

KLIMAAT ICOON FIGARO ZAAANSTAD

SCAN KLIMAAT EN ECOSYSTEEMDIENSTEN



INHOUD

INTRODUCTIE.....	3
BEREKENING VAN DE WARMTEBELASTING.....	3
BEREKENING VAN DE KOELING.....	3
BEREKENING VAN DE HOEVEELHEID WATER.....	5
RELEVANTE GEGEVENS.....	5
SCAN ECOSYSTEEMDIENSTEN.....	6
RESULTAAT SCAN ECOSYSTEEMDIENSTEN.....	7
PLATTEGROND WARME OPPERVAKTEN.....	9
PLATTEGRONDEN MET AFMETINGENCOLOFON.....	10
PLATTEGRONDEN MET ZONNESTRALING RICHTINGEN....	11
HITTE ANALYSE HUIDIGE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI.....	12
GEZAMENLIJKE HITTE EN SCHADUW ANALYSE HUIDIGE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI.....	16
HITTE ANALYSE NIEUWE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI.....	18
GEZAMENLIJKE HITTE EN SCHADUW ANALYSE NIEUWE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI.....	22
DOORSNEDE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI.....	24
MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN-BATEN ANALYSE.....	26
REFERENTIES:.....	30
	31

INTRODUCTIE

Dit conceptrapport bevat de onderzoeksresultaten van de Scan Klimaat en Ecosysteemdiensten voor de locatie Figaro te Zaandam. De in dit rapport gepresenteerde berekeningen zijn gebaseerd op het promotieonderzoek 'Groen als Bouwmateriaal' van architect Eva Stache aan de TU Delft (Faculteit Civiele Techniek, afdeling Materialen en Duurzaamheid). De promotor voor het onderzoek is dr. H. M. (Henk) Jonkers, Associate Professor, en de begeleider is dr. ir. M. (Marc) Ottelé.

Het onderzoek van de locatie Figaro is gericht op het verkennen van de mogelijkheden voor en het kwantificeren van de koeling door gebruik te maken van ecosysteemdiensten. Daarnaast wordt de hoeveelheid water berekend, die nodig is voor

koelende beplanting tijdens perioden van droogte. In een apart rapport worden de maatschappelijke kosten en baten van vergroening berekend, waarbij ook andere ecosysteemdiensten in de berekening meegenomen worden.

Om de warmtebelasting te kunnen berekenen wordt de binnenkomende kortgolelige zonnestraling (W/m^2 dag) in kaart gebracht. Omdat deze verkenning gericht is op de warmtebelasting tijdens hittegolven, heeft de berekening rekening gehouden met binnenkomende kortgolelige straling van ca $8040 W/m^2$ dag, gebaseerd op gegevens van het KNMI. Deze hoeveelheid correspondeert met de binnenkomende zonnestraling op 3 augustus 2018 gedurende de hittegolf in de zone De Bilt.

BEREKENING VAN DE WARMTEBELASTING

Bij de berekening van de hitte is gebruik gemaakt van een schaduw- en een reflectiestudie. De schaduwplekken voorkomen opwarming van de straat en de geveloppervlakte. Daarom is het belangrijk om exact deze schaduwplekken te lokaliseren. De reflecties geven aan waar de straat of de geveloppervlakte warm wordt, doordat kortgolelige zonnestraling door andere stedelijke oppervlakten gereflecteerd worden. Ook is gekeken welke oppervlaktes opwarmen door directe zonnestraling. Indirecte straling is niet specifiek berekend, gezien de complexiteit van de omgeving, waardoor de risico op foutieve berekeningen buiten de acceptabele marges valt.

Tevens is gekeken naar de oppervlaktetemperatuurontwikkeling van de diverse bouwmaterialen,

onder invloed van de genoemde zonbelasting. Omdat abiotische bouwmaterialen geen latente warmte produceren, zetten ze alle geabsorbeerde energie om in voelbare warmte. De oppervlaktetemperaturen bepalen de hoeveelheid voelbare warmte die door de oppervlakten gegenereerd wordt.

Abiotische stedelijke oppervlaktes kunnen temperaturen ontwikkelen van tussen de $55^{\circ}C$ en $60^{\circ}C$, onder sterke zonnestraling zoals die van $8040 W/m^2$ dag. Zulke hoge temperaturen dragen intensief bij aan de productie van voelbare stedelijke warmte in de vorm van convection en thermische radiatie. Metingen in het kader van het onderzoek op 3 augustus 2018 hebben aangetoond dat rood metselwerk tot $61^{\circ}C$ kan opwarmen, beton en asfalt tot $60^{\circ}C$.

BEREKENING VAN DE KOELING

Planten koelen doordat de geabsorbeerde energie omgezet wordt in latente en dus afvoerbare warmte. De afvoer vindt plaats door transpiratie, dus de vorming van waterdamp waarmee de ingesloten energie naar de hoge atmosfeer wordt getransporteerd. Bij het ontmoeten van een koelere laag zal het water weer condenseren en terugvallen op het aardoppervlak, waarbij de vrijgekomen energie ontsnapt naar de ruimte.

De koeling door planten is berekend als antwoord op de warmtebelasting. Gebaseerd op de gevonden hoeveelheid binnenkomende zonenergie, is het mogelijk om de voor de koeling noodzakelijke hoeveelheid water te berekenen. Ook geeft deze verkenning aan waar exact ingegrepen dient te worden. De typen, soorten en morfologie van

de planten die aan de hiervoor gestelde eisen voldoen, kunnen op basis van bovenstaande gegevens door de ontwerpers verder bepaald worden.

De koeling berekening is gebaseerd op twee parameters: oppervlaktetemperatuur en de ratio van abiotische en beplante oppervlaktes.

Vegetatie ontwikkelt oppervlaktetemperaturen van rond de $30^{\circ}C$ onder dezelfde zonnestraling, als er voldoende bewatering aanwezig is. Lokaal komt dit overeen met een koeling van de omringende lucht met ca $8^{\circ}C$. De berekening van de koeling geeft aan welke abiotische oppervlaktetemperaturen zouden vervangen of beschaduwde moeten worden door vegetatie. Daarbij wordt opgemerkt dat houten

FIGARO ZAANDAM



gevelbekleding, ondanks dat het geen abiotisch materiaal is, toch oppervlaktetemperaturen kan ontwikkelen van rond 55°C, hetgeen gebleken is uit metingen gedurende de hittegolf op 9 augustus 2020.

De mate van koeling is naast de oppervlakte-temperatuur ook afhankelijk van de hoeveelheid koelende oppervlakte ten opzichte van de oppervlaktes die hoge temperaturen ontwikkelen. De verhouding tussen de hoeveelheid warm wordende en koelende oppervlaktes is daarom een tweede belangrijke parameter voor het berekenen van de koeling. Als de ratio hoger is dan 1 betekent dit dat de hoeveelheid abiotische - en dus warmteproducerende - oppervlakte groter is dan de beplante oppervlakte, waardoor opwarming plaats zal vinden. Als de ratio is gelijk aan 1, zijn de oppervlaktes gelijk en er zal dus geen verandering optreden. Als

BEREKENING VAN DE HOEVEELHEID WATER

Allereerst is de hoeveelheid water berekend die nodig is om de benodigde vegetatie ook op de warmste dag te kunnen laten koelen. Deze parameter moet niet verward worden met de hoeveelheid water die de planten nodig hebben om in leven te blijven. Voor koeling is een minimale hoeveelheid water van 2,4 kg/m² dag berekend tijdens gemiddelde zomertemperaturen en 8,9 kg/m² dag berekend tijdens hittegolven. De hoeveelheid water die een plant per dag nodig heeft kan afwijken van deze hoeveelheden.

RELEVANTE GEGEVENS

Elke locatie is in kaart gebracht met behulp van de volgende gegevens:

- Een Google luchtfoto van het totale onderzochte gebied - om de omgeving te identificeren op de mogelijke aanwezigheid van oppervlaktewater, en het reeds aanwezige groen;
- Foto's van de bebouwing en de bestrating/verharding op de plek, om de gebruikte bouwmaterialen vast te stellen;
- 3D- en 2D-hittekaarten met aanduiding van de invloed op de omringende bebouwing
- Een hittekaart en een kaart met de aanduiding van de gevoelstemperatuur⁵;
- Een kaart die de wateroverlast op dit moment en in 2050 aangeeft;
- Specifieke doorsnedes van de straat en bebouwing, met aanduiding van de directe en gereflecteerde stralingsinvalshoeken;
- Per locatie een plattegrond met aanduiding van dakoppervlaktes, de oppervlakte van de Sky View Factor (ruimte tussen gebouwen, zie begripsbepalingen). De geveloppervlaktes zijn alleen geschat.

De opgewarmde oppervlaktes zijn gevisualiseerd op 3D-hittekaarten, voor 21 juli per uur vanaf 8.00 uur in de ochtend tot 18.00 uur in de avond. De voornaamste bedoeling van de 3D-hittekaarten is

de ratio lager is 1, dan is de beplante oppervlakte groter, waardoor er zal koeling plaatsvinden. Een tool voor deze berekening is te vinden op <https://ecosysteem-diensten.nl/scan-ecosysteemdiensten/>

De invloed van de omringende warme lucht en indirecte en thermische straling op de lokale omgevingstemperatuur is groot. Dit betekent dat het koelende effect kleiner zal worden als er veel warme lucht en straling uit de omgeving op de locatie binnenstroomt. Daarom is het aan te bevelen dat ook de omringende bebouwing voorzien wordt door koelende ecosystemen.

Voor een toetsing van de, in een project ingebouwde koelende effect, dienen de te verwachten oppervlakte temperaturen en de ratio tussen de hoeveelheid abiotische en beplante oppervlaktes aangegeven te worden.

Vervolgens is de hoeveelheid water berekend, die opgeslagen zal moeten worden om aan de eisen met betrekking tot het koelen door en het in leven blijven van planten te kunnen voldoen. Opslag is nodig, omdat in de komende jaren langere droogte- en regenperiodes zullen optreden. Het berekende tijdsbestek is een periode van een heel jaar, ook tijdens droogte. Deze benodigde hoeveelheid water is gebaseerd op de klimaatscenario's van het KNMI voor de streefjaren 2030, 2050 en 2085 .

om duidelijk te maken hoe ver de invloed van een gebouw rijkt buiten de eigen grenzen. Met deze kaarten kunnen ook alle stakeholders, de eigenaren van de betrokken oppervlaktes, de locatie en de gebouwen, beter in kaart gebracht worden. Ook zijn de meest warme oppervlaktes op een aparte plattegrond aangegeven met de afmetingen van de kritieke plekken

De specifieke doorsnedes bieden informatie over de plaats waar het effect van de binnenkomende zonnestraling en de hierdoor veroorzaakte reflectie terechtkomt in de onderzochte doorsnede. Op dezelfde doorsnedes wordt aangegeven waar ingrepen gedaan dienen te worden om de gewenste koeling te bereiken.

Het onderzoek is uitgevoerd op basis van meerdere aannames. Indirecte radiatie en windinvloeden vanuit de omringende stedelijke gebieden zijn niet meegerekend. De gehanteerde materiaaleigenschappen zijn generiek en is geen onderzoek uitgevoerd naar specifieke lokale waarden. De resultaten bieden alsnog een voldoende betrouwbaar kader voor het opstellen van een effectieve koelingsstrategie.

Begripsbepalingen en definities

De scan ecosysteemdiensten wordt uitgevoerd met als doel het vaststellen van ruimtelijke maatregelen ter verduurzaming van de publieke en private stedelijke buitenruimte per locatie.

- Buitenruimte is in dit geval alle (lucht) ruimte tussen straatoppervlakken en buitenwanden van gebouwen in een bepaald vastgesteld gebied. De som van de oppervlakken van de straat en de omringende wanden wordt genoemd het ruimteoppervlak.
- Gebied betekent in dit geval het onderzochte deel van de totale stedelijke ruimte.
- Gevoelstemperatuur is de door mensen ervaren temperatuur en kan afwijken van de gemeten temperatuur. Gevoelstemperatuur wordt niet alleen door de luchttemperatuur bepaald, maar eveneens door de kort- en langgolvlige stralingen. De gemeten temperatuur geeft alleen informatie alleen over de luchttemperatuur.
- Klimaat wordt gedefinieerd als de gemiddelde toestand van het weer over een bepaalde periode.
- Lokaal klimaat wordt hier gedefinieerd als het klimaat van de specifiek onderzochte buitenruimte of locatie.
- Latente warmte is de thermische energie die nodig is voor het omzetten van vloeibaar water in waterdamp. Bij evaporatie van oppervlaktewater of transpiratie door planten ontstaat latente warmte die door waterdamp afgevoerd wordt naar de hogere lagen van de atmosfeer. Bij het ontmoeten van een koelere laag zal het water weer condenseren en terugvallen op het aardoppervlak waarbij de vrijgekomen energie vertrekt naar de ruimte. Daarmee is de waterkringloop compleet. Omdat steden nauwelijks latente warmte produceren, is in

Onderdelen Scan Ecosysteemdiensten

Onderdelen Scan Ecosysteemdiensten

De scan ecosysteemdiensten zal de volgende informatie leveren voor het onderzochte gebied, plek of gebouw:

Sky View Factor (SVF) = inkomende straling, reflecties (albedo), warmtebelasting, naar verwachting verhitte oppervlaktes en wateroverlast.

Ruimteoverzicht (m^2) = de totale, geschatte verticale en horizontale oppervlakten van de onderzochte bouwmaterialen op de locatie.

Straatmorphologie = doorsneden van de specifieke straten of pleinen op de onderzochte locatie die relevant zijn voor het onderzoek.

de stedelijke ruimte de waterkringloop onderbroken, met alle gevolgen van dien.

- Klimaatbestendig of klimaat adaptieve buitenruimte of locatie wordt gedefinieerd in deze context als een stedelijke plek, die zo is vormgegeven dat deze voldoende weerstand kan bieden aan de negatieve invloeden van het lokale stedelijk klimaat.
- Negatieve invloeden van het lokale klimaat worden hier gedefinieerd als alle klimaat gerelateerde gebeurtenissen die het dagelijks leven, de volksgezondheid en het welzijn op een of een andere manier belemmeren, beschadigen of verminderen. Voorbeelden hiervan zijn het stedelijk hitte-eiland, droogte, of wateroverlast tijdens stortbuien.
- Sky view factor (W/m^2) is het totale hemelbeeld dat vanaf de grond tussen de aanwezige gebouwen te zien is. Het biedt informatie over de hoeveelheid zonnestraling die in een bepaald gebied binnen kan komen. Een groot SVF reduceert deze hoeveelheid. Als de hoeveelheid binnenkomende zonnestraling is bekend, kan ook de hoeveelheid water berekend worden die nodig is voor koeling door latente warmte.
- Totaal dakoppervlak is het totaal van alle daken op een locatie.
- Totaal water opvanggebied is de totale horizontaal gemeten oppervlakte van het gebied waarop regen valt, inclusief alle daken, en exclusief verticale oppervlaktes.
- Voelbare warmte is de thermische energie gegenereerd door straling of convectie die door het menselijke lichaam ervaren kan worden. Voelbare warmte wordt niet weggevoerd uit de stedelijke ruimte en is daardoor medeveroorzaker van hitte-eilanden en hittestress.

Bouwmaterialen (m^2) = de meest voorkomende bouwmaterialen in het onderzochte gebied of locatie.

Reflecties (W/m^2dag) = de hoeveelheid gereflecteerde zonnestraling door de op de locatie aanwezige bouwmaterialen volgens hun albedo; richting van de zonnestraling in de straatdoorsneden, en de plekken waar de reflecties neerkomen (3D-kaarten)

Warmtebelasting ($W/m^2 dag$) = de totale hoeveelheid zonnestraling die na reflecties door de verschillende oppervlakten geabsorbeerd wordt.

Verhitte oppervlaktes (m^2 en $^{\circ}C$) = de hoeveelheid

oppervlaktes in het onderzochte gebied die door de zonnestraling verhit worden, met inschatting van de te verwachten oppervlaktetemperaturen.

Voorstel ecosysteemdiensten = een overzicht van alle vegetatieve maatregelen, waardoor de direct inkomende en de gereflecteerde straling door vegetatie kan worden opgevangen; de waterbehoefte en een overzicht van alle maatregelen om aan de waterbehoefte te voldoen en de daaruit resulterende koeling.

Waterbehoefte (kg/m² dag of L/m² dag) = de hoeveelheid water die nodig is voor de koeling van de specifieke buitenruimte of plek. Deze wordt

berekend in kg of l per m² ruimteoppervlak per dag voor de verwachte meest warme dag/dagen van het jaar.

