

RAPPORT

Zwanenpark

Onderzoek windhinder en windgevaar

Klant: Zwanenveld B.V.

Referentie: 9S4713-RHD-XX-XX-RP-X-0001

Status: Definitief/2

Datum: 27 september 2023

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX Rotterdam
Netherlands
Industry & Buildings

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

Titel document: Zwanenpark

Sub titel: Onderzoek windhinder en windgevaar
Referentie: 9S4713-RHD-XX-XX-RP-X-0001
Uw kenmerk [Click or tap here to enter text.](#)

Status: Definitief/2
Datum: 27 september 2023
Projectnaam: Zwanenpark
Projectnummer: 9S4713
Auteur(s): Chiara Witteman-Tesauro

Opgesteld door: Chiara Witteman-Tesauro

Gecontroleerd door: Frank van Gool

Datum:

Goedgekeurd door: Fred Wittekamp

Datum: 27 september 2023

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veeleenvoudigd 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.

Inhoud

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	8
3.4 Berekeningen	9
4 Resultaten	12
4.1 Windhinder	12
4.2 Windgevaar	18
4.3 Mitigerende Maatregelen	19
5 Conclusies	21

Tabellen

Tabel 2-1: Criteria voor de beoordeling van het lokale windklimaat op windhinder	5
Tabel 2-2: Criteria voor de beoordeling van het lokale windklimaat op windgevaar	6
Tabel 3-1: Windstatistiek van Nijmegen uit NPR6097:2006, in aantal uren van het jaar	9
Tabel 4-1 Criteria voor de beoordeling van het lokale windklimaat op windhinder NEN8100	12
Tabel 4-2: Criteria voor de beoordeling van het lokale windklimaat op windgevaar NEN8100	18

Figuren

Figuur 1-1: Overzicht van de locatie en de omgeving (Bron: Openstreetmap en Google Earth 2022)	3
Figuur 1-2: Overzicht plangebied Zwanenpark met bouwhoogtes.	3
Figuur 2-1: Gebruikscategorie binnen het projectgebied: Paars: park (langdurig zitten), blauw: entree openbare ruimtes (langdurig zitten), groen: straten rond het plangebied (doorlopen). De entrees (slenteren) zijn aangegeven met de oranje driehoeken.	6

Figuur 3-1: Overzicht van de ingevoerde geometrie van het projectplan vanuit zuidoost (links) en bovenaanzicht (rechts). Hierbij zijn de bestaande gebouwen in donkergrijs afgebeeld, het bouwplan in magenta, het water in donkerblauw en de grond in grijs.	7
Figuur 3-2: Windroos van Nijmegen uit NPR6097:2006	8
Figuur 3-3: Overzicht rekenrooster voor wind uit richting noord (0°)	10
Figuur 3-4: Detail rekenrooster bij het nieuwbouwplan voor wind uit richting noord (0°)	10
Figuur 3-5: Landgebruikskaart uit NPR6097:2006 (links) en hoogtekaart uit AHN4 (rechts). Het plangebied is met de witte stip weergegeven.	11
Figuur 4-1: Codering bouwblokken en gebruikscategorie binnen het projectgebied: lichtblauw: park (langdurig zitten), lichtblauw: entree openbare ruimte (slenteren), groen: straten rond het plangebied (doorlopen).	12
Figuur 4-2: Grafische weergave van de kans op windhinder op straatniveau rond de nieuwbouw. De doorloopgebieden zijn aangegeven met het rood kader.	13
Figuur 4-3: Grafische weergave van de kans op windhinder op straatniveau rond de nieuwbouw. De slentergebieden zijn aangegeven met het paars kader.	14
Figuur 4-4: Grafische weergave van de kans op windhinder bij de entrees van de nieuwbouw.	15
Figuur 4-5: Grafische weergave van de kans op windhinder bij de entrees van de commerciële ruimte. De locatie voor de entree is weergegeven met het rode kader.	16
Figuur 4-6: Grafische weergave van de kans op windhinder in het park (zitlocaties zijn aangegeven in het oranje kader)	17
Figuur 4-7: Grafische weergave van de kans op windgevaar binnen het plangebied	18
Figuur 4-8: Grafische weergave van de windsnelheid op 1.75m boven maaiveld, voor de windrichting westzuidwest en west.	19
Figuur 4-9: mogelijk aanpassing voor het inrichtingsplan (in blauw de voorgestelde locaties voor aanvullende groen/vegetatie)	20

Bijlagen

Bijlage A - Projectgegevens
Bijlage B - Windhinderkaart
Bijlage C - Windgevaarkaart
Bijlage D - Windsnelheden op loopniveaus

Samenvatting

In opdracht van Zwanenveld B.V. is een windhinderonderzoek uitgevoerd met als doel het bepalen van het te verwachten windklimaat in het plangebied Zwanenpark te Nijmegen. Het bouwplan bestaat uit meerdere bouwblokken van verschillende bouwhoogtes boven de 50m. De hoge gebouwen kunnen het buitenklimaat beïnvloeden: de wind kan versneld worden door deze gebouwen. Hoge windsnelheden op het looppniveau worden als niet comfortabel ervaren door mensen en zijn daarom niet wenselijk.

Toetsing van het windklimaat (windhinder en –gevaar) vindt plaats overeenkomstig de Norm NEN8100 “Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving”. Volgens de NEN8100 is voor gebouwen hoger dan 30 meter een kwantitatief onderzoek noodzakelijk. Gezien de geplande bouwhoogte boven de 30 meter, wordt het uitvoeren van een windhinderonderzoek als noodzakelijk beschouwd. Doel van het onderzoek is het te verwachten windklimaat in het plangebied te bepalen en te beoordelen.

Om het windklimaat in het plangebied te bepalen, zijn de geplande gebouwen en de bestaande bebouwde omgeving ingevoerd in een CFD-rekenprogramma (Computational Fluid Dynamics). Vervolgens is de windsnelheid rond de ingevoerde gebouwen berekend voor 12 windrichtingen zoals door de NEN8100 beschreven. De uitkomsten van de stromingsberekeningen, gecombineerd met de windstatistiek van de locatie, geven een beeld van het verwachte windklimaat op looppniveau.

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 binnen het projectgebied plaatsvinden, levert een bepaalde waardering van dit windklimaat op. Het park valt in de categorie “langdurig zitten”. De locatie van de entree van commerciële ruimte valt in de categorie “langdurig zitten”. De entrees van de bouwblokken vallen in de categorie “slenteren”. De overige straten rond de nieuwbouw vallen in de categorie “doorlopen”.

Op basis van toetsing van de berekende resultaten kan geconcludeerd worden dat voor de gebieden die de activiteitsklasse “doorlopen” krijgen, grotendeels een goed windklimaat verwacht wordt. Alleen in de doorgang tussen blok G en H en aan de oostzijde van blok K wordt een matig windklimaat verwacht. Dit is in principe acceptabel voor een doorloopgebied. De looproutes zijn nog in ontwikkeling en zijn daarom nog niet aangegeven in de windhinderkaart. De resultaten van het onderzoek kunnen een indicatie geven over de mogelijkheden om de looproutes verder te bepalen/ontwikkelen.

Voor de gebieden die de activiteitsklasse “slenteren” krijgen, is bij de entree van blok G en de westelijke entree van blok K het windklimaat matig of slecht voor slenteren. Deze entrees dienen afgeschermd te worden. Bij de andere entrees wordt een goed windklimaat verwacht. In de doorgang tussen blokken A en D en tussen blokken is het windklimaat matig of slecht voor slenteren, op alle andere locaties wordt een goed windklimaat voor de activiteit slenteren verwacht.

Van de gebieden met activiteitsklasse “langdurig zitten” krijgen, wordt in het park grotendeels een matig/slecht windklimaat verwacht. Hierbij kunnen (groenblijvende) beplanting en andere afscherming toegepast worden om het lokale windklimaat te verbeteren. De resultaten van dit onderzoek geven ook een indicatie over de locaties die ingericht zullen worden als zitgebieden: er wordt geadviseerd om de zitgedeeltes in de gebieden met een goed windklimaat te realiseren. Aan de zuidzijde van het park, tussen blokken C en G, aan de westzijde van blok E en F en aan de oostzijde van blok B wordt een goed windklimaat verwacht. Bij de entree van de commerciële ruimte wordt eveneens een goed windklimaat verwacht.

Op basis van toetsing van de berekende resultaten wordt geconcludeerd dat in de straten in het plangebied de kans op windgevaar onder de grens van 0.05% is. Hier is er geen windgevaar te verwachten. Alleen op de zuidwestelijke gebouwhoek van blok H is een beperkt risico op windgevaar mogelijk.

