BACHELOR EINDOPDRACHT

RUBEN BROEKHUIZEN
NSPYRE B.V.
UNIVERSITEIT TWENTE
INDUSTRIEEL ONTWERPEN

03.07.2015

LIVE CYCLING PERFORMANCE

Life Cycling Performance
Bachelor Eindopdracht

Bachelor Industrieel Ontwerpen
Derde kwartiel, derde jaar

Student
Ruben Broekhuizen
s1221132

Universiteit
Universiteit Twente
Faculteit CTW, IO
Postbus 217
7500 AE Enschede

Bedrijf
Nspyre B.V.
Zuiderzeelaan 21
8017 JV Zwolle

Bedrijfsbegeleider
Maarten Fekkers

Universitaire begeleider
Pepijn van Passel

Datum van uitgave
03-07-2015

Aantal bladzijden
68

Aantal oplagen
2

SAMENVATTING

Dit verslag bestaat uit de documentatie van een voorstel voor een herontwerp van het Life Cycling Performance product. Het product is een ‘kastje’ die professionele wielrenners met zich meedragen. Deze moet de data van de prestaties van de wielrenners verzamelen en deze verzenden naar externe interfaces. Bij externe interfaces kan je denken aan webpagina’s, applicaties of televisie tijdens de live uitzending van de koers. In dit traject gaat het met name om de behuizing, alles wat hier bij komt kijken en dus niet zo zeer over de werking van het product.

Door middel van een doorgronde analyse waarbij het huidige prototype wordt geanalyseerd, de omgeving wordt onderzocht en risico’s nader worden bekeken, is er een fundament gelegd voor een ontwerptraject dat tot verbetering van het huidige prototype moet zorgen. Uit de analyse kwam naar voren dat het product qua formaat flink gereduceerd kan worden, het te maken krijgt met veel verschillende weers- en gebruiksomstandigheden en moet voldoen aan een aantal keurmerken en regelgevingen. Daarnaast is het van groot belang dat de wielrenners tegemoetgekomen moeten worden, zij moeten namelijk het product meenemen zonder dat ze er zelf veel profijt van hebben. Ze moeten niet door het product in gevaar gebracht worden of op zn minst geen last ondervinden van het product.

Uit de ideefase is de nieuwe positionering naar voren gekomen. Namelijk, onder het zadel. Dit betekent dat, waar het product eerst op de rug van de wielrenner werd geplaatst, nu op de fiets zal komen. Mede omdat het product op deze positie geen invloed heeft op de aerodynamica en ook de wielrenners hier het minst last van het product ondervinden. Ook een richting van de vormgeving is een resultaat van de ideefase.

In de conceptfase is met deze keuzes verder gegaan en dat resulteerde in drie conceptrichtingen, waarbij één concept onder het zadel, één aan de zadelpen en één concept aan zowel zadel als zadelpen bevestigd kan worden. Alle concepten bestonden verder uit een verschillende besturing, vormgeving en bevestigingsmogelijkheid. Na een afweging op basis van het Programma van Eisen, de mening van de ontwerper en die van het bedrijf, is er gekozen voor een combinatie van de concepten. In het kort bestaat het ontwerp nu uit een product dat zowel onder het zadel als aan de zadelpen bevestigd kan worden, gebruikmakend van een standaard mounting systeem.

Het product is tenslotte exact gedefiniëerd in de detailleringsfase. Deze bestaat uit de behuizing met een strakke vormgeving, waar een schuif aan de voorkant op het product geplaatst kan worden. Deze schuif is het ‘vrouwtje’ van een bestaand kliksysteem, er kunnen verschillende schuifjes ontworpen worden, zodat het product met verschillende kliksystemen aan de fiets te bevestigen is. Het schuifje dient daarnaast als aan/uit knop, oftewel, bij het plaatsen van het schuifje is het product aan. Ook beschermt het schuifje de usb poort, waar het product mee opgeladen kan worden. Aan de achterkant van de behuizing zit een klep die verwijdert kan worden. Als deze verwijdert wordt is de printplaat te bereiken die is gefixeerd door begeleidende rails en twee schroeven in de behuizing.

Het ontwerpvoorstel bestaat uit het product 3D geprint, met daarbij een lijst met aanbevelingen, die de toekomst van het Life Cycling Performance product beïnvloeden. Het voorstel wordt neergelegd bij de ontwerpers van de hardware van het product, die gaan onderzoeken of het voorstel realistisch is en of er nog aanpassingen moeten worden gedaan.

SUMMARY

This report includes documentation of a proposal for a redesign of the Life Cycling Performance product. The product is a "box" that professional cyclists take with them during a race. This should collect data on the performance of the rider and send them to external interfaces. With external interfaces, you can think of web pages, applications or televised during the live broadcast of the race. This design process is in particular about the casing and all that is involved.

Through substantive analysis by which the current prototype is analyzed, the area is examined and risks are investigated, a foundation is laid for a design process which should ensure the improvement of the current prototype. The analysis showed that the product can be greatly reduced in size, that it has to deal with many different weather and operating conditions, and must meet a number of labels and regulations. In addition, it is of great importance that the needs of the cyclist are met, namely so they can carry the product without putting them at risk or and not being inconvenienced by the product.

The new positioning of the product emerged from the idea phase. This is that it is to be placed under the saddle rather than being placed on the back of the cyclist as first proposed. This is partly because in this position the product does not affect the aerodynamics of the rider and also the cyclist is least affected by the product in this position. Also, the direction of the design came as a result of the idea phase.

The process has continued following these choices, resulting in three concept types, one concept under the saddle, one on the seat post and one concept can be secured on saddle as well on the seat post. All concepts were all of a different position, a different control, design and validation capability. After an assessment based on the Program of Requirements, the opinion of the designer and of the company was to opt for a combination of the concepts. In short, the design now consists of a product that can be both fixed under the saddle and to the seat post, using a standard mounting system.

The product is exactly defined in the detailing phase. The product consists of housing with a rigid design, in which a slide can be positioned on the front side on the product. This slide contains an existing locking system, and there may be several sliders designed so that a product conforms to different click systems on various bikes. The slider also serves as an on/off button, in other words, when placing it in the housing of the product, the product is on. The slider also protects the USB port, in which the product can be charged with. At the back of the housing is a valve which can be removed. If this is removed you can reach the printed circuit board which is fixed by two screws and supporting rails in the housing.

The draft proposal includes the 3D printed product, with a list of recommendations which affect the future of the Life Cycling Performance product. The proposal shall be deposited with the designers of the product's hardware who will investigate whether the proposal is realistic and whether any adjustments need to be made.

INHOUDSOPGAVE

Voorfase *7 - 8*
- Inleiding 7
- Algemeen 8
  - Over het bedrijf
  - Over het product
  - Over de opdracht

Analysefase *9 - 19*
- Doelstelling 9
- Huidige prototype 10
- Belanghebbenden en gebruikers 11 - 12
- Omgeving 13 - 14
- Regelgeving en keurmerken 15
- Risicoscenario's 16
- Gebruikerstest huidige prototype 17
- Programma van Eisen en Wensen 18
- Conclusie & ontwerpkader 19

Ideefase *20 - 29*
- Doelstelling 20
- Ideegeneratie 21
- Mogelijke positioneringen 22
- Productideeën per positionering 23
- Productideeën frame 24
- Productideeën zadelpen 25
- Productideeën stuur 26
- Productideeën zadel 27
- Positioneringskeuze 28
- Conclusie 29

Conceptfase *30 - 41*
- Doel conceptfase 30
- Bevestigingsmogelijkheden 31
- Concept 1 32 - 34
  - Positionering
  - Bevestiging
  - Gebruik
  - Vormgeving
- Concept 2 35 - 37
  - Positionering
  - Bevestiging
  - Gebruik
  - Vormgeving
- Concept 3 38 - 40
  - Positionering
  - Bevestiging
  - Gebruik
  - Vormgeving
- Conceptkeuze 41 - 43
- Conclusie & conceptkeuzes 44

Detailleringsfase *45 - 61*
- Doel detailleringsfase 45
- Vormgeving 46 - 49
- Gebruik 50 - 53
  - Usb & Leds 50
  - Printplaat 51
  - Achterklep 52 - 53
- Bevestiging 54 - 55
- Positionering 56
- Materiaalkeuze 57
- FEM analyse 58 - 59
- Conclusie 60 - 61

Afrondingsfase *62 - 65*
- Doel afrondingsfase 62
- 3D geprint product 63
- Aanbevelingen 64 - 66
- Vervolgstappen 67
- Terugkoppeling & Conclusie 68

Bijlage *1 - 16*
- B1 Referenties 4
- B2 Technische tekeningen 5 - 12
- B3 Schema's 13 - 14
- B4 Mogelijke materialen 15 - 16

INLEIDING

Ten opzichte van jaren geleden is er veel veranderd in het wielerpeloton, innovatie heeft zijn plek gevonden in de wereld van het wielrennen. Producten als fietsen, kleding en accessoires blijven zich constant door ontwikkelen, want alles moet nu eenmaal sneller, mooier en beter. Ook de radiocommunicatie tussen renners en ploegleiding heeft zijn intrede gedaan, waardoor de sport er professioneel uitziet en de interactie tussen ploegleiding en renner een belangrijke rol is gaan spelen.

Dat het beeldmateriaal ten opzichte van jaren terug is veranderd is met zekerheid te stellen, maar voor de kijker voor de buis zelf is dit alles behalve het geval. Het kijken naar wielrennen is nog niet bepaald interactief te noemen. Het enige wat in beeld gebracht wordt tijdens de race zijn de nog af te leggen kilometers en het eventuele tijdsverschil tussen de verschillende groepen. Waardoor veel kijkers er voor kiezen om de televisie pas voor de laatste tien kilometer aan te zetten. De koers wordt nu eenmaal pas aan de finish beslist en het kijken naar het peloton wordt dan al snel eentonig gevonden zonder het vrijgeven van enkele prestatiegegevens van de renners. Je moet het al hebben van het in beeld brengen van de snelheidsmeter van de volgmotor of een langs de weg geplaatste snelheidsmeter.

Ook langs de kant van het parcours hoor je toeschouwers zich afvragen hoe snel het zojuist voorbijrazende peloton wel niet reed en wie nog de meeste energie heeft om de koers op de finish straks af te maken.

Life Cycling Performance moet voor deze nieuwe dimensie zorgen in het wielrennen. Hoe kunnen de bovenstaande vragen nu beter beantwoord worden dan door het vrijgeven van data over de prestaties van wielrenners? Door het collecteren van data over prestaties en dit weergeven op een applicatie, webpagina of televisiescherm zal het wielrennen op televisie nooit meer eentonig en interactiever dan ooit zijn. En laat dat nu net zijn waar de wielerwereld naar hunkert.

In dit verslag wordt het proces beschreven en weergegeven over het herontwerp van het Life Cycling Performance product. Het ‘kastje’ dat de wielrenners bij zich gaan dragen en de data over de prestaties moet gaan collecteren en verzenden naar externe interfaces.

Alle standaard fases van een ontwerptraject worden uitgebreid behandeld en moeten zorgen voor een overzichtelijk beeld van gemaakte keuzes en verkregen resultaten. Elke fase begint met een korte beschrijving over de doelstelling van de fase en worden er mogelijke gebeurtenissen die van toepassing zijn op het eindontwerp beschreven.

ALGEMEEN
VOORFASE

Over het bedrijf
Nspyre B.V. is een zelfstandige dienstleverancier op het gebied van technologie en techniek. Het bedrijf is gespecialiseerd in complexe engineeringsvraagstukken op softwaregebied en het dynamische en mechanische vlak. Nspyre B.V. biedt als het ware diensten in de vorm van werknemers aan gerenommeerde bedrijven. Dit kan gaan om zeer specifieke vaststaande projecten waar bedrijven op zoek zijn naar personen met bepaalde vaardigheden. Of juist om vraagstukken waar bedrijven Nspyre B.V. vragen om zich hierin te verdiepen, het project vast te stellen en daarbij de juiste mensen te zoeken. Daarnaast is er tussen externe opdrachten door ook de ruimte voor de ontwikkeling van eigen ideeën en producten.

Over het product
Live Cycling Performance moet de wielersport interessanter en transparanter maken door in te spelen op de huidige mogelijkheden van technologie. In een klein product is soft- en hardware geplaatst die de capaciteit bevat om data over de prestaties van wielrenners te meten en deze naar een externe interface te verzenden. Deze data als snelheid, hartslag, hoogtemeters en trapfrequentie is dus door dit product openbaar beschikbaar voor het publiek en zal zichtbaar zijn op media als een applicatie, een webpagina of de televisie.

Het product zal voor elke wedstrijd bij de desbetreffende renner gebracht en bevestigd worden, na elke wedstrijd zal het product weer gedemonteerd en meegenomen worden. Voor elke wedstrijd zal het product ook software technisch aan de renner gekoppeld worden. Dit betekent dat het dus om een product gaat dat afwisselend door verschillende renners gebruikt gaat worden. Deze handelingen zullen worden gedaan door IMG, een internationaal sportmarketing bureau dat het product gaat implementeren in de wielersport.

Over de opdracht
Een herontwerp maken van de behuizing van het Live Cycling Performance product dat data over de prestaties van wielrenners verzend naar een interface, zodat het publiek deze prestaties kan uitlezen tijdens de wedstrijd.

Momenteel bestaat er een prototype van het product. Bij dit prototype is er vooral nagedacht over de ‘binnenkant’ van het product, oftewel de soft- en hardware. Om te onderzoeken of deze ‘binnenkant’ goed functioneert zijn er ook al een aantal testen met het product uitgevoerd. Over zaken als productvriendelijkheid, ergonomie, aerodynamica en produceerbaarheid voor grotere aantallen is nog geen moment nagedacht.

De voornaamste functie van de behuizing is het bij elkaar houden en fixeren van de componenten. De behuizing moet daarnaast de hardware beschermen tegen vocht en extreme weersomstandigheden. Aangezien het in het huidige prototype alleen om de werking van het product ging, is de postionering en de besturing van het product nog nader te bepalen. Van het huidige prototype zijn er tien stuks beschikbaar, van het nieuwe prototype zullen er tussen de 60 tot 80 stuks gemaakt worden.

ANALYSEFASE

De analysefase is de basis voor een goed ontwerptraject met uiteindelijk een goed ontwerpvoorstel. Dit betekent dat er zo breed mogelijk onderzoek gedaan moet worden om een goed fundament te leggen, wat resulteert in een zo compleet mogelijk ontwerp.

De analysefase bestaat voor een groot deel uit het definiëren van het huidige prototype. In de eerste plaats om duidelijk te hebben met wat voor een product we te maken hebben, maar daarnaast ook om met een schuin oog te kijken naar de mogelijkheden op verbeteringen. Ook zal de omgeving van het product uitgebreid onderzocht moeten worden. Dit alles moet resulteren in een Programma van Eisen en Wensen, die de leidraad vormt voor het gehele ontwerptraject.

HUIDIGE PROTOTYPE
ANALYSEFASE

Prototypeomschrijving
Het huidige product is een een vierkant ‘kastje’. Dit ‘kastje’ bevat een hardware in de vorm van de printplaat met daarop de benodigde componenten bevestigd. De behuizing hiervan is een zo goed als waterdichte kunstof behuizing, die aan één zijde doorzichtig is. Deze doorzichtige zijde is een schuifje waarachter zich de aan/uit knop bevind. Deze aan/uit knop is voorzien van ledverlichting. Daarnaast zijn er nog vier andere ledlampjes geplaatst. Verder zit er aan deze zijde een usb aansluiting voor het opladen van het product en de mogelijkheid om een sim-kaart in het product te plaatsen. Het schuifje moet momenteel deze onderdelen beschermen tegen water. De printplaat zit gefixeerd in de behuizing doordat deze in twee gleuven aan de binnenkant van de behuizing kan worden geschoven. De hardware is te verwijderen uit de behuizing, hiervoor zal er wel een schroevendraaier aan te pas moeten komen. De behuizing heeft dus als het ware een u-vorm met aan één kant de opening. Aan de binnenkant van de dichte zijde is een strookje foam geplaatst om de hardware die in de lengte richting niet 100% gefixeerd is, te beschermen tegen schokken.

Eisen van het protoype
- Het product moet een aan/uit knop bevatten
- De gebruiker moet feedback krijgen of product aan staat en functioneert
- Het product moet (bij benadering) waterdicht zijn
- Het product moet data verzenden naar het externe interface
- De usb en sim moeten bereikbaar zijn zonder verwijderen printplaat
- De printplaat moet uit de behuizing verwijderd kunnen worden

Dimensies van de behuizing
De behuizing is momenteel 104 mm bij 67,6 mm en 31 mm hoog en gemaakt van ABS. Het doorzichtige schuifje hiervan is 67,6 mm bij 31 mm. De gleuven waar de printplaat in gefixeerd zit is 15 mm van de bovenkant en 8 mm vanaf de onderkant gemeten geplaatst. (B2 Tech. tekeningen; Huidige Prototype)

Dimensies van componenten die van invloed zijn op de behuizing
De printplaat is 88 mm bij 63 mm en 1 mm in de hoogte, waarin de gps-antenne is geïntegreerd. De grootste component van de hardware op de printplaat is de Lithium-Ion batterij van 1600 mAh. Namelijk, 53 mm bij 34 mm en 10 mm hoog, aangezien hieronder de Telit bevestigd zit, is de maximale hoogte vanaf de printplaat 13 mm. Aan de andere zijde is dit maximaal 4,5 mm. Deze laatste twee afmetingen zullen meegenomen worden als uitersten in het herontwerp van de behuizing.

Een ander belangrijke component met het zicht op de behuizing, is de usb, de afmetingen hiervan zijn 14 mm bij 14 mm bij 7 mm. De ledjes hebben een afmeting van 2 bij 1 mm. Deze ledjes zijn momenteel door het doorzichtige schuifje zichtbaar op de printplaat, er zijn echter mogelijkheden om ze te integreren in de nieuw ontworpen behuizing. Het gewicht van het product is nu zo’n 120 gram. Daarvan is de behuizing ongeveer 40 gram en de printplaat inclusief de componenten ongeveer 80 gram.

Hardware
De componten op de printplaat bestaan uit een usb, sim, Lithium-Ion batterij 1600 mAh, schakelaar, E30A voor het aanpassen van de software, een Telit voor de gps/gsm-module, gsm-antenne, geïntegreerde gps-antenne en de ANT+.

Verder zijn er op de printplaat vier ledjes bevestigd die respectievelijk de werking van de ANT+, processor, gps en gsm aangeven. De schakelaar gaat momenteel oplichten als het product aan de oplader gaat tot het moment dat de batterij volledig opgeladen is. Een volle batterij heeft de capaciteit om 10 uur te fungeren bij het gebruik van het product.

De componenten zijn gekozen met het oog op het feit dat het tegen forse trillingen bestand is. Dit betekent dat de behuizing er puur is om de componenten ‘bij elkaar te houden’ en te beschermen tegen water, mits de printplaat in de behuizing is gefixeerd en niet binnen in de behuizing veel bewegingsvrijheid heeft. De hardware zal daarnaast bij gebruik geen extreme temperatuurwaardes aannemen die de behuizing aan zullen tasten. Andersom kunnen de componenten in een zeer groot temperatuurbereik opereren, dat de behuizing zich hier zich niet speciaal voor hoeft te lenen.

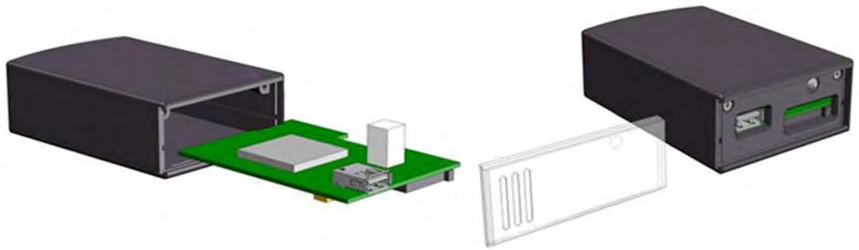


Fig. 1. CAD-model van het prototype inclusief een schematische weergave van de hardware

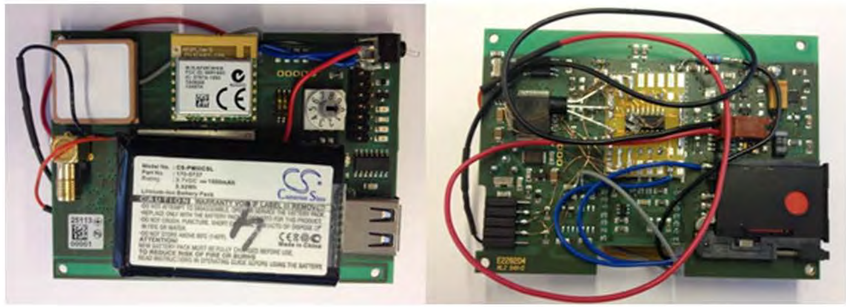


Fig 2. De onder en bovenzijde van de huidige printplaat

BELANGHEBBENDEN & GEBRUIKERS
ANALYSEFASE

Wielrenners
Taak
De taak van de wielrenner is het bij zich dragen van het product. Daarnaast is hun primaire doel natuurlijk, zo goed mogelijk hun taak uitvoeren in de wielerkoers. Daarbij behalen ze bepaalde prestaties die het product moet detecteren en verzenden naar een applicatie.

Belang
Voor de wielrenner is er maar één belang, dat is zo goed en hard mogelijk fietsen. Verder lijkt het er vooralsnog op dat de wielrenner zelf weinig voordeel heeft van het product. De verkregen data zal namelijk nog niet voor eigen gebruik worden toegepast. Een ander belang is dat ze heelhuids de finish halen, het product zal de kans op schade bij valpartijen niet moeten vergroten.

Gevolgen
Aangezien zij zelf weinig voordeel van het product zien, maar zonder de wielrenners zal er geen data beschikbaar zijn, zullen ze daarin tegemoet gekomen moeten worden. Ze zullen zo weinig mogelijk last moeten ondervinden van het product en er zal sterk geluisterd moeten worden naar hun mening. Mochten zich voordelen voordoen, dan zullen deze aangenomen moeten worden en waar mogelijk versterkt worden. Het product moet aangenaam zitten en zo volledig mogelijk aan de wensen van de wielrenners voldoen. Ze hechten veel waarde aan aerodynamica en gewicht.

IMG
Taak
De taak van IMG in dit proces is dat ze het product bij de renner brengen, deze aanzetten en het aan de wielrenner geven dan wel bevestigen. Verder moeten zij er voor zorgen dat het product werkt tijdens de koers en het product na de race ophalen bij het teammanagement en het product weer uit doen. Als het product wordt aangeleverd zal het volledig opgeladen moeten zijn. Na de koers is de batterij voor een groot gedeelte leeg en zullen ze het product weer moeten opladen voor de volgende koers. Sporadisch zal de software van het product aangepast moeten worden.

Onder de koers zal IMG in de gaten moeten houden of het product goed blijft functioneren. Mocht dit niet het geval zijn, dan zullen ze dit moeten doorspelen naar het teammanagement. Zij zijn de enige die direct contact hebben met de wielrenners die het product bij zich dragen.

Belang
De leverancier ziet markt in het gebruik van het product, dat is het voornaamste belang. Ze willen dat dus alle data op de juiste en correcte manier op de applicatie terrecht komt. De data zal in de ideale situatie over de gehele koers beschikbaar moeten zijn.

Gevolgen
Het product moet op eenvoudige manier bevestigd en aangezet kunnen worden. Het moet vervolgens feedback geven of het product werkt en of het product aan staat. Aangezien het belang ligt bij het data verzenden over de gehele koers, zal IMG bereidt zijn om de wielrenners en het teammanagement tegemoet te komen. Door er voor te zorgen dat zoveel mogelijk renners en ploegen het product gebruiken, zullen ze hun kansen graag willen spreiden. Het op verschillende manieren bevestigen of meedragen van het product is hierbij een oplossing. Hierin komen ze het teammanagemt en wielrenners tegemoet en verkleinen ze de kans dat zij weigeren het product te gebruiken. Het product moet eenvoudig opgeladen kunnen worden en er zal feedback gegeven moeten worden of het product bezig is met opladen. Ook moet de hardware bereikbaar zijn voor het aanpassen van de software.

Teammanagement
Taak
De taak van het teammanagement is beperkt tot tijdens de koers zelf. Zij zijn namelijk de enige die direct contact hebben met de rijders die gebruik maken van het product. Mocht de data op één of andere manier onvolledig of incorrect verzonden worden tijdens de koers dan zouden zij dit wellicht kunnen corrigeren. Hiervoor moeten ze worden aangestuurd door IMG, omdat zij namelijk controle hebben over de data die het product verzend. Hierbij moet gedacht worden aan zeer simpele handelingen als het product opnieuw aanzetten of anders positioneren.

Daarnaast zal het teammanagement bij een fietswissel, in de ideale situatie, het product mee moeten wisselen mocht het product op de fiets bevestigd zijn. Dit gaat vaak gemoeid onder grote tijdsdruk.

Belang
Voor het team en het management zijn de voordelen dat de sport transparanter en interactiever is, de sport wellicht meer gewaardeerd zal worden en via deze weg voor meer sportieve reclame kan zorgen. Verder zullen zij er niet meer werk aan willen hebben dan dat ze er voor terug krijgen. Er is wellicht nog een mogelijkheid om de data te gebruiken tijdens trainingsgelegenheden, ook de wielrenners zelf zullen hier belang bij hebben.

BELANGHEBBENDEN & GEBRUIKERS
ANALYSEFASE

Het teammanagement heeft verder het belang dat de wielrenners een zo goed mogelijk resultaat moeten bereiken bij de wedstrijd. Dit moet niet beperkt worden door het product. Het product zal niet teveel extra gewicht met zich mee moeten brengen en het moet de aerodynamica, niet in grote mate, negatief beïnvloeden. Ook bij de fietswissel zal de handeling niet voor te veel extra tijd moeten zorgen. In de meest extreme situatie zou je kunnen zeggen dat ze het product niet mee zullen wisselen, wat betekent dat het over is met het verzenden van de data over de desbetreffende wielrenner.

Een wielrenner naar de ploegleiderswagen sturen vanuit het peleton om aanpassingen te doen aan het product zal in de finale, met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid, niet worden gedaan.

Gevolgen
Mocht het product op de fiets gepositioneerd worden, dan zal het product eenvoudig aan- en afgekoppeld moeten kunnen worden. Aangezien je bij een fietswissel te maken hebt met hoge tijdsdruk. Het is goed te onderzoeken of het management hiertoe bereid is om deze actie uit te voeren.

Daarnaast is het van belang dat IMG in een vroeg stadium checkt of alle producten functioneren, omdat in die situatie de kans het grootst is dat het teammanagemt en de wielrenner bereid zijn om dit te verhelpen.

Een andere bijkomstigheid is dat als de data onder de race beschikbaar is voor het teammanagement, zij hun tactische keuzes hierop kunnen baseren. Dit zou een totaal nieuwe dimensie geven aan het wielrennen. De vraag is of het wielerpeleton open staat voor deze verandering. Het product zou dan al gebruikt moeten worden in wedstrijden waarin er geen radio communicatie is tussen teammanagement en wielrenner tijdens de race.

Toeschouwer
Taak
De taak die de toeschouwers hebben is natuurlijk enkel het volgen van de vrijggegeven data op een applicatie of de televisie.

Belang
Het belang van de toeschouwer is het meer kunnen meekrijgen van de wielerkoers. De momenteel gegeven informatie is heel gering en de toeschouwer kan op deze wijze veel meer inzicht krijgen in de prestaties van de wielrenners die ze op dat moment in beeld zien verschijnen.

Gevolgen
De toeschouwer wil graag de gehele race de data kunnen volgen, het is dus van belang dat de data de gehele race beschikbaar is. De informatie zal altijd relevant en accuraat moeten zijn.

UCI
Taak
De UCI moet de wielerwedstrijd in dit geval volgens de richtlijnen laten plaatsvinden. Zij verstrekken de licenties voor de ploegen en voor producten die de wielrenners tijdens de koers meedragen of gebruiken.

Belang
Het belang van de UCI is dat richtlijnen worden gevolgd en dat het wielerpeloton doping vrij is, hier doen ze alles aan naar eigen zeggen. Ze dus willen dat de wielerwereld zo transparant mogelijk is, om duistere praktijken onmogelijk te maken (AD.nl). Ook willen ze dat wielrenners, tot zover zij daar invloed op hebben, heelhuids de finish halen. Het product moet de kans op gevaar niet vergroten.

Gevolgen
De UCI zal het product alleen kunnen accepteren als het volgens de richtlijnen gaat en ze zullen een vergunning verstrekken als het geen ernstige gevaren met zich meebrengt. Zonder een akkoord van de UCI kan het product niet gebruikt worden in het peloton (UCI regulations Part I, 2015). Wat als gevolg heeft dat er geen data van de renners gemeten kan worden. Aangezien ze streven naar een schone sport en dus een transparante sport willen creëren, zou het product met open armen ontvangen moeten worden. Het zal namelijk relevante data als hartslag en trapfrequentie die onmogelijk geacht worden, aan het licht brengen.

Flowchart
Door een beeld te scheppen van de taken van de gebruikers en de samenhang hiertussen zoals dit er in de toekomst ongeveer uit moet zien, is er een flowchart gemaakt. De flowchart geeft aan hoe het product precies wordt gebruikt en wie hiervoor verantwoordelijk is. Bij het ontwerp van het nieuwe product kan de flowchart erg relevant zijn (B3 Schema's; Flowchart).

OMGEVING
ANALYSEFASE

Koersverloop voor /na de koers
Voordat de wielrenners van start gaan zal het product bij de wielrenner bevestigd worden. Dit zal bij de teambus plaatsvinden, daar waar de wielrenners zich prepareren en voorbereiden op de koers. De producten zullen door IMG aangeleverd, aangezet en bevestigd worden. Als het product is aangezet en bevestigd, kan de wielrenner beginnen aan de wedstrijd. Tot de finish zal de data over de prestaties verzamelt en verstuurd moeten worden naar de externe interfaces. Na de finish, wederom bij de teambus, wordt het product afgekoppeld en uitgezet, dit gebeurd door de werknemers van IMG. Mocht het product in de achterzak zitten, zal de wielrenner het 'afkoppelen' zelf doen. Zit het product aan de fiets, dan voert IMG deze handeling zelf uit.

Fietswissels
Bij materiële pech door bijvoorbeeld een valpartij met een defecte fiets tot gevolg, zal de wielrenner van fiets moeten wisselen. Hier zit een hoge tijdsdruk achter aangezien elke seconde tijdens een wielerwedstrijd kan tellen, met name in de finale van de wedstrijd. Mocht het product bevestigd worden aan de fiets, dan is een eenvoudige koppelmethode van groot belang. Het is ook van belang te weten of de mechaniekers bereid zijn om het product over te zetten.

Fig. 3. Een fietswissel, dit gaat gepaard met veel stress en tijdsdruk

Fiets
Frame
De fiets bestaat uit een carbon gemaakt frame. Dit materiaal is zeer licht in gewicht en heeft meerdere positieve eigenschappen zoals een hoge stijfheid. Deze frames worden vaak zo licht mogelijk gemaakt, desondanks wordt de kwaliteit van de frames niet minder. Het moet namelijk een hoge kracht bij valpartijen kunnen opvangen. Het is mogelijk om het product tot zekere mate te integreren in het frame, hier zal nagedacht moeten worden over materiaal, gewicht en postionering. Qua postionering lijkt zo laag mogelijk bij de grond, dicht bij de bracket, het meest ideaal, omdat het extra gewicht hier de minste invloed heeft. Ook zal het frontaal oppervlak zo laag mogelijk moeten zijn. Frames van verschillende fietsmerken hebben allen een geheel eigen vorm, dit betekent dat een integratie van de vormgeving van het product met het frame een custom product wordt per merk fiets.

Stuur
Ook voor het stuur geldt dat deze steeds lichter en stijver wordt. Het materiaal van deze sturen in het professionele wielerpeloton zal ook hoofdzakelijk carbon zijn. Er komt veel spanning op het stuur te staan en de wielrenner kan het stuur op verschillende manieren vasthouden. Het stuur is voorzien van een stuurlint en ook de remmen en shifters zitten op het stuur. De wielrenners zullen waarschijnlijk zo weinig mogelijk last van het product willen ondervinden, dus zal het niet in het gezichtsveld moeten zitten.

Zadel
Het zadel zit bevestigd aan de zadelpen, die op zijn beurt is bevestigd aan het frame. Het zadel zelf is van carbon en de rails van aluminium. Het contactvlak van de wielrenner en het zadel is van microfiber. De zadelpen is ook geheel gemaakt van carbon en heeft vaak een ronde vorm. De wielrenner zal tijdens het trappen niet in aanraking moeten komen met het product. Er zal rekening gehouden moeten worden met de verschillende vormen van zadelpennen en rails van de zadels. Kliksystemen kunnen dan universeel zijn, maar de meeste bevestigingen niet. Momenteel biedt IMG al camera's aan die bevestigd zijn onder het zadel of aan de zadelpen. Hier zou op ingespeeld kunnen worden.

Kleding
Achtervak fietsbroek/achterzak fietsshirt
De enige delen van de fietskleding van de wielrenners die van belang zijn voor het product is het achtervak in de fietsbroek. Het achtervak zit standaard verwerkt in de broek aangezien daar de koersradio van de wielrenners worden geplaatst. De maten van dit achtervak zijn vaak rond de 100 bij 80 mm en het materiaal is erg elastisch. Naast de koersradio is er eventueel plek voor het apparaat, hierin wordt het huidige prototype ook geplaatst. Het prototype wordt ook wel eens geplaatst in de achterzak van het fietsshirt, waar vaak eten wordt bewaard, deze zakken zijn ruim en diep genoeg voor het plaatsen van het product.

Attributen
Helm
In de koers is het verplicht voor de wielrenner om een helm te dragen. Deze helmen worden net als alle attributen in de wielerwereld steeds lichter en lichter. De gewichten van deze helmen zijn tegenwoordig al onder de 200 gram (salden.nl), om hier door het product het gewicht met de helft te verhogen, lijkt geen ideale oplossing.

Schoenen
De schoenen die de wielrenners dragen zijn voorzien van een kliksysteem, waarmee de schoenen worden bevestigd aan de pedalen en op die manier aan de fiets. Aangezien het om één product gaat zou het asymmetrie veroorzaken om aan één van deze twee schoenen het product te bevestigen.

OMGEVING
ANALYSEFASE

Ondergronden
Asfalt
De mate van de trillingen die het apparaat te verduren krijgt, hangt voor een groot deel af van de ondergrond waarop men fietst. Asfalt is vaak glad waardoor het apparaat weinig schokken krijgt te verduren. Echter heb je nog wel eens te maken met gaten in de weg, wat betekent dat het apparaat en de bevestiging wel tegen hele korte maar heftige beweging moet kunnen.

