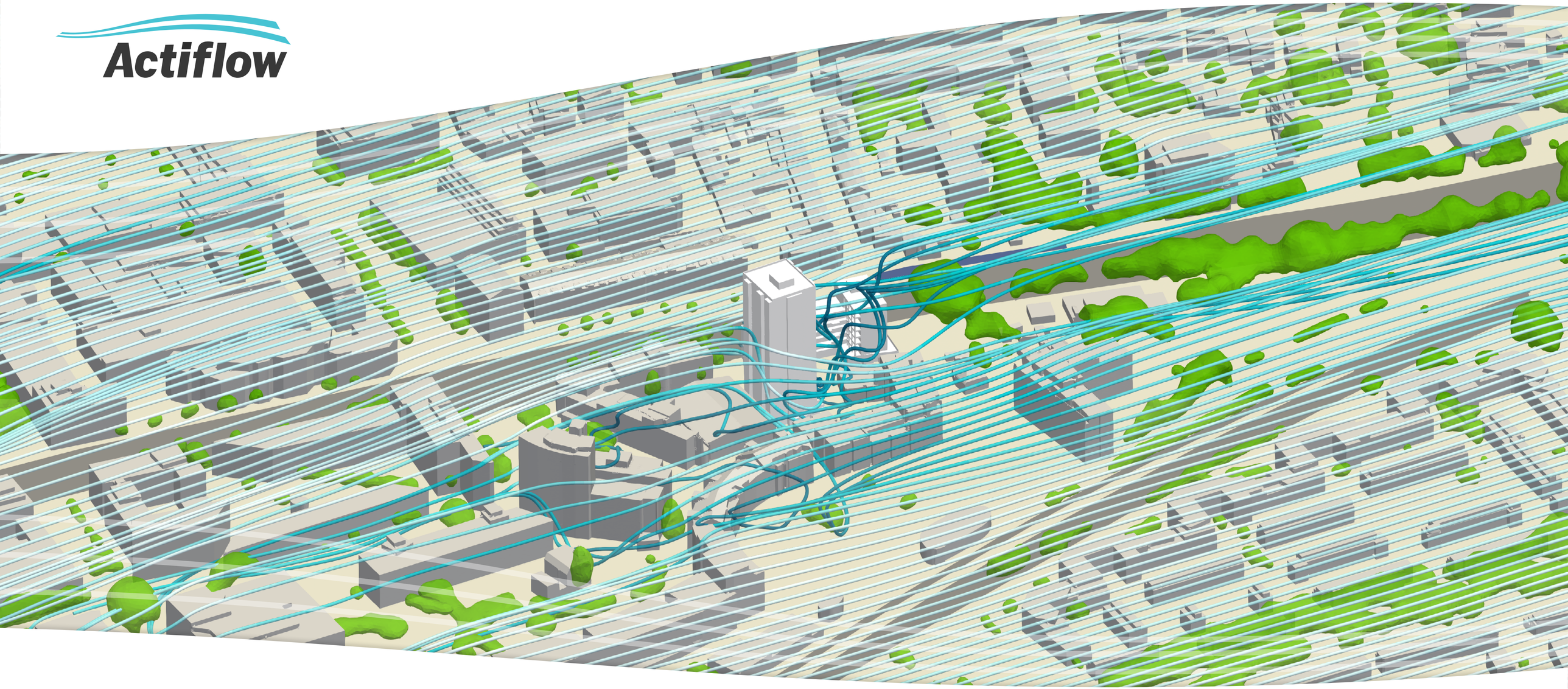
Actiflow



Ensemble te Helmond

CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

Ensemble te Helmond

CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

Opdrachtgever	Moos
Contactpersoon opdrachtgever	[redacted]
Projectnummer	7506-1
Rapportversie	1.0
Status	Definitief
Datum	9 oktober 2025
	©2025 Actiflow BV
Auteur	[redacted]
	[redacted]
Controleur	[redacted]
	[redacted]

Actiflow BV
Tramsingel 5
4814 AB Breda
+31 (0)76 5422 220
contact@actiflow.com
www.actiflow.com

Inhoudsopgave

1. Introductie 4

2. Normstelling 5

2.1 Windhinder en windgevaar

2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar

3. Opzet van de berekening 7

3.1 3D-Model en rekenrooster

3.2 Vegetatie

3.3 Methodiek

3.4 Software

3.5 Aannames en randvoorwaarden

4. Resultaten 11

5. Conclusie 16

A Inlegvel NEN 8100:2006 17

B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid 18

C Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld 19

D Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen 21

1 Introductie

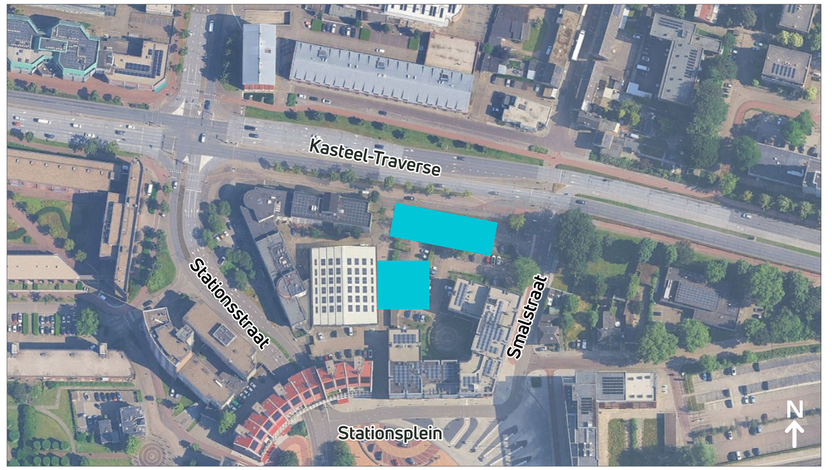
Voorliggende rapportage omschrijft een windonderzoek uitgevoerd door Actiflow in opdracht van Moos. Dit windonderzoek is uitgevoerd voor de ontwikkeling van het project "Ensemble" te Helmond.

Het bouwplan betreft een middelhoog bouwvolume en een losstaande toren met een hoogte van maximaal 65 meter, zie figuur 1.2. Het plangebied is omgeven door de Kasteel-Traverse ten noorden en de Smalstraat ten oosten. Ten zuiden van het gebied is het Stationsplein gelegen.

