



Aanpak wind in Bestemmingsplan Fabriekskwartier te Tilburg

Auteur(s): ir. Katarína Košútová
Controlleur: ir. Dean Pelkmans
Datum: 20/08/2021

Inhoudsopgave

- 1 Introductie
- 2 Fabriekskwartier te Tilburg
- 3 Omschrijving windstudies
- 4 Beoordelingsmethode
- 5 Rapportage

Introductie

Een goed windklimaat rondom gebouwen en in openbare buitenruimtes wordt steeds belangrijker om het comfort en de veiligheid van voetgangers te waarborgen. Ongunstige windcondities kunnen de kwaliteit en functionaliteit van de openbare ruimte beïnvloeden en in extreme gevallen zorgen voor veiligheidsproblemen.

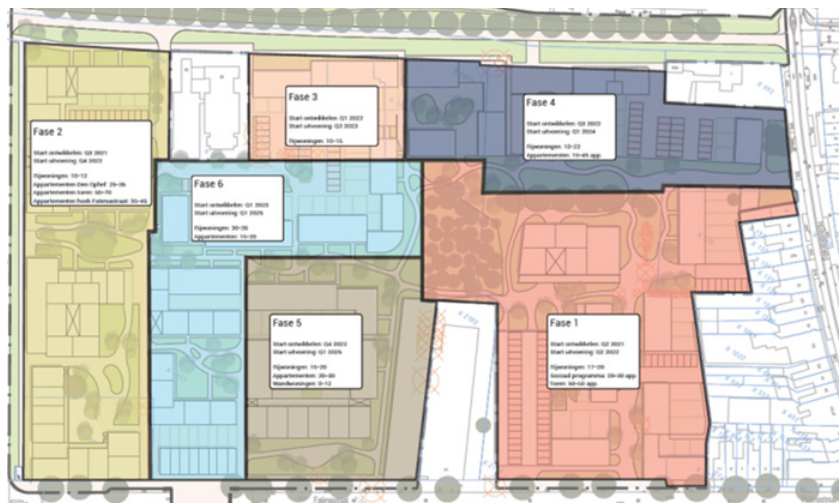
In opdracht van WSP heeft **Actiflow** een document opgesteld waarin een aanzet is geformuleerd tot het inzichtelijk maken van het windklimaat op de beoogde ontwikkeling van het Fabriekskwartier te Tilburg. Hierin wordt eerst gekeken naar de beoogde ontwikkeling en de invloed welke deze zal hebben op het windklimaat in het plangebied. Vervolgens wordt de opzet van de benodigde windstudie uiteengezet qua methodiek, beoordeling conform NEN8100:2006 en het eindproduct in de vorm van een rapportage.

Fabriekskwartier te Tilburg

Omschrijving

Het Fabriekskwartier betreft een voorgestelde ontwikkeling bestaande uit in hoofdzaak wonen met daarnaast kleinschalige dienstverlening en ambachtelijke bedrijvigheid. Deze ontwikkeling zal in zes opeenvolgende fasen worden gebouwd en bestaat uit een combinatie van laag- en hoogbouw tot een maximum van 45 meter. Het plangebied met de genoemde fasering is weergegeven in figuur 1.

Het plangebied wordt begrensd door de Havendijk vanuit het noorden en de Fatimastraat vanuit het zuiden. De directe omgeving omvat voornamelijk residentiële laagbouw in het oosten en westen, een combinatie van residentiële en commerciële bebouwing in het noorden, en industriële bebouwing in het zuiden. Verder richting het zuiden ligt het Leijpark gesitueerd. De locatie van de voorgenomen ontwikkeling is weergegeven in figuur 2.



