

Projectplan te Sacharovlaan 2&2A te Alphen aan den Rijn CFD-onderzoek naar windklimaat op loopniveau

Projectgegevens

Project **projectplan Sacharovlaan 2&2A te Alphen aan den Rijn**

Onderdeel **CFD-onderzoek naar windklimaat op loopniveau**

Code **V20130**

Datum **20 november 2020**

Samengesteld door **de heer ir. D.P.J van Deijzen**

Opdrachtgever **Reales, Frank Spraakman**

Eindverantwoording **ABT bv
Delftechpark 12
Postbus 458 2600 AL Delft**

Geautoriseerd door

Paraaf

datum	versie	omschrijving
20-11-2020	1.1	Windhinder rapportage

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	7
2.	Toetsingskader en eisen	9
2.1.	Toetsingskader	9
2.2.	Criterium windhinder	9
2.3.	Criterium windgevaar	10
2.4.	Windstatistiek	11
3.	Rekenmethode en uitgangspunten	12
3.1.	Toegepast rekenraster (meshing)	13
3.2.	Windprofiel	14
3.3.	Betrouwbaarheid van de resultaten	15
4.	Resultaten	16
4.1.	Integrale beoordeling windklimaat op maaiveldniveau	17
4.2.	Windklimaat beoordeling op hoofdfunctie: "doorlopen"	18
4.3.	Beoordeling windgevaar	19
4.4.	Beoordeling balkons	20
5.	Conclusie	23
Bijlage 1	Technisch inlegvel numerieke simulatie	24
Bijlage 2	Toegepaste windstatistiek	26
Bijlage 3	Beaufort windschaal	27

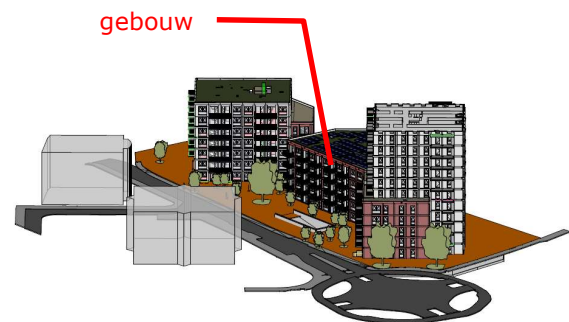
1.**Inleiding**

Dit rapport bevat een windhinderonderzoek ter zake van het projectplan te Sacharovlaan2&2A te Alphen aan den Rijn. Het projectplan is gelegen nabij het centrum, ten noordwesten van het treinstation van Alphen aan den Rijn. Een dergelijk windhinderonderzoek wordt uitgevoerd wanneer het gebouw zelf of de omliggende gebouwen een hoger is dan 30 meter. In dat geval kan er lokaal windhinder of windgevaar optreden.

Met windhinder wordt volgens de NEN 8100 het lokaal ervaren windklimaat op voetgangersniveau bedoeld waarvan de maximale windsnelheid slechts een maximaal aantal uur per jaar overschreden mag worden. Bij overschrijding wordt daar lokaal van windhinder gesproken. ABT past CFD (Computational Fluid Dynamics) toe als toetsingsmiddel om de windkarakteristiek in en rondom het gebouw in kaart te brengen. Hierin zijn de toetsingseisen en voorschriften van de NEN 8100:2006 (windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving) en bijbehorende NPR 6097 (toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland) toegepast.



Figuur 1.1 gebouwde omgeving



Figuur 1.2 resulterend CFD model (geometrie)

Het CFD-model bevat de omliggende gebouwen binnen een straal van 450 meter. In figuur 1.1 & 1.2 is de omgeving en ruimtelijke weergave van het gebouw weergegeven. Bomen of lokale kleine objecten zijn niet meegenomen in deze studie. Op locaties waar aanzienlijke groenvoorziening is gesitueerd is dit meegenomen in het lokale ruwheidsprofiel. Voor zowel de windhinder als de windgevaar studie zijn twaalf windrichtingen gesimuleerd.

Het gebouw zelf is op maaiveldniveau omringt aan vier zijden met voetgangerszones. Deze zones worden op "Doorloop kwaliteit" beoordeeld (NEN 8100:2006 kwaliteitsnormering). Bij een dergelijk onderzoek dient voor de hoofdfunctie van het gebruik de beoordeling plaats te vinden.

De resultaten van het uitgevoerde CFD onderzoek en de lokaal geldende windstatistiek (NPR 6097) worden gebruikt om een jaarlijkse windhinderoverschrijding te berekenen (lokaal). De NEN 8100 vertaalt deze windhinderoverschrijding naar een vastgestelde kwaliteitsnormering. De verkregen windhinder resultaten rondom het gebouw zullen worden getoond en toegelicht.

Ter plaatse van de balkons wordt met behulp van het cfd onderzoek een beschouwing uitgevoerd. De NEN8100 methodiek is niet bedoeld voor private buitenruimten echter geeft het een indicatie van de te verwachten condities met betrekking tot het te ervaren windklimaat ter plaatse van de balkons.

2. Toetsingskader en eisen

2.1. *Toetsingskader*

De beoordeling van het windklimaat vindt plaats op basis van de NEN 8100 geldend voor voetgangers. Deze norm maakt onderscheid tussen hinder en gevaar voor personen als gevolg van wind. Daarnaast wordt onderscheid gemaakt tussen een aantal activiteiten-niveaus.

2.2. *Criterium windhinder*

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

1. Bij de beoordeling van windhinder wordt er voor de wind een drempelsnelheid gehanteerd van 5 m/s.

Het blijkt dat bij windsnelheden boven de 5 m/s mechanische effecten een rol gaan spelen bij de ervaring van het windklimaat. Voorbeelden hiervan zijn het verwaaien van haar en kleding, het omslaan van paraplu's of het dichtwaaien van ramen en deuren.

2. Een overschrijdingskans van de drempelsnelheid.

Hoe vaker de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, hoe slechter men het windklimaat ervaart. Aan de overschrijdingskans van de drempelsnelheid zijn in de NEN 8100 vijf kwaliteitsklassen gekoppeld, aangeduid met klasse A tot en met klasse E. Klasse A staat voor de hoogste kwaliteitsklasse en klasse E voor het laagste kwaliteitsniveau.

3. De windhindergevoeligheid van de activiteit die men onderneemt.

Bij de beoordeling van het windklimaat ten aanzien van windhinder wordt er rekening mee gehouden dat de gevoeligheid van personen voor windhinder afhankelijk is van de activiteit die men onderneemt. Bij een laag activiteitsniveau, zoals stilstaan of zitten, wordt wind bij een lagere snelheid als hinderlijker ervaren dan bij een hoog activiteitsniveau. De nog als acceptabel geachte overschrijdingskans van de drempelsnelheid is daarom afhankelijk van de activiteit die men onderneemt. Bij de beoordeling van windhinder worden er drie 'activiteiten' onderscheiden:

1. Doorlopen: Deze activiteit is het minst gevoelig voor windhinder, zoals lopen over een parkeerterrein of trottoir.
2. Slenteren: Deze activiteit kan in sommige situaties wel gevoelig zijn voor windhinder, bijvoorbeeld in een winkelstraat.
3. Langdurig zitten: Dit is de meest gevoelige activiteit voor windhinder, zoals het zitten op een terras of op een balkon.

