



# **BPD Ontwikkeling BV - hittestressonderzoek Senzora Deventer**

20 september 2023

**Kenmerk** R001-1292465RKI-V01

## Verantwoording

|  |  |
|--|--|
| <b>Titel</b>                             | BPD Ontwikkeling BV - hittestressonderzoek Sensora Deventer                              |
| <b>Opdrachtgever</b>                     | BPD Ontwikkeling BV, regio Noord<br>-Oost & Midden                                       |
| <b>Projectleider</b>                     | Bregt Huizenga   |
| <b>Auteur(s)</b>                         | Ruben Keizer   |
| <b>Tweede lezer</b>                      | Monique de Groot   |
| <b>Uitvoering meet- en inspectiewerk</b> |  |
| <b>Kenmerk</b>                           | R001-1292465RKI-V01  |
| <b>Aantal pagina's</b>                   | 15 (exclusief bijlagen)  |
| <b>Datum</b>                             | 20 september 2023  |
| <b>Handtekening</b>                      | Ontbreekt in verband met digitale verwerking.<br>Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven. |

## Colofon

TAUW bv  
Handelskade 37  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
T +31 57 06 99 91 1  
E info.deventer@tauw.com

## Inhoud

|     |                                       |    |
|-----|---------------------------------------|----|
| 1   | Inleiding .....                       | 4  |
| 2   | Methodiek en uitgangspunten .....     | 5  |
| 2.1 | Hittestressmodel .....                | 5  |
| 2.2 | Loopafstand tot koelte .....          | 6  |
| 2.3 | Percentage schaduw.....               | 7  |
| 2.4 | Uitgangspunten ontwerp en bomen ..... | 8  |
| 3   | Resultaten .....                      | 10 |
| 3.1 | Hittestress .....                     | 10 |
| 3.2 | Loopafstand tot koelte .....          | 13 |
| 3.3 | Percentage schaduw.....               | 13 |
| 4   | Conclusies.....                       | 15 |

## 1 Inleiding

Binnen de gemeente Deventer vindt de ontwikkeling van de woningbouwlocatie Sensora in de Raambuurt van Deventer als verbindende schakel tussen de binnenstad en het Havenkwartier plaats. Het plan richt zich op het realiseren van 100 tot 130 woningen aan de Singel. Op dit moment is het stedenbouwkundig plan voor de ontwikkeling in de SO fase. BPD Ontwikkeling BV wil graag inzicht krijgen in het effect van het ontwerp op hitte in het plangebied en de directe omgeving en de hittebestendigheid van het ontwerp toetsten.

Dit onderzoek toetst het huidige ontwerp op de effecten van de inrichting op de gevoelstemperatuur in het plangebied en de directe omgeving. Daarnaast is gekeken naar de hittebestendigheid van het ontwerp door deze te toetsen aan twee ontwerprichtlijnen voor een hittebestendige stad<sup>1</sup>: loopafstand tot koelte en percentage schaduw.



Figuur 1 Plankaart Sensora-Bolwerk

### Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de gebruikte methode om de effecten van het ontwerp modelmatig te toetsen. In hoofdstuk 3 beschrijven we de resultaten van het onderzoek en gaan we nader op de gesignaleerde hitteknelpunten. In hoofdstuk 4 doen we op basis van de conclusies aanbevelingen voor aanpassingen van het ontwerp.

<sup>1</sup> [De hittebestendige stad: een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte \(hva.nl\)](http://hva.nl)

## 2 Methodiek en uitgangspunten

Er is voor de analyses gebruik gemaakt van het platform en softwareprogramma Tygron. Dit platform combineert openbare data (onder andere AHN, BAG en Kadaster). Hiermee is een 3D-model van de omgeving van het Senzora terrein opgezet, aangevuld met het bomenspotter model en het stedenbouwkundig plan van Senzora. Het boomspotter model maakt op basis van luchtfoto's en de hoogtekaart een 3d beeld van reeds bestaande bomen in de openbare en private ruimte. Voor nieuw te planten bomen is gerekend met de te verwachten boomhoogte en kroondiameter. Met het hittestressmodel is vervolgens de impact van het ontwerp op de gevoelstemperatuur en hitte richtlijnen berekend.

