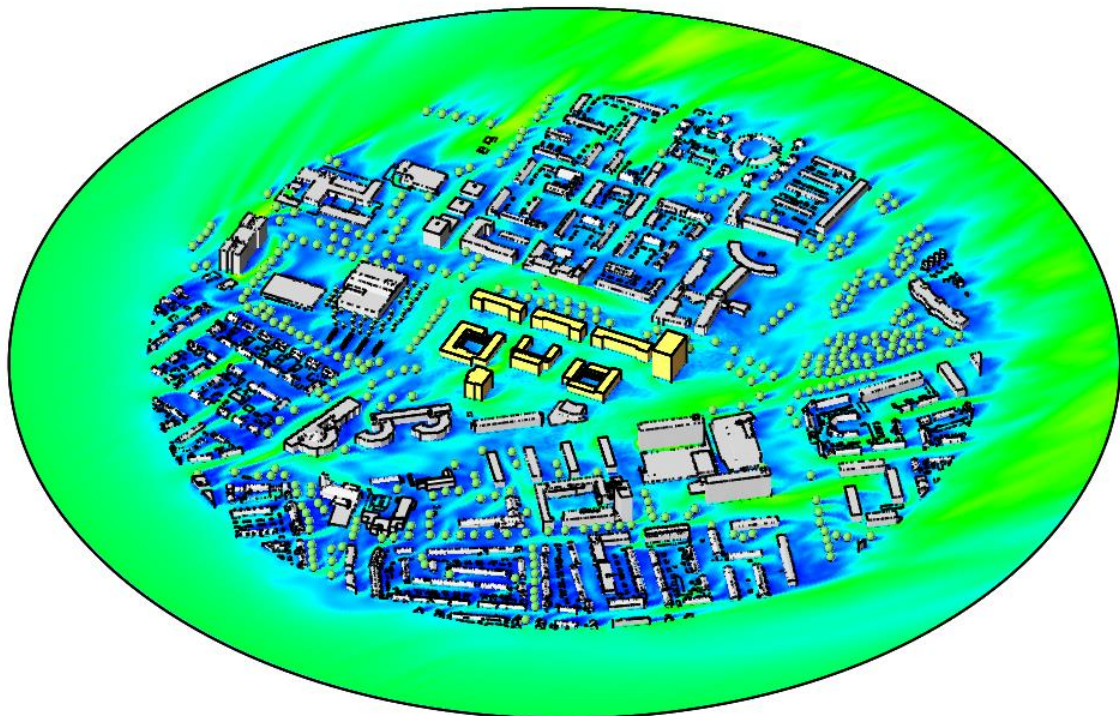


# Rapport Windklimaatonderzoek

Nieuwbouw Ludgeruskwartier Deventer



Opdrachtgever: SAB  
Rapportnummer: #SAB-01-25  
Datum: 11 august 2025  
Projectleider: ir. J.J. van Egmond

