

# KLIMAAT ICOON FIGARO ZAAINSTAD



# INHOUD

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| AMBITIE - achtergrond.....                      | 3  |
| AMBITIENIVEAU.....                              | 4  |
| bijlage 1 INTEGRALE AANPAK.....                 | 6  |
| bijlage 2 INTEGRALE PROCESPLANNING.....         | 8  |
| bijlage 3 STEDENBOUWKUNDIGE KLIMAATANALYSE..... | 9  |
| bijlage 4 KLIMAATADAPTIE MET ECOSYSTEEMDIENSTEN | 10 |
| bijlage 5 OMSCHRIJVING VAN 7 ECOSYSTEEMDIENSTEN | 12 |
| bijlage 6 STATUS QUO BEREKENINGEN.....          | 14 |
| bijlage 7 REFERENTIES.....                      | 15 |
| COLOFON.....                                    | 16 |



# AMBITIE KLIMAAT ICOON FIGARO

## ACHTERGROND

De huidige stand van de klimaatverandering geeft een alarmerend signaal af. Niet alleen landelijk maar ook regionaal en lokaal. De effecten van de opwarming van de aarde zijn in de stedelijke omgeving dan ook extreem aanwezig. Het stedelijke hitte-eiland effect, wateroverlast tijdens hevige buien en de vaak daaropvolgende perioden van droogte zijn uitgesproken symptomen van een uit balans geraakt klimatologisch systeem. De versterkende urbane omgeving verergert deze symptomen, ook in de redelijk groene steden met niet veel hoge bebouwing, zoals Zaanstad.

De negatieve effecten van de genoemde verschijnselen gaan verder dan alleen een verstoord comfort. Zo hebben hittegolven, en de daardoor veroorzaakte hitte-eilanden in de stad, als gevolg een verhoogd aantal ziekenhuisopnames, een toenemende aan hitte gerelateerde sterfte, verminderde werkprestaties en een sterk verhoogd verbruik van drinkwater.

Wateroverlast, veroorzaakt door heviger buien in de laatste jaren, hebben op den duur ook serieuze economische gevolgen, doordat gebouwen, straten en objecten in de openbare ruimte beschadigd raken. Om wateroverlast snel te

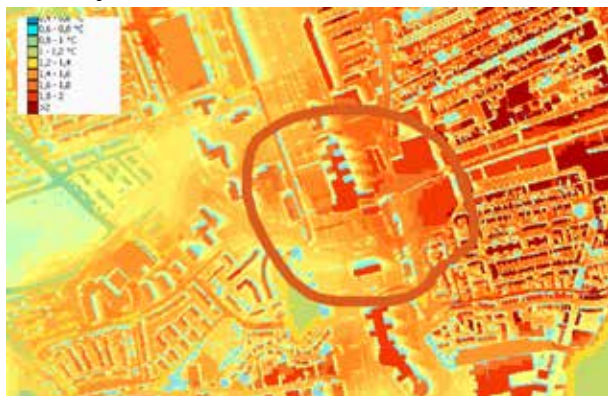
verhelpen, wordt het water direct afgevoerd en weggepompt. In perioden van langdurige droogte ontstaat er echter vaak een tekort aan water. In totaal zou de hoeveelheid regenwater voldoende zijn om in de waterbehoefte te voorzien. Dat brengt dan wel de noodzaak met zich mee om het teveel aan water in perioden van wateroverlast niet te moeten wegvoeren maar op te slaan.

Een van de belangrijkste effecten van droogte is het uitdrogen van ecosystemen. Door uitdroging kunnen ecosystemen hun diensten zoals koeling, waterretentie, luchtzuivering, het leveren van een gezonde leefomgeving of een habitat voor biodiversiteit niet meer leveren. Het wegvallen van ecosystemendiensten is ook in de stedelijke ruimte een groot probleem.

Stedelijke klimaatproblemen spelen zich af in de open ruimte van de stad, tussen de gebouwen. De stedelijke morfologie en materialisatie draagt in sterke mate bij aan het ontstaan van deze problemen. Vormgeving van gebouwen straten en pleinen en de gebruikte materialen hebben een beslissend effect op het stedelijk klimaat.

Gebouwen worden op dit moment uitermate energiebewust ontworpen, waarvoor een breed scala aan calculatiemethodes, normen en toetsingsmogelijkheden zijn ontwikkeld. Deze berekenen echter niet het effect van het gebouw of de bebouwing op de buitenruimte. Om klimaatadaptatie een reële kans te geven dient met het effect van

*Stedelijke hitte eiland*



*Gevoelstemperatuur*



*Wateroverlast door hevige buien*



*Bodemdaling door droogte*



nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen op de stedelijke ruimte rekening gehouden te worden. Een benadering vanuit de problematiek, ondersteund door kwantificering geniet daarbij de voorkeur.

## AMBITIENIVEAU

De Gemeente Zaanstad heeft de wens om het project Figaro als een Klimaat Icoon te ontwikkelen. Het concept 'icoon' houdt in dat het gaat om een symbool voor de duurzaamheids- en klimaatadaptatie ambities van gemeente Zaanstad. Tegelijkertijd vertegenwoordigt een dergelijk icoon een model voor verdere ontwikkelingen in de gemeente en daarbuiten.

De ambities zijn hoog: de intentie is om de nieuwste wetenschappelijke inzichten over ecosystemen en natuur inclusief bouwen en de beste ervaringen in het project integraal te implementeren. Het model zal dan een voorbeeld bieden voor een integrale, ecologische benadering van het thema klimaat, het daaraan gekoppelde ontwerpproces, de stedenbouwkundige effecten en de architectonische expressie.

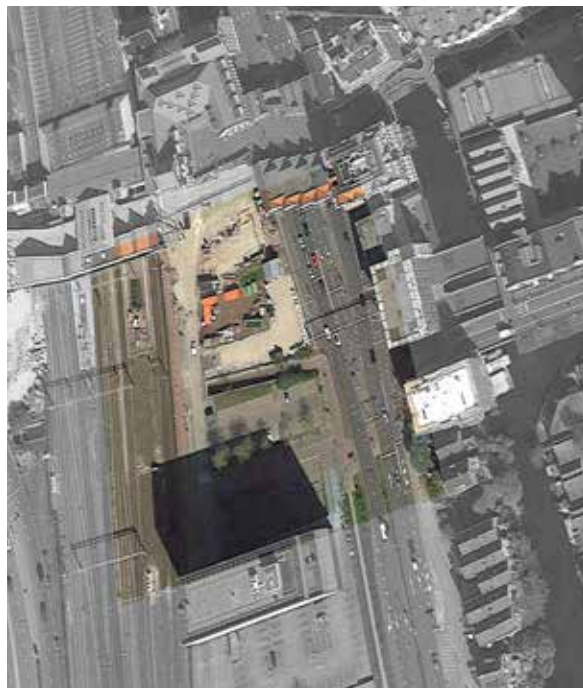
De ambitie betreft niet alleen het gebouw Figaro zelf maar ook de open ruimte om de Figaro heen. Daarmee wordt de focus verruimd van alleen de energieprestatie van het gebouw op zich, naar het effect op de omgeving. Deze integrale benadering dient de twee verschillende invalshoeken met elkaar in verband te brengen en als één samenhangend systeem te benaderen.

