

Bachelor opdracht IO

Kunststof PV-modules: Producten met een verbeterde uitstraling

Bachelor opdracht Industrieel Ontwerpen

Student:

Rick Jongerius S1006215

Begeleiders:

A.H.M.E. Reinders (1ste begeleider)

R. de Haan (begeleider Renewables design)

Voorwoord

Deze Bacheloropdracht is gedaan voor de studie Industrieel Ontwerpen en dient als afsluitende opdracht binnen de Bachelor fase. Met de opdracht kan de student laten zien wat hij tijdens het studieproces geleerd heeft en dit toepassen op een concrete opdracht.

De opdracht bestaat uit een helft onderzoek en een helft ontwerpen. Bij het analyseren was het belangrijk om goed in kaart te brengen wat de mogelijkheden zijn van kunststof PV-modules en deze mogelijkheden toepassen in een product.

Mijn begeleiders hebben mij daarin geholpen met het opstarten van de opdracht en de invulling voor de rest van de opdracht. Met deze input ben ik vervolgens zelfstandig bezig geweest om de producten te ontwerpen. Voor het geven van de opdracht bedank ik Angèle Reinders (UT-begeleider) en Rogier de Haan (Begeleider Renewables design).

Tijdens het proces heb ik van mede-studenten hulp gekregen in de ontwerpfasen en in de afrond fase. Met een brainstorm sessie werden ideeën gecreëerd en een richting gegeven voor een verder proces. In de afrond fase waren zij vooral mental support. Voornamelijk Luuk Booijs, Gijs ten Voorde en Thomas Zaw hielpen mij en wil ik daarom bedanken voor de steun.

In de opdracht heb ik wel een aantal dingen niet goed aangepakt. In de loop van de opdracht heb ik weinig contact gezocht met mijn begeleiders. Hieruit moet ik helaas opmaken dat meer mogelijk was geweest wanneer ik dit wel had gedaan. Ondanks dat mijn medestudenten mij hierop wezen heb ik dit verzuimd omdat ik daar onzeker over was.

Inleiding

Dit verslag is geschreven voor de Bacheloropdracht: Kunststof PV-modules: Producten met een verbeterde uitstraling. Met de opdracht zijn solarproducten bedacht die gebruik maken van een nieuwe techniek, PV-modules vervaardigd in kunststof. In het verslag wordt veelvuldig de afkorting PV gebruikt wat staat voor PhotoVoltaic en is de naam voor het type zonnecel.

Allereerst is een studie uitgevoerd naar de techniek van PV-cellen en welke voordelen de nieuwe techniek oplevert ten opzichte van de oude techniek. Daarna is gekeken naar een doelgroep en vergelijkbare producten om een uitgangspunt te creëren voor de schetsfase.

In de schetsfase zijn de ideeën geschetst waarin de kunststof PV-modules verwerkt zijn. In deze fase zijn twee subfases gecreëerd. Idee schetsen zijn grove ideeën en tablet schetsen geven de concepten aan.

Als conclusie op het verslag is de eindfase. Hierin is het beste concept gekozen en verder verbeterd aan de hand een feedback moment. Daarna is het eindconcept uitgewerkt in een 3D-model.

Inhoudopgave

<i>Voorwoord</i>	3
<i>Inleiding</i>	4
<i>Inhoudopgave</i>	5
<i>Samenvatting</i>	6
<i>Summary</i>	7
1 Analysefase	9
1.1 Techniekanalyse	10
1.2 Productanalyse	18
1.3 Omgevingsanalyse	26
1.4 Doelgroepanalyse	32
1.5 Concurrentie analyse	40
1.6 Programma van eisen	46
2 Schetsfase	54
2.1 Idee schetsen	55
2.2 Concepten	59
2.3 Toetsing concepten	66
3 Eindfase	68
3.1 Verbeteringen	69
3.2 3D-model	72
Bronnenlijst	78
B.1 Eigenschappen PV-modules	82
B.1.1 Functioneren PV-modules	83
B.1.2 Materialen	85
B.2 Oppervlakte berekeningen	88
B.2.1 PV-module oppervlak	89
B.2.2 Rekentabel	92
B.2.3 Uitkomsten	93
B.3 Mogelijke doelgroepen	94
B.3.1 Huis en tuin omgeving	95
B.3.2 Kampeer omgeving	97
B.3.3 Kust/rivier omgeving	99
B.4 Enquete en feedback sessie	102
B.4.1 Enquete strategie	103
B.4.2 Enquete vragenlijst	104
B.4.3 Enquete resultaten	106
B.4.4 Enquete doelgroepgrafiek	108
B.4.5 Strategie feedback sessie	109
B.4.6 Vragenlijst feedback sessie	110
B.4.7 Resultaten feedback sessie	111

Samenvatting

Uit de opdracht is een concept ontworpen die de voordelen van kunststof PV-modules laten zien. De PV-navigatie is het product waarin de hoofdoelen verwerkt zijn.

Uit de analyse kwam naar voren dat de nieuwe PV-modules op het gebied van uitstraling veel te bieden hebben. De kunststof maakt de modules lichter en kent meer vormvrijheid. Het materiaal dat hiervoor gebruikt wordt, PMMA, kan ook in verschillende kleuren geleverd worden.

Om deze eigenschappen te exploiteren zijn drie PV-systemen onderzocht: grid-connected, hybride en stand-alone. Door deze vervolgens te koppelen aan de doelgroep kampeerders is het programma van eisen opgesteld. Binnen de eisen is ook rekening gehouden met weersfactoren die effect hebben op het rendement van de module.

Met het PvE zijn vervolgens drie concepten ontworpen. Dit zijn de PV-tafel, de PV-navigatie en de PV-koelbox. Met een feedback moment en de toetsing aan de hand van het PvE is een eindconcept gekozen.

Het eindconcept is daarbij verder verbeterd met de informatie uit de feedback sessie. Vervolgens is dit concept uitgewerkt tot een 3D-model.

Summary

During the assignment one concept was created that shows the possibilities of plastic PV-modules. All the main goals were implemented into this final product: the PV-navigate.

The new PV-modules offer much aesthetical benefits for PV-products. The polymer which is used for the plastic modules, PMMA, is lighter and has more shape possibilities compared to the old PV-modules. This material can also be produced in different colors.

To apply all the benefits several PV-systems were researched: Grid-connected, hybrid and stand-alone. Combined with the results from the user analyses and surrounding analyses a set of demands was created.

In the sketch phase three concepts were created. These concepts: the PV-table, the PV-navigate and the PV-cooler, each got a specific set of demands. A final concept was chosen through a feedback session and by testing with the set of demands.

In the final phase the final concept got improved through the information from the feedback session. After the improvements the concept was modeled in 3D.

1 Analysefase

In de analysefase is onderzocht wat de richting moet zijn van het ontwerpproces. Daarin is een onderverdeling gemaakt in 5 subanalyses om vervolgens een PvE te kunnen kwantificeren.

Als uitgangspunt is ervoor gekozen om de verschillen tussen de oude en nieuwe techniek te behandelen. In deze techniekanalyse worden de voordelen en nadelen onderzocht van kunststof en glazen PV-modules.

Voor het toepassen van zonne-energie is inzicht nodig in de producten waar dit van toepassing zou kunnen zijn. In de productanalyse wordt ingegaan op hoe PV-modules gebruikt kunnen worden en welke andere aspecten hierbij komen kijken.

De behoeftes van een PV-cel zijn behandeld in de omgevingsanalyse. Hierin worden de factoren benoemd die effect hebben op de werking van een PV-module. Kort wordt behandeld in hoeverre deze factoren in Nederland van invloed zijn.

Met de doelgroepanalyse is de doelgroep gekozen. Uit drie mogelijke doelgroepen is de kampeerder gekozen. Met behulp van een enquête is nader onderzocht wat de eisen en wensen zijn van de doelgroep.

Als laatste behandeld de concurrentie analyse de PV-markt en de verzadiging ervan. Dit biedt een uitgangspunt voor het ontwerpproces en laat zien in welke gebieden ruimte is voor verbetering. Hierin zijn drie producten specifiek onderzocht om daarmee de PvE te kwantificeren.

1.1 Techniekanalyse

De techniek analyse omvat de beschrijving van de PV-modules in vergelijking met de meest gebruikte zonnepanelen, de kristallijn silicone cel in een frame met glas. Daarbij is gekeken naar de voor- en nadelen tussen de twee producten. Daarnaast biedt de techniek achter het produceren van kunststof modules nieuwe mogelijkheden om de uitstraling te verbeteren van de PV-modules.

Met een gekleurde kunststof wordt vooral de sfeer van de PV-module aangepast. Het aanpassen van het grid-patroon dient om de uitstraling te verbeteren maar is geen onderdeel van de nieuwe techniek.

Omdat het produceren van PV-modules in kunststof een nieuwe techniek betreft dient ook gekeken te worden naar het productie proces. Vanuit Renewables Design zou het produceren door middel van spuitgieten een mogelijkheid moeten zijn om de modules nog sneller en goedkoper te kunnen produceren.

1.1.1 Oude methode

Onder de oude methode worden de PV-modules bedoeld die in een glazen frame worden geplaatst. De zonnecellen die hiervoor gebruikt worden zijn de twee soorten kristallijn, silicium zonnecellen. Dit zijn de monokristallijn silicium zonnecellen en de polykristallijn silicium zonnecellen. De amorf kristallijn silicium zonnecel, ook wel bekend als de thin-film zonnecel, kent hele andere eigenschappen dan voorgaande twee typen en worden op een andere manier opgebouwd.

De opbouw van een kristallijn silicium zonnecel bestaat uit minimaal vier lagen. De zonnecellen bevinden zich in de middelste laag om ze te beschermen van de buitenlucht. Aan de achterkant van het paneel zit een tedlar-laag. In de meest gebruikte panelen is dit een simpele kunststof laag die de module droog moet houden. Ook is het mogelijk om hiervoor glas te gebruiken. Bovenop de zonnecellen dient een encapsulant laag te zitten. Een materiaal dat hiervoor geschikt is, is EVA maar per fabrikant worden hiervoor eigen materialen gebruikt. Sommige fabrikanten voegen ook een encapsulant laag op de tedlar-laag. De toplaag van een zonnepaneel is een glaslaag. Vervolgens dient een aluminium frame het geheel bij elkaar te houden^[1,50,51].



Afbeelding 1: Verschillende type PV-cellen

V.l.n.r.: monokrystallijn, polykristalijn (egaal) en polykristalijn (textuur)

De twee type zonnecellen die gebruikt worden in PV-modules staan hierboven weergegeven (afbeelding 1). Daarbij is goed gesitueerd dat de zonnepanelen vooral sterk gekleurd worden door de zonnecellen. Deze hebben een zwarte of een blauwe kleur. De cellen krijgen deze kleur door de toevoeging van een anti-reflecterend coating (ARC) op de cel zelf. Deze laag zorgt voor een hoger rendement van de PV-cel door weerkaatsing van de zonnestralen te reduceren^[2].



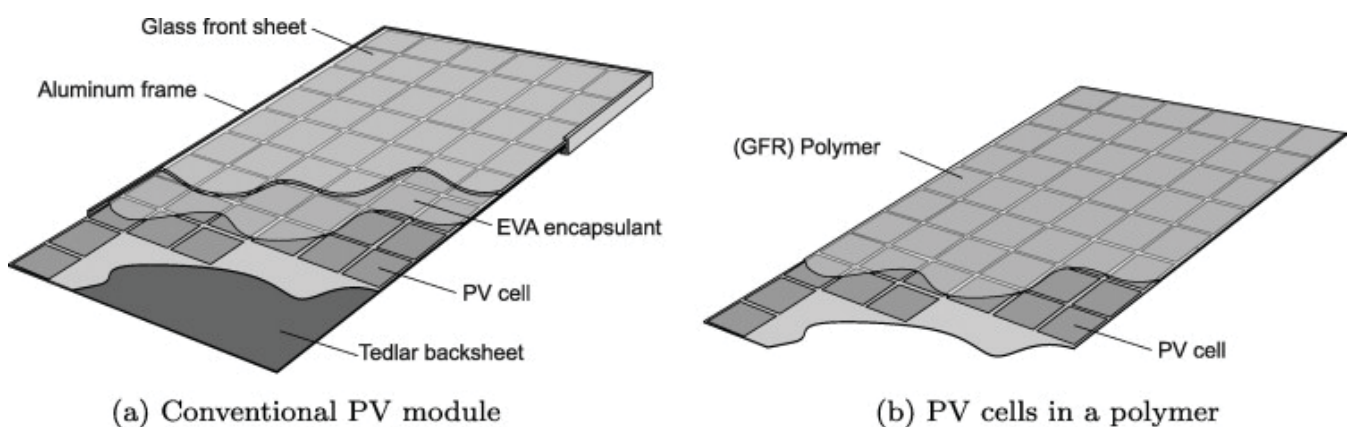
Afbeelding 2: Verschillende formaten PV-modules

Zowel de mono- als de polykristalijn silicium cellen kunnen zwart of blauw gemaakt worden. De bekendste toepassing van zonnepanelen is op daken. Deze panelen worden veelal gedomineerd door de kleuren van de cellen. Het frame zelf wordt daarom meestal zwart aangeboden maar een wit frame is ook mogelijk (afbeelding 2).

1.1.2 Nieuwe techniek

De oude methode bleek echter zijn beperkingen te hebben, welke duidelijk werden bij een onderzoek van de UT naar PV toepassingen bij boten. Bij het toepassen van zonnecellen in boten bleek het gewicht van de PV-modules een aanzienlijke deel te hebben in het totaal gewicht. Het maximale gewicht is sterk van invloed op de snelheid van de boot en een PV-boot was daarom minder interessant bij wedstrijd- en recreatievaart. Om de zonnecellen beter te kunnen toepassen is gekeken naar een alternatief op het huidige model waarbij de kristallijn silicium zonnecellen nog wel toegepast kunnen worden.

Bij het onderzoek is gekeken naar het verbeteren van het productie proces van de PV-modules. De oplossing werd gevonden in het reduceren van het aantal lagen door ze te vervangen door één kunststoflaag. Hiermee worden de PV-cellen gecapsuleerd in een laag die tevens als module dient. Daarnaast is het ook niet meer nodig om een aluminium frame aan te brengen op de rand om het geheel bij elkaar te houden (afbeelding 3)^[1].



Afbeelding 3: Opbouw PV-modules Links: oude techniek Rechts: Nieuwe techniek

Door de zonnecellen in kunststof te encapsuleren veranderen ook de eigenschappen van de panelen. Voor verschillende toepassingen kunnen verschillende kunststoffen geschikt zijn. Een belangrijk element hiervan zijn de kosten die samenhangen aan de kunststoffen. Wanneer in het productieproces te veel kunststof gebruikt, zullen de kosten ten opzichte van glazen PV-modules te duur worden. De dikte van de kunststof panelen is hier een goede graadmeter voor.

1.1.3 Geschikte kunststoffen

Het toepassen van de kunststof PV-modules is, zoals eerder besproken, ontworpen voor het verlichten van het gewicht van PV-boten. De kunststof encapsulatie bleek de geschikte methode te zijn om dit voor elkaar te krijgen. Voor het produceren van bruikbare panelen is het echter ook nodig dat de gebruikte kunststoffen tegen de factoren bestendig zijn waar de PV-module aan zou worden blootgesteld. In het onderzoek werd daarom getest op vijftien kunststoffen^[1].

Hieruit kwam naar voren dat de materialen PEN, ETFE en FEP als frontsheet geschikt zijn en de materialen PEI, epoxies en PP geschikt zijn als complete encapsulent. In het vervolg van dit onderzoek is nog een beter materiaal gevonden die aan de eisen voldoet. De kunststof PMMA bleek meer geschikt en zal dienen als input voor de te ontwerpen producten. In bijlage eigenschappen PV-modules wordt verder ingegaan op PMMA ^[20,21].

Door het integreren van een kunststof wordt het mogelijk om de panelen van kleuren te voorzien. Uit een ander onderzoek blijkt het ook mogelijk om de ARC-laag andere kleuren te geven naast blauw of zwart. Daaruit is gebleken dat het aanpassen van de kleur weinig effect heeft op het rendement van een zonnecel. De kleuren die met deze techniek verkregen kunnen worden zijn echter beperkt^[2].

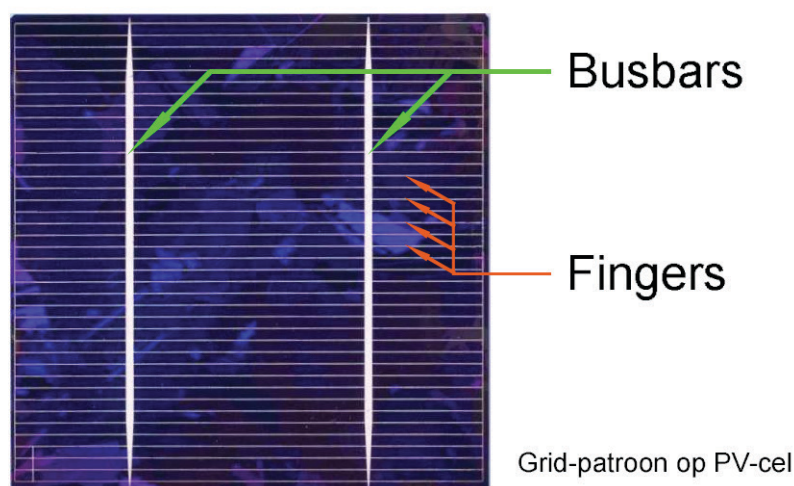
Voor de functie van de zonnecellen ligt er wel een nadeel bij het toepassen van kleur. De straling van de zon, in het bijzonder de fotonen die de zon uitstraalt, moeten de cellen bereiken. Voor de kleur betekent dit een licht transparante laag waardoor de intensiteit van de kleur afneemt. De kleur die de kunststof encapsulent doorlaat kan van lichte invloed zijn op de geproduceerde energie. Vooral donkere blauwe kleuren behalen een hogere energie ten opzichte van lichtere rode kleuren. Dezelfde energiever verschillen treden op bij de ARC-lagen^[3].

1.1.4 PV-modules

Door het encapsuleren van de zonnecellen in kunststof biedt dit ook mogelijkheden voor de toepasbaarheid van PV-modules in producten. De glazen PV-modules zijn aanzienlijk dikker en worden veelal geleverd als een platte module met een niet-doorzichtige achterkant, glass-to-tedlar module. Daarbij moet wel genoemd worden dat modules met een doorzichtige achterkant, glass-to-glass module. Met de nieuwe techniek moeten de PV-modules nog verder worden geïntegreerd.

Naast de specifieke eigenschappen van de kunststof materialen kunnen de PV-modules zelf op uitstraling verbeterd worden. Hoewel de glazen modules ook in bepaalde vormen vervaardigd kunnen worden, worden ze vooral in rechthoeken gemaakt om de efficiëntie zo hoog mogelijk te houden. Door het weglaten van het frame is het mogelijk om modules direct te integreren in complexere vormen waarbij de module bovenin de vorm geplaatst wordt.

Om de uitstraling van zonnecellen verder te verbeteren is het ook mogelijk om het grid-patroon op de cel zelf aan te passen. Het grid-patroon is het lijnenspel op een PV-cel bestaande uit busbars en fingers (afbeelding 4). Deze toepassing is niet direct gekoppeld aan de nieuwe techniek van kunststof PV-modules, maar is goed te combineren omdat het patroon op de PV-cellen zelf zit. De nadruk van de opdracht ligt daarom niet bij het aanpassen van dit patroon, maar zou een goede toevoeging kunnen bieden voor het verbeteren van de uitstraling^[4].



Afbeelding 4: Grid-patroon op een PV-cel

1.1.5 Overzicht verschillen

De kunststof PV-modules bevatten een aantal voor- en nadelen ten opzichte van de glazen modules. De meeste van deze punten zijn te herleiden naar het materiaal waarvan de kunststof modules worden gemaakt PMMA. In de bijlage B.1.2 “eigenschappen PV-modules”, worden deze punten nader beschreven. Echter levert de techniek ook een aantal verschillen op. Deze verschillen tussen de oude- en nieuwe techniek zijn weergegeven in tabel 1.

Variabelen	Glazen PV-module	Kunststof PV-module
Gewicht (kg/dm ³)	2,430	1,190
Kosten (€/dm ³)	3,16	2,98
Kleur	Blauw en zwart	Verschillende kleuren
Vormtechnisch	Recht en plat	Licht gekromde mogelijkheden
Techniek	Veel gebruikte techniek	Vrij recente techniek
Aantal lagen	Verschillende lagen	Enkele capsulent laag
Frame	Aluminium	Geen frame
Verbleking	Na 10 jaar 80% transparantie	Na 17 jaar 92% transparantie
Producttechnisch	Vooraf PAPV	Vooraf PIPV

Tabel 1: Vergelijking oude met nieuwe techniek

1.1.6 Productiemethode

Als laatste wordt de productie methode meegenomen. Het idee bestaat om met spuitgieten de kunststof PV modules te produceren. Echter, tijdens het uitvoeren van de bacheloropdracht diende de mogelijk tot spuitgieten nog verder onderzocht te worden. Dit geldt in het bijzonder voor de producten die een complexe vorm hebben met PV-cellen erin verwerkt.

Het produceren door middel van spuitgieten is een geschikte methode voor producten met een hoge oplage. Dat maakt ze geschikt voor de producten die met deze bacheloropdracht bedacht worden. Wanneer er gekeken wordt naar het produceren van kleine gecustomizde producten, het andere onderdeel van het bedrijf, is het niet verstandig om ze te spuitgieten. De oplage van circa honderd producten zou het spuitgieten veel te duur maken door te hoge productie kosten.

1.2 Productanalyse

Voor de opdracht dienen er producten ontworpen te worden die de vernieuwde eigenschappen van de kunststof PV-cellen laten zien. In de techniekanalyse is ingegaan op deze eigenschappen en welke aspecten nog meer te maken hebben met het verfraaien van PV-modules. In de productanalyse wordt onderzocht op welke manieren de nieuwe zonnecellen toegepast kunnen worden.

Voor de ontwerpen is het van belang dat de zonnecellen effectief worden gebruikt. De stroom die wordt opgewekt door zonnecellen kent een aantal beperkingen. Stroom moet opgeslagen kunnen worden en spanning dient omgezet te worden. Daarnaast is het mogelijk dat de PV-module de gehele energie voorraad levert of dat een gecombineerde energie toevoer moet worden aangelegd.

