

ONTWERPEN VAN LUIDSPREKERKASTEN

Jeroen Labots

21 Augustus 2012



UNIVERSITEIT TWENTE.

PVS

Ontwerpen van professionele luidsprekerkasten

Jeroen Labots

S0151025

21 augustus 2012

PVS nv.

Veldstraat 99

3500 Hasselt

Belgium

Begeleider : Patrick Van de Sande

Universiteit Twente

Faculteit CTW

Postbus 217

7500 AE Enschede

Begeleider : Roy Damgrave

Dit rapport is geschreven in het kader van
de Bacheloropdracht Industrieel Ontwerpen.

Voorwoord

Voor u ligt het verslag van mijn bacheloropdracht die ik heb uitgevoerd ter afsluiting van de opleiding Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente. De opdracht is uitgevoerd voor Audac, een Belgisch merk dat valt onder het bedrijf PVS nv. Drie maanden heb ik mij bezig gehouden met het ontwerpen van verschillende luidsprekerkasten. In dit verslag zijn de resultaten hiervan terug te lezen.

Graag zou ik alle medewerkers van PVS nv willen bedanken voor de leuke en leerzame tijd die ik in België heb gehad. Verder wil ik vooral Patrick en Tom van de Sande bedanken voor het begeleiden van de opdracht en alle gezelligheid die ik binnen het bedrijf heb mogen ontvangen.

Ten tweede zou ik graag een aantal mensen mensen van de Universiteit Twente willen bedanken, waaronder Roy Damgrave en Illanit Lutters. Zij hebben mij begeleid of geholpen in een aantal gevallen.

Als laatste wil ik mijn werkgever van BPM-mef bedanken. Via mijn werk daar en de connecties die zij hebben is deze opdracht tot stand gekomen.

Jeroen Labots
Enschede 2012

Inhoudsopgave

Samenvatting	5	Prototype PX	22
Summary	5	Drivers	22
Inleiding	6	Afwerking	22
PVS	6	Grill	22
Doelstelling	6	Handvat	22
Plan van aanpak	7	Voeten	23
Ontwerpproces	7	Electronica	23
Actieve luidspreker	8	Logo	23
Doelgroep	8	Beugel PX	24
Concurrentieanalyse	8	Standaardbeugel	24
Programma van eisen	8	Toevoeging beugel	25
Concepten	8	Aanbeveling	26
Conceptkeuze	9	LX luidspreker	27
Detailering	10	Programma van eisen	27
Vervolgstappen	11	Concepten	27
Ateo 2 inch luidspreker	12	Prototype	29
Doelgroep	12	Model	30
Concurrentieanalyse	12	Conclusies & aanbevelingen	31
Programma van eisen	12	Bronnen	32
Huidig model	12	Begrippenlijst	32
Geluidskwaliteit	13		
Concept	14	Bijlagen:	
Prototype	15	1. Analyse actieve luidspreker	3
Testen prototype	15	2. Schetsen actieve luidspreker	4
PX luidspreker	16	3. Concepten actieve luidspreker	5
Doelgroep	16	4. Uitwerking handvat	6
Concurrentieanalyse	16	5. Baspoorten	7
Programma van eisen	17	6. Drawing manual	8
Concept	17	7. Ateo prototypes	14
Detailering	18	8. Technische tekening PX	15
Materiaalkeuze	18	9. Eerste rapport PX	32
Vorm	18	10. Prototype PX	37
Klankkast	18	11. Tweede rapport PX	39
Grill	19	12. Beugel PX	49
Achterplaat	20		
Afwerking	20		
Montage	21		
Rapport	21		

Samenvatting

PVS nv is een Belgisch bedrijf dat producten maakt in de professionele audio branche. Van de drie merken die het bedrijf heeft is voor het merk Audac een opdracht opgesteld voor het ontwikkelen van luidsprekerkasten. Tijdens mijn bacheloropdracht heb ik aan het ontwerp van vier verschillende luidsprekerkasten gewerkt.

Het eerste ontwerp is gedaan voor een kunststof actieve luidspreker vanaf 10 inch. Deze luidspreker is ontwikkeld voor zowel vaste installatie als mobiel gebruik en moet een gat op gaan vullen in het productassortiment van Audac. De conceptfase van deze luidspreker is afgerond en de technische detaillering wordt nu door het bedrijf overgenomen.

De tweede luidspreker is de Ateo 2, die een aanvulling is op de bestaande serie. Van het ontwikkelde concept zijn prototypes gemaakt die getest zijn. De prototypes zijn nog in ontwikkeling en moeten geoptimaliseerd worden.

De derde luidspreker is een nieuwe serie van de bestaande PX-luidsprekers. Voor deze luidspreker is een nieuw ontwerp gemaakt dat compleet is uitgewerkt. Van dit model is een prototype gemaakt en deze wordt nu verder verbeterd. Ook is er voor deze luidsprekers een beugel ontwikkeld.

De laatste luidspreker is een nieuwe versie van de LX serie waarbij het nieuwe ontwerp erg verschilt van het huidige ontwerp. Bij deze luidspreker is voornamelijk de vormgeving uitgewerkt.

De drie maanden zijn te kort geweest om alles te ontwikkelen. Wel kan het bedrijf met deze ontwerpen verder om uiteindelijk de nieuw ontwikkelde producten te fabriceren en te verkopen.

Summary

PVS nv is a Belgian company that makes products in the professional audio industry. The company has three brands and the assignment was set up for the Audac brand.. This assignment consists of the development of loudspeaker cabinets.

The first design was made for a 10 inch active plastic speaker This speaker is designed for both fixed installation and mobile use and fills a gap in the Audac product range. The concept of this speaker is finished and the the technical elaboration is now taken over by the company.

The second speaker is the Ateo 2, which is a complement of the existing serie. Prototypes were made and tested from the developed concept. The prototype is still in development and needs to be optimised.

The third speaker is a new serie of the existing PX-speakers. A new design for the serie has been developed. A Prototype of the design was made and analysed for improvements. Also a mounting bracket for the speaker was developed.

The last speaker is a new version of the LX serie from who the new design will be total different compared to the current design. Primarily the desgin of the this speaker is developed.

The three months were to short develop everything. However, the company can continue developing the design so that the can be produced and sold lastly.

Inleiding

Binnen de opleiding Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente dient de student praktijkervaring te verwerven bij een bedrijf. Dit wordt gedaan aan de hand van een opdracht vanuit een bedrijf die zelfstandig uitgevoerd dient te worden. Tijdens deze opdracht wordt de kennis die tijdens de bacheloropleiding aangeleerd wordt toegepast in de praktijk. Dit is gedaan bij PVS, een bedrijf in België waar een opdracht is opgesteld voor het ontwerpen van luidsprekerkasten. Bij PVS worden voor verschillende toepassingen luidsprekers ontwikkeld en geproduceerd. Om een beter beeld te krijgen van de markt waarin het bedrijf zich bevindt hier een korte uitleg.

PVS

PVS is gevestigd in Hasselt (België) en is producent van drie audio gerelateerde merken. Deze merken zijn Audac, Procab en Caymon. De verschillen bij deze merken zijn:

- Audac richt zich op professionele audio apparatuur
 - Procab op kabels
 - Caymon op professionele audio accessoires
- Verder heeft het bedrijf nog een negental partners waarmee ze samenwerken.

De opdracht richt zich op het merk Audac. De audio producten die dit merk produceert richten zich voornamelijk op vaste installatie, wat wil zeggen dat de producten op een locatie geplaatst en geïnstalleerd worden voor een onbepaalde langere periode. Door een groot assortiment producten is voor vrijwel elk type installatie een oplossing beschikbaar. Het assortiment reikt van inbouw luidsprekers voor vrijwel onzichtbare installatie tot grote hoornvormige luidsprekers voor voetbalstadions. PVS verkoopt zijn producten niet direct aan particulieren, maar doet dit via tussenhandelaren. Wel neemt het bedrijf zelf projecten aan waarbij de eigen producten op locatie geïnstalleerd worden.

PVS heeft ongeveer 35 vaste werknemers. Het ontwerpen, ontwikkelen, installeren en herstellen van producten vindt plaats in Hasselt. De productie wordt uitbesteed aan bedrijven in China. Door een groot magazijn in Hasselt kunnen producten toch snel geleverd worden aan klanten over de hele wereld. De producten van Audac zijn voornamelijk te vinden in Europa, maar ook in landen zoals India en Brazilië.

Doelstelling

Deze bestaat uit het ontwerpen van luidsprekerkasten. Ondanks dat PVS zelf product ontwikkelt hebben zij zelf geen ontwerper in dienst en besteden ze veel uit, waardoor er vaker gekozen wordt voor bestaande oplossingen en vormen in plaats van deze nieuw te ontwikkelen. Mijn opdracht als ontwerper hier is om voor vier luidsprekerkasten vooral het vormgevingsaspect uit te werken.

De eerste opdracht is het ontwerpen van een actieve kunststof luidsprekerkast. Deze luidspreker zal een gat in het huidige assortiment opvullen. Op dit moment heeft Audac meerdere actieve kunststof luidsprekers, maar deze zijn allemaal kleiner met minder vermogen dan deze luidspreker zal gaan voorzien. Het eerste ontwerp zal een grotere kast zijn met grote drivers en meer vermogen. Audac heeft geen luidsprekers in dit segment waardoor het ontwerpproces vanaf het begin worden opgestart.

Als tweede zal een passieve kunststof luidsprekerkast ontworpen worden die een bestaande productserie aanvult. Van deze nieuwe serie (ATEO) is recent een versie in productie gegaan en het ontwerp zal deze aanvullen met een kleiner goedkoper model. Naast bepaalde vormelementen dient deze luidspreker zo klein mogelijk te zijn, waarbij de geluidskwaliteit niet verloren mag gaan.

De derde luidsprekerkast die ontworpen zal worden is een nieuw model van een bestaande serie. Het gaat hierbij om houten luidsprekers. In tegenstelling tot de bestaande modellen zullen deze zowel passief als actief worden. Deze luidspreker zal in drie verschillende formaten gemaakt worden.

De vierde luidspreker waar een ontwerp van gemaakt wordt is een kleine actieve kunststof luidspreker. Deze luidspreker is bedoeld voor vaste installatie en zal een bestaande serie vervangen.

Naast de luidsprekerkasten zijn de beugels van de luidsprekers vaak geïntegreerd en worden ook deze voor de nieuwe modellen ontworpen.

De periode voor de opdracht is te kort om alles te ontwikkelen, maar samen met de opdrachtgever wordt geprobeerd om met de vormgeving zover mogelijk te komen en alle ontwerpfasen een keer te behandelen.

Plan van aanpak

Voor een gestructureerde aanpak van het proces is een plan van aanpak gemaakt. Hierin staat beschreven welke stappen ondernomen moeten worden om de opdracht tot een goed eindresultaat te brengen. De opdracht en planning zijn gedurende het verblijf bij het bedrijf regelmatig veranderd, waardoor verschillende ontwerpfasen niet chronologisch zijn gevolgd. Het wordt erg onoverzichtelijk en irrelevant om dit hele proces in kaart te brengen. Wel zal kort beschreven worden op welke manier de ontwerpprocessen binnen het bedrijf doorlopen worden en hoe de ontwerpen tot stand zijn gekomen.

Ontwerpproces

Als eerste worden een aantal eisen opgesteld waaraan de luidspreker moet voldoen. In tegenstelling tot veel andere ontwerpen wordt in een vroeg stadium de materiaalsoort bepaald. Zo wordt aan het begin vastgesteld of de luidspreker van hout of van kunststof wordt gemaakt. Later in het proces worden de exacte materialen en maten bepaald. Toch is het belangrijk om in een vroeg stadium het soort materiaal te bepalen om een aantal redenen, zoals vrijheid in vormgeving, klank, oplage en productieproces. Voor grotere luidsprekers wordt bijvoorbeeld vaker hout gebruikt, omdat dit sterker is dan kunststof en omdat deze kasten minder last hebben van trillingen dan kunststof luidsprekers, wat de klank ten goede komt. Ook is de materiaalkeuze belangrijk als de luidspreker aan extreme omstandigheden wordt blootgesteld, bijvoorbeeld skipistes of sauna's.

Bij het bepalen van het materiaal wordt ook in grote lijnen de maatvoering van de luidsprekerkast bepaald. Dit heeft te maken met de componenten die de luidspreker bevat, zoals drivers, versterker of een baspoort. Ook dienen bepaald componenten op een bepaalde positie te zitten in verband met akoestiek en aansluitingen. Verder hebben luidsprekers een bepaalde inhoud die ervoor zorgt dat het een goede klankkast wordt.

Vervolgens wordt er begonnen met een analyse. Dit wordt gedaan door te kijken naar eigen luidsprekers en naar luidsprekers van concurrenten. Door luidsprekers met dezelfde eigenschappen naast elkaar te zetten krijg je een goed beeld van de markt. Bij deze analyse wordt voornamelijk gekeken naar de vormgeving en afwerking van de luidsprekers. Op die manier wordt bepaald welke elementen

belangrijk zijn en welke kant de ontwerprichting op moet gaan. Aan het eind van de analyse wordt een eisen en wensen pakket opgesteld waaraan het ontwerp moet voldoen. Ook prijs is een belangrijk aspect dat meetelt in ontwerpkeuzes. Audac wil kwaliteit leveren, maar wel voor een betaalbare prijs.

De volgende stap is het maken van de eerste schetsen. Om een beter beeld te krijgen van deze ontwerpen wordt regelmatig een schets omgezet naar een simpel 3D computermodel. Deze modellen worden vervolgens naast elkaar gelegd om de juiste richting te bepalen en eventueel de ontwerprichting nog wat bij te sturen. Uiteindelijk wordt hieruit één model gekozen dat verder uitgewerkt wordt.

