

VOF Residential I Breda
Markendaalseweg
Windhinderonderzoek

270554-00

Definitief | 11 September 2019

This report takes into account the particular instructions and requirements of our client.

It is not intended for and should not be relied upon by any third party and no responsibility is undertaken to any third party.

Job number 270554-00

Arup bv

Postal address:

PO Box 57145

1040 BA Amsterdam

Visitor address:

Naritaweg 118

1043 CA Amsterdam

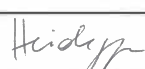
The Netherlands

www.arup.com

ARUP

Document Verification

ARUP

Job title		Markendaalseweg		Job number		270554-00	
Document title		Windhinderonderzoek		File reference			
Document ref		270554-00					
Revision	Date	Filename	20190909_Windhinderonderzoek Markendaalseweg				
Draft 1	9 sep 2019	Description	First draft				
			Prepared by	Checked by	Approved by		
		Name	Veronika Heidegger	Jacco Paauw	Mathew Vola		
		Signature					
Definitief	11 sep 2019	Filename	20190911_Windhinderonderzoek Markendaalseweg				
		Description	Definitief				
			Prepared by	Checked by	Approved by		
		Name	Veronika Heidegger	Jacco Paauw	Mathew Vola		
		Signature					
		Filename					
		Description					
			Prepared by	Checked by	Approved by		
		Name					
		Signature					
		Filename					
		Description					
			Prepared by	Checked by	Approved by		
		Name					
		Signature					

Press Control+Shift+D to insert or

Issue Document Verification with Document



Contents

	Page
1 Inleiding	1
2 Uitgangspunten en randvoorwaarden	2
2.1 Windhinder en windgevaar	2
2.2 Windklimaat op de locatie	3
2.3 CFD	4
3 Schematisering plan	5
3.1 Activiteitenklassen	5
3.2 Openbare ruimte	5
3.3 Galerij	6
4 Resultaten windhinderonderzoek	8
4.1 Beoordeling Windhinder	8
4.2 Beoordeling Windgevaar	13
5 Conclusies en aanbevelingen	15
5.1 Conclusies	15
5.2 Aanbevelingen	15

Appendices

Appendix A

Windstatistiek en terrein ruwheid

Appendix B

Technisch inlegvel numerieke simulatie

1 Inleiding

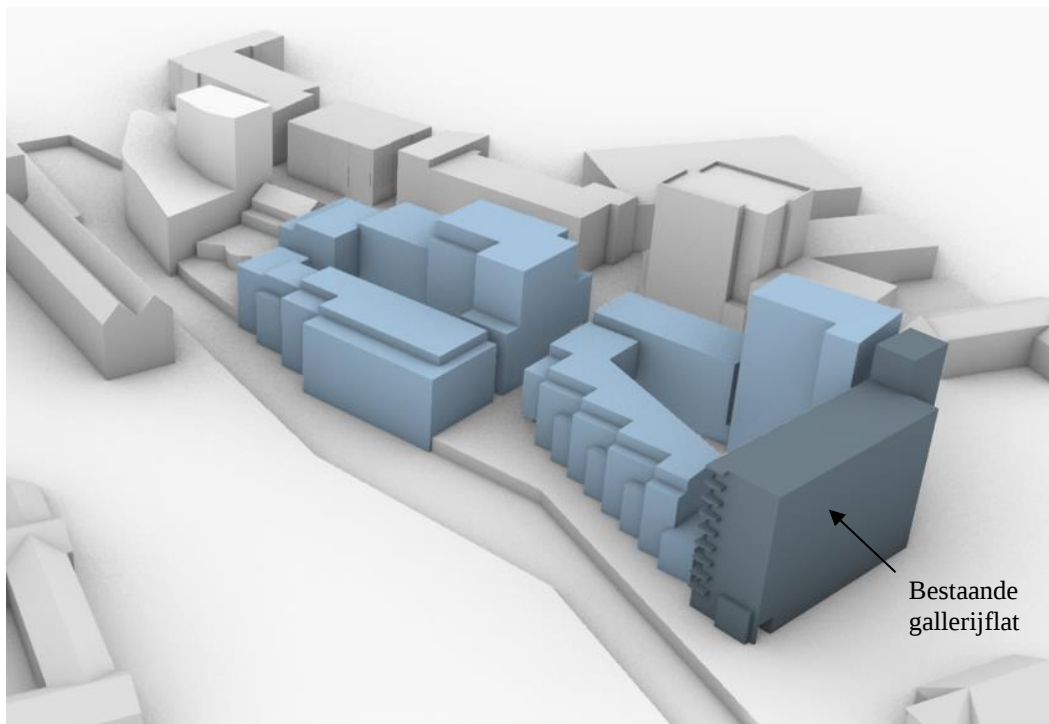
Voorliggende rapportage behandelt het windhinderonderzoek voor het project “Markendaalseweg” in Breda voor de bepaling van het windklimaat op maaiveld niveau.

Het plan bestaat uit verschillende woningblokken variërend in hoogte van 7 tot 33 meter aan de Markendaalseweg in Breda met private en publieke buitenruimten langs De Mark.

Aan de zuidzijde van de kavel is een bestaande galerijflat gepositioneerd, hieronder in donkerblauw aangegeven.

In een QuickScan, uitgevoerd door Nieman raadgevende adviseurs d.d. 30 april 2016, conform NEN8100 kon het risico op windhinder en windgevaar niet worden uitgesloten. Naar aanleiding van deze QuickScan is besloten tot een windhinderonderzoek door middel van een Computational Fluid Dynamics (CFD) analyse. De resultaten van de analyse worden in deze rapportage besproken.

Met behulp van een numerieke simulatie wordt antwoord gegeven op de vraag waar en in welke mate risico op windhinder en –gevaar optreedt.



Figuur 1 - Overzicht ontwerp Markendaalseweg

2 **Uitgangspunten en randvoorwaarden**

De volgende documenten worden gehanteerd als grondslag voor de CFD-analyse.

- Sketchup modellen van havermans:hielkema architecten:
 - 1602.3_bestemmingsplan.skp
 - 1602.3_massa.skp
- Quick scan windhinder Markendaalseweg (Nieman d.d. 30 April 2016)
- Tekeningen in pdf:
 - exb-2019-28132
 - pagina 56 en 57 VO boekje Nieuwe Mark
 - bestaand galerijflat Architecten & Ingenieursbureau Oomen
- NEN8100
- NPR 6097:2006

2.1 **Windhinder en windgevaar**

Bij de beoordeling van het lokale windklimaat maakt de NEN8100 onderscheid tussen windhinder en windgevaar.

2.1.1 **Windhinder**

Windhinder ontstaat wanneer personen hinder ondervinden van de wind. Het blijkt dat vooral bij windsnelheden boven circa 5 m/s mechanische effecten een rol spelen: het haar verwaait, kleding en paraplu's worden door de wind bewogen, en met toenemende windsnelheid heeft men steeds meer moeite om regelmatig te blijven lopen en het evenwicht te bewaren.