Afhankelijk van het soort activiteit kan het lokale windklimaat op loop- of verblijfsniveau, bij de gegeven kwaliteitsklasse, worden beoordeeld als goed, matig of slecht. De criteria voor windhinder zijn samengevat in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Criteria voor windhinder.

Overschrijdingskans drempelsnelheid (5 m/s) als percentage van aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteit en beoordeling van het windklimaat		
		1. Doorlopen	2. Slenteren	3. 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

Het gebouw grenst direct aan de openbare weg en voetpaden die hoofdzakelijk als doorvoer paden wordt gebruikt. Activiteiten als 'langdurig zitten' en 'slenteren' is in dit onderzoek niet primair van toepassing. Volgens de NEN 8100 moet het windklimaat op de hoofdfunctie van de paden worden beoordeeld. Het windklimaat voor het gebouw wordt daarom hoofdzakelijk beoordeeld op basis van de activiteit "doorlopen".

2.3.

Criterium windgevaar

Het criterium uit de NEN 8100 voor de beoordeling van windgevaar is op een vergelijkbare wijze opgebouwd als het criterium voor windhinder. Voor windgevaar wordt als drempelsnelheid een uurgemiddelde windsnelheid van 15 m/s aangehouden.

Bij windgevaar is de windsnelheid zodanig hoog dat ernstige problemen worden ervaren tijdens het lopen, vooral op het moment dat er een windvlaag optreedt. Tijdens een windvlaag neemt de windsnelheid in korte tijd toe tot ruim 1,5 maal de uurgemiddelde windsnelheid. Voor het beoordelen van windgevaar wordt de in tabel 3.2 weergegeven indeling aangehouden.

Tabel 3.2 Criteria voor windgevaar.

Overschrijdingskans drempelsnelheid (15 m/s) als percentage van aantal uren per jaar	Beoordeling
< 0,05%	Geen gevaar
0,05 - 0,3%	Beperkt risico
> 0,3%	Gevaarlijk

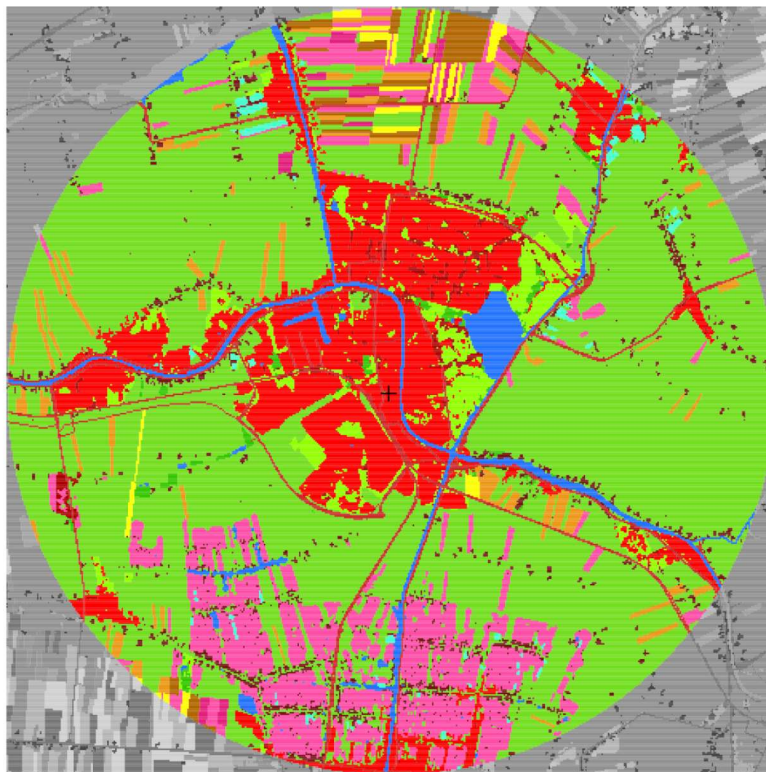
Een beperkt risico is slechts acceptabel bij niet-windhindergevoelig gebruik, dat wil zeggen alleen activiteiten die vallen binnen de klasse 'doorlopen'. Voor activiteiten buiten deze klasse is een beperkt risico op gevaar niet acceptabel.

De NEN 8100 stelt "*Situaties met een overschrijdingskans van groter dan 0,30 % van de tijd zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.*"

2.4.

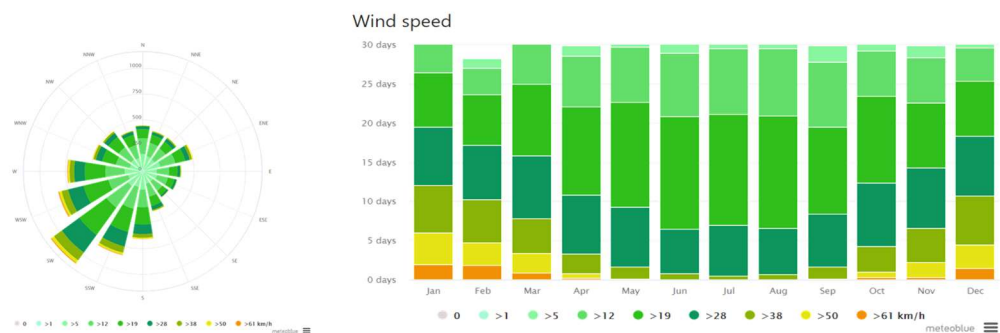
Windstatistiek

Voor het bepalen van de lokale windstatistiek is er gebruik gemaakt van NPR 6097. Figuur 3.1 geeft een overzicht van de terreinruwheid in de omgeving van de projectlocatie volgens de NPR 6097. Deze ruwheid bepaalt het te gebruiken windprofiel voor de CFD simulatie. Het gebouw ligt in de gemeente Alphen aan den Rijn en heeft de volgende Rijksdriehoekcoördinaten (deze zijn gelijk aan de zogenaamde Amersfoortse coördinaten): $X = 105222$; $Y = 460180$. De terreinruwheid is hoofdzakelijk geclassificeerd als "stedelijk bebouwd gebied" (een ruwheidslengte van $z_0 = 1.6$ meter) met omringend een agrarisch gebied ($z_0 = 0,03$). Per windrichting wordt hier in het windprofiel rekening mee gehouden.



Figuur 3.1: terreinruwheid in de omgeving.

Figuur 3.2 toont in grafiekvorm de lokale windstatistiek per windrichting. Bijlage 2 toont de verkregen windstatistiek en de vertaling naar de twaalf windrichtingen.

