



CHALMERS



Utveckling av ett haptiskt navigationssystem för personer med grav synnedsättning

Kandidatarbete inom Teknisk Design

Christoffer Boman
Hanna Sinclair Dahlström
Amanda Djäknegren
Frida Grothérus
Alexandra Rosén
Arwin Saleh

**INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
AVDELNINGEN FÖR DESIGN AND HUMAN FACTORS**

CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Gothenburg, Sweden 2020
www.chalmers.se

KANDIDATARBETE 2020: IMSX15

Utveckling av ett haptiskt navigationssystem för personer med grav synnedsättning

CHRISTOFFER BOMAN
HANNA SINCLAIR DAHLSTRÖM
AMANDA DJÄKNEGREN
FRIDA GROTHÉRUS
ALEXANDRA ROSÉN
ARWIN SALEH



CHALMERS

Institutionen för Industri- och materialvetenskap
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020

Utveckling av ett haptiskt navigationssystem för personer med grav synnedsättning

Christoffer Boman
Hanna Sinclair Dahlström
Amanda Djäknegren
Frida Grothérus
Alexandra Rosén
Arwin Saleh

© CHRISTOFFER BOMAN, HANNA SINCLAIR DAHLSTRÖM,
AMANDA DJÄKNEGREN, FRIDA GROTHÉRUS, ALEXANDRA ROSÉN
& ARWIN SALEH, 2020.

Kandidatarbete IMSX15
Institutionen för Industri- och materialvetenskap
Avdelningen för Design and Human Factors
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Chalmers Digitaltryck
Göteborg, Sverige 2020
Telefon: +46 31 772 1000

Förord

Denna rapport är ett resultat av det kandidatarbete som genomfördes inom haptiska navigationssystem på Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet är utfört av ett tvärvetenskapligt team från civilingenjörsutbildningarna Teknisk Design samt Automation och Mekatronik. Projektmedlemmarna är Hanna Sinclair Dahlström, Alexandra Rosén, Arwin Saleh, Frida Grothéus, Christoffer Boman och Amanda Djäknegren. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och pågick under våren 2020 i samarbete med teknologkonsultföretaget i3tex.

Under projektets gång har vi fått möjligheten att träffa många inspirerande människor och arbetet har fått ett otroligt engagemang från målgruppen. Vi i projektgruppen har utvecklat en stor förståelse för individer som lever med en synnedsättning. Vi hoppas att Virtual GuideDog ska kunna ta nästa kliv ut på marknaden för att finnas som ett hjälpmedel och underlätta vardagen för individer med grav synnedsättning.

Vi vill rikta ett stort tack till företagsrepresentanten Thomas Steindahl och samtliga intervjupersoner och förbund som ställt upp med entusiasm och engagemang i vårt utvecklingsarbete. Vi vill även tacka företaget i3tex för förtroendet samt att de gav oss chansen att få arbeta med detta projekt.

Vi vill rikta ett tack till vår handledare Oscar Rexfelt som med stort intresse väglett oss genom hela arbetet och kommit med konstruktiv kritik. Vi vill även tacka Lars-Ola Bligård som alltid är engagerad och funnits tillgänglig för att snabbt och konkret svara på samtliga frågor som dykt upp under arbetets gång.

Slutligen vill vi rikta ett tack till Siw Ericsson för hennes behjälplighet och expertis inom textilområdet samt Filip Djäknegren för att han möjliggjort en 3D utskrift av formmodellen för Virtual GuideDog.

Christoffer Boman, Hanna Sinclair Dahlström,
Amanda Djäknegren, Frida Grothéus,
Alexandra Rosén, Arwin Saleh,

Göteborg, maj 2020.

Sammanfattning

I ett projekt gjort för Chalmers tekniska högskola, samt i samarbete med företaget i3tex, skapades konceptet Virtual GuideDog. Syftet var att, genom haptisk feedback, möjliggöra en säker och användarvänlig navigering för en person med synnedsättning. Detta för att användaren genom att använda produkten skulle erhålla ökad självständighet. Genom omfattande informationsinsamling som syftade till att skapa en djupgående förståelse för användarens behov och användningssituation framkom det att användaren fann det problematiskt att navigera sig på helt nya platser med hjälp av befintliga hjälpmedel. Efter utförliga studier framtogs ett koncept vilket placerades på underarm och använder vibration som princip för haptisk överföring av information. Konceptet belastar därmed inte händer och hörsel under navigering. Arbetet har inte omfattat hur data samlas in från omgivningen genom sensorer och objektigenkänning.

Med befintliga hjälpmedel fanns det svårigheter i att detektera hinder över brösthöjd såväl som höjdskillnader såsom trappor. En viktig aspekt som beaktades i arbetet var användarens inställning till sin synnedsättning och andra hjälpmedel. Därför utformades produkten på ett diskret sätt som låter användaren själv ta beslutet att visa sin synnedsättning. Språket utformades med fokus på urskiljbarhet av signaler och delades in i tre huvudgrupper: navigering, varningar och upplysningar. Projektet använde ett experimentellt angreppssätt för att på så vis generera och testa ett stort antal idéer.

Abstract

In a project at Chalmers University of Technology, in collaboration with the technology consultant company i3tex, a concept called Virtual GuideDog was created. The purpose was to enable a user-friendly way of navigation through haptics for people with visual impairment. The main goal was therefore that the user would be granted a higher degree of independence through using the product. Through extensive information gathering aimed at creating an in-depth understanding of the users needs and usage situations, it emerged that the user finds it difficult to navigate unknown places with existing aids. As a result of the detailed studies a concept was developed which is placed on the forearm and uses vibration as a principle for haptic transmission of information. The concept therefore doesn't occupy hands nor the hearing during navigation. Data collection from input signals such as from sensors and object recognition has not been part of the scope.

One substantial issue with existing aids is the difficulty in detecting certain obstructions, such as obstacles above chest height or height differences when approaching stairs. An important aspect taken into account during this project was the user's attitude towards their visual impairment and other aids. Consequently, the product was designed to be discreet so that the choice of showing one's visual impairment stays with the user. The haptic language was designed with discernibility in mind and was divided into three main categories; navigation, warnings and preparations. An experimental approach was used in this project to generate and test a large number of ideas.

Executive Summary

30 000 personer som lever med en grav synnedsättning är idag verksamma i den svenska arbetskraften. Dessa individer använder sig av flera olika hjälpmedel för att underlätta vardagen. I dagsläget finns hjälpmedel såsom ledsagare och ledarhund men det är något som begränsas av väntetid och resurstillgång. Vit käpp är mycket vanligt vilket används för att hålla sig på rätt väg samt detektera hinder i markhöjd.

Navigation är en aspekt som inkluderar flera problem då personer med grav synnedsättning eller blindhet kan ha svårt att orientera sig på kända såväl som okända platser. På nya platser är de i behov av en ledsagare även om de har en ledarhund då dessa endast klarar invanda rutter. I dagsläget existerar även andra hjälpmedel på marknaden såsom applikationer med mera, fastän majoriteten av dessa använder sig av ljud. Då användare baserar sin omvärldsuppfattning till större del på ljud kan samtliga typer av ljudinstruktioner problematiska. Produkter som använder sig av haptisk informationsöverföring förekommer, men det flesta är fortfarande kvar i konceptstadiet. De har även oftast en konstruktion som endast tillåter enkel och mycket begränsad informationsöverföring.

Teknikkonsultföretaget i3tex bestämde sig för att tillsammans med detta tvärvetenskapligt kandidatarbete utforska huruvida navigeringsproblematiken gick att lösa utan att belasta hörsel, smak, lukt eller händer samtidigt som en större mängd information kunde överföras. Syftet med arbetet var att utveckla en produkt som genom haptisk feedback medger navigation till en individ med grav synnedsättning, utan att belasta andra sinnen eller ockupera händerna. Produkten skulle generera så pass utförlig information och återkoppling att användaren kunde navigera i såväl bekanta som nya omgivningar. Projektet skulle resultera i en teknisk slutprototyp med vilken den haptiska principen gick att illustrera.

Under projektets gång genomfördes kvalitativa intervjuer, observationer samt omfattande litteraturstudier kring haptik, taktil feedback, perception samt synnedsättningar. Projektdeltagarna har även varit i kontakt med flera organisationer för personer med synnedsättning såsom Synskadades riksförbund samt Dövblindas Riksförbund för att få en djup förståelse för användningssituationen. Även en expert inom materialtillverkning har kontaktats. Kortare kvantitativa intervjuer genomfördes med målgruppen i projektets slutskede för en validering av konceptet. Detta då rådande omständigheter kring Covid-19 gjorde användbarhetstester av slutkonceptet med målgruppen omöjligt.

Projektet grundades på examensarbetet Touch & Go och har bestått av en mycket iterativ process uppdelad i 4 faser. Processen initierades av informationsinsamling vilka sedan övergick i en olika idégenereringsfaser samt användningstester. Designprocessen baserades på metoder och teori från Usability enligt ISO-definitionen samt Jordans designriktlinjer och artefakternas psykologi enligt Norman.

Det slutgiltiga resultatet från projektet är Virtual GuideDog. Det är en produkt

som ska fungera som en virtuell ledarhund, vilken tar tillvara på fördelar och kompenserar för nackdelar som finns med verkliga ledarhundar. Konceptet består av en uppsättning vibrationsmotorer som sitter fästa i ett tyghölje som enkelt träs på underarmen. Genom att motorerna vibrerar i olika mönster och intensiteter får användaren information om navigering och hinder på vägen. Produkten är batteridrivna och trådlös, varvid input från omgivningen kommer från ett tillhörande system av olika typer av sensorer. Längst ned på produkten finns en knapp för att användaren enkelt ska kunna sätta på och stänga av den samt för att upprepa en signal om önskvärt. Virtual GuideDog kommer i olika storlekar för att sitta tight och bekvämt på användaren, oavsett kroppsbyggnad.

Behovet för en komplex haptisk navigationsenhet som denna visade sig vara stort och flera från målgruppen ville engagera sig i fortsatt utvecklingsarbete. På sikt finns möjligheten att tekniken används även av personer utan synnedsättning, som ett komplement med andra former av navigerings- och orienteringssystem då det är en diskret produkt som underlättar navigering avsevärt.

Virtual GuideDog har visat sig ha stor utvecklingspotential för fortsatt arbete. Med en eventuell implementation av objektigenkänning finns möjligheter att utveckla det haptiska språket för utförligare beskrivning av omgivningen. Framtida utvecklingsarbete har underlättats med bland annat ett planerat användbarhetstest samt en utvärdering av slutkonceptet. En stor utmaning är att validera de beslut som tagits utan användningstester på grund av rådande situation av Covid-19, för att sedan kunna ta Virtual GuideDog från konceptstadiet ut på marknaden. Virtual GuideDog har potential att bli en produkt med en starkt positiv inverkan på individers liv.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Mål & vision	2
1.4	Avgränsningar	2
1.5	Problemformulering	3
1.6	Målgrupp	4
1.7	Etiska aspekter	4
2	Slutresultat	5
2.1	Konstruktion	5
2.1.1	Struktur	5
2.1.2	Material	6
2.1.3	Användning	7
2.2	Språk	7
3	Orientering	9
3.1	Grundfakta	9
3.1.1	Uppdragsgivaren i3tex	9
3.1.2	Examensarbetet Touch & Go	9
3.1.3	Miljö för användningen	10
3.1.4	Utbudet av haptiska navigeringshjälpmedel	10
3.2	Teoretisk referensram	13
3.2.1	Kognitiv ergonomi	13
3.2.2	Fysisk ergonomi	16
3.2.3	Synsättningsmetod	17
3.2.4	Användningscentrerad design	18
3.2.5	Processer och metoder	20
3.3	Sammanfattning av orienteringskapitlet	21
4	Genomförande	23
4.1	Motbrief	23
4.2	Informationsinsamling om målgrupp	23
4.3	Utvecklingsarbete	26
4.3.1	Fas 1: Principer för informationsöverföring	26
4.3.2	Fas 2: Placering av produkt	29
4.3.3	Fas 3: Konceptualisering	31
4.3.4	Fas 4: Slutkoncept	37
5	Resultat	43
5.1	Effekt	43
5.1.1	Vikten av att inte belasta andra sinnen	43
5.1.2	Ledarhund som hjälpmedel för alla?	44
5.1.3	Att detektera hinder	45

5.1.4	Kunskaper om ett taktilt teckenspråk	46
5.1.5	Kravlista	46
5.2	Användning	48
5.2.1	Slutkoncept: Armstrumpan	48
5.2.2	Framtagning av produktplacering	49
5.2.3	Utveckling av tre konceptområden	51
5.2.4	Konceptutvärdering	51
5.3	Arkitektur	53
5.3.1	Vibration som princip	53
5.3.2	Konstruktion för möjliggörande av rengöring	54
5.4	Interaktion	57
5.4.1	Haptiskt språk	57
5.4.2	Beskrivning av haptiska signaler	59
5.4.3	Tillhörande applikation	71
5.4.4	Gränssnitt för knapp	72
5.4.5	Ljud	73
5.5	Element	73
5.5.1	Utformning	73
5.5.2	Teknisk ritning	77
5.5.3	Energikonsumtion & batteristorlek	78
5.5.4	Hållbarhet	80
6	Diskussion	83
6.1	Rådande omständigheter	83
6.2	Resultatets validitet och reliabilitet	83
6.3	Produkten i relation till verkligheten	85
6.4	Virtual GuideDog & dagens marknad	86
6.5	Fortsatt utvecklingsarbete	88
7	Slutsatser	91
	Litteraturförteckning	93
	Bilagor	I
	Bilaga A - Mallar för Användbarhetstest	I
	Bilaga B - Kravlista	V
	Bilaga C - Personas	VI
	Bilaga D - Urvalstest	IX
	Bilaga E - Mall för telefonintervjuer	XIII
	Bilaga F - Användbarhetstest för slutkoncept	XVII
	Bilaga G - Pugh-matris	XXII
	Bilaga H - Värdeметoden	XXIII
	Bilaga I - Utvärdering prototyper inför fas 3	XXX
	Bilaga J - Utarbetande av konstruktion för slutkoncept	XXXI
	Bilaga K - Teknisk ritning	XL

1 Inledning

Detta kapitel presenterar den inledande problemställningen och mål gällande arbetet.

1.1 Bakgrund

Idag är över 100 000 svenskar registrerade på Sveriges syncentraler (Syncentralerna, 2020), varav minst 30 000 personer i arbetskraften lever med grav synnedsättning (Funka, 2020). Det är viktigt att poängtera det faktum att det finns många olika typer av synnedsättning vilket leder till en variation i den individuella påverkan. Svårigheter som uppstår i vardagen kan begränsa allt från arbetsmöjligheter till sociala sammanhang. Personer med grav synnedsättning använder vanligtvis olika hjälpmedel för att navigera sig till olika destinationer, ofta genom inövade rutter med vit käpp och/eller ledarhund. Ny teknik utvecklas för att underlätta navigeringen, såsom att till exempel kombinera ljudinstruktioner med GPS-system.

Svårigheter med att hantera ny teknik varierar kraftigt mellan individer. Äldre personer med mindre teknisk erfarenhet har generellt sett större svårigheter att bearbeta nya avancerade hjälpmedel. Många individer anser även klara sig relativt bra under navigering genom att enbart använda sig av vit käpp och ledarhund och har inget större intresse av att ersätta dessa. Därav är det av stor vikt att de nya hjälpmedel som utvecklas tar hänsyn till att även kunna användas tillsammans med och utan befintliga hjälpmedel. De bör även uppfylla och komplettera de behov dagens hjälpmedel inte tillgodoser.

Företaget i3tex AB har tidigare undersökt möjligheten att konstruera ett hjälpmedel som via haptisk informationsöverföring hjälper en person med synnedsättning att navigera i sin omgivning. I ett examensarbete som genomfördes tillsammans med i3tex skapades ett koncept med en taktil karta och handhållen haptisk givare. En haptisk givare är en typ av enhet som medger information till användaren genom känselsinnet, i detta fall information om navigering. Detta projekt bygger på ett tidigare examensarbete och syftar till att fortsätta utvecklandet av den haptiska givaren. Genom empiriska- och teoretiska studier undersöks var och hur information kan överföras haptiskt till användaren utan att det belastar övriga sinnen eller händerna. Detta med hänsyn till användarens behov, mål och användningens kontext.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att utveckla en produkt som genom haptisk feedback medger navigation för en individ med grav synnedsättning, detta utan att belasta andra sinnen eller ockupera händerna. Koncept för hur instruktioner kan förmedlas till användare via haptik kommer utvecklas utifrån både teoretiska och empiriska studier såsom bland annat användarstudier.

Produkten ska generera så pass utförlig information och återkoppling att en person med grav synnedsättning ska ha möjlighet till navigation i såväl bekanta som nya omgivningar.

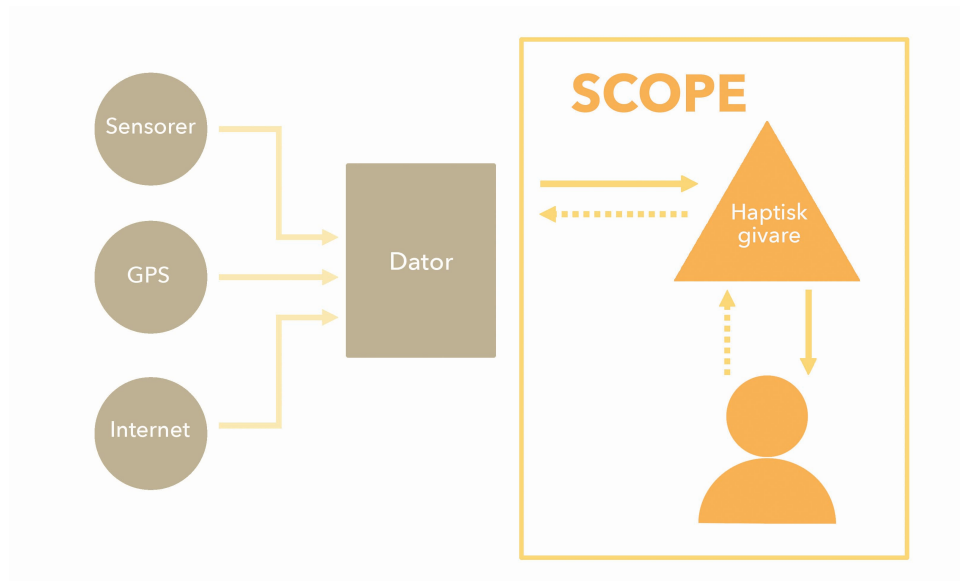
1.3 Mål & vision

Målet med arbetet är att skapa ett användarvänligt koncept som hjälper användare med synnedsättning att navigera i sin omgivning. Detta genom att med hjälp av användar- och egenstudier få en djupgående förståelse för hur det är att leva med en synnedsättning samt de problem som kan uppstå vid navigation i en utomhusmiljö från punkt A till punkt B.

Projektets huvudmål är att i slutet av arbetet ha skapat en prototyp och produktidé som hjälper användare att i sin vardag orientera sig. Prototypen skall främst visa på funktionalitet och ge haptisk input. Konceptet ska vara så pass diskret att användaren själv har kontroll över huruvida hen vill visa sin synnedsättning eller inte.

1.4 Avgränsningar

Utveckling av ett haptiskt navigationssystem bygger på vilken teknologi som finns att tillgå, samt dess tekniska aspekter. Detta inkluderar hur mikrodatorer kalkylerar rutter, vilka sensorer som passar systemet samt hur de bör konfigureras tillsammans med resterande komponenter. Denna del av systemet inkluderades ej i projektets omfattning. Ett beslut togs om att den användarcentrerade aspekten kring haptisk informationsöverföring var tillräckligt omfattande för ett arbete av denna karaktär. Det tekniska fokuset låg därav på utvecklingen av en givare med informationsöverföring från en mikrodator till en användare, med avgränsningen att aspekter kring typ av mikrodator och sensorer alltså inte är en del av projektet. Det vill säga, den ingående tekniken bakom hur informationen samlas från sensorer, GPS och eventuella kameror ligger utanför arbetets ramar. Arbetet kommer istället att bygga på antagandena om att systemet kan leverera indata i form av detaljerad objektigenkänning, precis avståndsberäkning till objekt samt information om exakt position på användaren. I figur 1.1 illustreras projektets omfattning.



Figur 1.1: Projektets omfattning.

Orientering i mindre miljöer, såsom på exempelvis ett kontor, exkluderas även från projektets omfattning. Inte heller navigering i den typ av utomhusmiljö som inte tillhör målgruppens normala vardag kommer att inkluderas inom projektets ramar, såsom skogs- och bergsleder.

Uppdragsgivaren har planer på att i framtiden använda någon form av objektigenkänning i samband med ett haptiskt system. Detta är dock inte ett huvudfokus i arbetet då det som är av störst vikt är navigationen. Däremot förväntas den haptiska givaren ha utvecklingspotential för att i framtiden vara kapabel till att haptiskt överföra information om objektigenkänning till användaren. Ett ytterligare krav från uppdragsgivaren är att inte utveckla en produkt som resulterar i någon form av implantat i hjärnan och att produkten inte heller ska ockupera händerna helt.

1.5 Problemformulering

I dagsläget belastar majoriteten av de hjälpmedel för personer med synnedsättning hörseln. Andra hjälpmedel såsom ledarhund är dessvärre något som användaren kan behöva vänta länge på att få. Det är inte heller alla som är intresserade av eller har möjligheten att äga en hund. När personerna är ute och går blir orienteringen ett problem ifall de inte har ledsagare vid sin sida. Men även om de genom hjälpmedel vet hur de ska navigera sig har de svårt att få en uppfattning om exakt var de befinner sig i stunden.

Det finns ett flertal problemaspekter som målgruppen stöter på under navigation i vardagen. Den vita käppen medför en möjlighet att lokalisera enbart de hinder som befinner sig i markhöjd. Därför finns det en överhängande risk att personerna går in i exempelvis skyltar, något som kan medföra skada. En ytterligare riskfaktor är bilar, varvid personer med grav synnedsättning tvingas förlita sig på sin hörsel för att upptäcka dem.

Ett ytterligare problem är det faktum att personer med blindhet inte alltid vill visa upp sin synnedsättning. Detta är i dagsläget inte alltid möjligt med flera av dagens hjälpmedel då de inte är tillräckligt diskreta i sin utformning.

1.6 Målgrupp

Projektets målgrupp är personer med grav synnedsättning eller blindhet. Projektet skulle potentiellt kunna ha en bredare målgrupp då även individer med en lägre grad synnedsättning skulle kunna dra fördel av lösningen. Detta då projektet genom att rikta in sig på målgruppen med grav synnedsättning även inkluderar de behov personer med mindre synnedsättningar har.

1.7 Etiska aspekter

I uppdragsbeskrivningen från företaget framkom det att det framtagna konceptet ska ge användaren möjlighet att själv välja huruvida de vill visa sin synnedsättning eller inte. För många människor är ett hjälpmedel en indikation för omgivningen att iaktta försiktighet medan det för andra kan upplevas begränsande och i vissa fall förminsande. Med en diskret utformning av en produkt kan därför användaren själv ta beslutet om hen vill visa sin synnedsättning eller inte.

I genomförandet av projektet är det viktigt att bemöta målgruppen med respekt. Vikt läggs vid att vara ödmjuk inför ovissheten om hur det är att leva med en synnedsättning. Därför är projektgruppen noga med att visa hänsyn och att bland annat använda rätt benämningar på synnedsättning som funktionshinder.

Att utveckla en produkt som kommer att fungera som ett hjälpmedel för människor med funktionshinder innebär ett stort ansvar. Här är det avgörande att en djup förståelse för användaren, deras kontext och mål skapas. Att skapa en produkt som kräver att användaren dessutom litar på den i situationer som kan komma till att utsätta användaren för faror, innebär att alla designbeslut måste vara väl understödda och att eventuella säkerhetsrisker med produkten är minimala. Etiska aspekter kring hur mycket en produkt ska hjälpa en person utan att riskera att samtidigt styra personen för mycket är även av stor vikt att ha i beaktning under designprocessen.

2 Slutresultat

Det slutgiltiga konceptet är Virtual GuideDog (se figur 2.1), ett koncept som ska fungera som just det namnet antyder: en virtuell ledarhund. Konceptet består av en uppsättning vibrationsmotorer som sitter fästa i ett tyghölje som träs på underarmen. Genom att motorerna vibrerar i olika mönster och intensiteter kan användaren få information om sin navigering och hinder på vägen. Produkten är batteridriven och trådlös, varvid input från omgivningen till produkten kommer från ett tillhörande system av olika typer av sensorer såsom kameror och GPS-modul på användaren. Virtual GuideDog kommer i olika storlekar för att kunna sitta tight och bekvämt på användaren, oavsett kroppsbyggnad.



Figur 2.1: Renderingar av Virtual GuideDog.

2.1 Konstruktion

Slutkonceptets konstruktion och funktioner beskrivs och illustreras för att ge en tydlig bild av resultatet av arbetet. Besluten motiveras utifrån de mål och aspekter som lyfts fram i inledningen.

2.1.1 Struktur

Konceptet illustreras i figur 2.2 och består av en skelettstruktur som innehåller elektroniken och en elastisk tygstrumpa som sitter runt om. Skelettet består av en basenhet med tre elastiska band fästa i sidan. I detta skelett finns vibrationsmotorer, sju stycken i de tre banden och sju stycken i basenheten. Totalt finns det 28 vibrationsmotorer för att på så sätt balansera simplicitet med hög upplösning av de haptiska signalerna. Längst ned på basenheten finns även en knapp för att användaren enkelt ska kunna sätta på och stänga av produkten samt för att kunna upprepa en signal om önskvärt.



Figur 2.2: Rendering av Virtual GuideDog på arm.

För att möjliggöra rengöring av Virtual GuideDog är det möjligt att separera skelettet med all elektronik från tyghöljet, se skelett i figur 2.3 Skelettet är vattentåligt vilket gör att användaren kan torka av skelettet och tvätta tyghöljet separat om det blir smutsigt. När produkten sedan ska sättas samman igen träs skelettet in genom fickorna inuti tyghöljet.



Figur 2.3: Rendering av skelettstruktur (vänster) och tyghöljet (höger).

Besluten som tagits kring produktens design har präglats av målet att utveckla ett hjälpmedel som underlättar för användaren i vardagen. Virtual GuideDog kan därför bäras i kombination med andra hjälpmedel och det är upp till varje användare att bestämma hur mycket de vill förlita sig på systemet. Produkten är placerad runt underarmen vilket ger en stor ergonomisk fördel då användarens rörlighet bevaras. Den är dessutom enkel att trä på och av tack vare konstruktionens elasticitet.

2.1.2 Material

För att Virtual GuideDog ska medföra slittålighet, lättvikt samt elasticitet är materialen syntetiska. Banden är tillverkat av silikonelastomer, basenheten i en polymer, medan tyghöljet är gjort av polyester. Dessa material är både varaktiga, vattentåliga samt kan göras elastiska. Silikon är även ett icke-allergent material. Materialvalet bidrar till längre hållbarhet där produkten inte heller tar skada av fukt. Polyester

möjliggör även en komfortabel användning och används bland annat ofta i de typer av idrottskläder som behöver kunna andas väl.

2.1.3 Användning

Virtual GuideDog ska vara enkel och smidig för användarna att använda. Det innefattar krav kring exempelvis på- och avtagning, rengöring, samt det haptiska språket. Vid påtagning träs användaren produkten över valfri arm på ett liknande sätt som en strumpa träs över foten, se figur 2.4. Tack vare Virtual GuideDogs elasticitet är det enkelt att få den på plats där den även blir direkt följsam mot armens konturer. Den avsmalnade formen och knappen på produktens ena ände gör det enkelt för användaren att urskilja åt vilket håll som är upp och ner, vilket i sin tur indikerar hur den ska placeras på armen. När användningen är klar drar brukaren av produkten från armen och kan därefter smidigt placera den i sin väska eller liknande för senare bruk.



Figur 2.4: Person som tar på sig Virtual GuideDog.

2.2 Språk

Virtual GuideDogs haptiska språk är en av de mest essentiella delarna hos produkten då det definierar funktionaliteten. Språket är utvecklat för att vara tydligt och urskiljbart där användaren ska kunna tolka olika signaler utan större svårigheter. Detta görs genom att vibrationsmotorer ger olika kombinationer av vibrationer med olika intensitet och rytm.

Språket är uppdelat i tre kategorier av signaler: navigation, varning samt upplysning. Navigation inkluderar framförallt signaler om mindre och större svängar åt höger respektive vänster samt signaler för framåt och bakåt. Varningar skapar en snabb varseblivning hos användaren kring potentiella faror. Denna kategori är uppdelad i systemfel, hinder-varning samt stopp-signal. Dessa typer av signaler är framförallt designade med hänsyn till krav om att användaren inte ska kunna förväxla signalerna, detta för att undvika situationer där varningar om exempelvis inkommande bilar förväxlas med varningar om väghinder.

Signalerna för upplysning inkluderar; en förberedelse för en kommande handling, en signal om batteristatus, en signal om att produkten fortfarande är igång och fungerar, en indikation på att användaren har nått sitt mål samt en funktion för så kallade pinpoints. Pinpoints medför att användaren själv i förväg kan spara vissa platser längst vägen för att på så sätt få en bättre uppfattning kring var hen befinner sig. Detta är likt principen för hur en användare navigerar med en ledarhund. Det haptiska språket är mer detaljerat beskrivet i avsnitt 5.4.2 *Beskrivning av haptiska signaler*.

3 Orientering

Kapitlet behandlar relevant information som bör tas i beaktning för att få en förståelse för den teori som behandlats i projektets olika delar.

3.1 Grundfakta

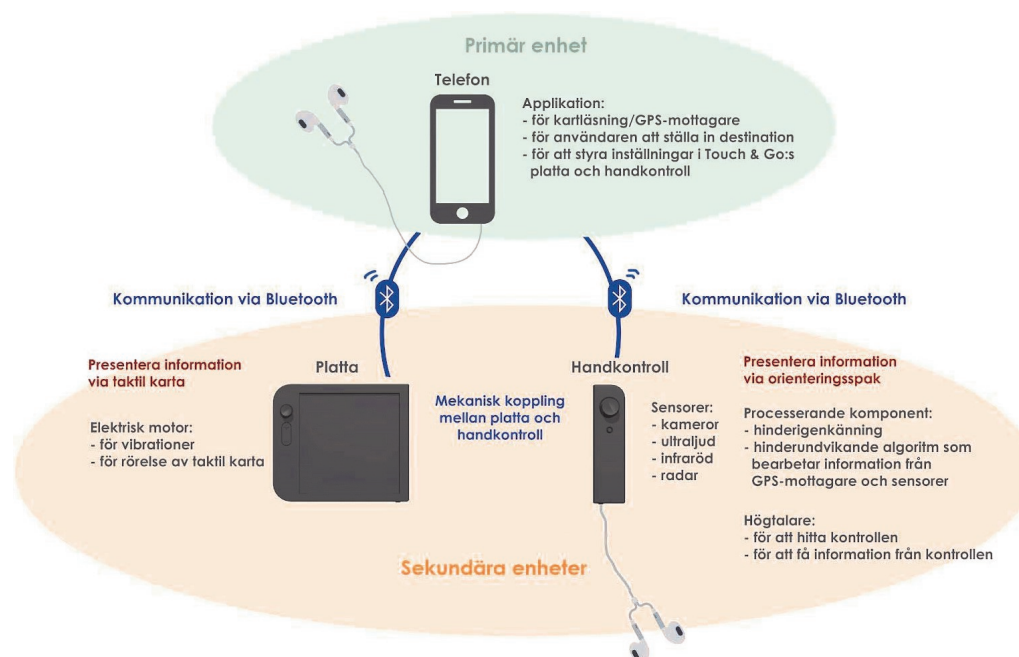
Avsnitt ämnar till att redogöra för information om projektet och grundläggande fakta kring ämnen som undersöks genom arbetet.

3.1.1 Uppdragsgivaren i3tex

Uppdragsgivaren i3tex är ett teknikkonsultföretag lokaliserat i Göteborg. Ett av deras fokusområden är medicinteknik där de har flera certifikat och en befintlig etablering på marknaden. Ett av deras huvudmål är att utveckla produkter med användaren i fokus (i3tex, 2020).

3.1.2 Examensarbetet Touch & Go

Arbetet kommer vara en fortbyggnad på examensarbetet “Konceptframtagning av ett tekniskt hjälpmedel för personer med blindhet” som gjordes i samarbete med i3tex år 2019, av Sara Brandel och Caroline Xia (Brandel & Xia, 2019a). I deras arbete tog de fram ett koncept “Touch & Go” innehållande en taktil karta tillsammans med en handhållen haptisk givare och en mobilapp (se figur 3.1). Fokus i detta arbete kommer att ligga på att utveckla ett nytt koncept för haptiska givaren som togs fram i examensarbetet.



Figur 3.1: Interaktion mellan enheterna i Touch & Go (Brandel & Xia, 2019b). Återgiven med tillstånd.

3.1.3 Miljö för användningen

Produkten är till för att användas i en utomhusmiljö, där fokus ligger på att navigera sig från punkt A till B, exempelvis då användaren tar sig från en busshållplats till en kontorsbyggnad och tvingas passera över ett öppet torg. Användaren förväntas röra sig i gånghastighet. Utomhusmiljöer i form av skogar, bergsleder och annan terräng som inte påträffas inne i samhällen tillhör ej produktens förväntade kontext.

3.1.4 Utbudet av haptiska navigeringshjälpmedel

I följande delavsnitt presenteras de litteraturstudier som utförts på existerande produkter, teknologi samt annan relevant information som berör projektets syfte.

Det har gjorts tidigare projekt med målet att skapa produkter som kan användas i liknande situationer, men ingen produkt som till synes kombinerar funktionen att detektera hinder med en navigeringsfunktion. Relativt få av dessa produkter har lämnat konceptstadiet och därmed är även få produkter tillgängliga för allmänheten.



Figur 3.2: Person med BrainPort Vision Pro (Wicab, Inc, 2020a). Återgiven med tillstånd från Wicab, Inc. Middleton, WI USA.

Produkt: **BrainPort Vision Pro**

Syfte: Hinder- och objektigenkänning

Feedback: Elektrotaktil

Kroppsplacering: Hjässa och mun

Pris: \$10 000 (Frcho, 2015)

Beskrivning: BrainPort vision (se figur 3.2) har sensorer och en kamera som sätts på användarens huvud, och en platta med elektrotaktile givare som läggs på användarens tunga. Rutmönstret för givarna fungerar som pixlar i en lågupplöst bild, och visar konturen av objekt framför kameran (Wicab, Inc, 2020b).

Produkt: **Microsoft Soundscape**

Syfte: Information om omgivningen

Feedback: Ljud

Kroppsplacering: Mobilapp och hörlurar

Pris: Gratis

Beskrivning: Soundscape är en app som läser upp information om omgivningen så som intressanta platser och information om korsningar i användarens omgivning. Med hjälp av stereo-ljud gör appen så det låter som ljudet kommer från samma riktning som platsen befinner sig på (Microsoft Corporation, 2019).



Figur 3.3: Person med Maptic (Farrington-Arnas, 2019a). Återgiven med tillstånd.

Produkt: **Maptic**

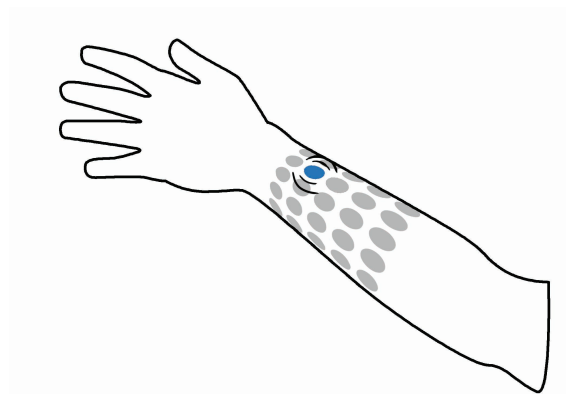
Syfte: Hinderigenkänning och navigation

Feedback: Vibration

Kroppsplacering: Handleder och Halsband

Pris: Ej tillgänglig på marknaden

Beskrivning: Maptic (se figur 3.3) avger vibrationer via givare fästa som armband för att medge vad som finns på höger och vänster sidan om användaren (Farrington-Arnas, 2019b). Armbanden pulserar snabbare ju närmare objektet man kommer. Den avger även andra typer av vibrationer för att visa om användaren skall 90° höger eller vänster (Farrington-Arnas, 2018).



Figur 3.4: Illustration av SPA-skin, baserad på figur från EPFL (2020).

Produkt: **Soft Pneumatic Actuator (SPA)-Skin**

Syfte: Kommunikation med användare

Feedback: Vibration

Kroppsplacering: Underarm

Pris: Ej tillgänglig

Beskrivning: Soft Pneumatic Actuator (SPA)-Skin (se figur 3.4) är en mjuk platta sammansatt av silikon och andra lager. Mellan lagren finns 25 pneumatiska givare placerade i ett rutnät. Dessa givare vibrerar i olika mönster, antingen enskilt eller samtidigt för att till exempel medge ett alfabet eller notifiera användaren om notiser på telefonen (EPFL, 2020).



Figur 3.5: Person med Sunu band (Sunu, 2019a). Återgiven med tillstånd.

Produkt: **Sunu band**

Syfte: Hinderigenkänning

Feedback: Vibration

Kroppsplacering: Handled

Pris: \$299

Beskrivning: Armbandet (se figur 3.5) pulserar snabbare ju närmare ett hinder användaren kommer. Användaren riktar själv ultraljudssensorn mot objekt framför sig. Tänkt som komplement till vit käpp för att kunna uppmärksamma användaren på hinder upp till 5,5 meter bort (Sunu, 2019b).

Tekniska lösningar för haptik

Det finns många tekniska lösningar för att ge användare haptisk information. Den i särklass mest använda tekniken är vibrationsmotorer, vilka återfinns i mobiltelefoner, spelkontroller, klockor med mera. Fördelen med vibrationsmotorer är de är små, lätta och billiga och att de används flitigt i många av dagens tekniska produkter. Genom att ändra amplitud, frekvens och rytm kan en information överföras till användaren. Flera motorer går även att användas ihop för att simulera taktil feedback, såsom känslan av en smekning. (Culbertson, Schorr, och Okamura, 2018)

Det finns främst två typer av vibrationsmotorer; ERM och LRA. Dessa har olika egenskaper och ändamål, men kan även kombineras för att skapa olika typer av haptisk feedback i samma enhet. ERM står för “Eccentric Rotating Mass” och är en likströmsmotor med en ocentrerad massa som roterar för att skapa vibrationer. LRA står istället för Linear Resonant Actuators och dessa skapar vibrationer genom en tyngd fäst i en fjäder som vibrerar fram och tillbaka. Den största skillnaden mellan de två är att LRA skapar vibrationer endast i en riktning, medan ERM vibrerar i två riktningar. (Precision Microdrives, 2020)

Sammanfattning

Få av produkterna nämnda ovan har lämnat konceptstadiet. De produkter som finns ute på marknaden överför mestadels information via ljud eller enkel haptisk feedback. I dagsläget finns det ingen produkt på marknaden som kombinerar navigation med hinderdetektering och objektigenkänning. I de fall där haptisk informationsöverföring implementeras är det oftast via vibrationer.

