

De weg naar een duurzaam multifunctioneel pand

De transformatie naar groen; het realiseren van verduurzaming met groene daken en zonnepanelen



Auteurs: Maud Nagelkerken (1006851), Kimberly van der Meer (1006987), Adriano Monteiro (0987651), Tristan Sharma (1007182)

Groep: 5

Supervisors: J.H.P Wolfs en H.Visser

Datum: 26-04-2023

Versie: 1

Voorwoord

Dit rapport is geschreven naar aanleiding van de Multi Disciplinary Challenge. Dit project is in samenwerking met de Gemeente Maassluis.

Tijdens het derde leerjaar van de opleiding Facility Management is er een project gezamenlijk met de andere opleidingen van het Instituut van de Gebouwde Omgeving. Dit project stimuleert het samenwerken tussen de verschillende opleidingen.

We willen de Gemeente Maassluis bedanken voor het actuele vraagstuk. Dit heeft ons de mogelijkheid geboden om onze kennis te bundelen tot een passend advies. Ook willen we meneer Wolfs bedanken voor de ondersteuning tijdens het project.

Veel leesplezier toegewenst!

28 april 2023, Rotterdam

Inleiding

Dit rapport geeft inzicht in de bevindingen van een biodivers dak voor het pand aan de Govert van Wijnkade 44. In de beginfase van het onderzoek is de huidige situatie van het vraagstuk van de Gemeente Maassluis in kaart gebracht. Verder is er onderzoek gedaan naar een materiaalkeuze voor het dak, maar ook is er gekeken naar de constructie en een mogelijkheid tot certificering. Verder zijn de (sociale) voordelen van verduurzaming in kaart gebracht. Deze onderwerpen zijn samengebracht tot een implementatieplan.

Onderzoek verantwoording

Tristan Sharma

Gedurende het onderzoek heb ik mij de eerst voornamelijk verdiept in de functie van de bio solar daken in combinatie met de mogelijkheden in dit gebied. Na het onderzoeken heb ik gekeken naar welke gebouwen een voorbeeld zijn in Nederland om het nut van de verandering aan te kunnen geven. Het tweede punt dat ik heb onderzocht is welke subsidies werden gegeven voor het uitvoeren van de ontworpen verbetering, dit duurde langer dan verwacht omdat het ik het niet snel gevonden had. Na het uitwerken van oplossing heb ik gekeken naar wat de logistieke planning is kijkend naar levertijden, uitvoertijd en eventueel onderhoud van de aanpassing aan het pand. Passend bij het uitvoerende pad dat gevolgd moet worden heb ik een Gantt chart gemaakt met Lucid Chart. Verder heb ik nog tijd besteed aan het uitwerken van het BREEAM-certificaat, kijkend naar de toekomstige verbeteringen die verwerkt kunnen worden en waar nog ruimte voor verbetering is voor het behalen van het certificaat. Als laatste heb ik mij beziggehouden met het opmaken van het bestand en de voortgang te controleren bij mijn groepsleden.

Maud nagelkerken

Gedurende het mdc project heb ik mij zelf vooral beziggehouden met de constructie van het pand en om deze in kaart te brengen en vervolgens uit te gaan werken wat voor belasting het bio-solar dak genereert en wat dit voor de constructie zal gaan betekenen. Ik heb een grove berekening gemaakt voor het moment en dwarskracht op het profiel vanuit dit punt is de doorsnede van het profiel berekend. Vervolgens is de doorbuiging berekend op basis van de gebruikte belastingen. Vervolgens is er op basis van de voorgesteld aanpassingen en toepassing van het groene dak een snelle raming gemaakt voor de kosten van de voorgestelde oplossing. Als laatste zijn deze aanpassingen in een 3D model uitgewerkt.

Kimberly van der Meer

Tijdens het project heb ik me beziggehouden met het in kaart brengen van de huidige situatie van het havenpand. Hiervoor heb ik documentatie vanuit de gemeente gebruikt. Deze documenten gaven een inzicht in de gewenste (sociale) functie van het pand. Naast de situatie binnen het havenpand heb ik me verdiept in het toerisme binnen de gemeente en hoe dit de economie beïnvloedt. Hieruit heb ik verbanden gelegd, dit is terug te lezen in het hoofdstuk 'Huidige situatie'. Naast de huidige situatie heb ik me verdiept in de sociale trends in verhouding met verduurzaming. Hiervoor heb ik deskresearch gebruikt.

Adriano Monteiro

Gedurende het project heb ik mij voornamelijk bezig gehouden met. De mogelijkheid om het dak te isoleren. Als eerst heb ik uitgezocht waarom het van belang is om een dak te isoleren. En vanuit mijn bouwkundige specialisatie heb ik al enige kennis over de warmteweerstand eisen. Door deze eisen in kaart te brengen en verschillende materialen te vergelijken op eigenschappen met behulp van het internet. Kon ik daardoor een keuze maken en heb ik een tekening in autocad gemaakt hoe het naar mijn mening geïmplementeerd kan worden op de constructie die is bedacht.

Inhoudsopgave

Inleiding	3
Onderzoek verantwoording.....	4
1.Analyse	6
2. De (sociale) impact van verduurzamen	7
3. Voorbeelden van bio solar daken	8
4. Huidige situatie.....	9
5. Onderzoeksresultaten	10
5.1 Bio solar daken	10
5.2 Constructie	10
5.3 Isolatie	11
5.4 Subsidies.....	13
5.5 Logistieke implementatie planning.....	13
5.6 Gantt chart.....	14
6. BREEAM-certificering	15
6.1 Toekomstige verbetering BREEAM-certificaat.....	16
7. Conclusie	17
7.1 Aanbevelingen	17
Bibliografie.....	18
Bijlage 1 Berekeningen constructie	20
Bijlage 2 Tekeningen constructie	21
Bijlage 3 Kostenraming	22

1. Analyse

De vraag van de opdrachtgever is advies over verschillende aspecten voor het verduurzamen van het pand op Govert van wijnkade 44, de ideale uitwerking van dit advies in de vorm van een digitaal model van het pand met de duurzame oplossingen toegepast in het model. Zodat deze besproken en toegepast kunnen worden. Voor het MDC-project betekent dit het volgende op grote of kleine schaal een digitaal ontwerp of onderzoek richting het opzetten van een digitaal ontwerp van een pand of omgeving Maassluis met duurzame oplossing voor het besparen op stroom en gas.

1.1 Stakeholders

Voor het MDC-project wordt rekening gehouden met de volgende stakeholders in de onderstaande tabel besproken.

Stakeholders	Belang
Gemeente Maassluis	Het verduurzamen van het pand, mogelijkheden bieden voor verschillende sectoren om zich te vestigen in dit pand, samenwerking te creëren tussen deze sectoren, hiermee een voorbeeld te vormen voor andere vergelijkbare steden en een kop positie in deze ontwikkelingen te bemachtigen.
Scheepvaart	De naast liggende haven kunnen blijven gebruiken en zonder overlast te ondervinden van eventuele maatregelen waarbij de haven aangepast of veranderd wordt.
Bedrijven	Door te investeren in duurzame alternatieven de investering terugverdienen en een kop positie op de markt bemachtigen in het werkveld waarin zij deelnemen
Omgeving	Een veilige omgeving rond om het pand behouden, daarnaast moet het pand in de esthetiek van de omgeving passen.
Hotel Maassluis	Zo min mogelijk overlast ondervinden van de werkzaamheden binnen het pand. Zodat gasten van het hotel geen last krijgen van deze activiteiten.
Onderwijs instanties	Samen kunnen werken met bedrijven en gemeentes om zo de leerlingen en studenten beter op te kunnen leiden, in innovatie oplossingen voor relevante problemen.
Musea	Een educatieve ervaring kunnen verzorgen voor bezoekers van het pand. Daarnaast het verzamelen en bewaren van de geschiedenis van de haven Maassluis en omgeving.

