



## **Nieuwe tennislocatie Wormer**

*Windklimaatonderzoek met behulp van CFD*

## Nieuwe tennislocatie Wormer

*Windklimaatonderzoek met behulp van CFD*



opdrachtgever      Gemeente Wormerland  
rapportnummer      J 453-2-RA-001  
datum                21 mei 2021  
referentie            OO/JA//J 453-2-RA-001  
verantwoordelijke   O.E. Otten  
opsteller              ir. J.T. Akhnoukh  
                              +31 858228676  
                              j.akhnoukh@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 85 822 86 00, mook@peutz.nl, www.peutz.nl  
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2008

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon

## Inhoudsopgave

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Inleiding</b>                            | <b>4</b>  |
| <b>2 Normstelling en uitgangspunten</b>       | <b>6</b>  |
| 2.1 Tennis en wind                            | 6         |
| 2.2 Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100 | 6         |
| 2.2.1 Windhinder                              | 6         |
| 2.2.2 Windgevaar                              | 7         |
| 2.3 Windklimaat op de locatie                 | 8         |
| 2.4 Simulatie windsnelheden met CFD           | 11        |
| <b>3 Rekenresultaten</b>                      | <b>12</b> |
| 3.1 Inleiding                                 | 12        |
| 3.2 Windklimaat volgens de NEN 8100           | 12        |
| 3.3 Windsnelheid en turbulentie               | 15        |
| 3.4 Advies                                    | 17        |
| <b>4 Samenvatting en conclusies</b>           | <b>19</b> |
| <b>5 Bronvermelding</b>                       | <b>21</b> |

## 1 Inleiding

In opdracht van Gemeente Wormerland is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie bij de huidige locatie van de tennisvereniging De Spatter (als referentie) en de geplande locatie bij fusie van de 3 tennisverenigingen van Wormer (de Poelstars, de Spatter en TC Eendragt).

Tennisvereniging De Spatter ligt nu redelijk besloten aan de Spatterstraat in een woonwijk van Wormer, zie figuur 1.1. De beoogde toekomstige locatie ligt aan de rand van Wormer, zie figuur 1.2. Het doel van het onderzoek is het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat bij de beoogde geplande tennislocatie en deze te vergelijken met het windklimaat bij de huidige referentie locatie.

Voor het vervaardigen van het CFD-model zijn de stedenbouwkundige omgeving en de begroeiing getekend aan de hand van gegevens uit openbare bronnen. In totaal is een gebied gemodelleerd is van circa 1850 bij 1300 meter, omvattende beide tennislocaties.

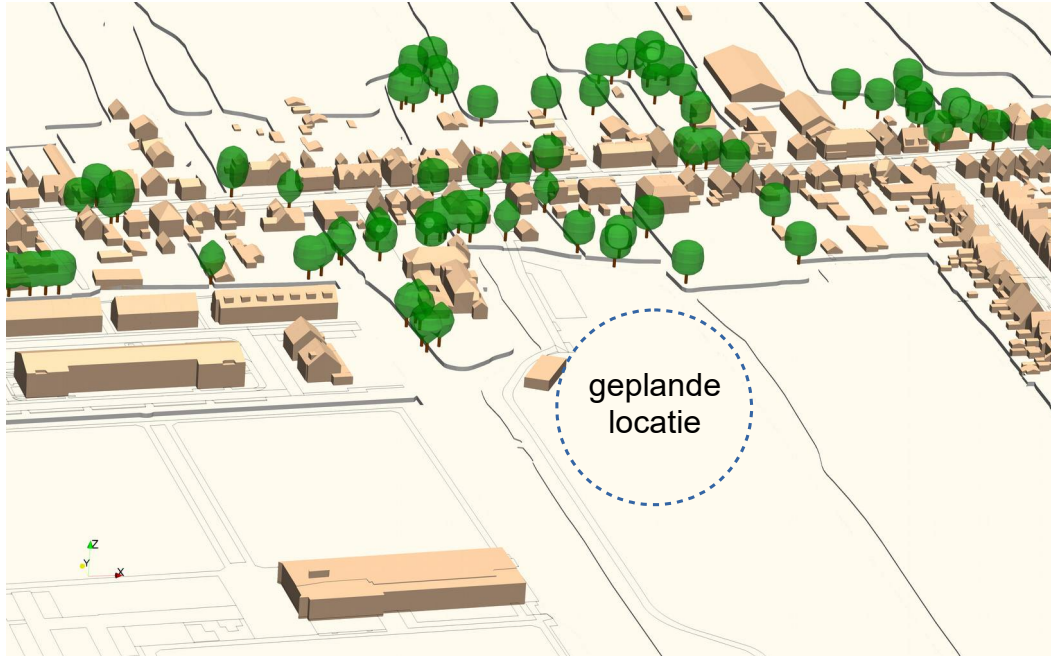
Voor de opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de Nederlandse norm NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

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 is in hoofdstuk 4 een samenvatting van het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.

f1.1 Aanzicht op het gehanteerde 3D-model ter plaatse van de huidige tennislocatie van De Spatter



f1.2 Aanzicht op het gehanteerde 3D-model ter plaatse van de beoogde geplande tennislocatie



## 2 Normstelling en uitgangspunten

### 2.1 Tennis en wind

Tennis is bij uitstek een windgevoelige activiteit. Een speler ondervindt last van de wind met name als de wind niet uit een vaste richting komt, maar (gevoelsmatig) afwisselend telkens vanuit verschillende hoeken van de baan lijkt te komen. De onvoorspelbaarheid van de wind maakt het een uitdaging voor de speler om zijn spel hierop aan te passen en heeft bovendien invloed op alle slagen. Bij tegenwind kan de speler bijvoorbeeld geneigd zijn krachtiger te slaan, wat de nauwkeurigheid vaak niet ten goede komt. Bij een sterk wisselvallige wind is een speler geneigd zachter te serveren om onnodige fouten te voorkomen (Mendes et al., 2012). Naar ons weten is er echter geen wetenschappelijk onderzoek dat kwantificeert vanaf welke windsnelheid en in welke mate een tennisser last heeft van de wind tijdens de verschillende slagen. Dit zal namelijk ook afhangen van de speler zelf en diens aanpassend vermogen.

Vanwege het ontbreken van een goede normstelling voor tennissen met wind wordt in deze rapportage een vergelijkingsstudie uitgevoerd, waarbij de huidige en geplande locatie worden vergeleken in termen van windsnelheid en turbulentie op de baan bij verschillende windrichtingen. Tevens wordt aansluiting gezocht bij de Nederlandse norm NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving* met inachtneming van de windgevoeligheid van tennissen. De beoordeling van het windklimaat met betrekking tot windhinder en windgevaar, is in Nederland vastgelegd in deze norm en wordt veelal toegepast wanneer er bouwplannen zijn (bebouwing in onbeschut gebied of hoogbouwplannen). Deze norm wordt hieronder besproken.

### 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 activiteitsklassen. Bij hogere windsnelheden kan tevens sprake zijn van gevaarlijke situaties zoals evenwichtsverlies bij het passeren van gebouwhoeken en dergelijke. Hiervoor wordt getoetst aan het specifieke gevaarcriterium.

#### 2.2.1 Windhinder

Windhinder is iets wat in geen geval geheel te voorkomen is: als het stormt is de wind hinderlijk, wat voor maatregelen er ook getroffen worden. Het is daarom ook de kans op windhinder, die maatgevend gehouden wordt voor de beoordeling van het windklimaat.

Voor windhinder wordt een drempelwaarde  $v_{DR,H}$  aangehouden van 5 m/s uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau. Bij deze windsnelheid gaan mechanische effecten bij de ervaring van het windklimaat een rol spelen zoals bijvoorbeeld het omslaan van paraplu's, in de ogen waaien van stof en in meer extreme vorm het dichtwaaien van een autoportier en dergelijke.

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

t2.1 *Criteria windhinder volgens NEN 8100*

| Overschrijdingskans<br>$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$ in procenten<br>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                |
| $\geq 20$   | E                | Slecht       | Slecht        | Slecht                |

Afhankelijk van de activiteitenklasse wordt de waardering van het lokale windklimaat gekwalificeerd met 'goed', 'matig' of 'slecht' (zie tabel 2.1). Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek onder normale omstandigheden geen last van windhinder. Bij een matig windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder. In een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder.

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

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

## 2.2.2 Windgevaar

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

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

t2.2 *Criteria windgevaar volgens NEN 8100*

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

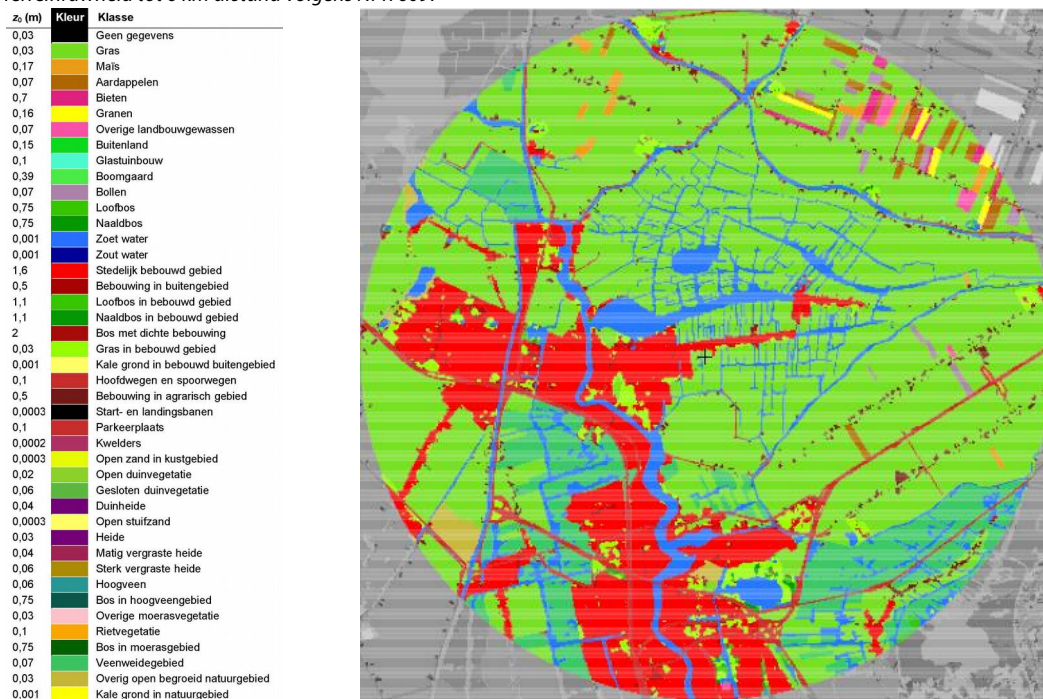
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van  $0,05 < p < 0,30$  mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis  $p \leq 0,05$ .

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

## 2.3 Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de resultaten van de berekeningen naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de bijbehorende software wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteogegevens van een groot aantal meteostations en gegevens omtrent terreinruwheden tot 6 km afstand van het plan. De terreinruwheden van het omliggend gebied worden per categorie weergegeven in figuur 2.1. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.

f2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097



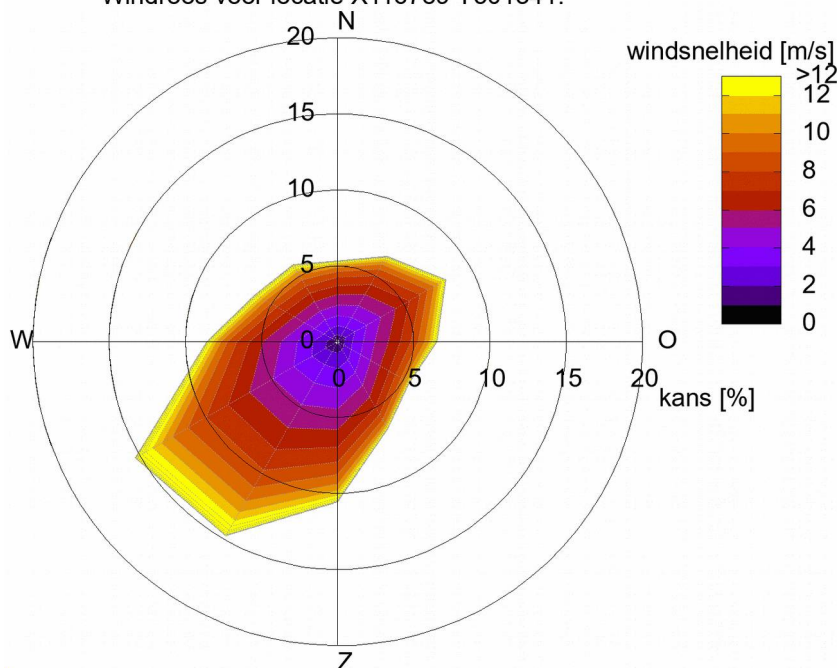
In figuur 2.2 is de op basis van de NPR 6097 berekende windroos op 60 meter hoogte boven de betreffende locatie weergegeven. In de windroos wordt de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weergegeven alsmede de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen. Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (tabel 2.3) blijkt dat op de geplande locatie met name bij wind uit het zuiden tot westen de hoogste



windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit het uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwesten wind is hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de geplande locatie van de tennisvereniging.

## f2.2 Windroos geplande tennislocatie volgens NPR 6097

Windroos voor locatie X116789 Y501341.



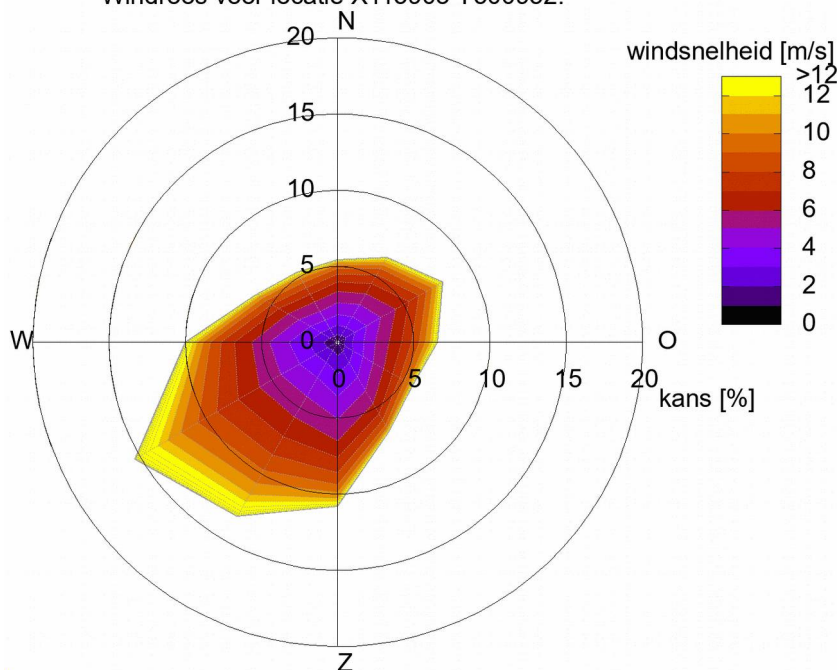
## t2.3 Windstatistiek van de geplande tennislocatie volgens NPR 6097

| Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       | totaal aantal uren: 8766.3 |  |                                    |  |
|--|----------|-------|-------|----------|-------|-------|-----------|--------|--------|-----------|-------|----------------------------|--|------------------------------------|--|
| Positie X116789 Y501341  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       | Jaar 1963-2002             |  | gemiddelde windsnelheid (m/s): 6.2 |  |
| wind snelheid  | Noord 0° | 30°   | 60°   | Oost 90° | 120°  | 150°  | Zuid 180° | 210°   | 240°   | West 270° | 300°  | 330°                       |  |                                    |  |
| 0.0 - 0.9  | 9.2      | 9.4   | 13.1  | 8.6      | 10.5  | 13.4  | 14.8      | 15.4   | 16.9   | 15.0      | 8.3   | 10.3                       |  |                                    |  |
| 1.0 - 1.9  | 32.7     | 33.7  | 42.6  | 30.2     | 32.2  | 42.2  | 51.8      | 52.5   | 62.3   | 52.5      | 33.1  | 31.6                       |  |                                    |  |
| 2.0 - 2.9  | 51.9     | 53.7  | 61.5  | 46.0     | 50.5  | 67.5  | 90.9      | 88.8   | 91.3   | 77.6      | 51.7  | 47.7                       |  |                                    |  |
| 3.0 - 3.9  | 57.0     | 65.6  | 77.8  | 61.8     | 61.7  | 82.4  | 111.1     | 120.6  | 121.4  | 88.8      | 61.2  | 56.5                       |  |                                    |  |
| 4.0 - 4.9  | 62.3     | 80.1  | 93.5  | 70.1     | 64.9  | 85.3  | 120.4     | 143.4  | 137.4  | 96.1      | 67.0  | 60.8                       |  |                                    |  |
| 5.0 - 5.9  | 59.9     | 73.9  | 98.8  | 75.7     | 62.6  | 80.8  | 118.6     | 154.4  | 157.1  | 99.3      | 67.5  | 62.0                       |  |                                    |  |
| 6.0 - 6.9  | 52.3     | 65.8  | 87.7  | 71.0     | 59.7  | 66.0  | 101.2     | 145.8  | 144.7  | 79.0      | 61.4  | 55.2                       |  |                                    |  |
| 7.0 - 7.9  | 46.3     | 57.3  | 71.0  | 60.2     | 45.0  | 48.4  | 87.1      | 135.1  | 142.1  | 71.9      | 52.2  | 46.4                       |  |                                    |  |
| 8.0 - 8.9  | 34.4     | 44.8  | 53.1  | 42.0     | 33.6  | 33.5  | 70.4      | 116.6  | 123.3  | 55.4      | 41.7  | 42.6                       |  |                                    |  |
| 9.0 - 9.9  | 23.1     | 29.9  | 41.2  | 35.7     | 24.6  | 26.0  | 54.2      | 88.8   | 101.7  | 36.8      | 32.6  | 31.9                       |  |                                    |  |
| 10.0 - 10.9  | 15.4     | 20.2  | 30.5  | 26.5     | 16.6  | 14.6  | 36.8      | 72.7   | 73.4   | 28.9      | 24.9  | 24.6                       |  |                                    |  |
| 11.0 - 11.9  | 9.6      | 15.1  | 19.1  | 17.6     | 7.4   | 9.8   | 26.3      | 57.1   | 56.5   | 19.1      | 17.3  | 16.6                       |  |                                    |  |
| 12.0 - 12.9  | 5.1      | 8.4   | 13.7  | 10.4     | 3.6   | 5.1   | 17.6      | 39.3   | 45.3   | 14.3      | 12.1  | 11.1                       |  |                                    |  |
| 13.0 - 13.9  | 3.2      | 5.4   | 8.3   | 7.7      | 1.9   | 2.6   | 10.7      | 27.5   | 27.3   | 9.1       | 6.7   | 6.1                        |  |                                    |  |
| 14.0 - 14.9  | 2.3      | 2.8   | 5.3   | 5.2      | 0.8   | 0.8   | 6.2       | 15.8   | 19.2   | 4.8       | 4.7   | 4.0                        |  |                                    |  |
| 15.0 - 15.9  | 1.3      | 1.8   | 1.5   | 2.0      | 0.5   | 0.5   | 3.2       | 9.6    | 11.7   | 2.9       | 2.3   | 3.0                        |  |                                    |  |
| 16.0 - 16.9  | 1.1      | 1.3   | 0.9   | 1.0      | 0.3   | 0.3   | 1.5       | 4.7    | 5.6    | 1.4       | 1.0   | 1.5                        |  |                                    |  |
| 17.0 - 17.9  | 0.6      | 0.4   | 0.4   | 0.4      | 0.2   | 0.1   | 0.9       | 3.0    | 3.8    | 0.6       | 0.9   | 1.0                        |  |                                    |  |
| 18.0 - 18.9  | 0.2      | 0.1   | 0.2   | 0.3      | 0.1   |       | 0.5       | 1.3    | 2.2    | 0.3       | 0.3   | 0.6                        |  |                                    |  |
| 19.0 - 19.9  |          |       | 0.1   | 0.1      |       |       | 0.4       | 0.9    | 1.2    | 0.2       | 0.2   | 0.3                        |  |                                    |  |
| 20.0 - 20.9  |          |       |       | 0.1      |       |       |           | 0.3    | 0.6    | 0.1       | 0.1   | 0.3                        |  |                                    |  |
| 21.0 - 21.9  |          |       |       |          |       |       |           | 0.1    | 0.3    | 0.1       | 0.2   | 0.1                        |  |                                    |  |
| 22.0 - 22.9  |          |       |       |          |       |       |           |        | 0.1    |           |       |                            |  |                                    |  |
| 23.0 - 23.9  |          |       |       |          |       |       |           |        | 0.2    |           |       |                            |  |                                    |  |
| 24.0 - 24.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 25.0 - 25.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 26.0 - 26.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 27.0 - 27.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 28.0 - 28.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 29.0 - 29.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 30.0 - 30.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 31.0 - 31.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 32.0 - 32.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 33.0 - 33.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 34.0 - 34.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 35.0 - 35.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 36.0 - 36.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 37.0 - 37.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 38.0 - 38.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 39.0 - 39.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| aantal uren  | 467.9    | 569.7 | 720.3 | 572.6    | 476.7 | 579.3 | 924.6     | 1293.7 | 1345.6 | 754.2     | 547.5 | 514.2                      |  |                                    |  |
| gemiddelde snelheid  | 5.7      | 5.9   | 6.0   | 6.2      | 5.5   | 5.3   | 6.0       | 6.8    | 6.9    | 5.9       | 6.2   | 6.2                        |  |                                    |  |

In figuur 2.3 en tabel 2.4 staan respectievelijk de windroos en windstatistiek bij de huidige tennislocatie van De Spatter. De verschillen met de geplande locatie zijn erg klein.

f2.3 Windroos bestaande tennislocatie van De Spatter volgens NPR 6097

Windroos voor locatie X115903 Y500952.



t2.4 Windstatistiek van de bestaande tennislocatie van De Spatter volgens NPR 6097

| Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       | totaal aantal uren: 8767.3 |  |                                    |  |
|--|----------|-------|-------|----------|-------|-------|-----------|--------|--------|-----------|-------|----------------------------|--|------------------------------------|--|
| Positie X115903 Y500952  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       | Jaar 1963-2002             |  | gemiddelde windsnelheid (m/s): 6.1 |  |
| wind snelheid  | Noord 0° | 30°   | 60°   | Oost 90° | 120°  | 150°  | Zuid 180° | 210°   | 240°   | West 270° | 300°  | 330°                       |  |                                    |  |
| 0.0 - 0.9  | 10.0     | 9.6   | 13.0  | 8.9      | 11.6  | 15.5  | 17.6      | 12.6   | 14.6   | 18.4      | 11.6  | 10.3                       |  |                                    |  |
| 1.0 - 1.9  | 35.8     | 35.8  | 42.1  | 31.1     | 35.3  | 48.2  | 62.8      | 44.5   | 53.3   | 62.8      | 40.8  | 32.1                       |  |                                    |  |
| 2.0 - 2.9  | 55.1     | 55.2  | 61.2  | 46.9     | 55.9  | 75.7  | 103.3     | 77.0   | 79.2   | 89.6      | 60.5  | 48.1                       |  |                                    |  |
| 3.0 - 3.9  | 61.8     | 70.7  | 78.2  | 62.4     | 66.4  | 92.4  | 129.0     | 103.2  | 107.8  | 109.5     | 71.4  | 57.3                       |  |                                    |  |
| 4.0 - 4.9  | 68.3     | 80.6  | 94.2  | 71.1     | 69.5  | 92.3  | 131.4     | 124.4  | 123.7  | 111.7     | 76.7  | 58.8                       |  |                                    |  |
| 5.0 - 5.9  | 62.2     | 73.7  | 98.0  | 76.5     | 68.2  | 84.4  | 124.4     | 138.4  | 141.3  | 102.6     | 70.7  | 61.3                       |  |                                    |  |
| 6.0 - 6.9  | 54.0     | 66.4  | 84.4  | 71.1     | 60.6  | 67.6  | 95.8      | 129.6  | 144.6  | 99.4      | 61.1  | 51.3                       |  |                                    |  |
| 7.0 - 7.9  | 46.5     | 57.9  | 68.6  | 60.2     | 45.5  | 42.1  | 89.1      | 122.6  | 139.6  | 79.8      | 47.2  | 42.8                       |  |                                    |  |
| 8.0 - 8.9  | 31.5     | 40.9  | 49.5  | 42.1     | 34.0  | 32.5  | 65.7      | 102.7  | 126.7  | 59.1      | 38.5  | 36.4                       |  |                                    |  |
| 9.0 - 9.9  | 21.4     | 27.0  | 38.9  | 35.1     | 24.6  | 20.4  | 46.7      | 84.5   | 112.4  | 43.1      | 28.7  | 26.2                       |  |                                    |  |
| 10.0 - 10.9  | 12.6     | 19.8  | 27.6  | 26.3     | 14.7  | 12.2  | 33.8      | 73.4   | 85.6   | 34.3      | 16.4  | 17.3                       |  |                                    |  |
| 11.0 - 11.9  | 7.7      | 12.4  | 17.2  | 17.2     | 6.6   | 6.2   | 21.3      | 47.8   | 63.5   | 23.6      | 12.0  | 12.2                       |  |                                    |  |
| 12.0 - 12.9  | 4.0      | 7.4   | 11.5  | 10.2     | 3.4   | 3.6   | 12.2      | 36.5   | 54.7   | 16.7      | 7.2   | 6.7                        |  |                                    |  |
| 13.0 - 13.9  | 2.9      | 3.9   | 8.0   | 7.7      | 1.4   | 1.0   | 7.3       | 26.7   | 37.1   | 11.9      | 3.8   | 3.9                        |  |                                    |  |
| 14.0 - 14.9  | 1.6      | 2.3   | 4.0   | 5.0      | 0.7   | 0.6   | 3.0       | 17.0   | 24.6   | 6.7       | 1.6   | 2.3                        |  |                                    |  |
| 15.0 - 15.9  | 1.3      | 1.5   | 1.1   | 1.7      | 0.5   | 0.4   | 1.4       | 8.8    | 17.0   | 3.9       | 1.1   | 1.5                        |  |                                    |  |
| 16.0 - 16.9  | 0.8      | 0.7   | 0.9   | 0.9      | 0.3   | 0.1   | 0.8       | 5.2    | 9.8    | 2.2       | 0.6   | 0.8                        |  |                                    |  |
| 17.0 - 17.9  | 0.3      | 0.2   | 0.2   | 0.4      | 0.2   | 0.1   | 0.6       | 2.4    | 5.2    | 1.4       | 0.3   | 0.6                        |  |                                    |  |
| 18.0 - 18.9  |          |       | 0.2   | 0.3      | 0.1   |       | 0.1       | 1.8    | 3.4    | 0.6       | 0.1   | 0.3                        |  |                                    |  |
| 19.0 - 19.9  |          |       |       | 0.1      |       |       |           | 0.9    | 2.0    | 0.3       | 0.2   | 0.2                        |  |                                    |  |
| 20.0 - 20.9  |          |       |       | 0.1      |       |       |           | 0.4    | 1.3    | 0.2       |       |                            |  |                                    |  |
| 21.0 - 21.9  |          |       |       |          |       |       |           | 0.2    | 0.6    | 0.2       |       |                            |  |                                    |  |
| 22.0 - 22.9  |          |       |       |          |       |       |           | 0.1    | 0.2    |           |       |                            |  |                                    |  |
| 23.0 - 23.9  |          |       |       |          |       |       |           |        | 0.2    |           |       |                            |  |                                    |  |
| 24.0 - 24.9  |          |       |       |          |       |       |           |        | 0.1    | 0.1       |       |                            |  |                                    |  |
| 25.0 - 25.9  |          |       |       |          |       |       |           |        | 0.1    |           |       |                            |  |                                    |  |
| 26.0 - 26.9  |          |       |       |          |       |       |           |        | 0.1    |           |       |                            |  |                                    |  |
| 27.0 - 27.9  |          |       |       |          |       |       |           |        | 0.1    |           |       |                            |  |                                    |  |
| 28.0 - 28.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 29.0 - 29.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 30.0 - 30.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 31.0 - 31.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 32.0 - 32.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 33.0 - 33.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 34.0 - 34.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 35.0 - 35.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 36.0 - 36.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 37.0 - 37.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 38.0 - 38.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| 39.0 - 39.9  |          |       |       |          |       |       |           |        |        |           |       |                            |  |                                    |  |
| aantal uren  | 477.8    | 566.0 | 698.8 | 575.3    | 499.5 | 595.2 | 946.3     | 1160.7 | 1348.7 | 878.1     | 550.5 | 470.4                      |  |                                    |  |
| gemiddelde snelheid  | 5,5      | 5,7   | 5,9   | 6,2      | 5,4   | 5,0   | 5,6       | 7,0    | 7,4    | 5,9       | 5,6   | 5,8                        |  |                                    |  |

## 2.4 Simulatie windsnelheden met CFD

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

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

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

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

## 3 Rekenresultaten

### 3.1 Inleiding

Allereerst wordt in paragraaf 3.2 een totaalbeeld van het windklimaat conform de NEN 8100 gegeven voor de huidige en geplande tennislocatie. Los van een beoordeling van beide terreinen in absolute zin, is deze wijze van kwantificeren een handige manier om in een oogopslag een relatieve beoordeling van het resultaat bij de geplande locatie te kunnen geven. In paragraaf 3.3 wordt vervolgens voor enkele windrichtingen nader gekeken naar de windsnelheid en turbulentie bij de twee locaties voor een beter inzicht (de windsnelheid is de onderliggende simulatiedata zonder de weging van de statistische windgegevens). Ten slotte wordt een advies gegeven in 3.4.