3.2 Teoretisk referensram

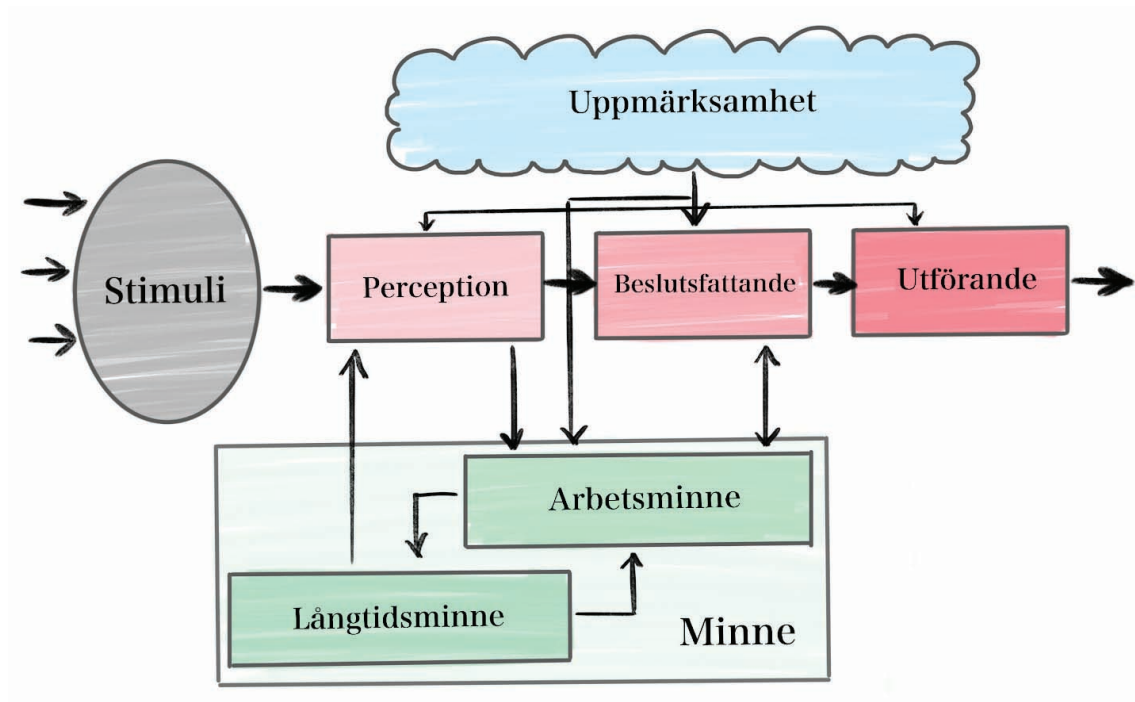
I följande avsnitt presenteras den fakta som lagt en grund till arbetet. Däribland kognitiv och fysisk ergonomi, processer och metoder samt användningscentrerad design.

3.2.1 Kognitiv ergonomi

Kognitiv ergonomi handlar om människans bearbetning av stimuli från omgivningen, omvandling till perception samt vilka faktorer som påverkar uppmärksamheten. För en produkt som bygger på informationsöverföring är detta essentiella aspekter för att skapa ett välfungerande koncept.

Informationsprocessen

Människans informationsprocess är till stora delar omedveten och bygger på förenklingar och mönsterigenkänning. Den har begränsad kapacitet och delas upp i steg enligt Wickens modell från 1984 (se figur 3.6). Det första steget i informationsprocessen tas genom sinnena, varvid information från omgivningen tas in via sinnesorgan såsom öron, hud och ögon. Det andra steget är uppmärksamhet vilket inkluderar perception, beslut och respons. Detta kommer sig av att en människas mentala tillgång är begränsad och uppmärksamheten styr därav vad som ska fokuseras på. Faktorer som har en direkt inverkan på det är inkommande intryck, minnet, behov, förväntningar med mera. Perception är varseblivning, det vill säga det steget i processen där sinnesintrycken ges relevans. Beslut och respons är en medveten process som bygger på problemlösning varefter återkoppling sker genom analys och observation av resultatet.



Figur 3.6: Författarnas egen bild för att illustrera informationsprocessen med inspiration av Wickens modell (O’Sullivan, 2017).

Människan har fem sinnen vilka är anpassningsbara efter situation och omständighet. För en normalseende individ är synen det dominerande sinnet medan hörseln kompletterar synen och känseln kontrollerar omgivningen. Ljud är det som bäst fångar människans uppmärksamhet och tar emot signaler från 360 grader medan synfältet tar input från 130 grader. (Osvalder, 2018)

Taktila sinnet

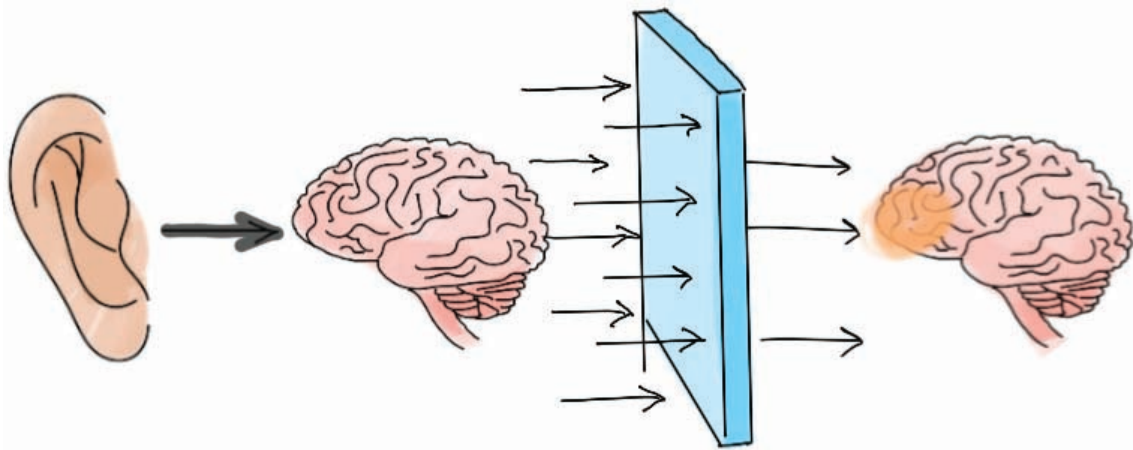
Det taktila sinnet finns i huden på en människa och det är vad som uppfattar beröring, tryck, vibrationer, temperatur samt smärta och fungerar för en normalseende person som ett komplement till synen. Det haptiska sinnet är essentiellt för återkoppling och används effektivt när andra sinnen är ockuperade.

Viktiga designfaktorer vid intag av haptisk information kan delas in i kategorierna: statisk, dynamisk samt emotionell stimuli. Statisk stimuli inkluderar bland annat vikt, form, storlek och struktur. Dynamisk stimuli är vibration, rytm, varaktighet samt placering på kroppen. Emotionell stimuli handlar istället om lust och olust skapad genom haptisk stimuli. (Osvalder, 2018) Tidigare studier om det sensoriska systemet pekar på att människan har en god förmåga att tillägna sig relationer mellan haptiska mönster och deras betydelse (Hersh, 2013).

SIB - Sensorisk informationsbuffert

Intagandet av sensorisk information sker genom stimuli som sedan behandlas och reduceras för att slutligen leda till information för användaren (se figur 3.7). Processen börjar med att sinnesorganen mottar stimuli från omgivningen och sedan sällas

informationen ut och reduceras baserat på faktorer såsom intresse, behov och nyhetsvärde. Efter sorteringen transporteras de återstående signalerna vidare till ett specifikt sinnescenter i hjärnan där en registrering i sensoriska informationsbufferten sker. Detta för att kunna bearbeta och omvandla information som individen sedan blir medveten om.



Figur 3.7: Illustration av informationsprocessen.

Den sensoriska informationsbufferten, SIB, är var stimuli blir tillgänglig för kognitivt processande och där lagras visuell, audiell samt haptisk stimuli. (Osvalder, 2018)

Uppmärksamhet

Uppmärksamhet handlar om förmågan att fokusera vissa stimuli och utesluta andra. Det finns fyra typer av uppmärksamhet: selektiv, fokuserad och delad uppmärksamhet samt vigilans. Selektiv uppmärksamhet handlar om att information väljs ut för att kunna utesluta irrelevant stimuli. Fokuserad uppmärksamhet handlar om att en informationskälla fokuseras parallellt med att distraherande stimuli utesluts. Delad uppmärksamhet är när en användare utför två eller fler handlingar parallellt. En aspekt som spelar in för den delade uppmärksamhetens effektivitet är erfarenhet av uppgiften. Har individen en vana av att göra något övergår det till en halvautomatisk process som är enklare att kombinera med andra uppgifter. Vigilans syftar på upprätthållelse av uppmärksamhet under en längre tid, varvid prestationsförmågan försämras allt eftersom vigilansen fortskrider (Osvalder, 2018).

Perception

Perception, även kallad varselblivning, är en medveten process som organiserar stimuli och ger den meningsfullhet genom att information förvrängs, förstärks samt till viss del kasseras. Ju sämre kvalitet det är på stimulen desto mer essentiellt är sammanhanget det återfinns i för att meningsfullhet ska möjliggöras.

En design bör byggas med hänsyn till stimuli för att undvika missförstånd eller förbiseende. Detta kan göras genom beaktning av faktorer såsom särskiljning av och förhållande till annan stimuli. Här inkluderas faktorer som att skapa en förenklad urskiljning mellan olika stimuli samt att bibehålla stimuli tillräckligt länge för att

den ska hinna uppfattas av användaren. Viktigt att ta i beaktning vid en designprocess är att ha en tydlig särskiljning mellan olika stimuli samt att inte presentera för många stimulus samtidigt. (Osvalder, 2018)

3.2.2 Fysisk ergonomi

Fysisk ergonomi syftar till den fysiska påverkan en produkt eller rörelse har på den mänskliga kroppen. En produkt som ska bäras av användaren under en längre tid behöver ta hänsyn till fysisk ergonomi för att kunna utformas till att vara bekväm och inte leda till skador.

Antropometri

Antropometri syftar till den biologiska variationens påverkan på svar på belastning. En korrekt matchning av produktens och användarens dimensioner är essentiellt för komfort och användbarhet. När det kommer till kroppsmaat används vanligtvis en normalfördelningskurva för att kunna ta hänsyn till majoriteten av befolkningen. För ett större längdmått tas hänsyn till 95 percentilen man, ett medelstort mått medelvärde för man och kvinna medan ett litet mått tar hänsyn till 5 percentilen kvinna i åldersspannet 20-65 år (Antropometri, 2020).

Förutom en biologisk variation mellan kvinnor och män är den mest påtagliga skillnaden den individuella variationen. När människor åldras sker vissa fysiska förändringar såsom förlängd reaktionstid, sämre syn och hörsel samt större känslighet för vibrationer. (Bligård, 2018)

Haptisk och taktil feedback

Haptik syftar till den information som överförs via känsel, vilket kan ske genom exempelvis vibrationer eller tryck. Taktil feedback avser istället information som användaren tar till sig genom känslan av ett föremål, exempelvis hur sträv ytan är eller vilket material det består av. Mycket av dagens teknik försöker få haptiken att simulera taktil återkoppling, exempelvis genom att med vibrationsmotorer i en mousepad efterlikna ett klick.

Vibrationer

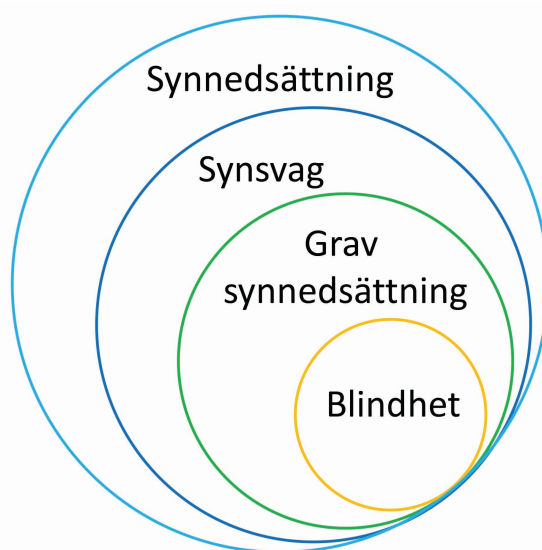
De vibrationer som uppfattas när en telefon ringer är ofta tydliga och enkla för en människa att tolka. Genom specialiserade receptorer översätts vibrationerna till neurologiska signaler vilka skickas vidare till hjärnan. Att vibrationen från inkommande samtal kan uppfattas och tolkas lika tydligt som telefonens ringsignal beror på att samma del av hjärnan aktiveras från den typen av vibrationer som från ljud. Detta innebär att när en människa hör en signal eller känner den, baseras det på samma sensoriska koder till hjärnan och kan därav uppfattas lika tydligt. (Université de Genève, 2019)

Människor har en specifik typ av receptorer som reagerar på frekvenserna från dagens vibrationsmotorer som brukar överstiga 100 Hz. Dessa receptorerna svarar på stora områden på kroppen och gör det svårt att särskilja vibrationer som ligger

för nära varandra. En ytterligare aspekt som kräver hänsynstagande i det haptiska utvecklingsarbetet är kroppsbehåring. Hud med behåring minskar antalet receptorer per yta och innehåller istället en annan typ av receptorer som svarar bättre på långsamt strykande beröring. Givare kan därför placeras med ett tätare avstånd på exempelvis handen än på underarmen för att behåringen oftast är mindre där (Culbertson et al., 2018).

3.2.3 Synnedsättning

Enligt definitionen på Synskadades Riksförbund definieras fyra kategorier av synvariationer (se figur 3.8): synnedsättning, synsvag, grav synnedsättning samt blindhet (Synskadades riksförbund, 2020b). Vid grav synnedsättning har personen mindre synrester kvar men har mycket svårt att orientera sig med hjälp av synen i både kända samt okända miljöer. Blindhet har underkategorier såsom med och utan ljusinsläpp eller kontrastseende. Klassifikationen för blindhet ligger på ett synfält av fem procent eller mindre (Socialpedagogiska skolmyndigheten 2019).



Figur 3.8: Synnedsättning i förhållande till synsvag, synskada och blindhet.

Vid en synskärpa på 0.3 eller mindre är det svårt att läsa samt utföra vissa arbeten utan specialiserade hjälpmedel. Det finns olika orsaker till synnedsättning och blindhet där det vanligaste är sjukdomar i centrala synbanor eller näthinnan. Majoriteten av människorna som är blinda är över 60 år gamla. (Halldin, 2019)

Hjälpmedel Det finns flertalet hjälpmedel som används av människor med synnedsättning. Ett av de populäraste och äldsta hjälpmedlen är vita käppen: ett hjälpmedel som är effektivt för att både undvika hinder och för att utåt visa omgivningen att användaren har en synnedsättning (Synskadades Riksförbund, 2018). Ledarhundar är dresserade för det specifika syftet att leda människor med synnedsättning, så kallade ledarhundsförare. Hundarna är tränade för att undvika hinder vilket uppfyller en stor del av vita käppens funktioner. (Synskadades Riksförbund, 2020a)

Medical Device Regulation

Medical device regulation, även kallat MDR, är ett regelverk för lansering och skapande av medicinska produkter. Regelverket finns för att säkerställa att produkten är säker och effektiv i den normala användningen. Den ska kunna utföra det avsedda ändamålet utan att påverka patientens kliniska tillstånd eller säkerhet. Säkerheten ska även innefatta andra personer runt omkring. Produkten ska ha en hög skyddsnivå och risker som kan uppkomma i samband med användningen ska inte överväga hälsofördelarna med produkten. Syftet är att tillverkaren ska eliminera eller minska riskerna för användningsfel genom att minska risker relaterade till ergonomiska egenskaper, användningsmiljö, patientsäkerhet och patientens fysiska tillstånd.

För att uppfylla dessa ovan nämnda aspekter är det bland annat viktigt att produkten är konstruerad på ett sådant vis att den kan rengöras och desinficeras på ett säkert sätt. En annan viktig konstruktionsaspekt är att produkten i fråga inte ska kontaminera användaren eller omgivningen. Detta innebär bland annat att elektronik och skadliga ämnen ska vara inneslutna. När produkten är i slutet av sin livscykel ska den kunna monteras ned för återvinning och bortskaffas på ett säkert sätt. (EU 2017/745)

3.2.4 Användningscentrerad design

Användningscentrerad design är att utgå från den aktivitet som användaren använder produkten till för att nå sitt mål. En bra förståelse mellan människan, kontext och uppgiften är således nödvändig. Detta uppnås genom att kartlägga användarens aktiviteter och behov för att upptäcka möjligheter och brister med den tänkta produkten. Användarstudier görs vid flera tillfällen för att successivt finna lösningar som uppfyller de krav och behov som identifierats. Fler och fler designvariabler bestäms utmed utvecklingsprocessen, vilket tar sin början i en mer abstrakt lösningsorientering för att under tiden bli allt mer konkret. (Bligård, 2015)

Usability & designriktlinjer

Det är av stor vikt att utgå från metoder och teori som bidrar till att skapa användarvänliga gränssnitt mellan människa och maskin. Det finns ett flertal teoretiska ramverk som stödjer följande arbete.

En produkt med god *Usability* innebär enligt International Organization for Standardization (ISO) att produkten kan användas med *Effectiveness*, *Efficiency* och *Satisfaction* av specifika användare för att nå specifika mål i ett specifikt kontext (ISO DIS 9241-11). *Effectiveness* innebär i vilken utsträckning målet kan uppnås, *Efficiency* innebär hur mycket ansträngning som krävs för att nå ett mål och *Satisfaction* beskriver den nivå av tillfredsställelse användaren upplever. Som en komplettering till ISO-definitionen av *Usability* har Patrick Jordan tagit fram tagit fram tio designriktlinjer som kan användas vid utformande av användargränssnitt för att uppnå god *Usability* (Rexfelt, 2019):

1. *Consistency*: Att designa ett gränssnitt så att liknande uppgifter inom produkten löses på ett liknande sätt.
2. *Compatibility*: Att designa ett gränssnitt så att uppgifter inom produkten löses på ett sätt som liknar hur det görs i omvärlden.
3. *Consideration of User Resources*: Att designa en produkt med hänsyn till hur användarens mentala resurser belastas under användning.
4. *Feedback*: Att designa en produkt som indikerar att användarens handlingar registreras och ger information om vad dessa handlingar resulterat i.
5. *Error Prevention and Recovery*: Att designa en produkt där risken för användningsfel minimeras och en snabb och enkel återhämtning är möjlig.
6. *User Control*: Att designa en produkt där användarens upplevda kontroll över produktens status och handlingar maximeras.
7. *Visual Clarity*: Att designa en produkt så att gränssnittet blir enkelt att läsa av utan att förvirring uppstår.
8. *Prioritization of Functionality and Information*: Designa en produkt där den information och de funktioner som anses viktigast för användaren är lättillgängliga.
9. *Appropriate Transfer of Technology*: Att designa en produkt med teknik utvecklad i andra sammanhang.
10. *Explicitness*: Att designa en produkt med tydliga ledtrådar om vad som kan åstadkommas med den och hur.

Ytterligare aspekter som kan användas vid utvecklandet av användarvänliga gränssnitt är Don Normans begrepp relaterade till artefakternas psykologi (Rexfelt, 2019):

1. *Mentala modeller*: De modeller som människor genom erfarenhet har av sin omgivning, produkter och av andra.
2. *Affordance*: Hur ett gränssnitt ger ledtrådar om som tillåter och leder användaren till att göra rätt.
3. *Constraints*: Hur ett gränssnitt hindrar användaren från att göra fel och underlätta för användaren att göra rätt.
4. *Mapping*: Hur ett gränssnitts olika element är relaterade, hur dessa manipuleras och hur det påverkar omgivningen.
5. *Knowledge in the world*: Information om hur användaren kan bruka en produkt finns i produkten själv.
6. *Knowledge in the head*: Information om hur användaren kan bruka en produkt finns tack vare erfarenhet tillgängligt hos användaren.

3.2.5 Processer och metoder

Six Thinking Hats

Six thinking hats är en metod som syftar till att utvärdera lösningar och stimulera deltagarnas innovativa tänkande. Metoden går ut på att deltagarna får ta på sig varsin "hatt" som alla har en specifik färg. Totalt finns det sex olika typer av hattar som representerar olika egenskaper:

- Vit hatt – Fokus på information, data, fakta
- Svart hatt – Fokus på svårigheter och potentiella problem
- Röd hatt – Fokus på intuition, instinkt, magkänslan och vad som känns bra
- Gul hatt – Motsats till svart, fokus på möjligheter och fördelar
- Grön hatt – Fokus på kreativitet, hitta nya lösningar
- Blå hatt – Fokus på vad som ska göras, se till att mötet håller strukturen

När hattarna delats ut går gruppen igenom varje idé och deltagarna får uttala sig om de lösningar som presenteras. Detta görs utifrån den hatt som fokuset ligger på under tillfället. När omgången är över byter deltagarna hatt och itererar utvärderingen. Detta görs tills alla deltagarna har haft på sig varje hatt. (Wikberg Nilsson, Ericson, och Törlind, 2015) Persona & scenario En persona beskriver en fiktiv person som har samma mål, sammanhang och problem som målgruppen. En persona kan användas för att skapa empati för användaren. Ett scenario är en kort och beskrivande berättelse som byggs upp för att förmedla det sammanhang som personen befinner sig i. (Wikberg Nilsson et al., 2015)

Värdeметoden

Värdeметoden är en metod som listar fördelar, nackdelar och unika element hos ett koncept. Metoden går ut på att idéerna efter en brainstormingsession kategoriseras och sätts ihop till koncept. Därefter sker värderingen av koncepten. Metoden används för en snabb och strukturerad utvärdering och för att belysa vart koncepten täcker upp lösningsmässigt. (Wikberg Nilsson et al., 2015)

Pugh-matris

En Pugh-matris kan även kallas för kriteriebaserad matris (IXIXSIGMA,2020) eller konceptviktningsmatris (Wikberg Nilsson et al., 2015). Metoden går ut på att kriterier eller krav viktas efter hur viktiga de är för den slutliga lösningen. Här väljs ett referenskoncept ut som resterande koncept jämförs mot. Beroende på hur bra konceptet står sig mot referenskonceptet får det olika poäng. Därefter ges den totala poängen genom att viktningen av kravet multipliceras med antalet poäng och därefter adderas ihop. En jämförelse mellan koncepten och deras poäng kan sedan göras.

ACD³

ACD³ kan illustreras med en matris som består av tre dimensioner. En av dimensionerna i matrisen är designnivåer. Nivåerna är ett sätt att beskriva lösningen i olika delar av designprocessen. Metoden bygger på att ett designarbete börjar som något väldigt abstrakt med en problemformulering och avslutas sedan i en konkret

teknisk lösning. Vid beslutsfattande minskar designrymden, lösningen blir mindre abstrakt och därmed går processen vidare ner till nästa nivå. Nivåerna är i fallande ordning: effekt, användning, arkitektur, interaktion och element, där effekt är den mest abstrakta nivån och element den mest konkreta. (ACD³, 2017))

- Effekt – Effekten som lösningen kommer att ha på sin omgivning
- Användning – Hur lösningen kommer att användas av människan
- Arkitektur – Övergripande utformning som möjliggör att lösningen uppnår effekten
- Interaktion – Samspel mellan användare och lösning i detalj
- Element – Lösningens konstruktion och uppbyggnad för att den ska uppfylla rätt funktionalitet

3.3 Sammanfattning av orienteringskapitlet

Arbetet är baserat på examensarbetet “Konceptframtagning av ett teknisk hjälpmedel för personer med blindhet” (Brandel & Xia, 2019a) som, liksom detta projekt, utfördes i samarbete med teknikonsultföretaget i3tex. Produkten skall användas som ett hjälpmedel av personer med blindhet för att navigera i en utomhusmiljö. Den behöver därför uppfylla Medical Device Regulation som bland annat medför att produkten skall vara konstruerad på ett sådant sätt att den går att rengöra på ett säkert sätt. Ett flertal tidigare projekt har gjorts med liknande syfte, men få har tagit sig till marknaden, och ännu färre kombinerar hinderdetektering med navigering.

Designprocessen för gränssnittet har utgått ifrån metoder och teori från Usability enligt ISO-definitionen, men även från Jordans olika designriktlinjer samt artefakternas psykologi enligt Norman.

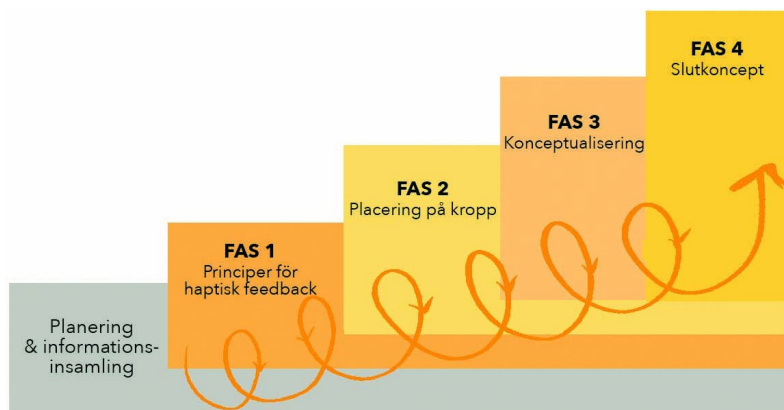
Människans informationsprocess är till största delen omedveten och handlar om sinnesintryck som omvandlas till varseblivning. Människan har fem sinnen varvid det taktila sinnet innefattar känseln, där informationsöverföring sker genom haptisk stimuli. Varseblivning sker genom olika processer varvid individen tolkar information baserat bland annat på tidigare kunskap och erfarenheter. För att en produkts konstruktion ska vara välfungerande är det viktigt att designa med hänsyn till stimuli och dess processer i hjärnan för att undvika missförstånd.

För att en produkt ska vara användbar och komfortabel är det viktigt att ta hänsyn till antropometri, det vill säga biologisk variation. När människor åldras sker vissa fysiska förändringar såsom förlängd reaktionstid, sämre syn och hörsel samt större känslighet för vibrationer. Vid arbete med haptisk och taktil feedback är det därför viktigt att ta hänsyn till faktorer såsom kroppsbehåring och ålder.

Vibrationer uppfattas tydligt av människor genom att specialiserade receptorer översätter vibrationerna till neurologiska signaler vilka kodas på samma sätt som ljud.

4 Genomförande

Projektets genomförande består av en första informationsinsamling med teoretiska och empiriska studier, följt av ett iterativt design- och utvecklingsarbete i fyra faser. Varje slutförd fas under utvecklingsarbetet möjliggjorde att arbetsprocessen i efterföljande fas kunde nå en allt djupare detaljnivå, där varje nästkommande fas bygger på outputen från sin föregående fas (se figur 4.1).



Figur 4.1: Illustration som representerar projektarbetet i fyra faser.

Projektets genomförande beskrivs i kronologisk ordning i kommande avsnitt.

4.1 Motbrief

För att fastställa uppdraget som erhöles av företaget utarbetades en motbrief som företaget skulle godkänna innan designarbetet drog igång. Detta gjordes genom att utföra en problemanalys med syfte att definiera projektets scope samt för försäkra att projektgruppen och företaget hade samma förväntningar på det som skulle levereras i slutet av arbetet.

4.2 Informationsinsamling om målgrupp

För att få en förståelse för användaren och hur det är att leva med en synnedsättning gjordes en grundlig informationsinsamling. Empiriska studier i form av intervjuer och observationer utfördes tillsammans med användarna. Litteraturstudier utfördes parallellt med de empiriska studierna för att erhålla kunskaper inom områdena haptik, synnedsättning och existerande hjälpmedel och lösningar. Vid studiens slut skulle projektet ha en så pass djup förståelse för användaren och kontexten att ett designarbete skulle kunna påbörjas. Studien skulle även ge upphov till en kravlista.

Intervjuer & observationer

Innan intervjuerna med personer ur målgruppen startade hölls en första intervju med en person som hade som yrke att träna ledarhundar. Detta gjordes för att arbetet skulle kunna ta inspiration från hur ledarhundar används för att hjälpa användaren att navigera sig från ett ställe till ett annat. Intervjun syftade till att förstå interaktionen och framförallt den tysta kommunikationen som sker mellan hund och förare, samt de möjligheter och begränsningar som en ledarhund medför. För fullständig intervjumall se bilaga A.

Under de empiriska studierna med användarna skapades först en intervjumall (se bilaga A). Syftet med mallen var att få svar på de aspekter som skulle tas till hänsyn under arbetets gång. Det utfördes även snabba självobservationer inom gruppen där två gruppmedlemmar fick testa att navigera sig med förbundna ögon i en okänd miljö. Detta gjordes för att ytterligare finna relevanta intervjufrågor och för att få en första uppfattning om hur en person med synnedsättning navigerar.

Vid intervjuerna deltog personer med olika grad av synnedsättning, erfarenhet av ledarhundar som hjälpmedel och även en person med kombinerad syn- och hörselnedsättning (se tabell 4.1). Detta för att komma åt bredden i målgruppen och få fördjupade kunskaper om hur ett haptiskt språk skulle kunna användas och utnyttjas enligt målgruppen själv. Totalt sex personer intervjuades varvid en mättnad gick att notera vid den sista intervjun.

Tabell 4.1: Sammanställning av intervjuobjekt.

Ålder	Funktionsnivå	Erfarenhet	Inställning
40+	Seende	Ledarhundsinstruktör	Intresserad men något misstänksam åt tekniken
64	Blind, har lite ljusseende	Blind i 40 år	Positiv, väldigt intresserad
23	Blind	Blind i 18 år, ledarhund i 1 år	Mycket positiv till ny teknik, var dock tidigare negativ till vit käpp
80	Blind, kan se kontraster	Blind sedan 64	Ganska positiv
36	Blind	Blind i 15 år, hund sedan 5 år	Positiv till haptisk assistans, men negativ till att få för mycket information och varningar. Tidigare negativ till vit käpp
40+	Dövblindhet, synnedsättning och helt blind i mörker	Försämrad syn sedan 30 år	Positiv till hjälpmedel

Frågorna som ställdes behandlade vad för slags olika synnedsättningar som finns, användarens inställning till sin synnedsättning, vilka hjälpmedel som används i dagsläget, strategier för navigering och problematik som kan uppstå i en användningssituation. Frågor mer specifik riktade mot produkten som skulle utvecklas ställdes även där fokus låg på aspekter kring bland annat användarvänlighet och användarens behov.

Vid intervjutillfällena tillfrågades även intervjuobjekten om de ville delta i snabba observationer där de fick visa hur de använder vita käppen eller sin ledarhund. En observation av en ledarhundsförare skedde således i en utomhusmiljö på Chalmers campus där både förare och ledarhund hade gått förut. Föraren fick visa hur en

hund leder från punkt A till B samt hur hunden indikerar hinder, trappor och dörrhandtag. En annan observationen där användaren fick visa upp hur hon hanterar den vita käppen genomfördes inomhus där användaren fick visa hur hon identifierar hinder i ett rum. Detta gjordes för att få kunskap om hur hjälpmedel används och för att stimulera användaren att tänka på aspekter som kanske missats under intervjuerna.

Självobservationer

För att få ytterligare förståelse samt empati för målgruppen utfördes självobservationer av samtliga medlemmar i gruppen med hjälp av fingerad optik (se figur 4.2), det vill säga med glasögon som simulerar en synnedsättning (Synskadades Riksförbund, 2016). Personer ur projektgruppen fick ha på sig glasögonen och sedan navigera sig runt om på Chalmers campus. Detta gjordes för att få ytterligare förståelse för hur en person med synnedsättning navigerar sig på egen hand samt för att få uppleva hur det är att befinna sig i en okänd miljö utan att veta vem eller vad som finns runt omkring en.



Figur 4.2: En person som använder fingerad optik för att simulera synnedsättning.

Benchmarking

Teoretiska studier utfördes parallellt med de empiriska studierna för att skapa ett brett och detaljerat underlag att utgå ifrån. Efter att dessa var klara utfördes en benchmarking (se avsnitt 3.1.4) där utbudet av existerande produkter och koncept undersöktes på svenska såväl som internationella marknader. Syftet bakom detta var att förstå hur marknaden ser ut, få inspiration på tekniska lösningar men även för att kunna identifiera för- och nackdelar med dagens hjälpmedel. Något som sedan kunde fungera som ett underlag inför framtida idégenereringar och designbeslut.

Kravlistning

All information som erhållits under denna första fas låg till grund för skapandet av en kravlista (se bilaga B) med grund i användarens behov, mål och kontext. Flera krav uppdagades under observationerna men en del uppkom även ur litteraturstudierna, där bland annat regler för medicinsk utrustning, MDR, gav upphov till ytterligare några krav. Från intervjuanteckningarna markerades de kommentarer och citat som representerade ett av användaren uttryck behov eller krav på den lösning som skulle skapas under arbetet. Dessa kunde sedan även inkluderas i kravlistan. En visualisering av funktionerna utfördes dessutom för att tydliggöra relationen mellan krav och funktioner.

Personas

Data från genomförda intervjuer och observationer lade underlaget för skapandet av tre personas, se bilaga C. Syftet var att representera tre tänkbara användare och att skapa empati för målgruppen. För att under det kommande utvecklingsarbetet inte fastna i den stereotypa bilden av en användare med synnedsättning hade de därför olika åldrar, helt olika karaktärsdrag och mål. Dessa kunde sedan användas som ett stöd genom designarbetet, där designbeslut som togs kunde ställas gentemot personas för att analysera om beslutet hade varit lämpliga ur någon av deras perspektiv.

4.3 Utvecklingsarbete

Efter datainsamlingen och de första analyserna var slutförda kunde utvecklingsarbetet påbörjas. Utvecklingsarbetet är som tidigare nämnt indelat i fyra faser där det i första fasen föll sig naturligt att börja idégenerera på ett mer generellt stadiet kring olika typer av informationsöverföring. Därefter i Fas 2 kunde lämplig placering av produkt på kroppen identifieras. Detta då produktens placering på kroppen bygger på principen för informationsöverföring.

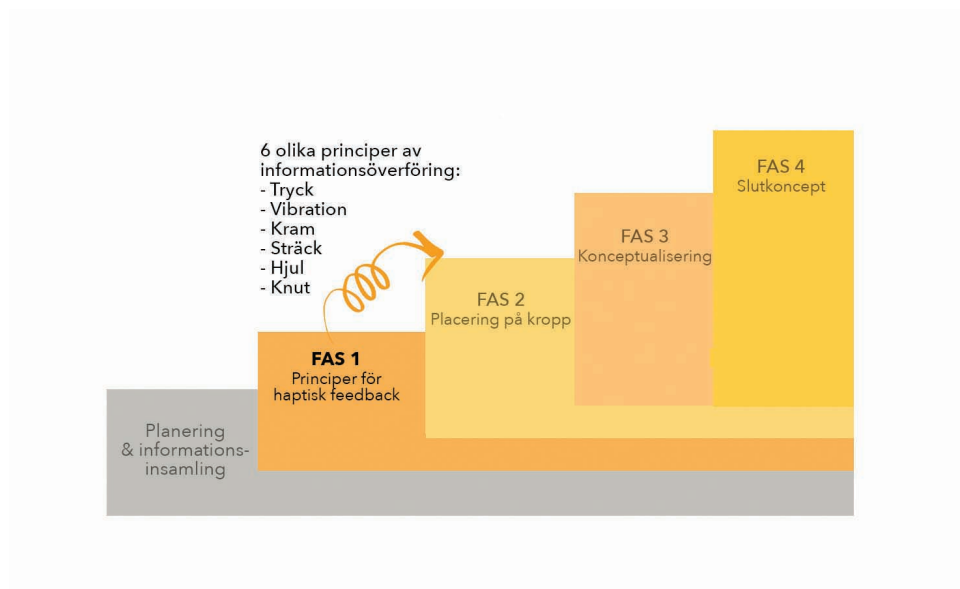
I den tredje fasen var syftet att nyttja de idéer och utvärderingar som tidigare faser resulterat i till att ta fram ett antal designkoncept och därefter vidareutveckla dem. I den fjärde fasen återstod slutligen att välja slutkoncept och därefter utveckla ett haptiskt språk, en teknisk konstruktion samt att göra detaljbestämmelser.

4.3.1 Fas 1: Principer för informationsöverföring

Syftet med den första idégenereringen var att hitta olika lösningar på hur information skulle kunna överföras haptiskt mellan produkt och människa (såsom genom exempelvis vibrationer, elektriska impulser eller värme). Men även för att hitta olika lösningar på hur produkten skulle kunna fästas på kroppen.

Denna första fas mynnade ut i ett tiotal idéer på olika typer av informationsöverföring som sedan utifrån kravlistan och personas kunde utvärderas. Det hela

resulterade därefter i att sex olika idéer valdes ut inför fortsatt arbete, se en illustration över resultatet från Fas 1:s i figur 4.3.



Figur 4.3: Illustration av Fas 1 i utvecklingsarbetet.

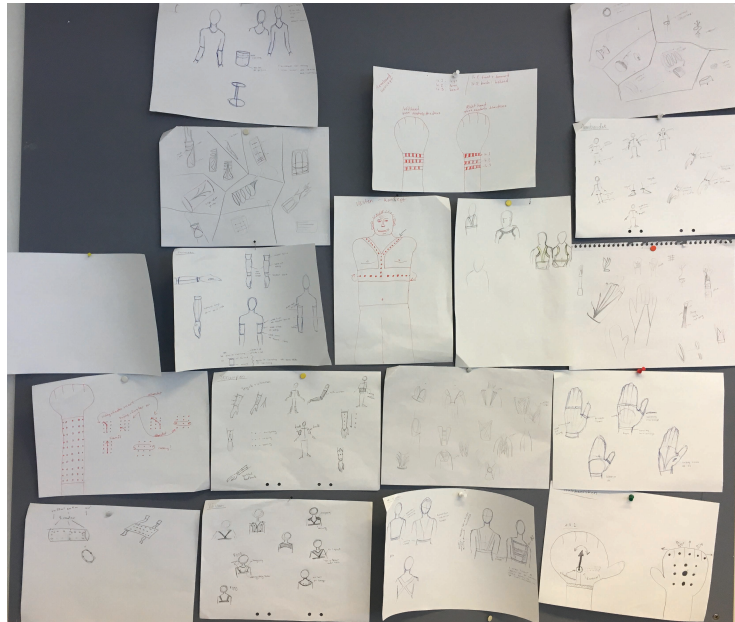
Processen tog sin början i att först hålla designrymden så öppen som möjligt, där det uppmuntrades att inte tänka för lösningsberoende. Alla i gruppen fick fritt komma med idéer vilka samtidigt listades i ett dokument för att senare kunna ha något att återgå till efter idégenereringens slut. Utifrån kravlistan kunde därefter flera idéer sällas ut och kategoriseras i olika undergrupper utifrån hur lika varandra de var. Dessa undergrupper illustrerades sedan på en whiteboardtavla för att inför fortsatt diskussion ha något att samlas kring inom gruppen (se figur 4.4).



