

S4

Adviesrapport



Niek Buiting (1671015)

Niels van den Berg (1648782)

Tom Peters (1666415)

Wouter Zijl (1670216)

[Hogeschool Arnhem en Nijmegen]

S4

Inhoud

Inleiding	2
Waaraan moet het PVT-systeem voldoen?	3
Vaste eisen	3
Variabele eisen	3
Wensen	4
Onderzoek naar het PVT-systeem	5
Literatuuronderzoek naar het PVT-systeem	5
Concullega	5
Soorten leiding	5
Veldonderzoek	7
Verschillende bedachte PVT-systeem concepten	8
Keuze tussen PVT-systeem concepten	11
Kostencalculatie	12
Benodigd gereedschap	14
Montagetijd.....	14
In de werkplaats	14
Op het dak.....	14
Prijzen vergelijking.....	14
Samenstellingstekening.....	16
Aanpassingen na presentatie.....	17
Ontluchtingskranen	17
Diameter hoofdleidingen	17
Koppeling naar rvs-buis	17
Offerte Lever Kunststoftechniek voor PP-R	17
Conclusie.....	18
Literatuurlijst.....	19
Bijlage	20
Verslag gesprek leverkunststoftechniek	20

Inleiding

In de afgelopen jaren is de wereld druk bezig met verduurzamen. Dit gebeurt op veel vlakken, zo ook op het gebied van energietechniek. Er worden allerlei nieuwe energieopwekkingsmethode ontwikkeld. Zonnepanelen zijn een goed voorbeeld van een duurzame energieopwekkingsmethode. Een zonnepaneel, oftewel Photo Voltaic paneel (PV-paneel), zet zonne-energie om in elektrische energie. Solar energy booster gaat nog een stapje verder. Zij maken een boosterpaneel dat achter een PV-paneel geplaatst kan worden. Dit wordt samen een PVT-paneel genoemd. Dit staat voor Photo Voltaic Thermisch paneel. Deze booster heeft twee functies; het koelt het zonnepaneel en het zorgt voor verwarming in huis.

Op dit moment worden de boosters allemaal apart gekoppeld met polybutyleen slangetjes. Er zijn daarom grote lengtes nodig om een heel PVT-systeem aan te sluiten. De opdrachtgever denkt dat dit beter kan. Er moet een systeem gemaakt kunnen worden, waarbij de montagetijd verminderd en de kwaliteit niet verloren gaat.

Bij een vermindering van montagetijd kunnen ook de kosten van het aanleggen verminderd worden. Eventueel kan het door vermindering van montagetijd ook mogelijk zijn om meer systemen op één dag aan te leggen.

Het doel van deze rapportage is adviseren over een leidingsysteem, dat de montagetijd bij het huidige PVT-systeem van Solar Energy Booster verminderd.

Om tot dit advies te komen, zijn eerst eisen en wensen vastgesteld. Vervolgens zijn er verschillende ideeën bedacht, waarvan sommige zijn afgefallen en sommige verder zijn uitgedacht en gecombineerd. Bij het uitdenken van de ideeën, is gekeken naar de eisen, wensen en de kosten die bij de ontwikkeling komen kijken.

Met dit advies krijgt de opdrachtgever een idee hoe zijn PVT-systeem kan versimpelen en wat dit ongeveer gaat kosten/opleveren.

Waaraan moet het PVT-systeem voldoen?

De PVT-panelen worden op de huidige manier aangesloten met polybutyleen slangen. Vanaf de pomp gaat er een slang naar een verdeler die ook wordt gebruikt bij vloerverwarming. Vanaf de verdeler gaan er slangen naar alle panelen. Per aftakking van de verdeler staan twee thermische panelen in serie. Om de thermische panelen op deze manier aan te sluiten wordt er ongeveer 150 meter polybutyleenbuis gebruikt. Naast dat er veel materiaal gebruikt wordt, kost het ook veel tijd om alles op deze manier te maken. Het kost twee monteurs 16 uur, dus 8 uur p.p., om de volledige installatie te installeren.

Het is de bedoeling dat de installatie tijd naar 10 uur gaat, dus 5 uur p.p. Om dit te kunnen bereiken wordt er een nieuwe manier om de thermische panelen aan te sluiten ontwikkeld.

Vaste eisen

In deze paragraaf staan een aantal vaste eisen, dit zijn eisen waar het systeem altijd aan moet voldoen. Je kunt bij deze eisen simpelweg zeggen, Voldoet wel of voldoet niet.

Om ervoor te zorgen dat het systeem sneller gemonteerd kan worden, maar nog steeds even goed werkt zijn er een aantal vaste eisen waar het nieuwe systeem aan moet voldoen. Deze eisen zijn als volgt:

- Water moet van de pomp naar de panelen en weer terug naar de pomp kunnen
- De druk in de panelen moet nagenoeg gelijk zijn
- Het nieuwe systeem moet sneller te monteren zijn dan het huidige systeem (max 10 manuren in plaats van 16 uur)
- Het is belangrijk dat het systeem vloeistof- en luchtdicht is. Zo hoeft het systeem niet steeds bijgevuld/ontlucht te worden.
- Het nieuwe systeem moet kunnen werken met de huidige thermische panelen.
- Moet een druk van 2 à 3 bar aankunnen

Al deze eisen moeten worden verwerkt in de concepten, om aan de opdracht te kunnen voldoen. Als er aan één van deze eisen niet voldaan kan worden, valt het concept bij voorbaat al af.

Variabele eisen

In deze paragraaf worden de variabele eisen weergegeven. Aan deze eisen moet het systeem ook zeker voldoen, maar er is een marge waarbinnen de eis moet voldoen. Deze eisen zijn van belang om zo het beste concept te kiezen.

