

# Masterproef

*User centered design filosofie als basis voor de analyse van de gebruikersinteractie ter verbetering van de non-invasieve bilirubinemeter.*

**Studiegebied**

Industriële wetenschappen en technologie

**Opleiding**

Master in de industriële wetenschappen

**Afstudeerrichting**

Industrieel ontwerpen

**Academiejaar**

2009-2010

**Delphine Depuydt**



## Voorwoord

Voor mijn masterproef werd mij gevraagd de Bilimed te herontwerpen. Dit dossier beschrijft de gevolgde stappen tot en met mei 2010. Het dossier is opgebouwd uit acht fases. Dit zijn dezelfde fases als deze in de planning voorgesteld.

Elk hoofdstuk begint met een voorstelling van de inputs en outputs van dit hoofdstuk, gevolgd door een stakeholderplot. Op deze manier kan de lezer begrijpen wie de voornaamste contactpersonen waren in welke fase.

De opdracht was voor mij uitermate boeiend omdat ik erdoor in contact kwam met een voor mij geheel nieuwe omgeving. Zo mocht ik meelopen met de verpleegster en pediaters en kreeg ik de kans om alles door hun ogen te zien. Dit zou nooit mogelijk geweest zijn zonder de medewerking van volgende hospita- len: Sint Niklaas in Kortrijk, H. Hart in Roeselare en het UZ te Gent. Ik bedank al het personeel voor de kennis die zij met mij deelden en het enthousiasme waarmee ze dit deden!

Daarnaast richt ik mijn dankwoord aan Pilipili en in het bijzonder mijn coach Brecht Bonte. Ik ben Pilipili uiterst dankbaar voor de vrijheid en de mogelijkheden die zij mij gaven. Elk teamlid van Pilipili heeft met zijn eigen expertise en kennis een steentje bijgedragen tot dit dossier. Ik kan hen niet genoeg bedanken voor de tijd die ze voor mij vrijmaakten, ook al hadden ze het zelf druk.

Niet te vergeten zijn mijn interne coaches namelijk Cies Vanneste en Lieven De Couvreur. Ook zij wisten telkens een moment vrij te maken om me te voorzien van tips en inspirerende documenten.

Als laatste bedank ik Med&Led die altijd klaar stonden om mijn vragen omtrent het huidige toestel op te helderen.

Ik kon me geen beter team voorstellen om deze masterproef te volbrengen en ik heb er dan ook met veel plezier aan gewerkt!

*Moge het u even sterk boeien!*

## Abstract

I was asked to redesign a handheld medical device developed for non invasive bilirubin measurements for babies. My task was to make it user centered.

I didn't know anything about bilirubin and certainly not about the existence of non invasive measurements methods. So to understand the problem properly, I first did a lot of research. How works the device, are there important competitors, why are they better...

Then I went to the user, I had the luck to find a hospital that had tested the three competing devices. So they could tell me what they found good and bad at each device. After that I followed them throughout their daily routine. That way I could observe the opportunities and the threats of the environment.

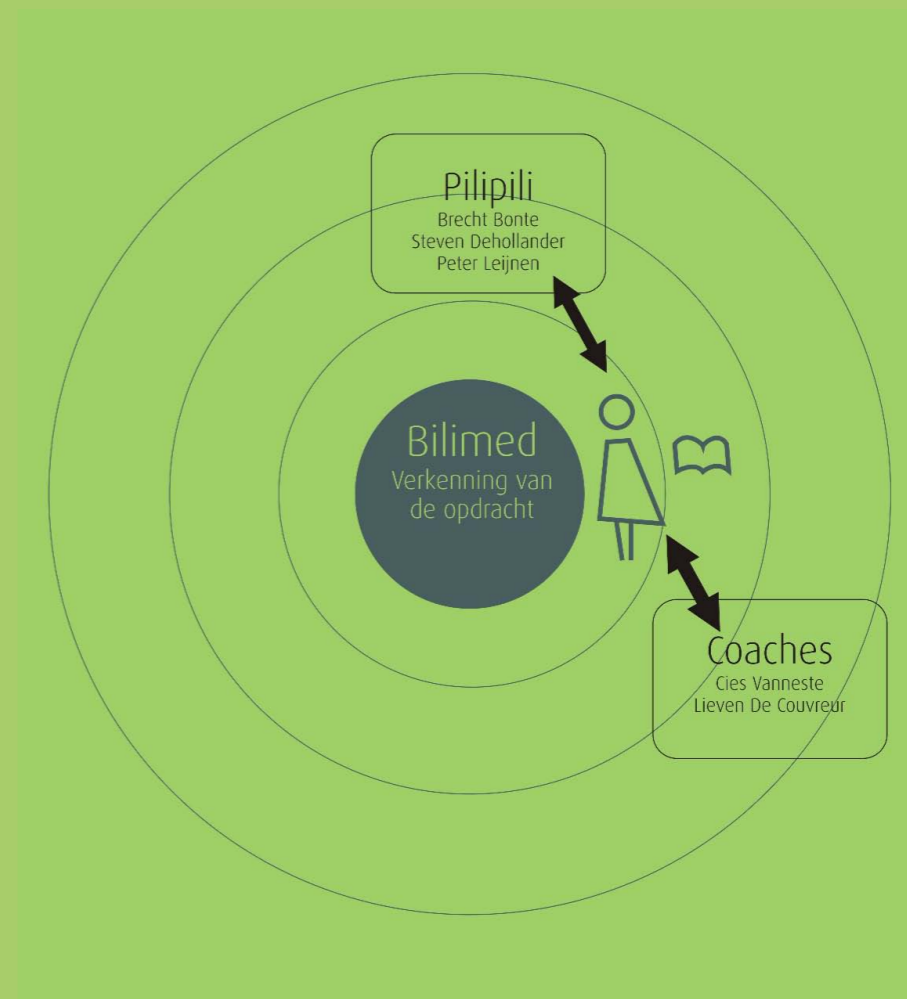
I visualized all those observations to have a good overview, then divided my observation in subproblems and started exploring each problem. At the very start rough prototypes were made to see if things could work that way. From these prototypes first test models were deduced. With these models I went to the nurses. This process cycle was repeated several times. Also for the interface and the shape of the device I worked closely with the user.

Following this method, I was able to come up with a concept that responds to the needs of the customer (baby/nurse) and the changing environment, because hospitals will change a lot the following ten years!

## Inhoudsopgave

|  |    |  |  |
|--|----|--|--|
| Voorwoord  | 4  | Hoofdstuk 6 User interface                   | 90   |
| Abstract   | 5  | Eerste reeks interfacevoorstellen            | 90   |
| Hoofdstuk 1 Verkenning van de opdracht                                 | 10 | Exploratie plaatsing en vorm van de toetsen  | 94   |
| Onderzoeksvraag  | 10 | Tweede reeks interfacevoorstellen            | 96   |
| Planning   | 11 | Interfaceflow                                | 99   |
| Project Sheet  | 12 | Weergave resultaten                          | 100  |
| Bilimed  | 16 | Laatste interfacetest                        | 101  |
| Concurrentie analyse   | 17 | Faalanalyse op de interactie                 | 102  |
| Literatuurstudies  | 19 | Definitieve interface                        | 104  |
| Hoofdstuk 2 Interactie onderzoek                                       | 22 | Hoofdstuk 7 Engineering                      | 110  |
| Waar ga ik naartoe   | 22 | Componenten                                  | 110  |
| Bezochte ziekenhuizen  | 22 | Aanpassingen voor het spuitgieten            | 114  |
| Wat heb ik gezien  | 23 | Materialenkeuze + plaatsing basiscomponenten | 116  |
| SWOT van de Bilimed  | 24 | Informatieoverdracht                         | 119  |
| Procedure schema   | 25 | Toekomstvisie                                | 119  |
| Personas   | 26 | Technische tekeningen                        | 120  |
| Met welke toestellen komen deze mensen in aanraking?                   | 28 | Schokbestendigheid                           | 124  |
| Bilimed interactie   | 30 | Hoofdstuk 8 Prototyping                      | 128  |
| Bilimed vernieuwd  | 31 | Waarom dit het ultieme concept is            | 130  |
| Innovatiedriehoek  | 31 | Nawoord                                      | 134  |
| Hoofdstuk 3 Groeperen van ideeën                                       | 34 | Referenties                                  | 136  |
| Terugkoppeling naar de doelstellingen vanuit de projectfiche           | 35 | Bijlagen                                     | 137  |
| Interface keuze's  | 36 | CDrom  |  |
| Vorbereiden van de conceptgeneratie                                    | 37 | Bijlage 1                                    | Vragenlijst voor materniteit en neonatologie |
| Hoofdstuk 4 Conceptgeneratiefase                                       | 40 | Bijlage 2                                    | Dagschema van de materniteit UZ Gent         |
| Eerste reeks maquettes   | 41 | Bijlage 3                                    | Doodles per deelprobleem                     |
| Uitgewerkt deelprobleem: Stilhouden van het toestel tijdens een meting | 42 | Bijlage 4                                    | Vormgevingsschetsen bilirubinemeter          |
| Conclusies uit de deelproblemen na testfase1                           | 47 | Bijlage 5                                    | Interfacevoorstellen                         |
| Tweede reeks maquettes   | 49 | Bijlage 6                                    | Alle schermpljes van de interface            |
| Conclusies uit de deelproblemen na testfase2                           | 55 | Bijlage 7                                    | Datasheet barcodescanner                     |
| Concept herleiden tot drie keuzes                                      | 56 | Bijlage 8                                    | Datasheet OLED display                       |
| Gekozen concept  | 57 | Bijlage 9                                    | Datasheet knoopcellen                        |
| Het prototype van het concept  | 58 | Bijlage 10                                   | Datasheet Led                                |
| De flow bij het gekozen concept en prototype                           | 61 |  |  |
| Waarom dit het ultieme concept is                                      | 62 |  |  |
| Hoofdstuk 5 Vormgeving   | 66 |  |  |
| Moodboard  | 67 |  |  |
| Schetsen bilirubinemeter   | 68 |  |  |
| Schuimmodellen   | 74 |  |  |
| De zes uitverkozen modellen  | 76 |  |  |
| De definitieve vorm  | 80 |  |  |
| Kleurbepaling  | 82 |  |  |
| Schetsen docking station   | 84 |  |  |
| Gekozen docking station  | 86 |  |  |

Hoofdstuk 1: verkenning van de opdracht  
In dit hoofdstuk staat het literatuuronderzoek centraal.



### User centered design

In broad terms, user centered design (UCD) is a design philosophy and a process in which the needs, wants, and limitations of end users of an interface or document are given extensive attention at each stage of the design process. User centered design can be characterized as a multi-stage problem solving process that not only requires designers to analyze and foresee how users are likely to use an interface, but also to test the validity of their assumptions with regards to user behaviour in real world tests with actual users. Such testing is necessary as it is often very difficult for the designers of an interface to understand intuitively what a first-time user of their design experiences, and what each user's learning curve may look like.

The main difference from other interface design philosophies is that user-centered design tries to optimize the user interface around how people can, want, or need to work, rather than forcing the users to change how they work to accommodate the software developers approach.

## Hoofdstuk 1 Verkenning van de opdracht

### Onderzoeksvraag

User centered design filosofie als basis voor de analyse van de gebruikersinteractie ter verbetering van de non-invasieve bilirubinemeter.

User centered design filosofie is een term die alsmaar meer valt wanneer het om ontwerpprocessen gaat. Een ontwerper moet trachten zijn doelgroep goed te specificeren. Echt goede producten kunnen maar ontworpen worden wanneer een doelgroep gekozen wordt en de tijd genomen wordt om deze te verstaan.

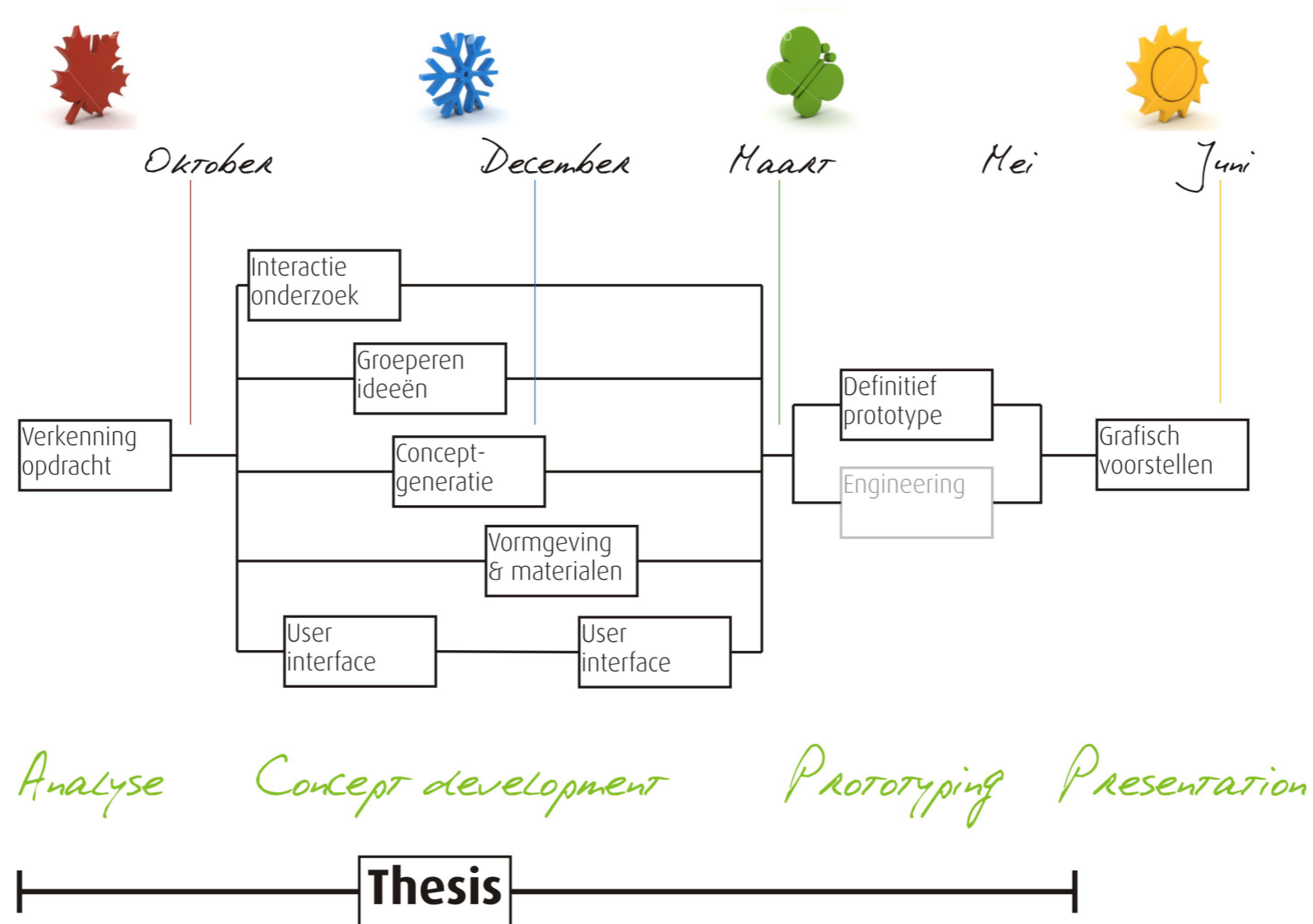
Om de gebruiker te begrijpen mag de ontwerper zich niet beperken tot een beeld van de ideale gebruiker maar moet hij ook de gebruiker in zijn dagelijkse omgeving gaan observeren en aanhoren. Slechts op die manier kan een product ontworpen worden dat maximaal inspeelt op de omgeving en de eindgebruiker.

In dit dossier wordt de eindgebruiker betrokken in het ontwerpproces. Er wordt niet overgegaan tot co-design [ref 1] maar ten gepaste tijde wordt de gebruiker geraadpleegd om bepaalde interacties/ handelingen te testen. Hun feedback wordt dan weer als input voor het ontwerpproces gebruikt.

### Planning

Hieronder staat de planning afgebeeld, sommige deeltaken lopen parallel andere sequentieel. Er wordt veel tijd besteed aan het onderzoek want dit is noodzakelijk gezien de opdrachtstelling. In januari wordt een concept voorgesteld dat getoetst moet zijn met de verpleegsters. Na januari wordt het concept vervolledigd met de gepaste vormgeving de nodige materialen en elektronische onderdelen. Daarnaast worden ook de laatste aanpassingen gedaan aan de user interface. Deze zaken moeten afgerond zijn in maart. Engineering staat in het grijs omdat er geen werkend prototype gevraagd wordt. Wel zullen componenten opgezocht worden en tekeningen gemaakt worden om de haalbaarheid te staven. In mei wordt alles ingediend en tegen juni worden er grafische panelen voorzien voor op de expo.

Onderaan staan 4 grote fasen aangeduid. Het spreekt voor zich dat per blok ook minstens één keer de informatie-exploratie-test-beslissen fases doorlopen worden.



## Project Sheet

User centered design filosofie als basis voor de analyse van de gebruikersinteractie ter verbetering van de non-invasieve bilirubinometer

Versie n°3 , 12 oktober 2009

Projecttitel: < User centered design filosofie als basis voor de analyse van de gebruikersinteractie ter verbetering van de non-invasieve bilirubinometer >

Projecttype:

Productontwikkeling volgend na een gebruikersinteractie onderzoek

Projecteigenaar:

Pilipili

Kanonstraat 24

8500 Kortrijk

[info@pilipili.be](mailto:info@pilipili.be)

Activiteit + producten

Pilipili is een ontwerp bureau dat opgericht werd in 1996 en dat ondertussen al 11 medewerkers telt. Ze zijn actief in verschillende domeinen . Gaande van consumenten producten tot industriële en zelfs medische toepassingen. Pilipili bezorgt de klant een volledig pakket. Alle aspecten van de productontwikkeling komen aan bod. Vaak startend met een analyse en eindigend met de productieopvolging.

Doordat ze over een multidisciplinair team beschikken hebben zij door de jaren heen, een breed gamma aan producten opgebouwd.

Voorbeelden hiervan zijn: de houtversnipperaar voor Eliet Neo, het spatbord genaamd de Dvide, MExT oogmagneet om metaalsplinters uit de ogen te halen, een lasermachine Axel, een schuurmachine de Finitube en nog veel meer...

Medeprojecteigenaar

PIH Kortrijk

Graaf Karel De Goedelaan 5

8500 Kortrijk

Activiteit

Hogeschool West-Vlaanderen, opleiding Industrieel Ontwerp

Projectleider:

Delphine Depuydt

Maidenheadlaan 7

8500 Kortrijk

[Delphine.Depuydt@howest.be](mailto:Delphine.Depuydt@howest.be)

Projectteam:

| Wie                | Functie                     | contact  |
|--------------------|-----------------------------|--|
| Steven Dehollander | Expert ontwerpproces        | <a href="mailto:Steven.Dehollander@pilipili.be">Steven.Dehollander@pilipili.be</a>   |
| Brecht Bonte       | Bedrijfspromotor            | <a href="mailto:Brecht.Bonte@pilipili.be">Brecht.Bonte@pilipili.be</a>               |
| Jos Rydant         | Opdrachtgevend bedrijf      | <a href="mailto:Jos.Rydant@medicalessentials.be">Jos.Rydant@medicalessentials.be</a> |
| Cies Vanneste      | Interne promotor            | <a href="mailto:Cies.Vanneste@howest.be">Cies.Vanneste@howest.be</a>                 |
| Lieven Decouvreur  | Expert gebruikersinteractie | <a href="mailto:Lieven.decouvreur@howest.be">Lieven.decouvreur@howest.be</a>         |

Doelstellingen:

Persoonlijk

Sterktes van de technologie maximaal tot uiting laten komen

Toestel dat gemakkelijk integreert met het meten en verwerken van klinische resultaten

Eenvoudig in gebruik voor de specifieke doelgroep

Passend in de klinische omgeving

Ontworpen met oog op productie

Voldoet aan de wetgeving opgelegd aan de klinische omgeving

PIH

Innovatief product

Kan een product ontwerpen, en doorloopt hierbij het proces van "realisatie" en "integratie" tot "materialisatie", door gebruik van creativiteit, methodische aanpak, keuzebewustzijn en technologisch inzicht. Beheerst het ontwerpproces

Pilipili / (Medical Essentials)

Onderzoek naar gebruikersinteractie (human centered design)

Vereenvoudiging kalibratiemethode

Hedendaagse vormgeving

Kostprijsvermindering/vermindering mechanische onderdelen

Meettechnologie wordt behouden

Voldoet aan de ce normering voor medische hulpmiddelen

Kwaliteitsvereisten:

Statutaire vereisten: neen

Veiligheidsvoorschriften: ja

Milieu vereisten: neen

Ergonomische vereisten: ja

Input:

Kennis over de werking van de Bilimed

Kennis over de werking van de concurrentiële producten

Kennis over technische vernieuwingen voor de Bilimed

Kennis over gebruikersinteractie

Kennis over normen

Oberveren van "het meten van bilirubinegehalte" (de verschillende methodes)

Proefmaquettes om gebruikersinteractie te verbeteren

Moodboard medisch design (stijl zoektocht)

Realisatie prototype en testopstellen: kosten gedeeld

Werkruimte: PIH en Pilipili beschikbaar

Output:

thesis voor PIH

publicatie voor PIH

een prototype (zonder elektronische componenten)

verificatie op vlak van gebruikersinteractie dmv prototype

verificatie op vlak van stijleenheden met de medische wereld dmv beelden/prototype

Zie doelstellingen

Belangrijke prestatie-indicatoren:

Als 8/10 een meting met correct resultaat kunnen uitvoeren

Als de kalibratiemethode kan uitgevoerd worden zonder extra mechanisch systeem

Als door 7/10 de vorm als passend in het medisch gamma beschouwd wordt

Als het toestel minder dan 600€ kost

Als het toestel gebaseerd is op dezelfde meettechnologie

Als waar mogelijk de regels voor kunststofvormgeving worden gehanteerd

Als voldaan wordt aan de wetgeving omtrent medische apparatuur

Dan zijn aan de doelstellingen van het project voldaan.

Projectbeperkingen:  
er wordt geen technisch werkend prototype vervaardigd  
er wordt geen industriële mal vervaardigd in samenwerking met het bedrijf

Documentatie:  
Map dokeos en mailverkeer  
Toegang verschaft aan Brecht Bonte, Cies Vanneste, Delphine Depuydt  
Meetings worden op voorhand vastgelegd :  
Met Cies Vanneste op dinsdag namiddag, voorbereiding adhv ppt  
Met Brecht Bonte volgens onderlinge overeenkomst  
Eigendomsrechten:  
Zie stage- en eindwerkcontract  
Budget – financiering  
Voor bouw van testopstellingen en prototype is Pilipili bereid te delen in de kosten

Timing  
Startdatum: 21 september  
Einddatum: 24 juni

Mijlpalen:  
5 oktober: presentatie projectfiche, feedback lerarenteam  
30 december: presentatie stand van zaken  
Week van 25 januari: evaluatie masterproef 6 studiepunten toekennen  
22 maart: technisch uitgewerkt concept + test mockups  
19 april: eerste versie thesis indienen bij promotor  
14 mei: finale versie van de thesis indienen  
18 juni: proefvoorstelling thesis  
Week van 24 juni: evaluatie masterproef 12 studiepunten toekennen

| <b>Goedkeuring door projecteigenaar:</b>         | <b>Goedkeuring door projectleider:</b>            | <b>Goedkeuring door eindwerkpromotor</b>       |
|--|---|--|
| Naam: Brecht Bonte<br>Datum:<br>Handtekening:    | Naam: Delphine Depuydt<br>Datum:<br>Handtekening: | Naam: Cies Vanneste<br>Datum:<br>Handtekening: |
| <b>Kennisname door andere project teamleden:</b> |   |  |
| Naam:<br>Datum:<br>Handtekening:                 | Naam:<br>Datum:<br>Handtekening:                  | Naam:<br>Datum:<br>Handtekening:               |
| Naam:<br>Datum:<br>Handtekening:                 | Naam:<br>Datum:<br>Handtekening:                  | Naam:<br>Datum:<br>Handtekening:               |



## Geelzucht

Een te hoge bilirubine waarde betekent dat de pasgeborene aan geelzucht lijdt. Bilirubine is een gele stof die voornamelijk vrijkomt bij afbraak van oude rode bloedcellen. Bilirubine is het afbraakproduct van hemoglobine, de rode bloedkleurstof. Deze stof is giftig voor het lichaam, wordt uitgescheiden via de gal en verlaat ook op deze wijze via de uitwerpselen het lichaam. Deze geelzucht die begint tussen de 2e en 5e levensdag noemen we fysiologische geelzucht. Dit geel zien bij baby's is van tijdelijke aard en verdwijnt meestal binnen enkele dagen weer. Pathologische geelzucht treedt sneller op en geeft een onderliggende ziekte als oorzaak. Ook deze geelzucht kan bestreden worden met fototherapie, maar zal in tegenstelling tot fysiologische geelzucht, blijven terugkeren zolang de onderliggende ziekte niet wordt aangepakt.



## Bilimed

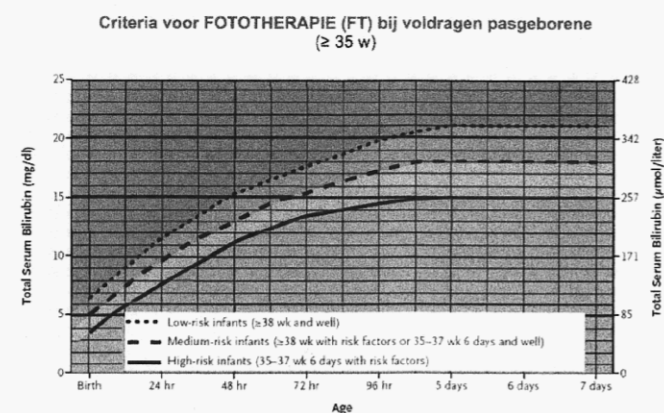
De bilirubinemeter Bilimed® is een non-invasief toestel dat gebruikt wordt bij het voorbereidend onderzoek naar geelzucht bij pasgeborenen [ref 2]. Bilirubine is de indicatiestof voor geelzucht. Non-invasieve of transcutane bilirubinetestellen zijn ontworpen om de pijnlijke prikken bij pasgeborenen te reduceren. Elimineren is jammer genoeg nog niet mogelijk mede door de betrouwbaarheid van de meting. Non-invasief betekent dus dat het toestel niet binnendringt in de huid hetgeen wel gebeurt bij veneuze bloedafname.

De Bilimed gebruikt opto-elektronische technologie om de geelheid van de huid en de onderhuidse weefsels te meten en een numerieke waarde van de plasma-bilirubine van pasgeborenen van alle etnische groepen weer te geven.

Het toestel kunnen we opdelen in 3 grote componenten: de leeskop, de rekenenheid en de vergelijkende eenheid. De leeskop bestaat uit 10 leds (3groene, 3gele, 2rode en 2 blauwe). Voor de analyse stuurt men licht van 5 verschillende golflengtes sequentieel uit. Een fotodiode meet de intensiteit van het teruggekaatste licht en geeft deze waarde door aan de rekenenheid. De rekenenheid voert een correctie uit op de gemeten waarde. Deze correctie heeft te maken met de pigmentatie van de huid van de patiënt. Door deze correctie kan de gemeten waarde nu vergeleken worden in de vergelijkende eenheid met vooropgestelde waarden. Met behulp van deze 5 golflengtes kan men waarden voor de bilirubine, het hemoglobine, de melanine en de pigmentatie bepalen. Op de display wordt enkel de bilirubine waarde weergegeven, het weergeven van de andere parameters zou geen toegevoegde waarde aan dit toestel geven.

Uniek bij dit toestel is dat het geen contact maakt met de huid en zo het risico op crosscontaminatie elimineert.

### 3. FOTOTHERAPIE BIJ VOLDRAGEN PASGEBORENE



Wanneer een waarde bekomen wordt in mg/dl of in umol/l moet nog de conclusie getrokken worden. Heeft het kind al dan niet geelzucht? Dit gebeurt adhv bovenstaande tabel. Zo een tabel verschilt bij een prematuur geboren kind en een aterm geboren kind. De bekomen waarde mag hoger zijn naargelang de leeftijdsuren van het kind. Deze grafiek bezit ook drie curves voor aterm (op tijd) geboren kinderen. Bij de ene werd het kind vroeger in de zwangerschap geboren dan bij de andere curves. Boven de curve is fototherapie noodzakelijk (baby beschrijven met blauw licht, foto hiernaast) onder de curve niet.

## Concurrentie analyse

### Directe concurrenten of substituut producten

Er zijn drie grote spelers wanneer we de transcutane bilirubinemeters bestuderen. Deze zijn de Bilimed (Medical Essentials), Bilichek (Respironics, Philips), JM 103 (Konica Minolta, Dräger). De laatste twee zijn de directe concurrenten van de Bilimed. Deze drie toestellen moeten het allemaal opnemen tegen de hielprik of de veneuse prik. De hielprik wordt steeds minder toegepast omdat hij veel pijnlijker is dan de veneuse prik. Deze manier van testen, door middel van bloedafname, is een substitutieproduct voor alle transcutane bilirubinemeters.

### Werking van de concurrenten

#### Bilimed:

De Bilimed is een non-invasieve bilirubinemeter ontworpen om neonatale geelzucht op te sporen. De Bilimed stuurt licht uit van verschillende golflengtes en kijkt dan naar de intensiteit van het teruggekaatste licht. Adhv die intensiteit kunnen ze oa het bilirubinegehalte in de huid bepalen. De Bilimed werkt bij alle soorten huidtypes en maakt geen contact met de huid. Dit zorgt ervoor dat je geen risico loopt op crosscontaminatie.

#### Bilichek:

De Bilichek is ook een non-invasieve bilirubinemeter ontworpen om geelzucht te meten voor, tijdens en na fototherapie. Dit toestel maakt contact met de huid van het kind, daarom maakt het gebruik van een disposable kop. Die kop dient tevens als kalibratie voor het toestel. Dit toestel stuurt wit licht uit naar de huid van het kind, daarna stuurt het het gereflecteerde licht naar een spectrometer. Daar wordt het licht in golflengtes verdeeld, elke golflengte heeft een fotodiode die de gemeten waarde omzet in een elektrisch signaal. Een microprocessor kijkt naar het totaal gereflecteerde licht en trekt een aantal componenten af (teruggekaatste licht van de bovenste huidlagen, van de melanine, van de hemoglobine) om zo de hoeveelheid geabsorbeerd licht door de bilirubine te bepalen. Het is namelijk gekend dat bilirubine blauw licht absorbeert.

#### JM 103:

Deze geelzuchtmeter bepaalt de geelheid van de huid door het verschil te meten in de optische dichtheid voor licht in de blauwe en groene golflengtegebieden (blauw licht wordt goed geabsorbeerd door bilirubine, groen niet). Wanneer men wit licht uitzendt naar de huid dan wordt een deel door de bovenste huidlagen gereflecteerd en een deel door het subcutaan weefsel (diepere huidslaag). De bilirubine stapelt op in de subcutane laag, dus willen we weten hoeveel licht in die laag geabsorbeerd wordt ten gevolge van de bilirubine aanwezigheid. Daarom bezit de meetsonde twee optische paden. Één fotodiode registreert het teruggekaatste licht uit de bovenste lagen en een andere deze uit de subcutane laag. Door het verschil te nemen kan deze optische dichtheid waarde omzetten in een bilirubine concentratie (lineair verband).

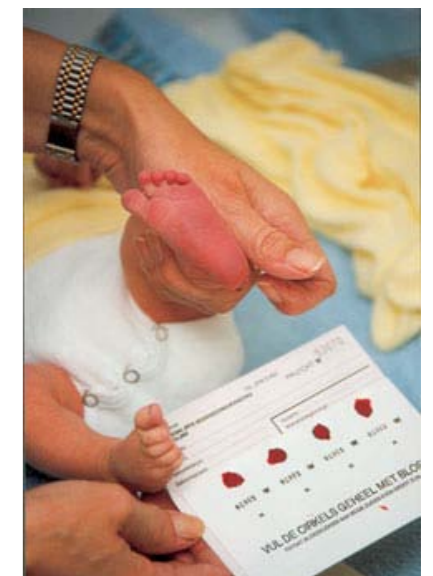
### Werking van de substitutie methodes

#### Hielprik:

Bij de hielprik prikt men met een steriel lancet in de laterale zijde van de hiel. Daarna moet men een buisje van 5ml vullen. De hielprik wordt weinig tot niet meer toegepast omdat bewezen is dat hij pijnlijker is dan de veneuse prik, vandaar dat de meeste hospitalen ook overgeschakeld zijn.

#### Veneuze prik in de hand:

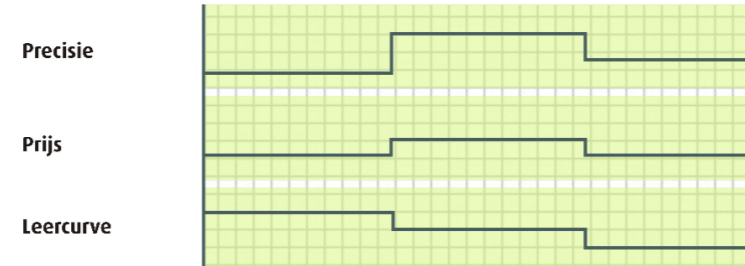
Bij deze prik neemt men dmv een steriele naald bloed af uit een vene hiermee vult men een buisje van 5ml. Terwijl men het kind toch prikt neemt men vaak ook de tijd om de stippenkaart te vullen. Deze dient om zeldzame erfelijke ziekten op te sporen. Bij elk kind wordt zo een test gedaan, vroeger was dit ook dmv een hielprik.



Vergelijkende grafiek



|                                  |   |   |   |
|----------------------------------|---|---|---|
| <b>Doorslaggevende voordelen</b> | Geen contact  | precies<br>hygiënisch                                   | super simpel<br>compact                             |
| <b>Doorslaggevende nadelen</b>   | hoge leercurve<br>onhandige vormgeving / interface<br>verschil in meetwaarden | redelijk hoge leercurve<br>disposables<br>veel metingen | nooit error=> wantrouwen<br>verschil in meetwaarden |



In bovenstaande grafiek worden de non-invasieve toestellen nog eens naast elkaar geplaatst, precisie, prijs en leercurve zijn uitgezet. Bovenaan staat telkens een afbeelding hierbij krijgt men een beeld van de grootte van deze toestellen. Daarnaast worden hun voornaamste voor- en nadelen tegen elkaar uitgespeeld.

Literatuurstudies

Verskillende onderzoeken in het buitenland [ref 3-4] en ook één bij ons te Gent werden opgesteld om de precisie van transcutane bilirubinometers na te gaan. (De resultaten van de studie te Gent zijn nog niet publiek bekend).

De studies zijn onderling niet te vergelijken omdat er telkens een iets variërend protocol is opgesteld. Toch geven ze een indicatie van welke toestellen de voorkeur bieden.

Ref 3 vergelijkt de Bilimed met de Bilichek  
Conclusie: Despite the potential practical advantages of Bilimed, its reduced diagnostic accuracy in comparison with BiliChek does not justify its use in clinical practice.

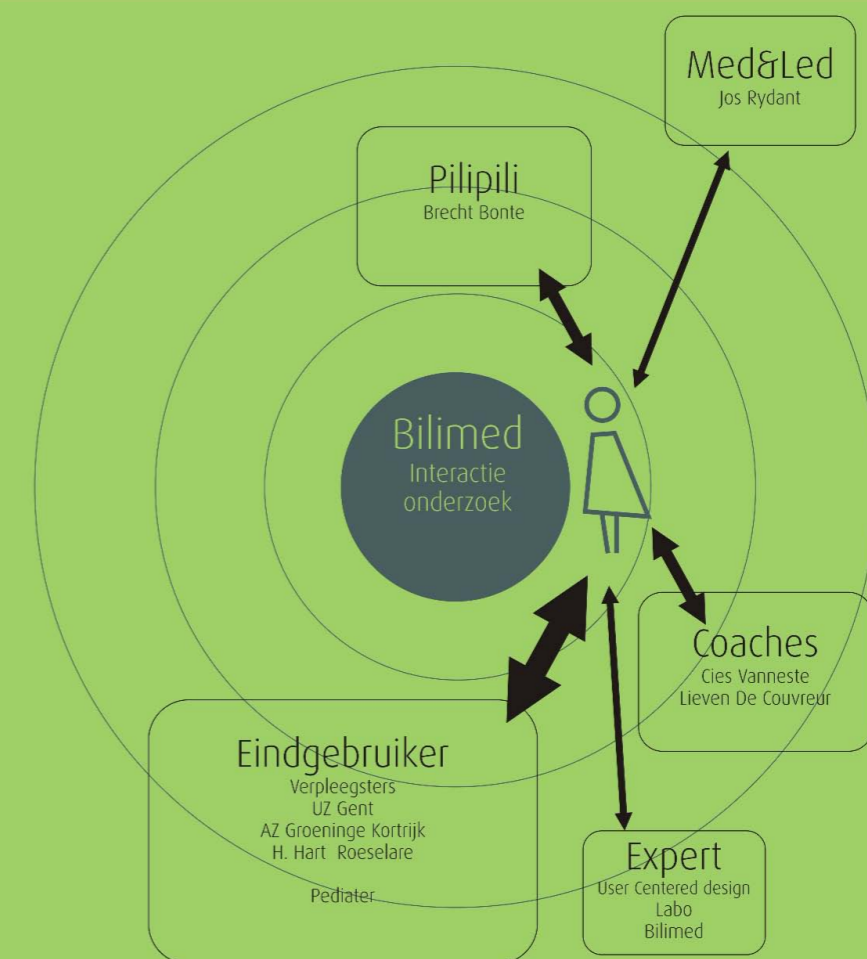
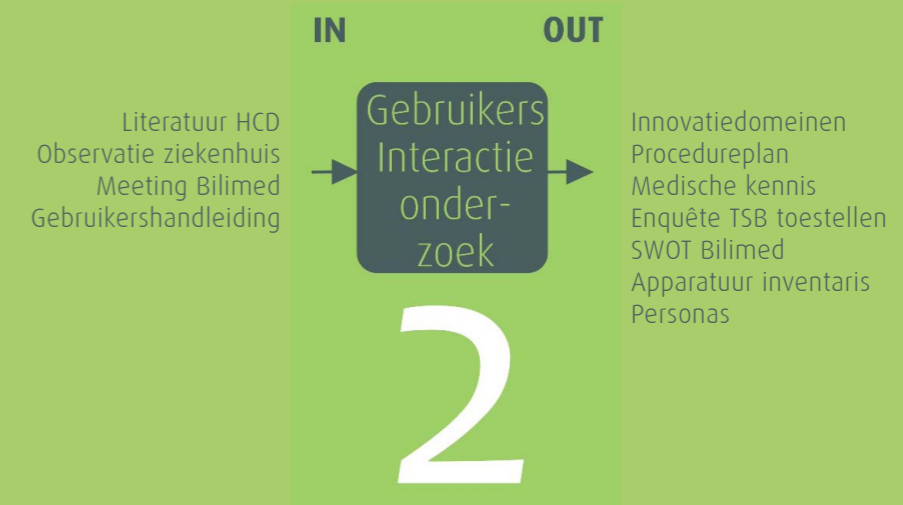
De potentiële praktische voordelen van de Bilimed zitten in het feit dat het geen wegwerponderdelen gebruikt, een ingebouwde printer heeft en de huid van het kind niet hoeft te raken. De ingebouwde printer elimineert overschrijffouten door het verplegend personeel en het niet raken van de huid lost het hygiëne probleem op. Ze halen ook aan dat beide toestellen het gereflecteerde licht van verschillende golflengtes absorberen maar een technologie verschil er waarschijnlijk voor zorgt dat de Bilimed slechter presteert. Uit hun testen volgt dat Bilimed een tendens toont de bilirubine waarde te onderschatten.

Ref 4 Vergelijkt de methode van Kramer (op het zicht) met de Minolta JM 102 en de Bilichek  
Conclusie: All three non-invasive methods correlated highly with serum bilirubin with the two bilirubinometers performing better than the clinical assessment.

Bij dit onderzoek vonden ze dat de Bilichek en de Kramer methode beïnvloed werden door de lichtomstandigheden, de JM 102 toonde deze afwijking niet. De Bilichek zou de bilirubine waarde onderschatten wanneer het om niet-blanke kinderen gaat. Voor de JM 102 werd enkel op blanke kinderen getest omdat het ziekenhuis zelf een conversie tabel moet opstellen naargelang hun patiënten mix.

## Hoofdstuk 2: gebruikersinteractie onderzoek

In dit hoofdstuk wordt de ziekenhuisomgeving verkend. Het is heel belangrijk om inzicht te krijgen in de omgeving en in de gedachten en handelingen van de gebruikers. Slechts op deze manier kan ervoor gezorgd worden dat de Bilimed 'user centered' wordt.



#### Recognise existing knowledge:

Hierbij wordt gebrainstormed rond de design opdracht en de kennis die de ontwerper reeds bezit. Deze methode werd gebruikt om de vragenlijst op te stellen voor tijdens de observatie.

#### Individual interview:

Individuele interviews leren het meest over de mensen hun gedragingen, redeneringen en dagelijkse leven. Het best van al is hen interviewen in hun werkomgeving. Verschillende verpleegsters, dokters en laboranten werden geïnterviewd.

#### In context immersion:

Human centered design werkt het best wanneer de ontwerper de mensen waarvoor hij ontwerpt verstaat. Niet alleen op intellectueel niveau maar ook op experience niveau. Dit werd verkregen door in de ziekenhuizen mee te helpen met de verpleegsters hun dagtaken.

