

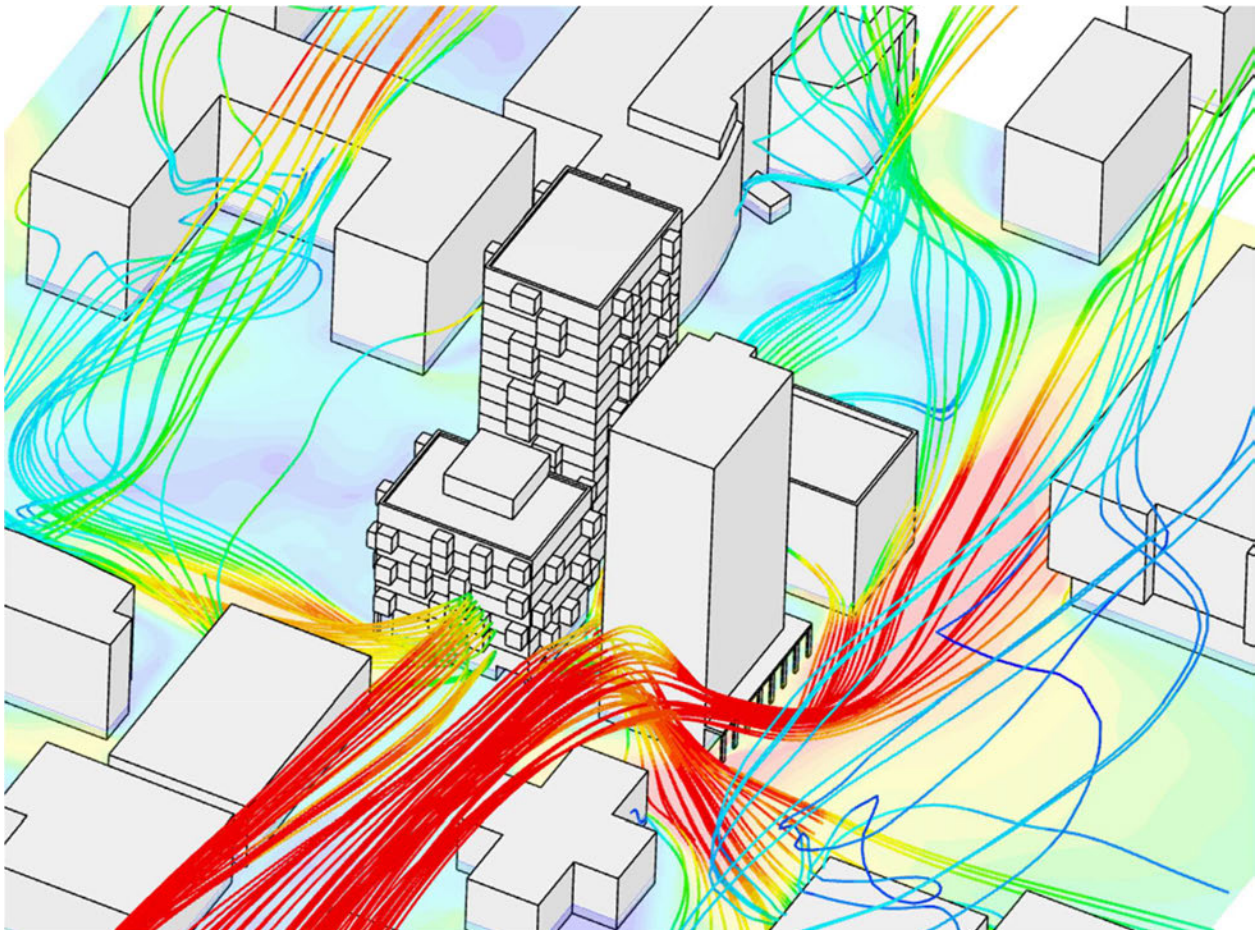
06 november 2024

Paasheuvelweg 15

Onderzoek windklimaat

Status: Definitief

Versie: 1.0



Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de klant. In het geval dat deze publicatie in opdracht is uitgegeven, gelden alle rechten en plichten volgens de Nederlandse DNR 2011, of, indien er een overeenkomst is tussen de betreffende partijen, is deze overeenkomst van toepassing.

06 november 2024

Paasheuvelweg 15

Onderzoek windklimaat

Status: Definitief

Versie: 1.0

Auteur Ana Binow Bitar
Technicus

Gecontroleerd door [REDACTED]
Adviseur

Uitgegeven door [REDACTED]
Projectleider

05 november 2024 ABB

06 november 2024 YTH

06 november 2024 JVL

Bedrijfsnaam

Deerns Nederland B.V.

Projectnummer 160.02765.03.0300

Content

1.	Inleiding	5
2.	Uitgangspunten	6
2.1	Algemene uitgangspunten	6
2.2	Het bouwplan	6
2.3	Omgeving plangebied	7
2.4	Windstatistiek	8
3.	Rekenmodel	10
3.1	Algemene methodiek	10
3.2	Modellering van de bebouwing	10
3.3	Modellering van bomen	11
3.4	Windsnelheidsprofiel	11
4.	Beoordelingsmethodiek	13
4.1	Noodzakelijkheid van windonderzoek	13
4.2	Windhinder	13
4.3	Windgevaar	14
5.	Ambitieniveau	15
6.	Beoordeling windklimaat	17
6.1	Windhinder	17
6.2	Windgevaar	19
7.	Conclusies en aanbevelingen	20
7.1	Conclusie	20
7.2	Aanbevelingen	20
8.	Bronnen	22
	Bijlage 1 Windstroming om gebouwen	23
	Bijlage 2 Technisch inlegvel	25

1. Inleiding

Aan de Paasheuvelweg 15 (PHW 15) in Amsterdam wordt nieuwbouw voorzien. Het huidige gebouw op die locatie wordt gesloopt. De nieuwbouw biedt ruimte aan bedrijven (de broedplaats) en appartementen (wonen). Door de hoogte van het gebouw (ca. 46 m) bestaat er een mogelijk risico op windhinder. Dit onderzoek richt zich daarom op het windklimaat rondom het bouwplan.

Het onderzoek is uitgevoerd aan de hand van de NEN 8100 ('Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'). Volgens deze normering, kan een windhinderonderzoek worden uitgevoerd met een schaalmodel in een windtunnel of met behulp van computersimulaties (CFD, Computational Fluid Dynamics). Dit onderzoek maakt gebruik van deze laatstgenoemde methode. Het onderzoek richt zich op het windklimaat op loophoogte.

De opbouw van deze rapportage is als volgt:

- Hoofdstuk 2 –Uitgangspunten
- Hoofdstuk 3 –Rekenmodel
- Hoofdstuk 4 – Beoordelingsmethodiek
- Hoofdstuk 5 – Ambitieniveau
- Hoofdstuk 6 – Beoordeling
- Hoofdstuk 7 – Conclusies en aanbevelingen

In bijlage 1 is algemene achtergrondinformatie opgenomen over het windklimaat in de gebouwde omgeving.

Met bijlage 2 is een technisch inlegvel toegevoegd met de voornaamste uitgangspunten voor de CFD-modellering.

2. Uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten gegeven die zijn gehanteerd bij dit onderzoek.

2.1 Algemene uitgangspunten

- De beoordeling is uitgevoerd aan de hand van de normering: NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'. Deze normering en de bijbehorende toetsingscriteria worden in hoofdstuk 3 toegelicht.
- Conform de NEN 8100 wordt de NPR 6097:2006 gebruikt om de windstatistiek ter plaatse van het onderzoeksgebied te bepalen (zie paragraaf 2.4).
- De gebouwen zijn gemodelleerd op basis van de aangeleverde 3D-modellen "*Paasheuvelweg 15*" en "*Vereenvoudigd model*".
- De omgeving van de gebouwen is gemodelleerd op basis van de van de aangeleverde 3D-modellen "*Paasheuvelweg 15*", "*nulmeting_BFAS bestaande situatie*" en "*meting_BFAS model februari 2021*". Deze gegevens zijn ook vergeleken en gecontroleerd met online bronnen.

2.2 Het bouwplan

Figuur 2-1 toont een schematische weergave van het toekomstige plan. Het gebouw staat uit drie delen: een hoog bouwdeel met 15 bouwlagen van ca. 46 hoog, een bouwdeel met 7 bouwlagen van ca. 24 m hoog en daartussen een lager bouwdeel van ca. 9 m hoog. Op het bouwdeel van 7 bouwlagen ligt een dakterras, dit dakterras is niet meegenomen in de beoordeling. Onder het gebouw ligt een parkeergarage en een fietsenstalling.



Figuur 2-1 Impressie van bouwplan

2.3 Omgeving plangebied

Gebouwen en bomen in de wijde omgeving om het gebouw hebben invloed op het windklimaat. Ze beïnvloeden het verticale snelheidsprofiel van de aanstromende wind. Zo waait het bij een gelijke windsnelheid aan de rand van de stad harder dan op gelijke hoogte in een stedelijke omgeving.

Figuur 2-2 laat een satellietbeeld zien van de omgeving van het plangebied. Een oranje cirkel geeft het gebied weer binnen een straal van 300 meter van het plangebied. Gebouwen in dit gebied zijn expliciet opgenomen in het rekenmodel.

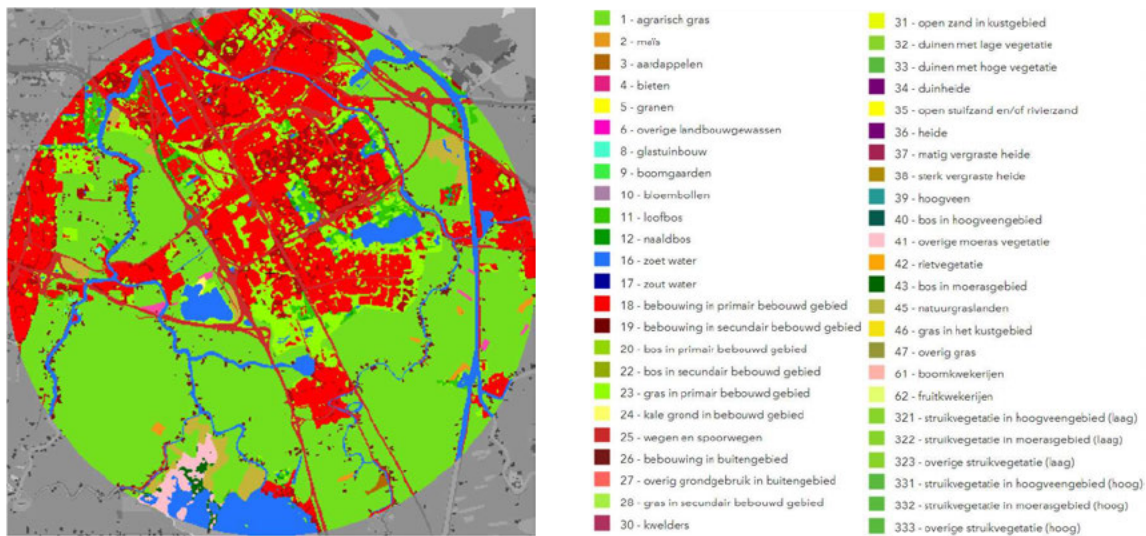


Figuur 2-2 Omgeving van het plangebied; Oranje cirkel geeft het kerngebied aan binnen een straal van 300m (bron: Google Earth).

Figuur 2-3 laat een satellietbeeld zien van de wijde omgeving van het plangebied met twaalf windrichtingen. Figuur 2-4 geeft een overzicht van het landgebruik binnen een straal van 5 km met informatie over de ruwheid van het terrein. De figuren laten zien dat wind uit alle richtingen aanstroomt over overwegend bebouwd gebied.



Figuur 2-3 Wijdere omgeving bouwplan (bron: Google Earth); Oranje cirkel geeft het kerngebied aan binnen een straal van 300 m rondom het plangebied. Gele pijnen geven windrichtingen aan.

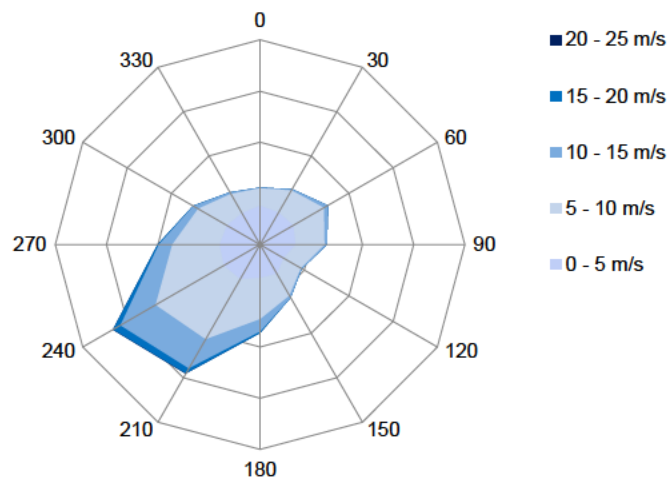


Figuur 2-4 Landgebruikkaart met ruwheidsinformatie binnen een straal van 6 km van het plangebied (van het jaar 2020)

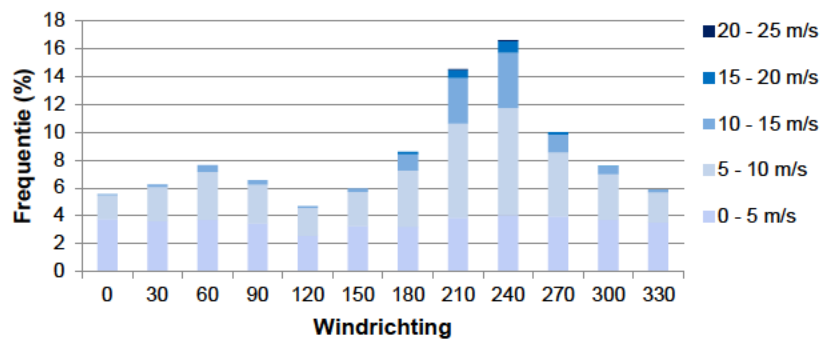
2.4 Windstatistiek

De aanstromende wind naar een gebouw is van grote invloed op het windklimaat op loopniveau. Zo waait het aan de kust harder dan in het binnenland, waardoor de windsnelheid op loophoogte bij gebouwen aan de kust groter zullen zijn dan bij vergelijkbare gebouwen in het binnenland.

