

Bezoekadres:

De Waal 18

5684 PH Best

Postadres:

Hoofdweg 70

3067 GH ROTTERDAM

T +31 (0)88-5152505

E info@cauberg Huygen.nl

W <http://www.cauberg Huygen.nl>

K.V.K. 58792562

IBAN NL71RABO0112075584

Project 'Max Euwe Quartier' in Rotterdam; rapportage CFD-windhinderonderzoek

Datum **9 april 2021**
Referentie **06211-52374-07**

Referentie 06211-52374-07
Rapporttitel Project 'Max Euwe Quartier' in Rotterdam;
rapportage CFD-windhinderonderzoek

Datum 9 april 2021

Opdrachtgever Bakkers Hommen Waerdevast
Max Euwelaan 31
3062 MA ROTTERDAM
Contactpersoon De heer F. Mirandolle

Behandeld door ing. T.H.A.M. Taris
ir. S. Segers
Cauberg Huygen B.V.
Bezoekadres
De Waal 18
5684 PH Best
Postadres
Hoofdweg 70
3067 GH ROTTERDAM
Telefoon 088-5152505

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Beoordeling windklimaat	6
2.1	Beoordeling windhinder conform NEN 8100	6
2.2	Beoordeling gevaarcriterium conform NEN 8100	7
3	Plangebied	8
3.1	Windstatistiek op de locatie	8
3.2	De ruimere omgeving van het plan	8
3.3	Bouwplan	9
3.4	Beoordeling van het windklimaat rondom het bouwplan	11
4	Over CFD-berekeningen en modellering	12
5	Resultaten CFD-windonderzoek	13
5.1	Windhinder	13
5.1.1	Berekeningsresultaten maaiveldniveau	13
5.1.2	Toelichting windklimaat op maaiveld	14
5.1.3	Berekeningsresultaten (dak)terrassen	15
5.2	Windgevaar	17
5.2.1	Berekeningsresultaten maaiveldniveau	17
5.2.2	Toelichting rekenresultaten windgevaar op maaiveld	17
5.2.3	Berekeningsresultaten (dak)terrassen	17
5.3	Mogelijke verbeteringen	18
6	Samenvatting en conclusie	20

Bijlagen

Bijlage I	Inlegvel NEN 8100
Bijlage II	CFD model met rekenraster
Bijlage III	Berekeningsresultaten: overschrijdingskansen per windrichting
Bijlage IV	Stromingslijnen

1 Inleiding

Door Cauberg Huygen B.V. is, in samenwerking met Actiflow B.V., in opdracht van Bakkers Hommen Waerdevast voor het plan 'Max Euwe Quartier' in het gebied 'Brainpark' in Rotterdam een windstudie conform NEN 8100:2006 uitgevoerd op basis van berekeningen met Computational Fluid Dynamics (CFD).

Het voornemen is om het gebied 'Brainpark Rotterdam' de komende jaren te transformeren naar een stadswijk met woningen en diverse andere functies (o.a. hotel en kantoor). Het plan 'Max Euwe Quartier' (fase 1) is gelegen aan de noordwestzijde van het plangebied 'Brainpark', tussen de Kralingse Zoom, de Max Euwelaan en de K.P. van der Mandelelaan, zie figuur 1.1 op de volgende pagina. De nieuwbouw zal gerealiseerd worden ter hoogte van de kantoorpanden aan de Max Euwelaan 1, 21-29 en 31-49, die gesloopt zullen worden.

Binnen het plan zijn een drietal nieuwbouwwoonblokken te onderscheiden: ME1, ME21 en ME31, zie ook figuur 1.1 op de volgende pagina:

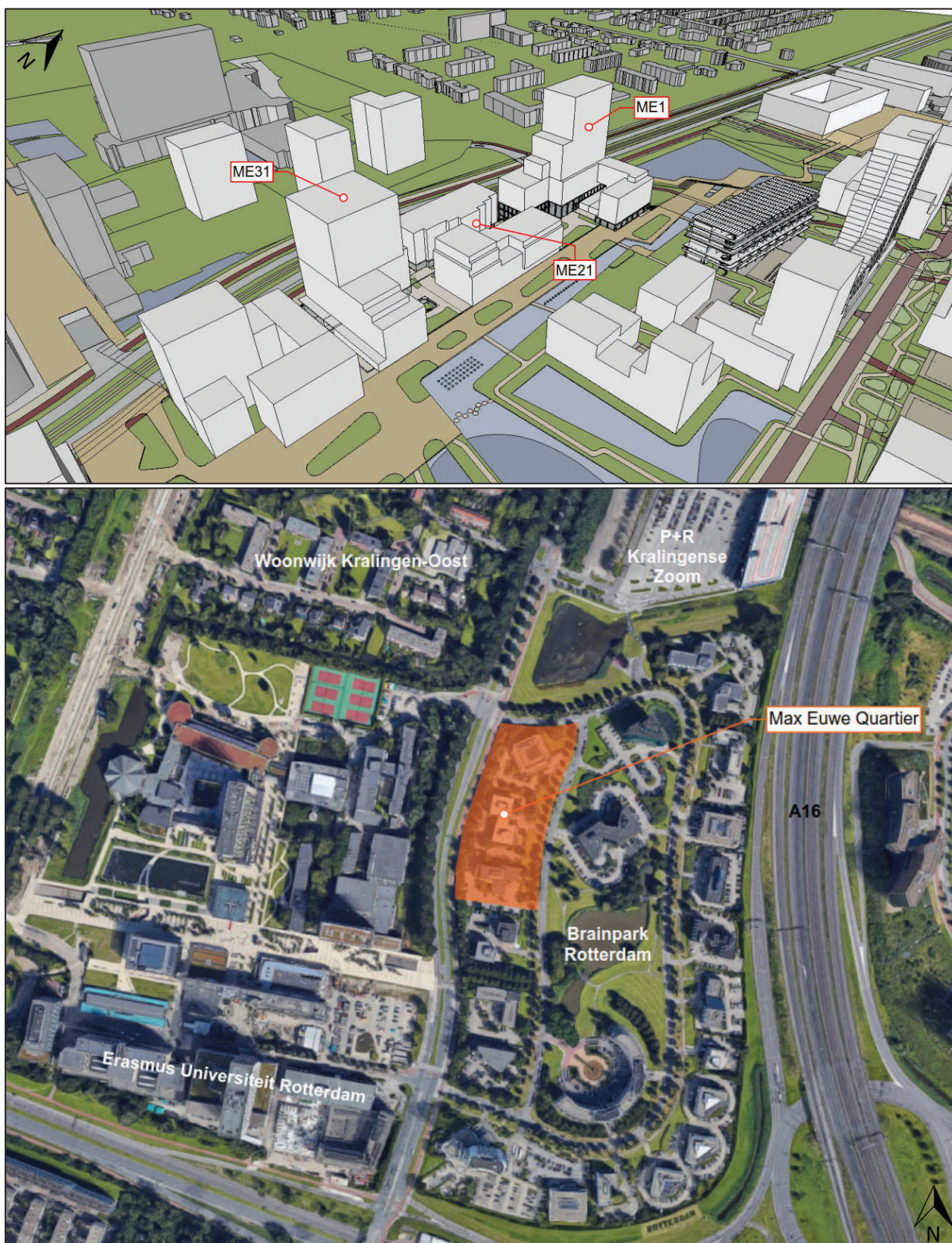
- ME1, gelegen aan de Max Euwelaan 1, omvat een woongebouw met woontoren (ca. 72 m hoog) met ca. 350 woningen.
- ME21, gelegen aan de Max Euwelaan 21, omvat 2 parallelle woongebouwen (tot ca. 28 m hoog) met in totaal ca. 217 woningen.
- ME31, gelegen aan de Max Euwelaan 1, omvat een woongebouw met woontoren (ca. 55 m hoog) met ca. 233 woningen.

De woongebouwen hebben een commerciële plint en komen bovenop een (verdiepte) parkeergarage te staan. Binnen het plan zullen in totaal circa 800 nieuwbouwwoningen gerealiseerd worden.

Middels een CFD-onderzoek conform de NEN 8100 is het windklimaat op maaiveld rondom het bouwplan en ter plaatse van de dakterrassen in het plan onderzocht en beoordeeld aan de hand van de kwaliteitsklassen uit de NEN 8100. In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van dit onderzoek.

Het rapport omvat de onderstaande onderdelen:

- In hoofdstuk 2 van deze rapportage worden de eisen aan het windklimaat en de beoordelingsmethodiek uit de NEN 8100 behandeld.
- Hoofdstukken 3 en 4 geven een nadere toelichting op het uitgevoerde onderzoek.
- In hoofdstuk 5 worden de resultaten van het onderzoek gegeven en toegelicht.



Figuur 1.1: Plan 'Max Euwe Quartier (fase 1)' in Rotterdam. Boven: 3D-impressie, onder: plangebied en omgeving

2 Beoordeling windklimaat

Voor de beoordeling van het windklimaat op het maaiveld is de NEN 8100:2006 gehanteerd. In deze norm wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar voor personen ten gevolge van wind.

2.1 Beoordeling windhinder conform NEN 8100

In de NEN 8100 is 'windhinder' gedefinieerd als 'het ondervinden van hinder ten gevolge van wind'. Hierbij valt te denken aan wapperende kleding, verwaaiide haren, gehinderd worden bij het lezen van een krant of gehinderd worden bij het lopen. Het ervaren van windhinder is afhankelijk van de activiteit die men op dat moment onderneemt, waarbij de kans dat bij een willekeurige snelheid windhinder ervaren wordt groter is bij stilzitten dan bij stevig doorlopen. Het criterium voor de beoordeling van windhinder is daarom als volgt opgebouwd:

1. *Een drempelsnelheid en overschrijding van de drempelsnelheid*

De drempelsnelheid voor het beoordelen van windhinder is 5 m/s. Het blijkt dat bij windsnelheden boven circa 5 m/s mechanische effecten een rol gaan spelen: het haar verwaait, kleding en paraplu's worden door de wind bewogen. Hoe vaker de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, hoe slechter het windklimaat ervaren zal worden.

