

bouw fysica
bouw techniek
installatietechniek



WOLF
DIKKEN
adviseurs

Project
LEVELS, Den Haag

Opdrachtgever
Stebru Ontwikkeling

Architect
HVE architecten

Omschrijving
Windhinderonderzoek

Datum
06-05-2019

R818028aaA4

Project
LEVELS, Den Haag

Opdrachtgever
Stebru Ontwikkeling

Architect
HVE architecten

Omschrijving
Windhinderonderzoek

Datum
06-05-2019

Adviseur
ing. H. Spyksma

R818028aaA4

INHOUD

BLZ.

1.	Inleiding	2
2.	Beschrijving stedenbouwkundige situatie	3
3.	Normstelling	4
4.	Uitgangspunten modellering	6
5.	Simulatieresultaten	10
6.	Conclusie	12

Bijlagen 1 t/m 12

1. INLEIDING

In opdracht van Stebru Ontwikkeling is door HVE architecten een ontwerp gemaakt voor de nieuwbouw van ruim 500 appartementen, ca. 4.500 m² commerciële ruimte en een parkeergarage. Het bouwplan bestaat uit een plint met een hoogte van ca. 8 m, woonlagen (variërend van 11 m tot 26 m) en twee woontorens van 72 m en 105 m hoogte.

Het bouwplan is gelegen op de hoek van de Erasmusweg en de Assumburgweg te Den Haag en staat bekend onder de naam LEVELS.

In opdracht van Stebru Ontwikkeling is door Wolf Dikken adviseurs een windhinderonderzoek uitgevoerd. Hierbij is in beeld gebracht in hoeverre de realisatie van het bouwplan van invloed is op de windhinder in relatie tot de omliggende bebouwing.

Op basis van voorliggend onderzoek kunnen knelpunten worden gelokaliseerd (gebieden met grote windsnelheden in relatie tot windgevoelige activiteiten). Eventuele knelpunten kunnen nader worden onderzocht in een vervolgonderzoek.

Bij de totstandkoming van het voorliggende onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- digitale tekeningen van het bouwplan van de architect d.d. 25-03-2019;
- digitale situatietekeningen van de bestaande bebouwing;
- Actueel Hoogtebestand Nederland;
- foto's van de directe omgeving van het bouwplan.

Op basis van bovengenoemde documenten is een 3D-model van het te realiseren project en de omliggende bebouwing gemaakt.

2. BESCHRIJVING STEDENBOUWKUNDIGE SITUATIE

Direct ten noorden van het bouwplan bevindt zich een verkeersplein. Ten noorden van dit verkeersplein is hoogbouw aanwezig, met hoogtes van ca. 50 m. De bouwhoogte van de overige bebouwing in de omgeving varieert tussen 5 en 20 m. Tussen de bouwvolumes is over het algemeen vrij veel ruimte aanwezig met beplanting en bomen. Aan de oostzijde van het bouwplan loopt een talud met spoorweg



Figuur 1 – Situatie

3. NORMSTELLING

Er zijn geen wettelijk vastgelegde eisen voor de mate van windhinder en windgevaar bij openbare ruimten, woningen en dergelijke. Om een oordeel te kunnen geven over een windklimaat op leefniveau in de toekomstige situatie kan gebruik worden gemaakt van NEN 8100:2006 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'. Deze methode beschrijft een eenduidige bepalingmethode om te komen tot een objectief oordeel van het windklimaat. Op basis van de NEN 8100 dient een beoordeling van het lokale windklimaat plaats te vinden middels de volgende overschrijdingskansen:

3.1 Windhinder

Bij windhinder wordt hinder ten gevolge van wind ondervonden. Hierbij kan worden gedacht aan wapperende kleding, de krant niet kunnen lezen, etc. Het ondervinden van windhinder is persoonlijk, verschillende individuen reageren ieder anders op de wind. Daarnaast geldt dat het ervaren van windhinder ook afhankelijk is van de activiteit die men op dat moment onderneemt.

Windhinder wordt beoordeeld op basis van twee aspecten:

- $V_{DR,H}$: de drempelsnelheid ter beoordeling van windhinder (5.0 m/s, ca. windkracht 4 op de schaal van Beaufort);
- V_{LOK} : de lokale uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfniveau in m/s.

De grootte van de overschrijdingskans p , waarvoor $V_{LOK} > V_{DR,H}$ geldt, bepaalt in welke kwaliteitsklasse het lokale windklimaat valt. Een beoordeling van het windklimaat vindt vervolgens plaats door naast de kwaliteitsklasse tevens de uit te voeren activiteit(en) te bepalen.

