

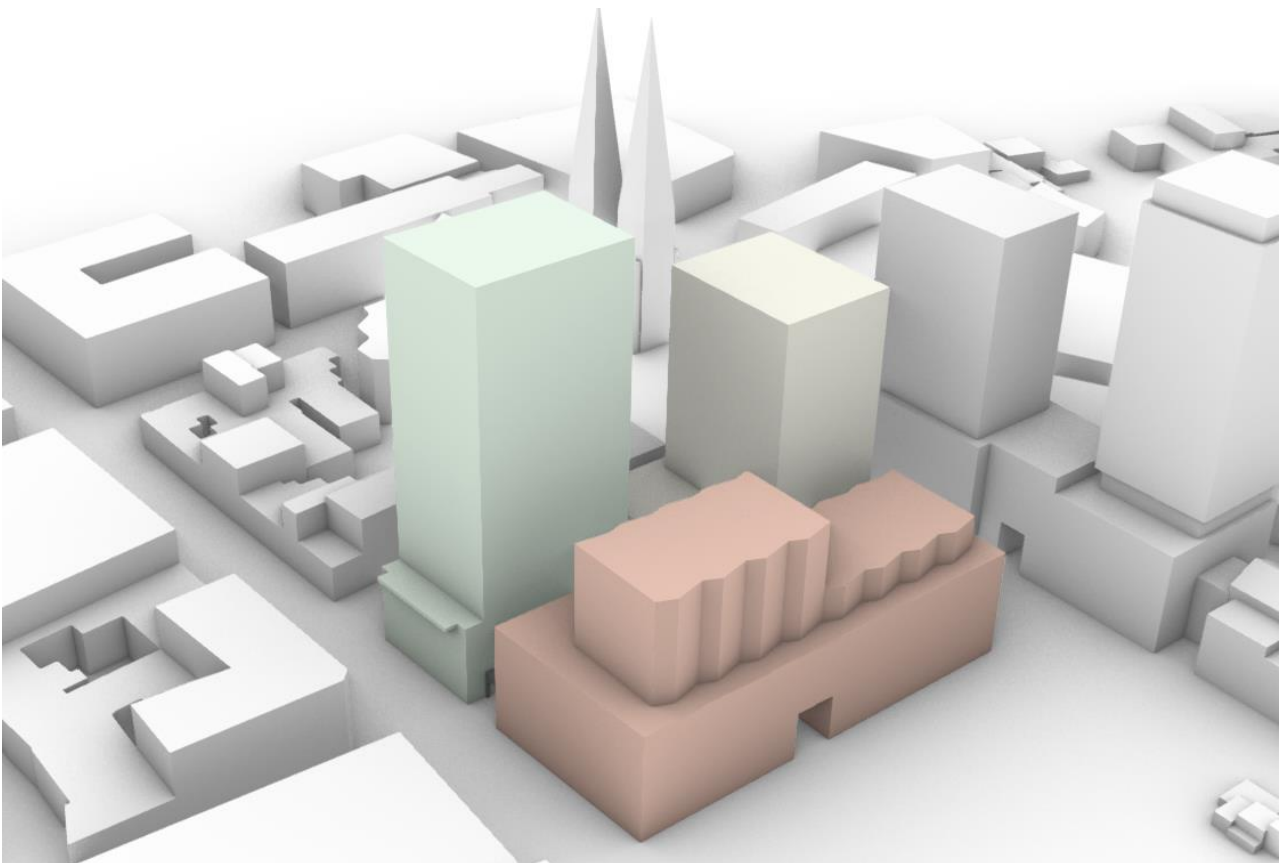
Goevaers & Znn. B.V.

Stadhuisplein Eindhoven

Windhinderonderzoek

Reference: 29315500-02

Definitief | 28-09-2023



© Arup

Dit rapport is opgesteld met inachtneming van de specifieke instructies en eisen van de opdrachtgever. Gebruik van (delen van) dit rapport door derden, zoals bijvoorbeeld (maar niet beperkt tot) openbaarmaking, vermenigvuldiging en verspreiding is verboden. Arup aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid jegens derden voor de inhoud van het rapport, noch kan een derde aan de inhoud van het rapport enig recht ontlelen.

Opdracht nummer 29315500

Arup B.V.
Beta Building Naritaweg 118
1043 CA
Amsterdam
Netherlands
[arup.com](https://www.arup.com)

Document Verificatie

Opdracht titel Stadhuisplein Eindhoven
Document titel Windhinderonderzoek
Opdracht nummer 29315500
Document ref 29315500-02
Dossier referentie

Versie	Datum	Dossiernaam	Windhinderonderzoek Stadhuisplein Eindhoven		
Concept	13-06-2023	Omschrijving	Kwantitatief windhinderonderzoek conform NEN 8100		
			Vorbereid door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
		Name			
		Handtekening			
Definitief	28-09-2023	Dossiernaam	Windhinderonderzoek Stadhuisplein Eindhoven		
		Omschrijving	Kwantitatief windhinderonderzoek conform NEN 8100		
			Vorbereid door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
		Name			
		Handtekening			
		Dossiernaam			
		Omschrijving			
			Vorbereid door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
		Name			
		Handtekening			

Uitgifte Document Verificatie met Document Issue Document Verification with Document