Hier volgt een opsomming van de variabele eisen:

- Het systeem moet sneller gemonteerd kunnen worden dan het huidige systeem.
- Het systeem moet zo goedkoop mogelijk zijn
- Er moet zo minmogelijk werk verricht worden aan het systeem op het dak
- Het systeem moet er strak en professioneel uitzien

Wensen

In deze paragraaf staan de wensen van de opdrachtgever. Hier ligt dus wat meer ruimte dan bij een eis. Aan een wens hoeft het systeem niet te voldoen. Ook al is het, waar mogelijk, wel belangrijk om hier rekening mee te houden.

De opdrachtgever had al een aantal ideeën over hoe een verbeterd montage systeem er uit zou kunnen zien. Eén van deze ideeën was om de vloeistof door de profielen waar ze zonnepanelen op liggen te laten lopen. Dit wordt meegenomen in de conceptfase, waar er gekeken wordt of dit haalbaar is en aan de eisen voldoende.

Verder moet het systeem er professioneel en degelijk uit zien, zodat de klanten een goede indruk krijgen.

Onderzoek naar het PVT-systeem

Dit hoofdstuk geeft het gedane onderzoek weer. Hierbij gaat het om een deel literatuuronderzoek en een deel veldonderzoek.

Literatuuronderzoek naar het PVT-systeem

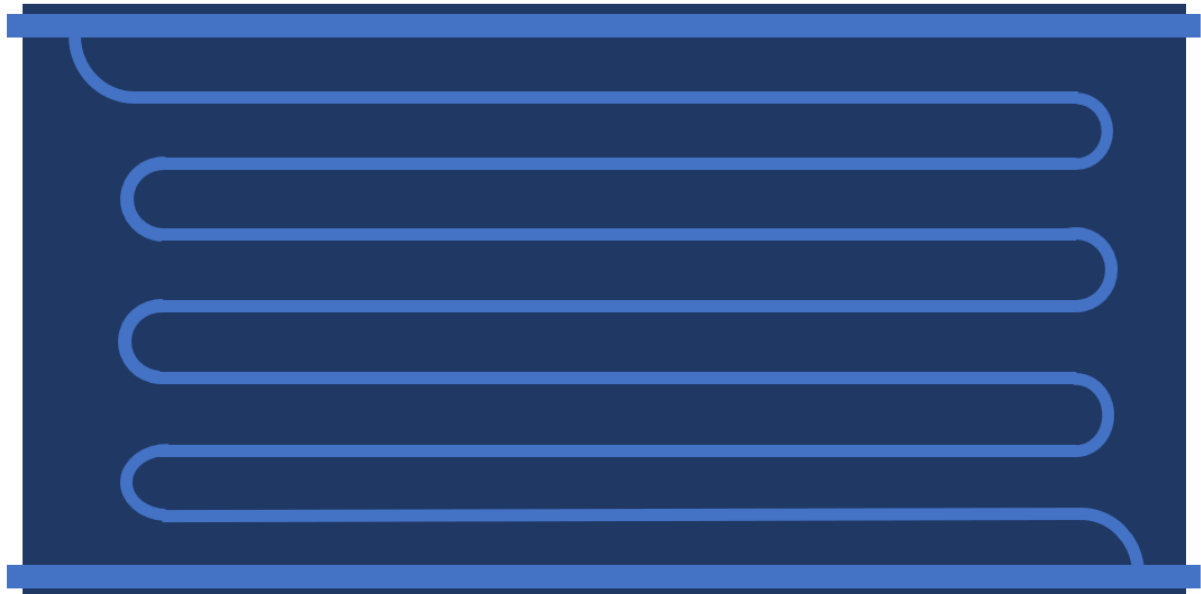
In deze paragraaf is weergegeven wat voor onderzoek er op de pc is gevonden ter verduidelijking van het PVT-leidingsysteem en de huidige toepassingen

Concullega

Om te verbeteren hoe Solar Energie Booster het leidingsysteem nu gebruikt, kan er als eerst naar de concullega's gekeken worden; hoe doen zij het? En zou dit voor de Solar Energie Booster kunnen werken?

Eén van de grootste PVT-paneel producenten is Triple Solar B.V. (Triple Solar, 2023). Zij werken met een ander soort PVT-paneel dan Solar Energy Booster. Bij Triple Solar wordt een geheel paneel geleverd waar alles in zit. Bij Solar Energy Booster, wordt het boosterpaneel onder een 'normaal' zonnepaneel geplaatst

Het grote voordeel voor Triple Solar, is dat ze hun panelen makkelijk aan elkaar doorleggen. Zij hebben een toe- en afvoerleiding in hun panelen verwerkt, waardoor ze geen aparte leiding hoeven te leggen (Triple Solar B.V., 2020). De vloeistof loopt door het paneel zoals hieronder weergegeven is in figuur 1. De twee dikke leidingen, zijn de toe- en afvoerleidingen. Tussen deze twee leidingen is een meander gelegd. Dit is hetzelfde patroon als er bij Solar Energy Booster gebruikt wordt.



Figuur 1: Vloeistofleidingen in PVT-paneel Triple Solar B.V.

Soorten leiding

Er zijn verschillende materialen om een leidingsysteem van te maken. Zo zijn er in deze paragraaf verschillende soorten leidingen weergegeven, met stuk voor stuk de min- en pluspunten die hierbij horen.

De witte leidingen die op dit moment gebruikt worden, zijn polybutyleen leidingen. Deze zijn soepel, kunnen tegen temperaturen tot wel 90 graden Celsius en zijn goed bestand tegen spanningen. Dit leiding materiaal is dus handig in het PVT-systeem.

De buigbaarheid van het polybutyleen kan eventuele maatafwijkingen van panelen opvangen, omdat het gerust een stukje kan buigen. Ook kan het tegen een hogere temperatuur, dan er ooit nodig zou zijn voor deze leiding op het dak.

HDPE, oftewel high density polyethyleen is doorgaans een zwart kunststof. Het is bestand tegen temperaturen tussen de -40 en 80 graden Celsius en heeft een thermische geleidbaarheid van ongeveer $0,45 \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$ (Vink, Z.D.). Hoe lager deze thermische geleidbaarheid is, hoe beter het materiaal isoleert.

