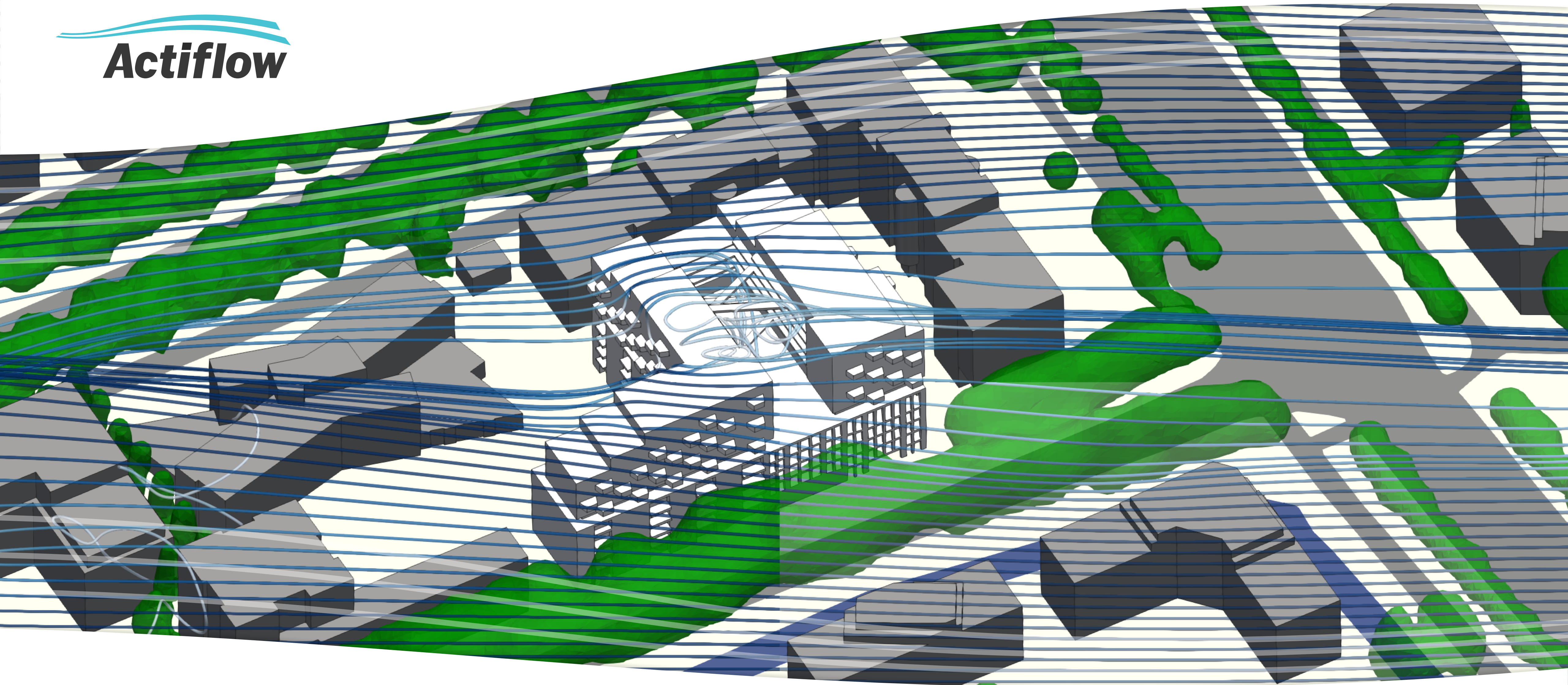




Plotterweg 38 te Amersfoort

CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

Plotterweg 38 te Amersfoort
CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

Opdrachtgever	Aveco de Bondt
Contactpersoon opdrachtgever	Jeroen Hendriks
Projectnummer	2025025
Rapportversie	1.0
Status	Definitief
Datum	30 april 2025
	©2025 Actiflow BV
Auteur	ir. Thomas Bolster
	
Controleur	ir. Ashly Berghuizen
	
Actiflow BV Tramsingel 5 4814 AB Breda +31 (0)76 5422 220 contact@actiflow.com www.actiflow.com	

Inhoudsopgave

1.	Introductie	4	A	Inlegvel NEN 8100:2006	17
2.	Normstelling	5	B	Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid	18
	2.1 Windhinder en windgevaar		C	Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld	19
	2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar		D	Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen	21
3.	Opzet van de berekening	8			
	3.1 3D-Model en rekenrooster				
	3.2 Vegetatie				
	3.3 Methodiek				
	3.4 Software				
	3.5 Aannames en randvoorwaarden				
4.	Resultaten	11			
5.	Conclusie	16			

1 Introductie

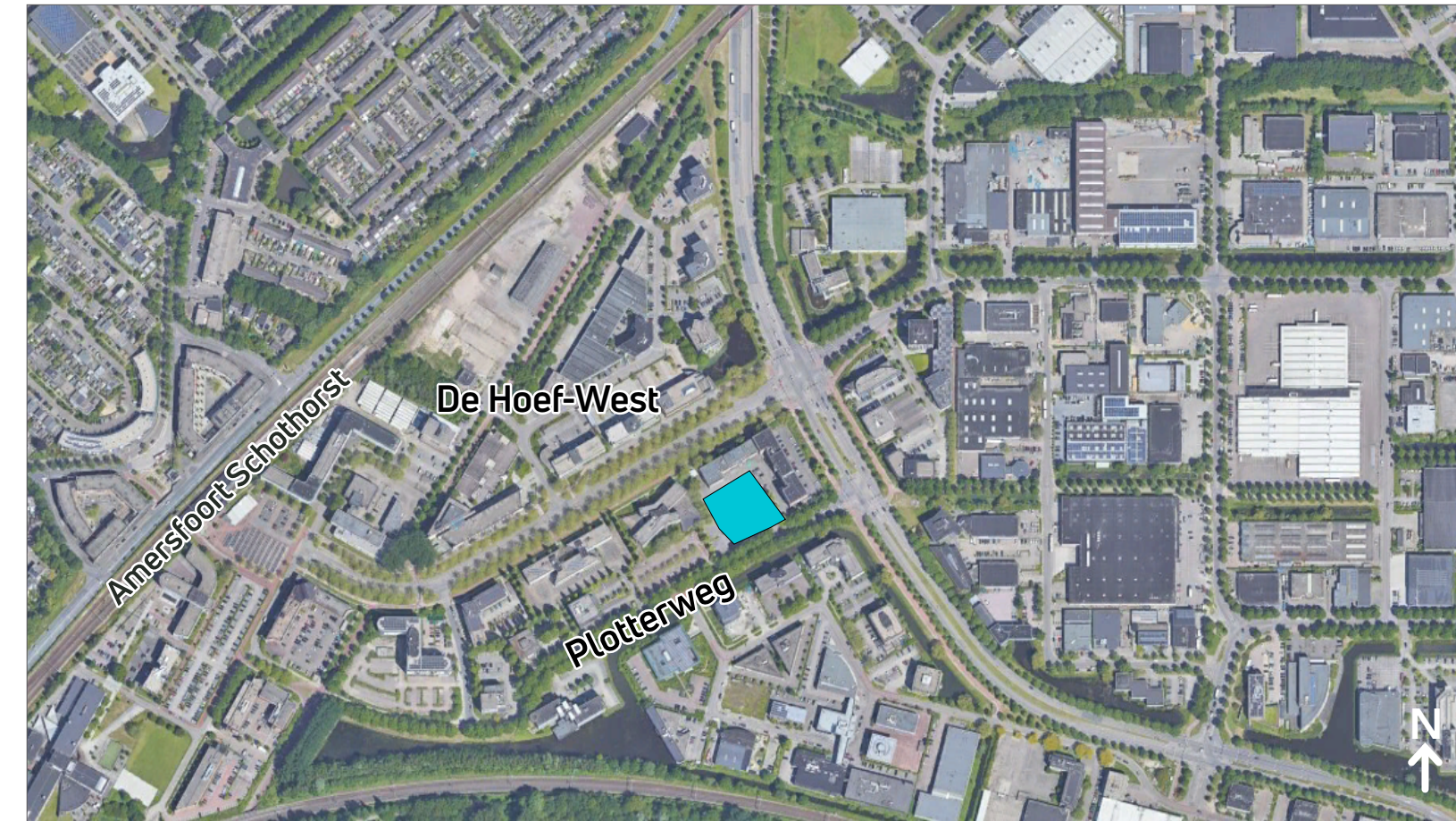
Voorliggende rapportage omschrijft een windonderzoek uitgevoerd door **Actiflow** in opdracht van Aveco de Bondt. Dit onderzoek is uitgevoerd voor de ontwikkeling van het project Plotterweg 38 te Amersfoort.