Inhoud

1.	Inleiding	1
2.	Uitgangspunten en randvoorwaarden	2
2.1	Windhinder en windgevaar	2
2.2	CFD model	3
2.3	Windklimaat op de locatie	4
2.4	Omgeving	4
3.	Resultaten windhinderonderzoek	5
3.1	Beoordeling Windhinder	5
3.2	Resultaten op maaiveld	6
3.3	Beoordeling Windgevaar	6
3.4	Resultaten op maaiveld	7
4.	Conclusies en aanbevelingen	7
4.1	Conclusies	8
4.2	Aanbevelingen	9

Appendices

Appendix A	A-1
Windstatistiek en terrein ruwheid	A-1
Appendix B	B-1
Technisch inlegvel numerieke simulatie	B-1

1. Inleiding

Voorliggende rapportage behandelt het windhinderonderzoek voor de nieuwbouwontwikkeling City Wall aan het Stadhuisplein in Eindhoven. Het plan bestaat uit een drie torens van 71, 55 en 37 m op drie plint gebouwen tussen 15-20 m hoog. Tussen de plintblokken zijn er twee onderdoorgangen in het ontwerp aanwezig. Deze kruisen elkaar en hebben als hoofdrichting NW-ZO en NO-ZW.

Het windhinderonderzoek is uitgevoerd door middel van een Computational Fluid Dynamics (CFD) analyse. In de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de *NEN8100:2006 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

De resultaten van de analyse worden in deze rapportage besproken. Er wordt met behulp van een numerieke simulatie antwoord gegeven op de vraag waar en in welke mate risico op windhinder en –gevaar optreedt.



Figuur 1 - 3D impressie plangebied

2. Uitgangspunten en randvoorwaarden

De volgende documenten zijn gehanteerd als grondslag voor de CFD-analyse.

- 3D model: 230511 3D model windstudie.skp
- NEN8100:2006 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving
- NPR 6097:2006 Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland
- Beleidsregel gemeentelijke normen windhinder Eindhoven (Gemeentebblad 2020 nr. 141113, d.d. 4 juni 2020)

2.1 Windhinder en windgevaar

De beoordeling van het windklimaat is in Nederland vastgelegd in de norm NEN 8100. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar.

2.1.1 Windhinder

Er is sprake van windhinder wanneer personen hinder ondervinden van de wind. Het blijkt dat vooral bij windsnelheden boven circa 5 m/s mechanische effecten een rol spelen: het haar verwaait, kleding en paraplu's worden door de wind bewogen, en met toenemende windsnelheid heeft men steeds meer moeite om regelmatig te blijven lopen en het evenwicht te bewaren.

Windkracht 3 op de schaal van Beaufort omvat snelheden tussen 3,4 m/s en 5,4 m/s; windkracht 4 tussen 5,5 m/s en 7,9 m/s. Het KNMI geeft hierbij de beschrijving: bladeren en twijgen bewegen voortdurend (3 Beaufort) en kleine takken beginnen te bewegen, stof en papier dwarrelt op (4 Beaufort).¹

De NEN8100 beoordeelt de mate van windhinder dan ook op basis van de grenswaarde voor de windsnelheid van 5 m/s. Hierbij worden drie activiteiten onderscheiden (I. Doorlopen, II. Slenteren en III. Langdurig zitten) waarbij voor elke activiteit een andere mate van hinder wordt ervaren, zie Tabel 1. Om de mate van windhinder vast te stellen, wordt de overschrijdingsfrequentie van een uurgemiddelde windsnelheid van 5 m/s op hoofdhoogte bepaald.

Tabel 1 - NEN 8100 Beoordeling criteria windhinder per activiteitenklasse

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

2.1.2 Windgevaar

Er is sprake van windgevaar als er een zodanig hoge windsnelheid optreedt dat lopende personen slecht blijven staan. In de NEN8100 wordt hiervoor een drempelsnelheid (15 m/s) gehanteerd die ten hoogste 0,3 % van het jaar (beperkt risico) mag worden overschreden. Dit geldt alleen voor activiteitenklasse I 'doorlopen'. Voor de activiteitenklassen II en III geldt dat de drempelsnelheid ten hoogste 0,05% van het jaar mag worden overschreden, zie Tabel 2.

Situaties met een overschrijdingskans groter dan 0,3 % behoren te allen tijde te worden vermeden.

¹ NEN 8100

Tabel 2 - NEN 8100 Beoordeling criteria windgevaar

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR;G}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