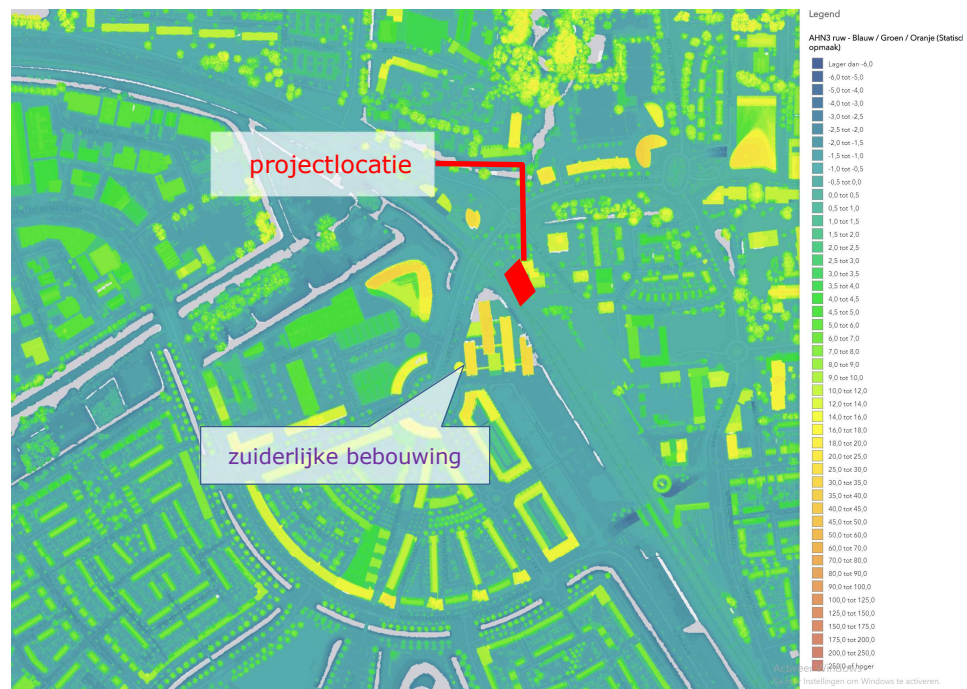


Figuur 3.2: windstatistiek op projectlocatie Wijnhaven

3. Rekenmethode en uitgangspunten

Het windstromingsveld voor het te realiseren gebouw is bepaald middels toepassing van Computational Fluid Design (CFD). De toegepaste software is STAR CCM+.

De belangrijkste aspecten van het rekenmodel en de opgelegde randvoorwaarden worden in dit hoofdstuk per deelaspect toegelicht. Verder wordt aangegeven hoe de verschillende modelaspecten effect kunnen hebben op de betrouwbaarheid van de resultaten. In bijlage 1 is een technisch rekenvel bijgevoegd als vereist volgens NEN8100 waarin de uitgangspunten, gebruikte modellen en resultaten is samengebracht.

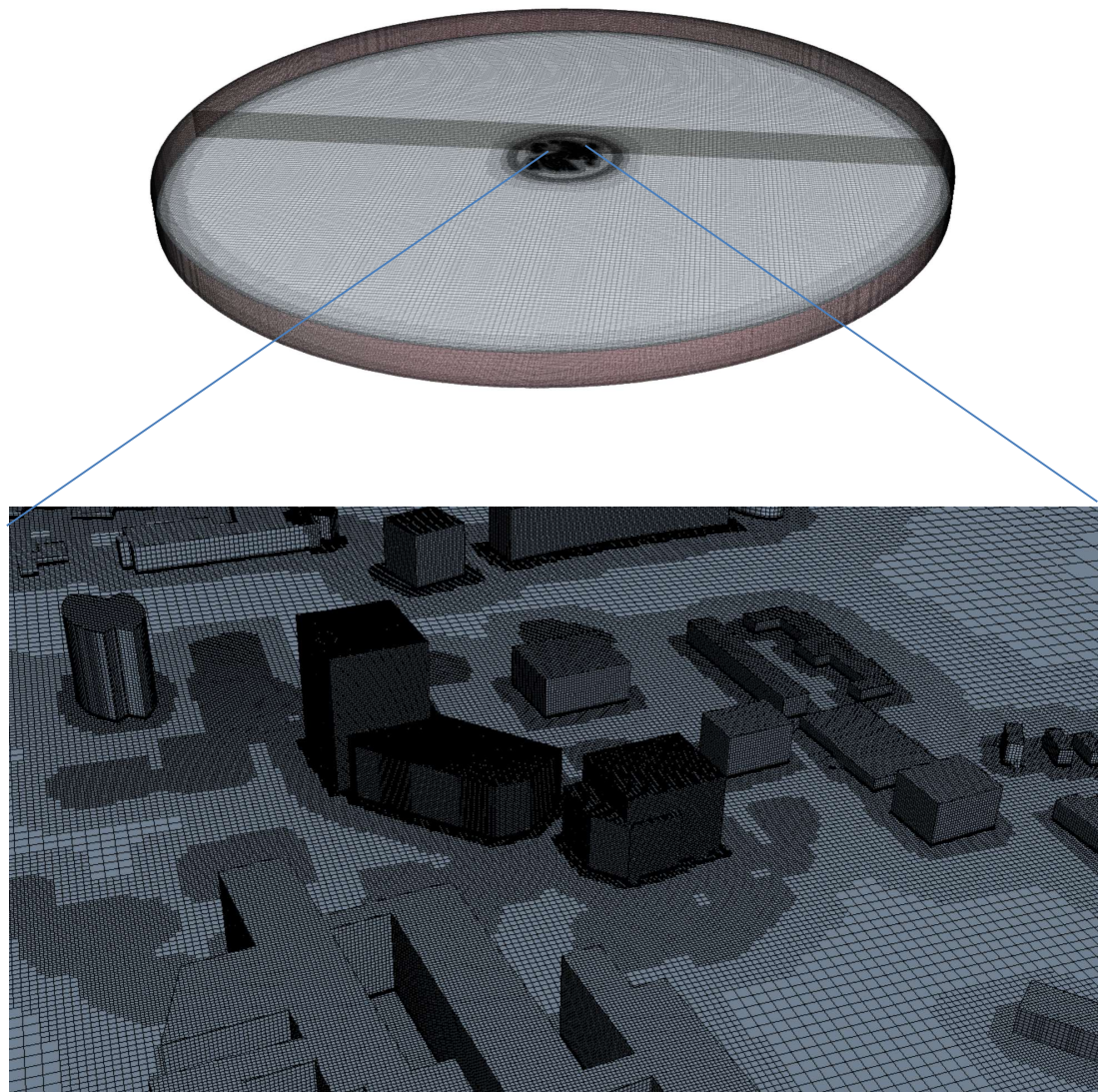


Figuur 3.3: actuele hoogtebestand ter inspectie bebouwing

3.1.

Toegepast rekenraster (meshing)

Het rekenraster is opgebouwd volgens COST Action 732 guidelines (Best practise Guideline For The CFD Simulation of Flow In The Urban Environment) waarin de aanstromende (upwind) en afstromende (wake) wind zich volledig kan ontwikkelen. Ter plaatse van het gebouw en na bijliggende gebouwen (binnen straal van 450 meter) ondergaat het rekenraster een verfijning, met de grootste detaillering (afstand lokale rekencellen = 1 meter) ter plaatse van het gebouw. Tevens is de meshing in de z-as anisotroop met hoge dichtheid rekencellen geplaatst op maaiveld niveau. Tevens zijn er prism-layers toegepast op de grond. In totaal bevat het model 7.8 miljoen rekencellen. In figuur 4.1 is de opbouw van het rekenraster weergegeven. Per windoriëntatie wordt het rekenraster gedraaid. Er is een aanzienlijk domein (radius 8km) gemodelleerd zodat de wind zich goed kan ontwikkelen voordat het de locatie van interesse beïnvloedt.



Figuur 4.1 Rekenraster met de toegepaste mesh. BOVEN: volledig domein ONDER: ingezoomd op gebouw

3.2.