2. De (sociale) impact van verduurzamen

Duurzaamheid is een groeiend begrip in deze samenleving. Door de jaren heen is het besef gegroeid dat er beter voor het milieu gezorgd moet worden. Door dit groeiende bewustzijn is de groei naar duurzame gebouwen ook toegenomen (Stedebouw architectuur, 2022). In het komende hoofdstuk zal de impact van verduurzaming op het milieu en de omgeving toegelicht worden.

Allereerst is het belangrijk om te kijken naar de mening van het Nederlandse volk over het onderwerp 'duurzaamheid'. Hiervoor is er gekeken naar de maatschappelijke imago monitor (2022). Hieruit kwam naar voren dat 80% van de Nederlanders waarde hecht aan het milieubewustzijn van bedrijven en organisaties. Dit laat zien dat het imago van een bedrijf wordt opgekrikt wanneer er aandacht wordt besteed aan duurzaamheid en milieubewust handelen.

Ook tegenover andere bedrijven en gemeentes is duurzaamheid goed voor het imago. Duurzame ondernemingen kunnen als voorbeeld worden gezien door andere partijen. Dit maakt het bedrijf een invloed voor andere ondernemingen om ook duurzaam te gaan ondernemen. De Gemeente Maassluis kan deze rol ook innemen met het duurzaam renoveren van het havenpand in het centrum van de stad. Andere Gemeentes kunnen hier een voorbeeld aan nemen. Deze manier van ondernemen zal ook bezoekers aantrekken met interesse voor duurzaamheid.

Andere voordelen van gebouwen verduurzamen zijn natuurlijk het ontlasten van de natuur (Rijksoverheid, 2023). Ook zorgt verduurzamen voor energiebesparing. Dit is niet alleen goed voor de vermindering van CO₂-uitstoot, maar ook voor de portemonnee (Rijksoverheid, 2023).

Verder kan er ook gebruik gemaakt worden van circulaire bouwonderdelen. Bij dit proces wordt er ook aanzienlijk minder CO₂ uitgestoten en is er geen sprake van het uitputten van grondstoffen (Triodos, 2022). Ook zijn er financiële voordelen, sinds de materialen aan het einde van een project hergebruikt kunnen worden (Triodos, 2022).

Het laatste voordeel van verduurzamen van het havenpand is het samenbrengen van verschillende groepen mensen in het nieuwe 'Living Lab'. Door het pand een nieuwe functie te geven, in dit geval het living lab, zal de gemeente, erfgoedorganisaties, onderwijs en bedrijfsleven samenbrengen om toekomstgerichte oplossingen te bedenken voor de (duurzame) toekomst van de stad. Door een nieuw initiatief zoals het Living Lab het leven in te blazen kan een dergelijk initiatief als inspiratie worden gezien door andere gemeentes.

3. Voorbeelden van bio solar daken

Het pand op de locatie Govert van Wijnkade 44 zal worden verduurzaamd door het gebruik te maken van groene daken in een combinatie met zonnepanelen om zo efficiënt mogelijk gebruik te gaan maken van het pand. In Nederland zijn er veel bedrijfspanden en woningen die gebruik maken van het concept van een groen dak dat op het moment gesproken kan worden over een trend (Zelfbouwkrant, 2022).

Een mooi voorbeeld van verduurzaming doormiddel van groene daken is het dak van het Erasmus MC zichtbaar in figuur 1. Het Erasmus MC staat voor de gezondheid van niet alleen de mens maar ook van de wereld. De complete oppervlakte van ziekenhuis dat bedekt is met een sedumdak bedraagt in totaal 20.000 m² met het resultaat dat de luchtkwaliteit omhooggaat in CO₂, het creëren van meer biodiversiteit, isolatie verbetering tegen regenwater en weert het tegen warmte (Houweling, 2019).

In figuur 2 wordt een van de meest duurzame gebouwen ter wereld uit Nederland weergegeven; The Edge in Amsterdam. Het gebouw is gebouwd in 2014 in opdracht van OVG Real Estate en is het toppunt van logistieke duurzaamheidstechnologie. Het gebouw maakt gebruik van 4100 meter oppervlakte aan zonnepanelen in combinatie met de complete zuid as van het gebouw die ook compleet is voorzien van zonnepanelen. Thermale energiedoormiddel van ondergrondse tanks, waterverspilling tegengaan door regenwater te gebruiken en de implementatie van een Ethernet LED lichtstelsel maken onderdeel uit van het duurzame Edge gebouw. De innovatie technieken hebben voor een BREEAM-score van 98,36% gezorgd, wat het gebouw de status geeft van het enige een outstanding nieuwbouw in de gehele Benelux (Gensbouw, 2023).



(Figuur 1 – Erasmus MC Rotterdam)



(Figuur 2 – The Edge Amsterdam)

4. Huidige situatie

Dit hoofdstuk zal een inzicht geven in de huidige situatie binnen de stad Maassluis. De gemeente kampt met een paar problemen en wilt hier graag een oplossing voor bedenken. Tijdens dit project is de focus gelegd op het pand aan de Govert van Wijnkade 44.

De stad Maassluis heeft een centrale ligging dichtbij Rotterdam, zowel als Den Haag. Dit maakt Maassluis makkelijk toegankelijk vanuit de stad. Het centrum is klein maar sfeervol. De stad kent een rijke maritieme geschiedenis. Dit is terug te zien in het centrum. Er staan veel erfgoedpanden, zowel als havens met varende erfgoed. Namelijk de historische boten. Deze boten zijn een uniek punt waar de stad zich mee kan onderscheiden van andere steden. Het onderhoud van deze boten wordt gerealiseerd door vrijwilligers. Dit brengt ons bij het eerste probleem, de leegstand van historische panden in de stad. Hierdoor is de gemeente op zoek naar manieren waarop deze panden op een duurzame en waardevolle manier getransformeerd kunnen worden om de stad te versterken. Door een unieke bestemming te geven aan deze panden zal dit de leegstand en krimp in de stad tegengaan.

Deze eerder benoemde krimp brengt ons bij het tweede 'probleem' waar de gemeente Maassluis tegen aan loopt; het toerisme in de stad. Momenteel staat de detailhandel in het centrum van de stad onder druk. Dit heeft als gevolg dat de voorzieningen in de stad zullen verminderen. De leegstand in de stad maakt het minder aantrekkelijk voor bezoekers om een dagje naar Maassluis te komen. Er is momenteel sprake van weinig werkgelegenheid in de stad. De dreigende leegstand van de detailhandel heeft een negatief effect op deze werkgelegenheid. Ook zijn de musea in de stad en de historische schepen zijn beperkt, of zelfs niet, open. Bij geen verandering zal de stad in een neerwaartse spiraal bevinden waarbij het centrum leeg zal lopen. Dit schrikt bewoners af en stoot nieuwe bewoners weg van de stad.

