



Headset för hjälmanvändare

Ett design- och utvecklingsarbete för headset anpassade för hjälmar

Kandidatarbete i Teknisk design

**ERIK FOLKE, SANNA GUSTAFSSON, OSCAR JOHANSSON
KASPER JONSSON, CARL LINDVALL OCH MARKUS NILSSON**

Headset för hjälmanvändare

Kandidatarbete i Teknisk design

**ERIK FOLKE, SANNA GUSTAFSSON, OSCAR JOHANSSON
KASPER JONSSON, CARL LINDVALL OCH MARKUS NILSSON**

**HANDLEDARE: PONTUS WALLGREN
EXAMINATOR: LARS OLA BLIGÅRD**

Kandidatarbete PPUX03

Headset för hjälmanvändare

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Teknisk Design

© Erik Folke, Sanna Gustafsson, Oscar Johansson
Kasper Jonsson, Carl Lindvall och Markus Nilsson

Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg, Sverige
Telefon +46(0) 31-772 1000

Omslagsfoto: Oscar Johansson & Carl Lindvall
Tryck: Chalmers Reproservice

Förord

En grupp studenter från Teknisk Design och Maskinteknik, på Chalmers Tekniska Högskola, har med uppdragsgivaren LIVI Technology arbetat för att utforma ett headset som kan integreras i motorcykelhjälm. Tanken är att headsetet ska ingå i den produktserie, GObyLIVI, som LIVI under 2017 ska lansera för att förbättra upplevelsen vid färd med tvåhjuliga fordon.

Vi vill tacka LIVI som var uppdragsgivare och framförallt företagets CEO Simon Fellin. Han har varit vår kontakt på företaget under arbetets gång, och projektet hade inte varit möjligt utan det goda samarbete och den värdefulla feedback Simon bidragit med.

Stort tack även till Antal Boldizar, professor i konstruktionsmaterial vid industri- och materialvetenskap på Chalmers Tekniska Högskola, som hjälpt gruppen med handledning inom konstruktion och material. Tack Eduard Hryha, Lars Hammar och Roger Sagdahl, professorer och doktorander i material- och tillverkningsteknik vid industri- och materialvetenskap på Chalmers Tekniska Högskola för hjälpen med att 3D-printa en högkvalitativ utseendemodell.

Därefter vill vi även tacka Pontus Wallgren, universitetslektor vid Design & Human Factors på Chalmers Tekniska Högskola, som varit projektgruppens handledare under kandidatarbetet och gett råd och vägledning under projektets gång. Vi vill också tacka vår opponentgrupp för deras värdefulla synpunkter.

Tack även till de som deltagit i användartester och svarat på enkäter. Genom att bidra med oersättliga insikter och perspektiv, gav de projektet en starkare verklighetsanknytning och hjälpte oss att skapa en bättre produkt.

Sammanfattning

Varje år omkommer ungefär 1,25 miljoner människor i trafikolyckor varav en stor andel beror på oaktsamhet i trafiken (World Health Organisation, 2017). Användande av mobiltelefon under körning är en av orsakerna till sådan oaktsamhet. Projektet avser att utforma ett headset som tillsammans med resten av företaget LIVIs produktserie, GObyLIVI, ska minimera distraktion från mobiltelefonen under körning men samtidigt uppfylla det behov av vanliga tekniska funktioner som föraren har för att ge en behaglig och välplanerad färd.

Arbetet resulterade i ett headset vilket består av fyra huvudsakliga komponenter: två hörlurar, ett batteripaket innehållande batteriet och headsetets moderkort, och en mikrofonenhet med manöverdon. Alla komponenter är gjorda i plast och monteras med hjälp av snäppfästen och lim. Hörlurarna har en oktagonal form med mjuka radier, ett formspråk som går igen i de övriga komponenterna.

De två hörlurarna monteras i urgröpningar i hjälmens frigolitinteriör, under det fodrade komfortlagret. Batteripaketet fästs på liknande sätt baktill i hjälmen men kräver ingen urgröpning. Mikrofonenheten placeras framför användarens mun med en böjbar bom som är fäst i den vänstra hörluren. På mikrofonenheten finns tre knappar som användaren interagerar med för att utföra olika kommandon som att exempelvis ändra volym, aktivera röststyrning eller ta emot samtal.

Projektet avsåg ta fram en användarcentrerad produkt, anpassad tekniskt och estetiskt för att bäst uppfylla användarens behov. Designbesluten har tagits utifrån användartester, enkäter och insamlad teori för att ge ökad intuitivitet och effektivitet för att göra interaktionens kognitiva belastning så låg som möjligt. Vid utformningen av headsetet togs också hänsyn till eventuell inverkan på säkerheten vid kollision.

Abstract

Every year 1,25 million people die in traffic accidents. Many of these accidents are due to negligence, and distractions such as mobile phones and other digital equipment can be contributing factors. The aim of this project is to design a headset which, with the rest of LIVI's product line GObyLIVI, minimizes driver distraction while fulfilling user requirements for a pleasurable ride.

The result is a headset with four components: two earphones, a battery pack, and a microphone. All components are produced primarily in plastics (ABS) and assembled with snap joints and adhesive glue. The earphones have an octagonal shape with soft radii, a design that is recurring in the two other components: the microphone with the operating device, and the battery pack.

The two earphones are mounted between the interior of the helmet and the padding in the area near the user's ears. The battery and main circuit board are placed in a rectangular unit at the back of the helmet. The microphone is placed in front of the user's mouth and is connected to the left earphone. On the microphone, there are three buttons with which the user interacts in order to use the different functions while driving, e.g., changing the volume, activating voice control or accepting an incoming call.

The thesis focuses on designing a human centred product, aesthetically and technically adapted to best fulfil the user's needs. The decisions regarding the design have been based on user tests, inquiries and collected theory in order to increase the intuitivity and efficiency and minimize the cognitive load. Another goal of the design is to have a minimal impact on user's safety during a collision.

Executive summary

Varje år omkommer ungefär 1,25 miljoner människor i trafikolyckor. En stor del av dessa beror på oaktsamhet i trafiken där användandet av mobiltelefoner under körning har en stor inverkan. Projektet avser att utforma ett headset som ska minimera distraktion från mobiltelefonen under användningen men samtidigt uppfylla de behov som användaren har (se bilaga 1).

Problemet med många av dagens lösningar är att de är relativt dyra och saknar intuitiv hantering. I benchmarkingen upptäcktes att en stor mängd funktioner i de existerande headseten görs på endast två knappar vilket ledde till att det var svårt att differentiera mellan de olika funktionerna. Produkterna ligger i ett prissegment från 80 USD upp till 130 USD (Amazon, 2017) (priser kan dock variera beroende på återförsäljare). LIVIs pris kommer vara cirka 99 USD och de ämnar sälja produkter av samma kvalitet och bättre användarnytta än de dyrare produkterna.

Under projektets gång har det gjorts flera iterationer i form av braindrawing, CAD, 3D-printning och utvärdering. I varje iteration testades utformningen utifrån olika aspekter såsom taktill och visuell tydlighet, formspråk och identitet samt konstruktionsmässiga aspekter. Mellan iterationerna samlades teoretisk information kring väsentliga delar för att föra utvecklingen vidare och för att ta beslut med bra underlag. I slutskedet av projektet gjordes en slutgiltig utseendemodell och emballage med tillhörande grafik och instruktioner.

Resultatet (se figur 1) blev ett användarcentrerat headset som tekniskt och estetiskt är bättre anpassade till användaren och dennes behov. Headsetet består av fyra huvudsakliga komponenter: två hörlurar, en mikrofonenhet och ett batteripaket. Batteriet har flyttats från hörlurarna till att bli en egen komponent. Detta gör att hörlurarna kan göras mindre och i samband med att batteripaketet flyttas till bakhuvudet blir det säkrare. Det finns en liten risk att batterier exploderar vid deformation, t.ex. på grund av en kraftig stöt, och genom att flytta batteriet till bakre delen av hjälmen minskas risken att det inträffar då sannolikheten att kollisionen sker på den delen av huvudet är lägre.

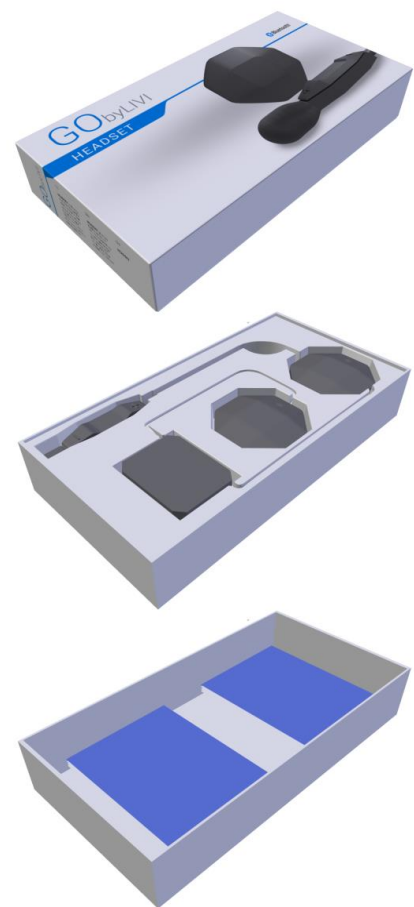


Figur 1: Slutresultatet

Andra lösningar av headset för hjälmar använder två knappar på mikrofonenheten. För den tänkta slutprodukten används istället tre stycken knappar, likt många headset för mobiltelefoner. Detta gör att gränssnittet kan göras mer intuitivt då varje knapp belastas mindre av mängden funktioner. Det finns en knapp med en (+) symbol vilket är placerad närmast mikrofonen (längst till höger från förarens vy), en knapp med en (-) symbol vilken är placerad närmast användaren (längst till vänster) och en nedsänkt knapp som är placerad mellan de andra två knapparna. Mittenknappen står för generella kommandon och dessa särskiljs med antal knapptryck och längd på knapptrycken. Ett flertal av kommandon kan endast göras i specifika situationer och därför överbelastas inte knappen av mängden funktioner. Till exempel kan användaren endast avböja och svara på samtal när användaren får ett samtal. (+) och (-) knapparna används för att höja respektive sänka volymen och trycks ner samtidigt för att parkoppla.

De värdeord som arbetats med för de semantiska aspekterna är *active*, *smart* och *simple* efter direktiv från LIVI. Den huvudsakliga formen är en åttakantig form för hörlurar såväl som för mikrofonenheten. Produkten är åttakantig med inslag av rektangulära rundade hörn vilket bidrar till ett uttryck av robust enkelhet. Den åttakantiga formen tillsammans med den rundade rektangeln är det formspråk som är genomgående i headsetets komponenter och som därmed gör att dessa tydlig visar samhörighet till varandra.

Förpackningen (se figur 2) till headsetet är gjord i produktseriens färgtema med LIVIs blå färg (#007ee5) som accentfärg och en vit (#FFFFFF) bakgrund, med en grafiskt avskalad utsida. Instruktionerna på leaflets görs avskalade och koncisa och visar tydligt användaren hur produkten ska hanteras. Förpackningen öppnas med ett undertryck mellan låda och lock vilket ger användaren en känsla av kvalitet. När användaren öppnar kartongen möts denne av headsetet utan alla tillbehör. Tillbehör såsom instruktioner och sladdar ligger under förpackningens inredning.



Figur 2: Förpackningen.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte	1
1.3 Mål	1
1.4 Brukare och kontext.....	2
1.5 Leverabler och avgränsningar	3
2. Slutresultat	4
2.1 Headset.....	4
2.2 Montering.....	8
2.3 Förpackning	8
3. Orientering	10
3.1 Grundfakta	10
3.2 Teoretiskt ramverk	13
3.2.1 Säkerhet (huvud).....	13
3.2.2 Antropometri.....	13
3.2.3 Kognitiv ergonomi	14
3.2.4 Usability	15
3.2.5 Gestaltlagar	17
3.2.6 Tillverknings teknik – Formsprutning	17
3.3 Hållbar utveckling.....	20
3.4 Process- och metodbeskrivningar	23
3.4.1 Idégenereringsmetoder.....	23
3.4.2 Utvärderingsmetoder.....	24
4. Genomförande.....	26
4.1 Fas 1 – Arbetets grund	26
4.2 Fas 2 – Idégenerering.....	28
4.3 Fas 3 – Avgränsning och teorisammanställning	29
4.4 Fas 4 – Modellering	30

4.5 Fas 5 – Utvärdering.....	32
4.6 Fas 6 – Förfinad utformning	34
4.7 Fas 7 – Emballage och instruktioner.....	35
4.8 Fas 8 – Uppvisningsmodeller och färgsättning.....	35
5. Resultat	37
5.1 Behovsidentifiering.....	37
5.1.1 Användare och kontext	37
5.1.2 Headsetets interaktion med användaren.....	38
5.1.3 Headsetets integration i hjälmen.....	39
5.1.4 Förpackning	40
5.1.5 Summering.....	41
5.1.7 Kravspecifikation.....	41
5.2 Användningsutformning	41
5.2.1 Funktionsanalys	42
5.2.2 Utvärdering av koncept.....	42
5.2.3 Interaktion.....	45
5.2.4 Montering.....	47
5.3 Övergripande utformning.....	48
5.3.1 Headset.....	48
5.3.2 Färgval och yta.....	50
5.3.3 Förpackning	51
5.4 Detaljerad utformning.....	55
5.4.1 Headset.....	55
5.5 Konstruktion	59
5.5.1 Tillverkningsmetoder	59
5.5.2 Komponenter.....	60
5.5.3 Sammanfogningsmetoder	63
5.5.4 Materialval	63
6. Hållbar utveckling.....	64
6.1 Ekodesignstrategihjulet.....	64
6.2 Ekonomisk hållbarhet	64

6.3 Ekologisk hållbarhet	65
6.4 Social hållbarhet.....	66
7. Diskussion.....	67
7.1 Säkerhet.....	67
7.2 Interaktion	67
7.3 Sammanfogningsmetoder	68
7.4 Akustik.....	68
7.5 Montering.....	68
7.6 Enkäten	69
7.7 Förpackning	69
7.8 Hållbar utveckling.....	70
7.9 Scope creep	70
7.10 Fortsatt arbete.....	71
8. Slutsatser	72
8.1 Användare och kontext	72
8.2 Utformning.....	72
8.3 Konstruktion och material.....	73
8.4 Förpackning	73
9. Källförteckning	74
Bilagor.....	

1. Inledning

I detta kapitel ges bakgrunden till projektet, dess syfte och dess mål. Även den tänka brukaren och dess kontext tas upp. Kapitlet avslutas med en genomgång av vilka avgränsningar som gjorts.

1.1 Bakgrund

Runt 1.25 miljoner människor omkommer varje år i trafikolyckor, varav hälften är så kallade *vulnerable road users*: fotgängare, motorcyklister och cyklister och andra oskyddade trafikanter. Utöver dessa skadas ytterligare 20 till 50 miljoner, där många får bestående men. En mycket stor andel av alla dessa trafikolyckor sker i Sydostasien och Oceanien och det har visats att många dödsfall och allvarliga skador kan undvikas genom användandet av hjälm (World Health Organization, 2017).

Den enskilt största orsaken till trafikolyckor är så kallade mänskliga faktorer (Alertdriving, 2011). Till dessa hör fortkörning och rattfylleri, men också bristande uppmärksamhet på grund av distraktion från andra informationskällor som mobiltelefoner. Vid användandet av mobiltelefon i trafiken släpper föraren sitt fokus från vägen och får därmed sämre reaktionsförmåga och agerar därför sämre på trafiksituationer. Trots den ökade risken med användandet av mobiltelefoner i trafiken så är det tydligt att förare vill kunna använda vissa applikationer från sin mobiltelefon. Då förare aktivt väljer att använda sin mobiltelefon trots kunskap om den ökade risken blir felhandlingen i sig svår att stoppa, därför görs avvägningen att erbjuda föraren dessa tjänster fast med en minimal försämring av deras reaktionsförmåga.

1.2 Syfte

Syftet med detta projekt är att göra resan säkrare för användaren som har behov av att använda funktioner i sin mobiltelefon under färd på tvåhjuligt motorfordon.

1.3 Mål

Målet med detta projekt är att under en period av 16 veckor ta fram ett headset som kan bilda en utgångspunkt för tillverkning och försäljning. Headsetet ska uppfylla användarens behov och krav genom detaljerad formbestämning som gör interaktionen intuitiv och effektiv. Eftersom produkten ska vara förberedd för försäljning, ska även tillhörande emballage och grafik utarbetas till headsetet för att ge användaren ett kvalitativt helhetsintryck.

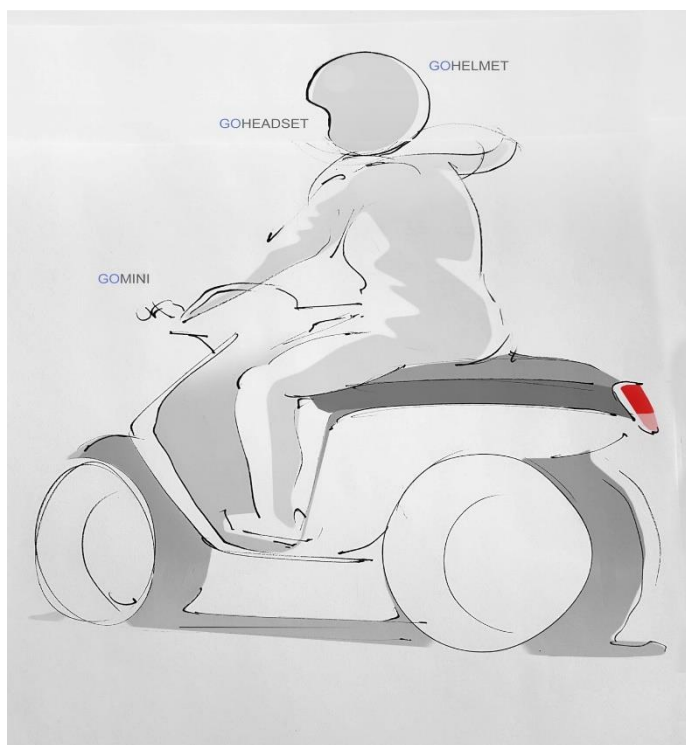
1.4 Brukare och kontext

Den primära målgruppen är den utsatta gruppen sydostasiatiska förare som har ett tvåhjuligt motorfordon som sitt huvudsakliga transportmedel. Denna målgrupp har ibland en modest inkomst och har därför inte alltid möjlighet att köpa dyr GPS-utrustning eller annan extrautrustning till sin motorcykel. Däremot ökar andelen av befolkningen som äger och flitigt använder en smartphone i sin dagliga verksamhet. Produkten ska erbjuda ekonomisk tillgänglighet och därmed kunna attrahera en bredare massa än vad konkurrerande alternativ gör idag. Den sekundära målgruppen är övriga resenärer på motorcykel, moped och cykel i resten av världen i mån av marknadspotential, vilken kommer att analyseras av uppdragsgivaren.

Produkten kommer att användas i en trafikerad miljö. Då den primära målgruppen återfinns sydostasien är klimatet av tropisk karaktär med högre temperatur och större mängd nederbörd. Användaren förväntas använda hjälm av typen *öppen hjälm (open face)* på grund av det varma klimatet. Den trafikerade miljön sätter även stora krav på användarens kognitiva resurser där visuella och auditiva intryck ska tas in och bearbetas för att säkert ta sig fram i trafiken.

Produkten är en del av en produktserie vid namn GObyLIVI. I serien ingår också två andra delar som inte utvecklas under detta arbete: GOHELMET, en hjälm anpassad för att passa headsetet, samt GOMINI – en tryckkänslig skärm som fästs på fordonets styre, och som gör det möjligt att använda navigation, musikapplikationer och liknande under färd, utan att flytta handen från styret (se figur 3).

Produkterna i serien ska både kunna användas var för sig och tillsammans. Därför krävs ett gränssnitt på headsetet som gör det möjligt att använda enheten utan GOMINI, men som blir redundant när headsetet används tillsammans med denna touchskärm.



Figur 3: Illustration av systemet GObyLIVI

Funktionerna i GOMINI och GOHEADSET kommer att fungera med hjälp av LIVIs app, där användaren också kan välja att aktivera egna funktioner som mappas på enheternas gränssnitt.

1.5 Leverabler och avgränsningar

Projektet avgränsar sig till att endast utforma det headset som ska ingå i produktserien GObyLIVI. Hjälmens och den tryckkänsliga skärmen designas och konstrueras separat av uppdragsgivaren. Elektronik till headsetet var delvis utvecklat och en övergripande layout vad gäller ingående komponenter definierad. Därför begränsas designfriheten delvis i avseendena storlek och form.

Projektet fokuserar på design och konstruktion av den så kallade hårdvaran till headsetet – i form av hörlurar, ett batteripaket och en enhet med mikrofon och fysiskt gränssnitt. Dessutom skapas underlag för hur den fysiska produkten skall konstrueras och en enklare fysisk representation för den färdiga produkten framställs med hjälp av additiv tillverkning.

Förslag på hur det fysiska gränssnittet ska användas tillsammans med de vanligaste tilltänkta funktionerna för headsetet ska också tas fram. Detta bör verifieras och vidareutvecklas av uppdragsgivaren i samband med att appen och kompletterande produkter i serien som utgör GObyLIVI färdigställts.

Övergripande förslag på emballage och grafik ska också påbörjas i mån av tid, men har lägre prioritet än design och konstruktion av headsetet.

Det är således flertalet leverabler som ska framställas under projektets gång. Arbetet täcker dessutom in en större del av produktutvecklingsprocessen än vad som är vanligt i arbeten av liknande tidsomfattning. Det innebär att vissa tidsbesparingar behöver göras, att längden av de olika faserna tydligt måste planeras och att de mindre omfattande designbesluten under arbetets gång inte alltid kan underbyggas av starka empiriska data. Dessa villkor fastslogs i samråd med programansvarig vid projektets början.

2. Slutresultat

Det slutliga resultatet av det genomförda utvecklingsarbetet presenteras nedan. Slutresultatet består av ett genomarbetat headset med avseende på konstruktion och usability, samt tillhörande emballage med grafik.

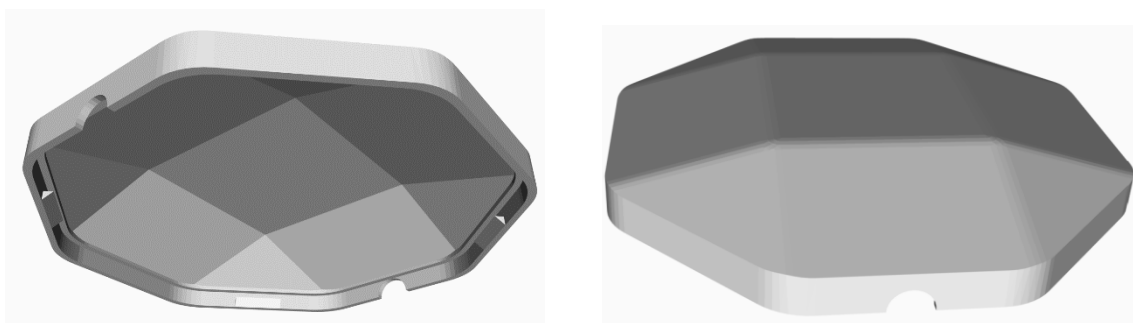
2.1 Headset



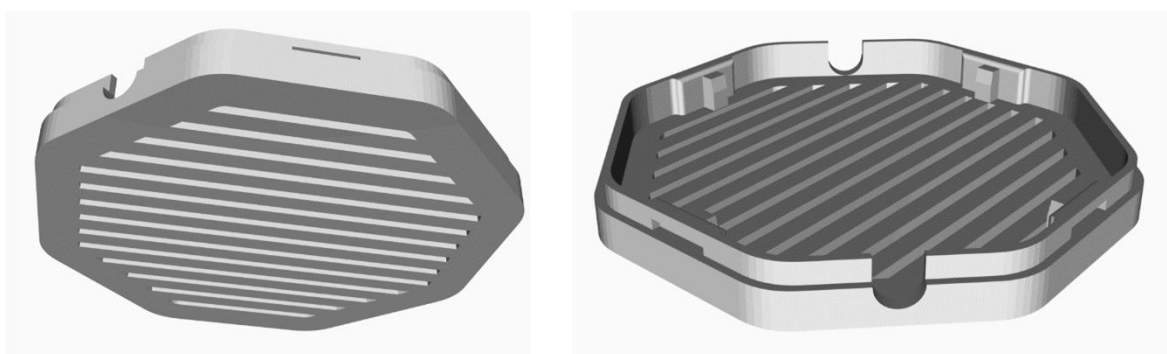
Figur 4: GOHEADSET

Headsetet består av två hörlurar, en mikrofonenhet och ett batteripaket enligt figur 4 ovan. Batteripaketet är placerat mitt emellan de båda hörlurarna och mikrofonenheten är förankrad i headsetets vänstra hörlur. Enheten kopplas till användarens mobiltelefon via bluetooth.

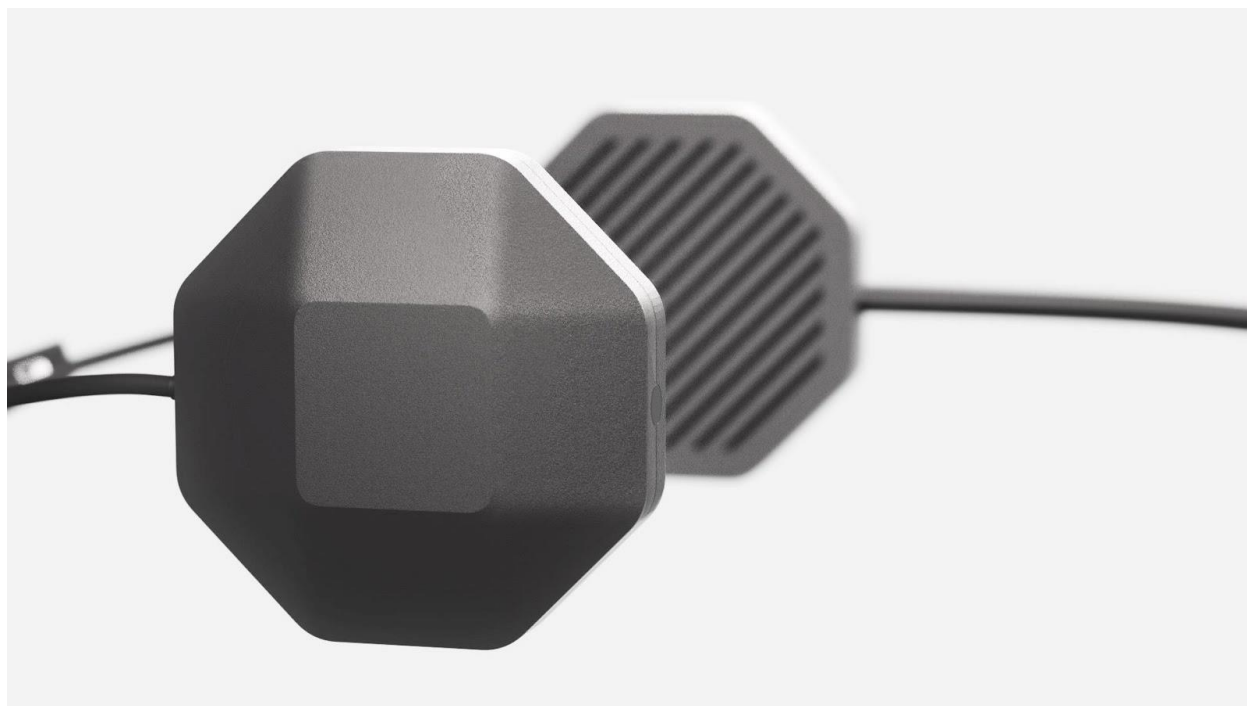
Hörlurarna består av en överdel som estetiskt sammanfaller med mikrofonenhetens design (se figur 5) och en underdel med skyddsgaller (se figur 6). Hålen släpper ut ljud och skyddar samtidigt högtalarmembranen mot skador. På insidan av gallret sitter även ett nät, som skyddar högtalarmembranen från smuts och delvis vatten. Nätet limmas fast på underdelen och därefter sammanfogas över- och underdel med snäppfästen som enkelt klickar ihop. I figur 7 visas hörlurarnas utseende i det färdiga headsetet.



Figur 5: Vänster: Överdelens insida. Höger: Överdelens utsida



Figur 6: Vänster: Underdelens utsida. Höger: Underdelens utsida

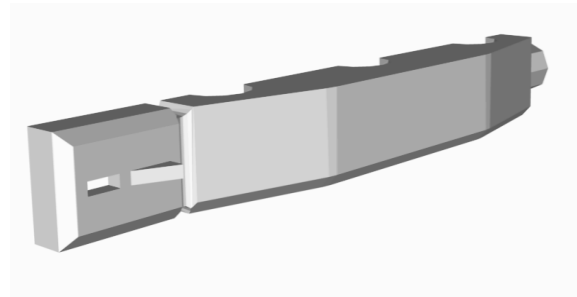


Figur 7: Sidovy på GOHEADSETS hörlurar

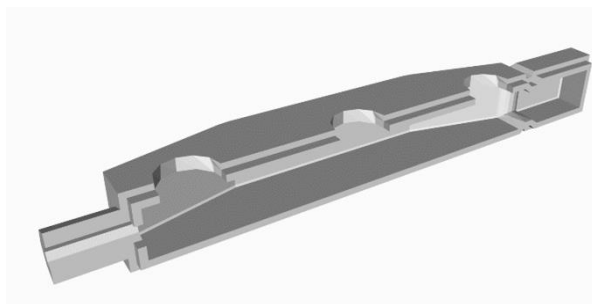
Mikrofonenheten har en högersida och en vänstersida som i stort sett är speglade med undantag för högerdelens mikrofonhåll och fogen mellan delarna (se figur 10). Vid mikrofonenhetens främre del finns även två hullingar som används för att hålla fast mikrofonmuffen som träs över dessa (se figur 9). Dessa komponenter limmas ihop och på mikrofonenhetens ovansida limmas även knappkomponenten fast. Knappen har tre piggar och fungerar därmed i princip som tre separata knappar (se figur 11). Vid piggarna finns en försvagning i konstruktionen som ger en behagligare knappkänsla samt som gör att inte alla piggarna trycks ned samtidigt. Mikrofonenhetens slutliga utseende visas i figur 8 nedan.



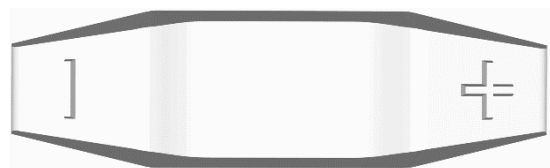
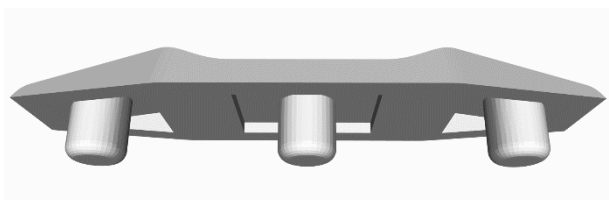
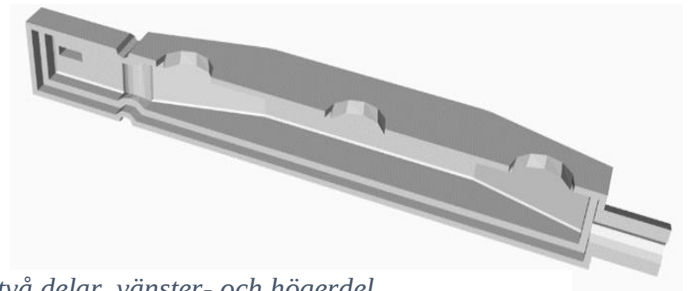
Figur 8: Mikrofonenheten med tillhörande mikrofonmuff



Figur 9: Mikrofonenhetens hulling och mikrofonhåll



Figur 10: Insidan av mikrofonenhetens två delar, vänster- och högerdel



Figur 11: Vänster: Knappens tre piggar. Höger: Knappen sedd ovanifrån

Batteripaketet är uppbyggt av en undersida och en översida med ribbor som håller batteri och kretskort på plats och med utgångar för sladdar och usb-laddare (se figur 12). Delarna limmas ihop i fogar som finns längs alla kanter.

Materialet för samtliga delar, utom knapparna, är ABS. Knapparna görs i styrenbaserad termoplastisk elastomer (TPE-s) och limmet är styrenbaserat vilket gör att alla komponenter kan återvinnas tillsammans. Både konstruktion och material bidrar tillsammans till en produkt som tål de högre temperaturer och den stora mängd nederbörd som det tropiska klimatet i Sydostasien kan innebära.

Headsetet erbjuder föraren mobiltelefonens viktigaste funktioner på ett sätt som ökar användarens fokus på trafiken gentemot vanlig mobilanvändning. Bättre fokus på trafiken och därmed bättre reaktionsförmåga minskar risken för att en olycka inträffar. Användandet av ett headset gör också att dessa funktioner är tillgängliga samtidigt som användaren bär hjälm, vilket skulle kunna öka användningen av hjälm och minska antalet dödsfall. För att göra produkten tillgänglig för en bredare massa är headsetet även designat och konstruerat för optimering av tillverkningskostnad. På så sätt ger headsetet en större ekonomisk tillgänglighet än många konkurrerande produkter.

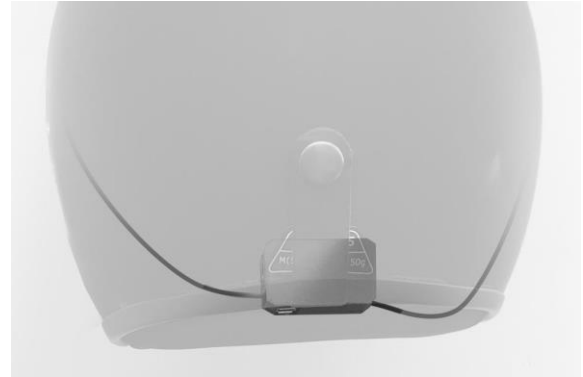
För att förenkla interaktionen med headsetet och på så sätt minska den kognitiva belastningen på användaren, är knapparna designade för att ge en taktil och visuell tydlighet. Volymknapparna är symmetriska men lutande från varandra. Detta ger signaler till användaren om att knapparna är besläktade men har motsatt effekt. En tydlig övergång mellan de tre knapparna används för att användaren enkelt ska kunna känna vilken knapp hon eller han trycker på. Symbolerna för plus och minus har en tydlig upphöjning för att användaren även ska kunna känna dessa. Att använda tre knappar istället för två, som många konkurrerande headsets har, möjliggör enklare användning av alla önskade funktioner och detta minskar behovet av kognitiva resurser. Detta innebär att användaren kan använda mer av sina resurser till att ta in och bearbeta intryck från trafiksituationen.



