

MARK LRC Utrecht

Windhinderonderzoek

Status	definitief
Versie	001
Rapport	B.2018.0399.53a.R002
Datum	2 maart 2021



Colofon

Opdrachtgever	Ontwikkelcombinatie Kees bv Marssteden 66 7547 TD ENSCHEDE
Contactpersoon opdrachtgever	-
Project Betreft Uw kenmerk	Stadswaarde/nieuwbouw hoogbouwkavel Leidsche Rijn Noord Windhinderonderzoek -
Rapport Datum Versie Status	B.2018.0399.53a.R002 2 maart 2021 001 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Van Pallandtstraat 9-11 6814 GM Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Contactpersoon	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]@dgmr.nl
Auteur	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]@dgmr.nl
Projectadviseur	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]@dgmr.nl
2e lezer/secr.	[REDACTED]

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Criteria	5
2.1 Windhinder	5
2.2 Windgevaar	5
3. Onderzoeksmethodiek	7
3.1 Situatie	7
3.2 CFD-model	7
3.3 Software	10
3.4 Wind en ruwheid	11
3.5 Categorie indeling onderzoeksgebied	11
3.6 Nauwkeurigheid	12
4. Resultaten	14
4.1 Onbebouwde situatie	14
4.2 SO ontwerp	15
4.3 Maximaal volume kavel	20
5. Conclusie	24

Bijlagen

Bijlage 1	Technisch inlegvel numerieke simulaties
Bijlage 2	Toelichting beoordeling windklimaat
Bijlage 3	Windstatistiek

1. Inleiding

In opdracht van Ontwikkelcombinatie Kees bv heeft DGMR Bouw B.V. een windklimaatonderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling van MARK in Utrecht in het kader van een bestemmingsplan onderzoek.

U vindt in dit rapport de uitgangspunten, de meetmethode, de toetsingscriteria en de resultaten van het ontwerp in de SO-fase. Hierbij beschouwen wij drie situaties:

- 1 het windklimaat voor de onbebouwde situatie;
- 2 het ontwerp;
- 3 het maximaal volume bestemmingsplan.

Deze rapportage volgt de rapportage met het kenmerk B.2018.0399.53a.R001 op vanwege extra meegenomen bomen in de directe omgeving en toevoeging van een bestaand gebouw aan de oostzijde van het kavel. Daarnaast hebben we ook het windklimaat op de terrassen beoordeeld.

Deze resultaten hebben wij beoordeeld volgens de criteria gesteld in de NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'.

Voor het onderzoek hebben wij 3D-modellen gemaakt van het gebied en de nabije omgeving om het windklimaat te toetsen aan de gestelde eisen (hoofdstuk 2). Deze modellen hebben wij met Computational Fluid Dynamics (CFD) gesimuleerd. CFD is een methode om complexe luchtstromingen in en rond gebouwen te bepalen. Aan de hand van klimaatgegevens hebben we de windstromingen voor twaalf verschillende windrichtingen verwerkt tot het windklimaat rondom het gebouw. In hoofdstuk 3 behandelen we de onderzoeksmethodiek en de bijbehorende uitgangspunten. De berekende gemiddelde snelheden zijn een maat voor het optreden van windhinder en windgevaar (hoofdstuk 4) waaruit de conclusie in hoofdstuk 5 volgt.

2. Criteria

Het windklimaat beoordelen we met de eisen uit de NEN 8100:2006 nl 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'. Zie bijlage 2 voor een meer gedetailleerde gevoelswaarde van de beoordeling van het windklimaat.

2.1 Windhinder

Zodra het te hard waait, gaan mensen hinder ondervinden. Bij een snelheid van circa 20 km/h verwaait haar, krijgt de wind te veel vat op kleding en kunnen mensen problemen krijgen met lopen.

Het aantal uur per jaar dat het op een bepaalde plek harder waait dan deze gestelde grens van 20 km/h (5 m/s) is er sprake van windhinder. In de NEN 8100 zijn vijf kwaliteitsklassen, A t/m E, gedefinieerd waarbij A overeenkomt met het minst aantal uren en E met het grootste aantal. Hoe iemand het windklimaat ervaart, hangt af van zijn activiteit. In een park of speeltuin heeft een persoon meer behoefte aan een rustiger windklimaat dan op een parkeerplaats. De norm beschrijft drie activiteitenklassen:

- 1 Doorlopen, bijvoorbeeld op een parkeerterrein.
- 2 Slenteren, bijvoorbeeld in een winkelstraat of bij een gebouwingang.
- 3 Langdurig zitten, bijvoorbeeld op een bankje in het park.

De waardering van het lokale windklimaat wordt gekwalificeerd met goed, matig of slecht. In tabel 1 is de beoordeling voor windhinder weergegeven.

tabel 1: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)

Overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het totaal aantal uur per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		1. Doorlopen	2. Slenteren	3. Langdurig zitten
< 2.5	A	Goed	Goed	Goed
2.5 - 5.0	B	Goed	Goed	Matig
5.1 - 10.0	C	Goed	Matig	Slecht
10.1 - 20.0	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Een belangrijke uitbreiding zijn horecaterrassen. Bij lagere windsnelheden beleven mensen het windklimaat op een horecaterras al eerder als slecht en is klasse A nog niet genoeg. De NEN 8100 adviseert daarom om extra aanvullende maatregelen te treffen bij deze terrassen zoals windschermen en eventueel luifels bij hoge gebouwen.

2.2 Windgevaar

Als het erg hard waait (circa 50 km/h), kunnen gevaarlijke situaties optreden. Net als windhinder drukt de norm windgevaar uit in het aantal uur per jaar dat het op een plek harder waait dan deze drempelsnelheid. Voor de beoordeling houden wij tabel 2 aan volgens de NEN 8100. Beperkt risico is alleen acceptabel als mensen op deze plaats doorlopen (dus niet bijvoorbeeld bij een ingang). Gevaarlijke situaties mogen niet optreden op plaatsen waar mensen kunnen verblijven.

tabel 2: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windgevaar (NEN 8100)

Overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het totaal aantal uren per jaar	Kwalificatie
< 0.05	Geen risico
0.05 - 0.29	Beperkt risico
≥ 0.30	Gevaarlijk

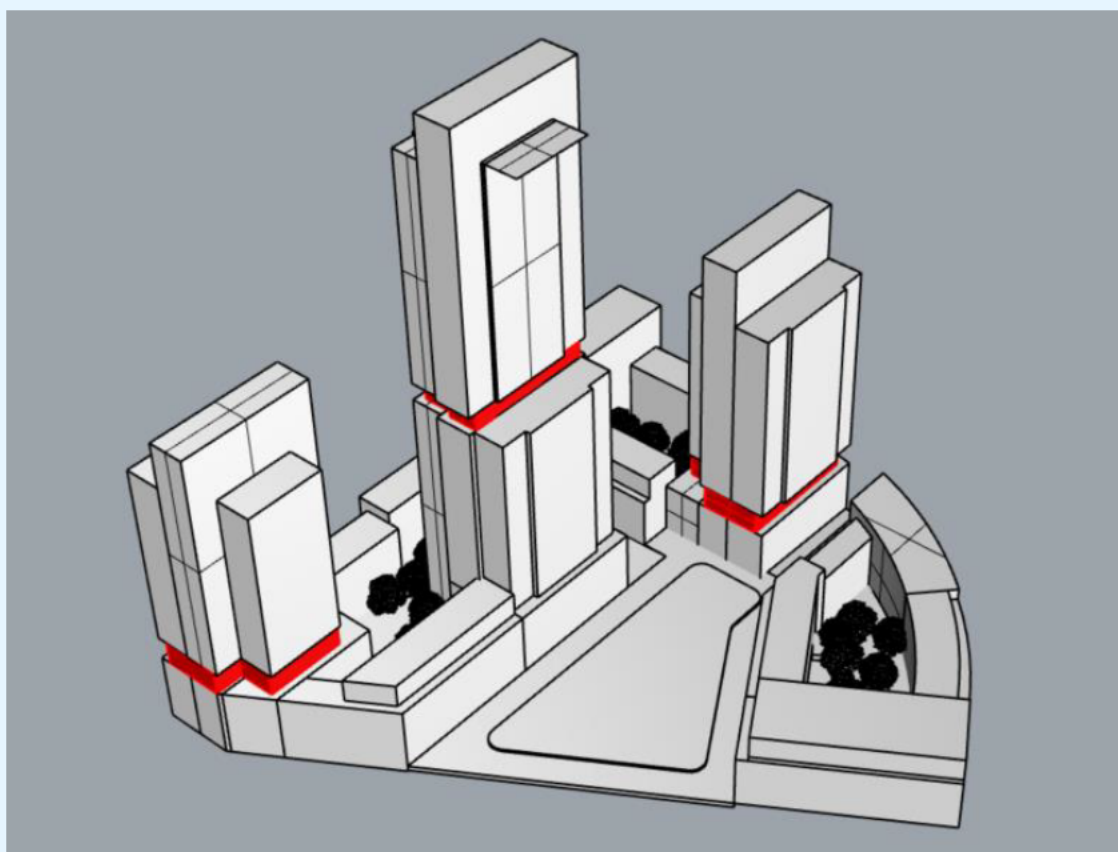
3. Onderzoeksmethodiek

3.1 Situatie

In het onderzoek kijken we naar drie scenario's voor de invulling van de kavel:

- onbebouwde situatie;
- SO-ontwerp (met drie torens, maximaal circa 140 meter);
- maximaal volume kavel (140 meter + 10%).