Windprofiel

Het rekenmodel is doorgerekend voor 12 windrichtingen (toename van 30 graden per stap). Het opgelegde windstromingsprofiel is logaritmisch (Richard Hoxey) en wordt beschreven door middel van de onderstaande vergelijking:

$$U(z) = \frac{U_{ABL}^*}{k} * \ln\left(\frac{z + z_0}{z_0}\right), \text{ hierin is:}$$

$U(z)$	Windsnelheid op hoogte z	[m/s]
U_{ABL}^*	atmosferische grenslaag (frictie) snelheid	[m/s]
z	hoogte	[m]
z_0	ruwheidslengte	[m]
k	von Karman constant	[-]

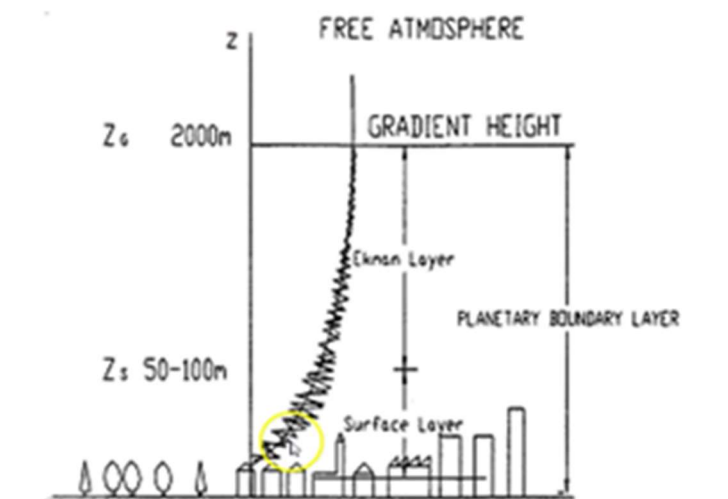
Turbulente kinetische energie:

$k = (I_U * U)^2$ met I_U = turbulentie intensiteit

De mate van turbulente dissipatie is hoogte afhankelijk en vastgesteld d.m.v.:

$$\varepsilon = \frac{U_{ABL}^{*3}}{k(z + z_0)}$$

In figuur 4.2 staat een illustratie van een windprofiel. Het windprofiel is zodanig opgebouwd dat de windsnelheid groter wordt naarmate de hoogte toeneemt en kleiner wordt wanneer de hoogte afneemt.



Figuur 4.2: windprofiel afhankelijk van de hoogte

3.3.

Betrouwbaarheid van de resultaten

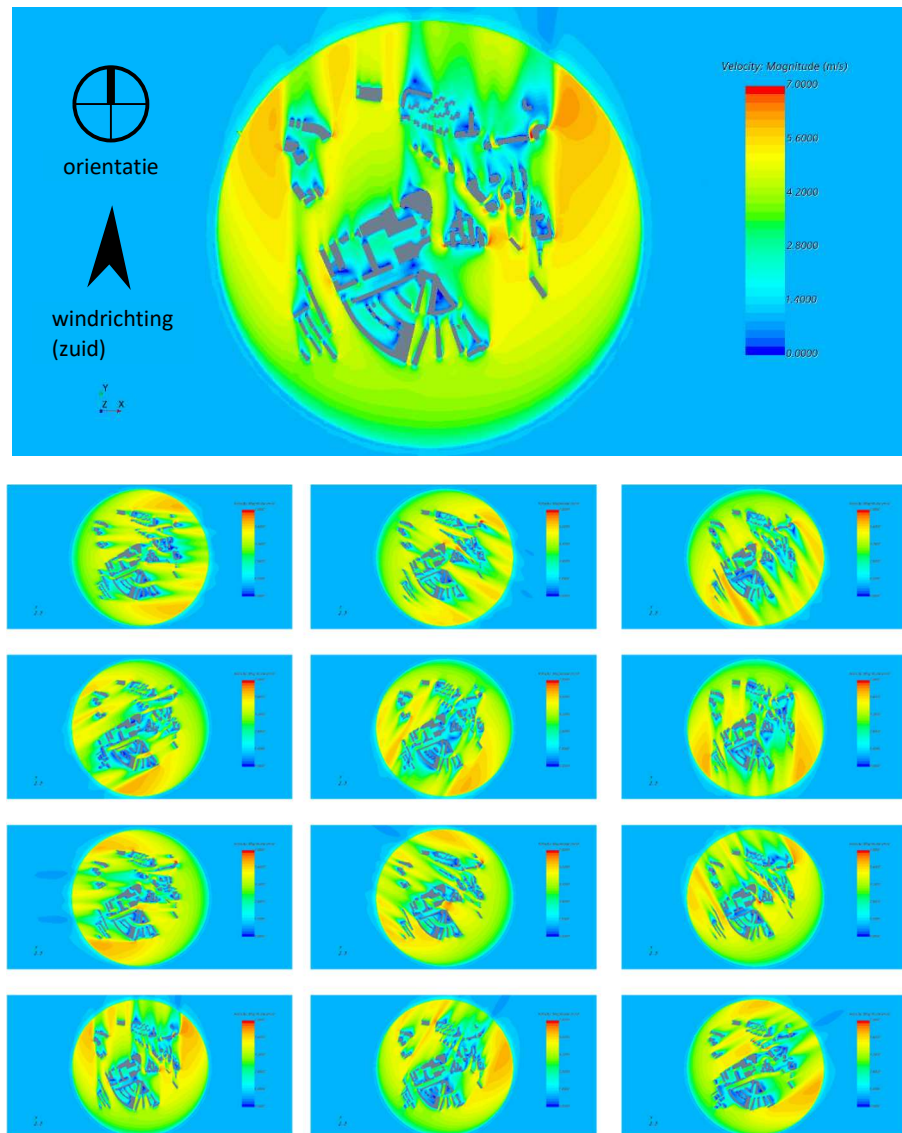
Alle voorgaande beschreven aspecten hebben invloed op de betrouwbaarheid van de rekenresultaten. Door het invoeren van vereenvoudigingen van de omgeving en de gebouwen kan het berekende windstromingspatroon verschillen van de werkelijkheid. Verder zal de werkelijk optredende windstroming verschillen van de beschrijving door relatief eenvoudige wetmatigheden gebaseerd op windhinderstatistieken. Dit kan lokaal leiden tot een onder- of overschatting van de windsnelheid op loophoogte (1,75 meter boven maaiveld). Dit geldt voor zowel CFD-onderzoeken als voor wind-tunnelonderzoeken.

4.

Resultaten

Het te verwachten windklimaat wordt bepaald door 12 windrichtingen te simuleren. Voor elke windrichting wordt de lokale statistiek (te verwachten windoverschrijding) toegepast en vergeleken. Vervolgens worden de resultaten opgeteld waarin per positie op maaiveldniveau de overschrijdingen van alle windrichtingen opgeteld worden. Zo wordt per locatie het te verwachten percentage overschrijding jaarlijks vastgesteld. Bij een overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse overschrijding wordt de locatie als "matig" tot "slecht" beoordeeld. De toelaatbare overschrijding hangt af van de functie van het gebied (zitten, doorlopen, slenteren) en het gewenste comfortniveau.

Figuur 5.1 toont het resulterende windprofiel op maaiveldniveau waarin de kleurmarkeringen de lokaal optredende windsnelheden weergeeft voor elk van de twaalf windrichtingen. Vervolgens wordt de gegevensverwerking uitgevoerd om het jaarlijks te verwachten windklimaat vast te stellen.