Zoals voorgeschreven in de NEN 8100 is de lokale windstatistiek voor de locatie bepaald volgens de NPR 6097. De NPR 6097 geeft de windstatistiek op 60 meter hoogte voor twaalf windrichtingen (in stappen van 30°). Uit de windstatistiek (Figuur 2-5 en Figuur 2-6) blijkt dat de windrichtingen uit het zuidwesten overheersend zijn. Ongeveer 50% van de tijd komt de wind uit de richtingen tussen zuid en west. Ook de hoogste windsnelheden komen bij deze windrichtingen voor. Deze windrichtingen (zuid tot west) beïnvloeden daarom in grote mate het windklimaat op de locatie. Dit betekent niet dat wind uit een andere richting geen effect heeft.



Figuur 2-5 Windroos van de windstatistiek op 60 m hoogte de locatie van het plangebied



Figuur 2-6 Staafdiagram van de windstatistiek op 60 m hoogte de locatie van het plangebied

3. Rekenmodel

Computational fluid dynamics (CFD), of numerieke stromingsleer in het Nederlands, refereert naar een groep rekenmethodieken voor het oplossen van stromingsvergelijkingen. Kenmerkend aan deze methodieken is dat de stroming wordt opgedeeld in kleine cellen die samen het rekenrooster ('mesh' of 'grid') vormen. Voor elke cel worden vergelijkingen opgesteld voor het behoud van massa, momentum, en, afhankelijk van het model, energie. Voor alle cellen samen ontstaat zo een groot stelsel van vergelijkingen dat iteratief wordt opgelost.

In dit hoofdstuk worden de specifieke uitgangspunten en rekenmethodes van de gebruikte CFD-methodiek geschreven. Een overzicht wordt ook gegeven in het ingevulde inlegvel uit de NEN 8100:2006 in bijlage 2.

3.1 Algemene methodiek

Voor het huidige onderzoek is gebruik gemaakt van software van SimScale, dat specifiek is ontwikkeld voor het uitvoeren van windstudies. Afzonderlijke simulaties zijn uitgevoerd voor twaalf windrichtingen. De stroming voor elke windrichting is berekend met een Lattice-Boltzmann methode. Kleine turbulente stromingsschalen zijn gemodelleerd met een shear stress transport (SST) $k-\omega$ turbulentie model (Menter, 1994). De stroming is berekend over een periode van 412 seconden. De gemiddelde stroming is bepaald op basis van de laatste 67 seconden om de invloed van opstart-effecten te vermijden.

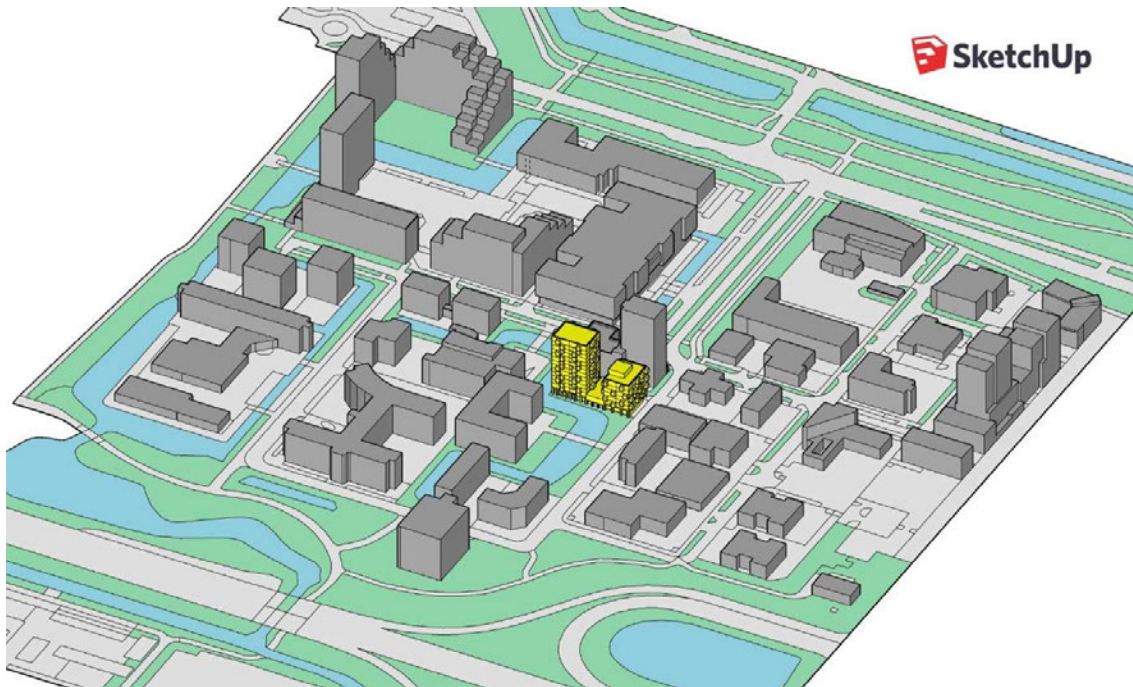
Het rekenmodel gebruikt een rechthoekig rekenrooster van ongeveer 10 miljoen cellen. In het kerngebied is het rooster verfijnd tot een resolutie van 0,5 m. Het rekendomein is aanzienlijk groter dan het kerngebied om ongewenste invloeden van de grenzen van het domein te voorkomen. De resultaten van de twaalf afzonderlijke simulaties zijn gewogen met de winddistributie voor de corresponderende windrichtingen (zoals bepaald met de NPR 6097, zie hoofdstuk 2). Zo is per positie een percentage van de tijd bepaald waarvoor de criteria/ drempelsnelheden voor windhinder (5 m/s) en windgevaar (15 m/s) worden overschreden.

3.2 Modelleren van de bebouwing

De NEN 8100 definieert de invloedssfeer van een bouwwerk als het gebied rondom het bouwwerk met een straal van zesmaal de hoogte van het bouwwerk, met een maximum van 300 m. In het huidige onderzoek is de bebouwing binnen een afstand van 300m (het kerngebied) expliciet opgenomen in het model (zie Figuur 3-1). De gebouwen zijn gemodelleerd op basis van de aangeleverde 3D-modellen "Paasheuvelweg 15" en "Vereenvoudigd model" (d.d. 21 oktober 2024 en 22 oktober 2024). De omgeving van de gebouwen is gemodelleerd op basis van de aangeleverde 3D-modellen "Paasheuvelweg 15", "nulmeting_BFAS bestaande situatie" en "meting_BFAS model februari 2021" (21 oktober 2024 en 28 oktober 2024). Deze omgeving gegevens zijn ook vergeleken en gecontroleerd met online bronnen.

Het weglaten van details aan de gevels en de daken is ondervangen door de oppervlaktes van de gebouwen een typische ruwheid te geven. Dezelfde strategie is gebruikt voor details op de bodem (wegen, stoepen, enz.).

Gebouwen buiten het kerngebied zijn niet expliciet opgenomen in het model. In plaats daarvan is het effect van de bebouwing ('ruwheid') meegenomen in het snelheidsprofiel van de aanstromende wind (zie ook paragraaf 3.4).



Figuur 3-1 Model van de bebouwing (nieuwe situatie)

3.3 Modelleren van bomen

Binnen het plangebied zijn geen bomen opgenomen in het model. De bomen kunnen een positieve invloed hebben op het windklimaat van een gebied, dit is echter afhankelijk van het seizoen. In de seizoenen met statistisch de meest hoogste windsnelheden (herfst en winter) is de invloed van de bomen het kleinste vanwege het bladverlies van veel soorten bomen. Het model vertegenwoordigt hiermee een worstcase scenario.