#### Expert interview:

Diepte en technische informatie kan geleerd worden door gesprekken met experts. Dit laat de ontwerper toe in korte tijd veel informatie te vergaren. Zo werd een expert in het gebruik van de 3 non-invasieve toestellen geraadpleegd, en een expert in de technologie van de Bilimed.

#### Seek inspiration in new places:

Deze methode wordt vooral aangewend in de conceptgeneratie fase. Waar gekeken wordt hoe een bepaald probleem in een andere toepassing opgelost wordt.

## Hoofdstuk 2 Interactie onderzoek

### Waar ga ik naartoe

Het doel van de observatie is een duidelijk beeld krijgen van het procedé om geelzucht bij pasgeborenen vast te stellen. Daarnaast wil ik mijn doelgroep verifiëren en hun werkweld leren kennen. Wat is hun kennis, hun dagelijkse bezigheden, en wat drijft hen. Hiervoor zijn ziekenhuizen de plaats bij uitstek.

### Bezochte ziekenhuizen

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Kortrijk St Niklaas kliniek, middelgroot | (materniteit + neonatologie) |
| Roeselare Heilig Hart ziekenhuis, klein  | (materniteit + neonatologie) |
| Gent UZ, groot                           | (materniteit)                |
| Gent UZ, groot                           | (neonatologie)               |

Het universitair ziekenhuis van Leuven werd ook gebeld maar daar werden nog geen transcutane toestellen gebruikt, vandaar dat dit ziekenhuis niet bezocht werd.

De grote van de afdeling staan naast de ziekenhuizen vermeld omdat die een rol spelen in de dagelijkse bezigheden van de verpleegsters. Op een kleine afdeling liggen soms patiënten die een eenpersoonskamer gewenst hadden maar helemaal geen bevalling achter de rug hebben. De verpleegsters/vroedvrouwen van die afdeling moeten dan ook handelingen die niets met moeder-kind te maken hebben, kunnen uitvoeren.

De input voor dit onderzoek is de verzamelde informatie uit 'verkenning van de opdracht' en wat naslagwerken rond human-centered design [ref 1, 5, 6]. Uit deze documenten heb ik een aantal strategieën kunnen bepalen.

- recognize existing knowledge
- individual interview
- in context immersion
- expert interview
- seek inspiration in new places

Tijdens het onderzoek ga ik uit van een vragenlijst die dient als controlelijst. Het is een leidraad voor de zaken die geobserveerd of gevraagd moeten worden. Bij elke observatie worden de bemerkingen onmiddellijk neergeschreven in een schriftje per categorie van vragen (zie bijlage 1). Zo blijft het schrift gestructureerd en raadpleegbaar bij de verwerking van de resultaten.

De 5 categorieën in de vragenlijst

- kennis over non-invasieve meetmethodes
- kennis over invasieve meetmethodes
- kennis over toestellen gebruikt op materniteit en neonatologie
- kennis over de logistiek
- impressie over de gang van zaken / sfeer

### Wat heb ik gezien

De notities die genomen werden tijdens de observatie worden aan de hand van een aantal modellen voorgesteld. Deze zorgen ervoor dat uit de chaos een aantal conclusies kunnen genomen worden. Het belangrijkste model is het procedure model. Hierin wordt het hele geelzucht proces ontleedt.

Opmerkelijk aan de observatie was dat er weinig apparatuur gebruikt wordt. Vele zaken worden met de zintuigen beoordeeld. Zo beoordelen verpleegster en de pediater geelzucht op het zicht en gebeurt het fysisch onderzoek van de baby nagenoeg geheel op de tast. Een stethoscoop is het enige instrument dat hierbij gebruikt wordt. Naast bloeddrukmeters, afkolvers, thermometers, couveuzen en fototherapielampen worden bijna geen apparaten aangetroffen. Bij verzorgende en opvolg acties komen er vaak steriele compressen en naalden aan te pas.

*Citaat verpleegster: Er is toch niets beter dan te kijken of een baby geel ziet.*

Onderzoek [Ref 4] heeft echter al aangewezen dat de Bilicheck en de Minolta JM 102 preciezere resultaten vertoonden dan de methode van Kramer (op het zicht). Baby's kunnen namelijk geel zien, maar helemaal geen verhoogde bilirubinewaarde hebben. Wanneer het omgekeerde zich voordoet dan wordt het pas gevaarlijk.

Wanneer een baby geel bevonden wordt door de methode van Kramer (op het zicht), of door een non-invasief toestel, wordt een bloedstaal afgenomen. Er bestaan allerlei kleine prikpenen en naalden, de één al meer pijnlijker dan de ander, die dienen om een bloedstaal af te nemen. De afbeelding bovenaan deze pagina geeft een overzicht. De prikpenen zelf worden minder gebruikt, in plaats daarvan is men overgestapt naar de naald.

Het afgenomen bloed wordt met de buizenpost verstuurd naar het labo. Op kritieke afdelingen (bv neonatologie) bezit men soms een kleinschaliger apparaat dat ook de bloedtest kan uitvoeren. Dit toestel is ietwat minder nauwkeurig en daarom biedt het labo nog altijd de voorkeur. De verpleegster krijgt de resultaten in de loop van de dag doorgemailed, deze worden genoteerd en toegelicht bij de overdracht. Dit alles maakt deel uit van de verpleegster haar dagschema.

Een verpleegster tracht zich aan haar dagschema te houden maar door omstandigheden kan daar wat van afgeweken worden, maar toch verloopt elke dag ongeveer volgens dezelfde indeling. Bijlage 2 heeft zo een indeling weer voor de materniteit in UZ Gent. Naast het opdienen van eten en het verschoenen van de bedden zijn de belangrijkste taken voor de verpleegster het verzorgen van moeder en kind. Daarom gaat ze elke morgen haar vaste kamers af. Om dit te vereenvoudigen bezit elke verpleegster een karretje met de benodigde materialen en dossiers op (2de en 3de foto op deze pagina). Maar met de opkomende digitalisering gaan deze karretjes vervangen worden door een karretje met laptop (foto 2).

De zorg van moeder en kind betekent ook de moeder bijstaan bij het geven van borstvoeding. Sommige ziekenhuizen zijn hier zeer gedreven in want zij trachten een BFHI label te verkrijgen. Zo stelde het Heilig Hart in Roeselare hun eigen affiches op om borstvoeding te promoten (foto 4). Zo een baby friendly certificaat zou kunnen uitgebreid worden met het gebruik van non-invasieve toestellen.

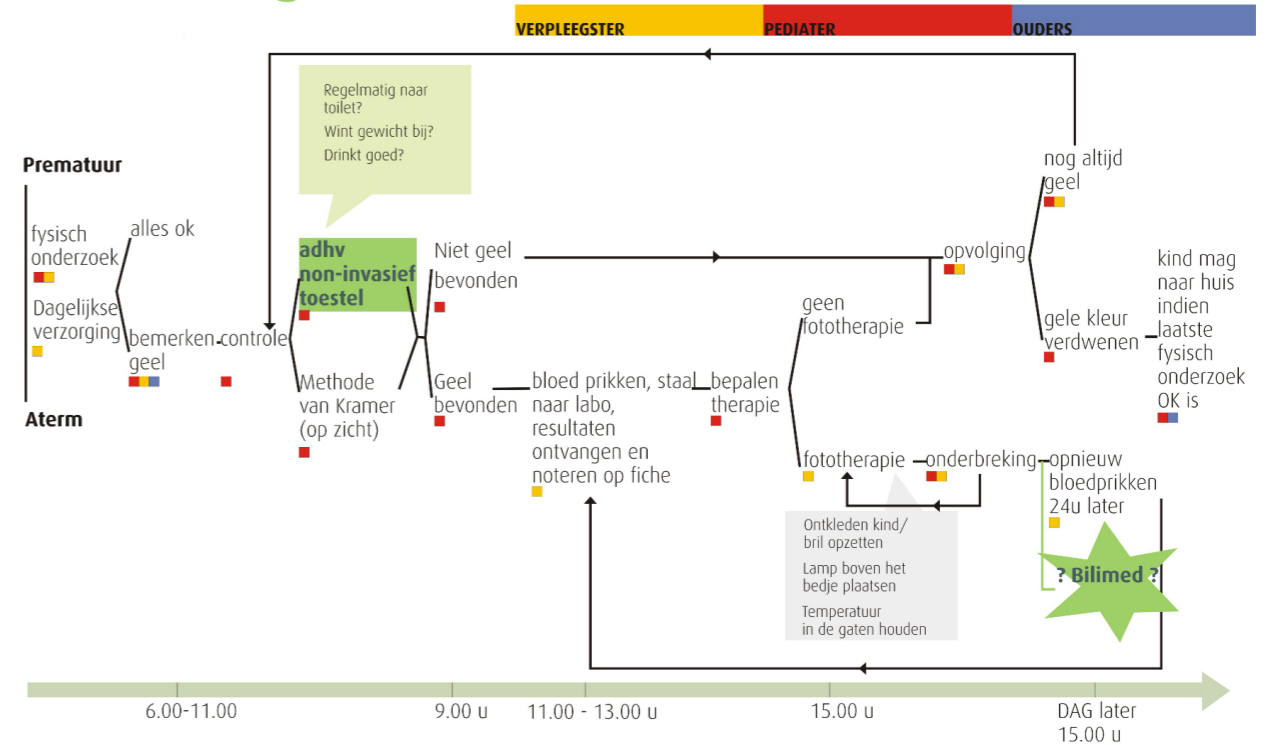


| Strengths   | Weaknesses   |
|---|--|
| <p><b>Non invasief</b><br/> <b>Geen huidcontact</b> vereist<br/>           Geen ontsmetting nodig<br/>           Geen disposables<br/>           Kind wordt <b>niet gewekt</b> door de meting<br/>           Er is vraag naar vanuit specifieke sector</p>  | <p>Geen indicatie bij het opladen<br/> <b>Onduidelijke interface</b><br/>           Ergonomisch incorrect<br/> <b>Te grote kop</b> om te meten op kleine voorhoofdjes<br/> <b>Onderhevig aan omgevingslicht</b><br/>           Tijdrovende kalibratiemethode<br/>           Duur<br/>           Esthetisch incorrect</p> |
| Opportunities   | Treaths  |
| <p><b>Digitalisering dossiers</b><br/> <b>Certificaten BFHI</b><br/> <b>Release paper</b> ivm onderzoek<br/>           Correctie mogelijk bij premature kindjes<br/>           Arts in Antw. Plaskie werkt met Bilimed<br/>           Elke patiënt heeft een <b>barcode</b> i.h dossier<br/> <b>Thuisvoedvrouwen</b><br/>           Pijnlijke prikken bij baby's elimineren<br/>           De markt heeft er interesse voor indien nauwkeurig</p> | <p><b>Geen teruggave</b> op digitale metingen, wel op labo<br/> <b>Concurrerende technologie</b><br/>           Sterke concurrentie van grote en gekende merken <b>PHILIPS</b></p>   |

### SWOT van de Bilimed

Door het onderzoek ter plaatse kon de SWOT analyse van de Bilimed vervolledigd worden. De strengths van het product vind je terug in de catalogussen, maar nog veel interessanter zijn de weaknesses. Deze zijn deels afhankelijk van de interactie die de gebruiker er mee heeft. In UZ Gent werd een vergelijkende studie van deze drie toestellen uitgevoerd onder leiding van Myriam Lamproye. Daarbij werd de mening van de verpleegster bij alle 3 de toestellen gevraagd (zie bijlage). Dit leert ons uiteraard veel meer dan de catalogus!

## Procedure geelzucht



### Procedure schema

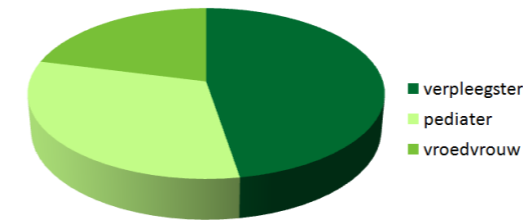
Door de observatie van de materniteiten en de neonatologie afdelingen kon een procedure schema opgesteld worden. Hierbij zijn vier grote spelers. De pediater, de verpleging en de ouders van het kind en het kind zelf. In deze procedure wordt aangegeven wie betrokken is bij welke stap. Daarnaast staat aangeduid waar de Bilimed gebruikt wordt en waar hij potentieel gebruikt kan worden. Dit wordt nu nog niet gedaan omdat men nog altijd meer vertrouwen hecht aan een bloedstaal. De Bilimed zou men wel gaan gebruiken voor de laatste controle metingen. Wanneer uit het bloed al bleek dat de bilirubinewaarde een dalende tendens toont. Zo hoeft men de patiënt niet meer onnodig te prikken.

## Personas

Voor dit toestel worden drie voornaamste personas opgesteld. Waarbij toch vermeld moet worden dat de één meer kans heeft om in contact te komen dan de ander. Zo zijn er meer verpleegsters dan pediaters. Nu moet de pediaters toestemming geven vooraleer er bloed getrokken mag worden. Het spreekt voor zich dat de pediaters geen toestemming meer zal moeten geven vooraleer een non-invasieve meting uitgevoerd wordt.

Doordat de toestellen duur zijn in aanschaf is de kans kleiner dat thuisvrouwen zo een toestel kunnen aanschaffen, misschien wel mits subsidies. Uit bovenstaande wordt geconcludeerd dat de verpleegsters de voornaamste gebruikers zullen zijn. Het toestel moet dan ook in de eerste plaats op hen ingespeeld zijn en op hun omgeving.

Het aandeel door elke persona vertegenwoordigd:

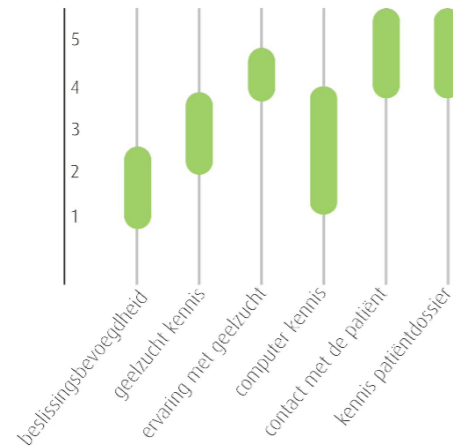


## DE VROEDVROUW Evelyn



20-55JAAR

Zorgzaam  
Meelevend  
Stressbestendig  
Geduldig  
Sociaal

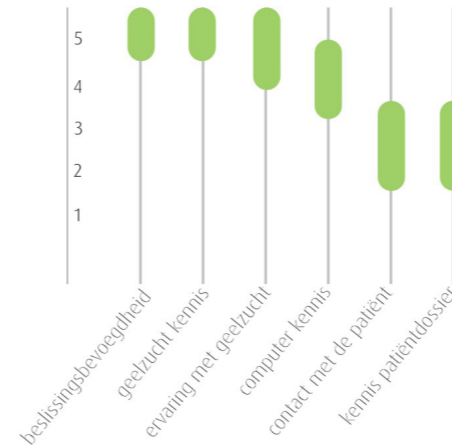


## DE PEDIATER Louis



27-65JAAR

Serius  
To the point  
Analytisch  
Bemoedigend  
Verantwoordelijk

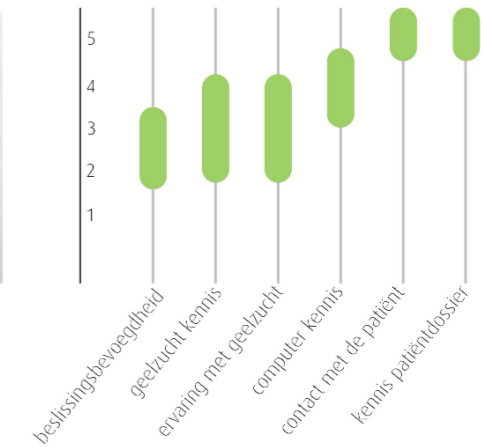


## ZELFSTANDIGE VROEDVROUW Maud



30-65JAAR

Luisterend oor  
Begripvol  
Steunend  
Liefdevol  
Creatief



### DAGTAKEN

- Ontbijt serveren
- Moeder verzorgen (bloeddruk en temperatuur meten)
- Eventuele medische ingreep bij de moeder verrichten
- Kind verzorgen (wegen, temperatuur meten, inspecteren)
- Kind wassen
- Het dossier van moeder en kind bijhouden
- Helpen bij borstvoeding
- De pediaters inlichten van kritieke of vertrekkende/ pas aangekomen baby's
- Meetoeren met de pediaters
- Bloed prikken bij kind
- Versturen van de bloedresultaten
- Pediaters contacteren voor een gepaste behandeling
- Behandeling opstarten

### DOEL

- Moeder en kind gezond naar huis sturen
- De moeder begeleiden en geruststellen indien nodig
- BFHI in hart en ziel vertegenwoordigen

### FRUSTRATIES

- Wanneer het fysisch slecht gaat met moeder en kind
- Moeders die hun taak als moeder niet opnemen en enkel op hun eigen pijn gericht zijn
- Moeders die zich in een luxe-oord wanen
- Hiërarchie in het ziekenhuis

### DAGTAKEN

- Van wacht
- Inspecteert de pasgeborenen
- Springt bij in noodsituaties
- Informeert de ouders over de toestand van de baby
- Stelt indien nodig een behandeling op
- Schrijft onderzoek voor
- Schrijft medicatie voor
- Geeft les
- Doet aan research
- Doet privé consultaties

### DOEL

- Moeder en kind gezond naar huis sturen
- Doelgericht onderzoek met een correcte analyse uitvoeren
- Moeder en vader inlichten van de medische toestand
- Onzekerheden wegnemen

### FRUSTRATIES

- Wanneer het fysisch slecht gaat met de patiënt
- De tijdsdruk om van de ene patiënt naar de ander te gaan, met ertussen nog wat noodgevallen.
- Te laat vaststellen van een probleem

### DAGTAKEN

- Agenda van vandaag controleren
- Langsgaan van patiënt tot patiënt
- Moeder verzorgen
- Indien al bevallen, kind verzorgen
- Helpen bij de dagelijkse verzorging van de moeder
- Handje helpen bij het verzorgen van het kind
- Helpen bij het opzetten van borstvoeding
- Onderrichten van Yoga les voor zwangeren
- Het onderrichten van baby massage

### DOEL

- Moeder bijstaan voor de bevallen
- Moeder bijstaan tijdens de bevalling
- Moeder en kind goed op weg helpen voor hun toekomstig leventje
- Onzekerheden wegnemen

### FRUSTRATIES

- Wanneer het fysisch slecht gaat met de patiënt
- Wanneer de moeder niet naar de pediaters stap op aanraden van de thuisverpleegster
- Borstvoeding die niet op gang geraakt

**Met welke toestellen komen deze mensen in aanraking?**

Om na te gaan wat de kennis van de verpleegster en pediater zijn werd eens gekeken met welke toestellen zij zo allemaal in contact komen. Deze toestellen zijn nuttig om te zien qua interface, qua functies en hoe zij ingespeeld zijn op de omgeving.

Het meest interessante toestel op dit vlak is onwaarschijnlijk de glucosemeter van Roche. Dit toestel vergt één druppel bloed van de patiënt op een daarvoor voorzien plaatje. Dit plaatje wordt vervolgens ingebracht in het toestel en waarde komt tevoorschijn.

Het toestel zelf wordt dan in een docking station geplaatst en de waardes worden doorgestuurd naar het labo. Met die waardes doet het labo op zich niets, dit is om de kosten door te rekenen. Maar dit systeem van doorsturen zou veel interessantere uitvoeringen kunnen hebben.

Hieronder volgt een inventaris van de toestellen opgemerkt bij de drie bezochte ziekenhuizen op de afdelingen materniteit en neonatologie. Telkens werd de fabrikant opgezocht, zodat deze later op de Medica beurs kon bezocht worden.



Non-invasieve bilirubinometers  
JM103 (Dräger Medical/Konica Minolta)

Bloeddrukmeter  
Welch Allyn  
Accutorr plus (Datascope)  
Dinamap (GE healthcare)

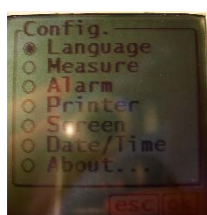
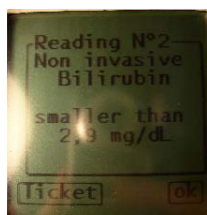
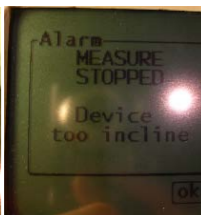
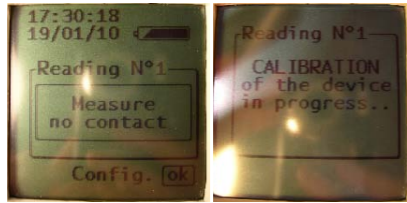
Afkolver  
Lactina (Medena)

Glucosemeter  
Accu-chek inform system (Roche)

Fototherapie  
Biliblanket (Ohmeda => GE healthcare)  
Bilicrystal system (Medical Essentials)  
Bilibed (Medical Essentials)  
lamp (Medical Essentials)

Couveuse  
Giraffe (Ohmeda medicals/Acertys/  
GE healthcare)  
Caleo (Dräger Medical)  
Airshields (Dräger Medical)

Verwarmbedje  
Lifetherm (Acertys)



## Bilimed interactie

Hoe verloopt de interactie met een Bilimed.

1. Om een meting te doen wordt op de ON toets gedrukt dit is de enige toets op het toestel, de andere handelingen gebeuren via het touchscreen.
2. Daarna verschijnt de display zoals hiernaast aangegeven. Onmiddellijk kan op de measure no contact knop gedruwd worden.
3. Nu kalibreert het toestel, dit wordt weergegeven op de display, dit duurt hoogstens 1 seconde.
4. Het toestel vraagt nu : put in place the device manually. Nu moet je het toestel naar iets richten. Hier hoor je een korte bieep.
5. Doordat de leds conisch opgesteld staan onder een hoek van 35°, verkrijgt je een stip (het punt waar de leds convergeren) wanneer de correcte afstand bereikt is.
6. Het toestel detecteert de ondergrond maar niet of de juiste afstand bereikt is. Wanneer je het te ver houdt of te schuin, krijg je dezelfde error namelijk device to incline. De gebruiker krijgt te weinig tijd om het toestel juist te positioneren om deze stip te bekomen. Je hoort twee maal bieep wanneer de meting voorbij is.
7. Een ander error is deze van to much ambient light. De errors krijg je telkens maar nadat het toestel een meting heeft uitgevoerd, nochtans zijn het zaken die vooraf bepaald kunnen worden.
8. Wanneer een error heeft opgetreden moet het proces opnieuw doorlopen worden vanaf stap 1. Dit is heel frustrerend zeker als je weet dat een error vaak optreedt.

### Grote hekelpunten

- Uiterst moeilijk om de gunstige meetsituatie op voorhand te bepalen (afstand, loodrecht, lichtinval)
- Het toestel op zich is traag maar tijdens de meting gaat alles zo snel, de bieptonen volgen elkaar heel snel op.
- Ondenkbaar dat je bij een error helemaal opnieuw moet beginnen. Terwijl deze error op voorhand kon voorspeld worden.
- De touchscreen is moeilijk bedienbaar, soms registreert hij het drukken niet goed, waardoor je al eens te hard zou duwen.
- De motor in het toestel die de ledkop op en neer beweegt maakt veel lawaai.
- De Nederlandse taal is niet instelbaar terwijl Portugees, Spaans, Italiaans, Duits, Frans en Engels er wel bij zitten.
- Het toestel ligt niet stabiel wanneer je het op de tafel legt. Nochtans is dit de gemakkelijkste manier om de interface te bedienen. Het toestel is niet met 1 hand bedienbaar zoals een GSM, daarvoor is het veel te groot.
- Het toestel weegt veel om het stil te houden
- Er wordt een ring bij het toestel geleverd om toch via contact te meten, deze ring is veel te groot voor op hoofdjes van baby's.
- Deze ring laat een grote cirkel achter op het baby hoofdje.
- Wanneer het toestel al wat langer in de oplader staat wordt de interface niet geupdate. Je moet het toestel van de lader nemen en er weer opzetten om de nieuwe status van de batterij te zien.

## Bilimed vernieuwd

Een bezoek aan Düsseldorf en tevens ook het eerste contact met de makers van de Bilimed, toonde dat zij reeds een vernieuwing doorgevoerd hadden. Het verkleinde toestel is nog maar een prototype en is nog niet in productie. Het toestel is vooral gefocust op het kleiner en minder lomp maken van het vorige toestel. Zo bevat het nieuwe toestel slechts 8 leds ipv 10, slechts 1 printplaat in plaats van 4. Ook de thermische printer bevindt zich nu in het docking station en niet meer in het toestel en het touchscreen heeft men achterwege gelaten.

Toch mag gezegd worden dat dit toestel niet user centered is uitgevoerd. Er werd niet gekeken naar de noden van de verpleegster, en naar hoe er met dit toestel geïnterageerd zou worden in de klinische omgeving.

*Een ticketje printen met de waarde van het bilirubinegehalte is compleet zinloos aangezien geen enkele verpleegster een nietmachine op zak heeft.*

De drie knopjes voorzien op het toestel zijn minuscule en staan te dicht op elkaar om te bedienen, ook zijn ze niet van symboliek voorzien. Doordat ze het toestel zo klein gemaakt hebben is er te weinig luchtcirculatie en is de batterij gaan zwellen. Een iets groter toestel zou aangewezen zijn.

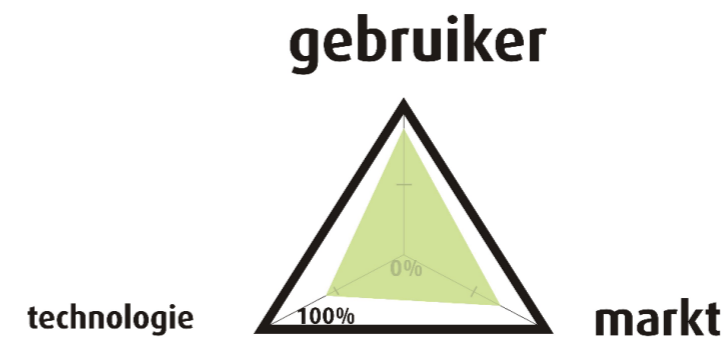
## Innovatiedriehoek

Door deze observatie kan een procentueel aantal bepaald worden van hoeveel op welke vlakken geïnnoveerd kan worden.

Op technologisch vlak wordt het minst geïnnoveerd in deze masterproef. In de opdrachtstelling staat dat deze technologie moet gebruikt worden, dit neemt niet weg dat er verbeteringen kunnen doorgevoerd worden.

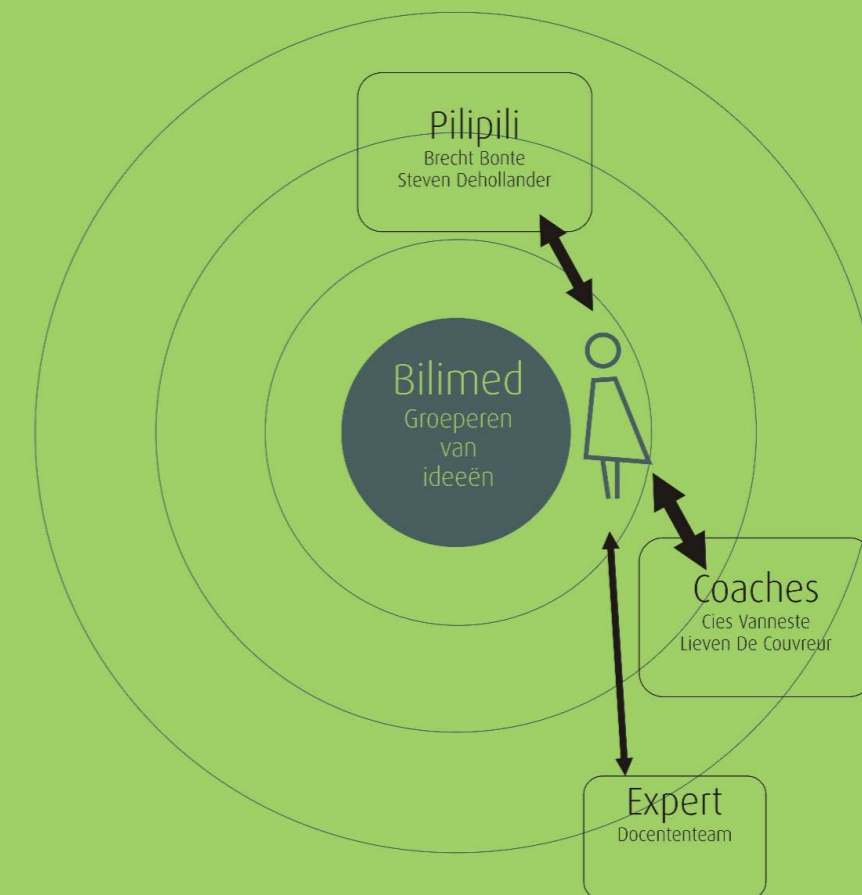
De markt was grotendeels goed bepaald door Med&Led, wel kan er nog eens nagegaan worden welke eisen thuisvrouwen aan dit product zouden stellen, en hoe daar kan op ingespeeld worden.

Op vlak van gebruikershandelingen moet het meest worden geïnnoveerd. De context werd in dit hoofdstuk al ontleed, en nu moet dit vertaald worden naar producteisen.





Hoofdstuk 3: groeperen van ideeën  
In dit hoofdstuk wordt de link gelegd tussen hetgeen gezien werd in het ziekenhuis en tussen de conceptgeneratie fase. Een lijst van te exploreren zaken wordt hier opgesteld.



## Hoofdstuk 3 Groeperen van ideeën

Door de vorige fasen (doelstellingen uit de projectfiche, literatuurstudie en onderzoek in de hospitalen) kan de vraagstelling opgesplitst worden in deelproblemen. Deze problemen worden ingedeeld in drie categorieën volgens hun mate van belangrijkheid. Categorie 1: uiterst belangrijk dat dit probleem opgelost wordt, categorie 2: belangrijk dat dit probleem opgelost wordt, categorie 3: een mooi extra als dit probleem opgelost wordt.

Als extra leidraad bij het vastleggen van deze problemen werd een variant op de 9 windows methode gebruikt. Hierbij werd gekeken naar de context (voor, tijdens, en na gebruik van de bilirubinemeter) en welke user values daar gewenst waren. Het schema hieronder weergegeven is eigenlijk één grote samenvatting van welke handelingen er ivm de bilirubinemeter geobserveerd werden. De user values voor, tijdens en na zullen vooral belangrijk zijn om mijn deelproblemen en hun prioriteit vast te leggen. In de rij product denken we al een stapje vooruit en worden deze deelproblemen in mogelijke productoplossingen vertaald.

# 9 windows

## Voor het meten

## Tijdens het meten

## Na het meten

|  |   |  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Pediater begint aan zijn ronde en haalt het toestel uit de locker. Het toestel wordt weggeborgen omwille van de kostprijs. Om diezelfde reden zijn er maar 1 à 2 toestellen aangekocht, die enkel door de pediater gebruikt worden.</li> <li>Pediater begint aan zijn ronde en haalt het toestel uit de verpleegstersruimte waar het voor iedereen beschikbaar staat maar enkel door hem gebruikt wordt.</li> </ul>   | <p>De pediater wordt ingelicht door de vroedvrouw (die haar vaste kamers heeft) welke kindjes nieuw zijn, welke naar huis gaan, en welke geel zien. Wanneer de pediater een geel kindje bemerkt doet hij een meting non invasief/ via de methode van Kramer (op het zicht). Deze vertelt hem of bloedprikken noodzakelijk is.</p>   | <p>Indien de gemeten waarde te hoog is, geeft hij opdracht om bloed te prikken. Indien deze waarde ok is volgens de tabel is enkel opvolging vereist. De verpleegster houdt dus in de gaten of de baby goed drinkt, gewicht bijkomt en voldoende zijn behoefte doet. Deze criteria zijn meebepalend of fototherapie al dan niet gestart wordt.</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Veiligheid</li> <li>Feedback in alle fasen</li> <li>Meeneembaar</li> <li>Duurzaam</li> <li>Direct</li> <li>Gestyled</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Eenvoudig/ lage leercurve =&gt; feedback</li> <li>Correct</li> <li>Omgevingsafhankelijk</li> <li>Minimale hinder</li> <li>Mag er niet schrikwekkend uitzien (ouders mogen niet ongerust worden door het gebruik)</li> <li>Aangenaam in gebruik</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hygiëne</li> <li>Onderhoud</li> <li>Direct</li> <li>Feedback</li> <li>Communicatie</li> <li>Registratie</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschermbaar tegen diefstal</li> <li>Zien of het opgeladen is/oplaadt</li> <li>Aanduiding waarvoor het dient, zodat de stagairs het verkeerde toestel niet meenemen.</li> <li>Compact zodat je het op ronde kan meenemen</li> <li>Geen loszittende onderdelen (kan je verliezen)</li> <li>Geen volledig menu doorlopen vooraleer je kan meten</li> <li>Geen blikvanger in de negatieve zin</li> <li>..</li> <li>..</li> <li>..</li> <li>..</li> <li>..</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Horen een toon wanneer de correcte afstand wordt aangehouden</li> <li>Door op 1 toets te drukken is het toestel operationeel</li> <li>Het toestel geeft omgevingslicht geen kans om de meting te beïnvloeden door bv vormgeving</li> <li>Het toestel is met 1 hand te bedienen en te positioneren</li> <li>Zichtbaar/ niet zichtbaar dat er licht uitgestuurd wordt</li> <li>Horen een toon wanneer de meting afgerond is</li> <li>Het toestel verschaft hulp bij het interpreteren van de waarde</li> <li>..</li> <li>..</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Indien er huidcontact was, wordt het ontsmet</li> <li>Geen disposables nodig</li> <li>Het toestel kan snel afgesloten worden</li> <li>Geen bewerkingstappen nodig voor volgende meting</li> <li>Indicatie wanneer kalibratie vereist is</li> <li>Gegevens zijn zichtbaar voor derden</li> <li>Gegevens kunnen digitaal overgezet worden</li> <li>Het toestel legt links met andere gegevens uit het digitaal dossier, zoals drinkt de baby goed, komt hij genoeg gewicht bij</li> <li>..</li> <li>..</li> <li>..</li> <li>..</li> </ul> |

## Context



## User Value



## Product

## Terugkoppeling naar de doelstellingen vanuit de projectfiche

Hieronder staan de doelstellingen verwacht door Pilipili, en door mezelf uitgeschreven. De doelstellingen in het grijs zijn criteria waar niet meer op gezocht moet worden doordat deze reeds geïmplementeerd waren in het vernieuwde Bilimed model. De criteria in het groen zijn de doelstellingen die nu al verfijnd kunnen worden door de opgedane kennis.

### Pilipili / Medical Essentials

- Onderzoek naar gebruikersinteractie (human centered design)
- Vereenvoudiging kalibratiemethode
- Hedendaagse vormgeving
- Kostprijsvermindering/ vermindering mechanische onderdelen
- Voldoet aan de ce normering voor medische hulpmiddelen.

### Persoonlijk

- Sterktes van de technologie maximaal tot uiting laten komen
- Toestel dat gemakkelijk integreert met het meten en verwerken van klinische resultaten
- Eenvoudig in gebruik voor de specifieke doelgroep
- Passend in de klinische omgeving
- Ontworpen met het oog op productie
- Voldoet aan de wetgeving opgelegd aan de klinische omgeving

### Deze doelstellingen verfijnd:

#### Sterktes van de technologie maximaal tot uiting laten komen

- Zichtbaarheid wat je meet
- Zo min mogelijk invloed door omgevingslicht
- Feedback bij elke handeling (positioneren, stil houden, opladen, instellingen wijzigen..)

#### Eenvoudig in gebruik voor de specifieke doelgroep

- Lage leercurve
- Snel een correcte meting
- Meeneembaar
- Ligt goed in de hand
- Geen loszittende/ vervangende onderdelen
- Hygiënisch
- Zo min mogelijk onderhoud
- Materniteit: Herkenbaar (via vorm/ kleur) in geval van verlies
- Neonato: meting uitvoerbaar in couveuze, zichtbaarheid display

#### Toestel dat gemakkelijk integreert met het meten/ verwerken van klinische resultaten

- inspelen op huidig en digitaal dossier
- Registratie gegevens
- Heroproepen gegevens
- Overzetten gegevens (drager/ digitaal)
- Rekening houden met ander invloedsfactoren

#### Passend in klinische omgeving

- Als benchmark een selectie van folders uit de medica messe

## Interface keuze's

Huidige opties:

Taal  
Eenheid van het weergegeven resultaat  
Aan/Uit knop  
Alarm  
Printer bijvullen papier  
Contrast en gevoeligheid van de scherminstellingen  
Datum/ tijd USA en EU

In andere toestellen:

Geluid aan/uit  
Uitschakeltijdsinterval  
Tijdnotatie in 12/24 uur

Uit deze opties implementeer ik:

Taal  
Eenheid van het weergegeven resultaat  
Aan/uit knop  
Datum en tijd

en een extra optie namelijk het overzetten van gegevens naar de PC

## Vorbereiden van de conceptgeneratie

Hieronder staan de verschillende deelproblemen gerangschikt volgens prioriteit. Categorie 1 is uiterst belangrijk om opgelost te worden en categorie 3 is een mooi extra.

Categorie 1:  
Gebruikersgemak (lage leercurve, gemakkelijke interface)  
Correcte afstand toestel-baby bepalen  
Stilhouden van het toestel tijdens de meting  
Registreren van gegevens

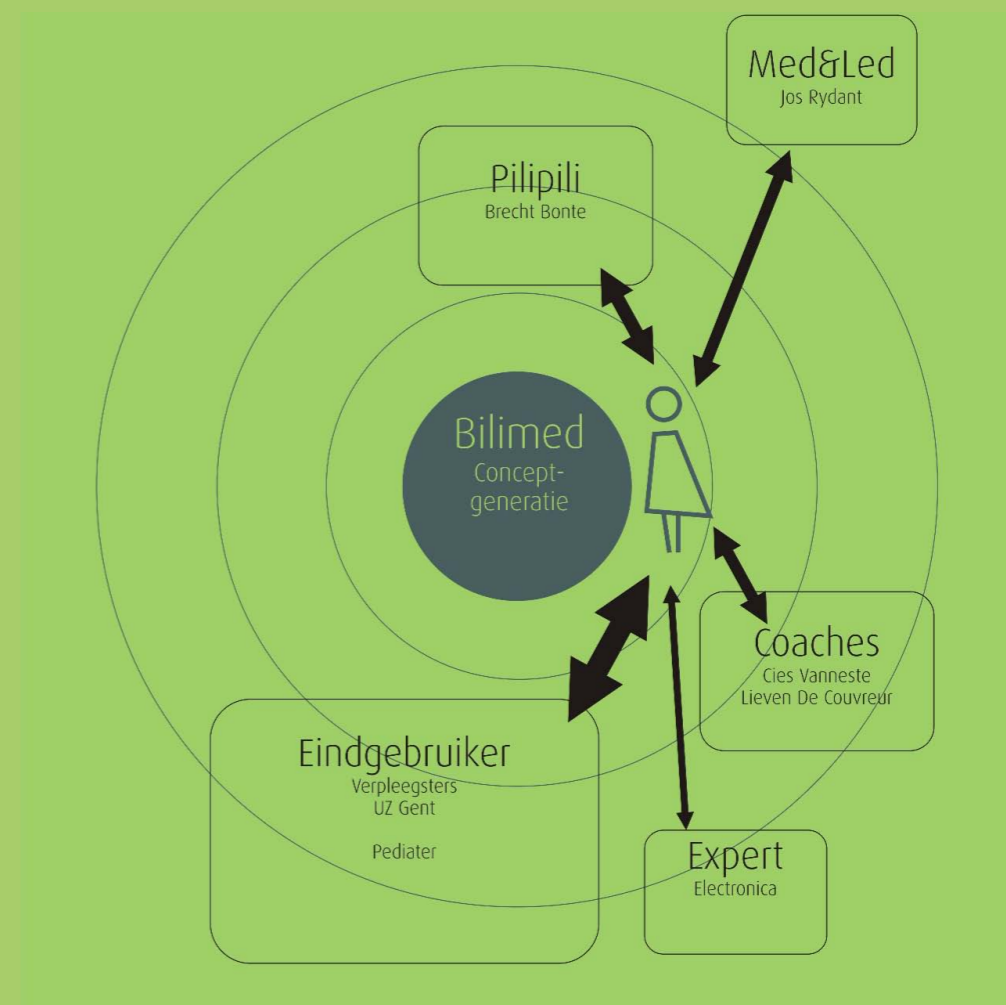
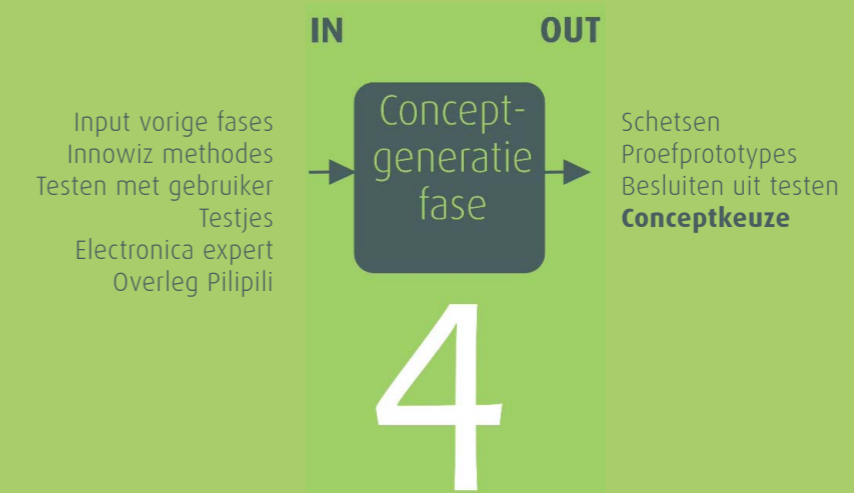
Categorie 2:  
De meting afschermen van omgevingslicht  
Zichtbare interface wanneer in een couveuse gemeten wordt

Categorie 3:  
Het toestel moet meeneembaar zijn  
Het toestel moet robuust en duurzaam zijn  
Het toestel beschermen tegen diefstal/ verlies

Het omgevingslicht elimineren criteria is in tegenstelling met de zichtbaarheid die vereist is bij het bepalen van de correcte afstand tussen toestel-baby.