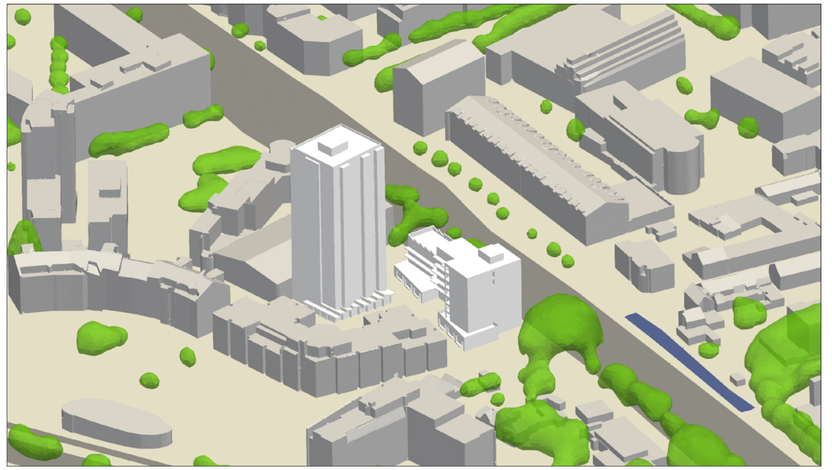
Het inpassen van de nieuwbouw zal leiden tot een wijziging van het lokale windklimaat. Dit kan zorgen voor een situatie die als onprettig of gevaarlijk wordt ervaren. Daarnaast vragen de functies van de gebouwen en het verwachte gebruik van de openbare buitenruimte om een acceptabel comfortniveau ten aanzien van wind. Het is dan ook noodzakelijk het windklimaat inzichtelijk te maken, zodat mogelijke knelpunten kunnen worden aangepakt.

Actiflow is gevraagd om het windklimaat inzichtelijk te maken met behulp van berekeningen op basis van Computational Fluid Dynamics (CFD). In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de normstelling omtrent windhinder en windgevaar, de Nederlandse norm NEN8100:2006 'windhinder en windgevaar in de gebouwomgeving'.

Een uitgebreide beschrijving van de richtlijnen wordt gegeven in hoofdstuk 2. De geometrie van het gebouw en de omgeving, de numerieke instellingen, het rekenrooster en randvoorwaarden zijn weergegeven in hoofdstuk 3. De resultaten worden vervolgens getoond en beschreven in hoofdstuk 4. Ten slotte wordt een conclusie gevormd in hoofdstuk 5.



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



Figuur 1.2: Impressie van het model van de toekomstige situatie

Zicht vanuit het zuidoosten

2 Normstelling

2.1 Windhinder en windgevaar

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

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

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



Figuur 2.1: Verbeelding situatie van windhinder



Figuur 2.2: Verbeelding situatie van windgevaar

2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar

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

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

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

Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 5 m/s) (% van het aantal uren per jaar)	*Windhinderklasse*	*Beoordeling per activiteit*		
		Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten[a]
< 2,5 % (< 219 uren)	**A**	*Goed*	*Goed*	*Goed*
2,5 - 5 % (219-438 uren)	**B**	*Goed*	*Goed*	*Matig*
> 5 - 10 % (> 438-876 uren)	**C**	*Goed*	*Matig*	*Slecht*
> 10 - 20 % (> 876-1752 uren)	**D**	*Matig*	*Slecht*	*Slecht*
> 20 % (1752 uren)	**E**	*Slecht*	*Slecht*	*Slecht*

[a] Dit geldt conform de norm voor een bankje in het park, voor horeca terrassen of private buitenruimten is zwaardere normstelling nodig om het gewenste comfort te behalen.

Tabel 2.2 toont de indeling en beoordeling van de kans op windgevaar. Bij de beoordeling wordt niet direct onderscheid gemaakt in activiteiten, echter wordt in NEN 8100:2006 opgemerkt dat voor activiteitenklassen 'Slenteren' en 'Langdurig zitten' zelfs een beperkt risico al onacceptabel is. Dit betekent dat voor deze activiteitenklassen geldt dat enkel $p \leq 0,05$ acceptabel is. Een gevaarlijk windklimaat moet in elk voetgangersgebied worden vermeden.

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

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

3 Opzet van de berekening

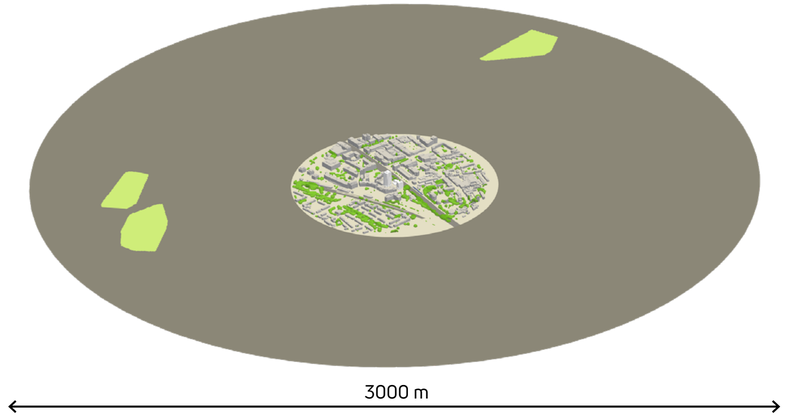
Het windonderzoek is uitgevoerd aan de hand van de richtlijnen in NEN 8100:2006. Hierbij hanteert Actiflow een 'Kwaliteitsrapport', zoals dit ook benoemd wordt in NEN 8100:2006. Hiermee wordt de kwaliteit van ons onderzoek en de betrouwbaarheid van de resultaten gewaarborgd. In dit hoofdstuk worden de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

3.1 3D-Model en rekenrooster

De geometrie van het model is gebaseerd op de verkregen tekeningen van de opdrachtgever. Het model omvat alle gebouwen binnen een straal van minimaal 300 m. Dit betreft de toekomstige situatie na toevoeging van de nieuwbouw in figuur 1.2, 3.1 en 3.3.

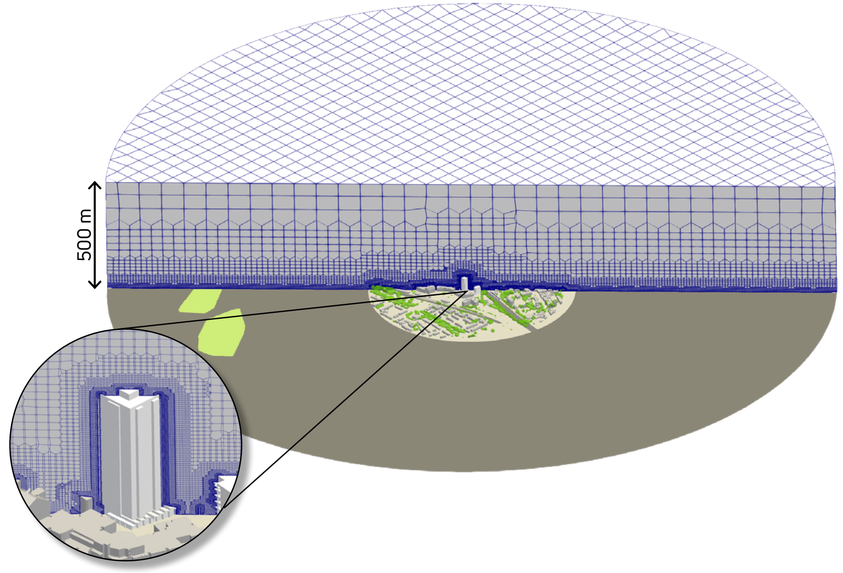
De omliggende bebouwing is als eenvoudige massa's weergegeven. Rond dit gebied is een cilindervormig domein geplaatst met een doorsnede van 3000 m en een hoogte van 500 m. Het plangebied is centraal in dit domein geplaatst, zodat hier verschillende windrichtingen op kunnen worden toegepast zonder dat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

Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor deze situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit 18.275.401 cellen in het model van de toekomstige situatie. Over het grondoppervlak en de bebouwing zijn vijf lagen met anisotrope verfijning geplaatst. Hierbij is de resolutie hoger loodrecht op de betreffende wand. Deze lagen zorgen voor een betere berekening van de snelheidsgradiënt in de (atmosferische) grenslaag.