2. *Kwaliteitsklasse*

Aan de overschrijdingskans dat de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, zijn de kwaliteitsklassen A tot en met E gekoppeld.

Klasse A staat voor de hoogste comfortklasse en klasse E voor het laagste kwaliteitsniveau.

3. *Activiteiten en de windhindergevoeligheid van de activiteit*

Ook wordt er bij de beoordeling ten aanzien van windhinder rekening mee gehouden dat de gevoeligheid van personen voor windhinder afhankelijk is van de activiteit die men op een zeker moment onderneemt. Er worden bij de beoordeling van windhinder drie 'activiteiten' onderscheiden:

- Doorlopen Niet / nauwelijks windhinder gevoelig, bijvoorbeeld: parkeerterrein, trottoir.
- Slenteren Wel windhinder gevoelig, bijvoorbeeld: entree, park, winkelstraat.
- Langdurig zitten Meest windhinder gevoelig, bijvoorbeeld: terras, bankje in park, balkon.

Afhankelijk van de activiteit wordt aangegeven of het lokale windklimaat, bij een bepaalde overschrijding van de drempelsnelheid (= kwaliteitsklasse) als goed, matig of slecht voor de activiteit beoordeeld moet worden, zoals aangegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1: Criteria voor windhinder

Kans dat de drempelsnelheid (5 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		Doorlopen (niet windhinder-gevoelig)	Slenteren (wel windhinder-gevoelig)	Langdurig zitten (meest windhinder-gevoelig)
< 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

2.2 Beoordeling gevaarcriterium conform NEN 8100

In de NEN 8100 is 'windgevaar' gedefinieerd als 'het optreden van een zodanige windsnelheid dat bij personen in ernstige mate problemen (evenwichtsverlies) optreden bij het lopen'.

Naar analogie voor de beoordeling van windhinder wordt het criterium ter beoordeling van windgevaar opgebouwd. Hierbij wordt een drempelsnelheid van 15 m/s (uurgemiddelde windsnelheid) aangehouden. Met 'windgevaar' worden zodanig hoge windsnelheden bedoeld dat mensen ernstige problemen ondervinden tijdens het lopen, zoals vallen. Bij windvlagen neemt de snelheid in korte tijd toe tot ruim 1,5 maal de uurgemiddelde windsnelheid. Ten aanzien van het beoordelen van windgevaar wordt de indeling zoals aangegeven in tabel 2.2 aangehouden.

Tabel 2.2: Criteria voor windgevaar

Kans dat de drempelsnelheid (15 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwalificatie
$\leq 0,05$ %	Geen risico
0,05 - 0,30 %	Beperkt Risico
$\geq 0,30$ %	Gevaarlijk

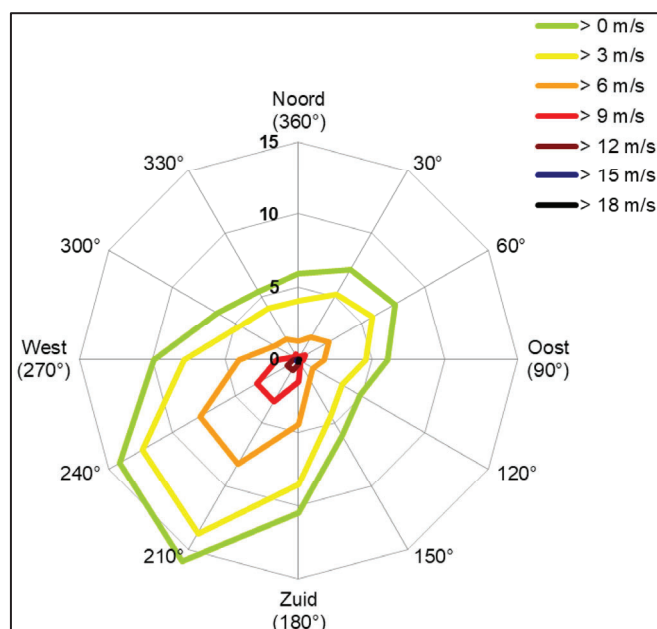
Een 'beperkt risico' is slechts acceptabel bij niet-windhinder gevoelig gebruik, te weten de activiteit 'doorlopen'. Voor de activiteiten slenteren en langdurig zitten is een beperkt risico op gevaar niet acceptabel. Alle situaties met een overschrijdingskans van groter dan 0,30% van de tijd zijn gevaarlijk en behoren te worden vermeden, het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.

3 Plangebied

3.1 Windstatistiek op de locatie

De coördinaten voor het plangebied in Rotterdam zijn: $X = 96.045$ en $Y = 436.970$. Voor het bepalen van de lokale windstatistiek wordt – zoals voorgeschreven in de NEN 8100 – gebruik gemaakt van NPR 6097. Zoals op de meeste locaties binnen Nederland is de overheersende windrichting zuidwest (zuid-zuidwest en west-zuidwest).

Figuur 3.1: Windsnelheid op locatie
(per sector) op 60 m hoogte



3.2 De ruimere omgeving van het plan

De planlocatie is gelegen in gebied 'Brainpark' (bedrijven- en kantoorterrein) in Rotterdam, tussen de A16 en de Erasmus Universiteit. In onderstaande figuur is de ligging van het plan in de ruimere omgeving weergegeven.



Figuur 3.2: Het omgevingsplan Max Euwe Quartier Fase 1

In de bovenstaande figuren is te zien dat het bouwplan in een overwegend bebouwde/stedelijke omgeving ligt. Het plan is gelegen op een bedrijven- en kantoorterrein, met overwegend kantoorgebouwen met een hoogte van ca. 11 tot 17 m. In de directe omgeving van het gebouw, het gebied met een straal van circa 300 m, is aan de (zuid)westzijde de Erasmus Universiteit gelegen. Hier zijn onderwijsgebouwen gelegen met een hoogte van ca. 10-15 m, met enkele hoogte accenten tot 74 m. Aan de noordwestzijde is de woonwijk Kralingen-Oost gesitueerd, met grondgebonden woningen en woongebouwen tot 12 m hoog.

Doordat het bouwplan, met name ME1 en ME31, een grotere hoogte heeft ten opzichte van de omliggende bebouwing en de ligging langs de (brede) Kralingse Zoom kan de wind vanuit nagenoeg alle richtingen, ook de overheersende windrichtingen west-zuidwest en zuid-zuidwest, vrij op de torens aanstromen. Direct ten noorden(oosten) van het plan is geen bebouwing aanwezig (vijver en P+R parkeerterrein), waardoor wind vanuit (overheersende) zuidwestelijke richtingen met hoge windsnelheden vrij langs het bouwplan kan afstromen.

Opgemerkt wordt dat in voorliggend onderzoek enkel fase 1 van het plan Max Euwe Quartier beschouwd wordt, waarbij qua omgeving wel rekening gehouden is met het later te beschouwen fase 2 van het plan. De bouwvolumes van fase 2 van het plan Max Euwe Quartier zijn meegenomen in de 3D-modellering. Fase 2 van het plan betreft de locatie aan de K.P. van der Mandelelaan 9-35, gelegen direct ten oosten van fase 1 van het plan, zie figuur 3.2. Dit nieuwbouwplan (fase 2) omvat de realisatie van twee complexen, zie ook "[figuur 3.3 onder de navolgende paragraaf 3.3:

- Een woongebouw aan de oostzijde van het perceel bestaande uit 9 bouwlagen (ca. 29 m hoog) met in totaal ca. 152 woningen.
- Een hotel aan de westzijde van het perceel, bestaande uit een laagbouwdeel (tot 7 bouwlagen hoog) en een toren van 70 m hoog.

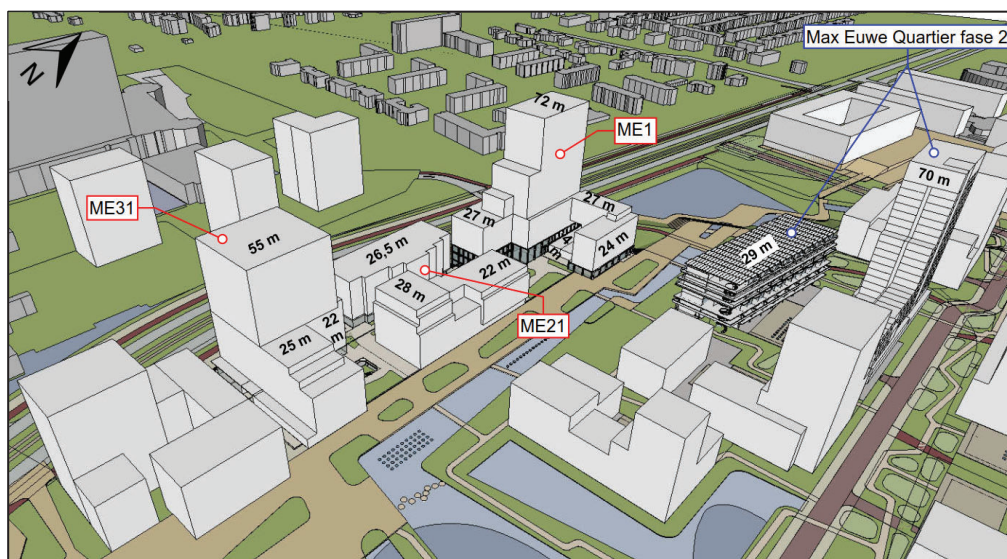
3.3 **Bouwplan**

Binnen het voorliggende plan (fase 1) zijn een drietal nieuwbouwwoonblokken te onderscheiden: ME1, ME21 en ME31:

