



Cauberg-Huygen

Gatwickstraat 11

1043 GL AMSTERDAM

Postbus 9396

1006 AJ AMSTERDAM

T +31 (0)20-6967181

E amsterdam.ch@dpa.nl

www.dpa.nl/cauberg-huygen

K.v.K 58792562

IBAN NL71 RABO 0112 075584

**Plangebied 'Oostenburg' te Amsterdam
Theoretische beschouwing windklimaat**

Datum **12 juni 2017**
Referentie **02078-17274-02**

Referentie 02078-17274-02
Rapporttitel Plangebied 'Oostenburg' te Amsterdam
Theoretische beschouwing windklimaat

Datum 12 juni 2017

Opdrachtgever Stadgenoot
Postbus 700
1000 AS AMSTERDAM
Contactpersoon Mevrouw W. van Arendonk

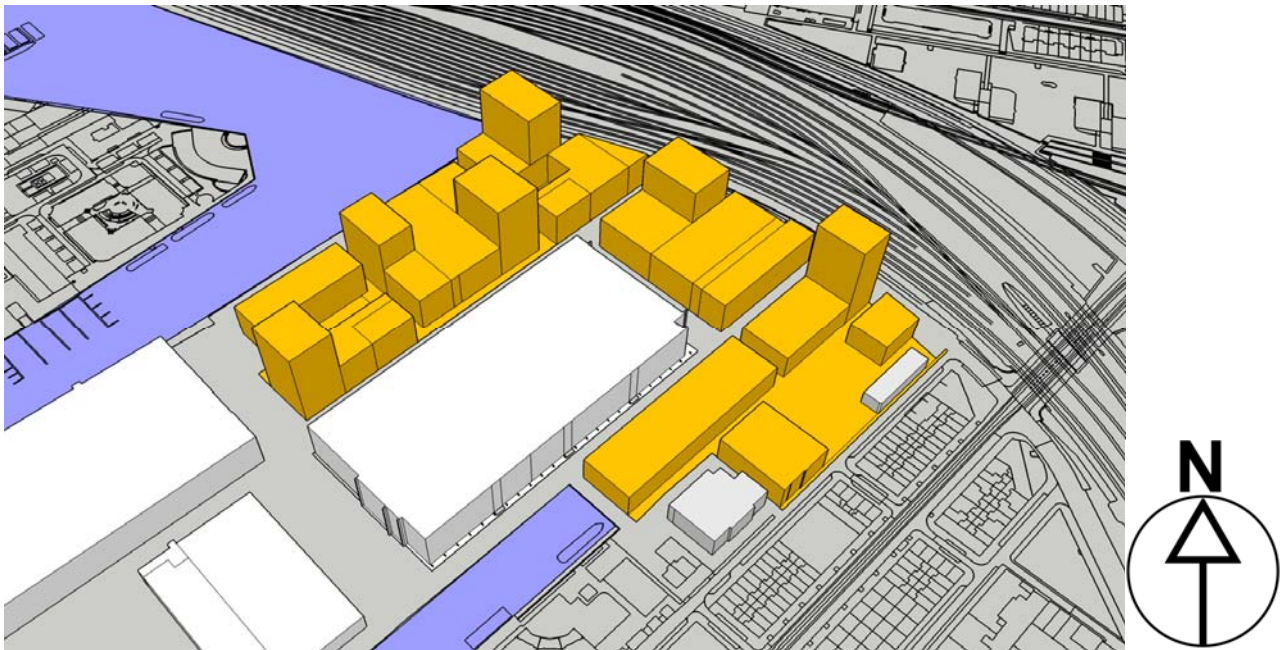
Behandeld door mevrouw ir. L. Apon
ir. M. Spierenburg
DPA Cauberg-Huygen B.V.
Gatwickstraat 11
1043 GL AMSTERDAM
Postbus 9396
1006 AJ AMSTERDAM
Telefoon 020-6967181
Fax 020-6634962

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Opzet van het onderzoek	4
3	Toetsingskader	5
3.1	Beleid, wet- en regelgeving	5
3.2	Beslismodel NEN 8100	5
3.3	Noodzakelijkheid van windhinderonderzoek	6
4	Theoretisch onderzoek	7
4.1	Opzet van een theoretisch onderzoek	7
4.2	Limitaties van het voorliggende theoretisch onderzoek	7
5	Beoordeling windklimaat conform NEN 8100	8
5.1	Windhinder	8
5.2	Windgevaar	9
6	Situatie omschrijving	10
6.1	Windstatistiek op de locatie	10
6.2	Directe omgeving bouwplan	11
6.3	Omschrijving bouwplan	12
6.4	Activiteiten en ambitieniveau	13
7	Theorie windhinder rondom hogere gebouwen	14
8	Theoretische beoordeling windklimaat	17
8.1	Windklimaat rondom toren A	18
8.2	Windklimaat rondom toren B en C	19
8.3	Windklimaat rondom toren D	20
8.4	Windklimaat rondom toren E	21
8.5	Windklimaat rondom toren F	22
8.6	Windklimaat op dakterrassen	23
9	Samenvatting en conclusie	24

1 Inleiding

Door DPA Cauberg-Huygen is voor plangebied Oostenburg een theoretische beschouwing van het windklimaat uitgevoerd. Plan 'Oostenburg' betreft een nieuwbouwlocatie aan de oostzijde van het centrum van Amsterdam. Op het plangebied zijn verschillende kavels aanwezig waarop gebouwen mogen worden ontwikkeld die kunnen variëren in hoogte tussen 6 en 26 m en tussen 6 en 19 m. Tevens zijn een aantal plekken aangewezen als beoogde locatie voor een toren, waarvan de hoogte varieert tussen 39 en 52 m.



Figuur 1.1: Beoogde nieuwbouw in oranje

In het kader van de zorg voor een goede ruimtelijke ordening is een eerste theoretische analyse van het windklimaat uitgevoerd. Deze beoordeling geeft een eerste inzicht in het te verwachten windklimaat rondom het bouwplan. Hierbij wordt opgemerkt dat, omdat de hoogtes van de meeste bouwdeelen niet vastgelegd zijn, het niet mogelijk is een nauwkeurige¹ voorspelling van het windklimaat ter plaatse te geven. Het doel van dit theoretische onderzoek is een eerste inzicht te geven in de mogelijk optredende fenomenen en mogelijke windhinder bij verschillende mogelijke bouwconfiguraties. Deze rapportage kan als leidraad dienen voor de verdere uitwerking van het plangebied.

Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van:

- Planinformatie van Van Riezen & Partners ontvangen d.d. 08-03-2017.
- NEN 8100:2006 en NPR 6097:2006.
- GoogleMaps en Google Earth.

¹ Het windklimaat in het plangebied wordt bepaald door zeer veel (moeilijk voorspelbare) factoren. Een theoretisch onderzoek kan, ook wanneer de bouwhoogtes bekend zijn, niet een even nauwkeurig beeld geven als een CFD- of windtunnelonderzoek conform de NEN 8100. De bij theoretische studies voorspelde windhinderklassen kunnen tot circa één klasse afwijken van metingen in de windtunnel of simulaties met CFD.

2 Opzet van het onderzoek

De bouwhoogtes in een plangebied zijn mede bepalend voor het windklimaat ter plaatse. Omdat de bouwhoogtes in het plangebied niet vast liggen en op basis van het bestemmingsplan kunnen variëren tussen 6 en 26 m hoogte, kan feitelijk geen nauwkeuriger windhinderanalyse opgesteld worden.

De voorliggende studie is er daarom meer op gericht inzicht te geven in de optredende fenomenen en mogelijke windhinder bij verschillende bouwconfiguraties die in dit plan mogelijk zijn.