Figuur 3.1:
Impressie van het model

Zicht vanuit het zuidoosten



Figuur 3.2:
Doorsnede van het rekenrooster

Zicht vanuit het zuidoosten



Figuur 3.3:
Impressie van het expliciet gemodelleerde gebied

Zicht vanuit het zuidoosten

3.2 Methodiek

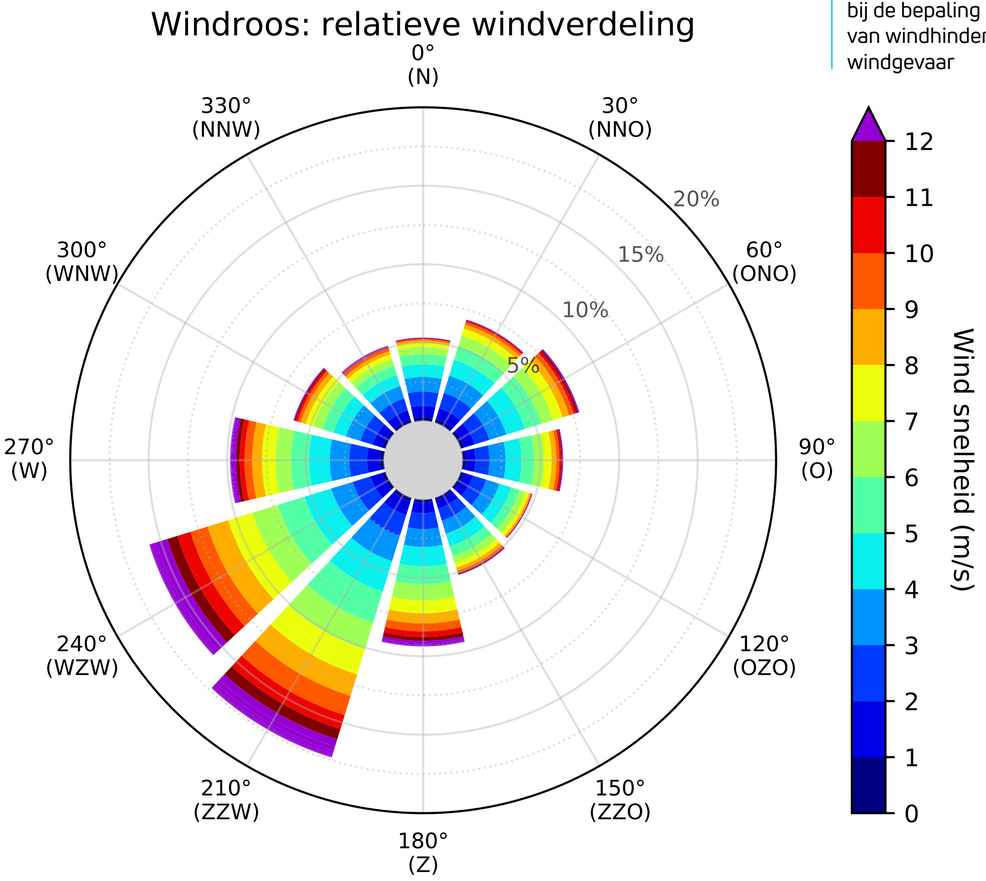
Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgerekend, te weten 12 windrichtingen. Voor elke windrichting die in beschouwing is genomen wordt een resulterend snelheidsveld bepaald. Hiermee is voor elke locatie per windrichting de versterkingsfactor ten opzichte van de opgelegde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

3.3 Software

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v2506, een softwarepakket dat bedoeld is voor het oplossen van problemen in de continuüm mechanica en thermodynamica. Voor dit project is “simpleFoam” gebruikt. Deze solver is gebaseerd op de Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen voor incompressibele vloeistoffen en houdt rekening met turbulentie. Voor de modellering van turbulentie is gebruik gemaakt van het SST k-ω model.

3.4 Aannames en randvoorwaarden

Voor de berekeningen is een referentie-windsnelheid van 5 m/s op een hoogte van 60 m opgegeven. Hierbij is een atmosferisch grenslaagprofiel toegepast. Er is aangenomen dat de atmosferische grenslaag een snelheidsprofiel heeft volgens vergelijking 3.1 en 3.2. Hierin is U_n de horizontale windsnelheid, z de hoogte vanaf het maaiveld, en z_0 een ruwheidslengte. De ruwheidslengte is een



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

maat voor de ruwheid van het terrein. Verder is κ de constante van von Kármán en die is gelijk aan 0,41. Deze empirische constante is gerelateerd aan het modelleren van grenslagen. Ook de turbulente grootheden k en ω verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft C_μ de waarde 0,09. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulentiemodel (SST k-ω).

3.5 Vegetatie

Vegetatie heeft een relevante invloed op het windklimaat en is daarom rondom het plangebied en op het eigen perceel opgenomen. Deze invloed verandert echter in de loop van het jaar, afhankelijk van het seizoen en het type vegetatie. Tegelijkertijd verschillen ook de windomstandigheden in de loop van het jaar. Conform NEN 8100:2006 dient de windstatistiek conform NPR 6097:2006 te worden gebruikt. De resulterende windstatistiek geeft een overzicht van de optredende windrichtingen en windsnelheden over een periode van meerdere jaren. Het is binnen deze norm niet mogelijk om een uitsplitsing te maken naar seizoenen. Om een zo realistisch mogelijk beeld van het windklimaat te krijgen is daarom een vereenvoudiging nodig. In het bijzonder worden twee verschillende simulatiesets uitgevoerd voor het hele jaar: één met bladdragende vegetatie (vegetatietoestand in de zomer) en één met bladloze vegetatie (vegetatietoestand in de winter). Het gemiddelde tussen de twee resultaten wordt vervolgens berekend om een overzicht te krijgen van het windklimaat over het hele jaar. De jaargemiddelde resultaten worden gerapporteerd en besproken in hoofdstuk 4 conform NEN 8100:2006, terwijl de afzonderlijke resultaten voor het geval met bladdragende vegetatie en bladloze vegetatie worden gerapporteerd in bijlage C.

$$U_n(z) = \left(\frac{U^*}{\mathrm{K}}\right) \ln\left(\frac{z+z_0}{z_0}\right) \tag{3.1}$$

$$U^* = \frac{\mathrm{K}\ U_{ref}}{\ln\left(\frac{z_{ref}+z_0}{z_0}\right)} \tag{3.2}$$

$$k = \frac{U^{*2}}{\sqrt{C_\mu}} \tag{3.3}$$

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

4 Resultaten

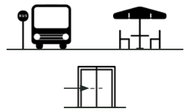
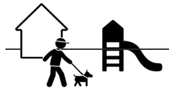
Windklimaat openbare buitenruimte

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

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

Als richtwaarden voor de gewenste windhinderklassen wordt tabel 4.1 aangehouden.