Door de ontwerpen te verdelen in productgroepen is het mogelijk om het type module te bepalen. De twee product groepen sluiten bij de insteek van het bedrijf waarmee duidelijk wordt gemaakt met welke speerpunten de ontwerpen dienen te worden uitgerust.

1.2.1 Werking PV-modules

Het toepassen van PV-modules is onderhevig aan twee doeleinden. Allereerst moet vastgesteld worden op welke manier de energie toegepast kan worden op producten. Daarnaast moet ook de opgewekte energie afgesteld worden aan de benodigde energie waarbij het rendement en oppervlakte belangrijke elementen vormen.

De componenten voor PV-modules verschilt per toepassing. Vooral het soort systeem is bepalend voor de onderdelen die nodig zijn om werkende panelen te verkrijgen. De componenten vormen samen met de aansluiting van de panelen voor minstens een kwart van de aanschafkosten, als het gaat om zonnepanelen op huizen. Voor het integreren van PV-modules in producten liggen de kosten lager omdat daarvoor geen aansluitkosten horen^[4].

De opslag van energie is een belangrijk gegeven van de PV-module. Voor veel producten staat het niet vast dat ze bij zonlicht gebruikt gaan worden. Aangezien zonnecellen 's avonds geen energie kunnen opwekken zou dit betekenen dat bij voorbaat deze producten niet op zonne-energie kunnen lopen. De accu is daarom een wezenlijk onderdeel binnen PV-systemen.

Wanneer de PV-modules de straling van de zon opvangen, wordt energie opgewekt en doorgevoerd naar het product. De elektrische energie die wordt opgewekt bestaat uit gelijkstroom en is in een dergelijke hoedanigheid niet voor alle producten te gebruiken. Bijvoorbeeld bij het leveren van energie voor huizen is het nodig om zonnepanelen te koppelen aan een omzetter. Afhankelijk van de toepassing moet een omzetter worden geïntegreerd in het PV-systeem.

1.2.2 Soorten systemen

Bij het omschrijven van de toegevoegde waarde van zonnepanelen wordt gesproken over PV-systemen. Deze systemen zijn onder te verdelen in een stand-alone systeem, een hybride systeem en een grid-connected systeem. Met deze verdeling kunnen producten in categorieën geplaatst worden die dezelfde eisen bevatten.

Stand-alone systemen zijn bedoelt voor producten die geheel op de energie opwekking van de PV-modules werken. Apparaten die van dit systeem gebruik maken doen dit vanuit twee redeneringen. Het product kan in een omgeving staan waar geen toegang is tot een elektrisch netwerk of het product verbruikt weinig stroom en wordt gebruikt overdag. Deze systemen hebben in de meeste gevallen geen omvormer nodig en gebruiken een accu als opslag voor energie. Het toepassen van een stand-alone systeem heeft tevens als voordeel dat het apparaat transporteerbaar blijft met een werkende energiebron ^[5].

Hybride systemen verschillen niet veel van de stand-alone systemen. Bij hybride wordt echter wel gebruik gemaakt van een alternatieve energie opwekking naast zonne-energie. Deze optie wordt voornamelijk gebruikt bij voertuigen waarbij het niet mogelijk is om ze volledig op zonne-energie te laten lopen. Alleen bij een hoog energie verbruik wordt het rendabel om met een hybride systeem te werken omdat een accu of aandrijfsysteem op twee energiebronnen moet werken ^[5].

Een systeem dat lijkt op een hybride systeem is een auxiliary power unit (APU)/ hulpaandrijvingssysteem. Zulke systemen worden ingezet om elektrische componenten, behalve de aandrijving, te voorzien van energie. Een dergelijk systeem is daarom meer geschikt dan een hybride systeem voor de toepassing van PV-modules ^[23].

Het grid-connected systeem is het meest toegepaste PV-systeem. Daarbij gaat het erom dat de PV-modules aangesloten zitten op een energie netwerk en zodoende opgewekte energie terug kunnen leveren aan het netwerk. In principe een uitvergroete vorm van een hybride systeem. Daarmee is het optimaliseren van de zonnepanelen ook beter te regelen dan bij de andere PV-systemen omdat de zonnepanelen stationair blijven ^[5,6].

1.2.3 Soort modules

Met het soort module wordt vooral gekeken naar de toepasbaarheid en de integreerbaarheid. Dit is afhankelijk van de oppervlakte die in een product aanwezig is en welke mogelijkheden er bestaan voor PV-modules. De modules kunnen namelijk in verschillende mate geleverd worden. Daarnaast kan er onderscheidt gemaakt worden tussen twee typen, de toegepaste modules en geïntegreerde modules. Deze worden aangeduid met de afkortingen PAPV (Product Applied Photo Voltaïc) en PIPV (Product Integrated Photo Voltaïc).

Van de twee type modules worden de PAPV het meeste verkocht. Het grote verschil tussen PAPV en PIPV modules is dat er voor de eerste type een framework vereist is en bij de tweede niet. Het framework maakt het mogelijk om op een bestaand apparaat de zonnecellen toe te voegen om zodoende over te stappen op zonne-energie. Bij dit type module is het ook vereist om nog meer aanpassingen te maken zoals het integreren van een omvormer.

Het tweede type module, de PIPV, beslaat een aanzienlijk minder grote markt. Het is namelijk eenvoudiger om PV-technologie toe te passen op bestaande producten dan te integreren in nieuwe producten. Daarom wordt dit vaker in kleine producten toegepast. Zowel PAPV als PIPV modules worden veel op gebouwen toegepast.

1.2.4 PAPV

De PAPV-modules zijn de panelen die het meest verkocht worden omdat ze gebouwd zijn om het meest rendement te halen uit het paneel. Ze vereisen, in tegenstelling tot PIPV-modules, geen vervanging van een onderdeel en kunnen zodoende op bestaande producten toegepast worden middels een montage. Dat maakt het ook mogelijk om het paneel op een ideale oriëntatie en hoek te plaatsen ten opzichte van de zon. De PAPV-modules zijn altijd platte rechthoekige zonnepanelen.

Dit type modules wordt veel toegepast op huizen en gebouwen. Door een framework is het mogelijk om op veel type daken een PV-module te plaatsen. Echter zijn niet alle daken even geschikt omdat het dak het gewicht moet ondersteunen van het zonnepaneel. Met complexere constructies wordt dit opgevangen. De efficiëntie van zonnepanelen is daarbij afhankelijk van de richting van het dak.

Een toepassing waarbij de panelen goed zichtbaar bij het product aanwezig zijn is elektronisch straatmeubilair. Bij apparaten, zoals voor parkeerkaartjes en lantaarnpalen, worden zonnepanelen toegevoegd waarna ze duidelijk zichtbaar te zien blijven (afbeelding 5&6). Dit wordt gedaan om de bestaande apparaten te moderniseren in plaats van te vervangen.



Afbeelding 5&6: Toepassingen PAPV op straatmeubilair

1.2.5 PIPV

De PIPV-modules zijn de panelen die in kleinere mate worden toegepast. Het grote voordeel van PIPV is het besparen van kosten door middel van vervanging. Door zonnecellen te integreren hoeven bepaalde onderdelen, voor een product, niet geproduceerd te worden. Zo is het mogelijk om de kap van een tuinlampje te combineren met een PV-cel (afbeelding 7). Dit biedt ook meer mogelijkheden voor het product zelf omdat in de vormgeving minder ingeboet hoeft te worden. Het rendement zal daarom wel lager liggen omdat het onderhevig is aan het product zelf.

Een markt waarin veel geïntegreerde zonnecellen worden toegepast is bij gebouwen (BIPV). Waar het bij consumentenwoningen vooral gaat om kosten besparing en energieonafhankelijk zijn, geldt voor bedrijfsgebouwen ook de bewustwording en het imago als een factor. Omdat geïntegreerde PV-modules meer mogelijkheden verschaffen op het gebied van vormgeving kiezen bedrijven eerder voor dit type zonnecel ^[7].

Toepassingen die dicht bij de consument liggen zijn de tuinlampjes die in allerlei vormen en formaten te verkrijgen zijn. Het voordeel van dergelijke lampjes is het stand-alone systeem dat goedkoop en eenvoudig in gebruik is. Het is namelijk niet praktisch om dergelijke lampjes puur op een accu te laten lopen. Het verbinden met een energie netwerk zorgt voor meer kosten of een verminderde uitstraling van de tuin.



Afbeelding 7: Geïntegreerde PV-cel in een tuinlamp

1.2.6 Kosten

Belangrijk element van het aanschaffen van zonnepanelen zijn de kosten. Daarbij is het belangrijk om onderscheid te maken tussen toegepast en geïntegreerd. Voor een zonnecel die geïntegreerd is liggen de kosten bij het produceren van de vorm, een accu en de PV-cel zelf. Bij het toepassen moeten de panelen aangesloten worden aan een omvormer en moeten daarbij montagekosten worden meegerekend welke tot 30% van het totale kostenplaatje kunnen zorgen^[24].

Eenmaal wanneer de PV-module aangesloten zit aan een product, dient er onderhoudt gepleegd te worden. De kosten hiervoor zijn niet hoog, maar het bijhouden van de panelen is vooral voor het rendement van belang. Het schoonhouden van de panelen zorgt ervoor dat de module niet bedekt wordt en dat schade ten gevolge van hitte uitblijft. De encapsulant dient genoeg bestendig te zijn tegen UV-straling om niet te veel te verkleuren. Bedekking heeft hetzelfde gevolg als schaduw alleen kan dit worden voorkomen door te reinigen ^[25].

Bij reparatie en afschrijving zijn de kosten hoger dan bij de onderhoudskosten. Zonnepanelen gaan niet gauw stuk, maar het rendement neemt met de jaren af. Voor zonnepanelen op daken, type PAPV, geven leveranciers aan dat zonnecellen 30 jaar lang mee kunnen alvorens ze aan vervanging toe zijn. Het rendement kan dan afnemen tot 80% van de huidige opwekking ^[26].

1.3 Omgevings-analyse

Een belangrijk element voor de PV-modules is de hoeveelheid zonnestraling die kan worden opgevangen. Dit is namelijk sterk afhankelijk van de omgeving en het type zonnecel. Daarom kijken we eerst naar de behoeften van de zonnecellen. Om de energie die opgewekt wordt met de PV-modules bruikbaar te maken voor producten moet de energie omgezet worden.

De efficiëntie van PV-modules is afhankelijk van het gebruik en de omgeving. Vooral de omgeving is een belangrijke input omdat het blootstellen van de panelen aan licht voor energie zorgt. Waaraan deze blootstelling afhankelijk is wordt beschreven aan de hand van twee perspectieven. In de eerste plaats worden de behoeften van zonnecellen beschreven. Verschillende factoren hebben invloed op hoe de module straling opvangt en deze vervolgens omzet in bruikbare energie.

Een andere kant beschrijft de nadelige factoren waar PV-modules aan worden blootgesteld. De onderdelen die hierin worden behandeld zorgen voor een beperking van de energie omzet of hebben een effect op de componenten binnen een PV-module. Bij het integreren van modules dient rekening te worden gehouden met de weersomstandigheden waaraan de cellen worden blootgesteld.

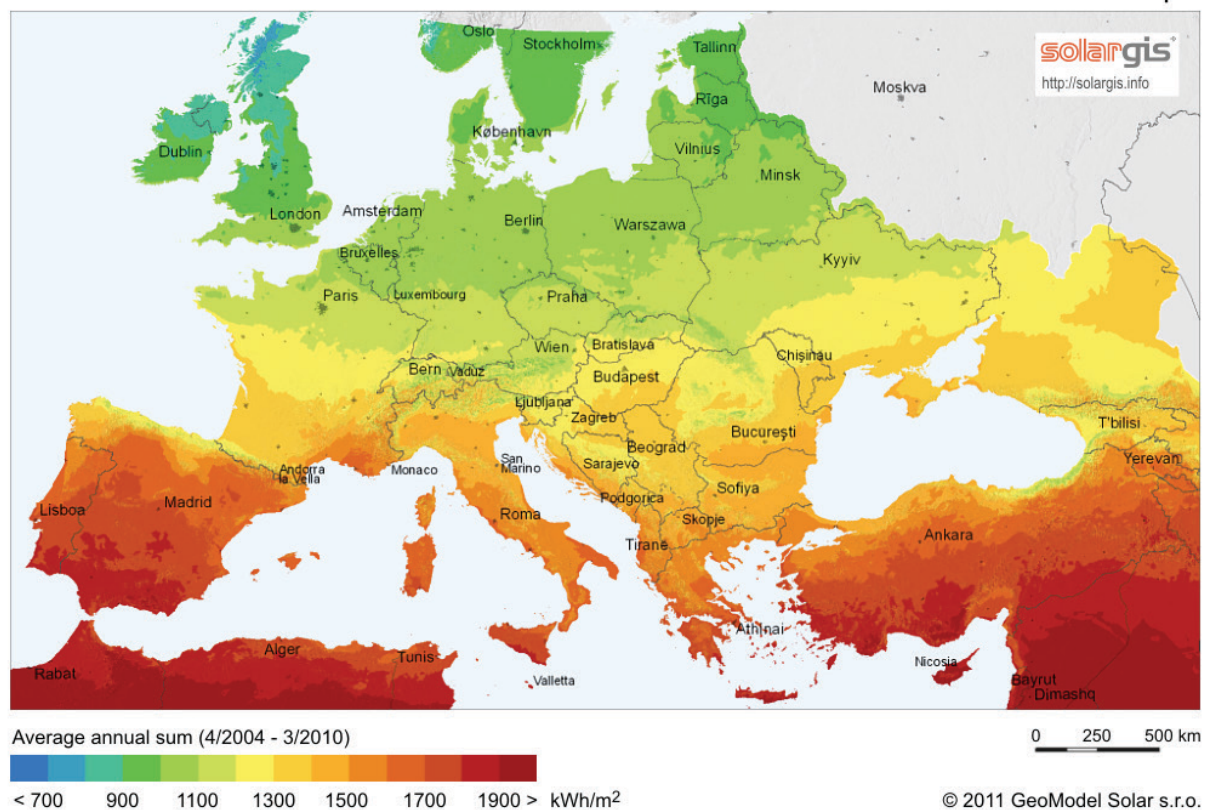
1.3.1 Behoeften PV-cellen

Het gebruik en het soort product hebben een grote invloed op de behoefte aan energie. De omgeving, met daarbij een aantal functionele elementen, bepalen de efficiëntie van de PV-modules. Daarom dient de behoefte goed te worden afgestemd met de omgeving.

Het eerste gegeven is de energie die de zon uitstraalt. De zon straalt per dag ongeveer 2500 maal het totaal energie verbruik van de hele bevolking over de oppervlakte van de aarde. Echter wordt niet overal op aarde dezelfde energie per vierkante meter uitgestraald. Naar de evenaar toe zendt de zon meer straling uit met in Europa verschillen van 800 tot 2000 kWh/m² (afbeelding 8). Voor Nederland komt dit uit op 1000 kWh per vierkante meter ^[27].

Global horizontal irradiation

Europe

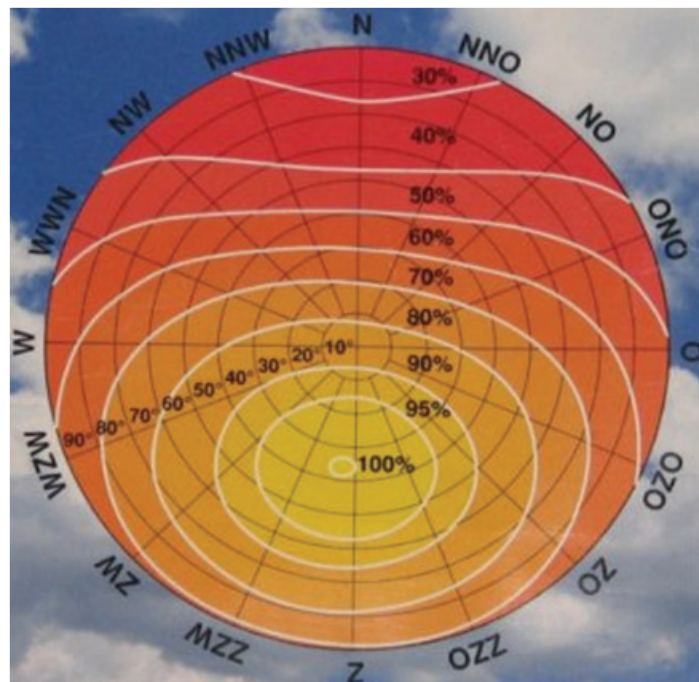


Afbeelding 8: Energie uitstraling van de zon over Europa (2011)

Echter, de energie die de zon levert kan niet direct worden vertaald naar de energie die de PV-module opbrengt. Het effectieve deel waarmee de cel energie opwekt is afhankelijk van een aantal factoren. Het rendement van de zonnecel is daarbij het belangrijkste element. Tegenwoordig hebben PV-cellen een rendement tussen de 15 en 20%. Bij monokristalijn silicium zonnecellen ligt het rendement hoger dan bij polykristalijn silicium zonnecellen maar het verschil wordt steeds kleiner ^[28].

Bij het opwekken van energie wordt niet alle straling omgezet door de PV-cel. Het licht bestaat uit een spectrum van kleuren die op verschillende golflengtes uitgestraald worden. De PV-cel is in staat om de straling tussen 400nm en 700nm op te nemen. Straling die hierbuiten valt wordt omgezet in warmte. Lagere golflengtes leveren minder energie^[3].

Naast de efficiëntie van de zonnecel zelf is ook de hoek van de zon van invloed op de energie opwekking. Voor Nederland betekent dit dat de intensiteit, in vergelijking met andere Europese landen, lager ligt. Daarnaast treedt nog meer verlies op doordat de zon niet de hele dag vanuit dezelfde orientatie schijnt. Deze twee effecten worden samen geïllustreerd met afbeelding 9. Doordat slechts een klein punt de hele dag belicht wordt zullen alleen stationaire modules optimaal gebruik kunnen maken van zonne energie. Horizontale panelen kunnen minder energie opnemen maar zijn weer niet afhankelijk van de stand van de zon ^[29].



Afbeelding 9: Lichtintensiteit onder een hoek

1.3.2 Nadelige factoren

In de omgeving zijn ook factoren aanwezig die zorgen voor een negatief effect op het rendement. Deze punten zijn in de meeste gevallen op te lossen door het juist plaatsen/integreren van de PV-module en door het plegen van onderhoud. Op deze punten kan alleen maar verlies optreden wanneer het aanwezig is.

Het meest funest voor PV-modules is schaduwwerking. Doordat de cellen in serie geschakeld aan elkaar zitten in de module, produceren ze ook eenzelfde spanning. Wanneer schaduw op een cel komt te vallen dan wordt de spanning over de cel verlaagd en produceert de hele module de spanning over de laagste cel. Bij bewolking treedt een vergelijkbaar effect op maar hierbij wordt de spanning voor alle zonnecellen lager en ligt het rendement hoger dan bij directe schaduw ^[30].

Een andere factor uit de natuur is de temperatuur. Zonnecellen werken beter in een omgeving met een lagere temperatuur. Dit heeft te maken met de stroomgeleiding door het grid-patroon. Stroom wordt door dit patroon beter geleid wanneer het zich in een koeler klimaat bevindt. Dit heeft te maken met de elektronen die dan sneller bewegen. Dit effect scheelt echter maar in kleine mate in vergelijking met de andere factoren^[30].

Vochtigheid is een factor die nadelige gevolgen heeft voor de levensduur van een PV-module. De vocht kan invloed hebben op het elektrische systeem in de module en zorgt voor het afnemen van de levensduur en efficiëntie. In het productieproces wordt met het encapsuleren dit effect tegengegaan. Bij kunststof modules bestaat het hele paneel uit een laag. Het risico van vocht is daarom zeer laag.

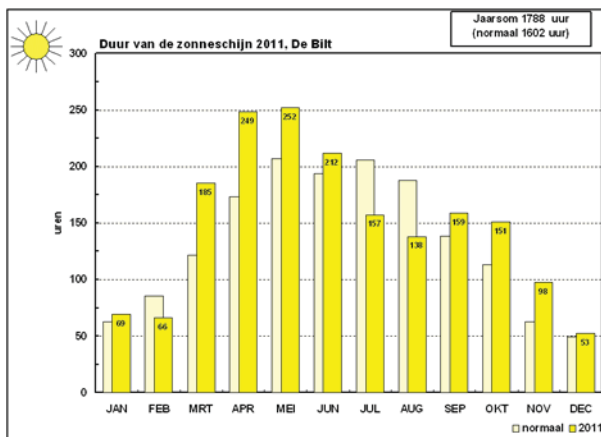
Als laatste factor zorgt reflectie voor een beperkt rendement. Alle straling die wordt gereflecteerd zal zijn elektronen niet kunnen afgeven aan de zonnecel. Op de PV-cel zelf zit al een anti-reflection coating (ARC) die voor een groot deel de reflectie tegenhoudt die vanuit de cel zelf komt. De transparantie van de module zelf mag daarom niet te hoog worden. Vooral bij de gekromde producten wordt reflectie een belangrijke belemmering voor het opwekken van energie.

1.3.3 Zon in Nederland

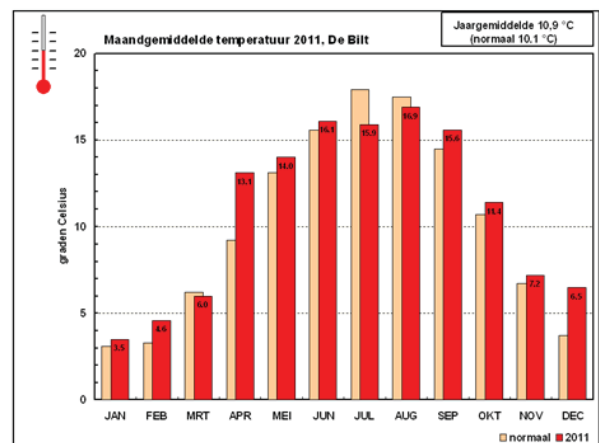
Voor het bepalen van een mogelijk gebruik in Nederland wordt gekeken naar het aantal zonuren. Daarvoor is het belangrijk om te weten hoeveel zon in welke periode het meeste voorkomt en hoe zich dit met de temperatuur verhoudt. Afhankelijk van het apparaat en de voeding dient bepaald te worden welk formaat de PV-modules moeten worden.

Voor de totale zonopbrengst in Nederland is er gekeken naar de normaal van het aantal zonuren. Uit afbeelding 10 valt op te maken dat de meeste zonuren in de maanden April tot Augustus vallen. Dit betekent dat zonnecellen, naar verwachting, in de zomer de hoogste opbrengst kunnen behalen. Aan de andere kant zijn dit ook de maanden waarin de temperatuur het hoogst is en daarmee de efficiëntie per paneel het laagst is gezien het jaar (afbeelding 11) ^[32].

