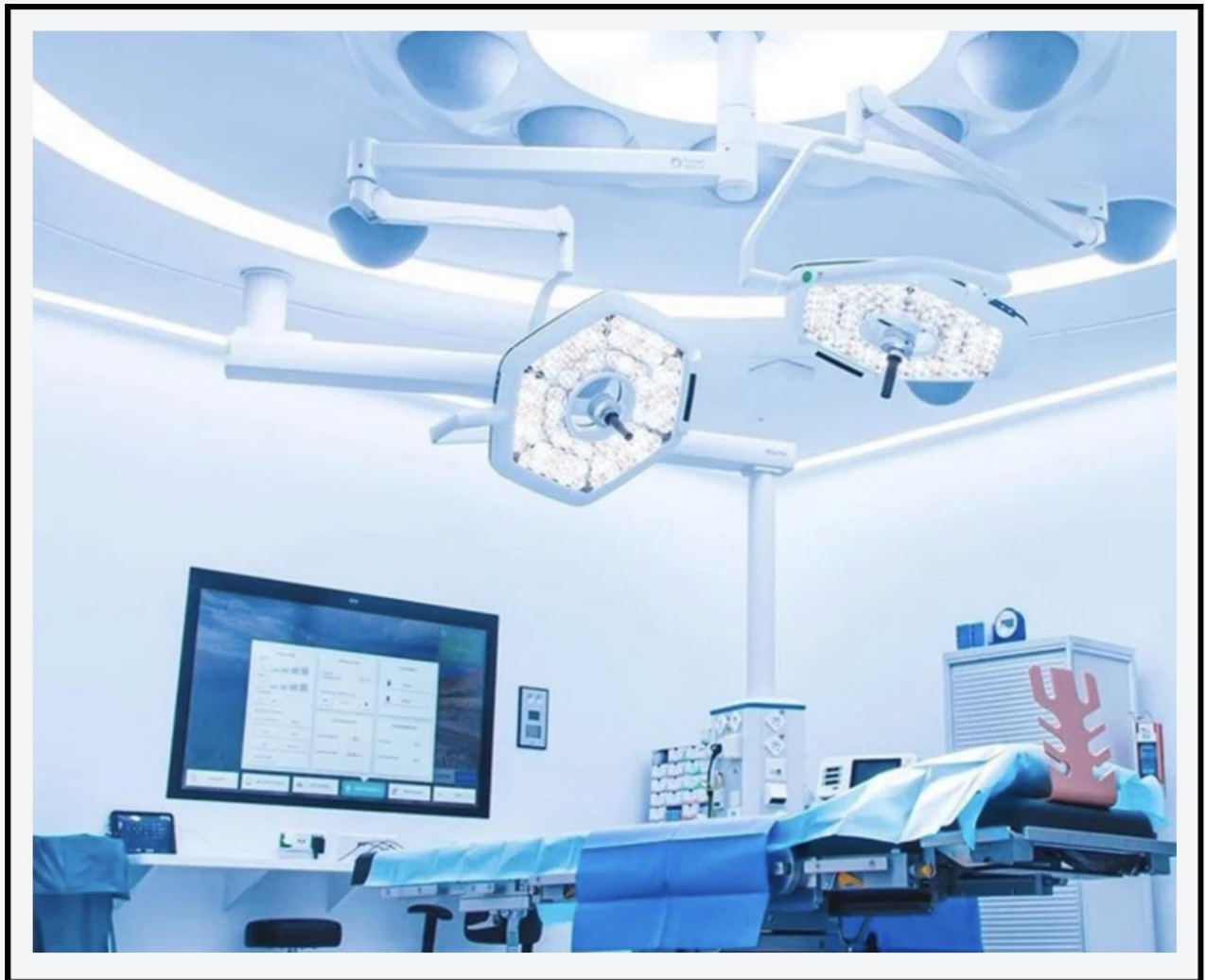


Licht op de OK



Keuzeproject 2 (KP2)

5VWO P1

Ilya Wagemakers
Noor Bangert

Daniel Standhart
Martijn Vriesman

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Over ons	4
Bètawereld.....	4
Het project	4
Sprint 1: vooronderzoek	5
Lampen	5
Welke lampen gebruikt men op de OK?	5
Hoe werken OK lampen?	6
Migraine	7
Wat is migraine?	7
Welke soorten migraine bestaan er?	7
Wat veroorzaakt migraine?.....	8
Welke lichtfilters kunnen wij gebruiken om de prikkels te verminderen?	9
Wat zouden de mogelijke ongewenste effecten zijn van deze filters?	9
Sprint 2: concept.....	10
2a. Voor wie?	10
2b. PvE	10
2c. Schetsen	11
2d. Keuzes	12
Schetsen.....	12
Varianten.....	12
Filters/lenzen	13
Sprint 3: Concept uitwerken	13
Vorbereidingen prototype	13
Materialen.....	14
Materialenlijst.....	14
3D printen	14
Varianten / Prototypen	15
Eindontwerp	17
Conclusie	18
Evaluatie.....	19
Aanbeveling	19
Ontwerpproces	20
Terugkoppeling sprint 1	20
Terugkoppeling sprint 2	20

Terugkoppeling sprint 3	21
Terugkoppeling sprint 4	21
Bronvermelding	22

Voorwoord

Over ons

Dit project is opgezet en uitgevoerd door Noor Bangert, Daniel Standhardt, Martijn Vriesman en Ilya Wagemakers, studenten van het Antonius college Gouda in het vijfde leerjaar van het VWO. Dit project is tot stand gekomen, doordat we voor het vak O&O een keuze project moesten opzetten. Hiervoor hebben we gekozen om binnen de bètawerelden mens & gezondheid en ontwerp, productie & wereldhandel te werken.