De opbouw van het rapport is als volgt:

- In hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op het gehanteerde toetsingskader en het beslismodel uit de NEN 8100.
- In hoofdstuk 3 wordt de opzet en waarde van een theoretisch onderzoek, en de voorliggende studie in het bijzonder toegelicht.
- Hoofdstuk 4 geeft de windhinder beoordelingssystematiek uit de NEN 8100, welke ook bij de voorliggende analyse gebruikt is.
- Hoofdstuk 5 geeft de situatieomschrijving van het plan in zijn omgeving.
- Omdat het windklimaat ter plaatse sterk af hangt van de bouwhoogtes en deze nog niet bekend zijn, is in hoofdstuk 6 een deel 'theorie windhinder' opgenomen. Doel hiervan is inzicht te geven in optredende fenomenen en windeffecten en zo handvatten te geven voor de verdere uitwerking van het plan.
- Hoofdstuk 7 geeft een eerste beoordeling van het windklimaat in het plangebied. Hierbij is er voor gekozen om in basis uit te gaan van 'vaste, gemiddelde' bouwhoogtes.
 - Voor de plandelen die kunnen variëren in hoogte van 6 tot 26 m is een gemiddelde hoogte van 21 m aangehouden.
 - De bouwdelen die kunnen variëren in hoogte van 6 tot 19 m is een gemiddelde hoogte van 15 m aangehouden.

Waar mogelijk is aangegeven wat er gebeurt als van deze hoogtes afgeweken wordt en juist een hoger of lager bouwdeel gerealiseerd wordt. Gezien de variatie in mogelijke gebouwconfiguraties echter zeer groot is, kan nooit een uitputtend overzicht gegeven worden.

3 Toetsingskader

3.1 Beleid, wet- en regelgeving

In Nederland bestaat tot op heden geen wetgeving ter voorkoming van windhinder of windgevaar. Dit betekent niet dat bij het opstellen van ruimtelijke plannen windhinder of windgevaar niet hoeft te worden meegenomen in de afwegingen. De beoordeling van het aspect windhinder vindt zijn grondslag in art. 3.1 Wro, de zorg voor een goede ruimtelijke ordening. Daarvoor is het in kaart brengen van mogelijke windhinder of windgevaar en deze betrekken in de beoordeling noodzakelijk.

In 2006 is de NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving' uitgekomen. Deze norm geeft richtlijnen (methodes) voor het uitvoeren van windtunnel- en CFD onderzoek. Daarnaast wordt een beoordelingsmethodiek van windhinder en windgevaar beschreven. Hierbij wordt gewerkt met uurgemiddelde windsnelheden (m/s) gerelateerd aan de overschrijdingskans in percentage van uren per jaar. In een tabel is voor verschillende situaties en activiteiten (doorlopen, slenteren, langdurig zitten) een beoordeling van het windklimaat gegeven (slecht, matig, goed). Daarnaast is een toetsingskader ten aanzien van windgevaar uitgewerkt.

De NEN 8100 is een privaatrechtelijke norm en niet aangewezen in het Bouwbesluit of andere wetgeving. In Nederland is de NEN 8100 sinds het verschijnen in 2006 de meest gebruikte norm voor het onderzoeken en beoordelen van het windklimaat. Derhalve is deze norm ook bij deze theoretische beoordeling als leidraad gehanteerd.

3.2 Beslismodel NEN 8100

In de norm NEN 8100 is een beslismodel opgezet om de noodzaak van toetsing van een bouwplan in te schatten. Uit dit beslismodel volgt dat de noodzaak van toetsing bepaald wordt door de ligging van het bouwplan (beschut of onbeschut) en de hoogte van het bouwplan:

Tabel 3.1 Beslismodel NEN 8100

Ligging	Hoogte	Noodzaak van toetsing
Beschut	tot 15 m	Voor beschut liggende gebouwen tot een hoogte van 15 m is geen nader onderzoek noodzakelijk;
Beschut	15 tot 30 m hoog	Voor beschut liggende gebouwen met een hoogte van 15 tot 30 meter en voor onbeschut liggende gebouwen tot een hoogte van 30 m is de hulp van een windhinderdeskundige noodzakelijk om te beoordelen of er wel of niet CFD- of windtunnelonderzoek noodzakelijk is;
Onbeschut	Tot 30 m hoogte	
Beschut of onbeschut	Hoger dan 30 m	Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter is nader onderzoek met CFD of windtunnel noodzakelijk.
<p><i>Beschutte ligging: Een bouwwerk en de directe omgeving liggen, conform NEN 8100, beschut wanneer op loop of verblijfsniveau bij alle windsectoren aan elk van de volgende voorwaarden wordt voldaan:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Het oppervlak dat obstakels als boomkruinen en gebouwen beslaan, bedraagt 20% of meer van het totale oppervlak binnen een straal van 300 m;</i> ○ <i>Het bouwwerk steekt niet meer dan 50% uit boven de gemiddelde hoogte h van de obstakels binnen een straal van 300 m.</i> 		

3.3 Noodzakelijkheid van windhinderonderzoek

De noodzaak tot nader onderzoek met CFD is bepaald aan de hand van het beslismodel uit de NEN 8100:

- In het plangebied komen, in de verschillende kavels, gebouwen met een hoogte groter dan 30 m voor, variërend van 39 tot 52 m hoogte.

Op basis hiervan is conform de NEN 8100 onderzoek met CFD of windtunnel noodzakelijk. Op basis van de bouwhoogtes en de configuratie van de verschillende gebouwen onderling, adviseren wij (aan de ontwikkelaars van de diverse kavels hoger dan 30 m) om te zijner tijd een CFD-onderzoek uit te voeren om het windklimaat en eventuele maatregelen nauwkeuriger te onderzoeken.

4 Theoretisch onderzoek

4.1 Opzet van een theoretisch onderzoek

Een theoretische beschouwing ('beoordeling door een windhinderdeskundige') geeft een eerste inzicht van het windklimaat in een plangebied, waarbij mogelijke aandachtspunten vroegtijdig gesignaleerd kunnen worden, zodat hier bij de verdere uitwerking rekening mee gehouden kan worden. Op basis van bureau-expertise en kentallen uit de literatuur wordt, vooruitlopend op een nader onderzoek met CFD of de windtunnel, een globale, eerste voorspelling van het windklimaat in een plangebied gegeven.

Het windklimaat in het plangebied wordt echter bepaald door zeer veel (moeilijk voorspelbare) factoren. Een theoretisch onderzoek kan daarom, per definitie, niet een even nauwkeurig beeld geven als een CFD- of windtunnelonderzoek conform de NEN 8100. De in een theoretisch onderzoek voorspelde windhinderklassen kunnen tot circa één klasse afwijken van metingen in de windtunnel of simulaties met CFD.

4.2 Limitaties van het voorliggende theoretisch onderzoek

Voor plangebied Oostenburg is uitgangspunt om een variatie in bouwhoogtes te realiseren. Het is nog niet bekend welke bouwhoogte waar precies wordt gerealiseerd. De gebouwhoogtes en de configuratie van de gebouwen onderling zijn bepalende factoren voor het windklimaat ter plaatse. Op het moment dat deze factoren nog niet vast liggen, kan derhalve nog geen gedegen en nauwkeurige windhinderanalyse uitgevoerd worden.

Omdat de bouwhoogtes in het plangebied niet vastliggen en nog sterk kunnen variëren (met bandbreedtes tussen 2 en 26 m) is de voorliggende rapportage er meer op gericht inzicht te geven in de optredende fenomenen en mogelijke windhinder bij verschillende bouwconfiguraties die in dit plan mogelijk zijn. Deze rapportage kan als leidraad dienen voor de verdere uitwerking van het plangebied.

