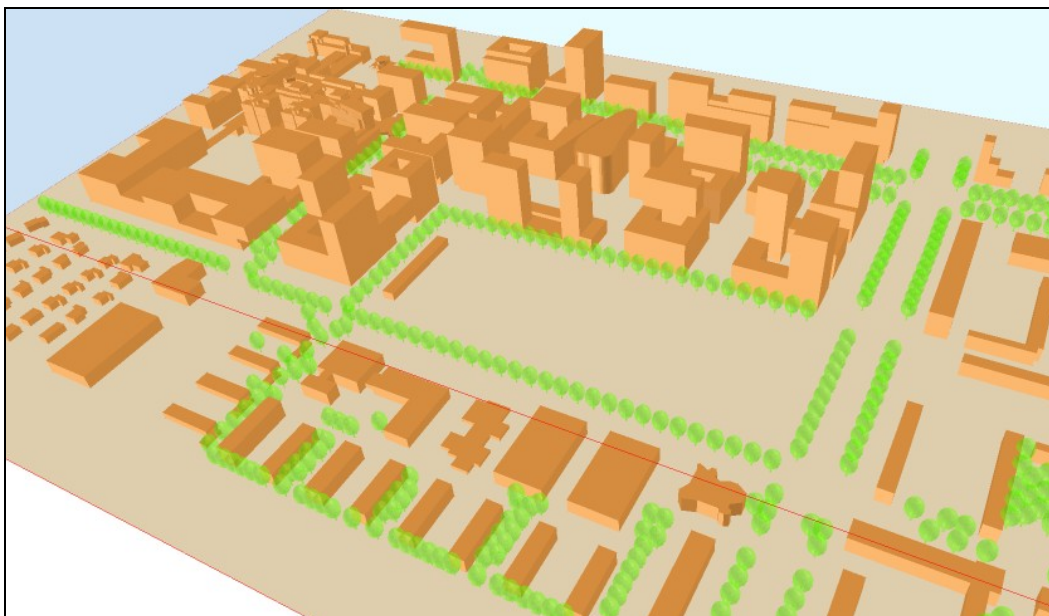


Rapport

Concept

Sportvelden en nieuwbouw VU Amsterdam
Windklimaatonderzoek op basis van CFD-berekeningen.

Rapportnummer W 15197-2-RA d.d. 9 juni 2011



Figuur 1: Grafische weergave van de voorbeeldverkaveling van het zuidelijk deel van het rekenmodel

Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam/Projectbureau Zuidas & VU Amsterdam
Rapportnummer: W 15197-2-RA
Datum: 9 juni 2011
Ref.: LA/ /W 15197-2-RA

Lid NLingenieurs
ISO-9001:2000 gecertificeerd

Peutz bv
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR **Zoetermeer**
Tel. (079) 347 03 47
Fax (079) 361 49 85
info@zoetermeer.peutz.nl

Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH **Mook**
Tel. (024) 357 07 07
Fax (024) 358 51 50
info@mook.peutz.nl

L. Springerlaan 37,
Postbus 7, 9700 AA **Groningen**
Tel. (050) 520 44 88
Fax (050) 526 31 78
info@groningen.peutz.nl

Montageweg 5,
6045 JA **Roermond**
Tel. (0475) 324 333
info@roermond.peutz.nl

www.peutz.nl

Peutz GmbH
Düsseldorf, Bonn, Berlin
info@peutz.de
www.peutz.de

Peutz SARL
Paris, Lyon
Info@peutz.fr
www.peutz.fr

Peutz bv
London
info@peutz.co.uk
www.peutz.co.uk

Daidalos Peutz bvba
Leuven
Info@daidalospeutz.be
www.daidalospeutz.be

Köhler Peutz Geveltechniek bv
Zoetermeer
Info@gevel.com
www.gevel.com

Opdrachten worden aanvaard en
uitgevoerd volgens De Nieuwe
Regeling 2005

BTW identificatienummer
NL004933837B01
KvK: 12028033

Inhoud

pagina

1. INLEIDING	3
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	7
2.4. Simulatie windsnelheden met CFD	8
3. REKENRESULTATEN	10
3.1. Stedenbouwkundig blokkenplan	11
3.2. Voorbeeldverkaveling	13
3.3. Sportvelden	15
3.4. Velden zonder bomen	17
4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	19

1. INLEIDING

In opdracht van de Gemeente Amsterdam/Projectbureau Zuidas & VU Amsterdam is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie op en rondom de geplande sportvelden op het VU terrein en rond de geplande nieuwbouw van de VU. Hierbij is zowel het windklimaat in een stedenbouwkundig blokken patroon, als in een meer realistische voorbeeldverkaveling onderzocht.

Voor het vervaardigen van het CFD-model is onder meer gebruik gemaakt van het stedenbouwkundig masterplan van het VU gebied, een voorbeeldverkaveling van het gehele plangebied van de gemeente Amsterdam en een voorbeeldverkaveling van het VU terrein zoals aangeleverd door de VU. In totaal is een gebied gemodelleerd van ca. 1000 bij 1000 meter. Gezien de omvang van het gebied is dit voor de berekeningen opgesplitst in twee deelgebieden van elk 1000 bij 700 meter.

Het doel van het onderzoek was het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw en op de sportvelden.

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*.



Figuur 2: Overzicht voorbeeldverkaveling noordelijk deel van het gebied

In dit rapport wordt verslag gedaan van het verrichte onderzoek waarbij de volgende indeling is gehanteerd. In hoofdstuk 2 worden de normstelling en uitgangspunten van het onderzoek toegelicht. De rekenresultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk 3 van dit rapport. Tot slot wordt in hoofdstuk 4 een samenvatting van het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.

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 windhinderonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie noodzakelijk geacht. Gezien de geplande bouwhoogte van meer dan 30 meter voor meerdere van de geplande bouwblokken is een windklimaatonderzoek uitgevoerd.

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 e.d.

Aan de hand van onderstaande tabel 1, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

Tabel 1: Criteria windhinder volgens NEN 8100.

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR;H}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		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 tabel 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.

Activiteitenklasse 'langdurig zitten' is dusdanig kritisch dat deze met terughoudendheid wordt toegepast.

Voor sportvelden bestaan geen eenduidige richtlijnen voor het windklimaat. Als echter bedacht wordt dat langs de sportvelden toeschouwers staan, en dat hogere windsnelheden duidelijk invloed hebben op de bal, is het realistisch het windklimaat te beoordelen als slentergebied.

2.2.2. Windgevaar

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

Op basis van tabel 2, afkomstig uit de NEN 8100, wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

Tabel 2: Criteria windgevaar volgens NEN 8100.