Wateropslag (m³/jaar) = de hoeveelheid m³ water dat nodig is om opgeslagen te worden, waarmee aan de waterbehoefte voldaan kan worden met betrekking tot de specifieke buitenruimte of locatie. Volgens de klimaatscenario's van het KNMI-14 zal de neerslag in de komende jaren (2010 - 2085) steeds meer verschuiven naar de herfst-winter en de voorjaar-zomer maanden zullen steeds meer droogte kennen. Hierop dient de wateropslag afgestemd te worden.

RESULTAAT SCAN ECOSYSTEEMDIENSTEN

De Sky View Factor (SVF), van de locatie be- draagt

SVF = 6473 m²

Gebouwprint = 962 m²

Interpretatie resultaat:

De gevonden SWF vertegenwoordigd een grote oppervlakte waardoor een grote hoeveelheid zoninstraling onbelemmerd op de locatie binnen kan komen. Vergeleken met de oppervlakte van het voor te stellen gebouw (van ca. 962 m²) is er een ratio gevonden van 6,7 wat aangeeft dat er meer zonnestraling binnenkomt op de locatie dan het gebouw met alleen groene daken kan verwerken.

Ruimteoverzicht (m²)

Het totale straatoppervlak is de SVF minus de (geschatte)oppervlakte van de Figaro:

6473 m² – 962 m² = 5511 m²

Het totale geschatte geveleoppervlak op de locatie, is inclusief het nog niet gebouwde Icoon III en minus de façade van Figaro:

1521 m² (luchtbrug) + 880 m² (hotel) + 567 m² (gebouw 1 rechts = rood metselwerk) + 780 m² (gebouw 2 rechts) + 2499 m² (Icoon III) = 5367 m².

De mogelijke geschatte geveleoppervlakte van Figaro met opwarmende effect op de omgeving, zal 2340m² zijn. Het effect is afhankelijk van de keuze van gevelmateriaal.

Bouwmaterialen (m²)

Bouwmaterialen zijn meegenomen met algemene karakteristieken, omdat een onderzoek naar de specifieke eigenschappen geen onderdeel uitmaakt van dit rapport.

- luchtbrug = houtachtig (1521 m²)
- hotel = houtachtig / trespa(?) (880 m²)
- gebouw 1 rechts = rood metselwerk (567 m²)
- gebouw 2 rechts = rood metselwerk (780 m²)
- Icoon III = ? (2499 m²)

Warmtebelasting (W/m² dag)

De totale warmtebelasting gebruikt voor de berekeningen is 8040 W/m² dag. Alle bouwmaterialen reflecteren een deel van de inkomende zonnestraling (albedo). Hieronder zijn de gereflecteerde en geabsorbeerde zonenergie per materiaal aangegeven. De geabsorbeerde zonenergie is de totale hoeveelheid zonnestraling die na reflecties door de verschillende oppervlakten geabsorbeerd wordt.

totaal inkomende kortgolvlige zonnestraling	8040	W/m ² dag			
			gereflecteerd	geabsorbeerd	
	albedo	W/m ² dag	W/m ² dag	W/m ² dag	reflectie naar
luchtbrug = houtachtig (1521 m ²)	10%	804	7236		naar straat en Figaro
hotel = houtachtig / trespa? (880 m ²)	40%	3216	4824		naar straat en Figaro
gebouw 1 rechts = rood metselwerk (567 m ²)	28%	2251	5789		naar straat en Figaro
gebouw 2 rechts = rood metselwerk (780 m ²)	28%	2251	5789		naar straat en Figaro
Icoon III = ? (2499 m ²)					zuiden dus geen opwarmende effect op locatie
straat = asfalt (5511 m ²)	10%	804	7236		naar omringende gebouwen
totaal			9326	30874	

Tabel 1 Aanduiding van de albedo en geabsorbeerde hoeveelheid energie per gebouw

Waterbehoefte en wateropslag (kg/m²dag of L/m²dag)

Op een extreem warme dag zou een hoeveelheid water van 597279 kg/dag nodig zijn. De gevonden waterberging capaciteit die nodig is was 750 m³ of

750 x 1000 = 7500000 kg water. De hoeveelheid benodigde water op een gemiddeld warme dag is uiteraard veel lager 14890 kg/dag. Het ontwerp dient een evenwicht te vinden tussen deze hoeveelheden op de locatie.

Figaro	2500	m ²
neerslagtrend per jaar in NL 874mm	0,874	m
water per jaar	2185	m ³
jaarlijks neerslagtekort 300mm	0,3	m
waterberging	750	m ³

Tabel 2 Berekening en aanduiding van de wateropslag

gemiddelde inkomende zonnestraling tijdens hittegolfen	8050	W/m ² s
	8	kW/m ² s
3600	28980	kw/m ² dag
totaal op locatie Figaro	72450000	kW/dag
na albedo door witte betonstenen 40%	43470000	kW/dag
heat of vaporization (h_{fg}) by 305 K	2426	kW/kg
water nodig per dag	12	kg/m ² dag
20 hitte dagen	239	l/20 hitte dagen
totaal water op locatie Figaro	597279	kg/dag
populier	1500	kg/dag
	398	st populier

Tabel 3 Berekening en aanduiding benodigde water voor koeling tijdens hittegolfen

gemiddelde inkomende zonnestraling	4000	W/m ² s
	4	kW/m ² s
3600	14400	kw/m ² dag
totaal op locatie Figaro	72450000	kW/dag
na albedo door witte betonstenen 40%	43470000	kW/dag
heat of vaporization (h_{fg}) by 305 K	2426	kW/kg
water nodig per dag	6	kg/m ² dag
1 dag	6	l/dag
totaal water op locatie Figaro	14839	kg/dag
populier	1500	kg/dag
	10	st populier

Tabel 4 Berekening en aanduiding benodigde water voor koeling tijdens gewone zomerdagen

PLATTEGROND WARME OPPERVLAGTEN

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

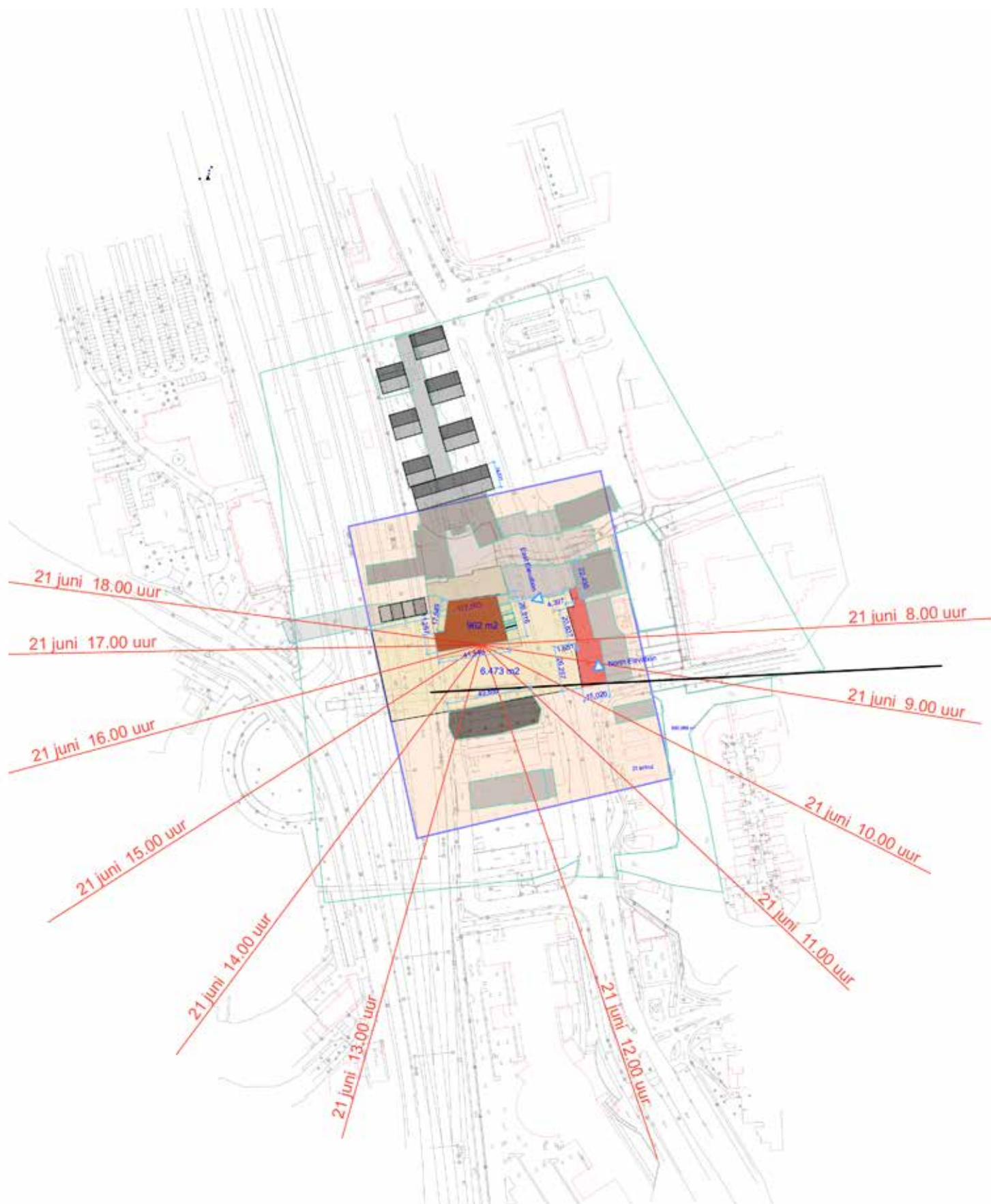


Plattegrond 1:1400 met aanduiding afmetingen

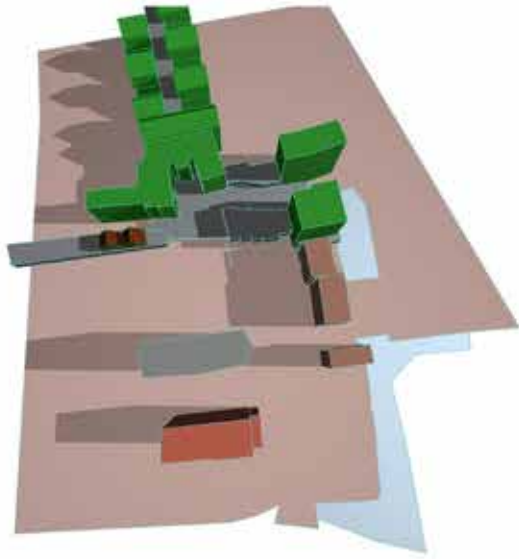


PLATTEGRONDEN MET ZONNESTRALING RICHTINGEN

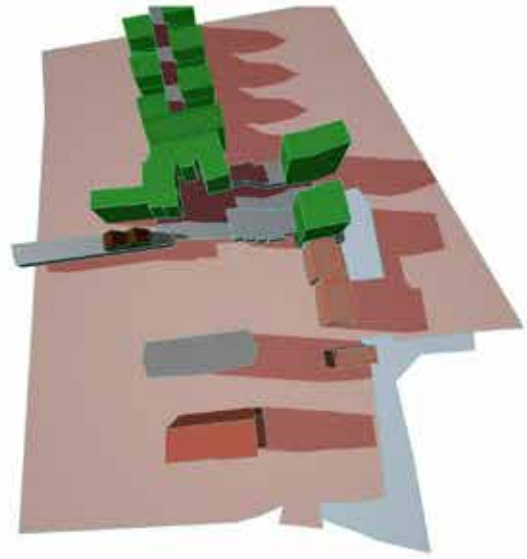
Plattegrond 1:3000 met aanduiding zoninvalshoeken



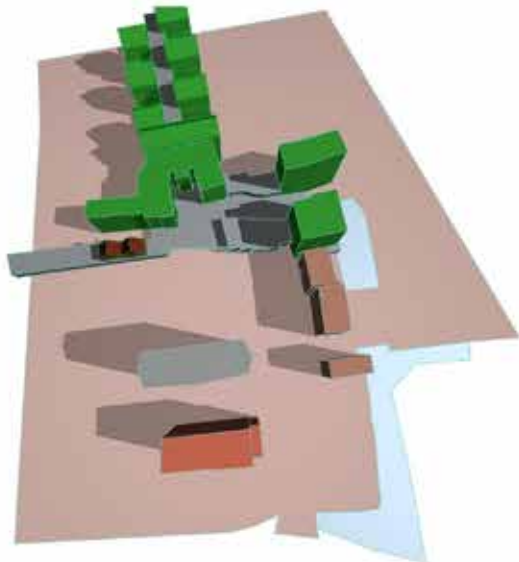
HITTE ANALYSE HUIDIGE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



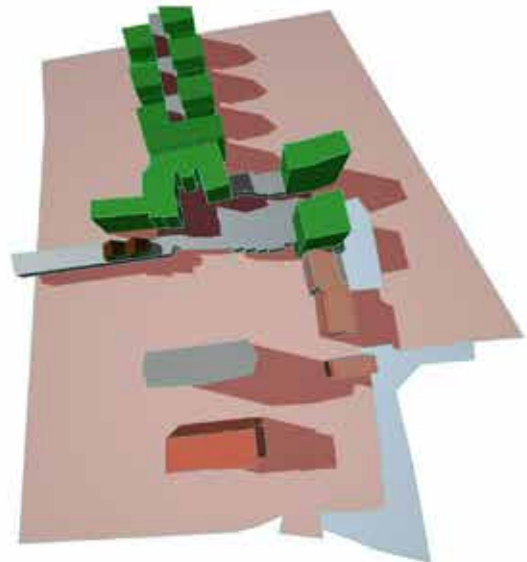
8.00 uur schaduw



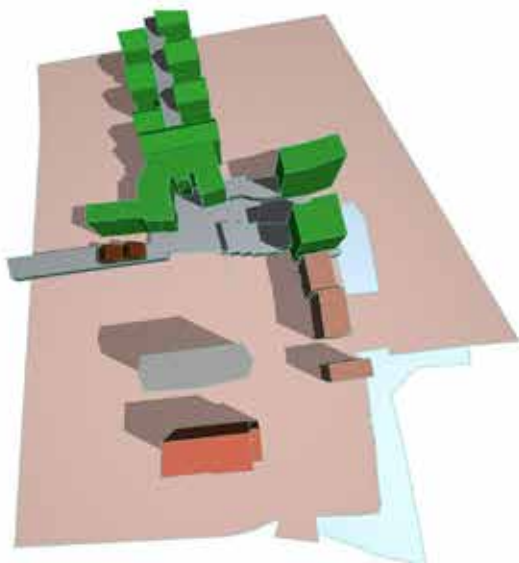
8.00 uur reflectie



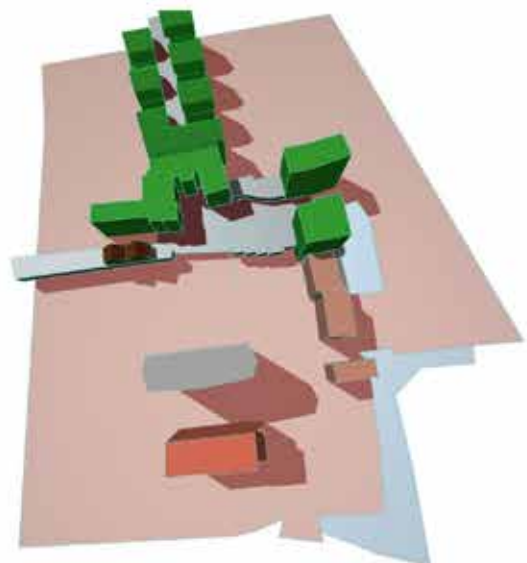
9.00 uur schaduw



9.00 uur reflectie

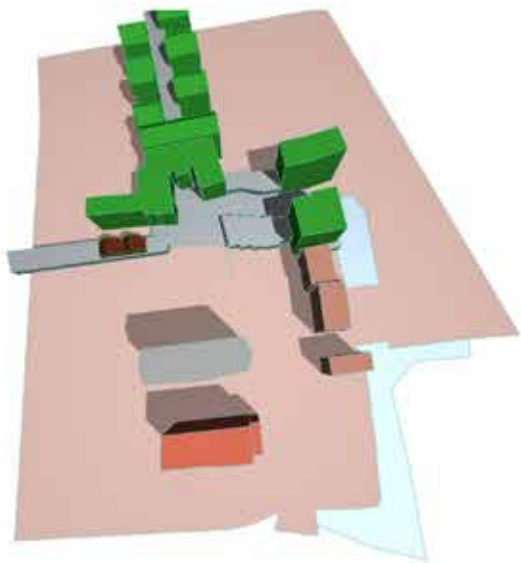


10.00 uur schaduw

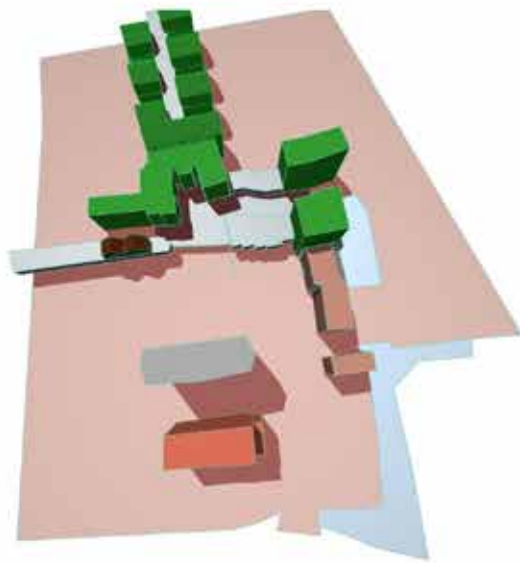


10.00 uur reflectie

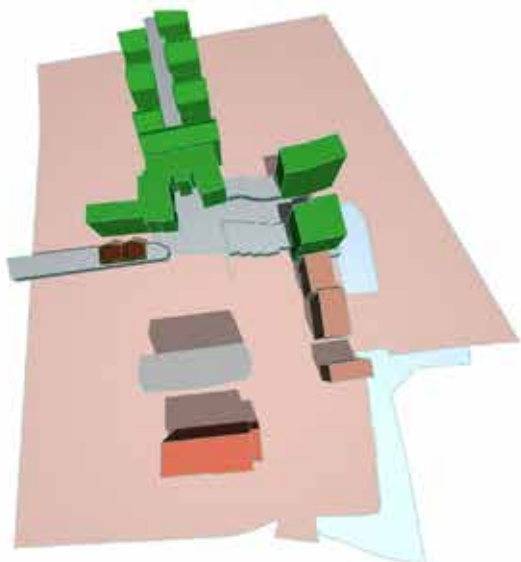
HITTE ANALYSE HUIDIGE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