Figur 4.4: Olika grupperingar av principer för haptisk informationsöverföring från första idégenereringen.

Utifrån idégrupperingarna från första idégenereringen genomfördes därefter ytterli-

gare en idégenerering i form av Braindrawing (se figur 4.5). Syftet var nu att istället konkretisera idéerna och avgöra potentialen kring realiserbarhet och hur väl de skulle kunna uppfylla användarnas mål enligt diverse riktlinjer inom användarvänlighet.



Figur 4.5: Resultat från Braindrawing.

Som medierande objekt skapades förutom enkla skisser även snabba prototyper (se figur 4.6). Detta ansågs vara av stor vikt för att tydligare förstå de olika idéernas påverkan på det haptiska sinnet. Att förlita sig på enbart skisser och muntliga beskrivningar skulle inte möjliggöra en god förståelse för hur idéer kring haptisk feedback känns på kroppen. Det var därför viktigt att prototypa kontinuerligt under hela arbetsprocessen.

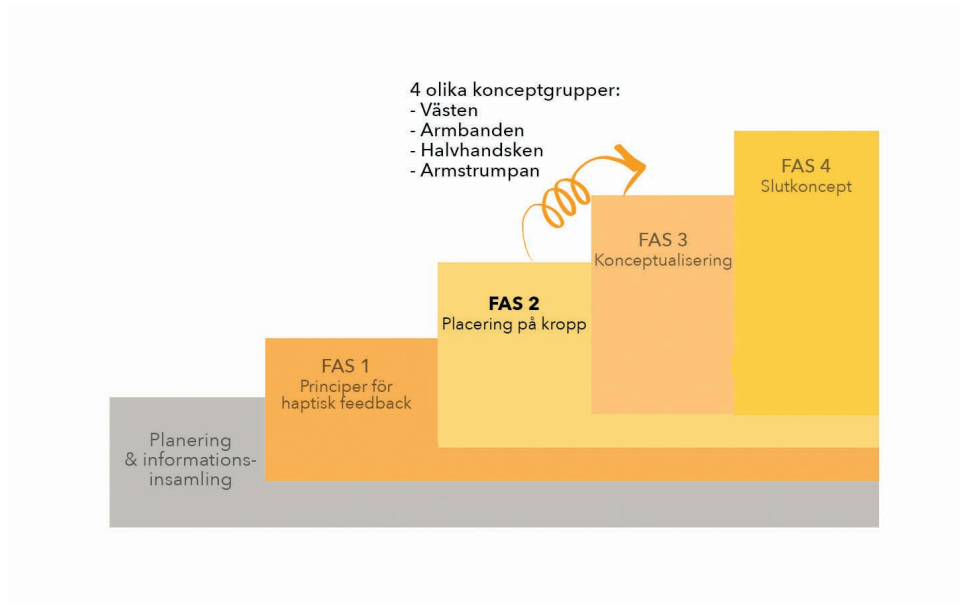


Figur 4.6: Några enkla prototyper som användes under Fas 1.

4.3.2 Fas 2: Placering av produkt

Under nästa fas i designprocessen var syftet att undersöka var på kroppen de olika principerna för haptisk informationsöverföring skulle kunna appliceras. Här gav tidigare genomförda litteraturstudier samt empiriska studier en bra teorigrund att stå på inför kommande beslut. För att komplettera dessa utfördes även ett urvalstest.

Fas 2 resulterade i fyra konceptgrupper där typ av haptisk feedback och olika placering på kroppen hade kombinerats. Konceptgrupperna var följande: Armstrumpan, Västen, Armbanden och Halvhandsken. Denna fas kan sammanfattas med figur 4.7.



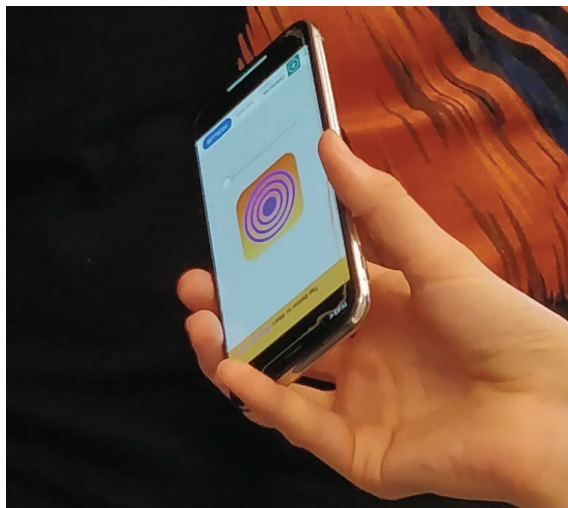
Figur 4.7: Illustration av Fas 2 i utvecklingsarbetet.

Urvalstest 1

Målet med testet var att inom gruppen få en uppfattning om vilka delar av kroppen som är bäst lämpade för olika typer av haptisk feedback. Detta genom att undersöka hur väl de olika principerna för haptisk informationsöverföring uppfyller krav om exempelvis urskiljbarhet och god ergonomi. På grund av den tid det skulle ta att anordna tester med personer ur målgruppen utfördes testerna i detta fall med gruppmedlemmarna själva. Detta då syftet bakom testet ansågs kunna uppnås även om det utfördes med testpersoner utan erfarenhet av att leva med synnedsättning. För en mer detaljerad metodbeskrivning se bilaga D.

En tabell skapades där sex olika principer för haptisk informationsöverföring listades tillsammans med olika områden för placering på kroppen. Testerna utfördes på alla sex gruppmedlemmar där varje projektmedlem fick poängsätta varje placering efter hur väl de upplevde varje haptisk signal. Försökspersonerna fick även tänka högt och motivera sina poäng, där varje person ombads resonera kring varje signal utifrån bland annat urskiljbarhet och behaglighet. Poängskalan syftade till att skapa kvantitativ data, vilket tillsammans med kvalitativa data i form av att testpersonernas kommentarer kunde utgöra grunden för fortsatt utvärdering.

Principerna för informationsöverföring testades med enkla prototyper. Exempelvis illustrerades feedback i form av vibrationer med vibrationerna från en mobil (se figur 4.8). Då urvalstestet syftade till att enbart ge projektgruppen en första, snabb uppfattning om hur de olika idéerna upplevs på olika delar av kroppen sågs det ej som prioriterat att skapa utförliga och exakta prototyper.



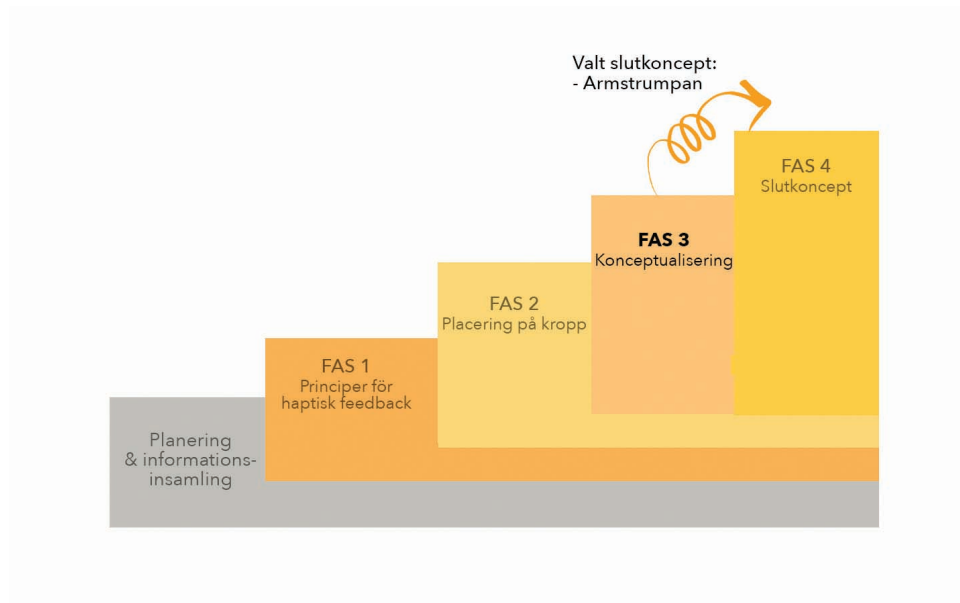
Figur 4.8: Vibrationerna från en mobil användes under urvalstest 1 för att utvärdera vibrationer som haptisk princip.

Efter urvalstestet utvärderas den kvalitativa och kvantitativa datan ihop med data från tidigare studier. Slutligen valdes den typ av feedback samt de placeringar på kroppen som ansågs lämpligast inför fortsatt utvecklingsarbete i Fas 3.

4.3.3 Fas 3: Konceptualisering

Fas 1 och 2 resulterade i fyra konceptgrupper varvid samtliga innehöll ett flertal olika lösningsförslag. Fas 3 syftade därför till att genom utvärderingsmetoder och användbarhetstester utveckla varje koncept till det stadie att valet av ett slutkoncept skulle kunna tas inför Fas 4. Under Fas 3 blev det även av större vikt att beakta det haptiska språkets utformning för att en bedömning skulle kunna göras kring huruvida konceptet var realiserbart eller ej.

Fas 3 resulterade i sin tur i att ett slutkoncept kunde väljas utifrån de fyra konceptgrupperna. Se en illustration i figur 4.9.



Figur 4.9: Illustration av Fas 3 i utvecklingsarbetet.

Första steget i Fas 3 var att börja konkretisera de idéer som redan fanns med de olika koncepten. Mer noggranna beskrivningar och skisser skapades för att generera en gemensam bild av vad varje koncept innebar då det hade noterats att det inom gruppen fanns olika tolkningar (se figur 4.10). Detta genererade ytterligare brainstorming där fler problemområden kring varje konceptgrupp identifierades.



Figur 4.10: Konceptskisser av olika konceptområden.

Six Thinking Hats & Värdeметoden

Under Fas 3 utfördes en kombination mellan Six Thinking Hats och Värdeметoden. Målet var att göra en utvärdering av konceptgrupperna, där skisserna fungerade som medierande objekt. Detta utfördes endast av tre personer i projektgruppen vilket innebar att metoden fick anpassas. De hattar som ansågs mest relevanta att ta med under detta stadie av utvecklingsarbetet var röd hatt (intuition), gul (fördelar) och svart hatt (svårigheter). Det motiveras med att det skulle bli för tidskrävande för tre personer att agera alla sex tänkbara hattar. Den blå hatten (ser till så att mötet håller struktur) skulle inte behövas för enbart tre personer när en tidsbegränsning dessutom var satt. Innebörden av den gröna hatten (kreativitet, lösningar) sågs som något som gruppen skulle undersöka närmare senare under processen och inkluderades därför inte heller.

Då varje konceptgrupp besatt ett flertal styrkor och svagheter vilka var samma för andra grupper gjordes ytterligare en utvärdering om konceptets unikheter och relevans. Därav blev utvärderingen även en variant av Värdeметoden. Denna metod resulterade i en mer konkret och strukturerad uppställning av fördelar ställda mot nackdelar vilket skulle underlätta inför framtida designbeslut. Utvärderingen lade sedan grunden för att en konceptgrupp, Armbanden, valdes bort inför framtida utvecklingsarbete.

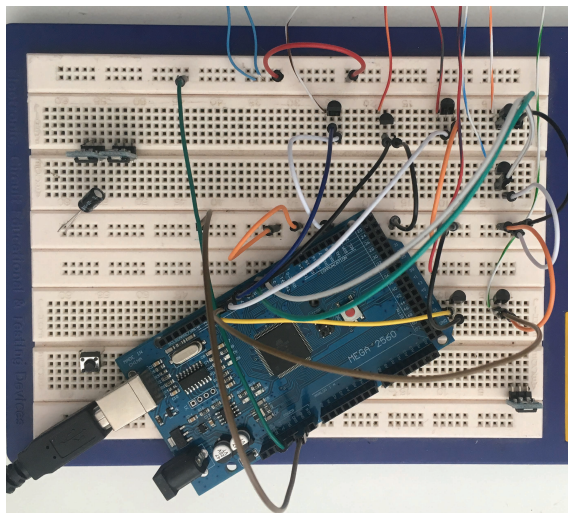
Prototypskapande

Under stora delar av utvecklingsarbetet pågick ett kontinuerligt prototypande i form av programmering med Arduino och vibrationsmotorer. Målet var att i slutet av Fas 2 kunna testa prototyper med faktiska vibrationsgivare för att inom gruppen få en uppfattning om hur väl denna typ av haptisk feedback hade kunnat appliceras. På grund av fördröjda leveranser av motorerna blev detta inte möjligt förrän senare i processen. Däremot pågick ett parallellt arbete med att skapa så kallade "prototypskelett" för varje konceptgrupp. Det var på dessa skelett som motorerna sedan skulle fästas på under kommande användbarhetstester, se ett exempel på skelett i figur 4.11.



Figur 4.11: Ett prototypskelett för Västen.

Hjärtat av elektroniken i prototyperna var en Arduino Mega 2560 (se figur 4.12). Till denna kopplades tio ERM vibrationsmotorer via transistorer. Intensiteten och mönstret på vibrationen för varje motor kunde då styras genom pulsbreddsmodulering, PWM från en dator. Arduino MEGA har 15 utgångar för att generera en PWM-signal.



Figur 4.12: Arduino Mega 2560 som användes i prototypstadiet.

Användbarhetstest: Haptisk feedback

I Fas 3 utfördes även användbarhetstester med de prototyper som skapats tidigare i arbetet. Syftet var att utvärdera konceptområdena tillsammans med den valda principen av haptisk feedback, vibrationer. Faktorerna i tabell 4.2 användes som utvärderingskriterier. Huvudmålet var att avgöra vilket av konceptområdena som tillät användaren att bäst urskilja signalerna.

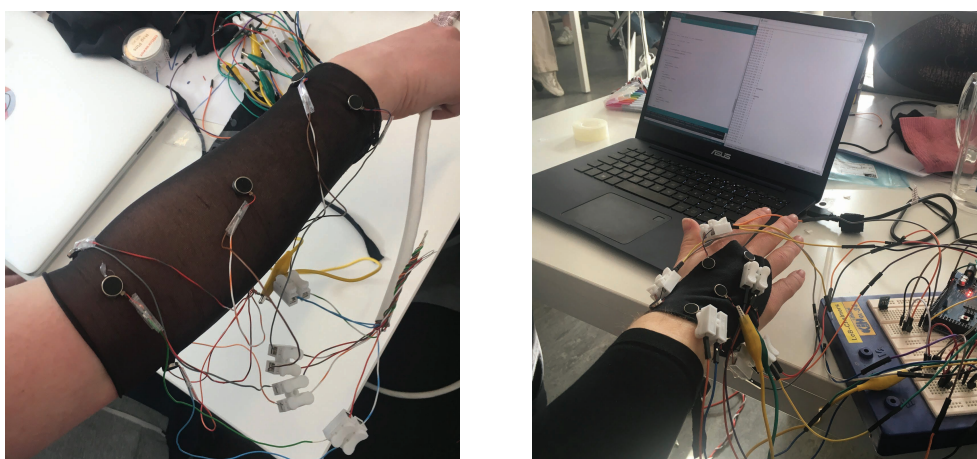
Tabell 4.2: Utvärderingskriterier under användbarhetstest.

Utvärderingskriterier	Ytterligare förklaring
Urskiljbarhet	Hur väl det går att känna skillnad på olika typer av signaler
Känslighet	Hur väl signalen känns
Bekvämlighet produkt	Hur bekväm produkten är att bära på
Bekvämlighet signal	Hur störande signalen är (exempelvis om den kittlas)

Varje konceptgrupp testades var för sig i följd med hjälp av prototyper (se figur 4.13). Motorernas placering på varje prototypskelett var förutbestämda enligt en mall för att säkerställa att alla testpersoner fick testa likadana prototyper. Varje försöksperson fick känna signaler från sju utplacerade vibrationsmotorer, där signalerna skickades en i taget. Försökspersonen fick peka ut vilken motor på mallen som hen trodde att vibrationerna kom från. Försökspersonen fick inte veta om svaret var rätt eller fel förrän efter avslutat test, detta för att inte kunna använda uteslutningsmetoden.

Antalet rätt som försökspersonen fick på att matcha givare med signal noterades. Försökspersonen fick resonera högt kring koncepten utifrån utvärderingskriterierna i tabell 4.2. För att öka reliabiliteten och se till att alla uppfattade de olika faktorerna lika så skrevs en ytterligare förklaring till varje utvärderingskategori. Olika styrkor på signalerna testades för att kunna få en uppfattning om var gränsen för att kunna urskilja signaler väl gick.

Då det fanns begränsningar i antalet motorer som gick att fästa på respektive prototyp samt då det ej gick att skapa trådlösa prototyper i detta stadiet, kunde testerna inte utföras utomhus i kontextbaserad miljö. Istället utfördes testerna i ett rum på Chalmers där testpersonen under utförandet fick sitta bredvid en Arduino och dator.



Figur 4.13: Prototyp av Armstrumpan (vänster) och Halvhandsken (höger).

Telefonintervju

Inför valet av slutkoncept utfördes två semistrukturerade telefonintervjuer med användare ur urvalsgruppen. Intervjuobjekten var personer som tidigare deltagit vid informationsinsamlingen under arbetets början. De hade därmed redan kännedom om projektet. De båda intervjuobjekten var i övre medelåldern och hade mångårig erfarenhet av hur det är att leva med synnedsättning. Se fullständig intervjumall i bilaga E.

Temat på frågorna handlade om hur intervjuobjektet uppfattade varje konceptgrupps realiserbarhet och användarvänlighet, samt i vilka scenarion de hade kunnat tänka sig att använda koncepten. I slutet av intervjun ställdes mer generella frågor kring vilket koncept intervjuobjektet skulle föredra utifrån faktorer som användbarhet och bekvämlighet. För att hålla telefonintervjuerna korta begränsades frågorna per koncept samt även graden av probing.

Då intervjuobjekten inte hade möjlighet att testa prototyperna och dessutom på grund av grav synnedsättning inte heller hade möjlighet att se bilder på koncepten, låg det därför en stor vikt vid att de fick koncepten muntligt beskrivna för sig på ett utförligt sätt. För att försäkra sig om att de tolkat beskrivningarna korrekt utfördes två pilottester med seende personer utan tidigare kunskap om koncepten. Dessa personer fick skissa upp hur de trodde att koncepten såg ut efter att ha hört respektive beskrivning, vilket resulterade i att beskrivningarna därefter fick korrigeras en aning.

Intervjuerna sågs som ett alternativ till de uteblivna användbarhetstester som hade planerats att utföras i detta stadie, och syftade till att få användarens subjektiva åsikt kring att vilja att testa produkten, köpa och använda den. Intervjuerna användes även som ett sätt att skapa förståelse för hur användaren skulle ha resonerat i en köpsituation om hen inte haft möjlighet att testa produkten tidigare. Att användaren känner tillit till produkten och litar på att den skulle kunna ta användaren närmare sitt mål är av stor vikt, vilket är starkt kopplat till den initiala reaktion som användaren känner för produkten.

Diskussionsgrupp

För att få ytterligare input ställdes frågan om vilket koncept som var att föredra till en grupp på runt 20 personer med samma akademiska bakgrund som projektgruppen. De tillfrågade hade då fått ta del av en tio minuters lång redovisning där varje konceptgrupp hade presenterats. Personerna hade ingen egen erfarenhet av att leva med synnedsättning och fick svara muntligt direkt efter presentationen genom att även motivera sina val.

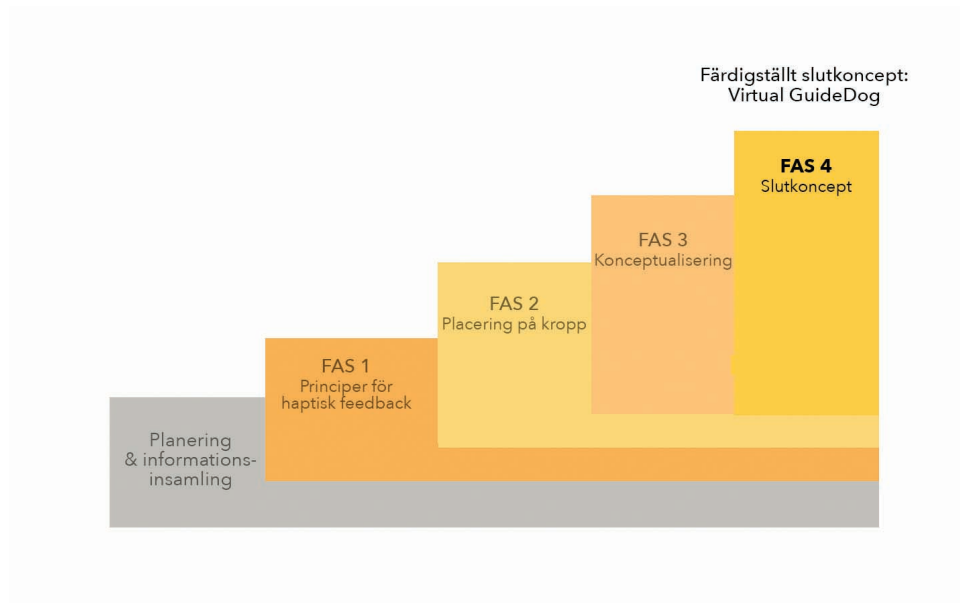
Pugh-matris

Inför valet av slutkoncept utvärderades koncepten med en Pugh-matris. De kriterier från kravlistan som ansågs mycket viktiga togs med som utvärderingskriterier, samt de kriterier som konceptgrupperna ansågs skulle kunna uppnå mycket olika. Referenskonceptet som användes var Touch & Go från examensarbetet, detta då det ansågs ge en mer objektiv utvärdering mellan de tre koncepten framtagna i detta arbete.

I detta stadie ansågs det finnas tillräckligt med underlag för att kunna poängsätta varje koncept utifrån kriterierna, varav anledningen bakom att Pugh-matrisen genomfördes som ett av de sista momenten av Fas 3. Efter att resultatet från matrisen sedan analyserats kunde ett val om slutkoncept tas inför Fas 4.

4.3.4 Fas 4: Slutkoncept

Följande fas behandlade förfiningen av slutkonceptet samt det haptiska språkets utformning. Syftet var att här att säkerställa att slutkonceptets utformning och tillhörande haptiska språk anpassades efter användarens behov, diverse designaspekter och riktlinjer och att kraven i kravlistan uppnåddes. Fas 4 mynnade ut i ett färdigställt slutkoncept Virtual GuideDog. Se en illustration av Fas 4 i figur 4.14.



Figur 4.14: Illustration av Fas 4 i utvecklingsarbetet.

Konstruktion

Inför beslut kring materialval hos produkten kontaktades S. Eriksson, en expert inom textilier. Förutom sin forskning om co-design med användare inom medicinteknik har hon bland annat en textilvetenskaplig utbildning samt erfarenhet av industriell produktutveckling inom textil- och industridesign, från bland annat bilindustrin. En semistrukturerad intervju hölls med syfte att verifiera att produkten skulle gå att tillverka. Ett antal frågor kring olika lämpliga materialval, hållbarhetsaspekter och framförallt vattentäta material ställdes.

Nästa steg var att utveckla en mer detaljerad teknisk konstruktion kring slutkonceptet som skulle uppfylla de krav som fanns på produkten. En session för digitalt skissande och brainstorming utfördes. Sessionen utfördes i helgrupp för att sporra tankarna och för att kunna bygga vidare på varandras idéer. Genom att kontinuerligt inom gruppen beakta fördelar och nackdelar med olika konstruktionsförslag kunde så småningom ett beslut fattas om vilken konstruktion som ansågs vara den bästa. Diskussionen baserades hela tiden på de krav som fanns på produkten för att säkerställa dess kvalitet ur ett användningsperspektiv. Storleken på produkten bestämdes med hjälp av antropometriska mått.

Språk

Idéer kring hur språket skulle utformas baserades på tidigare användbarhetstester och analyser utförda inom gruppen. Språket togs fram utifrån områden som navigering, upplysning och varning vilket i tidigare faser framkommit som essentiella. Utifrån det genomfördes det i halvgrupp en analys kring hur språkets skulle definieras i olika användarsituationer. Gruppens storlek visade sig fördelaktigt av två anledningar: dels genererade det en ökad effektivitet och dels ledde det till att språket kunde få utomstående feedback från resterande gruppmedlemmar när analysen var färdig. På så sätt kunde flera idéer ifrågasättas vilket genererade ytterligare en

iteration av idégenereringen och analys, och därmed ett mer väldefinierat språk.

Under utvecklingsstadiet av språket låg det huvudsakliga fokuset på att skapa signaler som skulle gå att urskilja från varandra, då det under både användbarhetstester och intervjuer framkom att detta var en av de viktigaste aspekterna. Även om det tidigare konstaterats att en upplärningstid hos användaren skulle vara nödvändig skulle ett mer intuitivt språk förstärka förståelsen för språket under användning, och blev därför även en viktig aspekt att ta hänsyn till. Under det slutgiltiga utvecklingsstadiet togs hjälp från tidigare definierade personas för att på ett konkret sätt kunna skapa enklare scenarion och täcka in ytterligare aspekter av användningen. Signalernas utformning representerades i skisser och animationer för en tydligare kommunikation gruppen emellan.

Teststrategi: Slutkoncept och språk

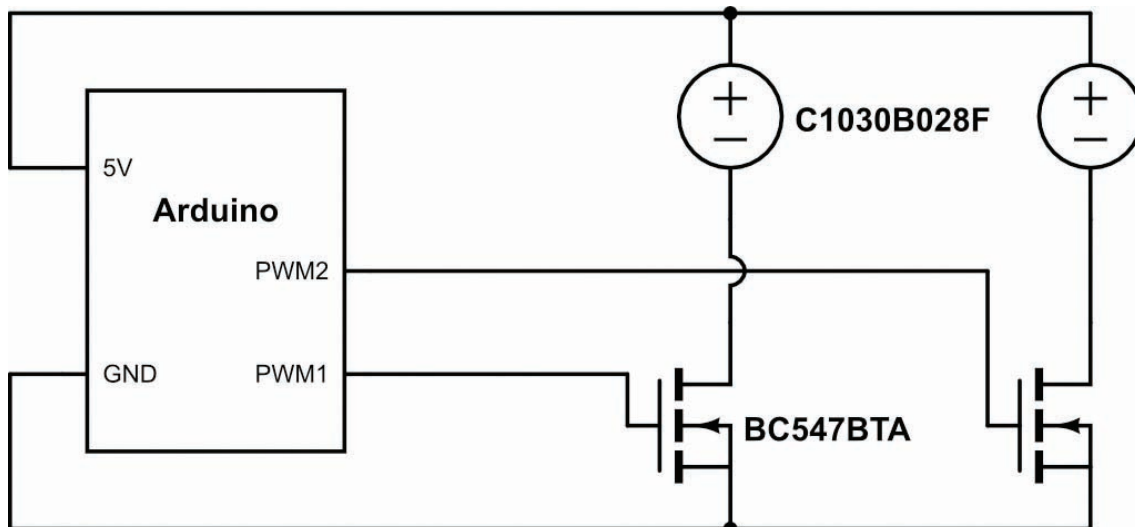
Då ett användbarhetstest kring slutkonceptet inte kunde genomföras med användargruppen på grund av Covid-19 konstruerades istället en teststrategi (se bilaga F). Detta gjordes genom att eventuella problemområden och osäkerheter kring slutkonceptet identifierades vilka sedan låg till grund för vad som skulle testas. Denna strategi skapades för att förse uppdragsgivaren med en guidning inför framtida tester av det slutliga konceptet men även för att se till vilka kriterier som inte kunnat testas ordentligt tidigare i arbetet. Syftet med ett verkligt genomförande av testet skulle vara att utvärdera det haptiska språket tillsammans med ett antal försökspersoner ur målgruppen. Genom att testa det haptiska språket skulle kunskaper fås om huruvida försökspersonen förstår navigeringen utifrån de givna haptiska signalerna, om feedbacken som ges är intuitiv och urskiljbar, hur noga precisionen behöver vara och hur inlärningskurvan ser ut.

Slutgiltig prototyp

Två slutgiltiga prototyper skapades i slutet av projektet. På grund av tidsbegränsningar fanns det ej möjlighet att göra en funktionell modell med den slutgiltiga designen, utan konstruktion och funktion delades upp i två olika prototyper; en för att undersöka den tekniskt funktionella aspekten och en för att påvisa konstruktion och form. Dessa prototyper har inte kunnat användas under utvecklingsarbetet på grund av tidsbrist, utan är tillverkade i slutet av arbetet för att till uppdragsgivaren kunna visa på projektets resultat. Förhoppningen är att dessa kommer kunna användas för vidare tester och studier i framtiden.

Tekniskt funktionell modell

Den funktionella modellen utvecklades i slutskedet av arbetet för att medge en korrekt representativ bild av produkten till företaget. Syftet var att möjliggöra framtida tester av funktionerna som framkommit som önskvärda under arbetet. Prototypen för det slutgiltiga konceptet bestod av en Arduino MEGA 2560 mikrodator, flertalet vibrationsmotorer av typen ERM, transistorer och ett plagg som håller fast komponenterna. Arduino-kretskortet och transistorerna möjliggjorde styrning av vibrationernas intensitet och varaktighet.



Figur 4.15: Utdrag från kretsschemat för den funktionella prototypen.

Figur 4.15 visar prototypens kretsschema. Notera att endast två haptiska motorer står med i schemat men i själva verket användes fler än så. Syftet med schemat är att visa hur motorerna parallellkopplas till kretskortet, där varje transistor styrs genom varsin digital utport. Till Arduinon är även flera knappar kopplade, dessa knappar korrelerar till de olika signalerna som kan testas med prototypen.

Formmodell

Även en mer estetisk modell togs fram för att visualisera det slutgiltiga konceptets form och konstruktion (se figur 4.16). Konceptet togs fram i slutet av projektet för att kommunicera utseendet med uppdragsgivaren, möjliggöra testning av på- och avtagande på av tyghöljet, och på- och avtagning på kroppen. En 3D-modell skapades först i Fusion 360 och skrevs sedan ut med hjälp av en 3D skrivare. Basenheten skrevs ut i Polylaktid (PLA), och banden skrevs ut i Termoplastisk polyuretan (TPU) som är en elastisk plast. Detta materialval gör basenheten stark medan banden är böjbara och stretchiga, dock inte så stretchiga som banden på slutprodukten behöver vara för att låta användaren dra på den genom att dra den över handen. Tyghöljet tillverkades genom att klippa sönder och sy ihop delar av en strumpbyxa.



Figur 4.16: Formmodell av Virtual GuideDog på person.

5 Resultat

Detta projekt har utgått från ACD³-processens designnivåer för att beskriva resultatet.

5.1 Effekt

Informationsinsamlingen i början av projektet utfördes med syftet att identifiera användarens behov och kontext i en situation där denne ska navigera från en punkt till en annan. Studierna skulle besvara frågor kring användarens inställning till teknik, hur hen använder sig av hjälpmedel och strategier för att navigera samt inställningen användaren har till sin egen synnedsättning. I slutet av studien skulle informationen analyseras för att sedan sammanställas i en kravlista (se Bilaga B)

5.1.1 Vikten av att inte belasta andra sinnen

Syftet med projektet är att utveckla en produkt som genom haptisk feedback hjälper en individ med grav synnedsättning att navigera, utan att belasta andra sinnen eller ockupera händerna. I användarintervjuerna framkom det att hörseln används för att skapa sig en omvärldsuppfattning och därmed delvis väga upp för det synen förser en normalseende person med. Vissa av användarna berättade att de med hjälp av hörseln kunde veta om de gick förbi en byggnad eller ett träd. Enligt dem reflekterades ljudet på ett sådant sätt att de kunde höra om något större befann sig i deras omgivning. Ljud var något som användes i flera av de hjälpmedel som användarna nyttjade i dagsläget.

En ytterligare problematik är att användaren genom att utnyttja ett hjälpmedel som belastar hörseln skärmas av från sin omgivning. Det genom att försvåra en interaktion med andra människor samt uppfatta den närliggande omgivningen då fokus måste ligga på navigeringen. Förutom hjälpmedel som belastade hörseln var det vanligt att använda hjälpmedel såsom den vita käppen och ledsagare. Samtliga försökspersoner som deltog i intervjuerna hade någon gång nyttjat dessa typer av hjälpmedel och många nyttjade vita käppen dagligen. Detta bekräftade hypotesen om att under skapandet av ett nytt hjälpmedel var kompatibiliteten med vita käppen något att beakta. Dock uttrycktes olika inställningar mot att använda vita käppen. Några av användarna ansåg inte det var något problem och använde den i syftet att tala om för sin omgivning om deras synnedsättning. Andra berättade om att de, speciellt vid ung ålder eller när de precis fått sin synnedsättning, motsatte sig användningen av vita käppen. En av de intervjuade uttryckte att hen vid ung ålder inte velat visa sin synnedsättning och tyckt det var pinsamt.

“ Man blir en helt annan person i folks ögon ”

- Person med blindhet om icke-diskreta hjälpmedel

Slutsatsen var att trots att en framtida lösning skulle vara kompatibel med vita käppen skulle den även behöva fungera utan. På så sätt kan användaren själv besluta om hen vill visa sin synnedsättning eller ej.

En ytterligare aspekt som togs i beaktning och som framkom under intervjuerna var att det är svårt att vara konstant uppmärksam. Detta framkommer även tydligt i Wickens modell (se avsnitt 3.2.1 *Kognitiv Ergonomi*). Därför ansågs det viktigt att kunna upprepa haptiska signaler. Detta skulle underlätta för användaren då det minskar behovet av att behöva vara kontinuerligt uppmärksam. Flera användare uttryckte även att en indikation om att något snart händer var en bra funktion att ha med. Detta skulle kunna skapa ett lugn hos användaren då hen kan förbereda sig på att exempelvis snart svänga in på en ny väg. Dock ansågs det även av vikt att inte ge för mycket information då det kunde störa snarare än hjälpa. Därav kunde ett konstaterande göras om att en framtida produkt skulle ge användaren möjligheten att till viss mån själv välja vilka signaler som ska ges. På så vis skulle produkten kunna anpassas till användaren och dess inställning till till exempelvis risktagande. En person som inte haft sin synnedsättning under en längre tid kunde känna ett större behov av en riklig informationstillförsel. Andra kände sig bekväma med mindre hjälp, speciellt om de rörde sig i områden de redan kände till väl.

Det framkom även att det vid en lång och rak sträcka kunde bli svårt att veta om produkten fortfarande fungerar samt om användaren var på rätt väg. Detta gav upphov till att produkten i sig skulle vara tvungen att indikera att den fungerar och att användaren gör rätt. Detta är även essentiellt för att användaren ska känna tillit till att produkten gör det den ska.

5.1.2 Ledarhund som hjälpmedel för alla?

I intervjuerna deltog både personer som nyttjar ledarhund som hjälpmedel samt en person som arbetade med utbildning av ledarhundar. Det framkom då att en hund som hjälpmedel är mycket uppskattat hos många. De är väldigt effektiva i sin ledning och personkemin mellan ledare och hund är svår att få genom något annat hjälpmedel. Mer specifikt uttryckte personen som utbildade ledarhundar att ett tekniskt hjälpmedel aldrig skulle kunna ersätta en hund ur det perspektivet. Användarna berättade att saker som trappor, trottoarkanter och navigering genom folkmassor var väldigt svårt utan en ledarhund. En hund kunde leda runt dessa typer av hinder på ett naturligt sätt och en av de intervjuade uttryckte att om det är en bra ledarhund märks det inte ens att det har varit ett hinder i vägen.

Dock fanns det vissa begränsningar med hund som hjälpmedel. För det första kunde det konstateras att bara för att en person är blind behöver det inte betyda att personen i fråga tycker om hundar. Att ha en hund passar inte in i allas livsstil. Om personen exempelvis reser mycket i jobbet eller har svårt att hinna med att ta hand om hunden blir hjälpmedlet problematiskt. En hund är en levande varelse och behöver tillsyn, kärlek och omhändertagande. Det är även en mycket lång väntetid på att få en ledarhund vilket kan vara frustrerande för användaren. En av intervjupersonerna uttryckte att det hade varit perfekt att ha en robothund som hen kunnat ställa på laddning i hallen i slutet av dagen, något som talade för att behovet fanns av ett tekniskt hjälpmedel som kan användas istället för en ledarhund.

Ett ytterligare problem som användarna uttryckte kring ledarhundar var svårigheten att navigera på nya platser. Därav utsätter sig en person med grav synnedsättning sällan för den osäkerheten.

“ Ena dagen lär jag mig en väg och
nästa dag spränger de den vägen
och då måste jag lära om och lära
nytt ”

- Person med blindhet om ruttändringar

Om användaren går vilse kan denne inte hitta tillbaka utan att be om hjälp. Då det även är svårt att veta vilka som befinner sig runt omkring blir det problematiskt att be om hjälp. En ledarhund är bra på att gå en invand sträcka och kan göra markeringar för att användaren ska veta vart hen befinner sig. En hund kan däremot inte orientera sig på nya platser. Hunden blir då nervös och stressad då den inte vill göra fel.

Denna kunskap ledde till att det konstaterades att en ny produkt behöver uppfylla behovet att användaren ska kunna orientera sig på nya platser. Trots att en ledarhund inte var perfekt kunde mycket inspiration tas från den erhållna kunskapen om hundens interaktion med människan. Den kunde ge signaler om trappor (både uppåtgående och nedåtgående), trottoarkanter, söka dörrar samt markera specifika platser som tillät användare att veta vart de befann sig.

5.1.3 Att detektera hinder

Informationsinsamlingen resulterade i kunskap gällande de olika problem användaren ställs inför vid navigering från punkt A till punkt B. Något som samtliga intervjupersoner berättade var att trappor och hinder (statiska och rörliga) av olika slag var problematiska. Under observationerna samt intervjuerna blev det tydligt att användaren ofta använder fötterna för att känna sig fram som förebyggande åtgärd. Därför kunde ett beslut tas om att fötter inte är en bra placering av ett hjälpmedel.

Enligt användaren var hinder över brösthöjd svåra att upptäcka. Hinder som utstickande skyltar och trädgrenar var något som de påpekade kunde utgöra en eventuell risk. Varken vita käppen eller ledarhund hade möjlighet att upptäcka hinder som befinner sig ovanför midjehöjd. Hinder över brösthöjd gjorde dessutom ofta mycket ont att slå i. Därför fanns det ett stort behov av att utveckla en produkt som kunde varna för denna typ av hinder.