3.4 Windsnelheidsprofiel

Het snelheidsprofiel van de aanstromende wind ($U(z)$), oftewel het verloop van de snelheid met hoogte, is beschreven door middel van een logaritmisch windprofiel.

$$U(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln \left(\frac{z + z_0}{z_0} \right)$$

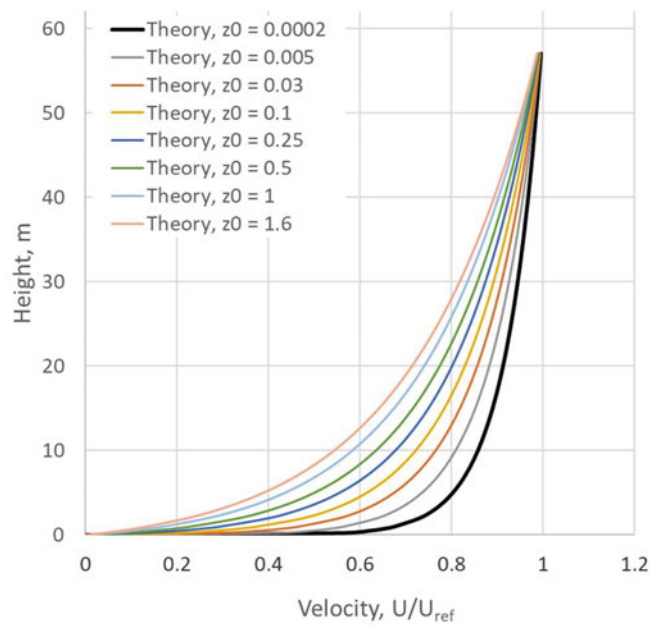
Hierbij is:

- z de afstand van de grond, in meters
- u_* de wrijvingssnelheid, in m/s
- κ Von Karman-constante
- z_0 de ruwheidslengte, in m

De ruwheid van het terrein is afhankelijk van de windrichting. Figuur 3-2 weergeeft hoe de verschillende ruwheidslengtes en hoogte de windsnelheid beïnvloeden. De snelheid van 15 m/s op 60 m hoogte is kenmerkend voor een zeer krachtige wind.

Een ruwheidslengte van 0,5m geldt als karakteristiek voor windrichtingen 0°, 30°, 90°, 120° en 330°. Voor de rest van de windrichtingen is de ruwheidslengte lager met een ingeschatte karakteristieke waarde van 0,25 m. De ruwheidslengtes zijn gekozen op basis van literatuurgegevens (Wieringa en Rijkoort, 1983).

In werkelijkheid zijn de snelheidsprofielen complexer dan in Figuur 3-2 doordat de terreinruwheid varieert met afstand tot de planlocatie. Bovendien is de invloed van bebouwing en begroeiing in de directe omgeving van het bouwplan niet meegenomen in de snelheidsprofielen.



Figuur 3-2 Schatting van snelheidsprofielen bij harde wind op blootgestelde locaties

4. Beoordelingsmethodiek

De beoordeling van het windklimaat is uitgevoerd aan de hand van de norm NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'. In de norm wordt onder andere aangegeven in welke situaties windonderzoek noodzakelijk geacht wordt en worden criteria (richtlijnen) voor de beoordeling van het windklimaat gegeven.

De NEN 8100 is een privaatrechtelijke norm. De norm is formeel enkel van toepassing wanneer partijen dit zijn overeengekomen of wanneer toepassing van deze norm is vereist door het bevoegde gezag. Wanneer er feitelijk geen eisen aan het windklimaat gesteld worden, maar wel belang gehecht wordt aan een goed windklimaat wordt geadviseerd de richtlijnen uit de NEN 8100 te volgen.

4.1 Noodzaak van windonderzoek

Om snel en eenvoudig de noodzaak van toetsing van een bouwplan ten aanzien van windhinder in te schatten is in de NEN 8100 is een beslismodel opgezet. Het beslismodel is in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 4-1 Beslismodel voor windonderzoek NEN 8100

Hoogte en ligging van het bouwplan	Noodzaak van toetsing (windtunnel of CFD)
Beschut* liggende gebouwen tot een hoogte van 15 m	Geen nader onderzoek noodzakelijk
Beschut* liggende gebouwen met een hoogte van 15 tot 30 meter Onbeschut liggende gebouwen tot een hoogte van 30 m	De hulp van een windhinderdeskundige is noodzakelijk om te beoordelen of er wel of niet CFD- of windtunnelonderzoek noodzakelijk is
Gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter	Nader onderzoek met CFD of windtunnel noodzakelijk

*Het gebouw wordt als beschut beschouwd als:

- De omliggende obstakels (bomen en gebouwen) zijn ten minste 20% van het gebied met een straal van 300 m, en
- Het gebouw is minder dan 50% hoger dan de gemiddelde hoogte van deze omringende obstakels.

4.2 Windhinder

De beoordeling van windhinder is uit de volgende onderdelen opgebouwd:

1. *Een drempelsnelheid van 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 de drempelsnelheid*
Hoe vaker de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, hoe slechter het windklimaat. Aan de kans dat de drempelsnelheid overschreden wordt, zijn 5 kwaliteitsklassen (A tot en met E) gekoppeld (zie Tabel 4-3). Klasse A staat voor de hoogste comfortklasse en klasse E voor het laagste kwaliteitsniveau.
3. *De activiteit die men op een locatie onderneemt*
De gevoeligheid van personen voor windhinder is afhankelijk van de activiteit die men onderneemt. Sommige activiteiten zijn meer windhindergevoelig dan andere. Er worden bij de beoordeling van windhinder drie 'activiteiten' onderscheiden, zie Tabel 4-2. In Tabel 4-3 wordt de beoordeling van het windklimaat weergegeven afhankelijk van de activiteit en de kwaliteitsklasse.

Het is gebruikelijk om een slecht windklimaat zoveel mogelijk te voorkomen, maar een matig windklimaat als 'acceptabel' te beschouwen. De eisen voor 'langdurig zitten' zijn niet bedoeld voor horeca-terrassen. Voor dergelijke terrassen zijn vrijwel altijd windschermen en/of luifels nodig om een goed windklimaat te creëren.

Naast de activiteit speelt bij de beoordeling van het windklimaat de fysieke gesteldheid van mensen een rol. Gezonde jonge mensen kunnen over het algemeen meer discomfort verdragen dan oudere of zieke mensen of jonge kinderen.

Tabel 4-2. Activiteiten voor de beoordeling van windhinder

Activiteit	Gevoeligheid voor windhinder	Voorbeelden
Doorlopen	Niet/nauwelijks gevoelig	Parkeerterrein, trottoir
Slenteren	Wel gevoelig	Entree, park, winkelstraat
Langdurig zitten	Meest gevoelig	Bankje, balkon

Tabel 4-3. Criteria voor windhinder conform NEN 8100

Kans dat de drempel-snelheid (5 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwaliteits-klasse	Activiteiten en beoordeling windklimaat		
		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

4.3 Windgevaar

Bij 'windgevaar' komen dusdanig hoge windsnelheden voor dat mensen ernstige problemen ondervinden tijdens het lopen en waarbij een windvlaag mensen kan doen vallen. Bij windvlagen neemt de snelheid in korte tijd toe tot ruim 1,5 maal de uurgemiddelde windsnelheid. De beoordeling van windgevaar wordt op eenzelfde manier opgebouwd als de beoordeling van windhinder. Er wordt een drempelsnelheid van 15 m/s (uurgemiddelde windsnelheid) aangehouden en een indeling zoals aangegeven in Tabel 4-4.