#### Hoofdstuk 4: Conceptgeneratie fase

In deze fase wordt eerst geëxploreerd. Daarna volgen een aantal persoonlijke testjes waarbij de eerste ideeën voor deelproblemen getoetst worden. Dit is het persoonlijk leerproces. In een tweede fase worden de concepten getest met de eindgebruiker. Hierna worden weer aanpassingen doorgevoerd om tot een eindconcept te komen.



Morfological matrix, write down a focus area and look for various ideas

Hierbij zijn de focus area's de deelproblemen die bepaald werden in de vorige fase.

Combine ideas to get a bigger idea

Hierbij worden de deelprobleem oplossingen gecombineerd om een nog sterker idee te bekomen

Reverse brainstorm

Hierbij kijk je niet hoe het probleem opgelost kan worden, maar hoe het kan veroorzaakt worden, daaruit kunnen dan weer productideeën vloeien.

## Hoofdstuk 4 Conceptgeneratiefase

Als uitgangspunt van deze fase werden een aantal technieken uit de Innowitz toolbox gekozen.

- Write down a focus area and look for various ideas
- Combine ideas to get a bigger idea
- Reverse brainstorm

### 9 windows

| Voor het meten   | Tijdens het meten  | Na het meten   |
|--|--|--|
| <p>Wat is de huidige situatie? (1-5)</p> <p>Wat is de huidige situatie? (1-5)</p> <p>Wat is de huidige situatie? (1-5)</p> | <p>Wat is de huidige situatie? (1-5)</p> <p>Wat is de huidige situatie? (1-5)</p> <p>Wat is de huidige situatie? (1-5)</p> | <p>Wat is de huidige situatie? (1-5)</p> <p>Wat is de huidige situatie? (1-5)</p> <p>Wat is de huidige situatie? (1-5)</p> |

Context: meeneembaarheid, Registratie, Hygiëne, Communicatie, Duurzaam

User Value

Product

**Deelproblemen lijst**

- Meeneembaar
- Duurzaam/ Robuust
- afstand houden
- Styling
- stil houden
- omgevingslicht
- registreren van gegevens
- hygiëne
- ergonomisch
- aantal handelingen
- zichtbaarheid interface

**Write down a focus area and look for various ideas**

Idea 1

Idea 2

Idea 3

**deelproblemen gaan combineren**

**Write down a focus area and look for various ideas**

Idea 1

Idea 2

Idea 3

**Bigger IDEA**

**Write down a focus area and look for various ideas**

Idea 1

Idea 2

Idea 3

### Reverse brainstorming

#### Deelproblemen lijst

- beïnvloeding door omgevingslicht
- hygiëne
- weeneembaar
- Duurzaam/ Robuust
- afstand houden
- Styling
- stil houden
- registreren van gegevens
- ergonomisch
- aantal handelingen
- zichtbaarheid interface

How could I cause the problem



## Eerste reeks maquettes

Voor de conceptgeneratie werd zowel op papier geschetst als met prototypes geëxploreerd. Per deelprobleem, gelijst in vorig hoofdstuk, werd een blad met schetsen aangemaakt, daarvan werden wat prototypes vervaardigd. Deze simpele modelletjes maken al gauw knelpunten zichtbaar, hetgeen op papier niet zo het geval is.

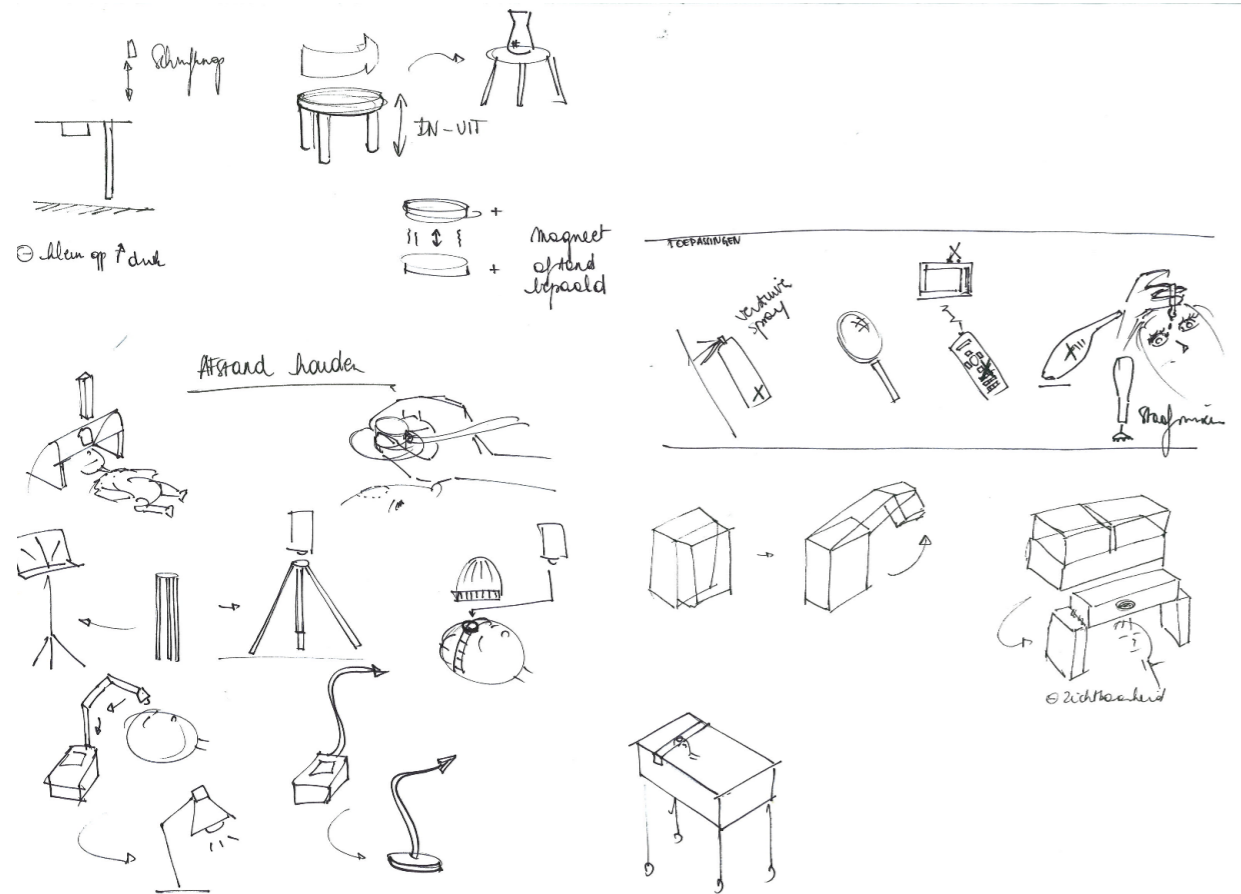
'Het warm water moet niet opnieuw uitgevonden worden', daarom is het handig om de eerder aangehaalde techniek 'seek inspiration in new places', ook wel 'benchmarking' genoemd, toe te passen. Hierbij zoeken we oplossingen voor een bepaald probleem in een ander toepassingsdomein. Dit proces gebeurt eigenlijk al onbewust.

Hierna volgt de uitwerking per deelprobleem, slecht 1 deelprobleem is in dit dossier opgenomen. De andere deelproblemen vindt u in bijlage 3.

## Uitgewerkt deelprobleem: Stilhouden van het toestel tijdens een meting

In dit dossier wordt enkel van het deelprobleem 'stilhouden van het toestel tijdens de meting' de doorlopen fases besproken.

Schetsen op papier:



Benchmarking, waar vindt men stilhouden nog terug:



## Prototypes

Per prototype worden de voor- en nadelen plus eventuele opmerkingen bij het prototype genoteerd met een kleurcodering voor de mate van belangrijkheid van het probleem (3 categorieën). De prototypes worden in wijzerzin besproken.

### prototype 1:

- + meting altijd loodrecht, indien baby recht ligt
- hoe in couveuze?  
afstand op deze manier niet regelbaar  
lomp systeem voor een licht product

### prototype 2:

- + lichte constructie
- meting niet altijd loodrecht, parallellogram moet geïntegreerd worden

### prototype 3:

- + altijd loodrechte meting  
makkelijk in hoogte regelbaar  
blokkeren van de hoogte kan dmv gewicht
- extra hulpstuk los van het product  
kan niet alle plaatsen voor een meting bereiken

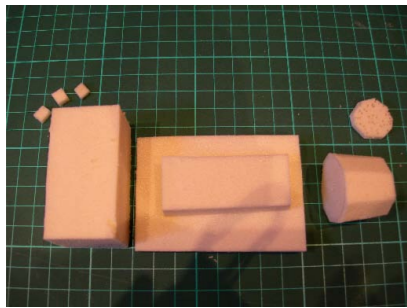
### prototype 4:

- + veel bewegingsvrijheid  
meer zichtbaarheid tijdens de meting (geen hinder van het grote toestel)  
zichtbaarheid van de display in de couveuse
- te veel bewegingsvrijheid, loodrechte stand niet gegarandeerd  
meer invloed door omgevingslicht, door kleinere kop

### prototype 5:

- + tastbare feedback wanneer de juiste afstand bereikt is
- de magneet die de baby raakt moet ontsmet worden achteraf  
werkt niet altijd even goed





#### Stilhouden van een toestel door de mens

Het stilhouden van een toestel met redelijke precisie door de mens, is geen eenvoudige taak. Mag die taak wel aan de mens overgedragen worden?

De Bilimed meet op non-invasieve wijze het bilirubinegehalte van de pasgeborene. Tijdens die meting moet de gebruiker dit toestel op ongeveer 1,5cm afstand van de baby houden. Bij teveel bewegen verliest het toestel zijn focus en krijgt de gebruiker een error.

De gevoeligheid aan schommelingen kan in beperkte mate al wat verminderd worden door fellere led's te gebruiken, maar toch moet het positioneren constant blijven.

Om dit te testen worden de hoofdcomponenten van de Bilimed (het vernieuwde toestel) in schuim nagemaakt. Dit zijn van links naar rechts de 3 knoppen, de batterij, de printplaat, de display, de ledkop en het kalibreringsstukje.

Aan elke component wordt een realistisch gewicht toegekend:

|                     |      |
|---------------------|------|
| 3 knoppen:          | 3 g  |
| Batterij:           | 80 g |
| Printplaat:         | 8 g  |
| Display:            | 10 g |
| Ledkop:             | 30 g |
| Kalibreringsstukje: | 2 g  |

Hieruit blijkt dat de batterij het zwaarst is, daarom wordt een gewicht erbij genomen voor de volgende testjes.

Bij deze testjes gaan we na of het zwaartepunt een rol speelt bij het goed kunnen stilhouden van het toestel. Een verschillend zwaartepunt werd bekomen door de batterij op verschillende plaatsen te bevestigen aan de componenten en de beweging te filmen.

Bij deze filmpjes werd op verschillende manieren het stilhouden bekomen. Telkens werd eens met de elleboog op de tafel geplaatst en eens zonder steunpunt gemeten. Daaruit bleek, zoals verwacht, dat het positioneren met een steunpunt (het plaatsen van de elleboog) een stuk makkelijker gaat.

Maar is dit realistisch?

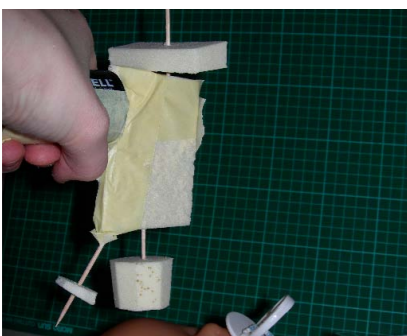
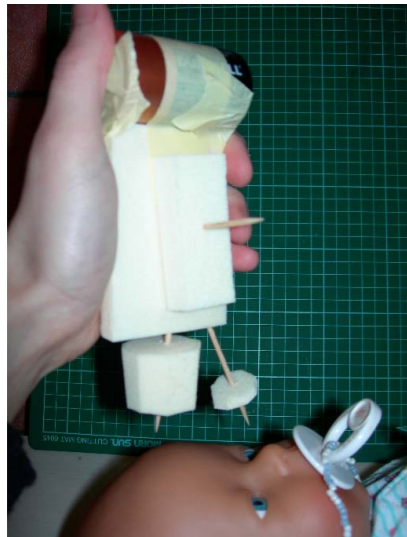
Dit wordt in de 2de maquette fase getest.

Uit de filmpjes bleek dat het stilhouden van het toestel het gemakkelijkst gaat wanneer het zwaartepunt in de lijn ligt met het te meten punt. (Afbeelding 1 of 2). Waarbij afbeelding 2 nog het beste resultaat gaf. Bij afbeelding 1 moet er kracht uitgeoefend worden om het toestel loodrecht te houden, de zware bovenkant doet het geheel namelijk kantelen.

Daarnaast werd getest of het uitoefenen van een kracht helpt om het toestel stiller te houden. Deze kracht werd uitgeoefend door te knijpen in het toestel. Het resultaat hiervan was dat de bewegingen schokmatiger verliepen en verder uiteen lagen. Geen goede piste dus.

Conclusie uit het deelprobleem 'stilhouden van het toestel tijdens de meting'

Er kan geconcludeerd worden uit deze opstellingen (d.m.v. zwaartekracht) dat geen van de mogelijke methodes zorgt voor een verbetering van de precisie bij het stilhouden. Aangezien dit stilhouden een belangrijk criteria is om vlot en correct een meting uit te voeren, moet in overweging genomen worden om het toestel niet door menskracht te laten stilhouden.



#### Conclusies uit de deelproblemen na testfase1

Dit zijn de conclusies die volgen uit het schetsen en testen met kleine maquettes. In dit stadium werd de mening van de gebruiker nog niet gevraagd. Sommige deelproblemen zijn onlosmakelijk verbonden met hun mening, van daar dat hier nog geen conclusie kan genomen worden.

Categorie 1:

Gebruikersgemak (lage leercurve, gemakkelijke interface)  
De interface wordt met de gebruiker getest.

Correcte afstand toestel-baby bepalen

Hierbij mag geen contact met de baby gemaakt worden, anders gaat het voordeel t.o.p.v. de concurrenten verloren en komt er een extra handeling namelijk ontsmetten bij. Momenteel gebeurt het bepalen van de correcte afstand visueel. Nu moet afgewogen worden of de zichtbaarheid van de lichtstip echt nodig is, en of feedback via een andere manier niet nuttiger kan zijn. Onderzoek met de gebruiker kan dit duidelijk maken.

Registreren van gegevens

Moet met de doelgroep getest worden

Categorie 2:

De meting afschermen van omgevingslicht

Dit criteria is in tegenstelling met zichtbaarheid die kan vereist zijn bij het bepalen van de correcte afstand tussen toestel-baby. Tijdens de testjes werd gezocht naar een materiaal dat een schaduw werpt, maar tevens nog toelaat een LED lichtje erdoor te zien (foto 1). Verschillende melkwitte kunststoffen en glas werden getest alsook zonnebrillen, zowel met spiegelen als gewoon glas. Hieruit blijkt dat de zonnebril het beste resultaat gaf, voldoende schaduw en excellent zicht van de led erdoor (foto 2).

Nu moet nagegaan worden of het toevoegen van een bredere rand om schaduw te werpen effectief voor betere resultaten zou zorgen, en de handeling van het meten niet verstoord.

Zichtbare interface wanneer in een couveuse gemeten wordt

Wanneer de ledkop van het toestel zou gesplitst worden, zoals aangereikt is voor het stilhouden van het toestel, dan kan dit probleem ook veel makkelijker aangepakt worden. Het toestel kan naar de verpleegster toegedraaid worden onafhankelijk van de positie van de ledkop.

Categorie 3:

Het toestel moet meeneembaar zijn

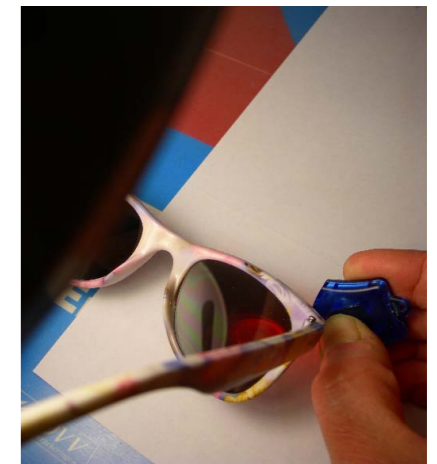
Voor dit probleem kunnen vele manieren van dragen aan het toestel toegevoegd worden. Iedere verpleegster draagt een uniform, en heeft daarin een aantal zakken. Misschien is dit de ideale plaats om het toestel op te bergen.

Het toestel moet robuust en duurzaam zijn

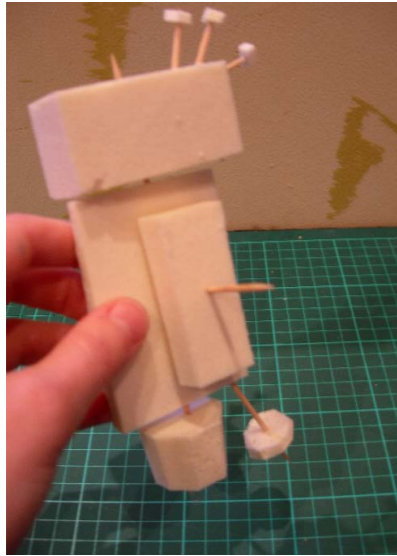
Hier moeten de wensen van de doelgroep nog eens gepeild worden.

Het toestel beschermen tegen diefstal/ verlies

Deze zaken kunnen softwarematig vastgelegd worden. Zo kan een verpleegster verplicht zijn haar badge in te scannen vooraleer het toestel kan werken. Onder verlies wordt verstaan dat het toestel achtergelaten werd in een kamer. Ook hier zou het toestel een signaal kunnen uitzenden waardoor het makkelijker teruggevonden wordt.



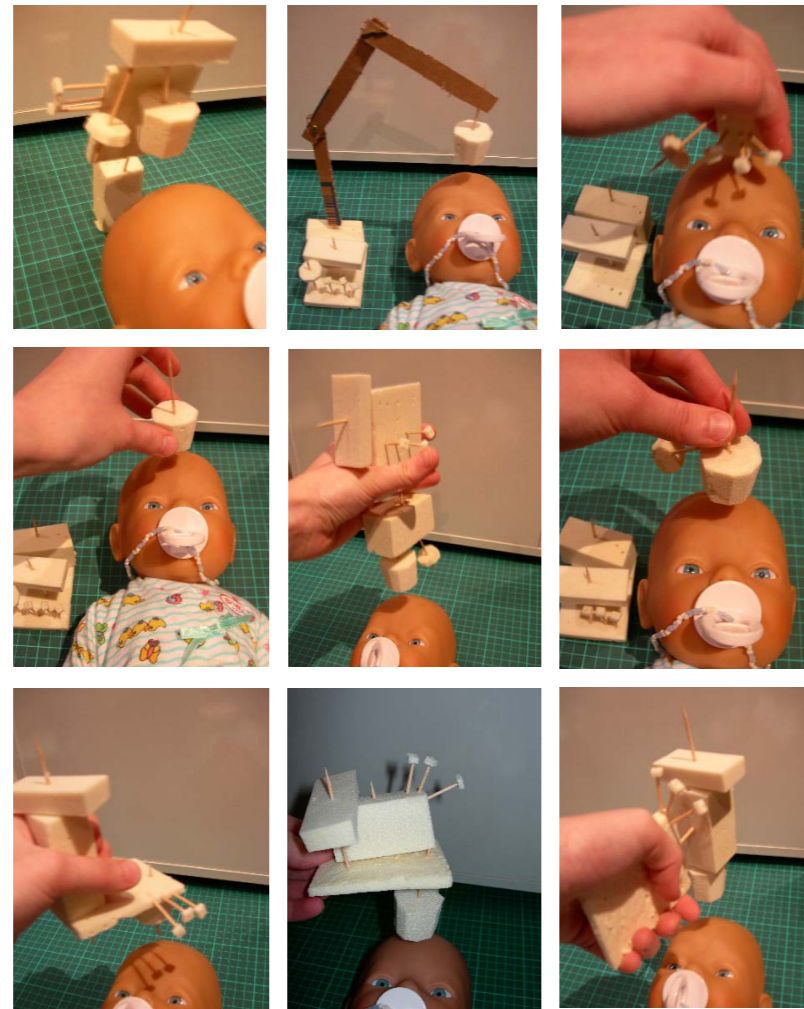




Naast deze aanpak door middel van het creëren van deeloplossingen, werd ook adhv de gecreeërde schuimcomponenten een exploratieoefening uitgevoerd. Door een ander plaatsing van de componenten komen we tot andere vormen en nieuwe productideeën.

Een idee dat hieruit voortvloeide was onder meer het scheiden van de ledkop en het spectralon. Nu gebruikt het toestel een motortje om de led kop te draaien naar het spectralon. De leds kalibreren aan de hand van dat wit. De foto hiernaast toont hoe de componenten in de vernieuwde Bilimed van Med&Led geplaatst zijn. Daarbij zie je drie knoppen bovenaan, daaronder de batterij, nog eens eronder de printplaat met daarop een display. Onder deze componenten vind je de ledkop en schuin ervan het spectralon. Al deze componenten zijn omhult door een behuizing, met onderaan een gat voor de ledkop. De ledkop wordt in de behuizing naar het spectralon toegedraaid om de leds af te stellen volgens de omgevingstemperatuur en mogelijke slijtage.

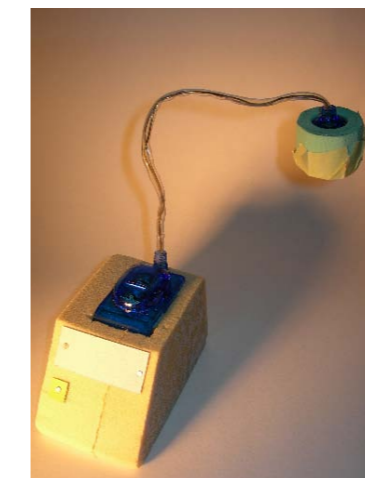
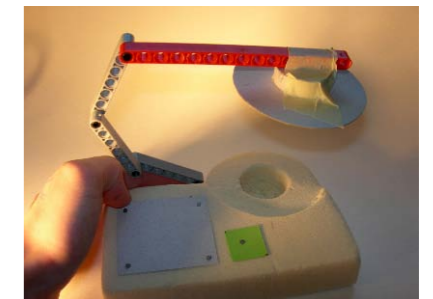
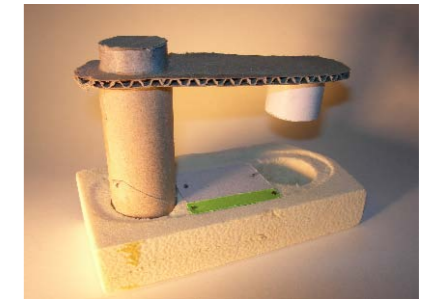
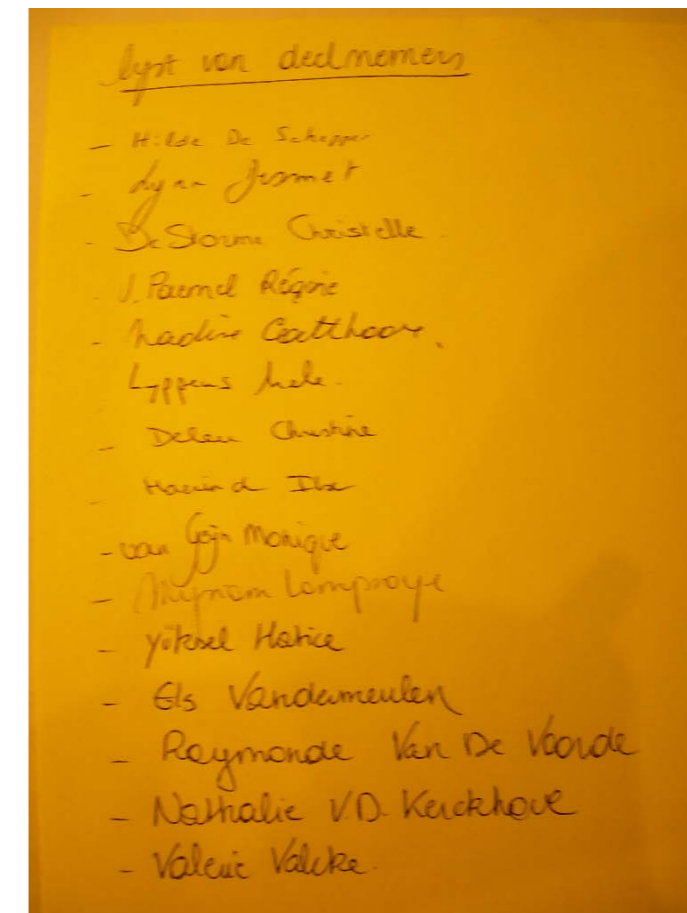
**Spectralon**  
Spectralon is een fluoropolymeer en heeft een zeer hoge diffuse reflectie. Het wordt gebruikt om de leds te kalibreren. Het spectralon gebruikt in de Bilimed is ongeveer 3mm dik en heeft een diameter van 20mm. De leds worden voor elke meting adhv dit materiaal gekalibreerd. De ledkop wordt naar het plaatje toegedraaid, en zo wordt een kalibratie uitgevoerd, waarna de ledkop terugkeert en een meting uitvoert.



## Tweede reeks maquettes

Met deze maquettes wordt bij de verpleegster getest wat voor hen het beste werkt. Deze globale oplossingen richten zich vooral op correcte afstand toestel-baby, dit is een deelprobleem categorie1.

15 verpleegsters namen deel aan een reeks testjes







### Deeltest 1

De testopstelling staat hiernaast afgebeeld

Eerst moest de verpleegster de toestelletjes testen op een pop. De modelletjes waren voorzien van een led zodanig dat een waarheidsgetrouwe test kon uitgevoerd worden. De pop werd voorzien van een sticker met twee cirkels erop getekend. De verpleegster moest proberen het lichtje binnen de binnenste cirkel te houden. Door te kijken naar de buitenste cirkel werd nagegaan of de verpleegster veel bewoog.

De videofragmenten die bij deze test opgenomen werden, vindt u terug op bijgevoegde CDrom in de map 'videofragmenten conceptgeneratiefase'.

Resultaten uit de toestellen:

Twee toestellen werden onmiddellijk afgekeurd wegens gevaarlijk en niet kindvriendelijk. Dit waren deze met de telescopische buis, en deze met de harde uitvouwbare arm. Deze worden niet meegenomen in de vergelijking. De betere toestellen waren voorzien van een ledje, en konden makkelijk getest worden.

Om de onderstaande voor- en nadelen te verstaan moeten eerst de extra bevindingen uitgelegd worden.

- Een toestel dat in een couveuse het bedje of de patiënt raakt moet worden ontsmet.
- De zakken van de verpleegsters zitten vol
- Het focussen is handiger wanneer de ledcirkel wat groter is
- Om te bepalen of dat fotherapie nodig is heb je naast het toestel nog altijd een tabel nodig om de waardes te interpreteren (zie pagina 14).
- De meeste verpleegsters gaan over tot steunen op de tafel of steunen op de couveuse of steunen op het kind om het toestel mooi stil te houden.
- De verpleegster heeft 1 hand nodig om de baby te fixeren



Vergelijking van de 3 toestellen:

Huidig toestel:  
Compact  
1 toestel  
Raakt de couveuse niet  
Wordt meer schuin gehouden

Flexibel:  
makkelijk stil te houden  
Zicht van het stipje  
Draad te kort

Touw:  
meest vrijheid voor in de couveuse (toestel erboven op, enkel de kop erin)  
wat met die draad? vernestelen?

### Deeltest 2

Bij de tweede test werd een interview afgenomen over de voorstellen omtrent interface. De blauwe bladen aan de muur stelden een mogelijke manier voor, daarbij werd getoetst of de verpleegster het nodig vond:

- dat de leeftijd van de baby weergegeven werd
- of er fotherapie gestart was
- wie de meting uitvoerde
- hoelang de resultaten onthouden moeten worden
- of er een sneltoets nodig is waarbij ze hun persoonlijke metingen van die dag kunnen raadplegen.

De resultaten uit de interface:

De knop met de babylijst:

Deze knop bevat de lijst met de gemeten patiënten. Wanneer er op een patiënt geklikt wordt dan komen de vorige gemeten waardes te voorschijn.

De knop met de verpleegsterlijst:

Deze bevat alle namen van de verpleegsters die met het toestel werken. Deze knop staat toe enkel hun patiënten te zien die ze die dag gemeten hebben. Mochten ze vergeten zijn wat de gemeten waarde weer was, dan kunnen ze het zo gemakkelijk terugvinden.

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Knop met de babylijst         | JA  |
| Knop met de verpleegsterlijst | NEE |

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Babylijst                         | ALFABETISCH |
| alfabetisch of via hoogste waarde | ALFABETISCH |
| leeftijd baby                     | JA          |
| fotherapie                        | NEE         |
| wie meette                        | NEE         |
| Hoelang onthouden                 | onduidelijk |

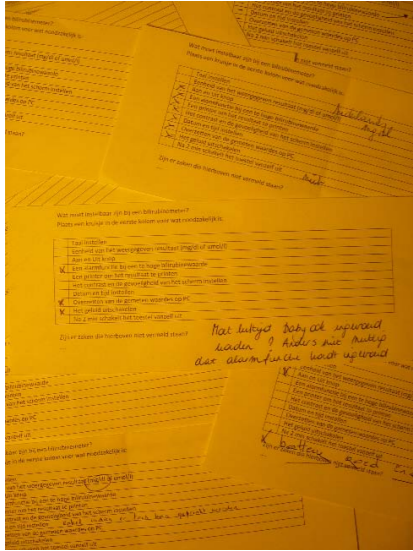
Een woordje uitleg:

Er wordt verkozen dat de babylijst alfabetisch gerangschikt is. De verpleegsterlijst vinden ze niet handig aangezien dit redundante informatie is. In plaats van de datum zouden ze liever de leeftijd van de baby hebben.

*Deze leeftijd moet in uren weergegeven worden, want de dagtelling bij materniteit en bij neonatologie gebeurt anders (de ene tellen een dag 0, en de andere starten bij dag 1).*

De verpleegster vonden het niet nodig om op het toestel te kunnen aflezen of fotherapie gestart is en ook niet wie de meting uitvoerde. Over hoelang de meting moet onthouden worden waren ze het niet allemaal eens. Sommigen zeiden één dag, dan konden ze nog eens terugkijken, mochten ze een waarde vergeten zijn. Andere zeiden de hele periode dat het kind opgenomen is. Nog andere vonden dat de gegevens gewist mochten worden na het overzetten op de PC.





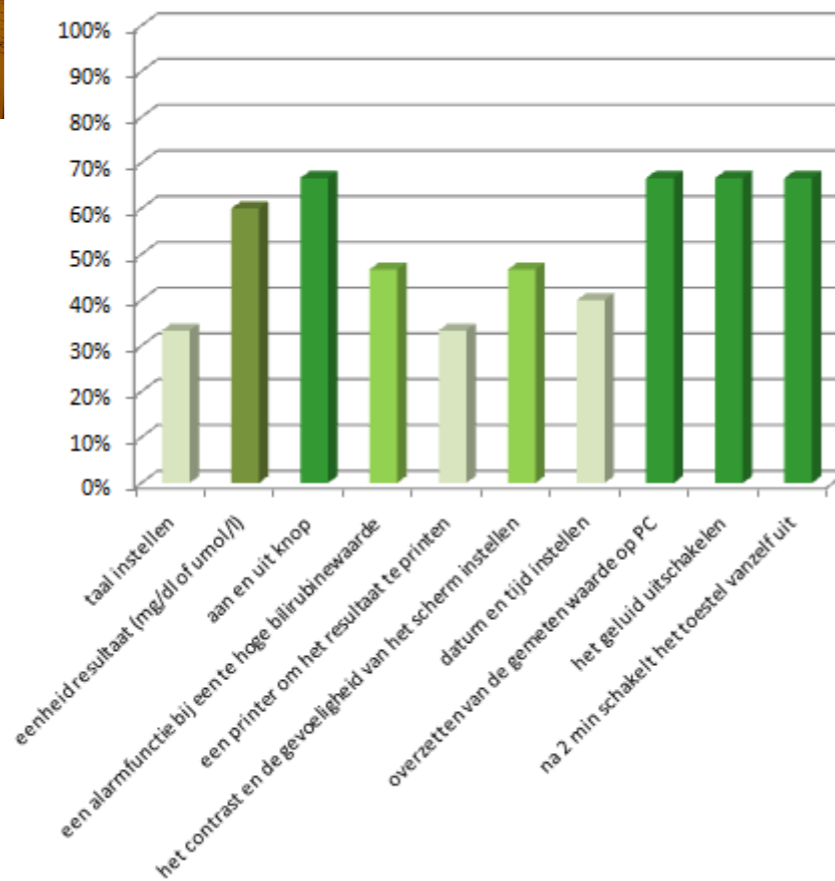
### Deeltest 3

Een derde test was een mini enquête waarbij de gemaakte keuzes op vlak van interface van in de “groeperen van ideeën” fase nog eens afgetoetst werden. De ingevulde enquêtes zijn te zien in foto 1.

De resultaten uit de enquête:

Donkergroene waarden zijn deze die zeker aanwezig moesten zijn voor het merendeel van de verpleegsters. De lichtgroene zijn wat minder belangrijk.

Onderaan staan de datum en tijd en de taal instellen in het groen. Dit zijn functies die ik er wel bij gestoken had maar niet als belangrijk naar voor kwamen uit de enquête. Toch kunnen we er niet van onderuit, wanneer we traceerbare gegevens willen, zijn datum en tijd cruciale gegevens.



| Keuzemogelijkheid  | Reeds gemaakte keuze |
|--|----------------------|
| taal instellen   | JA                   |
| eenheid resultaat (mg/dl of umol/l)                      | JA                   |
| aan en uit knop  | JA                   |
| een alarmfunctie bij een te hoge bilirubinewaarde        | JA                   |
| een printer om het resultaat te printen                  | JA                   |
| het contrast en de gevoeligheid van het scherm instellen | JA                   |
| datum en tijd instellen                                  | JA                   |
| overzetten van de gemeten waarde op PC                   | JA                   |
| het geluid uitschakelen                                  | GEEN GELUID          |
| na 2 min schakelt het toestel vanzelf uit                | GEEN GELUID          |

### Conclusies uit de deelproblemen na testfase2

#### Categorie 1:

Gebruikersgemak (lage leercurve, gemakkelijke interface)  
De interface wordt met de gebruiker getest.

#### Correcte afstand toestel-baby bepalen

Uit de testen met de verpleegster bleek dat de meting voor hen makkelijker verloopt als het toestel op een afstand 1cm - 1,5cm van de patiënt gehouden moet worden.

#### Stilhouden van het toestel tijdens de meting

Het stilhouden van het toestel ging makkelijker wanneer de ledkop afzonderlijk is. Het is een kleiner om vast te houden en makkelijker te manipuleren.

*Voor het stilhouden steunden alle verpleegsters ofwel op de baby (m.b.v. pink of twee vingers), ofwel op de tafel of de couveuse.*

De tafelhoogtes zijn hoog genoeg om dit toe te laten, vandaar dat men ook vanzelf deze handeling uitvoert.

#### Registreren van gegevens

Het interface onderzoek en de enquête hebben de mening van de verpleegsters getoetst. Hierdoor weten we wat de verpleegster nodig vindt aan info in het systeem. Hoe alles elektronisch onderbouwd wordt moet nog onderzocht worden. Uit de observatie is ook duidelijk gebleken dat de gegevens makkelijk traceerbaar kunnen gemaakt worden door deze te linken aan de barcode die iedere patiënt bezit. Daarom wordt alvast een barcodescanner in het systeem geïntegreerd.

#### Categorie 2:

De meting afschermen van omgevingslicht

Tijdens de observatie constateerde ik dat de verpleegsters het toestel of de ledkop omsloten met hun duim en wijsvinger, zodat ze nog een aantal vingers overhadden om te steunen op de baby. Hierdoor schermden ze de meting al behoorlijk af van omgevingslicht. Ook zou een extra verbreding in de weg zitten om deze handeling uit te voeren.

#### Zichtbare interface wanneer in een couveuse gemeten wordt

Met een afzonderlijke ledkop en toestel, blijft de display zichtbaar wanneer een meting in de couveuse wordt uitgevoerd. Want het toestel moet helemaal niet in de couveuse.

#### Categorie 3:

Het toestel moet meeneembaar zijn

Zoals in voorgaande conclusies aangehaald werd, draagt iedere verpleegster een uniform. Maar de zakken van de verpleegsters zitten al behoorlijk vol. Zelf opteerden ze om het toestel in de hand te dragen. Een optie om het toestel rond de hals te hangen vonden de meeste niet nodig.

#### Het toestel moet robuust en duurzaam zijn

Wanneer het toestel in de grond valt mag het nog niet direct stuk zijn. Hier moet eens gekeken worden hoe de schade beperkt kan worden.

#### Het toestel beschermen tegen diefstal/ verlies

Deze zaken kunnen softwarematig vastgelegd worden. Zo kan een verpleegster verplicht zijn haar badge in te scannen vooraleer het toestel wil werken. De verpleegsters zelf vonden het niet nodig om te weten wie wanneer welke meting uitvoerde. Zelf hebben ze de gewoonte een toestel terug te brengen naar zijn vaste plaats, na gebruik.

## Concept herleiden tot drie keuzes

Om een conceptkeuze te maken worden de drie concepten nog eens naast elkaar geplaatst. Naast het toestel met de draad is nu een draadloos toestel opgenomen. Dit vermijdt de problemen met het ontsmetten en opbergen van een draad.



### Voordelen

- compact
- Raakt de patiënt en de couveuse niet, dus moet niet ontsmet worden

### Voordelen

- Gemakkelijker positioneren en stil te houden door de verkleinde kop
- Het toestel zelf hoeft de couveuse niet binnen (enkel de draad en de kop) en hoeft dus niet ontsmet te worden
- Betere zichtbaarheid van waar je meet
- Het kalibratiestukje zit vast gefixeerd in het toestel waardoor een motor kan geëlimineerd worden

### Voordelen

- Goede zichtbaarheid wat je meet
- Geen draad die in de weg zit
- Enkel een ledkop te ontsmetten
- Geen motortje nodig om te kop te draaien naar het kalibratiestukje. Het kalibratiestukje zit nu vast gefixeerd in het toestel

### Nadelen

- Wordt vaker schuin gehouden bij een meting, omdat het zicht beperkter is
- Moeilijker om stil te houden door het gewicht
- Wanneer op het kind gesteund wordt om het toestel stil te houden, wordt er met het volle gewicht van het toestel druk op het kind uitgeoefend

### Nadelen

- Een draad die moet ontsmet worden
- De draad moet opgerold worden tijdens transport

Hoe dik zou deze draad moeten zijn om de 8 leds in de kop + fotodiode die het teruggekaatste licht opvangt, te voorzien van stroom + datauitwisseling

### Nadelen

- Dubbele componente (batterijen)
- De ledkop kan zoekgeraken

Zou het mogelijk zijn om draadloos waarden door te sturen van de ledkop naar het toestel? Via welke techniek? Hoeveel componenten moeten hiervoor zowel in de ledkop als in het toestel aanwezig zijn? (batterijen...)

Deze vergelijking en bijkomende vragen werden opgestuurd naar een electro-nica expert en naar Med&Led.

#### Conclusie:

Bij het toestel met een draad hoeft de draad helemaal niet zo dik te zijn.

Bij het draadloos toestel bestaan verschillende methodes om deze verbinding te realiseren. Deze zijn:

Custom tranceiver 433MHz

Bluetooth

IR

WIFI

## Gekozen concept

Als concept wordt voor het draadloze toestel gekozen. De voornaamste reden is omdat alle voordelen van het kleine ledkopje behouden worden en de nadelen van de draad geëlimineerd zijn.

De verbinding tussen de ledkop en het toestel gebeurt adhv USB standaard. Deze standaard is zeer betrouwbaar en goedkoop. Naast deze werden RS232 en I<sup>2</sup>C overwogen. Beide zijn verouderde technologieën, waarbij RS232 een grote inbouwgrootheid heeft, hetgeen hier niet gewenst is.

Het toestel zelf moet ook verbonden zijn met de PC. Het moet namelijk de patiëntgegevens kunnen linken aan de ingescande barcode van de patiënt. Voor deze connectie wordt WIFI gebruikt. Dit is tegenwoordig al aanwezig in de meeste ziekenhuizen.

*Bij nader inzien werd in plaats van WIFI toch geopteerd voor USB connectie, WIFI zou namelijk storingen kunnen opleveren bij cardiologische apparatuur. Zigbee een nieuwe technologie zou daar wel een oplossing kunnen bieden.*

Andere opties waren bluetooth, infrarood, Zigbee. Maar bij infrarood moeten de toestellen gealigneerd zijn dus deze valt er al uit. Bluetooth kan gestoord worden door infrarode signalen en radiosignalen en heeft een beperking van 1 meter. Zigbee is redelijk nieuw en kan dus niet verwacht worden dat elk ziekenhuis dit ondersteund [REF 7 - 9].