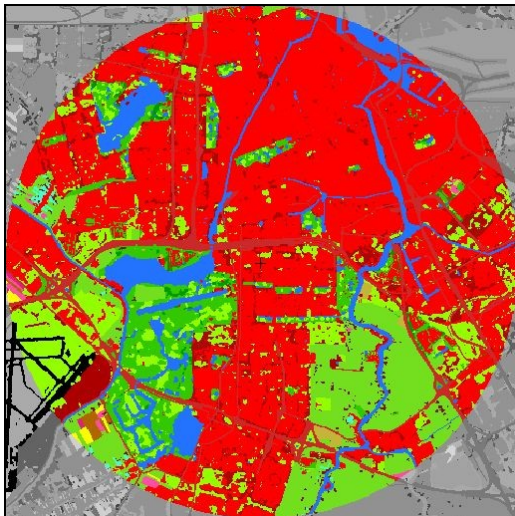
Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR;G}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

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 $p \leq 0,05$.

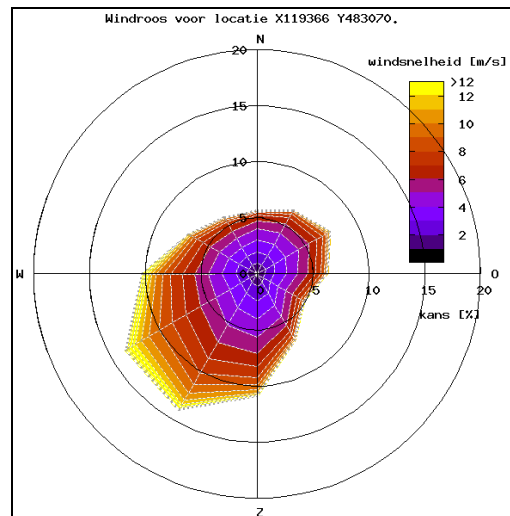
Situaties met een overschrijdingskans van $p \geq 0,30$ zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.”

2.3. Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de rekenresultaten 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 applicatie wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteogegevens van een groot aantal meteostations en gegevens omtrent terreinruwheden tot 6 km afstand van het project. De terreinruwheden van het omliggend gebied worden per categorie weergegeven in figuur 3. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied, $z_0 = 1,6$ meter.



Figuur 3: Terreinruwheid tot 6 km afstand.



Figuur 4: Windroos betreffende locatie.

In figuur 4 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 alsmede de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen.

Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (zie tabel 3) blijkt onder meer dat op de betreffende bouwlocatie met name bij wind uit het zuidwesten ($210^\circ / 240^\circ$) hogere windsnelheden heersen en dat dit tevens de meest voorkomende windrichting is.

Tabel 3: Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097.

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar											
Positie X119366 Y483070 Jaar 1963-2002											
totaal aantal uren: 6767,6 gemiddelde windsnelheid (m/s): 5,4											
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	Noord 360°
0.0 - 0.9	18.0	18.0	16.1	13.8	19.8	21.2	17.1	13.9	18.0	18.0	19.1
1.0 - 1.9	61.2	59.5	48.7	41.0	63.8	75.0	59.1	52.3	61.3	59.9	65.5
2.0 - 2.9	86.2	82.3	74.6	65.4	93.8	115.8	97.9	78.5	86.9	82.3	77.8
3.0 - 3.9	106.3	104.1	90.3	71.6	104.3	140.3	131.8	103.9	105.5	91.4	82.5
4.0 - 4.9	95.2	114.7	92.5	69.2	99.8	143.9	157.6	123.1	112.7	91.6	78.4
5.0 - 5.9	84.0	95.5	81.3	60.7	80.3	124.9	157.0	136.0	108.1	79.7	66.6
6.0 - 6.9	56.7	66.8	56.3	41.3	53.0	105.2	145.0	131.4	94.1	67.0	50.1
7.0 - 7.9	33.3	50.6	40.5	32.2	36.3	83.7	129.4	126.8	89.1	49.8	33.0
8.0 - 8.9	19.8	34.8	26.7	19.9	24.3	57.0	103.1	116.7	65.9	35.7	21.1
9.0 - 9.9	10.6	18.7	13.5	7.3	13.6	40.7	79.6	95.5	49.1	22.4	11.9
10.0 - 10.9	4.8	12.1	7.8	3.3	7.4	24.5	57.8	66.0	36.2	12.7	6.3
11.0 - 11.9	2.3	6.7	4.2	1.2	3.2	13.7	39.7	54.4	27.8	8.4	3.2
12.0 - 12.9	0.9	1.8	1.4	0.4	1.0	7.3	25.7	38.9	19.3	3.3	1.7
13.0 - 13.9	0.2	0.4	0.8	0.3	0.7	3.2	15.3	23.5	14.4	1.6	0.7
14.0 - 14.9	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	1.4	8.2	15.7	9.1	1.0	0.4
15.0 - 15.9	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8	3.5	8.8	5.5	0.4	0.2
16.0 - 16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1	5.5	3.2	0.1	0.0
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	2.6	2.0	0.2	0.0
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.8	0.9	0.1	0.0
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	0.7	0.1	0.0
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27.0 - 27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29.0 - 29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0 - 30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31.0 - 31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32.0 - 32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33.0 - 33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34.0 - 34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35.0 - 35.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36.0 - 36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37.0 - 37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38.0 - 38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39.0 - 39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
aantal uren	579.6	666.3	555.1	427.7	601.5	959.0	1231.9	1197.2	910.5	625.8	513.7
gemiddelde snelheid	4.4	4.9	4.7	4.5	4.5	5.2	6.3	7.0	6.1	5.0	4.5

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). Voor de onderhavige nieuwbouwsituatie 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 I 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

Het windklimaat in het stedenbouwkundig plan en in de voorbeeldverkaveling 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 de figuren met resultaten wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de betreffende bebouwingssituaties weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. De legenda wordt linksonder in de figuren weergegeven. Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën loop- en slentergebied. Het criterium voor slentergebied is in deze situatie van toepassing bij gebouwentrees en op de sportvelden.

Het aspect windgevaar is bij numerieke simulatie lastig te interpreteren en wordt derhalve alleen tekstueel weergegeven.