Voorstraat 27A  
2611JK, Delft

info@mvaero.nl  
www.mvaero.nl

mvAERO  
KvK 67183816

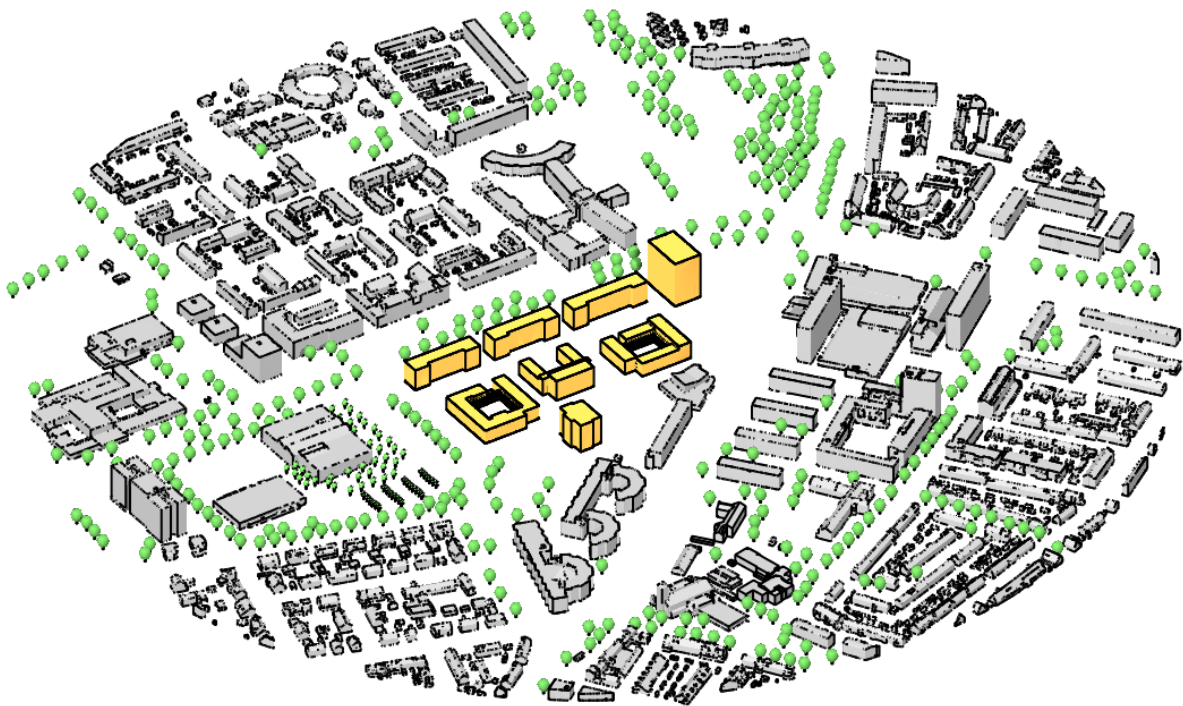
# Inhoudsopgave

1 – Inleiding	3
2 - Normstelling en Uitgangspunten	5
2.1 – Beslismodel	5
2.2 – Windhinder	5
2.3 – Windgevaar	5
2.4 – Windklimaat in de omgeving	6
2.5 – Terreinruwheid in de omgeving	7
2.6 – Uitvoering numerieke simulaties	7
3 – Resultaten en Discussie	8
3.1 – Nieuwbouw situatie	8
3.2 – Windgevaar	9
4 – Samenvatting en conclusies	10
Bijlage A – Gedetailleerde overzichten windhinderkans	11
Bijlage B – Technisch inlegvel numerieke simulatie	12