Tabel 4.1: Richtwaarden van de windhinderklassen per activiteit

		Goed	Matig	Slecht
	*Langdurig zitten* en voetgangersactiviteiten ter plaatse van gebouw-entrees, etc.	A	B	C, D en E
	*Slenteren* en op locaties die gezien kunnen worden als verblijfsgebied voor voetgangers	A en B	C	D en E
	*Doorlopen* op locaties met voor voetgangers louter een verkeersfunctie en geen verblijfsfunctie	A, B en C	D	E
Windgevaar dient bij voorkeur voorkomen te worden. Een beperkt risico kan lokaal geaccepteerd worden wanneer deze valt binnen in een zone met activiteit "doorlopen"				

Uit de resultaten blijkt dat, als gevolg van de realisatie van de nieuwbouw, een gevarieerd windklimaat zal optreden op en rondom de projectlocatie. De optredende condities rondom de nieuwbouw worden gekenmerkt door windhinderklassen A en B (matig tot goed voor iedere activiteit) tot en met windhinderklasse D (matig geschikt voor de activiteit doorlopen), zie figuur 4.1.

Tussen de toren en het bouwvolume ten noorden heersen condities die zich kenmerken door windhinderklassen B en C. Hier leent windhinderklasse B zich matig voor "langdurig zitten" en goed voor de overige activiteiten. Windhinderklasse C leent zich matig tot goed voor de activiteiten "slenteren" en "doorlopen", zie figuur 4.2. Er is een kleine zone aanwezig, welke gekenmerkt wordt door windhinderklasse D. Hier leent windhinderklasse D zich enkel nog voor de voetgangersactiviteit doorlopen.

Aan de zuidoostelijke gebouwhoek van de toren is een zone met windhinderklasse D aanwezig. Deze zone verspreid zich vanuit deze hoek door de doorgang tussen de toren en bouwvolume X.

Verder heersen er aan de gevels van het projectgebouw, voornamelijk kalme condities die zich kenmerken door windhinderklasse A. Deze windcondities zijn geschikt voor alle voetgangersactiviteiten. Deze locaties lenen zich uitermate goed voor het plaatsen van gebouwentrees en zitgelegenheden.

Ten slotte geldt er binnen het plangebied geen risico of beperkt risico op windgevaar (zie figuur 4.3).

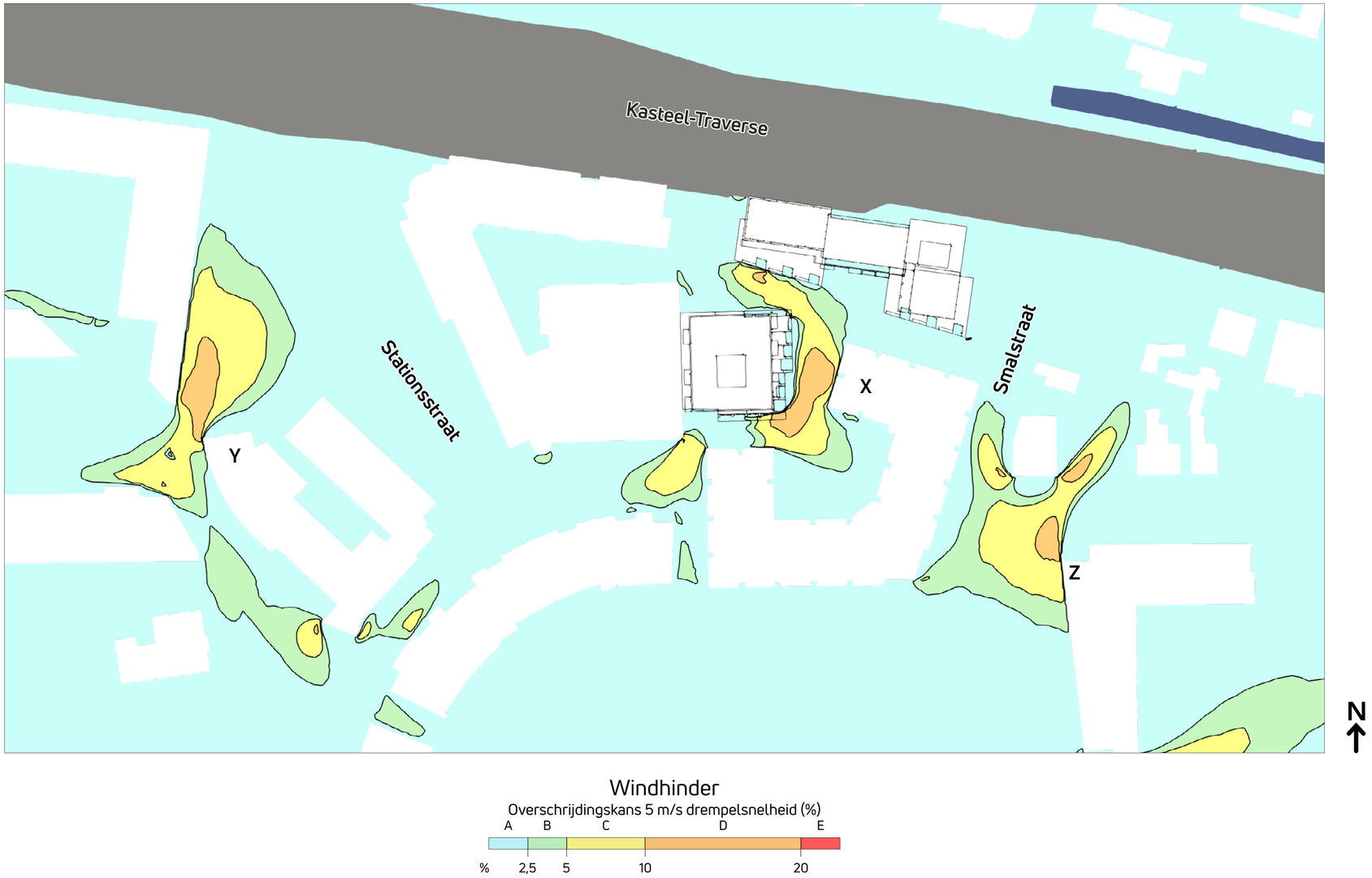
Bij het indelen van de openbare buitenruimte kan figuur 4.2 houvast bieden. Om het windklimaat, waar nodig, lokaal te verzachten wordt aanbevolen om strategisch vegetatie te plaatsen. In dit onderzoek is er geen vegetatie tussen de nieuwbouw en bouwvolume X meegenomen. Het plaatsen van vegetatie kan de zone met windhinderklasse D lokaal verkleinen.