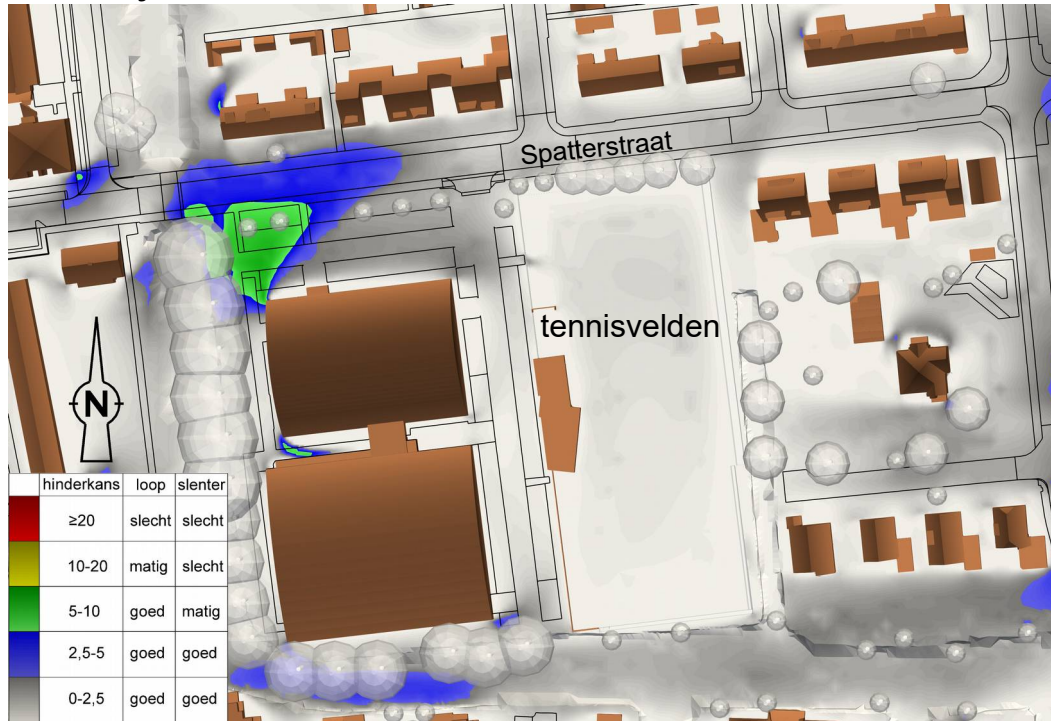
### 3.2 Windklimaat volgens de NEN 8100

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

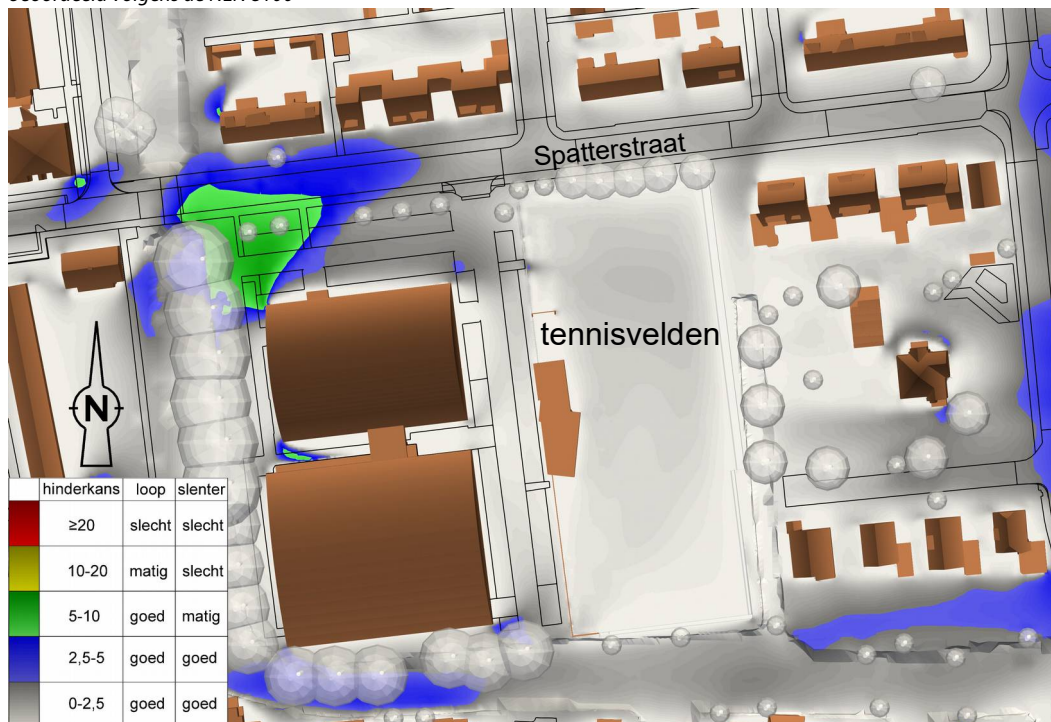
Aangezien de meeste slagen op heuphoogte plaatsvinden en het tennisnet zelf ongeveer 1 meter hoog is, is in de eerste plaats het windklimaat op deze hoogte van belang. In figuur 3.1 wordt in een horizontale op 1 meter boven het plaatselijk maaiveldniveau de berekende windhinderkans met kleurcontouren bij het bestaande tennisveld weergegeven. Om een indruk te hebben van de mate waarin dit resultaat afhangt van de hoogte is in figuur 3.2 doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) weergegeven. De kleuren in deze figuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. Bij de beoordeling van het windklimaat conform de NEN 8100 wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën doorlopen en slenteren. Voor andere windgevoelige functies wordt doorgaans in de beoordeling ook uitgegaan van de categorie slenteren. Het ligt voor de hand om de windgevoelige activiteit tennissen op dezelfde manier te beoordelen als slenteren.

Uit de resultaten bij de bestaande tennislocatie kan worden opgemaakt dat het windklimaat hier goed is (ongeacht de categorie, zie de legenda in de figuren). Dit komt in de eerste plaats doordat de tennisvelden afgeschermd worden door de omliggende bebouwing van de woonwijk. Dit valt namelijk ook op te maken uit het feit dat het windklimaat rondom het terrein van de tennisvereniging tevens goed is voor lopen. In de tweede plaats worden de tennisvelden aan alle zijden afgeschermd door haag begroeiing (en deels aan de westkant door een stenen muur), plaatselijk enkele halfopen windschermen tegen het hekwerk en ten slotte nog door enkele bomen. Uit de resultaten kan verder worden opgemerkt dat er geen noemenswaardig verschil zit tussen het resultaat op 1 meter hoogte en 1,75 meter hoogte.

f3.1 Het te verwachten windklimaat op 1 meter hoogte boven het plaatselijke maaiveldniveau bij de huidige tennislocatie, beoordeeld volgens de NEN 8100

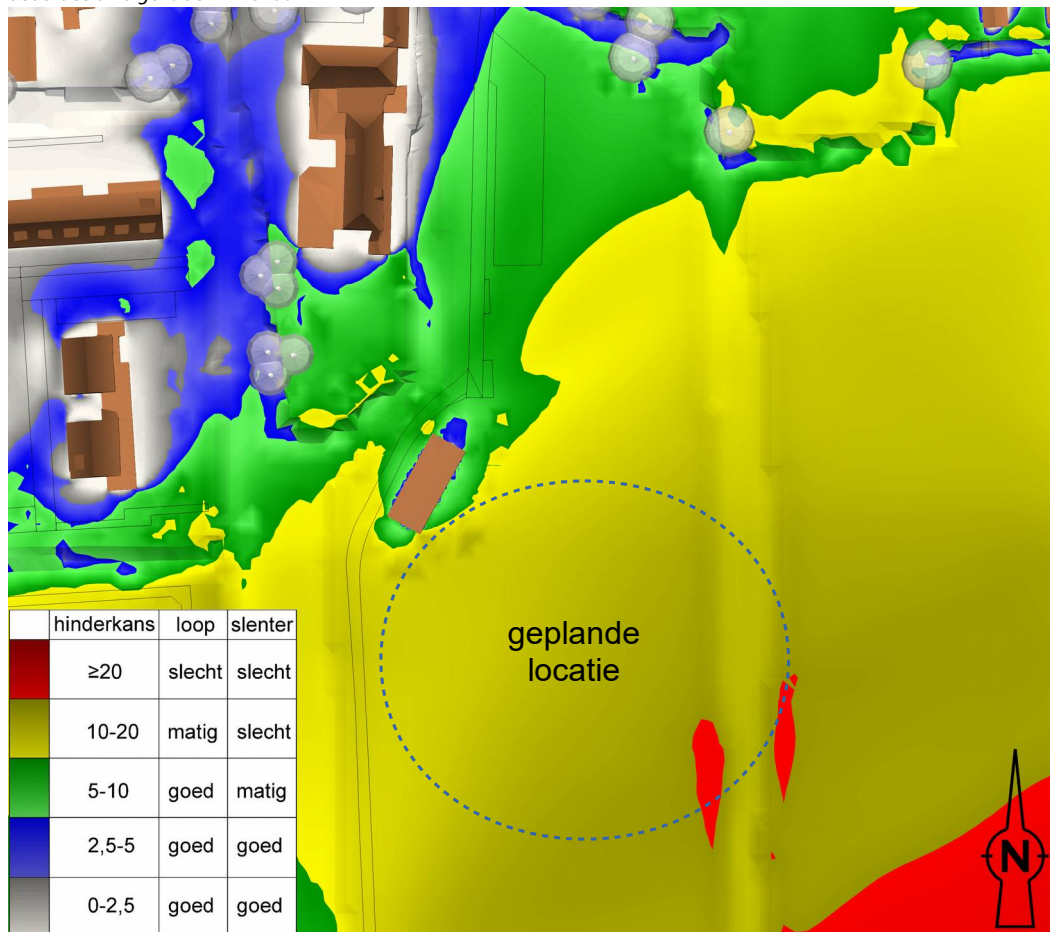


f3.2 Het te verwachten windklimaat op 1,75 meter hoogte boven het plaatselijke maaiveldniveau bij de huidige tennislocatie, beoordeeld volgens de NEN 8100

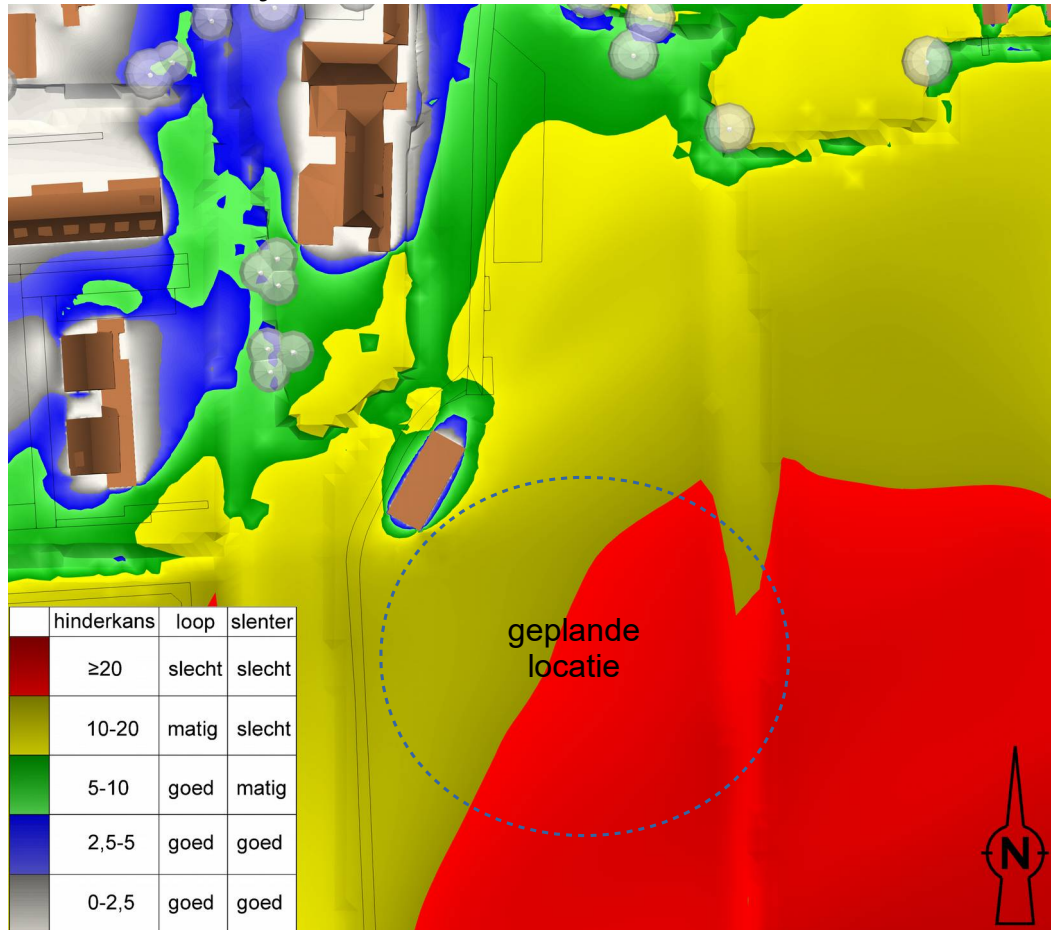


In figuren 3.3 en 3.4 is de windhinderkans bij de geplande tennislocatie op respectievelijk 1 meter en 1,75 meter boven het plaatselijke maaiveldniveau weergegeven. In deze figuren is zichtbaar dat op het geplande terrein een slecht windklimaat voor slenteren wordt verwacht (de in de norm NEN 8100 best overeenkomende activiteit). Er kan worden geconcludeerd dat op het geplande terrein an sich een beduidend ongunstiger windklimaat wordt verwacht dan op de huidige tennislocatie. De locatie van de geplande bebouwing (clubhuis) en het planten van begroeiing zal daarom belangrijk zijn om een goed windklimaat voor tennissen te creëren.

f3.3 Het te verwachten windklimaat op 1 meter hoogte boven het plaatselijke maaiveldniveau bij de geplande tennislocatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



f3.4 Het te verwachten windklimaat op 1,75 meter hoogte boven het plaatselijke maaiveldniveau bij de geplande tennislocatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



De getoonde windklimaatresultaten zijn de som van de bijdragen aan de windhinderkans van alle 12 windrichtingen, gewogen met de windstatistiek. In bijlage 2 is voor iedere windrichting de individuele contributie aan de totale windhinderkans op 1 meter hoogte boven het plaatselijk maaiveld getoond. Statistisch gezien is zuidwestenwind de meest voorkomende windrichting op de geplande tennislocatie is (zie paragraaf 2.3 betreffende de windstatistiek). Uit de data van bijlage 2 blijkt ook dat de windrichtingen 180°, 210° en 240° het meest bijdragen aan de totale windhinder. Deze informatie is van belang voor het treffen van maatregelen.

Bij de geplande tennislocatie wordt geen overschrijding van het gevaarcriterium geprognosticeerd.

### 3.3 Windsnelheid en turbulentie

Middels de windhinderkans is gekeken naar hoe vaak de drempelwaarde van 5 m/s wind wordt overschreden. De onderliggende data hierbij is de uit de CFD-simulaties berekende windsnelheid. Er kan ook een vergelijking worden gemaakt tussen de twee tennislocaties puur

in termen van de windsnelheid. Hierbij dient dan wel te worden opgemerkt dat een referentie windprofiel<sup>1</sup> is ingegeven in de simulaties, waardoor de absolute waarden van de berekende windsnelheden in het rekendomein hier van afhangen en dus niet 1-op-1 naar de praktijk vertaald kunnen worden. Met andere woorden: de snelheden bij de geplande tennislocatie dienen dus enkel ten opzichte van de waarden bij de huidige locatie te worden beschouwd.

Een andere belangrijke fysische grootte is turbulentie. Turbulentie wordt gekenmerkt door onregelmatige, wervelende (lucht)stroming. Vooral bij gebouwhoeken en andere scherpe hoeken treedt vaak loslating van de luchtstroming op wat gepaard gaat met een verhoogd turbulentie niveau. Voor tennissen is zo min mogelijk turbulentie gewenst. Omwille van de vereiste rekenkracht wordt bij CFD-berekeningen doorgaans turbulentie gemodelleerd middels een turbulentiemodel. Dit is ook het geval bij het huidige onderzoek, zie het technisch inlegvel in bijlage 1. Het modelleren van turbulentie i.p.v. het direct berekenen van alle luchtwervels kan leiden tot verschillen met experimentele resultaten / veldmetingen. Doordat bij de tennisvelden weinig tot geen sprake is van de genoemde factoren voor het significant verhogen van het turbulentieniveau, zal een verschil in resultaat t.g.v. een andere methode echter beperkt zijn en niet tot andere conclusies leiden.

In bijlage 3 staat voor een aantal representatieve windrichtingen een vergelijk tussen de windsnelheid bij de bestaande tennislocatie en de geplande tennislocatie op 1 meter hoogte boven het plaatselijke maaiveld. In bijlage 4 staat een zelfde soort vergelijk voor de turbulentie (of eigenlijk: de turbulente kinetische energie). Uit deze figuren kan het volgende worden opgemaakt:

- a) 0° (wind uit het noorden): De gebouwen ten noorden van de geplande tennislocatie zorgen voor wat windafscherming bij wind uit deze windrichting (blauwe kleur = lage windsnelheid, zie de kleurenlegenda in de figuren). Het geplande terrein ligt echter hier relatief ver van af waardoor de windafscherming beperkt is. De snelheden zijn op het geplande terrein hierdoor wat hoger dan op het huidige terrein.
- b) 90° (wind uit het oosten): De huidige tennisvelden liggen vrijwel geheel in de luwte van het clubhuis (en andere gebouwen) met hele lage windsnelheden tot gevolg. Ten oosten van het geplande terrein staan wat huizen (helemaal rechts in de afbeelding), waarachter een luwe zone zichtbaar is. Deze luwe zone reikt niet tot aan de geplande tennislocatie en de tennislocatie ligt ook iets te ver richting het zuiden. Hierdoor kan de wind redelijk ongestoord met hoge snelheid over het terrein waaien.
- c) 180° (wind uit het zuiden): Wind kan bij deze windrichting volledig ongestoord met hoge snelheid over de geplande tennislocatie waaien.
- d) 240° (wind uit het zuidwesten, de meest voorkomende windrichting): Het meerendeel van het geplande terrein ligt onbeschut.

<sup>1</sup> De windsnelheid is een logaritmische functie van de hoogte, met een grotere windsnelheid op grotere hoogte. In de huidige CFD-simulaties is een referentie windsnelheid van 10 m/s op een referentiehoogte van 60 meter gebruikt.



- e) 270° (wind uit het westen): Het merendeel van het geplande terrein ligt onbeschut. Dit komt doordat de geplande tennislocatie aan de oostkant grenst aan de voetbalvereniging WSV 1930, een open terrein van bijna 200 m breed. Ten noorden van de geplande tennislocatie is enige windafscherming zichtbaar door bebouwing.

