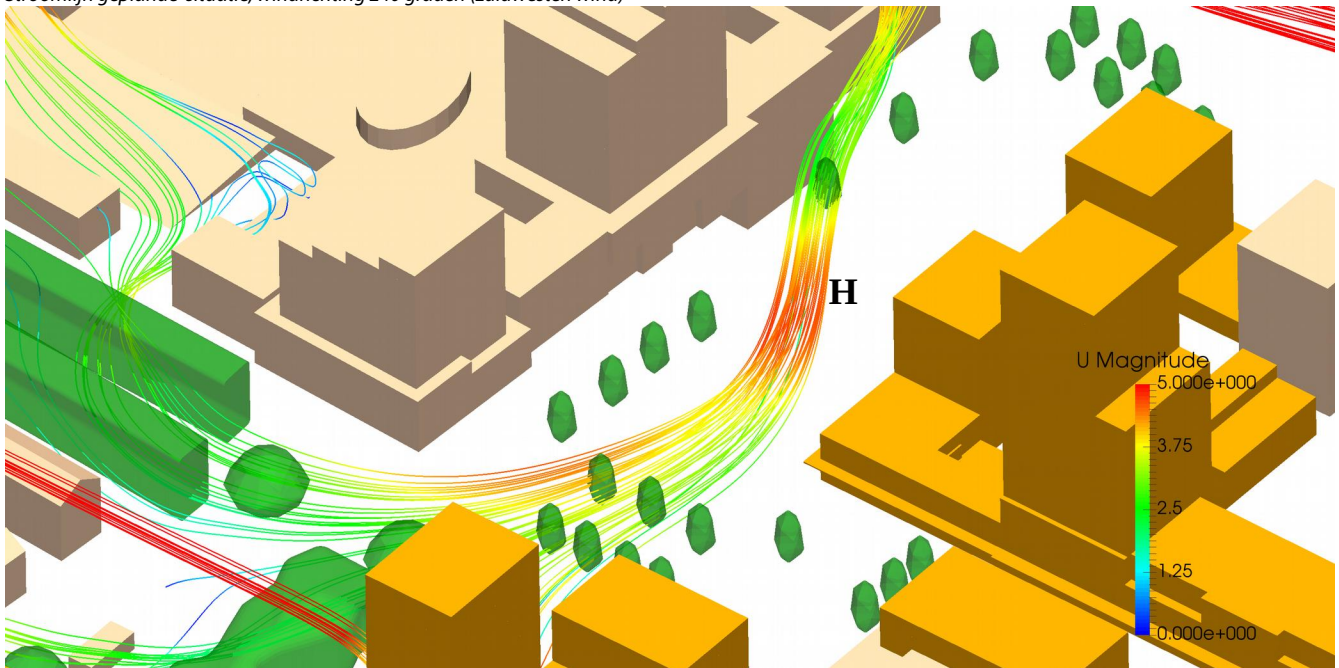
f8 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 240 graden (zuidwesten wind)



f9 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 210 graden (zuidwesten wind)