Naast HDPE, is er ook LDPE. LDPE is echter minder goed bestand tegen hogere temperaturen, waardoor dit geen geschikt materiaal zal zijn voor op het dak (Guanghai material, 2018).

Naast deze twee PE-materialen, is er ook PP. Dit staat voor Polypropyleen. Polypropyleen is doorgaans een groen kunststof, wat goed tegen temperaturen kan tussen de -20 en 90 graden Celsius. Polypropyleen heeft daarnaast een thermische geleidbaarheid van ongeveer $0,2 \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$. Het materiaal geleid dus een stuk minder warmte dan bijvoorbeeld PE doet. Het is goed te lassen, waardoor het zeker een aantrekkelijk kunststof is, voor het PVT-Systeem (Eriks, 2023).

Veldonderzoek

In deze paragraaf is weergegeven wat er ondernomen is om een goed beeld te krijgen bij het PVT-systeem en hoe dit eventueel beter zou kunnen.

Op industriepark Kleefsewaard in Arnhem, waar de samenkomsten tijdens het project plaatsvinden, ligt een PVT-systeem. Om als voorbeeld te kijken hoe dit erbij ligt, is er tijdens het project gekeken bij dit systeem. Op de afbeeldingen hieronder is te zien hoe het er uit ziet. Bij deze PVT-panelen is het leidingwerk niet ingewikkeld, omdat er ruimte is onder de panelen. Ook is te zien dat deze panelen in landscape zijn geplaatst. De meander van dit paneel, ligt net als dat van Triple Solar, Horizontaal. Er zijn bij dit systeem echter wel een aparte toe- en afvoerleiding. Het leidingwerk is opgebouwd uit korte stukken leiding. Deze worden verbonden door middel van knie-koppelingen en T-stukken, waarbij de aftakking van het paneel komen/naar het paneel gaan.



Figuur 2: PVT-panelen op Industriepark Kleefsewaard, Arnhem.

Naast het observeren van de hierboven weergegeven panelen, is er ook een gesprek geweest bij Lever kunststoftechniek. Dit is een bedrijf dat gespecialiseerd is in werken met kunststoffen. Over dit bezoek is een verslag te vinden in de bijlage van deze rapportage.

Verskillende bedachte PVT-systeem concepten

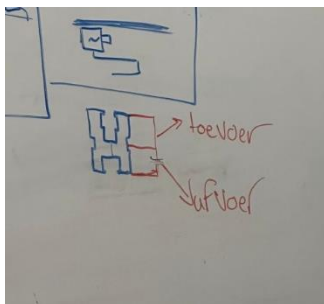
Dit hoofdstuk geeft uitleg bij de verschillende concepten die in de loop van het S4-project bedacht zijn.

Na het vergelijken van verschillende concepten en het uitvoeren van uitgebreid onderzoek, is er een keuze gemaakt voor het beste concept om verder te ontwikkelen. De verschillende mogelijkheden die zijn samengevoegd, zijn als volgt:

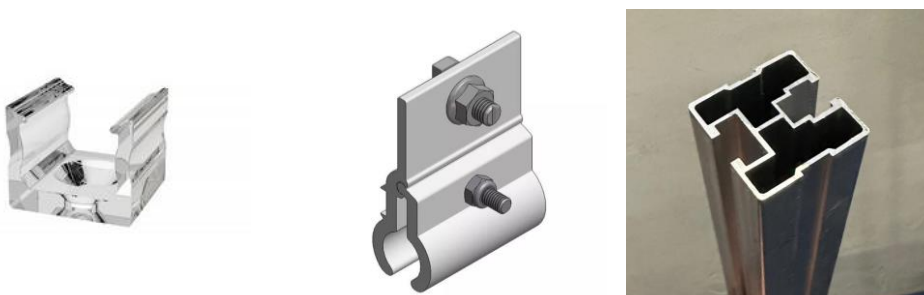
Optie 1: Vloeistof door de aluminium leidingen laten circuleren. Dit concept heeft als voordelen dat er geen apart leidingwerk benodigd is. Inserts die gemakkelijk kunnen worden geplaatst en er een strakke afwerking mogelijk is. Nadelen zijn onder andere de warmtegeleiding en de spanen in de frames die vrijkomen tijdens het boren en tappen, wat mogelijk voor aantasting zorgt op lange termijn.



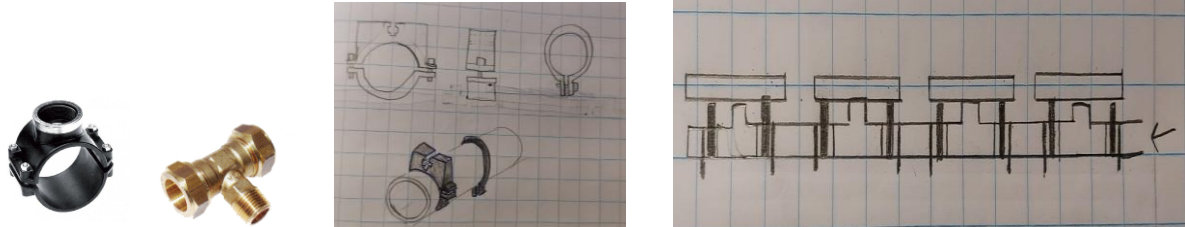
Optie 2: Het aluminium frame wordt verlengd met een extra stuk voor aparte leidingen. Voordelen zijn onder andere aparte leidingen die vervangbaar zijn en een zekere montagetijd voor de rails maakt, met mindere tijd voor de leidingen. Nadelen zijn dat er extra ruimte in beslag wordt genomen, en dat de warmteoverdracht toe- en afvoer tegen elkaar aan kan liggen, en dat er een geheel nieuw profiel moet worden gemaakt.