#### Basiscomponenten in het toestel

Display

Batterij NiMH

4 toetsen

2 knoppen (aan-uit/ scanknop)

Printplaat met oa microcontroller

Barcode-scanner (foto1)

Spectralon

USB connectie ledkop-toestel

Tranceiver voor WIFI / **USB connectie toestel-docking**

Door het spectralon in het toestel te steken en niet in de ledkop wordt een motortje uitgespaard. Deze motor diende om de ledkop naar het spectralon te draaien. Nu zit dit spectralon in het toestel juist onder de plaats waar de ledkop wordt geborgen.

#### Basiscomponenten in de ledkop

6 leds

printplaatje met oa microcontroller

1RGB led als feedback lampje

afstandssensor

Batterij NiMH

RS232 connectie

Het feedbacklampje en de afstandssensor geven feedback over de meting. De grootte van de batterij is afhankelijk van de piekstromen die in de ledkop optreden, dit wordt in het technisch deel verder uitgewerkt. Aannemelijk is dat alles in het voorgestelde prototype past.





### Het prototype van het concept

Een kleine vormgefelijke studie werd uitgevoerd met het toestel op de rechter pagina als resultaat. Definitieve vormgeving en toetsen zullen in het volgend hoofdstuk met de gebruiker getest worden. Hier werd voor een organische vorm gekozen omdat het toestel bij kinderen terecht komt en er kindvriendelijk mag uitzien.

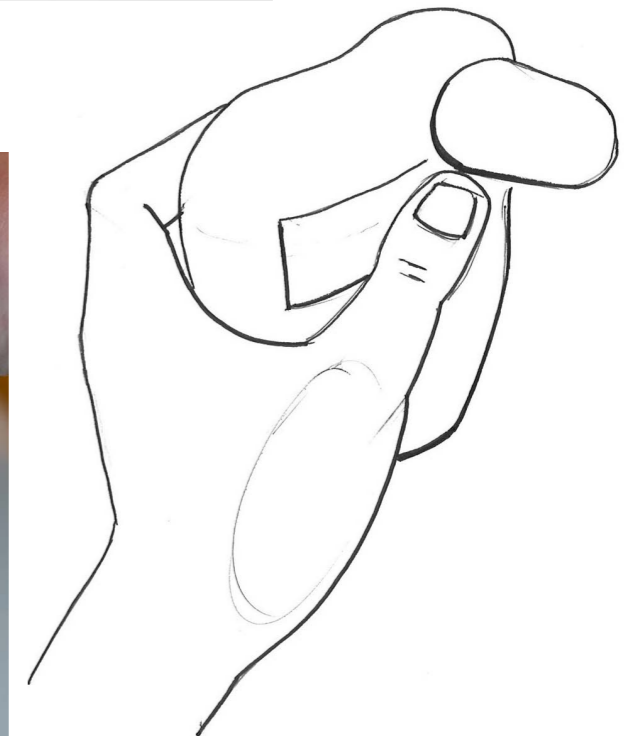


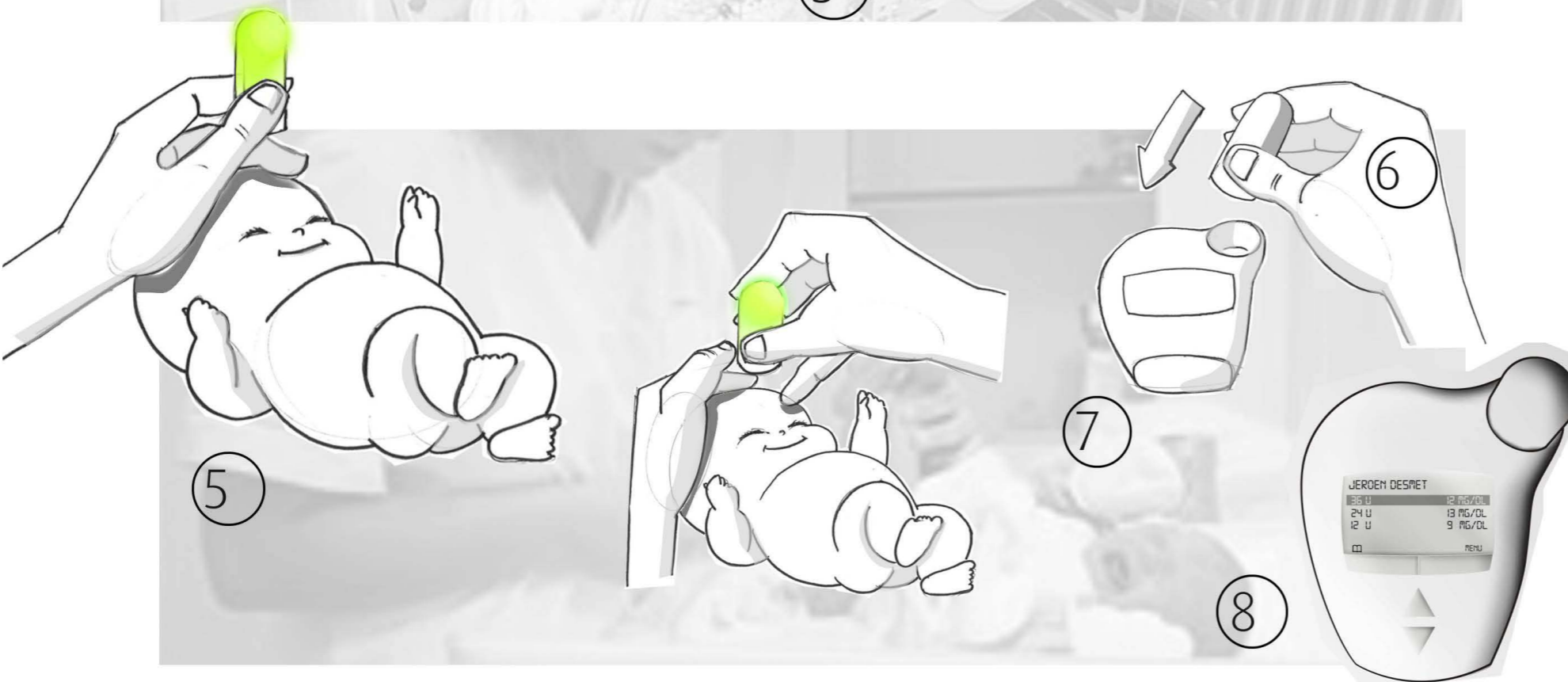
### Het gekozen prototype

De verpleegster draagt het toestel in de hand wanneer ze van de ene naar de andere patiënt gaat.



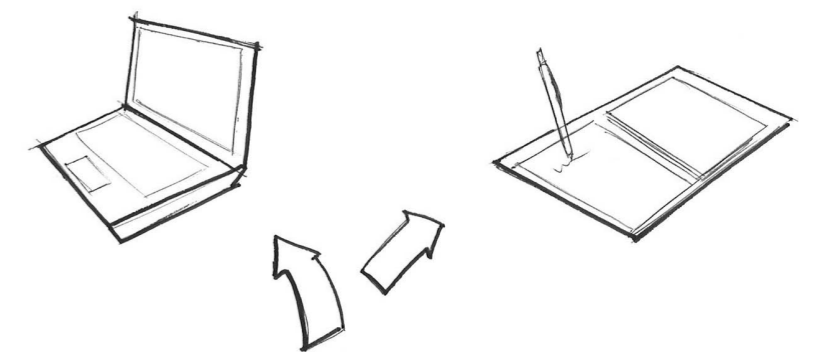
Ruwe afmetingen  
Het toestel zelf 150x80x30  
De ledkop 50x25x25





## De flow bij het gekozen concept en prototype

1. Het toestel wordt aangeschakeld met de schuifschakelaar op de zijkant van het toestel. Onmiddellijk verschijnt de patiëntenlijst op de display.
2. Er wordt een naam geselecteerd en op start gedrukt, het toestel kalibreert. Dit zie je doordat er een wit licht pinkt in het bovenste deel van de ledkop. Dit deel is vervaardigd uit doorzichtige kunststof.
3. Wanneer het kalibreren gedaan is, brandt er een gedimd wit licht. Nu weet de verpleegster dat ze de meting mag starten.
4. De ledkop wordt uit het toestel gehaald en vanaf nu zoekt de afstandsensor de correcte afstand. Wanneer deze bereikt is verandert het witte gedimd licht in een groen licht.
5. Na 1 seconde stilhouden gaat de ledkop over tot meten. Nu pinkt het groene licht.
6. De meting is voorbij en het lichtje gaat uit in de ledkop. Het toestel moet nu eerst weer gekalibreerd worden vooraleer een nieuwe meting mag uitgevoerd worden.
7. De gegevens worden ingeladen door de ledkop weer in het toestel te plaatsen.
8. Nu verschijnt de zojuist gemeten waarde op de display van het toestel. Deze waarde kan genoteerd worden in het papieren dossier of wordt vanzelfs via WIFI met het patiëntendossier uitgewisseld.





## Waarom dit het ultieme concept is

Dit wordt verklaard a.d.h.v. de vooropgestelde persoonlijke doelstellingen

### - Sterktes van de technologie maximaal tot uiting laten komen

1. Toestel kan eenvoudig met een steunpunt stilgehouden worden  
Het toestel moet mooi stil gehouden worden om veelvuldige errors te voorkomen. Uit onderzoek bleek dat de verpleegsters daar in slaagden door te steunen op het kind of op de tafel/couveuse. Zowel op neonatologie als op materniteit bleek dat steunen altijd mogelijk is.

2. Omgevingslicht wordt geëlimineerd

Het merendeel van de verpleegsters steunde zoals in foto 1 weergegeven is. Op deze manier elimineren ze een groot deel van het omgevingslicht. Wanneer er toch op een andere manier gemeten wordt en er is teveel omgevingslicht, dan zal de verpleegster daar feedback over krijgen.

### - Toestel dat gemakkelijk integreert met het meten en verwerken van klinische resultaten

1. Traceerbare resultaten

Door een barcodelezer te gebruiken zijn alle resultaten traceerbaar en kunnen er minder fouten gemaakt worden.

2. Ingespeeld op de digitalisering van de patiëntendossiers

De toekomst van de hospitalen gaat ongetwijfeld de digitale toer uit. Dit toestel speelt hier op in door de gegevens draadloos uit te wisselen met de computer. Updates kunnen zelfs draadloos gebeuren.

3. Interface tussen het toestel en het patiëntendossier

Doordat het toestel non invasief is leent het zich ertoe om herhaaldelijk metingen te doen, op die manier kan voorspeld worden wanneer de bilirubinepiek zal optreden en kan preventief gehandeld worden. Om een mooi overzicht te krijgen kan bijhorende software ervoor zorgen dat de waarden in een grafiek uitgezet worden volgens levensuren en het aantal mg/dl bilirubine. Zo een grafiek wordt weergegeven in de foto hieronder.

### - Eenvoudig in gebruik voor de specifieke doelgroep

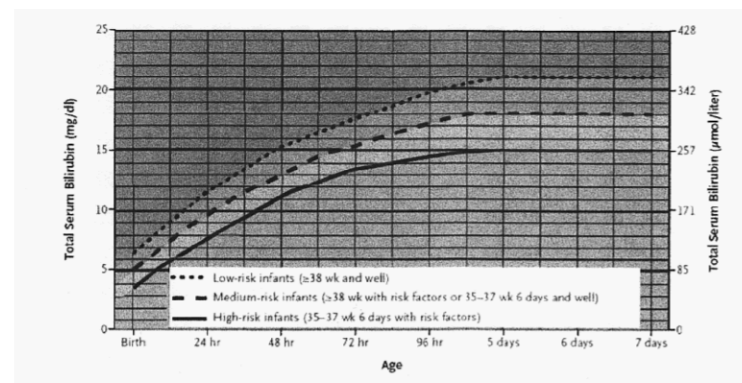
Voordelen voor de verpleegsters

1. Geen risico op crosscontaminatie

Doordat het toestel niet het bedje van de couveuse raakt noch de patiënt moet het niet ontsmet worden. Het toestel zelf komt de couveuse niet binnen, enkel de ledkop. Mocht de verpleegster naast haar handen toch het toestel willen ontsmetten, dan beperkt zich dat tot de ledkop. Deze is zonder al te veel hoekjes en kantjes uitgevoerd om dit snel te laten verlopen.

2. Minimaal tijdverlies bij het inladen van gegevens

De gegevens worden draadloos ingeladen in de computer, zo hoeft de verpleegster geen extra tijd steken in het afhalen van resultaten uit het toestel.



3. Duurzaam toestel

Het toestel maakt geen gebruik van vervangonderdelen, die dan uit voorraad zijn, of zoek zijn... Wanneer je het toestel hebt is alles voorhanden.

4. Feedback voor de meting

De meting wordt niet uitgevoerd vooraleer aan alle condities zijn voldaan. Het vorige toestel gaf pas een error na de meting indien de correcte afstand niet gehanteerd werd. Dit toestel geeft geen groen licht vooraleer het toestel op de correcte afstand, loodrecht boven de patiënt en voldoende stil gehouden wordt.

5. Makkelijk scannen van de patiëntenbarcode

De scanner bevindt zich aan de onderkant van het toestel en de scanknop aan de zijkant. In deze situatie wordt er van uitgegaan dat de meeste metingen op een horizontaal vlak gebeuren.

6. Een hand vrij om de baby te fixeren

Een baby kan nogal wat friemelen, dit is hinderlijk om een goede meting uit te voeren. Daarom houdt de verpleegster met één hand het kopje van het kind vast. Dit toestel is erop voorzien dat men één hand vrij heeft om dit te doen.

7. Display niet nodig tijdens het meten

De gegevens worden pas zichtbaar op de display nadat de ledkop weer in het toestel geplaatst wordt. Op die manier is er geen probleem meer van het niet kunnen lezen van de display tijdens een meting. De feedback om een meting goed uit te voeren wordt door de ledkop geleverd.

8. Makkelijk meeneembaar toestel

Het toestel is niet al te groot uitgevoerd zodanig dat het makkelijk in de hand past om mee te nemen, dit was de voorkeur van de verpleegsters. Zij halen het toestel en brengen het terug na gebruik. Om een vaste plaats toe te kennen aan het toestel wordt geopteerd voor een docking station waarin het oplaadt.

Voordelen voor de pediater

In de toekomst kan dit nog veranderen, maar de dag van vandaag zijn het de pediaters die de beslissingen nemen omtrent de behandeling van de patiënt.

1. Berichtgeving bij een te hoge bilirubinewaarde

Met een waarde alleen weet je nog niet of het kind geelzucht heeft of niet. Daarvoor moet je de links afgebeelde grafiek nog gaan raadplegen. Deze zet het bilirubinegehalte uit i.f.v. de levensuren van het kind. De waarden van de grafiek worden in het toestel opgenomen, zodanig dat er een indicatie kan gegeven worden wanneer de bilirubinewaarde te hoog is.

2. Levensuren i.p.v. datum en tijd

Wanneer de pediater opteert om zijn grafiek af te lezen moet hij de levensuren van de patiënt gaan berekenen. Dit toestel berekent a.d.h.v. de barcode en de huidige tijd het aantal levensuren en geeft ze weer op de display. Nu hoeft de pediater niet meer te rekenen om zijn grafiek af te lezen.

3. De pediater kan de geschiedenis van de patiënt raadplegen

Vorige bilirubinewaarden zijn raadpleegbaar in het toestel. Zo hoeft de pediater niet in het dossier of naar de laptop te gaan kijken om het verloop te zien. De beslissingen kunnen bij het kind gemaakt worden. De dag van vandaag gebeurt dit ook zo, de verpleegster staat met het dossier naast de pediater.

Voordelen voor de patiënt

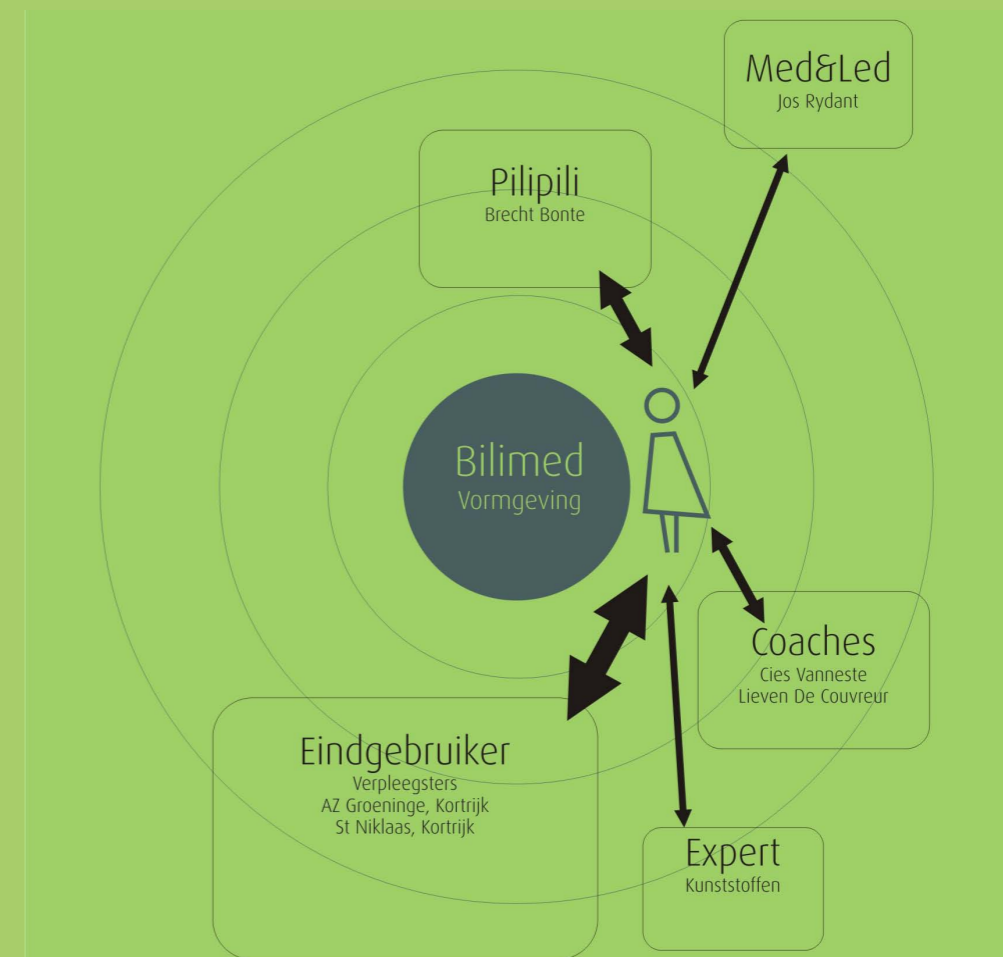
1. Minimale belasting van de patiënt

Om het toestel stil te houden wordt gesteund op de patiënt. Hierbij is de hinder minimaal doordat de verpleegster enkel een kleine ledkop in haar hand houdt. Dit is zeker gewenst bij baby's van maar 800g.



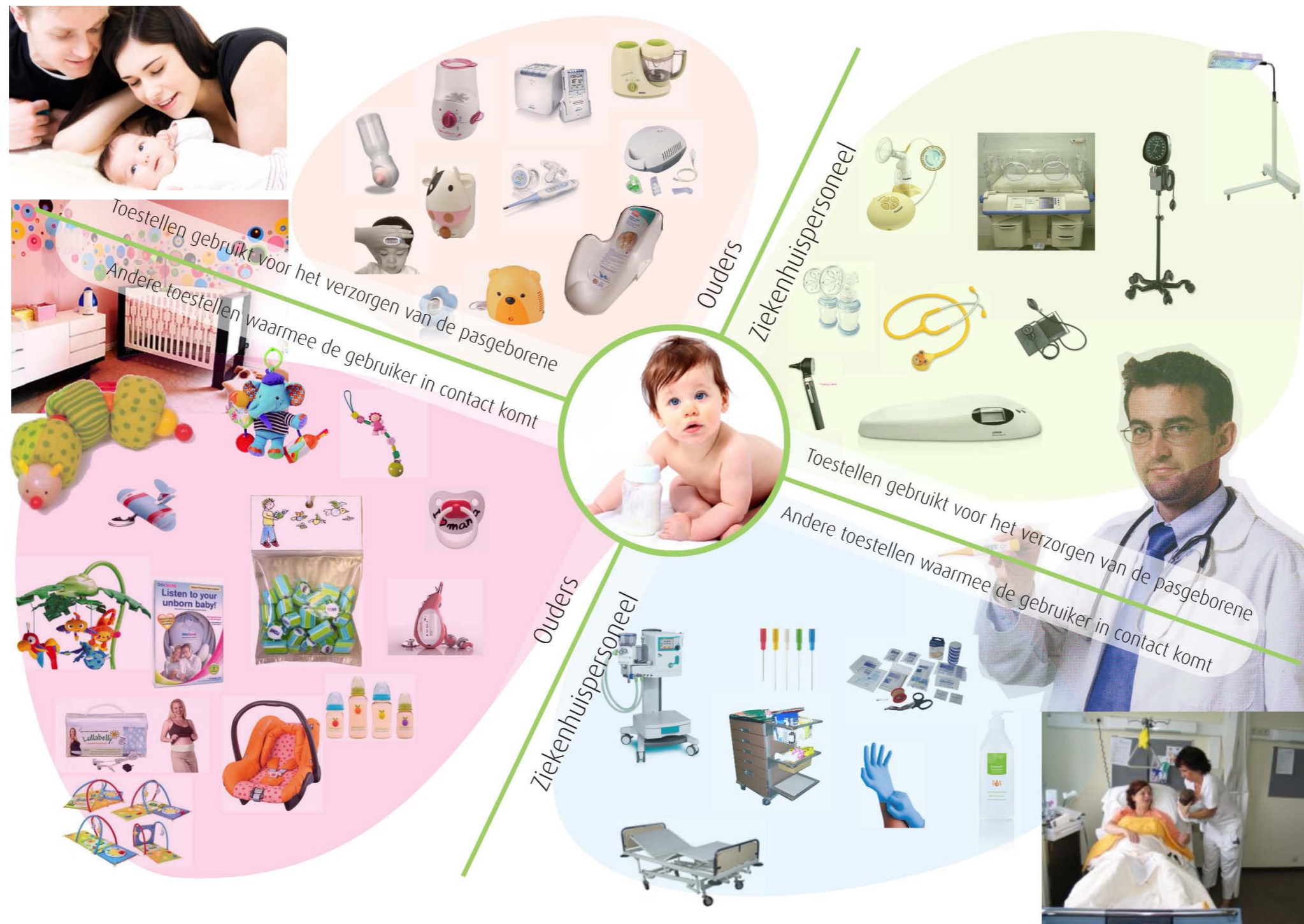
## Hoofdstuk 5: Vormgeving

In dit hoofdstuk worden voornamelijk schetsen en schuimmodellen vervaardigd. Deze implementeren het concept dat voorgesteld werd in vorig hoofdstuk, in telkens andere vormen. Door middel van een gebruikerstest wordt bepaald welke vormgeving het beste scoort.



## Hoofdstuk 5 Vormgeving

De productflow van het toestel werd in vorig hoofdstuk voorgesteld. Een eerste vormgeving werd aan het toestel toegekend om deze interactie te verduidelijken. Deze vormgeving en interactie werd nog niet getoetst met de gebruiker. In dit hoofdstuk wordt opnieuw geëxploreerd omtrent de vormgeving door middel van schetsen en schuimmodellen, waarna een gebruikerstest volgt. Uit deze resultaten kunnen dan de nodige wijzigingen aangebracht worden om tot een definitief design te komen. We starten de vormexploratie met een moodboard.



## Moodboard

Hieronder staat een moodboard met aan de rechterkant de medische wereld en aan de linkerkant de ouders hun wereld. Een verpleegster gebruikt toestellen specifiek voor babyzorg maar zit in een algemeen kader van medische toestellen. Kersverse ouders gebruiken ook specifiek toestellen voor babyzorg maar kaderen niet in een medische achtergrond. De ouders bevinden zich in een gelukstoestand, de geboorte waar ze naartoe geleefd hebben. Deze verschillende gemoedstoestanden en bijhorende producten zijn behoorlijk verschillend van vormgeving, dit ziet u hieronder afgebeeld.

## Moodboard

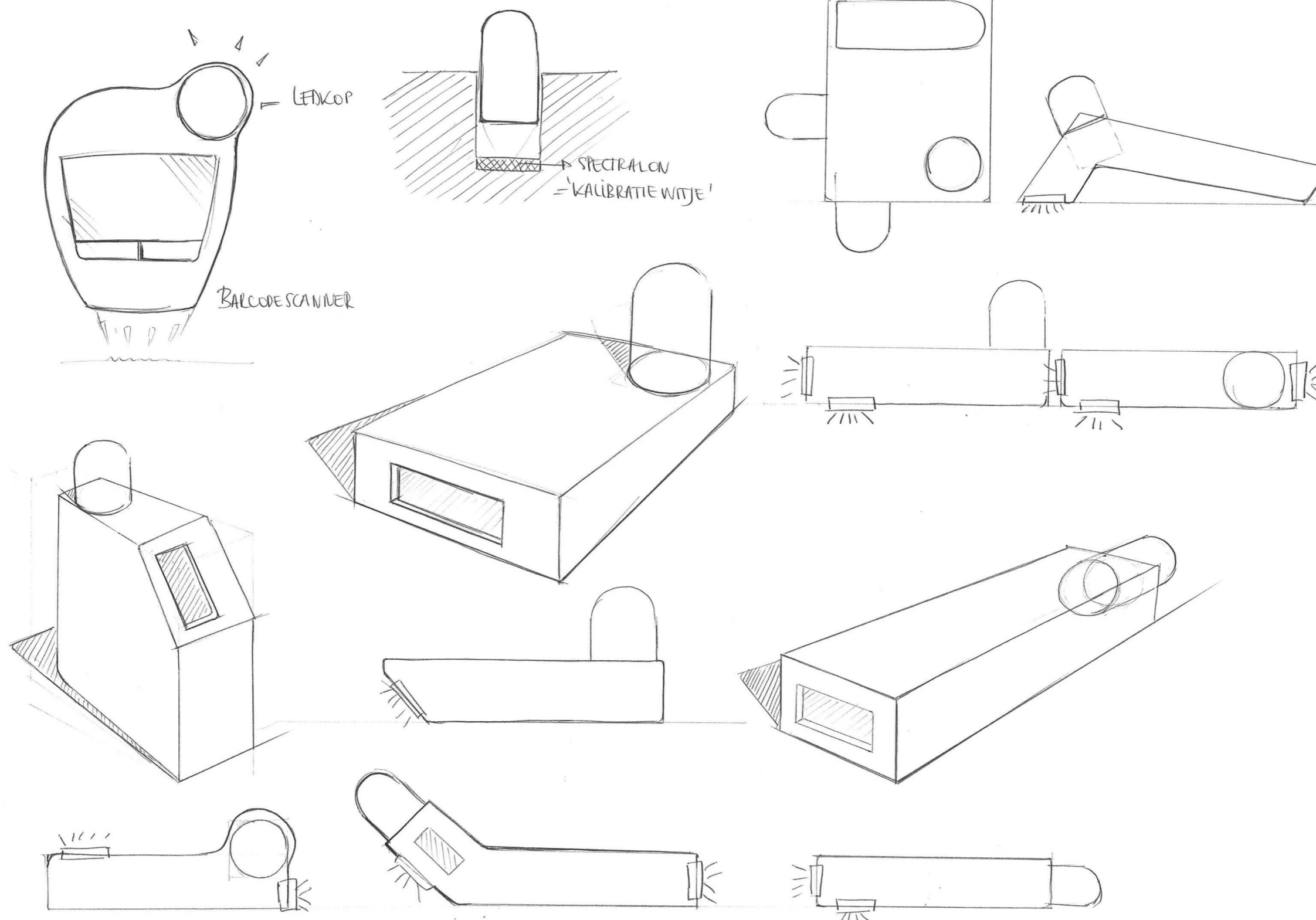
Een moodboard vertaalt data uit markt-onderzoeken in een visuele representatie, welke een inspiratieve kick-start is voor creatieve teams. Een moodboard wordt ook wel een beeldcollage genoemd, maar is meer dan dat. Diverse lifestyle elementen communiceren details die voor de doelgroep belangrijk zijn. Maar het verbeeld ook hun dromen en aspiraties. Het beeld uit wie en waar de doelgroep graag zou willen zijn.

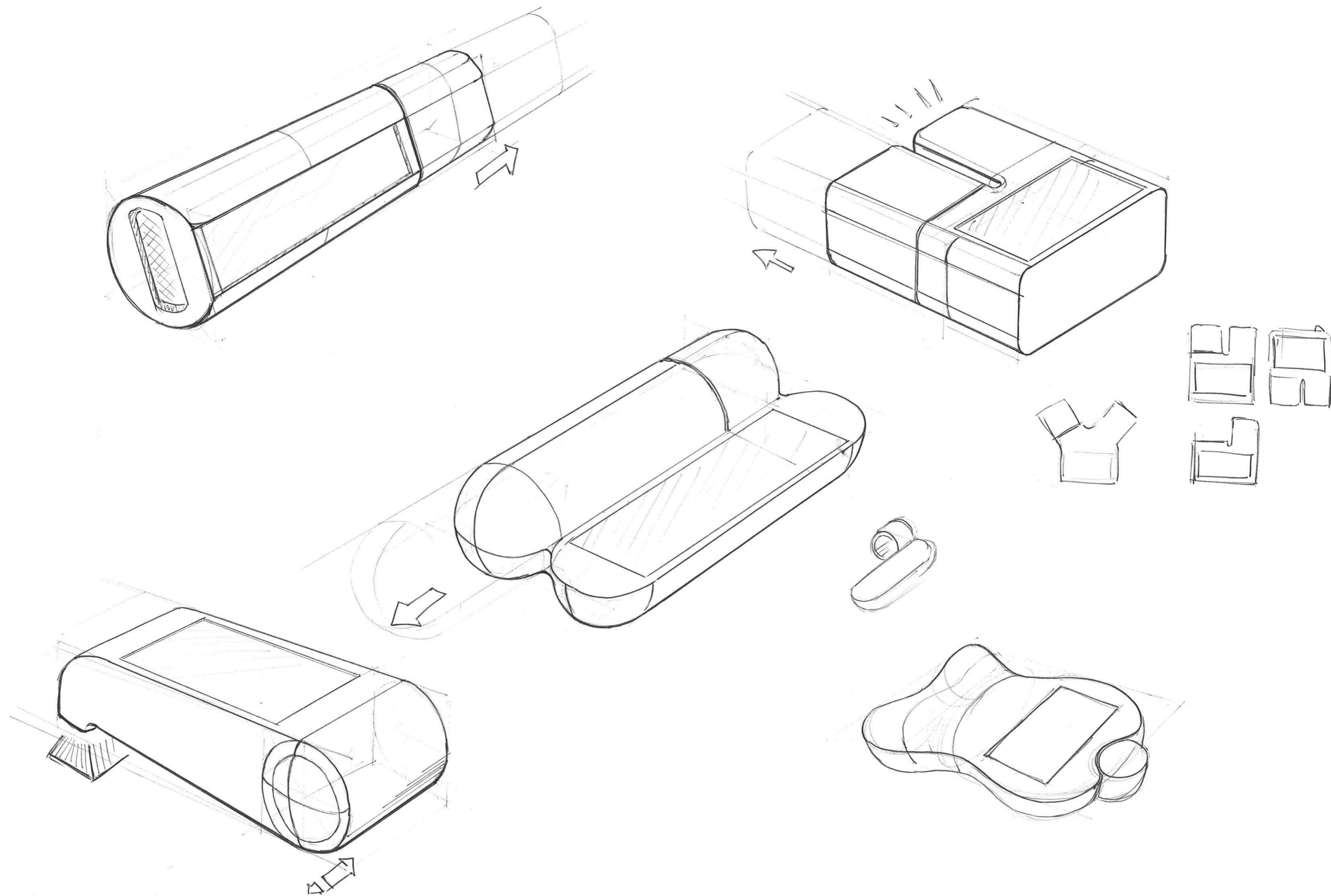
## Schetsen bilirubinemeter

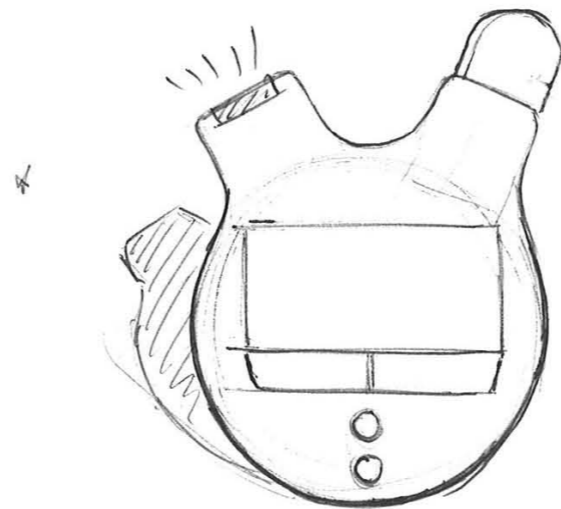
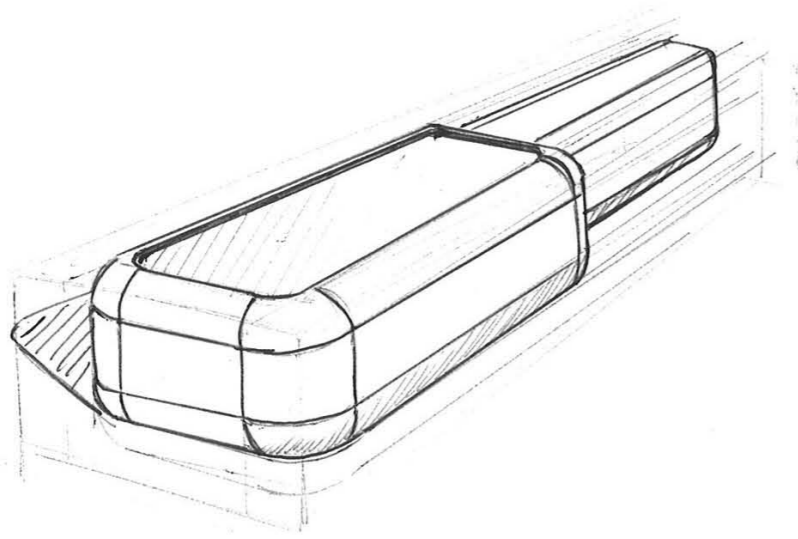
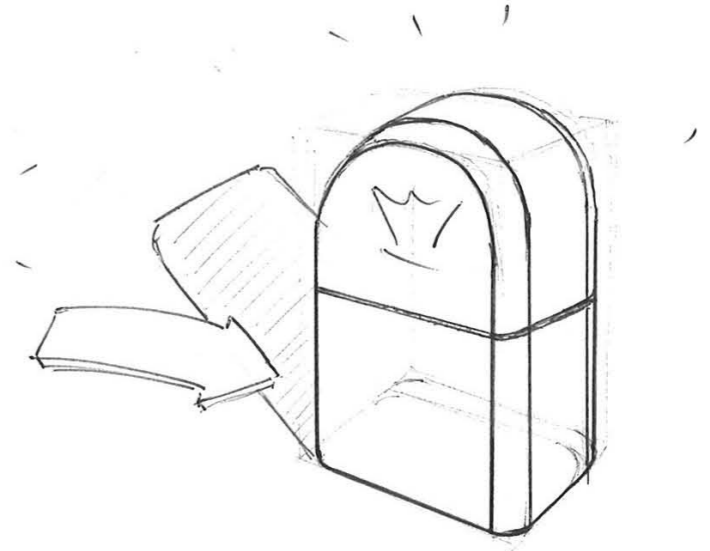
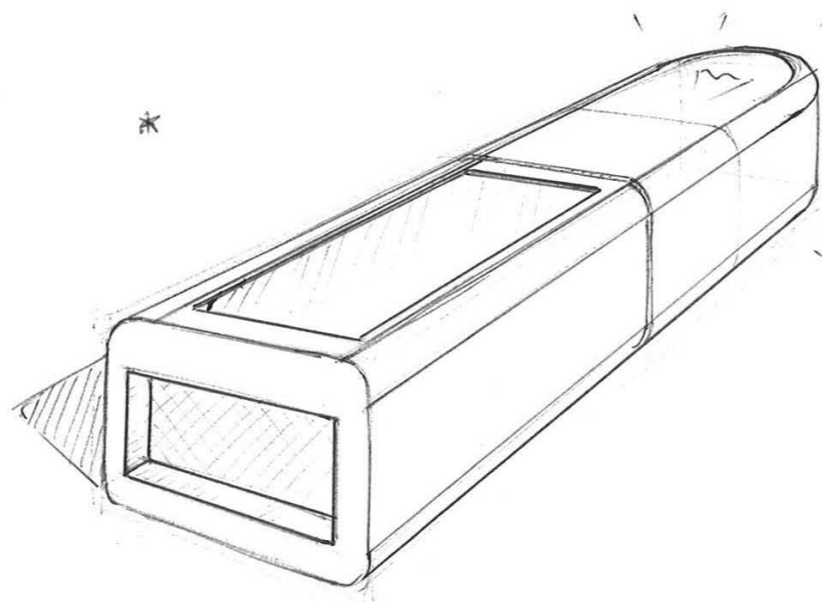
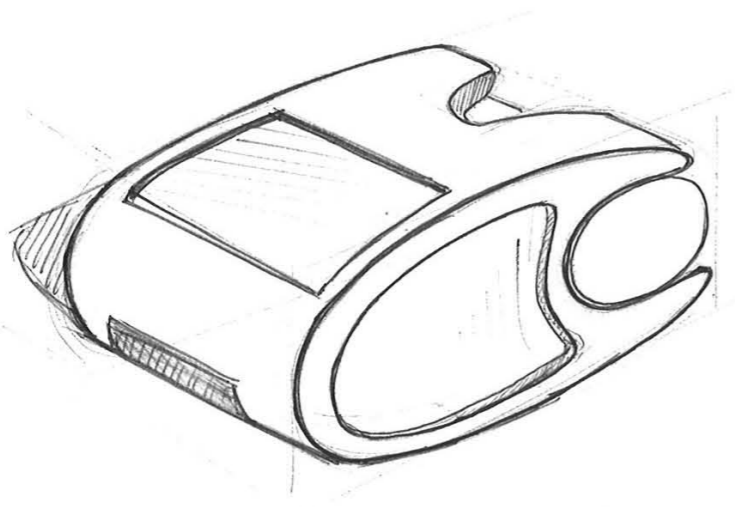
Onder het motto 'form follows function' moeten we toch een aantal functies in het achterhoofd houden tijdens het schetsen. De vormbepalende functies zijn de barcodescanner, de ledkop en het spectralon. Het spectralon moet zo geplaatst worden dat het makkelijk te vervangen is bij eventuele degradatie.

Hieronder ziet u nog eens de vormgeving vanuit vorig hoofdstuk en de mogelijke plaatsingen van de barcodescanner en de ledkop. Dit blad is het startpunt voor alle exploraties die volgen.

Op de volgende 2 pagina's vindt u nog een aantal schetsen, de overige zijn opgenomen in bijlage 4.



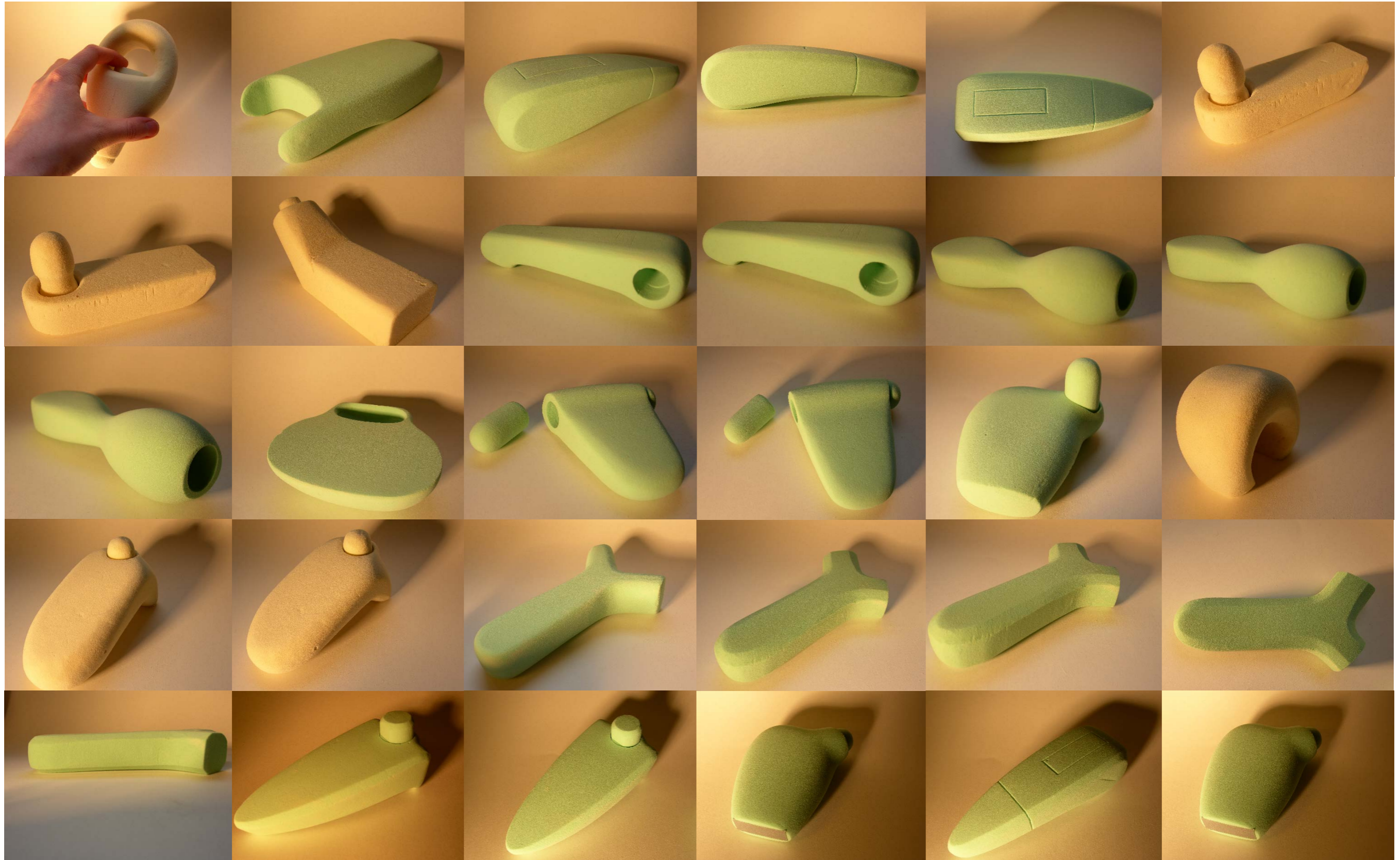




## Schuimmodellen

Schetsen geven een indruk, maar schuimmodellen kunnen interacties verdui

delijken. Vandaar dat er een hele reeks vormen geschuurd worden, gebaseerd op de schetsen. Een tweede reeks vormen volgt uit het testen van de eerste reeks.