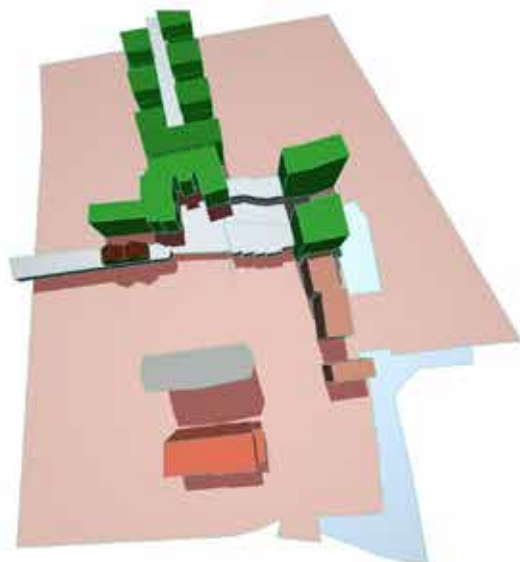
11.00 uur schaduw



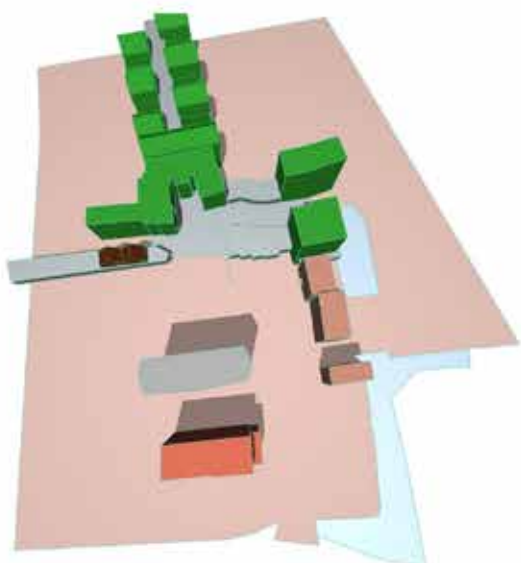
11.00 uur reflectie



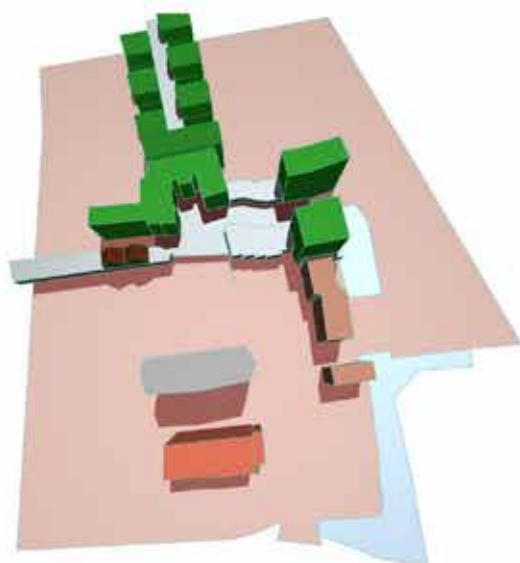
12.00 uur schaduw



12.00 uur reflectie

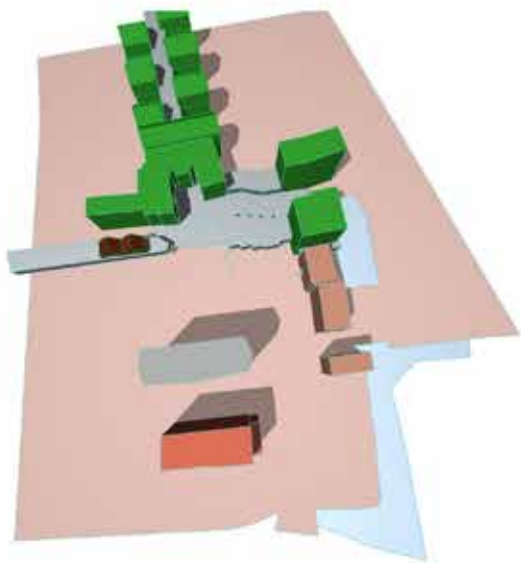


13.00 uur schaduw

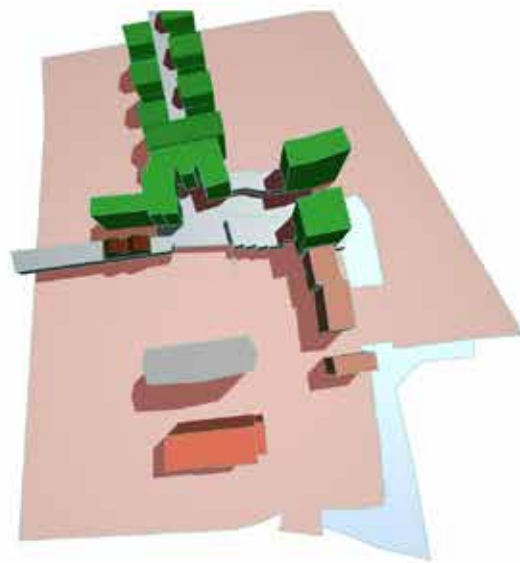


13.00 uur reflectie

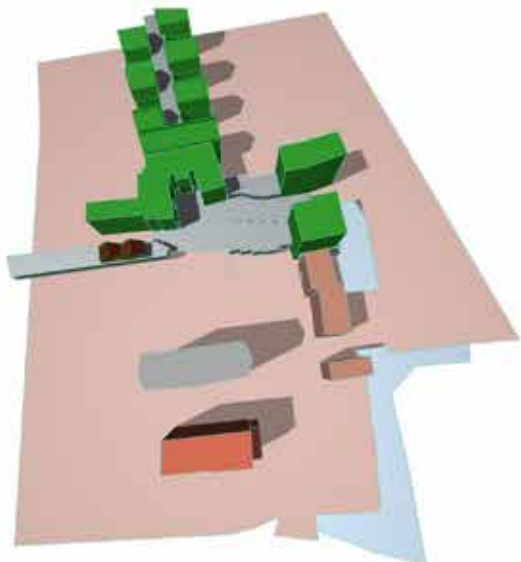
HITTE ANALYSE HUIDIGE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



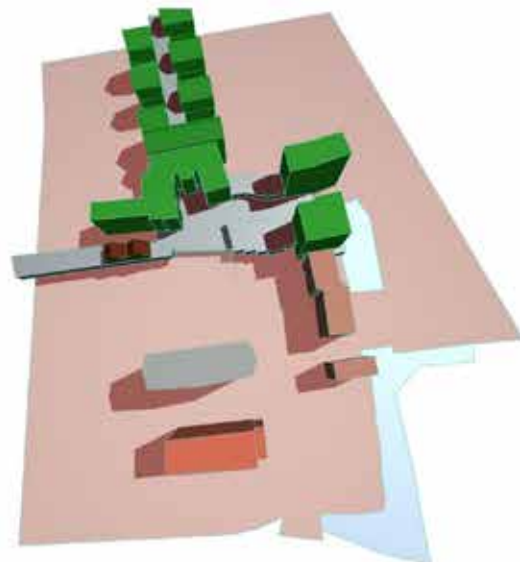
14.00 uur schaduw



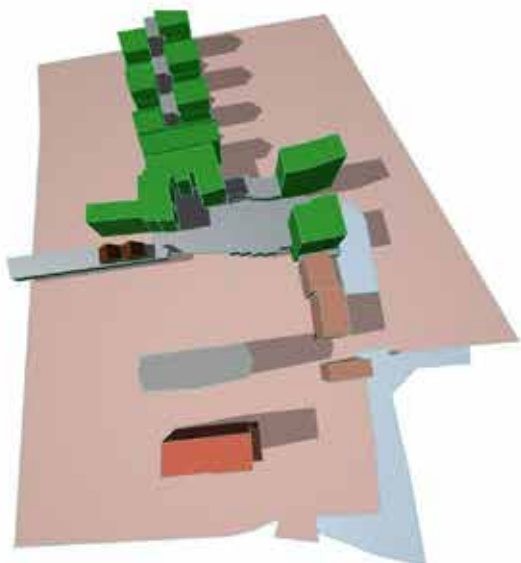
14.00 uur reflectie



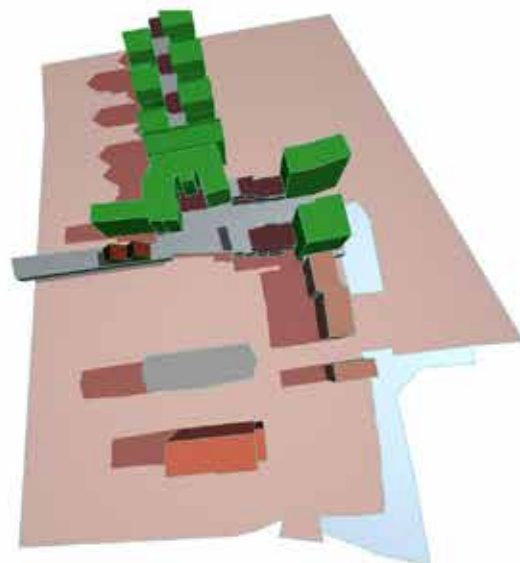
15.00 uur schaduw



15.00 uur reflectie

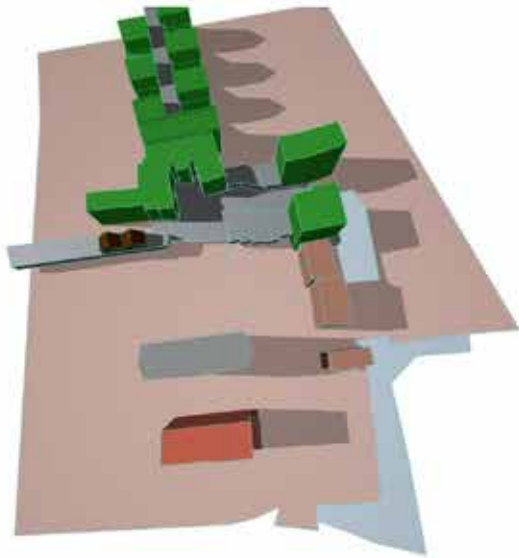


16.00 uur schaduw

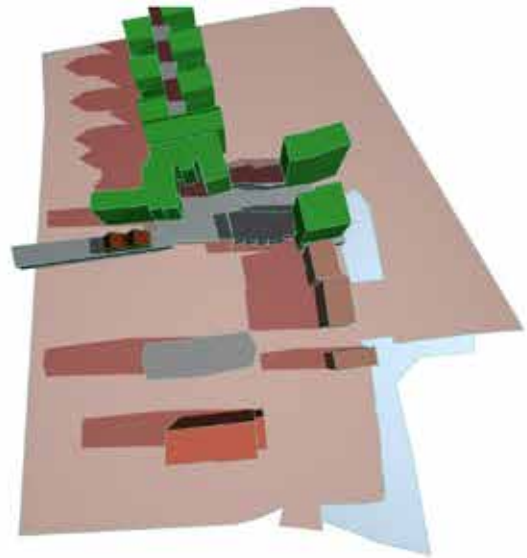


16.00 uur reflectie

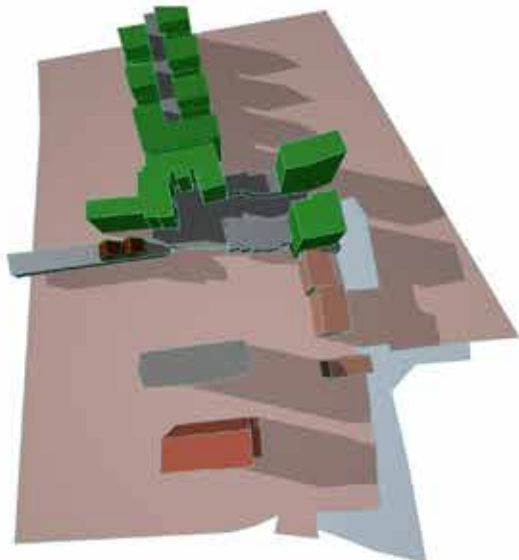
HITTE ANALYSE HUIDIGE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



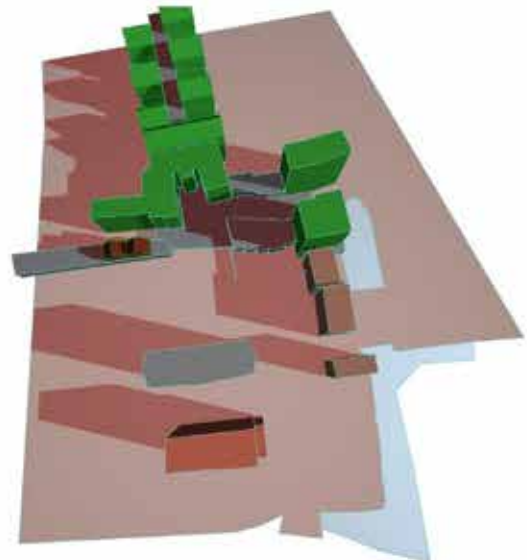
17.00 uur schaduw



17.00 uur reflectie

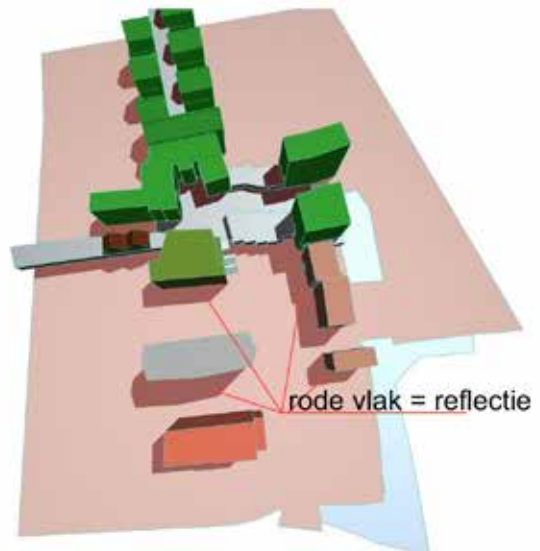
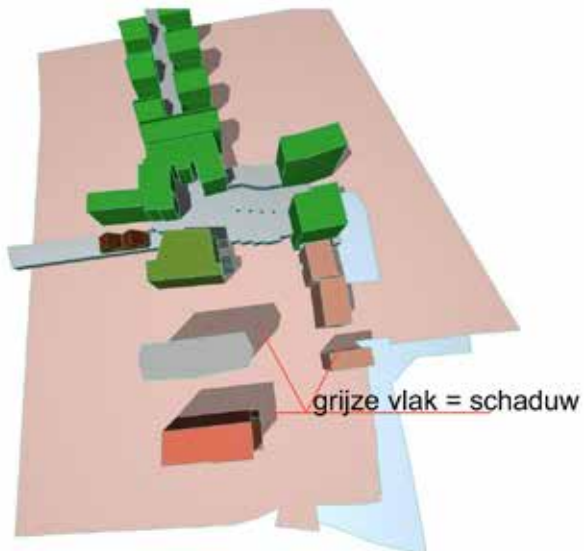