Het gekozen model wordt verder gedetailleerd en de exacte maatvoering wordt bepaald aan de hand van de componenten en de eisen die gesteld zijn. Het ligt aan het type luidspreker welke vervolgstappen genomen worden. Zo is er voor een klein type luidspreker gekozen om zelf een prototype te maken om de geluidskwaliteit te testen. Van een groter houten model is het ontwerp volledig uitgewerkt en wordt het prototype uitbesteed om vooral een beeld te krijgen van de afwerking en vormgeving van het model. Bij het uitbesteden van de prototypes wordt naast de bouwtekening ook een rapport meegestuurd, waarin onderdelen en afwerkingen nader uitgelegd worden.

Vervolgens worden deze prototypes en modellen verder gedetailleerd en aangepast totdat ze het gewenste resultaat hebben. Ook wordt er in dit stadium van het ontwerpproces gekeken welke fabrikant de producten het beste en het voordeligste kan maken. De fabrikant maakt soms ook kleine aanpassingen in het ontwerp, zodat deze beter of voordeliger geproduceerd kan worden. Het proces met het verbeteren van het model en het maken van prototypen herhaald zich een aantal keren tot het gewenste resultaat is bereikt.

Uiteindelijk wordt er een fabrikant gekozen die het model gaat fabriceren. Deze maakt de gereedschappen voor het product, waarna er een productie proefmodel wordt gemaakt. Als dit proefmodel is goedgekeurd, kan het product in productie worden genomen en kunnen de overige aspecten ontworpen worden, zoals verpakking en promotiemateriaal.

Actieve luidspreker

De eerste stap die gedaan wordt voor het ontwerp is de analysefase, waarbij de benodigde informatie wordt verzameld en vastgelegd.

Doelgroep

De doelgroepen van Audac zijn in eerste instantie installatiebedrijven. Toch zal deze luidspreker voor zowel mobiel als vaste gebruik toegepast moeten kunnen worden. Op deze manier worden de toepassings-mogelijkheden uitgebreid, hoewel deze zich nog altijd in de markt van de professionele audio bevinden.

Concurrentieanalyse

Als we kijken naar andere kunststof luidspreker voor mobiel gebruik zien we vooral in de vorm veel overeenkomsten (Bijlage 1). Dit komt voornamelijk door het gebruik en de eisen die dit met zich meebrengt. Zo is het bij mobiel gebruik van belang dat de luidspreker stabiel rechtop kan staan, waardoor de onderkant van de luidspreker vrijwel altijd vlak is.

Aan de achterkant van de luidspreker bevinden zich de aansluitingen en de versterker. Ook zijn aan de achterkant koelplaten bevestigd doordat bij hoge vermogen de versterker moet kunnen koelen. Dit zorgt aan de achterkant van de luidspreker voor een rechte plaat met electronica.

Veel van de actieve mobiele luidsprekers bevatten meerdere handvatten. Meestal zijn deze bovenop en aan de zijkant geplaatst. Door ergonomische voorwaarden en eisen aan de stevigheid zijn deze vaak groot en opvallend aanwezig.

De plaatsing van de drivers in de luidsprekers zijn in alle luidsprekers op gelijke manier opgebouwd. De grootste drivers voor de laagste tonen bevinden zich onderin en de tweeters voor de hoge tonen bevinden zich bovenin de luidspreker. Dit heeft te maken met een aantal aspecten. De midden en hoge frequenties worden makkelijker tegen gehouden en hebben een kleiner spreidingspatroon waardoor deze op oorhoogte geplaatst wordt. Verder zijn grote drivers voor een stuk zwaarder waardoor bij plaatsing onderin de kast het zwaartepunt beter verdeeld wordt.

Voor voldoende spreiding of het richten van het geluid uit de tweeters worden vaak hoon vormen toegevoegd om de geluidskwaliteit te verbeteren. Om meer geluidsdruk uit de luidspreker te krijgen worden baspoorten toegevoegd.

Door mobiel gebruik krijgt de luidsprekerkast veel te verduren. Daarom is het van belang dat de drivers goed afgeschermd worden tegen beschadiging. Dit gebeurt meestal door het plaatsen van een grill. Verder worden de meeste randen en vormen extra stevig gemaakt zodat bij vallen en stoten de luidsprekerkast niet kapot gaat.

Om te zorgen dat het nieuwe ontwerp voldoet aan alle eigenschappen die nodig zijn voor een succesvol product is een programma van eisen opgesteld.

Programma van eisen

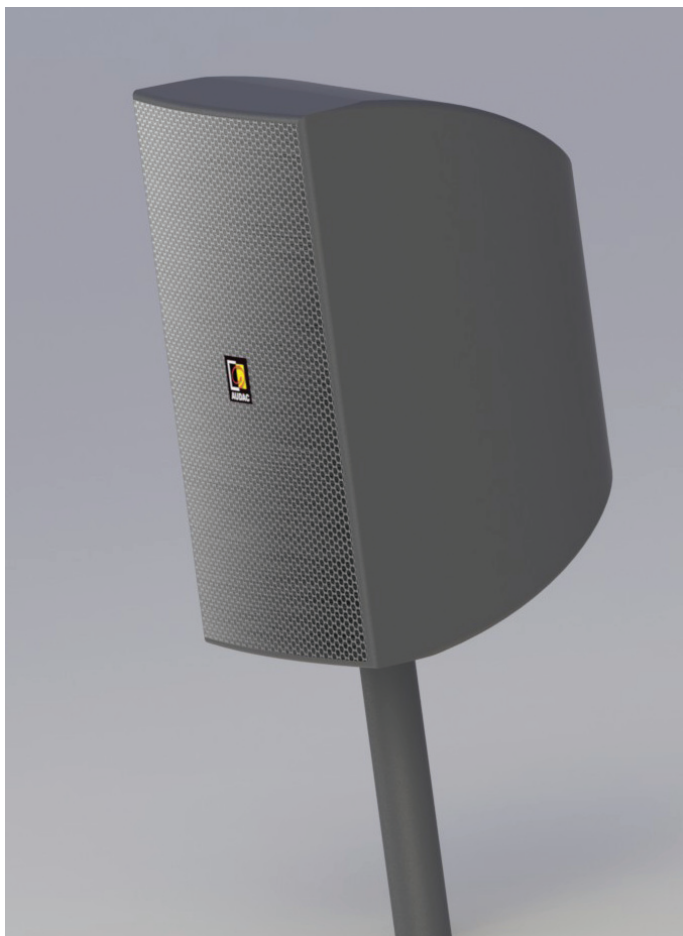
1. De luidspreker moet actief zijn
2. De luidspreker bevat een 10 inch driver en een tweeter
3. De luidspreker bevat een hoorn om het geluid van de tweeter te verspreiden
4. De versterker en aansluitingen bevinden zich aan de achterkant van de kast
5. De versterker moet de ruimte hebben om af te koelen.
6. De luidspreker moet op een 35 mm diameter paal geplaatst kunnen worden
7. De luidspreker moet voor installatie op muur of plafond geschikt zijn d.m.v. een beugel
8. De luidspreker moet handvatten hebben voor mobiel gebruik
9. De luidspreker heeft een verticale vorm
10. De driver voor lage tonen moet zich onderin de kast bevinden
11. De driver voor hoge tonen moet zich bovenin de kast bevinden
12. De drivers moeten beschermd worden tegen beschadigen van vallen of stoten

Concepten

In het begin van het ontwerpproces is er nog weinig rekening gehouden met het programma van eisen om zo tot een eigenzinnig ontwerp te komen.



Een voorbeeld van ideeën die tot stand zijn gekomen zijn te vinden in bijlage 2. Door de vele eisen wordt de vrijheid in de vorm van het ontwerp enigszins beperkt. In het begin is er geprobeerd de luidspreker symmetrisch te maken, zodat de luidspreker horizontaal en verticaal gebruikt kan worden. Het formaat werd hierdoor echter te groot, waardoor deze wens is komen te vervallen. In bijlage 3 is een vormstudie te zien van verschillende ideeën waarbij er steeds meer rekening wordt gehouden met de ontwerpeisen. Om de luidspreker een eigenzinning ontwerp te geven zal deze het vooral van zijn details moeten hebben. Uiteindelijk is ervoor gekozen om met het volgende concept verder te gaan.



Conceptkeuze

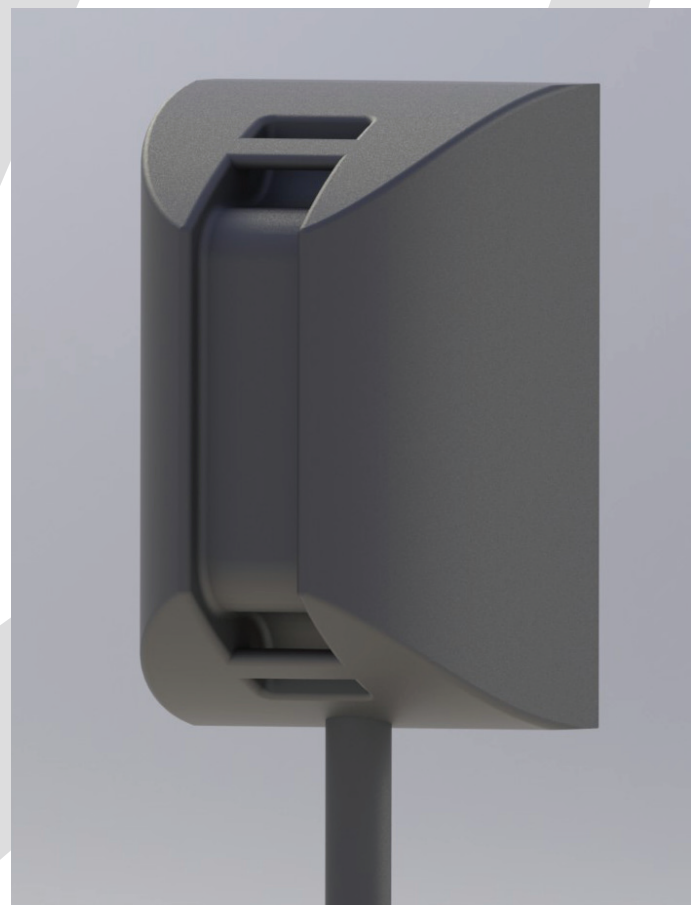
De keuze voor dit concept is gebaseerd op de volgende punten. Ten eerste is er een afweging gemaakt tussen mobiliteit en vaste installatie. Door de handvatten aan de boven- en onderkant aan de achterzijde te plaatsen zijn deze niet goed zichtbaar als de luidspreker vast geïnstalleerd wordt. Als de luidspreker voor mobiel gebruik meegenomen wordt is deze goed vast te houden door de luidspreker horizontaal vast te houden en ook zal de luidspreker minder snel tegen je knieën aankomen tijdens het lopen.

Ten tweede zijn de aansluitingen en de versterker aan de achterkant verzonken in het model. Dit zorgt er bij vast installatie voor dat de aansluitingen en de electronica minder goed zichtbaar zijn. Bij mobiel gebruik zorgt dit ervoor dat de electronica niet beschadigt of afbreekt als de luidspreker op de grond ligt of omvalt.

De boven en onderkant van de luidsprekerkast zijn afgerond. Dit geeft de luidspreker een betere uitstraling. Deze afronding kan niet te ver doorlopen, aangezien de luidspreker op een recht vlak neergezet moet kunnen worden, waardoor er voetjes aan de onderkant geplaatst worden. Hoe groter de afronding des te groter de voetjes moeten zijn. Het is hierbij zoeken naar een goede balans.

De zijkanten van de luidspreker zijn ook voorzien van een afronding. Hierbij is het net zoals de boven- en onderkant van belang om deze niet te ver door te trekken zodat het volume van de kast te klein wordt voor een goede akoestiek en de componenten die in de kast geplaatst moeten worden.

In tegenstelling tot veel andere luidsprekers is er voor gekozen om de grill over de hele voorkant door te trekken. De grill zal verder iets verzonken liggen in de plastic kast om te voorkomen dat deze teveel beschadigd bij mobiel gebruik.



