



Bachelor opdracht

Simon Epskamp

Ambient Systems
Universiteit twente - Industrieel Ontwerpen
2008

Persoonsgegevens:

Simon Epskamp
s0088617
Industrieel Ontwerpen

Datum bachelorexamen:

20 oktober 2008

Bedrijfsgegevens:

Ambient Systems
Capitool 22
7521 PL Enschede

Examencommissie:

prof. dr. ir. Arthur Eger
dr. ir. Tom Vaneker
Hans Schaap

Inhoud

Samenvatting	5
Executive summary	7
Inleiding	8
Voorwoord	8
Analyse	9
Techniek Ambient Systems	9
Netwerk structuur en devices	9
Lokalisatie	10
Sensors	10
Omgevingsanalyse	11
Lamberet	11
Transquest	12
Ziekenhuis	12
Stena-line	13
Aviar	13
Detailering omgevingsanalyse	14
Bevestigingsdoelen	14
Beveiliging	15
Conclusie beveiliging	17
Draadloze techniek	17
Sensors	17
Concurrentieanalyse	20
Aeroscout	20
Accsense	20
Conclusie concurrentieanalyse	21
Programma van eisen	21
Sensite-solutions	21
Eisen m.b.t. oriëntatie antenne	22
Wensen algemeen	22
Functieanalyse	22
Conceptfase	23
Morfologisch schema	23
Conceptgeneratie	25
Concept 1 (figuur 26)	26
Concept 3	28
Conceptkeuze	29
Uitwerking gekozen concept	29

Detailleringsfase

31

Aanpassing bevestigingssysteem

31

Vormgeving

31

Globale vorm en oppervlakedetails

31

Materiaal en productiemethode

38

Kostenberekening

39

Conclusie

40

Reflectie

40

Programma van eisen

40

Vormgeving

41

Vervolgonderzoek

41

Bronvermelding

42

Afbeeldingen

42

Bijlagen

43

1 - keuzes vormgeving

43

Samenvatting

Binnen dit project is een casing ontwikkeld voor de sensornodes die Ambient Systems produceert.

Deze sensornodes kunnen op terreinen met de juiste infrastructuur draadloos gelokaliseerd en uitgelezen worden. De sensornodes hebben standaard een temperatuursensor, maar kunnen uitgebreid worden met een externe module. Er is reeds een simpele behuizing voor de sensornodes, maar aan bevestiging en uitbreidbaarheid is slechts weinig aandacht besteed. De casing heeft deze twee zaken dan ook als primaire functies.

De situatie waarin de casing moet functioneren is geanalyseerd aan de hand van vier cases, drie in de transportsector en één in de zorg, de laatste om de gewenste brede toepasbaarheid te toetsen. Hieruit blijkt onder andere dat de casing bevestigd moet kunnen worden aan buizen met verschillende profielen, en dat de behoefte aan extra functionaliteit varieert van toevoeging van extra sensoren tot het waarschuwen van de gebruiker, tot het beveiligen tegen fraude.

Verschillende aspecten uit deze cases zijn vervolgens geanalyseerd. In de eerste plaats wordt gekeken naar beveiliging, de verschillende mogelijkheden van elektische en mechanische beveiliging worden behandeld. Hierna zijn de beperkingen van draadloze techniek kort bekeken. Deze theorie blijkt te complex te zijn om binnen het project toe te passen, zodat een aantal simpele stelregels aangenomen wordt. Een bespreking van de fysieke eigenschappen (zoals werking en volume) van enkele typen sensors die op de sensornodes aangesloten kunnen worden volgt hierop.

De concurrentieanalyse toont aan dat er diverse bedrijven actief zijn die een systeem vergelijkbaar met dat van Ambient produceren. Qua casing zijn zij niet veel verder, vrijwel allemaal hebben ze een simpele behuizing voor de electronica, welke soms nog wat simpele bevestigingsmogelijkheden heeft zoals een plakstrip of schroefgaten. Verdere bevestiging wordt overgelaten aan de creativiteit van de gebruiker, en de uitbreidbaarheid is zeer beperkt. Concluderend ligt hier een kans voor Ambient Systems om zich te onderscheiden met een flexibele bevestigingsmethode welke de uitbreidbaarheid van hun sensornodes niet belemmert.

De eisen en wensen die voortvloeien uit voortgaande analyse en gesprekken met de opdrachtgever zijn samengevat in het programma van eisen. Hierin zijn de specifieke bevestigingssituaties opgenomen, algemene wensen m.b.t. tot plaatsing van de antenne, en maximale kostprijs van het product. Een lage kostprijs is erg belangrijk voor de opdrachtgever.

De functies die het product moet vervullen en de oplossingen vormen samen in het morfologisch schema de inleiding tot de conceptgeneratie. In deze fase zijn uiteindelijk drie concepten tot gelijk niveau uitgewerkt. Hierna is samen met de opdrachtgever door middel van reflectie naar het programma van eisen een keuze gemaakt. Zwaartepunten lagen hier bij de kostprijs en flexibiliteit. Het gekozen concept omvat de sensornode geheel, wordt bevestigd met een riem, en biedt intern ruimte voor extra uitbreidingen.

In de detailleringsfase is besloten om voor bevestiging toch gebruik te maken van tie-wraps. Om de vormgeving te bepalen is uitgebreid gekeken naar de voorkeuren van de opdrachtgever, aan de hand van andere producten. Hieruit kwam een vormgeving naar voren die samen te vatten valt als "Organisch & Robuust".

Het uiteindelijke concept bestaat uit een achterplaat waarin een sensornode in zijn bestaande behuizing vastgeklit kan worden. De achterplaat biedt een mogelijkheid voor huisvesten en aansluiten van een extra, kleine sensor, en kan met tie-wraps bevestigd worden. Voor de beveiliging is gekozen voor veiligheidschroeven. Als er grotere sensors gebruikt moeten worden of andere functionaliteit gewenst is biedt een overkapping uitkomst. Deze wordt op zijn plaats gehouden door dezelfde tie-wraps, en biedt meer ruimte aan eventuele uitbreidingen. Dit onderdeel zou voor specifieke situaties met andere functionaliteit herontworpen kunnen worden, zonder dat de rest van het ontwerp aangepast hoeft te worden.

Als materiaal voor de casing is gekozen voor polypropyleen. De bepaling van de productiekosten wijst uit

dat het complete product bij een oplage van 20.000 slechts 21 cent per stuk kost.

In de reflectie is gekeken in hoeverre aan het programma van eisen voldaan is. Vrijwel alle eisen zijn gehaald, de meeste wensen ook.

Executive summary

The project's goal was developing a casing for the sensornodes sold by Ambient Systems, to be used in the transport sector.

Ambient Systems develops sensor nodes that can provide localisation and wireless sensor data, provided that the right infrastructure is installed. The sensornodes include can measure temperature by default, and can be extended with additional external sensors. Ambient produces a very simple case for the nodes, but extensibility and flexibility in attaching it hasn't been given much thought. These two functions will be the primary focus in this project.

The casing's desired use has been studied through four cases, three from the transport sector, one in health care. The latter was included to check the general applicability of the product. These cases showed us that attaching to bars with varying dimensions must be possible. Further extensions range from signaling to users to securing the product against theft.

Multiple aspects of these cases were analysed more carefully. The different possibilities in electrical and mechanical locks are studied, as are the problems with wireless technology. The theory for predicting signal strength turns out to be beyond the scope of this project, therefore some simple ground rules are accepted. Next the volume and inner workings of different kinds of sensors are studied.

The competition review shows that there are multiple companies that produce a similar product to Ambient Systems. The basic casing is much the same however, possibilities for attaching are very sparse, as is the flexibility in using extra, external sensors. The challenge Ambient faces is developing a casing that fares better in these areas.

The demands that are derived from this analysis and review by the constituent are compiled into a list of demands. This includes maximum production costs, the ground rules for antenna placement, and how and where it must be attached. Cost is a very important aspect for the constituent.

Function analysis and the accompanying solutions are merged into a morphological table, which forms the start of concept generation. Three concepts from this phase are reviewed by the constituent, and a choice is made. Flexibility and low cost are the most important factors in this choice. The concept that was chosen envelops the sensornode, and is attached with a belt. Internally space is reserved for extra modules.

In the detailing phase a switch to cable ties for attachment was made. The styling of the product was defined by looking closely at the preferences of the constituent, by choosing between products styled in different ways. The styling chosen can be defined as "Organic & Robust".

The final concept is composed of the backplate that holds the sensornode. This backplate can house a small sensor, and be attached with cable ties. For security, special security screws were chosen. Extra, or large modules can be housed in an overlay. This overlay is held in place with the same cable ties, and could be modified for different uses.

The material chosen for the product is polypropyl. Production costs turn out to be 21 cents a piece, when a minimum production of 20,000 units is chosen.

The reflection shows us that most of the demands were met.

Inleiding

Voorwoord

Het verslag voor U beschrijft het project dat ik uitvoerde bij Ambient Systems in Enschede. Zowel het resultaat als het proces dat ik doorliep zijn vastgelegd. Ambient Systems is een relatief klein bedrijf dat sensor nodes ontwikkeld, waarmee bijvoorbeeld de locatie van goederen binnen een pakhuis gevolgd kan worden.

Ik wil graag mijn begeleiders op de UT en bij Ambient Systems bedanken: Tom Vaneker en Hans Schaap.

Opdrachtsomschrijving

De opdracht bestaat uit het ontwerpen van een casing voor de sensornodes (vanaf hier: 'smartpoints') van Ambient Systems. De casing moet het mogelijk maken de nodes te bevestigen in de gebruikssituaties die voorkomen in de transportsector. Tevens moet de casing ruimte bieden aan extra sensoren die op de smartpoint aangesloten kunnen worden.

Het doel van het project voor de opdrachtgever is het vergroten van zijn afzet. Hij levert niet direct aan eindgebruikers, maar aan zogenaamde system integrators, welke de smartpoints geschikt maken voor de eindgebruiker. Als er een casing is met uitgebreide mogelijkheden voor bevestiging en uitbreiding bijgeleverd kan worden zullen meer system integrators voor het product van Ambient kiezen. Momenteel ontwikkelen de system integrators vaak zelf een casing, een kostbare een tijdrovende aangelegenheid.

Het ontwerpvoorstel zal gevisualiseerd worden door een digitaal model. De onderbouwing bestaat enerzijds uit een programma van eisen, afgeleid uit een aantal cases uit de praktijk, en een toetsing van het ontwerp aan dit programma van eisen. Anderzijds komt de globale technische haalbaarheid en het materiaalgebruik hierin aan bod. Het gehele project zal plaatsvinden binnen een termijn van 3 maanden.

Analyse

In deze fase van het project wordt de opdracht geanalyseerd, en daarna zo goed mogelijk gedefinieerd.

Allereerst wordt de techniek die Ambient Systems verkoopt geanalyseerd, om een goed beeld te krijgen van de (on)mogelijkheden van hun product.

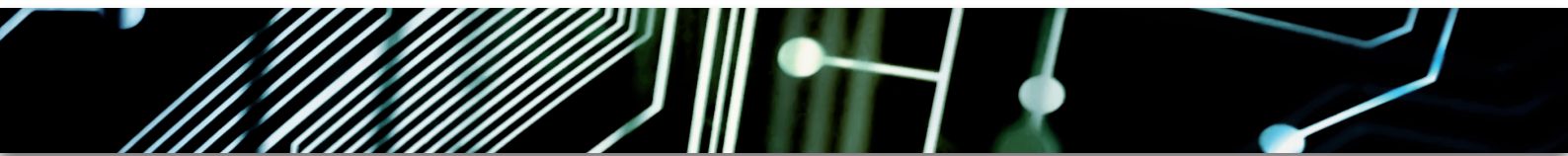
Daarna wordt in de omgevingsanalyse gekeken naar een aantal bedrijven waarbinnen het product moet kunnen functioneren. Enkele aspecten worden daarna gedetailleerder bekeken, namelijk de objecten waaraan de smartpoint bevestigd moeten worden, de beveiliging van de smartpoint, en welke eisen het draadloze aspect stelt. Om te bepalen hoe deze factoren in verhouding staan tot de markt is een aantal concurrenten van Ambient Systems bekeken.

Tot slot worden de eisen die uit al deze analyses voortvloeien vastgelegd in het programma van eisen.

Techniek Ambient Systems

Om een inzicht te krijgen in de (on)mogelijkheden met betrekking tot het product is een analyse gemaakt van de algemene opzet en werking van de netwerken die Ambient produceert.

Ambient produceert en verkoopt twee productseries, de 800 en 3000 serie. De productserie die gebruikt zal worden voor deze opdracht is de 3000 serie, aangezien deze serie gebruik maakt van de 2.4 Ghz frequentieband. Deze band is wereldwijd vrij van licenties, in tegenstelling tot de frequentieband gebruikt door de 800 serie. De onderstaande globale opzet is echter zowel van toepassing op de 800 als de 3000 serie. (Ambient Systems, 2008)



Netwerk structuur en devices

De sensornodes die Ambient Systems produceert worden verbonden door een draadloos, *multi-hop* netwerk. Het netwerk bestaat uit drie lagen. Ten eerste is er per netwerk minimaal één gateway. Deze functioneert als centraal punt van dataverzameling, en maakt deze data beschikbaar, bijvoorbeeld via een internetverbinding. De uiteindelijke tags leggen verbinding met deze gateway via microrouters.

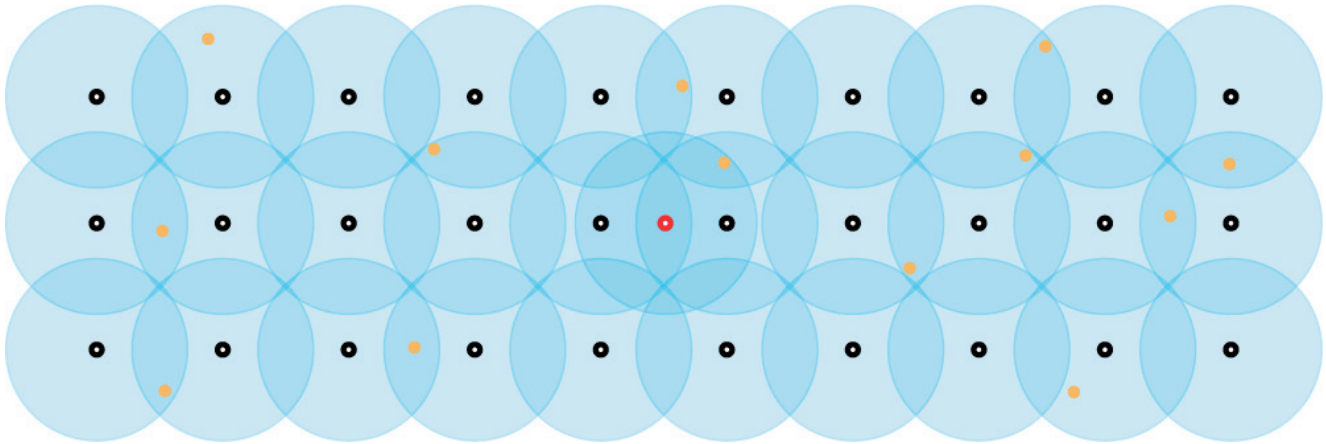
Deze microrouters zijn ook een onderdeel van de vaste infrastructuur die aangelegd moet worden op het terrein waarop goederen getraceerd moeten kunnen worden. Microrouters leggen ook onderling verbindingen, en zijn zo vaker indirect dan direct met de gateway verbonden. Dit is het 'multi-hop' aspect aan het netwerk, een bericht dat een tag verstuurt reist vaak langs meerdere microrouters voordat het de gateway bereikt. (Ambient Systems, 2008)

Ten slotte zijn er de smartpoints die aan de te tracken goederen bevestigd worden. Het formaat van een dergelijke tag komt grofweg overeen met dat van drie pakjes lucifers. De smartpoint werkt standaard op 2 AAA batterijen, en kan hier vijf jaar mee doen. Het verzamelen van energie uit de omgeving zou deze levensduur kunnen verlengen.

Verder is er een losse tool genaamd Rapidreader. Deze kan gebruikt worden om zonder gebruik van de bovenstaande netwerkstructuur de data op de tags te benaderen. Deze is qua formfactor en gebruik vergelijkbaar met een barcodescanner.

Het bereik van de microrouters is binnen rond de 50 en buiten ongeveer 200 meter. Het bereik van de smartpoint is tussen de 30 meter binnen en 100 meter buiten. Om bijvoorbeeld in een bepaald buiten-

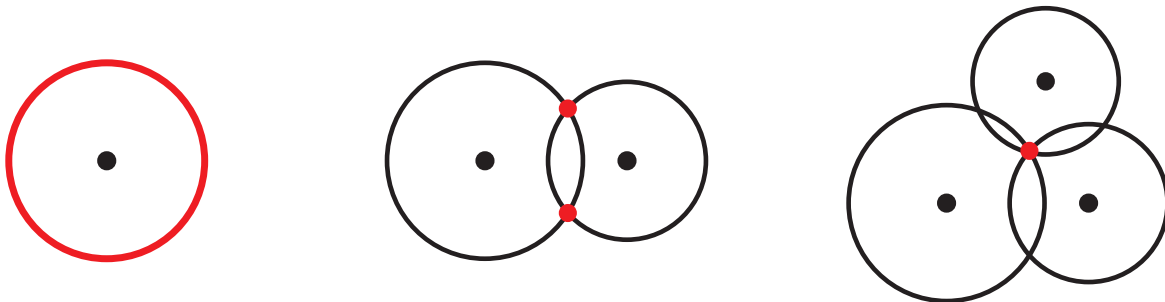
gebied complete dekking te bereiken mogen de microrouters maximaal 70 meter van elkaar verwijderd zijn. Een voorbeeld van een dergelijk netwerk is te zien in figuur 1. Hierin staan zwarte stippen voor microrouters, de rode stip representeert de gateway, en oranje stippen staan voor smartpoints.