Windkracht 3 op de schaal van Beaufort omvat snelheden tussen 3,4 m/s en 5,4 m/s; windkracht 4 tussen 5,5 m/s en 7,9 m/s. Het KNMI geeft hierbij de beschrijving: bladeren en twijgen bewegen voortdurend (3 Beaufort) en kleine takken beginnen te bewegen, stof en papier dwarrelt op (4 Beaufort).¹

De NEN8100 onderscheidt drie activiteiten (I. Doorlopen, II. Slenteren en III. Langdurig zitten) waarbij voor elke activiteit een andere mate van hinder wordt ervaren, zie Tabel 1. Om de mate van windhinder vast te stellen, wordt de overschrijdingsfrequentie van een uurgemiddelde windsnelheid van 5 m/s op hoofdhoogte bepaald.

¹ NEN 8100

Tabel 1 - NEN 8100 Beoordeling criteria windhinder per activiteitenklasse

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ 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

2.1.2 Windgevaar

Windgevaar treedt op als er een zodanig hoge windsnelheid optreedt dat lopende personen slecht blijven staan. De drempelsnelheid (15 m/s) mag max 0,3 % van het jaar (beperkt risico) worden overschreden. Dit geldt alleen voor activiteitenklasse I ‘doorlopen’. Voor de activiteitenklassen II en III geldt dat de drempelsnelheid max 0,05% van het jaar mag worden overschreden, zie Tabel 2.

Tabel 2 - NEN 8100 Beoordeling criteria windgevaar

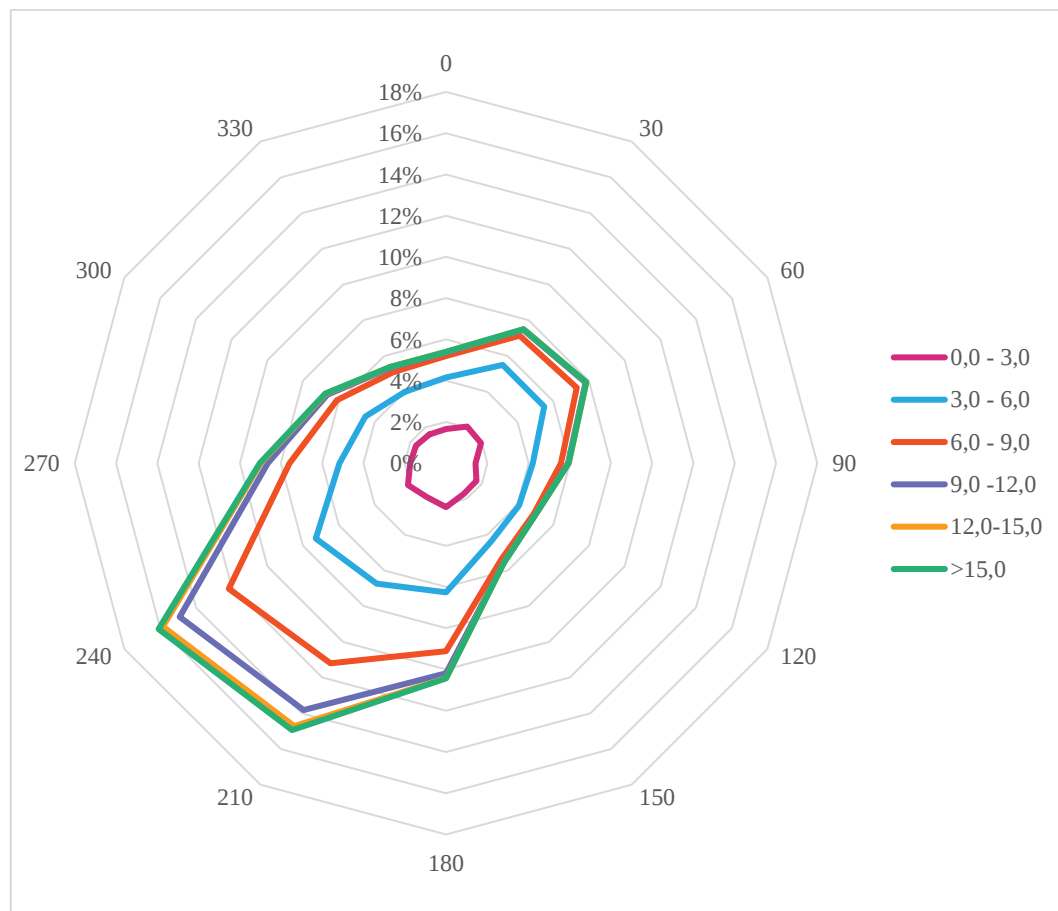
Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR;G}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

2.2 Windklimaat op de locatie

De CFD-analyse toetst het plangebied op 8 windrichtingen, met een windroos van de bouwlocatie met windsnelheden, -richtingen en frequentie. De windstatistiek is bepaald met behulp van NPR 6097. De statistiek is gebaseerd op meetgegevens van de windsnelheid en windrichting van maximaal 51 KNMI meetstations. Deze meetgegevens beslaan de periode van 40 jaar, 1963 – 2002.²

Met behulp van deze meetgegevens is een dataset gemaakt waarmee voor iedere locatie in Nederland de windstatistiek op 60 m hoogte bepaald kan worden. De statistiek wordt daarbij gecorrigeerd voor ruwheden in het landschap. Bij de randvoorwaarden in de CFD-berekening is een ruwheidslengte aangehouden van $z_0 = 1$ m (stedelijk gebied). In Appendix A zijn de windstatistiek en de ruwheid van de omgeving te vinden. In Figuur 2 is de windstatistiek ter plaatse van het project gegeven.

² NPR 6097



Figuur 2 - Windroos van de bouwlocatie met windsnelheden, -richtingen en frequentie

2.3 CFD

Voor het windhinder onderzoek is gebruik gemaakt van Computational Fluid Dynamics (CFD). CFD is de studie van stromingsleer waarin gebruik wordt gemaakt van numerieke analyses voor het oplossen van stromingsvergelijkingen. Hierbij worden computers ingezet om de interacties te simuleren van vloeistoffen en/of gassen onderling en met oppervlakken. In dit geval wordt CFD ingezet als ‘digitale windtunnel’ om inzicht te verkrijgen in de luchtstromingen rond gebouwen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket OpenFoam versie 5. Meer details over het model zijn als Appendix B opgenomen.

3 Schematisering plan

Voor de beoordeling van het windklimaat is het belangrijk de gewenste kwaliteit vast te stellen. Aan belangrijke locaties in het plan zoals gebouwingangen, smalle doorgangen en eventuele horeca terrassen is hiertoe een activiteitenklasse toegekend. De in het plan aangehouden activiteitenklassen voor de verschillende locaties zijn in H3.1 t/m H3.3 beschreven.

3.1 Activiteitenklassen

Tabel 3 toont de onderscheiden activiteitenklassen conform de NEN8100.