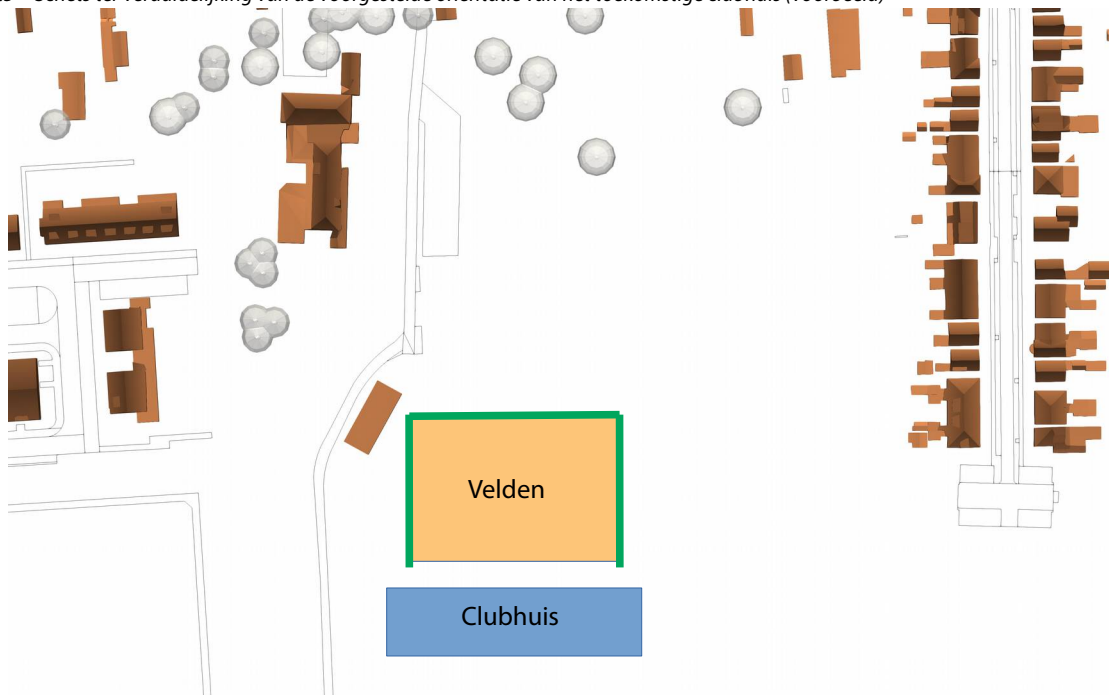
Samengevat kan worden gesteld dat bij de windrichtingen 90° t/m 270° de beoogde geplande locatie praktisch onbeschut ligt en voor de overige windrichtingen de beschutting beperkt/onvolledig is. Qua turbulentie zijn de verschillen tussen de terreinen klein/beperkt.

### 3.4 Advies

Het windklimaat bij de geplande locatie is beduidend ongunstiger dan bij de huidige tennislocatie. Om bij de nieuwe tennislocatie tot een gelijkwaardig windklimaat te komen zullen windafschermende maatregelen moeten worden genomen en rekening worden gehouden met de positionering van het toekomstige clubhuis. Aangezien voor alle windrichtingen de windsnelheden op het geplande terrein over het algemeen hoger zijn dan bij de huidige tennislocatie zijn maatregelen nodig tegen wind uit alle windrichtingen.

- a) Oriënteer het clubhuis zodat de lange gevel loodrecht op wind uit het zuiden staat om afscherming hiertegen te bieden.
- b) Hoe meer de geplande tennisvelden en het clubhuis richting het noorden worden geplaatst, des te meer windafscherming de velden zullen hebben aan de west/zuidwestzijde door bestaande bebouwing.
- c) Plaats bladhoudende begroeiing rondom alle zijden van de tennisvelden en vul dit er achter aan met hogere bomen (evt. met uitzondering van de zijde die afgeschermd wordt door het clubhuis/aan de terrassen ligt). De haag aan de oostzijde van de huidige tennisvelden is qua breedte een goed voorbeeld, maar mag wel hoger zijn bij de geplande locatie omdat er verder geen obstakels in de buurt zijn die hogere wind afvangen. Klimop begroeiing volstaat hier niet.
- d) Hang zoveel mogelijk semi-poreuse windschermen aan de hekwerken rond de tennisvelden.

f3.5 Schets ter verduidelijking van de voorgestelde oriëntatie van het toekomstige clubhuis (voorbeeld)



## 4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van Gemeente Wormerland is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie bij de huidige locatie van de tennisvereniging De Spatter (als referentie) en de geplande locatie bij fusie van de 3 tennisverenigingen van Wormer (de Poelstars, de Spatter en TC Eendragt).

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat bij de geplande tennislocatie en deze te vergelijken met het windklimaat bij de huidige locatie. 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:

- Bij de windrichtingen 90° t/m 270° ligt de geplande tennislocatie praktisch onbeschut en voor de overige windrichtingen is de beschutting beperkt/onvolledig.
- Er bestaat naar ons weten geen norm specifiek voor de beoordeling van tennissen, noch is dit opgenomen in de NEN 8100. Het is bij windklimaatonderzoek gebruikelijk om voor de beoordeling van windgevoelige functies uit te gaan van de strengere functiecategorie slenteren. Tennissen mag als een windgevoelige functie worden aangemerkt. Uit de berekeningen volgt dat het windklimaat bij de geplande locatie beduidend ongunstiger is dan bij de huidige tennislocatie. Op 1 meter boven het plaatselijke maaiveld (een representatieve hoogte voor een tennisslag) wordt het windklimaat op de geplande locatie conform de NEN 8100 beoordeeld als matig tot slecht voor de functie doorlopen en slecht voor de functie slenteren. Het windklimaat op het geplande terrein wordt derhalve beoordeeld als slecht voor tennis.
- Bij de geplande tennislocatie wordt geen overschrijding van het gevaarcriterium geagnosticeerd.
- Om bij de nieuwe tennislocatie tot een windklimaat te komen dat vergelijkbaar is met de huidige locatie zal rekening moeten worden gehouden met de positionering van het clubhuis en windafschermende maatregelen moeten worden getroffen. Het toekomstige clubhuis kan het beste georiënteerd worden zodat de lange gevel loodrecht op wind uit het zuiden staat om afscherming hiertegen te bieden. Forse bladhoudende begroeiing (hagen) aangevuld met hogere bomen rondom alle zijden van de tennisvelden is nodig om afscherming tegen wind uit de andere windrichtingen te bieden. Een uitzondering hierbij is de zijde die afgeschermd zal worden door het toekomstige clubhuis. Dit is desgewenst nader door te rekenen.

Mook,



Dit rapport bevat 19 pagina's en 4 bijlagen  
Bijlage 1: Technisch inlegvel numerieke simulatie



Bijlage 2: Windhinderkans per windrichting bij de geplande tennislocatie

Bijlage 3: Vergelijk windsnelheid

Bijlage 4: Vergelijk turbulentie

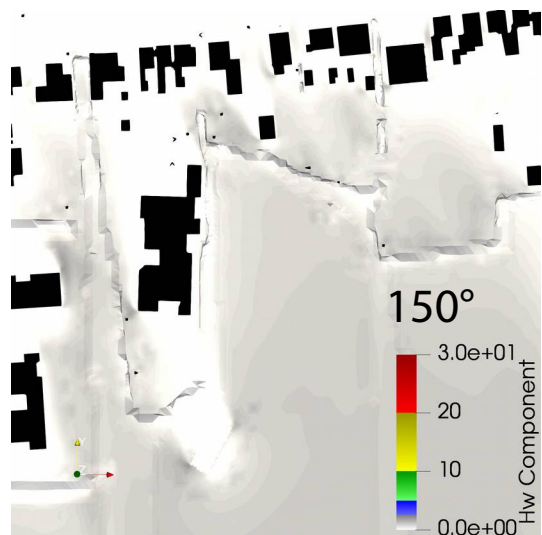
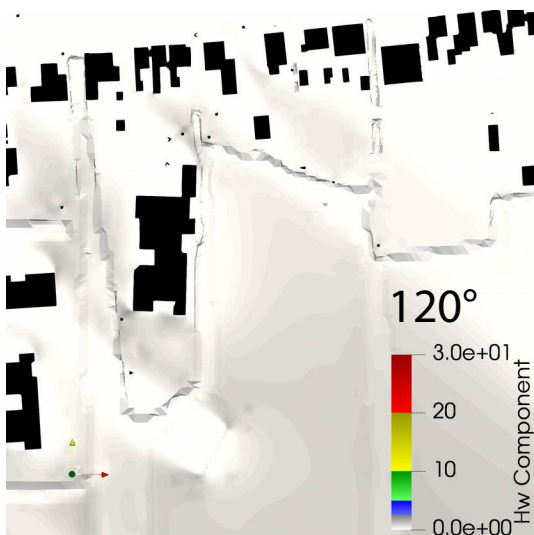
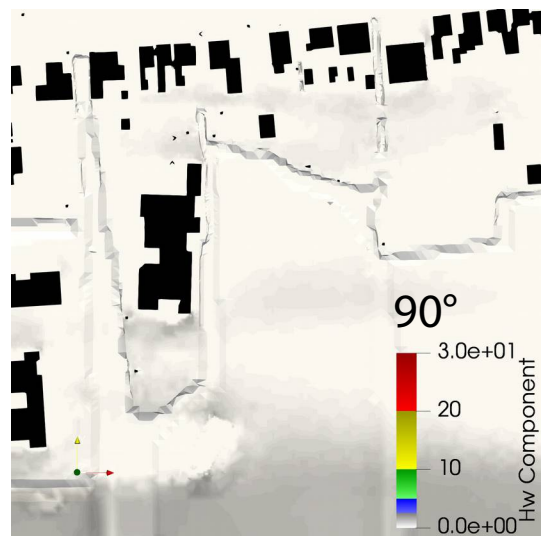
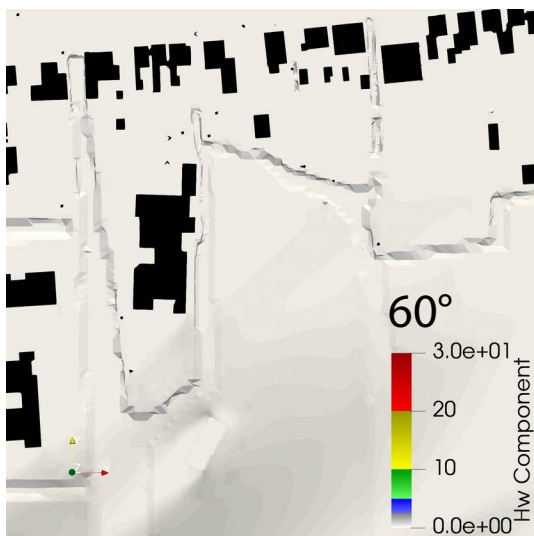
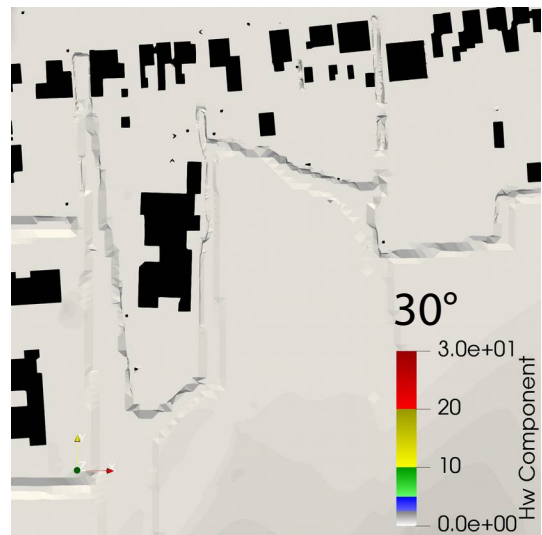
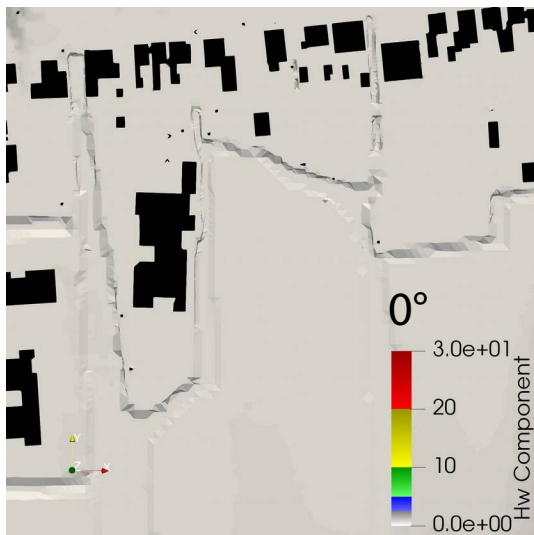
## 5 Bronvermelding

[1] Mendes, P. et al. (2012). The effect of artificial side wind on the serve of competitive tennis players. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 2012, 12, 546-562.

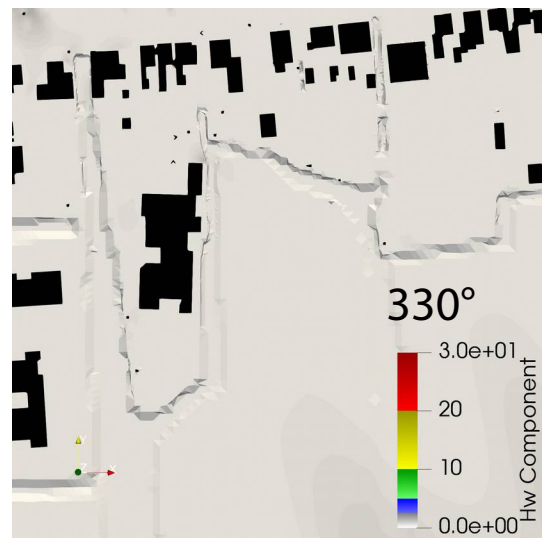
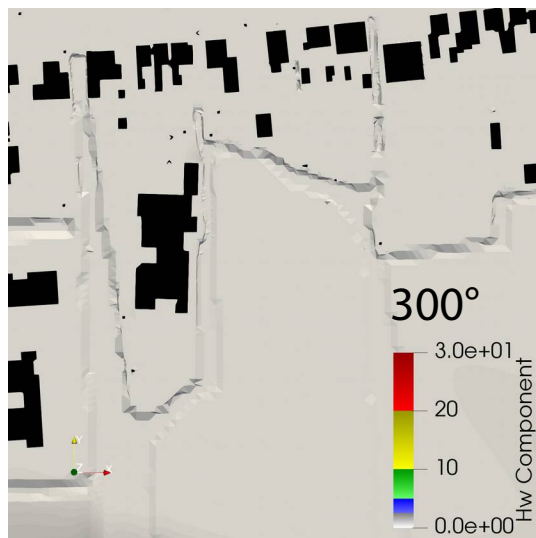
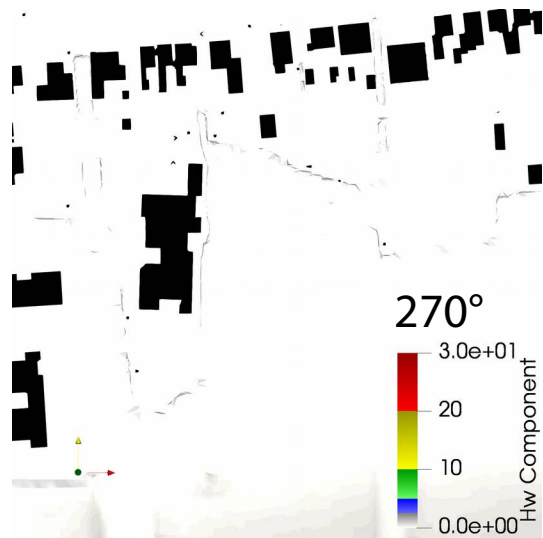
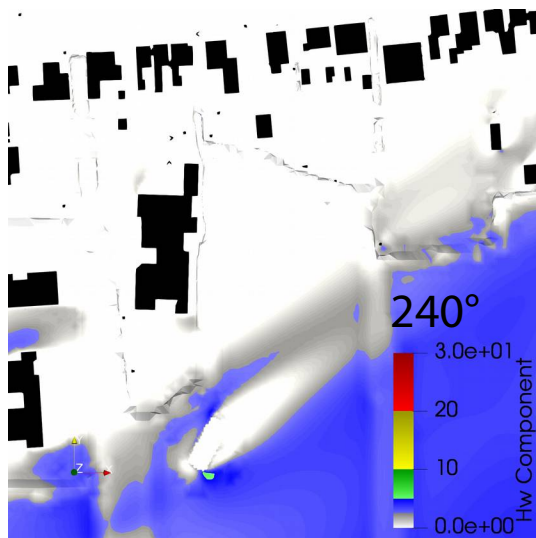
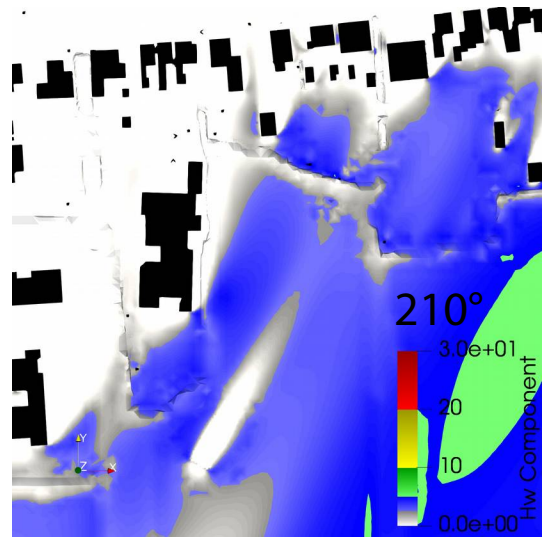
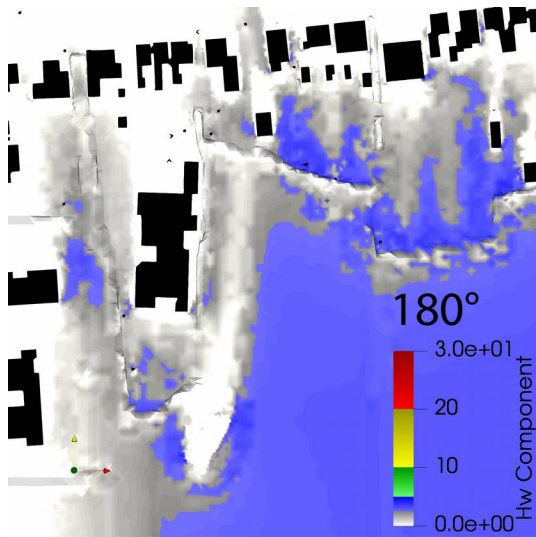
# Bijlage 1 Technisch inlegvel numerieke simulatie