Figuur 1 - schematisch overzicht van een dekkend Ambient Systems netwerk.

Lokalisatie

Zolang een tag binnen het bereik van minimaal drie microrouters is heeft hij de mogelijkheid om zijn positie ten opzichte van deze routers te bepalen. De tags analyseren de sterkte van het radiosignaal van de verbonden microrouters, en leiden hieruit de afstand tot deze routers af. (Ambient Systems, 2008) Aangezien de positie van de microrouters bekend is, weet een tag bij contact met één router zijn afstand tot de positie van deze router, bij twee kan hij zich nog op twee punten bevinden, en bij drie of meer is er een unieke positie bekend. Zie figuur 2, mogelijke posities van de tag zijn aangegeven met rood, het formaat van de cirkels hangt uiteraard af van de gemeten signaalsterkte van de microrouters.



Figuur 2 - positiebepaling smartpoint.

Doordat de signaalsterkte echter sterk afhankelijk is van de omgeving, is de nauwkeurigheid van deze vorm van lokalisatie niet heel groot, met een marge van minimaal 4 meter.

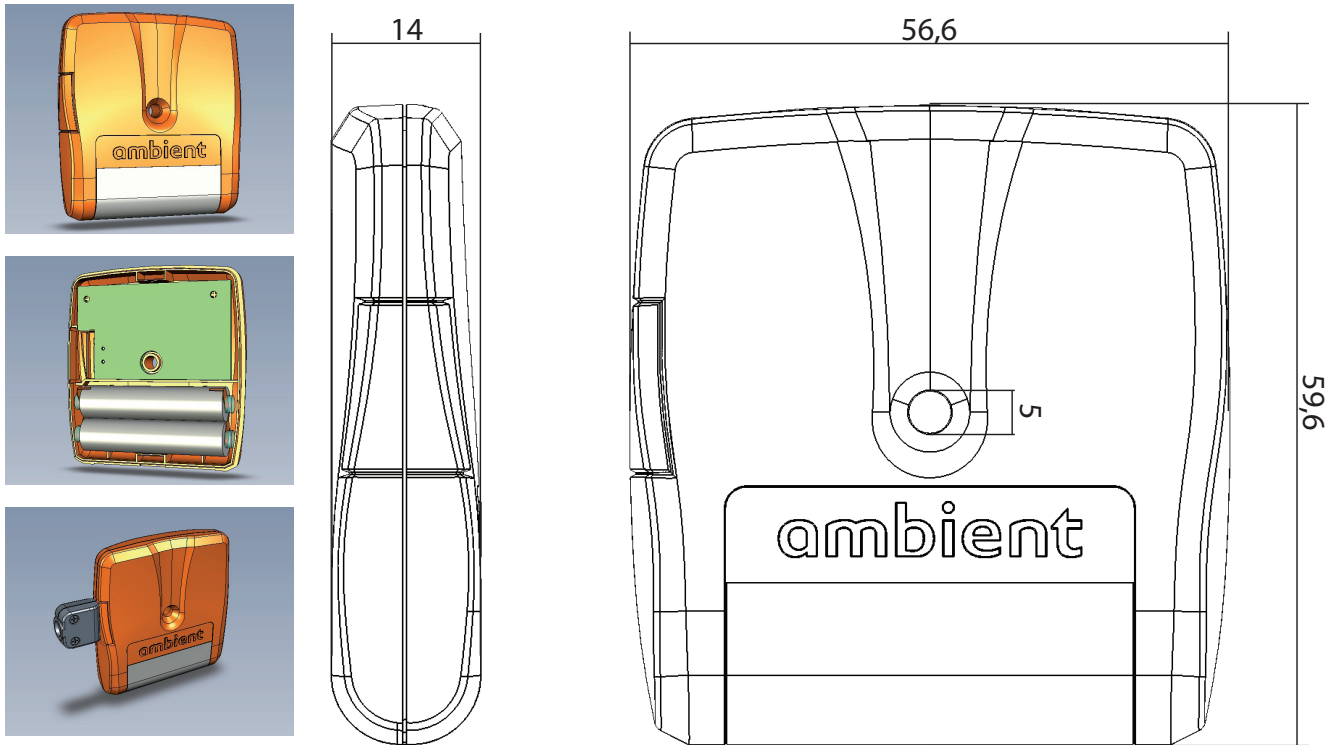
Sensors

De smartpoint heeft een aansluitmogelijkheid voor één extra sensor via een aansluitpoort aan de zijkant, de zogenaamde sensIO poort. (Ambient Sytems, 2008) Alle types sensoren kunnen hier in principe op aangesloten worden, een belangrijke beperking is echter dat het energiegebruik niet te hoog mag zijn. Deze aansluiting wordt in de praktijk vaak gebruikt voor:

- Een extra nauwkeurige temperatuursensor.
- Een bewegingssensor zodat energie bespaard kan worden door de smartpoint in 'slaap' te brengen als hij niet in beweging is.
- Een druksensor zodat de stand van een deur bijgehouden kan worden.

Behuizing smartpoint

Voor de smartpoint is al een behuizing ontwikkeld. (fig 3) Op het moment van schrijven worden de eerste batches hiervan in China geproduceerd. De behuizing bestaat uit twee delen spuitgegoten kunststof die in elkaar geklikt kunnen worden. Door lijm door de naad te laten lopen wordt het geheel waterdicht. De behuizing is, eenmaal gesloten, niet meer te openen zonder beschadigingen. De batterijen kunnen dus niet vervangen worden als ze eenmaal leeg zijn, in deze situatie wordt de smartpoint meestal in zijn geheel vervangen



Figuur 3 - behuizing smartpoint.

Aan de zijkant is een stukje weg te snijden, waarmee de sensIO poort vrijkomt. De behuizing is nu uiteraard niet waterdicht meer.

In het midden van de behuizing zit een gat, waar een sleuf naartoe loopt. Hierdoor kan de smartpoint met een klikverbinding bevestigd worden, maar ook simpelweg vastgeschroefd worden. Aangezien de batterijen het zwaartepunt onder het gat brengen zal de smartpoint vanzelf in de positie zoals links te zien gaan hangen als hij vrij kan draaien. Op deze manier is de antenne juist gepositioneerd.

Omgevingsanalyse

De omgevingen waarin het product moet functioneren zijn vastgelegd in een aantal cases, aangeleverd door de opdrachtgever.

Lamberet

Lamberet is een producent van opleggers voor vervoer van bederfelijke waar. Deze opleggers worden na de productie geparkeerd op een groot terrein. Het probleem is dat opleggers vaak kwijtraken, waardoor er tijd verloren gaat aan zoeken.



Met behulp van een netwerk van Ambient Systems wil het bedrijf alle geproduceerde opleggers kunnen tracken door aan elke oplegger een smartpoint te bevestigen zodra deze de fabriek uitkomt, en weer te

verwijderen bij het verlaten van het terrein.

Scenario

Als een oplegger de fabriek verlaat plaatst een productiemedewerker een smartpoint aan de binnenkant. De smartpoint wordt vervolgens digitaal gekoppeld aan deze specifieke oplegger. De oplegger wordt op de parkeerplaats geplaatst, waar de infrastructuur voor een draadloos netwerk ligt. Via de lokalisatie wordt gecontroleerd of de oplegger op de juiste positie staat.

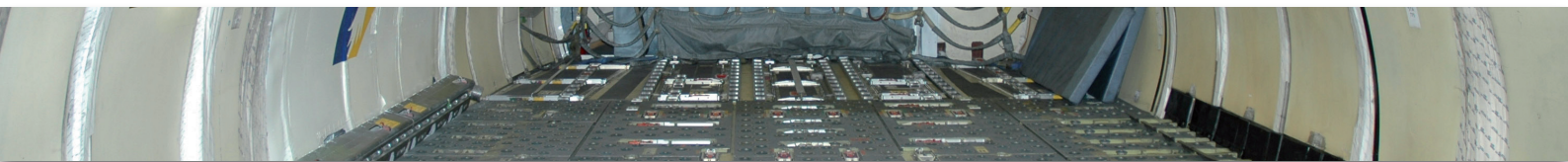
Enkele weken later, als de oplegger verkocht is en wordt opgehaald, wordt de smartpoint weer verwijderd.

Highlights

- Smartpoint moet aan oplegger bevestigd kunnen worden.
- Smartpoints zijn niet permanent bevestigd, dus moeten makkelijk en snel aangebracht en verwijderd kunnen worden.

Transquest

Transquest levert active rfid systemen. Eén van hun klanten wil de kooien waarmee zij goederen vervoeren volgen tijdens het transport tussen hun distributiecentra in Nederland en Azië. Door aan elke kooi een smartpoint te bevestigen hoopt het bedrijf automatisch het vertrek en de aankomst van de kooien te registreren.



Omdat de smartpoints het grootste gedeelte van de tijd geen actieve rol hoeven te spelen, kan het toevoegen van een bewegingssensor aan de smartpoints een grote energiebesparing betekenen. Op deze manier kunnen de smartpoints zelf detecteren wanneer ze actief moeten worden. Bovendien kan dit helpen voorkomen dat de smartpoints tijdens de vlucht naar Azië signalen verzenden, dit moet ten alle tijden voorkomen worden.

Scenario

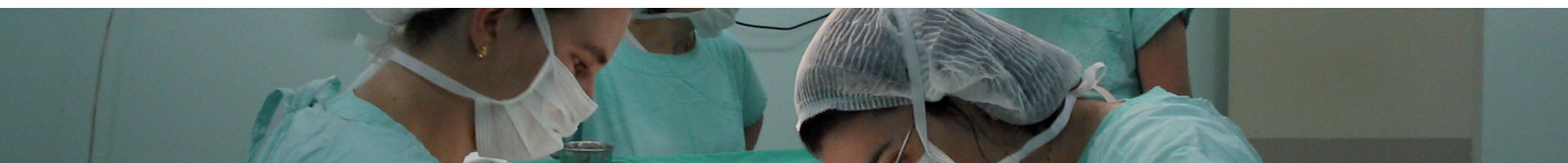
Bij het in gebruik nemen van een kooi in Nederland wordt hier een smartpoint stevig op bevestigd. Als de kooi een distributiecentrum verlaat of binnengaat wordt dit geregistreerd, en eventuele informatie op de smartpoint draadloos uitgelezen. De smartpoint blijft zolang bevestigd als de batterij het uithoudt, hierna wordt deze in zijn geheel vervangen.

Highlights

- Smartpoints moeten bevestigd kunnen worden aan vervoerskooien.
- Smartpoints zijn permanent bevestigd, en moeten dus stevig genoeg vastzitten om het net zolang als de batterij uit te houden.
- De behuizing moet ruimte bieden aan een bewegingssensor.

Ziekenhuis

Ziekenhuizen kampen vaak met een ingewikkeld asset-management systeem. Het ziekenhuis wil graag weten waar bepaalde objecten, zoals bedden of microscopen zich bevinden, zodat ze flexibel ingezet kunnen worden zonder kwijt te raken.



Als een object verkeerd wordt ingezet, bijvoorbeeld een bed dat naar een verkeerde verdieping gebracht

wordt, moet het mogelijk zijn een direct signaal af te geven.

Scenario

Een ziekenhuis wil graag 100 bedden tracken over 70 kamers. De bedden worden bij aanschaf permanent voorzien van een smartpoint. In de kamer is een draadloos netwerk aanwezig. Smartpoints zijn toegewezen aan specifieke kamers, en controleren via dit netwerk of ze wel op de juiste plaats zijn. Als dit niet het geval is wordt een zichtbaar of hoorbaar signaal afgegeven, zodat ziekenhuismedewerkers het bed naar de juiste kamer kunnen verplaatsen.

Highlights

- Smartpoints zijn semi-permanent bevestigd, dus mogen niet makkelijk losgaan.
- De smartpoint moet een direct signaal af kunnen geven.

Stena-line

Stena-line vervoert zeecontainers tussen Nederlandse en overzeese havens. De zeecontainers arriveren op de haven en moeten dan op tijd op het juiste schip geladen worden. Het probleem is dat de containers soms per ongeluk op een verkeerd schip belanden, of in het geheel niet meegenomen worden.



Door aan elke container een smartpoint te bevestigen en in te stellen wanneer deze ingeladen hoort te zijn op welk punt, moet het mogelijk worden een signaal af te geven als een container bij het verkeerde schip ingeladen wordt, of vergeten dreigt te worden.

Scenario

Op het moment dat een zeecontainer op het terrein wordt afgeleverd brengt een havenarbeider aan twee kanten aan de buitenzijde een smartpoint aan. De smartpoints worden met behulp van een rapidreader geassocieerd met deze lading, en draadloos op de hoogte gebracht hoe laat en via welk dok de container ingeladen moet worden.

Als de container via het verkeerde dok wordt ingeladen merken de smartpoints dit via het lokalisatiesysteem en de eerder verkregen data, en geven een duidelijk signaal af aan het personeel. Zij weten op deze manier dat de container op het verkeerde schip ingeladen wordt. Als de container een bepaalde tijd voordat hij ingeladen moet zijn nog steeds niet in de buurt van het dok is geeft hij hetzelfde signaal af. Als de container is ingeladen in het juiste schip worden de smartpoints weer verwijderd.

Highlights

- Smartpoints moeten bevestigd kunnen worden aan de buitenzijde van zeecontainers.
- Smartpoints zijn zeer tijdelijk bevestigd, dus moeten makkelijk en snel aangebracht en verwijderd kunnen worden.
- De smartpoint moet een duidelijk zichtbaar signaal af kunnen geven.

Aviar

Aviar beheert een pool van bijna een miljoen rolcontainers. Deze worden in batches verhuurd aan verschillende andere bedrijven.



Aviar wil graag makkelijk kunnen controleren hoeveel en welke rolcontainers er naar een klant vertrekken, om dan bij terugkomst automatisch te kunnen controleren of dit klopt. Tevens wordt af en toe bij een klant op locatie gecontroleerd welke containers daar aanwezig zijn, en of dit klopt met de eigen

administratie.

Omdat het totaal aantal rolcontainers zo groot is, is het financieel niet aantrekkelijk om deze allemaal te voorzien van een rfid tag. Daarom is het belangrijk dat deze makkelijk aangebracht en verwijderd kunnen worden. Om te voorkomen dat containers kwijtraken is het belangrijk dat deze niet al te makkelijk te verwijderen zijn door andere personen dan het personeel van Aviar.

De tags moeten ook door de huurders gebruikt kunnen worden. Omdat deze niet altijd de beschikking hebben over een draadloos sensornetwerk moet er op de behuizing ruimte zijn voor een label, met hierin een passieve rfid tag geïntegreerd. Ook staat hier het serienummer in barcode en gewone tekst op, zodat de rolcontainer ook op deze manier herkend kan worden. Het formaat van dit label is vastgelegd door Aviar.

Om te waarborgen dat Aviar zijn eigen rolcontainers weer terug krijgt moet het verwijderen van de smartpoint beveiligd zijn, zodat huurders dit niet makkelijk kunnen doen.

Scenario

Een klant van Aviar wil 100 rolcontainers huren. Een medewerker bereidt deze voor door 100 smartpoints digitaal te koppelen aan deze order. Vervolgens bevestigt hij de smartpoints aan de rolcontainers. De rolcontainers worden door klant opgehaald. De klant gebruikt de barcodes op de labels om de rolcontainers te tracken in zijn eigen bedrijfsproces. Als de containers na enkele maanden weer teruggebracht worden, worden ze bij binnenkomst automatisch gescand. Hierdoor wordt duidelijk dat er twee rolcontainers missen, deze kosten worden aan de klant in rekening gebracht.

Highlights

- Smartpoints moeten aan rolcontainer bevestigd kunnen worden
- De smartpoint moet beveiligd zijn tegen verwijderen
- De smartpoint moet ruimte bieden voor een label van 100 * 25 mm.

Detailering omgevingsanalyse

Om een beeld te krijgen wat bepaalde eisen in de praktijk precies inhouden, of hoe deze verwezenlijkt kunnen worden, zijn sommige punten uit de omgevingsanalyse uitgewerkt. Hierbij is gekeken wat de bevestiging aan de verschillende objecten inhoudt, en hoe de beveiliging aangepakt zou kunnen worden.

Bevestigingsdoelen

Het is duidelijk dat de eerste eisen met betrekking tot bevestiging aan verschillende objecten nog niet duidelijk genoeg zijn. Daarom is gekeken wat deze in de praktijk inhouden.

Zeecontainers



Figuur 4,5,6 (links naar rechts) - zeecontainers.