Voor een omgeving in Nederland zijn de beste maanden om gebruik te maken van de zon in de hele zomerperiode. Op andere data ligt de verhouding tussen temperatuur en zonuren minder gunstig.



Afbeelding 10: KNMI, duur van zonschijn in 2011



Afbeelding 11: KNMI, temperatuur in 2011

1.4 Doelgroepanalyse

De nieuwe PV-modules bezitten een aantal eigenschappen waarmee de uitstraling sterk verbeterd kunnen worden. Het type product dat gebruik kan maken van deze nieuwe techniek zijn producten die veel baat hebben met een onafhankelijke energie bron en het liefst die buiten gebruikt worden. Om de nieuwe techniek vervolgens goed te presenteren is het verstandig om mogelijke doelgroepen te onderscheiden om daarna gericht op een van de mogelijkheden te gaan ontwerpen.

Voor de doelgroepanalyse zijn daarom een drietal doelgroepen onderzocht. Op basis van facetten is gekeken op welke manier de doelgroepen baat zouden kunnen hebben van de PV-cellen. Daaruit is gebleken dat in een kampeeromgeving er veel mogelijkheden zijn voor de integratie van de nieuwe PV-modules.

Vervolgens is met een enquête onderzocht op drie punten bij de doelgroep. In de eerste plaats is gekeken naar wat de doelgroep onderscheidt. Daarna zijn de eisen en wensen in kaart gebracht en als laatste is gekeken naar de interesse in groene energie.

1.4.1 Doelgroep type

Voor het bepalen van de juiste doelgroep dient eerst een selectie te worden gemaakt van mogelijke doelgroepen binnen Nederland. Aan de hand van moodboards en omschrijvingen zijn drie doelgroepen beschreven waar zonne-energie een goede toevoeging zou kunnen zijn. Uiteindelijk is op potentie de doelgroep gekozen waarin het beste de eigenschappen van de nieuwe PV-cellen kunnen worden geëxploiteerd. In de bijlage mogelijke doelgroepen zijn de onderstaande mogelijkheden verder onderzocht.

Allereerst is gekeken naar de doelgroep die past bij huizenbezitters en voornamelijk gezinnen met een tuin. Deze omgeving omvat een belangrijke doelgroep omdat er veel met elektrische apparaten wordt gewerkt. De elektrische energie behoefte ligt daarom hoog en vormt daarmee een essentieel onderdeel in de dagelijkse behoefte van de doelgroep. Daarbij zullen efficiëntie en kosten een grotere rol spelen dan uitstraling. Omdat woningen ook aangesloten zijn aan een energienetwerk is de behoefte aan een stand-alone systeem kleiner.

De tweede doelgroep is de kampeerder. Onder de Nederlanders die op vakantie gaan bestaat een aanzienlijke groep uit kampeerdere. Hoewel de meeste mensen ergens in het buitenland op vakantie gaan wordt de groep die binnen Nederland kampeert steeds groter. Voor de kampeerder is het voertuig een belangrijk facet omdat zij hier niet alleen mee op de bestemming aankomen, maar ook de omgeving ermee gaan verkennen. Een stand-alone systeem biedt de beste mogelijkheid, maar de andere twee PV-systemen kunnen ook goed worden toegepast^[32].

Als derde doelgroep is voor de pleziervaart gekozen. Het ontwikkelen van de kunststof PV-modules had als leidraad om het gebruik van zonne-energie op boten toegankelijker te maken. Door het reduceren van het gewicht bij de modules werd de techniek aanzienlijk aantrekkelijker om te implementeren. Daarnaast wordt deze hobby uitgevoerd in de weekenden en tijdens de vakanties. De amateursport is daarnaast alleen uit te voeren overdag. Een stand-alone systeem is daarbij zeer gewenst omdat er geen mogelijkheid is om verbonden te worden aan een energie netwerk. Binnen de pleziervaart is het daarom zeer geschikt om de kunststof modules toe te passen op de voertuigen.

Per doelgroep bestaan verschillende voordelen aan kunststof cellen. Daarom verleggen we de focus naar mogelijkheden voor het integreren van de kunststof modules. Bij het vergelijken van de drie mogelijkheden valt op te maken dat in de eerste doelgroep grid-connected systemen de belangrijkste potentie vormen, maar dat daarvoor de uitstraling slechts een klein deel vormt voor het kiezen van zonnepanelen. In de andere omgevingen ligt de grootste potentie bij stand-alone systemen waarbij uitstraling wel een belangrijk element vormt. Uiteindelijk is de keuze gevallen op het ontwerpen voor de kampeer omgeving omdat naast het integreren in een voertuig de mogelijkheden voor producten hoger ligt.



Afbeelding 12: Moodboard van de kampeeromgeving

1.4.2 Omschrijving enquete

Voor de enquête is een opgezet gekozen van een open enquête. De camping die hiervoor gekozen is, is de Helfterkamp in Vaassen in de omgeving van Apeldoorn. Daarnaast is de vragenlijst uitgevoerd tijdens het Hemelvaartweekend op een zaterdag. Hieronder wordt verder ingegaan op het verloop van de enquête.

Het uitvoeren van de enquête is vrij goed gegaan. In totaal zijn 21 mensen ondervraagd waarvan de meeste kampeerden met de caravan. Daarnaast zijn nog twee mensen ondervraagd met een stacaravan, maar de bevindingen hiervan tonen aan dat dit een totaal onderscheidende doelgroep omvat.

Het type enquête dat gebruikt is, d.m.v. open vragen, leverde een aantal positieve en negatieve punten op. Positief was de extra feedback die de kampeerders gaven. Dit leverde informatie op over energie kosten op de camping en een vierde rede van kamperen: vrijheid. Negatieve aspecten betroffen de veel afwijkende antwoorden wat zorgde voor veel uiteenlopende antwoorden.

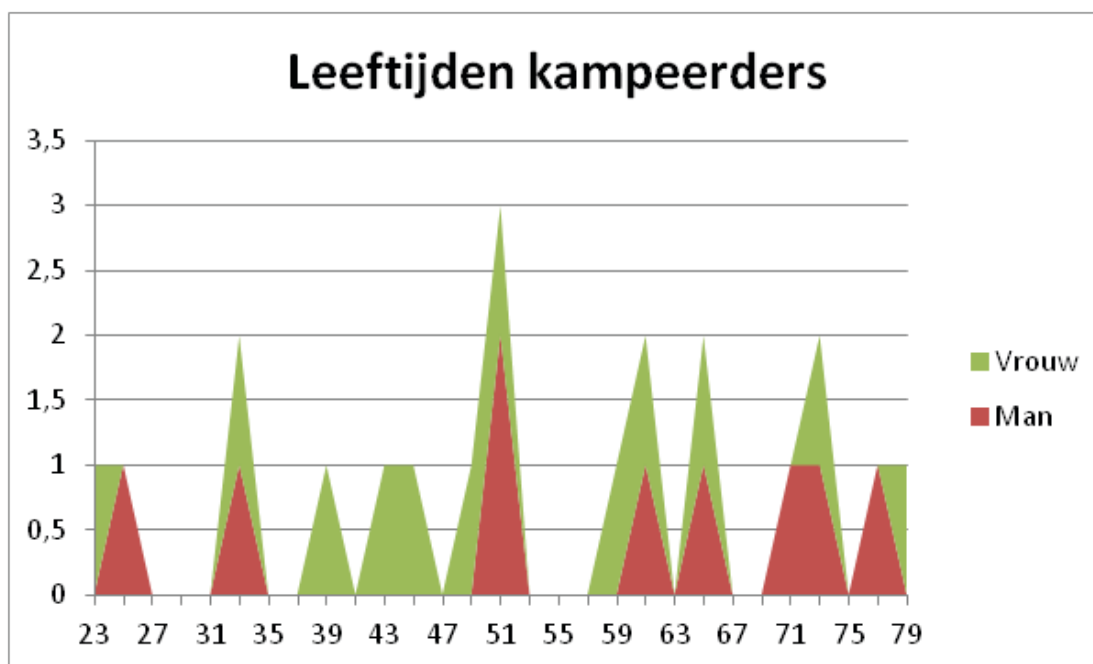
In het vervolg zou de enquête meer een combinatie bevatten van open en gesloten vragen. Wellicht was het handig geweest om een schriftelijke enquête te houden waarbij toezicht gehouden werd voor eventueel doorvragen. Dit zou de betrouwbaarheid ten goede komen terwijl de eigen input, de uitgebreide feedback van de kampeerders, behouden blijft. Ook waren een aantal vragen van weinig waarde op de camping en dienen te worden vervangen door toepasselijkere vragen.

1.4.3 Spreiding doelgroep

Bij het afnemen van de enquête is gelet op het afnemen van verschillende factoren binnen de doelgroep om een zo goed mogelijke weergave te krijgen van de doelgroep kampeerdere. Deze facetten bevatten verschillende leeftijden, manier van kamperen en elektrische producten. Daarin is tevens vastgesteld hoe vaak de kampeerder op vakantie gaat en wat voor type kampeerdere het zijn.

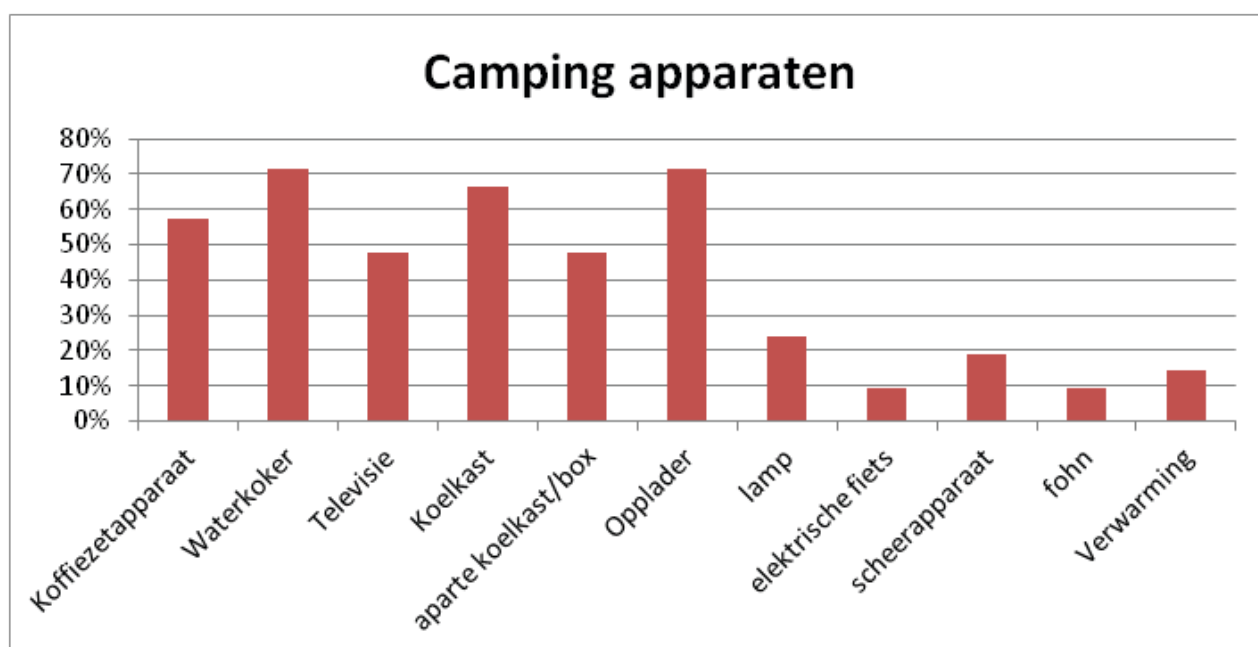
Voor de opdracht is het belangrijk dat de enquête een representatieve weergave geeft en bij de uitvoer is hiervoor gekozen om de manieren van kamperen zoveel mogelijk te variëren. Echter is dit niet geheel gelukt omdat op de camping het merendeel met de caravan op vakantie waren 76%. De rest was met de vouwwagen op vakantie. Tijdens het hemelvaartsweekend waren er geen kampeerdere die enkel via tent of camper kampeerden op de ondervraagde camping.

Bij de leeftijden van de ondervraagde mensen zat een groot verschil. Uit de grafiek valt op te maken dat de spreiding tussen de 23 en 79 jaar lag. Uit de grafiek is ook te zien dat er op hogere leeftijd meer mensen staan. Voor het vergemakkelijken van de resultaten is een verdeling gemaakt op leeftijdsgroepen. Jong volwassen (jonger dan 40; 24%), middelbare leeftijd (40-60 jaar; 33%) en bejaarde (ouder dan 60 jaar; 43%).



Grafiek 1: enquête spreiding

Wat verder voor een compleet beeld vormt van de doelgroep zijn de apparaten die ze meebrengen. In het overzicht hieronder is duidelijk te zien wat de grootste groep aan kampeerders meeneemt en welke producten door een kleinere groep wordt meegenomen. Daarnaast kwam uit de enquête dat iedere ondervraagde kampeerder minstens drie elektrische apparaten meeneemt.



Tabel 3: Kampeerders en apparaten

1.4.4 PvE

Door de vragenlijst op te stellen aan de hand van een strategie is ervoor gezorgd dat verschillende aspecten aan bod komen in de vragenlijst. Een van deze aspecten zijn de eisen en wensen. De vragen die speciaal gesteld zijn om de PvE te achterhalen van de doelgroep. De lijst die te halen valt uit de vragenlijst dient als toevoeging op de eisen uit de rest van de analyse.

Met de resultaten kan alleen een impressie gegeven worden waar de eisen en wensen liggen van de doelgroep. Van de eis “compactheid” (100%) is met zekerheid vast te stellen dat de doelgroep dit belangrijk vindt. De eisen “kwaliteit” (71%) en gebruiksgemak (67%) behoren ook tot de duidelijke eisen van de doelgroep. De punten “uitstraling” (24%) en “prijs” (38%) behoren meer tot de wensen, maar bij prijs moet ook worden aangegeven dat dit in verhouding moet staan tot de kwaliteit van het product.

Naast de voorgestelde eisen was vanuit de doelgroep ook een drietal eigen wensen/eisen genoemd. Omdat deze eisen niet in de vragenlijst stonden moeten de percentages anders opgevat worden. Zo dienen de punten “verbruik” (43%) en “functioneel” (33%) opgevat worden tot eisen. Het derde punt dat genoemd werd “handig zijn” (14%) kan met dit lage percentage ingedeeld worden bij de wensen.

De doelgroep PvE is als volgt:

PvE kampeerders	
Eisen	Wensen
Compact product	Lage prijs
Goede kwaliteit	Handig zijn
Laag verbruik	Mooie uitstraling hebben
Eenvoudig in gebruik	
Functioneel zijn	

1.4.5 Interesse in groene stroom

Tijdens de enquête is ook navraag gedaan naar de interesse voor groene energie. Dit had als doel om te kijken hoe bewust de kampeerder omgaat met de energie en in welke mate dit van invloed zou kunnen zijn in de aanschaf van nieuwe apparaten.

Uit de gegevens kon vooral opgemaakt worden hoe de thuissituatie verband houdt met groene energie. Hierin werd duidelijk dat een grote groep kampeerdere (43%) geen gebruik maakt van zelf opgewekte energie of geen groene energie aankoopt. De drie redenen hiervoor liepen uiteen van weinig vertrouwen in leveranciers (24%), weinig nut (33%) tot niet rendabel genoeg (19%). Van de groep van kampeerdere die wel groene energie gebruiken, koopt 43% groene energie in en 34% maakt gebruik van zonnepanelen en zonneboilers. Daarnaast geeft 52% aan verlichting te kopen zoals spaarlampen en led-verlichting.

Energie gebruik op de camping is een minder belangrijk gegeven. Dit komt doordat tijdens het kamperen een vast bedrag wordt betaald voor het gebruik maken van de camping stroom, ongeacht het verbruik. Hieruit valt op te maken dat PV-producten vooral handig moeten zijn tenzij ze de hele energie voorraad kunnen leveren.

Naast het gebruik van energie op de camping en thuis, bleek het bewust omgaan met energie een belangrijk element. De meeste kampeerdere gaven aan hier duidelijk naar gekeken te hebben. Van 24% van de ondervraagde is niet vast te stellen dat ze gekeken hebben naar de mogelijkheden van duurzame energie, maar bij 76% is aantoonbaar dat ze zich enigszins verdiept hebben in dit onderwerp. Hieruit valt op te maken dat een goed PV-product de aandacht krijgt binnen de doelgroep.

1.5 Concurrentie analyse

Na het onderzoeken van de eisen en wensen die horen bij een solarproduct op de camping, wordt als laatste de markt onderzocht. In de concurrentie analyse wordt de markt verkend.

Op de eerste plaats bestaan er al verschillende zonne-energie producten voor op de camping. Concurrerende producten die al te verkrijgen zijn op de markt laten zien in welke mate de markt verzadigd is. Dit zijn producten die handig zijn voor op de camping, zoals solar zaklampen, of producten die speciaal voor deze markt ontwikkeld zijn, zoals een solar lantaarn.

Een andere concurrentie analyse is uitgevoerd om te kijken naar andere alternatieven op de standaard PV-modules. Binnen deze alternatieven zijn er drie groepen te onderscheiden. De grootste groep bestaat uit cellen met kleur of transparantie. De tweede groep probeert door vormgeving de zonnepanelen aantrekkelijker te maken en de derde groep verkrijgt een verbeterde uitstraling met het aanpassen van het grid-patroon.

1.5.1 Solar camping producten

Wanneer er gekeken wordt naar het ontwerpen voor de doelgroep is het belangrijk om kennis te nemen van de huidige markt en zijn segmenten. Voor de doelgroep zijn al producten te koop die werken op PV-modules en zich geheel of gedeeltelijk richten op het kamperen. Met het toepassen van de kunststof PV-modules kan een nieuwe richting ingeslagen worden of kan het huidige segment PV-producten verder verfraaid worden.

Het overgrote deel van de solar producten bestaat uit universele laders. Er zijn veel producenten die PV-laders aanbieden in verschillende formaten. Voor kleine elektrische apparaten, zoals tablets en mobieltjes, bieden deze laders op de camping of in afgelegen gebieden een uitkomst. Voor de gebruikers zijn de kosten en de efficiëntie de hoofdredenen om dergelijke laders aan te schaffen wat betekent dat de uitstraling van deze laders veelal 'straight-to-the-point' zijn. Deze markt is door het grote aantal aanbieders al ver verzadigd.

Meer van toepassing op het project zijn de producten waar PV-cellen zijn geïntegreerd. Voor de camping zijn daarvoor lantaarns populair die ook specifiek worden gemaakt voor de kampeeromgeving. Andere PV-producten die te gebruiken zijn op de camping hebben een hoog 'gadget'-gehalte. Daar gaat het vooral om het idee van groene energie en minder over de echte voordelen van zonne-energie.

Bij het gebruik van zonnecellen bij hybride systemen of APU's zijn het vooral kleine panelen die op campers en caravans te monteren zijn. Hier betreft het panelen die ondersteunend zijn voor de motor. Binnen dit segment bestaan weinig toepassing die specifiek voor de kampeermarkt ontworpen zijn afgezien van de montagebare kampeerpanelen.

Wanneer er wordt gekeken naar PV-panelen voor kampeerterreinen, specifiek voor gebouwen, is daarin weinig te vinden. Op sommige campings wordt wel gebruik gemaakt van de combinatie zonnepaneel en -boiler bij sanitaire voorzieningen. Naast deze toepassing worden weinig grid-connected systemen toegepast, hoewel er wel producten bestaan die geschikt zijn voor de camping.

Collage: Solar producten



1.5.2 Uitstraling PV-cellen

Binnen de groep concurrenten uitstraling valt meteen op dat de ontwikkeling van PV-cellen met kleur een steeds groter aandeel krijgt. Op verschillende manieren zijn concurrenten in staat om de cellen een kleur te geven.

Een belangrijke methode is om via de ARC-laag kleur aan te brengen. In dit gebied zijn de meeste concurrenten te vinden omdat dit een relatief eenvoudige methode betreft. Door per cel een kleur te leveren is het mogelijk om voor de klant een samenstelling te maken. De diversiteit aan kleuren, waarin deze cellen worden vervaardigd is beperkt en de samenstelling vereist een rechte lay-out van de module.

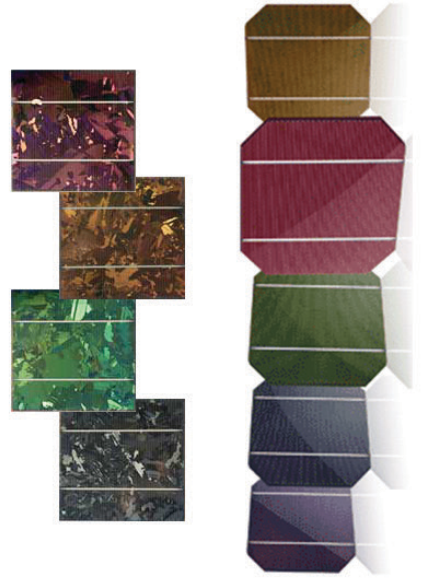
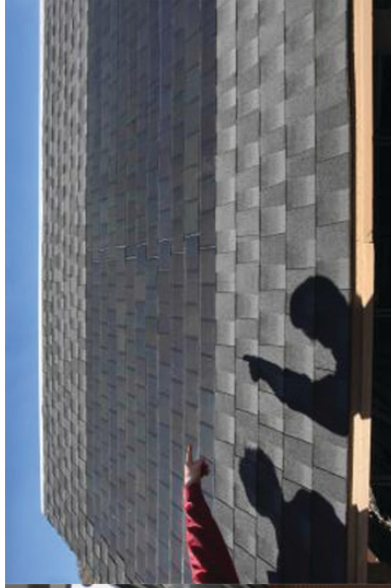
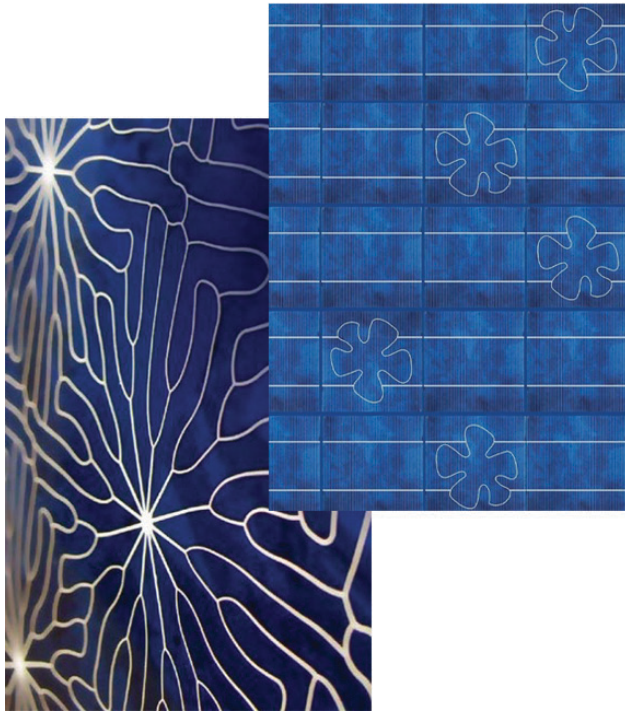
Naast het kleuren per cel zijn andere concurrenten erin geslaagd om de PV-cel een voorstelling te geven. Vooral bij een nieuw type cel, Dye-solar cel, is het mogelijk om een voorstelling op de cel te zetten. Omdat deze technologie nog in ontwikkeling is zijn de cellen nog vrij duur.