Optie 3: Leidingklemmen aan het aluminium frame bevestigingen. Voordelen zijn onder andere vervangbare klemmen en eenvoudige montage. Nadelen zijn dat er veel losse onderdelen (klemmen, slangen) nodig zijn en dat het duurder kan zijn.



Optie 4: Ronde leiding met klemmen in plaats van een profiel. Voordelen zijn eenvoudige montage, de mogelijkheid om veel van tevoren klaar te maken, multifunctionaliteit van de leiding en ideaal voor waterstroming. Nadelen zijn onder andere kansen om te proeven op de lange termijn en de verplichte om geheel nieuwe klemmen te ontwikkelen.



Optie 5: het aanpassen van de Solar energy booster: Voordelen makkelijker te koppelen aan elkaar, er zijn geen externe leidingen nodig, het is snel te monteren en goedkoop in montage. Nadeel is het is duur om de nieuwe panelen te ontwikkelen. Dit kan tot hogere kosten leiden door de upgrade van vervangen van de bestaande panelen. Bovendien kunnen de voordelen van aangepaste boosters nog steeds opwegen tegen deze verliezen, afhankelijk van de specifieke situatie en behoeften.

Optie 6: Het ontwerpen van een nieuw profiel: we kunnen een volledig nieuw ontwerp creëren met diverse materialen om aan specifieke vereisten te voldoen. Dit biedt flexibiliteit en maatwerk, maar de kostprijs is op dit moment nog onbekend. Als dit concept interessant lijkt, kunnen we doorgaan met de ontwikkeling en de kosten nader bekijken. Anders kunnen we ervoor kiezen om een bestaand model te gebruiken met behulp van een 'standaardprofiel'. Dit kan kosten efficiënter zijn, omdat het gebruik van componenten vermindert. De prijs van dit bestaande model is ook bekend, wat helpt bij het plannen van het budget. Als dit ontwerp voldoet aan onze behoeften, kunnen we het direct uitvoeren zonder de kosten van verdere ontwikkeling.

De keuze tussen het nieuwe ontwerp met diverse materialen en het gebruik van een bestaand model hangt af van de specifieke vereisten, het budget en de gewenste flexibiliteit. Beide opties hebben hun eigen voordelen, en we kunnen verder gaan met de ontwikkeling op basis van welke aanpak het meest geschikt lijkt voor onze situatie.



Optie 7: vloeiboren in het profiel. Dit concept heeft als voordelen dat er geen apart leidingwerk benodigd is. De gaten die gemakkelijk kunnen worden geplaatst en er een strakke afwerking mogelijk is. Nadelen zijn onder andere de warmtegeleiding en het vloeiboorprincipe zelf. Dit had Rob

ter steeg getest, en dit bleek achteraf niet te werken. Het heeft namelijk een te dunne wanddikte om erin te kunne vloeiboren.



Op basis van deze opties is het beste concept gekozen om door te ontwikkelen. Zie hiervoor het volgende hoofdstuk 'conceptkeuze' in dit verslag.

Na vele research zijn we uiteindelijk bij leverttechniek kunststoffen terecht gekomen. Via onze opdrachtgever zijn we op bedrijfsbezoek geweest om meer over 'spiegellassen' te weten te komen. Zie 'conceptkeuze'.

Keuze tussen PVT-systeem concepten

In dit hoofdstuk zijn de verschillende concepten vergeleken, en is het beste concept gekozen om door te ontwikkelen.

Na onafhankelijke analyse en vergelijking van verschillende opties, is besloten om het concept van leidingen te spiegellassen om te kiezen voor verdere ontwikkeling.

De keuze is gebaseerd op diverse factoren en overwegingen:

1. Efficiënte montage: Het spiegellassen van leidingen biedt een gedetailleerde montagemethode. Het proces van spiegellassen is relatief snel en eenvoudig, waardoor de productietijd kan worden verkort en de geplande verandering van het montagewerk kan worden verhoogd.
2. Sterke verbindingen: Door leidingen te spiegellassen ontstaan sterke en solide verbindingen. Het spiegellassen heeft een homogene verbinding gevormd waarbij de lasnaad dezelfde eigenschappen heeft als de rest van de leiding, waardoor er geen lagere punten ontstaan. Dit zorgt voor een betrouwbare en duurzame leidingstructuur die bestand is tegen hoge druk, temperatuurschommelingen en andere belastingen.
3. Betrouwbaarheid en duurzaamheid: Het spiegellassen verklaren in sterke en betrouwbare verbindingen tussen de leidingen. De gelaste verbindingen zijn bestand tegen druk, trekkrachten en zwevende belastingen, wat cruciaal is voor een duurzaam en langdurig gebruik van het systeem.
4. Strakke afwerking: Het spiegellassen van leidingen verklaart in een strakke en nette afwerking.

Via lever kunststoftechniek werd aangeraden om het materiaal PPR te gebruiken. Dit klonk in eerste instantie nog onbekend voor ons, na enige research en de ervaringen van Lever kunststoftechniek zijn we hier verder op in gegaan.

PPR biedt verschillende voordelen als materiaal, met name voor toepassingen in de bouw- en installatiesector. Enkele voordelen van PPR zijn:

Hoge hittebestendigheid: PPR kan temperaturen tot 95 graden Celsius verwarmen, waardoor het geschikt is voor warmwaterleidingen en verwarmingssystemen.

Uitstekende corrosiebestendigheid: PPR is tegen verschillende chemische stoffen, waardoor zuren, basen en zouten. Hierdoor is het geschikt voor toepassingen in de chemische industrie en andere omgevingen waar corrosieve stoffen een rol speelt. Ideaal dus om glycol doorheen te laten stromen.

PPR heeft ook een goede UV-stabiliteit. Lever vertelde ons door zijn ervaring dat dit niet altijd zo het geval is. Als het jarenlang in UV licht op het dak bevindt zullen er toch wel aantastingen plaatsvinden. We hebben nog enig onderzoek gedaan. En dit wordt al deels voorkomen omdat de leidingen 'onder' de panelen ligt. Ook kan dit nog extra worden beschermd d.m.v. een omhulling of coating.