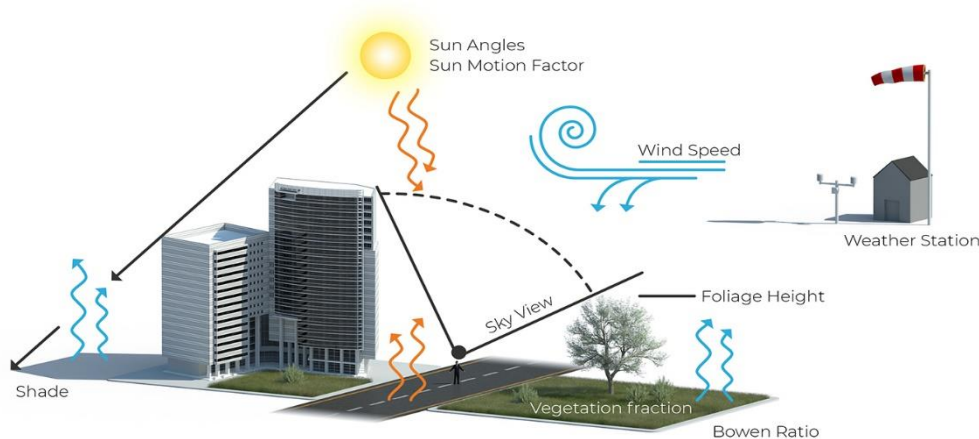
### 2.1 Hittestressmodel

Het Tygron model beschikt over het gevoelstemperatuurmodel, de zogenaamde PET-methodiek, zoals deze is beschreven in de bijsluiter van Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA). PET staat voor Physiological Equivalent Temperature en wordt beïnvloed door verschillende factoren. Het model berekent voor elke cel (resolutie van 1 bij 1 m) het volgende:

- Bladerdak-hoogte; de hoogte van de kronen van de bomen
- Sky-view factor; fractie zichtbare lucht
- Gemiddelde vegetatie fractie én gemiddelde sky-view factor
- Het hitte-eilandeffect

Vervolgens wordt, voor elke tijdstap, per cel het volgende berekend:

- De luchttemperatuur en de luchtvochtigheid
- Fractie schaduw door gebouwen, bomen or andere elementen in het landschap
- De windsnelheid op 1,2 m boven de grond, gebaseerd op de gemeten 10 m windsnelheid op betreffende weerstation
- Diffuse straling, gebaseerd op de zonnestraling en de zonhoogte
- De gevoelstemperatuur (PET)



Figuur 2 Factoren in het hittestressmodel

### KNMI-gegevens

De weersgegevens zijn belangrijke invoer voor het hittestressmodel. Voor de stresstest hitte is gebruikt gemaakt van de weergegevens van 1 juli 2015 van het KNMI weerstation Deelen. Deze dag is de 1 op 1000 hittedag voor de zomerperiode april tot en met september gebaseerd op het tijdvak 2004-2018. 1: 1000 wil zeggen dat een dergelijke extreme hete dag gemiddeld eens in de 5,5 jaar voorkomt. In de toekomst zullen hoge gevoelstemperaturen vaker voorkomen en zal een huidige 1:1000 hittedag een 1:450 hittedag worden. Dit komt neer op een gemiddelde van ongeveer eens per 2,5 jaar. De weergegevens van die dag (uur- en dag gemiddelden) van het dichtstbijzijnde KNMI-meetstation Deelen zijn gebruikt als input voor het model (Tabel 1). Hierbij gaat het om de luchtvochtigheid (U), luchttemperatuur (T), zonnestraling (Q), windsnelheid (FF) en windrichting (DD).