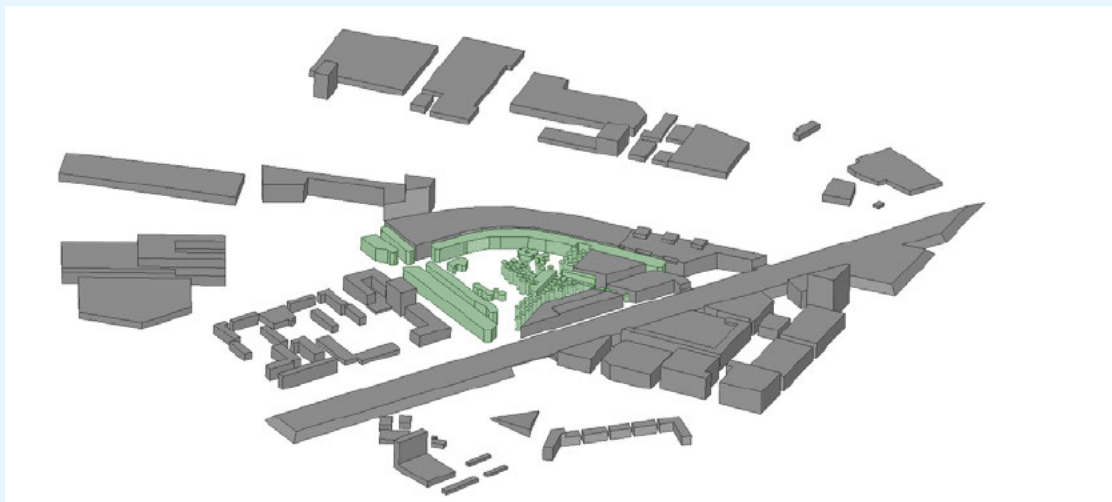
We hebben, volgens de NEN 8100, het ontwerp gemodelleerd met de omgeving in een straal van circa 300 meter. U ziet in figuur 1 de schematische weergave van het SO-ontwerp.



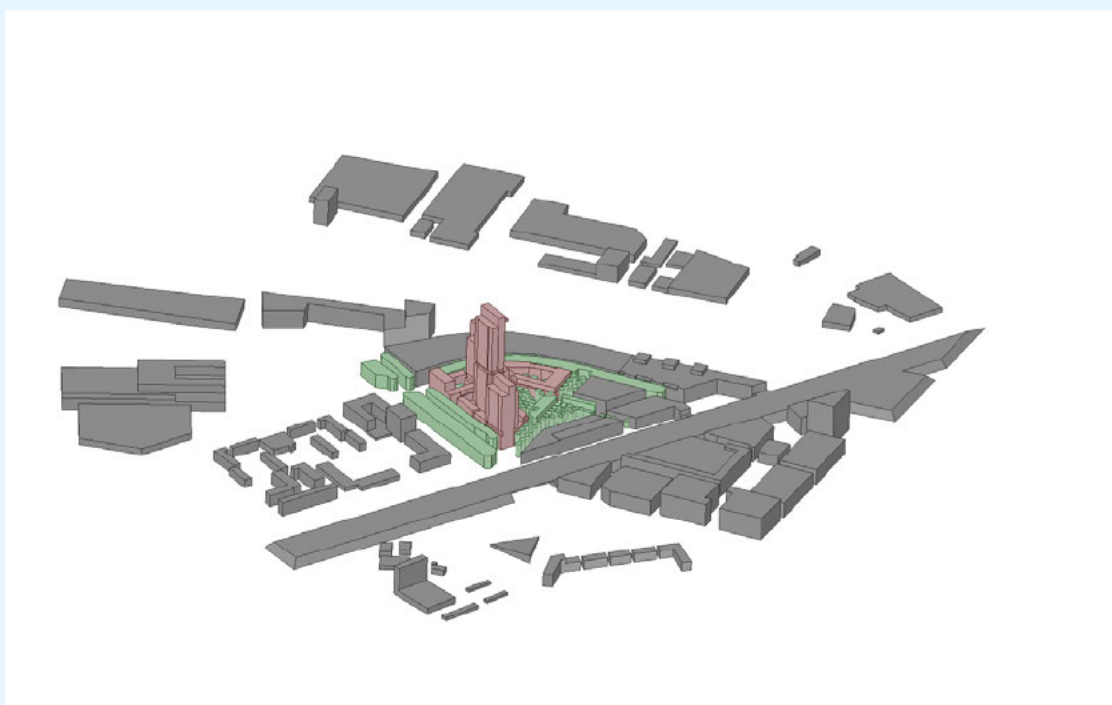
figuur 1: Rhino model ontwerp (bron: de Architecten Cie B.V.)

3.2 CFD-model

U ziet in figuur 2 tot en met figuur 7 aanzichten van de 3D-modellen die we gemaakt hebben en gebruiken voor de CFD-simulatie. We hebben in de directe omgeving van het SO-ontwerp bomen meegenomen. Die zijn relevant omdat ze de wind af kunnen remmen en daardoor plaatselijk het windklimaat kunnen verbeteren.



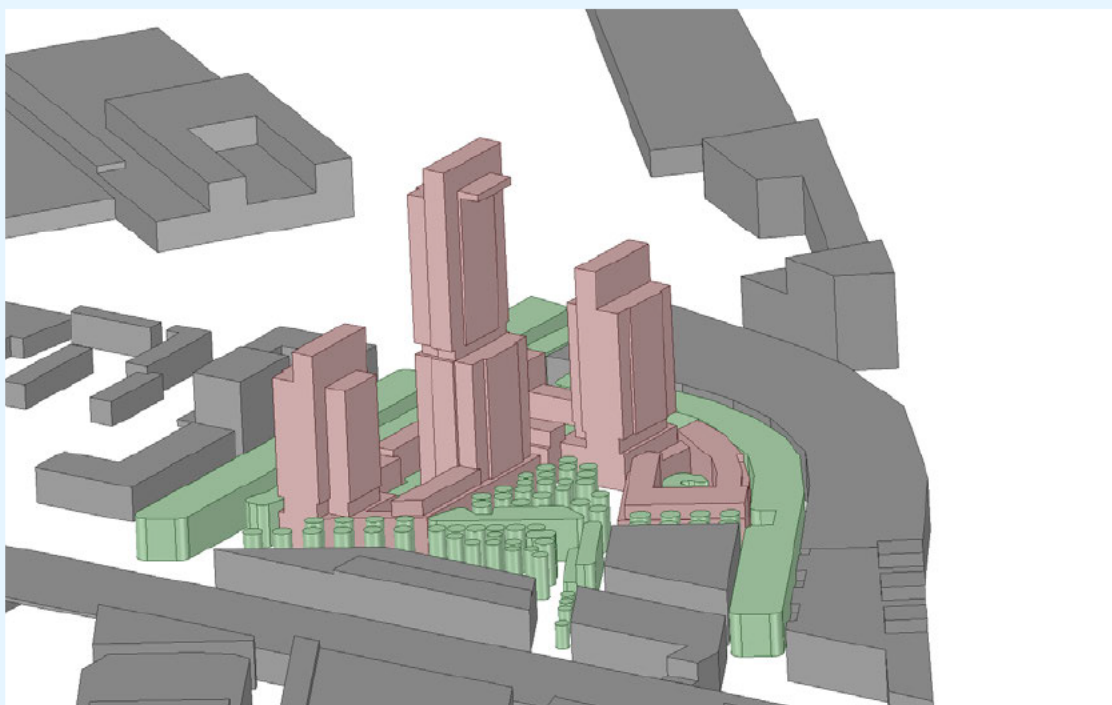
figuur 2: aanzicht onbebouwde situatie (zonder bebouwing kavel). Groen: bomen.



