

RAPPORT

CFD-onderzoek windhinder en windgevaar

Bouwplan "de Premier"

Klant: Van Rhijn Projectontwikkeling

Referentie: BH2870-IB-RP-220411-1420

Status: 02/Definitief

Datum: 11 april 2022

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX Rotterdam
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: CFD-onderzoek windhinder en windgevaar

Ondertitel: Windklimaat "de Premier"
Referentie: BH2870-IB-RP-220411-1420
Status: 02/Definitief
Datum: 11 april 2022
Projectnaam: Bestemmingsplan Vijf Meilaan
Projectnummer: BH2870
Auteur(s): Frank van Gool

Opgesteld door: Frank van Gool

Gecontroleerd door: Chiara Witteman-Tesauro



Datum: 11-04-2022

Goedgekeurd door: Ricardo Snijder

Datum: 11-04-2022

Classificatie

Vertrouwelijk

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
2 Uitgangspunten	5
2.1 Toetsingscriteria windhinder	5
2.2 Toetsingscriteria windgevaar	6
3 Onderzoek	7
3.1 Programmatuur	7
3.2 Ingevoerde objecten	7
3.3 Windstatistiek	9
3.4 Berekeningen	10
4 Resultaten	12
4.1 Windhinder kwaliteitsklasse	12
4.1.1 Windhinder variant 1 (exclusief groenmaatregelen)	12
4.1.2 Windhinder variant 2 (inclusief groenmaatregelen)	14
4.2 Windhinder gebruikscategorie	16
4.2.1 Langdurig zitten	16
4.2.2 Slenteren	17
4.2.3 Doorlopen	18
4.3 Windgevaar	19
4.3.1 Windgevaar variant 1 (exclusief groenmaatregelen)	19
4.3.2 Windgevaar variant 2 (inclusief groenmaatregelen)	20
5 Windbeperkende maatregelen	21
6 Conclusies	22
Bijlage A. Projectgegevens	23
Bijlage B. Windhinderkaarten	25
Bijlage C. Windgevaarkaart	27
Bijlage D. Windsnelheden op maaiveld	29

Samenvatting

In opdracht van Van Rhijn Projectontwikkeling is een windhinderonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de beoordeling van het windklimaat rond het nieuw te bouwen wooncomplex “De Premier” ten zuidwesten van de kruising tussen de Vijf Meilaan en Churchillaan te Leiden.

Om het windklimaat in de toekomstige situatie te bepalen, is het geplande gebouw en de bestaande bebouwde omgeving ingevoerd in een CFD-rekenprogramma (Computational Fluid Dynamics). Hierbij is gekozen om eerst een variant zonder groen door te rekenen, en hierna een variant met groen om de verwachte windhinder te verminderen. Dit geeft ook inzicht in het effect van mogelijke windremmende maatregelen. Vervolgens is de windsnelheid rond de ingevoerde gebouwen berekend voor de 12 windrichtingen uit de windstatistiek van de NPR6097. De uitkomsten van de stromingsberekeningen, gecombineerd met de windstatistiek, geven een beeld van het verwachte windklimaat op loopniveau. Hierbij wordt gekeken naar de overschrijdingskans op een uurgemiddelde windsnelheid hoger dan 5 m/s wat resulteert in een kwaliteitsklasse. De norm onderscheidt vijf kwaliteitsklassen: A tot en met E. Klasse A komt overeen met de kleinste overschrijdingskans (<2.5%), klasse E met de grootste overschrijdingskans (>20.0%).

Voor de beoordeling van het lokale windklimaat zijn in de Nederlandse Norm NEN8100 ‘Windhinder en windgevaar in de bebouwde omgeving’ drie activiteitscategorieën geclassificeerd (doorlopen, slenteren en langdurig zitten) waaraan toetsingscriteria zijn gekoppeld. De activiteiten in het gebied direct aan de noord- en oostzijde van de nieuwbouw vallen in de categorie “slenteren”, terwijl de overige omgeving in de categorie “doorlopen” valt. De openbare terrassen van de nieuwbouw en tuinen in de directe omgeving vallen onder de categorie “langdurig zitten”.

Op basis van toetsing van de berekende resultaten kan geconcludeerd worden dat vooral aan de west- en noordzijde windhinder te verwachten is door de geplande nieuwbouw. Hier is vooral de noordwesthoek een punt van aandacht, waar een klasse D tot E te verwachten is. Dit geeft een slecht windklimaat voor “slenteren”. Dit geldt voor een relatief klein gebied en het is aan te raden om extra maatregelen toe te passen rondom dit punt en op de overige gebouwhoeken. Hiernaast kan gekozen worden om looproutes van de gebouwhoeken af te plaatsen wat zorgt voor minder snelle verandering van windsnelheid als men de hoek om loopt. Voor het gebied aan de oost- en zuidzijde van de nieuwbouw is voornamelijk klasse A of B te verwachten. Dit geeft een goed windklimaat voor “slenteren”.

De aangegeven gebieden met de categorie “langdurig zitten” krijgen grotendeels een verwacht windklimaat wat gekwalificeerd kan worden als “goed”. Aangezien hagen en andere tuinbeplanting niet zijn meegenomen in de berekening zal het in de praktijk positiever uitpakken.

Voor de gebieden met categorie “doorlopen” is er weinig windhinder te verwachten en vallen bijna alle gebieden in de categorie “goed”. Op slechts enkele locaties is er hinder te verwachten door de geplande nieuwbouw. Door de vergelijking tussen variant zonder en mét beplanting is duidelijk dat het toepassen van groenblijvende beplanting effectief is in het verlagen van de kans op windhinder.

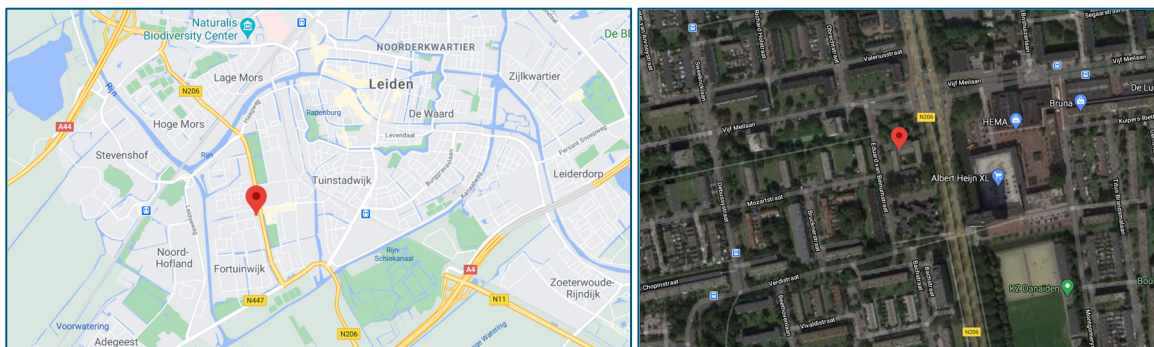
Op basis van toetsing van de berekende resultaten wordt geconcludeerd dat er ook locaties zijn met een beperkt risico op windgevaar. Dit is aanwezig rond de noordwesthoek van de nieuwbouw tot het plantsoen direct ten noorden van de nieuwbouw. Het gaat om een relatief kort deel van de looproute, maar wel is het aan te raden hier extra windremmende objecten toe te passen rondom de hoek om het risico op gevaar te verlagen. Door het vergelijk tussen de 2 berekende varianten is gebleken dat toepassing van beplanting welke groen blijft in de winter effectief is in het verlagen van de kans op windgevaar.

Het eindresultaat van het onderzoek is gevisualiseerd door middel van kaarten waarop de kans op windhinder en windgevaar inzichtelijk is gemaakt. Deze kaarten zijn terug te vinden in bijlagen B en C. Een overzicht van de berekende windsnelheden op 1.75m hoogte voor de 12 windrichtingen is te vinden in Bijlage D.

1 Inleiding

Het beoogde wooncomplex, genaamd “De Premier”, staat gepland ten zuiden van het kruispunt tussen de Churchilllaan en de Vijf Meilaan te Leiden.

In het gebied rondom de locatie bevinden zich voornamelijk woningen. Aan de overzijde van de Churchilllaan bevindt zich onder andere een winkelcentrum en een kerk. De locatie en luchtfoto van de directe omgeving is zichtbaar in Afbeelding 1-1.



Afbeelding 1-1: Overzicht van de locatie en de omgeving (Bron: Google Maps 2020)

Het gebouw zelf bestaat uit 1 blok met verschillende bouwhoogtes, waarbij het hoogste deel tot een hoogte van ongeveer 70m komt. Afbeelding 1-2 toont het beoogde ontwerp inclusief de gebouwblokken in de nabije omgeving, waarbij ook de huidige woontoren (±70m) aan de Van Randwijkstraat zichtbaar is.



Afbeelding 1-2: Overzicht bouwplan “de Premier” gezien vanuit het zuidwesten (bron: de-premier.nl/videopresentatie/)

Gezien de hoogte van de geplande woontoren, rond de 70m, bestaat het risico dat er windhinder en windgevaar kan optreden. Om de gevolgen van de realisatie van de nieuwbouw voor het windklimaat inzichtelijk te maken heeft Royal HaskoningDHV in opdracht van Van Rhijn Projectontwikkeling een windhinderonderzoek uitgevoerd. Doel van het onderzoek is het te verwachten windklimaat rond de nieuwbouw te bepalen en te beoordelen.

Het onderzoek is uitgevoerd met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD). Hierbij wordt een grafisch 3D model van de nieuwe gebouwen en de omgeving opgezet in het CFD-programma. Vervolgens wordt de windsnelheid rond de ingevoerde gebouwen berekend. Na koppeling van de resultaten aan de windstatistiek, worden windhinderkaarten en windgevaarkaarten gegenereerd waarop het windklimaat op loopniveau inzichtelijk wordt gemaakt. Dit onderzoek bevat 2 situaties, een variant zonder groenvoorzieningen, wat gezien kan worden als een worst-case scenario. Uit dit deel van het onderzoek is gebleken dat het windklimaat voor verbetering vatbaar is, en zijn enkele maatregelen opgenomen, vooral in de vorm van groenmaatregelen. Dit heeft geresulteerd in een tweede variant waarbij huidige en voorgestelde beplanting wél is meegenomen. Hiermee is het effect van de beplanting inzichtelijk te maken.

De uitkomsten van de berekeningen zijn getoetst aan de in de norm NEN8100 gestelde criteria. In voorliggend rapport worden de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd.

Hiernaast is een hoofdstuk opgenomen waarin extra mogelijkheden zijn beschreven ter vermindering van de voorspelde windhinder.

2 Uitgangspunten

2.1 Toetsingscriteria windhinder

Van windhinder kan volgens de NEN 8100 sprake zijn bij onder meer wapperende kleding, verwaaide haren en gehinderd worden bij het lopen. De mate van windhinder wordt uitgedrukt in de vorm van een oordeel over het lokale windklimaat: een goed windklimaat betekent weinig hinder, een slecht windklimaat betekent veel hinder. Hoe de windhinder wordt ervaren is sterk afhankelijk van de activiteit die men op dat moment onderneemt; de kans dat windhinder wordt ondervonden is bij stilzitten groter dan bij lopen.

Het lokale windklimaat wordt beoordeeld op basis van: (1) de kans op het vóórkomen van een uurgemiddelde windsnelheid hoger dan 5 m/s, ofwel de overschrijdingskans, en (2) het soort activiteit dat op de betreffende locatie wordt verricht.

De norm onderscheidt vijf kwaliteitsklassen: A tot en met E. Klasse A komt overeen met de kleinste overschrijdingskans, klasse E met de grootste overschrijdingskans. Een overzicht van de beoordelingscriteria is weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Criteria voor de beoordeling van het lokale windklimaat op windhinder

Overschrijdingskans p in % 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

Voor een doorloopgebied wordt een overschrijdingskans van een lokaal uurgemiddelde windsnelheid van 5 m/s tot 10% van het aantal uren per jaar acceptabel geacht.

Is de overschrijdingskans bijvoorbeeld 7% (kwaliteitsklasse C), dan zal de ruimte rond het gebouw geschikt zijn om te worden bestemd als doorloopgebied, terwijl langdurig verblijven in de nabijheid van het gebouw moet worden afgeraden.