## De zes uitverkozen modellen

Na een eerste selectie op basis van haalbaarheid en ergonomie blijven er zes compleet verschillende modellen over. Zowel de stand van de barcodescanner als van de ledkop is geheel verschillend. Om nu te weten te komen wat de beste bilirubinevorm is, moet er een gebruikerstest plaatsvinden, foto 1.

De modellen werden met twee teams getest. Zowel de verpleegsters van AZ Groeninge als van St Niklaas te Kortrijk werkten mee aan de test.

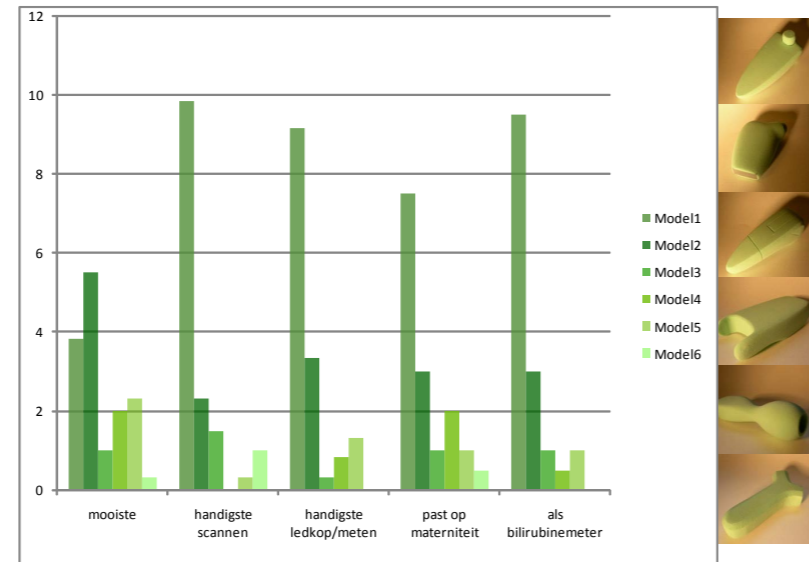
De test berstond eruit om bij elke bilirubinometer een barcode in te scannen en vervolgens een meting te simuleren. Zoals u kunt zien op foto 2 bezaten ze over blad met daarop een barcode en een stip, die de lichtcirkel van de ledkop voorstelde. Nadat ze alle zes modellen uitgeprobeerd hadden werd hen gevraagd een keuze te maken voor:

- de mooiste
- de handigste om te scannen
- de handigste om met de ledkop te meten
- diegene die past op materniteit
- de ultieme bilirubinometer



Van de vijftien bevroegde personen vindt u de resultaten in onderstaande grafiek. Iedereen kreeg een totale stem van één bij elk criteria. Dus wanneer er meer modellen aangevinkt werden per criteria dan werd dit verrekend, vandaar de decimalen.

| sommatie               | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| mooiste                | 3,83 | 5,5  | 1    | 2    | 2,33 | 0,33 |
| handigste scannen      | 9,83 | 2,33 | 1,5  | 0    | 0,33 | 1    |
| handigste ledkop/meten | 9,16 | 3,33 | 0,33 | 0,83 | 1,33 | 0    |
| past op materniteit    | 7,5  | 3    | 1    | 2    | 1    | 0,5  |
| als bilirubinometer    | 9,5  | 3    | 1    | 0,5  | 1    | 0    |



## Conclusie

Naast deze score per criteria werden ook de impressies van de verpleegsters genoteerd. Deze impressies samen met de scores per criteria zorgen ervoor dat er per model een conclusie kan genomen worden.

Model 6 valt er uit vanwege:

Het toestel werd lelijk bevonden door velen en werd bovendien slechts een maal als handigste verkozen.

Model 5 valt er uit vanwege:

De vorm werd te lang bevonden door de meesten. In gebruik moest dit model veel rondgedraait worden, wat ervoor zorgt dat maar één iemand dit als definitief beste gekozen heeft.

Model 4 valt er uit vanwege:

Dit is het model dat op allerlei verschillende manieren vastgenomen werd, de vorm bepaald dus zeker niet eenduidig het gebruik. Deze onduidelijkheid zorgde ervoor dat dit model nooit als beste scanner gekozen werd.

Model 3 valt er uit vanwege:

Dit model werd als verwarrend bevonden omdat hij anders was dan de andere (ledkop maakt deel uit van de vorm van het toestel)

Verbazing: werd niet als handige scanner aangeduid (te dik)

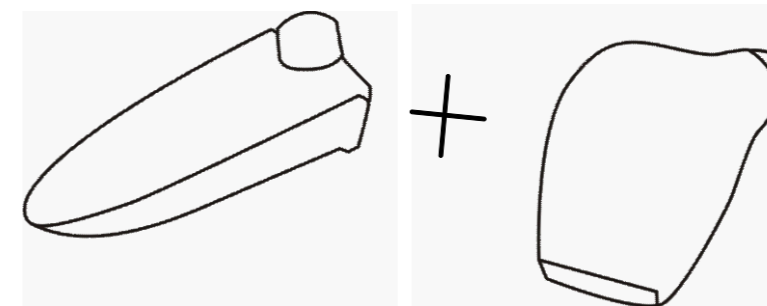
Model 2

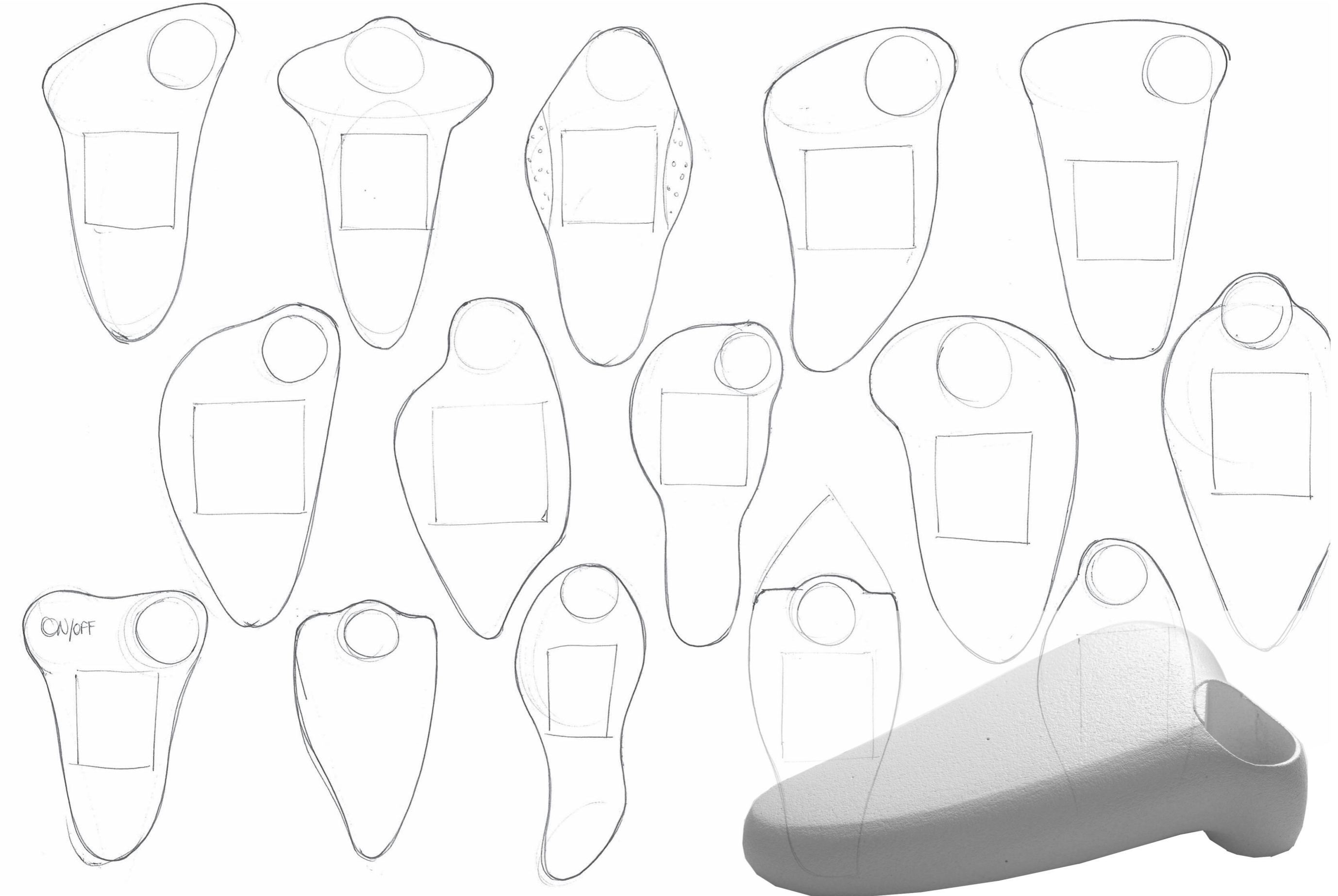
Deze werd door de meerderheid als mooi aangeduid, en als meest kindlievende vorm. Maar de plaatsing van de barcodescanner zorgde voor moeilijkheden in het vasthouden. Door twee lijnen toe te voegen werd getracht dit vasthouden duidelijker te maken, maar dit had niet veel resultaat.

Model 1

Dit laatste model werd door de meerderheid als beste scanner aangeduid. Dit toestel lijkt dan ook meest op de alombekende barcodescanners. Maar de personen die deze als handigste kozen, kozen meestal een ander toestel als mooiste (vaak model 2).

De uitdaging zit er dus in de functioneelheid van model 1 te behouden en de vormgeving van model 2 hierop toe te passen.







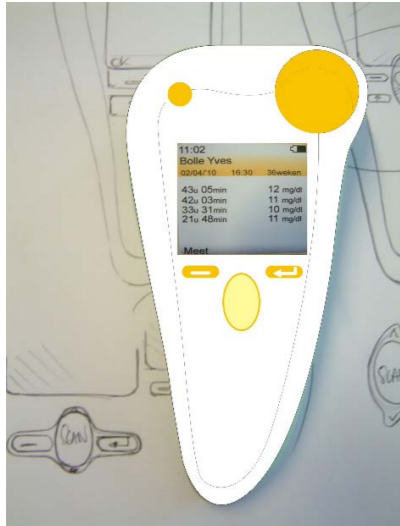


### De definitieve vorm

Vooraleer de definitieve vorm bekomen wordt, worden een aantal varianten geschuurd. Het verschil zit hem in de details, zoals bijvoorbeeld de deelnaad (hierboven afgebeeld).

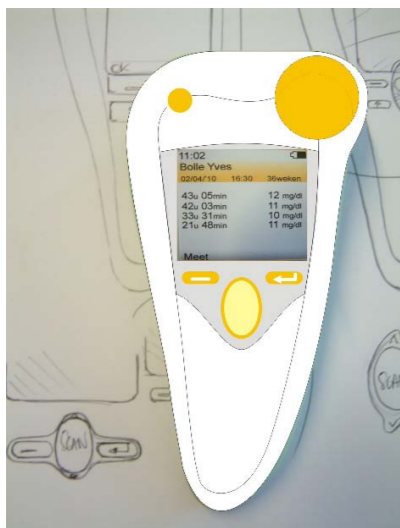
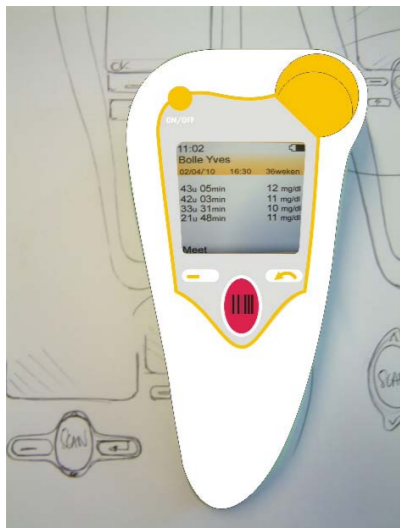
Er wordt gekozen om naast de contour op het bovenzvlak een sterke lijn op het zijvlak aan te brengen. Deze lijn zal tevens de deelnaad zijn. In de afgebakende zone op het bovenzvlak komen de display en de bedienings-toetsen van het toestel. Hoe dit allemaal in zijn werk gaat staat omschreven in het hoofdstuk 7 engineering.





## Kleurbepaling

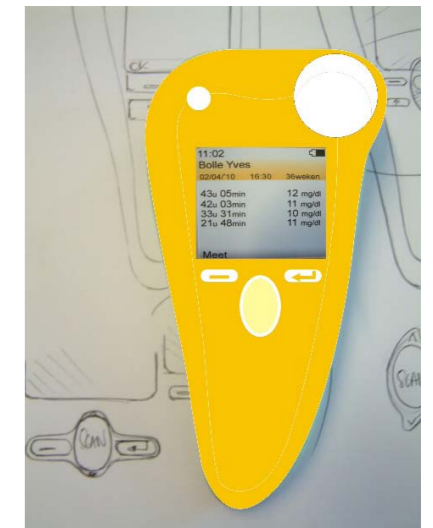
Al snel werd besloten om met de gele kleur te werken. Bilrubine is dan ook een gele kleurstof.  
Hieronder staan de gekozen kleuren.



Er wordt met wit en geel gewerkt.  
RGB wit: 255- 255- 255  
RGB geel: 255 - 229 - 0

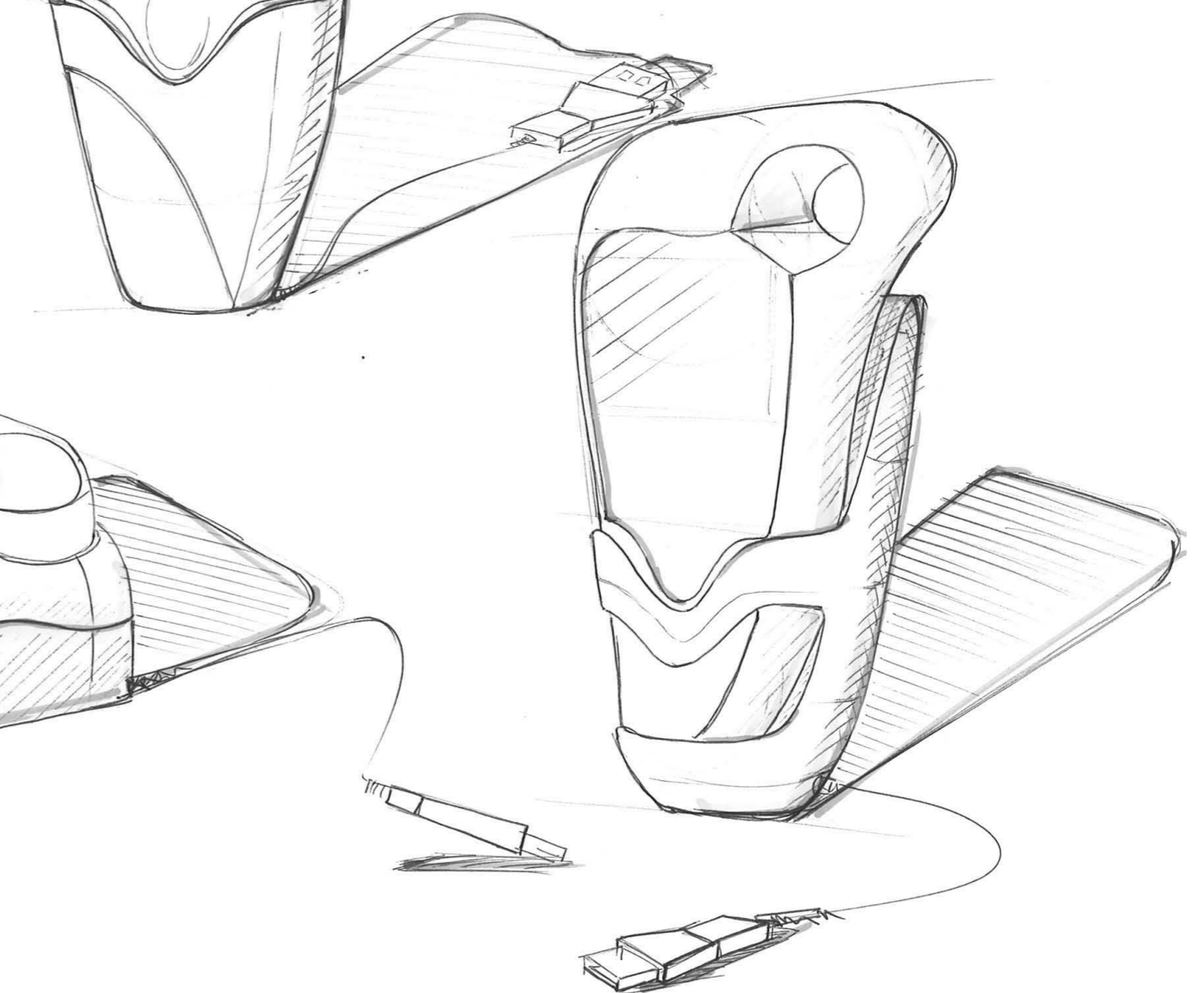
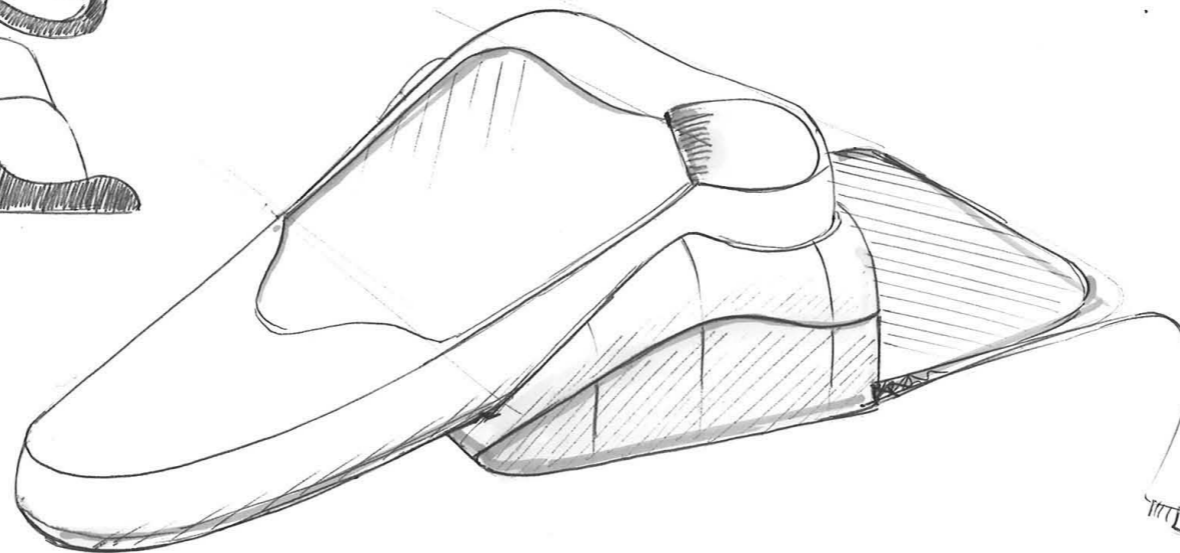
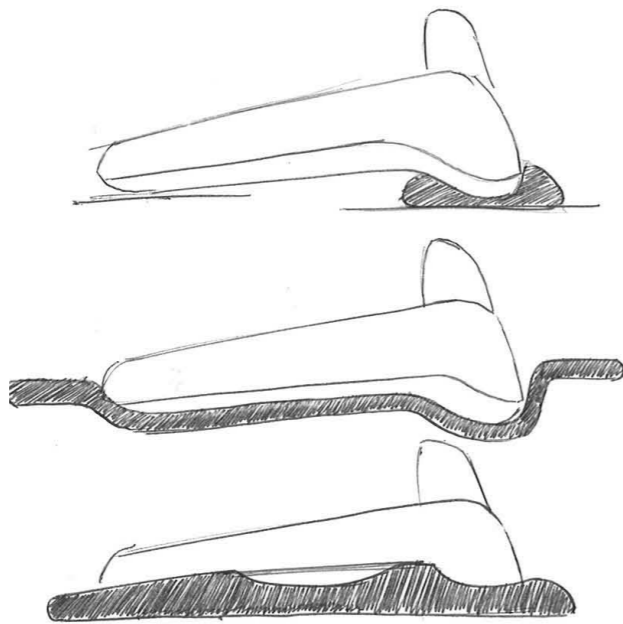
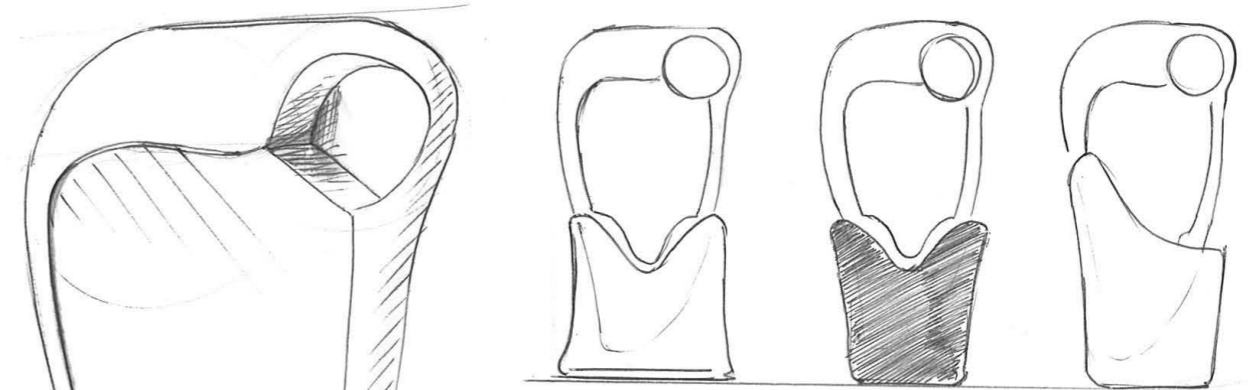
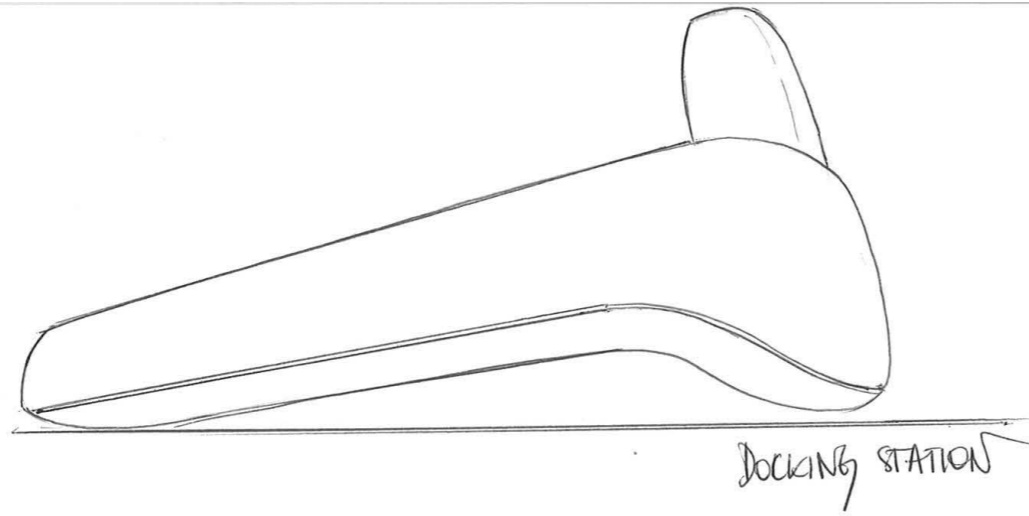
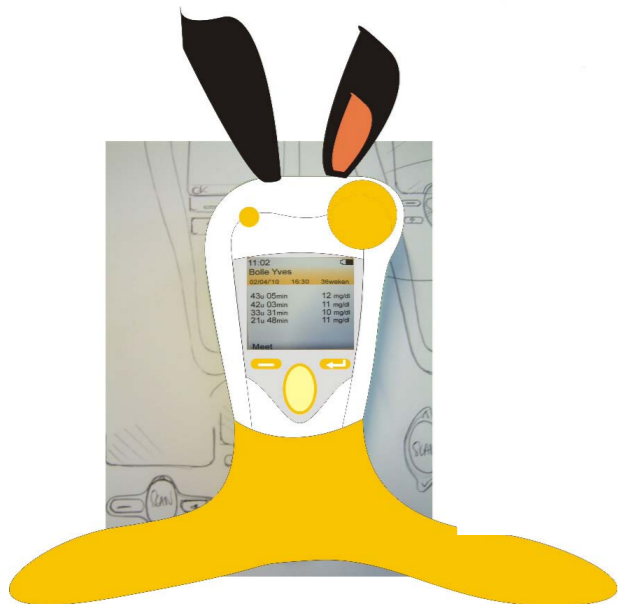
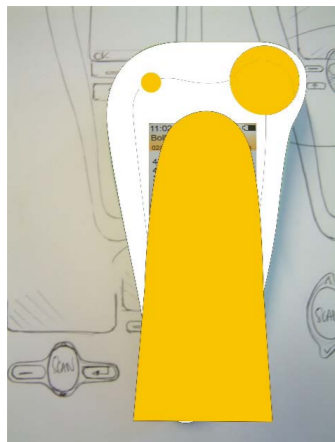
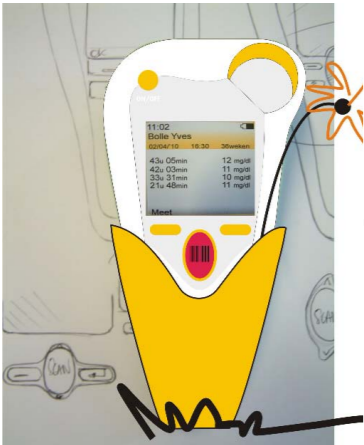
RAL 9010 en RAL 1016 benaderen deze kleuren het best.

## Bilirubinemeter



# Schetsen docking station

Enkele vormschetsen voor het docking station.



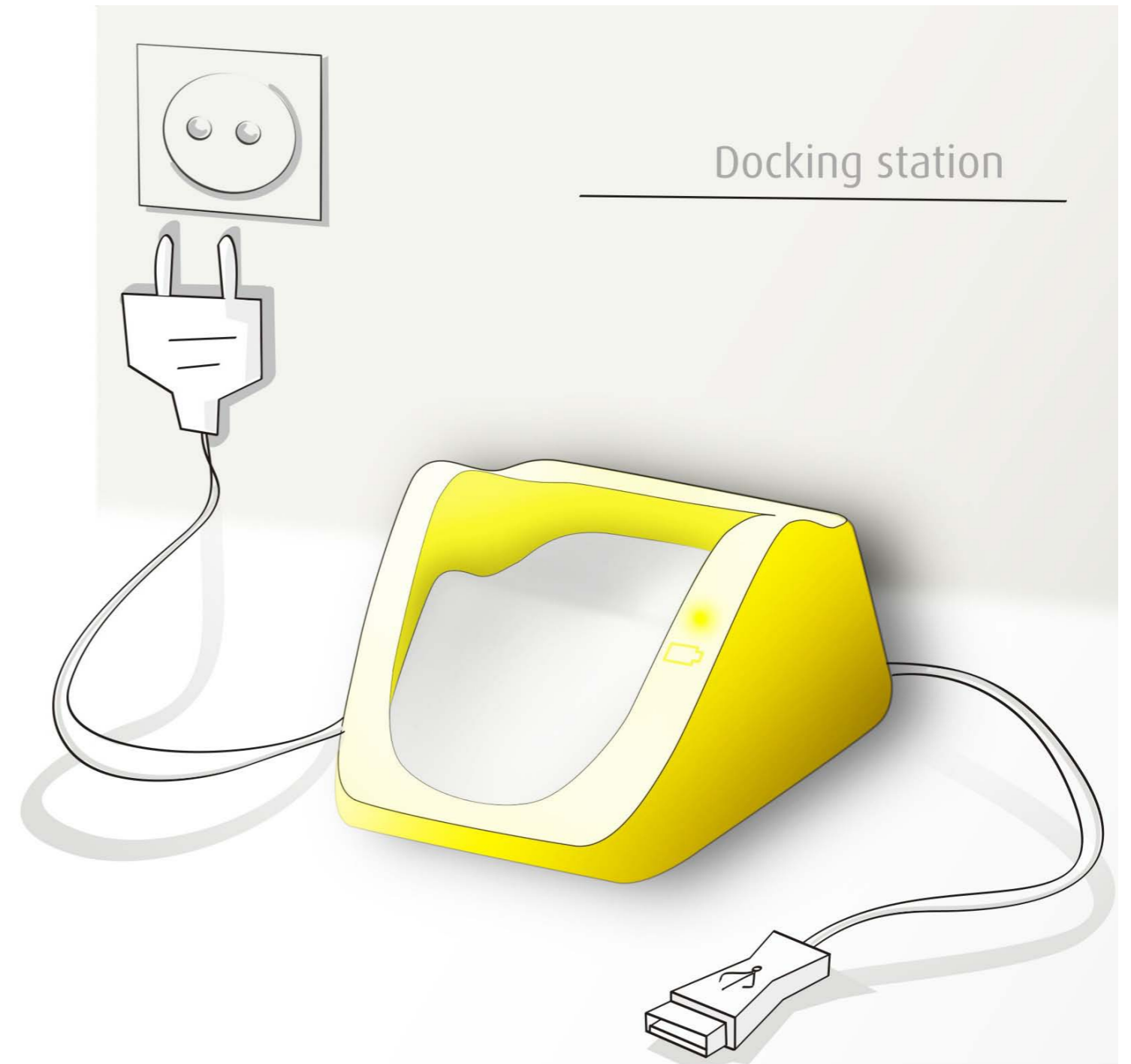
### Gekozen docking station

Om sneller te prototypen wordt hier gebruik gemaakt van klei. Gebaseerd op voorgaande schetsen wordt het best beoordeelde docking station verder uitgewerkt. Bij dit concept ligt de bilirubinemeter plat, wat voor de maximale stabiliteit zorgt. De docking stations waarin de bilirubinemeter rechtstaat ogen ook wat vreemd, omdat het volumineuze deel van de vorm dan in de lucht zweeft.

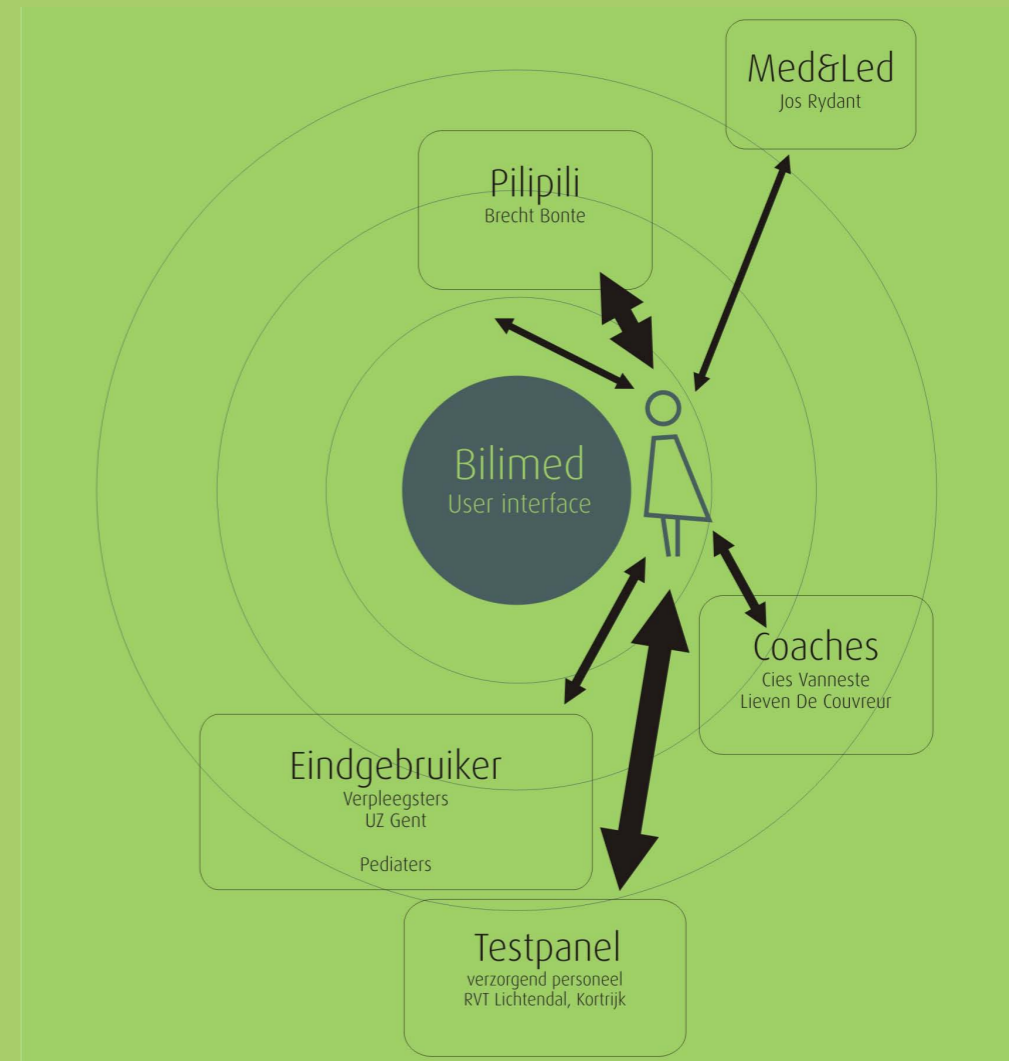
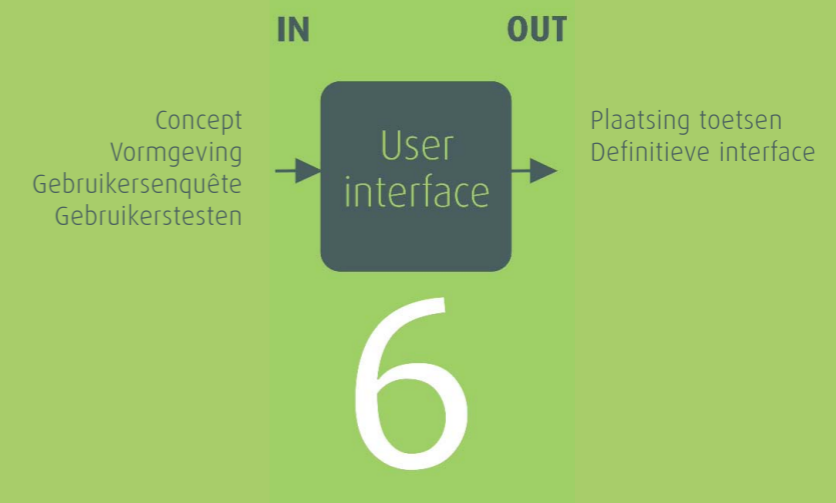
Wanneer velen hetzelfde toestel gebruiken, kan er al snel iets foutlopen.

*Een verpleegster zei: 'ik ben dan bang dat ze het niet op dezelfde plaats zullen terug leggen, en hoe gaan we dan meten?'*

Om die reden wordt voor een docking station gekozen, zodat de bilirubinemeter een vast plaats krijgt.



Hoofdstuk 6: User-interface en interactie  
De user interface omvat de toetsen plus hetgeen dat wordt weergegeven op de display, het programma. Door middel van gebruikerstesten trachten we een programma te maken dat zelfs voor leken verstaanbaar is.



## Hoofdstuk 6 User interface

De bilirubinemeter is een medisch toestel. Het orgaan waar de gebruiker het meest mee bezig zal zijn is de interface. Onder de interface wordt verstaan hetgeen op de display wordt weergegeven en de plaatsing van de knoppen. De interface kan ervoor zorgen dat dit apparaat een flop of een succes wordt.

### Eerste reeks interfacevoorstellen

Een eerste interfacevoorstel werd reeds afgetoets in de conceptgeneratiefase. De conclusie luidde als volgt:

- Een alfabetisch gerangschikte patiëntenlijst
- Liever de leeftijd van de baby in plaats van de geboortedatum (vergemakkelijk aflezen van de grafiek ter conclusie)
- Deze leeftijd moet in uren weergegeven worden

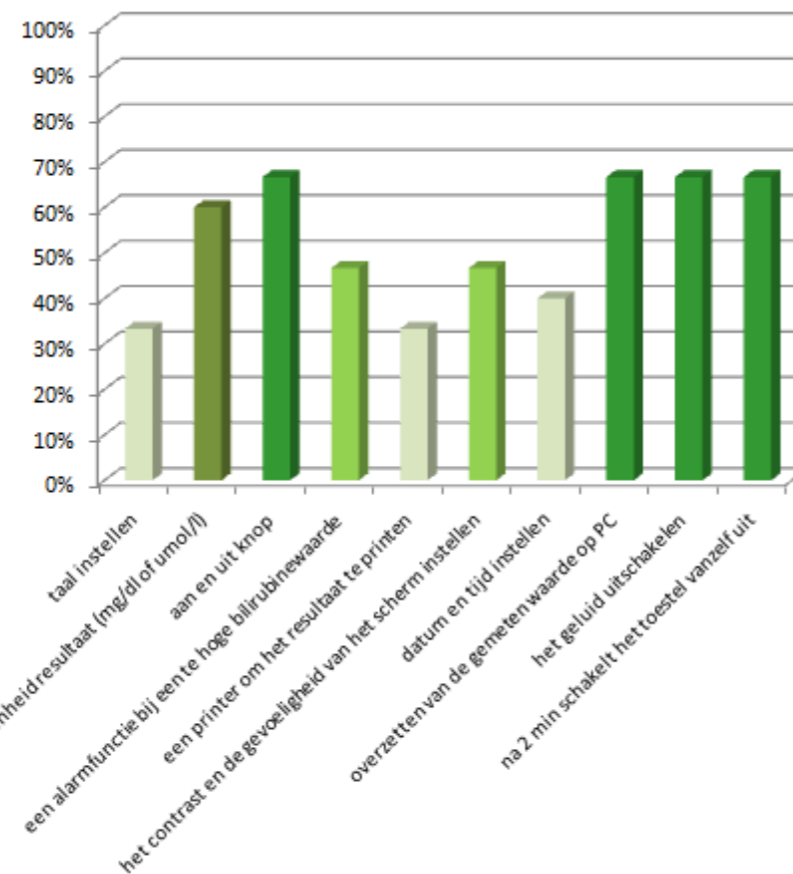
*De dagtelling bij materniteit en bij neonatologie gebeurt anders (de ene tellen van dag 0, en de andere starten bij dag 1).*

Daarnaast werd de noodzakelijkheid van bepaalde functies getoetst met de verpleegsters. Uit onderstaande grafiek halen we dat deze zaken zeker moeten aanwezig zijn:

- aan en uit knop
- na 2 min vanzelf uitschakelen
- overzetten van de waarden op PC
- geluid uitschakelen
- eenheid kunnen veranderen (mg/dl of  $\mu\text{mol/l}$ )

De andere zaken werden door minder mensen verkozen, waarbij de volgende zaken ook in het toestel zullen worden geïmplementeerd:

- taal instellen (EU markt)
- alarmfunctie bij een te hoge bilirubine waarde (versneld conclusie nemen)



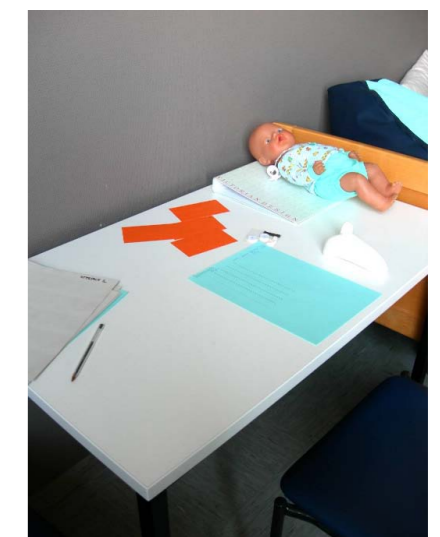
Met deze zaken in het achterhoofd worden er vier interfacevoorstellen opgesteld. De test wordt in het UZ Gent uitgevoerd maar blijkt al gauw te lang te duren.

Interface 1 wordt gesupprimeerd, omdat hij een kleine variant is op interface 2. Daarnaast wordt gekozen om de interfaces in een compleet andere omgeving te testen. Er wordt een verplegend personeel gekozen, die niets te maken heeft met bilirubinometers. Als ook zij er in slagen om de werking van het toestel te achterhalen, dan ben ik in mijn opzet geslaagd.

Tien mensen nemen deel vanuit het RVT Lichtendal te Kortrijk.