Bètawereld

In de bètawereld mens & gezondheid valt alles wat te maken heeft met het menselijk lichaam, hoe je ziektes bestrijdt, het helpen van mensen, operaties en nog veel meer. Wij hebben voor deze wereld gekozen, omdat het ons alle vier interesseert. Anderzijds hebben we gekozen voor de bètawereld ontwerp, productie & wereldhandel, omdat we namelijk ook bezig zijn met het ontwikkelen en ontwerpen van een nieuw product.

Het project

Het doel van dit project is om een filter of andere oplossing te bedenken en ontwerpen. Dit zal ervoor moeten zorgen dat mensen die op een operatiekamer werken geen last meer zullen kunnen krijgen van migraine door de straling van de verlichting.

In dit verslag vindt u de uitwerking van het door ons opgestelde PvA. In sprint 1 kunt u de resultaten van ons vooronderzoek terugvinden, hierin vertellen we uitgebreid over verschillende soorten lampen. Ook vertellen we over migraine, de oorzaken hiervan en verschillende soorten lichtfilters. Gedurende sprint 2 hebben we uitgewerkt wie onze doelgroep is, een PvE opgesteld met de opdrachtgever en hebben we de eerste schetsen gemaakt. In sprint 3 werkten we het concept uit en controleerden het PvE. Daarnaast werd de definitieve technische tekening gemaakt en werden er voorbereidingen getroffen voor het verwezenlijken van deze tekening. Tijdens sprint 4 hebben we verschillende prototypes gemaakt en een definitief eindmodel. Tot slot hebben we dit alles gepresenteerd.

Sprint 1: vooronderzoek

In het vooronderzoek zullen een aantal dingen worden onderzocht. Zo zullen wij ons eerst verdiepen in de verschillende lampen die gebruikt worden op operatiekamers en de werking daarvan. Ook zullen wij ons verder verdiepen in migraine. Wat houdt migraine eigenlijk in? En wat zijn de oorzaken van migraine? Als laatste zal er ook al gekeken worden naar lichtfilters die eventueel gebruikt kunnen worden. Dit onderdeel zal wel nog verder uitgewerkt en verdiept worden in sprint 2. We zullen hierbij kijken naar de beste manier om de schadelijke straling uit het licht te kunnen verwijderen, verminderen of tegen te houden.

Lampen

Welke lampen gebruikt men op de OK?

Het licht in de operatiekamers is essentieel om goede zorg te kunnen bieden aan de patiënten, daarom zijn er drie verschillende type lampen die hiervoor gebruikt worden. Hieronder staan de drie types opgesomd:

- Overhead/operating lights
- Headlights/illuminated loupes
- In-cavity lighting

Overhead/operating lights

De overhead/operating lights zitten meestal vast aan een muur, een plafond of is verrijdbaar doormiddel van wielen. Het doel van deze lampen is om het gebied waar ze opereren te voorzien van basis hoeveelheid licht.

In deze lampen worden verschillende type lampen gebruikt:

- Light Emitting Diodes (LED)
- Gloeilampen (Incandescent)
- Gasontladinglamp (Gas Discharge light)

De lampen zijn erop gemaakt dat het operatieteam de hoe waaruit het licht komt kunnen aanpassen naar hun wensen, hierdoor kunnen ze hun zicht optimaliseren

Headlights/illuminated loupes

De Headlights/illuminated loupes kun je in de operatiekamer vaak terugvinden als een soort bril. Doormiddel van deze type lamp kan er voor de chirurg een gerichtere lichtstraal gecreëerd worden, omdat hij of zij deze op zijn of haar hoofd draagt.

Ook deze kan worden aangepast naar de wensen van de gebruiker, zo kan de intensiteit worden aangepast en kan er gekozen worden voor een draadloos model of een model met bedrading.

In-cavity lighting

In-cavity lighting is een lamp die ook vastzit, maar deze keer niet aan een muur of plafond. Deze wordt namelijk bevestigd aan een instrument om zo het zicht te verbeteren in het lichaam op de plek waar er geopereerd wordt.



Figuur 1 Overhead/operating light



Figuur 2 Headlight/illuminated loupes

Hoe werken OK lampen?

Deze lampen zijn speciaal gemaakt om heel veel licht te geven, ergens tussen de 40.000 en 160.000 lux. Dit betekent dat ze super helder zijn, net als de zon op een zonnige dag. De lampen produceren dit heldere licht bij een temperatuur tussen de 4000 en 6500 kelvin. Die temperatuur is vergelijkbaar met het licht buiten als de zon hoog aan de hemel staat en het weer mooi is, een beetje wit-blauwachtig. Ter vergelijking, het licht dat je 's avonds binnen ziet of van een kaars, heeft een veel lagere temperatuur, zo'n 2000 kelvin. Het is dus veel zachter en geleer dan het licht van deze lampen.

Hedendaags worden er voor de lampen LEDs gebruikt. Daarnaast bevinden er zich een hoge hoeveelheid LEDs in de lamp, hiermee wordt er het juiste licht niveau geproduceerd. Echter zorgt de vorm van de lamp ervoor dat het oppervlakte het licht een te groot oppervlakte heeft. Om dit probleem op te lossen is de lamp bolvormig gemaakt, zo kan de lichtstraal veel specifieker gericht worden en is het licht veel geconcentreerder. Op deze manier wordt alleen de operatietafel belicht en zullen de medewerkers niet de licht straal belemmeren gedurende de operatie.



Figuur 3 werking overhead/operating light

Migraine

Wat is migraine?