Figuur 1. Bestemmingsplan van de beoogde ontwikkeling: Fabriekskwartier te Tilburg

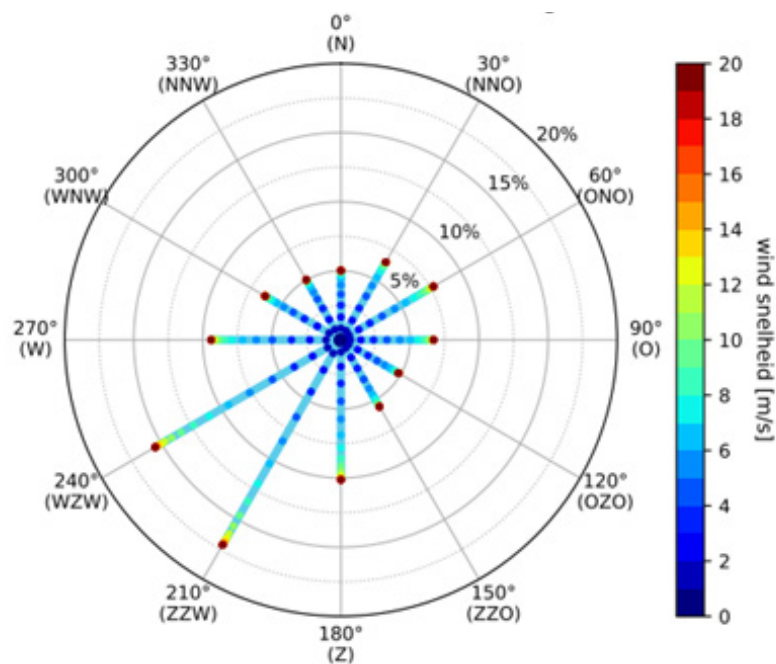


Figuur 2. Locatie van de beoogde ontwikkeling: Fabriekskwartier te Tilburg

De Handreiking Hoogbouw (2017) omtrent de ontwikkeling van hoogbouw (gebouwen hoger dan 15 m) van de gemeente Tilburg stelt dat *“Hogere bebouwing zorgt voor veranderingen in windstromen die al dan niet hinderlijk kunnen zijn in de openbare ruimte. Gevraagd wordt om een windtunnelproef uit te voeren dan wel met vergelijkbare rekenmodellen aan te tonen hoe groot de invloed is van de bebouwing op de windstromen in de omliggende openbare ruimtes en de conclusie trekken in hoeverre dat hinderlijk is”*. Deze handreiking acht het noodzakelijk om het comfort en de veiligheid van voetgangers te garanderen door een beoordeling van het windklimaat uit te voeren. Aangezien het Fabriekskwartier in fasen zal worden gebouwd, wordt geadviseerd om voor elke fase een beoordeling van het windklimaat uit te voeren om zo het windcomfort voor voetgangers zowel voor elke fase als de totale ontwikkeling te garanderen.

Windklimaat op locatie

Het windklimaat wordt gevisualiseerd middels een windroos en frequentieverdeling van de windsnelheid op een hoogte van 60 m (zie figuur 3). Uit het figuur blijkt dat op de locatie van het Fabriekskwartier de wind grotendeels afkomstig is uit de windrichtingen zuidzuidwest en westzuidwest.



Figuur 3. Windstatistieken geldend voor het plangebied gevisualiseerd middels een windroos en frequentieverdeling

Bestaande situatie

De bestaande situatie wordt gekenmerkt door industriële bebouwing en parkeerplaatsen. Gezien het laagbouwkarakter in de bestaande situatie en zijn directe omgeving wordt het aannemelijk geacht dat de windcondities in het plangebied relatief rustig zijn en er geen problemen optreden met het voetgangerscomfort.

Beoogde ontwikkeling in relatie tot het windklimaat

Zoals in voorgaande paragrafen is vermeld, wordt het Fabriekskwartier in zes opeenvolgende fasen gebouwd en omvat deze vijf hoogbouvvolumes die boven de huidige omgeving uitsteken. De locaties van deze bouvvolumes zijn rood gemarkeerd in figuur 4.