Door het opknappen van de maritieme gebouwen zullen er naar verwachting meer bezoekers aangetrokken worden om een bezoek aan de havens en het centrum te brengen. Bijvoorbeeld om een museum of historisch schip te bezoeken. Dit toerisme heeft als gevolg dat de plaatselijke economie een boost zal krijgen. Winkels krijgen een tweede kans om open te kunnen blijven en de werkgelegenheid zal groeien.

5. Onderzoeksresultaten

5.1 Bio solar daken

Een bio solar dak is semi intensief groen dak dat gecombineerd wordt met zonnepanelen. De zonnepanelen voor dit soort daken zijn de standaard PV-panelen. Op de semi intensieve groene daken wordt met name grassen en kleine struiken geplant. Het gewicht van de vegetatie en de onderliggende lagen dienen als ballast voor de zonnepanelen, hierdoor is er een kleinere kans op lekkages door eventuele verbindingen met de constructie van het pand. Het toepassen van een groen dak koelt de zonnepanelen zodat deze langer in optimale condities kunnen functioneren (Sempergreen, sd).

Het totale beschikbare dakoppervlak is 635m² hiervan zou ongeveer 450m² beschikbaar gesteld kunnen worden voor het leggen van zonnepanelen dit zou betekenen dat er 225 zonnepanelen gelegd kunnen worden. Per m² zonnepaneel kan per jaar ongeveer 135 kWh opgewekt worden als deze op het zuid georiënteerd staan dit zou betekenen dat er ongeveer 62.000 kWh per jaar opgewekt zou kunnen worden door het dak van de loods aan de voorzijde te gebruiken. Deze oplossing zou ongeveer €600.000 gaan kosten, echter met de hoeveelheid energie die opgewekt kan worden zou deze zich in 18 jaar terugverdienen. Zonder eventuele subsidies mee te rekenen. Met een kleine notitie dat er in de raming van de kosten alleen is gekeken naar de kosten van het materiaal. De kosten voor personeel, engineering, risico's en de uitvoering zijn niet meegenomen. Een raming van deze kosten is in Bijlage 3 terug te vinden

Bij het toepassen van deze daken komen een aantal voordelen mee deze worden onderstaand besproken. De combinatie van de vegetatie en de schaduw gecreëerd door de zonnepanelen wordt het dak aantrekkelijk voor lokale insecten en vogels. De zonnepanelen worden door de lokale verdamping van water op de planten gekoeld waardoor deze op lagere temperaturen gehouden worden en dus efficiënter werken. Door de vegetatie op het dak wordt er meer licht en daarmee warmte gereflecteerd dit kan tot 75% reductie op de energierekening leveren in de zomer maanden, mits ook de rest van het pand goed geïsoleerd is.

Er komen ook een aantal nadelen kijken bij dit type dak. Deze nadelen zijn als volgt. Voor zowel de vegetatie als de zonnepanelen is onderhoud nodig. De zonnepanelen zullen schoongemaakt moeten worden om de 5 jaar. Ondanks de reductie van energie kosten in de warme maanden is door de koeling kan het dak niet goed isoleren dit zorgt ervoor dat het toepassen van isolatie nog steeds nodig is in koude maanden om de warmte vast te houden. Een laatste nadeel van dit type dak is dat het zeer gespecialiseerd is dit betekent dat weinig opties zijn op de markt. Daarnaast moet het dak door zijn complexiteit geïnstalleerd worden door een ervaren aannemer op dit gebied, dit zorgt voor hogere prijzen en langere wachttijden voor levering.

5.2 Constructie

De huidige constructie bestaat uit 6 IPE500 hoofdliggers deze overspannen een afstand van 21,8 meter. De liggers hebben verschillende h.o.h. afstanden.

Om zo veel mogelijk van de huidige constructie opnieuw te kunnen gebruiken is het toevoegen van 2 kolommen per hoofdligger nodig. Voor de kolommen worden HEA200 profielen toegepast. Tussen 2 hoofdliggers in zullen 6 liggers toegevoegd moeten worden om de constructie van het groene dak toe te kunnen passen. Voor deze liggers zullen HEA220 profielen nodig zijn. Deze liggers zullen de constructie van het bio solar dak ondersteunen.

Binnen deze kortere periode is ervoor gekozen om een aantal zaken niet uitwerken om tot een advies te komen. Voor de windverbanden is aangenomen dat deze nog voldoen en in de nieuwe situatie dus meegenomen kunnen worden op een aantal klein aanpassingen na waar nodig. Daarnaast zijn de individuele verbindingen van de verschillende onderdelen niet berekend, dit was binnen de beperkte tijd niet haalbaar. De gekozen profielen voldoen aan de grove eisen die worden gesteld aan de staalconstructie.

De uitgewerkt maatregelen zijn in een Revit model gevisualiseerd, tekeningen uit dit model zijn toegevoegd in bijlage 2. Daarnaast zijn de berekeningen van de relevante onderdelen terug te vinden in bijlage 1.

5.3 Isolatie

5.3.1 Waarom moet je een groen dak isoleren?

Groene daken bieden heel veel voordelen, maar het is dus geen vervanging van isolatie. Hoewel het in de zomerdagen een positieve bijdrage levert aan de warmteregeling, beschikt het nauwelijks over isolerende eigenschappen die bijdragen aan de warmteweerstand.

Daarom is het van belang om groene daken van kwalitatieve isolatieplaten te voorzien, net zoals bij andere daken. Omdat er waarschijnlijk verschillende bezoekersfuncties in de loods moeten komen en ook kantoren. Is het van belang dat dit isolatiemateriaal beschikt over de juiste warmteweerstand eigenschappen. Om te voldoen aan de RC waarden volgens het bouwbesluit.

(Kingspan, sd)

5.3.2 Welke isolatie is geschikt voor een groen dak?.

Isolatie materiaal dak		PUR	PIR	EPS	Glaswol	Steenwol
Geld	Prijs per m2	€ 25,00	€ 15,00	€ 20,00	€ 8,00	€ 10,00
Tijd	Levering	Direct leverbaar	Direct leverbaar	Direct leverbaar	Direct leverbaar	Direct leverbaar
Kwaliteit	Lambdawaarde	0,022 - 0,028	0,022 - 0,027	0,030 - 0,040	0,032 - 0,040	0,032 - 0,040
	Milieuklasse	4b	4b	3c	4a	4c
	Brandklasse	klasse: B	klasse: B	klasse: C	klasse: A1	klasse: A1
	Levensduur	75 jaar	75 jaar	75 jaar	75 jaar	75 jaar
	voordelen	- Dekt naden & kieren probleemloos - Vocht- & schimmelwerend - Hoge isolatiewaarde - Brandremmend	- Licht in gewicht - Hoge isolatiewaarde - Brandremmend - Ongevoelig voor vocht	- Vocht- en schimmelwerend - Duurzaam & goed recyclebaar - Zeer licht in gewicht	- Geluiddempend - Vocht- & schimmelwerend - Brandveilig - Relatief goedkoop - Milieuvriendelijk & 100% recyclebaar	- Zeer geluiddempend - Vocht- & schimmelwerend - Brandveilig - Milieuvriendelijk & 100% recyclebaar
	Nadelen	- Duurste keuze - Chemicaliën, niet milieuvriendelijk - Moeilijk te verwijderen - Niet recyclebaar	- Chemicaliën, niet milieuvriendelijk - Inflexibel materiaal - Niet recyclebaar	- Brandbaar (wel brandremmend) - Grondstof is een kunststof - Niet flexibel	- Jeuk en huidirritatie - Ongeschikt voor smalle spouwmuren	- Jeuk en huidirritatie - Ongeschikt voor smalle spouwmuren