Kasseien
Een veel voorkomende ondergrond in de voorjaarswedstrijden zijn de kasseien. De stenen zorgen voor enorme klappen op het frame van de wielrenner. De behuizing zelf moet deze klappen dus kunnen incasseren en zal de hardware binnen in de behuizing moeten beschermen. Ook het eventuele kliksysteem moet hier tegen bestand zijn. Ook zal de hardware zelf gefixeerd moeten worden binnen in de behuizing, momenteel gebeurd dit door middel van de eerder benoemde gleuf. Echter de hardware moet in drie richtingen gefixeerd worden. Hier zijn verschillende mogelijken voor.

Valpartijen
Het wielerpeleton heeft vaak te maken met valpartijen, zowel massale als éénpersoons valpartijen. Voor beide situaties geldt dat hierbij het apparaat flinke klappen zou kunnen krijgen. De behuizing moet hier tegen bestand zijn en de hardware beschermen tegen een eventuele botsing. Het materiaal van de behuizing moet niet snel versplinteren bij grote krachten op het materiaal.

Weersomstandigheden
Hoge temperaturen
Wielerwedstrijden worden over de hele wereld georganiseerd. Dit betekent dat de wielrenners te maken hebben met veel verschillende klimaten, evenredig hieraan geldt dit ook voor het apparaat. Het materiaal van de behuizing moet deze temperaturen kunnen trotseren en daarnaast de hardware hier voor beschermen.

Lage temperaturen
Bij extreem lage temperaturen geldt in principe hetzelfde als bij hoge temperaturen. Het materiaal van de behuizing moet niet kunnen gaan breken bij kou en het moet de hardware beschermen tegen lage temparturen.

Regen
Regen kan de binnenkant van het product ook ernstig aantasten. Bij plaatsing op de fiets zal de regen van alle kanten komen, dit betekent dat het product spatwaterdicht moet zijn. Hiervoor zijn bepaalde richtlijnen beschikbaar. Bij de keuze van de productie zal hier rekening mee gehouden moeten worden. Ook kan de het materiaal van de buitenkant zelf aangetast worden, het materiaal moet hier tegen bestand zijn.

Fig 4. Visualisatie van de omgeving

REGELGEVING & KEURMERKEN
ANALYSEFASE

UCI

Algemeen

Een radioverbinding tussen de wielrenner en de positie X is toegestaan. Lees, er staat niet vermeld dat dit niet mag. Er staan namelijk alleen regels vermeld over de communicatie met een wielrenner. Dat betekent dat het verzenden van data naar een externe interface niet perse verboden is (UCI regulations Part II, 2015)

Materiaal

"Each license holder shall ensure that his equipment (bicycle with accessories and other devices fitted, headgear, clothing, etc.) does not, by virtue of its quality, materials or design, constitute any danger to himself or to others." - UCI protocol (UCI regulations Part I, 2015).

Aanpassingen aan het frame of het meedragen van andere producten zijn in principe verboden(zie fig. 5.). De UCI zal moeten oordelen of er door middel van een vergunning een uitzondering gemaakt kan worden. IMG heeft dit al bereikt bij de camera's die op de fietsen van de wielrenners gemonteerd zijn. Wel zal er bewezen moet worden dat er over nagedacht is.

Door er voor te zorgen dat de UCI akkoord gaat met het product, zal er duidelijk moeten zijn hoeveel voordeel het product meebrengt voor de UCI. Zie hiervoor 'belanghebbenden en gebruikers'. Daarnaast zal de UCI in het ontwerp van de behuizing zoveel mogelijk tegemoet gekomen moeten worden. Een vereiste is, zoals hierboven in de quote te lezen is, dat het product geen gevaar oplevert voor de persoon zelf en de omgeving. Door het product zoveel mogelijk te integreren, is dit het beste te realiseren.

Safety DIN EN 14781

Als het een onderdeel bevestigd is aan de fiets, zal aan deze safety regelgeving vast gehouden moeten worden (Safety DIN, 2006). Deze safetyregels worden door de UCI zelf gehanteerd, volgens het UCI protocol. Op basis hiervan nemen zij het besluit of het product getolereerd wordt of niet.

Figure 22: Illustration of the unauthorised extension of the top tube box behind the seat tube

Figure 56: Example of the use of a non compliant camelback system

Fig. 5. Uit het UCI-protocol, uitstekende delen worden niet zomaar geaccepteerd.

CE-markering

De CE-markering geeft aan of een product voldoet aan de daarvoor vastgestelde regels van de EER (Europese Economische Ruimte). De CE-markering streeft enerzijds naar vrije handel binnen lidstaten van de Europese Unie en wil anderzijds de veiligheid van het gebruik van de producten verhogen. Dit laatste is relevant voor dit product. De CE-markering is geen keurmerk op zich, maar wordt wel vastgesteld op bepaalde keurmerken. Toepasbare voorbeelden zijn de EG richtlijn voor Kinderspeelgoed (Europees Parlement en Raad, 2009) en de EG richtlijn voor laagspanning (Europees Parlement en Raad, 2006). Hierin worden zaken als elektrische en chemische eigenschappen, fysische en mechanische eigenschappen en ontvlambaarheid aan het licht gebracht. Ook bestaat er een algemene richtlijn voor veiligheid van producten (Europees Parlement en Raad, 2001). Aangezien de fabrikant zelf verantwoordelijk is voor de markering, zal het CE-markering stappenplan doorlopen moeten worden.

KEMA-KEUR

Keurmerken die zich bezighouden met veiligheid van elektronische producten (KEMA KEUR, 2015). Om hiervoor erkenning te krijgen, zal de Europese instantie DEKRA testen doen. Dit betekent dat er geen richtlijnen beschikbaar zijn. Het KEMA-KEUR verzekert de consument dat het product veilig is.

IP-codering

Voor elektrische apparaten is er ook een aanduiding voor de mate van beveiling dat het product heeft tegen schade door gebruik of omgeving. Deze zogenaamde IP-code bestaat uit twee cijfers. Het eerste cijfer is op basis van de mate van bescherming tegen aanraking en indringing van het product. Het tweede cijfer is de beschermingsgraad tegen water of vocht (2001).

Uit een beschikbare tabel is de IP-Codering (B3 Schema's; IP ratings guide). Hoe hoger het cijfer, hoe beter de bescherming. Het product gaat gebruikt worden in veel verschillende omgevingen en omstandigheden. Bij de ontwikkeling van de behuizing zal er gestreefd worden naar het zoveel mogelijk beschermen tegen stof, stenen en zand. Dit betekent dat de eerste graad van de IP-code 5 zal moeten zijn. Bij het gebruik heb je ook regelmatig last van regen en opspattend water, daardoor moet de tweede waarde 4. zijn Dit betekent dat de code IP-54 nagestreefd zal moeten worden.

Het product bevat een schakelaar en een usb-opening ook moet de printplaat uit de behuizing te halen zijn. Er zijn meerdere kritieke punten in de behuizing die er dus voor kunnen zorgen dat de IP-code niet gerealiseerd kan worden. Hiervoor zal bijvoorbeeld gebruikt gemaakt moeten worden van afdichtringen van een rubber of overlapping van twee oppervlaktes op de kritieke punten. Het zoveel mogelijk integreren van de vormgeving van het product in de fiets, kan ook voor minder overlast van stof en vocht zorgen.

RISICOSCENARIO'S
ANALYSEFASE

Beschadiging van de gebruiker
Tijdens wielerwedstrijden heb je vaak te maken met valpartijen. Bij het gebruik van het product bestaat het risico dat het product de gebruiker ofwel de fiets van de gebruiker beschadigd. Bij plaatsing op de rug en een valpartij op de rug, zou een hard materiaal schade kunnen aanrichten aan het lichaam van de wielrenner. Bij het ontwerp van het product zou meegenomen kunnen worden dat niet de rug, maar het product een groot deel van de kracht opvangt. Hiervoor zal, in ieder geval één zijde van het product, van materiaal voorzien moeten zijn dat kan deformeren en zodoende deze kracht absorbeert. Ook moet voorkomen worden dat de behuizing breekt en versplintert aangezien dit ernstige gevolgen kan hebben. De rek bij breuk zal hoog moeten zijn.

Voor zowel montage op de fiets als plaatsing op de rug zal het product geen hoekige punten moeten bevatten om op die manier ernstige schade aan het lichaam te voorkomen. Bij montage op de fiets kan dit niet alleen gerealiseerd worden door het product zelf van organische vormen te voorzien, maar ook door het product zoveel mogelijk te integreren in de vorm van het frame, zadel of stuur. Hierdoor heeft het geheel namelijk geen uitstekende delen die schade kunnen aanrichten bij een valpartij.

Beschadiging van anderen
De UCI beschrijft in het artikel over het materiaal dat gebruikt mag worden tijdens een wedstrijd, dat je zowel de gebruiker zelf als zijn omgeving niet aan extra gevaar moet blootstellen. Ook de kans op het beschadigen van anderen kan in zekere mate gereduceerd worden. Een onderbouwing hiervan kan er voor zorgen dat de UCI inziet dat hier rekening mee is gehouden (referentie). Het beschadigen of benadelen van anderen zou zich alleen kunnen voordoen als het product gemonteerd is op de fiets.

In de eerste plaats zal het product niet buiten de vormgeving van de fiets moeten uitsteken. Dit houdt in dat het product niet breder moet worden dan de breedte van verschillende onderdelen van de fiets. Aangezien het niet om een extreem groot product gaat, lijkt dit op eenvoudige wijze te realiseren. Voor de valpartijen waar andere wielrenners bij betrokken zijn geldt dezelfde maatregel als eerder genoemd bij de beschadiging van de gebruiker zelf. Oftewel, het zo goed mogelijk integreren van het product in de vormgeving van de fiets en het vermijden van hoekige en scherpe vormen.

Kortsluiting
De componenten aan de binnenkant van de behuizing worden van stroom voorzien. Dit betekent dat er altijd een geringe kans is op kortsluiting. Voor de hardware op zich is er voldoende getest dat dit niet voor zal komen, maar in combinatie met de behuizing en het gebruik in extreme situaties zal het ook voorkomen moeten worden. Bij gebruik van het product geplaatst op de fiets heb je te maken met direct contact met het geleidende materiaal carbon.

In de eerste plaats zal de behuizing moeten worden gemaakt van een niet geleidend materiaal. Daarnaast moet de behuizing de componenten niet dusdanig aantasten en zal op de printplaat na, geen enkel component in verbinding staan met behuizing.

Verder zal ESD, elektrostatische ontlading, niet moeten plaatsvinden. Dit kan voorkomen tussen twee verschillende geladen lichamen en zal in de buurt van de hardware schade aan kunnen richten (Fundamentals of ESD, 2014) . Wrijving tussen twee kunststoffen kunnen ook voor deze ontlading zorgen, mogelijk gaat de behuizing gemaakt worden van kunststof. Dit zal bij de keuze en toepassing van het materiaal nogmaals behandeld moeten worden. Ook zal de vastgestelde IP-code gerealiseerd moeten worden door het minimaliseren van openingen in de behuizing.

Defect product door een valpartij
Bij een valpartij krijg je, vanwege abrupt van hoge snelheid naar geen snelheid te gaan, te maken met grote krachten. Dit betekent dat de behuizing voorzien moet worden van sterk materiaal dat deze krachten op kan vangen. De trek en buigsterkte moet hoog genoeg zijn en de rek bij breuk evengoed. Hierdoor voorkom je dat de behuizing gaat breken en zodoende de hardware beschadigd en niet meer kan functioneren.

De afstand tussen de binnenkant van de behuizing en de componenten is in de ideale situatie zo gering mogelijk, omdat dit het formaat van het product kan reduceren. Echter zal er dus ook rekening gehouden moeten worden dat bij de deformatie van het materiaal van de behuizing niet de componenten worden geraakt en beschadigd.

Verder is het een vereiste dat de hardware in de behuizing is gefixeerd, bij valpartijen kan de hardware dan niet binnen de behuizing gaan bewegen. Dit geldt in het algemeen ook voor het gebruik op ongelijke ondergronden die trillingen in het product veroorzaken.

Als het product op de fiets gemonteerd is, zal dit door middel van een kliksysteem gaan. In de ideale situatie is het kliksysteem makkelijk te bedienen en in een kort tijdsbestek moet het product los- en vastgekoppeld worden. Het kliksysteem moet dus gebruiksvriendelijk en met niet te veel kracht te bedienen zijn. Ook moet het kliksysteem licht in gewicht zijn. Echter moet er wel rekening gehouden worden dat het product op het kliksysteem blijft zitten en niet afbreekt tijdens een valpartij.

GEBRUIKERSTTEST HUIDIGE PROTOTYPE
ANALYSEFASE

Het huidige prototype is getest bij een aantal professionele wielerploegen. Het hoofddoel van deze gebruikerstest was het onderzoeken of de hardware en de software in zijn huidige staat de juiste handelingen uitvoerden in de omgeving waar het straks definitief gebruikt gaat worden. Zoals eerder aangegeven is de behuizing waarmee deze test is gedaan nog niet onderworpen aan designstudies. Dus is het prototype nog totaal ongebruiksvriendelijk en niet ergonomisch. De gebruikerstest met dit prototype is mede daardoor ook een goede gelegenheid om op- of aanmerkingen over het huidige prototype aan te horen en dit mee te nemen in de realisatie van het nieuwe product. Aangezien de nadruk puur ligt op het testen van de werking van het product, is verkregen informatie ten behoeve van de behuizing een bijkomstigheid.

Bij de gebruikerstest waren verschillende partijen betrokken. De wielrenners en hun begeleiding, IMG en Nspyre zelf. Nspyre en IMG hebben zich daarin bezig gehouden met het implementeren van het product, ook de begeleiding van de wielerteams waren hier nauw bij betrokken. Dit betekent dat dit een andere gang van zaken is dan wanneer het nieuwe product straks geïmplementeerd is. Dan zullen namelijk alleen de werknemers van IMG deze handelingen uitvoeren (B3 Schema's; Flowchart). Het gevolg hiervan is dat hier uit observatie zelf van de manier van gebruik weinig relevante informatie te halen valt. Alleen feedback van alle betrokken partijen kunnen bijdragen aan het herontwerp van het product.

De opzet van de gebruikerstest was het gebruik van vier prototypes verdeeld over twee ploegen, beide twee prototypes. De wielrenners hadden als enige taak het product bij zich te dragen, ongeacht op welke manier dit werd gedaan. De verzonden data tijdens de koers zal informatie met zich meebrengen die relevant is voor de verbetering van de soft- en hardware.

Opmerkelijk in de test was dat de rijders van de ene ploeg het product in de achterzak meenam en dat de andere ploeg het product door middel van tape en tiewraps onder het zadel plaatste. Dit werd gedaan met als onderbouwing dat het product 'te zwaar op de rug was'. Een wielerwedstrijd kan vaak wel richting de zeven uur duren en een product van een paar honderd gram extra op de rug, die ook nog eens niet ergonomisch en niet ideaal op de rug ligt, vervoeren is geen pretje.

De oplossing van de tape en de tiewraps is natuurlijk verre van ideaal. Mocht het product op de fiets geplaatst worden, omdat het product te zwaar op de rug zou liggen, zal er een gebruiksvriendelijk kliksysteem ontwikkelt moeten worden bij het product. Wat hier nog bij vernoemd moet worden is dat één van de twee prototypes die onder het zadel bevestigd was, onder de race defect is geraakt. Een oorzaak hiervan kan zijn dat het product te strak onder het zadel teveel trillingen meekrijgt. Met zekerheid is dit niet te zeggen.

Ook pleitte een fietsfabrikant, die bij één van de ploegen aanwezig was, er voor dat het product geen afbreuk moest doen aan de vormgeving van het fietsframe. Dit statement is wellicht interessant om mee te nemen in de afwegingen die er worden gemaakt in de ideefase.

Daarnaast zou volgens de wielrenners en de staf het product te groot en te dik zijn. Verder is de huidige vormgeving van het product ook niet ideaal om het op de fiets dan wel op de rug mee te nemen tijdens de koers. Deze feedback zal meegenomen worden in het herontwerp van het product en zal als eis of als wens meegenomen worden in het Programma van Eisen.

In het algemeen kwam tijdens de gebruikerstest naar voren dat vanuit het peloton interesse bestaat in het product en men gelooft in de toepassing en de toegevoegde waarde in de wielerwereld ervan. Echter wensen ze wel dat ze zo weinig mogelijk hinder van het product ondervinden. Daarnaast moet het ook niet ten koste gaan van de prestaties van de wielrenners die het product bij zich dragen. Aangezien een mogelijk toekomstperspectief is dat het hele peloton het product bij zich draagt, zal dan nog steeds iedereen onder dezelfde omstandigheden kunnen presteren. Het implementeren zal echter geleidelijk gaan en de wielrenners en ploegen die hier aan meewerken zullen hier zoveel mogelijk in tegemoet gekomen moeten worden.

PROGRAMMA VAN EISEN & WENSEN
ANALYSEFASE

Eisen

Algemeen

- Het product moet een aan/uit schakelaar bevatten
- De behuizing moet de hardware fixeren
- De behuizing moet voldoen aan de codering IP-54
- Het product moet feedback geven of het ingeschakeld is
- Het product moet feedback weergeven over ANT+
- Het product moet feedback weergeven over de processor
- Het product moet feedback weergeven over gps
- Het product moet feedback weergeven over gsm
- Het product moet weergeven wanneer de batterij volledig is opgeladen
- Er moet een simkaart in geplaatst en uitgehaald kunnen worden
- De batterij moet opgeladen worden door middel van een usb-poort
- De batterij moet opgeladen worden zonder de printplaat te verwijderen
- De hardware moet te verwijderen zijn uit de behuizing
- De behuizing moet schokbestendig zijn
- Behuizing mag bij deformatie niet de hardware componenten raken
- Het product kan maar op één manier bestuurd/geïnstalleerd worden
- De behuizing mag niet (onnodig) contact maken met de componenten
- De behuizing moet minder dan 30 gram wegen
- De behuizing moet kleiner zijn dan 100 mm bij 70 mm bij 30 mm
- De dikte van de behuizing moet minder dan 5 mm zijn
- Product moet zowel in de achterzak meegedragen als op de fiets bevestigd kunnen worden
- De behuizing moet de hardware beschermen tegen ozon en zonlicht
- Het materiaal van de behuizing moet vochtbestendig zijn
- Het materiaal van de behuizing moet bestand zijn tegen zonlicht en ozon
- De behuizing moet licht kunnen deformeren en moet een hoge rek bij breuk hebben

Montage op de fiets

- Het product moet door middel van een kliksysteem bevestigd worden
- Het product en het kliksysteem moeten twee losse onderdelen zijn
- Het kliksysteem moet lichter zijn dan 15 gram
- Het kliksysteem moet het product eenvoudig kunnen dragen en niet extreem gaan deformeren
- De behuizing moet licht kunnen deformeren en moet een hoge rek bij breuk hebben
- Het product moet aan het kliksysteem blijven zitten bij trillingen van rijondergronden

Meegedragen in de achterzak

- Het product moet niet uit gaan bij plaatsing in de achterzak

Wensen

Algemeen

- De behuizing moet een gladde oppervlaktestructuur hebben
- Bij valpartijen moet het product geen schade aanrichten aan gebruiker
- Bij valpartijen moet het product geen schade aanrichten aan omgeving
- De wielrenner moet zo weinig mogelijk hinder ondervinden van het product

Montage op de fiets

- De vormgeving van behuizing moet zo aerodynamisch mogelijk zijn
- De vormgeving moet zo goed mogelijk geïntegreerd worden in de vormgeving van de fiets
- Het product moet relatief eenvoudig te bevestigen en te ontkoppelen zijn

Meegedragen in de achterzak

- Het product moet zo weinig mogelijk irritatie opleveren
- De vormgeving moet zo goed mogelijk geïntegeerd worden in de vorm van de rug

CONCUSIE & ONTWERPKADER
ANALYSEFASE

De analysefase heeft het fundament gelegd voor het te ontwerpen product, door een duidelijk beeld te scheppen van het huidige prototype, onder andere het gebruik en zijn omgeving te analyseren en de gebruikers en belanghebbenden in beeld te brengen is er een Programma van Eisen ontstaan die weergeeft binnen welke kaders het product ontworpen kan worden.

Dit Programma van Eisen, dat naast de analyse ook is ontstaan uit de wensen die de rijders en teams bij de testen van het oude prototype meegaven, moet een verbetering van het oude product opleveren. Hierin worden alle belanghebbenden en gebruikers zoveel mogelijk tegemoet gekomen. Zo wordt er gestreefd om het product op verschillende manieren bruikbaar te maken. Ook de aerodynamische en geïntegreerde vormgeving en reductie van gewicht en formaat zijn hier voorbeelden van.

Van het nieuwe ontworpen product zullen er tussen de 60 en 80 gemaakt worden. Dit is echter puur een idicatie vanuit Nspyre. Dit betekent dat dit aantal zowel hoger als lager uit kan vallen. Om deze reden is het lastig om keuze te maken van de productiemogelijkheid op basis van aantallen en kosten. Daarom zijn ook niet de productie aantallen en de manier van produceren in het Programma van Eisen verwerkt. Het ontwerpvoorstel zal gevisualiseerd worden met een 3D print en daarom zal ook het ontwerpvoorstel zelf 3D printen als productie manier hebben. Er wordt naar gestreefd dat het product met eventuele simpele wijzigingen ook op een andere manier geproduceerd kan worden, zoals spuitgieten.

Elke module zal per wedstrijd aan een bepaalde renner gekoppeld moeten worden en moet dus ook de software van het product per wedstrijd kunnen worden aangepast. Om de renners te koppelen is het dus vereist dat de hardware uit de behuizing gehaald kan worden om dit te realiseren. Ook zit het product nog in de experimentele fase, waardoor het van belang is dat de gehele printplaat eenvoudig vervangen kan worden.

Om hier nog verder op in te gaan, houdt dit in dat het duidelijk moet zijn dat gebruiker inziet dat deze handeling alleen gedaan moet worden als het nodig is. Voor de rest van het product is het ook het streven dat het gebruik vanzelf sprekend is. Verkeerd gebruik moet dus zoveel mogelijk geëlimineerd worden. Een voorbeeld hiervan is dat het product bijvoorbeeld alleen te gebruiken is als het waterdicht is afgesloten.

Het product zal natuurlijk zo veilig mogelijk gemaakt worden. Echter valt de CE-markering en KEMA-KEUR niet binnen dit ontwerpvoorstel, althans het verkrijgen van deze keurmerken en markeringen niet. Dit zijn zaken die pas aan de orde komen als het ontwerpvoorstel aangenomen is. Voor de IP-codering geldt dat deze wordt nagestreefd.

Het ontwerpvoorstel dat gecreëerd gaat worden, zal wel rekening houden met de componenten van de hardware binnen in de behuizing, maar niet geheel met de printplaat zelf. Dit houdt in dat de nieuwe vormgeving en de afmetingen van het product een voorstel moeten gaan doen voor de nieuwe afmetingen van de printplaat. Hiervoor is gekozen omdat de printplaat in formaat nog gereduceerd kan worden en dit minder ontwerpbeperkingen met zich meebrengt. De printplaat zal hoe dan ook nog worden aangepast. Als de nieuwe behuizing aansluit op de oude printplaat zou er gelijk weer een nieuw ontwerp moeten komen bij een nieuwe printplaat. Dit proces kan in dat geval beter hand in hand gaan. Het voorstel voor de printplaat moet vanzelfsprekend wel realistisch zijn. Dit zal zeer waarschijnlijk een feedbackloop gaan voorstellen, er zal weer een aanpassing aan het formaat van het product gedaan worden als de nieuwe voorgestelde afmetingen van de printplaat niet te realiseren zijn.

De componenten van de hardware die verbonden zijn met de behuizing zijn vrij te positioneren. Zolang de onderdelen maar eenvoudig te bereiken, goed zichtbaar en spatwaterdicht zijn. Dit brengt wederom ontwerpvrijheden mee die de mogelijkheden van het realiseren van het product groot maken. Ook hiervoor zal de feedbackloop zijn intrede doen, als de positionering vanuit de hardware naar de behuizing niet realiseerbaar is, heeft dit een aanpassing in de behuizing als gevolg.

IDEEFASE

De bevindingen uit de analysefase is een goed fundament voor het genereren van ideeën voor het product. Door duidelijk af te kaderen wat er van het product verwacht wordt, kan er gericht geschetst en ontworpen worden. De ideefase zal zich met name bezig houden met de positionering van het product aangezien dit één van de grootste aanpassingen is ten opzichte van het huidige prototype. Deze fase zal dus een goede onderbouwing van de positionering van het product moeten bevatten, met daarnaast eventuele vormgevingen van het product die passen bij de positionering.

Om eerst een duidelijk beeld te krijgen van mogelijke vormgevingen, ongeacht zijn positionering, is er wat aan vormstudies gedaan. Sommige ontwerpen zijn wellicht niet te realiseren, maar verschillende vormen kunnen wel de grondslag zijn voor latere ontwerpen. Daarnaast zorgt het ervoor om uit het beeld van het huidige vierkante prototype te komen.

IDEEGENERATIE
IDEEFASE

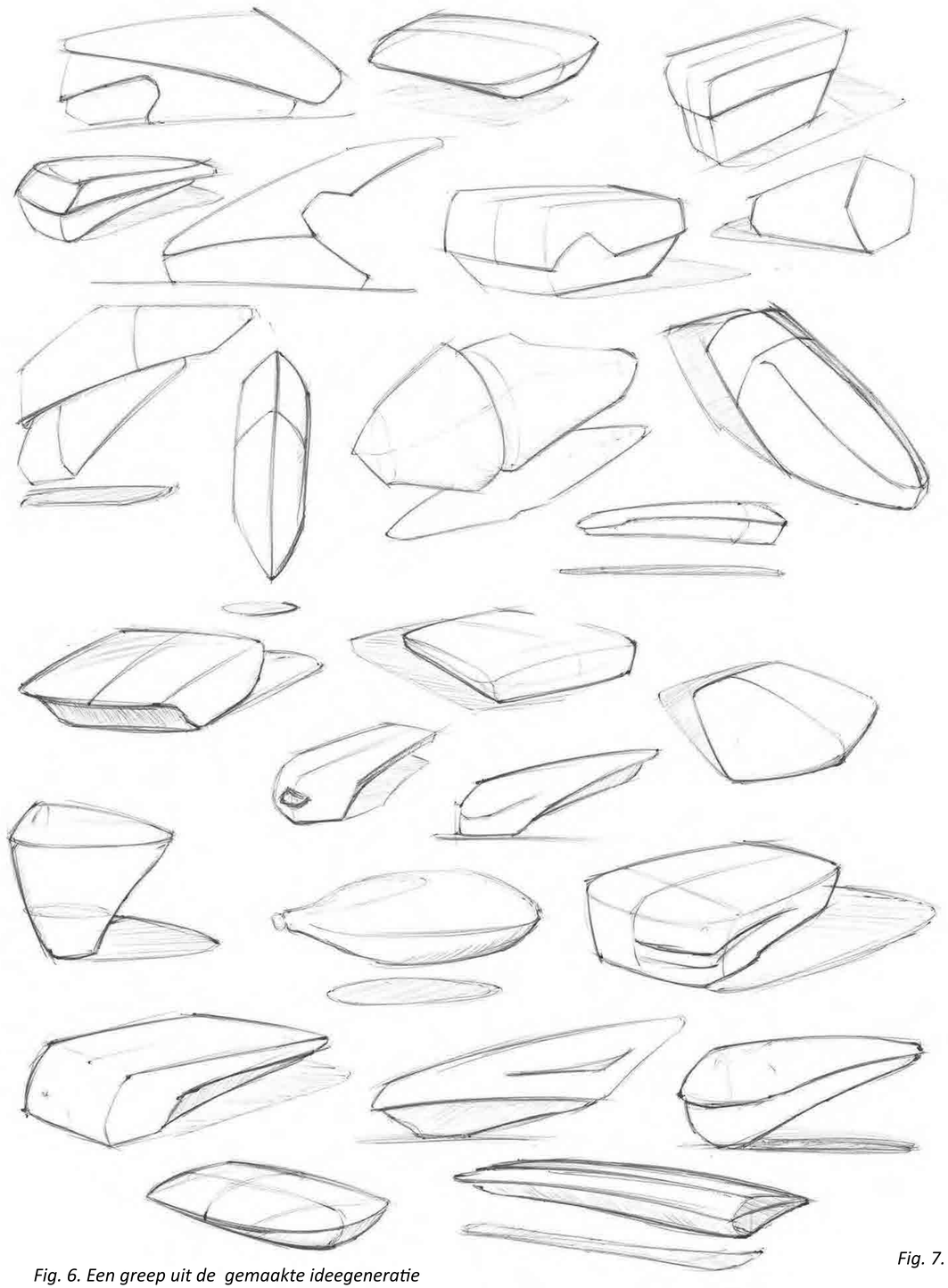


Fig. 6. Een greep uit de gemaakte ideegeneratie

Fig. 7. Enkele inspirerende producten voor de ideegeneratie

MOGELIJKE POSITIONERINGEN
IDEEFASE

Wielrenner

Achtervak fietsbroek of achterzak fietsshirt

De fietsbroek is voorzien van een vak aan de rugzijde. Dit vak is van origine hier geplaatst voor de koersradio. De achterzakken van het fietsshirt voor het bergen van voedsel. Het huidige prototype wordt momenteel in het vak van de fietsbroek geplaatst, dit kan inclusief koersradio. Aangezien het product momenteel groter is dan dat het nieuwe prototype gaat worden, kan er worden aangenomen dat het product hier geplaatst zou kunnen worden.

Fiets

Frame

Het product zou geïntegreerd kunnen worden in het frame. De meest ideale situatie is om dit zo laag mogelijk, dus zo dicht mogelijk bij de grond te plaatsen. De bracket is het laagste punt van het frame, hierboven plaatsen is een optie. Echter heb je nog wel te maken met de bidonhouders, wat zou kunnen betekenen dat er te weinig plek is voor het product. Dit zal vooral bij frames van kleine formaten het geval zijn. Ook ander posities, de hoeken van het driehoekige frame, zullen als optie meegenomen moeten worden. Als dit geïntegreerd gaat worden met het frame, zal het frontaal oppervlak niet vergroot worden, wat niet nadelig is voor de aerodynamica.

Zadel

Ook een mogelijkheid om het product te plaatsen, is bij het zadel. Het zou zowel onder het zadel aan de rails als aan de zadelpen bevestigd kunnen worden. Een vereiste is dat het product smal zal moeten zijn, om de aerodynamica niet teveel te benadelen. Momenteel zijn er al kliksystemen beschikbaar waarmee camera's bevestigd kunnen worden, hier kan op worden ingespeeld.

Stuur

Het stuur van de wielrenner valt onder het gezichtveld van de wielrenner en bepaald een groot deel van het frontaal oppervlak. Mocht het product hier geplaats worden, zal het dus zowel niet in het gezichtsveld moeten zitten als het frontaal oppervlak vergroten. Onder de stuurpen, in de knik, is in dat geval de enige mogelijkheid, hierbij zal het product geïntegreerd moeten worden met de stuurpen.

Helm

Een attribuut dat de wielrenner de gehele race bij zich houdt, is de helm. Een mogelijkheid is dus om het product te verwerken of te bevestigen aan de helm. Echter de helmen zijn tegenwoordig zeer licht, wat betekent dat de bevestiging van het product, de helm bijna een keer zo zwaar kan maken. De helm, dus ook het product, bevindt zich niet in het gezichtveld van de wielrenner.

Fig. 8. Visualisatie mogelijke positioneringen

PRODUCTIDEEËN PER POSITIONERING
IDEEFASE

Om een zo´n breed mogelijk scala aan ideeën te creëren is voor elke positionering een aantal schetsen gemaakt. Uit de gebruikerstest kwam naar voren dat er een voorkeur is ontstaan om het product op de fiets te plaatsen. De kans is groot, dat het product zonder het kliksysteem straks ook nog in de achterzak geplaatst kan worden. Maar aangezien het product, als het mogelijk is, gewoon op de fiets geplaatst wordt, zal plaatsing op de rug niet meegenomen worden als specifieke positie van het product. Ook de helm valt af, als er al geen voorkeur is om het product op de rug te plaatsen, zal dit evenmin zijn voor het plaatsen van het product op het hoofd.

Aangezien het zadel en de zadelpen twee aanzienlijk verschillende producten zijn en niet per definitie bij elkaar horen, op de zadelpen past een andere zadel en andersom, wordt het in de ideegeneratie ook als twee verschillende producten gezien. Dit is afwijkend ten opzichte van de hierboven beschreven mogelijke positioneringen.

Om een duidelijk beeld te krijgen van de mogelijkheden waar het product geplaatst kan gaan worden op de fiets, is er van de verschillende onderdelen van de fiets een collage gemaakt. Aan elk onderdeel op zich valt het ontwerp in principe te koppelen. De onderdelen die terug komen in de collages zijn het frame, het stuur, het zadel en de zadelpen. Van elk onderdeel zijn veel verschillende fabrikanten, wat betekent dat dezelfde soort producten soms veel van elkaar kunnen verschillen. Dit heeft veel invloed op het ontwerp van het product, aangezien er ondanks de verschillende soorten producten er wel een universele oplossing gevonden moet worden voor het product zodat het op elke fiets te plaatsen is. In deze fase van het ontwerptraject speelt dat vooral in op de vormgeving van het product, in een later stadium ook op de manier van bevestigen.

Er is geprobeerd om zo divers mogelijke ontwerpen per onderdeel in één collage te plaatsen. Per collage zullen bijzonderheden, universele gedeeltes en andere relevante informatie benoemd worden. Van alle verschillende positioneringen zijn, naast de collages en de schetsen, de vóór en nadelen tegen elkaar afgewogen.

PRODUCTIDEEËN FRAME
IDEEFASE

Fig. 9. framecollage

Voor de frames van de fietsen geldt dat je te maken hebt met veel verschillende vormen en hoeken. Zelfs binnen framemerken heb je te maken met verschillende types waar weinig universele delen te vinden zijn. De breedtes, diktes en vorm van de buizen zijn nagenoeg nooit gelijk, wat het extreem lastig maakt om het product ergens in het frame te plaatsen. Ook zijn de hoeken tussen de buizen vaak verschillend, dit lijken echter wel interessante posities om het product te plaatsen. Als het product goed verwerkt is in het frame, heb je nagenoeg geen last van frontaal oppervlak en zal de wielrenner weinig hinder ondervinden van het product.

Voordelen:
- Verandering frontaal oppervlak kan minimaal zijn.
- Verwerkt met het frame, wat kan lijken op één geheel.
- De wielrenner ondervind weinig hinder op deze wijze.