Optimalisatieproces

De doorgang tussen de toren en bouwvolume X is windrijk, wat inherent is aan de ligging en opbouw van deze zone. Ten zuiden tot zuidwesten van deze zone is veelal relatief lage bebouwing aanwezig. Deze locatie kent daarbij een krachtige en dominante windstroming uit het zuidwesten. Dit is zichtbaar in de windroos in figuur 3.3. Wind uit de zuidwestelijke windrichtingen kan door de opbouw van het gebied vrij aanstromen en zal versnellen richting het maaiveld, nabij de toren. Dit geeft inherent aanleiding tot verhoogde windsnelheden in het openbaar gebied. Een soortgelijk effect is zichtbaar bij bouwvolumes Y en Z, zie figuur 4.1.

Bovenstaande is in een vroeg ontwerpstadium onderkend en er is dan ook veel aandacht gegeven aan het windklimaat nabij de toren. Dit heeft tot doel gehad de windstroming die op voetgangersniveau aanwezig is zoveel mogelijk te verzachten. Het is binnen de huidige context namelijk niet mogelijk om de aanwezige windstroming te laten verdwijnen.

In dit optimalisatieproces zijn meerdere ontwerpen, met verschillende luifels aan de zuidgevel van de toren getoetst. Uiteindelijk is het huidige ontwerp hierop gebaseerd. Ten opzichte van de resultaten met het vorige ontwerp is er in deze situatie geen beperkt risico op windgevaar en geen windhinderklasse E aanwezig. Verder is de zone met windhinderklasse D aanzienlijk afgenomen in omvang. Hiermee is een significante verbetering bereikt ten opzichte van het initieel ontwerp.



Figuur 4.1:
Windhinder op voetgangersniveau

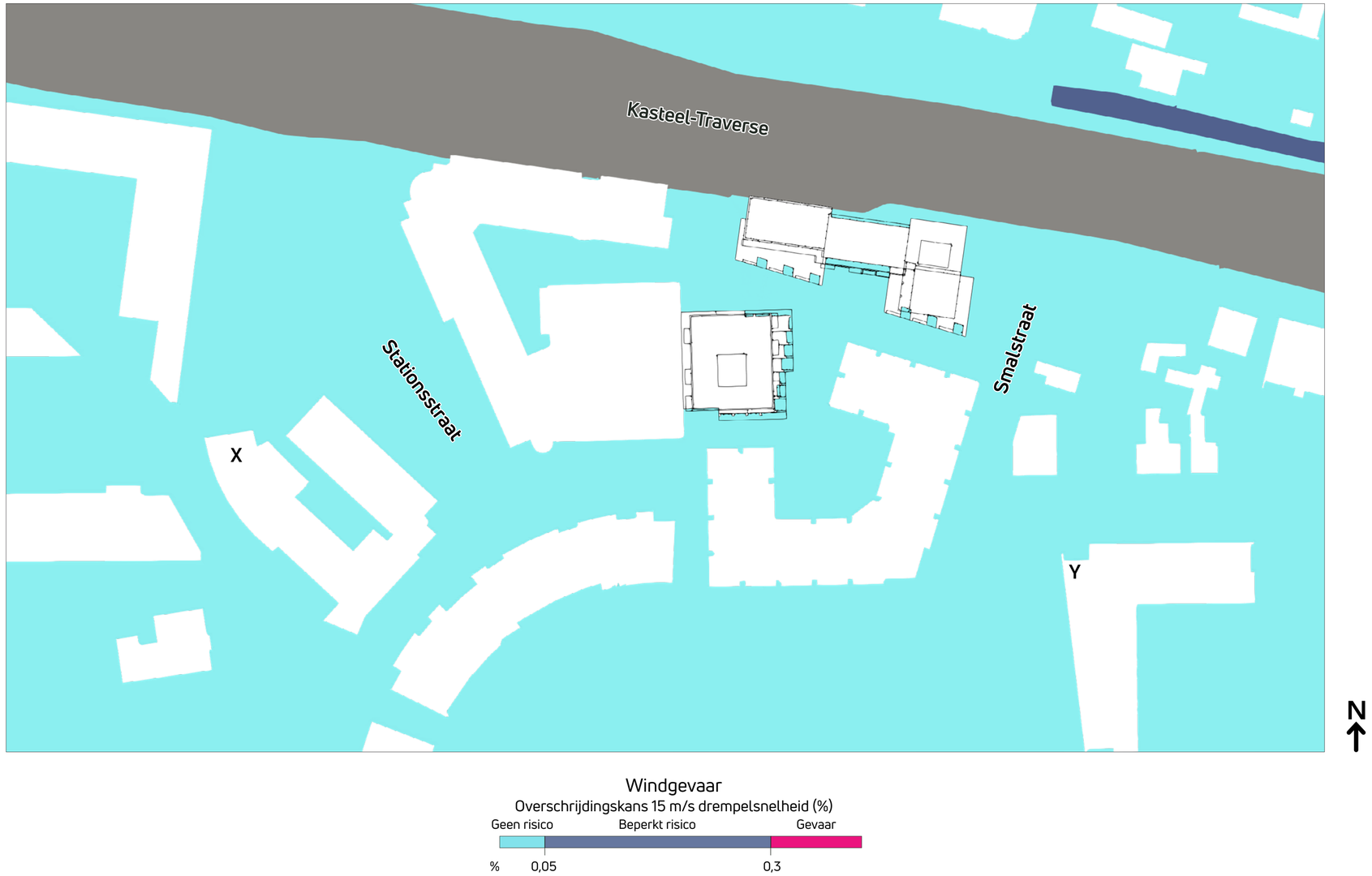
Figuur 4.2:
Windhinder op voetgangersniveau voor drie verschillende activiteiten



(a)
Beoordeling activiteit doorlopen

(b)
Beoordeling activiteit slenteren

(c)
Beoordeling activiteit lang zitten (situatie bladdragend)



Figuur 4.3:
Windgevaar op voetgangersniveau

5 Conclusie

Dit rapport beschrijft een windonderzoek uitgevoerd door Actiflow voor het project "Ensemble" te Helmond. Door de plaatsing van de nieuwbouw zal het lokale windklimaat beïnvloed worden.

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

Het windonderzoek laat het volgende zien:

- Het heersende windklimaat in het projectgebied varieert van windhinderklasse A (geschikt voor alle activiteiten) tot D (matig geschikt voor de activiteit doorlopen). Bij het indelen van de openbare buitenruimte dient rekening gehouden te worden met de aanwezige windhinderklassen.
- De aanpassingen in het ontwerp hebben geleid tot een acceptabel windklimaat, waar geen beperkt risico op windgevaar en windhinderklasse E meer aanwezig zijn.
- De gebouw-entrees ondervinden een geschikte windhinderklasse voor het gebruik van de entrees.
- Er is geen risico of beperkt risico op windgevaar gevonden in het plangebied.

Wij concluderen dan ook dat de invloed van de nieuwbouw op het windklimaat inherent is aan de geplaatste hoogbouw en dat er na realisatie een acceptabel windklimaat zal heersen. Bij de keuze van verdere maatregelen die genomen kunnen worden en het beoordelen van hun effectiviteit kan Actiflow geraadpleegd worden.