Figur 12: Överst: Batteriet ovan- och undersida. De två delarna sammanfogade

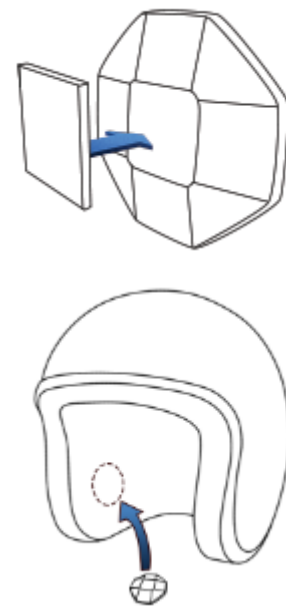
2.2 Montering

Då GOHEADSET är tänkt att användas i samband med en hjälm behöver headsetet kunna integreras i hjälmen. Detta görs med hjälp av kvadratiska kardborredynor (även kallat *Velcro pads*), en fästningsmekanism som använder sig av två olika funktionsytor. Ena sidan har en kardborre-yta och den andra sidan har en adhesiv yta. Kardborredynorna fästs på baksidan av hörlurarna och batteriet med dess adhesiva yta (se figur 14). Därefter tas den inre fodringen i hjälmen bort för att tre andra kardborredynor ska kunna monteras på hjälmens interiör med deras adhesiva ytor. Dessa kardborredynor fästs i hålrummen designade för hörlurarna och i bakre delen av hjälmen för batteriet (se figur 13). Batteriet fästs längst bak vid nacken, då denna del av huvudet statistiskt sett är mindre sannolik att slå i vid en kollision (se teori 3.2.1). Sedan fästs varje komponent med dess korresponderande kardborredyna med de två kardborre-ytorna. Slutligen monteras fodringen tillbaka och headsetet är färdigmonterat.



Figur 13: Batteriets placering i hjälmen

Kardborredynor är lämpliga att använda för montering då det möjliggör en demonterbar fästning som inte skadar hjälmen eller headsetet. Demontering av headsetet leder till att headsetet kan användas i fler hjälmar, laddas och repareras på extern plats utan att behöva skada headsetet. I och med att fodringen är mellan förarens huvud och headsetet, samtidigt som headsetet är litet och tunt, störs inte användarens komfort.



Figur 14: Montering med kardborredynor

2.3 Förpackning

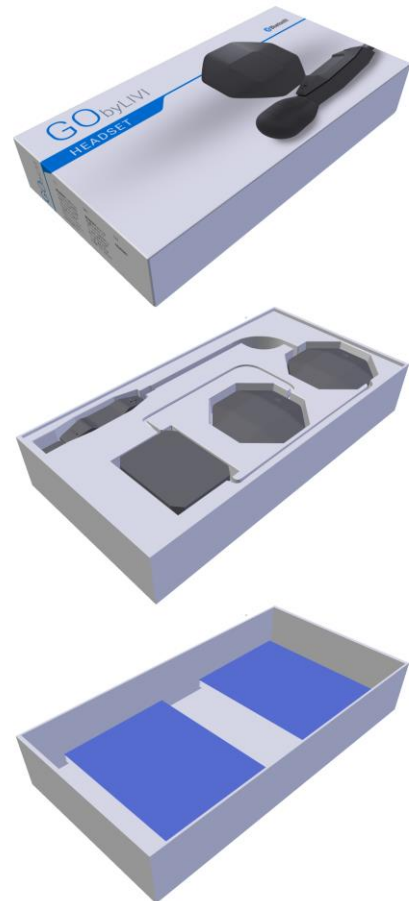
Emballage med tillhörande grafik ska locka folk att köpa produkten så att de drar nytta av den ökade säkerheten och de tillhörande instruktionerna ska informera användaren om hur produkten används på ett korrekt sätt.

Förpackningen består av en låda med ett separat lock som omsluter hela lådans kanter. Båda dessa delar är gjorda i produktseriens färgtema med vit (#FFFFFF) bakgrund och den blå accentfärgen (#007ee5), (se figur 15). Inuti lådans botten placeras först instruktioner och diverse andra tillbehör. Ovanpå placeras en plastinteriör som döljer broschyrer och dylikt. I plastinteriören läggs headsetet och vid en första anblick av produkten störs inte upplevelsen av sladdar och reservdelar. Lådan är tillräckligt smal för att den ska kunna öppnas med en hand och är tänkt att ge användaren en

upplevd dragningskraft mellan lådan och locket när locket avlägsnas på grund av det undertryck som bildas i lådan. Instruktionerna i broschyren (se kapitel 5.3.3) visar tydligt användaren hur produkten ska hanteras genom att dessa är koncisa och avskalade och bara innehåller den viktigaste och mest nödvändiga informationen.

Lådans innehåll:

- 1x Plastinteriör
- 1x GOHEADSET
- 1x USB-sladd med tillhörande adapter (ej behandlad i projektet)
- 12x *Kardborredynor* med självhäftande baksida (för två hjälmar)
- 1x Instruktioner
- 1x Extra mikrofonmuff



Figur 15: Förpackningens olika delar: lock, plastinteriör och underdel med broschyrer och dylikt

3. Orientering

Detta kapitel introducerar relevanta begrepp och behandlar information som stödjer förståelse för kommande delar i rapporten

3.1 Grundfakta

Uppdragsgivaren för projektet är LIVI technology, ett småskaligt företag som erbjuder infotainmentlösningar till lätta fordon. Den huvudsakliga kundgruppen är idag fordonstillverkare, men med produktserien GObyLIVI riktas fokus direkt på primärbrukaren – förare av tvåhjuliga motorfordon. Det är headsetet (som innefattas i detta projekt), tillsammans med en hjälm och en display på styret, samt en tillhörande mobil-applikation som ska utgöra produktserien GObyLIVI. Produktserien är tänkt att göra trafiken säkrare för motorcyklister och mopedister genom att förse dessa med hjälpmedel för bland annat samtal, navigering och information om vägunderlag och hastighet.

Headsetet är tänkt att användas i en trafikmiljö som ställer stora krav på användarens fokus. Därför behövs distraktionerna minimeras så att föraren ska få en så säker resa som möjligt. Vissa existerande produkter anses obekväma, dyra eller saknar tillräcklig funktionalitet (se bilaga 2). Att produkterna är dyra gör att stora grupper i samhället inte kan dra nytta av den ökade säkerheten de för med sig. Saknar produkterna den funktionalitet som efterfrågas eller på något sätt har en komplicerad användning, krävs stora resurser från användarens sinnen och kognition som istället bör användas för att röra sig i trafiken.

För headsetets strömförsörjning står ett litiumjonbatteri. Litiumjonbatterier skapades först 1970 och har utvecklats under tidens gång. Numera finns det laddningsbara litiumjonbatterier. Något som bör beaktas är att vid sällsynta fall kan batterier kortslutas och det bildas då en värmereaktion som vid okontrollerade fall kan leda till explosioner (Battery University, 2017).

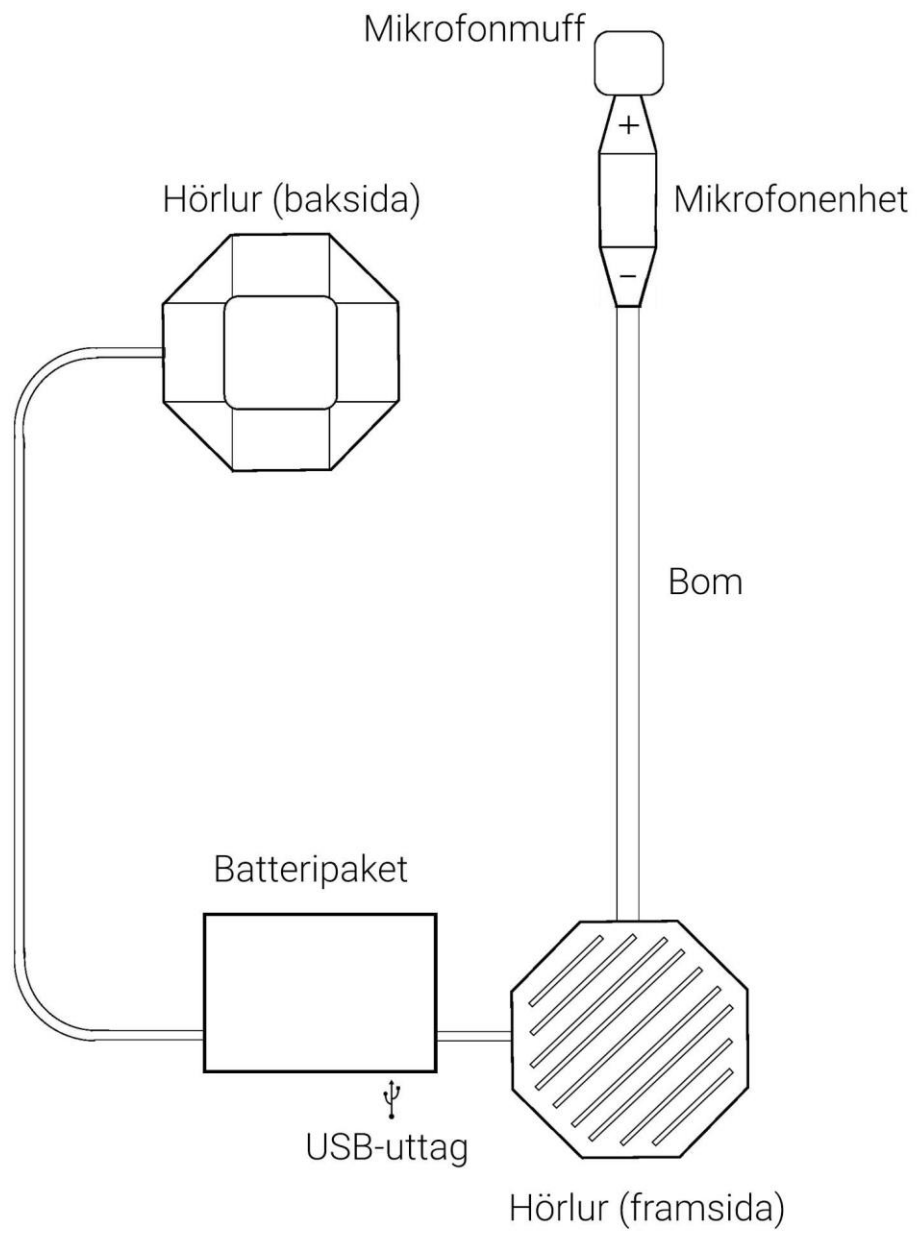
Då produkten är tänkt att användas i samband med hjälm behövs det en introduktion till de olika hjälmtyper och vilka standarder det finns för att få en bättre förståelse för produktens system. På marknaden finns det flera olika typer av hjälmar, skillnaden mellan dessa är dess utformning och hur mycket av ansiktet de täcker och skyddar (se figur 16). De två hjälmar som nämns i detta projekt är integralhjälm och öppna hjälmar. En integralhjälm täcker hela huvudet förutom vid ögonen där ett visir sitter medan en öppen hjälm täcker hela huvudet förutom ansiktet och har i vissa fall ett visir vid ögonen.



Figur 16: Integralhjälm respektive öppen hjälm

Eftersom dessa typer av hjälmar används i trafikerade miljöer, sätts förstås krav på att de ska öka säkerheten för föraren. Kraven som ställs är varierande beroende på vilken standard den är testad mot. Varje standard har sin egen testprocedur och gränser som hjälmen ska klara av för att godkännas. De mest använda standarderna är Snell (fristående), ECE 22-05 (Europa) och DOT (US). Det som ofta testas är olika accelerationskriterium i form av G-krafter (Silodrome, 2017).

För att förtydliga resultatet så beskrivs här en schematisk bild på de olika delarna av headsetet och de termer som används för att beskriva respektive del (se figur 17).



Figur 17: De olika delarna på ett headset

3.2 Teoretiskt ramverk

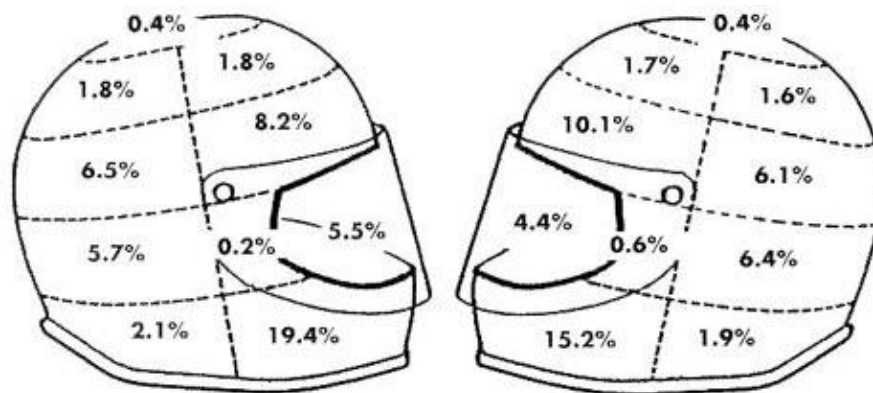
I kapitlet, teoretiskt ramverk, ges information som hjälper vidare förståelse av problemet, användningen och produkten. Viktig teori som används vid beslutsfattande och utformning presenteras här.

3.2.1 Säkerhet (huvud)

För att erhålla olika riktlinjer i diverse beslut såsom materialval, placering och så vidare krävs det data och samband på vad som inverkar i en kollision.

Huvud- och nackskador är den uteslutande vanligaste orsaken till dödsfall och allvarliga skador vid en olycka med ett tvåhjuligt motorfordon (WHO, 2017). Används hjälm kan risken och allvarlighetsgraden hos skador reduceras med runt 72 procent, och sannolikheten för dödsfall minskas med upp till 39 procent (WHO, 2017).

I en öppen hjälm är de ytor som statistiskt sett oftast påfrestas i en kollision pannan (8,2 – 10,1 procent) och sidorna (5,7 – 6,5 procent). De ytor som mest sällan påfrestas är uppe på hjälmen (0,4 – 1,8 procent) och bak vid nacken i hjälmen (1,9 – 2,1 procent) (Taylor, 2014). Detta bör tas i beaktning vid placering av headsetets delar i hjälmens interiör.



Figur 18: Kollisionszoner på en integralhjälm. Dr. Otte's Helmet Diagram, Proficient Motorcycling by D.L. Hough (2008)

3.2.2 Antropometri

Inom fysisk ergonomi finns en disciplin som kallas antropometri, som behandlar människors kroppsmått, räckvidd och fysiska styrka (Högskolan i Skövde, 2011).

Inom antropometrin används begreppet percentiler. En person som tillhör 95:e percentilen för kroppslängd är längre än 95 procent av alla personer som tillhör den valda befolkningen (Högskolan i Skövde, 2011). En person som tillhör den 5:e percentilen är med samma logik en av de kortaste fem procenten i den undersökta mängden.

Den 5:e percentilen av kvinnor har en handbredd mellan fyra fingrar på 78,65 millimeter och 95:e percentilen av män har för samma mätning ett mått på 86,97 millimeter (Hanson et al., 2009). Detta ger en uppskattad bredd per finger – om alla fingrar beräknas som lika breda – för 5:e percentilen kvinnor på 19,66 millimeter och 21,74 millimeter för 95:e percentilen män.

3.2.3 Kognitiv ergonomi

Då användaren inte får belastas med tunga kognitiva belastningar så krävs det att interaktionen görs sömlös och för att kunna ta designbeslut för att uppnå detta krävs en teoretisk grund i kognitiv ergonomi.

Människan har fem olika sinnen: syn, hörsel, känsel, lukt och smak. När dessa sinnen stimuleras ges information till användaren som användaren kan fatta beslut ifrån. Det sinne som används mest är synen (80 procent) vilket ofta kompletteras av hörseln i olika system. I en trafiksituation är det synen och hörseln som används mest för att tolka omgivningen. För att inte överbelasta dessa är det fördelaktigt att inkludera andra sinnen såsom det haptiska (Osvalder & Ulfvengren, 2010).

Olika parametrar som kan användas i utformandet av ett system för att stimulera de olika sinnena presenteras i figur 19 nedan. För att göra ett system mer intuitivt bör stereotyper, som används i andra liknande system, följas. En sådan stereotyp är att högerriktning förknippas med ökning och vänsterriktning med sänkning (Osvalder & Ulfvengren, 2010). Jordan (1998) kallar inom usability detta för att följa en yttre konsekvens eller *compatibility*, se kapitel 3.2.4.

Syn	Hörsel	Känsel
Storlek	Ljudnivå	Temperatur, värmeinnehåll, värmeöverföring
Kontrast	Tonhöjd	Tyngd
Färg	Frekvens	Ytstruktur
Luminans	Språk	Helhetsform
Form	Melodi	Storlek
Rörelse		Greppomfång
		Vridstyvhet
		Vibration
		Friktion
		Kraft
		Tryck

Figur 19: Designparametrar

3.2.4 Usability

Då användaren inte får belastas med tunga kognitiva belastningar så krävs det att interaktionen görs sömlös och för att ta designbeslut för att uppnå detta krävs en teoretisk grund i inte bara kognitiv ergonomi utan även usability för att göra produkten såväl intuitiv som användarvänlig.

Usability är en term som enligt ISO definieras som: *“the extent to which a product can be used with effectiveness, efficiency and satisfaction by specific users to achieve specific goals in a specific environment” (ISO DIS 9241-11)*. Usability används för att utvärdera produkter samt för att utforma produkter och gränssnitt på ett användarvänligt sätt.

För att sammanfatta och komplettera ISO:s definition av *usability* har Jordan tagit fram fem utvärderingsprinciper (Jordan, 2002). De utvärderingsprincip som berört detta projektet är framförallt *guessability* och *learnability*. En produkt med god *guessability* bör även ha god *learnability*. Då produkten främst är tänkt att användas i samband med en användare som pendlar till jobbet och därmed använder produkten regelbundet så har aspekten *re-usability* ansetts vara av mindre vikt, även om denna parametern lär påverkas positivt av god *guessability* och *learnability*. Eftersom produkten ska kunna användas av en bred målgrupp, och fokus har legat på fysisk utformning, har *experienced user performance* (EUP) och *system potential* inte utvärderats lika utförligt.

- 1. Guessability
Hur väl en användare under första användningstillfället kan gissa sig till hur interaktionen sker för att nå sitt mål med ändamålsenlighet, effektivitet och tillfredsställelse (Jordan, 2002).
- 2. Learnability
Hur väl en användare kan efter att ha använt produkten flera gånger lära sig hur interaktionen sker för att nå sitt mål med ändamålsenlighet, effektivitet och tillfredsställelse (Jordan, 2002).
- 3. Experienced User Performance (EUP)
Hur väl en användare med erfarenhet inom ett specificerat område kan interagera med en specificerad produkt för att nå sitt specificerade mål med ändamålsenlighet, effektivitet och tillfredsställelse (Jordan, 2002).
- 4. System Potential
Hur väl ett system är utformat för att möjliggöra ett optimalt tillvägagångssätt för att användaren ska nå sitt mål med ändamålsenlighet, effektivitet och tillfredsställelse (Jordan, 2002).

- 5. Re-usability

Hur väl en användare kan efter att inte ha använt produkten på en viss tid använda produkten för att nå sitt mål med ändamålsenlighet, effektivitet och tillfredsställelse (Jordan, 2002).

Jordans tio riktlinjer för användbar design (Jordan, 1998), presenteras nedan då dessa är bra att appliceras på olika sätt i en produkts utformning för att göra produkten användarvänlig.

1. *Consistency* – Liknande uppgifter utformas sådana att dessa har liknande lösningar.
2. *Compatibility* – Uppgifter utförs på ett sätt som överensstämmer med användarens förväntningar, baserat på kunskaper om liknande produkter.
3. *Consideration of user resources* – Uppgifterna är utformade sådana att dessa tar hänsyn till användarens kognitiva resurser.
4. *Feedback* – Handlingar som utförs av användaren ger en meningsfull indikation som bekräftar handlingens konsekvens.
5. *Error prevention and recovery* – Användningsfel från användaren minimeras och vid användningsfel kan användaren enkelt återhämta sig.
6. *User control* – Användarens grad av kontroll över handlingar och tillstånd är maximerade.
7. *Visual clarity* – Information som ges användaren är enkel att läsa och tolka.
8. *Prioritization of functionality and information* – De viktigaste funktionerna och viktig information är lättillgängliga.
9. *Appropriate transfer technology* – Lämpliga tekniska lösningar från andra kontexter används för att öka produktens usability.
10. *Explicitness* – Ledtrådar om produktens handlingssekvens och funktionalitet fås från produktens utformning.

3.2.4.1 Constraints

Constraints, eller begränsningar, används för att forcera användaren till att begå en önskad handling genom att begränsa mängden möjliga felhandlingar. Det finns fyra olika *constraints*: *physical*, *semantic*, *cultural* och *logical*. *Physical constraints* gör det fysiskt omöjligt att begå en felhandling. Övriga *constraints* beskrivs av andra termer i Kognitiv ergonomi (kapitel 3.2.3) och av Jordans usability-teorier (kapitel 3.2.4). Detta är nödvändigt för att interaktionen mellan användaren och produkten ska underlättas och på så sätt undvika onödiga felhandlingar (Norman, 1988).

3.2.5 Gestaltlagar

I arbetet används viss teori om gestaltlagen om likhet för att motivera semantiska designbeslut. För att göra ett användarvänligt gränssnitt och en smakfull design, bör man använda sig av semantik – läran om produktens tecken och hur det påverkar användarens förståelse och inställning. En viktig del av detta är gestaltpsykologi, som ofta appliceras på produktdesign i form av gestaltlagar.

Likhetsprincipen är en gestaltlag som säger att element som liknar varandra tenderar att uppfattas som en grupp eller på annat sätt samhöriga. Denna effekt kan uppnås med hjälp av liknande form, färg, riktning eller storlek. (Todorovic, 2008).

3.2.6 Tillverkningsteknik – Formsprutning

Då målet med projektet är att leverera ett headset som kan bilda en utgångspunkt för tillverkning krävs det teori om tillverkningsteknik för att kunna utforma produkten så att den är anpassad för den tänkta tillverkningsmetoden. I detta fall är produkten tänkt att tillverkas genom formsprutning, som är en vanlig och effektiv tillverkningsmetod för små plastdetaljer och då denna tillverkningsmetod fungerar bra för många av de material som har utvärderats.

Väggarna på ett arbetsstycke ska ha så liten tjocklek som möjligt för att plasten vid tillverkning ska kylas så fort som möjligt. Detta genererar fler komponenter per timma och minskar kostnaderna. Viktigt att tänka på dock är att hålla en uniform tjocklek på väggarna i hela produkten så att allt kyla jämnt så att det inte uppstår några defekter såsom förkrympning eller hålrum (Stratasys, 2017). Stora variationer i godstjockleken ger ofta olika formkrympning som resulterar i spänningar mellan detaljens olika partier.

Godstjockleken varierar beroende på storleken hos en produkt. Hos större komponenter behöver smältan färdas en längre väg och det är därför en nackdel om smältan hinner kylas innan den har fördelats jämnt i formverktyget. Den tänkta produkten i detta projekt är av mindre storlek och en rekommenderad godstjocklek för formsprutade detaljer är 0,5 millimeter upp till 25 millimeter beroende på material (Protolabs, 2017). Nedan visas en tabell, figur 20, över rekommenderade godstjocklekar för olika material.

Resin:	Recommended Wall Thickness (mm):
ABS	1.143 - 3.556
Acetal	0.762 - 3.048
Acrylic	0.635 - 3.810
Liquid crystal polymer	0.762 - 3.048
Long-fiber reinforced plastics	1.905 - 25.40
Nylon	0.762 - 2.921
Polycarbonate	1.016 - 3.180
Polyester	0.635 - 3.175
Polyethylene	0.762 - 5.080
Polyphenylen sulfide	0.508 - 4.572
Polypropylene	0.635 - 3.810
Polystyrene	0.889 - 3.810
Polyurethane	2.032 - 19.05

Figur 20: Tabell över material och lämplig godstjocklek (Protolabs, 2017)

Godstjockleken är också beroende av belastningsfall och miljöpåverkan som temperatur, fukt, kemikalier, solljus etcetera som den utsätts för. Användningstiden har också en stor betydelse. Godstjockleken måste vara tillräckligt tunn för att klara vikt- och kostnadskraven och för att kunna kylas snabbt och effektivt vid formsprutningen. Samtidigt måste den vara tillräckligt tjock för att klara de funktionskrav (se bilaga 3) som satts upp, hantering, transport och sammanfogning. Dessutom måste den vara tillräckligt tjock för att lätt kunna fyllas i formverktyget och lätt kunna stötas ut ur formen vid tillverkning. Toleranser för tillverkning av plastdetaljer brukar ha $\pm 0,3$ procent avvikelse från nominella mått.

Något som bör undvikas i konstruktionen är vassa hörn. Ju skarpare hörn desto högre spänningskoncentration. Ytterligare en positiv effekt av större radier är att smältan flyter bättre genom formverktyget. För de olika radierna i plastdetaljer rekommenderas den inre radien vara 0,5 gånger godstjockleken och den yttre radien 1,5 gånger godstjockleken (Stratasys, 2017).

De flesta termoplaster är också lätta att återvinna. Därför bör även detaljerna konstrueras med tanke på framtida återvinning (Bruder, 2008). Det bästa alternativet vid återvinning är att detaljerna smälts om till nya produkter. Om detta inte är möjligt kan de återskapas kemiskt och utgöra en ny råvara för nytt material. Ett tredje alternativ är att detaljerna energiåtervinns, vilket förutsätter att materialet innehåller ett högt energivärde.

För att underlätta återvinning bör produkten utformas efter olika riktlinjer. Den bör dels vara lätt att demontera, vilket vanligtvis görs med få ingående komponenter. För att minska antalet komponenter bör många funktioner integreras i samma detalj. Detaljer som ofta kan integreras är snäppen, röranslutningar, tätningar, glidlager, gängor, kuggar och förstärkningsribbor. Dessutom bör så få plastmaterial som möjligt användas och dessa material bör även kodas så att de enkelt

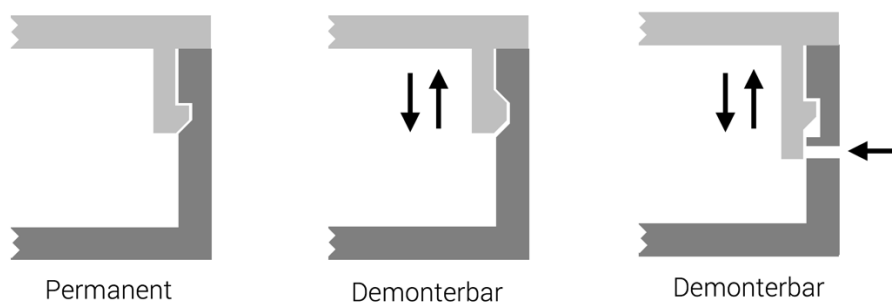
kan identifieras. Slutligen bör även sammanfogningar göras demonterbara och insatser bör enkelt gå att avlägsna (Bruder, 2008).

3.2.6.1 Sammanfogningsmetoder

För sammanfogning av komponenter har flera olika sammanfogningsmetoder undersökts. Nedan listas de metoder som har varit relevanta i projektet.

- Snäppförband

Ett snäppförband är fästen som direkt integreras i komponenter där dess utformning tillåter att med kraft snäppa fast två komponenter (se figur 21). Snäppförband kan göras i samma material som plastdetaljen och eliminerar på så sätt tillförseln av ytterligare material. Detta gör det lättare för återvinning och minskar kostnaderna (BASF, 2007). Beroende på om man vill att konstruktionen ska vara demonterbar eller inte justeras det genom vinkeln på snäppförbandet. Ett icke demonterbart snäppförband har en vinkel på 90° vid snäppinfästet medan ett demonterbart förband har en vinkel större än 90° .



Figur 21: Varianter på snäppförband

- Limning

Vid sammanfogning av komponenter används ofta limning som sammanfogningsmetod. Det finns lämpliga lim för de flesta material och utvecklingen inom området går framåt (AMB, 2017). I många fall är limning bättre än andra sammanfogningsmetoder då det kan ge en extrem hållfasthet (Jansson, 2017).

- Skruvförband

Att skruva samman två detaljer är en av de viktigaste och vanligaste metoderna för sammanfogning och det är en nödvändig förutsättning för den moderna tekniken. Det finns vissa problem med dimensionering av dessa förband såsom låsning, värme, korrosion eller utmattning (Colly Components, 1995).

- Ultraljudssvetsning

Vid ultraljudssvetsning sänder svetsutrustningen vibrationer genom materialet och smälter samman de önskade ytorna. När de två detaljerna vibrerar mot varandra uppstår friktionsvärme som smälter materialet. För att det ska vara möjligt att använda ultraljudssvetsning behöver materialen vara styva nog att klara av sammanfogningen (AMB, 2017).

3.3 Hållbar utveckling

Hållbar utveckling är numera ett vedertaget uttryck som ursprungligen betydde “utveckling som möter nutidens behov utan att riskera möjligheten för kommande generationer att möta sina behov” (Gröndahl, Svanström, 2015).

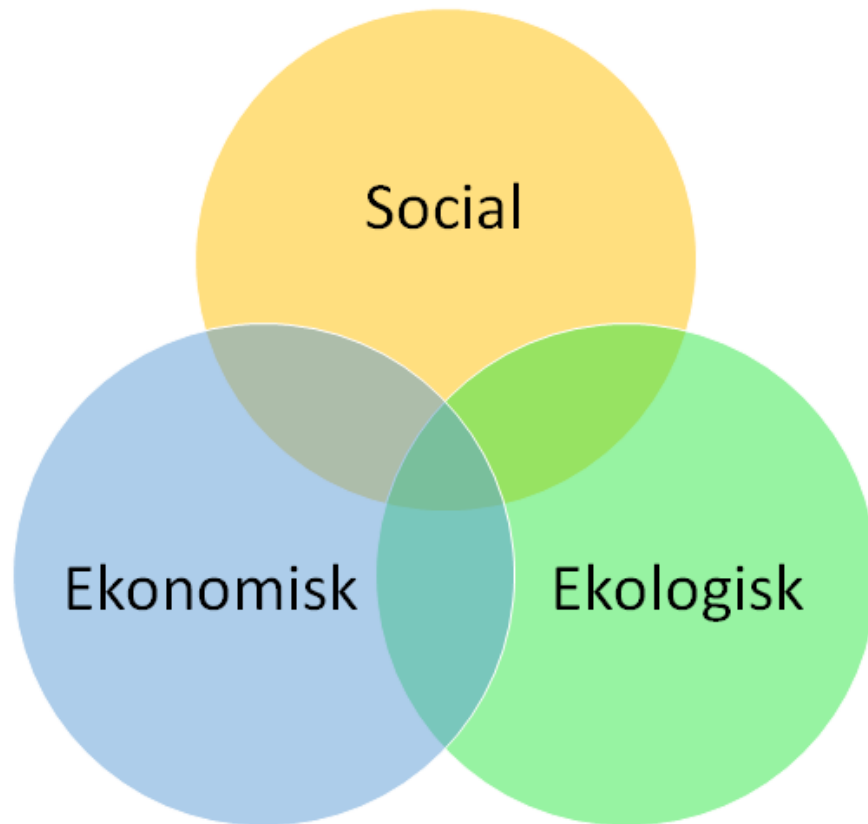
Hållbar utveckling innefattar ett brett område som kan delas in i tre kategorier (Gröndahl, Svanström, 2015):

- Miljö/ekologi (Ekologisk) – att bevara naturresurser, ekosystem och biologisk mångfald.
- Samhälle/sociokulturella aspekter (Social) – social rättvisa, att bevara och främja mänskligt kapital som styrs av bland annat kultur och politik.
- Ekonomi (Ekonomisk) – att främja för ekonomisk tillväxt och bevara det ekonomiska systemet där ägodelar och det byggda samhället ingår med mera.

“Sustainable design is ecologically benign, economically viable and socially equitable.”

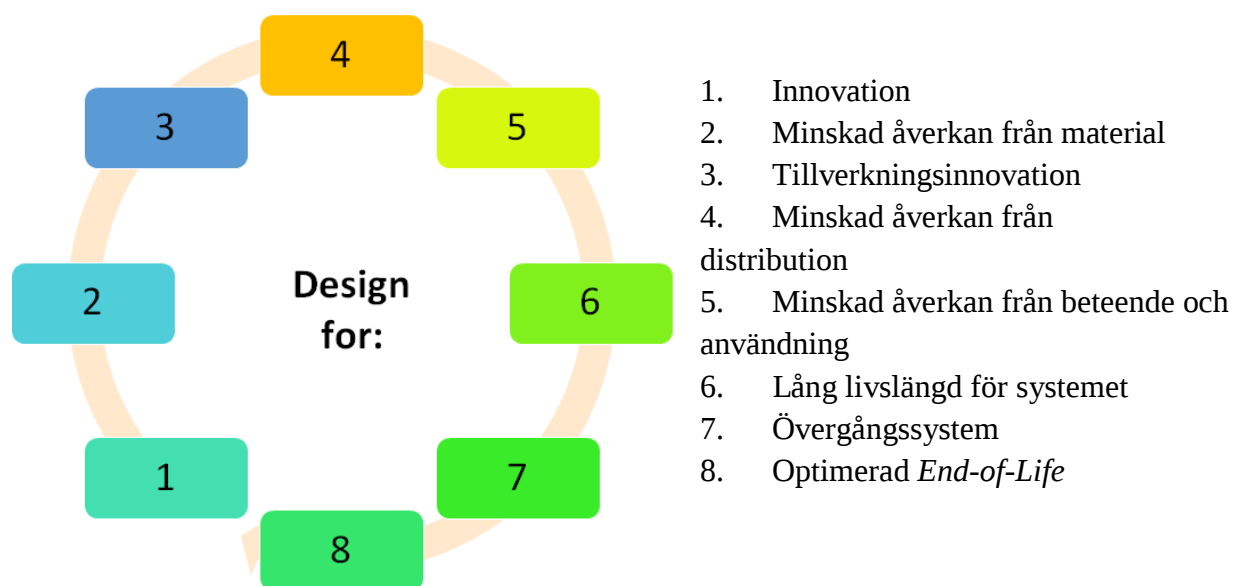
– Okala Practitioner, White et. al., 2013

De tre kategorierna illustreras ofta som tre överlappande cirklar. De tre dimensionerna kan beskrivas och brytas ner på olika sätt och inget allmängiltigt sätt finns (Gröndahl, Svanström, 2015). En illustration för hållbar utveckling där mål från alla dimensioner uppfylls är det område där alla cirkarna korsar varandra i mitten (se figur 22).