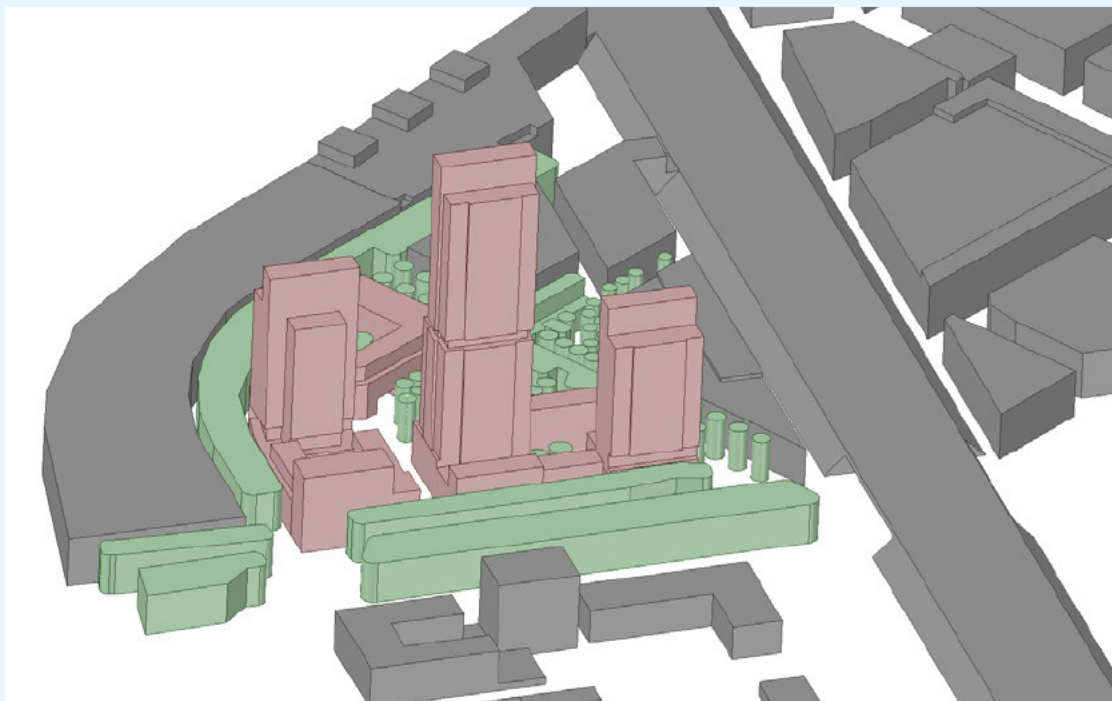
figuur 3: aanzicht van het SO-ontwerp. Groen: bomen.



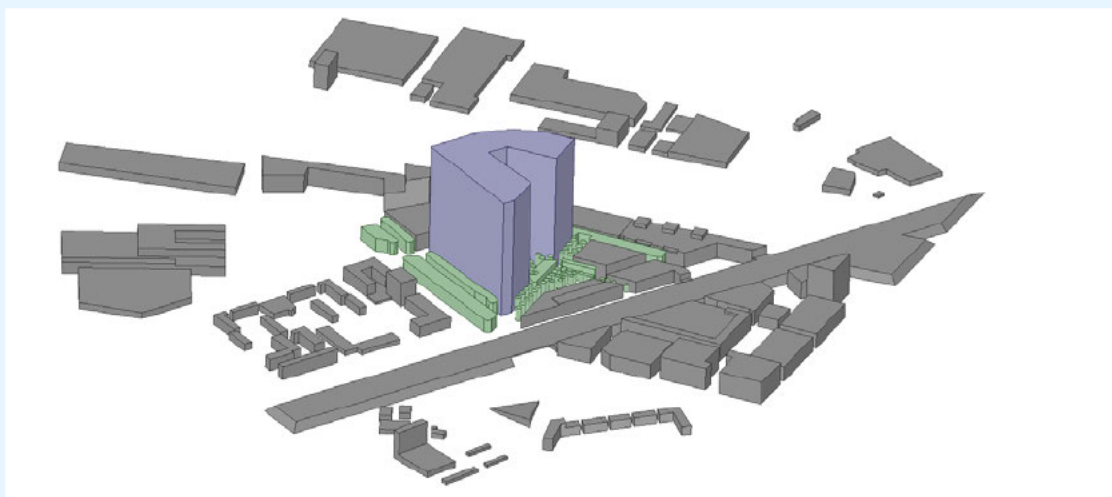
figuur 4: aanzicht van het SO-ontwerp. Groen: bomen.



figuur 5: aanzicht van het SO-ontwerp . Groen: bomen.



figuur 6: aanzicht van het SO-ontwerp. Groen: bomen.



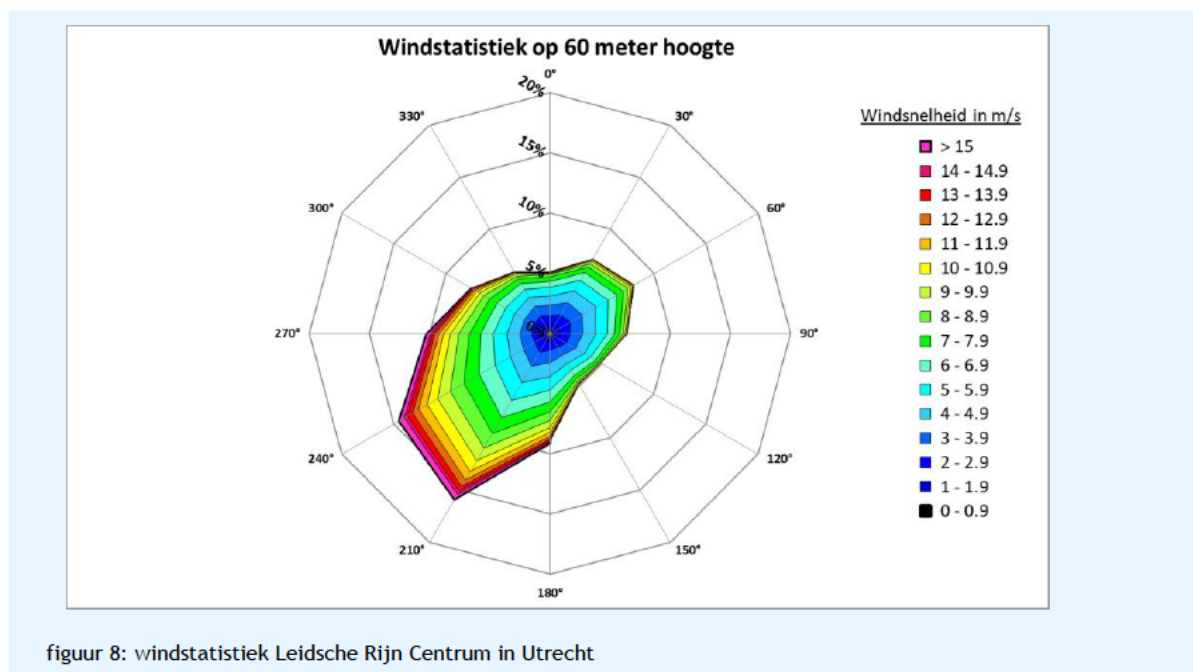
figuur 7: aanzicht van maximaal volume kavel (154 m hoog). Groen: bomen.

3.3 Software

Om het windklimaat te onderzoeken, gebruiken wij de methode Computational Fluid Dynamics (CFD). De berekeningen hebben wij uitgevoerd met het softwarepakket Ansys CFX versie 2019R1. Zie bijlage 1 voor de numerieke uitgangspunten.

