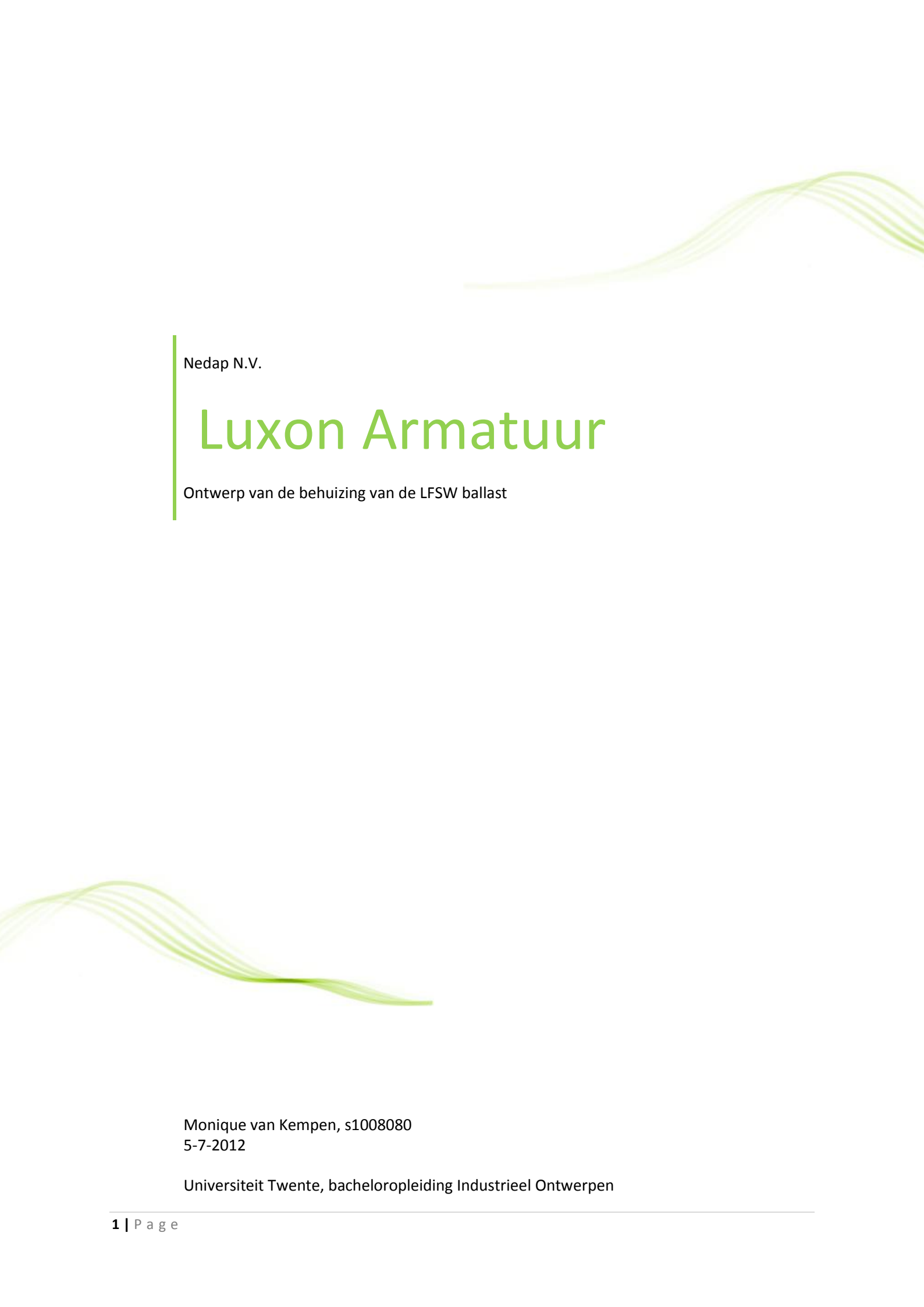




Nedap N.V.

Luxon Armatuur

Ontwerp van de behuizing van de LFSW ballast

Monique van Kempen, s1008080
5-7-2012

Universiteit Twente, bacheloropleiding Industrieel Ontwerpen

BACHELOR EINDVERSLAG VAN DE AFSTUDEEROPDRACHT:

“ONTWERP VAN DE BEHUIZING VAN DE LFSW BALLAST”

UITGEVOERD DOOR:

Monica Johanna Christina van Kempen, s1008080

BACHELORSTUDENT INDUSTRIEEL ONTWERPEN AAN DE UNIVERSITEIT TWENTE

Universiteit Twente

Drienerlolaan 5

7522 NB Enschede

Postbus 217

7500 AE Enschede

BEGELEIDEND BEDRIJF:

N.V. Nederlandsche Apparatenfabriek “Nedap”

Marktgroep Light Controls

Parallelweg 2

NL-7141 DC Groenlo

P.O. Box 101

NL-7140 AC Groenlo

GEGEVENS AFSLUITEND TENTAMEN BACHELOREINDOPDRACHT:

28 augustus 2012

Voorzitter examencommissie:

Dr. Ir. Eric Lutters

Tweede examiner:

Ir. Arie Paul van den Beukel

Bedrijfsbegeleider:

Ing. Gert de Groot

Handtekening student

VOORWOORD

Drie maanden lang heb ik in Groenlo, bij Nedap, aan het ontwerp van de nieuwe armatuur gewerkt. Toen ik wist dat ik hier mijn bacheloropdracht mocht uitvoeren leken drie maanden erg lang, misschien zelfs een beetje saai. Al die dagen achter de computer slijten zonder projectgenoten om mee te overleggen en twee uur per dag in de bus: Voordat ik bij Nedap begon wist ik eigenlijk niet wat ik van deze tijd moest vinden.

Nu ik bijna klaar ben blijken de drie maanden te zijn omgevlogen. Hoewel het ontwerp nog niet af is had ik niet verwacht dat ik zo ver heb kunnen komen, inmiddels zijn er zelfs al offertes voor intern en extern geproduceerde delen aangevraagd. Hier mag ik mee verder in de zomervakantie, die ik ook voor een groot deel bij Nedap zal gaan doorbrengen om aan de punten te werken die staan genoemd in de conclusie en aanbevelingen.

Naast het resultaat van deze opdracht dat u in het hoofddeel van dit verslag kunt lezen heb ik bij Nedap veel meer bereikt. Nedap heeft mij de kans gegeven midden in een organisatie te staan waar de ontwerp-, verkoop- en productieafdeling ontzettend dicht bij elkaar staan, waardoor een industrieel ontwerper zoals ik een enorme bron van kennis binnen handbereik heeft. Voor het eerst in mijn leven heb ik spuitgietmachines gezien en in een productiebedrijf zoals Inventi rondgelopen. Ik heb mensen zien werken aan kunststofspuitgietmatrijzen en externen bij Nedap uitgenodigd omdat de kennis die hier is op het gebied van reflectoren niet genoeg was voor de totstandkoming van dit ontwerp.

Ik ben ervan overtuigd dat deze kennis en fantastische tijd er niet zouden zijn zonder mijn collega's bij Light Control die betere 'projectgenoten' waren dan ik me zou mogen wensen en in het bijzonder mijn begeleider, Gert de Groot, die ik hierbij dan ook hartelijk wil bedanken voor het meedenken, de goede ideeën en de gezelligheid waar ik iedere dag weer graag voor terugkwam. Ik kan me niet voorstellen dat er een betere plaats is om de bacheloropdracht te voltooien dan binnen Nedap Light Controls.

Naast deze vele mensen, die ik niet allemaal apart zal noemen, wil ik ook graag mijn begeleider vanuit de universiteit, Eric Lutters, bedanken voor de ruimte die ik kreeg tijdens het uitvoeren van deze opdracht. De contactmomenten hebben mij het vertrouwen gegeven waarmee ik bij het uitvoeren van de opdracht mijn eigen weg durfde in te slaan.

Hartelijk dank!

Monique

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	p.06
Summary	p.08
1. Inleiding	p.09
2. Programma van eisen en wensen	p.11
2.1. Technische eisen-----	p.11
2.1.1. Huidige situatie	p.11
2.1.2. Installatie	p.12
2.1.3. Elektrische componenten	p.12
2.1.4. Veiligheid	p.16
2.1.5. Afnemers	p.16
2.2. Vormgevingseisen-----	p.18
2.2.1. Retailomgeving	p.18
2.2.2. Nedap	p.20
2.2.3. Light&Building 2012	p.21
2.2.4. Concurrentie	p.21
2.2.5. Inspiratie	p.23
2.3. Programma van eisen en wensen-----	p.27
3. Totstandkoming van het ontwerp	p.29
3.1. Morfologisch schema-----	p.29
3.2. Bevestiging en warmteafvoer van de ballast-----	p.31
3.2.1. Convector	p.31
3.2.2. Straling	p.34
3.2.3. Invloed van de bevestiging van de ballast op vormvrijheid	p.35
3.2.4. Manieren om de ballast te bevestigen	p.35
3.2.5. Conclusie	p.36
3.3. Warmtehuishouding van fitting tot plafond en bevestiging van de armatuur-----	p.36
3.3.1. Grootte van de warmtestroom vanaf de fitting	p.37
3.3.2. Warmtestroom van de armatuur naar het plafond	p.38
3.3.3. Mechanische bevestiging van de ballast	p.39
3.3.4. Conclusie	p.42
3.4. De wattageschakelaar-----	p.43
3.5. Reflector, fitting en standbylamp-----	p.43
3.5.1. Bevestigen van de reflector	p.44
3.5.2. De standbylamp	p.47
3.5.3. Reflectorkeuze	p.47
3.5.4. De fitting	p.48
3.5.5. Conclusie	p.52
3.6. Wireless-----	p.52
3.7. Productinformatie-----	p.53
3.7.1. Aangeboden informatie	p.53
3.7.2. Manier waarop de informatie wordt aangeboden	p.54

3.8. Luxonuitstraling, vormgeving en materiaalkeuze-----	p.56
3.8.1. Uitgangspunt vormkeuze	p.57
3.8.2. Materialen	p.58
3.8.3. Vorm	p.58
3.8.4. Conclusie	p.62
4. Ontwerpsynthese-----	p.63
4.1. Beschrijving ontwerp	p.63
4.1.1. De totaaloplossing	p.63
4.1.2. Bovenkant van de totaaloplossing	p.64
4.1.3. Onderkant van de totaaloplossing	p.67
4.2. Toetsing aan het programma van eisen en wensen -----	p.68
4.2.1. Technische eisen met betrekking op de totale armatuur	p.68
4.2.2. Technische eisen met betrekking op de ballast	p.71
4.2.3. Technische eisen met betrekking op de lamp en fitting	p.72
4.2.4. Technische eisen met betrekking op de reflector	p.73
4.2.5. Technische eisen met betrekking op het draadloze systeem	p.73
4.2.6. Vormgevingseisen	p.73
4.2.7. Technische wensen	p.74
5. Conclusie en aanbevelingen -----	p.75
5.1. Conclusie	p.75
5.1.1. Evaluatie van het ontwerp	p.75
5.1.2. Evaluatie van de ontwerpmethode	p.76
5.2. Aanbevelingen -----	p.76
Bijlagen	
Appendix A woordenlijst -----	p.82
Appendix B Installatie bij Heywinkel in Bramsche, Duitsland -----	p.84
Appendix C achtergrondinformatie -----	p.85
- IP-xx kwalificering	
- HID lampen	
- Correlated Color Temperature en Color Rendering Index	
Appendix D Besluiten over de functies van de elektronica -----	p.87
Appendix E Warmteberekeningen en simulaties -----	p.89
Appendix F Notulen presentatie Luxon armatuur -----	p.93
Appendix G Toepasbare lampen, fittingen en reflectoren -----	p.95
Appendix H Installatie van de armatuur -----	p.98
Appendix I Berekening kosten verstelonderdeel 1 -----	p.99
Appendix J Berekening kosten aluminium spuitgietonderdeel -----	p.100
Appendix K Bronnenlijst -----	p.102

SAMENVATTING

Nedap Light Controls ontwikkelt ballasten om gasontladingslampen aan te sturen. Een nieuw ontwikkelde ballast, de LFSW ballast, kan naast kwarts gasontladingslampen ook keramische lampen aansturen. Deze lampen hebben als voordeel dat zij ook in de retail gebruikt kunnen worden doordat zij een hogere kleurechtheid hebben. Bovendien is de nieuw ontwikkelde ballast kleiner dan voorgaande ballasten. De behuizing van deze ballasten is te groot en past niet in de retailomgeving die de nieuwe functies van de ballast mogelijk maakt. In deze samenvatting zal de totstandkoming van de nieuwe behuizing, die wél toepasbaar is in de retail en inspeelt op de kleinere maten van de ballast in het kort beschreven worden. In lijn met het verslag waarin u deze samenvatting aantreft zal de nieuwe behuizing 'armatuur' genoemd zal worden.

De eerste stap in het ontwerpproces was uit te zoeken aan welke eisen deze nieuwe armatuur moet voldoen. De eisen zijn ontdekt door de huidige armatuur (de Luxon e-HID fixture) te analyseren en met de verschillende experts binnen Nedap te praten. Daarnaast is nog een installatie bij een klant bijgewoond en de Light&Building beurs in Frankfurt bezocht. Naast het programma van eisen dat hieruit naar voren kwam, bleek dat er in dit ontwerp een aantal zaken van belang zijn bij het ontwerpen van deze armatuur: Warmtehuishouding, installatiegemak, Luxonuitstraling, kosten en een draaisymmetrische vorm.

De warmtehuishouding is erg belangrijk omdat de ballast niet te heet mag worden. De levensduur van het product is afhankelijk van 2 elektronische componenten (zogenaamde ElCo's) waarvan de levensduur gehalveerd wordt als de temperatuur van deze componenten 10 graden warmer wordt. Het streven is dan ook om de warmte van de lamp, die de grootste warmtebron is in de armatuur, niet bij de ballast te laten komen. Uit simulaties blijkt dat een afstand van 100 mm tussen de lamp en de ballast genoeg is om de ballast niet te veel te laten opwarmen. Naast deze warmte moet de warmte die de ballast zelf genereert zo efficiënt mogelijk worden afgevoerd. Om dit mogelijk te maken is de ballast zo open mogelijk en ondersteboven in de armatuur geplaatst. Een aluminiumprofiel binnenin de ballast zorgt ervoor dat dit net zo veilig is als een volledig met aluminium omhulde ballast.

De huidige armatuur is lastig te installeren door één enkele persoon. Doordat er verschillende onderdelen tegelijk vastgehouden moeten worden voordat ze kunnen worden aangedraaid en sommige acties bij het plafond moeten worden uitgevoerd kost de installatie niet alleen meer mankracht dan noodzakelijk zou is, maar valt er op dit vlak ook veel tijd te winnen. Vooral de fittingverstelling is in de nieuwe armatuur flink verbeterd. Niet alleen zijn de kleine onderdelen met schroefjes vervangen voor twee grote onderdelen die vanzelf in elkaar passen, ook is er een systeem opgezet waarmee van tevoren bepaald kan worden op welke stand het fittingverstelmecanisme moet staan bij iedere voorgeselecteerde reflector.

Bij het bijwonen van de installatie zei de installateur van de fabriek waar de lampen werden geïnstalleerd dat er alleen al door de kostenbesparing die het energiezuinige Luxonsysteem met zich meebrengt voor het huidige model ballasten gekozen was. De kosten zijn dus zeker bepalend voor diegene die de lampen aan zullen schaffen. Door zoveel mogelijk onderdelen van de armatuur binnen Nedap te produceren en de assemblage bij Inventi uit te laten voeren wordt een zo laag mogelijke prijs voor de armatuur worden bereikt. Deze kost nu exclusief connectoren, lamp, fitting, ballast, reflector en reflectorverbindingsstuk ongeveer €15,-. Voor deze prijs krijgt de klant het basismodel waarop ook een standbylamp en een 1-10V aansturing of een bewegingssensor kan worden gemonteerd. De ontwikkelingskosten zijn niet in deze berekening meegenomen.

Omdat de nieuwe armatuur in de retail komt te hangen moet hier met de vormgeving rekening worden gehouden. Door een draaisymmetrische vorm aan te houden zal één van de nadelen van de huidige armatuur, het niet recht hangen van alle armaturen achter elkaar, worden overwonnen. Daarnaast is getracht de armatuur een Luxon uitstraling mee te geven.

Doordat de precieze afmetingen en plaatsen van de verschillende elektrische componenten in de nieuwe ballast nog niet vast staan, is het ontwerp van de nieuwe armatuur nog niet volledig bepaald. Voor de verdere ontwikkeling die zich af zullen gaan spelen zijn onder andere aanbevelingen gedaan op het gebied van kostenbeperking en de bediening van de wattageschakelaar die op de nieuwe ballast zal komen en uitbreiding van de selectie toepasbare reflectoren. Het eindontwerp wordt weergegeven in de figuur hieronder.



SUMMARY

Nedap Light Controls develops ballasts to control HID lamps. A newly developed ballast, the LFSW ballast, is able to work on quartz and ceramic lamps, where former ballasts only work on quartz lamps. While ceramic lamps can present color better than quartz lamps, the new ballast can also be applied in the retail. Another advantage of the ballast is that it is smaller than former ballasts. In this summary the making of the new luminair to fit this ballast will be shortly described.

First step in designing the ballast was to find out what the requirements are of this new luminar. These demands are found by looking at the former luminaires, having conversations with Nedaps experts in lighting, visiting a new installation at a production plant and visiting the Light&Building fair in Frankfurt. Apart from the program of requirements obtained from this research, it became clear that heat, ease of installation, Luxon appearance, costs and a rotation symmetric design will be leading goals in the design process.

Heat is very important because the lifetime of certain electronic elements (electric capacitors) in the ballast is very sensitive for high temperatures. The heat of the biggest heat source in the luminair, the lamp, therefore has to be guided away from the ballast. Simulations done with the lamp holder and ballast suppose a distance of 100 mm is enough to guide the heat away from the lamp holder naturally. Besides this heat, the heat generated by the ballast itself is diverted by placing the ballast upside down in an open structure. The aluminum casing under the top plastic layer of the ballast provides the necessary safety.

The former luminaires made by Nedap are hard to install by one person because of the large number of different components and the complicated actions that have to be performed at the ceiling. In this new luminair less small parts are used and it is clear in the installation how different parts should be adjusted to every installation (this depends on the choice of reflector and choice of lamp).

While visiting a new installation at a power plant, the installer of the power plant mentioned he chose for a Luxon ballast because of the savings made with this system. Costs in maintenance and purchase are leading for buyers of HID lighting. By producing as many parts of the luminair by Nedap, the price of the luminair without ballast, connectors, reflector, lamp, lamp holder and reflector holder is about €15,-. A standby lamp and motion sensor are also applicable, but have to be bought separately. In this price, development costs are not taking into account.

The retail environment gives extra requirements to the design of the luminair. By applying a rotation symmetric shape, a ceiling full of luminaires will still look structured. With the former luminair being beam shaped, this occurred to be a problem in previous installations. Besides this point of optical design, a Luxon appearance was obtained by keeping a fresh look with a Luxon green detail in the luminair.

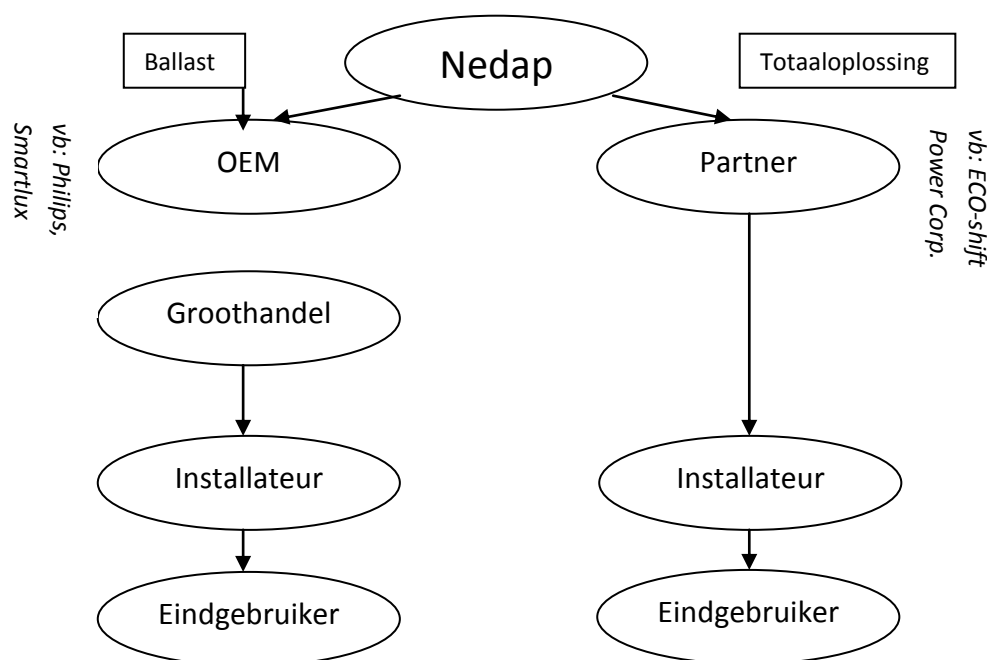
During the design process it was clear the design of the ballast would not be finished before the luminair. The sizes of the luminair and the center of gravity are not specified because of this situation. In the report, recommendations are made in the field of cost reduction, controlling the wattage switch and extending the range of reflectors applicable on this luminair. The final design is presented on the previous page.

1. INLEIDING

Nedap Light Controls is één van de diverse marktgroepen waarbij binnen Nedap producten worden gemaakt die voldoen aan het credo: 'technology that matters'. Binnen Nedap Light Controls worden diverse producten gemaakt waarvan er een paar onder de Luxon serie vallen, de *HID* verlichtingstak (gasontladingslampen) van het bedrijf. Binnen de Luxonserie worden voortdurend producten bedacht zodat steeds betere lampen een plaats kunnen innemen aan het plafond van sportfaciliteiten, opslagruimtes en grote en kleine industrie.

Het onderdeel dat Nedap Light Controls levert om goede verlichting mogelijk te maken is de *ballast* die HID lampen aanstuurt om op het juiste moment de juiste hoeveelheid licht te geven. Aangezien deze ballast ook een lamp, fitting en *reflector* nodig heeft om te functioneren werkt Nedap Light Controls samen met partners.

Zoals in figuur 1.1 is te zien levert Nedap ballasten aan *OEMs* (Original Equipment Manufacturers) en totaaloplossingen aan partners. Deze totaaloplossingen bestaan uit een ballast, een extern gekochte reflector, fitting, lamp en een *armatuur* die deze onderdelen met elkaar verbindt.



figuur 1.1 Leveringsstructuur

Momenteel is Nedap Light Controls bezig met de ontwikkeling van een nieuwe ballast, de Low Frequency Square Wave (LFSW). Deze ballast heeft twee grote voordelen ten opzichte van bestaande ballasten van Nedap: doordat de lamp aangestuurd wordt met een lage frequentie kunnen niet alleen kwartslampen, maar ook keramische lampen worden gebruikt. Deze laatste soort verlichting geeft een hogere kleurechtheid, waardoor de nieuwe ballast ook goed in de retail is te gebruiken. Het tweede voordeel van de LFSW ballast is dat deze kleinere inbouwmaten heeft dan de meeste ballasten die op de markt te koop zijn. Met deze vernieuwde, kleine inbouwmaten en de nieuwe toepassing in een retailomgeving voldoet de armatuur van vorige typen ballasten niet meer. In dit verslag zal beschreven worden hoe de nieuwe armatuur van de LFSW ballast tot stand is gekomen. De leidraad en hoofdvraag in dit verslag zal zijn: 'Hoe ziet de beste armatuuroplossing voor de LFSW ballast eruit?'

Om deze vraag te beantwoorden wordt eerst onderzocht hoe de LFSW ballast eruit gaat zien en welke functionaliteiten deze heeft. Daarnaast wordt bekeken wat de omgeving van de armatuur is, wat belangrijk blijkt te zijn in de installatie en hoe de huidige armatuur eruit ziet. Samen met de veiligheidseisen en de eisen van de afnemers vormt dit het programma van eisen, waar het ontwerp aan moet voldoen. De uitgevoerde analyses en het programma van eisen zijn te vinden in hoofdstuk twee.

In hoofdstuk drie zullen de functies vanuit het product beter worden onderzocht, waarbij vooral morfologisch naar verschillende invullingen voor deze functies wordt gekeken. Uit de oplossingen die hieruit naar voren komen zal getracht worden steeds de beste te kiezen. In deze keuze wordt ook rekening gehouden met de keuzes die al zijn gemaakt en zullen de nog te maken keuzes ook een zo groot mogelijk rol gaan spelen.

Nadat het product aan de hoofdfuncties voldoet is er sprake van een eerste ontwerp. Dit ontwerp is gepresenteerd aan Nedap Light Controls, waarbij medewerkers die zich bezighouden met de ontwikkeling en verkoop van Luxonproducten input konden geven op het ontwerp. De punten waarop het ontwerp is aangepast na deze presentatie zijn beschreven in hoofdstuk vier. Naast het uiteindelijke ontwerp wordt hier nogmaals het programma van eisen verwerkt ter controle van het ontwerp, waarbij ook de productiemethodes en kostenschattingen worden getoond.

Hoofdstuk vijf zal bestaan uit de conclusies en aanbevelingen voor verdere productie en ontwikkeling. In dit hoofdstuk worden de punten besproken die nog aandacht vereisen om de nieuwe Luxon armatuur tot een succes te maken. Ook de reflectie op de werkwijze waarmee de armatuur tot stand is gekomen zal in dit hoofdstuk worden besproken.

Tot slot heeft u in deze inleiding wellicht al opgemerkt dat er in de hoofdtekst van dit verslag enkele schuingedrukte woorden te vinden zijn. Van deze woorden zijn de definities terug te vinden in de woordenlijst in bijlage A. De woorden die in deze lijst zijn terug te vinden, zullen alleen de eerste keer dat ze in de hoofdtekst voorkomen schuin worden weergegeven.

2. PROGRAMMA VAN EISEN EN WENSEN

Voorafgaand aan het daadwerkelijk ontwerpen is uitgezocht waar het ontwerp precies aan moet voldoen. Deze eisen worden beschreven in het programma van eisen en wensen, dat aan het einde van dit hoofdstuk zal worden gepresenteerd. In de rest van het hoofdstuk zal worden beschreven waar de eisen uit voortkomen. De herkomst van deze eisen ligt onder andere in interviews met experts en een bezoek aan de beurs Light&Building, waarvan de uitkomst door middel van korte teksten gepresenteerd zal worden. In het programma van eisen wordt een opsplitsing gemaakt tussen technische eisen en vormgevingseisen, waarbij eerst de technische eisen worden toegelicht.

2.1 TECHNISCHE EISEN

2.1.1 HUIDIGE SITUATIE

Hoewel Nedap Light Controls geen armaturen maakt is de ballast zodanig in een behuizing geplaatst dat deze behuizing als armatuur zou kunnen dienen. Het product dat hiervoor geschikt is heet de Luxon E e-HID *fixture*, zie figuur 2.1 en 2.2. Naast deze variant zijn er ook ballasten die aan het plafond kunnen worden opgehangen naast een bestaande armatuur. Deze ballasten worden remote ballasten genoemd omdat ze op enige afstand hangen van de lamp.



figuur 2.1 links Luxon E e-HID fixture met reflector en lamp

figuur 2.2 rechts Luxon E e-HID fixture

De HID lampen die geschikt zijn voor de ballasten van Nedap Light Controls zijn voornamelijk bedoeld voor hoge ruimtes waar de lampen op 6 tot 30 meter hoogte hangen van het object dat verlicht moet worden (*high bay market*). Deze huidige variatie in hoogte leidt ertoe dat er verschillende combinaties van reflectoren en lampen nodig zijn, omdat de combinatie van beide zorgt voor de juiste verspreiding van het licht. Als de reflector en lamp ervoor zorgen dat het licht van één lamp een groot oppervlakte beschijnt zullen er minder lampen nodig zijn, maar zal het licht op sommige hoogtes nauwelijks de grond bereiken. Om te veel variatie in reflectoren en lampen te vermijden en toch de juiste verspreiding van licht te verkrijgen in een ruimte waarvan voor de installatie nog niet precies vaststaat hoe hoog de lampen zullen worden opgehangen, kan de verspreiding door het licht worden geregeld door de reflector en fitting ten opzichte van elkaar in hoogte te verstellen. Om dit mogelijk te maken bij de Luxon E e-HID fixture is naast de fitting een mechanisme geplaatst waarmee de reflector ten opzichte van de fitting verschoven kan worden. Omdat de reflector veel zwaarder is dan de fitting is dit geen ideale situatie: als het mogelijk is zal in de nieuwe armatuur de fitting ten opzichte van de reflector verschuiven.

De ballasten die door Nedap Light Controls worden gemaakt gaan minstens 10 jaar mee. In het geval van de Luxon E e-HID fixture wordt bij een defecte ballast ook de fixture vervangen. Dit omdat het extrusieprofiel van

de fixture vele malen goedkoper is dan de elektronica van de ballast en het makkelijker is om het geheel in één keer te vervangen. Bij de armatuur die ontworpen gaat worden zal dit ook het geval zijn waardoor de armatuur net als de ballast minimaal 10 jaar mee moet kunnen gaan.

Naast de ballast zal ook de lamp stuk kunnen gaan. Uit de praktijk blijkt dat de lampen om de 3 jaar vervangen moeten worden, waardoor de lamp minstens vier keer vervangen moet kunnen worden tijdens de levensduur van de armatuur. Omdat het vervangen van de lampen niet te veel menskracht moet kosten zal de lamp door één persoon vervangen moeten kunnen worden.

Hoewel hierboven puur de functionele functies van de huidige fixture zijn besproken zijn er ook andere opvallendheden die verbeteringen kunnen gebruiken. Zo zitten er aan de bovenkant van de fixture stekkerverbindingen (zogenoemde *connectoren*) waar vaak vuil invalt van het plafond en stof zich verzameld. Daarnaast blijkt dat de sticker met productinformatie en de opdruk van de print met de merknaam verkeerd om op het product zijn bevestigd. Als de ballast aan het plafond hangt is dit niet erg goed te zien omdat deze dan erg hoog hangt, maar bij de uitleg over het product aan de klant zou het kunnen dat de klant door de verkeerd geplaatste sticker productinformatie mist.

De richtlijnen voor de productinformatie die op een product aanwezig moet zijn, zijn als volgt:

- Productinformatie moet aan de buitenkant zichtbaar zijn (zodoende moet ook de ingangsspanning van de ballast van de armatuur af te lezen zijn)
- Informatie zoals wattage van de lampen die geschikt zijn voor de armatuur, naam van de producent, serienummer, datum van fabricage moeten in normen vastgelegde vormen aanwezig zijn

Overigens hoeven de markeringen niet op een sticker geplaatst te worden, maar kunnen deze bijvoorbeeld ook met inkt op het product worden gedrukt.

Behalve de sticker met productinformatie werd er bij de Luxon E e-HID fixture ook gebruik gemaakt van kleine ronde stickertjes (zegels) die aangaven dat de garantie op de ballast verloopt als het zegel verbroken is. Zonder dit zegel accepteerden sommige Amerikaanse klanten het product niet, terwijl Nedap wel graag van de stickertjes af wilde omdat ze relatief veel geld kosten en vaak al tijdens transport beschadigd raken. Als hier tijdens het ontwerpproces een oplossing voor wordt gevonden zal deze mee worden genomen in het ontwerp.

De eisen die hieruit voortkomen zijn als volgt:

- De armatuur is toepasbaar van 6 tot 30 meter hoogte
- De lamp/fitting en de reflector zijn ten opzichte van elkaar in hoogte verstelbaar
- De armatuur gaat minimaal 10 jaar mee
- De lamp moet minstens 4 keer vervangen kunnen worden
- De lamp moet door één persoon vervangen kunnen worden
- De armatuur biedt ruimte om de juiste productinformatie te plaatsen

De wensen die hieruit voortkomen zijn als volgt:

- De lamp/fitting is in hoogte verstelbaar ten opzichte van de reflector
- Aan de bovenkant van de armatuur zijn geen stekkerverbindingen
- Het is zichtbaar als de eindgebruiker het product open heeft gemaakt

2.1.2 INSTALLATIE

De ballasten die Nedap nu verkoopt worden op zeer diverse plekken geïnstalleerd, waarvan voor de installatie nog niet altijd duidelijk is hoe de ballasten bevestigd gaan worden aan het plafond. Om de ballasten toch altijd te kunnen bevestigen wordt momenteel gebruikgemaakt van een rails in de behuizing waardoor de bevestiging op meerdere manieren kan plaatsvinden.

Hoewel er in de huidige ballast tijdens de installatie veel handelingen tegelijk moeten worden gedaan¹ gebeurt de installatie vaak door maar één persoon. Voor niet geoefende installateurs is dit bijna onmogelijk, terwijl het zelfs voor goed geoefende installateurs nog een hoop gepriegel blijkt te zijn. Door als eis te stellen dat de armatuur door één persoon geïnstalleerd moet kunnen worden, wordt met het installatieproces rekening gehouden tijdens het ontwerp en zal de situatie hopelijk verbeteren.

In bijlage B is de installatie in beeld gebracht zoals deze bij Heywinkel in Bramsche (Duitsland) is bijgewoond.

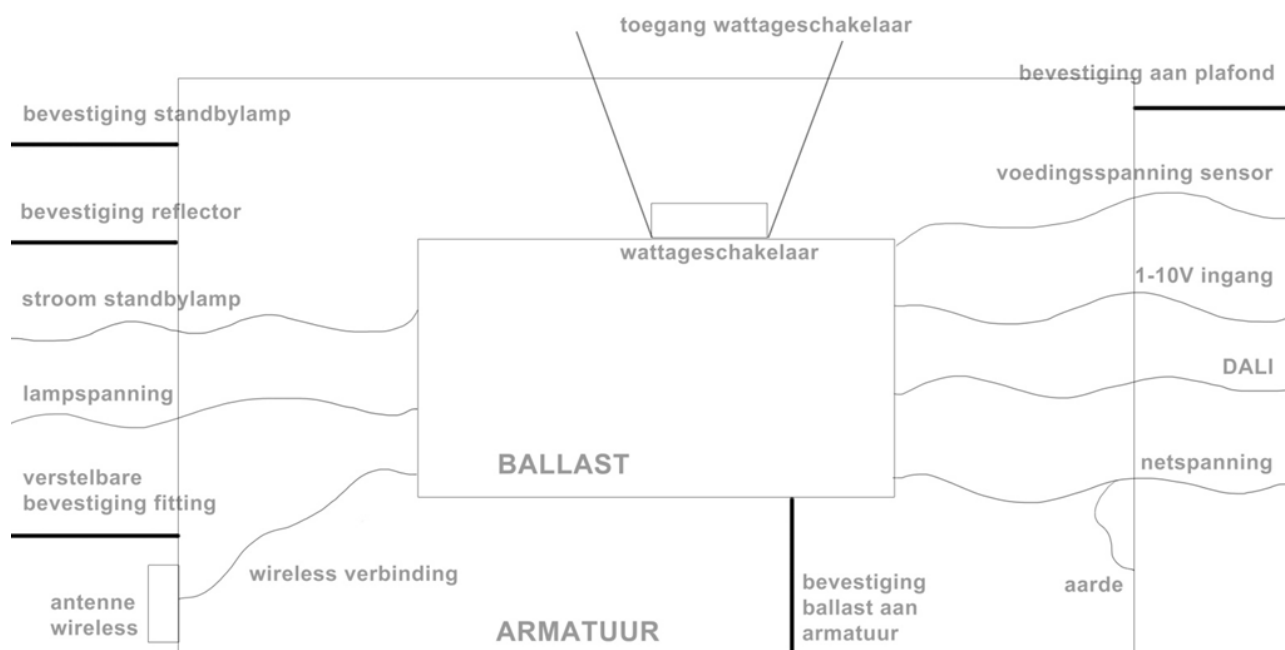
De eisen die hieruit voortkomen zijn als volgt:

- De armatuur heeft een bevestigingsmethode waarmee deze op meerdere manieren aan een plafond is te bevestigen (zodat deze ter plekke ook op onverwachte, rare plekken kan worden opgehangen)
- De armatuur moet door één persoon geïnstalleerd kunnen worden

2.1.3 ELEKTRISCHE COMPONENTEN

Aangezien de LSFW ballast nog in de ontwikkelfase zit, zijn de precieze plaats van connectoren, de juiste afmetingen van de ballast en temperaturen waar de ballast mee te maken krijgt nog niet bekend. Om toch een werkbare situatie te creëren is de afbeelding uit figuur 2.3 opgesteld die zal worden gebruikt om tot een eerste ontwerp te komen.

Omgevingstemperatuur: -10 tot 40 graden Celsius
Maximale temperatuur casing: 90 graden Celsius
Maximale temperatuur fitting: 130 graden Celsius



figuur 2.3 De verbindingen van de armatuur met de ballast en de buitenwereld

¹ Zo moet om de reflector in hoogte te verstellen de reflector worden vastgehouden als het vleugelmoertje wordt aangedraaid, terwijl eigenlijk ook het boutje moet worden tegengehouden zodat deze niet meedraait.

In deze figuur zijn met dikke lijnen de bevestigingen weergegeven. Momenteel wordt de *standbylamp* bevestigd door de fitting in de reflector te schroeven. Als dit niet mogelijk is blijft de standbylamp aan de eigen stroomdraad hangen, die hier in de praktijk sterk genoeg voor blijkt te zijn.

De stroomdraden zijn in afbeelding 2.3 dunner weergegeven. De 220V of 120V netspanningskabel die met het plafond verbonden is, bestaat eigenlijk uit 3 draden: een draad met spanning, een referentiedraad en de aarde draad. De aarde zal in contact moeten staan met ieder deel van de behuizing dat van metaal is gemaakt. Aan dezelfde kant als de netspanningsingang zijn ook de 1-10V ingang, de *DALI* uitgang en de voedingsspanning van een eventuele sensor bevestigd. Op de 1-10 V ingang kan een schakelaar of sensor worden aangesloten die met de voedingsspanning van stroom kan worden voorzien, dit wordt binnen Nedap ook wel de *diminterface* genoemd. Via de DALI connectie kan met de ballast gecommuniceerd worden als de klant geen gebruik wil maken van de wireless connectie die standaard in de ballast aanwezig is². Waar de wireless connectie komt met de ballast is nog niet duidelijk, maar de verwachting is dat deze aan dezelfde kant komt als de stroomdraad naar de fitting en de standbylamp uitgang. Naast de al bekende onzekerheden veranderen er waarschijnlijk ook functies die nu als zekerheden worden aangenomen. Zodoende is het handig als hierop kan worden ingespeeld door het mogelijk te maken om nadat het ontwerp tot stand is gekomen gemakkelijk de plaats, grootte en hoeveelheid connectoren te veranderen door kleine, goedkope aanpassingen.

Een aanpassing die altijd na aanschaf nog te maken moet zijn is het toevoegen van een standbylamp aan enkele armaturen. De standbylamp is een extra lamp die bij sommige klanten op één van de 10 lampen wordt ingebouwd. Als de ballast even geen stroom heeft zal de HID lamp uitgaan. Voordat de ballast na de stroomuitval de lamp weer aan kan zetten moet deze tot een bepaalde temperatuur zijn afgekoeld. De tijd die het duurt voordat de lamp weer aan kan wordt de *restrike time* genoemd en zal bij de meeste lampen rond de 5 minuten liggen³. Tijdens het afkoelen van de lamp is de standbylamp wel actief, waardoor er in ruimtes zonder ramen toch licht is als er ook stroom voor handen is. De standbylamp voldoet niet als noodverlichting zoals deze door wetgeving opgelegd kan worden.

Als de lamp aanstaat wordt niet alleen de lamp heet, maar zal ook de ballast een hoge temperatuur bereiken. In de ballast zitten enkele componenten die niet goed tegen deze warmte kunnen⁴ waardoor het essentieel is om de warmte op een goede manier af te voeren. In het ontwerp van de ballast is hier al rekening mee gehouden door de warmtegevoeligste componenten zo ver mogelijk bij elkaar vandaan te zetten, en inbouwvoorschriften mee te geven aan armatuurbouwers en OEMs die de ballast zullen kopen. Aangezien de meeste warmte van de ballast naar de onderkant wordt afgevoerd moet deze kant zich zo dicht mogelijk bij de casing van de armatuur bevinden. Op het warmste punt zal de ballast namelijk 90 graden Celsius worden, terwijl de omgevingstemperatuur⁵ van de armatuur niet warmer zal zijn dan 40 graden Celsius. De heetste temperatuur waar de armatuur mee om moet kunnen gaan is de temperatuur van de HID draden die naar de lamp lopen: deze kunnen maximaal 150 graden Celsius worden. Bovendien hebben deze draden als eis dat ze maximaal 1,5 meter lang mogen zijn.