Het windhinderonderzoek is gericht op het bestemmingsplan, om een indicatie over mogelijk knelpunten in het ontwerp te geven. Daarom zijn geen extra architectonische, inrichtings- of ontwerp- opties om het windklimaat te verbeteren in het onderzoek meegenomen. Verdere detaillering kan toegepast worden op het moment dat het plan verder uitgewerkt is, en weer getoetst aan de NEN8100.

Er moet worden aangegeven dat in de CFD-berekening het aanwezige en geplande groen niet is meegenomen, dit is een worst-case scenario. Het toepassen van (groenblijvende) beplanting en andere afscherming verbetert het windklimaat, maar in de winter, wanneer de kans op windhinder en windgevaar het grootst is, zullen de bomen kaal zijn. Verder, door de doorgaans kortere levensduur van bomen ten opzichte van gebouwen, zullen de positieve effecten van de bomen op het windklimaat niet effectief zijn voor de hele levensduur van het plangebied. De resultaten van dit onderzoek kunnen wel een indicatie geven voor het opstellen van een inrichtingsplan voor bomen en groen in het plangebied.

1 Inleiding

Aan de westzijde van Nijmegen wordt een nieuw plangebied ontwikkeld, bestaande uit meerdere bouwblokken van verschillende bouwhoogtes in het bestaande Zwanenveld. De locatie en luchtfoto van de directe omgeving is zichtbaar in figuur 1-1. De planvorming bestaat voornamelijk uit nieuwe woningen. Figuur 1-2 toont het beoogde ontwerp inclusief de gebouwblokken in de nabije omgeving.



Figuur 1-1: Overzicht van de locatie en de omgeving (Bron: Openstreetmap en Google Earth 2022)



Figuur 1-2: Overzicht plangebied Zwanepark met bouwhoogtes.

Gezien de hoogte van de verschillende bouwblokken, boven de 50 m, bestaat het risico dat er windhinder en windgevaar kan optreden. Om de gevolgen van de realisatie van de bouw voor het windklimaat inzichtelijk te maken heeft Royal HaskoningDHV in opdracht van Zwanenveld B.V. een windhinderonderzoek uitgevoerd. Doel van het onderzoek is het te verwachten windklimaat in het plangebied te bepalen en te beoordelen.

Het onderzoek is uitgevoerd met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD). Hierbij wordt een 3D model van de nieuwe gebouwen en de omgeving opgezet in het CFD-programma. Vervolgens wordt de windsnelheid rond de ingevoerde gebouwen berekend voor 12 verschillende windrichtingen. Na koppeling van de resultaten aan de windstatistiek, worden windhinder- en windgevaarkaarten gegenereerd waarop het windklimaat op loopniveau inzichtelijk wordt gemaakt.

De uitkomsten van de berekeningen zijn getoetst aan de in de norm NEN8100:2006 gestelde criteria. In voorliggend rapport worden de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd.

2 Uitgangspunten

2.1 Toetsingscriteria windhinder

Van windhinder kan volgens de NEN8100 sprake zijn bij onder meer wapperende kleding, verwaalde 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

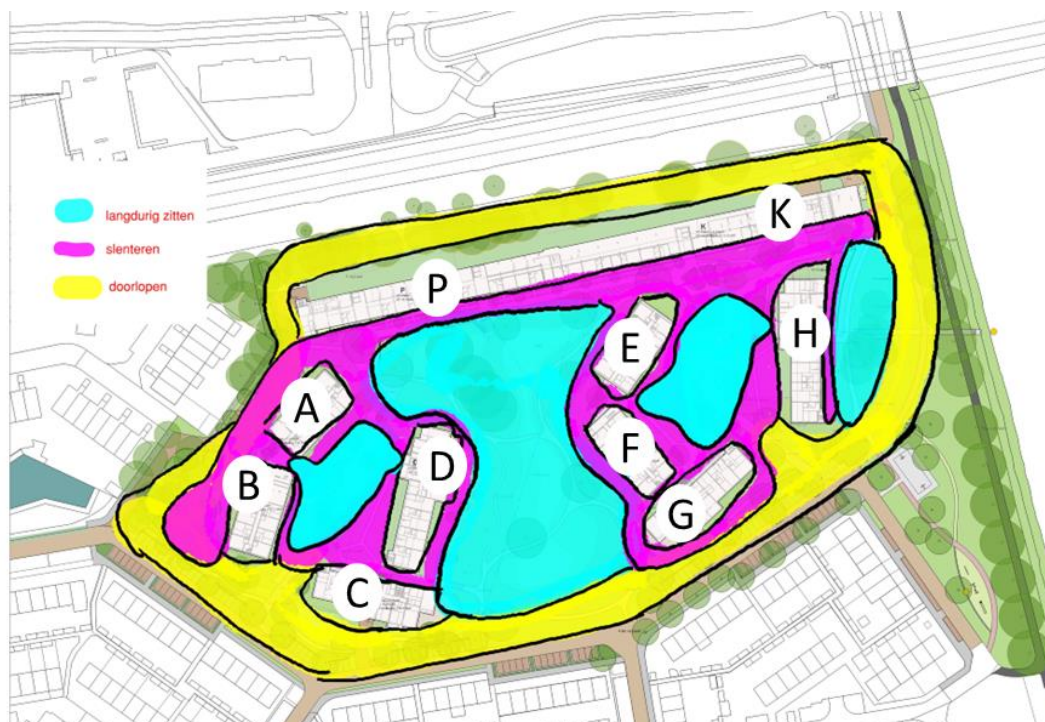
Overschrijdingskans p in % van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteit		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
<2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5–5	B	Goed	Goed	Matig
5–10	C	Goed	Matig	Slecht
10–20	D	Matig	Slecht	Slecht
>20	E	Slecht	Slecht	Slecht

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.

Binnen het plangebied zijn verschillende functies gepland. Er zullen woningen, commerciële en recreatieve functies aanwezig zijn.

Voor de beoordeling van het windklimaat, krijgt het park een gebruikscategorie van “langdurig zitten”, activiteitsklasse III, het gaat hierbij om de lichtblauw aanduidingen in figuur 2-1. De entree van de openbare functies krijgt ook een gebruikscategorie van “langdurig zitten”, activiteitsklasse III (lichtblauw gebied in de afbeelding). De entrees van de nieuwbouw en de gebieden direct naast de gebouwen krijgen een gebruikscategorie van “slenteren”, activiteitsklasse II (magenta in de afbeelding). De overige straten in het plangebied vallen in de categorie “doorlopen”, of activiteitsklasse I (gele gebieden in de afbeelding).



Figuur 2-1: Gebruikscategorie binnen het projectgebied: Paars: park (langdurig zitten), blauw: entree openbare ruimtes (langdurig zitten), groen: straten rond het plangebied (doorlopen). De entrees (slenteren) zijn aangegeven met de oranje driehoeken.

2.2 Toetsingscriteria windgevaar

Van windgevaar kan volgens NEN8100 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.

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, versie mei 2023. Voor technisch-inhoudelijke informatie over de CFD-berekening wordt verwezen naar bijlage A.

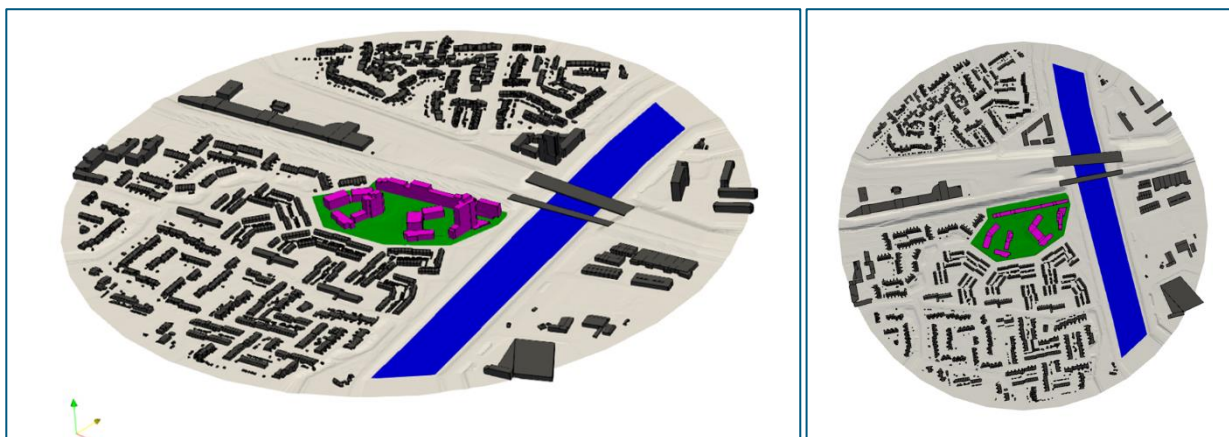
3.2 Ingevoerde objecten

Bij invoer van het model van het complex is gebruik gemaakt van de CAD-bestanden van het Stedenbouwkundig Plan d.d. 24-04-2023, welke beschikbaar zijn gesteld door Ten Brinke Vastgoedontwikkeling B.V.