Tabel 4-4. Criteria voor windgevaar conform NEN 8100

Kans dat de drempelsnelheid (15 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwalificatie
< 0,05 %	Geen gevaar, voldoet
0,05 - 0,3 %	Beperkt risico
> 0,3 %	Gevaarlijk

Alle situaties met een overschrijdingskans van groter dan 0,30 % van de tijd zijn gevaarlijk en moeten vermeden te worden. Een 'beperkt risico' is slechts acceptabel bij niet windhindergevoelig gebruik, dat wil zeggen in doorloopgebieden 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.

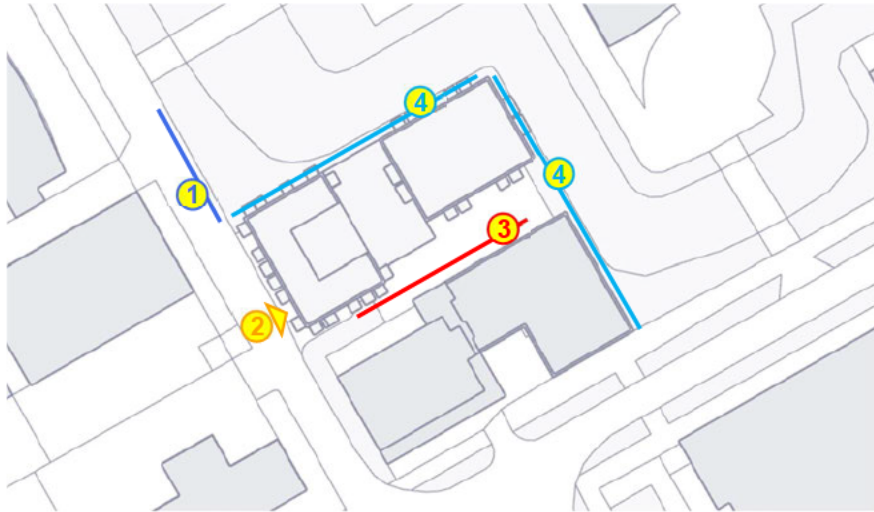
5. Ambitieniveau

In hoofdstuk 4 worden verschillende eisen gedefinieerd voor 'doorloopgebieden', 'slentergebieden' en gebieden voor 'langdurig zitten'. Een gebied kan een goed, matig of slecht windklimaat hebben voor de beoogde activiteit. Het is gebruikelijk om een slecht windklimaat zoveel mogelijk te voorkomen, maar een matig windklimaat als acceptabel te beschouwen.

Het windklimaat in de openbare ruimte is relevant in de context van vergunningverlening door de gemeente. Het publiek mag niet blootgesteld worden aan windgevaar en voor de openbare ruimte worden er ook eisen worden gesteld aan het windcomfort, dat wil zeggen beperking van windhinder. Een onderverdeling wordt gegeven in Tabel 5-1 en Figuur 5-1. Het ambitieniveau is gedefinieerd op basis van de wensen van de opdrachtgever.

Tabel 5-1. Ambitieniveaus op deelgebieden

Type gebied	Motivatie, ambitieniveau
Doorlopen	Op looproutes rondom het plangebied worden geen bijzondere eisen ten aanzien van het windklimaat gesteld - Ambitieniveau: C (goed); - Minimaal niveau: D (matig).
	Gebieden beoordeeld als 'doorloopgebied':
	1. Trottoirs langs Paasheuvelweg
Slenteren	In het binnenterrein tussen de hoog- en laagbouw en op de galerijen bij de laagbouw zullen mensen mogelijk rustiger lopen of even stil blijven staan. Dit is ook het geval bij de entrees van de gebouwen. Er wordt daarom gestreefd naar een goed windklimaat voor slenteren. - Ambitieniveau: B (goed); - Minimaal niveau: C (matig).
	Gebieden beoordeeld als 'slentergebied':
	2. Entree aan Paasheuvelweg
	3. Entrees zuidoost + informele route zuidoost
	4. Entrees aan waterfront + looproute waterfront
Langdurig zitten	Op locaties met terrassen en bankjes worden ten behoeve van een comfortabel, langduriger verblijf hoge eisen aan het windklimaat gesteld. - Ambitieniveau: A (goed); - Minimaal niveau: B (matig).
	Gebieden beoordeeld als 'langdurig zitten':
	5. n.v.t.



Figuur 5-1 Plangebied met ambitieniveaus voor windklimaat

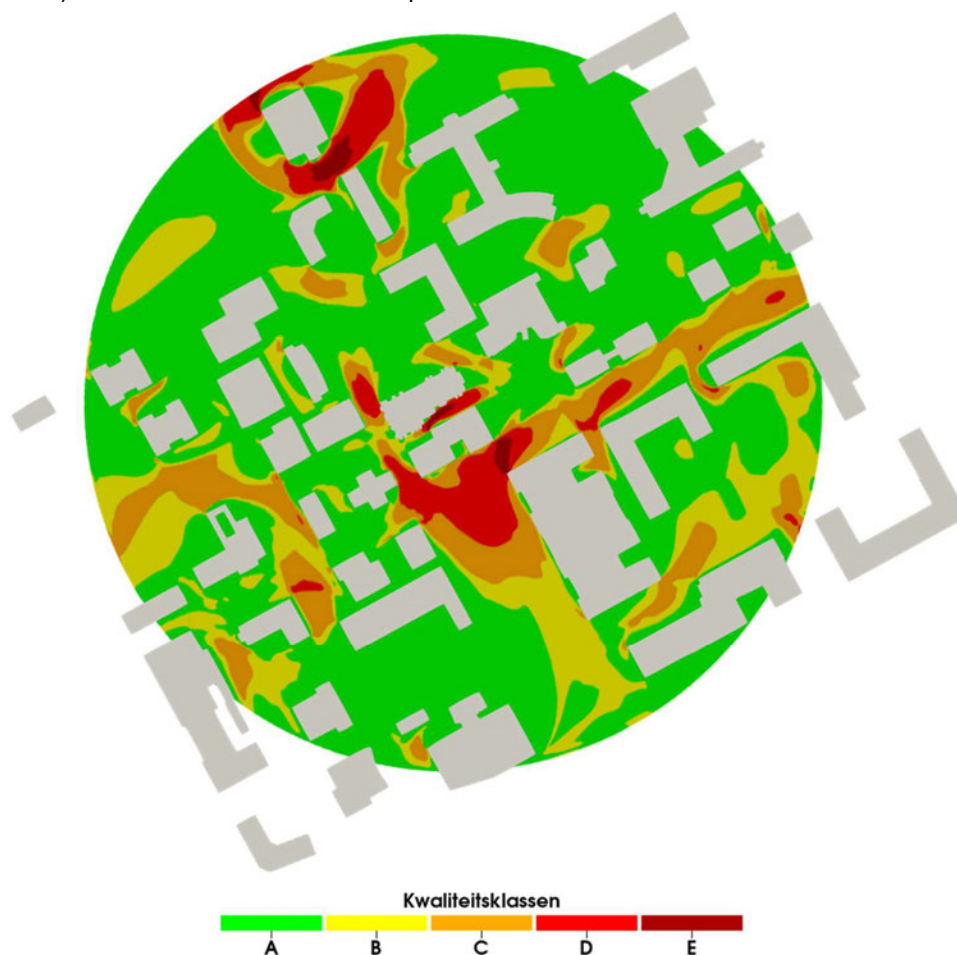
6. Beoordeling windklimaat

In dit hoofdstuk wordt het windklimaat gepresenteerd en beoordeeld.