Gezien de bouwhoogtes, de schakeling en onderlinge verhoudingen van verschillende gebouwen bepalend zijn het windklimaat ter plaatse, is het zonder zekerheid over de aanwezige bouwhoogtes en gebouwconfiguraties niet mogelijk een exact en meer gedetailleerd inzicht te geven van het windklimaat ter plaatse.

5 Beoordeling windklimaat conform NEN 8100

De NEN 8100 geeft beoordelingssystematiek voor het windklimaat. Hierbij wordt gebruik gemaakt van windhinderklassen, die aangeven hoe goed of slecht het windklimaat is. Er wordt onderscheid gemaakt tussen hinder (= 'comfort') en gevaar ten gevolge van wind.

5.1 Windhinder

Het criterium voor de beoordeling van windhinder is uit de volgende onderdelen opgebouwd:

1. *Een drempelsnelheid ter beoordeling van windhinder, deze bedraagt 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.
2. *Een overschrijdingskans van deze drempelsnelheid.*
 Hoe vaker de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, hoe slechter het windklimaat ervaren zal worden. Aan de kans dat de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, zijn 5 kwaliteitsklassen (A tot en met E) gekoppeld. Klasse A staat voor de hoogste comfortklasse en klasse E voor het laagste kwaliteitsniveau.
3. *Windhindergevoeligheid van de activiteit die men op een locatie onderneemt.*
 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. Sommige activiteiten zijn meer windhindergevoelig dan andere, afhankelijk van de activiteit kan overschrijdingen van de drempelsnelheid geaccepteerd worden.
 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 5.1.

Tabel 5.1 Criteria voor windhinder

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

5.2 Windgevaar

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. Tijdens een windvlaag zouden mensen kunnen 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 5.2 aangehouden.

Tabel 5.2 Criteria voor windgevaar

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

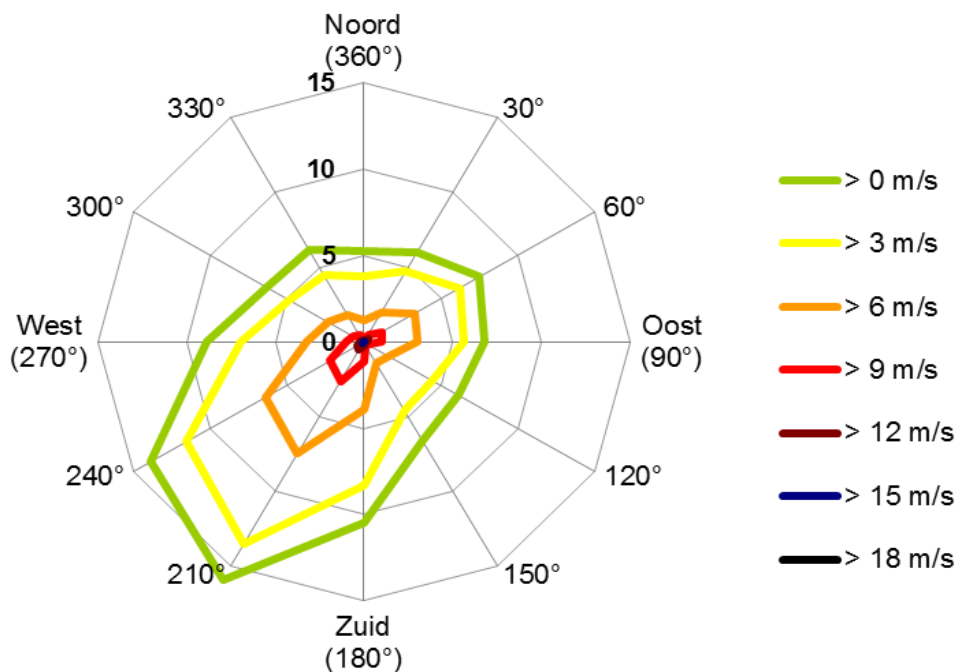
Een 'beperkt risico' is slechts acceptabel bij niet windhinder gevoelig gebruik, te weten de activiteit 'doorlopen' of voor plekken waar geen activiteit zal plaatsvinden (geen entrees, loop of fietsroutes). Voor de activiteiten slenteren en langdurig zitten is een beperkt risico op gevaar niet acceptabel.

6 Situatie omschrijving

De aanstromende wind waaraan een gebouw blootgesteld wordt is mede bepalend voor het windklimaat op looppniveau. Hierbij is de wijdere omgeving waarin een gebouw ligt bepalend voor het karakter van de aanstromende wind. Zo waait het aan de kust harder dan in het binnenland, waardoor windeffecten rond gebouwen aan de kust groter zullen zijn dan in het binnenland. In een stedelijke omgeving is de aanstromende wind ook anders dan op het platteland: wanneer een plan in een omgeving met veel hoogbouw gerealiseerd wordt, zal het windklimaat anders zijn dan wanneer hetzelfde plan gerealiseerd wordt in een lege polder of een woonwijk met laagbouw.

6.1 Windstatistiek op de locatie

Zoals voorgeschreven in de NEN 8100 is de lokale windstatistiek en de terreinruwheid voor de locatie bepaald volgens de NPR 6097. Uit de windstatistiek blijkt dat de windrichting zuid-zuidwest overheersend is op de locatie. Niet alleen komt de wind het grootste deel van de tijd uit deze sectoren, ook komen de hoogste windsnelheden bij deze windrichtingen voor.



Figuur 6.1: Windstatistiek t.p.v. plangebied (windsnelheden per sector op 60 m hoogte)

6.2 Directe omgeving bouwplan

Het plangebied is gelegen in de stedelijke omgeving aan de oostzijde van het centrum van Amsterdam. Ten westen van het plangebied ligt een circa 70 m brede gracht, waardoor de wind vanuit deze richting relatief vrij kan aanstromen.

Aan de noord-noordoostzijde van het plan bevindt zich een spoorweg op een verhoogd talud (circa 7 m hoog) Aan de oost- en zuidoost zijde grenst het plangebied aan de (woon)wijk (Czaar Peterstraat buurt), met gebouwen van variërend tussen 10 en 24 m. De nieuwe bouwkavels op Oostenburg liggen rondom het bestaande 'INIT' gebouw, met een hoogte van circa 23 m. Aan de zuidwestzijde van het plan liggen de 'van Gendthallen', die circa 15 tot 20 m hoog zijn. Ten zuidoosten van de Van Gendthallen komen in de toekomst nieuwe kavels met een maximum bouwhoogte van 12/19/26 meter (RVB-kavel).



Figuur 6.2: Plangebied in omgeving

6.3 Omschrijving bouwplan

Het plangebied bestaat grofweg uit vijf delen die rondom het INIT gebouw, met een hoogte van 23m, zijn gelegen. De vijf bouwdelen worden middels verkeersroutes van elkaar gescheiden.

- Zoals zichtbaar in figuur 6.3 wordt elk deel gekenmerkt door een toren die boven de andere bebouwing uitsteekt. Toren A, B, C, D, E en F hebben respectievelijk een maximale hoogte van 46 m, 39 m, 46 m, 52 m, 42 m en 52 m.
- In de bouwdelen met torens A t/m E is lagere bebouwing aanwezig met een hoogte die kan variëren tussen 6 en 26 m. In het bouwdeel met toren F varieert de lagere bebouwing in hoogte tussen de 6 en 19 m.
- In de bouwdelen met daarin torens A en toren D wordt een binnentuin gerealiseerd.

De ontsluiting van het plan loopt via de Oostenburgermiddenstraat en de I. Titsinghkafe (beide langs het INIT gebouw) naar de Dijkgracht. Deze twee langstraten liggen parallel aan de overheersende windrichting zuid-zuidwest. De Dijkgracht ligt langs het spoor en sluit aan op de bestaande Czaar Peterstraat.

Het plan is vooralsnog in grote lijnen uitgezet. In een later stadium zal het plangebied verder uitgewerkt worden. Dan zal eveneens meer duidelijkheid komen over de exacte indeling van de bouwdelen en de bouwhoogtes.