De ambitie is daarom langs de genoemde, voor het stedelijk klimaat en ecosystemen relevante niveaus gestructureerd:

- Integrale aanpak van urgente stedelijke klimaat thema's - procesplanning
- Klimaatadaptief stedenbouwkundig en architectonisch ontwerp
- Architectonische expressie
- Monitoring van de resultaten

De integrale aanpak van urgente stedelijke klimaat thema's is noodzakelijk om alle onderlinge effecten tussen de diverse problemen en oplossingen strategisch te kunnen benutten. De op dit moment meest urgent geachte lokale klimaatproblemen

*Invloedgebied Figaro*



*Invloedgebied Figaro*





zijn hitte, wateroverlast, droogte, het gebruik van niet duurzame energie, luchtvervuiling, habitat en biodiversiteit.

Om een integrale aanpak van deze samenhangende problemen te kunnen waarborgen is een aangepast ontwerp en bouwproces, gebaseerd op een klimaat gerichte proces planning, aanbevolen.

#### **Toetsing integrale aanpak = procesplanning.**

Het klimaatadaptief stedenbouwkundig ontwerp dient met de uitkomsten van de klimaatscans en aanbevelingen rekening te houden. Hierbij is de ambitie:

- Hitteneutraal = de nieuwbouw draagt niet bij aan de verhoging van de omgevingstemperatuur.
- Waterneutraal = alle regenwater die op de kavel valt wordt op de kavel verwerkt, opgeslagen en gebruikt
- Droogteneutraal = door de twee voorgaande maatregelen tijdens perioden zonder neerslag blijven de ecosystemen in een goede staat.
- Energieneutraal = over het verloop van een kalenderjaar de totale energiebalans is nul.
- Vergroting oppervlakte habitat voor biodiversiteit
- Reductie luchtvervuiling

#### **Toetsing van de prestatie resultaten = invullen prestatietabel**

De architectonische expressie van de klimaatmaatregelen behoort tot de ambities van het project. De afleesbaarheid van de klimaatmaatregelen en de harmonische inpassing in de ruimtelijke vormgeving wordt hoog gewaardeerd.

Toetsing architectonische expressie = beoordeeld naar de mate van harmonieuze en integrale inpassing van de klimaatmaatregelen in de architectonische vormgeving.

Monitoring dient aan het proces toegevoegd te worden zodat het gebouwde resultaat gecontroleerd kan worden op de berekende waardes. Monitoring dient tegelijk ontworpen en vormgegeven te worden met het architectonisch ontwerp en de uitvoering. Monitoring kan ook een onderdeel worden van het onderhoud. Op basis van de uitkomsten van de monitoring kunnen maatregelen en het onderhoud aangepast worden om een betere prestatie te bereiken.

#### **Toetsing monitoring = ontwerp monitoring in samenhang met ontwerp prestaties.**

*WOHA, PARKROYAL on Pickering, Singapore, sky gardens Image: Patrick Bingham-Hall, 2013*



## INTEGRALE AANPAK

Een concept voor een integrale en vraag-gestuurde klimaatadaptieve benadering vanuit de op te lossen problemen

### **Onderzoek probleem = nulmeting klimaat = beperkingen**

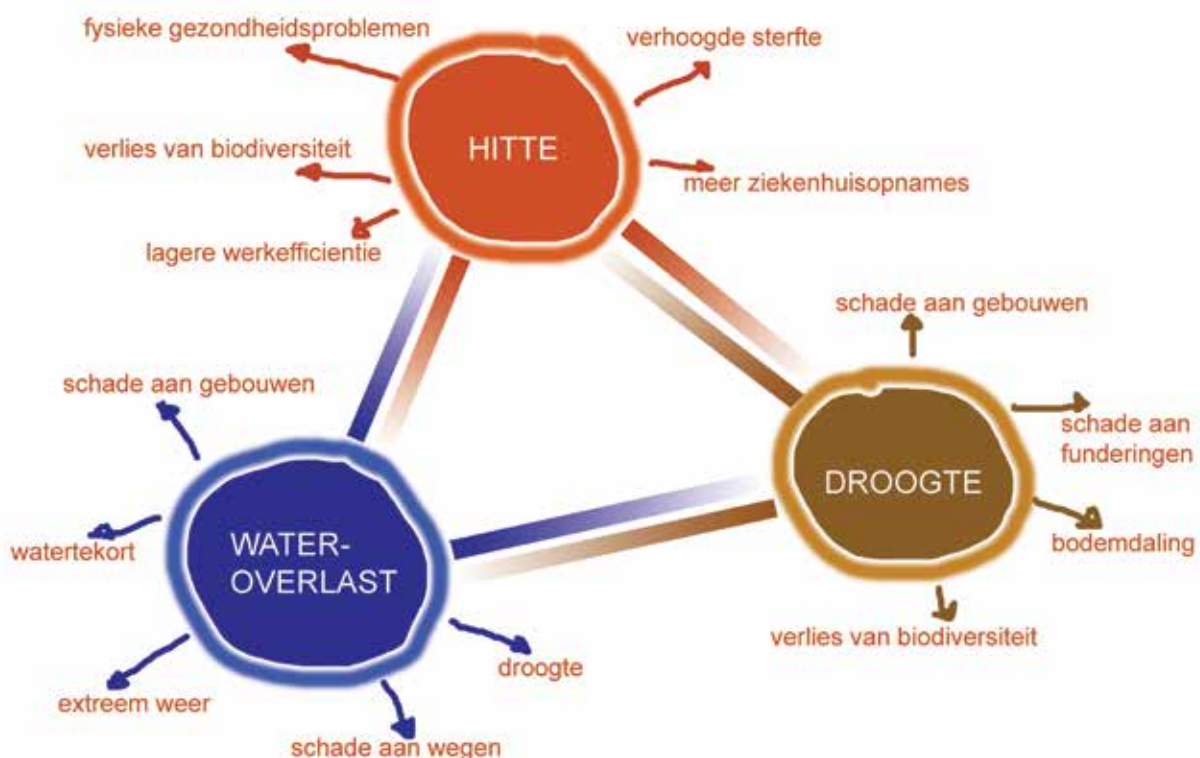
Oorzaken en effecten van de verschillende klimaatproblemen in de stad zijn met elkaar verbonden. Zo kan een directe samenhang aangetoond worden tussen hitte, wateroverlast en droogte, doordat dat tijdens hevige neerslag, overtollig water snel afgevoerd wordt om wateroverlast te voorkomen. Als zich vervolgens een langere periode van droogte voordoet en als deze bovendien samengaat met een hittegolf, dan ontbreekt het water om de droogte te compenseren.