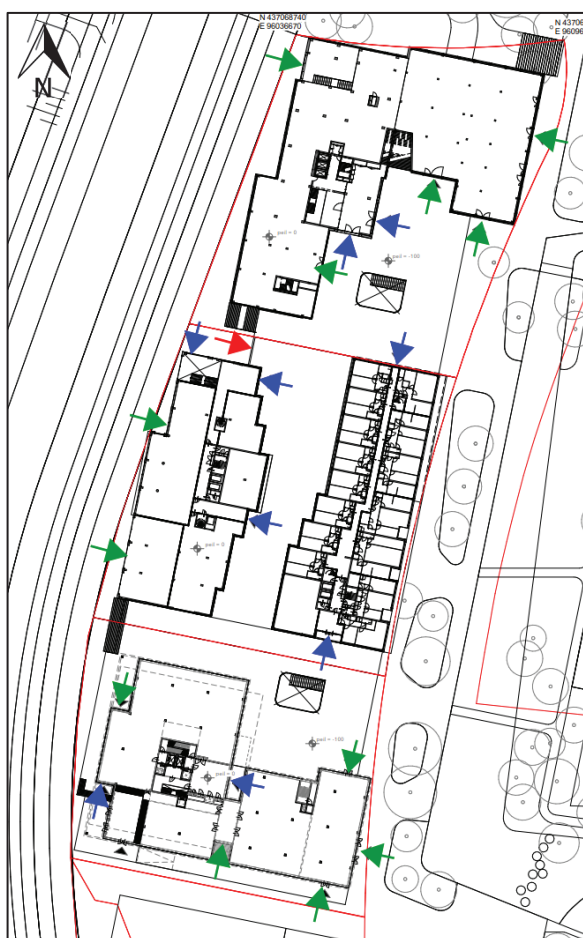
- ME1, gelegen aan de Max Euwelaan 1, omvat een U-vormig woongebouw (27 m hoog) met een woontoren (72 m hoog) voorzien van twee setbacks. Aan de binnenzijde van U-vorm is een dek gelegen met een onderdoorgang in de bebouwing.
- ME21, gelegen aan de Max Euwelaan 21, omvat 2 parallelle woongebouwen (west 26,5 m hoog en oost 22&28 m hoog).
- ME31, gelegen aan de Max Euwelaan 1, omvat een L-vormig woongebouw (22-25 m hoog) met een woontoren (55 m hoog).

Onder het plan is een parkeerkelder voorzien.

In de onderstaande figuren is het bouwplan en de directe omgeving van het plan weergegeven. De posities van de (hoofd)entrees (wonen), de entree van de fietsenstalling en de entrees voor de commerciële plint zijn aangeduid in figuur 3.4. De posities van de (dak)terrassen zijn aangeduid in figuur 3.5.



Figuur 3.3: Bouwplan



Figuur 3.4: Openbare ruimte rondom het plan (links). Blauw: Entrees wonen, groen: entrees niet-wonen, rood: entree fietsenstalling.



Figuur 3.5: Posities terrassen en dakterrassen. Groen: terras op maaiveldniveau, paars: dek, geel: dakterrassen.

3.4 Beoordeling van het windklimaat rondom het bouwplan

Met de resultaten van het CFD-onderzoek kan beoordeeld worden of het windklimaat rondom het bouwplan geschikt is voor de beoogde functies. Voor de openbare buitenruimten kan de normstelling uit de onderstaande tabel, conform hoofdstuk 2 en de NEN 8100, aangehouden worden.

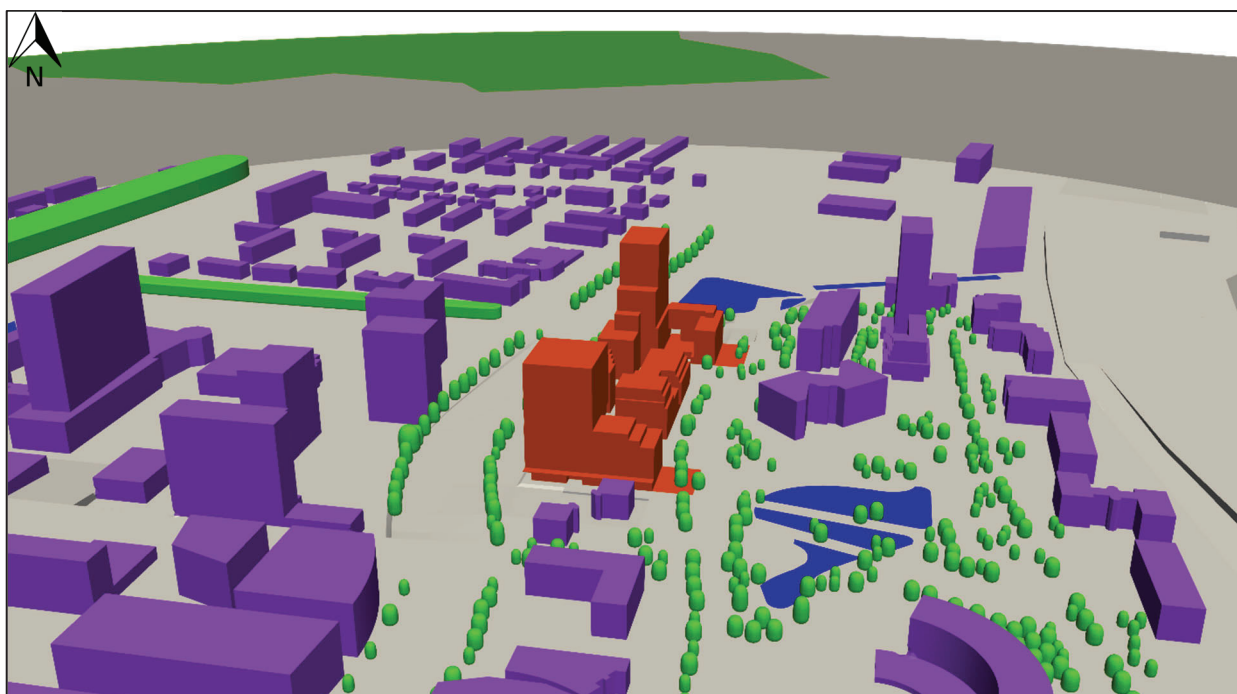
Tabel 3.1: Normstelling conform NEN 8100

Type gebied	Classificatie	Windhinder		Windgevaar
		Ambitieniveau	Minimaal / acceptabel niveau	
Openbaar gebied rondom het plan (trottoirs, voetpaden, fietsroutes en dergelijke)	Doorloopgebied	Goed windklimaat voor doorlopen = Klasse A, B of C	Matig windklimaat voor doorlopen = Klasse D	<i>Beperkte overschrijding van het gevaarcriterium toegestaan.</i>
Gebied nabij (hoofd)entrees en entree van de fietsenstalling	Slentergebied	Goed voor slenteren = Klasse A of B	Matig windklimaat voor slenteren = Klasse C	<i>Overschrijding van het gevaarcriterium <u>niet</u> toegestaan.</i>
Gebied voor (dak)terrassen	Gebied voor langdurig zitten	Goed voor langdurig zitten = Klasse A	Matig windklimaat voor langdurig zitten = Klasse B	<i>Overschrijding van het gevaarcriterium <u>niet</u> toegestaan.</i>

4 Over CFD-berekeningen en modellering

De numerieke simulaties zijn uitgevoerd door Actiflow B.V. Conform de NEN 8100 is het technische inlegvel met een kort overzicht van relevante zaken en aandachtspunten opgenomen in bijlage I.

Op basis van het aangeleverde 3D-model van het bouwplan in zijn omgeving, situatietekening en geo-data is een 3D-rekenmodel gemaakt, geschikt voor CFD-windhinderonderzoek conform de NEN 8100 (zie onderstaande figuur). Het verkregen 3D-model is aangepast tot een benodigd detailniveau en nauwkeurigheid voor een CFD-berekening. In bijlage II zijn de afbeeldingen van het rekenmodel inclusief rekenraster weergegeven.



Figuur 4.1: 3D rekenmodel ten behoeve van CFD-onderzoek

5 Resultaten CFD-windonderzoek

Het windklimaat in de (openbare) buitenruimten op maaiveldniveau is conform de NEN 8100 bepaald. In de figuren in de hierna volgende paragrafen worden de resultaten voor windhinder en windgevaar weergegeven op horizontale doorsneden op 1,75 m boven maaiveld.

5.1 Windhinder

5.1.1 Berekeningsresultaten maaiveldniveau

Figuur 5.1 geeft de berekeningsresultaten weer ten aanzien van windhinder uitgedrukt in de kwaliteitsklassen A t/m E uit de NEN 8100:2006.



Figuur 5.1: Beoordeling windcomfort conform NEN 8100 – maaiveldniveau

In aanvulling op de resultaten en figuur gepresenteerd in deze paragraaf zijn meer grafische resultaten opgenomen in de bijlagen. Bijlage III geeft de overschrijdingskans van de 5 m/s per windrichting. Alle overschrijdingen over alle windrichtingen bij elkaar opgeteld leiden tot de overschrijdingen van de 5 m/s en de kwaliteitsklassen uit de NEN 8100 als gepresenteerd in deze paragraaf. De overschrijdingen per windrichting geven meer inzicht in de oorzaak van het aanwezige windklimaat.