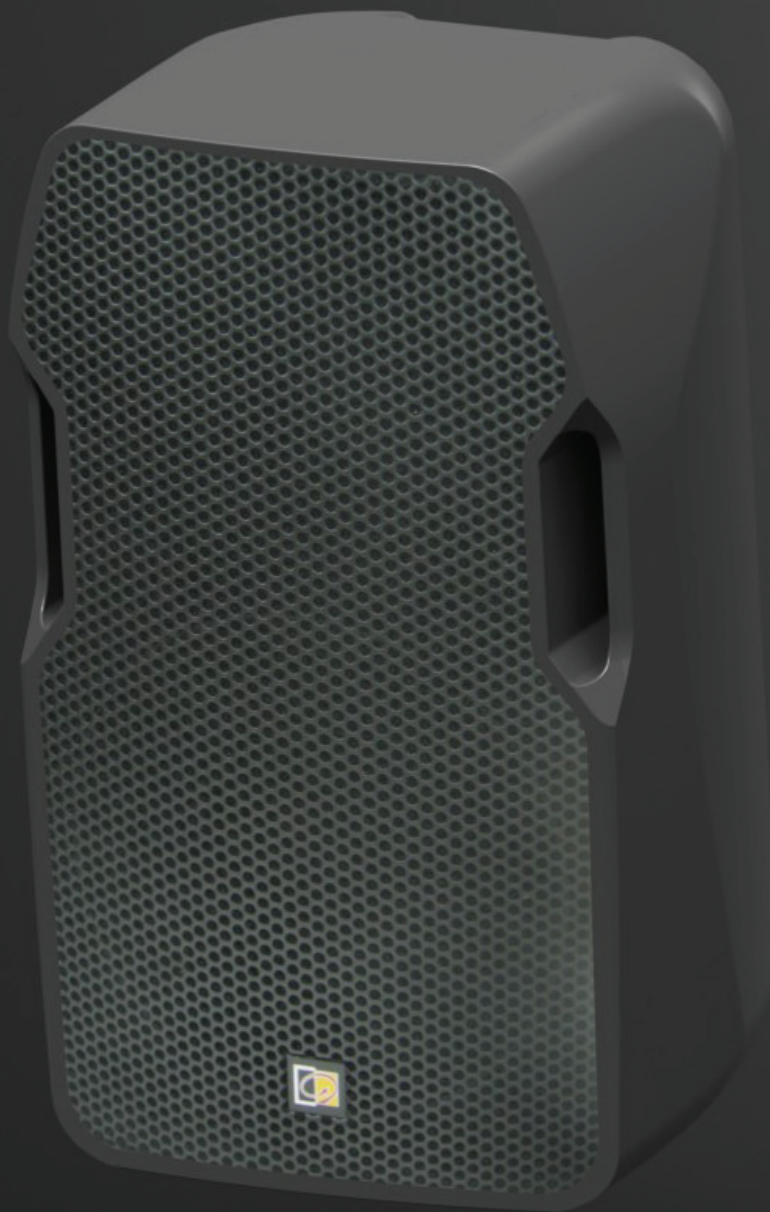
Detailering

De hoofdvorm is op een aantal vlakken gewijzigd. Ten eerste de afronding aan de boven- en onderkant. Deze is aanzienlijk kleiner geworden om er voor te zorgen dat de luidspreker verticaal kan staan en voldoende volume heeft voor een goede klank.

Ten tweede is de achterkant met de handvaten verder uitgewerkt. In bijlage 4 staan een aantal ontwerpen met mogelijkheden hiervoor. Er is gekozen om het handvat zo onopvallend mogelijk in het ontwerp

te plaatsen en deze in één lijn te zetten met de versterker en aansluitingen aan de achterkant. Het handvat zal uit een aparte onderdeel gemaakt moeten worden, aangezien het op deze manier productietechnisch niet mogelijk is om het hele onderdeel uit één stuk te laten spuitgieten.

Ten derde is de luidspreker ook van de zijkant aantrekkelijker gemaakt door het grote vlak te onderbreken door er een lijn overheen te trekken. Zoals in bijlage 5 te zien, zijn veel schetsen en concepten gemaakt voor de basspoorten. Er is gekozen voor een langwerpige vorm, waarbij er





geen scherpe hoeken in de baspoort zijn die zorgen voor ongevraagde turbulenties in de luchtstroom. Later zal de werking van de baspoort verder worden uitgelegd. Ook zijn de openingen van de baspoorten doorgetrokken naar de zijkant, waardoor het aanzicht van de zijkant meer gebroken wordt.

De grill van de luidspreker zal licht verzonken liggen achter de kunststof rand, zodat deze niet beschadigd. Verder bevat deze een lichte buiging en zal er naar de mogelijkheden gekeken worden om deze te voorzien van hexagonale gaten, die zorgen voor betere geluidsprestaties. Dit komt doordat de totale oppervlakte van de openingen in de grill vergroot wordt vergeleken met normale rondjes.

Vervolgstappen

Het ontwerp voldoet aan de eisen en zal verder uitgewerkt worden met een technische tekeningen, waarbij de exacte maatvoering en verschillende onderdelen bepaald zullen worden. Deze stappen worden uitbesteed aan een technisch tekenaar in China. Om dit goed te laten gebeuren is een rapport opgesteld (Bijlage 6) met veel afbeeldingen en toelichtingen over hoe de tekening uitgewerkt moet worden. Zodra deze tekeningen gemaakt zijn zal PVS kijken of de ontwikkeling van de luidspreker verder in gang gezet wordt.

Ateo 2 luidspreker

Doelgroep

De doelgroep van deze luidspreker zijn installateurs van audio. De luidspreker is een aanvulling op het assortiment en zal toegepast worden in kleine ruimtes waar lage volume's van belang zijn. De luidspreker is een opbouwkast, zodat hij makkelijk in bestaande ruimtes toegevoegd kan worden en er geen grote gaten ontstaan bij demontage. De luidspreker zal een lage prijs moeten hebben en wordt bij installatie in combinatie met een baskast gebruikt. De luidspreker en de baskast zullen als complete set verkocht worden.

Concurrentieanalyse

In de installatiemarkt wordt een rechthoekige of vierkante vorm met afgeronde hoeken het meest gebruikt. Vaak is de kast strak afgewerkt en bevat deze weinig tot geen sierelementen. Alle componenten van de luidspreker hebben vaak de zelfde kleur, zodat de luidspreker onopvallend aanwezig kan zijn in een ruimte. Om de kast een betere uitstraling te geven bevat de grill kleine gaatjes en wordt de grill vaak licht gebogen.

Om de luidspreker te bevestigen wordt gebruik gemaakt van een beugel. Het is de uitdaging om deze beugel zo goed mogelijk bij het ontwerp te betrekken en de vrijheidsgraden zo min mogelijk te beperken. Dit wordt vaak gedaan met een klein kogelscharnier op de achterkant van de kast.

De aansluiting en op de luidsprekerkasten bevinden zich aan de achterzijde. Voor vaste installatie wordt er vaak gebruik gemaakt van passieve luidsprekers. Op deze manier is het mogelijk om in grote ruimtes of gebouwen de bediening van alle luidsprekers vanuit één locatie te bedienen en hoeft de luidsprekerkast minder groot te zijn, omdat deze minder componenten bevat.

Programma van eisen

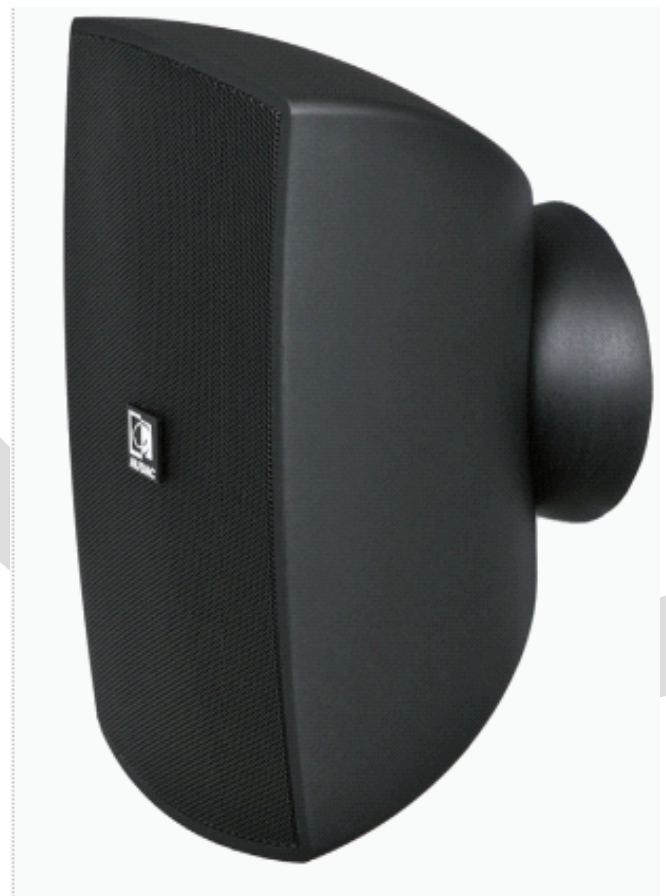
1. De luidspreker is voor opbouw op een muur
2. De luidspreker bevat één 2 inch driver
3. De beugel moet een verticale draaihoek hebben van minstens 15 graden
4. De beugel moet een horizontale draaihoek hebben van minstens 15 graden
5. De aansluiting van de luidspreker bevindt zich aan de achterzijde
6. De vorm van de luidspreker moet aansluiten

7. op de Ateo reeks van Audac
7. De beugel voor montage moet geïntegreerd worden met het ontwerp
8. Het model moet eenvoudiger en goedkoper zijn dan de rest van de Ateo luidsprekers
9. Het model zal in combinatie met een baskast verkocht worden

Huidige model

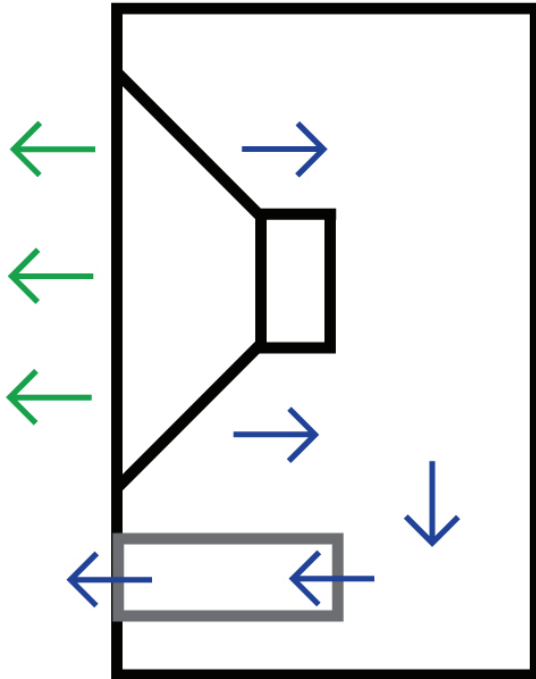
Voor het maken van concepten is gekeken naar het Ateo 4 model en de vormelementen die deze bevat. Geprobeerd is om het huidige model te herschalen naar een kleinere versie. Tijdens het analyseren en modelleren bleek dit niet mogelijk.

De huidige beugel zit complex in elkaar met veel verschillende onderdelen. Zo bevat de bol aan de achterkant 3 schelpen die over elkaar heen bewegen en die worden vastgezet door een imbus aan de voorkant van de luidsprekerkast. Het geheel wordt nog complexer doordat ook de kabels voor de aansluiting door dezelfde constructie lopen. Belangrijk is dus dat deze kleinere versie van de luidspreker een constructie bevat die simpeler is, maar niet ten koste gaat van de vormgeving.



Geluidskwaliteit

Het belangrijkste aspect van een luidspreker is dat hij goed klinkt. Om dit te bereiken is het de bedoeling dat de luidspreker voldoende geluid produceert op alle hoorbare frequenties. Dit hoorbare frequentiebereik bij mensen ligt tussen de 20 en 20.000 Hz. Voor kleine luidsprekers is het vaak



lastig om op de lage frequenties voldoende volume te produceren. Om de 2 inch luidspreker goed te laten klinken is het van belang dat er een baspoort toegevoegd wordt aan het ontwerp. In de afbeelding hieronder is schematisch weergegeven hoe dit werkt.

De driver die het elektrische signaal omzet naar geluid doet dit door het maken van luchttrillingen. De lucht die in beweging gebracht wordt op hoorbare frequenties wordt ervaren als geluid. Doordat de conus van de luidspreker beweegt zijn deze luchtverplaatsingen zowel aan de voorkant, de groene pijlen, alsmede aan de achterkant, blauwe pijlen, aanwezig. Door de luidsprekerkast luchtdicht te maken en een baspoort toe te voegen kunnen deze luchtverplaatsingen in de kast gebruikt worden om het hoorbare geluid te versterken.

Door de vorm en lengte van de baspoorten te variëren kunnen verschillende frequenties worden versterkt. Voor luidsprekerkasten met een rechte vorm is dit goed te berekenen. Voor het ontwerp van deze luidspreker is dat echter moeilijk te doen. Kijkend naar de theorie en simulatieprogramma's is wel te zien wat de verschillende vormen en lengte met het geluid doen. Dit is bekeken aan de hand van WinISD software, waaruit de volgende conclusies kwamen.

Een kleinere diameter van de poort zorgt ervoor dat een kleinere lengte nodig is voor de baspoort. Een langere lengte zorgt ervoor dat een lagere frequentie versterkt kan worden. Een rechthoekige vorm zorgt ervoor dat een grotere lengte nodig is voor dezelfde frequenties als met een ronde vorm. Ook zorgt een hoekig ontwerp voor meer turbulentie dan een ronde vorm. Het grotere volume van de luidspreker zorgt voor een lagere frequentie.