Naast de temperatuur is het ook belangrijk dat er rekening wordt gehouden met de antenne van de wireless optie. Deze antenne neemt in de huidige armatuur een ruimte in van 6300 mm³ en heeft tot een hoek van 180 graden ontvangst als er geen metaal in de weg zit. Dit kan metaal van de ballast, armatuur of omgeving zijn,

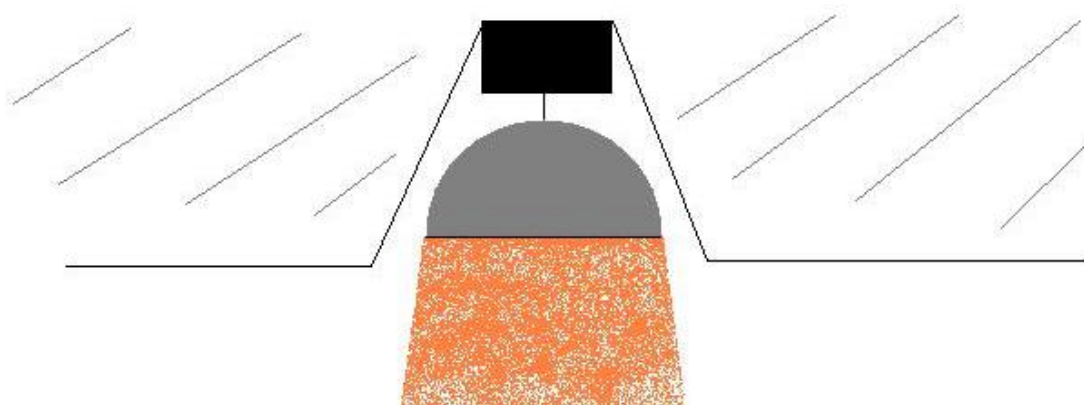
² Sommige klanten willen hier geen gebruik van maken omdat het wireless systeem in conflict kan komen met andere wireless systemen in hetzelfde gebouw.

³ De *restrike time* is een eigenschap van de lamp.

⁴ Bijvoorbeeld elektronische condensatoren (elco's), diodes en halfgeleiders. De levensduur van deze componenten wordt exponentieel verkort door hoge temperaturen.

⁵ Deze temperaturen worden ook wel T_{amb} (ambient) en T_c (casing) genoemd. Voor het bepalen van T_c zijn normen vastgelegd terwijl T_{amb} geen beschermde term is. Als omgevingstemperatuur is hier de temperatuur van de lucht van de winkel genomen. Voor meer informatie: <http://www.eetimes.com/design/power-management-design/4206513/What-is-ambient-temperature--anyway--and-why-does-it-matter->

waardoor de antenne ook een minder goede ontvangst heeft als het plafond eruit ziet als in figuur 2.4, wat bij veel *Noord-Amerikaanse* plafonds het geval is. Uit de praktijk blijkt dat een reflector van glas, kunststof of aluminium nauwelijks invloed heeft op de ontvangst van de antenne.



figuur 2.4 Bevestiging van een armatuur aan een veelvoorkomend Noord-Amerikaans plafond

Tenslotte is er nog sprake van een elektrisch component dat nog niet eerder in een ballast van Nedap aanwezig was: een schakelaar om van wattage te wisselen. Deze schakelaar moet het mogelijk maken lampen met verschillende wattages aan de armatuur te verbinden en wordt door de partner ingesteld op het juiste wattage. In Noord-Amerika worden soms subsidies uitgereikt aan bedrijven die oude lampen vernieuwen met lampen met een lager wattage. Om van deze subsidie gebruik te kunnen blijven maken moet het onmogelijk zijn voor de eindgebruiker om het wattage te veranderen nadat de lampen geïnstalleerd zijn. Nadat de partner het juiste wattage heeft ingesteld is zodoende ook het definitieve wattage bepaald.

Aangezien er op veel plaatsen in de levenscyclus van de armatuur wijzigingen kunnen worden gemaakt aan de totaaloplossing is het goed in kaart te brengen wanneer deze wijzigingen plaatsvinden, zodat later bekeken kan worden hoe deze wijzigingen mogelijk gemaakt kunnen worden. In tabel 2.1 is in het groen weergegeven welke actor welke wijziging kan maken. Als het al bekend is hoe deze wijziging wordt gemaakt staat dit ook vermeld. Hoe deze tabel tot stand is gekomen is te lezen in bijlage D.

Actor	Wattage omzetten	Lampfitting kiezen	Reflector kiezen	Standbylamp in totaaloplossing	1-10V uitgang als sensoruitgang gebruiken
Nedap					
Partner					
Installateur (bij instalatie)					
Eindgebruiker					
Hoe wordt de wijziging gemaakt?	Schakelaar verzetten op de ballast	Totaaloplossing met een bepaalde fitting leveren			Sensor aansluiten: detectie van sensor vindt plaats door software

tabel 2.1 Beschrijving welke actoren welke wijzigingen kunnen maken

De eisen die hieruit voortkomen zijn als volgt:

- Door de armatuur lopen 5 draden die vastzitten aan de ballast
 - Bovenkant:
 - Stroom ingang (220V of 120V)
 - DIM interface
 - DALI
 - Onderkant:
 - HID
 - Standbylamp uitgang
 - Nog onbepaald:
 - Wireless
- De armatuur heeft mogelijkheid tot een standbylamp
- De bodemplaat van de ballast is direct bevestigd aan de casing van de armatuur
- De lengte van de HID draden tussen de fitting en de ballast is maximaal 1,5 meter
- Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de ballast kan een temperatuur aan van 90 graden Celsius
- Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de fitting kan een temperatuur aan van 150 graden Celsius
- In de armatuur is minstens 6300 mm³ ruimte voor een antenne
- De antenne moet zich aan de onderkant van de ballast bevinden
- De wattageschakelaar van de ballast kan worden ingesteld door de zakenpartner van Nedap
- De wattageschakelaar moet niet bereikt kunnen worden door de eindgebruiker zonder dat dit later zichtbaar is
- Voor opties in de ballast zijn gemakkelijk en goedkoop varianten van de armatuur te maken

2.1.4 VEILIGHEID

Tijdens het interview met de veiligheidsexpert van Nedap Light Controls is besproken hoe in het ontwerp het best rekening kan worden gehouden met de Europese en Noord-Amerikaanse keuringen die veiligheid garanderen. Omdat er ontzettend veel verschillende keuringen zijn met ieder verschillende eisen is besloten verder te praten als er concretere ideeën op tafel liggen.

De eis die hieruit voortkomt is als volgt:

- In het ontwerp is rekening gehouden met veiligheid op het gebied van brand, spanning en corrosie

2.1.5 AFNEMERS

Naast de technische eisen vanuit de huidige situatie, installatie, veiligheid en elektrische componenten moet er ook gekeken worden naar de vraag vanuit de markt. Zoals in de inleiding van dit verslag staat beschreven komt de behoefte aan een armatuur voornamelijk van zakelijke partners. OEMs maken veelal zelf hun armaturen. In het huidige aanbod ballasten van Nedap Light Controls werd rekening gehouden met deze vraag door de behuizing van de ballast zo vorm te geven dat deze ook als armatuur kon worden gebruikt. Doordat de nieuwe ballast deze functionaliteit niet heeft wordt er apart een armatuur ontwikkeld.

De verwachting is dat van deze nieuwe armatuur, inclusief de ballast van Nedap 20.000 tot 50.000 stuks per jaar verkocht gaan worden. Door de armatuur exclusief connectoren, fitting, lamp en reflector maximaal €15,00 te laten zijn, ligt de prijs van de *totaaloplossing* rond de €125,00. Deze prijs is dan nog voornamelijk afhankelijk van de opties die de klant kiest zoals de verschillende sensoren en de lamp, fitting en reflector met of zonder *lens* (afscherming aan de onderkant van de reflector). Om de klant zoveel mogelijk keuzes te bieden met één product moeten verschillende reflectoren en fittingen op de armatuur aangesloten kunnen worden.

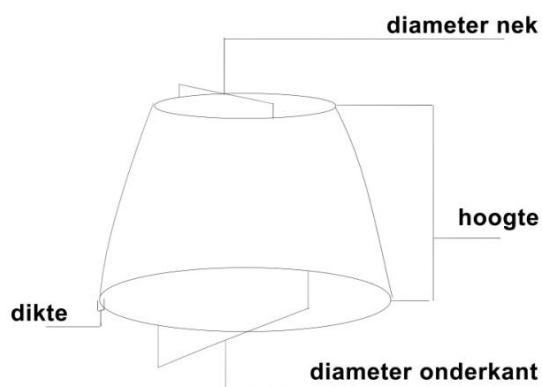
De reflectoren, lampen en fittingen zullen niet door Nedap gemaakt worden maar worden ingekocht bij bedrijven waar Nedap al contact mee heeft.

Fittingen die aangesloten moeten kunnen worden zijn de Europese E40 fitting, de Medium Elite fitting van Philips en de Noord-Amerikaanse E39 en Ex39 fittingen. Het nummer in de naam van de Europese en Noord-Amerikaanse fitting staat voor de diameter van de lampvoet in millimeters. Zodoende past een Noord-Amerikaanse E39 lamp wel in een Europese E40 fitting, maar een Europese E40 lamp niet in een Noord-Amerikaanse E39 fitting. Het wel of niet toevoegen van een 'x' bij de Amerikaanse lamp geeft aan of de armatuur waarin de lamp zich bevindt volledig gesloten moet zijn of niet. De gevolgen hiervan zijn dat er door bepaalde lampen een lens in de reflector moet worden toegepast. Over deze ANSI-norm type-O of type-E lamp is meer informatie te vinden in bijlage C.

De Medium Elite lamp van Philips is redelijk nieuw in de markt en heeft afwijkende maten ten opzichte van de hiervoor genoemde standaard fittingen. Naast deze speciale fitting zal ook de afwijkende G22 fitting van de Osram Powerball HCI-TM lamp toegepast moeten kunnen worden in de armatuur.

In de grote verscheidenheid van reflectoren die in de handel zijn is goed onderscheid te maken in het gebruikte materiaal: Aluminium, kunststof of glas. Deze reflectoren hebben ieder andere eigenschappen als het gaat om lichtverlies, uitstraling, bevestiging en gewicht. Voornamelijk de laatste twee eigenschappen zijn voor de armatuur van groot belang aangezien deze de verschillende onderdelen draagt en met elkaar verbindt. Daarnaast bleek uit een gesprek met een afgevaardigde van reflectorfabrikant Alux Luxar⁶ dat de positie van het lichtgenererende punt in de lamp van zeer groot belang is voor de ontwikkeling van de reflector. In iedere reflector is zodoende ook maar één lamp toepasbaar. Als het lichtpunt van de lamp enkele millimeters naast het berekende *lichtpunt* in de reflector zit is het rendement van de reflector aanzienlijk lager dan in het ideale geval. Deze uitspraak spreekt de eerdere eis van een verstelbare fitting tegen, desalniettemin wil Nedap niet van deze eis afstappen.

Aangezien in de te ontwerpen armatuur geen rekening is te houden met al deze variabelen wordt uitgegaan van het maximale gewicht en de maximale en minimale maten van reflectoren zoals deze in figuur 2.5 bepaald zijn.



Een glazen reflector is de zwaarste reflector met maximaal 6 kg. De hoogte van de reflector blijkt te variëren tussen 210 mm en 407 mm, de diameter van de nek ligt waarschijnlijk tussen 75 mm en 256 mm en de diameter van de onderkant tussen de 277 mm en 546 mm. Deze maten zijn gebaseerd op een door Nedap gemaakte selectie van reflectoren die vaak met de huidige Luxon ballasten gebruikt blijken te worden.

figuur 2.5 Bemating van de reflector

Met een glazen reflector van 6 kilogram, één kilogram van de ballast en één kilogram voor de lamp, fitting en sensoren zal het maximale gewicht dat de armatuur moet kunnen dragen rond de 8 kilogram wegen, waarbij het gewicht van de armatuur zelf nog moet worden opgeteld. Dit is nog echter niet wat het ontwerp maximaal moet kunnen dragen: Als er blijvende vervorming optreedt na een uur hangen met vier maal de toegestane maximale hoeveelheid gewicht wordt de armatuur afgekeurd. Het is dus van belang dat de armatuur minstens 32 kilogram plus vier maal het gewicht van de armatuur aankan.

⁶ Sebastian Wunsch, senior sales manager van Alux Luxar, (volgens eigen zegge) de grootste reflectorfabrikant van Europa

De eisen die hieruit voortkomen zijn als volgt:

- De LFSW ballast (OEM versie) van Nedap past in de armatuur
- De armatuur kost exclusief connectoren, fitting, lamp en reflector maximaal €15,-
- De armatuur is geschikt voor massaproductie van 20.000 tot 50.000 stuks per jaar
- De reflectoren die in de armatuur gebruikt kunnen worden zijn bestaande reflectoren van andere bedrijven dan Nedap
- De armatuur is te verbinden met meerdere soorten reflectoren met en zonder lens
- Er kunnen diverse lampen (en zodoende fittingen) in de armatuur worden bevestigd
 - E39
 - Ex39
 - E40
 - Medium Elite van Philips
- De armatuur kan een uur lang belast worden met 32kg plus 4 maal het gewicht van de armatuur zelf zonder dat er blijvende vervorming optreedt

2.2 VORMGEVINGSEISEN

2.2.1 RETAILOMGEVING

De doelgroep van de armatuur is de retail, waardoor besloten is dat de armatuur aan de Europese *IP-20* norm moet voldoen. Ter vergelijking: de *IP-20* norm op dit product wordt in Noord-Amerika waarschijnlijk bestempeld als 'for indoor use'. Met deze norm is het product geschikt voor winkels, sportfaciliteiten en kleine en grote industrieën. Meer informatie over IP normeringen is te vinden in bijlage C. Omdat de winkelomgeving van de genoemde omgevingen de omgeving is die het meeste baat heeft bij de eigenschappen van de nieuwe ballast en de meest veeleisende zal zijn op het gebied van vormgeving is ervoor gekozen deze in het ontwerp als voorname doelgroep te beschouwen.

De retailomgevingen waar de lamp in geplaatst zal worden zullen in uitstraling en grootte variëren per soort winkel en continent. Waar in Europa voornamelijk bouwmarkten, woonwinkels, autoshowrooms, supermarkten en tuinkwinkels hoge plafonds hebben, komen in Noord-Amerika bijna alle soorten winkels in aanmerking omdat winkels daar veel groter zijn opgezet. De grootte van de winkels in Noord-Amerika blijkt ook uit de hoeveelheid lampen die verkocht worden per winkel: 400-600 lampen, terwijl er per Europese winkel vaak 200-300 lampen worden geplaatst.

Dat de armatuur in alle winkels kan worden geplaatst heeft tot gevolg dat deze ook bij alle winkels moet passen: luxe automerken, koopjesmarkten, bouwmarkten en kledingzaken. Bovendien is er een verschil in stijl te merken tussen de Noord-Amerikaanse en Europese markt. Dit stijlverschil is toegelicht in de collage in figuur 2.6 op de volgende pagina.

Uit de collage blijkt dat de Europese stijl meer hecht aan details dan aan grootte, waar het juist in Noord-Amerika om draait. In vergelijking: Een Europese pizza moet vooral lekker zijn terwijl een Noord-Amerikaanse pizza groot moet zijn. Daarnaast bleek uit het interview met de sales-woordvoerder van Nedap die werkzaam is in de Verenigde Staten dat veel Noord-Amerikaanse plafonds wit zijn.



figuur 2.6 Stijlverschil tussen Europa en Noord-Amerika

Omdat deze stijlen niet direct in eisen zijn om te zetten is afgesproken om nogmaals met de saleswoordvoerder van Noord-Amerika te praten als er meer concrete ideeën zijn. Over het algemeen blijkt uit zijn ervaring wel dat ontwerpen die geaccepteerd zijn door de Europese markt ook in Noord-Amerika goed verkocht kunnen worden.

De eisen die hieruit voortkomen zijn als volgt:

- De armatuur voldoet aan de IP-20 norm
- De armatuur past in meerdere retailomgevingen

2.2.2 NEDAP

Nedap bestaat uit verschillende marktgroepen die ieder een eigen kleur dragen. Nedap Light Controls is blauw, maar heeft aan verschillende productgroepen ook kleuren toegekend. De kleur die de Luxon serie draagt is groen, zoals in de Luxon collage in figuur 2.7 is te zien.



figuur 2.7 Uitstraling van de Luxon serie; software- en hardwareomgeving, foto's van de Luxon beursstand

De groene kleur van Luxon staat voor de energiebesparing die met de ballasten is te verkrijgen. Door het unieke intelligente software systeem kan deze besparing door de klant direct in geld worden afgelezen via een internetwebsite en vindt er ook reductie plaats in maintenance kosten doordat reparatieverzoeken automatisch door het systeem kunnen worden doorgestuurd.

Naast de Luxon en de Light Controls uitstraling wordt er binnen heel Nedap gewerkt aan een nieuwe uitstraling voor producten. De keywords van deze nieuwe uitstraling zijn: clean, strak, helder, fris, wit, hip en kleur. Woorden waar Nedap niet mee geassocieerd wil worden in de vormgeving zijn: rommelig, suf, grijs en griauw. Om deze woorden toe te lichten is in samenwerking met de marketingafdeling een collage samengesteld met foto's van bestaande Nedap producten van andere afdelingen. De producten die getoond worden komen bijvoorbeeld van de veehouderij-, beveiliging-, gezondheidszorg- en retailafdeling en kunnen fysieke of grafische producten zijn. De collage is weergegeven in figuur 2.8.



figuur 2.8 Collage Nedaproducten; links ongewenste uitstraling, rechts de gewenste nieuwe uitstraling

Hoewel deze collages lastig zijn om te zetten in directe eisen kan er inspiratie uit worden gehaald voor het te ontwerpen product en kan het (tussentijds) resultaat van het proces ter vergelijking naast de collages worden gelegd.

De eis die hieruit voortkomt is als volgt:

- Product is duidelijk herkenbaar als onderdeel van de Luxon serie

2.2.3 LIGHT&BUILDING 2012

Van 15 tot 20 april 2012 stonden meer dan 2000 standhouders op de beurs 'Light&Building' in Frankfurt⁷, Duitsland. Op deze tweejaarlijkse beurs was enorm veel kennis aanwezig op het gebied van verlichting, waardoor een bezoek onvermijdelijk bleek. Tijdens het bezoek aan de beurs is een concurrentie analyse uitgevoerd en is er inspiratie opgedaan.

2.2.4 CONCURRENTIEANALYSE

Het doel van de concurrentieanalyse was om erachter te komen hoe andere bedrijven bezig zijn met het uiterlijk van de armaturen van lampen met reflectoren. Aanvankelijk was het de bedoeling de focus totaal op HID lampen te leggen, ware het niet dat er op de beurs maar weinig HID armaturen te zien waren omdat veel

⁷De standhouders op de beurs zijn nog steeds digitaal te bezoeken via de website van de beurs: <http://light-building.messefrankfurt.com/frankfurt/en/besucher/messeprofil.html>

bedrijven de focus legden op hun LED producten. Doordat de industriële LED verlichting ook gebruikt maakt van reflectoren en een ballast was het mogelijk ook LED armaturen voor de concurrentieanalyse te gebruiken.

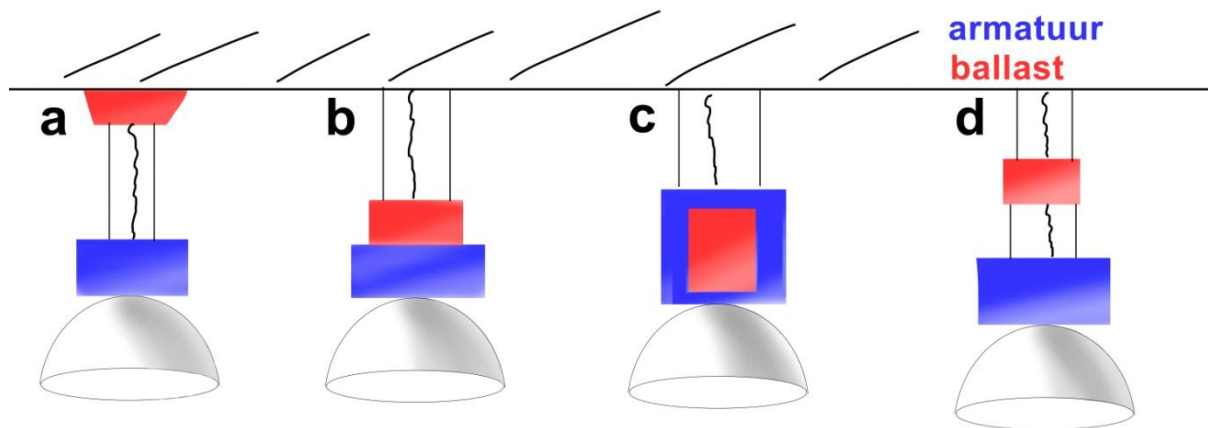
De analyse werd uitgevoerd door van zoveel mogelijk armaturen foto's te maken en folders te verzamelen om deze na het bezoek aan de beurs naast elkaar te leggen. Bij het vergelijken van de armaturen kwam naar voren dat veel armaturen op meerdere stands bleken te hangen, iets wat op de beurs ook al was opgevallen met ballasten. Door de verschillende armaturen naast elkaar te leggen is collage uit figuur 2.9 ontstaan.



figuur 2.9 Verschillende armaturen die op de Light&Building beurs te bezichtigen waren

Tijdens het bekijken van deze collage viel op dat niet alle oplossingen waar LED fabrikanten voor kunnen kiezen ook een optie zijn voor de te maken armatuur. Zo zal het niet mogelijk te zijn de reflector met kunststof of metaal te omhullen omdat ervoor gekozen is om een armatuur te ontwikkelen waar meerdere reflectoren op passen. Omdat deze reflectoren verschillende afmetingen hebben zal de omhulling dan niet op alle reflectoren passen.

Uit het beursbezoek en de eerder beschreven collage is gebleken dat de ballast, reflector en armatuur meestal op verschillende manieren met elkaar verbonden zijn. Deze manieren zijn abstract weergegeven in figuur 2.10 waarbij rood staat voor ballast en blauw voor de armatuur. Onder alle armaturen is ook een reflector weergegeven, deze hangt altijd onderaan omdat de lichtstroom belemmerd zou worden als er nog een onderdeel van de rest van het geheel onder de reflector zou hangen.



figuur 2.10 Mogelijke configuraties van de ballast en armatuur

Naast dat de reflector steeds op dezelfde plek hangt valt het op dat de armatuur altijd direct aan de reflector vast zit. Dit komt doordat de armatuur het onderdeel is dat het mogelijk zal moeten maken dat de fitting en reflector ten opzichte van elkaar in hoogte verstelbaar zijn.

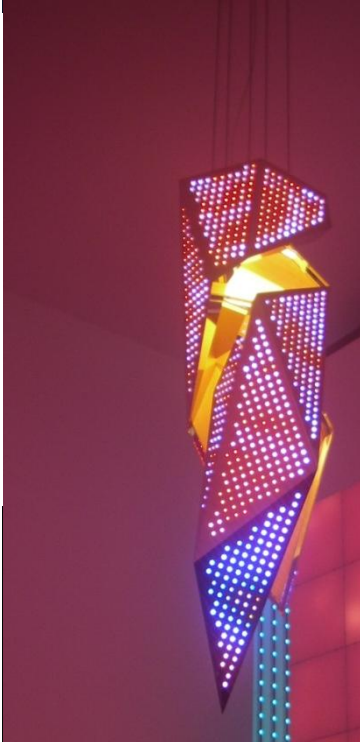
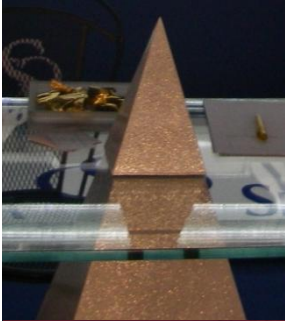
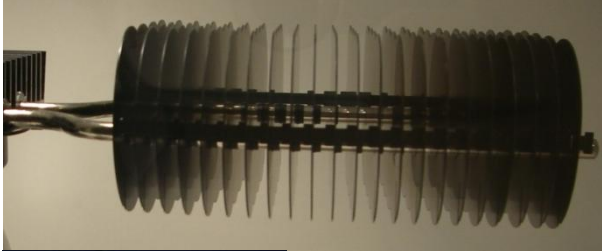
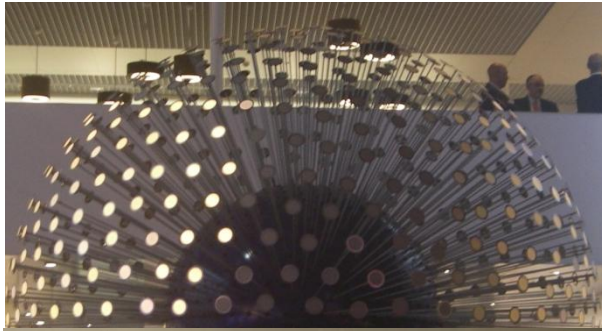
Aangezien de vormgeving van de meeste concurrenten niet aansluit bij de uitstraling die de nieuwe armatuur moet krijgen blijkt ook uit de concurrentieanalyse dat de nieuwe armatuur een uniek ontwerp kan worden waar vooral de retail baat bij zal hebben.

2.2.5 INSPIRATIE

Naast concurrenten op het gebied van high bay verlichting was er op de beurs veel meer te ontdekken. In de afbeeldingen hieronder een korte impressie van manieren waarop met licht werd geëxperimenteerd.









2.3 PROGRAMMA VAN EISEN EN WENSEN

EISEN

TECHNISCHE EISEN

Met betrekking op de totale armatuur

- De armatuur is toepasbaar van 6 tot 30 meter hoogte
- De lamp/fitting en de reflector zijn ten opzichte van elkaar in hoogte verstelbaar
- De armatuur gaat minimaal 10 jaar mee
- De armatuur biedt ruimte om de juiste productinformatie te plaatsen
- De armatuur heeft een bevestigingsmethode waarmee deze op meerdere manieren aan een plafond is te bevestigen (zodat deze ter plekke ook op onverwachte, rare plekken kan worden opgehangen)
- De armatuur moet door één persoon geïnstalleerd kunnen worden
- De armatuur heeft mogelijkheid tot een standbylamp
- Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de ballast kan een temperatuur aan van 90 graden Celsius
- Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de fitting kan een temperatuur aan van 150 graden Celsius
- De wattageschakelaar van de ballast kan worden ingesteld door de zakenpartner van Nedap
- De wattageschakelaar moet niet bereikt kunnen worden door de eindgebruiker zonder dat dit later zichtbaar is
- Voor opties in de ballast zijn gemakkelijk varianten van de armatuur te maken
- In het ontwerp is rekening gehouden met veiligheid op het gebied van brand, spanning en corrosie
- De armatuur kost exclusief connectoren, fitting, lamp en reflector maximaal €15,-
- De armatuur is geschikt voor massaproductie van 20.000 tot 50.000 stuks per jaar
- De armatuur kan een uur lang belast worden met 32kg plus 4 maal het gewicht van de armatuur zelf zonder dat er blijvende vervorming optreedt

Met betrekking op de ballast

- Door de armatuur lopen 5 draden die vastzitten aan de ballast
 - Bovenkant:
 - Stroom ingang (220V of 120V)
 - DIM interface
 - DALI
 - Onderkant:
 - HID
 - Standbylamp uitgang
 - Nog onbepaald:
 - Wireless
- De bodemplaat van de ballast is direct bevestigd aan de casing van de armatuur
- De LFSW ballast (OEM versie) van Nedap past in de armatuur

Met betrekking op de lamp en fitting

- De lamp moet minstens 4 keer vervangen kunnen worden
- De lamp moet door één persoon vervangen kunnen worden
- De lengte van de HID draden tussen de fitting en de ballast is maximaal 1,5 meter
- Er kunnen diverse lampen (en zodoende fittingen) in de armatuur worden bevestigd

- E39
- Ex39
- E40
- Medium Elite van Philips

Met betrekking op de reflector

- De reflectoren die in de armatuur gebruikt kunnen worden zijn bestaande reflectoren van andere bedrijven dan Nedap
- De armatuur is te verbinden met meerdere soorten reflectoren met en zonder lens

Met betrekking op het draadloze systeem

- In de armatuur is minstens 6300 mm³ ruimte voor een antenne
- De antenne moet zich aan de onderkant van de ballast bevinden

VORMGEVINGSEISEN

- De armatuur voldoet aan de IP-20 norm
- De armatuur past in meerdere retailomgevingen
- Product is duidelijk herkenbaar als onderdeel van de Luxon serie

WENSEN

TECHNISCHE WENSEN

- De lamp/fitting is in hoogte verstelbaar ten opzichte van de reflector
- Aan de bovenkant van de armatuur zijn geen stekkerverbindingen
- Het is zichtbaar als de eindgebruiker het product open heeft gemaakt

3. TOTSTANDKOMING VAN HET ONTWERP

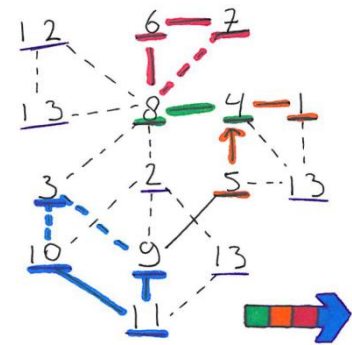
3.1 MORFOLOGISCH SCHEMA

In het ontwerp dat aan de eisen moet voldoen zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven, is nog veel ruimte om keuzes te maken. Omdat sommige keuzes vergaande gevolgen kunnen hebben moet niet alleen uitgezocht worden wat op ieder vlak de beste keuze is, maar ook hoe groot de gevolgen zijn van de keuzes die worden gemaakt. Als deze twee punten duidelijk zijn kunnen beslissingen worden genomen die niet alleen op één vlak een goed resultaat hebben, maar over het hele ontwerp het beste blijken te zijn.

Om gestructureerd tot de beste keuzes te komen is ervoor gekozen gebruik te maken van een morfologisch schema. In het schema worden zoveel mogelijk oplossingen bedacht waarmee functies kunnen worden uitgevoerd. De functies die behandeld worden in het morfologische schema zijn:

- | | |
|---|---|
| 1. Aan het plafond hangen | 8. Ballast bevestigen |
| 2. Productinformatie tonen | 9. Fitting bevestigen |
| 3. Standbylamp vasthouden | 10. Reflector bevestigen |
| 4. Warmte van de ballast afvoeren | 11. Fitting t.o.v. reflector verstellen |
| 5. Warmte van de fitting afvoeren | 12. Wireless bevestigen |
| 6. Toegang bieden tot wattageschakelaar | 13. Herkenbaar zijn als Luxonproduct |
| 7. Wattageschakelaar onbedienbaar maken | |

Hoewel sommige van deze functies niet los van elkaar kunnen worden gezien, zal de verhouding tussen de functies pas echt duidelijk worden als bekend is hoe bepaalde functies vervuld zullen gaan worden. In figuur 3.1 is weergegeven hoe de functies zich tot elkaar verhouden. Een pijl betekent dat de functie invloed heeft op de andere functie en niet andersom, een lijn betekent dat de functies zeker invloed op elkaar hebben en een stippellijn houdt in dat functies invloed op elkaar kunnen hebben. Vooral deze laatste categorie is dus afhankelijk van het ontwerp.



figuur 3.1 Functieverhouding

Tijdens het opstellen van de lijst met functies is gebruik gemaakt van het programma van eisen, waarvan sommige eisen direct in functies waren om te zetten (bijvoorbeeld functie 11: fitting en reflector ten opzichte van elkaar verstellen). De niet gebruikte eisen zullen gebruikt worden om uit alle gegenereerde oplossingen de beste oplossing te kiezen. Omdat de functies die het meest afhankelijk zijn van andere functies het lastigst zijn om te optimaliseren wordt bij functie 8 en 4 begonnen. Na deze twee functies zullen functie 5 en 1 behandeld worden, waarna functies 6 en 7 tegelijk zoveel mogelijk zullen worden geoptimaliseerd. Nadat is bepaald hoe functie 3, 9, 10 en 11 er uit komen te zien kan de hoofdvorm van de armatuur worden vastgesteld. Daarna zullen de overige functies vervuld worden, waarbij functie 13 als laatste aan de orde komt omdat deze de meeste mogelijkheden (stippellijntjes) heeft. In deze verdeling wordt de lijn⁸ tussen functie 5 en 9 als het ware doorgesneden, om het optimaliseren van de functies behapbaar te maken. De afhankelijkheid van de functies van elkaar blijft echter bestaan. Hier zal in de optimalisatieprocessen van beide functies rekening mee moeten worden gehouden.

In figuur 3.2 is het morfologisch schema te vinden waar de oplossingen die in het verdere hoofdstuk gepresenteerd worden uit voortkomen.

⁸ Hoewel de warmtestroom van de fitting altijd beïnvloed wordt door de bevestiging van de fitting (bijvoorbeeld door de afstand tot de rest van de armatuur) kan de bevestiging van de fitting ook afhankelijk zijn van de warmtestromen van de fitting, omdat de fitting bijvoorbeeld niet met alle materialen is te bevestigen omdat deze zo heet is.

Morfologisch schema

1 Aan het plafond hangen					Get in plafond	Stelling vast systeem			
2 Product- informatie tonen		Tampo = drukken		Zeefdrukken	EtSEN	Graveren			
3 Standby- lamp vasthouden	eigen draad	met stok	in gat in de reflector Schroeven	Onder de reflector	boven de reflector	in de reflector	aan de rand van de reflector	Apart van reflector	
4 Warmte van de ballast afvoeren	Koelvinnen	Heat Pipe		Koud warm Koud	BEWAKT = bovenkant ballast	(Straling maximaal)	Ballast steekt uit	Horizontaal Bevestigen?	Verticaal Bevestigen?
5 Warmte van de fitting afvoeren	Geen oplossing (is niet nodig)		Plaat	Lange draden	Lamp naast ballast hangen				
6 Toegang bieden tot wattageschakelaar	klepje	magnetisch	Direct op de ballast de schakelaar bedienen		Schuif knop	Draaischroef			
7 Wattageschakelaar onbedienbaar maken	niet hele klepje is bereikbaar	Alleen (?) heeft versteltoel die past		Eerst knop verstellen, dan ballast in armatuur monteren	Knop er of halen	1 Kant draaiende Schroef	Buisje in verstelgat		
8 Ballast bevestigen	WIG								
9 Fitting bevestigen	Schroeven	Omhuvel voor fitting	eigen draden	Bestaand	Staf				
10 Reflector bevestigen									
11 Fitting t.o.v. reflector verstellen		TANDWiel en Gaatjes							
12 Wireless bevestigen		Behuizing Wireless	Behuizing Wireless						
13 Herkenbaar zijn als Luxonproduct	Groene Lijn	Wireless benadrukken	BLAUW dopje	Goede koeling	Koelvinnen				

figuur 3.2 Morfologisch schema

3.2 BEVESTIGING EN WARMTEAFVOER VAN DE BALLAST

De bevestiging en de warmtehuishouding van de ballast zijn zeer belangrijk in het ontwerp en hangen nauw samen. Daarnaast heeft de bevestiging veel invloed op de vorm van het product, aangezien de ballast met zijn hoekige vorm een grote stempel kan drukken op het ontwerp.

Eisen die van belang zijn bij deze keuzes die in dit hoofdstuk worden gemaakt:

- De armatuur gaat minimaal 10 jaar mee
- Voor opties in de ballast zijn gemakkelijk varianten van de armatuur te maken
- In het ontwerp is rekening gehouden met veiligheid op het gebied van brand, spanning en corrosie
- Door de armatuur lopen 5 draden die vastzitten aan de ballast
 - Bovenkant:
 - Stroom ingang (220V of 120V)
 - DIM interface
 - DALI
 - Onderkant:
 - HID
 - Standbylamp uitgang
 - Nog onbepaald:
 - Wireless
- De bodemplaat van de ballast is direct bevestigd aan de casing van de armatuur
- De LFSW ballast (OEM versie) van Nedap past in de armatuur
- De armatuur voldoet aan de IP-20 norm
- De armatuur past in meerdere retailomgevingen

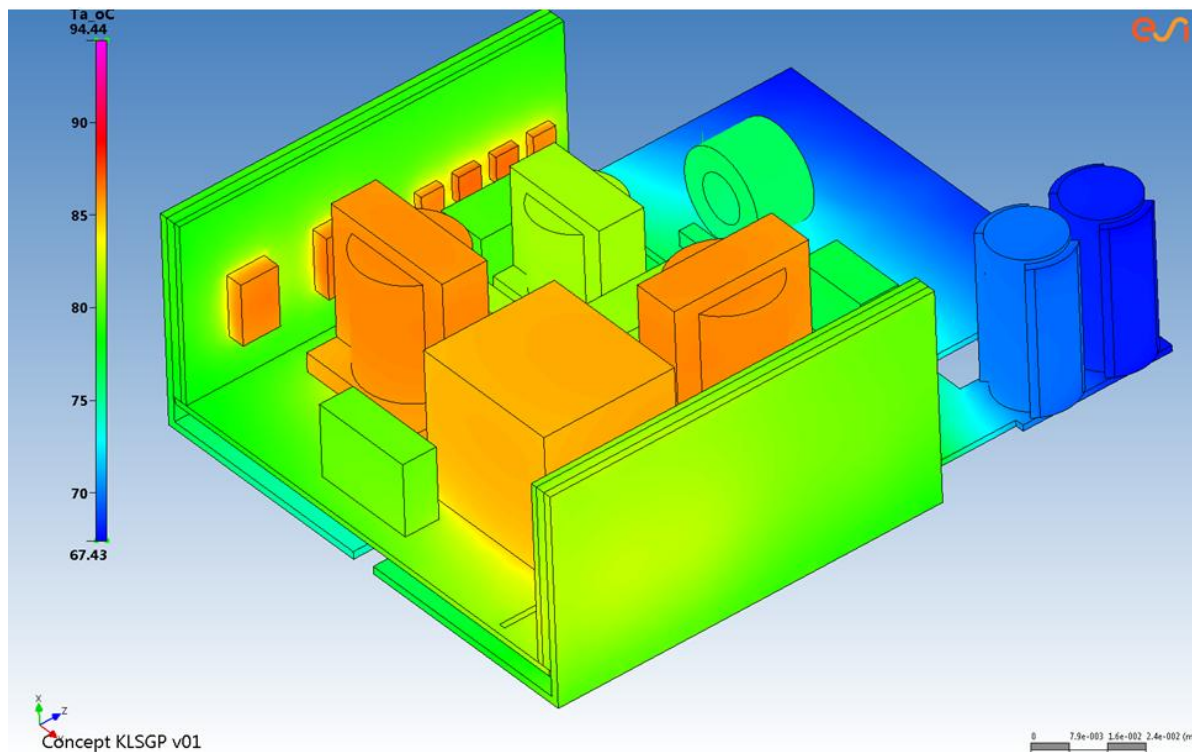
Wensen die van belang zijn bij deze keuzes:

- Aan de bovenkant van de armatuur zijn geen stekkerverbindingen
- Het is zichtbaar als de eindgebruiker het product open heeft gemaakt

3.2.1 CONVECTIE

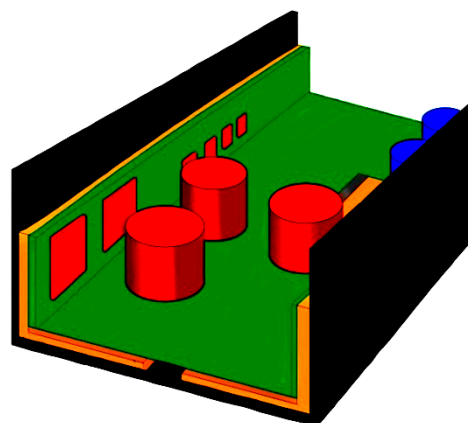
Hoewel er tot nu toe in het ontwerp van de ballast vanuit werd gegaan dat de ballast verticaal zou worden opgehangen kan deze uiteraard ook horizontaal worden ingebouwd. Aangezien het een eis is dat de kant vlak is waar de bodemplaat van de ballast aan de casing vastzit wordt er een beperking in vormvrijheid opgelegd zodra gekozen is voor een horizontaal of verticaal geplaatste ballast. Of de ballast efficiënter horizontaal of verticaal hangt is onder andere afhankelijk van de manier waarop de warmte het best verspreid kan worden.