5.1.2 Toelichting windklimaat op maaiveld

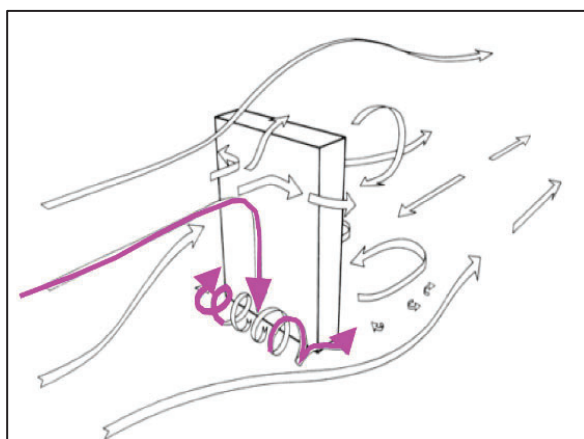
Uit figuur 5.1 blijkt dat rondom het nieuwbouwplan overwegend sprake is van kwaliteitsklasse A (= goed windklimaat voor alle functies). Tussen de diverse bouwblokken en nabij de gebouwhoeken treedt kwaliteitsklasse B en C op. Kwaliteitsklasse B betekent goed voor doorlopen, slenteren en entrees. Klasse C geldt als goed voor doorlopen, en matig voor slenteren en entrees. Met name bij de noordoostelijke en noordwestelijke gebouwhoek van ME1 (noordzijde plangebied) zijn gebieden waar voornamelijk klasse B overheerst en in mindere mate ook klasse C. Ook bij de zuidwestelijke gebouwhoek van ME31 is een grotere zone waar klasse B optreedt met een kleine zone waar klasse C heerst.

Tussen de bouwvolumes, waar de wind versneld wordt, is ook klasse B en C waar te nemen. In een kleine zone tussen ME21 en ME31 treedt tevens kwaliteitsklasse D op: dit is matig voor doorlopen en slecht voor slenteren/entrees. Bij een matig windklimaat wordt af en toe overmatige windhinder ondervonden. Gezien hier geen windgevoelige functies zoals entrees aanwezig zijn, kan dit lokaal geaccepteerd worden.

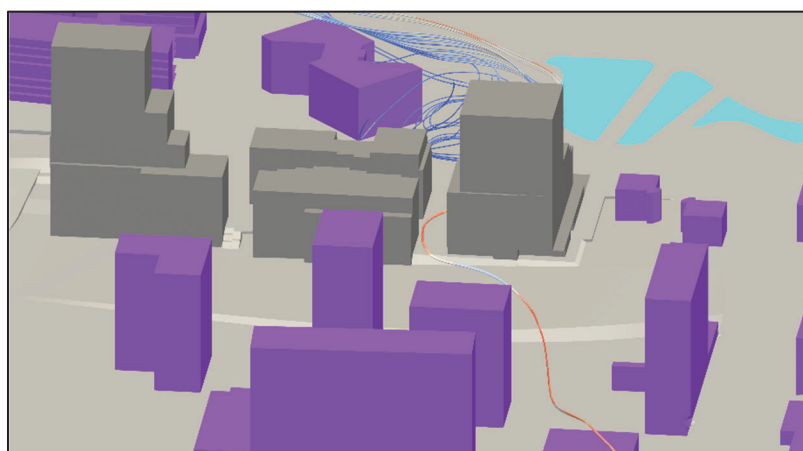
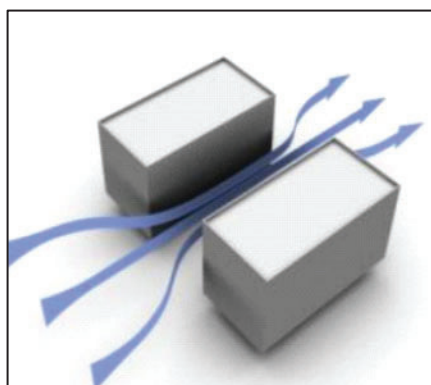
Alle entrees, ook de entrees op het dek (zie navolgende paragraaf 5.1.3) zijn gepositioneerd in gebieden waar kwaliteitsklasse A en B heerst, wat een goed windklimaat impliceert voor entrees.

Dit windklimaat is te verklaren doordat:

- De wind zal, overwegend vanuit de zuidwestsector (ZZW en WZW), op het bouwplan aanstromen. De wind wordt geblokkeerd door de gevels van de torens en zal (deels) langs de gevels richting maaiveld afstromen. Aan de voet van de gebouwen stroomt de afstromende wind, in wervels met grotere snelheden, verder over het maaiveld af. Wind uit de overheersende windrichtingen zuid-zuidwest en west-zuidwest leveren de grootste bijdrage aan de windhinder (zie bijlage III).
- Bij de gebouwhoeken ontstaan cornerstreams. Dit zijn wervels met een verticale as (staande wervels) die ontstaan op de gebouwhoek en die regelmatig van het gebouw loslaten, en zich dan van het gebouw af bewegen. In de gebieden met deze 'cornersteams' zullen verhoogde windsnelheden, met een sterk variërende windrichting optreden. Dit effect geeft een ongunstig windklimaat bij de gebouwhoeken. In figuur 5.2 zijn deze principes voor een theoretische situatie met een hoog gebouw in het vrije veld weergegeven.
- Daarnaast speelt dat wind uit de overheersende windrichting ZZW en WZW 'getrechterd' wordt tussen de diverse bouwvolumes, wat een verslechtering van het windklimaat geeft, met name in de doorgang tussen ME21 en ME31 (zie figuur 5.3 en bijlage IV).



Figuur 5.2: Schematische windstromingen rondom vrijstaande hoogbouw



Figuur 5.3: Schematische windstroming door de doorgang tussen 2 gebouwen (links) en met gebruik van stromingslijnen voor WZW-richting (rechts)

5.1.3 Berekeningsresultaten (dak)terrassen

Figuur 5.4 geeft de berekeningsresultaten weer ten aanzien van windhinder uitgedrukt in de kwaliteitsklassen A t/m E uit de NEN 8100 ter hoogte van de terrassen, het dek en de dakterrassen. Hierbij is geen rekening gehouden met randafscherming.



Figuur 5.4: Beoordeling windcomfort conform NEN 8100 – terrassen (links) en posities (dak)terrassen (rechts)

Klasse A betekent een goed windklimaat voor langdurig zitten, en klasse B omvat een matig windklimaat voor langdurig zitten (en goed voor slenteren). Klasse C is nog geschikt voor een kortdurend comfortabel verblijf.

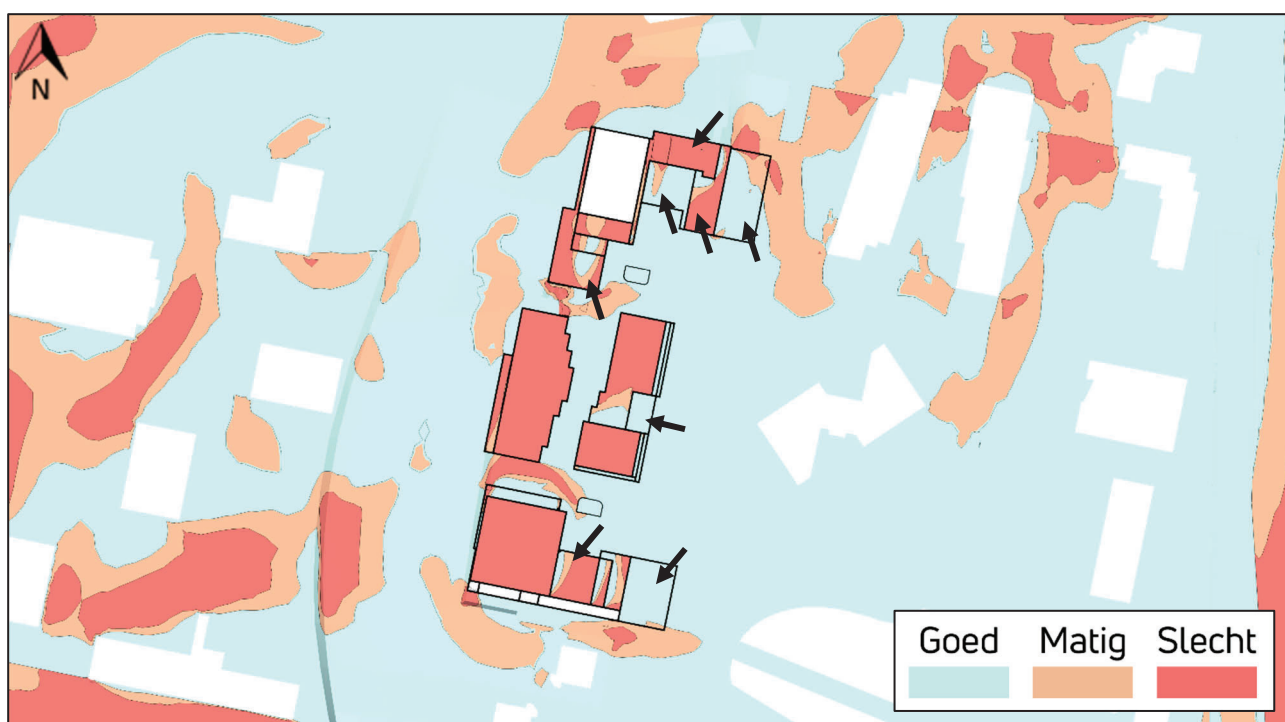
De terrassen op maaiveldniveau, aan de oostzijde van ME1 en ME31, kennen voor het grootste gedeelte een kwaliteitsklasse A. Het terras bij ME31 heeft een zeer beperkt gebied met klasse B, terwijl het terras bij ME1 kleine (luwe) zones met klasse B heeft en een zeer beperkt gebied met klasse C.