Figur 22: Hållbar utveckling illustrerad

Nedan följer ekodesignstrategihjulet, se figur 23, saker man ska tänka på när man designar produkter och tjänster ur ett hållbarhetsperspektiv, översatt från Okala Practitioner (White et. al., 2013):



Figur 23: Ekodesignstrategihjulet

Innovation handlar om att designa för flexibilitet gentemot teknologiska förändringar, använda levande organismer i produktsystemet, designa för att efterlikna biologiska system, se till att produkten delas mellan flertalet användare med mera (White et. al., 2013).

Minskad påverkan från material ser till att undvika material som är skadliga för människor eller naturen, undvika att använda material som tömmer naturresurser, minimera mängden material, använda återvunna eller återtagna material med mera (White et. al., 2013).

Tillverkningsinnovation är att minimera mängden restprodukt som uppstår vid tillverkning, mängden energi som förbrukas, antalet produktionssteg, antalet komponenter och material, försöka eliminera giftiga utsläpp med mera (White et. al., 2013).

Minskad påverkan från distribution kan uppnås genom att minska vikten på produkten och dess förpackning, samt minska deras volymer, men även att utveckla ett återanvändningsbart paketeringssystem, använda det transportsystem som ger minst åverkan och att använda lokala material med lokal produktion (White et. al., 2013).

Minskad påverkan från beteende och användning kommer från design som uppmuntrar till låg-konsumtionsbeteende, minskar energin, vattnet och materialet som går åt vid användning med mera (White et. al., 2013).

För att ge systemet lång livslängd designar man för att det ska vara tåligt och hållbart, få användaren att koppla an emotionellt till produkten, skapa ett tidlöst estetiskt uttryck, göra produkten enkel att underhålla och reparera samt designa produkten för återanvändning och produktutbyte (White et. al., 2013).

Övergångssystem innebär att det är designat för uppgraderbara produkter, för att produkten ska kunna ha ett "andra liv" med en annan funktion och för att komponenter ska kunna återanvändas (White et. al., 2013).

Sista delen är optimerad *End-of-Life* som innebär att produkten går snabbt – manuellt eller automatisk – att ta isär, är gjord i återvinningsbara icke-giftiga material eller kan biologiskt nedbrytas, med mera (White et. al., 2013).

3.4 Process- och metodbeskrivningar

För att underlätta kommande läsning beskrivs här de processer, metoder och verktyg som har använts i utvecklingsarbetet och hur dessa fungerar och används.

3.4.1 Idégenereringsmetoder

För att på ett metodiskt sätt generera en stor bredd av idéer och lösningar på problemen krävs det olika idégenereringsverktyg. De idégenereringsverktyg som använts i projektet beskrivs kortfattat nedan.

3.4.1.1 Brainstorming och Braindrawing

Brainstorming är en idégenereringsmetod där man i grupper om 6–8 personer försöker generera så många idéer som möjligt för att lösa ett specifikt problem. Det är viktigt att ingen kritik ges till föreslagna idéer och att alla idéer noteras. Utvärdering av förslagen görs först efter den genomförda genereringen (Karlsson, Osvalder & Rose, 2010).

Braindrawing liknar brainstorming, men här skrivs eller skissas det idéer på papper under tystnad. Optimalt bör sex personer sitta runt ett bord och varje deltagare ritar sedan tre kolumner på ett tomt papper. I varje kolumn skrivs eller skissas en idé på ett lösningsförslag. Var femte minut skickas papprena vidare och nästa deltagare får då fem minuter på sig att studera idéerna och komma på tre nya idéer eller vidareutveckla de som finns. När pappren cirkulerat kan lösningarna diskuteras och utvärderas (Karlsson, Osvalder & Rose, 2010).

3.4.1.2 SCAMPER

SCAMPER är en förkortning av: *Substitute* (ersätta), *Combine* (kombinera), *Adapt* (anpassa), *Modify* (modifiera), *Put to another use* (annan användning), *Eliminate* (ta bort) och *Reverse* (gå i motsatt riktning) (Ericson, Törlind & Wikberg Nilsson, 2015). Metoden är en vidareutveckling av brainstorming som genererar idéer för nya produkter och tjänster utifrån olika modifieringar och förbättringar av existerande idéer. Genom att diskutera kring varje värdeord kan nya idéer antecknas ner.

3.4.1.3 Six thinking hats

Six thinking hats är en metod av Edward de Bono, som innebär att personer i en grupp tilldelas olika hattar, fysiska eller i annan form. De olika hattarna representerar olika egenskaper: fakta, intuition, positiva möjligheter, risker och hinder, kreativitet samt process (utvärderande av det pågående tänkandet). Varje gruppmedlem skall sedan skapa, diskutera och värdera idéer utifrån sin egen "tankehatt" (Ericson, Törlind & Wikberg Nilsson, 2015).

3.4.2 Utvärderingsmetoder

För att lättare undersöka och utvärdera lösningsförslagen och idéerna kan det underlätta att använda sig av olika utvärderingsverktyg. De utvärderingsverktyg som använts i projektet beskrivs kortfattat nedan.

3.4.2.1 Enkät

En enkät kan beskrivas som en indirekt strukturerad intervju. Indirekt i och med att intervjuaren aldrig möter personen som svarar på frågorna (Karlsson, Osvalder & Rose, 2010) och strukturerad då alla frågor är formulerade innan intervjuens start. Man använder främst enkäter som datainsamlingsmetod om man behöver data från en stor grupp på kort tid, om det är svårt eller resurskrävande att nå personerna man behöver data från, eller för att bekräfta resultat som kommit från tidigare intervjuundersökningar (Karlsson, Osvalder & Rose, 2010).

Det finns flera viktiga aspekter att ta hänsyn till vid användandet av enkäter. Dels måste målgruppen vara definierad och dels måste ett urval som speglar den hittas. Dessutom är formuleringen av frågorna ytterst viktig då svaren kan vinklas (Abrahamsson et al., 2010).

3.4.2.2 Användartest

Ett användartest är en experimentell metod där verkliga användare får interagera med en produkt, en teknisk utrustning eller ett system. Testet kan göras på allt från en färdig produkt till en enkel modell och deltagarna ska med dessa genomföra relevanta och realistiska uppgifter. Försökspersonerna bör motsvara den verkliga målgruppen så väl det går. Det som testas är ofta hur väl förstagångsanvändaren hanterar produkten, då problem vid användartesterna ofta också blir problem vid verklig användning. Användarvänlighet i form av måluppfyllnad, effektivitet och tillfredsställelse utvärderas och även hur enkel produkten är att hantera och hur snabbt användaren lär sig hantera den, kan ingå i testet (Abrahamsson et al., 2010).

Försökspersonerna ska utföra cirka 5–7 förutbestämda uppgifter. Tiden för att lösa uppgifterna bör vara max 30 minuter och totalt med introduktion och efterföljande intervjuer max en timma. Testerna kan videofilmas för att senare kunna utvärderas med avseende på till exempel tid, antal knapptryckningar, tvekningar, antal fel och antalet rättade fel. En testgrupp på 5–6 personer räcker för att ungefär 75–80 procent av alla användningsproblem ska uppkomma (Abrahamsson et al., 2010).

3.4.2.3 Pugh-matris

För att jämföra olika konceptförslag kan de ställas upp i en Pugh-matris för att på ett strukturerat sätt kunna utreda hur väl de uppfyller de krav som identifierats. Koncepten ställs upp mot en referens för att utreda huruvida dessa uppfyller kraven bättre eller sämre än nämnda referens. De olika kraven kan ges olika tyngd beroende på kravens vikt. Resultatet sammanställs sedan och ger en bild av vilket eller vilka koncept som bäst uppfyller kravspecifikationen (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004).

3.4.2.4 Mock-up

En mock-up är en fullskalig funktionsmodell som kan användas för att testa exempelvis funktion eller ergonomi. Dessa kan användas i ett tidigt skede i ett projekt för att utvärdera olika lösningar, både direkt av projektgruppens medlemmar eller av användare. De kan även användas för att observera användandet och således upptäcka hur lösningen kan förbättras och vidareutvecklas (Wikberg Nilsson, et. al., 2015).

3.4.2.5 Värdeметoden

Värdeметoden används för att snabbt och systematiskt utvärdera olika koncept. Med en utgångspunkt från en stor mängd idéer framtagna till exempel genom brainstorming, delas dessa sedan in i kategorier eller utformas till koncept (Wikberg Nilsson, et. al., 2015).

Kategorierna skrivs sedan ner och utvärderas efter tre aspekter (Wikberg Nilsson, et. al., 2015):

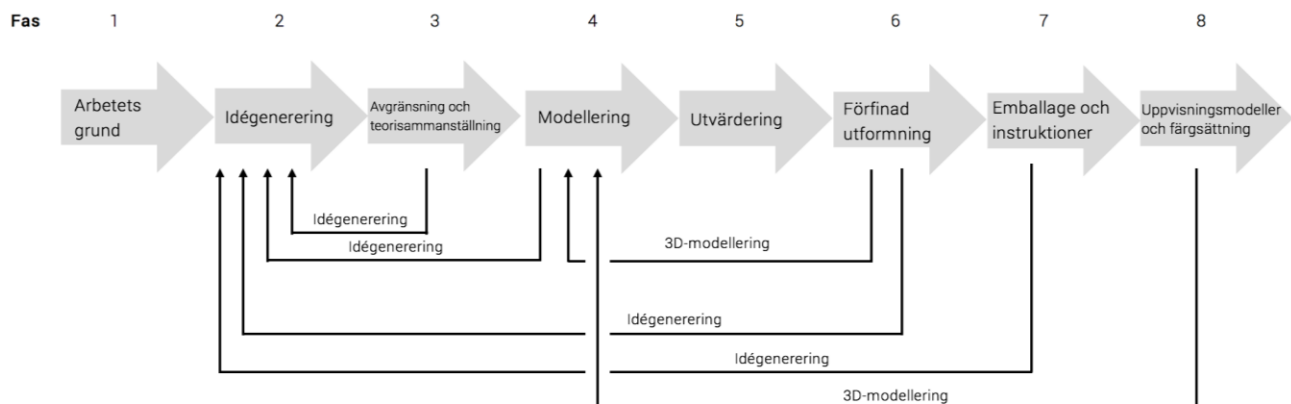
- *Advantage* – vilka fördelar finns det med idén/konceptet?
- *Limitations* – vilka begränsningar har idén/konceptet?
- *Unique elements* – vad är unikt med idén/konceptet?

4. Genomförande

Utvecklingsarbetet har varit iterativt och utforskande. Insamling av teoretisk data har skett löpande, allt eftersom det framgick vilken information som krävdes för att arbetet skulle kunna fortskrida.

För att kunna fullfölja idéer och anpassa arbetet efter information som framkom under arbetets och studiernas gång krävdes en balans mellan fasta ramverk och flexibilitet. Detta semistrukturerade arbetssätt resulterade i att helt renodlade faser inte fanns i projektet, istället skedde mycket arbete kontinuerligt, där flera aktiviteter genomfördes simultant. Arbetsprocessen var iterativ där varje iteration förfinade headsetets utformning och funktionalitet.

Genomförandet har i rapporten trots detta delats upp i åtta faser för att underlätta för läsaren, men en viss mån av gränsöverskridande kommer att vara tydligt. En visuell beskrivning av arbetssättet visas i figur 24.



Figur 24: Illustration av arbetssättet

4.1 Fas 1 – Arbetets grund

Syfte: Ta fram en ordentlig grund för det kommande utvecklingsarbetet.

Mål: Undersöka produkter på marknaden samt kartläggning av användarnas behov och vilka krav som ställs på produkten i dess användningsmiljö.

Leverabler: Teoretisk bas i text och bilder.

Projektet påbörjades med ett första möte med arbetsgivaren. Mötet var en första genomgång av vilka generella förväntningar som fanns gällande utformning och leverabler. Vid detta möte var projektet fortfarande ämnat att leverera både en hjälm med förpackning och ett headset med förpackning.

En bas att utgå från behövdes och den grund som eftersträvades skulle innehålla både det gällande läget för produkter på marknaden och kartläggning av användarnas behov samt vilka krav som ställs på användare och produkt i en trafikmiljö.

Det första som gjordes efter det inledande mötet var benchmarking. I benchmarkingen undersöktes flera existerande lösningar – både för hjälmar och headset – och deras tillhörande förpackningar (se bilaga 4).

Referenshjälmen (senare GOHELMET) ställdes i kontext mot tre andra hjälmar och fyra headset i varierande prisklass undersöktes. Objektiva skillnader i uppbyggnad, medföljande tillbehör etcetera listades för att sedan kompletteras med subjektiva data om komfort och upplevelser vid en första på- och avtagning av hjälmen (se bilaga 4). Vidare undersöktes hur interaktionen upplevdes och hur respektive funktion aktiveras på manöverdonen.

Testade headsets:

Outdoor Tech Chips 2.0 (1110 kr)

Sena 3S-B (1099 kr)

Fusar F7 (708 kr)

Music clip (199 kr)

Testade hjälmar:

Referenshjälm – öppen hjälm, hålrum för headset

Bell – integralhjälm, hålrum för headset

Biltema – öppen hjälm, utan hålrum

KBC – integralhjälm, utan hålrum

Monteringen av de olika headseten i hjälmarna undersöktes för att se om något headset var svårare, eller tog längre tid att montera än övriga. Då flera headset var för stora för hjälmarnas hålrum avsedda för headset, ökade monterings tiden för dessa headsets, samtidigt som komforten kraftigt minskades.

För att komplettera datan från benchmarkingen gjordes ett mindre användartest (se bilaga 5) som genomfördes på en cykel vid en parkering på Gibraltargatan, Göteborg, för att få en mer representativ användningsmiljö. Här testades aspekter som påverkar användarupplevelsen såsom ljudkvalitet, interaktionens komplexitet och upplevd säkerhet. Alla headsets testades i en öppen hjälm (referenshjälm) och en integralhjälm (Bell) för att undersöka hur funktionaliteten och upplevelsen skilde sig mellan modellerna. Testet visade på att interaktion med headsetet försvåras betydligt i en integralhjälm och därmed även den upplevda säkerheten (se bilaga 5).

Utifrån de två undersökningarna påbörjades den första behov- och kravsammanställningen för att bygga upp ett ramverk att utvärdera eventuella lösningar emot. Behov, krav och riktlinjer sammanställdes i tre olika listor: hjälm, headset och förpackning (se bilaga 1).

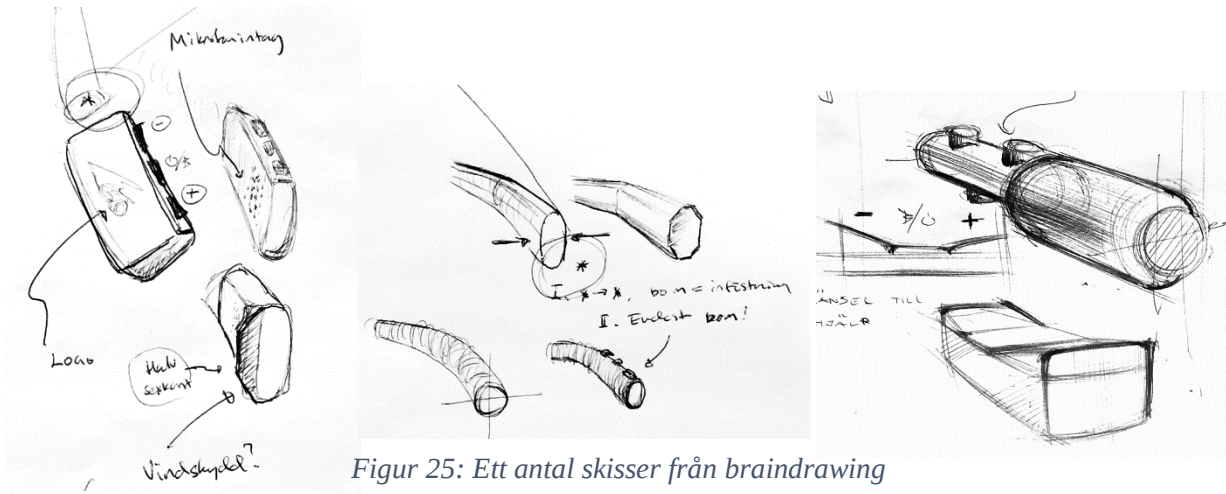
4.2 Fas 2 – Idégenerering

Syfte: Påbörja utvecklingsarbetet.

Mål: Ta fram flertalet olika idéer för headset att jobba vidare med.

Leverabler: Skisser, skriftliga idéer.

Med en grund att utgå från påbörjades den första idégenereringen för att ta fram olika idéer och lösningsförslag på hur headsetet skulle kunna se ut. De första idégenereringsverktygen som användes var brainstorming och braindrawing. Inför första omgången idégenerering var det fokus på användaranpassning, intressanta former och praktiska lösningar för integrering av headsetet i hjälmar. Detta upprepades flera gånger och varvades med diskussion kring de olika förslagen, samt skisser på förändringar som kunde göras för att ta fram nya lösningsförslag (se figur 25).



Figur 25: Ett antal skisser från braindrawing

Efter iterationer av braindrawing och brainstorming testades en annan metod, *six thinking hats*, eller sex tankehattar. Målet var att genom variation i metoderna skapa nya kreativa processer, generera fler nya idéer, samt att förfinas tidigare idéer. Genom att använda tankehattar tvingades utövarna anpassa sig efter en speciell roll och därigenom kunde nya idéer komma fram, som annars kanske hade upplevts som för “dumma” att framföra. På samma sätt kunde kritik framföras mot en idé utan att det kunde ses som ett påhopp på en specifik individ.

En av idéerna som togs fram var av en speciell form och, till skillnad från vanliga headset, saknade helt mikrofonbom. Istället var den tänkt att fästas direkt i hjälmen. En snabb mock-up av “blåskum” (cellplast) gjordes för att säkerställa att denna idé hade potential för vidare utveckling, se figur 26 nedan.



Figur 26: Mock-up av konceptidé utan mikrofon-bom

Efter att sex tankehattar genomförts återupptogs brainsketchingen som itererades ytterligare, nu baserat på de nya idéerna. Efter möte med uppdragsgivaren gavs projektet sina första semantiska uttryck att jobba utifrån: *smart, simple* och *active*.

Det fortsatta arbetet sökte att förmedla dessa uttryck genom produktens form, som samtidigt skulle förenkla för användaren att interagera med produkten. Det arbetades även med att formen skulle få en samhörighet med formspråket hos de andra delarna i uppdragsgivarens produktserie, GObyLIVI.

Mellan två av dessa iterationer togs headsetet Fusar F7, isär för att se på hur uppbyggnaden och generella konstruktionen av ett headset kan se ut. Denna information lades till i den övriga datan som samlats in i förundersökningen bland saker som bör tänkas på i konstruktionsfasen.

Med den stora bredd av idéer som genererats fanns det en bas att vidareutveckla och smalna ner för att börja utforma ordentliga koncept.

4.3 Fas 3 – Avgränsning och teorisammanställning

Syfte: Förtydliga arbetet som ska utföras och dess förutsättningar.

Mål: Ta fram teori för att hjälpa arbetet och avgränsa arbetet som behöver göras framöver.

Leverabler: Skriftlig teorisammanställning, tydliga avgränsningar.

Efter idégenereringsfasen utfördes ett studiebesök på MIPS, ett företag stationerat i Täby i Stockholm. MIPS tillverkar glidlager i hjälmar för att de ska kunna ta upp de rotationskrafter som uppkommer vid sneda stötar. Målet med studiebesöket var att samla information och förståelse kring hjälmar för att kunna implementera i arbetet.

Efter besöket ansågs det finnas ett behov av att avgränsa arbetets bredd, och diskussioner kring projektet och dess leverabler påbörjades med uppdragsgivaren. Det som diskuterades var att avgränsa arbetet från att jobba med hjälmens interiör och en rangordning av de leverabler som skulle tas fram sattes upp. Beslutet togs att det fortsatta arbetet skulle fokusera på att utforma ett användaranpassat headset. Genom den frigjorda tiden gavs möjlighet att i ett senare skede, arbeta igenom det slutgiltiga konceptet på detaljnivå.

För att få ytterligare data att utvärdera från påbörjades insamling av teori inom områden som antropometri, kognitiv ergonomi och *usability* (se kapitel 3.2.2, 3.2.3 och 3.2.4). *Usability* och kognitiv ergonomi var väsentligt för att kunna göra ett första förslag till hur olika kommandon kan utföras, men även hur olika designriktlinjer kan appliceras för att göra de olika idéerna mer intuitiva och användaranpassade.

Med fokus på *usability* och kognitiv ergonomi gjordes ytterligare en iteration av braindrawing för att förbättra idéerna ytterligare. Det lades mer tid på att utvärdera idéerna och smalna ner antalet idéer för att börja forma olika koncept.

Planering påbörjades inför hur ett användartest skulle kunna genomföras för att testa förslagen och få feedback för att forma mer färdiga koncept. För att återigen få lite variation testades ett nytt idégenereringsverktyg, Scamper, för att undersöka om befintliga idéer kunde förändras och slås ihop för att skapa nya lösningsförslag.

För att officiellt fastställa arbetets nya omfattning hölls ett möte med uppdragsgivaren där leverablerna diskuterades och skrevs ner. Båda parter godkände de reviderade leverablerna. Projektet skulle utifrån detta inrikta sig på att endast fokusera på headsetet och dess emballage. I mån av tid skulle eventuella undersökningar göras på hjälmen. När projektets ramar och leverabler bestämts mer i detalj kunde nästa del i utvecklingsfasen påbörjas.

4.4 Fas 4 – Modellering

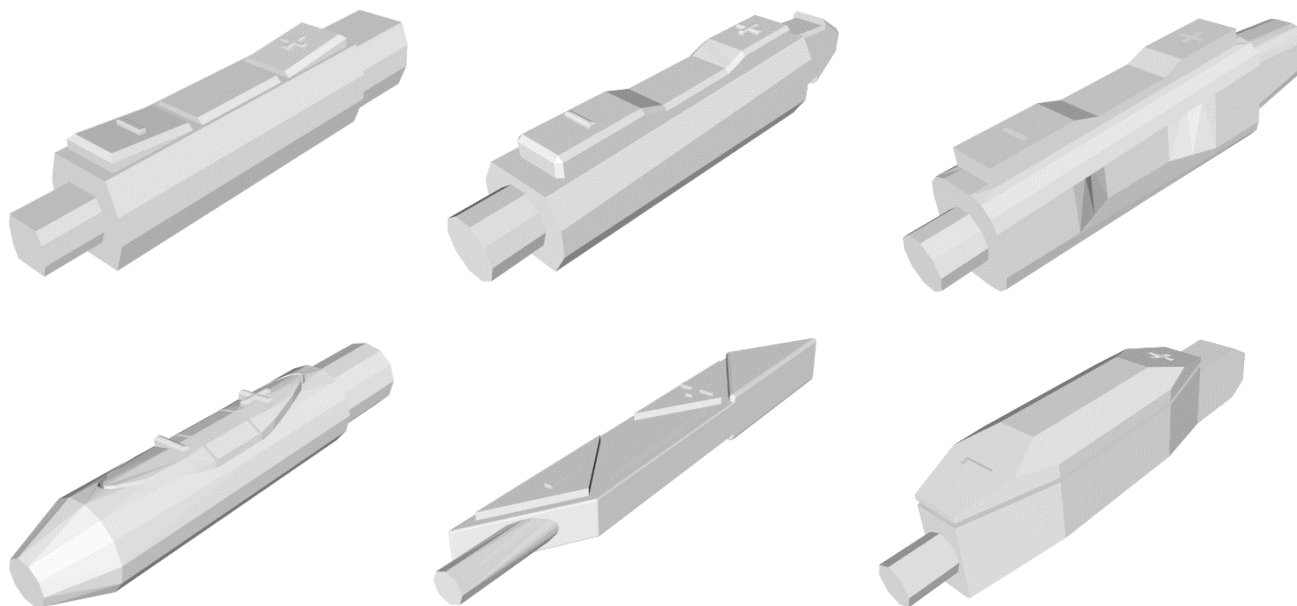
Syfte: Ta fram ett underlag för att kunna utvärdera idéerna.

Mål: Ta fram modeller, både digitala och fysiska, av idéerna som tagits fram hittills.

Leverabler: Tydliga 3D-modeller och fysiska modeller.

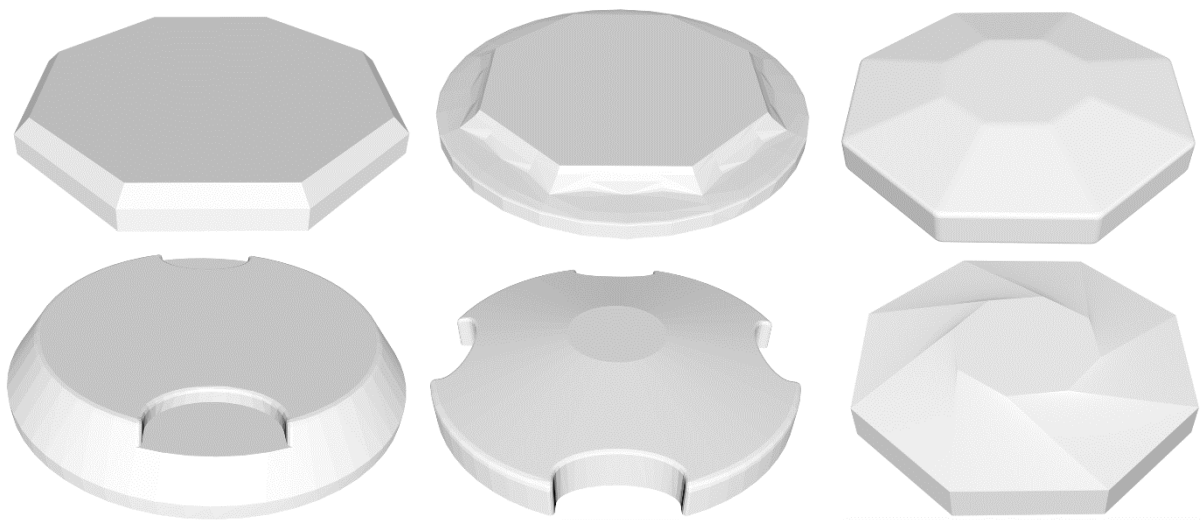
För att kunna analysera och utvärdera de olika idéerna påbörjades 3D-modellering i CATIA V5 för att kunna se 3D-renderingar och för att kunna skriva ut modellerna med hjälp av en 3D-printer, *MakerBot Replicator 2X*, och därmed även kunna känna på formerna rent taktilt. Dessa fysiska mock-ups fungerade som ett stöd vid dimensionering och utformning. Djupare genomgång av detta gjordes i nästa fas.

Flera olika koncept skapades och 3D-printades, där varje koncept bestod av unika varianter av idéer från fas 2. Det lades mycket vikt i utformandet av hur knapparna på mikrofonenheten skulle se ut. I figur 27 nedan följer några av de formidéer för mikrofonenheten som togs fram i ett tidigt stadiet i modelleringen. Modellerna varierar bland annat i hur knapparna utformades, vissa har tre separata medan andra har en vippbräda. De varierar även gällande om plus- respektive minus-symbolen skulle vara försänkt eller förhöjd.



Figur 27: Tidiga formidéer för mikrofonen

Former på hörlurar gjordes även i en stor utsträckning där flera varianter testades (se figur 28). Ett tydligt tema som återkommer i många av formerna är den åttakantiga geometrin. Då hörluren ska vara så liten som möjligt, anpassades formen för att följa själva högtalarelementet så bra som möjligt.



Figur 28: Tidiga formidéer för hörlurarna

En enkät sammanställdes för att få en generell uppfattning om vad personer som kör tvåhjuliga motorfordon – såsom moped och motorcykel – har för tankar och preferenser gällande headset i hjälmar. För att se den slutgiltiga enkäten, se bilaga 6.

Då flera itereringar av 3D-modellering, idéskissande och 3D-printing fortskred blev det tydligt att information kring formsprutning och andra tillverkningstekniker behövdes. Informationen samlades in med hjälp av litteraturstudier och kan ses i kapitel 3.2.6.

4.5 Fas 5 – Utvärdering

Syfte: Avsmalning av antalet idéer och koncept.

Mål: Utvärdera existerande idéer och förkasta opassande idéer.

Leverabler: Ett koncept att jobba vidare med

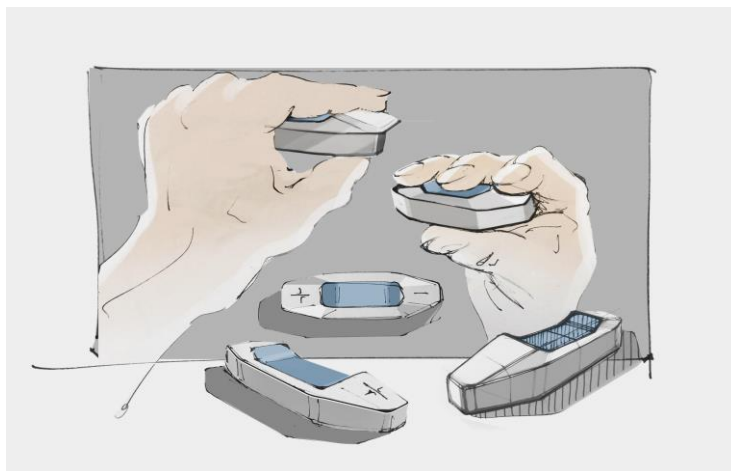
Det fanns en stor mängd idéer och modeller där små detaljer skilde flera förslag från varandra, därför delades dessa in i tre kategorier för att enklare kunna utvärdera större skillnader enligt värdemetoden (se bilaga 7). Kategorierna var: stora, små och “bomlösa”. Efter analys kunde vissa idéer förkastas och ett smalare urval för mer riktad feedback kunde användas i det kommande användartestet.

Medan de sista ändringarna gjordes på utformningen av användartestet skickades enkäten ut i diverse olika Facebook-grupper. Flera av grupperna var föreningar med anknytning till tvåhjuliga motorfordon spridda runt om i världen, flera av dem specifikt i asiatiska länder. Detta gjordes för att få svar från den tilltänkta målgruppen med värdefull feedback men även för att skapa en spridning för att se om det fanns skillnader att ha i åtanke för framtida designbeslut.

Enkätfrågorna gällde främst vilka funktioner som ansågs viktigast för ett headset, men även huvudsakliga anledningar till varför en förare inte skulle använda ett headset, för att fånga eventuella oidentifierade problem. Inga nya problem upptäcktes bland enkätens 54 svar, men värdefull information erhöles om de olika kontexter produkten kan komma att användas i, samt vilka funktioner som bör prioriteras. Se bilaga 6 för att se den fullständiga enkätens frågor.

Med målet att undersöka och validera användbarheten i de framtagna modellerna utfördes ett användartest med sex deltagare. Alla deltagare hade tidigare erfarenhet av produkttypen (headset). Eventuell domänkunskap specifikt gällande tvåhjuliga motorfordon ansågs underordnad en snabb tillgång till testdeltagare för att kunna föra arbetet vidare.

Testet bestod av två delar (se bilaga 8 för komplett testmanus). I den första delen testades 3D-printade mock-ups med avseende på fysisk form och hur den bidrog till att kunna identifiera de olika knapparna och deras funktioner.



Figur 29: Illustration för interaktionen under användartestet

Efter att ha instruerats om testets struktur ombads testdelagarna ta på sig en hjälm och att stänga ögonen. Fyra olika mikrofonenheter placerades framför användarens mun med en temporär bom, och testdeltagarna fick med hjälp av känsel svara på frågor om antalet knappar de kunde identifiera, och spekulera om knapparnas funktioner, se figur 29 för illustration. Flera headset var svåra att förstå med endast känsel, för förstagångsanvändare (se bilaga 9).

I testets andra del fick testdeltagarna se headseten och ge input på vilka aspekter från de olika modellerna de uppskattade, och om knapparnas form och funktion stämde överens med uppfattningen de bildat i blindtestet. Här presenterades även ytterligare modeller, men det klargjordes vilka som hade använts under testets första del. Mycket feedback gavs på de 3D-printade mock-upernas form och om de tydligt indikerade funktionalitet eller inte. Detta kom att utgöra en avgörande faktor när det skulle bestämmas vilket koncept som skulle tas vidare i utvecklingsarbetet. Utöver feedbacken på formen så upptäcktes det att många deltagare associerade headseten med andra gränssnitt med likartad funktion – exempelvis Apples och Samsungs hörlurar för mobila enheter – och försökte använda testets mock-ups på liknande sätt.

Användartestet filmades efter samtycke från testdeltagarna och användes för att analysera och sammanställa data och information. Denna data kompletterade sedan den insamlade empiriska datan från enkäterna. Med den insamlade empirin och teorin kunde koncepten utvärderas och beslut om det mest lovande konceptet kunde tas. Konceptet som valdes att vidareutvecklas var ett headset med knapparna och mikrofonen placerade på en bom nära munnen, och där knapparna har något kantigare form med lutningar för att användaren enklare ska kunna känna sig fram.

4.6 Fas 6 – Förfinad utformning

Syfte: Fullborda produktens utvecklingsarbete.

Mål: Besluta om och ta fram den slutgiltiga utformningen på headsetet.

Leverabler: Färdig utformning på produkten.