Doordat de vegetatie eveneens aangetast wordt door de hierboven vermelde verschijnselen, gaat ook de habitat verloren en wordt de (nog) bestaande biodiversiteit verder aangetast. De energiehuishouding wordt belast met ad-hoc oplossingen, waardoor onnodig veel energie verbruikt wordt.

Het integrale aanpak concept gaat ervan uit dat een gebied als een geheel zal worden aangepakt, ontworpen en vormgegeven, zodat alle nodige klimaatmaatregelen efficiënt ingezet kunnen worden.

De aanpak is gebaseerd op een aangepast procesplan. Daarbij worden niet alleen traditionele onderzoeken voorafgaand het ontwerpproces

*Figuur 1 - Schematische weergave van de relatie hitte - wateroverlast - droogte*



uitgevoerd, maar ook een klimaatscan van de bestaande klimatologische situatie.

De klimaatscan is een verkenning van de lokale klimaateffecten m.b.t. hitte, wateroverlast en droogte, op de locatie. Daaronder wordt de omgeving, de omliggende straten of pleinen, en gebouwen verstaan. De scan dient ook verderweg liggende effecten in kaart te brengen als deze van invloed kunnen zijn, zoals bijvoorbeeld reflecties van een hoog gebouw elders of wind afkomstig van verder liggende 'windtunnels' (straat- en gebouwconfiguraties die luchtbewegingen bevorderen).

De verkenning zal tenminste de volgende aspecten moeten belichten:

### **Hitte op de locatie**

- Potentieel maximale oppervlaktetemperaturen van de omringende straatoppervlakte en gevels (°C);
- Verhouding van de voelbare warmte en latente warmteproducerende bestaande oppervlaktes (w/m<sup>2</sup>);
- Voornaamste lokale wind richtingen
- Reflecties van zonlicht in het plangebied
- De plekken en grootte van plekken op straat/gevels welke de meeste zonnestraling ontvangen (m<sup>2</sup>)



## Water op de locatie

- Totaal inkomende neerslag op de locatie (mm)
- Watertekort (mm)
- Het totaal benodigde waterbuffer (m3)
- Het bestaande watermanagement op locatie, systeem waterretentie +wateropslag + waterdistributie

## Oplossing = integraal klimaat ontwerp = kansen

Na het uitvoeren van de scan kunnen de resultaten als onderlegger dienen voor het programma van eisen (PVE). De eisen, wensen of ambities kunnen 'vraaggestuurd', gebaseerd op de verkenning, geformuleerd worden. In het ontwerp zullen antwoorden gegeven moeten worden op de diverse gevonden problemen.

Het ontwerp zal tenminste de volgende aspecten moeten behandelen:

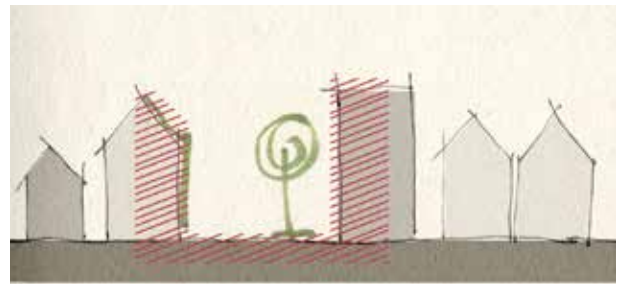
## Hitte

- Bepaling van de potentieel maximale oppervlaktetemperatuur van de nieuwbouw (°C). Eventueel verlaging van de potentieel maximale oppervlakte temperaturen van de omringende straatoppervlakte en gevels;
- Verhouding van voelbare warmte oppervlaktes en latente warmteproducerende oppervlaktes van de nieuwbouw (m2/m2);
- Aanneمة behandeling voornaamste lokale windrichtingen zodat wind hinder afneemt
- Rekening houden met reflecties van zonlicht door de nieuwbouw in het plangebied
- De locatie en grootte van de nieuwbouwegevels en omringende straten die de meeste zonnestraling ontvangen (m2)

## Water

- Watermanagement van de nieuwbouw en het effect daarvan op de omgeving, systeem waterretentie +wateropslag + waterdistributie
- Het totale ontworpen waterbuffer (m3)
- Het totaal tijdelijke waterretentie (mm of l)

*Figuur 2 - Schematische weergave van de invloedgebied van gebouwen in een straat.*



*Gallery of VTN Architects Designs Hotel with Cascading Greenery for Narrow Site in Vietnam. Courtesy of VTN Architects*



*WOHA, PARKROYAL on Pickering, Singapore, sky gardens Image: Patrick Bingham-Hall, 2013*