Figuur 6.3: Plattegrond van het plangebied

6.4 Activiteiten en ambitieniveau

Als toegelicht in hoofdstuk 3 hangt de beoordeling of waardering van het windklimaat af van de 'activiteit' waarvoor een gebied bedoeld is. Er wordt onderscheid gemaakt in de activiteiten doorlopen, slenteren en langdurig zitten.

Omdat de invulling van de kavels en daarmee de posities van entrees, buitenruimtes en dergelijke niet bekend is, kan nog geen onderscheid in activiteitengebieden gegeven worden. Bij de analyses is daarom enkel een eerste verwachting van het windklimaat gegeven, maar is het slechts beperkt mogelijk om een beoordeling te geven van het windklimaat.

Bij verdere uitwerking van het plangebied kan het volgende ambitieniveau worden aangehouden:

- Trottoirs rondom de bouwblokken
Voor de openbare ruimte rondom de bouwblokken kan worden uitgegaan van de activiteit 'doorlopen'. Voor een goed windklimaat is klasse C nodig, een matig windklimaat (klasse D) kan ook geaccepteerd worden.
- (Hoofd)entrees bouwblokken
Bij de entrees van de bouwblokken is een goed windklimaat voor slenteren (klasse B) gewenst. Eventueel kan klasse C ('matig') nog geaccepteerd worden.
- Binnenterreinen
Voor privé tuinen, bijvoorbeeld liggend in een binnenhof van een blok, is een goed windklimaat voor langdurig zitten gewenst: Klasse A. Klasse B kan geaccepteerd worden (matig windklimaat) omdat met lokale maatregelen, als heggen, privacyschermen en luifels het windklimaat verbeterd kan worden.

NB: Het onderscheid tussen klasse A en B is dusdanig klein, dat dit onderscheid in een theoretisch onderzoek niet verantwoord te maken is. Derhalve wordt in dit rapport enkel klasse B weergegeven.

7 Theorie windhinder rondom hogere gebouwen

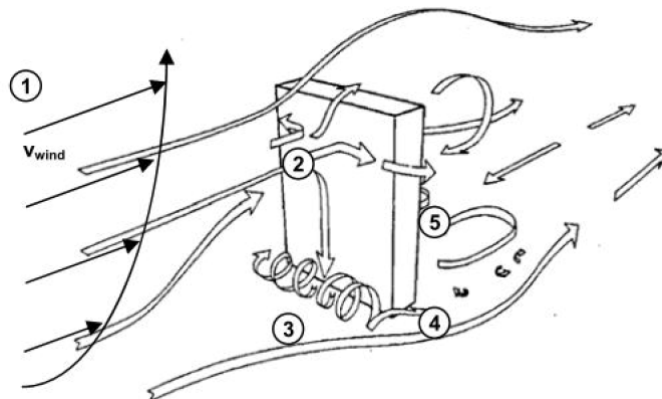
In hoofdstuk 3 zijn de criteria voor windhinder en gevaar gegeven, aan deze criteria ligt de optredende windsnelheid ten grondslag. De wind- (of lucht) snelheid op looppniveau wordt in belangrijke mate beïnvloed door de aanwezige gebouwen.

In dit hoofdstuk worden een aantal 'algemene effecten' die optreden in de gebouwde omgeving toegelicht, aan de hand van simpele voorbeelden met één of twee gebouwen. In de praktijk zal het windklimaat nooit bepaald worden door één enkel gebouw. In werkelijkheid is de stedenbouwkundige situatie veel complexer en daarmee zijn de stroming rondom de gebouwen eveneens veel complexer. De hoogtes en volumes van de gebouwen, de positionering van de gebouwen ten opzichte van elkaar en de oriëntatie ten opzichte van de overheersende windrichting bepalen gezamenlijk het windklimaat op looppniveau.

Hoe complexer de bouwvolumes en de omgeving waarin een plan ligt, hoe complexer het is om het windklimaat op voorhand te voorspellen. Slechts tijdens een CFD of windtunnelonderzoek conform de NEN 8100 kan een nauwkeurig beeld van het windklimaat gegeven worden.

Windklimaat rondom geheel vrijstaand, rechthoekig gebouw

Aan de hand van figuur 7.1 wordt voor een eenvoudige situatie (geheel vrijstaand, rechthoekig gebouw) uitgelegd hoe de windsnelheden door het gebouw worden beïnvloed.

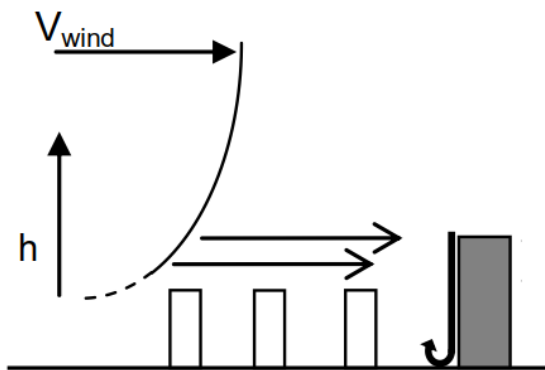


1. Op enige hoogte boven de bebouwde omgeving is de 'ongestoorde' windsnelheid groter dan op loophoogte, waar de wind ten gevolge van beschutting door gebouwen wordt afgeremd.
2. De aanstromende lucht wordt door het gebouw geblokkeerd. Langs en over het gebouw ontstaan hogere lichtsnelheden, aangezien de totale hoeveelheid aanstromende lucht moet worden afgevoerd. Voor het gebouw ontstaat een stuwpunt.
3. Een deel van de met hogere snelheid aanstromende lucht zal langs de gevel naar beneden stromen en zal juist boven de grond worden afgebogen. Aan de voet van het gebouw zullen wervels met een horizontale as ontstaan.
4. Deze wervels zullen naar de gebouwhoeken bewegen, waar wervels met een verticale as (staande wervels) ontstaan, 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 verschijnsel wordt als 'windhinder' ervaren.
5. Achter het gebouw ontstaat een gebied waar onderdruk heerst. Ook in dit gebied komen wervels voor, maar de windsnelheden zijn over het algemeen laag. Het is een relatief luv gebied.

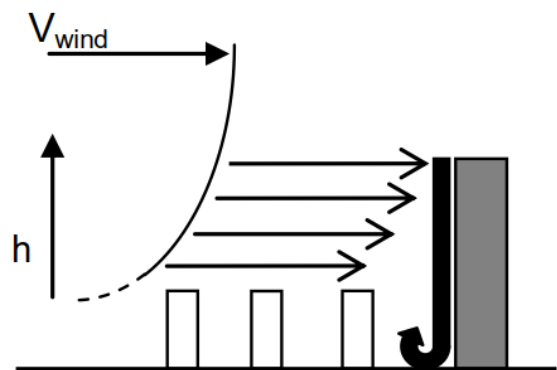
Figuur 7.1: Windklimaat rondom geheel vrijstaand, rechthoekig gebouw

Hoog versus laag

Naast de gebouwgeometrie en de stedenbouwkundige situatie is de windsnelheid op de hoogte van de dakrand bepalend voor de windhinder op looppniveau. Hoe hoger het gebouw is (ten opzichte van zijn omgeving), hoe groter de beïnvloeding van het windklimaat zal zijn. Dit wordt weergegeven in figuur 7.2.



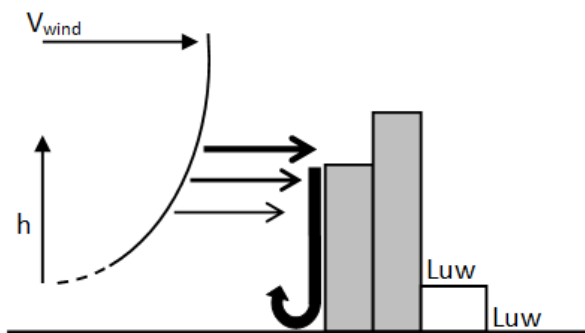
De boven de laagbouw aanstromende wind wordt geblokkeerd door het hogere gebouw en stroomt naar maaiveld af.