Conform de norm NEN8100 zijn de huidige gebouwen die zich op minder dan 450 meter afstand van de nieuwbouw bevinden opgenomen in het rekenmodel. Verder is bij de opzet van het rekenmodel gebruik gemaakt van een 3D hoogtekaart van de omgeving. De gebouwen van de omgeving komen uit de 3D BAG dataset van tudelft3d.

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.

Een overzicht van de ingevoerde gebouwen is weergegeven in figuur 3-1. Met het draaien van de virtuele windtunnel is het mogelijk om meerdere windrichtingen te berekenen (in dit onderzoek 12 richtingen).



Figuur 3-1: Overzicht van de ingevoerde geometrie van het projectplan vanuit zuidoost (links) en bovenaanzicht (rechts). Hierbij zijn de bestaande gebouwen in donkergrijs afgebeeld, het bouwplan in magenta, het water in donkerblauw en de grond in grijs.

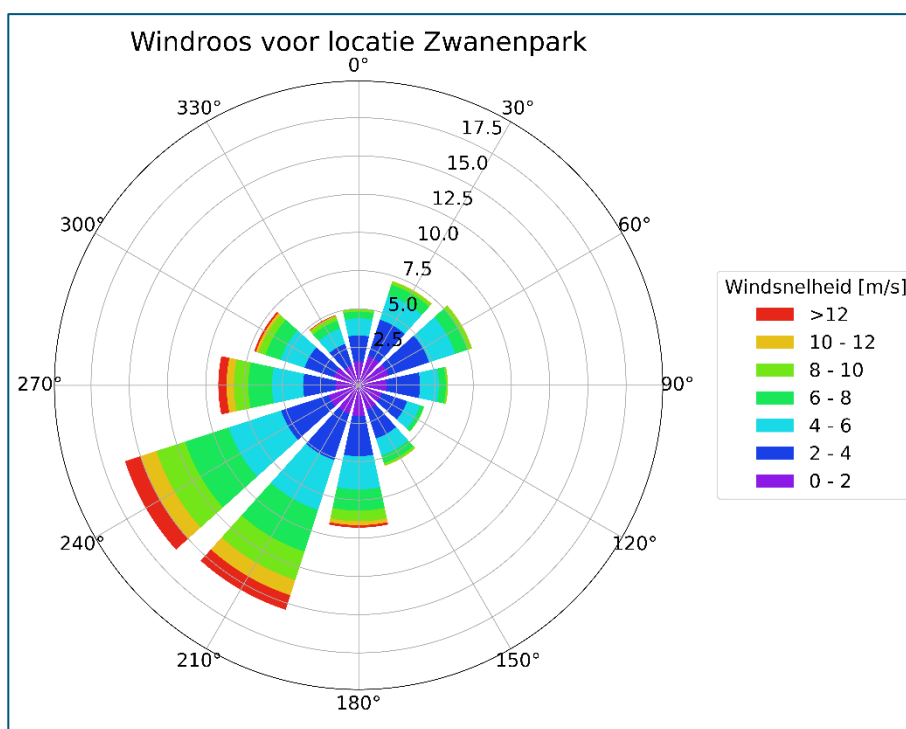
De aanwezige bomen in het plangebied zijn niet gemodelleerd. Reden hiervoor is het worst-case scenario te simuleren: in de winter, wanneer de kans op windhinder en windgevaar het grootst is, zullen de bomen immers kaal zijn. De resultaten van het windhinderonderzoek kunnen wel een indicatie geven voor een inrichtingsplan om het windklimaat te verbeteren.

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 figuur 3-2. 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 (210° en 240°). Wind met lagere snelheden is afkomstig uit alle richtingen.



Figuur 3-2: Windroos van Nijmegen uit NPR6097:2006

Tabel 3-1: Windstatistiek van Nijmegen uit NPR6097:2006, in aantal uren van het jaar

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF ABSOLUUT													
X183838 Y426282						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	19.0	25.0	27.0	24.7	20.1	19.6	21.1	19.3	22.9	17.2	19.5	17.4	252.8
1,0 - 1,9	60.5	77.4	75.4	66.2	58.3	61.3	73.1	66.1	74.3	56.4	64.4	52.8	786.3
2,0 - 2,9	76.8	99.3	104.8	94.3	81.1	85.7	105.2	105.3	106.3	76.9	84.7	67.4	1087.7
3,0 - 3,9	79.1	114.1	123.1	102.5	82.2	90.2	115.3	125.1	129.1	89.4	89.9	66.6	1206.4
4,0 - 4,9	68.9	105.6	121.7	89.4	71.1	83.3	114.4	154.0	157.8	95.4	86.2	62.7	1210.2
5,0 - 5,9	57.1	85.3	92.3	63.4	47.7	61.3	104.6	156.9	161.7	95.2	79.6	53.1	1058.2
6,0 - 6,9	41.4	62.4	66.5	44.4	30.6	41.0	86.8	143.4	154.0	83.2	65.6	39.6	858.8
7,0 - 7,9	24.5	39.2	46.5	25.5	16.6	27.7	69.4	133.5	145.1	71.9	52.2	28.3	680.6
8,0 - 8,9	13.6	23.5	26.4	14.2	6.5	17.5	51.3	118.4	117.1	62.7	38.8	20.3	510.4
9,0 - 9,9	8.4	13.4	16.5	7.2	2.1	9.0	38.0	95.5	97.6	46.4	24.9	14.9	374.1
10,0 - 10,9	4.1	5.2	8.1	3.5	0.9	4.8	23.0	75.2	75.2	35.8	16.5	7.7	259.8
11,0 - 11,9	2.4	2.6	2.9	0.9	0.3	2.0	15.3	54.3	56.7	26.1	10.4	3.5	177.3
12,0 - 12,9	1.5	1.4	0.6	0.6	0.1	0.8	8.3	38.0	40.5	16.8	5.8	2.6	116.9
13,0 - 13,9	0.4	0.4	0.3	0.2	-	0.3	4.3	25.5	27.5	12.6	3.6	1.5	76.8
14,0 - 14,9	0.2	-	0.1	-	-	0.1	2.2	15.7	16.1	9.3	1.6	0.7	46.0
15,0 - 15,9	-	-	-	-	-	-	1.3	10.0	10.1	5.1	1.0	0.2	27.7
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	-	0.5	5.4	5.4	3.5	0.5	0.2	15.6
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	0.6	2.9	3.3	2.0	0.3	-	9.0
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	0.1	1.6	1.6	1.4	0.1	-	4.9
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.3	1.1	0.1	-	3.7
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.4	0.3	0.2	-	1.4
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	0.3	0.1	-	0.8
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.1	-	-	0.3
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.0	-	0.2
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	0.0	-	-	0.1
25,0 - 25,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	-	-	0.1
26,0 - 26,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	-	-	0.1
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

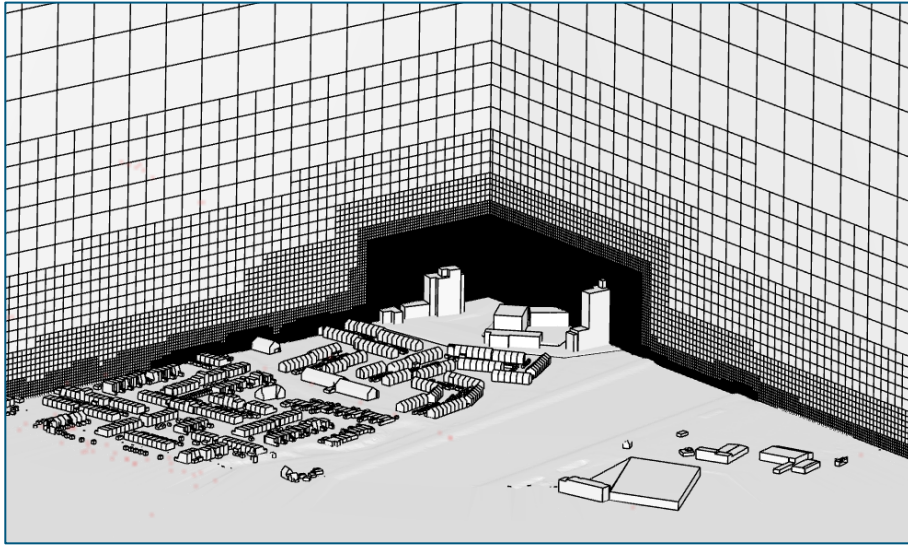
Door de statistische gegevens van de lokale windsnelheid te combineren met de berekende windsnelheden (door de CFD-software), kan voor elke windrichting en voor elk rekenpunt de lokale windstatistiek worden bepaald. Door alle windrichtingen te combineren wordt een overzicht verkregen van de overschrijdingskans van de snelheid van windhinder en windgevaar.