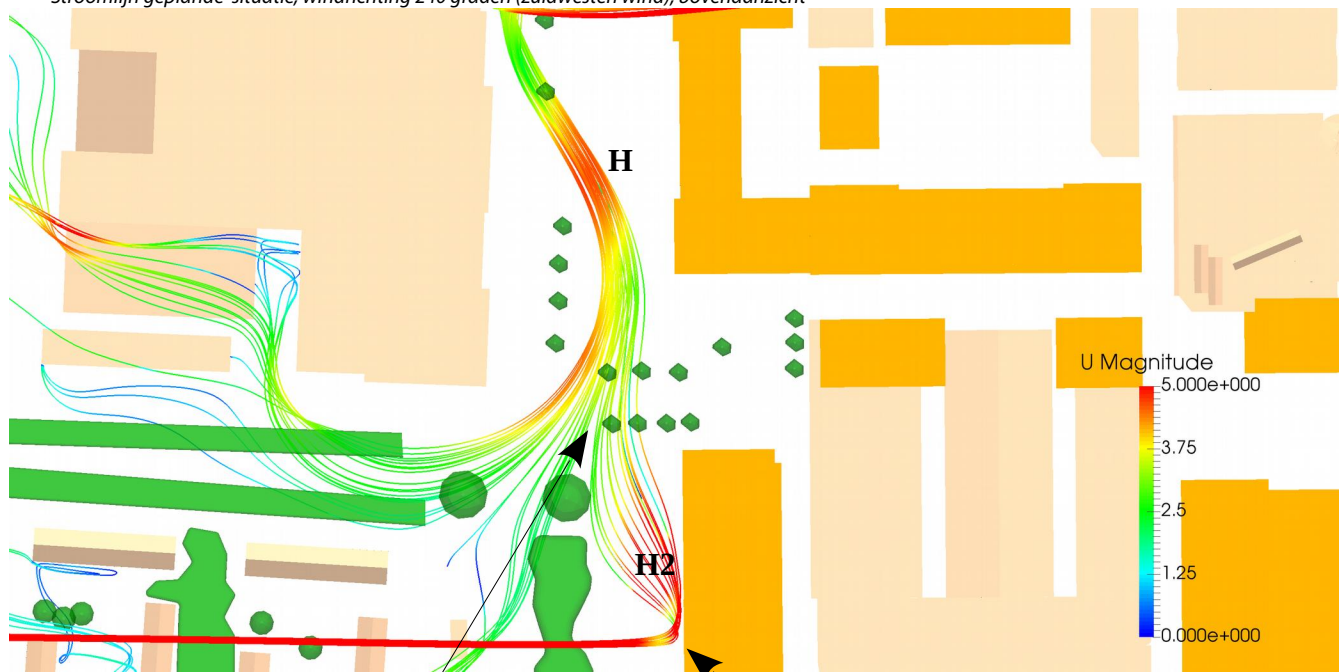
f10 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 240 graden (zuidwesten wind)



f11 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 210 graden (zuidwesten wind), bovenaanzicht



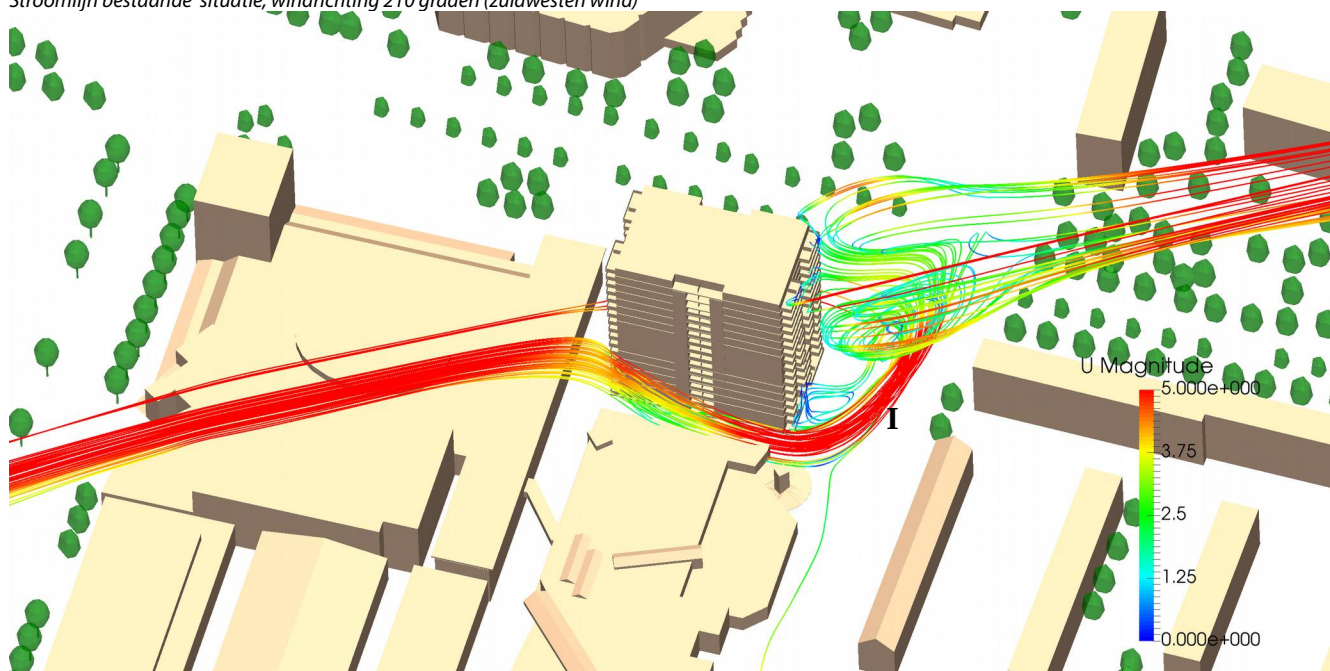
f12 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 240 graden (zuidwesten wind), bovenaanzicht