Med ett valt koncept återstod att förfina detta och jobba igenom utformningen på detaljnivå. Till en början undersöktes olika material, vilket gjordes i programvaran CES EduPack. Kriterier som testades var att det skulle klara UV-strålning, olika temperaturer och väta med mera; varje kriterium togs fram utifrån olika krav och behov som produkten ska klara av att uppfylla. De material som verkade mest lämpliga var POM och ABS (se kapitel 5.5.4), två polymerer som lämpar sig för formsprutning, något som tidigt diskuterats som en potentiell tillverkningsmetod. Denna undersökning kompletterades med att identifiera de olika material som använts på headseten som undersöktes i benchmarkingen.

Formen för det valda konceptet utvecklades genom att skissa på olika förslag och genom 3D-printning för att utvärdera om konceptet blev tydligare för användaren att hantera med hjälp av känsel. En inspirationskälla till hur detta skulle göras kom från deltagarna i användartestet: de ansåg att genom att tydligt skilja knapparna sinsemellan skulle den taktila tydligheten, det vill säga möjligheten att kunna känna sig fram med fingrarna, öka.

När helhetsformen var bestämd spenderades mer tid på att utforma ett förslag till hur olika funktioner kan aktiveras med olika kommandon. Målet var att göra en funktionsutformning som var intuitiv, snabb och effektiv. Detta gjordes genom att ta inspiration från de befintliga headseten som undersöktes i benchmarkingen, genom resultat av enkäten och genom att följa Jordans designriktlinje *compatibility*. Funktionsutformningen kan ses i kapitel 5.2.3 och 5.3.3.

Samtidigt som funktionsutformningen gjordes påbörjades arbetet med en funktionsmodell, de två arbetades sedan med simultant. Syftet med att göra en funktionsmodell var att kunna ha ett kommunicerande medium mellan projektgruppen och uppdragsgivaren, men även för att kunna utvärdera och få en förståelse för hur det skulle kunna fungera och kännas att interagera med headsetet.

Funktionsmodellen kom att genomgå flertalet iterationer för att få allt att fungera. Allt från att få plats med elektronik och högtalarelement till att lyckas skapa rätt “knappkänsla”. Storleken modifierades något för att få plats med all elektronik, trots att den slutgiltiga storleken är i mindre skala. Den eftersträlvade knappkänslan uppnåddes genom flertalet iterationer med varierande utformning på själva knappen och med tejp för att få allt att sitta på plats.

4.7 Fas 7 – Emballage och instruktioner

Syfte: Komplettera produkten för att skapa en kvalitativ helhetsupplevelse.

Mål: Ta fram kompletterande emballage och instruktioner till headsetet.

Leverabler: Grafik och text till förpackning och instruktioner.

Med ett färdigt, välutvecklat koncept påbörjades arbetet med emballage och instruktioner till headsetet. Detta gjordes med målet att ge användaren en god helhetsupplevelse.

Förpackningen och många av formbesluten baserades på benchmarkingen som gjordes i fas 1. Olika storlekar och former för förpackningen testades. När detta var fastställt togs grafiken fram. Grafiken gjordes i två utföranden, ett vitt och ett svart för att utforska olika möjligheter. Slutligt val av färg på kartong gjordes tillsammans med uppdragsgivaren under ett möte. Utöver själva lådan behövdes ett innandöme i form av en plastinteriör som headsetet kunde ligga i. Denna interiör utvecklades parallellt med resten av förpackningen då utformningen av denna påverkar storlek och form på lådan. Därmed påverkar plastinteriören även förpackningskonceptet i sig. Denna form genomgick flertalet iterationer där grafiska element förfinades och olika dispositioner testades för att kunna bestämma en slutgiltig layout, se kapitel 5.3.3.

Till emballaget hör även broschyren. I broschyren ska information kring headsetet finnas, en förklaring om hur det monteras, samt en genomgång av funktionerna med mera. Flertalet grafiska illustrationer i form av hjälmar och förenklade bilder på headsetet togs fram för att förtydliga instruktionerna.

4.8 Fas 8 – Uppvisningsmodeller och färgsättning

Syfte: Kunna visa upp en modell av konceptet i verklig skala och form.

Mål: Ta fram presentationsmodeller och slutgiltig färgsättning på produkten.

Leverabler: 3D-printade modeller på det slutgiltiga konceptet.

Arbetet med emballage och instruktioner fortsatte samtidigt som arbetet med en skalenlig modell, ämnad att visa på headsetets tänkta utseende, påbörjades. Denna modell var tänkt att användas som en uppvisningsmodell för att mer explicit kunna visa hur headsetet är tänkt att se ut.

Kontakt togs med Eduard Hryha, Roger Sagdahl och Lars Hammar på institutionen för material- och tillverkningsteknik vid industri- och materialvetenskap på Chalmers Tekniska Högskola, för att använda en *MarkForged* 3D-printer som klarar finare utskrifter än den som användes i tidigare faser. Då modellen ska visa det slutgiltiga utseendet är det viktigt att ytorna blir finare än vad som kunde åstadkommas med *Makerbot Replicator 2X*.

Uppdragsgivaren uttryckte önskemål om en undersökning av olika färger på produkten, varpå ett färgtest utfördes på renderingar av 3D-modellerna i Photoshop. Diverse olika färger och färgkombinationer testades (se kapitel 5.3.2) innan det beslutades om en mattsvart färg.

De finare modelldelarna sammansattes till en modell med hjälp av sladdar och andra delar från referensheadseten för att skapa en tydlig utseendemodell där form, färg och storlek är representerade. Knappen printades först i ett gummiliknande material för att återskapa det tänkta gummimaterialet men på grund av lågkvalitativ ytfinish printades knappen istället i PLA som övriga delar av headsetsmodellen (se figur 30).



Figur 30: Den slutgiltiga utseendemodellen

5. Resultat

Resultatkapitlet är uppdelat efter designnivåer, och följer därför inte samma ordning som faserna beskrivna i kapitel 4. Avsnittet behandlar de resultat som uppnåtts samt de beslut som tagits under designarbetets gång. Designnivåerna är behovsidentifiering, användningsutformning, övergripande utformning, detaljerad utformning och konstruktion. Resultat och beslut gällande hållbar utveckling har av tydlighetsskäl, placerats i ett separat kapitel.

5.1 Behovsidentifiering

Avsnittet ämnar beskriva effekten produkten ska uppnå i sin omgivning, samt den effekt omgivningen förväntas ha på produkten. Resultatet från genomförda designmetoder presenteras, först i form av användarens behov och därifrån formulerade designriktlinjer. Därefter beskrivs samspelet mellan produkten och dess övriga omgivning samt identifierade riktlinjer för produktens emballage. Avslutningsvis presenteras produktens kravspecifikation vilken måste uppfyllas för att täcka användarens behov.

5.1.1 Användare och kontext

Den primära målgruppen är de som generaliserat beskrivs tillhöra sydostasiatisk medelklass och har tvåhjuligt motorfordon som huvudsakligt transportmedel. Headsetet är även tänkt att säljas i övriga världen, med start i Europa och ska därför även passa dessa användare. Användningen sker i en extrem trafiksituation med hög kognitiv belastning då trafiken kräver simultan behandling av många visuella och auditiva intryck samt haptiska stimuli för att manövrera fordonet. Beslutsfattning i högt tempo krävs, vilket gör situationen ytterligare utmanande för användaren.

Trots den krävande kontexten har ett huvudsakligt behov identifierats hos målgruppen, möjligheten att interagera med sin mobiltelefon. Interaktion med en produkt som tillåter detta måste tillåta att användaren kan bibehålla sin uppmärksamhet på omgivningen. De funktioner som användaren främst behöver från sin mobiltelefon är kommunikation, musik och navigering (se enkät i bilaga 2). Från enkäten kunde en korrelation mellan ökat kommunikationsbehov och ökad tid spenderad på motorfordonet ses.

Förare av tvåhjuliga motorfordon har också ett behov av att använda hjälm vare sig de själva anser det eller ej. Då detta drastiskt reducerar risken och allvarlighetsgraden för skador samt sannolikheten för dödsfall, ska slutresultatet styra användaren genom att kräva att hjälm används.

Headsetet är tänkt att tillhöra den lägre delen av prissegmentet som befintliga konkurrerande produkter spänner upp, med målet att erbjuda bättre ekonomisk tillgänglighet för en bredare massa. De som vill ha en exklusivare lösning förväntas köpa ett dyrare headset men anses fortfarande vara

potentiella intressenter, likaså de medelinkomsttagare som endast nöjes- eller säsongsåker. Hur det förväntade intresset för headsetet är fördelat beskrivs i figur 31.

	Låginkomsttagare	Medelinkomsttagare	Höginkomsttagare
Nöjesåkare		+	+
Säsongsåkare		+	+
Daglig transport	+	++	+

Figur 31: Uppdelning av målgrupp

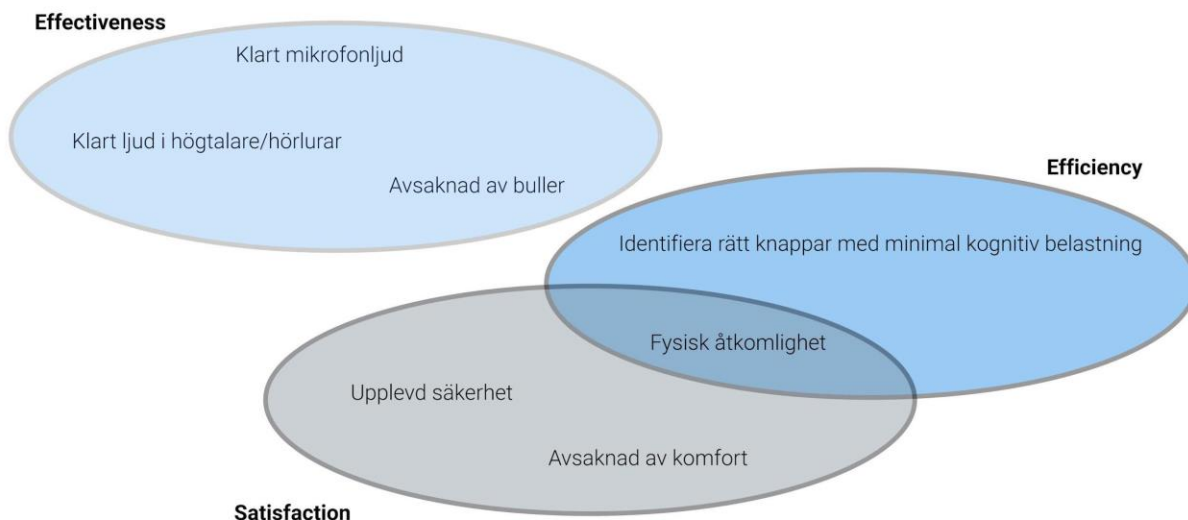
Nyckel: ++ Väl överensstämmande med definierad målgrupp
 + Någorlunda överensstämmande med definierad målgrupp

Headsetet behöver alltså med en kvalitativ utformning attrahera en bred massa till ett lågt pris vilket sätter krav på headsetets utformning i framförallt ett konstruktionsperspektiv. Idealfallet är att med en hög funktionalitet och estetiskt tilltalande utformning, erbjuda ett alternativ som även fångar in höginkomsttagare som idag kan lockas att köpa en dyrare produkt.

5.1.2 Headsetets interaktion med användaren

Det finns olika headsetlösningar anpassade för olika typer av hjälmar (se bilaga 4). Då respektive hjälmtyper medför diverse fördelar och nackdelar påverkar den användarens behov och krav på produkten. Efter analys av benchmarking och användbarhetstest av befintliga lösningar visades att *Sena 3S-B*, och *Fusar F7* monterade i en öppen hjälm var de kombinationer som gav högst användbarhet.

Den öppna hjälmen medgav enklare interaktion samt avsevärt klarare ljud i mikrofonen, där endast *Music clip* tog upp vindbrus. Ljudkvaliteten i respektive hörlurar var likvärdig i de båda hjälmtyperna, men eventuellt något bättre i integralhjelmen. Den öppna hjälmen medgav också en enklare interaktion med headsetet. I en öppen hjälm upplevdes starkast känsla av säkerhet med *Sena 3S-B*, då headsetet kunde manövreras med bibehållet fokus på trafiken. Utförandet av specifika uppgifter upplevdes dock i sin helhet som mest problemfritt med *Fusar F7*. De egenskaper som identifierades som eftersträvaransvärda, visas kopplade till Usability:ns tre kriterier: *Effectiveness*, *Efficiency* och *Satisfaction* i figur 32.



Figur 32: Aspekter som identifierades under förstudien, vilka ger förhöjd usability

Förundersökningen resulterade i att följande behov identifierades för headsetet:

- Komfortabelt att bära hjälm med headset
- Enkel montering i hjälm
- Bra ljud i högtalare och mikrofon
- Smidig aktivering av röststyrning
- Intuitiv funktionsutformning
- Enkelt att identifiera och hitta rätt knapp för tänkt handling och effekt

Från enkäten (se bilaga 2) framgick att två funktioner de svarande använde ofta, och därför bör göras lättåtkomliga, är att lyssna på musik och svara på samtal. Detta för att minska den kognitiva belastningen för användaren. Bland de svarande var säkerheten något som flera visade viss oro för. Säkerheten är en faktor som tas hänsyn till i utvecklingsarbetet, även om all form av infotainment under färd egentligen kan anses utgöra en viss säkerhetsmässig risk.

5.1.3 Headsetets integration i hjälmen

Utifrån benchmarking och användartester upptäcktes det att diskomfort står i direkt proportion till huruvida headsetet får plats i det hålrum i hjälmen som är avsett för hörlurar. Om ett headset är för stort upplevs tryck vid användarens öron och tinningar vilket får komforten att minska. Därav kan storleken på headsetet specificeras utefter en standardiserad storlek på hålrum för hjälmar. Någon sådan standard har inte kunnat identifieras under benchmarking och undersökningar. Som följd fås

att det är fördelaktigt att utforma ett mindre headset eftersom detta passar med ett större antal hjälmmodeller. Vidare påverkas användarens säkerhet av headsetets utformning, något som framgick under studiebesöket hos MIPS. Ju mer ett headsetet väger desto större påverkan fås vid en kollision då rotationsenergin och vinkelaccelerationen ökar, vilket i sin tur ökar risken för skador. Skarpa kanter bör även undvikas för att minimera risken för att skärande skador under en olycka. För ytterligare resultat från studiebesöket hos MIPS, se bilaga 10.

Fortsatt påverkas vissa av headsetets krav beroende på hjälmtyp såsom resistens mot vatten och beständighet mot UV-ljus. I en öppen hjälm ställs större krav på hållfastheten för mikrofonenheten då den utsätts för regn och solljus men noterbart här är att hörsnäckorna är skyddade av hjälmens interiör och har därför inte samma krav på vädertålighet.

Slutligen sätts krav utifrån de olika säkerhetsstandarderna som finns. ECE-22 05 som är standard i Europa säger exempelvis att inga detaljer får göras röda då frilösningmekanismen görs röd av säkerhetsskäl (UN, 2002). Dessutom krävs att det ska vara ett lager av vaddering mellan användaren och headsetet vilket sätter krav på monteringen i hjälmen.

5.1.4 Förpackning

Projektet avser leverera en produkt med god helhetskänsla. Denna undersöktes hos de befintliga produkternas emballage. Undersökningarna utfördes genom att granska kartongernas in- och utsida, material och struktur, samt grafisk design på förpackning och broschyrerna. Vidare hämtades intryck även från kartonger till andra produkttyper, exempelvis mobiltelefoner från Samsung och Apple. Det ligger ett stort utvecklingsarbete bakom Samsungs och Apples förpackningar för att ge användaren en god kvalitetskänsla och ett bra första intryck av produkten.

Dessa intryck och resultat sammanställdes i matriser för att ge en överblick av styrkor och svagheter samt vilka egenskaper och designval som är värda att använda under produktutvecklingen. En fullständig listning av undersökningarna kan ses i bilaga 11. De viktigaste iakttagelserna listas nedan:

- Att se endast produkten vid öppnandet upplevdes ge ett mer kvalitativt intryck
- Att se hela produkten vid öppnande upplevdes ge ett mer kvalitativt intryck
- Opak interiör upplevs mer exklusivt än transparent
- Att med enkelhet kunna ta ut produkten är tillfredsställande
- Endast nödvändig information på förpackningen är att föredra
- Grafik och tydlighet i broschyrer viktigt
- Instruktionsmanual i bokform snarare än uppvikbar

Med den sammanställda datan som vägledning, framställdes funktionsanalyser för hjälm respektive headset (se 5.2.1). Resultatet och reflektionerna från förstudien togs vidare och låg till grund för det fortsatta produktutvecklingsarbetet.

5.1.5 Summering

Användaren kommer befinna sig i en trafikerad miljö där hög belastning av användarens kognitiva resurser krävs för att uppmärksamma sin omgivning, därför behövs interaktionen med headsetet både vara intuitivt och effektivt. Då säkerheten påverkas negativt när hjälmen modifieras och något läggs in i hjälmen, behövs headsetets påverkan på säkerheten under en kollision göras minimal. Därför eftersträvas låg vikt, liten storlek och mjuka radieövergångar. Benchmarkingen visade även att en öppen hjälm medförde enklast användning. Avsnittet resulterar i följande riktlinjer för kommande utformning:

- Låg vikt
- Liten storlek
- Mjuka radieövergångar
- Ej röda funktionsytor (krav från ECE 22-05)
- Enkelt att hitta rätt knapp
- Intuitiv funktionsutformning

5.1.7 Kravspecifikation

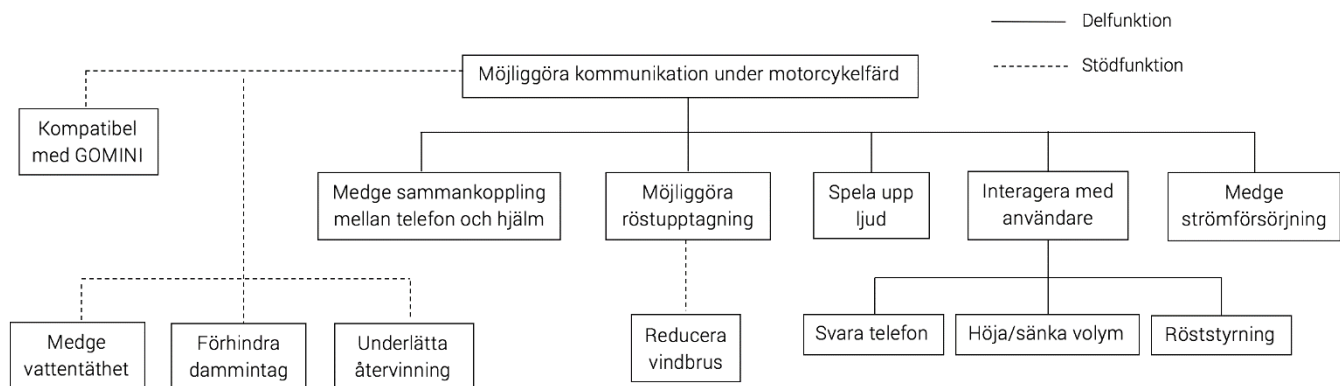
Ett antal krav identifierades från behov och riktlinjer. Kravlistan har fyllts på kontinuerligt under projektets olika faser. För tydlighet presenteras alla krav i den slutgiltiga kravspecifikationen i bilaga 3.

5.2 Användningsutformning

Detta avsnitt behandlar hur headsetets utformning och funktioner är uppbyggda utifrån de behov och krav som identifierades i föregående avsnitt 5.1, Behovsidentifiering. Syftet med avsnittet är att beskriva vilken användning som uppfyller de identifierade kraven samt att presentera de tekniska principer som tillåter detta.

5.2.1 Funktionsanalys

Att användaren har ett behov av att kommunicera under färd är inte ekvivalent med att alla telefonens funktioner behövs och ska tillåtas. För att knyta samman behov och krav med hur produkten ska uppfylla dessa gjordes en funktionsanalys. Denna presenteras i figur 33. Vidare gjordes en funktionsanalys av hjälmen som kan ses i bilaga 12. Denna används för att säkerställa att dess funktioner inte undermineras av headsetet.



Figur 33: Funktionsanalysträd av slutprodukten GOHEADSET

Headsetets huvudfunktion är att ge användaren möjlighet att kommunicera under motorcykel- eller mopedfärd. Headsetet kan beskrivas som en brygga mellan hjälm och telefon, samt mellan användaren och GOMINI, om användaren äger denna.

Att tre knappar och röstkommandon är de enda manöverdonerna skapar i sig en begränsning för komplexiteten hos de utvalda funktioner som kan användas, vilket ligger väl i linje med vad som kan tillåtas ur kognitiv synpunkt.

5.2.2 Utvärdering av koncept

Följande del innehåller utvärderingen av de olika koncepten som tagits fram samt motiveringar för de tagna besluten.

5.2.2.1 Mikrofonenhetskoncept

Under de olika iterationerna som gjordes under idégenereringsfasen har ett stort antal förslag på tekniska och formmässiga lösningsprinciper tagits fram. Vissa idéer sållades bort i idéstadiet medan andra gick vidare och utvecklades till koncept. Först gjordes mikrofonenhetskoncept, vilka kan sägas tillhöra tre familjer som kan ses i figur 34, 35 och 36.

Familj 1 kommer från de första iterationerna. Koncepten bygger på den traditionella layouten med mikrofonen och knapparna placerade längst ut på en böjlig bom framför ansiktet. Modellerna i

familjen var grova och användes främst för att utvärdera olika utformning och placering av knappar. Konzeptens skillnader blev tydliga i och med att storleken på komponenterna var större än i de senare konceptfamiljerna, vilket gjorde det enklare att utvärdera generella för- och nackdelar ur användningsutformningens perspektiv. De hade stor designfrihet med gott om plats för elektronik.

Dessa modeller ansågs dock i tester som klumpiga, och hade för mycket material och för hög vikt. För att inte bli för skrymmande framgick att formen bör begränsas till en mer långsmal enhet, där knapparna enklast placeras i längsled.



Figur 34: Familj 1, grova

Familj 2 är koncept vilka monteras på kanten av hjälmen (se figur 35), vilket medför att mikrofonenheten hamnar vid användarens kind istället för att via en bom placera mikrofonenheten vid användarens mun. Detta skulle medföra att enheten intar en, för såväl förare som betraktare, mer diskret position. Samtidigt kan produkten tillåtas ta mer plats på denna position och därför få en mer distinkt form. Den skulle också bilda en tydligare sammanhållen enhet med hjälmen och bättre förmedla produktens plats som del i en serie produkter.

Dessa koncept hade en unik design med högre innovationshöjd men sållades till slut bort på grund av bristande semantik. Dessutom upplevdes, vid ett antal användartest, konceptets position betydligt mindre naturlig att nå med vänsterhanden. Detta berodde dels på att det till skillnad från det traditionella konceptet befann sig utanför det perifera synfältet, men också på att handen behöver flyttas längre från styret när knapparna skulle användas. Av dessa och ett flertal andra anledningar utvärderade i en PUGH-matris (se bilaga 13), ansågs det alternativa konceptet vara mindre lämpat att vidareutveckla än det traditionella.



Figur 35: Familj 2, bomfria

Familj 3 togs fram med de tidigare konceptens bästa egenskaper som grund och var den familj som togs vidare för fortsatt utveckling. Likt i familj 1 placeras enheten framför användarens mun, via en bom. Ljudkvaliteten antogs bli bättre än med de bomfria koncepten, på grund av mikrofonenhetens placering. Produkten signalerar även tydligare sin funktion, då utseendet bättre överensstämmer med användarens mentala modell av hur ett headset brukar se ut. Koncepten var mindre till storleken vilket var bra för materialåtgång och användning, men ställde större krav på konstruktion och sammansättning.



Figur 36: Familj 3, kompakta

Familjen innehöll sju koncept. Dessa utvärderades i användartestet samt med concept rating (se figur 37). Mått som användes var intuitivitet, konstruktion, komplexitet, åtkomlighet och estetik. Två koncept (5 och 6) sållades bort då de fick mycket lägre poäng än övriga under concept rating. Av de fem koncept som återstod valdes till slut det med högst poäng, vilket ansågs ha störst utvecklingspotential.

	Intuitivitet	Konstruktion (livslängd)	Knapp- åtkomlighet	Estetiskt tilltalande	Sum	Vidareutveckla?
1 Konvex, vipp	3	3	5	5	16	
2 Konkav, vipp	4	3	5	5	17	
3 konvex, 3 knappar	4	3	4	5	16	
4 konkav, 3 knappar	5	4	5	4	18	
5 plan, vipp	2	3	2	4	11	NEJ
6 plan, 3 knappar	3	4	3	3	13	NEJ
7 plan, mellanrum	4	5	5	2	16	

Figur 37: Resultat av concept rating

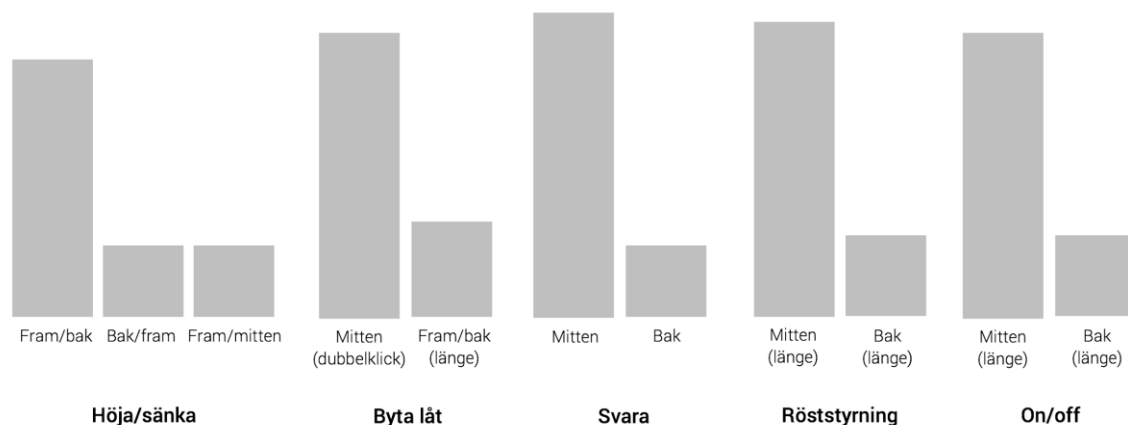
5.2.2.2 Hörlurskoncept

Även hörlurarna gick igenom flera iterationer men resulterade inte på samma sätt i tydliga familjer. Högtalarelementens geometri styrde den generella formen, vilket det gällde främst för detaljerat utformningsarbete. Därför beskrivs val av slutgiltigt koncept i kapitel 5.4 Detaljerad utformning.

5.2.3 Interaktion

Allokeringen av de olika funktionerna i det valda konceptet gjordes med teori och empiri som grund. Den teoretiska grunden lades främst med hjälp av litteratur inom usability och ergonomi. Resultatet från användartestet visade den mentala modell testdeltagarna hade om hur manövrering med headsetet skulle utföras. Figur 38 redovisar resultatet från användarnas förväntningar om hur ett antal funktioner skulle utföras på den mock-up som senare ledde till det slutgiltiga konceptet. “Fram” och “bak” i figuren står för knappen närmast mikrofonen, (+) respektive närmast hjälmen, (-).

Eftersom testet utfördes på ett begränsat antal deltagare som inte representerar hela den tänkta målgruppen, måste hänsyn tas till att användares uppfattningar och erfarenheter kommer att variera beroende på marknad. Den tillhörande appen från GObyLIVI kommer därför göra det möjligt för användaren att mappa om de olika funktionerna på knapparna, samt lägga till egna. Om användaren väljer att inte använda headsetet med appen, kommer headsetet att användas enligt konfiguration i telefonens operativsystem.



Figur 38: Testpersonernas koppling mellan effekt och handling vid interaktion med mikrofonenhetens tre knappar.

Med hjälp av användartestet och tillsammans med *usability*-designriktlinjer gjordes ett förslag för förvalda knapptryckningar och resulterande effekter, som alltså går att konfigurera om vid behov. Förslaget presenteras nedan i figur 39.

Effekt	Handling
Starta	Mittenknapp, 1,5 sekunder
Stäng av	Mittenknapp, 5 sekunder
Starta musik	Mittenknapp
Pausa musik	Mittenknapp
Nästa låt	Mittenknapp, dubbelklick
Höja volym	(+)
Sänka volym	(-)
Besvara samtal	Mittenknapp
Avvisa samtal	Mittenknapp, 1,5 sekunder
Avsluta samtal	Mittenknapp
Aktivera röststyrning	Mittenknapp, 1,5 sekunder
Parkoppling Bluetooth	(+) och (-), 1,5 sekunder

Figur 39: Knapparnas effekt

När ovanstående kopplingar analyseras ses att mittenknappen används till de flesta funktionerna. Tanken med att tillsätta en tredje knapp för att bättre fördela funktionerna, vilket var den ursprungliga formuleringen, är alltså inte en helt korrekt analys av behovet och lösningens effekt. Spridningen som uppstår delar snarare upp funktionerna så att de som är besläktade grupperas under samma knapp, i linje med gestaltlagen om likhet (se kapitel 3.2.5). På så sätt undviks att samma knapp behöver användas för att utföra vitt skilda uppgifter, och risken för lapsus och andra misstag reduceras (Sesar, 2012). Dessa släktskap, eller effektkategorier är:

- I. Starta eller avsluta en process
- II. Ändra ett befintligt tillstånd i en process

I den första kategorin ingår starta/stänga av produkten, starta/pausa musik, besvara/avsluta/avvisa samtal och aktivera röststyrning. Dessa är alla allokerade till mittenknappen. För att förhindra att användaren oönskat stänger av headsetet har denna funktion skiljts från de övriga med ett väldigt långt knapptryck. Ett *constraint* för att förhindra att fel effekt eftersöks är att kommandon för musik inte går att använda vid inkommande samtal, och vice versa att kommandon för inkommande samtal självklart inte kan göras om inget samtal existerar. Eftersom att de olika funktionerna inte konkurrerar kan de således grupperas under samma knapp utan förväntade komplikationer.

Den andra effektkategorin är att ändra ett befintligt tillstånd i en process. Hit hör att höja eller sänka musik och samtalsvolym, vilket görs med plus- och minusknappen. Uppdelningen gör att det finns utrymme för att utföra ytterligare uppgifter av liknande karaktär med dessa knappar, beroende på de features som kommer att ingå i den kompletterande produkten GOMINI.

Att funktionerna delas upp över tre knappar efter släktskap till skillnad mot blandat över två knappar tycks enligt användartesterna ge en högre *guessability*. Då effektkategorierna skiljs åt med fysisk placering istället för att knapptryckets längd i tid varierar, medför detta att korta knapptryck i större utsträckning kan användas vilket ökar effektiviteten och minskar den kognitiva belastningen.

5.2.4 Montering

Monteringen av headsetet använder samma lösningsprincip för att fästa headsetet som befintliga lösningar, med hjälp av kardborredynor (*velcro pads*). Då det framtagna headsetet består av ytterligare en komponent (batteripaket) krävs ytterligare ett moment vid montering men eliminerar det faktum att det finns ett batteri i vardera hörsnäckan.

5.3 Övergripande utformning

I följande kapitel beskrivs vilken teknisk uppbyggnad av produkten som ger avsedda effekter och hur samspelet mellan människa och maskin sker.

5.3.1 Headset

För att formge produktens olika delar identifierades först en företagsidentitet och ett formspråk som uppdragsgivaren planerade att använda till sin kompletterande produkt GOMINI (se figur 40). Denna är en dot-matrix-display med åttakantig form. Formspråket är ganska stramt utan onödiga detaljer, med mörk och lite grov ytstruktur som tillsammans med den lätt avrundade kantigheten ger en känsla av robusthet och tålighet utan att ge ett aggressivt uttryck (Rigdon, n.d.), (Forma, 2017).

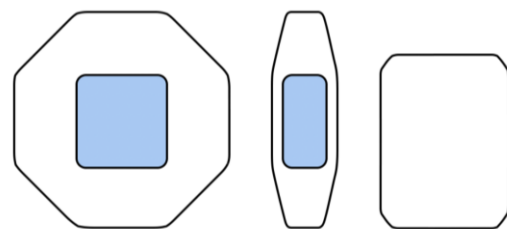


Figur 40: GOMINI

Uppdragsgivaren gav några riktlinjer för produktens önskade semantik och filosofi. Ledorden för produktserien GOBYLIVI är: *smart, simple and active*, dvs. *smart, enkel och aktiv*. Uppdragsgivaren avsåg att dra fördel av svensk designs goda rykte och inspireras av bland annat IKEAs förmåga att skapa genomtänkta, användarcentrerade och attraktiva produkter till bra priser och med väl avvägd teknisk och konstruktionsmässig sofistikationsgrad (Designorate, Guide to IKEA's Sustainable Design Strategy).

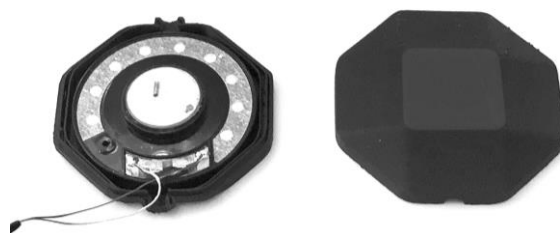
Headsetets huvudsakliga layout var delvis definierad då LIVI sedan tidigare hade påbörjat en elektrisk konstruktion som godkänts för tillverkning av fabrik. Det innebar att formgivningen utgick från premissen att produkten skulle bestå av två hörlurselement med mått som möjliggör integrering i motorcykel-hjälm, ett batteripaket för placering i hjälmen, samt en komponent med en mikrofon och kontrollenhet kombinerat. Största delen av designfriheten fanns därför i utformningen av de olika ingående komponenterna.

För att ge en upplevd samhörighet med produkten GOMINI från samma produktserie, valdes en åttakantig yttre form för hörlurarna såväl som mikrofonenheten. Denna form medför en känsla av robusthet (Rigdon, n.d.) och uppmuntrar till *aktivt* användande. För att dessutom ge ett *enkla*, vänligare uttryck användes rektanglar med avrundade hörn för att uppnå dessa semantiska egenskaper (Designmodo, 2012). Dessa rektanglar tillsammans med en åttakantig profil bildade en övergripande yttre design för de ingående komponenterna, med ett tydligt inbördes släktskap (se figur 41).