(Jarri & Homedeal, 2021)

Door eerst verschillende isolatiematerialen te vergelijken op basis van hun eigenschappen. Is de keuze voor het isolatiemateriaal in het dak al snel gevallen op PIR. In daken worden veelal harde isolatie platen gebruikt omdat ze beloopbaar moeten zijn en gewichten moeten dragen. Deze platen zijn ook ongevoelig voor vocht. Buiten deze redenen moet het totale dak ook een **RC waarde** behalen van 6,3 m²K/W. De geschikte producten volgens KINGSPAN zijn de volgende genoemde platen. Deze platen hebben een lage **Lambda waarde**, waardoor bij gebruik van deze platen een hoge RC waarde behaald kan worden:

- *Therma TR24 Platdak Plaat,*
- *Therma TR26 Platdak Plaat,*
- *Therma TR27 Platdak Plaat,*
- *Therma TT40 Afschot Dakplaat,*
- *Therma TT46 Afschot Dakplaat,*

(Kingspan, sd)

5.3.4 Validatie

Om de RC waarde te laten voldoen volgens bouwbesluit. Is de huidige eis $6,3 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. Door deze verschillende PIR platen met elkaar te vergelijken was de Therma TR26 de beste keus. Deze had de laagste Lambda waarde. Het heeft een Lambda waarde van $0,022 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ en was in verschillende diktes verkrijgbaar. Zo is het mogelijk bij een isolatie dikte van 142mm. Het dak minimaal te laten voldoen aan een RC waarde van $6,45 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. wellicht is het ook mogelijk voor een dunnere plaat te gaan. Maar daarvoor zou een bouwfysisch adviseur ingelicht moeten worden.

Warmteweerstand

Isolatie dikte (mm)	20**	25**	30**	40	50	60	70	80	90	100	110	120	142	160*
R _D -waarde (m ² ·K/W)	0,90	1,10	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	5,00	5,45	6,45	7,25

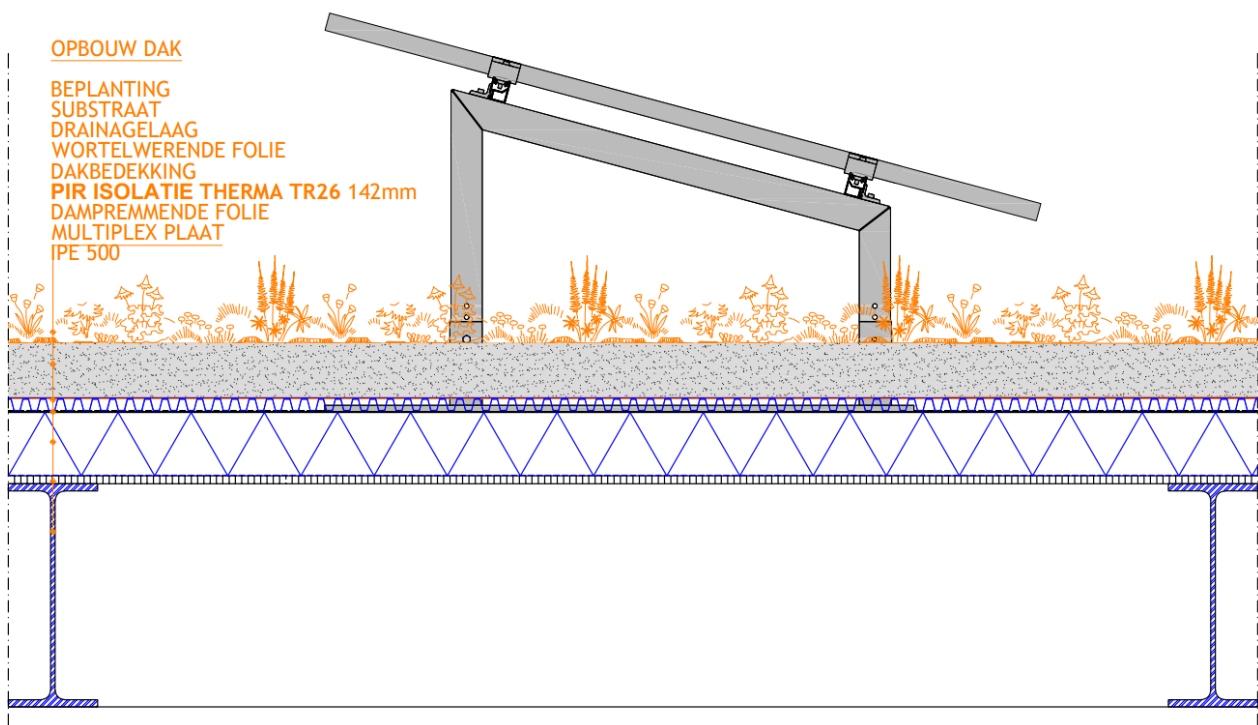
* 160 mm met sponning, functionele afmetingen 1185 x 585 en 2380 x 1180 mm.

** Voor toepassing van 20, 25 en 30 mm in een FM gecertificeerd daksysteem neem contact op met onze Techline: 0800 25 25 252.

(Kingspan, sd)

5.3.5 Dakopbouw

Hier is een schematische weergave hoe het dak opgebouwd wordt op de constructie



(Figuur 3 – Constructie dakopbouw)

5.4 Subsidies

Het aantrekkelijke van het verduurzamen van een pand is dat het een trend is die bij de gemeente en overheid op het moment populair is en zelfs gesteund wordt door met subsidies. Voor het isoleren van een dak dat een minimale afmeting van 20 m² heeft een subsidie vastgesteld van €15 per m² en zelfs van €30 per m² als er twee duurzame verbeteringen worden veranderd aan het pand in 2 jaar. Het isoleren valt dan onder het dak, de gevel en de vloer (Milieu centraal, 2023). De maximale aantal m² waarvoor de subsidie geldig is staat gelijk aan 200 m², dit komt op een maximaal uit te keren bedrag van 200x €15= €3000 (RVO, 2023). In combinatie met deze verbetering wordt er aangeraden om ook gebruik te maken van een andere vorm van isolatie gebruik te maken zodat de subsidie hoogte verdubbelt voor beide isolaties, wegens tijdsgebrek zijn er geen andere opties onderzocht dan zonnepanelen met groene daken.