2.2 Eisen voor windklimaat gemeente Eindhoven

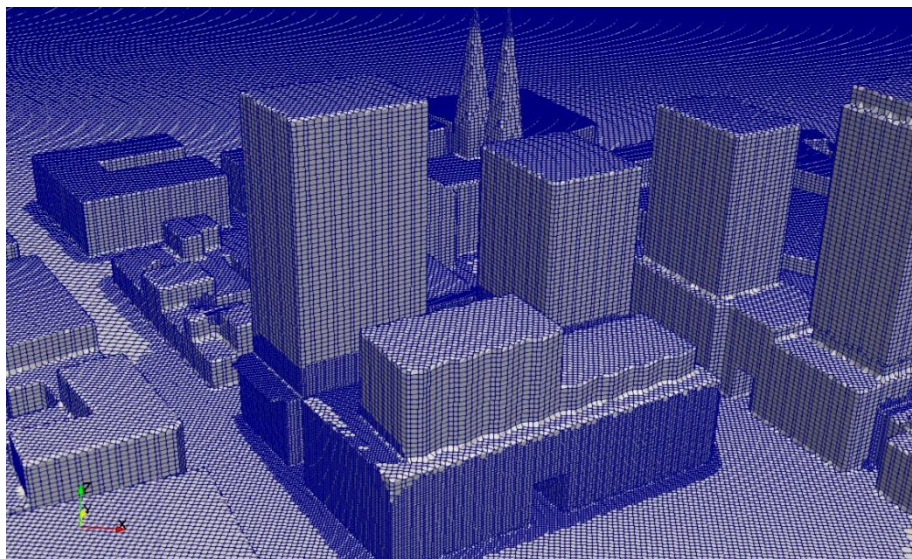
De gemeente Eindhoven heeft in Gemeentebblad 2020 nr. 141113, d.d. 4 juni 2020, de beleidsregel gemeentelijke normen windhinder vastgelegd:

- Windhinder en windgevaar moeten conform NEN 8100:2006 in beeld worden gebracht.
- Voor de openbare ruimte moet als ondergrens een ‘goed’ (zoals gekwalificeerd in NEN 8100:2006) windklimaat worden nagestreefd. Voor ‘langdurig zitten’ wordt altijd een kwalificatie ‘goed’ verlangd. Deze kwalificatie geldt ook voor ‘slenteren’ wanneer een hoofdentree van een gebouw in een dergelijk gebied is gelegen.
- Een beoordeling ‘matig’ kan eventueel na bestuurlijke afweging worden geaccepteerd, hierbij spelen kosten van windhinderbeperkende maatregelen en het ontbreken van alternatieven een rol.
- Een ‘slecht’ windklimaat is niet toegestaan. In situaties waar, vanwege specifieke locatieomstandigheden, in zeer beperkte mate op niet voor verblijf relevante plekken, het windhinderklimaat in redelijkheid niet kan worden verbeterd, hebben B&W de bevoegdheid van deze eis af te wijken.
- Bij windgevaar moet de kwalificatie ‘gevaarlijk’ te allen tijde worden vermeden

In de beleidsregel zijn geen normen opgenomen voor balkons, galerijen en niet-openbare buitenruimten.

2.3 CFD model

Voor het windhinder onderzoek is gebruik gemaakt van Computational Fluid Dynamics (CFD). CFD is de studie van stromingsleer waarin gebruik wordt gemaakt van numerieke analyses voor het oplossen van stromingsvergelijkingen. Hierbij worden computers ingezet om de interacties te simuleren van vloeistoffen en/of gassen onderling en met oppervlakken. In dit geval wordt CFD ingezet als ‘digitale windtunnel’ om inzicht te verkrijgen in de luchtstromingen rond gebouwen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket OpenFoam versie 2006. Meer details over het model zijn als Appendix B opgenomen.

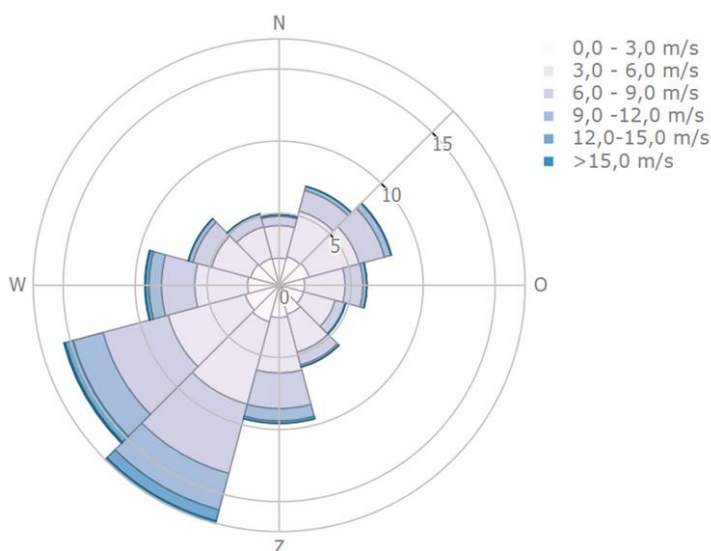


Figuur 2 – 3D mesh van het geplande wooncomplex

2.4 Windklimaat op de locatie

De CFD-analyse toetst het plangebied op 12 windrichtingen, met een windroos van de bouwlocatie met windsnelheden, -richtingen en frequentie. De windstatistiek is bepaald met behulp van NPR 6097. De statistiek is gebaseerd op meetgegevens van de windsnelheid en windrichting van maximaal 51 KNMI meetstations. Deze meetgegevens beslaan de periode van 40 jaar, 1963 – 2002.²

Met behulp van deze meetgegevens is een dataset gemaakt waarmee voor iedere locatie in Nederland de windstatistiek op 60 m hoogte bepaald kan worden. De statistiek wordt daarbij gecorrigeerd voor ruwheden in het landschap. In Appendix A zijn de windstatistiek en de ruwheid van de omgeving te vinden. In Figuur 3 is de windstatistiek ter plaatse van het project gegeven in de vorm van een windroos met windsnelheden, -richtingen en frequentie. De windroos laat zien dat de dominante windrichtingen ZZW en WZW zijn, zowel in frequentie als in intensiteit.