De ontwikkeling van transparante modules wordt veel gebruikt bij gebouwen met grote raamwerken. Dit type module is vooral geschikt om een groen imago te verkrijgen en toch een open karakter te behouden. De cellen zelf worden inefficiënt door deze techniek terwijl de kosten vergelijkbaar blijven met de gewone PV-modules.

Een andere manier om de modules aantrekkelijk te maken is door de vormgeving van modules aan te passen. Panelen kunnen in een licht gebogen staat geleverd worden om beter aan te sluiten bij het gebouw. Het toepassen van geïntegreerde PV-modules in gebouwen (BIPV) bestaat al langer en staat voor alle PV-modules die op gebouwen worden aangebracht, ook de transparante vorm.

Een methode die nog niet veel is toegepast is het aanpassen van het grid-patroon. Door met de lijnen een andere structuur aan te leggen kunnen unieke voorstellingen worden verkregen. Echter, het aanpassen van het grid-patroon beïnvloedt het rendement van de cel en kan ten koste gaan van de efficiëntie van de module. Daartegenover biedt deze techniek ook mogelijkheden om het rendement juist te verhogen.

Collage: PV-uitstraling



1.5.3 Markt inventarisatie

De markt voor solar camping producten is een die nog genoeg ruimte kent voor innovatie. Een groot deel van de apparaten zijn overigens niet ontwikkeld voor deze markt specifiek, maar worden gekenmerkt door een algemeen karakter. Dit breekt de aantrekkelijkheid van deze producten waardoor de mogelijke gebruiker niet wordt aangezet tot aanschaf.

Om in te spelen op de markt moet er gekeken worden naar het ontwikkelen van producten die gericht zijn op de kampeerder. Omdat een groot deel van de apparaten nu uit laders bestaat is de kans klein dat daarin een nieuw product succesvol zal zijn. De aandacht moet vooral gelegd worden bij apparaten die zelf gebruik maken van de PV-cellen. Apparaten die ofwel direct ofwel op een later tijdstip energie gebruiken van de nieuwe zonnecel.

Mogelijkheden voor het verfraaien van de zonnecellen, en de daarbij behorende producten, bestaan al in verschillende vormen. Ook laat de toekomst zien dat dit segment verder wordt doorontwikkeld om de modules, op den duur, geheel naar de wensen van de klant te kunnen aanpassen. Van het huidige segment bestaan al producten die met succes worden toegepast. Vooral in de bouw zijn een aantal producten al toegepast en vormt mede de grootste markt voor zonnepanelen met uitstraling.

Het ontwikkelen van de kunststof PV-cellen kent in vergelijking met de meeste concurrenten meer voordelen. Het voegt namelijk de kleuren en vormvrijheid samen waarbij de efficiëntie niet in het geding komt. Een nadeel vormt echter het presenteren van een voorstelling. Doordat de kunststof plaat uit een geheel moet bestaan, voor het watervrij houden van de cellen, kan het een kostbare klus worden om verandering aan te brengen in de kleurweergave. Bij het aanpassen van het grid-patroon bestaan al verschillende voorstellingen en bij de nieuwe Dye-solar cellen zijn al kleurverwante zonnecellen geproduceerd. Dat maakt het nog onduidelijk welke rol de kunststof PV-cellen kunnen spelen in dit tussensegment. Het integreren van de nieuwe zonnecel in producten is daarom de beste optie.

1.6 Programma van eisen

Voor het ontwerpproces wordt het programma van eisen opgesteld om een uitgangspunt te hebben voor de ideeën. Het PvE is daarbij gekwantificeerd voor drie producten die veel op de camping gebruikt worden.

In de eerste plaats zijn de doelen van de opdracht nogmaals weergegeven. Deze lijst bevat de uitgangspunten waarin ontworpen moet worden zodat de nieuwe techniek goed geïntroduceerd kan worden. Uit de techniekanalyse komen deze punten.

Tijdens de analyse fase werd duidelijk dat een verdeling van de producten in de drie PV-systemen als opstapje kan dienen bij het maken van een PvE. Per systeem is een lijst van punten opgesteld waar rekening mee moet worden gehouden in de ontwerpfase.

Vervolgens is vanuit de doelgroepanalyse een PvE opgesteld dat per product nog gekwantificeerd moest worden. Daarbij is gekozen om drie producten verder uit te werken in de schetsfase: de camping tafel, de navigatie ondersteuning en de koelbox.

1.6.1 Doelen en Eisen

De eerste lijst bevat de doelen van de BO. Deze doelen beschrijven de grootste voordelen van de kunststof PV-modules ten opzichte van glazen modules en voor de opdracht is het belangrijk dat ze in de producten worden verwerkt.

Doelen toepassen
- Kleur
- Vorm Gekromd Randen
- Gewicht

Tabel 3: Doelen lijst

In eisenlijst zijn de punten opgenomen die uit de analyse naar voren komen. Met deze lijst wordt aangegeven welk systeem er bij welk product gebruikt moet worden.

	Eisenlijst per systeem		
	Stand-alone	Hybride/APU	Grid-connected
Max. oppervlak	1 m ²	2 m ²	10 m ²
Accu bevatten	Ja	Nee	Nee
Omvormer bevatten	Nee	Nee	Ja
Type module	PIPV	PAPV	PIPV/PAPV
Min. intensiteit zon	85%	85%	95%
Blootstelling	Volledig tijdens gebruik	1/2 tijdens gebruik	Hele dag
Levensduur	10 jaar	10 jaar	20 jaar
Weersbestendigheid	Ja	Ja	Ja
Gewicht	Licht	Licht	Geen eis
Vorm	Spuitgieten	Spuitgieten	Spuitgieten

Tabel 4: Globale PvE per systemen

1.6.2 Camping tafels

De algemene PvE is opgesteld naar aanleiding van de enquête. Echter bestaat deze lijst enkel nog uit ongekwalificeerde punten omdat het niet mogelijk is om een PvE op te stellen voor verschillende productcategorieën. Bij het opstellen van de eisen van de tafel is gekeken naar campingtafels die al bestaan.

PvE kampeerders	
Eisen	Wensen
Compact product	Lage prijs
Goede kwaliteit	Handig zijn
Laag verbruik	Mooie uitstraling hebben
Eenvoudig in gebruik	
Functioneel zijn	

Compactheid

De compactheid kan bepaald worden met de grote van een opgeklapte tafel. In vergelijking met ander camping tafels is de gemiddelde grootte van een opgeklapte tafel. Uit het bestand valt een gemiddelde grootte van 44dm³.

Hoge kwaliteit

De kwaliteit van de tafel wordt bepaald door het gewicht dat de tafel kan dragen. Om genoeg draagkracht te hebben voor een volle tafel dient de tafel een gewicht van 30 kilo te kunnen dragen. Een andere kwaliteit wordt bepaald door de stabiliteit van de tafel. Hiervoor moeten de poten te verstellen zijn om een niet vlakke ondergrond te compenseren.

Laag verbruik

Voor de PV-tafel is deze eis niet van toepassing.

Eenvoudig in gebruik

Een onderdeel van de campingtafel dat eenvoudig uit te voeren moet zijn, is het uitklappen van de tafel zelf. Deze eis kan pas goed getest worden met een prototype, maar aan de hand van het opklapsysteem is daar wel iets over te zeggen. De complexiteit van het opklappen wordt uitgedrukt in het aantal handelingen dat verricht moet worden. Voor het opklappen moet de gebruiker niet meer dan 4 handelingen uitvoeren (loskoppelen, poten inschuiven, inklappen, vastzetten)

Functioneel zijn

Bij het gebruik van de tafel dient een deel van het tafelblad gebruikt te worden voor de zonnecellen en een deel voor het neerzetten van producten. Er moet daarom genoeg ruimte overblijven voor een oppervlak van 20dm^2 (servies, apparaten, levensmiddelen). Daarnaast dient een vermogen van 60W geleverd te worden (een zuinige laptop). Uitgedrukt in oppervlak is dit $39,22\text{ dm}^2$.

Lage prijs

Uit de test van de KCK komt een gemiddelde uit van €110,-. Ondanks dat de test uit 2009 komt blijken de prijzen voor tafels gemiddeld even hoog te zijn. Daarnaast moet de prijs van de PV-modules erbij opgeteld worden. Per dm^2 wordt 2 euro berekend, wat neer komt op €80,-. Met het integreren van PV-modules moet de prijs maximaal uitkomen op €200,-

Handig zijn

De handigheid van het product zit hem in het opladen bij de tafel. De kleine apparaten moeten daarom gemakkelijk aan te sluiten zijn op de PV-cellen. Daarnaast is voor het opladen handig dat de spullen bij de tafel kunnen blijven liggen.

Mooie uitstraling hebben

Bij campingtafels wordt de meeste uitstraling bepaald door het tafelblad. Voor een goede uitstraling is het belangrijk om een redelijk neutrale kleur/patroon toe te passen.

PvE PV-tafel	
Eisen	Wensen
Max. 44 dm^3 (opgeklapt)	Max. €200,- (volledige tafel)
30kg dragen	Max. €120,- (PV-module)
Verstelbare poten hebben	Max. €80,- (PV-module)
4 handelingen voor het opklappen	Eenvoudig aansluiten producten
Min. 20dm^2 tafelblad ruimte (bijproducten)	Apparaten kunnen opbergen
Min. 60W laden	Neutrale kleur/patroon
Min. 40dm^2 PV-module	

1.6.3 navigatie ondersteuning

De algemene PvE is opgesteld naar aanleiding van de enquête. Echter bestaat deze lijst enkel nog uit ongekwalificeerde punten omdat het niet mogelijk is om een PvE op te stellen voor verschillende productcategorieën. Voor de PV-navigatie is daarom gekeken naar andere fietsgadgets om een idee te krijgen waar dergelijke producten aan moeten voldoen. Een directe concurrent, een ander product dat PV-energie gebruikt voor het opladen van een mobieltje op de fiets, bestaat nog niet.

PvE kampeerders	
Eisen	Wensen
Compact product	Lage prijs
Goede kwaliteit	Handig zijn
Laag verbruik	Mooie uitstraling hebben
Eenvoudig in gebruik	
Functioneel zijn	

Compactheid

Voor de compactheid is gekeken naar andere fietsgadgets die op het stuur worden bevestigd. Mobiel houders zijn niet groter dan het mobieltje zelf en lampen die op zonne-energie werken bestaan ook uit $\frac{1}{2}$ lamp en $\frac{1}{2}$ PV-cel. De PV-navigatie mag twee keer zo groot zijn als de producten die het ondersteund.

Hoge kwaliteit

De kwaliteit van het product wordt bepaald door de levensduur. Deze is afhankelijk van de energie voorziening van PV-cellen na een bepaalde gebruikstijd, maar de levensduur is ook afhankelijk van trillingen die gepaard gaan bij fietsritten. Geschat wordt dat hij 5 jaar meegaat.

Laag verbruik

Laag verbruik is voor de PV-navigatie van belang bij het PV-oppervlak. Deze moet voldoende zijn om het mobieltje en de lamp te voeden met genoeg stroom. Voor het mobieltje is 2,24W nodig en voor de lamp is 2,5W nodig. Het mobieltje wordt gebruikt gedurende 6 uur tijdens een rit en de lamp wordt maximaal 3 uur gebruikt.

Eenvoudig in gebruik

De handigheid zit hem in het gebruik tijdens het fietsen. Er moet daarom een handeling zijn om het mobieltje aan te sluiten en een handeling om het te plaatsen. Een gebruiker moet niet ingewikkeldere handelingen uitvoeren dan bij een mobiel houder. 3 handelingen om het product aan de fiets vast te maken (verstellen arm, plaatsen en klemmen). en 4 handelingen om het mobieltje vast te zetten (openen, aansluiten, plaatsen en dichtdoen).

Functioneel zijn

Het product moet genoeg energie leveren aan de lamp en het mobieltje. Het laden van de PV-navigatie kan gedaan worden over een langere tijdsperiode dan de tijdsduur dat het mobieltje gebruikt wordt. Totaal benodigde oppervlak is 2 dm².

Lage prijs

De prijs van het apparaat is lastig te bepalen. Gebaseerd op de dynamo laders, waar de PV-navigatie mee concurreert, ligt de prijsklasse tussen €40,- en de €60,-.

Handig zijn

Handig zijn is grotendeels hetzelfde als eenvoudig zijn. Hierbij kan nog wel gezegd worden dat het product op bijna alle fietsen te plaatsen moet zijn en voor bijna alle mobieltjes geschikt is. Het apparaat moet daarom een verbinding bevatten die per diameter is aan te passen en die beweegbaar is.

Mooie uitstraling hebben

Het product moet een universele uitstraling krijgen zodat hij past bij verschillende typen fietsen.

PvE PV-navigatie	
Eisen	Wensen
Totaal 4 dm ³ ruimte in beslag nemen	Max. €60,-
5 jaar meegaan	Verstelbare armen
Min. 2,5W voor 6 uur leveren	Verstelbare grijper
Min. 2,24W voor 3 uur leveren	Universele uitstraling
Max. 3 handelingen aan fiets vastmaken	
Max. 4 handelingen mobieltje vastzetten	
Min. 2 dm ² PV-oppervlak	

1.6.4 koelboxen

De algemene PvE is opgesteld naar aanleiding van de enquête. Echter bestaat deze lijst enkel nog uit ongekwalificeerde punten omdat het niet mogelijk is om een PvE op te stellen voor verschillende productcategorieën. Voor de PV-cooler is daarom gekeken naar het huidige aanbod koelboxen om de eisen en wensen te kwantificeren. Voor het vaststellen van de eisen is gekeken naar de thermoelektrische koelboxen omdat dit type systeem voor de meeste eisen de beste specificaties kent.

PvE kampeerders	
Eisen	Wensen
Compact product	Lage prijs
Goede kwaliteit	Handig zijn
Laag verbruik	Mooie uitstraling hebben
Eenvoudig in gebruik	
Functioneel zijn	

Compactheid

De verschillende koelboxen verschillen in vorm maar de grote van de boxen is wel vergelijkbaar. De gemiddelde compactheid is 40 dm³.

Hoge kwaliteit

De kwaliteit van de koelbox wordt bepaald a.d.h.v. het koelbereik. Voor thermoelektrische koelboxen wordt het koelbereik bepaald door het verschil met de omgevingstemperatuur. De goedkopere varianten kunnen tot 15°C koelen.

Laag verbruik

Bij het gebruik van de PV-cooler is het de bedoeling dat het apparaat zichzelf voorziet van genoeg energie. In de bijlage is berekend dat voor een zuinige koeler er 6 dm² nodig is.

Eenvoudig in gebruik

Een koelbox is een apparaat dat het mogelijk maakt om op afgelegen plekken je levensmiddelen koel te houden. Om het product eenvoudig te maken moet hij goed mee te nemen zijn. Het gewicht is daarbij bepalend. De lichtste type koelboxen zijn thermo elektrosche systemen. Gemiddeld wegen de koelboxen 3,85kg.

Functioneel zijn

Voor een functionele koelbox moet de box de levensmiddelen genoeg kunnen koelen, maar moet er ook genoeg ruimte zijn voor de levensmiddelen. Het koelen bepaald de hogte van de kwaliteit. De ruimte voor de koelbox is bepaald aan de hand van de vergelijkingen. Gemiddeld 18L.

Lage prijs

De prijzen van de koelboxen liggen ver uit elkaar. Uit de vergelijking valt op te maken dat het koelbereik sterk bepalend is voor de prijs van de koelbox. De gemiddelde prijs over 6 koelboxen is €100,-, maar vergelijken we de koelboxen met een bereik van -15C dan komt het gemiddelde uit op €52,50. Per dm² wordt 2 euro berekend, wat neer komt op €12,-. Totaal met het gemiddelde over alle koelboxen wordt €112,-

Handig zijn

Een goede koelbox dient eenvoudig in te stellen zijn, maar moet bovenal meeneembaar zijn. Dit is vooral belangrijk bij het vervoeren van de koelbox. Met een inhoud van ongeveer 10kg (volle koelbox) is het gewicht al snel 14kg. Om de PV-cooler gemakkelijker te vervoeren wordt gebruik gemaakt van wielen en een hendel.

Mooie uitstraling hebben

De uitstraling van de meeste koelboxen is bepaald door de functie. Daarnaast zijn ze neutraal gekleurd.

PvE PV-navigatie	
Eisen	Wensen
Max. 40 dm ³ grootte	Max. €112,-
Min. 15°C koelen	Wielen bevatten
Min. 6 dm ² PV-oppervlak	Verstelbare hendel bevatten
Max. 4 kg	Neutrale uitstraling
18L inhoud	

2 Schetsfase

Na het onderzoek naar het implementeren van de nieuwe kunststof PV-modules, is een strategie gecreëerd waarin ideeën uitgewerkt kunnen worden. In de schetsfase zijn vervolgens producten bedacht die aansluiten op de analyse fase.

In de eerste plaats zijn idee schetsen gemaakt om een grote verscheidenheid aan producten te ontwerpen. Dit is gedaan vanuit de drie PV-systemen die zijn vastgesteld in de analyse fase.

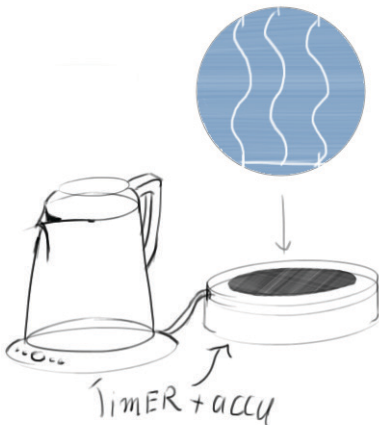
Na de Idee schetsen zijn drie concepten verder uitgewerkt. Dit zijn de PV-tafel, de PV-navigatie en de PV-koelbox. Per concept zijn een aantal schetsen gemaakt om de werking van de producten te simuleren.

2.1 Idee schetsen

In de idee schetsen staan een aantal voorbeelden van solar ontwerpen voor op de camping. Met deze schetsen wordt laten zien welke mogelijkheden er bestaan per PV-systeem.

Van deze schetsen is alleen de PV-GPS gebruikt om verder te ontwikkelen. De andere twee concepten zijn ontstaan in een later stadium van de BO-opdracht.

2.1.1 Stand-alone systemen



De PV-waterkoker:

De toevoeging van een PV-module aan de waterkoker is om hem buiten te kunnen gebruiken. Voor een werkend apparaat moet de PV-module bestaan uit een paneeltje met een accu om hem te kunnen opladen. Het direct leveren van de energie is namelijk geen optie omdat een waterkoker een hoog wattage kent maar deze energie slechts in een korte tijd nodig heeft.

De PV-Parasol:

Met de PV-parasol ging het voornamelijk om het benutten van een groot oppervlak. De parasol is daar geschikt voor maar bevat zelf geen energie behoefte. In tegenstelling tot de analyse zou dit wel als een lader te omschrijven zijn. De kunststof PV-cellen worden bevestigd op de bovenkant van de parasol waarbij het doek vervangen wordt door zes kunststof delen en zes doekdoelen. De PV-flappen dienen daarbij als casing om de doekdelen van de parasol in op te slaan tijdens transport.



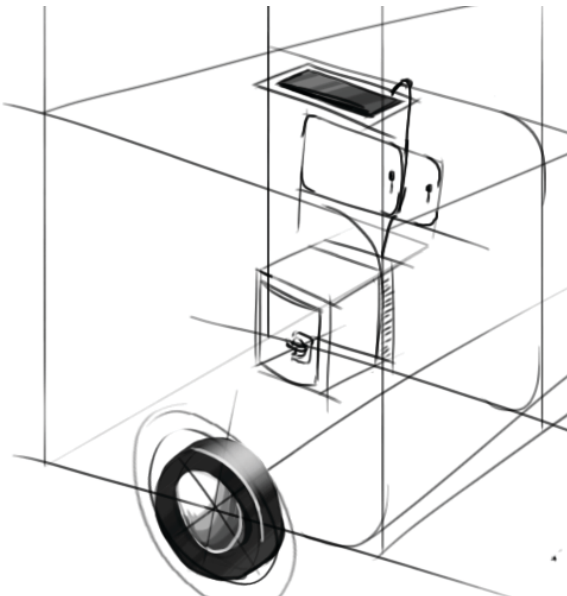
De PV-kookassist:

Op de camping zijn de middelen om te koken een stuk kleiner dan in een huiselijke omgeving. Voor het klaarmaken van eten is de gebruiker daarom beperkt. Met een warmhoudplaatje is de bedoeling om eten warm te houden zodat er meer mogelijkheid is om te koken. Dit plaatje moet gemakkelijk in gebruik zijn en zelfstandig te werken zijn op zonne-energie.

2.1.2 APU systemen

De PV-GPS:

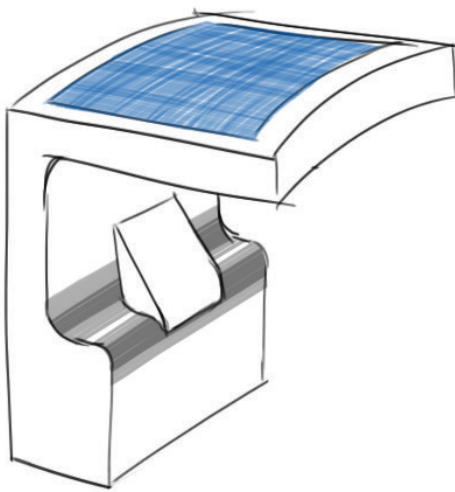
Een belangrijke bezigheid van kampeerders is om de omgeving te ontdekken. Een van de mogelijkheden om dit te doen is op de fiets. De combinatie van fiets en GPS wordt mogelijk gemaakt door het gebruik van een mobieltje met ingebouwde GPS welke in een houder op de fiets te bevestigen is. Het idee is om de houder te koppelen aan een PV-paneeltje zodat het GPS-systeem tijdens het uitstapje voorzien is van stroom.