Tabel 2.1 Weersgegevens KNMI-meetstation Deelen

| Uren  | U [%] | T [°C] | Q [J/cm <sup>2</sup> ] | FF [m/s] | DD [°] |
|-------|-------|--------|------------------------|----------|--------|
| 12:00 | 40    | 29     | 766,7                  | 5        | 110    |
| 13:00 | 38    | 30,4   | 844,4                  | 5        | 110    |
| 14:00 | 34    | 31     | 863,9                  | 6        | 100    |
| 15:00 | 33    | 32,4   | 852,8                  | 6        | 130    |
| 16:00 | 30    | 33     | 797,2                  | 5        | 100    |
| 17:00 | 25    | 33,5   | 705,6                  | 5        | 150    |
| 18:00 | 34    | 32,4   | 580,6                  | 5        | 90     |

Op basis van de PET-methodiek en de gebruikte KNMI-gegevens is uiteindelijk de gemiddelde hittestress (12:00 - 18:00 uur) op 1 juli 2015 berekend.

## 2.2 Loopafstand tot koelte

De loopafstand-tot-koelte-analyse geeft aan hoe ver gebouwen van een koele aangename verblijfsplek af liggen. De definitie van een koele plek is gebaseerd op de landelijke afstand-tot-koelte-analyse van de landelijke klimaat effect atlas (KEA). In Tabel 1 wordt de gehanteerde criteria van de koelte analyse weergegeven.

*Tabel 1 Criteria koele plekken KEA*

| Criteria          |   | Gemeente Deventer   |
|-------------------|---|---|
| Grootte           | Oppervlak schaduw in openbare buitenruimte        | 200m <sup>2</sup> en openbare ruimte op basis van BGT                             |
| Temperatuur       | Grens gevoelstemperatuur en daarmee grens schaduw | 35°C PET  |
| Afstand tot wegen | Buffer in meters om wegen per snelheidslimiet     | Straten= 5 meter<br>Ontsluitingswegen= 10 meter<br>Hoofdwegen/snelwegen= 15 meter |
| Vorm              | Omtrek/oppervlakte-verhouding                     | >0,35 is te smal  |

Wanneer is een plek koel? Dat is lastig te zeggen. Er zijn meer definities van een koele plek. Dat komt vooral omdat er verschillende criteria zijn die een plek tot aangename koele verblijfsplek maken. Een criterium is bijvoorbeeld de maximale hoogte van de temperatuur, een ander criterium is de vraag of de plek geschikt is om je te ontspannen. Kun je er bijvoorbeeld fijn zitten, spelen of wandelen? De koele plekken in deze analyse voldoen in ieder geval aan de hierboven genoemde basiscriteria.

Bovenstaande selectie is toegepast op de gevoelstemperatuurkaart (PET) van de maatgevende zomerse dag (1 juli 2015, conform landelijke standaard). Vervolgens is vanaf de koele plekken de maximaal te bereiken afstand (service area) in categorieën van 100, 200, 300, 400, 500 en 500+ meter berekend op basis van geselecteerde looproutes (bron: BGT). De berekende categorie is daarna toegekend aan de aangrenzende panden.

### 2.3 Percentage schaduw

De percentage schaduwanalyse biedt inzicht in hoeveel schaduw er op een maatgevende dag in de Raambuurt en binnen het plangebied valt. Aangenomen dat minimaal 30% schaduw in buurten maatgevend is, kun je zien welke delen van de Raambuurt of het plangebied meer schaduw nodig hebben<sup>2</sup>.