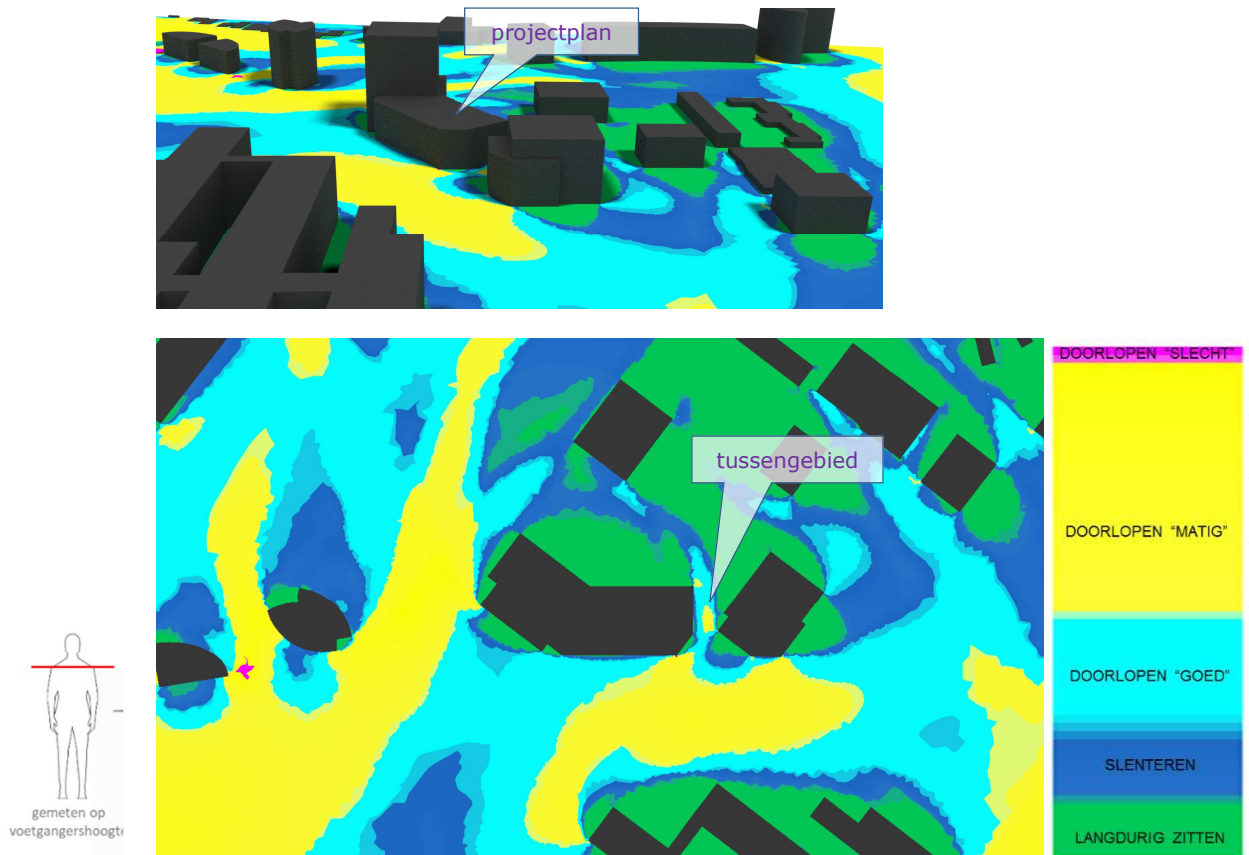


Figuur 5.1: optredende lokale uurgemiddelde windsnelheden voor alle twaalf windrichtingen

4.1.

Integrale beoordeling windklimaat op maaiveldniveau

Figuur 5.2 toont de integrale beoordeling van windhinder op voetgangershoogte. Dit laat in één afbeelding alle activiteiten zien door kleurmarkeringen. Dit geeft een beeld van de te verwachten kwaliteit van de lokale windcondities.



Figuur 5.2: integrale comfortsplot (kleurmarkering geeft geschikt activiteitsniveau aan)

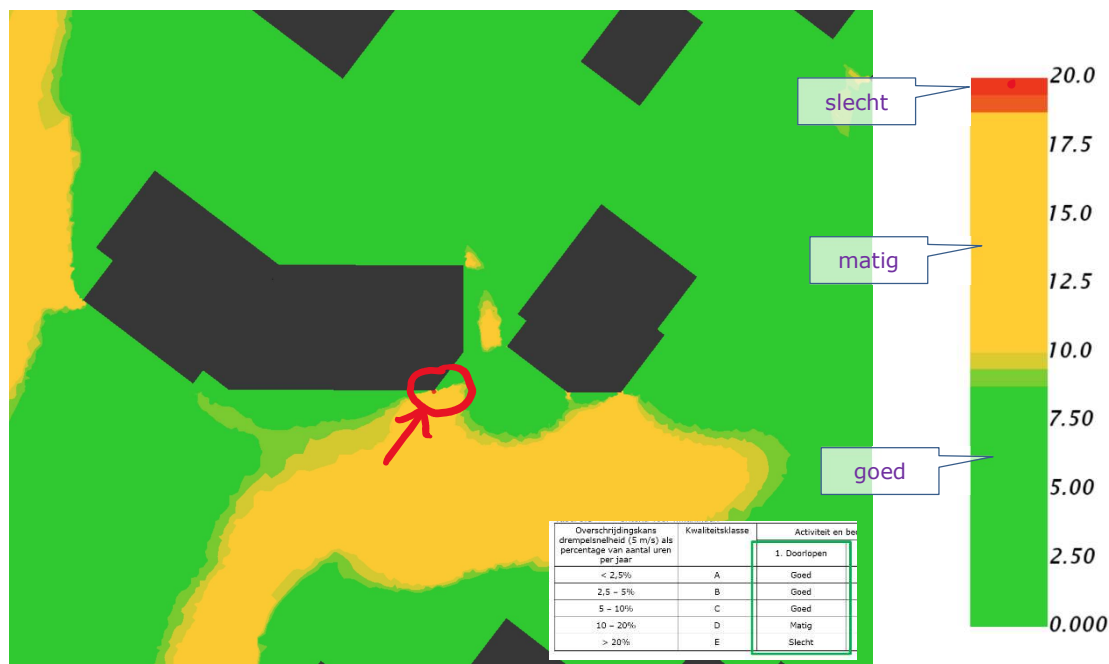
Uit de figuren is af te lezen dat rond het gebouw de gebieden veelal in de blauw/groene zones zit wat overeenkomt met goede condities voor doorlopen tot langdurig zitten.

Op de hoekpunten die zuidelijk zijn georiënteerd is er lokaal een matig doorloopklimaat te verwachten evenals in het tussengebied tussen de gebouwen.

4.2.

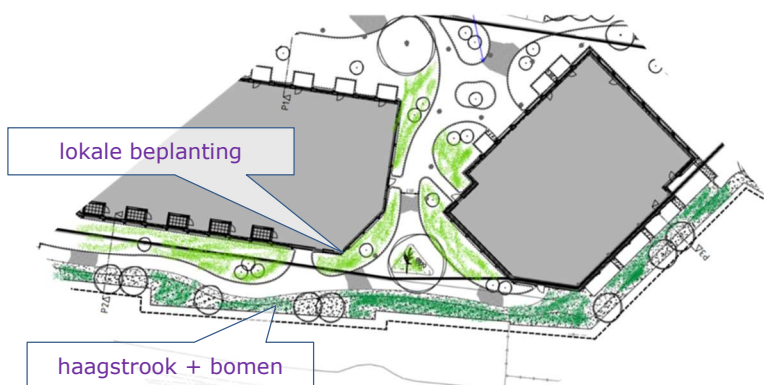
Windklimaat beoordeling op hoofdfunctie: "doorlopen"

Bij de specifieke beoordeling op "doorlopen" (figuur 5.3) is op het windklimaat als "goed" te beoordelen met uitzondering van de zuid georiënteerde hoekpunten, daar is een "matig" doorloop klimaat te verwachten.