18.00 uur schaduw

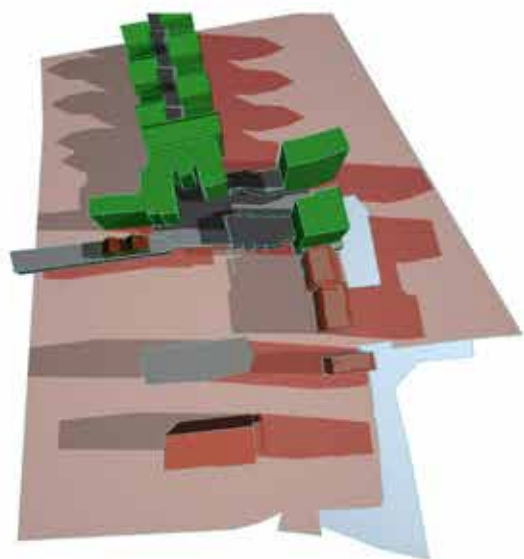


18.00 uur reflectie

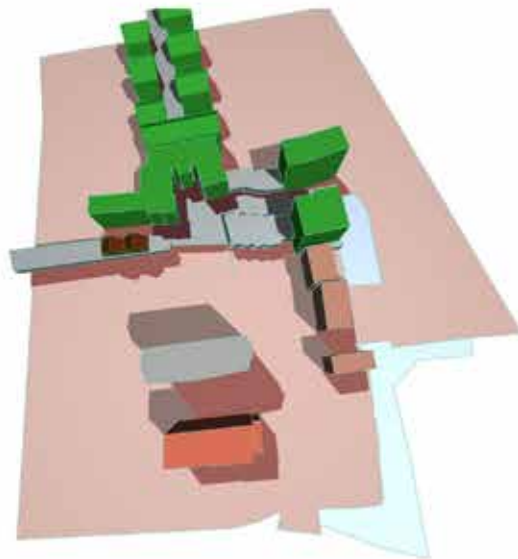
Interpretatie aanduiding schaduw (grijze vlak) en reflectie (rode vlak)



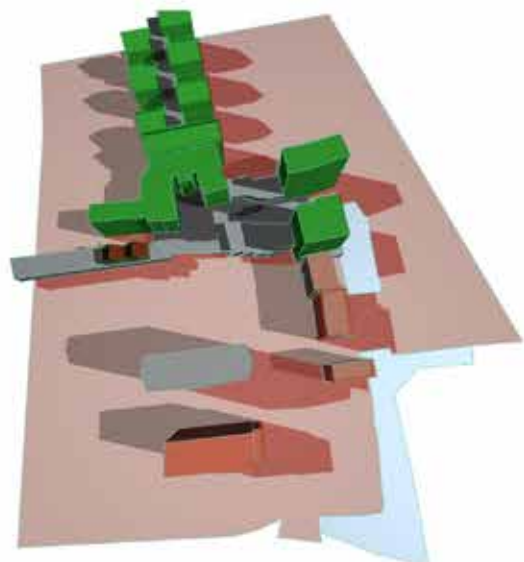
GEZAMENLIJKE HITTE EN SCHADUW ANALYSE HUIDIGE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



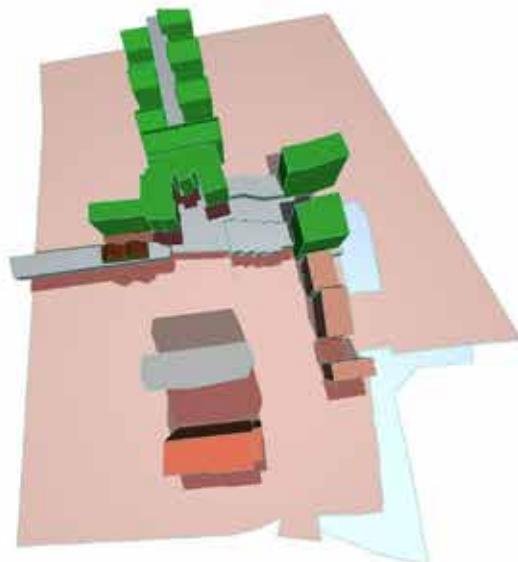
8.00 uur schaduw 8.00 uur reflectie



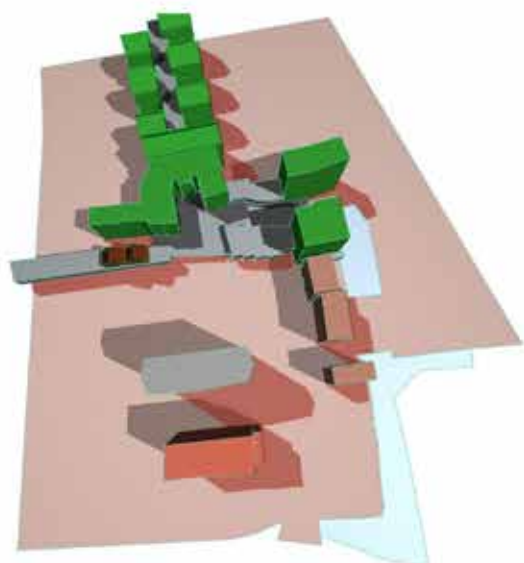
11.00 uur schaduw 11.00 uur reflectie



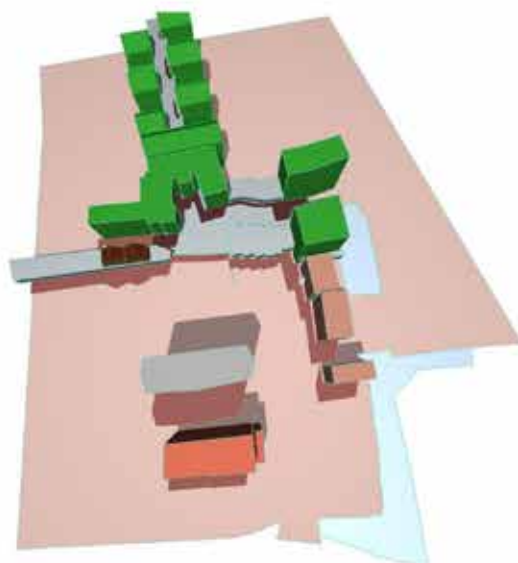
9.00 uur schaduw 9.00 uur reflectie



12.00 uur schaduw 12.00 uur reflectie

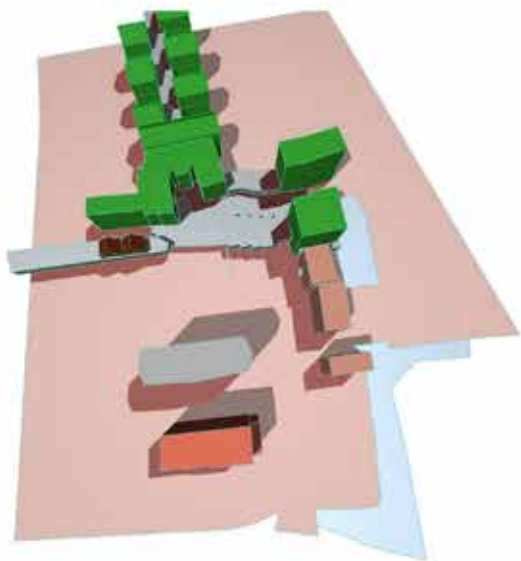


10.00 uur schaduw 10.00 uur reflectie

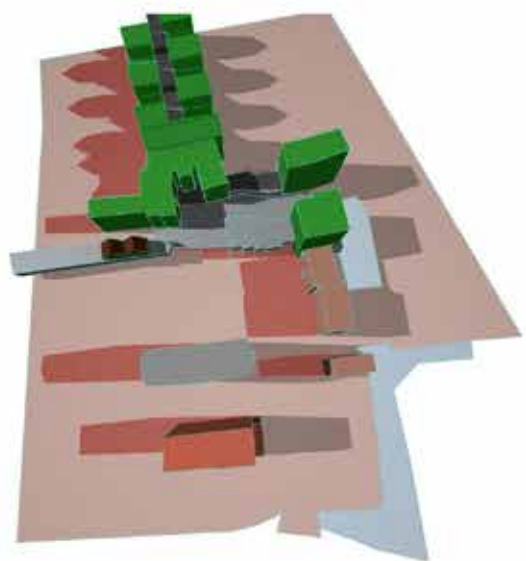


13.00 uur schaduw 13.00 uur reflectie

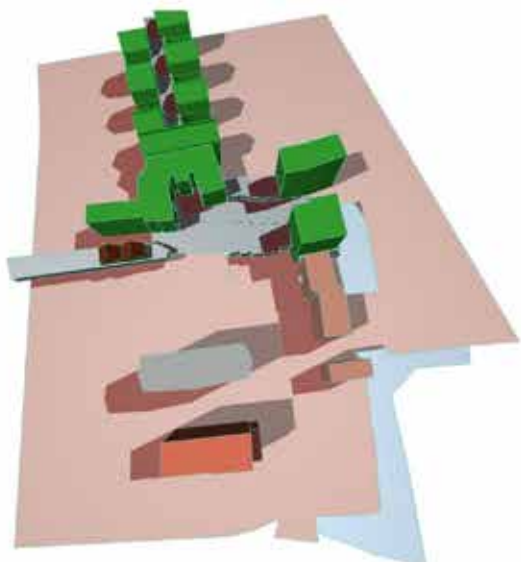
GEZAMENLIJKE HITTE EN SCHADUW ANALYSE HUIDIGE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



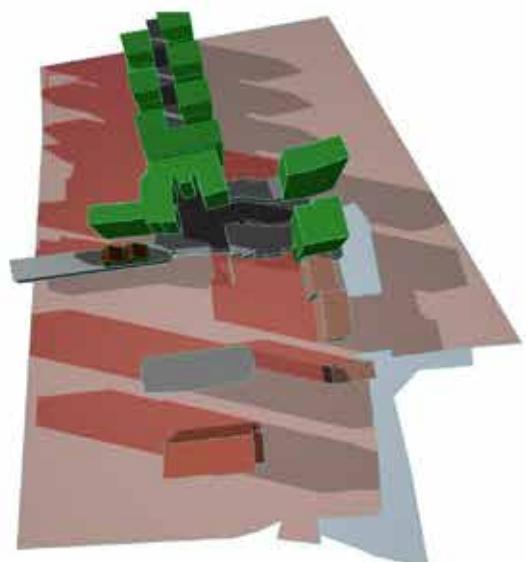
14.00 uur schaduw 14.00 uur reflectie



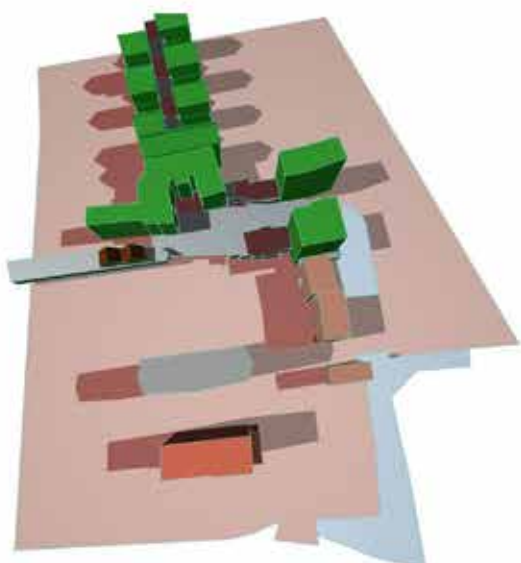
17.00 uur schaduw 17.00 uur reflectie



15.00 uur schaduw 15.00 uur reflectie

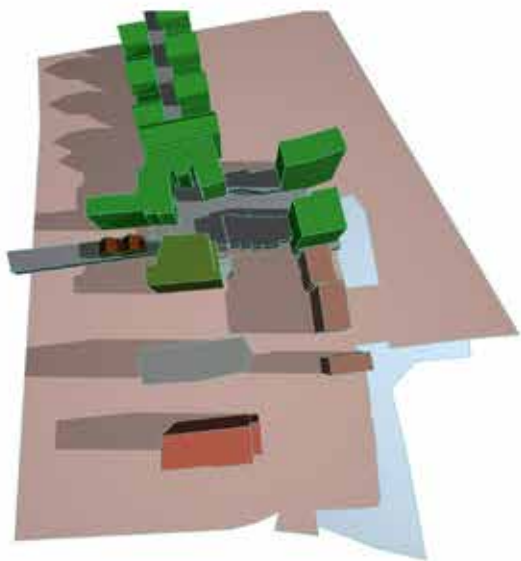


18.00 uur schaduw 18.00 uur reflectie

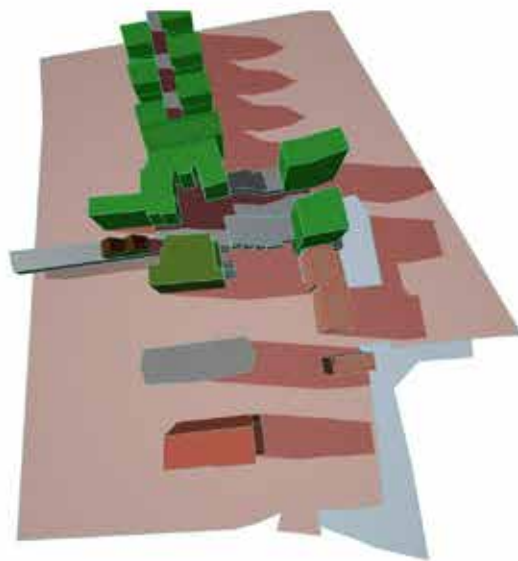


16.00 uur schaduw 16.00 uur reflectie

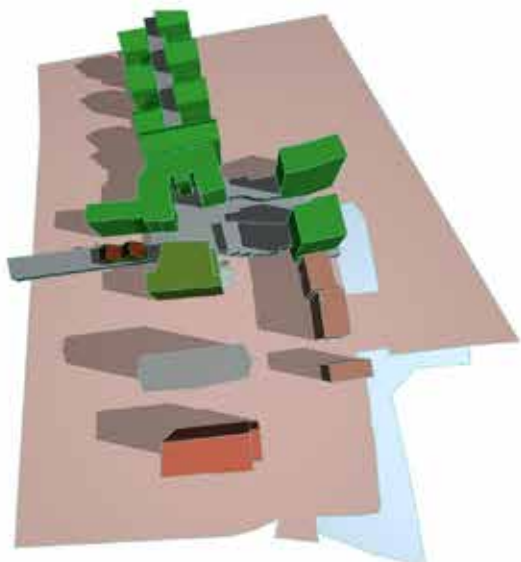
HITTE ANALYSE NIEUWE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