#### *Zonnestand*

Voor het bepalen van de schaduw is gekeken naar de gemiddelde schaduw op de hittedag van 1 juli 2015 tussen 12:00 – 18:00 uur en naar de schaduw op 13:00 uur op 21 juni. Op 21 juni staat de zon ongeveer het hoogst geeft daarmee een worst-case-scenario. De gemiddelde schaduwanalyse borduurt daarnaast voort op de maatgevende hittedag van 1 juli 2015 zoals die ook is gebruikt voor de berekening van de gevoelstemperatuur.

#### *Schaalniveau*

Op basis van de 'werk grens' uit de CAD-tekening is de grens voor het plangebied bepaald en voor het schaalniveau buurt is de grens vanuit de CBS-data voor de Raambuurt aangehouden. Binnen beide schaalniveaus is vervolgens gekeken naar het totaal aan infrastructuur oppervlak (straat, fietspaden en stoepen) om het percentage schaduw in de analyse tegen af te zetten.

<sup>2</sup> [De hittebestendige stad: een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte \(hva.nl\)](#)

**Kenmerk**

R001-1292465RKI-V01



*Figuur 3 Werkgrens Sensora (zwarte lijn)*

## 2.4 Uitgangspunten ontwerp en bomen

### *Ontwerp*

Het Schetsontwerp van Sensora is weergegeven in figuur 1. Hierin zijn de verschillende bomen en groenstructuren, infrastructuren en verschillende type bouwblokken te zien. Om het ontwerp in te laden in het hittestressmodel, zijn verschillende gegevens en planonderdelen gecombineerd in de 3D-omgeving. De 3D-omgeving van Sensora en omstreken is opgebouwd in Tygron op basis van openbare data zoals de BAG, BGT en kadastrale informatie. Als laatste zijn het stedenbouwkundig ontwerp, de locaties van het nieuw aan te brengen groen, bomen, verharding, bouwblokken en andere elementen overgenomen uit de aangeleverde CAD-tekening en 3D-model ontvangen op 5 september 2023.

### *Bomen*

Bomen zijn een onmisbaar onderdeel in de hittebestendige inrichting van de openbare ruimte. Ze zorgen immers voor verkoeling via schaduw en verdamping. Bij de ontwikkeling van Sensora is het daarom essentieel om de nieuwe bomen goed mee te nemen in het model. De boomlocaties zijn overgenomen uit de aangeleverde CAD-tekening. Voor de nieuw aan te planten bomen is in dit onderzoek uitgegaan van bomen van de 2<sup>e</sup> ordergrootte met een hoogte van 12 meter en een kroon diameter van 8 meter.



**Kenmerk** R001-1292465RKI-V01

Voor bomen in de huidige situatie is gebruik gemaakt van het bomenbestand van de gemeente Deventer en een bomenbestand volgend uit het bomenspottermodel van TAUW. Dit model spot individuele bomen uit luchtfoto's en kent op basis van de AHN hoogten toe. Hiermee worden zowel kleine als grote bomen en zowel publieke als private bomen in kaart gebracht. Het bomenbestand van de gemeente is leidend maar wordt verrijkt met bomen uit het bomenspottermodel die:

- Zich op privaat terrein begeven
- Niet in beheer of eigendom zijn van de gemeente
- Waar binnen een straal van 5 meter geen gemeentelijke boom staat

Voor bomen uit het gemeentelijke bomenbestand zijn de volgende hoogtes en kroondiameters aangehouden:

| Categorie boomhoogte | Hoogte [m] | Kroon diameter [m] |
|----------------------|------------|--------------------|
| <6 meter             | 6          | 4                  |
| 6 – 12 meter         | 9          | 8                  |
| 12 – 18 meter        | 15         | 10                 |
| 18 – 24 meter        | 21         | 12                 |
| >24 meter            | 24         | 16                 |

### 3 Resultaten

#### 3.1 Hittestress

Figuur 4 toont de gemiddelde gevoelstemperatuur op 1 juli 2015 in en rondom het plangebied van Senzora in de huidige situatie. Met name aan de randen van het plangebied maar ook aan de grens van de Raambuurt ligt de gevoelstemperatuur aanzienlijk lager dan in de rest van het gebied. De aanwezige bomen zorgen door schaduw voor gevoelstemperaturen van onder de 35°C. Op het huidige braakliggende bedrijventerrein, waar de ontwikkeling van Senzora plaats gaat vinden, loopt de gevoelstemperatuur op tot boven de 44°C.