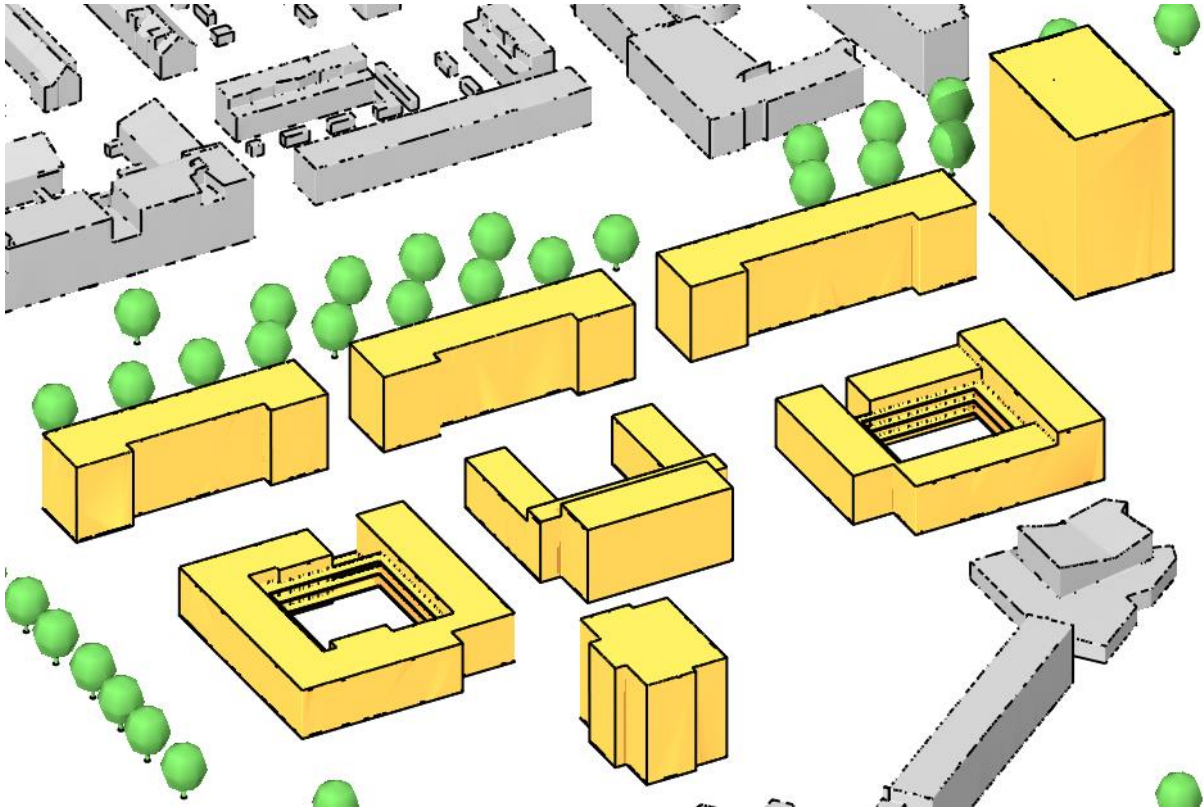
## 1 – Inleiding

In opdracht van SAB is een windklimaatonderzoek uitgevoerd met betrekking tot een nieuwbouw aan het Ludgeruskwartier te Deventer. De nieuwbouw bestaat uit meerdere woontorens tot een hoogte van 40 meter. Het doel van het windklimaatonderzoek is het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de nieuwbouw.

Voor de uitvoering van het windklimaatonderzoek is gebruikt gemaakt van een 3D-model van de nieuwbouw en de stedenbouwkundige omgeving in een straal van 450 meter rondom de nieuwbouw. Het model van de nieuwbouw is aangeleverd door SAB. De 3D-modellen zijn in Figuur 1 en Figuur 2 weergegeven.



*Figuur 1: Aangezicht van het 3D-model van de nieuwbouw (geel) en de stedenbouwkundige omgeving in een straal van 450 meter (grijs)*



Figuur 2: Aangezicht 3D-model van de nieuwbouw

De opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat zijn in overeenstemming met de Nederlandse norm *NEN 8100:2006 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*. De normstelling en de uitgangspunten van het onderzoek worden in hoofdstuk 2 toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de numerieke simulatieresultaten en de daarbij behorende statistische analyses gepresenteerd. Tot slot wordt in hoofdstuk 4 het onderzoek samengevat en worden de conclusies van het onderzoek weergegeven.

## 2 – Normstelling en Uitgangspunten

### 2.1 Beslismodel

De beoordeling van het windklimaat met betrekking tot windhinder en windgevaar is vastgelegd in de norm NEN 8100:2006. De norm stelt dat voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter nader onderzoek noodzakelijk is. Gezien de bouwhoogte van 40 meter is een windklimaatonderzoek uitgevoerd.

### 2.2 Windhinder

Voor de beoordeling van het lokale windklimaat op windhinder wordt gewerkt met een uurgemiddelde drempelsnelheid  $V_{DR,H}$  van 5 [m/s]. Bij deze windsnelheid gaan mechanische effecten bij de ervaring van het windklimaat een rol spelen. Zoals het verwaaien van het haar en kleding en het openslaan van paraplu's. De kans dat de lokale windsnelheid  $V_{LOK}$  hoger is dan de drempelsnelheid wordt de overschrijdingskans tot windhinder  $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$  genoemd. Deze overschrijdingskans is maatgevend voor de beoordeling van het lokale windklimaat.

Overschrijdingskans $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		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

Tabel 1: Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder [NEN 8100:2006]

Aan de hand van Tabel 1 wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder. Afhankelijk van de activiteit wordt een lokaal windklimaat gekwalificeerd met 'goed', 'matig' of 'slecht'. Bij een goed lokaal windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek onder normale omstandigheden geen last van windhinder. Bij een matig lokaal windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder. Volgens de NEN 8100:2006 wordt ernaar gestreefd om, binnen de verschillende activiteitsniveaus, een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren.

### 2.3 Windgevaar

Voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar wordt gewerkt met een uurgemiddelde drempelsnelheid  $V_{DR,G}$  van 15 [m/s]. Net als bij de beoordeling voor windhinder, is ook hier de overschrijdingskans maatgevend voor de beoordeling.