Voor het gebied rond de nieuwbouw, wordt de noordzijde beschouwd als gebied voor “slenteren”, activiteitsklasse II, dit gebied is in paars aangegeven Afbeelding 2-1. De rest van de omgeving wordt als doorloopgebied beschouwd, activiteitsklasse I. De terrassen van het complex zelf en van de dichtbij gelegen gebouwen worden beschouwd als ‘langdurig zitten’, activiteitsklasse III, deze zijn in blauw aangegeven in Afbeelding 2-1.



Afbeelding 2-1: gebruikscategorie rondom nieuwbouw. Paars gebied “slenteren”, blauwe gebieden “langdurig zitten”, rest “doorlopen”. Rode lijnen zijn fietspaden waar geen “beperkt risico op gevaar” gewenst is.

2.2 Toetsingscriteria windgevaar

Van windgevaar kan volgens NEN 8100 worden gesproken bij het 'optreden van een zodanig hoge windsnelheid dat bij personen in ernstige mate problemen optreden bij het lopen'. De referentiesnelheid voor windgevaar is 15 m/s (vgl. 5 m/s voor windhinder). Op basis van de overschrijdingskans van deze windsnelheid zijn in de norm twee criteria voor windgevaar geformuleerd. Deze zijn weergegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2: Criteria voor de beoordeling van het lokale windklimaat op windgevaar

Overschrijdingskans p in % van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$p < 0,05$	Geen risico
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

Een beperkt risico op windgevaar is slechts toelaatbaar bij activiteiten die te scharen zijn onder de klasse 'doorlopen'. Voor de activiteitenklassen 'slenteren' en 'langdurig zitten' is zelfs een beperkt risico niet toelaatbaar.

Situaties met een overschrijdingskans groter dan 0,30% zijn in geen geval toelaatbaar en moeten vermeden worden.

Voor de hoofdfietspaden, aangegeven in dikke rode lijnen in Afbeelding 2-1, is de eis: 'geen risico op gevaar'.

3 Onderzoek

3.1 Programmatuur

Ter bepaling van de kans op windhinder en windgevaar zijn berekeningen gemaakt met behulp van stromingsprogrammatuur. Er is gebruik gemaakt van de meest recent beschikbare software van SimScale ten tijde van de doorrekening. Voor technisch-inhoudelijke informatie over de CFD-berekening wordt verwezen naar bijlage 1.

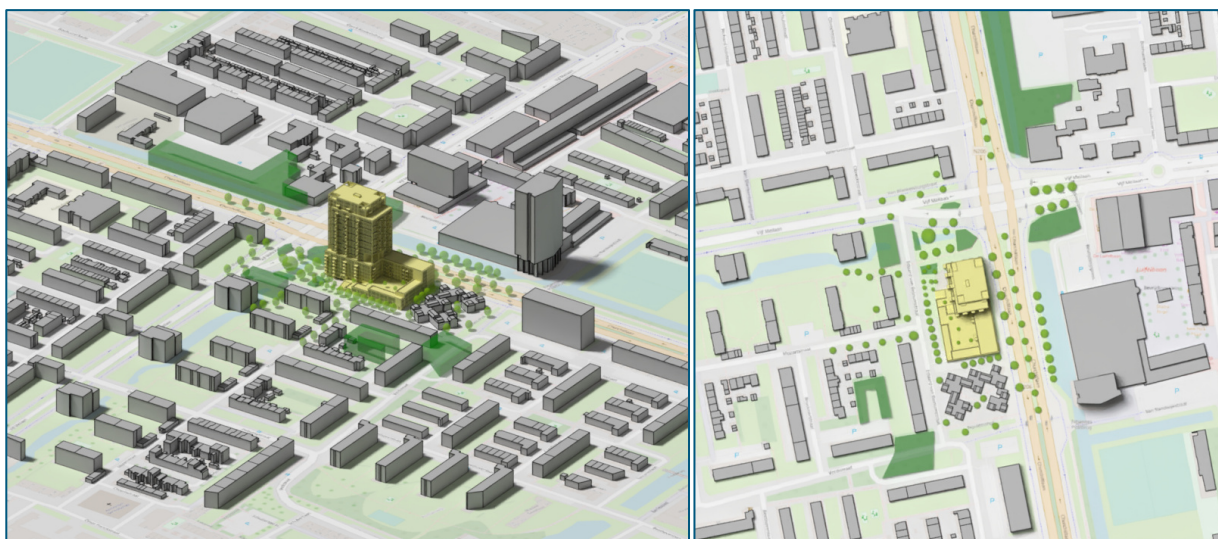
3.2 Ingevoerde objecten

Bij invoer van de eerste variant van het model van het wooncomplex is gebruik gemaakt van 3D CAD tekeningen van het ontwerp van de architect van 2 december 2020. Deze variant bevat uitkragende balkons op de laagbouw. De tweede variant waarbij huidige en geplande beplanting is meegenomen bevat het ontwerp van de architect van 8 juli 2021. Hierin zijn de uitkragende balkons aan de Churchillaan en Vijf Meilaan weggelaten, omdat deze mogelijk een positief effect op het lokale windklimaat hebben. Hierdoor ontstaat meer een worst-case situatie en is het model verbeterd.

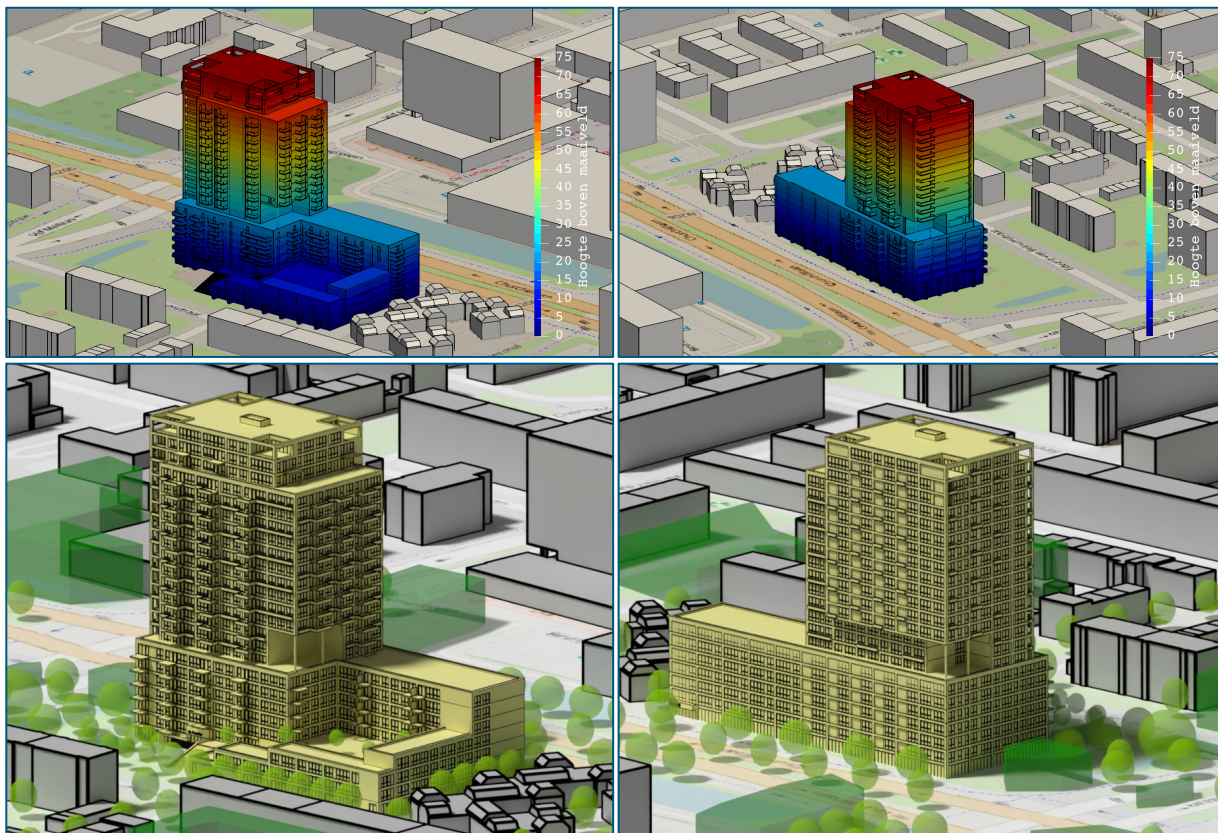
Conform de norm NEN 8100 zijn de gebouwen die zich op minder dan 400 meter afstand van de nieuwbouw bevinden opgenomen in het rekenmodel. Verder is bij de opzet van het rekenmodel gebruik gemaakt van een 3D kaart van de omgeving.

De nauwkeurigheid van de maatvoering en het detailniveau van de ingevoerde geometrie zijn afgestemd op het belang daarvan voor een waarheidsgetrouwe simulatie van de luchtstroming. Om het worst-case scenario te simuleren in de eerste variant, zijn de bomen en het straatmeubilair niet gemodelleerd. Voor de tweede variant zijn bomen en struiken toegevoegd waarbij is gekozen voor de wintersituatie, wat inhoudt dat de weerstand voor de wind laag is. De keuze voor een tweede variant is gekozen omdat de resultaten van de eerste variant aanleiding gaf tot het nemen van extra windremmende maatregelen, in dit geval extra beplanting rondom de nieuwbouw.

Een overzicht van de ingevoerde gebouwen voor variant 2 is weergegeven in afbeelding 3-1. Een detail van het wooncomplex (beide varianten) is zichtbaar in afbeelding 3-2. Met het draaien van de virtuele windtunnel is het mogelijk om meerdere windrichtingen te berekenen (in dit onderzoek 12 richtingen).



Afbeelding 3-1: Overzicht ingevoerde geometrie gezien vanuit zuidwest (links) en boven (rechts). Hierbij zijn de bestaande gebouwen binnen een straal van 400m in grijs afgebeeld en het beoogd wooncomplex in geel en gemodelleerde bomen en struiken in groen. (Bron onderlegger: Openstreetmap)



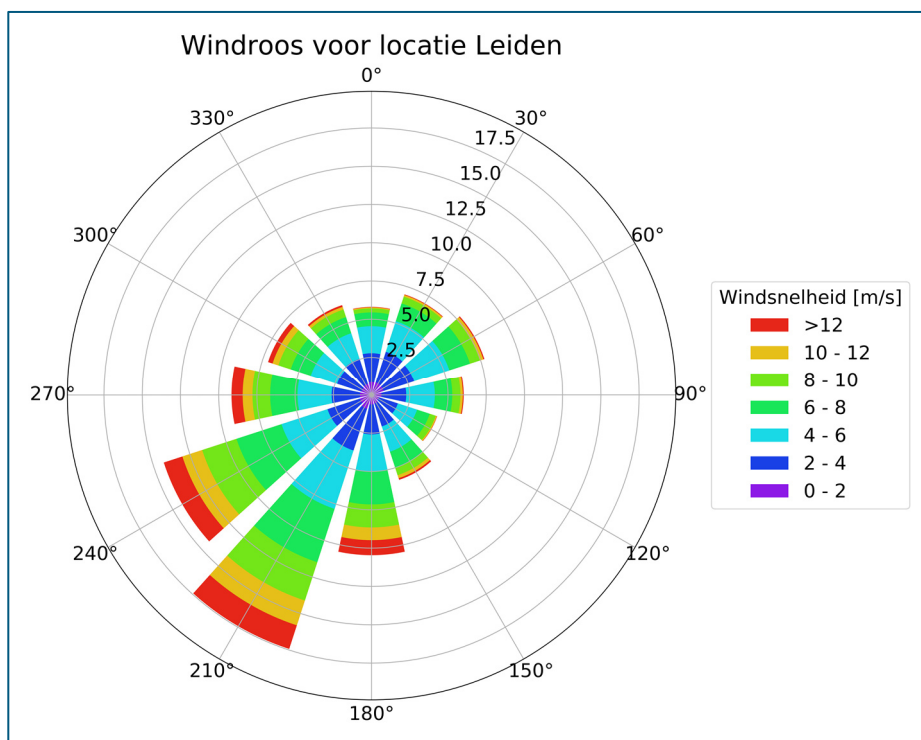
Afbeelding 3-2: Detail van de ingevoerde geometrie van de woontoren vanuit zuidwest (links) en noordoost (rechts). De bovenste afbeeldingen zijn van variant 1 (zonder beplanting), de onderste afbeeldingen zijn van variant 2 (met beplanting). (Bron onderlegger: Openstreetmap)

3.3 Windstatistiek

De gebruikte windstatistiek is afkomstig van het KNMI. In dit geval is gebruik gemaakt van de gegevens berekend met behulp van de rekenmethodiek NPR6097:2006 “toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden van Nederland”.