TABEL 1 - BEOORDELING WINDKLIMAAT BETREFFENDE WINDHINDER ($v > 5$ m/s)				
overschrijdingskans $V_{LOK} > V_{DR,H}$ in procenten van het aantal uren per jaar	kwaliteitsklasse	activiteiten		
		I. doorlopen	II. slenteren	III. zitten
< 2.5	A	goed	goed	goed
2.5 - 5.0	B	goed	goed	matig
5.0 - 10.0	C	goed	matig	slecht
10.0 - 20.0	D	matig	slecht	slecht
> 20.0	E	slecht	slecht	slecht

3.2 Windgevaar

Behalve windhinder kan ook sprake zijn van windgevaar. In dat geval is de windsnelheid dermate hoog dat personen in ernstige mate problemen ondervinden bij het lopen. Hierbij wordt evenwichtsverlies bedoeld, waardoor het onmogelijk wordt om te blijven staan of te lopen.

Windgevaar wordt beoordeeld op basis van twee aspecten:

- $V_{DR,G}$: de drempelsnelheid ter beoordeling van windhinder (15.0 m/s, ca. windkracht 7 op de schaal van Beaufort);
- V_{LOK} : de lokale uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfniveau in m/s.

De grootte van de overschrijdingskans p , waarvoor $V_{LOK} > V_{DR,G}$ geldt, bepaalt of sprake is van windgevaar.

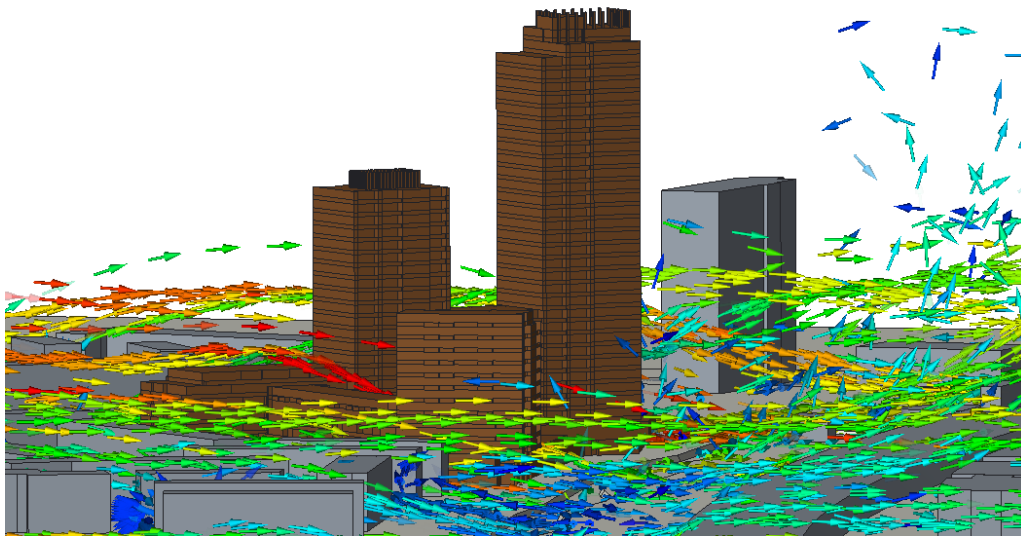
TABEL 2 - BEOORDELING WINDKLIMAAT BETREFFENDE WINDGEVAAR ($v > 15$ m/s)	
overschrijdingskans $V_{LOK} > V_{DR,G}$ in procenten van het aantal uren per jaar	kwalificatie
$0.05 < p < 0.30$	beperkt risico
$p \geq 0.30$	gevaarlijk

Situaties met een beperkt risico op windgevaar mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteitenklasse I (doorlopen.) Voor activiteitenklasse II en III geldt de eis $p \leq 0.05$. Situaties met een overschrijdingskans van $p \geq 0.30$ dienen te allen tijde vermeden te worden.