Figuur 3 - Windroos van de bouwlocatie met windsnelheden, -richtingen en frequentie

2.5 Omgeving

De geplande ontwikkeling is gelegen in een binnenstedelijke omgeving met bestaande bebouwing van ca 15-20 m hoogte. Aan de ZO-zijde van het plangebied bevindt zich het Stadhuisplein.

Ten behoeve van de windstudie is de bestaande omgeving gemodelleerd inclusief de geplande toekomstige ontwikkeling langs het Begijnenhof Figuur 5.



Figuur 4 - Bestaande omgeving plangebied

² NPR 6097



Figuur 5 - Gemodelleerde omgeving inclusief toekomstige bebouwing langs het Begijnenvoorhof

3. Resultaten windhinderonderzoek

Op basis van de uitgevoerde CFD-analyse is het windklimaat beoordeeld volgens de NEN 8100 zoals beschreven in H2.1. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar.

3.1 Beoordeling Windhinder

Voor de beoordeling van windhinder zijn de berekende kwaliteitsklassen met kleurcontouren in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte weergegeven. Het kleurgebruik volgt de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. Tabel 3 toont de gebruikte kleuren in relatie tot de berekende kwaliteitsklassen.

Tabel 3 - Kleurcodering windhinder

Overschrijdingskans $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 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

Bij de beoordeling van windhinder wordt onderscheid gemaakt tussen de drie activiteiten doorlopen, slenteren en langdurig zitten. Deze activiteiten zijn gekoppeld aan de functie van een gebied. Een parkeerterrein behoort bijvoorbeeld tot activiteit I: doorlopen. Slenteren doet men bijvoorbeeld in een winkelstraat, onoverdekt winkelcentrum of park. Bij langdurig zitten valt te denken aan zitten op een bankje in een park.³

Het criterium voor slenteren is in dit plangebied van toepassing bij de hoofdingangen van de geplande ontwikkeling en van de omliggende bestaande bebouwing. Ook op het Stadhuisplein en in het binnenterrein is kwaliteitsklasse B (slenteren) gewenst. Op de overige locaties wordt de activiteitenklasse doorlopen gehanteerd.

³ NEN 8100

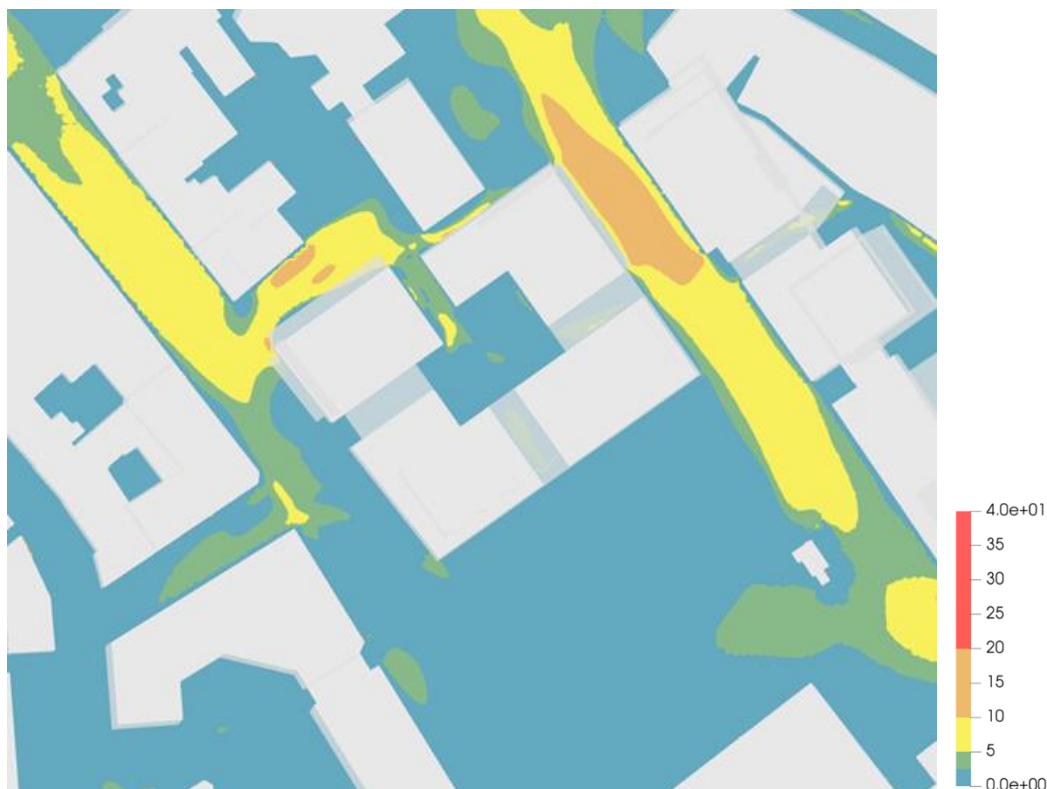
3.2 Resultaten op maaiveld

Figuur 6 toont de resultaten van de evaluatie voor windhinder volgens NEN 8100.