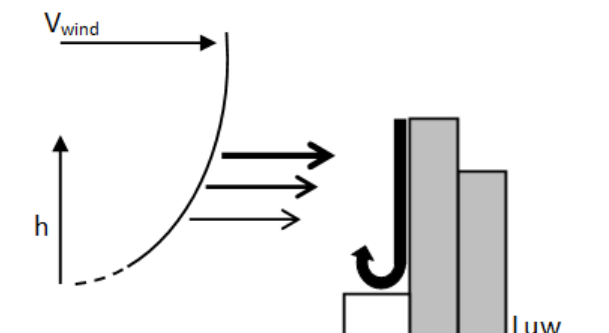
Bij een hoger gebouw stroomt meer wind, met hogere snelheden op het gebouw aan, die door een groter geveleppvlak geblokkeerd wordt. De effecten op looppniveau zijn ook groter.

Figuur 7.2 a en b: Hoogbouw versus laagbouw

Indien een lager gebouw direct tegen een hoger gebouw wordt geplaatst kan dit een gunstig effect hebben op het windklimaat rondom de laagbouw en op maaiveld niveau. Zoals in figuur 7.3 zichtbaar is, kan gebruik gemaakt worden van de windluwe zone achter een hoger gebouw om een gunstig windklimaat voor laagbouw te creëren.



De geblokkeerde wind aan de voorzijde van een hoger gebouw heeft tot gevolg dat aan de achterzijde een windluwe zone ontstaat.



Indien laagbouw voor een hoog gebouw wordt geplaatst zal de geblokkeerde wind op het dak van de laagbouw terecht komen.

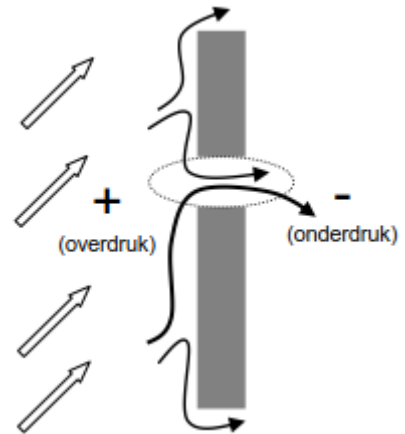
Figuur 7.3 a en b: Configuraties van hoogbouw en laagbouw

Wordt laagbouw voor een hoger gebouw geplaatst, dan zal de staande wervel (als beschreven in figuur 7.1) op het dak van de laagbouw terecht komen. Indien de laagbouw voldoende breed is (>5 tot 6m) kan de volledige staande wervel worden opgevangen. Op het dak zullen dan de hoge windsnelheden ontstaan, ongunstig in geval een dakterras gewenst is, echter op maaiveld niveau ontstaat een windluwe zone.

Drukverschillen rondom doorgangen

Wanneer de wind geblokkeerd wordt door een gebouw of een aantal gebouwen, zal aan de voorzijde van de gebouwen een gebied met een hogere druk ontstaan. Aan de achterzijde van het gebouw (de beschutte, luwe zijde) ontstaat een gebied met een lagere druk. Dit wordt weergegeven in figuur 7.4.

Waar deze twee gebieden met elkaar verbonden worden, bijvoorbeeld door een doorgang tussen de gebouwen door, zal een luchtstroom van het gebied met overdruk naar het gebied met onderdruk ontstaan: In de doorgang zal het windklimaat door de verhoogde windsnelheden en turbulentie verslechteren.



Figuur 7.4: Drukverschillen rondom een doorgang

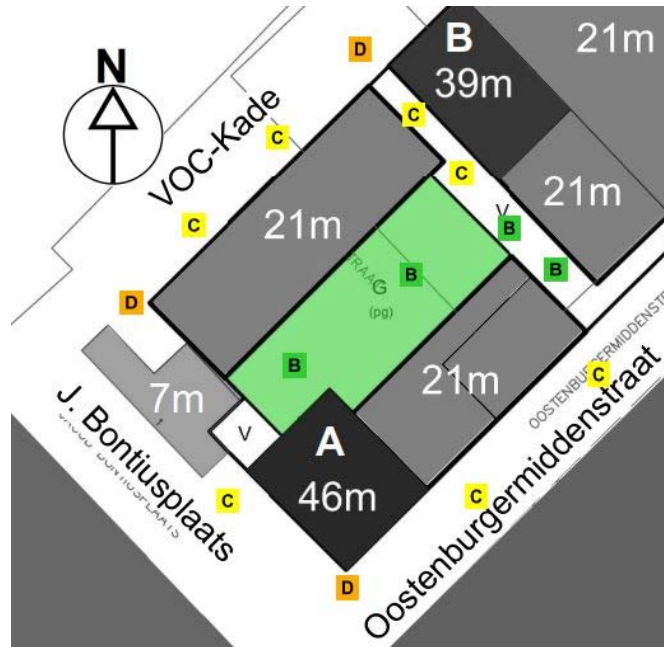
8 Theoretische beoordeling windklimaat

In onderhavig hoofdstuk wordt per bouwblok een indicatieve voorspelling van het windklimaat op maaiveld in het plangebied gegeven. Hierbij is er voor gekozen om in basis uit te gaan van 'vaste, gemiddelde' bouwhoogtes.

- Voor de plandelen die kunnen variëren in hoogte van 6 tot 26 m is een gemiddelde hoogte van 21 m aangehouden.
- De bouwdelen die kunnen variëren in hoogte van 6 tot 19m is een gemiddelde hoogte van 15m aangehouden.
- Voor de torens (A t/m F) is de maximale bouwhoogte aangehouden, aangehouden, alsmede het volledige bouwvlak.

Waar mogelijk is aangegeven wat er gebeurt als van deze hoogtes afgeweken wordt en juist een hoger of lager bouwdeel gerealiseerd wordt. Gezien de variatie in mogelijke gebouwconfiguraties echter zeer groot is, kan nooit een uitputtend overzicht gegeven worden

8.1 Windklimaat rondom toren A



Figuur 8.1: Windklimaat kavel Toren A, op basis van 'vaste bouwhoogtes'

Toren A steekt met 46 m uit boven de bestaande lagere bebouwing ten zuidwesten van dit kavel. De aanstromende wind zal langs de zuidwestgevel naar het maaiveld afstromen. Naar verwachting zal ten gevolge van cornerstreams bij de gebouwhoeken het windklimaat minder gunstig zijn, klasse C tot D: matig tot goed voor doorlopen.

