

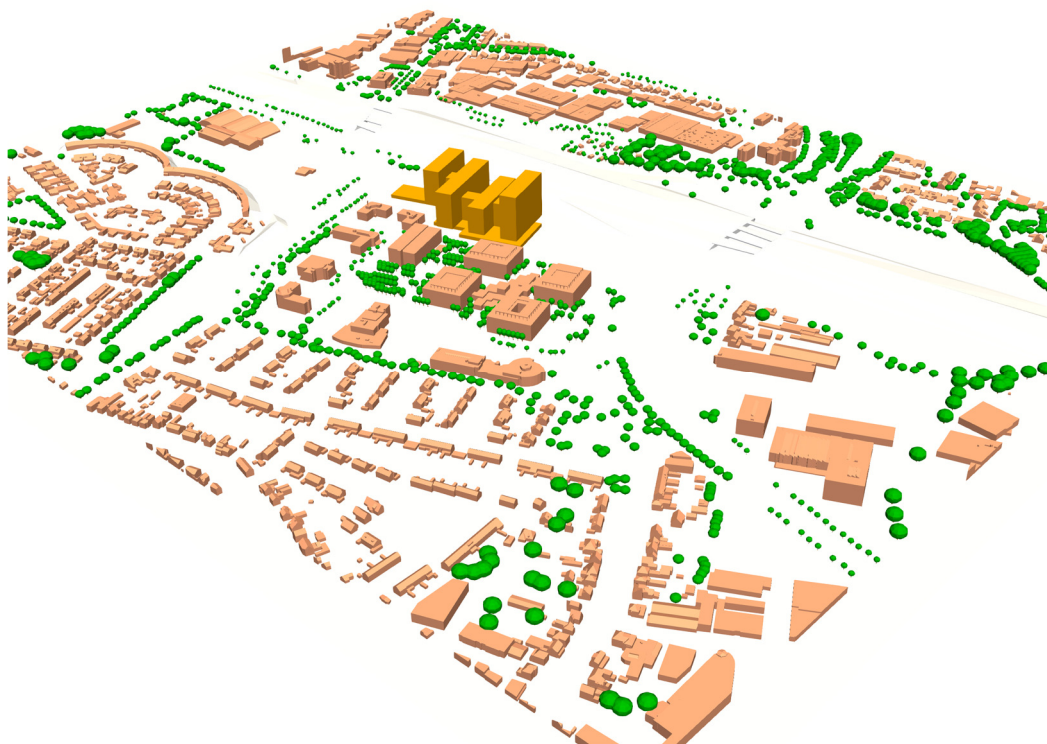


Bestemmingsplan De Run1000 fase 2 te Veldhoven
Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Concept

Bestemmingsplan De Run1000 fase 2 te Veldhoven Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Concept



Oprachtgever: ASML Netherlands BV
Rapportnummer: O 16914-2-RA
Datum: 10 februari 2023
Referentie: OO/MaV/ /O 16914-2-RA
Verantwoordelijke: O.E. Otten
Opsteller: ir. M.A. Verbruggen
+31 858 228 623
m.verbruggen@peutz.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Normstelling en uitgangspunten	5
2.1	Beslismodel NEN 8100	5
2.2	Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100	5
2.2.1	Windhinder	5
2.2.2	Windgevaar	6
2.3	Windklimaat op de locatie	6
2.4	Simulatie windsnelheden met CFD	9
3	Rekenresultaten	10
4	Samenvatting en conclusies	13