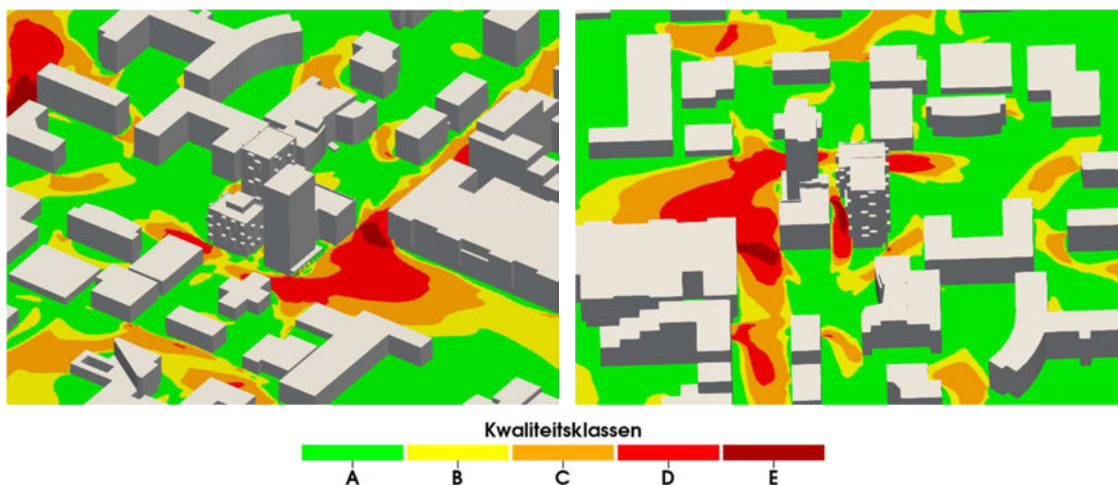
6.1 Windhinder

Figuur 6-1 geeft de kwaliteitsklasse van het windklimaat in het plangebied op loopniveau, dat wil zeggen op 1,75 m boven het maaiveldniveau.

De waardering van de kwaliteitsklasse is afhankelijk van de activiteit ('doorlopen', slenteren' of 'zitten', zie Tabel 4-3) en wordt hieronder verder besproken.



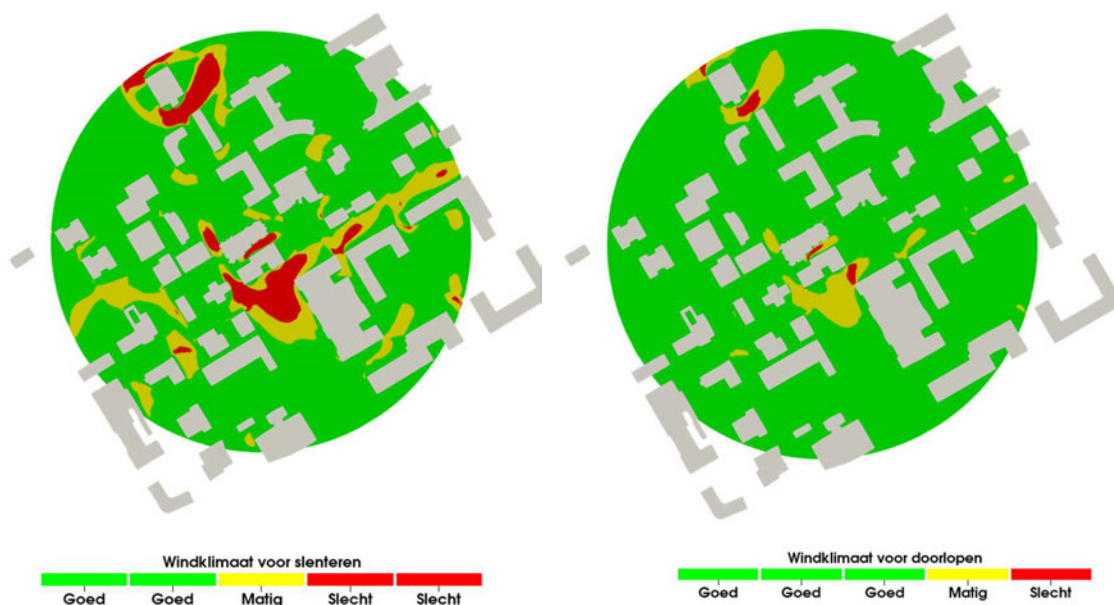
Figuur 6-1. Kwaliteit van het windklimaat conform op loopniveau (1,75 m hoogte); bovenaanzicht.



Figuur 6-2. Kwaliteit van het windklimaat op loopniveau (1,75 m hoogte);

Over het algemeen wordt het windklimaat gedomineerd door wind uit het zuidwesten. Deze wind waait tegen de gevels van gebouwen aan, stroomt vervolgens omlaag en om gebouwhoeken heen (zie bijlage 1). Op deze manier wordt wind met een hogere snelheid van grotere hoogtes naar loopniveau gevoerd, wat nadelig is voor het windklimaat. Hoe hoger de bebouwing, hoe sterker dit effect.

In de luwte van gebouwen en andere obstakels is het windklimaat vanzelfsprekend beter. Verruwing van het terrein (bomen, andersoortige begroeiing, hoogteverschillen) geeft weerstand aan de stroming en is ook gunstig voor het windklimaat. Dit geldt ook voor relatief kleine verruwingen en verhogingen van het terrein.



Figuur 6-3. Kwaliteit van het windklimaat op loopniveau (1,75 m hoogte) voor slenteren en doorlopen;

De beoordeling voor de situatie na realisatie van het bouwplan is als volgt:

1 Trottoirs langs Paasheuvelweg

Op deze routes is het windklimaat voor doorlopen goed of matig.

2 Entree aan Paasheuvelweg

Rond de entree aan de Paasheuvelweg is het windklimaat voor slenteren goed of matig. Onder de arcade is het windklimaat voor slenteren goed.

3 Entrees zuidoost + informele route zuidoost

In het gebied tussen PHW 15 en 17 is het windklimaat voor slenteren slecht. Het overdekte gebied bij de entree heeft wel een goed of matig windklimaat voor slenteren.

4 Entrees aan waterfront + looproute waterfront

Langs het waterfront is het windklimaat goed voor zowel slenteren als langdurig zitten, met uitzondering van het gebied rond de hoek van PHW 15 (matig) en het gedeelte tussen PHW 15 en PHW 17 (slecht).

Op maaiveldniveau zijn geen gebieden aangemerkt voor langdurig zitten. In het algemeen is het windklimaat voor langdurig zitten goed langs het waterfront en slecht aan de zuidoostzijde tussen PHW 15 en PHW 17.

6.2 Windgevaar

Uit de analyse van windgevaar blijkt dat er een beperkt risico is op windgevaar in het gebied tussen PHW 15 en PHW 17. Ook aan de zuidoostzijde van het gebouw PHW 17 en ten zuiden van PHW 17 bestaan deze risico's, maar deze gebieden vallen buiten het bereik van deze studie, omdat deze risico's zonder het gebouw PHW 15 al bestonden.



Figuur 6-4. Windgevaar

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusie

Er is een kwantitatief onderzoek uitgevoerd naar het windklimaat rondom bouwplan Paasheuvelweg 15. Het windklimaat in de openbare ruimte is relevant in de context van vergunningverlening door de gemeente. Het publiek mag niet blootgesteld worden aan windgevaar. Voor de openbare ruimte in het gebied worden er ook eisen worden gesteld aan het windcomfort, dat wil zeggen beperking van windhinder.