Het nieuwbouwproject bevindt zich aan de Plotterweg te Amersfoort, gelegen ten oosten van station Amersfoort Schothorst. Dit gebied heet nu nog de Hoef-West, maar is door de gemeente aangewezen als transformatiegebied van kantorenbied naar woongebied. Het gebouw bestaat uit een plint met daarop twee volumes, met een maximale hoogte van 36 meter.

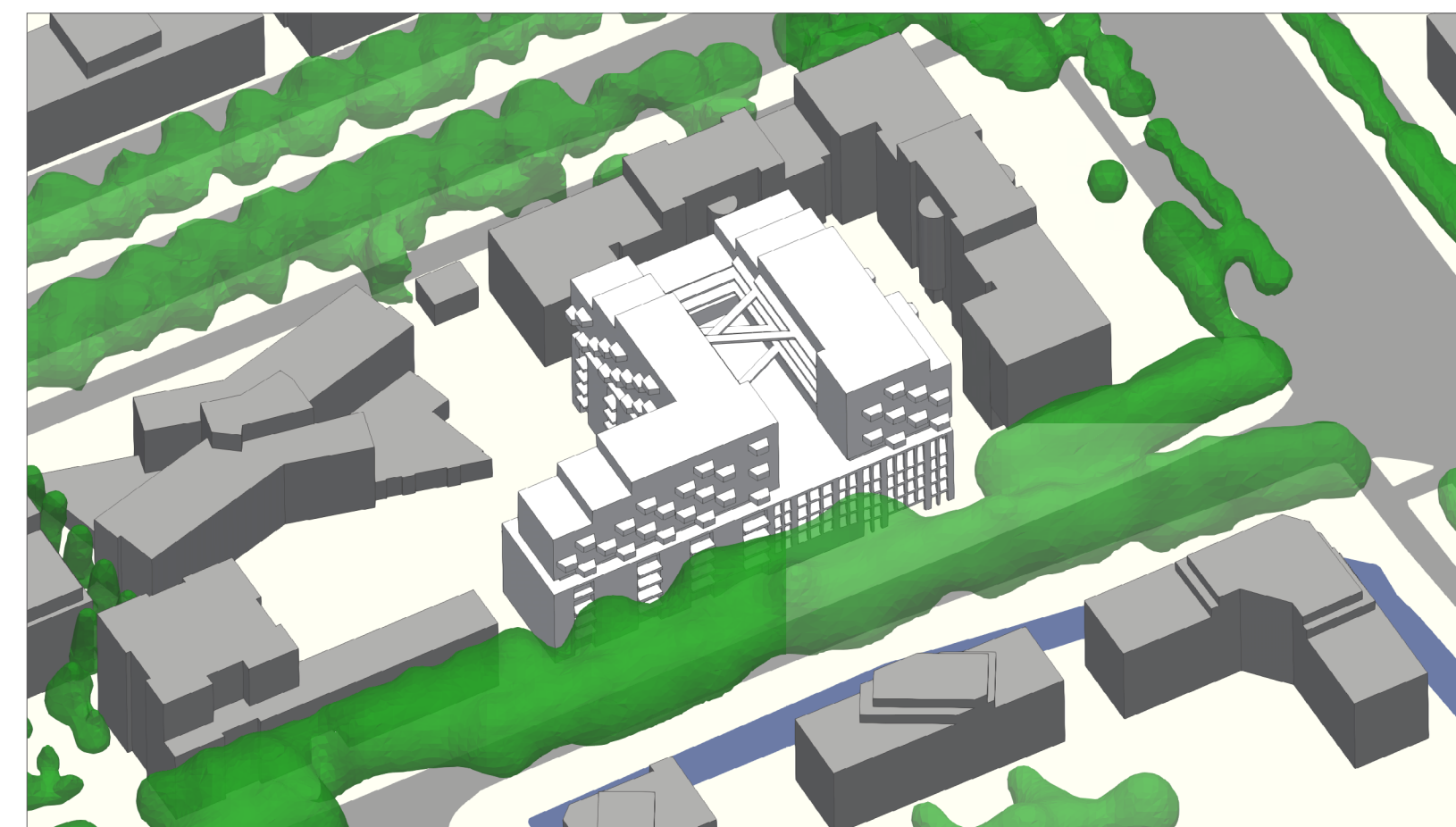
Het inpassen van de nieuwbouw zal leiden tot een wijziging van het lokale windklimaat. Dit kan zorgen voor een situatie die als onprettig of gevaarlijk wordt ervaren. Daarnaast vragen de functies van de gebouwen en het verwachte gebruik van de openbare buitenruimte om een acceptabel comfortniveau ten 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. Hiervoor zijn berekeningen uitgevoerd 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, waarna een conclusie wordt 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 zuiden

2 Normstelling

2.1 Windhinder en windgevaar

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

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

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



Figuur 2.1:
Verbeelding situatie
van windhinder



Figuur 2.2:
Verbeelding situatie
van windgevaar

2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar

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

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

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

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

^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

2.3 Hoogbouwvisie Amersfoort

De gemeente Amersfoort kent een hoogbouwvisie waarin windhinder en windgevaar worden benoemd. Dit is weergegeven in het document 'Hoogbouwvisie Amersfoort, Stad met een hart', d.d. 12 augustus 2019. Ten aanzien van windhinder en windgevaar is hierin het volgende benoemd:

'Met een hoogbouweffectrapportage zullen de ambities en de invloed van een gebouw op de omgeving (bijvoorbeeld zon, schaduwwerking, windhinder, bereikbaarheid en parkeren) getoetst worden.

...

Windhinder

In Nederland bestaat geen wetgeving ter voorkoming van windhinder of windgevaar. Dit betekent echter niet dat bij het realiseren van hoogbouw windhinder of windgevaar niet hoeft te worden meegenomen in de afwegingen. De gemeente heeft ervoor gekozen dat het in kaart brengen van mogelijke windhinder of windgevaar nodig is. De beoordeling van het windklimaat vindt plaats aan de hand van criteria zoals voorgeschreven in de Nederlandse norm NEN 8100:2006 "Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving.

In deze norm is het volgende beslismodel weergegeven wanneer een windonderzoek zal moeten plaatsvinden:

- gebouwen hoger dan 30 meter windonderzoek;
- beschut gelegen gebouwen, hoogte 15 tot 30 m specialist beoordeelt of windonderzoek nodig is;
- onbeschut gelegen gebouwen, hoogte tot 30 m specialist beoordeelt of windonderzoek nodig is.

Er zal dan naar verschillende situaties en activiteiten (doorlopen, slenteren, langdurig zitten) worden gekeken en daarbij zal een beoordeling van het windklimaat gegeven worden (slecht, matig, goed).'

De hoogbouwvisie geeft hiermee dus nog geen duidelijk toetsingskader voor het beoordelen van wind. In voorliggend onderzoek worden dan ook algemeen geaccepteerde richtlijnen gebruikt.