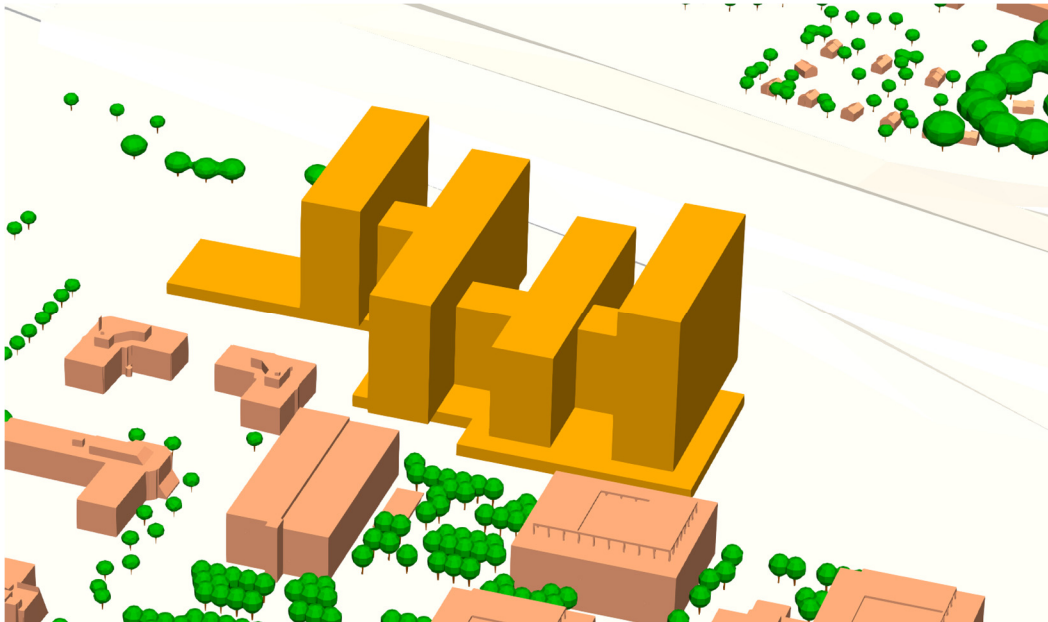
1 Inleiding

Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing fase 2 aan De Run 1000 te Veldhoven. Fase 1 van de bebouwing aan de Run 1000 is in dit onderzoek als bestaand beschouwd.

Voor het vervaardigen van het CFD-model is onder meer gebruik gemaakt van een door Eugelink Architectuur (onder andere) aangeleverd 3D model. De stedenbouwkundige omgeving en de begroeiing is meegenomen aan de hand van gegevens uit openbare bronnen. In totaal is een gebied gemodelleerd is van circa 1000 bij 1250 meter.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing.

Voor de opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de Nederlandse norm NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.



f 1.1 Het gehanteerde 3D-model van de geplande bebouwing

2 Normstelling en uitgangspunten

2.1 Beslismodel NEN 8100

De beoordeling van het windklimaat met betrekking tot windhinder en windgevaar, is in Nederland vastgelegd in de norm NEN 8100. Om te bepalen of windhinder en/of windgevaar te verwachten is, kan in eerste instantie gebruik worden gemaakt van het beslismodel in de NEN 8100. Hierin wordt onder meer beschreven in welke situaties windklimaatonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie noodzakelijk geacht. Gezien de geplande bouwhoogte van 60 meter, wordt het uitvoeren van een windklimaatonderzoek als noodzakelijk beschouwd.

2.2 Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100

De gevoeligheid van de mens voor wind is sterk afhankelijk van de activiteit waarmee men bezig is. Bij een laag activiteitsniveau (bijvoorbeeld wachten bij een bushalte, op een terrasje zitten) zullen lagere windsnelheden als hinderlijk ervaren kunnen worden dan bij een hoger activiteitsniveau. In de NEN 8100 wordt voor de beoordeling van het windklimaat derhalve onderscheid gemaakt tussen verschillende activiteitenklassen. Bij hogere windsnelheden kan tevens sprake zijn van gevaarlijke situaties zoals evenwichtsverlies bij het passeren van gebouwhoeken en dergelijke. Hiervoor wordt getoetst aan het specifieke gevaarcriterium.

2.2.1 Windhinder

Windhinder is iets wat in geen geval geheel te voorkomen is: als het stormt is de wind hinderlijk, wat voor maatregelen er ook getroffen worden. Het is daarom ook de kans op windhinder, die maatgevend gehouden wordt voor de beoordeling van het windklimaat. Voor windhinder wordt een drempelwaarde $v_{DR;H}$ aangehouden van 5 m/s uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau. Bij deze windsnelheid gaan mechanische effecten bij de ervaring van het windklimaat een rol spelen zoals bijvoorbeeld het omslaan van paraplu's, in de ogen waaien van stof en in meer extreme vorm het dichtwaaien van een autoportier en dergelijke.

Aan de hand van onderstaande t 2.1, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

t 2.1 Criteria windhinder volgens NEN 8100

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteit		
		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

Afhankelijk van de activiteitenklasse wordt de waardering van het lokale windklimaat gekwalificeerd met 'goed', 'matig' of 'slecht' (zie t 2.1). Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek onder normale omstandigheden geen last van windhinder. Bij een matig windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder. In een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder.

Er wordt naar gestreefd, om binnen de verschillende activiteitenklassen, een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren.

2.2.2 Windgevaar

Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde $v_{\text{DR,G}}$ gehanteerd.

Op basis van t 2.2, afkomstig uit de NEN 8100, wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

t 2.2 Criteria windgevaar volgens NEN 8100

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

De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$.