5.1.4 Kunskaper om ett taktilt teckenspråk

I intervjun med en person som levt med dövblindhet i flera år framkom det att en person som är dövblind kommunicerar genom ett taktilt teckenspråk. Personen kan använda en tolk som tecknar på exempelvis rygg eller arm och därmed kan personen få kunskaper om vilka som är i ett rum, vart de sitter, vad de säger och till och med sinnesstämningen hos personerna. Att rygg och arm redan var ställen som utnyttjades för taktil kommunikation gav en indikation på att dessa även skulle kunna vara bra att använda vid placering av en produkt som ger haptisk feedback.

Det framkom även av intervjun att ställen som huvudet, hals, mage och nacke inte var att föredra för placering av en haptisk produkt då det kunde skapa obehag hos användaren. Något annat som framkom som essentiellt var att signalerna var tvungna att vara urskiljbara. Om signalerna är svåra att urskilja skulle det inte spela något roll hur bra produkten var i övrigt då användaren skulle missa feedbacken som gavs. Detta var ett kriterium som beaktades som ytterst nödvändigt under resten av arbetet.

5.1.5 Kravlista

Kravlistan är resultatet av informationsinsamlingen och en sammanfattning av analysen som utfördes efter litteraturstudier och empiriska studier. Kraven är uppdelade i följande funktionskategorier:

- **Anpassning:**
Denna kategori berör de krav som ställs på produktens anpassningsförmåga, det vill säga aspekter som möjliggör användning för ett brett spektrum av användare.
- **Navigering:**
Den kategori som prioriterades högst var navigering. Denna kategori innefattar ett ramverk av krav på utformningen av systemets navigationsfunktioner.
- **Ergonomi:**
Ergonomi behandlar de aspekter som påverkar användarens upplevelse både fysiskt och kognitivt. Exempelvis får produktens konstruktion ej utgöra en skadlig eller obehaglig belastning på användarens kropp.
- **Kompatibilitet:**
Kompatibilitet berör kraven om att ej begränsa användarens övriga förmågor

eller användning av hjälpmedel. Till exempel ska användaren ha möjlighet att använda vit käpp i kombination med det haptiska systemet.

- **Konstruktion:**

Krav har även ställts på produktens konstruktion. Detta innefattar krav på materialegenskaper, hårdvarukomponenter, stöttålighet, etcetera.

- **Varning:**

Krav på sådant som systemet måste varna användaren för, såsom faror eller potentiella hinder. Denna kategori berör i högsta grad användarens säkerhet.

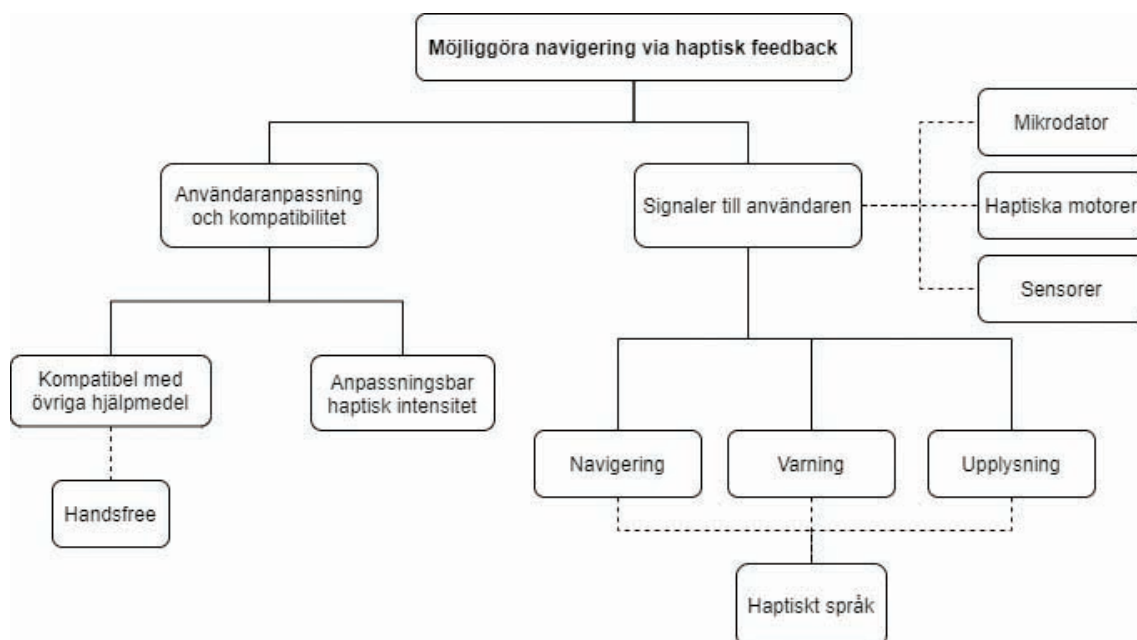
- **Upplysning:**

Upplysningar är likt varningar, men mindre brådskande. Detta innefattar bland annat indikation för trappa. Trappor kan vara farligt, men skillnaden är att dessa tillhör användarens planerade rutt.

- **Verifiering:**

Denna kategori behandlar de signaler som krävs för att ge användaren en indikation om systemets funktioner. Det vill säga om systemet är aktiverat eller inaktiverat, hur mycket batteritid som återstår, möjligheten att upprepa signaler, etcetera.

För detaljer på de specifika kraven, se kravlistan i bilaga B. Kravlistan användes som ett ramverk vid utvecklandet av produktens olika aspekter. Den användes även som bas för att sammanställa slutkonceptets funktioner. I figur 5.1 illustreras systemets kärnfunktioner i ett blockdiagram för att tydliggöra funktionernas relation till varandra.



Figur 5.1: Visualisering av funktioner.

5.2 Användning

5.2.1 Slutkoncept: Armstrumpan

Anledningen bakom beslutet att välja Armstrumpan som slutkoncept var att den under analysen med Pugh-matrisen var överlägset de andra koncepten. Där togs aspekter såsom bland annat fästning, hur diskret produkten är och urskiljaktighet bland signaler i beaktning. I den totala poängsättningen fick Armstrumpan klart högst poäng (se bilaga G). Det var även det koncept som utifrån telefonintervjuerna under Fas 3 uppdagades som de koncept som användarna ansågs vara mest mottagliga och positiva inför.

Underarmen är en del av kroppen som besitter en hög känsel, något som framkom tydligt under urvalstesterna. Den haptiska upplösningen var betydligt tydligare än på överramen, ryggen samt axlarna. Eftersom skelettben inte ligger ytligt under huden vid underarmen resulterade det i att vibrationerna upplevdes som lokala istället för att fortplantas genom benen. En annan klar fördel med underarmen är att det är en relativt stor yta för signalen att löpa över. Det medför en bättre urskiljaktighet signalerna emellan vilket är ett essentiellt krav. Användbarhetstesterna utfördes även på individer med olika grad kroppsbehåring varav resultatet blev att det inte var någon nämnvärd skillnad på känsel oavsett kroppsbehåring.

Placeringen medför även att produkten är relativt diskret. Den kommer att vara synlig då användaren bär kortärmade kläder men är enkel att dölja genom att ta på sig ett långärmat plagg. Det är framför allt under sommarhalvåret aspekten måste tas hänsyn till men även då kan den täckas av en tunn jacka. Från telefonintervjuerna i Fas 3 var Armstrumpan dessutom det koncept som båda intervjuobjekten föredrog. Intervjuobjekten påpekade att Armstrumpan verkade vara enkel att ta på och av sig vilket de menade var en mycket stor fördel. Detta då det innebär att den blir enkel att ta av sig inomhus om så önskas och bära med sig i handväskan.

Placeringen på underarmen har antropometriska fördelar. Detta då det krävs en mindre storleksanpassning på underarmen än vad det skulle göra över rygg och mage. Könaspekter som kommer med en manlig och kvinnlig användare behöver inte heller tas i beaktning då det är en kroppsdel som inte skiljer sig åt avsevärt. Däremot kommer det ändå krävas en viss storleksanpassning där produkten kommer behöva finnas i olika storlekar. Att placera Armstrumpan på underarmen hos den icke-dominanta armen har även den positiva aspekten att den inte är i vägen för användandet av vit käpp.

Placeringen har inspirerats av en typ av kompressionsstrumpa för arm vilken atleter såsom basketspelare använder under träning och matcher. Eftersom denna typ av idrottstrumpa används på armarna visar det på en möjlighet att använda sig av placeringen vid högintensiv aktivitet, och bör därav även vara passande för när användaren rör sig med gånghastighet.

En annan fördel med Armstrumpan som nämndes under telefonintervjuer under Fas 3 var att den kommer kunna sitta kvar på armen under många av de aktiviteter som andra koncept inte kunde, så som under toalettbesök eller när användaren äter mat. En användare uttryckte att

“Armstrumpan tror jag skulle funka alldeles utmärkt! Den gör en mer fri, man behöver inte tänka på att ta av sig den varje gång man ska tvätta händerna till exempel”

- Person med blindhet om koncept Armstrumpan

5.2.2 Framtagning av produktplacering

Placeringen var en aspekt med en direkt koppling till det haptiska språket vilket krävde ett stort fokus under projektets gång.

Från informationsinsamlingen i början av arbetet framkom det att huvud, hals och fötter var placeringar som inte var önskvärda (se avsnitt 5.1 *Effekt*). Vidare hade det identifierats att mage och nacke inte var att föredra men behövde testas vidare. För att identifiera den optimala placeringen på kroppen samt vilken typ av princip av feedback som var bäst på den del av kroppen utfördes i ett första steg ett urvalstest i Fas 2 (se fullständigt resultat i bilaga D). Även Värdeметoden i kombination med Six thinking hats (se bilaga H) utfördes. Fokus kommer här att ligga på att visa på och analysera resultatet gällande placering på kroppen (se tabell 5.1).

Tabell 5.1: Utvärdering av känsel vid olika kroppsdelar.

	Axlar	Bröstkorg	Midja	Nacke	Skuldror	Rygg	Finger	Hand	Underarm	Armveck	Överarm	Lår	Vad	Ankel
Vibration tot	6.5	6.2	3.8	4.5	5.3	4.3	9.0	7.8	6.5	5.0	5.0	4.8	5.3	6.8
Tryckpunkt	8.0	8.0	7.5	6.5	7.3	7.3	9.7	8.7	8.7	6.7	7.7	5.3	7.3	8.0
Kram	–	–	–	–	–	–	6.5	4.5	6.3	3.5	5.3	5.5	5.5	5.5
Hjul	3.5	4.0	2.8	3.0	3.5	3.5	6.0	4.8	4.3	3.5	4.8	2.0	3.3	2.0
Knut	7.0	6.5	6.8	5.8	7.3	6.5	–	6.0	8.0	4.3	7.3	6.7	5.7	–
Sträck	8.0	6.0	6.5	6.0	7.0	6.8	8.0	8.7	8.0	4.3	7.3	7.0	6.3	4.7

I urvalstest 1 framkom det att haptisk feedback vid nacke och mage kunde skapa obehag. I poänggivningen från testet syns detta tydligt då båda placeringarna fick låga betyg. Nacken var bra ur en precisionssynpunkt då det var enkelt att känna feedback. Dock upplevdes det som obehagligt då all typ av feedback fortplantas i

området. Det hade även framkommit under användarintervjuerna med en dövblind individ att nacken var en sämre placering just på grund av obehag. Detta obehag upplevdes även när feedback gavs på bröstkorgen, varav teorin bakom detta är att vibrationer fortplantar sig snabbt genom skelettbenen vilket skapar känslan av att hela området vibrerar. Midjan eller magen fick något bättre betyg än nacken men låg fortfarande väldigt lågt betygmässigt. Här var problemet att signalerna var svåra att uppfatta. Känslan i midjeområdet gav dålig precision och det var där svårt att urskilja feedbacken. Det var även ett område som skiljde sig mycket poängmässigt från person till person. Detta ansågs vara grundat i antropometriska skillnader mellan olika människor. Därmed kunde det konstateras att en produkt placerad i detta område skulle kräva stor anpassning och variation i konstruktionen för att kunna passa många olika människor.

Vidare utvärderades placeringar på axlar, skuldror och rygg. Dessa placeringar fick genomgående ganska höga poäng, med viss variation beroende på vilka typer av feedback som gavs. Förutom att dessa placeringar upplevdes som urskiljbara och med bra känslighet så fanns åsikten att feedback som gavs på dessa ställen kändes väldigt intuitiva, exempelvis att en vibration på höger axel kopplades till tanken att svänga höger. Därmed hade ett koncept som utnyttjade alla dessa placeringar kunnat bli väldigt intuitiv i sin feedback.

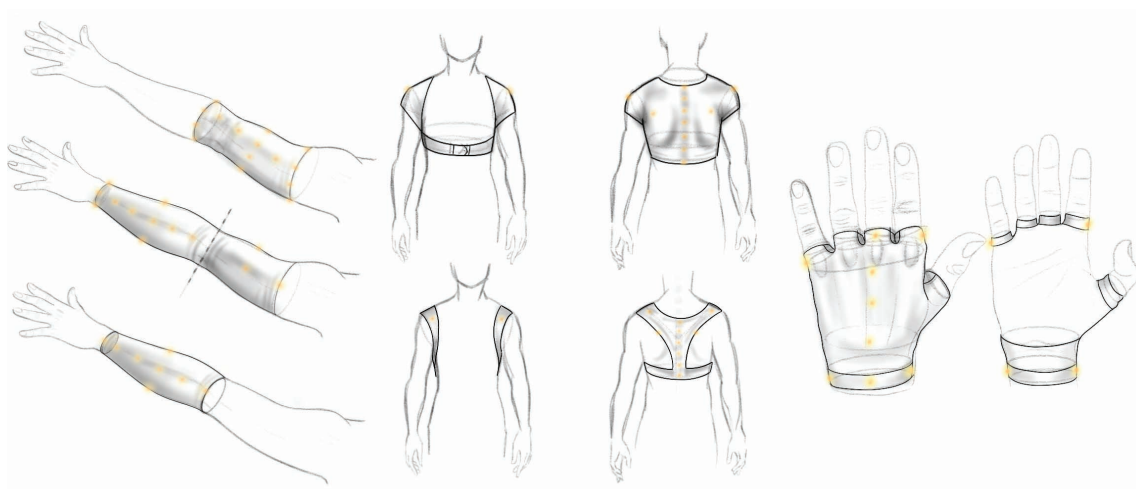
Områdena lår, vader och anklar fick lågt- till medelbetyg. Dessa områden, liksom för midjan, skiljde sig mycket mellan personerna som deltog i testet. Återigen kunde ett antagande göras att områdena (speciellt lår) skiljer sig storleksmässigt mycket mellan människor vilket även skapar skillnader kring hur signaler och feedback uppfattas.

Vidare utfördes tester på under- och överarm samt även armveck. Det kunde snabbt konstateras att armvecket var dåligt ur feedbacksynpunkt: placeringen fick låga betyg och upplevdes i många fall som obekvämt och till och med obehagligt. Underarm som placering fick väldigt höga betyg och upplevdes som ett ställe där god precision kunde uppnås. Signalerna ansågs vara enkla att känna och urskilja. Överarmen fick lite lägre betyg än underarm.

Placering och feedback på ovansida av hand och fingrar fick väldigt höga betyg. Detta var något som kopplade till tidigare kunskaper om att handen som sådan har väldigt hög känsselförmåga. Dock fanns en tveksamhet från början att använda händerna som en placering av en produkt. Det hade tidigare definierats i problemanalysen att en framtida lösning inte ska ockupera händerna enligt uppdragsgivaren. Dock skulle en smart placering på handryggen och fingrarna fortfarande kunna innebära att en användare kan utnyttja sina händer till annat. Tanken utmanade lösningsrymden vilket ansågs vara positivt. Sammanfattningsvis gav urvalstest 1 tillräckligt med information för att ett beslut kunde tas om att tre områden av placeringar var överlägsna de andra. Dessa områden var: hand, arm och rygg/skuldror.

5.2.3 Utveckling av tre konceptområden

Efter Fas 2 kunde de olika placeringarna på kroppen kombineras med lämpliga principer av informationsöverföring, vilket resulterade i fyra konceptgrupper; Västen, Armbanden, Halvhandsken och Armstrumpan. Utifrån utvärderingen med Six thinking hats under Fas 3 blev det tydligt att konceptet Armbanden inte skulle uppfylla krav såsom att medge ett urskiljbart och nyanserat språk. Detta då konceptet täcker för lite kroppsytta för att möjliggöra en fullgod informationsöverföring till användaren. Därför var det enbart de övriga tre konceptgrupperna som bearbetades under resten av Fas 3, varav dessa illustreras i figur 5.2.



Figur 5.2: Skisser av de tre valda prototyperna. Från vänster till höger: Armstrumpan, Västen och Halvhandsekn.

Västen

Västen är ett koncept som avser att överföra haptiska signaler via ryggen. Den sitter lite som en ryggsäck på användaren, helst under kläderna men möjligtvis över ett linne.

Halvhandsken

Konceptet ger haptisk information via handens ovansida. Den täcker inte handflatan eller fingrarna helt, utan sitter fast i handleden och roten av fingrarna.

Armstrumpan

Det tredje konceptet är en produkt som sitter på armarna. Den haptiska feedbacken ges via vibrationsmotorer precis som hos övriga koncept.

5.2.4 Konzeptutvärdering

Efter användbarhetstestet i Fas 3 med de tre olika konceptgrupperna, se bilaga I gavs ett resultat som i kombination med en teoretisk värdering, telefonintervjuer med användarna och Pugh-matris (se bilaga G) kan sammanfattas i följande delavsnitt.

Konceptet Västen medgav intuitiva signaler som enkelt skulle kunna utnyttjas vid skapande av ett haptiskt språk. Produkten var bekväm att ha på sig men kunde bli något varm. Från telefonintervjuerna framkom det att detta koncept kunde vara något otympligt då det var tvunget att placeras under klädesplagg och därmed krävde en ganska stor ansträngning när det skulle tas på. Västen skulle däremot vara mycket diskret, men även som ett intervjuobjekt uttryckte

“ Västen är mer klumpig, om man bara ska ut och gå måste man gå och byta om först ”

- Person med blindhet om koncept Västen

Under telefonintervjuerna under Fas 3 uppkom det faktum att Västen även kunde innebära ett problem ifall användaren bar ryggsäck, vilket var fallet för ett av intervjuobjekten.

Något annat som framkom från användbarhetstestet i Fas 3 var att känslan på ryggen inte var så bra som urvalstestet i Fas 2 hade visat. Vid prototyptesterna ansågs det som svårt att urskilja signaler som gick längs med mitten av ryggen vilket begränsade mängden signaler som kunde ges. Ytterligare framkom det att vibrationssignalerna, efter att de slutat ges, fortfarande kändes på ryggen. Benämningen på detta blev ”fantomvibrationer” och kan förklaras som en variant av fantomsmärta. Vid närmare analys uppdagades det att personer ibland tror att till exempel mobilen vibrerar i fickan trots att den inte gör det, ett fenomen som liknar det som västkonceptet skapat.

Halvhandsken ansågs till en början vara en enkel princip där många olika signaler skulle kunna ges tack vare handryggens höga känslighet. Dock framkom det i telefonintervjuer med användarna att Halvhandsken som koncept kunde vara svårt att ta på sig då den skulle behöva sitta så tight att en påträdnings på fingrarna skulle bli svårt. Ett intervjuobjekt uttryckte dessutom att

“ Många yngre hade haft problem med Halvhandsken, den är ju inte jättediskret precis ”

- Person med blindhet om koncept Halvhandsken

Trots att Halvhandsken som koncept var liten i storlek skulle det inte gå att dölja i annat fall än om användaren hade vantar ovanpå. När konceptet testades som

prototyp under användbarhetstestet i Fas 3 upptäcktes det även att precisionen inte var god. Det var svårt att urskilja var på handen det vibrerade. Vibrationerna fortplantades dessutom genom skelettbenen vilket skapade en illusion om att ett större område vibrerade.

Under Fas 3 tillfrågades en grupp kollegor om att ge input på koncepten. Dessa hade själva ingen synnedsättning och ansåg att Halvhandsken vara det bästa alternativet. Detta främst då den ansågs smidig och praktisk på grund av dess lilla storlek. Anledningen bakom detta kan vara att de inte känner till hur de är att leva med synnedsättning och därför inte känner till behovet av att inte vilja ha för synliga hjälpmedel på sig.

Vid användbarhetstestet i Fas 3 och efter utvärderingar av Armstrumpan framkom det snabbt att ovansidan av armen hade sämre precision och känslighet än underarmen. Därför fastslogs det snabbt att överarmen inte skulle vara en bra placering för produkten. Att Armstrumpan skulle placeras på båda armarna var något som inte längre ansågs som nödvändigt, även om det hade kunnat innebära en tydligare urskiljning mellan exempelvis höger-och vänstersvängar för användaren. Att ha Armstrumpan på två armar hade istället blivit varmare och synligare för användaren, och dessutom inneburit att mängden signaler som framförs samtidigt hade kunnat orsakat för mycket stimuli för användaren att sälla mellan. Därför togs ett beslut om att Armstrumpan enbart skulle sitta på en arm.

5.3 Arkitektur

Kapitlet förklarar varför vibration som princip valdes för haptisk informationsöverföring. Även konstruktionen med avseende på rengöring behandlas nedan.

5.3.1 Vibration som princip

Under den första idégenereringsfasen uppdagades vibration som en möjlig princip för att kunna överföra haptisk feedback till användaren, vilken valdes för slutkonceptet. Denna princip utvärderades vidare i urvalstest 1 (se bilaga D) ihop med en rad andra principer på haptisk informationsöverföring såsom följande:

- *Vibrationer*: Signal i form av vibrationer i olika frekvenser och styrka
- *Sträck*: Signal som uppfattas som en lätt strykning på kroppen
- *Tryckpunkt*: Fokuserad nedtryckning av specifika punkter på någon kroppsdel
- *Kram*: En typ av känsla av att armen kramas åt
- *Hjul*: Ett hjul eller en kula som sitter mot användaren och snurrar eller roterar i olika hastigheter och riktningar.
- *Knut*: En kula som rör på sig i cirklar (eller banor) på användaren, likt en massagekula. Kan du snurra i olika riktningar/ hastigheter

Efter användningstester samt litteraturstudier blev det tydligt att vibration och principen kallad ”sträck” och ”tryckpunkt” var lämpliga sätt överföra information till användaren, detta då de framförallt ansågs både kunna ge behaglig haptisk feedback samt flest olika typer av mönster. Genom tidigare teoretiska studier (se avsnitt 4.3.2) kunde det konstateras att dessa samtliga principer kunde simuleras genom att använda vibration. Vibrationen skulle i fallet ”sträck” kunna överföras genom att vibrationsmotorer vibrerade i en sekvens och i fallet ”tryckpunkt” genom vibrationer under mycket korta tidsintervall. Detta kunde även bekräftas senare under användbarhetstesterna i Fas 3 då vibrationer i sekvens samt korta, stötvisa signaler testades. Allt detta låg som grund för beslutet om att informationsöverföringen skulle ges via vibrationer. Vibrationer är även en typ av haptisk feedback som används i många av de haptiska produkter som finns på marknaden idag. Det innebär att det är typ av informationsöverföring med stor potential att kunna implementeras i Virtual GuideDog.

5.3.2 Konstruktion för möjliggörande av rengöring

För att möjliggöra rengöring av slutkonceptet Virtual GuideDog går skelettstrukturen att separera från tyghöljet. På basenhetens ena sida är banden fästa med hjälp av piggar likt på en keps. Banden lossas från dessa piggar och skelettet dras ut från fickorna på tyghöljet (se figur 5.3). När skelettet torkats av och tyghöljet tvättats, träs banden på skelettet igen genom fickorna på tyghöljet och fästs på ovansidan av produkten.



Figur 5.3: Rendering av skelettstruktur (vänster) och tyghöljet (höger).

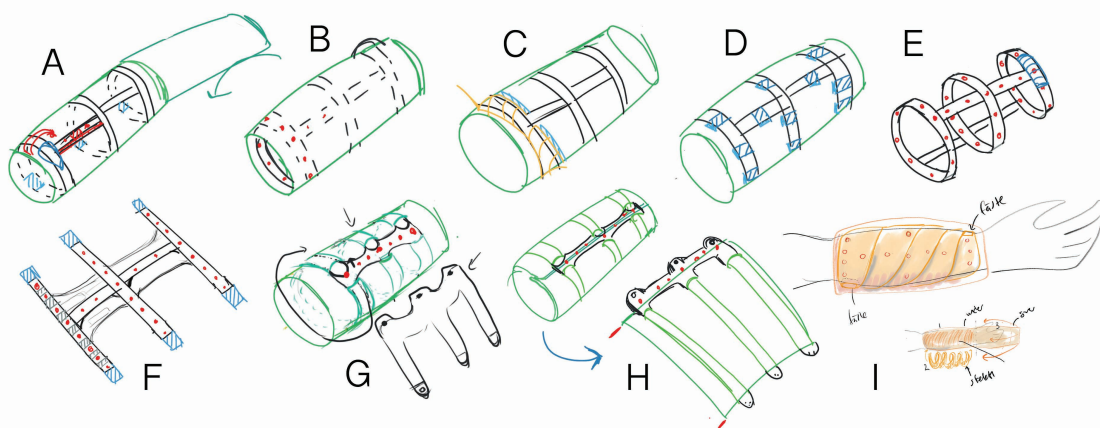
När litteraturstudierna genomfördes framkom krav relaterade till MDR (se avsnitt 3.2.3 *Medical Device Regulation*). Där var en viktig aspekt att produkten skulle konstrueras på ett sådant sätt att den möjliggör rengöring. En aspekt att beakta var att för en god användarvänlighet var produkten tvungen att vara konstruerad på ett sådant vis att ansträngningen att rengöra produkten inte överstiger nyttan med det. Under intervjun med S. Eriksson (8 april 2020) i Fas 4 framkom det att det här fanns två olika lösningar på problemet.

Antingen kan produkten i fråga göras helt vattentät genom ett vattentätt skikt över elektroniken, en sådan produkt skulle i sin tur endast vara lämpad för handtvätt. Alternativt kan produkten monteras isär för att erbjuda rengöring av de olika

delarna separat, elektronikdelen kan då torkas av och textilier kan designas för maskintvätt. Allt detta grundade sig i att elektroniken var tvungen att skyddas mot fukt.

De två alternativen vägdes mot varandra. Enligt Eriksson (personlig kommunikation, 8 april 2020) var fördelen med att göra en helt vattentät produkt att den inte skulle behövas monteras isär utan istället kunna rengöras direkt med skonsam tvätt. Det framkom att om en produkt görs vattentät innebär det att alla elektroniska delar skulle behöva tillverkas med en beläggning eller ett överdrag som var vattentätt. Nackdelen med detta var att elektroniken kunde ta allvarlig skada ifall minsta lilla spricka eller hål i överdraget initierades. Detta i sin tur skulle troligen medföra att hela produkten skulle behöva bytas ut. Det andra alternativet innebar att produkten behövde vara byggd i flera olika separerbara delar, vilket skulle kräva en större ansträngning från användarens sida vid rengöring. Fördelen med detta alternativ skulle vara att elektroniken bättre kunde skyddas och att produkten med stor sannolikhet skulle hålla längre.

Beslutet blev att skapa en produkt som gick att ta isär med motiveringen att, trots att det krävs en större ansträngning från användaren att rengöra produkten, överskred det faktum att risken att produkten blev defekt minskade. Ett antagande kunde även göras då produkten är placerad på ett ställe där användaren inte svettas mycket; produkten kommer inte behöva rengöras efter varje användning vilket i sin tur innebar att användaren inte kommer att behöva genomgå tvättprocessen frekvent.



Figur 5.4: Koncept för konstruktion som möjliggör rengöring.

Brainstormingsessionen under Fas 4 syftade därmed till att ta fram ett koncept som tillåter användaren att vid rengöring ta isär och sätta ihop produkten på enklast möjliga vis. Totalt togs nio olika koncept fram (se figur 5.4). Gemensamt för samtliga koncept är att de har en skelettstruktur vilken tillåter användaren hantera all elektronik i produkten som en samlad enhet, snarare än varje vibrationsmotor för sig. En utförlig förklaring av samtliga koncept finnes i bilaga J.

Koncept E, F och I visar tre idéer på skelettstrukturer vilka kan kombineras med övriga koncept eller stå ensamma. Koncept A till D, G och H visar på olika sätt att implementera ett elastiskt tyghölje vars syfte är att hålla elektroniken på plats på armen. De olika förslagen medger även olika sätt att separera tyghöljet från skelettet.



Figur 5.5: Band trätt genom ficka och fäst på piggar.

I slutändan valdes Koncept G med en skelettstruktur även delvist baserad på Koncept F. På ena sidan av basenheten fästs banden med hjälp av piggar. Skelettet fästs i tyghöljet genom tre fickor varvid banden träs igenom (se figur 5.5). Med hjälp av en silikonkant på tyghöljet glider inte produkten ned. Fickorna underlättar inpassningen så att skelettet sitter rätt relativt strumpan och armen. Det är även en fördel ur säkerhetssynpunkt då fickorna skyddar skelettet från att fastna i olika saker. En nackdel med detta koncept är att det kan vara tidskrävande att trä igenom banden genom fickorna vilket kan vara svårare för en person med synnedsättning än en normaltseende. Användaren behöver dock endast separera tyghöljet från basenheten då den ska rengöras. När monteringen är klar kan användaren ta på sig produkten i sin sammansatta form (se figur 5.6).



Figur 5.6: Person som tar på sig Virtual GuideDog.

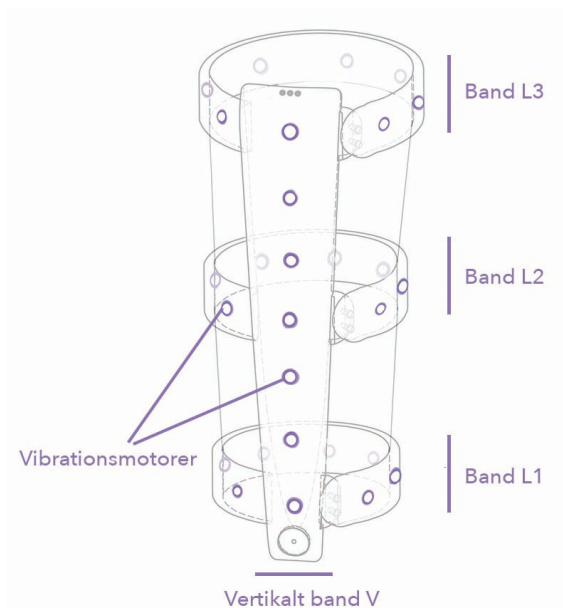
5.4 Interaktion

Det haptiska språket har varit en central del av arbetet och spelat stor roll vid formgivningen av produkten. Produkten kommer även att ha en fysisk knapp samt kunna avge ljudsignaler vid på-och avstängning, vilket kommer behandlas under följande avsnitt.

5.4.1 Haptiskt språk

Utifrån de empiriska studierna var det ett antal typer av information som ansågs nödvändigt för att användaren ska kunna ta sig från punkt A till B i en utomhusmiljö. Innan en mer detaljerad beskrivning kring varje signal ges kommer här en förklaring om de bakomliggande grundstenar som språket brygger på.

Virtual GuideDogs vibrationsmotorer är uppdelade på tre horisontella band L3, L2 och L1 (olika nivåer, *Levels* och därav indexet L), samt på en basenhet i form av ett vertikalt band V där även en fysisk knapp sitter. Band L3 befinner sig högst upp på armen och band L1 längst ner närmast handen. Sammanlagt finns det 28 stycken motorer; sju stycken på vardera tre horisontella band och resterande på det vertikala (se figur 5.7).



Figur 5.7: Skiss på slutkonceptet som visar vibrationsmotorerna och de olika banden.

Tre nivåer av horisontella band

Bandens nivåer syftar bland annat till att indikera var i höjddled olika hinder befinner sig framför användaren. Det översta bandet L3 visar på hinder som befinner sig över brösthöjd och det nedersta bandet indikerar de hinder som befinner sig längre ner. Varför det är två olika nivåer på hinder-varning i detta fall beror på att det från de

empiriska studierna framkom att det är lämpligt att dela in hinder i just två höjdnivåer. Alla typer av hinder över brösthöjd ansågs nämligen vara extra kritiska då de dels är svåra att upptäcka med vit käpp och då de dels gör ont att slå i med huvudet.

Att ha tre nivåer av band medför även att liknande signaler, exempelvis att vara framme vid sin huvuddestination och att vara framme vid en markeringspunkt, kan illustreras med samma signal men på olika band. Detta för att följa Jordan's princip om *Consistency* inom produkten och på så vis minska inlärningskurvan hos användaren. Bandens tre nivåer medför även att signalen för indikation om trappor kommer att bli mer intuitiv.

Det vertikala bandet

Det vertikala bandet V syftar till att visa på avståndet till bland annat svängar användaren ska utföra. Ju närmare användaren närmar sig en sväng, desto längre ner på armen ges signalen. Detta för att för användaren skapa en mer intuitiv koppling mellan avståndet mellan användare och sväng och avståndet mellan hand och vibrationspunkt. Bandet är även ämnat för att indikera när användaren ska gå framåt eller bakåt, där det ges en strykande rörelse av vibrationer ner mot handleden då användaren ska gå fram, och en rörelse upp mot armens mitt då användaren ska bakåt.

Urskiljbarhet

De signaler som uppmanar användaren att exempelvis stanna för inkommande faror får inte missuppfattas som någon annan signal. Rent generellt ska signalerna vara så distinkta att de går att särskilja från varandra och vara enkla att snabbt tolka. Detta påtalades vara av mycket stor vikt enligt personer ur målgruppen. Användaren ska inte försättas i en stunds osäkerhet varje gång en nya signal ges och ska inte behöva vänta ut hela signalförloppet för att kunna identifiera dess mening. Därför har det legat en stor vikt vid att konstruera ett språk där framförallt inledningen på varje signalmönster inte är för lik någon annan signal med skild innebörd.

Vänster och höger

Armarnas cirkulära form har utnyttjats för att indikera på vilken sida om användaren som användaren ska röra sig mot. Det som kommer att ske på vänster sida om användaren indikeras med signaler på armens vänstersida, och det som kommer att ske på höger sida om användaren indikeras med signaler på armens högersida. Detta ännu en gång för att skapa mer intuitiva signaler för användaren.

Ytterligare aspekter

Hur länge vissa av signalerna kommer att behöva pågå för att göra sig förstådda är något som inte har kunnat utvärderas. Även hur hög frekvens pulserande vibrationsmönster ska ha och hur snabba kontinuerliga vibrationsmönster har inte specificerats.

När i tiden signalerna bör ges beror på den gånghastighet som användaren rör sig i (vilket kommer att vara en kalibreringsfråga för systemet). Går personen exempelvis snabbt kan det krävas en större längdmarginal för att varna om ett hinder än om

personen rör sig långsamt fram. Följande faktorer bör då tas hänsyn till:

- Användaren ska hinna registrera och uppfatta signalen.
- Användaren ska hinna styra om sin rutt.
- Användaren ska hinna ta fram sin käpp om hen exempelvis vill identifiera ett hinder.

5.4.2 Beskrivning av haptiska signaler

En rad olika typer av signaler för Virtual GuideDog kommer nedan att redovisas, varav dessa sammanfattas i tabell 5.2. En kort inledning om varje signal kommer först att ges, följt av en mer detaljerad signalbeskrivning med tillhörande bild.

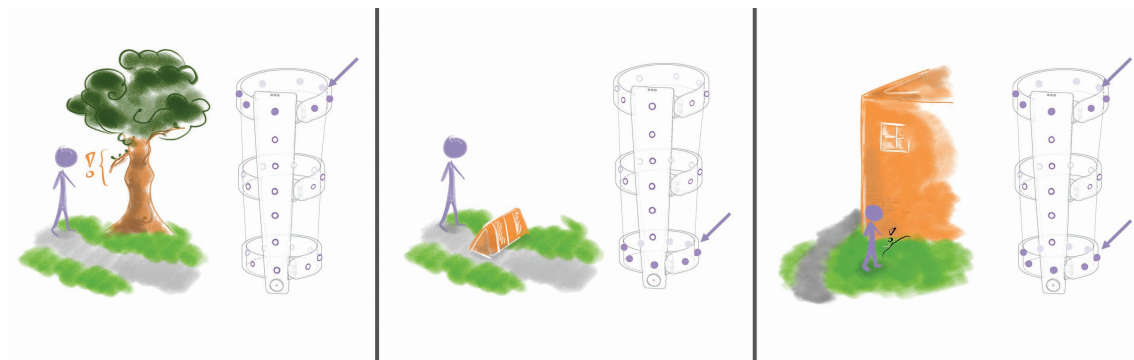
Tabell 5.2: Språkets huvudkategorier och deras signaler.

Kategori	Signal
Navigering	Fortsätt fram
	Gå bakåt
	Sväng vänster
	Sväng höger
Varning	Korrektion av riktning
	Systemvarning
	Stopp
	Hinder
Upplysning	Trappa
	Framme vid mål
	Markeringspunkt
	System fungerar
	Batteristatus

Varning för statiska hinder: Hinder-signal

När produkten varnar för ett stillastående hinder som befinner sig framför användaren kommer den haptiska signalen se ut på följande sätt:

- Hinder över brösthöjd. Exempelvis då trädgrenar eller skyltar hänger ner framför användaren.
Signal: Hela det översta bandet L3 vibrerar i två tätt på varandra kommande signaler som upprepas fram tills att hindret ej längre i vägen (se figur 5.8).
- Hinder under brösthöjd. Exempelvis om väghinder, parkerade cyklar eller andra objekt befinner sig framför användaren på marken.
Signal: Hela det nedersta bandet L1 vibrerar i två tätt på varandra kommande signaler som upprepas fram tills att hindret ej längre i vägen (se figur 5.8).
- Hinder framför användaren som skulle kunna räknas som hinder både över och under brösthöjd. Detta är fallet om användaren exempelvis närmar sig en husvägg.
Signal: Både band L3 och L1 vibrerar i samma mönster som ovan (se figur 5.8).



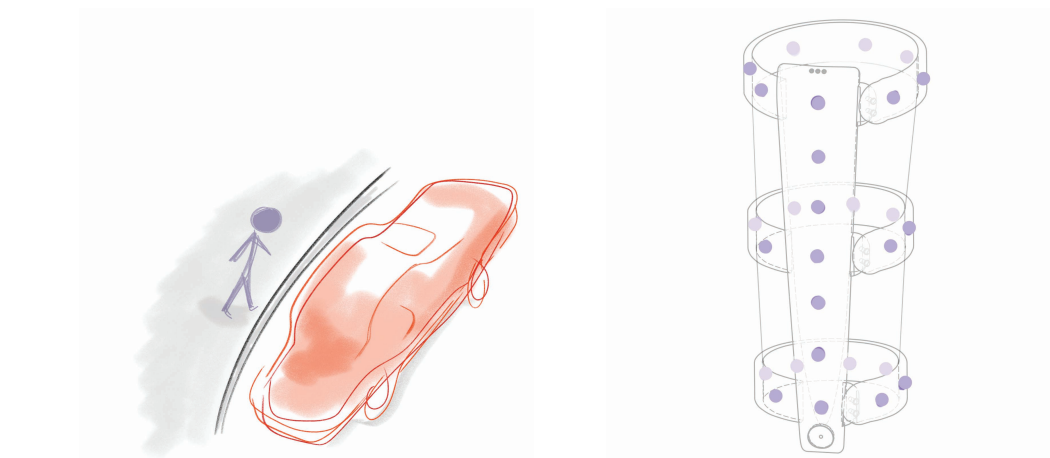
Figur 5.8: Illustration av de punkter som vibrerar vid hinder över brösthöjd, hinder under brösthöjd respektive hinder i både över och under brösthöjd.