Nadelen:
- Frame-producenten staan negatief tegenover integratie met het frame (zie gebruikerstest huidige prototype eerder dit verslag)
- Moeilijk mee te wisselen bij een fietswissel.
- Elk frame heeft een kliksysteem nodig.
- Niet universeel voor alle frames, wellicht custom productie nodig.
- De bidonhouders zitten mogelijk in de weg bij kleine frames.

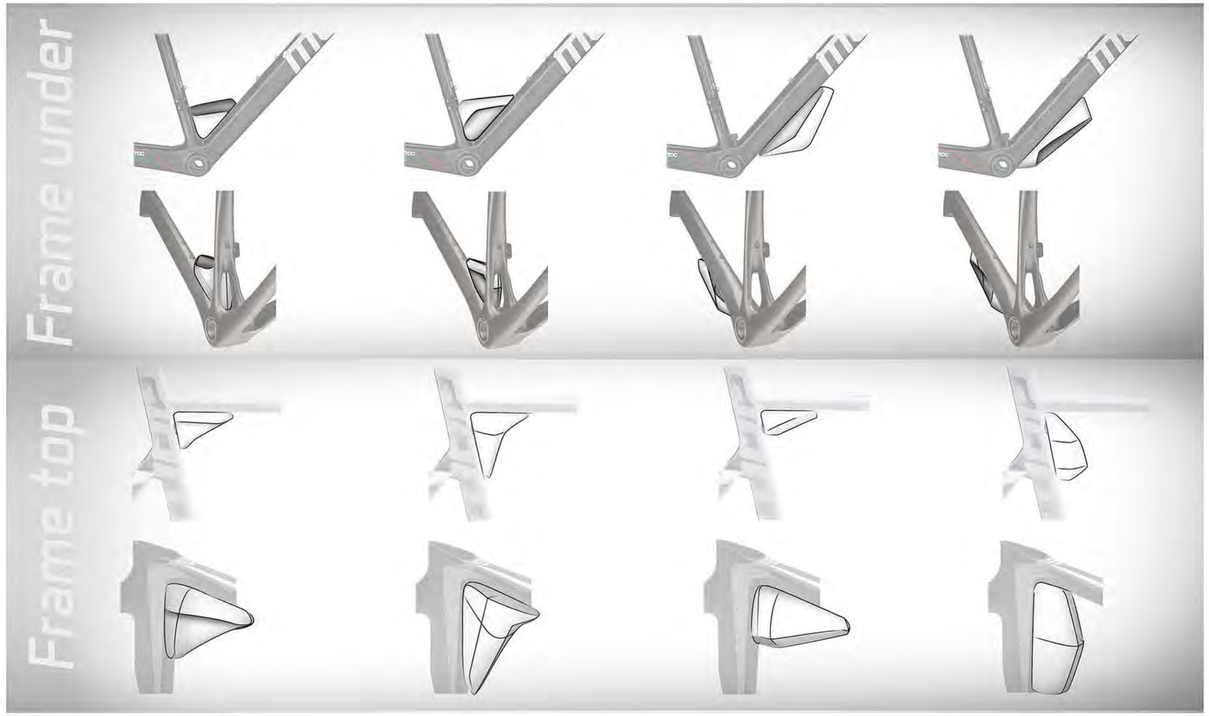


Fig. 10. Productideeën frame boven en onder, met boven de zij- en onder het 3D-aanzicht afgbebeeld

PRODUCTIDEEËN ZADELPEN
IDEEFASE

Fig. 11. Zadelpencollage

Voor de zadelpennen geldt ook dat de producten weinig universele onderdelen bevatten. Naast veel ronde zadelpennen, heb je ook te maken met druppelvormige en platte zadelpennen. Aangezien de verschillende zadelpennen in de meeste fietsframes moeten passen, is de straal vaak gelijk. Als dit niet het geval is, hoort de zadelpen meestal specifiek bij een fietsframe, of is de zadelpen één geheel met het frame.

Voordelen:
- Kan universeel gemaakt worden door een aanpasbaar kliksysteem.
- Wielrenners ondervinden er weinig tot geen hinder van.
- Het zit niet in het gezichtsveld van de wielrenner.
- Veel ruimte om het product te positoneren.
- Geen negatieve invloed op de aerodynamica.

Nadelen:
- Bij een fietswissel zal het product mee verwisseld moeten worden.
- Ziet er wellicht optisch niet aerodynamisch uit, terwijl dat op die positie geen rol speelt.
- Het product is kwetsbaar bij valpartijen.
- Er moet rekening gehouden worden met het plaatje van het wedstrijdnummer (kan ook positief zijn)

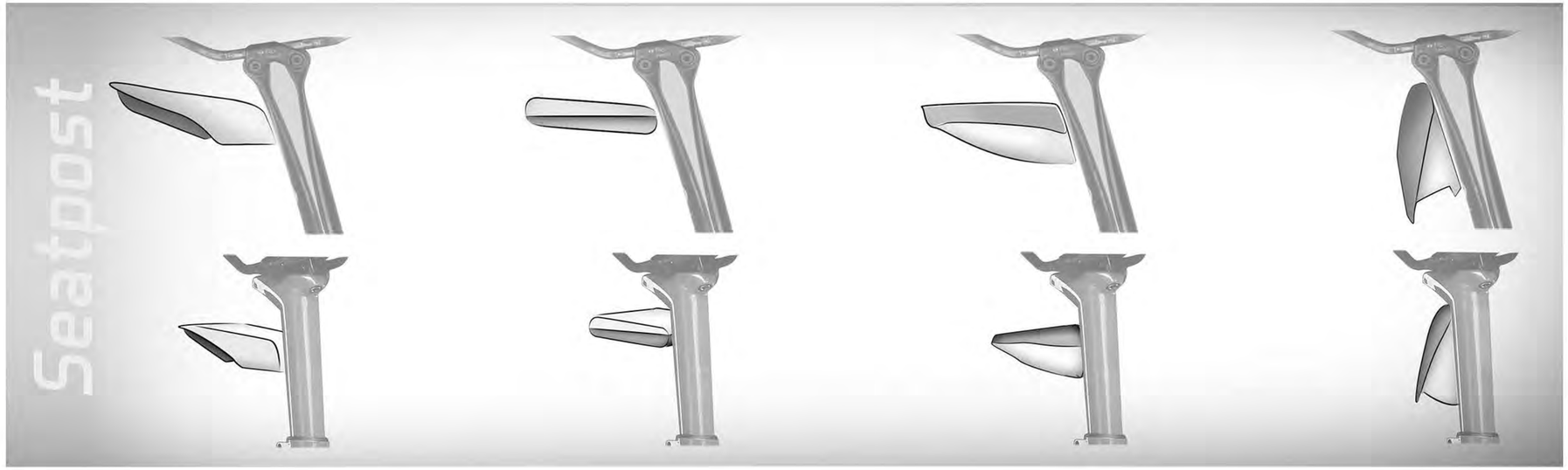


Fig. 12. Productideeën zadelpen, met boven de zij- en onder het 3D-aanzicht afgbebeeld

PRODUCTIDEEËN STUUR
IDEEFASE

Fig. 13. Stuurcollage

In deze collage zijn zowel sturen als stuurpennen te vinden. Dit omdat je tegenwoordig steeds vaker met sturen te maken hebt met geïntegreerde stuurpennen. Aangezien de wielrenners weinig hinder van het product moeten ondervinden, liggen er mogelijkheden om het product onder de stuurpen te plaatsen. De vormen van de sturen en de stuurpennen zijn verschillend en ook de lengtes van de stuurpennen verschillen, wat het lastig maakt om een universeel product te maken. Ook de lengtes van de verschillende stuurpennen spelen een rol.

Voordelen:
- Het kan geïntegreerd worden in de vormgeving met de stuurpen.
- Er zijn mogelijkheid voor een universeel kliksysteem
- Veel ruimte om een product met interessante vormgeving te ontwerpen.

Nadelen:
- Het product veranderd de mate van de aerodynamica. (kan ook positief)
- Bij een fietswissel zal het product mee verwisseld moeten worden.
- Sommige stuurpennen zijn wellicht te kort, zodat er te weinig ruimte is.
- Het product zit eventueel in het gezichtveld van de wielrenner.

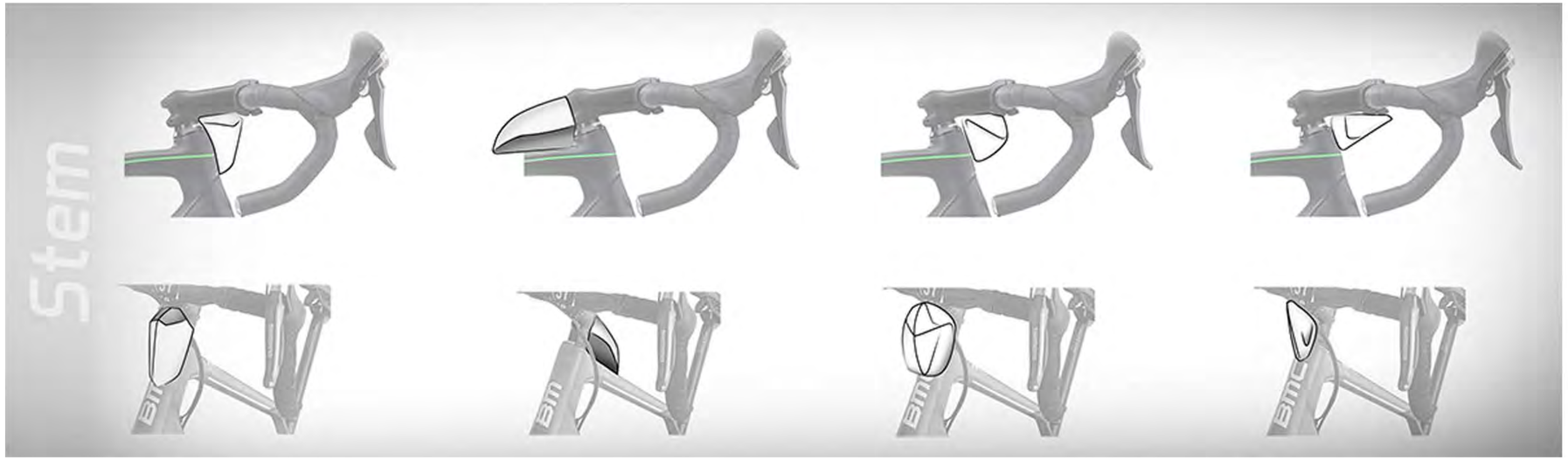


Fig. 14. Productideeën stuur, met boven de zij- en onder het 3D-aanzicht afgbebeeld

PRODUCTIDEEËN ZADEL
IDEEFASE

Fig. 15. Zadelcollage

Onder de zadels zijn er veel verschillende merken te vinden. Aangezien elk zadel op elke soort zadelpen moet passen, zijn de horizontale gedeeltes van de rails van de zadels universeel. Dat geldt niet voor het rail gedeelte dat niet horizontaal is, de hoek tussen de twee rails en de hoek die ze maken ten opzichte van de horizontale gedeeltes zijn dus verschillend van elkaar.

Achter het zadel is veel ruimte beschikbaar om eventueel het product te plaatsen. Ook aan de voorkant van het zadel zou dit kunnen, echter krijg je dan wel te maken met een zeer smalle behuizing, aangezien de wielrenner er anders hinder van zou gaan ondervinden.

Voordelen:
- Kan universeel gemaakt worden voor een standaard kliksysteem.
- Wielrenners ondervinden er weinig tot geen hinder van.
- Het zit niet in het gezichtsveld van de wielrenner.
- Vormgeving kan redelijk geïntegreerd worden met vorm van het zadel.

Nadelen:
- Bij een fietswissel zal het product mee verwisseld moeten worden.
- Het product kan niet tergelijkertijd een geïntegreerde vormgeving hebben met verschillende vormgegeven zadels.

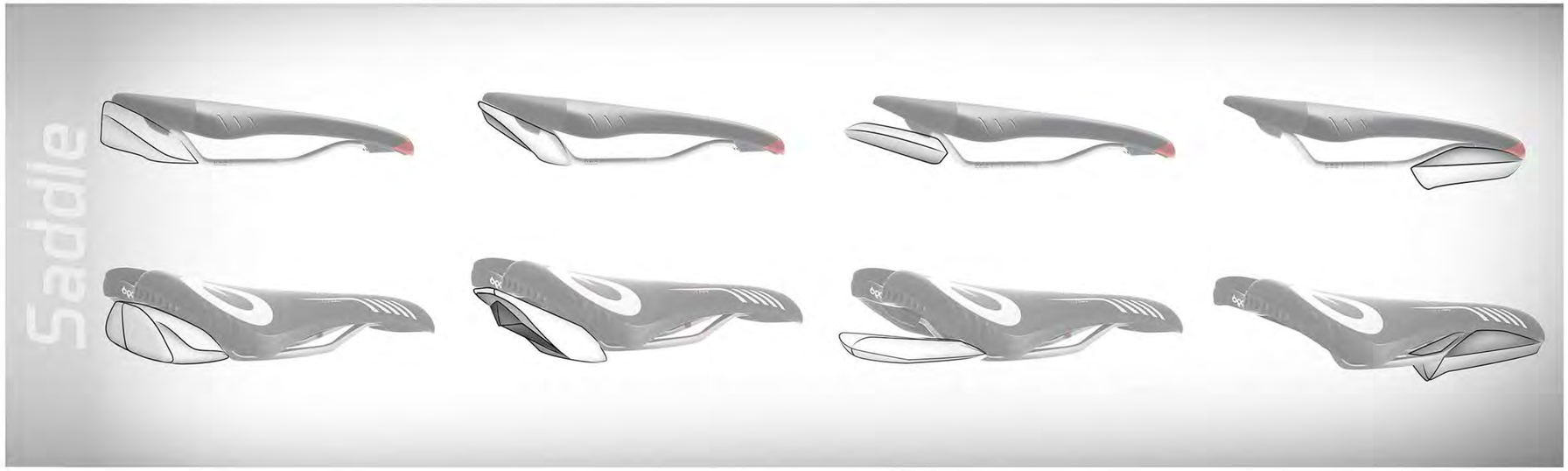


Fig. 16. Productideeën zadel, met boven de zij- en onder het 3D-aanzicht afgbebeeld

POSTIONERINGS-KEUZE
IDEEFASE

Na het afwegen van alle positioneringen, lijkt het de beste oplossing om verder te gaan met het zadel en de zadelpen. Het zadel is de enige positie waar een product gemaakt kan gaan worden die een behuizing en kliksysteem bevat die voor elke fietser universeel is. Met name voor de zadelrails is dit van toepassing, een van de weinige universele onderdelen van de gehele wielrenfiets. Vooral voor de aantallen waar dit product voor gemaakt gaat worden, 60 tot 80 stuks, is het niet relevant om een product te ontwerpen die voor elke wielrenner gecustomized moet worden. Waar je bij een frame en een stuur daartoe al gedwongen wordt, mocht je een product willen ontwerpen dat geïntegreerd is in de vormgeving van de fiets.

De belangrijkste reden om het product achter de wielrenner te plaatsen is omdat het daar geen invloed op de aerodynamica van de wielrenner uitoefent (B. Blocken et al, 2013). De wielrenner ontwikkelt door zijn houding en de voorwaartse bewegen een vaccuum achter zich waar de wind geen negatieve invloed kan uitoefenen (zie fig. 17). De windstroom vormt zich om de wielrenner heen en windstroom laat het lichaam weer los voordat het zich over de wielrenner heen bij het zadel heeft kunnen vormen. In het vaccuum bestaat er geen weerstand en op die manier kan het product geen negatieve invloed uitoefenen op de wielrenner.

Door dit belangrijke pluspunt vervalt niet de wens dat het product een aerodynamsiche uitstraling moet bevatten, de oppervlakte structuur glad moet zijn en geïntegreerd moet zijn in de vormgeving van de fiets. Voor de wielrenners is vanuit optisch oogpunt wel belangrijk om de behuizing een aerodynamische uitstraling te geven. Dit kan namelijk invloed hebben op de mentale weerstand door het placebo effect (C. J. Beedie, 2007).

In tegenstelling tot de andere plaatsingsmogelijkheden is het product voor de wielrenner op het zadel of de zadelpen niet zichtbaar. Op die manier hoeft de wielrenner zich niet te storen aan het product of er last van ondervinden. Door dit feit samengenomen met de pluspunten wat betreft aerodynamica worden de wielrenners tegemoet gekomen om het product te gebruiken.

Verder is IMG erg content met deze positionering. Momenteel zijn ze al bezig met het implementeren van SHIMANO Sportcam's, ook deze zijn achter het zadel geplaatst (zie fig. 18). Door te kiezen voor deze positionering is het relevant om de mogelijkheden te onderzoeken om gebruik te maken van hetzelfde kliksysteem als waarvan de Sportscam gebruik maakt.

Tot slot brengt de positionering qua vormgeving weinig beperkingen met zich mee. Wat betekent dat er nog op vrije manier gedacht kan worden aan de verwezelijking van het product. Zowel de vorm van het product, het kliksysteem als het praktische gedeelte als de printplaat, aan/uit knop en de oplaadmogelijkheid.

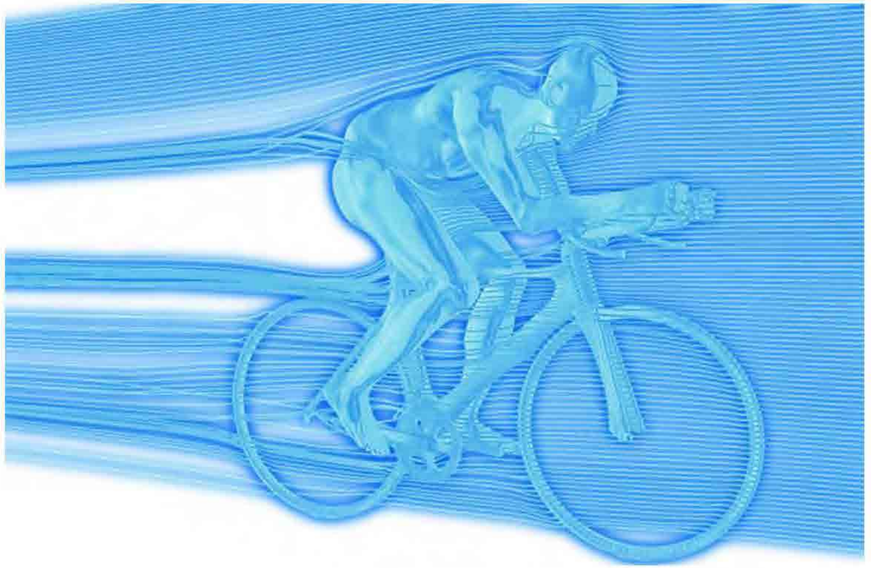


Fig. 17. Simulatie van de stroming van de wind, achter de wielrenner onstaat een vaccuum

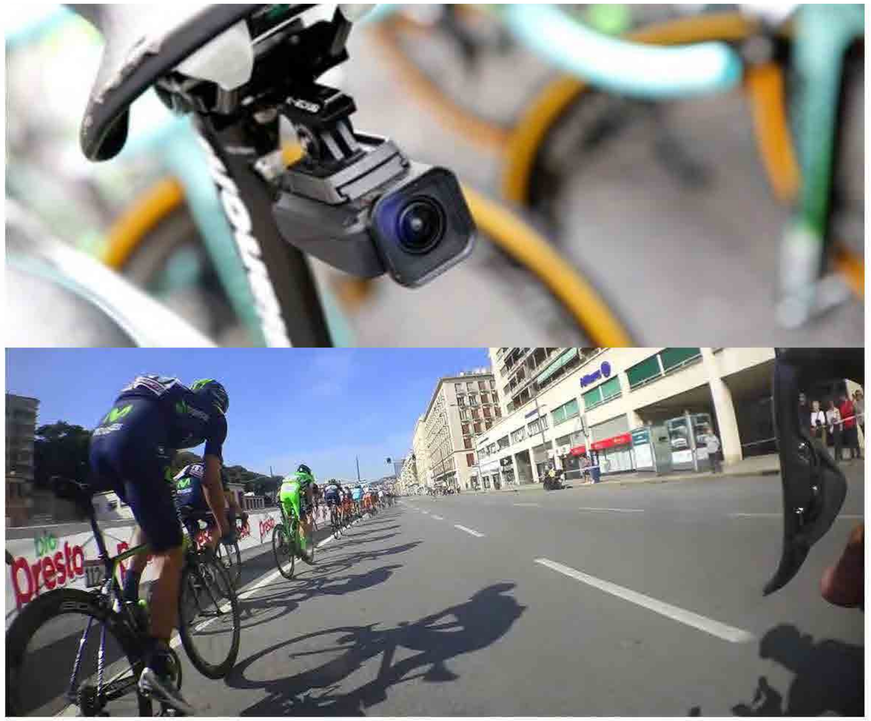


Fig. 18. De SHIMANO sportscam geplaatst achter het zadel en de vrijggeven beelden

CONCLUSIE
IDEEFASE

Voor het begin van de ideefase lagen alle mogelijkheden en ontwerpkeuzes nog open. Voor het verkrijgen van een vormgeving van het product bleek het eerst relevant te zijn om te kijken waar het product op de fiets geplaats kon worden. Alle voor- en nadelen van de positioneringen zijn in deze fase aan het licht gekomen en ook werden er mogelijke vormgevingen aan de positioneringen toegekend.

Waar het in de eerste plaats vooral om het onderzoeken van de mogelijkheden bij elke positionering ging, resulteerde dit uiteindelijk tot een grove schifting in de mogelijkheden tot positionering. Zo werd de keuze gemaakt dat het nieuwe product ontworpen gaat worden voor onder het zadel of aan de zadelpen. Ook heeft de ideefase een richting voor de vormgeving aangegeven die voor een gestroomlijnde uitstraling moet zorgen en in zekere zin geïntegreerd in de vormgeving van de fiets, wielrenner en bovenal zadel moet zijn.

De ontstane positioneringskeuze zorgt er voor dat de conceptfase veel gerichtere en specifiekere oplossingen kan gaan brengen. Uit de ideefase bleek dat de positionering van achter het zadel veruit het beste naar voren kwam. Mocht deze keuze nog niet in de ideefase gemaakt zijn, dan zou er met zekerheid toch voor het concept gekozen worden die hier gepositioneerd was. Het gevolg hiervan is dat de concepten allen gebruik gaan maken van de gekozen positionering en er dus gerichter naar oplossingmogelijkheden binnen deze specifieke positie gezocht kan worden.

CONCEPTFASE

Uit de analyse en de ideefase is voortgekomen dat het product door middel van een kliksysteem aan de zadelrails dan wel zadelpen bevestigd gaat worden. Dit betekent dat het product bestaat uit het deel van een kliksysteem dat aan de fiets zit, het deel van het kliksysteem dat geïntegreerd is in het product en het product zelf.

Het product zelf bestaat uit de behuizing die de hardware bevat en dusdanig beschermt tegen stof en water. De printplaat moet bevestigd en gefixeerd zijn in de behuizing, maar nog wel te verwijderen zijn om de software er van aan te passen. Ook de usb en de sim moeten bereikbaar zijn, om de sim te verwijderen en de batterij op te laden. Deze moeten op een eenvoudige manier bereikt kunnen worden, in verhouding met de printplaat. Aangezien deze frequenter gebruikt gaan worden dan het verwijderen van de printplaat. Daarnaast bevat de behuizing een aan/uit knop. Bij bevestiging van het product moet deze altijd aan zijn, dit zou verwerkt kunnen worden in de werking van het product. Het product moet ook nog met de hand aan/uit gezet kunnen worden om bijvoorbeeld te testen of het product goed werkend is.

Waar in de ideefase vooral over de positionering en de vormgeving is nagedacht, zal in de conceptfase ook specifieker nagedacht worden over de bevestigingsmethode en het gebruik van de interface. Met interface wordt de aan/uit knop, de sim en usb poort bedoeld. Hoe deze het best te bereiken en te besturen zijn en wel voldoen aan de IP-codering.

Op basis van dit productidee zijn er drie conceptrichtingen uitgewerkt. Deze concepten hoeven niet persé een concept opzich te zijn. Dit betekent dat aan het eind van de conceptfase niet per definitie één concept is gekozen, maar wellicht ook wel de beste aspecten van de concepten samen verwerkt in ontwerprichting die in de detailleringsfase uitgewerkt wordt tot een uiteindelijk product.

Elk concept bestaat uit vier onderdelen. 1; de positionering; de rails van het zadel of de zadelpen. 2; het kliksysteem. 3; de interface/werking; postionering en bereikbaarheid van usb en sim en gebruik aan/uit knop. 4; vormgeving van de behuizing. De uiteindelijke conceptkeuze bestaat ook uit de keuze van deze vier onderdelen, wat net zo goed van één of juist meerdere concepten kan zijn.

BEVESTIGINGS-MOGELIJKHEDEN
CONCEPTFASE

Van de onderdelen die in de concepten van toepassing zijn, zijn de meesten al wel behandeld. Wellicht nog niet allemaal tot in detail, maar er is wel tot op zekere hoogte aandacht aan besteedt. Dat geldt nog niet zo zeer voor het mogelijke kliksysteem. Het kliksysteem is een heel specifiek onderdeel van het product, waardoor het in de ideefase niet relevant was om mee te nemen in de gedachtengang. Met het kliksysteem wordt de verbinding tussen de fiets en het product bedoeld.

In de conceptfase zal dus ook het kliksysteem in de ontwerpen betrokken worden. Om een duidelijk beeld te krijgen van de mogelijke kliksystemen, is er een collage gemaakt van systemen die vaker terug te zien zijn op de fiets. Deze kliksystemen zijn vaak speciaal gemaakt voor bepaalde posities op de fiets en zijn dusdanig ontworpen dat ze goed bestand zijn tegen de verschillende omstandigheden waar ze mee te maken krijgen. Ook andere kliksystemen die de moeite waard zijn, zijn terug te vinden in het overzicht.

Voor het kliksysteem is het nog de vraag of het relevant is om voor een beperkt aantal een heel nieuw systeem te ontwerpen, of gewoon gebruik te maken van een standaard mounting. Gebruik van de werking van een bestaand kliksysteem, al dan niet in een nieuwe vorm, is in deze fase van de lifecycle van het product in ieder geval interessant. Mede daardoor is het van toepassing om bestaande kliksystemen te onderzoeken.

Aangezien dezelfde onderdelen van verschillende fabrikanten veel van elkaar verschillen, al eerder opgemerkt in de ideefase, zie je veel kliksystemen terug komen die aanpasbaar zijn, Kijk bijvoorbeeld naar de siliconen bevestigingen of de verstelbare rips. Een siliconenbehuizing zou een mogelijke oplossing zijn voor het probleem van de weinig universele gedeeltes. Ook inbus bevestigingen komen terug in de collage, deze lenen zich meer voor robuuste omstandigheden, daar waar het te ontwerpen product ook mee te maken krijgt. Tot slot zijn er ook systemen terug te vinden die vormgesloten zijn en gebruik maken van de elasticiteit van een materiaal, deze zijn zowel eenvoudig spuit te gieten als te 3D printen.

Fig. 19. Collage van mogelijke bevestigingsystemen.

CONCEPT 1
CONCEPTFASE

Fig. 20. CAD model met globale maatgeving

CONCEPT 1
CONCEPTFASE

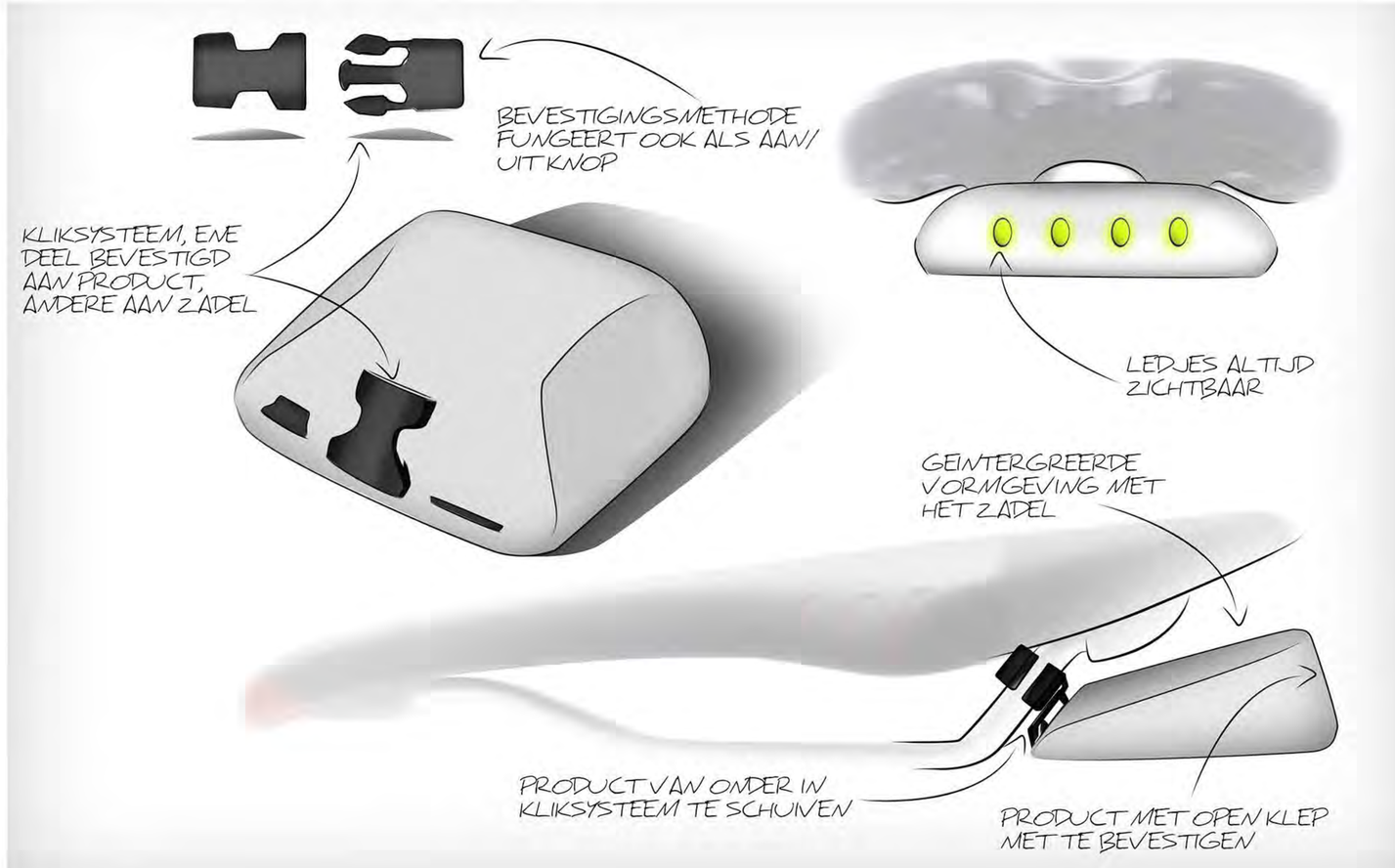


Fig. 21. Schematische weergave van positionering, bevestiging en werking

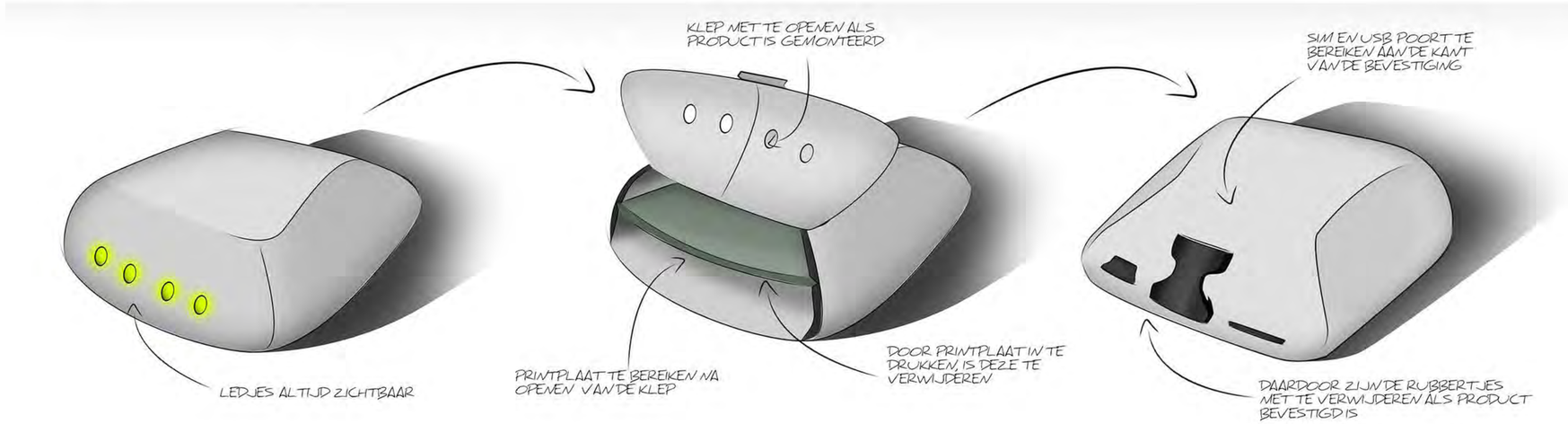


Fig. 22. Schematische weergave van het gebruik

CONCEPT 1
CONCEPTFASE

Positionering
Het eerste concept is bevestigd onder het zadel. Dit is gerealiseerd door het product via een kliksysteem te bevestigen aan de rails van het zadel. Het product is dusdanig dicht onder het zadel geplaatst dat de behuizing als het ware verdwijnt in de vorm van het zadel (zie fig. 24). Het product zou nog dichter tegen het zadel te plaatsen zijn, door het kliksysteem hoger op de rails te fixeren.

Bevestiging
Het horizontale gedeelte van de rails is voor alle zadels hetzelfde, dit gaat voor de schuine gedeeltes van de rails niet op. De hoek ten opzichte van de horizontale rails is verschillend en de rails lopen ook niet parallel naar boven vanaf het moment dat de hoek gemaakt is. Dit is terug te zien in de collage van de zadels (zie ideefase) en ook bij fysieke vergelijking van zadels kwam dit naar voren (zie fig. 23). Ter illustratie is hieronder het verschil in hoeken nog weergegeven.

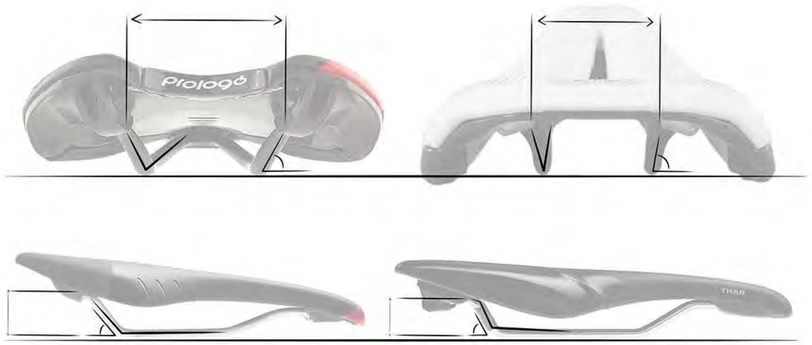


Fig. 23. Weergave over de verschillen tussen zadelrails van verschillende zadels

Aangezien het kliksysteem universeel moet zijn voor de verschillende zadel en op alle zadelrails te bevestigen moet zijn, zal het kliksysteem aanpasbaa moeten zijn. Met name is het van belang dat het verschil in afstand en de hoek tussen de bevestigingen van de rails aangepast moet kunnen worden.