Migraine is een vorm van een hersenaandoening, deze hersenaandoening komt vaker voor bij vrouwen dan bij mannen. Mensen die vaker last hebben van migraine gebruiken hier vaak medicijnen voor, maar zonder medicijnen kan een migraine aanval tussen de 4 en 72 uur duren.

Een migraineaanval bestaat meestal uit 4 fases. Het verschilt per persoon en per aanval of je alle fases meemaakt of niet.

- Fase 1: Waarschuwingfase
- Fase 2: Aura fase
- Fase 3: Hoofdpijnfase
- Fase 4: Herstelfase

Bij migraine heb je vaak niet alleen last van hoofdpijn, migraine kan ook zorgen voor slecht zicht, vermoeidheid, vlekken en lichtflitsen, misselijkheid, moeite bij praten of overgevoeligheid voor licht.

Welke soorten migraine bestaan er?

Iedere migraineaanval is anders, maar bij de meeste migraine aanvallen kan er wel een indeling gemaakt worden van de verschillende vormen van migraine hoofdpijn.

- Migraine met aura: hierbij zie je vlak voor de migraineaanval schitteringen en lichtflitsen, deze aura's kunnen een uur volhouden, maar kunnen ook na 5 minuten alweer voorbij zijn. Een aura kan ook zorgen voor andere neurologische problemen, zoals een gevoelsstoornis of problemen met praten. Aura verschijnselen stoppen als de migraineaanval begint.
- Episodische of chronische migraine: Als iemand in een periode van 3 maanden 15 of meer hoofdpijndagen heeft, spreek je van chronische migraine. Bij minder aanvallen noem je dit episodische migraine.
- Migraineaanval door hormonen: als een vrouw ongesteld moet worden vinden er veel veranderingen in je hormonen plaats, dit kan zorgen voor migraine.

Wat veroorzaakt migraine?

De precieze oorzaak van migraine is erg lastig te achterhalen. Vroeger dacht men dat migraine ontstond doordat bloedvaten in het hoofd wijder werden. Helaas is na recent onderzoek ondervonden dat het ontstaan van migraine veel ingewikkelder in elkaar zit.

Het lijkt er nu op dat de problemen van migraine in het zenuwstelsel ondervonden worden. Migraine hoofdpijn wordt veroorzaakt doordat een speciaal systeem in het hoofd wordt geactiveerd. Dit systeem wordt het trigeminovasculaire systeem genoemd. Zodra dit systeem geactiveerd wordt gebeuren er allerlei dingen in de hersenen. Hierbij worden delen in de hersenstam geactiveerd, wat leidt dat zenuwuiteinden rond de bloedvaten in de hersenvliezen geprikkeld worden. De hoofdpijn en andere verschijnsels die je bij migraine kunt hebben, ontstaat door de verminderde onderdrukking van pijngeleiding naar hogere delen van de hersenen.

Het verschilt per persoon wat de oorzaak is bij een migraineaanval. Dit is heel persoonlijk en verschilt bij iedereen. In veel gevallen zijn hormonen en stress grote oorzaken bij een migraineaanval, maar migraine kan ook ontstaat door prikkels van buitenaf, zoals bepaald licht of geluid. In dit onderzoek zal vooral gekeken worden naar de oorzaak van migraine vanuit licht.

Migraine kan op vier manieren veroorzaakt worden door verlichting

1. Licht dat als fel wordt ervaren
2. De blauwe golflengte van licht
3. Het niet waarneembare pulsen van fluorescerend licht
4. Knipperend en hoog contrast licht

Fluorescerend licht wordt niet gebruikt in de OK en de lichten die gebruikt worden knipperen niet omdat het belangrijk is dat er constant verlichting is tijdens een operatie. Er wordt wel gebruik gemaakt van heel fel wit licht. Dit is omdat bloed veel licht opneemt en om dus goed te kunnen zien moet men fel licht gebruiken.

Lichtfilters

In het volgende deel van ons vooronderzoek wordt er gekeken naar manieren of filters die de schadelijke straling uit de OK verlichting kan tegenhouden of verminderen. Dit is een klein deel van het onderzoek hiernaar. Dit zal in sprint 2 nog verder uitgebreid en verdiept worden.

Welke lichtfilters kunnen wij gebruiken om de prikkels te verminderen?

De meest kwaadaardige golflengte voor mensen met migraine is rond de 480nm. Deze golflengte komt voornamelijk voor in zonlicht en fluorescerende lichten. Deze golflengte kan worden gefilterd worden door onder andere een FL-41 tint op een bril aan te brengen. Onderzoek heeft uitgewezen dat groen licht juist ervoor kan zorgen dat migraine minder snel wordt uitgelokt, daarom is het belangrijk dat deze golflengte niet wordt geblokkeerd. De lenzen van Avulux zijn een alternatief voor FL-41 en zeggen beter schadelijk licht tegen te houden en juist meer groen licht doorlaten.

Wat al deze filters gemeen hebben is dat ze allemaal blauw, amber en rood licht blokkeren maar zo veel mogelijk groen licht doorlaten.

Wat zouden de mogelijke ongewenste effecten zijn van deze filters?

De meeste lichtfilters filteren blauw licht, aangezien felblauw licht een grote prikkel is van migraine klachten. Met als bijkomend gevolg dat alles met een oranje tint wordt ervaren. Dit kan voor moeilijkheden zorgen bij het onderscheiden van verschillende soorten weefsel. Dit moet men afwegen tegen de voordelen van meer focus en minder oogvermoeidheid.

Sprint 2: concept

2a. Voor wie?