Voor het ontwerp is het van belang om de lagere midden-frequenties van het hoorbare frequentiegebied te versterken. Dit omdat de lage frequenties door een subwoofer aangevuld worden en de kleine 2 inch driver weinig geluidsdruk kan leveren op deze frequenties. Om de luidspreker zo klein mogelijk te maken is het dus van belang een zo lang mogelijke ronde baspoort toe te voegen. De afstand van de poort opening aan de binnenkant van de kast moet op zijn minst 1 tot 1,5 keer de poort diameter zijn om er voor te zorgen dat de luchtstroom de buis bereikt. Een vereenvoudigde formule voor het berekenen van de lengte van de baspoort is:

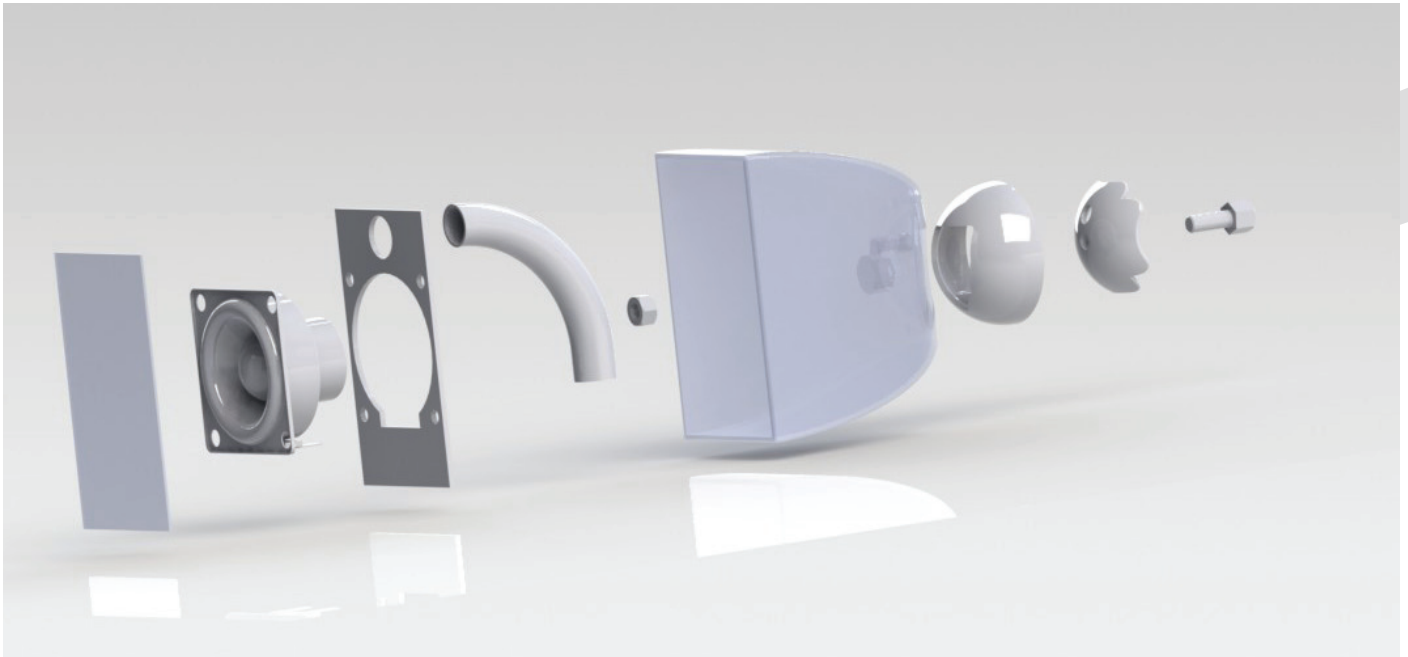
$$L = 17914 \times \frac{d^2}{Fc^2 \times Vb}$$

Hierbij is 17914 een constante, L de lengte van de poort in cm, d de binnendiameter in cm, Vb de inhoud van de kast in cm³ en Fc de frequentie in Hz die moet resoneren.

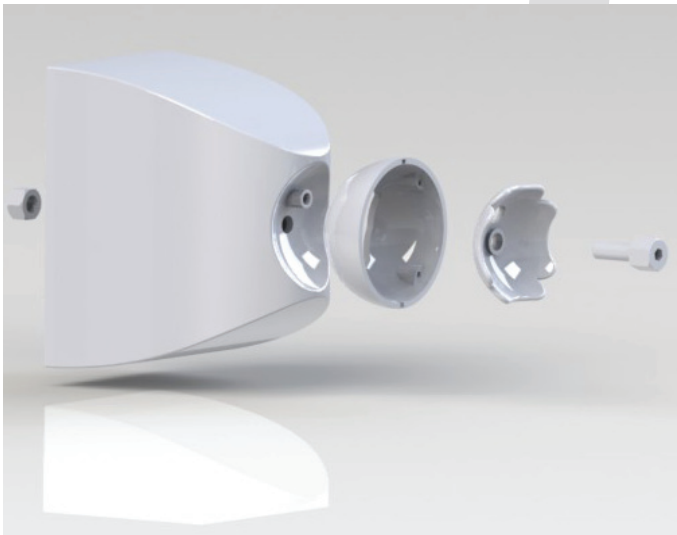
Deze theorie is tijdens het maken van de prototypes gebruikt om tot een zo goed mogelijk resultaat te komen. Om te oordelen of de nieuwe luidspreker goed klinkt of niet is er een referentieluidspreker gemaakt door een geluidstechnicus waarbij de geluidsdruk over het hele referentiegebied goed is en waarbij dezelfde componenten gebruikt zijn als die in het nieuwe model gebruikt zullen worden.

Voor het maken van een nieuw concept is er eerst bekeken of het aanpassen van het volume van de referentieluidspreker veel verandering in klank op zou leveren. Dit omdat het toch van belang is om de luidspreker zo klein mogelijk te maken, maar toch goed te laten klinken. Dit is gedaan door de luidspreker te openen en deze op te vullen met stukken piepschuim. Hieruit kwam al snel de conclusie dat de formule klopt en de geluidsdruk op de lagere frequenties minder wordt. Toch was het verschil in geluidskwaliteit nog niet zo groot dat dit storend was. Daarom is besloten om een luidspreker te maken met een inhoud van rond de 350 cm³. Verder moest deze luidspreker een 2 inch driver bevatten, een baspoort en een beugel met dezelfde vormgevingen als de rest van de Ateo serie.

Concept



De keuzes voor de vormgeving van dit concept zijn in grote lijnen in een vroeg stadium vastgelegd. De uitwerking van het model is daarom vooral gericht op de uitwerking van details en geluidskwaliteit van de luidsprekerkast. Dit is gedaan door een 3D model te maken met alle verschillende onderdelen. Voor de hoofdvorm van de luidsprekerkast zijn de lijnen iets breder genomen dat het huidige ontwerp.



Door de kast wat bollter te maken ontstaat er meer inhoud wat de klank van de kast ten goede komt. Het meest complexe gedeelte van het ontwerp is de verbinding tussen de luidsprekerkast en de beugel.

Het middelste onderdeel, de halve bol, is de beugel die aan de muur bevestigd wordt. De luidsprekerkast zelf heeft in de uitsparing aan de achterkant een gat en een uitstekend buisje zitten.

Bij assemblage zorgt dit ervoor dat de kast stevig vast zit aan de beugel door de schelp aan de binnenkant van de halve bol met een imbusbout strak tegen de beugel aan te draaien. Het buisje gaat door de beugel en de schelp heen en zorgt dat de kabels vanuit de kast in de beugel komen, zonder dat ze klem komen te zitten als de kast wordt gedraait ten opzichte van de beugel. Op deze manier is het mogelijk om de kast onder verschillende hoeken te hangen en de afwerking netjes blijft. Zo zijn er op het ontwerp aan de buitenkant geen schroeven of kabels te zien.

De luidsprekerkast heeft compleet geassembleerd ongeveer een formaat van 100 * 60 * 100 mm en voldoet daarmee voldoende aan de eisen qua grote. Ook de inhoud van de kast voldoet aan de eis en de vormelementen van de Ateo 4 zijn terug te vinden in het ontwerp.

Prototype

Om te kijken of de klank ook aan de verwachtingen voldoet zijn er van dit model een aantal prototypes gemaakt. Bij die prototypes is er gevarieerd met de drie eigenschappen die veranderd kunnen worden, zonder dat de het concept teveel veranderd.

Ten eerste is dat de vorm en inhoud van de kast. Er zijn drie verschillende grotes modellen gemaakt om te bekijken of de inhoud van de luidsprekerkast bepalend is voor de klank.



Ten tweede is dit de plaatsing van de driver. Door de luidspreker op verschillende posities te plaatsen in de luidspreker zullen de luchtstromingen anders gaan lopen binnen de luidspreker. Door dit te variëren is te beluisteren wat dit doet met de klank.



Als laatste zijn er verschillende baspoorten in de luidspreker geplaatst. Door te variëren in lengte en vorm worden bepaalde frequenties versterkt wat de geluidsdruk en klank verbeterd.

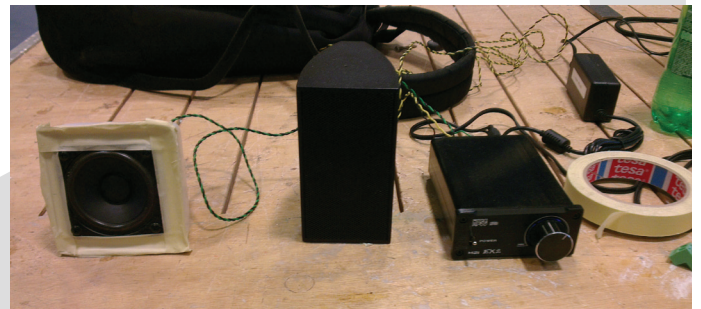


In bijlage 7 is te zien hoe deze modellen gemaakt en getest zijn.

Testen prototype

De resultaten van de testen waren minder positief dan de verwachtingen. De verschillende afmetingen van de kasten en de plaatsing van de driver hadden weinig invloed op de klank. De variatie in baspoorten daartegen wel, maar deze zorgde niet voor de juiste geluidskwaliteit. Door de verschillende kasten naast elkaar en de referentieluidspreker te zetten is er tot een conclusie gekomen dat het concept niet voldoende presteert qua geluidsdruk en kwaliteit.

Om te kijken of dit opgelost kon worden is hetzelfde proces nog een keer uitgevoerd, maar dit maal met drivers van 2,5 en 2,7 inch en een vierkant model. Deze drivers kunnen meer geluidsdruk leveren en zijn nog klein genoeg voor het model. Ook is er een 3 inch model gemaakt, maar deze komt qua grote al te dicht bij het 4 inch model. Toch bleken al deze modellen niet de gewenste geluidskwaliteit op te leveren.



Voor het verder uitwerken van deze luidspreker zijn er een aantal stappen ondernomen waar nu op gewacht wordt.

Ten eerste is de Chinese leverancier van de drivers benaderd met de vraag voor een 2,5 driver met een hoger rendement op de lage midden-frequenties. Zodra de leverancier deze heeft zal hij deze opsturen zodat hier verder mee getest kan worden.

Ten tweede is het wachten op de geluidstechnicus die de referentieluidspreker heeft gebouwd. Deze man wordt door PVS ingehuurd om de klank van alle nieuwe luidsprekerkasten te optimaliseren. Dit doet hij door het vaststellen van de componenten, de inhoud, formaat baspoort en het toevoegen van een crossover. Dit laatste onderdeel is een scheidingsfilter dit ervoor zorgt dat elke driver in de complete luidspreker de juiste signalen krijgt.

Tijdens de periode van de bacheloropdracht stond er een afspraak gepland, maar helaas is deze niet door gegaan, waardoor de verdere uitwerking van deze luidspreker op dit moment stil ligt.

PX luidspreker

De PX luidsprekers zijn een bestaande serie luidspreker uit het assortiment van Audac. Deze serie bevat vier modellen, een 8, 10, 12 en 15 inch versie en ze zijn verkrijgbaar in zwart en wit. Voor deze luidsprekers zal een nieuwe serie ontwikkeld worden.



Doelgroep

De doelgroep van deze luidspreker zijn installateurs van audio. De luidspreker is een vervanging van de huidige PX reeks en zal toegepast worden in ruimtes waar hogere volume's van belang zijn. De luidspreker zal gemaakt worden van hout en zal in drie verschillende modellen uitkomen. Een 10, 12 en 15 inch versie. Met deze afmetingen zal de luidspreker voldoende geluidsdruk hebben voor de gewenste toepassingen. De doelgroep zal vergroot worden door de luidspreker zowel actief als passief te maken. Het is verder de bedoeling dat naast vaste installatie de luidspreker ook voor mobiele toepassingen gebruikt kan worden.

Concurrentieanalyse

In de installatiemarkt wordt de rechthoekige vorm het meest gebruikt. Door het gebruik van hout is de kast vrijwel altijd opgebouwd uit rechte vlakken. De luidspreker wordt meestal verticaal gemonteerd. Om de luidsprekers te monteren wordt vaak een beugel aangeboden, maar ook de optie om de luidspreker te laten "vliegen" is vaak verwerkt in de luidspreker. Hiermee wordt bedoeld dat er ogen aan de luidspreker bevestigd worden waaraan de luidspreker aan kabels kan worden opgehangen.

De kleur van de luidsprekers zijn standaard zwart, maar meestal zijn ze ook in het wit verkrijgbaar.

Kijken naar houten luidsprekers van dit formaat die mobiel gebruik worden zijn er een aantal verschillen. Zo zijn er meer en grotere handvatten aanwezig om te zorgen dat de luidspreker goed vast kan pakken. In de afwerking wordt er vaker gekozen voor een coating die minder snel beschadigd. De hoeken zijn in sommige gevallen afgedekt met onderdelen die het stoten en vallen moeten opvangen. Verder liggen fragielere onderdelen dieper verzonken zodat deze niet beschadigen als de luidspreker omvalt of verkeerd wordt behandeld.

Verder moet de luidspreker kast sterk zijn opgebouwd, zodat hij lang mee gaat bij intensief gebruik. Om die reden wordt de kast ook voorzien van een sterke grill, om de drivers goed te beschermen. Deze grill wordt meestal voorzien van grote gaten zodat het geluid er goed doorheen kan, maar de constructie stevig blijft. Om de grill beter af te werken wordt achter de grill van een akoestisch doek of schuim geplaatst.