Maar in het algemeen is het materiaal bestand tegen de samengestelde effecten van Uv-straling. Waardoor het wel geschikt is voor buitentoepassingen. De PPR buizen en fittingen kunnen worden gebruikt in een omgeving met zonlicht zonder dat ze worden aangetast door Uv-straling, waardoor ze duurzaam blijven in verschillende omgevingen. Dit maakt het een goede keuze. Ook wordt het vaak bij zwembaden toegepast.

Kostencalculatie

Net zoals bij alle andere berekeningen gaan we ook bij de kostencalculatie uit van een standaard opstelling. Deze kostencalculatie is dus voor 4 rijen van 4 panelen, allemaal aan één stuk. Hierbij zitten iedere keer 2 panelen op één aftaklaszadel. Ook hebben wij een kortingspercentage van 45% meegenomen in de kostencalculatie ($\times 0,55$), dit percentage heeft Jan Putman ons gegeven. Alle prijzen zijn exclusief btw en er is een zichtbare calculatie waarbij de prijs per stuk zonder korting te zien is, de hoeveelheid en het kortingspercentage dat we overal gelijk hebben gehouden. Alle producten zijn voorzien van een foto en een Eriks.nl artikelnummer, met uitzondering van de push in koppelingen, deze waren niet verkrijgbaar bij Eriks. Deze koppelingen komen van Slangenboer.nl en zijn ook voorzien van een artikelnummer.

6x 4 meter buis: $\text{€}9,17 \times 4 \times 4 = \text{€}146,72 \times 0,55 = \text{€}121,05$



12571629

16x leiding beugel: $\text{€}2,64 \times 16 = \text{€}42,24 \times 0,55 = \text{€}23,23$



11912260

4x einddop 40mm: $\text{€}2,63 \times 4 = \text{€}10,52 \times 0,55 = \text{€}5,79$



11086100

16x aftaklaszadel 40mm x ½": $\text{€}6,63 \times 16 = \text{€}106,08 \times 0,55 = \text{€}58,34$



11086147

2x T-stuk PP-R Kunststoflasmof 40mm: $2 \times €2,63 = €5,26 \times 0,55 = €2,89$



11085898

2x Knie 90° PP-R 40: $2 \times €2,22 = €4,44 \times 0,55 = €2,44$



11085802

2x Schroefbus PP-R 6-kant mof 40x1": $2 \times €15,28 = €30,56 \times 0,55 = €16,81$



11086349

2 meter + 0,1 meter pex slang per paneel: $€3,18 \times 1,1 \times 16 = €106,85 \times 0,55 = €58,77$



11391921

32x knie push in koppeling 12mm: $€3,84 \text{ (per 10)} \times 24/10 = €9,22 \times 0,55 = €6,76$



11391775

16x push in koppeling 12mm ½": $€3,26 \times 16 = €52,16 \times (+/-)0,55 = €28,69$



SB90901090

Benodigd gereedschap

Voor ons idee is ook speciaal gereedschap vereist. Hiervoor is een mof lasapparaat nodig en de juiste lasdoppen. Een mof lasapparaat kost tussen de €50-€250 afhankelijk van de kwaliteit. Voor de rekensom gebruiken wij het moflasapparaat van Eriks (11211395), deze kost €249 x 0,55 = €136,95. De juiste lasdoppen set kosten €87,20 (x 0,55 = €47,96).

Montagetijd

In de werkplaats

Met ons idee is het mogelijk om delen van tevoren klaar te maken, waardoor de tijd op het dak korter wordt. In de werkplaats kunnen van te voren de aftaklaszadels, de einddoppen en de push in koppelingen op de 4 meter buis gemonteerd worden. Wij voorspellen dat de benodigde leidingen klaarmaken 1.5 uur kost. Dit baseren wij op 16x 4 minuten voor de aftaklaszadels inclusief boren, 4x 2 minuten voor de einddoppen en 16x 1 minuut om de push in koppelingen erin te draaien. $(16 \times 4) + (4 \times 2) + (16 \times 1) = 88$ minuten = +/- 1.5 uur. Ook kan er alvast 1x 10cm en 2x 0,5 meter pex slang in een t stuk gedrukt worden. Deze combinatie is in totaal ook 16x nodig voor het volledige systeem en zal ongeveer een minuut per t stuk duren inclusief knipper.

De totale tijd in de werkplaats komt dus op ongeveer 1 uur en 45 minuten/ 1,75 uur.

Op het dak

De montage op het dak zal hierdoor veel korter worden. Het enige dat moet gebeuren is de 4 meter leidingen met 4 klemmen per leiding vastzetten, de slang/T-stuk combinaties erin schuiven en vervolgens de panelen aan de slangen koppelen. De panelen op het dak rekenen wij 5 minuten per paneel voor, dit is dus 80 minuten werk. Wij denken dat de leidingen op het dak werken inclusief vastzetten 10 minuten per leiding kost, met 2 man. Dit komt op 40 minuten en dus 80 minuten voor 2 man. Het aansluiten van de panelen moet in 1 minuut per paneel lukken. Dit is dus 16 minuten. Hierna de aanvoer en retour aansluiten naar het huis wat wij schatten op 5 minuten per kant, dus 10 minuten in totaal en tot slot het ontlichten door middel van de kogelkranen wat wij schatten op 15 minuten werk met 2 man (0,5 manuren). De totale installatietijd op het dak moet in onze ogen rond de 201 minuten wat neerkomt op 3 uur en 36 minuten, maar dit ronden wij als marge af naar 3,75 uur.

De totale installatietijd met voorbereiding in de werkplaats komt op 5,5 uur/ 5 uur en 30 minuten. Dit is echter exclusief stijger opzetten, wat wel bij de 16 uur in zit.