4. UITGANGSPUNTEN MODELLERING

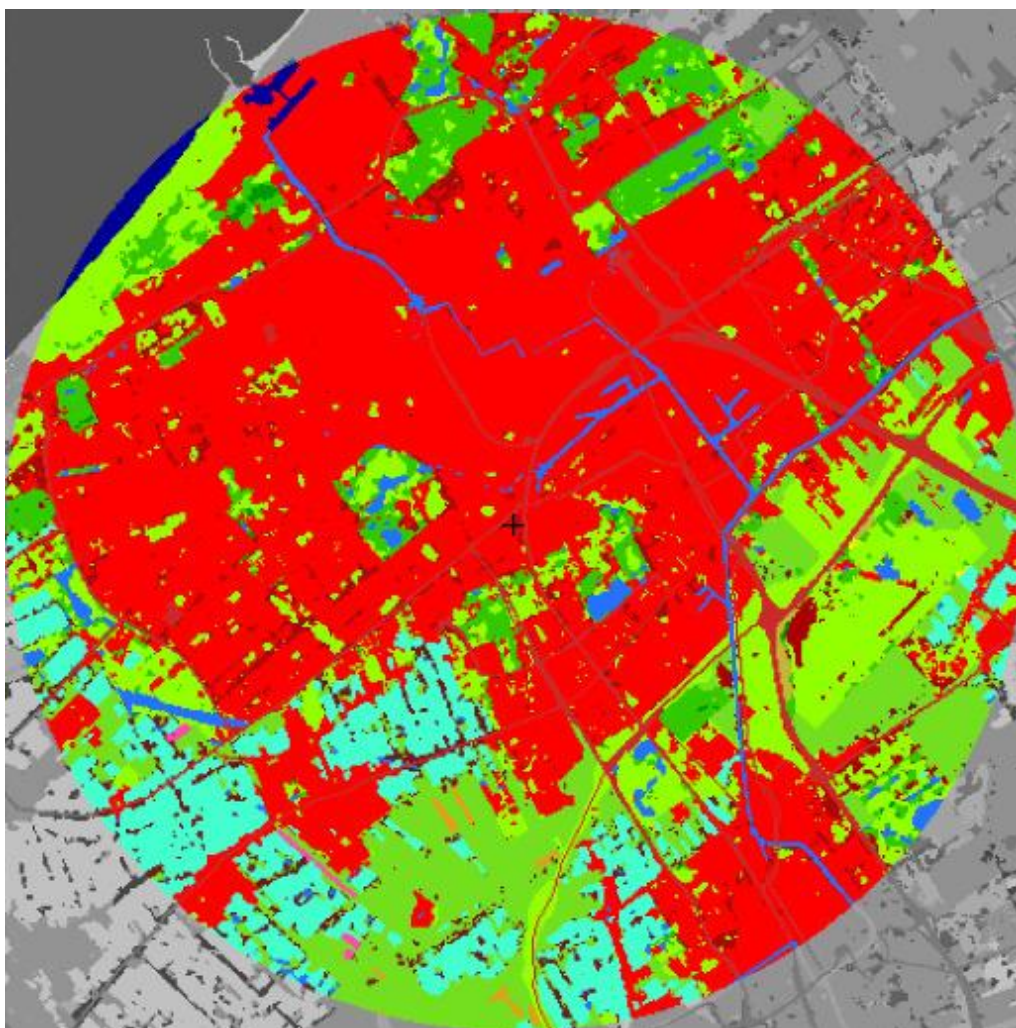
Bij het modelleren van het model en uitvoeren van de berekeningen is gebruik gemaakt het softwarepakket FloEFD-2019.

Het model omvat het nieuw te bouwen plan en de omliggende bestaande bebouwing. Het 3D-model van de nieuwe bebouwing is tot op het niveau van de balkons ingevoerd. De omliggende bebouwing is in een straal van circa 350 m rondom het gebouw gemodelleerd om de invloed van de omliggende bebouwing op de luchtstroming nabij het bouwplan in voldoende mate in rekening te brengen. Van de omliggende bebouwing zijn de 'hoofdvormen' gemodelleerd, balkons en erkers e.d. zijn buiten beschouwing gelaten. De begroeiing is niet gemodelleerd, er is derhalve met een ongunstiger scenario gerekend.



Figuur 2 – 3D-model

Ten behoeve van het voorliggende onderzoek is uitgegaan van waarden voor een stedelijk bebouwd gebied volgens NPR 6097.



Figuur 3 – Terreinruwheid rondom plangebied volgens NPR 6097

Het instroomprofiel is tot een dusdanige hoogte (240 m boven maaiveld) gemodelleerd, dat voldoende ruimte overblijft voor een luchtstroming welke niet wordt verstoord door de directe bouwkundige omgeving. Daarnaast is aan de voor- en achterzijde van de bebouwing en aan de zijkanten van de bebouwing in het model voldoende ruimte meegenomen om tot een juist stromingsprofiel te komen ter plaatse van het bouwplan. De stromingen zijn tijdsafhankelijk opgelost en de thermische effecten zijn verwaarloosd.