Met de voorlopige versie van de ballast zijn al simulaties uitgevoerd waar onder andere de temperatuur van de verschillende componenten op de printplaat uit valt af te lezen. Dit resultaat is grafisch weergegeven in figuur 3.3. In figuur 3.4 zijn de verschillende componenten gekleurd weergegeven.



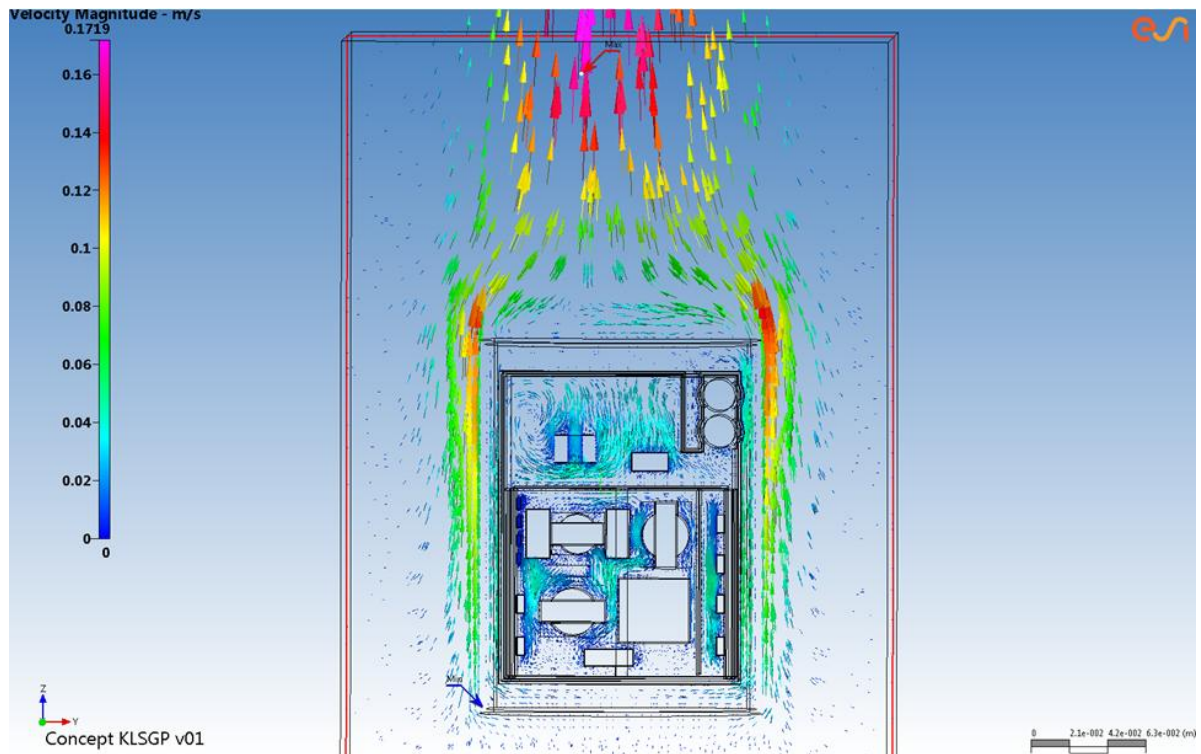
figuur 3.3 De temperatuur van de verschillende componenten in de ballast

De plaat waarop de componenten zijn bevestigd is de onderplaat van de ballast, waarin door middel van 2 L-vormige aluminiumhoeken de warmte wordt afgevoerd. Dit L-vormig profiel is in schematische tekening van figuur 3.4 in het oranje weergegeven. De warmste onderdelen zullen de componenten zijn op de verticale printplaten aan de zijkanten, rood weergegeven op de schematische tekening. Naast deze onderdelen worden ook de 3 spoelen in het midden van de printplaat, eveneens in het rood op figuur 3.4, erg warm. De twee elco's (electrische condensatoren) zijn op afbeelding 3.3 zo rond de 70 graden Celsius, in afbeelding 3.4 staan zijn deze blauw gekleurd. Deze elco's zijn de componenten die de levensduur bepalen van de ballast. Bij een temperatuurstijging van 10 graden Celsius wordt de levensduur van de elco's met de helft verkort, waardoor het zeer belangrijk is de elco's zo koel mogelijk te houden.



figuur 3.4 Schematische tekening van de verschillende componenten in de ballast

In verticale positie zullen de netstroom ingang en de DALI ingang boven hangen, waardoor ook de elco's aan de bovenkant van de ballast hangen. Doordat warme lucht opstijgt zal de warmte van de 3 spoelen zich bij de elco's verzamelen. In verticale positie ziet de luchtstroom als gevolg van natuurlijke convectie er uit als in figuur 3.5.



figuur 3.5 De snelheid van de lucht als gevolg van natuurlijke convectie

Bij een horizontale plaatsing zal de bodem de bovenkant van de ballast worden, wat volgens de ontwikkelaars van de ballast geen kwalijke gevolgen heeft voor de werking en levensduur van de ballast. Van horizontale plaatsing zijn geen simulaties gemaakt, waardoor een berekening moet uitwijzen hoe groot het verschil in warmteafgifte is. Om de berekening te maken is de ballast vereenvoudigd tot een vlakke plaat die de bodem van de ballast voor moet stellen. Deze vereenvoudigde plaat heeft een temperatuur gelijk aan T_{casing} van 90 graden Celsius, terwijl de omgevingstemperatuur op 20 graden Celsius wordt gesteld. Hoewel deze temperatuur waarschijnlijk niet correct is⁹ voldoet het omdat hiermee alleen de vergelijking wordt gemaakt tussen een horizontale en verticale vlakke plaat.

Zoals uit de berekeningen blijkt die in bijlage E zijn weergegeven, kan een horizontale vlakke plaat bijna 2x zoveel warmte afgeven als een verticale vlakke plaat van dezelfde afmetingen, onder dezelfde omstandigheden. Toch is het mogelijk dat de ballast in beide gevallen niet alleen vanaf de bodemplaat warmte afvoert. Zo zal het aluminiumprofiel aan de zijkant naar verwachting ook warmte afgeven, hoewel uit een korte berekening blijkt dat dit niet eens nodig is: De oppervlakte van de bovenkant is 210 cm, de warmteoverdrachtscoëfficiënt is 13,06 W/(m²K) waardoor er $0,021 \cdot 13,06 \cdot (90-20) = 19,2$ Watt via de bovenkant van de ballast kan worden afgevoerd. Volgens eerder door Nedap uitgevoerde simulaties zullen de componenten 14,44W aan warmte leveren.

De uitgevoerde berekeningen hebben zo hun beperkingen. Naast de al eerder genoemde onrealistische omgevingstemperatuur is er namelijk geen rekening gehouden met de uiteinden van de vlakke plaat. Bovendien kan er niet vanuit worden gegaan dat de onderplaat van de ballast alle warmte gelijk distribueert en is de door Nedap uitgevoerde simulatie op een voorlopig ontwerp gebaseerd. Tenslotte is de warmte van de behuizing waar de ballast in komt bepaald, maar dit is niet noodzakelijkerwijs de warmte die ook direct naar de ballast stroomt. Om tegemoet te komen aan deze beperkingen zal er in het verdere ontwerpproces

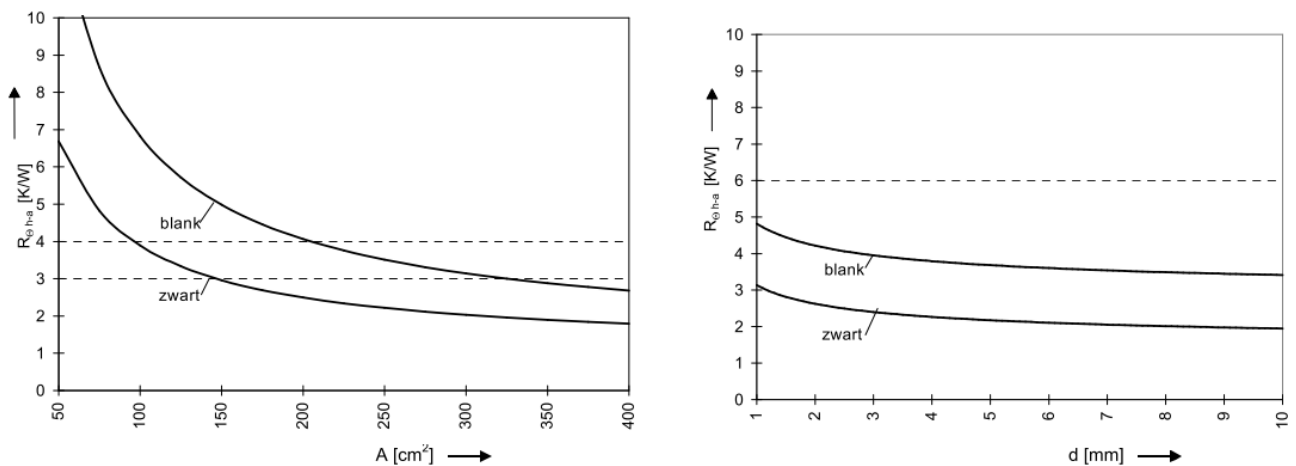
⁹ De verwachting is dat deze temperatuur hoger zal liggen omdat de fitting de lucht rond de ballast opwarmt en de temperatuur vooral in warme gebieden bovenin het gebouw hoger ligt dan de aangename shoptemperatuur van 20 graden Celsius op loophoogte.

vanuit worden gegaan dat de warmste componenten, die zich aan de zijkanten van de ballast bevinden aan deze zijkanten ook daadwerkelijk warmte afgeven.

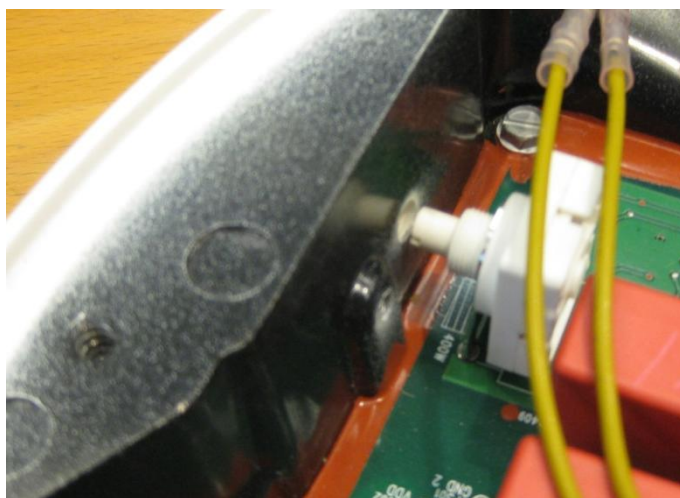
3.2.2 STRALING

Behalve door convectie kan de ballast ook warmte afvoeren via straling. Straling zal geen invloed hebben op wanden van de ballast die direct in verbinding staan met de armatuur¹⁰ maar zal wel zeker kunnen helpen bij de koeling van de andere zijden. Belangrijke variabelen bij straling zijn de emissiecoëfficiënt en de temperatuur van het object dat straling ontvangt.

De emissiecoëfficiënt is afhankelijk van de kleur en vlakheid van het materiaal waar de straling op af wordt gezonden. Met behulp van eerdere proefopstellingen binnen Nedap is in figuur 3.6 te zien hoeveel minder de warmteweerstand is als warmte wordt afgegeven aan een zwarte gecoate omgeving dan aan een niet behandelde aluminiumomgeving. Juist om deze reden wordt de binnenkant van armaturen vaak zwart gespoten, zoals bij aan de armatuur in figuur 3.7 is te zien. Enige ruwheid van het stralingsontvangende materiaal zorgt ervoor dat de straling niet direct af wordt gekaatst en kan een bijkomend voordeel zijn van het coaten van materiaal. Er zijn echter geen voorbeelden bekend waarbij de binnenkant van een armatuur expres ruw gemaakt is, zonder dat er een kleurverandering optreedt, waardoor het waarschijnlijk is dat met een kleurverandering het grootste effect wordt bereikt.



figuur 3.6 Het verschil in stralingsweerstand tussen een zwart gecoate en niet behandelde aluminiumomgeving

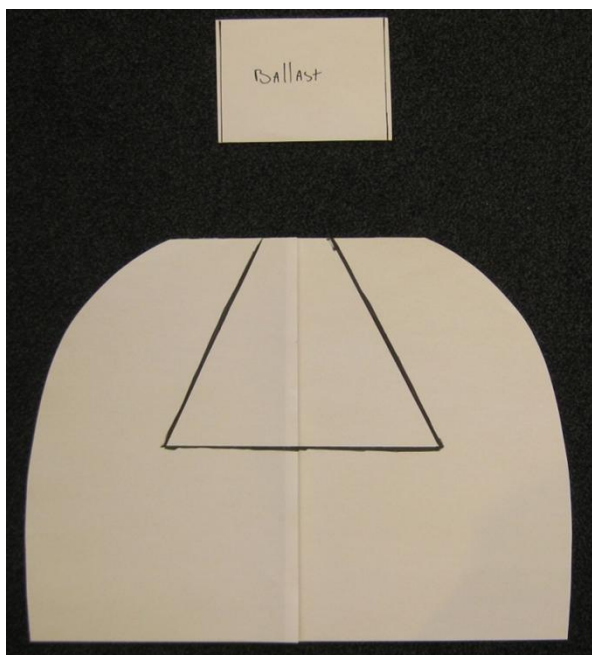


figuur 3.7 Zwart gespoten binnenkant van een armatuur om warmteafgifte van de printplaat naar de armatuur door straling te bevorderen.

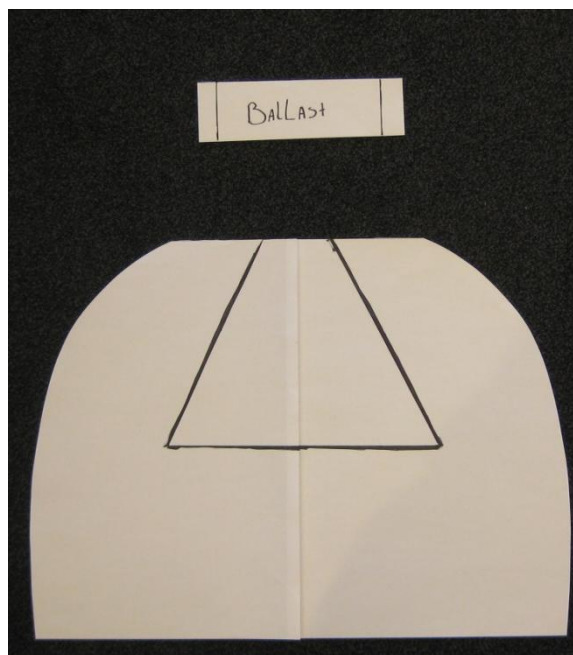
¹⁰ Daar vindt geen straling maar convectie plaats, omdat de warmte geen oppervlakte tegenkomt waar het vanaf kan stralen totdat het de buitenkant van de armatuur raakt.

3.2.3 INVLOED VAN DE BEVESTIGING VAN DE BALLAST OP VORMVRIJHEID

De twee mogelijkheden die tot nu toe zijn onderzocht om de ballast te bevestigen zijn het verticaal of horizontaal ophangen van de ballast. Om te ontdekken wat voor invloed deze manieren van ophanging hebben op de vormgeving van de armatuur zoals deze in een retailomgeving moet kunnen passen is het goed om in te zien hoe de vorm van de ballast de maten van de armatuur bepaald. Om beide situaties met elkaar te kunnen vergelijken wordt uitgegaan van een cilinder die zo nauw mogelijk aansluit op de ballast. In onderstaande situaties zijn niet alleen de maten van de cilinder, maar ook de maten van de reflector zo correct mogelijk weergegeven. De maximale maat van de reflector is met wit papier aangegeven waarin de minimale maat van de reflector met zwarte marker is omlijnd. Op de cilinder die om de ballast heen zit is de grootte van de ballast op dezelfde manier weergegeven. De verticaal opgehangen ballast inclusief cilinder is te vinden in figuur 3.8, de horizontaal opgehangen ballast inclusief cilinder is te vinden in figuur 3.9.



figuur 3.8 Verticaal opgehangen ballast



figuur 3.9 Horizontaal opgehangen ballast

Zoals op de foto's is te zien, zijn de ballasten in beide gevallen kleiner dan de kleinste reflector, waardoor er genoeg vormvrijheid is (bovendien zijn er ook geen eisen aanwezig die de maximale maten van de armatuur bepalen) om met een horizontaal en een verticaal opgehangen ballast alle kanten op te gaan.

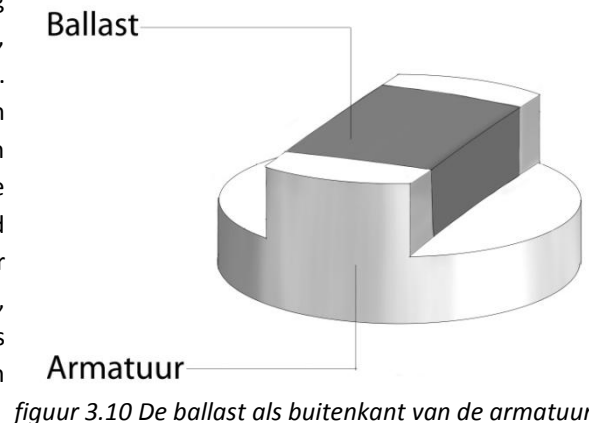
Omdat de ballast een betere warmtehuishouding heeft als deze horizontaal hangt en deze positie nauwelijks invloed heeft op de vormvrijheid wordt ervoor gekozen om de ballast horizontaal op te hangen.

3.2.4 MANIEREN OM DE BALLAST TE BEVESTIGEN

De ballast die nog wordt ontwikkeld heeft nog geen bevestigingsmogelijkheden, deze zouden wel op verzoek toe te voegen zijn. Hierbij kan gedacht worden aan schroefgaten of een wig/klikmechanisme, zoals deze ook in het morfologisch schema is getekend. Een andere optie die eigenlijk bij functie 4 (warmte van de ballast afvoeren) is getekend, zou erg goed met het wig/klikmechanisme gecombineerd kunnen worden. Bij deze optie, zoals toegepast op een ronde armatuur in figuur 3.10 maakt de warmte afvoerende bodemplaat niet direct contact met de buitenkant van de armatuur, maar is deze bodem zelf de buitenkant van de armatuur. Door ook de lange zijanten die warmte afgeven voor een gedeelte als buitenkant te beschouwen zal de warmte zo efficiënt mogelijk kunnen worden afgevoerd. Aan de korte kanten komen de connectoren van de ballast, die alleen tijdens de assemblage van de ballast bereikbaar moeten zijn. Door de behuizing op deze

punten wel aan te laten sluiten op de bovenkant van de ballast kan de veiligheid met betrekking tot de stroomdraden van de connectoren beter gegarandeerd worden.

Voor de veiligheid is het bij deze constructie van belang dat de temperatuur van de ballast niet zo heet wordt, dat het een gevaar wordt om de ballast aan te raken. Hoewel de ballast op het warmste punt 90 graden Celsius wordt betekent dit niet dat de ballast niet aan de buitenkant bevestigd mag worden. Aangezien de ballasten alleen warm zijn als ze hoog boven de grond hangen en dan alleen aangeraakt kunnen worden door mensen die weten dat de ballast heet zou kunnen zijn, zijn er geen normen die het verbieden de ballast als zodanig op te hangen. Eventuele mechanische proeven moeten nog wel kunnen worden doorstaan.



Naast deze manier zijn er uiteraard ook andere manieren om de ballast te bevestigen. Gedacht kan worden aan schroeven of klemmen in plaats van het wig/kliksysteem. Nu de grootste beslissingen zijn genomen wordt er echter voor gekozen om de precieze bevestiging nog niet te bepalen, omdat die ook sterk afhankelijk is van de rest van de armatuur waarvan nog niet veel bepaald is. Zodoende zou een afgedwongen keuze veel negatieve gevolgen kunnen hebben die vooraf niet zijn te voorzien.

3.2.5 CONCLUSIE

Doordat de warmte beter afgevoerd kan worden als de bodem van de ballast bovenop in het horizontale vlak ligt, is besloten de ballast op de kop in de behuizing te plaatsen. Deze nieuwe manier van plaatsen heeft als gevolg dat de behuizing breder wordt, maar aangezien dit nog aanzienlijk smaller is dan de onderste diameter van de kleinste reflector blijft er voldoende vormvrijheid bestaan om tot een ontwerp te komen dat geaccepteerd wordt in de retail.

Naast dit besluit blijkt het mogelijk te zijn om de ballast aan de buitenkant van de armatuur te laten uitsteken, waardoor er een efficiënte warmte afvoer ontstaat. Door dit principe aan de lange zijken en de bodem van de ballast (die aan de bovenkant van de armatuur komt te zitten) toe te passen blijven de korte zijken bedekt. Dit heeft tot gevolg dat de connectoren van de ballast beter beschermd zijn tegen invloeden van buitenaf. Over de precieze verbinding met de behuizing is nog niet nagedacht, aangezien nu nog niet duidelijk is op welke grond deze keuze moet worden gemaakt.

3.3 WARMTEHUISHOUDING VAN FITTING TOT PLAFOND EN BEVESTIGING VAN DE ARMATUUR

Hoewel er door functie 8 en 4, ballast bevestigen en warmte van de ballast afvoeren, al veel rekening gehouden is met de warmtehuishouding hebben ook de functies waar het in dit hoofdstuk om gaat veel met warmte te maken. Leidraad in het eerste deel van hoofdstuk zal de natuurlijke convectie zijn die een rol speelt bij de warmteoverdracht van de fitting naar de ballast en van de ballast naar het plafond. Daarnaast zal worden ingegaan op de mechanische mogelijkheden van bevestiging aan het plafond, waarbij ook het installatiegemak een grote rol speelt.

Eisen die van belang zijn bij deze keuzes die in dit hoofdstuk worden gemaakt:

- De armatuur is toepasbaar van 8 tot 30 meter hoogte
- De armatuur gaat minimaal 10 jaar mee
- De armatuur heeft een bevestigingsmethode waarmee deze op meerdere manieren aan een plafond is te bevestigen (zodat deze ter plekke ook op onverwachte, rare plekken kan worden opgehangen)

- De armatuur moet door één persoon geïnstalleerd kunnen worden
- Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de ballast kan een temperatuur aan van 90 graden Celsius
- Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de fitting kan een temperatuur aan van 150 graden Celsius
- Voor opties in de ballast zijn gemakkelijk varianten van de armatuur te maken
- In het ontwerp is rekening gehouden met veiligheid op het gebied van brand, spanning en corrosie
- De armatuur kost exclusief connectoren, fitting, lamp en reflector maximaal €15,-
- De armatuur is geschikt voor massaproductie van 20.000 tot 50.000 stuks per jaar
- De armatuur kan een uur lang belast worden met 32kg plus 4 maal het gewicht van de armatuur zelf zonder dat er blijvende vervorming optreedt
- Door de armatuur lopen 5 draden die vastzitten aan de ballast
 - Bovenkant:
 - Stroom ingang (220V of 120V)
 - DIM interface
 - DALI
 - Onderkant:
 - HID
 - Standbylamp uitgang
 - Nog onbepaald:
 - Wireless
- De LFSW ballast (OEM versie) van Nedap past in de armatuur
- De armatuur past in meerdere retailomgevingen

Wens die van belang is bij deze keuzes:

- Aan de bovenkant van de armatuur zijn geen stekkerverbindingen

3.3.1 GROOTTE VAN DE WARMTESTROOM VANAF DE FITTING

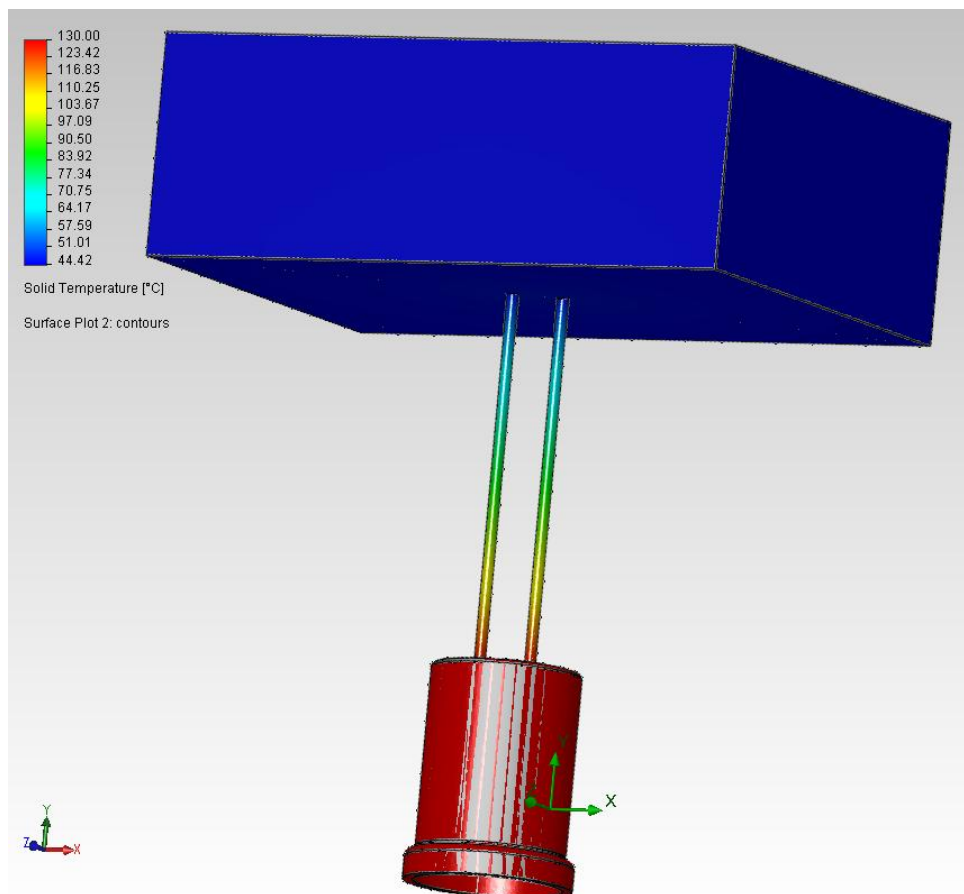
Zoals in het programma van eisen staat beschreven, is de fitting de warmste plek van de totaaloplossing die aangeboden zal worden aan de partners van Nedap. Het enige dat over dit mogelijke struikelblok bekend is binnen Nedap, is echter dat de fitting waarschijnlijk ongeveer 130 graden Celsius wordt. Omdat deze warmte ergens heen moet en warmte altijd naar boven gaat, ontstaat het gevaar dat de ballast te heet wordt. Voordat er voor dit probleem een oplossing kan worden gezocht moet echter eerst worden ingeschat hoe groot deze warmtestroom is.

Om dit uit te zoeken zijn simulaties gedaan met de SolidWorks Flow Simulation 2011 waar het beeld uit figuur 3.11 naar voren komt. Hoe deze simulaties tot stand zijn gekomen is beschreven in bijlage **???**. Uit deze simulatie blijkt dat de fitting (die hier in het geheel 130 graden Celsius is) de holle aluminium bak die model staat voor de behuizing van de ballast verwarmt tot 47 graden Celsius. De lengte van de stroomdraden die met isolatie zijn gemodelleerd is 10 cm, dezelfde afstand als de ballast van de reflector heeft in afbeeldingen 3.8 en 3.9. Deze lengte is reëel omdat er tussen de ballast en de fitting nog onderdelen moeten komen zoals de reflector en het verstelsysteem van de fitting. De omgevingstemperatuur is volgens de specificaties van de ballast maximaal genomen, 40 graden Celsius. Uit de simulaties volgt dat de temperatuur van de ballastbehuizing bij alle toegestane omgevingstemperaturen lager zal zijn dan de temperatuur van de ballast zelf, waardoor besloten is dat er geen actie worden ondernomen om de fitting beter te koelen.

Overigens geeft de simulatie zoals deze is uitgevoerd geen geheel correct beeld van de temperatuursverdeling in de totale oplossing. Punten die van grote invloed zijn, maar niet in de simulaties zijn meegenomen zijn de uiteindelijke vorm van de armatuur en de reflector. De reflector zal om de fitting komen te hangen waardoor

de warmte van de fitting over een groter oppervlakte wordt verspreid dan alleen de ruimte direct onder de ballast. Doordat deze variabele niet is meegenomen is de verwachting dat de temperaturen die voortkomen uit de simulaties te hoog zijn. De mate waarin de simulatieresultaten afwijken van de werkelijkheid zal bepaald worden door de uiteindelijke vorm van de armatuur. Als de armatuur boven de gehele reflector hangt zal de gesimuleerde waarde dichterbij de werkelijkheid zitten dan als de armatuur maar een kleiner oppervlakte boven de reflector inneemt. Zodoende zal het ook positiever zijn voor het afvoeren van de warmte van de fitting als de armatuur een zo klein mogelijk oppervlakte heeft. Naast deze onbekende zal ook het materiaal van de behuizing een grote rol spelen. Deze zal echter pas bepaald worden als de uiteindelijke vorm van de armatuur vaststaat.

Uit metingen van een testopstelling waarin de E e-HID fixture boven een fitting met een vermogen van 375W is opgehangen blijkt dat de temperatuur van de verschillende onderdelen met een omgevingstemperatuur van 23 graden Celsius redelijk overeenkomt met de resultaten van de simulatie, terwijl deze met een omgevingstemperatuur van 20 graden Celsius is uitgevoerd. Ook zal de nieuwe ballast alleen lampen aansturen met een lager wattage waardoor de temperaturen in de simulatie waarschijnlijk zelfs te hoog zijn. In de testopstelling waarmee de simulatie is gecontroleerd waren naast de ballastbehuizing (zonder ballast) en E40 of E39 fitting een kunststof reflector en een gedimde lamp aanwezig.



figuur 3.11 Invloed van de fitting op de temperatuur van de ballast

3.3.2 WARMTESTROOM VAN DE ARMATUUR NAAR HET PLAFOND

Naast dat er warmte van de fitting naar de ballast stroomt, zal er ook warmte van de ballast naar het plafond stromen. Om deze warmte zo goed mogelijk te kunnen afvoeren zal er een ruimte open moeten worden gelaten tussen de armatuur en het plafond. In deze ruimte zal zich het bevestigingsmechanisme bevinden dat ervoor zorgt dat de lamp ook daadwerkelijk blijft hangen.

Om de ideale afstand te bepalen tussen de warmteafvoerende bovenkant van de ballast en het plafond is veel informatie nodig over het plafond. Is er bijvoorbeeld sprake van een veelvoorkomend Noord-Amerikaans plafond zoals eerder beschreven in figuur 2.4, of is het een systeemplafond dat veel warmte doorlaat? Omdat alle situaties voor kunnen komen, zal een oplossing moeten worden gevonden om de armatuur op meerdere manieren op te kunnen hangen. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met de warmteafvoer van de ballast naar het plafond.

Omdat er geen rekening kan worden gehouden met alle verschillende plafondsituaties is ook onderzoek gedaan naar de veiligheidseisen en richtlijnen op dit gebied. Deze gaan volgens de veiligheidsexpert van Nedap pas echt een grote rol spelen als de bovenkant van de ballast direct het plafond raakt, waardoor de meeste richtlijnen en eisen op het gebied van brand en corrosiegevaar ontweken kunnen worden als dit niet het geval is. Navraag leert dat de afstand tussen het plafond en de bovenkant van de ballast dan minstens 2 cm moet zijn. De mechanische eisen spelen binnen dit bevestigingsprobleem echter een grotere rol, zoals de eis dat het geheel een uur lang 4x het eigen gewicht moet kunnen dragen.

3.3.3 MECHANISCHE BEVESTIGING VAN DE BALLAST

In het morfologisch schema (figuur 3.2) zijn verschillende manieren weergegeven waarop de ballast bevestigd kan worden. Hieronder zijn van deze methoden de voor- en nadelen opgeschreven zodat een keuze kon worden gemaakt.

Een haak met zekering zoals weergegeven in figuur 3.12

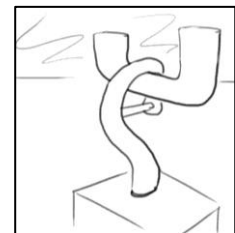
Aan de armatuur hangt een haak waarmee de ballast aan een ketting of andere haak aan het plafond kan worden gehangen. Deze oplossing wordt momenteel al toegepast met de Luxon E fixture en heeft een zekering om te voldoen aan bepaalde Amerikaanse veiligheidsnormen.

Voordelen

- Op een schuine wand te plaatsen, de armatuur blijft dan verticaal hangen
- Ook toepasbaar op een niet vlak plafond
- Kan op meerdere manieren bevestigd worden
- Bij vervanging van de oude armaturen of fixtures vaak op te hangen met bestaande constructie
- Makkelijk te installeren
- Hanghoogte is makkelijk in te stellen door gebruik van een ketting of touw
- Redelijk goedkope oplossing

Nadelen

- De zekering brengt een extra handeling met zich mee
- Niet erg esthetische oplossing indien een grote haak nodig is
- De armatuur is alleen in verticale richting beperkt: er kan nog rotatie plaatsvinden in twee richtingen



figuur 3.12 Haak met zekering

Een haak aan het plafond zoals weergegeven in figuur 3.13

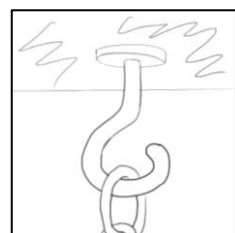
Een veelvoorkomende oplossing is een haak aan het plafond. Door aan de armatuur een ketting te bevestigen kan de gehele armatuur op de juiste hoogte worden opgehangen.

Voordelen

- Op een schuine wand te plaatsen, de armatuur blijft dan verticaal hangen

Nadelen

- Niet erg esthetische oplossing indien een grote haak nodig is
- De armatuur is alleen in



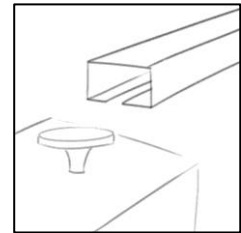
figuur 3.13 Haak aan plafond

- Ook toepasbaar op een niet vlak plafond
 - Makkelijk te installeren als de haak aan het plafond al hangt
 - Hanghoogte is makkelijk in te stellen door gebruik van een ketting
 - Redelijk goedkope oplossing
- De haak moet stevig aan het plafond bevestigd worden, dit komt het installatiegemak niet ten goede

verticale richting beperkt: er kan nog rotatie plaatsvinden in twee richtingen

Een rails zoals weergegeven in figuur 3.14

Door een rails aan het plafond te bevestigen en uitstekende noppen (bijvoorbeeld schroeven) op de armatuur te maken kan de armatuur aan het plafond worden opgehangen. In de rails komt een zekering zoals een dop of schroef aan beide uiteinden van de rails.



figuur 3.14 Rails aan plafond

Voordelen

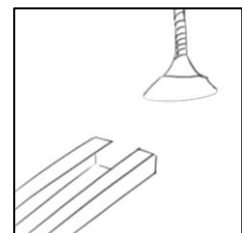
- Bevestiging aan het plafond heeft weinig effect op het uiterlijk van de armatuur
- Met twee rails is de armatuur in alle bewegingsrichtingen beperkt
- Ook op schuine plafonds te bevestigen, zonder flexibiliteit elders in de armatuur hangt deze dan wel scheef

Nadelen

- Bovenkant van de ballast hangt erg dicht op het plafond
- Redelijk lastig te installeren

Een rails zoals weergegeven in figuur 3.15

Een rails op de armatuur die aan noppen of schroeven aan het plafond is te hangen. Deze oplossing wordt momenteel ook bij de Luxon E remote ballast gebruikt. Aan de uiteinden van de rails zal een zekering moeten komen.



figuur 3.15 Rails aan armatuur

Voordelen

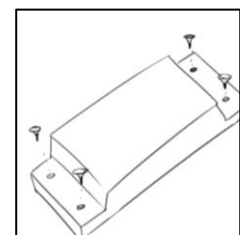
- Bevestiging aan het plafond heeft weinig effect op het uiterlijk van de armatuur
- Met twee rails is de armatuur in alle bewegingsrichtingen beperkt
- Ook op schuine plafonds te bevestigen, zonder flexibiliteit elders in de armatuur hangt deze dan wel scheef

Nadelen

- Bovenkant van de ballast hangt erg dicht op het plafond
- Redelijk lastig te installeren

Een schroefverbinding zoals weergegeven in figuur 3.16

Met deze verbinding zou het mogelijk zijn een gedeelte van een klemverbinding aan het plafond te schroeven waarbij het andere deel van de klemverbinding de armatuur zou zijn. Bij deze oplossing zit de armatuur echter direct vast aan het plafond wat bij veel plafonds niet handig is omdat de warmte van de ballast dan niet meer goed kan worden afgevoerd. Zodoende komt deze oplossing te vervallen.

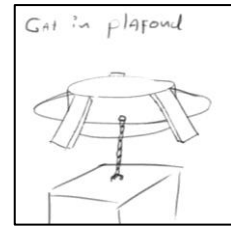


figuur 3.16 Schroeven

Een gat in het plafond zoals weergegeven in afbeelding 3.17

Door een verstelbaar stuk vast te zetten op of in het plafond zou de ballast opgehangen kunnen worden zonder dat het plafond bepaalde eigenschappen moet hebben omdat deze verbinding zichzelf vastklemt aan het plafond. De werkwijze is als volgt:

- In de bovenkant van het plafond wordt een gat gemaakt
- De ondersteuning van de verbinding wordt in dit gat gelegd en uitgekapt: nu is het groter dan het gat in het plafond
- Doordat de ondersteuning op het plafond langs het gat steunt kan de ballast aan de ondersteuning worden opgehangen.



figuur 3.17 Gat in het plafond

Voordelen

- Op bijna ieder plafond toepasbaar
- Ook toepasbaar op een niet vlak plafond
- Het is mogelijk om de armatuur op meerdere manieren aan de ondersteuning vast te maken
- Zodoende is ook de hanghoogte goed instelbaar

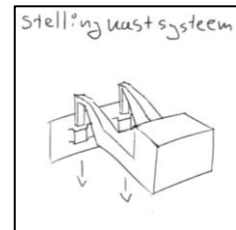
Nadelen

- Er is een gat nodig in het plafond
- Het plafond moet de armatuur kunnen dragen
- Installateur moet hoger dan het plafond kunnen komen met de handen¹¹
- Niet erg esthetische oplossing indien een groot gat nodig is
- De armatuur is alleen in verticale richting beperkt: er kan nog rotatie plaatsvinden in twee richtingen

Een plankdrager verbinding zoals weergegeven in afbeelding 3.18



Door één of meerdere poten in een bevestigingsstuk te plaatsen ontstaat er een constructie als van een boekenplank, zie figuur 3.19¹². Deze constructie beperkt de richting waarin de armatuur kan bewegen in alle richtingen, behalve de richting waarin de haak vast wordt gezet. Tegelijkertijd is het mogelijk om de haak op verschillende manieren met de ballast te bevestigen zodat deze ook op verschillende manieren versteld kan worden.



figuur 3.18 Plankdrager verbinding

figuur 3.19 Een plankdrager

Voordelen

- Het is mogelijk om de armatuur op meerdere manieren aan de ondersteuning vast te maken
- Redelijk goedkope oplossing
- Beweging is in zoveel mogelijk richtingen beperkt

Nadelen

- Bevestiging kan klemmen waardoor het lastig is deze los te maken
- Alleen op een vlak plafond te plaatsen
- Verbinding met de armatuur is stijf waardoor de hele armatuur bewogen moet worden om de haak in de klem te schuiven
- Lastig verstelbaar in hanghoogte

¹¹ Dit kan een nadeel zijn aangezien de apparatuur in sommige ruimtes erop berekend is dat er net wel of net geen contact hoeft worden gemaakt met het plafond.

¹² Bron: http://www.retif.eu/Photo/NL/NL/A_41844_2.jpg

Van bovenstaande oplossingen lijken de twee haakverbindingen het meest geschikt: beide rails zijn moeilijk te installeren en het gat in het plafond is niet op alle plafonds toepasbaar omdat sommige plafonds direct in contact staan met de buitenlucht. Bovendien is het veel moeite om voor iedere lamp een gat te maken en doet het veel af aan de waarde van het gebouw waarin de armaturen worden opgehangen.

De plankdrager verbinding heeft veel nadelen omdat deze stijf is, terwijl er wel het voordeel is dat de bewegingen die de armatuur kan maken ingeperkt worden. De vraag is echter hoezeer dit nodig is omdat de lamp toch binnen opgehangen wordt. De meest voor de hand liggende mogelijkheid waarom de lamp zou gaan zwaaien of draaien is de wind en deze is bijna nooit aanwezig als de armatuur binnen opgehangen wordt. Omdat een vastere connectie met een vaste structuur, zoals bijvoorbeeld een rails, veel gevolgen heeft voor de flexibiliteit van het ophangstelsel wordt ervoor gekozen de bewegingsvrijheid van de armatuur niet mee te nemen in deze beslissing en toch een haak te gebruiken.