Figuur 4 Gemiddelde hittestress 1 juli 2015 - huidige situatie

In de toekomstige situatie ziet het beeld van de gemiddelde hittestress voor het plangebied van Senzora er heel anders uit (Figuur 5). De nieuwe bouwblokken en nieuw aan te planten bomen zorgen voor veel meer verkoeling ten opzichte van de huidige situatie.

Kenmerk R001-1292465RKI-V01



Figuur 5 Gemiddelde hittestress 1 juli 2015 - toekomstige situatie

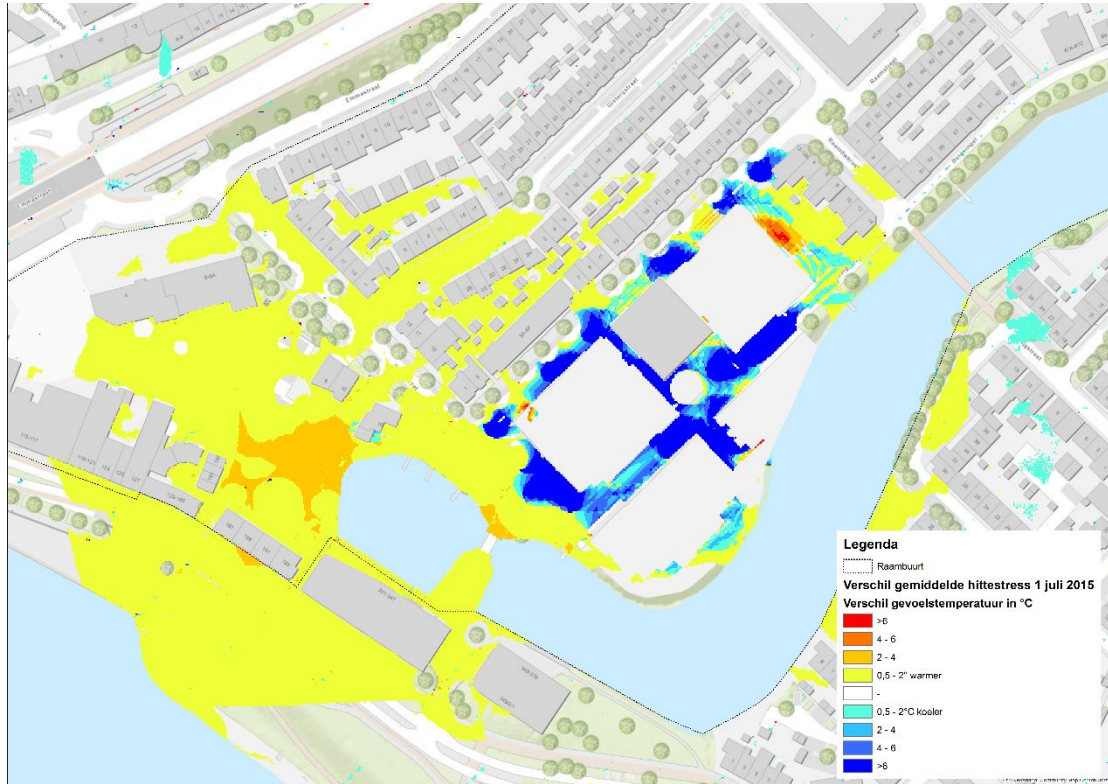
De gemiddelde gevoelstemperatuur loopt in de toekomstige situatie in het plangebied sterk terug (Tabel 3.1). Ook zorgt het plan voor een algehele gemiddelde gevoelstemperatuurverlaging in de Raambuurt. Dit effect is echter beduidend lager.