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

Tabel 2: Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar [NEN 8100:2006]

De norm stelt dat de kwalificatie 'beperkt risico' alleen acceptabel is voor de activiteiten klasse I (Doorlopen). Situaties met de kwalificatie 'Gevaarlijk' dienen te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.

### 2.4 Windklimaat in de omgeving

Voor de vertaling van numerieke simulaties naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van windstatistiek. De NEN 8100:2006 verwijst naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Op basis van de meteogegevens van een groot aantal meteostations over een tijdspanne van 40 jaar kan de distributie van de lokale windsnelheid en windrichting voor iedere locatie in Nederland worden bepaald.

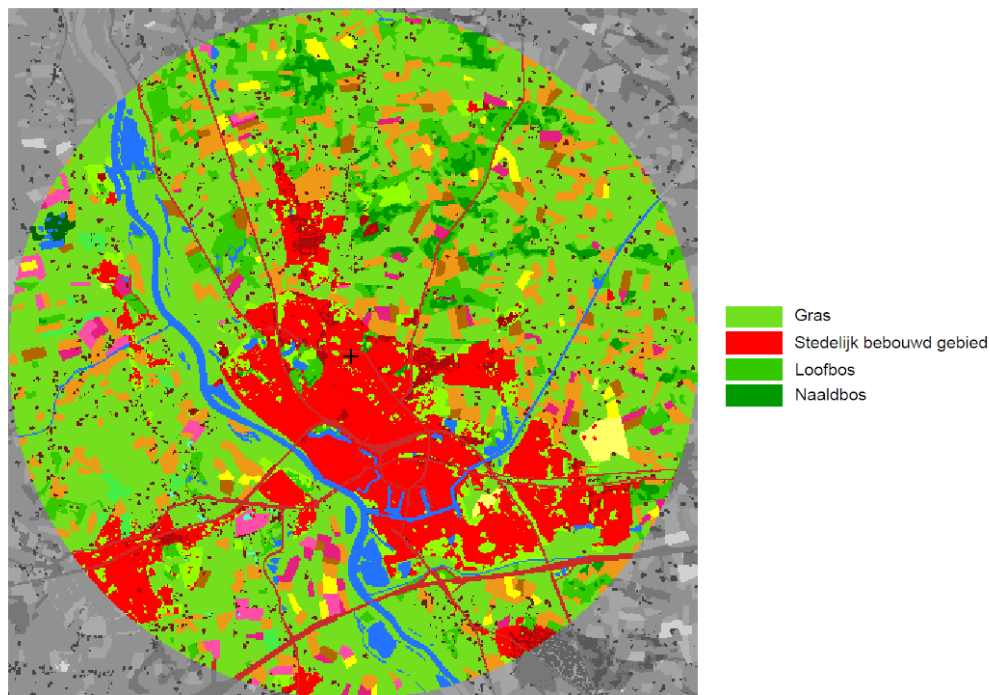


Figuur 3: Distributie van windsnelheid en windrichting voor de nieuwbouwlocatie op 60m hoogte

Figuur 3 geeft op basis van NPR 6097:2006 de distributie van windsnelheid en windrichting voor de nieuwbouwlocatie weer. Uit de figuur blijkt dat de zuidwestenwind relatief vaak voorkomt en een grotere kans heeft op hogere windsnelheden. De zuidwestenwind is daarom bepalend voor het windklimaat ter plaatse van de bouwlocatie.

## 2.5 Terreinruwheid in de omgeving

NPR 6097:2006 geeft naast een distributie van windsnelheid en windrichting ook een indicatie van de terreinruwheid van de omgeving. De terreinruwheid in de omgeving van Apeldoorn is weergegeven in Figuur 4. Op basis van deze gegevens wordt de atmosferische grenslaag in 12 verschillende windrichtingen gemodelleerd. Hierbij wordt ook rekening gehouden met relatief recent toegevoegd stedelijk gebied wat niet op deze kaart staat vermeld. Stedelijk gebied heeft een hogere ruwheid dan loofbos en naaldbos. Landschappen van voornamelijk gras hebben een klein effect op de atmosferische grenslaag.