De resultaten worden verwerkt in de vorm van de volgende snelheidsverhouding:

$$C_{v,wt} = V_{LOK,wt} / V_{REF,wt}$$

Hierbij geldt:

- $C_{v,wt}$ = windsnelheidsverhouding in een windtunnel / CFD-berekening
- $V_{LOK,wt}$ = lokale uurgemiddelde windsnelheid op loop of verblijfsniveau
- $V_{REF,wt}$ = referentie uurgemiddelde windsnelheid op 60 m hoogte boven de locatie

Door deze snelheidsverhouding gelijk te stellen aan de snelheidsverhouding welke in situatie optreedt, kan de werkelijke lokale uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau worden bepaald:

$$C_{v,wt} = C_{v,is}$$

$$V_{LOK,is} = C_{v,wt} * V_{REF,is}$$

Er geldt dan:

$$C_{v,is} = V_{LOK,is} / V_{REF,is} = \text{windsnelheidsverhouding in situatie}$$

De referentie uurgemiddelde windsnelheid op 60 m hoogte boven de locatie wordt bepaald middels de windstatistiek conform NPR 6097:2006. Met behulp van deze NPR is vervolgens de windstatistiek op de exacte locatie bepaald.

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNEELHEID DISTRIBUTIEF ABSOLUUT

Locatie: **X 80907 Y 452211** Jaar: 1963-2002

Distributief in uren per jaar

Windrichting	30°	60°	90° O	120°	150°	180° Z	210°	240°	270° W	300°	330°	360° N	Cum.
Windsnelheid (m/s)													
0,0 - 0,9	18,5	17,2	16,6	14,2	16,3	15,7	14,1	17,0	21,0	19,1	19,0	18,3	207,0
1,0 - 1,9	59,1	59,7	55,7	42,2	47,0	49,6	48,5	59,7	64,5	61,1	66,3	58,0	671,4
2,0 - 2,9	80,4	86,9	86,3	63,7	70,9	76,0	86,5	99,0	104,4	85,8	82,4	81,3	1003,7
3,0 - 3,9	92,5	107,9	99,9	79,3	81,9	86,6	105,7	135,1	125,3	106,2	95,2	92,4	1208,0
4,0 - 4,9	82,2	101,5	112,6	87,0	74,0	88,3	114,7	169,5	151,4	111,7	90,9	83,5	1267,3
5,0 - 5,9	67,0	87,3	95,2	79,3	61,9	73,2	111,5	165,6	161,8	98,4	76,8	65,7	1143,8
6,0 - 6,9	42,3	67,6	69,2	58,6	42,6	47,3	97,8	154,5	157,7	86,9	64,4	46,0	935,0
7,0 - 7,9	21,6	40,0	49,2	42,6	30,5	33,2	83,3	146,4	138,2	67,5	45,4	28,5	726,6
8,0 - 8,9	10,4	25,7	34,7	29,4	17,8	21,1	69,7	120,7	116,9	48,7	30,5	16,4	542,1
9,0 - 9,9	5,2	13,7	19,6	17,2	6,6	12,4	48,5	101,6	91,6	35,2	18,9	8,2	378,7
10,0 - 10,9	2,3	6,9	11,7	9,2	3,2	6,5	36,3	80,8	65,3	23,5	11,2	4,3	261,2
11,0 - 11,9	1,6	3,2	6,2	5,7	1,3	2,9	24,8	58,1	49,3	17,4	6,0	2,0	178,3
12,0 - 12,9	0,3	1,7	1,8	2,0	0,3	0,9	15,3	40,5	29,1	10,8	2,2	0,9	105,8
13,0 - 13,9	0,0	0,4	0,4	1,1	0,3	0,3	9,6	24,6	19,0	5,9	1,1	0,5	63,4
14,0 - 14,9	-	0,1	0,2	0,7	0,1	0,3	5,3	14,0	11,3	3,2	0,6	0,1	35,7
15,0 - 15,9	-	-	0,0	0,1	-	-	2,7	8,6	4,8	1,9	0,3	0,0	18,4
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	-	1,3	4,1	3,0	1,1	0,2	-	9,6
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	0,4	2,4	1,7	0,4	0,1	-	5,0
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	0,6	1,4	0,8	0,1	-	-	2,8
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	0,4	0,1	0,0	-	1,3
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3	0,1	0,0	-	0,6
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,0	-	0,3
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	0,1
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 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	483,4	619,8	659,3	532,3	454,7	514,3	876,9	1404,3	1318,0	785,2	611,5	506,1	