bijlage 1

TOETSINGSCRITERIA ECOSYSTEEDIENSTEN

|                                                      | <i>wat</i>                                    |      | <i>punten</i> |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|---------------|
| <b>Integrale aanpak</b>                              |                                               |      |               |
|                                                      | <b>procesplanning</b>                         |      |               |
|                                                      | klimaatscan aan het begin proces              |      | 5             |
|                                                      | klimaatscan later in proces                   |      |               |
|                                                      | geen klimaatscan                              |      |               |
| <b>Materiaalgebruik</b>                              |                                               |      |               |
|                                                      | baksteen (m <sup>2</sup> )                    |      |               |
|                                                      | beton (m <sup>2</sup> )                       |      |               |
|                                                      | asfalt (m <sup>2</sup> )                      |      |               |
|                                                      | trespa (m <sup>2</sup> )                      |      |               |
|                                                      | kunststof (m <sup>2</sup> )                   |      |               |
|                                                      | <b>totaal abiotische materialen</b>           |      |               |
|                                                      | <b>vegetatie (m<sup>2</sup>)</b>              |      |               |
|                                                      | <b>abiotische materialen/vegetatie</b>        |      |               |
|                                                      | <i>als am/v &gt; 1 opwarming</i>              |      |               |
|                                                      | <i>als am/v = 1 geen verandering</i>          |      | 5             |
|                                                      | <i>als am/v &lt; 1 koeling</i>                |      | 10            |
| <b>Water</b>                                         |                                               |      |               |
|                                                      | opslag (m <sup>3</sup> )                      |      |               |
|                                                      | <b>distributie</b>                            |      |               |
|                                                      | <b>opvangcapaciteit (%)</b>                   |      |               |
|                                                      | alle regenwater opgeslagen                    | 100% | 10            |
|                                                      | distributie aanwezig                          |      | 5             |
|                                                      | geen opslag                                   |      | 0             |
| <b>Architectonische expressie ecosysteemdiensten</b> |                                               |      |               |
|                                                      | Duidelijk zichtbaar en esthetisch hoogwaardig |      | 15            |
|                                                      | <b>totaal punten</b>                          |      | <b>50</b>     |



## bijlage 2

### INTEGRALE PROCESPLANNING

Het integrale aanpak concept gaat ervan uit dat een gebied als een geheel zal worden aangepakt, ontworpen en vormgegeven ongeacht verschillende eigendomsverhoudingen.

Een doordachte procesplanning voorbereid een rationele volgorde van werkzaamheden waarin de ruimte wordt integraal benaderd

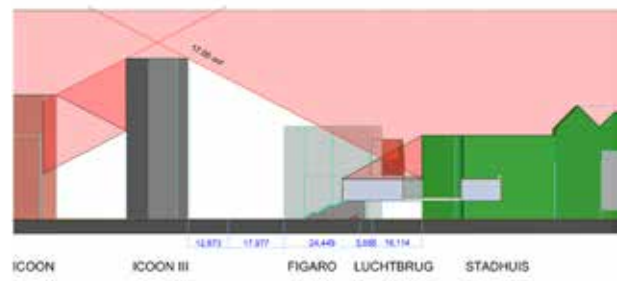
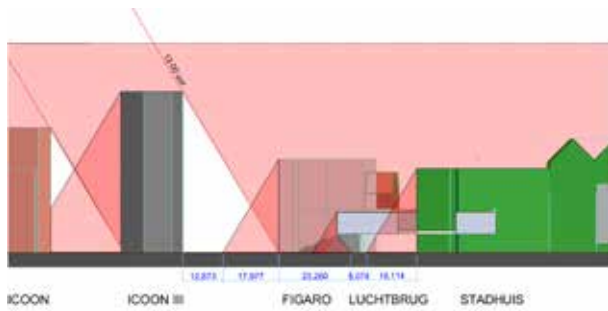
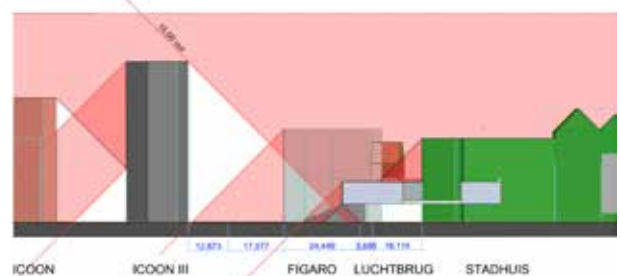
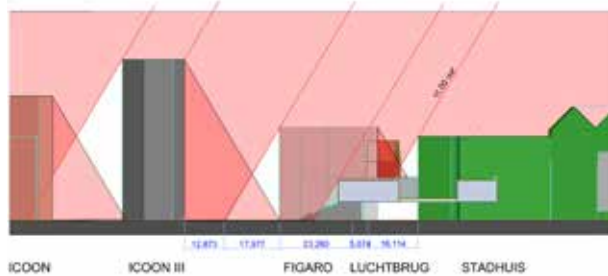
*Figuur 3 - Voorbeeld procesplanning voor een integraal aanpak klimaatadaptie. Klimaatanalyse wordt als verkenning aan het begin van het proces, samen met andere verkennende onderzoeken uitgevoerd. Werkoverleggen dienen in elke fase duidelijkheid te verschaffen, naast gewone werkzaamheden ook voor klimaatgerelateerde zaken.*

|                                                                         |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| KEUZE LOCATIE                                                           | initiatief                       |
| WERKOVERLEG                                                             | Initiatiefnemers                 |
| VOORBEREIDING PROGRAMMA VAN EISEN                                       | bodem, leidingen, bestemming etc |
| KLIMAAT ANALYSE LOCATIE                                                 | Hitte                            |
|                                                                         | Water                            |
| AANBEVELINGEN                                                           | Hitte + vegetatie                |
|                                                                         | Water                            |
| ONTWERP                                                                 | Vegetatie + Water                |
| KOSTENBEREKENING NOODZAKELIJKE<br>VERGROENING - MKBA                    | Vegetatie                        |
|                                                                         | Water                            |
| PROGRAMMA VAN EISEN (INCL.<br>AANGEPAST ONTWERP 2.0 EN<br>KOSTENRAMING) | Toetsen                          |
| PROGRAMMA VAN EISEN (INCL. BUDGET)                                      | Definitief maken                 |
| WERKOVERLEG                                                             | Initiatiefnemers                 |
|                                                                         | Gebruikers                       |
| BESLUIT VOORTGANG VERGUNNINGEN                                          | indiening                        |
| TOETSING EN VERGUNNING                                                  | Vegetatie + Water                |
| BESLUIT VOORTGANG AANBESTEDING                                          | Aanbesteding                     |
| VRAAGSPECIFICATIE / UITVRAAG                                            | Vegetatie Water Monitoring       |
| KEUZE UITVORENDE PARTIJ                                                 | Bestuur                          |
| OPDRACHTVERLENING                                                       | Bestuur                          |
| WERKOVERLEG / WERKOVERDRACHT                                            | Initiatiefnemers + Uitvoerders   |
| REALISATIE EN MONITORING                                                | Vegetatie (hitte)                |
|                                                                         | Water                            |
| OPLEVERING                                                              | Vegetatie (hitte)                |
|                                                                         | Water                            |
| WERKOVERLEG                                                             | Initiatiefnemers + Gebruikers    |
| EVALUATIE                                                               | Vegatie (hitte)                  |
|                                                                         | Water                            |
| ONDERHOUD                                                               | Vegetatie                        |
|                                                                         | Water                            |