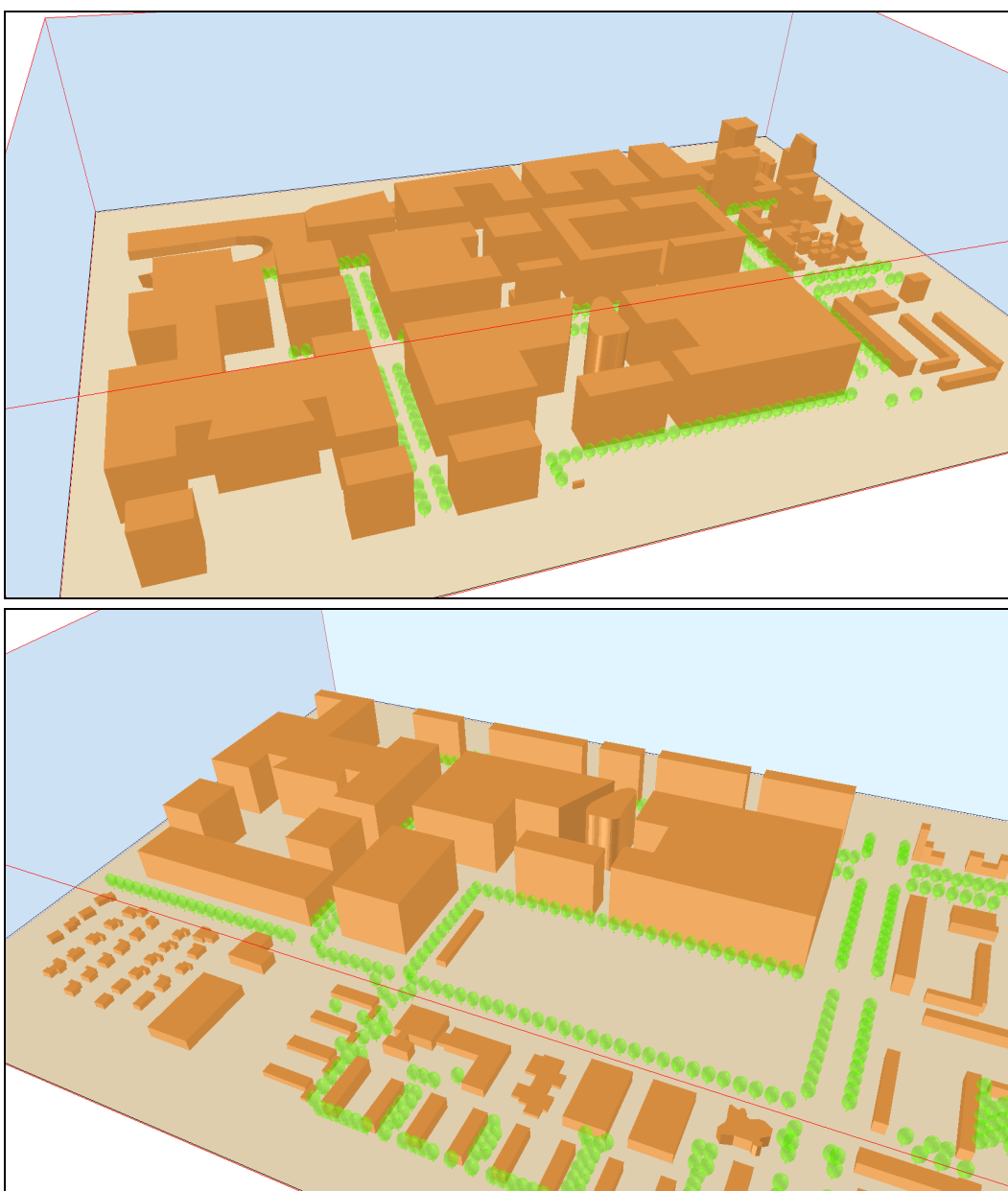
Voor het windklimaat in het stedenbouwkundig plangebied zijn er aparte berekeningen uitgevoerd voor het windklimaat in het noordelijk en het zuidelijk deel van het gebied. In de resultaten zijn deze berekeningen samengevoegd tot één figuur.

Gezien het feit dat het windklimaat in de uiteindelijk te verwachten bebouwingssituatie onderzocht is, zijn in tegenstelling tot wat gebruikelijk is, in dit geval de geplande bomen wel in de berekeningen meegenomen. Hierbij is uitgegaan van bomen met een stamhoogte van ca. 5m en een kruinhoogte van ca. 20 m. Voor de sportvelden is het effect van de bomen op het windklimaat onderzocht, door het uitvoeren van een berekening met en zonder de bomen.

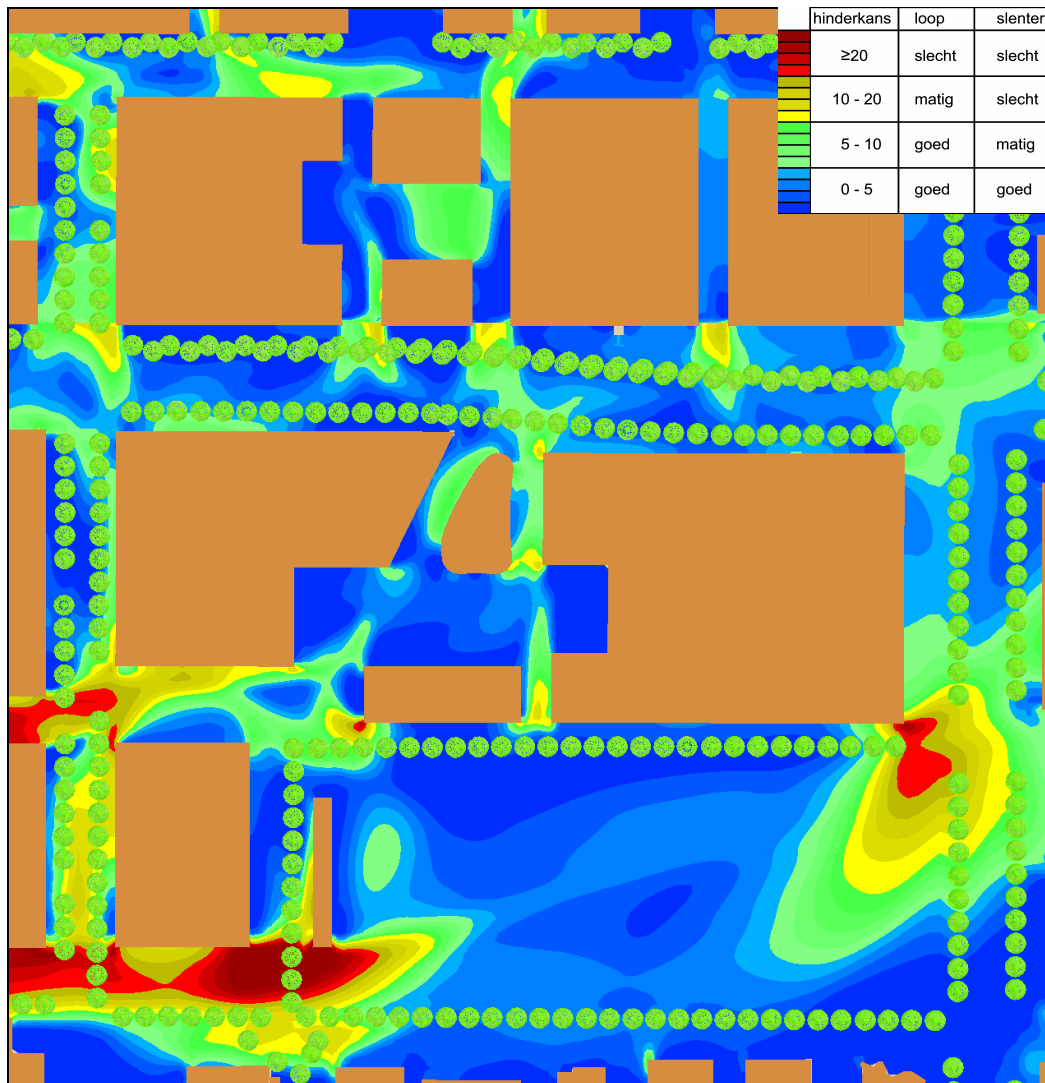
Opgemerkt moet worden dat in de situatie waarin slechts een deel van de plannen gerealiseerd is, het windklimaat lokaal significant kan verschillen van het windklimaat in de eindsituatie.