Op het dek van ME1, aan de binnenzijde van de U-vorm, is overwegend klasse A aanwezig. Enkel in de onderdoorgang in het bouwblok is kwaliteitsklasse B (goed voor doorlopen en slenteren) en C (goed voor doorlopen / matig voor slenteren) aanwezig. Langdurig zitten in deze onderdoorgang is niet van toepassing. Op de voorziene dakterrassen van ME1 varieert de windklasse tussen A (dicht bij de aangrenzende terrasgevels) en D (verder weg van de terrasgevels). Dicht bij de aangrenzende terrasgevels is het dak geschikt voor langdurig zitten. Bij het dakvlak van het centrale bouwblok (ten oosten van de toren) is enkel sprake van windklasse C en D, en is daarmee niet geschikt voor langdurig zitten (zonder aanvullende maatregelen).

Ter plaatse van het voorziene dakterras bij ME21 (oostelijk bouwblok) treedt overal windklasse A op.

Ter hoogte van het voorziene dakterras bij ME31, ten oosten van de toren, varieert de windklasse tussen A (dicht bij de oostgevel van de toren) en D (verder weg van de oostgevel van de toren). Dicht bij de toren (ca. 1/3 dakvlak) is het dak geschikt voor langdurig zitten.

Deze bevindingen zijn samengevat met een kleurcodering voor de activiteit langdurig zitten in onderstaand figuur 5.5.

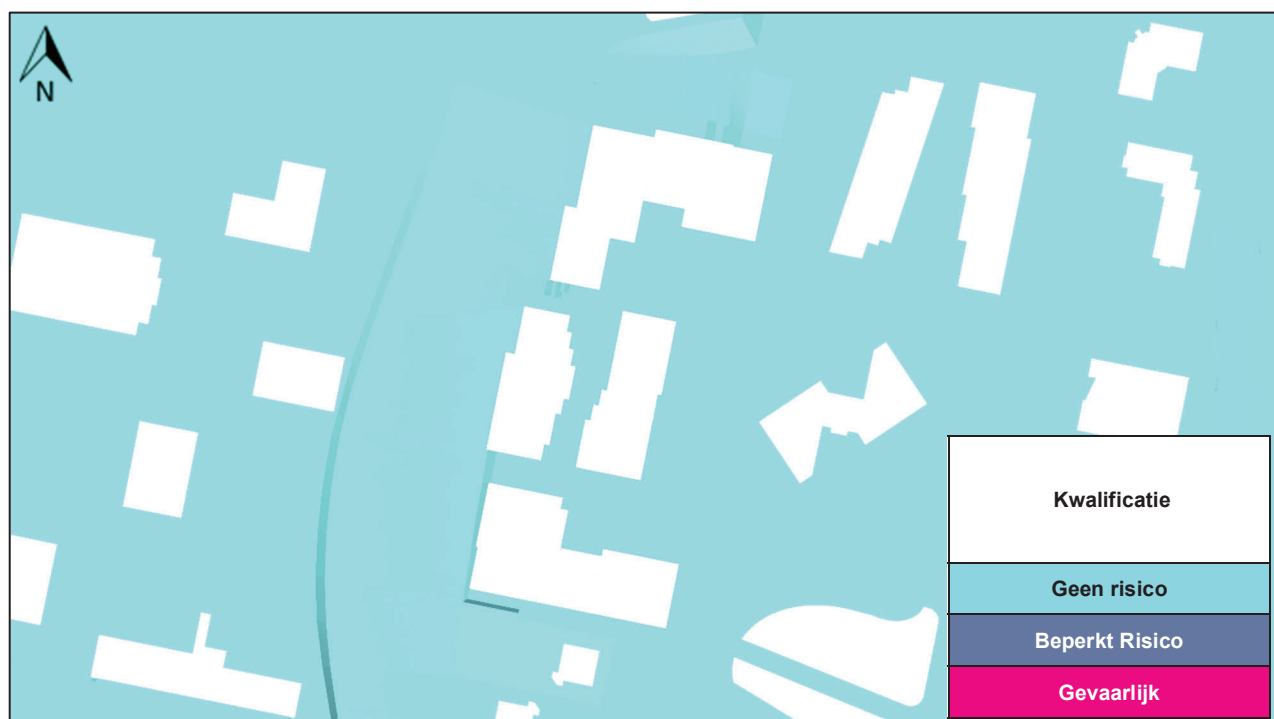


Figuur 5.5: Beoordeling windcomfort conform NEN 8100 voor de activiteit langdurig zitten (pijlen geven posities (dak)terrassen)

5.2 Windgevaar

5.2.1 Berekeningsresultaten maaiveldniveau

Onderstaand figuur 5.6 geeft de resultaten weer voor windgevaar in het plangebied, weergegeven op een horizontale doorsnede op 1,75 m boven maaiveld. Met 'windgevaar' worden zodanige hoge windsnelheden bedoeld dat mensen ernstige problemen ondervinden tijdens het lopen, zoals vallen.



Figuur 5.6: Beoordeling gevaar conform NEN 8100 - maaiveldniveau

5.2.2 Toelichting rekenresultaten windgevaar op maaiveld

De bovenstaande figuur laat zien dat in het plangebied geen windgevaar aanwezig is. Een 'beperkt risico' is ook niet aanwezig. De kans dat zodanig hoge windsnelheden optreden, waarbij mensen ernstige problemen ondervinden tijdens het lopen en tijdens een windvlaag zouden kunnen vallen, is minimaal. Geconcludeerd wordt dat ten aanzien van windgevaar een acceptabele situatie aanwezig is.

5.2.3 Berekeningsresultaten (dak)terrassen

Figuur 5.7 toont de resultaten voor windgevaar ter plaatse van de terrassen, het dek en de dakvlakken in het plangebied, weergegeven op een horizontale doorsnede op 1,75 m boven maaiveld.



Figuur 5.7: Beoordeling gevaar conform NEN 8100 - terrassen (links) en posities (dak)terrassen (rechts)

Uit de rekenresultaten blijkt dat ter hoogte van de voorziene terrassen op maaiveldniveau, op het dek van ME1 en de voorziene dakterrassen bij de diverse bouwblokken, zie figuur 3.5, er geen risico op windgevaar aanwezig is. Conform de normstelling volgens de NEN 8100 (zie paragraaf 3.4) is een overschrijding van het gevaarcriterium niet toegestaan in gebieden bestemd voor langdurig zitten. Geconcludeerd wordt dat er geen sprake is van onacceptabele windhinder ten aanzien van windgevaar.

5.3 Mogelijke verbeteringen

Maaiveld

Op basis van de CFD-resultaten wordt geadviseerd om straatinrichting (verticale elementen) en/of vegetatie (hele jaar groenblijvend) te plaatsen in de doorgang tussen ME21 en ME31. Hierdoor zullen de over maaiveld horizontale windstromingen afgeremd worden, wat een (beperkte) verbetering van het windklimaat kan geven in dit gebied en de desbetreffende zone met kwaliteitsklasse D kan verbeteren naar een hogere kwaliteitsklasse. Er moet in dat geval echter voldoende wind geblokkeerd worden, bijvoorbeeld door dichte struiken. Het plaatsen van enkele afzonderlijke bomen zal onvoldoende effect hebben.

Dakterrassen

Uit de rekenresultaten blijkt dat er ter plaatse van de voorziene dakterrassen zones zijn met kwaliteitsklasse A (= goed windklimaat voor alle functies) en B, dit betekent een matig windklimaat voor langdurig zitten (en goed voor slenteren). In de rekenresultaten voor windcomfort bij de dakterrassen is geen rekening gehouden met randafscherming.

Indien het gewenst is om een groter gebied geschikt te maken voor een comfortabel gebruik, moeten aanvullende maatregelen getroffen worden. Naar verwachting zal door het plaatsen van (wind)schermen van minimaal 1,80 m hoog op de dakranden, met mogelijk een 'groene' invulling van de dakterrassen en/of eventueel aanvullende (privacy-)schermen van minimaal 1,80 m hoog op het dak, het windklimaat lokaal verbeteren. Een eventuele afscherming dient tenminste 50% dicht te zijn ten opzichte van de totale oppervlakte van het scherm om de invloed van windvlagen te minimaliseren. Direct achter de windschermen is een comfortabel windklimaat voor (zittende) personen aanwezig. Des te hoger het scherm, des te groter het gebied wordt achter het scherm met een luw windklimaat.

Bij een 'groene' invulling van de dakterrassen kan gedacht worden aan verticale elementen, pergola's, luifels, dakplatanen, begroeide schermen en/of stevige vegetatie (bijvoorbeeld bomen met aansluitend onderbeplanting). In figuur 5.8 zijn diverse voorbeelden gegeven van (groene) voorzieningen die lokaal het windklimaat verbeteren ter plaatse van de voorziene daktuinen.



Figuur 5.8: Mogelijke (groene) voorzieningen ter verbetering van het lokaal windklimaat bij de daktuinen

6 Samenvatting en conclusie

Door Cauberg Huygen B.V. is, in samenwerking met Actiflow B.V., in opdracht van Bakkers Hommen Waerdevast voor het plan 'Max Euwe Quartier' in het gebied 'Brainpark' in Rotterdam een windstudie conform NEN 8100:2006 uitgevoerd op basis van berekeningen met Computational Fluid Dynamics (CFD). Dit rapport beschrijft de resultaten van dit onderzoek.