Aan de buitenkant van standaard zeecontainers zijn mogelijkheden voor bevestiging in de vorm van de verticale buizen gebruikt voor de afsluiting (figuur 4), en de standaard hoekpunten (figuur 5). De geribbelde structuur aan de zijkant (figuur 6) zou ook een aanknopingspunt kunnen bieden, maar de geometrie van deze ribbels blijkt niet gestandaardiseerd te zijn. Verder zou magnetisme gebruikt kunnen

worden, aangezien de wanden vrijwel zonder uitzondering van plaatstaal zijn.

Binnenzijde opleggers



Figuur 7,8,9 (link naar rechts) - opleggers.

Opleggers bieden een grotere uitdaging dan zeecontainers, omdat hier minder sprake is van standaardisatie. De harde oplegger (figuur 7) heeft een solide wand, en biedt vaak alleen aanknopingspunten in de vorm van siorhaken die langs dakranden aangebracht zijn. In opleggers bespannen met zeil (figuur 8) kan gebruik gemaakt worden van de verticale vierkante balken langs de wanden, of de horizontale langs het dak.

Opleggers zoals te zien in figuur 9 bieden een nog breder scala aan bevestigingsmogelijkheden.

Rolcontainers



Figuur 10,11,12,13 (links naar rechts) - rolcontainers van divers pluimage.

Rolcontainers worden voornamelijk toegepast in distributiecentra, en variëren ook sterk in geometrie en opbouw. Gemeenschappelijk is echter het gebruik van gaas, van zeer grofmazig (figuur 10), tot fijnmazig bij de extra beveiligde modellen (figuur 13). Dit gaas biedt een duidelijk aanknopingspunt voor bevestiging.

Kooien

De vervoerskooien die Transquest toepast zijn wat bevestigingsmogelijkheden gelijk aan rolcontainers. Deze zullen daarom verder buiten beschouwing gelaten worden.

Beveiliging

Om te voorkomen dat het product gemakkelijk door derden verwijderd kan worden stellen sommige klanten prijs op een vorm van beveiliging. Het doel van de beveiliging kan in twee richtingen liggen, het ontmoedigen van gelegenhedsvievers, of het voorkomen van fraude. Wat betreft het tweede geval: gezien de overige eisen is het zeer moeilijk maken van verwijderen niet haalbaar, aangezien de kostprijs dan te hoog komt te liggen. In dit geval zal het dus voldoende zijn als het lastig is om de beveiliging te forceren zonder zichtbare sporen achter te laten. Op deze manier kan in ieder geval aangetoond worden dat er met het slot geknoeid is.

Het ontsluiten van een beveiliging kan principieel gezien op drie manieren. Met iets dat je *hebt* (bijvoorbeeld een sleutel) iets dat je *weet* (bv. cijfercombinatie), of iets dat je *bent* (bv. vingerafdruk). In de praktijk zijn mechanieken van het tweede en derde soort prijzig. We kijken daarom uitsluitend naar

mogelijkheden van het eerste soort. Deze mogelijkheden liggen in elektrische of mechanische beveiliging.

Elektrisch

Het voordeel van beveiliging met een elektrische component is dat deze aangestuurd zou kunnen worden door de smartpoint, waardoor draadloos ontsluiten tot de mogelijkheden behoort. Een nadeel zijn de extra kosten die met het ontwerp en de integratie van extra elektronica gemoeid zijn. Er zijn verschillende oplossingen denkbaar. (Wikipedia, 2008)

Elektromagneet

De eerste is het gebruik van een elektromagneet die de opening voorkomt. Deze vorm van beveiliging wordt wereldwijd gebruikt als deurslot. Het nadeel is dat de elektromagneet een constant stroomverbruik heeft. Aangezien de smartpoint een zeer beperkte stroomvoorraad heeft is deze optie dus niet haalbaar, zelfs een extra batterij voor dit doel zou te vaak vervangen moeten worden.

Electisch ontgrendelen

Een andere optie is het gebruik van een mechanische sluiting, die elektrisch ontgrendeld wordt via een motor of een magnetisch veld.

Het voordeel van deze optie is dat er alleen bij het ontsluiten energie nodig is. Als blijkt dat de batterij in de smartpoint deze niet kan leveren, kan deze extern worden aangeleverd (bijvoorbeeld: twee contactpunten aan de buitenkant via welke stroom voor een elektromotor geleverd wordt). Het nadeel bij het extern leveren van energie is uiteraard dat iedereen dit kan doen, de beveiliging neemt dus af.

Mechanisch

Mechanische beveiliging is gebaseerd op een slot dat alleen geopend kan worden door een tool met een specifieke vorm. Alleen de rechtmatige gebruiker wordt geacht een tool met deze vorm te bezitten. De complexiteit van de vorm van de tool bepaalt de veiligheid en de kosten van de methode. Aan de ene kant van het spectrum kan gedacht worden aan een schroevendraaier met een speciale, niet algemene vorm (bijvoorbeeld torx), aan de andere kant een traditioneel slot, waar de sleutel een zeer ingewikkelde vorm heeft. Een uitzondering hierop is het cijferslot, waarbij niet een tool voor de ontsluiting zorgt, maar de kennis van een bepaalde code. (Wikipedia, 2008)

Slot

Een standaard slot met sleutel kan het sluitingsmechanisme van het product vergrendelen of ontgrendelen. Het slot zelf kan ingekocht worden, wat dit een effectieve, goedkope oplossing maakt, met tamelijk goede beveiliging.

Cijferslot

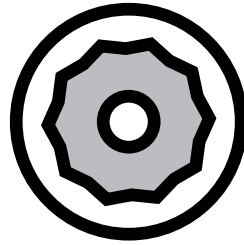
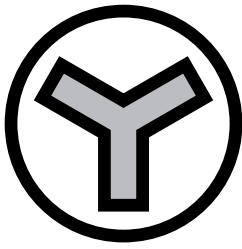
Een variatie op een gewoon slot waarbij het openen niet gebeurt met een sleutel, maar door een code in te stellen. Het instellen van de code manipuleert het mechaniek van het slot, zodat deze alleen geopend kan worden als de correcte code ingesteld staat.

Openingstool

Het sluitmechanisme is standaard vergrendeld, en alleen te openen met een speciaal ontworpen kunststof tool welke direct met het sluitmechanisme manipuleert. Deze optie is qua beveiliging gelijk aan een slot waarbij elke smartpoint met dezelfde sleutel te openen is. Het voordeel ten opzicht van deze optie is dat er geen slot ingekocht hoeft te worden. Daar staat tegenover dat de tool wel geproduceerd moet worden, maar deze kosten zullen lager liggen.

Schroevendraaier

Een breed scala aan zogenaamde 'veiligheidsschroeven' en bijbehorende schroevendraaiers is beschikbaar. Het idee hierachter is dat de vorm van de inkeping in de schroef niet algemeen is (dus geen kruiskop), en ook niet makkelijk te openen is met standaardgereedschap. Voorbeelden van dergelijke vormen zijn triwing figuur 15 en torx met pin figuur 16.



Figuur 14 - triwing schroefkop. Figuur 15 - torx met pin.

Lijm

Tot slot kan gedacht worden aan een vorm van beveiliging die niet omkeerbaar is in de vorm van lijm of kit. Door het loskoppelmechanisme vol te spuiten met lijm wordt het bijzonder lastig om het product te verwijderen zonder het te beschadigen.

Conclusie beveiliging

We moeten beseffen dat een slot niet meer is dan tijdvertraging. Als iemand vastbesloten is de smartpoint te verwijderen zal het hem toch wel lukken, hoe goed de beveiliging ook is. Het gaat er dan ook vooral om dit zo lastig te maken dat de gelegenheidsdief ervan af ziet.

Wat betreft het elektrisch openen: het openen op afstand kan alleen als de energie intern geleverd wordt. De kosten van het ontwikkelen van deze elektronica wegen niet op tegen de toegenomen functionaliteit. Als de energie extern geleverd moet worden moet de gebruiker fysiek aanwezig zijn, en is de functionaliteit dus vergelijkbaar met een goedkopere mechanische oplossing.

De mechanische oplossingen lijken dus het meest haalbaar, bij het kiezen van een specifieke oplossing moet de gewenste veiligheid tegen de kosten afgewogen worden, en rekening gehouden met de fysieke mogelijkheden binnen het ontwerp.

Draadloze techniek

Een belangrijk aspect van een sensornetwerk is de draadloze performance, oftewel, hoe sterk is het radiosignaal dat een bepaalde tag ontvangt. Deze signaalsterkte is sterk afhankelijk van de omgeving, bijvoorbeeld welke objecten zich bevinden tussen de tag en microrouter, grote oppervlaktes in de buurt van de tag, en vochtigheid.

De theorie die deze signaalsterkte voorspelt is bijzonder complex (Richards, 2008), en in de praktijk weinig bruikbaar omdat we in de transportsector te maken hebben met voortdurend wisselende omgevingen, door het verplaatsen van materialen, rondlopen van personen, enzovoorts.

Wat betreft het ontwikkelen van de behuizing kunnen we dus volstaan met een aantal simpele stelregels, te lezen in het programma van eisen, onder de kop 'Eisen m.b.t. oriëntatie antenne'

Sensors

De smartpoint tag biedt de mogelijkheid voor het aansluiten van een extra externe sensor, via de sensIO poort. Niet alleen zal de behuizing hier rekening mee moeten houden, maar ook moet hij een waterdichte behuizing bieden aan smartpoint en sensor, en de werking van de sensor niet hinderen.



Daarom volgt een bespreking van de verschillende types sensoren die aangesloten kunnen worden, hun eigenschappen en fysieke grootte.

Druksensor

In onze toepassing wordt de druksensor gebruikt om de status van deuren en vergelijkbare objecten uit de omgeving te bepalen. De sensor zelf is dan ook een simpele drukknop, welke met een kabeltje verbonden is met de SensIO poort van de smartpoint. Dit is in feite dezelfde situatie als bij een temperatuursensor met een extern meetelement.

Concurrentieanalyse

In deze fase wordt gekeken naar concurrenten van Ambient die in Europa opereren.

Aeroscout



Figuur 17 - Aeroscout producten.

Het systeem van aeroscout werkt ook op de 2.4 Ghz frequentie. Zij maken hier gebruik van door standaard Wifi routers voor de consumentenmarkt te gebruiken. Er worden dus alleen tags verkocht.

Behuizing

Aeroscout heeft momenteel twee series op de markt, met twee verschillende behuizingen. De oude versie heeft een clip aan de achterzijde voor bevestiging, en geen extra functionaliteit. De nieuwe versie is veel platter en komt in twee versies. De eerste versie is vooral bedoeld voor persoonsgebruik, er zit bovenaan een sleuf voor een nekstrap. De andere versie is bedoeld voor meer 'industriële' toepassingen. Deze tag is steviger, en heeft zowel boven als onder een sleuf en schroefgaten. Beide versies beschikken over twee drukknoppen.

Verder biedt aeroscout een clip aan om de tag aan een trailer te bevestigen, en een voertuighanger. (RFIDglobal, 2008)

Accsense

Accsense biedt sensors zonder lokalisatie. Ze hebben daarom geen uitgebreide netwerkstructuur nodig, slechts een enkele gateway die de signalen van alle nodes opvangt. De nodes moeten daarom over grotere afstand kunnen ontvangen en verzenden, dit verklaart de forse antennes. De nodes kunnen uitgerust worden met een interne temperatuursensor, of met een aansluiting voor een breed scala aan externe sensors. Ze zijn bedoeld om belangrijke apparatuur te monitoren.

Behuizing

Voor de node is een behuizing in twee variaties mogelijk, met of zonder mogelijkheid voor het aansluiten van een externe sensor. Deze sensor wordt verder niet beschermd. De behuizing is niet waterdicht.

Voor de bevestiging van de nodes aan een oppervlakte is een losse clip beschikbaar. Aan deze clip kan vervolgens weer een hulpstuk geschroefd worden waardoor het geheel aan een standaard rails bevestigd kan worden. (Accsense, 2008)



Ubisense

De tags van Ubisense maken gebruik van ultra-wideband radio communicatie, en bieden als voornaamste feature nauwkeurige lokalisatie in kleine omgevingen, waar de benodigde infrastructuur aangebracht is.

Behuizing

Voor de tag zijn twee behuizingen beschikbaar. Een groot dun model, en een kleinere dikkere. De kleine variant heeft een drukknop en een led, de dunne heeft twee knoppen, twee leds en een kleine speaker. De dunne is vooral geschikt voor het volgen van personen.

Bevestiging

Voor de bevestiging van de tags is een nekstrap beschikbaar, een plakstrip, en een clip die gebruik maakt van schroeven, magnetisme of industriële klittenband. (Ubisense, 2008)

Sensite-solutions

Ook sensite is een aanbieder van draadloze sensornodes met lokalisatie. Ze kunnen in verschillende versie temperatuur en luchtvochtigheid monitoren.

Behuizing

Voor de behuizing van hun tags heeft Sensite gekozen voor een ronde behuizing van minimale grootte, die vervolgens met een plakstrip op verschillende plaatsen geplakt kan worden. De behuizing heeft geen extra functionaliteiten. (Sensite Solutions, 2008)



Conclusie concurrentieanalyse

Elke van deze fabrikanten heeft een behuizing die dezelfde hoofdfuncties moet vervullen als het te ontwikkelen product, namelijk bescherming en bevestiging van de elektronica van de sensornode. Alle fabrikanten hebben gekozen voor een behuizing met minimale grootte voor alleen de sensornode, bevestiging gebeurt met losse uitbreidingsstukken op deze standaardbehuizing.

Bevestiging

Zoals opgemerkt kiezen de concurrenten voor verschillende uitbreidingsstukken voor specifieke bevestigingssituaties.

- Voor persoonsgebruik worden nekstraps en riemclips aangeboden.
- Voor vaste bevestiging zijn er diverse clips voor vastschroeven, bevestigen aan rails of trailers, en plakstrips. Ook kunnen sommige van de beschouwde producten direct vastgeschroefd worden.
- Voor niet-permanente bevestiging noemt Ubisense magneten of klittenband, maar voorbeelden hiervan zijn niet beschikbaar.

Extra functionaliteiten

Extra functionaliteiten zoals drukknoppen of leds zitten in alle gevallen integraal in de behuizing verwerkt, waardoor verdere uitbreiding niet mogelijk is. In de behuizing van Ambient kan een poort vrijgesneden worden, waarmee willekeurige uitbreidingen mogelijk worden, maar de waterdichtheid niet meer gegarandeerd is.

Programma van eisen

Uit de cases, de bijbehorende analyses, en in overleg met de opdrachtgever zijn de volgende eisen vastgesteld. Punten die direct voortvloeien uit een bepaalde case zijn gemarkeerd met de volgende kleurcodering:

• Lamberet • Transquest • Ziekenhuis • Stena-line • Aviar

Eisen algemeen

- Het product maakt het mogelijk een smartpoint te bevestigen aan:
 - o een rolcontainer: • •
 - een gaas, met mazen tussen de 50x50 mm en 200x200 mm
 - o de binnenzijde van een oplegger •
 - een verticale buis, diameter tussen de 20 en 80 mm
 - een bevestigingsring, diameter ± 80 mm, dikte ± 20 mm
 - o de buitenzijde van een zeecontainer •
 - een verticale buis, diameter ± 30 mm

- o een ziekenhuisbed • •
 - een verticale of horizontale buis, diameter tussen 20mm en 40mm
- Het product moet onder normale omstandigheden minimaal 5 jaar zonder onderhoud bevestigd blijven:

Als de container in het vervoer net zo behandeld wordt alsof er geen smartpoint aanwezig is, mag het product noch door trillingen, noch door afschuiving loslaten gedurende vijf jaar. •
- Het product moet weerbestendig zijn:

De interne elektronische componenten worden in voldoende mate vochtvrij gehouden onder normale weersomstandigheden zoals regen en sneeuw. •
- Het product moet goed zichtbaar zijn:

Het product is vanaf 50 meter met het blote oog herkenbaar. • •
- Het product biedt een mogelijkheid voor het afgeven van merkbaar signaal.

Bijvoorbeeld: een bepaalde module biedt via licht of geluid de mogelijkheid een signaal te geven aan vervoerders als hij bij de verkeerde poort afgezet wordt. • •
- Het product beperkt de mogelijkheid van het aansluiten van een extra sensor op de smartpoint niet. • •
- In een oplage van 100 000 stuks kost het product met minimale functionaliteit (alleen bevestiging) niet meer dan 50 cent. • • • • •
- Het bevestigen of verwijderen van het product kost niet meer dan 2 minuten. • • • •
- Het verwijderen van het product is beveiligd tegen gelegenheidsdieven. • •

Eisen m.b.t. oriëntatie antenne

- Zorg dat de interne antenne zo ver mogelijk verwijderd is van grote, met name metalen, objecten.
- Zorg dat de interne antenne zich aan de 'buitenkant' bevindt, dus niet ingesloten wordt tussen het pcb en een object.
- De antenne kan zich beter verticaal dan horizontaal bevinden.

Wensen algemeen

- Het product maakt zinvol gebruik van de reeds ontwikkelde behuizing voor de smartpoints.
- In een oplage van 100 000 stuks kost het product met minimale functionaliteit (alleen bevestiging) niet meer dan 10 cent. • • • • •
- Het product is te bevestigen en te verwijderen zonder gebruik van gereedschap. • • • •
- Het product is binnen 30 seconden te bevestigen of verwijderen. • • •
- Het product is modulair, zodat extra functionaliteit naar wens wel of niet bijgeleverd kan worden, waardoor de kostprijs laag gehouden kan worden als er weinig functionaliteit benodigd is. • •
- De smartpoint in het product is te vervangen wanneer de batterij op is. •

Een lage kostprijs is voor alle partijen belangrijk, dit zal dus een belangrijk thema zijn in het verdere ontwerp.