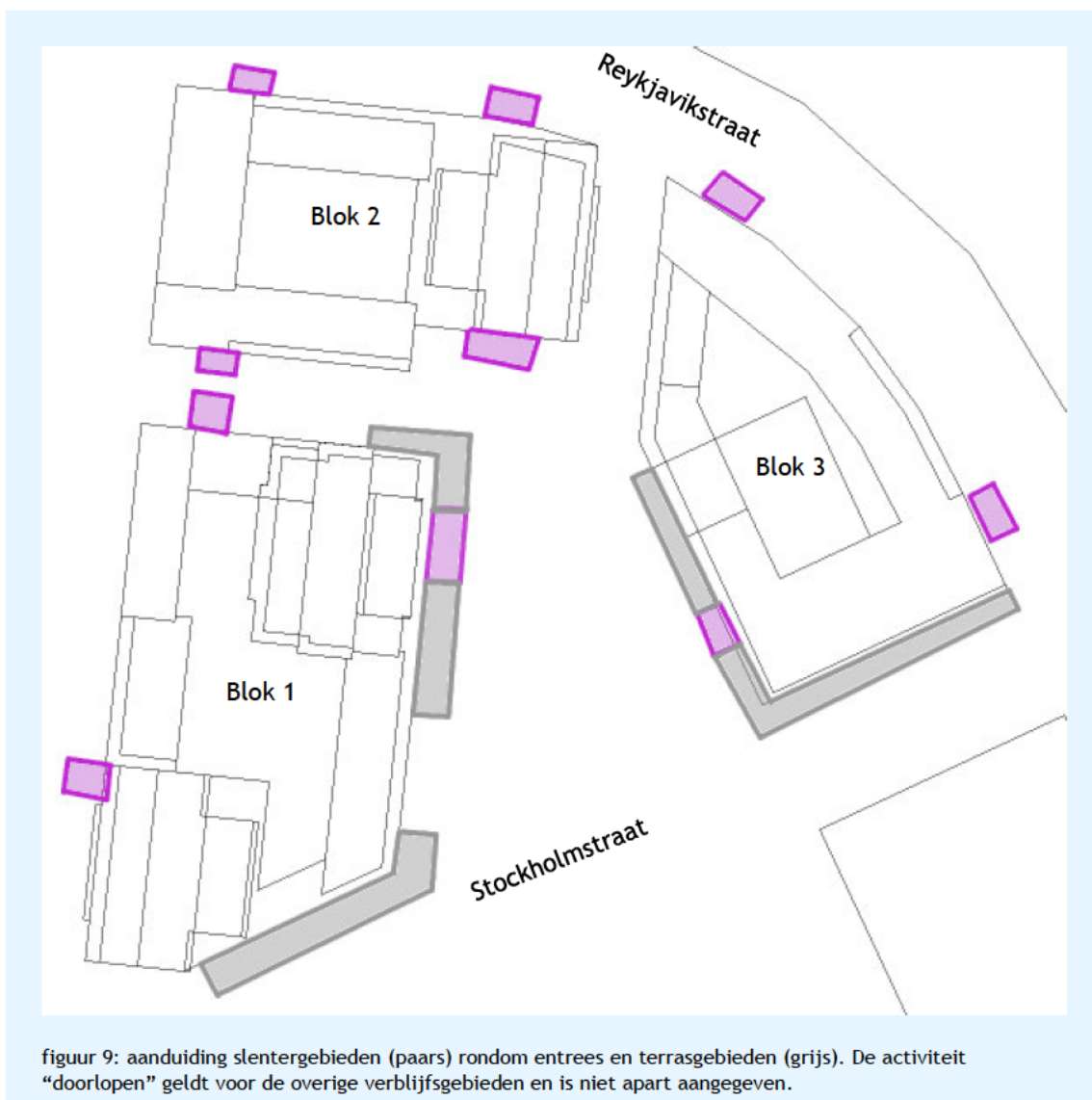
3.4 Wind en ruwheid

We passen het meteorologisch model van de NPR 6097 toe om te bepalen hoe vaak een bepaalde windsnelheid voor elke windrichting voorkomt ter plaatse van het ontwerp (figuur 8). Dit model houdt rekening met de lokale luchtweerstand (ruwheid) van het landschap. In deze simulatie is rekening gehouden met de ruwheid van stedelijk gebied. Zie bijlage 3 voor de windstatistiek van de omgeving.



3.5 Categorie indeling onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is onderverdeeld in de categorieën “doorlopen”, “slenteren” en “langdurig zitten”. Het gebied nabij de entrees beoordelen we als “slenteren” en de terrasgebieden als “langdurig zitten”. Deze gebieden hebben wij weergegeven in figuur 9 voor maaiveldniveau. De overige gebieden beoordelen we als “doorlopen”.



3.6 Nauwkeurigheid

Verschillen in de numerieke benadering ontstaan bijvoorbeeld door het dynamische karakter van de windstromingen, waardoor grote turbulentiezones niet op één plaats blijven liggen maar heen en weer schommelen in de ruimte. Er is dus altijd een inherente onzekerheid in het daadwerkelijk optredende windklimaat. De NEN 8100 geeft een richtlijn voor de inschatting van de fout in de overschrijdingskans (figuur 10). Door deze fout kan iemand bijvoorbeeld concluderen dat een gebied klasse C is terwijl deze klasse D is.

Tabel 3 — Standaarddeviatie δ van de fout in de overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > 5,0 \text{ m/s})$

Overschrijdingskans: $p(v_{\text{LOK}} > 5,0 \text{ m/s})$ in procenten van het aantal uren per jaar	2,5 %	5,0 %	10 %	20 %
Standaarddeviatie δ van de fout in procenten van het aantal uren per jaar.	0,8 %	1,5 %	2,4 %	3,1 %

figuur 10: inschatting fout in de overschrijdingskans volgens NEN8100

4. Resultaten

U vindt in dit hoofdstuk de resultaten van het windklimaatonderzoek voor maaiveldniveau op hoofdhoogte (1.75 meter volgens NEN 8100) voor drie scenario's:

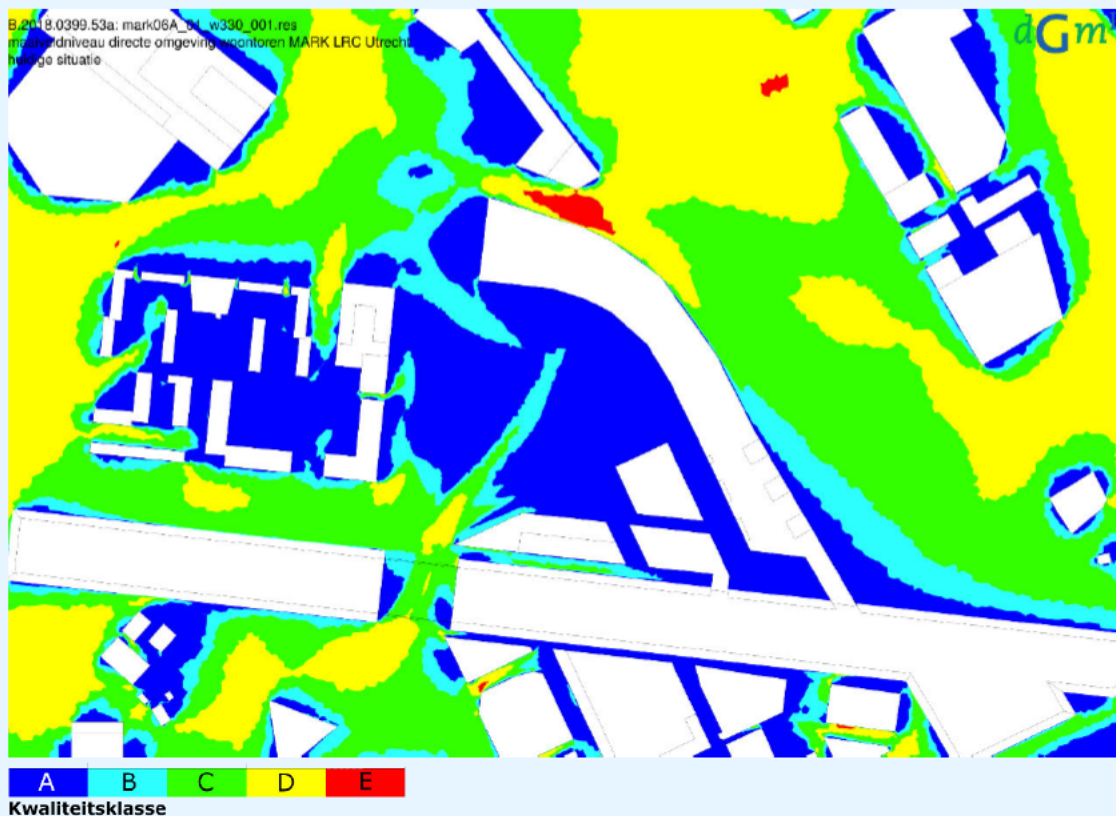
- onbebouwde situatie;
- SO-ontwerp (met drie torens, maximaal circa 140 meter);
- maximaal volume kavel (140 meter + 10%).

4.1 Onbebouwde situatie

U hoeft geen windgevaar te verwachten in de onbebouwde situatie (zie figuur 11). Buiten het kavel kunt u wel een gebied met beperkt windgevaar verwachten (ten noorden van kavel W6). Dit komt voornamelijk door de trechtersvorm tussen de gebouwen en de hoogte van het gebouw.



Een overzicht van de kwaliteitsklassen van het gebied ziet u in figuur 12. In de onbebouwde situatie kunt u klasse A-D in het gebied van het kavel zien. Het gebied is vrij onbeschut waardoor de wind uit de maatgevende richting zuidwest nauwelijks afgeremd wordt door nabijgelegen bebouwing. Echter, de wind wordt ter plaatse van de bomen afgeremd waardoor u in dit scenario toch een groot gebied met klasse A kunt verwachten.