Figuur 4 – Frequentietabel betreffende locatie

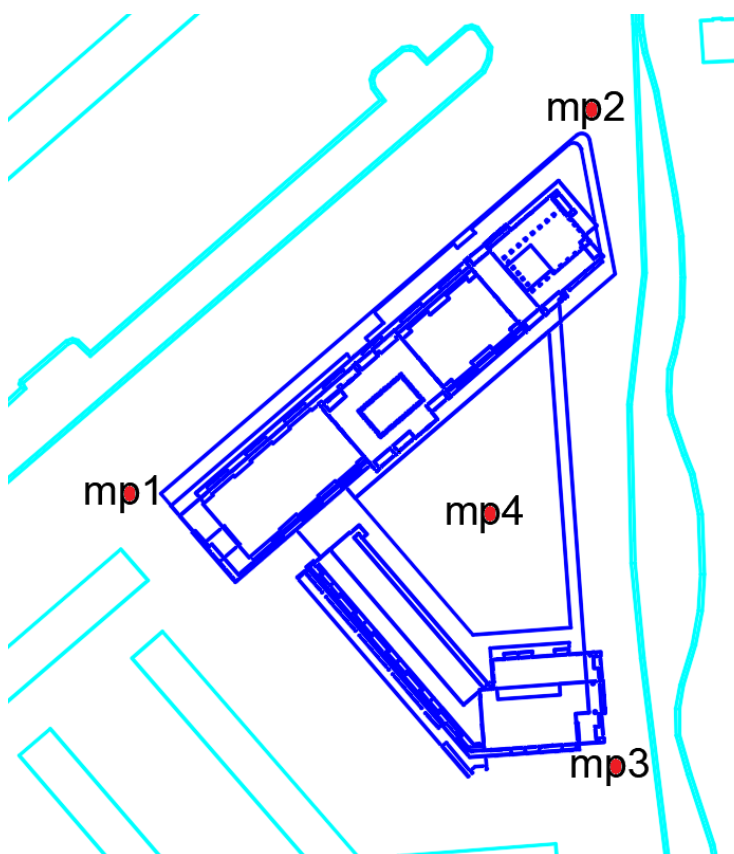
5. SIMULATIERESULTATEN

Middels CFD (computational fluid dynamics) zijn in 12 windrichtingen de tijdsonafhankelijke stromingspatronen bepaald en zijn de resultaten grafisch weergegeven op 1,75 meter boven plaatselijk maaiveld. Er dient verder op gelet te worden dat de randstrook van het te beschouwen gebied niet representatief is voor de uitkomsten (zie bijlagen).

In het plangebied blijkt dat met name bij wind uit het zuiden tot westen de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit (240 - 270 °) komt. De zuidwesten wind is hiermee bepalend voor het lokale windklimaat.

Het toekomstige windklimaat wordt beoordeeld op basis van de uitgevoerde CFD-berekeningen, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden volgens het hoofdstuk NORMSTELLING.

De totale overschrijdingskans is de som van de overschrijdingskansen per windrichting. Op basis van deze resultaten is het windklimaat beoordeeld in relatie tot de frequentietabel van de betreffende locatie.



REKENRESULTATEN EN BEOORDELING MEETPUNTEN						
meetpunt	totale overschrijdingen [uur]		totale overschrijdingen [%]		beoordeling [klasse]	
	v > 5 m/s windhinder	v > 15 m/s windgevaar	v > 5 m/s windhinder	v > 15 m/s windgevaar	windhinder	windgevaar
mp1	1050	0	12	0,00	D	ongevaarlijk
mp2	1939	2	22	0,03	E	ongevaarlijk
mp3	1633	0	19	0,00	D	ongevaarlijk
mp4	922	0	11	0,00	D	ongevaarlijk

Figuur 5 – Rekenresultaten en beoordeling

6. CONCLUSIE

Onderstaand zijn de conclusies van het onderzoek weergegeven. Hierbij is samengevat wat het te verwachten windklimaat op en met name rondom het nieuwe bouwplan zal zijn.

Algemeen

In de omgeving van het bouwplan is op looppniveau geen gevaarlijk windklimaat te verwachten. Ook op de verdiepingen van het bouwplan wordt geen gevaarlijk windklimaat verwacht.

Maaiveld

Rondom het bouwplan wordt grotendeels een goed windklimaat verwacht voor de activiteit 'doorlopen'. Er zijn echter enkele plekken waar dit niet het geval is en waar deze activiteit als matig zal worden ervaren. Dit geldt met name ter plaatse van de commerciële ruimte onder de hoogste toren waar een horeca terras gepland staat. Gezien de functie is het aan te raden het windklimaat rondom de toren te verbeteren. Dit is mogelijk door het plaatsen van bloembakken van ca. 1 meter hoog waarin een verdichte beplanting wordt aangebracht. Om een nog aangenamer windklimaat te realiseren, zullen aanvullende maatregelen getroffen dienen te worden. Hierbij kan worden gedacht aan het plaatsen van windschermen.

Entreegebieden

Door de ligging en het terugspringen in de gevel is voor de entreegebieden van het bouwplan een redelijk tot goed windklimaat te verwachten.