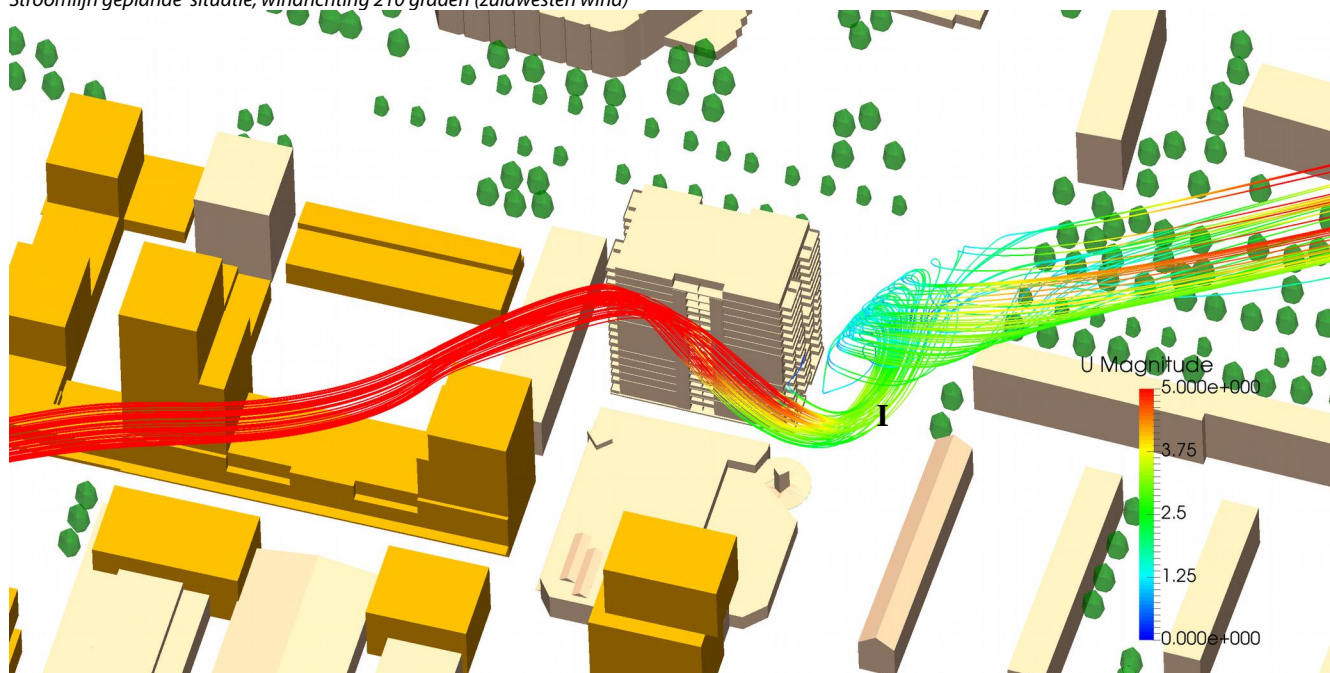
Samenkomen van twee
luchtstromen

Afbuiging

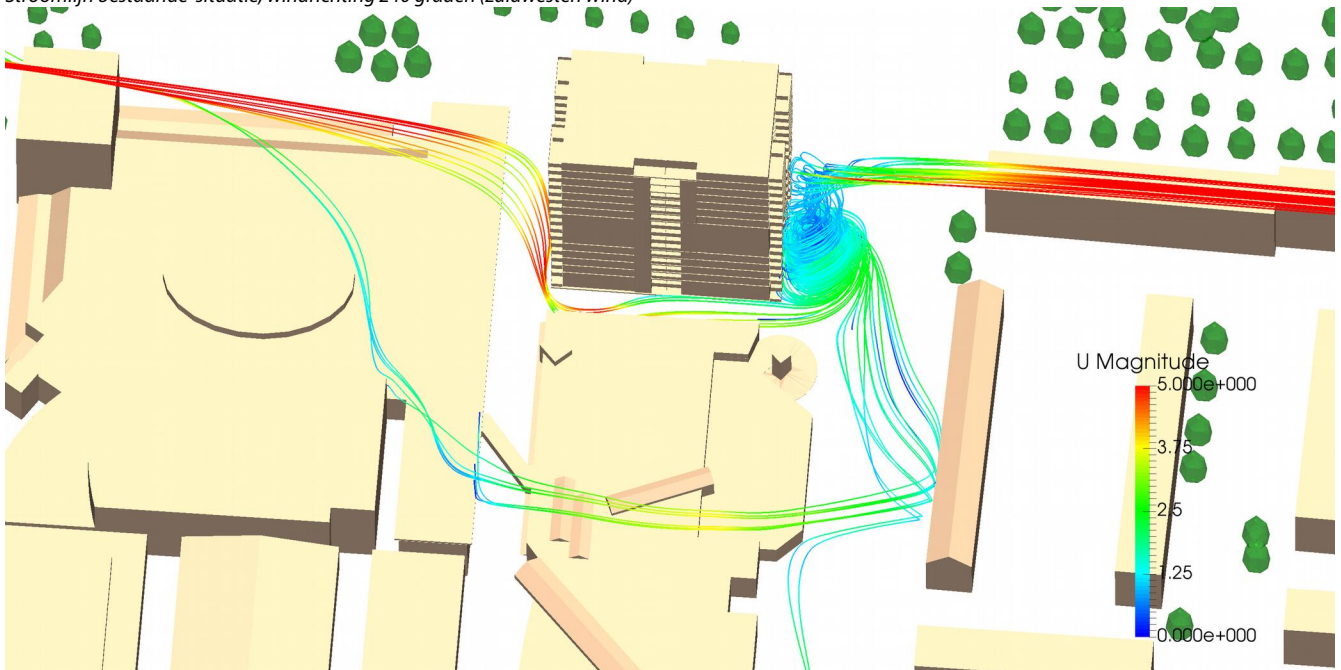
f13 Stroomlijn bestaande situatie, windrichting 