Om de windstatistiek van de gewenste locatie te kunnen genereren, worden als basis de windgegevens van de KNMI-meetstations in Nederland gebruikt. Uit deze gegevens, samen met de landgebruikskaart van Nederland, wordt de ruwheid van het terrein berekend. Als laatste stap wordt de windstatistiek op de gewenste locatie bepaald met behulp van het meteorologische model.

De windstatistiek geeft een overzicht van de te verwachten windsterkte en -richting. Uit de windstatistiek kan een windroos worden afgeleid, welke is weergegeven in afbeelding 3-3. De windroos vermeldt voor 12 windrichtingen de kans dat een bepaalde windsnelheid optreedt. Uit de windroos blijkt dat wind met een hoge snelheid voornamelijk uit het zuidwesten waait. Wind met lagere snelheden is afkomstig uit alle richtingen.



Afbeelding 3-3: Windroos van Leiden uit NPR6097:2006

Tabel 3-1: Windstatistiek van leiden uit NPR6097:2006

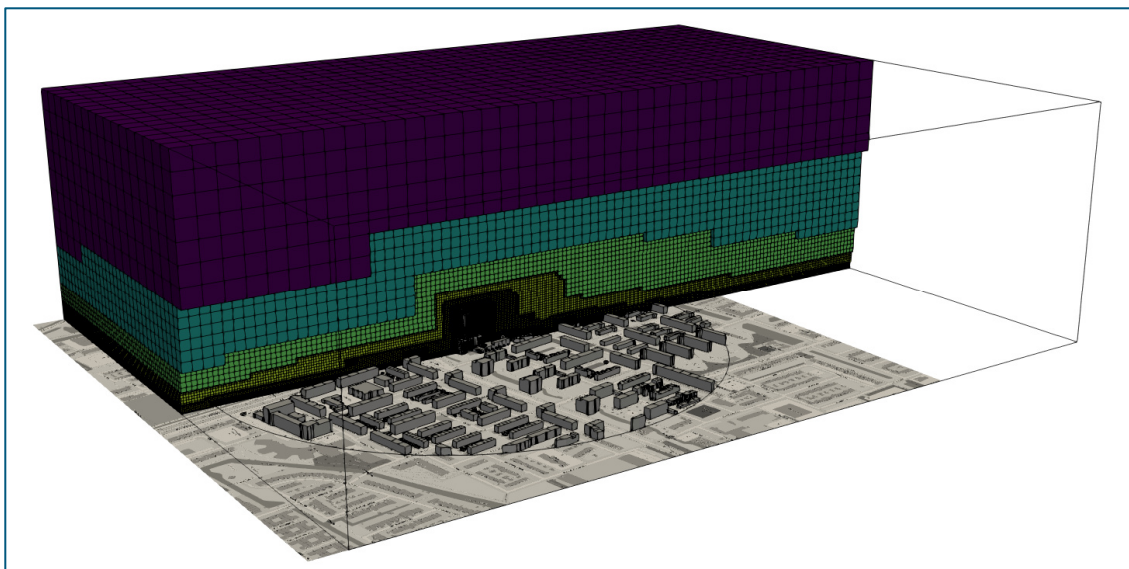
FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF ABSOLUUT													
X092540 Y462460							Jaar 1963-2002						
Windrichting (*10 graden)													
Windsnelheid (m/s)	35-01	02-04	05-07	08-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	Cum.
Distributief in uren per jaar													
0,0 - 0,9	16.7	17.1	16.3	13.8	11.3	13.1	12.1	18.4	16.4	15.1	13.6	15.4	179.3
1,0 - 1,9	57.7	58.6	56.9	42.5	32.2	39.1	42.7	65.8	53.4	51.3	47.7	51.2	599.0
2,0 - 2,9	81.8	83.4	86.9	63.8	52.6	61.5	75.4	106.9	84.3	73.0	68.2	70.5	908.3
3,0 - 3,9	88.0	104.9	96.4	78.1	62.4	76.1	95.6	144.1	111.4	89.4	79.2	85.9	1111.3
4,0 - 4,9	83.8	97.8	114.0	85.9	58.4	79.4	107.8	168.9	131.9	99.9	80.2	84.3	1192.3
5,0 - 5,9	71.4	86.7	98.4	78.1	57.3	71.8	105.8	181.3	145.6	95.8	78.9	69.8	1140.9
6,0 - 6,9	48.8	67.0	73.3	57.7	43.5	56.4	101.5	159.4	136.8	83.2	64.9	57.0	949.3
7,0 - 7,9	30.0	39.9	50.6	42.0	32.3	38.4	85.2	161.7	134.8	73.3	56.4	40.6	785.1
8,0 - 8,9	15.1	26.2	38.2	28.6	22.5	27.5	72.7	126.3	116.4	58.0	42.9	28.7	603.1
9,0 - 9,9	7.7	14.0	21.5	17.2	12.8	18.9	58.8	104.3	90.7	44.0	31.1	17.1	438.1
10,0 - 10,9	4.0	7.3	13.5	9.0	5.2	10.9	42.2	83.3	66.3	33.1	20.9	10.8	306.5
11,0 - 11,9	1.9	3.2	7.7	5.4	2.1	7.7	30.4	65.6	52.8	22.8	13.7	5.7	219.0
12,0 - 12,9	1.2	1.8	2.4	1.8	1.3	3.3	23.5	41.2	32.2	17.4	8.6	3.7	138.4
13,0 - 13,9	0.6	0.4	0.9	1.0	0.3	1.4	14.8	25.8	20.2	11.5	4.9	1.9	83.8
14,0 - 14,9	0.0	0.1	0.3	0.6	0.3	0.5	9.6	15.3	13.0	7.8	2.3	0.8	50.5
15,0 - 15,9	-	-	0.1	0.1	0.1	0.3	5.8	8.7	6.9	4.2	1.0	0.5	27.7
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	0.3	3.3	5.3	3.8	2.5	0.9	0.3	16.4
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	1.7	2.3	2.1	1.4	0.4	0.1	8.1
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	0.5	1.8	1.3	0.9	0.1	0.0	4.6
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	0.5	0.7	0.5	0.3	0.2	-	2.2
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	-	1.1
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	0.2	0.0	0.1	0.1	-	-	0.4
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.2	0.1	0.1	-	0.3
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.1	0.0	-	0.1
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	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 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Door de statistische gegevens over de lokale windsnelheid te combineren met de berekende windsnelheden (door de CFD software), kan voor elke windrichting en voor elk rekenpunt de lokale windstatistiek worden bepaald, oftewel de kans op overschrijding van de grenswaarde. Door alle windrichtingen te combineren wordt een overzicht verkregen van de overschrijdingskansen van de grenswaarde voor windhinder en windgevaar.

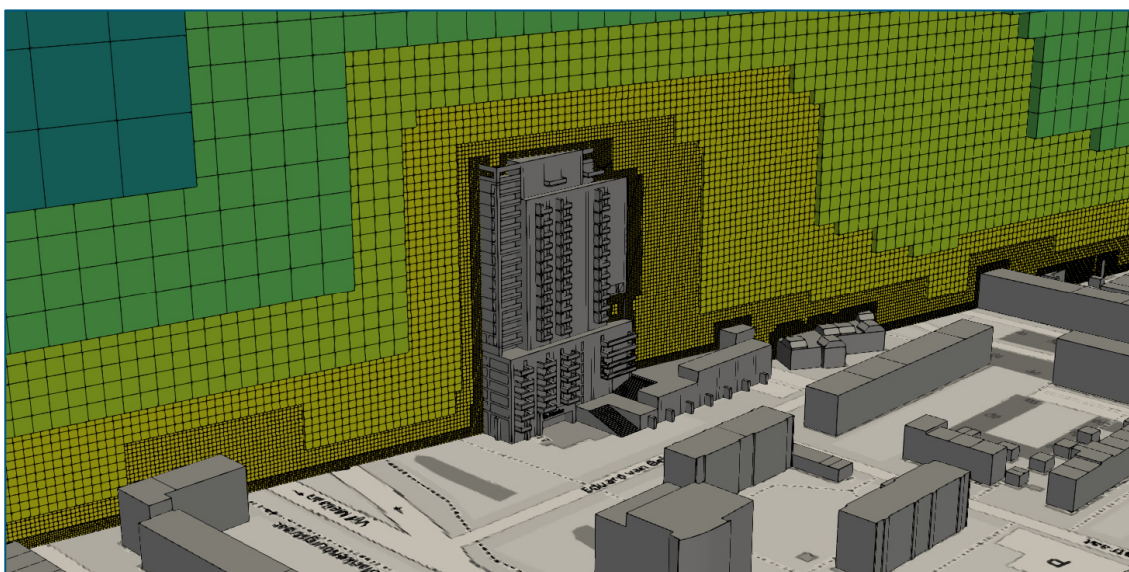
3.4 Berekeningen

Het onderzoek is uitgevoerd met gebruik van de Lattice Boltzmann Method (LBM). De rekenmethode rekent tijdsafhankelijk de luchtstroming uit met het k-omega DDES turbulentie model. Dit houdt in dat grote wervelingen expliciet berekend worden, waar de kleinere wervelingen gemodelleerd worden. Het uiteindelijke snelheidsveld dat gebruikt wordt in de statistiek is een tijdgemiddelde van de snelheid. De LBM methode maakt gebruik van een kubisch rekenrooster dat via een subgrid rooster de geometrie van het gebouw meeneemt.

Het rekenrooster voor de wind uit noordelijke richting is weergegeven in Afbeelding 3-4, waarbij het onderscheid tussen de kleinere elementen in het gemodelleerde gebied en de grotere elementen in het achterland goed te zien is en waarbij een impressie wordt gegeven van de grote hoeveelheid elementen die gebruikt zijn (circa 38 miljoen). Afbeelding 3-5 geeft de details van het rekenrooster weer in het gebied rond de nieuwbouw.



Afbeelding 3-4: Overzicht rekenrooster



Afbeelding 3-5: Detail rekenrooster bij het nieuwbouwplan

Het bovenwindse snelheids- en turbulentieprofiel dat gebruikt wordt voor de berekeningen, komt overeen met de atmosferische grenslaag behorend bij de stedelijke omgeving voor alle windrichtingen.

4 Resultaten

4.1 Windhinder kwaliteitsklasse

Op basis van de berekende lokale windsnelheden worden door de CFD software een windhinderkaart gegenereerd. Deze windhinderkaart legt een relatie tussen de statistisch bepaalde kans dat bepaalde windrichtingen en windsnelheden voorkomen en leidt daaruit de procentuele kans af dat een bepaalde windsnelheid op een bepaalde locatie overschreden zal worden.

Voor de beoordeling van het windklimaat rondom de nieuwbouw volgens NEN8100 wordt gebruik gemaakt van de in de norm beschreven classificatie van activiteiten om het gebouw.

In Bijlage B zijn de windhinderkaarten opgenomen met daarop aangegeven de procentuele kans op overschrijding van een uurgemiddelde windsnelheid van 5 m/s op 1,75 meter hoogte boven straatniveau.

In Bijlage D is een overzicht opgenomen met de berekende windsnelheden op 1.75 m hoogte voor alle 12 richtingen. Dit geeft inzicht waar verhoogde windsnelheden te verwachten zijn voor wind uit de betreffende windrichting.