3.4 Berekeningen

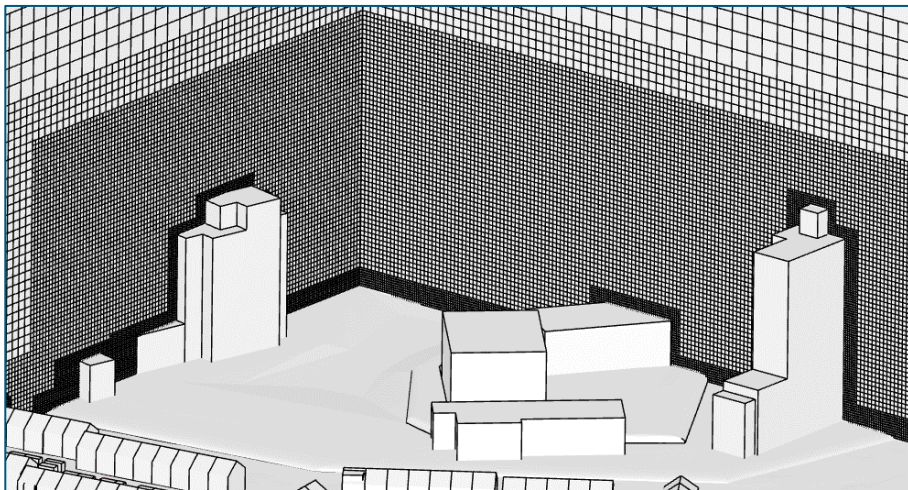
Het onderzoek is uitgevoerd met gebruik van de Lattice Boltzmann Methode (LBM). De rekenmethode rekent tijdsafhankelijk de luchtstroming uit met het SST DDES-turbulentie model. Dit houdt in dat grote wervelingen expliciet berekend worden, waar de kleinere wervelingen gemodelleerd worden. Het uiteindelijke snelheidsveld dat gebruikt wordt in de statistiek is een tijdgemiddelde van de snelheid.

De LBM-methode maakt gebruik van een kubisch rekenrooster dat over de geometrie gelegd is en via een subgrid rooster de geometrie van het gebouw volgt.

Het rekenrooster voor de wind uit noordelijke richting is weergegeven in figuur 3-3, waarbij het onderscheid tussen de kleinere elementen rondom de gebouwen en de grond, en de grotere elementen hoger in de lucht, goed te zien is en waarbij een impressie wordt gegeven van de grote hoeveelheid elementen die gebruikt zijn (circa 32 miljoen). Figuur 3-4 geeft de details van het rekenrooster weer in het gebied rond de nieuwbouw.

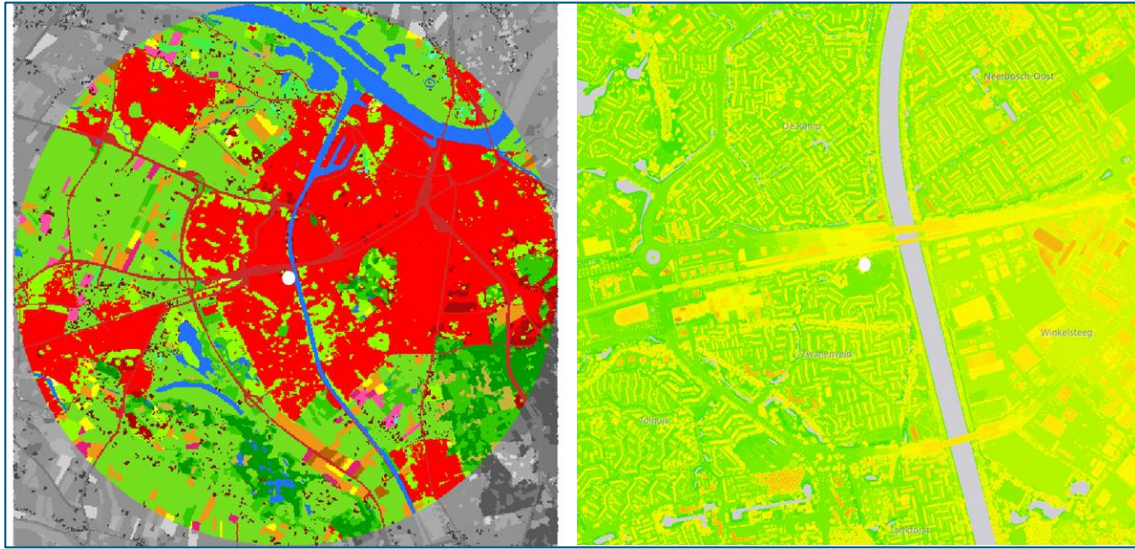


Figuur 3-3: Overzicht rekenrooster voor wind uit richting noord (0°)



Figuur 3-4: Detail rekenrooster bij het nieuwbouwplan voor wind uit richting noord (0°)

Het bovenwindse snelheids- en turbulentieprofiel dat gebruikt is voor de berekeningen, komt overeen met de atmosferische grenslaag behorend bij een stedelijk gebied. Een overzicht van het landgebruik en de hoogtekaart rond het plangebied is zichtbaar in figuur 3-5.



Figuur 3-5: Landgebrukskaart uit NPR6097:2006 (links) en hoogtekaart uit AHN4 (rechts). Het plangebied is met de witte stip weergegeven.

4 Resultaten

4.1 Windhinder

Op basis van de berekende lokale windsnelheden wordt 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 windhinder gaat dit over de procentuele kans op overschrijding van een uurgemiddelde windsnelheid van 5 m/s op 1,75 meter hoogte boven looppniveau.

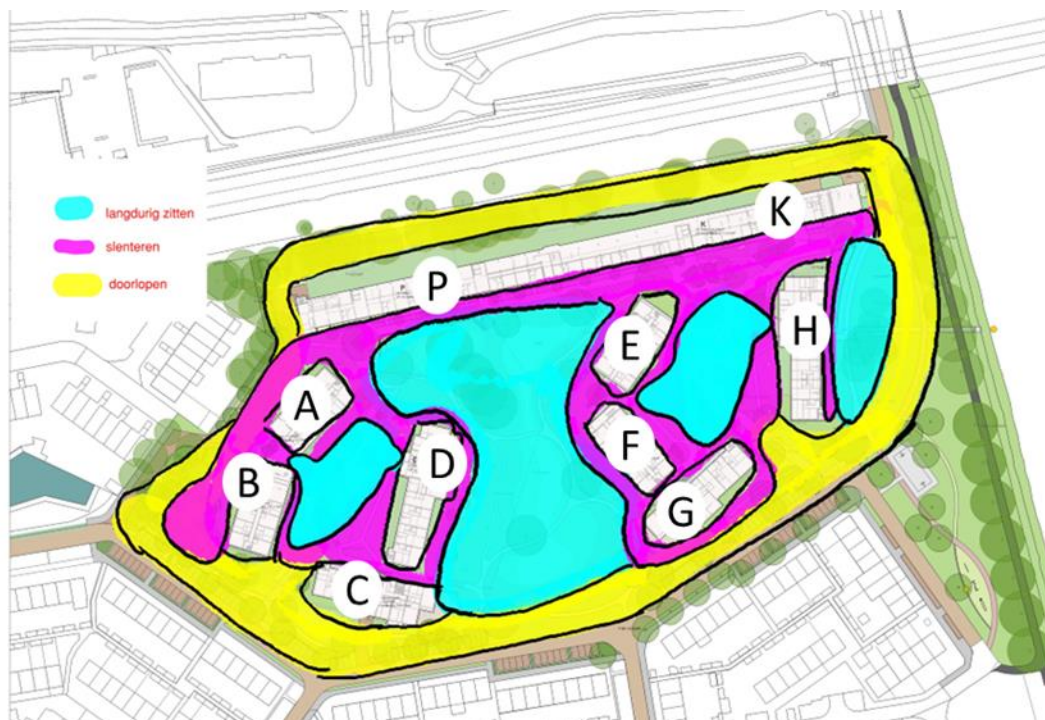
Voor de beoordeling van het windklimaat binnen het projectgebied volgens NEN8100 wordt gebruik gemaakt van de in de norm beschreven classificatie van activiteiten rondom de gebouwen. Een extra overzicht van de windhinderkaarten is opgenomen in bijlage B.