Hoogbouw kan ongunstige windcondities creëren op voetgangersniveau door de wind van grotere hoogte naar beneden te halen, vooral wanneer er een relatief brede gevel is geïoriënteerd op de heersende windrichtingen. Echter, geldt dit meestal voor geïsoleerde hoogbouw of gebouwen met een laagbouwomgeving in combinatie met het ontbreken van vegetatie rondom het beschouwde gebouw. Als hoogbouw dicht bij elkaar wordt geplaatst kunnen ze ofwel een beschermend effect hebben of de wind juist versterken, afhankelijk van hun oriëntatie. Het is daarom belangrijk om het windklimaat van het Fabriekskwartier per fase en als geheel te beoordelen, aangezien het aannemelijk is dat het windklimaat zal veranderen met de bouw van een volgende fase.



Figuur 4. De locaties van de hoogbouw (rood) weergegeven in het bestemmingsplan

De gevels van de bouwvolumes 2 en 4 zijn geïoriënteerd op de heersende winden in het plangebied, namelijk zuidzuidwest en westzuidwest. Het is aannemelijk dat de combinatie in oriëntatie en hoogte (40 tot 45 m) zal leiden tot ongunstige windcondities langs de Wethouder Baggermanlaan vanwege de positie van bouwvolume 2 en in het groene gebied rondom bouwvolume 4. Echter, hangt dit af van de verdere indeling van het bestemmingsplan namelijk omliggende gebouwen en vegetatie zullen de stroming beïnvloeden rondom de bouwvolumes.

Verder is het mogelijk dat de wind tussen bouwvolumes 2 en 3 versnelt als er in deze passage geen gebouwen en vegetatie wordt gerealiseerd.

Omschrijving windstudies

De uitgevoerde analyse van het Fabriekskwartier in combinatie met de Handreiking Hoogbouw (2017) van de gemeente Tilburg acht het noodzakelijk om een windstudie uit te voeren voor zowel elke fase als de totale ontwikkeling om zo het windcomfort voor voetgangers te garanderen. Onderstaand wordt de opzet van een dergelijke windstudie door [Actiflow](#) toegelicht.

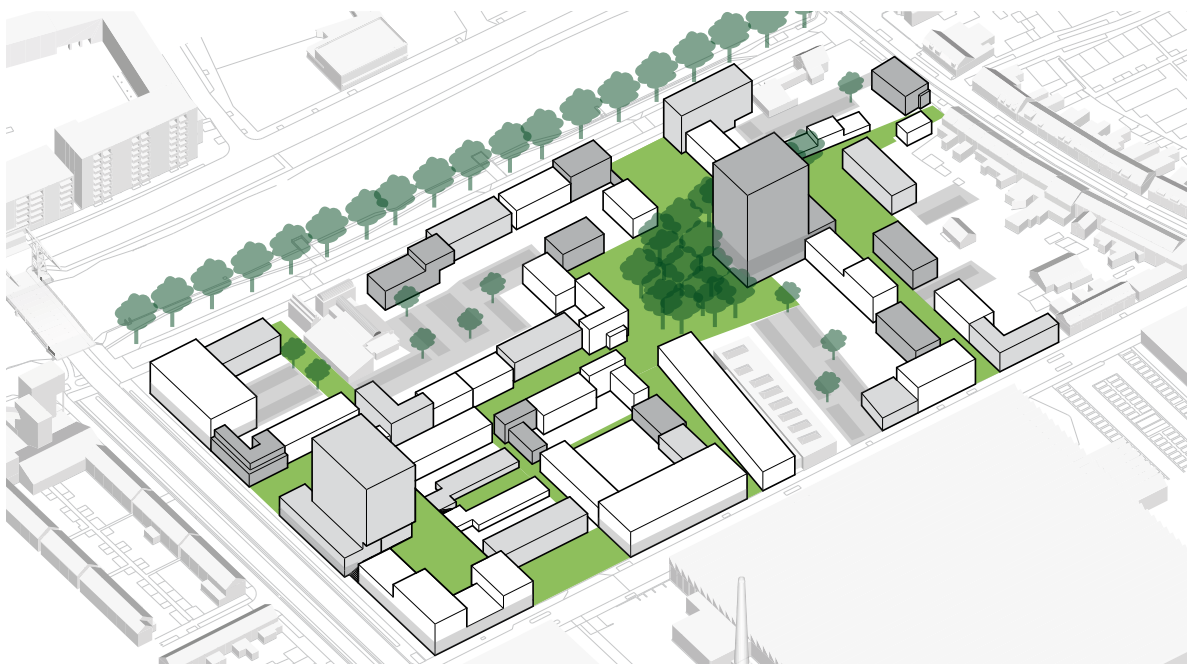
De windstudie voor het Fabriekskwartier te Tilburg zal in twee delen worden uitgevoerd: in de vroege ontwerpfase zal een **"Quickscan"** worden uitgevoerd waarin per fase de voorgestelde ontwikkeling in het plangebied wordt gemodelleerd als eenvoudige blokken om zo gebieden te identificeren waar mogelijke minder gunstige omstandigheden kunnen optreden. Als ongunstige windcondities optreden in de nabijheid van de ontwikkeling zullen maatregelen aangedragen worden om deze windcondities te verbeteren. Deze maatregelen kunnen door de architect worden meegenomen in de verdere uitwerking van het ontwerp. Als het ontwerp een definitieve vorm heeft aangenomen zal per fase een **definitieve windstudie** uitgevoerd worden conform de geldende norm NEN8100:2006. In deze studie zal meer detail worden toegevoegd aan het model van de ontwikkeling.