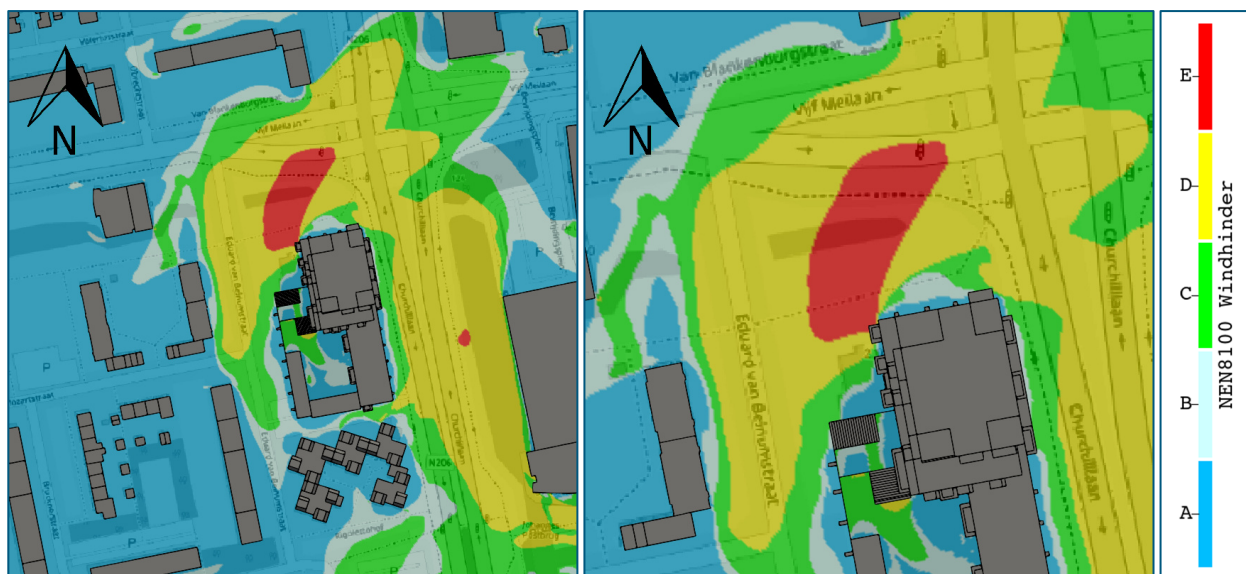
De kwaliteitsklassen en beoordeling voor verschillende activiteiten zijn aangegeven in Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Criteria voor de beoordeling van het lokale windklimaat op windhinder NEN8100

Overschrijdingskans p in % 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

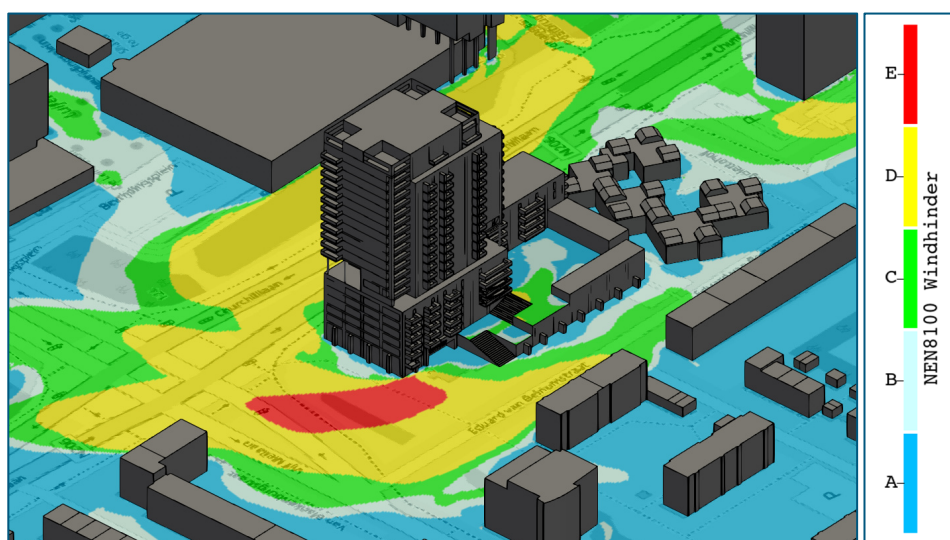
4.1.1 Windhinder variant 1 (exclusief groenmaatregelen)

Uit de windhinderkaarten, Afbeelding 4-1 en Afbeelding 4-2, is af te leiden dat op straatniveau aan de noordzijde van de nieuwbouw een windklimaat te verwachten is met kwaliteitsklasse D tot E.



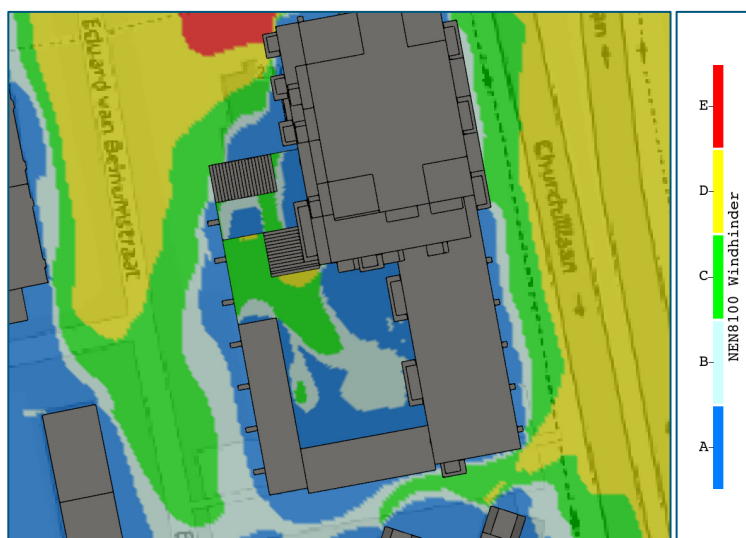
Afbeelding 4-1: Grafische weergave van de kans op windhinder op straatniveau rondom de geplande nieuwbouw (links overzicht, rechts detail)

De gebieden aan de west- en oostzijde van de nieuwbouw hebben grotendeels een verwacht windklimaat met kwaliteitsklasse C tot D. Voor het gebied met klasse D aan de oostzijde van de nieuwbouw is het waarschijnlijk dat een groot deel van de hinder veroorzaakt wordt door de hoogbouw ($\pm 70\text{m}$) op de hoek van de Churchilllaan en de Van Randwijkstraat. Ook moet worden aangegeven dat in de CFD-berekening van deze variant geen groen of andere gunstige windobstakels zijn meegenomen.



Afbeelding 4-2: Grafische weergave van de kans op windhinder op straatniveau aan de noordzijde van de nieuwbouw (gezien vanuit noordwest)

De openbare terrassen van het complex hebben een verwacht windklimaat van klasse A tot C, zie Afbeelding 4-3. Het gebied rondom de trappen hebben hierbij categorie C, waarbij de meer beschutte delen in categorie A komen, waarmee deze gebieden een goed windklimaat voor langdurig zitten hebben. Door het toepassen van (groenblijvende) beplanting en andere afscherming is het mogelijk om het windklimaat lokaal te verbeteren, bijvoorbeeld lokaal waar bankjes geplaatst worden.

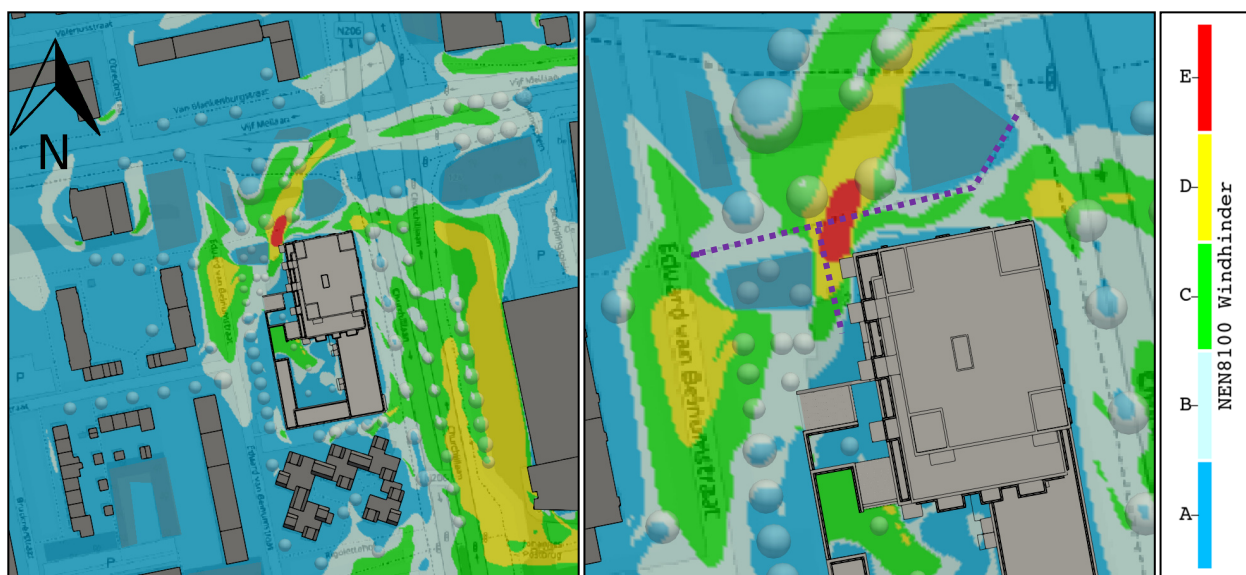


Afbeelding 4-3: Grafische weergave van de kans op windhinder op de openbare terrassen van de nieuwbouw (bovenaanzicht)

Deze resultaten geven aanleiding tot het nemen van windremmende maatregelen en het meenemen van de huidige beplanting. De keuze is hierbij vooral gebaseerd op het verbeteren van het windklimaat rondom de noordwestzijde van de nieuwbouw. Het inzicht in deze resultaten is onderzocht met variant 2.

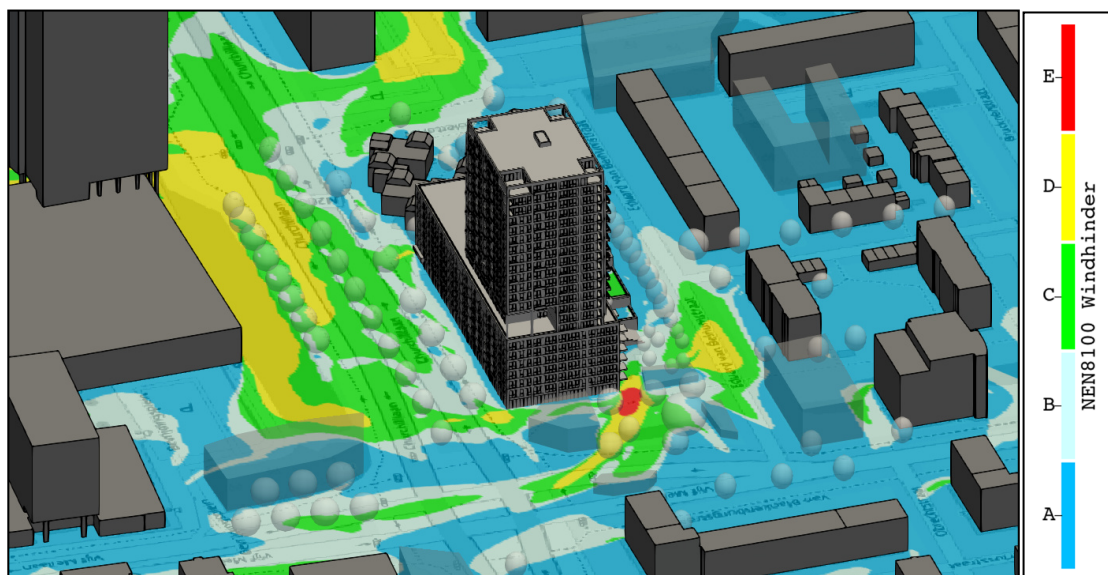
4.1.2 Windhinder variant 2 (inclusief groenmaatregelen)

Na het meenemen van bestaand en gepland groen, zijn dezelfde analyses uitgevoerd. Bij deze nieuwe windhinderkaarten, Afbeelding 4-4 en Afbeelding 4-5, is af te leiden dat vooral aan de westelijke en noordelijke zijde de te verwachten windhinder als gevolg van de geplande nieuwbouw, een stuk verminderd is in vergelijking met de situatie zonder gepland groen. De hinder aan de oostzijde van de Churchilllaan wordt voornamelijk veroorzaakt door de bestaande hoogbouw aan de Van Randwijkstraat, maar is ook lager geworden door de al aanwezige bomen aan de Churchilllaan. Voor het gebied aan de zuidzijde van de nieuwbouw is voornamelijk een windklimaat met klasse A of B te verwachten.