5.5 Logistieke implementatie planning

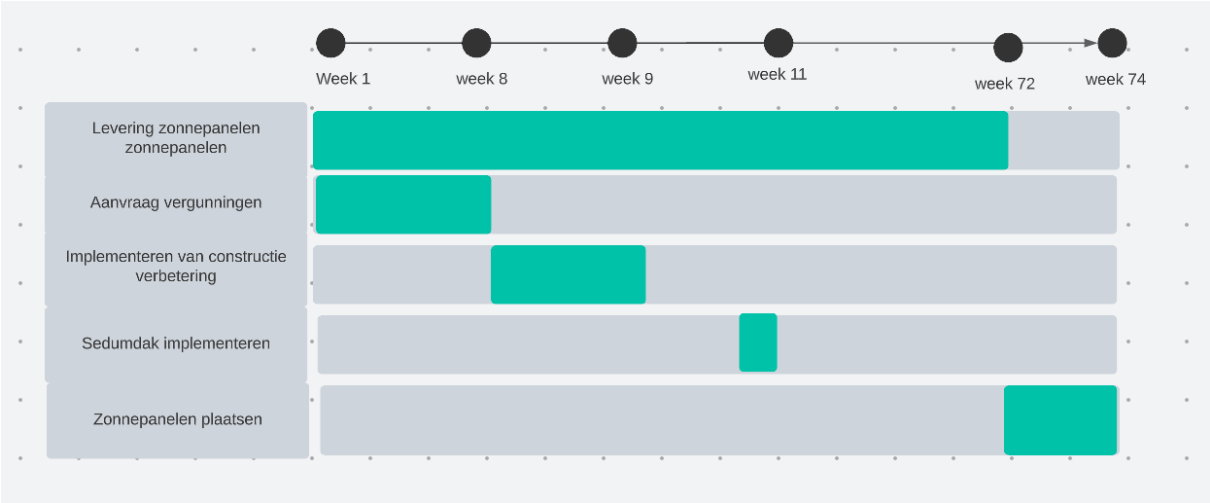
De verbeteringen omtrent de zonnepanelen, het groene dak en de constructie zijn uitgewerkt in de bovenstaande hoofdstukken. Het eerste wat dient te gebeuren aan het pand is het verbeteren van de constructie, zonder het kunnen houden van het groene dak en de zonnepanelen kan de verduurzaming niet inwerking worden gesteld. Voor het verbeteren van de constructie van het dak door het toevoegen van 2 kolommen met een HEA220 profiel per hoofdligger en 6 liggers met beide een HEA200 profiel dient er een watervergunning aangevraagd omdat het pand aan de Hellinggat ligt evenals een omgevingsvergunning voor het bouwen zelf. De aanvraag van deze vergunningen duurt maximaal 8 weken met een verlengingstermijn van 6 weken zonder verbonden kosten (Omgevingsloket, 2021). Na het aanvragen van de vergunningen kan de constructie verbetering in werking worden gesteld, hiervoor is een week aangenomen.

Het implementeren van het groene dak is de tweede stap voor het verduurzamen van het pand. Het maakt voor het aanleggen van het sedumdak niet uit in welk seizoen dit aangelegd wordt zolang het niet in de zomer geplaatst wordt doordat elk seizoen zijn eigen voordelen heeft (Sedumdak-online, 2021). In de meeste gevallen kan het dak binnen een maand geleverd worden met een uitvoering van 1-2 dagen met de kosten van tussen de €40 en €200 per m² met 600 m² komt uit met €75 per m² op €49.000. Het onderhoud van het dak is eenvoudig, bij droogte van 3-4 weken sproeien en het verwijderen van onkruid eenmalig per jaar (Exensief groendak, 2023).

De laatste ingreep is het plaatsen van de zonnepanelen op het sedumdak in totaal komen er 225 zonnepanelen. Het grootste nadeel is dat de wachttijd van 25 zonnepanelen ongeveer 8 weken bedraagt met een totale leveringstijd van 9x8 weken= 72 weken. De zonnepanelen dienen als eerst besteld te worden voordat de andere verbeteringen in werking worden gezet. Het installeren van 20 zonnepanelen duurt 2 dagen met een totaal van 225 zonnepanelen komt dat uit op afgerond naar boven 12 werkdagen (Masters in solar, 2023). Het onderhouden van de zonnepanelen is het best door deze schoon te maken eenmalig per jaar zodat de geen energie verloren gaat (Voltasolar, 2023).

De beste tijd om de implementatie van start te laten gaan is in juni voor de zonnepanelen en de aanvraag van de vergunningen. In de Gantt Chart is een specificatie weergegeven per week.

5.6 Gantt chart



(Figuur 4 – Gantt Chart – implementatie verduurzaming)

6. BREEAM-certificering

Het verduurzamen van een pand kan op meerdere manieren worden gedaan door het laten certificeren of een keurmerk te geven door een externe partij. Een BREEAM-certificaat staat voor Building Research Establishment Environmental Assessment Method dat wereldwijd gebruikt wordt voor het structureel kunnen bepalen of een gebied of gebouw duurzaam is. Logistici gebruiken de BREEAM-methode vaak zodat aangetoond kan worden op welk gebied binnen het bedrijf ruimte is voor verbetering als het gaat over duurzaamheid. Het is mogelijk om een certificering te behalen in de herontwikkeling van een gebied, nieuwbouw, in-use en sloop en demontage waar een verschil is tussen woningen en utiliteitsgebouw (NL keurmerken, 2020).

De beoordeling kan in drie categorieën worden geplaatst met elk een eigen gewogen scoringsmodel genaamd asset, beheer en gebruik. Het pand gaat in de toekomst een museum worden dus zal deze onder de categorie in gebruik vallen. Na het bepalen van de categorie zijn er 9 afhankelijke beoordelingsonderwerpen, onderstaand in figuur 4 is de tabel aangegeven met de zwaarte van de score.

Categorieën	Weging Deel 1 Asset	Weging Deel 1 Beheer	Weging Deel 1 Gebruik
Management	-	15%	12%
Gezondheid	17%	15%	15%
Energie	26,5%	31,5%	19,5%
Transport	11,5%	-	18,5%
Water	8%	5,5%	3,5%
Materialen	8,5%	7,5%	4,5%
Afval	5%	-	11,5%
Landgebruik en ecologie	9,5%	12,5%	5%
Vervuiling	14%	13%	10,5%
Totaal	100%	100%	100%

(Figuur 4 – Onderwerpen wegingsmodel)

Te zien aan de rechterkant van de percentages in Figuur 4 is dat de onderwerpen gezondheid van de bezoekers en werknemers, energie vermindering en hergebruiken van installaties en gebruik maken van duurzame transport alternatieven de hoogst gewogen scores hebben. Voor de oplossing tot verduurzaming van het pand is er gekozen om te richten op energie, de zonnepanelen hebben het meeste effect in het behalen van een BREEAM-certificaat. Het combineren van een groen dak samen met de zonnepanelen verhoogt de scores bij de gezondheid van de mensen door CO2 bevordering, materiaal door duurzame grondstoffen te gebruiken en ook bij landgebruik en ecologie met het optimaal gebruiken van de vierkante meters die tot beschikking van het gebouw worden gesteld. Het doel is om met deze verbeteringen en met verbeteringen die in de toekomst kunnen worden gedaan de minimale 10% te behalen met de beoordeling pass om een gecertificeerd pand te hebben voor bezoekers. Het certificaat zal als statement dienen om bezoekers bewust te maken van een duurzame levensstijl.

6.1 Toekomstige verbetering BREEAM-certificaat

Het uitvoeren van groene daken en zonnepanelen zijn niet de laatste mogelijkheden die de versterking van een BREEAM-certificaat kunnen bevorderen of verhogen. Het onderwerp energie heeft te maken met de isolatie van het pand dat nog niet goed is geïsoleerd, buitenom de daken kunnen de muren geïsoleerd worden met materiaal als steenwol en glaswol. Glaswol is een aanrader door de lagere prijs van 2,30 met een hogere isolatiewaarde dan steenwol, ook is bij de productie van steenwol meer CO2 uitstoot (Kenniscentrum, 2023).