In zowel de quickscan als de definitieve windstudie worden Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties gebruikt voor het beoordelen van het windcomfort van voetgangers. Het voornaamste verschil tussen beide studies is de mate van detail die is aangebracht in de gemodelleerde gebouwen en omgeving. Een specifieke omschrijving wordt gegeven in het volgende hoofdstuk.

Quickscan

Ten eerste zal een quickscan worden uitgevoerd in een beginnende fase van het ontwerp om inzichtelijk te maken welke aspecten van het gebouwontwerp per fase voor mogelijke ongunstige windcondities op voetgangersniveau kunnen zorgen. De resultaten zullen uiteindelijk gebruikt worden als input om in een gevorderde fase van het ontwerp aanpassingen of maatregelen te treffen om zo de windcondities te verbeteren.

In deze fase wordt de voorgestelde ontwikkeling gemodelleerd door eenvoudige blokken (zie figuur 5). Vegetatie (bomen, stuiken, e.d.) rond de gebouwen wordt in deze fase nog niet meegenomen. De resultaten geven inzicht in het windklimaat op voetgangersniveau. Ongunstige windcondities worden inzichtelijk gemaakt en waar nodig worden maatregelen voorgesteld. Mogelijke maatregelen betreffen in deze fase met name aanpassingen aan de vorm, positie of oriëntatie van de bouwvolumes, eventuele set-backs, enz. Indien nodig zullen nieuwe CFD-simulaties worden uitgevoerd waarin deze maatregelen zijn opgenomen. Afhankelijk van de situatie kunnen de maatregelen geevalueerd worden voor slechts enkele maatgevende windrichtingen, of voor de volledige windroos (12 windrichtingen). Als de windcondities vervolgens rondom de ontwikkeling gunstig worden geacht voor de gewenste activiteiten kan de definitieve windstudie uitgevoerd worden.