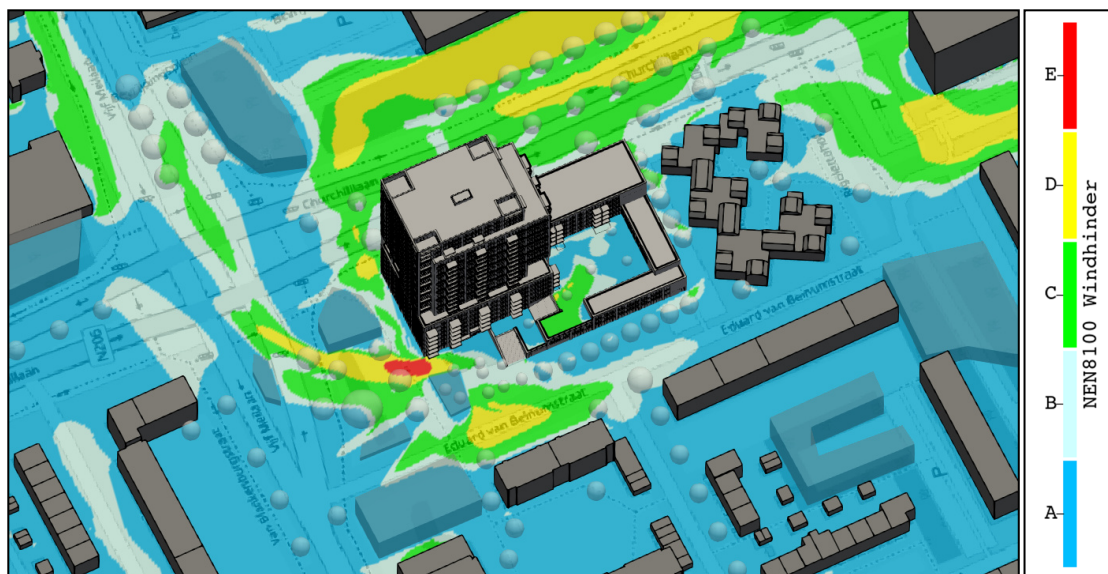
Afbeelding 4-4: Grafische weergave van de kans op windhinder op straatniveau rondom de geplande nieuwbouw (bovenaanzicht)
(links overzicht, rechts detail)

Een punt van aandacht bevindt zich aan de noordwesthoek van de nieuwbouw. Hier bevindt zich een slenterroute welke is aangegeven met een paarse stippellijn in Afbeelding 4-4. Er is een verbetering zichtbaar in vergelijking met variant 1, wat aanduidt dat de maatregelen het gewenste effecten veroorzaken, maar toch is deze nog voor verbetering vatbaar. In het volgende hoofdstuk wordt hier wat dieper op ingegaan.



Afbeelding 4-5: Grafische weergave van de kans op windhinder op straatniveau in de omgeving van de nieuwbouw (gezien vanuit noord)

De openbare terrassen van het complex hebben een verwacht windklimaat van klasse A tot C, zie Afbeelding 4-6. Het gebied rondom de trappen hebben hierbij categorie C, terwijl de meer beschutte delen in categorie A komen.



Afbeelding 4-6: Grafische weergave van de kans op windhinder op de openbare terrassen en directe omgeving van de nieuwbouw (zicht vanuit Noordwest)

4.2 Windhinder gebruikscategorie

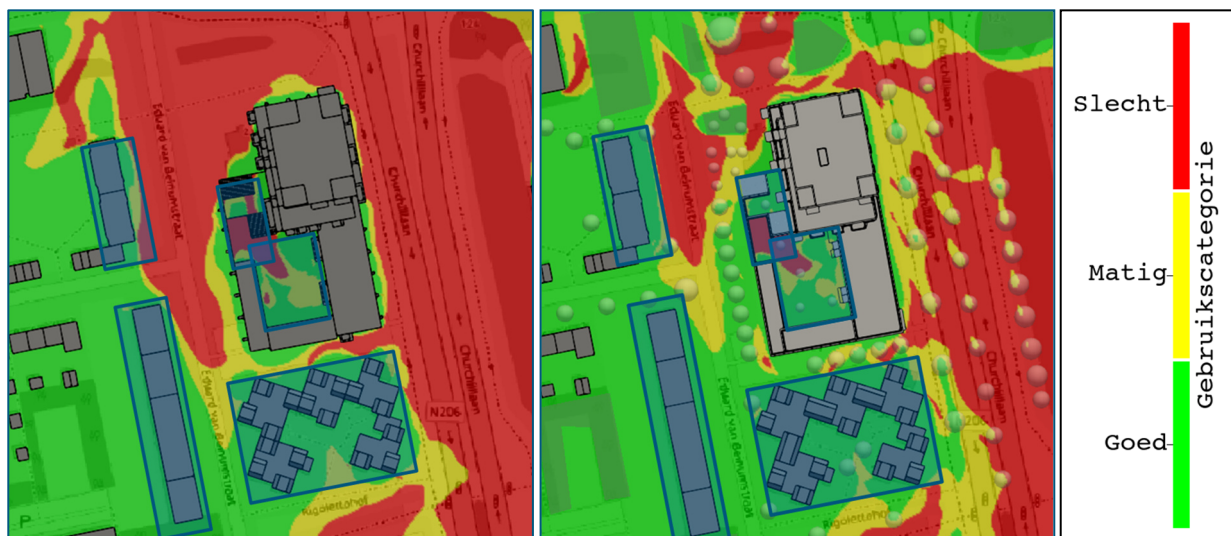
Als er gekeken wordt naar de activiteitsklassen welke van toepassing zijn binnen de bepaalde gebieden, zoals aangegeven in afbeelding 4-7, is het mogelijk om te beoordelen wat voor effect de wind heeft op de verschillende gebieden voor hun gebruiksdoel. De afbeelding heeft in blauw de gebieden aangegeven met klasse “langdurig zitten”, in paars de “slenter” gebieden en de rest is geclassificeerd als “doorloopgebied”. Dit hoofdstuk toont overzichtsafbeeldingen waarbij gekeken wordt of het gebied slecht, matig of goed scoort op dit gebruiksdoel. Zo kan een gebied een slecht windklimaat hebben voor langdurig zitten, waar dit nog een goed windklimaat geeft voor doorlopen. Ook is in dit hoofdstuk een vergelijking gemaakt tussen de 2 varianten, wat inzicht geeft in het effect van de groenmaatregelen.



Afbeelding 4-7: gebruikscategorie rondom nieuwbouw. Paars gebied "slenteren", blauwe gebieden "langdurig zitten", rest "doorlopen".

4.2.1 Langdurig zitten

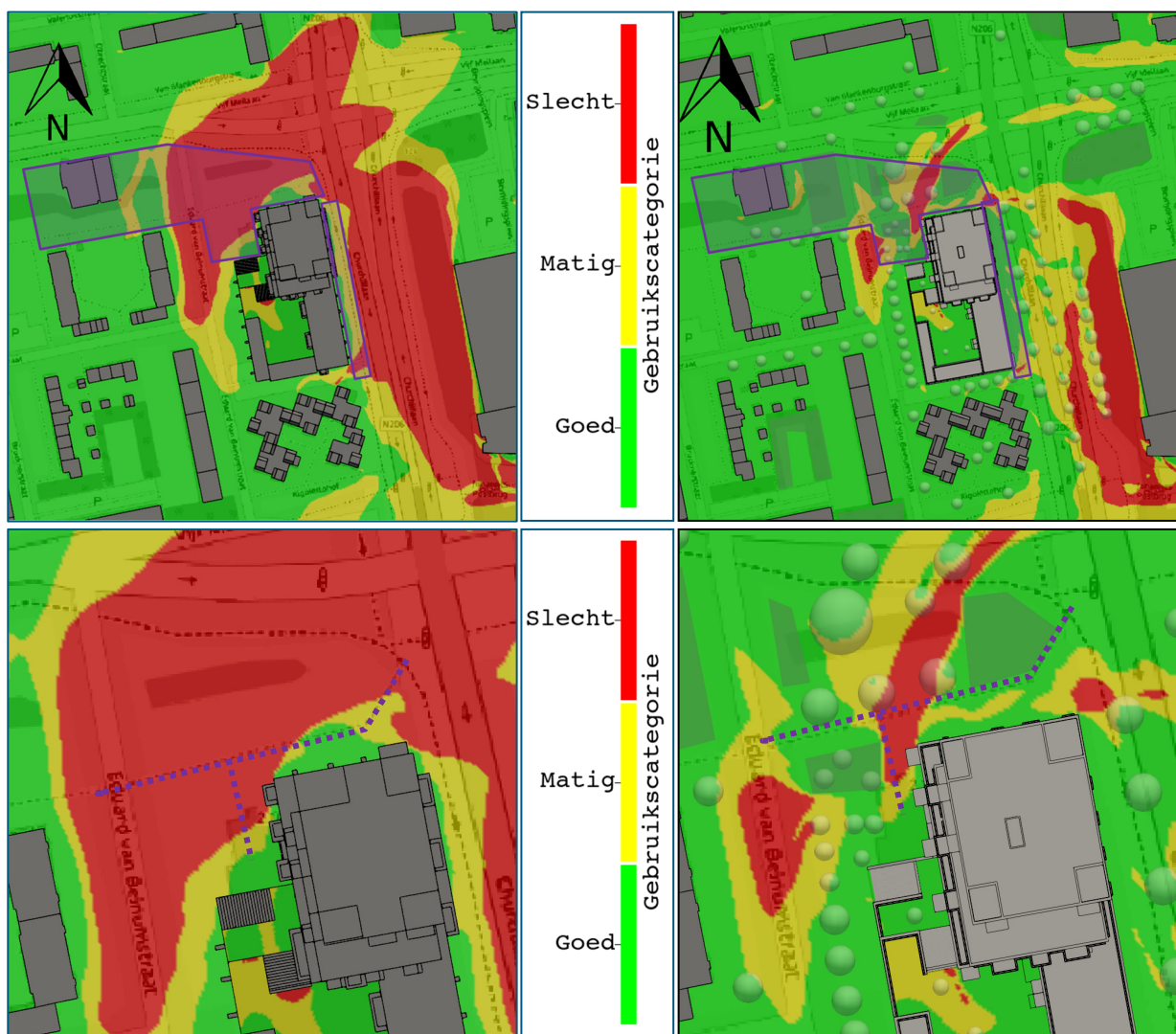
Afbeelding 4-8 toont in blauw de gebieden geclassificeerd voor “langdurig zitten” voor beide varianten. Als er gekeken wordt naar de terrassen op de nieuwbouw geeft dit aan dat alleen in het gebied rond de trappen een slecht windklimaat te verwachten is, terwijl de meer beschutte delen in een goed windklimaat voor langdurig zitten krijgen, dit is vergelijkbaar voor beide varianten. Door het toepassen van meer (groenblijvende) beplanting en andere afscherming is het mogelijk om het windklimaat lokaal verder te verbeteren voor zitten, bijvoorbeeld rond locaties waar daadwerkelijk bankjes worden geplaatst. De overige gebieden in de omgeving hebben allen een verwacht windklimaat wat gekwalificeerd kan worden als “goed” voor langdurig zitten. Op een beperkt aantal locaties nabij bestaande bebouwing komt de categorie “matig” voor (in variant 1 “slecht”), maar wegens het niet meenemen van hagen en tuinbeplanting zal dit in de praktijk een beter windklimaat geven.



Afbeelding 4-8: Categorie "langdurig zitten" (links variant 1; rechts variant 2)

4.2.2 Slenteren

In afbeelding 4-9 is aangegeven welke kwaliteitsklasse te verwachten is voor categorie "slenteren". Deze gebieden zijn aangegeven met een paarse lijn. In de vergelijking tussen variant 1 en 2 is goed zichtbaar dat toevoeging van de beplanting aan de noordwesthoek van de nieuwbouw een grote verbetering veroorzaakt. Toch blijft dit een punt van aandacht, gezien de slenterroute die aangegeven is met een paarse stippellijn. Om het windklimaat hier verder te verbeteren zou de groenvoorziening aan de oostzijde van deze looproute direct tegen de noordwesthoek van het gebouw aan geplaatst moeten worden en de looproute aan de westzijde hiervan te plaatsen. Dit heeft te maken met de hoge windsnelheid op de hoek van het gebouw. Dit zal ook zorgen voor meer afscherming van de looproute aan de noordzijde hiervan. Verder is voor variant 2 zichtbaar dat op alle hoeken van de gebouwen een matig tot slecht windklimaat te verwachten is, zowel bij de nieuwbouw als de overige hogere gebouwen. Hierbij is het zinvol om ruimte direct op de hoek te beplanten zodat hier niet gelopen kan worden en men niet verrast wordt door plotse harde wind.