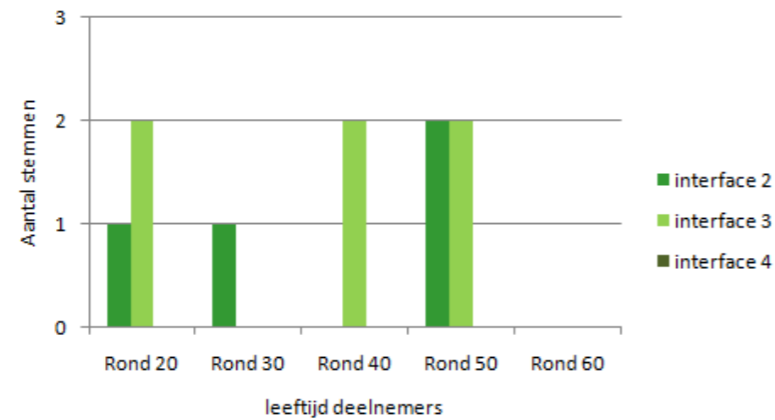
Vooraleer de test begon werd kort toegelicht wat het toestel is. Waar de barcode-scanner zich bevindt en dat er met de ledkop gemeten wordt. Daarna kreeg de deelnemer een opdrachtkaart, zodanig dat er geen extra informatie verklapt wordt door de manier van vertellen. Deze opdrachtkaart bevat een aantal acties die de gebruiker moet voltooien. Dit kunnen ze doen door op de toetsen te drukken, waardoor ze een ander display te zien krijgen. De displays zijn voorgesteld aan de hand van kaartjes.

De drie interfaces bezitten allemaal dezelfde gegevens, alleen geraak je er op een andere manier aan. Ofwel via andere toetsen ofwel bezit het programma een andere boomstructuur. De afbeelding hieronder toont de boomstructuur van interface 3. Raadpleeg bijlage 5 om een groter beeld van deze interface te zien.



## Resultaat

Hieronder staat in een grafiek weergegeven welke de deelnemers de beste interface vonden. De deelnemers zijn gerangschikt volgens leeftijd omdat meer oudere mensen minder goed overweg kunnen met PC en GSM en dus interfaces in het algemeen.



Uit bovenstaand grafiek concluderen we dat interface 3 het meeste stemmen kreeg, verspreid over verschillende leeftijdscategorieën. Daarna volgt interface 2, en niemand verkoos interface 4. Interface 4 wordt dan ook buiten beschouwing gelaten. Om de voor- en nadelen van de interfaces zelf te ondervinden, kan u alle voorgestelde interfaces raadplegen in bijlage 5.

### De voor-en nadelen van de interfaces

#### Interface 2

##### Positief

- + Iedereen wist waar hij een patiënt moest inscannen
- + Mensen vonden de extra handeling niet zo een negatief punt want het maakt het programma duidelijker

##### Negatief

- De structuur van het programma wordt iets minder duidelijk doordat de toetsen variërend zijn (GSM principe)
- Langere bewerking nodig om bij een patiënt te geraken

#### Interface 3

##### Positief

- + Duidelijke structuur doordat er zowel een knop voor de instellingen als voor de patiëntenlijst is.
- + Er kan snel van de ene patiënt naar de andere genavigeerd worden

##### Negatief

- Onduidelijkheid wanneer er gescand kan worden
- Iconen zijn moeilijker te verstaan zeker door een ouder publiek

Er was nog 1 groot probleem bij deze interfaces.

Door een patiëntenbarcode in te scannen, kom je bij de gegevens van deze patiënt terecht. Maar hoe maak je duidelijk aan de gebruiker van het toestel wanneer hij kan scannen. Als je zegt 'altijd': hoe ziet hij dat dan? Daarin verschillen interface 2 en interface 3. Bij interface 3 kan je altijd scannen, onderaan staat er dan 'scan' op het scherm, foto 1. Bij interface 2 moet je in het hoofdscherm 'voeg een patiënt toe' selecteren, foto 2. Beide manieren hebben hun nadeel. De manier van weergeven dat scannen mogelijk is, zoals in interface 3, werd door niemand verstaan. En bij interface 2 wordt er kostbare tijd verloren doordat je telkens moet gaan kiezen tussen toevoegen of selecteren. Daarboven wanneer je gekozen hebt, moet je nog eens op de barcodescanknop duwen die zich onderaan het toestel bevindt!

De keuze tussen eender wanneer kunnen scannen, of door het selecteren in een menu moet gemaakt worden adhv wat ze het meest zullen doen.

*In alle ziekenhuizen waar ik geweest ben werken ze met een glucometer van Roche. Deze glucometer vraagt telkens om hun verpleegstersID in te scannen en daarna de patiëntenbarcode.*

Scannen is niet de enige optie om een patiënt zijn gegevens te zien, je kan ook via de patiëntenlijst aan een patiënt geraken. Maar uit observatie blijkt dat de verpleegsters sowieso de snelste manier zullen kiezen, wat ons brengt bij het inscannen van de barcode. Bovendien zijn ze dit reeds gewoon met hun glucometer.

Om deze snelheid aan te houden, moet inscannen ten alle tijde mogelijk zijn! De uitdaging zit er in om de boodschap van interface 3, ten alle tijde scannen, verstaanbaar over te brengen.

Een tweede groot verschil tussen beide interfaces zit hem in de toetsen.

Bij interface 2 heb je twee toetsen onder de display. Deze toetsen veranderen constant van functie. De functie wordt weergegeven op de display (GSM principe). Bij interface 3 heb je twee toetsen die niet veranderlijk zijn. Via de ene toets geraak je bij de patiëntenlijst via de ander toets bij de instellingen. Dit wordt als minder verwarrend ervaren, maar de iconen zijn niet duidelijk.

Een laatste bemerking bij deze drie interfaces.

In grote lijnen kan je vier dingen met dit toestel. Je kan een patiënt inscannen, je kan de patiënt zijn gegevens raadplegen, je kan een meting uitvoeren en je kan de instellingen wijzigen.

Van deze vier dingen zullen er twee het meest gebruikt worden. Deze zijn een patiënt inscannen en een meting uitvoeren.

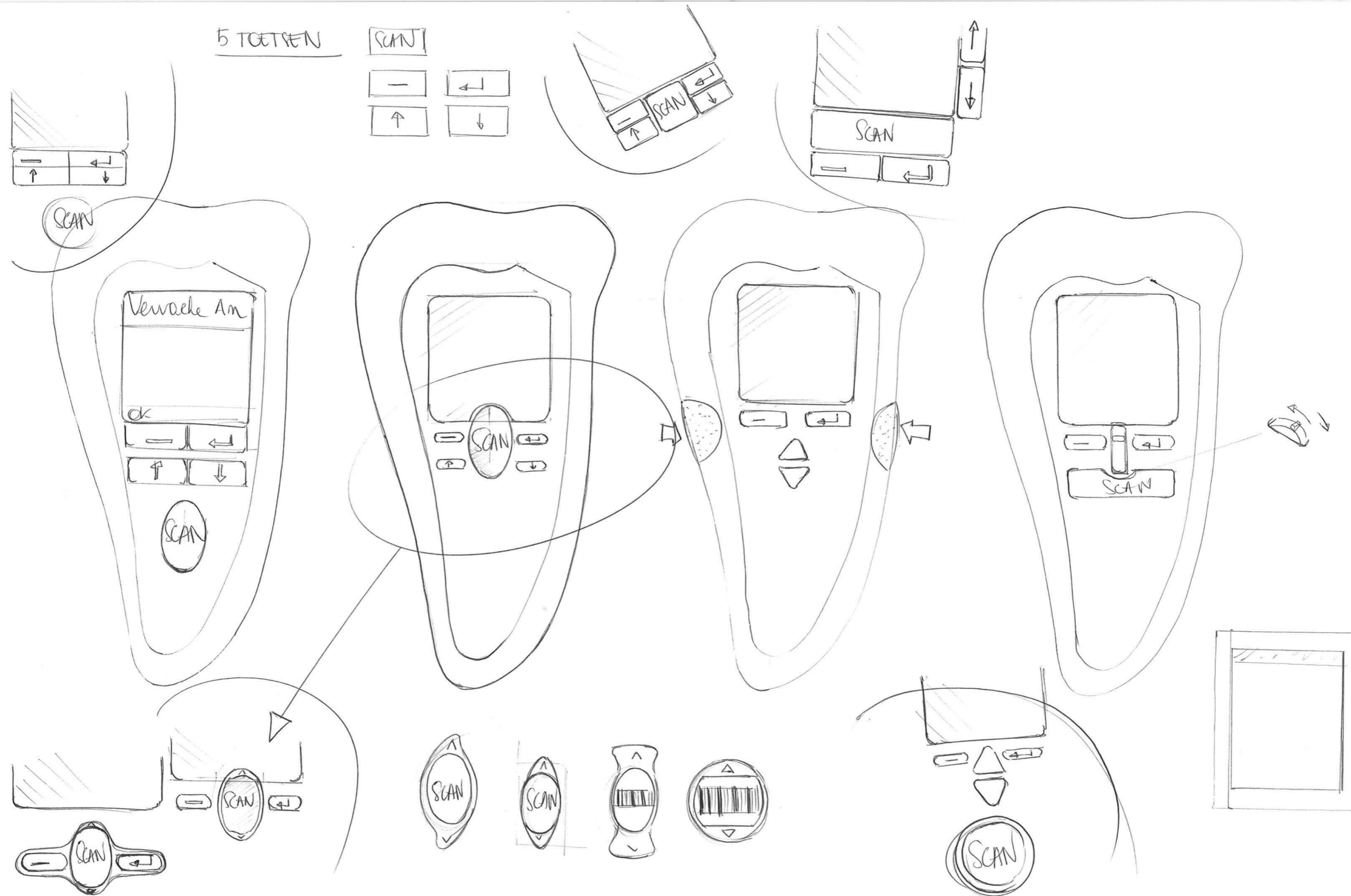
Een patiënt opzoeken zal door de pediater gebeuren, wanneer hij van verschillende patiënten na elkaar al de gegevens wil zien om zo een therapie vast te leggen. Instellingen wijzigen gebeurt heel zelden, want daaronder vallen taal eenheid en contrast. Waarbij taal en eenheid regio gebonden zijn en dus eenmalig ingesteld moeten worden. De tijd wordt gesynchroniseerd met de PC, vandaar dat deze niet opgenomen wordt bij de te wijzigen instellingen (het toestel kan niet zonder computer gebruikt worden). De drie voorgestelde interfaces zijn gefocused op de patiëntenlijst en de instellingen. Hetgeen juist de minst gebruikte opties zijn.

Een vernieuwde interface moet dus het ten alle tijde scannen duidelijk maken, de instellingen en de patiëntenlijst meer op de achtergrond brengen en eenheid in de toetsenfuncties representeren.



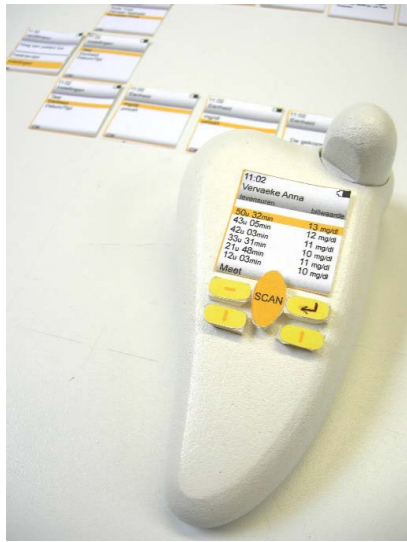
### Exploratie plaatsing en vorm van de toetsen

Bij onderstaande schetsen is reeds bepaald dat er zes toetsen nodig zijn. De vijf hieronder afgebeeld en een aan- en uittoets. In onderstaande schets wordt gezocht hoe deze toetsen geplaatst kunnen worden en welke vorm ze kunnen hebben.





## Tweede reeks interfacevoorstellen



Bemerkingen uit de vorige test worden in acht genomen, en nieuwe interfacevoorstellen worden uitgewerkt, zie bijlage 5, interface 5 en 6.

Centraal bij deze interfaces staan nu het scannen en het meten. De scantoeets die vroeger onderaan het toestel stond, is nu naar boven gebracht, waardoor het scannen direct duidelijker wordt.

Eenheid in de toetsen werd verkregen doordat de rechtertoets nu altijd de terugfunctie is.

Interface voorstel 5 op deze pagina verschilt met het voorstel 6 op de rechterpagina in toetsen en in boomstructuur.

Interface 6 heeft een multifunctietoets zoals vele GSM's hebben. Met deze toets kan je op en neer en ook scannen.

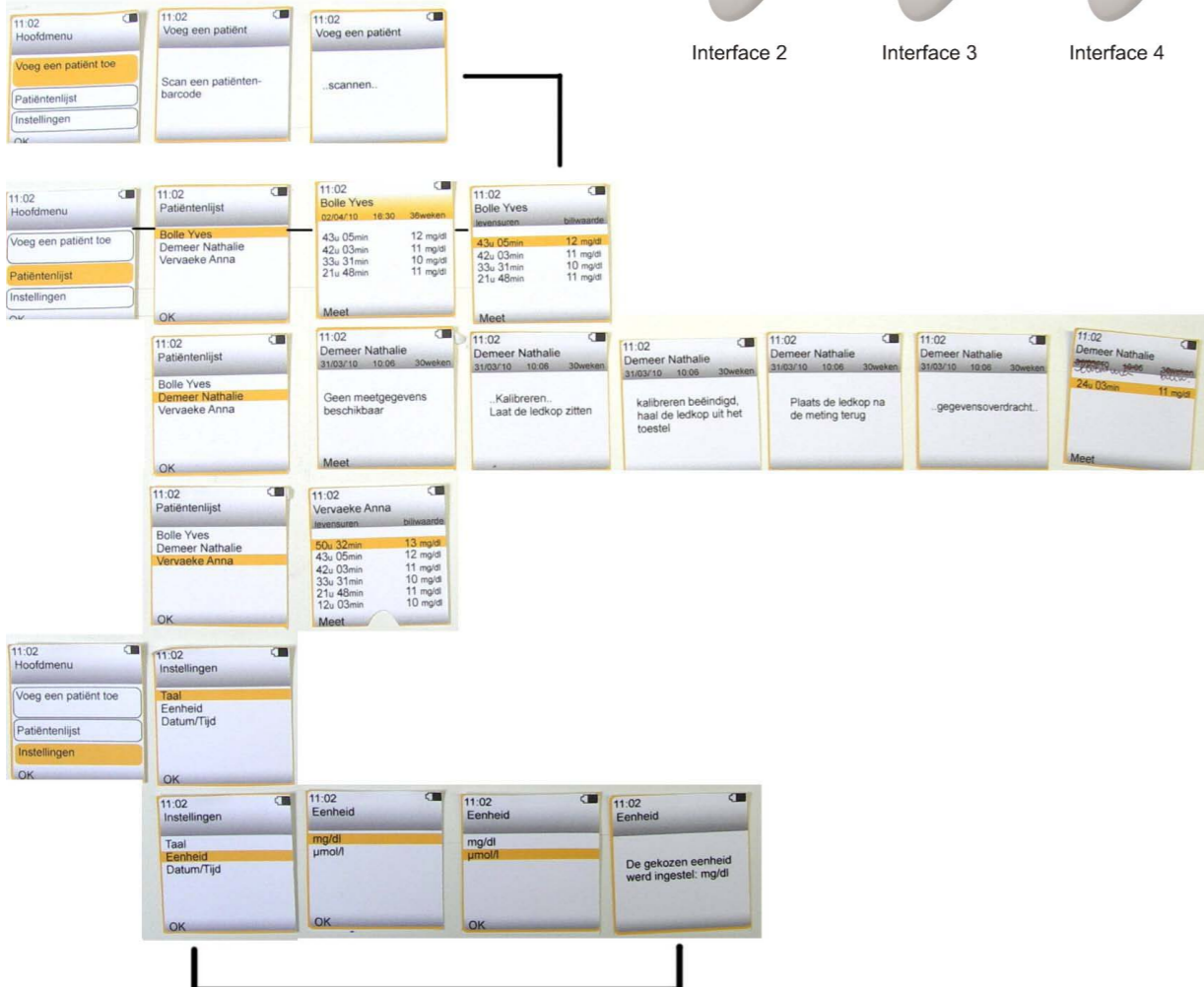
Qua boomstructuur is interface 6 gebaseerd op interface 2. Je kan scannen wanneer je 'voeg een patiënt toe' selecteert.



Interface 2

Interface 3

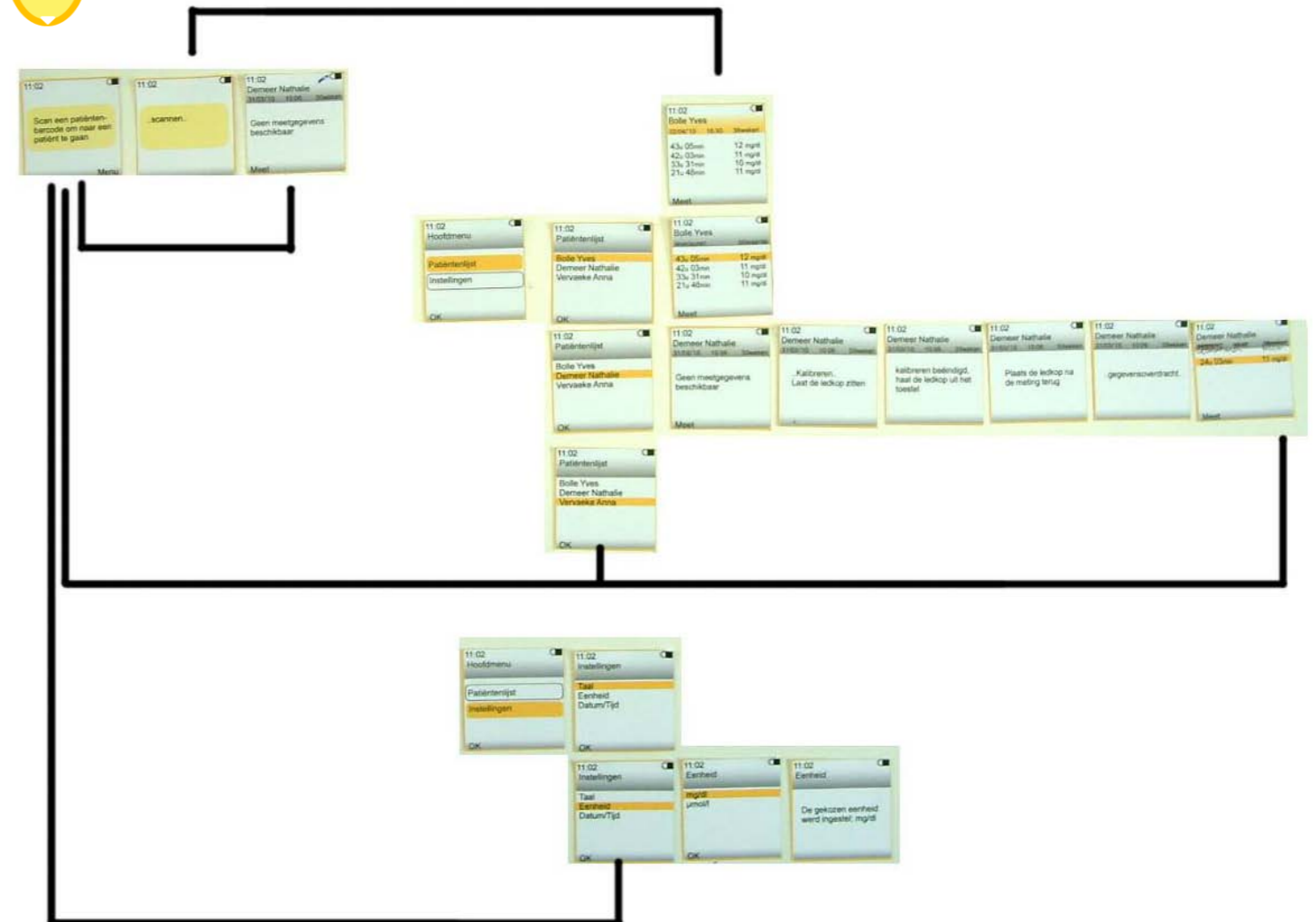
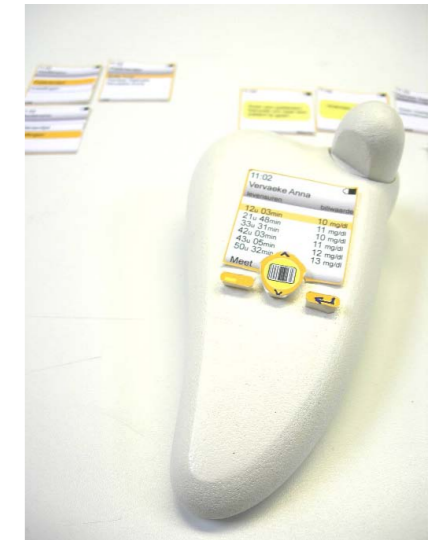
Interface 4

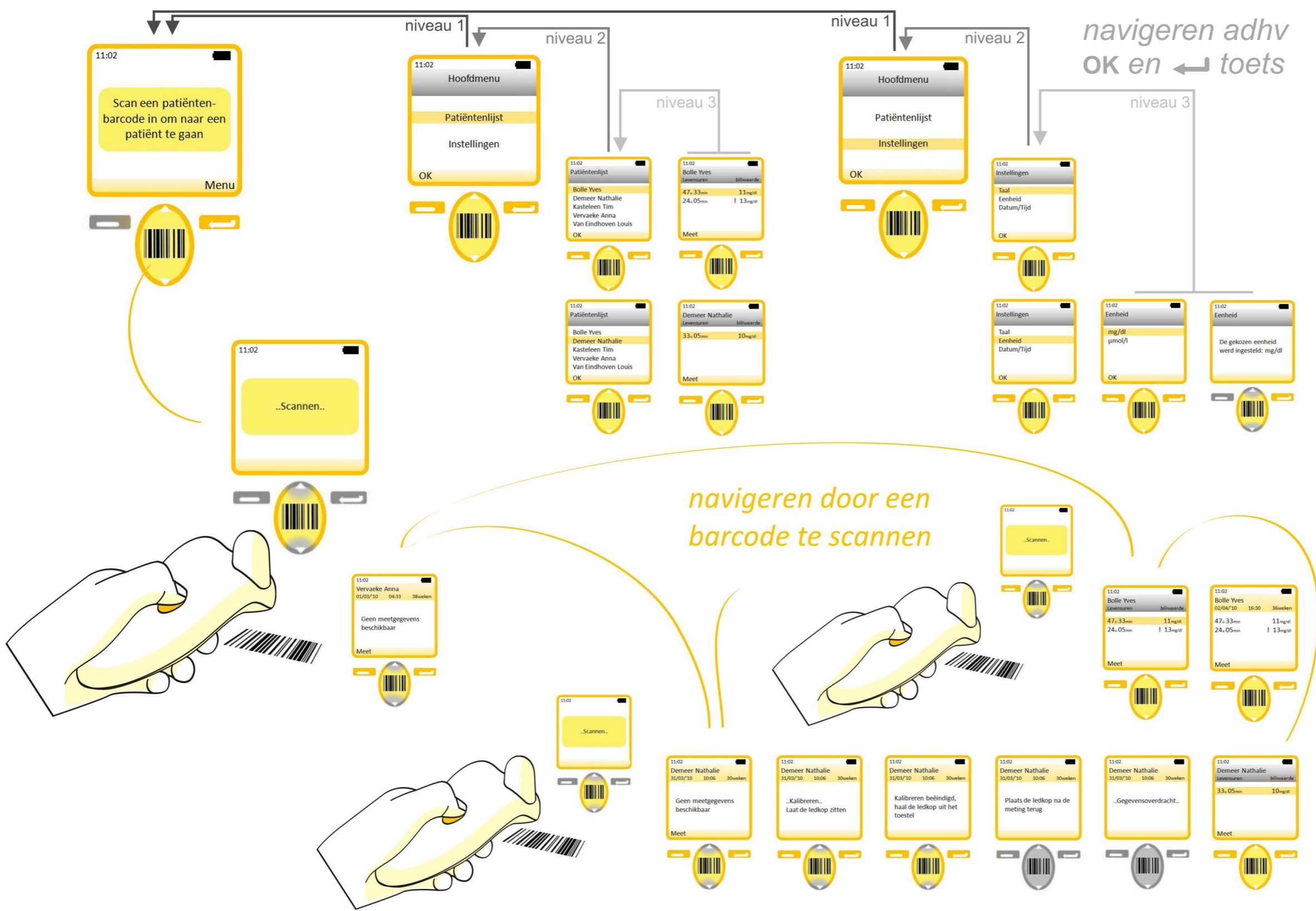


Bij interface 6 kan je ten alle tijde scannen, dit wordt duidelijk gemaakt door onderstaand scherm. Wanneer je op de terugtoets drukt kom je nu altijd op dit scherm terecht. Nadeel is wanneer de pediater verschillende patiëntgegevens na elkaar wil overlopen, hij telkens via dit scherm naar het menu moet om dan via de patiëntenlijst aan een patiënt te geraken.

*Alle testpersonen gingen over tot het inscannen van een barcode wanneer ze dit scherm zagen.*

Toch is het een groot nadeel dat de pediater niet de patiëntenlijst kan doorscrollen. Door een kleine wijziging aan te brengen in de boomstructuur kan dit wel.





## Interfaceflow

Hiernaast staan de verschillende schermen van de interface afgebeeld.

Het werken van een interface hangt sterk af van hoe hij gebruikt zal worden. Zo weten we uit de observatie dat er maar 1 zo een toestel aangeschaft zal worden per afdeling. Verschillende verpleegster werken dus met dit toestel, daarbij voeren zij metingen uit voor verschillende patiënten.

Op neonatologie kan het gebeuren dat één verpleegster alle patiënten meet, terwijl het op materniteit meer waarschijnlijk is dat elke verpleegster enkel haar patiënten meet.

Daarnaast is het de pediater die de conclusie zal trekken. Hij kan deze conclusie bij het kind nemen, of achteraf. Zo kan het gebeuren dat hij na zijn ronde het toestel gebruikt om alle gegevens per patiënt nog eens te raadplegen.

Om bovenstaande redenen, zijn er 2 delen te onderscheiden in deze interface. Bovenaan de patiëntenlijst en de instellingen, en onderaan het navigeren door barcodes in te scannen.

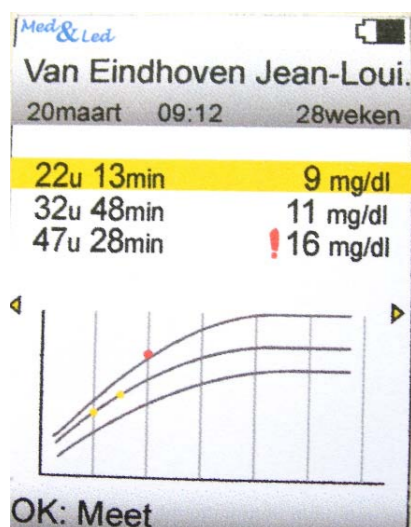
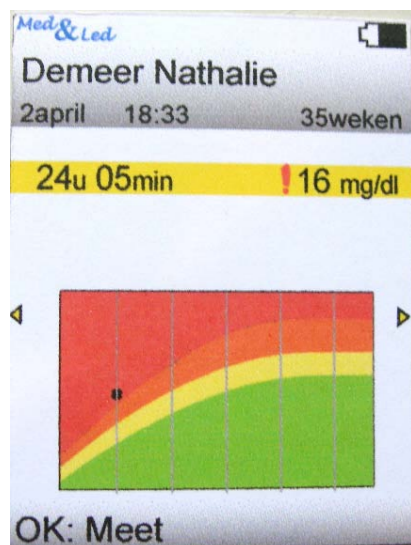
Wanneer de verpleegsters het toestel gebruiken om van patiënt tot patiënt te gaan en telkens een meting uit te voeren, dan zullen zij door middel van het inscannen van een barcode hun patiënt oproepen. Dit zijn ze namelijk al bij de glucosemeter gewoon. (een toestel dat bij alle onderzochte ziekenhuizen aangetroffen werd).

Wil de pediater achteraf verschillende gegevens consulteren dan volgt hij de weg bovenaan afgebeeld. Via menu geraakt hij bij de patiëntenlijst en door OK selecteert hij een patiënt. Via de terug toets geraakt hij telkens weer een niveautje hoger.

Ook de instellingen zijn op deze manier te wijzigen. Via menu geraakt u dus ook bij de instellingen.

De toesten afgebeeld in het grijs, duiden aan in welk scherm er niets gebeurt wanneer u op deze toets drukt. Zo ziet u, dat ten alle tijde vanuit de patiëntenlijst of vanuit de instellingen een andere patiënt kan ingescand worden. Op deze manier verlaat u het menu, en kan u weer vrij navigeren tussen de patiënten door het inscannen van een barcode.

Mocht in het slechtste geval de barcodelezer defect zijn, dan kunnen de patiënten nog altijd geselecteerd worden uit de patiëntenlijst om via deze weg een meting uit te voeren.



|           |   |          |
|-----------|---|----------|
| 22u 13min | ! | 9 mg/dl  |
| 32u 48min |   | 11 mg/dl |
| 47u 28min | ⚠ | 13 mg/dl |
| 56u 34min | ☹ | 12 mg/dl |
| 22u 13min | × | 9 mg/dl  |
| 32u 48min |   | 11 mg/dl |
| 47u 28min | 💡 | 13 mg/dl |
| 56u 34min | □ | 12 mg/dl |
| 70u 34min | ▨ | 12 mg/dl |
| 70u 34min | ▩ | 12 mg/dl |

## Weergave resultaten

Tijdens voorgaande testen werd ook getoetst naar de weergave van de resultaten. Zo kan het toestel een grafiek weergeven met hierop de bilirubinewaardes uitgezet. Deze grafieken zijn nogal complex, dus moesten ze vereenvoudigd worden, zie foto 1 en 2.

Pedieters die ondervraagd werden, zeiden dat ze zo een grafiek in hun boekje geplakt hadden.

*Het boekje bevat alle informatie die ze snel bij de hand moeten hebben, in geval van noodsituaties.*

Het is dus niet zo dat, door een grafiek op het toestel weer te geven, we het boekje van de pedieters kunnen schrappen. De meeste artsen zeiden dan ook dat ze het toch nog eens met hun tabel zouden controleren. Daarvoor wordt geopteerd om geen grafiek weer te geven op de display. Wel wordt op een andere manier een signaal gegeven.

Foto 3 bevat de andere mogelijkheden om aan te tonen dat een biliwaarde kritiek is. Het uitroepingsteken werd algemeen als het meest duidelijke verkozen. Waarbij een arts nog toevoegde dat 1 uitroepingsteken fotherapie kan betekenen, en 2 uitroepingstekens een wisseltransfusie. Dit zal dan ook geïmplementeerd worden.

## Laatste interfacetest

Bij deze test werd een beetje elektronica bij het model toegevoegd. Een batterij en twee leds stelde me in staat om de interactie zoals hij in het echt zou zijn te gaan testen. De ledkop bevat dus een signalisatieled. Deze led straalt een pinkend wit licht uit tijdens het kalibreren. Na het kalibreren blijft het witte licht branden. Wanneer de ledkop dan op een correcte afstand van de huid gehouden wordt, verandert het witte licht in een groen licht. Dit groen licht pinkt enkele seconden (tijdens het meten). Daarna dooft de signalisatieled wat erop duidt dat de meting voorbij is.

Bij deze test kreeg de testpersoon een fiche met taken die moesten uitgevoerd worden. Door op de fictieve toetsen te drukken kreeg de gebruiker telkens een andere display te zien. Zo kon hij navigeren in het programma.

De taken:

Voeg Demeer Nathalie toe (barcode aanwezig)

Voer een meting uit voor Demeer Nathalie

Voer een meting uit voor Bolle Yves (barcode aanwezig)

Lees de laatst gemeten waarde voor Vervaeke Anna af in  $\mu\text{mol/l}$  (barcode aanwezig)

Voer een meting uit voor Pascal Zoetemelk (geen barcode aanwezig)

Voer een tweede meting uit voor Demeer Nathalie.

Bij deze test keek ik of de doelgroep altijd scande wanneer ze een barcode voor handen hadden. Het 'probleem' doet zich vooral voor wanneer een patiënt opgezocht werd in de patiëntenlijst, en wanneer men daarna een andere patiënt wil meten. Dan kiest 50% van de testpersonen ervoor om de volgende patiënt ook te selecteren uit de lijst (zie interfaceflow vorige pagina). De andere drukken drie maal op de terugtoets (dan kom je op het scherm "scan een patiëntenbarcode om naar een patiënt te gaan"), of scannen onmiddellijk een patiënt in. Op zich vormt dit geen probleem, de gebruiker kan kiezen hoe hij het liefste werkt.

Om van Demeer Nathalie naar Bolle Yves en vervolgens naar Vervaeke Anna te gaan scande meer dan de helft rechtstreeks vanuit de ene patiënt een volgende patiënt. De anderen drukten eerst op de terugtoets, waardoor het scherm "scan een patiëntenbarcode om naar een patiënt te gaan" weer verscheen en ze zo opnieuw een barcode inscanden.

Iedereen gaf een juiste explicatie voor het uitroepingsteken voor de biliwaarde. Dit uitroepingsteken duidt erop dat het bilirubinegehalte te hoog is. Een arts gaf een opmerking dat twee uitroepingstekens zouden kunnen aangeven dat een wisseltransfusie nodig is. Dit is het geval wanneer de bilirubinewaarde extreem hoog is.

De terugtoets indicatie werd door enkelen als een enter aanzien. Dit zorgde voor verwarring met de OK toets. Vandaar dat de terugtoets grafisch wat gewijzigd wordt. Ook het uur dat naast de batterij stond werd door sommigen geïnterpreteerd als de tijd dat de batterij nog had. Daarom wordt het uur ook wat verschoven op de display.

Als laatste moet nog vermeld worden dat het toestel een standby functie bezit. Na 2 minuten inactief (wanneer de ledkop zich in het toestel bevindt) wordt de display zwart, deze kan weer geactiveerd worden door op eender welke toets te drukken. Na 5 minuten gaat het toestel volledig uit. Aanschakelen kan door op de ON/OFF toets te drukken.



## Faalanalyse op de interactie

Wanneer een mens intraheert met technologie loopt er vroeg of laat wel iets fout. Een oorzaak van zo een fout kan zijn dat de technologie niet de juiste input kreeg, je drukte op de verkeerde toets, de omgevingscondities voldoen niet, etc. De bedoeling is dat gebruikers dit bewust wordt gemaakt, zodat zij optimaal kunnen samenwerken met het toestel.

Bij deze beperkte faalanalyse wordt eens nagegaan wat de voornaamste dingen zijn die kunnen fout lopen, en welke boodschap naar de gebruiker gestuurd wordt. Meestal kan het eenvoudig opgelost worden met een aantal 'errorberichtgevingen'.

Componenten die defect kunnen zijn

- Batterij is leeg
- Signalisatieled werkt niet meer
- Meetleds werken niet meer
- Het spectralon is verouderd
- De rekeneenheid van het toestel is defect
- Barcodescanner werkt niet

Bovenstaande zijn de voornaamste componenten die kunnen defect gaan. Natuurlijk hoeft de gebruiker niet te weten welke weerstand, op welke printplaat van hoeveel Ohm, het gebeven heeft. Daarom worden defecten bij de ledkop en defecten van het toestel gegroepeerd. Op het scherm verschijnt de boodschap 'De meting kon niet uitgevoerd worden'.

Hierbij kan het zijn dat de gebruiker zelf merkt waar de fout zit. Bijvoorbeeld: hij ziet dat de signalisatieled niet meer brandt, of dat de ledkop geen licht meer naar de patiënt uitstuurt. Deze zaken kan hij toch zelf niet herstellen, dus moet het toestel binnen voor onderhoud.

De batterijstatus wordt weergegeven rechtsboven op het scherm. Wanneer de batterij op zijn laatste halfuur komt, komt er op de display 'Toestel moet opgeladen worden'. Deze berichtgeving verdwijnt wanneer u op een toets drukt om toch nog een meting uit te voeren. In een laatste stadium valt het toestel uit.

Het toestel heeft om de 5000 uur een groot onderhoud nodig. Na deze 5000 uur geeft het toestel daar ook bericht over. 'Onderhoud van het toestel is vereist, neem contact op met uw verdeler'.

Als de barcodescanner niet werkt, kunnen patiënten toch opgeroepen worden via de patiëntenlijst. Op deze manier wordt een numeriek klavier vermeden. Het toestel bevat alle patiënten die op dat moment op de gang liggen waar het toestel gebruikt wordt. Deze gegevens kunnen gemakkelijk uit de computer gehaald worden.

Misbruik bij het meten

Het kan ook best zijn dat er niets defect is aan het toestel, maar dat een gebruiker het toestel mis gebruikt.

- Omgevingslicht
- Schuin houden van de ledkop
- Juiste afstand niet gevonden
- Niet stil gehouden
- De ledkop werd verwijderd voor de meting beëindigd was
- De ledkop uit het toestel halen vooraleer hij gekalibreerd is
- De ledkop wordt niet teruggeplaatst
- Je drukt per ongeluk op de scantoets wanneer je niet wil scannen

Chronologisch gezien kan er eerst iets mislopen bij het kalibreren. Het kalibreren start wanneer de gebruiker op 'meet' drukt. Stel de gebruiker doet dit niet en haalt de ledkop uit het toestel dan wordt volgend bericht weergegeven: 'Plaats de ledkop terug en druk op 'Meet' om te beginnen'.

Een tweede groep van fouten treedt op wanneer de signalisatieled van wit niet naar groen wil veranderen. Aan de oorzaak van dit probleem ligt het schuinhouden van de ledkop of de juiste afstand die niet gevonden wordt. In deze situatie blijft het witte licht van de ledkop branden, de ledkop wacht dus nog altijd op het uitvoeren van een meting. Lukt het de gebruiker niet om een meting uit te voeren, dan plaats hij de ledkop (wit licht brandt) zo terug in het toestel. Bij dit probleem verschijnt: 'Ongeldige meting, houd de ledkop loodrecht op 1,5cm van de patiënt'. De ledkop hoeft niet opnieuw gekalibreerd te worden.

In een derde fase, wanneer de signalisatieled groen geworden is, kan er ook iets mislopen. Men houdt de ledkop niet stil genoeg, of men wacht niet tot de meting beëindigd is. Beide situaties zullen ervoor zorgen dat er geen waarde geregistreerd werd. Het groene licht, zal dus weer veranderen in een wit licht wanneer de gebruiker de ledkop van de patiënt weg beweegt. Doordat het wit licht blijft branden weet de gebruiker dat de meting niet uitgevoerd werd, en kan hij onmiddellijk een nieuwe meting uitvoeren. Doet hij dit niet, en plaats hij de ledkop zo terug, dan krijgt hij dezelfde error zoals hierboven beschreven.

Wanneer een meting geslaagd is en het witte signalisatieled uitdooft, dan moet de ledkop terug in het toestel geplaatst worden. Het toestel geeft dit aan door 'Plaats de ledkop na de meting terug' weer te geven. Nu worden de gegevens verwerkt, en wordt er gekeken naar de hoeveelheid ontvangen licht. Dit licht kan bij een foute meting meer zijn dan het uitgestuurde licht, wat betekent dat er een felle lichtbrond aanwezig was bij de meting. De error 'Ongeldige meting, schakel het licht uit meet opnieuw' verschijnt. De nieuwe bekomen waarde overschrijft de vorige.

De kans dat zo een meting gebeurt is veel kleiner dan de kans dat de ledkop slecht in het toestel geplaatst wordt. Wanneer de ledkop niet goed in het toestel zit blijft de boodschap 'Plaats de ledkop na de meting terug' op het scherm staan. Zo gaat de gebruiker aangezet worden om de ledkop er nog een opnieuw in te plaatsen of er eens goed op te duwen. Wanneer de ledkop goed in het toestel zit verschijnt 'Gegevensoverdracht'.

Stel de ledkop wordt na 5 minuten niet terug in het toestel geplaatst, dan zal het toestel een deuntje afspelen. Een wiegeliedje. Het toestel bezit geen andere functie waarin het geluid maakt, dit is met opzet zo gekozen omdat we de baby zeker niet willen wakker maken tijdens een meting. Vandaar dat het toestel geen luid alarmsignaal mag geven. Het leek me dan ook komisch om er een kinderliedje aan toe te voegen. Terwijl er op het scherm verschijnt 'De ledkop ontbreekt'.

Een laatste ongewenst effect kan optreden wanneer er per ongeluk op de barcodescanknop gedrukt wordt en men helemaal geen barcode wil inscannen. Op dit moment verschijnt er op het scherm 'scannen' en stuurt de barcodescanner een rode leeslijn uit. De barcodescanner zal niets registreren, want een barcode zal ontbreken, waardoor hij terug zal keren naar het vorige scherm. Dit zal ook gebeuren wanneer de toest na het indrukken onmiddellijk weer gelost wordt.

## Definitieve interface

Alle schermjes met hun opties zijn te raadplegen in bijlage 6.  
Een simulatie van het programma vindt u terug op bijgevoegde CDrom, onder de naam 'interfaceprogramma'.