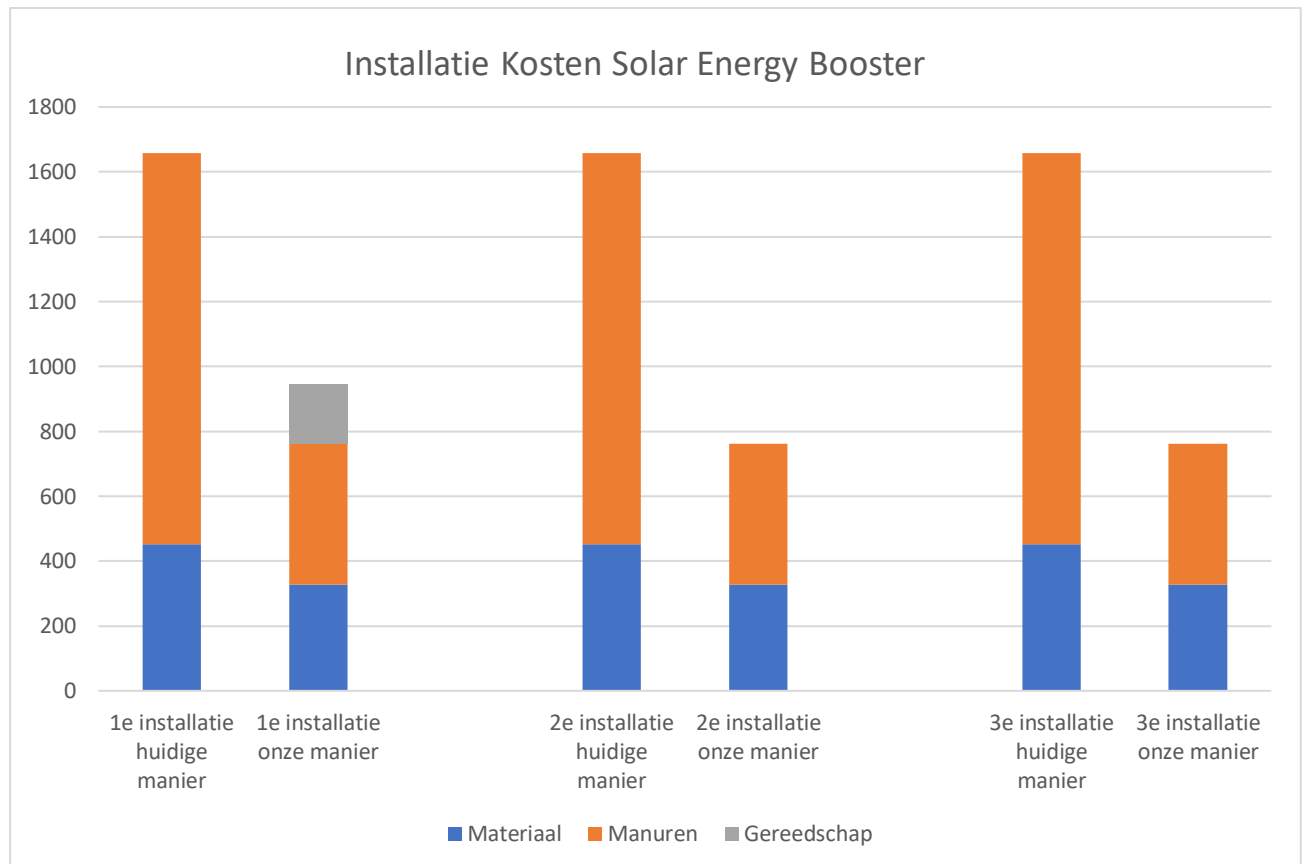
Prijzen vergelijking

Naar aanleiding van het gegeven uit de volgende link (<https://www.installatie.nl/nieuws/kostprijs-montage-uur-voorbij-de-70-euro/>) gaan wij uit van een uurtarief van €75,40 voor een installateur, met dit gegeven rekenen wij verder.

Voorheen werd uitgegaan van 8 uur voor 2 man werk, 16 manuren dus. Hierbij kwam 150 meter pex slang ($€3,18 \times 150 \times 0,55 = €262,35$), 32 kniekoppelingen (€6,76) en een vloerverwarming verdeler