De PV-koeler:

Tijdens de reis is er geen mogelijkheid om apparaten aan te sluiten op het energie netwerk. De dynamo van een auto heeft als doel om de apparaten van de auto te voeden en is daarom niet berust op apparaten van de camper. Dit geldt ook voor de koelkast in de camper. Met een aansluiting van een PV-module is het wel mogelijk om hiervan gebruik te maken tijdens de reis. Een voordeel hiervan is om producten te kunnen meenemen die daaraan grote behoefte hebben.

2.1.3 Grid-connected systemen

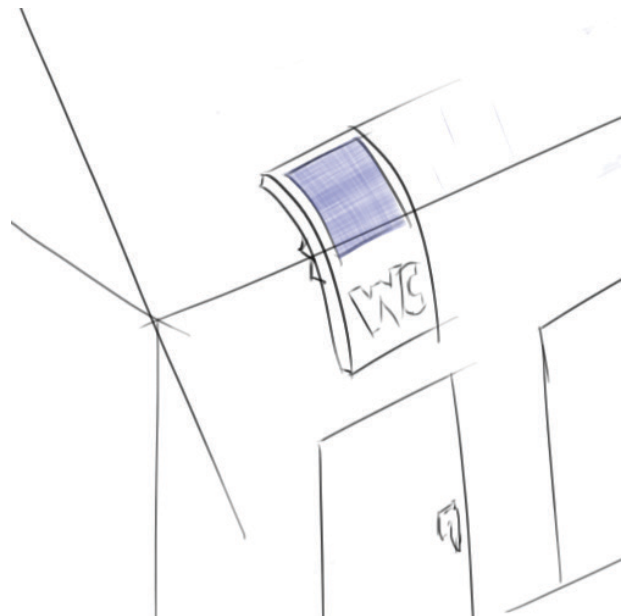


De PV-infopaal:

Op de infopaal is informatie te vinden over de omgeving en de camping. Dit apparaat moet overal te plaatsen zijn op de camping. Omdat hij op zonne-energie loopt is het tevens een manier om het imago van de camping te verbeteren. Het systeem dat op de infopaal is geïntegreerd dient de touch computer in het product te voorzien van energie tijdens het hoogseizoen. In het laagseizoen kan de paal stroom terugleveren aan het energie netwerk.

De PV-sanitaire stop:

Dit product dient om te worden bevestigd op de beschikbare sanitaire gebouwen op de camping. Door gebruik te maken van zonne-energie kunnen de symbolen s'avonds van licht worden voorzien. Deze PV-modules zouden eenvoudig op iedere camping geplaatst moeten kunnen worden om zodoende simpel energie te besparen.



2.2 Concepten

Voor de opdracht zijn uiteindelijk drie concepten verder uitgewerkt. Deze concepten zijn zo gekozen dat ze het beste aansluiten bij de uitkomsten van de enquête.

De PV-tafel is ontworpen om de huidige campingtafel te vervangen. Omdat alle kampeersers een tafel nodig hebben, de tafel een groot oppervlak bevat en vrijwel altijd buiten staat is hij geschikt voor het integreren van kunststof PV-modules. Toepasbaar voor alle kampeersers.

De PV-navigatie is ontworpen voor de kampeerder die de omgeving gaat ontdekken op de fiets. In deze situaties is er geen energie bron voorhande en is dat wel nodig voor een mobieltje. Dit product is vooral geschikt voor de kampeerder die voor de omgeving en vrijheid kampeert.

De PV-koelbox dient als vervanging voor de niet-elektrische koelbox. Dit product moet het mogelijk maken om langer van de gekoelde producten te genieten op een afgelegen plek. Vooral ontworpen voor de kampeerder die voor rust en omgeving kampeert.

2.2.1 PV-tafel

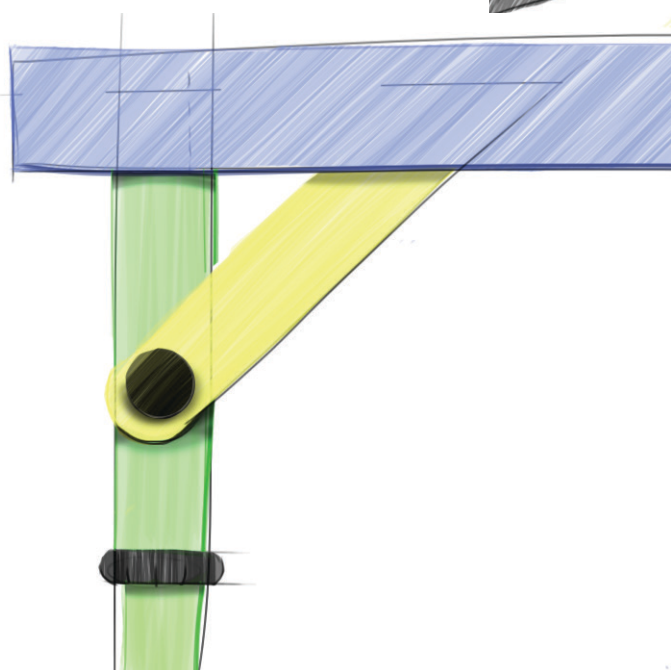
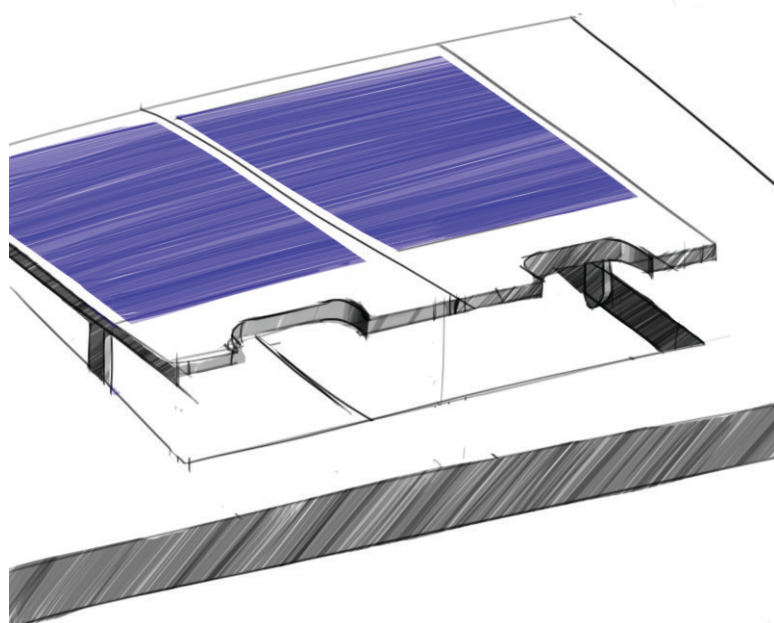
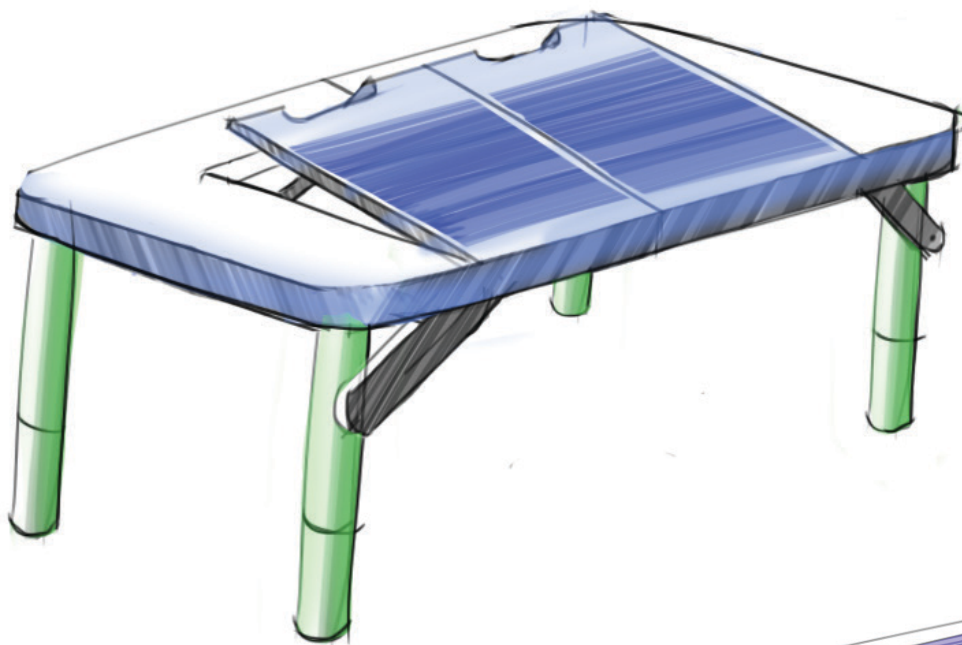
Met de PV-tafel wordt de oude camping tafel vervangen door een opladende tafel. Omdat deze tafel altijd bij de kampeerplek wordt gebruikt moet het apparaat vooral handig zijn in gebruik.

Het nadeel van een camping tafel is dat de tafel dichtbij een energie bron zal staan, op de meeste campings is het mogelijk om op de plek aangebonden te worden op het spanningsnetwerk. Om zich te onderscheiden zijn daarom twee kleppen ingebouwd. Hierin kunnen de spullen worden opgeborgen die tegelijkertijd opgeladen kunnen worden.

Deze kleppen dienen ook om op schermpjes te kunnen kijken doordat ze zorgen voor de nodige schaduw. Door de kleppen ook schuin te zetten kunnen zonnestralen beter opgevangen worden zodat de tafel meer rendement behaalt uit de PV-cellen.

Om apparaten als de waterkoker en het koffiezetapparaat erop aan te sluiten, moet de tafel zeker een kwart van de dag opladen. Daarom zit er in de tafel een accu ingebouwd zodat de PV-tafel genoeg stroom opslaat overdag. Met de PV-tafel hoeven geen verlengkabels gebruikt te worden.

Dit product is daarmee wel afhankelijk van de welwillendheid van de kampeerder. De tafel zal duurder zijn dan een gewone camping tafel en de energie kosten zorgen niet per definitie dat er geld wordt bespaard. De beoogde markt ligt meer bij kampeerdere die met de tent of vouwtent kamperen of voor natuurcampings met weinig beschikbare aansluitpunten.



2.2.2 PV-navigatie

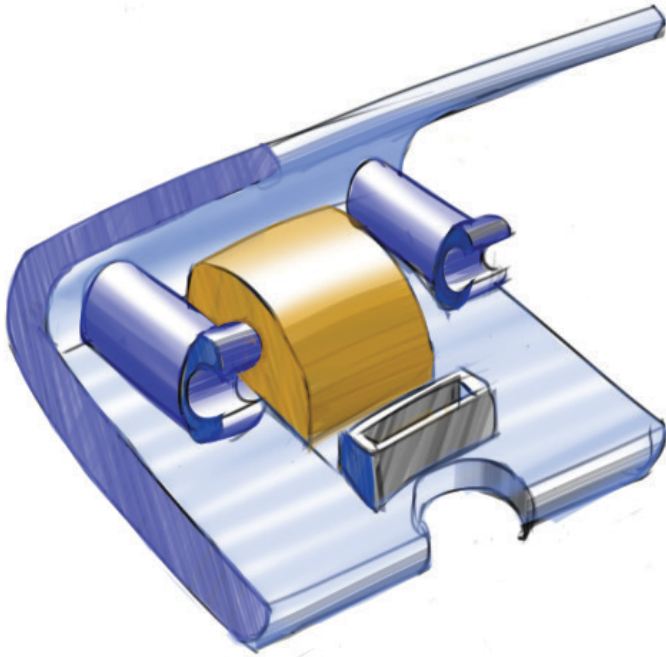
Dit product dient als ondersteuning bij het ontdekken van de omgeving met de navigatie. Deze lader is geschikt om je mobieltje mee op te laden tijdens het fietsen.

De PV-navigatie is voornamelijk ontworpen voor de kampeerder die voor de omgeving of voor vrijheid op reis is. In het product is rekening gehouden met de gehalveerde beschijning door de zon vanwege de heen en terugreis. Het PV-oppeervlak moet daarom groot genoeg zijn om in de heen of terug reis genoeg energie op te wekken voor het hele uitje.

Door de grijparmen is de PV-navigatie geschikt voor alle fietsen. Omdat het apparaat op drie punten is bevestigd, blijft hij stabiel aan het stuur hangen. Met de geïntegreerde lamp is het ook niet nodig om een aparte voorlamp op de fiets te plaatsen.

Het formaat van de PV-navigatie kan als groot ervaren worden. Het product strekt zich uit over de voorkant van het stuur. Dit is namelijk de plek waar de zon het meeste schijnt op de fiets. Deze lengte is tevens gekozen om voldoende oppervlak te creëren voor de PV-module.

De mogelijkheid moet bestaan om dit product op je fiets te laten zitten. Daarom is de uitstraling zo bepaald dat het product niet teveel opvalt. Een vergelijking met andere fietsgadgets, die te monteren zijn op het stuur, moet aantonen waar de PV-navigatie aan moet voldoen om dit te bereiken.



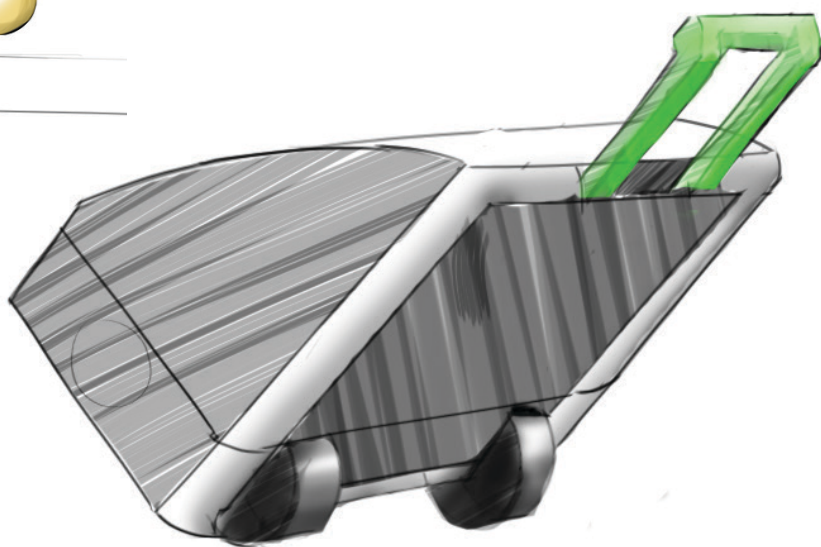
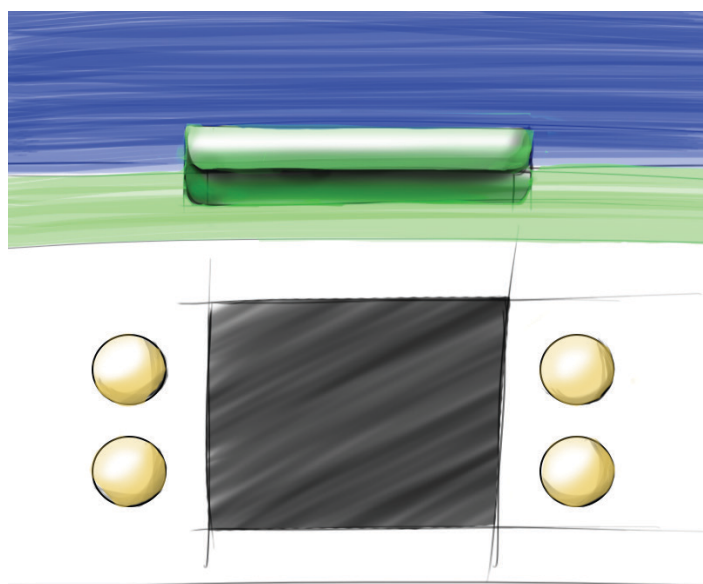
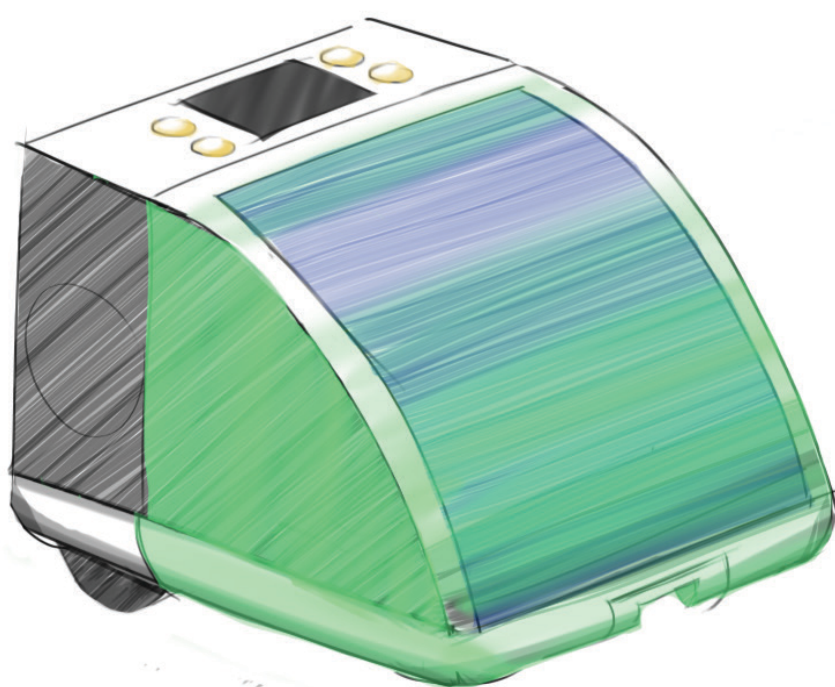
2.2.3 PV-koelbox

De PV-cooler is een product dat de huidige cooler/koelbox moet vervangen. Alleen werkt dit product autonoom door zijn PV-cellen. Met deze functie hoeft hij nooit opgeladen te worden. Tevens is de PV-cooler ook geschikt voor uitstapjes door zijn ontwerp.

Daarnaast heeft de koelbox een nieuw uiterlijk gekregen. Dit verbeterd de functionaliteit doordat de cellen meer rendement kunnen halen door het schuin aanbrengen van de module. Met het nieuwe uiterlijk is ook geprobeerd om het product een moderne uitstraling te geven.

Het apparaat is opgebouwd uit een vierkante body met een schuine kant waarde PV-cellen op geplaatst zijn. Deze schuine kant vormt tevens de deur voor het koelgedeelte. Dit is ook de plaats waar de hendel geplaatst wordt zodat de PV-panelen altijd blootgesteld worden aan de zon.

In het apparaat is ruimte voor 18 liter dat gekoeld blijft in gebruik. Deze inhoudt moet genoeg zijn voor uitjes in de omgeving, maar zal niet genoeg zijn voor het vervangen van de koelkast.



2.3 Toetsing concepten

Voor het kiezen van het eindconcept is gebruik gemaakt van twee methodes. De eerste methode is door de concepten te toetsen aan het programma van eisen. De tweede methode is aan de hand van een feedback sessie met mede-studenten.

Met de eerste methode wordt in een tabel weergegeven hoe de concepten scoren per eis. Hierbij worden de algemene PvE gebruikt die volgende uit de analyse fase.

De tweede methode is uitgevoerd om een voorkeur te ontdekken en om verbeterpunten aan te dragen. Vooral de verbeterpunten zijn handig voor het doorontwikkelen van het eindconcept.

2.3.1 Twee methodes

PvE toetsen

Door in een grafiek weer te geven welke eisen goed en moeilijk te halen zijn, kunnen de concepten met elkaar vergeleken worden. Per punt is gekeken welk concept het beste zijn eis of wens kan invullen. Het aantal punten per eis is ook van invloed op de haalbaarheid van de eis. De concepten worden per eis vergeleken. De punten lopen van 3,7,9 met de meeste punten voor het beste concept.

Eisen en wensen	PV-tafel	PV-navigatie	PV-koelbox
Compactheid	7	9	3
Goede kwaliteit	3	9	7
Laag verbruik	9	7	3
Eenvoudig in gebruik	9	3	7
Functioneel zijn	3	7	9
Lage prijs	3	9	7
Handig zijn	3	9	7
Mooie uitstraling	3	7	9
	40	60	52

Uit de tabel komt de PV-navigatie het beste eruit. Alleen voor de eenvoud in gebruik scored het concept het laagste.

Feedback sessie

De opzet van de feedback sessie was vooral om voor de concepten verbeteringen te ontdekken en om zwakke punten eruit te halen. Voor de sessie zelf zijn uiteindelijk vijf studenten gevonden om de sessie te doorlopen. De voorkeur van de studenten is minder van invloed op de keuze van het eindconcept dan de PvE toetsing, maar wanneer er duidelijke gebreken aan het licht komen dan zou een ander concept verder uitgewerkt worden.

Uit de resultaten van de feedback sessie (bijlage B.4.4) komt een voorkeur voor de PV-navigatie. De PV-koelbox wordt voornamelijk als tegenstrijdig gezien omdat je moet koelen in de zon, terwijl de koelbox altijd in de schaduw geplaatst wordt. Bij de PV-tafel is de toevoeging van PV-klappen niet duidelijk genoeg.

3 Eindfase

In de eindfase is het eindconcept uitgewerkt. Uit de toetsing, aan het einde van de schets fase, kwam de PV-navigatie als beste eruit. Echter, voordat het eindconcept als 3D-model wordt uitgewerkt worden een aantal verbetering toegepast.

Uit de feedback sessie kwam niet alleen een voorkeur voor een concept maar vooral ook een aantal verbeteringen die nog niet in het concept zaten. Per belangrijk punt worden deze verbeteringen toegepast in het eindconcept. Daarnaast is het concept nog wat aangepast zodat gebreken aan het concept ook opgelost zijn.

Daarna is een 3D-model uitgewerkt. Het 3D-model is gebruikt om de individuele componenten van het product in kaart te brengen. Met werkplaatstekeningen is het concept uitgewerkt.