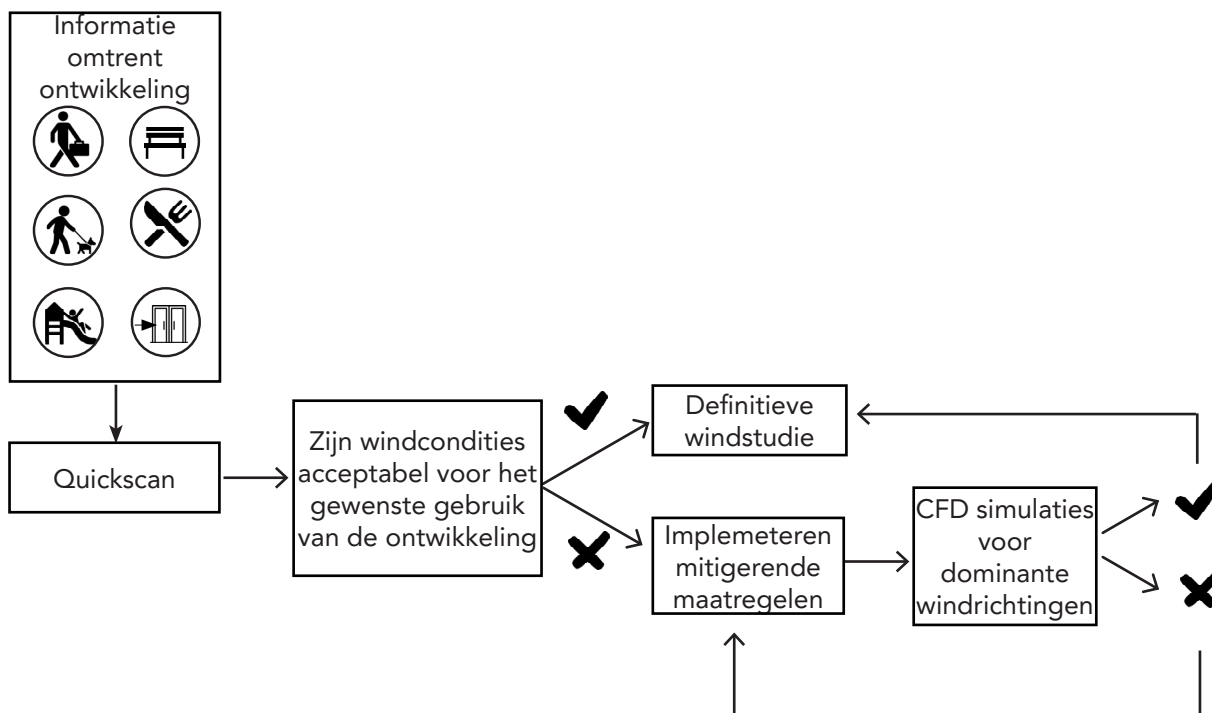


Figuur 5. Versimpelde geometrie van een mogelijke stedenbouwkundige invulling ter indicatie

Definitieve windstudie

De definitieve windstudie wordt uitgevoerd nadat de uitkomsten van de quickscan zijn geëvalueerd en eventuele aanpassingen zijn doorgevoerd in het ontwerp van de ontwikkeling. Het model van de ontwikkeling per fase zal in een definitieve windstudie meer detail bevatten, namelijk alle details groter dan 30 cm worden meegenomen. Bestaande vegetatie en/of een landschapontwerp wordt meegenomen in het model. Door de uitvoering van de initiele quickscan worden er bij de definitieve studie geen problemen meer verwacht, maar als de definitieve studie alsnog ongunstige windcondities zou aangeven rondom de ontwikkeling, dan zullen hier alsnog aanvullende maatregelen worden voorgesteld en geevalueerd met nieuwe CFD-simulaties. De maatregelen in deze fase zullen slechts kleine ontwerpwijzigingen omvatten (bijv. luifels of schermen) of landschapswijzigingen (bijv. bomen, struiken, heggen of schermen). Het eindresultaat van de definitieve windstudie is een rapportage conform de richtlijnen in de norm NEN8100:2006. Deze rapportage zal worden toegevoegd aan de stukken voor de bouwaanvraag.

In figuur 6 is grafisch weergegeven hoe de quickscan en definitieve windstudie met elkaar verbonden zijn.