| Project                                 | Projectgegevens  |   |                         |                   |
|---|--|---|-------------------------|-------------------|
| Projectnaam                             | Nieuwe tennislocatie Wormer  |   |                         |                   |
| Opdrachtgever                           | Gemeente Wormerland  |   |                         |                   |
| Projectleider                           | ir. J.T. Akhnoukh  |   |                         |                   |
| Datum                                   | 21 mei 2021  |   |                         |                   |
| Model                                   | Algemene gegevens van het model  |   |                         |                   |
| Omvang gemodelleerd gebied              | 1850 x 1300 meter  |   |                         |                   |
| Kerngebied                              | Het gebied rondom de bestaande en geplande tennislocatie   |   |                         |                   |
| Omgeving                                | bebouwing/begroeiing   |   |                         |                   |
| Afmetingen model                        | 1950 x 1400 x 500 meter  |   |                         |                   |
| Blokkeringsgraad                        | <10%   |   |                         |                   |
| Gemodelleerd groen                      | jaargemiddelde situatie  |   |                         |                   |
| Onderzochte windrichtingen              | 12 (rondom in stappen van 30 graden)   |   |                         |                   |
| Onderzochte configuraties               | Bestaande bebouwingssituatie   |   |                         |                   |
| Computeropstelling                      | Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur  |   |                         |                   |
| Programmatuur                           | OpenFOAM 6   |   |                         |                   |
|   | ✓  | FVM (eindige volume methode)  |                         |                   |
|   | –  | FEM (eindige elementen methode)   |                         |                   |
|   | –  | anders  |                         |                   |
| Algemeen                                | ✓  | drie-dimensionaal   | –                       | twee-dimensionaal |
|   | ✓  | tijd-onafhankelijk  | –                       | tijd-afhankelijk  |
|   | ✓  | isothermisch  | –                       | thermisch         |
|   | –  | passieve scalars  | –                       | actieve scalars   |
| Rekenrooster                            | circa 24 miljoen cellen; verfijning t.p.v. de geplande bebouwing   |   |                         |                   |
| Turbulentiemodellering                  | k-ε-RNG-turbulentiemodel   |   |                         |                   |
| Convectieve differentieschema's         | snelheidscomponenten: Gauss  |   |                         |                   |
|   | turbulentie grootheden: Gauss  |   |                         |                   |
|   | scalaire variabelen: -   |   |                         |                   |
| Randvoorwaarden                         | Gebruikte randvoorwaarden  |   |                         |                   |
| Instroomprofiel                         | logaritmisch snelheidsprofiel, windrichtingen 0° t/m 120°: $z_0=0.2$ m; 180° en 270°: $z_0=0.7$ m; overige windrichtingen $z_0=0.5$ m en bijbehorende profielen voor $k$ en $\epsilon$ |   |                         |                   |
| Uitlaat                                 | constante druk   |   |                         |                   |
| Boven-/zijwanden                        | gesloten, wrijvingsloos  |   |                         |                   |
| Gegevensverwerking en -beoordeling      | Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat   |   |                         |                   |
| Amersfoortse coördinaten van de locatie | X = 116789 Y = 501341  |   |                         |                   |
| Toegepaste eisen                        | $V_{DR}$ [m/s]   | Gewenste kwaliteitsklasse   | Overschrijdingskans [%] | Beoordeling       |
| <b>Voor comfort</b>                     |  |   | $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$ |                   |
| Doorlopen                               | 5,0  | ≤ D   | < 20                    | ≤ matig           |
| Slenteren                               | 5,0  | ≤ C   | < 10                    | ≤ matig           |
| Zitten                                  | 5,0  | ≤ B   | < 5                     | ≤ matig           |
| Regionale correctie                     | Geen correctie   |   |                         |                   |
| <b>Voor gevaar</b>                      |  |   | $p(V_{LOK} > V_{DR,G})$ |                   |
|   | 15   | n.v.t   | $0,05 < p < 0,30$       | beperkt risico    |
|   | 15   | n.v.t   | $p \geq 0,30$           | gevaarlijk        |
| Gepresenteerde resultaten               |  | windhinder: figuren met $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$ -waarden, gevaar: tekstuele beoordeling |                         |                   |
| Opmerkingen                             |  |   |                         |                   |

## Bijlage 2 Windhinderkans per windrichting bij de geplande tennislocatie

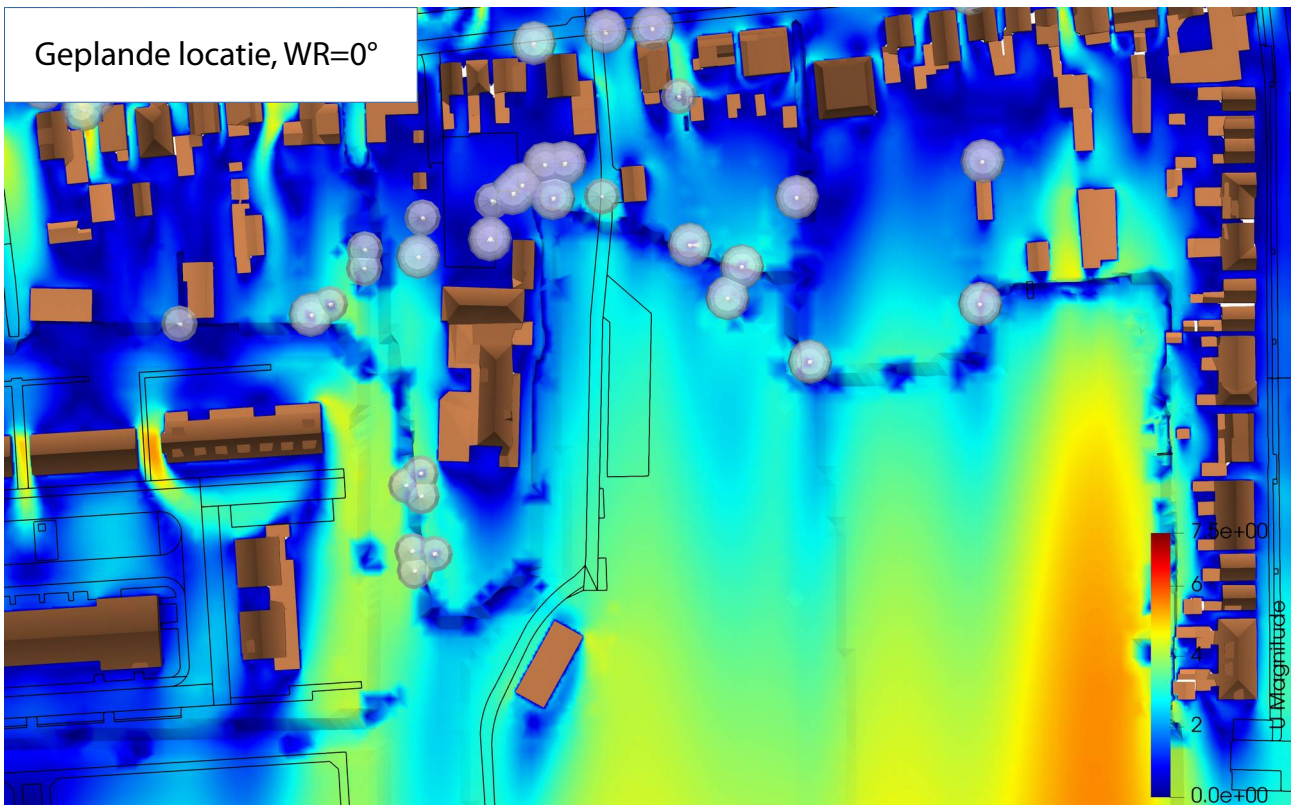
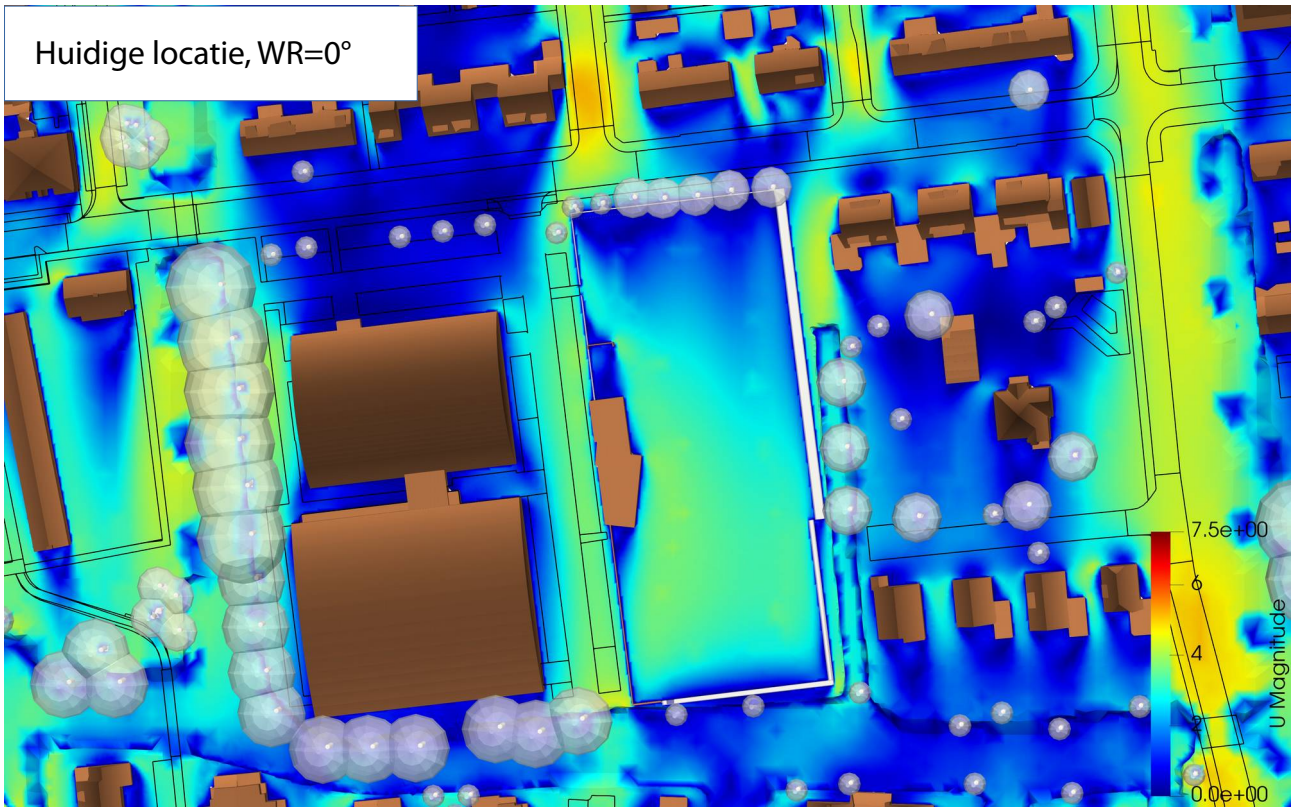


## Bijlage 2 Windhinderkans per windrichting bij de geplande tennislocatie

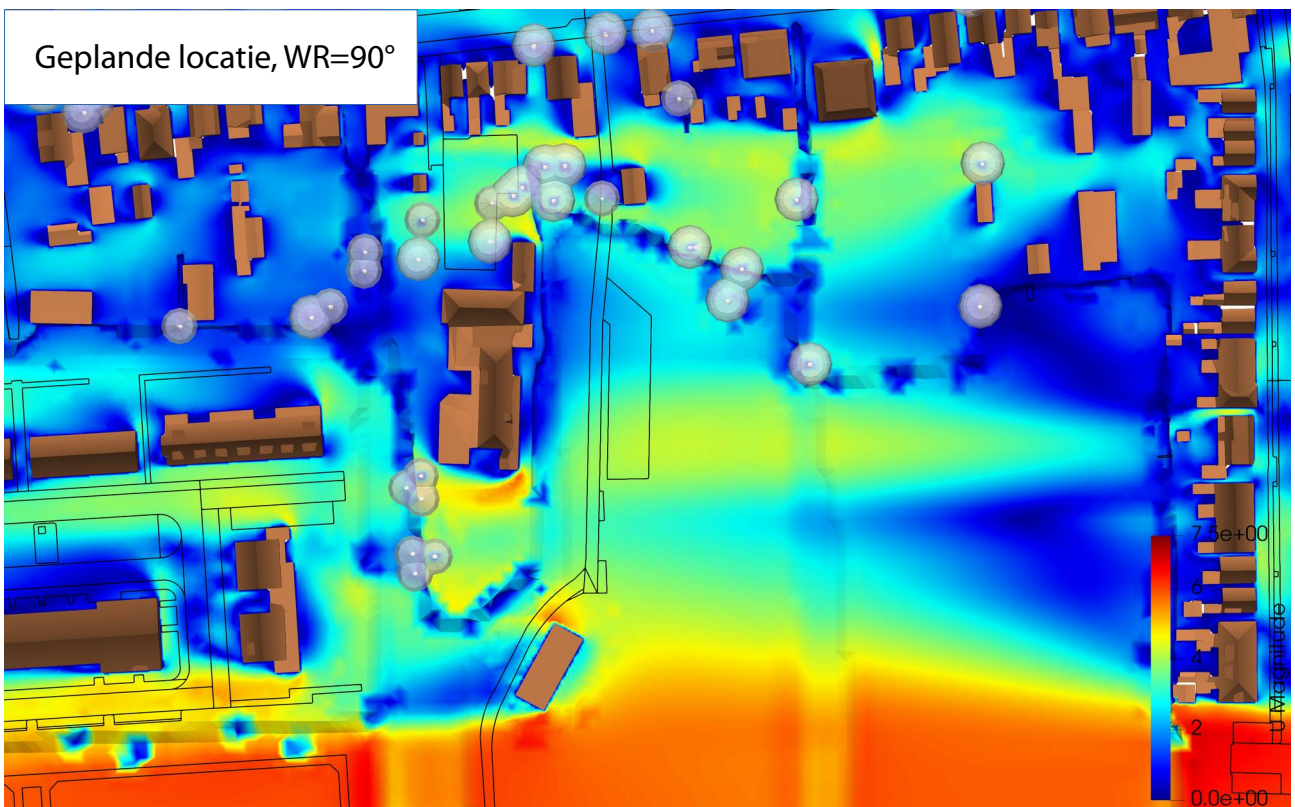
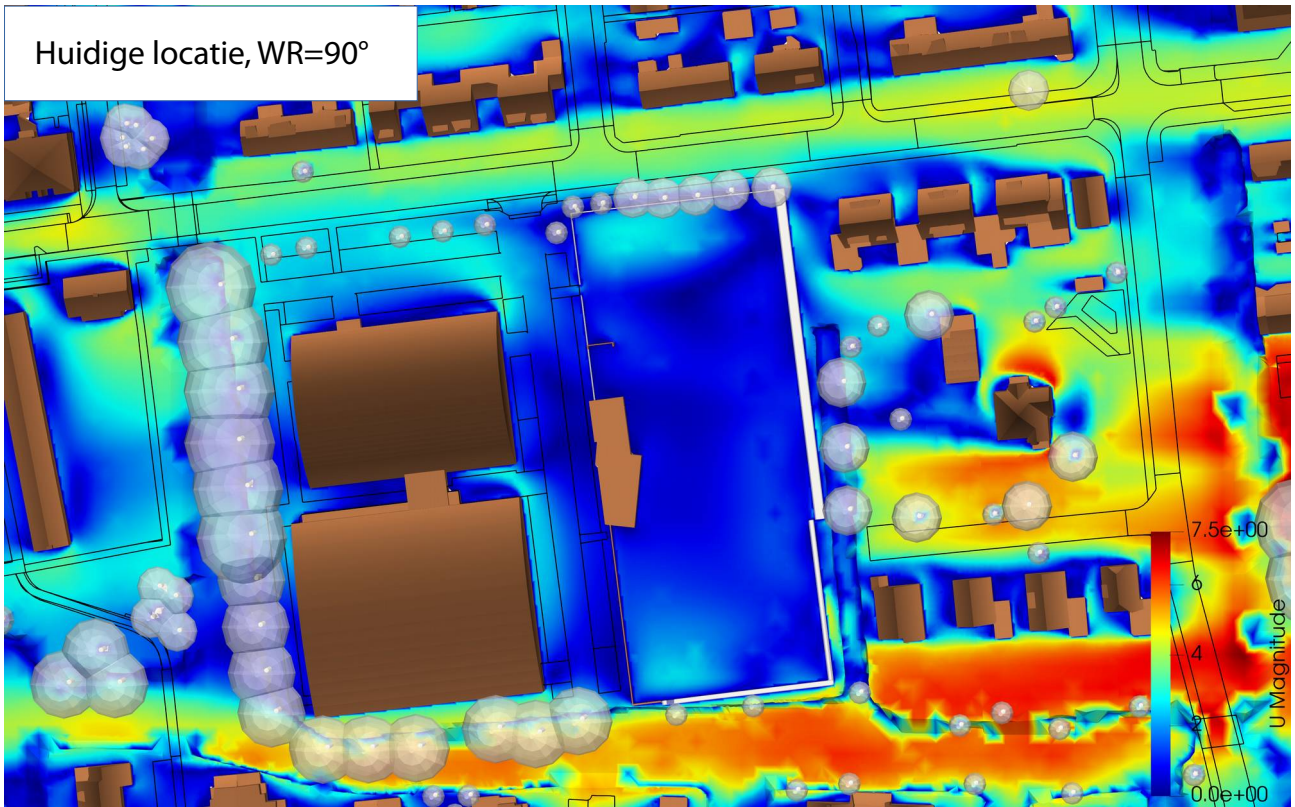