Tabel 3 - NEN8100 Activiteitenklassen

Klasse	
I.	Doorlopen
II.	Slenteren
III.	Langdurig zitten

Zoals boven vermeld hoort voor elke bestemming te worden nagegaan welke activiteit zal overheersen. Een parkeerterrein behoort bijvoorbeeld tot activiteit I: doorlopen. Slenteren doet men bijvoorbeeld in een winkelstraat, onoverdekt winkelcentrum of park. Bij langdurig zitten valt te denken aan zitten op een bankje in een park.³

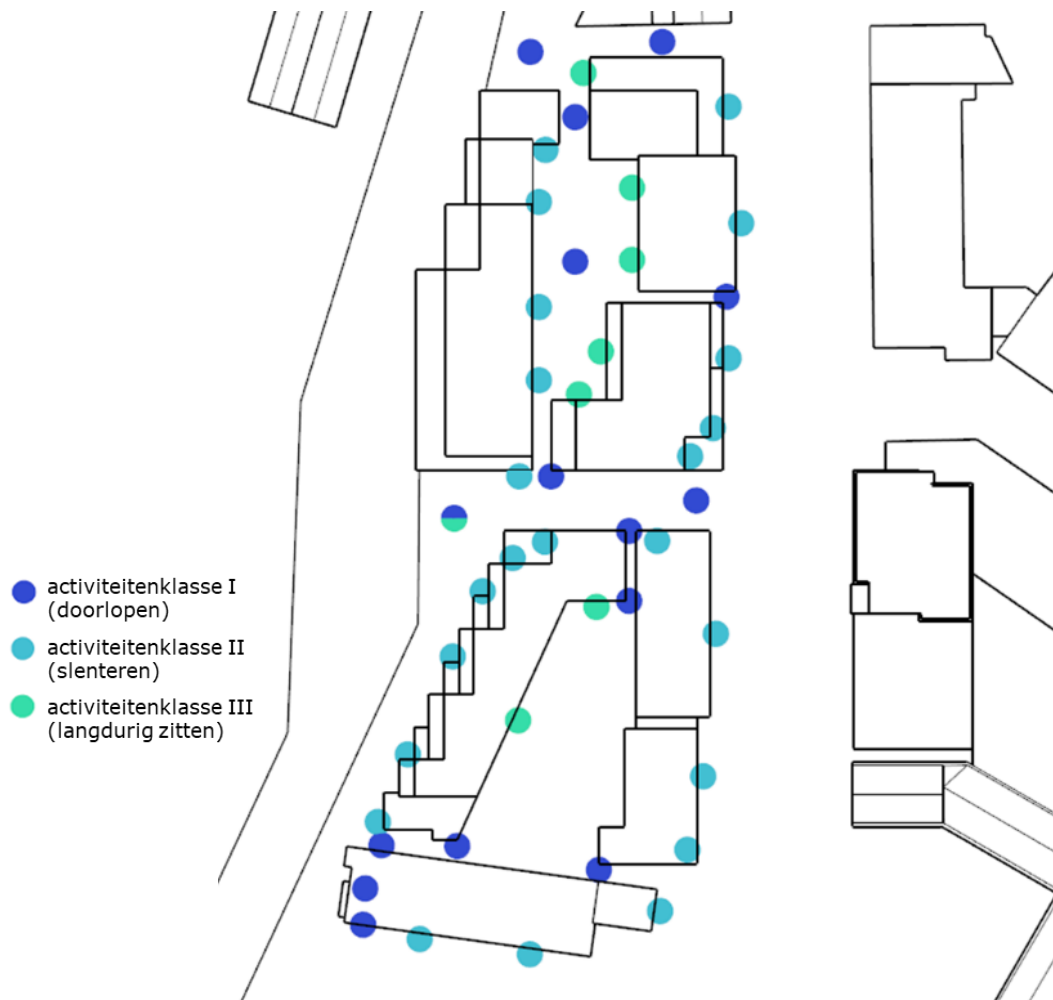
3.2 Openbare ruimte

De diverse buitengebieden in het plan “Markendaalseweg” in Breda, zijn in Figuur 3 - Schematisering activiteitenklassen plangebied gekoppeld aan de drie activiteitenklassen. De locatie van de activiteitenklassen is bepaald in lijn met de aanduiding van de activiteitenklassen uit de Quicksan windhinder uitgevoerd door Nieman.

De meetpunten zijn geplaatst op strategische locaties ter plekke van ingangen naar woningen, in doorgangen en straten, en ter plaatse van tuinen.

De activiteit ‘slenteren’ is toegekend aan de gebouwingangen. Voor de straten is uitgegaan van activiteitenklasse ‘doorlopen’, voor de tuinen is uitgegaan van activiteitenklasse ‘langdurig zitten’.

³ NEN 8100

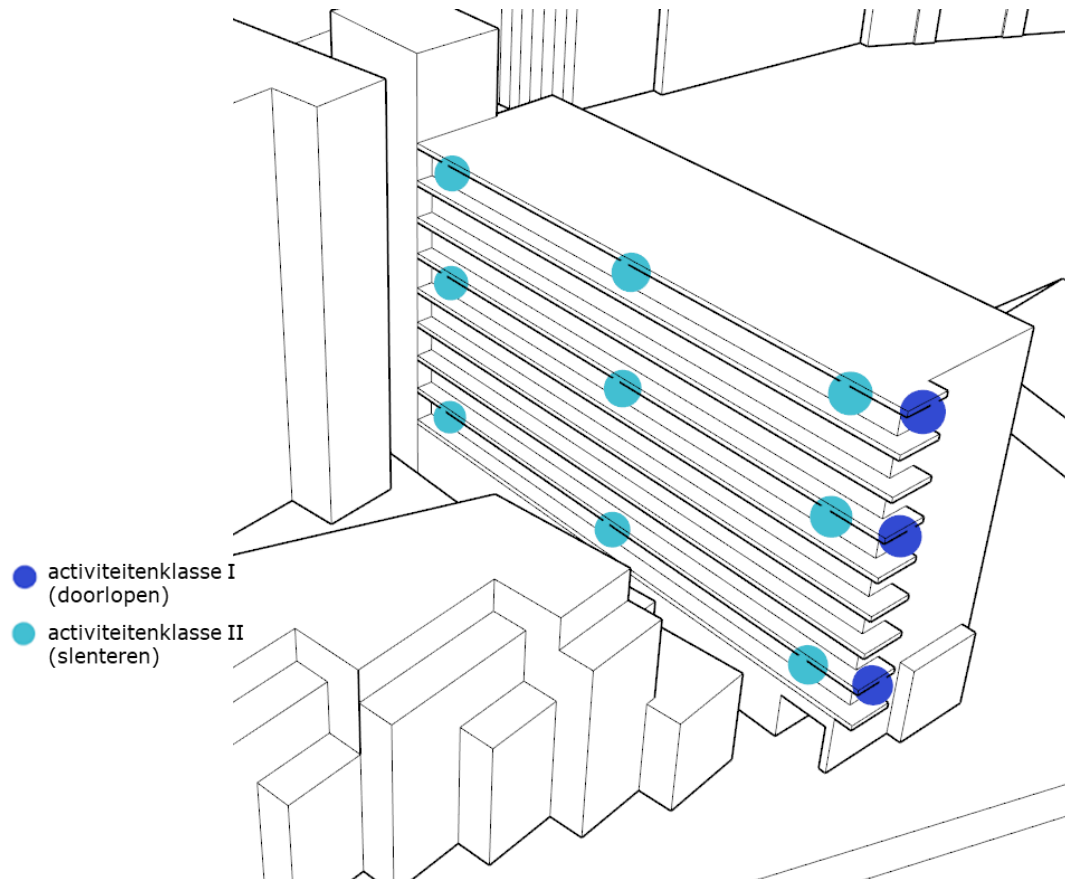


Figuur 3 - Schematisering activiteitenklassen plangebied

3.3 Galerij

Op de galerij van het bestaande flatgebouw aan de zuidzijde van het beoordeelde plot is een aantal meetpunten geplaatst. Hierbij is over de lengte van de galerij aan de noordzijde van dit gebouw vier meetpunten aangebracht: drie voor de entree naar de woningen, één voor de vluchtrap aan de zijkant van het gebouw. Deze punten zijn zowel op de galerijen van de eerste verdieping, van de middelste verdieping als van de bovenste verdieping aangebracht (zie Figuur 4).