figuur 12: overzicht kwaliteitsklassen in de onbebouwde situatie

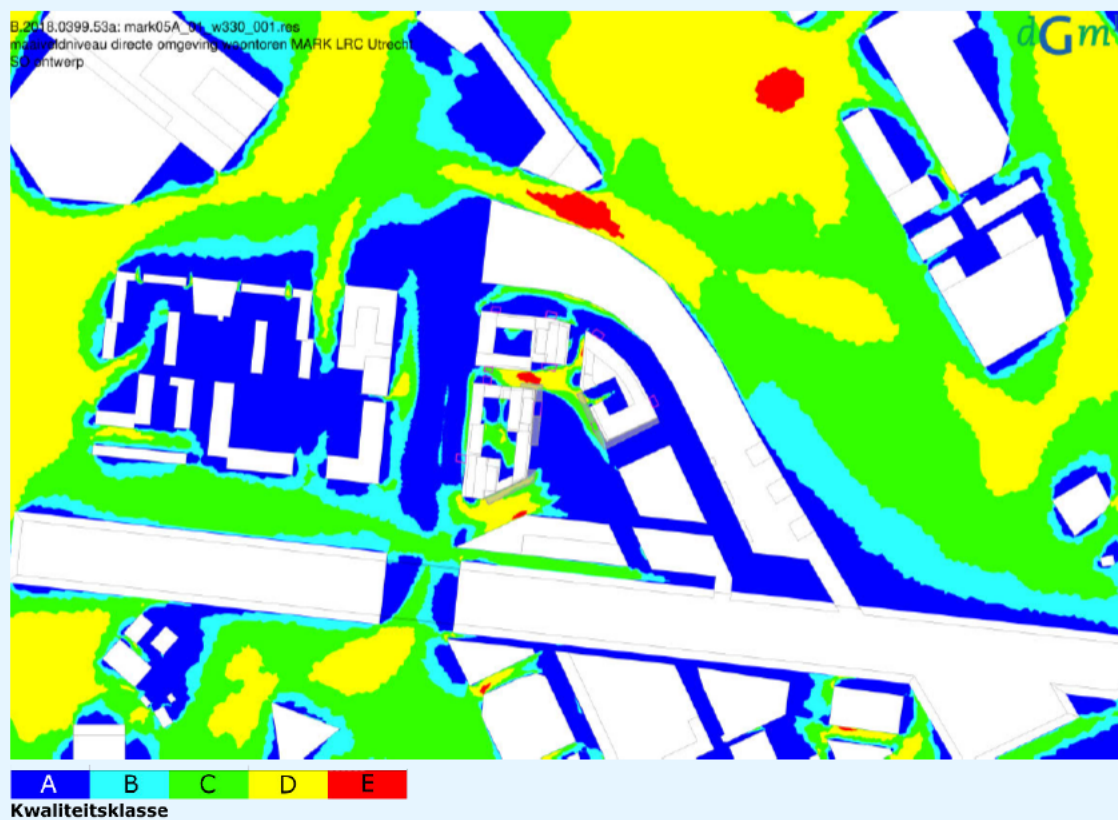
4.2 SO ontwerp

U hoeft geen windgevaar te verwachten voor het SO-ontwerp (zie figuur 13). Er is een gebiedje met beperkt risico. Volgens de NEN 8100 is beperkt risico acceptabel als mensen op deze plaats doorlopen. De entrees en terrasgebieden zoals opgenomen in het SO-ontwerp, liggen in gebieden zonder risico.

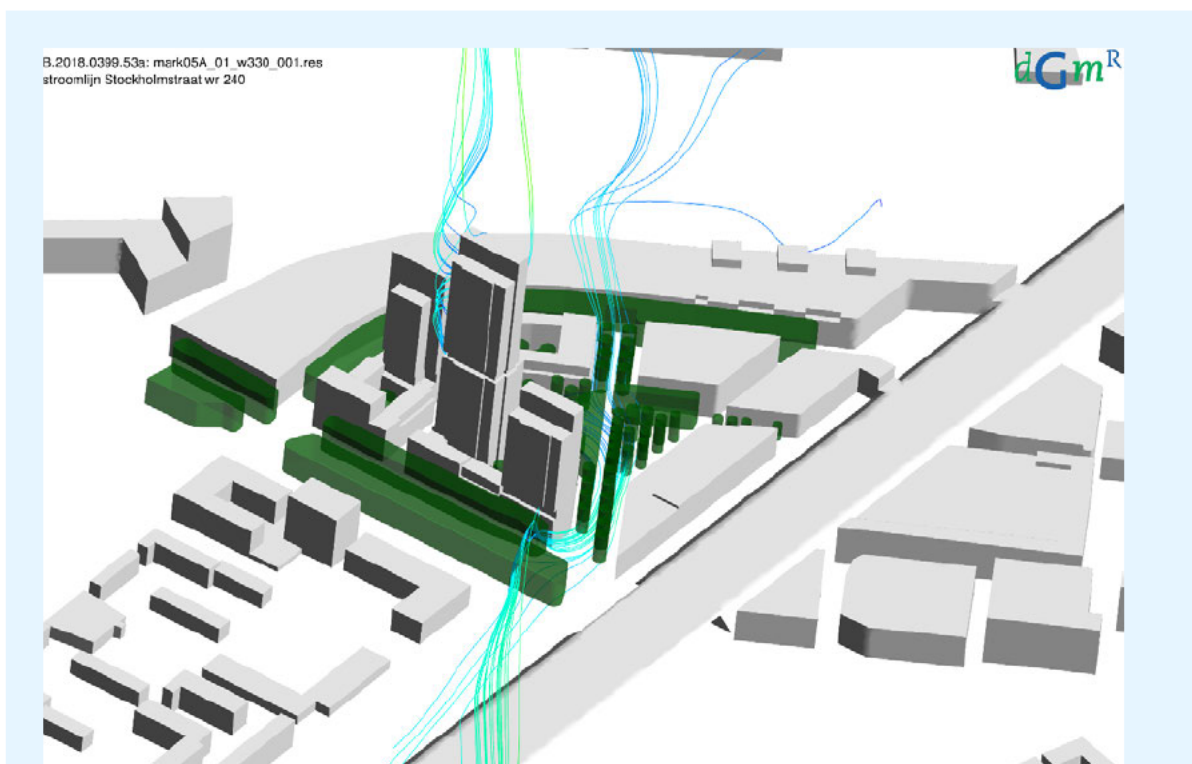


Een overzicht van de kwaliteitsklassen van het gebied ziet u in figuur 14. Voor het SO-ontwerp is er een grote verscheidenheid in klassen. Aan de oostzijde van de blokken zijn er windluwe gebieden met klasse A en klasse B. In de Stockholmstraat ter hoogte van blok 1 en tussen blok 1 en blok 2 kunt u vooral klasse D met plaatselijk klasse E verwachten. Deze gebieden zijn bedoeld voor de activiteit “doorlopen”.

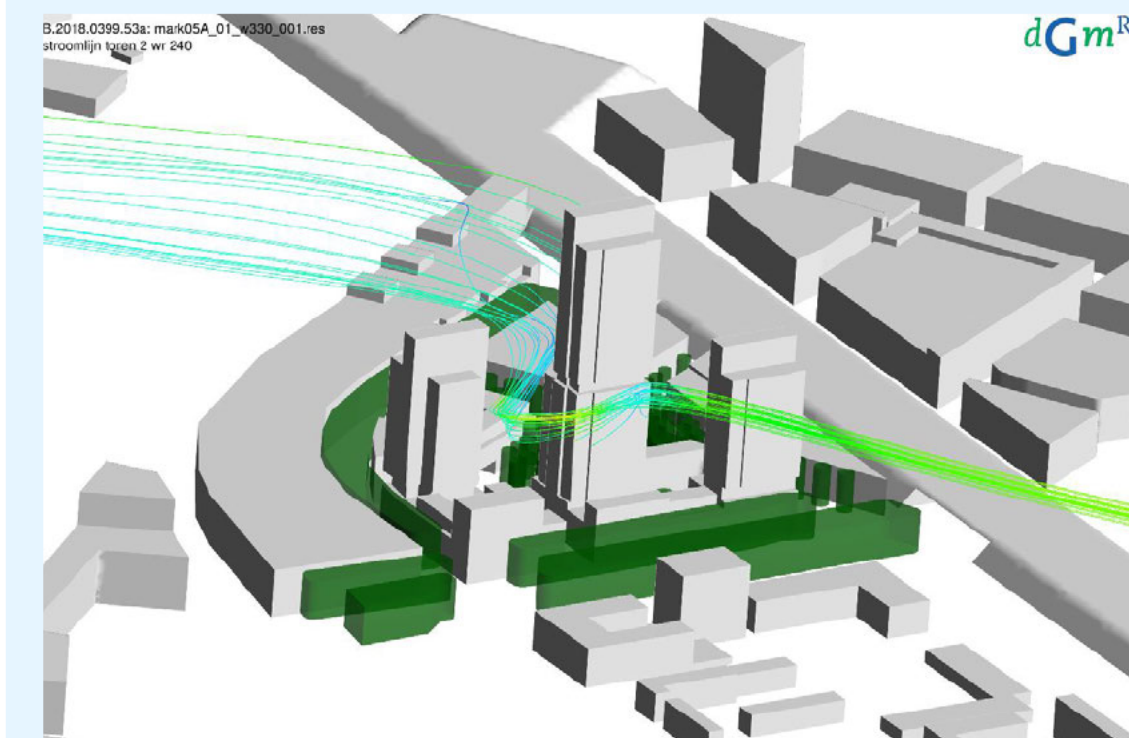
De genoemde gebieden zijn vrij onbeschut voor wind uit de maatgevende richting zuidwest. De wind wordt nauwelijks afgeremd door nabijgelegen bebouwing, maar wel door de bomen ter plaatse. Door bebouwing van het kavel ontstaat een vernauwing waardoor de wind moet versnellen (zie als voorbeeld figuur 15 voor de Stockholmstraat). Er is in de simulaties weinig effect van valwinden. De stroming blijft vrij horizontaal, zoals u bijvoorbeeld in figuur 16 kunt zien.