Figuur 5.3: kwaliteitsnormering "Doorlopen"

De rood gemarkeerde locatie heeft op het hoekpunt een beoordeling als "slecht". Dit is echter geen gebruiksgebied. Er is hier substantieel lokaal groenvoorziening voorzien (figuur 5.4). De groenvoorziening is niet in het CFD onderzoek meegenomen. Het gebied waar een "slecht" klimaatcomfort verwacht wordt, is de in het plan voorziene groenvoorziening ter plaatse afdoende om het windklimaat op dit punt te verbeteren naar een hogere kwaliteitsklasse. Nogmaals opmerkend dat deze zone buiten het beoordelingsgebied valt. Bij de windgevaar analyse (hst 4.3) treed ook hier geen windgevaar op.



Figuur 5.4: locatie groenvoorziening ter verbetering van het lokale windklimaat

4.3.

Beoordeling windgevaar

De gevolgde methodologie voor windgevaar is hetzelfde als voor windhinder met als aanpassing de te hanteren drempelsnelheid van 15 m/s op 60 meter hoogte. Tevens zijn de beoordelingscriteria als gemeld in 2.3 anders. Bij een overschrijding van de drempelsnelheid van meer dan 0,05 % is er een beperkt risico en bij 0,3% overschrijding is er sprake van windgevaar. Rondom het gebouw is er geen sprake van een gevaarlijk windklimaat. Figuur 5.5 toont de plot waarin het resultaat voor windgevaar is geploteerd (groen= geen windgevaar).

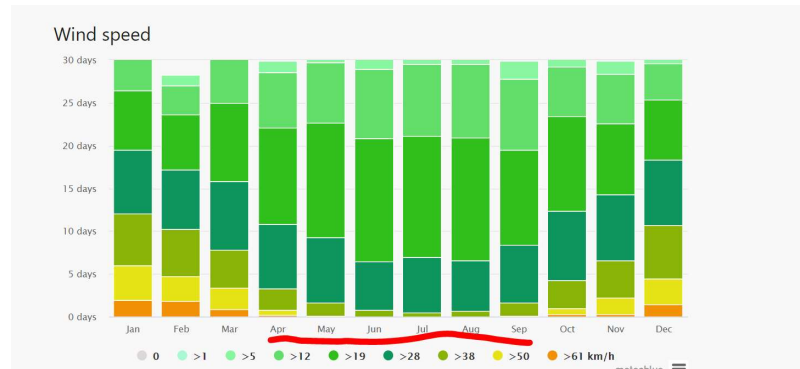


Figuur 5.5: kleurcontour markatie ter duiding van potentieel windgevaar

4.4.

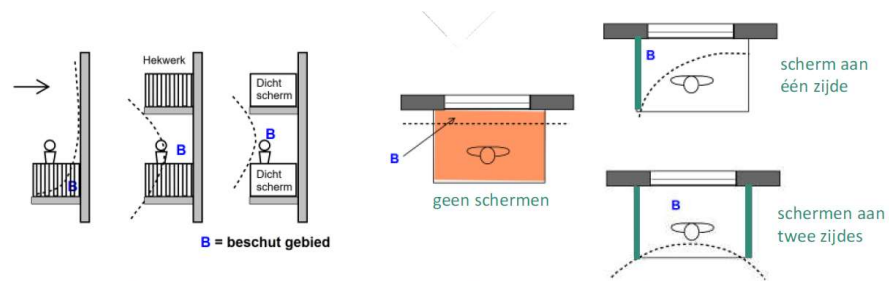
Beoordeling balkons

De voorziene balkons zijn beschouwd om te duiden of er locaties zijn waar extra aandacht naar uit dient te gaan m.b.t wind. Hoewel de NEN 8100 expliciet niet bedoeld is voor private buitenruimten geeft dit wel een indicatie voor het te verwachten lokale wind klimaat.



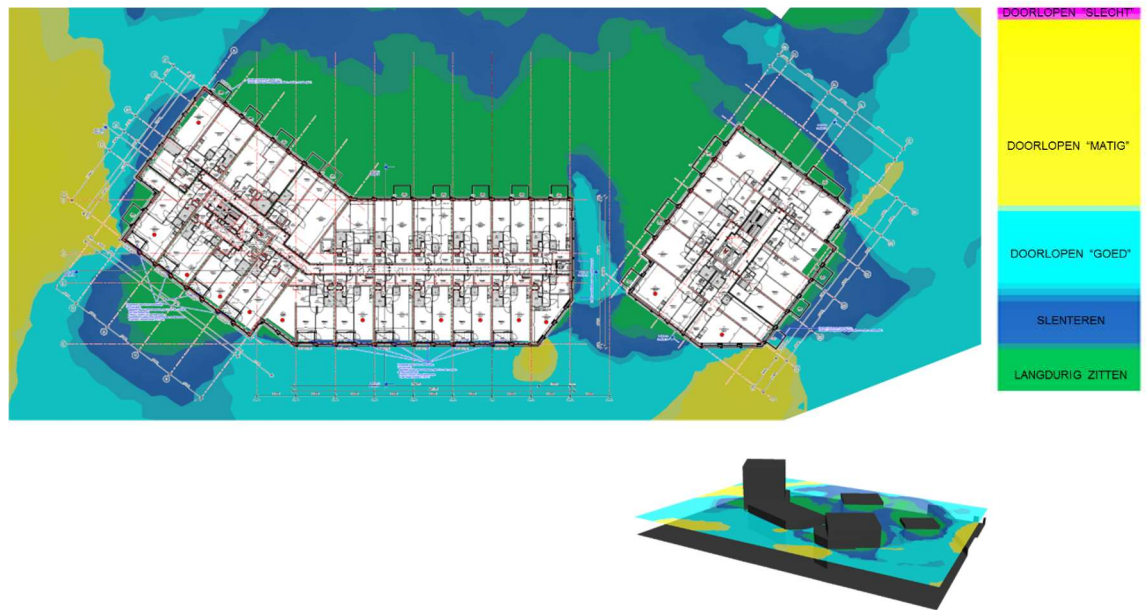
Figuur 5.6: kwaliteitsnormering "Doorlopen"

Balkons worden voornamelijk gebruikt in het voorjaar en de zomer (rode markering figuur 5.6) waar de windcondities gunstiger zijn. Tevens is een briesje in de zomer gewenst zeker op zon georiënteerde locaties. De balkons zelf zijn niet gemodelleerd in het CFD onderzoek. In een eerder uitgevoerde windhindernotitie is het effect van de balkons al beschreven en voor de volledigheid bijgevoegd (figuur 5.7).