De te ontwerpen luidspreker zal een opvolger zijn van een bestaande luidspreker binnen Audac. Qua vorm is het dus van belang dat hij vernieuwend is, maar ook dat hij past binnen de lijn van het merk. Verder dient de luidspreker te voldoen aan de volgende eisen:

Programma van eisen

1. De luidspreker is gemaakt van hout
2. De afwerking van de kast is krasbestendig
3. De luidspreker heeft zowel een actieve als een passieve versie
4. Het is een tweeweg luidspreker met baspoort aan de voorkant
5. De luidspreker bevat voldoende inhoud voor een goede klankkast
6. De luidspreker bevat handvatten voor mobiel gebruik
7. De aansluitingen van de luidspreker bevinden zich aan de achterzijde
8. Aansluitingen en bediening mogen niet beschadigen als de luidspreker ligt of valt
9. De luidspreker moet stabiel rechtop kunnen staan
10. De luidspreker moet op een 35 mm diameter paal gezet kunnen worden
11. De luidspreker moet met een beugel aan de muur opgehangen kunnen worden
12. De luidspreker moet aan kabels opgehangen kunnen worden
13. De drivers zijn afgeschermd met een grill
14. De vormgeving van de luidspreker moet aansluiten op de producten van Audac

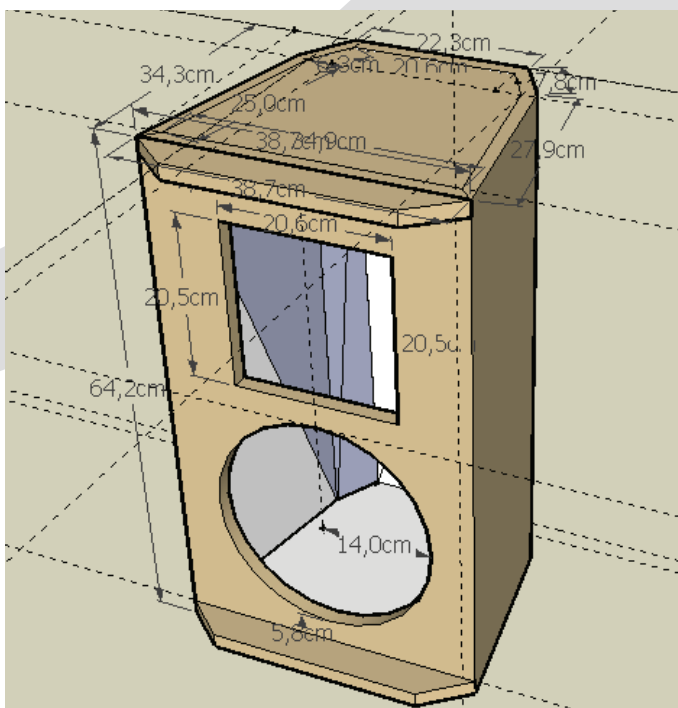
de geluidstechnicus opgezet voor de nieuwe voorwaarden qua volume en baspoort van de luidspreker. Door het gebruik van nieuwe betere componenten in de luidspreker kan de kast iets kleiner worden dan zijn voorganger.

Vervolgens bij het schetsen kwam er al vrij snel een concept naar voren dat is uitgewerkt. Bij dit ontwerp zijn een aantal vormaspecten uit andere nieuwe Audac producten overgenomen en in het ontwerp toegepast.



Concept

Voor de nieuwe concepten van de PX luidspreker is er eerst begonnen met het bestuderen van onderstaande schets. Deze is door PVS samen met



Ten eerste is er voor gekozen om de luidspreker minder diep en iets breder te maken, dit om aan de wensen van de installateurs te voldoen. De huidige serie luidsprekers, inclusief beugel, blijkt bij installatie een redelijk eind van de muur af te komen. Door de verhoudingen te veranderen is deze afstand te beperken. Wel moet er bij dit soort dingen opgelet worden dat de kast niet vierkant wordt, wat slecht is voor de akoestiek. Als de afstanden in de binnenkant van de kast gelijk zijn ontstaan staande golven die zorgen voor resonantie. Bij rechthoekige vormen speelt dit ook, maar deze hebben daar minder last van. Ook door dempingsmateriaal in de luidspreker worden deze resonanties tegen gegaan.

Ten tweede zijn de handvatten net zoals bij de actieve luidspreker verplaatst naar de boven en onderkant aan de achterzijde. Deze handvatten pakken beter vast dan de vlinderhandvatten die nu aan de zijkant van de luidspreker zitten. Een ander voordeel bij vaste installatie is dat de handvatten minder zichtbaar zijn. Als laatste zijn deze handvatten ook makkelijker om schoon te maken, omdat er nu geen stof blijft hangen in de gaten aan de zijkant.

Als derde zijn een aantal rechte lijnen uit het huidige ontwerp vervangen door ronde lijnen. Deze lijnen hebben dezelfde vormen als de nieuwe Xeno serie van Audac.



Ook de afwerking van de boven en onderkant is overgenomen van de Xeno luidsprekers waarbij de randen van de boven en onderplaat afgevlakt zijn onder een hoek.

Detailering

De volgende stap is de detailering van het nieuwe ontwerp. Dit is gedaan door de schetsen en modellen om te zetten naar aparte onderdelen in 3D-software (Bijlage 8). Deze onderdelen zijn vervolgens in een assemblage bij elkaar gezet om het totale ontwerp te controleren. De genomen ontwerpkeuzes zullen hier nader toegelicht worden.

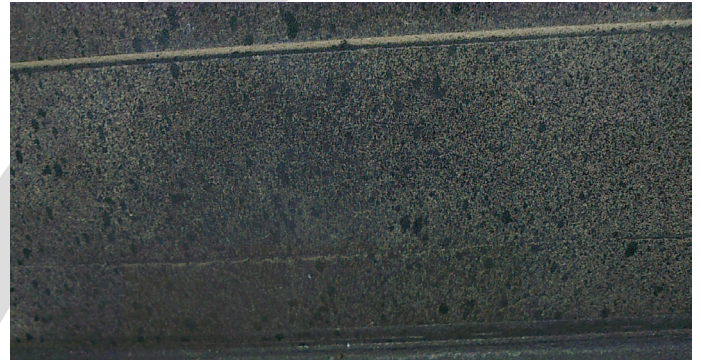
Materiaalkeuze

Voor het materiaal van de luidspreker is er gekozen voor multiplex. Dit materiaal is relatief goedkoop vergeleken met andere houtsoorten en heeft een aantal voordelen. Zo is het sterker en lichter dan MDF en heeft het vrijwel geen last van kruip, wat inhoudt dat het materiaal blijvend vervormd wordt als er langere tijd krachten op spelen. Ook is het goed te bewerken, vertoont het minder werking dan massief hout en is het door de gekruiste lagen in

het hout in sommige richtingen sterker dan normaal massief hout. Voor de diktes van het hout is er gebruik gemaakt van de standaardmaten van 12 en 18 millimeter, gelijk aan de huidige PX luidsprekers.

Vorm

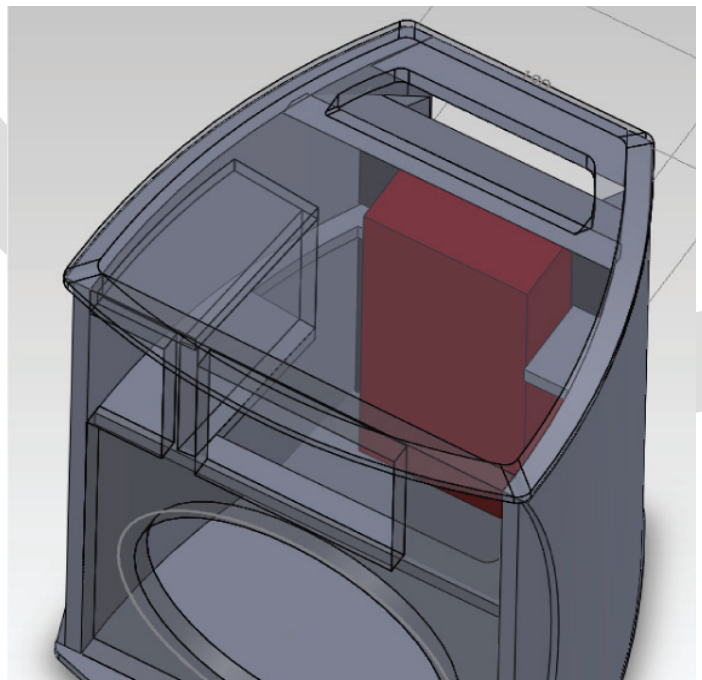
In de verdere uitwerking van de luidspreker is er nog één grote verandering in de vorm toegepast. Het gaat hierbij om de afgeronde zijvlakken van de luidspreker, wat ook overgenomen is van de XENO luidsprekers. Het buigen van het hout wordt gedaan door kleine sleuven in een V-vorm in het hout te frezen en deze na het buigen weer aan elkaar te lijmen, zoals te zien is onderstaande afbeelding.



Deze manier van buigen is makkelijker en sneller dan het buigen met behulp van stoom. Uit de modellen van de XENO luidspreker blijkt ook dat het bewerkte hout niets onder doet qua sterkte vergeleken met een normale rechte plaat multiplex.

Klankkast

Voor de akoestiek is gekozen voor één baspoort. Vaak wordt in dit soort luidsprekers gekozen voor twee poorten in verband met symmetrie in het uiterlijk, maar aangezien dit bij dit model niet zichtbaar wordt is er voor één baspoort gekozen.



Dit is ten eerste beter voor de klank, want hoe minder lucht er langs de wanden van de baspoort loopt hoe minder weerstand en turbulenties er ontstaan.

Ten tweede zorgt dit er ook voor dat er minder hout gebruikt hoeft te worden in het model wat resulteert in lagere kosten en een lager gewicht van de luidspreker.

Tijdens het modelleren van de baspoort is in de afbeelding goed te zien dat de opening aan de achterkant dicht bij het rode onderdeel zit. Dit is de versterker die gemodelleerd is voor de actieve versie, waarbij er geconcludeerd is dat de baspoort te groot is. In overleg met de geluidstechnicus is deze kleiner en korter gemaakt, zodat de opening van de

baspoort aan de achterkant beter bereikbaar is voor de luchtstromen in de luidspreker.

Grill

Voor de grill is er gekozen voor een licht gebogen voorkant en omgebogen hoeken waarbij de gaten doorlopen over de gehele grill. De gaten in de grill zijn 4 millimeter groot en achter de grill zal een akoestisch doek komen, wat het zicht naar binnen toe tegenhoudt, maar het geluid doorlaat.

In de grill zal een logo geplaatst worden dat verzonken ligt. De grill zal worden bevestigd met schroeven aan de zijkanten van de grill. Ook deze schroeven dienen verzonken te liggen voor een strakkere afwerking.



Verder zitten er aan de voorzijde in het ontwerp van de kast aan de onder en bovenkant houten onderdelen die de grill begeleiden in zijn curve, zodat deze goed op zijn plek blijft.

Om er voor te zorgen dat de grill niet snel beschadigd, ligt deze verzonken in het hout. Op deze komt de grill minder snel in contact komen met de grond of muren indien de luidspreker omvalt of wordt neergelegd.

Achterplaat

In tegenstelling tot de rest van de kast bestaat de achterkant van de luidspreker uit een aluminium plaat. Dit heeft een aantal voordelen in plaats van hout.

Ten tweede is het gebruik van dit materiaal een besparing in ruimte, waardoor de inhoud van de kast groter is dan wanneer er hout gebruikt wordt.

Ten derde is dit ook gelijk weer een besparing in gewicht wat ten goede komt aan de mobiliteit.

Een nadeel van de aluminium plaat is dat deze aan de randen goed afgewerkt moet worden omdat er anders lekkage van lucht optreedt in de luidspreker. Verder moeten alle randen van de plaat goed afgewerkt en gemonteerd worden om ervoor te zorgen dat er geen vervelende vibraties plaatsvinden die de geluidskwaliteit doen afnemen.

Afwerking

Voor de afwerking is er gekozen voor een andere en betere afwerking dan gebruikt wordt voor de huidige serie. Voor de huidige serie wordt een EPDM coating gebruikt. De nieuwe afwerking is gekozen uit een voorbeelden die fabrikanten hebben opgestuurd.



De gekozen afwerking is de “505 elastic black gold gravel” afwerking en wordt volgens de fabrikant opgebouwd uit twee stappen. Als eerste wordt het hout voorzien van een verf met een soort korrelige zandstructuur. Vervolgens gaat hier een soort rubberen flexibelere laag verf over heen. De exacte soorten verf en methodes van bewerken zijn niet bekend, maar vanuit de voorbeelden is het een krasbestendige afwerking, met een fijne structuur.