Aan de aanpasbare bevestiging voor de rails is het ‘mannetje’ van het kliksysteem bevestigd, het ‘vrouwtje’ zit aan het product. Zoals te zien, wordt er gebruikt gemaakt van een kliksyteem dat je vaak bij tassen terug ziet (zie fig. 21). Het product is eenvoudig van onder in het kliksysteem te schuiven en weer los te halen door het kliksysteem aan beide kanten in te drukken. Onder het vrouwtje op de behuizing van het product zit een schakelaar, die wanneer het product wordt bevestigd automatisch van uit naar aan gaat. Aangezien het product altijd aan moet zijn als het bevestigd is, is de aan/uit knop verwerkt in het kliksysteem.

Gebruik
De ledjes van het product zijn altijd zichtbaar, dit is eenvoudig te realiseren door middel van een doorzichtige kunstof. Om de printplaat te bereiken, zal er een klep geopend moeten worden, die vastzit door een kliksysteem dat berust op de elasticiteit van het materiaal en is vormgesloten (zie fig. 22). Een gelijkende techniek zie je bijvoorbeeld terug bij de klep van de afstandbediening om bij de batterijen te kunnen.

Door de printplaat in te drukken, zal het door een veer terug schieten, en zal het eenvoudig te verwijderen zijn. De printplaat is in twee richtingen gefixeerd door de twee gleuven die aan de binnenkant van de behuizing zitten. De derde richting berust op een systeem van klikpennen. Een haakje schiet in een uitsparing en door middel van de eerder genoemde veer, is hij weer terug te klikken. De usb poort en de sim zijn te bereiken door de beschermende rubbertjes te verwijderen.

Vormgeving
In vergelijking met de andere twee concepten, heeft dit concept meer hoogte en liggen de afmetingen van de oppervlakte dichter bij een vierkant dan een rechthoek. De behuizing is zo vormgegeven dat het is geïntegreerd in de vormgeving van het zadel. Om dit geheel te realiseren is niet haalbaar, omdat de zadels, zoals al aangegeven, van elkaar verschillen. Maar er zijn echter ook overeenkomsten tussen de zadels, zodat er een universele vormgeving te vinden is (zie fig. 24). Door het product ten opzichte van het huidige prototype te verkleinen, ook volgens PvE, is het product onder elk zadel te plaatsen.

Fig. 24. Totstand koming van de vormgeving van het product

Fig. 25. CAD model met globale maatgeving

CONCEPT 2
CONCEPTFASE

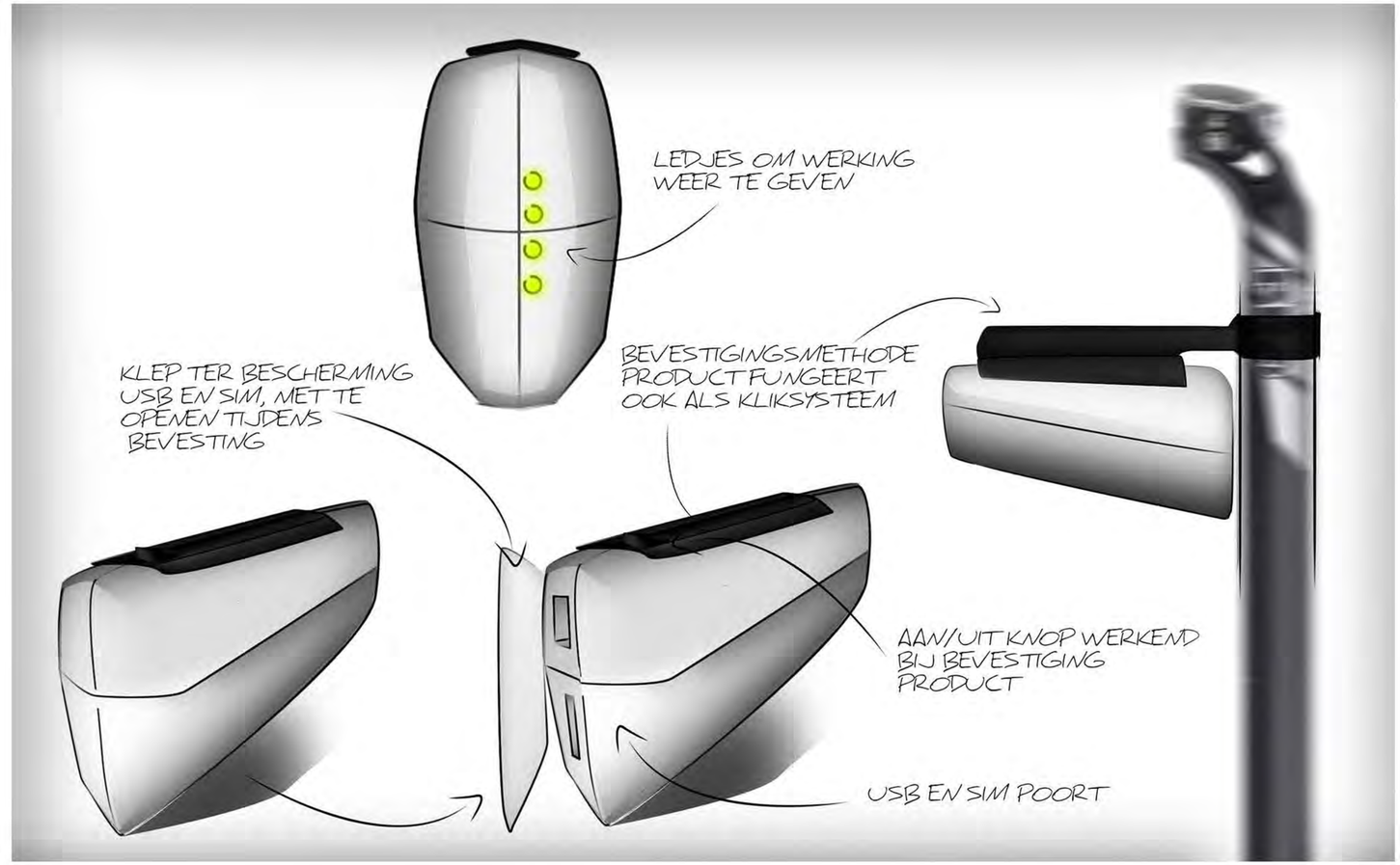


Fig. 26. Schematische weergave van positionering, bevestiging en werking

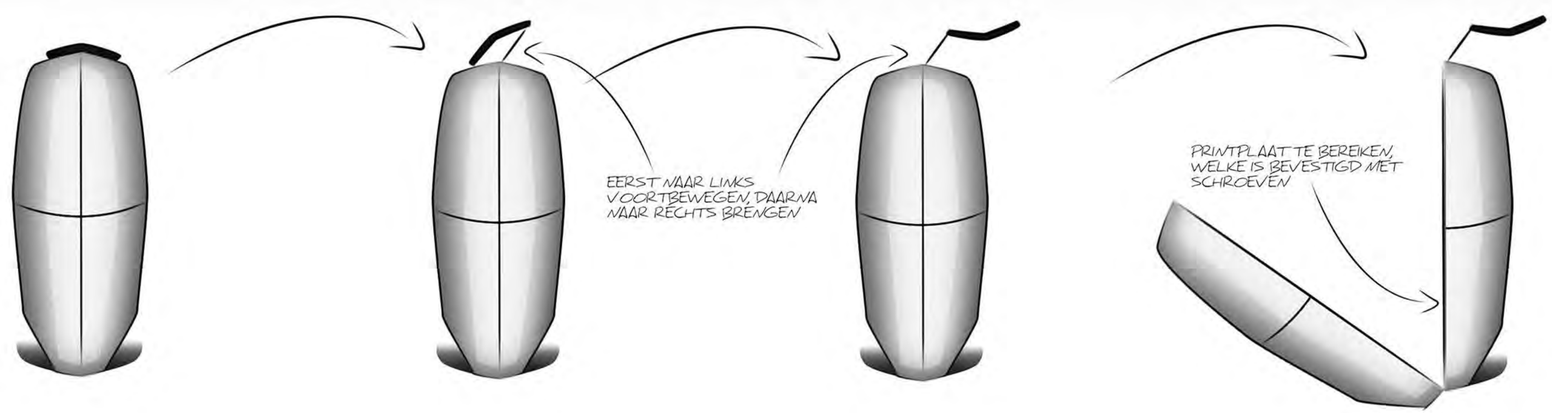


Fig. 27. Schematische weergave van het gebruik

CONCEPT 2
CONCEPTFASE

Positionering
Concept twee is in de lengte bevestigd aan de zadelpen. In de wedstrijd wordt er ook gebruik gemaakt van wedstrijdnummerplaatjes op de zadelpen, het product zal hier onder of boven bevestigd moeten worden. Een nog mooiere oplossing is om het wedstrijdnummer te plaatsen op het product.

Bevestiging
Het product wordt bevestigd door een kliksysteem dat zich boven op het product bevindt (zie fig. 26). Het is een systeem waar het product op een staaf geschoven wordt. Het product hangt zodoende onder het kliksysteem. Aangezien het kliksysteem boven het hele bovenvlak van het product zit, hoeft het systeem zelf niet extreem sterk te zijn. Wat je bij concept één wel terug ziet komen, door massa dat ver van de inklemming hangt.

Het kliksysteem zelf zit door middel van een schroef vast, met een systeem die je vaker terug ziet komen bij bijvoorbeeld fietslampjes en spatborden. Een bijkomend probleem is echter dat niet alle zadels rond zijn en je dus verschillende opzet stukken nodig hebt voor verschillende zadelpennen die bijvoorbeeld een vorm van een druppel hebben of plat zijn.

Bij het opschuiven van het product slaat ook de aan/uit schakelaar om, die dient als aanwijzing dat het product bevestigd is en daarnaast zorgt voor extra fixatie.

Gebruik
Aan de voorkant van het product is een klepje bevestigd, achter dit klepje zit de usb poort en de sim geplaatst (zie fig. 26). Het klepje zal wederom op vormvastheid berusten, wellicht is er een rubberen rand nodig om volledig aan de IP-codering te voldoen. Het klepje is niet meer te openen nadat het product is bevestigd, andersom is het ook niet meer dicht te doen, mocht het klepje nog open staan. Dit zorgt er voor dat het klepje nooit onbedoeld open kan blijven staan.

Zoals hierboven al genoemd is de aan/uit knop onderdeel van het bevestigingssysteem. Echter is het product ook nog gewoon met de hand aan/uit te zetten mocht dit nodig zijn bij speciale gevallen als testen van het product. De ledjes zijn altijd zichtbaar aan de buitenkant van de behuizing.

Om bij de hardware van het product te komen, moeten de twee helften, waar het product uit bestaat, uit elkaar gehaald worden. In de afbeelding hierboven is weergeven uit welke stappen deze handeling bestaat. Het eerder beschreven kliksysteem aan de bovenzijde van het product dient dus tegelijkertijd ook als onderdeel die de twee helften van het product strak vast zet (zie fig. 27).

Het gebruikte systeem zorgt ervoor dat het product zeer strak dicht zit, dit is erg belangrijk omdat het product over de gehele oppervlakte een deellijn heeft wat zeer gevoelig is voor water en stof.

Door water en stof nog meer te elimineren, is het verstandig om de binnenkant van een extra wand te voorzien, die er voor zorgt dat de twee helften elkaar overlappen. Ter illustratie is de doorsnede van het product ook weergegeven. Deze extra wand zal over de hele deellijn aan één van de beide product delen geplaatst moeten worden (zie fig. 28).

Fig. 28. De tot stand koming van de geïntergreerde vormgeving van het eerste concept

Vormgeving
Ondanks dat aerodynamica achter de zadelpen geen invloed uit oefent, is er wel gezocht naar een aerodynamische vormgeving. Dit alleen al om het feit dat het er fictief gestroomlijnd uitziet. De dikte van het product is niet meer dan de minimale dikte van een zadelpen. De hoogte en de dikte van het product zullen in de lengte afnemen, wat er voor zorgt dat de vormgeving naar een druppelvorm neigt. Echter heeft de behuizing niet alleen ronde vormen, maar zijn er hoeken tussen de verschillende vlakken aanwezig. Dit zorgt er voor dat de behuizing een strakke uitstraling bezit. De oppervlakte van de behuizing is ruim genoeg om er een eventueel wedstrijdnummer op te plakken.

CONCEPT 3
CONCEPTFASE

Fig. 29. CAD model met globale maatgeving

CONCEPT 3
CONCEPTFASE

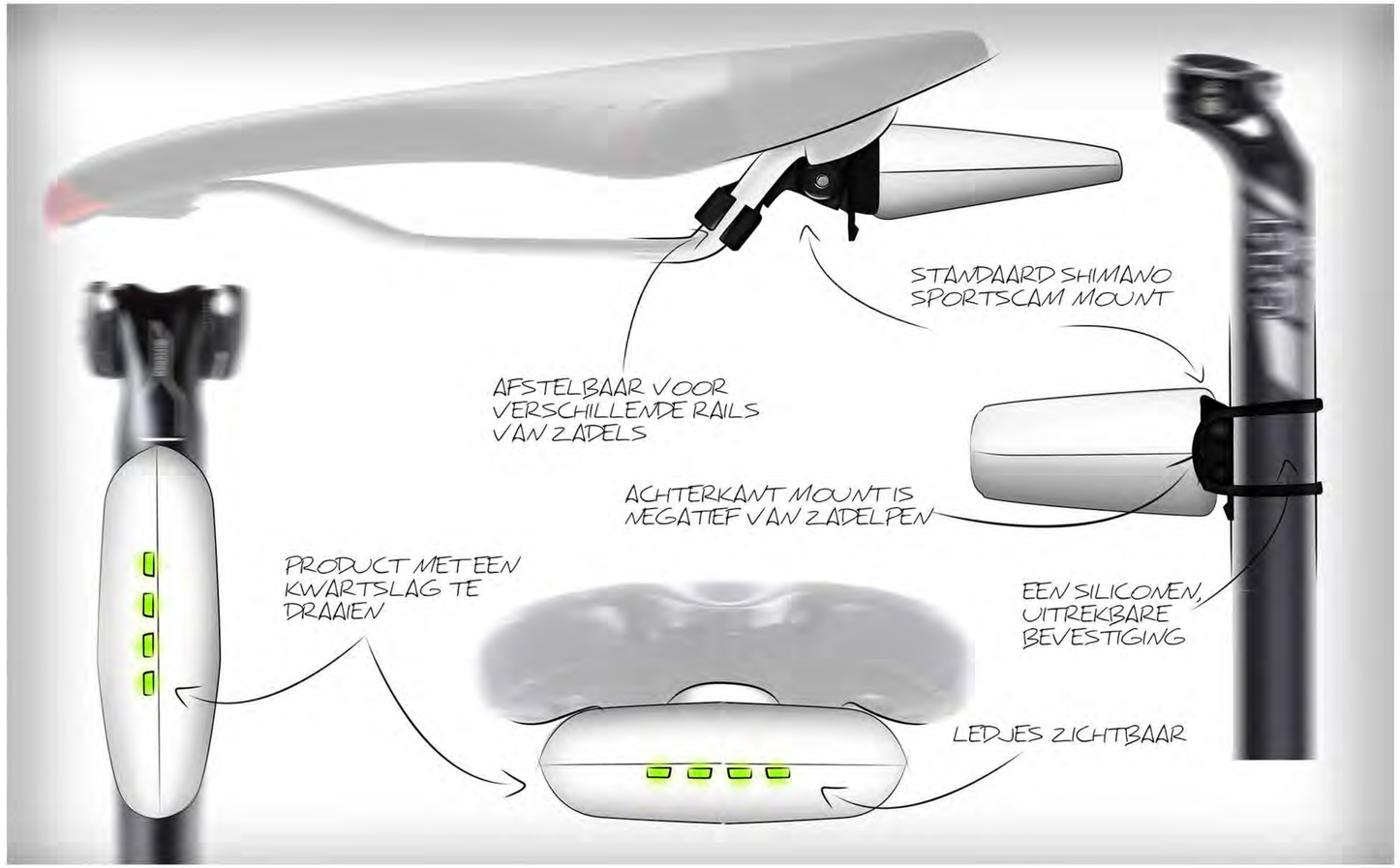


Fig. 30. Schematische weergave van positionering, bevestiging en werking

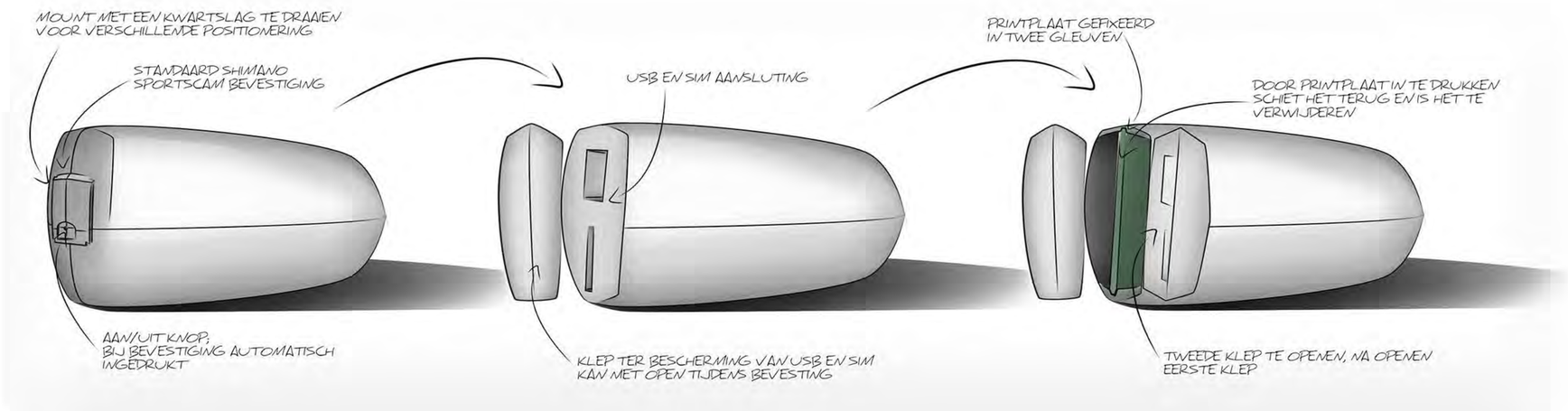


Fig. 31. Schematische weergave van het gebruik

CONCEPT 3
CONCEPTFASE

Positionering
Het derde concept is zowel onder het zadel aan de rails als aan de zadelpen te bevestigen (zie fig. 30). Onder het zadel zal het product horizontaal gepositioneerd worden en aan de zadelpen een kwartslag draaien om verticaal met de dikte van de zadelpen mee te lopen. Hoe dicht het product onder het zadel zit en hoe hoog/laag het product op de zadelpen geplaatst is, is makkelijk aanpasbaar.

Bevestiging
Het concept maakt gebruik van de standaard SHIMANO Sportscamera mounting, die momenteel gebruikt wordt om een camera op te bevestigen (zie fig. 32). Deze mount bevat ook een onderdeel die het kliksysteem, het vrouwtje, aan de zadelrails vast maakt. Dit standaard gedeelte wordt ook bevestigd aan het horizontale gedeele van de rails, zodat het universeel te gebruiken is. Voor de zadelpen is er nog geen bevestiging beschikbaar. De nieuwe ontworpen zadelpen bevestiging, die onderdeel is van dit concept bestaat uit een siliconen uitrekbaar bandje die om de zadelpen heen kan en aan de andere zijde vast gemaakt wordt achter een kunststoffen gedeelte. De achterkant van het vrouwtje is het negatief van de ronde vorm van de zadelpen, waardoor het strak en goed tegen de buis aan zit. Dit is een kunststof onderdeel en dus niet vervormbaar als de siliconen (zie fig. 33).

Fig 32. SHIMANO sportscam mount

De mount onder het zadel bevat een scharnier, waardoor de hoek van het product ten opzichte van het zadel aan te passen is. Door een lipje in te drukken, kan het product er eenvoudig afgeschoven worden. Aangezien het product dusdanig dicht onder het zadel zit en van boven af bevestigd en gedemonteerd moet worden aan het kliksysteem, is het scharnier een vereiste. Wanneer het product namelijk strak onder het zadel zit, is het niet meer te verwijderen.

Het mannetje van het kliksysteem, bevestigd op de behuizing, is een kwartslag te draaien. Hierdoor is het product zowel horizontaal als verticaal te gebruiken, oftewel, zowel onder het zadel als aan de zadelpen.

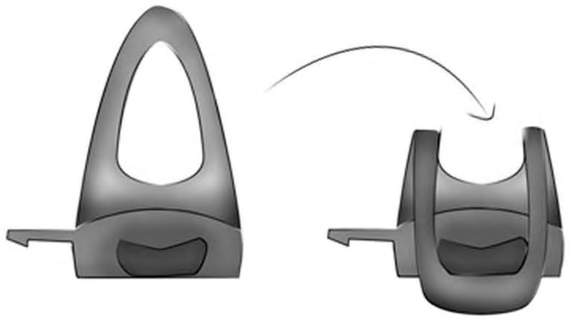


Fig. 33. De siliconen bevestiging met de kunstoffen achterzijde

Gebruik
Aan de kant van het kliksysteem zijn achtereenvolgens twee klepjes geplaatst. Achter de eerste klep bevinden zich de usb poort en de sim, achter de tweede is de hardware te bereiken (zie fig. 31). Aangezien de klepjes achter elkaar zitten, kan er maar op één positie stof of water het product binnendringen. En dit stof of water moet al langs twee kleppen, wat dit zo goed als onmogelijk maakt.

Ook zijn de klepjes niet meer te openen nadat het product bevestigd is. Waardoor nooit onbedoeld een klepje openstaat en dus een vergrote kans op stof en water wordt voorkomen. De eerst klep valt over het product, de tweede zit meer geïntegreerd in de behuizing.

Op de mount zit een knopje die automatisch wordt ingedrukt mocht het product bevestigd zijn. Dit pinnetje fungeert als aan/uit knop. Dit knopje moet eveneens nog te bedienen zijn als het product niet bevestigd is. De leds op het product zijn altijd zichtbaar.

Vormgeving
De vormgeving van het derde concept is nog erg clean en simplistisch. De behuizing bevat organische vormen en is in twee richtingen symmetrisch, aangezien het product zowel horizontaal als verticaal te gebruiken moet zijn. Er is nog veel ruimte om de vormgeving van dit concept interessanter te maken en de vraag is of bij een nieuwe iteratie vast gehouden moet worden aan de symmetrie in twee richtingen.

CONCEPTKEUZE
CONCEPTFASE

Om een goed onderbouwde conceptkeuze te realiseren, zijn uit het Programma van Eisen en Wensen de relevante delen gehaald en in een tabel gezet. Van elk gedefinieerd onderdeel, dus de postionering, vormgeving, gebruik en bevestiging, zijn op basis van de eisen punten toegekend.

De lijst met samengenstelde eisen en wensen zijn niet voor elk onderdeel relevant, aan deze eisen en wensen worden dan ook geen punten toegekend en zijn lichtgedrukt weergegeven in de tabel. Op die manier zijn alle onderdelen alleen beoordeeld op de eisen en wensen die van toepassing zijn bij dit desbetreffende onderdeel.

Drie, twee en één punten voor de eisen en twee, één en nul punten voor de wensen. Daarnaast zijn er ook nog punten toegekend aan de persoonlijke voorkeur en de voorkeur van Nspyre. Dit zijn om precies te zijn drie punten die willekeurig te verdelen zijn. Dus zowel drie punten voor één concept als alle drie één punt vallen onder de mogelijkheden.

Op basis hiervan kunnen de verschillende onderdelen vastgesteld worden. De kans is dus groot dat de vier onderdelen die straks als beste uit de bus komen, van verschillende concepten zijn. In de detailleringsfase moet van de vier voorkeuren uiteindelijk het exact gedefinieerd product tot stand komen.

CONCEPTKEUZE
CONCEPTFASE

Positionering
De positie waar het product op de fiets wordt geplaatst.

Eisen	*Concept 1*	*Concept 2*	*Concept 3*
Bereikbaarheid en gebruik aan/uit knop	x	x	x
Fixeren van de hardware	x	x	x
IP-54 Codering	3	1	2
Plaatsen en verwijderen van SIM	x	x	x
Opladen van batterij door USB	x	x	x
Verwijderen en plaatsen van printplaat	x	x	x
Vanzelfsprekendheid van bevestiging	1	3	2
Deformatie bij het kliksysteem	x	x	x
Gewicht kliksysteem	x	x	x
Effect van trillingen door rijondergrond in kliksysteem	1	3	2
Wensen			
Schade aan omgeving of gebruiker bij valpartijen	2	0	1
De hinder van het product bij de wielrenner	1	0	2
De mate van aerodynamica	2	1	0
Intergratie van de vormgeving van het product op de fiets	2	1	0
Het bevestigen en ontkoppelen van het product	0	2	1
Subtotaal	*12*	*11*	*10*
Persoonlijke voorkeur	0	0	3
Nsypre voorkeur	0	0	3
Eindtotaal	**12**	**11**	**16**

Tabel 1. Puntenverdeling van de relevante eisen en wensen over de bevestiging

Persoonlijk
Het is erg interessant het product dusdanig te ontwerpen dat gebruik op twee manieren, zowel zadel als zadelpen, te realiseren is. Het zou het product uniek kunnen maken en kan op deze manier aan verschillenden eisen voldoen.

Nspyre
Om het product in de wielerwereld te implementeren, is het van belang dat het product aan zoveel mogelijk wensen van de wielrenner en het management voldoet. Doordat het product op twee manieren te gebruiken is, eigenlijk drie als er ook meegenomen wordt dat het product nog steeds in de achterzak meegenomen kan worden, geef je ze een keuze in gebruik. Hierdoor worden ze dusdanig tegemoet gekomen.

Oordeel
Volgens de tabel wordt gekozen om het product op twee manieren te kunnen positioneren. Op deze manier krijgen de gebruikers de mogelijkheid om te kiezen waar zij het product het liefst gebruiken. Daarnaast kan de keuzemogelijkheid het product uniek maken.

Bevestiging
De manier van bevestiging waarmee het product op de fiets wordt geplaatst.

Eisen	*Concept 1*	*Concept 2*	*Concept 3*
Bereikbaarheid en gebruik aan/uit knop	1	3	2
Fixeren van de hardware	x	x	x
IP-54 Codering	x	x	x
Plaatsen en verwijderen van SIM	x	x	x
Opladen van batterij door USB	x	x	x
Verwijderen en plaatsen van printplaat	x	x	x
Vanzelfsprekendheid van bevestiging	2	2	2
Deformatie bij het kliksysteem	1	3	1
Gewicht kliksysteem	2	1	3
Effect van trillingen door rijondergrond in kliksysteem	1	3	2
Wensen			
Schade aan omgeving of gebruiker bij valpartijen	x	x	x
De hinder van het product bij de wielrenner	x	x	x
De mate van aerodynamica	1	1	0
Intergratie van de vormgeving van het product op de fiets	2	1	0
Het bevestigen en ontkoppelen van het product	1	1	1
Subtotaal	*10*	*15*	*11*
Persoonlijke voorkeur	0	2	1
Nsypre voorkeur	0	0	3
Eindtotaal	**12**	**17**	**15**

Tabel 2. Puntenverdeling van de relevante eisen en wensen over de bevestiging

Persoonlijk
Dit is de elegantste en beste manier om het product zelf aan een kliksysteem vast te maken. Het systeem berust op een eenvoudige werkwijze en doordat het product ‘onder’ het kliksysteem hangt, hoeft het systeem in verhouding met de andere concepten niet erg sterk te zijn. Waar je bij de andere concepten massa ver van het kliksysteem hangt en een hefboom creeërt, zie je dat in dit concept niet terug komen.

Alleen de manier van bevestigen aan de zadelpen zelf laat nog te wensen over, omdat dit niet een universele oplossing is. De siliconen bevestiging die terug komt in het derde concept zou een goede alternatieve oplossing zijn.

Nspyre
Door een universele mount te gebruiken, kan het product eenvoudig geïmplementeerd worden in de wielersport. IMG, het sportmarketing bedrijf die dit gaat doen, doet dit momenteel ook met een sportscamera die dezelfde mount gebruikt. Aangezien het kliksysteem dan al op de fiets zit, kan het product er eenvoudig opgeklikt worden.

Oordeel
Volgens de tabel komt de bevestiging van het tweede concept als meest interessante oplossing naar voren. Echter is er vanuit Nspyre en IMG, de implementeerder van het product in de wielerwereld, een sterke voorkeur om de universele bevestigingsmethode van concept drie te gebruiken.

CONCEPTKEUZE
CONCEPTFASE

Gebruik
Het bereiken van de hardware en de positionering en plaatsing hiervan.

Eisen	*Concept 1*	*Concept 2*	*Concept 3*
Bereikbaarheid en gebruik aan/uit knop	x	x	x
Fixeren van de hardware	2	3	1
IP-54 Codering	3	1	2
Plaatsen en verwijderen van SIM	3	2	1
Opladen van batterij door USB	3	1	1
Verwijderen en plaatsen van printplaat	2	1	2
Vanzelfsprekendheid van bevestiging	x	x	x
Deformatie bij het kliksysteem	x	x	x
Gewicht kliksysteem	x	x	x
Effect van trillingen door rijondergrond in kliksysteem	x	x	x
Wensen			
Schade aan omgeving of gebruiker bij valpartijen	x	x	x
De hinder van het product bij de wielrenner	x	x	x
De mate van aerodynamica	x	x	x
Intergratie van de vormgeving van het product op de fiets	x	x	x
Het bevestigen en ontkoppelen van het product	x	x	x
Subtotaal	*13*	*8*	*7*
Persoonlijke voorkeur	3	0	0
Nsypre voorkeur	1	2	0
Eindtotaal	**17**	**10**	**7**

Tabel 3. Puntenverdeling van de relevante eisen en wensen over de bevestiging

Persoonlijk
Zowel voor het verwijderen van de printplaat, als voor het bereiken van usb en sim zijn de beste oplossingen gevonden. De rubbertjes zijn eenvoudig te verwijderen, al zullen ze wel aan de behuizing vast moeten zitten, aangezien ze anders snel verloren gaan. Het product kan hierdoor simplistisch blijven en omdat het geen onnodige veel klepjes krijgt, is het eenvoudig te produceren.

De printplaat fixeren in de gleuf lijkt ook de beste oplossing. Hierdoor hoeft maar een klein gedeelte van de oppervlakte van het product open te kunnen. Hoe kleiner dit oppervlakte, hoe minder kwetsbaar het product is om water en stof door de deellijn binnen te krijgen.

Nspyre
Het plaatsen van rubbertjes over de open delen in de behuizing is de beste oplossing. Simpel, water en stofdicht en goed te realiseren. Er is wel de voorkeur om de rubbertjes vast te maken aan de behuizing waardoor ze niet snel kwijt raken, dit maakt het iets complexer. De voorkeur is om de ledjes aan de kant van de fiets te plaatsen, dat hoeft niet constant zichtbaar te zijn.

De printplaat fixeren met schroeven heeft onze voorkeur. Met deze oplossing zit de printplaat 100% gefixeerd en is schade door schokken weggenomen.

Oordeel
Uit de tabel kwam naar voren dat het gebruik van concept één als beste naar voren komt. Dit betekent dat de usb en sim beschermt zullen worden door rubber(tjes). Ook zou dit betekenen dat de printplaat door middel van een gleuf in de binnenkant van de behuizing gefixeerd wordt. De voorkeur van Nspyre gaat echter richting het fixeren van het product door middel van schroeven, vanuit concept twee. Dit zal nog later bepaald moeten worden.

Vormgeving
De vormgeving van de behuizing van het product.

Eisen	*Concept 1*	*Concept 2*	*Concept 3*
Bereikbaarheid en gebruik aan/uit knop	x	x	x
Fixeren van de hardware	x	x	x
IP-54 Codering	x	x	x
Plaatsen en verwijderen van SIM	x	x	x
Opladen van batterij door USB	x	x	x
Verwijderen en plaatsen van printplaat	x	x	x
Vanzelfsprekendheid van bevestiging	x	x	x
Deformatie bij het kliksysteem	x	x	x
Gewicht kliksysteem	x	x	x
Effect van trillingen door rijondergrond in kliksysteem	x	x	x
Wensen			
Schade aan omgeving of gebruiker bij valpartijen	x	x	x
De hinder van het product bij de wielrenner	x	x	x
De mate van aerodynamica	2	1	0
Intergratie van de vormgeving van het product op de fiets	2	1	0
Het bevestigen en ontkoppelen van het product	x	x	x
Subtotaal	4	2	0
Persoonlijke voorkeur	0	2	1
Nsypre voorkeur	0	0	3
Eindtotaal	**4**	**4**	**4**

Tabel 4. Puntenverdeling van de relevante eisen en wensen over de bevestiging

Persoonlijk
De vormgeving van het tweede concept is het meest interessant, oogt het meest aerodynamisch en de afwisseling tussen ronde vormen en hoeken tussen de vlakken, springen het meest in het oog. Mocht er echter gekozen worden voor de dubbele bevestigingsmogelijkheid, dan moet het concept in twee richtingen symmetrisch zijn als bij concept twee.

Nspyre
Simpel en strak. Het product hoeft niet teveel ingewikkelde vormen te hebben, moet goed te produceren zijn en moet relatief aerodynamisch ogen. Doordat er aan deze vormgeving geen extreme uitsparingen of randen zitten, is het product ook nog mee te dragen in de achterzak.

Oordeel
Volgens de tabel komen alle vormgevingen evengoed uit de test. Maar door de keuze van de dubbele positioneringsmogelijkheid, een ontwerpbeperking dat het product in twee richtingen symmetrisch moet zijn. Het derde concept zal de basis zijn met de vormgeving van het tweede concept hierin verwerkt.

CONCLUSIE & CONCEPTKEUZES
CONCEPTFASE

De conceptfase heeft geresulteerd in een combinatie van concepten. Zoals eerder benoemd, bestonden alle concepten op hun beurt uit vier verschillende onderdelen, de positionering, de vormgeving, het gebruik en de bevestiging van het product (zie fig. 34)

Uit de ideefase kwam naar voren dat het product of onder het zadel, aan de rails, of aan de zadelpen bevestigd moest gaan worden. De conceptfase moest hier een keuze in gaan maken. Echter is de keuze niet zadel of zadelpen, maar zadel en zadelpen geworden. Dit heeft grote gevolgen voor vormgeving en bevestiging van het product (zie fig. 34 linksboven).