Figur 41: Formspråkets släktskap

Högtalarelementet (se figur 42) som av uppdragsgivaren sedan tidigare valts ut för att integreras i headsetet, hade som de flesta dynamiska element (Hertsens, 2014) en svagt konisk form. Detta innebar att hörlurens tjocklek begränsades av högtalarelementets tjockaste punkt, men hörluren kunde göras smalare vid kanterna för att minska produktens volym och upplevda tjocklek och ge



Figur 42: Högtalarelement i 3D-printad hörlur

större utrymme för att skapa en unik form. Hörlurens diameter begränsas av storleken på urgröppningarna i hjälmen där de ska integreras. En tidigt definierad riktlinje var därför att göra lurarna så små som möjligt (se kapitel 5.1), för att maximera antalet olika sorters hjälmar som headsetet kan monteras i och för att spara material. Lurarnas diameter är således tätt anpassade efter högtalarelementens dito.

Den del av produkten som itererades mest var headsetets mikrofonenhet med knappar. Denna komponent utgör den del av produkten som användaren oftast kommer i kontakt med vid vardaglig användning, och är därför den mest avgörande för produktens användarvänlighet. Den är också den del som syns mest utifrån, då alla andra komponenter i vanliga fall kommer att hållas gömda i hjälmen. Detta innebär att dess utformning behöver göra användaren bekväm med att bära produkten, men också ge produktserien och LIVI som företag ett uttryck som ger betraktaren ett bestående intryck. Denna aspekt kan dock anses vara underordnad funktionaliteten, då andra produkter i produktserien, hjälmen samt touch-enheten GOMINI, blir mer synliga och bättre lämpade att ge starka, visuella uttryck genom logotyper och displayer.

Batteripaketet utformades främst för att med en så liten storlek som möjligt kunna rymma litiumbatteriet samt tillhörande kretskort för strömförsörjning och USB-laddning. Dess mer undangömda roll i sammanhanget innebar att den inte gavs samma karakteristiska form, även om de lätt fasade hörnen fortfarande antydde släktskapet med de andra komponenterna (se figur 41).

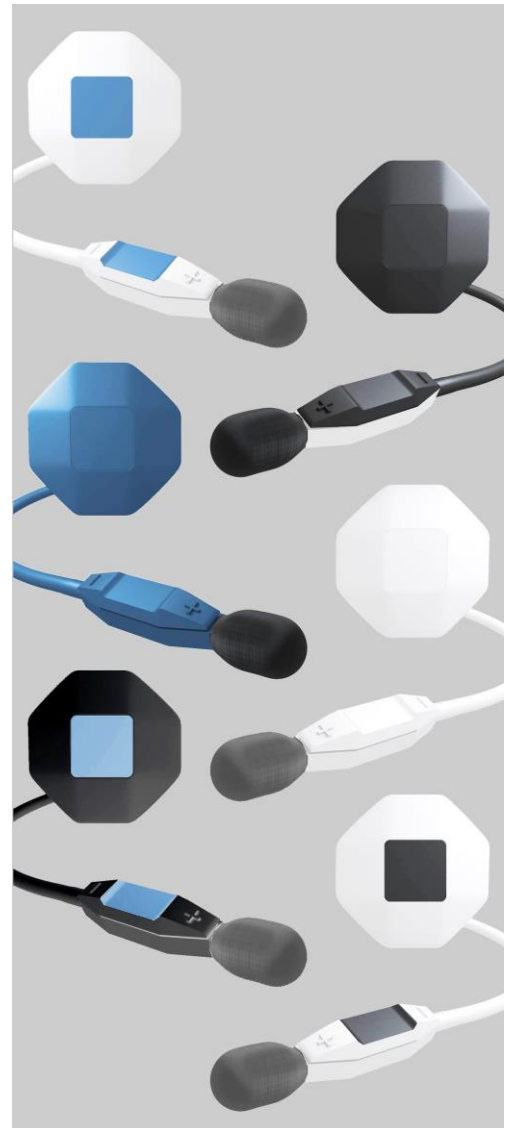
5.3.2 Färgval och yta

Det kanske naturligaste färgvalet var en matt mörkgrå. Detta var den vanligaste färgen i marknadssegmentet, då headseten från Sena, Fusar och Outdoor tech alla hade olika nyanser av mörkgrå. Även “*Music clip*” hade en gråsvart färg, men med cyanfärgade accenter.

Ett antal olika varianter vad gäller färgkombinationer och ytfinish utvärderades (se figur 43). För att ge produkten ett sobert och enkelt (*simple*) uttryck, stod valet främst mellan olika nyanser i gråskala från svart till vitt, med eventuella accentfärger (SAP, 2017).

Svarta och gråa färger har en del fördelar. De är ur tillverkningssynpunkt fördelaktiga då produkter som tillverkas i ABS ofta blandas med kimrök (dvs rent kolpulver) för att skyddas mot UV-ljus och värme (Cole Parmer, 2017), varpå en svart färg erhålls. Den grå färgen känns också diskret, och inger en känsla av professionalitet och stryktålighet (Chapman, 2010). Dessutom blir den mindre känslig för missfärgningar än ljusare produkter.

Ett ljust eller vitt headset ger ett mer kliniskt och rent uttryck (Chapman, 2010), men ett ljust headset kan dock upplevas något iögonfallande, vilket inte nödvändigtvis är önskvärt då produkten inte i första hand är tänkt att användas som en statusprodukt eller uttryck för smak, och inte heller ligger i ett prissegment eller ens produktsegment som gör detta aktuellt. Istället är det headsetets funktioner och användbarhet som ska vara eftersträvarnsvärda. Ett vitt headset kan också lätt smutsas ner av trafikmiljön.



Figur 43: Färgkombinationer

Beroende på finish, passform och generell kvalitetskänsla kan en vit eller ljusgrå produkt upplevas ha vitt spridda semantiska egenskaper. Med god byggkvalitet och väl utförd detaljarbete kan en vit produkt ha hög kvalitetskänsla – Apples AirPods är ett exempel på detta (Soundguys, 2017). Då produkten är inriktad mot budgetsegmentet och tillverkningsmetoderna inte är färdigställda framstår detta färgval som ett mindre säkert alternativ, då vit plast också kan upplevas billig (Jordan, 2003).

Under experimentering med olika färgval testades det att använda accentfärger på den mittersta knappen och ytor på hörlurarna för att skapa en produktidentitet, och skapa ett starkare uttryck för knappen och dess funktioner (se figur 43). När den blå färgen som LIVI använder (#007ee5) applicerades på dessa ytor, närmade sig produktens färgskala och uttryck “*Music clip*” från Biltema, den överlägset billigaste produkten av de benchmarkade. Bedömningen gjordes således att denna accentfärg sänkte det totala intrycket av kvalitet, till ingen eller mycket liten förtjänst i kognitiva avseenden. Produkten gjordes därför mörkgrå för att semantiskt placeras närmare de andra mer dämpade referensprodukterna i de något högre prisklasserna.

5.3.3 Förpackning

Arbetet med förpackningens utformning var prioriterat lägre än arbetet med headsetet, varför tidsresurserna avsatta för detta områdena var begränsade. Designbeslut kring förpackningens design togs därför framförallt genom benchmarking med referensprodukters emballage och genom att använda de bästa egenskaperna och komponenterna från existerande förpackningar tillsammans med LIVIs företagsidentitet.



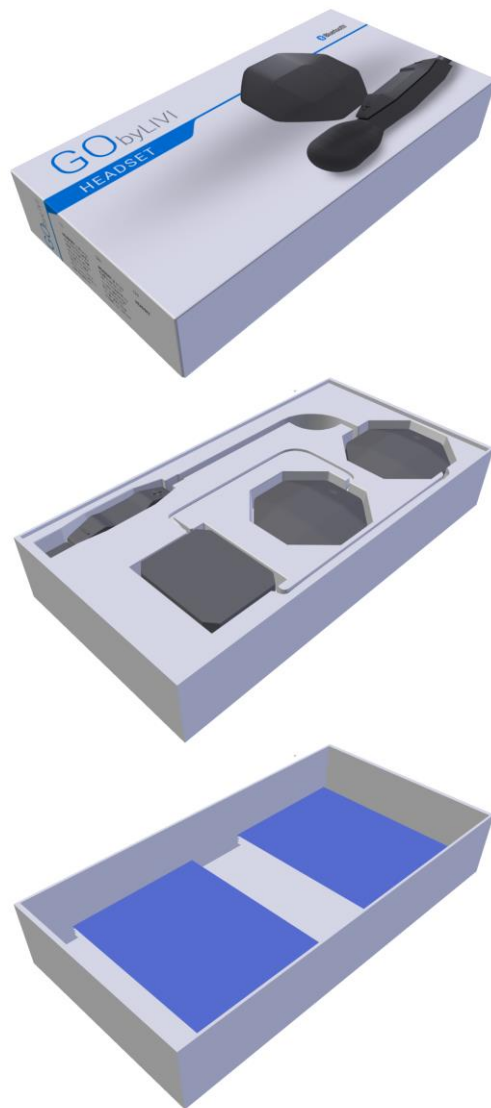
Figur 44: Förpackning av Outdoor Tech

Inspiration till användarupplevelsen i stort togs till stor del från förpackningen till headsetet från Outdoor Tech, det lite exklusivare av de olika headseten. Förpackningen har ett uttrycksfullt yttre med en tydlig identitet. Headsetet presenteras för sig själv när användaren öppnar förpackningen, med tillbehör och instruktioner dolda. Detta sätter huvudprodukten i fokus utan distraktioner. När användaren sedan tagit upp sin produkt ur förpackningen och lyfter på en avdelare gjord i papp, återfinns tillbehören längst ned i förpackningen. Denna tydliga ordningsföljd och väl uttänkta presentation av produkten är viktigt i produkter idag för att förbättra första intrycket av produkten och företaget bakom (Forbes CMO Network, 2014), och bildade underlag för utformningen av lådan och dess inre. Idéer från förpackningar till andra high-end-produkter såsom mobiltelefoner användes också under utformningen. Den största av dessa influenser är troligen lådans typ – en låda med ett lock som omsluter allt utom undersidan och som lyfts av rakt upp. Detta är ett relativt enkelt koncept som bedömdes ges extra kvalitetskänsla tack vare association med nämnda premiumprodukter, utan någon större påverkan på tillverknings- eller materialkostnader.

Med detta som underlag blev resultatet således en låda med ett heltäckande lock med tryckt grafik. Direkt under detta lock återfinns headsetet. För att hålla headsetet på plats i lådan användes headset-tillverkaren Senas tillvägagångssätt – en matt och relativt stadig plastinteriör med urgröpningar tätt anpassade efter produktens form, i vilka produkten placeras i en organiserad layout. Att använda bubbelplast eller liknande tillför inga positiva känslor till

uppackningsupplevelsen (Wormann, 2016). Användning av en plastinteriör ger en starkare känsla av precision och ordning, och gör det också möjligt att förvara tillbehör såsom USB-kabel samt instruktioner under denna form. Därmed presenteras headsetet för sig själv, utan tillbehör eller broschyrer som stör intrycket vid öppning av lådan.

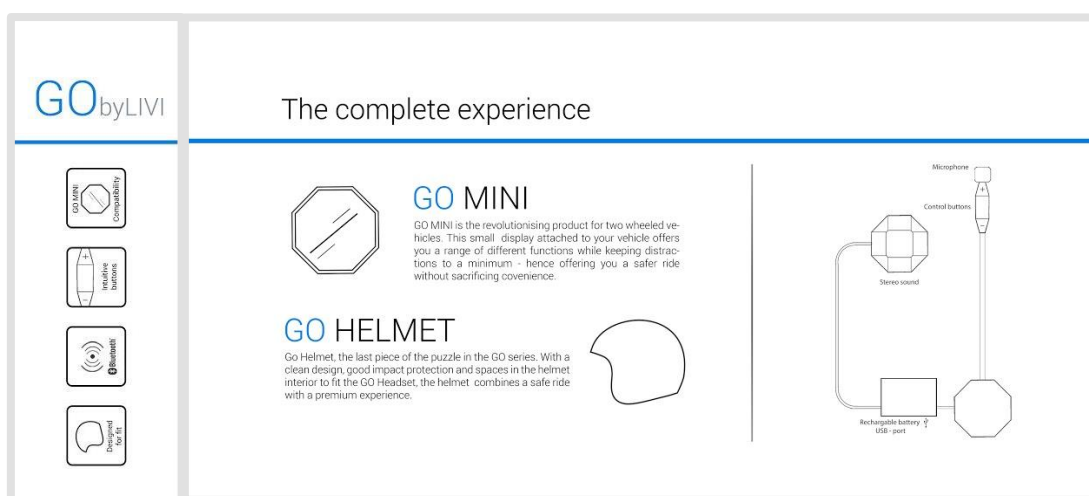
Utsidan gjordes vit för att kontrastera med produktens färg. Vidare användes typsnittet Roboto från LIVIs företagsidentitet, samt blåa inslag i grafiska element. Blå färg har funnits vara särskilt effektivt i paketering för produkter som köpts för att tillfredsställa specifika behov och mål (Work Design Group, 2014). Detta grafiska tema går igenom resten av det tryckta materialet i lådan för god inre konsekvens och tydlig identitet (se figurer 45, 46, och 47).



Figur 45: Förpackning

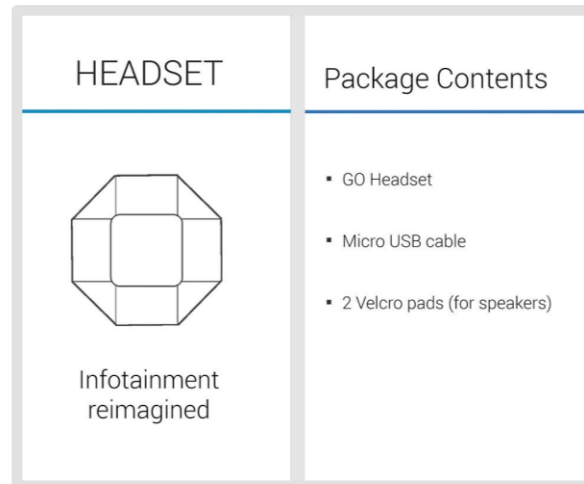


Figur 46: Förpackningens fram- och vänstersida

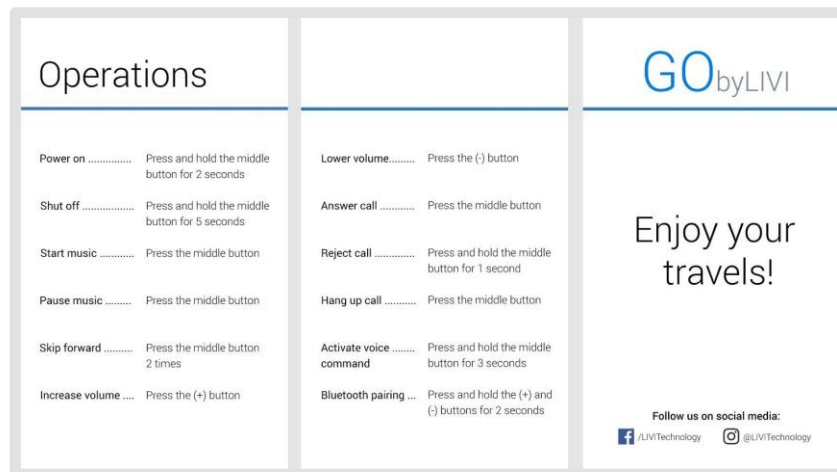


Figur 47: Förpackningens bak- och högersida

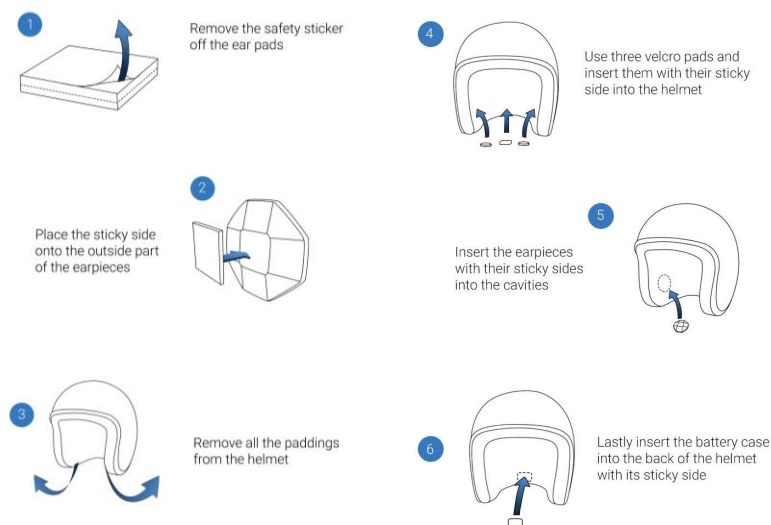
En annan särskild aspekt i Outdoor Techs förpackning var deras sätt att göra grundläggande “getting started” – instruktioner i form av en kortfattad broschyr för bättre visuell överblick och en lägre tröskel till att börja använda produkterna. Det fanns också mer omfattande, kompletta instruktioner att läsa vid behov. Också vad gäller tryckt material framstod alltså Outdoor Tech som den bästa produkten av de benchmarkade, och användes som grund för det utkast till monterings- och användningsinstruktioner som togs fram. Genomgående användes enkla layouts med rena formelement element för att ge god visuell tydlighet i grafiken. För större bilder med tydlig text, se bilaga 14.



Figur 48: Sida 1–2 i broschyren



Figur 49: Sida 3–5 i broschyren



Figur 50: Monteringsinstruktioner

5.4 Detaljerad utformning

Här presenteras hur produkten i detalj interagerar med delar i det sociotekniska systemet, samt hur de olika delsystemen fungerar tillsammans.

5.4.1 Headset

Komponenten med mikrofon och knappar genomgick många iterationer innan den slutgiltiga formen fastställdes. Med de första idéerna utvärderades bland annat hur många knappar enheten skulle ha, ifall de skulle sitta på samma sida och ungefärligt avstånd mellan knapparna. Det ungefärliga avståndet mellan knapparna fastställdes enkelt genom att låta tre fingrar placeras bredvid varandra i en bekväm position, från händer av olika storlekar. Det resulterande minimimåttet, ca 17 millimeter, visade sig stämma väl överens med referensprodukten från SENA. Måttet verifierades också med teori inom antropometri (se kap. 3.2.2), för att se att skillnaden i mellanrum jämfört med fingertjocklek inte skulle bli allt för avvikande, varför detta mått antogs vara en bra utgångspunkt för fortsatt utveckling av produkten och dess funktionsytor.

Jämfört med en enhet med tre knappar, blev det med hjälp av benchmarking tydligt att enheter med två knappar krävde ett större antal kombinerade knapptryck, samt knapptryck under en särskild tid, för att täcka alla de olika funktioner som behövdes i headsetet. Som ett exempel på detta kan nämnas att headsetet från Sena har sju olika funktioner placerade på plusknappen, som bara differentieras med det tidsintervall knappen hålls nere under (*tap*, 1 sekund, 2 sekunder, 3 sekunder, 5 sekunder, 10 sekunder och så vidare). Detta kräver en mängd förklaringar i instruktionerna och gör det betydligt svårare att lära sig (se *Learnability* och *Memorability* – definierade av Nielsen, 2012) hur olika funktioner aktiveras. För att inte utsätta föraren för onödig kognitiv belastning, togs beslutet därför att använda tre knappar, där en av dem täcker extrafunktioner som aktivera röststyrning, av/på, med flera.

Vid tidiga test med en enklare mock-up framgick att en preliminär idé med en knapp på motsatt sida de andra knapparna, med stor sannolikhet skulle kunna medföra feltryckningar. Detta då användaren måste hålla emot med ett eller flera fingrar på andra sidan enheten när denne genomför en knapptryckning.



Figur 51: Interaktion med mikrofonenhet

Således fastslogs att en enhet med tre knappar placerade på samma sida och med ett inbördes avstånd på 17 millimeter var en bra grundläggande layout att börja formge produkten utifrån. Dessa parametrar behövde preliminärt fastställas relativt tidigt för att ett kretskort skulle kunna beställas och användas i senare skeden av produktframtagningen.

Vid användartesterna var enheterna med volymknapparna på var sin sida funktionsknappen populärast, vilket både kan bero på och ge upphov till att denna layout återfinns på en mängd elektronikprodukter. Det tycks alltså vara en numera nästan standardiserad utformning som bör följas för att uppnå god yttre konsekvens. Denna placering av knappar används av en mängd olika aktörer: Huawei (Amazon, 2017), Apple (Apple, 2017), Bose (Bose, 2017), Motorola (Amazon, 2016), Klipsch (Klipsch 2017) med flera på deras hörlurar.

En desto mindre uppenbar aspekt var på vilken sida om knappen i mitten, knapparna för plus (+) och minus (-) skulle sitta. Användartesterna resulterade inte i något entydigt svar, då åsikterna gick isär. Beslutet togs därför att använda referensprodukternas utformning och placera plus ytterst och minus innerst, för att uppnå en yttre konsekvens med liknande produkter i produktsegmentet. Plus- och minussymbolerna gavs också en tydlig upphöjning, då detta gör det betydligt enklare att känna deras form jämfört med plana eller försänkta symboler. Detta bekräftades under användartestet, då en del användare kunde känna sig fram till knapparnas form trots den grova kvaliteten på 3D-utskriften.

Något som också utvärderades var en formidé som innebar att de båda volymknapparna gjordes symmetriskt identiska men lutande ifrån varandra. Detta gjordes för att ge två kognitiva signaler till användaren. Dels att knapparna är besläktade med varandra, det vill säga, har samhörighet vad gäller funktionalitet enligt gestaltlagen och

samhörighet genom likhet (se kapitel 3.2.5). Dessutom är deras effekt motriktade varandra, vilket signaleras genom lutningen ifrån varandra, knapparna verkar “dra åt olika håll”. Denna aspekt uppskattades vid användartestet av en del användare, även om det framkom att formen kunde utvecklas vidare för att övergången mellan de tre funktionsytorna skulle bli tydligare för fingrarna. Således behölls vinklarna, medan ytterligare inspiration togs från tidigare nämnda hörlurstillverkare – där de tre knapparna ofta tydligt avskiljs genom att låta den mittersta knappen anta en nedsänkt position.

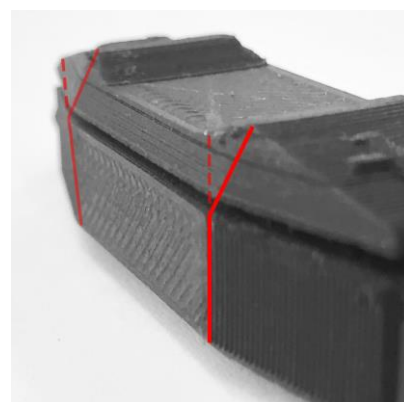


Figur 52: Mikrofonenhet

Beslutet att använda en större knapp istället för tre separata togs av flera anledningar. En av dem är att en knapp-yta istället för tre ger ett mer solitt och okomplicerat uttryck, se designprincipen KISS – Keep It Simple, Stupid (Interaction Design Foundation, 2017). Det gav också bättre utrymme att formge hela ovansidan som en enda form med önskade semantiska egenskaper.

Dessutom innebär det ett mindre antal delar att tillverka och montera, så kallad DFM (*design for manufacturability*) respektive DFA (*design for assembly*) (Favi, Germani, Mandolini, 2014). Det minskar kraven vad gäller toleranser vid tillverkning och montering, då det inte bildas skarvar mellan knapparna som gör eventuella mindre fel i passform extra tydliga. Avsaknaden av skarvar och en heltäckande yta över hela ovansidan gör det också betydligt lättare att göra produkten vattentät, då kan räcka att limma fast hela knappen med ett vattenfast och tätande lim vid dess kanter.

En designdetalj av relativt betydande semantisk och praktisk vikt är den fasade sidan av knappen (se figur 53). Denna fasning implementerades dels som ett försök att få hela produkten att upplevas smalare och mindre grov. Dessutom innebär den en begränsning i den yta användaren kan trycka på. På grund av hur knappen är konstruerad ger en knapptryckning bäst effekt om den utförs vid eller nära mitten istället för vid kanterna. Därför infördes fasningarna som en så kallad begränsning, eller *constraint* (Norman, 1988), för att styra användaren till att trycka på ett visst sätt, och därmed underlätta interaktion och minska risken för feltryckningar.



Figur 53: Knappens fasning

Den rektangulära nedsänkningen i formen i kombination med en smal, åttakantig form gjorde att formen på ovansidan på ett naturligt sätt kunde matcha hörlurarnas formspråk och en inre konsekvens. För att kunna tillverkas i ett stycke men fortfarande kunna användas som tre separata knappar, bör denna del ha ett flexibelt material i form av syntetgummi eller dylikt.

Resten av mikrofonenheten formades i stora drag efter denna ovansida. Volymen gjordes stor nog för att rymma ett litet kretskort och knapparnas inre mekanism, de längsgående kanterna på undersidan fasades för att formmässigt likna knappen på ovansidan. Undersidan gjordes plan för att ge bra stöd till tummen som normalt placeras på motsatt sida som knapparna vid knapptryckning. Förhållandet mellan



Figur 54: Delarnas proportion enligt gyllene snittet

höjden av basen och gummitoppen (se figur 54) gjordes ungefär enligt gyllene snittet för ett balanserat uttryck (Gross, 2015).

Likt referensprodukterna från Sena och Fusar, placerades mikrofonen ytterst, framför munnen och med fäste för en mikrofonmuff. På andra sidan gjordes hål för infästning av mikrofonbommen som förbinder mikrofonenheten med vänster hörlur.

Hörlurarna utformades som tidigare nämnts utifrån preliminärt specificerade högtalarelement och blev därför tjockare på mitten och smalare närmast kanterna. Formens åttakantiga profil gavs en tydlig rundning för att ge ett något snällare uttryck (Co.Design, 2013), undvika skarpa kanter som kan skada både användaren och hjälmen, samt för att övergångarna från den inre rundade kvadraten skulle bli mer naturlig. Förhållandet mellan höjden på basen och den formade toppen bestämdes också detta utifrån gyllene snittet (se figur 54).

Toppen av hörluren gjordes plan. Dels för att inte behöva göra hörluren tjockare än nödvändigt av utrymmes- och utseendeskäl, dels för att den skulle få tillräcklig kontaktyta för att kunna fästas mot hjälmens insida med hjälp av kardborredynor.

Insidan av hörluren behövde ha en plastvägg med hål för att skydda högtalarelementet från skador men samtidigt släppa igenom ljud (se figur 55). Ett antal olika förslag togs fram på hur dessa hål skulle kunna se ut. Genom att göra hålen som raka linjer, kan en stor andel hålrum fås med av tillverkaren givet krav på minsta tillåtna dimension, jämfört med till exempel. cirkulära hål. Detta gör att mindre material går åt, och medför bättre genomsläpplighet för ljud. För att ge de raka hålen lite extra karaktär och dramatik för att på sätt göra den mer ”active”, gjordes de diagonala (Bradley, 2010). På grund av snäppfästen och infästningar nära kanterna, och för att ge ett tåligare utseende på produkten, gjordes en tydlig ram med den inre linjen parallell med den yttre (Cresswell, 2002).



Figur 55: Hörlur från sidan samt underifrån

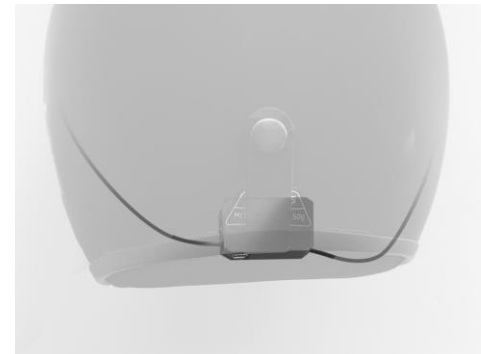
Överlag kan sägas att den estetiska formgivningen av hörlurarna hade underordnad betydelse. Den största kraften lades istället på att göra enheterna så tunna som möjligt – det vill säga, noggrann optimering och anpassning av formen efter högtalarelementen. Tunnare enheter är enklare att integrera i olika hjälmtyper, och ger dessutom ett modernare och lättare uttryck som positiv bieffekt.

Batteripaketet utformades på ett sådant sätt att merparten av det skulle kunna tryckas in i lämpligt utrymme i hjälmen (se figur 56), alternativt i ett fack avsett för det. Det lämpligaste utrymme att placera paketet på är med största sannolikhet i baksidan av hjälmen (se figur 57), då risken för kollision med denna delen av huvudet är mycket liten (se kapitel 3.2.1), samtidigt som området är lättillgängligt. Paketet gjordes därför så litet och tunt som möjligt, vilket innebar en kvadratisk form med fack tätt anpassade för batteriet respektive kretskortet.



Figur 56: Batteripaketet

Dessutom placerades inte de olika sladdarnas ingångar i batteripaketet i mitten, utan nära en av långsidorna. Micro-USB-uttaget placerades på samma långsida. Detta innebär att batteripaketet kan föras in med ena sidan först, medan sladdarna och USB-kontakten kan hållas fria från påfrestningar. Beroende på hjälmtyp kan headsetet eventuellt också laddas utan att först demonteras från hjälmen.



Figur 57: Batteripaketets placering

5.5 Konstruktion

För att skapa ett underlag för produktion av headsetet har detaljerade CAD-modeller tagits fram. Underlag för hur dessa ser ut är bland annat benchmarking, iterering av konstruktionen i 3D-skrivare och även teori i tillverkningsteknik och expertutlåtande. Konstruktionen av förpackningen har i detta projekt inte undersökts tillräckligt på den här nivån för att kunna motivera tillverkningsmetod och material. Detta lämnas till uppdragsgivaren och dess fabrik att undersöka vidare.

5.5.1 Tillverkningsmetoder

Hörlurar, mikrofonenhet och knappar är alla tänkta att tillverkas genom formsprutning då detta är en vanlig och effektiv metod för tillverkning av små plastdetaljer. Metoden är också en rekommenderad tillverkningsmetod för många av de material som headsetets delar kan tänkas tillverkas i och som konkurrerande headsets är tillverkade i. Dessutom har uppdragsgivaren kontakt med en fabrik i Kina som primärt formsprutar sina produkter. Godstjocklekar för komponenterna konstrueras också efter riktlinjer för formsprutning och valt material (se kapitel 3.2.6).

5.5.2 Komponenter

Ett antal olika förslag på konstruktioner har tagits fram och vid beslut om bästa konstruktion har antalet komponenter försökts minimeras. Stora verktygskostnader kan sparas om man lyckas integrera några komponenter med varandra. Detta förbättrar även återvinningsbarheten (se kapitel 3.2.6).

Benchmarking av befintliga produkter har visat att hörlurarna dels har ett galler som skyddar hörlursmembranen från inträngande föremål och dels ett nät som skyddar dessa från smuts och väta. Nätet var från början tänkt att klämmas mellan gallret och underdelen av hörluren i iteration 8, respektive mellan överdel och galler i iteration 9 (se figur 58 nedan). Gallret, kan dock som i slutresultatet, enkelt integreras i bottendelen av hörluren och nätet klistras fast på insidan för att minska antalet komponenter och därmed sänka kostnaderna. För slutgiltig konstruktion se kapitel 2.1.

Lösningen i iteration 9 har visserligen bara två delar men slopades då installation av kablar försvårades genom att dessa måste föras igenom hålet och därefter lödas fast på kretskortet. Antalet komponenter minskades sedan ytterligare då de båda hörlurarna gjordes identiska. Den hörlur som sitter ihop med bommen kräver två utgångar, medan den andra endast kräver en. Det blir här en betydligt lägre kostnad att istället för att tillverka fyra olika delar, tillverka två och plugga igen det extra hål som är överflödigt för den ena hörluren.

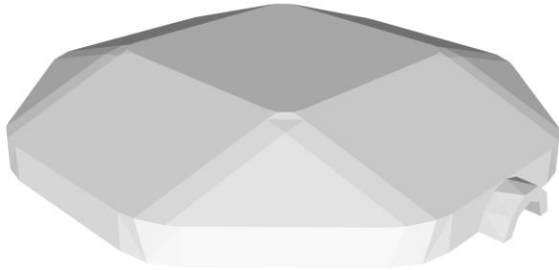
För mikrofonenheten var det en mer omfattande iterering i konstruktionsutformningen. Till en början så anpassades formen av de olika komponenterna utefter den använda 3D-printerns förmåga. Eftersom denna hade flera svårigheter med skriva ut mindre finare delar, gjordes komponenterna större, med sämre toleranser och avsaknad av hållfasta infästningar. Det krävdes även att två skåror lades till mellan knappytorna för att få en fungerande knapp i den utskrivna ABS-plasten. Då det öppnades en möjlighet att kunna skriva ut delar i en mer noggrann 3D-printer, gjordes konstruktionen för mikrofonenheten till den slutliga konstruktionen som presenteras i slutresultatet.

I ett tidigare skede av konstruktionen bestod mikrofonenheten av en underdel, ett lock och en knapp (se figur 59). Detta konstruerades sedan om för att ge en mer gömd delningslinje på mikrofonenhetens över- och undersida, samt för att göra konstruktionen mer vattentät. Den slutgiltiga mikrofonenheten består av tre delar totalt. Två stycken näst intill speglade delar som limmas ihop. I dessa delar kommer sedan kretskortet för mikrofonenheten att ligga. Ovanpå dessa delar limmas även en mjuk knapp fast, där limmet täcker kanten runt överdelen av mikrofonenheten och på så sett gör den vattentät. Vid de tre piggarna på knappen finns urgröpningar för att få en knappkänsla vid intryckning. Den slutgiltiga konstruktionen av mikrofonenheten presenteras mer ingående i kapitel 2.1.