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

Om de resultaten duidelijker te presenteren zijn de bouwblokken met de afkortingen A t/m P zoals in figuur 4-1.



Figuur 4-1: Codering bouwblokken en gebruikscategorie binnen het projectgebied: lichtblauw: park (langdurig zitten), lichtblauw: entree openbare ruimte (slenteren), groen: straten rond het plangebied (doorlopen).

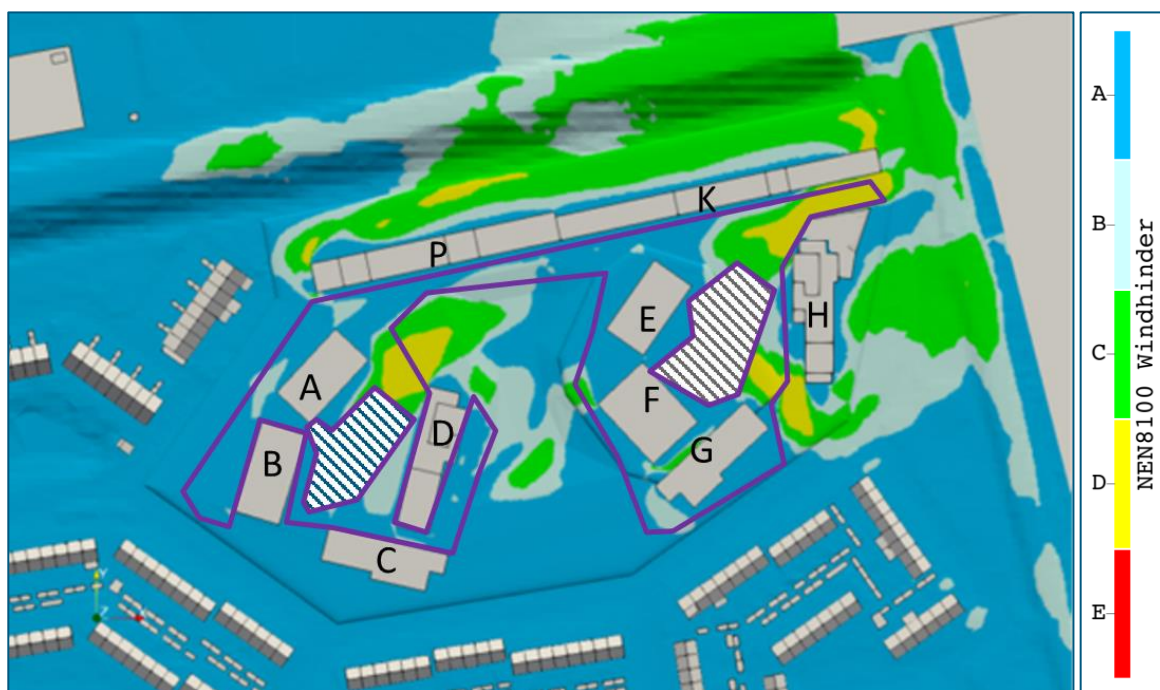
Uit de windhinderkaarten van figuur 4-2 t/m figuur 4-6, is af te leiden dat de windhinderkans vooral hoog is naast de hoge gebouwen.

Een overzicht van het windklimaat in de straten rond de nieuwbouw, die de activiteitsklasse “doorlopen” krijgen, is weergegeven in figuur 4-2. Hierbij is te zien dat in de doorgang tussen blok G en H en aan de oostzijde van blok K is een klasse D te verwachten. Voor de locaties met klasse D is het windklimaat matig voor doorlopen. Op alle andere locaties is een klasse van A t/m C is te verwachten. Op deze locaties wordt een goed windklimaat voor de activiteit doorlopen verwacht. De looproutes zijn nog in ontwikkeling en zijn daarom nog niet aangeven in de windhinderkaart. De resultaten van het onderzoek kunnen een indicatie geven over de mogelijkheden om de looproutes verder te bepalen/ontwikkelen.



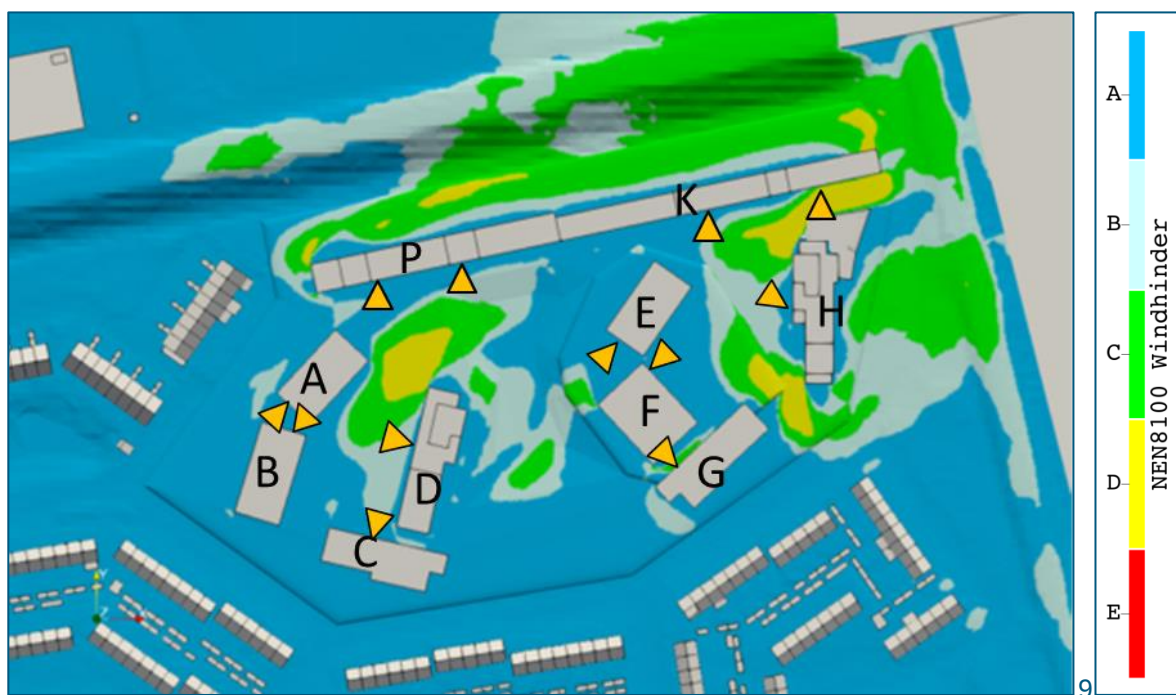
Figuur 4-2: Grafische weergave van de kans op windhinder op straatniveau rond de nieuwbouw. De doorloopgebieden zijn aangegeven met het rood kader.

Een overzicht van het windklimaat in de slentergebieden is weergegeven in figuur 4-3. Hierbij is te zien dat in de doorgang tussen blokken A en D en tussen blokken H en K klasse C of D te verwachten. Voor de locaties met klasse D is het windklimaat slecht voor slenteren, voor de locaties met klasse C is het windklimaat matig voor slenteren. Op alle andere locaties is een klasse van A of B te verwachten. Op deze locaties wordt een goed windklimaat voor de activiteit slenteren verwacht.