De volgende vraag is dan vervolgens of de haak aan het plafond of aan de armatuur moet worden gehangen. In beide gevallen zal er iets aan het plafond aanwezig moeten zijn om de haak aan te bevestigen. Als de haak aan het plafond wordt opgehangen zal dit altijd de haak aan het plafond zijn, terwijl als de haak aan de armatuur wordt opgehangen dit van alles kan zijn, onder andere een al aanwezige oplossing of een nieuw geïnstalleerd onderdeel waar de haak speciaal aan opgehangen kan worden. Omdat met de laatste haak, de haak aan de armatuur, op meer verschillende situaties kan worden ingespeeld zal hiervoor gekozen worden.



figuur 3.20 Karabinhaak

De in de Luxon E-eHIDfixtuur gebruikte haak met schroef als zekering is dan niet de enige mogelijke haak. Er zou bijvoorbeeld ook een karabinhaak gebruikt kunnen worden, dat is een haak zoals weergegeven in figuur 3.20. Het voordeel van deze haak boven de al door Nedap gebruikte haak is dat er een handeling minder moet worden verricht, namelijk het vastdraaien van de zekering. Om ruim aan de eisen te voldoen is het nodig om een haak van staal met een diameter van 4 mm te nemen, omdat zo'n haak al een *Safety Work Load* heeft van 60 kg. Bovendien valt de prijs van deze haak erg mee: Per stuk is de haak uit figuur 3.20 al te krijgen voor €0,25.¹³

De haak zal aan de bovenkant bevestigd worden aan een hulpstuk in het plafond en een ketting, waar ook de ballast aan vast zit. Aan de onderkant kan deze ketting niet direct bevestigd worden aan de armatuur omdat hier de ballast zit. De ketting zich zodoende moeten kunnen splitsen waarbij de armatuur wel in evenwicht blijft hangen. Dit probleem zal verder opgelost worden als er meer duidelijkheid is over de vorm van de armatuur, die op dit moment nog sterk afhankelijk is van de wattageschakelaar en de bevestiging van de fitting en reflector.

3.3.4 CONCLUSIE

Uit simulaties van de warmtestroom van de fitting blijkt dat deze waarschijnlijk geen probleem op gaat leveren voor de ballast. Of dit daadwerkelijk waar is zal moeten blijken uit een simulatie met het uiteindelijke ontwerp, maar tot nu toe was het zodoende nog niet nodig om een oplossing te vinden voor de warmtestroom vanaf de fitting.

Net als de warmtestroom van de fitting naar de ballast bleek ook de warmtestroom van de ballast naar het plafond geen probleem te zijn omdat hier geen veiligheidseisen voor zijn opgesteld indien er minstens 2 cm afstand tussen de armatuur en het plafond aanwezig is. Warmtesimulaties konden op dit punt geen uitstel

¹³ Deze prijs is gebaseerd op het aanbod van de online winkel www.kleinmetaalshop.nl

geven omdat niet met alle plafondsituaties rekening is te houden en ook de extreemste situatie niet te modelleren is vanwege een gebrek aan kennis op dat gebied.¹⁴

Doordat er 2 cm tussen de armatuur en het plafond moet zitten bleek één constructie om de armatuur aan het plafond op te hangen niet haalbaar te zijn. Van de overgebleven constructies is ervoor gekozen een karabijnhaak te gebruiken. Deze haak voldoet aan de eisen zoals deze in het programma van eisen zijn gesteld, maar is geen volledige oplossing omdat deze niet direct te gebruiken is op de armatuur zelf. Zodra er meer bekend is over de vormgeving van de armatuur zal er naar een oplossing worden gezocht.

3.4 DE WATTAGESCHAKELAAR

Om het mogelijk te maken uit verschillende wattages te kiezen zal er op de OEM ballast een wattageschakelaar aanwezig zijn. Zoals in tabel 2.1 al eerder is omschreven is deze wattageschakelaar alleen door Nedap en de partner in te stellen omdat de eindgebruiker anders misschien subsidies misloopt. Naast deze kennis is er echter veel over de wattageschakelaar nog niet bekend. Zaken die in dit hoofdstuk beantwoord zouden moeten worden zijn:

- Duidelijk krijgen of bepalen waar de wattageschakelaar op de OEM ballast komt en hoe deze vorm krijgt en wordt bediend
- Ervoor zorgen dat deze bediening ook plaats kan vinden door de armatuur heen
- Mogelijk maken dat Nedap en de partner het wattage in kunnen stellen van de ballast en tegelijkertijd verhinderen dat de eindgebruiker dit kan

Tijdens de totstandkoming van deze fase in het ontwerpproces bleken er echter nog zoveel onduidelijkheden te bestaan over de wattageschakelaar in de ballast dat het niet mogelijk blijkt te zijn om op dit punt te bepalen hoe de wattageschakelaar in de totaaloplossing vorm krijgt. Besloten is om het integreren van dit onderdeel in de armatuur door te schuiven naar een volgende ontwerpfase.

3.5 REFLECTOR, FITTING EN STANDBYLAMP

Het voornaamste doel van een armatuur is het verbinden van de reflector, fitting en ballast met elkaar. Om deze reden is het dan ook zeer belangrijk in het ontwerp dat de reflector en de fitting goed met elkaar verbonden worden. In de eisen staat omschreven dat het mogelijk moet zijn om de reflector en fitting ten opzichte van elkaar te verstellen, waarbij dan weer in de wensen staat beschreven dat juist de fitting in hoogte versteld moet kunnen worden.

In dit hoofdstuk is voornamelijk gekeken naar bestaande oplossingen voor de verschillende problemen, omdat het ontwerpen van een nieuwe fitting- of reflectorhouder zeer specialistisch werk blijkt te zijn. Er zijn namelijk naast de lamp- en reflectorkeuze nog veel variabelen waarmee de lichtbundel en het rendement kunnen worden beïnvloed: het onderdeel dat de reflector vasthoudt kan bijvoorbeeld zorgen voor een lager rendement of veranderende eigenschappen van de lichtbundel en als het lichtgevende punt van de lamp enkele millimeters afwijkt van de in de reflector berekende plaats kan er al een grote rendementsverlies optreden. Zaken die wellicht wel ontworpen moeten worden zijn de verstelmogelijkheid van de fitting en een manier om zoveel mogelijk verschillende fittingen vast te zetten aan één armatuur, zodat er zo min mogelijk verschillende armaturen gemaakt hoeven te worden.

Eisen die van belang zijn bij deze keuzes die in dit hoofdstuk worden gemaakt:

- De lamp/fitting en de reflector zijn ten opzichte van elkaar in hoogte verstelbaar

¹⁴ Een extreemste situatie zoals door customer support aangedragen hoeft zeker nog niet de extreemste toekomstige situatie te zijn en een extreme situatie zoals deze zelf kan worden bedacht is wellicht erg onreëel.

- De armatuur heeft mogelijkheid tot een standbylamp
- De armatuur moet door één persoon geïnstalleerd kunnen worden
- Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de fitting kan een temperatuur aan van 150 graden Celsius
- In het ontwerp is rekening gehouden met veiligheid op het gebied van brand, spanning en corrosie
- De armatuur kost exclusief connectoren, fitting, lamp en reflector maximaal €15,-
- De armatuur is geschikt voor massaproductie van 20.000 tot 50.000 stuks per jaar
- De lamp moet minstens 4 keer vervangen kunnen worden
- De lamp moet door één persoon vervangen kunnen worden
- De lengte van de HID draden tussen de fitting en de ballast is maximaal 1,5 meter
- Er kunnen diverse lampen (en zodoende fittingen) in de armatuur worden bevestigd
 - E39
 - Ex39
 - E40
 - Medium Elite van Philips
- De reflectoren die in de armatuur gebruikt kunnen worden zijn bestaande reflectoren van andere bedrijven dan Nedap
- De armatuur is te verbinden met meerdere soorten reflectoren met en zonder lens
- De armatuur voldoet aan de IP-20 norm

Wens die van belang is bij deze keuzes:

- De lamp/fitting is in hoogte verstelbaar ten opzichte van de reflector

3.5.1 BEVESTIGEN VAN DE REFLECTOR

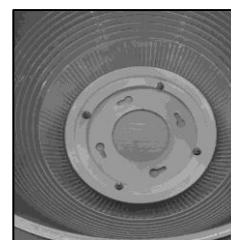
De reflector zoals deze ingekocht zal gaan worden, is de meeste gevallen niet uitgerust met een mogelijkheid om deze aan de armatuur te bevestigen. Op de beurzen en op websites van fabrikanten is niet veel informatie te vinden over dit missende verbindingstuk, dat meestal een *'collar'* wordt genoemd. Navraag bij reflectorfabrikanten leert dat ze deze collars wel kunnen maken, maar hier niet altijd opdracht te krijgen als ze een nieuwe reflector mogen ontwikkelen voor een klant. Waarschijnlijk wordt de collar dan ook vaak ontworpen door een armatuurbouwer met kennis van reflectoren, of wordt deze opdracht toch uitbesteed aan de reflectorfabrikant.

In het morfologisch schema zijn een paar bestaande verbindingstukken opgenomen, waarbij er naar werd gestreefd geen varianten maar juist verschillende bevestigingsprincipes te laten zien. Aangezien er binnen Nedap weinig kennis is over bestaande reflectoren en er geen tijd is om voor alle mogelijke reflectoren collars te maken, zal gekozen worden tussen deze bestaande oplossingen, waarbij wellicht een nieuwe variant wordt bedacht van het gekozen bevestigingsprincipe. Doordat de getoonde *'collars'* bij Nedap bekend zijn als producten waar partners of OEMs mee werken, is er kennis vergaard over hun werking en herkomst. Ze zullen op de volgende pagina's worden omschreven.

Een extra rand aan de reflector zoals weergegeven in figuur 3.21

De meeste geziene methode binnen de marktgroep Light Controls waarmee reflectoren worden opgehangen is het door middel van schroeven klemmen van een reflector aan een extra rand met extra schroefgaten. Aan deze schroefgaten wordt het bevestigingsmechanisme van de fitting opgehangen.

- Toepasbaar op kunststof en aluminium reflectoren
- In te kopen (geschatte prijs €7,-, leverancier is bijvoorbeeld Metalco)



figuur 3.21 Extra rand aan de reflector

Voordelen

- Makkelijk te installeren
- Geen zichtbare bevestiging aan de buitenkant van de armatuur
- Diverse mogelijkheden om de collar aan de armatuur of fitting te bevestigen

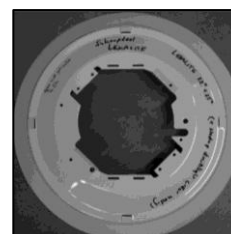
Nadelen

- Groot rendementsverlies door gat aan de bovenkant van de reflector
- Lichtaftekening op het plafond (die afhankelijk is van de vorm van de fittingbevestiging)

De hangbevestiging zoals weergegeven in figuur 3.22

Deze bevestiging wordt in de binnenkant van de bovenkant van de reflector gelegd. Door dit tussenstuk te gebruiken zijn er schroefgaten aanwezig op de bovenkant van de reflector.

- Toepasbaar op kunststof en aluminium reflectoren
- In te kopen (geschatte prijs €3,50)



figuur 3.22 Hangbevestiging

Voordelen

- Makkelijk te installeren
- Geen zichtbare bevestiging aan de buitenkant van de armatuur
- Diverse mogelijkheden om de collar aan de armatuur of fitting te bevestigen

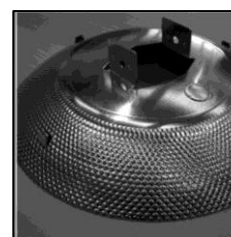
Nadelen

- Groot rendementsverlies door gat aan de bovenkant van de reflector
- Lichtaftekening op het plafond (die afhankelijk is van de vorm van de fittingbevestiging)
- Collar wordt niet vastgezet als de lamp niet hangt

De downlightcollar zoals weergegeven in figuur 3.23

De downlightcollar is ontwikkeld door ECOshift, een partner van Nedap, en lijkt erg veel op de hangbevestiging uit figuur 3.21. Momenteel produceert deze partner dit inschuifstuk ook en heeft alleen Nedap het recht deze te kopen. De downlightcollar werkt als een inschuifstuk dat in de reflector wordt geschoven en zichzelf met behulp van het gewicht van de reflector vastzet. Door klemmen om te buigen, wordt de collar vastgezet. Doordat deze collar ongeveer dezelfde eigenschappen heeft als een aluminium reflector is het rendement hoog. Momenteel wordt de downlightcollar in twee maten geleverd, als er een grote vraag komt vanuit de markt zou deze ook in andere maten kunnen worden geproduceerd.

- Toepasbaar op kunststof en aluminiumreflectoren
- Inkopen bij partner (prijs €7,96)



figuur 3.23 Downlightcollar

Voordelen

- Makkelijk te installeren
- Geen zichtbare bevestiging aan de buitenkant van de armatuur
- Weinig rendementsverlies
- Heeft een oplossing voor de

Nadelen

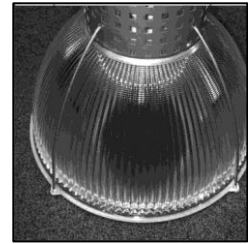
- Momenteel maar in twee maten te krijgen

- standbylamp
- Redelijk weinig licht ontsnapt door de opening bij de fitting

Haken zoals weergegeven in figuur 3.24

De haken worden aan de armatuur en aan een ring aan de onderkant van de reflector vastgemaakt. De ring is net als de haken van metaal gemaakt. Doordat de constructie op de ring ligt blijft het mogelijk om een lens te gebruiken binnen de reflector. Deze bevestigingsmethode wordt voornamelijk gebruikt bij glazen reflectoren.

- Toepasbaar op kunststof, aluminium en glazen reflectoren
- Door Nedap zelf te produceren, zelf te ontwerpen



figuur 3.24 Haken

Voordelen

- Kan ook zware glazen reflectoren dragen
- Geen lichttekening op het plafond
- Weinig rendementsverlies doordat de reflector aan de bovenkant ook gesloten kan zijn
- Diverse mogelijkheden om de collar aan de armatuur of fitting te bevestigen

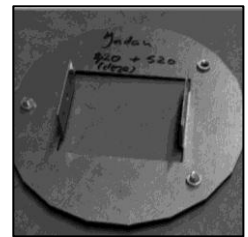
Nadelen

- Is aan de buitenkant van de armatuur zichtbaar

Schroefverbinding zoals weergegeven in figuur 3.25

Deze bevestigingsmethode is momenteel alleen toepasbaar op aluminiumreflectoren met schroefgaten. Het plaatje wordt aan de reflector geschroefd waarna de fitting kan worden opgehangen. Mogelijk is deze verbinding ook mogelijk bij reflectoren zonder schroefgaten, in dat geval zullen de gaten zelf in de reflector geschroefd moeten worden of zal er ook sprake moeten zijn van een constructie als in figuur 3.21 of 3.22 waaraan het plaatje kan worden vastgeschroefd.

- Toepasbaar op kunststof en aluminiumreflectoren
- Door Nedap zelf te produceren (geschatte prijs €1,00)



figuur 3.25
Schroefverbinding

Voordelen

- Goedkope oplossing
- Veel variaties mogelijk
- Makkelijk variaties te ontwikkelen

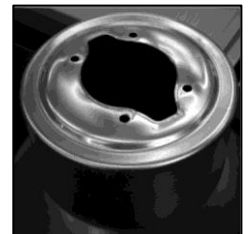
Nadelen

- Schroefgaten in de reflector nodig of het is geen totaaloplossing

Voorgevormde verbinding 1 zoals weergegeven in figuur 3.26

De reflector is aangepast op de fitting door een grote nek die aan de reflector vast zit. Voor de nek is een opzetstuk verkrijgbaar dat het gat van de fitting afsluit zodat ook het licht dat naar boven schijnt uiteindelijk naar beneden weerkaatst wordt

- Toepasbaar op (vooraf) bepaalde aluminiumreflectoren
- Alleen door de reflectorfabrikant te produceren



figuur 3.26
Voorgevormde
verbinding 1

Voordelen

- Weinig rendementsverlies door redelijk gesloten bovenkant
- Geen aparte onderdelen nodig voor de collar

Nadelen

- Reflector moet er speciaal voor zijn gemaakt
- Waarschijnlijk erg dure oplossing

Voorgevormde verbinding 2 zoals weergegeven in figuur 3.27

Aan de bovenkant van de reflector is een extra randje bevestigd waar klemmetjes op kunnen vastgrijpen.

- Toepasbaar op (vooraf) bepaalde aluminiumreflectoren

Voordelen

- Weinig rendementsverlies door redelijk gesloten bovenkant

Nadelen

- Reflector moet er speciaal voor zijn gemaakt
- Waarschijnlijk erg dure oplossing



figuur 3.27 Voor gevormde verbinding 2

Veel van bovenstaande oplossingen zijn universeel en zelfs met elkaar te combineren, terwijl er ook oplossingen bestaan die juist heel specifiek zijn voor de reflector. De oplossingen die erg reflectorspecifiek zijn zoals de voorgevormde verbindingen en haken bij glazen reflectoren, zullen alleen worden gebruikt als er voor deze reflectoren wordt gekozen. In andere gevallen zal per reflector moeten worden uitgedacht welke collar het beste op de reflector past. Leidraad voor deze beslissing zullen de kosten en het effect op het rendement van de reflector zijn.

3.5.2 DE STANDBYLAMP

Naast de kosten en het effect op het rendement heeft de keuze van de collar ook invloed op de bevestiging van de standbylamp. Als de collar geheel gesloten is zal er een gat moeten worden geboord om de standbylamp binnenin de reflector te kunnen hangen. Een universele collar met een oplossing voor dit probleem is de ECO-shift downlightcollar. Het rondje op de bovenkant van deze collar dat te zien is in figuur 3.28, is met een schroevendraaier uit de reflector te verwijderen zodat hier de standbylamp in vast kan worden gezet.



figuur 3.28 Downlightcollar standbylamp bevestiging

Een andere mogelijkheid is om de standbylamp niet in de reflector te hangen. Van deze oplossing zijn geen voorbeelden te geven omdat er geen concurrenten bekend zijn binnen Nedap die op deze manier een standbylamp toevoegen aan de armatuur. Of de standbylamp eventueel naast de reflector kan worden gehangen is aan de omgeving. Als er veel gebeurt aan het plafond (bijvoorbeeld doordat de armatuur wordt opgehangen in een industriële omgeving waarin diverse machines ook van het plafond gebruik maken) is het niet aan te raden de standbylamp naast de reflector te hangen. Zodra de lamp wordt geraakt of door een windvlaag tegen de reflector aanbotst is deze direct stuk, de door Nedap gebruikte standbylamp biedt hier geen extra bescherming tegen. Als ervoor wordt gekozen om de standbylamp naast de reflector te hangen zal deze wellicht vastgemaakt kunnen worden aan de rand van de reflector, waar ook de motionsensor hangt. Dan hoeft er geen aanpassing te worden gedaan aan de reflector en is de standbylamp toch ook enigszins beschermd tegen windvlagen.

De precieze plaats van de standbylamp zal zodoende per geval, bij de installatie worden bepaald. Indien het mogelijk is, zal de extra lamp in de reflector worden gemonteerd door gebruik te maken van ruimte in de nek van de reflector naast de fittingbevestiging. In het ideale geval zal er in alle collars een standbylampbevestiging komen zoals in de ECO-shift downlightcollar, maar doordat de meeste collars extern worden geproduceerd valt hier niet op in te spelen.

3.5.3 REFLECTORKEUZE

Hoewel de reflector een zeer gespecialiseerd en cruciaal onderdeel is van een totaaloplossing zoals ook Nedap die nu aan klanten aan wil bieden, is er binnen Nedap weinig kennis over reflectoren aanwezig. De kennis die wel aanwezig is, wordt binnengehaald door contacten met reflectorfabrikanten en onderzoek naar reflectoren

die klanten vaak gebruiken. Uit dit onderzoek is een lijst met reflectoren naar voren gekomen waar ook de nieuwe armatuur mee uitgerust moet kunnen worden. Van deze reflectoren is voor de bevestiging vooral kennis van de dimensies en het gewicht nodig, deze maten zijn in hoofdstuk 2.1.5 al ruwweg beschreven. Voor de lichtkwaliteit zijn echter veel meer eigenschappen van belang.

Een belangrijke maat waar zeker in de armatuurbouw rekening mee moet worden gehouden is de *LCL*, Light Centre Length afstand. Deze afstand loopt van de bovenkant van de nek van de reflector naar het punt waar de *light bulb* (het lichtgevende puntje van de lamp) zich zou moeten bevinden. Als het LCL van de lamp ook daadwerkelijk overeenkomt met het berekende LCL van de reflector kan het aangegeven rendement worden behaald. Het rendement van de reflector is een maat van het percentage licht van het totale aantal *lumen* dat door de reflector de 'juiste kant' op wordt gestuurd. De 'juiste kant' is de kant die is gespecificeerd door de reflectorontwerper en bepaald wat voor eigenschappen de reflector heeft. De lijst met de geselecteerde reflectoren en hun voor het ontwerp belangrijke eigenschappen staat weergegeven in tabel 3.1.

Reflector	Materiaal	Diameter nek (mm)	Diameter onderkant (mm)	Hoogte (mm)	Light center length (mm)	Rendement (%)
Lexalite 821 ¹⁵	Kunststof	160	536,5	318,5	187,3	96,2
Lexalite 816 ¹⁶	Kunststof	160	277	407	191	94,5
Lexalite 822 ¹⁷	Kunststof	256	546	340	222	92,7
Auer Diamond	Glas	40	210	155	¹⁸	92
Auer Jewel	Glas	80	370	220	85,5	95
Jordan 420 ¹⁹	Aluminium	153	420	332	280	70

tabel 3.1 Verschillende toepasbare reflectoren met hun eigenschappen

3.5.4 DE FITTING

Voordat er een mechanisme kan worden bedacht om de fitting ten opzichte van de reflector te verstellen zal moeten worden onderzocht hoe de fittingen bevestigd kunnen worden. Zoals al eerder aangegeven zullen er 5 verschillende fittingen in de armatuur moeten kunnen passen: de E39, Ex39, E40, G22 en de PGZX18²⁰ fitting. Door deze fittingen bij dezelfde fabrikant te bestellen kan er voordeel worden gehaald uit de maatvoering die wordt gehanteerd. Zo heeft fittingfabrikant Bender & Wirth eenzelfde soort model voor de E39 en E40 fitting. Er wordt op dit moment voor Bender & Wirth gekozen omdat deze fabrikant bijna alle verschillende fittingen kan leveren. De enige fitting die Bender & Wirth niet in dezelfde vorm kan leveren is de EX39 fitting. Deze kan wel worden ingekocht bij INTER-GLOBAL, waarvan Nedap momenteel ook al de fittingen gebruikt hoewel de vorm niet hetzelfde is. Aangezien de fittingen wel op dezelfde manier gemonteerd worden, namelijk door twee zelftappende schroeven aan de bovenkant van de fitting, zal de verdere keuze aan de afdeling Inkoop van Nedap Light Controls worden overgelaten.

Voor het bevestigen van de fitting is momenteel al een oplossing bekend binnen Nedap, die is weergegeven in figuur 3.29. In figuur 3.30 is de exploded view te zien waaruit de werking valt op te maken: De fitting is bevestigd aan een gebogen metalen plaatje met 2 schroeven, waaraan een ander gebogen plaatje met 2 schroeven kan worden bevestigd om de fitting met de armatuur te verbinden. Met behulp van 2 vleugelmoertjes is het tweede metalen plaatje over een gleuf in beide zijden van het plaatje te verstellen.

¹⁵ Productsheet: http://www.alpeurope.co.uk/pdf/LexaLite_Europe/821_metric.pdf

¹⁶ Productsheet: <http://www.alplighting.com/pdf/816.pdf>

¹⁷ Productsheet: <http://www.alplighting.com/pdf/822.pdf>

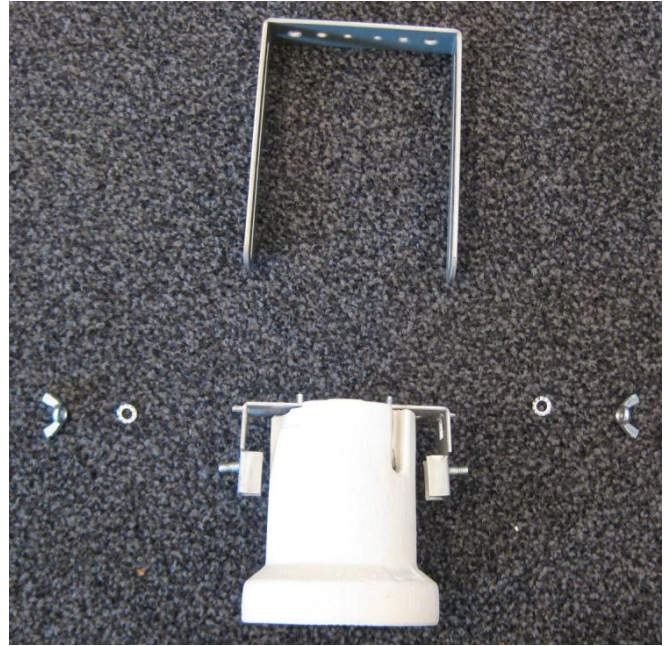
¹⁸ Deze reflector zal alleen voor de Philips mastercolour CDM-T MW 210W gebruikt worden

¹⁹ Productinformatie: <http://www.jordan-reflektoren.de/en/products/product/?ujpid=166&ujcid=374#>

²⁰ De Philips CDM-T medium elite lamp past in deze fitting



figuur 3.29 Bestaande fittingbevestiging met verstelmogelijkheid



figuur 3.30 Exploded view van de fittingbevestiging

Het verstellen van de lamp gebeurt maar één keer, omdat ook als de lamp vervangen wordt de hoogte hetzelfde blijft. Zodoende mag de procedure om de hoogte van de fitting te verstellen ingewikkelder zijn dan het ophangen van de armatuur aan het plafond, omdat deze handeling nog op de grond plaats vindt. Wel is het zaak dat de installateur de handeling met twee handen en een ondervlak in een redelijke tijd kan uitvoeren.

Op dit moment lukt het om de verschillende delen redelijk snel in elkaar te zetten, totdat één van de schroefjes die de vleugelmoertjes moeten vasthouden losraakt. Dat deze schroefjes lastig teruggeplaatst kunnen worden blijkt wel uit het fabricageproces: Nog voordat de fitting aan het metalen plaatje wordt vastgemaakt worden de schroefjes al gepositioneerd omdat het anders bijna niet mogelijk is om deze schroefjes te plaatsen. Naast dit nadeel aan het huidige ontwerp is het lastig de vleugelmoertjes en ringetjes vast te houden als er een actie moet worden gedaan met andere componenten: bij het in elkaar zetten van dit mechanisme vallen vooral de kleine onderdelen steeds op de grond. Het streven is dan ook om het fabricageproces eenvoudiger te maken zodat de installateur de fitting ook makkelijker kan verstellen.

De nadelen aan het huidige ontwerp kunnen opgelost worden door in plaats van vleugelmoertjes, vleugelboutjes te nemen. In het stukje dat de schroef nu vasthoudt kan een schroefdraad worden getapt en ook de zijkanten zijn niet meer nodig waardoor er materiaal kan worden bespaard. Niet alleen zijn er met deze oplossing minder kleine onderdelen, ook de snelheid waarmee de installatie kan worden uitgevoerd zal hoger zijn, omdat deze constructie immers makkelijker te installeren is.

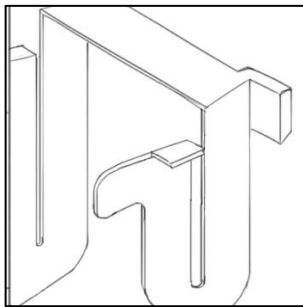
Nog makkelijker is het wanneer er maar twee losse onderdelen zijn voor het verstellen van de fitting: het bevestigingsstuk aan de fitting en het gebogen metalen plaatje dat daar overheen schuift om het verstellen mogelijk te maken. Om dit te bewerkstelligen zal er een soort van knop kunnen komen zoals ook in figuur 3.31 is weergegeven.

Als de knop is ingedrukt kan het mechanisme vrij over een geribbelde band schuiven, als de knop wordt losgelaten blijft het mechanisme juist aan deze ribbels hangen waardoor de knop vast zit. Belangrijk is het wel dat er geen gebruik kan worden gemaakt van kunststof omdat materialen in de buurt van de fitting volgens het programma van eisen een temperatuur aan moeten kunnen van 150 graden Celsius. Vandaar dat dit mechanisme waarschijnlijk van metaal moet worden gemaakt, waarin rekening gehouden moet worden met een redelijk grote veerkracht zodat het mechanisme daadwerkelijk achter de ribbels blijft hangen.

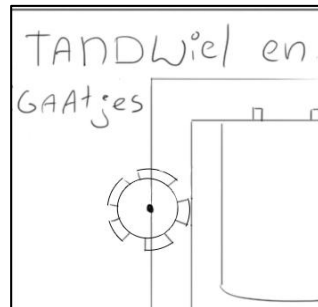


figuur 3.31 Verstelmogelijkheid van inline skates²¹

Behalve deze oplossing om het verstelgemak van de fitting te vergroten zijn er nog twee andere oplossingen bedacht: De knijpoplossing zoals deze in afbeelding 3.32 is te zien en de tandwieloplossing zoals deze in figuur 3.33 vanaf de zijkant is weergegeven. Tenslotte is er een derde oplossing bekend die gebaseerd is op een veer. Deze oplossing wordt door sommige armatuuurbouwers aangeboden en is weergegeven in figuur 3.34.



figuur 3.32 Knijpoplossing



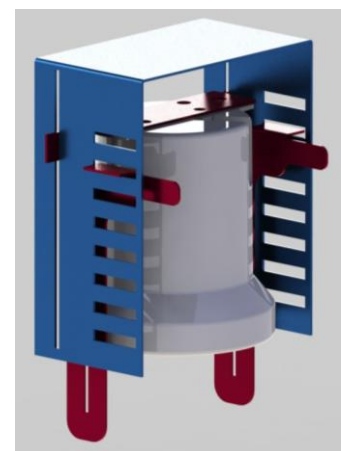
figuur 3.33 Tandwieloplossing



figuur 3.34 Veeroplossing

Van deze oplossingen blijken het inline skate principe en de tandwieloplossing moeilijk te realiseren. De oplossing met de vleugelboutjes zal niet gebruikt gaan worden omdat deze nog altijd meer onderdelen heeft (en dus meer tijd kost en meer mogelijkheden heeft om fout te gaan) dan de andere oplossingen. De veeroplossing voldoet zeker, maar neemt veel meer ruimte in dan de knijpoplossing, die waarschijnlijk ook goed te realiseren is. Juist doordat de veeroplossing zoveel ruimte inneemt kan deze de bevestiging van de reflector in de weg zitten, waardoor voor de knijpoplossing gekozen wordt.

Een duidelijkere afbeelding van de knijpoplossing is weergegeven als render van het solidworksmodel in figuur 3.35. Het rode onderdeel is hierin ook het onderdeel dat in figuur 3.32 is getekend. Door dit onderdeel samen te knijpen veert het uitstekende onderdeel uit één van de verschillende verstelgaten. Als het rode onderdeel wordt losgelaten zal het terugveren waardoor deze weer in verstelgaten terecht komt. Met behulp van de verticale sleuf wordt ervoor gezorgd dat het rode en blauwe onderdeel niet van elkaar zijn te halen en deze onderdelen niet ten opzichte van elkaar roteren. Er is zodoende alleen beweging mogelijk in de richting van de verticale gleuf, waardoor het rode onderdeel altijd recht voor de gaten, of niet voor gaten zal gaan zitten.

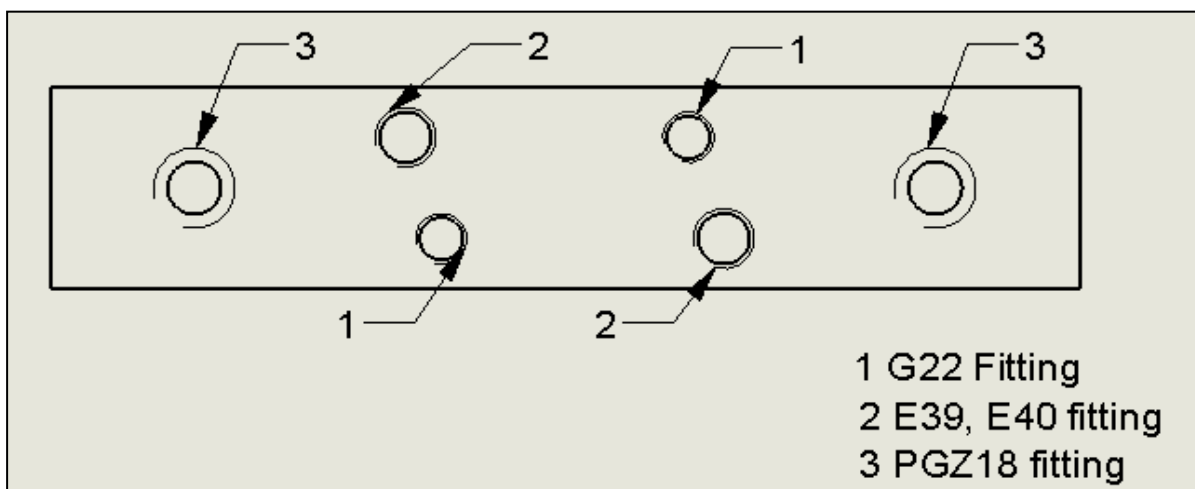


figuur 3.35 De knijpoplossing met in het rood de veer en in het blauw de verschillende verstelstanden

²¹Bron: http://www.inlinewarehouse.com/K2_Inline_Skate_Buckle__Straps_K2_RADICALS/descpage-106952150.html

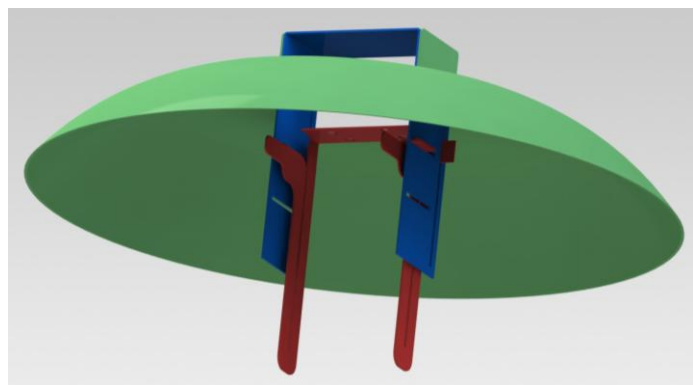
Als er niet direct een gat gevonden is zal de zwaartekracht op de fitting ervoor zorgen dat de lamp in het volgende verstelgat aan de onderkant komt te zitten. Aangezien het rode onderdeel na assemblage niet meer van het blauwe onderdeel gescheiden kan worden zal de lamp niet zomaar naar beneden kunnen vallen bij een verkeerd instelling. Hoe lang het verende gedeelte moet zijn van het rode onderdeel zal nog moeten worden onderzocht. Ook moet worden ontdekt of de uitgezochte fittingen smal genoeg zijn om het rode onderdeel nog te kunnen indrukken.

Naast het verstellen van de fitting zal ook moeten worden gekeken hoe de fitting aan het metalen plaatje kan worden opgehangen. Zoals in afbeelding 3.29 is te zien gebeurt dit momenteel met zelftappende schroeven. Deze worden door een schroevendraaier vanuit de binnenkant van de fitting in vooraf geboorde gaten gedraaid. Dit systeem is stevig genoeg en werkt erg goed. Om een zo universeel mogelijk product te creëren is onderzocht waar schroefgaten zitten bij de fittingen die toegepast moeten worden. Hieruit is de tekening in figuur 3.31 voorgekomen die aangeeft op welke plekken van het metalen plaatje welke fittingen passen.



figuur 3.36 Plaatsen van de zelftappende schroeven van de verschillende fittingen²² op het bevestigingsplaatje

Zoals in figuur 3.3 is te zien, is de PGZX18 fitting vele malen groter dan de andere fittingen waar gebruik van wordt gemaakt. Omdat de lampen die werken met een PGZX18 fitting ook een afwijkende LCL afstand hebben, wordt ervoor gekozen een aparte oplossing te maken met deze fitting. In deze oplossing zal ook goed naar de combinatie met de downlightcollar van ECO-shift moeten worden gekeken, omdat de fitting zo'n grote afwijkende maat heeft dat deze hier nauwelijks in past. In combinatie met de downlightcollar zou de totale fittings- en reflectorbevestiging er als in figuur 3.37 uit kunnen zien, waarbij de downlightcollar groen, de bevestiging aan de fitting rood, en het verstelstuk blauw is gekleurd. Niet alles is in deze figuur correct weergegeven omdat de precieze verstelmogelijkheden nog niet bekend zijn.



figuur 3.37 Fitting- en reflectorbevestiging

²² De maten van deze fittingen komen uit de brochure van Bender & Wirth, waar de genoemde fittingen te koop zijn

3.5.5 CONCLUSIE

Reflectoren worden aan de rest van de armatuur bevestigd met een collar. Deze kan door armatuurbouwers of reflectorbouwers worden gemaakt. Binnen Nedap is niet voldoende kennis aanwezig om een universele collar te maken waarmee direct veel reflectoren aan de armatuur kunnen worden bevestigd. Bij iedere soort reflector zal zodoende een geschikte collar moeten worden gekozen, waarbij de voorkeur uitgaat naar een zo goedkoop mogelijke collar die het rendement van de reflector zo hoog mogelijk maakt. Ook hebben collars met een optie om een standbylamp in de reflector te bevestigen voorkeur, omdat het in sommige situaties niet mogelijk blijkt om de standbylamp buiten de reflector te laten hangen.

Welke reflectoren in de nieuwe armatuur zullen worden toegepast is al binnen Nedap bepaald. Van deze reflectoren zijn naast de afmetingen van de nek, hoogte en onderkant ook het rendement en de LCL afstand belangrijk om het licht vanaf de reflector goed te sturen. De LCL afstand is ook een eigenschap van lampen, die door de dimensies van de fitting beïnvloed wordt. De fittingen die toegepast kunnen worden op de armatuur zijn de E39, EX39, E40, G22 en PGZX18 fitting. Hiervan hebben de PGZX18 fitting en de lampen die passen in deze fitting afwijkende maten waardoor er voor deze fitting een andere versie zal komen.

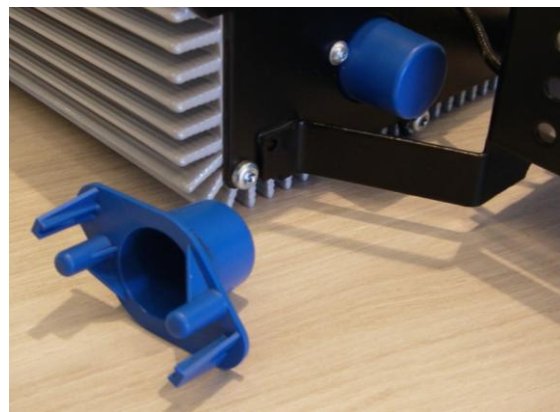
3.6 WIRELESS

Één van de handigheden van Luxon is dat de hoeveelheid licht draadloos ingesteld kan worden. Ook de nieuwe armaturen zullen worden uitgerust met een antenne om het draadloze signaal te ontvangen.

Eisen met betrekking op de antenne zijn:

- In de armatuur is minstens 6300 mm³ ruimte voor een antenne
- De antenne moet zich aan de onderkant van de ballast bevinden

Met deze eisen zijn er nog verschillende mogelijkheden om de draadloze antenne te plaatsen, zoals ook in het morfologisch schema staat beschreven. Sommige mogelijkheden zoals het plaatsen van het knopje in een uitsparing en het plaatsen van de antenne binnen in de armatuur hebben als nadeel dat de ontvangst minder wordt en de materiaalkeuze zeer sterk beperkt wordt, waardoor deze mogelijkheden niet verder onderzocht zullen worden. De enige mogelijkheid die overblijft is zodoende het plaatsen van de wireless antenne buiten de armatuur zoals ook eerder bij de Luxon fixtures werd gedaan. Wel kan het uiterlijk van het dopje nog een transformatie doorstaan.



figuur 3.38 Het blauwe wireless dopje

Momenteel is de wireless antenne bevestigd met een blauw dopje met daarin de antenne, zoals in figuur 3.38. Aan dit blauwe dopje kunnen bestaande klanten op een beurs als Light & Building in Frankfurt herkennen wanneer er een Luxonproduct is gebruikt in een totaaloplossing van een OEM. Blauw is echter niet de kleur waar Luxon graag geassocieerd mee wil worden, omdat de eigenlijke Luxonkleur groen is. Zodoende is er eigenlijk geen mogelijkheid voor mensen die niet bekend zijn met Luxon om te ontdekken dat producten met blauwe dopjes bij Nedap horen. Als oplossing hiervoor zouden de knopjes groen gemaakt kunnen worden, of letterlijk de tekst 'Luxon' kunnen bevatten. Het groen maken van de knopjes breekt met de lijn die in voorgaande behuizingen is begonnen, maar straalt wel beter Luxon uit. Het plaatsen van tekst op het knopje is dan wellicht riskanter, omdat OEMs misschien voor een andere ballast kiezen als deze niet los kan worden gezien van Luxon. Zodoende zal er totdat dit wellicht bij het uitwerken van de hoofdvorm van de armatuur

veranderd, vanuit worden gegaan dat het bestaande knopje in het groen toegepast gaat worden op de onderkant van de armatuur.