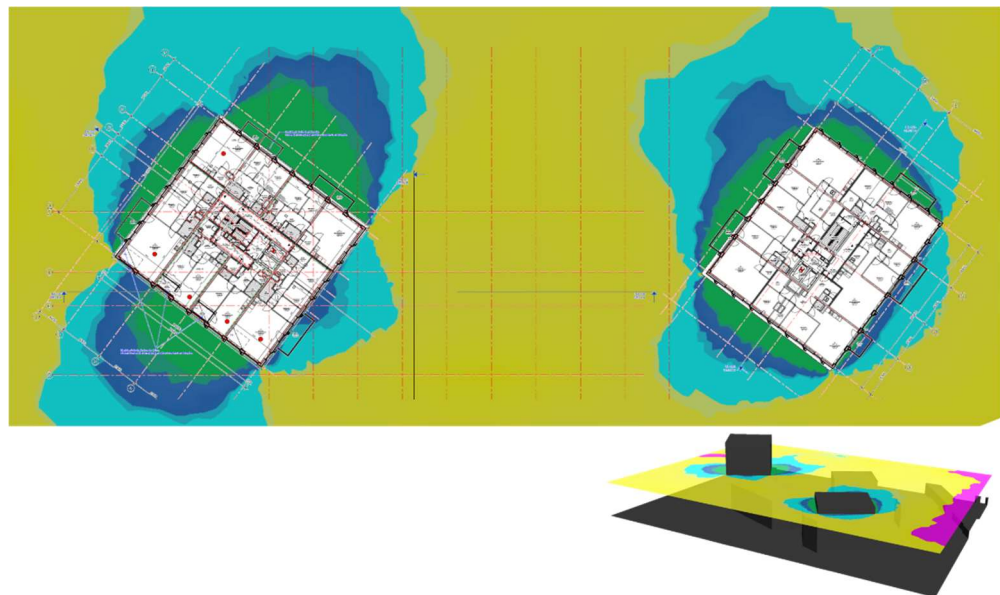


Figuur 5.7: effect balkon typologie

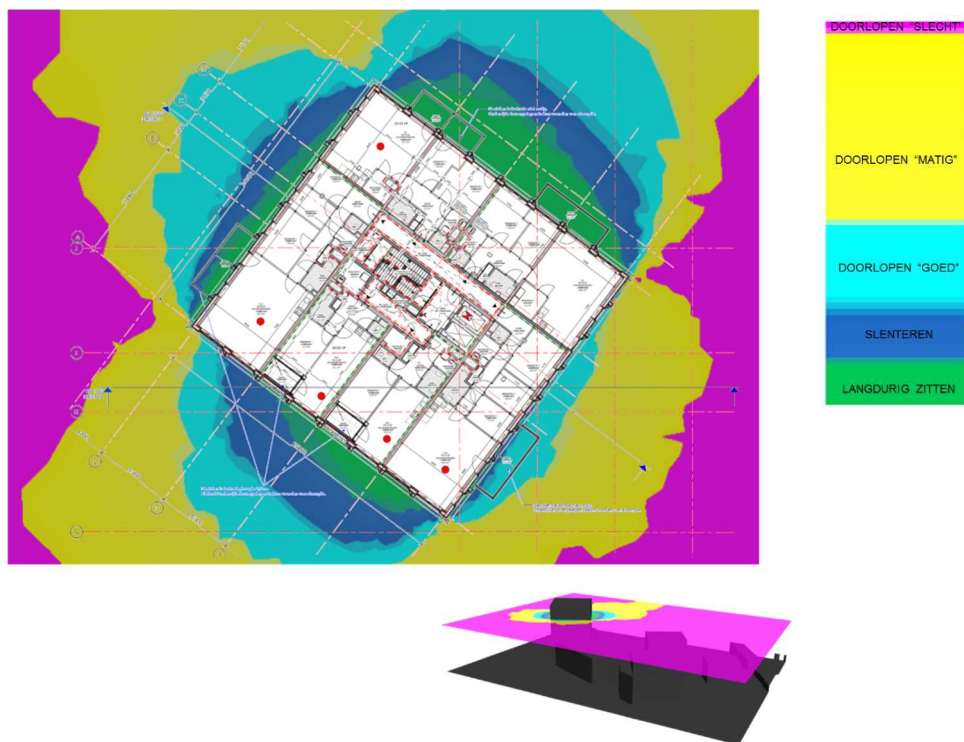
Voor de beschouwing van de balkons is de integrale kleurmarkering aangehouden. Dit geeft een indicatie om te kunnen beoordelen of er ter plaatse van de balkons problemen te verwachten zijn.
Het windklimaat in de groene zones kan als goed worden beschouwd.. De geel tot paarse zones dienen als indicatie voor overmatige windcondities. (nota: dit valt buiten de NEN 8100 en dient enkel als indicatiemiddel gebruikt te worden).



Figuur 5.7: derde verdieping



Figuur 5.7: zesde verdieping



Figuur 5.7: negende verdieping

Bij de beschouwing is op te merken dat er geen uitzonderlijke windcondities ter plaatse van de balkons te verwachten zijn. Enkel op de zuidelijk georiënteerde hoekpunten zijn verhoogde windcondities.

5.**Conclusie**

Dit windhinderonderzoek omtrent het projectplan te Sacharovlaan 2&2A te Alphen aan den Rijn is uitgevoerd om potentiële windhinder en windgevaar condities te duiden. Met behulp van Computational Fluid Dynamics is dit windklimaat-onderzoek uitgevoerd volgens de bepalingmethoden en beoordeling beschreven in de NEN 8100 normering en methodiek. Het windklimaat rond het gebouw op maaiveldniveau is beoordeeld op basis van het hoofdgebruik activiteitsniveau 'doorlopen'.

Tevens zijn de te verwachten windklimaat condities ter plaatse van de balkons onderzocht. Deze zijn indicatief beoordeeld daar dit buiten de NEN 8100 valt. Er zijn geen eisen of toetsingsnormen voor private buitenruimten als balkons.

Uit het onderzoek naar het te verwachten windklimaat op maaiveld rondom het gebouw is te concluderen dat:

- Rond het gebouw op de beoordelingsactiviteit "doorlopen" een "goed" windklimaat heerst waarin een groot deel tevens geschikt is voor activiteitsniveau "slenteren" en "langdurig zitten".
- Op de hoekpunten die zuidelijk zijn georiënteerd is er lokaal een "matig" doorloopklimaat te verwachten evenals het tussengebied tussen de gebouwen. Dit is acceptabel daar er actief groenvoorziening op die plaatsen is voorzien om de condities verder te verbeteren.
- Er treedt "geen" windgevaar bij en nabij het gebouw of de omliggende omgeving op.
- De balkons zijn indicatief beschouwd waarin op verschillende hoogten (3^e, 6^e en 9^e verdieping) het windklimaat is geduid aan de hand van de CFD resultaten op die respectievelijke hoogten. De resulterende windcondities signaleren dat er geen kritische gebieden te duiden zijn waar additionele aandacht voor nodig is.