Om nog eens een overzicht te geven wordt hieronder aangetoond dat de display in zones ingedeeld is.

|            |                  |
|------------|------------------|
| 11:02      |                  |
| Bolle Yves |                  |
| levensuren | bilirubinewaarde |
| 43u 05min  | !!16 mg/dl       |
| 42u 03min  | !13 mg/dl        |
| 33u 31min  | 10 mg/dl         |
| 21u 48min  | 11 mg/dl         |
| Meet       |                  |

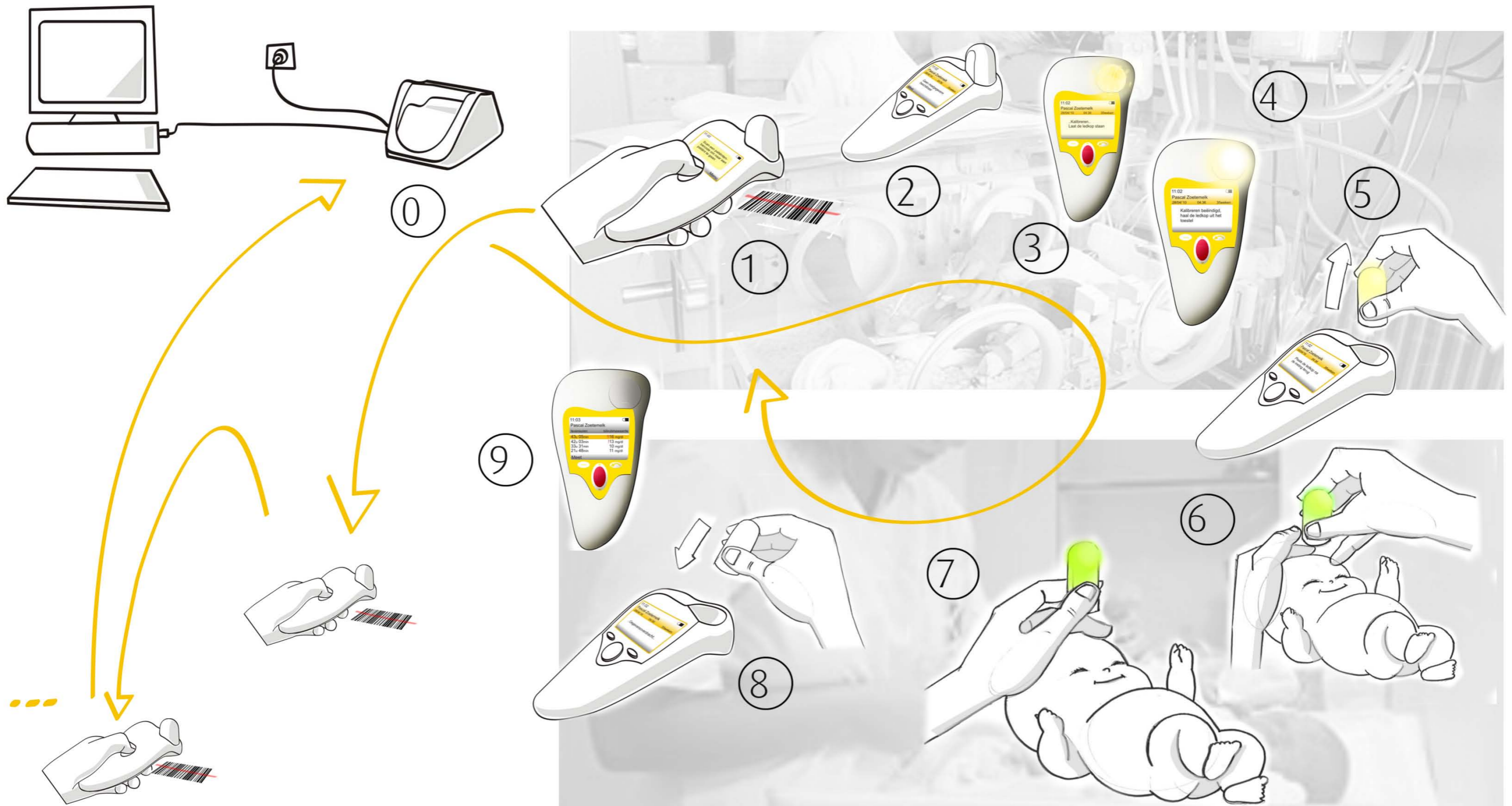
|        |
|--------|
| Zone 1 |
| Zone 2 |
| Zone 3 |
| Zone 4 |

Zone 1 bevat algemene informatie namelijk het huidige uur en de batterijstatus.

Zone 2 toont altijd waar u zit in de boomstructuur. Bij dit voorbeeld zit u bij een patiënt. U kunt evengoed in het hoofdmenu, patiëntenlijst of bij de instellingen vertoeven.

Zone 3 bevat altijd de gegevens die bij zone 2 horen. Bij een patiënt zijn dat de bilirubinewaardes. Bij de instelling eenheid zijn dat de verschillende eenheden waarin de bilirubinewaarde kan voorgesteld worden.

Zone 4 is een zone direct gerelateerd aan de toetsen. Zo staat er zowel links als rechts een toets vlak onder de display. De rechertoets is altijd de terugtoets, met uitzondering als je naar het menu gaat (zie interfaceflow). De linkertoets wisselt af tussen OK en meet. In deze zone wordt weergegeven wat de functie van de toets is in welk scherm.

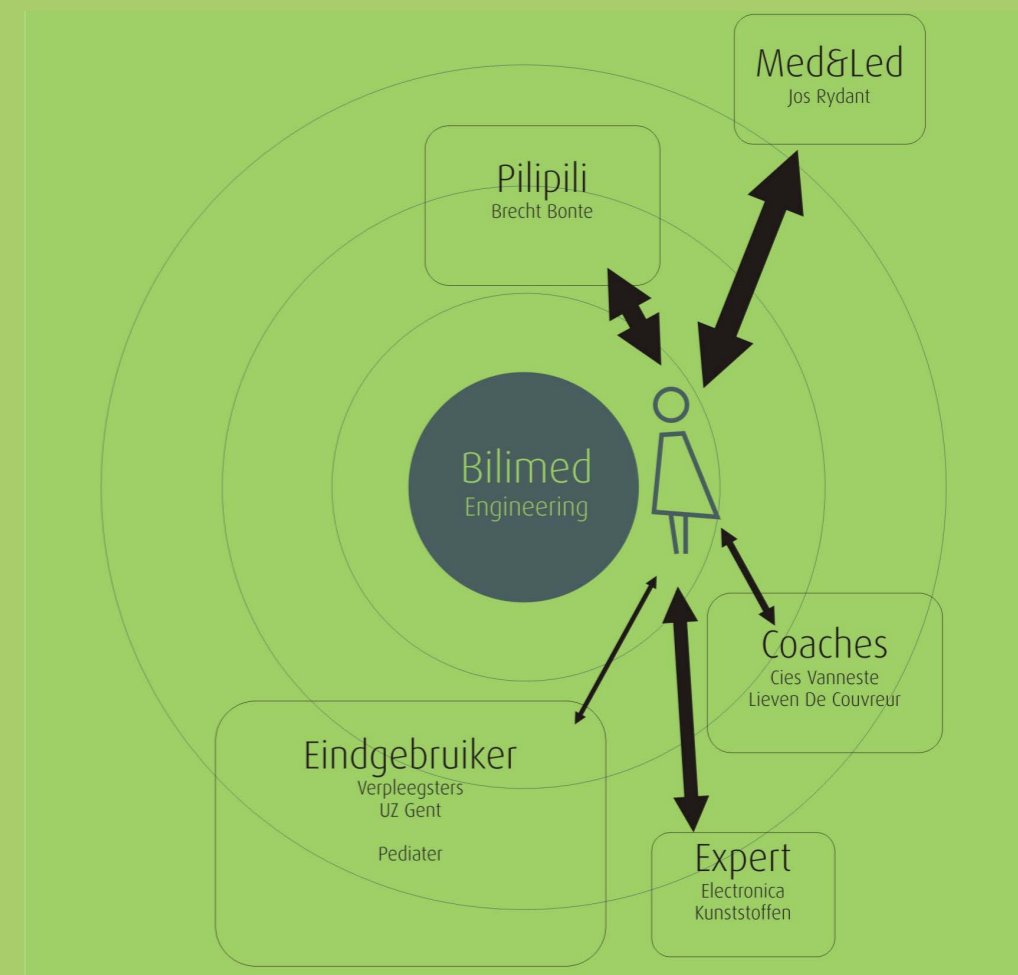
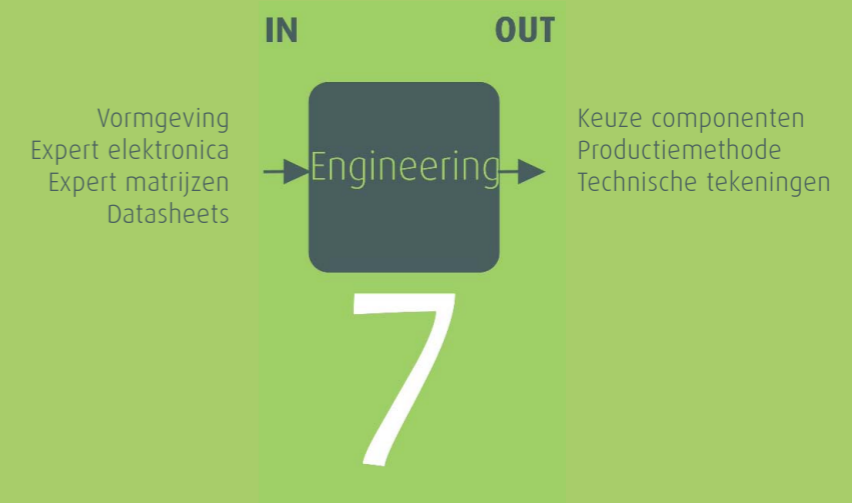


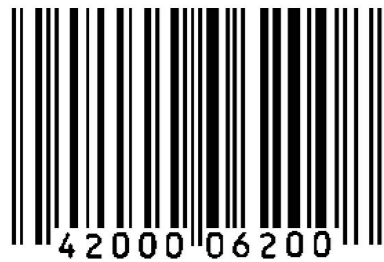
- Stap 0  
Het toestel bevindt zich in het docking station, waar het alle informatie van de patiënten op een welbepaalde gang ontvangt.
- Stap 1  
Men scant een patiëntenbarcode in.
- Stap 2  
Het toestel linkt deze code aan één van de patiënten uit zijn geheugen. De gegevens van deze patiënt verschijnen.
- Stap 3  
Een meting wordt gestart door op de 'meet' toets te drukken. Het toestel begint te kalibreren, de signalisatieled pinkt wit. 'Kalibreren, laat de ledkop staan' verschijnt.
- Stap 4  
Het kalibreren is beëindigd, de signalisatieled blijft gedimd wit licht uitzenden. De berichtgeving spoort aan om de ledkop uit het toestel te halen.

- Stap 5  
Wanneer de ledkop uit het toestel gehaald wordt verschijnt er nu: 'Plaats de ledkop na de meting terug'.
- Stap 6  
De signalisatieled wordt groen wanneer de correcte afstand bereikt wordt en wanneer de ledkop loodrecht boven de patiënt gehouden wordt.
- Stap 7  
Na één seconde begint de ledkop te pinken en wordt de meting uitgevoerd, het licht dooft wanneer de meting voltooid is.
- Stap 8  
Wanneer de ledkop terug in het toestel geplaatst wordt verschijnt 'gegevensoverdracht'.
- Stap 9  
Daarna komt de gemeten bilirubinewaarde bovenaan de lijst van de vooraf gemeten waarden te staan.
- Na deze laatste stap kunnen we de cyclus hernemen bij stap 1 om uiteindelijk bij stap 0 te eindigen.

## Hoofdstuk 7: Engineering

De hoofdstukken vormgeving en interface hangen eigenlijk onlosmakelijk vast met dit hoofdstuk engineering. De keuzes gemaakt in voorgaande hoofdstukken moeten technisch onderbouwd kunnen worden om tot een uitvoerbaar ontwerp te komen. Al deze technische keuzes zijn hier gegroepeerd.





## Hoofdstuk 7 Engineering

In dit hoofdstuk worden de technische keuzes uitgelegd, die in de andere hoofdstukken geïmplementeerd werden. Dit zijn stappen richting het effectieve productieproces.

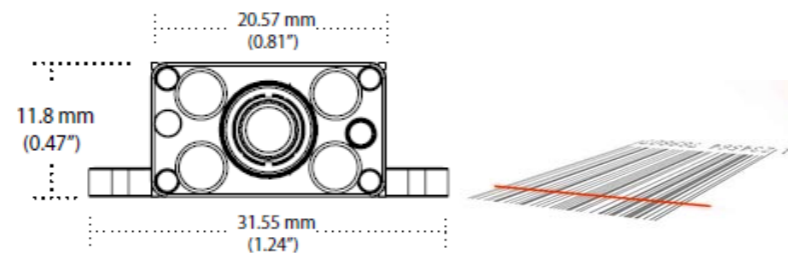
### Componenten

#### Barcodescanner

Tegenwoordig werken de ziekenhuizen met 1D barcodes, foto1. In de toekomst kan dit misschien overgaan naar 2D barcodes, foto2. Nog een stap verder is de RFID technologie. Om deze reden wordt een barcodescanner geïmplementeerd die 1D en 2D barcodes kan scannen.

Deze IS4810 van Metrologic is speciaal vervaardigd om in handheld toestellen in te werken. Hij verbruikt weinig energie en is uitermate compact. Toch bezit het een richtlicht, wat voor optimale feedback zorgt. De volledige datasheet kunt u raadplegen in bijlage 7.

De barcodescanner bevindt zich aan de onderkant van het toestel. Voor deze elektronica module zit een beschermend glas, vervaardigd uit krasvaste transparante kunststof, keuze PC. Deze afscherming heeft een vorm die meegaat met de vormgeving van het toestel, zoals hiernaast afgebeeld staat.



#### Display

Voor de display wordt een overweging gemaakt tussen LCD, OLED en E paper. E paper valt er onmiddellijk uit omdat er extern licht nodig is om het scherm te kunnen lezen, hetgeen niet altijd het geval is op neonatologie.

| SCHERMEN/ EIG.           | LCD/TFT (matrix aansturing) | OLED                           |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Kijkhoek                 | -                           | +                              |
| Energieverbruik          | +/-                         | +                              |
| Kleine inbouwmaat        | +/-                         | ++                             |
| Prijs bij kleine display | +/-                         | +                              |
| Beeldopbouw snelheid     | +                           | +                              |
| Belichting               | Backlights                  | Licht emitterende laag         |
| Levensduur               | 60000 u                     | 14000 u                        |
| Opmerkingen              | Breekbaar !                 | Water en damp zijn desastreus. |

Doordat het toestel op batterijen werkt is het lage energieverbruik een enorm voordeel. Ook de kleine inbouwmaat en de goede kijkhoek zijn sterke pluspunten. De display kan niet tegen water, dus moet hij nog overdekt worden door een kunststoffen plaatje. Dit is iets dat standaard gedaan wordt, denk maar aan vele GSM's waarbij de display enkele millimeters onder het oppervlak ligt. Als materiaal voor dit plaatje wordt PMMA gekozen, beter bekend

onder de merknaam Plexiglas.

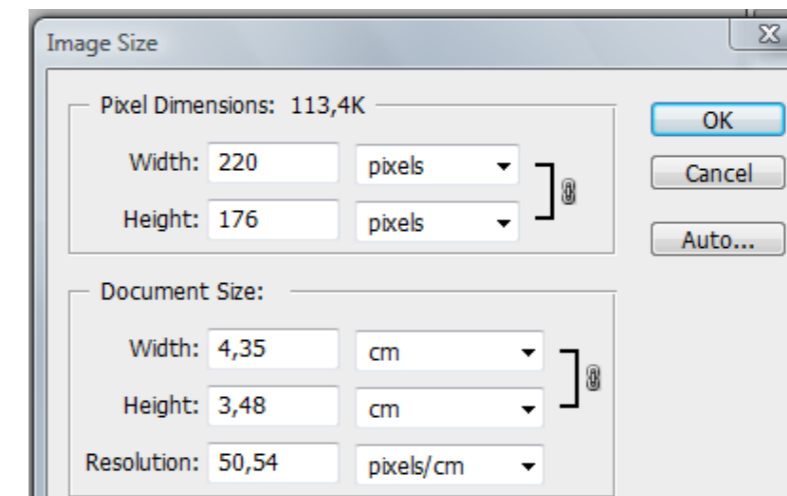
Naast het type scherm moeten ook nog de juiste afmetingen gekozen worden.

De afmetingen van interface 1-2-3-4 bleken wat te groot na afloop van de testen. Een grote zone op het scherm bleef meestal wit. Interfacevoorstellen 5 en 6 bezaten reeds een kleinere display, foto 1. De gekozen display komt dan ook sterk overeen met deze laatste. De display wordt iets rechthoekiger waarbij de vier laatst gemeten waardes op 1 scherm kunnen worden weergegeven. Hierbij wordt een puntgrootte 9 gebruikt lettertype Calibri. Er wordt een puntgrootte gekozen die groter is dan bij de doorsnee GSM, want het toestel op zich is ook groter.

Deze display is verkrijgbaar bij Adelco, de datasheet vindt u in bijlage 8.

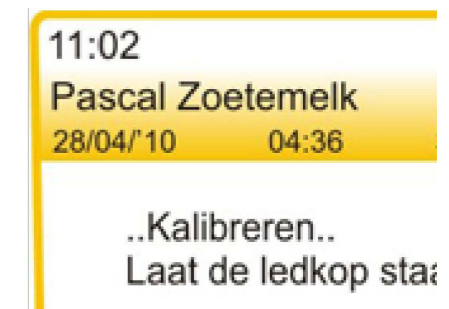
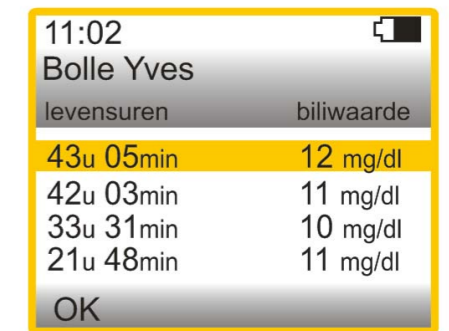
| Characters / Resolution | Size (inch) | Module Size WxHxD (mm) | View Area (mm)  | Character size / Pixel pitch (mm) | Description     |
|-------------------------|-------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
| 220 x 176               | 2.2         | 54,9 x 41,5            | 43,535 x 34,803 | ,0,041 x 0,153                    | 262, 144 Colors |

Om na te gaan of alle gegevens kunnen weergegeven worden op de display doen we een simulatie in photoshop. Hiervoor hebben we een aantal gegevens nodig uit de datasheet. 220x176 zijn het aantal pixels, horizontaal respectievelijk verticaal. De afmetingen van de display (active area) zijn 43,535x34,803mm. Deze gegevens brengen we in in photoshop:



Op dit wit vakje kan nu het displayontwerp geplaatst worden, om na te gaan of elk detail kan weergegeven worden. Zoals u kunt zien bij foto 2 is hetgeen dat afgebeeld wordt kleiner dan de active area van de display, rekening houdend met dead pixels op de zijkant van de display. Bij sterk inzoomen komen de pixels zichtbaar zie foto 3.

Dit scherm voldoet aan de vereisten, het programma kan volledig afgebeeld worden met het aantal pixels dat voorhanden is bij deze display.







#### Connectie ledkop en toestel

De connectie tussen de ledkop en het toestel gebeurt door middel van USB. De gegevens die gemeten worden door de leds worden overgezet naar het toestel, en daarna weergegeven op de display. Doordat de ledkop de gegevens kortstondig moet bewaren, bezit hij ook een microprocessor. Diezelfde microprocessor stuurt de leds aan. De verbinding gebeurt niet via WIFI of bluetooth noch via infrarood. Op deze manier wordt ervoor gezorgd dat de ledkop telkens teruggestoken wordt na elke meting en gekalibreerd wordt voor elke meting.

De ledkop bezit dus vier contacten, gelijkaardig als deze hiernaast afgebeeld in foto 1. Het toestel bezit de tegencontacten, vier contacten die verend opgesteld zijn, foto 2. De contacten bevinden zich op het platte vlak van de ledkop. Wanneer de ledkop in het toestel geplaatst wordt, worden deze contacten naar binnen geduwd, zo wordt connectie en klemming verkregen.



#### Connectie toestel en docking station

Deze tweede set USB contacten bevinden zich aan de onderkant van het toestel, zodanig wanneer het toestel in het docking station geplaatst wordt, er connectie optreedt. Via een signaallampje en een berichtgeving op de display wordt weergegeven of deze connectie goed volbracht is.

#### Connectie toestel en PC

In eerste instantie werd hier gekozen voor WIFI, maar dit zou problemen kunnen opleveren met de cardiologische toestellen op neonatologie. Zigbee, dat nu nog in ontwikkeling is, zou hier wel een oplossing voor kunnen zijn. Maar we kunnen er niet vanuit gaan dat alle hospitalen al voorzien zijn van Zigbee, vandaar dat geopteerd wordt om de gegevens via USB over te brengen naar de computer. Dit wordt gedaan door het toestel in het dockingstation te plaatsen, dat verbonden is met de computer. Het docking station is ook verbonden met de netstroom, zodat het toestel kan opladen wanneer de computer uitgeschakeld is.

#### Batterijen

Er wordt gekozen voor een lithium polymeer batterij met een overload sensor. Deze sensor zorgt ervoor dat de batterij niet teveel ontladend en niet te veel oplaadt. Door deze sensor wordt de batterij minder gevoelig. Dit type batterij en laadt heel snel op (1 - 1.5 uur) en heeft een hoge energiedensiteit. De uiteindelijke karakteristieken van de batterij zullen naderhand moeten bepaald worden aan de hand van de technische specificaties.

In bijlage 9 vindt u een mogelijks voorstel voor een batterij. Via een omgekeerde redenering wordt getest of deze zouden kunnen voldoen.

Er zouden 2 knoopcellen gebruikt worden om aan de nodige 5V te geraken. Elke led vraagt 10mA bij 5V. Het toestel bezit 8 leds en 1 signalisatieled. Dit brengt ons bij 90mA. De gekozen batterijen leveren 30mAh. Dit wel zeggen 1uur lang kunnen ze 30mA leveren. Dit moeten we omrekenen naar de tijd dat de ledkop gebruikt wordt. Voor deze berekening nemen we een extreem geval van 3minuten. De batterijen kunnen gedurende 3minuten 300mA leveren. Dit zorgt dat we nog 210mA over hebben om de microprocessor zijn werk te laten doen.

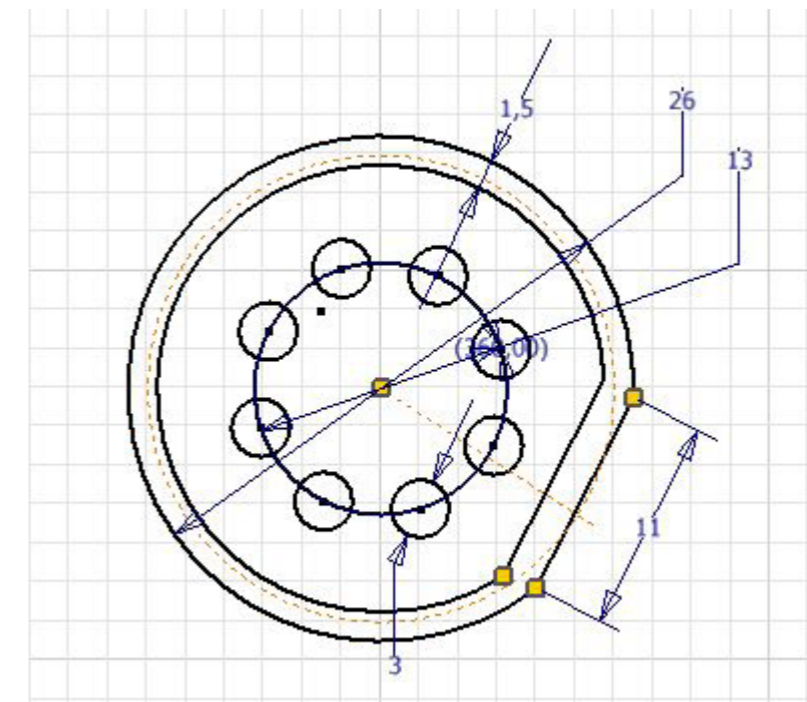
#### Toetsen + plexiglaasje

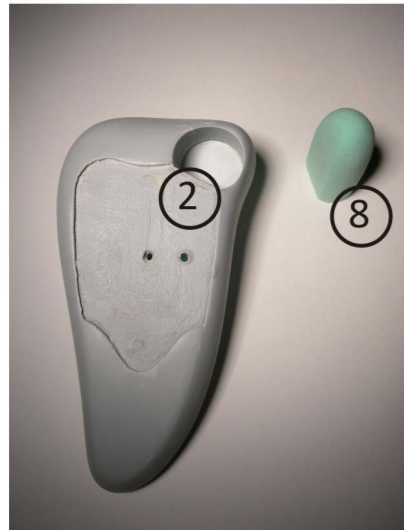
We hebben zes toetsen nodig. Een aan- en uittoets, twee keuzetoetsen, een scantoets en een boven- en ondertoets. De scan en boven- en onderfunctie zijn één dezelfde toets. Membraantoetsen, siliconetoetsen en spuitgegoten toetsen werden overwogen. Finaal wordt er gekozen voor de spuitgegoten toetsen omdat deze een maximale feedback leveren. De matrijs hiervoor is een eenmalige investering, maar wordt snel weer teruggewonnen. Deze spuitgegoten toetsen worden bevestigd op een siliconen membraan, die de drukcontacten tussen de toets en de printplaat verzorgt. Een voorbeeld hiervan bij een GSM ziet u in foto 1,2 en 3.

#### Afmetingen ledkop

De huidige ledkop bevat 8 leds diameter 5mm. Er worden leds van verschillende kleuren gebruikt. Voor een typisch rode led zijn de karakteristieken als volgt: golflengte 660nm en 1800mcd. Voor deze vernieuwde ledkop zouden leds van 3mm gebruikt worden. Deze zorgen ervoor dat de ledkop de voorkeursdiameter van het testpubliek kan bezitten. Hieronder ziet u een technische tekening waarbij een wanddikte van 1.5mm aangehouden wordt en de leds op een steekcirkel van diameter 13 staan. Tussen de leds wordt voldoende afstand voorzien om ze te kunnen monteren. De totale diameter van de ledkop is 26mm. Hierbij wordt 1mm speling voorzien met het gat in het toestel.

Een 3mm led die voldoet aan voorgaande specificaties kunnen we vinden bij Dotlight. Z300mcd levert deze rode led aan een golflengte van 660nm. De datasheet vindt u in bijlage 10.



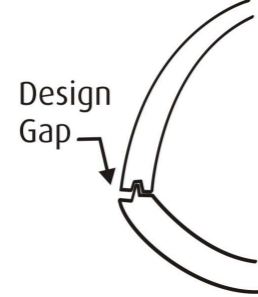


## Productiemethode

### Toestel

De bilirubinemeter wordt spuitgegoten, andere optie zie materiaalkeuze. Hij bestaat uit twee schaalvormen verbonden met een messing-groef verbinding met daartussen een designgap. Beide delen moeten dus ontvormbaar zijn, dit wordt bekomen door de nodige lossingshoek. Het toestel moet slagvast en krasbestendig zijn om zijn functie optimaal te vervullen. Daarom wordt gekozen voor een PC/ABS blend als materiaal. Dit is hetzelfde materiaal dat vaak in telefoontoestellen wordt gebruikt.

De twee helften kunnen in 1 matrix gespoten worden. Ze worden aan elkaar bevestigd door middel van drie schroefjes.



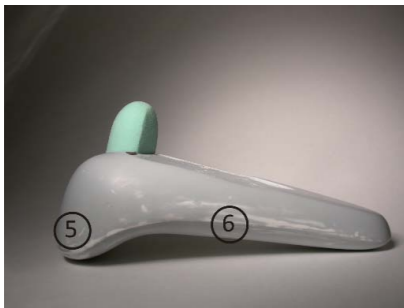
### Ledkop

De ledkop wordt uit doorlaatbare, slagvaste kunststof vervaardigd, keuze PC. De ledkop bestaat uit 2 delen. De behuizing wordt onderaan afgesloten door een transparante cirkel, PC. Dit deel moet transparant en direct doorlatend (dus het mag zeker niet reflecteren) in tegenstelling tot het andere deel dat doorlaatbaar is. De reden hiervoor is simpel, door dit materiaal wordt het licht uitgezonden en terug opgevangen om zo een meetwaarde te bekomen. Er mag dus geen licht verloren gaan ten gevolge van een materiaalkeuze!

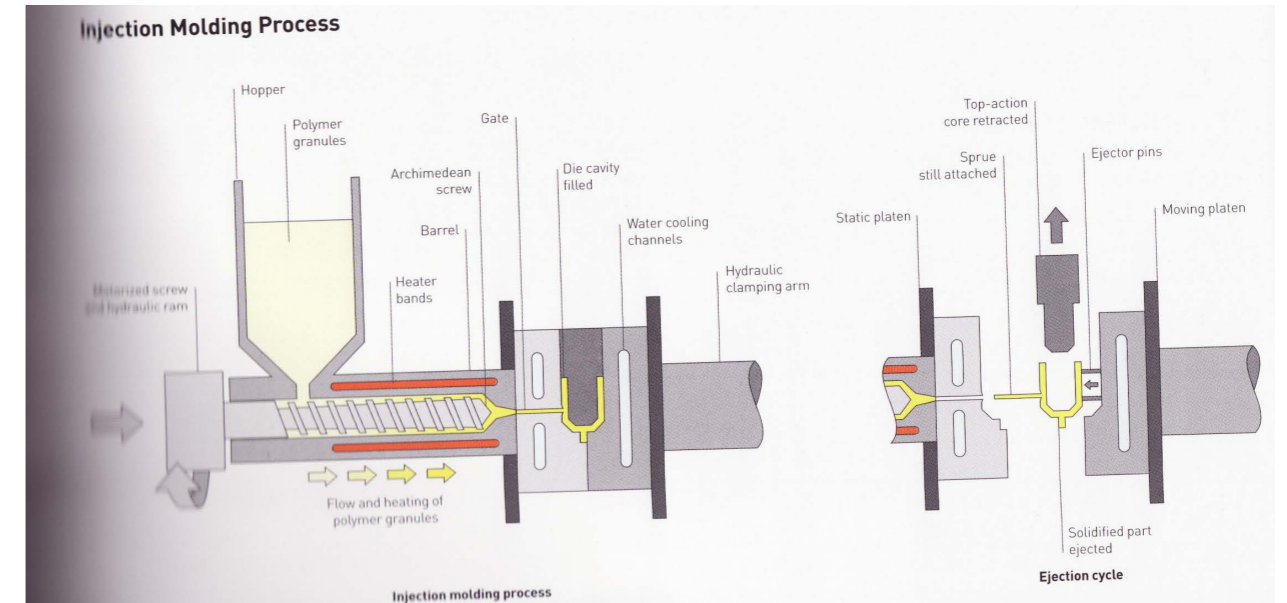
## Aanpassingen voor het spuitgieten

1. Het gat verder van de rand plaatsen, zodat er geen volle kern ontstaat, waardoor inval zou optreden.
2. Speling tussen de ledkop en het gat waarin hij past voorzien.
3. Onder het displayvlak kunnen bossen staan die de twee helften door middel van schroeven verbinden. Zo zal de inval niet zichtbaar zijn.
4. De kunststof die de barcodescanner beschermt kan tussen de twee helften geklemd worden. Dit werd niet aangepast omwille van esthetische redenen.
5. Voldoende lossing moet voorzien worden op de randen.
6. Een design gap gaat ervoor zorgen dat de freeform deelnaad esthetisch beter op elkaar aansluit.
7. Om wiebelen van het toestel tegen te gaan worden drie kleine steunpunten voorzien.
8. De diameter van de ledkop wordt 1mm groter dan bij dit schuimmodel en de afvlakking wordt 7mm smaller, zoals in de technische tekening op voorgaande pagina voorgesteld staat. Dit levert een plat vlak op dat overeenkomt met de grootte die de contacten van de USB stick innemen.

Algemene opmerking: alle scherpe randen moeten voorzien zijn van een kleine afronding.

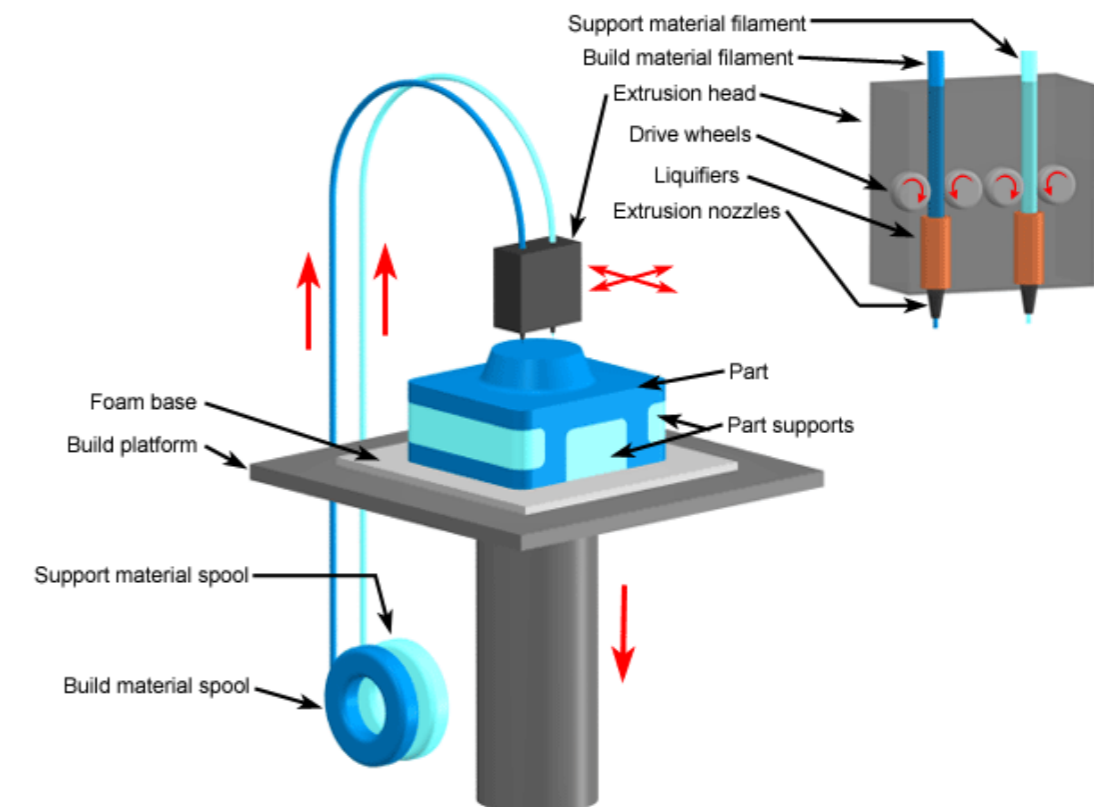


## Mogelijke productiemethodes Spuitgieten [REF 10]



### Rapid prototyping: FDM

Dit materiaal kan ook via Rapid Prototyping verwerkt worden. De fused deposition methode is hier aangewezen, dit wordt onder andere door Materialise uitgevoerd. Op deze manier wordt ingespeeld op de kleine productieaantallen! Want bilirubinemeters zijn geen massaproduct. Deze keuze van productieproces is een afweging die de producent moet maken. Ook zo een product kan nabehandeld worden om een mooie afwerking te bekomen.



## Materialenkeuze + plaatsing basiscomponenten

### PC/ABS blend

Een combinatie van PC en ABS levert ons een slagvast, krasbestendig, licht en chemisch bestendig materiaal op. ABS verbetert de vloeier van het polycarbonaat en zo krijgen we een mooie afwerking [REF 11]. Een extra voordeel is dat dit materiaal ook via Rapid prototyping in kleinere series gemaakt kan worden!

### PC

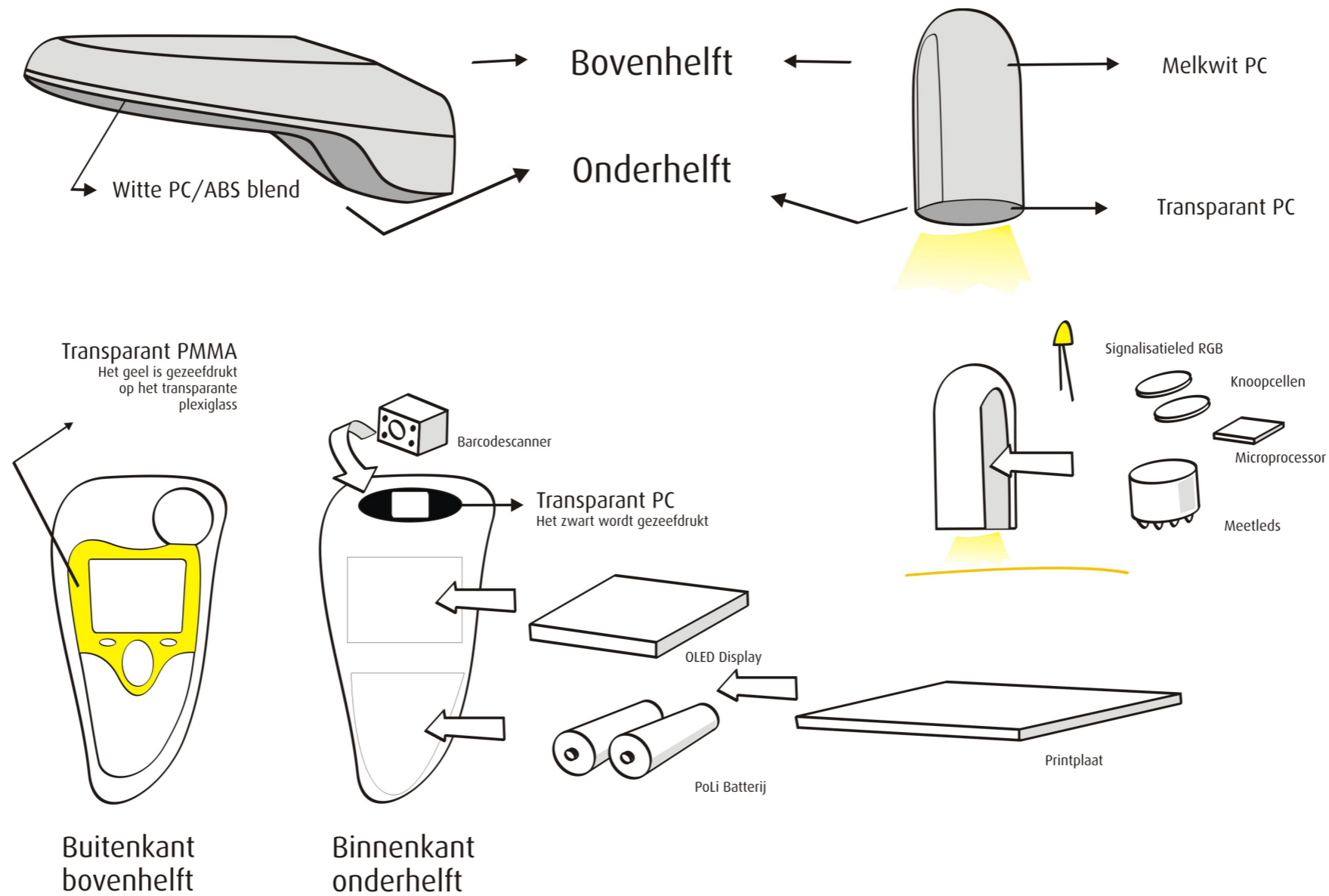
Dit materiaal werd gekozen voor de ledkop en het deel dat de barcodescanner beschermt. Uitstekend aan dit materiaal zijn de slagvastheid, de transparantie. Dit materiaal is concurrerend met PMMA (acrylaten). PC is duurder maar tevens slagvaster. Vandaar deze keuze.

Het PC van de ledkop is melkwit (om de elektronica te verbergen) uitgezonderd één deel, namelijk de cirkel onderaan die transparant is. Het PC die de barcodescanner afschermd is ook transparant en wordt aan de randen bezeefdrukt om de elektronica te verbergen.