3.1 Verbeteringen

Uit de feedback sessie kwam een duidelijke voorkeur. De PV-navigatie bleek de meeste potentie te hebben van de drie concepten. Echter kwamen uit de sessie nog genoeg verbeterpunten.

- Hij werd nog te zwaar bevonden
- Hij moet compacter gemaakt worden
- Het product moet op meer fietsen bevestigd kunnen worden
- Hij moet geschikter gemaakt worden voor mee mobieltjes

Met deze punten is vervolgens het eindconcept verbeterd.

lichter en compacter maken

Om het product lichter te maken is tegelijkertijd ook het product compacter gemaakt. Door het voorste paneel niet door te laten lopen naad de onderkant wordt bijna de helft van het gewicht bespaard. Hoewel dit een oplossing boodt voor de compactheid en het gewicht, zorgde dit voor een nieuw probleem voor het plaatsen van de mobielhouder. Tevens is de lamp weggehaald uit het eindconcept om de PV-navigatie compacter te maken.

Universeler te bevestigen op de fiets

Voor het probleem van het bevestigen van het product op de fiets, is het aantal steunpunten verkleint van drie naar een. Hierdoor is de vorm van het hele stuur van kleinere invloed op de PV-navigatie, omdat deze nu op een van de twee stuurarmen bevestigd hoeft te worden. De verwachting is wel dat het product minder stabiel te bevestigen is op de fiets.

Grotere compatibility voor mobieltjes

Het oplossen van de universeelheid voor mobieltjes stelde eigenlijk een ander probleem voor. In het concept stond het mobieltje minder stevig en bepalend is hierbij het model. De houder is nu zo aangepast dat een mobieltje aan alle hoeken wordt ingeklemd. Door middel van trekveren worden de klemmen naar het midden van de houder getrokken. Zo wordt het mobieltje stabiel op de houder geplaatst.

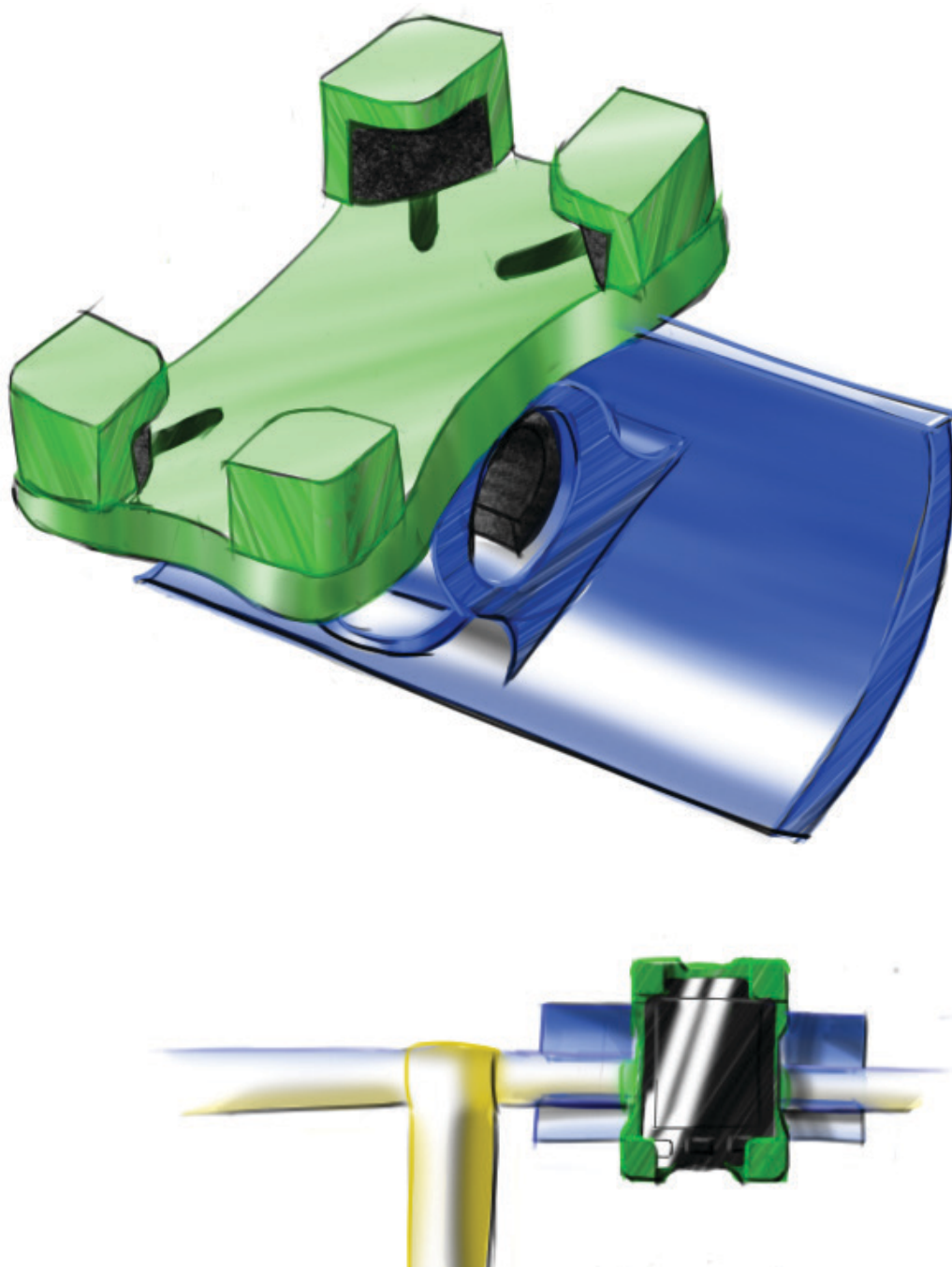
Extra aanpassingen

Als laatste zijn de USB-poort en de roterende houder toegevoegd. De USB-poort is gebruikt omdat voor verschillende mobieltjes verschillende aansluitingen bestaan. Met verlengkabeltjes zijn ze allemaal wel aan te sluiten op de USB-poort. De roterende houder is bedoelt om het scherm in een gewenste stand te zetten. Zo moet het ook mogelijk zijn om te navigeren in de breedte van je mobieltje en om het scherm recht te zetten bij een schuin stuur.

Hoewel er oplossingen gevonden zijn voor de aangekaarte problemen tijdens de feedback sessie, dienen andere problemen aan. Stabiliteit wordt een mogelijk probleem omdat de PV-navigatie slechts op een punt aan de fiets bevestigd wordt. Daarnaast moet het model een extra sterk scharnier krijgen om het gewicht van het product te kunnen dragen.

3.1.1 impressie

In de onderstaande schetsen is een impressie gegeven van de verbeterde PV-navigatie. Met een overview en een 2D schets wordt de nieuwe PV-navigatie getoond.



3.2 3D-model

Met het 3D-model worden de componenten in kaart gebracht. Hiermee worden tevens de maten en dergelijke duidelijk gemaakt.

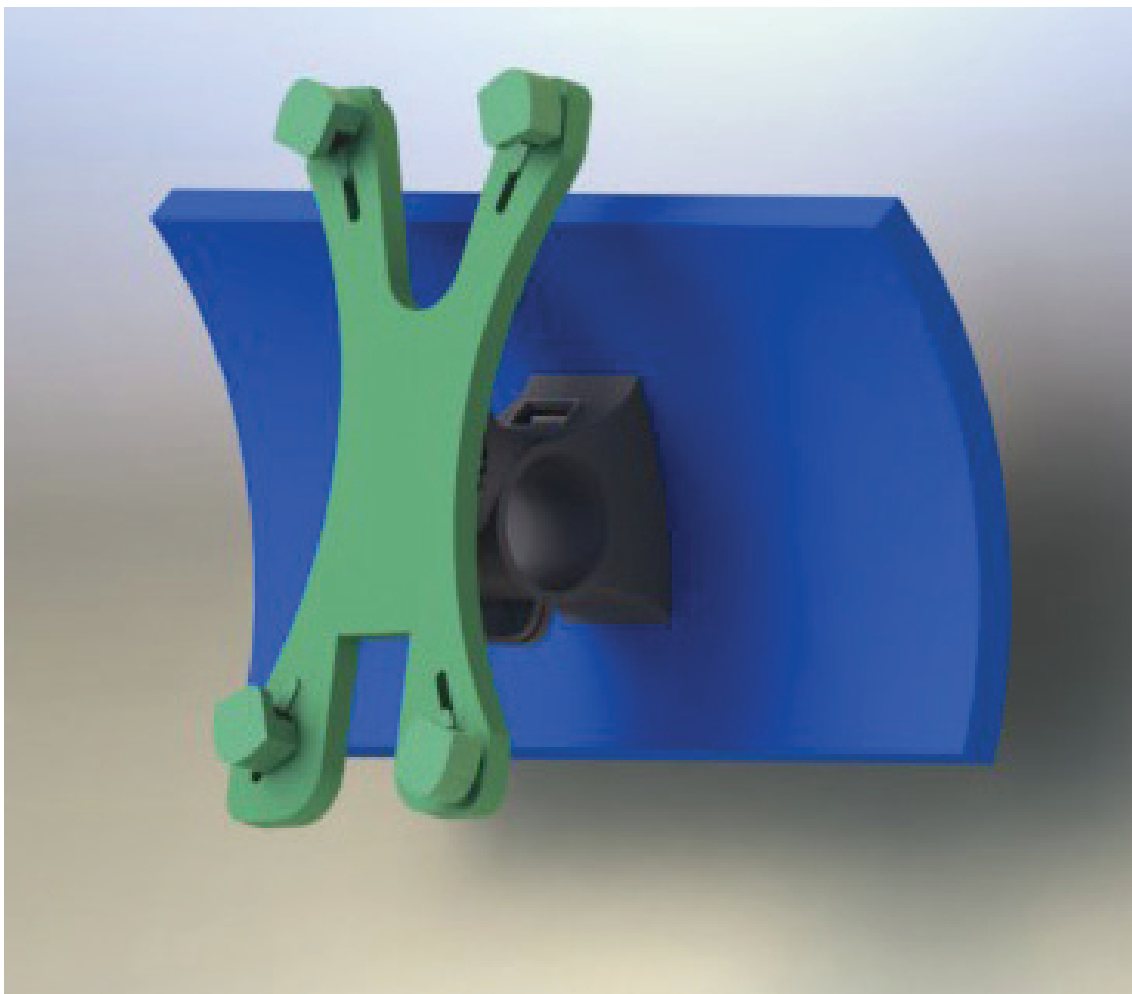
In het 3D-model zijn in totaal zeven componenten verwerkt. het model bestaat uit:

- 4 klemmetjes
- toplaag mobielhouder
- onderlaag mobielhouder
- PV-kap

In de werkplaatstekeningen is daarom per onderdeel een overzicht gegeven. Alle maten zijn in mm aangegeven en bij iedere tekening is een render geplaatst om duidelijk te hebben hoe het model eruit moet zien in 3D.

3.2.1 Impressie

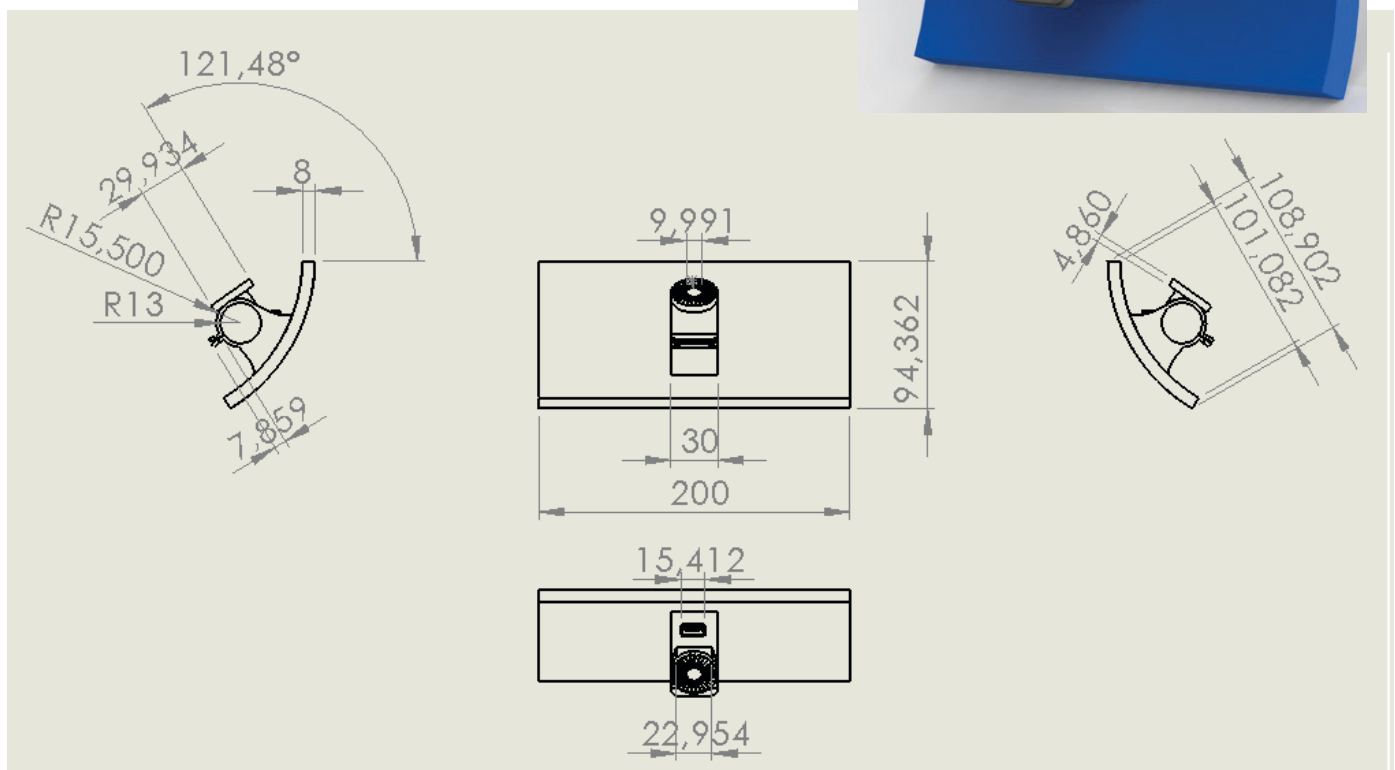
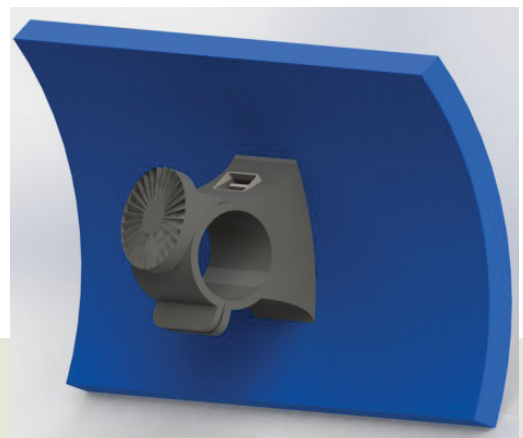
In de impressie is een render weergegeven van het totale product. De kleuren die de PV-navigatie gekregen heeft zijn bedoeld om het product een neutrale uitstraling te geven. Het product is niet zwart gemaakt zoals andere mobiele houders op de fiets omdat het hier ook gaat om een groen product.



3.2.2 Werkplaatstekening PV-paneeltje

Onderstaande is een de werkplaatstekening voor het PV-paneeltje. Wat lastig is bij dit component is de ronde delen ten opzichte van andere delen. Van alle componenten is dit component het lastigste te maken. Tegelijkertijd is het PV-paneeltje ook het belangrijkste component omdat hierin de PV-module is geïntegreerd.

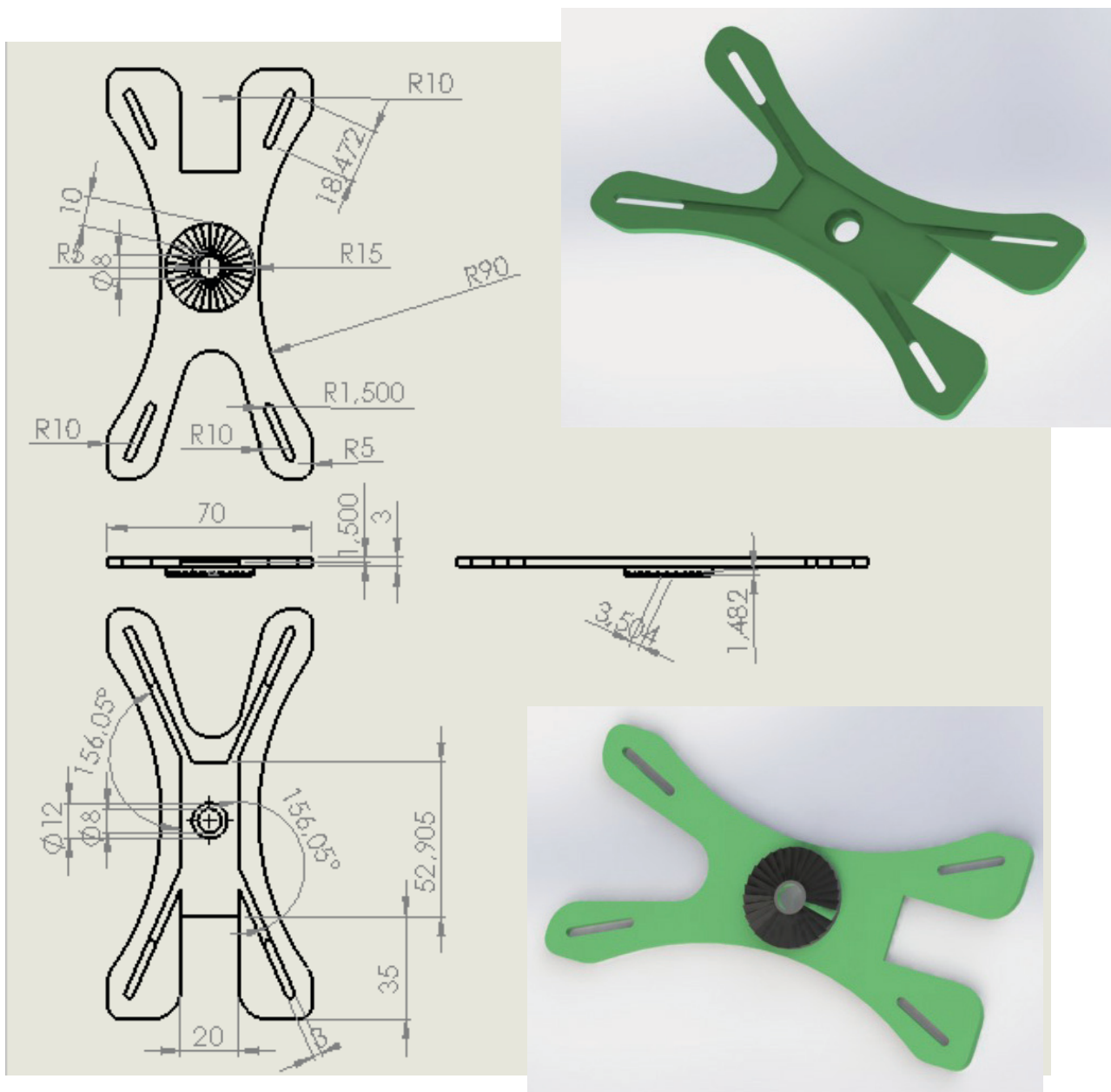
Dit component moet geheel van PMMA gemaakt worden.



3.2.3 Werkplaatstekening

Mobielhouder onderkant

Een ander lastig onderdeel is de onderkant van de mobielhouder. Dit plaatje bevat de gleuven voor de trekveren en heeft aan de achterkant de verbinding met het PV-paneeltje zitten.

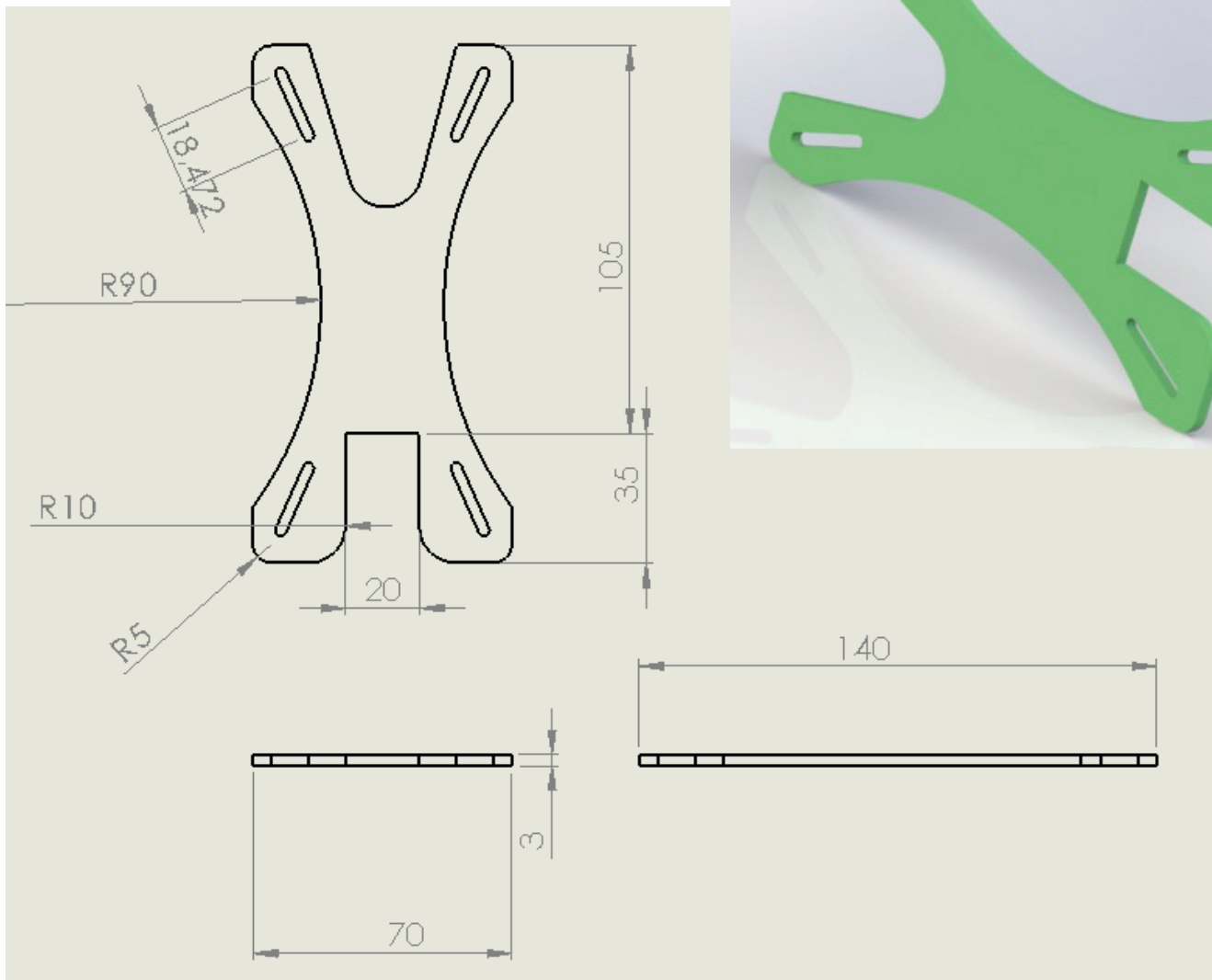


3D-model

3.2.3 Werkplaatstekening

Mobielhouder bovenkant

Het eenvoudigste component van de PV-navigatie is de bovenkant van de mobielhouder. Dit onderdeel is bedoelt om de onderkant af te sluiten. Dit plaatje kent dezelfde afmetingen als de onderkant.