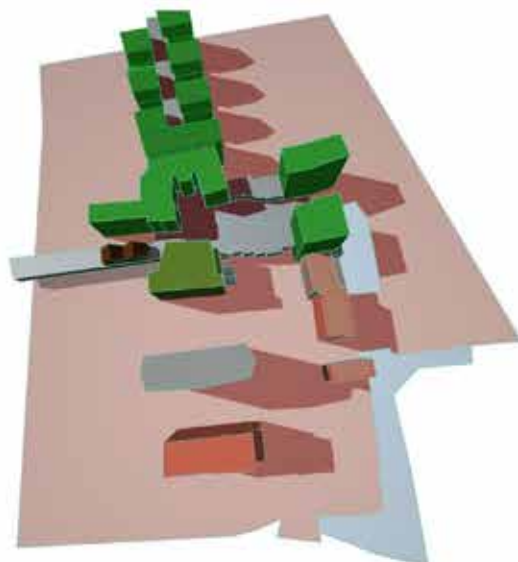
8.00 uur schaduw



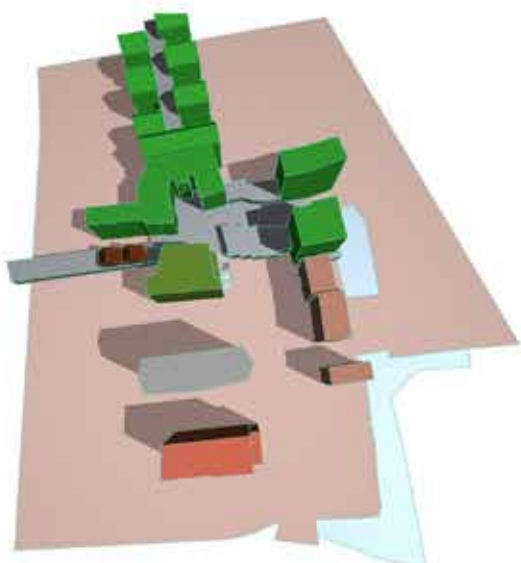
8.00 uur reflectie



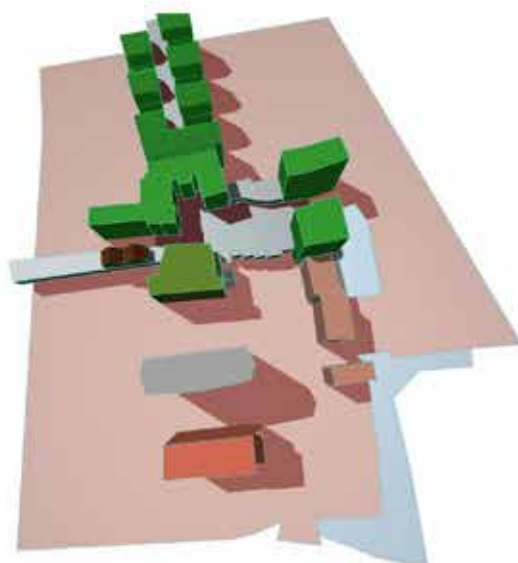
9.00 uur schaduw



9.00 uur reflectie

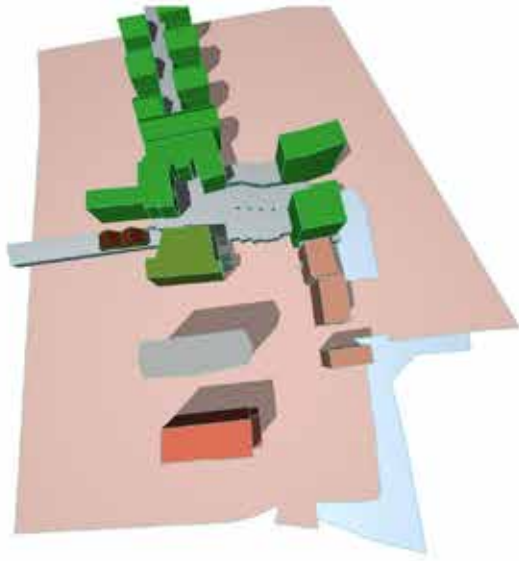


10.00 uur schaduw

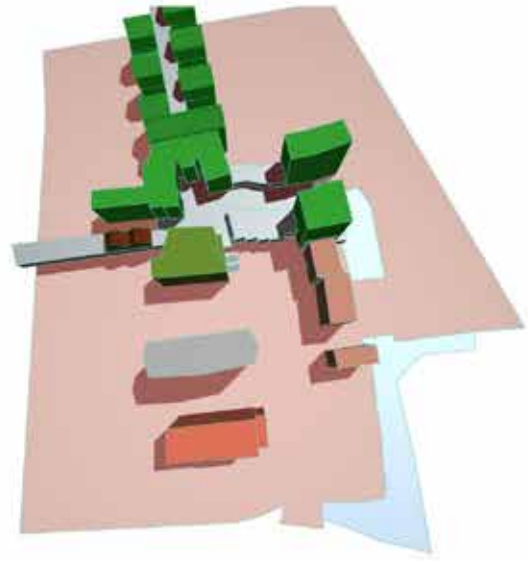


10.00 uur reflectie

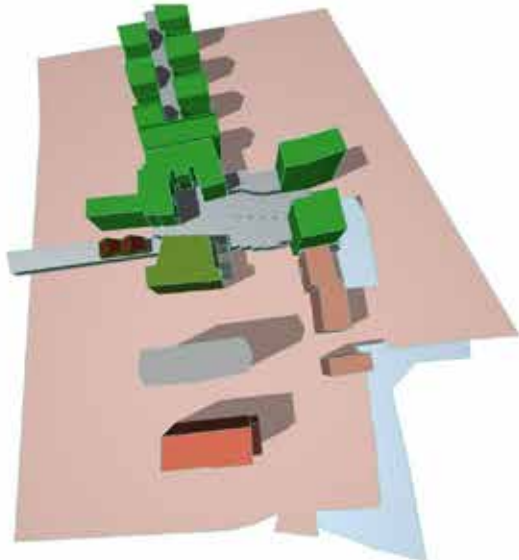
HITTE ANALYSE NIEUWE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



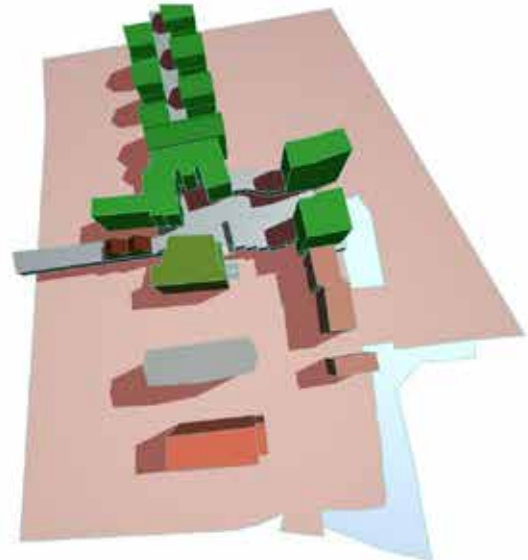
14.00 uur schaduw



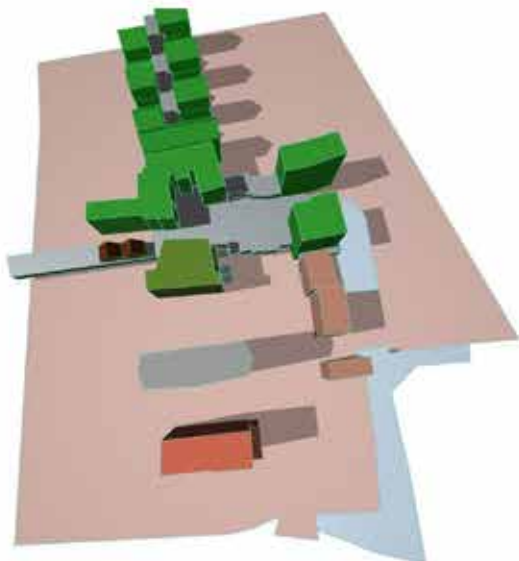
14.00 uur reflectie



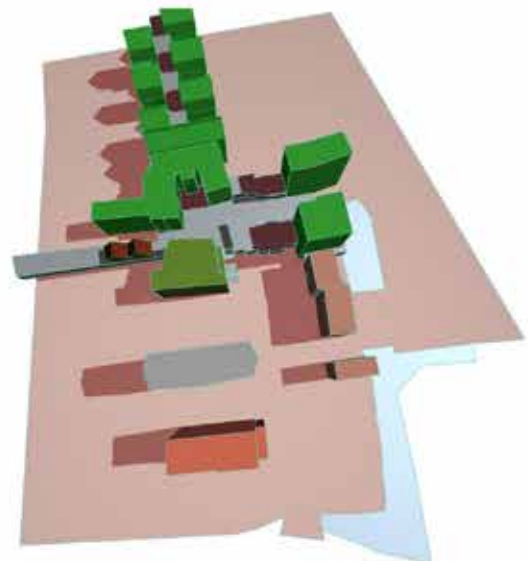
15.00 uur schaduw



15.00 uur reflectie

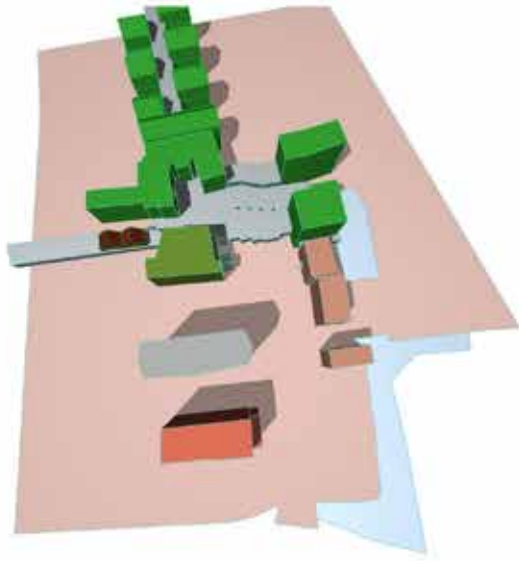


16.00 uur schaduw

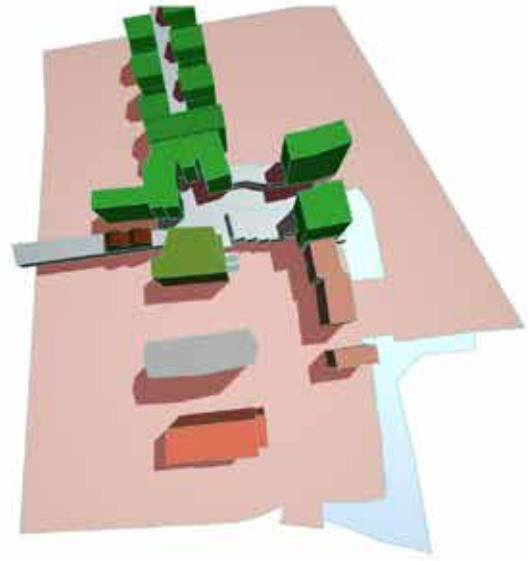


16.00 uur reflectie

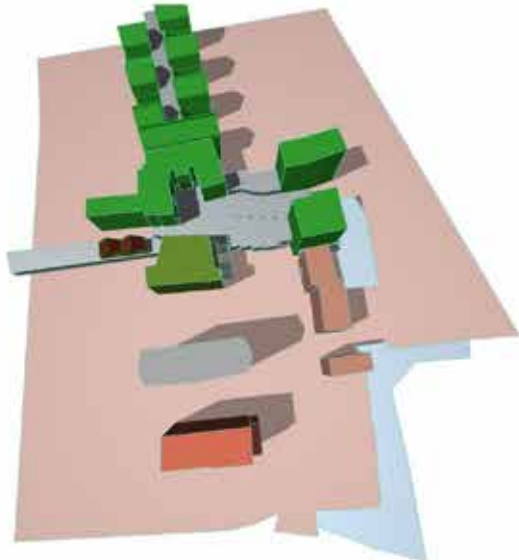
HITTE ANALYSE NIEUWE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



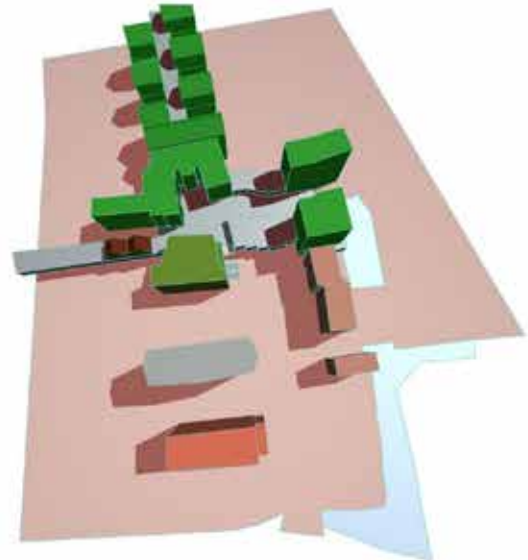
14.00 uur schaduw



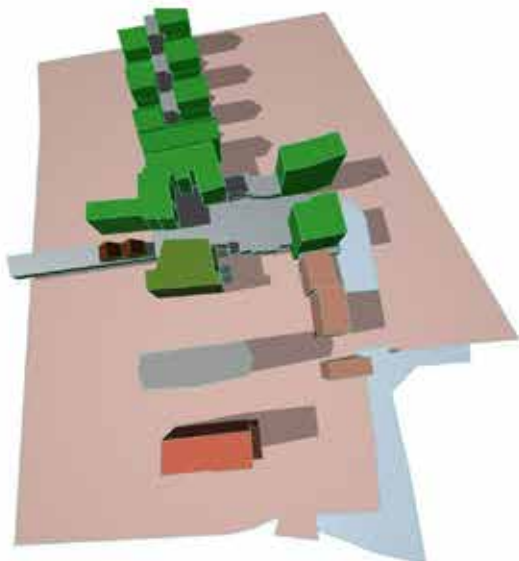
14.00 uur reflectie



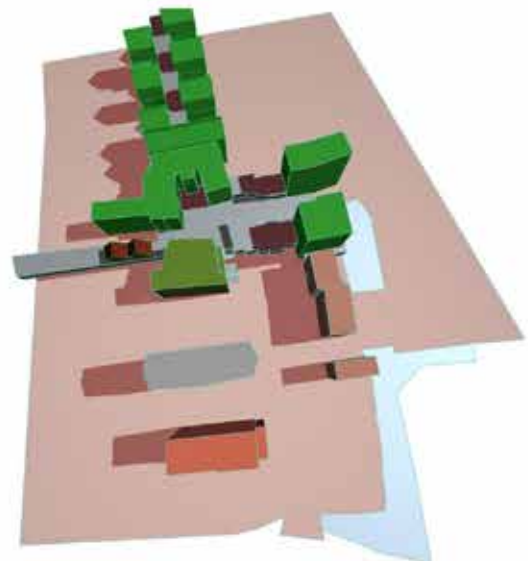
15.00 uur schaduw



15.00 uur reflectie

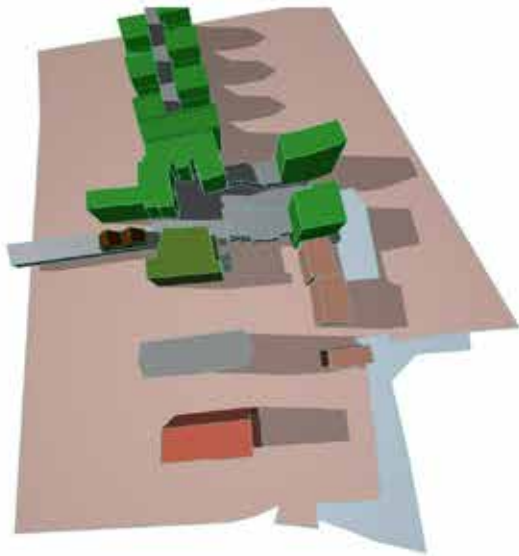


16.00 uur schaduw

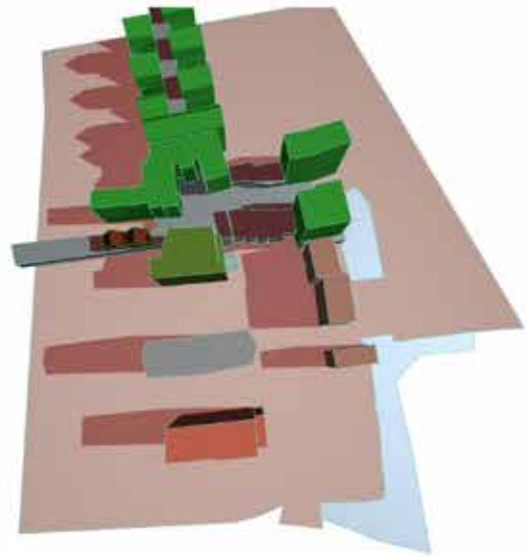


16.00 uur reflectie

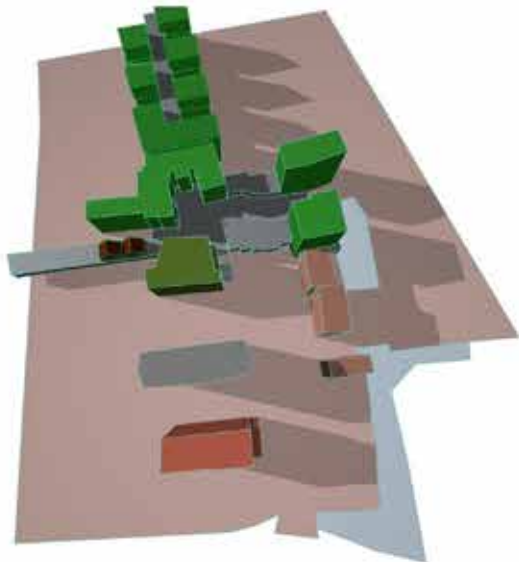
HITTE ANALYSE NIEUWE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