Galerijen

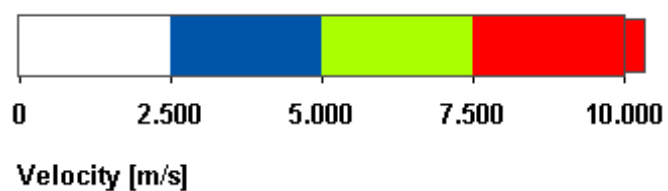
Ter plaatse van de galerijen wordt een goed windklimaat verwacht voor de activiteit 'doorlopen'.

Balkons

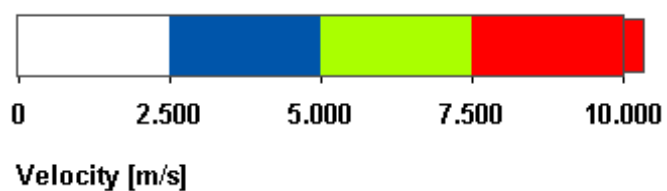
Het windklimaat op de balkons is door het besloten karakter over het algemeen redelijk tot goed.

Daktuin

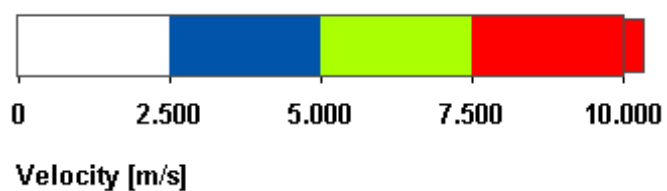
Op de daktuin van de garage valt het windklimaat in klasse D. Zonder aanvullende maatregelen, zal de activiteit 'zitten' over het algemeen als matig worden ervaren.



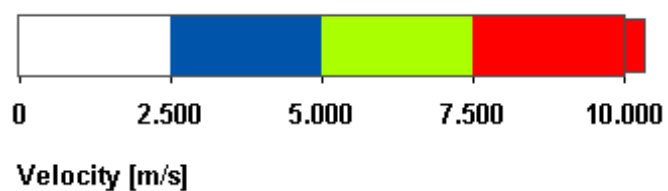
Bijlage 1 – Windrichting 30 °



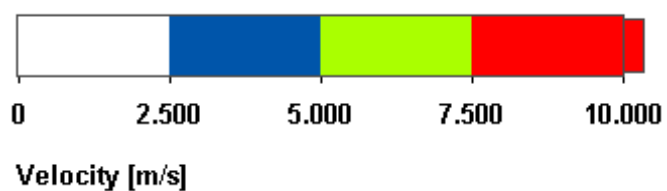
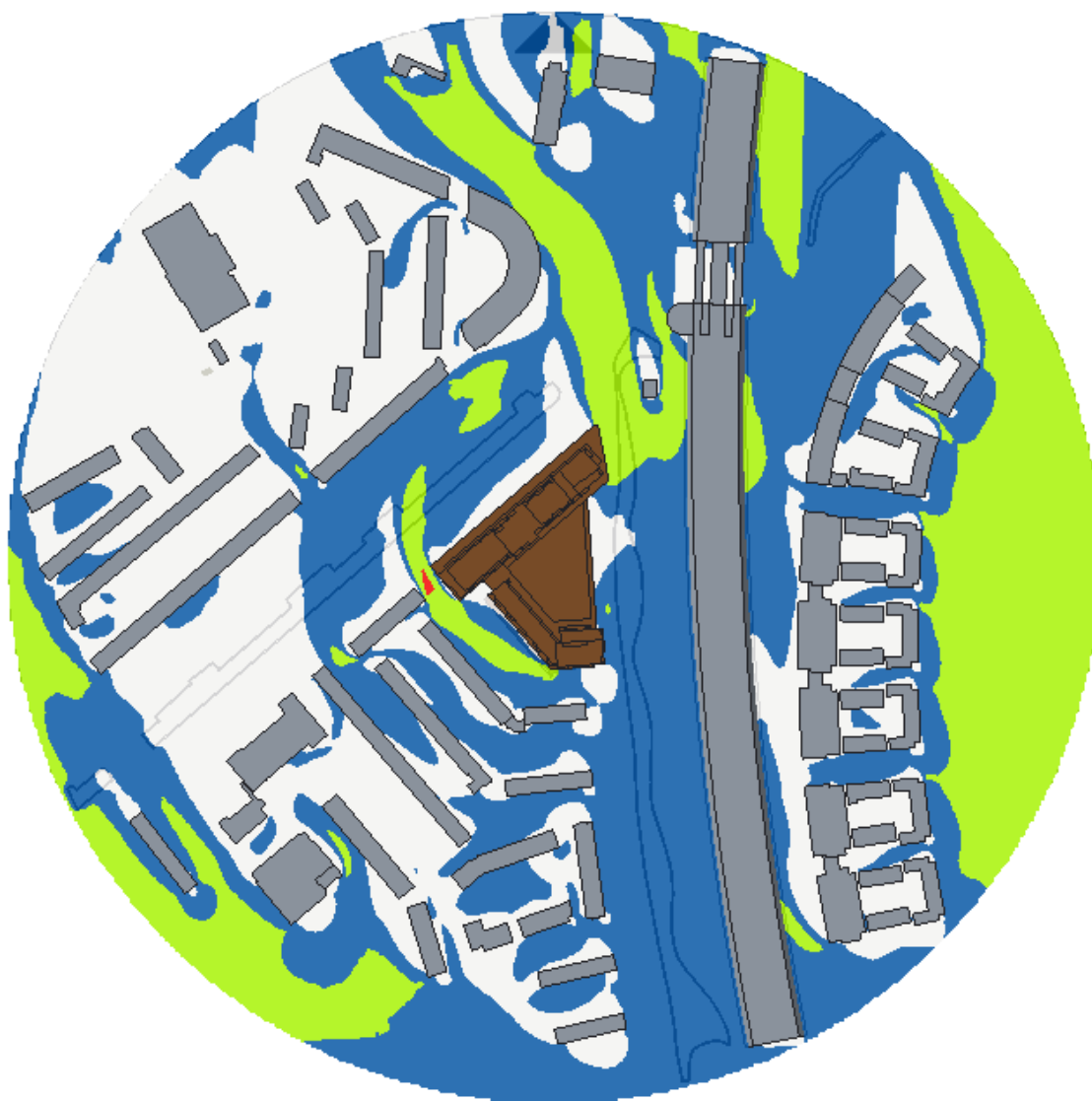
Bijlage 2 – Windrichting 60 °