3.1. Stedenbouwkundig blokkenplan

In de berekening van het te verwachten windklimaat in de stedenbouwkundigplan situatie zijn zoals aangegeven door de opdrachtgever de hoogbouwaccenten die in het plan voorzien zijn uitgebreid tot het volledige blok. Het gevolg hiervan is wel, dat er een patroon ontstaat van gebouwen met een behoorlijk uniforme bouwhoogte, zoals te zien is in figuur 5. De resulterende overschrijdingskansen op hoofdhoogte zijn weergegeven in figuur 6.



Figuur 5: Rekenmodel stedenbouwkundige blokken, noordelijk deel (boven) en zuidelijk deel (onder).



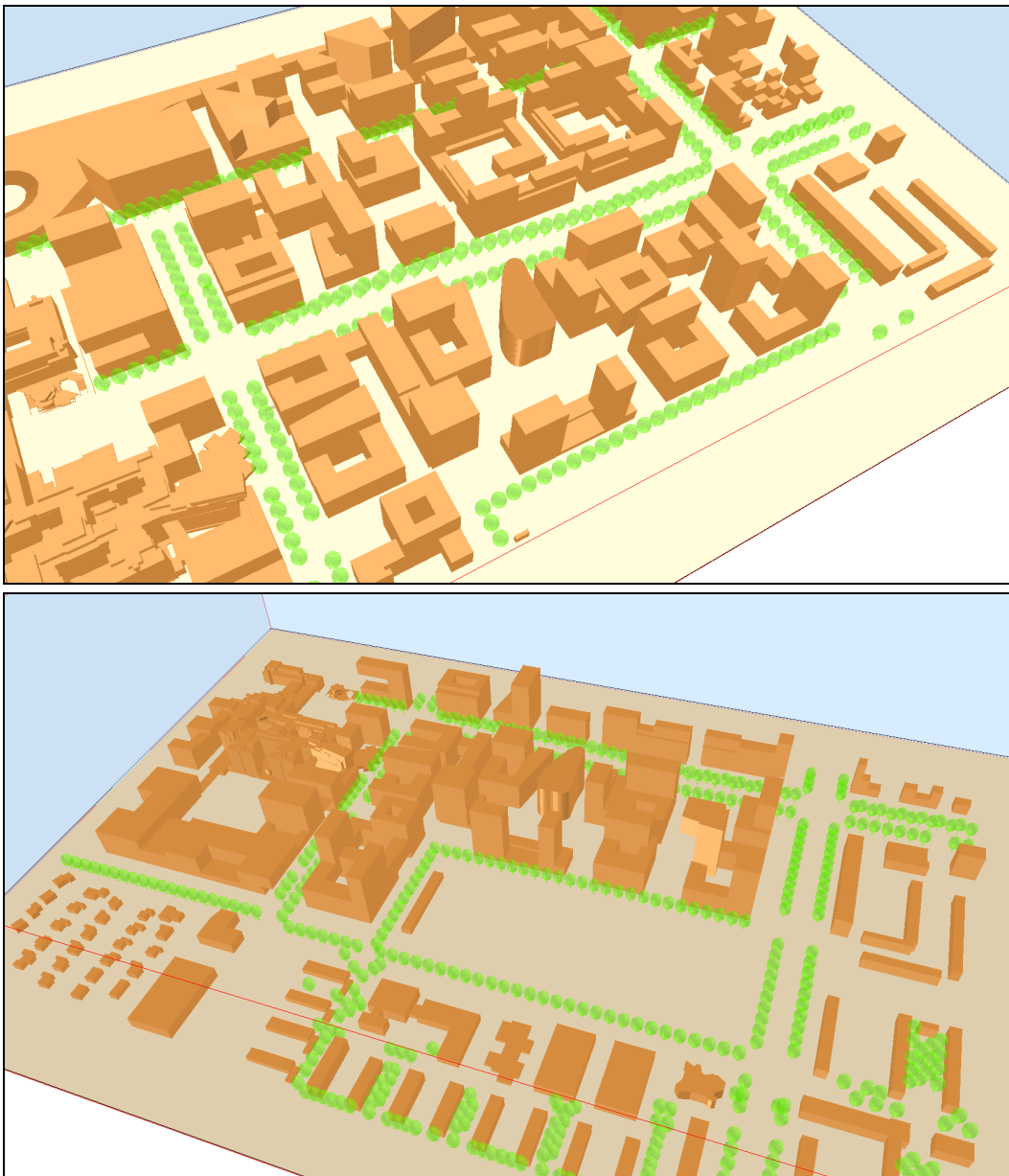
Figuur 6: Hinderkans op hoofdhoogte in de bebouwingssituatie volgens stedenbouwkundig plan.

Uit de resultaten blijkt dat het te verwachten windklimaat met name aan de zuidwestzijde en de zuidoostzijde van het plangebied slecht is. Dit ongunstige windklimaat op deze locaties wordt veroorzaakt door het grote verschil in bouwhoogte ten zuiden van het plan en van het plan zelf. Met name bij zuid tot zuidwesten stroomt wind langs de gevels naar beneden en trekt op loop- en verblijfsniveau om de hoeken van het gebouw. Binnen het plangebied is het te verwachten windklimaat beoordeeld als doorloopegebied veelal goed, op enkele plaatsen matig. Dit relatief gunstige windklimaat wordt verklaard uit de vrij uniforme hoogte van de bouwblokken.