## bijlage 3

### STEDENBOUWKUNDIGE KLIMAATANALYSE

*Inkomende zonnestraling en reflecties op 21 juni 11.00, 13.00, 15.00 en 17.00 uur*



*Funenpark – stadswoningen - Geurts & Schultze architecten, foto Eva Stache*



*Groene dak met waterretentie Budapest, foto Eva Stache*



*WOHA, PARKROYAL on Pickering, Singapore, sky gardens Image: Patrick Bingham-Hall, 2013*

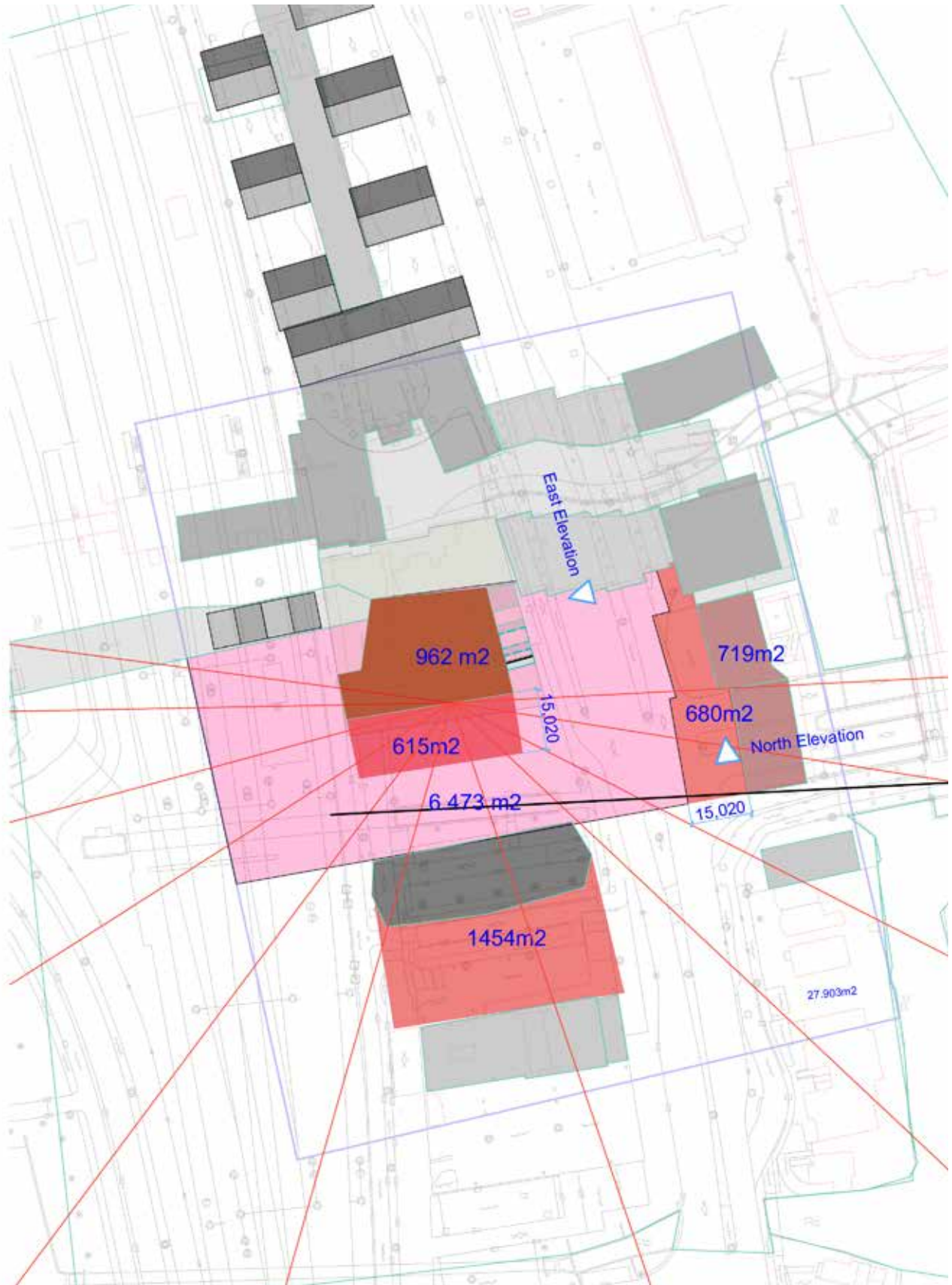


*Cirkl Amsterdam, foto Eva Stache*





*Plattegrond 1:1400 met aanduiding te vergroenen of beschaduwen plekken en afmetingen*



## bijlage 4

### KLIMAATADAPTIE MET ECOSYSTEEMDIENSTEN

*Figuur 5 - Relatie stedelijke klimaatproblemen en ecosysteemdiensten*

| STEDELIJK PROBLEEM         | ECOSYSTEEMDIENST            |
|----------------------------|-----------------------------|
| hitte eiland               | koeling                     |
| wateroverlast              | waterretentie               |
| droogte                    | transpiratie                |
| luchtvervuiling            | luchtzuivering              |
| extreem weer / wind        | vermindering extremen       |
| verlies van biodiversiteit | habitat voor biodiversiteit |
| geluidsoverlast            | geluidabsorptie             |

Er is een complexe interactie waargenomen tussen groeiende stedelijke milieuproblemen en ontbrekende ecosysteemdiensten. Uit ons onderzoek aan de TU Delft Faculteit Civiele Techniek, afdeling Materialen en Duurzaamheid in 2018 bleek dat het ontbreken van ecosystemen in de stad kan als oorzaak aangewezen worden voor bijna alle stedelijke klimatologische problemen. Ook vonden we dit gebrek medeverantwoordelijk voor vele stedelijke sociale problemen.

Momenteel woont meer dan 54% van de wereldbevolking in steden. Vanwege de aanhoudende verstedelijking zal deze percentage naar verwachting toenemen tot ongeveer 74% in 2040. De snelle groei levert veel sociale, financiële, ruimtelijke en milieuproblemen op. Klimaatverandering houdt langere perioden van warmte en droogte in, toenemende overstromingen en een

sterke toename van luchtvervuiling in steden. Deze verschijnselen zijn ook de oorzaak van veel sociale problemen: toegenomen ziekte gerelateerde afwezigheden, verminderde werkefficiëntie of vroegtijdige sterfte.