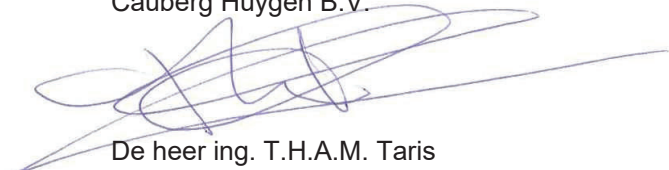
Uit het CFD-windhinderonderzoek blijkt:

- Rondom het bouwplan valt het windklimaat overwegend in kwaliteitsklasse A (= goed voor alle functies).
- Tussen de diverse bouwblokken en bij de gebouwhoeken treedt klasse B (goed voor doorlopen, slenteren en entrees) en C (goed voor doorlopen, matig voor slenteren/entrees) op.
- In een beperkte zone tussen ME21 en ME31 is sprake van klasse D (matig voor doorlopen, slecht voor slenteren/entrees). Bij een matig windklimaat wordt af en toe overmatige windhinder ondervonden. Gezien hier geen windgevoelige functies zoals entrees gesitueerd zijn, kan dit lokaal geaccepteerd worden.
- Alle entrees van de diverse bouwblokken zijn voorzien in gebieden waar klasse A of B heerst, wat een goed windklimaat omvat voor entreegebieden.
- De terrassen op maaiveldniveau en het dek van ME1 hebben voor het grootste gedeelte klasse A, en beperkte gebieden met klasse B (matig windklimaat voor langdurig zitten) en een zeer beperkt met klasse C (niet geschikt voor langdurig zitten, nog geschikt voor kortstondig comfortabel verblijf).
- Ter hoogte van de voorziene dakterrassen varieert het windcomfort tussen klasse A en D:
 - Op de dakterrassen van ME1 varieert de windklasse tussen A dicht bij de aangrenzende terrasgevels, en D verder weg van de terrasgevels. Uitzondering is het dakvlak van het centrale bouwblok ten oosten van de toren waar enkel sprake is van klasse C en D (niet geschikt voor langdurig zitten zonder aanvullende maatregelen);
 - Bij het dakterras van ME21 (oostelijk bouwblok) treedt overal klasse A op.
 - Op het dakterras bij ME31 ten oosten van de toren, varieert de windklasse tussen A (dicht bij de gevel van de toren) en D (verder weg van de gevel van de toren).
- Uit de rekenresultaten blijkt dat in het plangebied op maaiveldniveau en ter hoogte van de voorziene (dak)terrassen er geen risico op windgevaar aanwezig is.

Op basis van de CFD-resultaten wordt geadviseerd om straatinrichting (verticale elementen) en/of vegetatie (hele jaar groenblijvend) te plaatsen in de doorgang tussen ME21 en ME31, zodat een (beperkte) verbetering van het lokale windklimaat gerealiseerd wordt.

Indien het gewenst is om een groter gebied van een dakterras geschikt te maken voor comfortabel gebruik, dienen schermen van minimaal 1,80 m hoog op de dakranden geplaatst te worden, met mogelijk een 'groene' invulling (begroeide schermen, stevige verticale vegetatie en/of pergola's/luifels) van de dakterrassen en/of eventueel aanvullende (privacy-)schermen van minimaal 1,80 m hoog op het dak. Direct achter de windschermen is een comfortabel windklimaat voor zittende personen aanwezig.

Cauberg Huygen B.V.



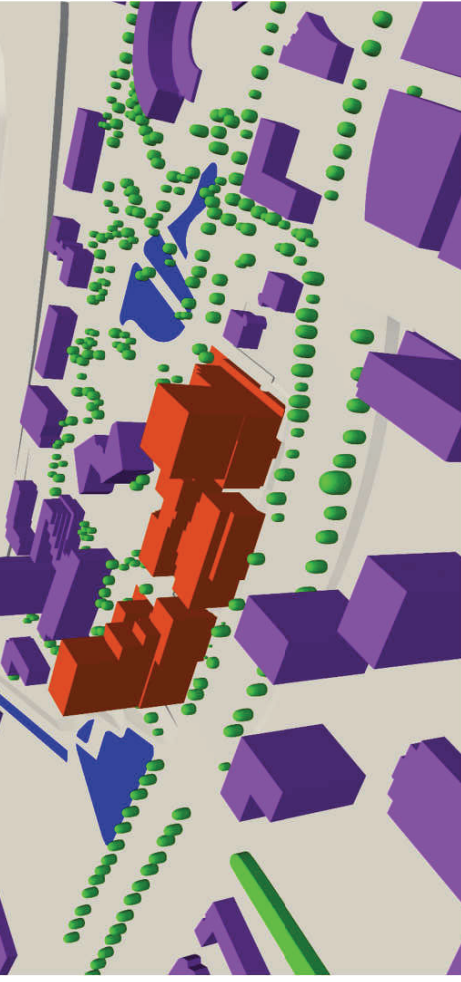
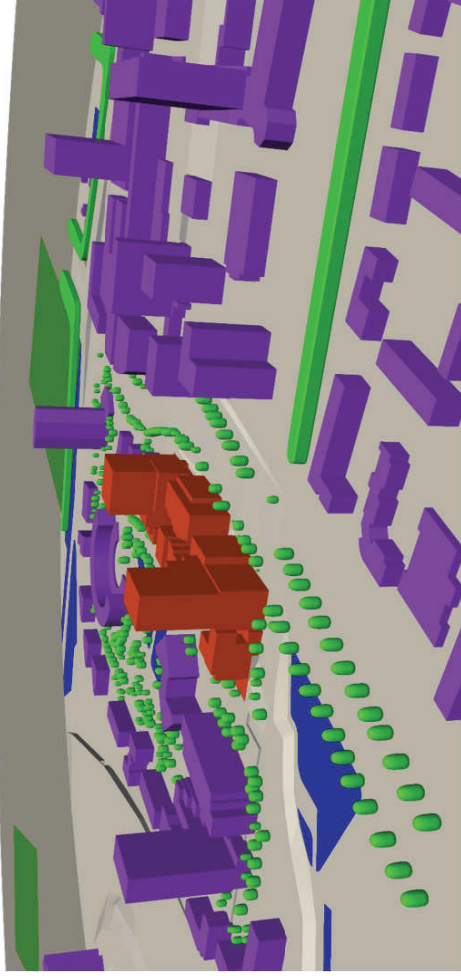
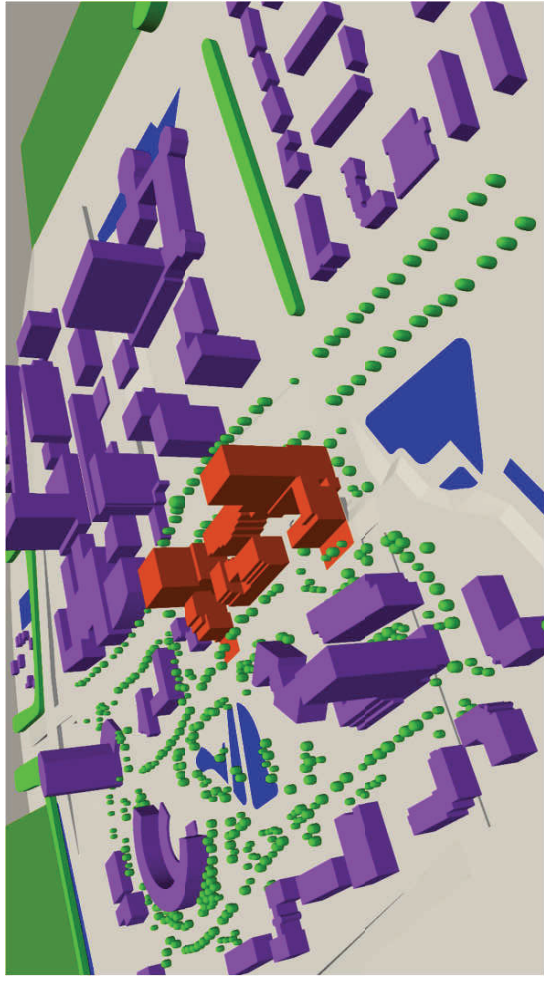
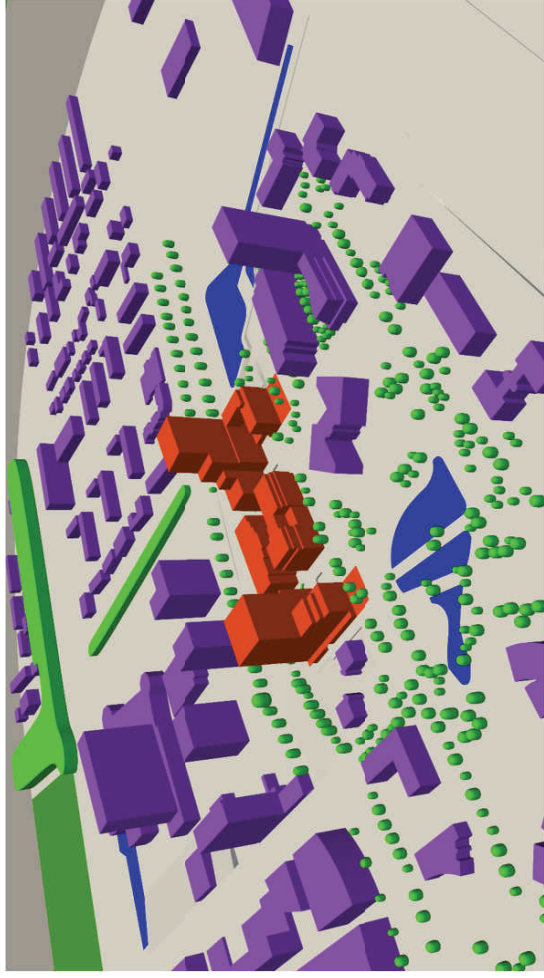
De heer ing. T.H.A.M. Taris
Senior adviseur