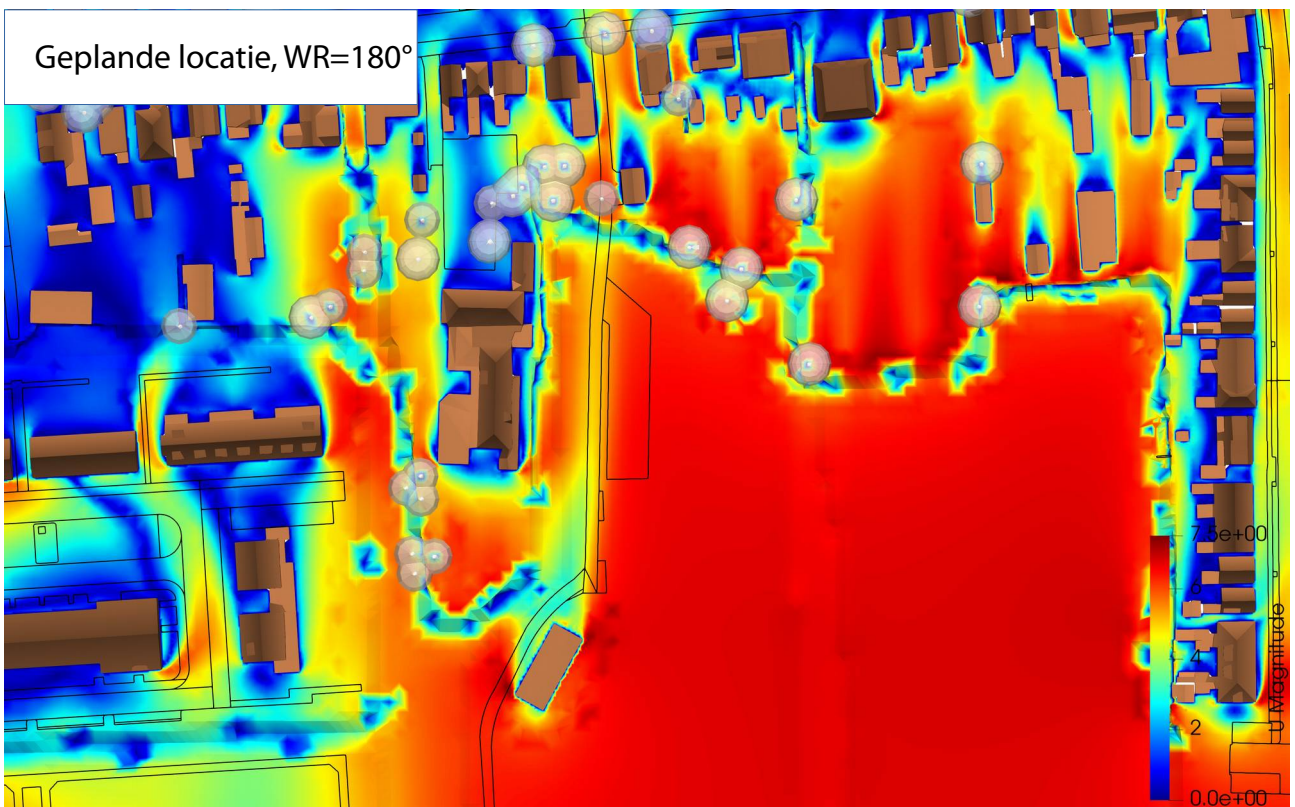
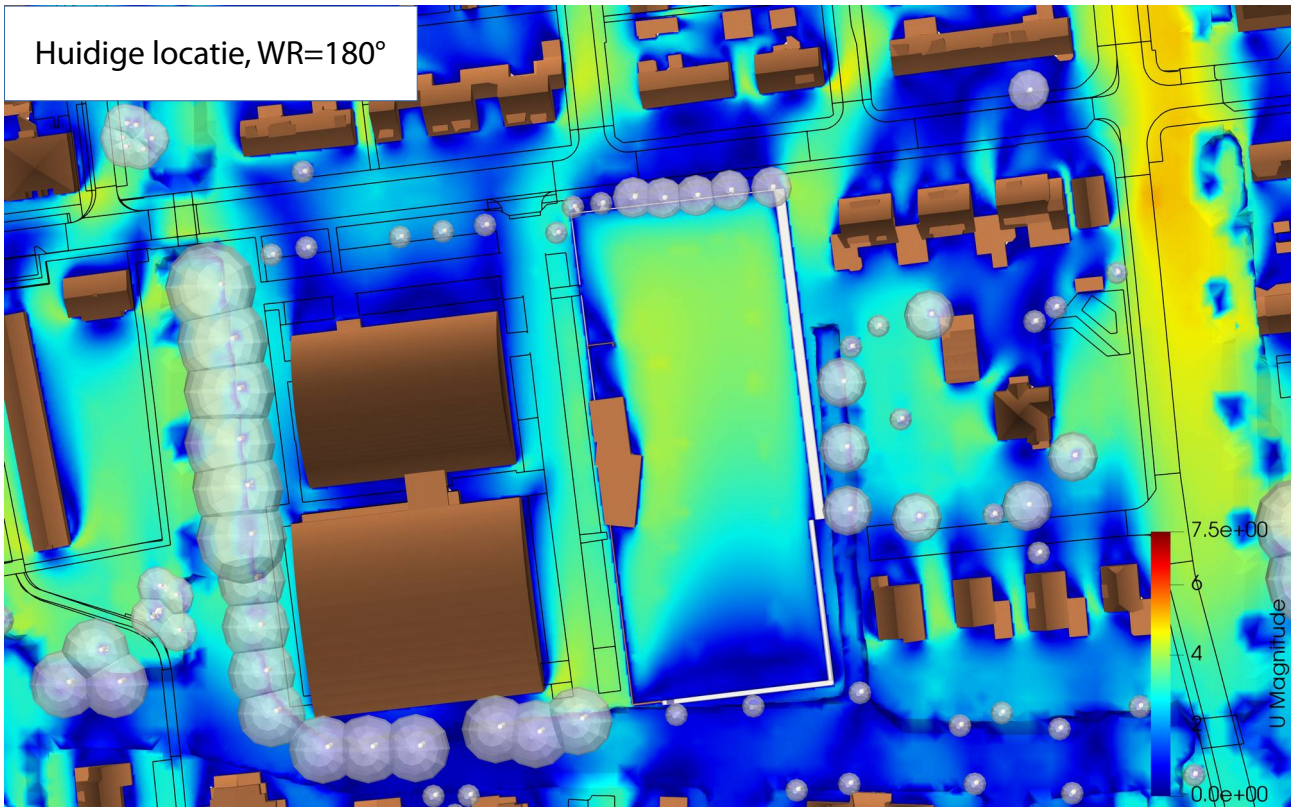
### Bijlage 3      Vergelijk windsnelheid



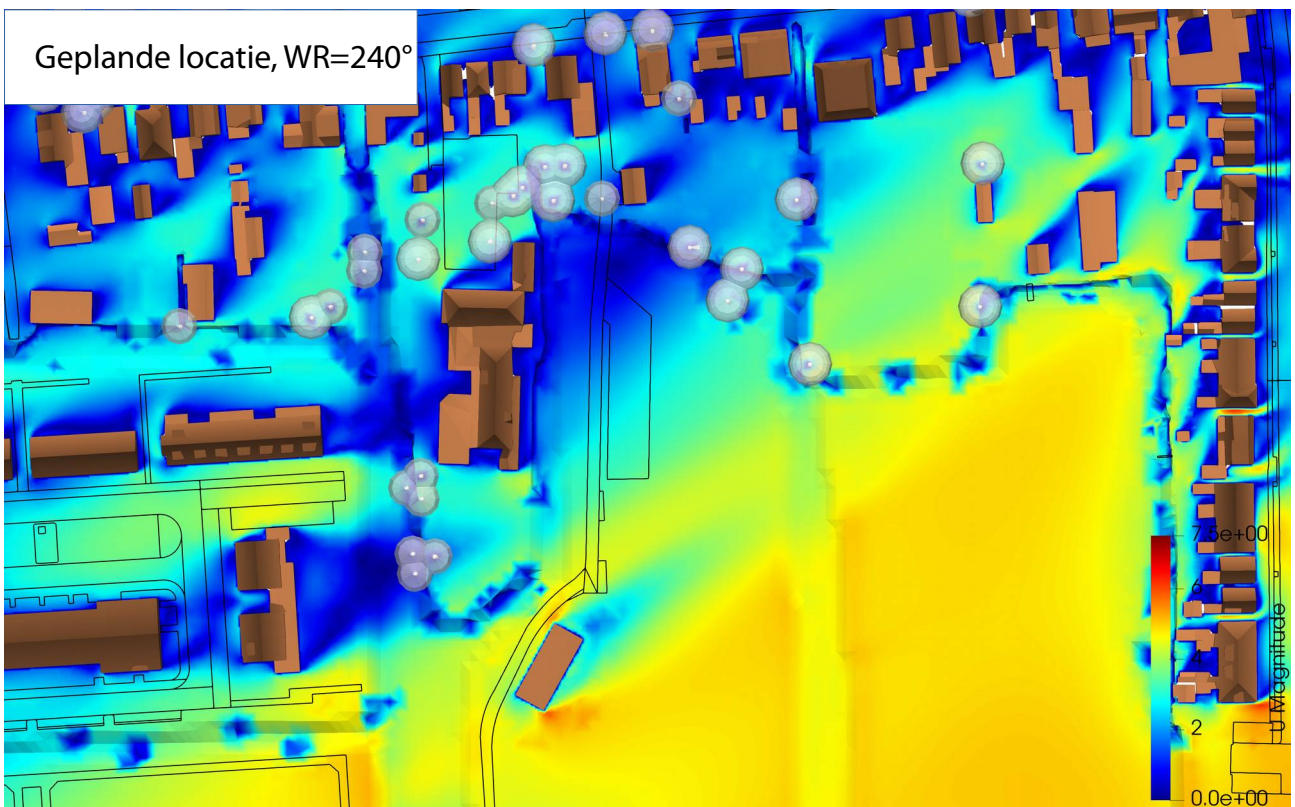
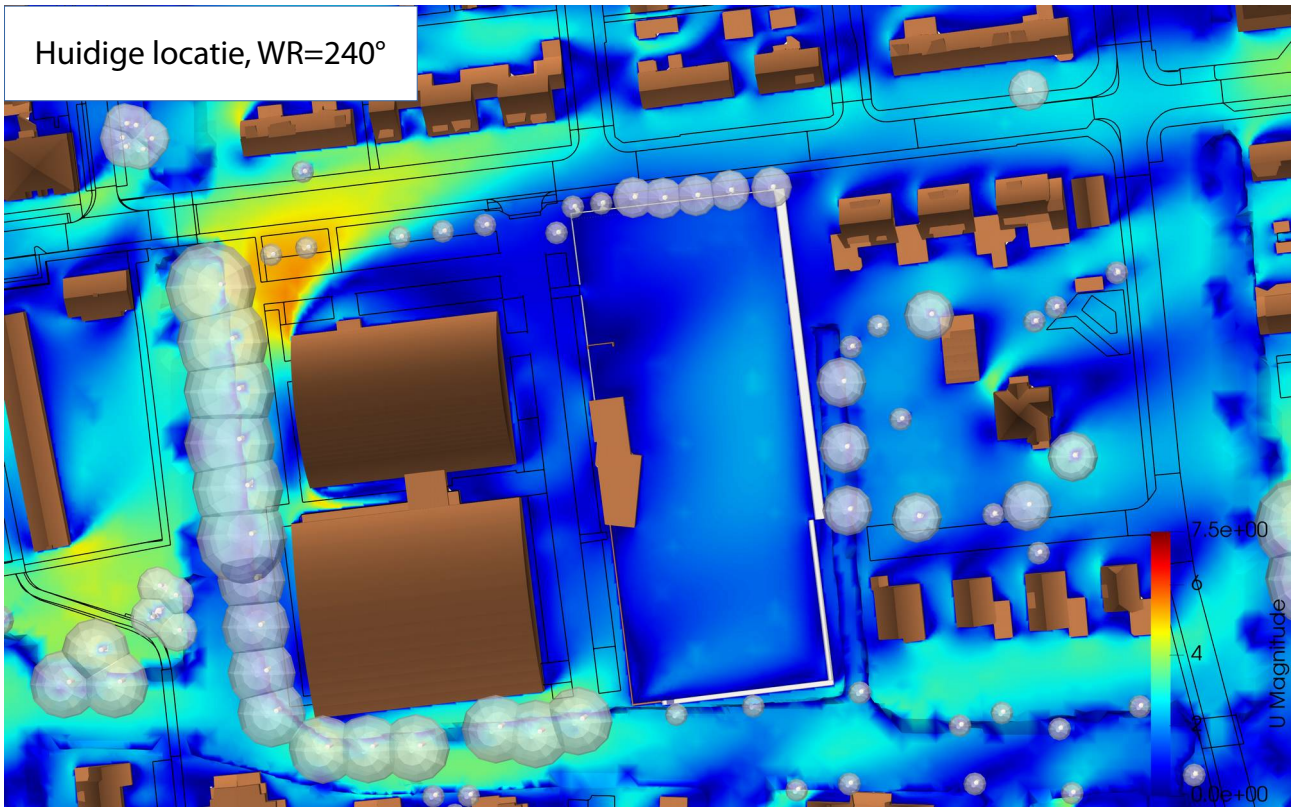
### Bijlage 3      Vergelijk windsnelheid