3.7 PRODUCTINFORMATIE

Omdat de armatuur niet verkocht mag worden als bepaalde productinformatie niet op de buitenkant zichtbaar is en Nedap duidelijk wil laten zien dat dit een Nedap product is, zal er productinformatie op de buitenkant moeten worden getoond. Welke informatie moet worden getoond staat voor Europa vastgelegd in de NEN-EN-IEC 60598-1 norm en wordt voor Noord Amerika middels UL rapporten bepaald.

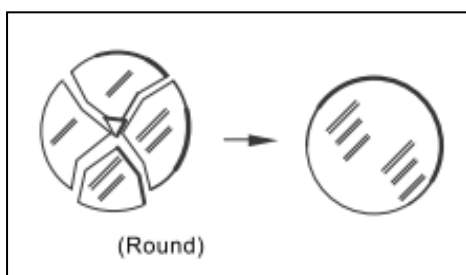
Eisen die van belang zijn bij deze keuzes die in dit hoofdstuk worden gemaakt:

- De armatuur biedt ruimte om de juiste productinformatie te plaatsen
- Voor opties in de ballast zijn gemakkelijk varianten van de armatuur te maken
- De armatuur kost exclusief connectoren, fitting, lamp en reflector maximaal €15,-
- De armatuur is geschikt voor massaproductie van 20.000 tot 50.000 stuks per jaar

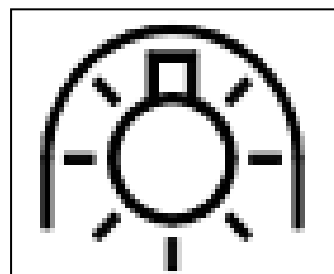
3.7.1 AANGEBODEN INFORMATIE

Volgens de NEN-EN-IEC 60598-1 norm zijn er 3 categorieën waarop informatie op de armatuur moet worden aangeboden:

1. Informatie zichtbaar als de lamp wordt vervangen
 - a. Op welk wattage de wattageschakelaar staat ingesteld
 - b. Een beschermende lens (hier is sprake van bij een closed rated lamp) moet de tekst "Replace any cracked protective shield" of het symbool uit figuur 3.39 zichtbaar zijn
 - c. Het symbool uit figuur 3.40 dat aangeeft dat er alleen open rated lampen in de fitting kunnen worden geplaatst
2. Informatie zichtbaar tijdens de installatie
 - a. Naam of logo van de fabrikant
 - b. Voltage waarop de ballast werkt
 - c. Maximale omgevingstemperatuur
 - d. Het IP ratings nummer
 - e. Modelnummer
 - f. Welke draad wat is met in de norm vastgelegde symbolen, kleuren en andere kenmerken
3. Informatie zichtbaar als de armatuur in gebruik is
 - a. Minimale afstand tot verlichte objecten met een in de norm vastgelegd symbool



figuur 3.39 Symbool beschermende lens



figuur 3.40 Symbool open rated lampen

Een UL rapport wordt per product opgesteld als het product voor keuring wordt aangeboden. Rapport E318768 is het rapport van een gekeurde Luxon fixture. Dit rapport geeft duidelijk aan wat de richtlijnen zullen zijn voor de informatie die moet worden gegeven op de nieuwe armatuur. Volgens dit rapport moet op de armatuur worden getoond:

1. De tekst "SUITABLE FOR DRY AND DAMP LOCATIONS ONLY"
2. Datum van productie (maand en jaar)
3. Naam producent of rapportnummer waarmee het product UL is gekeurd en serienummer van het product
4. Technische waarden vanuit de ballast in de vorm: "_VOLTS _ AMPS _ WATTS _ HERTZ"
5. De notificatie : "RELAMP WITH _ WATTS TYPE _ (ANSI designation)"
6. De tekst: "DISCONNECT BEFORE SERVICING"

Verder moeten producten met een standby-lamp de volgende informatie tonen:

1. "CAUTION – RISK OF FIRE, USE MAX _ WATTS TYPE _"
2. "USE LAMP MARKED 'SUITABLE FOR USE IN OPEN LUMINAIRES' "

Door met de Europese en de Amerikaanse normen en aanbevelingen rekening te houden hoeft er maar één keer productinformatie te worden samengesteld. Deze productinformatie hoeft maar op één plek informatie te staan, namelijk een plek die voldoet aan 'zichtbaar als de armatuur in gebruik is'. Als deze plaats te weinig ruimte biedt of om een andere reden niet geschikt is zal een deel van de informatie elders moeten worden aangeboden. Dit zal echter pas blijken als het complete ontwerp van de armatuur beschikbaar is.

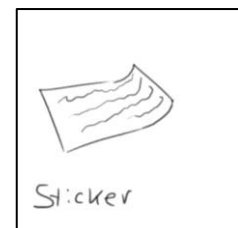
3.7.2 MANIER WAAROP DE INFORMATIE WORDT AANGEBODEN

Zoals in het morfologisch schema is te zien kan de productinformatie op verschillende manieren worden aangeboden.

Sticker zoals weergegeven in figuur 3.41

Op de Luxon E e-HID wordt gebruikgemaakt van stickers om de productinformatie te tonen en aan te geven of de behuizing open is geweest. Deze laatste functie van de stickers is geschrapt nadat bleek dat de stickers vaak al beschadigd waren als deze bij de klanten aankwamen.

Stickers zijn er in vele soorten doordat het mogelijk is om verschillende schrijfooppervlakken en verschillende lijmsoorten te gebruiken. De sticker die op de Luxon E e-HID de productinformatie toont voldoet maar blijkt wel redelijk duur te zijn.



figuur 3.41 Sticker

Voordelen

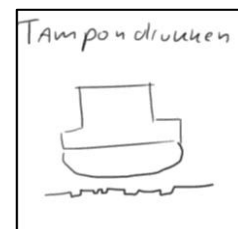
- Sticker voldoet nu al
- Veel verschillende soorten stickers mogelijk
- Computergestuurd te genereren
- Slijtvast

Nadelen

- Huidige variant is redelijk duur
- Kan niet op een tweezijdig gekromd oppervlakte toegepast worden

Tampondrukken zoals weergegeven in figuur 3.42

Bij tampondrukken neemt een stempel (de tampon) inkt op uit een voorgevormde mal. In de met inkt gevulde mal staat de productinformatie die op het product getoond moet worden. Door met de tampon op het oppervlakte te drukken wordt de productinformatie op het product overgebracht.



figuur 3.42
Tampondrukken

Voordelen

- Kan ook op moeilijk gevormde oppervlakten informatie tonen

Nadelen

- De inkt zal moeten drogen voordat het product verder bewerkt kan worden
- Aangezien de inkt een laagje op het product gaat vormen kan de inkt afslijten

Zeefdrukken zoals weergegeven in figuur 3.43

Door op een zeef een oppervlakte te creëren waar geen inkt doorheen kan wordt met het aanbrengen van inkt op het product met behulp van deze zeef een afbeelding gevormd.

Voordelen

Nadelen

- Alleen vlakke oppervlakken kunnen met deze methode bedrukt worden
- Voor nieuwe productinformatie moet een nieuwe zeef gemaakt worden
- Het product heeft tijd nodig om te drogen



*figuur 3.43
Zeefdrukken*

Etsen zoals weergegeven in figuur 3.44

Bij etsen wordt er in een speciale laag op een koperen of zinken plaat gegraveerd. De metalen plaat dient als stempel bij het drukken op een vlakke ondergrond.

Voordelen

Nadelen

- Alleen vlakke oppervlakken kunnen met deze methode bedrukt worden
- Voor nieuwe informatie moet er een nieuwe etsplaat gemaakt worden
- Het product heeft tijd nodig om te drogen



*figuur 3.44
Zeefdrukken*

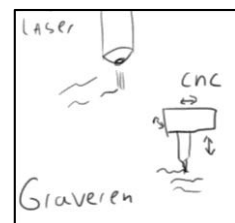
Graveren zoals weergegeven in figuur 3.45

Met een laser of CNC apparaat kan een deel van het materiaal nauwkeurig weg worden gehaald waardoor er tekst en afbeeldingen zichtbaar worden. Het graveren wordt tegenwoordig vaak door software aangestuurd.

Voordelen

Nadelen

- Geen droogtijd
 - Geen extra materiaal nodig
 - Productinformatie is niet te verwijderen
 - Veel flexibiliteit door digitale aansturing laser of CNC apparaat
- Geen lasermachine of CNC apparaat aanwezig binnen Nedap waardoor het redelijk duur is



*figuur 3.45
Zeefdrukken*

In de mal van het product

Door in de mal van het product al productinformatie te verwerken

Geen afbeelding

Voordelen

Nadelen

- Weinig extra kosten
 - Geen droogtijd
 - Geen extra materiaal nodig
 - Productinformatie is niet te verwijderen
- Geen flexibiliteit van de getoonde informatie

Zoals uit deze vergelijking valt op te maken, blijkt dat zeefdrukken en etsen direct vervallen. Stickers en tampondrukken blijken prima opties te zijn, terwijl graveren helaas al snel te duur wordt omdat er op dit moment geen laser of CNC apparaat aanwezig is binnen Nedap. Productinformatie in de mal van het product is een goede optie voor productinformatie die niet aan wijzigingen onderhevig is. Hierbij valt onder andere te denken aan de naam van de fabrikant die op deze manier ook niet van het product valt te verwijderen. De keuze voor stickers of tampondrukken valt pas te maken als de vorm van de armatuur bekend is. Dan kan er ook voor worden gekozen om van meerdere technieken gebruik te maken.

3.8 LUXONUITSTRALING, VORMGEVING EN MATERIAALKEUZE

In hoofdstuk 3.7 is gekeken hoe productinformatie kan worden getoond op de armatuur. Deze informatie is van korte afstand leesbaar zodat onder andere te zien is dat het product van Nedap af komt. Tegelijkertijd is het product echter ook een Luxonproduct dat ook tijdens gebruik door het slimme software systeem geassocieerd moet worden met deze naam. Functie 13, het creëren van een Luxonuitstraling, kan op verschillende manieren gebeuren. Aangezien deze functie moeilijk als aparte functie te beschouwen is zal bekeken worden wat de Luxonuitstraling met andere functies doet. Zo kan er volgens de functieverhouding in figuur 3.1 een connectie tot stand komen met functie 1, 2, 4, 5, 8, 11 en 12.

Nu de invulling van de functies duidelijker is geworden blijkt dat het niet mogelijk is om een Luxonuitstraling te verkrijgen met de functies 'warmte van de fitting afvoeren', 'ballast bevestigen' en 'fitting ten opzichte van reflector verstellen'. De meeste van deze functies worden namelijk vervuld door niet goed zichtbare oplossingen. De functies die overblijven waar een connectie mee aan kan worden gegaan zijn de functies 'aan het plafond hangen', 'warmte van de ballast afvoeren', 'productinformatie tonen' en 'wireless bevestigen'. Daarnaast kan uiteraard ook de uiteindelijke vorm een grote invloed hebben op het verkrijgen van de Luxonuitstraling, waardoor wellicht al een Luxonuitstraling is verkregen door een connectie aan te gaan met de functie 'warmte van de ballast afvoeren'.

In dit hoofdstuk zal dan ook begonnen worden met de hoofdvorm van het product en de keuze voor het materiaal. Omdat de hoofdvorm en het materiaal sterk afhankelijk zijn van elkaar zal na de verkenning van mogelijke materialen pas echt de definitieve vorm worden bepaald. Op de definitieve en tussentijdse vormen zal geëxperimenteerd worden met de Luxonuitstraling die het product moet krijgen.

Eisen die van belang zijn bij deze keuzes die in dit hoofdstuk worden gemaakt:

- De armatuur is toepasbaar van 6 tot 30 meter hoogte
- De armatuur gaat minimaal 10 jaar mee
- De armatuur biedt ruimte om de juiste productinformatie te plaatsen
- Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de ballast kan een temperatuur aan van 90 graden Celsius
- Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de fitting kan een temperatuur aan van 150 graden Celsius
- Voor opties in de ballast zijn gemakkelijk varianten van de armatuur te maken
- In het ontwerp is rekening gehouden met veiligheid op het gebied van brand, spanning en corrosie
- De armatuur kost exclusief connectoren, fitting, lamp en reflector maximaal €15,-
- De armatuur is geschikt voor massaproductie van 20.000 tot 50.000 stuks per jaar
- De armatuur kan een uur lang belast worden met 32kg plus 4 maal het gewicht van de armatuur zelf zonder dat er blijvende vervorming optreedt
- Door de armatuur lopen 5 draden die vastzitten aan de ballast
 - Bovenkant:
 - Stroom ingang (220V of 120V)
 - DIM interface

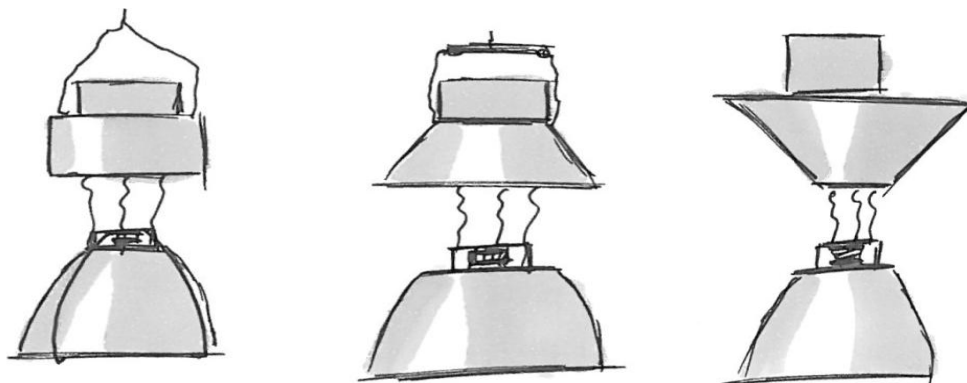
- DALI
- Onderkant:
 - HID
 - Standbylamp uitgang
- Nog onbepaald:
 - Wireless
- De bodemplaat van de ballast is direct bevestigd aan de casing van de armatuur
- De LFSW ballast (OEM versie) van Nedap past in de armatuur
- In de armatuur is minstens 6300 mm³ ruimte voor een antenne
- De antenne moet zich aan de onderkant van de ballast bevinden
- De armatuur voldoet aan de IP-20 norm
- De armatuur past in meerdere retailomgevingen
- Product is duidelijk herkenbaar als onderdeel van de Luxon serie

Wensen die van belang zijn bij de keuzes die in dit hoofdstuk worden gemaakt:

- Aan de bovenkant van de armatuur zijn geen stekkerverbindingen

3.8.1 UITGANGSPUNT VORMKEUZE

Één van de redenen waarom er een nieuwe Luxonarmatuur moet komen is het binnenhalen van een nieuwe doelgroep: de retail. De huidige armatuur blijkt hier onder andere niet geschikt voor te zijn omdat deze de vorm heeft van een rechthoek. Als deze rechthoeken in een winkel op een lange rij naast elkaar hangen lijkt het alsof ze niet netjes zijn opgehangen doordat de zijken niet parallel hangen. Dit kan voorkomen worden door te kiezen voor een ronde vorm. Daarnaast blijkt het handig te zijn als de bovenkant en de onderkant van de armatuur plat zijn zodat de ballast makkelijk in de bovenkant van de armatuur te bevestigen is en de reflector en fitting zonder problemen aan de onderkant vastgemaakt kunnen worden. Het is onhandig om de armatuur dubbel gekromd te maken als dit niet echt nodig is waardoor als dit niet nodig blijkt te zijn, vooral de mogelijkheden van figuur 3.46 overblijven; een cilinder, een afgevlakte kegel naar boven of een afgevlakte kegel naar beneden. Voordat een vorm gekozen kan worden zal echter eerst moeten worden gekeken welke materialen er mogelijk zijn, en wat de mogelijkheden zijn van deze materialen. Als met deze mogelijkheden bepaald is wat voor vorm er gemaakt gaat worden zal daarna definitief het materiaal gekozen worden.



Figuur 3.46 Mogelijke vormen van de armatuur

3.8.2 MATERIALEN

Om tot geschikte materialen te komen is gebruik gemaakt van het programma CES EduPack 2011. De eerste stap was het verkleinen van de totale database naar een selectie van alle materialen die aan de volgende voorwaarden voldoen:

- Maximale prijs van 10 €/kg (de hele armatuur mag niet meer dan €15,- kosten)
- Minimaal een smeltpunt van 130 °C (gebaseerd op de temperatuur van de fitting)
- Minimaal een maximum service temperature van 90 °C (maximale temperatuur van de casing)
- Maximale dichtheid van $5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ (de karabijnhaak moet 32 kg + 4 maal het gewicht van de armatuur kunnen dragen)
- Yield strenght van minimaal 1 Mpa (om rubbers en schuimsorten uit te sluiten)

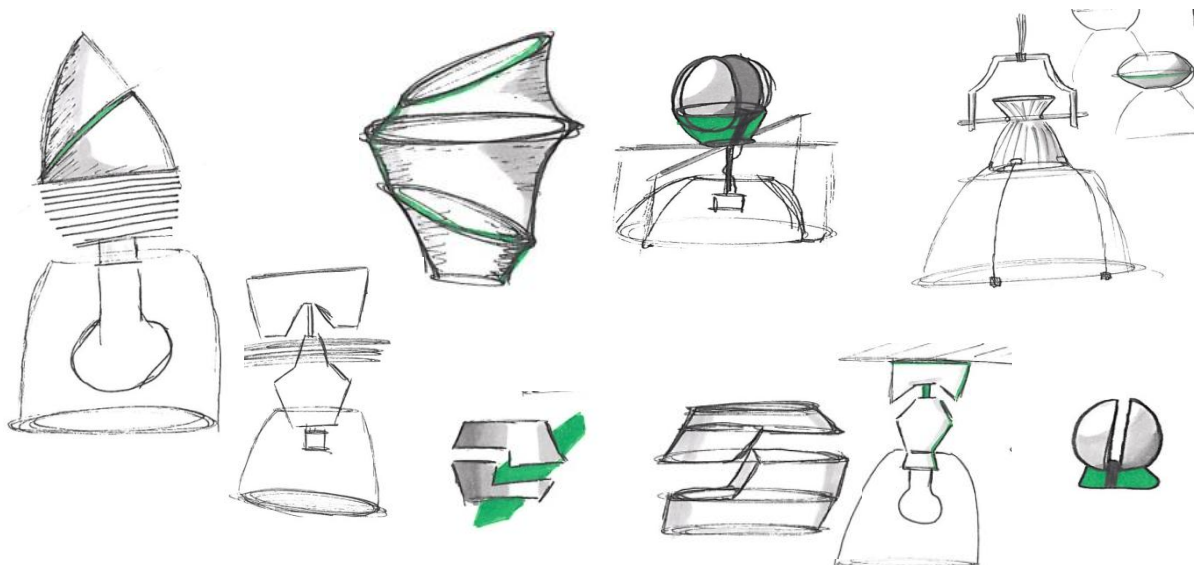
Van de materialen die overbleven bleken niet alle materialen geschikt, waardoor er direct een aantal materialen afvielen. Materialen die afvielen waren de volgende:

- Beton (te bros)
- Siliconen (te duur in verhouding met de andere opties)
- Polyethyleen, PE (maximum service temperature van precies 90 °C)

De materialen die wel geschikt zijn voor de armatuur zijn aluminium, een aluminium/magnesium legering, polypropyleen (PP) en polyamide (Nylon, PA). Deze kunnen allen spuitgegoten, rotatiegegoten en met behulp van een extrusiemaal geëxtrudeerd worden. Daarnaast kunnen legeringen van metalen ook diepgetrokken worden.

3.8.3 VORM

De eerste keuze die gemaakt moet worden bij de keuze voor een vorm, is of er voor een dubbelgekromde of een enkelgekromde vorm wordt gekozen. Bij deze keuze zijn zeer gedetailleerde of gekromde vormen, zoals bijvoorbeeld in figuur 3.47 al uitgesloten. Dit omdat de armatuur erg hoog zal komen te hangen en details in de vorm zodoende niet erg opvallen, tenzij de vorm zo nadrukkelijk aanwezig is dat het moeilijk zal zijn deze voor alle doeleinden waar de ballast voor bedoeld is te verkopen.



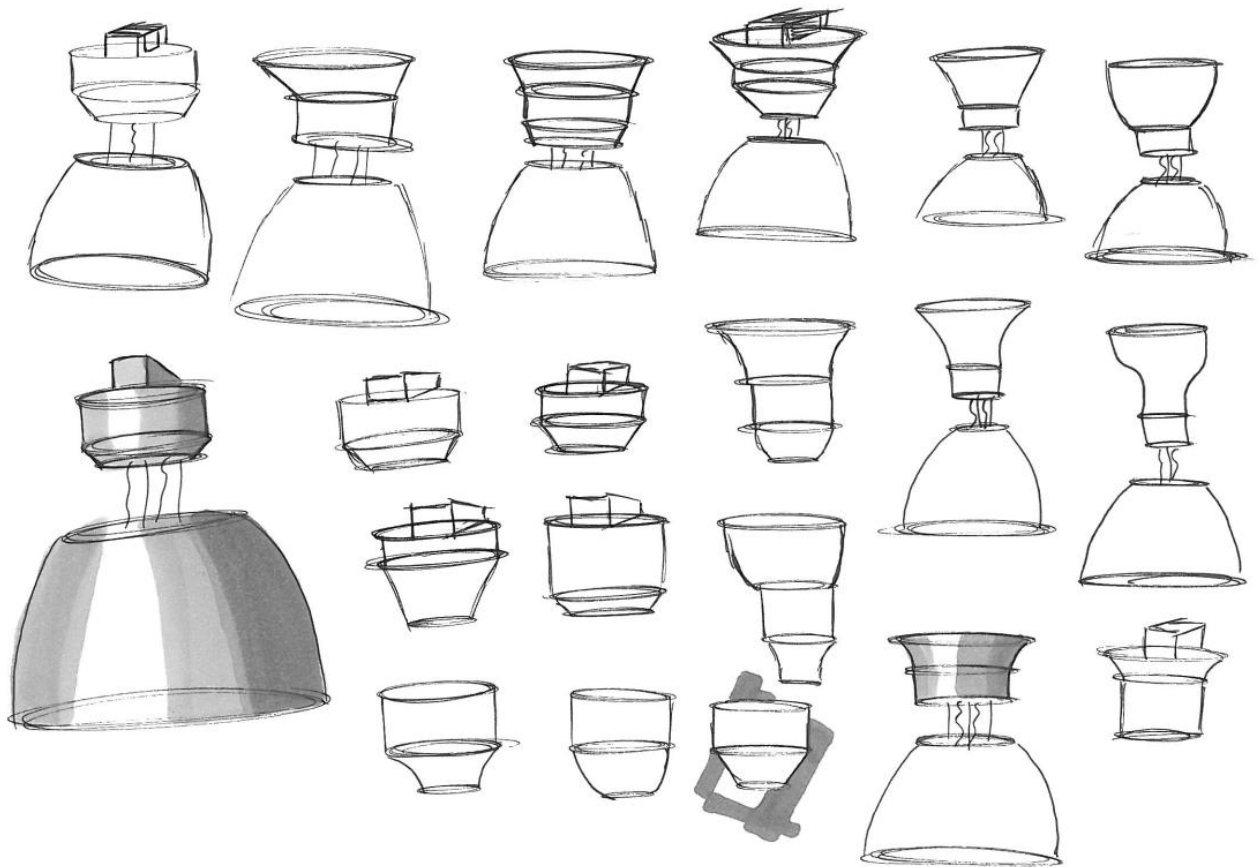
figuur 3.47 Zeer gedetailleerde of gekromde vormen

Uit de Nedap collage die in samenwerking met de marketingafdeling is samengesteld bleek dat de nieuwe Nedap stijl voornamelijk ronde, strakke vormen en vrolijke kleuren uit moet stralen. Ook tijdens de opdracht is door veel medewerkers tegen mij gezegd: 'Een industrieel ontwerper, dan zijn we eindelijk van die vierkante

doosjes af!’ waaruit ook wel blijkt welke kant men op wil gaan. Zodoende wordt ervoor gekozen om uit de figuren of een combinatie van de figuren uit figuur 3.46 te kiezen.

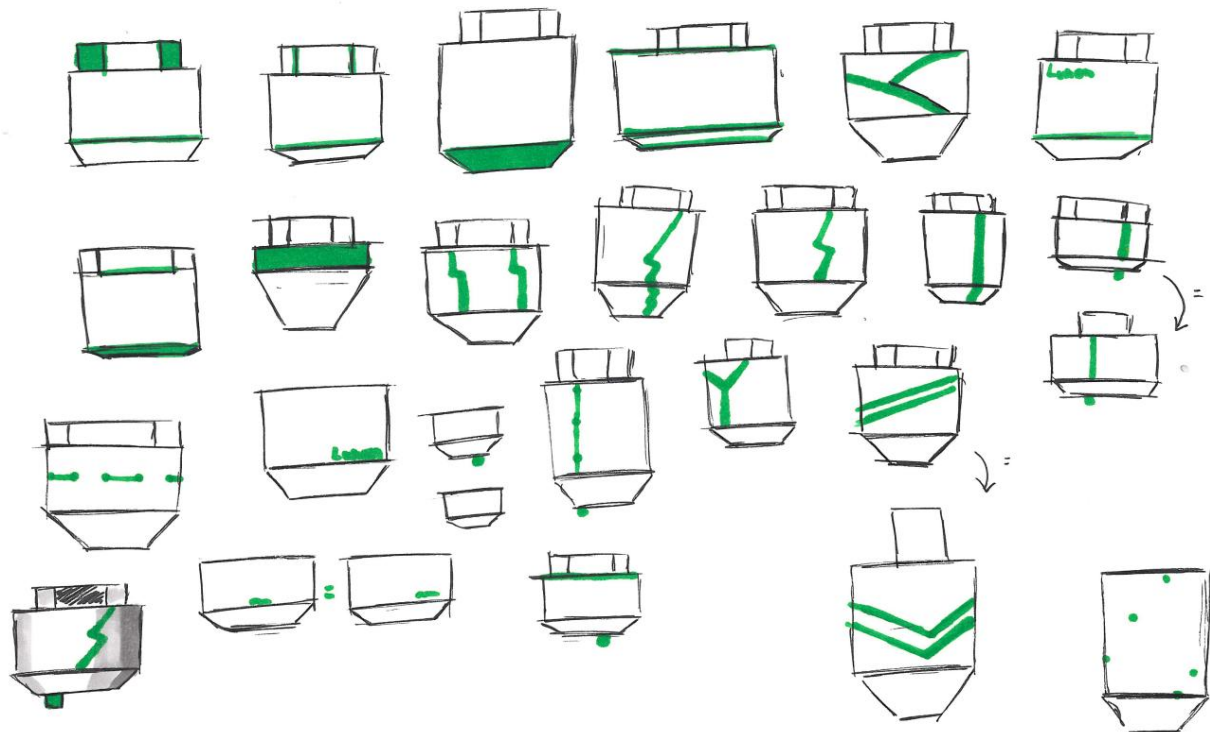
De afgevlakte kegels zullen door hun vorm altijd een richting aanwijzen. In figuur 3.46 wijst de middelste armatuur naar boven en de rechterarmatuur naar beneden. Van deze twee figuren lijkt het vanaf de zijkant alsof de middelste armatuur naar de ballast wijst, maar van onderen zal deze helemaal niet te zien zijn. Het lijkt zodoende alsof de vorm van de reflector benadrukt wordt door de armatuur deze vorm mee te geven, wat ik zelf geen ideale situatie vind. Bovendien wordt veel warmte van de fitting opgevangen waardoor deze situatie ook thermisch niet ideaal is.

Met betrekking op het afvoeren van de warmte van de fitting lijkt de rechtse armatuur het meest ideaal te zijn. Als deze armatuur gecombineerd wordt met de meest linkse armatuur ontstaat er een goede thermische situatie terwijl de armatuur ook mooi wordt. Voorbeelden van combinaties zijn weergegeven in figuur 3.48.



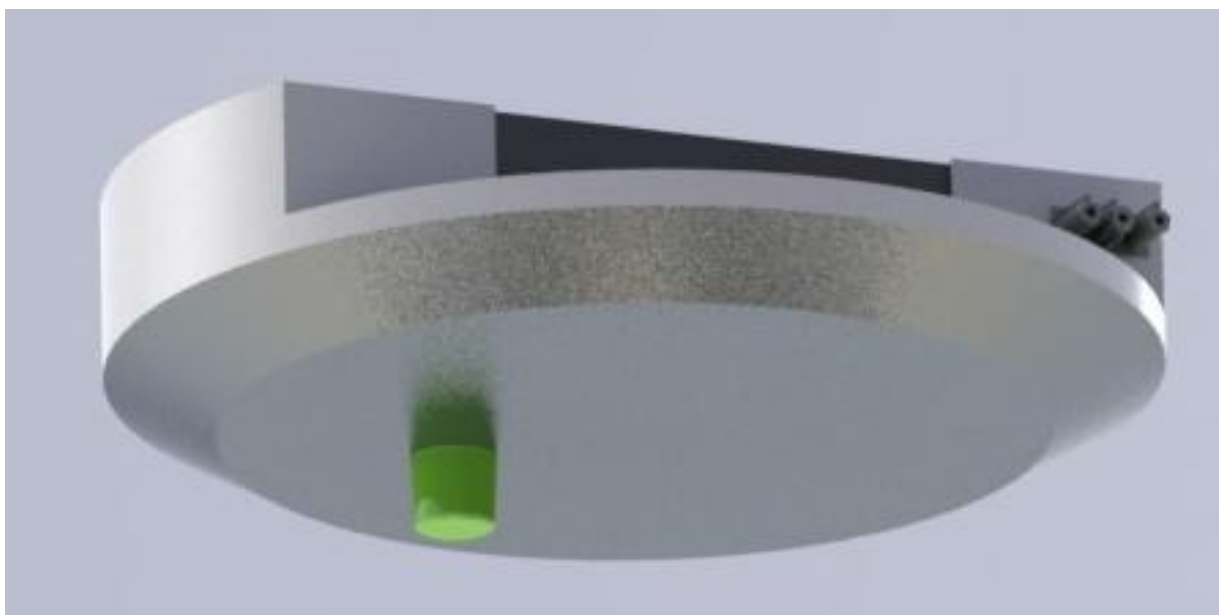
figuur 3.48 Verschillende combinaties van neerwaarts wijzende kegel en cilinder

Naast deze verschillende combinaties van geometrische figuren kan er ook met de kleur van het object gespeeld worden om te verwijzen naar de Luxon productgroep. Bovendien zullen de verhoudingen waarmee de geometrische figuren tot elkaar staan bepaald moeten worden. Voorbeelden hiervan zijn te zien in figuur 3.49.



figuur 3.49 Verschillende combinaties van vormen met groene details

Hoewel er in dit figuur verschillende geschikte verhoudingen tussen de geometrische vormen aanwezig zijn, is uiteindelijk toch voor een zo efficiënt mogelijke vorm gekozen, vooral ook omdat de prijs niet boven de €15,- uit mag komen en een kleiner product ook vaak minder kost om te maken. Samen met de al bepaalde vervulling van de diverse functies komt de armatuur er dan als in figuur 3.50 uit te zien.



figuur 3.50 Voorlopig ontwerp Luxon armatuur



figuur 3.51 Ontwerp Luxon armatuur van onderen

Samen met de fitting zal dit er van onderen als in figuur 3.51 uit komen te zien. De basis van de armatuur bestaat uit een cilinder met daaronder een kegel, waarvan de hoogte beide keren is beperkt zodat het geheel meer op een schijf lijkt dan op een cilinder. De zijkanten van de ballast zijn bedekt zodat de connectoren (rechts te zien in figuur 3.50) aangesloten kunnen worden op de zijkanten van de ballast.

Het bovenste gedeelte van de armatuur, de cilinder, is wit gemaakt omdat de Luxon omgeving veel wit bevat en de plafonds van de meeste winkels wit zullen zijn. De onderkant is van aluminium gemaakt dat een bewerking zal ondergaan²³ maar wel zichtbaar zal blijven.

Er is voor aluminium gekozen omdat dit materiaal in een legering met magnesium veel meer warmte aan kan dan de kunststoffen die ook zijn geselecteerd. Bovendien blijkt het erg

onconventioneel te zijn om ballasten alleen met kunststof te omhullen. Voornamelijk Noord-Amerikaanse klanten denken dat producten van kunststof veel minder veilig zijn dan producten van aluminium. De redelijk open behuizing zal op dat vlak waarschijnlijk al genoeg stof doen opwaaien.

In de getoonde SolidWorks modellen is nog geen bevestiging meegenomen tussen de armatuur en het plafond en tussen de ballast en de reflector, omdat deze nog niet zijn bepaald. Wel is het wireless dopje groen geworden, zoals in hoofdstuk 3.6 is bepaald. Samen met de witte kleur van de ballast zal dit waarschijnlijk voldoende Luxonuitstraling geven aan het ontwerp. Toevoegen van meer groen zou zelfs gevaarlijk kunnen zijn aangezien er dan in winkels wellicht weer een rommelig geheel ontstaat omdat meerdere armaturen op rij dan verschoven lijken te zijn ten opzichte van elkaar. In figuur 3.52 is een groep armaturen weergegeven zoals deze in winkels opgehangen zou kunnen worden. Hier blijkt uit dat het niet heel veel uit zal maken als de groene dopjes niet allemaal op één lijn zitten, omdat deze niet op die manier opvallen van grote hoogte.



figuur 3.52 Een groep armaturen

²³ Hier wordt bijvoorbeeld aan anodiseren gedacht

3.8.4 CONCLUSIE

Hoewel er verschillende vormen mogelijk zijn, wordt voor deze armatuur voor een eenvoudige vorm gekozen. Naast het kosten- en productieaspect zal dit ook positief zijn voor het aantal winkels waarin de armatuur is toe te passen. Door de armatuur twee kleuren mee te geven zal deze enige luxe uitstralen en bijna niet opvallen als er sprake is van een wit plafond. Het groene dopje zal ervoor zorgen dat iemand die de armatuur beter bekijkt al vanaf een afstand kan zien dat dit product een Luxonproduct is.

Het materiaal waarvan de armatuur wordt gemaakt is een aluminium legering, eventueel met magnesium. Dit materiaal bleek blijkt het meest geschikt te zijn en zal ervoor zorgen dat de meeste klanten dit ontwerp als veilig ervaren. Het tonen van het kunststof van de behuizing in de bovenkant van de armatuur kan er namelijk voor zorgen dat voornamelijk Noord-Amerikaanse klanten bang zijn voor brandgevaar. Omdat er direct onder dit kunststof een aluminium profiel zit, zal het niet lastig zijn uit te leggen dat deze oplossing ook zeker veilig is voor de consument.

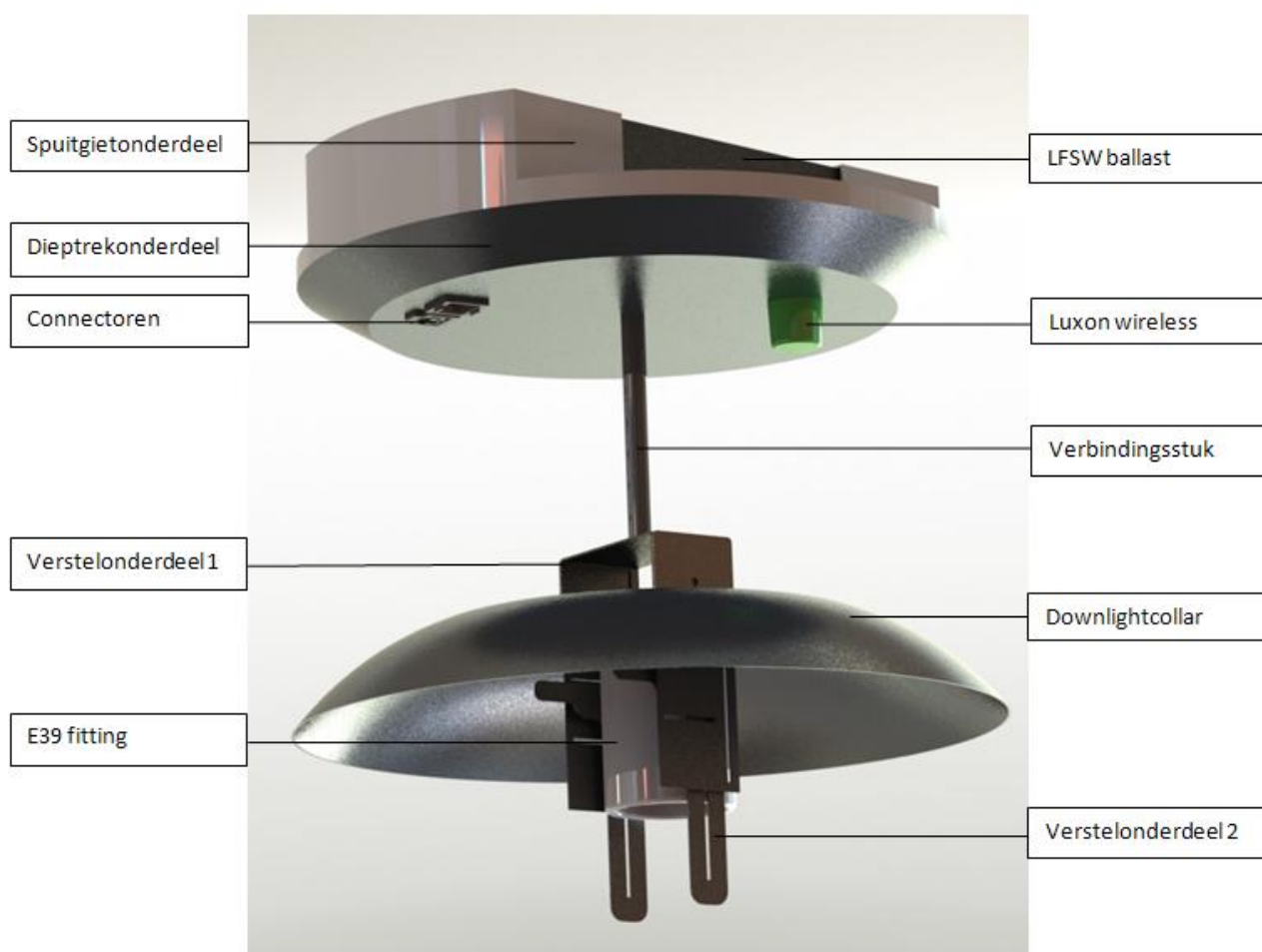
Tenslotte blijkt uit figuur 3.52 dat het ontwerp voldoet om in grote groepen te worden opgehangen. Het nadeel van het optisch scheefhangen van het product is namelijk niet meer aanwezig bij deze ronde armatuur. In het volgende verslagdeel zal worden gekeken of de armatuur met deze vorm ook aan de andere eisen zal voldoen.

4. ONTWERPSYNTHESE

4.1 BESCHRIJVING ONTWERP

Nadat er binnen de marktgroep Light Controls een presentatie is gehouden voor de medewerkers die zich bezighouden met de verkoop en ontwikkeling van Luxon zijn er nog enkele beslissingen genomen die het ontwerp veranderen. Notulen van deze twee bijeenkomsten en de gepresenteerde poster zijn te vinden in bijlage F. Hoe het ontwerp er na deze aanpassing uit ziet wordt in dit hoofdstuk beschreven in de volgorde die ook in de presentatie is aangehouden: Eerst zal de gehele oplossing worden getoond, daarna zullen de verschillende onderdelen die niet door Nedap zijn geselecteerd²⁴ van boven naar beneden worden beschreven. De precieze afmetingen van het ontwerp zijn nog niet bekend omdat de afmetingen van de ballast ook nog niet vast staan. In de SolidWorks modellen die worden getoond is de diameter van het ontwerp op 277 mm geschat.