3 Opzet van de berekening

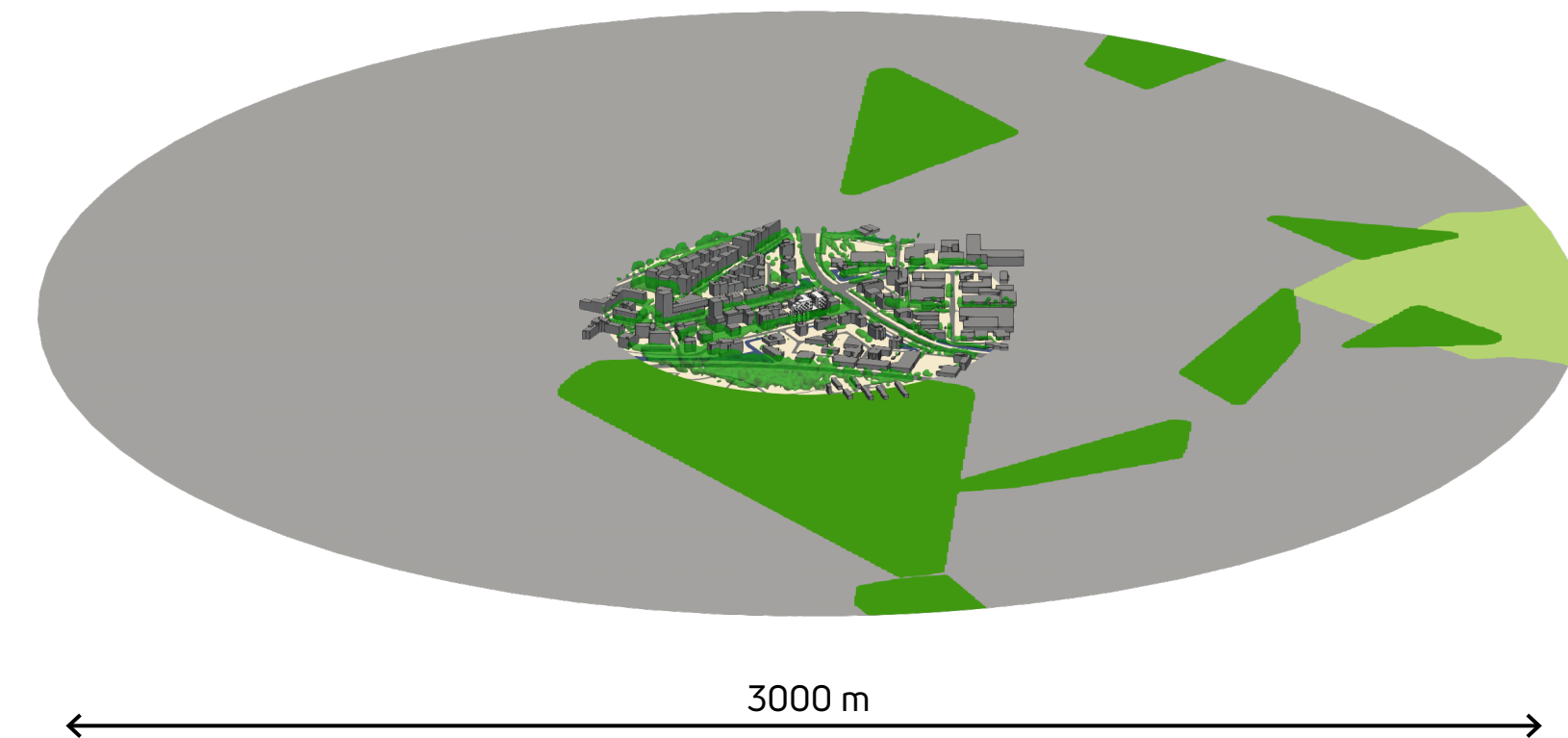
Het windonderzoek is uitgevoerd aan de hand van de richtlijnen in NEN 8100:2006. Hierbij hanteert Actiflow een 'Kwaliteitsrapport', zoals dit ook benoemd wordt in NEN 8100:2006. Hiermee wordt de kwaliteit van ons onderzoek en de betrouwbaarheid van de resultaten gewaarborgd. In dit hoofdstuk worden de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

3.1 3D-Model en rekenrooster

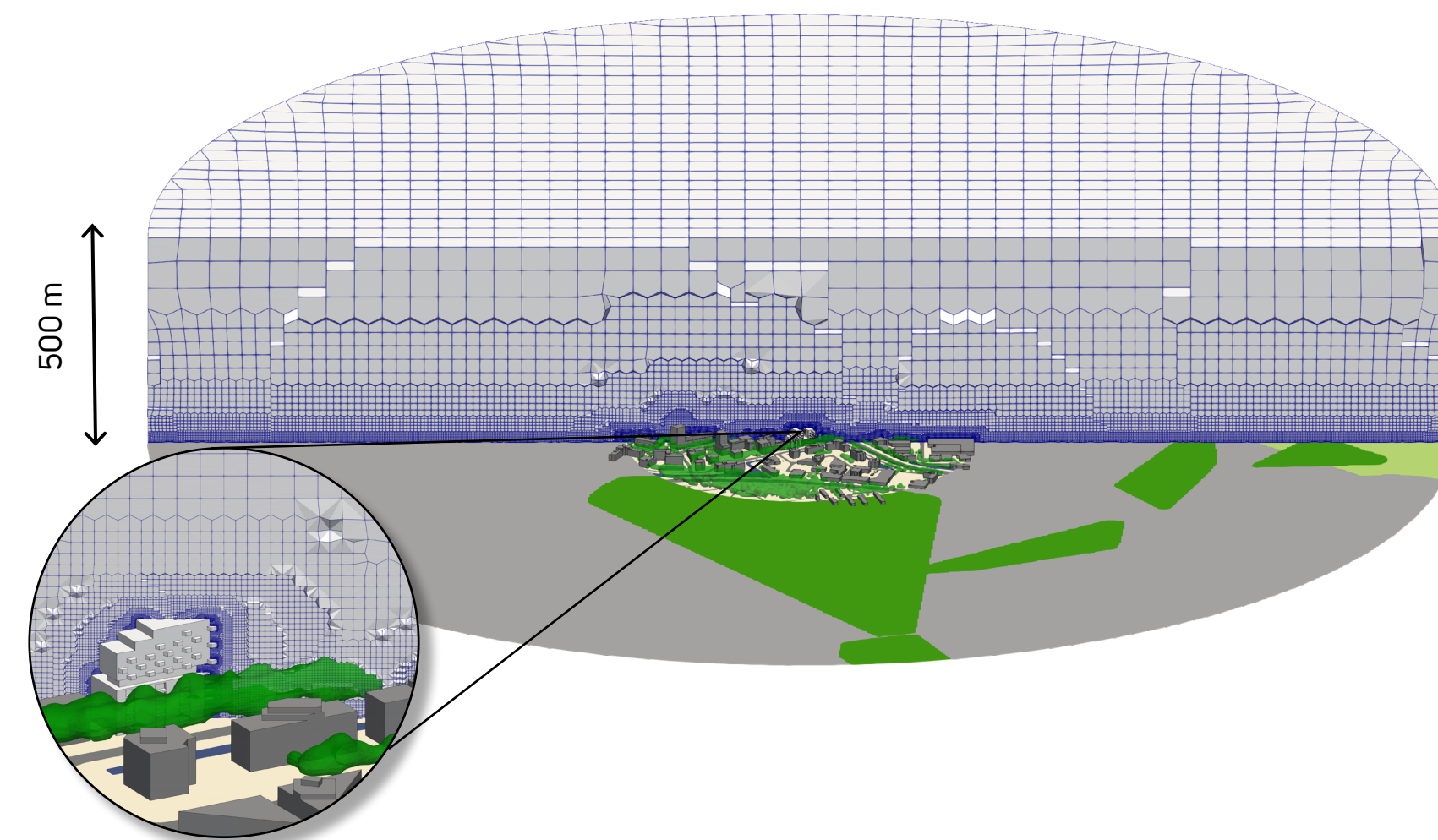
De geometrie van het model is gebaseerd op de verkregen tekeningen van de opdrachtgever. Het model omvat alle gebouwen binnen een straal van minimaal 300 m. Dit betreft de toekomstige situatie na toevoeging van de nieuwbouw in figuur 1.2 en 3.1.