Produkten kommer att varna användaren en bit innan hindret och individen får då själv bestämma hur denne vill ta sig förbi. Detta är likt hur användaren navigerar sig när hen använder en vit käpp och förflyttar sig med en ledarhund.

Varning för inkommande faror: Stopp-signal

Produkten ska varna för när exempelvis en bil eller cykel kommer körandes mot användaren, det vill säga för de rörliga, inkommande objekt som kan utgöra en risk för användaren. Motiveringen bakom detta är att denna typ av varning ansågs grundläggande enligt användarstudierna för att användaren säkert ska kunna orientera sig i sin omgivning. Det är här av stor vikt att denna signal är distinkt, tydlig och särskiljer sig från övriga signaler då den är essentiell för att undvika skador.

Signal: Alla produktens givare ger en stark och snabbt pulserande signal samtidigt fram tills att det inkommande föremålet är ur vägen. För att undvika att användaren blir osäker på om hon gjort rätt eller ej så kommer signalen minska i styrka när användaren stannat så att hen får en bekräftelse på att rätt handling är utförd. När användaren kan börja gå igen ges en signal om detta beskriven i avsnittet *Användaren kan fortsätta fram* (se figur 5.9).



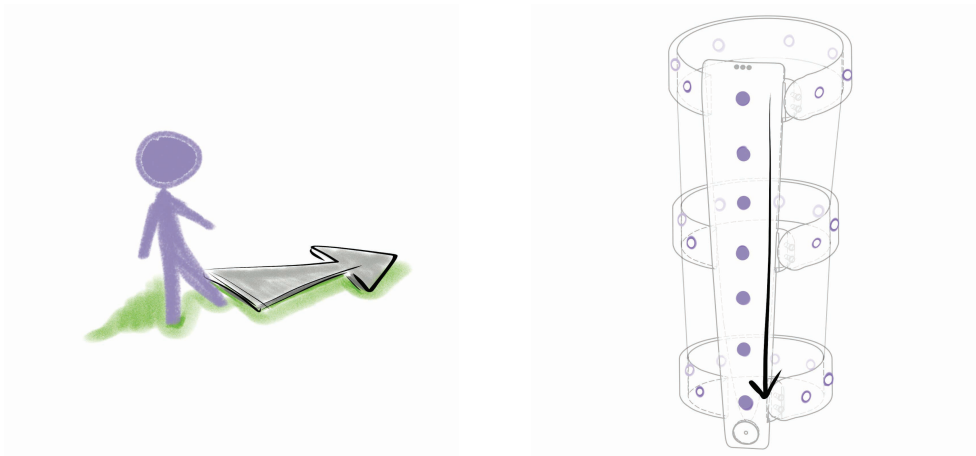
Figur 5.9: Illustration av punkter som vibrerar vid Stopp-signal.

När i tiden stopp-signalen ges i förhållande till inkommande fara är avgörande för användarens säkerhet. Användaren behöver stanna i den tidpunkt som innebär att en körande bil ej träffar användaren. Systemet kan därför tänkas använda samma typ av kalibreringsprincip som redan finns i många av dagens självkörande fordon, där varningar utfärdas med hänsyn till bilens hastighet. Detektionsvinkeln för en inkommande fara ska i sin tur minst motsvara det synfält som en seende människa har. Grundprincipen är alltså att en person med Virtual GuideDog tack vare detta ska kunna varnas av de faror som en seende människa hade sett.

Användaren kan fortsätta fram

Det ska finnas en signal som talar om för användaren att fortsätta gå efter ett stopp, till exempel efter att användaren har tvingats stanna för en bil eller cykel. Denna signal indikerar när det är säkert att fortsätta och är densamma som när användaren efter en sväng ska fortsätta fram då innebörden bakom dem är densamma.

Signal: Det vertikala bandet V ger en signal i form av en löpande sekvens av vibrationer från band L3 ner till L1 (se figur 5.10).



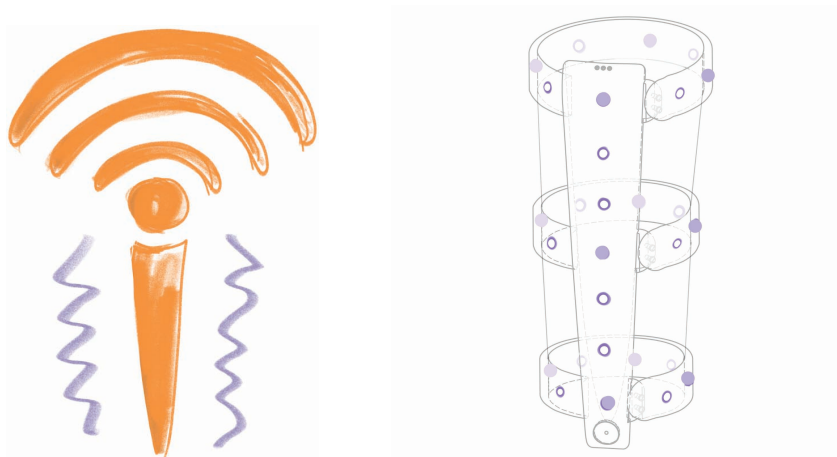
Figur 5.10: De punkter som vibrerar då användaren ska fortsätta fram.

Systemfel i produkt: Systemvarning

För att informera användaren om situationer då produkten på grund av systemfel inte kan leverera det användaren förväntar sig ges en systemvarning. Denna signal ges i de situationer då:

- Produkten tappar signal: Då produkten förlorar anslutningen mellan sensorer och vibrationsmotorer eller då GPS-signalen går förlorad. Signalen bör då ges fram tills dess att anslutningen är återupptagen eller användaren själv stänger av systemet.
- Hårdvarufel uppstår: Ifall produkten går sönder. Då bör signalen ges tills dess att användaren stänger av systemet eller felet är åtgärdat.

Signal: Fyra punkter på varje band L1, L2 och L3 pulserar långsamt (se figur 5.11).



Figur 5.11: Illustration av punkter som vibrerar vid systemfel.

Det finns en risk att det stressar användaren att ha något som vibrerar under en längre stund ifall felet ej åtgärdas och därför kan användaren stänga av systemet genom en lättåtkomlig knapp på produkten. Hen ska även kunna gå in på en tillhörande applikation som kopplats till systemet och få information om vad som är fel och hur det kan åtgärdas. Detta för att ta hänsyn till Jordans designriktlinje om *Error Prevention and Recovery*.

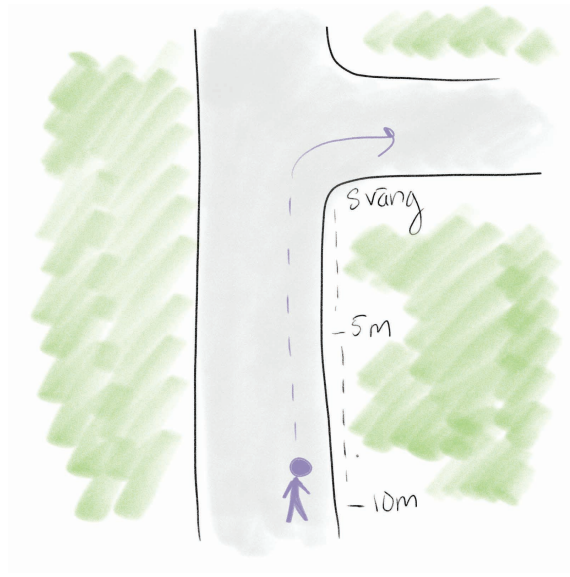
Riktningsändringar: Skarpa och mjuka svängar

När användaren ska ta sig från punkt A till B förekommer det alltid någon form av riktningsändring. Hur produkten ska vägleda användaren i olika typer av svängar kan beskrivas genom att dela in förloppet i tre sekvenser:

- I. Först ges en signal som informerar användaren i förväg om att en sväng närmar sig.
- II. Därefter ges en signal som talar om för användaren att svänga. Denna signal pågår tills dess att användaren befinner sig i rätt riktning.
- III. Slutligen ges en signal som berättar att svängen är klar och att användaren nu kan fortsätta framåt igen.

För att ytterligare beskriva denna typ av signal kommer det hela illustreras med hjälp av ett scenario:

Anta att Stina, 40 år gammal som levt med blindhet sedan flera år tillbaka är ute och går med Virtual GuideDog. Stina befinner sig på en raksträcka men närmar sig en högersväng på cirka 90 grader om tio meter (se figur 5.12).



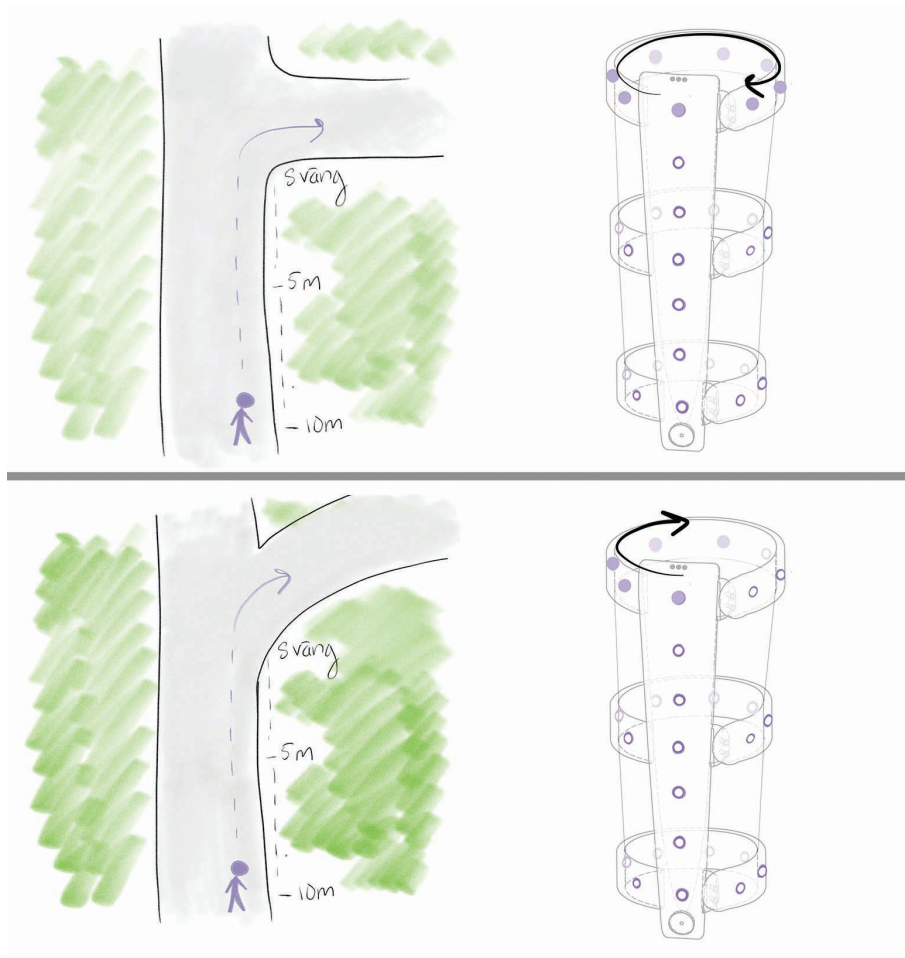
Figur 5.12: Scenario där användaren ska svänga höger om tio meter.

Stina kommer då få signaler som informerar om kommande sväng enligt nedan:

I. Användaren börjar närma sig en sväng

När Stina närmar sig svängen kommer en förberedande signal informera henne om detta. Anledningen bakom denna signal är behovet att få tid på sig att förbereda sig inför en sväng. Hon ska inte få en överraskning genom behöva göra en skarp sväng utan förvarning. Hon kommer även kontinuerligt få indikationer på hur långt det är kvar tills hon når svängen. Detta med hänsyn till Jordans designriktlinje om *Consideration of User Resources* där användaren ej ska behöva minnas hur långt det är kvar och räkna ner antalet meter själv.

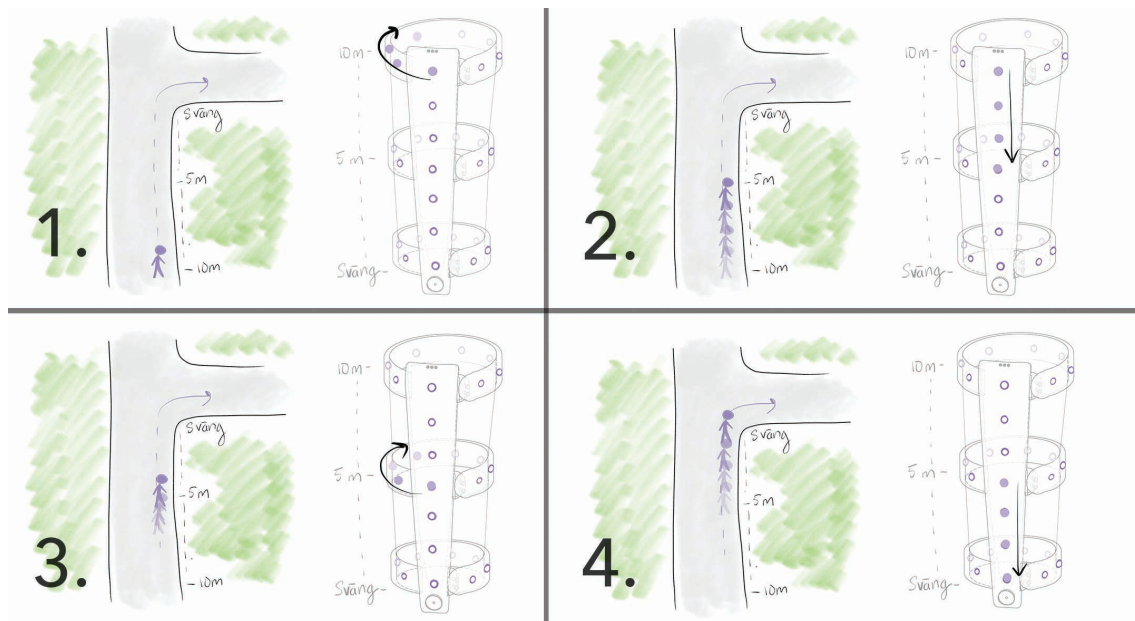
Signal: När användaren närmar sig svängen ges en signal på band L3 i form av en sekvens av vibrationer i följd åt samma håll som svängen kommer att gå. Denna haptiska signal ger känslan av en strykning mot huden. Är det en skarp sväng (cirka 90 grader) kommer signalen gå längs hela bandet, och är svängen mindre (cirka 45 grader) kommer signalen bara gå längs halva bandet (se figur 5.13). Olika skarpa svängas illustreras alltså med hur stor del av bandet som utlöser en signal.



Figur 5.13: Olika typer av signaler beroende på om det är en skarp sväng eller ej.

Därefter kommer nästkommande tre givare längs med det vertikala bandet V "räkna ner" med vibrationutslag i takt med att användaren närmar sig målet. Sedan ges ytterligare en kontinuerlig signal på band L2 lik den som nyligen gavs på band L3, detta för att ytterligare påminna användaren om kommande handling. Sedan fortsätter nedräkningen på band V tills användaren når svängen och sekvens två inleds (se figur 5.14).

Förhoppningen är här att användaren efter en tids användning kommer att lära sig att tolka hur skarp en sväng är utifrån hur stor del av bandet som ger signal. Efter en viss inlärningskurva kommer användaren även få en uppfattning om när en sväng kommer inträffa utifrån den haptiska nedräkningen.

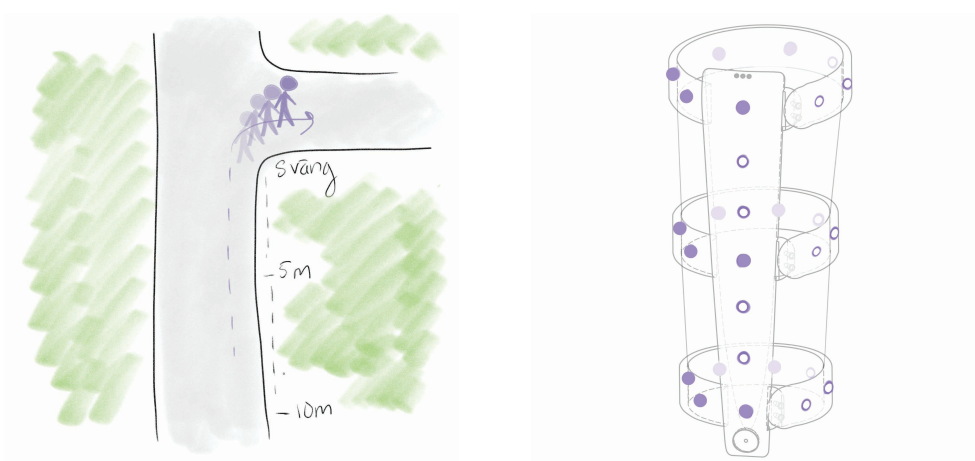


Figur 5.14: Illustration av punkter som vibrerar vid förberedelse av sväng.

II. Användaren har nått svängen och svänger

När Stina nått svängen och det är dags för henne att utföra riktningsändringen, inleds sekvens två. Då ges en dynamisk signal som pågår fram tills att Stina befinner sig i rätt riktning.

Signal: Den halvan av banden som är mot den sida som svängen sker mot vibrerar på alla tre band L1, L2 och L3 fram tills att svängen är gjord. Dessa vibrationer kommer inte vara lika starka som de vid Stopp-signalen samt inte pulsera, detta för att minimera risken att signalerna missuppfattas (se figur 5.15).



Figur 5.15: Illustration av punkter som vibrerar när användaren skall svänga.

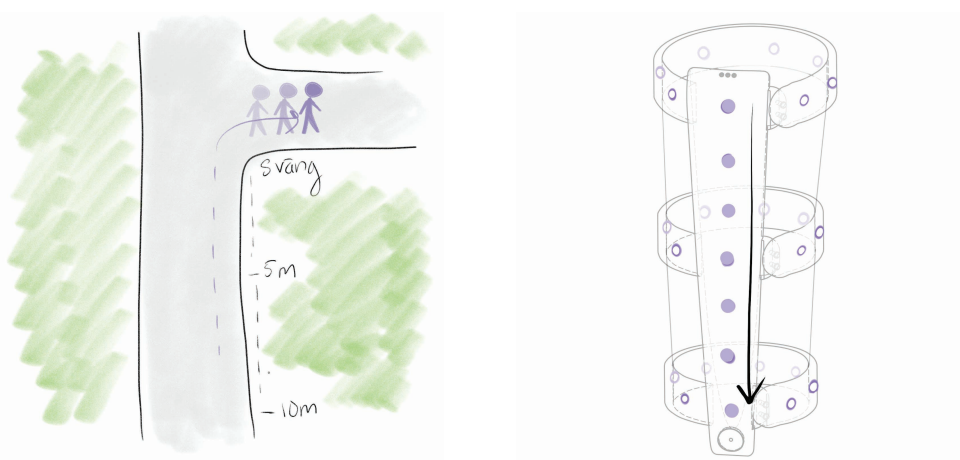
Denna typ av signalen ska alltså uppfylla främst två krav:

- Ge en indikation på hur stor svängen är direkt (så att användaren får en uppfattning om hur stor svängen kommer bli och inte måste svänga i "ovisshet").
- Indikera hur länge användaren ska fortsätta svänga.

III. Svängen är slutförd

När Stina svängt klart ges en signal som bekräftar att hon kan fortsätta rakt fram. Denna signal är likadan som den signal som ges för *Användaren kan fortsätta fram*.

Signal: Vertikala bandet V ger en löpande vibrationssignal från L3 till L1 för att illustrera "framåt" (se figur 5.16).

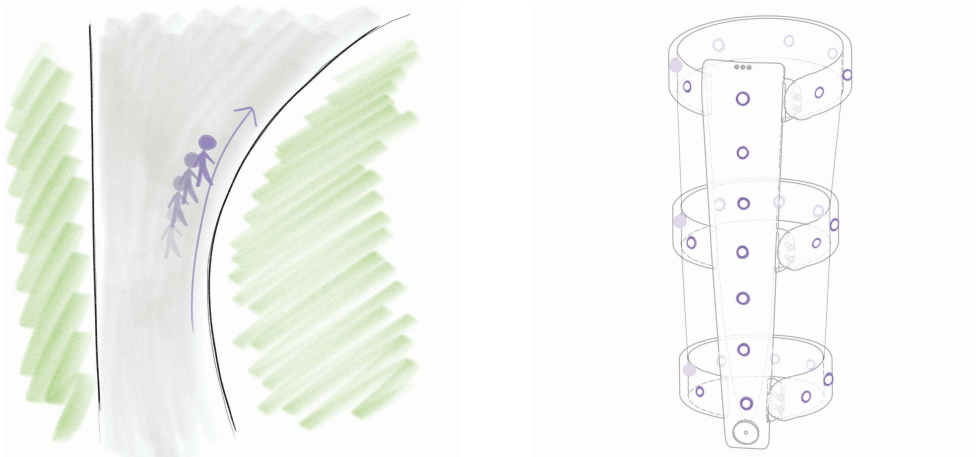


Figur 5.16: Signal om att svängen är slutförd.

Riktningssändringar: Korrektion av riktning

Det finns ytterligare en typ av signal som även relaterar till hur användaren ändrar riktning i sin navigering. Det finns situationer då användaren enbart behöver förflytta sig i sidled, till exempel då hen måste undvika en trottoarkant eller ett dike. För detta behövs en signal som håller användaren på rätt spår, så att denne följer vägen och undviker farliga situationer. Denna typ av signal kan även vara behjälpliga när hen går på en väg som rör sig svagt cirkulärt runt något (se figur 5.17). Detta framkom som önskvärt enligt flera intervjuobjekt då de menade att flera av dagens navigeringssystem ofta enbart ger instruktioner om att svänga antingen åt höger eller vänster. Signalen kommer i detta fall därför "knuffa" användaren lätt och indikera att hen behöver svänga lite hela tiden.

Signal: På den sida av armen som användaren ska förflytta sig *mot* vibrerar en punkt på varje band L1, L2, och L3. Det vill säga produkten kommer ge en signal om att användaren ska röra sig bort från den sida som systemet bedömer att det finns en fara på. Dessa signaler ger utslag fram tills att användaren enligt sensorsystemet ändrat sin riktning tillräckligt mycket (se figur 5.17).



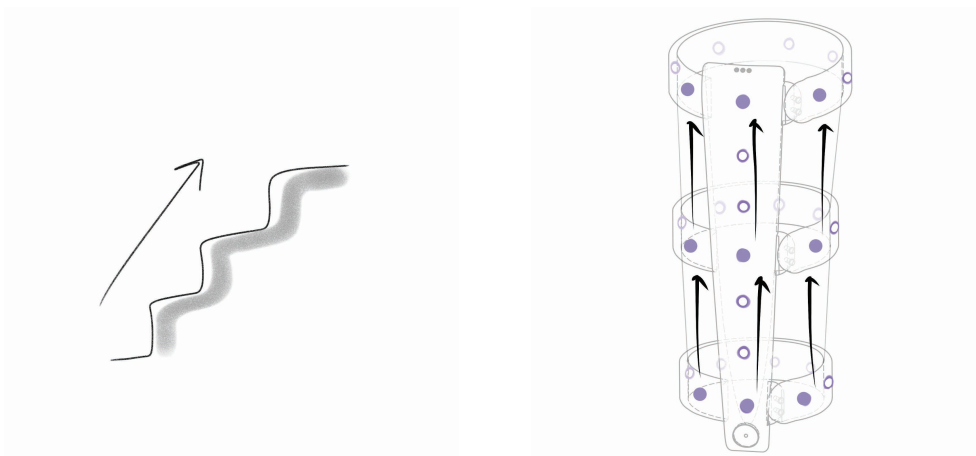
Figur 5.17: Illustration av punkter som vibrerar då riktningen skall korrigeras.

Här ska användaren via en tillhörande app kunna ställa in om hen vill ha denna funktion påslagen eller inte. Risken är annars att mängden signaler som ges blir för många enligt de användare som inte vill ha för mycket hjälp under sin navigering.

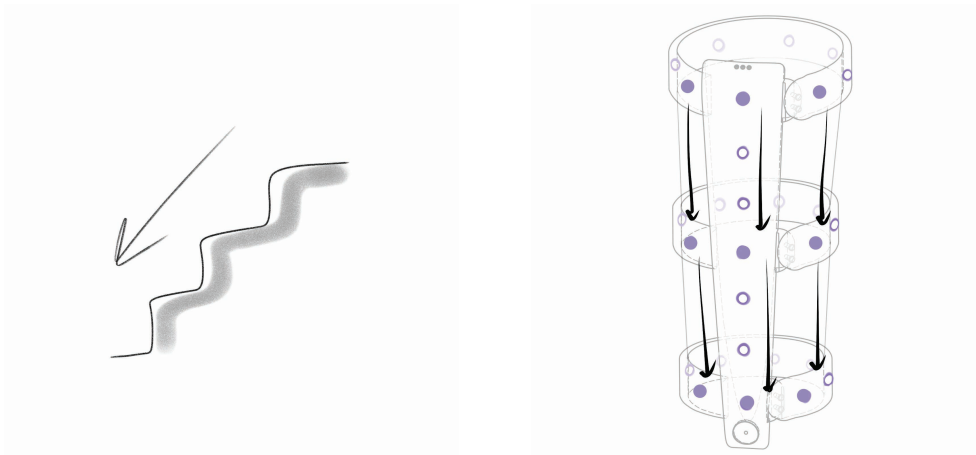
Förekomst av trappor

När användaren ska gå upp eller ner för en trappa kommer en signal informera om detta enligt:

- Trappa upp
Signal: Tre punkter på ovansidan av banden vibrerar stegvis “uppåt” från L1 till L3 (se figur 5.18).
- Trappa ner
Signal: Tre punkter på ovansidan av banden vibrerar stegvis “nedåt” från L3 till L1 (se figur 5.19).



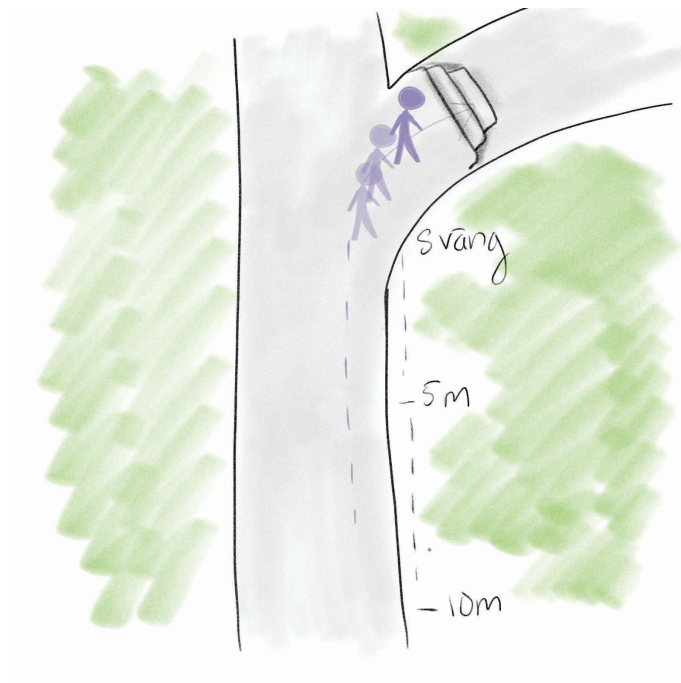
Figur 5.18: Signal om trappa uppåt.



Figur 5.19: Signal om trappa nedåt.

För att denna signal ej ska missuppfattas som signalen om hinder så är det enbart tre vibrationspunkter på varje band som vibrerar istället för hela band. När i tiden signalen kommer ges beror precis som hos övriga signaler på hur fort användaren rör sig mot trappan.

Ska användaren ska ta sig genom en trappa precis under en sväng som visas i figur 5.20, så kommer signalen för trappa att kombineras med signalen för *Riktningssändring: Skarpa och mjuka svängar*.

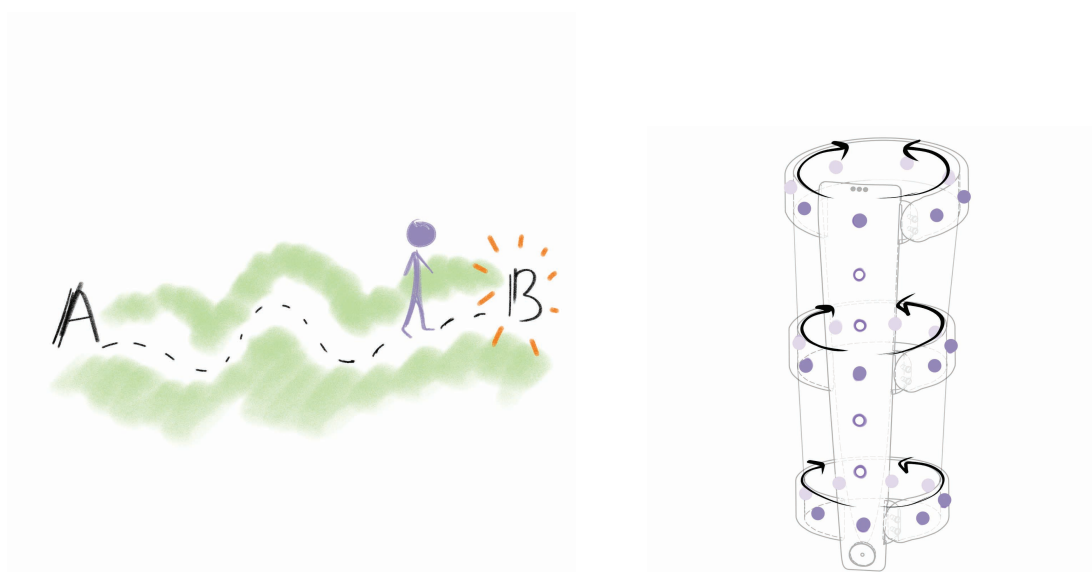


Figur 5.20: Situation då användaren ska svänga i en trappa.

Användaren är framme vid sitt mål

När användaren är framme vid sitt mål så ges en signal som bekräftar detta, vilket överensstämmer med användarens mentala modell kring hur många andra navigeringssystemet gör.

Signal: Alla tre band L1, L2 och L3 har varsina sekvenser av vibrationer som i följd löper på ovansidan av armen och möts på undersidan. Denna signal är helt unik gentemot tidigare nämnda signaler och visar därför att funktionen bakom skiljer sig från resten (se figur 5.21).



Figur 5.21: Illustration av punkter som vibrerar då användaren är framme vid sitt mål.

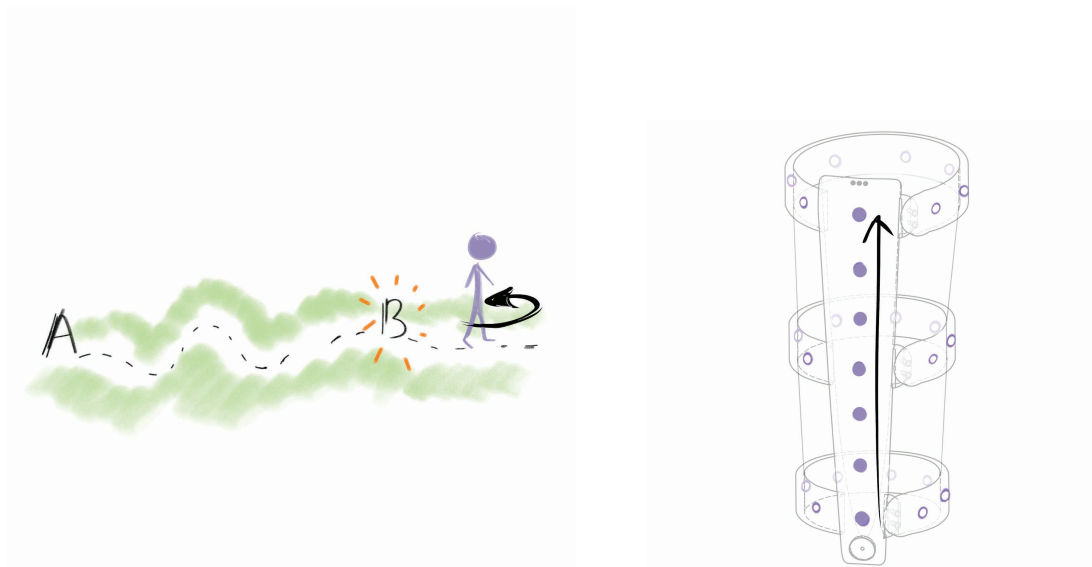
Bekräftelse om att systemet fortfarande fungerar

Skulle användaren inte ha fått någon signal på en lång stund ska användaren få en bekräftelse om att systemet funkar och att hen är på rätt väg. Detta genom samma signal som för *Användaren kan fortsätta fram* som nämnts ovan. Detta kan vara fallet då användaren går på en raksträcka utan hinder. Funktion ska minska osäkerheten för användaren vilket var något som framkom som önskvärt i användarstudierna, där intervjuobjekt hänvisade till önskan om någon form av bekräftelsesignal. Denna funktion överensstämmer även med flera av dagens navigeringssystem.

Användaren har gått förbi målet: Backa

När användaren behöver backa, exempelvis om hon har passerat sitt mål eller en sväng, ges en signal om detta. Detta liknar GPS-funktionen om att göra en u-sväng.

Signal: Samma princip som hos signalen *Användaren kan fortsätta fram*, men här löper signalen istället åt motsatt håll, det vill säga från L3 till L1. Detta för att skapa en mer intuitiv koppling mellan att gå fram och att backa bakåt för användaren (se figur 5.22).

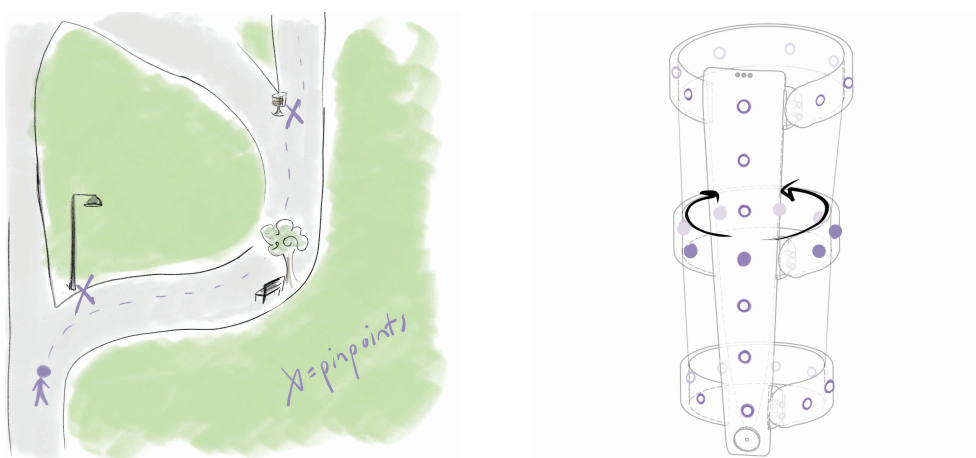


Figur 5.22: Illustration av punkter som vibrerar då användaren skall backa.

Markeringspunkter: Pinpoints

Något som de observationer med ledarhundar gav var att markeringspunkter användes för att vägleda användaren om vart på den bestämda rutten som hen befann sig (se exempel i figur 5.23). Användaren kan ställa in var dessa punkter, så kallade pinpoints, ska finnas utmed vägen från A till mål B genom tillhörande applikation. Virtual GuideDog ger därmed en indikation på när användaren passerat en markeringspunkt som finns på vägen mot målet, vilket på så sätt ger användaren information om var på rutten hon befinner sig.

Signal: Då denna typ av funktion är lik den som talar om att användaren är framme vid sitt huvudmål, så ges signalen i form av att band L2 har två sekvenser av vibrationer som löper på ovansidan av armen och möts på undersidan (se figur 5.23).

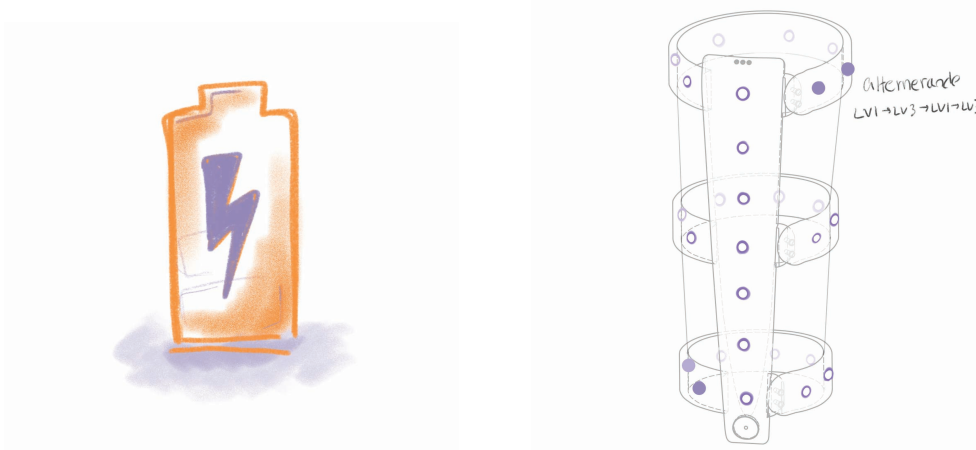


Figur 5.23: Illustration av punkter som vibrerar vid pinpoints.

Batteristatus

Användaren antas ha en mental modell av att elektroniska produkter ger en indikation på när det är dags för laddning. Virtual GuideDog ska precis som många av dagens tekniska produkter därför informera om när det är låg batterinivå. Varför denna funktion fått en egen signal och inte enbart informerar användaren via en tillhörande applikation, beror på att låg batterinivå är något som ofta kommer att inträffa. Därför anses detta vara något som är av tillräckligt hög relevans för att få ha sin egna haptiska signal. Designbeslutet tar här hänsyn till Jordan's riktlinje om *Prioritization of Functionality and Information*.

Signal: Två alternerande vibrationer på L1 och L3 vibrerar under några sekunder. Denna signal är mer diskret än övriga då den inte uppmanar användaren till en direkt handling utan enbart informerar om produktens status (se figur 5.24).



Figur 5.24: Signal om lågt batteri.