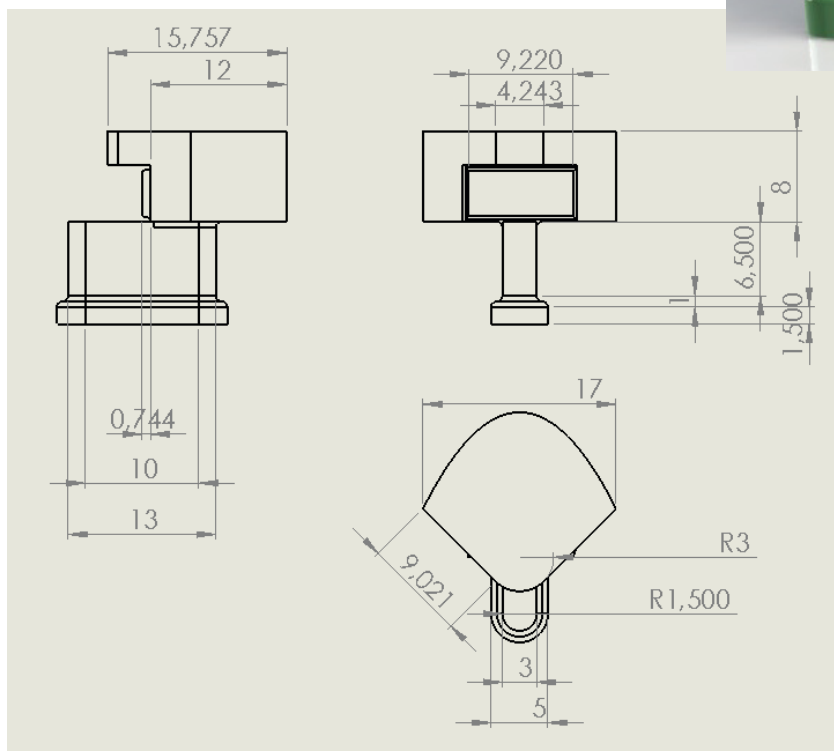


3D-model

3.2.4 Werkplaatstekening

Klemmetjes

Van de klemmetjes moeten er vier geplaatst worden per product. Met de klemmetjes wordt het mobieltje vastgezet op de houder. Deze componenten worden verbonden met de onderkant van de mobiele houder door middel van trekveertjes.



Bronnenlijst

Artikelen:

Bron 1: Gorter T. & Reinders A.H.M.E. (2011). A comparison of 15 polymers for application in photovoltaic modules in PV-powered boats. *Applied Energy*, 92, 286-297

DOI 10.1016/j.apenergy.2011.10.042

Bron 2: Selj J.H. & Mongstad T.T. & Søndena R. & Marstein E.S. (2011). Reduction of optical losses in colored solar cells with multilayer antireflection coatings. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 95, 2576-2582

DOI 10.1016/j.solmat.2011.03.005

Bron 3: Joshi A.S. & Dincer I. & Reddy B.V. (2010). Effect of colors of light on the PV/T system performance. *International journal of energy research*, 36, 572-578

DOI 10.1002/er.1816

Bron 4: Radlike M. & Summhammer J. (1999). Electrical and shading power losses of decorative PV front contact patterns. *Progress in photovoltaics: research and applications*, 7, 399-407

Bron 5: Parida B. & Iniyar S. & Goic R. (2011). A review of solar photovoltaic technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1625/1636

DOI 10.1016/j-rser.2010.11.032

Bron 6: Mints P. (2011). Remote markets for photovoltaic technologies, 1974 to present and ten years forecast.

Bron 7: Benemann J. & Chehab O. & Schaar-Gabriel E. (2001). Building-integrated PV modules. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 67, 345-354

Bron 8: King D.L. & Quintana M.A. & Kratochvil J.A. & Ellibee D.E. & Hansen B.R. (2000). Photovoltaic Module Performance and Durability Following Long-Term Field Exposure. *Progress in photovoltaics*, 8(2), 241-256

DOI 10.1002/(SICI)1099-159

Websites:

Bron 20: <http://wsvkunststoffen.nl>
Bron 21: <http://www.hamel.nl>
Bron 22: <http://www.bespaarbazaar.nl>
Bron 23: http://en.wikipedia.org/wiki/Auxiliary_power_unit
Bron 24: <http://www.hoe-koop-ik.nl/zonnepanelen>
Bron 25: <http://www.zonnepanelen-subsidies.nl>
Bron 26: <http://www.sapa-solar.com>
Bron 27: <http://www.siderea.nl>
Bron 28: http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_photovoltaics
Bron 29: <http://www.olino.org>
Bron 30: <http://www.solarstroom.com>
Bron 31: <http://www.zonuren.nl>
Bron 32: <http://www.sonarinteractive.nl/services/cs/content/pdf/extra/01-KCK%20factsheet.pdf>
Bron 33: <http://www.recron.nl>
Bron 34: <http://www.allesoverdraadloosinternet.nl>
Bron 35: <http://phone-size.com/>
Bron 36: <http://www.renewableenergyworld.com>
Bron 37: <http://www.conrad.nl/ce/nl/product/914098/Hama-notebook-luidsprekers-Sonic-Mobil-80>
Bron 40: <http://www.agulon.nl>
Bron 41: <http://www.zonnepaneel-info.nl>

Filmpjes:

Bron 50: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=qYeynLy6pj8#!
Bron 51: <http://www.youtube.com/watch?v=BKrOZ6OogmQ>

Tabellen:

Tabel 1: Verschillen oude- en nieuwe techniek
Tabel 2: Doelen lijst
Tabel 3: PvE
Tabel 4: Rekentabel
Tabel 5: Facetten omgeving huis en tuin
Tabel 6: Facetten omgeving camping
Tabel 7: Facetten omgeving kust/rivieren

Afbeeldingen:

Afbeelding 1: <http://solarliezenga.nl/wp-content/uploads/2012/10/antaris-solar-asm-200.png>

Afbeelding 2: Verslag_werking_zonnecellen

Afbeelding 3: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261911007033>

Afbeelding 4: Zelf + <http://pveducation.org/pvcdrom/manufacturing/screen-printed>

Afbeelding 5: http://www.ibt-solar.nl/de_technologie.html

Afbeelding 6: <http://www.agmi.nl/traffic/nieuwsberichten/lees/170>

Afbeelding 7: <http://www.geldenrecht.nl/artikel/2011-04-27/test-tuinlampen-op-zonne-energie>

Afbeelding 8: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Zonne-energie>

Afbeelding 9: http://www.olino.org/articles/2006/06/24/het_instralingsdiagram

Afbeelding 10: www.knmi.nl

Afbeelding 11: www.knmi.nl

Afbeelding 12: Moodboard gemaakt met photoshop

Afbeelding 13: Schetsen gemaakt met een tekentablet

Afbeelding 14: Info paal gemaakt met Solid Works

Afbeelding 15: Impressie gemaakt met photoshop

Afbeelding 16: Functioneren info paal gemaakt met photoshop

Afbeelding 17: Info paal maten gemaakt met Solid Works

Afbeelding 18: Mobiele lader gemaakt met Solid Works

Afbeelding 19: Impressie gemaakt met photoshop

Afbeelding 20: Functioneren mobiele lader gemaakt met photoshop

Afbeelding 21: Mobiele lader maten gemaakt met Solid Works

Afbeelding 23: Verkregen met software: CES Edupack 2013

Afbeelding 24: <http://www.zonnepanelen-info.nl/zonnepanelen/rekenhulp-terugverdiensijd/>

Afbeelding 25: <http://www.zonnepanelen-info.nl/zonnepanelen/rekenhulp-terugverdiensijd/>

Afbeelding 26: Grafiek gemaakt met Excel

B.1 Eigenschappen PV-modules

De eigenschappen van de PV-modules zijn afhankelijk van de betrokken materialen en productie methoden. Op dit onderdeel bevatten de modules de meeste verschillen met de bekende glazen modules. In deze bijlage zijn de onderdelen te vinden die beschrijven welke eigenschappen de PV-module heeft.

B.1.1 Functioneren PV-modules

Werking PV-cellen

Een zonnecel werkt door middel van moleculen die tijdens de bestraling van de zon zich splitsen. Uit dit proces worden elektronen verkregen die weggeleid kunnen worden via de geleidraden. De elektronen die hieruit vrijgemaakt worden kunnen energie leveren voor apparaten. De andere helft van de moleculen kunnen via de tussenlaag in de cel naar de onderste laag gefilterd worden. Wanneer de elektronen gebruikt zijn kunnen ze zich weer binden met de moleculen in de onderste laag van de cel^[4].

Deze energie wordt echter als gelijkstroom opgewekt. Voor apparaten die afhankelijk zijn van wisselstroom moet een omvormer geplaatst worden. In feite zijn alle producten die aan het lichtnet aan te sluiten zijn wisselstroom apparaten of bevatten een adaptor die de stroom omzet in gelijkstroom. Daarom moeten de grid-connected systemen in het onderzoek omschreven worden met een omvormer om een reëel beeld te geven van een werkende constructie.

Levensduur PV-cellen

De levensduur van de PV-module kan op twee manieren bekeken worden. Voor het vervangen van de module zelf betekent het dat de te vervangen module niet meer functioneert en daarom geen energie meer levert. Een andere mogelijkheid voor het bepalen van de levensduur is om naar de efficiëntie te kijken. Door een langdurig blootstellen aan de zon treedt er een afname van het rendement op.

Bij het geheel vervangen van een PV-module is een levensverwachting van 30 jaar gesteld. Dit houdt in dat de efficiëntie van het paneel dusdanig is teruggelopen dat hij niet meer voldoet aan de minimale eisen. Een belangrijke oorzaak voor het einde van de PV-module ligt bij het optreden van corrosie als gevolg van vocht dat bij de elektrische componenten komt. Doordat de oude glazen PV-modules uit lagen bestaat is de kans groter dat corrosie optreedt dan bij de nieuwe kunststof modules^[8].

Een tweede punt van vervanging is de afname van het rendement. Bij een langdurige blootstelling van de panelen aan de zon kan verkleuring optreden bij de verschillende lagen. Vooral bij de EVA-laag treedt verkleuring op. Deze terugloop vindt bij een zonnestraling van $1000\text{W}/\text{m}^2$ plaats na ongeveer 10 jaar. De module neemt na 10 jaar geleidijk af met 20% transparantie binnen 10 jaar waardoor een 20 jarige glazen module nog maar 80% levert. PMMA is als encapsulent robuuster en leveranciers geven een garantie van 30 jaar transparantie. Onderzoek toont aan dat een PMMA-laag met 8% transparantie afneemt in 17 jaar. De levensduur van de nieuwe kunststof PV-modules ligt daarom hoger dan bij de glazen PV-modules^[8,40].

B.1.2 Materialen

PV-cel

De PV-cel is een dun plaatje gemaakt uit silicium bestaande uit drie lagen. De cellen zijn tussen de 0,3 en 0,4 mm dik. De bovenste laag en de onderste laag bevatten de moleculen die gebruikt worden om energie op te wekken en daartussen zit een soort semitransparante laag^[41].

De cellen worden in een ronde vorm vervaardigd door middel het smelten van een silicium tot een grote staaf die vervolgens met een lasersnijder in heel veel dunne schijfjes worden vervaardigd. Nadat de schijfjes zijn gesneden moeten de cellen nog belegd worden met geleidende strips, het zogenaamde Grid-patroon^[41].

Omdat de cellen het meest efficiënt gebruikt kunnen worden in een vierkante vorm worden ze eerst op maat gemaakt. Ze snijden hierbij 4 kanten van een schijf af om een vierkante vorm na te bootsen. Hoewel het afsnijden in verschillende maten gebeurt, bestaat er wel standaarden voor de formaten waarin gesneden wordt.

ARC-laag

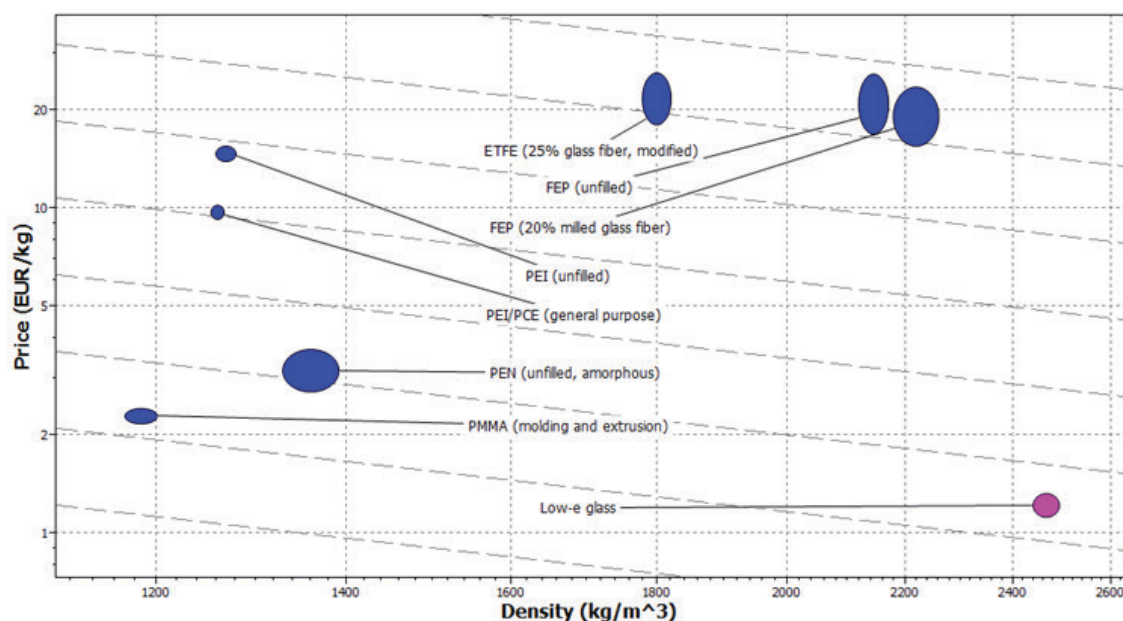
De ARC-laag is de bedekkende laag op een PV-cel. Deze laag zorgt ervoor dat de cel meer licht opvangt omdat de reflectie van de ARC lager ligt dan van de PV-cel. Het meest gebruikte materiaal voor deze laag is siliciumnitride en kan worden toegepast als single-, triple- of multilayer.

De kleuren die verkregen kunnen worden op de ARC-laag is afhankelijk van het type layer. Uit onderzoek zijn de kleuren groen, rood en blauw verkregen uit een single- en triplelayer en de kleuren groen, rood, paars en oranje uit de multilayer^[2].

PMMA-encapsulent

Voor de nieuwe techniek wordt gebruik gemaakt van de kunststof PMMA. De chemische naam voor PMMA is polymethylmethacrylaat en staat ook bekend onder de handelsnamen: perspex en plexiglas. Deze kunststof is bekend om zijn transparantie en weersbestendigheid.

De kunststof blijkt, in vergelijking met andere mogelijke kunststoffen, een beduidend betere prijs/gewicht ratio te bevatten. PMMA is een van de lichtste kunststoffen en is tevens goedkoper per kg. Door deze twee positieve eigenschappen kan hij beter concurreren met de meest gebruikte glassoort voor PV-panelen: low iron glass. Dit resulteert in een vergelijkbare prijs voor dezelfde volume uitgedrukt in m^3 . Op de onderstaande grafiek is weergegeven hoe de kunststoffen zich tot elkaar verhouden met low-e glass waarbij deze eigenschappen van low-e glass dicht bij low iron glass staat.



Afbeelding 23: Lichtintensiteit onder een hoek

Andere toepassingen van het materiaal zijn voornamelijk terug te vinden in de bouw. Plexiglas dient als vervanging van glas waar door de omgeving meer kracht op het materiaal wordt uitgeoefend. Balkonpanelen, leuningen en verlichtingsarmaturen zijn hier voorbeelden van. Perspex wordt weer gebruikt voor op zichzelf staande producten zoals lichtreclame en kunstvoorwerpen vanwege de hoge weersbestendigheid van het materiaal [20,21].

B.2 Oppervlakte berekeningen

Eenmaal wanneer de PV-cellen in een apparaat geïntegreerd zijn dan moet blijken of de stroomvoorziening van het apparaat past bij de benodigde energie behoefte. Om daarop in te spelen worden berekeningen gedaan naar de factoren die hierop van invloed zijn. In deze bijlage wordt een maat gegeven hoe het geleverde vermogen zich verhoudt tot het PV-oppervlak. In de eindfase is per apparaat berekend hoe groot de oppervlaktes precies moeten worden.

Allereerst worden de factoren behandeld die van invloed zijn op het te leveren vermogen. Deze is afhankelijk van een aantal eigenschappen van de module zelf, maar ook van de omgeving.

Hoeveel invloed ieder punt heeft op het vermogen, en in welke hoedanigheid zich dit uit, worden in de rekentabel bekeken. De waardes die hieruit komen staan in de grafiek weergegeven bij uitkomsten.

B.2.1 PV-module oppervlak

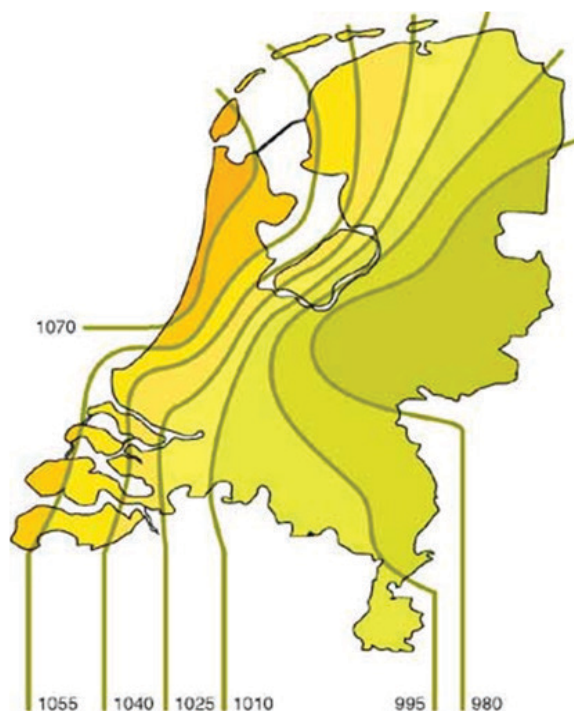
Binnen het berekenen van de oppervlakte is gekeken naar de energie die een paneel kan leveren. Los van de gevraagde spanning voor een apparaat moet met een PV-module rekening worden gehouden met de omstandigheden. Daarvoor zijn zeven factoren essentieel, drie zijn specifiek voor het type module dat in de berekening is meegenomen, vier factoren worden bepaald door de omgeving.

Rendement

Het belangrijkste van de PV-panelen zelf zijn de zonnecellen. Door een lange ontwikkeling zijn de cellen steeds verbeterd en bestaan er momenteel mono-kristallijn cellen met meer dan 20% rendement. Het type poly-kristalijn cellen hebben over het algemeen een lager rendement maar het spectrum loopt tussen de 15 en 20% voor deze twee typen samen. Voor het project wordt uitgegaan van 20% rendement. Deze waarde geldt nu al voor de sterkste PV-cellen en zal in de toekomst alleen verbeterd worden.

Zonnestraling

In combinatie met het rendement zorgen de zonnestraling samen voor de basis beginselen van het energie opwekken. De energie die zonnestraling uitzendt verscheelt per land en kent kleine verschillen binnen regio's. In Nederland ligt deze waarde tussen de 980 en 1070 kWh/m² (afbeelding 24) . Omdat de gemiddelde straling op 1000 kWh/m² ligt wordt hiermee gerekend. Dit geldt tevens als STC welke als handregels wordt gebruikt voor het berekenen van de efficiëntie van zonnepanelen.



Afbeelding 24: Zonnestraling over nederland in kWh/m²

Oppervlak

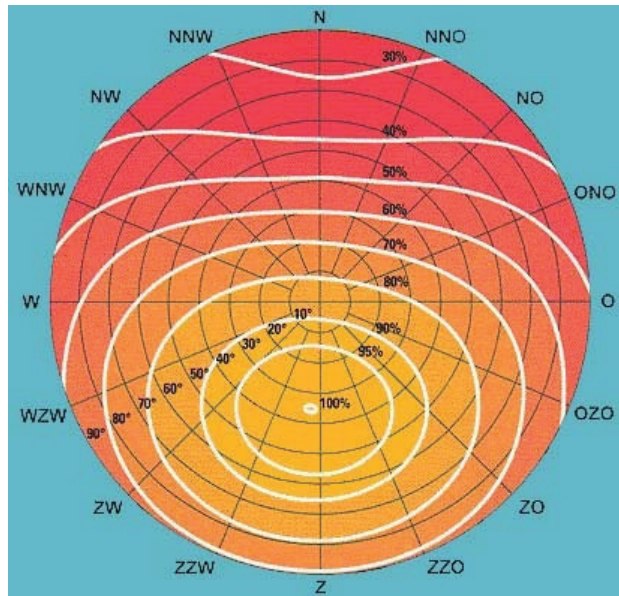
Het oppervlak van de PV-module is een graadmeter voor de potentie van energie opwekking. Hoe groter het oppervlak, des te meer straling kan er op vallen. De zonnestraling die per m² opgevangen kan worden is niet dezelfde hoeveel als de zon uitstraalt per m². De zon straalt namelijk altijd onder een hoek op Nederland. Echter is in de omzetsfactor hiermee rekening gehouden.