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

Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor deze situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit 34.820.555 cellen. 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 zuiden



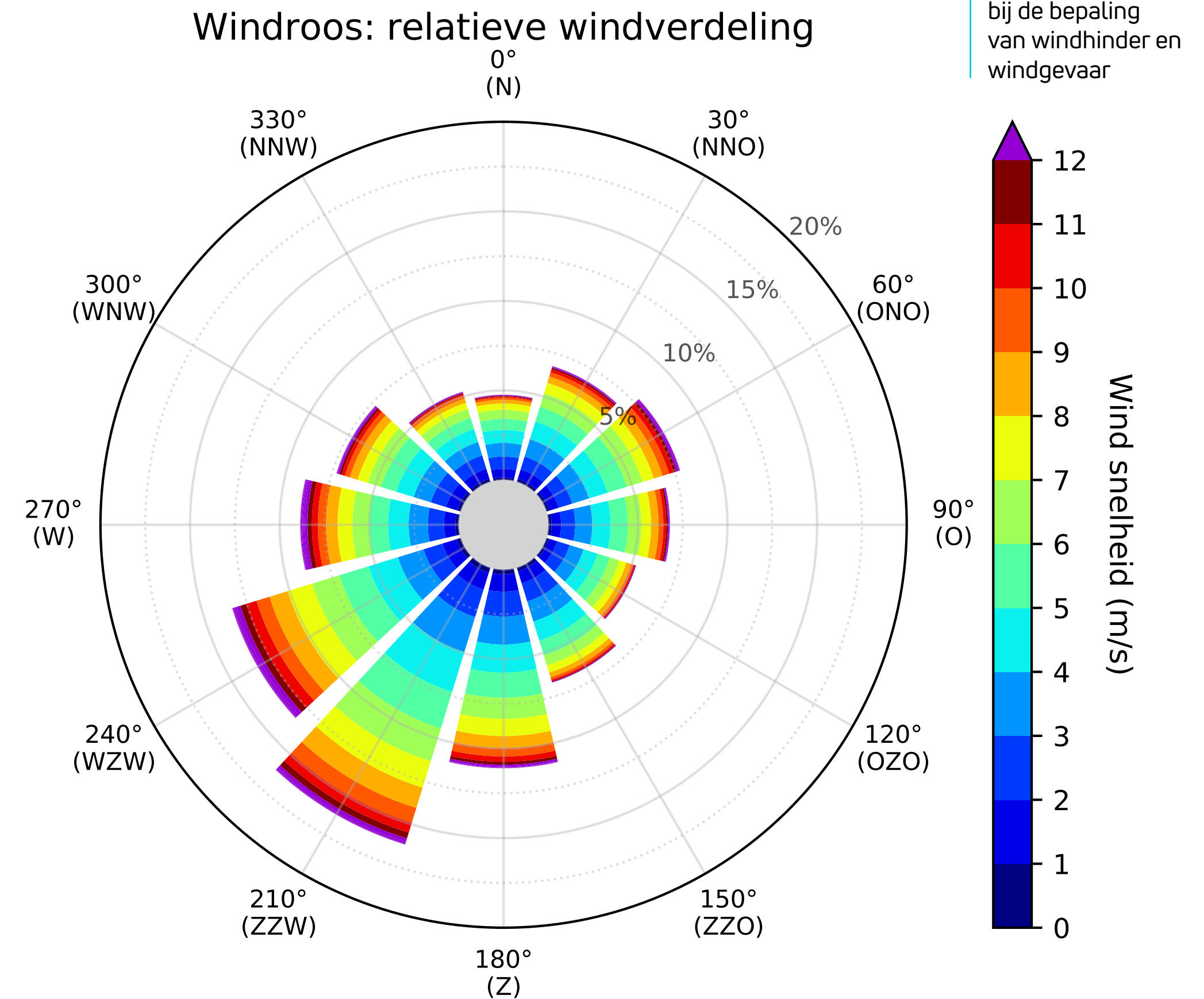
Figuur 3.2:
Doorsnede van het
rekenrooster
Zicht vanuit het zuiden

3.2 Vegetatie

Vegetatie heeft een relevante invloed op het windklimaat en is daarom rondom het plangebied en op het eigen perceel opgenomen. Deze invloed verandert echter in de loop van het jaar, afhankelijk van het seizoen en het type vegetatie. Tegelijkertijd verschillen ook de windomstandigheden in de loop van het jaar. 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.

3.3 Methodiek

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgerekend, te weten 12 windrichtingen. Voor elke windrichting die in beschouwing is genomen wordt een resulterend snelheidsveld bepaald. Hiermee is voor elke locatie per windrichting de versterkingsfactor ten opzichte van de opgelegde windsnelheid vastgelegd. Vervolgens wordt de windstatistiek conform NPR 6097:2006 gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden



bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse om te bepalen of er een comfortabel windklimaat kan zijn. Een visualisatie van de lokale windstatistiek als windroos is weergegeven in figuur 3.3. Een frequentieverdeling van de windsnelheid op 60 m hoogte wordt gerapporteerd in bijlage B.

3.4 Software

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v2412, 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.

3.5 Aannames en randvoorwaarden

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

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

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

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

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

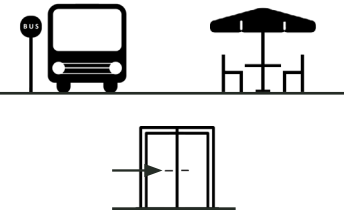
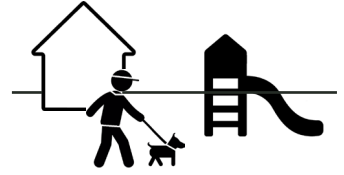
4 Resultaten

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. 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 aangename 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

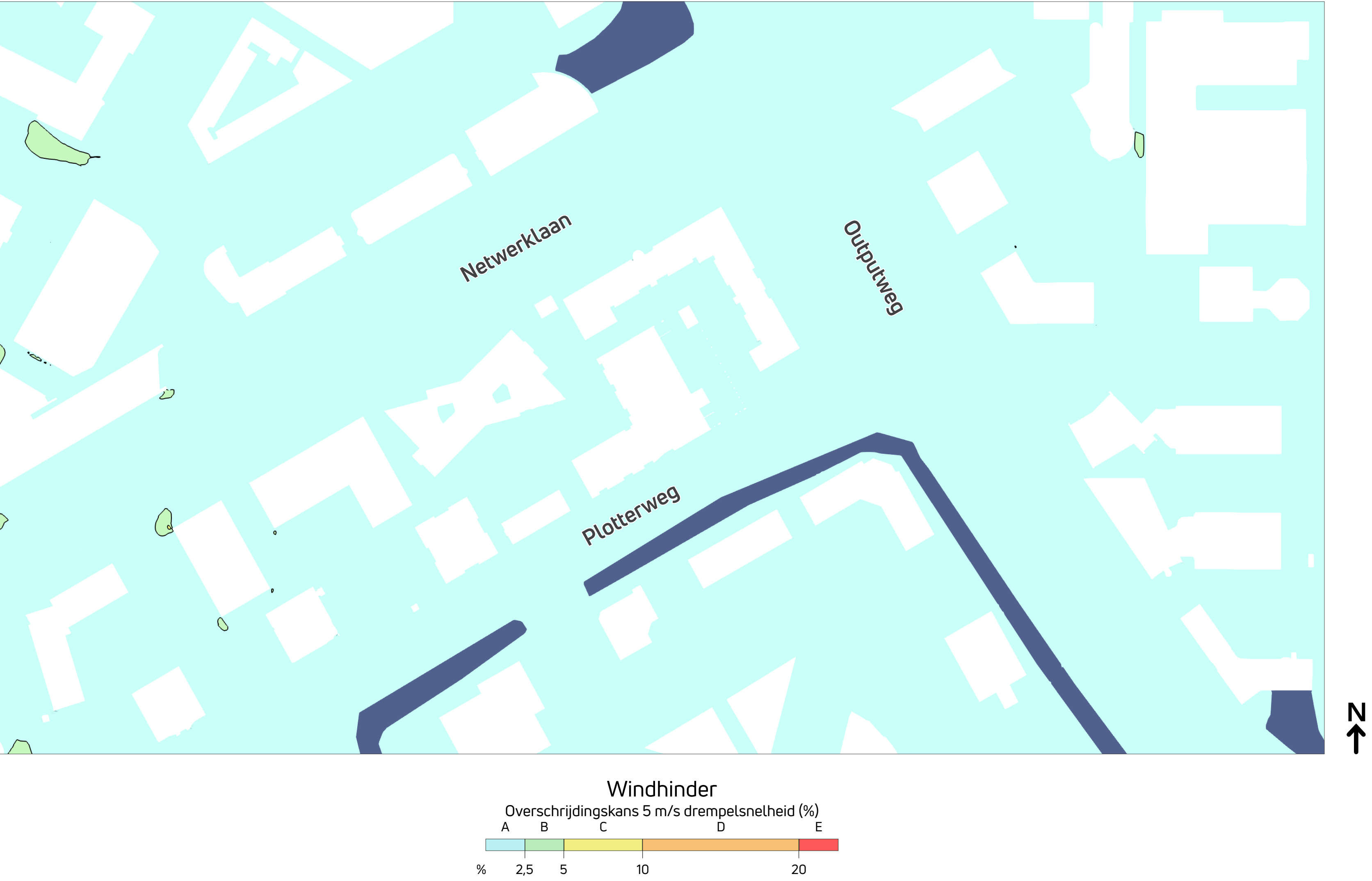
		Goed	Matig	Slecht
	Langdurig zitten en voetgangersactiviteiten ter plaatse van gebouw-entrees, etc.	A	B	C, D en E
	Slenteren en op locaties die gezien kunnen worden als verblijfsgebied voor voetgangers	A en B	C	D en E
	Doorlopen op locaties met voor voetgangers louter een verkeersfunctie en geen verblijfsfunctie	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 de nieuwbouw leidt tot een windluw klimaat op en rondom de projectlocatie. De optredende condities rondom de nieuwbouw vallen uitsluitend binnen de meest gunstige windhinderklasse A (geschikt voor iedere activiteit, zie figuur 4.1).