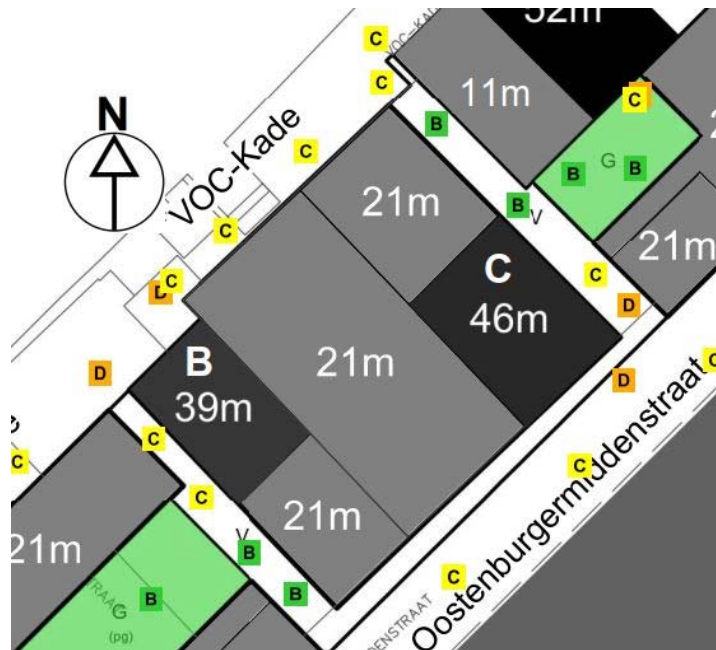
Nabij de kade kan de wind over het water vrij aanstromen, waardoor bij de bebouwing aan de kade eveneens een minder gunstig windklimaat verwacht wordt, klasse C tot D: matig voor doorlopen. Hoe hoger de eerstelijns bebouwing langs waterkant, hoe slechter windklimaat op de kades, maar hoe beter het windklimaat in het binnenterrein. Wanneer lage bebouwing aan de kade geplaatst wordt en hogere bebouwing aan de Oostenburgermiddenstraat bestaat de kans dat het windklimaat in het binnenterrein minder luv is, met een zone met een slechter windklimaat langs de achtergevel van de bebouwing aan de Oostenburgermiddenstraat.

Eventuele terrassen langs de VOC kade liggen relatief onbeschermt ten opzichte van meer westelijke windrichtingen, die toch ook nog frequent optreden (zie figuur 8.1). Voor horeca-terrassen gelden zware eisen, feitelijk is een windklimaat 'beter dan klasse A' vereist. Wanneer men het horecaterras volledig commercieel wil uitnutten is een zeer beschermt windklimaat gewenst. Zonder aanvullende maatregelen wordt hier niet aan voldaan. Uiteraard zal het op mooie, windluwe dagen goed toeven zijn op de kade, maar dit geldt dan vanuit windhinderroepunt voor bijna elke plek in de stad.

De binnentuin ligt beschermt achter het bestaande gebouw (café Roest). Hierdoor wordt in de binnentuin ten noorden van toren A wordt klasse B verwacht (goed voor slenteren, matig tot goed voor slenteren). Ook door het plaatsen van obstakels (dichte beplanting, schermen en dergelijke) tussen de tuinen kunnen beschutte gebieden gerealiseerd worden.

De Oostenburgermiddenstraat loopt parallel aan de overheersende windrichting zuid-zuidwest. In de straat wordt, op basis van de nu aangehouden bouwhoogtes, een windklimaat klasse C verwacht (goed voor doorlopen). Door verdere uitwerking van de plannen, bijvoorbeeld door het zorgen van afscherming, bijvoorbeeld door terugliggende entrees of korte schermen ten zuidwesten van de entrees, kan langs de gevels het windklimaat plaatselijk verbeterd worden.

8.2 Windklimaat rondom toren B en C



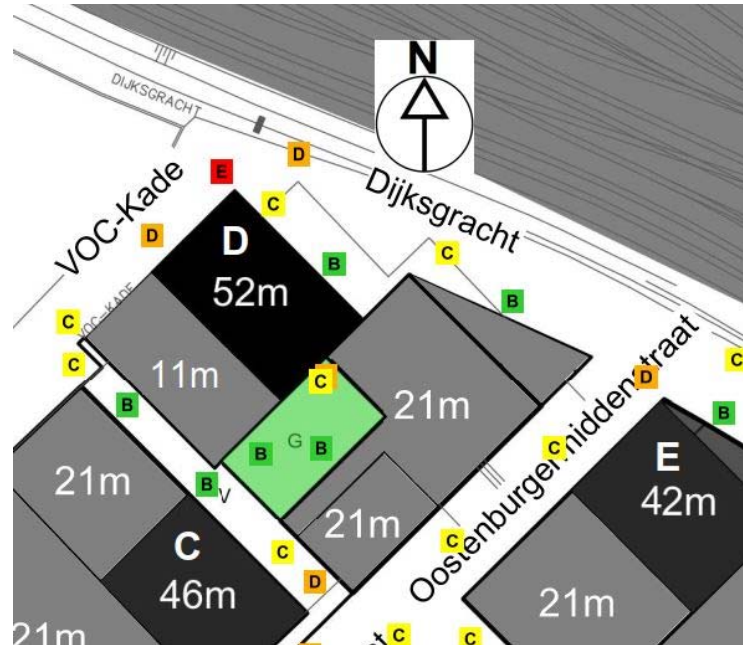
Figuur 8.2: Windklimaat kavel Toren B en C, op basis van 'vaste bouwhoogtes'

Toren B steekt met een (maximale) bouwhoogte van 39 m boven de omliggende bebouwing uit, de doorgang ten zuiden van deze toren is echter vrij smal. Hierdoor is het windklimaat in de doorgang tussen de Oostenburgermiddenstraat en de VOC-Kade naar verwachting relatief luv, klasse C tot B. Hierbij geldt wel, dat hoe lager het zuidelijke bouwblok en hoe hoger toren B zelf, hoe groter de kans op windhinder rondom toren B wordt. De wind zal dan primair langs de westelijke gebouwhoek afstromen en voor wervelingen nabij de gebouwhoek op de VOC-kade geven.

In de Oostenburgermiddenstraat heerst een windklimaat klasse C, gezien deze straat parallel loopt aan de overheersende windrichting. Mogelijk heerst er een gunstiger klimaat nabij de gevel, afhankelijk van hoogte en bouwvorm. Beschutting aan de zuidwest-zijde geeft lokaal een goed windklimaat (bijvoorbeeld entrees in een nis of achter scherm).

Toren C steekt met een maximale bouwhoogte van 46 m eveneens significant boven de omliggende geplande bebouwing uit. Rondom de oosthoek van deze toren wordt een minder gunstig windklimaat verwacht, klasse D: matig voor doorlopen. Het gebied rondom deze gebouwhoek is minder geschikt voor entreegebieden.

8.3 Windklimaat rondom toren D



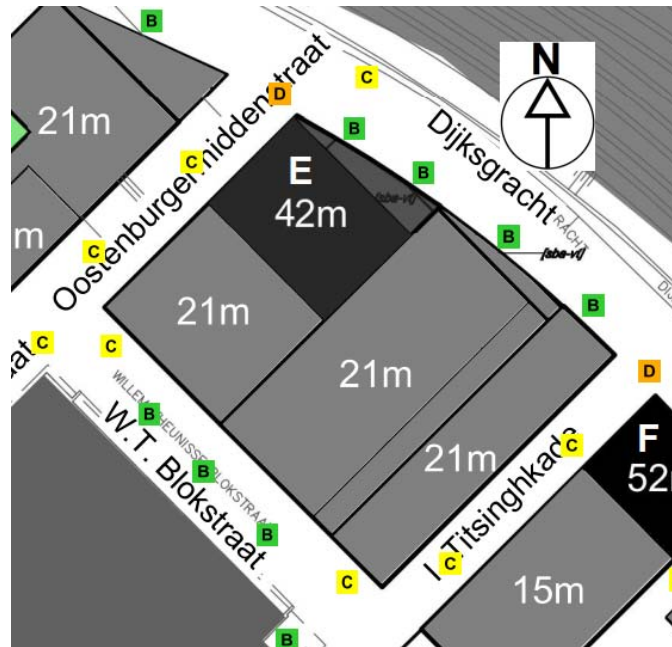
Figuur 8.3: Windklimaat kavel Toren D, op basis van 'vaste bouwhoogtes'

Toren D heeft een maximale bouwhoogte van 52 m en steekt significant uit boven de geplande bebouwing. Vanuit westelijke en zuidwestelijke richting kan wind over de brede Wittenburgervaart en de kade vrij aanstromen. De spoordijk vormt een barrière voor wind afstromend in zuid-zuidwestelijke richting. Door de dijk wordt de wind uit de zuid-zuidwestelijke richting aanstromend over de vaart en de kade afgebogen over de Dijkgracht. Nabij de noordhoek van de toren wordt een slecht windklimaat verwacht, mogelijk zelfs klasse E, afhankelijk van de inrichting van de kade en de openbare ruimte en de vormgeving van de bebouwing op het kavel. Naar verwachting zal het windklimaat langs de noordwestgevel van dit plandeel, aan de VOC-kade, ook ongunstig zijn, klasse C tot D.