Bijlage I Inlegvel NEN 8100

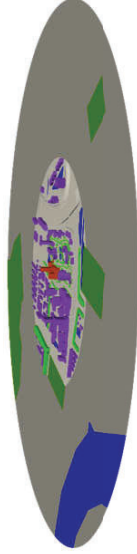
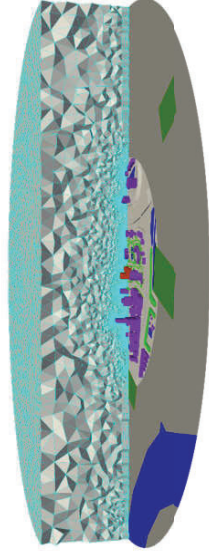
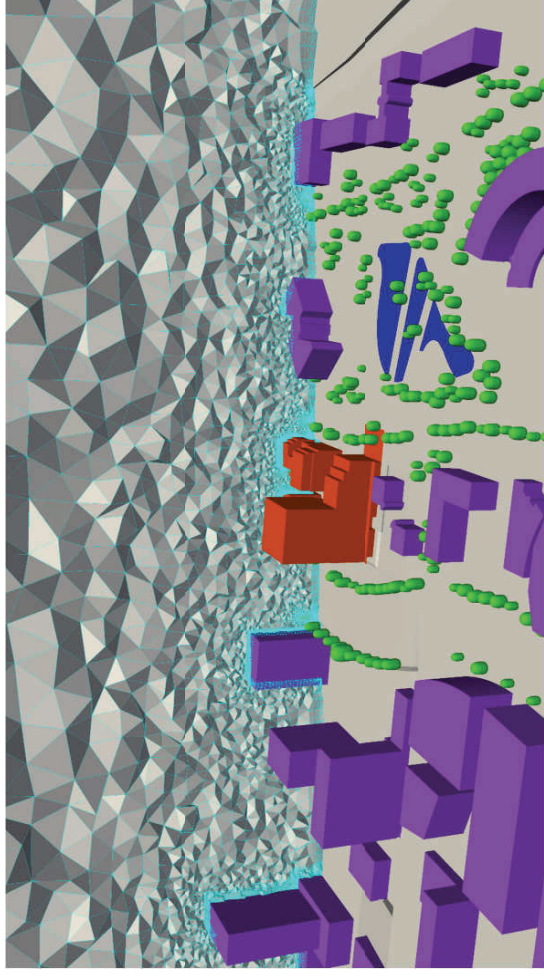
Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Brainpark te Rotterdam			
Opdrachtgever	Cauberg Huygen			
Projectleider	Ing. Marc Koops			
Datum	19/03/2021			
Model	Algemene gegevens van het model			
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing 650m rondom Brainpark			
Kerngebied	Nieuwbouw Brainpark hoofd- en bijgebouwen			
Omgeving	Omgeving in massa's			
Afmetingen model	straal kerngebied=650m straal buitengebied=1550m			
Blokkeringsgraad	<2%			
Gemodelleerd groen	Bomen en struiken: poreuze zone			
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windsros)	12			
Onderzocht configuraties	windhinder en windgevaar voor nieuwbouw			
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur			
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: v2012			
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:			
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag, 43.743.688 cellen			
Turbulentiemodellering	k-omega SST			
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV Turbulente grootheden: upwind Scalaire variabelen: n.v.t.			
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden			
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag, z0 = 1,6 m			
Uitlaat	Druk-uitlaat			
Boven-/Zijwanden	Slip-wanden			
Vloer/bodem	No-slip, ruwe wand			
Overige	No-slip, ruwe wand			
Gegevensverwerking en -beoordeling	informatie voor locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X:096013 Y:436794			
Toegepaste eisen	V _{DR} m/s	Gewenste kwaliteits-klasse	Overschrijdings-kans %	Beoordeling
Voor comfort			p (V _{LOK} > V _{DR,H})	
Doorlopen	5.0	A, B, C, D	< 20	Matig
Slenteren	5.0	A, B, C	< 10	Matig
Zitten	5.0	A, B	< 5	Matig
Regionale correctie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Voor gevaar				
	15	n.v.t.	0,05 < p < 0,30	beperkt risico
	15	n.v.t.	p ≥ 0,3	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Windhindercontouren en klassenindeling, windgevaarcontouren			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang				

Bijlage II CFD model met rekenraster

Bijlage II CFD model met rekenraster

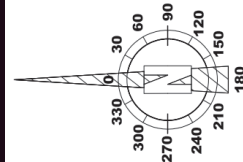
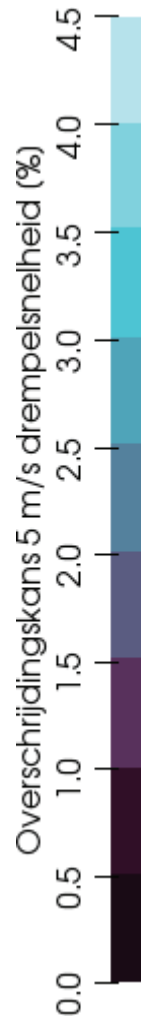


Bijlage II CFD model met rekenraster

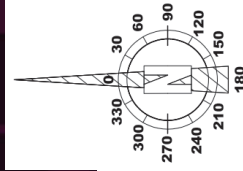
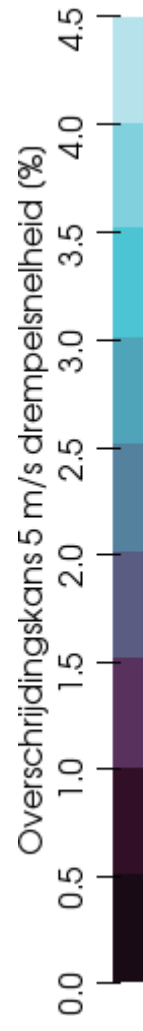


Bijlage III Berekeningsresultaten: overschrijdingskansen per windrichting

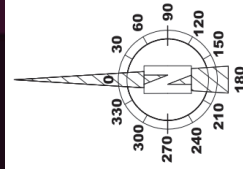
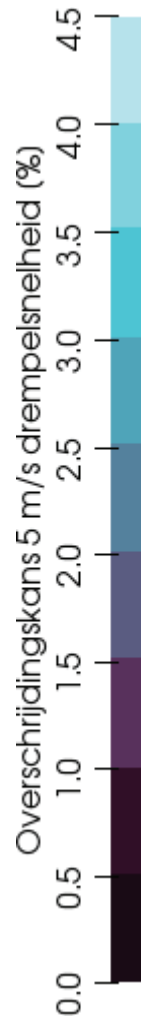
Windrichting: 0° Noord