Het windklimaat leent zich dus uitstekend voor zowel het comfortabel uitoefenen van zowel een verkeersfunctie als verblijfsfunctie binnen het plangebied. De openbare ruimte kan om deze reden flexibel ingevuld worden zonder rekening te hoeven houden met windrijkere zones.

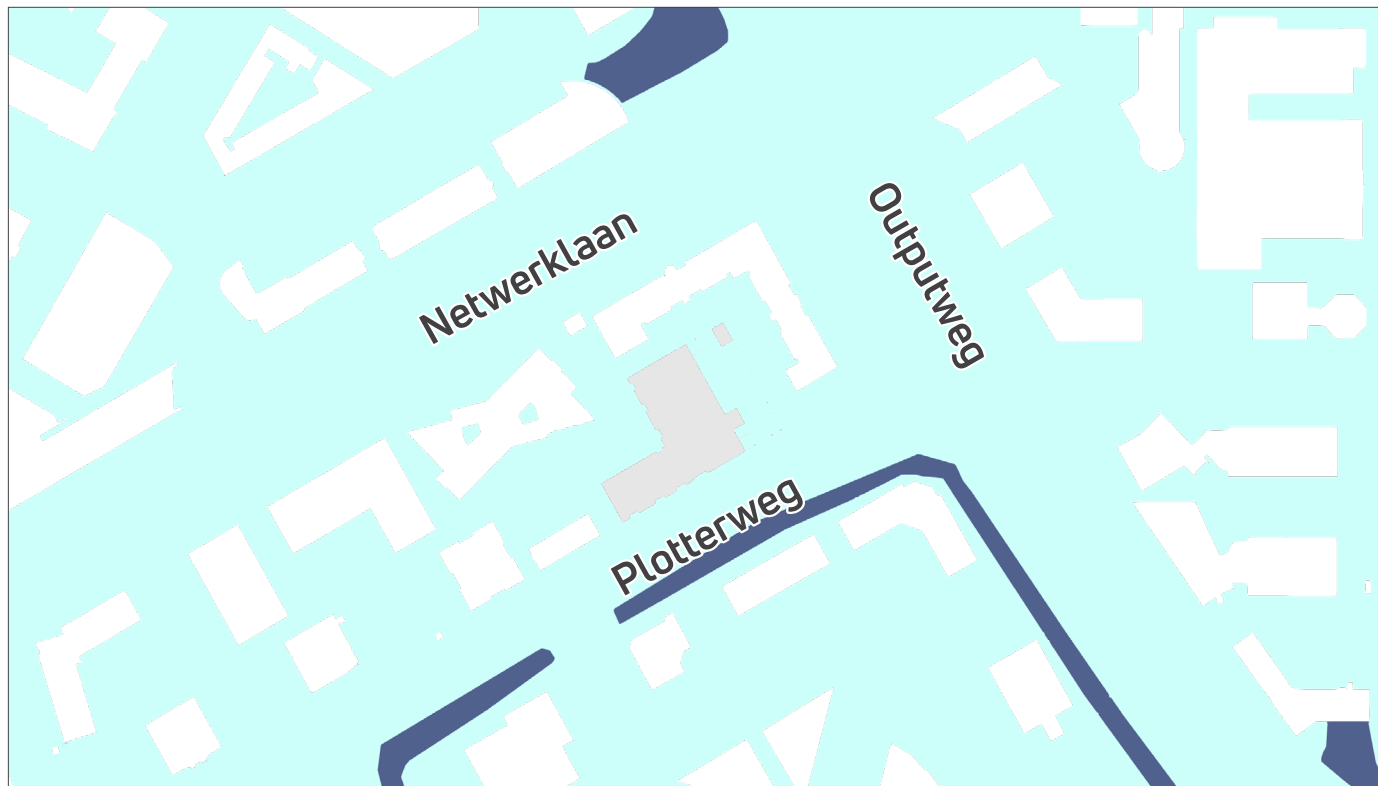
Voor gebouw-entrees is een windhinderklasse A tot B wenselijk. Gezien het windluwe klimaat rondom het gebouw, wordt geen windhinder verwacht, ongeacht de plaatsing van de entrees.