Het onderzoek laat zien dat op het Stadhuisplein en het binnenterrein voornamelijk kwaliteitsklasse A heerst. Dit is geschikt voor de activiteit ‘langdurig zitten’.

Langs de Wal, in de onderdoorgangen naar het binnenterrein en bij het parkeerterrein ten NW van de geplande ontwikkeling heerst voornamelijk kwaliteitsklasse C, wat geschikt is voor activiteit ‘doorlopen’. Bij het parkeerterrein zijn ook enkele gebieden van kwaliteitsklasse D. Dit is in mindere mate acceptabel voor activiteit ‘doorlopen’. Beide gebieden vormen een aandachtspunt waar kwaliteit ‘slenteren’ gewenst is, zoals bijvoorbeeld bij gebouwingangen.

In het Begijnenhof heerst voornamelijk kwaliteitsklassen C en D. Ook hier geldt dat dit acceptabel kan zijn voor de activiteit ‘doorlopen’, maar een aandachtspunt is voor gebieden waar kwaliteit ‘slenteren’ gewenst is.



Figuur 6- Resultaten windhinder op maaiveld

3.3 Beoordeling Windgevaar

Om het ontwerp op windgevaar te beoordelen is de kans op het overschrijden van een windsnelheid van 15 m/s bepaald. Er is conform NEN8100 geen sprake van windgevaar als deze kans maximaal 0,3% bedraagt.

In het CFD model is hiertoe het windklimaat in het plangebied op hoofdhoogte beoordeeld. De gebruikte kleurcodering is in Tabel 4 weergegeven. Voor de locaties waar geen windgevaar aanwezig is zijn de kleuren blauw en groen gebruikt.

Tabel 4 - Kleurcodering windgevaar

Overschrijdingskans $p(V_{LOK} > v_{DR;G})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

3.4 Resultaten op maaiveld

Figuur 7 toont de resultaten van de evaluatie voor windgevaar volgens NEN 8100. De resultaten laten zien dat geen windgevaar bestaat in het beoordeelde gebied.

Bij het parkeerterrein ten NW van de geplande ontwikkeling is er een klein gebied met een beperkt risico op windgevaar. Dit mag volgens NEN 8100 alleen worden geaccepteerd bij activiteit 'doorlopen'.



Figuur 7 - Resultaten windgevaar op maaiveld

4. Conclusies en aanbevelingen

Er is een windhinder studie uitgevoerd voor het ontwerp van een nieuwbouwwontwikkeling aan het Stadhuisplein in Eindhoven. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het plan is getoetst aan de Beleidsregel voor windhinder van de gemeente Eindhoven.
- Uitvoering conform randvoorwaarden NEN8100 met behulp van Computational Fluid Dynamic (CFD) computer simulatie.
- De CFD-analyse toetst het plangebied op 12 windrichtingen.
- Het onderzoek heeft betrekking op de beoordeling van windhinder en windgevaar ter plaatse van het openbare gebied op maaiveldniveau.
- Het effect van bestaande vegetatie (bomen) is niet meegenomen in de analyse (conservatieve benadering).

4.1 Conclusies

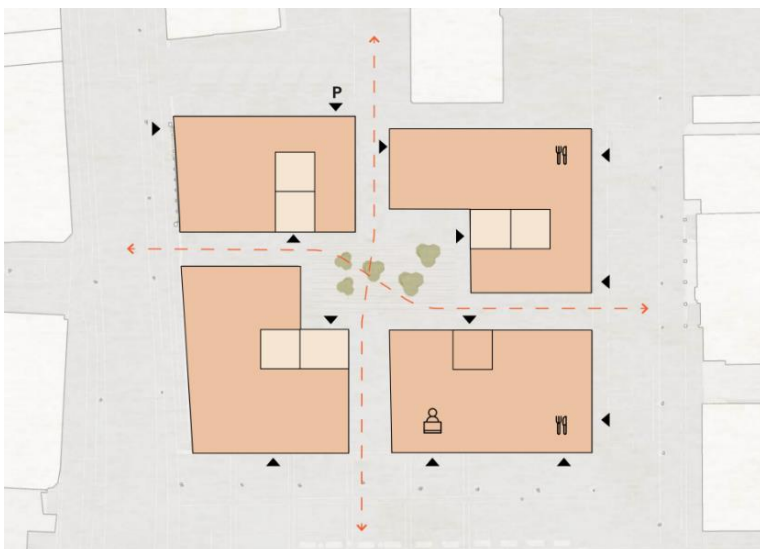
Het onderzoek laat zien dat er over het algemeen een goed windklimaat heerst in het plangebied:

- Door de toegangen van het binnenterrein deels te overdekken, is deze goed beschermt tegen harde wind. Het grootste deel van het binnenterrein is geclassificeerd als kwaliteitsklasse A en daarom geschikt voor de activiteit 'langdurig zitten'.
- Ook op het Stadhuisplein heerst een goed windklimaat (kwaliteitsklasse A) dat geschikt is voor de activiteit 'langdurig zitten'.
- Langs de Wal, in de onderdoorgangen naar het binnenterrein en bij het parkeerterrein ten NW van de geplande ontwikkeling heerst voornamelijk kwaliteitsklasse C, wat acceptabel is voor de gewenste activiteit 'doorlopen'.