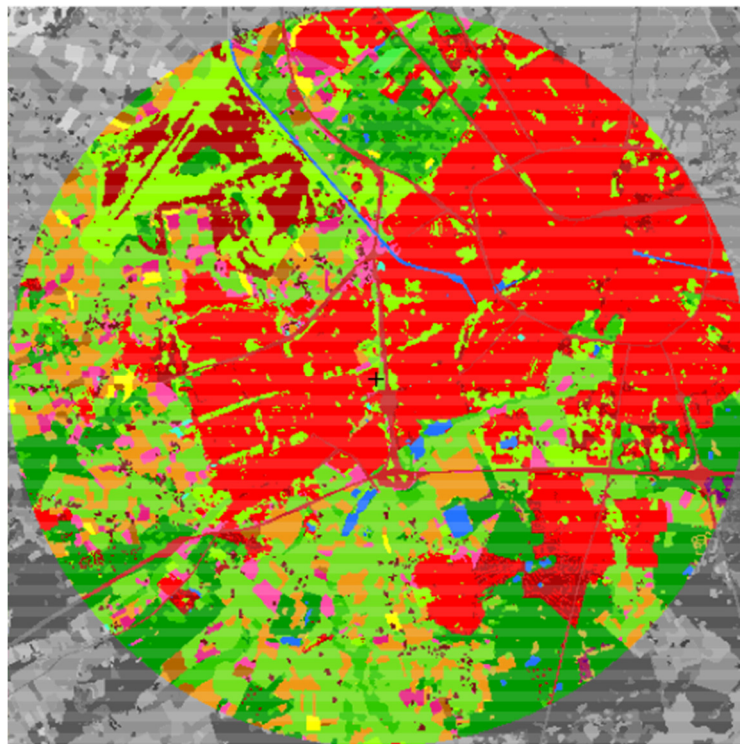
Situaties met een overschrijdingskans van $p \geq 0,30$ zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld."

2.3 Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de resultaten van de berekeningen naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland. Met behulp van de bijbehorende software

wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteogegevens van een groot aantal meteostations en gegevens over terreinruwheden tot 6 km afstand van het plan. De terreinruwheden van het omliggend gebied worden per categorie weergegeven in f 1.1. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.

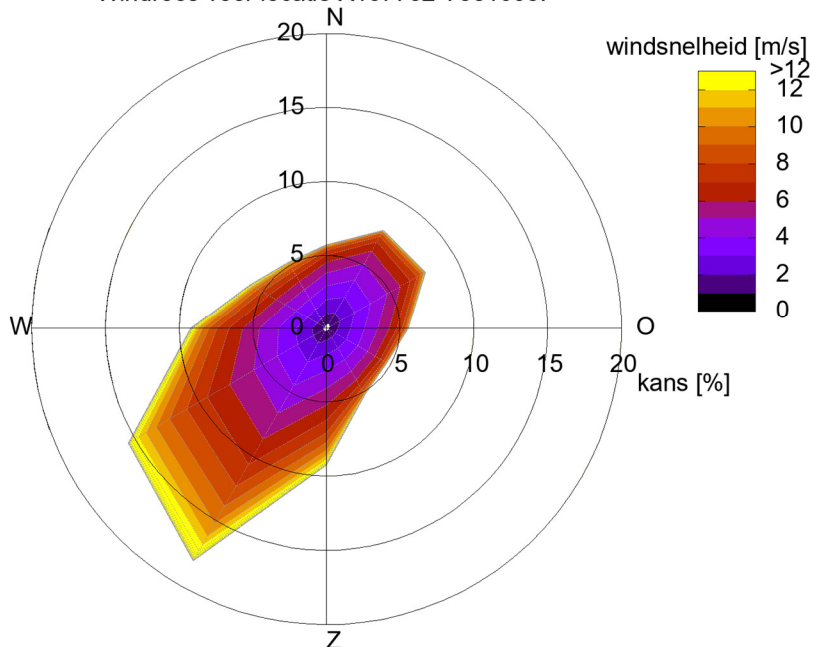
z ₀ (m)	Kleur	Klasse
0,03		Geen gegevens
0,03		Gras
0,17		Mais
0,07		Aardappelen
0,7		Bieten
0,16		Granen
0,07		Overige landbouwgewassen
0,15		Buitenland
0,1		Glastuinbouw
0,39		Boomgaard
0,07		Bollen
0,75		Looftbos
0,75		Naaldbos
0,001		Zoet water
0,001		Zout water
1,6		Stedelijk bebouwd gebied
0,5		Bebouwing in buitengebied
1,1		Looftbos in bebouwd gebied
1,1		Naaldbos in bebouwd gebied
2		Bos met dichte bebouwing
0,03		Gras in bebouwd gebied
0,001		Kale grond in bebouwd buitengebied
0,1		Hoofdvegen en spoorwegen
0,5		Bebouwing in agrarisch gebied
0,0003		Start- en landingsbanen
0,1		Parkeerplaats
0,0002		Kwelders
0,0003		Open zand in kustgebied
0,02		Open duinvegetatie
0,06		Gesloten duinvegetatie
0,04		Duinheide
0,0003		Open stuifzand
0,03		Heide
0,04		Matig vergraste heide
0,06		Sterk vergraste heide
0,08		Hoogveen
0,75		Bos in hoogveen gebied
0,03		Overige moerasvegetatie
0,1		Rietvegetatie
0,75		Bos in moeras gebied
0,07		Veenweide gebied
0,03		Overig open begroeid natuurgebied
0,001		Kale grond in natuurgebied