Tabel 3.1 Verschil gemiddelde gevoelstemperatuur huidig en toekomstig – werkgrens en Raambuurt

| Schaalniveau           | Gemiddelde gevoelstemperatuur (1 juli 2015) |            |
|------------------------|---|------------|
|                        | Huidig                                      | Toekomstig |
| Werkgrens (plangebied) | 39,8°C                                      | 35,7°C     |
| Raambuurt              | 39,3°C                                      | 39,1°C     |

Figuur 6 toont het verschil tussen de huidige en toekomstige situatie op kaart. Verlaging van de gevoelstemperatuur treedt met op in het centrum van het plangebied. Aan de randen van het plangebied en in de zuidwest-/westzijde van de Raambuurt neemt de gevoelstemperatuur juist beperkt toe.

Kenmerk R001-1292465RKI-V01



Figuur 6 Verschil gemiddelde hittestress 1 juli 2015

**Kenmerk** R001-1292465RKI-V01

### 3.2 Loopafstand tot koelte

In de huidige situatie is er volgens de criteria van een aangename koele verblijfsplek (KEA) één koele plek in de Raambuurt (Figuur 7). Daardoor zijn de panden aan de zuidzijde van de Raambuurt en de panden in de aangrenzende buurt aan de zuidoostzijde verder verwijderd van een aangename koele verblijfsplek.

In de toekomstige situatie komt daar een aangename koele verblijfsplek bij (Figuur 8). Aan de zuidoostzijde aan de waterkant wordt een nieuwe openbare aangename koele verblijfsplek gerealiseerd. Hierdoor komen de panden aan de zuidzijde maar ook die in de aangrenzende buurt op een kortere loopafstand tot koelte te liggen.



Figuur 7 Loopafstand tot koelte - huidige situatie



Figuur 8 Loopafstand tot koelte - toekomstige situatie

### 3.3 Percentage schaduw

**Kenmerk** R001-1292465RKI-V01

Op 21 juni om 13:00 uur, worst-case scenario, is er in de huidige situatie 24,6% schaduw binnen het plangebied en in de toekomstige situatie 46,6% (Tabel 3.2). Kijkend naar het percentage schaduw op loopgebieden is dit respectievelijk 30,9% en 64,5%. Figuur 9 en 10 laten de schaduw voor beide situaties zien. Door een hogere bouwdichtheid en toename van het aantal bomen neemt de schaduw toe.

Wanneer gekeken naar de verdeling van schaduw (door gebouwen of door bomen) dan is in de toekomstige situatie binnen het plangebied de verdeling 21,6 (gebouwen) en 25% (bomen). Specifiek kijkend naar schaduw op loopgebieden dan is de verdeling 30,7% (gebouwen) en 33,8% bomen.



Figuur 9 Schaduw 21 juni - huidige situatie



Figuur 10 Schaduw 21 juni - toekomstige situatie

Tabel 3.2 Verschil percentage schaduw totaal huidig en toekomstig – werkgrens en Raambuurt

| Schaalniveau           | Percentage schaduw 12:00 – 18:00 1 juli 2015 |            | Percentage schaduw 13:00 21 juni (aandeel bomen) |               |
|------------------------|--|------------|--|---------------|
|                        | Huidig                                       | Toekomstig | Huidig   | Toekomstig    |
| Werkgrens (plangebied) | 29,4%  | 51,5%      | 24,6%  | 46,6% (25%)   |
| Raambuurt              | 29,4%  | 32,1%      | 22,2%  | 24,7% (14,9%) |