Functieanalyse

Primair

- Bevestigen smartpoint.
 - o Bevestigen product aan objecten zoals genoemd in programma van eisen.
 - o Bevestigen smartpoint aan product.
- Beschermen elektronica tegen weersinvloeden.

Secundair

- Ruimte bieden aan extra sensor.
- Afgeven signaal aan gebruiker.
- Losmaken smartpoint beveiligen.

Conceptfase

Terugblikkend op de concurrentieanalyse valt op dat geen van de concurrenten een behuizing of uitbreiding biedt die bevestiging in een breed scala van omgevingen mogelijk maakt. Tevens zijn de meeste bevestigingen niet makkelijk of snel loshaalbaar. Hier ligt duidelijk een kans voor Ambient om zich te onderscheiden.

Verder zijn extra functionaliteiten bij de concurrent in alle gevallen vast en niet uitwisselbaar. Door het aansluiten van extra componenten gemakkelijk te maken in de nieuwe behuizing kunnen willekeurige uitbreidingen goedkoop toegepast worden. Hierdoor kan Ambient makkelijker dan de concurrent aan buitengewone wensen van de klant voldoen, of een omgeving met gevarieerde eisen ondersteunen.

Samenvattend zal het concept dat in deze fase ontwikkeld wordt een makkelijk losneembare, flexibele clip moeten zijn, die de mogelijkheid van het aansluiten van extra sensors zoveel mogelijk uitbuit.

Morfologisch schema

Het ontwikkelen van de concepten is begonnen met het opstellen van een morfologisch schema, waarvoor zoveel mogelijk manieren bedacht zijn om de functies van het product te vervullen.

1. bevestigen



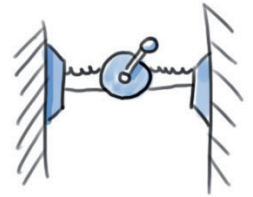
zuignap



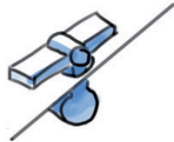
actieve zuignap



hanger om
horizontale buis



klemmen tussen
twee solide opper-
vlakken



uitzetten door gat



klemmen met
scharnierpunt



klemmen met
tandheugel



ruimte voor verschil-
lende buizen bij
klemmen



klemmen met
bout en moer



klikverbinding



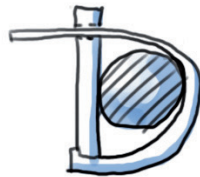
magnetisch



wisselende
schroefdraad



klemmen met
flexibiliteit & klik



klemmen met
strap



tie-wraps

2. waarschuwen



geluid



L.E.D.'s



zwaailamp

3. combinatie smartpoint



integratie



extern vastklemmen

4. beveiligen



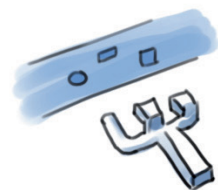
slot



lijm



veiligheidsschroef

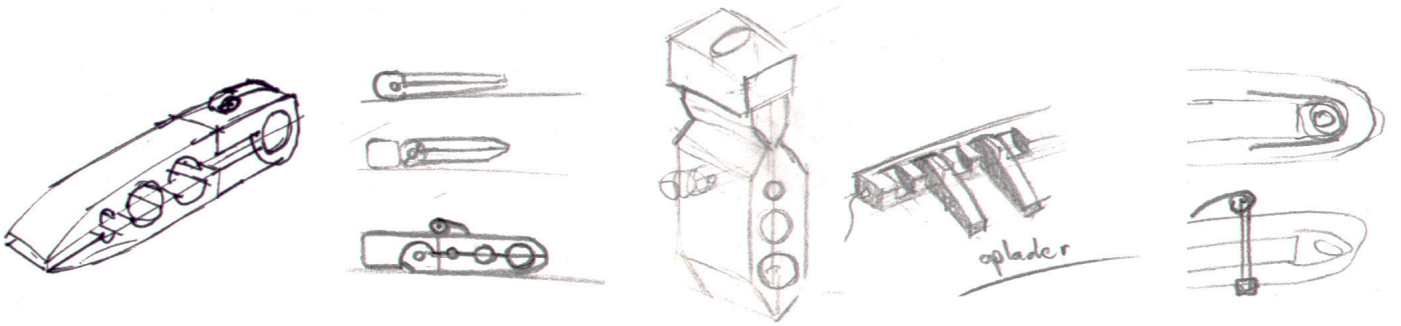


custom tool

Figuur 21 - morfologisch schema.

Conceptgeneratie

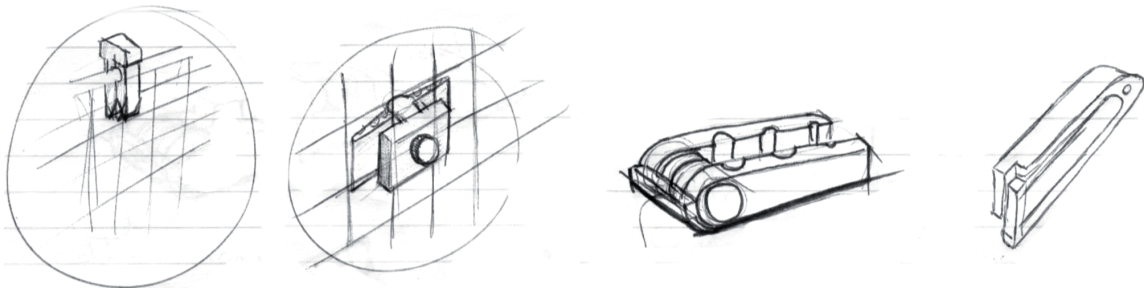
Na het opstellen van dit morfologisch schema is een aantal concepten gegenereerd, hier een selectie uit de ontwerpen die het niet gehaald hebben.



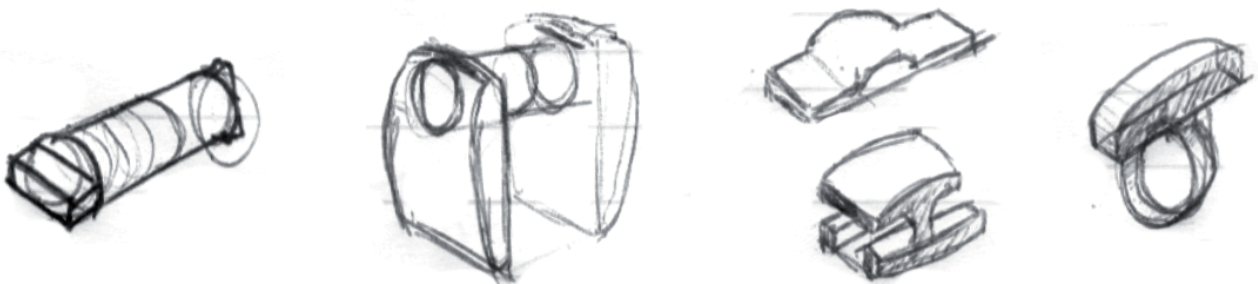
Figuur 22 - Een geveerde klem met uitsparingen die bevestigen aan buizen en op rolcontainers makkelijk maakt.



Figuur 23 - Een schroefklem in diverse vormen, met beveiliging tegen terugschieten.



Figuur 24 - Een ontwerp dat door de mazen van een hekwerk gestoken kan worden, en vastgeklemd.



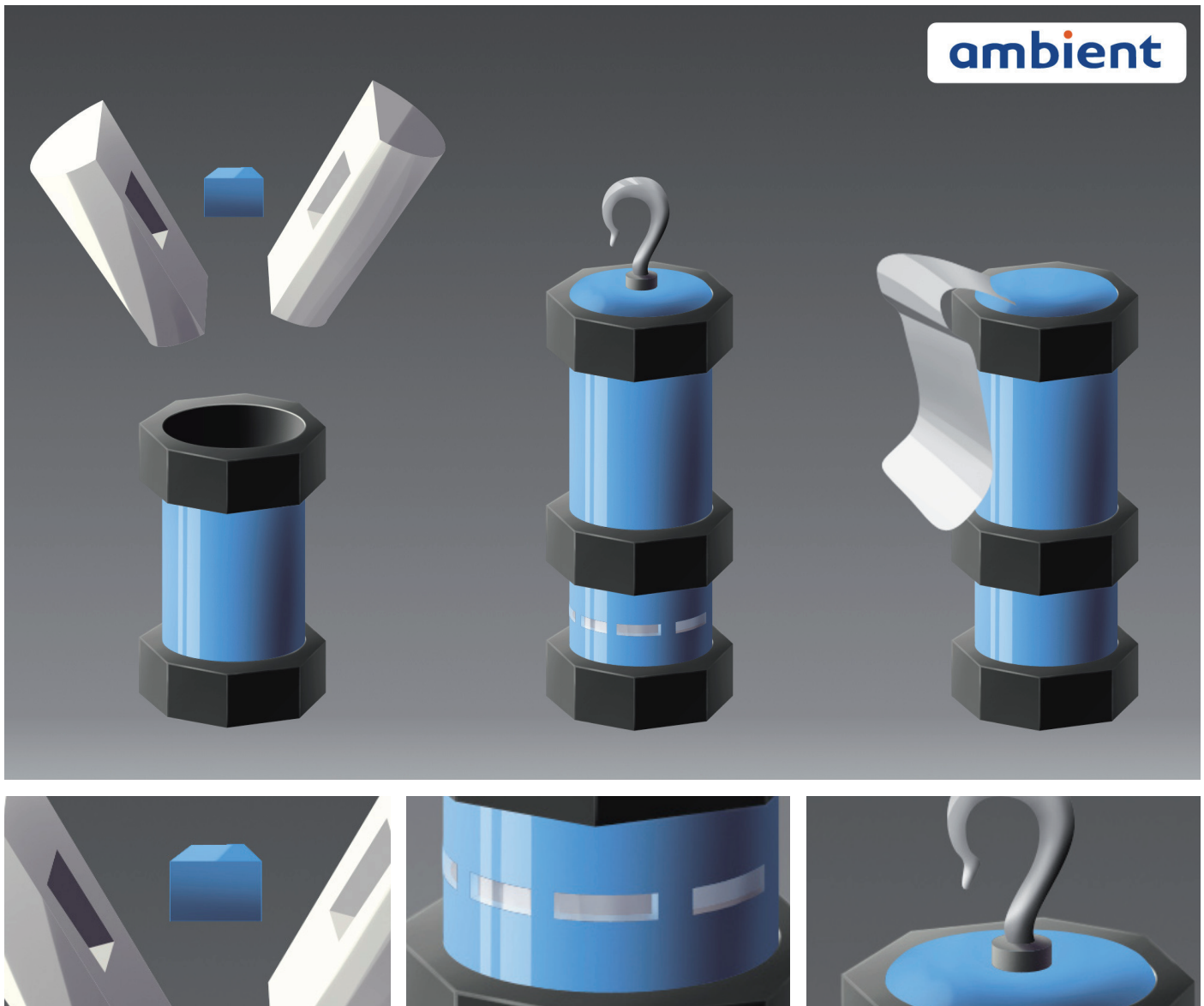
Figuur 25 - Een grote schroefdraad, met wisselbare bevestigingsvlakken, en een 'inlay' die de electronica bevat.

Uit de ruwe schetsen zijn uiteindelijk de volgende drie concepten met voldoende potentie gekozen, uitgewerkt, en gepresenteerd aan de opdrachtgever voor een keuze.

Concept 1 (figuur 26)

Dit concept speelt zoveel mogelijk in op het modulaire aspect. Er is een basisgedeelte waar de smart-point in zit, en door middel van schroefdraden in de zwarte tussenstukken kunnen hier verschillende andere delen aan bevestigd worden. Hierbij kan gedacht worden aan extra modules die gebruik maken van de sensIO poort, maar ook aan verschillende bevestigingsmethoden, bijvoorbeeld de haak en clip die hier weergegeven zijn.

- + bijzonder modulaair, uitbreidingen zijn makkelijk en goedkoop te produceren
- + makkelijk waterdicht te maken
- + verschillende soorten bevestiging kunnen voor brede toepasbaarheid zorgen
- ronde vorm van schroefdraad zorgt ervoor dat het ontwerp groter uitvalt dan minimaal nodig is door de smartpoint.



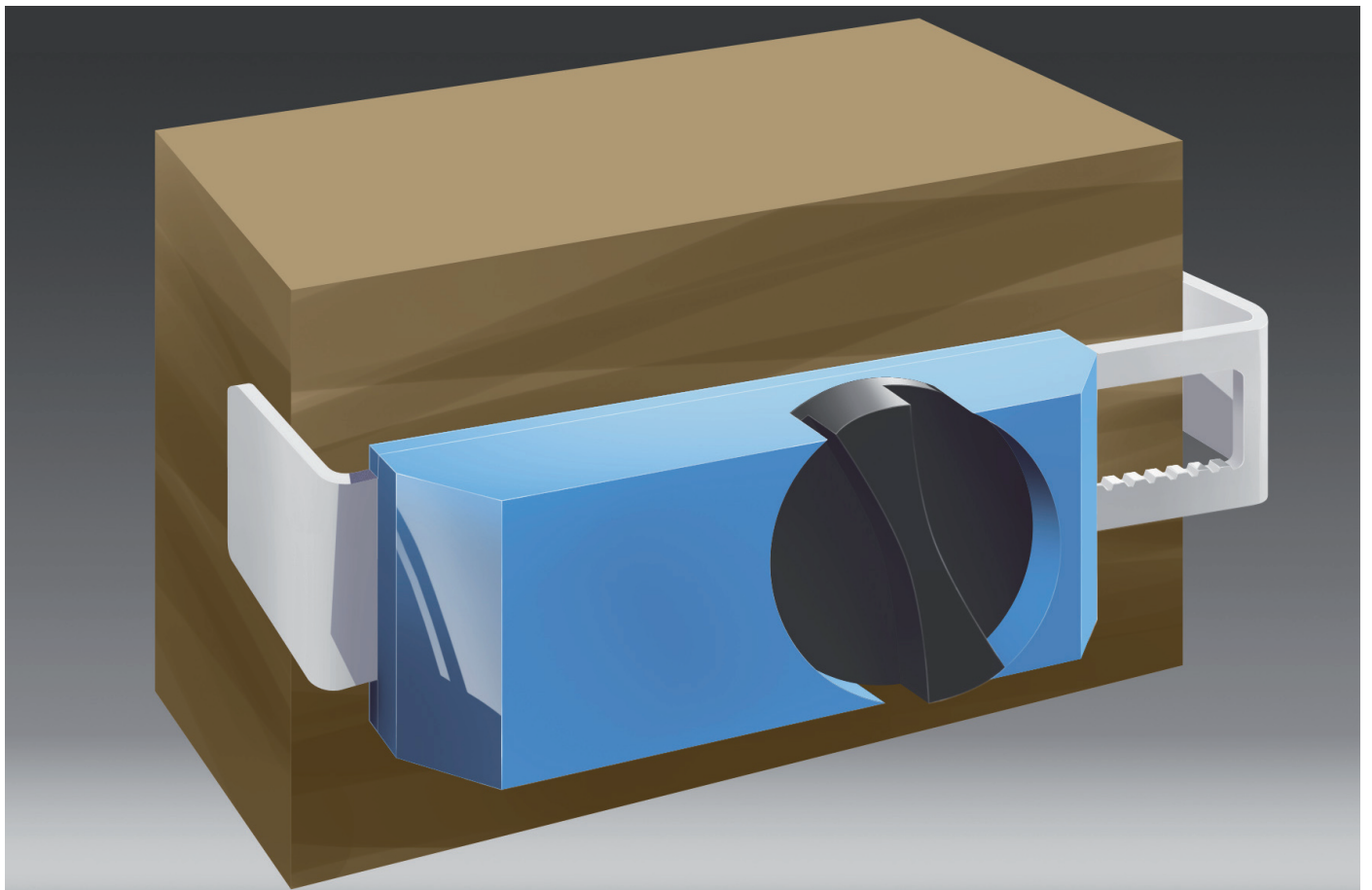
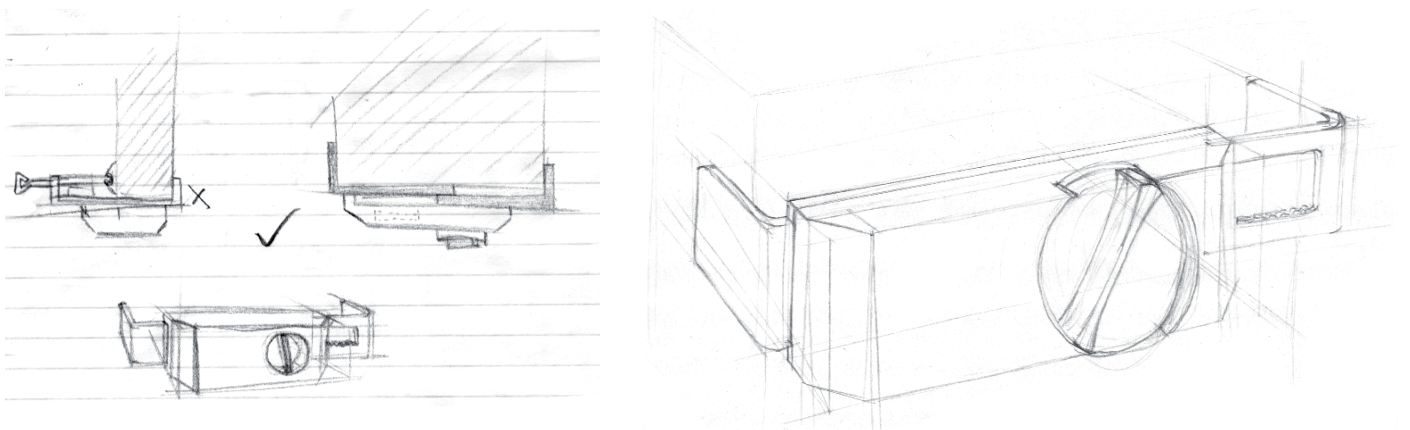
Figuur 26 - concept 1.