Voor de drie punten per galerij ter plaatse van de hoofdentree van de woningen is uitgegaan van activiteitenklasse 'slenteren'. Voor de meetpunten op de vluchtrap is uitgegaan van activiteitenklasse 'doorlopen'.



Figuur 4 - Schematisering activiteitenklassen galerijflat

4 Resultaten windhinderonderzoek

4.1 Beoordeling Windhinder

4.1.1 Doorlopen

Voor de beoordeling van windhinder in het plangebied zijn allereerst de meetpunten aangeduid met activiteitenklasse 'doorlopen' beoordeeld volgens NEN8100. Gekeken wordt naar de overschrijdingskans van een windsnelheid van 5 m/s, zoals aangegeven in Tabel 4.

Conform NEN8100 wordt de windsnelheid van 5 m/s op de groen aangegeven locaties minder dan 10% van het aantal uren per jaar overschreden. Hiermee wordt geconcludeerd dat over het algemeen een goed windklimaat heerst op de beoordeelde meetpunten voor de activiteitenklasse 'doorlopen'.

In het midden van de verlengde Concordiastraat wordt matig gescoord voor het criterium doorlopen.

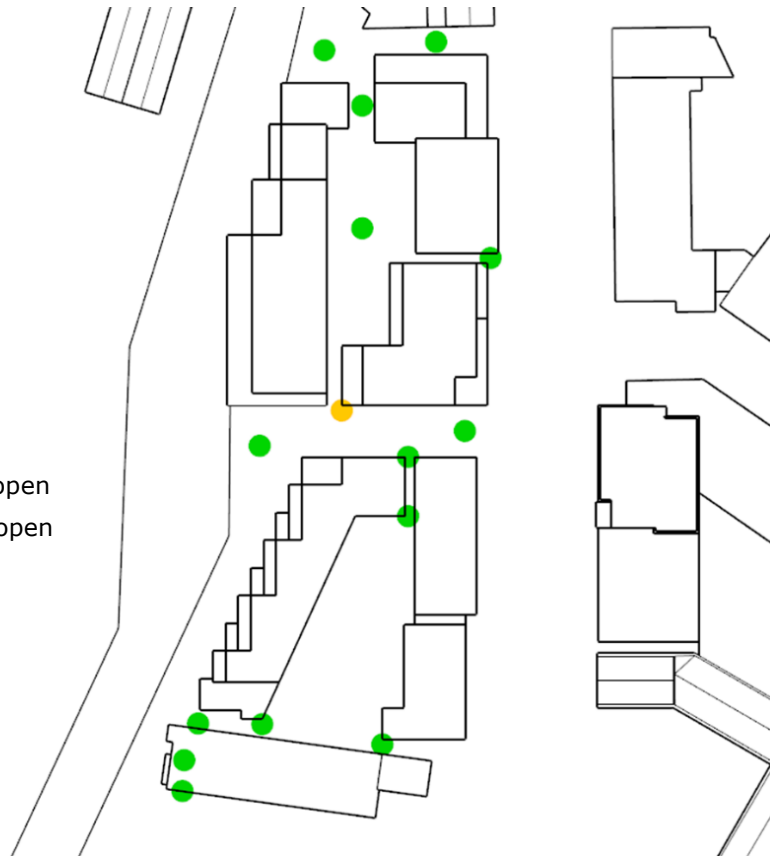
Het windklimaat ter plaatse van het vluchttrappenhuis van de galerijflat wordt beoordeeld als 'goed' op de drie beoordeelde vloerniveaus.

Tabel 4 - Overschrijdingskans, kwaliteitsklasse, activiteiten NEN8100

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ 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

Legenda:

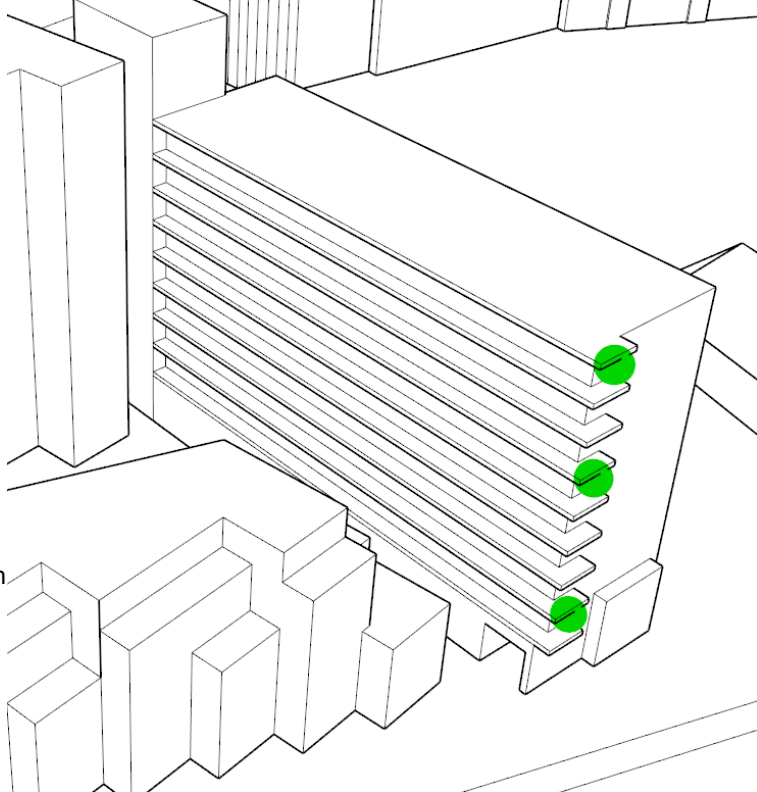
- Goed voor doorlopen
- Matig voor doorlopen



Figuur 5 - Schematisering beoordeling windhinder plangebied voor doorlopen

Legenda:

- Goed voor doorlopen



Figuur 6 - Schematisering beoordeling windhinder ter plaatse van de vluchttrap voor doorlopen

4.1.2 Slenteren

Vervolgens zijn de meetpunten aangeduid met activiteitenklasse slenteren beoordeeld volgens NEN8100. Gekeken wordt naar de overschrijdingskans van een windsnelheid van 5 m/s, zoals aangegeven in Tabel 5.