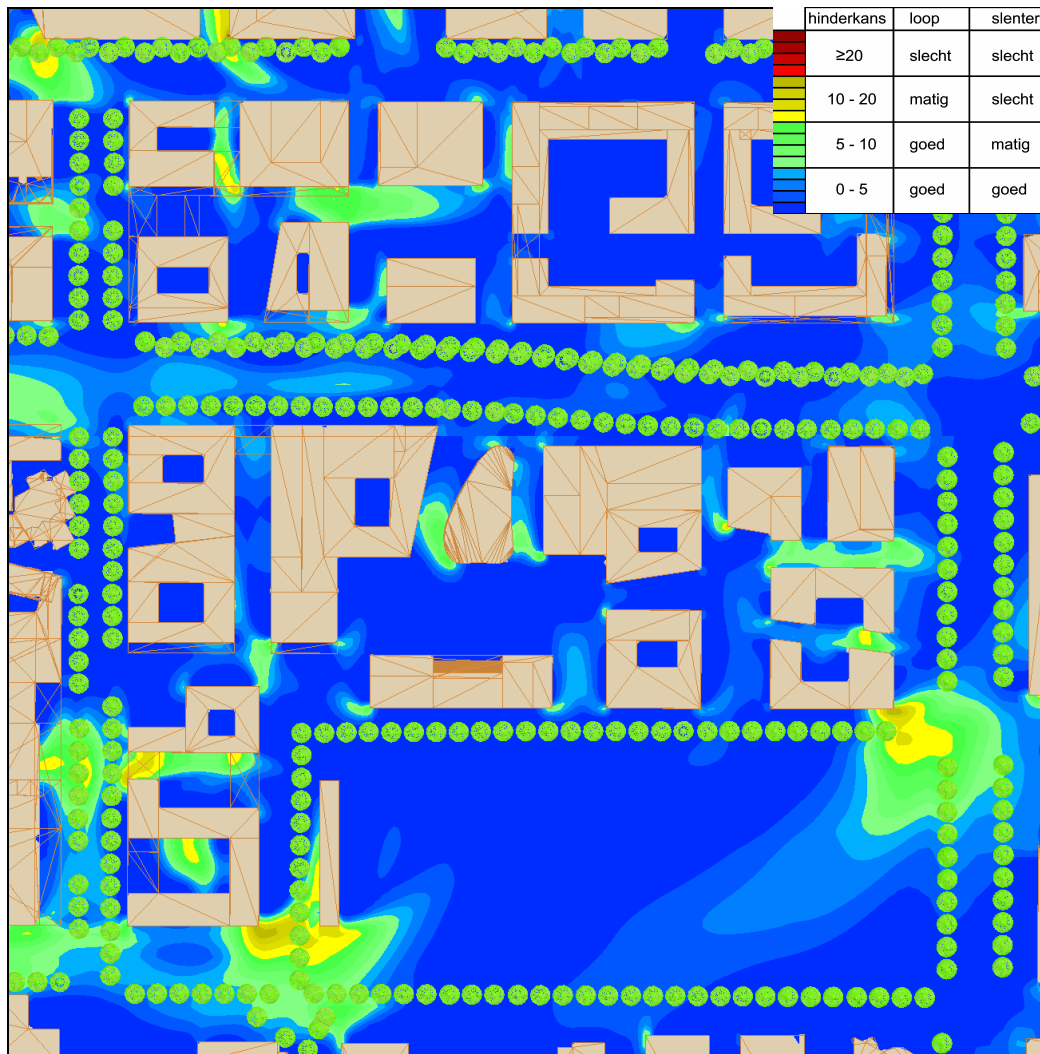
Opgemerkt moet worden dat in de situatie waarin de bomen nog niet volgroeid zijn het windklimaat ongunstiger zal zijn. Op een aantal plaatsen waar nu een matig windklimaat verwacht wordt, moet dan rekening gehouden worden met een slecht windklimaat.

3.2. Voorbeeldverkaveling

De geometrie van de voorbeeld verkaveling zoals gebruikt in de berekeningen, gebaseerd op de aangeleverde modellen van de Gemeente Amsterdam en de VU is weergegeven in figuur 7. De resulterende overschrijdingskansen op hoofdhoogte zijn weergegeven in figuur 8.



Figuur 7: Rekenmodel voorbeeldverkaveling, noordelijk deel (boven) en zuidelijk deel (onder).

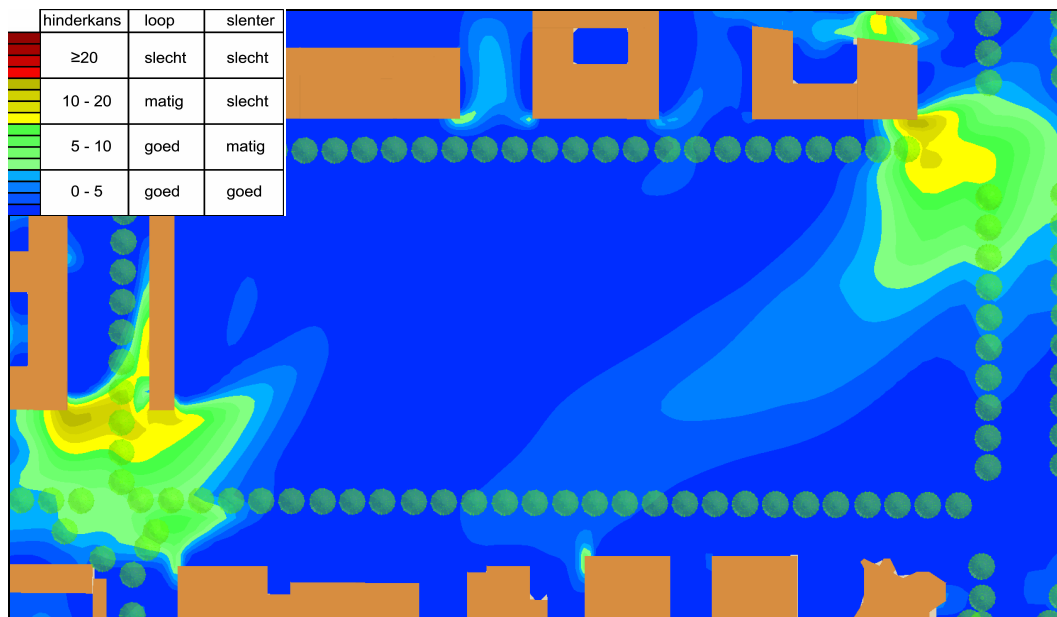


Figuur 8: Hinderkans op hoofdhoogte in de bebouwingssituatie volgens voorbeeldverkaveling.