A Inlegvel NEN 8100:2006

Project	Project gegevens
Project naam	Ensemble te Helmond
Opdrachtgever	Moos
Projectleider Actiflow	[redacted]
Datum	09-10-2025
Model	**Algemene gegevens van het model**
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 300 m rondom project gebouw
Kerngebied	Nieuwbouw en de directe omgeving
Omgeving	Omgeving in versimpelde bouwvolumes, gedetailleerd nabij het kerngebied
Afmetingen model	Rond met straal 1.500 m en hoogte 500 m
Blokkeringsgraad	Maximaal 3 %
Gemodelleerd groen	Bomen en struiken: poreuze zone
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	2 x12 (rondom in stappen van 30 graden, met en zonder vegetatie)
Onderzochte configuraties	1 configuratie: nieuwbouw in bestaande omgeving
Computeropstelling	**Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur**
Programmatuur	■ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode)☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: of2506
Algemeen	■ drie-dimensionaal ■ tijd-onafhankelijk ■ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders en hexaëders met prismalaag Basis: 18.275.401 cellen
Turbulentiemodellering	SST k-ω
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV cellLimited leastSquares 1 Turbulente grootheden: limitedLinear 1 Scalaire variabelen: n.v.t.
Randvoorwaarden	**Gebruikte randvoorwaarden**
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag, ruwheid afgestemd op omgeving (NPR6097:2006)
Uitlaat	Druk-uitlaat
Boven-/Zijwanden	Slipwanden
Vloer/bodem	No-slip, ruwe wand
Overige	No-slip, ruwe wand/gladde wand

Gegevensverwerking en beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X: 174049		Y: 387473	
Toegepaste eisen	V_{DR} m/s	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans % $p(V_{LOK} > V_{DR;H})$	Beoordeling
Voor comfort				
Doorlopen	5,0	A,B,C	p < 10	Goed
Slenteren	5,0	A,B	p < 5	Goed
Zitten	5,0	A	p < 2,5	Goed
Regionale correctie	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t
Voor gevaar				
	15	n.v.t	0,05 < p < 0,30	beperkt risico
	15	n.v.t	p ≥ 0,3	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Windhinder contouren en klassenindeling, windgevaar contour			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	Geen			

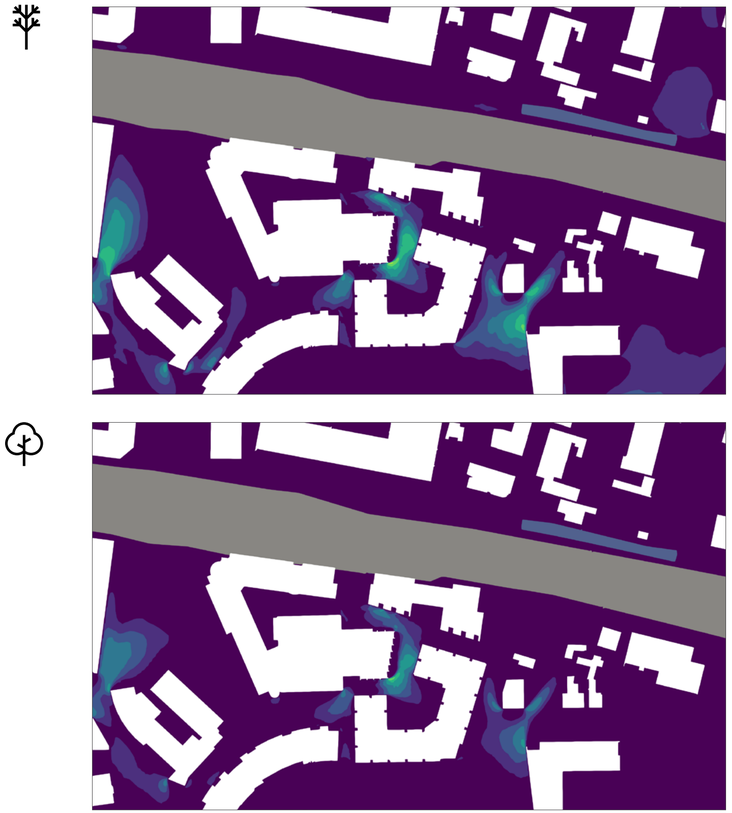
B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF IN PERCENTAGES
Amersfoortse Coördinaten: X: 174049 Y: 387473 Jaar 1963-2002

Windsnelheid [m/s]	N 345° - 15°	NNO 15° - 45°	ONO 45° -75°	O 75° - 105°	OZO 105° - 135°	ZZO 135° - 165°	Z 165° - 195°	ZZW 195° - 225°	WZW 225° - 255°	W 255° - 285°	WNW 285° - 315°	NNW 315° - 345°	Cumulatief
0,0 - 0,9	0.25	0.25	0.24	0.22	0.22	0.18	0.19	0.26	0.24	0.25	0.23	0.22	2.75
1,0 - 1,9	0.72	0.72	0.69	0.61	0.6	0.55	0.68	0.9	0.78	0.82	0.64	0.6	8.33
2,0 - 2,9	0.91	1.02	0.99	0.9	0.88	0.8	1.02	1.39	1.18	1.14	0.83	0.8	11.86
3,0 - 3,9	0.93	1.15	1.13	1.03	0.89	0.87	1.14	1.68	1.44	1.25	0.95	0.83	13.3
4,0 - 4,9	0.8	1.06	1.25	1.01	0.78	0.84	1.23	2.02	1.77	1.32	0.83	0.72	13.62
5,0 - 5,9	0.65	0.9	1.07	0.82	0.56	0.65	1.16	2.09	1.78	1.15	0.75	0.63	12.22
6,0 - 6,9	0.47	0.71	0.8	0.62	0.39	0.45	1.02	1.77	1.7	0.98	0.61	0.44	9.96
7,0 - 7,9	0.26	0.47	0.63	0.48	0.25	0.32	0.82	1.68	1.62	0.87	0.49	0.32	8.21
8,0 - 8,9	0.15	0.28	0.44	0.31	0.11	0.22	0.65	1.43	1.37	0.62	0.34	0.22	6.15
9,0 - 9,9	0.09	0.17	0.29	0.19	0.06	0.12	0.5	1.28	1.15	0.48	0.2	0.16	4.69
10,0 - 10,9	0.04	0.08	0.18	0.11	0.02	0.07	0.35	0.93	0.86	0.32	0.13	0.08	3.17
11,0 - 11,9	0.02	0.03	0.11	0.06	0.01	0.04	0.25	0.69	0.68	0.22	0.08	0.04	2.23
12,0 - 12,9	0.01	0.02	0.06	0.03	-	0.01	0.15	0.48	0.46	0.15	0.04	0.03	1.45
13,0 - 13,9	-	-	0.02	0.01	-	0.01	0.09	0.29	0.29	0.1	0.01	0.02	0.84
14,0 - 14,9	-	-	-	0.01	-	-	0.06	0.19	0.19	0.06	0.01	0.01	0.53
15,0 - 15,9	-	-	-	-	-	-	0.03	0.11	0.12	0.03	-	-	0.3
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	-	0.01	0.07	0.07	0.02	-	-	0.17
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	0.01	0.04	0.04	0.01	-	-	0.1
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	0	0.02	0.02	0.01	-	-	0.05
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	-	-	-	0.03
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	0.02
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25,0 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld

Windhinder in de toekomstige situatie





Windhinder
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)

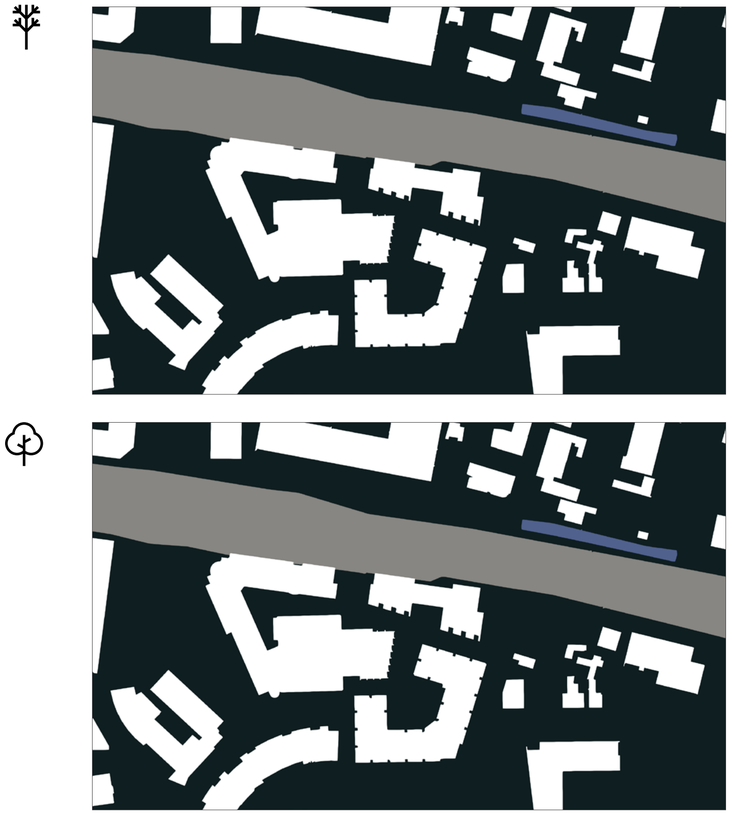
% 0 2,5 5 7,5 10 12,5 15 17,5 20

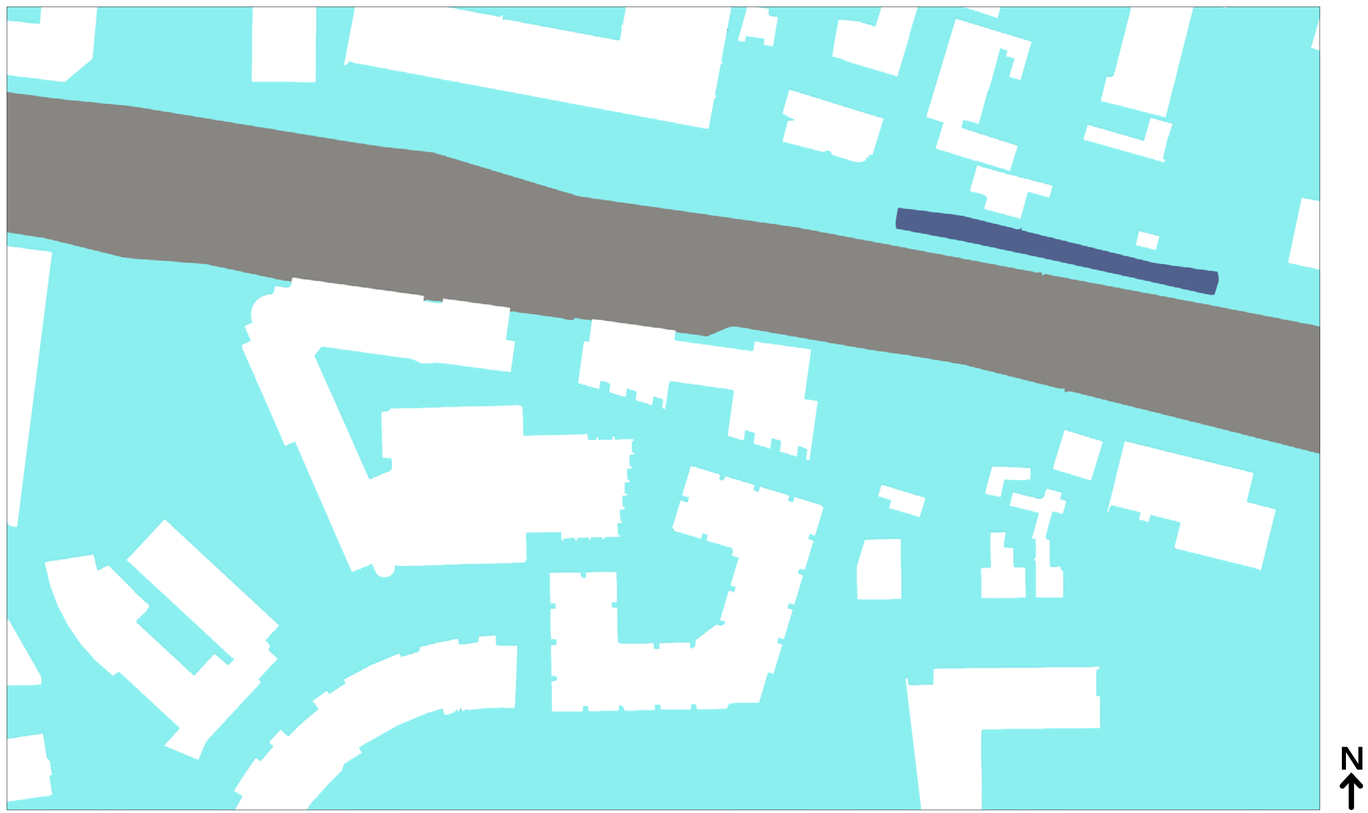
Windhinder
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)

A B C D E

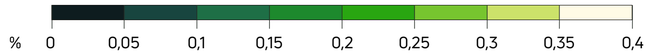
% 2,5 5 10 20

Windgevaar in de toekomstige situatie





Windgevaar
Overschrijdingskans 15 m/s drempelsnelheid (%)



Windgevaar
Overschrijdingskans 15 m/s drempelsnelheid (%)



D Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

Windrichting:
0° Noord

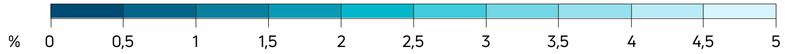


Windrichting:
30° Noordnoordoost



N

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



Windrichting:
60° Oostnoordoost



Windrichting:
90° Oost



N

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



Windrichting:
120° Oostzuidoost



Windrichting:
150° Zuidzuidoost

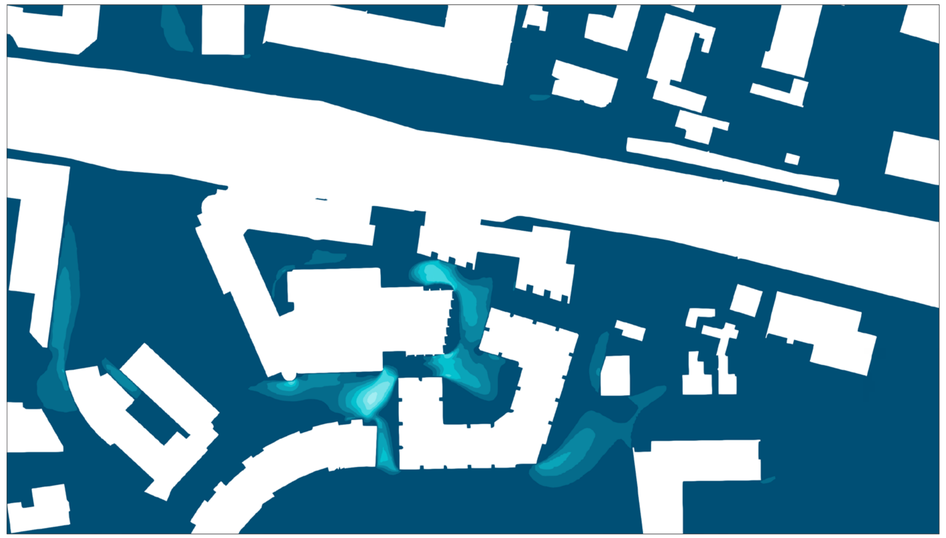


N

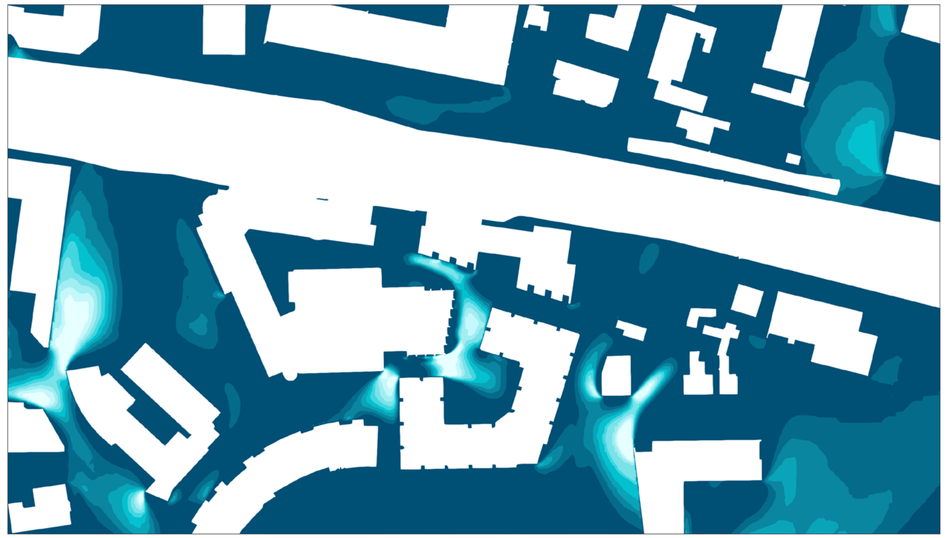
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



Windrichting:
180° Zuid



Windrichting:
210° Zuidzuidwest

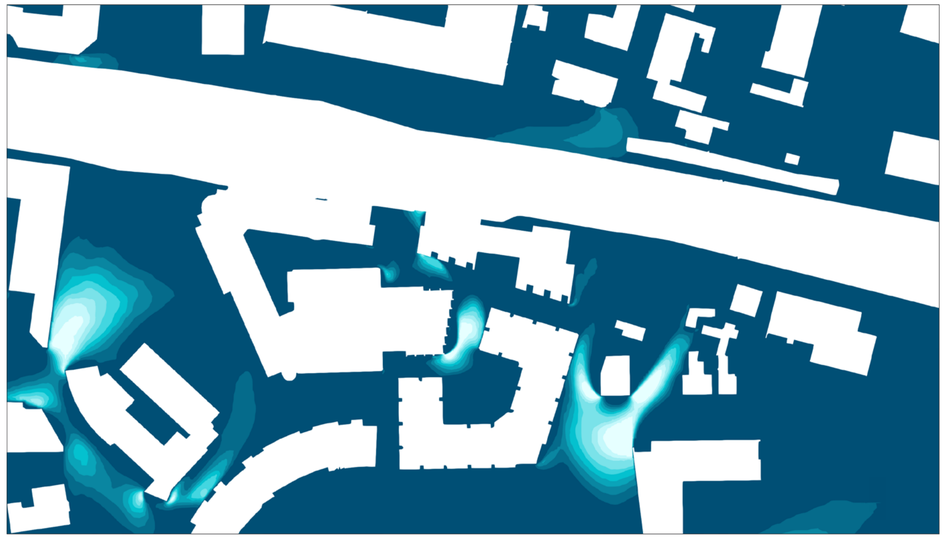


N

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



Windrichting:
240° Westzuidwest



Windrichting:
270° West



N

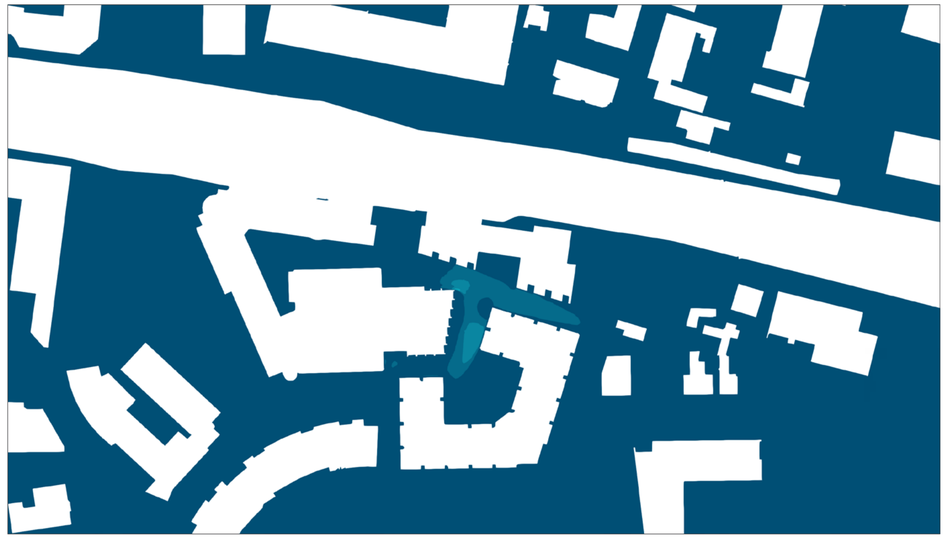
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



Windrichting:
300° Westnoordwest



Windrichting:
330° Noordnoordwest



N

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



Actiflow BV
Tramsingel 5
4814 AB Breda
+31 (0)76 5422 220
contact@actiflow.com
www.actiflow.com