Tabel 7-1 toont de beoordeling van het windklimaat. Het is belangrijk te onderkennen dat deze beoordeling van statische aard is. Het windklimaat zoals dat wordt ervaren is een momentopname en is afhankelijk van de windrichting en snelheid.

Tabel 7-1. Beoordeling nieuwe situatie

Deelgebied		Ambitieniveau	Beoordeling	
1.	Trottoirs langs Paasheuvelweg	Doorlopen	Goed / Matig	
2.	Entree aan Paasheuvelweg	Slenteren	Goed / Matig	
3.	Entrees zuidoost + informele route zuidoost	Slenteren	Goed / Matig	Slecht
4.	Entrees aan waterfront + looproute waterfront	Slenteren	Goed / Matig	Slecht

Bovendien is een beperkt risico op windgevaar in het gebied tussen PHW 15 en PHW 17 (gebied 3) aanwezig. Daarom worden aanpassingen in dit gebied sterk aangeraden.

7.2 Aanbevelingen

Het is niet te voorkomen dat het plaatsen van een hoog gebouw op een aantal locaties tot een verandering van het windklimaat leidt. Het is gebruikelijk om een slecht windklimaat zoveel mogelijk te voorkomen, maar een matig windklimaat als 'acceptabel' te beschouwen. De aanbevelingen richten zich daarom op locaties met een slecht windklimaat voor het beoogde gebruik.

Vanwege het beperkte risico op windgevaar in het gebied tussen PHW 15 en PHW 17 zijn wijzigingen in dit gebied cruciaal. Het windklimaat tussen PHW 15 en 17 wordt voornamelijk beïnvloed door zuidwestenwind, richtingen 210° en 240° (Figuur 7-1 en Figuur 7-2).

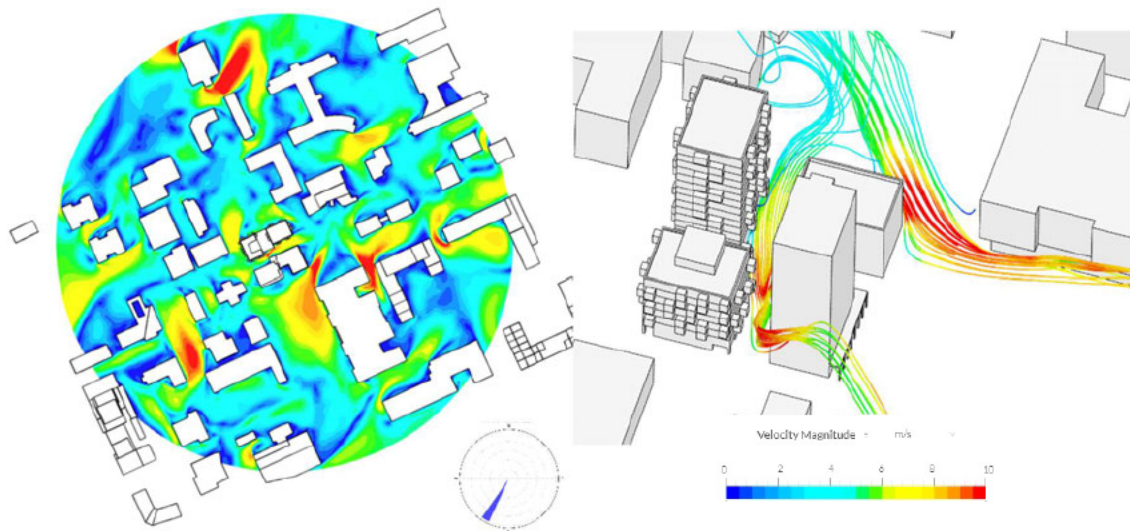
De resultaten tonen aan dat een verticale stroming langs PHW 17 zorgt voor een significante versnelling om de hoek van het gebouw. Deze stroming kan worden opgevangen door bijvoorbeeld (grotendeels gesloten) pergola's te installeren tussen PHW 15 en PHW 17 (ter hoogte van de eerste verdiepingvloer). Door deze aanpassing zou de hoge windsnelheid boven het loopniveau worden afgeremd, waardoor voetgangers er geen last van hebben en de leefbaarheid op straatniveau verbetert.

Een andere mogelijke oplossing is het accepteren van een slecht windklimaat langs PHW 17 en het tegelijkertijd afschermen van het entreegebied van PHW 15 met verticale schermen. Deze schermen zouden parallel aan de gevel van PHW 15 geplaatst moeten worden om effectief te zijn. Dit zou niet alleen de windhinder verminderen maar ook zorgen voor een aangename entree naar het gebouw.

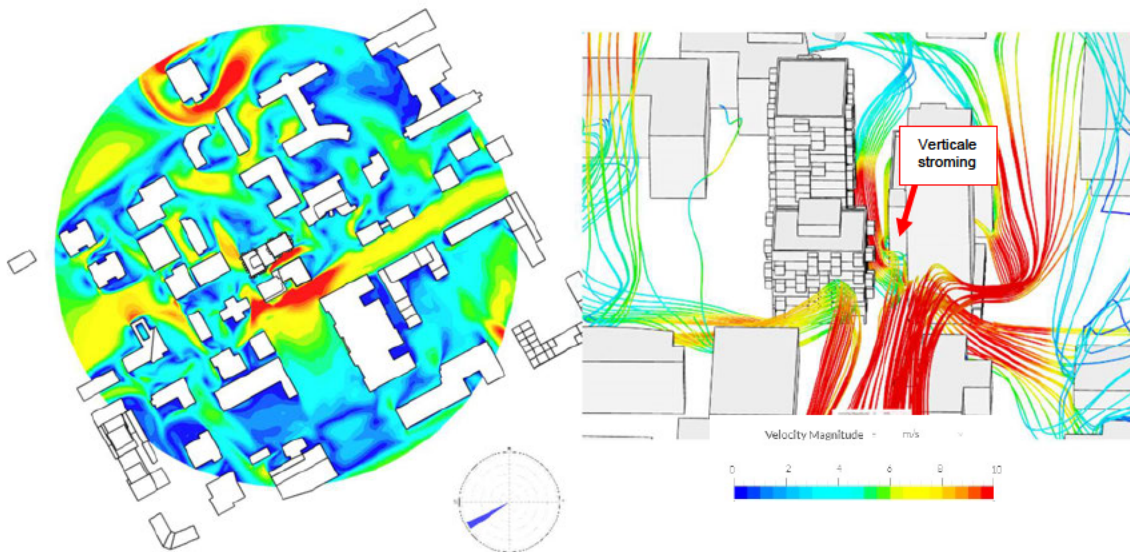
Een andere optie is het installeren van verticale schermen die overlappend geplaatst worden in de loodrechte richting van de gevels van PHW 15 en PHW 17. De overlappende plaatsing zorgt ervoor dat de wind niet ongestoord tussen de gevels door kan versnellen, maar door de verschillende lagen

van de schermen wordt gedempt. Deze schermen kunnen bestaan uit dicht groen, zoals (groenblijvende) struiken of bomen.

Tot slot is het belangrijk om de voorgestelde wijzigingen te evalueren vóór en na de implementatie.