Voor de vormgeving is vastgesteld dat het product in twee richtingen symmetrisch moet zijn, dit met name om het feit dat het product, zoals eerder uitgelegd in de positionering, zowel onder het zadel als aan de zadelpen gebruikt moet kunnen worden. Dit betekent, dat het product een kwartslag gedraaid moet kunnen worden en dan nog steeds symmetrisch moet zijn. Niet onbelangrijk om te vermelden is dat er nog een grote ontwerpslag gemaakt moet gaan worden wat betreft de vormgeving (zie fig. 34 linksonder).

Voor de bevestiging van het product is er voor gekozen om het product door middel van een standaard mounting op de fiets te bevestigen. Hiervoor is gekozen omdat voor de life cycle waarin het product zich nu bevind een zo eenvoudige en goedkoop mogelijke oplossing gevonden moet worden om het product te implementeren in het wielerpeleton. De mounting moet zowel onder het zadel als aan de zadelpen gebruikt kunnen worden (zie fig. 34 rechtsboven).

Zoals het er nu uitziet is het gebruik van het product zo vastgesteld dat de printplaat gefixeerd wordt door een gleuf, die ook dient als begeleidingsrails bij het plaatsen van de printplaat in het product. Wel zal de printplaat in drie richtingen gefixeerd moeten worden, waardoor alleen de twee rails niet voldoende zijn en hier dus nog naar een oplossing gezocht moet worden. Voor het beschermen van usb en sim is duidelijk dat dit zo eenvoudig mogelijk gedaan moet worden ten behoeve van de cleane uitstraling en het gebruiksgemak (zie fig. 34 rechtsonder).

Fig. 34. Overzicht conceptkeuzes

DETAILLERINGSFASE

In de detailleringsfase zullen de vier gekozen conceptkeuzes samengevoegd worden in een uiteindelijk product. Bepaalde keuzes blijken in de praktijk invloed op elkaar te hebben. Zo kan het gekozen kliksysteem invloed hebben op hoe de usb beschermt wordt tegen spatwater en fijnstof.

De detailleringsfase is dus in werkelijkheid een tijd van veel trial en error, waarbij veel handelingen parallel aan elkaar zijn uitgevoerd. In de verslaglegging is geprobeerd om deze handelingen in een zo'n logisch mogelijk volgorde weer te geven. Echter betekent dit dus niet dat de weergegeven volgorde daadwerkelijk de volgorde van de handelingen was.

Goed om voor het begin van detailleringsfase duidelijk te maken dat er is gekozen om alleen de usb-poort bereikbaar te maken zonder de printplaat te verwijderen. Dit betekent dat in tegenstelling tot de conceptfase, de sim kaart te verwijderen is door de printplaat te verwijderen. Deze keuze is gemaakt omdat de sim kaart die nu in het product komt te zitten te gebruiken is in een geheel werelddeel. Terwijl je eerst per land een andere sim kaart moest plaatsen. Het gevolg hiervan is dat de sim een stuk minder frequent verwijderd hoeft te worden. In vergelijking met de printplaat wellicht zelfs nog minder dan de printplaat zelf.

Ook is besloten dat bij een fietswissel, het verzenden van data over is. Het product zal dus niet mee verplaatst worden, wat veel invloed heeft op de keuze van het kliksysteem. Het wisselen van fietsen gebeurd sporadisch.

Verder werd in de idee- en conceptfase de vormgeving en formaat vooral gespecificeerd op basis van de uitstraling ten op zichte van het onderdeel waar het product geplaatst werd. Door een bepaald formaat te kiezen, kon bijvoorbeeld het product perfect onder het zadel of aan de zadelpen.

In de detailleringsfase zal blijken of deze formaten realistisch zijn aangezien de gehele binnenkant van het product gedefinieerd gaat worden. Om overbodig en onrealistisch werk te voorkomen, is er een schatting gemaakt wat het formaat van de printplaat gaat worden als het product qua vormgeving en formaat goed geïntegreerd is met zadel en zadelpen en of dit dan ook nog realiseerbaar is vanuit hardware perspectief.

Hieruit is al leidraad voortgekomen dat de printplaat tussen de 20 en 25 % procent te reduceren valt in formaat, waarbij natuurlijk qua hoogte nog steeds ruimte moet zijn voor het grootste component.

VORMGEVING
DETAILLERINGSFASE

Aangezien er bij de conceptkeuzes gekozen is voor het minst gedetailleerde ontwerp qua vormgeving, is er in deze fase van het ontwerptraject nog een enorme slag te maken qua design van de behuizing.

Het product moet straks kunnen passen in het ‘plaatje’ van zijn omgeving. Hierdoor gaat het product op in zijn omgeving, waardoor het niet als storend ervaren wordt. Aangezien de wielrenner en zijn gebruiksontwerpen zeer interessante vormen bevatten, kan het design van het product op veel mogelijke manieren ontworpen worden en alle facetten bevatten van een elegante vormgeving.

Om eens te kijken wat de vormen van de wielrenner doen met het eventuele design van het product zijn zowel de vormen van een tijdrijder (Bradley Wiggens, zie fig 34) als sprinter (Marcel Kittel, zie fig. 36) nader bekeken. Met de lijnen van de vlakken zijn een aantal vormgevingen tot stand gekomen. De illustraties spreken verder op zich. Opvallend is dat het ‘plaatje’ bestaat uit een combinatie van dubbelgekromde ronde vlakken, zoals rug, helm en bovenbenen, en strakke hoeken als in kuiten en fiets.

Fig. 35. Tijdrijder Bradley Wiggens en ‘zijn vormgeving’ resulteert in een aantal vormen

Fig. 36. Sprinter Marcel Kittel uit het zadel, ‘zijn vormgeving’ resulteert in een aantal vormen

VORMGEVING
DETAILLERINGSFASE

De onderstaande collage is gemaakt om een duidelijker beeld te scheppen van de uitstraling dat het product ongeveer moet bevatten. Denk hier met name aan materiaalkeuzes en interface weergave, maar ook hier zijn interessante vormen uit te halen die mee kunnen spelen bij de vormgeving van de behuizing van het product. Natuurlijk zal het product qua kleuren en vormgeving ook aan moeten sluiten bij zijn omgeving. Alle collages die in een eerder stadium zijn gemaakt van alle onderdelen zullen hierbij nogmaals gebruikt worden.

Fig. 37. Stijlcollage voor vormgeving, materiaal en kleur

VORMGEVING
DETAILLERINGSFASE

De collage en het onderzoek naar de vormen van de wielrenners hebben geleid tot een schetsvel, die richting de vormgeving van het eindproduct gaan. Er is geprobeerd dubbelgekromde organische vormen en hoekige lijnen met elkaar te combineren. Echter beperkt de eis om het product in twee richtingen symmetrisch te maken de ruimte om het product extreem vorm te geven. Dit wordt daarnaast ook niet gevraagd van de opdrachtgever en aangezien dit ook niet de functie is van het product, hoeft die dit ook niet per definitie uit te stralen.

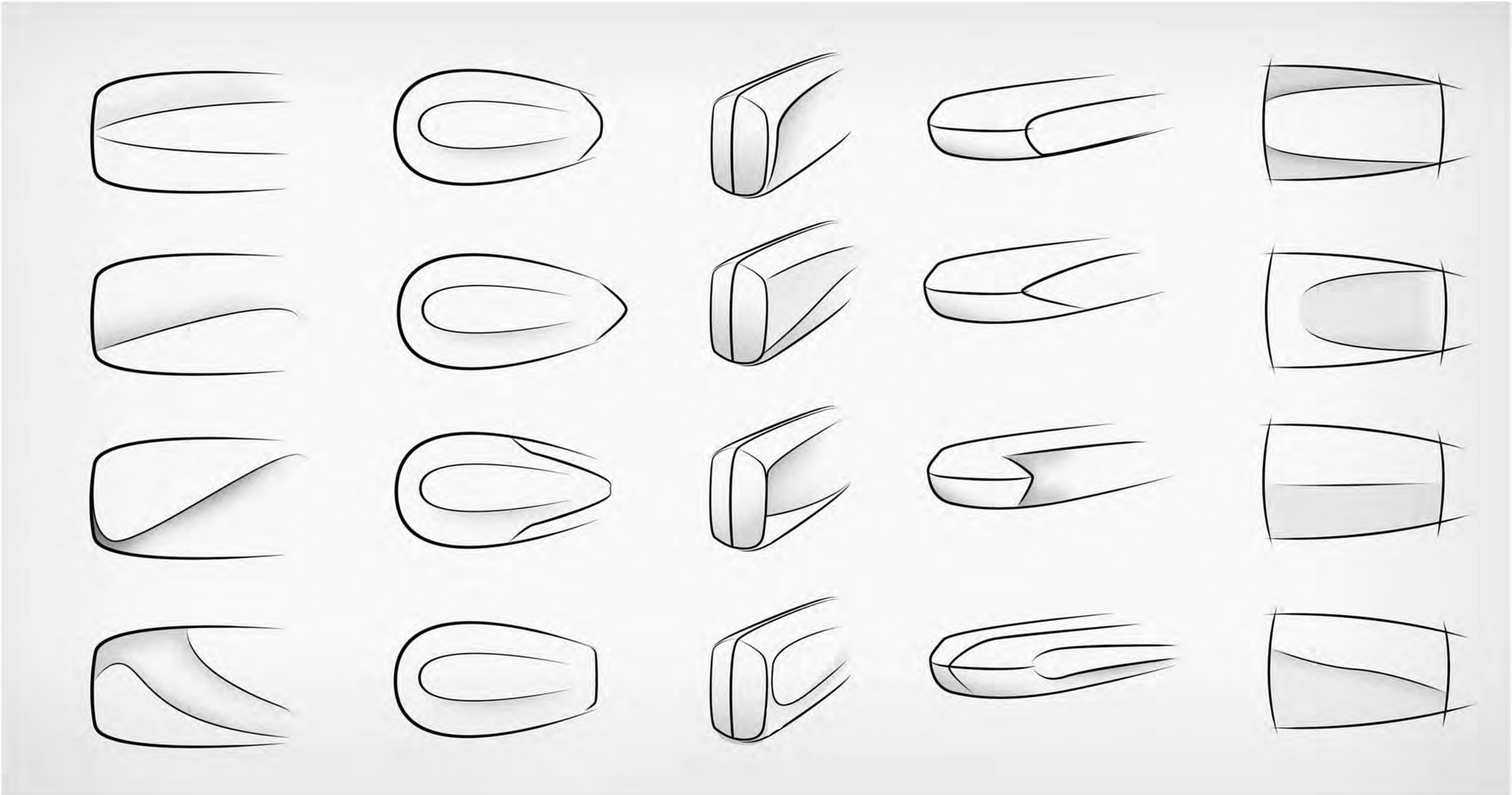


Fig. 38. Schetsvel vormgeving en uitstraling uiteindelijke behuizing

VORMGEVING
DETAILLERINGSFASE

De iteraties hebben gezorgd voor dit uiteindelijke design (zie fig. 39). Een samenvoeging van dubbelgekromde vlakken, organische vormen en strakke hoeken. Het product is nu een solid. De werking, de binnenkant en het gebruik van het product zullen in het vervolg van de detailleringsfase beschreven worden. Het is niet uit te sluiten dat deze zaken geen invloed hebben op de vormgeving, sterker nog, als een aanpassing van de vormgeving zich beter leent voor gebruik, wordt dit zeker doorgevoerd.

Voor de kleur zal zwart aangenomen worden, dit is een wens vanuit Nspyre en IMG. Het moet niet teveel opvallen qua kleurensamenstelling. Wel zullen er aanbevelingen gedaan worden over kleur en mogelijkheden met het oog op de toekomst van het product.

De afmetingen van product zijn terug te vinden in de technische tekeningen die geplaatst zijn in de bijlage van dit verslag (B2 Tech. tekeningen; Behuizing buiten). De huidige afmetingen van het product zijn zo vastgesteld dat het product in verhouding goed op het zadel en de zadelpen past. Met daarin als eis dat het product net achter het zadel uit moet steken omdat zodoende de gps antenne beter functioneerd.

Net als hiervoor genoemd, is dit de basis van het product en betekent dit niet perse dat deze afmetingen realistisch en te verwezelijken zijn. De rest van de detailleringsfase zal dit uitwijzen. Wel kan er geconludeerd worden dat dit product designtechnisch tot stand komt vanuit vormgeving en niet zozeer vanuit praktisch gebruik. Hiervoor is gekozen omdat Nspyre en IMG heel praktisch zijn ingesteld en juist via deze weg een product wilden verkrijgen dat anders nooit tot stand was gekomen.

Fig. 39. Een 3D weergave van de vormgeving van de behuizing

GEBRUIK USB & LEDS
DETAILLERINGSFASE

Usb

In tegenstelling tot het huidige prototype is er voor het nieuwe product gekozen voor een micro usb in plaats van een normale usb (B2 Tech. tekeningen; Usb poort). In de eerste plaats levert dit een hele hoop ruimte op binnen in het product en daarnaast gaan steeds meer producten met een accu over op een micro usb. Dit is ook de reden dat er voor een usb aansluiting is gekozen en niet voor een andere oplaadmogelijkheid. Het voordeel is dat het product met een universele oplader op te laden is, kwam in afweging met een oplader die een waterdichte aansluiting bevat beter naar voren. Dit is een keuze die in overleg en vanuit Nspyre's mening is gekozen.

Fig. 40. Het opladen van het product kan door middel van een standaard usb oplader

De usb is te bereiken door de schuif aan de voorzijde van het product af te halen (zie fig. 40). De schuif beschermt dus ook de usb tegen water en stofschade en zorgt er dus voor dat dit gedeelte van het product bij usb in ieder geval voldoet aan de IP-Codering. De klep komt later in de detailleringsfase aan de orde, de reden van gebruik en de werking zullen hier uitgelegd worden.

Leds

De leds zullen aan de bovenkant, vooraan het product te zien zijn. Dit zijn vier leds om precies te zijn (zie fig. 41). Deze geven achtereenvolgens de werking van de ANT+, processor, gps en gsm aan. (B2 Tech. tekeningen; Leds) Of de leds branden is aan de buitenkant van het product te zien door middel van transparant kunststof. Op het moment dat het product aan staat zullen de leds gaan branden, hierdoor geven de leds zowel feedback of het product aan staat en of het zijn functies goed vervult.

De leds zullen op de printplaat bevestigd zijn en het licht zal via een kunstof buis, als glasvezel en optic fiber, doorgegeven worden naar de buitenkant van de behuizing zonder dat het licht onderweg breekt (Optical Fiber, 2015).

De leds zullen vanaf de buitenkant zichtbaar moeten zijn, terwijl je niet de leds met bedrading en al kunt bloodstellen aan stof en regen. Hierdoor zal het product op vier plekken plaatselijk van transparant materiaal moeten zijn om zodoende het licht van de leds door te geven. Dit betekent dat het 3D geprinte product met twee componenten geprint moet worden (Nu.nl, 2014). Zo is het product plaatselijk niet gevoelig voor water en stof. Voor het 3D model gemaakt in dit project, zijn de leds als uitsparingen in het product gemaakt, omdat de gebruikte 3D printer niet met twee componenten print.

Mocht het product in de toekomst gespuitgiet worden, is het maken van een twee componenten product ook eenvoudig te realiseren. Een andere mogelijkheid is om het product op vier plekken dusdanig dunwandig te maken dat het licht van de leds door de behuizing heen kan schijnen.

De leds zijn zo geplaatst dat als het product niet bevestigd is, ze goed te zien zijn. Als het product echter op de fiets zit, zijn ze een stuk minder te zien. Dit was een wens vanuit Nspyre en is op deze manier toegepast.

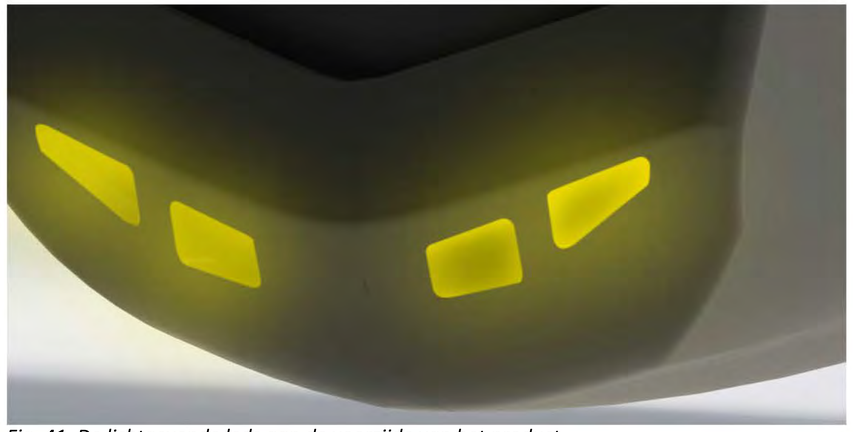


Fig. 41. De lichtgevende leds aan de voorzijde van het product

GEBRUIK PRINTPLAAT
DETAILLERINGSFASE

De printplaat is gepositioneerd in het midden van het product. De printplaat is door middel van vier begeleidende rails, twee aan beide kanten in de behuizing te schuifen (zie fig. 42 en 43). De rails zorgen er vervolgens ook voor dat printplaat in twee richtingen gefixeerd in de behuizing zit. Echter is het vereist dat de printplaat in drie richtingen gefixeerd is vanwege de trillingen die het product vaak te voorduren krijgt. Uit een eerdere test kwam al naar voren dat bij het huidige prototype de printplaat en zijn componenten beschadigd raakten omdat deze maar in twee richtingen gefixeerd was.

De printplaat in dit product is daarentegen in drie richtingen gefixeerd waardoor er geen speling meer in de printplaat zal zitten. De eerste richting is loodrecht op de rails (y, zie fig. 42), de rails zitten aan de onder en bovenzijde van de printplaat, waardoor de printplaat in die richting niet meer kan bewegen. De tweede en de derde richting zullen worden gerealiseerd als de achterklep (later in dit verslag behandeld) op de behuizing wordt geplaatst. Deze achterklep bevat namelijk een uitsparing waardoor, als printplaat in de rails zit, deze precies in de uitsparing valt. De fixatie in z- en x-richting (zie fig. 36) wordt gerealiseerd door de uitsparing in achterklep en de voorzijde aan de binnenkant van het product.

Fig. 42. Achteraanzicht van het product zonder de klep, met de rails links en rechts zichtbaar

Er is voor de hierboven uitgelegde oplossing gekozen, omdat het product hierdoor niet uit twee helften hoeft te bestaan. Als dit wel het geval was geweest zou je te maken hebben met een grote deellijn, die de kans op water en stof schade vergroot. Het product heeft nu zijn deellijn in de breedte in plaats van in de lengte. Ook hoeft de printplaat nu niet gefixeerd te worden met schroeven, waardoor gewicht wordt gereduceerd. (B2 Tech. tekeningen; Behuizing binnen)

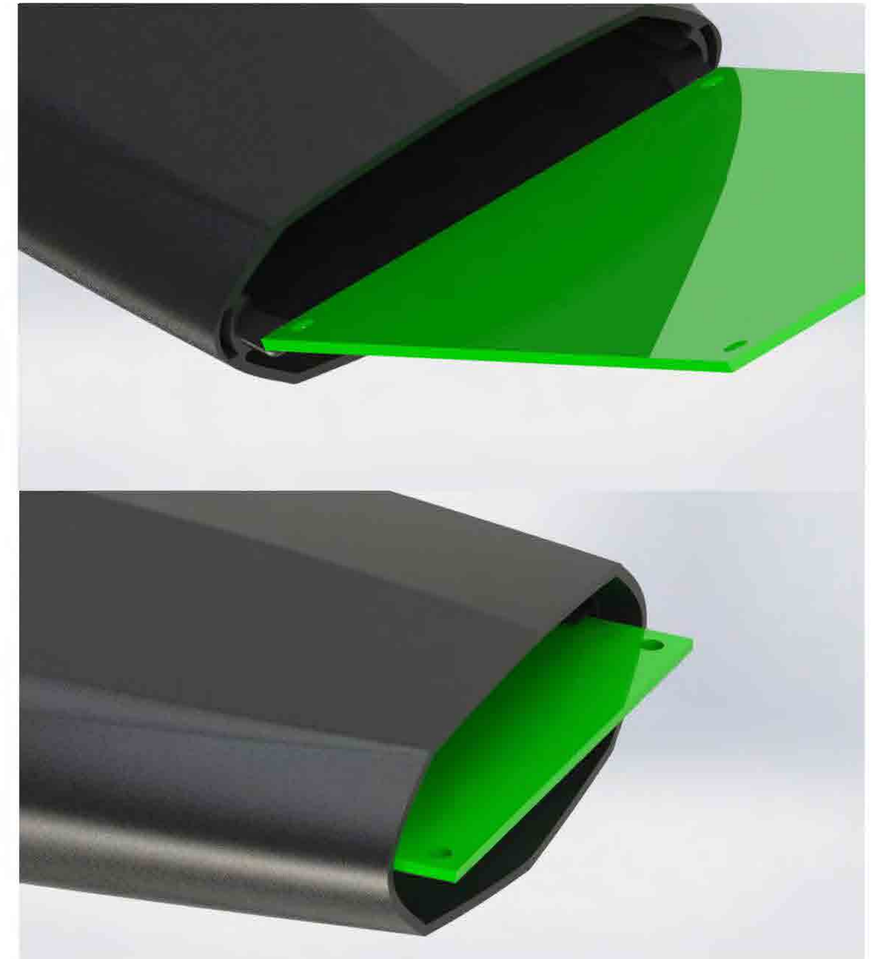


Fig. 43. De printplaat is via de rails achter de haakejs te plaatsen

Zoals te zien op de bovenstaande afbeelding (fig. 43 onder), steekt de printplaat, als de achterklep niet is bevestigd, uit de behuizing. Als de sim aan deze zijde van de printplaat wordt bevestigd, hoeft niet de hele printplaat er uit om de sim om te wisselen. Dit geldt op zijn beurt ook voor het aanpassen van de software, als de mogelijkheid tot input aan de software ook aan deze zijde van de printplaat zit, hoeft de printplaat in theorie maar eenmalig geplaatst te worden en kan deze blijven zitten als er aanpassingen worden gedaan.

De afmetingen van de printplaat zijn als volgt; 73 bij 44 mm en zal 1 mm dik (B2 Tech. tekeningen; Printplaat) tegenover de orginele afmetingen van de printplaat 88 mm bij 63 mm en ook 1 mm hoog.

GEBRUIK ACHTERKLEP
DETAILLERINGSFASE

De printplaat is, zoals eerder benoemd te bereiken door het klepje aan de achterzijde van het product te verwijderen (B2 Tech. tekeningen; Achterklep). Als de deellijn van de behuizing en de achterklep recht op elkaar zouden zitten, zou het product erg gevoelig worden voor water- en stofschade. Waar eerst de lengte van de deellijn werd gereduceerd door het product niet van twee helften te maken maar gebruik te maken van een klep, moet nu de deellijn zelf ook geoptimaliseerd worden.

Waar de behuizing en de achterklep samenkomen, de deellijn, is aan de achterklep een extra wand geplaatst die onder de deellijn zal zitten als het product dicht is(zie fig. 44). Het water en stof kunnen nu haast onmogelijk het product binnendringen omdat er twee oppervlaktes op elkaar geschoven zijn. Hierdoor is het product zo goed als waterdicht te noemen en voldoet het product zeer waarschijnlijk aan de IP-54 codering. Door daar, waar de twee delen elkaar raken, een rubberen rand te plaatsen wordt de kans op water- en stofschade wederom kleiner.

Fig. 44. De dubbele wand in de klep moet stof- en waterschade voorkomen

Mocht er alleen van de vormvastheid tussen de behuizing en de achterklep met de extra rand zijn uitgegaan, dan is het risico groot dat de klep niet stevig genoeg gefixeerd is en door middel van hoge trillingen, waar het onder de wedstrijd mee te maken krijgt, los zal werken. Dit moet met zekerheid voorkomen worden omdat anders de printplaat blootgesteld wordt aan stof, regen en zon en het naar alle waarschijnlijkheid defect zal raken. De twee delen zullen dus nog door middel van een bepaalde klikmethode gefixeerd moeten worden.

Daarom is er research gedaan naar mogelijke bestaande oplossingen van lockverbindingen die zich perfect voor de situatie lenen. De uitkomsten zijn in een collage naast elkaar gelegd (zie fig .45). Veel van deze systemen maken gebruik van een veer of van oplossingen waarin delen binnen in een kunststof kunnen bewegen om zo de twee delen van een lock te voorzien. Ook technieken die gebruik maken van de elasticiteit van een materiaal komen terug in de collage.

Fig. 45. Een collage van mogelijke klikverbindingen tussen de onderdelen

Er zijn veel bestaande klikverbindingen die stuk voor stuk uitgedacht zijn en allemaal in de gebruikte situatie goed werken. Daarom is het lastig te zeggen welke klikverbinding zich nu het beste leent voor deze oplossing. Aangezien het product als ontwerpvoorstel echter 3D geprint gaat worden, moet de klikverbinding berusten op de elasticiteit van het product en vormgesloten zijn aangezien het anders bijzonder lastig is om 3D te printen. De gekozen mogelijkheid is dus wel dusdanig goed te printen, maar of de verbinding goed genoeg is voor dit specifieke gebruik is lastig te beoordelen. In de aanbevelingen, later in dit verslag, zullen er nog een aantal mogelijkheden worden voorgelegd.

GEBRUIK ACHTERKLEP
DETAILLERINGSFASE

De klikverbinding moet relatief stevig zijn en strak zitten in verband met het voorkomen van water- en stofschade. Daarnaast moet de verbinding vanaf de buitenkant te openen zijn en niet te ver uit de behuizing steken aangezien dit afbreuk zou doen aan de strakke en aerodynamische uitstraling van het product. In de ideale situatie zit de klikverbinding aan de binnenzijde van het product.

De uiteindelijk gekozen klikverbinding is een plat schijfje die wordt geleid in een een smal en daaronder een breder gleufje (zie fig. 46 & 47). Waarbij het schijfje op de klep zit en de gleuven aan de binnenkant van de behuizing (zie fig. 46) Het schijfje kan doorgeschoven worden tot het in een grotere uitsparing zit, vanaf daar zit het schijfje 'vast' en dus ook de klep aan de behuizing. Met een bepaalde kracht moet het schijfje tot aan de uitsparing geduwd worden, onder het schijfje zit namelijk een blokje even groot is als de gleuf en stroef voortbeweegt door deze gleuf. Op het moment dat het blokje in de uitsparing zit, zal het hier niet meer uitkomen zonder dat er mankracht aan te pas komt. Met dezelfde trekkracht als dat er net als duwkracht werd gegeven, kan in tegenstelde richting het blokje met daarop het schijfje weer via de gleuf uit de behuizing geleid worden. Aan zowel de boven als de onderkant, als het product horizontaal is geplaatst, is het systeem toepgepast (B2 Tech. tekeningen; Achterklep & behuizing buiten).

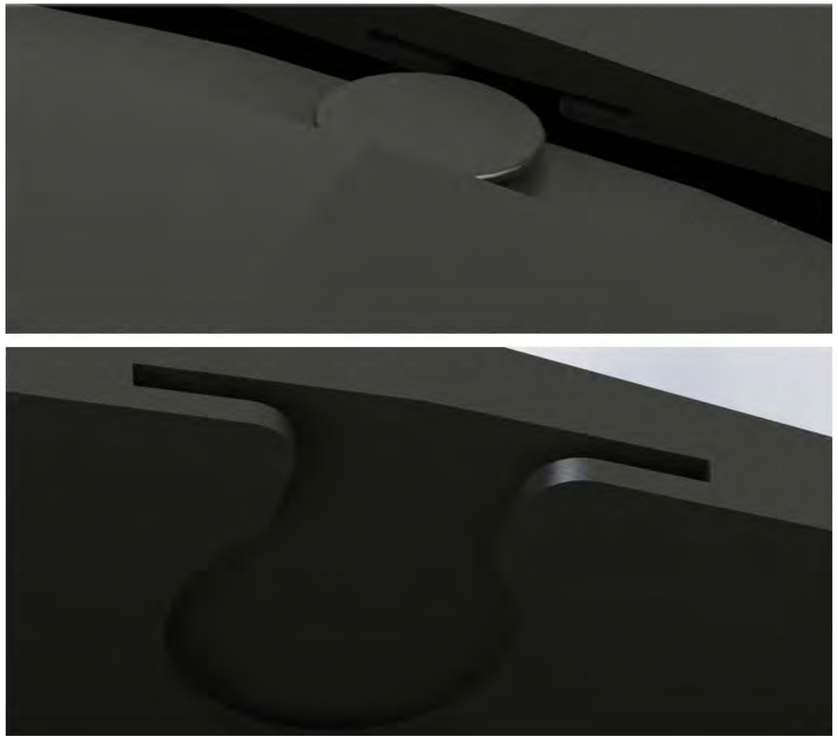


Fig. 46. De klikverbinding, boven de schijf aan de achterklep, onder de gleuf aan de behuizing

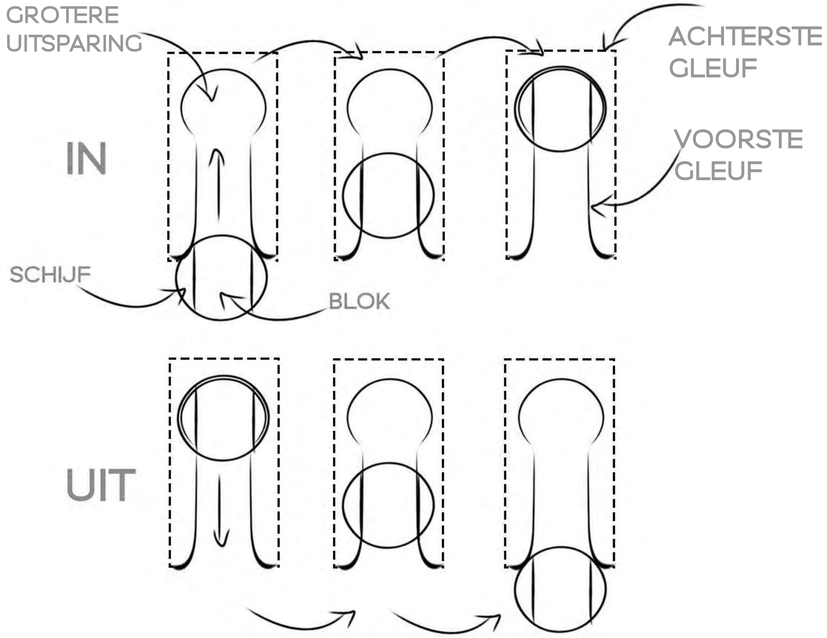


Fig. 47. Bovenaanzicht schematisch van de klikverbinding bij plaatsen en verwijderen van de klep

Binnen in de achterklep is een uitsparing gerealiseerd (zie fig. 48), zoals eerder vermeld bij de printplaat. Deze uitsparing zorgt er, samen met de rails in de behuizing, voor dat de printplaat gefixeerd is. De uitsparing in de binnenkant van de achterklep heeft exact de afmetingen van de hoogte en de breedte van de printplaat, waardoor de uitsparing voor fixatie in twee richtingen zorgt.

Fig. 48. De uitsparing aan de binnenzijde van de achterklep

BEVESTIGING
DETAILLERINGSFASE

Een wens vanuit Nspyre en IMG is om het product te voorzien van een al bestaand kliksysteem, zodat het product eenvoudig te implementeren is in de wielerwereld. Daarnaast bestaat er de wens om het product zowel horizontaal geplaats onder het zadel, als verticaal op de zadelpen te kunnen bevestigen.

Vanuit de concepten kwam naar voren om de de mounting van de SHIMANO Sportscam te gebruiken. Hier zitten echter nog een aantal haken en ogen aan. Namelijk, een aantal ploegen hebben geen contracten met SHIMANO afgesloten, waardoor niet iedereen gebruik kan of wil maken van de mounting van deze sportscamera. Echter is er het streven om het product door het hele peloton te laten gebruiken.

In het oorspronkelijke idee zou vast op de behuizing het ‘mannetje’ van de mounting bevestigd worden, deze zou dan aan het ‘vrouwtje’ geklikt kunnen worden waardoor het product op de fiets bevestigd is. Echter zit het ‘vrouwtje’ op haar beurt door middel van een systeem met ringetjes en een imbusschroef aan een koppelstuk die uiteindelijk aan de fiets zit.

Dit systeem met de ringen is echter een universeel toegepast systeem wat bij meerdere merken van onderdelen die aan de fiets zitten gebruikt wordt. Denk aan de camera’s, maar ook aan fietsverlichting, kilometertellers en mobiele telefoons. Door het SHIMANO Mounting systeem over te slaan en direct naar het systeem met de ringetjes over te stappen, wordt de afzetmarkt gelijk een aanzienlijk stuk groter. In de hier afgebeelde illustratie is een klein overzicht gemaakt van de mogelijke mountings die beschikbaar zijn en gebruik maken van dit systeem. Een bijkomend voordeel is dat met deze mounting het product met hetzelfde kliksysteem zowel horizontaal onder het zadel als verticaal achter de zadelpen te plaatsen valt. Dit omdat de ringetjes van de bevestiging aan de zadelpen en de zadelrails een kwartslag draaien ten opzichte van elkaar (zie de twee eerste afb. linksboven fig. 49) en het product met het negatief van die ringetjes dat ook doet als je het product een kwartslag draait.

Fig. 49. Merken die gebruik maken van hetzelfde soort bevestigiingssteem

Echter heb je nog steeds te maken met ploegen die contracten hebben met bepaalde merken die gebruik maken van andere kliksystemen. Aangezien ook dit gedeelte van de markt tegemoet komen moet worden, zal er een schuifje aan de voorkant van het product gekomen, hierdoor is het product configureerbaar en dus voor iedereen te gebruiken. Onderstaand zijn een aantal kliksystemen weergeven die gebruik maken van andere kliksystemen (zie fig. 50) . In dit verslag zal alleen de standaard mounting uitgewerkt worden (B2 Tech. tekeningen; Schuif)

Fig. 50. Mogelijke systemen die gebruik maken van een andere methode

De behuizing en het kliksysteem zullen als twee aparte onderdelen gezien worden. Zoals op de afbeelding hieronder te zien, is de schuif eenvoudig in zijn negatief in de behuizing aan het product te plaatsen. Waarbij de schuif via een rails te geleiden is (zie fig. 51). Op de behuizing zijn dus verschillende schuiven te plaatsen waarbij alleen het kliksysteem aan de voorzijde veranderd wordt in bijvoorbeeld één van de in bovenstaande collage afgebeelde bevestigingen en de klikverbinding van schuif op behuizing hetzelfde blijft. Hierdoor is het product in de gehele wielerwereld implementeerbaar, een grote wens vanuit IMG.