4.1.1 DE TOTAALOPLOSSING



figuur 4.1 De totaaloplossing

De totaaloplossing zoals deze aan partners van Nedap zal worden verkocht is weergegeven in figuur 4.1. Deze oplossing is uitgerust met een fitting, fittingverstelmechanisme, ECO-shield downlightcollar en wirelessantenne. Voor de reflector en lamp zijn voorselecties gemaakt, waarmee de partner zelf een product kan samenstellen.

²⁴ Er zal niet in worden gegaan op de verschillende lampen, reflectoren en fittingen, en ook de ballast, motionsensor, standbylamp en antenne voor de wireless zullen niet worden besproken.

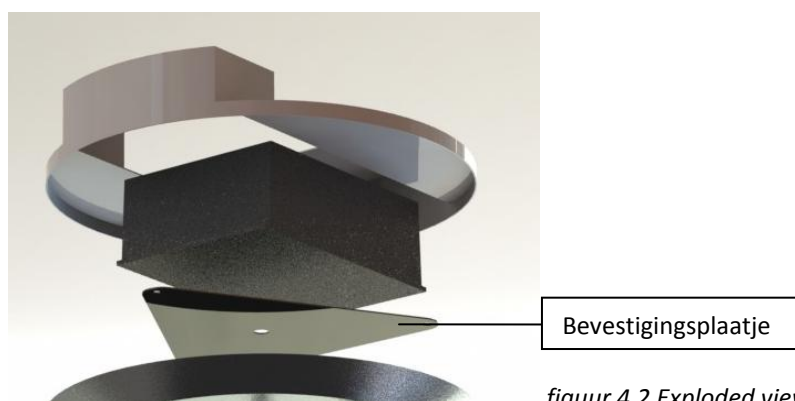
4.1.2 BOVENKANT VAN DE TOTAALOPLOSSING

ONDERDELEN

Onderdeel	Materiaal	Coating	Productietechniek
Spuitgietonderdeel	Aluminiumlegering	Wit (buitenkant)	Spuitgieten
Dieptrekonderdeel	Aluminiumlegering	Anodiseren of lakken	Forceren
Bevestigingsplaatje	Verzinkt staal	Geen	Nibbelen
Standbylampconnector	Ingekocht bij Wieland	Artikelnummer:	GST 15i2S B1 R W WS
Motionsensorconnector	Ingekocht bij Wieland	Artikelnummer:	BST 14i3F B1 R SW
Luxon wirelessdopje	PCB	Geen	Spuitgieten
Verbindingsstuk	Staal	Anodiseren of lakken	Extruderen

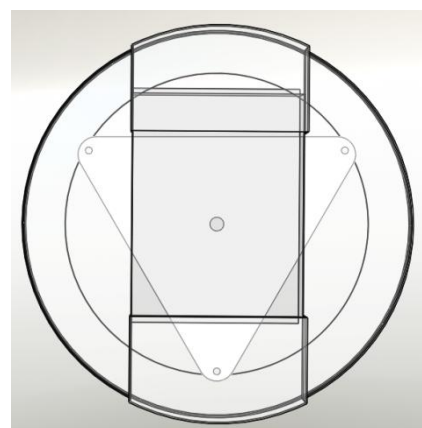
MECHANISCHE VERBINDINGEN

In de bovenkant van het ontwerp is het witte spuitgietonderdeel het dragende deel van de constructie. Aan dit deel zullen staalkabels vast worden gemaakt om de totaaloplossing aan het plafond te bevestigen. De onderzijde van dit onderdeel zal naast de ballast ook in contact staan met het bevestigingsplaatje dat te zien is in de exploded view in figuur 4.2. Dit stalen plaatje zal gebruikt worden om het onderste deel van de armatuur aan het bovenste deel van de armatuur vast te maken en zal de ballast aan de onderkant ondersteunen.



figuur 4.2 Exploded view van de bovenkant van het ontwerp

De connectie tussen de onderkant en de bovenkant van de armatuur wordt tot stand gebracht door middel van een holle buis, waar ook de stroomdraden tussen de ballast en de fitting doorheen worden geleid. Dit verbindingsstuk zal ook van staal worden gemaakt en bevestigd worden door deze in het gat te schroeven in het midden van het bevestigingsplaatje. De gaten in de hoeken van het bevestigingsplaatje kunnen worden gebruikt om het plaatje aan het witte spuitgietonderdeel te bevestigen. Het bovenaanzicht van deze constructie is schematisch weergegeven in figuur 4.3. De enige kabels die nog buitenom zullen lopen zijn de kabels van de standbylamp en motionsensor. Deze kunnen niet binnendoor worden geleid omdat ze pas bij de installatie aan de armatuur worden toegevoegd.



figuur 4.3 Boven aanzicht bevestigingsplaatje

De aluminiumvormige schijf onder het witte spuitgietdeel is voor het gemak 'dieptrekonderdeel' genoemd. Door de vorm zou het namelijk zeer geschikt zijn om door middel van dieptrekken geproduceerd te worden. Nadat met de metaal en kunststofwerkplaats is gesproken is echter duidelijk geworden dat de mal voor

dieptrekken erg duur zal worden. Met een oplage van één miljoen stuks zouden deze kosten verantwoord kunnen worden, maar met de oplage waarmee nu gewerkt wordt, een oplage van twintig duizend stuks, is het niet haalbaar om gebruik te maken van een dieptrekmal. Geerts Metaalwaren BV., een bedrijf gespecialiseerd in dieptrekken, stelde voor dit onderdeel een offerte op waarbij de gereedschapskosten alleen al €48.500,00 bedragen. Ofra Visser²⁵, een metaalbewerkingbedrijf in Dronten stelde voor om het onderdeel te forceren²⁶. De kosten van het forceren en nabewerken schatten zij op €2,30 per stuk, met in totaal €1.150,00 aan gereedschapskosten. Deze prijs ligt bijna €1,50 lager dan de door Geerts Metaalwaren BV. berekende prijs waardoor voor forceren wordt gekozen.

In de prijs van beide fabrikanten zijn de gaten meegenomen die in de schijf worden gemaakt om de diverse connectoren aan te sluiten. Voor de onderkant van de armatuur zijn twee connectoren nodig: een connector om de standbylamp van stroom te voorzien en een connector om een motionsensor op aan te sluiten. Beide aansluitingen zijn optioneel. Voor de standbylamp aansluiting kan de GST 15i2S B1 R W WS connector worden gebruikt. Dit is een connector met twee stroomdraden waar 16 A / 250 W doorheen kan. Dit blijkt ruim voldoende te zijn voor de standbylamp. De connector wordt op de website van Wieland beschreven als 'female' en 'snap-in panelmount'. Female houdt in dat er een mannelijke connector aan het stand-by lamp snoer moet worden bevestigd en dat de connectie van de stroomdraden niet met vingers aangeraakt kan worden. Bij de mannelijke connector is dit wel het geval. 'Snap-in panelmount' geeft aan dat deze connector een onderdeel is voor in de behuizing. De geselecteerde standbylampconnector is te zien in figuur 4.3.



*figuur 4.3 links Wieland
GST 15i2S B1 R W WS,
de standbylampconnector*



*figuur 4.4 rechts Wieland
BST 14i3F B1 R SW,
motionsensorconnector*

De connector die momenteel al wordt gebruikt om de motionsensor aan te sluiten zal ook in de toekomst worden gebruikt om de motionsensor aan te sluiten en is de BST 14i3F B1 R SW. Deze connector is net als de standbyconnector 'female' en 'snap-in panelmount'. Hoewel de motionsensor maar twee aansluiting nodig heeft, zijn er op deze connector 3 polen aanwezig. Omdat alleen de buitenste worden gebruikt heeft dit tot nu toe geen problemen opgeleverd. Deze connector is afgebeeld in figuur 4.4.

De connectoren en het wirelessdopje hebben al bevestigingsmogelijkheden die ook goed op dit aluminium deel zijn toe te passen. Het aluminiumdeel wordt gemonteerd door het over het verbindingsstuk heen te schuiven en aan het witte spuitgietonderdeel vast te maken. Voordat dit kan plaatsvinden moeten echter eerst de elektronische verbindingen tot stand zijn gebracht.

ELECTRONISCHE VERBINDINGEN

De standbylamp- en motionsensorconnector zijn de enige connectoren die in de totaaloplossing gebruikt gaan worden. Nedap besteld deze connectoren bij Wieland, een grote leverancier van stekkerverbindingen in Europa. Omdat er in Noord-Amerika bijna geen gebruik wordt gemaakt van stekkerverbindingen is het lastig een Wieland stekkerverbinding te vinden en kan er zodoende niet vanuit worden gegaan dat de partner of

²⁵ <http://www.orfavisser.nl/>

²⁶ Uit de informatie op <http://nl.wikipedia.org/wiki/Forceren> blijkt dat forceren waarschijnlijk een zeer geschikte methode is.

eindgebruiker aan een stroomdraad met tegenhangende stekker kan komen. In noord-Amerika wordt in plaats van connectoren gebruikgemaakt van wartelboxen, waarvan een voorbeeld is weergegeven in figuur 4.5. Ook in de totaaloplossing zal gebruik worden gemaakt van zo'n soort wartelbox.

De wartelbox die gebruikt zal gaan worden, komt aan de korte zijkant van de ballast waar de netspannings-, DALI en 1-10V aansluiting zitten. De installateur kan verbinding maken met de ballast door de kabels waarmee verbinding moet worden gemaakt te strippen, in de wartel van de wartelbox te leggen en de schroef vast te draaien. De wartelbox zal worden afgeschermd door een klepje aan de bovenkant van de armatuur. Door op maat gemaakte gaten in dit klepje kunnen de netspannings-, DALI en 1-10V draden naar het plafond worden geleid. Van deze draden gaat de 1-10V aansluiting als enige niet altijd naar het plafond. Deze connectie kan immers ook worden gebruikt om sensoren zoals de motionsensor aan te sluiten. Als de installateur van de totaaloplossing gebruik wil maken van de 1-10V ingang zal hij de draad van de motionsensor in de wartelbox eerst los moeten schroeven. Deze is standaard zo gemonteerd dat er geen extra handelingen nodig zijn om gebruik te maken van de motionsensorconnector.



figuur 4.5 Wartelbox

Een nadeel van het gebruiken van een wartelbox is dat er alleen wijzigingen kunnen worden gemaakt in de wartelbox als de stroom van de ballast af is. Met behulp van het DALI, 1-10V en wireless communicatiesysteem is het mogelijk de stroom van de ballast af te halen, maar er zijn ook klanten die geen gebruik maken van één van deze drie systemen. Als er dan wat misgaat met de ballast zal de stroom in de meterkast van de groep af moeten worden gehaald, waardoor er op dat moment ook geen licht van de HID lampen afkomt. In Europa blijkt dit geen probleem te zijn omdat installateurs in de draad met de netspanning altijd een stekker blijken te gebruiken. Omdat er een richtlijn bestaat die beschrijft dat er maar drie ballasten op één groep mogen worden aangesloten zal ook in Noord-Amerika waarschijnlijk nooit een gebouw geheel zonder licht zitten door reparatiewerkzaamheden of onderhoud. De waarschijnlijkheid hiervan is voor Nedap genoeg om geen extra maatregelen te nemen.

Aan de korte zijde van de ballast waar geen wartelbox zit zullen alleen verbindingen gemaakt worden die richting de fitting gaan: de spanningsdraden van de lamp, de draad naar de wireless antenne en de draad naar de connector voor de standbylamp. Deze verbindingen zullen niet worden aangeraakt door de installateur van de totaaloplossing en al worden aangesloten tijdens de assemblage.

4.1.3 ONDERKANT VAN DE TOTAALOPLOSSING

ONDERDELEN

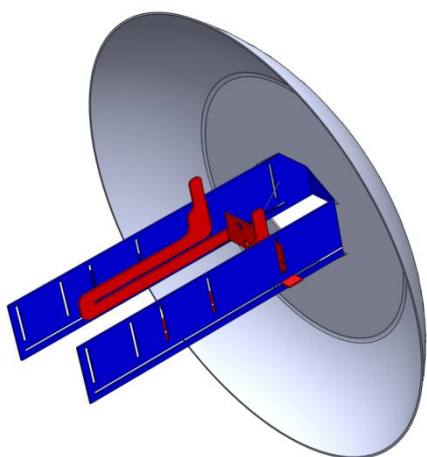
Onderdeel	Materiaal	Coating	Productietechniek
Verstelonderdeel 1	Verzinkt staal	Geen	Nibbelen
Verstelonderdeel 2	Verzinkt staal	Geen	Nibbelen

De onderkant van de totaaloplossing heeft als doel de reflector en lamp (via een fitting) met de armatuur te verbinden, waarbij de lamp ten opzichte van de fitting verstelbaar is. De mate waarin deze onderdelen van elkaar versteld moeten worden hangt af van het LCL van de lamp en het berekende lichtpunt in de reflector. Alleen als deze op de millimeter nauwkeurig overeenkomen kan het rendement van de reflector gegarandeerd worden. In de totaaloplossing is ervoor gekozen dat ook afwijkingen groter dan een millimeter zijn toegestaan, omdat het mogelijk maken van meerdere lampen en reflectoren met één product belangrijker is voor Nedap dan het precieze rendement van de reflector.

Door lampen in te delen in categorieën is een tabel ontstaan waarmee een installateur gemakkelijk kan zien op welke stand de lamp moet worden gehangen binnen welke reflector. Deze 'versteltabel' is te vinden in bijlage G. De grootste afwijking die zich voor zal doen als de installateur zich aan deze versteltabel houdt en de assembly van het fittingverstelmechanisme goed heeft plaatsgevonden is 4 mm. Het is echter waarschijnlijk dat de installateur sommige lampen hoger of lager dan de aan te raden stand op zal hangen om een diffuser of juist een meer geconvergeerde lichtstraal te krijgen op bepaalde plekken in de ruimte.

Verstelonderdeel 1 en verstelonderdeel 2 zullen uit verzinkt staal worden vervaardigd, net zoals fittinghouders die deel uitmaakten van de Luxon E-eHID fixture. De bewerking hiervoor kan binnen Nedap plaatsvinden waardoor kosten kunnen worden bespaard. Door ook de assemblage binnen Nedap plaats te laten vinden, kan kwaliteit gegarandeerd worden. Dit is zeker belangrijk omdat een verkeerde hoek tussen de twee poten van verstelonderdeel 1 ervoor kan zorgen dat de fitting niet meer verstelbaar is (de poten zijn naar elkaar toe gebogen) of dat de verstelonderdelen makkelijk van elkaar zijn te halen, met het gevaar dat de ze in een gebruikssituatie van elkaar los gaan (als de poten te ver van elkaar afstaan). De kwaliteit van dit onderdeel wordt bij de assemblage bepaald omdat hier de poten van verstelonderdeel 1 verbogen moeten worden om verstelonderdeel 2 toe te voegen.

De verschillende collars zullen aan verstelonderdeel 2 worden bevestigd. Hoewel deze bevestiging bij iedere collar anders kan zijn, wordt er in de versteltabel uit bijlage ??? vanuit gegaan dat zonder verschuiving de bovenkant van de fitting op dezelfde hoogte zit als de nek van de reflector. Met deze informatie valt de verstelstand te berekenen als de collars zo bevestigd worden dat de fitting niet op dezelfde hoogte zit als de nek.



In figuur 4.6 is nogmaals het fittingverstelmechanisme afgebeeld, met de downlightcollar van ECO-shift. De standen zijn hier juist weergegeven voor toepassing van de E40, E39 en EX39 fitting. De lengte van verstelonderdeel 1 (voor het gemak in het blauw weergegeven) is 220 mm. In de verdere ontwikkeling van dit fittingverstelmechanisme zal moeten worden onderzocht of de lampen die aan stand 1 moeten worden bevestigd niet in de knel komen met verstelonderdeel 2. Als dit wel het geval is zal wellicht over moeten worden gegaan op een derde versie zodat er minder standen komen.

figuur 4.6 Fittingverstelmechanisme met downlightcollar

4.2 TOETSING AAN PROGRAMMA VAN EISEN EN WENSEN

Nu bekend is hoe de nieuwe armatuur van de LFSW ballast eruit komt te zien, zal worden onderzocht of het ontwerp aan het programma van eisen voldoet. Tijdens deze controle zal ook nieuwe informatie worden getoond die voorkomt uit het ontwerp, zoals de kostenschatting en informatie over de installatie bij de klant. Eisen met een vinkje voldoen, eisen met een '-' voldoen in dit ontwerp niet.

4.2.1 TECHNISCHE EISEN MET BETREKKING OP DE TOTALE ARMATUUR

- ✓ De armatuur is toepasbaar van 6 tot 30 meter hoogte

De hoogte waarop het licht uit de armatuur toepasbaar is, wordt bepaald door het wattage en de reflector. Deze zijn door Nedap gekozen waardoor de verantwoording hiervoor niet bij de ontwerper ligt. De toepassing van deze eis in dit ontwerpproces zit dan ook meer in het ophangstelsel van de armatuur. De armatuur is door de karabijnhaak direct aan het plafond of aan andere constructies op te hangen en voldoet zodoende aan de eis.

- ✓ De lamp/fitting en de reflector zijn ten opzichte van elkaar in hoogte verstelbaar

Door het fittingverstelmechanisme is de fitting in hoogte te verstellen ten opzichte van de reflector.

- ✓ De armatuur gaat minimaal 10 jaar mee

De meest gevaarlijke situaties voor de armatuur zijn regenwater en stof. Doordat de armatuur duidelijk gespecificeerd is voor een bepaalde omgeving met behulp van de IP normering zal de eis 'de armatuur gaat minimaal 10 jaar mee' alleen gelden als de armatuur in een geschikte omgeving opgehangen wordt. In zo'n omgeving is er geen reden om aan te nemen dat de armatuur niet minstens 10 jaar meegaat.

- ✓ De armatuur biedt ruimte om de juiste productinformatie te plaatsen

Op de armatuur kan op voldoende plaatsen productinformatie worden geplaatst. Boven de bevestiging van de fitting is ruimte om informatie te plaatsen dat zichtbaar moet zijn tijdens het vervangen van de lamp, bij de ballast is ruimte om algemenere informatie en informatie met betrekking op de installatie te plaatsen.

- ✓ De armatuur heeft een bevestigingsmethode waarmee deze op meerdere manieren aan een plafond is te bevestigen (zodat deze ter plekke ook op onverwachte, rare plekken kan worden opgehangen)

Met behulp van de karabijnhaak zal de armatuur op meerdere plaatsen opgehangen kunnen worden. Als er geen faciliteit is om de karabijnhaak op te hangen kan op de locatie zelf een gat worden geboord, een haak worden bevestigd of een lus worden gemaakt. De armatuur is dan ook op deze locaties op te hangen.

- ✓ De armatuur moet door één persoon geïnstalleerd kunnen worden

De enige handeling die zich tijdens de installatie ver boven de vloer afspeelt, is het ophangen van de armatuur aan de karabijnhaak. Dit kan door één persoon worden gedaan door met één hand de opening van de haak voor hetgeen waar de haak aan vast moet zitten te houden en met de andere hand de armatuur of het andere bevestigingsonderdeel zo te sturen dat deze ook in de karabijnhaak valt. Een beschrijving van de installatie van de armatuur is te vinden in bijlage H.

- ✓ De armatuur heeft mogelijkheid tot een standbylamp

Met behulp van de standbylampconnector de standbylamp makkelijk toegevoegd worden aan de armatuur. Afhankelijk van de collar zal de standbylamp in of buiten de reflector komen te hangen waarbij de voorkeur ligt bij een in de reflector geplaatste standbylamp.

- ✓ Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de ballast kan een temperatuur aan van 90 graden Celsius

De behuizing van de ballast komt in aanraking met aluminium. Aluminium heeft een maximum service temperature van 120-210 graden Celsius, afhankelijk van de precieze samenstelling van de legering. Het materiaal waarmee de behuizing in aanraking komt is zodoende zeker bestand tegen de temperatuur van 90 graden Celsius.

- ✓ Het materiaal waar de behuizing in aanraking komt met de fitting kan een temperatuur aan van 150 graden Celsius

De fitting wordt bevestigd aan een verstelstuk van verzinkt staal. Dit staal kan een temperatuur aan van 150 graden Celsius, maar zal zo goed geleiden dat het onderdeel waar dit verstelstuk aan bevestigd wordt ook van verzinkt staal zal worden gemaakt.

- De wattageschakelaar van de ballast kan worden ingesteld door de zakenpartner van Nedap
- De wattageschakelaar moet niet bereikt kunnen worden door de eindgebruiker zonder dat dit later zichtbaar is

Over de wattageschakelaar is nog geen duidelijkheid verkregen tijdens de duur van de bachelor eindopdracht. Zodoende is er geen rekening gehouden met de wattageschakelaar en voldoet het ontwerp op dit punt niet aan het programma van eisen.

- ✓ Voor opties in de ballast zijn gemakkelijk varianten van de armatuur te maken

Aan deze eis is voldaan omdat er aan de boven en onderkant makkelijk draden en bevestigingen aan de armatuur zijn toe te voegen door bijvoorbeeld extra gaten te boren in de vlakke onderdelen van de constructie. In de mallen voor het spuitgieten en dieptrekken zullen geen gaten zitten waardoor hier ook geen oplossing voor gevonden hoeft te worden zodra opties niet worden gebruikt.

- ✓ In het ontwerp is rekening gehouden met veiligheid op het gebied van brand, spanning en corrosie

In het ontwerp van de armatuur is ernaar gestreefd zoveel mogelijk rekening te houden met de NEN-EN-IEC 60598-1 norm voor armaturen en het UL keuringsrapport van de Luxon E-HID ballast, rapport E318768. Deze documenten behandelen veel manieren waarop een product fout kan gaan, maar kunnen ze niet allemaal voorzien. Bovendien was het door de korte tijdsspanne van het ontwerpproces niet mogelijk deze rapporten volledig te doorgronden. Wel kan gesteld worden dat er door rekening te houden met de norm en het rapport rekening is gehouden met veiligheid op het gebied van brand, spanning en corrosie.

- ✓ De armatuur kost exclusief connectoren, fitting, lamp en reflector maximaal €15,-

De armatuur zal gemaakt worden van verschillende onderdelen die zullen worden geforceerd, spuitgegoten, genibbeld en gebogen. Op dit moment worden de kosten hiervoor op €14,90 geschat per product. De totstandkoming van deze schatting is te lezen in tabel 4.1. In deze berekening is naast de in de eis al uitgesloten factoren geen rekening gehouden met de verpakking en collar, omdat er nog meer onderzoek moet worden gedaan voordat hier meer over bekend is.

Kostenschatting Luxon armatuur			
Spuitsietonderdeel: (witte onderdeel armatuur)		Totaalprijs 20.000 stuks	Prijs per stuk
Spuitsietmal ²⁷	€29.000,00	€29.000,00	€3,82
Materiaal, personeel, machineuur e.d. 100 stuks	€156,00	€31.200,00	
Personeelskosten coaten per stuk ²⁸ (€20/h)	€0,6667	€13.333,33	
Coating per stuk (€7/L)	€0,14	€2.800,00	
		€76333,33	
Dieptrekonderdeel: (aluminium onderdeel armatuur)			
Gereedschapskosten	€1.150,00	€1.150,00	€2,36
Materiaal, personeel, machineuur e.d. per stuk	€2,30	€46.000,00	
		€47.150,00	
Fittingverstelmechanisme: (beide delen, uit plaatstaal)			
CIMPL verstelonderdeel 1 per stuk ²⁹	€0,61	€12.200,00	€2,60
CIMPL verstelonderdeel 2 per stuk ³⁰	€0,91	€18.200,00	
Buigen verstelonderdeel 1 per stuk ³¹	€0,27	€5.400,00	
Buigen verstelonderdeel 2 per stuk ³²	€0,81	€16.200,00	
		€52.000,00	
Overige onderdelen (eigen productie):			
Luxon wireless dopje per stuk	€0,47	€9.400,00	€3,17
Bevestigingsplaatje per stuk	€1,00	€20.000,00	
Personeelkosten gehele assemblage en testen per stuk (€20/h)	€1,70	€34.000,00	
		€63.400,00	
Overige onderdelen (ingekocht):			
Staaldraad per stuk (6 meter, €0,20/m)	€1,20	€24.000,00	€2,95
Bevestigingsdelen staaldraad (inclusief verdeelstuk)	€1,50	€30.000,00	
Karabijnhaak	€0,25 ³³	€5.000,00	
		€59.000,00	
TOTALE PRIJS		€298.000,00	€14,90

tabel 4.1: Kostenschatting

Deze kostenberekening van de in tabel 4.1 weergegeven onderdelen is waarschijnlijk niet accuraat, omdat de dimensies van het product nog niet vast staan. ³⁴ Om toch een verwachting te geven voor het halen van de eis is gerekend met een (waarschijnlijk) te grote behuizing. Met deze behuizing (diameter 277mm in doorsnede) lijkt de eis gehaald. Toch zouden verdere ontwikkelkosten ervoor kunnen zorgen dat deze eis niet wordt gehaald. Op dit moment is er bij productie van 20.000 armaturen maximaal €2.000 over om de armatuur te ontwikkelen. Dit bedrag is naar schatting al opgebruikt in de vorm van stagevergoedingen, personeelskosten,

²⁷ Zie bijlage J voor de offerte van het spuitgieten

²⁸ Naar schatting duurt dit 2 minuten per product

²⁹ Zie bijlage I voor de kostenberekening van CIMPL

³⁰ Anderhalf maal de prijs van onderdeel 1

³¹ Op basis van berekening bij CIMPL, 2 buigingen

³² Op basis van verstelonderdeel 1, 6 buigingen

³³ Bron: <http://www.kleinmetaalshop.nl/karabijnhaken/40-karabijnhaak-40mm-verzinkt.html>

³⁴ Deze dimensies zijn afhankelijk van de lay-out van de printplaat en de vormgeving van de wattageschakelaar op de buitenkant van de ballast. Bovendien zal als het zwaartepunt van de printplaat erg uit het midden de armatuur groter worden of zal er extra gewicht toegevoegd worden zodat de armatuur recht hangt.

overheadkosten en overige kosten zoals reiskosten en beurskaartjes, terwijl de armatuur nog niet uitontwikkeld is. De ontwikkelkosten zullen echter niet over 20.000 armaturen worden verdeeld, omdat de armatuur waarschijnlijk meer dan één jaar achter elkaar verkocht gaat worden. Hoewel dit niet direct uit de formulering van de eis is te halen, is er in de eis ook niet uitgegaan van deze ontwikkelkosten. In principe is de eis dus gehaald als de ontwikkelkosten niet worden meegenomen in deze berekening. Indien de ontwikkelkosten wel zullen worden meegenomen in de berekening zijn nog niet voldoende gegevens beschikbaar. Met een realistische inschatting van de tot nu gemaakte ontwikkelkosten, de nog te maken ontwikkelkosten en het totale aantal armaturen dat verkocht gaat worden is een meer accurate kostenschatting te maken waarin ook de ontwikkelkosten kunnen worden meegenomen.

- ✓ De armatuur is geschikt voor massaproductie van 20.000 tot 50.000 stuks per jaar

In het productieproces van het product is gekozen voor spuitgieten, nibbelen en forceren, processen waarmee deze hoeveelheden goed te produceren zijn.

- ✓ De armatuur kan een uur lang belast worden met 32kg plus 4 maal het gewicht van de armatuur zelf zonder dat er blijvende vervorming optreedt

De staalkabels waarmee de armatuur bevestigd wordt hebben een groot draagvermogen: staalkabels van RVS met een diameter van 1mm kunnen al 57 kg dragen³⁵. Hoewel het gewicht van de armatuur nog niet helemaal duidelijk is, zal dit zeker onder de 1 kg liggen, waardoor de constructie van de armatuur niet meer dan 36 kg hoeft te kunnen dragen. Een andere zwakke schakel zou de karabijnhaak kunnen zijn. Deze heeft, zoals in hoofdstuk 3.3.3 al is besproken, een Safety Work Load van 60 kg en voldoet daarmee ook ruim aan de eis. Naast deze twee onderdelen zal ook de bevestiging van de staaldraad aan het koppelstuk waar meerdere staaldraden bij elkaar komen en de bevestiging aan de armatuur moeten voldoen. Hier zal bij nog rekening mee moeten worden gehouden.

4.2.2 TECHNISCHE EISEN MET BETREKKING OP DE BALLAST

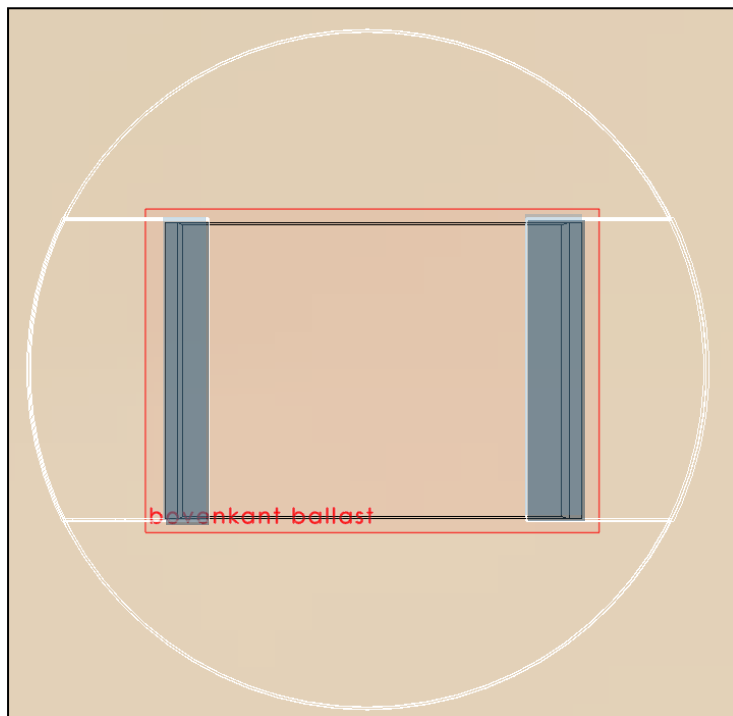
- ✓ Door de armatuur lopen 5 draden die vastzitten aan de ballast
 - Bovenkant:
 - Stroom ingang (220V of 120V)
 - DIM interface
 - DALI
 - Onderkant:
 - HID
 - Standbylamp uitgang
 - Nog onbepaald:
 - Wireless

In het ontwerp is er naast de ballast voldoende ruimte om de draden die aan de onderkant de armatuur uitgaan van de ballastuitgang naar de onderkant te leiden. De draden aan de bovenkant van de armatuur zullen naar een wartelbox worden geleid, waar de installateur de ballast aan kan sluiten op de verschillende netwerken (spanning, DALI) in het gebouw waar de installatie wordt uitgevoerd. De plaats waar de wireless aansluiting uit de ballast komt is inmiddels bekend: deze zal aan de onderkant van de ballast komen en zodoende direct naar de antenne lopen onder de ballast.

³⁵ http://www.touw-staalkabel.nl/index.php?cat_id=14&catname='Staalkabel%20voor%20allerlei%20doeleinden'

- ✓ De bodemplaat van de ballast is direct bevestigd aan de casing van de armatuur

Zoals in figuur 4.7 is te zien is raakt de bodemplaat van de ballast maar op een klein oppervlakte daadwerkelijk de armatuur. Dit oppervlakte is donkerblauw gekleurd. Op al het andere oppervlakte van de bodemplaat van de ballast is geen direct contact met de casing, wat zelfs tot een betere warmteafvoer leidt. Omdat deze eis is opgenomen in het programma van eisen en wensen om een goede warmteafvoer te garanderen, kan worden vastgesteld dat aan de achterliggende gedachte van de eis is voldaan.



figuur 4.7 Boven aanzicht van de ballast in de armatuur

- ✓ De LFSW ballast (OEM versie) van Nedap past in de armatuur

Met de bevestiging van de LFSW ballast is in het volledige ontwerp rekening gehouden. Zodra de maten van de LFSW ballast bekend worden zal het ontwerp de juiste dimensies krijgen zodat de LFSW ballast kan worden toegepast in de armatuur.

4.2.3 TECHNISCHE EISEN MET BETREKKING OP DE LAMP EN FITTING

- ✓ De lamp moet minstens 4 keer vervangen kunnen worden

De instructies voor het vervangen van de lamp zullen gelijk blijven aan de instructies die nu gelden voor de E-eHID fixture, omdat er niets is veranderd op de manier waarop de lamp vervangen moet worden. Zo is ook het wattage op het moment dat een lamp wordt vervangen niet meer te veranderen. Doordat de E-eHID fixture ook voldeed wordt er vanuit gegaan dat in deze armatuur de lamp minstens 4 keer vervangen kan worden.

- ✓ De lamp moet door één persoon vervangen kunnen worden

De manier waarop een lamp in deze nieuwe armatuur wordt vervangen is gelijk aan de manier waarop een lamp in de E-eHID fixture wordt vervangen. De lamp zal zodoende nog steeds door één persoon vervangen kunnen worden.

- ✓ De lengte van de HID draden tussen de fitting en de ballast is maximaal 1,5 meter

De HID draden zijn de stroomdraden die de lamp van spanning voorzien. Ze lopen van de ballast door de armatuur naar de fitting. Deze afstand zal aanzienlijk minder zijn dan 1,5 meter waardoor deze eis is gehaald.

- ✓ Er kunnen diverse lampen (en zodoende fittingen) in de armatuur worden bevestigd
 - E39
 - Ex39
 - E40
 - Medium Elite van Philips

Op dit moment is het mogelijk E39, EX39 en E40 fittingen in één armatuur toe te passen. De fitting voor de Medium Elite lamp (PGZX18) heeft afwijkende maten en zal samen met de G22 fitting in een ander fittingverstelstuk gebruikt worden. Omdat de keuze voor een fitting wordt gemaakt binnen Nedap zal dit voor het aantal versies van het product niet uitmaken.

4.2.4 TECHNISCHE EISEN MET BETREKKING OP DE REFLECTOR

- ✓ De reflectoren die in de armatuur gebruikt kunnen worden zijn bestaande reflectoren van andere bedrijven dan Nedap

In de armatuur is rekening gehouden met zes reflectoren: Lexalite 816, Lexalite 221, Lexalite 822, Auer Jewel, Aurer Diamond en de Jordan 420 reflector. Deze reflectoren van verschillende fabrikanten buiten Nedap worden nu al vaak door klanten van Nedap Light Controls gebruikt.

- ✓ De armatuur is te verbinden met meerdere soorten reflectoren met en zonder lens

De armatuur kan met minstens zes reflectoren gebruikt worden. Deze reflectoren blijken zelf systemen te hebben waarmee reflectorlenzen aan de reflector vastgemaakt kunnen worden waardoor hier geen oplossing voor bedacht hoefde te worden. Verschillende kunststof en aluminium reflectoren zijn met collars zoals de ECO-shield downlightcollar aan de armatuur te verbinden. Voor de glazen reflectoren wordt gebruik gemaakt van ondersteunende haken, waardoor ook deze soort reflectoren toepasbaar is in de nieuwe armatuur.

4.2.5 TECHNISCHE EISEN MET BETREKKING OP HET DRAADLOZE SYSTEEM

- ✓ In de armatuur is minstens 6300 mm³ ruimte voor een antenne

Door de antenne in hetzelfde dopje te plaatsen als in de Luxon E-eHID fixture is er voldoende ruimte voor de antenne.

- ✓ De antenne moet zich aan de onderkant van de ballast bevinden

De antenne zal op de aluminium schijf onder de ballast worden vastgezet waardoor deze zich onder alle aluminium delen van de armatuur bevindt. De antenne zou wel last kunnen ondervinden van de reflector, collar, fittinghouder, lamp en fittingverstelmechanisme. Op dat vlak blijft de situatie ongewijzigd ten opzichte van de E-eHID fixture, waar blijkt dat de antenne uit de praktijk niet te veel gehinderd wordt door deze onderdelen.

4.2.6 VORMGEVINGSEISEN

- ✓ De armatuur voldoet aan de IP-20 norm

Er zitten geen gaten groter dan 12,5 mm in de bovenkant van de behuizing. In de onderkant van de armatuur kunnen wel voorwerpen binnendringen in het fittingverstelmechanisme, maar aangezien deze voorwerpen dan niet direct toegang hebben tot elektronische componenten is dit voor een IP-20 armatuur toegestaan.

- ✓ De armatuur past in meerdere retailomgevingen

Doordat er niet veel gebruik is gemaakt van kleur en de armatuur voornamelijk bestaat uit simpele vormen die ook in een groep niet slordig ogen is deze armatuur geschikt voor veel retailomgevingen. Voornamelijk in omgevingen met een wit plafond zal de armatuur zo min mogelijk opvallen, omdat de bovenste helft van de armatuur ook een witte kleur heeft.

- ✓ Product is duidelijk herkenbaar als onderdeel van de Luxon serie

Deze eis is lastig te controleren en daardoor eigenlijk geen eis. Wel kan worden gezegd dat er door het dopje groen te maken en de bovenkant van de armatuur een witte kleur mee te geven meer een Luxonuitstraling wordt verkregen dan met de uitstraling van de E-eHID fixture.

4.2.7 TECHNISCHE WENSEN

- ✓ De lamp/fitting is in hoogte verstelbaar ten opzichte van de reflector

Aan deze wens wordt voldaan doordat de fitting in hoogte verstelbaar is gemaakt ten opzichte van de reflector.

- ✓ Aan de bovenkant van de armatuur zijn geen stekkerverbindingen

Door geen gebruik te maken van stekkers aan de bovenkant van de armatuur is aan deze wens voldaan. Wel komen er kabels uit deze kant van de armatuur en zit hier de ingang van de wartelbox, maar aangezien deze onderdelen niet de nadelen hebben van stekkerverbindingen zal dit geen problemen oplossen.

- Het is zichtbaar als de eindgebruiker het product open heeft gemaakt

De gebruiker moet het product openen om bij de wartelbox te kunnen komen en de armatuur te installeren. Hoe de wartelbox precies bereikbaar is, is nog niet duidelijk. Aan deze wens voldoet de armatuur zodoende niet.

5. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

5.1 CONCLUSIE

5.1.1 EVALUATIE VAN HET ONTWERP

Uit de toetsing van het ontwerp aan het programma van eisen en wensen blijkt dat het ontwerp niet aan alle eisen voldoet. De eisen waaraan de armatuur niet aan voldoet zijn de eisen met betrekking tot de wattageschakelaar. Dat de armatuur nog niet voldoet aan deze eisen was voorzien omdat er in het ontwerpproces nog niet op deze functie is ingegaan. Wel is er al enigszins rekening gehouden met de wattageschakelaar doordat pas op een redelijk laat moment in het ontwerpproces is besloten de toegang tot deze schakelaar door te schuiven naar een latere ontwerpfase. Bovendien is wel voldaan aan de eis: 'Voor opties in de ballast zijn gemakkelijk varianten van de armatuur te maken' waardoor het tot weinig problemen zal leiden om de wattageschakelaar in het ontwerp te integreren.

Naast de wattageschakelaar leverde ook de kostenschattting enige problemen op in de toetsing van het programma van eisen. De eis die de maximale prijs van het product aangaf bleek niet duidelijk genoeg te zijn geformuleerd, waardoor deze nu op verschillende manieren was te interpreteren.

De afdeling sales bleek tijdens de presentatie van het ontwerp kritisch tegenover het tonen van kunststof in de behuizing, omdat deze innovatieve manier van koeling niet goed aan zou sluiten bij de Amerikaanse markt. Dat direct onder de kunststofbehuizing een aluminium profiel zit blijkt niet voldoende te zijn om klanten te overtuigen. Op dit punt zijn enkele aanbevelingen gedaan die in de aanbevelingen besproken zullen worden.

Ondanks de bovenstaande punten valt te concluderen dat het voorlopige ontwerp zoals deze in hoofdstuk 4 gepresenteerd is een geslaagd ontwerp is geworden, maar dat er nog wel rekening moet worden gehouden van de uitstraling van de armatuur tegenover de Noord-Amerikaanse markt. Als terug wordt gekeken naar de collages in figuur 2.7 en 2.8 blijkt dat er redelijk is voldaan aan de uitstraling die Nedap Light Controls voor ogen had. Bovendien zal de armatuur redelijk uit de toon vallen wanneer deze in de collage van figuur 2.9 wordt geplaatst door de witte kleur van de bovenkant en de ruimte onder de ballast. In een retailomgeving blijkt de armatuur echter niet zo op te vallen, zoals is te zien in figuur 5.1³⁶.