f 2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097

In figuur 2.2 is de op basis van de NPR 6097 berekende windroos op 60 meter hoogte boven de betreffende locatie weergegeven. In de windroos wordt de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weergegeven en ook de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen. Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (t 2.3) blijkt dat op de bouwlocatie met name bij wind uit het zuiden tot westen de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit het uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwestenwind is hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de bouwlocatie.

Windroos voor locatie X157752 Y381095.



f 2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097

t 2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar												totaal aantal uren: 8766.6	
Positie X157752 Y381095 Jaar 1963-2002												gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.4	
wind snelheid	Noord 0°	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°	
0.0 - 0.9	22.8	27.7	24.9	17.7	16.8	17.1	15.6	24.5	21.5	21.3	15.8	16.6	
1.0 - 1.9	67.1	79.7	69.0	51.3	49.2	49.0	56.1	80.3	72.7	65.8	50.9	49.7	
2.0 - 2.9	84.1	109.7	99.3	75.2	73.9	73.2	86.4	127.5	108.4	95.4	67.0	66.0	
3.0 - 3.9	83.8	120.3	112.3	83.3	76.8	80.4	95.5	162.0	136.5	104.7	77.3	71.9	
4.0 - 4.9	77.3	111.8	112.8	80.8	68.6	74.8	104.3	187.4	161.5	111.8	74.5	64.7	
5.0 - 5.9	61.3	87.9	89.6	66.0	49.7	58.8	100.7	177.6	166.4	98.3	62.5	57.3	
6.0 - 6.9	45.0	61.3	67.9	45.1	35.6	37.0	88.3	173.4	154.6	84.1	52.7	41.2	
7.0 - 7.9	27.2	37.1	44.8	31.6	23.3	28.6	73.2	147.1	141.0	69.2	43.2	32.5	
8.0 - 8.9	14.8	21.6	28.5	18.5	12.5	18.7	57.9	136.0	116.6	50.2	30.7	22.6	
9.0 - 9.9	8.9	11.3	16.1	10.1	5.4	10.5	43.5	116.6	92.4	36.8	19.4	15.6	
10.0 - 10.9	4.5	3.9	9.1	5.4	2.0	5.6	31.1	84.2	68.1	26.0	12.7	9.7	
11.0 - 11.9	2.3	2.1	4.1	2.7	0.9	3.1	22.9	61.0	49.5	16.1	8.4	4.3	
12.0 - 12.9	1.4	0.7	0.4	0.9	0.1	1.1	14.4	44.1	29.9	11.9	4.9	2.8	
13.0 - 13.9	0.6	0.1	0.4	0.4	0.3	0.4	8.4	26.4	18.2	6.6	1.7	1.8	
14.0 - 14.9	0.2		0.1	0.1		0.2	5.1	16.6	11.4	4.2	1.0	0.9	
15.0 - 15.9						0.1	3.2	9.0	6.1	2.4	0.5	0.5	
16.0 - 16.9							1.3	5.7	3.2	1.3	0.2	0.2	
17.0 - 17.9							0.6	3.6	1.8	1.2	0.2	0.1	
18.0 - 18.9							0.4	1.7	1.1	0.3			
19.0 - 19.9							0.5	1.0	0.4	0.1			
20.0 - 20.9							0.1	0.6	0.1				
21.0 - 21.9								0.1	0.3	0.1			
22.0 - 22.9								0.1	0.1	0.1			
23.0 - 23.9									0.1	0.1			
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													
aantal uren	501.3	675.2	679.3	489.1	415.1	458.6	809.5	1586.5	1361.9	808.0	523.7	458.4	
gemiddelde snelheid	4.2	4.2	4.5	4.5	4.1	4.4	5.9	6.6	6.4	5.5	5.1	4.8	