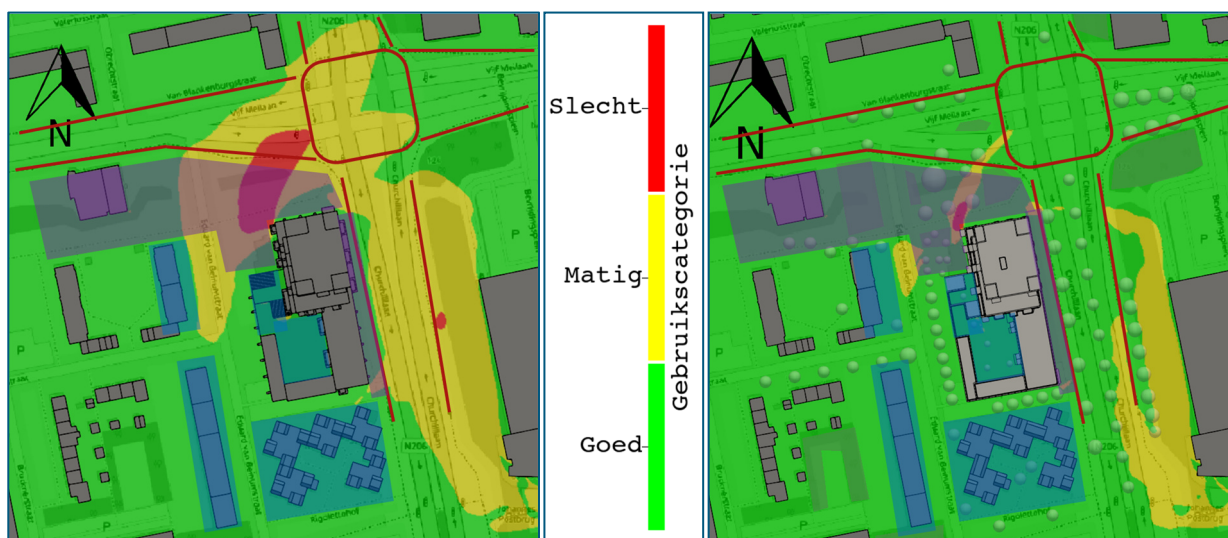


Afbeelding 4-9: Categorie "slenteren" (links variant 1; rechts variant 2; boven: overzicht; onder: detail)

4.2.3 Doorlopen

Afbeelding 4-10 toont welke kwaliteitsklasse te verwachten is voor categorie "doorlopen" voor beide varianten. Ook in deze vergelijking is goed zichtbaar wat het effect is van de groenvoorziening aan de noordwesthoek, dit zorgt voor een grote afname van hinder aan de noordzijde van de nieuwbouw. Verder is zichtbaar dat bij variant 2 rond de nieuwbouw een matige klasse te verwachten is op de gebouwhoeken, met een uitschieter naar slecht aan de noordwest kant.

Het gebied aan de zuidwestelijke kant van de nieuwbouw met klasse matig, ten oosten van de Churchilllaan, wordt veroorzaakt door de bestaande hoogbouw ($\pm 70\text{m}$) op de hoek van de Churchilllaan en de Van Randwijkstraat. Voor het overige deel kan de classificatie als goed worden beschouwd.



Afbeelding 4-10: Categorie "doorlopen" (links variant 1; rechts variant 2)

4.3 Windgevaar

Waar de lokale uurgemiddelde windsnelheid een waarde van 15 m/s overschrijdt bestaat er kans op windgevaar. De berekende windsnelheden zijn gekoppeld aan de lokale windstatistiek om vast te stellen of er rond de nieuwbouw kans is op windgevaar. De procentuele kans dat windgevaar optreedt is weliswaar klein, maar bij windgevaar is sprake van ernstige problemen bij het lopen. De NEN8100 bedoelt hiermee evenwichtsverlies, waardoor het voor mensen onmogelijk wordt zich staande te houden.

Een beperkt risico op windgevaar is slechts toelaatbaar bij activiteiten die te scharen zijn onder de klasse 'doorlopen'. Voor de activiteitenklassen 'slenteren' en 'langdurig zitten' is zelfs een beperkt risico niet toelaatbaar. Situaties met een overschrijdingskans groter dan 0,30% zijn in geen geval toelaatbaar en moeten vermeden worden.

Tabel 4-2 geeft een overzicht van de kwalificaties inclusief de kleurcodes die gebruikt zijn in de overzichtskaarten.

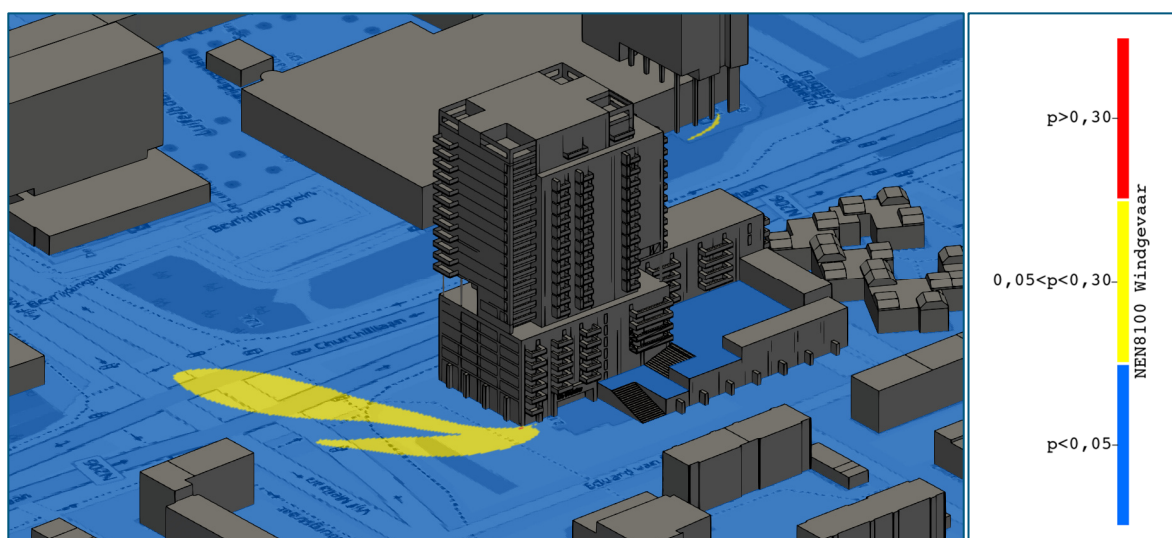
Tabel 4-2: Criteria voor de beoordeling van het lokale windklimaat op windgevaar NEN8100

Overschrijdingskans p in % van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$p < 0,05$	Geen risico
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

De resultaten zijn weergegeven in de windgevaarkaarten in Bijlage C met daarop aangegeven de procentuele kans op overschrijding van een uurgemiddelde windsnelheid van 15 m/s op een hoogte van 1,75 meter boven straat- of vloerniveau. Deze procentuele kans op overschrijding is weergegeven met een kleurmarkering op de kaart.

4.3.1 Windgevaar variant 1 (exclusief groenmaatregelen)

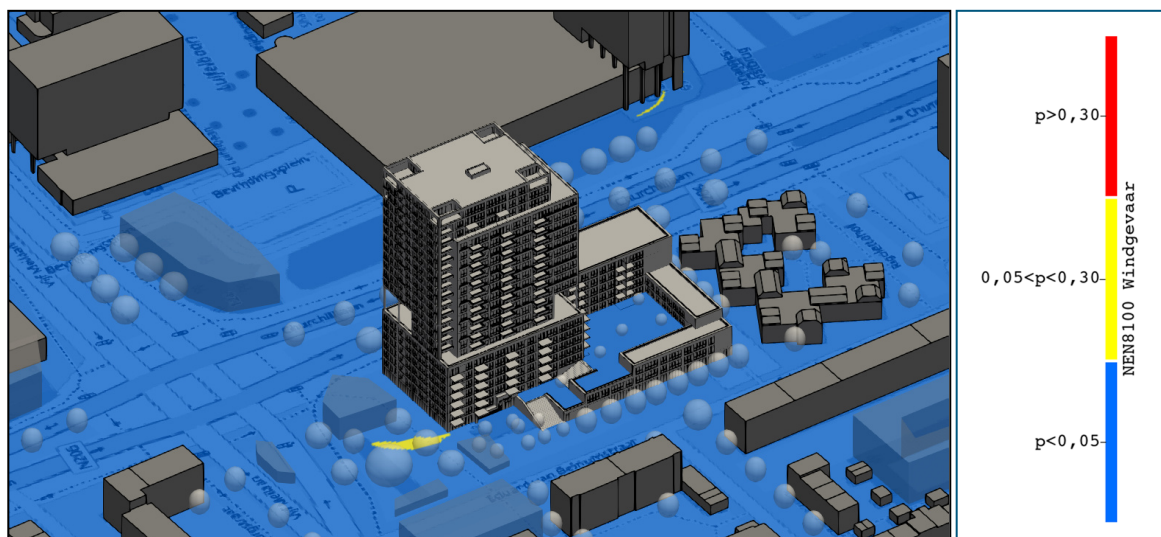
Afbeelding 4-11 toont het overzicht van het verwachte windgevaar aan de noordzijde van de nieuwbouw voor variant 1. Hierop is zichtbaar dat er een beperkt risico is op windgevaar rond de kruising en het plantsoen direct ten noorden van de nieuwbouw. Hierbij moet worden aangegeven dat in deze CFD-berekening geen groen of andere gunstige windobstakels zijn meegenomen.



Afbeelding 4-11: Grafische weergave van de kans op windgevaar op straatniveau aan de noordzijde van de nieuwbouw (gezien vanuit noordwest)

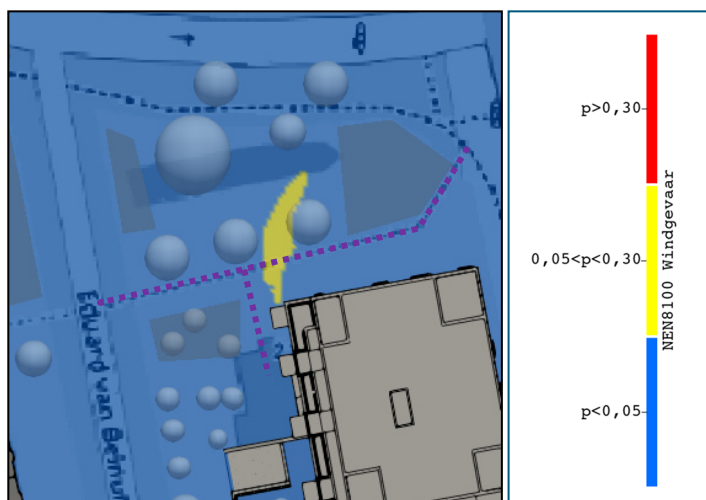
4.3.2 Windgevaar variant 2 (inclusief groenmaatregelen)

Afbeelding 4-12 toont het overzicht van het verwachte windgevaar aan de noordzijde van de nieuwbouw voor variant 2. Het is goed zichtbaar dat het toevoegen van groen op maaiveldniveau het windgevaar verlaagd. Wel is nog zichtbaar dat er een beperkt risico blijft op windgevaar rond het plantsoen direct ten noorden van de nieuwbouw. Een beperkt risico op windgevaar is volgens de NEN8100 slechts toegestaan voor doorloopgebieden terwijl het hier gaat om een slentergebied.



Afbeelding 4-12: Grafische weergave van de kans op windgevaar op straatniveau aan de noordzijde van de nieuwbouw (gezien vanuit noordwest)

Afbeelding 4-13 toont in detail het gebied met risico op windgevaar aan de noordzijde van het gebouw. Hier is zichtbaar dat het zich grotendeels bevindt in de groenstrook, maar ook wordt doorkruist door de looproute (met paarse stippellijn aangegeven) aan de noordzijde van het gebouw. Het toepassen van groenblijvende struiken of andere windremmende obstakels van verschillende hoogtes rond deze gebouwhoeken is zinvol om het risico op gevaar verder te beperken. Door toepassing van beplanting welke groen blijft in de winter kan de kans op windgevaar effectief verlaagd worden.