*Figuur 4: Terreinruwheid in de omgeving van Apeldoorn [NPR 6097:2006]*

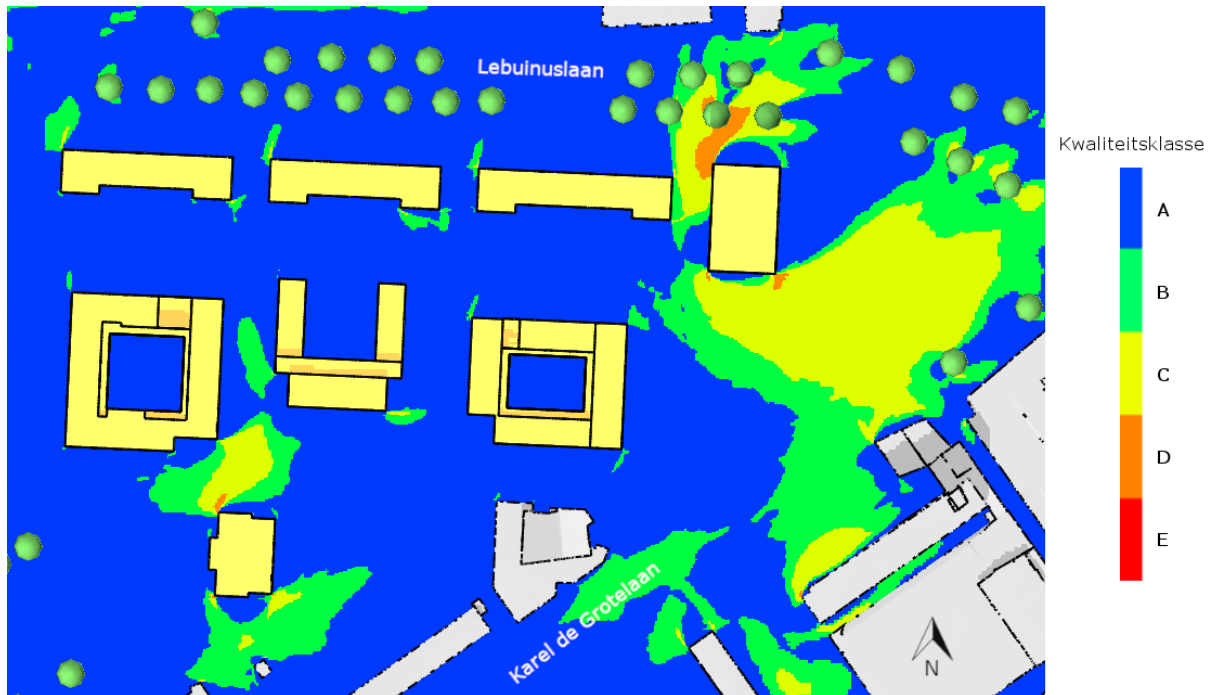
## 2.6 Uitvoering numerieke simulaties

De numerieke windsimulaties worden vanuit 12 windrichtingen uitgevoerd. In de windsimulaties wordt de stedenbouwkundige omgeving in een straal van 450 meter rondom de nieuwbouw meegenomen. Aan de rand van het rekenmodel wordt een atmosferisch grenslaagprofiel opgewekt op basis van de terreinruwheid in de omgeving (zie Figuur 4).

Uit de numerieke windsimulaties volgt een 3-dimensionaal beeld van de snelheidsverhoudingen tussen de lokale windsnelheid en de windsnelheid op 60 meter hoogte. Middels de windstatistiek, zoals toegelicht in sectie 2.4, wordt vervolgens voor ieder punt in de nabijheid van de nieuwbouw de overschrijdingskans van zowel de uurgemiddelde drempelsnelheid voor windhinder als windgevaar berekend. Daarna worden deze overschrijdingskansen getoetst aan de NEN 8100:2006 om het lokale windklimaat te kunnen classificeren (zie Tabel 1).

## 3 – Resultaten en Discussie

### 3.1 Nieuwbouw situatie



*Figuur 5: Kwaliteitsklasse windklimaat op 1.75m hoogte in de nieuwbouw situatie*

In Figuur 5 is de kwaliteitsklasse van het lokale windklimaat in de nieuwbouw situatie visueel weergegeven op een horizontale doorsnede op 1.75m hoogte. De nieuwbouw is in geel en de stedenbouwkundige omgeving in grijs weergegeven. De berekende kwaliteitsklasse is met behulp van de legenda op ieder punt in de nabijheid van de nieuwbouw af te lezen. Een gedetailleerd visueel overzicht van de overschrijdingskans tot windhinder op 1.75m hoogte in de nieuwbouw situatie is weergegeven in bijlage A.