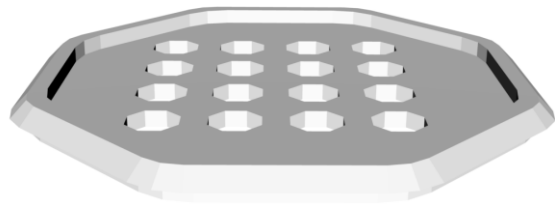
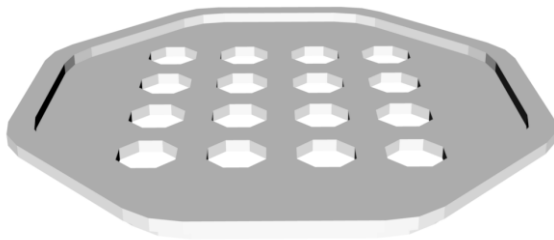
Iteration 8

Iteration 9

Överdel:



Galler:



Underdel:

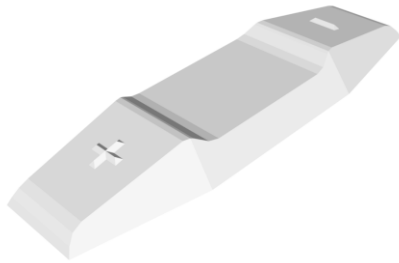


Figur 58: CAD-modeller av iteration 8 respektive 9 av hörlurarna

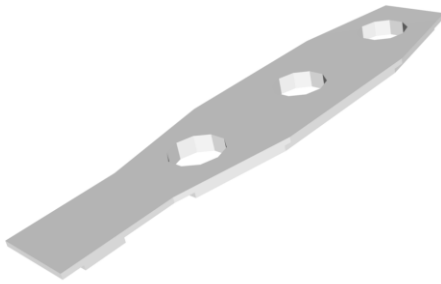
Iteration 4

Iteration 5

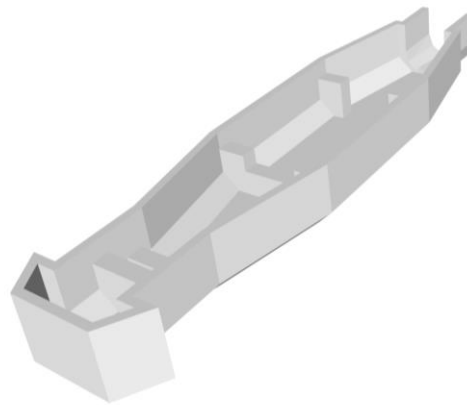
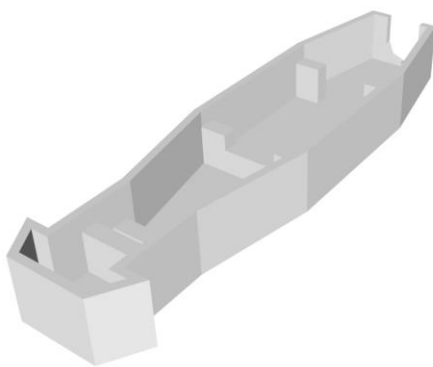
Knapp:



Lock:



Underdel:



Figur 59: CAD-modeller av iteration 4 respektive 5 av mikrofonenheten

5.5.3 Sammanfogningsmetoder

Befintliga produkter har använt sig av limning för mikrofondelen och skruvning för hörlursdelen av headsetet. För att minska antalet komponenter och material, används snäppfästen i konstruktionen. På så sätt minskas därmed kostnader och miljöpåverkan. Dessa är svåra att utforma på ett bra sätt och kräver specificerade toleranser. Att skruva ihop komponenter är olämpligt, då detta skapar spänningskoncentrationer i plasten. Mikrofonenheten och batteripaketet är så pass små att det hade varit svårt att sammanfoga dessa med snäppfästen. För dessa delar används då istället lim. Hörlurarna är däremot något större och möjliggör därmed användning av snäppfästen för sammanfogning.

5.5.4 Materialval

Ett materialval har gjorts med hjälp av CES EduPack. De krav som sattes på materialet för mikrofonenheten är att det ska klara UV-strålning, väta och ha en maximal service-temperatur på minst 50 grader celsius och en minimal service temperatur på högst -20 grader celsius. Dessa värden är framtagna med avseende på dels en sydostasiatisk målgrupp, men även på övriga resenärer på motorcykel eller moped i resten av världen. De parametrar som ska optimeras är framförallt pris och densitet, men även CO₂-utsläpp vid produktion av materialet och böjstyvhet (se bilaga 15).

De två bästa kandidaterna för val av plast visade sig vara POM och ABS, då andra potentiellt bättre val, när det kommer till böjstyvhet mot densitet och pris (se bilaga 15), inte används i sådana här sammanhang och har begränsade möjligheter för formsprutning. POM och ABS är likvärdiga vad gäller pris, densitet, CO₂-avtryck och böjstyvhet. ABS har fördelar gentemot POM då formsprutning av POM kräver dyrare verktyg som måste klara av ett högre tryck. Dessutom kan ABS kombineras med materialet för knapparna och med ett styrenbaserat lim återvinnas tillsammans utan vidare sortering. Detta bidrar till en produkt som är lättare att återvinna. För att ytterligare öka återvinningsbarheten minskades de kostnader som uppkommer vid byte av verktyg, samt för att få ett mer konsekvent utseende, tillverkas alla komponenter i samma material (se kapitel 3.2.6).

Mikrofonenheten, hörlurarna och batteripaketet ska alltså tillverkas i ABS med inblandat kolpulver för ökad UV-resistans. Knapparna till mikrofonenheten ska tillverkas i styrenbaserad termoplastisk elastomer (TPE-s) för att möjliggöra en skön känsla vid intryckning av knapparna, och för att se till att en knapp trycks ned i taget vid användning. Materialvalens rimlighet bekräftades av ett materialidentifieringstest för de befintliga produkterna som undersöktes i benchmarkingen. Testet visar att dessa är tillverkade i samma material.

6. Hållbar utveckling

Hållbarhet kan som tidigare beskrivits delas upp i tre olika aspekter: ekonomisk, ekologisk och social, se kapitel 3.3. I projektet behandlas alla dessa aspekter med målet att utveckla en produkt som är hållbar inom samtliga områden. Främst har ekodesignstrategihjulet tagits i beaktning under utvecklingen av headsetet.

6.1 Ekodesignstrategihjulet

Ekodesignstrategihjulet kan ses som ett sätt att eftersträva hållbara resultat rörande de tre hållbarhetsaspekterna. Vissa delar av hjulet har inte kunnat tas i beaktning under arbetet, delvis på grund av att projektets slutprodukt skulle resultera i ett headset bestämt innan arbetets början vilket minimerar lösningsrymden och delvis på grund av att området ligger utanför projektets ramar.

Av de åtta områden som innefattas i ekodesignstrategihjulet är det främst fyra som har arbetats med i utformningen och således utmynnat i resultat under projektets gång. Vissa av dessa har gemensamma element, vilket syns i sammanställningen nedan:

2. Minskad åverkan från material
 - Inga material som skadar mänsklig eller ekologisk hälsa finns i produkten (se kapitel 5.5.4).
 - Antalet olika material har minimerats (se kapitel 5.5.4).
3. Tillverkningsinnovation
 - Mängden delar och komponenter har minimerats (se kapitel 5.5.2).
 - Antalet produktionssteg har minskats genom minimering av antalet delar, komponenter och material.
4. Minskad åverkan från distribution
 - Headsetet och förpackningens volym har minimerats så mycket som möjligt utifrån fasta dimensioner på till exempel högtalarelementet (se kapitel 5.3.1).
8. Optimerad *End-of-Life*
 - Återvinningsbara och icke-giftiga material används för headsetet (se kapitel 5.5.4).
 - Utformningen är gjord för så enkel isärtagning som möjligt.

6.2 Ekonomisk hållbarhet

Den ekonomiska hållbarheten behandlas genomgående i projektet då en viktig aspekt för produkten är att den är tänkt att ligga i ett lägre prissegment. Detta medför att den även måste vara billig att tillverka om företaget ska gå med vinst och växa, vilket kan vara en utmaning för ett småskaligt företag som LIVI.

För att minska tillverkningskostnader har antalet komponenter, mängden material, antalet verktyg och även pris på material försökts minimeras. Även komplicerade former på tidiga koncept har utvärderats och sållats bort på grund av ökade tillverkningskostnader vid formsprutning av komplicerade och/eller ett stort antal olika former.

6.3 Ekologisk hållbarhet

I projektet har ekologisk hållbarhet beaktats vad gäller konstruktion och materialval. Genom itereringar av konstruktionen för headsetet, har antalet komponenter minskats vilket förenklar demontering av produkten vid återvinning (se kapitel 3.2.6). De två hörlurarna bestod vid ett tillfälle av fem olika komponenter som genom iterering och förfining minskats ned till två olika delar, en överdel och en underdel.

Materialvalet gjordes med tanke på CO₂-utsläpp (se bilaga 15). ABS har i stort sett samma mängd CO₂-utsläpp som POM vilket var ett annat lämpligt alternativ för konstruktionen av headsetet. Inget av materialen medför en stor miljöpåverkan (se bilaga 15). I och med att samma material används i alla framtagna delar i headsetet – förutom knappen – förbättras återvinningsbarheten då det inte krävs någon sortering av materialen innan återvinning (se kapitel 3.2.6).

Valet av svart färg på produkten utgör en fördel i ett ekologiskt hållbart perspektiv. För att få ABS:en UV-skyddad kan kolpulver tillsättas som i sin tur gör produkten naturligt svart och därmed krävs inga extra tillsatser för att få önskad färg på produkten. Att UV-skydda produkten är dessutom ekologiskt hållbart då detta förlänger livslängden av produkten som gör att den kan användas under en längre tid innan den behöver återvinnas.

Det lim som använts är styrenbaserat vilket gör att det går att återvinna tillsammans med ABS och med materialet för knappen, som också är styrenbaserat. Detta medför att alla framtagna delar av headsetet går att återvinna utan att behöva sorteras. Då de sammanfogningsmetoder som används i produkten endast består av permanenta lösningar går det ej att demontera produkten utan att skada komponenterna. Denna aspekt beaktas i utformningen och det ansågs vara mer hållbart att ha en permanent sammanfogningsmetod då detta uppskattades ge produkten en längre livslängd och därmed mindre miljöpåverkan.

6.4 Social hållbarhet

Projektets syfte är att göra resan säkrare för användaren som har behov av att använda sin mobiltelefon under färd på ett tvåhjuligt motorfordon. Att en individ omkommer i trafiken är socialt ohållbart av uppenbara anledningar. Många av dödsfallen inom trafiken beror på avsaknad av hjälm och genom att uppmuntra människor till att använda hjälm, kan denna risken reduceras, samt risken för allvarliga skador som följd av en kollision. Produktens prisklass innebär att fler människor har råd med hjälpmedel för god säkerhet i trafiken, vilket bidrar till ett mer rättvist samhälle där detta inte är något som bara mer välbeställda folkgrupper drar nytta av.

7. Diskussion

Det genomförda arbetet har lett fram till en produkt som kognitivt bör vara bättre än många andra headsets ute på marknaden. Då produkten borde ha en minskad kognitiv belastning på användaren leder detta också till den kan fokusera bättre på trafiksituationen.

Metoder har använts på det sätt som förväntades i början av projektet och slutresultatet avviker inte heller avsevärt från det förväntade – den slutliga produkten liknar i många avseenden andra produkter på marknaden, men med ett antal skillnader som kan ha stor betydelse för dess usability.

7.1 Säkerhet

Ur ren säkerhetssynpunkt är det bättre att varken använda telefon eller headset överhuvudtaget, men då är mycket svårt att förhindra att människor använder funktioner på sin mobiltelefon under färd, ligger fokus istället på att göra denna användning av teknik så säker som möjligt. Detta genom att ta fram ett headset som är enkelt att använda och inte tar uppmärksamhet eller kognitiva resurser från trafiken.

Slutprodukten är utformad utifrån teori och tillhandahållen empirisk data. Produkten är inte testad mot säkerhetsstandarderna såsom ECE 22-05. Headsetet är på ett teoretiskt plan anpassat för att ge användaren god säkerhet, men behövs testas i praktiken för att med säkerhet kunna fastställa hur mycket säkerheten påverkas av headsetet. Hållrummet för hörlurarna i den avsedda GOHELMET hjälmen är i nuläget inte specificerade och dessa hållrum har troligtvis en viss påverkan på hjälmens skydd mot kollisioner. Det saknas såväl budget som utrustning att genomföra sådana tester, varför detta bör utvärderas av exempelvis hjälmstillverkaren.

7.2 Interaktion

Interaktionen sker som tidigare beskrivits på de tre olika knapparna på mikrofonenheten. Knapparna är tänkta att göra det lättare för föraren att känna och hitta rätt knapp, vilket utgör en del av den vardagliga interaktionen med produkten.

En annan del utgörs av produktens återkoppling, dvs. vilka funktioner som aktiveras när en viss knapp trycks. Då förslag för detta har utvecklats och redovisats i rapporten hade det varit intressant att verifiera dessa – gärna i verklig kontext. Tyvärr fanns inget sätt att genomföra representativt test där användaren får använda headsetet i en reell användningssituation, som från början var tänkt. Dels visade sig headsetets elektronik vara felaktigt tillverkad, vilket gjorde det omöjligt att integrera i modellen. Vidare var LIVIs app vid projektets slutfas ännu inte färdigutvecklad, vilket innebar att olika funktioner inte kunnat mappas korrekt till funktionsmodellens knappar.

Redovisade förslag på knapptryckningar och funktionerna de är bundna till bör därför verifieras av företaget i ett senare skede.

7.3 Sammanfogningsmetoder

Sammanfogningsmetoder har anpassats för att passa den tänkta tillverkningsmetoden (formsprutning). Två av delarna på hörluren fästs med snäppfästen. Detta är en egenskap som inte återfinns bland de andra headseten från benchmarkingen. Denna sammanfogningsmetod är normalt sett kostnadseffektiv och miljövänlig, vilket väcker misstankar till att det finns bakomliggande anledningar till att konkurrerande produkter använder andra metoder. Det har spekulerats om snäppfästen inte håller samman produktens komponenter tillräckligt väl, vilket kan skapa oönskade vibrationer och oljud och som försämrar ljudkvaliteten. Detta har inte kunnat testas då produkten inte är tillverkad i sitt slutgiltiga utförande ännu.

En annan förklaring skulle helt enkelt kunna vara att det är svårt att ta fram bra toleranser för snäppfästena. Detta är något som uppdragsgivaren kan undersöka vidare, alternativt skulle lim kunna användas istället för snäppfästen. Eventuellt skulle ett elastiskt lim kunna fungera som dämpning mellan hörlursdelarna och på så sätt reducera vibrationer.

7.4 Akustik

Något som inte undersökts i projektet är akustik och hur utformningen på headsetet påverkar ljudet. Den yttre utformningen kan ha viss inverkan på hörlurens ljudkvalitet. För att besvara detta behövs mer teoristudier och eventuellt konsultering av en ljud- och akustikexpert. Om negativ inverkan kan påvisas, bör headsetets utformning anpassas så att ljudkvaliteten förbättras.

7.5 Montering

Headsetet utformades med hänsyn till den elektronik som företaget avsett. Hörlurarnas storlek kan begränsa dess möjlighet att monteras i vissa hjälmar. Generellt är små hörlurar fördelaktigt då hållrummen anpassade för dessa kan variera från hjälm till hjälm. Vissa hjälmar saknar hållrum för integration av headset och då blir det genast svårare att integrera ett headset utan att försämra komforten. Då headsetet har en mikrofonbom med manöverdon är den bäst lämpad för öppna hjälmtyper. Denna typ av lösning gör det betydligt svårare att interagera med headsetet i en integralhjälm, eftersom åtkomsten till enhetens knappar begränsas. Denna begränsning gäller dock inte om headsetet används tillsammans med kompletterande produkter som kan assistera i interaktionen, förslagsvis GOMINI. Den tänkta målgruppen med förare som pendlar eller tillbringar mycket tid på sitt fordon – många av vilka återfinns i Sydostasien – förväntas i de flesta fall använda en öppen hjälm. Denna aspekt tros därför inte ha någon avgörande effekt på produktens förmåga att lösa projektets avsedda mål.

7.6 Enkäten

Den ursprungliga tanken med enkäten var att identifiera variationer i önskade funktioner och krav beroende på användarens nationalitet. Det hittades inga tydliga skillnader utifrån enkäten och den kom istället att användas som belägg för diverse beslut i funktionsutformningen. Då enkäten skickades ut i diverse olika grupper för tvåhjuliga motorfordon på sociala medier mottogs endast information från denna intressegrupp. Om den tänkta målgruppen här täcks är svårt att avgöra och därför minskas reliabiliteten för enkäten. Vidare är det svårt att avgöra om enkäten skickats ut till fler grupper skulle genererat mer svar och ökat reliabiliteten. Möjligtvis hade intervjuer med den tänkta målgruppen ökat reliabiliteten men det är osäkert hur mycket mer användbara data sådana intervjuer hade bidragit med. Därför gjordes en avvägning mellan mängden tid avsatt för att samla in empirisk data, och tiden för att arbeta på funktionsutformning och konstruktion.

Att enkäten främst används i ett annat syfte än vad som först var tänkt hade kunnat sänka dess validitet. Då frågorna explicit frågar efter önskvärda funktioner så bedöms dock dess validitet inte ha påverkats nämnvärt av att ändra hur enkätdata användes.

7.7 Förpackning

Emballaget till headsetet gjordes, som nämnts i genomförandet, nära slutet av projektet. Då det legat stort fokus på headsetet har emballagets design inte itererats, utvärderats och detaljarbetats lika grundligt. Emballaget är utformat med hjälp av benchmarking (se bilaga 4), designteori, och LIVIs grafiska företagsidentitet. Vid företagets fortsatta arbete med produkten bör man tillverka och utvärdera ett exemplar av lådan för att se om lådans typ med ett heltäckande lock ger avsedd positiv effekt på kvalitetskänslan. Det fastslogs att mindre lådor av denna typ ger en bra uppackningsupplevelse, men lådans dimensioner och tillverkningskvalitet har troligen stor betydelse för huruvida detta designgrepp är lämpligt.

Instruktionerna till produkten behöver vara förståeliga och tydliga. Också här användes benchmarking tillsammans med designteori. En avvägning som gjorts är hur uttömmande instruktionerna bör vara. Är det bättre att bifoga exempelvis en komplett produktspecifikation och uttömmande instruktioner för *trouble shooting*, eller bör den tryckta informationen begränsas till endast den absolut nödvändiga för att använda produkten? Ökar mängd information i instruktionsmanualen minskar risken att användaren kan komma att sakna information. Samtidigt blir det svårare för användaren att hitta relevanta information, på grund av försämrad *visual clarity*. Valet gjordes att kortfattat prioritera den viktigaste informationen i tryckt form, då det är enkelt att göra mer uttömmande instruktioner tillgängliga på till exempel företagets hemsida.

7.8 Hållbar utveckling

De material som valts är inte giftiga eller farliga, vare sig för användaren eller för de som arbetar i fabriken under tillverkningen, vilket är fördelaktigt med avseende på social hållbarhet. Företaget bör om möjligt få insikt i och ta hänsyn till de fabriksanställdas arbetsförhållande när produkten ska tillverkas och fabriks- eller tillverkningspartner ska väljas.

Ur ett ekonomiskt hållbart perspektiv är det en stor fördel att headsetet är konstruerat med få komponenter. Detta minskar främst investeringskostnaderna för företaget eftersom formsprutningsverktyg är kostsamma – med färre antal komponenter behövs färre antal verktyg tillverkas. Strömförbrukning, bemanning och mängden restmaterial bör också minska. Detta hjälper företagets ekonomi och företaget kan sälja fler produkter som främjar social och ekologisk hållbarhet.

Vidare går det att diskutera huruvida ett konstruktionsmässigt hållbart headset bidrar till en ekologisk hållbar utveckling. Då teknologi utvecklas finns möjligheten att framtida headset drar mindre elektricitet och ger mindre avtryck på miljön än ett GOHEADSET som fortfarande fungerar. Å andra sidan drar headsetets högtalarelement som högst 0,5 Watt, varför strömförbrukning inte lär ha någon avgörande betydelse i detta sammanhang jämfört med exempelvis ekologiskt avtryck vill tillverkning och frakt.

7.9 Scope creep

Initialt var projektet betydligt mer omfattande. Det planerades bland annat, utöver headsetet, att skapa en hemsida samt att göra modifieringar av en redan existerande hjälm. Då arbetet fortskred blev det tydligt att inte tillräcklig tid fanns för att göra en kvalitativ utformning av ett så stort antal leverabler. Tydligast blev det vid mötet med MIPS där det öppnades möjlighet för att implementera deras teknik i LIVIs hjälm GOHELMET. Det skulle innebära ytterligare en del utvecklas som skulle kräva mycket tid.

Efter mötet blev det klart att utvecklandet av en hjälm hade hämmat kvaliteten av headsetet på grund brist på tid och resurser. Avgränsningar gjordes då i samråd med företaget att projektet skulle avsmalnats till att ta fram ett headset med tillhörande förpackning. Denna förändring i *scope* innebär att det i början av projektet lades mycket tid till att se på hjälmar och liknande utan att det mynnade ut i något för projektet viktigt resultat. Vilket har tagit mycket tid från utvecklingsarbetet för headsetet. Å andra sidan har informationen som tagits fram gällande hjälmsäkerhet varit användbar för utvärderingsarbetet och för headsetets utvecklingsprocess i allmänhet. Därmed har det funnits både för- och nackdelar med att projektets bredd minskades efter en bit in i projektprocessen.

7.10 Fortsatt arbete

Nästa steg i utvecklingsprocessen bör vara att göra användartester för att undersöka GOHEADSET ordentligt. I detta användartest skulle elektroniken och mjukvaran behöva fungera för att först testa det i en styrd miljö. Efter verifikation av att produkten fungerar säkert, kan den testas i verkliga trafiksituationer. Om lösningen inte fungerar på ett tillfredställande sätt skulle den behöva förfinas för att sedan återupprepa testproceduren. Vidare skulle det behövas samrådas med en erfaren konstruktör om ingöten, för att på ett effektivt sätt tillverka de olika plastdetaljerna.

Utanför utvecklingsprocessen finns det viktiga aspekter såsom juridik; då produkten kommer att användas i miljö där olyckor förekommer är det viktigt att företaget tar hänsyn till lokala lagar och bestämmelser, samt eventuellt upprättar användarvillkor för att inte hamna i rättsprocesser. Här kommer även säkerhetstest av headsetet integrerat i en hjälm, gärna gentemot en standard som ECE 22-05. Slutligen skulle hjälmen kunna vidareutvecklas, vaddering och interiör kan troligen förfinas för att bättre anpassas för integration av headsetet.

8. Slutsatser

De olika slutsatser som dragits under projektets gång presenteras nedan. Flera av de dragna slutsatserna har varit triviala medan andra har varit mindre uppenbara.

8.1 Användare och kontext

- Viktiga behov som användaren har för headsetet är:
 - Komfortabelt att bära hjälm med headset
 - Enkel montering i hjälm
 - Bra ljud i högtalare och mikrofon
 - Smidig aktivering av röststyrning
 - Intuitiv funktionsutformning
 - Enkelt att identifiera och hitta rätt knapp för tänkt handling och effekt
- Användarens upplevda komfort korrelerar med hur väl headsetet får plats i hjälmens hålrum avsedda för dessa. Ett mindre headset är således anpassat för fler olika typer av hjälmmodeller.

8.2 Utformning

- Ett headset som väger mindre har mindre påverkan vid en kollision då rotationsenergi och vinkelhastigheten blir lägre än för ett tungt headset.
- Rundningar och mjuka kanter ökar säkerheten då man minimerar risken för användaren att kunna skada sig på produkten vid en kollision.
- En öppen hjälm innebär att mikrofonen måste kunna motstå en viss mängd vatten och UV-ljus, vilket inte behövs om en integralhjälm används. En integralhjälm försvårar interaktionen med headsetet då denna göms i hjälmen.
- *Guessability* och *learnability* för knapparnas funktioner ökar genom användning av tre knappar där funktionerna delas upp efter släktskap jämfört med om dessa delas upp blandat över två knappar.
- En mikrofonenhet som placeras framför munnen signalerar tydligare sin funktion och förbättrar ljudkvaliteten från mikrofonen gentemot en lösning där mikrofonenheten sätts fast vid sidan av hjälmen.
- En knapp på motsatt sida kan medföra feltryckningar då användaren måste hålla emot med tummen på andra sidan enheten från den sida där knappen sitter. Därför placeras alla knappar fördelaktigen på samma sida av mikrofonenheten.

- En mörkgrå färg ger en högre känsla av kvalitet gentemot andra färger då ett vitt headset lätt kan upplevas billig om ytfinish, passform och så vidare inte uppnår önskad kvalitet.
- Accentfärger kan göra att produkten upplevs billig och lågkvalitativ om de appliceras på fel sätt.

8.3 Konstruktion och material

- Användningen av en stor knapp istället för tre separata knappar ger den ett mer solitt och okomplicerat uttryck samtidigt som det underlättar monteringen.
- Att minimera konstruktionen till så få komponenter som möjligt är att föredra. Då exempelvis varje plastdetalj kräver ett unikt formsprutningsverktyg så kan en produkt med flera olika komponenter få höga investeringskostnader.
- En bra sammanfogningsmetod att använda är snäppfästen. Dessa är ibland svåra att realisera då toleranserna måste vara rätt specificerade. De kräver också en del utrymme och för delar där volymen ska optimeras kan därför limning vara en bättre metod.
- För att kunna göra en ekologiskt hållbar produkt är det bra om dess material går att återvinna tillsammans så att dessa inte behöver sorteras vid återvinning.
- En mörkgrå eller svart färg är bra ur en tillverkningssynpunkt då detta är den färg som ABS naturligt får vid UV-behandling genom det inblandade kolpulvret.

8.4 Förpackning

- Viktigt att tänka på vid framtagning av en förpackning är:
 - Fördelaktigt att se huvudprodukten för sig själv vid öppnandet
 - Opak interiör upplevs mer premium än transparent
 - Att med enkelhet kunna ta ut produkten är tillfredsställande
 - Endast nödvändig information på förpackningen är att föredra
 - Strukturerar, minimalistisk grafik och tydlighet i broschyrer är viktigt
 - Instruktionsmanual i bokform snarare än uppvikbar

9. Källförteckning

Alertdriving. (2017). *Human Error Accounts For 90% Of Road Accidents*. Hämtad maj 12, 2017 <http://channel.staging.alertdriving.com/home/fleet-alert-magazine/international/human-error-accounts-90-road-accidents>

Amazon. (2017). *Fusar F7 Bluetooth Headset*. Hämtat maj 30, 2017, från https://www.amazon.com/Fusar-F7-Bluetooth-Headset/dp/B01I491SVI/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1496146924&sr=8-1&keywords=fusar+f7

Amazon. (2017). *Huawei In-Ear Earbuds Headphones*. Hämtat maj 11, 2017, från <https://www.amazon.com/Huawei-Headphones-Microphone-Cancelling-Compatible/dp/B015SI5396>

Amazon. (2017). *Motorola Verve Life Loop+ Wireless Bluetooth Waterproof Earbuds*. Hämtat maj 12, 2017, från <https://www.amazon.co.uk/d/Mobile-Phone-Bluetooth-Headsets/Motorola-Verve-Wireless-Bluetooth-Earbuds/B01F44OSEA>

Amazon. (2017). *Outdoor Tech Chips 2.0 Wireless Headphones*. Hämtat maj 30, 2017, från https://www.amazon.com/Outdoor-Tech-Universal-Walkie-Talkie-OT0052/dp/B01KZSRB1W/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1496146948&sr=8-1&keywords=outdoor+tech+chips+2.0+wireless+headphones

Amazon. (2017). *SENA 3S-B bluetooth headset and intercom: for scooters and motorcycles*. Hämtat maj 30, 2017, från https://www.amazon.com/Bluetooth-Headset-Intercom-Scooters-Motorcycles/dp/B01G72SZII/ref=sr_1_2?ie=UTF8&qid=1496146854&sr=8-2&keywords=sena+3s-b

AMB. (2017). *Sammanfogning*. Hämtat maj 2, 2017, från http://www.amb.se/vart-erbjudande/montage/limning/?doing_wp_cron=1494320068.5559430122375488281250

Apple. (2017). *EarPods med Lightning-kontakt*. Hämtat maj 12, 2017, från <https://www.apple.com/se/shop/product/MMTN2ZM/A/earpods-med-lightning-kontakt>

BASF. (2007). *Technical Expertise: Snap-Fit Design Manual*. Hämtat maj 2, 2017, från <http://web.mit.edu/2.75/resources/random/Snap-Fit%20Design%20Manual.pdf>

- Battery University. (2017). *Lithium-ion Safety Concerns*. Hämtad maj 29, 2017, från http://batteryuniversity.com/learn/archive/lithium_ion_safety_concerns
- Bose. (2017). *Soundtrue Ultra in-ear-hörlurar*. Hämtat maj 12, 2017, från https://www.bose.se/sv_se/products/headphones/earphones/soundtrue-ultra-in-ear-headphones-apple-devices.html
- Bradley, S. (2010). *The Meaning of Lines: Developing A Visual Grammar*. Hämtad maj 4, 2017, från <http://vanseodesign.com/web-design/visual-grammar-lines/>
- Bruder, U. (2008). *Lathund till grundläggande konstruktionsregler för plast*. Hämtat februari 28, 2017, från <http://c-m.se/Dok/lathunden08.pdf>
- Chapman, C. (2010). *Color Theory For Designers, Part 1: The Meaning Of Color*. Hämtat maj 11, 2017, från <https://www.smashingmagazine.com/2010/01/color-theory-for-designers-part-1-the-meaning-of-color/>
- Co.Design. (2013). *Why Our Brains Love Curvy Architecture*. Hämtat maj 11, 2017, från <https://www.fastcodesign.com/3020075/why-our-brains-love-curved-architecture>
- Cole Palmer. (2017). *UV Properties of Plastics: Transmission and Resistance*. Hämtat maj 11, 2017, från <https://www.coleparmer.com/tech-article/uv-properties-of-plastics>
- Colly Components AB. (1995). *Skruvförband: Handbok om skruvförband*. Stockholm: Asept Reklamproduktion AB.
- Cresswell, L. (2002). *Product Design: Graphics with Materials Technology*. Oxford: Heinemann Educational.
- Designmodo. (2012). *Rounded Corners and Why They Are Here to Stay*. Hämtat maj 25, 2017, från <https://designmodo.com/rounded-corners/>
- Designorate. (n.d.). *Guide to IKEA's Sustainable Design Strategy (Part 1)*. Hämtat maj 11, 2017, från <http://www.designorate.com/ikea-sustainable-design-strategy/>
- Ericson, Å., Törlind, P., & Wikberg Nilsson, Å. (2015). *Design: process och metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Favi, C., Germani, M., & Mandolini, M. (2016). *Design for Manufacturing and Assembly vs. Design to Cost: Toward a Multi-objective Approach for Decision-making Strategies During*

Conceptual Design of Complex Products. Procedia CIRP, 50, 275-280.
doi:10.1016/j.procir.2016.04.190

Forbes CMO Network. 2014. *How Your Packaging Improves Customer Experience*. Hämtat maj 11, 2017, från
<http://webcache.googleusercontent.com/sites/undefined/undefined/undefined/undefined/undefined/?q=cache:QdkbR3y6H8AJ:www.forbes.com%2Fsites%2Frogerdooley%2F2014%2F10%2F13%2Fhow-your-packaging-improves-customer-experience%2F%20&cd=4&hl=sv&ct=clnk&gl=se&client=safari#7ce78f282834>

Forma. (2017). *Choosing Medical Product Colors*. Hämtat mars 14, 2017, från
<http://www.formamedicaldevicedesign.com/choosing-medical-product-colors/>

Fusar (2017). *F7 Bluetooth Audio System*. Hämtat januari 26, 2017, från
<https://fusar.com/collections/communication/products/f7-bluetooth-headset>

Gross, R. (2015). *What Is the Golden Ratio? What You Need to Know and How To Use It*. Hämtat juni 15, 2017 från <https://designschool.canva.com/blog/what-is-the-golden-ratio/>

Gröndahl, F., Svanström, M., (2015). *Hållbar utveckling*. Stockholm: Liber

Hanson, L., Sperling, L., Gard G., Ipsen S., Vergara CO. (2009). *Swedish anthropometrics for product and workplace design. Applied Ergonomics*, Volume 40 (4), 797-806. Citerad i Höskolan i Skövde. (2011). *Vad är Antropometri?* Hämtat februari 21, 2017, från
<http://antropometri.se/theory.php>

Hertsens, T. (2014). *How Headphone Dynamic Drivers Work*. Hämtat maj 11, 2017, från
<http://www.innerfidelity.com/content/how-headphone-dynamic-drivers-work#AEpZIEK4U95hLUQ3.97>

Interaction Design Foundation. (2017). *KISS (Keep it Simple, Stupid) - A Design Principle*. Hämtad maj 12, 2017, från
<https://www.interaction-design.org/literature/article/kiss-keep-it-simple-stupid-a-design-principle>

International Organization for Standardization (ISO). *ISO DIS 9241-11:1998*. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability.

Jansson, H. (2017). *Industrilimsguide*. Hämtat maj 2, 2017, från
<http://lim.se/dokumentation/industrilimsguide/>

Johannesson, H., Persson, J-G. & Pettersson, D. (2004). *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm. Liber. Citerad i Bligård, L,-O. (2017). *ACD3-processen*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola

Jordan, P.W. (1998). *An introduction to Usability*. London: Taylor & Francis Ltd

Jordan, P.W. (2000). *Designing Pleasurable Products: An Introduction to the New Human Factors*. London: Taylor & Francis Ltd

Karlsson, S., Osvalder, A-L., & Rose, L. (2010). Metoder. *Arbete och teknik: på människans villkor* (s. 477-582). Stockholm: Prevent.

Klipsch. (2017). *REFERENCE X6I IN-EAR HEADPHONES*. Hämtat maj 12, 2017, från <http://www.klipsch.com/products/x6i-in-ear-headphones>

Nielsen, J. 2012. *Usability 101: Introduction to Usability*. Hämtat maj 11, 2017, från <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

Norman, D.A. (1988). *The Design of everyday things*. New York: Basic Books

Osvalder, A-L., Ulfvengren, P. (2010). Människa-tekniksystem. *Arbete och teknik: på människans villkor* (s. 353-438). Stockholm: Prevent.