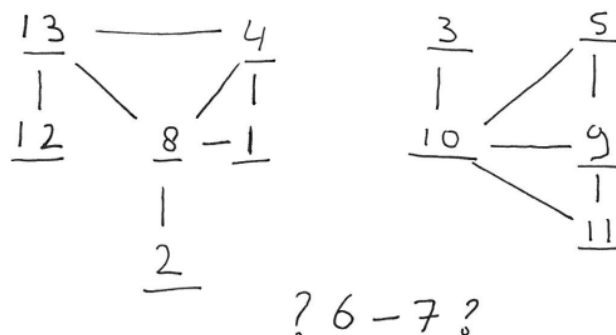


figuur 5.1 Retailomgeving met de nieuwe armatuur

³⁶ Bron foto (één van de eerste hits op google voor 'mall') <http://engloholics.blogspot.nl/2012/02/if-i-ran-mall.html>

5.1.2 EVALUATIE VAN DE ONTWERPMETHODE

De ontwerpmethode die is toegepast in het ontwerpen van de LFSW ballast is geen standaard ontwerpmethode. Geïnspireerd door de verschillende functies die de ballast moet kunnen volbrengen is voor een zeer systematische aanpak gekozen om dit ontwerpprobleem aan te pakken. Leidraad in deze aanpak waren de functies van de ballast en hun invloed op andere functies. Eerder was al de mogelijke functieverhouding weergegeven, in figuur 5.2 is de functieverhouding weergegeven zoals deze nu in het ontwerp tot stand komt.



figuur 5.2 De nieuwe functieverhouding

Functie 6 en 7 zijn nog niet met de rest van het ontwerp verbonden, omdat er nog niet genoeg duidelijkheid was over de wattageschakelaar om deze in het ontwerp te integreren. Naast dat deze twee functie los staat van de rest valt op dat er twee groepjes zijn gevormd in de functieverdeling. Als de functies nader bekeken worden blijkt dat één groep betrekking heeft op de bovenkant van de armatuur, en de andere groep betrekking heeft op de onderkant van de armatuur. De holle buis tussen het fittingverstelmechanisme en de aluminium schijf blijkt deze scheidslijn fysiek te benadrukken. Aangezien deze holle buis niet direct een functie heeft als de functies die in de functieverhouding zijn opgenomen wordt deze in afbeelding 5.1 niet weergegeven.

In het ontwerpproces is iedere functie als een probleem beschouwd dat moest worden opgelost. Door verschillende oplossingen naast elkaar te zetten kon voor de beste weergegeven oplossing gekozen worden. Hierdoor kan een heel efficiënt ontwerp ontstaan, maar dit hoeft niet altijd het geval te zijn. Zo kunnen oplossingen voor de deelproblemen over het hoofd worden gezien, of kan de invloed van een functie op een andere functie worden onderschat. Door bij de keuzes voor de deeloplossingen deze twee mogelijke fouten voortdurend mee te nemen in de te maken keuzes is geprobeerd hier zoveel mogelijk rekening mee te houden.

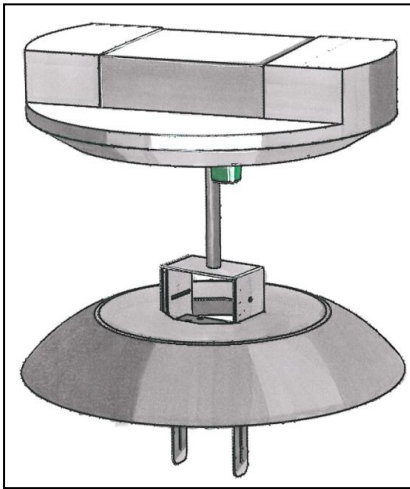
Een ander nadeel van dit ontwerpproces is dat er niet makkelijk een eerder genomen beslissing kan worden gewijzigd, omdat alle nakomende functies beïnvloed kunnen worden door deze gewijzigde functie. De uitkomst van dit ontwerpproces is zodoende ook maar één oplossing, terwijl er waarschijnlijk meerdere mogelijk zijn. Dit biedt ook geen mogelijkheid om verschillende ontwerpen met elkaar te vergelijken.

5.2 AANBEVELINGEN VERDERE PRODUCTIE EN ONTWIKKELING

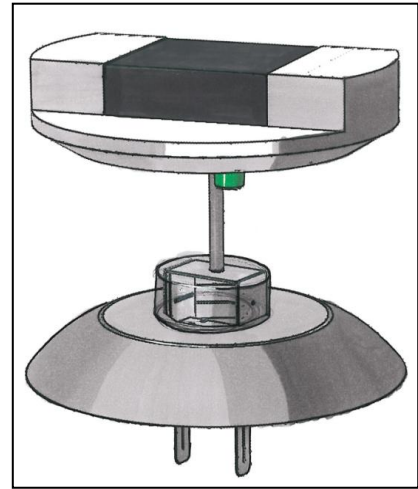
Uit de evaluatie van de ontwerpmethode is gebleken dat er als bijkomstigheid van het gekozen ontwerpproces maar één oplossing uit de ontwerp vraag is voortgekomen. Het nadeel hiervan is dat er niet alleen niet gekozen kan worden tussen verschillende opties, maar de gegenereerde oplossing ook niet vergelijken kan worden met andere mogelijke oplossingen. Er wordt dan ook voorgesteld nog wel enkele opties uit te werken, waar vooral op de acceptatie door de markt moet worden gelet. Vanuit de afdeling sales zijn er enkele zorgen geuit over dit punt, omdat de armatuur door geen behuizing over de ballast te leggen gemakkelijk als 'te innovatief' (en daarmee te veel risicodragend) kan worden opgevat door potentiële kopers. Als de voordelen van de armatuur niet direct duidelijk worden zullen deze een ander merk prefereren omdat deze er meer vertrouwd uit ziet. Concreet wordt voorgesteld om een onderzoek te houden onder klanten en partners van Nedap waarbij de volgende opties met elkaar vergeleken worden:

- Het ontwerp zoals beschreven in hoofdstuk 4
- Het ontwerp met een volledig dichte bovenkant, waarbij het spuitgietonderdeel aan de bovenkant gaan gat bevat

- Het ontwerp zoals weergegeven in hoofdstuk 4 met de ballast in dezelfde kleur als het witte spuitgietonderdeel (afbeelding weergegeven in figuur 5.3)
- Het ontwerp met rond het fittingverstelmechanisme een extra behuizing (afbeelding weergegeven in figuur 5.4)



figuur 5.3 Armatuur met witte ballast

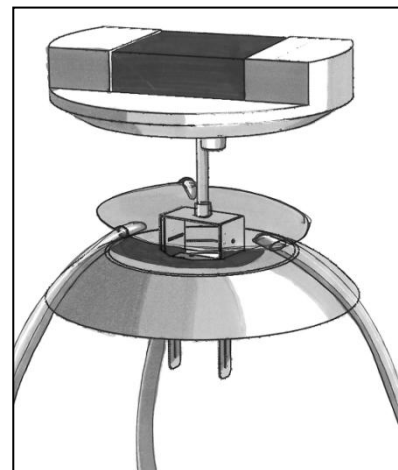


figuur 5.4 Armatuur met afdichting rond het fittingverstelmechanisme

Bij deze opties komt een SolidWorksrender, een warmteonderzoek waarin de armatuur vergeleken wordt met concurrerende armaturen en een salesspecificatie inclusief kostprijs. Met deze informatie wordt aan de geïnterviewde gevraagd welke armatuur gekocht zou gaan worden als de geïnterviewde het voor het zeggen zou hebben en wat zijn beweegredenen hierbij zijn.

De warmtetest die uitgevoerd zal gaan moeten worden, wordt niet alleen aangeraden als er een onderzoek komt naar de verkoopbaarheid van de nieuwe armatuur. Een warmteonderzoek via SolidWorks of met een realistisch model zou uit kunnen wijzen hoe hoog de omgevingstemperatuur kan worden totdat er voor de ballast geen levensduur meer kan worden gegarandeerd van 10 jaar. Als blijkt dat de warmteafgifte zo efficiënt is dat deze omgevingstemperatuur omhoog bijgesteld kan worden zal er wellicht een grotere markt ontstaan voor het product. Daarnaast is het handig voor toekomstige ontwerpen binnen Nedap om te documenteren hoe warm een fitting werkelijk wordt.

Niet alleen op het gebied van warmte, maar ook op het gebied van reflectoren valt er winst te behalen door het uitvoeren van onderzoek. Koen Smits, adviseur van lichtconsult.nl wist Nedap Light Controls op dit gebied goed te typeren: "Waar het grootste deel van de lichtindustrie kijkt naar wat voor licht er nodig is en daar het ontwerp op aanpast, begint Light Controls met een ballast en kijkt zij wat voor licht ermee gemaakt kan worden." Gezien de producten die deze marktgroep maakt is het logisch dat er op deze manier naar het ontwerpproces van verlichting wordt gekeken, maar voor de markt is het vooral bij het maken van een armatuur van belang dat er ook gebruik wordt gemaakt van een geschikte reflector. Daarnaast, concreter over dit ontwerp, zal nog moeten worden onderzocht hoe glazen reflectoren in de armatuur kunnen worden bevestigd. Plannen die er nu zijn leiden tot een uitwerking als in figuur 5.5.



figuur 5.5 Voorstel bevestiging glazen reflector

In dit ontwerpproces is een manier gevonden om de fitting van de lamp ten opzichte van de reflector te verstellen. Deze manier is erg nieuw waardoor er nog veel aan onderzocht zal moeten worden. Zo blijkt het verschil tussen de verstelstanden zo groot te zijn dat de lamp wellicht niet meer in het verstelmechanisme

gemonteerd kan worden en er door het verstelmecanisme een enorm rendementsverlies op kan treden als de lamp in de hoogte stand staat, doordat het verstelmecanisme zo groot is. Naast dit punt moet er ook gekeken worden naar de veerkracht die nodig is om een goede werking van het mechanisme te garanderen. Aangeraden wordt deze zaken te onderzoeken door middel van een SolidWorks model met verschillende lampen en fittingen. De standen en het toepassen van de lamp kunnen worden onderzocht door middel van 'collision detection' en de veerkracht kan met simulaties worden bepaald. Naast dit SolidWorks model kan het lonen om een FMEA uit te voeren op de assemblage van de fittingverstelling, om te ontdekken of er kritieke onderdelen zijn waar rekening mee moet worden gehouden.

De precieze ophanging van de armatuur en de bereikbaarheid van de wattageschakelaar zijn afhankelijk van het uiterlijk en de gewichtsverdeling van de LFSW ballast. Hoe recht de armatuur hangt is met het zwaartepunt van de armatuur in te stellen. Als het zwaartepunt van de ballast erg afwijkt van het midden, zal deze uit het midden moeten worden gehangen, of moet er gewicht worden toegevoegd zodat de armatuur toch recht hangt. Bovendien kan het voor het rechthangen van de armatuur lonen om te onderzoeken of de armatuur ook scheef kan gaan hangen door een windvlaag of een constante luchtstroom uit de airco.

Bij de aanpassingen op het ontwerp met betrekking op de wattageschakelaar moet rekening worden gehouden met de productinformatie, omdat het wattage van de ballast bepaald welke soort lamp in de armatuur gebruikt kan worden. Het zou ideaal zijn als de stand van de wattageschakelaar aan de buitenkant van de armatuur valt af te lezen zodat er geen productinformatie hoeft te worden geplaatst door diegene die de wattageschakelaar verstelt. Dit scheelt tijd en minimaliseert de kans op fouten in het plaatsen van de productinformatie.

Naast dat de manier waarop de armatuur wordt opgehangen nog niet is vastgelegd doordat de eigenschappen van de ballast nog bepaald moeten worden, is ook de methode waarmee de ballast precies wordt opgehangen niet bekend. Er is weliswaar sprake van een bevestigingsplaatje onder de ballast, de manier waarop dit bevestigingsplaatje aan het spuitgietonderdeel wordt vastgemaakt moet nog worden onderzocht. De voorkeur gaat op dit moment uit van een aan de buitenkant onzichtbare bevestiging zodat de buitenkant van de armatuur zo strak mogelijk wordt gehouden.

De eis over de kostprijs van de armatuur was niet genoeg gespecificeerd om te beslissen of maatregelen moeten worden genomen om de kosten terug te dringen. Als er op kosten zal moeten worden bespaard kan dit door een kleinere armatuur te maken (hoe klein de armatuur kan worden is afhankelijk van de uiteindelijke eigenschappen van de ballast) of de onderste aluminium schijf '(het 'dieptrekonderdeel') weg te laten. In plaats van deze schijf kan het bevestigingsplaatje zo worden doorgetrokken dat deze de armatuur afsluit. Het weglaten van de aluminium schijf maakt de armatuur wel minder geschikt voor de retail. Een laatste optie om de armatuur goedkoper te maken is door minder versies in te voeren. Er zou bijvoorbeeld besloten kunnen worden de Philips CDM-T lampen niet te gebruiken waardoor er een fittingverstelonderdeel minder hoeft te worden gemaakt, ontwikkelkosten op de aansluitingen met de reflectoren worden bespaard (de PGX18 fitting is zo breed dat bijvoorbeeld de ECO-shift downlightcollar niet toepasbaar is) en verschillende administratiekosten in de verkoop worden vermeden. Een marktonderzoek zou samen met een kostenschatting kunnen uitwijzen of dit een slimme zet is in de huidige markt.

Een manier waarop de winst van dit product wellicht vergroot kan worden is het uitbrengen van een IP-65 model. De aanpassingen die aan dit ontwerp moeten worden gedaan om het IP-65 te maken is het afdichten van het fittingverstelmechanisme, dicht maken van de bovenkant van de ballast, gebruiken van IP-65 connectoren met afdichtkapje voor als er geen standbylamp of motionsensor wordt gebruikt, het verplichten van een gesloten lens en het dicht maken van alle verbindingen tussen de verschillende onderdelen. Deze aanpassingen hebben een groot effect op de warmtehuishouding en kostprijs van het ontwerp, maar kunnen wellicht te verantwoorden zijn doordat er een grotere afzetmarkt ontstaat. Aanbeveling is om indien er een IP-65 variant wordt gemaakt, deze naast de IP-20 variant te verkopen.

De vormgeving van de armatuur is op dit moment redelijk geschikt voor in de retail. Verbeterpunten die nog gemaakt zouden kunnen worden in het ontwerp zijn:

- 'Luxon' toevoegen aan de armatuur door deze tekst in de spuitgietmal van het witte onderdeel toe te voegen, het voordeel hiervan is dat de armatuur op beurzen duidelijker herkenbaar is.
- De ronde rand in de armatuur doortrekken zodat boven de aluminiumschijf een witte schijf lijkt te hangen. Of de armatuur zo nog ronder en daarmee meer draaisymmetrisch lijkt zal kunnen worden uitgetoetst.
- Door de stroomkabel van de motionsensor in lengte verstelbaar te maken zal deze kabel bij iedere reflector niet onder de reflector gaan hangen wat een slordig beeld geeft.

Naast deze vormgevingsaanbevelingen is het voor de vormgeving van de armatuur ook van belang dat er nogmaals goed naar de onderste aluminium schijf wordt gekeken. Belangrijk hierbij is voornamelijk de weerkaatsing van het licht bij verschillende collars. Als dit licht fel weerkaatst kan worden in de ogen van iemand die op de grond loopt is het in sommige situaties erg gevaarlijk deze armatuur te gebruiken. Een kwalijke reflectie zou opgelost kunnen worden door de geometrie van de schijf te veranderen of door een andere oppervlakte behandeling te gebruiken op de schijf.

Tijdens de presentatie voor de medewerkers van de marktgroep Light Controls bleek dat het toepassen van een wartelbox in de armatuur ook enkele nadelen met zich mee brengt. Het grootste en belangrijkste nadeel hierbij is dat het lastig is de stroom van de ballast af te halen als er geen gebruik wordt gemaakt van een besturingssysteem zoals DALI, 1-10V of Luxon wireless of er in de installatie geen stekker aan de netspanningskabel is toegevoegd. In hoeverre dit een probleem is in de verschillende situaties waarin de armatuur zal worden opgehangen zal nog onderzocht moeten worden om in zoveel mogelijk omgevingen van de armatuur een veilige situatie te kunnen garanderen.

Ten slotte blijkt het ontwerp van de armatuur zo innovatief te zijn in de wereld van de high bay verlichting dat het lastig is de verkopers van de armatuur zelf te overtuigen van de kracht van dit ontwerp. Naast het marktonderzoek dat in het begin van de aanbevelingen is geopperd zouden de afdeling sales ook meer bij het verdere ontwerpproces van de armatuur betrokken moeten worden. Dit kan door de poster van het ontwerp die nu op de afdeling hangt bij te houden en te veranderen als er aanpassingen zijn aan het ontwerp. Bovendien kan met behulp van SolidWorks een 3D model (eDrawing) worden rondgestuurd waarmee ook mensen die geen ervaring hebben met SolidWorks het model 3D kunnen bekijken. Verder kunnen de verschillende collega's van alle disciplines bij het ontwerp betrokken worden door de volgende vraag bij ze neer te leggen: 'Wat wordt de naam van deze nieuwe armatuur?'

BIJLAGEN

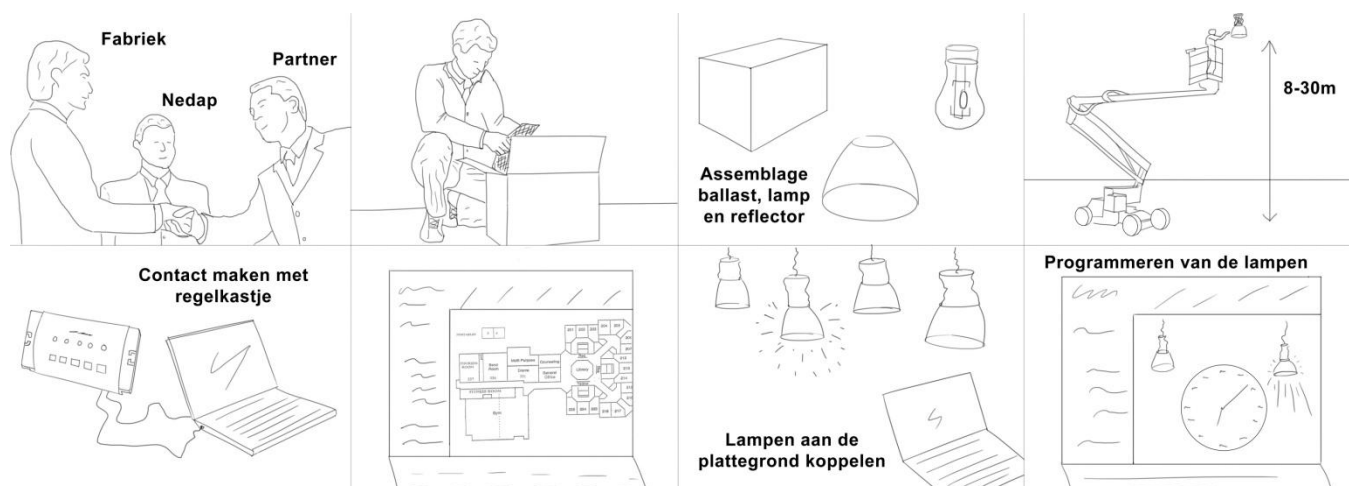
APPENDIX A WOORDENLIJST

<i>Armatuur</i>	De armatuur is het onderdeel van de totaaloplossing die Nedap Light Controls wil bieden aan zakenpartners waar de ballast, reflector, collar, fitting en lamp geen deel van uitmaken
<i>Ballast</i>	Voorschakelapparatuur, wordt gebruikt om gasontladingslampen aan te sturen, hoofdproduct van Nedap Light Controls
<i>Collar</i>	Verbindingsstuk dat het mogelijk maakt om de reflector met de rest van de armatuur te verbinden
<i>Connectoren</i>	Stekkerverbindingen
<i>DALI</i>	Digital Addressable Lighting Interface, niet-draadloos besturingssysteem voor verlichtingssystemen
<i>Diminterface</i>	Connector in de behuizing die leidt tot de 1-10V ingang op de ballast, aan deze connector kan onder andere een bewegingssensor worden gehangen waarmee de lamp gedimd kan worden
<i>elco</i>	Electronische condensator
<i>Fixture</i>	Met deze term wordt het vorige model aangeduid, de E-eHIDfixture, in een fixture is in het algemeen minder rekening gehouden met de onderdelen die nog toegevoegd moeten worden om een totaaloplossing te verkrijgen dan in een armatuur
<i>HID lamp</i>	High-intensity discharge lamp, gasontladingslamp, zie voor meer informatie bijlage C
<i>High bay, high bay market</i>	De markt waarin Luxon producten worden verkocht, hoge plafonds of andersoortige locaties waarop van grote hoogte het grondoppervlakte wordt verlicht
<i>IP norm</i>	Ingress Protection Rating, norm wordt beschreven of stof, water en voorwerpen in het product kunnen doordringen, zie voor meer informatie bijlage C
<i>LCL afstand (Light Centre Lenght)</i>	De lengte van het punt waarop de lamp contact maakt in de fitting tot het punt waar licht wordt gegenereerd in de lamp.
<i>LED</i>	Light Emitting Diode
<i>Lens</i>	Afdichting van de onderkant van de reflector om ook ANSI type-E lampen mogelijk te maken, licht van de lamp sterker in een bepaalde richting te sturen of bescherming tegen het glas van de lamp in sporttoepassingen
<i>Lichtpunt, Light bulb</i>	De positie in de lamp waar het licht wordt gegenereerd

<i>Lumen</i>	Eenheid voor de hoeveelheid licht, grootheid: Luminous flux
<i>Noord-Amerika</i>	De Verenigde Staten en Canada
<i>OEM</i>	Original Equipement Manufacturer, tussenhandelaar, voor Nedap inkoper van ballasten maar ook concurrent van de nieuwe armatuur
<i>Reflector</i>	Kap om de lamp om het licht van de lamp in de juiste vorm naar het verlichte object te sturen
<i>Restrike time</i>	Tijd vanaf het uitzetten van de lamp totdat de lamp opnieuw licht geeft, deze tijd ontstaat doordat de lamp eerst af moet koelen voordat de ballast deze opnieuw kan aansturen
<i>Safety Work Load</i>	Het maximale draaggewicht gedeeld door een veiligheidsfactor
<i>Standbylamp</i>	Extra lamp die aangaat zodra de hoofdlamp nog te warm is om aan te gaan voordat de ballast deze opnieuw kan aansturen, de standbylamp werkt via de ballast op netspanning en is zodoende niet wettelijk geldig als 'emergency lighting'
<i>Totaaloplossing</i>	De armatuur inclusief ballast, connectoren, reflector, collar, lamp en fitting, de armatuur zoals deze bij de klant komt te hangen

APPENDIX B INSTALLATIE BIJ HEYWINKEL IN BRAMSCHE, DUITSLAND

Aangezien de lampen in de fabriekshal van Heywinkel binnenkort aan vervanging toe zijn is erdoor de bedrijfsleiding van Heywinkel voor gekozen 50 Nedap Luxon lampen te installeren als proef. Indien de proef succesvol is zal de installatie uitgebreid kunnen worden naar meer dan 500 lampen. De installatie ging zoals grafisch weergegeven in onderstaande figuur:



Installatie bij Heywinkel, te Bramsche

Bij de installatie waren de installateur van de fabriek, een afgevaardigde van customerservice van Nedap en de Duitse partner die de lampen aan Heywinkel had verkocht aanwezig. Tijdens een gesprek met de installateur van de fabriekshal, Paul Dederer, gaf hij aan te hebben gekozen voor Nedap omdat met de nieuwe lampen naar verwachting 30% wordt bespaard ten opzichte van de huidige situatie. Vormgeving vond hij totaal niet belangrijk, aangezien alles in de fabriekshal voornamelijk functioneel moet zijn. In de hal werden auto-onderdelen geproduceerd zoals de bekleding van de binnenkant van autodeuren. Op de oudere lampen was van beneden af geen stof te zien, terwijl er overal anders wel stof aan het plafond hing.

In de afbeelding van de installatie is niet ingegaan op de assemblage van ballast, lamp en reflector omdat deze op dit moment erg slecht is en verbeterd zal worden op de punten die in de hoofdtekst beschreven zijn.

APPENDIX C ACHTERGRONDINFORMATIE

IP-XX KWALIFICERING

IP staat voor Ingress Protection Rating, maar wordt ook wel eens opgevat als International Protection Rating. IP geeft een score aan op het gebied van indringing van voorwerpen (waaronder handen en vingers), stof en water in mechanische casings en elektrische behuizingen.

De IP score wordt weergegeven door de letters IP, een cijfer van 0 tot 6 voor de score van preventie voor het indringen van voorwerpen en een cijfer van 0-8 voor de score voor de mate waarin water door kan dringen.

De IP kwalificering is een Europese kwalificering, de variant uit de Verenigde Staten heet de NEMA score. IP-20 is vergelijkbaar met een NEMA score van 1, IP-65 is vergelijkbaar met een NEMA score van 4 of 4x en IP-67 is vergelijkbaar met een NEMA score van 6. Doordat NEMA andere richtlijnen gebruikt en ook met andere factoren rekening houdt is het niet zeker dat een product met IP-67 ook altijd een NEMA score van 6 krijgt.

In het ontwerp dat gemaakt gaat worden moet rekening worden gehouden met IP-20. Om te ontdekken wat dit inhoudt is deze score vergeleken met een IP-23, IP-65 en IP-67 score.

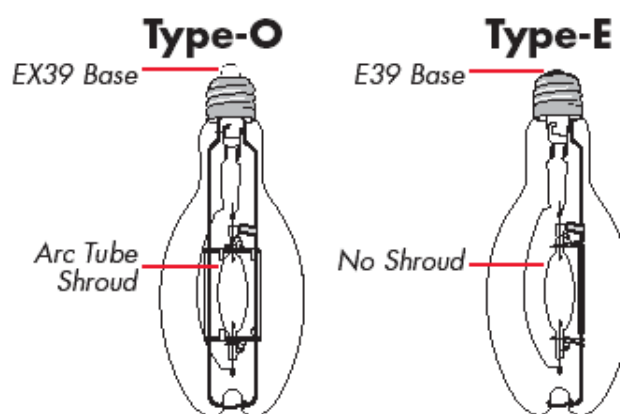
Indringen van voorwerpen (eerste getal)	
2	Bestand tegen indringen van voorwerpen >12,5 mm. Effectieve behuizing om te beschermen tegen vingers of soortgelijke objecten
6	Geen indringen van stof mogelijk: volledige bescherming tegen enige vorm van contact
Indringen van water (tweede getal)	
0	Niet beschermd
3	Er is geen schade aan het product als hier 5 minuten lang onder een hoek water op wordt gespoten (druk: 80-100 kN/m ²)
5	Als er water op gespoten wordt heeft dit geen kwalijke effecten
7	Als het product tot 1 meter onderwater wordt gehouden dringt er nog geen water in door

Een product met IP-20 keurmerk is zodoende niet bestand tegen water en stof, maar wel tegen het indringen van voorwerpen groter dan 12,5 mm.

HID LAMPEN

De term HID staat voor High-intensity discharge. Bij HID lampen wordt licht gegenereerd door een elektrische lading door gas te sturen. De lading waarmee dit plaatsvindt is hoger dan de lading die ervoor zorgt dat het licht in stand wordt gehouden. De hoogte van de lading wordt door de ballast geregeld. Omdat HID lampen in vergelijking met andere lampen weinig warmte uitstralen hebben HID lampen een relatief hoog rendement.

Het gas dat gebruikt wordt in HID lampen kan uit verschillende materialen bestaan. Deze samenstelling is verantwoordelijk voor de eigenschappen van de lamp, zoals de correlated color temperature en de color rendering index. Naast de eigenschappen van het licht dat uitgezonden wordt, wordt in het ontwerp van de lamp meegenomen of de lamp een closed fixture lamp (type-E) of een open fixture lamp (type-O) moet zijn. Zoals in de figuur hiernaast is te zien is de aanwezigheid van een 'Arc Tube Shroud' van de lamp bepalend.



Aan het einde van het leven van de lamp is het mogelijk dat het gas in de lamp onder zulke hoge druk staat dat de lamp explodeert. Als er sprake is van een closed fixture lamp houdt niets de ontsnapping van de glasscherven en het gas tegen als de lamp ontploft. Bij zo'n lamp moet dan ook altijd sprake zijn van een gesloten armatuur zodat in ieder geval de glasdeeltjes opgevangen kunnen worden. Zo'n gesloten armatuur kan worden verkregen door een reflector af te sluiten met een lens, die het licht direct in een bepaalde richting kan sturen. Nadeel van een closed fixture is dat er altijd licht verloren gaat doordat er materiaal tussen de lamp en buitenwereld zit. Dit verlies kan zelfs bij een lens al oplopen tot 16%.



In een open armatuur kunnen open fixture lampen worden toegepast, omdat er in de lamp al een extra bol (de Arc Tube Shroud) is toegepast waarin het glas terecht kan komen. Een foto van een geëxplodeerde open fixture lamp is te zien in figuur rechtsboven.

Deze opdeling in open fixture en closed fixture lampen staat beschreven in een ANSI-norm (American National Standards Institute) waarin eigenlijk sprake is van drie soorten lampen; de eerder besproken type-O, type-E en de type-S lamp. Deze laatste lamp zal hier niet worden toegelicht omdat deze na waarschuwingen van Amerikaanse verzekeringsmaatschappijen niet meer veel voorkomt.

In dezelfde ANSI-norm is ook beschreven hoe de consument het verschil kan zien tussen de type-O en type-E lamp. Zo hebben lampen met een open fixture een extra grote fitting, waardoor een closed fixture HID lamp in een open fixture nooit contact zou kunnen maken met de ingangsstroom. Naast deze voorzorgsmaatregel wordt in de Verenigde Staten een 'X' toegevoegd aan de naam van de lamp met een open fixture.

CORRELATED COLOR TEMPERATURE EN COLOR RENDERING INDEX

De correlated color temperature en color rendering index zijn twee eigenschappen waarmee licht beschreven kan worden. De kleurtemperatuur (Color Temperature, CT) van een lamp geeft aan welke kleur licht de lamp uitzendt. Deze kleurtemperatuur wordt gegeven in graden Kelvin waarbij kleuren >5000K worden bestempeld als 'koude' kleuren zoals blauwachtig wit en kleuren tussen de 2700 en 3000 K worden bestempeld als 'warme' kleuren zoals rood en geelachtig wit.

Aangezien HID lampen geen hitte gebruiken om te branden is er een alternatieve schaal bedacht, de Correlated Color Temperature, CCT.

Naast de schaal waarmee wordt weergegeven welke kleur het licht heeft dat wordt uitgezonden is het ook belangrijk om te weten hoe de kleur van een object wordt beïnvloed door de lamp die erboven hangt. De waarde die wordt gebruikt om dit weer te geven is de CRI, Color Rendering Index, en is onder andere afhankelijk van de soort lamp die gebruikt wordt. Bij kwartslampen ligt de CRI waarde rond de 70%, terwijl de keramische lampen waar Nedap nu met de nieuwe ballast ook gebruik van kan maken een CRI kunnen hebben van meer dan 90%. Tussen de 90% en 100% zit zo weinig verschil dat dit met het menselijk oog nauwelijks is waar te nemen. Juist de implementatie van keramische lampen maakt deze nieuwe ballast dan ook zo geschikt voor de retail.

APPENDIX D BESLUITEN OVER DE FUNCTIES VAN DE ELEKTRONICA

Om meer duidelijkheid te krijgen over de opties die in de OEM ballast aanwezig zullen zijn en de functies die de armatuur zal moeten gaan vervullen heeft er op 27 april een overleg plaatsgevonden met de gehele afdeling sales, de mechanical engineer en project manager. Ook customer service en de marktgroep leider waren korte tijd aanwezig.

Tijdens de bijeenkomst werd met een formulier gewerkt waarop de vragen en mogelijke antwoorden stonden opgesteld. De enige informatie die bij deze vragen kon worden verstrekt was de kostprijs van de verschillende onderdelen. Deze kostprijs was als volgt door de mechanical engineer vastgesteld:

Kosten	Kostprijs	Prijs voor klant
Wireless	€12,00	€25,00
Dali	€1,50	
3-puntsingang	€1,25	
5-puntsingang	€2,75	
Voeding sensor	(onbekend)	
Standbylamp	€1,30	

Het resultaat van de bijeenkomst is hieronder weergegeven, waarbij de vragen en alle mogelijke antwoorden zijn weergegeven. De antwoorden die zijn aangenomen zijn dikgedrukt gemaakt.

Over de OEM ballast:			
- Is het mogelijk om aan de 1-10V ingang een sensor te plaatsen?	Ja	Nee	2 versies
- Komt er een voeding voor de ballast (24V of 12V)	Ja ³⁷	Nee	2 versies
Over de armatuur:			
- Gebruik maken van wireless of DALI?	Ineen	Apart	
- Wat voor ingangen?	3-puntsingang + DALI ³⁸	5-puntsingang	
- Is het mogelijk een bewegingssensor aan te sluiten?	Ja	Nee	
- Is het mogelijk een standbylamp aan te sluiten in de VS?	Ja	Nee	
- Is het mogelijk een standbylamp aan te sluiten in de EU?	Ja	Nee	
- Waarmee worden de verbindingen van in de armatuur naar buiten de armatuur gemaakt?	Connectoren	Draden	Wartelboxen
- Is het mogelijk om sensorvoeding (24V of 12V) aan te sluiten?	Ja	Nee	

³⁷ Voordat dit besloten kon worden moest de prijs nog bekend worden, afgesproken is dat er tot nu toe vanuit wordt gegaan dat de voeding van de sensor vanuit de ballast geregeld kan worden.

³⁸ Hier is niet voor een 5-puntsingang gekozen omdat deze erg moeilijk verkrijgbaar is in de VS.

Naast deze vragen was het in deze fase van het ontwerp nodig om te weten welke actor welke eigenschappen van de armatuur bepaald. In de volgende tabel is de actor op 'ja' gezet als deze veranderingen kan doorvoeren in de eigenschap die erboven is beschreven.

Actor	Wattage instellen ³⁹	Kiezen welke lamp er in past ⁴⁰	Reflector bepalen	Bepalen of de lamp wordt uitgerust met een standbylamp	Bepalen of de 1-10V uitgang wordt gebruikt door een sensor
Nedap	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Partner	Ja ⁴¹	Nee	Ja	Ja	
Installateur bij de eindgebruiker	Nee	Nee	Nee	Ja	
De eindgebruiker zelf, als de lampen al geïnstalleerd zijn	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja, indien technisch mogelijk ⁴²

Besloten is:

Uit het overleg is naar voren gekomen dat er zo min mogelijk versies moeten komen. Om dit te beperken hebben de VS en de EU dezelfde mogelijkheden. Desalniettemin zal er een verschillende versie moeten komen voor de VS en de EU omdat de standbylamp die optioneel is door de eindgebruiker makkelijk te verkrijgen moet zijn⁴³. Doordat er maar een beperkt aantal fittingen mogelijk zijn zullen er uiteindelijk 7 verschillende versies zijn:

Te koop in de VS (met VS standbylamp):

- Ex39 fitting
- E39 fitting
- PGZX18 fitting
- G22 fitting

Te koop in de EU (met EU standbylamp):

- E40 fitting
- PGZX18 fitting
- G22 fitting

³⁹ De OEM ballast wordt geleverd met 3 mogelijke wattagestanden: 200W, 250W en 320W.

⁴⁰ En zodoende de fitting van de lamp bepalen.

⁴¹ Na deze actor mag geen enkele actor meer aan de wattageschakelaar komen, omdat anders de subsidie in sommige staten van de VS niet gegarandeerd kan worden.

⁴² Als het technisch mogelijk is de sensor te herkennen zal de klant zelf kunnen kiezen of er gebruik wordt gemaakt van een 1-10V of een sensoraansluiting, als dit niet mogelijk is zal alleen Nedap deze beslissing kunnen maken.

⁴³ Europese lampen verschillen van Amerikaanse lampen omdat er een ander voltage uit het stopcontact komt.