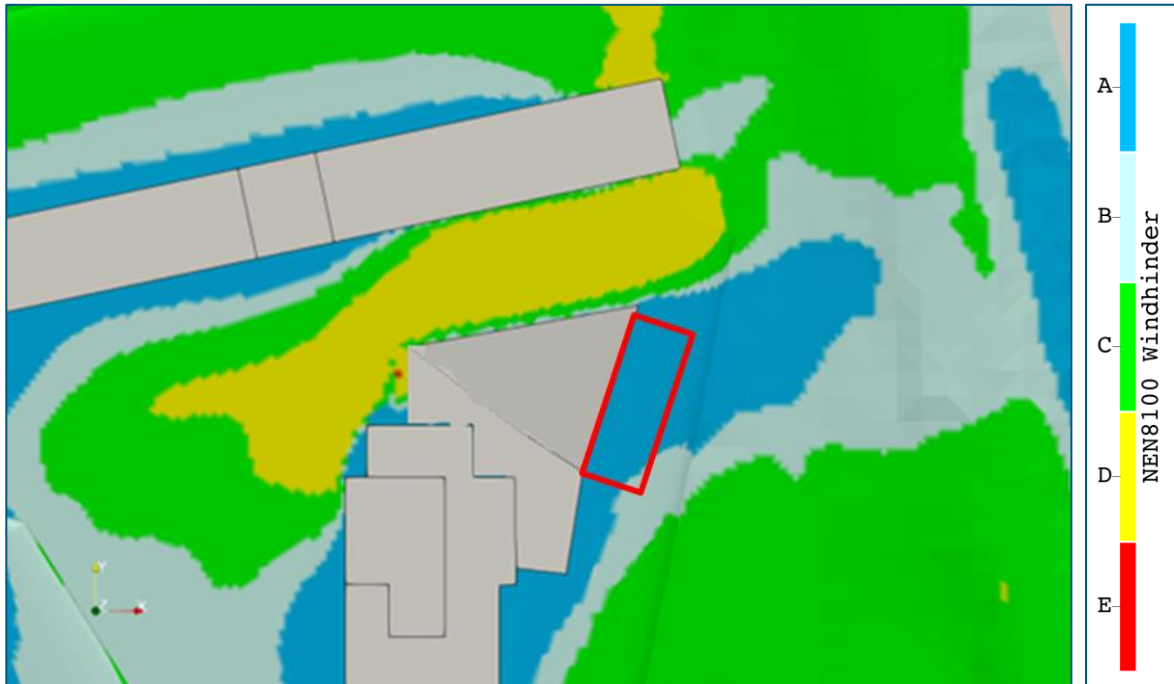
Figuur 4-3: Grafische weergave van de kans op windhinder op straatniveau rond de nieuwbouw. De slentergebieden zijn aangegeven met het paars kader.

Een overzicht van het windklimaat van de entrees van de nieuwbouw, die de activiteitsklasse “slenteren” krijgen, is weergegeven in figuur 4-4. Hierbij is te zien dat bij de entree van blok G en bij de westelijke entree van blok K is een klasse C of D te verwachten. Voor deze locaties is het windklimaat matig of slecht voor slenteren. Deze entrees dienen afgeschermd te worden. Bij alle andere entrees is een klasse A te verwachten. Op deze locaties wordt een goed windklimaat voor de activiteit slenteren verwacht.



Figuur 4-4: Grafische weergave van de kans op windhinder bij de entrees van de nieuwbouw.

Een overzicht van het windklimaat bij de entree van de commerciële ruimte, met activiteitsklasse “langdurig zitten”, is weergegeven in figuur 4-5. Hierbij is te zien dat op de locatie van de entree van de commerciële ruimte een klasse van A te verwachten is. Op deze locaties wordt een goed windklimaat voor de activiteit zitten verwacht.



Figuur 4-5: Grafische weergave van de kans op windhinder bij de entrees van de commerciële ruimte. De locatie voor de entree is weergegeven met het rode kader.

Het te verwachten windklimaat in het park, met activiteitsklasse “langdurig zitten”, is weergegeven in figuur 4-6. Aan de zuidzijde van het park, tussen blokken C en G, aan de westzijde van blok E en F en aan de oostzijde van blok B is een windklimaat van klasse A verwacht: dit geeft een goed windklimaat voor de activiteit ‘langdurig zitten’. Voor de andere zitlocaties in het park is een klasse een klasse B of C te verwachten. Op deze locaties is het windklimaat matig of slecht voor zitten. Er wordt hier geadviseerd om de zitgedeeltes buiten de gebieden met slecht windklimaat, en beplanting te gebruiken om het windklimaat te verbeteren.



Figuur 4-6: Grafische weergave van de kans op windhinder in het park (zitlocaties zijn aangegeven in het oranje kader)

4.2 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.

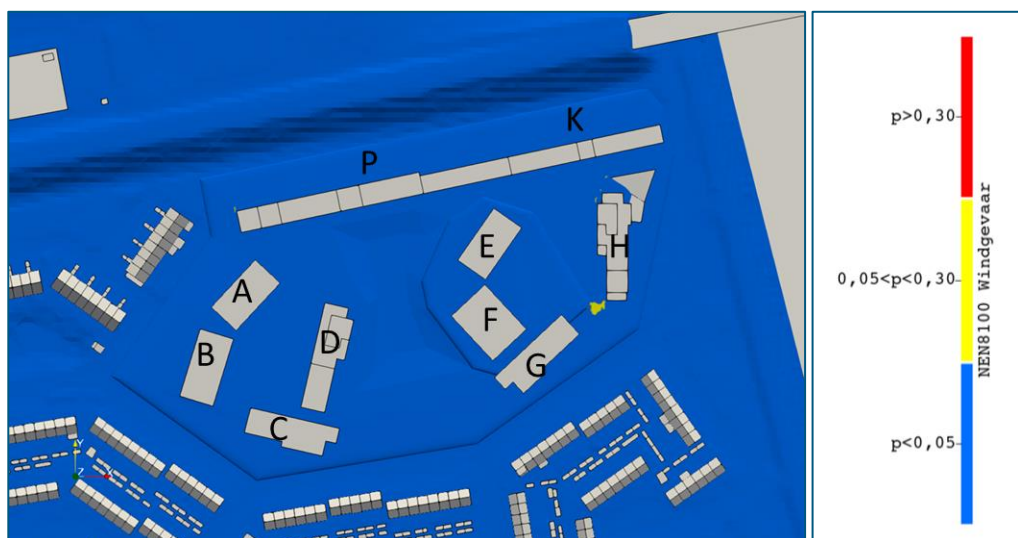
Tabel 4-2 geeft een overzicht van de kwalificaties inclusief de kleurcodes die gebruikt zijn in de overzichtskaarten.

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 dit hoofdstuk en 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.

Figuur 4-7 toont een overzicht met de verwachte overschrijdingskans voor windgevaar. Hierbij is te zien dat in de straten in het plangebied de kans op windgevaar lager dan 0.05% is. Hier is er geen windgevaar te verwachten. Alleen op de west zuidelijke gebouwhoek van blok H is een beperkt risico op windgevaar mogelijk (zie figuur 4-7). Dit is acceptabel voor een doorloopgebied.

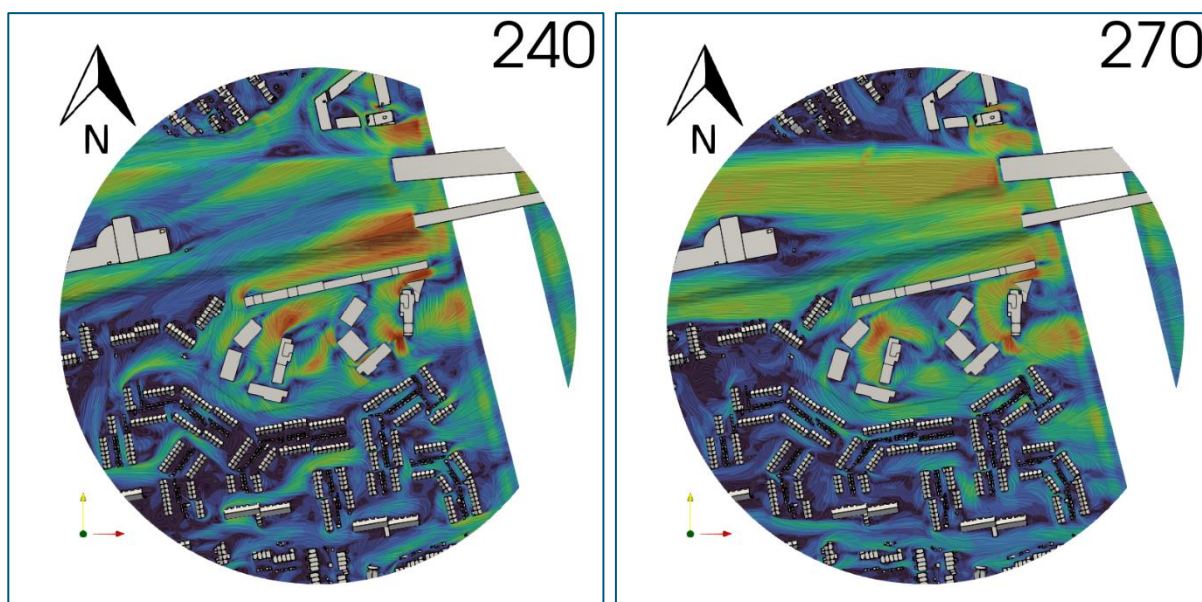


Figuur 4-7: Grafische weergave van de kans op windgevaar binnen het plangebied

4.3 Mitigerende Maatregelen

Er is ook expert opinion verricht van verschillende (principe) maatregelen om het windklimaat te verbeteren. Het windklimaat op deze locatie wordt als matig of zelf als slecht geclassificeerd voor een aantal activiteiten.