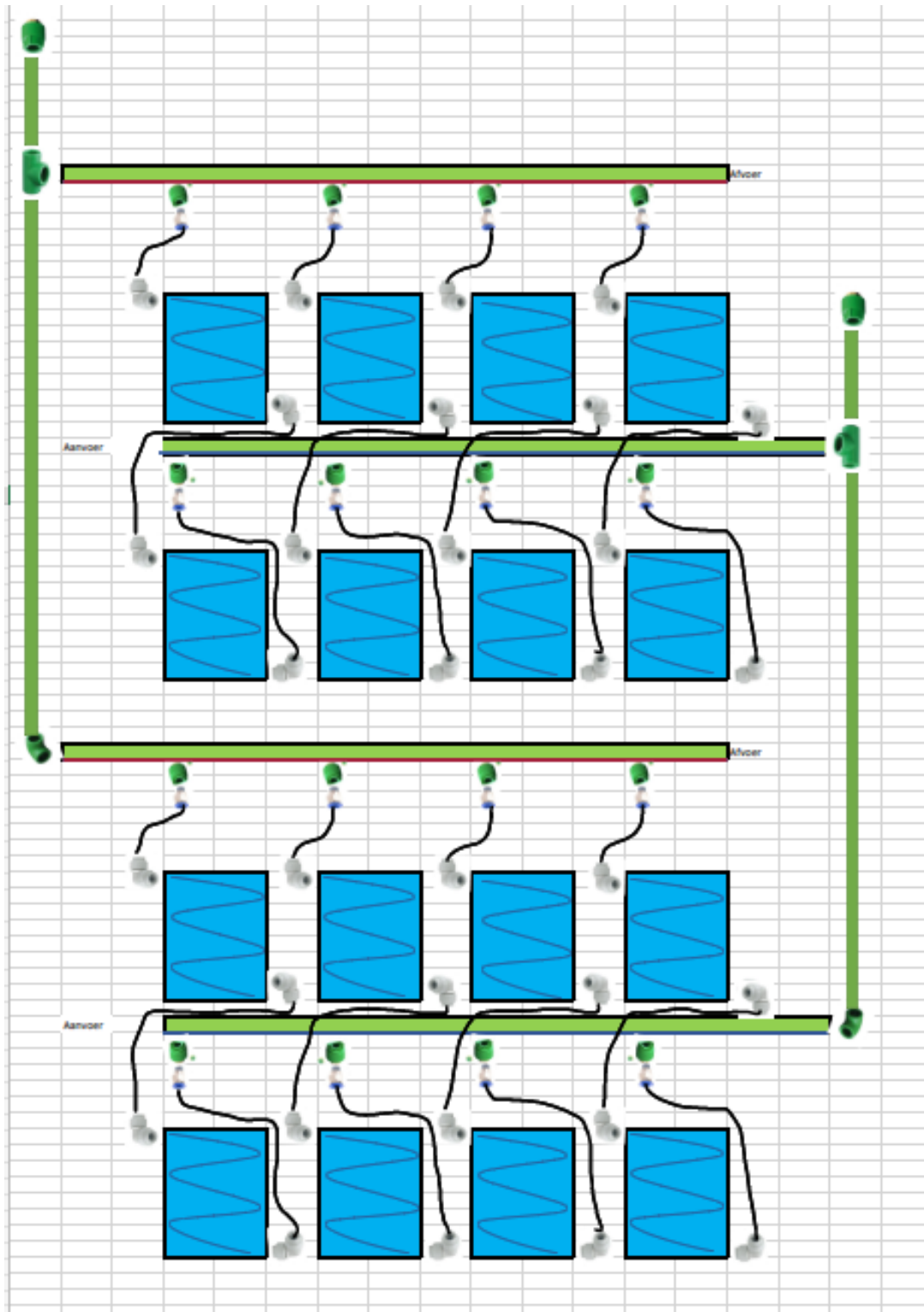
(€183,00). Hier moeten de uren bij opgeteld worden ($16 \times €75,40 = €1206,40$) wat een totaal maakt van ruim €1650,- (€1658,11).

Doordat er bij ons nieuw gereedschap aangekocht zal moeten worden, is de opstartfase iets duurder. Ook zijn de materialen die wij op het dak met de installatie gebruiken duurder dan voorheen. Echter wordt er door middel van besparing in uren en de verdeler die niet meer nodig is veel winst geboekt. De aankoop van het gereedschap kost €184,91. De vaste kosten voor een installatie van 16 panelen komt op €324,77. 5,5 manuren $\times$ €75,40 komt op €433,55 voor een hele installatie. Dit maakt een totaal van €758,32 ten opzichte van €1658,11.



Samenstellingstekening

Hoe ziet het geheel er dan uit? Hieronder hebben wij een schematische tekening van het geheel waar alle onderdelen en de plek hiervan te zien is. Op het einde van allebei de hoofdleidingen is een Schroefbus te zien. Deze heeft 1" binnendraad waar de messing koppeling die nu ook aan de buigbare rvs-dak doorvoer buis gemonteerd wordt.



Aanpassingen na presentatie

Woensdag 31-05-2023 hebben wij onze ideeën en adviezen gepresenteerd aan Jan Putman, Rob ter Steeg, Jan Verbeek en Maarten van den Berg in het Powerlab. Na de presentatie kregen wij een paar op- en aanmerkingen vanuit Jan Putman, Rob ter Steeg en Jan Verbeek. Hieronder zullen wij deze beschrijven en wat wij hier vervolgens mee gedaan hebben.

Ontluchtingskranen

In eerste instantie wilde wij bij de panelen die boven de aanvoer en retour zaten voorzien van een afsluitkraan bovenaan de Booster. Jan Putman gaf echter aan dat het ontlichten nooit een probleem geweest is met een leiding diameter van 12mm, hij gaf aan dat deze ontluchtingskranen dus overbodig zijn, daarom hebben wij deze verwijderd uit de prijs kostencalculatie.

Diameter hoofdleidingen

Bij aanvang van het project gaf Jan Putman aan een hoofdleiding diameter te willen van +/- 32mm en de aftakkingen 12mm. Door een miscommunicatie gingen wij uit van 32mm binnendiameter wat bij PP-R resulteert in 40mm buitendiameter. Echter bleek bij de presentatie dat hij 32mm buitendiameter (25mm binnendiameter). Dit wilden wij naderhand aanpassen echter blijkt dit voor ons concept onmogelijk. Wij hebben geen 32mm messing aftaklaszadels voor PP-R kunnen vinden. Om deze reden moeten wij noodgedwongen vasthouden en de 40mm hoofdleidingen.

Koppeling naar rvs-buis

Tijdens de presentatie hebben wij een schema gepresenteerd waarin wij alleen de leidingen onder de panelen hebben geschetst, niet naar de RVS flexibele buis die door het dak heen komt. Om dit te realiseren hebben wij aan de open kant van de onderste aanvoer en retour een 90 graden bocht bedacht, die gekoppeld is een T-stuk aan de bovenste 2 aanvoer en retourleidingen, die vervolgens vanuit een stuk 40mm PP-R en een Schroefbus 40mm/ 1" gekoppelde kunnen worden aan de nu al gebruikte 1" messing koppelingen aan de flexibele buis.

Offerte Lever Kunststoftechniek voor PP-R

Ondanks dat wij hebben uitgerekend wat een mof-/spiegellasapparaat met de benodigde adapters kost en hoeveel tijd het ongeveer zal kosten om de prefab leidingen klaar te maken, wilde Jan Putman graag weten wat dit kost als hij het uitbesteed. Voor een volledige prefab leiding constructie van PP-R, geschikt voor 16 panelen, in de situatie zoals wij die hebben bedacht/ontworpen, hebben wij Lever kunststoftechniek gevraagd om een offerte. Niek heeft nog contact met Lever, hij heeft op de dag van de deadline van dit verslag nog geen prijs ontvangen van Lever. Deze offerte zullen wij na ontvangen per mail versturen naar de mensen voor wie dit relevant is.