Wel bestaat er een aantal aandachtspunten voor het plan:

- Bij het parkeerterrein ten NW van de geplande ontwikkeling zijn er enkele gebieden van kwaliteitsklasse D. Dit is matig voor activiteit 'doorlopen'. Aangezien het hier om een toegangsgebied voor een parkeerterrein gaat en er geen bestaande of geplande gebouwingangen zijn wordt er weinig tot geen voetverkeer verwacht.
- Bij een aantal geplande gebouwingangen komt kwaliteitsklasse C voor, hier is minimaal kwaliteitsklasse B gewenst. De vier ingangen waar het om gaat zijn de ingang aan de Wal, de ingang vanuit het parkeerterrein en de twee meest Noordelijke ingangen aan het Begijnenhof.
- Ook aan de Noordoost zijde van het Begijnenhof heerst kwaliteitsklasse C. Voor ingangen tot de daargelegen gebouwen zijn dus ook maatregelen nodig om het windklimaat te verbeteren.
- In een groot deel van het Begijnenhof heerst kwaliteitsklasse D. Dit is matig voor de activiteit 'doorlopen' en het zou wenselijk zijn het windklimaat in dit gebied te verbeteren tot kwaliteitsklasse C.

Bij het parkeerterrein ten NW van de geplande ontwikkeling is er een klein gebied met een beperkt risico op windgevaar. Dit mag volgens NEN 8100 alleen worden geaccepteerd bij activiteit 'doorlopen'. Aangezien het hier een toegangsgebied voor een parkeerterrein is, en er geen bestaande of geplande gebouwingangen zijn in het gebied, is dit niet kritisch.



Figuur 8 - Locatie gebouwingangen

4.2 Aanbevelingen

Om het windklimaat op de bovengenoemde aandachtspunten te verbeteren is een aantal maatregelen mogelijk:

- Om het windklimaat bij de gebouwingangen aan het Begijnenhof te verbeteren is in de nieuwste ontwerpversie een colonnade toegevoegd, zowel aan de Noord Oost zijde van City Wall als bij het gebouw aan de overkant. De verwachting is dat hierdoor het windklimaat bij de gebouwingangen aan weerszijden van het Begijnenhof zal verbeteren.
- In de CFD analyse is het effect van bestaande vegetatie (bomen) niet meegenomen (conservatieve benadering). Het modelleren van het effect van de bestaande begroeiing in het Begijnenhof (zie Figuur 9) zal een positief effect hebben op het windklimaat in de straat. Er moet echter worden opgemerkt dat het effect van bomen het grootst is tijdens de zomermaanden wanneer ze blad dragen.
- Ook het beoogde toevoegen van groen (zie Figuur 10) in de openbare ruimte langs het Begijnenhof en bij het parkeerterrein ten NW van de geplande ontwikkeling kan een positief effect hebben op het windklimaat en bijdragen aan een verbetering van de gebieden van kwaliteitsklasse D. Maar ook hier moet rekening worden gehouden met seizoensvariatie van de vegetatie.
- De verwachting is dat aanpassingen in het ontwerp van City Wall zeer beperkt effect zullen hebben op de kwaliteit van het windklimaat in het Begijnhof. Oplossingen hiervoor zullen waarschijnlijk het best bij de gebouwen aan de noordoost zijde van de straat gezocht kunnen worden, bijvoorbeeld door de gevel op maaiveld meer 'getrapt' te ontwerpen.



Figuur 9 - Bestaande bomen



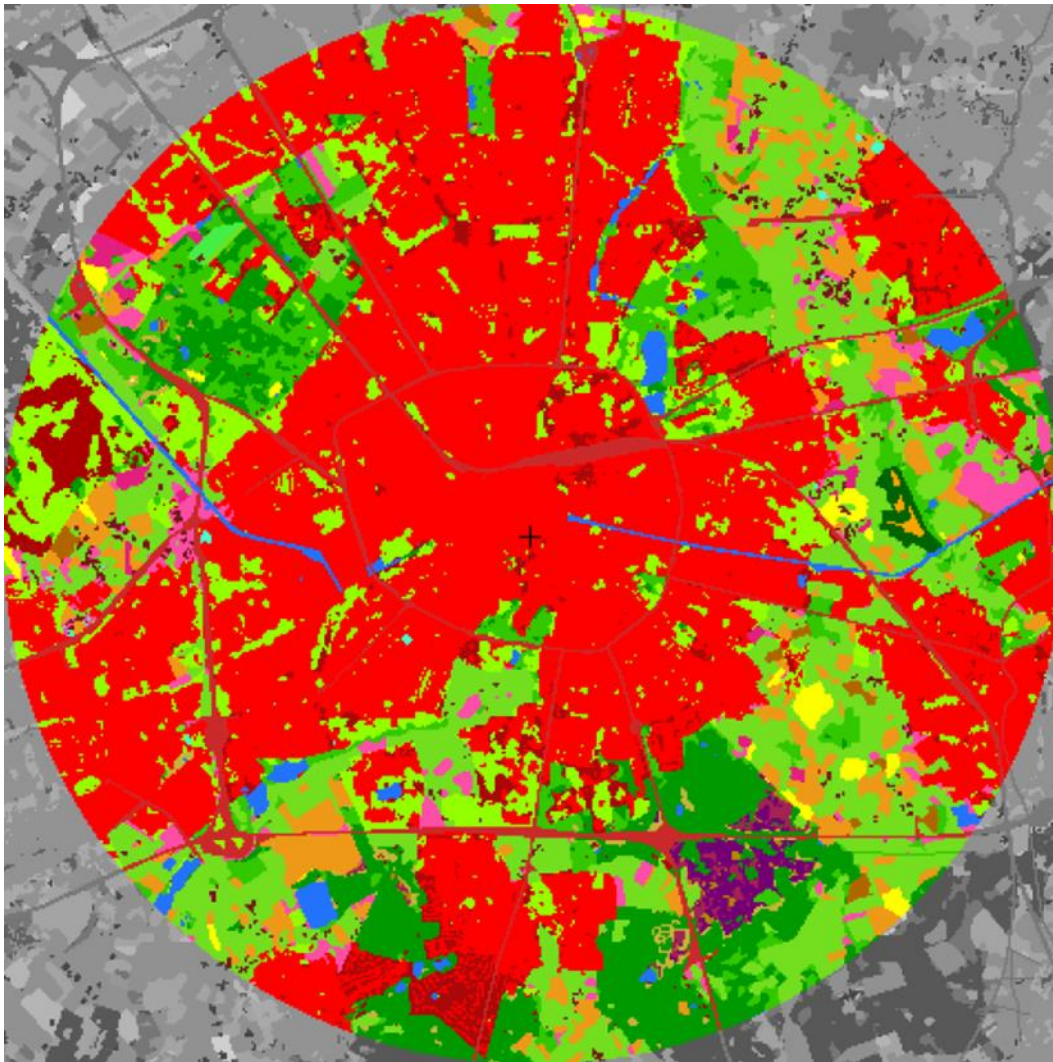
Figuur 10 - Voorstel toevoegen groen op maaiveld (bron: KruitKok landschapsarchitecten)