Het team dat op een operatiekamer werkt is onwijs groot. Zo werkt er natuurlijk altijd een chirurg, ook wel snijspecialist genoemd, maar daarnaast zijn er ook altijd operatieassistentes en anesthesiemedewerkers aanwezig tijdens een operatie.

Het is niet zomaar toegestaan om dingen aan te passen aan de werkwijze van een chirurg. Alles op een operatiekamer is aangepast op de werkwijze van een chirurg, dit om de operaties die de chirurg uitvoert zo soepel mogelijk te laten verlopen. Zo is dus het licht op operatiekamers ook precies aangepast op de wensen van verschillende chirurgen. Daarom zal het product dat wij in dit project ontwerpen vooral bedoeld zijn voor medewerkers op de OK buiten de chirurg om. Dit gaat dus om operatieassistentes en bijvoorbeeld anesthesiemedewerkers.

Ook is het zo dat het zeer onwaarschijnlijk is dat chirurgen überhaupt klachten van migraine ondervinden tijdens het werken. Met als reden dat als je chirurg verantwoordelijk bent voor het goed verlopen van de operatie, zo is het tijdens een operatie dus niet mogelijk om zomaar te stoppen en is het hierbij belangrijk om alles goed en scherp te kunnen zien zonder belemmeringen. Daarom zal iemand die studeert om chirurg te worden waarschijnlijk niet afstuderen als deze tijdens de studie ondervindt dat hij/zij merkt last te hebben van migraine.

2b. PvE

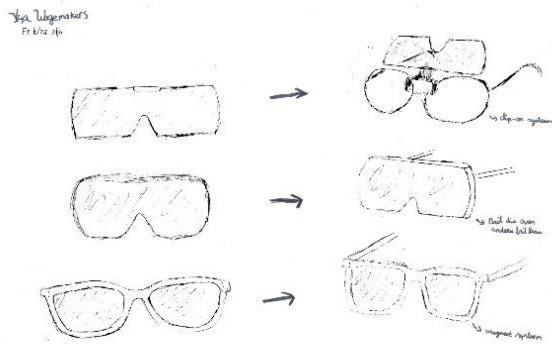
Hieronder kunt u het door ons opgestelde programma van eisen vinden, deze bestaat uit de eisen van de opdrachtgever en onze eigen eisen. Hierbij hebben wij eerst gekeken naar wat er volgens ons belangrijk was voor het verwerkelijken van dit idee. Met deze resultaten hebben wij de opdrachtgever en expert benaderd. Zo hebben wij besproken of zij het eens waren met onze eisen en wensen en hebben zij ons waar nodig extra eisen gegeven die belangrijk waren om rekening mee te houden.

Programma van eisen
Het schadelijke blauw licht en rood licht wordt gefilterd.
Zoveel mogelijk groen licht wordt doorgelaten.
Stevig, dus lange levensduur.
Filter kan gecombineerd worden met normale bril op sterkte.
Tijdens het werken moet je geen last hebben van de filter.
Budget vriendelijk

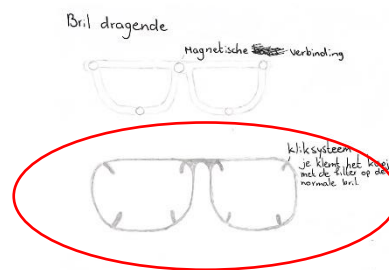
Onze opdrachtgever en expert waren het over het algemeen al erg eens met de door ons opgestelde eisen. Daarom vonden ze het ook lastig om hier nog aanvulling aan te geven. Wel vonden ze het belangrijk dat ons ontwerp budgetvriendelijk zou zijn. Zodat de prijs niemand ervan kan weerhouden om zijn/haar probleem met migraine te verhelpen.

2c. Schetsen

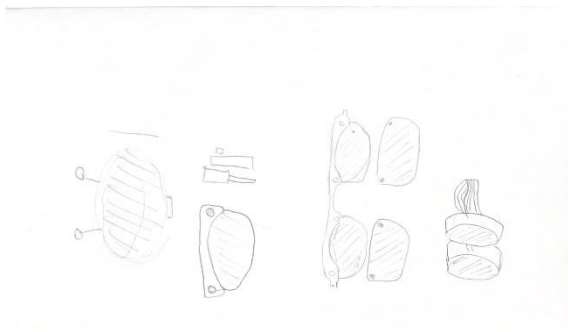
Hier onder vindt u de gemaakte schetsen terug met een korte toelichting over hoe het licht gefilterd zal worden.



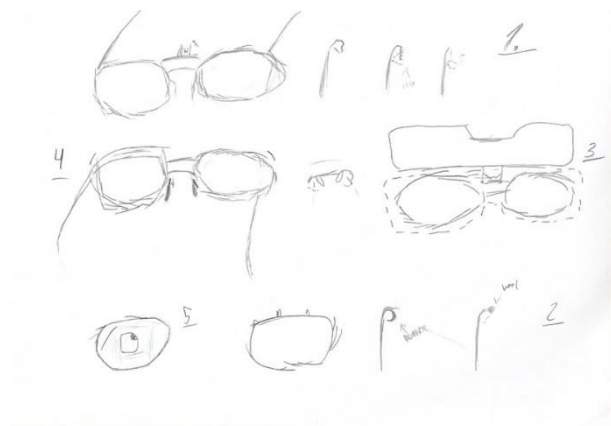
Schets 1 Schetsen gemaakt door Ilya



Schets 2 Schetsen gemaakt door Noor



Schets 1 Schetsen gemaakt door Daniël



Schets 4 Gemaakt door Martijn

2d. Keuzes

Schetsen

Na het maken van verschillende schetsen hebben wij alle schetsen en ideeën met elkaar bekeken en geanalyseerd. Hierbij hebben we bij elke schets de voordelen en nadelen overwogen. Uiteindelijk hebben wij gekozen om klepje voor op een normale bril te maken. Dit klepje kan gemonteerd worden op een bril met sterkte die iemand dagelijks draagt of op een bril zonder sterkte voor mensen die normaal gesproken geen bril dragen. Het is de bedoeling dat het klepje eenvoudig gemonteerd kan worden en ook weer even eenvoudig gedemonteerd kan worden.