Aan de voet van de 52 m hoge gevel, op het binnenterrein van het kavel, is de kans op een slechter windklimaat aanwezig. Klasse C tot mogelijk klasse D, dit is matig tot slecht voor slenteren en slecht voor langdurig zitten. Het uiteindelijke windklimaat in dit binnenhof hangt sterk af van de uitwerking en hoogtes van de volumes op het kavel. Bijvoorbeeld een doorgang aan de zuidoostzijde van het 52 m hoge volume naar de Dijkgracht zou een duidelijk negatief effect hebben op het windklimaat ter plaatse.

De straat tussen 'bouwdeel met toren C' en 'bouwdeel met toren D' is relatief smal, hier wordt een luv windklimaat (klasse B) verwacht. Enkel bij de ingangen van de straat wordt een minder gunstig windklimaat verwacht, klasse C of D (goed tot matig voor doorlopen). Dit minder gunstige windklimaat wordt veroorzaakt door de 46 m hoge toren C aan de ene zijde. Aan de andere zijde verspringt het bouwvolume (van nu 21 m hoog) aan de VOC-kade uit ten opzichte van de gevellijn. Over de kade afstromende wind zal door het uitstekende volume geblokkeerd worden, wat voor een verslechtering van het windklimaat ter plaatse zorgt.

8.4 Windklimaat rondom toren E



Figuur 8.4: Windklimaat kavel Toren E, op basis van 'vaste bouwhoogtes'

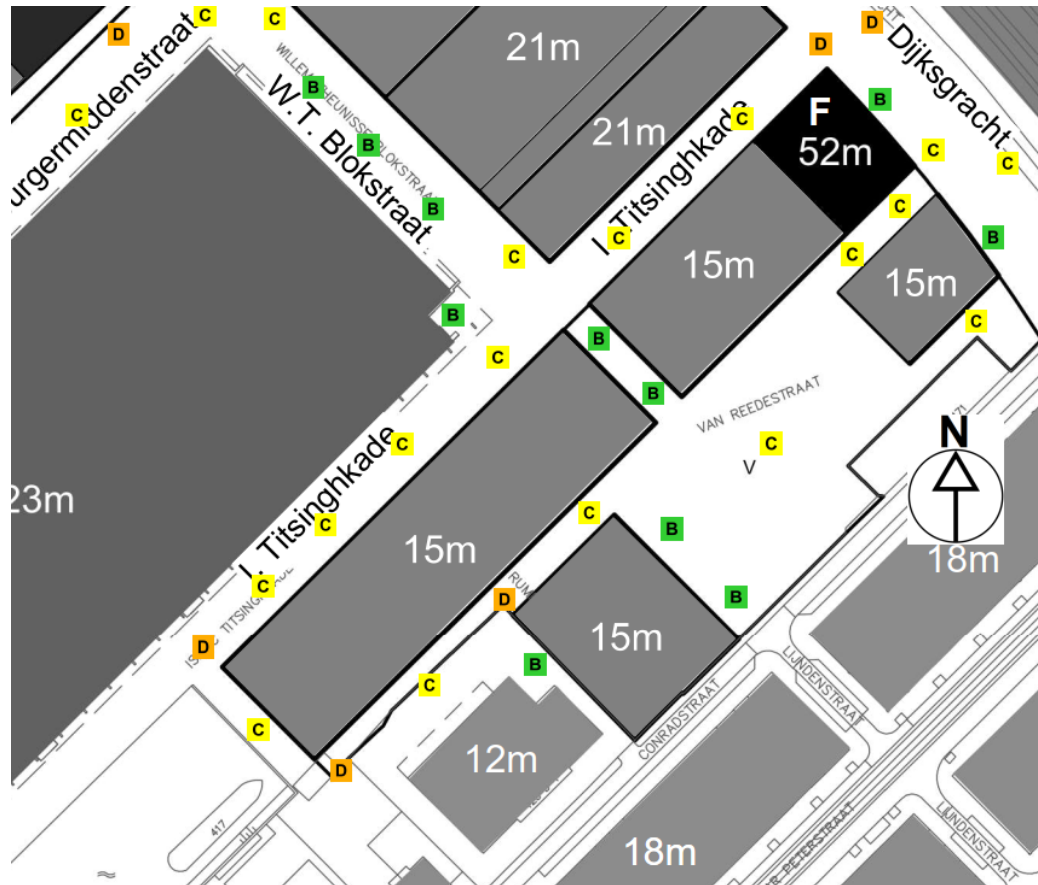
Door windeffecten rondom toren E van (maximaal) 42 m hoogte en toren F van (maximaal) 52 m hoogte wordt nabij de gebouwhoeken (hoeken Dijkgracht en respectievelijk Oostenburgerstraat en I.Titsinghkaade) een minder gunstig windklimaat verwacht: klasse D, matig voor doorlopen.

Het is niet ongebruikelijk dat klasse D optreedt in stedelijke omgeving met grotere bouwhoogtes. Klasse D kan voor doorloopgebieden geaccepteerd worden maar is niet geschikt voor 'verblijfsgebieden' (terrassen, zitjes etc.) en voor entreegebieden.

Aan de W.T. Blokstraat wordt langs de gevel van het INIT gebouw een gunstig windklimaat verwacht, klasse B. Klasse B wordt ook verwacht langs de gevel van het nieuwbouwblok aan de Dijkgracht. Klasse B is goed voor slenteren en is een geschikt windklimaat voor entrees. Wanneer de nieuwe bebouwing aan de W.T. Blokstraat niet significant hoger is dan het INIT-gebouw wordt, zal een redelijk luw windklimaat in de straat en langs de gevels van het nieuwbouwblok optreden, klasse B tot C: goed tot matig voor slenteren. Hoe meer de nieuwbouw aan de W.T. Blokstraat uit steekt boven het 23m hoge INIT gebouw, hoe minder gunstig het windklimaat zal worden.

De Oostenburgermiddenstraat en de en I.Titsinghkaade lopen parallel aan de overheersende windrichting zuid-zuidwest. In de straten wordt, op basis van de nu aangehouden bouwhoogtes, een windklimaat klasse C verwacht (goed voor doorlopen). Door verdere uitwerking van de plannen, bijvoorbeeld door het zorgen van afscherming aan de zuidwestzijde, kan langs de gevels het windklimaat plaatselijk verbeterd worden.

8.5 Windklimaat rondom toren F



Figuur 8.5: Windklimaat kavel Toren F, op basis van 'vaste bouwhoogtes'

Vanuit de overheersende windrichting zuid-west kan de wind vrij aanstromen over de circa 30 m brede Oostenburgervaart. De wind zal worden gebroken door het nieuwbouwblok aan het einde van deze vaart. Hoe hoger deze bebouwing (met name de percelen aan de zuidwestzijde), hoe groter de windeffecten hier zullen zijn. Op basis van een bouwhoogte groter dan 15 m wordt hier nabij de gebouwhoeken windklimaat klasse D verwacht. Dit is matig voor doorlopen en kan geaccepteerd worden. Geadviseerd wordt echter geen entrees nabij deze gebouwhoeken te leggen.