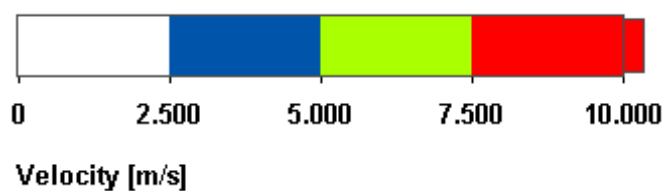
Bijlage 3 – Windrichting 90 ° (oost)



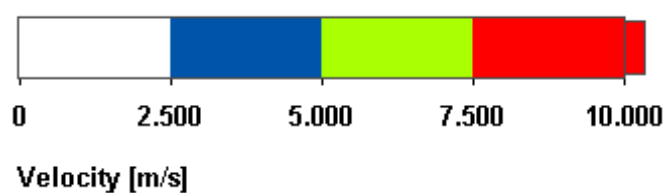
Bijlage 4 – Windrichting 120 °



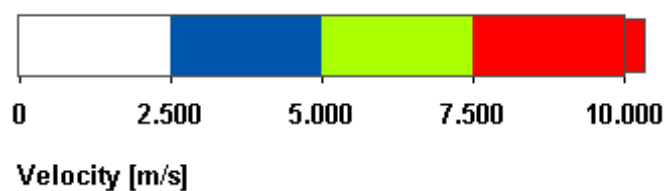
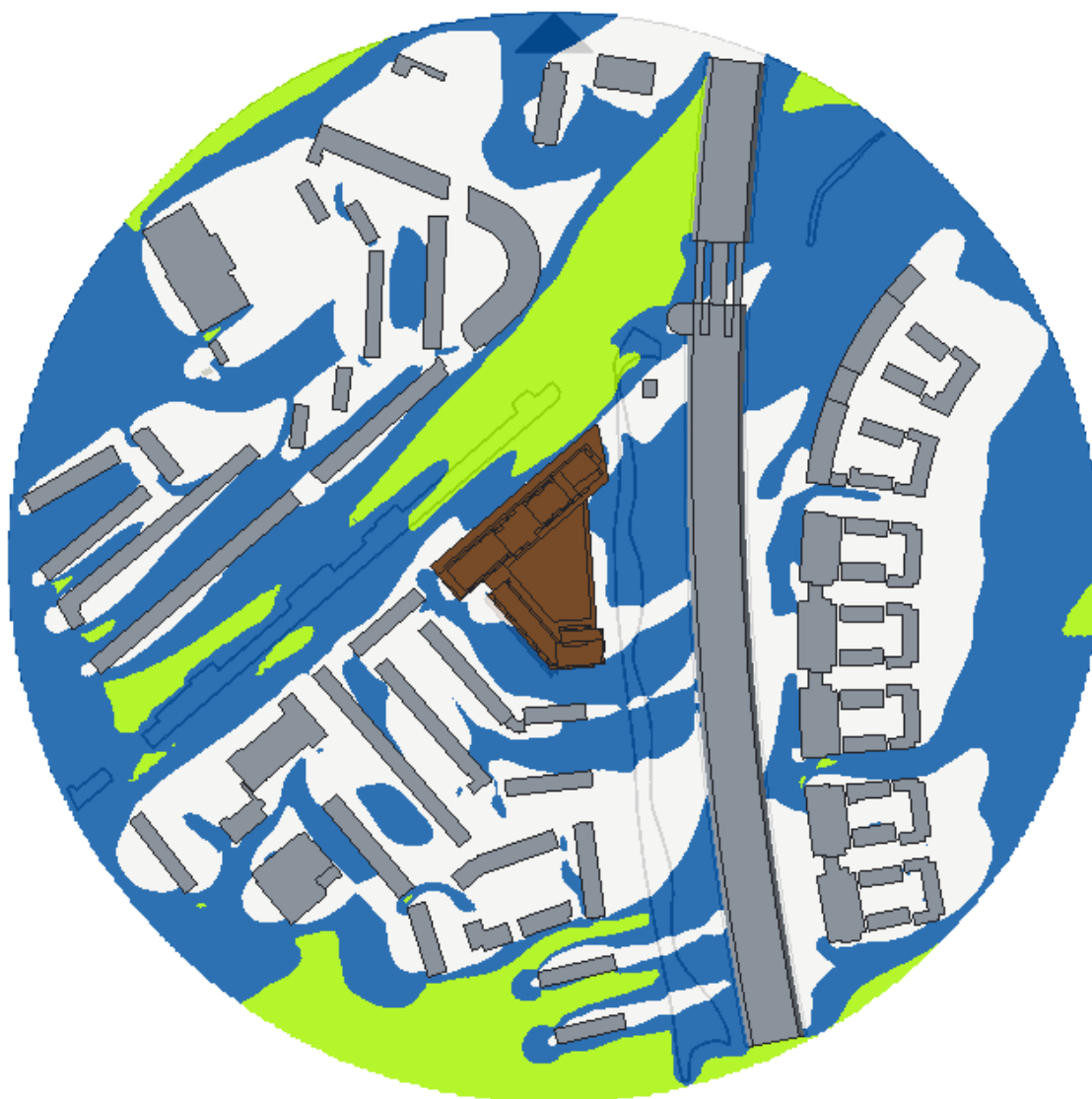
Bijlage 5 – Windrichting 150 °



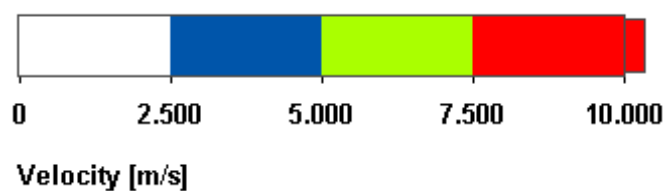
Bijlage 6 – Windrichting 180 ° (zuid)