Uit de figuur blijkt dat het lokale windklimaat rondom de nieuwbouw grotendeels beoordeeld wordt met kwaliteitsklasse A/B/C. In een enkel gebied ten noorden van de noordooster toren ontstaat een gebied met kwaliteitsklasse D. Dezelfde toren draagt ook bij aan een groter gebied met kwaliteitsklasse C ten zuiden en zuidoosten van de toren. Dit gebied heeft een bijna uniforme kans op windhinder van 7-8% en blijft daarmee nog relatief ver weg van kwaliteitsklasse D, zoals te zien in bijlage A.

Deze gebieden worden voornamelijk veroorzaakt door de zuidwesterwind. Het stuwpunt vanuit deze veelvoorkomende windrichting zorgt voor een valwind die vervolgens op maaiveldniveau langs beide kanten van de toren stroomt. Dit gebeurt, in mindere mate vanwege de lagere hoogte, ook bij de zuidertoren. De overige gebouwen dragen niet of nauwelijks bij aan een ongunstig windklimaat. Het lokale windklimaat rondom deze overige gebouwen is met kwaliteitsklasse A/B gunstig voor alle activiteitsniveaus.



Daarmee valt er voor de activiteit 'Doorlopen' rondom de nieuwbouw overal, een volgens NEN 8100:2006 nagestreefd, goed of matig windklimaat te verwachten. Aanzet tot de activiteit 'Slenteren' wordt in het gebied met kwaliteitsklasse D afgeraden. Aanzet tot de activiteit 'Langdurig zitten' wordt in de gebieden met kwaliteitsklasse C en D afgeraden.

### **3.2 Windgevaar**

Uit de resultaten blijkt nergens in het onderzoeksgebied een overschrijding van het criterium tot windgevaar, zoals toegelicht in sectie 2.3. Om deze reden wordt de overschrijdingskans tot windgevaar niet grafisch weergegeven.

## 4 – Samenvatting en Conclusies

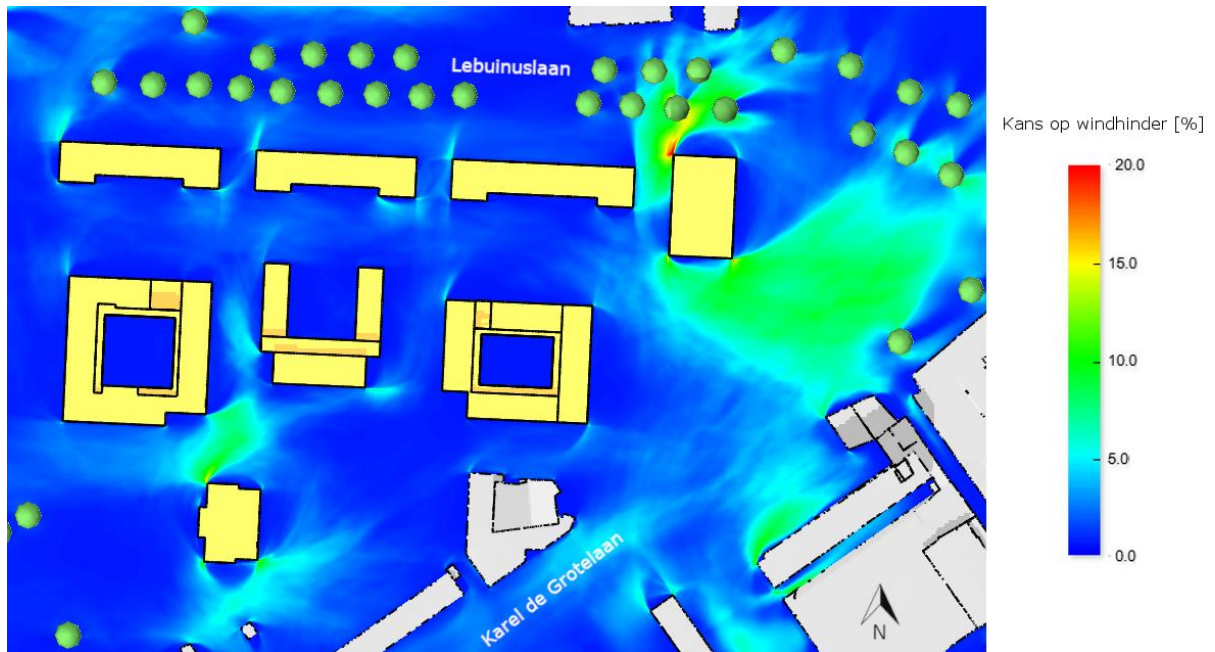
In opdracht van SAB is een windklimaatonderzoek uitgevoerd met betrekking tot een nieuwbouw aan het Ludgeruskwartier te Deventer. De nieuwbouw bestaat uit meerdere woontorens tot een hoogte van 40 meter. Het doel van het windklimaatonderzoek is het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de nieuwbouw.