Concept 2

Aangezien in een groot gedeelte van de gevallen pallets gebruikt worden in de containers kan een klem die hieraan bevestigd wordt ook een groot deel van de eisen vervullen. Dit product kan vastgeklemd worden aan het blok hout dat in een pallet de boven- en onderkant bij elkaar houdt. Een tandheugel en een tandwiel dat standaard in één rotatierichting tegen gehouden wordt zorgen voor het klemmechanisme. De uiteinden van de stalen beugels bevatten scherpe tandjes of rubber om afglijden tegen te gaan.

Tevens zorgt de dikte van de tanden van een vorkheftruck ervoor dat het product hier niet geraakt wordt tijdens het verplaatsen.

- + door richten op pallets valt de complexiteit van de verschillende containers weg
- kan slechts zeer beperkt toegepast worden als er geen pallets gebruikt worden voor het vervoer
- de positie dicht bij de grond beïnvloed de draadloze performance nadelig

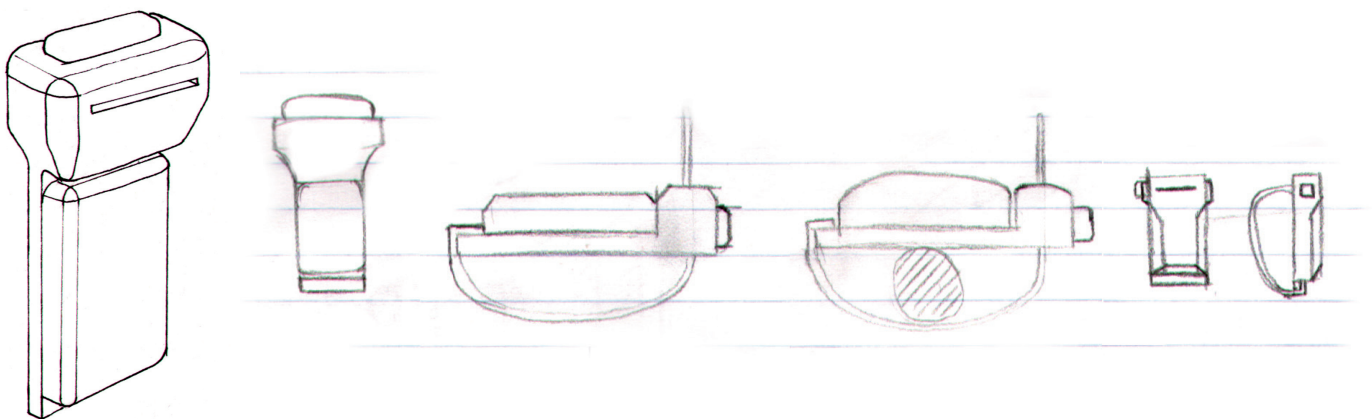
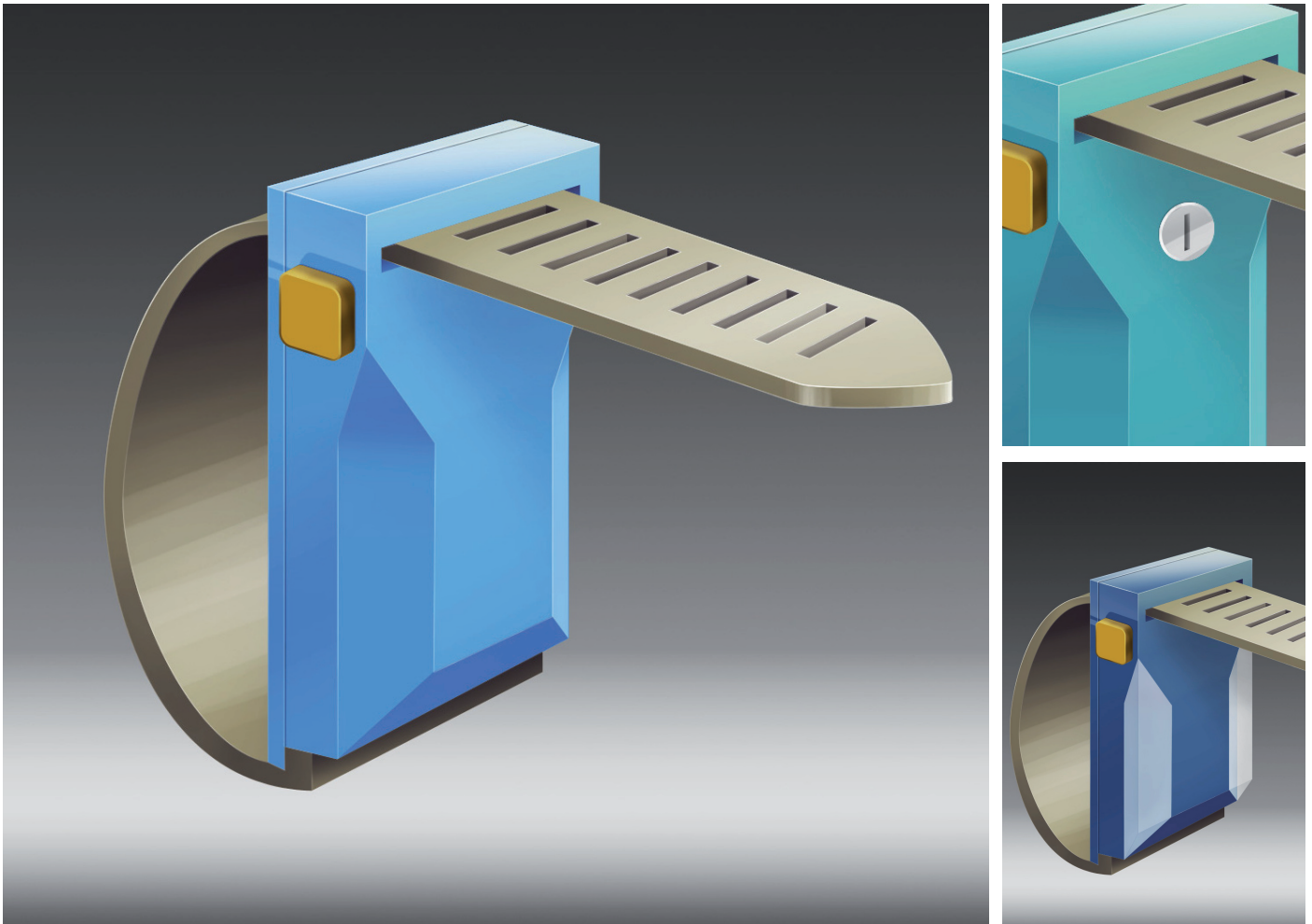


Figuur 27 - concept 2.

Concept 3

Het belangrijkste element aan dit ontwerp is de flexibele riem die het mogelijk maakt het ontwerp aan een balk of buis te bevestigen. Een klikmechanisme zorgt ervoor dat de riem niet terugschuift. Via een knop kan het geheel weer losgemaakt worden. De voorkant kan vervangen worden om functionaliteit toe te voegen. In onderstaande figuur is te zien: een versie die met een slot vastgezet kan worden, en een versie die via de leds in de voorkant een signaal kan geven.

- + mechanisch simpel
 - + kan goedkoop geproduceerd worden
 - + gaat niet snel stuk
- + kan in veel situaties bevestigd worden: rolcontainer, sjorhaken in zeecontainer, enz.



Figuur 28 - concept 3.

Conceptkeuze

Na presentatie van deze concepten is in overleg een concept gekozen. Hierbij werd gekeken naar het programma van eisen, waarbij de eis voor bevestiging aan verschillende voorwerpen en de kostprijs zwaartepunten vormden. Op alletwee komt concept 3 het beste uit de bus. De eenvoudige constructie is te realiseren met weinig onderdelen, en zonder dure materialen, wat de kostprijs ten goede komt. Verder is het bevestigen in alle omgevingen mogelijk.

Concept 2 bleek toch te beperkt voor de wensen van de opdrachtgever. Flexibiliteit was immers een van de hoofdeisen, en die bezit dit concept slechts in zeer geringe mate.

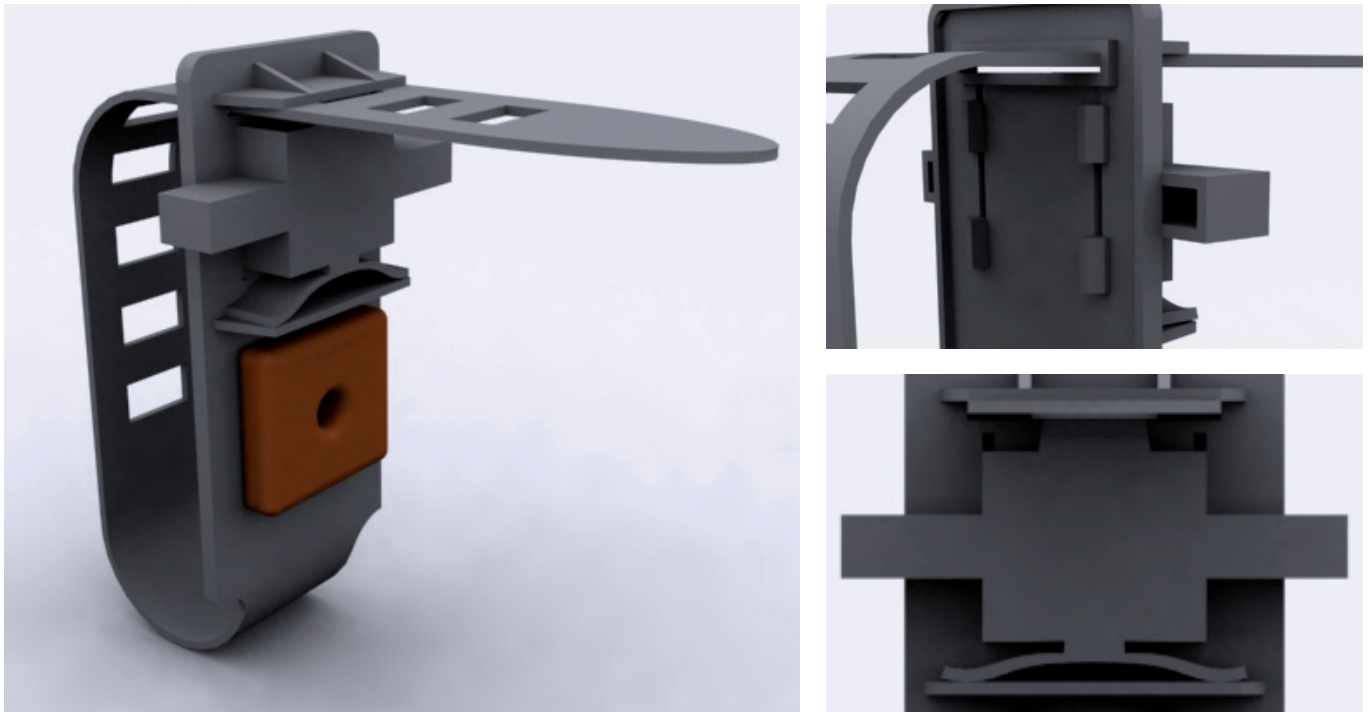
De keuze tussen concept 1 en 3 bleek lastiger. De nadruk bij de eerste ligt op flexibiliteit, door het aan kunnen koppelen van verschillende modules kan het ontwerp aangepast worden aan zeer diverse omstandigheden en soorten gebruik. Concept 3 is daarentegen meer gericht op minimalisering van de kostprijs. De opdrachtgever vond deze factor uiteindelijk belangrijker.

Op basis hiervan is gekozen om door te gaan met concept 3.

Uitwerking gekozen concept

Ontwerpen is een iteratief process, en het ontwerp heeft dan ook meerdere vormen gekend voor de uiteindelijke versie.

De eerste versie is een directe uitwerking van het technische werkingsprincipe van het gekozen concept. Aan vormgeving is geen enkele aandacht besteed. We zien in figuur 29 dat de riem en bevestigingsplaat samengesmolten zijn tot een enkel onderdeel. Een extra onderdeel verzorgt de 'klikfunctie', er wordt gebruikgemaakt van de natuurlijke veerkracht in de kunststof. Met slechts twee onderdelen is zo de basisfunctionaliteit al verwezenlijkt. De plaats van de smartpoint is aangegeven door het oranje onderdeel.



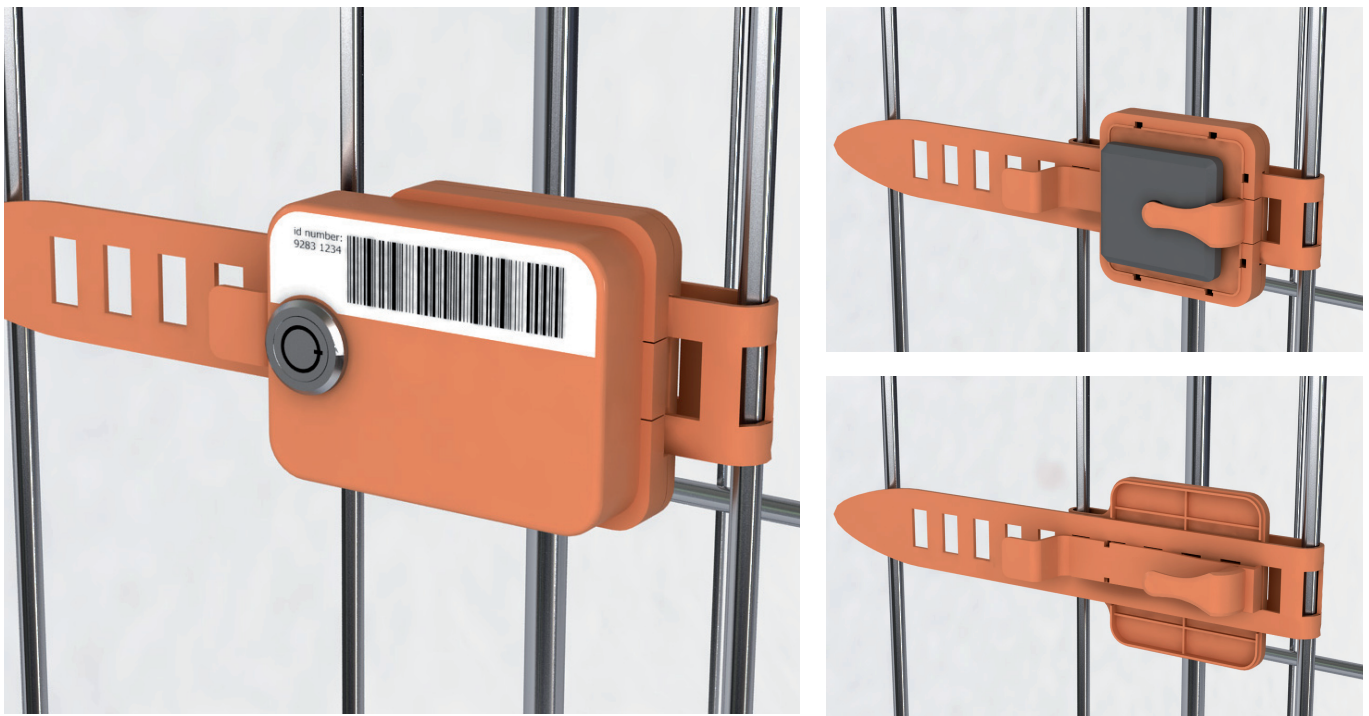
Figuur 29 - uitwerking werkingsprincipe.

Al snel werd het echter duidelijk dat een gelaagde versie een ruimtebesparing op zou kunnen leveren. Dat resulteerde in het model zoals weergegeven in figuur 30. Het werkingsprincipe is hetzelfde als bovenstaande versie, alleen wordt de band nu evenwijdig aan de achterplaat ingestoken, en zit de smartpoint boven, in plaats van naast het klikmechanisme. Zoals in het oorspronkelijke concept kan de overkapping aangepast worden naar gelang de extra functionaliteit die vereist is.



Figuur 30 - model met gelaagde opbouw.

De afbeelding die we hier zien (figuur 31) is iets uitgewerkt voor een van de channel partners, die hiermee een groot project binnen hoopte te slepen. De overkapping heeft extra functionaliteit in de vorm van een slot.



Figuur 31 - uitwerking gelaagd model.

Detailleringsfase

Aanpassing bevestigingssysteem

Hierna is nog eens kritisch naar het bevestigingssysteem gekeken. Mijn begeleider op de UT suggereerde het gebruik van tie-wraps.