Het pand zelf dient ook ingericht te worden met apparaten voor de vrijwilligers die werkzaam zijn voor het museum. De inrichting van het pand doormiddel van waterkokers, koelkasten, computers, Verlichting, koffieapparaat, stofzuiger en airco met A+++ kenmerk, deze apparaten hebben een lager energie verbruik (Electrodomesticos, 2023).

Een ander mogelijkheid is het verdubbelen van het enkele glas voor het binnen houden van energie minder warmte generatie nodig in combinatie met een lagere energierekening (Deceuninck, 2023). Het gebruiken van refurbished LED lichten, dit zijn TL buizen die zijn omgebouwd naar Led lichten met 95% hergebruikt materiaal (Lumeco, 2023).

Muurisolatie is mogelijk door het plaatsen van dubbelglas of HR++. Het verschil is dat HR++ beter isoleert dan dubbelglas, hierdoor zijn de kosten per m2 15 euro duurder. Echter is de terugverdientijd ongeveer 2-3 jaar tijd dus kan er geconcludeerd worden dat dit een investering is die het zeker waard is (Dubbel glas, 2023).

7. Conclusie

Uit het uitgevoerde onderzoek kan de volgende conclusie getrokken worden. Het is mogelijk om een Bio-solar dak toe te passen echter moeten hiervoor een aantal aanpassingen gedaan worden. Naast het groene dak zal er nog steeds isolatie aangebracht moeten worden om aan de normen binnen de bouw te voldoen. Om de stabiliteit van de constructie te garanderen zullen er kolommen toegevoegd moeten worden naast liggers om de overspanning van het dak te verkleinen. Het toepassen van een groen dak kan de energie reduceert worden. Deze aanpassingen kunnen de gemeente een voorbeeldfunctie geven. De voorgestelde verbeteringen kunnen dan ook toe werken naar een BREEAM-certificaat.

7.1 Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen worden gemaakt voor uitwerking van dit concept. Voor toekomstige uitwerkingen moet zeker nog de constructie door gerekend worden op basis van specifieke belastingen & combinaties. Voor het groene dak zelf kan nog verder gekeken worden welke type planten de zonnepanelen het meeste koelen en licht hiermee warmte weer kaatsen waardoor het gebouw koeler gehouden kan worden. Een volgende aanbeveling is het uitwerken van de vervolgstappen voor het aanvragen van een BREEAM-certificaat.

Bibliografie

- Deceuninck*. (2023). Opgehaald van Blog: <https://www.deceuninck.nl/nl-nl/blog/kunststof-kozijnen/waarom-je-het-beste-kiest-voor-ramen-met-dubbel-glas#:~:text=Dubbel%20glas%20bestaat%20uit%20twee,in%20de%20zomer%3A%20afkoelen>).
- Dubbel glas*. (2023). Opgehaald van Glas-gigant: <https://www.glas-gigant.nl/dubbel-glas-kosten/>
- Electrodomesticos*. (2023). Opgehaald van Renovablesverdes: <https://www.renovablesverdes.com/nl/electrodomesticos-de-bajo-consumo/>
- Exensief groendak*. (2023). Opgehaald van Dakconstructie: <https://www.dakconstructie.be/extensief-groendak#:~:text=De%20gemiddelde%20prijs%20van%20een,de%20afmetingen%20van%20het%20dak>
- Gensbouw*. (2023). Opgehaald van Projecten: <https://www.gensbouw.nl/nl/projecten/detail/the-edge>
- Houweling, A. (2019, 12 23). *Amazing Erasmus MC*. Opgehaald van Biomedisch: <https://amazingerasmusmc.nl/biomedisch/erasmus-mc-10x-duurzaam/>
- ICB projects. (sd). *BIO-SOLAR*. Opgehaald van www.icbprojects.co.uk: <https://www.icbprojects.co.uk/solutions/green-roof-systems/bio-solar>
- Jarri & Homedeal. (2021, December 21). *Homedeal*. Opgehaald van Homedeal NL: <https://www.homedeal.nl/isolatie/steenwol-isolatie/>
- Kenniscentrum*. (2023). Opgehaald van Isolatiemateriaal: <https://www.isolatiemateriaal.nl/kenniscentrum/prijzen-isolatiemateriaal-per-m2>
- Kingspan. (sd). *Groene daken*. Opgehaald van kingspan.com: <https://www.kingspan.com/nl/nl/campagnes/daken-en-balkons/groene-daken/>
- Kingspan. (sd). *Therma TR26 Platdak Plaat*. Opgehaald van kingspan.com: <https://www.kingspan.com/nl/nl/producten/isolatieplaten/dakisolatieplaten/therma-tr26/?s=t>
- Livingroofs. (sd). *Biosolar green roofs – combining solar panels and green roofs*. Opgehaald van livingroofs.org: <https://livingroofs.org/introduction-types-green-roof/biosolar-green-roofs-solar-green-roofs/>
- Lumeco*. (2023). Opgehaald van Lumeco: <https://lumeco.nl/ombouwen-naar-led/>
- Masters in solar*. (2023). Opgehaald van Masters in solar: <https://mastersinsolar.nl/faq/>
- Milieu centraal*. (2023). Opgehaald van Energie besparen: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiesubsidies-en-leningen/subsidie-voor-isolatie/#hoe-hoog-is-de-subsidie>
- NL keurmerken*. (2020). Opgehaald van Richtlijn BREEAM: <https://richtlijn.breeam.nl/13-de-breeam-nl-keurmerken-401>

- Omgevingsloket.* (2021). Opgehaald van Behandelprocedure :
<https://www.omgevingsloket.nl/Particulier/particulier/home/De-stappen/BehandelprocedureParticulier#:~:text=Eenvoudige%20aanvragen%20verlopen%20via%20de,procedure%20in%20maximaal%206%20maanden.>
- RVO.* (2023). Opgehaald van Subsidies-financiering: <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/isde/woningeigenaren/isolatiemaatregelen>
- Sedumdak-online.* (2021, 8 30). Opgehaald van Wanneer groen dak aanleggen: <https://sedumdak-online.nl/wanneer-groendak-aanleggen/?amp=1>
- Sempergreen.* (sd). *Solar Biodiversdak.* Opgehaald van www.sempergreen.com:
<https://www.sempergreen.com/nl/oplossingen/groene-daken/types/solar-biodiversdak>
- Voltasolar.* (2023). Opgehaald van Zonnepanelen onderhoud:
<https://voltasolar.nl/zonnepanelen/onderhoud/#:~:text=Zonnepanelen%20hebben%20in%20het%20algemeen,levensduur%20van%20een%20installatie%20verlengen.>
- Zelfbouwkrant.* (2022, 5 29). Opgehaald van Nieuwste trend op het dak groendaken:
<https://www.zelfbouwkrant.nl/nieuwste-trend-op-het-dak-groendaken/#:~:text=Het%20dak%20vangt%20verder%20regenwater,nodig%20is%20dan%20conventionele%20landbouw.>
- Triodos* (2019) Opgehaald van Circulair bouwen kansen en obstakels:
<https://www.triodos.be/nl/artikelen/2019/circulair-bouwen-kansen-en-obstakels#:~:text=Wanneer%20we%20circulair%20bouwen%2C%20putten,%C3%A9n%20veel%20energiezuiniger%20gaan%20bouwen>
- Rijksoverheid* (2023) Opgehaald van Wat zijn de voordelen van duurzaam bouwen:
<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzaam-bouwen-en-verbouwen/vraag-en-antwoord/wat-zijn-de-voordelen-van-duurzaam-bouwen>
- Stedebouwarchitectuur* (2021) Opgehaald van de duurzame trends van 2021 en 2022:
<https://www.stedebouwarchitectuur.nl/artikel/de-duurzame-trends-van-2021-en-2022>
- Essent* (2021) Opgehaald van Duurzaamheid en de impact op je imago:
<https://www.essent.nl/zakelijk/kennis-inspiratie/energie-besparen/effectiviteit-duurzaam-imago>