Voor het advies over de mogelijke maatregelen, is er gekeken naar de windsnelheid op loophoogte boven maaiveld. De windsnelheid is te zien in figuur 4-8 voor de windrichtingen westzuidwest en west (de maatgevende voor de situatie) en in bijlage D. In de afbeelding is een versnelling van de wind te zien ter plaatse van de doorgangen tussen de hoge gebouwen. De versnelling van de wind wordt veroorzaakt door de lage aanwezige gebouwen aan de westzijde van het plangebied. Wanneer de wind uit het zuidwesten en westen waait, is er weinig beschutting aan deze kant, en vervolgens treden er sterke luchtstromingen op in de doorgangen tussen de hoge gebouwen (trechter effect).



Figuur 4-8: Grafische weergave van de windsnelheid op 1.75m boven maaiveld, voor de windrichting westzuidwest en west.

Om het te verbeteren, moet de windsnelheid verlaagd worden. De mogelijkheden hiervoor zijn als volgt:

1. Bomen en vegetatie (evergreen) planten aan de westzijde van het plangebied om te wind uit deze kant te blokkeren.
2. Bomen, plantenbakken of (doorlaatbare) schermen in het park, waarmee de wind meer uniform verspreid wordt op het plein.
3. Er kan gedacht worden aan een luifels aan de zuidwest- en westkant van de hoge gebouwen om de wind uit deze richtingen te blokkeren, of de hoogte van de gebouwen of de brede van de doorgangen aan te passen.

Bomen en vegetatie zijn al gepland volgens het inrichtingsplan. Er wordt aangeraden om meer groen te plaatsen in de gebieden waar de windhinderkans hoog is (zie de blauwe ovalen in figuur 4-9).

De bovengenoemde maatregelen zijn principe maatregelen. Het kan geen uitspraak gedaan worden zonder deze te testen.



Figuur 4-9: mogelijk aanpassing voor het inrichtingsplan (in blauw de voorgestelde locaties voor aanvullende groen/vegetatie)

5 Conclusies

In opdracht van Zwanenveld B.V. is een windhinderonderzoek uitgevoerd met als doel het bepalen van het te verwachten windklimaat als onderlegger voor het bestemmingsplan Zwanenpark te Nijmegen.

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 binnen het projectgebied plaatsvinden, levert een bepaalde waardering van dit windklimaat op. Het park valt in de categorie “langdurig zitten”. De locatie van de entree van commerciële functie valt in de categorie “langdurig zitten”. De entrees van de bouwblokken vallen in de categorie “slenteren”. De overige straten in het plangebied vallen in de categorie “slenteren” of “doorlopen” zoals aangegeven in figuur 2-1.

Op basis van toetsing van de berekende resultaten kan geconcludeerd worden dat voor de gebieden die de activiteitsklasse “doorlopen” krijgen, grotendeels een goed windklimaat verwacht wordt. Alleen in de doorgang tussen blok G en H en aan de oostzijde van blok K een matig windklimaat verwacht. Dit is in principe acceptabel voor een doorloopgebied. De looproutes zijn nog in ontwikkeling en zijn daarom nog niet aangegeven in de windhinderkaart. De resultaten van het onderzoek kunnen een indicatie geven over de mogelijkheden om de looproutes verder te bepalen/ontwikkelen.

Voor de gebieden die de activiteitsklasse “slenteren” krijgen, is bij de entree van blok G en de westelijke entree van blok K het windklimaat matig of slecht voor slenteren. Deze entrees dienen afgeschermd te worden. Bij de andere entrees wordt een goed windklimaat verwacht. In de doorgang tussen blokken A en D en tussen blokken is het windklimaat matig of slecht voor slenteren, op alle andere locaties wordt een goed windklimaat voor de activiteit slenteren verwacht.

Bij de gebieden met activiteitsklasse “langdurig zitten”, wordt in het park grotendeels een matig/slecht windklimaat verwacht. Hierbij kan (groenblijvende) beplanting en andere afscherming toegepast worden om het lokale windklimaat te verbeteren. De resultaten van dit onderzoek geven ook een indicatie over de locaties die ingericht zullen worden als zitgebieden: er wordt geadviseerd om de zitgedeeltes in de gebieden met een goed windklimaat te realiseren. Aan de zuidzijde van het park, tussen blokken C en G, aan de westzijde van blok E en F en aan de oostzijde van blok B wordt een goed windklimaat verwacht. Bij de entree van de commerciële ruimte wordt eveneens een goed windklimaat verwacht.

Op basis van toetsing van de berekende resultaten wordt geconcludeerd dat in de straten in het plangebied de kans op windgevaar onder de grens van 0.05% ligt. Hier is er geen windgevaar te verwachten. Alleen op de zuidwestelijke gebouwhoek van blok H is een beperkt risico op windgevaar mogelijk.

Het windhinderonderzoek is gericht op het bestemmingsplan, om een indicatie over mogelijk knelpunten in het ontwerp te geven. Daarom zijn geen extra architectonische, inrichtings- of ontwerp- opties om het windklimaat te verbeteren in het onderzoek meegenomen. Verdere detaillering kan toegepast worden op het moment dat het plan verder uitgewerkt is, en weer getoetst aan de NEN8100.

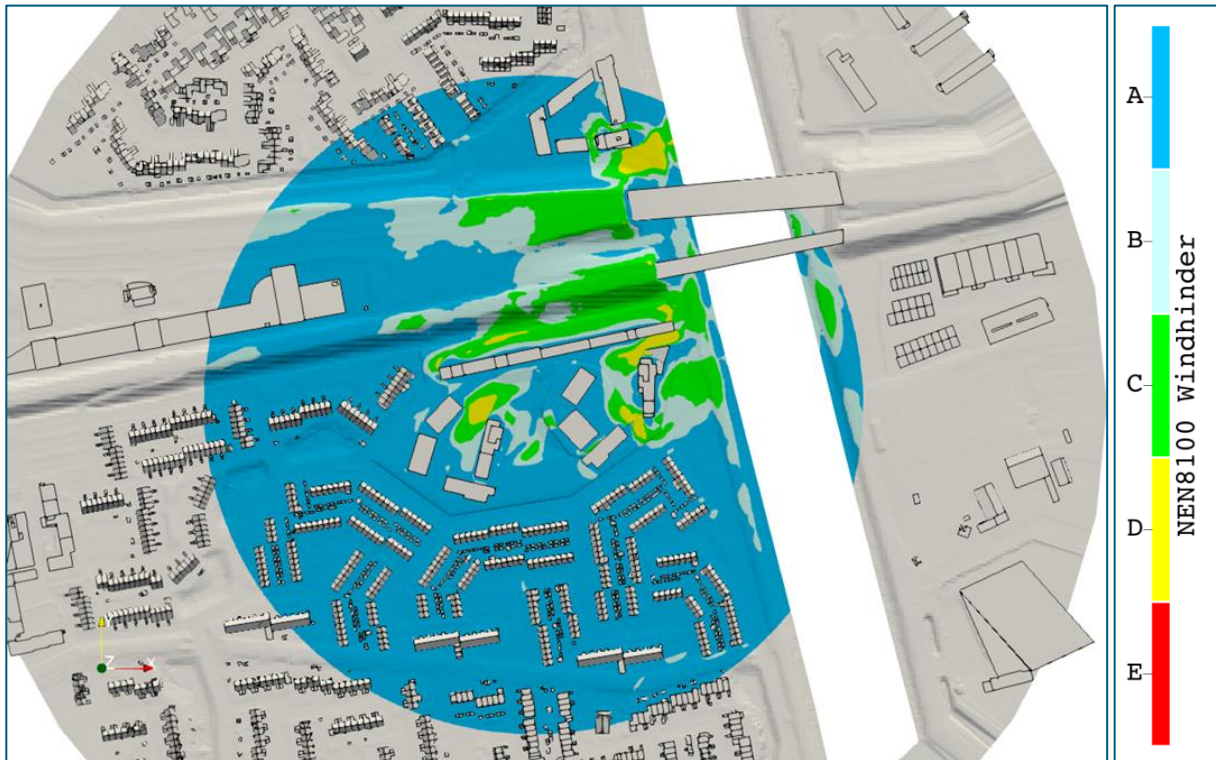
Er moet worden aangegeven dat in de CFD-berekening het aanwezige en geplande groen niet is meegenomen, dit is een worst-case scenario. Het toepassen van (groenblijvende) beplanting en andere afscherming verbetert het windklimaat, maar in de winter, wanneer de kans op windhinder en windgevaar het grootst is, zullen de bomen kaal zijn. Verder, door de doorgaans kortere levensduur van bomen ten opzichte van gebouwen, zullen de positieve effecten van de bomen op het windklimaat niet effectief zijn voor de hele levensduur van het plangebied. De resultaten van dit onderzoek kunnen wel een indicatie geven voor het opstellen van een inrichtingsplan voor bomen en groen in het plangebied.