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

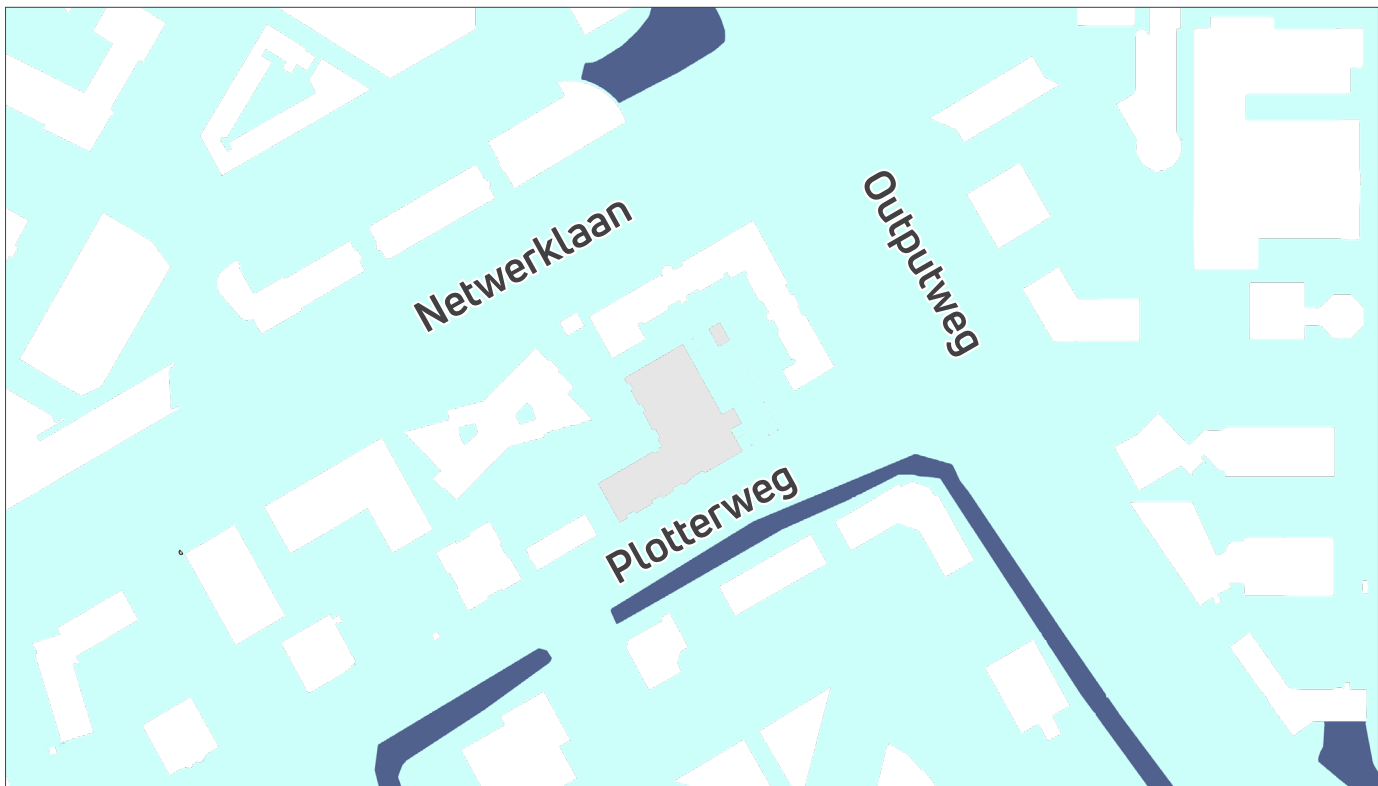


Figuur 4.1:
Windhinder op
voetgangsniveau

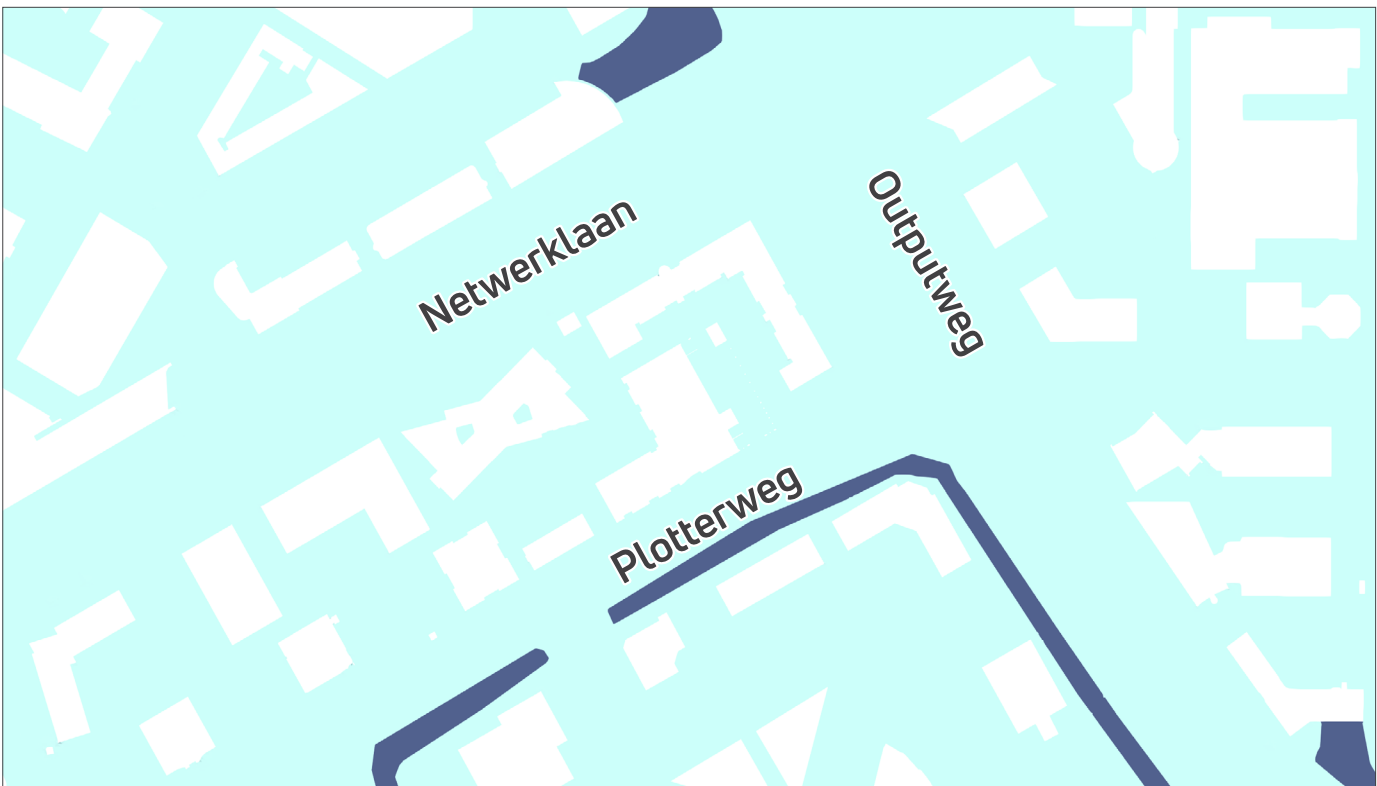
Figuur 4.2:
Windhinder op
voetgangersniveau
voor drie
verschillende
activiteiten



(a)
Beoordeling activiteit doorlopen

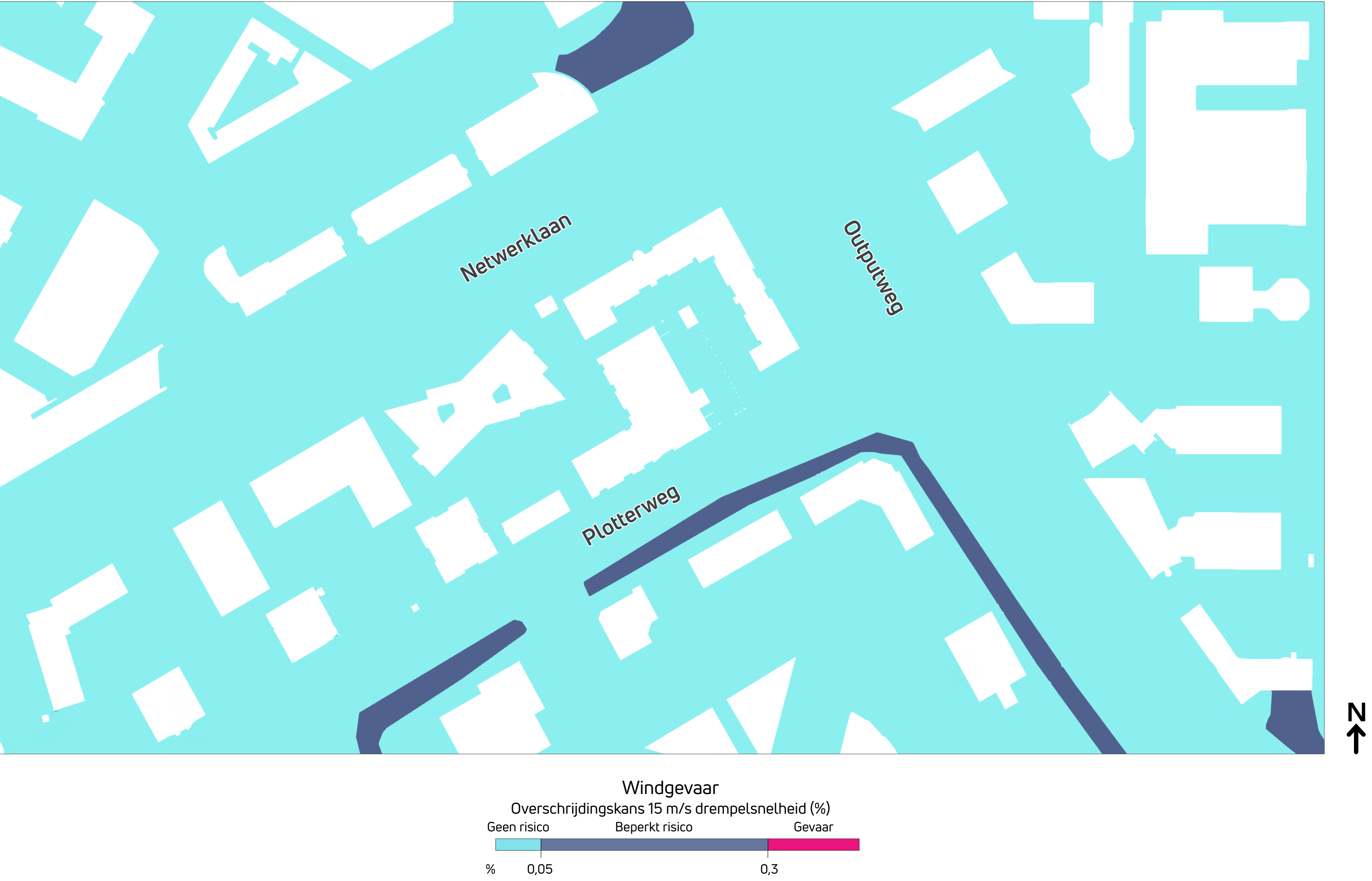


(b)
Beoordeling activiteit slenteren



(c)
Beoordeling activiteit lang zitten (situatie bladdragend)