Figuur 6. Diagram om de connectie tussen een quickscan en definitieve windstudie te visualiseren

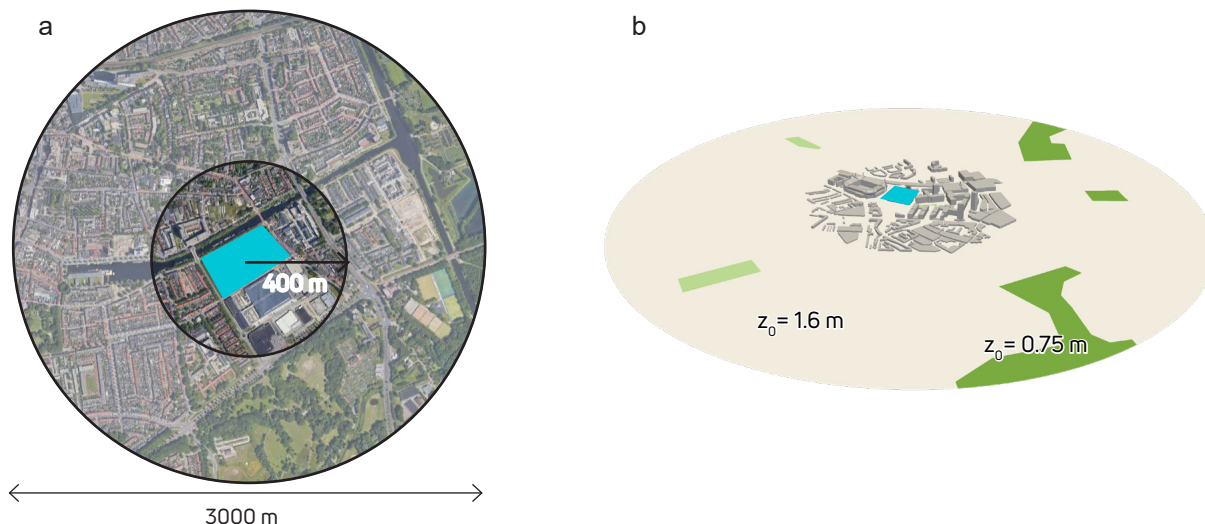
Beoordelingsmethode

CFD simulaties

Een rekendomein wordt gecreëerd met de voorgestelde ontwikkeling en omliggende bebouwing, expliciet gemodelleerd binnen een straal van ongeveer 400 m vanaf het plangebied (zie figuur 7a). De wijdere omgeving binnen een straal van 3 000 m wordt impliciet gemodelleerd door een ruwheidslengte op te leggen aan het type landgebruik volgens de NEN NPR6097 (zie figuur 7b). Hierna wordt het rekendomein gediscrèteerd in miljoenen kleine volumes. Binnen ieder volume worden vervolgens de behoudswetten voor massa, momentum en energie opgelost om uiteindelijk de stromingseigenschappen zoals snelheid, druk en turbulentie te kunnen berekenen.

Binnen een windstudie worden CFD-simulaties uitgevoerd voor 12 windrichting in stappen van 30° waarbij een referentie windsnelheid van 5 m/s op een hoogte van 60 m wordt toegepast. In het geval dat er bestaande vegetatie aanwezig is rondom de ontwikkeling of men beschikt over een landschapsontwerp dan worden in de definitieve windstudie twee casussen berekend middels CFD-simulaties: (i) vegetatie met blad resulterend in kalmere windcondities, en (ii) vegetatie zonder blad (wintersituatie), waarmee een worst-case scenario wordt beschouwd. De optelsom van beide situaties resulteert in een jaargemiddeld resultaat dat gebruikt wordt voor toetsing aan de richtlijnen in de geldende norm NEN8100:2006

In zowel de quickscan als definitieve windstudie is het opzetten en uitvoeren van CFD-simulaties gelijk. Echter, is de mate van detail in het model van een definitieve windstudie groter.



Figuur 7. Ter indicatie: Rekendomein (a) bovenaanzicht; (b) aanzicht vanuit het zuiden inclusief ruwheidslengte $z_0 = 1.6$ m voor stedelijk bebouwd gebied en $z_0 = 0.75$ m voor bosrijk gebied.

Beoordelingsmethode windcomfort

Na het afronden van de CFD-simulaties worden de numerieke resultaten gecombineerd met de lokale windstatistieken om de kans op overschrijding van een bepaalde windsnelheid inzichtelijk te maken (windhinder = 5 m/s en windgevaar = 15 m/s). De mate van overschrijding wordt vervolgens vergeleken met criteria voor windhinder en -gevaar op voetgangersniveau (1,75 m boven het grondoppervlak) zoals beschreven in NEN8100:2006 en weergegeven in tabel 1.