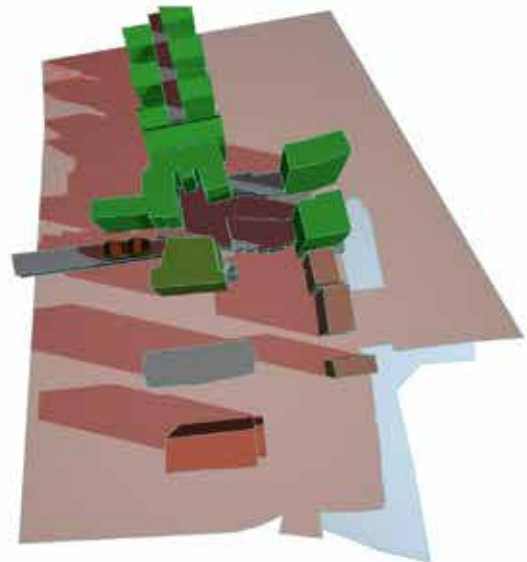
17.00 uur schaduw



17.00 uur reflectie

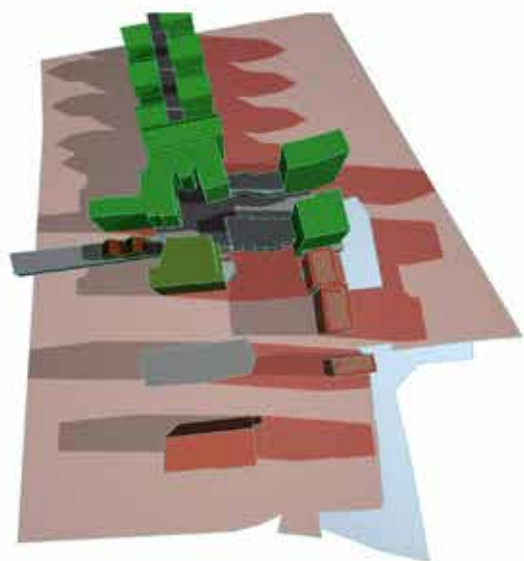


18.00 uur schaduw

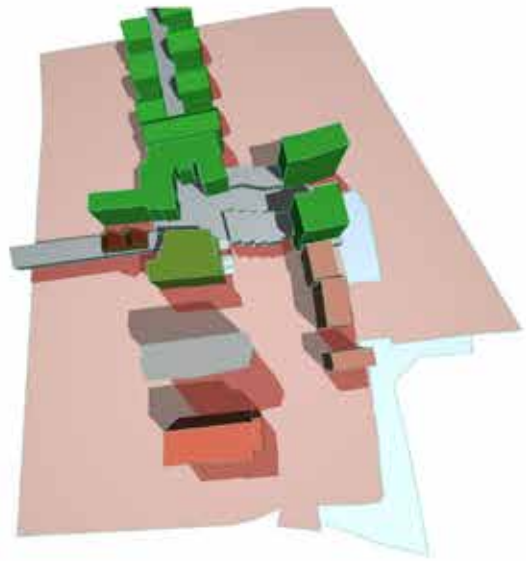


18.00 uur reflectie

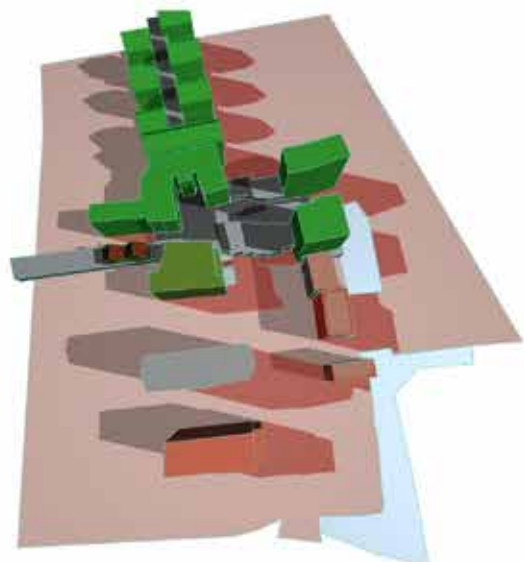
GEZAMENLIJKE HITTE EN SCHADUW ANALYSE NIEUWE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



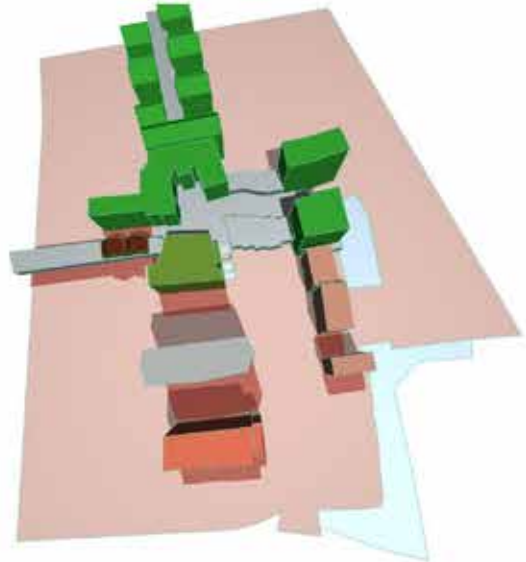
8.00 uur schaduw 8.00 uur reflectie



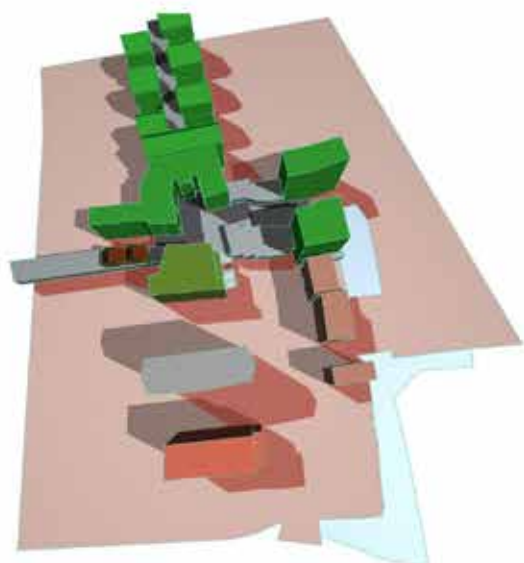
11.00 uur schaduw 11.00 uur reflectie



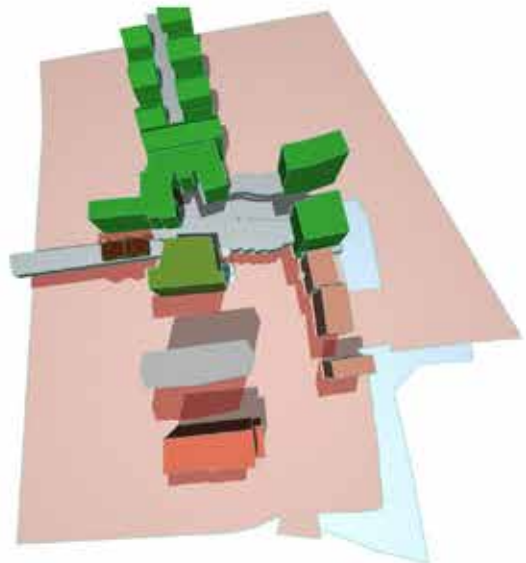
9.00 uur schaduw 9.00 uur reflectie



12.00 uur schaduw 12.00 uur reflectie

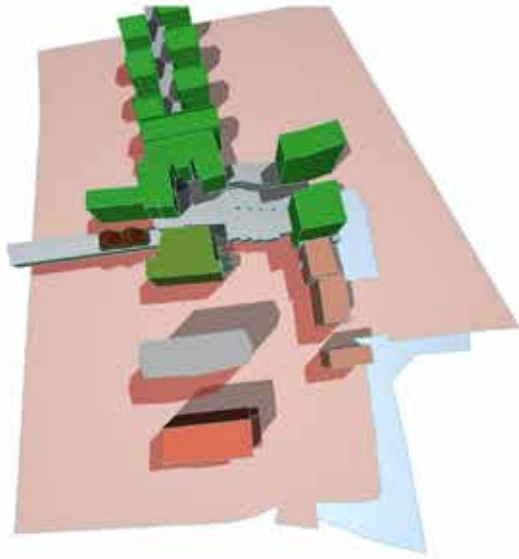


10.00 uur schaduw 10.00 uur reflectie

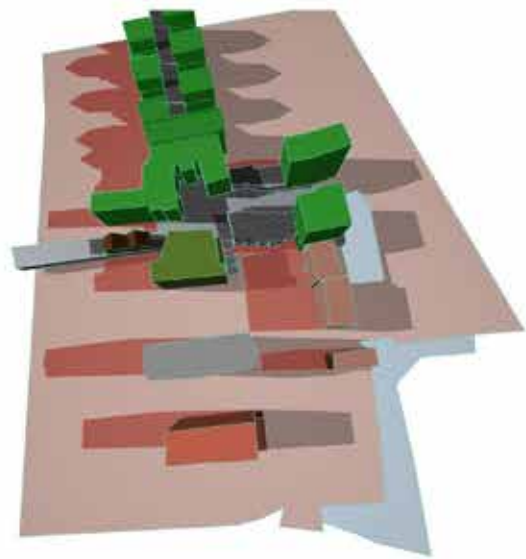


13.00 uur schaduw 13.00 uur reflectie

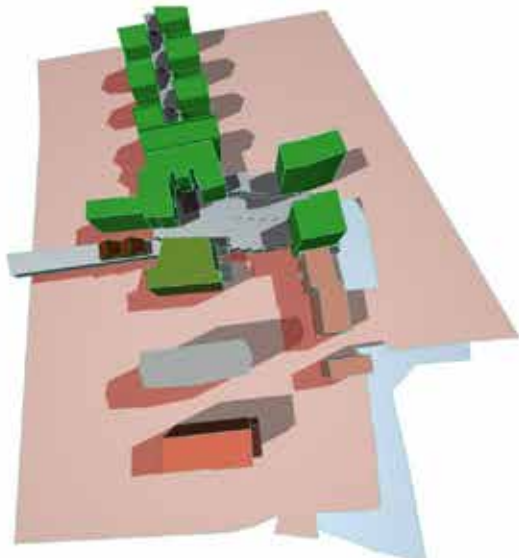
GEZAMENLIJKE HITTE EN SCHADUW ANALYSE NIEUWE SITUATIE LOCATIE FIGARO OP 21 JUNI



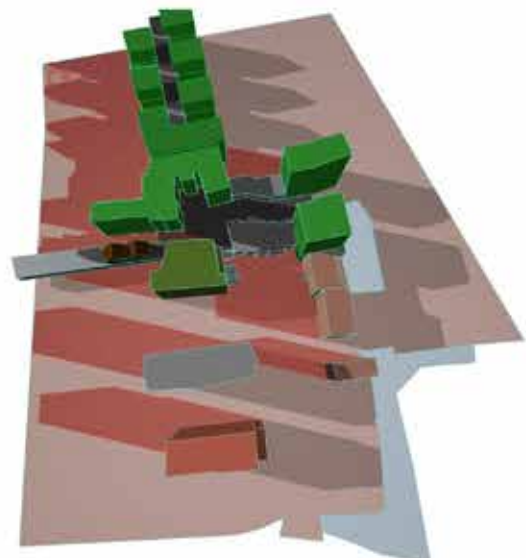
14.00 uur schaduw 14.00 uur reflectie



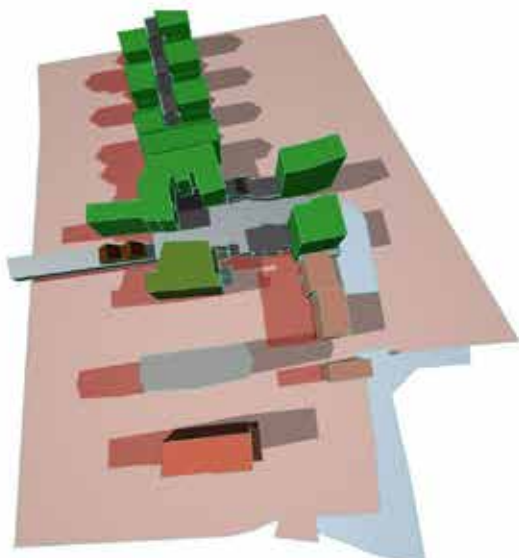
17.00 uur schaduw 17.00 uur reflectie



15.00 uur schaduw 15.00 uur reflectie



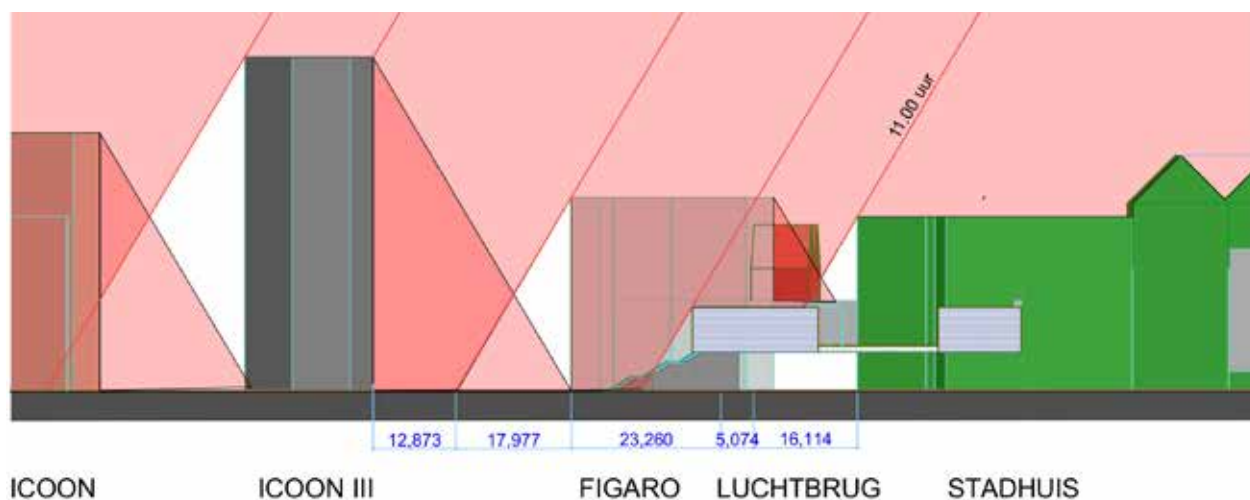
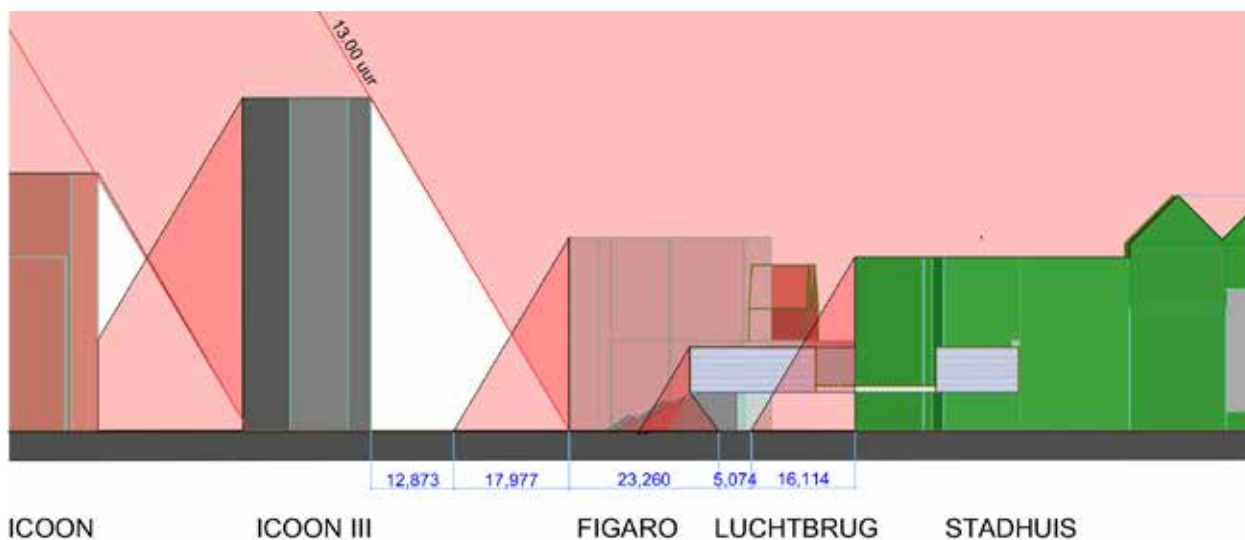
18.00 uur schaduw 18.00 uur reflectie