Appendix A

Windstatistiek en terrein ruwheid

Tabel 5 - Frequentietabel van de windsnelheden op 60 m hoogte. Bron: NPR 6097:2006

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID CUMULATIEF RELATIEF												
X161507 Y382949 Jaar 1963-2002												
Windrichting (*10 graden)												
Windsnelheid (m/s)	35-01	02-04	05-07	08-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34 Cum.
Cumulatief in percentages												
0,0 - 0,9	0.26	0.25	0.27	0.22	0.22	0.27	0.24	0.26	0.28	0.25	0.28	0.27 3.08
1,0 - 1,9	0.97	0.99	1.04	0.86	0.84	1.02	1.07	1.17	1.18	1.05	1.07	1.02 12.28
2,0 - 2,9	1.88	2.05	2.15	1.78	1.76	2.08	2.24	2.61	2.44	2.19	2.04	1.94 25.17
3,0 - 3,9	2.77	3.26	3.34	2.79	2.66	3.14	3.57	4.39	4.15	3.43	3.12	2.86 39.49
4,0 - 4,9	3.55	4.37	4.65	3.79	3.48	4.12	4.88	6.52	6.05	4.74	4.06	3.64 53.84
5,0 - 5,9	4.15	5.33	5.76	4.59	4.04	4.80	6.10	8.53	8.00	5.86	4.85	4.20 66.20
6,0 - 6,9	4.52	6.04	6.56	5.16	4.41	5.25	7.14	10.36	9.80	6.82	5.48	4.58 76.13
7,0 - 7,9	4.70	6.52	7.16	5.57	4.64	5.56	7.96	12.05	11.40	7.60	5.93	4.83 83.90
8,0 - 8,9	4.79	6.81	7.57	5.83	4.74	5.73	8.56	13.51	12.67	8.15	6.19	4.99 89.53
9,0 - 9,9	4.84	6.98	7.80	5.97	4.78	5.82	8.97	14.65	13.63	8.56	6.36	5.06 93.42
10,0 - 10,9	4.87	7.06	7.95	6.04	4.80	5.86	9.25	15.50	14.36	8.84	6.46	5.10 96.08
11,0 - 11,9	4.88	7.10	8.02	6.09	4.80	5.88	9.41	16.12	14.83	9.01	6.51	5.12 97.75
12,0 - 12,9	4.88	7.12	8.05	6.10	4.80	5.88	9.49	16.52	15.11	9.14	6.53	5.13 98.75
13,0 - 13,9	-	7.12	8.06	6.11	4.80	5.88	9.54	16.77	15.29	9.21	6.54	5.13 99.33
14,0 - 14,9	-	7.12	8.06	6.11	-	-	9.56	16.90	15.39	9.25	6.54	5.13 99.64
15,0 - 15,9	-	-	8.06	6.11	-	-	9.57	16.98	15.44	9.28	6.54	5.13 99.81
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	-	9.58	17.03	15.46	9.29	6.54	- 99.90
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	9.59	17.05	15.48	9.30	6.55	- 99.96
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	9.59	17.06	15.49	9.30	6.55	- 99.98
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	-	17.07	15.49	9.30	6.55	- 99.99
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	17.07	15.49	9.31	6.55	- 99.99
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	17.07	15.49	9.31	6.55	- 100.00
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	17.07	15.49	9.31	-	- 100.00
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	17.07	15.49	9.31	-	- 100.00
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25,0 - 25,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26,0 - 26,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27,0 - 27,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28,0 - 28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,0 - 29,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30,0 - 30,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,0 - 31,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32,0 - 32,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33,0 - 33,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34,0 - 34,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35,0 - 35,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36,0 - 36,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37,0 - 37,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38,0 - 38,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39,0 - 39,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40,0 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Figuur 11 - Terreinruwheid in de omgeving (6 km) van de gebouwlocatie (zwart kruisje). Bron: NPR 6097:2006