De voordelen en nadelen van deze mogelijkheid ten opzichte van het systeem met riem zoals hierboven getoond, zijn zorgvuldig afgewogen:

Voordelen

- bredere toepasbaarheid door gebruik verschillende lengte tie-wraps, en geen beperking door de breedte van de vastmaak-'band' van het vorige concept
- minder foutgevoelig/steviger door simpelere mechaniek
- uitstekende eindjes kunnen afgeknipt worden, wat er beter uitziet en waardoor deze niet ergens kunnen blijven haken
- bij het oude concept kon de riem vastgetrokken worden in een aantal 'stapjes', dit is nu praktisch staploos, waardoor steviger bevestigd kan worden

Nadelen

- verwijderen kan niet meer zonder gereedschap
- er zijn telkens nieuwe tie-wraps nodig voor het bevestigen



Besloten wordt dat de voordelen opwegen tegen de nadelen, en om het bevestigingssysteem te veranderen naar een systeem met tie-wraps. Deze stap is gecombineerd met het ontwikkelen van de vormgeving, en wordt in het volgende hoofdstuk besproken.

Vormgeving

Vormgeving bestaat uit een aantal aspecten. Ten eerste is er globale vorm en oppervlakedetails, dan is er materiaalgebruik en structuur, en ten slotte kleur.

Bij de opdrachtgever is weinig kennis op het gebied van vormgeving. Er is geen huisstijl om vanuit te gaan, en het enige product waarbij vorm een rol speelt (de behuizing van de smartpoint) is ontwikkeld door een extern bedrijf. Daarom is ervoor gekozen om in overleg met de opdrachtgever zelf een richting te bepalen.

Globale vorm en oppervlakedetails

Omdat er zoals gezegd weinig kennis op dit gebied is, moest een simpele, duidelijke methode bedacht worden om een stijl voor het product te kiezen in samenwerking met de opdrachtgever. Ik heb gekozen dit te doen aan de hand van vormgeving van bestaande producten. Er zijn zes producten uitgekozen die met gevarieerde vormgeving te vinden zijn. Van elk van deze producten zijn drie varianten gezocht, met een uiteenlopende vormgeving. Over het algemeen zijn de gekozen ontwerpen te verdelen in deze drie klassen:

Globale vormgeving:

- Organisch & natuurlijk
 - Vloeiende lijnen bij materiaalovergangen, geen harde hoeken.
- Functioneel & simpel

- o “Form follows function”, simpele geometrische vormen aan de hand van de componenten.
- Stoer & robuust
 - o Duidelijke, grote volumes zonder ‘doorkijkjes’.

Oppervlakedetails:

- Strak & glad
- Organisch
- Druk & geometrisch

De opdrachtgever is gevraagd om vooral te kijken naar de vormgeving, en kleur, materiaalgebruik en functie zoveel mogelijk te negeren. Om te voorkomen dat de opdrachtgever zich laat beïnvloeden is waar mogelijk gekozen voor producten met dezelfde basiskleur, waar dit niet kon zijn de afbeeldingen zwart-wit gemaakt. Om eventuele merkbewustheid geen invloed te laten hebben zijn de merkjes van de afbeeldingen verwijderd.

In bijlage 1 zijn de mogelijkheden te zien en degene die de opdrachtgever koos. Het volgende bleek uit zijn keuzes en opmerkingen.

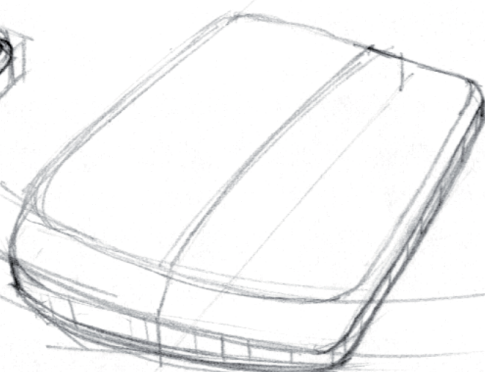
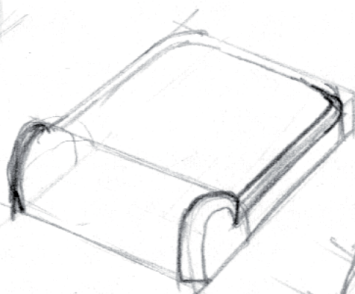
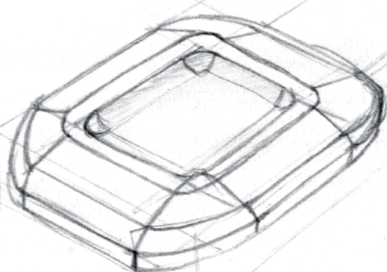
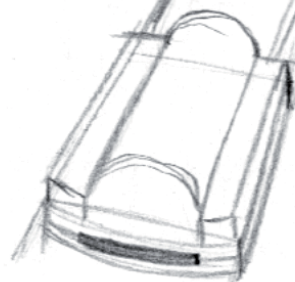
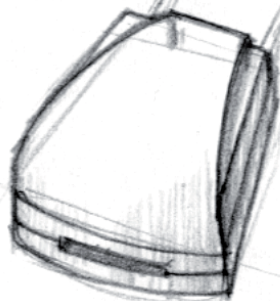
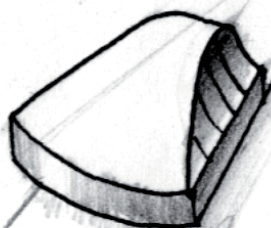
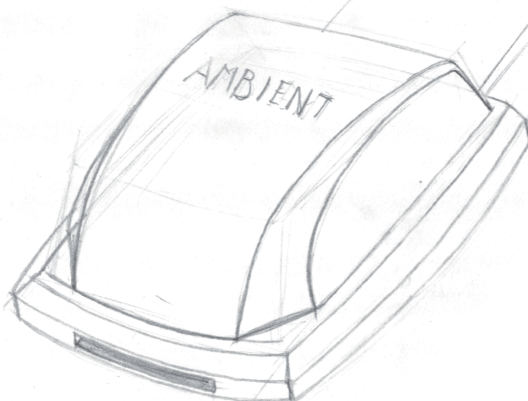
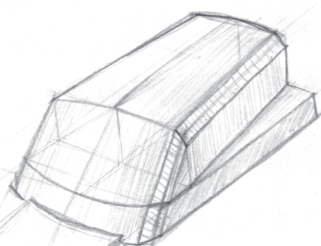
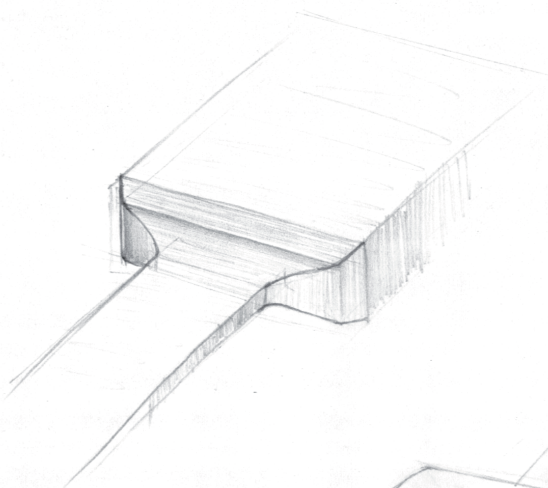
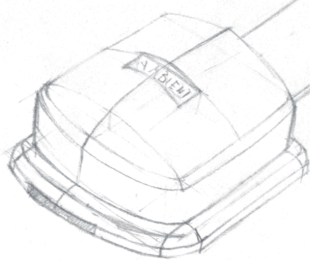
Voor de globale vorm gaat de voorkeur uit naar een balans tussen organisch en robuust. Er is voor robuust gekozen omdat dit het best aansluit bij de doelgroep, bedrijven in de transportsector. Voor de oppervlakedetails kwam een duidelijke voorkeur voor strak & glad aan het licht. Een minimaal aantal verbrekingsen van de oppervlakte zorgt voor de duidelijke, zakelijke uitstraling waarnaar gestreefd wordt.

Aan de hand van de gemaakte keuzes is het volgende collage samengesteld. Dit collage geeft alleen richting aan het uiteindelijke ontwerp wat betreft **vorm en detaillering**, kleur speelt daarom geen belangrijke rol in dit collage.

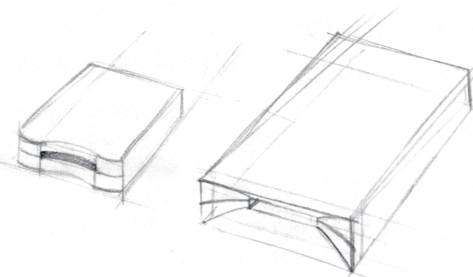
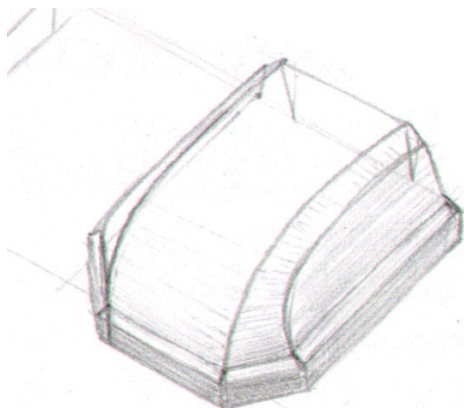
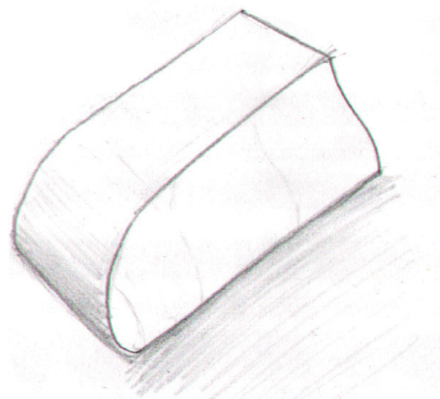
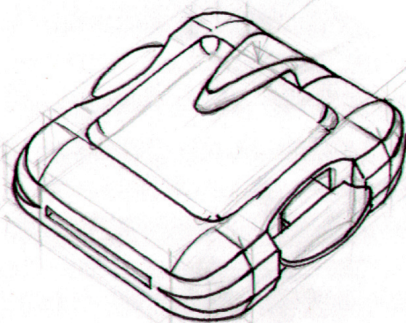
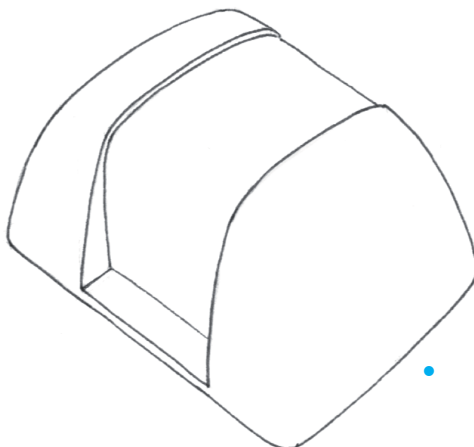
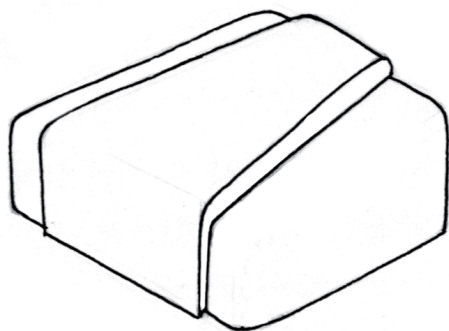
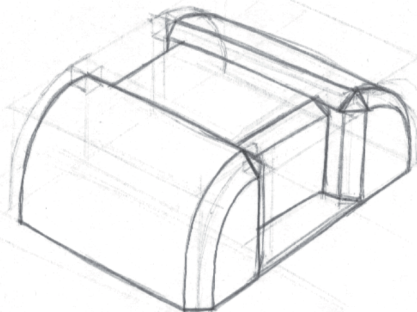
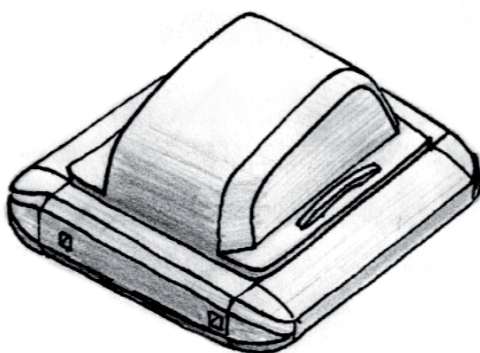
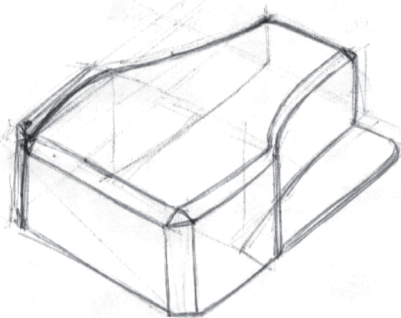
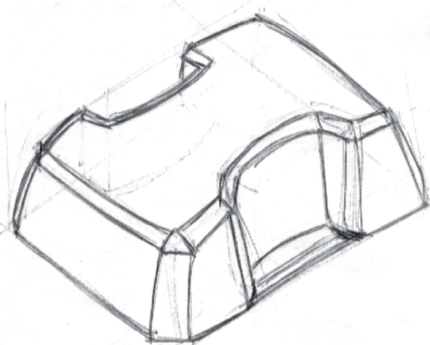
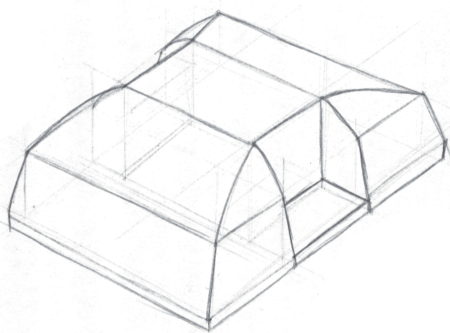
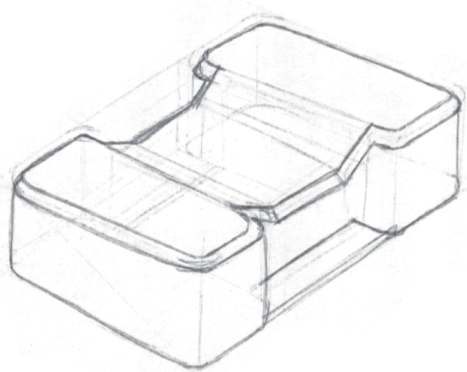


Figuur 32 - collage vormgeving.

Aan de hand van dit collage en de input van de opdrachtgever over dit onderwerp is een aantal schetsen gemaakt om de richting van de vormgeving te bepalen. (figuur 33)



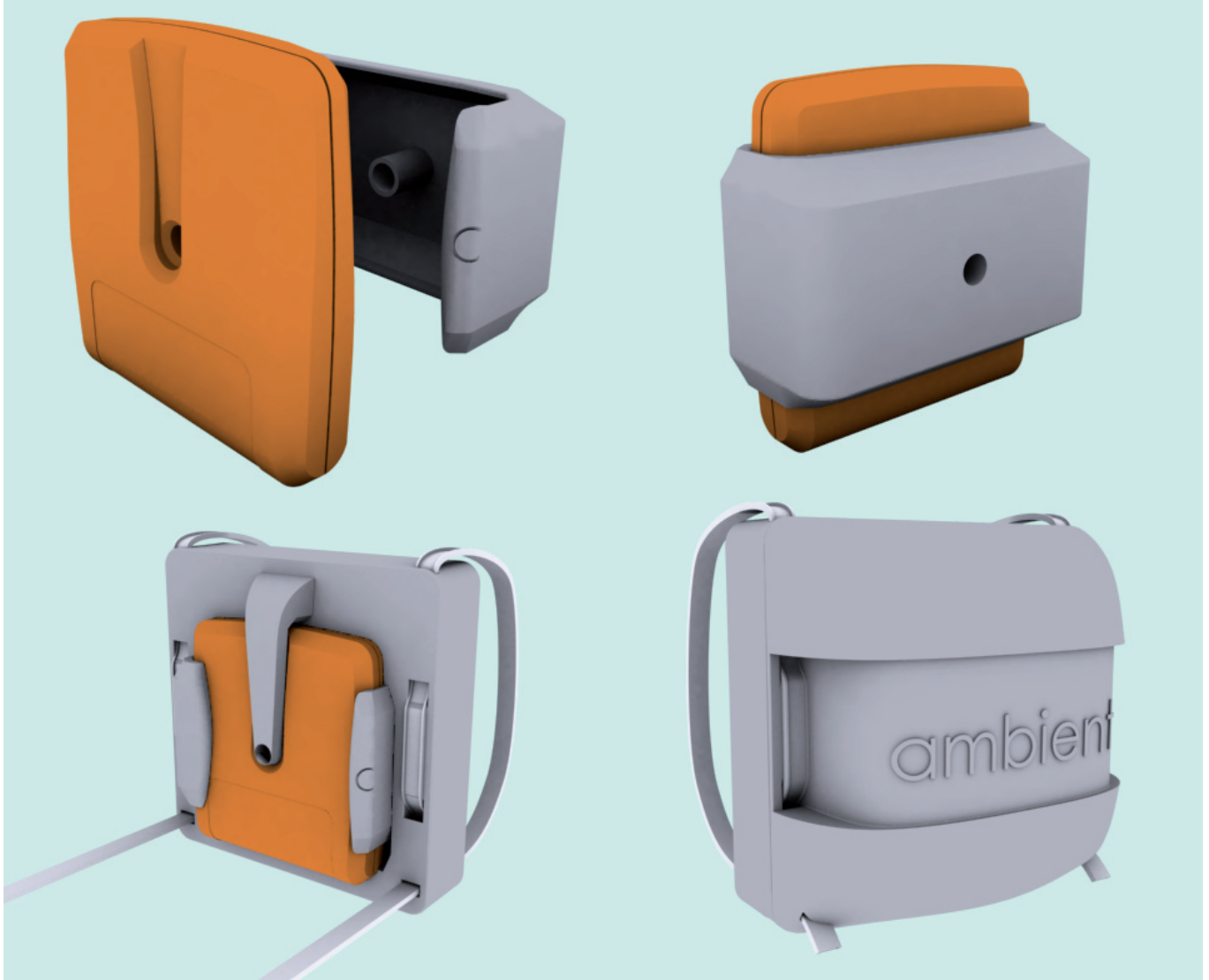
Figuur 33 - schetsen vormgeving.