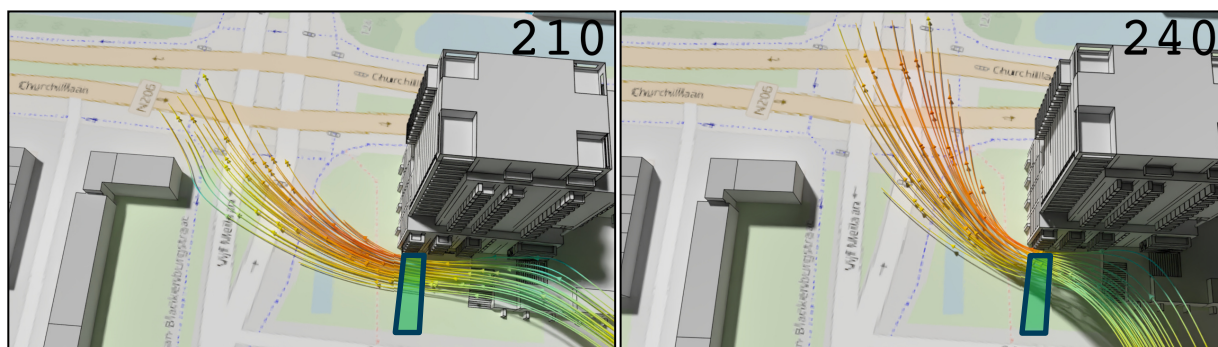
Afbeelding 4-13: Grafische weergave van de kans op windgevaar op straatniveau aan de noordzijde van de nieuwbouw, detail opname

5 Windbeperkende maatregelen

Om de optredende mogelijkheid tot hinder en gevaar te verminderen zijn er enkele mogelijkheden. Zo is het een mogelijkheid om een aanpassing aan een ontwerp te doen waarbij de kans op hinder verminderd wordt. Hierbij kan gedacht worden aan een andere oriëntatie van een gebouw ten opzichte van de hoofdwindrichting of het toepassen van laagbouw rondom. Verder is het mogelijk om maatregelen achteraf toe te passen, waarbij gedacht kan worden aan het plaatsen van extra groen of windschermen. Om hinder te beperken dicht bij het gebouw, bijvoorbeeld bij een entree of rond de plint kan vaak gekozen worden voor het toepassen van luifels, schermen en plantenbakken. Het effect hiervan is vaak beperkt tot de locatie waar het toegepast wordt, en is daardoor minder zinvol voor gebieden op grotere afstand tot het gebouw.

Dit hoofdstuk geeft een inschatting over mogelijke maatregelen ter vermindering tot windhinder op basis van een expert opinion. Om het effect van een maatregel kwantitatief te beoordelen is het nodig om een windtunnel of CFD studie uit te voeren.

Als er gekeken wordt naar de kans op windgevaar op de noordwesthoek van het gebouw, en de mogelijkheid tot het verder te doen afnemen tot “geen risico” wordt geadviseerd om dichtbegroeide groenvoorzieningen, welke in de winter groen blijft, door te trekken tot de hoek van het gebouw. Afbeelding 5-1 geeft de locatie van de groenvoorziening weer om dit te bewerkstelligen vanuit de windrichtingen 210 en 240 graden. Dit zijn de belangrijkste windrichtingen voor hoge windsnelheden voor deze locatie (zie windroos).



Afbeelding 5-1: Locatie uitbreiding groenvoorziening

6 Conclusies

Het windhinderonderzoek is uitgevoerd met doel het bepalen van het te verwachte windklimaat rondom het nieuwbouwplan voor wooncomplex “de Premier” aan de Vijf Meilaan in Leiden. De Nederlandse norm NEN8100 ‘Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving’ geeft richtlijnen voor de realisatie van buitengebieden met een goed windklimaat. Tevens mag zich in dergelijke gebieden volgens deze norm slechts een beperkt risico op windgevaar voordoen.

De norm stelt dat de overschrijdingskans van de drempelsnelheid van de wind (5,0 m/s) bepaalt in welke kwaliteitsklasse het lokale windklimaat valt. De combinatie van kwaliteitsklasse en de activiteiten die rond het gebouw plaatsvinden, levert een bepaalde waardering van dit windklimaat op. De activiteiten in het gebied direct aan de noord- en oostzijde van de nieuwbouw vallen in de categorie “slenteren”, terwijl de overige omgeving in de categorie “doorlopen” valt. De openbare terrassen van de nieuwbouw en tuinen in de directe omgeving vallen onder de categorie “langdurig zitten”.

Op basis van toetsing van de berekende resultaten kan geconcludeerd worden dat vooral aan de west- en noordzijde windhinder te verwachten is door de geplande nieuwbouw. Hier is vooral de noordwesthoek een punt van aandacht, waar een klasse D tot E te verwachten is. Het toepassen van de geadviseerde (groen)maatregelen levert een significante positieve bijdrage aan het windklimaat op deze locatie.

De noordwesthoek geeft een slecht windklimaat voor de activiteit “**slenteren**”. Dit geldt voor een relatief klein gebied en het is aan te raden om extra maatregelen toe te passen rondom dit punt en op de overige gebouwhoeken. Hiernaast kan gekozen worden om looproutes van de gebouwhoeken af te plaatsen wat zorgt voor minder snelle verandering van windsnelheid als men de hoek om loopt. Voor het gebied aan de oost- en zuidzijde van de nieuwbouw is voornamelijk klasse A of B te verwachten. Dit geeft een goed windklimaat voor “slenteren”.

De aangegeven gebieden voor de activiteit “**langdurig zitten**” krijgen grotendeels een verwacht windklimaat wat gekwalificeerd kan worden als “goed” met kleine locaties als “matig”. Aangezien hagen en andere tuinbeplanting niet zijn meegenomen in de berekening zal dit in de praktijk positiever uitpakken.

Voor de gebieden waarvoor de activiteit “**doorlopen**” geldt, is er weinig windhinder te verwachten en vallen bijna alle gebieden in de categorie “goed”. Op slechts enkele locaties is er hinder te verwachten door de geplande nieuwbouw.

Op basis van toetsing van de berekende resultaten wordt geconcludeerd dat er ook locaties zijn met een **beperkt risico op windgevaar**. Dit is aanwezig rond de noordwesthoek van de nieuwbouw tot het plantsoen direct ten noorden van de nieuwbouw. Het gaat om een relatief kort deel van de looproute, maar voor de veiligheid van de voetgangers, is het zeer aan te raden hier extra maatregelen toe te passen rondom de hoek om het risico op gevaar te verlagen. Door het doortrekken van de groenvoorziening nabij de noordwesthoek van het gebouw tot aan het gebouw kan de kans op windgevaar effectief verlaagd worden. Op de fietsroutes is geen windgevaar verwacht.

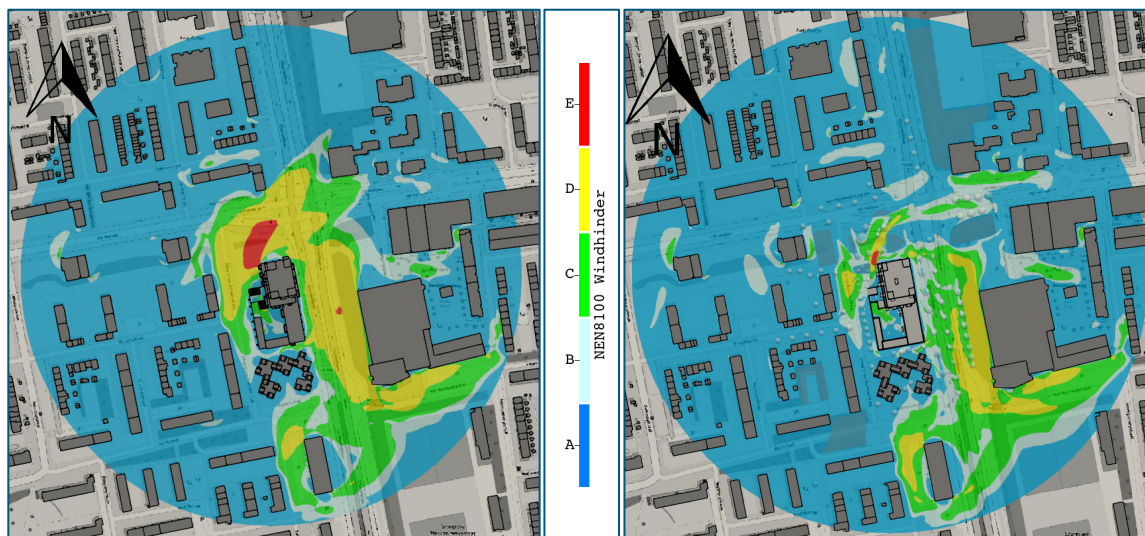
Als deze resultaten van het te verwachten windklimaat in het doelgebied getoetst worden aan de criteria zoals genoemd in de NEN8100 ‘Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving’, kan geconcludeerd worden dat het verwachte windklimaat in het gebied matig tot goed is, alhoewel het wel aan te raden is om kleine maatregelen toe te passen rondom de noordwesthoek en op de overige hoeken van de geplande nieuwbouw. Het gaat hierbij om het zorgen van afstand van looproutes tot de directe gebouwhoek, en het plaatsen van windremmende obstakels zoals groenblijvende struiken om het windklimaat verbeteren en de kans op windgevaar verminderen. In de uitwerking van het inrichtingsplan wordt met name gekeken naar het toevoegen van extra groenvoorzieningen.

Bijlage A. Projectgegevens

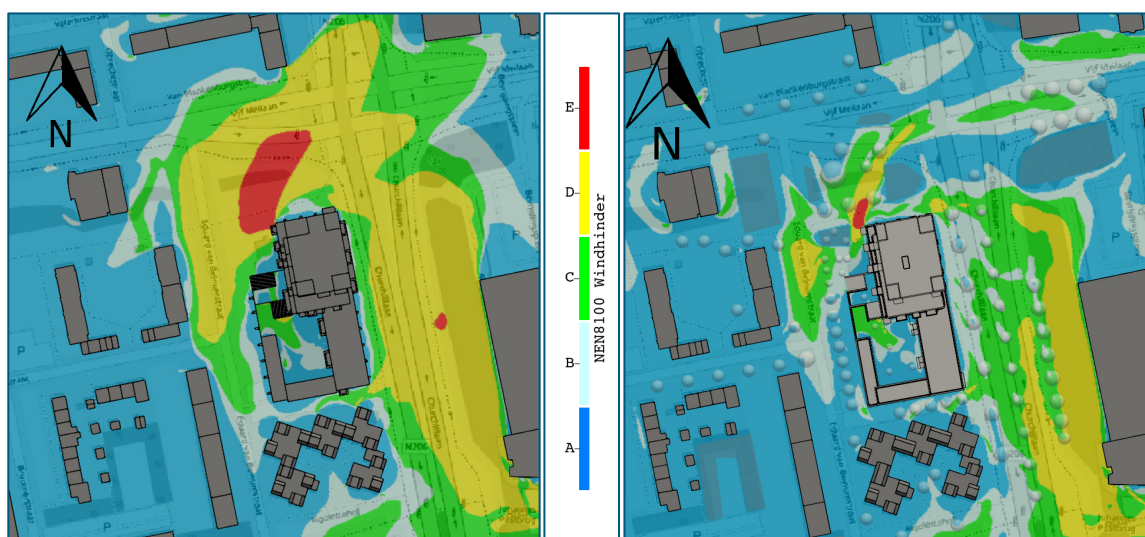
Tabel A-1 Technische bijlage project

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Windhinderonderzoek bouwplan "De Premier"
Opdrachtgever	Van Rhijn Projectontwikkeling
Projectleider	Ferry Loupias (Royal HaskoningDHV)
Datum	07 December 2020 / 15 Juli 2021
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	
Kerngebied	Ø 400 m
Omgeving	1250 × 1000 × 300 m
Blokkeringsgraad	< 5%
Gemodelleerd groen	Nee (variant 1); ja (variant 2, $F_e = 0.1$)
Onderzochte windrichtingen	12
Onderzochte configuraties	1
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☐ FVM (eindige volume methode) ☒ anders: LBM ☐ FEM (eindige elementen methode) Programmatuur: SimScale Versie: december 2020
Algemeen	☒ driedimensionaal ☐ tijdsafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ tweedimensionaal ☒ tijdsafhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars
Rekenrooster	gestructureerd; ca. 38×10^6 elementen
Turbulentiemodellering	LBM k-omega DDES
Connectieve schema's	Snelheidscomponenten: nvt Turbulentiegrootheden: nvt Scalaire variabelen: nvt
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Atmosferische grenslaag stedelijk $y_0 = 1\text{m}$, 10 m/s op 10m hoogte
Uitlaat	Standaard uitstroomrandvoorwaarde
Boven-/zijwanden	Symmetrie
Vloer/bodem	Wandruwheid $y_0 = 0.03\text{m}$
Overige	Wand
Gegevensverwerking en -beoordeling	
Amersfoortse coördinaten van de locatie	(X 92540, Y 462460)
Gepresenteerde resultaten	Windhinderkaarten, windgevaarkaarten
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	-