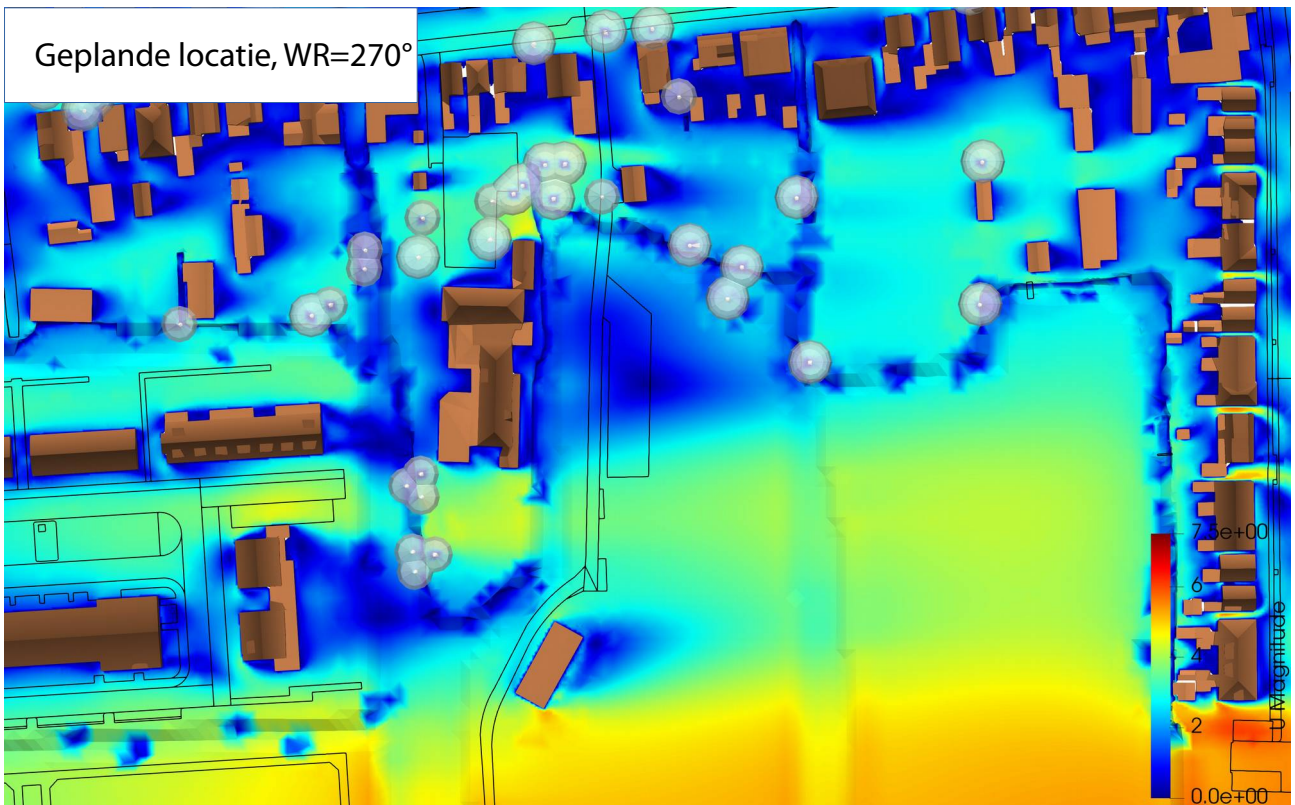
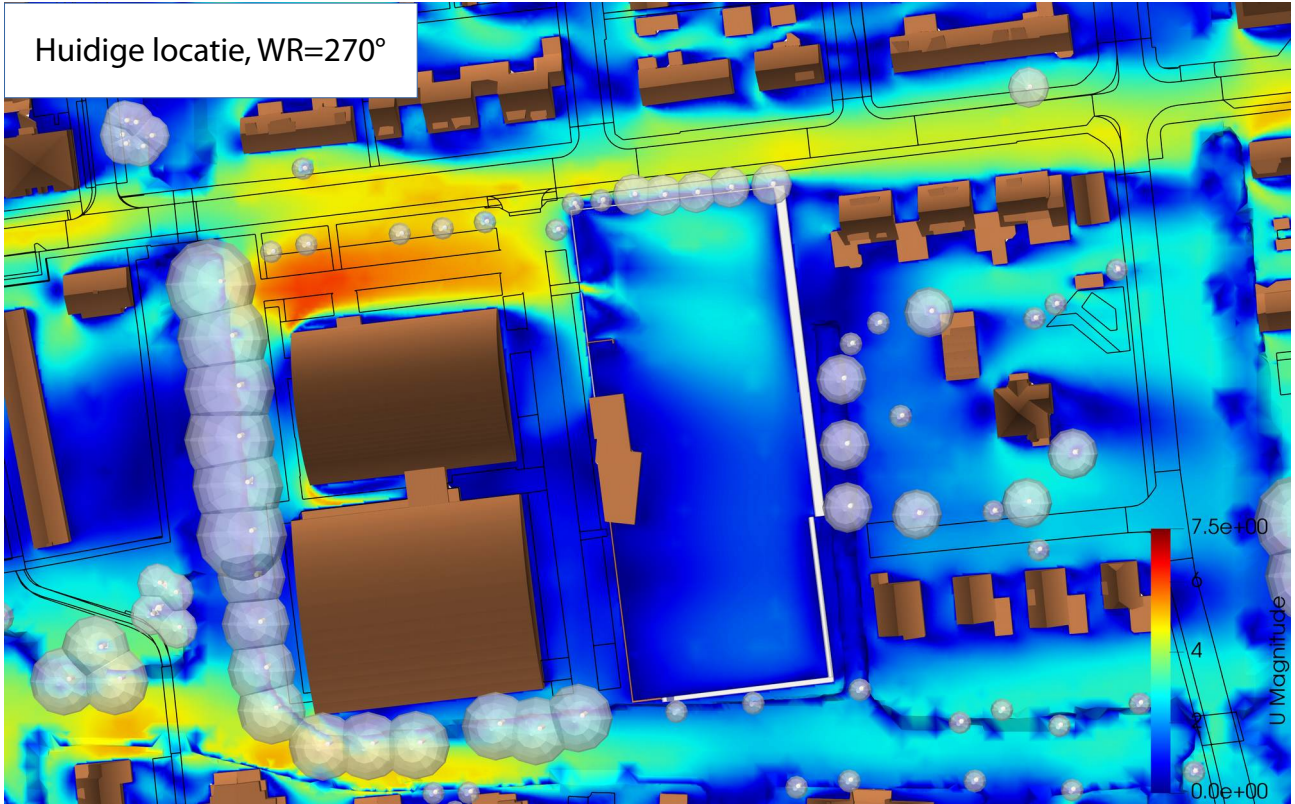
### Bijlage 3      Vergelijk windsnelheid



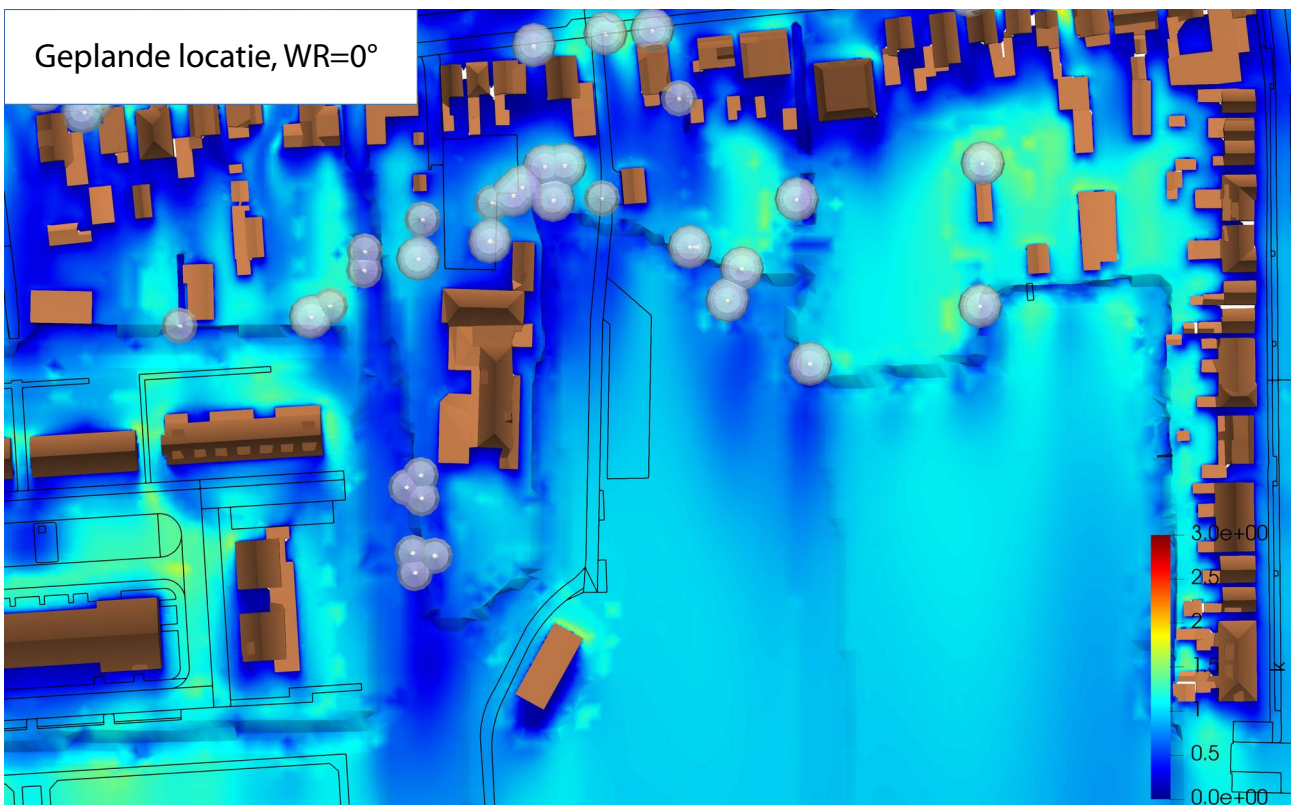
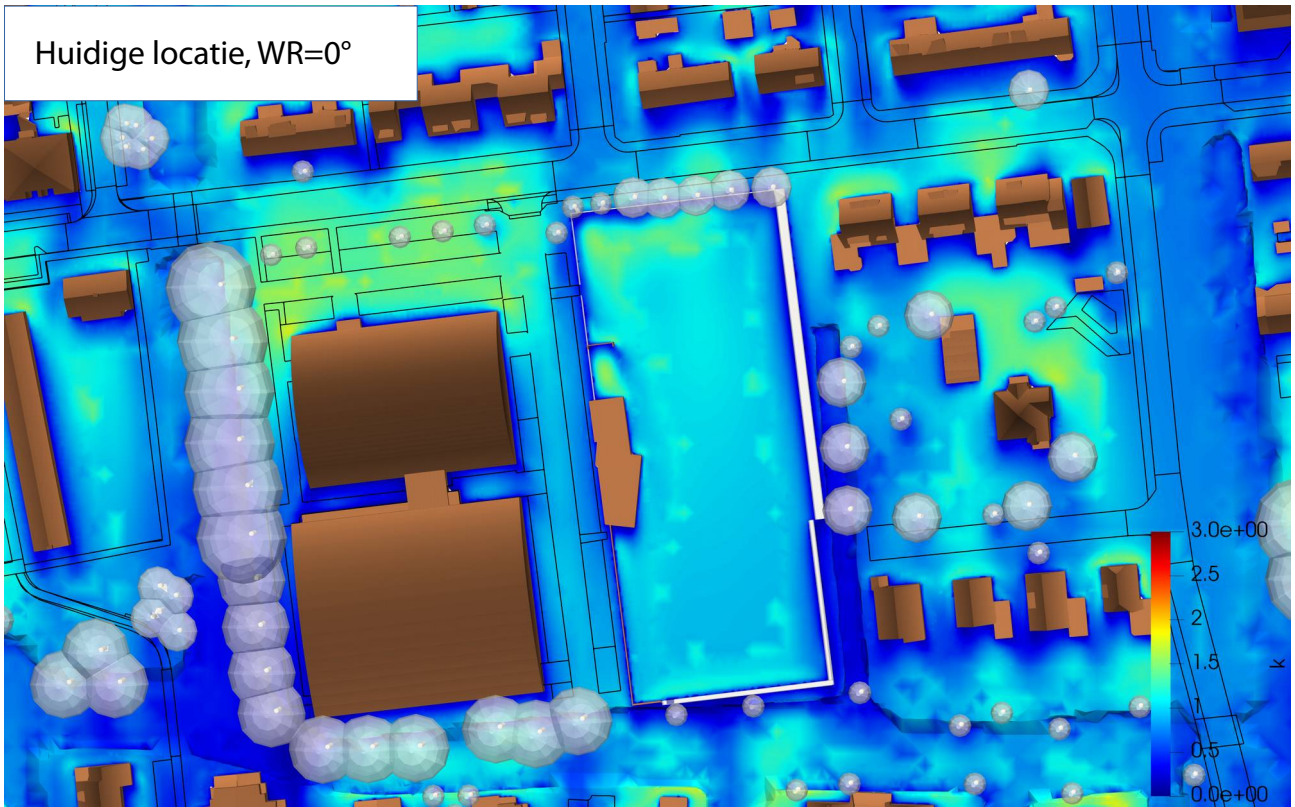
### Bijlage 3      Vergelijk windsnelheid



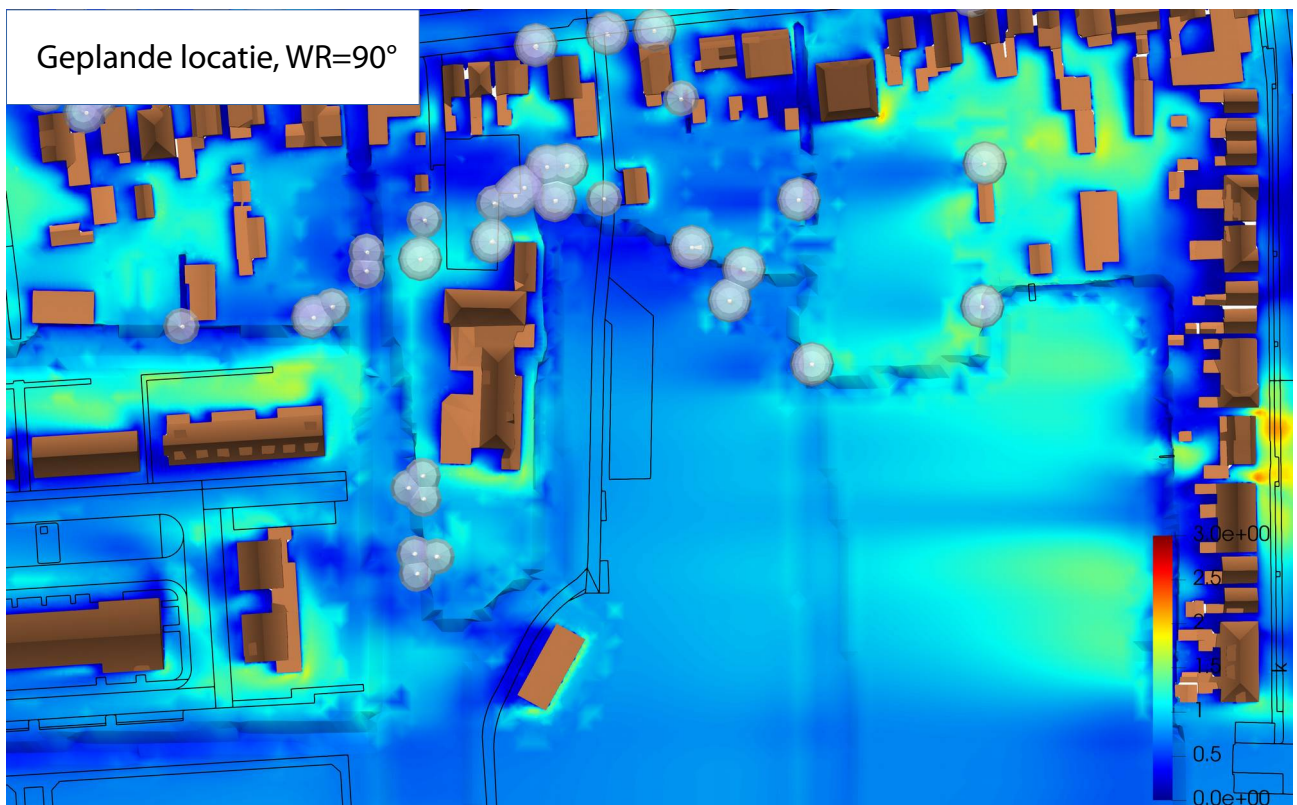
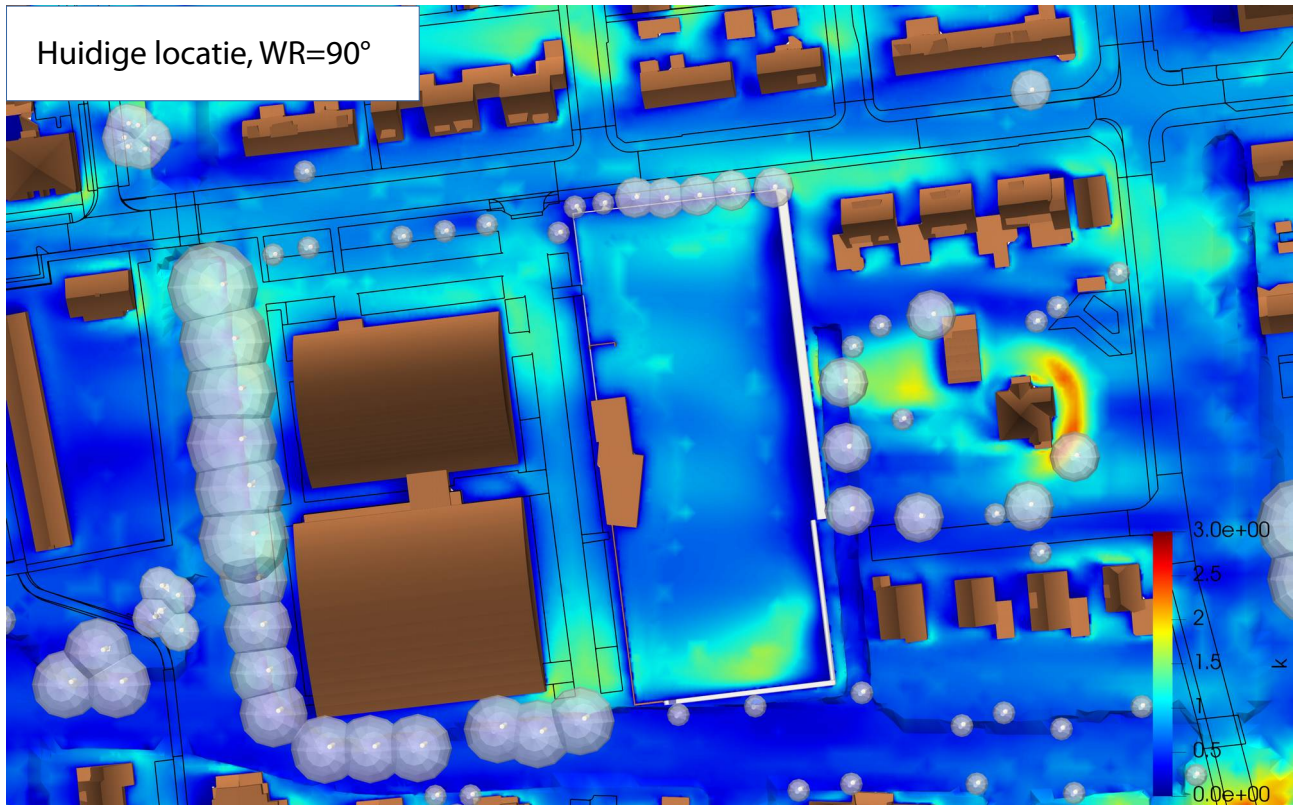
### Bijlage 3      Vergelijk windsnelheid