Hoewel ecosysteemdiensten niet alle problemen direct of volledig oplossen, ze vormen een substantieel en vaak beslissend onderdeel van de oplossing. Grootschalige internationale onderzoeken hebben aangetoond dat het gebruik van de diensten van de natuur niet alleen oplossingen biedt voor de klimaatbestendige stad, maar hun waarde ook financieel vertaald kan worden. Het gebruiken van ecosysteemdiensten brengt grote winsten met zich mee in vermeden schaduwkosten, in de orde van grote van miljoenen euro's per jaar per stad.

*Vo Trong Nghia Architects,*



*Vo Trong Nghia Architects,*



*Amsterdam, foto Eva Stache*



*Solar Decathlon, Budapest 2019, foto Eva Stache*



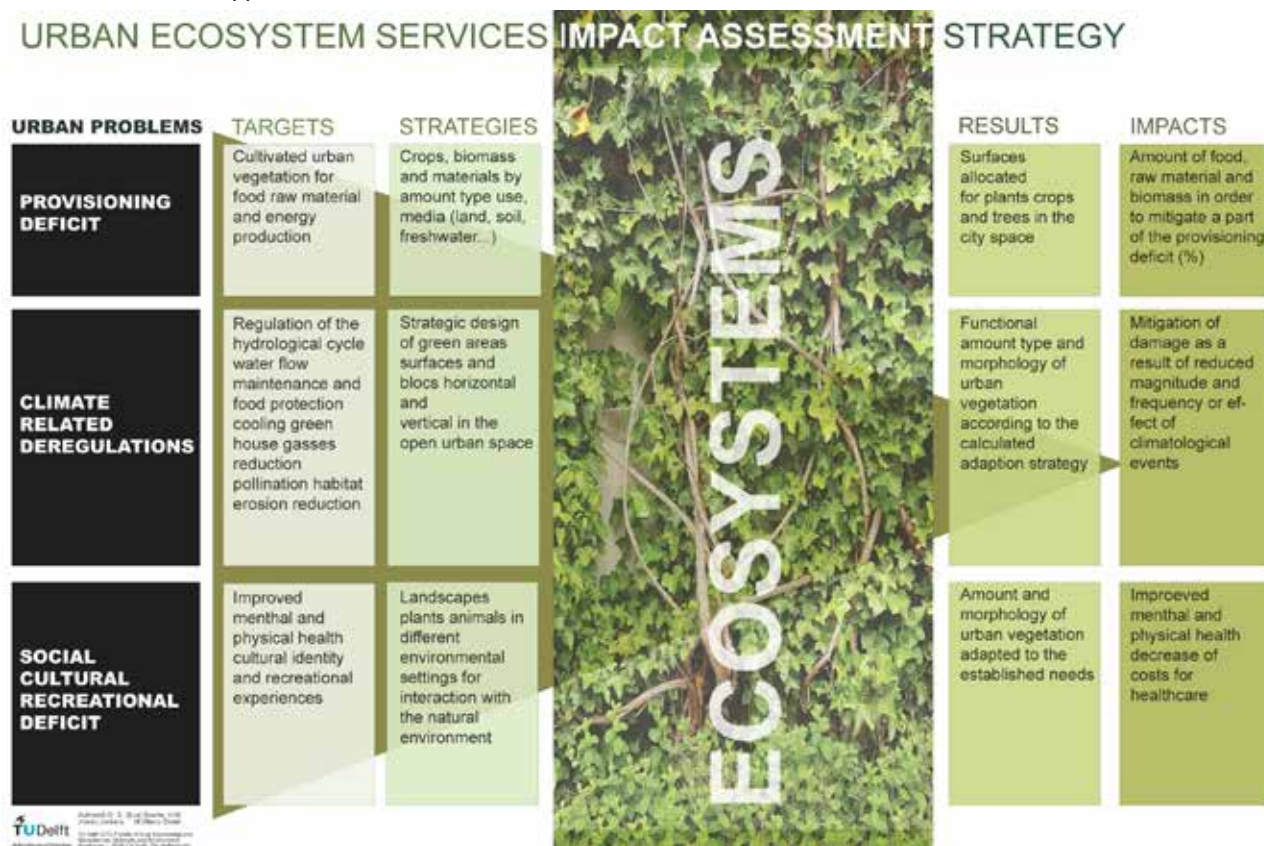


Uit ons onderzoek is echter ook gebleken dat de huidige toestand, hoeveelheid en soortenspreiding van ecosystemen is niet toereikend om hun diensten te kunnen benutten. De sporadische en incoherente aanplant dient daarom te worden omgezet in een vraag-gestuurd, permanent en continu groen. Vraag-gestuurd om stedelijke problemen gericht op te kunnen lossen. Permanent om de continuïteit van de geleverde diensten te kunnen waarborgen. Continu om de levensvatbaarheid van de ecosystemen te vergroten. De vraag-gestuurde strategie identificeert eerst het probleem en formuleert een doel voor mitigatie. Daarna worden de nodige ecosystemen vast-

gesteld, in hoeveelheid, morfologie, soort en type. Ook kunnen alle andere effecten (diensten) van de voorgestelde ecosysteem berekend worden..

De keuze van de plek, soort, type en hoeveelheid groen is volgens deze strategie niet meer bepaald door restructies. De strategie is juist omgekeerd: er is zoveel groen van een bepaalde soort en type nodig, voor het oplossen van een probleem, er dient dus ruimte voor gereserveerd te worden in het ontwerp. Net zoals isolatiemateriaal en gevelbekleding berekend en ontworpen wordt voor een bepaald energiedoel, wordt een ecosysteem berekend en ontworpen voor een bepaald klimaatdoel.

Figuur 6 - Vraaggestuurde integratie van ecosysteem diensten in het ontwerpproces



Vo Trong Nghia Architects



Herzog & de Meuron, green wall by Patrick Blanc



## bijlage 5

### OMSCHRIJVING VAN 7 ECOSYSTEEM-DIENSTEN

Ecosysteemdiensten zijn: 'de aspecten van een ecosysteem die actief of passief worden gebruikt om welvaart voor de mens te produceren' (Fisher et al., 2009). Uit onderzoek is gebleken dat alle ecosysteemdiensten een positief effect op de lokale of regionale economie hebben, ook al wordt dit niet altijd herkend (TEEB 2010; Cameron et al. 2012; Engelsing, 2011; Bonthoux et al., 2014)

#### Klimaatregulering

In stedelijk gebied is dit een strategie om de wereldwijde en lokale temperaturen, precipitatie en andere biologisch gemedieerde klimaatprocessen te beheersen. Stedelijke gebieden vertonen verhoogde temperaturen in vergelijking met de daaromheen liggende omgeving en dit kan de gezondheid en het dagelijks functioneren van mensen sterk beïnvloeden. Het stedelijk hitte-eiland-effect kan zich uitbreiden van lokaal naar regionaal, omdat verschillende metropole complexen samensmelten tot een netwerk van steden. Het mechanisme van stedelijke klimaatregulering is dat groen in de stad steenachtige materialen vervangt, beschaduwde, en de opwarming van de lucht voorkomt door latente warmte te produceren in plaats van voelbare warmte.