Bijlage 1 Technisch inlegvel numerieke simulatie

Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Gebouwen binnen een gebied van radius = 450 m
Kerngebied	Sacharovlaan nabij het centrum, ten noordwesten van het treinstation van Alphen aan de Rijn.
Omgeving	Stedelijk bebouwd in alle richtingen, omringend agrarisch gebied
Afmetingen model	Radius van 4.5 km x hoogte van 650 meter
Gemodelleerd groen, bruggen, wegen	Lokale bomen of kleine objecten zijn niet mee genomen, aanzienlijke groenvoorziening is mee genomen in ruwheidlengte
Onderzochte windrichtingen	12 windrichtingen in stappen van 30 booggraden rondom de windroos
Onderzochte configuraties	geplande situatie
Computerinstelling	Specifieke gegevens gebruikte programmatuur
Programmatuur	Star CCM+ versie 15.02
Algemeen	Driedimensionaal, tijdonafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	mesh dicht bij rechtbank 1meter (in X & Y richting) mesh semi-dichtbij 5-10 meter (in X & Y richting) mesh ver weg 20-40 meter (in X & Y richting) mesh z- as eerste 5 meter 0.2 tot 0.5 meter (groeierende prism layers) mesh z-as 5- 30 meter 1 tot 5 meter mesh z-as 30- 550 5 tot 10 meter Totaal aantal rekencellen: 7.8 miljoen
Turbulentiemodellering	k-epsilon turbulentiemodel
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: MINMOD, turbulente grootheden: UPWIND, scalaire grootheden: UPWIND
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmisch snelheidsprofiel, windprofiel voor stedelijke bebouwing ($z_0 = 1,6$ m) en omringend agrarisch(0.03) ruwheidsprofiel volgens Richards and Hoxey
Uitlaat	Constance druk
Boven- en zijwanden	Gesloten en wrijvingsloos
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat
Amersfoortse coördinaten	X = 105222, Y = 460180
Drempelsnelheid windhinder	Het lokaal ervaren windklimaat op maaiveld niveau is beoordeeld op "Doorlopen" Balkons zijn kwalitatief beoordeeld (valt buiten NEN 8100).
Drempelsnelheid windgevaar	Het Windgevaar is beoordeeld als "Geen gevaar" voor alle betrokken locaties
Beoordeling	Het windklimaat is beoordeeld als "goed" rondom het gebouw. Ter plaatse van de hoekpunten aan de zuidkant is er lokaal een

	"matig"klimaat te verwachten welke acceptabel is. Tevens is er actief groenvoorziening op die plaatsen voorzien om de condities verder te verbeteren. Er treedt geen windgevaar op in de naburigheid van het gebouw.
Gepresenteerde resultaten	Hinder: tekstueel + grafische weergave van behaalde kwaliteitsbeoordeling Gevaar: tekstueel + grafische weergave van behaalde kwaliteitsbeoordeling

Bijlage 2

Toegepaste windstatistiek

	FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID								CUMULATIEF RELATIEF						
	X105222 Y460180								Jaar 1963-2002						
	Windrichting (*10 graden)														
	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.		
Windsnelheid (m/s)	Cumulatief in percentages														
0,0 - 0,9	0.18	0.18	0.11	0.12	0.14	0.15	0.16	0.16	0.17	0.20	0.16	0.17	1.89		
1,0 - 1,9	0.79	0.80	0.53	0.53	0.53	0.61	0.68	0.73	0.73	0.85	0.73	0.73	8.23		
2,0 - 2,9	1.64	1.67	1.20	1.12	1.14	1.33	1.60	1.67	1.58	1.78	1.53	1.50	17.76		
3,0 - 3,9	2.64	2.78	2.06	1.90	1.91	2.21	2.73	2.91	2.79	2.93	2.43	2.38	29.67		
4,0 - 4,9	3.53	3.80	3.00	2.75	2.64	3.13	3.98	4.40	4.17	4.18	3.35	3.33	42.28		
5,0 - 5,9	4.30	4.72	3.99	3.69	3.34	3.98	5.20	6.08	5.78	5.40	4.21	4.11	54.80		
6,0 - 6,9	4.86	5.48	4.83	4.51	3.94	4.65	6.33	7.63	7.43	6.47	4.90	4.75	65.79		
7,0 - 7,9	5.22	5.94	5.46	5.14	4.37	5.11	7.29	9.13	9.00	7.44	5.49	5.21	74.81		
8,0 - 8,9	5.41	6.26	5.93	5.60	4.69	5.45	8.08	10.49	10.43	8.17	5.91	5.54	81.96		
9,0 - 9,9	5.51	6.44	6.30	5.97	4.91	5.69	8.72	11.62	11.71	8.71	6.21	5.75	87.55		
10,0 - 10,9	5.57	6.54	6.56	6.23	5.01	5.83	9.16	12.57	12.76	9.13	6.42	5.89	91.66		
11,0 - 11,9	5.59	6.58	6.71	6.38	5.06	5.92	9.49	13.30	13.57	9.44	6.54	5.95	94.53		
12,0 - 12,9	5.61	6.60	6.82	6.48	5.08	5.96	9.71	13.83	14.19	9.64	6.63	5.99	96.55		
13,0 - 13,9	5.62	6.61	6.88	6.54	5.09	5.98	9.86	14.21	14.69	9.80	6.66	6.02	97.96		
14,0 - 14,9	5.62	6.61	6.92	6.57	5.10	5.99	9.95	14.45	15.00	9.90	6.67	6.03	98.80		
15,0 - 15,9	-	6.61	6.93	6.58	5.10	5.99	10.01	14.60	15.21	9.95	6.69	6.03	99.32		
16,0 - 16,9	-	-	6.93	6.59	5.10	6.00	10.03	14.69	15.34	9.99	6.69	6.04	99.63		
17,0 - 17,9	-	-	6.93	6.59	5.10	-	10.05	14.73	15.42	10.01	6.69	6.04	99.79		
18,0 - 18,9	-	-	6.93	6.59	-	-	10.05	14.76	15.46	10.02	6.69	6.04	99.88		
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	10.06	14.78	15.49	10.03	6.69	-	99.94		
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	10.06	14.79	15.50	10.03	6.70	-	99.97		
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	10.06	14.79	15.51	10.03	6.70	-	99.99		
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	14.79	15.52	10.03	6.70	-	99.99		
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	14.79	15.52	10.03	6.70	-	99.99		
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	14.79	15.52	10.03	-	-	100.00		
25,0 - 25,9	-	-	-	-	-	-	-	14.79	15.52	-	-	-	100.00		
26,0 - 26,9	-	-	-	-	-	-	-	14.79	15.52	-	-	-	100.00		
27,0 - 27,9	-	-	-	-	-	-	-	-	15.52	-	-	-	100.00		
28,0 - 28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	15.52	-	-	-	100.00		
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Bijlage 3

Beaufort windschaal

Beaufort windschaal relateert empirisch bepaalde wind snelheden aan door de mens fysisch waarneembare aspecten. Er is een kolom bijgevoegd waarin indicatief de kwaliteitservaring is toegevoegd volgens de NEN8100:2006.

Beaufort schaal	wind snelheid [op 1.75 m hoogte]	beschrijving	effect	ervaren kwaliteit gerelateerd aan NEN8100 [indicatief]
0	0-0.1 m/s	kalm	geen wind	als niet storend ervaren
1	0.2-1.0 m/s	zwake wind	geen waarneembare wind	
2	1.1-2.3 m/s	matige wind	wind merkbaar op gezicht	
3	2.4-3.8 m/s	lichte bries	haar wapperd, kledde wapperd, lastig een krant te lezen	
4	3.9-5.5 m/s	bries	los papier verwaaid en stof, haar verwaaid een beetje	potentie tot windhinder
5	5.6-7.5 m/s	frisse bries	wind is merkbaar op lichaam, kan uit balans raken wanneer in een windere zone	windhinder wordt ervaren
6	7.6-9.7 m/s	sterke bries	lastig een paraplu te bedienen, lastig rechtop te lopen, oren hoort onprettig	
7	9.8-12 m/s	harde wind	lopen voelt onprettig	
8	12.1-14.5 m/s	stormachtige wind	lastig voorruit te komen, bij vlagen moeilijk balans te houden	
9	14.6 - 17.1 m/s	storm	mensen worden omver gewaaid	