Figuur 33 vervolgd.

Van deze varianten is gekozen voor de optie gemarkeerd met • omdat deze het beste aansluit bij het thema van de vormgeving: 'organisch & robuust'.

Met deze vorm is een digitaal model uitgewerkt dat te zien is in figuur 34. De werking is als volgt: om de smartpoint wordt een clip geklikt. Deze dient als connector met de sensIO poort, en biedt ruimte aan een kleine sensor. Dit geheel kan op de gewenste plaats vastgeschroefd worden, of in een achterplaat geklikt. Deze achterplaat kan met tie-wraps bevestigd worden. Zoals eerder biedt een overkapping ruimte aan grotere sensoren. De overkapping wordt stevig tegen de achterplaat geklemd door dezelfde tie-wraps.

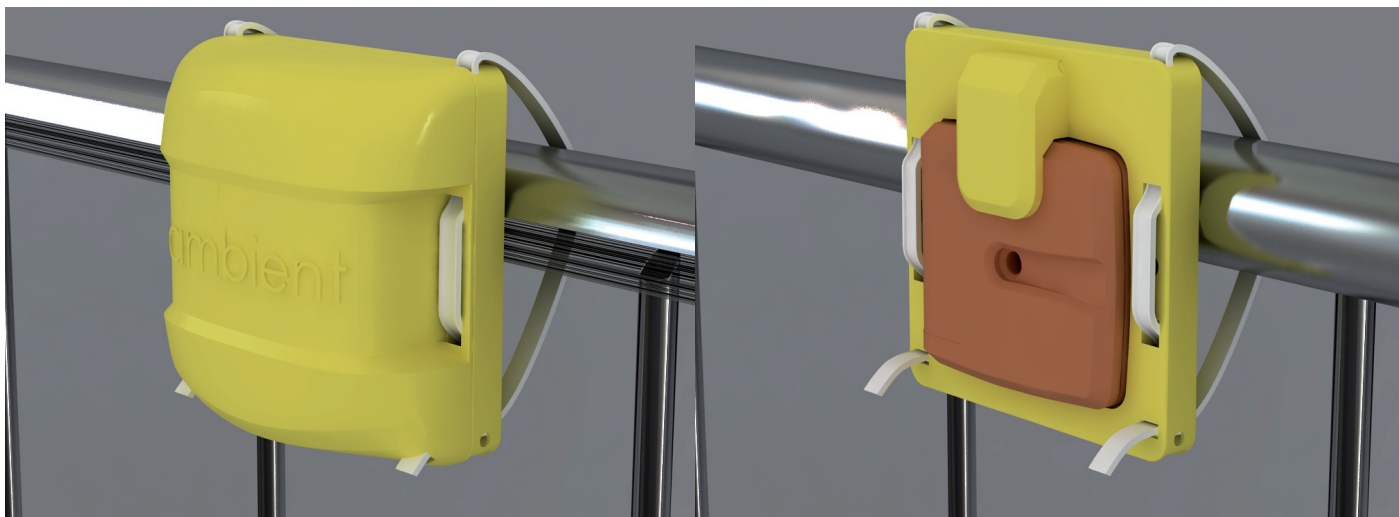


Figuur 34.

Dit concept is aan de opdrachtgever gepresenteerd. Deze was in principe tevreden, ook met de overgang naar tie-wraps, maar had wel de volgende aanmerkingen:

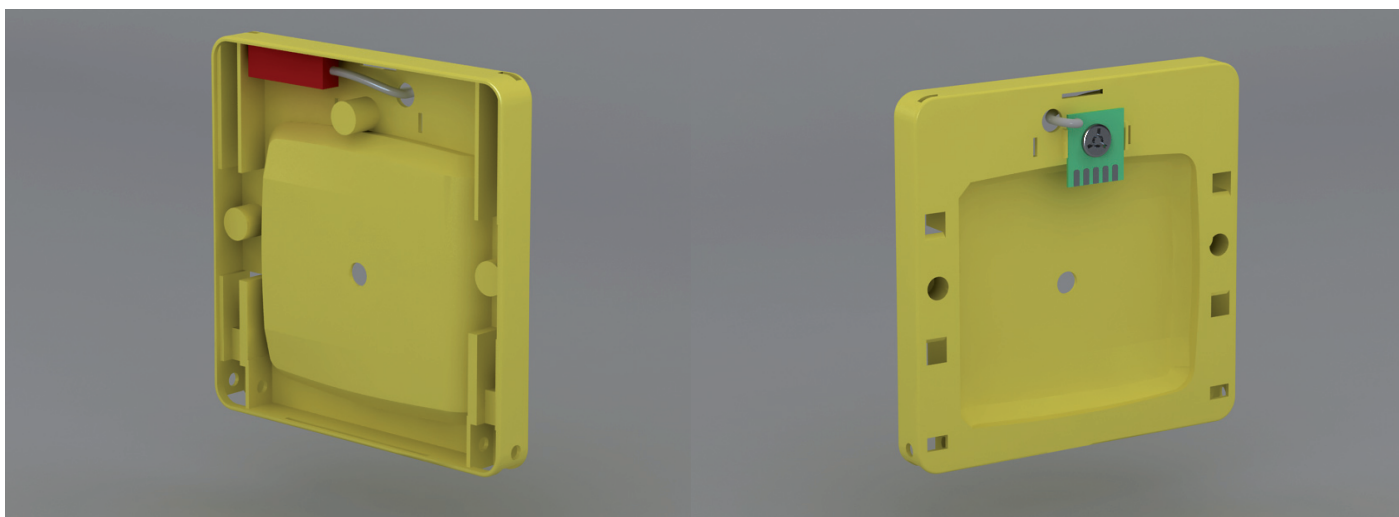
- De clip om de smartpoint heen is overbodig
- De vormgeving van de overkapping sluit niet voldoende aan bij die van de smartpoint-behuizing, deze zou iets eleganter moeten zijn.

Aangezien dit beide valide punten zijn, is het concept hierop aangepast. De uiteindelijke versie van het concept is te zien in figuur 35. De clip is weggelaten, en de smartpoint kan nu direct in de onderplaat geklikt worden.



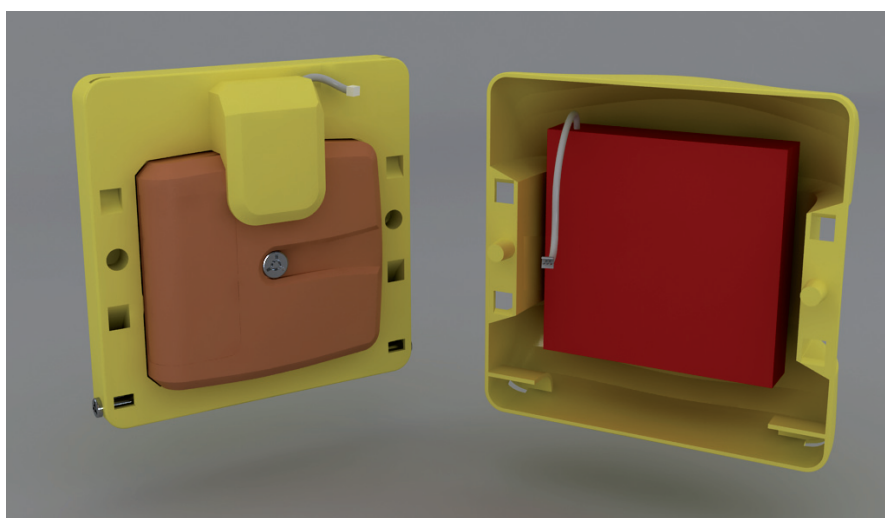
Figuur 35 - model definitief concept.

Hierbij kan de sensIO poort aangesloten worden, in de achterplaat is tevens ruimte voor een kleine sensor (figuur 36).

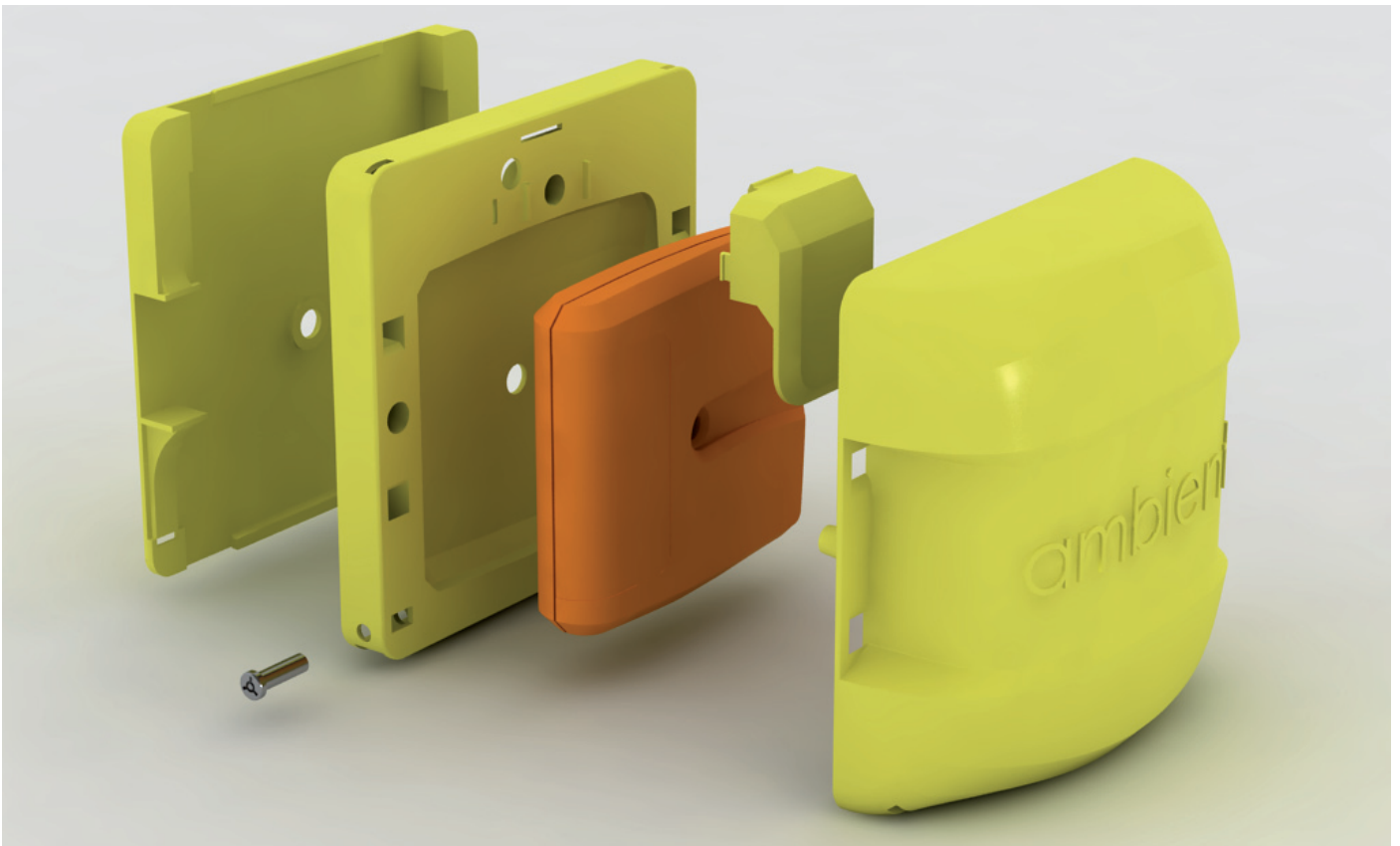


Figuur 36 - plaatsing kleine sensor in achterplaat & aansluiting op smartpoint.

Het aansluitingsstukje voor de sensIO poort wordt vastgeschroefd op de achterplaat, en bedekt met een onderdeel dat we vanaf hier de lip zullen noemen. Deze lip houdt tevens de smartpoint op zijn plaats. Een overkapping biedt ruimte aan grotere extra onderdelen. (figuur 37)



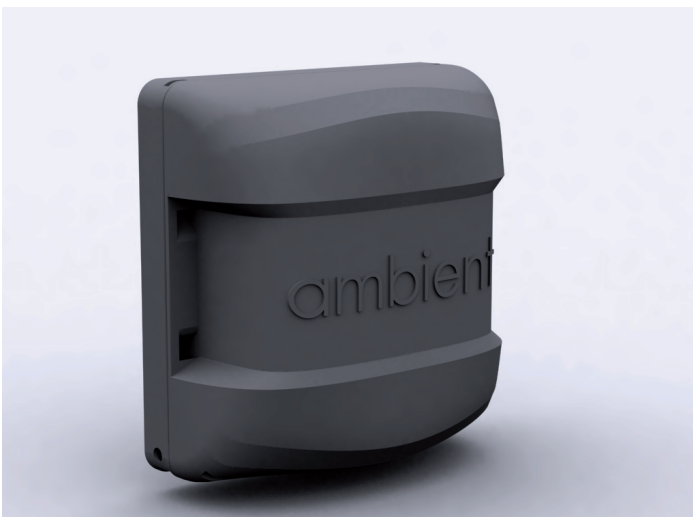
Figuur 37 - ruimte voor grotere sensor in overkapping.



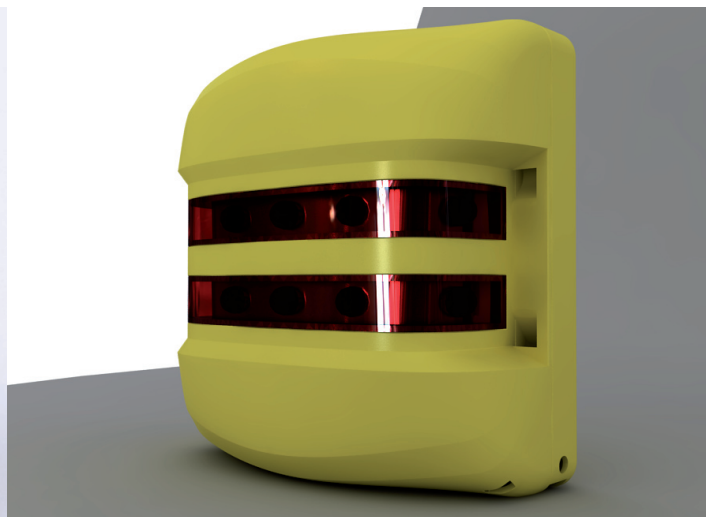
Figuur 38 - exploded view uiteindelijke concept.

Voor de beveiliging is gekozen voor een systeem met veiligheidsschroeven. Zoals te zien in figuur 38 kunnen deze aan de zijkant ingeschroefd worden. Op dat moment kan geen nieuwe tie-wrap aangebracht worden. Op deze manier is er geen beveiling tegen diefstal, maar wel tegen fraude. Een smartpoint kan zonder de juiste schroevendraaier niet tijdelijk verwijderd kunnen worden of op een ander object aangebracht.

De vormgeving van de overkapping is aangepast om beter aan te sluiten bij de smartpoint door meer schuine afvlakkingen toe te voegen. (figuur 39a)



Figuur 39a - vormgeving overkapping.



Figuur 39b - extra functionaliteit.