5.4.3 Tillhörande applikation

Virtual GuideDog kommer att ha en tillhörande applikation vars huvudsakliga funktion är att bestämma rutt. Denna applikation ligger utanför projektets ramar, men vissa punkter som uppkommit från de empiriska studierna är värda att presentera. Detta då de är nödvändiga för att Virtual GuideDog ska kunna ge användaren den användarupplevelse som önskas. Därav kan det ses som ett underlag inför framtida utvecklingsarbete. Några av de viktigaste punkterna att ta hänsyn till är:

- Användaren ska kunna spara sina vanligast förekommande rutter och enkelt kunna nå dessa. Detta för att öka graden av Jordans *Prioritization of Functionality and Information*. Det ska här även gå att spara pinpoints på olika rutter för att slippa behöva ställa in nya varje gång rutten ska tas.
- När användaren ställt in rutten ska appen berätta hur lång tid rutten beräknas att ta samt om produkten kommer ha batteritiden för att klara rutten. Exempelvis, "Rutten beräknas ta 1h20min och återstående batteritid är 40 min. Rekommenderad laddningstid är 20min". Detta så att användaren även

slipper ta upp applikationen jämt för att se om produkten är färdigladdad eller ej, vilket skulle öka graden av både *Satisfaction* och *Efficiency* enligt ISO-definitionen av *Usability*.

- Stänger användaren av systemet under en rutt så ska användaren via applikationen kunna välja att återuppta rutten igen när hon slår på systemet igen. Detta för att slippa slå in rutten på nytt och därmed öka graden av *Efficiency* enligt ISO-definitionen av *Usability*.
- Användaren ska ha möjlighet att själv ställa in hur mycket hon vill att systemet hjälper henne, vilket kan göras exempelvis via applikationen. Exempelvis om hon enbart vill ha varning för hinder och ej någon navigering, vilket kan vara fallet ifall hon rör sig på en rutt hon redan känner till väl. Detta var något som framkom som önskvärt under intervjuerna, då användaren vill slippa få onödigt många signaler.

5.4.4 Gränssnitt för knapp

Användaren kommer kunna integrera med produkten via en knapp. Den är något nedsänkt och har en taktil punkt i mitten så användaren enkelt skall kunna känna knappen, se figur 5.25. Start och avstängning av produkten sker då användaren håller nere knappen. Användaren kan även upprepa en signal med hjälp av knappen genom att trycka snabbt på knappen en gång. Dessa funktioner anses vara av hög prioritet (*Prioritization of Functionality and Information*), och skall vara enkla att utföra, varvid de går att utföra via knappen.



Figur 5.25: Rendering av knapp på Virtual GuideDog.

Valet att ha just en knapp med dessa två typer av interaktioner som beskrivs ovan grundar sig på att många andra produkter på marknaden har liknande funktioner. Användaren kan därför redan ha kommit i kontakt med detta interaktionssätt sedan innan vilket betyder att användaren redan har en mental modell över hur detta går till.

Placeringen av knappen längst ner vid handleden gör det enkelt för en användare att nå den, även om de har långärmad på sig. När de skall ta på sig produkten är knappen, utöver formen, ytterligare en indikation på vad som är upp och ner på produkten.

5.4.5 Ljud

När produkten sätts på ljuder även en tillhörande signal för att indikera att produkten är påslagen. Denna signal är en triad av tre toner som går från låg till hög ton. Följt av detta läser produkten upp hur mycket batteri som finns kvar. När produkten stängs av ljuder en liknande signal fast där triaden av tre toner istället går från hög till låg ton.

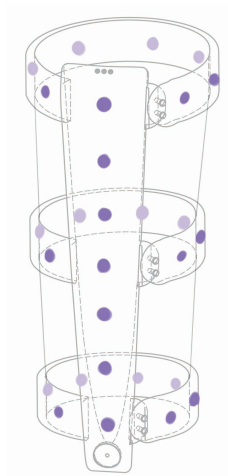
Ljud används väldigt sparsamt i produkten för att inte belasta användarens hörsel, vilket var ett krav från uppdragsgivarens sida. Produkten meddelar med ljud då den sätts på eller stängs av för att säkerställa att användaren är medveten om detta, så att det inte sker av misstag. Att produkten även meddelar aktuell batterinivå har att göra med att detta anses vara information som är av mycket hög prioritet för användaren.

5.5 Element

Elementkapitlet beskriver Virtual GuideDogs tekniska element och delkomponenter.

5.5.1 Utformning

Produktens utformning och produktionsteknik är en direkt påföljd av de vibrationsmotorer produkten använder sig av för att interagera med användaren (se figur 5.26).



Figur 5.26: Placering av vibrationsmotorer i Virtual GuideDog.

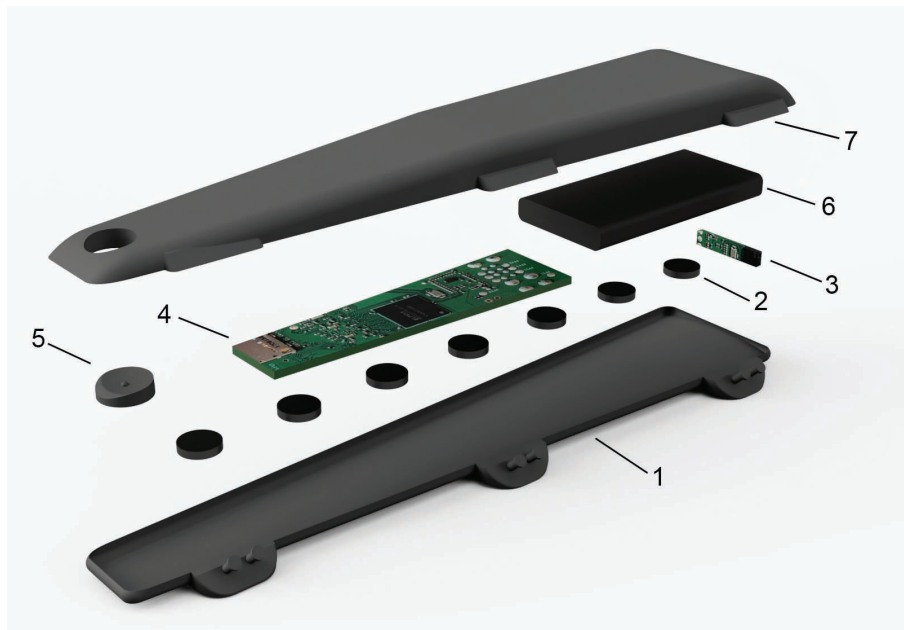
Antalet motorer valdes bland annat utifrån användbarhetstestet för haptiskt feedback under Fas 3, där motorerna placerades på olika avstånd från varandra. I en studie av Ranasinghe (2015, s. 109) beskrivs det att det är möjligt att känna skillnad på vibrationspunkter på armen då de är minst 3,5 cm från varandra, vilket liknar det avstånd som testades i användbarhetstestet. Dock var det fortfarande tydligt vilken motor som vibrerade när användaren jämförde dem och satte dem i relation till varandra. När de fem motorerna vibrerade i följd upplevdes en känsla av en strykning på armen, vilket inte upplevdes då enbart fyra motorer placerades på samma sätt. Därmed hade ett minimum för antal motorer per nivå funnits.

Eftersom språket är uppbyggt på ett sådant sätt att användaren aldrig förväntas urskilja positionen av enskilda motorer, utan snarare känna igen mönster, valdes sju motorer per band och sju motorer längs med basenheten för att möjliggöra en strykande känsla. Det bör dock undersökas mer utförligt under fortsatt utveckling av produkten.

ERM-motorer har använts under prototypskapande av produkten eftersom de är billiga och lätta att styra. Användning av andra typer av vibrationsmotorer för den slutgiltiga produkten bör även undersökas då det finns motorer på marknaden som kan vara bättre lämpade.

Basenhet

Basenheten har sju olika komponenter (se figur 5.27). Nedre och övre hölje är formgjutet av en polymer och fungerar som ett skyddande hus för elektroniken inuti. Det nedre höljet har delar i silikon för att de sju vibrationsmotorerna skall kännas tydligare mot huden. Basenheten har ett kretskort som används för att styra vibrationsenheterna och ta emot signaler från andra enheter i systemet. Knappen som bland annat styr på- och avstängning av produkten är placerad på själva basenheten för att den ska vara enkel för användaren att komma åt.



Figur 5.27: Sprängskiss av basenhet. 1) Nedre hölje 2) Vibrationsmotor, sju i basenhet 3) Laddningsenhet 4) Kretskort 5) Knapp 6) Batteri 7) Övre hölje.

Längst bak i produkten finns en laddningsenhet med tillhörande batteri som driver de 28 motorerna. Laddningsenheten har tre guldpläterade ytor som är tillgängliga via hål i det övre höljet så att produkten enkelt ska gå att ladda. En laddningsvagga formgjutet i polymer fästs på utsidan av produkten med hjälp av magneter i både laddningsenheten och vaggan, och orienterar sig själv till rätt position med hjälp av magneterna och formen på vaggan (se figur 5.28). Produkten laddas då guldpluggarna på laddningsvaggan berör de guldpläterade hålen på produkten.



Figur 5.28: Laddningsvagga med guldpluggar för Virtual GuideDog.

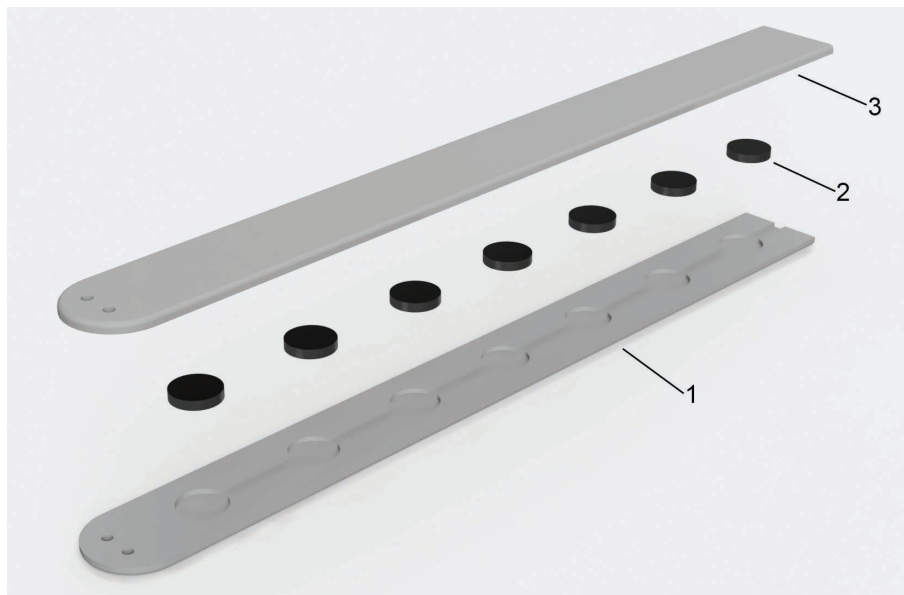
Laddning sker med hjälp av tre guldpluggar med magnetism valdes för att det är enklare för användaren att positionera laddaren rätt än vad det är med en traditionell laddningsport (till exempel USB-C), eftersom laddaren delvis fäster sig själv. Detta kan vara speciellt viktigt för en person med grav synnedsättning som inte kan se porten.

Banden

Skelettet är tillverkat av formgjutna silikonelastomerer, vilka omsluter de sju vibrationsmotorerna och tillhörande sladdar inuti banden (se figur 5.29). Silikonelastomer

har flera positiva materialegenskaper vilka är optimala för produktens användning. Det är vattentätt och absorberar därav inte fukt från hud och omgivning. Det är även allergivänligt vilket är essentiellt då materialet kommer befinna sig nära huden och användas under en längre tid. Materialet avger inte heller skadliga kemikalier till kroppen, vittrar inte sönder samt kan göras elastiskt. Silikonelastomerer är även ett material som är vanligt förekommande i elektronik samt inom sjukvård, bland annat inom implantat såsom katetrar och bröstimplantat (Strandkliniken, 2020).

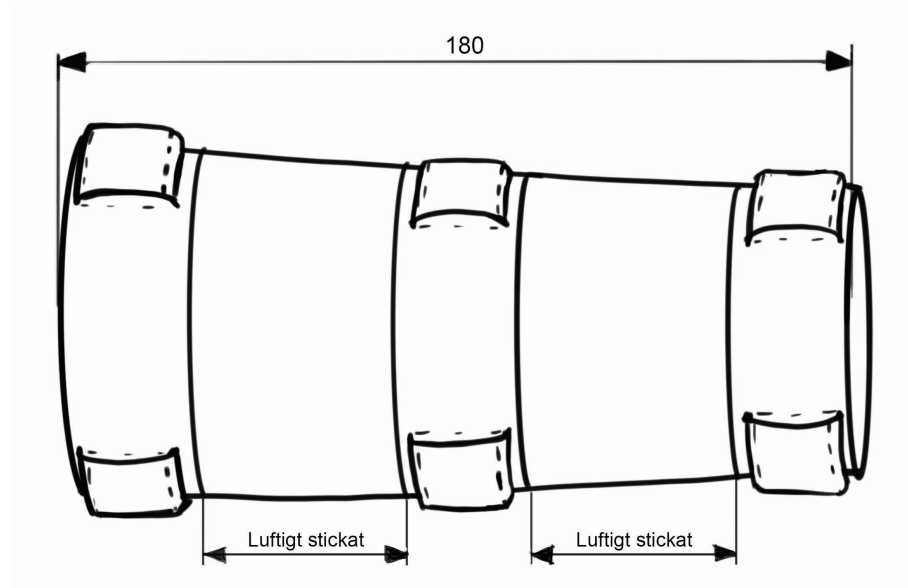
På så sätt är silikonelastomerer ytterst passande för produktens skelett då det medför en följsamhet samt slittålighet utan att vara skadligt för användaren. Banden skall vara så pass elastiska att användaren kan montera ihop produkten innan hen sätter på sig den och därefter kunna trä den över armen. Detta för att användaren endast skall behöva montera ihop den efter rengöring, och inte efter varje användningstillfälle.



Figur 5.29: Sprängskiss av band. 1) Nedre del av band 2) Vibrationsmotor, sju per band 3) Övre del av band.

Tyghöljet

Höljets syfte är att hålla de andra delarna på plats och nära huden. Den är stickad i polyestermaterial med hjälp av så kallat Wholegarment-teknik (Shima Seiki, 2020) för att göra tyget både stretchigt och undvika sömmar som annars kan anbringa obehag för användaren. Höljet har tre fickor där de haptiska banden förs in vid montering. Vid de tre fickorna är den mer tätstickad för att hålla motorerna på plats, och mellan fickorna är höljet mer luftigt stickad för att medge en bättre ventilation (se figur 5.30). Tyget som är mellan banden och huden bör även vara luftigt stickat för att föra vibrationsmotorerna så nära huden som möjligt. Längst upp på insidan av tyghöljet finns silikonsträngen för att motverka att den glider ner, likt kläder med stay-up-funktioner.



Figur 5.30: Ritning av tygstrumpan.

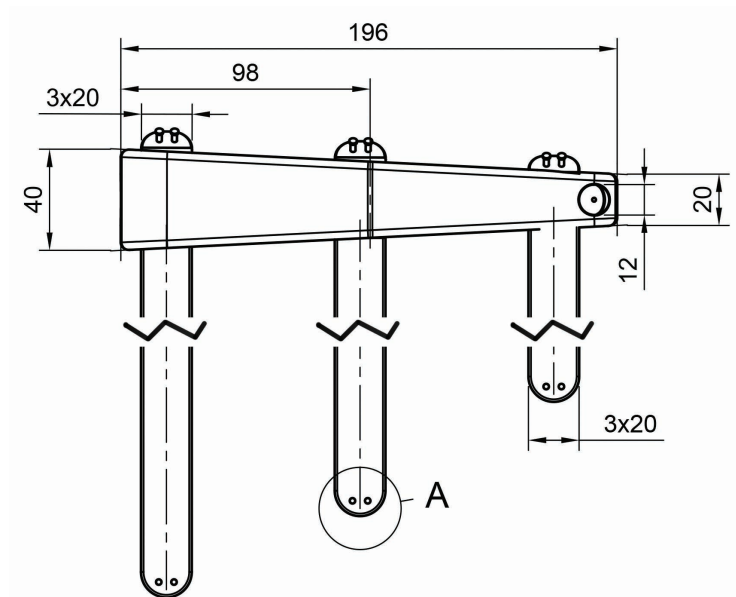
Polyester har flertalet fördelar för en produkt som Virtual GuideDog såsom att det andas väl, inte absorberar fukt samt klarar av relativt höga temperaturer och är slitstarkt. (Hodakel, 2020)

5.5.2 Teknisk ritning

En teknisk ritning har tagits fram som resultat av prototyper och anatomiska studier. Produkten är uppbyggd av en basenhet, tre band och en tygstrumpa som monteras ihop.

Basenhet

Basenheten innehåller den elektronik som krävs för att driva produkten, samt vibrationsmotorerna. Basenheten kopplas vid tillverkningen ihop med de tre banden på ena sidan av basenheten, och på andra sidan kan banden sedan vid användningen fästas med hjälp av piggarna (se figur 5.31). Undersidan av basenheten har på grund av antropometriska skäl kurvatur för att följa armens form och ligga bekvämt, se bilaga K.



Figur 5.31: Utdrag från ritning av basenhet och band.

Banden

De tre banden innehåller vibrationsmotorerna och kopplas ihop med basenheten. Banden bör finnas i tre eller fyra olika storlekar för att ta hänsyn till olika mått på armen, dessutom är banden elastiska för att vara åtsittande och tillåta påtagning (se figur 5.31). Enligt Antropometri (2020) är armens längd från armbåge till handled i medelvärde för kvinnor 251.73 mm och för män 283.89mm, och basenheten håller sig inom det intervallet.

Tyghöljet

Tyghöljet bör finnas i tre eller fyra storlekar för att ta hänsyn till olika mått på armen, då det är av stor vikt att den är åtsittande. Längden är dock alltid densamma för att passa ihop med basenheten (se figur 5.30).

5.5.3 Energikonsumtion & batteristorlek

Ett haptiskt system kräver energiförsörjning för att uppfylla sin funktion. I projektets prototypstadie har olika typer av motorer testats, men då specifika val av elektroniska komponenter ligger utanför arbetets ramar så måste vissa uppskattningar göras kring Virtual GuideDogs förväntade energikonsumtion. Syftet med detta delkapitel är att presentera en grov uppskattning på hur stort ett batteri behöver vara för att det haptiska systemet skall kunna uppfylla sin funktion.

I arbetets prototypstadie användes ERM-motorer och kommer att vara referenspunkten i kommande beräkningar. Varje individuell motor vibrerar i små tidsintervall på mindre än 300 millisekunder. Det är därför intressant att uppskatta hur mycket energi som går åt varje sådant tidsintervall. För att uppskatta energin måste data tas fram på den genomsnittliga strömåtgången vid varje vibrationsintervall. Prototypens specifikationer jämfördes med data som hämtats från Texas Instru-

ments (Wang, 2014). Deras undersökning av haptiska motorer innehåller godtyckliga värden som stämmer överens med de flesta ERM-motorer på marknaden. För att ge utrymme för felmarginaler valdes högre värden än de som står i TI:s undersökning, därmed kan ett extremfall approximeras.

Följande formel har hämtats från Texas Instruments:

Strömåtgång per intervall =

$$\frac{(\text{Genomsnittlig strömåtgång}) \times \text{tidsintervall}}{3600 \text{ sekunder}}$$

vilket resulterade i följande värden som visas i tabell 5.3.

Tabell 5.3: Värden för beräkningar.

Tidsintervall (ms)	Genomsnittlig strömåtgång (mA)	Strömåtgång per intervall (μ Ah)
50	150	2.083
250	80	5.556

Datan för energiåtgång kan därefter användas för att uppskatta antalet vibrationer ett batteri av en viss storlek kan försörja. Om utgångspunkten är ett batteri på 1000 mAh fås följande uppskattningar:

$$\text{Antalet korta vibrationer} = \frac{1000 \text{ mAh}}{2.083 \text{ } \mu\text{Ah}} \approx 480\,000 \text{ vibrationer}$$

eller

$$\text{Antalet långa vibrationer} = \frac{1000 \text{ mAh}}{5.556 \text{ } \mu\text{Ah}} \approx 180\,000 \text{ vibrationer.}$$

Med dessa resultat är det möjligt att approximera under hur lång tid batteriet klarar av att försörja det haptiska systemet med energi. Ett tillvägagångssätt är att beräkna extremfallet då systemet utför 180 000 längre vibrationer på följd. Om de inaktiva tidsintervallen mellan varje vibration försummas fås följande uppskattade batteritid:

$$\text{Batteritid} = 180\,000 \text{ vibrationer} \times 250 \text{ ms} = 45\,000 \text{ s} = 750 \text{ minuter} = \underline{12,5 \text{ timmar.}}$$

Syftet med denna uppskattning är att klargöra det faktum att de haptiska motorerna kräver väldigt lite energi för att uppfylla sin funktion. De mått som definierats för batteriet i produktens konstruktion bör rymma 1000 mAh, vilket borde vara mer än tillräckligt för att driva det haptiska systemet. Detta delkapitel innehåller till stor del grova uppskattningar, men resultatet visar att hypotesen om batteriets storlek stämmer.

5.5.4 Hållbarhet

Hållbarhet är en viktig aspekt för projekt och innefattar social såväl som ekologisk hållbarhet. Det är viktigt att Virtual GuideDog har en positiv inverkan inom dessa för att på så sätt ge en mindre påfrestning på miljö samtidigt som individers vardag förenklas.

Social hållbarhet

Social hållbarhet handlar om jämställdhet där individer har lika förutsättningar för en god hälsa. Detta är avgörande ur ett samhällsekonomiskt perspektiv då ett sådant samhälle är resiliент. Att individers grundläggande behov säkerställs samt att samtliga individer är inkluderade i samhället är förutsättningar för social hållbarhet. (Kungliga Tekniska Högskolan, 2020)

Ur ett hållbarhetsperspektiv har arbetets fokus legat på den sociala hållbarheten. Detta för att produkten är ett hjälpmedel som ska underlätta vardagen för den individuella användaren. Produkten medför en ny typ av självständighet för användaren genom att denne kan ta sig runt på ett enkelt och effektivt sätt, även på nya platser. Under intervjuer med användarna framkom det att det fanns situationer då användaren blivit särbehandlad på grund av sin synnedsättning, därför formgavs produkten på ett sådant sätt att valet att visa sin synnedsättning finns hos användaren.

Även vardagslivet kan underlättas av produkten. Det krävs inga förberedelser för att gå ut och inte heller hjälp från en ledsagare eller liknande då det blir möjligt för användaren att gå till nya platser ensam. Tidigare svårigheter med att exempelvis besöka caféer med ledarhund undviks då det inte finns några sådana restriktioner med detta hjälpmedel.

Ekologisk hållbarhet

Produkten kommer till största del att vara tillverkad av syntetiska material såsom silikon och polyester. För att minska påfrestningarna på miljön är det av stor vikt att använda sig av återvunna material i så stor utsträckning som möjligt, samt att skapa en hållbar produkt med lång livslängd.

Produktens tyghölje är tillverkat i polyester vilket medför stor potential att välja återvunnet material. Det finns mycket återvunnen polyester på marknaden och denna finns även att tillgå i garn för stickning (Pagunette 2020). Det krävs inte heller flera olika material för att få det elastiskt då det går att använda sig av Wholegarment-teknik (Shima Seiki, 2020). På så sätt förbättras även möjligheten till återvinning av tyghöljet då ingen separering av material krävs.

Skelettet är tillverkat i silikon med en bas från kvarts vilket är en riklig resurs, samt kolväten som kan utvinnas från exempelvis naturgas. (Chemical Safety Facts, 2020) Det förekommer även olika metoder att återvinna silikon, men i dagsläget är de kostsamma på grund av att de är så pass energikrävande. Därför är det viktigt att produkten håller länge för att på så vis kompensera för att materialet är svårt att

återvinna. Genom att olika delar kan demonteras och bytas ut kan man även laga och återställa produkten om något mot förmodan går sönder eller slits ut. I slutet av livscykeln kan produkten även monteras ned för återvinning och bortskaffas på ett säkert sätt.

Den största miljöpåverkan kommer troligen från elektroniken i produkten. Kretskort, batterier och andra elektroniska komponenter kan innehålla ädelmetaller och skadliga ämnen och är därför påfrestande att tillverka och svåra att återvinna. Miljöpåverkan hade kunnat minskas genom att minimera antalet elektriska komponenter, göra ett bättre val av leverantörer och designa elektroniken för återvinning så bra det går. Elavfallet är något som ökar kraftigt i världen och det är en viktig aspekt att ta hänsyn till även för denna produkt. (Naturvårdsverket, 2020)

6 Diskussion

Projektet har aktivt formats utifrån empiriska såväl som teoretiska studier och de initiala målen med arbetet. Slutkonceptet Virtual GuideDog uppfyller syftet med arbetet genom att via haptisk feedback medge navigation till en individ med grav synnedsättning utan att belasta händer eller andra sinnen. Produkten uppfyller även tack vare beaktandet av användarens behov, förutsättningar och kontext en rad andra krav kring användarvänlighet och ergonomi. Haptiska mönster har konstruerats för att genom vibrationer längs med underarmen generera instruktioner och beskrivningar till användaren om omgivningen. Detta med hänsyn till faktorer som urskiljbarhet och behaglighet. Designbeslut kring konstruktion och placering av produkten bygger på var på kroppen som det är smidigast och bekvämast att ha på sig en haptisk enhet. Andra produktaspekter kring rengöring, laddning och material har även vägt in. Detta har därmed resulterat i en slutkoncept som förhoppningsvis kommer kunna hjälpa personer med grav synnedsättning eller blindhet att enklare och säkrare orientera sig i ett samhälle.

6.1 Rådande omständigheter

På grund av Covid-19 har projektet halvvägs igenom tvingats förhålla sig till rådande omständigheter. Som följd av rekommendationer kring social distansering från Chalmers Tekniska Högskola fattades beslutet om att fortsätta arbetet på distans. Som konsekvens av detta fanns ej möjligheten att testa de slutgiltiga prototyperna tillsammans med användare ur målgruppen. Det har även försvårat möjligheten att testa prototyper inom projektgruppen då all elektronik och alla vibrationsmotorer som krävs för skapandet av prototyperna befunnit sig på Chalmers. Omständigheterna har även begränsat kommunikationen med representanter från i3tex AB vilket har medfört att flera beslut i slutskedet tagits med begränsad vägledning och kritik från företaget.

Det är viktigt att poängtera den signifikans omständigheterna har haft för projektets slutresultat. Användbarhetstester är av stor vikt för att bestämma om ett koncept är realiserbart i praktiken eller ej. De flesta problem vid designarbetet av en produkt uppstår i användningen. Bland annat de eventuella problem kopplade till reaktionsförmågan hos användaren, signalernas tolkningsgrad samt användningen av produkten i sitt verkliga användarkontext har varit svåra att analysera utan att genomföra riktiga användbarhetstester med slutkonceptet.

6.2 Resultatets validitet och reliabilitet

Att inkludera personer ur den faktiska användargruppen är av stor vikt för att medge ett resultat som ska spegla verkligheten. Projektet syftar till att utveckla en produkt anpassad för människor med synnedsättning vilket är en funktionsvariation som kan vara svår för en fullt seende person att föreställa sig. Detta blev extra tydligt under Fas 3. Då blev personer utan synnedsättning tillfrågade om vilket koncept de ansåg var bäst. Samtliga föredrog Halvhandsken, vilket inte stämde överens med

vad personer med grav synnedsättning ansåg. När samma fråga ställdes till personer med synnedsättning blev istället Armstrumpan ett mer självklart val.

Då det under slutet av projektet inte gick att utföra användbarhetstester med personer ur användargruppen, har de initiala studierna med personer ur användargruppen varit av stor vikt. Personer med olika grad av synnedsättning och erfarenhet av hjälpmedel deltog i de intervjuer och observationer som utfördes i arbetets initiala skede. Även en person med dövblindhet var med vilket gav ett bredare perspektiv. Urvalsgruppen bestod i sin tur av både män och kvinnor i skilda åldrar som levt med synnedsättning olika länge. Detta gav en god förståelse för samt bild av de behov och krav som personer med synnedsättning har i en användningssituation. Något som sedan ansågs ge en god grund för utvecklingsarbetet att bygga vidare på.

Under utvecklingsarbetet fick alla tester utföras med personer ur projektgruppen. Validiteten kring vissa resultat kan därför ifrågasättas då ingen i projektgruppen lever med grav synnedsättning. Dock har utnyttjandet av personans under projektets gång varit ett sätt att kontinuerligt ha användaren i åtanke även när det inte har varit möjligt att inkludera faktiska användare i testerna. De tester vars syfte var att enbart avgöra hur väl olika typer av haptisk feedback känns på kroppen är dessutom en typ av test vars testpersoners grad av synnedsättning kan tänkas spela mindre roll. När det istället gäller att utvärdera koncepten i sig och inte typen av haptik så utfördes telefonintervjuer med personer ur användargruppen, då det här ansågs ligga stor vikt att få input av faktiska tänkta användare.

Graden av tillförlitlighet från telefonintervjuernas resultat kan i sin tur diskuteras. Dels utfördes endast två intervjuer och dels bestod intervjuobjekten av personer som tidigare deltagit i de intervjuer som hölls under den inledande projektfasen. Anledningen var att det ansågs vara fördelaktigt att intervjuobjekten hade tidigare kunskap om projektet och var engagerade, vilket skulle resultera i utförliga och genomtänkta svar. Det blev även tydligt efter andra intervjun att båda hade liknande åsikter kring konceptområdena, och därför ansågs behovet att hålla ytterligare intervjuer mindre. En nackdel med att inte intervjuar nya personer är däremot att mycket av utvecklingsarbetet bygger på vad de första intervjuerna gav. Att samma personer sedan får utvärdera koncepten kan ses som ogynnsamt ur ett validitetsperspektiv. Det finns en risk att projektgruppen därmed bara kommer få bekräftat om produkten lyckats uppfylla de krav och behov som de första intervjuobjekten uttryckte. Här hade det alltså varit gynnsamt att även inkludera nya personer ur användargruppen för att få en mer nyanserad utvärdering av de olika konceptområdena.

Utöver urvalet av testpersoner kan även reliabiliteten hos användbarhetstesternas utformning analyseras. Svårigheter med att prototypa med faktiska vibrationsmotorer innebar att tester inte gick att genomföra i en kontextbaserad miljö. Detta då det bland annat krävdes sladdar mellan motorerna på prototyperna och datorn, sladdar som var mycket korta. Testpersonerna kunde därför inte heller gå utomhus i en riktig användarkontext. Vibrationsmotorer lossnade dessutom ofta vilket innebar

att många tester fick startas om på nytt. Prototyperna som användes under användbarhetstestet under Fas 3 var även på olika detaljnivå, vilket även kan ha påverkat resultatets reliabilitet. Exempelvis var tyget som motorerna fästs i olika tjockt (dock endast med några millimeters marginal), vilket kan ha givit ett ogynnsamt utfall. För att kunna dra helt säkra slutsatser från resultaten hade testerna behövt utföras i verklig miljö och med faktiska användare. Detta var tyvärr inte möjligt på grund av Covid-19.

6.3 Produkten i relation till verkligheten

Utvecklingsarbetet har bestått av en mycket iterativ process med flera omgångar utvärderingar och idégenereringar. Det har möjliggjort att en stor detaljrikedom kunnat ta form hos slutprodukten. Designprocessen bygger på litteraturstudier och empiriska studier där användaren, deras mål och användarkontext varit i fokus. Förhoppningen är därför att slutprodukten kan implementeras i brukarens vardag på ett användarvänligt sätt. Två *lead users* ur målgruppen fick även under slutet av designarbetet uttrycka sin åsikt kring de tre sista konceptområdena, där uppfattningen var att de skulle vara mycket mottagliga för att bruka slutprodukten förutsatt vissa faktorer. Dessa faktorer handlar främst om effektivitet, hur diskret produkten är samt säkerheten kring den, vilket diskuteras nedan. Utöver detta ansåg de att slutkonceptet hade stor potential att kunna brukas i verkligheten och var mycket positiva till framförallt det faktum att produkten uppfyller krav om att inte utnyttja varken hörseln eller händerna.

Ur användbarhetsstudierna framkom vikten av att produkten skulle vara enkel att ta av och på samt inte för tidskrävande att använda. Dessa var även krav som genom-syrat stora delar av arbetet. Virtual GuideDog är således det koncept av samtliga konceptområden som enligt utvärderingar bäst uppfyller de krav kopplade till effektivitet och tillfredsställelse. Produkten borde därför ur just denna aspekt vara accepterad hos användaren. Då mängden haptiska signaler är stor finns risken att systemet har en lång inlärningskurva. Detta har dock inte kunnat utvärderas men då det är ett hjälpmedel, likt en ledarhund som kräver inläring, bör detta inte vara avgörande för hur villig målgruppen är att använda produkten. Något som även bekräftades av de personer ur målgruppen under telefonintervjuerna i Fas 3.

Ytterligare en aspekt som ansågs önskvärd enligt målgruppen var att produkten var diskret, vilket resulterat i Virtual GuideDogs nuvarande estetiska utformning. Till vilken grad den uppfattas som diskret handlar dock inte enbart om produktens synlighet, utan relaterar även till hur framträdande de handlingar produkten ger upphov till är. Under utvecklingen av det haptiska språket har projektgruppen därför försökt skapa ett språk som inte resulterar i ett robotliknande rörelsemönster. Användaren ska alltså inte behöva stanna för att avläsa en navigationssignal utan navigeringen ska kunna ske så naturligt som möjligt. Detta ställer höga krav på systemets precision samt GPS-system. Då slutkonceptet inte har testats med verkliga användare har det haptiska språket inte kunnat utvärderas. Det går därför inte att säga om det i praktiken kommer att resultera i önskvärda rörelsemönster eller ej.

En tredje aspekt som är avgörande för hur mottaglig målgruppen är för produkten är nivån av säkerhet som produkten innehåller. Då Virtual GuideDog ska varna användaren om inkommande bilar och cyklar är det av mycket stor vikt att systemet är pålitligt med en minimal felmarginal. Går detta inte att garantera bör denna funktion inte inkluderas i produkten då det istället skulle ge motsatt effekt. Litar användaren på att få en varning som inte kan garanteras kan detta ge en falsk trygghet vilket skulle resultera i mycket allvarliga konsekvenser.

Det faktum att slutkonceptet inte utvärderats eller testats av målgruppen innebär att det som tidigare nämnt kan finnas problemområden vilka ännu inte identifierats. Utöver det haptiska språket hade även materialvalet i kombination med vibrationsmotorerna behövt utvärderas. Då det inte var möjligt att bygga en prototyp med tänkt material råder en viss osäkerhet kring hur väl vibrationerna kommer att kännas genom materialet. Signalernas urskiljbarhet är essentiellt vilket gör detta till en grundläggande produktens funktion i praktiken. Hur effektivt det är att trä in skelettet i tyghöljet inför tvättning är även något som ännu inte utvärderats med användarna, samt hur produkten rent ergonomiskt är att ha på sig under längre stund. En funktionsmodell som aldrig hann testas skapades i slutet av arbetet och bör tillsammans med den tekniskt funktionella modellen fungera som ett underlag för framtida undersökningar.

6.4 Virtual GuideDog & dagens marknad

Det som skiljer Virtual GuideDog från dagens marknad är den mängd krav produkten uppfyller. Många av dagens hjälpmedel belastar antingen hörseln, händerna eller är mycket synliga. Då ett stort fokus legat på att inom projektgruppen få en förståelse för användaren, dennes mål samt kontext, har det resulterat i ett slutkoncept som tar hänsyn till samtliga ovannämnda aspekter. En nackdel med detta kan vara att produkten, i ett försök att uppnå användares samtliga behov, kan ha blivit för komplex och därför inte är realiserbar i verkligheten. Detta borde dock inte vara fallet då produkten utgår från flera designteorier och lösningar som återfinns i annan teknik på marknaden, vilket kommer att diskuteras nedan.

En likhet mellan Virtual GuideDog och dagens produkter som inkluderar haptisk feedback är utnyttjandet av vibrationer. Att vibrationer redan används som teknisk princip för haptisk informationsöverföring indikerar att denna lösning borde vara realiserbar i praktiken även för Virtual GuideDog. En skillnad mellan Virtual GuideDog och övriga haptiska hjälpmedel är däremot mängden information som överförs genom produkten. Andra hjälpmedel på marknaden utnyttjar ofta mycket korta kommandon för att överföra en liten mängd information, medan det i Virtual GuideDog finns en rad vibrationsmönster som ska överföra många olika typer av information. Därför har det legat en stor vikt i att hålla samtliga signaler så intuitiva och enkla som möjligt.

Som tidigare nämnt under Orienteringskapitlet är det få hjälpmedel som lämnat konceptstadiet. Idag finns det redan en mängd navigationsmedel som människor utan synnedättning använder. Dessa kan även människor med synnedättning nyttja med hjälp av hörseln. Haptiska hjälpmedel för personer med synnedättning kan därför ses som ett relativt nischat område. Produkter som enbart via haptik överför information kräver ofta en annan inlärningskurva då det är en typ av ”språk” som få är vana vid. Om hjälpmedlet endast kan ge enkla instruktioner såsom exempelvis enbart höger-och vänstersvängar, finns en risk att användaren inte anser det vara värt mödan att lära sig att hantera produkten. Det framkom däremot under intervjuer med användarna att inlärningskurvan kunde vara hög så länge slutprodukten tar i beaktning så många av användarens behov som möjligt. Detta har varit ett stort fokus under utvecklandet av Virtual GuideDog, då målet har varit att ta hänsyn till hela användarens upplevelse. Därmed överför Virtual GuideDog betydligt mer information än endast riktningssändringar och kan hjälpa användaren på fler sätt än vad många av dagens hjälpmedel kan.

I dagsläget pågår forskning inom spelvärlden och Virtual reality (VR) på att genom haptisk feedback förmedla det som sker i spelet till spelaren. Ett intresse av att utveckla produkter som förmedlar information via haptik finns alltså även utanför den målgrupp detta arbete fokuserat på. Den pågående forskning och den nya teknik som tas fram kring detta skulle därför kunna stödja Virtual GuideDogs realiserbarhet. Ett exempel är Soft Pneumatic Actuator-skin som nämnts under orienteringskapitlets *”Utbudet av Haptiska navigationshjälpmedel”*, varvid utvecklarna har utnyttjat en teknik som tillåter anpassningsbara mönster av tryckpunkter på användarens arm (EPFL, 2020). Detta innebär att större mängder information kan överföras haptiskt till brukaren. Om ny framtida teknik inom VR-världen implementeras med vårt slutkoncept har Virtual GuideDog alltså stor potential att i framtiden kunna vidareutvecklas.