16.00 uur schaduw 16.00 uur reflectie

Hoeveelheid inkomende zonnestraling op 8 augustus 2018

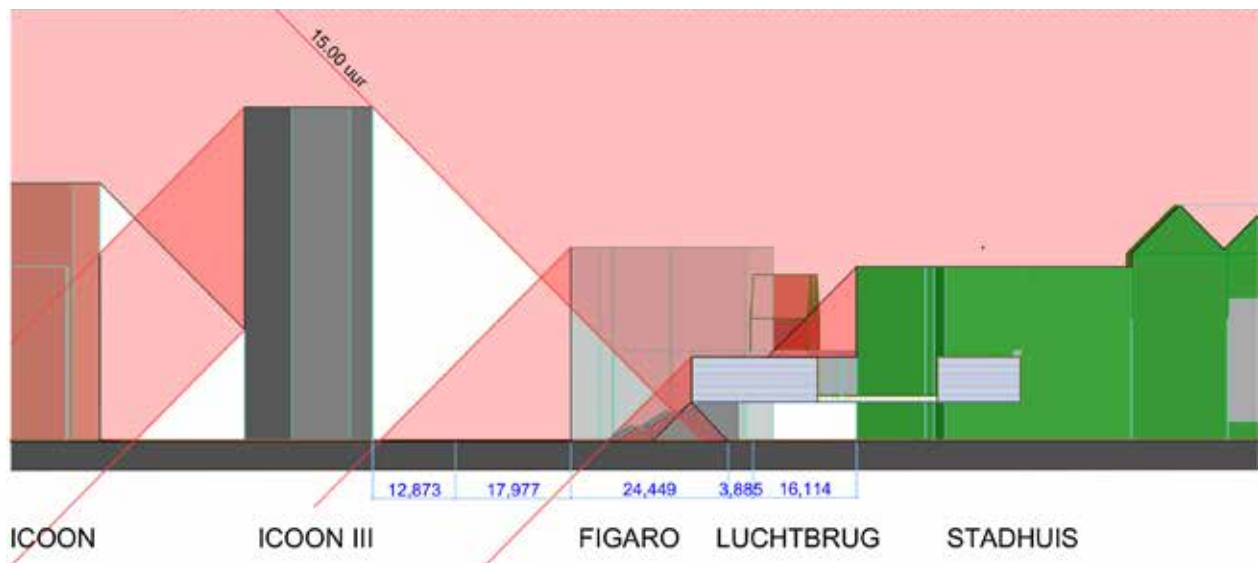
10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
509	653	714	743	737	686	681	581	472	320	179	10	0	0	0	0	0	0	0	11	118	248	382	488

*Inkomende zonnestraling en reflecties op 21 juni 13.00 uur*

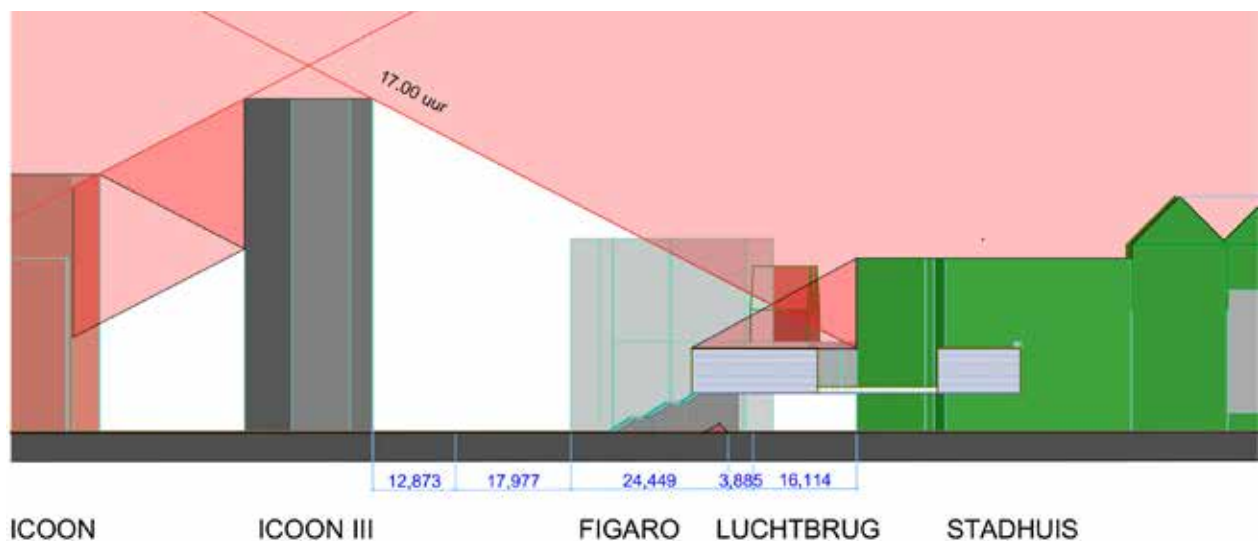
Uit bovenstaande twee doorsnedes valt te concluderen dat de straatoppervlak tussen de gebouwen is weliswaar niet continu direct door de zon belicht, maar tussen 11.00 en 13 uur is altijd tenminste een reflectie aanwezig.

De nog niet gerealiseerde Icoon III zal een sterke reflectie hebben op Icon I vanaf rond de 12 uur. Tot 12.00 uur zal de reflectie de nieuwe Figaro beïnvloeden. Ook zal de Figaro zelf vanaf rond de 12.00 uur me reflecties de omgevingstemperatuur vergroten.

Inkomende zonnestraling en reflecties op 21 juni 15.00 uur



Inkomende zonnestraling en reflecties op 21 juni 17.00 uur



Uit bovenstaande twee doorsnedes valt te concluderen dat de straatoppervlak tussen de gebouwen zal na rond de 15.00 uur vrijwel alleen via reflecties ontvangen.

De nog niet gerealiseerde Icoon III zal een sterke reflectie hebben op Icon I tot rond 18.00 uur. Vanaf rond 16.30 uur zal Figaro gedeeltelijk in de schaduw van Icoon III kunnen komen, afhankelijk van de zon azimuth.

1 INTRODUCTIE

Deze Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse Ecosysteem Diensten is samengesteld in opdracht van gemeente Zaanstad. Het doel van het rapport is om een beeld te vormen over de mogelijke directe kosten en baten van ecosystemen in de stad, maar ook van de indirecte (vermeden) kosten en indirecte baten.

Het toepassen van ecosystemen in de stedelijke omgeving heeft als doel de lokale klimaateffecten van ruimtelijke ontwikkelingen te verminderen. Het belang van ecosysteem diensten voor het klimaat en hun rol bij klimaatadaptie is allang bewezen (MEA 2005, TEEB 2010).

Om ook de financiële effecten van dergelijke ingrepen in beeld te kunnen krijgen is een kosten-baten analyse uitgevoerd. Het doel ervan is om de rentabiliteit van het gericht gebruiken van stedelijke ecosysteemdiensten voor klimaatadaptie te onderzoeken.

De belangrijkste, te beantwoorden vraag was: welke kosten en baten kunnen hierbij meegerekend worden? Met andere woorden, naast de directe kosten en baten die ontstaan gedurende een beplantingsproces, welke indirecte kosten en baten zijn relevant en voor welke belanghebbenden? Of anders geformuleerd: zijn vermeden (indirecte) kosten te verrekenen met de verkregen (indirecte) baten.

1.1 Afbakening

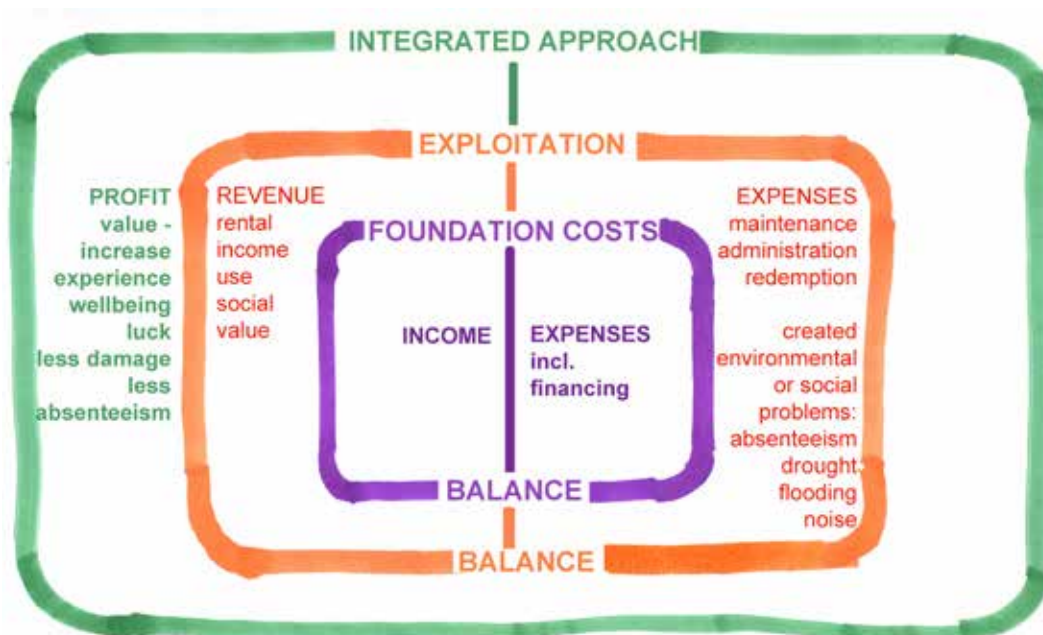
De analyse volgt de door het Planbureau voor de Leefomgeving samengestelde algemene leidraad voor Maatschappelijke kosten-batenanalyse (Romijn et al., 2013)

De gehanteerde milieuprijzen en hoeveelheden zijn uit relevante bronnen overgenomen.

De berekening van de bewoners van een locatie is verkregen door het totale aantal inwoners van de stad te delen door het totaal aantal woningen van de stad, en dit resultaat vermenigvuldigen met het aantal woningen op de onderzochte locatie.

De berekening van de gebruikers van een kantoorgebouw is verkregen door de kantooroppervlakte te delen door het aantal vierkante meters dat nodig is voor een persoon in een kantoor conform de voorschriften van NEN 1824:2010 nl. Voor de berekening van de ecosysteemdiensten zijn alleen die elementen in acht genomen waarvan aannemelijk kon gemaakt worden dat deze zich daadwerkelijk voordoen. De opname van PM2,5 is daarom niet in de berekening opgenomen omdat er geen redelijk bewijs gevonden was voor de mogelijke hoeveelheid PM2,5 opname. (Heu-sinkveld et. Al., 2016)

Bij de emissieberekeningen is uitsluitend rekening gehouden met emissies naar de lucht, en niet met emissies naar de grond of water.



Figuur 1 – Schematische weergave van de integratie van de kosten en baten van ecosysteemdiensten in de exploitatiebegroting van een bouwproject.

Omdat het berekenen van deelschade geen doel was van dit onderzoek, zijn de berekeningen van de schade door hitte, droogte en wateroverlast overgenomen van de Klimaatschadeschatter. Ze zijn gebaseerd op de KNMI14 scenario's. Dat zijn vier scenario's die het KNMI heeft opgesteld voor klimaatverandering in Nederland. De Klimaatschadeschatter gaat voor de berekeningen altijd uit van het WH-scenario.

De Klimaatschadeschatter is voortgekomen uit de onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad van het Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK). Onderzoek naar doktersbezoeken door hittestress is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research. Deelnemers aan dit programma zijn: Deltares, Wageningen Environmental research, HKV, TNO, de Hogeschool van Amsterdam, Tauw, RIVM, Arcadis, Sweco, KCAF, Aveco de Bondt en stichting CAS. De berekeningen zijn schattingen en hieraan kun-

nen geen rechten verbonden worden. Wel bieden ze een kader waarbinnen kan verder gedacht worden. Bron: <https://www.klimaatschadeschatter.nl/>

1.2 Achtergrond

De MKBA-Ecosysteemdiensten heeft als basis een gewone exploitatiebegroting van een hedendaags bouwproces. De exploitatiebegroting brengt alle voorkomende kosten van het specifiek bouwproject in kaart, vanaf de aankoop van de grond, de advisering, vergunningen, diverse voorbereidende werkzaamheden, de bouwwerkzaamheden, de oplevering tot en met de verkoop of verhuur en het genereren van inkomsten. Alle hiergenoemde activiteiten hebben ook een financiële consequentie. De eigenaren van de kosten en de baten zijn bekend en direct gebonden aan de desbetreffende activiteit. Alle financiële handelingen zijn het directe resultaat van een handeling.

2 BESCHRIJVING BEREKENINGEN

2.1 De effecten en maatschappelijke kosten van CO2 uitstoot

- Effecten van de CO2 uitstoot hebben invloed op de landelijke hoeveelheid CO2 uitstoot.
- Bij de berekening van de kosten van de CO2-uitstoot zijn de door CE Delft vastgestelde milieuschadeteksten gebruikt. (CE_Delft_7A76_Handboek_Milieuprijzen_2017_DEF). Er is daarbij een lage (0,01420 €/kg) een gemiddelde (0,05660 €/kg) en een hoge (0,05660 €/kg) prijs bepaald voor CO2. In deze Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse (MKBA) is rekening gehouden met een gemiddelde prijs.
- De hoeveelheid CO2 uitstoot op de locatie is berekend met behulp van de CBS-data over de landelijke jaarlijkse uitstoot. Deze zijn omgezet tot hoeveelheden per m2 en vermenigvuldigd met de aantal m2 van de locatie.
- Varianten en risico – Een andere mogelijkheid voor deze berekening zou zijn een inzet van de jaarlijkse data per inwoner. Omdat de inwoneraantallen kunnen wijzigen, leek de berekening van CO2-uitstoot per m2 een stabielere uitkomst te bieden. Er is een risico aanwezig van een verschil in de uitstoot door lokale omstandigheden. Deze is in deze berekening niet meegenomen.

2.2 De effecten en maatschappelijke kosten van fijnstofuitstoot PM10

- De lokale fijnstofuitstoot heeft invloed op de gezondheid van de lokale bevolking. De gezondheidseffecten hebben voornamelijk betrekking op mensen met COPD en hart-en vaatziekten. Blootstelling aan fijnstof geeft een verkorting van het leven met gemiddeld 11,8 jaar in Nederland (Buijsman et al., 2013).

- Bij de berekening van de kosten van de CO2-uitstoot zijn de door CE Delft vastgestelde milieuschadeteksten gebruikt. (CE_Delft_7A76_Handboek_Milieuprijzen_2017_DEF). Er is daarbij een lage (31,80 €/kg) een gemiddelde (44,6 €/kg) en een hoge (69,10 €/kg) prijs bepaald voor PM10. In deze MKBA is rekening gehouden met een gemiddelde prijs.
- Voor de berekening van de hoeveelheid fijnstofuitstoot is uitgegaan van de CBS-data over de totale jaarlijkse fijnstofuitstoot. Deze zijn daarna omgezet naar de hoeveelheid uitstoot per m2. (<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/37221/table?dl=110EB>)
- Varianten en risico. Er zijn in dit geval geen varianten onderzocht. Wel is een risico aanwezig van een verschil in de uitstoot door lokale omstandigheden, die in deze berekening niet is meegenomen.

2.3 De effecten en maatschappelijke kosten van NOX (stickstof)-uitstoot

- Lokale NOX-uitstoot levert volgens de RIVM onder meer gezondheidschade op in de vorm van: kans op luchtweginfecties en astma aanvallen en schade aan de biodiversiteit. (<https://www.rivm.nl/stikstof/stikstofoxiden-nox>). Het reduceren van de hoeveelheid uitgestoten NOX is daarom wenselijk.
- Kosten gekoppeld aan de milieuschade veroorzaakt door de lokale uitstoot van NOx zijn de door CE Delft vastgestelde milieuschadeteksten gebruikt. (CE_Delft_7A76_Handboek_Milieuprijzen_2017_DEF). Er is daarbij een lage (24,10 €/kg) een gemiddelde (34,70 €/kg) en een hoge (53,70 €/kg) prijs bepaald voor NOx. In deze MKBA is rekening gehouden met een gemiddelde prijs.

- De hoeveelheid aanwezige stikstof is berekend met de door de RIVM aanbevolen Aeries (<https://calculator.aeries.nl/calculator/>) en er is een achtergronddepositie gevonden $\text{NO}_x + \text{NH}_3$ 2267,00 mol/ha/jaar.

- Varianten en risico. Er zijn in dit geval geen varianten onderzocht. Wel is een risico aanwezig van een verschil in de uitstoot door lokale omstandigheden. Deze zijn in deze berekening niet is meegenomen.