Figuur 4.3:
Windgevaar op
voetgangsniveau

5 Conclusie

Dit rapport beschrijft het windonderzoek dat [Actiflow](#) heeft uitgevoerd voor het project Plotterweg 38 in Amersfoort. 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 wordt geclassificeerd als windhinderklasse A (geschikt voor alle activiteiten).
- Door het windluwe klimaat rondom het projectgebouw wordt ook bij de entrees geen hinder verwacht.
- 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 beperkt is en dat er na realisatie een acceptabel windklimaat zal heersen.

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Plotterweg 38 te Amersfoort
Opdrachtgever	Aveco de Bondt
Projectleider Actiflow	Thomas Bolster
Datum	23 April 2025
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 300 m rondom projectgebouw
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: 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: of2412
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: 34.820.555 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: 156352		Y: 465056	
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	$p \geq 0,3$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Windhinder contouren en klassenindeling, windgevaar contour			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	Geen			

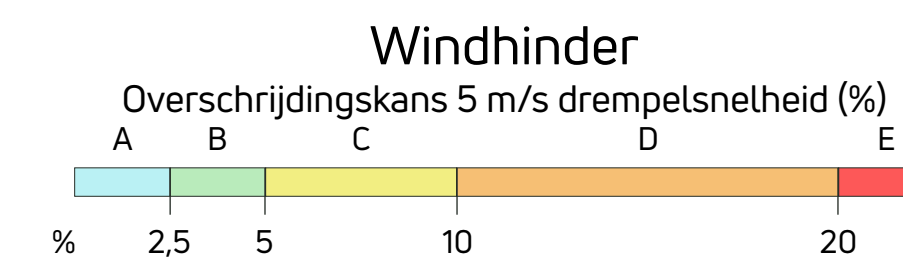
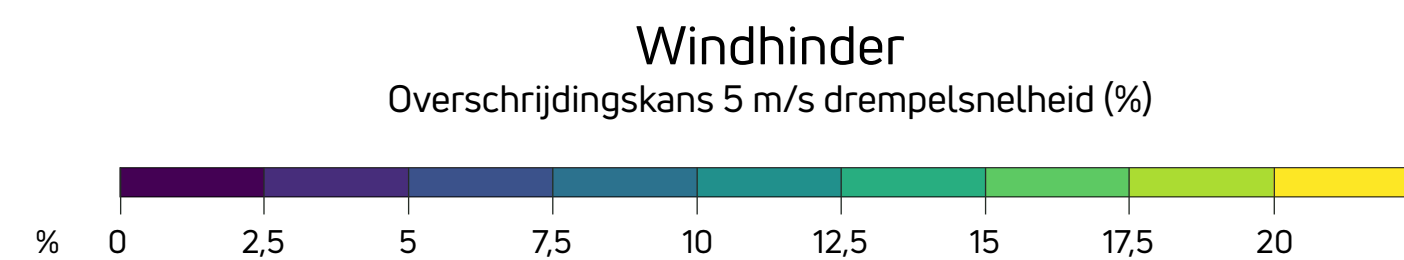
B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF IN PERCENTAGES
Amersfoortse Coördinaten: X: 156352 Y: 465056 Jaar 1963-2002

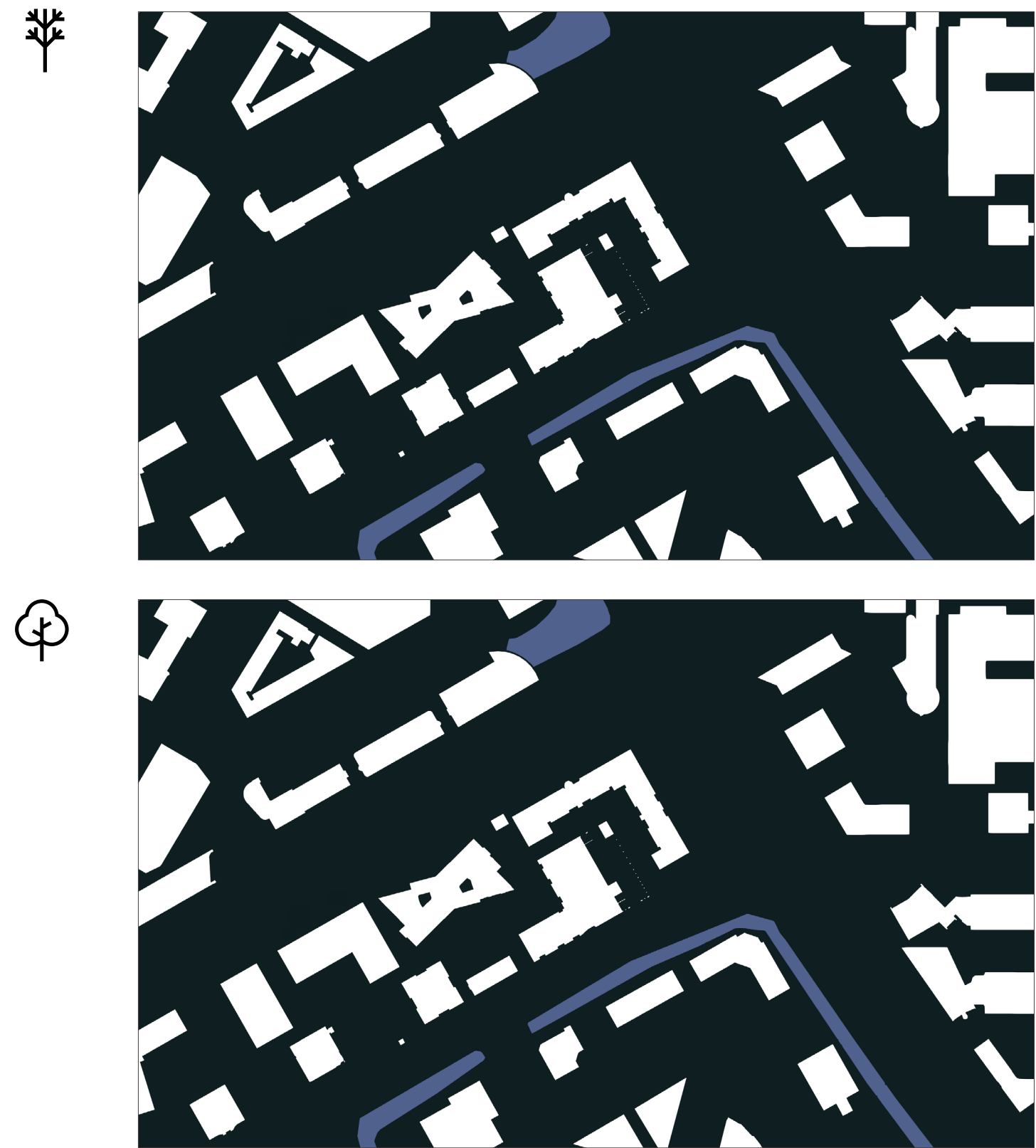
Windsnelheid [m/s]	N 345° - 15°	NNO 15° - 45°	ONO 45° - 75°	O 75° - 105°	OZO 105° - 135°	ZZO 135° - 165°	Z 165° - 195°	ZZW 195° - 225°	WZW 225° - 255°	W 255° - 285°	WNW 285° - 315°	NNW 315° - 345°	Cumulatief
0,0 - 0,9	0.13	0.17	0.17	0.18	0.16	0.22	0.27	0.31	0.25	0.19	0.20	0.19	2.43
1,0 - 1,9	0.49	0.56	0.55	0.53	0.47	0.71	0.97	0.98	0.82	0.64	0.66	0.58	7.96
2,0 - 2,9	0.69	0.75	0.79	0.79	0.73	1.05	1.38	1.60	1.10	0.90	0.89	0.78	11.46
3,0 - 3,9	0.76	1.02	0.98	0.95	0.81	1.18	1.57	2.05	1.50	1.07	1.00	0.78	13.66
4,0 - 4,9	0.72	1.02	1.08	1.02	0.82	1.11	1.57	2.32	1.71	1.15	1.01	0.76	14.30
5,0 - 5,9	0.62	0.87	1.13	0.96	0.72	0.86	1.40	2.13	1.71	1.05	0.90	0.65	13.01
6,0 - 6,9	0.50	0.79	0.91	0.76	0.55	0.59	1.18	1.93	1.59	0.94	0.77	0.52	11.03
7,0 - 7,9	0.36	0.61	0.66	0.54	0.41	0.42	0.96	1.54	1.42	0.83	0.60	0.36	8.71
8,0 - 8,9	0.21	0.37	0.51	0.42	0.28	0.27	0.67	1.19	1.07	0.64	0.45	0.25	6.35
9,0 - 9,9	0.12	0.25	0.39	0.27	0.15	0.14	0.47	0.86	0.76	0.46	0.29	0.18	4.36
10,0 - 10,9	0.06	0.17	0.26	0.16	0.07	0.09	0.30	0.58	0.59	0.33	0.19	0.09	2.90
11,0 - 11,9	0.04	0.09	0.16	0.09	0.03	0.04	0.16	0.34	0.35	0.24	0.13	0.05	1.72
12,0 - 12,9	0.02	0.04	0.10	0.06	0.01	0.01	0.10	0.18	0.23	0.15	0.08	0.03	1.01
13,0 - 13,9	0.01	0.02	0.07	0.02	0.01	0.01	0.04	0.09	0.12	0.10	0.04	0.02	0.56
14,0 - 14,9	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.07	0.02	0.01	0.28
15,0 - 15,9	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	-	0.01	0.02	0.03	0.04	0.01	0.00	0.14
16,0 - 16,9	-	-	0.00	0.00	-	-	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.08
17,0 - 17,9	-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	-	0.04
18,0 - 18,9	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.01
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.01
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-	0.00	-	0.00
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	0.00
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	0.00
25,0 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld

Windhinder in de toekomstige situatie

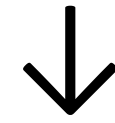


Windgevaar in de toekomstige situatie



D Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

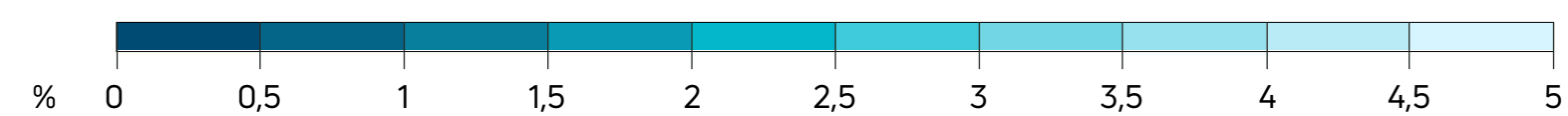
Windrichting:
0° Noord



Windrichting:
30° Noordnoordoost



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



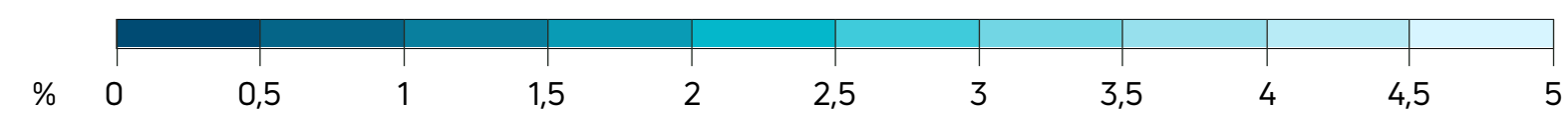
Windrichting:
60° Oostnoordoost



Windrichting:
90° Oost



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



Windrichting:
120° Oostzuidoost

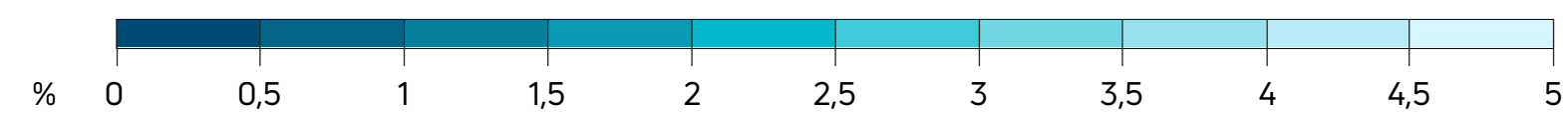


Windrichting:
150° Zuidzuidoost

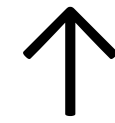


N
↑

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



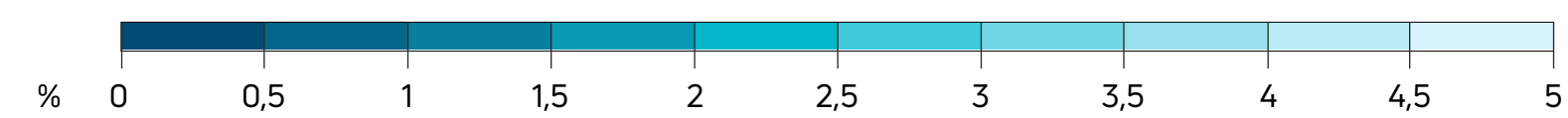
Windrichting:
180° Zuid



Windrichting:
210° Zuidzuidwest



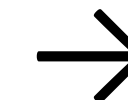
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



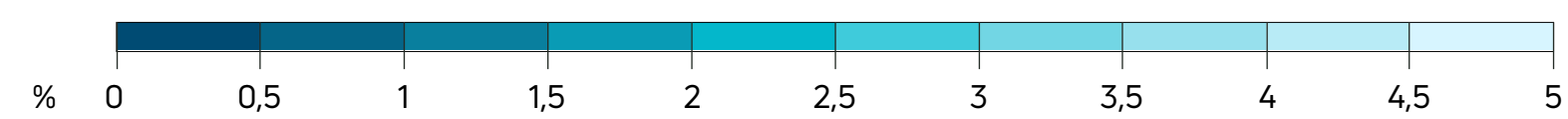
Windrichting:
240° Westzuidwest



Windrichting:
270° West



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



Windrichting:
300° Westnoordwest

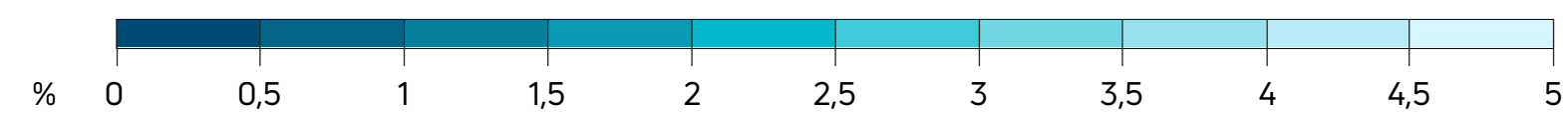


Windrichting:
330° Noordnoordwest



N
↑

Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)





Actiflow BV

Tramsingel 5

4814 AB Breda

+31 (0)76 5422 220

contact@actiflow.com

www.actiflow.com