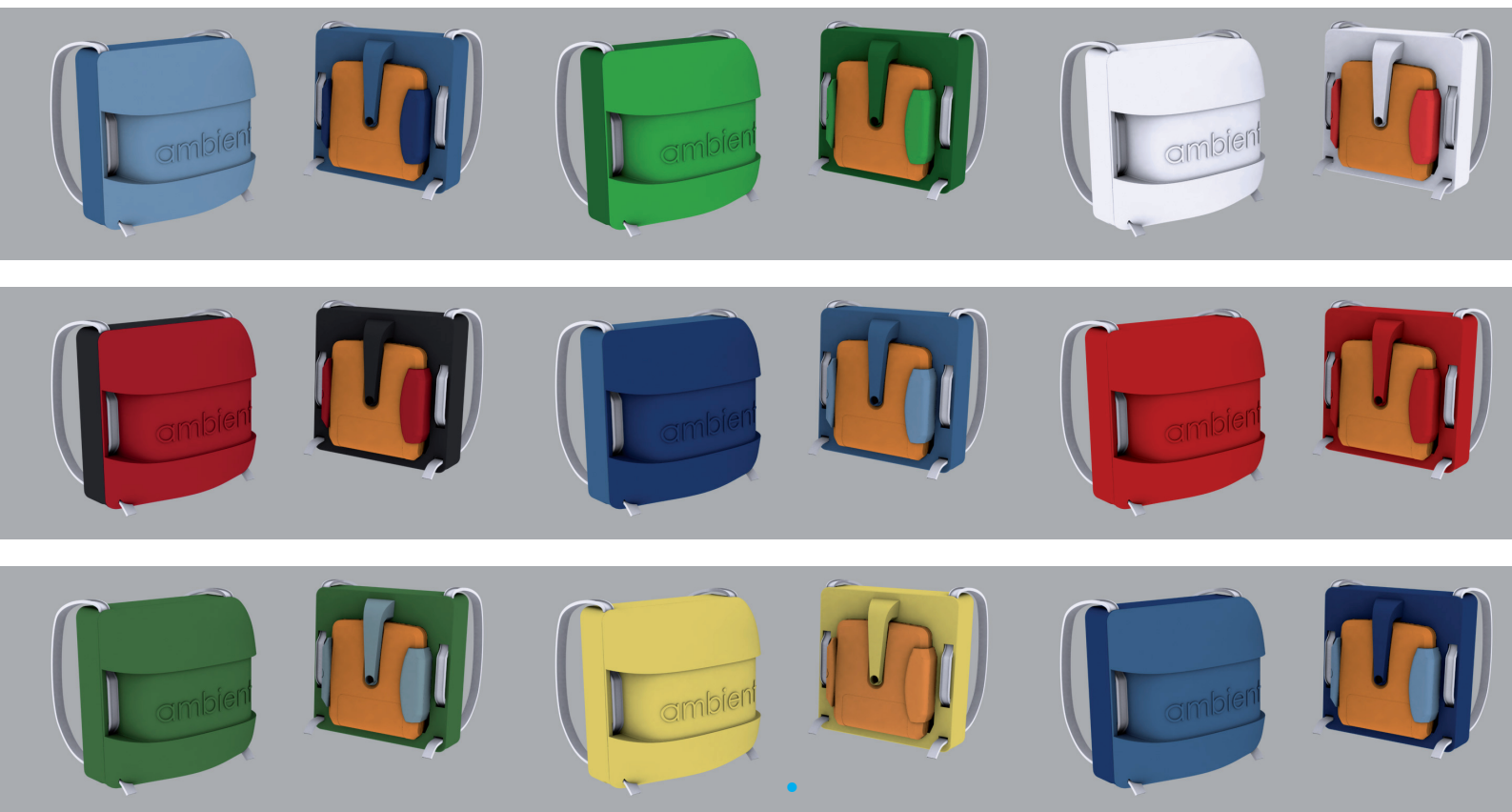
In situaties waarin de bestaande functionaliteit niet voldoende is, kan de bovenkap herontworpen worden. Een voorbeeld hiervan zien we in figuur 39b. In deze versie zijn led's toegevoegd om de gebruiker te kunnen waarschuwen met lichtsignalen.

Kleur

Een ideale manier om een kleur te bepalen zou zijn om verschillende versies te laten evalueren door een focusgroep. Dit was echter niet haalbaar binnen het project, en daarom is gekozen tussen de volgende kleurencombinaties door de opdrachtgever. (figuur 40) Hierbij was een aanbeveling gedaan voor de combinatie aangegeven met •, omdat deze:

- opvallend is
- een duidelijk eigen 'identiteit' heeft
- goed kleurt bij het oranje van de huidige smartpointbehuizing

De opdrachtgever was het hiermee eens.



Figuur 40 - diverse kleurcombinaties uiteindelijke concept.

De oplettende lezer zal het opvallen dat het model gebruikt voor het bepalen van de kleur niet de uiteindelijke versie is.

Materiaal en productiemethode

Gezien de eis voor een lage kostprijs en de grote productieaantallen, is de enige logische keuze voor het materiaal van het product spuitgegoten kunststof.

De belangrijkste eisen die aan het materiaal gesteld worden zijn: stevigheid, lage kostprijs, en enige flexibiliteit, zodat het vastklikken van de smartpoint mogelijk wordt, zonder dat de lip afbreekt.

Deze eisen zijn ingevoerd in CES EduPack, op basis hiervan is ervoor gekozen om gebruik te maken van polypropreen. Dit is een van de sterkste polymeren, tamelijk goedkoop, en goed te spuitgieten.

Kostenberekening

De basisversie van het product bestaat uit drie spuitgegoten delen. De achterplaat bestaat uit twee onderdelen en de lip.

Voor uitgebreidere versies is een overkapping nodig, deze zal soms speciaal aangepast en geproduceerd moeten worden naar aanleiding van de eisen, de kosten zijn dan afhankelijk van de oplage en complexiteit. In deze berekening is uitgegaan van een simpele overkapping.

Voor de kostenberekening is gebruikgemaakt van de "Java Injection Molding Cost Estimator" door Kasmer (2008). Er is uitgegaan van een oplage van 200 000 stuks.

naam	complexiteit	aantal per matrijs	process kosten per product	materiaal kosten per product	matrijs kosten per product	totale kosten per product
achterplaat onder	laag (geen ondersnijdingen)	4	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,05
achterplaat boven	middel (enkele ondersnijdingen)	4	€ 0,03	€ 0,01	€ 0,03	€ 0,07
lip	laag (geen ondersnijdingen)	16	€ 0,01	< € 0,01	€ 0,01	€ 0,02
overkapping	middel (enkele ondersnijdingen)	4	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,05

Figuur 41 - kostenberekening diverse onderdelen.

Verder zijn er per product twee tie-wraps per bevestiging nodig.

Tie-wraps kosten bij een normale winkel ca. 2 cent per stuk. (Cable Ties Plus inc., 2008) Door de grotere hoeveelheid en door direct in te kopen bij de fabrikant zal deze prijs naar schatting dalen naar ongeveer 1 cent per stuk.

Totale kosten voor het product met minimale functionaliteit komt dus op ca. € 0,16. (figuur 41)

Met een standaard overkapping kost het product € 0,21. (figuur 41)

Het product moet uiteraard nog wel vervoerd en bevestigd worden voor het nuttig ingezet is, maar de berekening van deze kosten valt buiten het bereik van dit project.

Conclusie

Reflectie

Programma van eisen

Eisen

- Het product maakt het mogelijk een smartpoint te bevestigen aan:
 - o een rolcontainer:
Deze eis is gehaald, de tie-wraps bieden genoeg flexibiliteit om de casing hieraan te bevestigen.
 - o de binnenzijde van een oplegger
Deze eis wordt meestal gehaald, maar niet als de binnenwanden compleet vlak zijn. Er moet een 'aangrijpingspunt' zijn.
 - o een zeecontainer
Deze eis is gehaald. De sluitbuizen aan de buitenzijde van een zeecontainer bieden voldoende aanknopingspunten.
 - o een ziekenhuisbed
Deze eis is gehaald.
- Het product moet onder normale omstandigheden minimaal 5 jaar zonder onderhoud bevestigd blijven;
Als de container in het vervoer net zo behandeld wordt alsof er geen smartpoint aanwezig is, mag het product nog door trillingen, nog door afschuiving loslaten gedurende vijf jaar.
Deze eis is hoogst waarschijnlijk gehaald, het gebruik van tie-wrap garandeert dat het product niet snel los zal laten.
- Het product moet weerbestendig zijn;
De interne elektronische componenten worden in voldoende mate vochtvrij gehouden onder normale weersomstandigheden zoals regen en sneeuw.
Deze eis is waarschijnlijk gehaald, of kan met kleine aanpassingen gehaald worden als testen een probleem uitwijzen.
- Het product moet goed zichtbaar zijn;
Het product is vanaf 50 meter met het blote oog herkenbaar.
Deze eis is gehaald door de gekozen kleur.
- Het product biedt een mogelijkheid voor het afgeven van merkbaar signaal.
Bijvoorbeeld: een bepaalde module biedt via licht of geluid de mogelijkheid een signaal te geven aan vervoerders als hij bij de verkeerde poort afgezet wordt.
Deze eis is gehaald door het toepassen van een specifieke overkapping.
- Het product beperkt de mogelijkheid van het aansluiten van een extra sensor op de smartpoint niet.
Deze eis is gehaald. Zowel voor kleiner sensors als volumineuzere uitbreidingen is ruimte.
- In een oplage van 100 000 stuks kost het product met minimale functionaliteit (alleen bevestiging) niet meer dan 50 cent.
Deze eis is ruimschoots gehaald.
- Het bevestigen of verwijderen van het product kost niet meer dan 2 minuten.
Praktijktesten moeten uitwijzen of deze eis gehaald is.
- Het verwijderen van het product is beveiligd tegen gelegenheidsdieven.
Deze eis is gehaald, feedback van de system integrators moet uitwijzen of de huidige beveiliging voldoende is.

Wensen

- Het product maakt zinvol gebruik van de reeds ontwikkelde behuizing voor de smartpoints.
Deze wens is gehaald, als geen overkapping wordt gebruikt beschermt de standaard smartpoint

behuizing de elektronica.

- In een oplage van 100 000 stuks kost het product met minimale functionaliteit (alleen bevestiging) niet meer dan 10 cent.

Deze wens is met een kostprijs van 16 cent niet gehaald.

- Het product is te bevestigen en te verwijderen zonder gebruik van gereedschap.
Deze wens is gedeeltelijk gehaald, het product is te bevestigen maar niet te verwijderen zonder gereedschap.
- Het product is binnen 30 seconden te bevestigen of verwijderen.
Praktijktesten moeten uitwijzen of deze wens gehaald is.
- Het product is modulair, zodat extra functionaliteit naar wens wel of niet bijgeleverd kan worden, waardoor de kostprijs laag gehouden kan worden als er weinig functionaliteit benodigd is.
Deze eis is gehaald, de ruimte voor sensors zorgt voor uitbreidbaarheid, en de vervangbare overkapping kan in verschillende varianten geproduceerd worden, voor verdere flexibiliteit.
- De smartpoint in het product is te vervangen wanneer de batterij op is.
Deze wens is gehaald.

Vormgeving

Het was de bedoeling dat het ontwerp (figuur 39a) een robuuste en organische uitstraling kreeg (figuur 32), en aan zou sluiten bij de vormgeving van de smartpoint-behuizing (figuur 3). Of dit geslaagd is is grotendeels een kwestie van persoonlijke mening. Ik vindt zelf dat dit gelukt is om de volgende redenen.

Het ontwerp van de smartpoint-behuizing is gebaseerd op de kubus als basisvorm. Hierna hebben alle oppervlakten een lichte kromming gekregen, waarna de scherpe randen met een kleine rand zijn afgevlakt.

Als we naar het robuust & organisch collage kijken (figuur 32) zien we dat alle alle vormen een duidelijk volume hebben, zonder doorsnijdingen. Verder vallen de overwegen ronde vorm op.

Beide bovenstaande aspecten zijn terug te vinden in het uiteindelijke ontwerp. Daarom zijn de vormgevingseisen naar mijn mening gehaald.

Vervolgonderzoek

Aangezien de tijd voor het project beperkt was, zijn er nog enkele punten die nader onderzocht moeten worden, of waarop het concept verbeterd moet worden.

Formaat sensoren

In het uiteindelijke concept is op twee plaatsen ruimte voor sensoren, in de achterplaat en onder de overkapping. Hiervoor is gekozen aan de hand van een algemene verkenning naar verschillende types sensoren, en hun afmetingen. Er zou echter uitgezocht kunnen worden welk formaat sensoren er in de praktijk vaak gebruikt wordt, en of er standaarden voor het formaat en de plaats van schroefgaten zijn. Als dit het geval blijkt kunnen de ruimtes en bevestigingsmogelijkheden aangepast worden om een zo breed mogelijk scala aan sensoren te ondersteunen.

Dimensionering lip

Het formaat lip (het onderdeel waaronder de smartpoint vastklikt) is in het huidige concept min of meer willekeurig bepaald. Door simulaties waarbij rekening gehouden wordt met de eigenschappen van het gekozen materiaal moet bepaald worden welke breedte en dikte de lip moet hebben zodat:

- De kracht om de smartpoint vast te klikken en te verwijderen niet overdreven groot is
- De lip niet afbreekt of losschiet

Evaluatie met channel partners

Het concept is ontworpen aan de hand van cases die door de opdrachtgever geleverd zijn, en vrijwel uitsluitend in samenwerking met de opdrachtgever ontwikkeld. Het zou bijzonder nuttig zijn om het concept zoals het er nu ligt te evalueren met de eindgebruikers, danwel channel partners.

Bronvermelding

- Ambient Systems, 2008, "Series 3000 Active RFID"
- Ambient Systems, 2008, "All wireless networks", http://www.ambient-systems.net/en/products/all_wireless_networks.html, benaderd op 30 juni 2008
- Ambient Systems, 2008, "SmartPoint Datasheet"
- Richards, 2008, "Radio wave propagation : an introduction for the non-specialist", Springer, Berlin
- Encyclopædia Britannica , 2008, "accelerometer", <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/2859/accelerometer>, benaderd op 20 juli 2008
- Wikipedia, 2008, "Electronic lock", http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_lock benaderd op 2 augustus 2008
- Wikipedia, 2008, "Lock (device)", [http://en.wikipedia.org/wiki/Lock_\(device\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Lock_(device)) benaderd op 2 augustus 2008
- STmicroelectronics, 2008, "MEMS motion sensor", <http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/12726.pdf>, benaderd op 10 augustus 2008
- Encyclopædia Britannica , 2008, "electrical-resistance thermometer.", <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/182880/electrical-resistance-thermometer>, benaderd op 6 oktober 2008
- STmicroelectronics, 2008, "Precision temperature sensors", <http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/2158/lm335.pdf>, benaderd op 20 juli 2008
- RFIDglobal, 2008, "AeroScout T3 Tags", http://www.rfidglobal.org/product/2007_7/aeroscout_t3_tags.html, benaderd op 2 juli 2008
- Accsense, 2008, "Products" (and subpages), <http://www.accsense.com/products.html>, benaderd op 2 juli 2008
- Ubisense, 2008, "System overview", <http://www.ubisense.net/media/pdf/Ubisense%20System%20Overview%20V1.1.pdf>, benaderd op 2 juli 2008
- Sensite Solutions, 2008, "The LogiSphere System" (and subpages), <http://www.sensitesolutions.com/Logisphere.html>, benaderd op 2 juli 2008
- Cable Ties Plus inc., 2008, "Standard Cable Ties" , <http://www.cabletiesplus.com/Departments/Cable-Ties/Standard-Cable-Ties.aspx>, benaderd op 5 september 2008
- Kasmer, 2007, "Java Injection Molding Cost Estimator", <http://kazmer.uml.edu/Software/JavaCost/index.htm>, benaderd op 10 september 2008

Afbeeldingen

- <http://www.flickr.com/photos/ecososlog/797981562/>
- <http://www.flickr.com/photos/neilt/14296979/sizes/l/>
- <http://www.geoffering-ceramic.com/contact/china-forklifts-trucks/images/forklift-1MT-1.jpg>
- <http://www.heavyequipmentguru.com/images/forklift.jpg>
- <http://www.flickr.com/photos/ikeya/327605748/>
- <http://www.flickr.com/photos/seandreilinger/445523065/sizes/o/>
- <http://www.aamt.ca/images/inside%20trailer.jpg>
- <http://www.turbohoses.com/Liner-clamp.gif>
- http://www.whitefieldplastics.com/images/RedClamp_large.jpg
- <http://www.customcycleengineering.com/images/CCE%205949-02%20%2049mm%20Cable%20Clamps%20web.jpg>
- http://www.rtexhaust.com/catalog/images/Brackets_Clamps.jpg
- <http://www.sxc.hu/photo/660712>
- <http://www.sxc.hu/photo/845205>
- <http://www.flickr.com/photos/jenskuehnemann/1239337706/sizes/o/>
- <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=815359>
- <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=364983>
- <http://www.flickr.com/photos/12708811@N07/1340847895/sizes/o/>
- http://www.buyheatshrink.com/cableties/Pics/colored_cable_ties.jpg

Bijlagen

1 - keuzes vormgeving

Voorkeur van de opdrachtgever is aangegeven met getallen, van meeste voorkeur naar minste. Eventuele opmerkingen over zijn keuze zijn eronder genoteerd.



1



2



3

Het robuuste van het eerste horloge wordt gewaardeerd.



1



2



3



1



2



3

Nummer 3 heeft 'te veel frutsels'



1



2



3

Bij nummer 1 wordt opgemerkt dat het eigenlijk te 'vrouwelijk' is. Met andere woorden, niet stoer genoeg.

1



2



3



1



2



3



Hier had de opdrachtgever moeite met kiezen. Ontwerp 2 werd geprefereerd vanwege zijn gladde oppervlakte, maar twee vanwege zijn organische uiterlijk.

1



2



3



Concluderend zien we dat de opdrachtgever altijd voor het organische of stoere & robuuste ontwerp kiest, maar nooit voor het functionele. Verder geeft hij een duidelijke afkeer van oppervlakedetails weer, een glad uiterlijk wordt duidelijk geprefereerd.