Fig. 51. De klep is via de geleiders eenvoudig op de behuizing te plaatsen

BEVESTIGING
DETAILLERINGSFASE

Aan de bovenzijde van de schuif is een extra verdikking gemaakt waarvan het negatief zich in de behuizing bevind, door dit toe te passen wordt het voor water en stof onmogelijk om binnen te dringen en de usb poort die zich achter de schuif bevind te beschadigen. Net als bij de achterklep en de behuizing moeten water en stof een 'lange' weg gaan om bij de hardware te komen (zie fig. 52). Om de deellijn van nog minder risico te voorzien, zou het één helft van de deellijn voorzien kunnen worden van een rubberen rand.

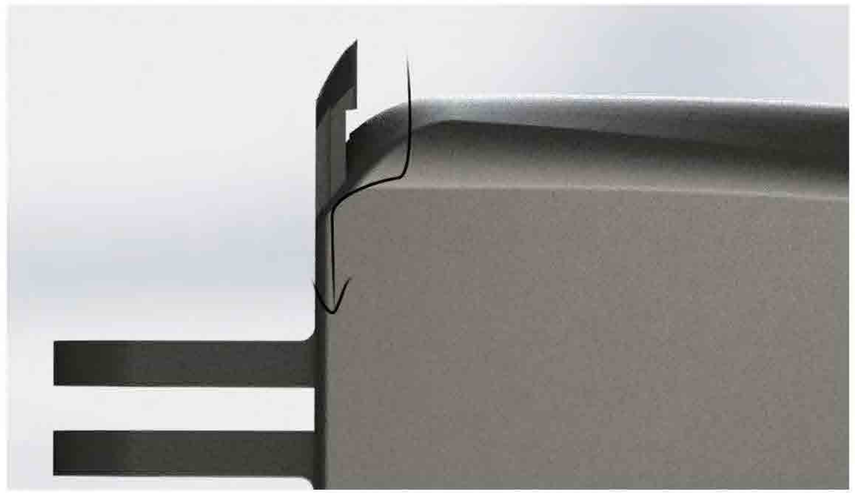


Fig. 52. Het water moet een lastige weg begaan om bij de hardware te komen

Om de schuif ook daadwerkelijk aan de behuizing vast te maken, zit ook hier een klikverbinding tussen de schuif en de behuizing (zie fig. 52). De klikverbinding bestaat uit dezelfde methode die gebruikt is bij de klep, dit omdat ook in deze situatie deze oplossing zich daarvoor leent en er universaliteit in het product wordt toegepast (B2 Tech. tekeningen; Behuizing buiten & schuif). Dit is positief ten aanzien van op de wens dat het product door iedereen eenvoudig te begrijpen en te besturen valt.

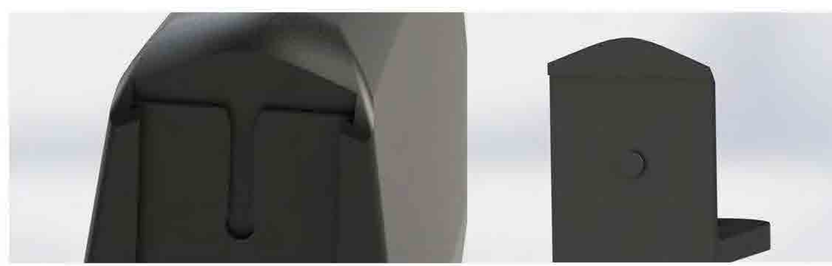


Fig. 53. het klikysteem, met op de schuif het rondje en op de behuizing de gleuf

Naast de bevestiging dient de schuif ook als de aan/uit knop. Aangezien het product en de schuif als twee aparte onderdelen worden gezien, is het product altijd uit als de schuif niet is bevestigd. Het product hoeft alleen maar aan te zijn als ook de schuif is bevestigd, daardoor is in dit geval de schuif de aan/uit knop. De schuif en de behuizing zijn voorzien van een connector (zie fig. 54). Als beide delen van de connector exact op elkaar komen, is het product aan en zullen de leds licht gaan geven. Apple maakt bijvoorbeeld gebruik van de gelijknamige methode bij de connecting tussen oplader en apparaat(Connector Lightning, 2015).

Deze connector is geplaats omdat er het streven was om het product zo simpel mogelijk te maken voor de werknemers die het product straks aan de fiets moeten bevestigen. De connector zorgt er voor dat het product niet per ongeluk op de fiets zit, zonder dat deze aan staat, want, zoals in de analysefase besproken, kan dit onder de race niet eenvoudig alsnog gedaan worden. Waardoor de verantwoordelijkheid van de werknemer wordt verkleind.

In de 3D print zal de connector als uitsparingen in het product gemaakt worden, het is vervolgens aan de hardware makers om de connector onderdelen daarwerkelijk in de behuizing en schuif te plaatsen (B2 Tech. tekeningen; Behuizing buiten & schuif).

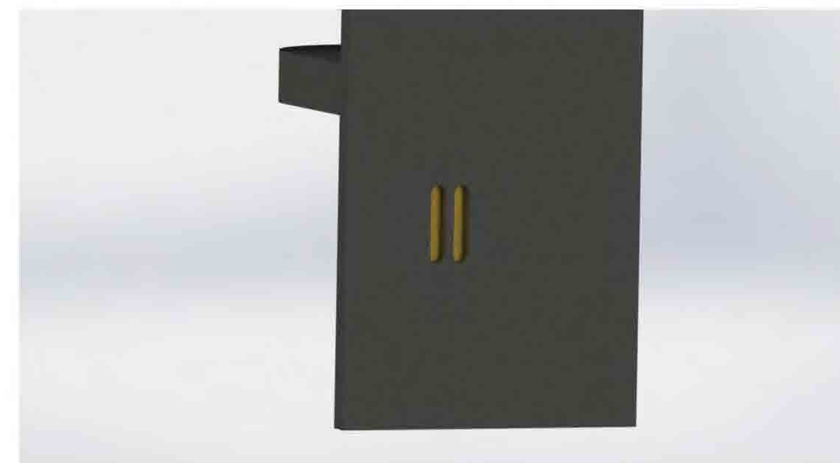


Fig. 54. De connector aan de schuifzijde, de wederhelft zit op de behuizing

Het is van belang dat het product zo op de fiets wordt geplaats, als deze aan de zadelpen zit, dat de schuif rust op de behuizing en niet andersom. Dit betekent dat de leds in dit geval aan de bovenkant van het product moet zitten nadat het geplaatst is.

POSITIONERING
DETAILLERINGSFASE

Vanuit de conceptfase kwam naar voren dat het ontwerpvoorstel op twee manieren, zowel onder het zadel als op de zadelpen, te plaatsen moet zijn (zie fig. 55 & 56). Deze afweging is gemaakt zodat de wielrenners en het teammanagent zelf kunnen bepalen waar zij het product willen plaatsen op basis van hun voorkeur.

Het product moet dus zowel in de lengte als in de breedte te gebruiken zijn. Aangezien het product in twee richtingen symmetrisch is, is dit qua vormgeving goed te realiseren. Het kliksysteem zoals deze nu in een fysiek model 3D geprint gaat worden, is ook zowel voor zadel als zadelpen beschikbaar. Dat geldt echter niet voor elk kliksysteem die eventueel op de schuif 3D geprint kan worden. Waardoor er noodgedwongen een keuze gemaakt moet worden van de positionering. Maar juist door het product universeel te maken voor twee positioneringen, is met zekerheid grenzende waarschijnlijkheid te zeggen dat met deze oplossing het product bij alle ploegen te implementeren is.

Fig. 55. Zijaanzicht van het product bij plaatsing aan de zadelpen

Fig. 56. Zijaanzicht van het product bij plaatsing aan de zadelrails

MATERIAALKEUZE
DETAILLERINGSFASE

Om het juiste materiaal voor de behuizing van het product te vinden, is er in een heel vroeg stadium al een onderzoek gedaan naar mogelijke materialen. (B4 Mogelijke materialen) Van alle materialen zijn de voor- en nadelen tegenover elkaar gezet en is er gekeken naar de produceerbaarheid en de eigenschappen van de materialen. Deze informatie moet voor een relevant oordeel zorgen bij de keuze van het juiste materiaal.

De vergelijking bestaat uit de plus- en minpunten van de materialen, de eigenschappen van de materialen en mogelijkheden tot produceerbaarheid (B4 Mogelijke materialen). Dit laatste is voor de keuze van het materiaal in dit stadium van het product niet erg relevant, maar er zal met een schuin oog ook gekeken worden naar de toekomst waar het product wellicht spuitgegoten of op een andere manier geproduceerd wordt.

Onder de eigenschappen die naast elkaar zijn gelegd is de soortelijke massa, buigsterkte, elastisciteitmodulus en de gebruikstemperatuur terug te vinden (B4 Mogelijke materialen). In de ideale situatie moet de soortelijke massa zo laag mogelijk zijn, aangezien deze het gewicht van het product bepaald. De buigsterkte juist zo hoog mogelijk evenals de elasticteitsmodulus, aangezien het product te maken krijgt met enorme schokken tijdens het gebruik op onregelmatige ondergrond. Voorkomen moet worden dat het product blijvend vervormd danwel breekt.

Het temperatuurbereik van het materiaal van de behuizing moet relatief groot zijn. Aangezien het product te maken krijgt met veel verschillende weersomstandigheden en het in al deze omstandigheden goed moet bijven functioneren.

De plus- en minpunten hebben de grootste invloed op de materiaalkeuze. Veel materialen zijn namelijk al op voorhand weg te strepen omdat zij minpunten bevatten die er voor zorgen dat het materiaal onbruikbaar is in de situatie waarin het product gebruikt gaat worden. Aangezien dit overzicht van materialen al in een vroeg stadium is samengesteld, staan er ook materialen bij die in deze fase van het ontwerptraject minder aan de orde zijn dan eerder.

De lijst met materialen bestaat uit de kunststoffen PA (Polyamide), POM (Polyoximethyleen), ABS (Acrylonitril-butadieen-styreen), PET (Polyetheentereftalaat). Daarnaast is carbon nader onderzocht, siliconen en de rubbers EPDM (Ethyleen propyleen rubber) en CR (Neopreen). (B4 Mogelijke materialen)

Uiteindelijke keuze
De keuze is gevallen op ABS. In eerste instantie werd duidelijk dat het om een kunststoffen behuizing zou moeten gaan. Siliconen en rubber zouden alleen van toepassing zijn als het product met al zijn eisen en wensen makkelijk buigbaar zou moeten zijn. Met de gekozen positionering, vormgeving en bevestiging is dit niet aan de orde. Het materiaal van de behuizing moet dus nauwelijks buigbaar zijn en van voldoende sterkte. Carbon viel van de overige materialen als eerste af omdat het elektrisch geleidt en het dus geen ideale oplossing is voor dit product waar de printplaat tegen de behuizing aan zit (B4 Mogelijke materialen). De behuizing zou dan namelijk achteraf nog nabewerkt moeten worden, wat onnodig extra kosten met zich meebrengt.

De overige materialen zijn allen kunststoffen, dus het afwegen van de plus- en minpunten van de materialen zal voor het beste materiaal moeten zorgen. Alle kunststoffen hebben zo hun eigenschappen die zowel positief als negatief zijn. In het overzicht zijn de plus- en minpunten tegen over elkaar gezet (B4 Mogelijke materialen). In eerste instantie zijn vooral de minpunten bekeken, die het gebruik van het materiaal onmogelijk of ongeschikt zouden maken. PA en POM vielen hierdoor af, aangezien deze materialen worden afgeraden bij elektrische toepassingen.

PET P en ABS zijn dan de overgebleven materialen, waarbij PET P er negatief uitspringt doordat het beperkt koud buigbaar is en ABS vanwege de verkleuring bij zeer extreme omstandigheden (B4 Mogelijke materialen). Beide materialen zijn hitte bestendig en op verschillende manieren tot producten te verwerken. Waarbij een lage wrijvingscoëfficiënt een groot pluspunt is van PET P en je bij ABS te maken krijgt met weinig kruip.

Het product dat straks 3D geprint gaat worden, zal met een printer worden gedaan die gebruik maakt van ABS+, in kwaliteit nog beter dan ABS. Samen met het minpunt dat PET P bewerkt buigbaar is in kou en je te maken kan krijgen met hele lage temperaturen, is er gekozen voor het materiaal ABS.

FEM ANALYSE
DETAILLERINGSFASE

Ter bevestiging dat het product niet zal gaan breken bij te veel rek of blijvend zal blijven vervormen bij te veel spanning zijn er een aantal vereenvoudigde metingen gedaan in Ansys Workbench. Het gaat om statische berekeningen die zowel de nul stand als een aanname doen over de deformatie, rek en spanning in de uiterste stand. Bij de berekeningen zijn zowel de klep, de schuif als de behuizing voorzien van het materiaal ABS. Aan de printplaat is een metaal toegekend als materiaal.

Statische berekening verticaal geplaatst (zadelpen) bij stilstand
Hieronder is in de eerste plaats de deformatie van het product weergeven als het product verticaal is geplaatst, oftewel achter de zadelpen. Als de fiets dus niet gebruikt wordt en stil staat. Aangenomen is dat de schuif met het kliksysteem dusdanig goed gefixeerd zit in de behuizing van het product, zodat de spanning en de druk als één product wordt gezien. Zoals te zien is in de links afgebeelde schaalverdeling, is de deformatie ongeveer 0,017 mm (zie fig. 57). Niet te zien met het blote oog en ook niet bepaald extreem of schadelijk te noemen.

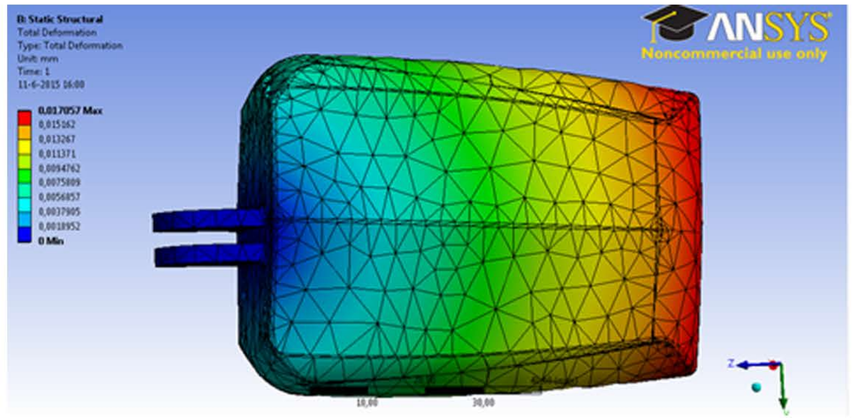


Fig. 57. Statische deformatie berekening bij stilstand in verticale stand.

Statische berekening verticaal geplaatst (zadelpen) bij trilling
Er van uit gaande dat het product achter op te fiets te maken kan krijgen met extreme maar korte trillingen in verticale richting is er een acceleratie van 10 G toegevoegd. Dit lijkt vrij ruim genomen, mede doordat het lastig is om een aanname te maken voor krachten die vrij komen bij de trillingen. De uiterste stand is in één richting berekend, in werkelijkheid zal het product zich van de ene uiterste stand naar de andere uiterste stand brengen. Maar aangezien dit in verticale richting gebeurd, is aan te nemen dat de waardes in de tegenovergestelde uiterste stand hetzelfde zijn.

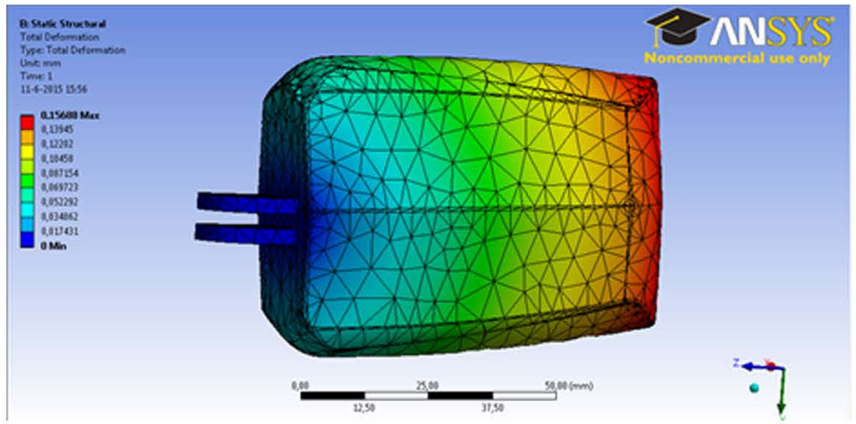


Fig. 58. Statische deformatie berekening bij beweging in verticale stand.

De deformatie van het product onder de kracht van 10 G is in zijn uiterste stand 0,16 mm (zie fig. 58). Dit is niet extreem te noemen en niet schadelijk voor het product. De behuizing zal ook de componenten in de behuizing niet aantasten of beschadigen.

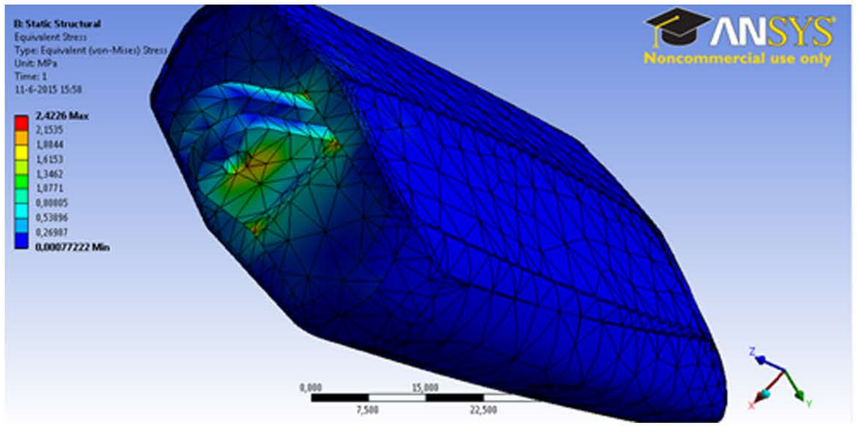


Fig. 59. Statische stress berekening bij stilstand in verticale stand.

Zoals zichtbaar in de schaalverdeling, is de maximale stress 2,42 MPa (zie fig. 59). Dit is ver onder de Tensile Yield Strenght van 42,5 MPa (B4 Mogelijke materialen). De meest gevoelige positie voor rek is de aanhechting van de ringetjes met het schuifje waarmee het kliksysteem aan het product wordt bevestigd. Mocht de stress dusdanig hoger zijn geweest, was een verdikking van het materiaal relevant, maar dit is nu echter niet van toepassing.

FEM ANALYSE
DETAILLERINGSFASE

Statische berekening horizontaal geplaatst (zadel) bij stilstand
Dezelfde metingen zijn ook nog eens uitgevoerd terwijl het product horizontaal bevestigd is, zo als het product zal zitten als het onder het zadel, aan de zadelrails, bevestigd is. De maximale deformatie is, als de fietser niet fietst, 0,013 mm, dit is net wat lager dan wanneer het product verticaal geplaatst zou zijn (zie fig. 60).

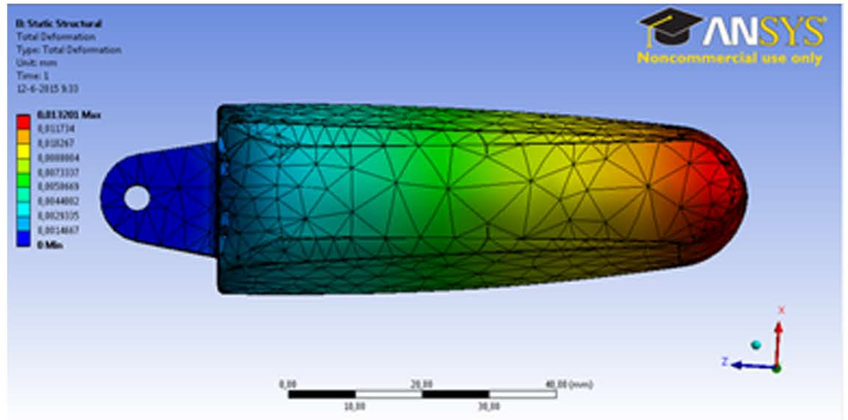


Fig. 60. Statische deformatie berekening bij stilstand in horizontale stand.

Statische berekening horizontaal geplaatst (zadel) bij trilling
Ook horizontaal gepositioneerd komt de stress niet in de buurt van de maximaal toelaatbare. Sterker nog, met 2,13 MPa, is de stress lager dan wanneer het product verticaal geplaatst zou zijn (zie fig. 61). Ook bij deze metingen is er weer uitgegaan van een acceleratie in verticale richting van 10 G. Met een deformatie van ongeveer 0,12 mm in de uiterste stand, is ook de deformatie lager dan bij de plaatsing op de zadelpen.

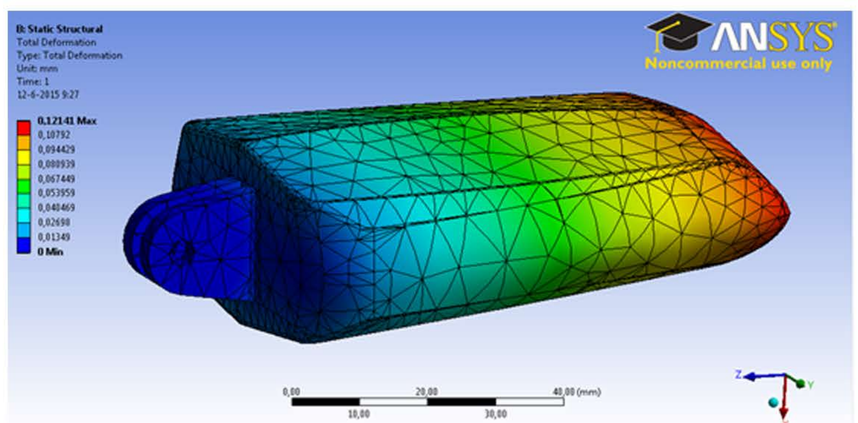


Fig. 61. Statische deformatie berekening bij beweging in horizontale stand.

Zoals zichtbaar in de schaalverdeling, is de maximale stress 2,42 MPa (zie fig. 62). Dit is ver onder de Tensile Yield Strenght van 42,5 MPa (B4 Mogelijke materialen). De meest gevoelige positie voor rek is de aanhechting van de ringetjes met het schuifje waarmee het kliksysteem aan het product wordt bevestigd. Mocht de stress dusdanig hoger zijn geweest, was een verdikking van het materiaal relevant, maar dit is nu echter niet van toepassing.

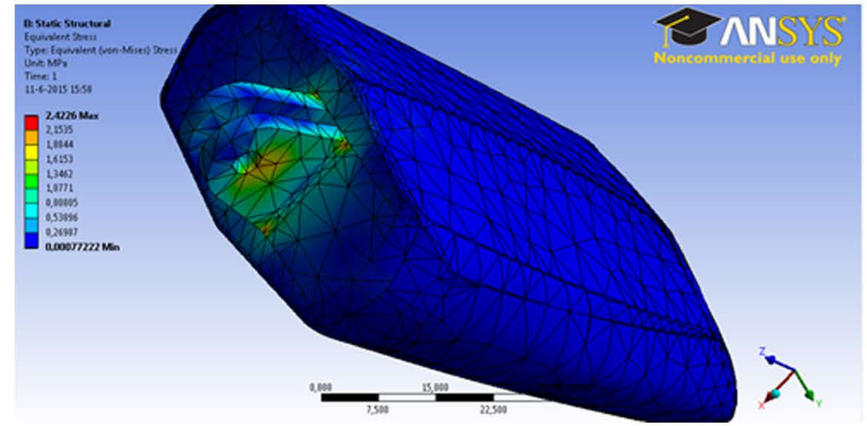


Fig. 62. Statische deformatie berekening bij stilstand in verticale stand.

Conclusie
Het product is, wanneer alle onderdelen aan elkaar gekoppeld zijn, sterk genoeg om gebruikt te worden in de omstandigheden van een wielerwedstrijd. Alleen de bevestigingen tussen de onderdelen zijn wellicht een kritiek punt, maar dit zal ook worden bepaald door het uiteindelijke bevestigingssysteem tussen deze onderdelen.

Het product komt dusdanig goed uit de test, dat er op bepaalde plekken zelfs materiaal gereduceerd zou kunnen worden. Echter is het product momenteel veel lichter dan het oude prototype en is zijn voornaamste functie vooral het uitzenden van data en de hardware goed beschermen. Meer reduceren aan materiaal zou onnodige risico's met zich meebrengen.

Ook moet in de wanden nog ruimte zijn voor het plaatsen van kliksystemen, zoals bijvoorbeeld het kliksysteem dat nu is uitgewerkt. Als de dikte van behuizing nog kleiner zou worden dan 2 mm, wordt dit lastig om nog te realiseren.

Daarnaast zal het ontwerpvoorstel eerst naar de hardware ontwerpers gaan, waarna de kans groot is dat het ontwerp aangepast moet worden, verandering in formaat zal ook de waardes van deze meting beïnvloeden. Dus is het relevanter om na de aanpassing van het ontwerp pas te kijken of een herontwerp op basis van FEM analyses noodzakelijk is.

CONCLUSIE
DETAILLERINGSFASE

Het ontwerpvoorstel is in de detailleringsfase volledig gedefinëeerd, zowel de werking, de componenten, de vormgeving als het gebruik zijn in deze fase ontwikkelt en beschreven. Dit heeft geresulteert in een ontwerpvoorstel dat door middel van dit doorlopen proces het best aan de eisen en wensen aan het begin van dit verslag vermeld voldoet.

Door het Programma van Eisen er nogmaals bij te pakken is het goed weer te geven of het product daadwerkelijk voldoet aan de in de analyse vastgestelde verwachtingen. Niet onbelangrijk om te noemen is dat de eisen en wensen die vastgesteld zijn voor het meedragen in de achterzak niet perse zijn nagestreefd aangezien onder het proces werd vastgesteld dat het product definitief op de fiets moest gaan komen. Daarnaast zijn de hieronder gegeven eisen en wensen soms samengevoegd omdat ze voor hetzelfde antwoord zorgden.

Eisen
Het product moet een aan/uit schakelaar bevatten
Het product bevat een aan/uit schakelaar in de vorm van het schuifje aan de voorzijde van het product. De schuif is op zijn beurt ook gelijk het kliksysteem van het product.

De behuizing moet de hardware fixeren
De begeleidende rails aan de binnenzijde van het product zorgen er voor dat het product in twee richtingen gefixeerd is en eenvoudig in het product geschoven kan worden. De derde richting van fixatie is door middel van de twee haken aan de uiteinden van de rails en de binnenkant van de voorzijde van het product tot waar de printplaat doorgeschoven kan worden.

De behuizing moet voldoen aan de codering IP-54
De verschillende onderdelen maken gebruik van verschillende wanden waardoor het voor regen en stof lastig wordt om zijn weg naar de binnenkant van het product vinden. Ook de eventuele rubberen randen zullen binnendringen van stof en water voorkomen. Met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid kan er gezegd worden dat het product aan deze eis voldoet.

Het product moet feedback geven over de werking
Door de leds wordt aangegeven of het product aan/uit is en of achtereenvolgend ANT+, processor, gps en gsm werken. Hierdoor is aan de buitenkant te zien of het product goed werkt. Ook zouden deze leds informatie kunnen geven tijdens het opladen van de batterij.

- Er moet een simkaart in geplaatst en uitgehaald kunnen worden

Tijdens het ontwerpproces werd duidelijk dat dit niet meer van toepassing was. Aangezien eerst in elk land een andere simkaart nodig was, moest deze eenvoudig te verwijderen zijn. Dit is nu niet meer nodig en zal de sim nog minder snel aangepast worden dan de printplaat, daarom is er voor gekozen om de sim alleen bereikbaar te maken door de achterklep te verwijderen.

De batterij moet opgeladen worden door middel van een usb aansluiting zonder de printplaat te verwijderen
De huidige usb is ingewisseld voor een micro usb, dit zorgt voor een grote reductie van ruimte. De usb is geplaatst achter de schuif en is dus altijd te bereiken als het product niet aan staat en wordt beschermd als deze wel aan staan.

De hardware moet te verwijderen zijn uit de behuizing voor het aanpassen van de software
Door middel van het verwijderen van de achterklep kan de printplaat eenvoudig bereikt worden. Door het punt waar de software op de printplaat aangepast kan worden zo te plaatsen, zou eventueel de printplaat in zijn behuizing kunnen blijven. Dit omdat achterklep over de printplaat heen zit en na het verwijderen de printplaat dus eenvoudig te bereiken is.

- *De behuizing moet schokbestendig zijn, om de schokken van rijondergronden te reduceren*

Volgens de FEM analyse voldoet de behuizing ruim aan deze eis, zelfs zo ruim dat de dikte van de behuizing nog meer gereduceerd had kunnen worden. Maar aangezien het product al ruimschoots voldeed aan de andere eisen wat betreft diktes en gewicht, is dit om risico's niet te vergroten nagelaten.

- *Behuizing mag (bij deformatie) niet de hardware componenten raken*

Uit de FEM analyse kwam naar voren dat de behuizing nauwelijks deformeerde en zal het dus niet de componenten van de behuizing raken. De grootste component is maximaal 10 mm hoog, maar zal waarschijnlijk wat kleiner worden aangezien er een kleinere accu gebruikt gaat worden. Deze accu moet voorin in de behuizing geplaats worden waar de hoogte van de behuizing ten opzichte van de printplaat het hoogst is, tussen de 11 en 13 mm *is.*

- *Het product kan maar op één manier bestuurd/geïnstalleerd worden*

Er is voor gekozen om het product op twee manieren op de fiets te bevestigen, het kliksysteem spreekt zelf verder voor zich en het product kan niet verkeerd om geplaatst worden bijvoorbeeld.

- *De behuizing moet minder dan 30 gram wegen*

Het gewicht van de behuizing is 19,79 gram, de schuif 2,52 gram en achterklep 3,08 gram. Samen is dit onder de vereiste 30 gram.

CONCLUSIE
DETAILLERINGSFASE

De behuizing moet kleiner zijn dan 100 mm bij 70 mm bij 30 mm
De behuzing is met maximale afmetingen van 80 mm bij 60 mm bij 28 mm onder de vereiste afmetingen gebleven.

De dikte van de behuizing moet minder dan 5 mm zijn
De dikte van de behuizing is gereduceerd naar 2 mm.

De behuizing moet de hardware beschermen tegen ozon en zonlicht
De ABS behuizing beschermt de hardware binnen in de behuizing waarschijnlijk goed genoeg tegen zon en ozon. De behuizing is zoals eerder aangegeven 2 mm dik, waardoor het voor dit licht moeilijk is om door de behuizing heen alsnog schade aan te richten. Daarnaast zijn de gekozen componenten van de printplaat hier op uitgezocht.

Het materiaal van de behuizing moet vochtbestendig zijn en moet bestand zijn tegen zonlicht en ozon
Van de materialen was ABS de beste keuze qua kunststoffen. Alle andere materialen waren onderhevig aan bijvoorbeeld weersomstandigheden of de warmte. ABS heeft het grootste temperatuurbereik om in te functioneren en is zowel eenvoudig te spuit gieten als 3D te printen. Het voldoen aan deze eis is niet met zekerheid te bevestigen.

Het product en het kliksysteem moeten twee losse onderdelen zijn
Het product bestaat uit de behuizing en de bijbehorende schuif. Het kliksysteem is een al bestaand onderdeel dat aan de schuif te bevestigen is. In dat opzicht bestaat het kliksysteem dus uit twee verschillende onderdelen.

Het kliksysteem moet lichter zijn dan 15 gram
Aan deze eis wordt waarschijnlijk niet voldaan. In de eerste plaats kan dit een verschillend kliksysteem zijn die allen een verschillend gewicht hebben. Als we het meest gebruikte kliksysteem als uitgangspunt nemen, ook het kliksysteem dat 3D geprint gaat worden, is deze zwaarder dan 15 gram. Namelijk rond de 40 gram. Voor deze fase in de life cycle van het product is deze oplossing echter de beste en het best implementeerbaar in de wielerwereld.

Het kliksysteem moet het product eenvoudig kunnen dragen
Volgens de FEM analyse houden de ringetjes op de schuif eenvoudig het product. Het kliksysteem is zelf al uitgebreid getest en zal het product zeker kunnen dragen en zal dus ook niet onder het gebruik het product kwijt raken.

Wensen
De behuizing moet een gladde oppervlakte structuur hebben
Het gekozen kunstof ABS heeft een relatief gladde oppervlakte structuur, dit hangt echter af van de manier van produceren. Met spuitgieten zal de oppervlakte structuur zeer glad zijn. Bij 3D printen ligt dit aan de kwaliteit van de printer en zal in het ergste geval nabewerking nodig zijn.

Bij valpartijen moet het product geen schade aanrichten aan de gebruiker of omgeving
Het product kan strak onder het zadel geplaatst worden, bij valpartijen brengt dit geen extra gevaren met zich mee. Bij het plaatsen op de zadelpen zouden de risico's eventueel hoger kunnen zijn. Het product is echter in formaat en gewicht flink gereduceerd, waardoor het product relatief minder schade aan kan richten

De wielrenner moet zo weinig mogelijk hinder ondervinden van het product
Het product is niet te zien voor de wielrenner, waardoor hij er geen last van hoeft te ondervinden. Daarnaast is het product niet zwaar en heeft het geen invloed op de aerodynamica.

De vormgeving van behuizing moet zo aerodynamisch mogelijk zijn
De behuizing heeft een aerodynamisiche uitstraling, of deze dat ook daadwerkelijk is, is niet duidelijk, maar ook niet aan de orde. Op de geplaatste positie is er geen negatieve invloed op de aerodynamica.

De vormgeving moet zo goed mogelijk geintergreerd worden in de vormgeving van de fiets
Tot zo ver dit mogelijk was, is dit gedaan. Het product maakt echter gebruik van een bevestigingsysteem die zich niet perse voor deze situatie leent. Waardoor het product meer uitsteekt dan nodig. Het product steekt nu, bij plaatsing onder het zadel, iets achter het zadel uit, dit is ook gewenst omdat de gps antenne op deze manier beter functioneert.

Het product moet relatief eenvoudig te bevestigen en te ontkoppelen zijn
Het product moet door middel van een imbus aan het systeem, wat vast zit aan de fiets, gemaakt worden. Dit is niet de meest eenvoudige manier van bevestigen, maar wel met zekerheid een veilige manier, die in het gebruik van het product zwaarder meetelt dan het gebruiksgemak.