Outdoor Tech. (2017). *CHIPS™ 2.0*. Hämtat januari 26, 2017, från <https://www.outdoortechnology.com/collections/wireless-audio/products/chips>

Protolabs (2017). *Design Guidelines: Plastic Injection Moulding*. Hämtat februari 28, 2017, från <https://www.protolabs.co.uk/services/injection-moulding/plastic-injection-moulding/design-guidelines/>

Rigdon, K. (n.d.). *Elements and Principles of Design*. Houston, TX. Hämtat maj 12, 2017, från http://www.uh.edu/cota/theatre-and-dance/_docs/rigdon/KEVINRIGDONElementsandPrincipalsofDesign.pdf

SAP. (2017). *Fiori Design Guidelines: Colors*. Hämtat mars 14, 2017, från <https://experience.sap.com/fiori-design-web/colors/>

Sena. (2017). *3S - Bluetooth Integrated Scooter Headset & Intercom*. Hämtat januari 26, 2017, från <https://www.sena.com/product/3s/#specs>

Sesar: Joint Undertaking . (2012). *Generic Error Modelling System (GEMS)*. Hämtad maj 30, 2017 från <https://ext.eurocontrol.int/ehp/?q=node/1593>

Shenavar, A., Abbasi, F., Aghjeh, M. R., & Zamani, A. (2009). *Flow and Mechanical Properties of Carbon Black Filled Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS)*. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 22(6), 753-766. doi:10.1177/0892705709103225

Silodrome. (2011, Maj 14). *Helmet Standards Throwdown - Snell vs DOT vs ECE R22-05*. Hämtat maj 11, 2017, från <http://silodrome.com/snell-vs-dot-vs-ece-r22-05-helmet-standards-throwdown/>

Soundguys. (2017). *Apple AirPods Review: Are they any good?* Hämtat maj 11, 2017, från <http://www.soundguys.com/apple-airpods-review-good-11072/>

Stratasys. (2017). Hämtat februari 28, 2017, från <http://www.stratasys.com/>

Taylor, M. (2014). *Safety in Numbers: Dietmar Otte's Motorcycle Helmet Impact Diagram*. Hämtat februari 17, 2017, från <https://clas-pages.uncc.edu/visualrhetoric/projects/illustration-video/safety-in-numbers-dietmar-ottes-motorcycle-helmet-impact-diagram/>

Todorovic, D. (2008). *Gestalt principles*. Hämtat maj 12, 2017, från http://www.scholarpedia.org/article/Gestalt_principles

UN (2002). *Uniform provisions concerning the approval of protective helmets and their visors for drivers and passengers of motorcycles and mopeds*. Hämtat februari 17, 2017, från <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/r022r4e.pdf>

White, P., St. Pierre, L., Belletire, S., (2013). *Okala Practitioner, Integrating Ecological Design*. Pheonix. Okala Team

Works Design Group. 2014. *Color Theory & Package Design*. Hämtat maj 11, 2017, från <http://worksdesigngroup.com/color-and-custom-packaging/>

World Health Organisation (WHO). (2017). *Helmets: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. Hämtad februari 17, 2017, från http://www.who.int/roadsafety/projects/manuals/helmet_manual/en/

Wormann, A. 2016. *5 ways packaging designers can capitalize on the 'unboxing' trend*. Hämtat maj 11, 2017, från <http://www.packagingdigest.com/packaging-design/5-ways-packaging-designers-can-capitalize-on-the-unboxing-trend-2016-02-24>

Bilaga 1 – Behov- och kravspecifikation

En sammanställning av olika behov och krav samt riktlinjer för hela systemet: hjälm och headset. De krav som är särskilt viktiga från ECE 22-05 är utskrivna, hjälm och headset bör uppfylla kraven som ställs utifrån ECE 22-05.

Hjälm

Behov

- Skydda huvudet
- Göra det möjligt att använda headset i hjälmen
- Enkel och smidig att använda
- Inte bli för varm

Krav:

- Plats för headset ska vara ca 6x6x1,5 cm
- Ska inte ta mer än 10 sekunder att knäppa hjälmen
- Hjälmen ska följa ECE 22-05 och uppfylla dess krav
- Alla skarpa invändiga kanter måste täckas av vaddering
- Hjälmen behöver även uppfylla kraven med headsetet monterat

Riktlinjer

- Hjälmen ska vara estetiskt tilltalande
- Ska vara lätt att ta på/av sig hjälmen
- Ska vara lätt att knäppa och knäppa av sig hjälmen
- Ska medgöra god sikt för föraren
- Färg och material sådant att temperaturen i hjälmen blir uthärdlig

Headset

Behov

- Bekvämt (när det är monterat)
- Enkelt att interagera med under färd
- Behaglig att interagera med under färd
- Enkel att montera i hjälmen
- Bra ljud i högtalare och mikrofon
- Smidig aktivering av röststyrning
- Intuitiv hantering

- Lätt att identifiera och hitta rätt knapp
- Inga vassa kanter som användaren kan skadas av
- Låg vikt på komponenter för att minimera skadorisken

Krav

- **Storleken** på hörlurarna bör ligga på max 5x5x1,5 cm
- Ska ta mindre än 30 sekunder att montera headset i hjälmen (efter första monteringsstillfälle)
- Knappar får ej vara av röd kulör (kan blandas ihop med nödutlösningssyrtorna)
- **Ska** vara vattenavvisande : viss vattenpelare?
- **Ska** tåla UV-ljus : vad man nu mäter detta med
- **Ska** kunna manövreras med en hand
- Får ej överstiga 80 dB vid kortslutning/ glapp (gränsen för skada mot öra)
- Headsetet ska vara utformat så att det inte skadar användaren när det är monterat
- Får inte blockera all hörsel från omgivningen (ECE 22-05)
- Ska uppfylla de krav som ställs på den i ECE 22-05

Riktlinjer

- Undvik Fusar-liknande form (dvs ej elliptisk form)
- **Sammankoppling** med bluetooth och generellt användande ska vara intuitivt
- Följa mallen för generella urgröpningar i hjälmar
- **Ska** minimera vindbrus (mikrofon)
- Storlekseffektiv
- Headsetet måste platsa väl i urgröpningarna ämnade för montering av headset
- Undvik form som utesluter annat ljud
- Undvik att störa förarens synfält.
- Optimera konstruktionsutformning

Förpackning

Behov

- Lätt att öppna
- Skydda produkten under transport
- Lätt att stapla
- Rymma headset/hjälm och tillhörande instruktioner
- Tydliga instruktioner
- Ska innehålla all väsentlig information
- Information behöver finnas tillgänglig på flera språk

Krav

- Ska ha rätt storlek och passform för att rymma produkten, tillbehör och broschyrer

Riktlinjer

- Ska ge en kvalitativ känsla under hela “unboxing:en”
- Ska vara estetisk tilltalande

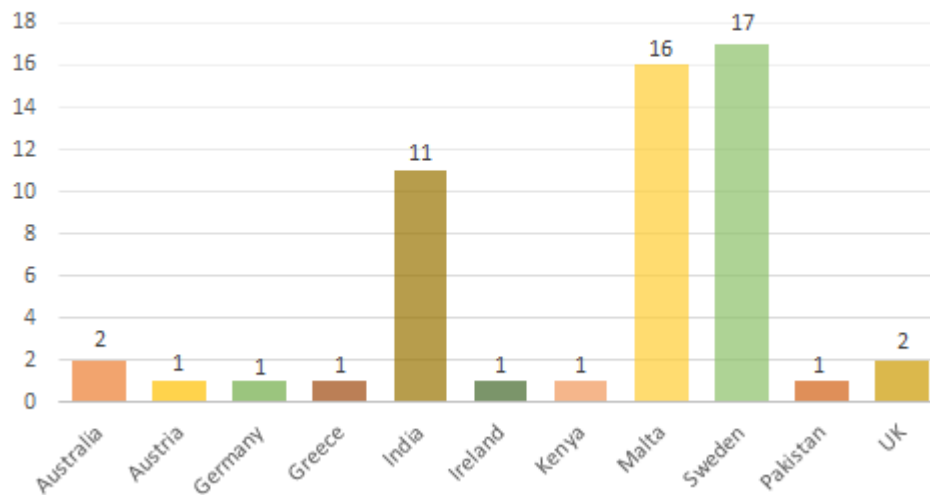
Bilaga 2 – Enkätresultat

Survey - Headsets and two-wheelers

54 responses

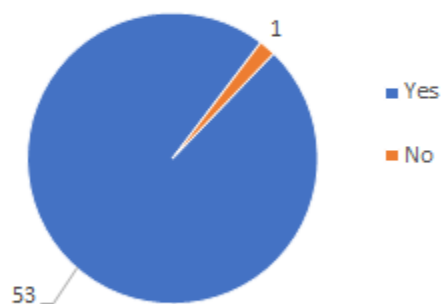
1. What country did you grow up in? *

(54 responses)



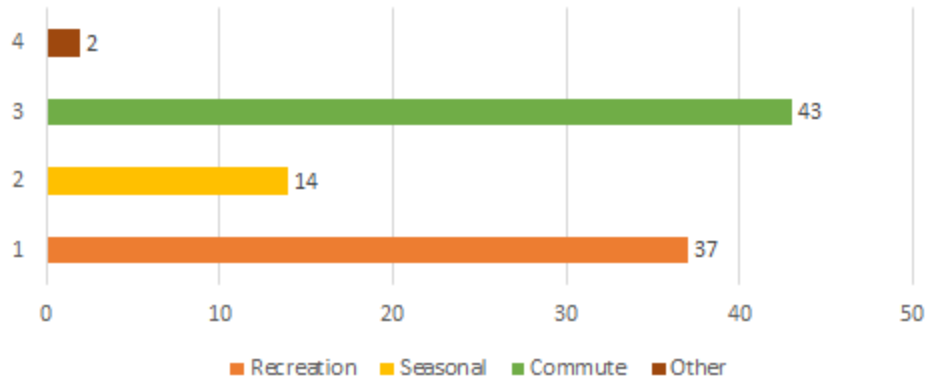
2. Do you have experience riding two-wheelers?

(i.e. mopeds, motorcycles, etc.) (54 responses)



3. If you answered yes on (2), what type of experience do you have?

(53 responses)

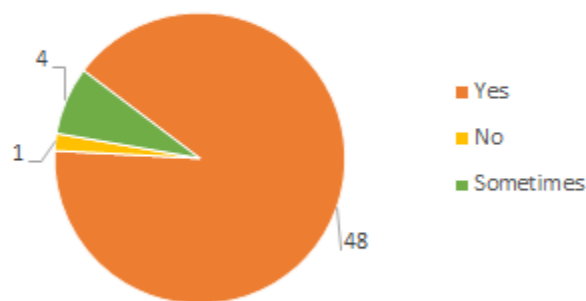


4. Describe your experience with two-wheelers more detailed.

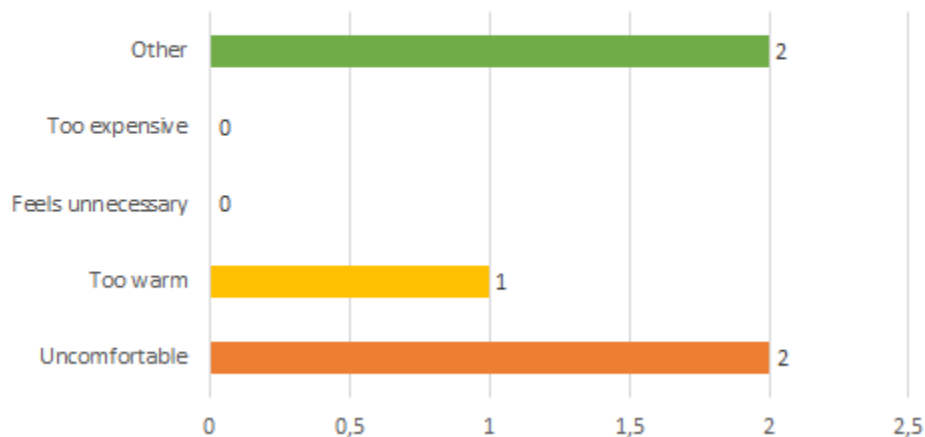
- often rode out of fun, to get to some hidden places in the woods or to the next lake
- Sporting
- Riding everything from moped to superbike
- BY FAR ITS OKAY!
- Well two wheeler is a risky choice of commute because even if I am driving correctly I cannot be sure of the other person so I prefer to use a 4 wheeler. But other than that riding on a bike on empty roads surrounded by wildlife, nothing can beat that.
- I ride with my father's scooter for 28+ years and loved every minute of it. I hope to buy a Vespa oneday.
- One of the best I have learned in the years. It's fantastic
- We use two wheelers in high traffic situations and also in free roads
- Commuting with my EU moped as a teenager
- I drive a motorcykel för din and så s way to get to work
- I bike whenever I can.
- I drove a 650 motorcycle everyday to work and enjoy my sunday drive.:)
- Moppe varje dag i några år för att ta mig runt. På senare tid endast när jag hyr moppe på semestern.
- i love bikes
- I own a motorcycle
- fun convinient great riding community i also work delivery with motorcycle
- Long term commuter
- I ride mostly on roads for around 1000km a week mostly on city and village roads.
- Used for everyday going to work
- Use it for the daily drive to work and back, and for recreational weekend driving
- Motocross
- It's an incredible, financial saving experience
- Pending med EU-moped till och från skola och jobb varje dag i 3 år.

- Moped during the age of 15.
- 7 years experience using 125cc and 600cc bikes
- I use a scooter / motor bike as my daily ride
- Have been full time rider for 35 years
- A fight for your life
- Fun, Loving, dangerous
- Fabulous
- Mostly leisure rides in free time. Occasional commutes for document/small package pickup/delivery in rush hours when a car is not required.
- I rode a moped everywhere from when i was 15-18, to and from school, to friends, to the countryside, everywhere. From 18-24 i rode motorcycle to work and for longer vacations, to practice and for fun. All years between mars-november roughly.
- Cycle to university on weekdays. On weekends, i do it for recreation.

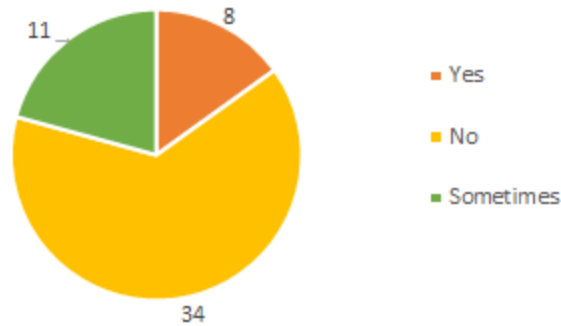
5. When riding a two-wheeler, do you use a helmet? (53 responses)



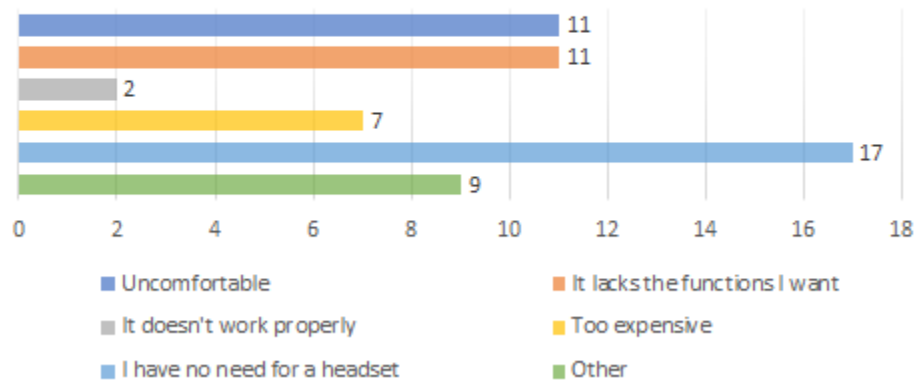
6. If your answered no on (5), why not? (4 responses)



7. When riding a two-wheeler, do you use a headset? (53 responses)

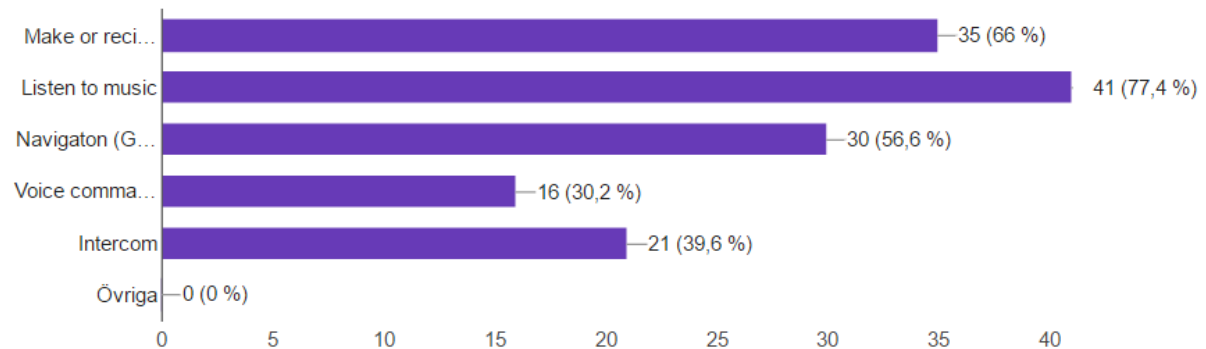


8. If you answered no on (7), are there any specific reasons why you choose not to? (37 responses)

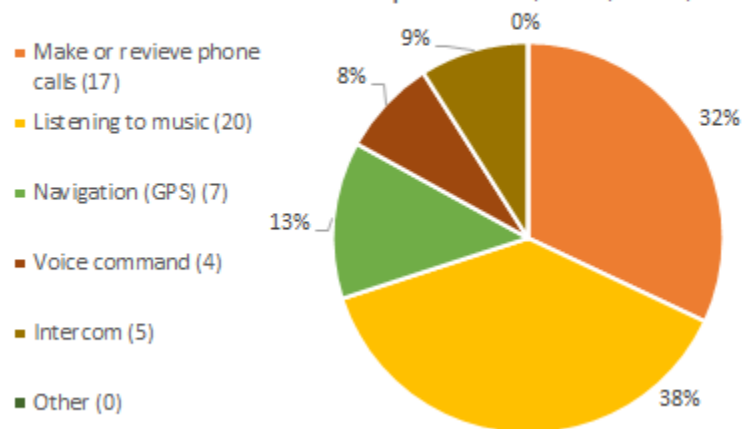


9. Which functions are the most important ones to you in a headset?

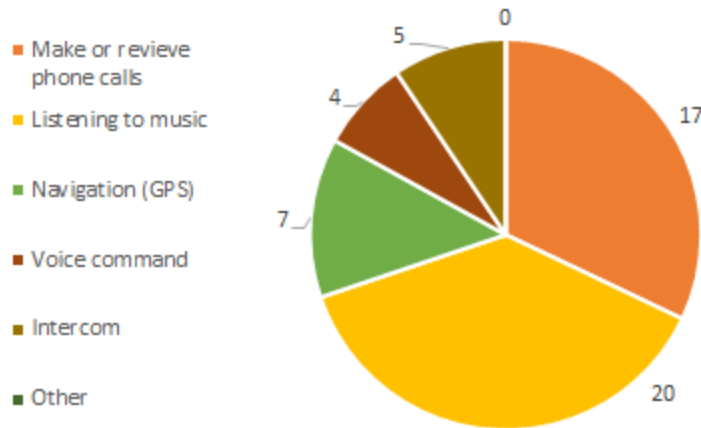
53 svar



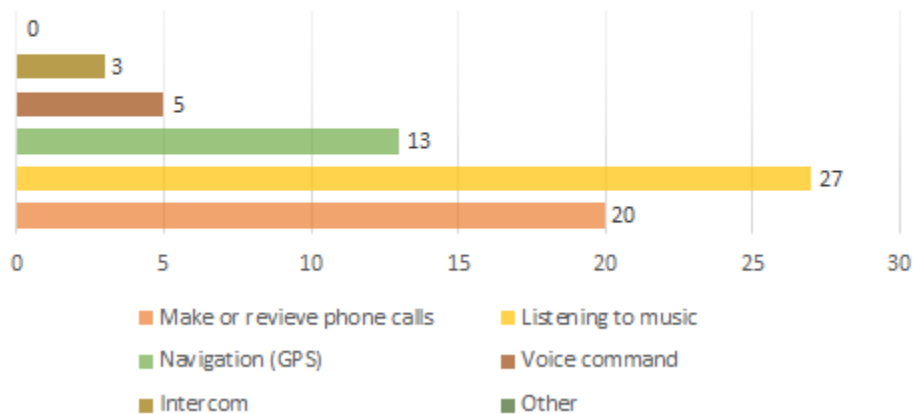
10. Among your chosen functions, which one is THE most important? (53 responses)



10. Among your chosen functions, which one is
THE most important? (53 responses)



11. Which functions do you use most
frequently? (42 responses)



12. Is there anything else that comes to mind?

- Active noise control would be cool ;D
- I am not really sure if using a headset while driving would be a good idea. The reason i almost don't use headsets anymore is the risk it poses if the user stops paying attention on the road. Which is not very uncommon.
- No
- a small heads up display like google glass so that you can project the map.
- Not really
- A group of students in malta where working on a headset that makes an emergency call should the driver fall off. This was being integrated with a number of sensors around the bike.

- interfacet måste kunna användas sömlöst ihop med vaksamhet i trafiken
- What about the security?
- Automatic volume adjust according to ambient noise and a feature which can cancel out loud exhaust sound during a call and during voice commands.
- built in dash cam
- I answered no
- Hands free and wireless with good sound

Bilaga 3 – Kravspecifikation

Kravspecifikation headset i hjälm					
Chalmers Tekniska Högskola					
Projekt: Implementering av headset i hjälm					
Utfärdare: Kandidatgrupp LIVI					
Skapad 2017-02-01 Modifierad: Löpande					
	Kriterienr	Kriterium	Målvärde	K/Ö	Viktning
Huvudfunktion					
		Möjliggöra kommunikation under motorcykelfärd		K	5
1. Prestanda					
	1.1	Tillhandahålla mikrofon		K	5
	1.2	Tillhandahålla högtalare		K	5
	1.3	Medge strömförsörjning		K	5
	1.4	Minimera (störande) vindbrus		K	4
	1.5	Tåla användning i regn	Utsatta delar, under hela färd	K	4
	1.6	Tåla UV-ljus		K	4
	1.7	Tåla måttlig värme	50°C	K	5
	1.8	Tåla kyla	-5°C	K	3
	1.9	Medge hög hållfasthet		K	5
2. Användning					
	2.1	Tillhandahålla knappar	tre (3) stycken	K	5
	2.2	Möjliggöra användning med vänster hand		K	5
	2.3	Möjliggöra parkoppling med bluetooth		K	5
	2.4	Medge smidig montering	< 2 min vid första mont. tillfälle	Ö	4

	2.5	Ej orsaka diskomfort		Ö	5
	2.6	Medge rengöring		Ö	2
	2.7	Tillåta interaktion utan direkt visuell uppmärksamhet		Ö	5
3. Geometri					
	3.1	Medge plats för nödvändig elektronik		K	5
	3.2	Möjliggöra positionering av hörlurar på avsedd plats i hjälm	maxvolym 50*50*20 mm	K	5
	3.3	Möjliggöra infästning i hjälm		K	5
4. Estetik					
	4.1	Tydligt beskriva ändamål		Ö	5
	4.2	Uttrycka de av LIVI definierade värdeorden	simple, active, smart	Ö	5
	4.3	Ha ett formspråk i enighet med resterande produktserie		Ö	5
5. Ergonomi					
	5.1	Undvika skadlig fysisk belastning		Ö	5
	5.2	Tillåta användaren att uppmärksamma ljud i omgivningen		K	5
	5.3	Utgöra minimal störning av användarens synfält		Ö	4
6. Säkerhet					
	6.1	Minimal inverkan på hjälmens säkerhet	Befintliga standarder	K	5
	6.2	Undvika röda funktionsytor		K	5
7. Kontext					
	7.1	Vara anpassad efter sydostasiatisk marknad		K	5
	7.2	Vara anpassad efter svensk marknad		K	4
8. Livscykel					
	8.1	Möjliggöra separering av delar		Ö	3

	8.2	Medge återvinning/återanvändning		Ö	3
	8.3	Tillåta reparation/utbyte av delar		Ö	3
9. Tillverkning					
	9.1	Väggdjocklek ej mindre än 1.4mm	ABS	K	5
	9.2	Tillåta formsprutning		K	4
	9.3	Undvika skarpa kanter		K	4
	9.4	Jämn godstjocklek		Ö	4

Bilaga 4 – Resultat från benchmarking

Här kommer en sammanställning av resultatet från benchmarking. Flera olika headset testades Sena 3S-B, Fusar F7, Outdoor tech chips 2.0, Music clip. Primära delen av testningen gjordes på projektmedlemmar med få undantag då vissa testades i hjälmar på andra försökspersoner.

Sena 3S-B

Headsetet monteras med hjälp av så kallade Velcro pads efter det att den inre fodringen har tagits bort, Velcro pads har två olika sorters ytor. Ena sidan har en adhesiv yta vilket agerar som en “permanent” fästning. Den andra sidan har en “kardborre-yta” och agerar som temporär fästningsanordning. För varje snäcka används två stycken Velcro pads, den ena fästs på hjälmens insida med den adhesiva ytan och den andra adhesiva ytan fästs på hörsnäckans baksida. Därefter sätts dessa ihop med de två “kardborre-ytorna”. Detta upprepas för den andra hörsnäckan. Därefter sätts fodringen tillbaks och headsetet är redo att användas.

Interaktionen mellan användaren och Sena 3S sker med hjälp av två knappar belägna på dess mikrofonenhet. Användaren har då möjlighet med hjälp av olika kombinationer i form av längd på knapptryck, mängd knapptryck och kombination av knapptryck utföra diverse olika kommandon såsom sänka och höja volym, ta emot och neka samtal och aktivera röstkommando. För full lista på olika kommandon se Sena 3S instruktionsmanual

(https://www.sena.com/wp-content/uploads/2016/09/UserGuide_3S_v1.2_en_160921.pdf).

Varje knapptryck ger audiell feedback i form av ett pip. Parkoppling mellan headset och mobiltelefon görs innan avfärd.

I användningstestet som gjordes i simulerad miljö testades ljudkvaliteten på både hörsnäckorna och mikrofonen. På en skala 1-5 där 1 är det lägsta betyget och 5 det högsta betyget fick ljudkvaliteten från hörsnäckorna 4 på både en öppen hjälm och en integralhjälm (se bilaga 5). Mikrofonen fick 4 i betyg på en öppen hjälm och 2 i betyg på en integralhjälm. Det var inget vindbrus som störde ljudintaget hos mikrofonen. Vid enklare kommandon gavs den 4 i betyg för problemfrihet för en öppenhjälm och 2 i betyg för en integralhjälm.

Storleken på Sena 3S-B:s hörsnäckor är 39.9 x 39.9 x 11.3 millimeter och har en bomlängd på 180 millimeter. (<https://www.sena.com/product/3s/#specs>). Headsetet har också en vikt på 55 gram. När headset är monterat upplevdes headsetet att inte ha någon påverkning på komforten.

Övriga saker som upptäcktes under benchmarkingen av Sena 3S-B:

- Mycket olika funktioner på de två knapparna
- Laddlampa på ihopkopplingen med laddsladden
- Störande med pipet från utfört knapptryck

Fusar F7

Monteringen av Fusar F7 sker på samma sätt som för SENA 3S-B. Använder liknande Velcro pads fast med skillnad på form och storlek.

Interaktionen sker med två knappar belägna på dess mikrofonenhet. Liksom SENA 3S används olika kombinationer på knapparna för att utföra diverse kommandon. Fusar F7 har i stora drag samma funktioner men skiljer sig i att den har FM-radio-funktioner. De flesta kommandon har i stort sett samma utförande, största skillnaden är att Fusar F7 har några funktioner som har odefinierad tid som knappen ska vara intryckt för att aktivera en viss funktion, användaren får audiell feedback för dessa kommandon. För komplett lista på de olika kommandon se Fusar F7 användarmanual (Fusar, 2017).

Utifrån samma användartest i miljö som gjordes för SENA 3S testades även Fusar F7. Ljudkvaliteten/volymen var 4, 4.5 för en öppen- respektive integralhjälm (se bilaga 5). Mikrofonens ljudkvalitet var 4 i en öppen hjälm och 3 i en integralhjälm. Även för Fusar F7 påverkades inte ljudintaget utav vindbrus. Vid enklare kommandon gavs den 3 respektive 2 i upplevd säkerhet för en öppen- respektive integralhjälm.

Fusar F7 har inte en cirkulär form utan en mer organisk, elliptisk form. Dimensionerna på hörsnäckorna var 50 x 45 x 8 millimeter. Vikten på Fusar F7 var 50 gram och när headsetet monteras så har den för stor diameter vilket minskade komforten.

Övriga saker som upptäcktes under benchmarkingen för Fusar F7:

- Laddlampan sitter på (+) knappen
- Högtalaren känns liten jämfört med dessa totala storlek
- Lång responstid

Outdoor tech chips 2.0

Outdoor tech chips 2.0 har en annan målgrupp och marknad än tidigare headset (Fusar och Sena). Outdoor tech riktar in sig på skidåkare och då hjälmarna har annan utformning än tvåhjuliga fordon så monteras headsetet på ett annorlunda sätt. Outdoor tech chips 2.0 placeras på insidan av hjälmens remmar.

Interaktionen på Outdoor tech chips 2.0 sker på hörsnäckornas baksida vilka agerar som knappar för headsetet. De två knapparna agerar inte som motpoler (pluspol och minuspol) jämfört med Sena 3S och Fusar F7 utan har delat upp dem där majoriteten av funktionerna sker på höger hörsnäcka. Funktioner såsom höja och sänka volym, byta låt och stänga av headsetet sker på vänster hörsnäcka. För komplett lista på kommandon se Chips 2.0 instruktionsmanual: (<https://cdn.shopify.com/s/files/1/1429/7340/files/Chips-2-Manual.pdf?3160621669715115253>).

Då interaktionen sker med hjälp av knapparna belägna på hörsnäckorna så kan inte produkten interageras med efter montering i en öppen hjälm och en integralhjälm. Därför kunde inte produkten utvärderas i användartestet i simulerad miljö.

Chips 2.0 har en 12-hörningsform med en diameter på 50 millimeter. Headsetet väger 60 gram och har liten näst intill minimal märkbar påverkan på komforten.

Övriga saker som upptäcktes under benchmarkingen för Outdoor tech chip 2.0:

- Kan användas genom medhörande AUX-sladd för att köras utan batteri
- När man trycker på knapparna blir det ett störigt mekaniskt ljud
- Enkel att koppla upp med bluetooth
- High tech röst info vid samtal

Music Clip (Biltema)

Music clip är ett headset där högtalarelementen är täckta i mjuk vaddering. Dessa monteras genom att placera mellan hjälmens interiör och fodring eller med velcro pads.

Övriga saker som upptäcktes under benchmarkingen för Music clip:

- Ok ljud
- Inte intuitiv uppkoppling, svagt ljud vid on/off samt parkoppling
- Stör inte komforten när de är monterade
- För att kunna använda bluetooth-funktionen krävs en liten dosa som kan vara svår att fästa på ett säkert sätt, endast en enkel klämma
- Funkar att använda med AUX-sladd
- Mikrofonenheten sitter utanför hjälmen
- Beroende på hur länge man håller in mittenknappen styr man funktionerna: svara/lägga på, pausa/play, aktivera röststyrning, koppa upp/av bluetooth. Detta upplevdes väldigt omständigt då vid exempelvis röststyrning höll man in 3 sekunder men kopplade bort headsetet vid 5 sekunder.

Bilaga 5 – Användartest i miljö

För att komplettera benchmarkingen gjordes ett litet användartest med gruppmedlemmarna där produkterna som undersöktes i benchmarkingen testades och utvärderades.

Testprocedur:

1. Montera testenhet - Ta tid (s) och se hur ansträngande det är.
2. Koppla samman med bluetooth
3. Testa spännen
4. Börja cykla
5. Ta emot samtal
6. Testa volym ur lurarna
7. Testa mikrofonen i fart
8. Testa knappar under färd
9. Testa vindbrus och volym utifrån (ev ett separat test)
10. Protokoll efter varje test

Tänk på: använd samma mobiltelefon för att sammanlänka och samma mobiltelefon för att ringa, för att undvika att telefoninställningar påverkar resultatet.

Tabell med resultat från fälttest. Betyg 1-5, där 5 är högsta betyg.

Betyg: 1-5	Master + SENA	Master + Fusar	Master + Outdoor tech	Master + Music Clip	Bell + SENA	Bell + Fusar	Bell + Outdoor tech	Bell + Music clip
Tid (montering)	1:23	33	55	15	53	39	-	15
Problemfrihet/krångel	4	3	1	1-2	2-3	2	-	2
Upplevd säkerhet	4-5	4	-	2	3	4	-	2
Ljudkvalitet/volym	4	4	-	2-3	4-5	4-5	-	2
Mikrofonens kvalitet	4	4	1	3-4	2	3	-	-
Fungerar röstkommandon?		Bra	-	Dålig				
Vindbrus	Nej	Nej	-	Ja	Nej	Nej	-	Nej

Övriga kommentarer:

- Fusar passar inte i masterhjälm och Bell.
- Outdoor tech gick inte att interagera med dessa hjälmar.
- Svårt att svara med Music clip i farten.
- Jobbigt att svara på headset i en integralhjälm

Bilaga 6 – Enkätfrågor

Survey - Headsets and two-wheelers

We're six students at Industrial Design Engineering and Mechanical Engineering who are doing our bachelor's project on developing a headset to integrate in a helmet. As such, we would like to ask you a few questions regarding headsets, helmets and your experience riding two-wheeled vehicles.

*** Required**

1. What country did you grow up in? *
2. Do you have experience riding two-wheelers? (i.e. mopeds, motorcycles, etc.)

Mark only one oval.

- ☐ Yes
- ☐ No

3. If you answered yes on (2), what type of experience do you have?

Check all that apply.

- ☐ Recreation
- ☐ Seasonal
- ☐ Commute
- ☐ Other:

4. Describe your experience with two-wheelers more detailed.

5. When riding a two-wheeler, do you use a helmet?

Mark only one oval.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Sometimes

6. If your answered no on (5), why not?

Check all that apply.