2.4 Simulatie windsnelheden met CFD

Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. Als het gaat om relatief eenvoudige bebouwingssituaties, of bebouwingssituaties waar op voorhand van wordt verwacht dat geen grote windproblemen op gaan treden, kan worden volstaan met een numerieke simulatie met Computational Fluid Dynamics (CFD). In deze situatie is van deze onderzoeksmethode uitgegaan. De rekenmethode is aan de hand van eerder uitgevoerde windtunnelprojecten gevalideerd.

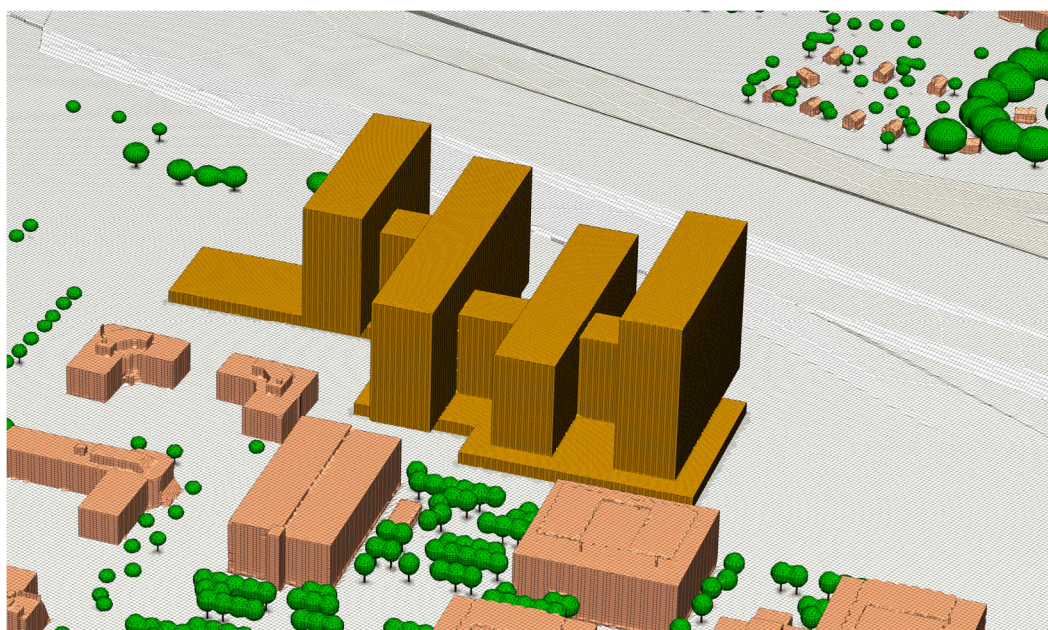
De grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit ten aanzien van het temperatuurprofiel) aanwezig is wordt aan de rand van het CFD-model opgewekt zodat het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door de direct omliggende bebouwing en begroeiing mee te modelleren.

De windsnelheden rondom het project worden met het CFD-model voor 12 windrichtingen berekend. Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend in navolging van de NPR 6097, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar bepaald. De totale overschrijdingskans is de som van de overschrijdingskansen per windrichting, ook wel de hinderkans en de gevaarkans genoemd. Deze worden vervolgens getoetst aan de NEN 8100 om het lokale windklimaat te kunnen beoordelen.

In bijlage 1 is het technisch inlegvel, conform de NEN 8100, opgenomen. Het technisch inlegvel bevat een aantal rubrieken en aandachtspunten die een kort, schetsmatig overzicht geven van de relevante zaken van de CFD-berekeningen.

3 Rekenresultaten

In figuur 3.1 is een aanzicht gegeven van het rekengrid ter plaatse van de geplande bebouwing.