Tabel 6 - Ruwheidstabel NPR 6097:2006

ID	z ₀ (m)	Rood	Groen	Blauw	Kleur	Klasse
0	0,03	0	0	0		Geen gegevens
1	0,03	115	223	31		Gras
2	0,17	239	153	25		Maïs
3	0,07	178	102	0		Aardappelen
4	0,7	229	31	127		Bieten
5	0,16	255	255	0		Granen
6	0,07	255	78	168		Overige landbouwgewassen
7	0,15	4	222	30		Buitenland
8	0,1	70	255	207		Glastuinbouw
9	0,39	69	239	69		Boomgaard
10	0,07	172	129	168		Bollen
11	0,75	51	200	0		Loofbos
12	0,75	0	153	0		Naaldbos
16	0,001	36	115	255		Zoet water
17	0,001	0	0	153		Zout water
18	1,6	255	0	0		Stedelijk bebouwd gebied
19	0,5	172	0	0		Bebouwing in buitengebied
20	1,1	51	200	0		Loofbos in bebouwd gebied
21	1,1	0	153	0		Naaldbos in bebouwd gebied
22	2	171	9	9		Bos met dichte bebouwing
23	0,03	148	255	0		Gras in bebouwd gebied
24	0,001	255	255	102		Kale grond in bebouwd buitengebied
25	0,1	204	42	42		Hoofdwegen en spoorwegen
26	0,5	118	24	24		Bebouwing in agrarisch gebied
27	0,0003	0	0	0		Start- en landingsbanen
28	0,1	204	42	42		Parkeerplaats
30	0,0002	176	48	96		Kwelders
31	0,0003	230	251	4		Open zand in kustgebied
32	0,02	137	212	43		Open duinvegetatie
33	0,06	90	186	64		Gesloten duinvegetatie
34	0,04	117	0	117		Duinheide
35	0,0003	255	255	102		Open stuifzand
36	0,03	117	0	117		Heide
37	0,04	164	35	83		Matig vergraste heide
38	0,06	173	139	6		Sterk vergraste heide
39	0,06	36	153	150		Hoogveen
40	0,75	6	90	76		Bos in hoogveengebied
41	0,03	255	192	203		Overige moerasvegetatie
42	0,1	255	165	0		Rietvegetatie
43	0,75	0	100	0		Bos in moerasgebied
44	0,07	56	198	97		Veenweidegebied
45	0,03	197	182	57		Overig open begroeid natuurgebied
46	0,001	255	255	0		Kale grond in natuurgebied

Appendix B

Technisch inlegvel numerieke simulatie

Tabel 7 - Technisch inlegvel numerieke simulatie. Bron: NEN 8100

Project	Projectgegevens	
Projectnaam	Stadhuisplein Eindhoven	
Opdrachtgever	Goevaers & Znn. B.V.	
Projectleider	[REDACTED]	
Datum	13-06-2023	
Model	Algemene gegevens van het model	
Omvang gemodelleerd gebied	Een straal van 300 m rond de bouwlocatie	
Kerngebied	Stadhuisplein Eindhoven	
Omgeving	bebouwd	
Afmetingen model	1480 x 910 x 516 m	
Blokkeringsgraad	< 5%	
Gemodelleerd groen	nee	
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)	
Onderzochte configuraties	Geplande bebouwingssituatie zonder begroeiing	
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur	
Programmatuur	FVM (eindige volume methode) FEM (eindige elementen methode) anders Programmatuur: OpenFoam Versie: 2006	
Algemeen	drie-dimensionaal tijd-onafhankelijk isothermisch passieve scalars Overige: -	twee-dimensionaal tijd-afhankelijk thermisch actieve scalars
Rekenrooster	ca. 10 miljoen cellen; rechthoekig grid met verfijning t.p.v. het kerngebied	
Turbulentiemodellering	RNGkEpsilon	
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: lineair upwind Turbulentie grootheden: upwind Scalaire variabelen: -	
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden	
Instroomprofiel	Logaritmisch windprofiel	
Uitlaat	Constante druk	
Boven-/zijwanden	Ongedwongen (geen drukverschil)	
Vloer/bodem	Ruwheidslengte $z_0 = 0.3$ m	
Overige	-	
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat	

Amersfoortse coördinaten van de locatie	X=116847, Y=489062			
Toegepaste eisen	v_{DR} [m/s]	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdings- kans [%]	Beoordeling
Voor comfort			$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$	
Doorlopen	5,0	C	< 10	goed
Slenteren	5,0	B	< 5	goed
Zitten	5,0	A	< 2,5	goed
Regionale correctie	-	-	-	-
Voor gevaar			$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$	
	15,0	n.v.t	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15,0	n.v.t	$p \geq 0,3$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Plots van windgevaarcriteria en kwaliteitsklassen voor windhinder			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	-			