- ☐ Uncomfortable
- ☐ Too warm
- ☐ Feels unnecessary
- ☐ Too expensive
- ☐ Other:

7. When riding a two-wheeler, do you use a headset?

Mark only one oval.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Sometimes

8. If you answered no on (7), are there any specific reasons why you choose not to?

Check all that apply.

- ☐ Uncomfortable
- ☐ It lacks the functions I want
- ☐ It doesn't work properly
- ☐ Too expensive
- ☐ I have no need for a headset
- ☐ Other:

9. Which functions are the most important ones to you in a headset?

Check all that apply.

- ☐ Make or receive phone calls
- ☐ Listen to music
- ☐ Navigation (GPS)
- ☐ Voice command
- ☐ Intercom
- ☐ Other:

10. Among your chosen functions, which one is THE most important?

Mark only one oval.

- ☐ Make or receive phone calls
- ☐ Listening to music
- ☐ Navigation (GPS)
- ☐ Voice command
- ☐ Intercom
- ☐ Other:

11. Which functions do you use most frequently?

Check all that apply.

- ☐ Make or receive phone calls
- ☐ Listen to music
- ☐ Navigation (GPS)
- ☐ Voice command
- ☐ Intercom

- Other:

12. Is there anything else that comes to mind?

Bilaga 7 – Värdeметoden

Bomfria

Fördelar

- Ingen bom
- Avsaknad av diskomfort
- Diskret
- Sitter stadigt
- Färre olika material
- Kompakt förpackning
- Unik design
- Stor designfrihet

Nackdelar

- Sitter längre från munnen
- Hur montera muff?
- Hålla emot vid knapptryck
 - Konstig arbetsställning för arm då man trycker
 - Om inte håller: måste sitta väldigt stabilt
- Semantiken (inte känna igen)

Unik

- Väldigt unik form
- Unik infästning
- Unik position

Stora

Fördelar

- Stor designfrihet
- Gott om plats för elektronik
- Sömpel form - Enkel tillverkning
- Lätt att komma trycka på knapparna (stora knappar)
- Robust
- Lätt att känna igen
 - Större exponering

- Större justeringsmöjligheter

Nackdelar

- Ser klumpig ut
- Mycket material - Dyrare att tillverka
- Krångligare montering
- Större vikt
- Flera olika material
 - Sämre “end of life”
- Svårare “assembly” än bomfria

Unik

- Stora
- Stora, lättanvända knappar

Små

Fördelar

- Lite mer diskret
- Lite material
- Hyfsat smidig
- Låg vikt
- Simpel knapplayout
- Smärt passform för kretskort?
- Beprövad storlek - lätt att känna igen (följer “standard”)

Nackdelar

- Kan bli små knappar
- Lite mindre designfrihet
- Upplevs sköra
- Toleranser blir tajtare
- Skruvfästen, elektronik och dylikt kan begränsas pga utrymme
- Mindre noterbara - dvs mindre PR för LIVI
- Mer “pillig” assembly
- Ställs större krav på knapparnas utformning så att produkten är lätt att använda

Unik

- Små

Bilaga 8 – Manus användartest

Generella:

Starta headset - Hålla in (+ och -) i 1 sekund - Får audiell feedback ("Hello")

Koppla upp sig med bluetooth- Hålla in (+) i 5 sekunder

Stänga av - Hålla in (+ och -) i 2 sekunder - Får audiell feedback ("Goodbye")

Konfiguration?? Hålla in (+) i 10 sekunder

Musik:

Ändra volym - (+) för att höja och (-) för att sänka, enkla knapptryck

Pausa / Starta musik - Håll in (+) i en sekund

Gå till föregående låt - Håll in (-) i två sekund

Gå till nästa låt - Håll in (+) i två sekunder

Mobil:

Svara i telefon - 1 knapptryck (+)

Lägga på samtal Håll in (+) i två sekunder

Avböja samtal - Håll in (-) i två sekunder

Voice Dial (fungerar endast i standby mode) - Håll in (+) i tre sekunder

- Okej om testet spelas in?

Frågor innan uppgifterna börjar:

1. Har du stor vana kring användandet av trådlösa headset?
2. Hur mycket erfarenhet har du kring moped och andra tvåhjuliga fordon?
3. Vilka funktioner brukar du använda (med headset) när du kör moped?
4. Vilka funktioner önskar du att du skulle kunna använda när du kör moped?

Ordning i uppgifter:

1. ~~Montering av headset~~
2. Starta headset
3. Bluetooth pairing
4. Starta musik
5. Ändra volym (Höja och sänka)
6. Pausa musik
7. Gå till föregående låt
8. Avböja samtal
9. Voice Dial

10. Svara i telefon
11. Lägga på samtal
12. Gå till nästa låt
13. Stänga av headset

Frågor efter uppgifterna är slutförda:

1. Ange svårighetsgrad på vardera uppgift (Skala 1-5)
2. Nu i efterhand, vilka funktioner saknade du?
3. Hur ofta brukar du använda de olika funktionerna?

Testet görs i en styrd miljö (labb), blir inte 100% representativt men kan användas för grund för att få gränssnittet bättre. Behövs göras test i miljö senare.. Går den att köra i usability labbet med bilsimulatorn?

Antalet fel, knapptryck - för att se hur intuitivt det gränssnittet är

Tid - ^

Allmänna observationer? Lätt att komma åt knappar? Särskilja mellan dem?

Bilaga 9 – Sammanställning användartest

- Om tom, ställdes inte frågan till försökspersonen, eller så gavs inget svar.

	Uppfattade knappar	antal		
	Konvex, vippknapp	Konkav, 3 knappar	Bomfri, 3 knappar	
Försöksperson 1	3	3	0	
Försöksperson 2	0	2	0	
Försöksperson 3	3	3	3	
Försöksperson 4	1	2	0	
Försöksperson 5	1	3	3	
Försöksperson 6	2+1	3	3	

	Höja/sänka		
	Konvex, vippknapp	Konkav, 3 knappar	Bomfri, 3 knappar
Försöksperson 1	Fram/bak	Fram/bak	upp/ner
Försöksperson 2	bak/fram	bak/fram	upp/ner
Försöksperson 3		fram/bak	upp/ner
Försöksperson 4	fram/bak	fram/bak	kortsida (upp/ner)
Försöksperson 5		fram/bak	upp/ner
Försöksperson 6	fram/mitten	bak/fram	

	Byta låt		
	Konvex, vippknapp	Konkav, 3 knappar	Bomfri, 3 knappar
Försöksperson 1	mitten (dubbel)	mitten (dubbel)	mitten (dubbel)
Försöksperson 2	mitten (dubbel)	mitten (dubbel)	mitten (dubbel)
Försöksperson 3	fram/bak (länge)	fram/bak (länge)	
Försöksperson 4	mitten		
Försöksperson 5			
Försöksperson 6			

	Svara		
	Konvex, vippknapp	Konkav, 3 knappar	Bomfri, 3 knappar
Försöksperson 1	mitten	mitten	mitten
Försöksperson 2	mitten	mitten	mitten
Försöksperson 3	mitten	mitten	mitten
Försöksperson 4	mitten	fram*	kortsida (mitt)
Försöksperson 5	mitten		mitten
Försöksperson 6	bak	bak	

○ * givet 2 knappar

	Röststyrning		
	Konvex, vippknapp	Konkav, 3 knappar	Bomfri, 3 knappar
Försöksperson 1	mitten		
Försöksperson 2	mitten (siri)	mitten (siri)	
Försöksperson 3			mitten (länge)
Försöksperson 4	mitten		
Försöksperson 5	mitten (siri)		
Försöksperson 6	bak (siri)		

	På/av		
	Konvex, vippknapp	Konkav, 3 knappar	Bomfri, 3 knappar
Försöksperson 1	mitten	mitten	mitten
Försöksperson 2	mitten (längde)	mitten (längde)	mitten (längde)
Försöksperson 3	mitten (längde)	mitten (längde)	mitten (längde)
Försöksperson 4	mitten (längde)		
Försöksperson 5			
Försöksperson 6	bak (längde)		

Bilaga 10 – Studiebesök MIPS

Presentation av MIPS

MIPS är ett företag som jobbar med ett “glidlager” gjort i polykarbonat / plast som (MIPS 2.0) är placerad mellan “tygmössan” och EPS:en. (MIPS 1.0 var placerad mellan EPS:en och plasthöljet.) Detta lager gör att vid en sned nedstöt så kommer lagret och därmed huvudet röra sig relativt hjälmen vilket medför att rotationsaccelerationens minskas. Rotationsaccelerationen är det som ger upphov till alla hjärnskador och deras teknologi minskar skadorna hos användaren när denne stöter i marken.

Glidlagret är fäst med “gummiband” i fyra punkter (två där fram och två där bak) för att lagret inte ska ligga löst i hjälmen. Gummibanden stabiliserar hjälmen så den sitter på plats men för ingen funktion till ökad motstånd mot rotationsaccelerationen. Det är denna produkt och tjänst som MIPS erbjuder i dag, de jobbar även för att sprida kunskapen om hur de testar sina produkter så att fler hjälm tillverkare uppmärksammar de problem som dagens testning inte tar hänsyn till. Mycket av forskningen sker även idag i samband med forskare på KTH.

<http://www.mipsprotection.com/>

Allmänt om säkerhetsstandarder (ytterst kortfattat)

Det finns olika sorters standarder runt om i världen. ECE 22-05 som används i Europa testar g-kraften som uppstår i kollisionen och även ett visst HIC (head injury criterion) värde. ECE 22-05 är likt DOT standarden och har samma testprocedur men har olika acceptabla gränser (ECE, 275g; DOT, 400g; Snell, 300g) . Snell är den amerikanska versionen. Alla dessa delar egentligen mer eller mindre samma testprocedur. De testar mot en vinkelrät stöt jämfört med MIPS som testar mot 45 grader. ECE 22-05 testar hjälmen i 3 punkter placerade på olika platser på hjälmen. En i sidan av hjälmen, ovanför och en bak.

Test av vinklad stöt i labb

En kort demonstration om hur MIPS testar sina hjälmar visades för oss i deras labb. Vi fick en cykelhjälm med MIPS 2 teknik släppas från en höjd för att sedan landa på en 45 graders vinklat don. En film i slow-motion visades där vi fick se jämförelsen mellan just den hjälmen och samma hjälm utan MIPS 2. Vår masterhjälm testades även där vi fick ett resultat att hjälmen är upp till sin standard. Den runda formen på vår hjälm ska vara fördelaktig vid en kollision då ojämnheter kan ge större rotationsenergi.

Diskussion om möjlig implementation av MIPS i vår hjälm

Det fanns två produkter som var intressanta rörande en implementation av MIPS-tekniken i vår masterhjälm. Den första var MIPS beprövade huvudprodukt(MIPS 2) samt en den nyare "Beanie"-lösningen.

Det gula skalet i MIPS 2 skulle kräva fyra stycken urgröpningar i hjälmen för att kunna fästas med gummibanden. Detta resulterar i högre verktygskostnad för att få fram de nya urgröpningarna samt att hjälmen skulle behövas recertifieras. Beanie-lösningen kräver ingen form på innandömet utan kan användas i den hjälmen vi har i nuläget, möjligen skulle det behövas två ytterligare infästningspunkter men det är inget som ändrar gjutningen på EPSen. Rent kostnadsmässigt blir MIPS 2 billigare styckvis fast med en högre investeringskostnad. Beanie-lösningen är dyrare styckvis men eftersom det krävs stora ändringar så blir det nog det alternativet som blir mest kostnadseffektivt sett till den volym vi tänkt tillverka. Därför konstaterades det att om en möjlig implementation av MIPS ska ske så är det beanie-lösningen som är mest aktuell.

Simon föreslog att det skulle tas fram en CAD-modell av innandömet av EPSen. Utifrån den CAD-modellen skulle en offset 0,7mm från ytan av EPSen där ett skal med 0,7mm sedan skapas. Skalet skulle kunna skapas fysiskt genom vakumpressning och tyg kan därefter sys på.

Allmänna riktlinjer för implementering av headset

"Låg vikt på headset borde ge säkrare hjälm"

Vid en kollision träffas hjälmen oftast i pannan och på sidan. Placering av batteri vore optimalt mitt på (uppe på) hjälmen men annars långt bak där få smällar sker.

Placering av batteri - "Där bak någonstans"

Bilaga 11 - Förundersökning förpackningar

Undersökningarna utfördes genom att granska olika referensprodukters kartongers in- och utsida, material och struktur, samt grafisk design på förpackning och broschyrerna. Dessa intryck och resultat sammanställdes i matriser för att ge en överblick av de olika kartongernas svagheter och styrkor, och vilka egenskaper och designval som är värda att använda under produktutvecklingen.

Det hämtades också intryck från kartonger till andra produkter, exempelvis mobiltelefoner från Samsung och Apple. De har lagt mycket utvecklingsarbete på att få god kvalitetskänsla på förpackning och därigenom ge ett bra första intryck av produkten.

Förpackningar till hjälm

Biltema:



- Skönt handtag och tål förmodligen högre belastning och tyngre hjälm pga diagonal belastning
- Handtaget gick dock sönder ganska direkt
- Rätt tråkig förpackning och ingen premiumkänsla
- Flikar fastnade vid öppning av lådan
- Lätt att packa upp
- User manual verkar tålig och klarar antagligen kontakt med vatten
- User manual är kort och koncis

Bell:



- Litet extra hål för förenklad fliköppning
- Lite jobbig att bära pga handtagets placering på topfliken
- Lätt att öppna, den matta kartongen kändes lite mer premium än den glansiga
- Glansigt klistermärke ger mer premiumkänsla men ändå inte speciellt premium i känslan
- Lite snyggare påse än biltemas
- Har tappat bort user manual – får återkomma
- Känns som att botten håller på att ge vika
- Sämst kartong ur hållfasthetssynpunkt

Masterhjälmen (LIVI):



- Öppningarna har skarpa kanter man river sig på
- Lätt att öppna
- Handtag på båda sidorna för att lätt kunna bära

- Finns möjlighet för samma bärmöjlighet för en hand som biltema, men de skarpa kanterna gör att man inte vill använda den
- Ingen påse, endast plastliknande skydd (funkar men är kanske inte lika snyggt och användbart som en faktisk påse)
- Behöver en faktiskt design på utseende

KBC:



- Förpackningen hade varit ganska snygg om inte all tejp och fraktagrejer på den
- Förpackning känns robust
- Har två handtag istället för ett som i Bells
- Lite svårare att öppna än Bells
- Lite premiumkänsla av tygpåsen

Betygsättning, kartonger:

- Utseende (1-5)
- Bärbarhet (1-5)
- Premiumkänsla (1-5)
- Robusthet/Hållfasthet (1-5)
- Öppnandet (1-5)
- Inre hjälmskydd (1-5)

Tabell, resultat från betygsättning av kartonger.

	Bell	KBC	Biltema	Masterhjälms
Utseende	4	5	1	2
Bärbarhet	1	4	4	3
Premiumkänsla	4	4	2	1
Robusthet/Hållfasthet	2	4	3	3
Öppnandet	5	3	4	3
Inre hjälmskydd	5	4	2	1
Medelpoäng	3,5	4,0	2,7	2,2

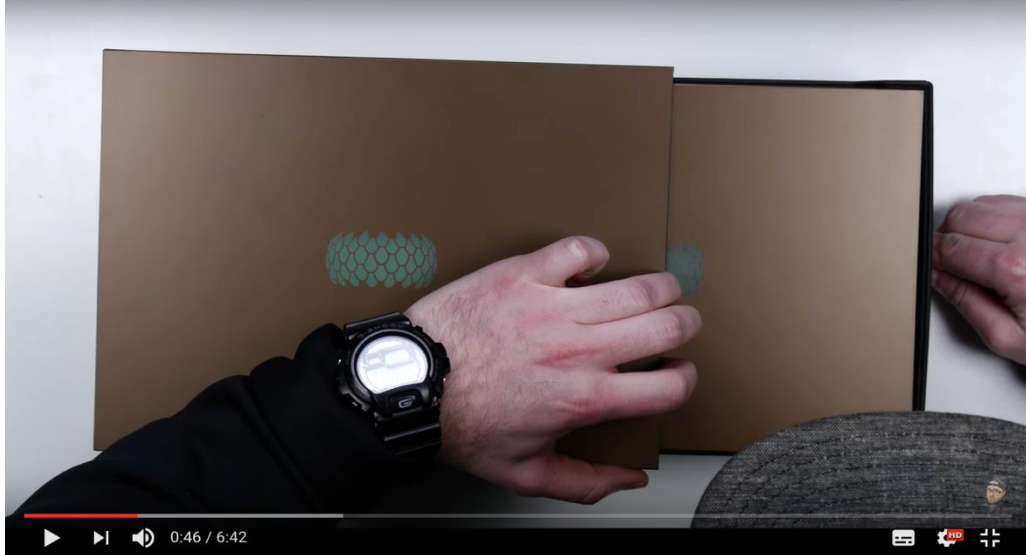
Marknadsundersökning - förpackningar

Samsung, Sirin labs, Apple

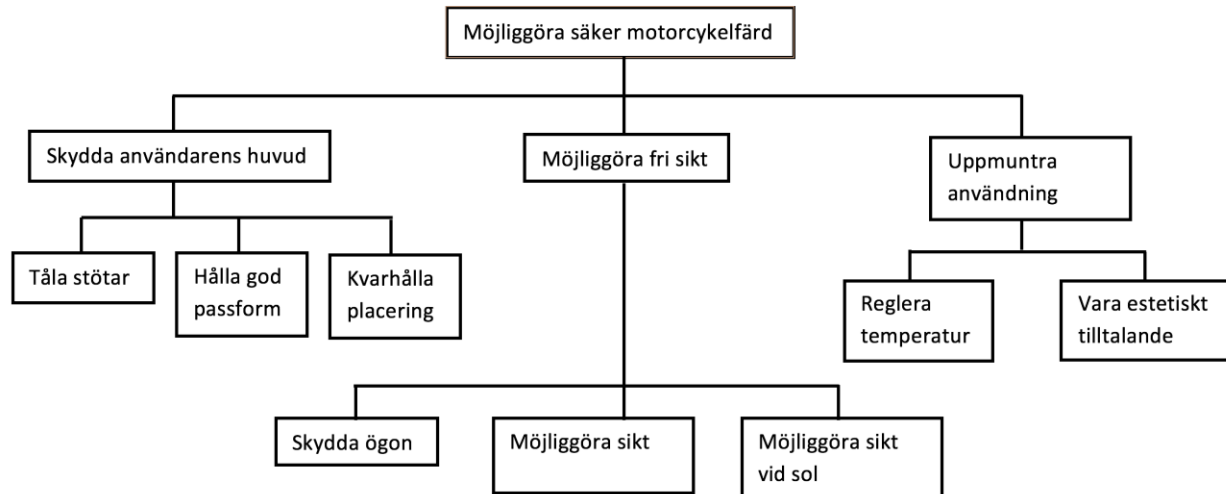
- Matt struktur, fast reflektivitet finns → känsla av kvalitet
 - Apple: matt, men med reflektiv plast runt
 - Apple:
 - Ett element per sida; bild fram, logga, namn → rent
 - Samsung: Helsvart i ett material. Låda matt, loggan blank.
 - Dubbla ytor (insida döljs) → "ljudlös" kartong
 - Mjuka radieövergångar
 - Anonym design. Enfärgat, sparsamt med loggor/info på utsidan
 - Låda i låda, ofta slide istället för vikning
 - Ljudlöst
 - Uppstår en härlig tröghet
- Leaflets och tillbehör noga utplacerade. Ligger aldrig löst, slarvigt i kartongen.



Unboxing The \$20,000 Smartphone



Bilaga 12 – Funktionsanalysträd för hjälm



Bilaga 13 – Pugh-matriser

För att utvärdera de olika koncepten utfördes några olika PUGH-matriser.

Original:

Kriterium: Önskemål eller krav	Referens Sena	Alt: Koncept 1 (bom)	Alt: Koncept 2 (bomfri)
Komfort	0	-	0
Intuitivitet	0	(+)	(+)
Enkel montering	0	0	0
Kostnad (tillverkning)	0	(+)	(+)
Enkel interaktion	0	0	-
Mikrofonkvalitet	0	0	-
Motstånd mot vindbrus	0	0	-
Ljudkvalitet	0	(+)	(+)
Säkerhet	0	(+)	-
Livslängd	0	0	0
Miljö	0	(+)	0
Förpackning	0	(+)	(+)
Estetik	0	(+)	(+)
Diskret	0	0	(+)
Antal -	0	1	4
Antal 0	14	6	4
Antal +	0	7	6
Totalsumma	0	6	2
Rangordning	3	1	2

Iteration 1:

Kriterium: Önskemål eller krav	Referens Koncept 1 (bom)	Alt: Koncept 2 (bomfri)	Alt: Sena
Komfort	0	0	(+)

Intuitivitet	0	0	-
Enkel montering	0	-	0
Kostnad (tillverkning)	0	(+)	0
Enkel interaktion	0	-	0
Mikrofonkvalitet	0	-	0
Motstånd mot vindbrus	0	-	0
Ljudkvalitet	0	0	-
Säkerhet	0	-	-
Livslängd	0	0	0
Miljö	0	(+)	0
Förpackning	0	0	-
Estetik	0	0	-
Antal -	0	6	5
Antal 0	13	5	7
Antal +	0	2	1
Totalsumma	0	- 4	- 4
Rangordning	1	2	2

Bilaga 14 – Förpackningens text

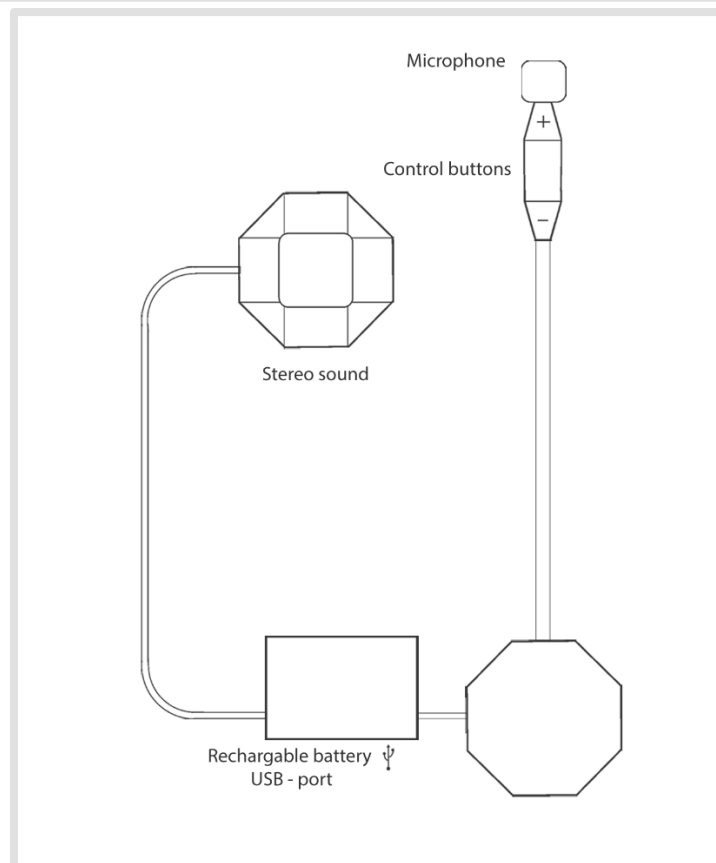


GO MINI

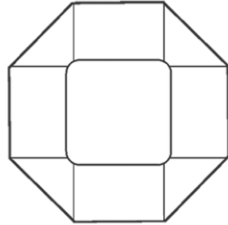
GO MINI is the revolutionising product for two wheeled vehicles. This small display attached to your vehicle offers you a range of different functions while keeping distractions to a minimum - hence offering you a safer ride without sacrificing convenience.

GO HELMET

Go Helmet, the last piece of the puzzle in the GO series. With a clean design, good impact protection and spaces in the helmet interior to fit the GO Headset, the helmet combines a safe ride with a premium experience.



HEADSET



Infotainment
reimagined

Package Contents

- GO Headset
- Micro USB cable
- 2 Velcro pads (for speakers)

GO_{byLIVI}

Enjoy your
travels!

Follow us on social media:



/LIVITechnology



@LIVITechnology

Operations

Power on Press and hold the middle button for 2 seconds

Shut off Press and hold the middle button for 5 seconds

Start music Press the middle button

Pause music Press the middle button

Skip forward Press the middle button 2 times

Increase volume Press the (+) button

Lower volume..... Press the (-) button

Answer call Press the middle button

Reject call Press and hold the middle button for 1 second

Hang up call Press the middle button

Activate voice Press and hold the middle command button for 3 seconds

Bluetooth pairing ... Press and hold the (+) and (-) buttons for 2 seconds

GO_{byLIVI}

EN

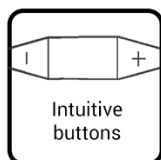
HEADSET is the new wireless headset for your scooter/motorcycle travels. It's designed with your safety in mind while offering a convenient user experience.

SWE

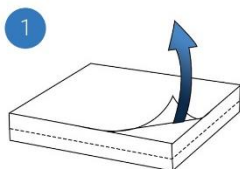
HEADSET är en ny trådlös enhet för MC- och mopedföreläring, som gör navigation, samtal och musik under färd enklare och säkrare.

CHI

HEADSET

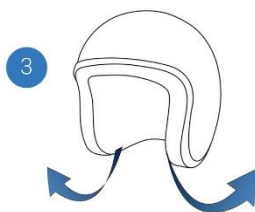
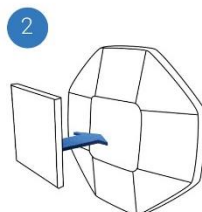


GO
byLIVI

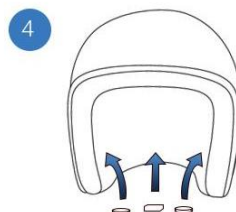


1 Remove the safety sticker off the ear pads

Place the sticky side onto the outside part of the earpieces

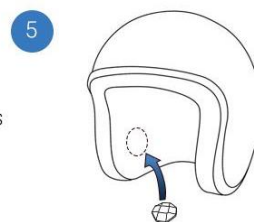


3 Remove all the paddings from the helmet



4 Use three velcro pads and insert them with their sticky side into the helmet

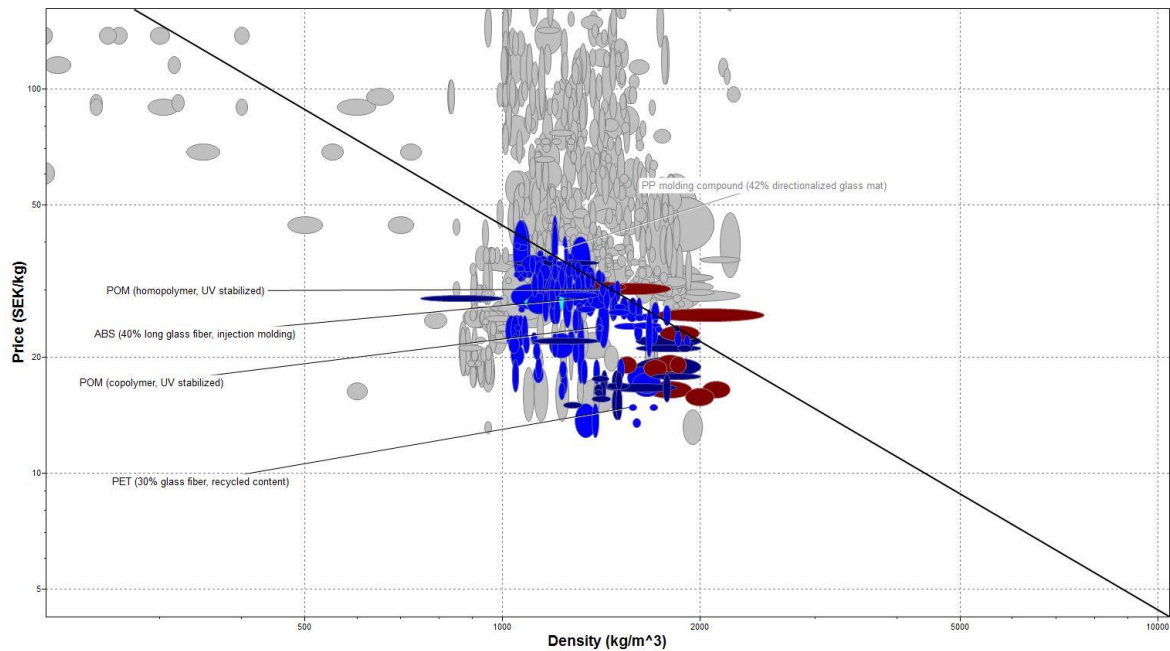
Insert the earpieces with their sticky sides into the cavities



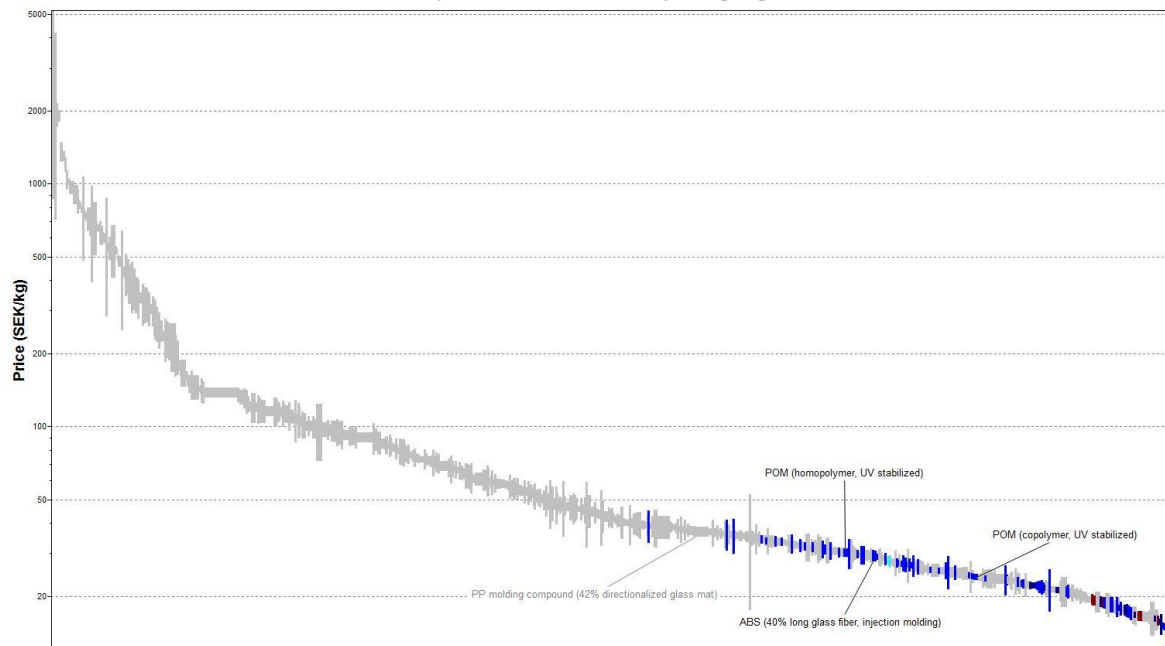
6 Lastly insert the battery case into the back of the helmet with its sticky side

Bilaga 15 – CES EduPack (materialval)

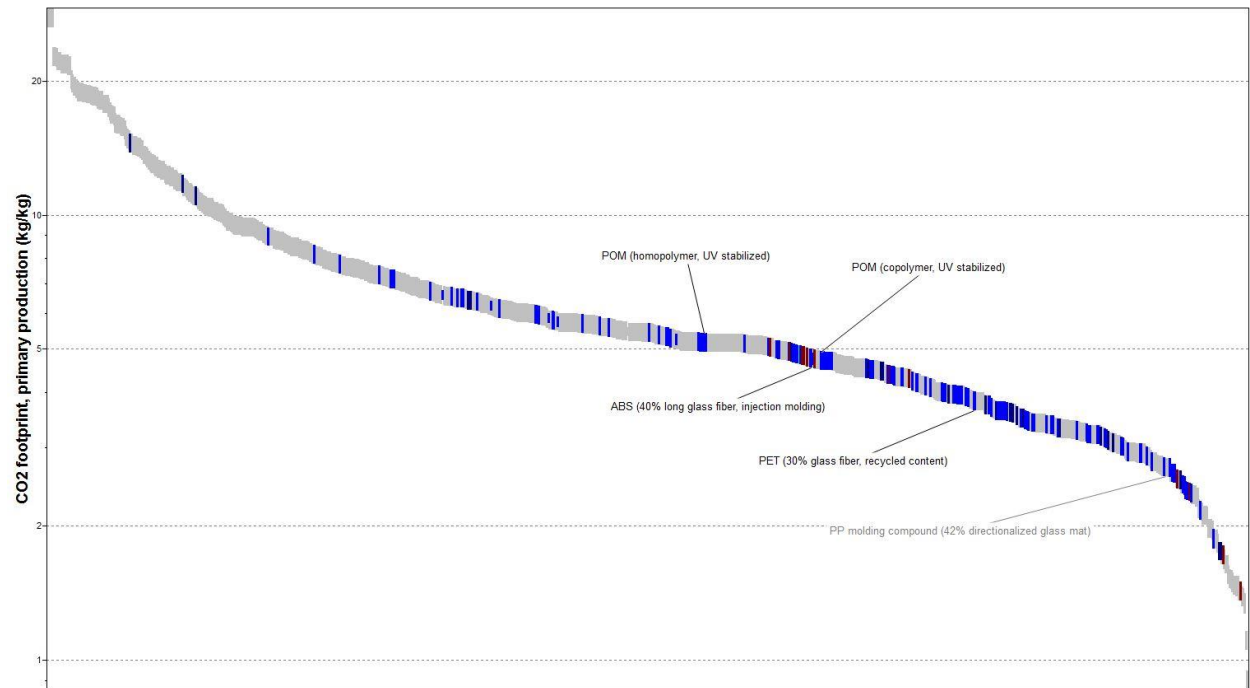
För att undersöka materialval så gjordes olika undersökningar i CES Edupack. Material som inte klarade kraven sällades bort (syns som grått i bilderna). Parametrar som optimerades var styvhet, pris, densitet och koldioxidutsläpp. Nedan följer några bilder på det som var relevant att utvärdera.



Lutande linje som visar maximal styvhet per pris och densitet.



Materialkostnader.



Koldioxidutsläpp vid framställning av material.