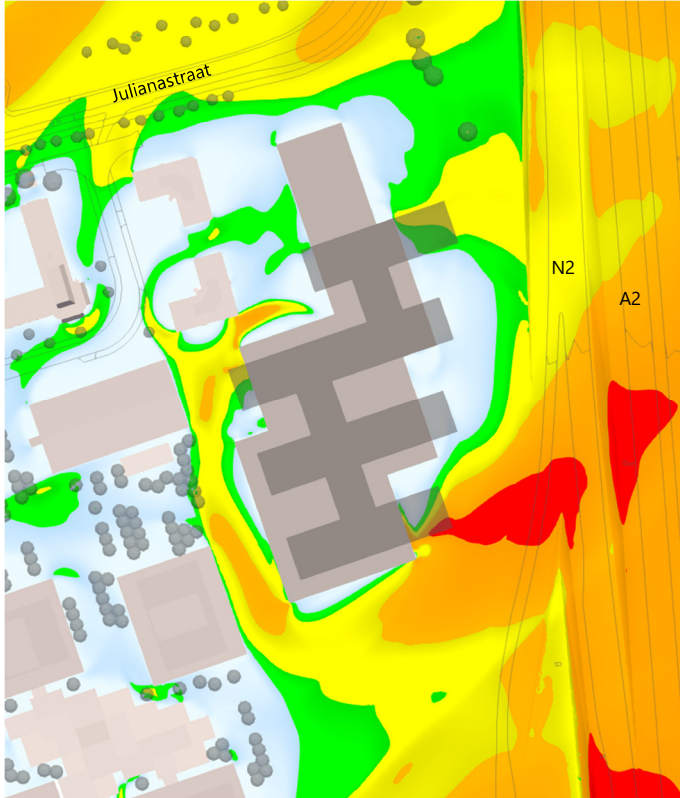


f 3.1 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel

Het windklimaat wordt beoordeeld op basis van de uitgevoerde CFD-berekeningen, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar.

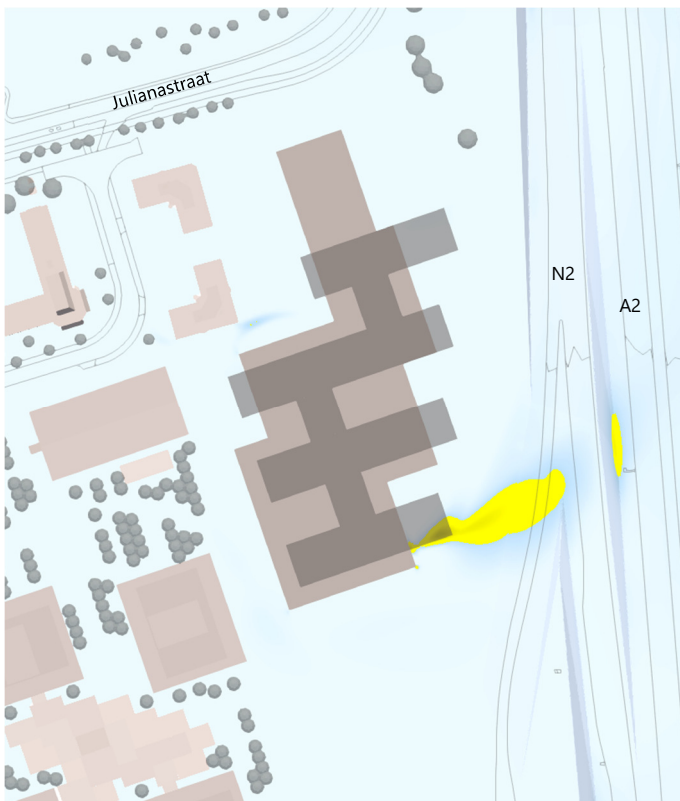
In f 3.2 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de geplande bebouwingssituatie weergegeven. In bijlage 2 zijn de rekenresultaten voor een groter gebied weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën doorlopen en slenteren. Het criterium voor slenteren is van toepassing bij de gebouwentrees, verder wordt het criterium voor doorlopen gehanteerd. In slentergebieden wordt een hinderkans van minder dan 5%, overeenkomend met een beoordeling goed, nagestreefd. Het criterium voor langdurig zitten is niet toegepast.

In f 3.3 wordt in een horizontale doorsnede de berekende gevaarkans met kleurcontouren voor de geplande bebouwingssituatie weergegeven.



kans	klasse	doorlopen	slechteren	zitten
0 - 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

f 3.2 De te verwachten hinderkans in de geplande bebouwingssituatie



kans	kwalificatie
< 0.05	-
0.05 - 0.30	beperkt risico
≥ 0.30	gevaarlijk

f 3.3 De te verwachten gevaarkans in de geplande bebouwingssituatie

Uit de resultaten blijkt dat rond de geplande bebouwing overwegend sprake is van een goed windklimaat voor de activiteit doorlopen, in f 3.2 weergegeven met grijsblauw, groen en geel. Dit komt overeen met kwaliteitsklassen A t/m C.