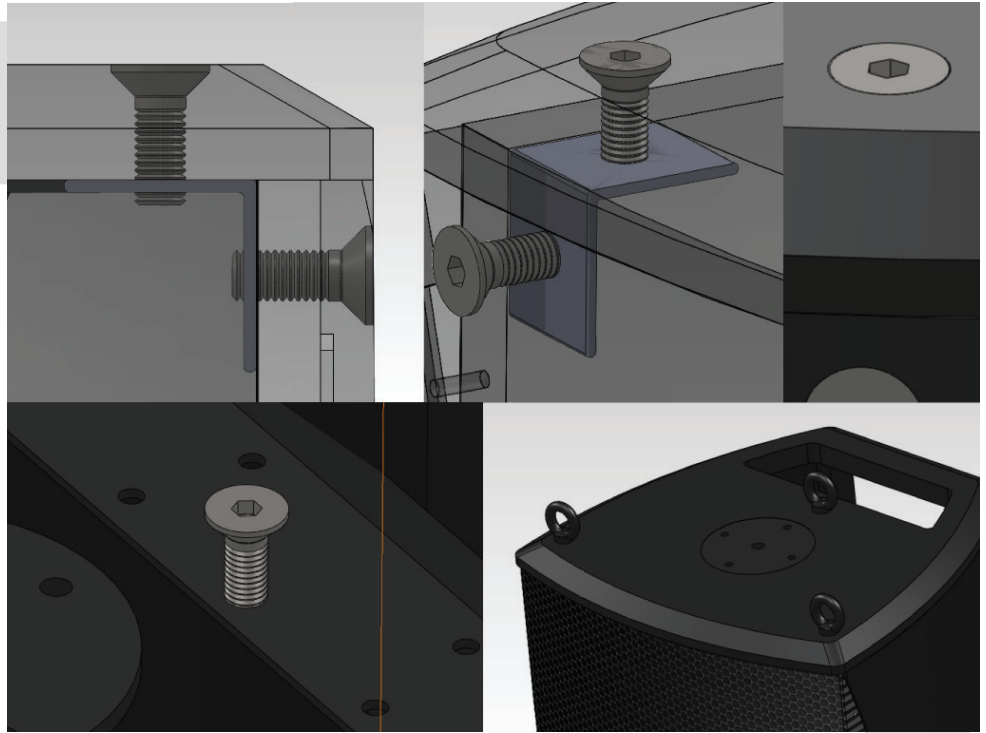
Ten eerste is dat het aantal onderdelen. Om dezelfde vorm met hout te bereiken heb je meerdere houten platen nodig die onder een hoek aan elkaar bevestigd moeten worden. De aluminium plaat bestaat uit één stuk dat op een aantal plekken gebogen wordt. Ook kan in dit onderdeel de plaat voor de aansluitingen en versterker worden verwerkt. Op deze manier is de achterkant één geheel en krijgen deze onderdelen dezelfde afwerking.

Montage

Om de luidspreker te bevestigen zijn meerdere onderdelen toegevoegd.

Ten eerste zijn dit de montageschroeven die te zien zijn in de afbeelding hiernaast. Deze schroeven zijn verzonken in de kast en kunnen vervangen worden door oogbouten. Op deze manier kan de luidspreker veilig opgehangen worden.

De montageschroeven zitten aan de binnenkant van de luidspreker in een metalen hoekje met schroefdraad, zodat de krachten beter verdeeld worden.



Rapport

Ten tweede is de luidspreker aan de onderkant voorzien van een 35 mm diameter paaladapter. Deze maat is een standaard in de professionele audio, waardoor de luidspreker geplaatst kan worden op alle universele statiefen, tussenpalen en beugels.



Ten derde is de luidspreker aan de bovenkant voorzien van een M10 schroefdraadadapter. Deze adapter zit precies tegenover de paaladapter aan de onderkant die ook vervangen kan worden door een schroefdraadadapter. Dit zorgt ervoor dat de luidspreker gemonteerd kan worden aan een beugel.



Aangezien de luidspreker in drie verschillende formaten wordt gemaakt zijn voor al deze modellen de technische tekeningen uitgewerkt. Voor het prototype is gekozen om het middelste formaat te laten maken, de 12 inch versie.

Naast de technische tekeningen is er een rapport opgesteld met veel van de hierboven genoemde specificaties die niet terug te vinden zijn in de tekeningen. Zo staat er bijvoorbeeld ook in vermeld dat de schroeven gegalvaniseerd moeten zijn en welke componenten de kast verder zal bevatten. Dit rapport is terug te vinden in bijlage 9. Vervolgens is dit rapport opgestuurd naar twee fabrikanten in China om te kijken welke deze luidspreker het beste kan produceren. Eén van de fabrikanten heeft een prototype gebouwd dat in het volgende hoofdstuk behandeld wordt.

Prototype PX



Na ontvangst van het eerste prototype is deze geanalyseerd en is hier opnieuw een rapport over opgesteld. Meer foto's van het prototype zijn te vinden in bijlage 10. Dit nieuwe rapport zal weer naar de fabrikant opgestuurd worden om een nieuw verbeterd prototype te maken.

De luidspreker is tijdens presentaties aan dealers van het bedrijf gepresenteerd en ook hier is nuttige feedback op gekomen. Verder hebben een aantal persoonlijke gesprekken met experts veel inzicht gegeven om de juiste keuzes te maken.



Na aanleiding van de gesprekken over het prototype zijn de volgende aspecten veranderd of opgenomen als verandering ten aanzien van het eerste rapport. In bijlage 11 vindt u het rapport dat opgestuurd is voor een verbeterd prototype. De belangrijkste aspecten hiervan worden hieronder uitgelegd en onderbouwd.

Drivers

Tijdens het monteren van de grote driver bleek het gat hiervoor te klein te zijn. Ook kwam de driver te ver naar voren, waardoor de grill er niet meer voor langs kan. Deze problemen zijn opgelost door de luidspreker te laten verzinken in de voorplaat en het gat iets groter te maken. Bij het monteren van de tweeter op de hoorn bleken maar twee van de vier gaten te passen op de aansluitpunten waardoor er een kleine aanpassing gedaan dient te worden.

Afwerking

De coating van de luidspreker voldoet aan de verwachtingen. Dit prototype is voorzien van minder lagen dan het uiteindelijke product, maar dit zal de kwaliteit alleen maar verbeteren. Over de gebogen zijpanelen zijn helaas nog wel verticale lijnen te zien. Deze panelen dienen beter afgewerkt te worden, zodat het vlak vloeiender overloopt.

Grill

De gaten in de grill zijn anders gemaakt dan was opgegeven in het productierapport. Ze zijn alleen aanwezig aan de voorkant en stoppen ongeveer een centimeter van de rand. Bij nader inzien heeft de fabrikant hierbij een goede keuze gemaakt, omdat dit er beter uitziet en sterker is aan de randen. Toch zijn er nog een aantal punten voor verbetering.

Ten eerste is dat de vorm van de gaten in de grill. Tijdens een gesprek met een dealer uit Finland kwam naar voren dat het beter is om hexagonale gaten te hebben in de grill. Deze structuur zorgt in verhouding voor meer ruimte waar het geluid doorheen kan en doet qua sterkte niets onder voor de ronde vorm. Op deze manier zou vooral in het hogere frequentiegebied betere geluidsprestaties hebben.

Ten tweede is nogmaals uitgelegd dat de schroeven verzonken moeten worden aan de zijkant van de grill. Ook moeten de kruiskopschroeven vervangen worden door imbuschroeven die minder last

hebben van slijtage en beter verzonken kunnen worden.

Ten derde is er een ondersteuning nodig in het midden van de grill. Op dit moment is het mogelijk dat de grill in het midden ingedrukt wordt. Om dit te voorkomen moeten kleine blokjes geplaatst worden om de grill te ondersteunen.

Handvat

Het handvat heeft een aantal aanpassingen nodig. Zo is de greep van het handvat te klein en zal deze groter gemaakt worden, zodat deze beter vast te pakken is. Verder ontstaan er in de hoeken van het handvat ruimtes die opgevuld dienen te worden. Omdat in die hoeken de overgang zit van het multiplex naar de aluminium achterplaat dient deze goed luchtdicht afgewerkt te worden. Om dit alles netjes af te werken zijn er verschillende mogelijkheden:

1. Het is mogelijk om het handvat en de holle ruimtes op te vullen met multiplex. Op deze manier worden dezelfde materialen gebruikt als in de rest van het ontwerp en kan je dit vloeiend over laten lopen in elkaar. Het gevolg is dat voor elke luidspreker aparte versies gemaakt moeten worden voor de verschillende onderdelen.
2. Een andere optie is het maken van een mal, waaruit een kunststof deel wordt gefabriceerd dat het handvat bevat en de gaten opvult. Voor elke type luidspreker moet dan één mal gemaakt worden, waarbij ervoor gezorgd moet worden dat het materiaal dezelfde kleur krijgt als de overige behuizing.
3. De laatste optie is het gebruiken van een extrusieprofiel waarbij voor de verschillende luidsprekers de lengte van het kunststof handvat op maat gezaagd kan worden. De hoeken kunnen opgevuld worden met schuim, waarbij voor elk type luidspreker dezelfde onderdelen gebruikt kunnen worden. Dit is de goedkoopste oplossing qua materialen, maar het is meer werk in assemblage omdat er meer verschillende materialen gebruikt worden.

Uiteindelijk is er voor optie 3 gekozen. Dit voornamelijk in verband met productiemethoden van de luidspreker. Het produceren van het aluminium deel aan de achterkant van de luidspreker is een proces dat heel nauwkeurig gebeurt. Het maken van de houten luidsprekerkasten geeft vaak iets meer speling, waardoor bij optie 1 en 2 vaak gaten zullen ontstaan. Deze gaten opvullen zodat er geen lekkage van lucht uit de luidspreker plaatsvindt, kan het beste worden gedaan door dit op te vullen met

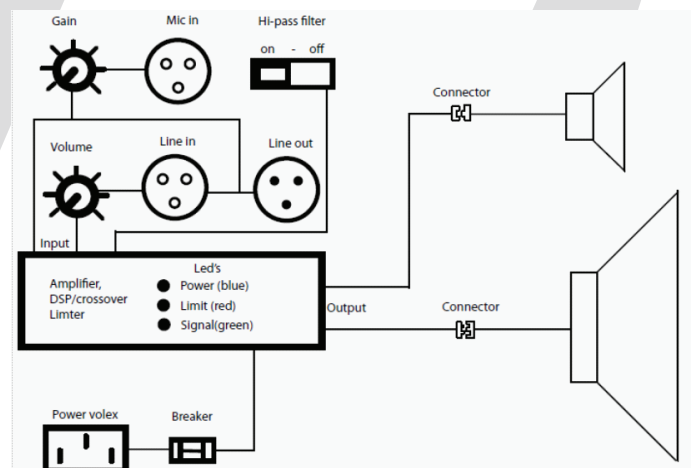
schuim. Ook hoeft bij de derde optie maar 1 extrusieprofiel gemaakt te worden die voor elke luidspreker gebruikt kan worden.

Voeten

Bij het eerste prototype zijn rubberen voeten geleverd. Deze zijn te groot en steken te ver uit als de luidspreker in de beugel hangt, waardoor de luidspreker niet meer kan draaien. Voor een nettere en sterkere uitwerking is er een ander soort voetje ontworpen. Hierbij worden in de onderplaat een viertal sleuvel gevreesd waarin een plastic voetje bevestigd kan worden met twee schroeven. Op deze manier zijn de voetjes visueel minder aanwezig, maar toch erg stevig. Door een langwerpige vorm is het nu ook mogelijk om vier voetjes te gebruiken in plaats van drie met de meegeleverde voetjes.

Elektronica

Tijdens de presentaties en gesprekken is er ook gevraagd naar de aansluitingen en mogelijkheden van de luidspreker met betrekking tot de elektronica. Hieruit kwam voornamelijk naar voren dat dit alles zo simpel mogelijk moest blijven, om zo de prijs van de luidspreker te beheersen. Hier is een tekening van gemaakt die is doorgestuurd naar de technische afdeling die de elektronica ontwerpt.



Logo

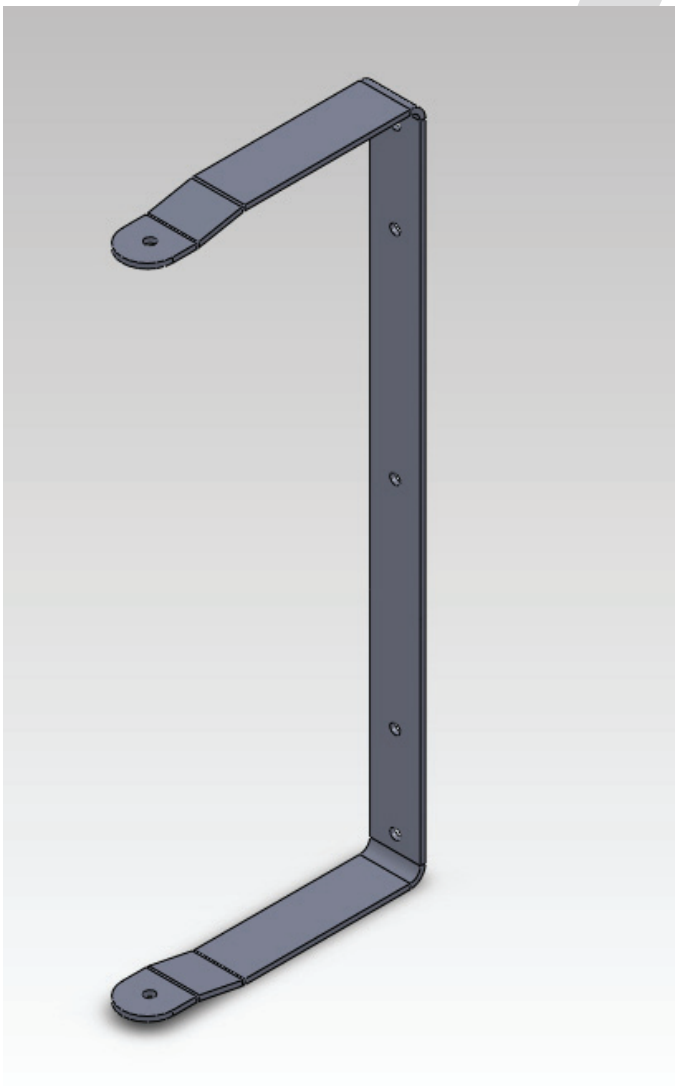
Het logo is veranderd naar eenzelfde soort logo als in de nieuwe Ateo en Xeno reeks om zo de nieuwe lijnen door te zetten. Dat wil zeggen dat in plaats van een gekleurd logo deze de kleur krijgt van de kast met aluminium bewerking. Verder wordt het logo in het midden van de grill geplaatst en moet deze roteerbaar zijn, zodat deze bij horizontale installatie ook leesbaar en symmetrisch staat.