APPENDIX E WARMTEBEREKENINGEN EN SIMULATIES

WARMTEBEREKENINGEN

Warmtestroom vanaf de ballast

Warmte overdrachtscoëfficiënt $h = \frac{Nu \cdot K_{lucht}}{L_c}$

$K_{lucht} = 0,025 \frac{W}{m \cdot K}$

$L_c = \frac{opp}{omtrek} \rightarrow L_c = 0,624 m$

Nusseltgetal Nu

horizontale vlakke plaat $Nu = 0,54 Ra^{\frac{1}{4}} \quad (10^4 < Ra < 10^9)$
 $Nu = 0,15 Ra^{\frac{1}{3}} \quad (10^9 < Ra < 10^{11})$

verticale vlakke plaat $Nu = 0,59 Ra^{\frac{1}{4}} \quad (10^4 < Ra < 10^9)$
 $Nu = 0,1 Ra^{\frac{1}{3}} \quad (10^9 < Ra < 10^{11})$

Rayleighgetal $Ra = Gr \cdot Pr$

$Pr = 0,72$ voor lucht

Grashofgetal $Gr = \frac{\beta (T_s - T_{\infty}) L_c^3}{\nu^2}$

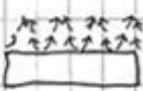
$\beta = \frac{1}{T_s + T_{\infty}}$ $T_s = 30^\circ C$ $T_{\infty} = 20^\circ C$

$\nu = \frac{\mu}{\rho}$ $\mu_{lucht} = 1,82 \cdot 10^{-5} \frac{kg}{m \cdot s}$ $\rho_{lucht} = 1,088 \frac{kg}{m^3}$

$\dot{q}$ (Warmteflux)

$\dot{q} = h \cdot \Delta T$

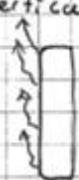
Horizontaal geplaatste ballast



$Gr = 1,7507 \cdot 10^{12}$
 $Ra = 1,2853 \cdot 10^{12}$
 $Nu = 0,15 Ra^{\frac{1}{3}} = 1,632,6$

$h = 13,06 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
 $\dot{q} = 1436,6 \frac{W}{m^2}$

Verticaal geplaatste ballast



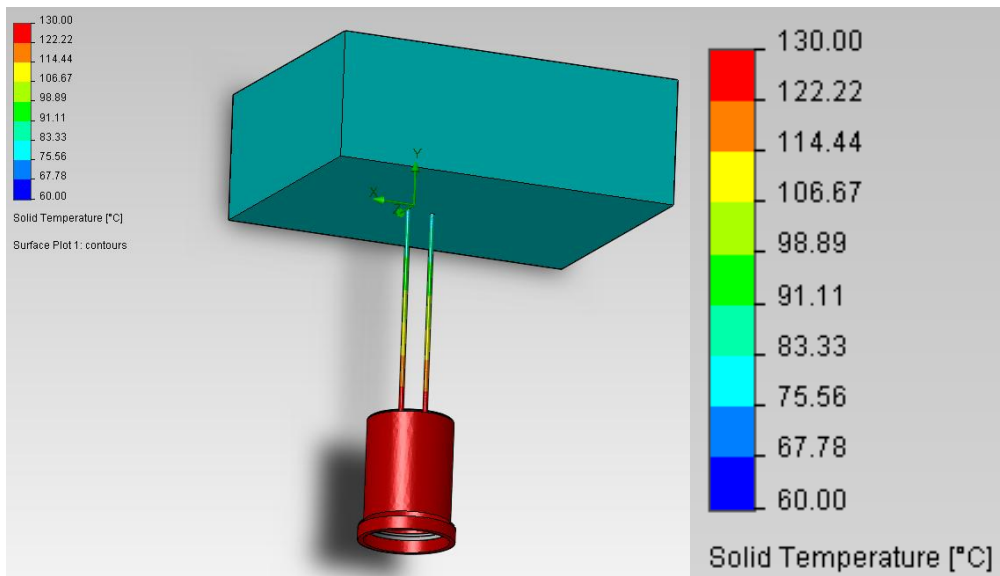
$Gr = 1,7507 \cdot 10^{12}$
 $Ra = 1,2853 \cdot 10^{12}$
 $Nu = 0,1 Ra^{\frac{1}{3}} = 1088,4$

$h = 8,707 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
 $\dot{q} = 957,8 \frac{W}{m^2}$

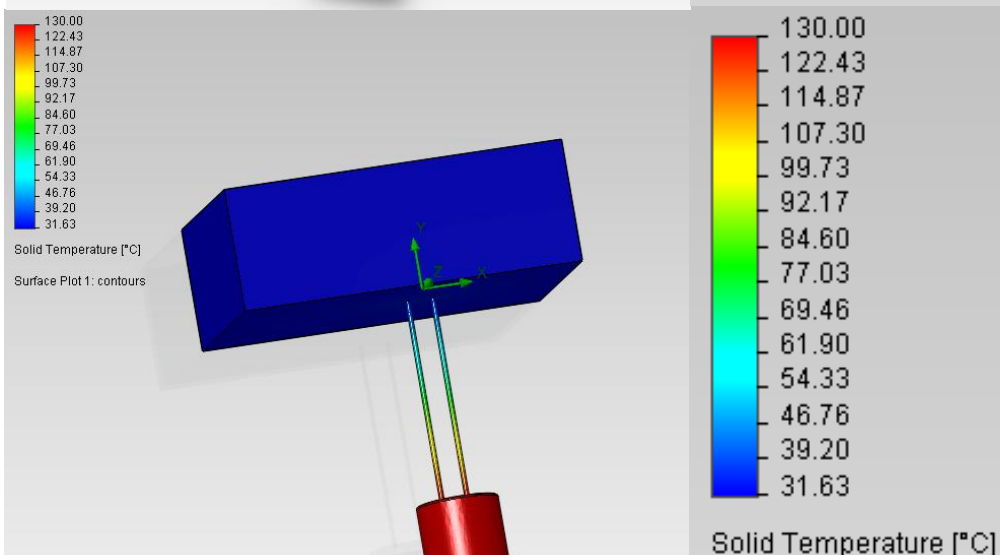
Procentueel:

T.O.V. de verticaal geplaatste ballast is de horizontale ballast bijna 50% effectiever

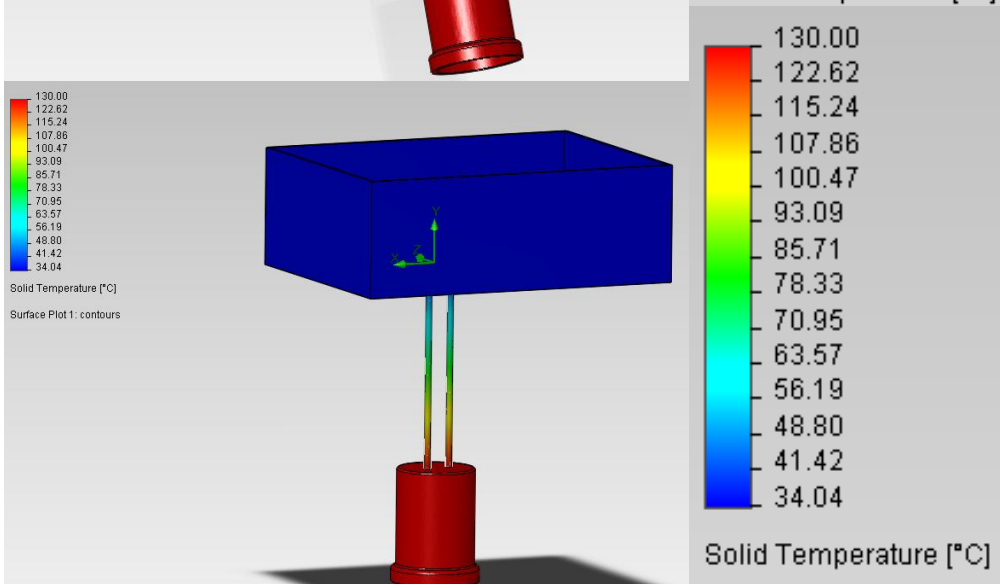
SIMULATIES



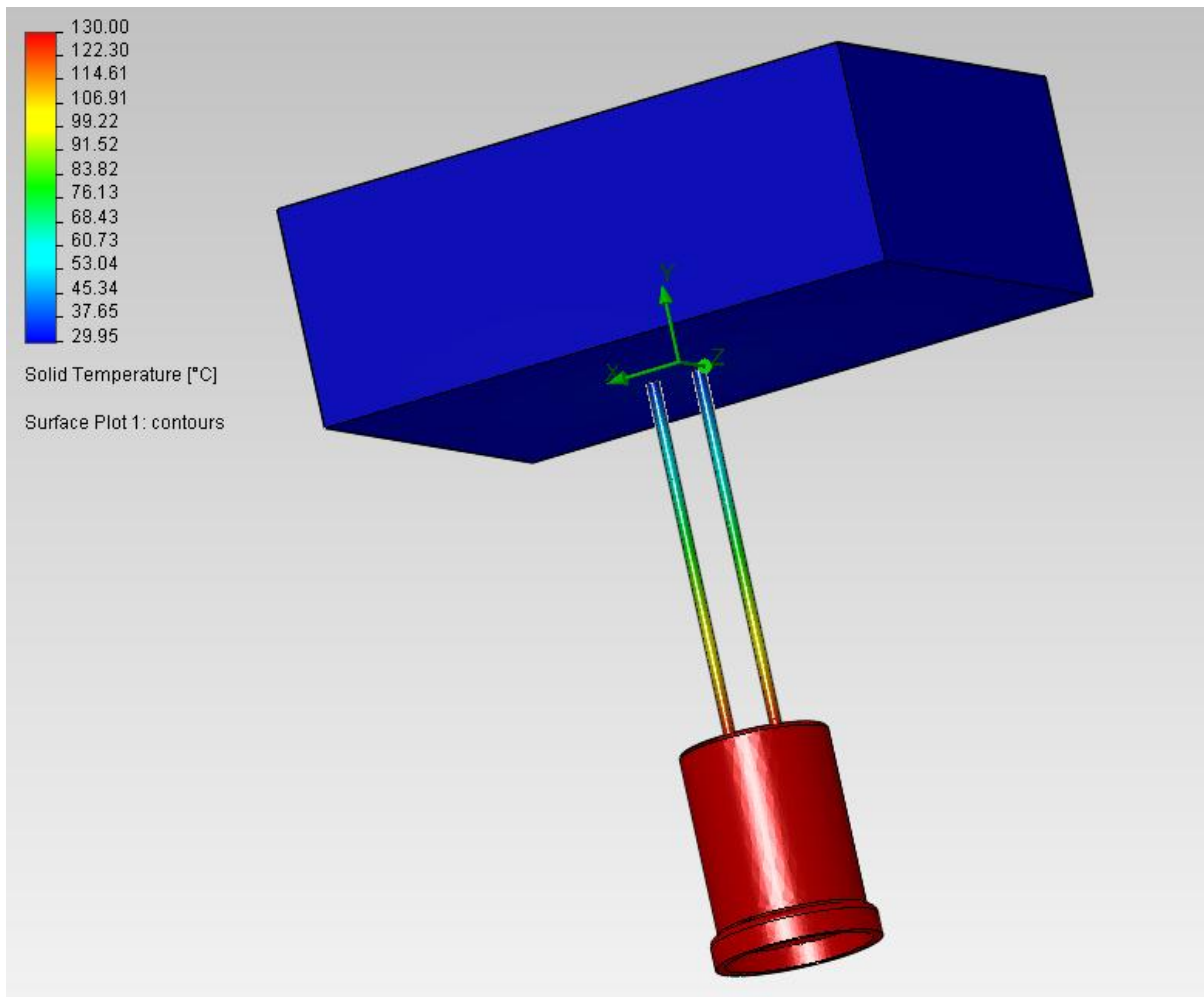
Fitting 130 graden
Celsius, holle ballast
aluminium, fitting
aluminium en
stroomdraden
koper (zonder
isolatie)



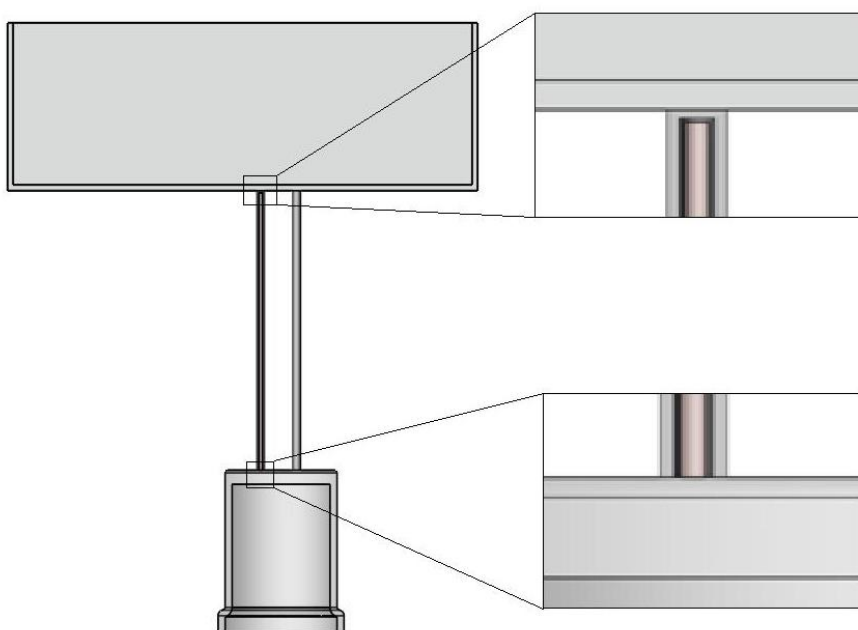
Fitting 130 graden
Celsius, holle ballast
aluminium, fitting
porselein en
stroomdraden koper
(zonder isolatie)



Fitting 130 graden
Celsius, holle ballast
aluminium, fitting
porselein en
stroomdraden koper
(met isolatie aan de
zijkant)



Uiteindelijke opstelling van fitting (porselein, 130 graden Celsius) stroomdraden (koper) met isolatie aan de zijkanten en bovenkant (siliconen) en een model van de ballastbehuizing (aluminium). De omgevingstemperatuur is tijdens de in deze bijlage beschreven simulaties constant gehouden op 20,5 graden Celsius. In de uiteindelijke opstelling ziet het model er als volgt uit:



De stroomdraad (hier lichtrood weergegeven) heeft geen directe connectie met de behuizing van de ballast, maar wel met de fitting.

Na de simulaties om tot een realistisch model te komen in een omgeving van 20,5 graden zijn nog simulaties uitgevoerd met andere temperaturen zodat bepaald kon worden wat het effect van de warmte van de fitting was bij andere mogelijke omgevingstemperaturen.

Omgevingstemperatuur <i>(in graden Celsius)</i>	Maximale temperatuur ballastbehuizing <i>(in graden Celsius)</i>
-10	2
0	11
10	20
20	29
30	38
40	47

APPENDIX F NOTULEN PRESENTATIE LUXON ARMATUUR

7 juni 2012

Aanwezig: Koen Smits (lichtconsult.nl) , Stefan Bernards, Niek Mulder, Richard Hogekamp, Gert de Groot, Monique van Kempen

OPMERKINGEN OVER HET ONTWERP

- Kettingen worden door de retail niet geaccepteerd als ophanging van de armatuur. Staalkabels worden wel vaak gebruikt. Leverancier is bijvoorbeeld Reutlinger.
- Bij een IP-23 behuizing niet vergeten rekening te houden met water dat langs de zijkanten stroomt. Op dit moment kan dat water direct de fitting in lopen, een opstaand randje zou dit kunnen voorkomen.
- De ronde rand aan de bovenkant van de armatuur wordt onderbroken door de opstaande stukken waar de ballast in zit. Als deze rand wordt doorgetrokken zal de armatuur meer ervaren worden als een ronde armatuur.

8 juni 2012

Aanwezig: Irene de Bruin, Peter de Jonge, Gert de Groot, René Ooijman, Richard Hogekamp, Corine Smeenk, Jeroen Somsen, Gerben Hoeksma, Monique van Kempen

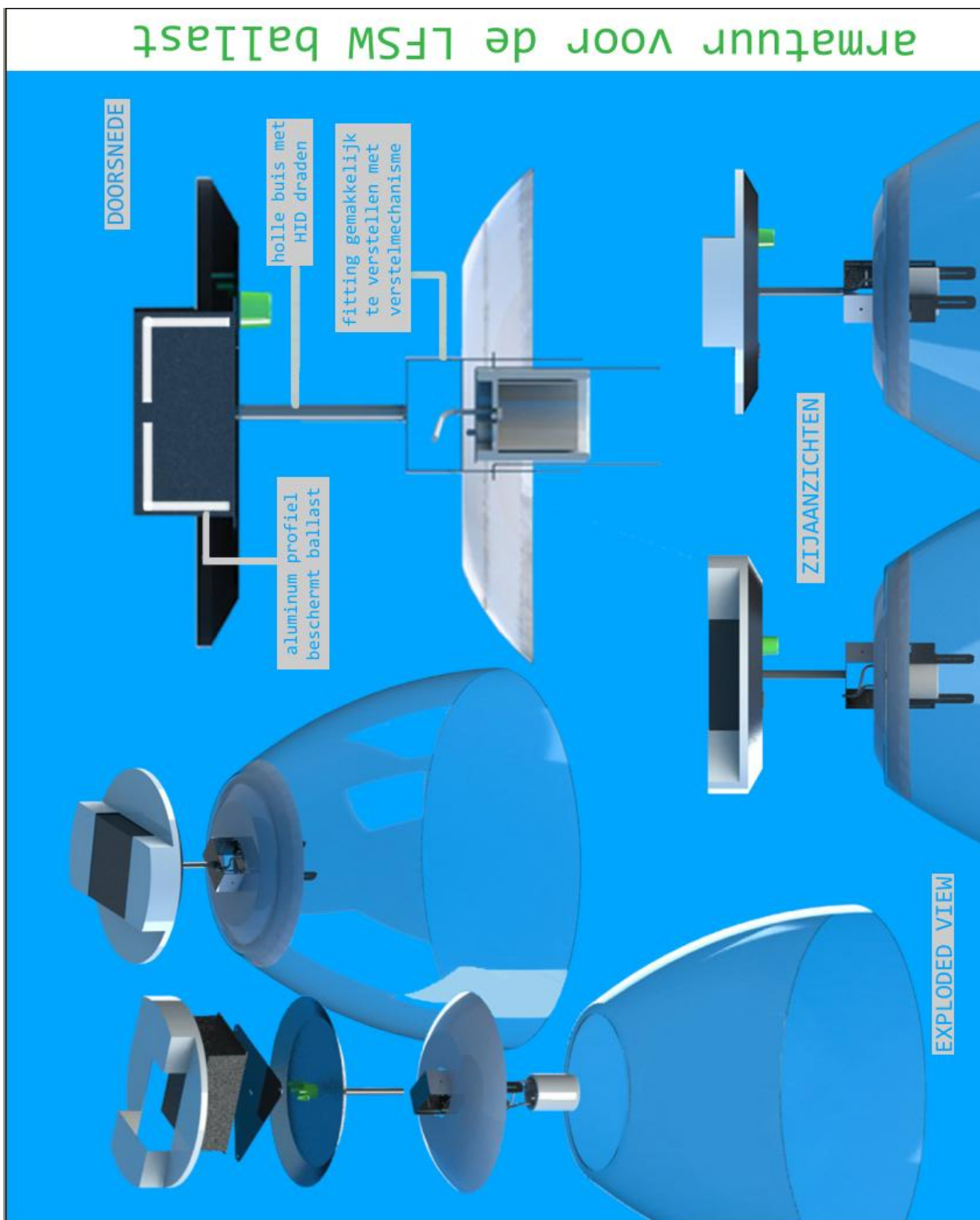
OPMERKINGEN OVER HET PROGRAMMA VAN EISEN

- De armatuur moet toepasbaar zijn op een hoogte van 6-15 meter (ipv 8-30 meter).
- De fitting wordt misschien wel warmer dan 130 graden Celsius, uittesten is de beste methode om hier achter te komen, voor nu is het waarschijnlijk het beste om 150 graden Celsius aan te houden.
- De wens 'Het is zichtbaar als de eindgebruiker het product open heeft gemaakt' moet veranderd worden in 'Het is zichtbaar als de eindgebruiker de wattageschakelaar heeft versteld'.
- In het programma van eisen moet rekening worden gehouden met het gebruik van een motion sensor (de bestaande of een nieuwe motionsensor).

OPMERKINGEN OVER HET ONTWERP

- In plaats van connectoren gaat er gebruik gemaakt worden van wartelboxen zodat de armatuur kleiner kan worden gemaakt en de aansluitingen minder opvallen. Bovendien is dit handiger in Noord-Amerika.
- Bij het gebruik van wartelboxen kan een apart gedeelte van de armatuur als aansluitgedeelte dienen.
- De bovenkant van de armatuur wordt het dragende deel waar ook het gewicht van de glazen reflectoren op hangt.
- Er zijn veel verschillende bewerkingsmethodes (veelgenoemde is anodiseren) van aluminium mogelijk, door de juiste uit te zoeken kan de ideale weerkaatsing van licht worden gerealiseerd.
- Er kan een betere luxonuitstraling gerealiseerd worden door 'Luxon' in de spuitgietsmal te zetten.
- Er moet nog een naam bedacht worden voor de armatuur.

NOXON



armatuur voor de LFSW ballast

APPENDIX G TOEPASBARE LAMPEN, FITTINGEN EN REFLECTOREN

GESELECTEERDE LAMPEN

Lamp	Wattage (W)	Fitting	VS/EU	Keramisch/ Kwarts	Open/enclosed rated	Light centre length (mm)	Categorie
Philips CDM TMW 210W/930 PGZX18	210	PGZX18	VS EU	Keramisch	Open rated	90	6
Philips CDM TMW 210W/942 PGZX18	210	PGZX18	VS EU	Keramisch	Open rated	90	6
Philips CDM TMW 315W/930 PGZX18	315	PGZX18	VS EU	Keramisch	Open rated	90	6
Philips CDM TMW 315W/942 PGZX18	315	PGZX18	VS EU	Keramisch	Open rated	90	6
Venture HIPE 210W/U/UVS/SPC/930	210	E40	EU	Keramisch	Open rated	131	3
Venture HIPE 210W/U/UVS/SPC/942	210	E40	EU	Keramisch	Open rated	131	3
Venture HIPE 315W/U/UVS/SPC/930	315	E40	EU	Keramisch	Open rated	131	3
Venture HIPE 315W/U/UVS/SPC/942	315	E40	EU	Keramisch	Open rated	131	3
OSRAM HCI-TM 250W/WDL (3040K/Ra92)	250	G22	EU	Keramisch	Enclosed rated	90	7
OSRAM HCI-TM 250W/NDL (4210K/Ra96)	250	G22	EU	Keramisch	Enclosed rated	90	7
MPC 210W/U/T12/UVS/PS/930	210	PGZX18	VS	Keramisch	Open rated	89	5
MPC 210W/U/T12/UVS/PS/942	210	PGZX18	VS	Keramisch	Open rated	89	5
MPC 315W/U/T12/UVS/PS/930	315	PGZX18	VS	Keramisch	Open rated	89	5
MPC 315W/U/T12/UVS/PS/942	315	PGZX18	VS	Keramisch	Open rated	89	5
Sylvania MCP200/PS/BU-ONLY/940 (4200K/Ra90)	200	EX39	VS	Keramisch	Open rated	127	1
Sylvania MCP250/PS/BU-ONLY/940 PB (4200K/Ra94)	250	EX39	VS	Keramisch	Open rated	127	1
Sylvania MCP250/C/PS/BU-ONLY/940 (4000K/Ra94)	250	EX39	VS	Keramisch	Open rated	127	1
Sylvania MCP320/PS/BU-ONLY/840/BT37 PB (4000K/Ra88)	320	EX39	VS	Keramisch	Open rated	178	2
Sylvania MCP320/C/PS/BU-ONLY/840/BT37 PB (3900K/Ra88)	320	EX39	VS	Keramisch	Open rated	178	2
EYE CMP230/BUD/840/PS (4000K/Ra80)	230	EX39	VS	Keramisch	Open rated	127	1
EYE CMP270/BUD/840/PS (4000K/Ra82)	270	EX39	VS	Keramisch	Open rated	127	1
BLV HPE-P 250 nw Modilite elipsoïde coated p/n 229853 ⁴⁴	250	E40	EU	Kwarts	Open rated	coated	3

⁴⁴ De informatie van gecoate lampen is niet altijd zichtbaar omdat de LCL hier minder belangrijk is. Door de coating wordt het licht van de light bulb beter over de buitenkant van de lamp verspreid.

BLV HPE-P 320 nw Modilite elipsoïde coated p/n 229753	320	E40	EU	Kwarts	Open rated	coated	3
Venture HIPE 250W/C/V/UVS/EL/PS/4K p/n 10014	250	E40	EU	Kwarts	Open rated	131	3
Venture HIPE 320W/C/V/UVS/EL/PS/4K p/n 40904	320	E40	EU	Kwarts	Open rated	182	4
Venture HIE 200W/V/PS+S/740 p/n 24218	200	E40	EU	Kwarts	Enclosed rated	131	3
Venture HIE 250W/V/PS+S/740 p/n 38133	250	E40	EU	Kwarts	Enclosed rated	131	3
Venture HIE 320W/V/E90/PS+S/740 p/n 76238	320	E40	EU	Kwarts	Enclosed rated	131	3
OSRAM Powerstar HQI-E 250W/D	250	E40	EU	Kwarts	Enclosed rated	coated	3
OSRAM Powerstar HQI-E 320W/D	320	E40	EU	Kwarts	Enclosed rated	coated	3
Venture MP 200W/BU/UVS/PS/EM/950 p/n 95200	200	EX39	VS	Kwarts	Open rated	127	1
Venture MP 200W/V/UVS/PS/740 p/n 22147	200	EX39	VS	Kwarts	Open rated	127	1
Venture MP 250W/BU/UVS/PS/740 p/n 64658	250	EX39	VS	Kwarts	Open rated	127	1
Venture MP 250W/BU/UVS/PS/EM/950 p/n 19523	250	EX39	VS	Kwarts	Open rated	127	1
Venture MPL 250W/V/ED28/PS/740 p/n 46895	250	E39	VS	Kwarts	Enclosed rated	127	1
Venture MPL 320W/V/ED28/PS/740 p/n 18635	320	E39	VS	Kwarts	Enclosed rated	127	1
Venture MPL 320W/V/ED37/PS/740 p/n 38765	320	E39	VS	Kwarts	Enclosed rated	178	2
GE MVR 250/VBU/PA	250	E39	VS	Kwarts	Enclosed rated	127	1
GE MVR 320/VBU/XHO/PA	320	E39	VS	Kwarts	Enclosed rated	127	1
GE MVR 320/C/PA/ED28	320	EX39	VS	Kwarts	Open rated	127	1
Osram Sylvania MP 250/PS/BU-ONLY	250	EX39	VS	Kwarts	Open rated	127	1
Osram Sylvania MS 320/PS/BU-HOR	320	E39	VS	Kwarts	Enclosed rated	127	1
Osram Sylvania MP 320/350/PS/BU-ONLY/BT28	320	EX39	VS	Kwarts	Open rated	127	1

GESELECTEERDE FITTINGEN

Fitting	Productnummer	Fabrikant	Maximale diameter (mm)	Afstand tussen schroefdraden (mm)	Diameter schroefgaten (mm)	Dikte fitting (mm)
E40	K548A	Kang Rong	60	32.5	5.4	28.5
E39	571	INTER-GLOBAL	54	35	8-32	25
EX39	570U	INTER-GLOBAL	54	35	8-32	25
G22	25.712.2000.00	Bender en Wirth	53	26	5	15
PGZX18	934	Bender en Wirth	72	56	5.2	17.2

GESELECTEERDE REFLECTOREN

Reflector	Materiaal	Diameter nek (mm)	Diameter onderkant (mm)	Hoogte (mm)	Light center length (mm)	Rendement (%)
Lexalite 816	Kunststof	160	277	407	191	94,5
Lexalite 821	Kunststof	160	536,5	318,5	187,3	96,2
Lexalite 822	Kunststof	256	546	340	222	92,7
Auer Diamond	Glas	40	210	155	-	92
Auer Jewel	Glas	80	370	220	85,5	95
Jordan 420	Aluminium	153	420	332	280	70

VERSTELTABEL

In deze tabel staat de correctiehoogte ten opzichte van de nek van de reflector vermeld per lampcategorie en reflector. Indien er een '-' staat betekent dit dat de fitting en lamp ten opzichte van de reflector naar boven moeten worden verplaatst. Lampcategorie 3 moet bij de Lexalite 821 reflector zodoende 27,8 mm omlaag worden verplaatst om de lamp precies is het LCL van de reflector te plaatsen. Het nulpunt zit op de hoogte van de reflectornek.

Lampcategorie:	1	2	3	4	5	6	7
Lexalite 816	39	-12	31,5	-19	84,5	83,5	86
Lexalite 821	35,3	-15,7	27,8	-23,2	80,8	79,8	82,3
Lexalite 822	70	19	62,7	62,5	115,5	114,5	117
Auer Diamond	Alleen geschikt voor de Philips CDM-T MW 210 W lamp, verstelstand: 0 mm						
Auer Jewel	-66,5	-117,5	-74	-125	-20,7	-21,7	-19,5
Jordan 420	-	-	-	-	-	-	-

Niet voor iedere ideale verstelling zal een stand komen op de fittingverstelling, omdat er dan te veel verschillende standen mogelijk zijn. Er is voor gekozen om een acceptabel aantal van 8 standen te gebruiken. Bovendien was al eerder besloten de G22 en PGZX18 fitting apart te nemen, waardoor er eigenlijk twee producten ontstaan: één met 6 en één met 4 standen. De standen zijn als volgt:

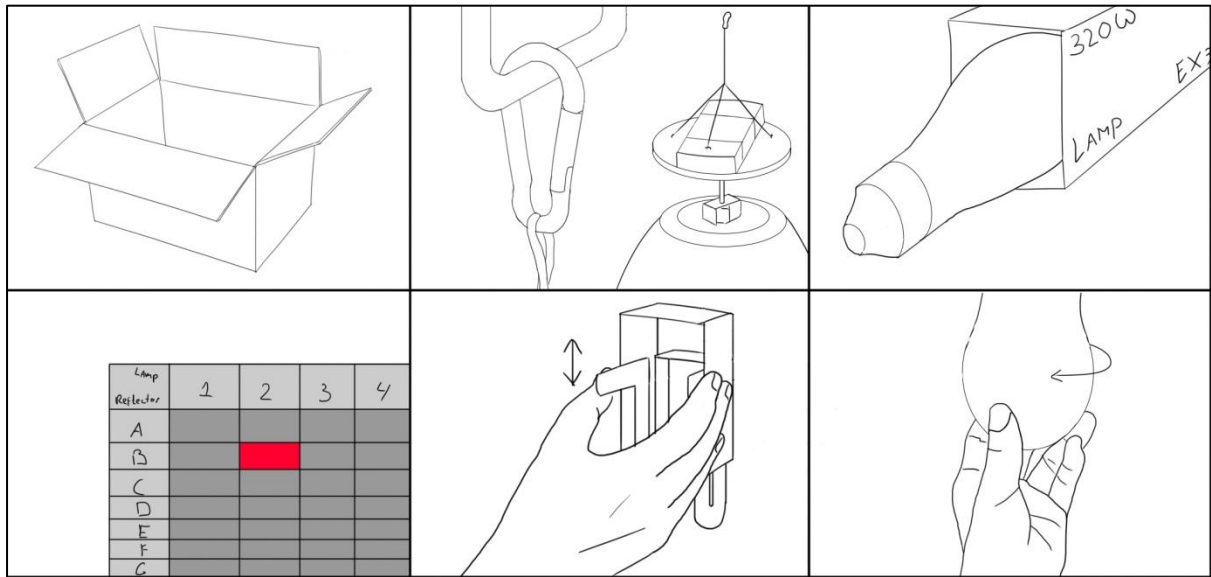
- Stand 1: 121 mm omhoog
- Stand 2: 70 mm omhoog
- Stand 3: 20 mm omhoog
- Stand 4: 14 mm naar beneden
- Stand 5: 35 mm naar beneden
- Stand 6: 66 mm naar beneden
- Stand 7: 83 mm naar beneden
- Stand 8: 116 mm naar beneden
- Stand voor de CDM-T MW 210 W in de Auer Diamond: Fitting op zelfde hoogte als reflectornek

Hiermee ontstaat de volgende eenvoudige tabel voor 2 verschillende fittingverstel mogelijkheden met 4 (lampcategorie 1 t/m 4) en 2 (lampcategorie 5 t/m 7) standen:

Lampcategorie:	1	2	3	4	5	6	7
Lexalite 816	Stand 5	Stand 4	Stand 5	Stand 3	Stand 7	Stand 7	Stand 7
Lexalite 821	Stand 5	Stand 4	Stand 5	Stand 3	Stand 7	Stand 7	Stand 7
Lexalite 822	Stand 6	Stand 3	Stand 6	Stand 6	Stand 8	Stand 8	Stand 8
Auer Jewel	Stand 2	Stand 1	Stand 2	Stand 1	Stand 3	Stand 3	Stand 3
Jordan 420⁴⁵	Stand 6	Stand 5	Stand 6	Stand 5	Stand 7	Stand 7	Stand 7

⁴⁵ Deze standen zijn een schatting: precieze informatie over de Jordan 420 reflector is ook niet bij de fabrikant aanwezig, zij raden aan lichtproeven te doen met alle mogelijke lampen om de juiste afstand te vinden.

APPENDIX H INSTALLATIE VAN DE ARMATUUR



Installatie van de armatuur

1. Pak de armatuur uit de doos
2. Hang de armatuur op zodat de lamp makkelijk bevestigd kan worden (bijvoorbeeld aan de buizen van de hoogwerker)
3. Zoek de informatie van de lamp op
4. Ontdek in de versteltabel wat de juiste stand is voor deze combinatie reflector/lamp
5. Zet het mechanisme op de juiste stand
6. Draai de lamp in de armatuur, deze kan nu op de juiste locatie worden opgehangen

APPENDIX I BEREKENING KOSTEN VERSTELONDERDEEL 1

Voorcalculatie Trumatic product

Datum 2012-06-20
 Produktomschrijving Verstelonderdeel-1
 Artikelnummer (Evt. Teknr.) -

Materiaal:	Soort	Srt.gew.	Prijs/Kg		
x	Aluminium	2,8	€ 2,80	0	€ 0,00
	Staal	8	€ 0,85	8	€ 0,85
	R.V.S.	8	€ 3,25	0	€ 0,00
	Koper	8,9	€ 9,00	0	€ 0,00
	Anders	0,8	€ 1,00	0	€ 0,00
				8	€ 0,85
Plaatafmetingen:	X-maat	2500 mm	Gewicht:	25000 gram	
	Y-maat	1250 mm	Prijs:	€ 21,25	
	Dikte	1 mm			
Vorm van de contour:	x	Eenvoudig	0		
		Gemiddeld	1,2		
		Grillig	0		
Countourvormfactor:			1,2		
Gemeenschappelijke deelsneden:	x	Nee	1	25	5
		Ja	0	0	0
Snefactor:			1	25 (Stegbr.)	5
Deelafmetingen:	X-maat	30 mm			
	Y-maat	270 mm			
Contourlengte / (Gecorrigeerd):		600	720 mm		
Rasteren:	x		45 In X		
			3 In Y		
Aantal produkten per plaat:			135 per plaat		
Aantal gaten per produkt:		25	1013 s per plaat		
Aantal gereedschappen:		4	24 s per plaat		
Handuitnames:	x	Nee	270		
		Ja	0		
			270 s per plaat		
Omvormingen:	x	Nee	1		
		Ja	0		
Omvormfactor:			1		
Inleggen plaat:		20	20 s per plaat		
Ponstijd per plaat:			1037	17,28	Minuten
Trennen/entsorgen per plaat:			1728	28,80	Minuten
Totale tijd per plaat:			2792 Seconden	46,53	Minuten
Uurtarief:	€ 67,00				
Seriegrootte (ivm insteltijd):	135		€ 0,07	8	Minuten
Ponsprijs per produkt:			€ 0,38		
Materiaalprijs per produkt:			€ 0,16		
Produktprijs:			€ 0,61		

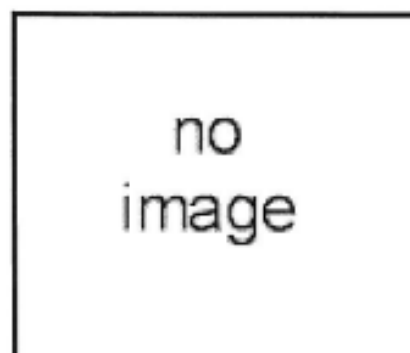
APPENDIX J BEREKENING KOSTEN ALUMINIUM SPUITGIETONDERDEEL

Matrijsprijs

Datum	21-06-12	Valuta	EUR
Projectnaam	Armatuur		
Materiaal	PBT: POCAN B 4225		
voudigheid matrijs	1		

Berekening:

aantal aanmaakuren van de holtes	=	74	
aantal aanmaakuren van het matrijshuis	=	238	
aantal uren voor montage/proefspuiten	=	19	
totaal aantal gereedschapmakers uren	=	331	
aantal uren programmeren	=	0	
aantal uren werkvoorbereiding	=	0	
aantal uren totaal	=	331	
aantal uren voor draaimechanisme	=	0	
aantal constructie- en tekenuren	=	48	
kosten gereedschapmaker	=	16.570	
kosten constructie	=	2.400	
kosten programmeren	=	0	
kosten werkvoorbereiding	=	0	
kosten materiaal en harden	=	1.381	
kosten matrijshuis	=	5.040	
kosten standaard onderdelen	=	774	
kosten draaimechanisme	=	0	
kosten totale hotrunner	=	0	
		-----+	
totale kosten matrijs	=	26.166	
kosten van extra percentages	=	2.093	
		-----+	
kosten matrijs incl. percentages	=	28.259	EUR



Produktprijs per 100 stuks, deel 1

Datum	21-06-12	Valuta	EUR
Projectnaam	Armatuur		
Materiaal	PBT: POCAN B 4225		
voudigheid matrijs	1		

Berekening:

			uitval	
			2	(%)
matrijsaandeel	=	140,00		
spuitgietaandeel	=	33,19	33,86	
ombouwaandeel	=	0,00	0,00	
grondstofaandeel	=	93,60	95,47	
nabewerkingsaandeel	=	0,00		
verpakkingsaandeel	=	5,00		
kostprijs excl. matrijs	EUR =	131,79	134,33	
kostprijs inc. matrijs	EUR =	271,79	274,33	
omzet excl. matrijs	EUR =	659	672	
matrijsprijs	EUR =	28.000		
aantal produkten per uur	=	151		
produktietijd	[uren] =	3	3	
hoeveelheid kunststof	(kg) =	260	265	

Produktprijs per 100 stuks, deel 2

materiaal

grondstof	=	93,60
kleurstof en additieven	=	0,00
inlegonderdelen	=	0,00
opslag grondstof	=	2,60

-----+ 96,20

productie

machine en bediening	=	33,19
ombouwen matrijs	=	0,00
algemene prod.kosten	=	3,32

-----+ 36,51

-----+ 132,71

uitvalpercentage	2 (%) =	2,65
------------------	---------	------

135,37

algemeen

admin. en verkoop	=	0,00
nabewerking	=	0,00
verpakking	=	5,00
transport	=	0,00

-----+ 5,00

-----+ 140,37

kont.bet./provisie/winst	10,0 (%) =	15,60
--------------------------	------------	-------

-----+ 155,96

kostprijs excl. matrijs

=

155,96

EUR

matrijsaandeel

=

140,00

EUR

kostprijs incl. matrijs

=

295,96

EUR

Datum	21-06-12	Valuta	EUR
Projectnaam	Armatuur		
Materiaal	PBT: POCAN B 4225		
voudigheid matrijs	1		

no
image

APPENDIX K BRONNENLIJST

GEBRUIKTE SOFTWARE

- Adobe CS5 Photoshop
- CES EduPack 2011
- Microsoft Office
 - Word 2007
 - PowerPoint 2007
- SolidWorks Premium 2011
 - Photoview 360 2011
 - SolidWorkd Flow Simulation 2011

BOEK

Eger, A. (2008), Productontwerpen (3^e druk). Den Haag: Uitgeverij LEMMA

CATALOGI

A.L.P. Europe LTD., Suspension Systems, datum publicatie onbekend

Bender+Wirth fassungstechnik, Katalog, april 2006

Metalco, aluminium reflectors for lighting, datum publicatie onbekend

Nedap, 11 redenen waarom Nedap ertoe doet, datum publicatie onbekend

Nedap Luxon, Full control e-HID for maximum energy savings, datum publicatie onbekend

Nedap Luxon, Reducing Energy Costs in Ultra High Bay Applications, datum publicatie onbekend

Nedap Luxon, Superior e-HID lighting makes promotional products stand out, datum publicatie onbekend

Smartlux, Das smartFlexx-System, datum publicatie onbekend

Venture Lighting, Buyer's Guide, datum publicatie onbekend

ONLINE BRONNEN

http://en.wikipedia.org/wiki/Color_rendering_index, april 2012, wikipedia

http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature, april 2012, wikipedia

http://en.wikipedia.org/wiki/High-intensity_discharge_lamp, mei 2012, wikipedia

http://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code, april 2012, wikipedia

<http://eshop.wieland-electric.com/product/Female+connector+GST15I2S+B1+R+W+SW/91.921.9053.1>, juni 2012, Wieland

<http://eshop.wieland-electric.com/product/Female+connector+BST14I3F+B1+R+SW/93.431.2353.1>, juni 2012, Wieland

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Ets>, juni 2012, wikipedia

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Forceren>

http://www.alpeurope.co.uk/pdf/LexaLite_Europe/821_metric.pdf, april 2012, A.L.P. Europe

<http://www.alplighting.com/pdf/816.pdf>, april 2012, A.L.P. Europe

<http://www.alplighting.com/pdf/822.pdf>, april 2012, A.L.P. Europe

<http://www.auer-lighting.com/site/en/219/functions-products.html>, juni 2012, AUER lighting

<http://www.bender-wirth.com/>, mei 2012, Bender+Wirth

<http://www.conrad.nl/ce/nl/product/611741/Wiska-Electro-installatie-accessoires-Verdeeldoos-voor-vochtige-ruimtesCombinatie-verdeel-aansluitdoos-met-afdichtmas>, juli 2012, Conrad

<http://www.cs.cdu.edu.au/homepages/jmitroy/sph244/Lecture01.pdf>, juli 2012, dr J. Mitroy (Charles Darwin University, Australië)

<http://www.cs.cdu.edu.au/homepages/jmitroy/sph244/Lecture05.pdf>, juli 2012, dr. J. Mitroy dr J. Mitroy (Charles Darwin University, Australië)

<http://www.eetimes.com/design/power-management-design/4206513/What-is-ambient-temperature--anyway--and-why-does-it-matter->, mei 2012, EE Times

<http://www.geertsmetaalwaren.nl/>

http://www.inlinewarehouse.com/K2_Inline_Skate_Buckle__Straps_K2_RADICALS/descpage-I06952150.html, mei 2012, www.inlinewarehouse.com

<http://www.jacquelinegrosman.nl/technieketsen.html>, mei 2012, J. Grosman

<http://www.jordan-reflektoren.de/en/products/product/?ujpid=166&ujcid=374#>, april 2012, Jordan

<http://www.kleinmetaalshop.nl/karabijnhaken/40-karabijnhaak-40mm-verzinkt.html>, mei 2012, www.kleinmetaalshop.nl

<http://light-building.messefrankfurt.com/frankfurt/en/besucher/messeprofil.html>, april 2012, messe frankfurt

<http://www.nedap.com/nl/marktgroepen/light-controls/luxon/>, april 2012, Nedap N.V.

<http://www.nedap-luxon.com/products/luxon-ballasts/luxon-e-e-hid-fixture-250-320-350-400w.html>, april 2012, Nedap N.V.

<http://www.orfavisser.nl/>, juli 2012, Orfa Visser

<http://www.philips.com/lighting>, april 2012, Philips lighting

http://www.retif.eu/Photo/NL/NL/A_41844_2.jpg, mei 2012, Retif.eu

http://www.touw-staalkabel.nl/index.php?cat_id=14&catname='Staalkabel%20voor%20allerlei%20doeleinden, juni 2012, Touw & Staalkabelhandel J.E. Staal

http://www.venturelighting.com/techcenter/ANSI_Type-o_v09207.pdf, april 2012, Venture Lighting

OVERIGE BRONNEN

Nederlands Elektrotechnisch Comité (2008), NEN-EN-IEC 60598-1, Nederlands normalisatie-instituut

K. van Andel (2011), powerpointpresentatie 'energie en warmteleer hoorcollege 3', blackboard.utwente.nl

K. van Andel (2011), powerpointpresentatie 'energie en warmteleer hoorcollege 4', blackboard.utwente.nl

K. van Andel (2011), powerpointpresentatie 'energie en warmteleer hoorcollege 5', blackboard.utwente.nl

M. Strijdveen en J. Vedder (2010), powerpointspresentatie 'belettering, manufacturing 3', blackboard.utwente.nl

Underwriters Laboratories Inc. (2009), File E318768 project 09CA36111, Underwriters Laboratories Inc.

SolidWorks Corp. (2011), Flow Simulation 2011 Tutorial 'First steps – Conjugate Heat Transfer'