Ten oosten van de geplande bebouwing is een slecht windklimaat (kleur rood, klasse E) en een beperkt risico op windgevaar (geel in figuur f 3.3) vastgesteld. Deze zijde van het gebouw is echter enkel toegankelijk voor gemotoriseerd verkeer, wat geen last ondervindt van de optredende windsnelheden. Voor voetgangers en fietsers is dit gebied niet toegankelijk. Op plaatsen die wel toegankelijk zijn voor voetgangers en fietsers is het windklimaat nergens gekwalificeerd als gevaarlijk of een beperkt risico op windgevaar.

Aan de zuidwestzijde van de geplande bebouwing is op enkele plaatsen een matig windklimaat voor doorlopen vastgesteld. Het windklimaat is hier laag tot midden in de kwaliteitsklasse D. Dit is ten gevolge van de geplande bouwhoogte in combinatie met de relatief open ligging van het plan ten opzichte van de dominante zuidwestelijke windrichtingen. In bijlage 2 is een grotere uitsnede van het gebied weergegeven. Hieruit blijkt dat dit soort waarden ook in de omgeving optreden, onafhankelijk van effecten van fase 2.

Bij de verdere planuitwerking wordt geadviseerd rekening te houden met het windklimaat in relatie tot windgevoelige functies. Bij een deel van de geveldelen zijn lage waardes vastgesteld, hetgeen gunstig is voor windgevoelige functies. Op andere plaatsen kan het nodig zijn windafschermende maatregelen te treffen.

Opgemerkt dient te worden dat het wind remmende effect van de geplande begroeiing, gezien het beperkte effect bij jonge aanplant, niet in de berekening is meegenomen.

4 Samenvatting en conclusies

Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatsituatie rondom de geplande bebouwing fase 2 aan De Run 1000 te Veldhoven. Fase 1 van de bebouwing aan de Run 1000 is in dit onderzoek als bestaand beschouwd.

Voor de opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de Nederlandse norm NEN 8100:2006 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving.

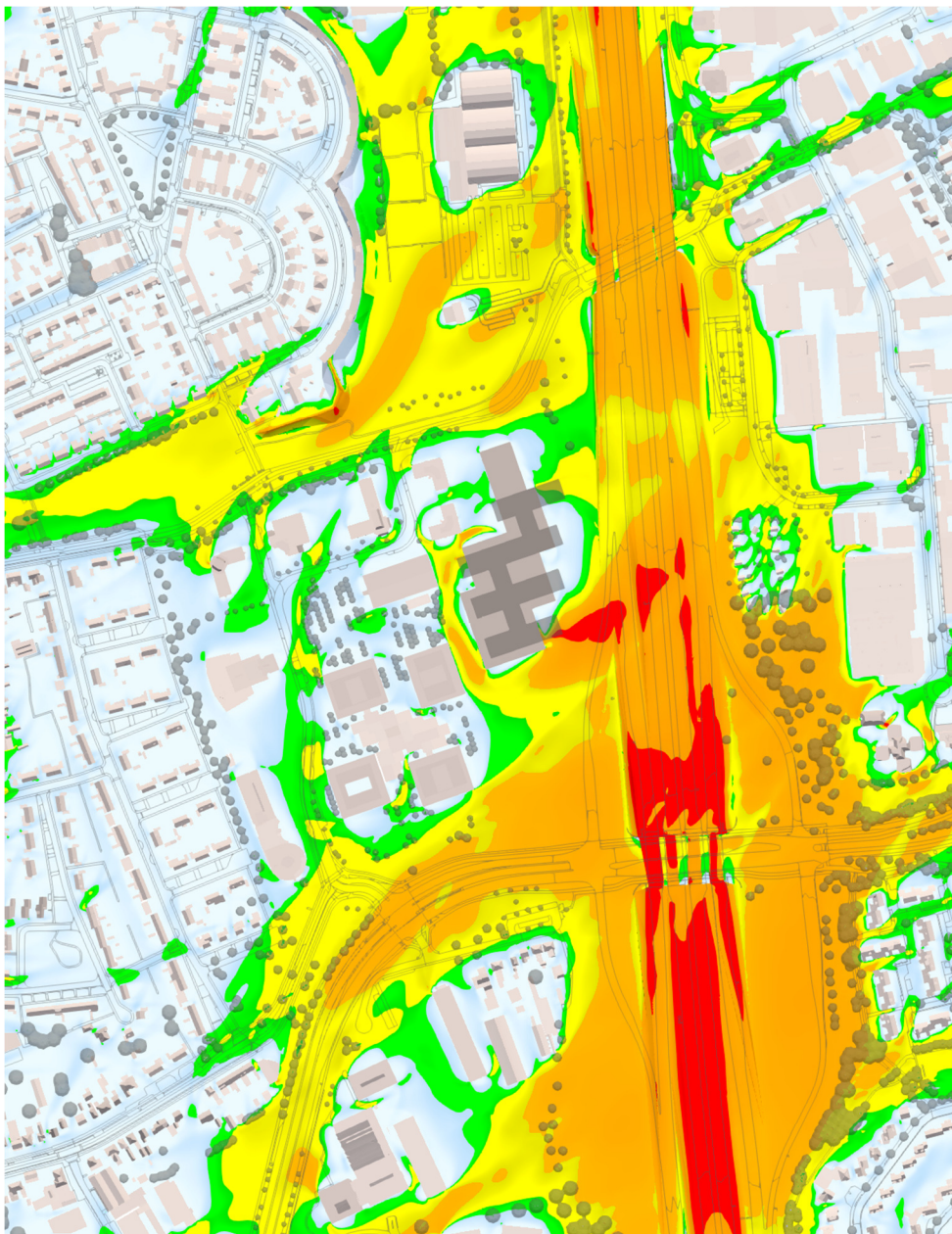
Uit de resultaten van het onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Aan de oostzijde van de geplande bebouwing is een slecht windklimaat met een beperkt risico vastgesteld. Deze zijde van het gebouw is echter enkel toegankelijk voor gemotoriseerd verkeer. Fietsers en voetgangers worden hier niet aan het windklimaat blootgesteld.
- Rond de geplande bebouwing is ter plaatse van toegankelijke gebieden sprake van een overwegend goed, en plaatselijk matig windklimaat. Er is geen sprake van een kwalificatie gevaarlijk of een beperkt risico op windgevaar.
- Bij de verdere planuitwerking wordt geadviseerd rekening te houden met het windklimaat in relatie tot windgevoelige functies. Bij een deel van de geveldelen zijn lage waarden vastgesteld, hetgeen gunstig is voor windgevoelige functies. Op andere plaatsen kan het nodig zijn windafschermende maatregelen te treffen.