#### Waterregulering

Het mechanisme is opslag en retentie van water door vegetatie. Het ecosysteemproces is het water-bodem-plant continuüm, waarbij de opna-

mesnelheid afhangt van de transpiratiesnelheid en de omvang van het wortelstelsel. Dit proces is onderdeel van de water-kringloop. (Kirkham, 2004). De retentiegraad gerealiseerd door groene daken, kan oplopen tot 50-75% in Europese landen en 65% in tropische landen. Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier rekent met een minimum van 25%. Een normale volwassen beukboom absorbeert elk uur 96 kg H<sub>2</sub>O (Köhler et al., 2001; Minke et al., 1982)

#### Gezondheidsverbetering

Zoals aangetoond door breed en ook recent onderzoek, heeft stadsvegetatie een positief effect op de mentale en fysieke gezondheid van mensen. Omdat gezondheidsschade direct wordt vertaald in de kosten van de benodigde zorg, heeft deze ecologische dienst ook een belangrijk direct effect op de lokale en regionale economie (Alcock et al., 2014; MA, 2005). Uitgebreid statistisch onderzoek heeft duidelijk aangetoond dat de effecten op de mentale en fysieke gezondheid van mensen meetbaar zijn, en ook lang blijvend.

#### Gasregulering

Het mechanisme is absorptie van CO<sub>2</sub> of PM<sub>2,5</sub> + PM<sub>10</sub> + NO<sub>x</sub> door de huidmondjes op de bladeren en PM<sub>10</sub> depositie op bladeren (Ottelé, 2011; Pugh et al., 2013; Mackenzie et al., 2013; CROW, 2012).

De effecten zijn lokaal; regionaal; globaal. Volgens recent onderzoek kunnen groene gevels tot 60% van fijnstofdeeltjes en 40% van de NO<sub>x</sub> die wordt uitgestoten door het lokale wegverkeer verminderen. Hiervoor is een zorgvuldig ruimtelijk ontwerp vereist zodat de vegetatie door de vervuilde lucht ook bereikt kan worden. Een volwassen beukboom geeft 1,71 kg zuurstof af met elk 2,4 kg geabsorbeerde CO<sub>2</sub> en verbruikt 25,5 kJ thermische energie (Pugh et al., 2013; Ottelé, 2013; Minke et al., 1982).

*Namba Park Japan, Jon Jerde Architects, <https://inhabitat.com/photos-acros-japan-is-a-mountainous-green-roofed-pyramid-planted-with-trees/acros-japan/>*



*ACROS building in Fukuoka, Japan, <https://inhabitat.com/photos-acros-japan-is-a-mountainous-green-roofed-pyramid-planted-with-trees/acros-japan/>*





*De hiervolgende ecosysteemdiensten worden niet in de berekeningen meegenomen. Echter, het is belangrijk om ze te benoemen als significant 'bijvangst'.*

### **Voedselproductie en grondstoffen**

Deze leveren diensten in de vorm van bruto primaire productie, zoals voedsel, biomassa of grondstoffen. De meeste voedselbronnen en grondstoffen vinden hun oorsprong buiten de stad. Voedselproductie is echter ook mogelijk binnen de stadsgrens (Costanza, 1997). Voor voedsel worden diverse onderdelen van planten direct of bewerkt gebruikt. Grondstoffen worden uit diverse bronnen gewonnen.

### **Habitat**

Als gevolg van het toenemende gebrek aan schuilplaatsen en habitat in de stedelijke omgeving van vandaag, neemt de stedelijke biodiversiteit snel af

(Hooper et al., 2012; Jagers op Akkerhuis, 2012; Mant et al., 2014). Omdat biodiversiteit een verzekering is voor het voortbestaan en stabiliteit van functioneren van het ecosysteem, bedreigt elk verlies het evenwicht en de overlevingscapaciteit. Hoe meer deelnemers er zijn in een ecosysteem, des te beter is het vermogen om crises te verhelpen. (Rees, 1996; Jagers op Akkerhuis, 2012; Mant et al., 2014; Yachi & Loreau, 1998).

### **Geluidsreductie**

Een regulerende dienst op basis van de capaciteit van groen om geluidsgolven te dempen (Ottelé, 2011). Het mechanisme is absorptie van geluidsgolven door de biomassa, dankzij de ruimtelijke positie van de bladeren.

*Hamza & Yeang, <http://trhamzahyeang.com/>*



*Ateliers Jean Nouvel; Green wall by Patrick Blanc*



## bijlage 6

### BEREKENINGEN STATUS QUO LOCATIE FIGARO WATER & HITTE

#### BEREKENING WATER

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| Figaro                             | 2500 m2 |
| neerslagtrend per jaar in NL 874mm | 0,874 m |
| water per jaar                     | 2185 m3 |
| jaarlijks neerslagtekort 300mm     | 0,3 m   |
| waterberging                       | 750 m3  |

#### BEREKENING HITTE

|                                                        |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|
| gemiddelde inkomende zonnestraling tijdens hittegolfen | 8050 W/m2s           |
|                                                        | 8 kW/m2s             |
| 3600                                                   | 28980 kw/m2dag       |
| totaal op locatie Figaro                               | 72450000 kW/dag      |
| na albedo door witte betonstenen 40%                   | 43470000 kW/dag      |
| heat of vaporization ( $h_v$ ) by 305 K                | 2426 kW/kg           |
| water nodig per dag                                    | 12 kg/m2dag          |
| 20 hitte dagen                                         | 239 l/20 hitte dagen |
| totaal water op locatie Figaro                         | 597279 kg/dag        |
| populier                                               | 1500 kg/dag          |
|                                                        | 398 st populier      |

#### BEREKENING WARMTE

|                                         |                 |
|-----------------------------------------|-----------------|
| gemiddelde inkomende zonnestraling      | 4000 W/m2s      |
|                                         | 4 kW/m2s        |
| 3600                                    | 14400 kw/m2dag  |
| totaal op locatie Figaro                | 72450000 kW/dag |
| na albedo door witte betonstenen 40%    | 43470000 kW/dag |
| heat of vaporization ( $h_v$ ) by 305 K | 2426 kW/kg      |
| water nodig per dag                     | 6 kg/m2dag      |
| 1 dag                                   | 6 l/dag         |
| totaal water op locatie Figaro          | 14839 kg/dag    |
| populier                                | 1500 kg/dag     |
|                                         | 10 st populier  |





## bijlage 7

### GEMETEN OPPERVLAKTE TEMPERATUUR BOUWMATERIALEN

De metingen uit onderstaand tabel zijn op 3 augustus 2018 uitgevoerd in een straat in Oostzaan. Zonnestraling gegevens waren overgenomen van de KNMI ([www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)).