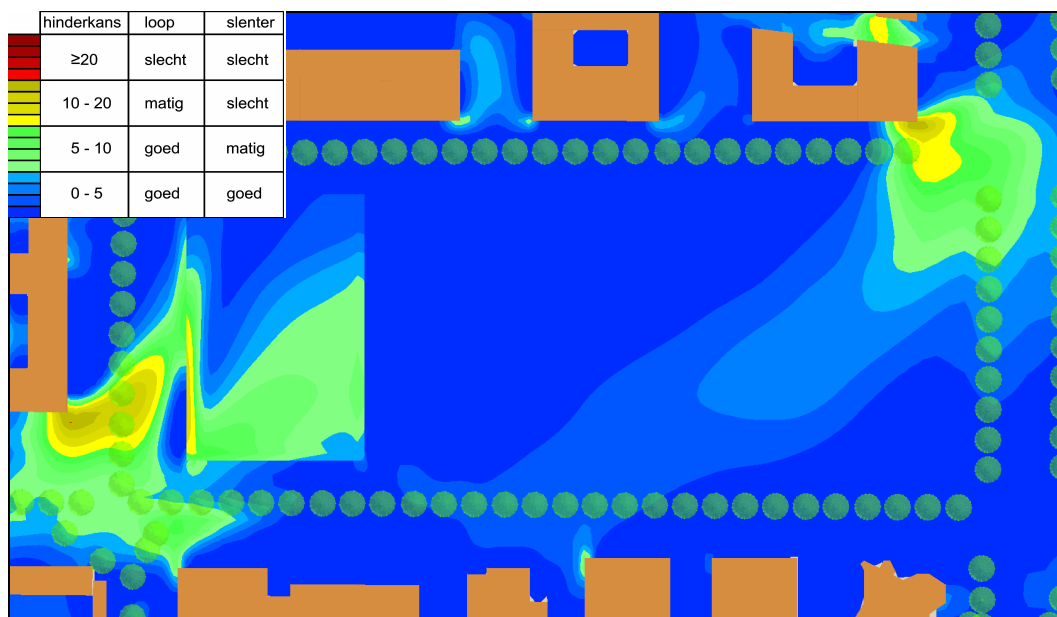
Het algemene beeld van het windklimaat is gunstiger dan van de stedenbouwkundige blokken situatie. In het gebied wordt, beoordeeld als doorloopgebied, nergens een slecht windklimaat verwacht. Wel zijn er een aantal locaties, met name aan de randen van het plangebied, waar lokaal een matig windklimaat verwacht wordt. Dit gunstige windklimaat wordt verklaard door de relatief uniforme basis hoogte van de verschillende blokken en de gunstige locatie en oriëntatie van de verschillende hoogbouw accenten. Daarnaast speelt de grote hoeveelheid, volgroeid veronderstelde, begroeiing een rol. Zonder deze begroeiing zou het te verwachten windklimaat op een aantal punten slecht zijn.

3.3. Sportvelden

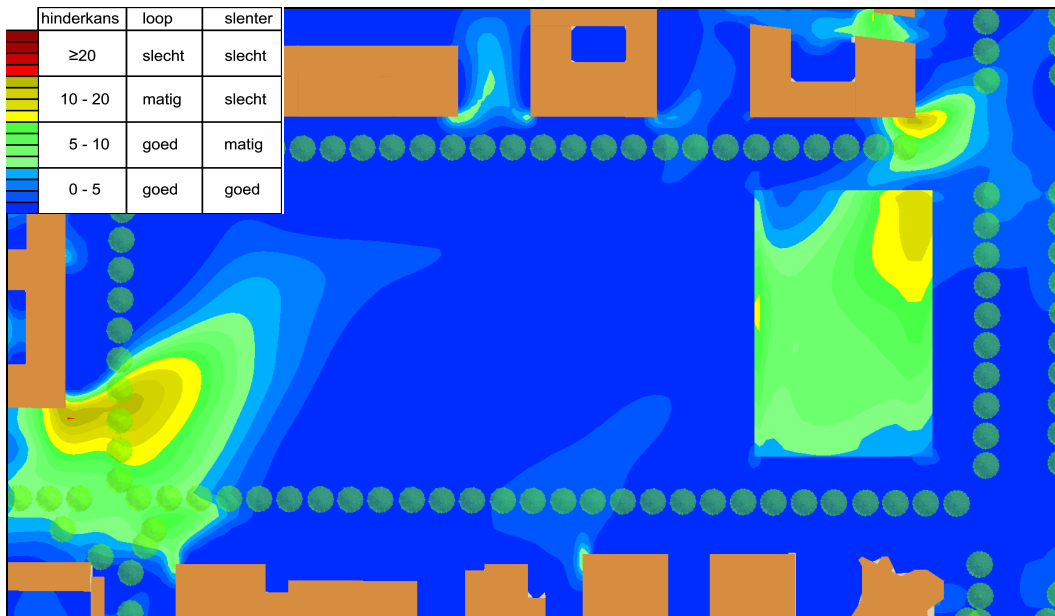
In overleg met de opdrachtgever zijn een aantal varianten met een negen meter verhoogd oostelijk of westelijk speelveld onderzocht voor de voorbeeldverkaveling en niet, zoals in eerste instantie afgesproken was, de stedenbouwkundige blokken. Dit omdat de voorbeeldverkaveling een realistischer windklimaat laat zien dan het blokkenplan. De resultaten zijn in onderstaande figuren weergegeven.



Figuur 9: Hinderkans op hoofdhoogte boven sportvelden zonder verhoogd speelveld



Figuur 10: Hinderkans op hoofdhoogte boven sportvelden westelijk speelveld verhoogd.



Figuur 11: Hinderkans op hoofdhoogte boven sportvelden oostelijk speelveld verhoogd.