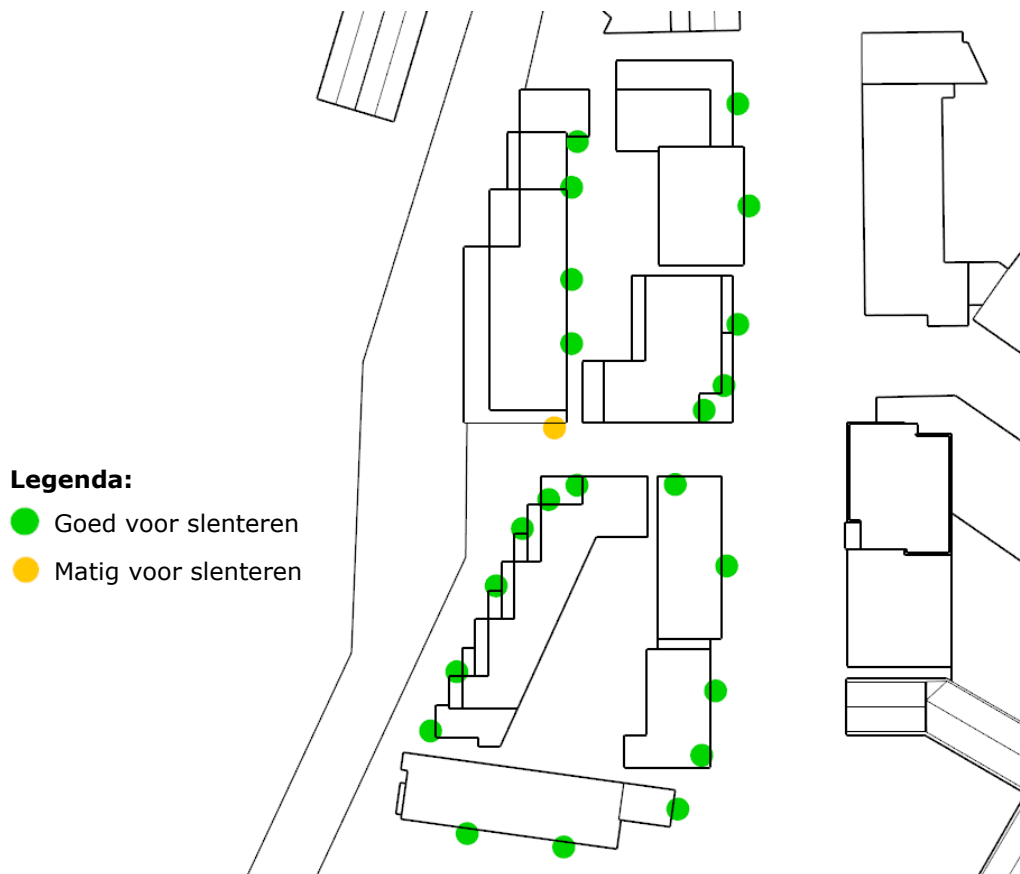
De meeste meetpunten ter plaatse van toegangen tot gebouwen op maaiveld voldoen aan het criterium 'goed' conform NEN8100 voor de activiteitenklasse 'slenteren'. De windsnelheid van 5 m/s wordt op deze locaties minder dan 5% van het aantal uren per jaar overschreden.

Een beoordeeld meetpunt ter plaatse van een gebouwingang in de verlengde Concordiastraat voldoet aan het criterium 'matig'. Hier wordt de windsnelheid van 5 m/s tussen 5% en 10% van het jaar overschreden.

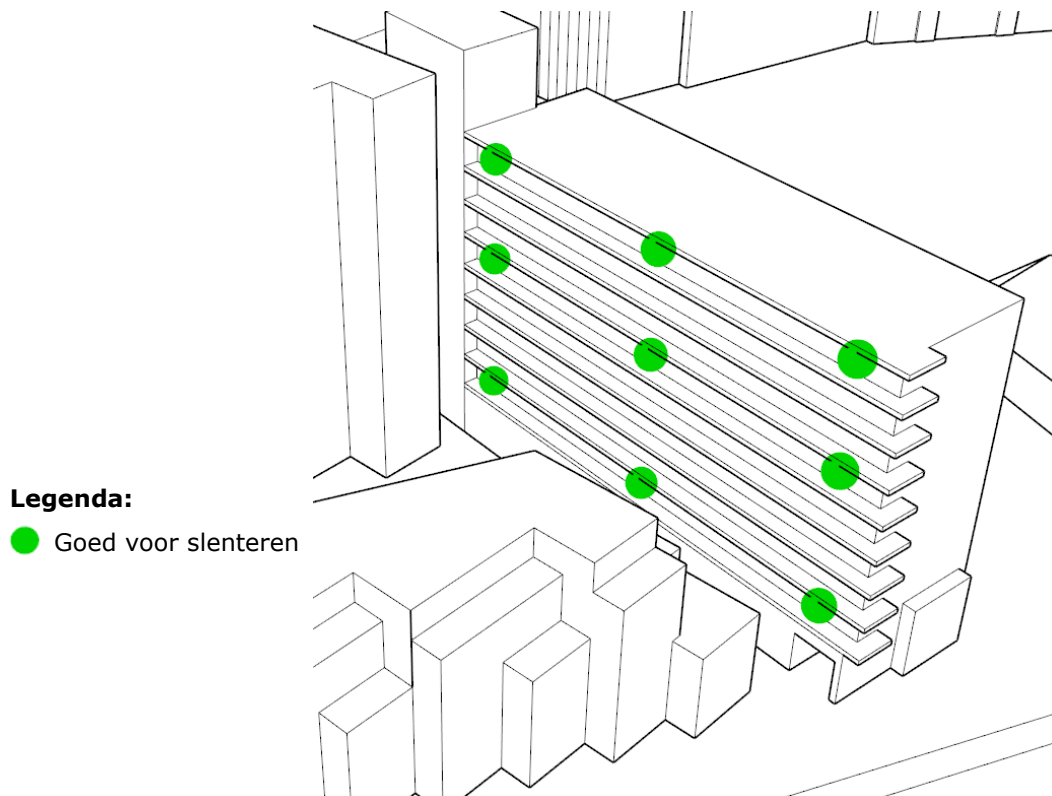
Ter plaatse van de ingangen van de woningen van de galerijflat op de beoordeelde drie verdiepingen is sprake van een 'goed' windklimaat (activiteitenklasse 'slenteren').

Tabel 5 - Overschrijdingskans, kwaliteitsklasse, activiteiten NEN8100

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ 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



Figuur 7 - Schematisering beoordeling windhinder plangebied voor slenteren



Figuur 8 - Schematisering beoordeling windhinder ter plaatse van de gebouwingangen voor slenteren