De oppervlakken voor de systemen worden geschat op:

- Stand-alone systemen: 0.01, 0.1 en 1 m²
- APU/hybride systemen: 0.5, 1 en 2 m²
- Grid-connected systemen: 2, 5 en 10 m²

Lichtopvang

Met de lichtopvang wordt bedoelt de efficiëntie waarmee de zonnestraling wordt opgevangen met het product. Deze factor is namelijk afhankelijk van de hoek en de oriëntatie van de PV-module ten opzichte van de zon. Voor panelen op grid-connected systemen is deze factor hoger dan voor module op een stand-alone- of hybride systeem. Respectievelijk worden hiervoor de waardes 0.95 en 0.85 gebruikt wat overeenkomt met de percentages uit afbeelding 25.



Afbeelding 25: Lichtintensiteit onder een hoek

Omzetfactoren

Wanneer zonnestraling op het paneel terecht komen worden elektronen afgegeven waarmee energie wordt opgewekt. Echter, naast het rendement spelen ook een aantal andere gegevens mee. Met de omzetfactor worden de volgende effecten gecombineerd:

- Stroom omzetting bij een omvormer: 0,95
- Omzetten W_p naar W : 0,85

Temperatuurfactor

De laatste factor betreft de temperatuurfactor. Anders dan de andere factoren is de waarde ervan hoger dan 1 vanwege de gunstigere temperaturen. Daarom worden in de warme tijden waarden van 1 aangehouden en in de koudere maanden waarden van 1.05.

B.2.2 Rekentabel

Door vervolgens de factoren in te vullen in een formule kan het vermogen worden berekend. Omdat iedere systeem anders is, is met behulp van een rekentabel een schatting gemaakt met welke oppervlaktes welke vermogen wordt gecreëerd.

Omdat de factoren: zonnestraling, rendement en temperatuur vrijwel hetzelfde blijven, staan ze niet in de tabel weergegeven. Echter zijn ze wel opgenomen in de onderstaande formule:

$$(Op \cdot Zi \cdot Lo \cdot Of \cdot T) / 1000 = P$$

Op = Oppervlakte module

Zi = Zonnestraling

Lo = Lichtopvang

Of = Omzetfactor

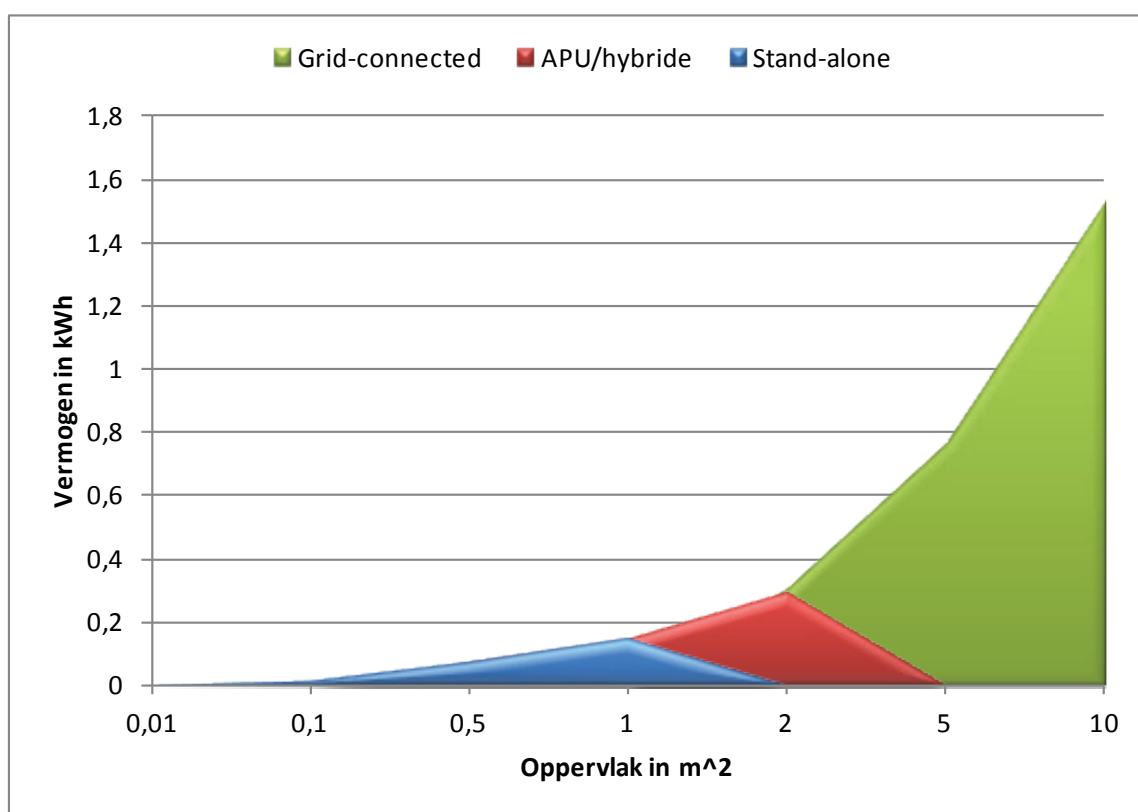
P = Vermogen

Type module	Oppervlak (m ²)	Lichtopvang (%)	Omzetfactor	Vermogen (kWh)
Stand-alone	0,01	0,85	0,85	0,001445
Stand-alone	0,1	0,85	0,85	0,01445
Stand-alone	1	0,85	0,85	0,1445
Hybrid/APU	0,5	0,85	0,85	0,07225
Hybrid/APU	1	0,85	0,85	0,1445
Hybrid/APU	2	0,85	0,85	0,289
Grid-connected	2	0,95	0,85*0,95	0,30685
Grid-connected	5	0,95	0,85*0,95	0,767125
Grid-connected	10	0,95	0,85*0,95	1,53425

Tabel 3: waarden voor het berekenen van PV-oppervlakken

B.2.3 Uitkomsten

Met de gegevens uit de rekentabel en met de formule is de volgende grafiek gemaakt. Deze laat zien hoeveel oppervlak nodig is voor welk vermogen. Met deze grafiek kan een inschatting gemaakt worden hoeveel oppervlak een apparaat nodig heeft om te kunnen functioneren. Deze grafiek is niet van toepassing voor apparaten die op een accu werken. De stand-alone systemen bevatten daarom een essentiële factor extra.



Abbeelding 26: PV-oppervlakken grafiek verdeelt in systemen

B.3 Mogelijke doelgroepen

Voor de opdracht is het belangrijk om een doelgroep te kiezen waarvoor ontworpen wordt. In de doelgroepanalyse is er eerst een keuze gemaakt tussen drie mogelijke doelgroepen om vervolgens de doelgroep kampeerders helemaal te onderzoeken. De drie mogelijke doelgroepen zijn in deze bijlage neergezet.

In het onderzoek naar mogelijke doelgroepen zijn drie omgevingen aangeduid. De eerste doelgroep hoort bij de omgeving huis en tuin. De tweede omgeving is een kampeeromgeving. Als derde omgeving is gekozen voor die van de pleziervaart. Per doelgroep is een moodboard gemaakt.

Per doelgroep is een lijst van facetten opgesteld om hiermee de moodboards te maken. De facetten: vastgoed, vervoer en producten, zijn direct te linken aan de PV-systemen: grid-connected, hybride en stand-alone. Met de potentie is per doelgroep aangegeven welke mogelijkheden voor de integratie van kunststof modules daarin zitten.

B.3.1 Huis en tuin omgeving

Facetten		
Vastgoed	Voertuigen	Producten
Huis	Auto	Grasmaaier
Tuin	Scooter	Pomp (fiets)
Schuur	Fiets	Gereedschap (tuin)
Garage	Motor	Parasol
Vijver		Tuinlamp
Oprit		Tuintafel
		Tuinstoelen

Tabel 5: Facetten huis en tuin

Potentie:

In een huiselijke omgeving wordt de meeste energie binnenshuis gebruikt. Het hele jaar door wordt hierin de meeste stroom verbruikt en de markt hiervoor is tevens de grootste zonnepanelen markt. Door een grid-connected systeem biedt het mogelijkheden om kleine maar ook grotere panelen te plaatsen. Vastgoed is in deze omgeving het belangrijkste.

Binnen de omgeving is de verwachting klein voor integreren van kunststof zonnecellen in voertuigen. Dit komt vooral doordat voertuigen binnen geplaatst worden. Op auto's is het tevens lastig om PV-modules op te passen. Ze bevatten al een dynamo voor de interne apparatuur en voor de aandrijving wordt de markt al grondig onderzocht.

Producten voor in de tuin omvatten de kleinste markt. Alleen tuinproducten kunnen baat hebben bij stand-alone PV-modules. Daarbij moet vooral gedacht worden aan tuinmeubilair en tuingereedschap. Het meest bekend zijn de zonnecel lampjes. Tuinmeubilair biedt grote oppervlakken om PV-modules op te plaatsen en bij tuingereedschappen is veel energie nodig.

Moodboard: Huis en tuin



B.3.2 Kampeer omgeving

Facetten		
Vastgoed	Voertuigen	Producten
Receptie	Auto	Zaklamp
Winkeltje	Camper	Barbeque
Sanitair	Caravan	Koelbox
Zwembad	Aanhangwagen	Tent
Sportvelden	Mountainbike	Dakkoffer
		Fototoestel
		Kampeertafel

Tabel 6: Facetten camping

Potentie:

Wanneer we de vastgoed facetten beschouwen op de camping, zien we dat deze bezittingen van het terrein zelf zijn. De vakantieganger is wel de eindgebruiker van deze facetten, maar is niet degene die het aanschaft. Het plaatsen van PAPV-modules zou daarom meer gericht zijn op efficiëntie dan op uitstraling.

Op het gebied van de voertuigen is daar meer potentie. Dit komt doordat op het kampeer terrein ze, wanneer gekeken wordt naar de functie, de plaats vervangen van het huis in de thuissituatie. Kampeerdere maken veel gebruik van de voertuigen zowel op de camping als tijdens het ontdekken van de omliggende omgeving.

Veel kampeer artikelen zijn buitenshuis te gebruiken en dienen afzonderlijk gebruikt te kunnen worden. De producten worden daarbij intensief gebruikt en het aantal producten dat kan meegenomen worden is beperkt door de laadruimte van het voertuig. Zo zijn er vervangingen gevonden voor de keukens met kleine gastoestellen en koelboxen.

Moodboard: Camping



B.3.3 Kust/rivier omgeving

Facetten		
Vastgoed	Voertuigen	Producten
Kade	Zeilboot	Vaarkaart
Woonboot	Toeristenboot	Misthoorn
Sluizen	Sloep	Koelbox
Bruggen	Pond	Reddingsvest
Boei (vast)	Jachtboot	Pomp
	Waterscooters	Marifoon
		Kompas
		Handschoenwerper

Tabel 7: Facetten camping

Potentie:

Voor de pleziervaart is op vastgoed gebied weinig behoefte voor een natuurlijk opgewekte energie voorziening. Deze facetten staan namelijk afgezonderd van het energie netwerk en zorgen voor een duurder aanleg van kabels. De toepassing van grid-connected modules zijn daarom alleen mogelijk bij woonboten met een vaste plek aan de kade. Voor het aansturen van stuwen zijn de stand-alone systemen meer geschikt.

Voertuigen vormen daarentegen een grote mogelijkheid voor de nieuwe zonnecellen. Voor opvarenden is het belang van een onafhankelijke energiebron belangrijk om vrij te kunnen varen. Voor het overgrote deel wordt een benzine of diesel motor gebruikt voor kleine motorbootjes en grotere boten hebben een kleine generator aan boord.

Het aantal producten dat gebruikt wordt aan boord is niet groot. Onder de producten zijn het vooral navigatie apparaten. Andere producten, die niet direct een energie behoefte hebben, zijn voor de veiligheid belangrijk. De mogelijkheid van lichte zonnecellen, die onafhankelijk energie opwekken kunnen daarin een modernisering aanbrengen door middel van kleine PIPV-modules.

Moodboard: Camping



B.4 Enquete en feedback sessie

In deze bijlage staan de resultaten van de Enquete en feedback sessie. De enquête wordt vooral gebruikt als middel om de PvE te kunnen maken en de feedback sessie hielp bij het verbeteren van het eindconcept.

De enquête is opgesteld aan de hand van een strategie. Met deze strategie is vervolgens de vragenlijst opgesteld die mondeling afgenomen werd. De resultaten van de enquête is uitgewerkt tot tabellen en grafieken.

De feedback sessie is afgenomen met het idee om zoveel mogelijk informatie te vergaren. Ook hiervoor is een strategie gemaakt alleen zijn hiermee vragen opgesteld die als leiddrdaad dienden tijdens de sessies. De resultaten zijn verwerkt in een tabel.

B.4.1 Enquete strategie

Doelen vragen	
Onderdeel	Doelen
Type kampeerder achterhalen	doelgroep specificeren
Rust / Gezelligheid / Avontuur / omgeving	
Koopgedrag achterhalen	eisenlijst prioriteiten
Prijs	
Uitstraling	
Eenvoud in gebruik	
Compactheid	
Veiligheid	
Elektronische apparaten	afzetmarkt peilen
Kookapparatuur	
Verlichting	
Entertainment	
Apparaten gebruik	bruikbaarheid apparaten
Frequentie	
Tijdsduur	
Manier	
Mogelijk gebruik van groene energie	Interesse in groene energie
Bezitten producten	
Bekende producten	
Ervaring	
Overweging om aan te schaffen	
Nadelen voor kampeerdere	
Verwante informatie	Eisen doelgroep
Tijdsduur standplaats	
Frequentie kamperen	
Gegevens kampeerder	Verwante informatie
Leeftijd	
Man/vrouw	
Tent/caravan/camper	
Resultaat	
Interviewen van minimaal 20 mensen voor een representatief onderzoek	
Het nut van PV-producten op de camping vaststellen	
Type doelgroep verbinden met specifieke eisen & wensen & gebruik	
De doelgroepen eisenlijst in kaart brengen	
Juiste markt aanboren	

B.4.2 Enquete vragenlijst

Deze enquête wordt afgenomen om inzage te krijgen bij de kampeerder omtrent de nieuwe techniek om PV-cellen in kunststof te encapsuleren. Deze nieuwe methode biedt namelijk mogelijkheden om de uitstraling van PV-producten te verbeteren door kleur en vormvrijheid toe te passen. Voor de opdracht is het daarom belangrijk om te weten:

1. Welk assortiment de kampeerders aan apparaten nu bezitten (nood van (groene)energie)
2. Hoe de kampeerder staat tegenover het gebruikmaken van zonne-energie op de camping (interesse in groene energie)
3. Inzage te krijgen in het belang van uitstraling bij kampeerproducten. (bereidwilligheid tot aanschaf)

De vragen van de enquête worden daarom gebruikt als input voor het ontwerptraject van de opdracht. Ze zijn anoniem en zullen niet voor andere doeleinden beschikbaar worden gesteld.

Mijn contact gegevens zijn:

Rick Jongerius – s1006215@student.utwente.nl

In de enquête worden de volgende vragen gesteld:

Belang van elektrische apparaten

- Maakt u gebruik van elektrische apparaten tijdens het kamperen?

Zo ja, welke apparaten

- Maakt u vaak gebruik van deze apparaten?
- Wanneer u het apparaat gebruikt, doet u dit over een lange tijdsperiode?
- Waar(op welke locatie) gebruikt u de apparaten?

- Kunt u mij aangeven welke van de volgende punten belangrijk zijn bij het aanschaffen van nieuwe producten, eventueel met een rating?
Prijs, uitstraling, compactheid, kwaliteit, eenvoud in gebruik
- Op welke punten is de uitstraling voor u belangrijk?

Groene energie

- Maakt u gebruik van apparaten die op groene energie werken?
Ook met zonne-energie

- Werkt u veel met deze producten?
- Wat zijn de voor- en nadelen van deze producten

Verwante gegevens

- Om welke reden kampeert u?
Rust/avontuur/gezelligheid
- Op welke manier kampeert u?
Tent/caravan/camper
- Hoe vaak kampeert u?
- Als ik vragen mag wat is uw leeftijd?
- Man/vrouw

B.4.3 Enquete resultaten

Kampeerders eigenschappen

Leeftijdsgroepen	Leeftijd	Aantal	Percentage
Opmerkingen			
Jong volwasenen	<40	5	24%
Middelbare leeftijd	40-60	7	33%
Bejaarde	61<	9	43%
Geslacht			
Man		9	43%
Vrouw		12	57%
Apparatuur	Afkorting		
Koffiezetapparaat	kofzet	12	57%
Waterkoker	watko	15	71%
Televisie	tv	10	48%
Koelkast	koelk	14	67%
aparte koelkast/box	koelk/b	10	48%
Opplader	opplad	15	71%
lamp	lamp	5	24%
elektrische fiets	elfiets	2	10%
scheerapparaat	scheerap	4	19%
fohn	fohn	2	10%
Verwarming	verwarming	3	14%
Type kampeerder			
Rust		11	52%
Omgeving		9	43%
Gezelligheid		10	48%
Vrijheid		7	33%
Kampeer middel			
Caravan		16	76%
Vouwwagen		5	24%
Frequentie kamperen			
1 keer per jaar		7	33%
2 keer per jaar		11	52%
3 keer per jaar		3	14%
Voorkeur kamperen			
Voorjaar		6	29%
Hoogseizoen		16	76%
Najaar		9	43%

Eisen en wensen			
Belangrijke punten	Waarde	Aantal	Percentage
Opmerkingen			
Prijs	Ja	8	38%
	Minder	4	19%
	Kwaverh.	8	38%
	Nee	1	5%
Uitstraling	ja	5	24%
	Minder	5	24%
	Jawel	2	10%
	Nee	9	43%
Compactheid	Ja	21	100%
Kwaliteit	Ja	15	71%
	Prijsverh.	5	24%
	Beetje	1	5%
Gebruiksgemak	Ja	14	67%
	Jawel	5	24%
	niet sterk	2	10%
Nieuwe termen			
Verbruik		9	43%
handigzijn		3	14%
functioneel		7	33%
Uitstraling PV-product			
Eenvoudig		5	24%
Degelijk		6	29%
Handzaam		6	29%
Modern		5	24%
Interesse in groene energie			
Belangrijke punten	Type		
Groene energie	aankoop	5	24%
Zonnepanelen	investering	4	19%
Zonneboilers	investering	4	19%
Verlichting	product	6	29%
Niks		9	43%
Rede gebruik			
Positief			
Voor het milieu		2	10%
Negatief			
Geen vertrouwen in groene energie		5	24%
Onhandig		2	10%
Niet nuttig		7	33%
Niet rendabel		4	19%
Huisbelemmering		3	14%

B.4.4 Enquete doelgroepgrafiek



■ Alleen rust ■ Rust+omgeving ■ Gezelligheid+omgeving ■ Rust+gezelligheid
■ vrijheid+gezelligheid+rust ■ vrijheid+gezelligheid ■ Alleen vrijheid

B.4.5 Strategie feedback sessie

Introductie

Duidelijke doelstelling formuleren

Vertellen van 2 hoofddoelen voor de sessie

Grotendeels vragen maar ook input voor het verbeteren van de concepten.

Opstelling

Omschrijving per concept klaarleggen

Afbeeldingen concepten maken (overview +2 detail schetsen)

Vragenlijst

Schematische tekening voor verbeterpunten

Doelen vragen

Onderdeel

Type kampeerder achterhalen
achterhalen

Rust

Gezelligheid

Avontuur/omgeving

Verwante informatie

Plaats van kamperen

Frequentie kamperen

Meningen over concepten
beoordelen

Persoonlijke mening

Aansluiting bij doelgroep

Product uitwerking op de markt

Ideeën voor concepten

eindconcept aanbrengen

Uitwerking van het concept

Concept zelf

Keuze voor eindconcept vaststellen
eindconcept geven

Welk concept heeft de voorkeur

Doelen

Juiste doelgroep

Juiste doelgroep achterhalen

Concepten individueel

Verbeteringen aan

Gewicht aan

Resultaat

Beste concept achterhalen

Relevantie product vaststellen

Verifiëren of eisen en wensen nog hetzelfde zijn

Genoeg feedback krijgen voor het verbeteren eindconcept.

B.4.6 Vragenlijst feedback sessie

Vragen:

1. Wat voor type kampeerder ben je
2. Hoe vaak kampeer je?
3. Waar kampeer je?

Per concept vragen:

1. Wat vindt je van het concept?
2. Past hij bij het kamperen?
3. Is hij geschikt voor jou of ander kampeerders?
4. Is het concept ver genoeg uitgewerkt?
5. Onderscheidt het product zich genoeg?
6. Wat zou er verbeterd aan moeten worden?

Eindvragen

1. Welk concept is het beste?
2. Waarom is deze het beste?
3. Welke concepten duidelijk niet?

B.4.7 Resultaten feedback sessie

	Persoon1	Persoon2	Persoon3	Persoon4	Persoon5
Type kampeerder	Alles	Alles behalve gezelligheid	Vrijheid	Gezelligheid	Alles en plezier
Frequentie	1 keer per jaar	2 keer per jaar	1 keer per jaar	1 keer	2 a 5 keer per jaar
Plaats	Italie	Nederland	Nederland	Nederland	Overall
		Terschelling	random plekken	met klas gekampeerd	backpacken
PV-tafel	is goed	is goed	niet bijzonder	uniek concept	onhandig
Mening bij de PV-tafel	niet veilig genoeg	niet veilig genoeg	stopcontact nodig	niet uitklappen	te groot
	minder dikke poten	minder dikke poten	fragiel opruimen		hebben al stroom
			spullen opruimen		
PV-navigatie	oogt zwaar	oogt zwaar	meer vrijheids graden	handig concept	PV op fiets is goed
Mening bij de PV-navigatie	armen van	armen van	moet universeler	verschillende	is te lomp
	kunststof maken	kunststof maken	minder zwaar	meer vrijheids graden	universeler maken
	hangend mobieltje	hangend mobieltje	tablet mogelijk maken		
PV-koelbox	tegenstrijdig	tegenstrijdig	in schaduw houden	handig concept	tegenstrijdig
Mening bij de PV-koelbox	moet efficiënter	moet efficiënter	vierkant is beter	kan niet koelen snachts	onhandige posities
			hybride maken	verbinden aan fiets	geen interface nodig
Voorkeur	PV-navigatie	PV-cooler	PV-navigatie	PV-cooler	PV-navigatie