Bijlage 1 Technisch inlegvel

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Bestemmingsplan De Run1000 fase 2 te Veldhoven
Opdrachtgever	ASML Netherlands BV
Projectleider	Ir. M.A. Verbruggen
Datum	10 februari 2023
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	1000 x 1250 meter
Kerngebied	het gebied rondom de geplande nieuwbouw
Omgeving	bebouwing/begroeiing
Afmetingen model	1100 x 1350 x 255 meter
Blokkeringsgraad	< 10%
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)
Onderzochte configuraties	geplande bebouwingssituatie
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	OpenFoam 6 <ul style="list-style-type: none"> ✓ FVM (eindige volume methode)
Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> ✓ drie-dimensionaal ✓ tijd-onafhankelijk ✓ isothermisch
Rekenrooster	Circa 15,6 miljoen cellen; verfijning t.p.v. de geplande bebouwing
Turbulentiemodellering	k-ε-RNG-turbulentiemodel
Convectieve differentieschema's	snelheidscomponenten: Gauss turbulentie grootheden: Gauss scalaire variabelen: -
Randvoorwaarden	Gebuurde randvoorwaarden
Instroomprofiel	logaritmisch snelheidsprof., $z_0=0,7$ m en bijbehorende prof. voor k en ε
Uitlaat	constante druk
Boven-/zijwanden	gesloten, wrijvingsloos
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat
Amersfoortse coörd. locatie	X = 157752 Y = 381095
Toegepaste eisen	V_{DR} [m/s] Gewenste kwaliteitskl. Overschrijdingskans [%] Beoordeling
Voor comfort	$p(V_{LOK} > V_{DR,H})$
Doorlopen	5,0 ≤ D < 20 ≤ matig
Slenteren	5,0 ≤ C < 10 ≤ matig
Zitten	5,0 ≤ B < 5 ≤ matig
Regionale correctie	Geen correctie
Voor gevaar	$p(V_{LOK} > V_{DR,G})$
	15 n.v.t. 0,05 < p < 0,30 beperkt risico
	15 n.v.t. p ≥ 0,30 gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	windhinder: figuren met p ($V_{LOK} > V_{DR,H}$)-waarden, gevaar: tekstueel
Opmerkingen	

Bijlage 2 Resultaten



kans	klasse	doorlopen	slenteren	zitten
0 - 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