Het beoordelen van windcomfort op voetgangersniveau hangt af van de gewenste activiteit. In het algemeen kan gesteld worden dat hoe minder inspanning de activiteit vraagt, hoe rustiger de windcondities dienen te zijn. Bijvoorbeeld het uitvoeren van een zittende activiteit in een park of buitentuin van een restaurant vraagt om kalmere windcondities dan wanneer men loopt naar een bushalte.

De NEN8100:2006 omschrijft vijf windklassen gerelateerd aan windhinder die zijn gebaseerd op de waarschijnlijkheid van de overschrijding van de drempelwaarde 5 m/s voor drie verschillende activiteiten: doorlopen (meest inspannend), slenteren en langdurig zitten (minst inspannend). De klassenverdeling is weergegeven in tabel 1.

Per activiteit kan windhinder geclassificeerd worden als 'goed' (men ervaart geen ongemak), 'matig' (men voelt de wind, echter zorgt dit niet voor veel ongemak), en 'slecht' (de wind is voldoende sterk en frequent aanwezig met als resultaat dat men ongemak ervaart in het uitvoeren van de gewenste activiteit). In het laatste geval zullen aanvullende mitigerende maatregelen getroffen dienen te worden.

Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 5 m/s) (van het aantal uren per jaar)		Kwaliteitseis	Activiteiten		
			Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten ^a
<2,5%	< 9 dagen	A	Goed	Goed	Goed
2,5 - 5%	9 - 18 dagen	B	Goed	Goed	Matig
5 - 10%	18 - 36,5 dagen	C	Goed	Matig	Slecht
10 - 20 %	36,5 - 73 dagen	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20%	> 73 dagen	E	Slecht	Slecht	Slecht

Tabel 1. Windhinder criteria volgens de NEN8100:2006

Zoals benoemd in de vorige paragraaf, zijn verschillende windcondities geschikt voor het uitoefenen van verschillende activiteiten (zie tabel 2). De beoordelingsmethode voor windhinder houdt hier dan ook rekening mee.

		Goed	Matig	Slecht
	Ter plaatse van gebouwentrees	A	B	C, D en E
	Op locaties die gezien kunnen worden als verblijfsgebied voor voetgangers	A en B	C	D en E
	Op locaties met voor voetgangers louter een verkeersfunctie en geen verblijfsfunctie	A, B en C	D	E

Tabel 2. Vereiste windhinderklasse voor bepaalde activiteiten op voetgangersniveau

In relatie tot windgevaar specificeert de NEN8100:2006 twee criteria: 'beperkt risico' waarbij de drempelwaarde van 15 m/s wordt overschreden met ongeveer 0,2 – 1 dag per jaar, dit risico kan lokaal geaccepteerd worden afhankelijk van het gebruik van de locatie; en 'gevaarlijk' waarbij de drempelwaarde wordt overschreden met meer dan 1 dag per jaar (zie tabel 3). Op locaties welke geclassificeerd worden als gevaarlijk dienen aanvullende mitigerende maatregelen getroffen te worden om gevaarlijke windcondities te mijden.

Overschrijdingskans (%) (Lokaal windsnelheid > 15 m/s) (van het aantal uren per jaar)	Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 15 m/s) per jaar	Kwaliteitseis
< 0,05 %	< 0.2 dag	Geen risico
0,05 - 0,30 %	0,2 - 1 dag	Beperkt risico
> 0,30%	> 1 dag	Gevaarlijk