210 graden (zuidwesten wind)



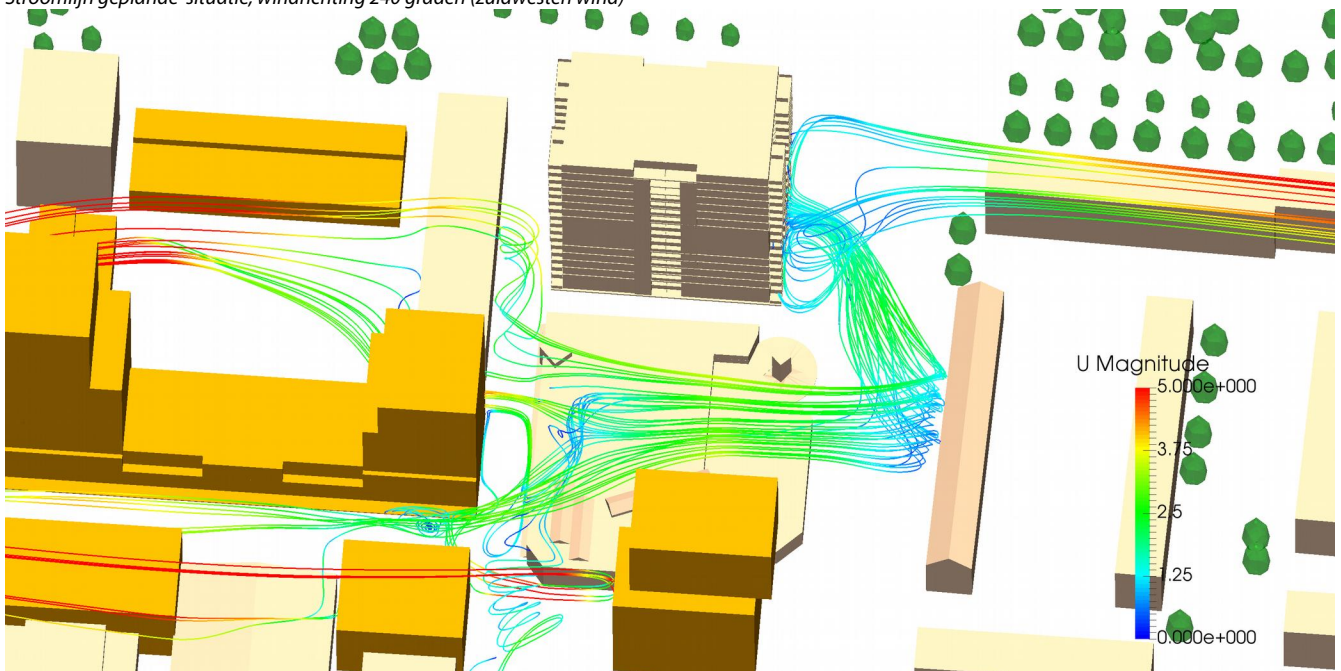
f14 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 210 graden (zuidwesten wind)