figuur 14: overzicht kwaliteitsklassen voor het SO-ontwerp



figuur 15: stroomlijnen door de Stockholmstraat bij zuidwestelijke wind



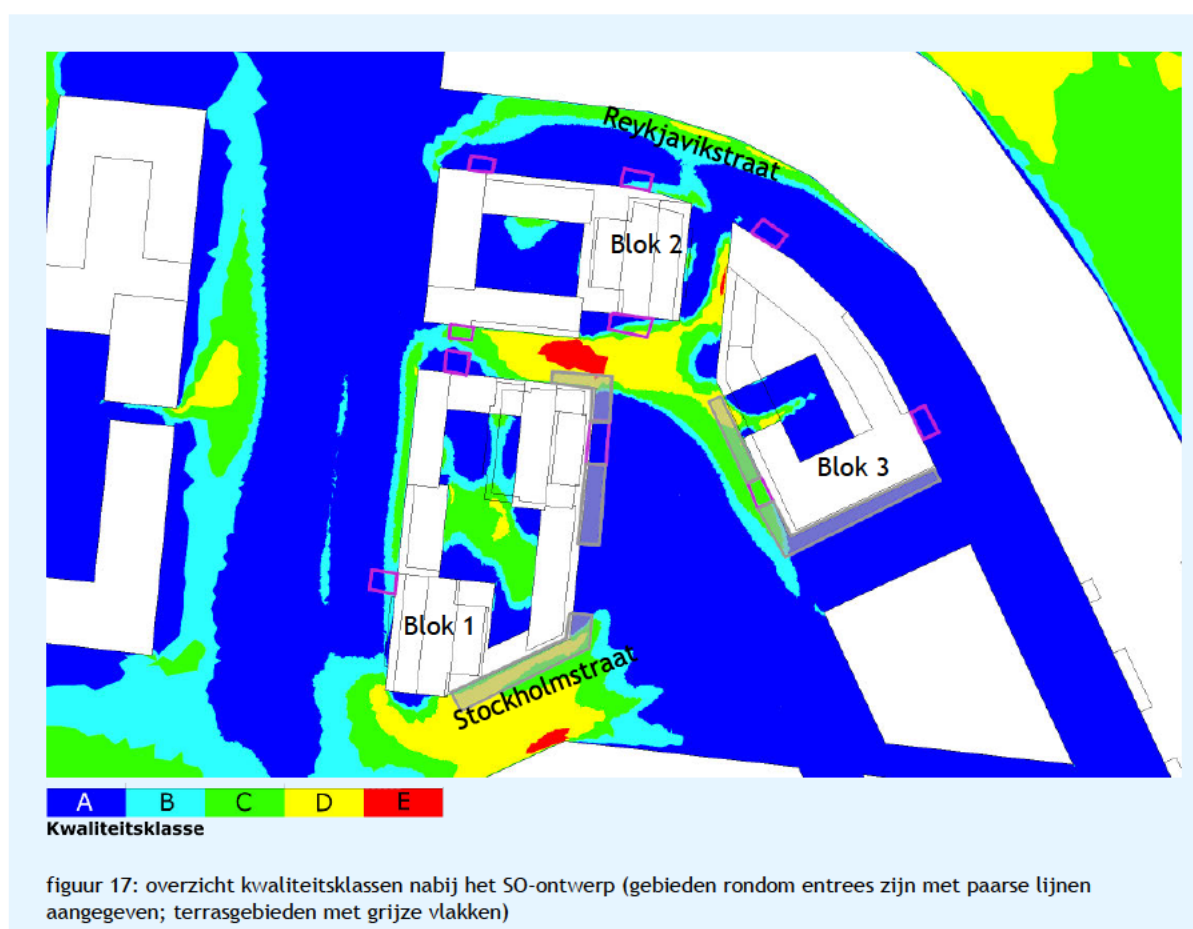
figuur 16: stroomlijnen om de noordelijke toren (circa 140 m hoog) van blok 1 bij zuidwestelijke wind

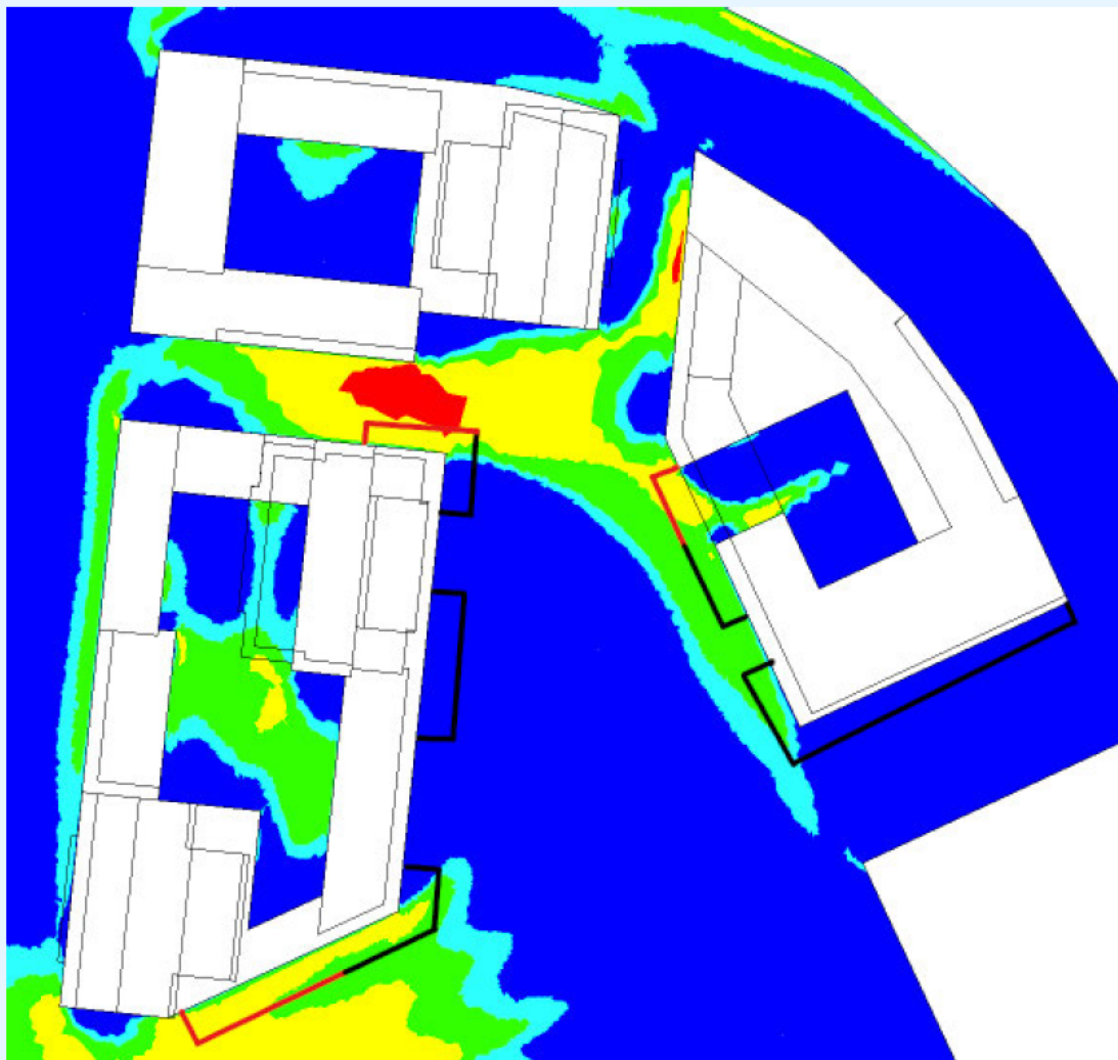
Nabij de entrees beoordelen we het windklimaat voor de activiteit “slenteren”. De entrees in het SO-ontwerp liggen in gebieden met klasse A t/m klasse C, zoals u kunt zien in figuur 17. Voor de entrees zijn dus geen aanvullende maatregelen nodig volgens de NEN8100.

Voor de noordelijke en zuidelijke terrassen van blok 1 en het westelijke terras van blok 3 is het windklimaat nog niet voldoende voor “langdurig zitten”. In deze gebieden kunt u gedeelten met klasse D verwachten. Hier kunt u het windklimaat verbeteren door windschermen om het terras te plaatsen en plantenbakken op het terras te plaatsen.

Bij horecaterrassen ervaren mensen bij lagere windsnelheden het windklimaat al eerder als slecht en is klasse A nog niet genoeg. De NEN 8100 adviseert daarom om extra aanvullende maatregelen te treffen bij deze terrassen, zoals windschermen.

In figuur 18 ziet u een overzicht met onze inschatting van de windschermen voor de terrasgebieden.