Wij hadden verschillende ideeën om de filter met magneten aan het montuur van een bril vast te maken. Bij nader inzien leek dit ons eigenlijk helemaal niet zo handig, omdat dit ervoor zou zorgen dat je magneten aan het montuur vast moest maken. Omdat dit permanent aan de bril vast blijft zitten en je het ontwerp dan dus niet alleen kunt gebruiken als oplossing op de OK, maar je dit ook merkt buiten de OK hebben wij gekozen om dit niet te gebruiken. Verder is op andere schetsen ook nog te zien dat wij een aantal lastige mechanismes hadden bedacht voor het monteren van de filter aan de bril. Dit bleek uiteindelijk niet het meest efficiënte ontwerp. Ook was het voor ons niet realistisch op dit zelf te maken op school.

Uiteindelijk hebben wij gekozen voor de bovenstaande schets met de rode cirkel eromheen. Dit ontwerp heeft 8 haakjes aan het montuur om zich vast te klemmen aan de bril. Deze haakjes zijn ondersteund met rubber, zodat het montuur van de normale bril niet beschadigd kan worden. We hebben met name gekozen voor deze schets omdat deze goed te gebruiken is op verschillende soorten brillen en omdat dit erg gangbaar in gebruik kan zijn.

De meeste mensen die chronisch last hebben van migraine dragen in het dagelijks leven altijd standaard al een bril. In dit geval is het bij gebruik van de filter dus alleen een kwestie van erop klikken. Bij uitzonderingen van mensen die geen bril dragen bestaan er ook brillen zonder sterkte die helemaal niet erg prijzig zijn. Na het bevestigen van onze filter aan deze bril zonder sterkte is de werking dus exact hetzelfde als met een bril die mensen normaal gesproken dagelijks dragen.



Figuur 4 Clip-on bril

Varianten

Eerst waren wij van plan om onze gekozen schets verder uit te werken en hier verscheidenen varianten op te bedenken. Helaas was het voor iedereen vrij lastig om hier goede ideeën op te bedenken, omdat we het lastig vonden om ons in te beelden hoe dit zou werken. Daarom hebben wij ervoor gekozen om dit deel voor nu over te slaan. Wel zorgt dit ervoor dat er veel meer tijd was voor het maken van vele verschillende prototypes. Dit leek ons daarom ook een veel beter idee. Het maken van 5 tot 10 verschillende prototypes leek ons namelijk veel nuttiger dan op voorhand verschillende ideeën uit te werken. Het was natuurlijk ideaal geweest als we dit beide hadden kunnen doen, maar vanwege de beschikbare tijd hebben wij hier keuzes in moeten maken.

Filters/lenzen

Na uiteenlopend onderzoek te hebben gedaan en de uitkomsten te hebben geanalyseerd, zijn we op de volgende informatie en conclusie gekomen. De beste keuzes op het gebied van lenzen zijn de Avulux en FL-41, deze staan er namelijk om bekend om het beste het (in onze situatie) schadelijke licht te blokkeren. Daarnaast laten deze, zoals eerder in dit verslag genoemd het gewenste groene licht door. Dit zal ten goede komen om het uitlokken van migraine te vertragen of zelfs te voorkomen.

Tussen de twee soorten lenzen zitten vele verschillen. Zo is er uit het literair onderzoek gebleken dat de Avulux lenzen het licht filteren door een speciaal ontwikkelde filtertechnologie, terwijl de FL-41 lenzen gebruik maken van een soort coating die het licht filtert. Daarnaast zit er ook een afwijking tussen de doelen van de lenzen, zo heeft de Avulux lens als specifiek doel om de lichtgolven te filteren. Ook de FL-41 heeft deze functie, echter is deze ook ontworpen om lichtgevoeligheid bij verschillende omstandigheden te helpen en heeft dus een veel bredere functie. Naast deze verschillen is er ook een verschil in levermogelijkheden, zo wordt de Avulux lens aangeboden door één ontwikkelaar en is hierdoor moeilijk te verkrijgen. In tegenstelling tot de Avulux lens is de FL-41 lens verkrijgbaar bij meerdere fabrikanten, waardoor deze veel toegankelijker is.

Na alle voor- en nadelen te hebben overwogen hebben wij gekozen voor de FL-41 lens, omdat deze een bredere functie heeft en beter verkrijgbaar is. Daarnaast voldoet deze lens ook het beste aan onze eisen, zo is deze budget vriendelijker dan de Avulux lens en filtert deze het schadelijke licht eruit.

Echter aangezien we verbonden zijn aan een beperkt budget binnen dit project is het voor ons niet mogelijk om te werken met deze lenzen, daarom zullen we werken met een soort filter film. Dit zijn kleurenfilters gemaakt van plastic, deze zijn in verschillende kleuren en maten verkrijgbaar. Aangezien wij blauw gekleurd licht willen filteren moeten we oranjekeurige filters gebruiken, omdat deze als je er licht doorheen stuurt de laagste waarde door laat. In ons eindproduct zal deze kleurfilter de FL-41 lens voor gaan stellen.