AFRONDINGSFASE

De afrondingsfase bevat de laatste onderdelen die deel uitmaken van het ontwerpvoorstel. Aangezien het product nu geheel is gedefinïeerd, is deze klaar om 3D geprint te worden.

Naast deze verwezelijking van het product zullen er voor de toekomst nog een aantal aanbevelingen gedaan worden. Aanbevelingen die nog niet te realiseren zijn omdat de ontwikkeling van het product nog niet in dit stadium verkeerd, of omdat ze buiten de scope van mij als industrieel ontwerper vallen. Ook worden er een aantal aspecten genoemd die nog interessant zijn om nader te onderzoeken, maar niet in het tijdsbestek van dit project passen.

Tot slot zal deze fase bestaan uit een voorstel voor de vervolgstappen van de ontwikkeling van het product. Daarnaast wordt er naast deze blik op de toekomst ook juist teruggekeken door de terugkoppeling en conclusie.

3D GEPRINT PRODUCT
AFRONDINGSFASE

Het product is 3D geprint met een uPrint SE Plus. Waarbij het materiaal ABS+ gebruikt wordt en waarvan de kleur ivoor wit is. De toleranties van de printer zijn rond de 0,25 mm.

Deze eigenschappen betekenen het volgende voor het product; het product wordt gemaakt van ABS+ in plaats van ABS. De kleur van het product gaat wit 3D geprint worden in plaats van de zwarte kleur uit het ontwerpvoorstel. De klikverbinding tussen behuizing/schuif en behuizing/achterklep, die berusten op de elasticiteit van het materiaal moeten vereenvoudigd worden aangezien zij afmetingen bevatten kleiner dan 0,25 mm. De klikverbinding die bestond uit een blokje(0,25 mm dik) met daarop een schuifje(0,25 mm dik) en als negatief twee gleufjes(beide 0,25 mm dik) onder elkaar worden nu gezien als één gleuf en één schuifje (zie fig. ...)

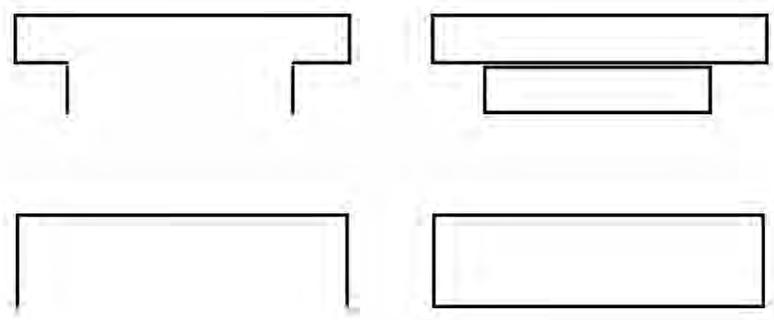


Fig. 63. a. De twee gleuven boven elkaar, b. boven het schijffje onder het blokje op elkaar, c. De vereenvoudigde versie van de gleuf, d. de vereenvoudigde versie van het schijffje

Fig. 64. Uiteindelijk 3D geprint product

Fig. 65. Uiteindelijk 3D geprint product bevestigd

AANBEVELINGEN
AFRONDINGSFASE

De volgende pagina's bestaan uit een lijst aan aanbevelingen die in de toekomst relevant zijn om te verwerken in het product. Zoals aan het begin van de afrondingsfase al is benoemd staat, gaat het om aanbevelingen die pas in een later stadium kunnen worden toegepast, buiten de scope van een industrieel ontwerper vallen of niet binnen het tijdsbestek van dit project mogelijk waren.

Spuitgieten als productiemethode
Mocht het product wat nu is ontworpen voor 60 á 80 stuks goed bevallen en in het in het peloton gebruikt gaan worden, is 3D printen niet relevant meer. Andere productiemogelijkheden als spuitgieten zijn dan beter van toepassing. Dit is echter wel een aanname, het zou zelfs al kunnen dat het product zelfs bij 80 stuks met spuitgieten al goedkoper uit valt. Dit is echter niet relevant geweest voor dit ontwerpvoorstel. Het product zou echter met een aantal kleine aanpassingen prima te spuitgieten zijn. Het product is in één richting symmetrisch en lossend in die richting. De geleiders van de printplaat zoals deze nu zijn ontworpen zullen wel verwijderd moeten worden en in plaats daarvan zal de printplaat in één van de twee helften met schroeven of vormgesloten haken bevestigd worden.

Doordat het product nu bestaat uit twee identieke helften die op elkaar geschoven gaan worden, is de achterste klep zoals deze nu is ontworpen om de printplaat te bereiken ook niet meer van toepassing. De twee helften moeten een overlappend oppervlakte bevatten om zo minder kwetsbaar te zijn tegen water- en stofschade.

De usb opening zal precies in het midden moeten worden geplaatst en het schuifje aan de voorkant valt apart te spuitgieten. Dit geldt ook voor de leds, die dusdanig dunwandig moeten zijn dat zodoende het licht door de behuizing heen kan schijnen.

Verlagen van de 'implementatie drempel'
Om er voor te zorgen dat het product eenvoudiger geïmplementeerd gaat worden in de wielerwereld is het product toevoegen aan een al geïntegreerd onderdeel aan de fiets een goede oplossing. Denk hier bijvoorbeeld aan het plaatje van het wedstrijdnummer hier op te verwerken in het product mocht het op de zadelpen geplaatst worden (zie fig. 65). Aangezien de wedstrijdnummers per wedstrijd verschillen en het product nog niet aan één specifieke renner worden toegekend, zal dit moeten gebeuren door middel van een sticker. In dit geval is het wellicht ook relevant om het product van een witte kleur behuizing te maken, zodat dan aan de eisen van het wedstrijdnummer wordt voldaan. Een ander voorbeeld is om de transponder, die de wielrenner voor elke koers krijgt, te verwerken in het product. Als iedereen straks het product zou gebruiken, is dit een interessante oplossing, aangezien iedereen verplicht een transponder bij zich moet dragen.

De transponder wordt nu vastgemaakt aan de fiets door middel van een tiewrap, het verwerken van de transponder in het product is een veel elegantere oplossing. Door dit soort oplossingen zal de drempel voor de toch al huiverige wielerwereld niet zo extreem hoog zijn.

Fig. 66. Het wedstrijdnummer op het product, door middel van bijvoorbeeld een sticker

Het product verwerkt in/met de sportscamera
Aangezien IMG zowel de camera's als het Life Cycling Performance product gaat implementeren, zouden beide producten prima gecombineerd kunnen worden. De camera verwerken in het product is dan een mogelijke oplossing. Een andere oplossing is om de camera aan de voorzijde van de fiets te plaatsen en het product aan de achterzijde, zodat beide tegelijkertijd data kunnen verzenden.

De beide producten maken echter momenteel gebruik van radioverbindingen van verschillende kwaliteit, waardoor de beide data niet synchroon lopen. Mocht dit in de toekomst wel te realiseren zijn, krijg je een heel divers interface die beeld geeft bij data en het product nog interessanter maakt.

Aanspasbare stijl
Alle ploegen rijden rond met verschillende soorten kleding, bijpassende helmen, brillen en fietsen. Het product, dat onderdeel is van de uitrusting van de wielrenner, zou even goed in deze stijl mee kunnen gaan. Het product customizen, door middel van kleuren en logo's, maken het persoonlijk voor de wielrenner waardoor het wellicht minder storend voelt om mee te nemen. Mocht het product in de toekomst gespuitgiet worden kan dit door middel van een in mound label eenvoudig op de oppervlakte van de behuizing toegepast worden.

AANBEVELINGEN
AFRONDINGSFASE

Integreren in het frame
Mocht het product in de toekomst verplicht worden door de UCI om de sport transparanter te maken, is het niet erg relevant meer om het product 'los' op de fiets te plaatsen. Iedereen moet dan namelijk het product gebruiken en het product kan aan een specifieke renner worden gekoppeld, hierdoor hoeft de software niet zo snel meer worden aangepast.

Het product zou in het frame verwerkt kunnen worden. Dit brengt meerdere voordelen met zich mee, in de eerste plaats heeft het product geen invloed op de aerodynamica, daarnaast zal de wielrenner er geen last van ondervinden en brengt het verder ook geen extra gevaar met zich mee.

Daarnaast moet bij elke wedstrijd het gewicht van een 'kale' fiets onder een maximaal gewicht zitten(UCI Regulations Part II, 2015). Het huidige product dat nu niet als onderdeel van de fiets wordt gezien, is dus in elke situatie extra gewicht. Als het product echter is verwerkt in het frame, is het onderdeel van het 'kale' gewicht en zal het product geen extra gewicht met zich meebrengen. De fietsfabrikanten kunnen dan namelijk het frame het gewicht van het product lichter maken. Dit wordt momenteel bijvoorbeeld al gedaan door de accu van het elektrisch schakelen.

Op afstand bestuurbaar
Een interessante oplossing voor het besturen van het product is om dit op afstand te bewerkstelligen. Door het product op afstand aan/uit te kunnen zetten en te kijken of het zijn werking doet, is er geen aan/uit systeem meer nodig en zijn ook de leds overbodig. De huidige techniek leent zich prima om dit te realiseren, maar het product heeft nog niet dermate zijn waarde bewezen om het product daardoor duurder te maken. Mocht het product in het frame verwerkt worden, is dit nog maar de enige oplossing om het product aan/uit te krijgen. Door dit te verwezelijken kan de behuizing een nog minimalistischere uitstraling krijgen en wordt de kans op vocht en stof ook kleiner bij bepaalde deellijnen op het product.

Slimmere leds
Door de leds te vervangen, die nu de status aangeven van de ANT+, processor, gps en pgs, voor twee kleuren leds, zijn er mogelijkheden om de leds verschillende kleuren aan te laten nemen. Hierdoor kan je meer info laten zien dan alleen de werking van het product. Dit is bijvoorbeeld interessant omdat je de gebruiker ook bepaalde info wilt laten zien over het opladen van de accu. Of zou bijvoorbeeld een bepaalde kleurstelling voor een hardware onderdeel kunnen staan. Nu moeten werknemers eigenlijk al weten welke led bij welke bij welk onderdeel hoort.

Daarnaast had Nspyre de wens om alleen als het product niet bevestigd was, de leds goed zichtbaar te laten zijn. Momenteel wordt dit opgelost door leds aan de zijde van de fiets te plaatsen zodat ze na het plaatsen minder goed zichbaar zijn. Een andere oplossing is het zo programmeren van de software dat de leds na verloop van tijd, bijvoorbeeld vijf minuten, automatisch uit gaan.

Mogelijke alternatieve klikverbinding
In de detailleringsfase is een mogelijke bevestiging tussen de behuizing en de schuif en tussen de behuizing en de achterklep uitgewerkt. Deze methode is daar gekozen omdat hij eenvoudig en goedkoop te produceren is en dus ook in het uiteindelijke 3D geprinte product is te verwerken.

Nspyre heeft echter aangegeven dat de kwaliteit van het product voorop staat ten opzichte van de eventuele kosten. Om een zo compleet mogelijk ontwerpvoorstel af te leveren word hier nog een mogelijk klikysteem kort toegelicht. Uit de analyse van een eventuele klikverbinding kwam naast de verbinding die berust op elasticiteit van een materiaal en vormgesloten is (als die is uitgewerkt in de detailleringsfase), ook het systeem die berust op een veer en/of een beweegbaar deel kunststof binnen in de kunststof behuizing.

De volgende methode zorgt er voor dat een kunstoffen haakje kan verschuiven binnen in de schuif en klep, dit kan bewerktstelligt worden door een plaatje om te zetten (zie fig. 67 & 68). Het haakje kan op die manier in de behuizing gefixeerd worden. Voor de klep aan de achterzijde werkt dezelfde methode.

Fig. 67. Door middel van het schuifje kan de het haakje verplaats worden

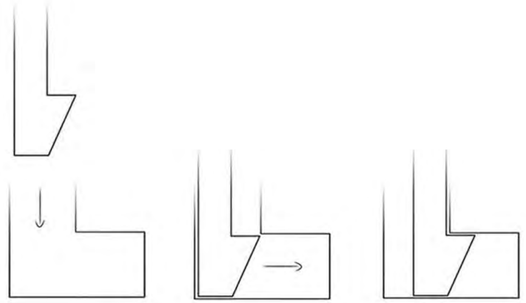


Fig. 68. Schematische weergave van de werking van de klikverbinding

AANBEVELINGEN
AFRONDINGSFASE

Deze lock methode biedt ook mogelijkheden wat betreft de aan/uit methode van het product. Momenteel komt de connector van de behuizing op de connector van de schuif en is het product aan. Deze connector zou ook in het schuivende gedeelte verwerkt kunnen worden, waardoor het product alleen aan zal gaan als de lock van het product, de haak, is omgezet (zie fig. 69). Hierdoor zal de behuizing altijd gefixeerd zijn en kan deze niet per ongeluk los komen tijdens de wedstrijd, dit is dus een extra beveiliging.

Fig. 69, de connector verschuift mee met de lock

Bevestiging product
Bij voorkeur berust de schuif, als het product bevestigd is, op de behuizing. Dat betekent dat de leds aan de bovenzijde van het product zitten. Aangezien de medewerkers moeten weten wat de leds betekenen, is het niet Zo'n grote moeite om ze dit ook als kennis mee te geven. Echter zou er ook de behuizing door middel van bijvoorbeeld een letter of een teken aangegeven kunnen worden wat de 'onderkant' en 'bovenkant' van het product is.

Vereenvoudigen product
Het product is momenteel voorzien van een schuifje met het kliksysteem, om er voor te zorgen dat het product universeel is en door elke ploeg gebruikt kan worden, ongeacht de sponsorcontracten. Voor elke ploeg kan er in principe een custom schuifje geconfigureert worden. Echter lijkt het erop dat bijna elk kliksysteem gebruikt maakt van de ringetjes, waar het geprinte product nu ook gebruikt van maakt. Dit is nog niet met honderd procent uit te sluiten en aangezien IMG er veel waarde aan hecht dat iedereen het product gaat gebruiken, is er nu nog voor de oplossing van de verschillende schuifjes kozen. Mocht de toekomst uitwijzen dat alle ploegen toch wel gebruik gaan maken van de ringetjes als bevestiging, moet het schuifje met zekerheid verwijderd worden en zal het kliksysteem met de ringentjes direct op het product geplaatst worden. Hierdoor vervalt het schuifje als onderdeel van het product. Het product wordt anders onnodig complex en kan voor onnodig gevaren zorgen. Aangezien de usb niet meer achter het klepje zit en hierdoor dus niet meer wordt beschermt, moet deze voorzien worden van een rubbertje om stof en water tegen te houden. Voor de aan/uit knop moet ook nog een alternatieve oplossing gevonden worden, aangezien het schuifje nu fungeerd als aan/uit knop.

Alternatieve methode connector
De schuif die nu dient als aan/uit knop, fungeert door middel van een connector. Dit is een mogelijk implementatie van het automatisch aanzetten van het product. De connector zou evengoed een schakelaar kunnen zijn die om slaat op het moment dat de schuif bevestigd wordt.

VERVOLGSTAPPEN
AFRONDINGSFASE

Tijdens de laatste gebruikerstest in de Ronde van Zwitserland van 13 tot 21 juni jongsleden is een prototype van de behuizing van het nieuwe ontwerpvoorstel voorgelegd aan IMG en de meewerkende professionele wielerploegen. Allen waren zeer positief over de vormgeving en het formaat. Dit is de eerste GO die van belang was om de ontwikkeling van dit product in gang te zetten.

In deze gebruikerstest zelf werd er nog gebruik gemaakt van het oude prototype, echter was deze wel voorzien van een nieuw ontworpen 3D klepje aan de voorzijde (zie fig. 70). Dit klepje was voorzien van de SHIMANO Sportscam mount zodat ook dit prototype niet alleen in de achterzak maar ook op de fiets geplaatst kon worden (zie fig 71).

In alle opzichten was de test positief, IMG en het teammanagement van de ploegen waren positief over de positionering van het product. Echter vonden ze het prototype te groot en niet mooi onder het zadel, beide negatieve feedback zijn ondertussen al verwerkt in het nieuwe ontwerpvoorstel. Daarnaast bleek de SHIMANO Sportscam mount kwetsbaar en ging deze bij twee van de zes gebruikers onderweg stuk. Ook hier zal het nieuwe ontwerpvoorstel geen problemen mee hebben, omdat het tussen systeem van de sportscam geëlimineerd is, om de redenen dat het product anders te ver uit zou steken, niet bij veel ploegen te implementeren was en omdat het product als het direct aan de ringentjes bevestigd is, minder kwetsbaar zal zijn.

Fig. 70. Een CAD model van het 3D ontworpen klepje

Fig. 71. Het product door middel van het 3D geprinte klepje achter het zadel te plaatsen

De eerst volgende stap voor nu is dat de afmetingen van de printplaat en de beschikbare ruimte voor de componenten naar de desbetreffende hardware ontwerpers wordt doorgespeeld. Zij kunnen een aanname maken of de nieuwe afmetingen en ruimte voor hen akkoord zijn. Zoals aan het begin van de detailleringsfase aangegeven is de printplaat tussen de 20 en 25% gereduceerd. Aangezien de hardware ontwerpers waarschijnlijk zeer praktisch zijn ingericht en alleen zullen aangeven of het past of niet, is het product ‘aan de kleine kant’ gemaakt, waardoor het product in ieder geval niet groter zal worden dan eigenlijk mogelijk. Dat zou namelijk een gemiste kans zijn.

Wordt er hier een GO gegeven dan is het mogelijk om het product voor meer stuks te gaan produceren, is dit niet het geval, dan zal de behuizing qua afmetingen aangepast moeten worden. Dit zal, zoals eerder genoemd, een feedback met samenspel tussen product- en hardware ontwerper zijn.

Na dit samenspel zal het exacte aantal producten dat er geproduceerd gaat worden, moeten worden vastgesteld. Op basis daarvan zal de uiteindelijke productiemethode worden vastgesteld. Het advies van de hardware ontwerpers en de gekozen productiemethode zal er voor zorgen dat het product (licht) herontworpen zal worden. Tijdens dit herontwerp zouden ook bepaalde aanbevelingen hun intrede in het product kunnen doen.

TERUGKOPPELING &CONCLUSIE
AFRONDINGSFASE

Terugkijkend op de afgelopen maanden is er in de eerste plaats te zeggen dat het een zeer leerzame en interessante periode was. De Bacheloreindopdracht is van zeer toegevoegde waarde geweest als afsluiting van de studie Industrieel Ontwerpen.

Het traject is zeer voorspoedig verlopen, waarbij voor een groot deel de planning aangehouden kon worden. Uit de planning zijn alleen de windtunnel testen geschrapt. Aangezien deze geen toegevoegde waarde hadden bij de gekozen postionering van het product. Dat er een positie is gevonden die geen negatieve invloed heeft op de aerodynamica, is een pluspunt te noemen. Echter leken de windtunneltesten op voorhand erg leerzaam en interessant, wat het jammer maakt dat deze niet door zijn gegaan.

Het product waar het in het traject van de Bacheloreindopdracht om draaide bevatte veel belangwekkende vlakken van ontwerpen en daarnaast speelde het product in op mijn interesses. Hierdoor is een langere periode bezig zijn met het ontwerp van een product als dit, altijd boeiend en het verveelt nooit.

Het eindresultaat is van zeer toegevoegde waarde voor de ontwikkeling van het product en doelen van het verkrijgen van Life Cycling Performance. Vanuit Nspyre voldoet het product aan alle eisen en wensen en de implementeerder IMG heeft zijn goedkeuring over de nieuwe behuizing gegeven. Mede omdat Nspyre en IMG erg praktisch zijn ingericht is het ontwerpvoorstel niet bijzonder of schokkend te noemen, maar zijn wel, waar mogelijk, de grenzen opgezocht wat betreft vormgeving en positionering. Wellicht was er nog ruimte geweest voor een meer out-of-de-box product, maar bijzondere ideeën zijn al in een vroeg stadium verworpen. Dit omdat Nspyre daar niet om vroeg, het nog niet relevant was in de fase van de life-cycle waarin het product zich nu bevind en ook het tijdsbestek niet groot was. Er is geprobeerd om relevante ideeën die na de implementatie van dit product boven kwamen te verwerken in de aanbevelingen.

De invulling van de werkdagen waren geheel nieuw, maar relevant om mee te maken. Het laat je nadenken over de toekomst als industrieel ontwerper. De brainstormsessies en presentaties binnen het bedrijf waren leerzaam en het boeiendst. Echter was ik in principe de enige persoon die zich met de behuizing van het product bezig hield en was ik daarnaast de enige industrieel ontwerper binnen het bedrijf. Hierdoor heb ik niet kunnen leren van de werkwijzen van andere industrieel ontwerpers om me heen, maar heb ik meer mijn kennis, opgedaan in de afgelopen jaren, toegepast. Dit betekent echter niet dat ik niks heb bijgeleerd van mijn collega engineers.

Het eindproduct in de vorm van een ontwerpvoorstel met daarbij een fysiek 3D-model voldoet volledig aan de vooraf vaststaande verwachtingen. Inclusief de aanbevelingen biedt het voorstel perspectief voor de toekomst en draagt het in hoge mate bij aan de ontwikkeling van Life Cycling Performance en dus aan een nieuwe dimensie in het kijken naar en beleven van de wielersport.

BACHELOR
EINDOPDRACHT
RUBEN BROEKHUIZEN
NSPYRE B.V.
UNIVERSITEIT TWENTE
INDUSTRIEEL ONTWERPEN
03.07.2015

LIVE CYCLING PERFORMANCE

BIJLAGEN

INHOUDSOPGAVE
BIJLAGE

B1 Referenties *4*

B2 Technische tekeningen *5 - 12*
- Huidige prototype 5
- Usb poort 6
- Leds 7
- Printplaat 8
- Behuizing binnen 9
- Behuizing buiten 10
- Achterklep 11
- Schuif 12

B3 Schema's *13 - 14*
- Flowchart 13
- IP Codering Guide 14

B4 Mogelijke materialen *15 - 16*

B1 REFERENTIES
BIJLAGE

http://www.salden.nl/nl/kleding/hoofd/helmen/giro-aeon-helm-178644.html

http://www.ad.nl/ad/nl/1018/Wielrennen/article/detail/3902109/2015/03/13/UCI-kondigt-maatregelen-aan-in-strijd-tegen-doping.dhtml

Union Cycliste Internationale (2015), *UCI Regulations, Part II Road Races 2.2.024.* Retrieved from http://www.uci.ch/inside-uci/rules-and-regulations/regulations/

Union Cycliste Internationale (2015), *UCI Regulations, Part I General organisation of cycling as a sport 1.3.* Retrieved from http://www.uci.ch/inside-uci/rules-and-regulations/regulations/

Public.Resource.Org (2006), *Safety DIN - Mountain - bicycles - Safety requirements and test methods.* Retrieved from https://law.resource.org/pub/de/ibr/din.en.14781.e.2006.html

Europees Parlement en Raad (2009), *RICHTLIJN 2009/48/EG Veiligheid van Speelgoed.* Retrieved from https://www.nvwa.nl/onderwerpen/wet-en-regelgeving/dossier/richtlijn-speelgoed-2009-48-ee

Europees Parlement en Raad (2006), *RICHTLIJN 2006/95/EG Laagspanning.* Retrieved from https://www.nvwa.nl/onderwerpen/wet-en-regelgeving/dossier/richtlijn-2006-95-eg-laagspanningsrichtlijn

Europees Parlement en Raad (2001) *RICHTLIJN 2001/95/EG Algemene productveiligheid.* Retrieved from https://www.nvwa.nl/onderwerpen/wet-en-regelgeving/dossier/richtlijn-2001-95-eg-algemene-productveiligheid

Census data revisited. (n.b.) *KEMA KEUR.* Retrieved Juni 2015, from dekra website http://www.dekra-certification.nl/nl/kema-keur

Census data revisited. (2001) I*EC 60529 (ed. 2.1) Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)* Retrieved from https://law.resource.org/pub/.../is.iec.60529.2001.pdf

Census data revisited. (2014) *Fundamentals of Electrostatic Discharge.* Retrieved from http://incompliancemag.com/article/fundamentals-of-electrostatic-discharge-part-three-basic-esd-control-procedures-and-materials/

B. Blocken et al. (2013) *CFD simulations of the aerodynamic drag of two drafting cyclists,* Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045793012004446

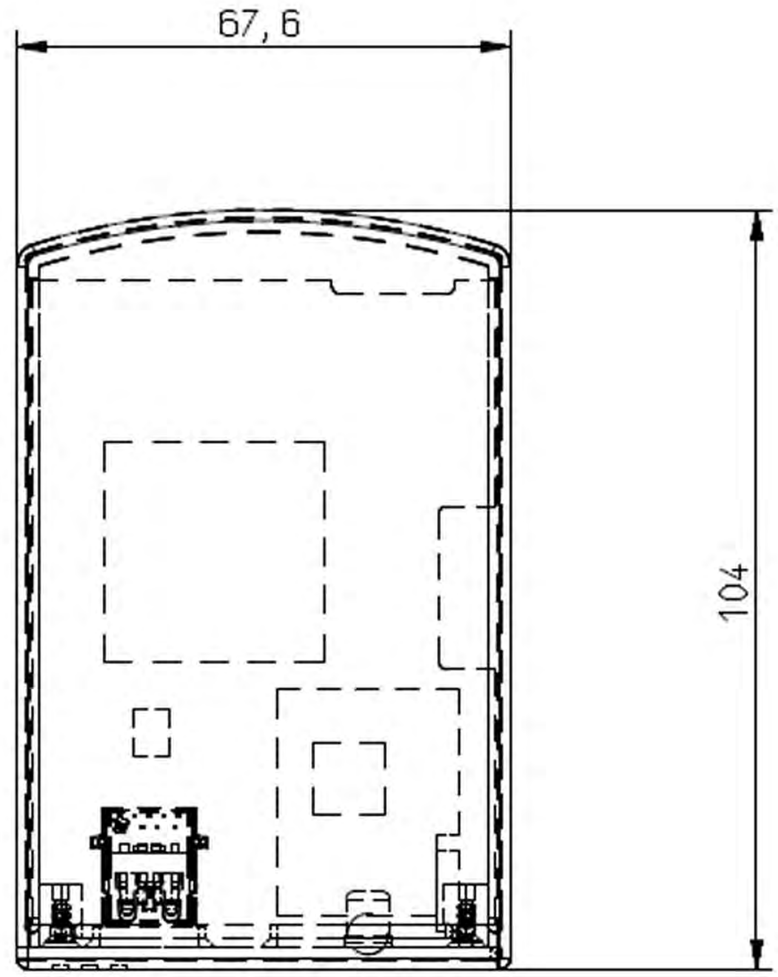
C. J. Beedie (2007) *Placebo effects in competitive sport: qualitative data.* Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/258034205_Placebo_effects_in_competitive_sport_qualitative_data

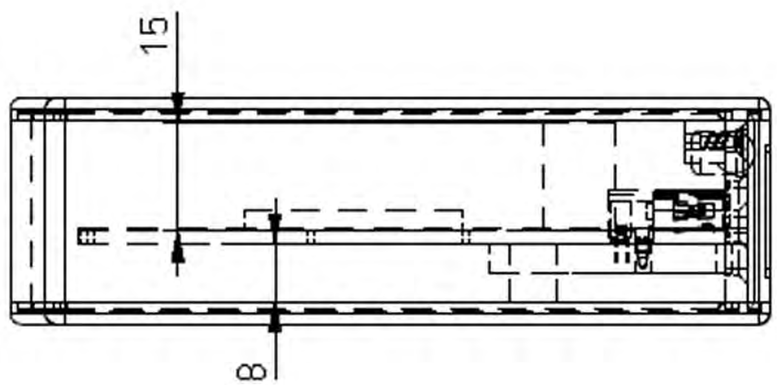
Census data revisited. (2015) *Optical Fiber,* Retrieved Juni, 2015, from Wikipedia website, https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fiber

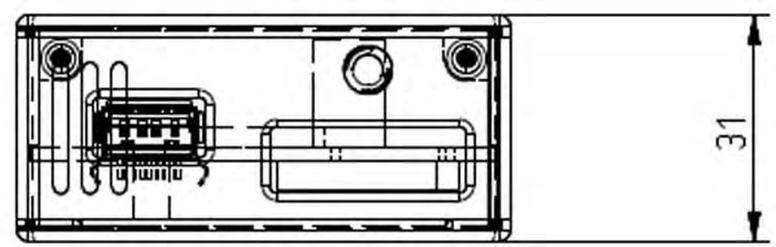
Census data revisited. (2014) *3D Printer kan met verschillende kleuren printen.* Retrieved Juni, 2015, from nu.nl website, http://www.nu.nl/gadgets/3685613/3d-printer-kan-verschillende-materialen-en-kleuren-printen.html

Census data revisited (2015). *Lightning connector,* Retrieved Juni 2015, from Wikipedia website, https://en.wikipedia.org/wiki/Lightning_(connector)

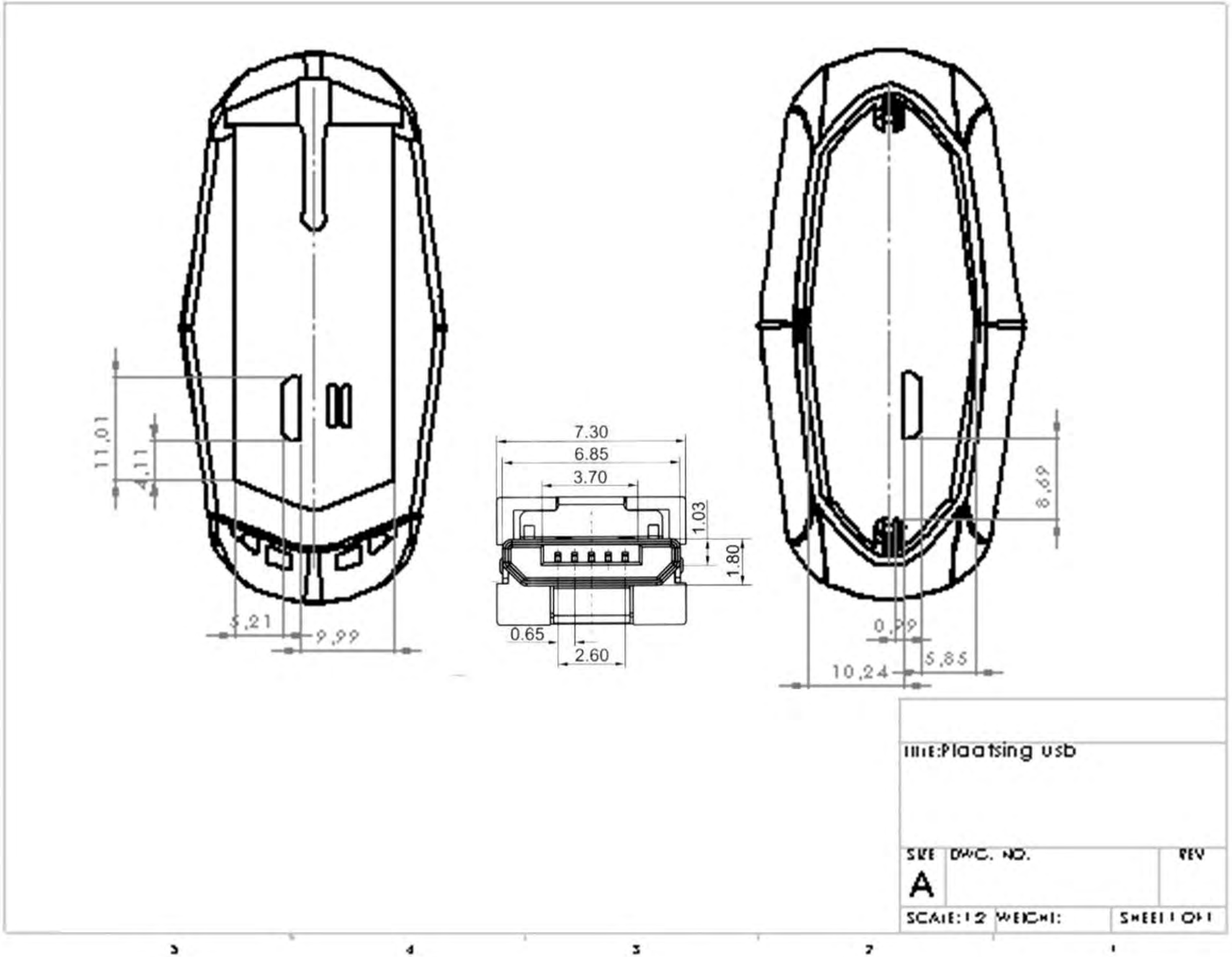
B2 TECH. TEKENING HUIDIGE PROTOTYPE
BIJLAGE