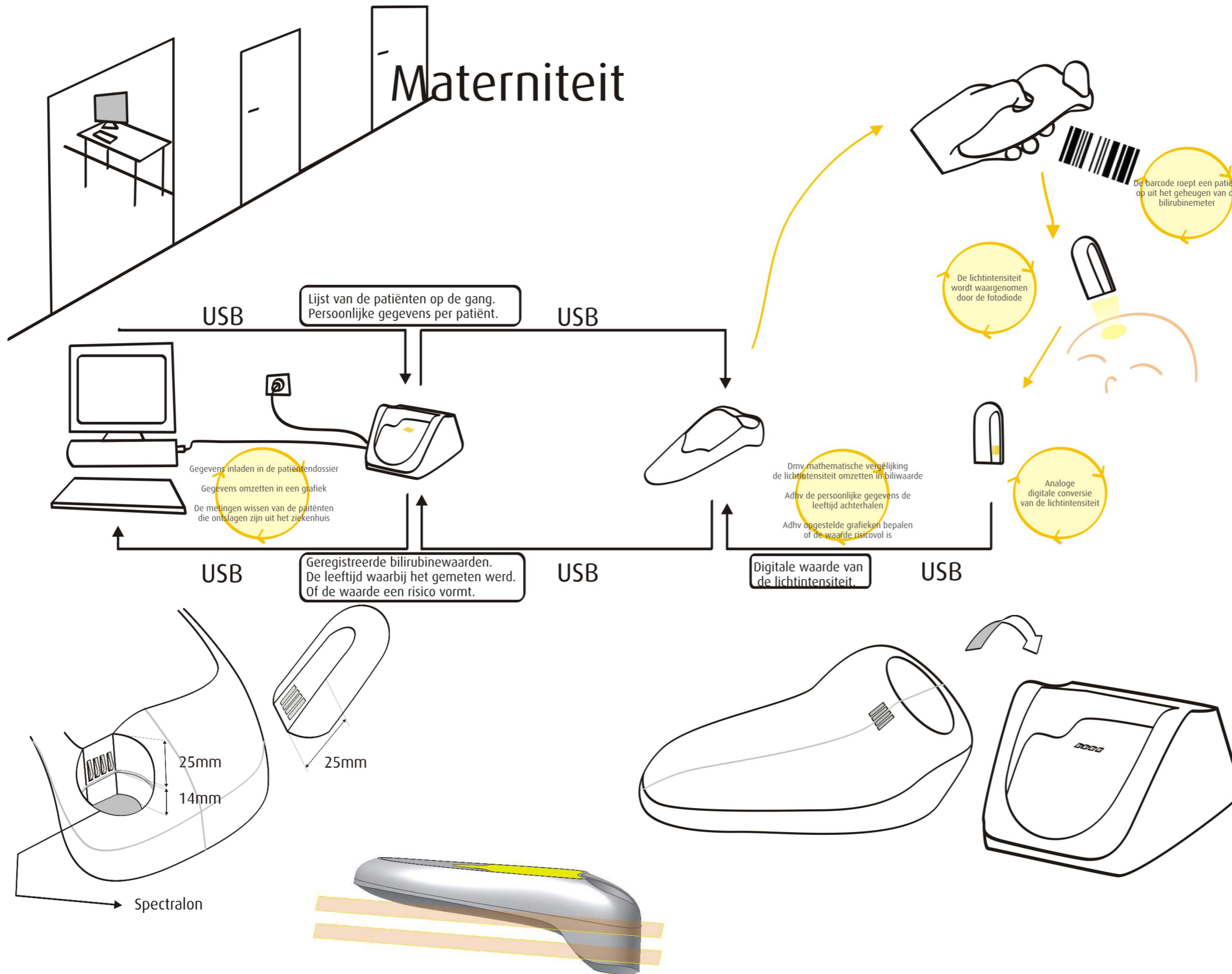
### PMMA

Het plaatje dat de display afschermd wordt vervaardigd uit PMMA, beter bekend als plexiglas. Hier wordt geen PC gekozen omwille van de kostprijs en het feit dat hier geen extreme slagvastheid vereist is. Dit plaatje wordt bezeefdrukt achteraf om de gele kleur te bekomen.

De technische gegevens en karakteristieken van de kunststoffen werden geraadpleegd in referentie 11.



# Materniteit



## Informatieoverdracht

We hebben vier spelers, de computer, het docking station, het toestel en de ledkop. De afbeelding hiernaast toont hoe de informatieoverdracht in zijn werk gaat.

Zo wordt informatie vanuit de patiëntendossiers ingeladen in het toestel. Meer specifiek de naam van de patiënt, de geboortedatum, geboorteur en de draagtijd van de zwangerschap. Deze informatie heeft het toestel nodig om de gebruiker de nodige service te leveren.

De informatie wordt vanuit de computer via het docking station in het toestel geladen. U ziet dat er geen verwerking of toevoeging van informatie gebeurt bij dit docking station. Dit zou op vlak van informatieoverdracht een te verwaarlozen component kunnen zijn. Maar toch is het noodzakelijk omdat het het toestel een vaste plaats geeft.

De ledkop genereert enkel informatie en kan er geen ontvangen. Het toestel voert berekeningen uit met als input de informatie vanuit de ledkop en de informatie vanuit het patiëntendossier.

In de gele cirkels staan de bewerkingen vermeld, en in de zwarte kaders welke informatie er doorgespeeld wordt.

## Toekomstvisie

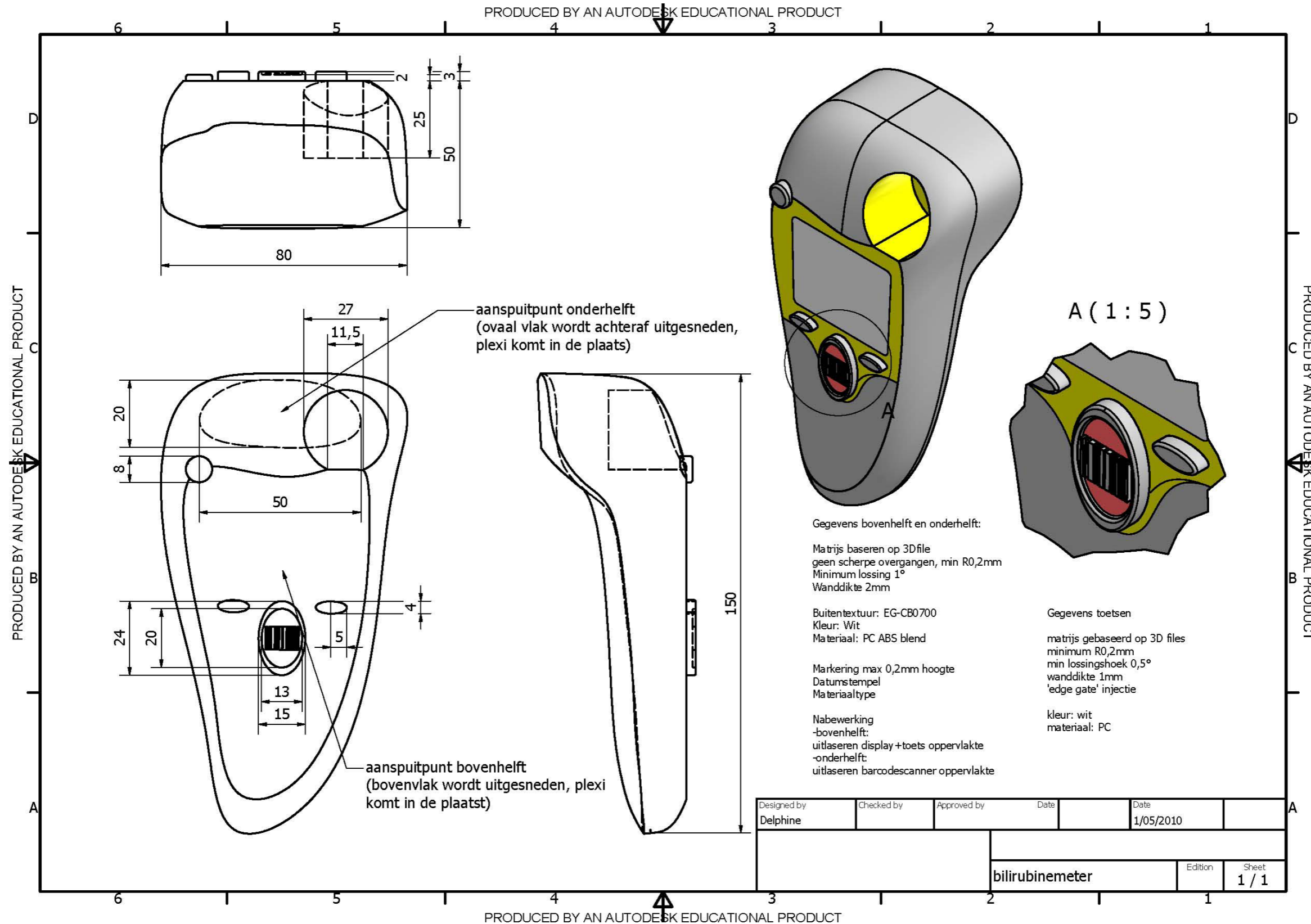
Kritisch gezien zijn het toestel en het docking station overbodig. Het toestel en docking station hebben we enkel nodig omdat de computer niet mobiel is. Wanneer dokters in de toekomst een eigen handheld 'computersysteem' met zich mee zouden dragen, dan kan de ledkop zonder toestel en docking station fungeren.

Hierbij is de 'handheld computer' verbonden met het netwerk, evenals de ledkop. Beide kunnen communiceren met elkaar zodat de resultaten nu kunnen berekend worden door de 'handheld computer' en onmiddellijk worden ingebracht in het patiëntendossier!

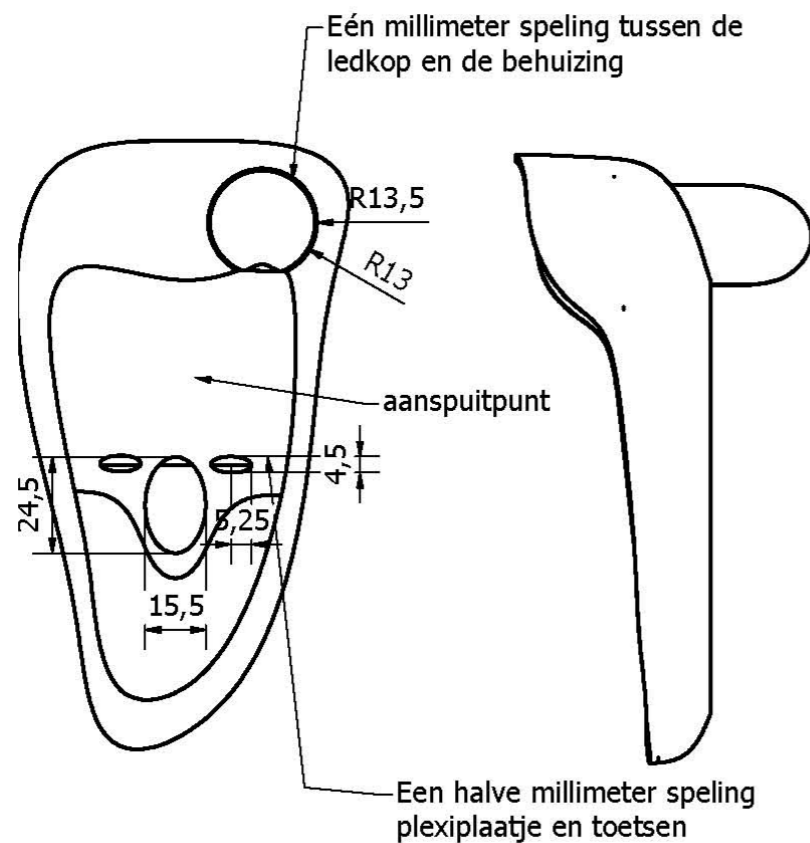
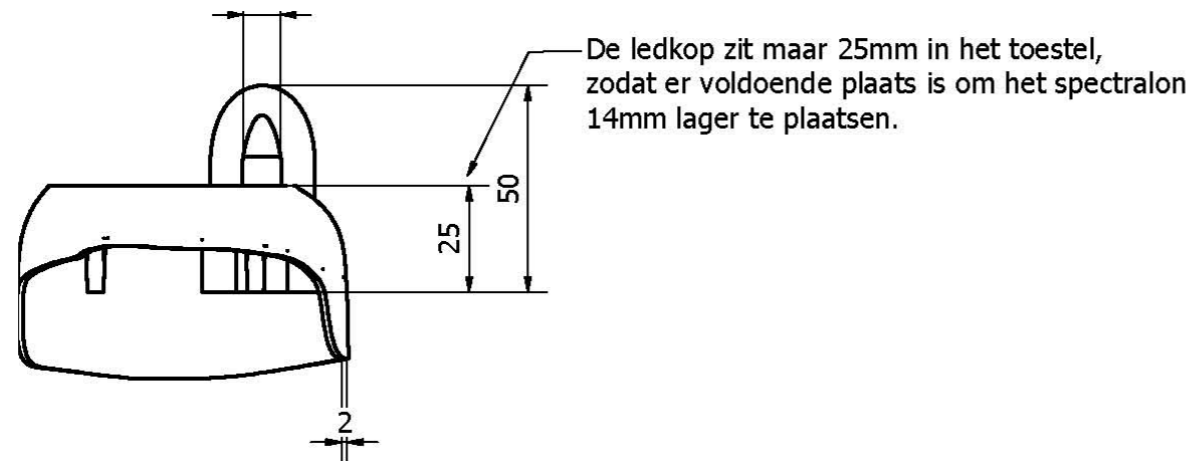
## Technische tekeningen

Onderstaande tekening toont hoe de bilirubinemeter er zou uitzien als hij samengesteld wordt. Omdat het een freeform is werd hij aan de hand van surface modelling getekend. Erna werd hij binnengenomen in inventor om er de nodige bewerkingen op uit te voeren.

Rechtsonder vindt u de spuitkarakteristieken voor de gegevens van zowel de bovenhelft als de onderhelft. Om produceren mogelijk te maken moeten van deze tekening 3 aparte tekeningen gemaakt worden. Eén die de bovenhelft voorstelt en één die de onderhelft voorstelt, en een andere die de toetsen weergeeft. Een aanzet wordt op volgende pagina gegeven.



Deze tekening toont rechtsonder een kleine assembly. Links worden een aantal delen van deze assembly bemaat. Zo wordt op deze tekening het plexiglas die de display afdekt bemaat. U ziet dat de uitsparing hier groter is dan de grootte van de toetsen, voorgesteld op de vorige pagina. Rechtsboven ziet u de schaalvorm van de bovenkant, graag had ik die ook van de onderkant voorgesteld maar inventor dacht er anders over.

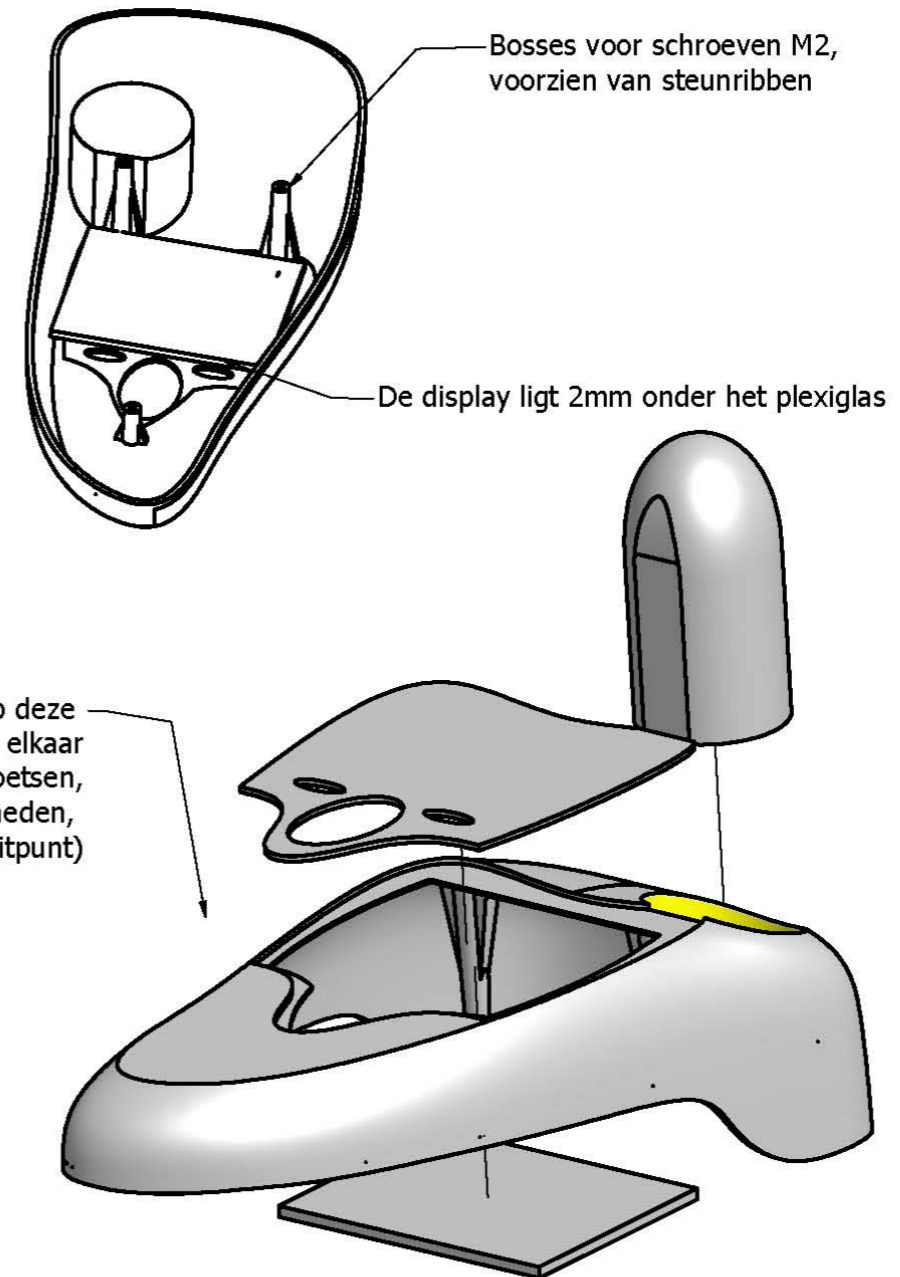


Enkel de toetsen worden uitgelaserd uit het transparante plexiglas.

Na bewerking passen de stukken op deze manier in elkaar (De plaats voor de display en toetsen, worden uit de behuizing uitgesneden, zo verdwijnt het aanspuitpunt)

Ook hier zouden aparte tekeningen gemaakt moeten worden van het plexiglas en de ledkop.

Aan de hand van deze technische tekeningen wou ik een beeld geven van hoe de stukken in elkaar passen. Om deze tekeningen klaar voor productie te maken is er nog wat werk. Werk dat niet volbracht kan worden zonder meer specifieke gegevens van de elektronica die erin past.



|                                    |            |             |         |                   |
|------------------------------------|------------|-------------|---------|-------------------|
| Designed by<br>Delphine Depuydt    | Checked by | Approved by | Date    | Date<br>6/05/2010 |
| Assembly bovenkant bilirubinemeter |            |             | Edition | Sheet<br>1 / 1    |
|                                    |            |             |         |                   |



## Schokbestendigheid

Eén bilirubinemeter op één afdeling. Dit wil zeggen dat de bilirubinemeter door veel mensen gebruikt zal worden. De één zal er al wat zorgvuldiger mee omspringen dan de ander. Het toestel zou weleens kunnen vallen...

Vandaar dat het toestel vervaardigd is uit PC/ABS en de ledkop uit PC. Qua slagvastheid zijn deze materialen de beste keuze.

Maar misschien kan de elektronica ook aangepast worden om zo min mogelijk breuk te lijden. De motor die de lekop verdraaide is al geëlimineerd, dit bleek een zwak punt wanneer het toestel viel. Maar er zit nog altijd andere elektronica in.

Hiervoor werd eens gekeken naar een ouder model van Nokia. Dit GSM model staat bekend om zijn slagvastheid.

Hoe bekomen zij deze slagvastheid?

We zien vooraleerst dat de behuizing twee component gespoten is. Een rubberlaagje bedekt een hardere binnenkant.

Daarnaast zien we dat de elektronica één geheel vormt. Dit geheel maakt slechts met een aantal punten contact met de behuizing. Daarin schuilt, denk ik, ook de sterkte van dit toestel.

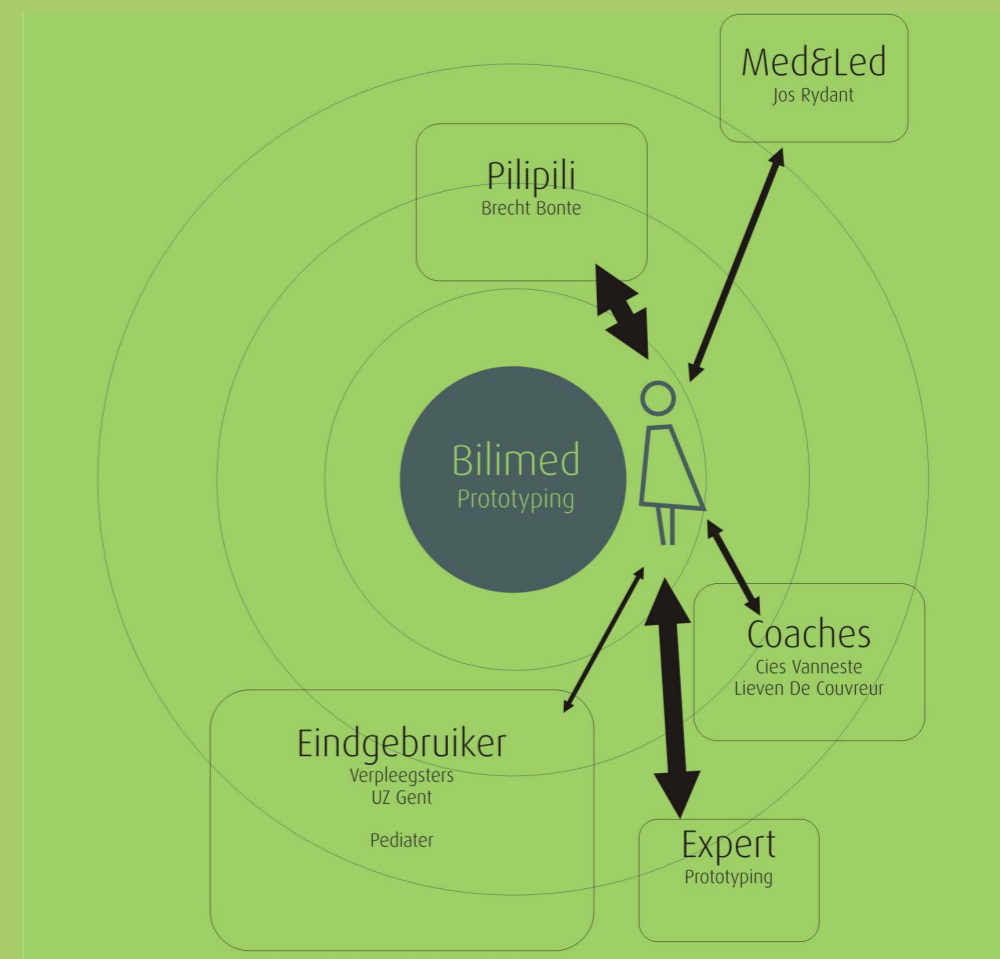
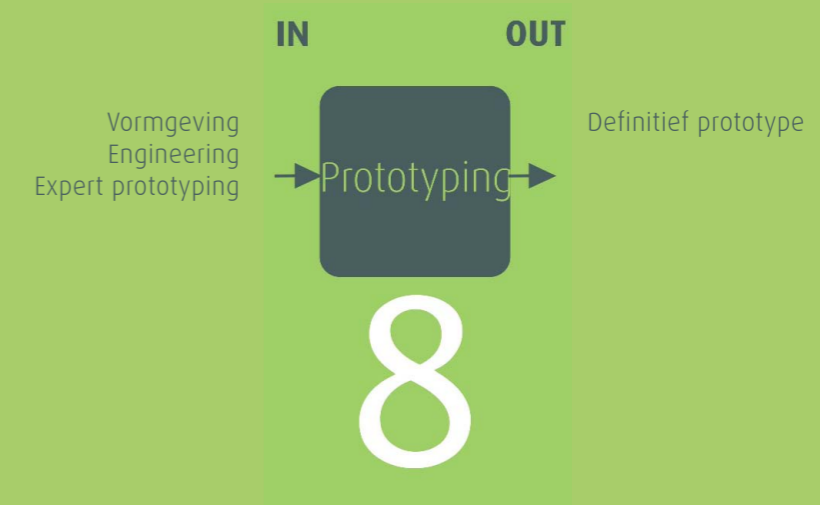
Dit is een pad dat nog verder zou kunnen onderzocht worden, zeker voor de ledkop van de bilirubinemeter en als je het helemaal goed wilt doen, ook voor het toestel zelf.

Hierbij is het hoofdstuk engineering afgerond. In dit hoofdstuk werd aangetoond dat het concept, de vormgeving en de interface kunnen werken met de bestaande technologie.



## Hoofdstuk 8: Prototyping

Technische tekeningen zijn noodzakelijk voor matrijzenbouwers, maar voor gebruikers hebben we een tastbaar product nodig. In dit hoofdstuk wordt geïllustreerd hoe via verscheidene technieken een zo realistisch mogelijk niet-werkend prototype vervaardigd werd.





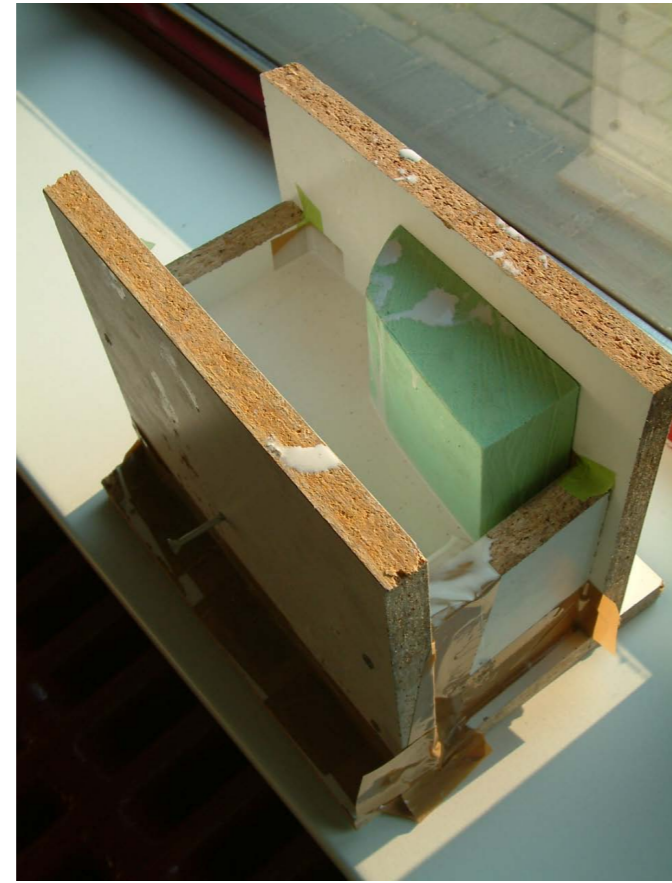


## Hoofdstuk 8 Prototyping

Dit hoofdstuk illustreert de verschillende stappen ondernomen om het eindprototype te vervaardigen. Het eindprototype is een niet werkend prototype waarmee toch de gebruikersinteractie te simuleren valt.

### Aanpak

Eerst wordt er een schuimvorm geschuurd. Deze wordt vervolgens geplamuurd tot alle oneffenheden verdwenen zijn. Van deze vorm kan nu een siliconemal gemaakt worden. Op deze manier kunnen meerdere testmodellen vervaardigd worden. In deze mal wordt blitsmassa gegoten en zo wordt een hol product verkregen. Vanaf dit punt zijn verschillende afwerkingsmethodes mogelijk.



Het blitsmodel wordt opnieuw geplamuurd en verder opgeschuurd om er na een verflaag te krijgen.

Om het geheel waarheidsgetrouwer te maken wordt er gewicht aan het toestel toegevoegd, om een toestel van 200g te bekomen. Dit is het werkelijke gewicht van deze bilirubinemeter.

Het materiaal dat op de expo tentoongesteld wordt (prototype en beeldmateriaal) vindt u terug op de bijgevoegde CDrom in de map 'Expo materiaal'.



## Waarom dit het ultieme concept is

Dit wordt verklaard a.d.h.v. de vooropgestelde persoonlijke doelstellingen

### - Sterktes van de technologie maximaal tot uiting laten komen

1. Toestel kan eenvoudig met een steunpunt stilgehouden worden  
Het toestel moet mooi stil gehouden worden om veelvuldige errors te voorkomen. Uit onderzoek bleek dat de verpleegsters daar in slaagden door te steunen op het kind of op de tafel/couveuse. Zowel op neonatologie als op materniteit bleek dat steunen altijd mogelijk is.

2. Omgevingslicht wordt geëlimineerd

Door de manier waarop verpleegsters gingen meten, elimineerden ze een groot deel het omgevingslicht. Het toestel voorziet feedback wanneer er toch een te felle lichtbron het resultaat zou beïnvloeden.

### - Toestel dat gemakkelijk integreert met het meten en verwerken van klinische resultaten

1. Traceerbare resultaten

Door een barcodelezer te gebruiken zijn alle resultaten traceerbaar en kunnen er minder fouten gemaakt worden.

2. Ingespeeld op de digitalisering van de patiëntendossiers

De toekomst van de hospitalen gaat ongetwijfeld de digitale toer uit. Dit toestel speelt hier op in door de gegevens met het patiëntendossier uit te wisselen.

3. Interface tussen het toestel en het patiëntendossier

Doordat het toestel non invasief is leent het zich ertoe om herhaaldelijk metingen te doen, op die manier kan voorspeld worden wanneer de bilirubinepiek zal optreden en kan preventief behandeld worden. Om een mooi overzicht te krijgen kan bijhorende software ervoor zorgen dat de waardes in een grafiek uitgezet worden volgens levensuren en het aantal mg/dl bilirubine.

### - Eenvoudig in gebruik voor de specifieke doelgroep

Voordelen voor de verpleegsters

1. Geen risico op crosscontaminatie

Doordat het toestel niet het bedje van de couveuse raakt noch de patiënt moet het niet ontsmet worden. Het toestel zelf komt de couveuse niet binnen, enkel de ledkop. Mocht de verpleegster naast haar handen toch het toestel willen ontsmetten, dan beperkt zich dat tot de ledkop.

2. Minimaal tijdverlies bij het inladen van gegevens

De gegevens worden via het docking station in het toestel ingeladen.

3. Duurzaam toestel

Het toestel maakt geen gebruik van vervangonderdelen, die dan uit voorraad zijn, of zoek zijn... Wanneer je het toestel hebt is alles voorhanden.

4. Feedback voor de meting

De meting wordt niet uitgevoerd vooraleer aan alle condities zijn voldaan. Het vorige toestel gaf pas een error na de meting indien de correcte afstand niet gehanteerd werd. Dit toestel geeft geen groen licht vooraleer het toestel op de correcte afstand, loodrecht boven de patiënt en voldoende stil gehouden wordt.

5. Makkelijk scannen van de patiëntenbarcode

De scanner bevindt zich aan de onderkant van het toestel en de scantoets bovenaan. De user interface is zo ontworpen om de verpleegster aan te sporen telkenmale de patiëntenbarcode in te scannen. Dit is geïnspireerd op een algemeen gebruikt toestel in de hospitalen (glucosemeter).

6. Een hand vrij om de baby te fixeren

Een baby kan nogal wat friemelen, dit is hinderlijk om een goede meting uit te voeren. Daarom houdt de verpleegster met één hand het kopje van het kind vast. Dit toestel is erop voorzien dat men één hand vrij heeft om dit te doen.

7. Display niet nodig tijdens het meten

De gegevens worden pas zichtbaar op de display nadat de ledkop weer in het toestel geplaatst wordt. Op die manier is er geen probleem meer van het niet kunnen lezen van de display tijdens een meting. De feedback om een meting goed uit te voeren wordt door de ledkop geleverd.

8. Makkelijk meeneembaar toestel

Het toestel is niet al te groot uitgevoerd zodanig dat het makkelijk in de hand past om mee te nemen, dit was de voorkeur van de verpleegsters. Zij halen het toestel en brengen het terug na gebruik. Om een vaste plaats toe te kennen aan het toestel wordt geopteerd voor een docking station waarin het oplaadt.

9. Eenvoudige interface

De interface werd in eerste instantie getest met een 'onwetend publiek'. Zij hadden nog nooit een bilirubinometer gezien, noch van gehoord. Zo konden vele hekpunten uit de eerste ontwerpen gehaald worden, waardoor de laatste interfaces zo goed als geen leercurve bezitten, en onmiddellijk goed gekeurd werden.

#### Voordelen voor de pediater

In de toekomst kan dit nog veranderen, maar de dag van vandaag zijn het de pediaters die de beslissingen nemen omtrent de behandeling van de patiënt.

##### 1. Berichtgeving bij een te hoge bilirubinewaarde

Met een waarde alleen weet je nog niet of het kind geelzucht heeft of niet. Daarvoor moet je een grafiek nog raadplegen. Deze zet het bilirubinegehalte uit i.f.v. de levensuren van het kind. De waarden van de grafiek worden in het toestel opgenomen, zodanig dat er een indicatie kan gegeven worden wanneer de bilirubinewaarde te hoog is. Eén uitroepingsteken zegt dat fototherapie noodzakelijk is, twee duiden op een wisseltransfusie.

##### 2. Levensuren i.p.v. datum en tijd

Wanneer de pediater opteert om zijn grafiek af te lezen moet hij de levensuren van de patiënt gaan berekenen. Dit toestel berekent a.d.h.v. de barcode en de huidige tijd het aantal levensuren en geeft ze weer op de display. Nu hoeft de pediater niet meer te rekenen om zijn grafiek af te lezen.

##### 3. De pediater kan de geschiedenis van de patiënt raadplegen

Vorige bilirubinewaarden zijn raadpleegbaar in het toestel. Zo hoeft de pediater niet in het dossier of naar de laptop te gaan kijken om het verloop te zien. De beslissingen kunnen bij het kind gemaakt worden. De dag van vandaag gebeurt dit ook zo, de verpleegster staat met het dossier naast de pediater.

#### Voordelen voor de patiënt

##### 1. Minimale belasting van de patiënt

Om het toestel stil te houden wordt gesteund op de patiënt. Hierbij is de hinder minimaal doordat de verpleegster enkel een kleine ledkop in haar hand houdt. Dit is zeker gewenst bij baby's van maar 800g.

#### -Passend in de klinische omgeving

##### 1. Aantrekkelijke vorm

De vormgeving speelt in op de sfeer in deze kraamafdelingen. Deze werd getest met de gebruikers, en werd door hen als passend op materniteit aangeduid.

##### 2. Hygiënische vorm

De vorm bezit niet veel hoekjes en kantjes zodat hij gemakkelijk ontsmet kan worden.

#### -Ontworpen met oog op productie

##### 1. Spuitgiet aanpassingen

Spuitgietverbeteringen werden op de eerste schuimmodellen aangebracht en zijn gevisualiseerd bij de technische tekeningen.

##### 2. Eliminatie motor

Een motor die gebruikt werd om de kalibratie uit te voeren werd ook geëlimineerd, wat het toestel meer bedrijfszekerheid geeft.

##### 3. Materiaalkeuze

Voor de materiaalkeuze werd gekeken naar de omgeving waarin de bilirubine-meter terecht komt. Zo werd een slagvast materiaal gekozen dat ervoor zorgt dat het toestel tegen een stootje kan. Hetzelfde materiaal kan via rapid prototyping verwerkt worden, om zo tegemoet te komen aan de kleine productiehoeveelheden.

#### -Voldoet aan de wetgeving opgelegd aan de klinische omgeving

Het toestel gebruikt geen nieuwe technologie die zou kunnen interageren met bestaande toestellen. WIFI werd uit dit toestel weggelaten.

## Nawoord

U las zonet de weg die ik afgelegd heb om mijn masterproef 'User centered design filosofie als basis voor de analyse van de gebruikersinteractie ter verbetering van de non-invasieve bilirubinemeter' tot stand te brengen.

Voor mij was het een verrijkend jaar! Het is aan een hoge snelheid voorbij gevlogen en vooral omdat de omgeving waarin ik terecht kwam me boeide. Deze opdracht gaf me de nodige afwisseling waardoor ik telkens gedreven was nieuwe zaken te ontdekken.

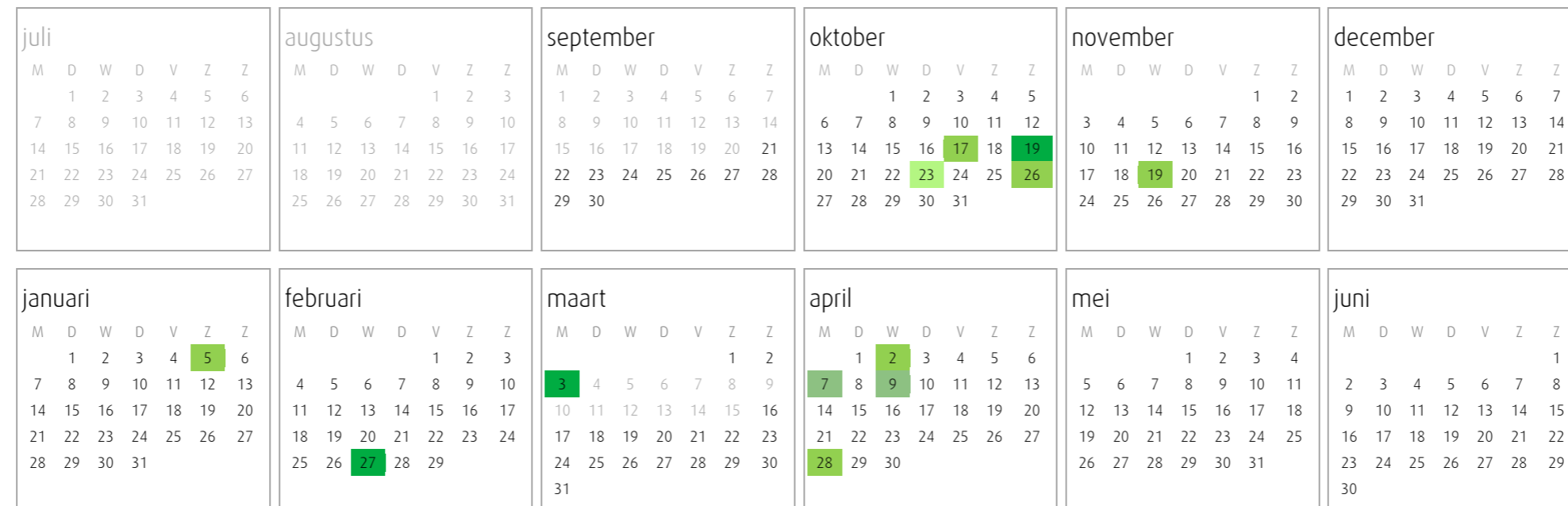
Hetgeen de analytici onder ons zal interesseren is: zijn de doelstellingen bereikt? Hen verwijst hierbij door naar pagina 11.

De klemtoon bij mijn masterproef lag op het user centered maken van een toestel met veelbelovende technologie, maar met een jammerlijke 'verpakking', die mensen weerhield dit te zien. Zo zie je maar dat technologie alleen geen zekerheid op doorbreken biedt, maar dat er moet gestreefd worden naar een goede mix technologie-interface. Het zijn nog altijd 'mensen' die met het product werken!

Om dit eindwerk user centered uit te werken heb ik dan ook veel contact gehad met de gebruiker. Hieronder staan de bezochte ziekenhuizen afgebeeld. In elke fase werd de mening van de gebruiker gevraagd/geobserveerd.

### Participerende ziekenhuizen

- UZ Gent
- St. Niklaas Kortrijk
- Hospitaal Kortrijk
- Heilig Hart Roeselare
- RVT Lichtendal Kortrijk



Door deze manier van werken meen ik tot een goed resultaat gekomen te zijn. Wanneer je het oorspronkelijke toestel en de vernieuwde bilirubinemeter naast elkaar zou gaan testen, ga je een enorm verschil zien. De interactie&interface zijn grondig onder de loep genomen.

Nadat al mijn research afgerond was begon de technische uitwerking. Hierbij heb ik gemerkt dat er nog een boeiende weg af te leggen valt om een product volledig productieklaar te maken. Deze weg zal verder afgelegd moeten worden in samenwerking met de producent.

Een productontwikkelingsproject is nooit gedaan vooraleer de eerste vormen uit de matrijs komen en in de winkelrekken liggen, en dan nog moeten aanpassingen gedaan worden...

Mijn masterproef eindigt hier, al ben ik 'getikketak' om er verder aan te werken, om dan toch die eerste bilirubinemeter uit de matrijs te halen!

Ik hoop dat de producent verdergaat met dit product, met deze research, want er is nood aan dit product,

*meer nog, er is vraag naar!*

*Delphine Depuydt*

## Referenties

- [1] E.B.-N. Sanders, P.J. Stappers, *Co-creation and the new landscapes of design*, CoDesign, Taylor & Francis, March 2008
- [2] J.M. Dick, *mésure non invasive du taux de bilirubine de la peau*, Medick S.A., Med&Led, okt 2001, WO/2001/072222
- [3] D.De Luca, E. Zecca, M. Corsello, E. Tiberi, C. Semeraro, C. Romagnoli, *Attempt to improve transcutaneous bilirubinometry: a double blind study of Medick Bilimed versus Respironics Bilicheck*, Arch Dis Child Fetal Neonatal, Ed 2008; 93 : F135-139
- [4] P.Szabo, M.Wolf, H.Ulrich Bucher, J.C.Fauchère, D.Haensse, R.Arlettaz, *Detection of hyperbilirubinaemia in jaundiced full-term neonates by eye or by bilirubinometer?*, Eur J Pediatr, 2004; 163 : 722-727
- [5] M.Buchenau, JF.Suri, *conf. Experience prototyping*, Sigchi, Brooklyn, New York, 2000
- [6] Bill & Melinda Gates Foundation and non-profit groups IDE, ICRW, and Heifer International, IDEO, *Human centered design toolkit*, www.ideo.com, 2009
- [7] J.Koning, *Bluetooth redt levens, hartpatiënten in de gaten houden met mobiele telefoons*, www.zdnet.be, 24 januari 2001
- [8] B. Senese, *Implementing Wireless Communication in Hospital Environments with Bluetooth, 802.11b, and Other Technologies*, *Wireless technologies offer a number of benefits in healthcare. But what issues remain to be addressed?*, Medical Device and diagnostic industry, july 2003
- [9] J.Adams, *Zigbee health care*, everythingwireless.wordpress.com, 30 september 2009
- [10] R.Thompson, *Manufacturing processes for design professionals*, Thames&Hudson Ltd, Londen, 2007, p51
- [11] K.G.Budinski, M.R. Budinski, *Materiaalkunde Technici*, 3<sup>e</sup> herziene druk, SDU Uitgevers bv, Den Haag, 2006

## Bijlagen

- I. Vragenlijst voor materniteit en neonatologie
- II. Dagschema van de materniteit UZ Gent
- III. Doodles per deelprobleem
- IV. Vormgevingsschetsen bilirubinometer
- V. Interface voorstellen
- VI. Alle schermpjes van de interface
- VII. Datasheet barcodescanner
- VIII. Datasheet OLED display
- IX. Datasheet knoopcellen
- X. Datasheet led
- XI. CDrom