Figuur 5 Gekleurd filter film

Sprint 3: Concept uitwerken

Vorbereidingen prototype

Het montuur van de bril willen we printen met een 3D-printer, op deze manier kunnen we namelijk veel prototypes printen en deze wijze sluit het beste aan bij ons PvE. Aangezien de printers op school niet consistent presteren zal Martijn de monturen met zijn eigen 3D-printer bij hem thuis printen.

Daarnaast zullen wij verschillende materialen testen voor de haakjes. Zo zullen wij hier verschillende diktes ijzerdraad voor testen. Het ijzerdraad zullen we bekleden met isolatie rubber om de bril waar het model aan vast wordt geklikt geen schade aan te doen. Ook hebben we een sjabloon ontworpen voor het uitknippen van het film/filter, op deze manier kunnen we elke keer de juiste vorm uitknippen.

Materialen

Om de verschillende prototypes en eindmodel te maken, hebben we verschillende materialen gebruikt. Hieronder kunt u de diverse materialen terugvinden:

Materialenlijst

- 3D-printer
- Eryone PLA-ijzer filament
- IJzerdraad
- Koperdraad
- Aansteker
- Diverse tangen
- Schaar
- Oranje-rood plastic film/filter
- Superlijm
- Isolatie rubber

Eindontwerp

In sprint 4 hebben wij ons bezig gehouden met het maken van zoveel mogelijk verschillende prototypes, om hieruit het beste ontwerp te kiezen om uit te werken als eindproduct. Voor deze sprint hebben wij de meeste tijd uitgekozen, om hier veel dingen te kunnen testen en opnieuw te maken, voor een zo goed mogelijk eindresultaat.

3D printen

Om onze prototypes en eindontwerp zo goed mogelijk te kunnen testen hebben wij de bril van Ilya gebruikt als maat voor het montuur. Met de maten van deze bril hebben wij eerst online een 3D model gemaakt in TinkerCad. Hiermee konden wij het montuur meerdere malen gemakkelijk printen en ook eenvoudig aanpassen naar de nieuwe inzichten na het maken van een nieuw prototype. Ook hebben wij een mal geprint zodat we het film/filter telkens precies even groot uit konden knippen.





Figuur 6 en 7 3D model voor monturen en sjabloon voor lenzen

Varianten / Prototypen



Wij hebben maar liefst 8 prototypes gemaakt die uiteindelijk hebben gelijk tot ons laatste en definitieve ontwerp. Bij prototype een en 2 hebben wij gebruik gemaakt van groen plastic voor het montuur, maar vanaf prototype 3 hebben wij gebruik gemaakt van zwart of donker plastic. Dit leek ons netter en beter omdat dit wat neutraler is, wat het gangbaarder maakt. Bij de eerste 3 prototypes hebben wij vooral gekeken naar hoe we de filter het beste aan de bril konden monteren. Hier hebben we dus gekeken naar de hoeveelheid haakjes die nodig was en van welk materiaal we deze haakjes het beste konden maken. Zo hadden wij van tevoren bedacht dat we misschien wel 8 haakjes nodig zouden hebben, maar als snel

bleek dit veel te veel. Uiteindelijk zijn we erachter gekomen dat 2 haakjes ervoor zorgen dat het filter nog steeds goed aan de bril vast blijft zitten, maar dat hij ook makkelijk te monteren en demonteren is.

Vanaf ontwerp 4 zijn wij begonnen met het buigen van de monturen zodat de filter zo goed mogelijk aansluit op de bril.

Door het gebogen montuur en het gebruik van 2 haakjes kwam prototype 4 al heel erg in de buurt van een goed eind ontwerp. Voor prototype 3 en 4 hebben wij hetzelfde plastic gebruikt als voor de eerste 2 prototypen alleen dan in het zwart. Ook hebben we hierbij preciezer gewerkt en meer aandacht besteed aan de haakjes. Wel leek het goed om dit nog verder uit te werken. Zo hebben wij voor prototype 5 en 6 ander soort plastic in de 3D printer gebruikt. Zo is ontwerp 5 volledig geprint van nylon, maar dit bleek niet stevig en niet mooi geprint te zijn. Ontwerp 6 is geprint van plastic met 15% ijzer erin. Dit bleek wel erg goed buigbaar te zijn, maar werkte verder niet beter dan gewoon 100% plastic wat we gebruikt hadden voor ontwerp 4. En omdat het materiaal met 15% ijzer duurder was hebben wij gekozen om dit niet te gebruiken.



Figuur 8 en 8 3D geprinte monturen en 8 prototypen

Na evaluatie met onze opdrachtgever en expert kwamen we er pas achter dat er iets totaal niet klopte aan ons ontwerp. Dit kwam omdat wij ons montuur precies hadden gemaakt met dezelfde afmetingen als de bril van Ilya, maar door de haakjes komt de filter dan te hoog op de bril te zitten. Toen we hierachter kwamen hebben wij dit op 2 manier proberen op te lossen, eerst hebben wij geprobeerd het montuur voor een deel uit te rekken naar boven, maar al snel bleek dat dit niet handig was en het er erg raar uit zag. Dit omdat het montuur van de bril en van de filter niet meer met elkaar overeenkomen. Daarna hebben wij het geprobeerd met 4 uitstekende delen aan de bovenkant van het montuur. Dit bleek een goeie oplossing te zijn, alleen hadden we deze uitstekende delen op onhandige plekken geplaatst. Als laatste hebben we ervoor gekozen om deze uitstekende delen boven aan in het midden van het montuur te plaatsen. Dit heeft uiteindelijk ook tot het eind ontwerp geleid.