Figuur 7-1 Tijdsgemiddelde windsnelheid windrichting 210°



Figuur 7-2 Tijdsgemiddelde windsnelheid windrichting 240°

8. Bronnen

3D BAG (2021), <https://3dbag.nl/en/viewer>, 3D Geoinformation research group, Department of Urbanism at the Delft University of Technology

LGN (2020) Landelijk Grondgebruik Nederland 2020, Wageningen Environmental Research

NEN 8100:2006 Nederlandse norm. Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving, Nederlands Normalisatie-instituut

NPR 6097:2006 Nederlandse praktijkrichtlijn. Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland, Nederlands Normalisatie-instituut.

Richards PJ & Hoxey RP (1993) Appropriate boundary conditions for computational wind engineering models using the k- ϵ turbulence model. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 46, 47 pp. 145-153.

Menter FR (1994) Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications, AIAA Journal 32(8), pp. 1598-1605.

Wieringa J (1992) Updating the Davenport roughness classification. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 41(1-3) pp. 357-368.

Bijlage 1 Windstroming om gebouwen

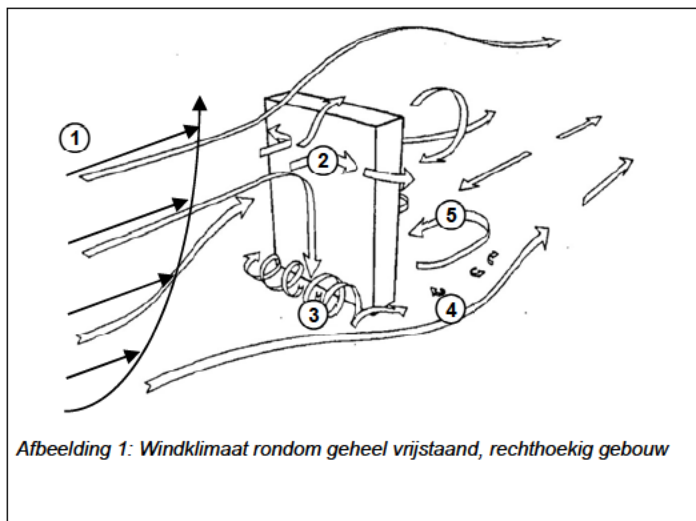
In deze rapportage zijn de criteria voor windhinder en gevaar gegeven, aan deze criteria ligt de optredende windsnelheid ten grondslag. De wind- (of lucht) snelheid op looppniveau wordt in belangrijke mate beïnvloed door de aanwezige gebouwen.

In deze bijlage 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 de werkelijkheid zal de stedenbouwkundige situatie veel complexer zijn en zal de stroming rondom de gebouwen daarmee veel complexer zijn. 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.

Windklimaat rondom geheel vrijstaand, rechthoekig gebouw

Aan de hand van afbeelding 1 wordt voor een eenvoudige situatie (geheel vrijstaand, rechthoekig gebouw) uitgelegd hoe de windsnelheden door het gebouw worden beïnvloed.

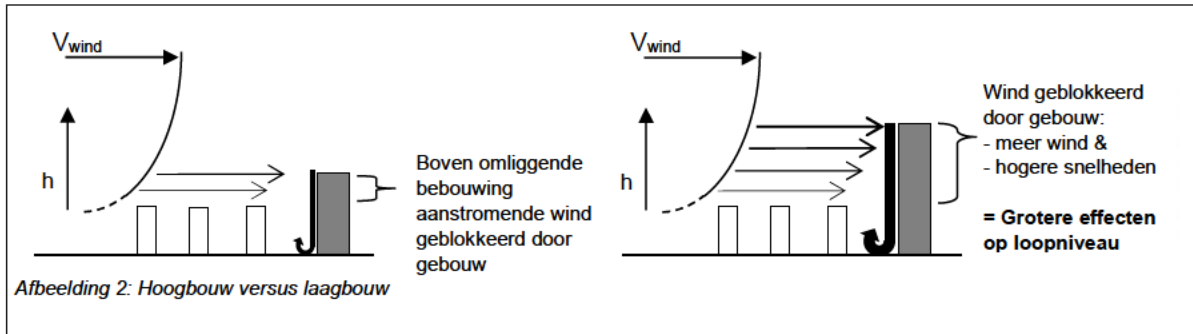
1. Op enige hoogte boven de bebouwde omgeving is de "ongestoorde" windsnelheid groter dan op loophoogte, waar de wind ten gevolge van beschutting door gebouwen wordt afgeremd.
2. De aanstromende lucht wordt door het gebouw geblokkeerd. Langs en over het gebouw ontstaan hogere luchtsnelheden, aangezien 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 luw gebied.



Afbeelding 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 loopniveau. Hoe hoger het gebouw is (ten opzichte van zijn omgeving), hoe groter de beïnvloeding van het windklimaat zal zijn. Dit wordt weergegeven in afbeelding 2.



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.

Waar deze twee gebieden met elkaar verbonden worden, bijvoorbeeld door een onderdoorgang onder een gebouw door, zal een luchtstroom van het gebied met overdruk naar het gebied met onderdruk ontstaan: in de onderdoorgang zal het windklimaat door de verhoogde windsnelheden en turbulentie verslechteren.

Bijlage 2 Technisch inlegvel

Project	Gegevens
Projectnaam	Paasheuvelweg 15
Opdrachtgever	InProperty Development Company BV
Projectleider Deerns	Jeffrey van der Laag
Datum	06-11-2024
Model	Algemene gegevens van het model
Kerngebied	Bebouwing binnen ca. 300 m rondom bouwplan
Omgeving	Bebouwing
Afmetingen windtunnel	1254 m x 877 m x 251 m
Blokkeringsgraad	<3%
Gemodelleerd groen	Nee
Onderzochte windrichtingen	12
Onderzochte configuraties	Verwachte toekomstige bebouwingssituatie zonder bomen
Computeropstelling	Specifieke gegevens van de gebruikte programmatuur
Programmatuur	SimScale Pedestrian Wind Comfort
Methodiek	Lattice Boltzmann method (LBM)
Algemeen	Drie-dimensionaal, tijdafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	Rechthoekige cellen, verfijnd in het kerngebied tot 0.5 m
Turbulentiemodellering	SST k- ω turbulentie model
Convectieve differentieschema's	n.v.t. (LBM)
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Ruwheidslengte (z_0)	0°: 0,5 m. 30°: 0,5 m 60°: 0,25 m 90°: 0,5 m 120°: 0,5 m 150°: 0,25 m 180°: 0,25 m 210°: 0,25 m 240°: 0,25 m 270°: 0,25 m 300°: 0,25 m 330°: 0,5 m
Gegevensverwerking en beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat
Coördinaten	X = 125383, Y = 478913

Toegepaste eisen (NEN8100)	V_{DR} m/s	Gewenste kwaliteits-klasse	Overschrijdings-kans (%)	Beoordeling
<i>Voor comfort</i>			$P(V_{LOK} > V_{DR:H})$	
Doorlopen	5,0	$\leq D$	< 20	
Slenteren	5,0	$\leq C$	< 10	
Zitten	5,0	$\leq B$	< 5	
Regionale correctie	Geen			
<i>Voor gevaar</i>			$P(V_{LOK} > V_{DR:G})$	
Slenteren	15,0		0,05 - 0,30	
Zitten	15,0		$\leq 0,30$	
Gepresenteerde resultaten	Grafische weergaven van kwaliteitsklasse voor windcomfort, windklimaat voor activiteiten en windgevaar in het plangebied.			