Beugel PX

Voor de luidsprekers zijn ook beugels ontwikkeld. Het is de bedoeling dat er twee mogelijkheden zijn. Ten eerste is dat een standaard goedkope U-beugel die de huidige serie ook bevat. Ten tweede moet er een optie voor deze beugel komen, zodat de luidspreker onder een hoek gehangen kan worden.

Standaardbeugel

De standaardbeugel bestaat uit een strook aluminum die op een aantal plekken gebogen wordt tot de juiste vorm. De beugel voor de 10 inch luidspreker heeft 4 mm dik materiaal en voor de 12 en 15 inch is 5 mm genomen, dezelfde dikte als in de huidige serie. In de boven- en onderkant bevinden zich M10 gaten waarbij deze met een bout kunnen worden gemonteerd aan de M10 adapters in de luidspreker. Doormiddel van de symmetrie en de 5 gaten in het middenstuk kan de luidspreker zowel horizontaal als verticaal gemonteerd worden.

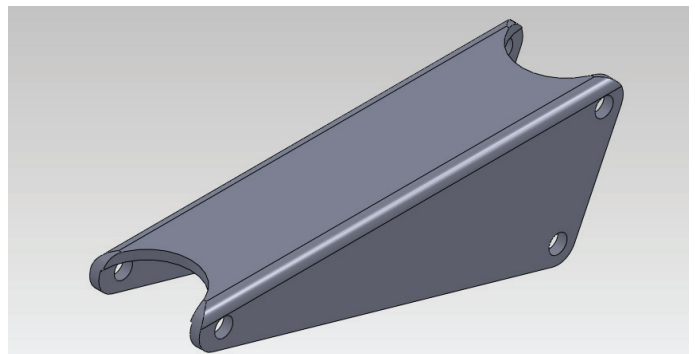


Toevoeging beugel

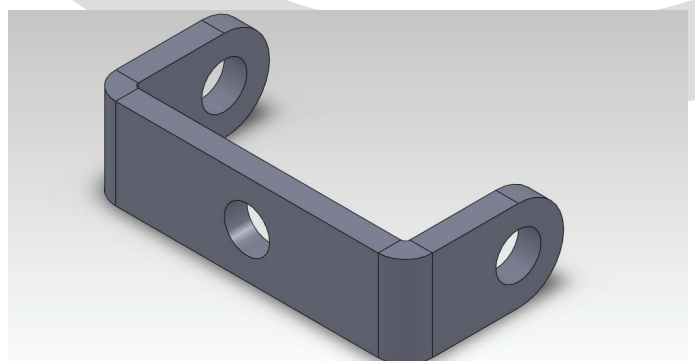
Bij het onder een hoek plaatsen van een luidspreker is het van belang om rekening te houden met grotere krachten. De afstand van het zwaartepunt van de luidspreker tot de muur zal hierbij vergroot worden. Om de luidspreker met de standaardbeugel onder een hoek te hangen zijn er vier extra onderdelen nodig. Net als de standaardbeugel worden ze van dezelfde dikte plaatmateriaal gemaakt. Het eerste onderdeel bestaat uit een U-profiel die tegen de muur geschroefd wordt.



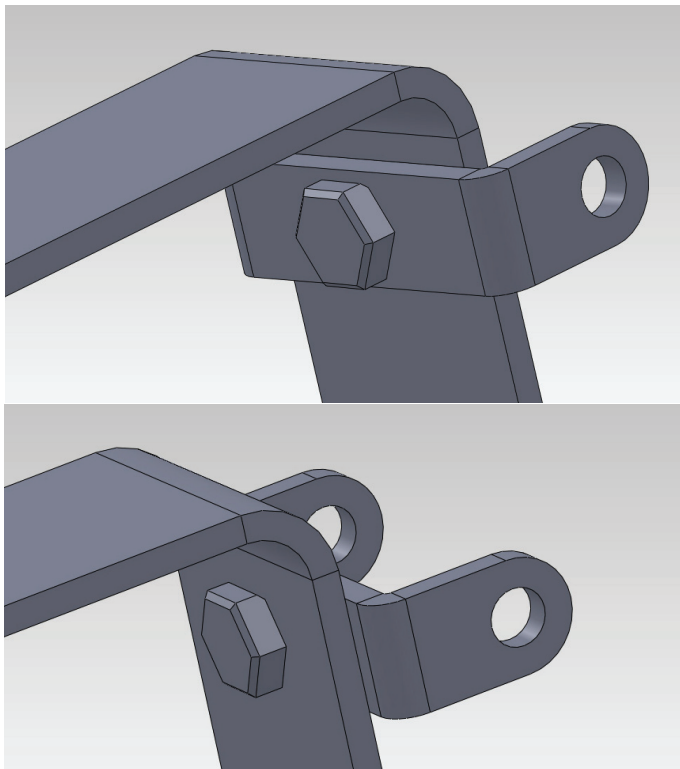
Het tweede onderdeel is een driehoek met ongelijke zijden. Door deze aan het muurdeel te bevestigen ontstaan verschillende hoeken.



Het derde onderdeel wordt gemonteerd aan het onderste montagegat van de standaardbeugel. Deze wordt vervolgens aan het nieuwe muurdeel bevestigd wat er voor zorgt dat het geheel kan kantelen. Het laatste onderdeel is eenzelfde soort profiel, maar dan één die de standaardbeugel aan de driehoek koppelt.

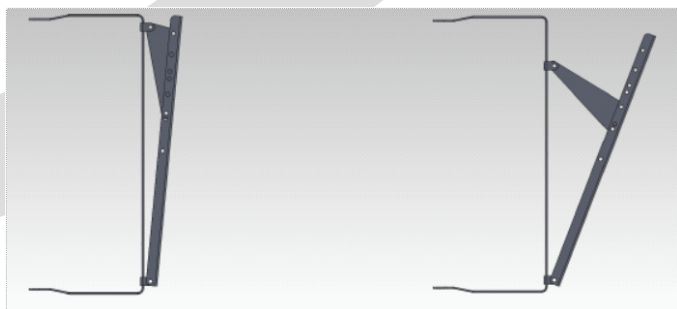


Door het gebruik van U-profielen wordt de gehele constructie stijver. Dit is erg belangrijk aangezien de constructie grote krachten, maar ook veel trillingen te verduren krijgt. Zo is er bijvoorbeeld gekozen om de kleine onderdelen om de standaardbeugel heen te laten lopen in plaats van ze er alleen met een bout aan te bevestigen, zoals te zien is in onderstaande afbeeldingen.



Bij lang gebruik en veel trillingen zou het staal of de bout kunnen gaan buigen en in het ergste geval breken. Door het profiel er omheen te leggen worden de krachten beter verdeelt.

Door de verschillende bevestigingsmogelijkheden van de driehoek is het mogelijk om de luidspreker in vier verschillende hoeken te hangen. Dit varieert van 5 tot iets meer dan 20 graden.



Voor de afwerking is het de bedoeling dat hetzelfde materiaal gebruikt wordt als de aluminium platen van de luidspreker. Zo krijgt alles dezelfde kleur en kwaliteit in de afwerking.

In bijlage 12 zijn de complete technische tekeningen te vinden van de 12 inch versie zoals deze opgestuurd zijn naar de fabrikant. Het prototype is helaas nog niet bij PVS ontvangen, waardoor er nog weinig gezegd kan worden over het resultaat



Aanbeveling

Bij de standaardbeugel is het van belang rekening te houden met de aansluitingen aan de achterkant van de luidspreker. Als de kabel loodrecht aangesloten wordt op de achterkant steekt deze zo'n 7 centimeter uit. Deze afstand van luidspreker naar de beugel kan aanzienlijk verkort worden door de aansluiting onder een hoek van 45 graden te laten plaatsvinden. Dit is wel weer een duurdere oplossing en hier is zoals het er nu naar uitziet geen ruimte voor op de versterkerplaat. Het prototype zal moeten uitwijzen of het nodig is om de standaardbeugel te vergroten zodat er meer ruimte is voor aansluitingen. Dit brengt helaas wel met zich mee dat de luidspreker verder van de muur komt bij vaste installatie en dat de beugels hogere krachten te verduren krijgen.

Verder zullen testen met het prototype uit moeten wijzen of de beugel werkt op de manier als waarvoor hij ontworpen is en of hij voldoet aan alle eisen.

LX luidspreker

Als laatste is er begonnen met het maken van een nieuw ontwerp voor de huidige LX serie van Audac.



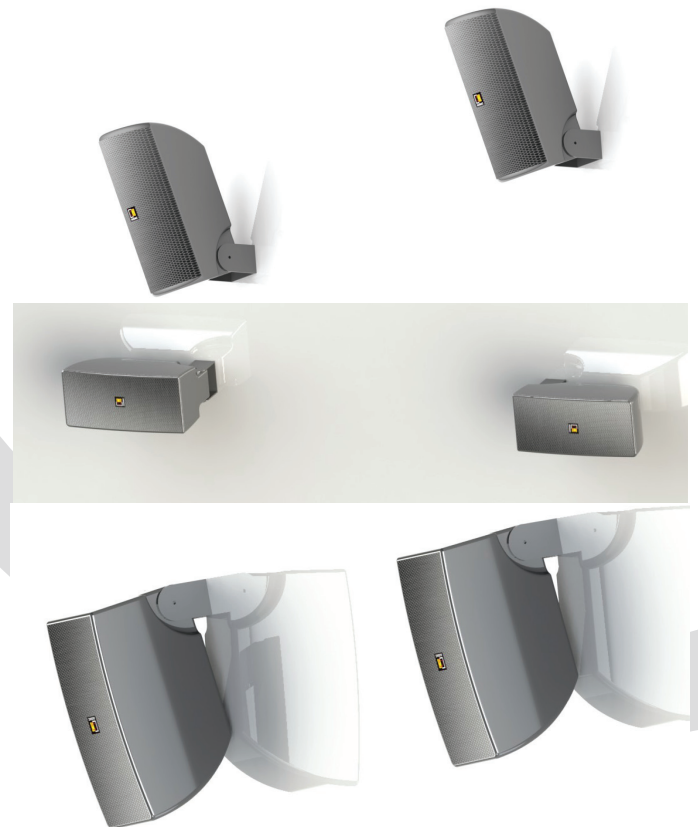
Het nieuwe ontwerp moet een tweeweg kunststof luidspreker zijn. De kast bevat een 5 inch driver en een tweeter en wordt actief aangestuurd. De luidspreker moet relatief goedkoop zijn en zal een oplage hebben van ongeveer 6000 per jaar. Om een verschil te maken met het huidige ontwerp en de huidige markt wil het bedrijf de luidspreker meer ronde vormen geven. Ook moet de beugel veranderen zodat de luidspreker op meer verschillende manieren toegepast moet worden. De volgende lijst met eisen voor het ontwerp is opgesteld.

Programma van eisen

1. De luidspreker is bedoeld voor vaste installatie
2. De luidspreker wordt gemaakt van kunststof
3. De luidspreker bevat een 5 inch driver en een tweeter
4. De luidspreker wordt actief aangestuurd
5. De aansluitingen en versterker zitten verzonken aan de achterkant van de luidspreker
6. De luidspreker heeft één vaste beugel waarmee deze gemonteerd wordt
7. De luidspreker mag niet veel duurder zijn dan de huidige versie

Concepten

In eerste instantie is er begonnen met rechthoekige vormen met een U-beugel aan de onderkant. Van dit model zijn een aantal assemblages gemaakt die zijn opgestuurd naar een dealer om te kijken of de bevestigingsmogelijkheden van de beugel voldoen aan hun wensen.

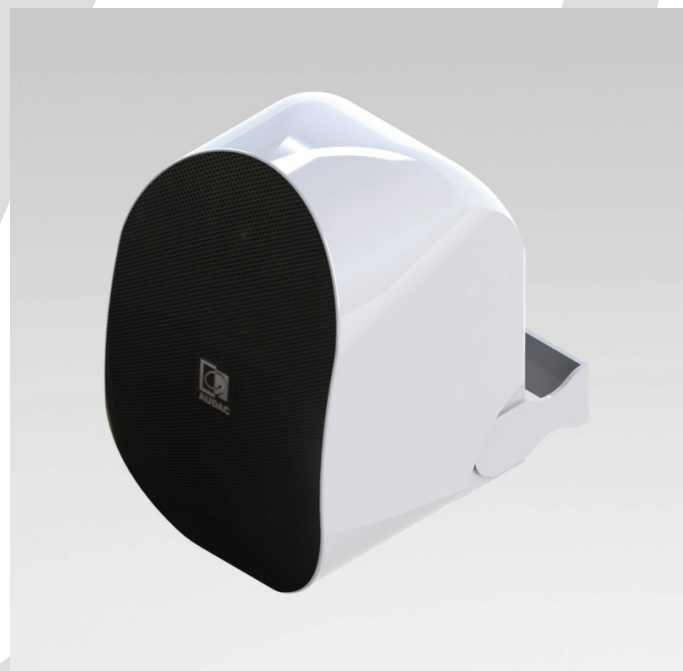
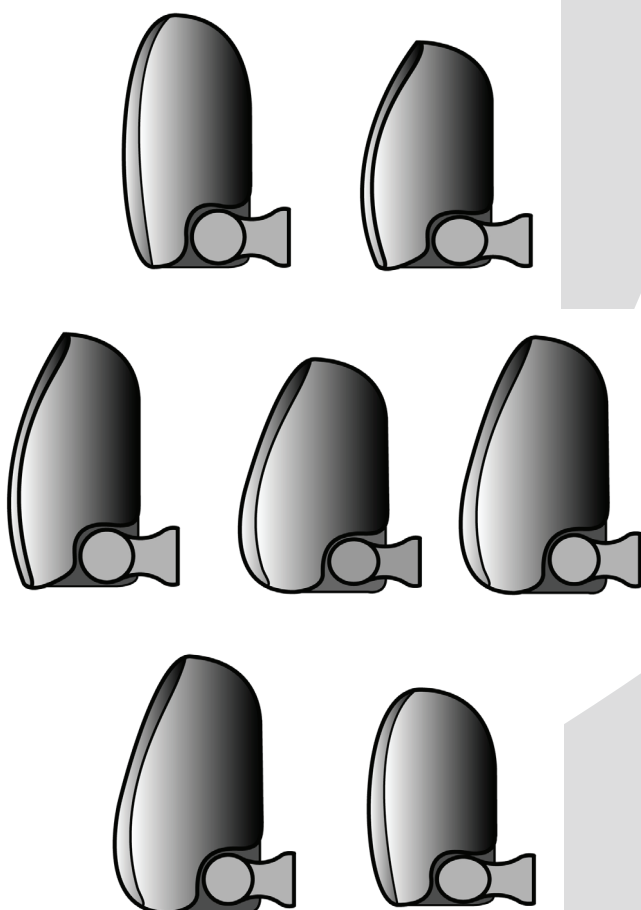


Na een positieve feedback is de manier van de bevestiging overgenomen en is de vorm verder ontwikkeld.