4.1.3 Langdurig zitten

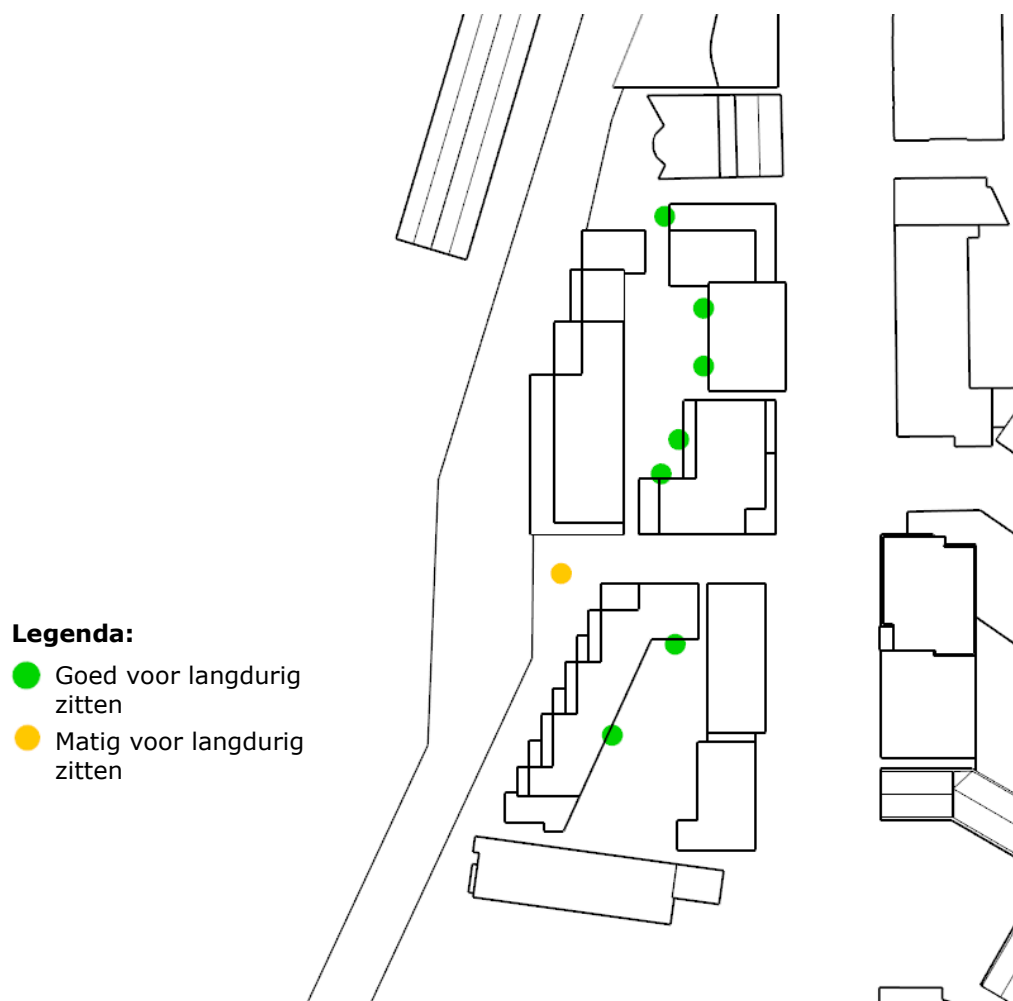
De meetpunten voor de activiteitenklasse ‘langdurig zitten’, zoals aangegeven in Figuur 9, zijn beoordeeld conform NEN8100. Gekeken wordt naar de overschrijdingskans van een windsnelheid van 5 m/s, zoals aangegeven in Tabel 6.

Eén meetpunt gelegen aan de westzijde van de verlengde Concordiastraat scoort ‘matig’ op het criterium ‘langdurig zitten’. De windsnelheid van 5 m/s wordt volgens de CFD analyse conform NEN8100 hier meer dan 5% van de tijd overschreden.

De overige beoordeelde meetpunten voldoen aan het criterium ‘goed’ voor de activiteitenklasse ‘langdurig zitten’.

Tabel 6 - Overschrijdingskans, kwaliteitsklasse, activiteiten NEN8100

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ 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



Figuur 9 - Schematisering beoordeling windhinder plangebied voor langdurig zitten

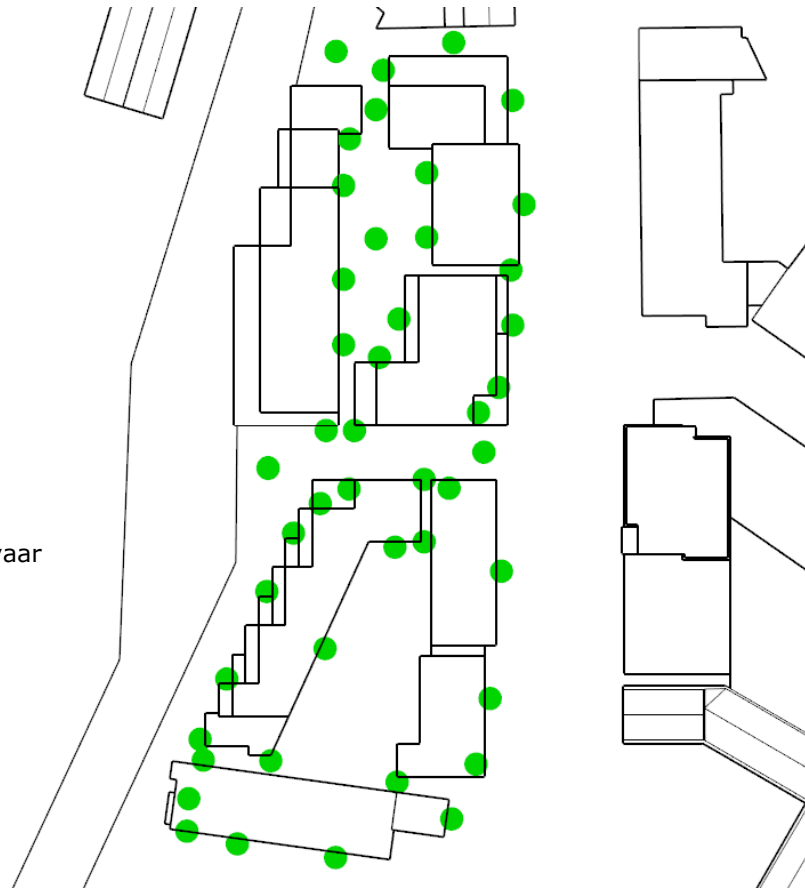
4.2 Beoordeling Windgevaar

Om het ontwerp op windgevaar te beoordelen wordt de kans op het overschrijden van een windsnelheid van 15 m/s bepaald. Er is conform NEN8100 geen sprake van windgevaar als deze kans maximaal 0,3% bedraagt. In het CFD model is hiertoe het windklimaat in het plangebied beoordeeld, zoals weergegeven in Figuur 10.

We concluderen dat geen windgevaar optreedt op de beoordeelde meetpunten.

Legenda:

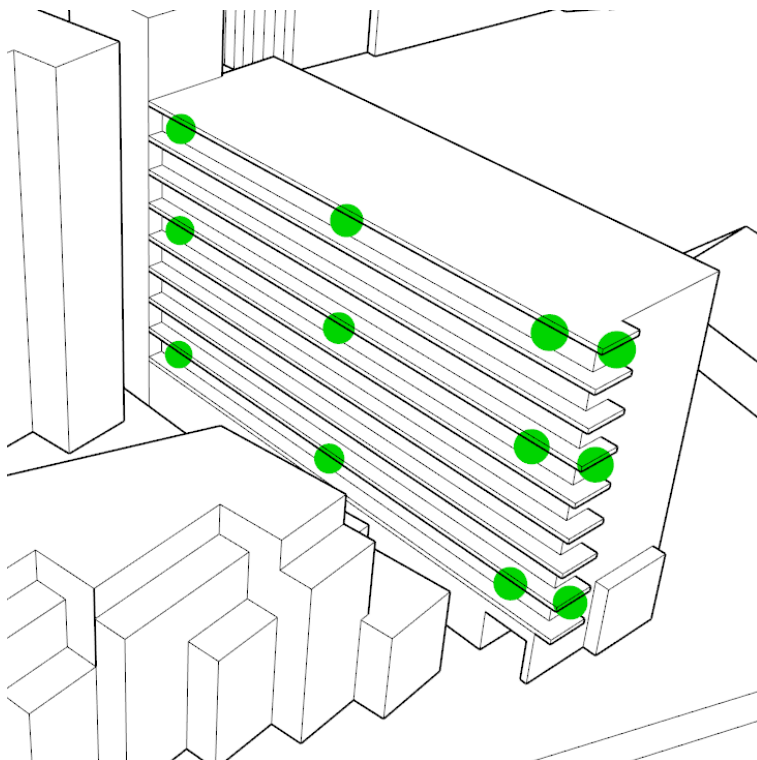
● Geen windgevaar



Figuur 10 - Schematisering beoordeling windgevaar plangebied

Legenda:

● Geen windgevaar



Figuur 11 - Schematisering beoordeling windgevaar galerijflat

5 Conclusies en aanbevelingen

Er is een windhinder studie uitgevoerd voor het ontwerp van de Markendaalseweg in Breda. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Uitvoering conform randvoorwaarden NEN8100 met behulp van Computational Fluid Dynamic (CFD) computer simulatie.
- De CFD-analyse toetst het plangebied op 8 windrichtingen.
- Het onderzoek heeft betrekking op de beoordeling van windhinder en windgevaar ter plaatse van:
 - de hoofdentrees van de gebouwen
 - een aantal kritische locaties in het openbare gebied en
 - de ingangen naar de woningen van de bestaande galerijflat.