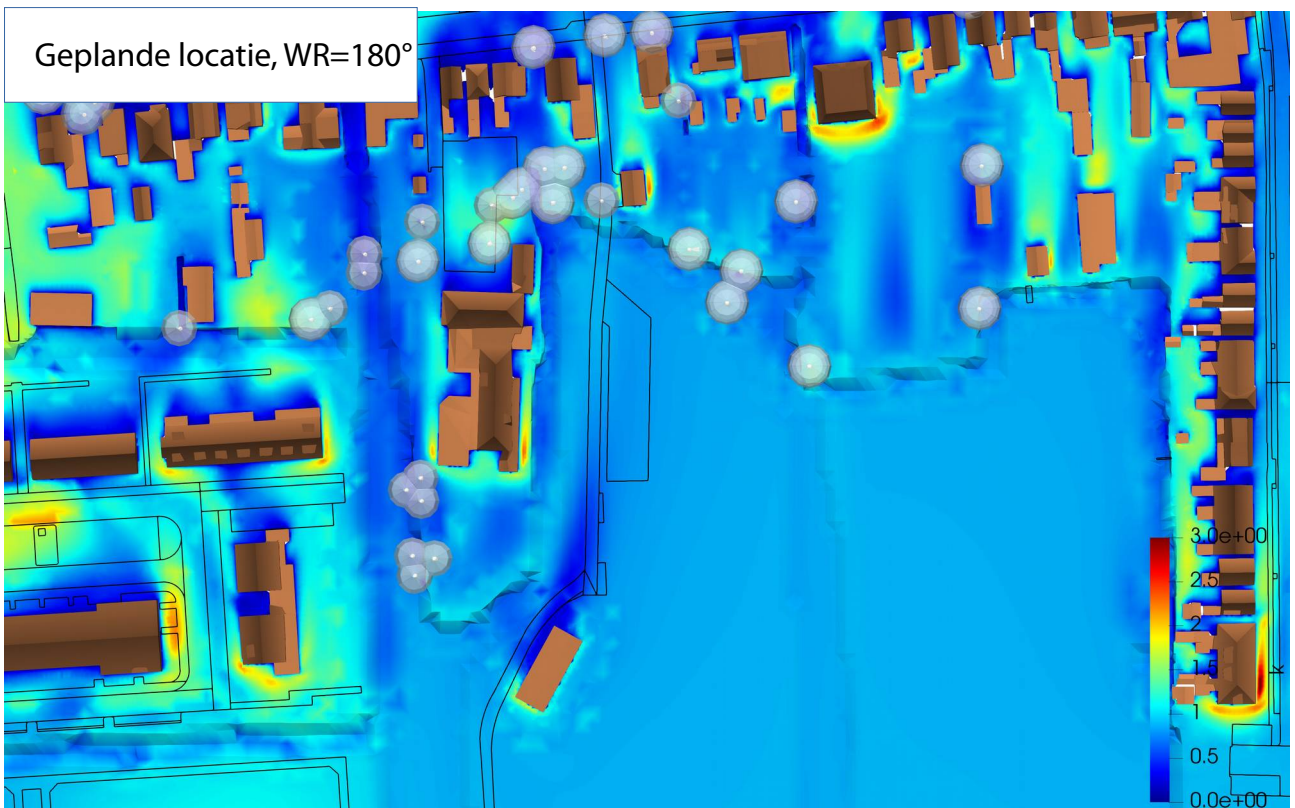
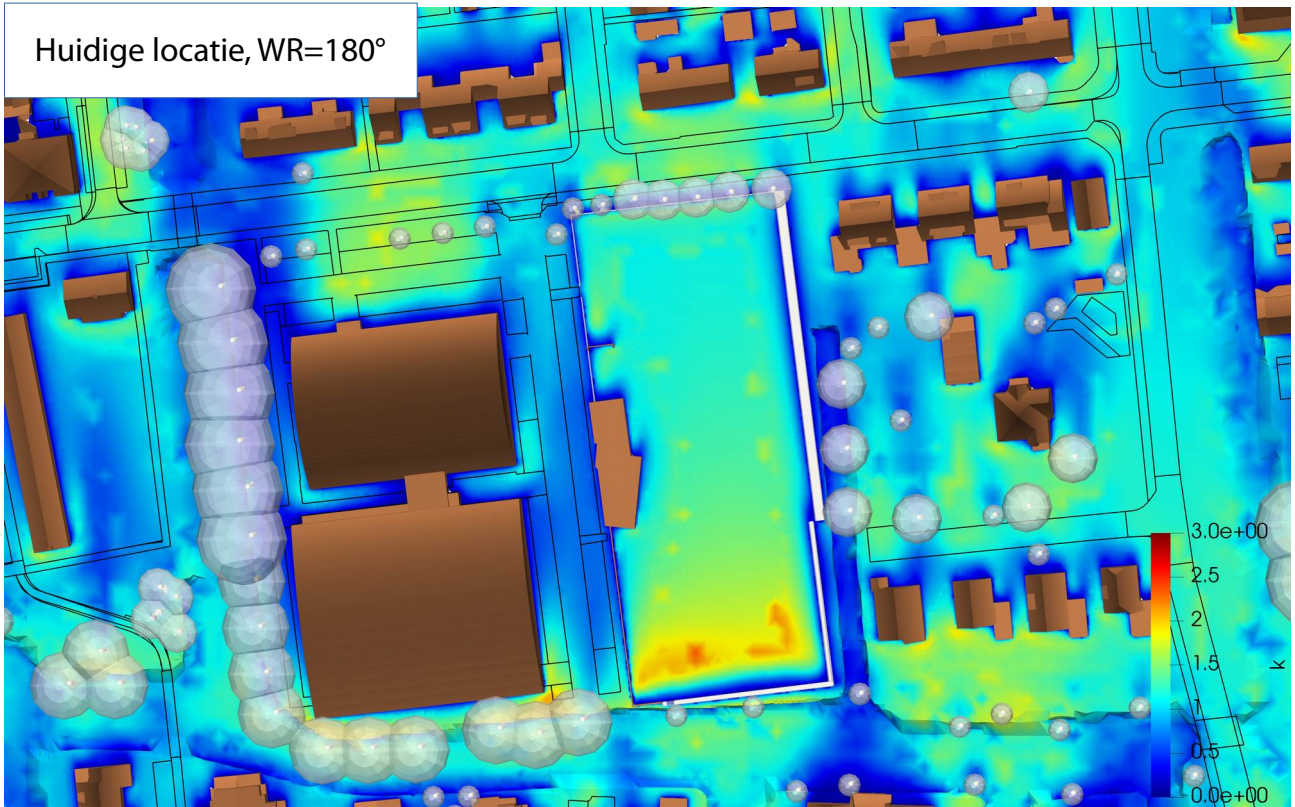
## Bijlage 4      Vergelijk turbulentie



## Bijlage 4      Vergelijk turbulentie

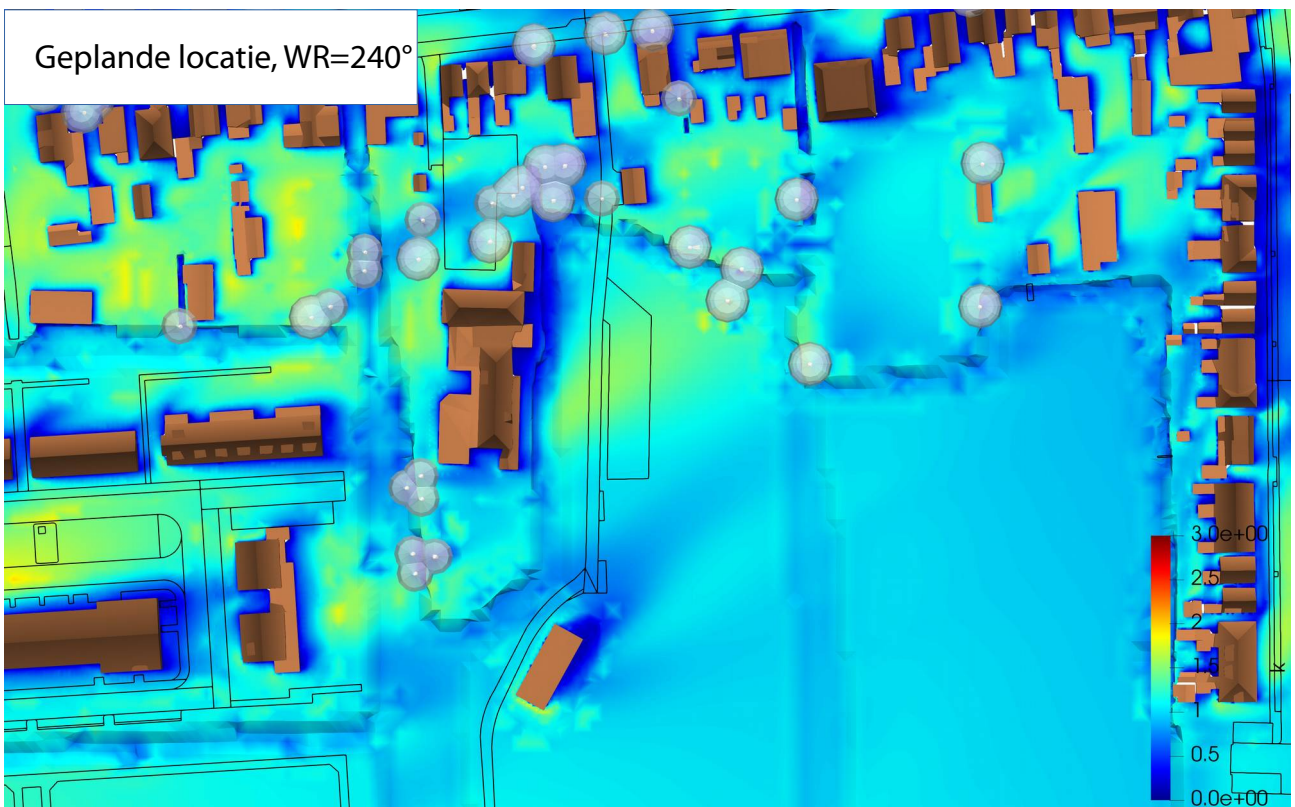
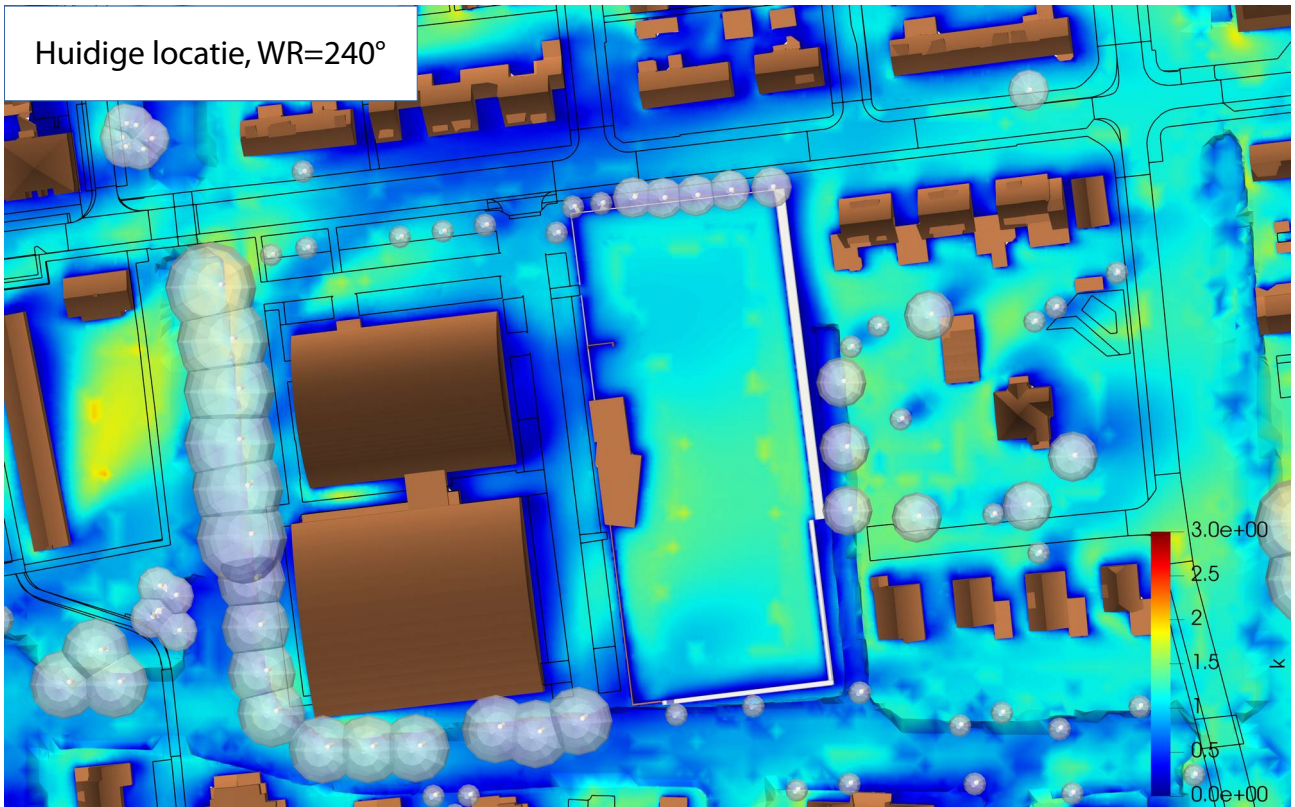


## Bijlage 4      Vergelijk turbulentie





## Bijlage 4      Vergelijk turbulentie



## Bijlage 4      Vergelijk turbulentie