Tabel 3. Windgevaar criteria volgens de NEN8100:2006

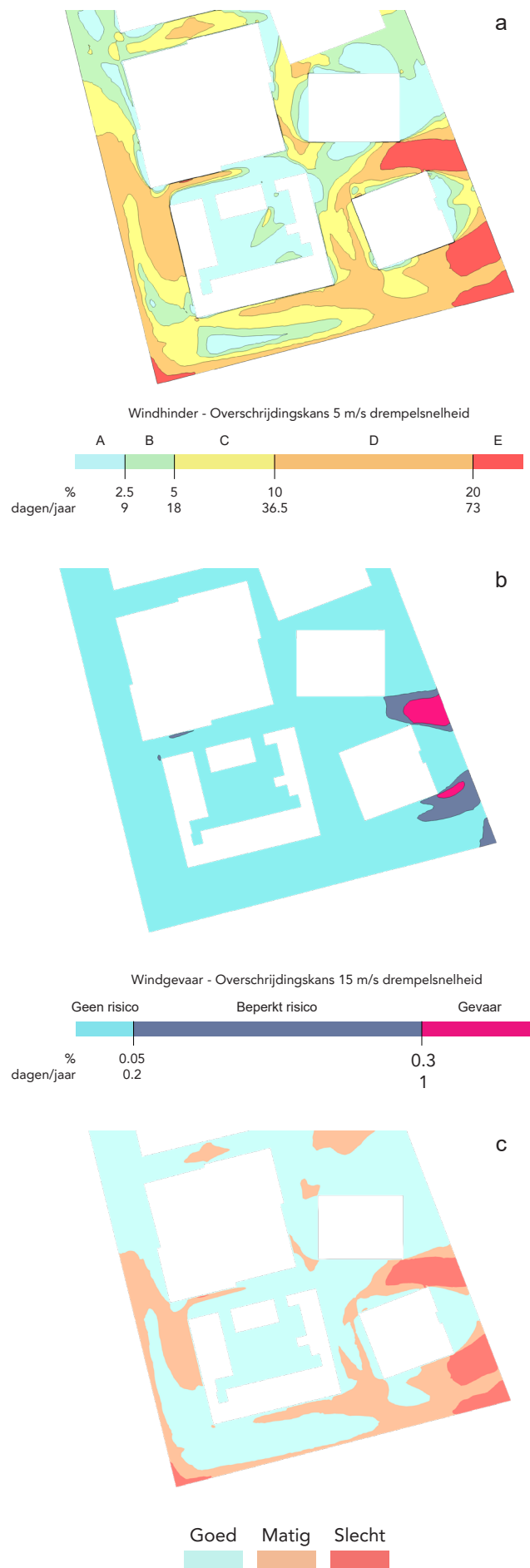
Rapportage

De resultaten van de definitieve studie worden uiteindelijk gepresenteerd in een rapportage waarin de voorgestelde ontwikkeling, de toegepaste methode voor de CFD simulaties (geometrie, rekendomein, aannames en randvoorwaarden), en de toetsing van de criteria voor windhinder en -gevaar zijn opgenomen.

De resultaten worden weergegeven als gemiddelde over de simulaties van de casussen (i) vegetatie met blad, en (ii) vegetatie zonder blad (wintersituatie) om zo een realistische jaar-gemiddelde situatie te verkrijgen (zie figuur 8a als voorbeeld). In de bijlagen worden de afzonderlijke resultaten per casus weergegeven om extra informatie te geven omtrent het verschil tussen vegetatie met blad en zonder blad. Daarnaast geldt dat de resultaten omtrent windgevaar op eenzelfde manier gepresenteerd worden (zie figuur 8b als voorbeeld).

In aanvulling wordt windhinder per activiteit beschouwd zoals benoemd in de NEN 8100:2006 (zie Tabel 1) en weergegeven in bijbehorende figuren. In figuur 8c wordt als voorbeeld windhinder in relatie tot de activiteit slenteren weergegeven.

In de rapportage worden de resultaten ten slotte gerelateerd aan het voorziene gebruik van de buitenruimte, om op die manier aan te tonen dat de buitenruimte een geschikt windklimaat zal kennen.



Figuur 8. Ter indicatie: (a) gemiddelde windhinder rondom de voorgestelde ontwikkeling; (b) gemiddelde windgevaar rondom de ontwikkeling; (c) windhinder gerelateerd aan de windgevolige activiteiten slenteren.