Bijlage 1 Berekeningen constructie

Gegevens profiel		hoogte	breedte	lijf dikte	flens dikte
HE-220-A		210	220	7	11 mm
staal kwaliteit	=	235			
lengte overspanning	=	5375	mm		
E staal	=	210000			
Iy	=	5410	mm ⁴		

Belasting		
eigen gewicht	=	0,5 kN/m
bio solar roof	=	5,28 kN/m
green roof part	=	3,84 kN/m
Bak constructie	=	2,61 kN/m
sneeuw	=	1,68 kN/m
		+
		13,91 kN/m

krachten door belasting		
maximale dwarskracht		46,45 kN
maximale moment		62,7 kNm

Controle belasting		
Vz,Rd	=	178551,34 N
Vz,Ed/Vz,Rd	=	0,26 < 1,0
Wy	=	515000 mm ³
My,Ed/My,Rd	=	0,52 < 1,0

controle vervorming			
Weind	=	13,306 mm	< 0,004*5375 = 21,5mm

controle stabiliteit		
Lkip = Lst		
λ It	=	0,95
h/b	=	0,95
knikkromme	=	c
XIt	=	0,73
My max/XIt*Wy*f _{yd}	=	0,71 < 1

korte inschatting gewicht bak voor groen dak	
	53,75 buizen
totaal	1402,875 gewicht
lijnlast	261 kg/m
	2,61 kN/m

Gegevens profiel		hoogte	Breedte	lijf dikte	flens dikte
IPE-500		500	200	10,2	16 mm
staal kwaliteit	=	235			
lengte overspanning	=	8000 mm			
E staal	=	210000			
Iy	=	67120 mm ⁴			

Belasting		
eigen gewicht	=	0,91 kN/m
belasting oplettingen	=	44,6 kN

krachten door belasting		
maximale dwarskracht		93,87 kN
maximale moment		130 kNm

Controle belasting		
Vz,Rd	=	647669,22 N
Vz,Ed/Vz,Rd	=	0,14 < 1,0
Wy	=	1930000 mm ³
My,Ed/My,Rd	=	0,29 < 1,0

controle vervorming		
Weind	=	20,595 mm < 0,004*5450 = 21,8 mm

controle stabiliteit zonder kipsteun		
Lkip = Lst		
λ_{lt}	=	1,56
h/b	=	2,50
knikkromme	=	c
χ_{lt}	=	0,368
My max/ χ_{lt} *Wy*f _{yd}	=	0,78 < 1

Gegevens profiel		hoogte	Breedte	lijf dikte	flens dikte	opp. Doorsnede
HE-200-A		190	200	6,5	10	5380 mm
staal kwaliteit	=	235				
lengte overspanning	=	9290 mm				
E staal	=	210000				
Iz	=	1336 mm ⁴				

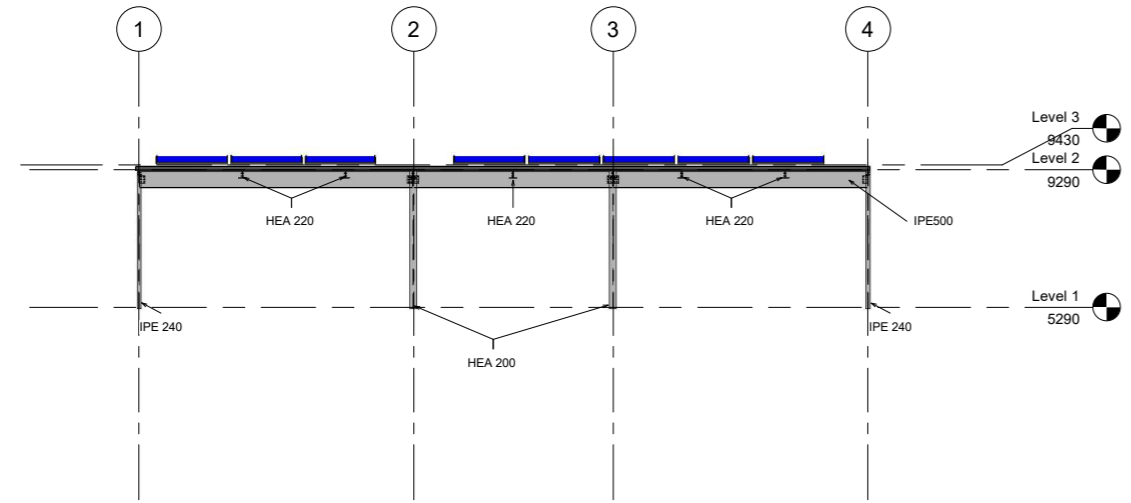
Belasting		
eigen gewicht	=	0,42 kN/m
belasting tussen steunp	=	128,78 kN

krachten door belasting		
maximale normaal		179,15 kN

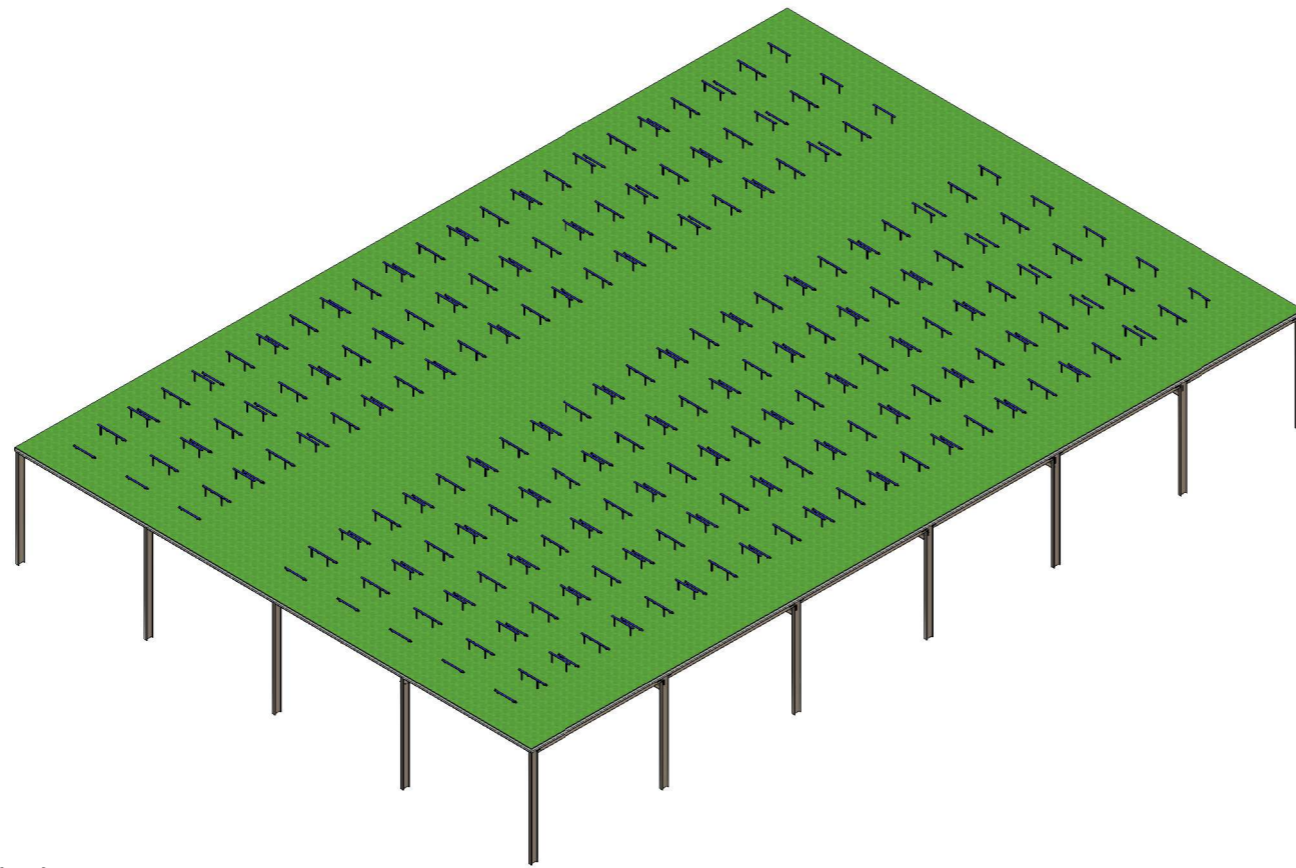
Controle belasting		
Nc,Rd	=	1264300 N
Ned/Nc,Rd	=	0,14 < 1,0