Voor de uitvoering van het windklimaatonderzoek is gebruikt gemaakt van een 3D-model van de nieuwbouw en de stedenbouwkundige omgeving in een straal van 450 meter rondom de nieuwbouw. Het model van de nieuwbouw is aangeleverd door SAB.

De opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat zijn in overeenstemming met de Nederlandse norm *NEN 8100:2006 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

Uit de resultaten van het windklimaatonderzoek is geconcludeerd dat de nieuwbouw, zoals gepland omtrent augustus 2025, geen overmatige windhinder op hoofdhoogte zal veroorzaken tijdens de activiteiten 'Doorlopen'. Aanzet tot de activiteit 'Slenteren' en 'Langdurig zitten' wordt in een deel van het onderzoeksgebied afgeraden. Nergens rondom de nieuwbouw bleek een overschrijding van het criterium tot windgevaar.

## Bijlage A – Gedetailleerd overzicht windhinderkans



## Bijlage B – Technisch inlegvel numerieke simulatie

<b>Project</b>	<b>Projectgegevens</b>			
Projectnaam	Nieuwbouw Ludgeruskwartier Deventer			
Opdrachtgever	SAB			
Projectleider	ir. J.J. van Egmond			
Datum	11 augustus 2025			
<b>Model</b>	<b>Algemene gegevens van het model</b>			
Omvang gemodelleerd gebied	In een straal van 450 meter rondom de nieuwbouw			
Kerngebied	Ca. 40 meter hoog			
Omgeving	Gemiddeld ca. 10 meter hoog			
Afmetingen model	1200 x 1200 x 2000 meter			
Blokkeringsgraad	< 1%			
Gemodelleerd groen	Bomen uniform als cilinder en bol			
Onderzochte windrichtingen	12 (in stappen van 30 graden)			
Onderzochte configuraties	1: nieuwbouw situatie			
<b>Computeropstelling</b>	<b>Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur</b>			
Programmatuur	Lattice-Boltzmann methode			
Algemeen	Drie-dimensionaal, tijd-afhankelijk, isothermisch			
Rekenrooster	D3Q27 grid, verfijning in kerngebied, 26e6 elementen			
Turbulentiemodellering	Wall-Adapting-Local-Eddy model			
<b>Randvoorwaarden</b>	<b>Gebruikte randvoorwaarden</b>			
Instroomprofiel	z0 (0.8, 0.8, 0.8, 1.0, 1.4, 1.4, 1.2, 1.0, 1.0, 0.8, 0.8, 0.8)			
Uitlaat	Constance druk			
Boven-/zijwanden	Gesloten, wrijvingsloos			
Vloer/bodem	Gesloten, turbulentiemodel aan de wand			
<b>Gegevensverwerking en beoordeling</b>	<b>Informatie voor locatie en berekening windklimaat</b>			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X207846, Y476042			
Toegepaste eisen	$V_{DR,H}$	Kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans %	Beoordeling
<b>Voor comfort</b>			$p(V_{LOK} > V_{DR,H})$	
Doorlopen	5	A/B/C/D	$p < 20$	goed/matig
Slenteren	5	A/B/C	$p < 10$	goed/matig
Zitten	5	A/B	$p < 5$	goed/matig
Regionale correctie	n.v.t			
<b>Voor gevaar</b>			$p(V_{LOK} > V_{DR,G})$	
	15	n.v.t	$0.05 < p < 0.30$	goed
	15	n.v.t.	$0.30 < p$	goed
<b>Gepresenteerde resultaten</b>	Windhinder: grafische weergaven met kwalificatieklasse en overschrijdingskans in percentages			
	Windgevaar: tekstuele beoordeling			