5.1 Conclusies

- Op de beoordeelde meetpunten in het plangebied treedt geen windgevaar op.
- Er is grotendeels sprake van een goed windklimaat in het plangebied beoordeeld aan de hand van de criteria voor windhinder per activiteitenklasse conform NEN8100.
- Voor een tweetal locaties gelegen aan de westzijde van de verlengde Concordiastraat zijn er aandachtspunten. Ter plaatse van een gebouwingang op de hoek is sprake van ‘matig’ windcomfort voor de activiteitenklasse ‘slenteren’. Het tweede meetpunt is getoetst op zowel de activiteitenklasse ‘doorlopen’ als ‘langdurig zitten’ vanwege de besproken optie om een caféterras op deze plek te realiseren. Uit de analyse volgt dat aandacht dient te worden besteed aan het windklimaat bij het realiseren van dit horecaterras, omdat het huidige ontwerp ‘matig’ scoort voor de activiteitenklasse ‘langdurig zitten’.
- De hoek van een gebouw langs de verlengde Concordiastraat wordt blootgesteld aan relatief sterke windsnelheden. Deze locatie is zonder aanvullende maatregelen niet geschikt voor de activiteiten ‘langdurig zitten’ en ‘slenteren’. Op de activiteitenklasse ‘doorlopen’ wordt hier ‘matig’ gescoord.
- Het windklimaat ter plaatse van de ingangen van de woningen van de galerijflat alsmede ter plaatse van het vluchtttrappenhuis wordt beoordeeld als ‘goed’.

5.2 Aanbevelingen

Om het windklimaat in de verlengde Concordiastraat te verbeteren is een aantal maatregelen mogelijk:

- aanbrengen van groenvoorzieningen, zoals struiken, heggen of lage bomen langs de verlengde Concordia straat en langs het water aan de westzijde

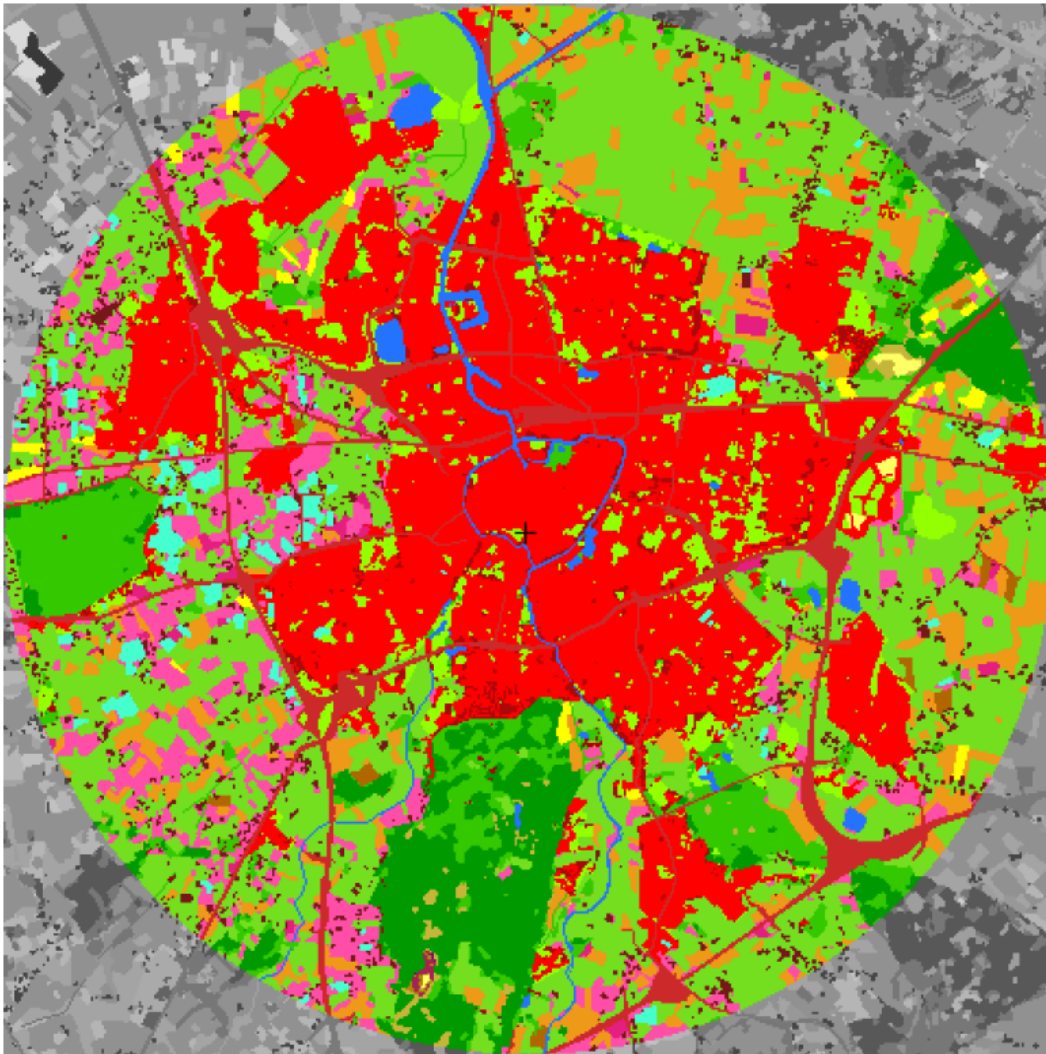
- aanbrengen van windschermen, ter plaatse van het beoogde horecaterras en de gebouwingang in de verlengde Concordiastraat waar nu sprake is van een 'matig' windcomfort.