labdaz	=	186,42
labda 1	=	93,87
labda -	=	1,99
h/b	=	0,95
		0,2
Ned/X*Ncrd	=	0,71 < 1,0

Bijlage 2 Tekeningen constructie



1 Section 1
1 : 100



2 {3D}



www.autodesk.com/revit

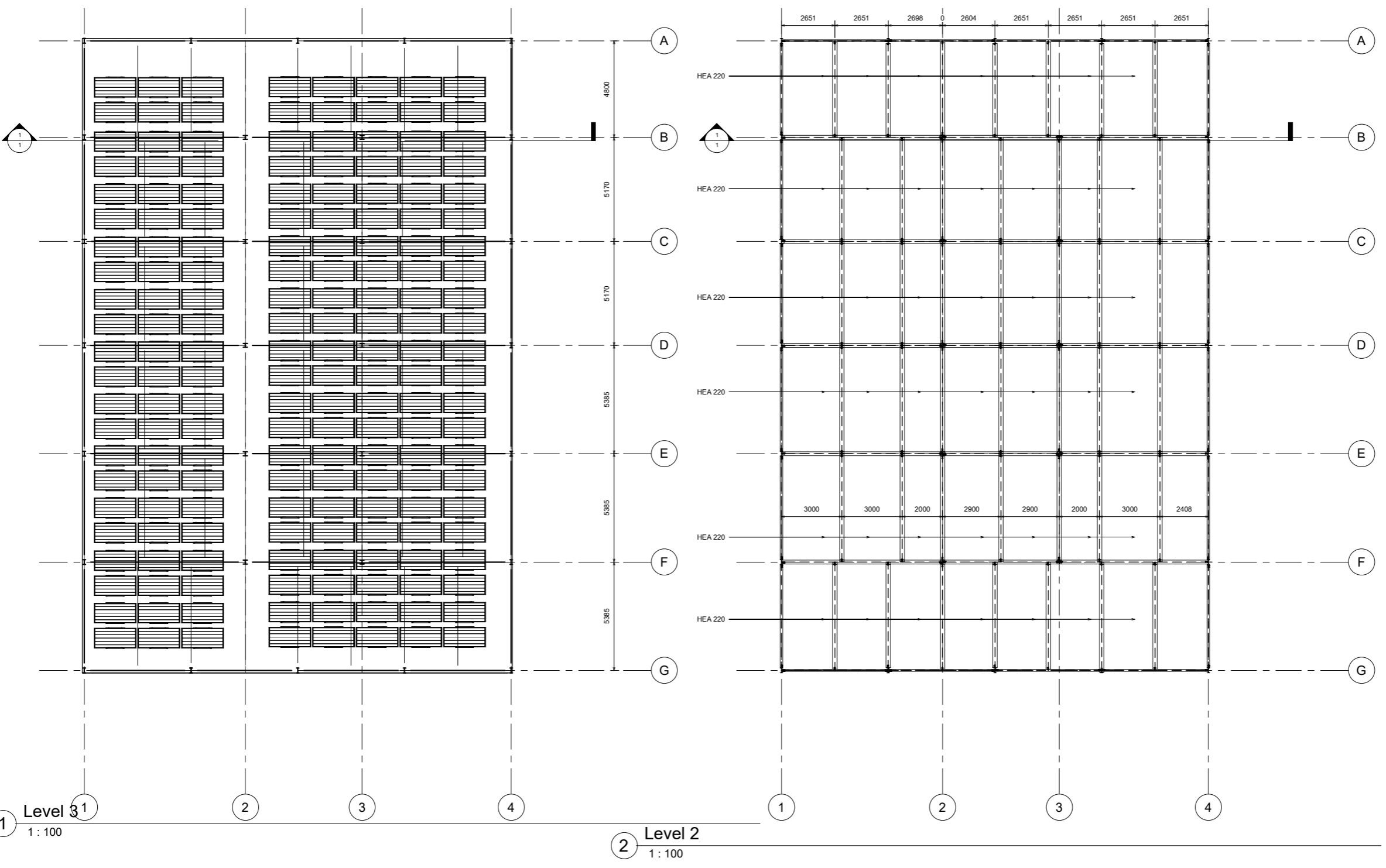
Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail
Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail

No.	Description	Date

maud nagelkerken
Digital twin
maassluis

overzicht constructie

Project number	01
Date	25-04-2023
Drawn by	maud nagelkerken
Checked by	maud nagelkerken
1	
Scale	1 : 100



www.autodesk.com/revit

Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail
Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail

No.	Description	Date

maud nagelkerken
Digital twin
maassluis

levels constructie

Project number 01

Date 25-04-2023

Drawn by Author

Checked by Checker

2

Scale 1 : 100

25-4-2023 20:48:03

Bijlage 3 Kostenraming

kosten raming	m	m2	prijs / m	prijs / m2	prijs / 100kg	totaal per onderdeel
Groenedak						
groene dak			651		75	€ 48.825,00
zonnepanelen			450		500	€ 225.000,00
						€ 273.825,00
Constructie						
HE-220-A		288			134,5	€ 38.736,00
HE-200-A		130,06			134,5	€ 17.493,07
bak constructie voor dak		13952	18,46			€ 257.553,92
						+
						€ 313.782,99

totaal bedrag € 587.607,99

energie per vierkante meter zonnepanelen	
tussen	150 125 kWh
gemiddelde	137,5 kWh
verdiensen panelen	
€ 0,53 stroom prijs	
450 m2	aan zonnepanelen
61875 kWh	kan opwekken/per jaar
€ 32.793,75 per jaar uit de zonnepanelen	
aantal jaar totdat investering terug is verdiend	
17,9	