Eindontwerp

Na veel verschillende prototypen te hebben gemaakt had model 9 uiteindelijk het gewenste resultaat. Voor het maken van dit model hebben wij de eerdere 8 prototypen nogmaals bekeken en met elkaar en de opdrachtgever geëvalueerd. Hier kwamen een aantal punten uit die het beste werkten bij vorige prototypen die wij ook in het eindmodel wilden gebruiken.

- In plaats van zes of acht haakjes alleen 2 haakjes in het midden van de glazen op het montuur.
- Twee uitstekende delen aan het montuur in het midden van de glazen.
- Geprint met normaal 3D print met PLA met 15% ijzer.
- Zwart geprint.
- Een licht buiging in het midden van het montuur.



Figuur 11, 12 en 13 aanzichten van eindmodel

Conclusie

In dit onderdeel van het verslag zullen we controleren of ons ontwerp voldoet aan de opgestelde eisen in sprint 2. Ons ontwerp moet voldoen aan de volgende eisen:

- **Budget vriendelijk**
 - Om ons aan deze eis te houden hebben we besloten om de bril te 3dprinten. Daardoor zijn niet alleen de materiaalkosten laag, maar ook de productie kosten. Naast het printen moesten we ook buigen en haakjes toevoegen, en door het lage smeltpunt van het gebruikte plastic en de al gemaakte gaten voor de haken zou dit ook niet veel kosten.
- **Schadelijk blauw licht en rood licht wordt gefilterd**
 - De filters die we in gedachte hadden voor een commercieel product zouden volgens ons onderzoek aan deze eis voldoen. De filters die we voor onze prototypen hebben gebruikt voldoen niet, want ze zijn gemaakt voor theaterlampen om het licht van kleur te veranderen.
- **Groen licht wordt zoveel mogelijk doorgelaten**
 - Net als bij de vorige eis, de uitgezochte filters doen dit, de gebruikte filters niet.
- **Stevig, dus lange levensduur**
 - Uit de materialen die we hebben getest is uiteindelijk gekomen dat PLA met 15% ijzer het beste werkt voor deze conditie.
- **Filter kan gecombineerd worden met normale bril op sterkte**
 - Wij hebben gezorgd dat de bril met filters met haken aan de normale bril kan worden vastgemaakt. Eerst zorgde dit ervoor dat de filters te hoog op de bril zaten, maar dat hebben we opgelost door ophogingen aan de bovenkant van de bril te maken.
- **Tijdens het werken moet je geen hinder onder vinden van de filter**
 - We weten in ieder geval dat het ontwerp van het montuur wel voldoet aan deze eis, het past goed op onze test bril, valt er niet snel vanaf en hindert het zicht niet. Maar omdat ons ontwerp niet op een operatiekamer getest kan worden en omdat wij niet beschikken over het precieze filter materiaal wat eigenlijk nodig zou zijn kunnen wij hier niet met zekerheid antwoord op geven. Je zou verwachten de oranje kleur misschien vervelend werkt, maar na overleg met de opdrachtgever blijkt dat dit waarschijnlijk wel mee zou vallen, omdat je door gekleurde straling die het filter tegenhoudt amper merkt dat je door een oranje bril kijkt.

Evaluatie

Na zowel de prototypen als het eindmodel met de opdrachtgever en expert te hebben geëvalueerd kwamen daar een aantal punten uit. Zo vonden ze het beide goed dat wij veel verschillende prototypes hebben gemaakt, omdat dit zorgde dat je verschillende manieren probeert en over andere dingen nadenkt. Wel denken ze dat we het onszelf lastiger dan nodig hebben gemaakt in dit proces. Dit omdat we voorafgaand aan het maken van de prototypes niet heel veel hebben gekeken naar verschillende varianten. We hebben toen eigenlijk alleen gekeken naar verschillende schetsen, waar we uiteindelijk wel een goed concept uit hebben gehaald, maar ze hadden graag gezien dat we dit concept al verder hadden uitgewerkt voordat we begonnen met de prototypes. Verder vonden ze ons vooronderzoek goed uitgebreid en vonden ze de filters die wij zouden willen gebruiken ook het meest geschikt.

Aanbeveling

Wij denken dat dit ontwerp met een aantal aanpassingen en verdere uitwerkingen het zeker goed zou doen op de markt. Dit omdat hier nu nog vrijwel geen aanbod in is en er wel redelijk wat vraag naar is. Als dit het geval zou zijn zou het wel goed moeten worden getest of de kleur van het filter echt niet storend is tijdens het werken.

Ontwerpproces

Terugkoppeling sprint 1

Na iedere sprint zullen wij een terugkoppeling geven over het resultaat wat die sprint heeft gebracht. Dit maakt voor onszelf duidelijk wat al wel goed uitgewerkt is en wat nog verder uitgewerkt moet worden. Ook kunnen wij hiermee goed laten zien waarom wij welke keuzes hebben gemaakt.

In sprint 1 zijn wij bezig geweest met het onderzoeken van lampen, migraine en lichtfilters. Na het onderzoek van sprint 1a zijn wij veel meer te weten gekomen over lampen op de OK en dit onderzoek is voor zover nu bekend, afgerond en voldoende uitgebreid om verder te gebruiken in sprint 2,3 en 4.

Ook hebben wij uitgebreid onderzoek gedaan naar wat migraine nou precies is en wat hier de eventuele oorzaken van zijn. Na onderzoek zijn wij. Erachter dat dit een erg lastige kwestie is, omdat migraine verschillende oorzaken kan hebben en omdat dit ook nog eens per persoon kan verschillen. Wel hebben wij door dit onderzoek veel informatie en kennis over migraine die wij in volgende keuzes in sprint 2,3 en 4 kunnen gebruiken.