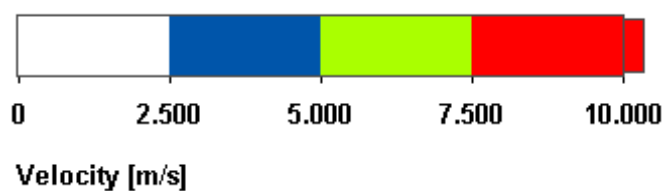
Bijlage 7 – Windrichting 210 °



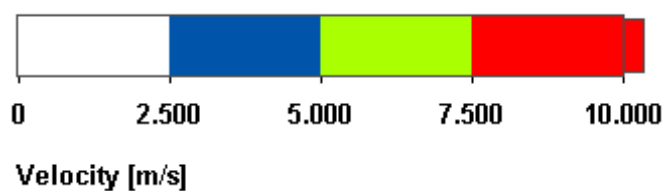
Bijlage 8 – Windrichting 240 °



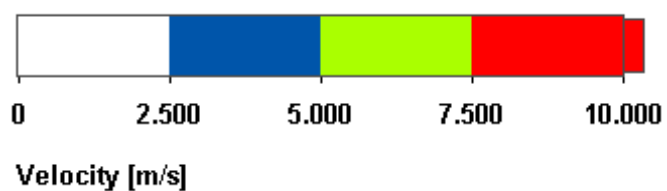
Bijlage 9 – Windrichting 270 ° (west)



Bijlage 10 – Windrichting 300 °



Bijlage 11 – Windrichting 330 °



Bijlage 12 – Windrichting 360 ° (noord)