De gegevens tonen het verloop van opwarming oppervlakte vanaf 10.00 uur in de ochtend op 3 augustus tot en met 10.00 uur in de ochtend op 4 augustus 2018.

|       | METSELWERK ROOD |           | BETON       |           | ASFALT      | VEGETATIE   |           |
|-------|-----------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|
|       | horizontaal     | verticaal | horizontaal | verticaal | horizontaal | horizontaal | verticaal |
| 10.00 | 39,9            | 32,4      | 37,9        | 32,4      | 39          | 25,5        | 23,4      |
| 11.00 | 46              | 36,1      | 44          | 36,1      | 44          | 29,5        | 26,9      |
| 12.00 | 52,9            | 42,2      | 51,2        | 42,2      | 51,2        | 38,6        | 35,5      |
| 13.00 | 57,5            | 49        | 53,6        | 49        | 53,6        | 39,2        | 36,4      |
| 14.00 | 60,4            | 53        | 58,5        | 53        | 58,5        | 33,9        | 33,5      |
| 15.00 | 61,89           | 55,1      | 60,8        | 55,1      | 60,8        | 29,8        | 32,9      |
| 16.00 | 60,4            | 56,2      | 58,4        | 56,2      | 58,4        | 31,8        | 32,7      |
| 17.00 | 57,8            | 57        | 55,8        | 57        | 55,8        | 28,9        | 30,1      |
| 18.00 | 54,5            | 54,1      | 51,5        | 54,1      | 51,5        | 29,7        | 30,1      |
| 19.00 | 45,5            | 45,3      | 40,5        | 45,3      | 40,5        | 27,8        | 27,9      |
| 20.00 | 38,4            | 39,1      | 36,3        | 39,1      | 36,3        | 26,2        | 25,8      |
| 21.00 | 34,2            | 30,6      | 32,2        | 30,6      | 32,2        | 23,9        | 24,9      |
| 22.00 | 32,3            | 25,4      | 30,3        | 25,4      | 30,3        | 19,7        | 23,1      |
| 23.00 | 29,9            | 21,1      | 27,3        | 21,1      | 27,9        | 18,8        | 21,7      |
| 24.00 | 28,3            | 18,9      | 25,3        | 18,9      | 26,3        | 17,8        | 20,3      |
| 1.00  | 22,4            | 17,2      | 22          | 17,2      | 25,4        | 17,1        | 19,3      |
| 2.00  | 19,9            | 15,6      | 19,9        | 15,6      | 23,7        | 16,8        | 18,2      |
| 3.00  | 17,3            | 15        | 17,9        | 15        | 22,8        | 15,3        | 16,8      |
| 4.00  | 17              | 14,3      | 17,2        | 14,3      | 22,1        | 13,9        | 14,5      |
| 5.00  | 17,2            | 14,3      | 17,5        | 14,3      | 22,5        | 11          | 13,4      |
| 6.00  | 18,1            | 16,5      | 18          | 16,5      | 23,1        | 10,5        | 13,9      |
| 7.00  | 19,1            | 19,2      | 19,6        | 19,2      | 25,2        | 12,3        | 15,6      |
| 8.00  | 21,5            | 22,9      | 23,5        | 22,9      | 27,5        | 15,5        | 17,9      |
| 9.00  | 27,5            | 28        | 29,5        | 28        | 32,5        | 20,2        | 21,8      |
| 10.00 | 37,1            | 33        | 38,4        | 33        | 38,1        | 26,1        | 23,1      |

## bijlage 8

### REFERENTIES ECOSYSTEEMDIENSTEN

Millenium Ecosystem Assessment (MEA 2005)

TEEB 2007 - Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. Coordinating Lead Author: Rudolf de Groot, Frank Veeneklaas, over Ecosystemdiensten, WOt - paper 16, Juni 2012

World Urbanization Prospects 2014 UN

State of the world's cities 2012-2013

Costanza et al 1997 - The value of the world's ecosystem services and natural capital, Nature, vol. 387 15 May 1997.

James Boyd&Spencer Banzhaf, - What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units, Energy and Natural Resources Division, Resources for the Future, 1616 P St., NW Washington, United States 2007

Marc Ottelé 2011, 'The Green Building Envelope, Vertical Greening', Delft 2011

Pugh et al. - 'Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons, 2013, Lancaster Environment Centre, Lancaster University, Lancaster, 2013

CROW - Beplanting en Luchtkwaliteit', CROW, 2012, ISBN 978-906628-600-9 (51-58)

Emis – VITO, - <http://emis.vito.be/techniekfiche/kleinschalige-biologische-zuivering>

Georgescu et al., 2013 - Urban adaptation can roll back warming of emerging megapolitan regions, PNAS February 2014

Lenzholzer 2013 - 'Het weer in de stad', nai 010 Uitgevers, 2013

Alcock et al., 2013 - 'Longitudinal Effects on Mental Health of Moving to Greener and Less Green Urban Areas', Environ. Sci. Technol., 2014

M.B. Kirkham, Principles in soil-plantwater relations, Manhattan, Kansas April 6, 2004, Kansas State University, Elsevier

Rees 1996 - Revisiting Carrying Capacity: Area-Based Indicators of Sustainability, The University of British Columbia, Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies Volume 17, Number 3, January 1996

Shigeo Yachi& Michael Loreau 1998, - Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis Laboratoire d'Ecologie, Unite' Mixte de Recherche 7625, Ecole Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, F-75230 Paris Cedex 05, France Stanford University, Stanford, CA, November 30, 1998





## COLOFON

Dit rapport is geschreven door:  
Eva Stache,  
Oostzaan, STAcHE ARCHITECT bna 2020

Het rapport is gebaseerd op het onderzoek naar  
Groen als Bouwmateriaal aan de TU Delft, Faculte-  
it Civiele Techniek, afdeling Materialen en Milieu,  
2020. Meer informatie over de studie is te verkrij-  
gen bij Eva Stache

Opdrachtgever: Gemeente Zaanstad

© copyright, Eva Stache 2020