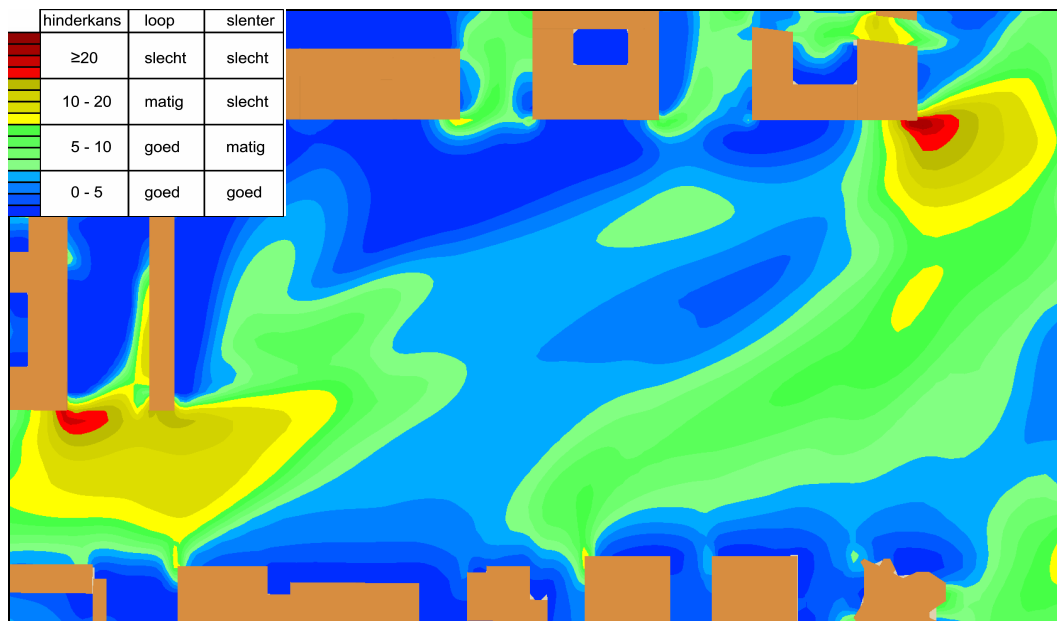
Uit de resultaten blijkt dat in de situatie zonder verhoogd speelveld (zie figuur 9) er een op de meeste plaatsen goed, bij de zuidwesthoek en de noordoosthoek matig, lokaal juist slecht windklimaat te verwachten valt. In de situatie met verhoogd speelveld valt op dat op het westelijk verhoogd speelveld een gunstiger (veelal matig tot goed) windklimaat te verwachten valt dan op het oostelijk verhoogd speelveld (matig tot slecht windklimaat). Dit valt te verklaren uit het feit dat het oostelijk speelveld minder beschermd ligt voor de westen wind dan de noordelijke helft van het westelijk speelveld. In geval van een oostelijk verhoogd speelveld wordt ook het windklimaat op het westelijk veld wat minder gunstig. Door het wegvallen van de accommodaties nemen de windsnelheden ten oosten daarvan wat toe. Aan de andere kant is een lichte verbetering van het windklimaat op het oostelijk veld te zien als het westelijk veld wordt verhoogd. Het verhoogde veld zorgt in dit geval voor wat afscherming op de andere velden.

Teneinde het windklimaat op de verhoogde velden te verbeteren, wordt geadviseerd een halfdoorlatend scherm aan de buitenrand van het veld te plaatsen. Gezien de afmetingen van de velden, moet daarbij gedacht worden aan schermen met een hoogte van ca. 15m.

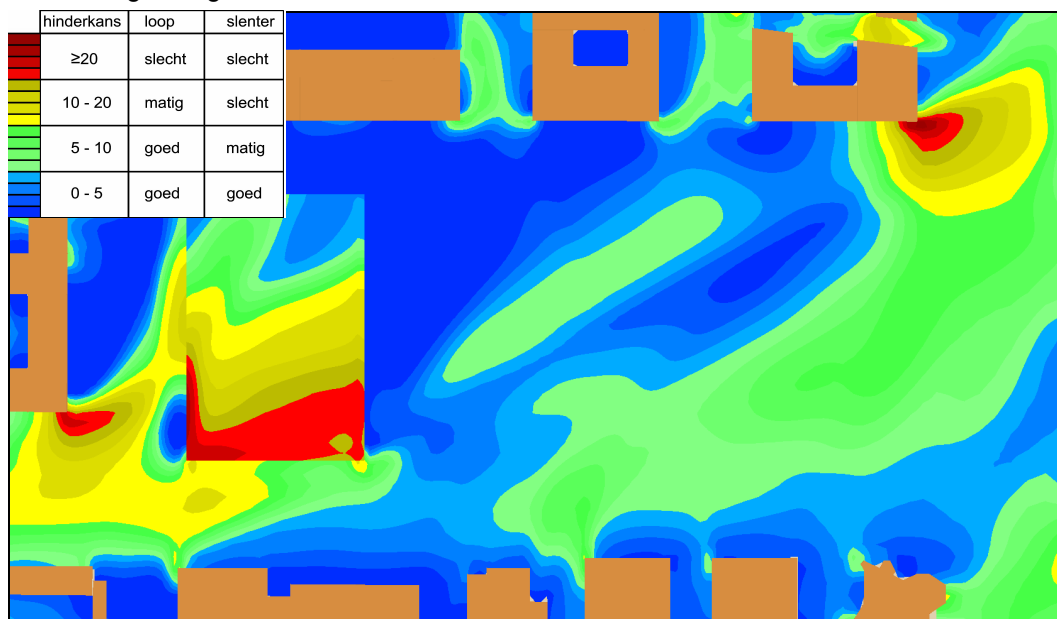
Zouden de velden niet negen maar vijf meter verhoogd worden, zou eenzelfde trend gevonden worden, maar minder sterk dan in de doorgerkende situatie. Op het westelijk verhoogd veld zou op een groter deel van het veld een goed windklimaat verwacht worden. Op het oostelijk verhoogde veld blijft naar verwachting het windklimaat aan de noordoostzijde nog steeds slecht. Dit omdat dit windklimaat voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door de interactie met de naastgelegen hoogbouw. Het windklimaat aan de zuidzijde van het veld zou naar verwachting verbeteren tot goed.