In de vormstudie is een model naar voren gekomen dat verder uitgewerkt is. In de afbeelding hieronder is goed te zien welke dat is. Bij het kiezen van de juiste vorm moet er op voorhand rekening worden gehouden met latere stappen in het ontwerpproces. Zo moet er voldoende ruimte zijn in het ontwerp

voor de componenten en ook de maakbaarheid is erg belangrijk. Zo hadden de eerste schetsen een grill die in twee kanten gebogen was. Dit is productietechnisch erg lastig en duur, waardoor er bij de schetsen al rekening mee gehouden is.



De volgende stap in het ontwerpproces is het uitwerken van het model in 3D. Doordat de vorm veel rondingen bevat is er gekozen om hier eerst een schuimmodel van te maken, om zo het ontwerp makkelijker aan te kunnen passen. Op de volgende pagina zijn de resultaten hiervan te zien.

Prototpe

Het prototype is gemaakt van blauw schuim waarvan een aantal delen op elkaar zijn geplakt. Daarop is een tekening van het ontwerp geplakt, die vervolgens in grove vorm is uitgezaagd.



lig werd. Ook bij het bekijken van de maakbaarheid van de luidspreker kwam er al snel naar voren dat dit niet op alle vlakke mogelijk was. Daarom is het model bijgeschaafd en zijn er meer rechte vlakken toegevoegd om het model beter produceerbaar te maken.

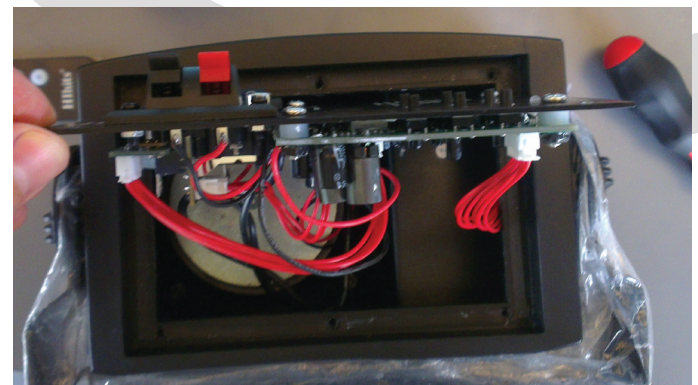


De volgende stap is het verfijnen van het model door het gebruik van zagen, raspen, vijlen en schuurpapier tot de uiteindelijke vorm ontstaat. De grove vorm is naast de huidige luidspreker gezet om

De zijanten van het model zijn vlakker gemaakt en lopen toe naar de achterkant zodat de vorm lossend is als deze gefabriceerd zal worden. De voorkant heeft nu een buiging in één richting, zodat de grill goedkoper gefabriceerd kan worden.



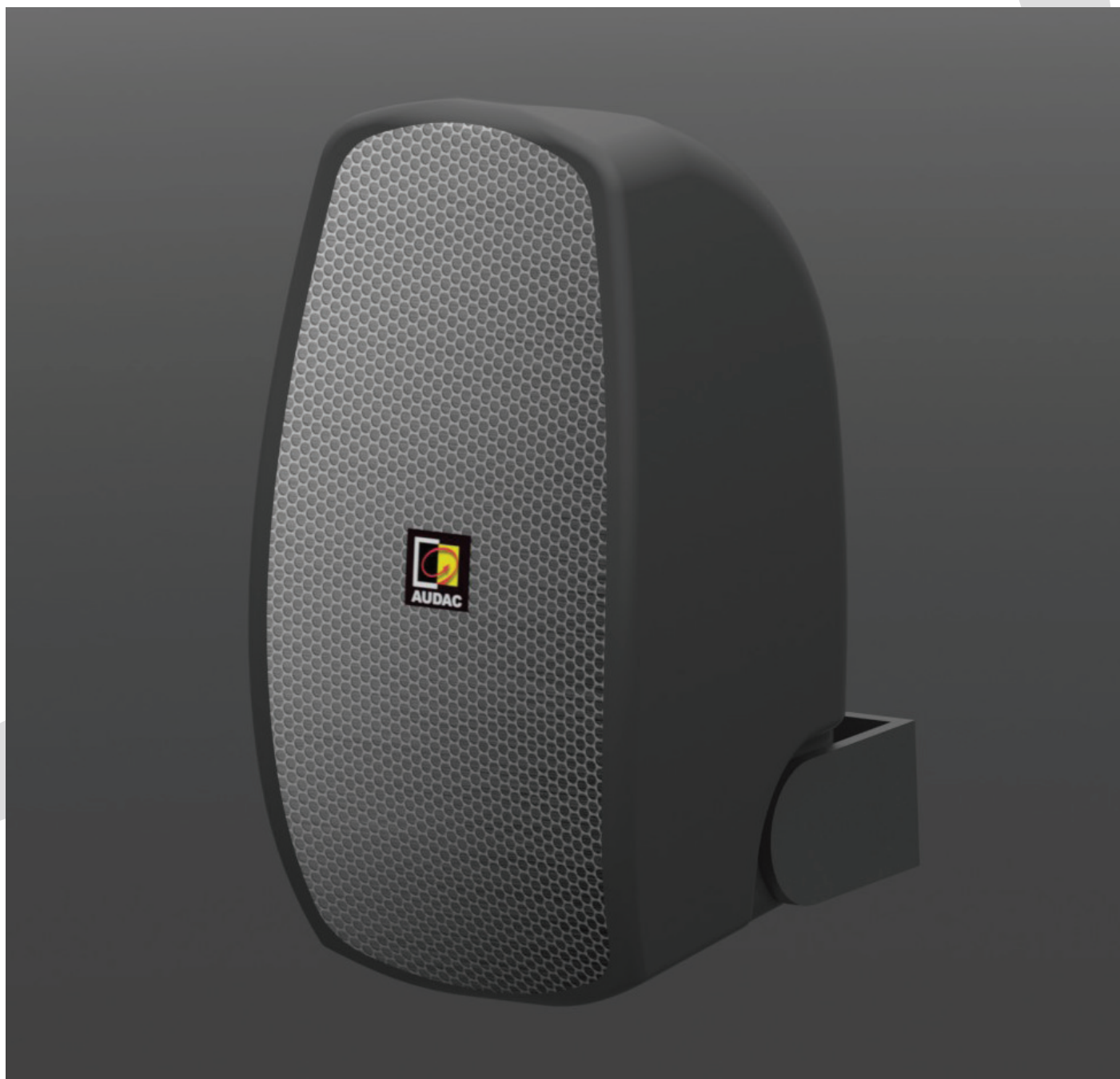
Aan de hand van een voorbeeld van de fabrikant van een nieuw type versterker is ook te zien dat er in het model minder ruimte vrijhouden hoeft te worden voor de componenten, omdat deze compacter zijn.



zo te kijken of de maatvoering gelijk is en of de vormen overeenkomen met de schetsen. De vorm komt overeen met de schetsen, maar had in zijn geheel te veel rondingen, waardoor het model te oudbol-

Model

Met de nieuwe eigenschappen zijn nieuwe modellen gemaakt in 3D-software om zo tot het volgende model te komen. Dit ontwerp voldoet al beter aan de verwachtingen van PVS, maar moet nog verder uitgewerkt worden voordat de volgende stappen in het ontwerpproces gezet kunnen worden .



Conclusies & aanbeveling

Ondanks de nodige gebruikservaring die ik met de producten heb, is het toch lastig deze te ontwerpen. Dit zit hem voornamelijk in de beperkingen die je hebt tijdens het ontwerpen. Door de vele eisen waaraan de ontwerpen moeten voldoen wordt de ontwerpvrijheid vaak beperkt. Ook de productie en prijs zijn factoren waardoor ontwerpen regelmatig worden aangepast.

De actieve kunststof luidspreker is qua vormgeving uitgewerkt, zodat deze verder ontwikkeld kan worden. Het ontwerp voldoet aan de eisen, maar de bij de volgende stap zal blijken of het ontwerp ook daadwerkelijke gefabriceerd kan worden, of dat er nog aanpassingen nodig zijn in het ontwerp.

Bij de Ateo 2 is veel getest met de prototypes, maar tot dusver bracht dit niet het resultaat waarop gehoopt was. Toch is de vormgeving voldoende uitgewerkt.

Het PX-model is qua vormgeving compleet uitgewerkt en over het resultaat ben ik erg tevreden. Het is mooi om het product aan de hand van een realistisch prototype te analyseren en op die manier te verbeteren.

Op deze manier krijg je een beter beeld van je product en kom je eigenschappen en afwerkingen tegen die je tijdens het ontwerpen op een computer sneller over het hoofd ziet.

Voor het LX ontwerp heb ik helaas te weinig tijd gehad om het tot een ver stadium uit te werken. Toch heb ik door de vormstudie die gedaan is een hoop schetsen en ideeën achter kunnen laten bij het bedrijf, waardoor zij verder kunnen met het ontwikkelen van de luidspreker.

Als ik de opdracht nog een keer zou uitvoeren zou ik bepaalde dingen toch anders doen. In sommige gevallen is een concept te snel tot op detail niveau uitgewerkt, waardoor kostbare tijd verloren gaat. Ook is het goed om te kijken welke vaardigheden wel goed beheerst worden en welke niet. Op die manier kan je in sommige gevallen het werk overdragen naar specialisten die het sneller uitwerken. Het werken met prototypes is wel goed bevallen, omdat dit vaak een beter beeld geeft van de werkelijkheid dan een analyseren aan de hand van een computermodel.

Verder heeft de mening van dealers en product-experts mij erg geholpen. Deze mensen werken al jaren met de producten en kennen alle sterke en zwakke punten van luidsprekers. Ook weten zij de mogelijkheden van produceren en kunnen ze een goede inschatting maken over de resultaten van een ontwerp. Zij leggen de prioriteiten vaak anders dan dat op de opleiding geleerd wordt. Zo zijn ze meer bezig met prijs en productiemethodes van een ontwerp, dan de onderbouwing waarom zij bepaalde ontwerpkeuzes maken. Bij PVS wordt binnen het bedrijf vaak de fabrikant benaderd over hoe hij het kan maken in plaats van een fabrikant te zoeken die het maakt zoals je het zelf wil. Dit is ook de reden waarom ik weinig gebruik heb gemaakt van wetenschappelijke informatie of bronnen. Door een expert te vragen krijg je meestal sneller een goed antwoord. Verder merk je in het bedrijfsleven dat je vaak afhankelijk bent van derden, zoals leveranciers, fabrikanten en experts om verder te komen met de ontwikkeling. Als deze derden niet beschikbaar zijn op de momenten dat je ze nodig hebt loopt het ontwerpproces al snel vertraging op.

Toch is het voor deze opdracht erg mooi dat ik veel dingen van mijn studie het kunnen toepassen in het ontwerpproces en voor PVS de vormgeving van een aantal luidsprekers heb kunnen uitwerken. Wel merk je dat door de algemene opleiding Industieel Ontwerpen je bij sommige uitwerkingen in het proces qua diepgang kennis te kort komt. Toch heb ik door deze opdracht een goed beeld gekregen van mijn sterke en zwakke punten en welke richting ik verder op wil met mijn studie.

Bronnen

Website van het bedrijf:

<http://www.pvs4you.com>

Afbeeldingen en specificaties van huidige Audac producten:

<http://www.audac.eu>

WinISD software voor het analyseren van baspoorten:

<http://www.linearteam.dk>

Formule en werking van baspoort:

http://www.dls.se/econtent/files/175/manual_bp-flex.pdf

Principe van resonantie bij staande golven:

<http://www.audiologieboek.nl/niveau2/hfd5/5-2-1.htm#5213>

Afbeeldingen uit de analyse zijn opgezocht bij de verschillende fabrikanten na het doornemen van catalogi:



Begrippenlijst

Driver	: Het component dat de elektronische signalen omzet naar geluid
Tweeter	: Een driver speciaal bedoelt voor de hogere hoorbare frequenties
Cross-over	: Een component met een scheidingsfilter voor frequenties, zodat elke driver het juiste signaal krijgt
Inch	: Maateenheid waarin drivers worden gemeten
Baspoort	: Opening in de luidsprekerkast die zorgt voor een basreflex(uitgelegd op pagina 13)
Grill	: Metalen rooster aan de voorkant van de luidsprekerkast om de drivers te beschermen
Kruip	: Blijvende vervorming van een materiaal dat gedurende langere tijd met een spanning is belast