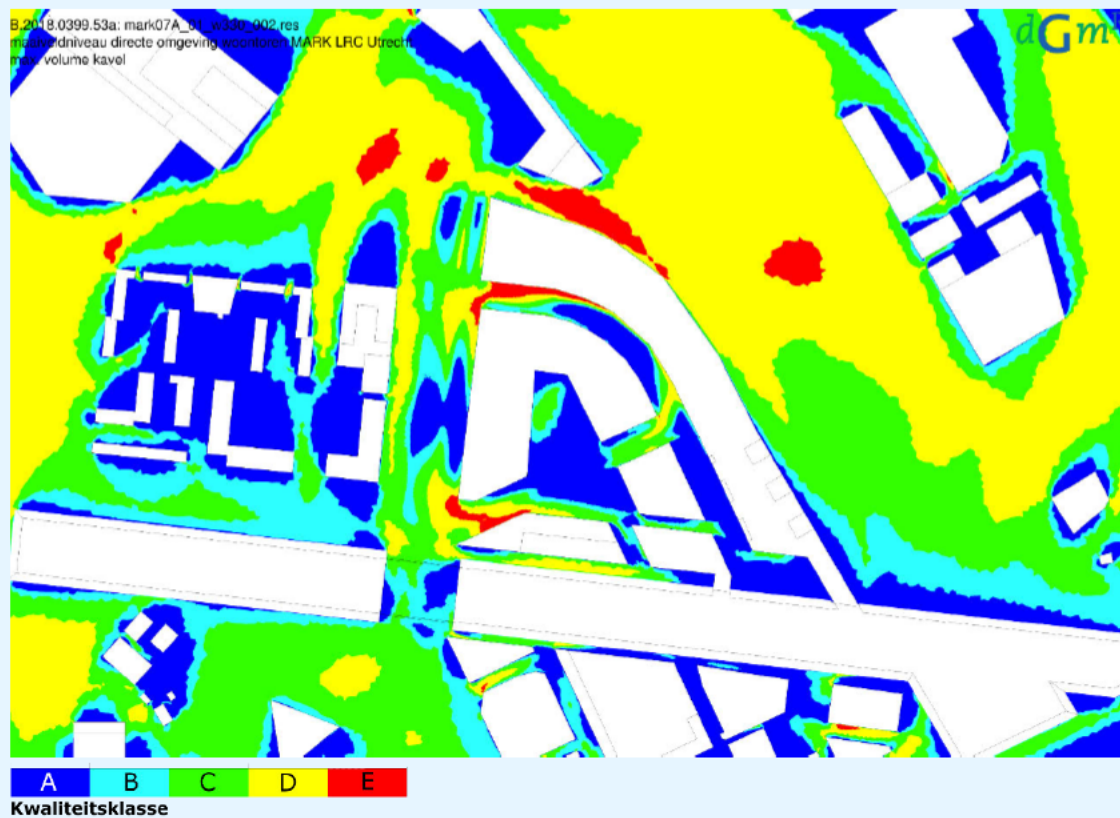
figuur 18: overzicht windschermen terrassen: rood 2 m hoog; zwart 1 m hoog

4.3 Maximaal volume kavel

Bij een maximale bebouwing van de kavel zijn er gebieden met een beperkt risico en windgevaar (zie figuur 19).

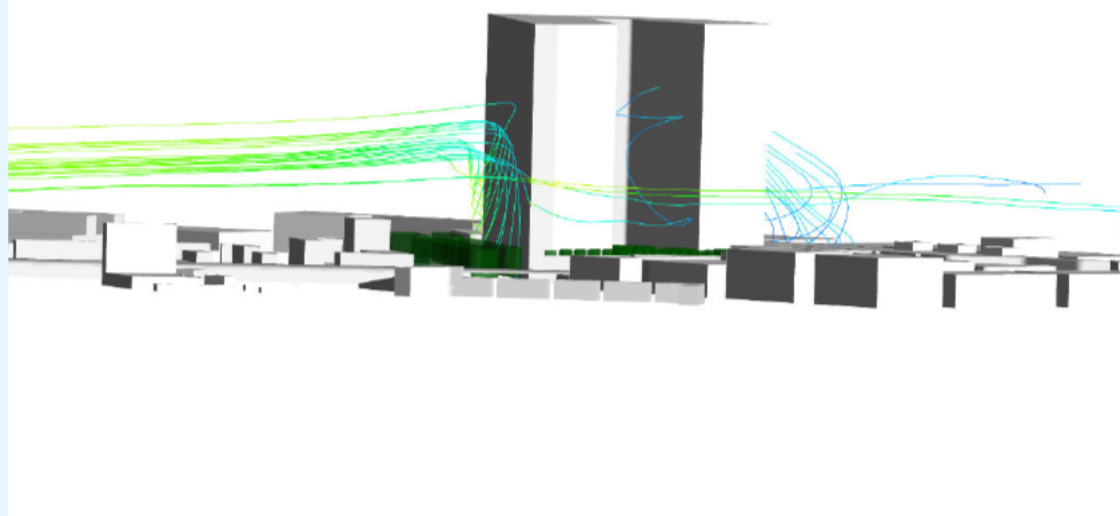


Een overzicht van de kwaliteitsklassen van het gebied ziet u in figuur 20. In de maximaal bebouwde situatie ziet u grotere gebieden met klasse E: het windklimaat is sterk verslechterd ten opzichte van het SO-ontwerp. Door de maximale bebouwing van de kavel speelt valwind nu een grotere rol, zoals u kunt zien in figuur 21.



figuur 20: overzicht kwaliteitsklassen in de onbebouwde situatie

B.2018.0399.53a: mark07A_01_w330_002.res
stroomlijn westgevel wr 240

dGm^R

figuur 21: stroomlijnen langs de gevel bij maximaal bebouwing voor zuidwestelijke wind

5. Conclusie

DGMR Bouw B.V. heeft een windklimaatonderzoek uitgevoerd voor de ontwikkeling van MARK in Utrecht in het kader van een bestemmingsplanonderzoek.

Voor het onderzoek hebben wij een 3D-model gemaakt van het gebied en de nabije omgeving om het windklimaat te toetsen. We hebben drie scenario's gesimuleerd:

- onbebouwde situatie;
- SO-ontwerp (met drie torens, maximaal circa 140 meter);
- maximaal volume kavel (140 meter + 10%).

Deze scenario's hebben wij gesimuleerd met Computational Fluid Dynamics (CFD), een methode om complexe luchtstromingen in en rond gebouwen te bepalen. De resultaten hebben we beoordeeld volgens de criteria gesteld in de NEN 8100:2006 nl 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'.

In de onbebouwde situatie kunt u klasse A t/m klasse D in het gebied van de kavel zien. Het gebied is vrij onbeschut waardoor de wind uit de maatgevende richting zuidwest nauwelijks afgeremd wordt door nabijgelegen bebouwing. Echter, de wind wordt ter plaatse van de bomen afgeremd waardoor u in dit scenario toch een groot gebied met klasse A kunt verwachten.

Onze bevindingen voor het SO-ontwerp zijn:

- U hoeft geen windgevaar te verwachten.
- Er zijn in het SO-ontwerp gebieden met beperkt risico. Volgens de NEN 8100 is beperkt risico acceptabel als mensen op deze plaats doorlopen. De entrees en terrassen liggen in een gebied zonder risico.
- In de Stockholmstraat ter hoogte van blok 1 en tussen blok 1 en blok 2 kunt u klasse E verwachten. Het windklimaat is hier nog niet voldoende. Hier kunt u eventueel nog lage beplanting toepassen om de windsnelheid plaatselijk te verlagen.
- De entrees hebben een voldoende windklimaat volgens de NEN 8100. Hier zijn dus geen maatregelen nodig.
- Voor de noordelijke en zuidelijke terrassen van blok 1 en het westelijke terras van blok 3 is het windklimaat nog niet voldoende voor "langdurig zitten". In deze gebieden kunt u gedeelten met klasse D verwachten. Hier kunt u het windklimaat verbeteren door windschermen om het terras te plaatsen en plantenbakken op het terras te plaatsen.
- Bij horecaterrassen ervaren mensen bij lagere windsnelheden het windklimaat al eerder als slecht en is klasse A nog niet genoeg. De NEN 8100 adviseert daarom om sowieso extra aanvullende maatregelen te treffen bij deze terrassen zoals windschermen.

In de maximaal bebouwde situatie zien we grote gebieden met klasse E, windgevaar en beperkt risico. Het windklimaat is verslechterd ten opzichte van het SO-ontwerp. Door de maximale bebouwing speelt valwind nu een grotere rol.

DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel	Technisch inlegvel numerieke simulaties
-------	---

technisch inlegvel numerieke simulaties

Project	Projectgegevens
Projectnaam	MARK Leidsche Rijn Centrum, Utrecht
Opdrachtgever	Ontwikkelcombinatie Kees bv
Projectleider	
Datum	Februari 2021
Model	Algemene gegevens model
Omvang gemodelleerd gebied	In een straal van meer dan 300 meter rond project
Kerngebied	Leidsche Rijn Centrum
Omgeving	Utrecht
Afmetingen model	$\pi r^2 h$ met straal van meer dan 300 meter en een hoogte van 900 meter
Blokkeringsgraad	<5%
Gemodelleerd groen	Bomen in directe omgeving (o.a. op Plein en in binnenplaatsen)
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)
Onderzochte configuraties	-onbebouwde kavel -SO ontwerp (drie torens, max ca 140m hoog) -max. bebouwing kavel (154m hoog)
Computerinstellingen	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	Ansys CFX v19.1, FVM (eindige volume methode)
Algemeen	Drie-dimensionaal, tijdsafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	Circa 22 miljoen cellen (tetragrid met prisma's ter plaatse van de wanden om de grenslaag goed te modelleren)
Turbulentiemodellering	RNG k- ϵ turbulentiemodel
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: high resolution Turbulente grootheden: high resolution
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmisch windprofiel (Richard & Hoxey)
Uitlaat	Logaritmisch windprofiel (Richard & Hoxey)
Grond buiten gemodelleerde omgeving	Ruwheidslengte $z_0 = 1$ meter voor stedelijk gebied
Gebouwen	Lokale ruwheid van 0.01 meter
Gegevensbewerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat
Amersfoortse coördinaten	X132737 Y456983
Drempelsnelheid hinder	5 m/s
Drempelsnelheid gevaar	15 m/s
Beoordeling	Algemeen, afhankelijk van uiteindelijke functie-indeling
Gepresenteerde resultaten	Rapport: plots van kwaliteitsklassen voor windhinder en gevaarcriteria

Bijlage 2

Titel

Toelichting beoordeling windklimaat

Toelichting beoordeling windklimaat

In onderstaande tabel is aangegeven wat voor effect wind heeft op voetgangers.

windeffecten op voetgangers

windsnelheid [m/s]	Effect
< 5	geen effecten waarneembaar
5 - 10	enige effecten op het lopen waarneembaar
10 - 15	duidelijke effecten op het lopen waarneembaar
> 15	zeer duidelijke effecten op het lopen waarneembaar

In de beoordeling van het windklimaat wordt rekening gehouden met deze tabel. Vanaf een lokale windsnelheid van 5 m/s (vergelijkbaar met een "matige wind") zijn effecten merkbaar, zoals haar dat in de war raakt. Vanaf een lokale windsnelheid van 15 m/s (vergelijkbaar met harde tot stormachtige wind) ontstaat moeite met lopen. Opgemerkt wordt dat hier gesproken wordt over windsnelheden op ooghoogte.

Bij de beoordeling van het windklimaat wordt niet alleen rekening gehouden met de windsnelheid, maar wordt ook rekening gehouden met de activiteit die men onderneemt. Bij lopen of wandelen heeft men minder snel last van de wind dan bij het slenteren op de markt langs de marktkraampjes of dan bij afscheid nemen bij de voordeur. Zittend op het terras is men daarentegen weer gevoeliger voor het windklimaat. Bij de beoordeling wordt daarom rekening gehouden met drie activiteiten, te weten:

- 1 doorloopgebieden: voor alle gebieden waar mensen lopen om zich van A naar B te verplaatsen;
- 2 slentergebieden: hierbij kan men denken aan slenteren op de markt of afscheid nemen bij de voordeur;
- 3 plaats voor langdurig zitten. Hierbij kan men denken aan een bankje in het park.

Opgemerkt wordt dat de activiteiten dus plaatsgebonden zijn.

Het windklimaat wordt in een onderzoek voor twee verschillende aspecten beoordeeld:

- 1 windgevaar
- 2 windhinder

Windgevaar

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 15 m/s. In de norm wordt het acceptabel geacht dat deze windsnelheid maximaal 0.05% (ongeveer 4 uur per jaar) voorkomt. Komt deze windsnelheid meer dan 0.3% per jaar voor, dan spreekt men van 'windgevaar'. In het tussenliggende gebied (tussen de 0.05% en de 0.3%) is er sprake van een 'beperkt risico'.

Beperkt risico wordt aanvaardbaar geacht voor doorloopgebieden, maar niet voor slentergebieden. Als beperkt risico optreedt in slentergebieden, dan moeten ook hier maatregelen getroffen worden om dit te voorkomen.

Wanneer er sprake is van windgevaar moeten de gebouwontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied maatregelen treffen. Windgevaar op plaatsen waar mensen zich kunnen bevinden, moet voorkomen worden. Windgevaar kun je daarom een 'veiligheidseis' noemen.

Windhinder

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 5 m/s. De beoordeling van windhinder is afhankelijk van hoe vaak deze windsnelheid per jaar optreedt. De tijdsduur dat dit optreedt, is verdeeld in vijf klassen van minder dan 2.5% (klasse A) t/m meer dan 20% (klasse E). Hoe deze klasse beoordeeld wordt, is afhankelijk van de activiteit. Dit is weergegeven in onderstaande tabel.

beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)

Overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het aantal uur per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		1. Doorlopen	2. Slenteren	3. Langdurig zitten
< 2.5	A	Goed	Goed	Goed
2.5 - 5.0	B	Goed	Goed	Matig
5.1 - 10.0	C	Goed	Matig	Slecht
10.1 - 20.0	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Er is geen wettelijke verplichting om windhinder te voorkomen of te beperken. Het is aan de gebouwontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied welke maatregelen hij wil treffen om het comfort te verhogen. Windhinder kun je daarom een 'comforteis' noemen.

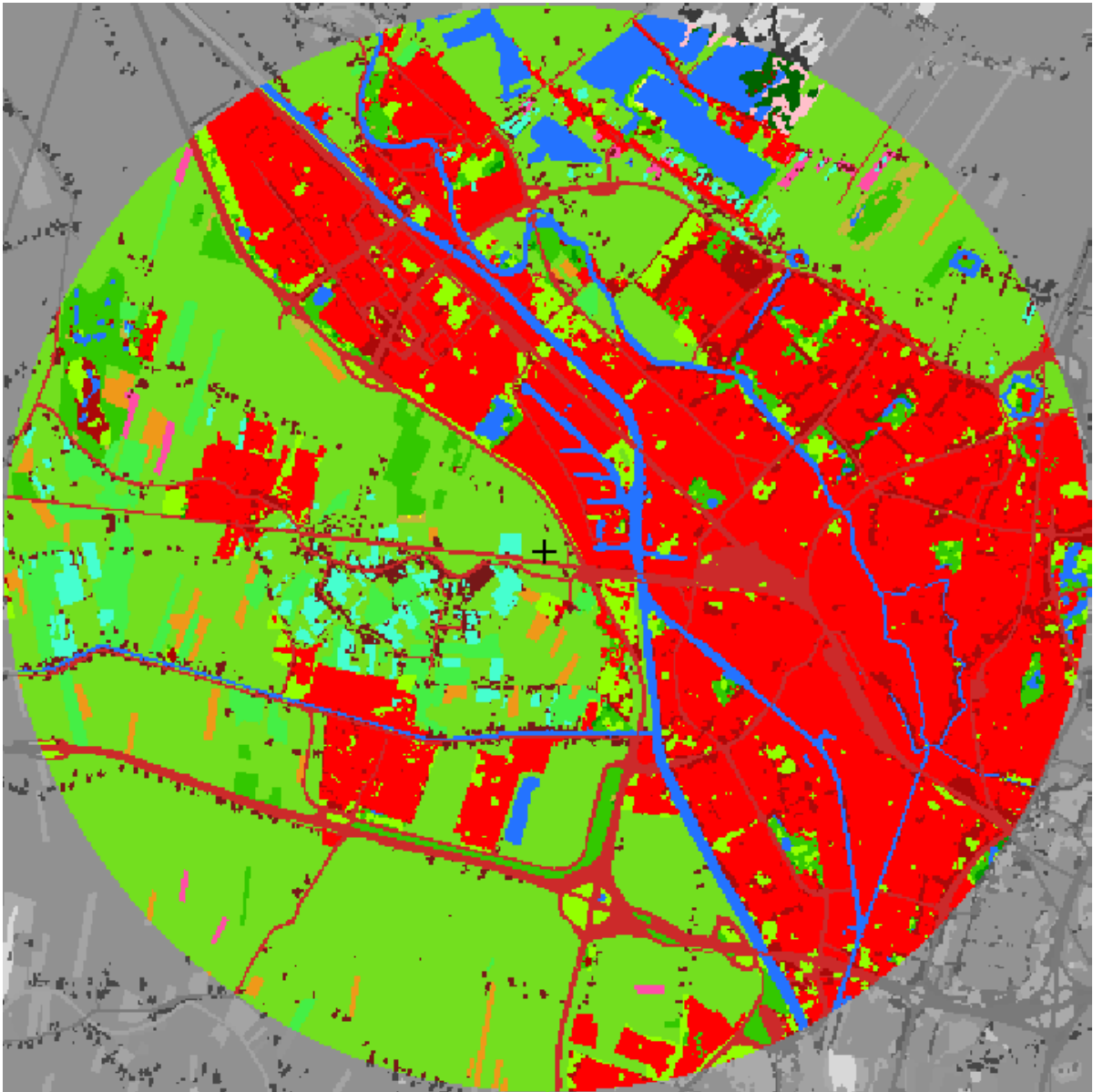
Bij doorloopgebieden (bijvoorbeeld op het trottoir of op straat) is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 1.5 dag per week (> 20% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je haar in de war kan raken (snelheid meer dan 5 m/s). Bij een matig windklimaat is dit $\frac{3}{4}$ à 1.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan $\frac{3}{4}$ dag per week.

Op een terras is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 0.5 dag per week (> 5% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je papieren van je tafeltje wegwaaien. Bij een matig windklimaat is dit $\frac{1}{4}$ à 0.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan $\frac{1}{4}$ dag per week.

Bijlage 3

Titel	Windstatistiek
-------	----------------

[illegible]



Ruwheidskaart omgeving

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