Virtual GuideDog är framtagen för att även kunna vara kompatibel med den taktila kartan som examensarbetet Touch & Go tagit fram. Då kartan är handhållen, vilket inte Virtual GuideDog är, borde de båda produkterna inte komma i konflikt med varandra ur detta perspektiv. Examensarbetet innefattade även en haptisk handhållen givare vilken låg till grund för utvecklingsarbetet för detta projekt. Virtual GuideDog anses lösa de problem aspekter som fanns med den handhållna givaren, bland annat då den frigör händerna. En ytterligare fördel med detta projekts slutkoncept är att fler signaler kan ges till användaren då hela underarmens yta utnyttjas, istället för att endast leda användaren med signaler genom tummen (vilket är fallet hos den handhållna enheten). Detta möjliggör en betydligt utförligare informationsöverföring på ett sätt som tidigare inte var möjligt. På så sätt kan användarens perception av omgivningen öka vilket leder till en ökad självständighet. Produkten ger även möjligheten för varningssignaler samt förberedelser vilket tidigare inte var möjligt. På så sätt tar Virtual GuideDog hänsyn till en större aspekt av användningen än endast själva navigationen. Virtual GuideDog är dessutom enkel för användaren att dölja under klädesplagg om denne inte vill visa sin synnedättning, något som inte var möjligt med Touch & Go.

6.5 Fortsatt utvecklingsarbete

Representanter från i3tex AB har under projektets gång delat med sig om deras planer för hur Virtual GuideDogs tillhörande sensorsystemet skulle kunna realiseras. De har lyft fram en typ av mikrodator som kan tänkas användas till kalkylering av navigering, hantering av sensorinput samt styrning av haptiska motorer. Jetson Nano från NVIDIA (NVIDIA Corp., 2020) är en mikrodator som kan köra flera neurala nätverk parallellt för program såsom bildklassificering och objektigenkänning. Objektigenkänning är teknologi som i3tex har varit intresserade av för ett potentiellt haptiskt system, vilket dock inte har varit fokuset under detta arbete. Det finns däremot en möjlighet att i ett framtida utvecklingsarbete av konceptet implementera kamerasensorer för objektigenkänning.

Det skulle finnas många fördelar med att implementera objektigenkänning med Virtual GuideDog. Det skulle bland annat innebära en möjlighet att beskriva objekt i omgivningen för användaren, såsom trafikskyltar eller dörrhandtag. Detta skulle även möjliggöra navigering i komplexare miljöer, till exempel inomhus. Många sensorer som behandlar avstånd och hastighet kan ersättas med kameror. På så sätt kan antalet hårdvarukomponenter på produkten minska och därmed reduceras komplexiteten. Det är även av stor vikt att systemets sensorer inte tolkar människor i användarens omgivning som hinder, varav behovet av objektigenkänning återigen kommer in. Objektigenkänning har dock som sagt avgränsats från arbetet på grund av den stora mängd information som i sådana fall hade behövts definieras i det haptiska språket.

För att ett haptiskt navigationssystem ska fungera optimalt måste GPS-enheten ha tillräckligt hög precision för att instruktionerna skall överensstämja med användarens position. Denna enhet har inte tagits med i arbetets omfattning, men det måste ändå poängteras. Dagens GPS-enheter har som bäst en mätnoggrannhet på 4 meter för horisontell position och ännu högre för vertikal position (USA Gov., 2008). Eftersom Virtual GuideDog kontinuerligt informerar användaren om riktning krävs en högre mätnoggrannhet än traditionella GPS-enheter, som till stor del förlitar sig på användarens synförmåga. Virtual GuideDogs instruktioner och uppmaningar måste alltså ges till användaren med mycket hög precision. I takt med utvecklingen av existerande teknologi och uppfinnandet av nya tekniker bör detta vara möjligt att åstadkomma i framtiden.

Ännu en aspekt som kräver fortsatt utvecklingsarbete är det haptiska språkets detaljer. För att validera språkets användbarhet bör graden av intuitivitet, urskiljbarhet och komplexitet testas. Då det haptiska språket ej kontrollerats med personer ur målgruppen finns risken att vissa signaler är för svårtolkade och inte går att urskilja. Dessutom kvarstår det att undersöka vilka konsekvenser en långvarig användning av produkten skulle kunna resultera i ur ett ergonomiskt perspektiv. Att två försökspersoner upplevde fantomvibrationer efter användbarhetstesterna på ryggen är ett exempel på en ergonomisk aspekt som behöver undersökas ytterligare.

Förutom vad det haptiska språket signalerar måste det även fastställas *när* i tiden signalen ska ges till användaren. Tester kring hur lång tid innan en instruktion behöver signaleras krävs. Navigering är komplext och det finns många kombinationer av problem som kan uppstå för användaren. Alla scenarior som användaren kan stöta på har därför inte kunna utvärderas. Dessa scenarier måste simuleras i test-sammanhang för att detaljerat kunna fastställa hur signalerna skall kommuniceras till användaren. Mängden signaler är även av vikt att i framtiden analysera, då det under de empiriska studierna framkom att för mycket haptisk feedback kunde upplevas störande. En balans av signaler som varken stör användaren eller upplevs som otillräcklig måste alltså identifieras.

Ett användbarhetstest konstruerades till i3tex för ett eventuellt utvecklingsarbete av slutkonceptet, vilket beskrivs i bilaga F. Även användning av andra typer av vibrationsmotorer bör undersökas då det finns motorer på marknaden som kan vara bättre lämpade. Något som uppdagades i Urvalstest 1 var att om en person satte fingret mot en av vibrationsmotorerna gjorde trycket från det att vibrationerna inte kändes lika väl. Detta är ytterligare något som måste tas hänsyn till i val av motorer.

När ett inkommande objekt ska anses utgöra en fara för användaren eller inte har inte kunnat avgöras utifrån studierna i detta projekt. Denna aspekt beror till stor del på kapaciteten på sensorerna och kamerans detaljnivå av objektigenkänning. Definition på vad som kan anses utgöra en skaderisk för användaren hade alltså behövt analyserats närmare där lägsta hastighet på föremålet samt minimivolym kommer avgöra om systemet ska varna för objektet eller ej.

7 Slutsatser

Syftet med projektet var att utveckla ett haptiskt navigationssystem som guidar personer med grav synnedsättning i sin omgivning utan att påverka användningen av befintliga hjälpmedel eller belasta andra sinnen. En sådan produkt skulle öka användarens självständighet och innebära att de kan orientera sig med större frihet. I dagsläget finns det navigationshjälpmedel för personer med grav synnedsättning, men majoriteten av de på marknaden belastar hörseln. Haptisk informationsöverföring är alltså ovanligt på dagens marknad. Andra hjälpmedel såsom ledarhund finns men är dessvärre något som användaren kan behöva vänta länge på att få. Det är inte heller alla som är intresserade av eller har möjligheten att äga en hund.

De problemspekter som projektet har inkluderat under utvecklingsarbetet kan sammanfattas i följande punkter:

- Svårt att navigera på nya platser utan ledsagare, även vid användning av hjälpmedel såsom ledarhund
- Problematik med att lokalisera hinder över brösthöjd
- Risker med bilar och cyklar som kommer körande och som inte hörs
- Hög riskfaktor med trappor
- Svårigheter med lokalisering kring vart användaren befinner sig
- Användaren vill inte visa upp sin synnedsättning

De kriterier som en lösning ska ha uppfyllt vid projektets slutskede är bland annat:

- Den haptiska informationsöverföringens signaler ska vara urskiljbara och tolkningsbara
- Produkten ska vara diskret och smidig
- Produkten ska vara enkel att ta på och av
- Signalerna ska medge en stor säkerhet mot potentiella faror under navigering
- Navigationen ska vara tydlig med mycket liten felmarginal

Projektet resulterade i Virtual GuideDog, vilket är en produkt som ingår i ett haptiskt system och som fästs på underarmen på användaren. Guidningen sker genom signaler från vibrationsmotorer vilket ges i olika kombinationer, mönster och intensitet. Produkten har tre kategorier av signaler: navigation, varning samt upplysning. Virtual GuideDog är möjlig att använda i kombination med andra hjälpmedel såsom vit käpp eller ledarhund och resulterar i en ökad säkerhet samt självständighet för användaren.

Eftersom användbarhetstester kring slutkonceptet inte var möjliga att genomföra krävs en ytterligare verifiering av beslut tagna under processen. Resultatet av arbetet visar på att produkten har en solid grund inför framtida utvecklingsarbete där

fokuset bör ligga på följande punkter:

- Utveckla en tillhörande applikation för styrning av essentiella funktioner som att exempelvis bestämma rutt på och få feedback om systemfel genom
- Utföra användbarhetstester med avseende på att utvärdera det haptiska språket och dess frekvenser, intensiteter samt varaktighet av olika signaler
- Skapa en fungerande interaktion mellan Virtual GuideDog och de sensorer och det GPS-system som genererar indatan
- Utvärdera hur slutgiltig konstruktion och materialvalet skulle fungera i praktiken, samt hur de ergonomiska aspekterna påverkas av exempelvis fantomvibrationer och långvarig användning av produkten

Om fortsatta tester sker i kombination med verifiering av ovannämnda aspekter visar arbetet på att det finns en utvecklingspotential som kan leda till att Virtual GuideDog lanseras på marknaden. Det finns även en stor efterfrågan av en sådan produkt från användargruppen samt en vilja att engagera sig i fortsatt arbete.

Litteraturförteckning

ACD³. (2017). *Designnivåer*. Hämtad från http://www.acd3.se/w/index.php?title=Designnivåer&fbclid=IwAR3VfUP76KyaaZr8FnyqIXNGyNXKN7PLvhWnkrX_XHsFwnjieF00Z6bxG-k

Antropometri. (2020). *Antropometri för design, produktutveckling och arbetsplatsutformning*. Hämtad från <http://antropometri.se/calc.php>

Bligård, L. (2015). *Designnivåer enligt ACD³*. (Utdrag för MMF273 - Design och användaranpassning ur "ACD³- Utvecklingsprocessen ur ett människa-maskinperspektiv").

Bligård, L. (2018). *Föreläsning Ergonomi (MMT010), Belastningsergonomi*. Chalmers Tekniska Högskola, 2018.

Brandel, S., Xia, C. (2019a). *Interaktion mellan enheterna [Elektronisk bild]*. Hämtad från *Konceptframtagning av ett tekniskt hjälpmedel för personer med blindhet: Utvecklat för orientering i stadsmiljö* (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för Industri- och materialvetenskap).

Brandel, S., Xia, C. (2019b). *Konceptframtagning av ett tekniskt hjälpmedel för personer med blindhet: Utvecklat för orientering i stadsmiljö* (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för Industri- och materialvetenskap).

Chemical Safety Facts. (2020). *Silicones*. Hämtad från <https://www.chemicalsafetyfacts.org/silicones-post/>

Culbertson, H., Schorr, S., Okamura, A. (2018). *Haptics: The Present and Future of Artificial Touch Sensation* (Vetenskaplig rapport, Stanford University, Department of Mechanical Engineering, University of Southern California, Department of Computer Science).

EPFL. (2020). *Soft Pneumatic Actuator (SPA)-Skin*. Hämtad från <https://www.epfl.ch/labs/rrl/research-2/research-soft/page-148990-en-html/>

EU 2017/745. *EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2017/745*. Hämtad från <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0745&from=EN>

Farrington-Arnas, E. (2018). *Maptic: Tactile Navigation for the Visually Impaired*. Hämtad från <https://www.youtube.com/watch?v=ai9ouE35-NE>

Farrington-Arnas, E. (2019a). *Person med Maptic* [Elektronisk Bild]. Hämtad från <https://emilios.co.uk/files/uploads/maptic/wearing2.jpg>

Farrington-Arnas, E. (2019b). *Maptic: Tactile Navigation for the Visually Impaired*. Hämtad från <https://emilios.co.uk/portfolio-maptic.html>

Frcho, J. (2015). *BrainPort V100 Device Helps People who are Blind See with Tongue*. Hämtad från <https://brailleworks.com/brainport-v100/>

Funka. (2020). *Statistik* (Andrahandskälla, Statistiska Centralbyrån). Hämtad från <https://www.funka.com/design-for-alla/tillganglighet/statistik/>

Halldin, M. (2019). *Nedsatt syn och blindhet*. Hämtad från <https://www.netdoktor.se/ogon/ogats-sjukdomar/sjukdomar/nedsatt-syn-och-blindhet/>

Hersh, M. (2013). *Deafblind People, Communication, Independence, and Isolation* (Empirisk artikel, University of Glasgow).

Hodakel, B. (2020). *What is Polyester Fabric: Properties, How its Made and Where*. Hämtad från <https://sewport.com/fabrics-directory/polyester-fabric>

i3tex AB. (2020). *Om oss*. Hämtad från <https://www.i3tex.com/om-i3tex/>

IXIXSIGMA. (2020). *PUGH MATRIX*. Hämtad från <https://www.isixsigma.com/dictionary/pugh-matrix/>

Kungliga Tekniska Högskolan. (2020). *Social hållbarhet*. Hämtad från <https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/social-hallbarhet-1.373774>

Microsoft Corporation. (2019). *Microsoft Soundscape*. Hämtad från <https://apps.apple.com/us/app/microsoft-soundscape/id1240320677>

Naturvårdsverket. (2020). *Elavfallet ökar*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Elektronik/>

NVIDIA Corp. (2020). *NVIDIA Jetson Nano Developer Kit*. Hämtad från <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit>

O'Sullivan, L. (2017). *Wickens model of human information processing* [Elektronisk bild]. Hämtad från https://www.researchgate.net/figure/Wickens-model-of-human-information-processing-21_fig1_320230518

Osvolder, A. (2018). *Föreläsning Ergonomi (MMT010), Kognitiv Ergonomi I*. Chalmers Tekniska Högskola, 2018.

Pagunette. (2020). *Inredningstextil tillverkad av återvunnen plast*. Hämtad från <https://www.pagunette.se/inspiration/trender/recycled>

Precision Microdrives. (2020). *Vibration Motors*. Hämtad från <https://www.precisionmicrodrives.com/vibration-motors/>

Ranasinghe, A. (2015). *Identification of haptic based guidance in low visibility conditions*. (King's College London, Department of Informatics). Hämtad från https://www.researchgate.net/publication/282358551_Identification_of_haptic_based_guidance_in_low_visibility_conditions

Rexfelt, O. (2019). *Föreläsning Usability (IMS050), Att utforma användargränssnitt*. Chalmers Tekniska Högskola, 2019.

SHIMA SEIKI MFG., LTD. (2020). *WHOLEGARMENT*. Hämtad från <https://www.shimaseiki.com/wholegarment>

Socialpedagogiska skolmyndigheten. (2019). *Kategorier av synnedsättning*. Hämtad från <https://www.spsm.se/funktionsnedsattningar/synnedsattning/kategorier-av-synnedsattning/>

Strandkliniken. (2020). *BRÖSTOPERATION MED GELFYLLDA IMPLANTAT* (Patientbroschyr). Hämtad från <http://www.strandkliniken.se/MentorPatientbroschyr.pdf>

Sunu. (2019a). *Person med Sunu Band* [Elektronisk Bild]. Hämtad från <https://www.sunu.com/images/heroland.jpg>

Sunu. (2019b). *It's your world: Explore it with the Sunu band*. Hämtad från <https://www.sunu.com/en/index.html>

Syncentralerna. (2020). *Information om synnedsättning*. Hämtad från <http://www.syncentralerna.se>

Synskadades Riksförbund. (2016). *Informatörsverksamhet*. Hämtad från <https://www.srf.nu/om-oss/distrikt-och-lokalforeningar/uppsala/det-har-gor-vi/informatorsverksamhet/>

Synskadades Riksförbund. (2018). *Den vita kappen*. Hämtad från <https://www.srf.nu/leva-med-synnedsattning/att-ha-en-synnedsattning/den-vita-kappen/>

Synskadades Riksförbund. (2020a). *Allt om ledarhundar*. Hämtad från <https://www.srf.nu/det-har-gor-vi/ledarhundar/allt-om-ledarhundar/>

Synskadades Riksförbund. (2020b). *Ordlista*. Hämtad från <http://www.srfstockholmgotland.se/Tips-for-seende/Ordlista/>

Université de Genève. (2019). *How our body 'listens' to vibrations*. Hämtad från <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/03/190320101941.htm>

USA Gov. (2008). *GLOBAL POSITIONING SYSTEM STANDARD POSITIONING SERVICE PERFORMANCE STANDARD*. Hämtad från <https://www.gps.gov/technical/ps/2008-SPS-performance-standard.pdf>

Wang, F. (2014). *Haptic Energy Consumption* (Applikationsrapport, Texas Instruments).

Wicab, Inc. (2020a). *Person med BrainPort Vision Pro* [Elektronisk Bild]. Hämtad från <https://www.wicab.com/brainport-vision-pro?lightbox=dataItem-jionkctj1>

Wicab, Inc. (2020b). *BrainPort Vision Pro*. Hämtad från <https://www.wicab.com/brainport-vision-pro>

Wikberg Nilsson, Å., Ericson, Å., Törlind, P. (2015). *Design: Process och metod* (1:3 upplaga). Lund: Studentlitteratur AB.

Bilaga A - Mallar för Användbarhetstest

MANUS till person med synnedsättning

Välkommen!

GDPR: Är det okej att vi sparar information om dig? Vi kommer spara informationen tills kursen är färdig, det vill säga fram tills juni.

Vi kommer filma intervjun, är det ok för dig?

Vi sitter x personer här, vi antecknar på datorer.

Vi är medvetna om att vi inte har någon kännedom om hur det är att leva med en synnedsättning och uppskattar din hjälp mycket! Om vi säger något som är fel eller som du inte håller med om något vi säger så får du gärna rätta oss.

Vi håller på med ett kandidatarbete där vi ska ta fram ett hjälpmedel som via haptiska signaler, alltså känsel, som ska kunna leda och navigera en person med synnedsättning på allmänna platser.

1. Hur benämner du din synnedsättning?
2. Hur fungerar din synnedsättning?
3. Hur länge har du haft din synnedsättning?
4. Brukar du vilja visa att du har en synnedsättning
 - a. Hur signalerar du att du ser sämre/ behöver hjälp?
5. Hur fungerar din vardag med din synnedsättning?
 - a. generella problem, svårigheter
 - b. Trappor? Snabba saker som kommer? Trafфик?
 - c. Hur blir man bemött i en folkmassa?
6. Vad om dig och din vardag har en seende person svårt att förstå
7. Vad använder du för hjälpmedel idag?
 - a. Vilka andra hjälpmedel har du tidigare använt dig av?
 - b. Använder du dig av echolocation?
 - c. Har du hört talas om några andra hjälpmedel på marknaden?
 - d. Är det något du hade velat ändrat på ditt befintliga hjälpmedel?
8. Vad använder du för strategier för att hitta i en ny byggnad/område?
 - a. Memorerar du hur saker ser ut i förväg, räknar steg, frågar någon? Kontakter någon i förväg som leder?
9. Hur gör du för att minnas hur en ny omgivning se ut inför nästkommande besök?
10. Vad ser du som mest problematiskt; att ta sig från punkt A till B eller hitta en sittplats i ett rum?
11. Vilka hinder är svårast att upptäcka?
 - a. Är det svårast att upptäcka saker som är högt eller lågt?
 - b. När känner du att det uppstår flest problem?

12. Vad för information är relevant att få? Avstånd? Riktning? Objektigenkänning? Varning?
Vårt mål i det här projektet är att överföra en stor mängd information om omgivningen via känsel till en brukare.

13. Om du tänker dig en sådan haptisk givare som ger dig information, hur mycket och vad skulle du vilja ha för hjälp av en sådan givare?

a. Hur mycket tror du att du hade litat på en haptisk enhet?

14. Hur tar du till dig information mha känsel?

a. Vilka typer av känsel? - vibration, kram, tryck, elstöt, etc?

b. Var på kroppen? - ett centralt ställe eller många ställen?

15. Tror du att haptisk information hade störst dina andra sinnen?

a. Om ja, till vilken grad skulle du säga att det är accepterbart?

16. Vad hade du velat se att det finns för hjälpmedel i framtiden?

+ MANUS till ledarhundsförare

1. När fick du en ledarhund? Efter hur lång tid som synskadad?

a. Hur upplever du att din vardag förändrades efter att du fick en ledarhund?

b. Har du behov som hunden inte uppfyller?

c. Använder du käpp som komplement?

2. Är det någonting som är svårt att förstå eller upptäcka när du är ute med din ledarhund?

3. Hur gör du om du och din hund ska till en plats ni inte känner till?

a. Hur upplever du att hunden reagerar?

4. Finns det tillfällen du inte tar med ledarhunden?

5. Hur kommunicerar du med din hund?

a. Vad får du för signaler från din hund?

b. Hur markerar hunden om du ska svänga, stanna eller se upp för ett plötsligt föremål?

6. Hur upptäcks hinder såsom trädgrenar, skyltar och annat som kommer ovanifrån? Dvs sådant som hunden kan ha svårt att se?

MANUS till ledarhundtränare

Välkommen!

Gdpr

Vi kommer filma intervjun, är det ok för dig?

Vi sitter x personer här, vi antecknar på datorer.

Vi är medvetna om att vi inte har någon kännedom om hur det är att leva med en synnedsättning och uppskattar din hjälp mycket! Om vi säger något som är fel eller som du inte håller med om något vi säger så får du gärna rätta oss.

Vi håller på med ett kandidatarbete där vi ska ta fram ett hjälpmedel som via haptiska signaler, alltså känsel, som ska kunna leda och navigera en person med synnedsättning på allmänna platser.

Får vi lov att spela in telefonintervjun? Tar bort den

1. Vad har blinda personer generellt för behov?
2. Vad är hundens uppgift?
 - a. Vad är det viktigaste för hunden att visa? Huvudprio?
3. Finns det olika syften för olika ledarhundar?
4. Hur vanligt är det att man har en ledarhund?
5. Hur kommunicerar hundar till sin person?
 - a. Vilken typ av kommunikation sker? T.ex. när personen kommer till en trappa, dörr, bil, cykel, hål i marken?
6. Finns det ett standardiserat system, eller är det helt upp till tränare att bestämma det?
7. Hur vet ni vad ni ska lära hunden?
 - a. Hur har ni tagit reda på vad hunden behöver göra?
8. Hur gör personen för att lära sig kommunikationen som hunden ger?
9. Vad finns det för problem/begränsningar med en ledhund?
10. Har du någon mer information som skulle kunna vara användbar för oss?

MANUS TILL IDEGENERERING

Fråga om vi får filma/spela in ljud.

Vi är medvetna om att vi inte vet någonting om hur det är att leva med en synnedsättning. Om vi säger något som är fel eller som du inte håller med om får du gärna rätta oss.

Vad vi vill ha svar på?

Problem och svårigheter

Hur benämner du din funktionsvariation?

Hur fungerar din funktionsvariation? Hur länge har du haft den?

Hur funkar livet med en funktionsvariation? Vad om dig och din vardag har vi svårt att förstå?

Hur det funkar i vardagen (vad får du för typ av hjälp)

Generella svårigheter och problem i vardagen

Trappor? Snabba saker som kommer? Trafфик?

Vilken höjddel är mest problematisk?

Mikro eller makro- vad mest kritiskt? Ta sig från punkt A till B, eller typ sätta sig på stol?

Hur vet du vart du är någonstans i en miljö?

Brukar du vilja visa att du har en synnedsättning

Hur mycket hjälp vill du ha av den haptiska enheten

Hur signalerar du att du ser sämre/ behöver hjälp? Vill du det?

Eko-klick med tungan? Andra sätt?

Använder du dig av echolocation?

Vill ha info om personen

Om signalen/ datan

Vad för information är relevant att få? Avstånd? Riktning? Objektigenkänning? Varning?

Vilken information är viktigast att få reda på?

Om Givaren

Hur tar du till dig information mha känsel?

Var på kroppen ? - ett centralt ställe eller många ställen? Några förbjudna zoner?

Vilka typer av känsel? - vibration, kram, tryck, elstöt, etc?

Ex när du kommer in i en ny byggnad och ska till ett möte en våning upp- hur gör du då? Var börjar du? Kollar du upp i förväg? Kan ju ej läsa kartan

Om trappa har flera plattaer ex, när vet du att är framme? Frågar högt?

Går längs vägg eller i mitten?

När på plats med mycket folk, hur påverkar dig?

Memorerar du antal steg osv? Kan haptisk feedback störa koncentrationen?

Bilaga B - Kravlista

ID.	Krav	Önskvärd/ Nödvändig	Kategori	Kommentar
1	Möjliggöra personanpassning	N	Anpassning	Enheten passar ett brett storleksspektrum
2	Möjliggöra kalibrering av haptisk intensitet	N	Anpassning	I en eventuell app eller kontroll till enheten
3	Möjliggöra egna preferenser av vad för information som indikeras	N	Anpassning	Möjligheten att tysta delfunktioner som inte är relevanta för användaren
4	Information skall indikeras på ett sätt så att alla användare hinner uppfatta det oavsett gånghastighet	Ö	Anpassning	
5	Haptisk feedback skall ej anbringa obehag till användaren	N	Ergonomi	*****
6	Kärnfunktionen skall ej belasta andra sinnen än känsel	Ö	Ergonomi	
7	Minimera risken för användningsfel	N	Ergonomi	****
8	Skall ej belasta fötternas känsel	Ö	Ergonomi	
9	Skall upplevas tillförlitlig	Ö	Ergonomi	
10	Produkten skall ej leda användaren till rörelser som kan medföra dålig ergonomi	N	Ergonomi	
11	Produkten skall vara enkel att bära på kroppen	N	Ergonomi	Inte för stor eller tung
12	Förberedelseiden inför varje användning skall inte överstiga mängden nytta	Ö	Ergonomi	Navigeringsmomenten får ej vara för utdragna
13	Produkten skall vara enkel att fästa på kroppen	N	Ergonomi	**** Går att diskutera
14	Produkten skall vara enkel att ta av från kroppen	N	Ergonomi	**** Går att diskutera
15	Inlärningstiden skall inte överstiga mängden nytta	Ö	Ergonomi	
16	Produkten skall möjliggöra användning i kombination med andra hjälpmedel	N	Kompatibilitet	Exempelvis käpp, ledarhund eller tolk som ger socialhaptisk feedback
17	Skall ej ockupera händerna	N	Kompatibilitet	Specifikt handflatorna
18	Möjliggöra vidareutveckling	N	Kompatibilitet	Addition av hårdvara och funktion, utveckling av mjukvara, etc.
19	Medge användning oavsett påklädnad	Ö	Kompatibilitet	Exempelvis handskar, klocka eller ryggsäck
20	Möjliggöra användning under olika väderförhållanden och årstider	Ö	Konstruktion	fungera i olika typer av klimat och temperaturer
21	Materialalet ska tåla fukt	Ö	Konstruktion	Exempelvis svett eller regn
22	Skall medge navigering –h i sträck	Ö	Konstruktion	*****?*****
23	Möjliggöra aktivering och deaktivering	N	Konstruktion	
24	Medge haptisk feedback inom detekterbar nivå	N	Konstruktion	
25	Produkten skall vara diskret	Ö	Konstruktion	
26	Produkten ska inte kontaminera användaren och omgivning med skadliga ämnen	N	Konstruktion	
27	Produkten skall kunna monteras ner för återvinning	Ö	Konstruktion	
28	Hårdvarukomponenter skall inneslutas	N	Konstruktion	
29	Produkten måste ha en viss grad av stöttålighet	N	Konstruktion	Man ska kunna gå in i hinder utan att enheten får interna skador
30	Medge upplösning på minst 45 grader vid svängning	N	Navigering	
31	Medge navigering till fots	N	Navigering	
32	Möjlighet att spara markeringspunkter för framtida orientering	Ö	Navigering	
33	Medge navigering utan andra hjälpmedel	Ö	Navigering	
34	Förbereda användaren för riktningssändringar	Ö	Navigering	
35	Medge olika förvarningstider för olika typer av navigeringsmöjligheter och hinder	Ö	Navigering	
36	Produkten skall möjliggöra navigering på en rutt som är ny för användaren	N	Navigering	
37	Produkten skall fungera i folkmassor	N	Navigering	Eventuellt stänga av vissa funktioner när användaren befinner sig i folkmassor
38	Produkten skall möjliggöra navigering i olika miljöer som exempelvis i stad eller skog	Ö	Navigering	
39	Produktens skall ej försätta användaren i fara	N	Navigering	
40	Produkten skall undvika hinder på ett naturligt sätt	Ö	Navigering	Ex ska kunna runda föremål utan att behöva göra onaturligt skarpa svängar
41	Produkten skall kunna visa på riktning i höjdlid	Ö	Navigering	
42	Indikera att rörelse sker i korrekt riktning	N	Navigering	
43	Indikera upphöjning	N	Upplysning	ex. trappa (upp) . hur många indikationer ska ges om går uppför en trappa? hela vägen eller enbart första och sista steget?
44	Indikera nedsänkning	N	Upplysning	ex. trottoarkant, trappa(ned)
45	Varna för plötsliga hinder	Ö	Varning	inklusive snabbt inkommande som ex någon på cykel
46	Medge varning för föremål ovanför användarens bröst höjd	Ö	Varning	
47	Medge varning för föremål under användarens bröst höjd	Ö	Varning	Också möjlighet att stänga av
48	Indikera att systemet fungerar	N	Verifiering	indikera att systemet är igång och ej förlorat signal
49	Möjliggöra upprepning av signaler	Ö	Verifiering	ifall man missar en signal ska man kunna spela upp den igen
50	Indikera återstående batteritid	Ö	Verifiering	Ex. genom ljud vid igångsättning
51	Indikera aktivering och deaktivering av produkten	N	Verifiering	Ex. genom ljud
52	Produktens material skall möjliggöra luftflöde till huden	Ö	Konstruktion	Ska ej bli för varmt att ha på sig den
53	Medge tydligt urskiljbara signaler	N	Upplysning	Användaren ska kunna urskilja olika typer av signaler
54	Medge haptisk feedback när användaren har ankommit till målet	Ö	Upplysning	
55	Möjliggöra rengöring av produkten	N	Konstruktion	
56	Medge korrekt montering/fästning av produkt på kroppen	Ö	Kompatibilitet	Användaren ska kunna ta på sig produkten på rätt sätt med enkelhet (inte ta på sig den på fel håll om det finns rätt/fel håll)
57	Medge enkel montering på kroppen	Ö	Kompatibilitet	Användaren ska kunna ta på sig produkten snabbt och smidigt (ex trä på sig den snabbt)
58	Skall ej fastna i andra saker	Ö	Kompatibilitet	

Bilaga C - Personas

CHRISTINA

Christina har under hela sitt liv haft god syn, därför kom beskedet om att hon snart skulle förlora stora delar av den som ett hårt slag. Nu ser hon mestadels gråzoner och ljusförändringar, vilket har krävt en ganska stor omställning av hennes vardag. Hon har alltid varit bestämd med att försöka behålla så många av sina intressen och rutiner som möjligt, och har snarare försökt anpassa synnedsättningen efter vardagen än tvärtom.

Som IT-programmerare på ett konsultföretag sitter hon ibland ute på andra företag, något hon uppskattat stort då det skapat en större variation i vardagen. En svårighet med det är att hon därmed också ofta behöver besöka nya platser, något som dock med en kollega vid sin sida hitills inte inneburit några större problem. För tillfället är hon inte jättebekväm med att röra sig på nya ställen, men tror att det kommer bli bättre i framtiden. Ny teknik och nya hjälpmedel är något hon har bra koll på, och läser ofta om de senaste nyheterna kring medicin och teknik på nätet. En ledarhund vill hon dock inte ha, och tycker det är jobbigt att gå med käpp då hon helst inte vill att hennes synnedsättning syns för mycket.

Hon värdesätter sin familj högt, och tillbringar mycket tid med sin son och make när hon inte jobbar. På helgerna brukar de alltid laga en lite extra fin måltid, där hela familjen hjälps åt i köket tillsammans. Matlagningen är en stor passion hon har i livet, och hon drömmer om att någon gång ställa upp i Sveriges Mästerkock. I och med synnedsättningen har det blivit lite svårare att hantera de olika redskapen i köket, men i och med att mycket sitter i benmärken så har inga större katastrofer skett menar Christina.



34 år gammal

Jobbar på ett konsultföretag

Bor i ett radhus strax utanför
Sundsvall med sin make
och sin 5-åriga son
Började förlora synen för 6
år sedan, ser nu enbart
gråzoner och ljusnyanser



MIA

Mia pluggar biokemi på Göteborgs universitet och skriver nu sitt kandidatarbetet. Att plugga med synnedsättning tycker hon inte har varit av några större besvär. Det finns många bra hjälpmedel att ta till när det gäller att läsa och skriva, och alltid finns det någon som kan hjälpa en vid behov. Att tyda bilder kan vara lite svårt att göra på egen hand, även om det finns hjälpmedel för det med, men även när läraren pekar på något i sin powerpoint-föreläsning och glömmer bort att Mia inte ser det. Men då föreläsningarna ofta är i samma sal varje vecka så upplever hon sällan problem med navigeringen.

På fritiden tränar hon friidrott tre gånger i veckan. Utöver detta så är kvällspromenader en daglig rutin, och Mia brukar promenera några kilometer i Slottsparken oavsett väder. Ofta med en vän men ibland bara med sin leddhund Stig. Att promenera i staden och nära trafik tycker hon kan vara tröttsamt, då det är mycket som man ska hålla reda på. Därför uppskattar hon lugnat som Slottsparken bjuder in till.

I framtiden vill Mia gärna doktorera inom biokemi, och ser sig själv bo i ett hus nära kusten i Göteborg i framtiden. Med en stor trädgård, för Stigs skull. Att huset kanske ligger en bit utanför centrum gör inget, att ta kollektivtrafik har aldrig varit något större problem.

Mia har aldrig varit så rädd för att råka gå in i något, utan menar att det är på det sättet man förstår att man har ett hinder framför sig. Det är bara att testa sig fram. Med Stig vid sin sida har det dock blivit betydligt enklare, och hon uppskattar att hon numera kan ta sig mycket snabbare fram. Innan Stig var det betydligt svårare att ta en promenad bara för sakens skull. När hon besöker nya platser tar hon dock helst med någon som kan guida henne, då Stig inte är så behjälplig i sådana situationer.



24 år gammal

Pluggar biokemi på
Göteborgs universitet

Bor i en student-
lägenhet i centrala
Göteborg

Nästan helt blind
sedan 20 år tillbaka

Har en leddhund, Stig
sedan 3 år tillbaka



MÅRTEN

Synen blev sämre och sämre efter att han fyllt 56 och idag, 68 år gammal är han nästan helt blind. Hörseln har på grund av den stigande åldern också blivit sämre på senaste tiden, och han blir ofta frustrerad över hur många av dagens hjälpmedel ofta förutsätter att man fortfarande har antingen hörseln eller synen i behåll.

Innan Mårten gick i pension var han ofta på resande fot med jobbet, och med sin fru brukade han drömma om hur de, när de gått i pension, skulle resa världen runt ihop. Att upptäcka nya platser runt om i världen är något han alltid tyckt om, därför hade han önskat någon form av teknik som hade kunnat underlätta när han vistas i nya områden, och som dessutom fungerar utanför Sveriges gränser. I och med åldern har han också blivit lite försiktigare när han är ute och går, och går ofta saktare än vanligt för att inte sluta upp med ett brutet ben. Speciellt nu när hörseln försämrats och han inte längre hör trafiken runt sig lika bra.

Livet är ungefär detsamma varje dag som pensionär; mycket ljudböcker, kaffe och promenader. Mårten har en stor trädgård och skulle säga att det är ett av de verk han är mest stolt över. Många timmar har han spenderat bland sina rabatter och blommor, både med barn och barnbarnen. Nu när han inte längre ser så är det inte lika lätt att dona i trädgården, men att fortfarande ha känsel och luktsinne i gott behåll räcker för att kunna sköta om den menar han.



68 år gammal

Bor med sin fru i ett hus i ett bostadsområde med en stor trädgård

Pensionär sedan 5 år tillbaka, jobbade tidigare inom affärsbranschen



Bilaga D - Urvalstest

Utförande av Urvalstest

Syfte: Syftet med testet är att inom gruppen få en uppfattning om vilka delar av kroppen som är bäst lämpade för fem olika typer av haptisk feedback. Detta genom att undersöka hur väl de olika principerna för haptisk informationsöverföring uppfyller krav om exempelvis urskiljbarhet och god ergonomi. Testet utförs på projektmedlemmarna själv. Detta då syftet bakom testet anses kunna uppnås även om det utförs med testpersoner utan erfarenhet av att leva med synnedsättning.

Metod: De fem olika principerna testades på de specificerade kroppsdelarna nedan. Vissa principer var inte kompatibla med varandra, exempelvis kram och nacke, och testades därför inte.

- | | | | | |
|-------------|------------|------------|-----------|---------|
| - Axlar | - Nacke | - Finger | - Armveck | - Vad |
| - Bröstkorg | - Skuldror | - Handrygg | - Överarm | - Ankel |
| - Midja | - Rygg | - Underarm | - Lår | |

De fem principerna testades på fem olika sätt, se nedan.

Typ av feedback	Tillvägagångssätt
Vibration	Använde först en FitBit-klocka som kan generera olika starka vibrationer. Någon trycker på klockans display för att generera denna signal. Testar att sätta klockan mot olika delar på kroppen. För att få en starkare vibration testades vibration från en mobil utan skal istället. Denna vibrerar starkare och var enklare att genererar en signal utan att behöva trycka på displayen lika hårt. Därför fortsätter vi med mobilen. För att ta hänsyn till trycket som mobilen påverkar kroppen med placerades först vibrationskällan på testpersonen, och efter en paus initierades vibrationen.
Tryckpunkt	En penna med en ände på 1 cm i diameter används för att trycka på de olika punkterna på kroppen. Trycken utfördes slumpmässigt på den valda delen av kroppen så att inget mönster skulle uppfattas av testpersonen.
Kram	Ett snöre spänns åt kring vald kroppsdel. På kroppsdelar tillräckligt små användes en elastisk tofs istället för att medge en behagligare känsla, till exempel kring ett finger.
Hjul	Först snurrades en plastburk mot kroppsdelarna, men när detta inte uppfattades på någon kroppsdel sattes istället tejpbitar på plastburken som fungerade som räfflor. Plastburken med tejpbitar på används under hela testet.
Knut	För att efterlikna en massagestol snurrades änden av en penna med diameter på 1 cm i små cirklar på vald kroppsdel.