3.4. Velden zonder bomen

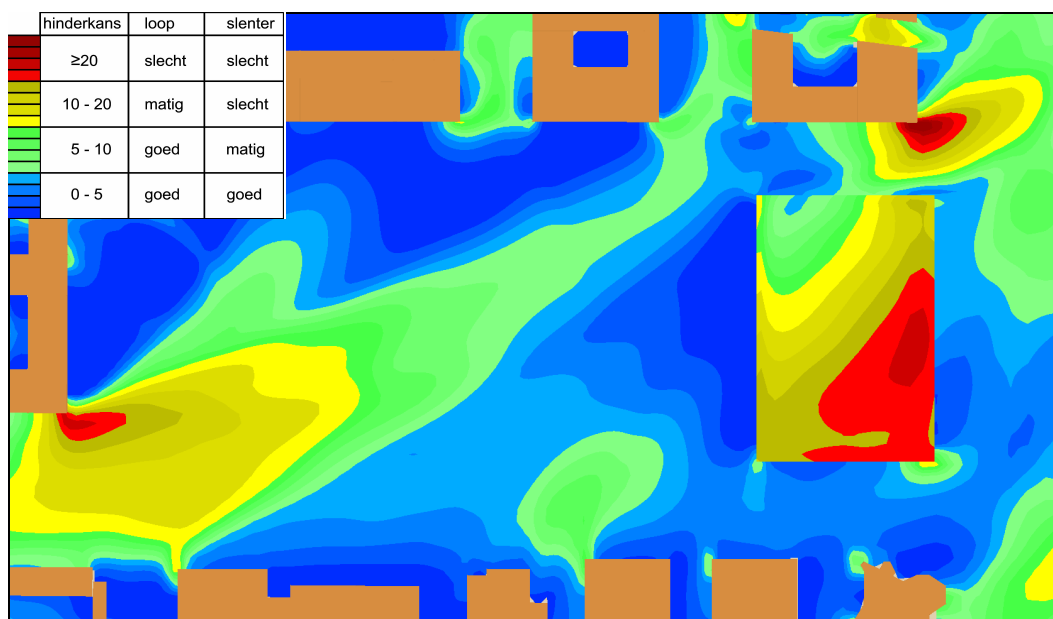
Omdat het vermoeden bestond dat de bomen rond de velden een zeer grote invloed hebben op het te verwachten windklimaat, zijn er een aantal extra berekeningen uitgevoerd voor de situatie zonder bomen. De resultaten zijn in de onderstaande figuren weergegeven.



Figuur 12: Hinderkans op hoofdhoogte boven sportvelden geen verhoogd speelveld, zonder begroeiing.



Figuur 13: Hinderkans op hoofdhoogte boven sportvelden westelijk speelveld verhoogd, zonder begroeiing.



Figuur 14: Hinderkans op hoofdhoogte boven sportvelden oostelijk speelveld verhoogd, zonder begroeiing.

Uit de resultaten blijkt dat zonder begroeiing het te verwachten windklimaat in de situatie zonder verhoogde velden goed tot matig is, aan de zuidwestzijde en de noordoostzijde slecht. Op de verhoogde velden wordt een veelal slecht windklimaat verwacht.

De berekeningen tonen aan dat zonder de aanwezigheid van een windremmende rand rond de velden de bespeelbaarheid van de velden sterk terug loopt. Er wordt dan ook geadviseerd bij het aanleggen van de velden ofwel volwassen bomen rond het veld te plaatsen, ofwel een halfdoorlatend scherm met een hoogte van ca. 15m.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van de Gemeente Amsterdam/Projectbureau Zuidas & VU Amsterdam is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie op en rondom de geplande sportvelden op het VU terrein en rond de geplande nieuwbouw van de VU. Hierbij is zowel het windklimaat in een stedenbouwkundig blokken patroon, als in een meer realistische voorbeeldverkaveling onderzocht.

Voor het vervaardigen van het CFD-model is onder meer gebruik gemaakt van het stedenbouwkundig masterplan van het VU gebied, een voorbeeldverkaveling van het gehele plangebied van de gemeente Amsterdam en een voorbeeldverkaveling van het VU terrein zoals aangeleverd door de VU. In totaal is een gebied gemodelleerd van 1000 bij 1000 meter. Gezien de omvang van het gebied is dit voor de berekeningen opgesplitst in twee deelgebieden van elk 1000 bij 700 meter.

Het doel van het onderzoek was het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw en op de sportvelden. .

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:

- In de bebouwingssituatie met volledig ingevulde stedenbouwkundige blokken wordt een aan de zuidwest en oosthoek lokaal slecht, in het overige gebied een, beoordeeld als doorloopgebied, veelal goed tot matig windklimaat verwacht.
- In de bebouwingssituatie volgens voorbeeldverkaveling wordt dankzij de geplande begroeiing in combinatie met de gunstige oriëntatie van de hoogbouwaccenten een veelal goed, op enkele plaatsen matig windklimaat verwacht.
- Zonder windafschermende maatregelen, maar met bomen, is het windklimaat op de niet verhoogde velden veelal goed op een aantal locaties matig, op de verhoogde velden veelal matig. Er wordt geadviseerd langs de randen van de verhoogde velden een halfdoorlatend scherm aan te brengen met een hoogte van 15m.
- Zonder bomen is het windklimaat op de niet verhoogde velden veelal goed tot matig, aan de zuidwest- en noordoostzijde slecht. Op de verhoogde velden wordt in dat geval een veelal slecht windklimaat verwacht.

Mook,

Dit rapport bestaat uit:
19 pagina's en 1 bijlage.

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Sportvelden en nieuwbouw VU Amsterdam			
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam/Projectbureau Zuidas & VU Amsterdam			
Projectleider	dr.ir. L. Aanen			
Datum	9 juni 2011			
Model	Algemene gegevens van het model			
Omvang gemodelleerd gebied	Twee gebieden van ca 900 x 600 meter			
Kerngebied	Het stedenbouwkundig plangebied			
Omgeving	Stedelijke bebouwing			
Afmetingen model	Twee maal 1000 x 700 x 250 meter			
Blokkeringsgraad	<10%			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
Onderzochte configuraties	• Stedenbouwkundig blokkenpatroon • Voorbeeldverkaveling • Verschillende varianten met verhoogde speelvelden			
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur			
Programmatuur	Programmatuur: Phoenix 2009 ✓ FVM (eindige volume methode) – FEM (eindige elementen methode) – anders			
Algemeen	✓ drie-dimensionaal ✓ tijd-onafhankelijk ✓ isothermisch – passieve scalairs		– twee-dimensionaal – tijd-afhankelijk – thermisch – actieve scalairs	
Rekenrooster	243 x 178 x 55 cellen, rechthoekig grid; verfijning in het interessegebied			
Turbulentiemodellering	mix van k-ε-turbulentiemodel en k-ε-RNG-turbulentiemodel			
Convectieve differentieschema's	snelheidscomponenten: 2 ^e orde schema, MINMOD turbulentie grootheden: UPWIND scalaire variabelen: UPWIND			
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden			
Instroomprofiel	windprofiel stedelijk bebouwing (z ₀ =0,7 m)			
Uitlaat	constante druk			
Boven-/zijwanden	gesloten, wrijvingsloos			
Vloer/bodem	gesloten, fully-rough (ruwheid ~ 1 mm)			
Gegevensverwerking en beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X = 119366, Y = 483070			
Toegepaste eisen	V _{DR,H} m/s	Gewenste kwaliteitsklasse	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: tekstuele beoordeling			
Opmerkingen	De berekeningen tonen de enorme discrepantie aan die er kan zijn tussen het windklimaat bepaald op basis van een stedenbouwkundig blokken plan en de uiteindelijk (mogelijk) gerealiseerde situatie. Opgemerkt moet worden dat deze verschillen zowel ten goede als ten slechte uit kunnen pakken.			