Als laatste hebben wij in sprint 1c verschillende lichtfilters onderzocht, bij nader inzien was dit lastiger dan gedacht. Wij hebben met dit onderzoek al wel veel informatie over verschillende lichtfilters, maar om hier later in het project nog mee verder te gaan hebben wij duidelijkere informatie nodig over de werking van deze filters en vooral ook over de nadelen of belemmeringen die deze filters met zich mee brengen. In sprint 3b zal er door de helft van dit groepje nog verder gekeken worden naar de lichtfilters en tot slot zal er in sprint 3c pas daadwerkelijk gekozen worden welke lichtfilter(s) wij in ons prototype en definitieve ontwerp zullen gebruiken.

Terugkoppeling sprint 2

In sprint 2 zijn wij bezig geweest met het maken van schetsen en het afwegen van voor- en nadelen om zo beslissingen te nemen over het definitief ontwerp. Daarnaast hebben we samen met de opdrachtgever in 2b een programma van eisen opgesteld met eisen waar ons model aan moet voldoen.

Als eerst hebben we vastgesteld wie onze doelgroep wordt, hiervoor hebben we gekozen voor medewerkers op de OK buiten de chirurg om. Hieruit hebben we geleerd dat er veel factoren zijn die meespelen in onze kwestie, zo mag ons ontwerp de werkzaamheden van de medewerkers niet belemmeren. In 2c hebben we veel schetsen gemaakt, hieruit konden we opmaken hoe iedereen naar het probleem keek en zagen we verschillende oplossingen. Tot slot in 2d hebben we alle mogelijke oplossingen naast elkaar gelegd, echter kwamen we er ook achter dat er weinig oplossingen waren die voldeden aan onze eisen.

Terugkoppeling sprint 3

Sprint 3 was helemaal geen uitgebreide sprint, hierin hebben wij vooral gekeken naar hoe wij de prototypes graag wilden maken en welke materialen we hier het beste voor konden gebruiken. Het was vanuit ons wel een bewuste keuze om sprint 3 minder uitgebreid te maken, zodat er meer tijd overbleef om veel aandacht te besteden aan het maken van veel verschillende ontwerpen en prototypes. Bij nader inzien had het misschien handiger geweest om in deze sprint (of in sprint 2) meer aandacht te besteden aan het verder uitwerken van de eerste variant van de gekozen schets. Dit had ons meer duidelijkheid geboden bij het maken van de prototypen.

Wij denken dat dit niet heeft gezorgd voor een minder eindresultaat, maar het had het proces voor onszelf wel makkelijker gemaakt.

Terugkoppeling sprint 4

Sprint 4 was in tegenstelling tot sprint 3 weer heel uitgebreid. In deze sprint hebben wij ons bezig gehouden met het maken van acht prototypes, die we uiteindelijk weer verder uitgewerkt hebben in ons eindmodel. Het was erg handig dat wij zoveel verschillende prototypes hebben gemaakt, omdat dit ons beter liet nadenken over hoe we het eindproduct wilden maken. Eigenlijk verliep dit ook erg soepel, alleen was het jammer dat wij er pas na prototype 5 achter zijn gekomen dat ons eerder ontworpen online 3D model van het montuur niet klopte. Ook zijn wij pas bij model 3 begonnen met het buigen van het montuur, terwijl het logisch was geweest als we dit bij alle prototypes hadden gedaan. Dit had kunnen worden voorkomen als wij in sprint 3 al meerdere varianten hadden uitgewerkt. Dit had ervoor gezorgd dat wij voor onszelf precies duidelijk op een rijtje hadden hoe we met ieder prototype het vorige model zouden kunnen verbeteren.

Wel is er in het proces van het maken van de prototypes duidelijk te zien dat elk model verbeterd is ten opzichte van het model daarvoor. Deze stijgende lijn heeft ook gezorgd dat het uiteindelijke eindmodel voldoet aan de eisen uit het PvE.

Bronvermelding

- Blackburn, M. K., Lamb, R. D., Digre, K. B., Smith, A. G., Warner, J. E. A., McClane, R. W., Nandedkar, S. D., Langeberg, W. J., Holubkov, R., & Katz, B. J. (2009). FL-41 Tint improves blink frequency, light sensitivity, and functional limitations in patients with benign essential blepharospasm. *Ophthalmology*, *116*(5), 997–1001.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.12.031>
- *Green light for migraine relief*. (2016, 17 mei). Harvard Medical School.
<https://hms.harvard.edu/news/green-light-migraine-relief>
- Knulst, A. (2017). Surgical lighting. *TU Delft Repositories*.
<https://doi.org/10.4233/uuid:19182ec3-bffe-4b2c-a366-ef58c11d2e4f>
- *Migraine glasses*. (z.d.). <https://www.theraspecs.com/migraine-glasses/>
- *Surgical Lights | STERIS Healthcare*. (z.d.-a). <https://www.steris.com/healthcare/knowledge-center/surgical-equipment/complete-guide-to-surgical-lights>
- *Types of surgical lighting and why they're important – endovision*. (2019, 5 september).
<https://www.endovision.com.au/blogs/types-of-surgical-lighting-and-why-theyre-important>
- *Wat is migraine?* (2023, 8 september). https://care4migraine.nl/over-migraine/wat-is-migraine?gclid=CjwKCAjwgsqoBhBNEiwAwe5w00kxk03CCu9QBQXDNwfLdLZS1hfTaSYqLiMMjNnl8yBpYqYguKoyDRoCwegQAvD_BwE
- *Eryone PLA Iron / Ijzer Filament* (2023, 7 december)
<https://www.filamentenmeer.nl/1.75mm-filament/1.75mm-speciale-filamenten/1.75mm-ijzer-filament-ery>