Bijlage A - Projectgegevens

Technische bijlage project

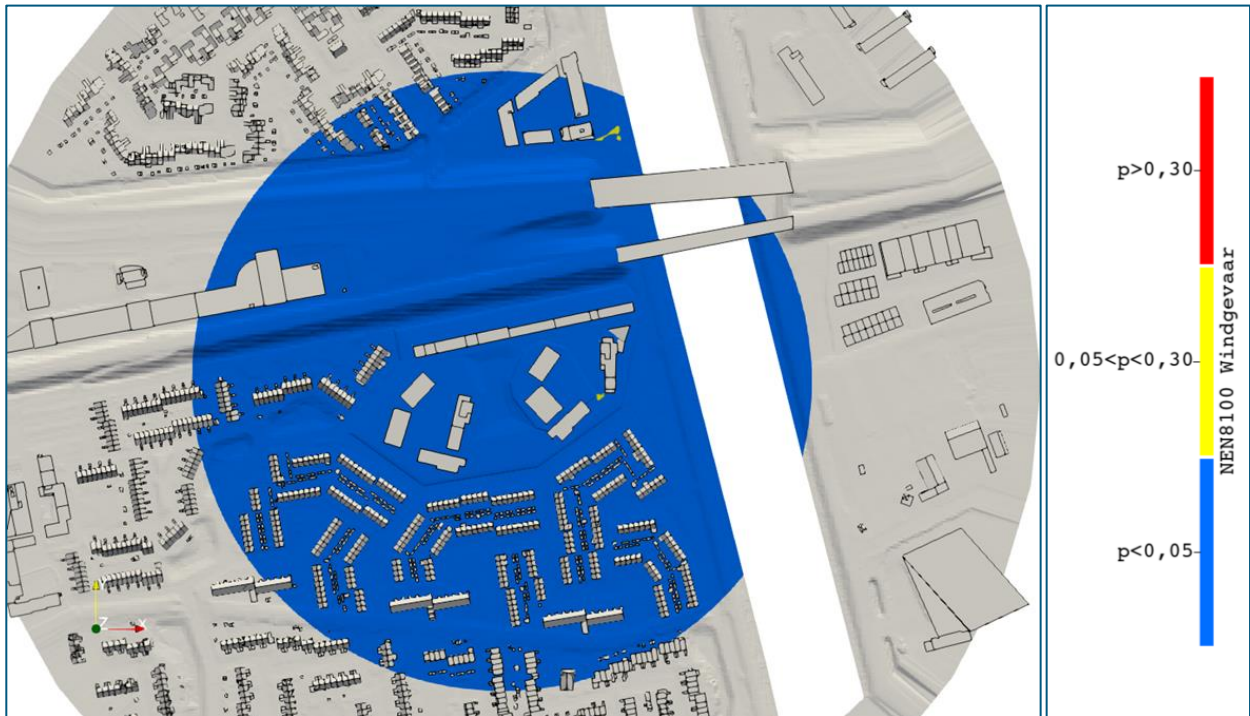
Project	Projectgegevens
Projectnaam	Windhinderonderzoek plangebied Zwanenpark Nijmegen
Opdrachtgever	Zwanenveld B.V.
Projectleider	Fred Wittekamp (Royal HaskoningDHV)
Datum	31 mei 2023
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	
Kerngebied	Ø 1000 m
Omgeving	1700 × 1400 × 659 m
Blokkeringsgraad	< 5%
Gemodelleerd groen	geen
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: mei 2023
Algemeen	☒ 3D ☐ tijdsafhankelijk ☒ isotherm ☐ passieve scalars ☐ 2D ☒ tijdsafhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars
Rekenrooster	gestructureerd; ca. 32×10^6 elementen
Turbulentiemodellering	LBM SST DDES
Connectieve schema's	Snelheidscomponenten: n.v.t. Turbulentiegrootheden: n.v.t. Scalaire variabelen: n.v.t.
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Atmosferische grenslaag 10 m/s op 10m hoogte, stedelijk gebied $y_0 = 1\text{m}$
Uitlaat	Standaard uitstroomrandvoorwaarde
Boven-/zijwanden	Symmetrie
Vloer/bodem	Wandruwheid $y_0 = 0.03\text{ m}$ voor de grond, 0.002 voor het water
Overige	Wand
Gegevensverwerking en -beoordeling	
Amersfoortse coördinaten van de locatie	(X183838 Y426282)
Gepresenteerde resultaten	Windhinderkaarten, windgevaarkaarten
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	-

Bijlage B - Windhinderkaart



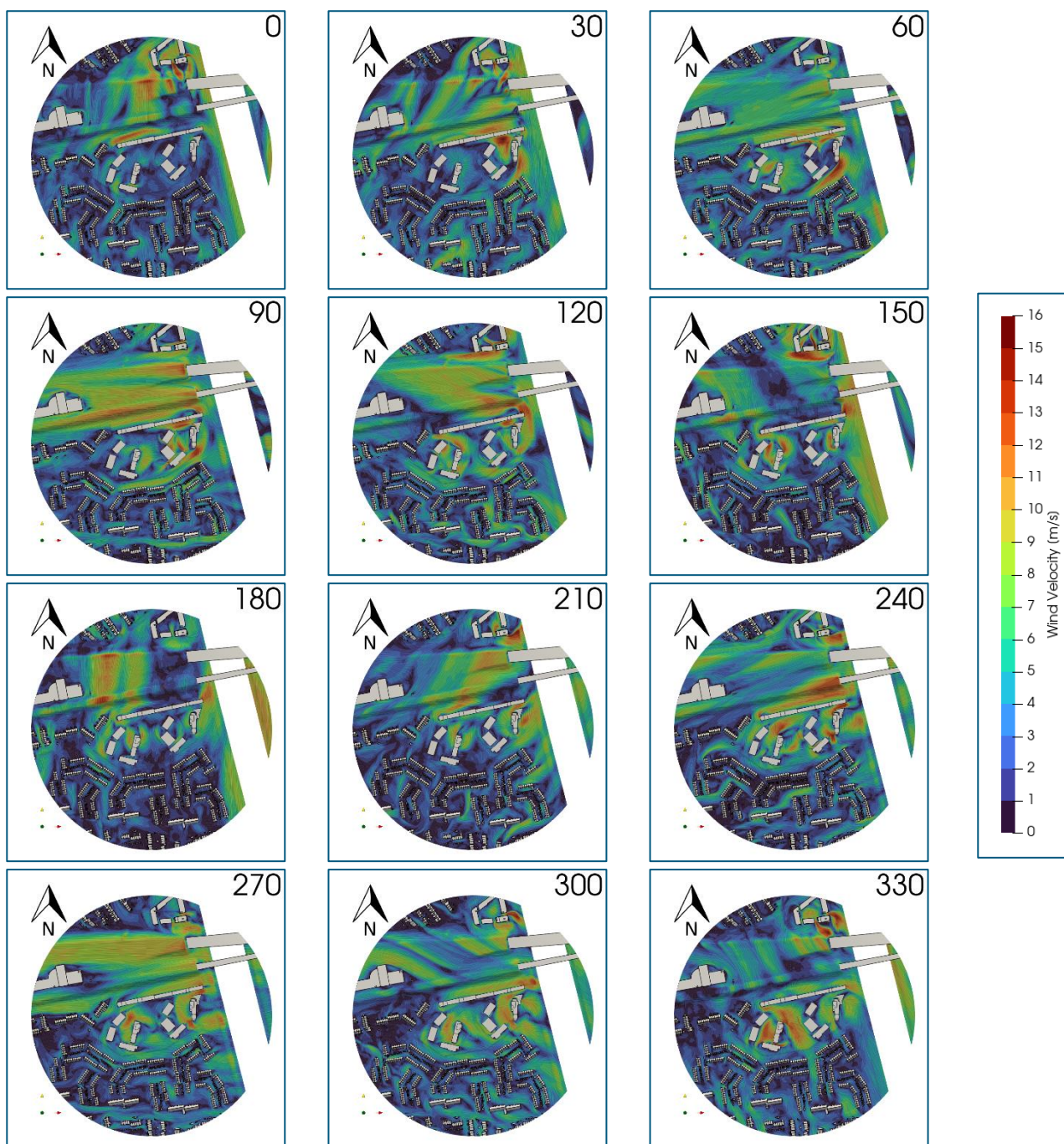
Windhinderkaart overzicht

Bijlage C - Windgevaarkaart



Windgevaarkaart overzicht

Bijlage D - Windsnelheden op loopniveaus



Overzicht windsnelheden op straatniveau voor alle 12 windrichtingen