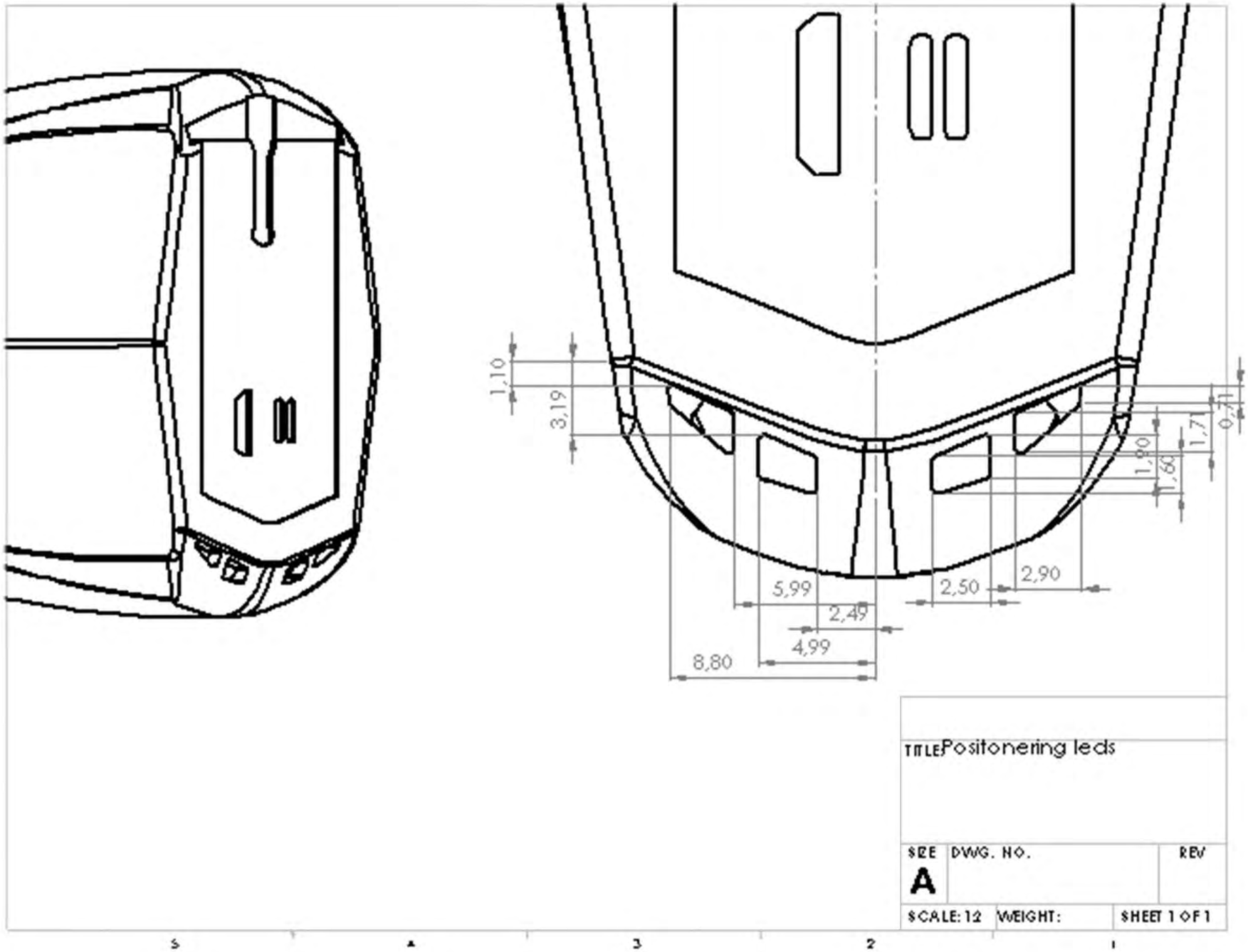




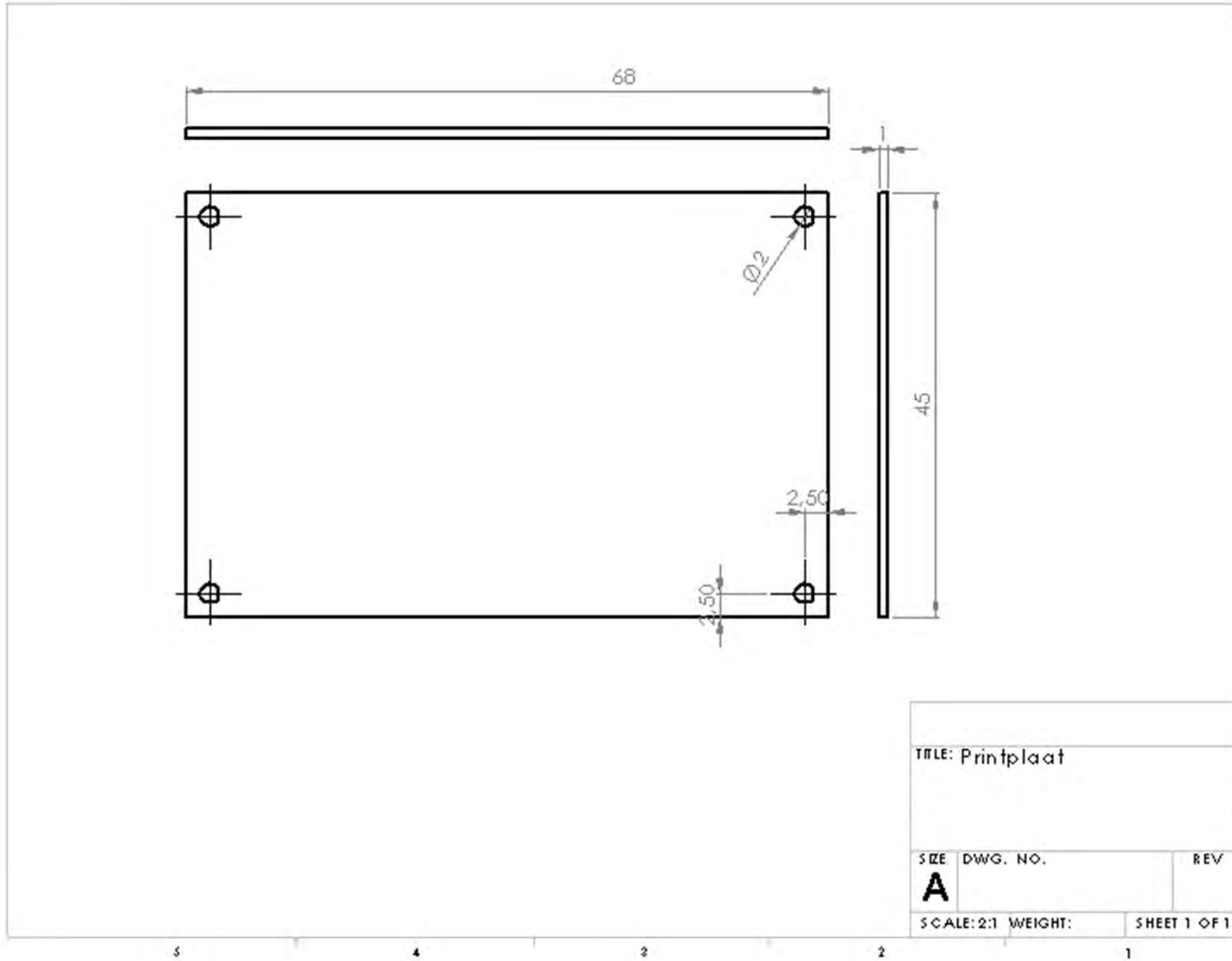
B2: TECH. TEKENING USB POORT
BIJLAGE



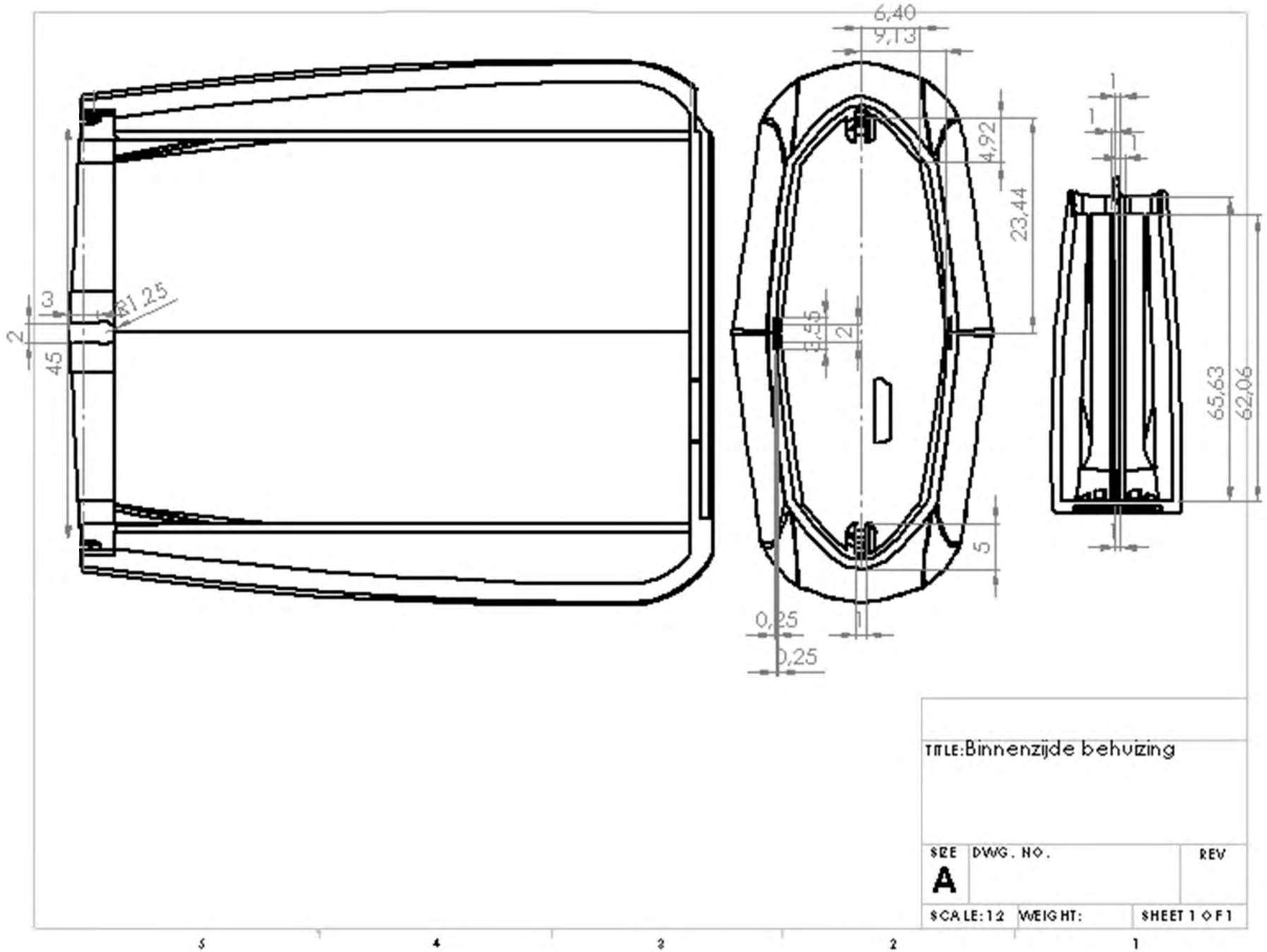
B2 TECH. TEKENING LEDS
BIJLAGE



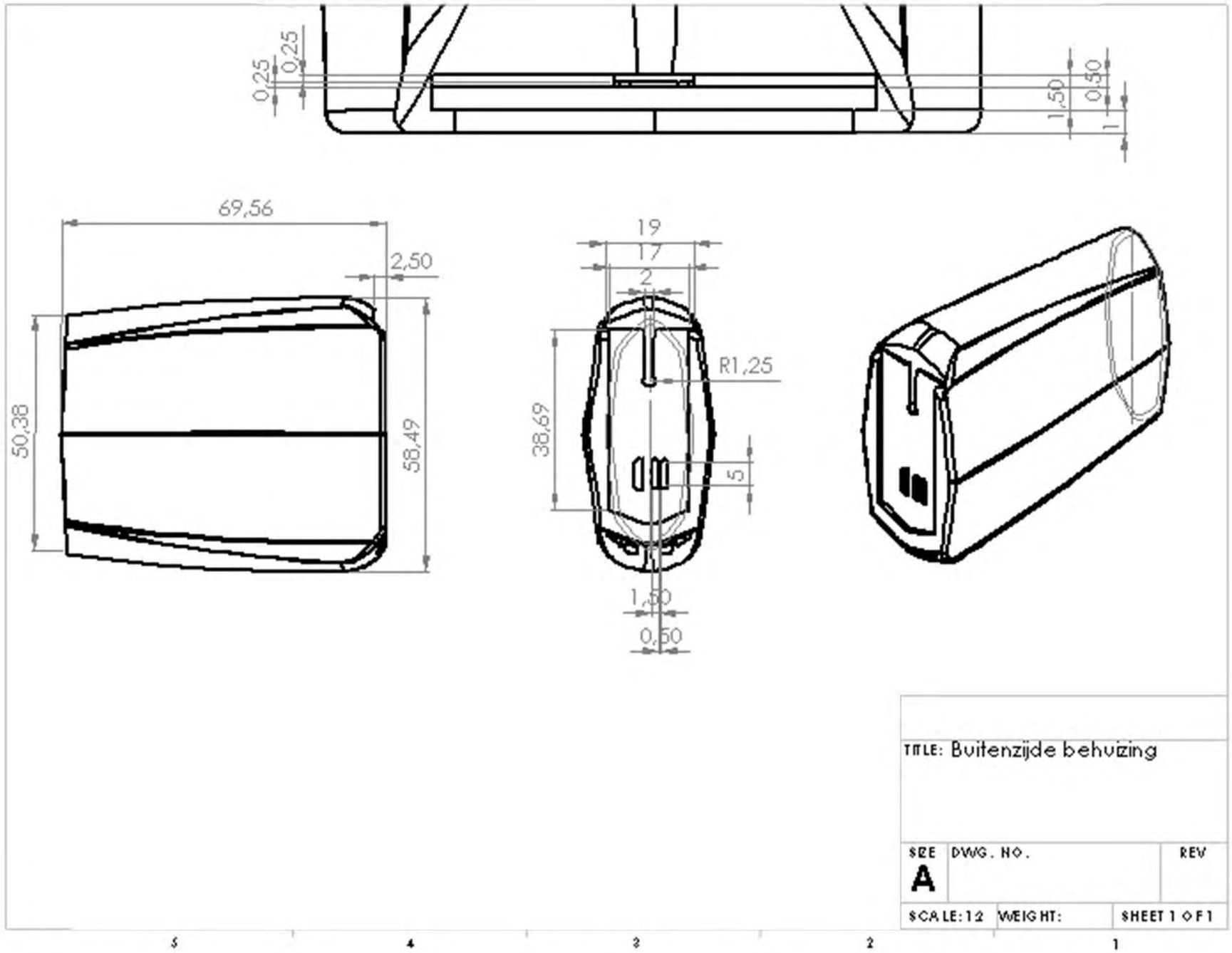
B2: TECH. TEKENING PRINTPLAAT
BIJLAGE



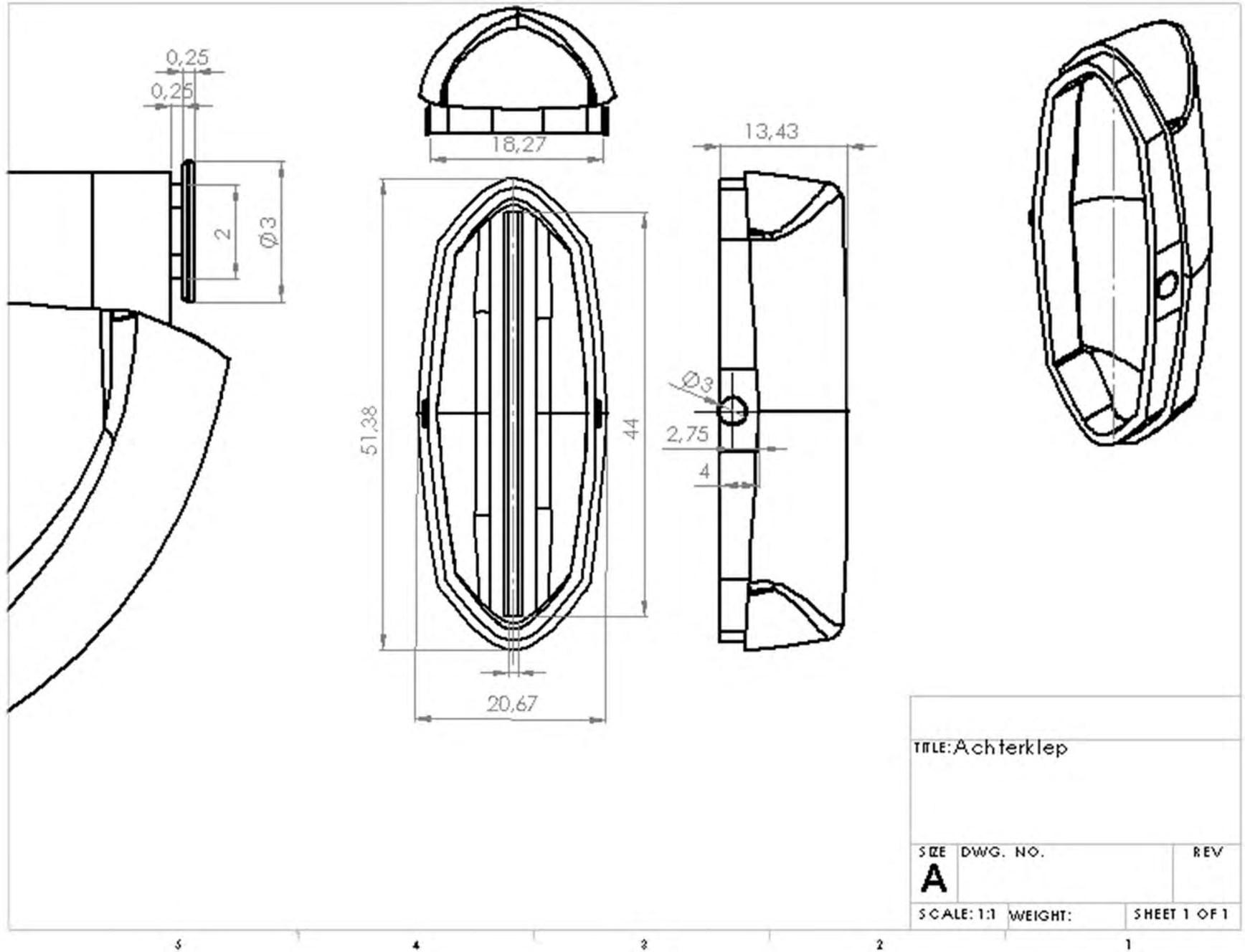
B2 TECH. TEKENING BEHUIZING BINNEN
BIJLAGE



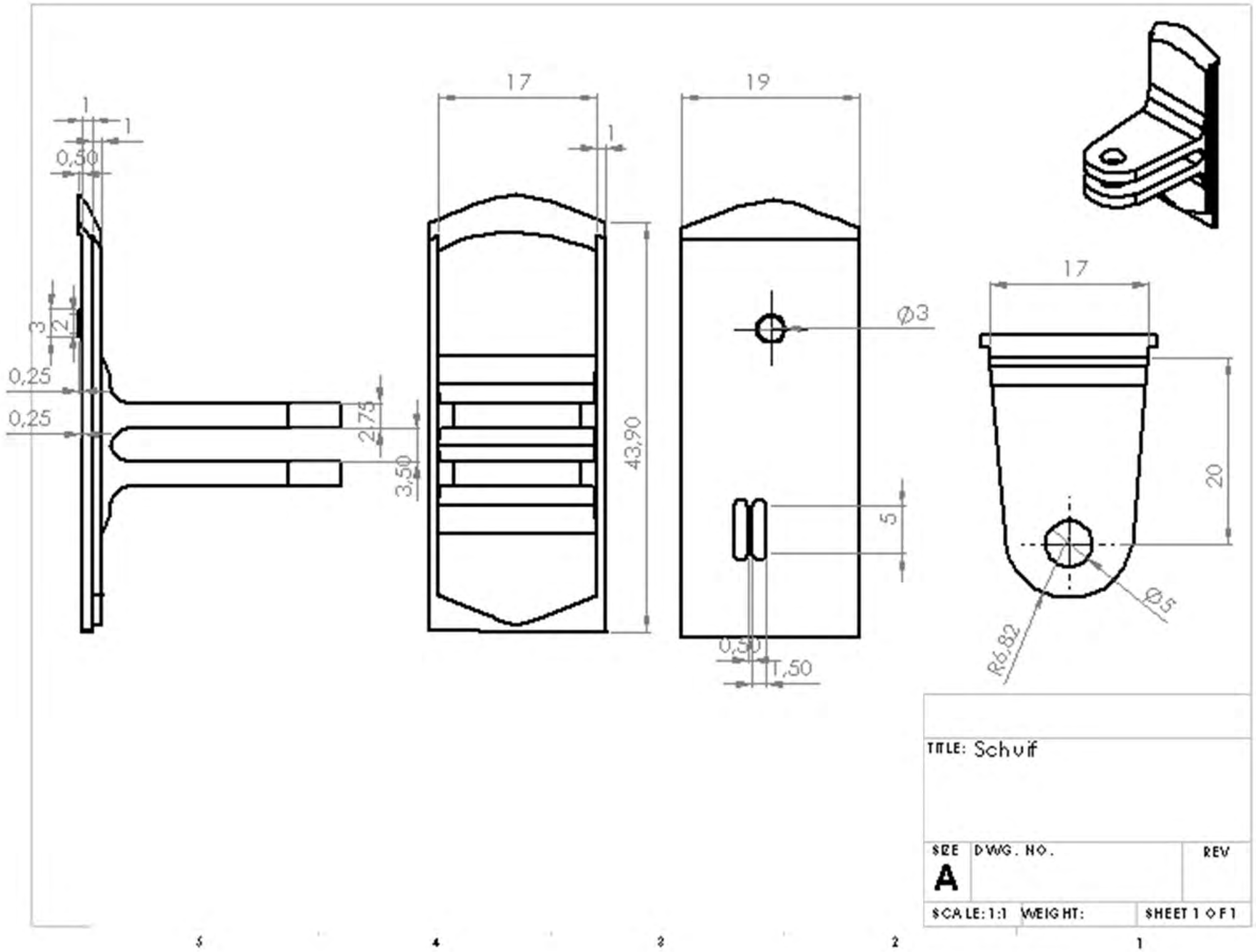
B2 TECH. TEKENING BEHUIZING BUITEN
BIJLAGE



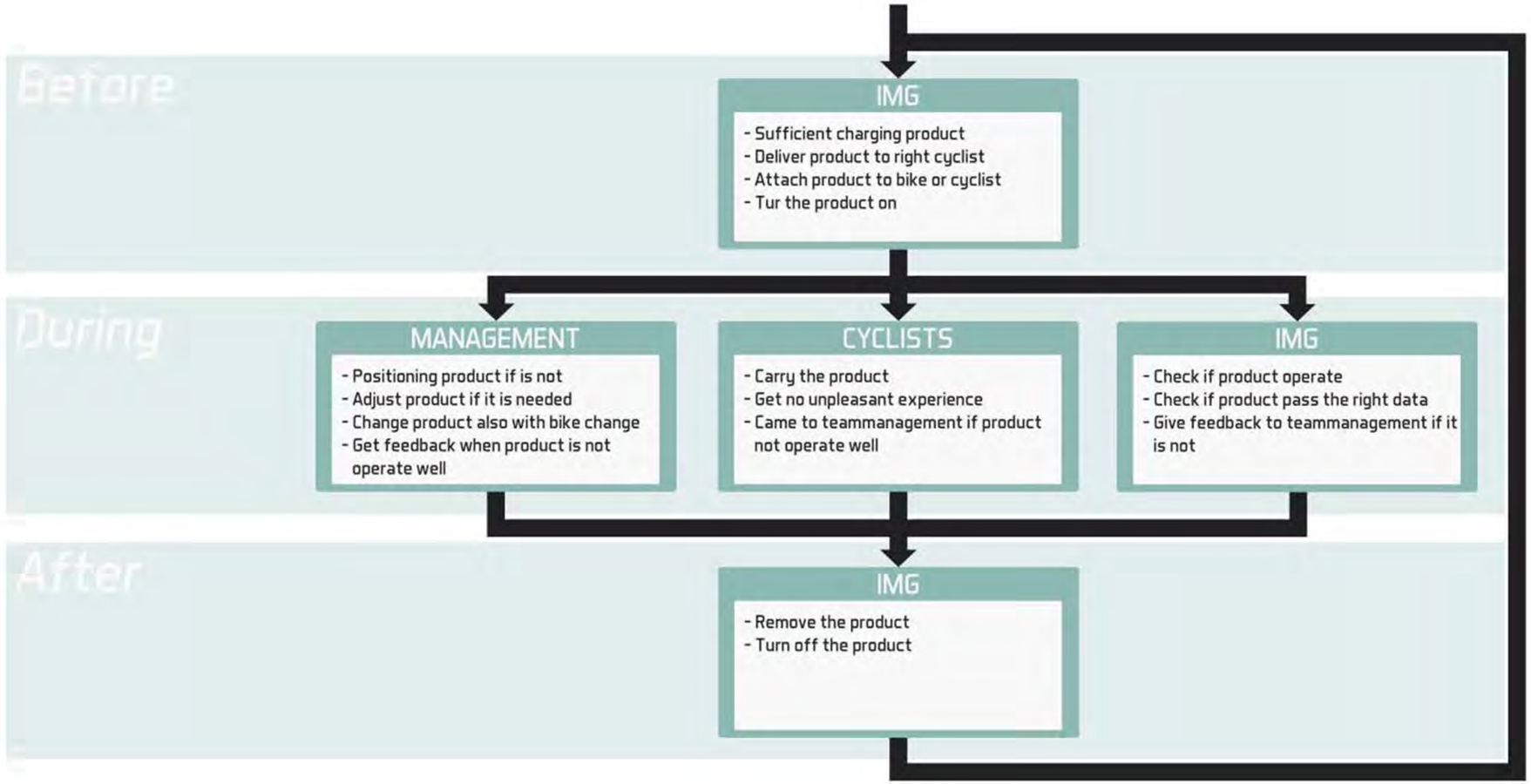
B2 TECH. TEKENING ACHTERKLEP
BIJLAGE



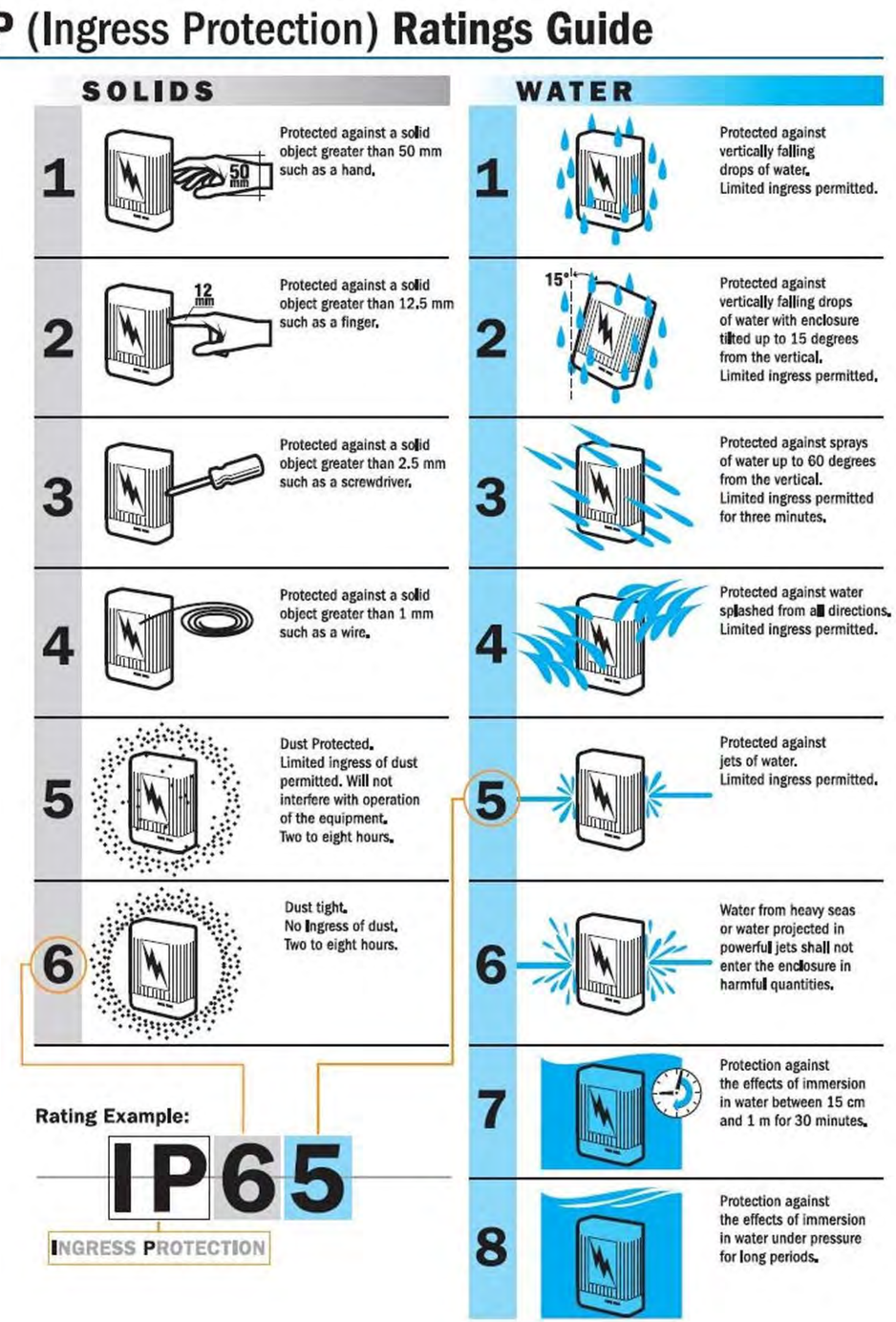
B2 TECH. TEKENING SCHUIF
BIJLAGE



B3 SCHEMA'S FLOWCHART
BIJLAGE



B3 SCHEMA'S
IP RATINGS GUIDE
BIJLAGE



Retrieved from http://news.waytekwire.com/

B4 MOGELIJKE MATERIALEN
BIJLAGE

PA – Nylon – Polyamide
+ Hoge stijfheid
+ Hoog smeltpunt
+ Hoog smeltpunt
+ Grote rek bij breuk
- UV-stabilitator toevoegen
- Gevoelig voor oxidatie
- Niet geschikt voor elektrische toepassingen

Produceerbaarheid
- 3D-printen
- Spuitgieten
- Warm vervormen en buigen

Eigenschappen
- Soortelijke massa: 1,15 g/cm3
- Buigsterkte: 75Mpa
- Elastisciteitsmodulus: 3000MPa
- Gebruikstemperatuur: -30˚C tot 100˚C

POM – Delrin – Polyoximethyleen
+ Goede elektrische eigenschappen
+ Lage wrijvingscoëfficiënt
+ Hoge hardheid (wellicht te hard)
+ Lage slijtage
- Slecht bestand tegen UV
- Aangeraden zwarte kleur materiaal te gebruiken buiten
- Niet geschikt voor elektrische toepassingen

Produceerbaarheid
- 3D-printen
- Spuitgieten
- Draaien/frezen/boren

Eigenschappen
- Soortelijke massa: 1,4 g/cm3
- Treksterkte: 63Mpa
- Elastisciteitsmodulus: 2600MPa
- Gebruikstemperatuur: -50˚C tot 110˚C

ABS – Acrylonitril-butadieen-styreen
+ Voor starre voorwerpen
+ Weinig kruip
+ Hoge sterkte en slagvastheid
+ Hitte bestendig
+ Gemakkelijk te kleuren
- Onderheving aan weersverwachtingen vocht/hitte/ zuurstof (verkleuring)

Produceerbaarheid
- 3D-printen
- Spuitgieten
- Warm vervormen

Eigenschappen
- Soortelijke massa: 1,06 g/cm3
- Treksterkte: 42,5Mpa
- Elastisciteitsmodulus: 2100MPa
- Gebruikstemperatuur: -50˚C tot 70˚C

PET P – Polyester - Polyetheentereftalaat
+ Hoge hardheid
+ Geschikt bij hoge brandeisen
+ Maatvastheid
+ Grote sterkte en stijfheid bij vochtige omgeving
+ Lage wrijvingscoëfficiënt
- Beperkt koud buigbaar

Produceerbaarheid
- 3D-printen
- Spuitgieten
- Warm vervormen
- Vaccuum vormen

Eigenschappen
- Soortelijke massa: 1,38 g/cm3
- Treksterkte: 30-45Mpa
- Elastisciteitsmodulus: 2800MPa
- Gebruikstemperatuur: -40˚C tot 110˚C

Carbon – Koolstofvezel
+ Het is erg licht
+ Het is er stijf
+ Het is erg sterk
+ Hittebestendig
- Het geleid stroom, dus zal het eerst gecoat moeten worden
- Het kan breken, wat betekent dat het niet ideaal is om op de rug te dragen
- Relatief duur
- Niet schokbestendig

B4 MOGELIJKE MATERIALEN
BIJLAGE

Produceerbaarheid
- Koolstofvezels worden geweven tot een mat
- Pitch techniek
- PAN techniek

Eigenschappen
- Soortelijke massa: 1,8 g/cm3
- Trekterkte:1,9-5,3 Mpa
- Elastisciteitsmodulus: 245000MPa
- Gebruikstemperatuur: tot 80˚C

Siliconen
+ Hoge vervormbaarheid
+ Hitte bestendig
+ Goed bestand tegen zuurstof
+ Geleid nauwelijks warmte
+ Goede elastisciteit
+ Bestand tegen waterabsortie, zonlicht en ozon
+ Hoge elektrische isolotie
- Onzekerheid over de aerodynamica
- Niet erg vlambestendig

Produceerbaarheid
- Gieten
- Persen
- Spuitgieten

Eigenschappen
- Soortelijke massa: 1,2 en 1,6 g/cm3
- Treksterkte: 10 – 20 Mpa
- Elastisciteitsmodulus: 0,1 - 1MPa
- Gebruikstemperatuur: -60˚C tot 180˚C

Ethyleen propyleen rubber – EPDM
+ Goed verwerkbaar met veel mogelijkheden
+ Bestand tegen waterabsortie, ozon en zonlicht
+ Uitstekend voor elektrische Isolatie
+ Slijtvast
+ Absorbeert trillingen
- Aerodynamica afvragen met oppervlakte structuur
- Vulkaniseren kost veel energie

Produceerbaarheid
- Rubberspuitgieten
- Persen
- Rol en wals bekleden
- Autoclaaf vulkanisatie
- Extruderenen stansen
-

Eigenschappen
- Soortelijke massa: 1,4 g/cm3
- Treksterkte: 15 – 20 Mpa
- Elastisciteitsmodulus: 0,1 - 1MPa
- Gebruikstemperatuur: -30˚C tot 90˚C

Neopreen – Chloropreen rubber – CR
+ Goed verwerkbaar met veel mogelijkheden
+ Bestand tegen waterabsortie, ozon en zonlicht
+ Uitstekend voor elektrische Isolatie
+ Slijtvast
+ Absorbeert trillingen
- Aerodynamica afvragen met oppervlakte structuur
- Niet honderprocent waterdicht
- In combinatie nylon pas echt goed

Produceerbaarheid
- Rubberspuitgieten
- Persen
- Rol en wals bekleden
- Autoclaaf vulkanisatie
- Extruderenen stansen

Eigenschappen
- Soortelijke massa: 1,2 en 1,6 g/cm3
- Treksterkte: 15 – 20 Mpa
- Elastisciteitsmodulus: 0,1 - 1MPa
- Gebruikstemperatuur: -30˚C tot 90˚C

Retrieved from
http://www.hamel.nl/Files/File/Assortiment%20pdf/WEB_KUNSTSTOF.pdf
http://wsvkunststoffen.nl/
http://www.perlaplast-kunststofshop.nl/pom-ofwel- polyacetaal-delrin.html
http://www.resinex.nl/producten/
http://wsvkunststoffen.nl/pet-g-polyester/
http://kunststofprofielen.nl/wp-content/uploads/2011/04/ABS
http://technotheek.utwente.nl/wiki/
https://bodypegasus.wordpress.com/2010/01/27/staalaluminium-vs-carbon/
http://www.ravesteinrubberparts.nl/machinepark.html
http://www.deboerit.nl/pdf/AlgemenerubberEigenschappen.pdf
http://plasticker.de/preise/pms_en.php?show=ok&make=ok&aog=A&kat=M