Bijlage B. Windhinderkaarten

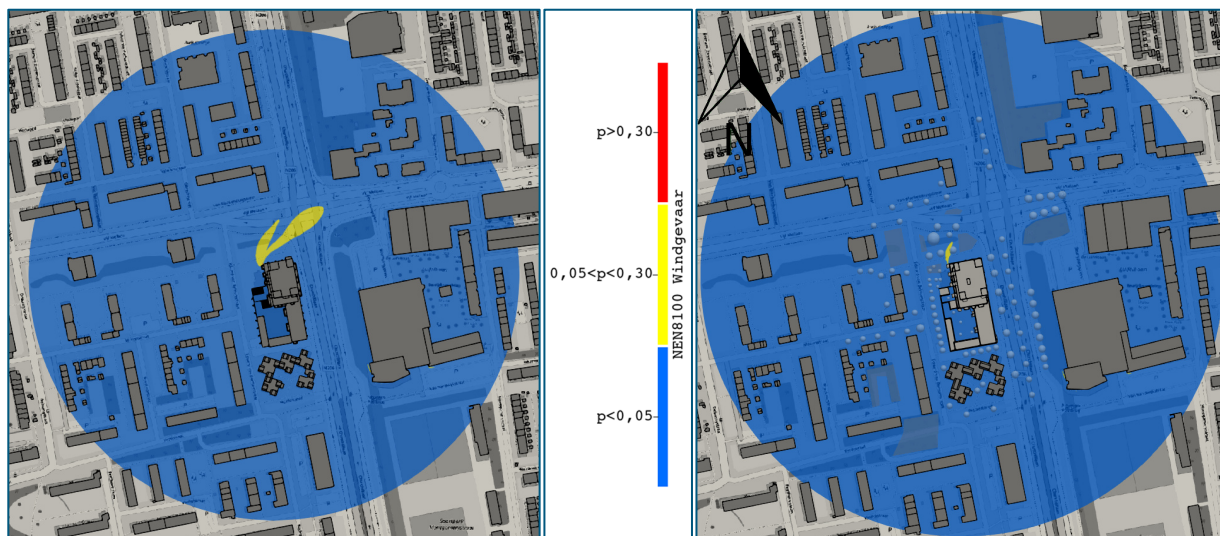


Afbeelding B-1: overzicht windhinderkaart maaiveld en openbare terrassen (links variant 1; rechts variant 2)

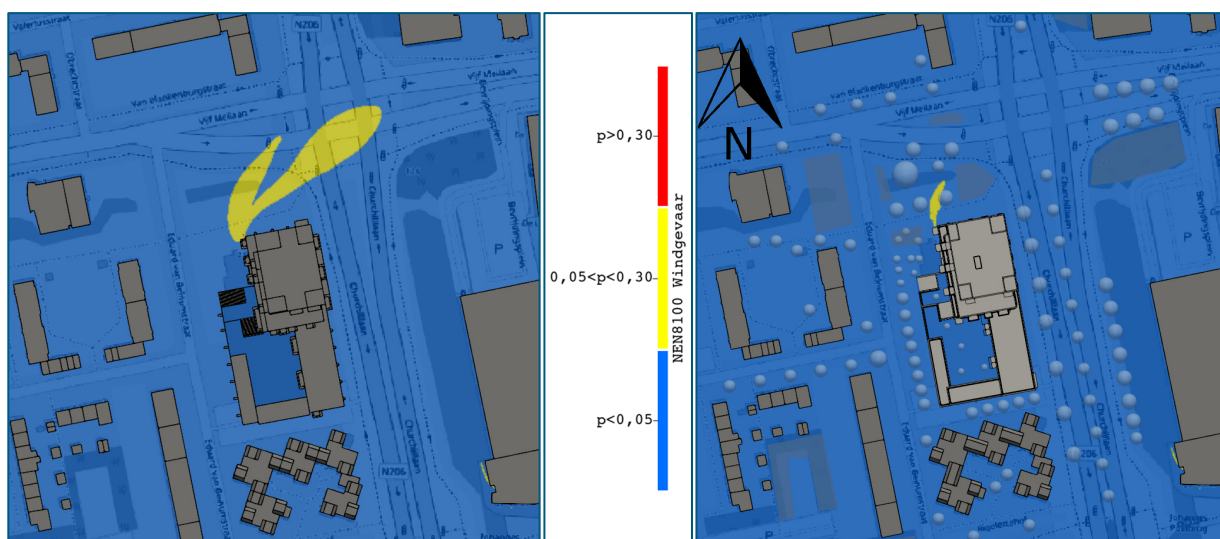


Afbeelding B-2: detail windhinderkaart maaiveld en openbare terrassen (links variant 1; rechts variant 2)

Bijlage C. Windgevaarkaart

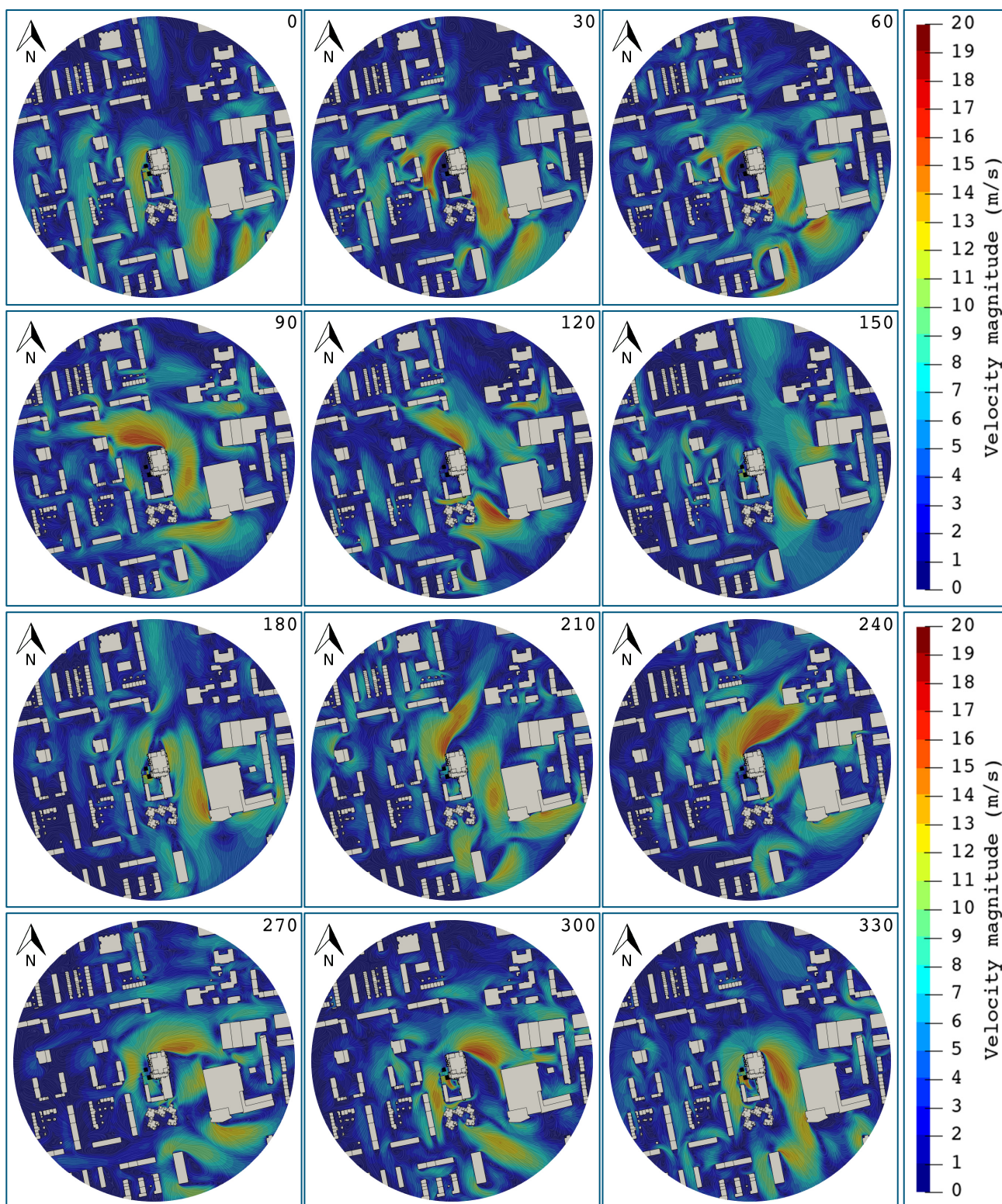


Afbeelding C-1: windgevaarkaart maaiveld en openbare terrassen overzicht (links variant 1; rechts variant 2)

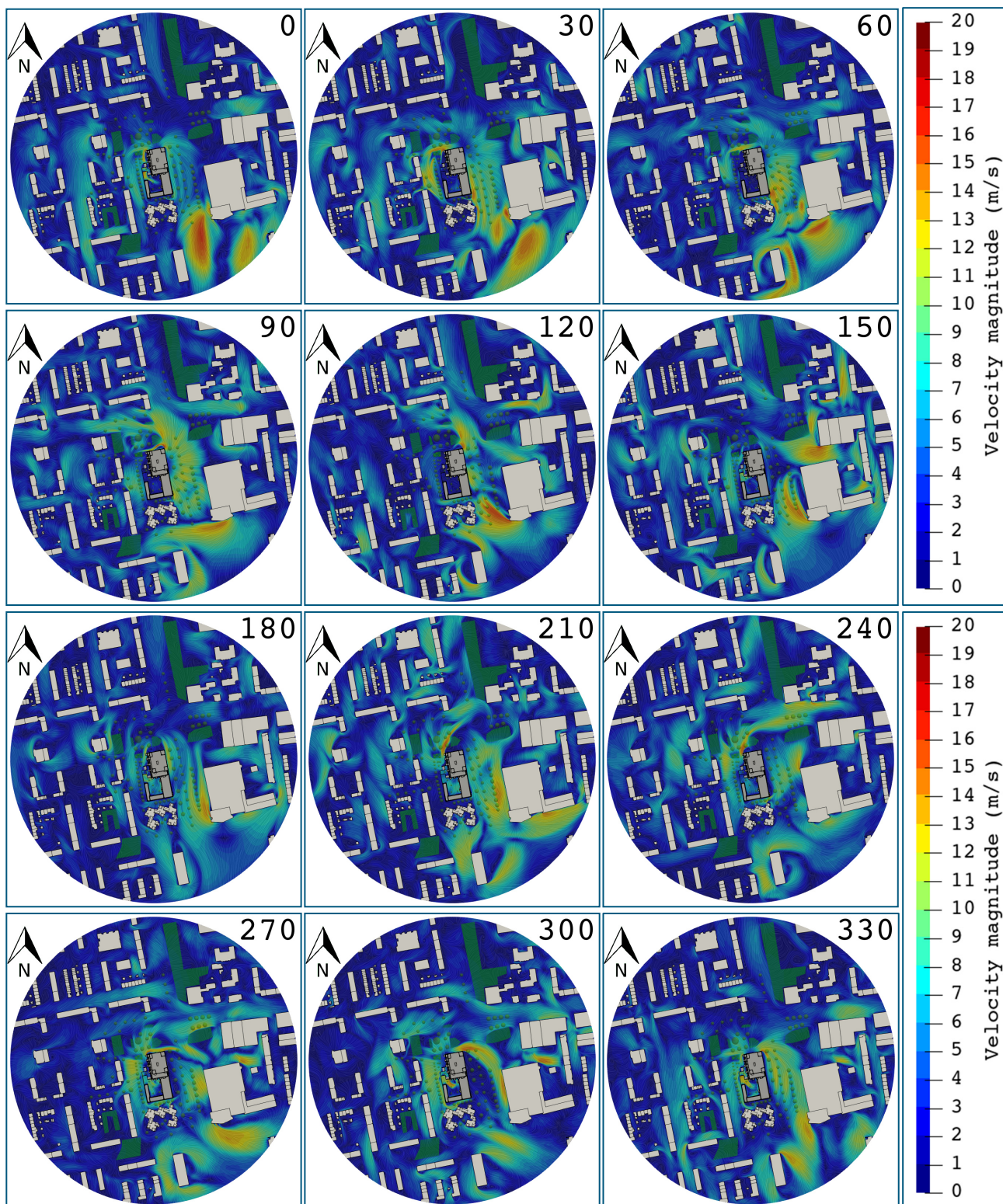


Afbeelding C-2: windgevaarkaart maaiveld en openbare terrassen detail (links variant 1; rechts variant 2)

Bijlage D. Windsnelheden op maaiveld



Afbeelding D-1: Overzicht windsnelheidskaart voor alle 12 windrichtingen (variant 1)



Afbeelding D-2: Overzicht windsnelheidskaart voor alle 12 windrichtingen (variant 2)