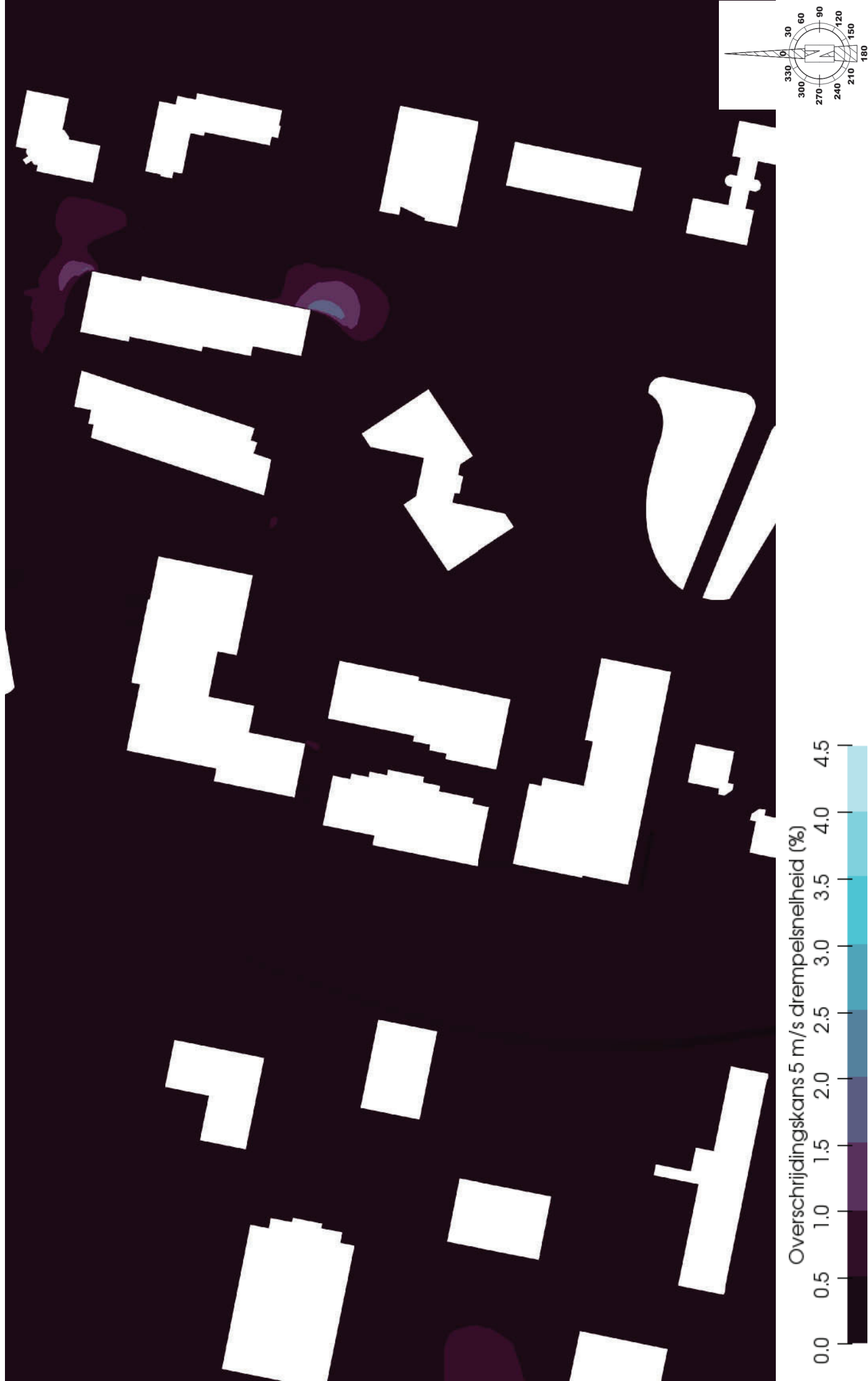
Windrichting: 30° Noord-Noordoost



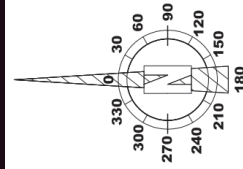
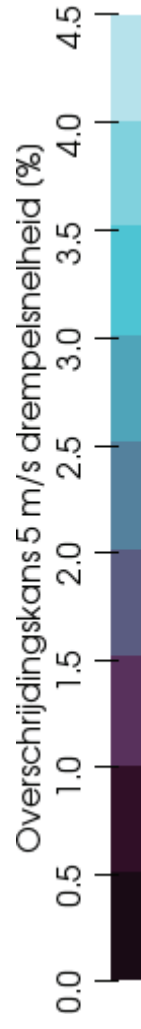
Windrichting: 60° Oost-Noordoost



Windrichting: 90° Oost



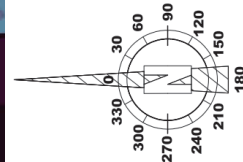
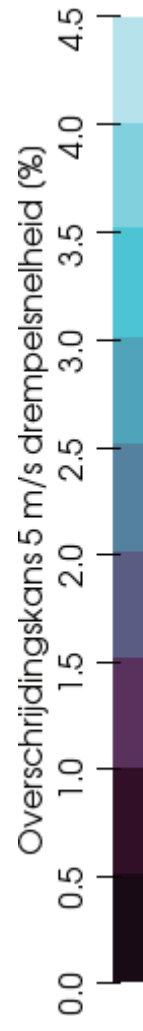
Windrichting: 120° Oost-Zuidoost



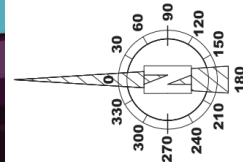
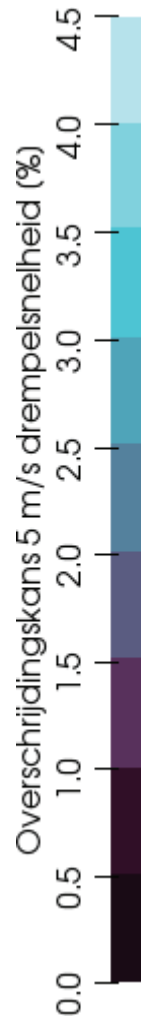
Windrichting: 150° Zuid-Zuidoost



Windrichting: 180° Zuid



Windrichting: 210° Zuid-Zuidwest

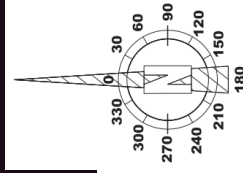


Windrichting: 240° West-Zuidwest

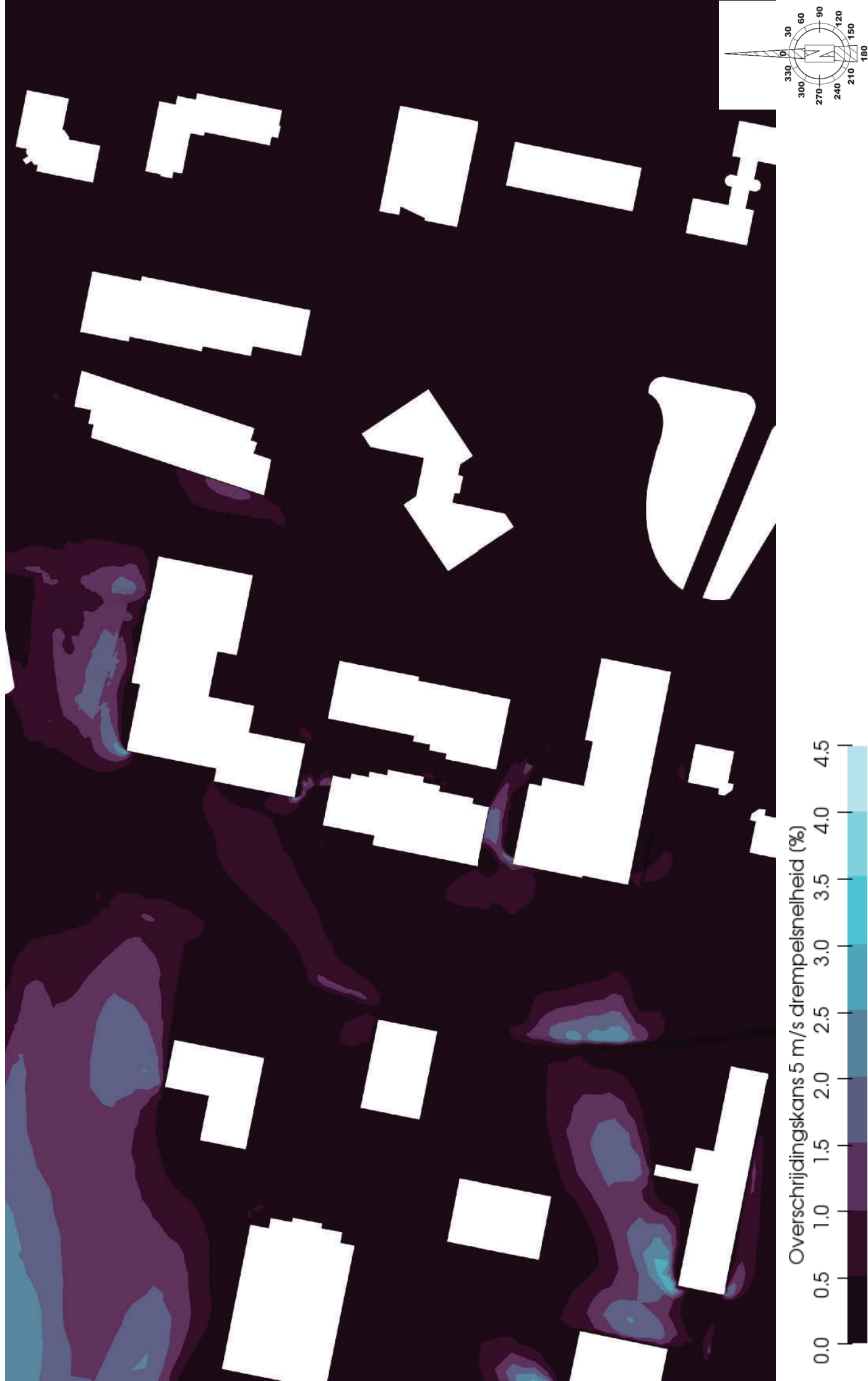


Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)

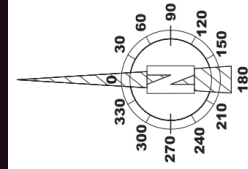
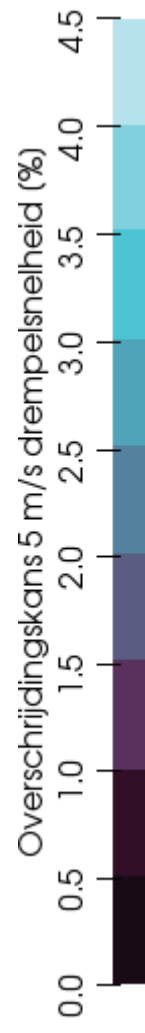
0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5



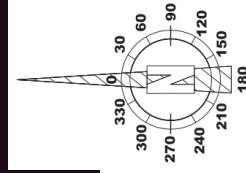
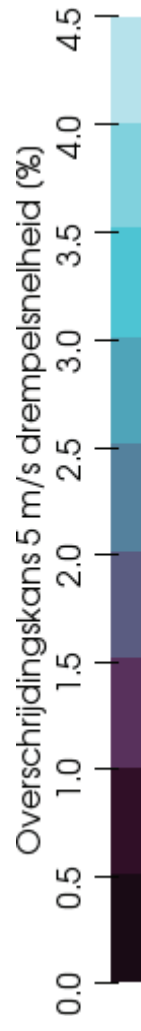
Windrichting: 270° West



Windrichting: 300° West-Noordwest



Windrichting: 330° Noord-Noordwest



Bijlage IV Stromingslijnen

Stromingslijnen West-Zuidwest