Tabel 3.3 Verschil percentage schaduw op loopgebieden huidig en toekomstig - werkgrens en Raambuurt

| Schaalniveau           | Percentage schaduw 12:00 – 18:00 1 juli 2015 |            | Percentage schaduw 13:00 21 juni (aandeel bomen) |               |
|------------------------|--|------------|--|---------------|
|                        | Huidig                                       | Toekomstig | Huidig   | Toekomstig    |
| Werkgrens (plangebied) | 29,6%  | 69,4%      | 30,9%  | 64,5% (33,8%) |
| Raambuurt              | 45,1%  | 50,4%      | 35,3%  | 40,5% (28,3%) |

## 4 Conclusies en aanbevelingen

Het effect van het stedenbouwkundig plan van Senzora heeft een positief effect op de gevoelstemperatuur binnen het plangebied ten opzichte van de huidige situatie. Kijkend naar de directe omgeving treedt een licht negatief effect op, de gevoelstemperatuur loopt hier iets op. Dit komt met name door de afnemende werking van de wind die op de hittedag van 1 juli 2015 uit oostelijke richting komt. Voor de locatie waar de gevoelstemperatuur toeneemt is reeds een nieuwe ontwikkeling gepland. We adviseren ook bij deze ontwikkeling het ontwerp door te rekenen op de effecten op hitte en waar nodig maatregelen te treffen.

Met een gemiddeld waarde van 35,7 PET is er geen sprake van extreme hittestress. Wat betreft de inrichting zijn er dan ook geen aanvullende aanbevelingen.

Voor de loopafstand tot koelte is het effect positief. De nieuwe aangename koele verblijfsplek zorgt niet alleen voor kortere loopafstanden tot koelte binnen de Raambuurt maar ook voor kortere loopafstanden in de aangrenzende buurt(en). Hiermee neemt het Senzora plan ook knelpunten uit de directe omgeving weg. De nieuwe plek is bovendien gesitueerd aan het water. Uit praktijk onderzoek<sup>3</sup> naar de hitte richtlijnen blijkt dat mensen de aanwezigheid van (het uitzicht op) water zeer positief waarderen. Voor de inrichting van de koele plek is het aanbevelingswaardig zowel schaduw als zonplekken en voldoende zitgelegenheid te creëren. Ook dit draagt bij aan een positieve waardering van koelte plekken

Het plan voorziet in veel meer schaduw ten opzichte van de huidige situatie. Met een gemiddeld van 64,5% op loopgebieden is dit zelfs aan de hoge kant. Vanuit de richtlijnen wordt een waarde van 30-40% geadviseerd omdat op deze manier ook voldoende delen niet in de schaduw gelegen zijn. Zo hebben mensen gedurende het jaar de keuze of ze in de zon of schaduw willen lopen. Het percentage dat door bomen of gebouwen veroorzaakt worden is vergelijkbaar. Waar bomen in de winter wanneer zon wel gewenst is) minder schaduw geven (door bladverlies), geven bouwblokken door de lagere zonnestand juist meer schaduw. Het verdient daarom de aanbeveling een schaduwanalyse voor meerdere momenten in het jaar te doen en waar mogelijk minder hoogbouw of een breder straatprofiel toe te passen. Voor de bomen is het aan te bevelen om de hoogte te differentiëren en in plaats van alleen 2<sup>e</sup> orde grootte bomen (aanname voor analyse) ook 3<sup>e</sup> orde grootte bomen toe te passen. In plaats van bomen kan ook gekozen worden voor heesters of gras. Dit heeft wel een verkoelende effect maar geeft geen schaduw en vergroot ook de windwerking. Bij de uitwerking van het definitief ontwerp kan dit met een aanvullende modelanalyse meer in detail worden getoetst.

Schaduw op daken tot slot zorgt er ook voor dat zonnepanelen op daken minder rendement opleveren. Het verdient de aanbeveling hier bij de positionering van bomen en breedte van het straatprofiel aandacht aan te geven.

<sup>3</sup> <https://klimaatadaptatienederland.nl/@241651/praktijkonderzoek-hitte-richtlijnen/>