2.4 De effecten en maatschappelijke kosten van hittestress

- Effecten van hittestress zijn in te delen in gezondheidseffecten, invloed op werkefficiëntie en economische effecten.

- Mogelijke gezondheidseffecten volgens het rapport van de RIVM (RIVM Rapport 609400007/2012)

- o prikkelbaarheid - lusteloosheid, verminderd alert zijn, slaapverstoring, hoofdpijn, duizeligheid, concentratieproblemen, benauwdheid, spierpijn, een verandering van psychologische functies en sociale interacties met anderen

- o oedeem, een niet pijnlijk zwelling rondom de enkels, door een uittreding van vocht uit de bloedbanen doordat de bloedvaten verwijderd zijn

- o huiduitslag, jeuk rode blaasjes, door verstopping van de afvoergangen van de zweetklieren

- o warmtestuwing, hitteflauwte, hitte-uitputting, droge mond, rode huid, hoofdpijn, moe, duizeligheid, lichaamstemperatuur tot 40°C , vochtverlies door transpiratie en verwijderde bloedvaten

- o hitteberoerte, zonnesteek, verward, suf, bewusteloos, droog huid, lichaamstemperatuur boven de 40°C door extreem verlies van vocht en zouten door transpiratie

- o sterfte, acute sterfte en sterfte door cardiovasculaire en respiratoire problemen
- Effecten op werkefficiëntie hebben betrekking op een verminderde alertheid, waarneming en aandacht, waardoor de cognitieve functies niet meer optimaal functioneren. Dit effect is ook waarneembaar als er sprake is van afname van de optimale (omgevings)temperatuur. De optimale (omgevings)temperatuur bevindt zich tussen $15,6^\circ\text{C}$ en $21,1^\circ\text{C}$. Tussen $21,1^\circ\text{C}$ en $26,6^\circ\text{C}$ is er sprake van weinig verandering. Boven $26,7^\circ\text{C}$ nemen cognitieve functies significant af: gemiddeld 14,88% (Pilcher et al., 2002; RIVM Rapport 609400007/2012, Baccini et al., 2008;).

- Hogere temperaturen hebben ook een aantoonbaar effect op de prestatie in het wegverkeer (Daanen et al., 2003).

- De economische effecten van hitte zijn eveneens gekoppeld aan een extreem hoog watergebruik gedurende warme dagen: voor drinken, vaker douchen en bewatering van planten.

- Kosten gerelateerd aan hittegolven zijn berekend door de gezondheidsschade, werkefficiëntie vermindering en watergebruik te kwantificeren op basis van de genoemde bronnen. De kwantificering is ingedeeld in: aantal overlijdens en ziekenhuisopnames, percentages vermindering werkefficiëntie en verkeergedrag en verhoogd watergebruik in liters water. Aan de berekende aantallen voor de locatie zijn de schadekosten gekoppeld, gebaseerd op opgaven van de Klimatschadeschatter.

- Varianten en risico. Er zijn diverse varianten onderzocht voor het berekenen van de maatschappelijk schade door hitte. De diverse onderzoeken hebben de resultaten, samengevat in het RIVM-rapport, ondersteund. Risico's worden voornamelijk geschat in het bepalen van de aantallen per locatie. Een lokale hogere hitte door ongelukkig gekozen bouwmaterialen kan hogere aantallen produceren dan de in deze berekening opgenomen gemiddelden. Het is daarom aan te bevelen om, waar mogelijk, de daadwerkelijke aantallen gezondheid gerelateerde gevallen per locatie vast te stellen.

2.5 De effecten en maatschappelijke kosten van wateroverlast

- Effecten van wateroverlast worden gedefinieerd als de resultaten van kortdurende en langdurende hevige buien. Dat kan reiken van natte voeten, tot schade aan panden (direct of indirect), hagelschade, indirecte schade aan wegen, schade aan voertuigen, infecties door water op straat, en schade aan elektriciteitskasten (Kolen et al., 2020).

- Kosten gekoppeld aan wateroverlast betreffen de benodigde maatregelen voor het voorkomen van schade of verhelpen van reeds geconstateerde schade. De baten van de maatregelen zijn de vermeden kosten. De kostenberekening volgt in dit geval de berekeningen van de Klimatschadeschatter.

- Varianten en risico. Er zijn in dit geval geen varianten onderzocht. Wel is een risico aanwezig van een verschil in de uitstoot door lokale omstandigheden. Dit is in deze berekening niet is meegenomen.

2.6 De effecten en maatschappelijke kosten van droogte

- Droogte wordt gedefinieerd als: langdurende perioden zonder neerslag. Effecten van droogte kunnen reiken van schade aan funderingen tot schade aan wegen en riolering, gemeentelijk groen, landbouw of bestrijdingskosten van natuurbranden (Kolen et al., 2020).

- Kosten gekoppeld aan droogte betreffen de nodige maatregelen voor het voorkomen van schade of verhelpen van reeds geconstateerde

schade. De baten van de maatregelen zijn de vermeden kosten. De kostenberekening volgt in dit geval de berekeningen van de Klimaatschadeschatter.

- Varianten en risico - er zijn in dit geval geen varianten onderzocht. Wel is een risico aanwezig van een verschil in de uitstoot door lokale omstandigheden. Dit is in deze berekening niet is meegenomen.

2.7 De maatschappelijke kosten van gebrek aan biodiversiteit zijn niet berekend

- Biodiversiteit is van levensbelang voor menselijk welzijn. Alle voedsel is direct of indirect te koppelen aan biodiversiteit. Grondstoffen, bouwmaterialen, medicijnen en industriële grondstoffen worden uit biologische hulpbronnen gewonnen. Ecosystemen bieden hun diensten op bijna alle gebieden van menselijke activiteiten. Vanaf het reguleren van klimaat, het reduceren van hitte, opname van vervuulende stoffen, waterretentie, tot en met recreatieve en culturele diensten.

- Volgens de VN-biodiversiteitsconventie is 'minstens 40 procent van de wereldeconomie en 80 procent van de behoeften van arme bevolkingsgroepen afhankelijk van biologische hulpbronnen. Bovendien: hoe rijker de biodiversiteit, hoe groter de kans op medische ontdekkingen, economische ontwikkeling en aanpassing aan nieuwe uitdagingen zoals klimaatverandering' (<https://www.iucn.nl/oplossingen/biodiversiteitsverdrag>).

- Kosten zijn voorlopig niet gekoppeld aan biodiversiteit, wegens de complexiteit van de berekening. Mochten er relevante berekeningmethoden ontstaan zal dit gebrek later verholpen worden. Wel zijn de voorgaande berekeningen ook deelberekeningen voor biodiversiteit.

- Varianten en risico - er zijn in dit geval geen varianten onderzocht. Wel is een risico aanwezig van een verschil in de uitstoot door lokale omstandigheden. Dit is in deze berekening niet is meegenomen.

2.8 Het effect van stadsvegetatie op de waarde van vastgoed.

- Effecten op de waarde van vastgoed zijn bewezen door een groot aantal Nederlandse en internationale onderzoeken. Zo blijkt de aan-

wezigheid van parkachtige buitenruimtes aan de voor of achterkant van een woning of gebouw de waarde van vastgoed met 5% á 12% te vergroten. Plantsoenen hebben een effect tussen 8% en 10%. Een combinatie van vegetatie met water kan een meerwaarde creëren tot 28% (Bervaes et al, 2004; Hussein et al., 2014; Luttik J, 2000; Hendriks et al., 2014; Buck, 2016))

- Kosten van bijvoorbeeld onroerend goed belasting of onderhoud vastgoed zijn in deze berekening niet opgenomen. Er is alleen gerekend met een procentuele verhoging van de vastgoedwaarde ten opzichte van een omgeving zonder vegetatie.

- Varianten zijn gevonden in het type vegetatie en de plaats en morfologie van het ecosysteem. Diverse typen ecosystemen hebben ook verschillende effecten op de vastgoedwaarde. Een park in combinatie met water verhoogt de waarde het meest (28%). Plantsoenen verhogen de waarde met 10% en parken met 12%. In dit onderzoek is uitgegaan ook van gevelbegroeiing die niet valt onder de traditionele vegetatietypen.

Om hieraan een waarde aan te kunnen koppelen is een vergelijking gemaakt met een park als er sprake is van voldoende intensieve begroeiing. Er bestaat een risico dat de waardevermeerdering in dit geval in de realiteit kan afwijken van de hier opgegeven percentages. Door literatuuronderzoek is met redelijke zekerheid vastgesteld dat er zich altijd een verbetering van de vastgoedwaarde voordoet als het object zich in de nabijheid van een plantsoen bevindt.

In het geval van groene daken hebben studies aangetoond dat een woning met een groen dak of daktuin een meerwaarde tussen 4% en 8% oplevert (Facts and Values, Groenblauwe Daken, Green Deal Groene Daken, Stowa, 2019).

Een appartement in de stad is met een daktuin €169,-/m² meer waard dan zonder (Petra Visser en Frank van Dam, De prijs van de plek, Woonomgeving en woningprijs, NAI Uitgevers, Rotterdam Ruimtelijk Planbureau, Den Haag, 2006). In Duitsland is het mogelijk om 25% meer huur te vragen voor een huurwoning met een daktuin. Daarmee is een daktuin evenveel waard als een extra kamer in de woning (Hop, M.E.C.M, Dak en gevel groen, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), 2010).

Naam	%
plantsoen	8% - 10%
Park	5% - 12%
water + groen	28%

Tabel 5 - Overzicht stijging vastgoedwaarde in geval van nabijheid van plantsoen park of water + groen gebaseerd op studies door Bervaes et al, 2004; Hussein et al., 2014; Luttik J, 2000; Hendriks et al., 2014; Buck, 2016

BEREKENING KOSTEN EN BATEN

Tabel B1 Schadekosten			
Naam	bronnen	gemiddeld/locatie nu	gemiddeld/locatie 2050
Hitte		925	
huidig klimaat	https://www.cbs.nl/nl-nieuws/2020/34/lets-hogere-sterfte-in-warme-week	€ 277.414,29	
sterke klimaatverandering	Klimaatbestendige Stad NKWK Factsheet sterfte door hittestress		€ 966.863,27
Opmerking: alle bedragen betreffen de schade in de periode tussen 2018 en 2050 (Klimatschadeschatter, Hitte)			
Tabel B2 Schadekosten			
Naam	bron		
Wateroverlast	http://www.klimatschadeschatter.nl/		
huidig klimaat		€ 924.714,29	
sterke klimaatverandering			€ 1.387.071,43
Opmerking: alle bedragen betreffen de schade in de periode tussen 2018 en 2050 (Klimatschadeschatter, Wateroverlast)			
Tabel B3 Schadekosten			
Naam	bron		
Droogte	http://www.klimatschadeschatter.nl/		
huidig klimaat		€ 2.450.492,86	
sterke klimaatverandering			€ 2.635.435,71
Opmerking: alle bedragen betreffen de schade in de periode tussen 2018 en 2050 (Klimatschadeschatter, Droogte)			
Tabel B4 Schadekosten			
Naam	bron		
Luchtvervuiling CO2+CH4+N2O	https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/70946ned/table?dl=10757		
CO2+CH4+N2O		€ 4.0676159	

Tabel 6 Berekening kosten huidig probleem op locatie

	probleem kosten	kosten van oplossing voor 70%		baten	saldo per jaar	saldo per 10 jaar
locatie 1	jaarlijkse indirecte kosten	eenmalige directe kosten	jaarlijkse directe kosten	indirecte baten		
omschrijving	schaduwkosten van hitte, wateroverlast droogte en luchtvervuiling	plaatsen van dak-gevel- en straatgroen	onderhoud van dak-gevel- en straatgroen	-schaduwkosten van 90% reductie van hitte, wateroverlast droogte en luchtvervuiling		
voor wie	eigenaar	eigenaar	eigenaar	eigenaar		
voor wie	verzekeraar	verzekeraar	verzekeraar	verzekeraar		
		gemeente	gemeente	gemeente		
voor wie	bewoner	bewoner	bewoner	waterschap		
		waterschap	waterschap	bewoner	€ 3.652.625,50	
EENMALIG		€ 4.432.282,50				€ 4.432.282,50
JAARLIJKS TOT NU	€ 3.652.625,50					
JAAR 1	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ -3.345.714,05
JAAR 2	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ -2.259.145,60
JAAR 3	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ -1.172.577,15
JAAR 4	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ -86.008,71
JAAR 5	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ 1.000.559,74
JAAR 6	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ 2.087.128,19
JAAR 7	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ 3.173.696,64
JAAR 8	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ 4.260.265,09
JAAR 9	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ 5.346.833,54
JAAR 10	€ 1.095.787,65		€ 374.481,75	€ 2.556.837,85	€ 1.086.568,45	€ 6.433.401,98

Tabel 7 Berekening kosten-baten van het voor 70% oplossen van het probleem.

Totaal jaarlijkse kosten hitte-wateroverlast-droogte-luchtvervuiling	
totaal locatie nu	totaal van locatie 2050
€ 3.652.625,50	€ 4.989.370,42

Tabel 8 Kosten probleem nu en in 2050 indien geen oplossing wordt gevonden

REFERENTIES:

Introductie

Romijn, G. en G. Renes (2013), Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse, Den Haag: CPB/PBL.

Heusinkveld B.G., Lelieveld C., Green Junkie: Plant powered air cleaning?, Amsterdam institute for advanced metropolitan solutions, 2016

Kosten door CO2 uitstoot

CE_Delft_7A76_Handboek_Milieuprijzen_2017_DEF

Kosten door uitstoot van fijnstof PM10

Buijsman E., Matthijsen J., Velders G.J.M., RIVM Dossier Fijnstof, 2013

CE_Delft_7A76_Handboek_Milieuprijzen_2017_DEF

<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/37221/table?dl=110EB>

Kosten door uitstoot van NOx

(<https://www.rivm.nl/stikstof/stikstofoxiden-nox>

CE_Delft_7A76_Handboek_Milieuprijzen_2017_DEF

<https://calculator.aerius.nl/calculator/>)

Kosten door hitte

RIVM, Hitte en gezondheid 2020

Michael T. Schmeltz, Elisaveta P. Petkova Janet L. Gamble, Economic Burden of Hospitalizations for Heat-Related Illnesses in the United States, 2001–2010 Int. J. Environ. Res. Public Health 2016, 13, 894; doi:10.3390/ijerph13090894
<https://nos.nl/artikel/2296839-400-extra-doden-tijdens-hittegolf-veel-tachtigplussers-overleden.html>

Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, Katsouyanni K, Analitis A, H. Ross Anderson Bisanti L, D'Ippoliti D, Danova J, Forsberg B, Medina S, Palady A, Rabaczko D, Schindler C, Michelozzi G, Heat Effects on Mortality in 15 European Cities, Epidemiology (Cambridge, Mass.), September 2008 DOI: 10.1097/EDE.0b013e318176bfcd

Pilcher J., Nadler E., Busch C., Effects of hot and cold temperature exposure on performance: A meta-analytic review, Ergonomics 2002, vol. 45, no 10, 682-698

<http://www.klimatschadeschatter.nl/>

<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/35/tijdens-hittegolf-vooral-meer-sterfte-in-langdurige-zorg>

Kosten door wateroverlast en droogte

Kolen B., Strijker B., Vreugdenhil H., Wegman C., Stowa Integrale Risicoanalyse rapport 02 2020

Kosten door gebrek aan biodiversiteit

<https://www.wur.nl/nl/show-longread/Biodiversiteit-longread.htm>

Waarde van vastgoed

Bervaes J.C.A.M, Vreke J, De invloed van groen en water op de tranzactieprijzen van woningen Alterra-rapport 959 nieuw, Wageningen 2004

LUTTIK J, The Value of Trees, Water and Open Space as Reflected by House Prices in the Netherlands, • Landscape and Urban Planning 48(3-4):161-167, 2000

<https://www.service-studievereniging.nl/magazine/artikel/de-meerwaarde-van-groen/>

Mohd Ramzi Mohd Hussain, Izawati Tukiman, Ismawi. Zen and Fitriyadiah, Mohd Shahli, The Impact of Landscape Design on House Prices and Values in Residential Development in Urban Areas, ScienceDirect, APCBEE Procedia 10 (2014) 316 – 320

Kees Hendriks, Leon Braat, Charlotte Deerenberg, Petra van Egmond, Aris Gaaff, Martijn van der Heide, Ruud Jongbloed, Chris Klok, Hans Leneman, Dick Melman, Arjan Ruijs en Jacqueline Tamis, TEEB voor gebieden, 2014

Buck Consultants International, Waardestelling groen in Den Haag, Uitgevoerd in opdracht van Gemeente Den Haag, 2013

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