Conclusie

Om tot een advies te komen voor een nieuw aansluitsysteem voor PVT-panelen van Solar Energy Booster, is er met de opdrachtgever gepraat over de huidige situatie en wat het probleem daarmee is. Toen dat helder was is er besproken aan welke eisen en wensen het nieuwe verbeterde systeem moet voldoen. Nadat de eisen en wensen opgesteld zijn, zijn er verschillende concepten gemaakt. Onder andere met kennis die is opgedaan bij Lever kunststoftechnieken. Deze concepten zijn vervolgens getoetst aan de eisen en wensen.

Hieruit bleek dat het concept met de PP-R leidingen de beste optie is. Het systeem bestaat uit PP-R leidingen waar laszadels op gelast zijn. Vanaf deze laszadels gaan er via een T-stuk leidingen naar twee panelen. Dit systeem is te combineren met de huidige thermische panelen. Het PP-R systeem was vergeleken met de andere opties de beste keuze en het makkelijkst te realiseren. Het systeem maakt gebruik van het Tichelmann-principe. Dit zorgt ervoor dat de druk in alle thermische panelen even groot is en dat er evenveel vloeistof langs elk paneel stroomt, zodat ze allemaal dezelfde opbrengst hebben.

Het ontwerp zorgt voor een efficiënte montage. Dit geldt zowel voor op het dak, als bij het voorbereidende werk. Het spiegellassen is een relatief snel proces wat allemaal van tevoren gedaan kan worden, waardoor het op het dak alleen nog maar gemonteerd hoeft te worden. Hierdoor kan de installatietijd van 16 uur teruggebracht worden naar 10 uur.

De spiegellasverbindingen zijn sterke bindingen die de druk van 2 à 3 bar makkelijk aankunnen en dus ook vloeistof- en luchtdicht zijn. Dit komt, doordat een spiegellasverbinding een homogene verbinding is. De lasnaad heeft de zelfde eigenschappen als de rest van het materiaal. Verder ziet deze lasnaad er strak uit. Dit zorgt voor een nette afwerking, waardoor het er professioneel uit ziet.

Het systeem met PP-R leidingen en laszadels voldoet dus het beste aan de eisen en is dus het systeem wat wij adviseren om het huidige systeem mee te vervangen. Het nieuwe systeem zal de kosten met ongeveer €900,- verlagen. Dit zorgt ervoor dat de totale kosten van het nieuwe systeem iets meer dan €758,- zijn.

Om de hiervoor genoemde redenen adviseren wij het concept met het PP-R leidingwerk, als geschikte vervanger van het huidige systeem.

Literatuurlijst

Eriks. (2023). *AQUATHERM Buis Serie: Green pipe MF RP PP-RCT*. Geraadpleegd op 25 april, van <https://shop.eriks.nl/nl/leidingsystemen-kunststof-pp-r-pp-r-buizen/buis-serie-green-pipe-mf-rp-pp-rct-pr2040817813279107/?searchTerm=PP+buis>

Guanghai materiaal. (2018, 12 maart). *Verschil van HDPE en LDPE en LDPE-materialen*. Geraadpleegd op 13 februari, van <https://nl.gh-material-de.com/news/difference-of-hdpe-ldpe-ldpe-materials-13067163.html>

Triple Solar B.V. (2020, 23 november). *Hoe monteert je een PVT-paneel? Triple Solar PVT zonnepaneel /warmtepomppaneel installatie video* [Videobestand]. YouTube, Geraadpleegd op 7 februari 2023, van https://www.youtube.com/watch?v=rtUb_frTjXM&t=307s

Triple Solar. (2023), *Het triple solar pvt-systeem*. Geraadpleegd op 6 februari 2023, van <https://triplesolar.eu/>

Vink. (Z.D.). *GF PE100 Buis Zwart d10x1,8mmx5m SDR11*. Geraadpleegd op 13 februari, van 193017203 <https://www.vinkkunststoffen.nl/gf-pe100-buis-zwart-d10x1-8mmx5m-sdr11-193017203>

Bijlage

Verslag gesprek leverkunststoftechniek

In deze bijlage is weergegeven; met wat voor vraag wij het gesprek bij Lever in gingen en hoe deze beantwoord is. Hierna is nog een conclusie weergegeven waartoe we zijn gekomen tijdens dit gesprek.

Het concept dat we aan het uitwerken zijn voorafgaand aan het gesprek, maakt gebruik van HDPE-leidingen. Het idee is hierbij, om 12mm leidingen, haaks op de 32mm hoofdleiding te spiegellassen. Bij het projectteam is het niet bekend of dit mogelijk is. Omdat hierover weinig informatie te vinden is op internet, zijn we met deze vraag naar lever kunststoftechniek gegaan.

Het antwoord op deze vraag was als volgt: Het is eigenlijk geen optie om kleine leidingen te spiegellassen, omdat het materiaal door de hitte kan vervormen. Als gevolg hiervan zou het kunnen dat de leidingen aan de binnenkant, nog maar een hele kleine (tot geen) vloeistofdoorlaat overhouden. Het is ook bij iedere leiding anders, waardoor de doorstroom bij de panelen onderling zal gaan verschillen.

Uit dit antwoord blijkt dan ook dat het bedachte concept geen mogelijkheid was, waardoor we samen met het bedrijf op een andere optie zijn gekomen

In plaats van HDPE wordt op PP-R gewezen. Dit is doorgaans een groen kunststof, wat andere eigenschappen heeft dan HDPE. Het is makkelijk te bewerken en er zijn veel handige koppelingen van dit materiaal. Daarom adviseert lever, om voor dit project te kijken naar een systeem met Polypropyleen met afdeksadel koppelingen.