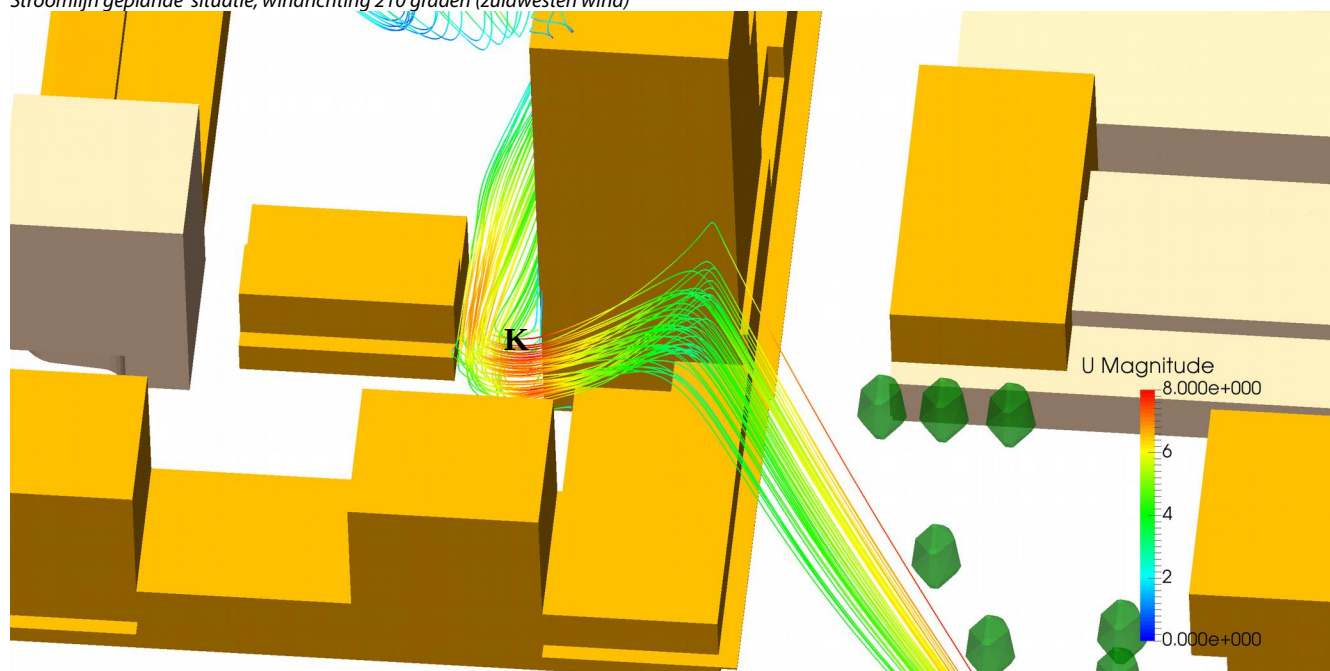
f15 Stroomlijn bestaande situatie, windrichting 240 graden (zuidwesten wind)



f16 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 240 graden (zuidwesten wind)



f17 Stroomlijn geplande situatie, windrichting 210 graden (zuidwesten wind)



5. Conclusies

- Op de meeste plekken hebben de plannen een negatief effect op het windklimaat. Echter, doordat de hoge torens elkaar deels afschermen wordt op sommige plekken waar reeds in de bestaande situatie sprake is van windhinder het windklimaat beter.
- Het windklimaat blijft in de geplande situatie rondom het gebouw Hoogvoorde slecht voor lopen, hoewel er sprake is van een lichte verbetering t.o.v. de huidige situatie. In de huidige situatie is het windklimaat er ook slecht voor lopen. Op overige plaatsen met een verhoogde hinderkans is een matig windklimaat voor lopen vastgesteld (dit komt overeen met een slecht windklimaat voor slenteren, van toepassing waar gebouwentrees zijn gepland).
- In beide situaties is er geen gevaar vastgesteld.