De I. Titsinghade loopt ook parallel aan de overheersende windrichting zuid-zuidwest, naar verwachting valt het windklimaat in de straat en op de trottoirs in klasse C: goed voor doorlopen. Het windklimaat rondom de Van Redestraat (open terrein binnen het kavel) zal naar verwachting een wat lager binnenklimaat hebben, klasse B aan de meer beschutte zuidzijde van dit binnenterrein.

Toren F heeft een maximale bouwhoogte van 52 m en steekt daarmee significant uit boven de omliggende bestaande en nieuwe bebouwing. Bij de noordelijke gebouwhoek wordt een minder gunstig windklimaat verwacht, klasse D (matig voor doorlopen). Langs de noordwestgevel wordt windklimaat klasse C verwacht.

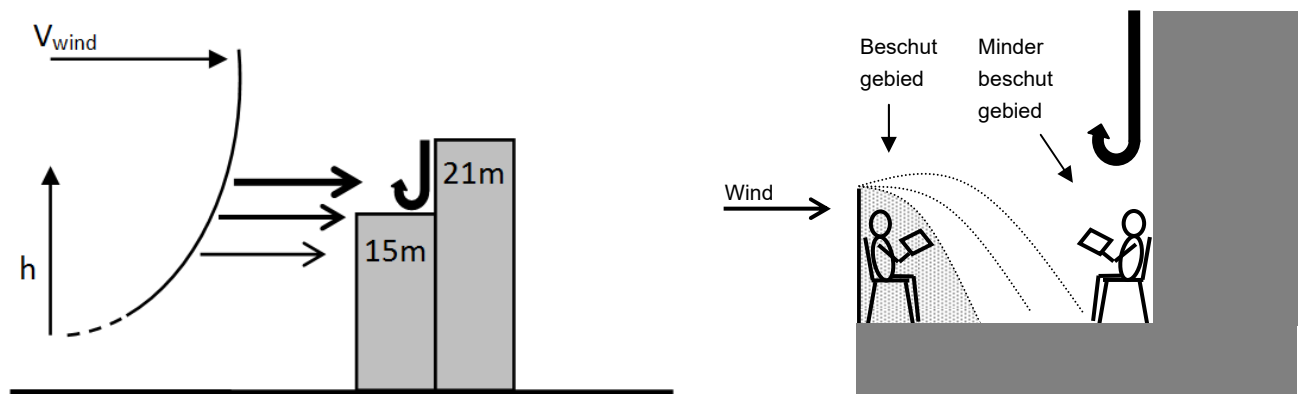
8.6 Windklimaat op dakterrassen

In het hele plangebied zullen mogelijk dakterrassen gerealiseerd worden.

Zoals toegelicht in hoofdstuk 6 zal wind langs de gebouwgevels afstromen tot maaiveld of tot aan een voldoende brede plint. Dezelfde effecten treden op wanneer een dakterras aanwezig is naast een wat hoger gebouw, wind zal langs de gevels afstromen langs het dakterras.

Gezien op dakterrassen een goed windklimaat gewenst is (klasse A: goed voor langdurig zitten) kan de door naburige gebouwen geblokkeerde en afstromende wind al snel als hinderlijk ervaren worden. Uiteraard is dit risico aanwezig bij dakterrassen grenzend aan de torens A t/m F. Ook bij minder grote hoogteverschillen tussen bouwblokken dan gepresenteerd in figuur 7.3 kunnen al effecten optreden waardoor niet meer aan klasse A voldaan wordt. Met name bij dakterrassen die ten zuiden, zuidwesten en westen van hogere bebouwing liggen, is de kans op een minder gunstig windklimaat aanwezig.

Door het toepassen van hoge schermen rondom een dakterras kan het windklimaat deels verbeterd worden. Aandachtspunt blijft echter dat de windhinder (deels) veroorzaakt wordt door verticaal afstromende wind en dus een horizontaal scherm nodig is om in de zone langs de gevel een goed windklimaat te realiseren.



Ook bij relatief kleine hoogteverschillen kan de geblokkeerde wind van het hogere gebouw op het dak van het lagere gebouw terechtkomen. Hierdoor is het windklimaat op het dak mogelijk minder geschikt als verblijfsgebied (dakterras), waar immers een zeer luw windklimaat (klasse A) gewenst is.

Figuur 8.6 a en b: Windklimaat op een dakterras van een gebouw

Op een dakterras zal deze afstromende wind zich manifesteren nabij de gevel.

Dakterrassen bovenop de torens of op hogere gebouwen zullen geen hinder ondervinden van langs hogere gebouwen afstromende wind. Op grotere hoogte stroomt de wind met grotere snelheid aan (zie ook figuur 8.6 a). Wanneer dakterrassen onbeschut en op grotere hoogte liggen, moet hier rekening gehouden worden met een ongunstig windklimaat.

9 Samenvatting en conclusie

Voor het plangebied Oostenburg is een theoretische beschouwing van het windklimaat opgesteld. Bij een theoretisch onderzoek wordt op basis van bureauexpertise en kentallen uit de literatuur een globale, eerste voorspelling van het windklimaat in een plangebied gegeven.

Eerder is aangegeven dat het, gezien de complexe stedenbouwkundige situatie en de onbekende parameters zoals gebouwhoogte en bouwconfiguratie, bij dit theoretisch onderzoek niet mogelijk is een nauwkeurige voorspelling te doen over het windklimaat. Het doel van dit theoretische onderzoek is een eerste inzicht te geven in de mogelijk optredende fenomenen en mogelijke windhinder bij verschillende mogelijke bouwconfiguraties. Deze rapportage kan als leidraad dienen voor de verdere uitwerking van het plangebied.

De meeste bebouwing in het plangebied zal variëren tussen de 6 en de 26 m hoogte. Naar verwachting zal een bebouwing met een stedelijke schaal en maat (vooral 4 bouwlagen of hoger) gerealiseerd worden. De straten die in zuidwest - noordoost richting door het plan lopen zijn wat breder, de meeste dwarsstraten (zuidwest-noordoost) zijn wat smaller. Op basis hiervan wordt verwacht dat in het overgrote deel een voldoende goed tot acceptabel windklimaat zal heersen, overwegend klasse C 'goed voor doorlopen'. Nabij de gebouwhoeken is kans op een minder gunstig windklimaat aanwezig, mogelijk klasse D 'matig voor doorlopen'. Plaatselijk kan dit geaccepteerd worden, er wordt geadviseerd entrees en dergelijke niet direct bij gebouwhoeken te positioneren. Voor entrees is klasse B gewenst en klasse C acceptabel / matig. In de binnenhoven en zijstraten wordt een luwer windklimaat verwacht (klasse B: goed voor doorlopen en voor slenteren). Kort samengevat zal in het plangebied een 'normaal stedelijk windklimaat' aanwezig zijn. Andere (nieuwere) wijken in de stad hebben een vergelijkbaar windklimaat.

Wanneer kwetsbare doelgroepen gebruik maken van de openbare ruimte (bijvoorbeeld bij een kinderopvang, bij gebouwen of functies voor ouderen / zieken) of vanuit kwaliteitsoogpunt een goed windklimaat gewenst is, dient extra aandacht aan het windklimaat gegeven te worden. Dan wordt afgeraden om klasse D te accepteren, maar om te streven naar klasse B en eventueel klasse C te accepteren acceptabel.

Analoog aan de NEN 8100 adviseren wij voor de diverse kavels hoger dan 30 m om te zijner tijd een CFD-onderzoek uit te voeren om het windklimaat en eventuele maatregelen nauwkeuriger te onderzoeken. Enkel middels een CFD of windtunnelonderzoek kan met voldoende nauwkeurigheid bepaald worden of er maatregelen vereist zijn en hoe eventuele voorzieningen (schermen, luifels, et cetera) gedimensioneerd dienen te worden.

DPA Cauberg-Huygen B.V.



Mevrouw ir. L. Apon
Senior Adviseur