Appendix A

Windstatistiek en terrein ruwheid

Tabel 7 - Frequentietabel van de windsnelheden op 60 m hoogte. Bron: NPR 6097:2006

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF													
X112471 Y399601						Jaar 1963-2002							
Windsnelheid (m/s)	Windrichting (*10 graden)												Cum.
	35-01	02-04	05-07	08-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	
	Distributief in percentages												
0,0 - 0,9	0.20	0.23	0.23	0.17	0.21	0.20	0.21	0.18	0.23	0.19	0.19	0.19	2.43
1,0 - 1,9	0.61	0.74	0.69	0.51	0.59	0.61	0.74	0.65	0.73	0.61	0.63	0.61	7.71
2,0 - 2,9	0.85	1.08	1.04	0.75	0.91	0.91	1.17	1.06	1.17	0.94	0.88	0.82	11.58
3,0 - 3,9	0.92	1.23	1.12	0.94	0.93	1.00	1.39	1.38	1.53	1.09	1.02	0.90	13.45
4,0 - 4,9	0.85	1.17	1.32	0.95	0.81	0.94	1.38	1.70	1.79	1.22	0.98	0.79	13.91
5,0 - 5,9	0.73	1.04	1.10	0.89	0.63	0.72	1.37	1.78	1.85	1.11	0.81	0.69	12.71
6,0 - 6,9	0.54	0.79	0.82	0.58	0.43	0.47	1.17	1.62	1.80	0.95	0.67	0.52	10.35
7,0 - 7,9	0.33	0.53	0.58	0.48	0.28	0.34	0.95	1.54	1.63	0.85	0.54	0.36	8.41
8,0 - 8,9	0.17	0.32	0.42	0.31	0.13	0.20	0.73	1.30	1.43	0.62	0.39	0.23	6.26
9,0 - 9,9	0.09	0.19	0.25	0.18	0.05	0.11	0.51	1.16	1.17	0.46	0.26	0.14	4.59
10,0 - 10,9	0.05	0.10	0.15	0.10	0.02	0.06	0.35	0.85	0.88	0.37	0.17	0.07	3.16
11,0 - 11,9	0.03	0.04	0.08	0.05	0.01	0.02	0.21	0.61	0.70	0.23	0.12	0.04	2.13
12,0 - 12,9	0.01	0.02	0.03	0.03	0.00	0.01	0.12	0.44	0.47	0.17	0.06	0.02	1.39
13,0 - 13,9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.08	0.29	0.28	0.11	0.02	0.01	0.82
14,0 - 14,9	-	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.18	0.19	0.07	0.01	0.00	0.50
15,0 - 15,9	-	-	0.00	0.00	-	-	0.02	0.11	0.11	0.04	0.01	0.00	0.28
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	-	0.01	0.05	0.06	0.02	0.00	0.00	0.15
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02	0.03	0.02	0.00	-	0.08
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	-	0.05
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.00	0.00	-	0.02
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	0.01
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.01
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-	-	-	0.00
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00
25,0 - 25,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-	-	-	0.00
26,0 - 26,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00
27,0 - 27,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28,0 - 28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,0 - 29,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30,0 - 30,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,0 - 31,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32,0 - 32,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33,0 - 33,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34,0 - 34,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35,0 - 35,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36,0 - 36,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37,0 - 37,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38,0 - 38,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39,0 - 39,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40,0 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Figuur 12 - Terreinruwheid in de omgeving (6 km) van de gebouwlocatie (zwart kruisje).
Bron: NPR 6097:2006

Tabel 8 - Ruwheidstabel NPR 6097:2006

ID	z ₀ (m)	Rood	Groen	Blauw	Kleur	Klasse
0	0,03	0	0	0		Geen gegevens
1	0,03	115	223	31		Gras
2	0,17	239	153	25		Maïs
3	0,07	178	102	0		Aardappelen
4	0,7	229	31	127		Bieten
5	0,16	255	255	0		Granen
6	0,07	255	78	168		Overige landbouwgewassen
7	0,15	4	222	30		Buitenland
8	0,1	70	255	207		Glastuinbouw
9	0,39	69	239	69		Boomgaard
10	0,07	172	129	168		Bollen
11	0,75	51	200	0		Loofbos
12	0,75	0	153	0		Naaldbos
16	0,001	36	115	255		Zoet water
17	0,001	0	0	153		Zout water
18	1,6	255	0	0		Stedelijk bebouwd gebied
19	0,5	172	0	0		Bebouwing in buitengebied
20	1,1	51	200	0		Loofbos in bebouwd gebied
21	1,1	0	153	0		Naaldbos in bebouwd gebied
22	2	171	9	9		Bos met dichte bebouwing
23	0,03	148	255	0		Gras in bebouwd gebied
24	0,001	255	255	102		Kale grond in bebouwd buitengebied
25	0,1	204	42	42		Hoofdwegen en spoorwegen
26	0,5	118	24	24		Bebouwing in agrarisch gebied
27	0,0003	0	0	0		Start- en landingsbanen
28	0,1	204	42	42		Parkeerplaats
30	0,0002	176	48	96		Kwelders
31	0,0003	230	251	4		Open zand in kustgebied
32	0,02	137	212	43		Open duinvegetatie
33	0,06	90	186	64		Gesloten duinvegetatie
34	0,04	117	0	117		Duinheide
35	0,0003	255	255	102		Open stuifzand
36	0,03	117	0	117		Heide
37	0,04	164	35	83		Matig vergraste heide
38	0,06	173	139	6		Sterk vergraste heide
39	0,06	36	153	150		Hoogveen
40	0,75	6	90	76		Bos in hoogveengebied
41	0,03	255	192	203		Overige moerasvegetatie
42	0,1	255	165	0		Rietvegetatie
43	0,75	0	100	0		Bos in moerasgebied
44	0,07	56	198	97		Veenweidegebied
45	0,03	197	182	57		Overig open begroeid natuurgebied
46	0,001	255	255	0		Kale grond in natuurgebied

Appendix B

Technisch inlegvel numerieke
simulatie

Tabel 9 - Technisch inlegvel numerieke simulatie. Bron: NEN 8100

Project	Projectgegevens	
Projectnaam	Markendaalseweg Breda	
Opdrachtgever	VOF Residential I Breda	
Projectleider	Leonie van Ginkel	
Datum	06-09-2019	
Model	Algemene gegevens van het model	
Omvang gemodelleerd gebied	Een straal van 300 m rond de bouwlocatie	
Kerngebied	Markendaalseweg Breda	
Omgeving	bebouwd	
Afmetingen model	880 x 1660 x 250 m	
Blokkeringsgraad	< 5%	
Gemodelleerd groen	Nee	
Onderzochte windrichtingen	8 (elke richting representeert één windsector van 45 graden)	
Onderzochte configuraties	geplande bebouwingssituatie; maaiveld en galerij	
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur	
Programmatuur	FVM (eindige volume methode) FEM (eindige elementen methode) andere Programmatuur: OpenFoam Versie: 5	
Algemeen	drie-dimensionaal tijd-onafhankelijk isothermisch passieve scalars Overige: -	twee-dimensionaal tijd-afhankelijk thermisch actieve scalars
Rekenrooster	ca. 8 miljoen cellen; rechthoekig grid met verfijning t.p.v. het kerngebied	
Turbulentiemodellering	RNGkEpsilon	
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: lineair upwind Turbulentie grootheden: upwind Scalaire variabelen: -	
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden	
Instroomprofiel	Logaritmisch windprofiel	
Uitlaat	Constante druk	
Boven-/zijwanden	Ongedwongen (geen drukverschil)	
Vloer/bodem	Ruwheidslengte z0= 1 m voor stedelijk gebied	
Overige	-	

Gegevensverwerking en - beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X= 112471, Y = 399556			
Toegepaste eisen	v_{DR} [m/s]	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans [%]	Beoordeling
Voor comfort			$p(v_{LOK}>v_{DR;H})$	
Doorlopen	5,0	C	< 10	goed
Slenteren	5,0	B	< 5	goed
Zitten	5,0	A	< 2,5	goed
Regionale correctie	-	-	-	-
Voor gevaar			$p(v_{LOK}>v_{DR;G})$	
	15,0	n.v.t	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15,0	n.v.t	$p \geq 0,3$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Plots van windgevaarcriteria en kwaliteitsklassen voor windhinder			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	-			