	Axlar	Bröstkorg	Midja	Nacke	Skuldror	Rygg	Finger	Hand	Underarm	Armveck	Overarm	Lår	Vad	Ankel
	6.5	6.2	3.8	4.5	5.3	4.3	9.0	7.8	6.5	5.0	5.0	4.8	5.3	6.8
Vibration	Christoffer	7	6	8	5	6	9	8	9	6	7	9	8	8
	Arwin	6	8	5	7	5	9	8	9	5	7	6	6	7
	Hanna	7	6	3	4									
	Frida	6	5	4	8	6	9	8	5	6	5	3	5	6
	Alexandra	6	6	4	5									
	Amanda	7	5	1	0	1	9	7	3	3	1	1	2	6
	8.0	8.0	7.5	6.5	7.3	7.3	9.7	8.7	8.7	6.7	7.7	5.3	7.3	8.0
Kram	–	–	–	–	–	–	6.5	4.5	6.3	3.5	5.3	5.5	5.5	5.5
Hjul	3.5	4.0	2.8	3.0	3.5	3.5	6.0	4.8	4.3	3.5	4.8	2.0	3.3	2.0
Knut	7.0	6.5	6.8	5.8	7.3	6.5	–	6.0	8.0	4.3	7.3	6.7	5.7	–
Sträck	8.0	6.0	6.5	6.0	7.0	6.8	8.0	8.7	8.0	4.3	7.3	7.0	6.3	4.7

	Vibration	Tryckpunkt	Kram
Axlar	TP1: Man känner mer att någon petar på klockan än själv vibrationen. Inte känt vibrationer överhuvudtaget på övre del av ryggen (utanpå tshirt). På benviga delar känner man bättre, ex nyckelben känns det tydligare. TP2: Känner bra vid nyckelbenet oxå, även utanför kläderna. Känner ej på övre baksida rygg. TP3: Känner bra på axel, inget på axelkant, inget rygg (utanför kläderna). TP4-5: Nyckelben och axelbena.	våldigt tydligt, på benet känns det mindre, felt mer. Det känns ganska mycket. Tydligt & hög precision	
Bröstorg	TP1: Känns ganska tydligt, känns nästan äckligt när det vibrerar på ben- som forplantar sig i kroppen. TP2: Det var bra överallt TP3: Känns bättre i yttre bröstmuskler. TP5: Känns mer på benen.	ett par centimeter (5) känns skillnad på. Känns ganska lika över hela bröstorgen, mest skillnad känns vid benen. Lite obehagligt, påverkar andning möjligtvis. Tydligt. Kanske bra för varningar?	
Midge	TP1: Känns lite bättre på själva magmusklerna, mindre bra på sidan. Ej obehagligt att ha högre upp på sidan, men ej trevligt när vibrerar på benet. TP2: Ganska dåligt, liten punkt som känns sämre. TP3: Kicklas lite på sidan, hade inte velat ha den här. Magen var rätt kass. TP4: Tyckte inte det var bra. TP5: Kändes mer högre upp.	Kan säga precis var du trycker. Skillnader känns mer i horisontell led, svårare i vertikal. Kitterligt. vissa ställen känns sämre. Riktning ganska tydligt. Tydlig och positionen är tydlig, inte obehagligt	
Nacke	TP1: Bra känsla av var den är. TP4: Kände typ bara längre upp, var det på mitten hade jag svårt att avgöra att var på mitten. Kände tydligt sidorna. TP5: Kändes lite obehagligt, som om rösten skulle påverkas om man pratade. TP6: Om man pratar känner man inget.	obehagligt. Ganska tydligt. Obehagligt, kitterligt. Känsligt men rätt obehagligt. Positionen är tydlig, men inte jätteskönt	
Skuldror	Högre upp och på benet kändes mer. Med tröja mycket sämre. Obehagligt på skelett, vibrerar hela kroppen typ.	Svårare att urskilja korta avstånd mellan två tryckpunkter. Tydligt men kan bero på om det är "tap" eller tryck. Får inte vara för hårt, som slag på ryggen. Positionen är tydlig	
Rygg	På kanten av skuldrorna känns nästan ingenting. Ganska lämnat. Mitt på ryggen var det väldigt svårt. Övre delen bra, nedre delen sämre. Kände förvånansvärt lite. känner 0	mycket känns som samma ställe. Svårt att urskilja punkter i vertikalled, bättre horisontellt. Lite svårt att urskilja två punkter samtidigt ibland. <i>Drygt 5 cm är minimala avståndet man skulle kunna ha på ett rutnät för att det ska användas effektivt.</i> Tydlig position, behagligt	
Finger	Väldigt bra. Lätt att urskilja vilket finger. Det känns jättetydligt, lätt att urskilja vibrationspunkten, lite oklar på vissa ställen dock. Man känner mest längre upp på fingrarna.	använde mindre pennor, och mkt bättre. testade ett klicktyp, vilket var mindre tydligt med still tydligt. Lätt att urskilja tryckpunkt. Små tryckpunkter är obehagligare än större tryckpunkter. Lätt att urskilja skillnader. <i>Drygt 5 mm är minimala avståndet mellan tryckpunkter.</i>	Testade med elastiskt band - mycket mer behagligt än ett styvt band. Kan tänka mig att det är enkelt att känna när man är ute och går. Väldigt obehagligt. Känns som blodlillföreh försinner. Behagligt och tydligt, men har en oro för att det blir svårt att använda fingrarna till annat
Hand	Svårare än fingrarna att urskilja var på handen det vibrerar. Obehagligare vibration, skakar/vibrerar mycket. Lite sämre än fingrar.	Känns som att handen blir lugnad, känns som att alla benen i fingrarna trycks ihop. Känner att jag vill streta ut fingarna i protest. Tydligt och behagligt	Känns som att handen blir lugnad, känns som att alla benen i fingrarna trycks ihop. Känner att jag vill streta ut fingarna i protest. Tydligt och behagligt
Underarm	Lätt att urskilja vart på armen. Sämre närmare armvecket. Ganska tydligt var det vibrerar. Känns mindre på skelettet, kände nära benet men kunde inte positionera. överarmen bättre än underarmen	känns tydligare runt armen än uppför armen. Liten tryckpunkt känns fortfarande ganska stor, lätt att urskilja riktning. <i>Drygt 2 cm minimalt avstånd.</i>	Känns inte lika obehagligt, bättre än tidigare tester, men inte helt 100. Det är någon sena eller nåt som går långs armen som gör ont. Väldigt tydligt var på armen, men känns begränsande att jobba med signalmässigt
Armveck	A: Mer på vänster. B: Svårt att urskilja var det vibrerar, men skulle kunna funka i en två-arms-lösning.	Ganska dåligt. Obehagligt.	Nej. Kändes konstigt
Överarm	A: Främre del känsligare samt närmare armbåge. B: Känns inte så mycket, kanske beror på tröjan. C: Känns olika mycket på olika ställen. känner ingenting, trodde det skulle kännas mer. känner ingenting på biceps	inte alls lika tydligt. Svårare att känna än underarm. Ganska bra, men inte lika bra som underarmen.	Svårt att känna skillnad på uppe och nere. Väldigt likt underarmen, skönare, men svårare att känna skillnad
Lår	A: Yttre känsligast. Kitterligt. B: Kände inte mycket, mest på insidan isåfall. C: Känns mycket överallt. Kitterlas på vissa ställen, lär ingenting, vibrerar hela allt på insidan, känner bättre på framsidan men känslig för trycket på baksidan.	Ganska tydligt, jeansen kanske påverkar. Kitterlas på insidan, vid höftbenet känns nästan ingenting. Skillnad i höjdlod otydligt. Endast stora avståndsskillnader känns tydligt mellan tryckpunkter.	Gör inte ont till skillnad från de andra kramarna. Risk finns i att vi spänner och slappnar av muskeln när vi går. Ganska behagligt.
Vad	A: Sidorna känsligast. Smalben känsligast.	tydlig skillnad. Lite jobbigt. Känner rätt bra, lite kitterligt. Lite förvirrande att urskilja riktning. 360 grader svårt.	Inte obehagligt, kanske nice som en "jag är på". Behagligt, tydligt.
Ankel	Liten area medför svårt att avskilja riktning. Obehagligt på knöläma.	känner mkt men ingen skillnad och obekvämt. Känns ganska bra, inte alls lika förvirrande som vaden. Väldigt lätt att urskilja riktning om den anpassas till användarens referens.	Känns inte obehagligt, och jag känner det.

	Hjul	Knut	Sträck
Axlar	Känns knapp, del som känns känns inte bra. Känns lite som en vibration, men mer precis än en vibration. Hörde mer än vad det kändes	Det var skönt. Lite svårt att känna skillnad på dem, känns dock ändå bra. Tydligt.	Känns mycket väl, speciellt riktning. Vädigt bekväm känsla, lite svårt att känna framme vid nyckelbenen. Behagligt och tydligt.
Bröstbög	Känns knapp, del som känns känns inte bra. Kan inte känna skillnad på riktningen, men känns ganska bra. Var skönt, men kändes inte så mycket	Känns också väldigt bra. Både riktning och vart på kroppen. Begränsade möjligheter i och med en begränsad yta. Inget obehag, men känns inte jättebra. Det är tydligt ändå. Känns mer som signal att stanna. Relativt tydligt, men kändes som att mer koncentration behövdes.	Något mer obehagligt än knut, men funkar. Känner lite motstånd mot att ha något där. Känns tydligt. Behagligt och ganska tydligt.
Mjuka	Känns knapp, del som känns känns inte bra. Känns mer som en vibration. Kändes knapp	Lite bra fast lite konstigt. Känns lite konstigt, känns som att den triggar "hungermuskulerna". Behagligt men inte jättetydligt.	Ungefärlig samma. Det känns tydligt men samma problem som med knut. Lite kittligt.
Neck	Extremt kittligt. Ryser av känslan. Känns skönt och tillräckligt tydligt (på gränsen).	Skönt, men inte jättebehagligt att ha konstant. Känns dåligt på sidorna. Liten yta som känns behaglig. Blir svårigheter när man vrider på huvudet.	Känner väl riktning. Ger ryssningar, känner skillnad på strecken men inte bekvämt alls. Tydligt men smält obehagligt
Skuldror	Känns som ett annat typ av tryck, som ett mjukare tryck. Kändes ganska precis. Kändes inte så obehagligt. Jag ryser. Riktigt tydligt	Måste känna ett helt varv för att veta vilket håll det åker åt. Känner skillnad på strecken, inte obehagligt. Tydligt och väldigt behagligt. Tydlig och behagligt	Var lite svårare att känna vertikala än horisontella, kanske på grund av mer skelett i det horisontella hållet. Diagonalt svårare att känna, känns dock ändå tydligt. Inte så tydligt, känns rörigt
Ryg	Svårt att känna skillnad på riktning. Känns som pirningar, nästan som en vibration. Vibration fast tydligare. Känns mycket, men otydliga detaljer	Lite svårare att känna, kändes lite obehagligt. "Triggar mina kurvmuskler". Jobbigt på sidorna men känns ändå tydligt och bra överlag. Otydliga detaljer, känns som ett "g" täcken. Hoppar över denna, går inte att simulera detta på finger.	Man känner sig tjock. Känns tydligt med längre sträck.
Finger	Fingarna är känsliga, så här känner vi bättre. Hade inte fördragit dock att gå runt med detta på fingrarna. Känns obehagligt och som det är ivägen. Känns tydligt både riktning och vilket finger. Det var känsligt men svårt att urskilja.	Lite obehagligt. Man trycker runt senor och allt som finns i handen, obehagligt, förhållandevis	Det funkar bra, känner även vilket håll den drar. Tveksam till hur man ska få den att funka i en prototyp. Känner skillnad fram och bak tydligt.
Hand	Svårt att känna. Svårt med riktning, men enklare när det går långsammare. Tydligare än fingrarna	Känner vilket håll den går, och känns ganska bra. Känns mindre bra på undersidan. Kittlas, skillnader känns relativt tydligt, funkar bättre på översidan än undersidan.	Det känns bra men fortfarande lite obehag kvar. Vädigt tydligt, känns bättre än knut.
Underarm	Kittlas jättemycket på insidan av armen. Känner olika nivåer, men känns inte bra. Som en kittlig vibration. Något sämre på utsidan av armen, troligtvis för att det finns mer här där.	Kittlas, skillnader känns relativt tydligt, funkar bättre på översidan än undersidan.	Svårt att skilja på 90 och 45 grader. Känns fortfarande bra dock. Känns jättetydligt, om man utgår från en "origo" så blev det mycket tydligare att känna skillnader mellan 90 och 45 grader.
Armveck	Känns mycket, men går inte att göra skillnad på signalerna. KITTLAS, Otydligt, känns strävt (negativt).	Obehagligt. Känns inte bra, gör inte ont men känns inte skönt.	Riktning tydligt men känns inte bra, känns fel. Bättre än knut men fortfarande dåligt.
Overarm	Samma som det andra. kittlas. Bra på insida/utsida, men inte mellan	Känner skillnad på avstånd mellan tryckpunkter men urskilja riktning. Svårt att känna främre sida, lite bättre på sidan, ännu bättre på bakre sida.	Känner det ganska bra. Svårt att känna skillnad på strecken.
Lår	Den hade behövt vara mer rejäl för att det skall kännas något, men som det känns nu är det en tvåa. Känns som en vibration. Låret var 0, men vid knät var det 2. Okänsligt.	Det kittlas. "Fritter" Det känns ganska bra, svårt att urskilja riktning på sida/baksida lår. Svårt att urskilja riktning på sida/baksida lår.	Det kittlas. "Fritter" Det känns ganska bra, svårt att urskilja riktning på sida/baksida lår. Inget obehag, känns bra, framsidan bättre än baksidan.
Vad	Känns som att det pirrar. Kan inte urskilja detaljer	Känns ganska bra, ganska tydligt. Här känns det mer som en vibration, eller mer som ett pirr snarare än en cirkel. Känns inte tydligt.	Aterigen svårt att känna vilka typer av signaler man får, ändå bättre än knut.
Ankel	Kittligt. Kan inte urskilja.	Kittligt, obehagligt, kändes dock förhållandevis tydligt. Hoppar över denna pga orimligt.	Samma som knut. Känns ganska dåligt, svagt och otydligt. Kittlas, känns inte bra, otydligt.

Bilaga E - Mall för telefonintervjuer

Intervjumall för utvärdering av koncept via telefon

Tack för att du kan vara med och prata med oss! GDPR: Är det okej att vi sparar information om dig? Vi kommer spara informationen tills kursen är färdig, det vill säga fram tills juni. Vi kommer spela in ljud från intervjun, är det ok för dig? Jag som ringer heter *** och jag har med mig *** som sitter och antecknar.

Trots att vi har arbetat med det här ett tag nu kan det finnas saker som vi har missat. Var inte rädd att tänka kritiskt och ge oss feedback, för det är precis det vi vill åt!

Generellt om alla koncept:

Målet med projektet är att skapa en produkt som genom känsel kan hjälpa dig att ta dig från punkt A till B. Du sätter produkten på kroppen och på produkten sitter punkter som vibrerar för att ge dig instruktioner om hur du ska navigera. Vibrationerna kan pulsera både långt och kort tid, men kan också vibrera så att det känns som ett tryck. Alla koncepten kommer att kunna berätta för dig när du ska svänga, att du strax ska svänga, varna för plötsliga hinder, varna för hinder både över och under midjehöjd.

Koncept 1 – Halvhandsken

Tänk dig att du har en handske där du har klippt bort handflatan och fingrarna. Den sitter alltså fast i handleden och kring roten av fingrarna (inklusive tummen), och du tar på dig den precis som en vanlig handske. På ryggen av handen och runt handleden finns det olika punkter som kan vibrera, och genom att de olika punkterna vibrerar kan du känna hur du skall gå. Så till exempel om den vibrerar på höger sida av handen vet du att du skall gå höger.

Har du fått en klar bild av hur konceptet fungerar?

Har du några tankar (spontant) om konceptet?

Svar:

Tänk dig att du sätter på dig produkten för att du skall ut och gå, hur tror du att det skulle fungera för dig?

Svar:

Har du på dig något annat på dig i det området produkten sitter idag? (Följdfråga om ja: Tror du att det kommer vara ett problem?)

Svar:

Skulle du kunna tänka dig använda dig av produkten? Följdfråga om ja: På vilket sätt tror du att du skulle använda den här produkten? (Vilka scenarion?)

Svar:

Koncept 2 – Armstrumpan halv/hel

Tänk dig att du tar en strumpa och klipper av tårna från den så den är som en cylinder, och som du trär över armen. Armstrumpan kan täcka antingen hela armen eller halva armen. Om den täcker halva kan antingen över- eller underarmen utnyttjas beroende på vad du vill. Den har punkter som går som en rak linje på yttersidan av armen och punkter som går som ett armband kring armen. Dessa punkter vibrerar. Produkten skall sitta direkt mot huden.

Har du fått en klar bild av hur konceptet fungerar?

Har du några tankar (spontant) om konceptet?

Svar:

Tänk dig att du sätter på dig produkten för att du skall ut och gå, hur tror du att det skulle fungera för dig?

Svar:

Har du på dig något annat på dig i det området produkten sitter idag?

Följdfråga om ja: Tror du att det kommer vara ett problem?

Svar:

Skulle du kunna tänka dig använda dig av produkten?

Följdfråga om ja: På vilket sätt tror du att du skulle använda den här produkten? (Vilka scenarion?)

Svar:

Koncept 3 – Västen

Tänk dig en avlång platta som täcker området mellan skulderbladen. Den börjar strax under nacken och slutar i nederdelen av skulderbladen. Den sitter fast som en ryggsäck med remmar över axlarna, och du drar åt remmarna så att den sitter fast tight. Den skall sitta under kläderna, men du kanske har ett linne under. Precis som de andra koncepten använder den punkter som vibrerar, och dessa punkter sitter hela vägen från axlarna till strax under skulderbladen.

Har du fått en klar bild av hur konceptet fungerar?

Har du några tankar (spontant) om konceptet?

Svar:

Tänk dig att du sätter på dig produkten för att du skall ut och gå, hur tror du att det skulle fungera för dig?

Svar:

Har du på dig något annat på dig i det området produkten sitter idag? *Följdfråga om ja: Tror du att det kommer vara ett problem?*

Svar:

Skulle du kunna tänka dig använda dig av produkten?

Följdfråga om ja: På vilket sätt tror du att du skulle använda den här produkten? (Vilka scenarion?)

Svar:

Slutfrågor

Nu har vi gått igenom alla koncepten, det första var ju halvhandsken som satt på handryggen, det andra var armstrumpan, och det tredje var västen som satt mellan skulderbladen på ryggen.

Vilket koncept föredrar du spontant? Varför?

Svar:

Är det något koncept som känns mer intuitivt än något annat?

Svar:

Är det viktigt för dig att produkten är diskret?

Följdfråga: Är det något koncept som känns mer diskret än något annat?

Svar:

Är det något koncept som känns mer lättanvänt än något annat?

Bilaga F - Användbarhetstest för slutkocept

Användningstest av slutkoncept

Förslag på ett användningstest som kan användas för att utveckla och utvärdera det valda slutkonceptet

Syfte

Syftet med utvärderingen är att, tillsammans med ett antal försökspersoner, testa det haptiska språket. Genom att testa det haptiska språket fås kunskaper om huruvida försökspersonen förstår navigering utifrån de givna haptiska signalerna, om feedbacken är intuitiv, precisionen som krävs i signalerna för att försökspersonen ska navigera rätt och hur inlärningskurvan ser ut.

Miljö för test

Testet ska utföras i en kontext som är lik den användningsmiljö som produkten kommer befinna sig i. Dock är det viktigt att detta görs utan att utsätta försökspersonen för fara eller att hen utgör ett hinder för omgivande trafik. Testet kan därför göras på en allmän plats där det ej rör sig fordon (exempelvis bilar och cyklar) eller mycket människor. Hinder ska simuleras i ett första skede med hjälp av markeringar på marken för att undvika skador innan precisionen från testledaren som styr kommandot (wizard-of-oz) blivit optimalt. I ett senare skede kan hinder testas genom att mjuka delar ställs ut på testplatsen. Om mjuka hinder används ska testledarna se till att försökspersonerna endast känner en lätt stöt vid en eventuell kollision.

Försökspersoner

Försökspersonerna ska vara personer som har en grav synnedsättning. Vid val av försökspersoner ska variation eftersökas. Med variation menas aspekter som: olika åldrar, inställning till ny teknik, benägenhet till risktagande (vågar personen gå in i saker), antal år med synnedsättning samt erfarenhet av hjälpmedel som vit käpp, ledarhund eller övriga hjälpmedel.

Material

1. Prototyp av produkt samt tillhörande kontroll
2. Vit käpp
3. Kamera, anteckningsmaterial, intervjuformulär
4. Hinder i olika höjder
5. En mockup av en scen inkluderande trottoarkant
6. Material att göra markeringar på marken (exempelvis tejp)

Innan test

Erhåll fakta om försökspersonen: ålder, inställning till ny teknik, benägenhet till risktagande (att våga gå in i saker eller ej), erfarenhet av andra hjälpmedel samt antal år med synnedsättning. Ta reda på försökspersonens inställning till att ett hjälpmedel ska vara diskret eller ej. Be om godkännande för att filma testet.

Innan testet startar ska försökspersonen få en genomgång om hur de olika signalerna fungerar, vad de betyder samt även få känna hur de känns.

Under test - metodik

Testerna ska utföras enligt Wizard-of-Oz-principen. Detta innebär att en testledare styr vilka kommandon som ges till försökspersonen och när. Försökspersonen får under testet gå en rutt utifrån de givna signalerna. Rutten tejpas upp innan och en av testledarna antecknar under testets gång hur mycket användaren avviker från denna rutt (går utanför markeringen). Testet ska filmas för att underlätta senare analys. Låt försökspersonen tänka högt och anteckna kommentarer och synpunkter. Försökspersonen ska ges så lite hjälp som möjligt för att testa inläringen och hur intuitiva signalerna är i sin utformning. Om personen fastnar kan hjälp ges.

Följande delar ska testas och inkluderas i rutten:

- **Gå i trappa:** Bygg upp en scen med en trappa upp och en trappa ner. Scenen kan också utnyttjas för att testa trottoarkanter.
- **Hinder under brösthöjd:** Som nämndes ovan utförs testet i ett första skede med en markering på marken som indikerar vart hindret är. I ett senare stadie, när tillräcklig precision uppnåtts, används mjuka objekt för att simulera ett hinder under brösthöjd.
- **Hinder i huvudhöjd:** Även här utförs det första testet med en markering på marken för att i ett senare skede gå över till ett mjukt objekt. Då ett hinder i huvudhöjd är obehagligt och kan skapa osäkerhet hos försökspersonen bör hen fått information innan om vad hindret består av. För att skapa minimalt obehag kan det vara exempelvis ett tunt tygstycke som hängs upp i huvudhöjd.
- **Skarp sväng höger och vänster:** Konstruera enkla vinkelräta korridorer med markeringar i marken för att testa 90 graders sväng.
- **Mjuk sväng höger och vänster:** Konstruera korridorer med diagonala former för att testa 45 graders sväng. Använd även mjukare kurvaturer på svängarna.

- **STOPP:** Ge signal och ta tid på hur lång tid det tar från att signalen ges till att försökspersonen uppfattat signalen och stannat helt.
- **Gå fram:** När försökspersonen varit stillastående ge signal.
- **Vänd/backa:** Ge signal och se hur användaren reagerar. Notera hur försökspersonen väljer att vända, väljer försökspersonen att göra en mjuk och stor sväng eller vänder hen på stället?
- **Systemvarning:** Ge signal då försökspersonen är mitt uppe i testet och se hur hen väljer att hantera ett tillfälligt avbrott i navigeringen. Här är det viktigt att uppmuntra försökspersonen att tänka högt.
- **Framme vid mål:** Ge signal då försökspersonen är framme vid målet i slutet av testet. Här är det viktigt att se *var* vid målet försökspersonen stannar. Stannar försökspersonen tvärt eller saktar hen långsamt ner?
- **Snart händer:** Ge signal och uppmuntra försöksperson att tänka högt om hur långt hen uppfattar att det är kvar till den faktiska svängen. Här är det viktigt att ta reda på optimeringen av signalen så att inte användaren gör något för tidigt.

Testet är långt och kan vara krävande för försökspersonen eftersom att hen testar något helt nytt och behöver vara uppmärksam under en längre tid. Därför bör det hållas så kort som möjligt och försökspersonen kan också ges tid för en paus.

Efter testet

Efter testet ska en intervju hållas för att erhålla subjektiv data från försökspersonen. Låt försökspersonen vikta hur de uppfattar användningen på en skala 1-5 enligt följande tabell:

Urskilja signaler	Hur väl känns skillnaden mellan olika typer av signaler? (Viktigt för att kunna förmedla rätt språk)	1 - knappt ingen urskiljning, måste fokusera mycket för att urskilja 5 - ingen tvivel om vilka typer av signaler det är
Känslighet	Hur väl känns signalen i sig? Känns fortfarande signalen vid rörelse?	1 - känner knappt signalen 5 - känner signalen mycket starkt trots rörelse
Intuition	Hur väl förstås signalen? Förstås den av en förstagångsanvändare?	1 - förstår inte alls vad signalen innebär 5 - förstår direkt vad signalen innebär utan att behöva få hjälp av testledaren
Bekvämlighet produkt	Hur bekväm är produkten att ha på sig?	1 - obekväm, skulle inte alls vilja ha på sig den under en längre tid 5 - känns ej av, känns som ett bekvämt klädesplagg
Bekvämlighet signal	Upplevs signalen på något vis störande eller obekväm?	1- Obekväm signal, vill stänga av den direkt 5- Inte obekväm alls, går att ha på sig under en längre tid
Påtagning/avtagning av anordning	Hur enkel är produkten att ta på sig?	1- Behöver hjälp av utomstående för att ta på sig den 3- Lite krånglig att ta på sig första gången 5- Enkel att ta på sig, går snabbt och smidigt
Övriga kommentarer	Har det framkommit något mer som kan vara användbart att veta?	

Ytterligare aspekter att beakta

- Undersök styrkan på signalerna (dvs intensiteten hos motorerna) för maximal informationsöverföring.
- För att bättre kunna utvärdera produktens bekvämlighet, estetik samt material mer noggrant kan ett sådant test göras efter att det haptiska språket utvecklats klart. En uppföljande intervju kan då göras.
- För att bättre få en förståelse för inlärningskurvan bör testet utföras flera gånger och vid olika tillfällen.
- Under testerna bör reaktionstiden efter en given signal undersökas. Reaktionstid är essentiellt i användningen och det ger även företaget en grund till att fortsätta utvecklingen av produktens samspel med sensorerna. Vid testerna är det viktigt att notera försökspersonernas reaktionstid efter given signal då det ger en grund till företaget att vidareutveckling samspelet mellan sensorer och produkt.
- Vid utveckling av objektigenkänning bör problematiken med att människor inte ska ses som hinder tas med i beaktning
- Det bör även göras en uppföljning av långvarig användning och produktens påverkan på kroppen sett ur ett ergonomiskt perspektiv
- Det är av stor vikt att undersöka mängden signaler som ska ges, det framkom av informationsinsamlingen att det var viktigt att signalerna gick att urskilja och att vissa personer föredrog att inte få så mycket information. Speciellt fallet då produkten utför korrigering av rutt (exempelvis om användaren håller på att gå ut för trottoaren) behöver ses över så att användaren inte blir överväldigad av antalet signaler. Det är viktigt att ha en balans mellan att mängden signaler ska vara tillräckliga för att navigeringen ska ske korrekt utan att det blir för mycket information att hålla reda på för användaren.

Bilaga G - Pugh-matris

Kriterier	Viktning	Touch & Go		Halvhandsken		Armstrumpan		Västen		kommentarer
		Referens	-2 till 2	Poäng	-2 till 2	Poäng	-2 till 2	Poäng		
Feedback (genom till exempel vibration) ska ej anbringa obehag på användaren	5	0	-2	-10	-1	-5	-2	-10		
	4	0	2	8	2	8	2	8		
Medge korrekt montering/fästning av produkt på kroppen	4	0	-1	-4	-2	-8	-2	-8		
Produkten ska vara enkel att fästa på kroppen	3	0	-2	-6	-1	-3	-2	-6		
Produkten ska inte tvinga användaren till rörelse som kan medföra dålig ergonomi	4	0	2	8	2	8	2	8		
Produkten skall vara enkel att bära på kroppen	5	0	2	10	2	10	2	10		
Förberedelsetiden låg	3	0	-1	-3	-1	-3	-2	-6		
Inlärningstiden skall vara låg	2	0		0		0		0		
Ska kunna användas i kombination med andra hjälpmedel (vit käpp, tolk samt hund)	5	0	1	5	2	10	1	5		
Skall ej ockupera händerna	5	0	1	5	2	10	2	10		
Medge användning oavsett påklädnad (jacka, vantar, väska, ryggsäck, klockor etc)	3	0	-2	-6	-1	-3	-1	-3		
Bra urskiljbarhet av signaler	4	0	0	0	2	8	1	4		
Produkten skall vara diskret	2	0	1	2	2	4	2	4	Baserat på användare	
Summa		0		9		36		16		

Bilaga H - Värdeметoden

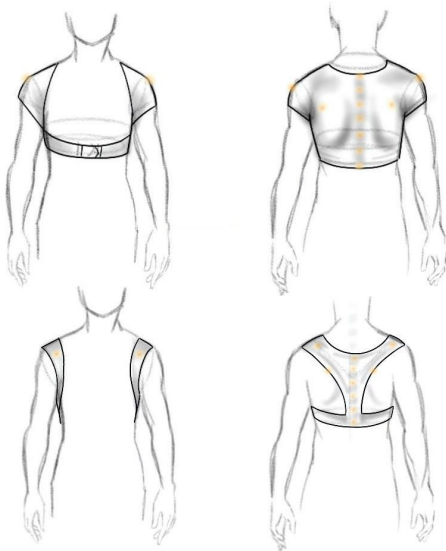
Värdeметoden i kombination med Six Thinking Hats

Syfte: Få en mer konkret och strukturerad uppställning av fördelar ställda mot nackdelar. Identifiera fler för- och nackdelar, brister och eventuella förbättringsområden med varje koncept som vi tidigare missat. Skapa en gemensam uppfattning om varje konceptområde. Så att det senare blir enklare att sälla ner antal koncept och kunna välja vilka vi går vidare med i nästa fas.

Två metoder

Six Thinking Hats med 3 personer, där vi bytte roller efter timad tid på 3 min. Alla fick vara i respektive hatt vid varje konceptområde. Man skrev ner det man kom på under sin hatt-kolumn (man fick prata högt om man ville) och tog det sedan gemensamt i gruppen. Värdeметoden där styrkor och svagheter för varje koncept skrevs ned. Extra viktiga för- och nackdelar markerades med fet stil.

1. Västen



Generellt om konceptet: Västen kan täcka många delar av överkroppen, det finns mycket möjligheter för just denna typ av koncept. Att använda band med västen kan vara problematiskt då de måste sitta ganska tight mot kroppen. En möjlig lösning skulle kunna vara att ha någon form av elastisk tröja som sitter *på* banden som då trycks tätt mot kroppen. Om man har en väldigt rak hållning så uppstår ett visst utrymme längs med ryggraden, därför är effektiviteten av en väst beroende på användarens hållning.

NOTE: om det finns en tröja i lösningen måste den kunna tvättas och klädsel får ej vara för varm.

Vi måste vara noggranna med att inte ha signaler som korsar tvärs över ryggen då denna typ har i tidigare tester visat sig vara förvirrande. Signalerna ska gå att tolka intuitivt med riktning.

Det är önskvärt att designa koncepten på ett sätt som är likt ett vanligt plagg som smälter in med övriga kläder.

Hur den fästs över bröstet är något som behöver undersökas mer, om den ska gå tvärs över eller under ex armarna. Samt hur stor del av ryggen den ska täcka och var feedbacken ska ges; skuldror, axlar, nyckelben, övre vs undre rygg, övre mage.

Fördelar (grön hatt)	Nackdelar (svart hatt)
- Det är den kroppsdel som användes mycket för taktill teckenspråk enligt våra användarstudier -> fungerar därför uppenbarligen att överföra en större mängd information - Täcker en stor yta -> man kan överföra en större mängd information - Går att dölja under kläder så att användaren kan välja att inte visa att den är synskadad och har ett hjälpmedel - I och med att överkroppen har stor arbetsyta bör västen vara bäst för information i 360 grader om riktning. - Ur en programmeringssynpunkt blir det lättare att skapa ett haptiskt språk som enklare kan differentieras av användaren, just eftersom att ytan att jobba på är så pass stor. - Mer intuitivt med riktningar etc då det blir mer naturligt med att ex någon puttar dig till höger - Ryggen är alltid i samma position - Använder inte ryggen för interaktion med andra människor, till skillnad från ex händer.	- Individens kroppshydda skiljer sig mycket åt, särskilt vid överkroppen vilket kan göra att en tight passform kan vara svårt - Om band eller liknande inte sitter tight kan det vara svårt att uppfatta de haptiska signalerna - Band: skulle kunna bli en nackdel för att en mindre yta att jobba med - Täcker en stor yta -> kan bli varmt under ex sommaren - Inte fullt så känslig kroppsdel som andra delar - Kan ev skava mot kroppen om västen inte anpassas väl efter varje kroppstyp - Får ej vara för svår att ta på sig, vad är bakofram osv - Måste ev vara placerad under kläderna - Finns risk att den känns otymplig om den täcker stor del av kroppen - Fråga är hur man spänner åt den vid magen, beror mycket på kroppstyp, kläder (byxkant)- dvs hur man gör att den sitter tätt mot kroppen - Måste kunna kombineras med ex ryggsäck samt att individen ska kunna luta sig bakåt bekvämt när de sitter

Intuition/ fakta (*Blå/ Röd hatt*) :

Känns som att den måste vara bekväm och enkel att ta på sig och att den inte får kännas klaustrofobisk på något sätt. Det kan nog bli en produkt som uppfyller många av de krav vi satt i början av processen. Detta bör även vara ett koncept som går att implementera i kombination med andra vilket gör att användarna såväl som företaget borde bli nöjda med konceptet.

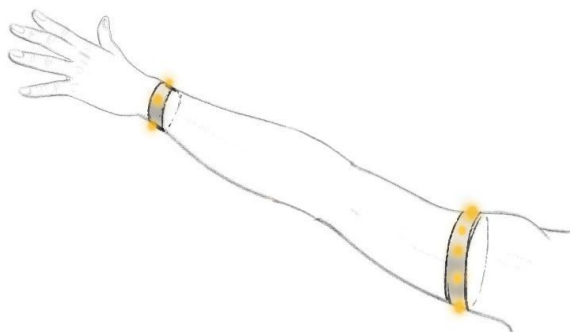
Ett koncept som vi gillade var ett som princip delar upp ryggen i tre tydliga segment som kan användas som nivåer av höjdled eller dylikt:

Lv. 1 ger varningssignaler från under midjan

Lv. 2 ger varningssignaler för torso

Lv. 3 ger varningssignaler för huvudhöjd.

2. Armbanden



Generellt om konceptet: Att ha någon form av band runt framförallt armarna och handleder, eller runt någon annan kroppsdel som ben och fingrar. Skulle kunna vara flera stycken band eller bara ett.

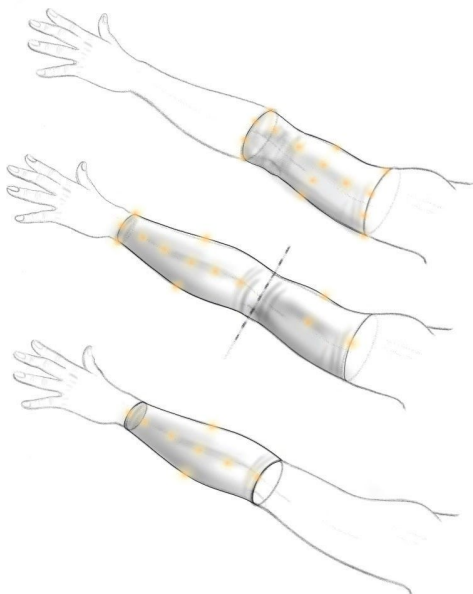
Fördelar (grön hatt)	Nackdelar (svart hatt)
- Diskret, går dölja eller designa den så att den smälter in. - Handleden är enligt våra urvalstester känsliga, små haptiska mönster kan detekteras av användaren med relativt hög precision. - Kan kombineras med halvhandske och/eller strumpan för ett effektivt sätt att förmedla substantiell information till användaren.	- Liten yta att arbeta med, kan vara svårt att konstruera ett haptiskt språk för. Hårdvaran måste vara bra och ha hög precision för att det ska funka. - Kan vara svår att implementera som ett ensamt koncept, därför optimalt att kombinera med andra koncept. - Kan eventuellt störa användandet av vit käpp då det är något man har runt handleden

- Placeras på en kroppsdel som inte varierar lika mycket i storlek som exempelvis en torso - Kan användas även när det är varmt då den täcker en liten yta - Finns potential att tydligt kunna indikera höger och vänster genom placera produkten på respektive arm - Kan välja själv var man vill ha den - Liten och smidig och enkel att förvara	- Det kan vara svårt att känna av det haptiska språket då en liten yta medför risk för att signalerna uppfattas liknande - Armar konstant i rörelse vilket kan påverka känselförmåga. - Förhindrar ev användandet av ex klocka - Svårt att veta vilken som ska sitta var, om det är flera komponenter - Har du en produkt på arm kanske det är svårt att gå med vit käpp då armen är i rörelse
--	--

Intuition/ fakta (Blå/ Röd hatt) :

Känns som något som ganska enkelt skulle kunna integreras med annat koncept samt testat. Skulle gå att kunna låta användaren själv välja hur många man vill använda där olika band på olika ställen på kroppen ger olika haptisk feedback- så får man t.ex. välja om man endast vill ha vägvisning eller hindervarning, osv.

3. Strumpan



Generellt om konceptet: En mer täckande produkt än armbandets som täcker en yta av ex en arm. Kan tänkas vara en form av tyg som man drar på armarna (som en idrottsstrumpa), men skulle även kunna vara i något annat material.

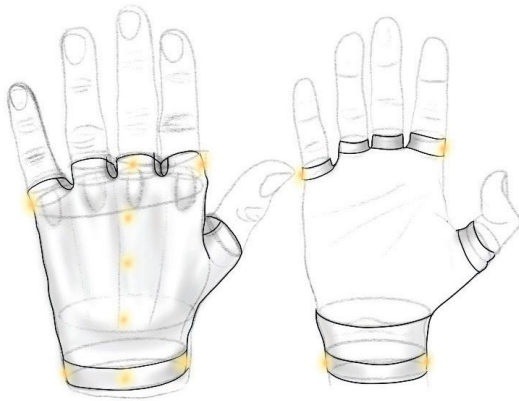
Fördelar (grön hatt)	Nackdelar (svart hatt)
- Täcker en stor yta, mer specifikt täcker det en <i>lång</i> yta. Enligt våra urvalstest bör detta vara väldigt bra för att ge tydliga direktiv till användaren. - Krävs en mindre storleksanpassning jämfört med ex västen. - Kan göras diskret om den designas på ett sätt så att den smälter in med befintliga plagg. - Befinner sig på en plats som inte bör skava - Förhindrar inte användningen av vit käpp då den antingen inte täcker den delen eller är mycket kroppsnära så att bandet till käppen kan träs över - Eftersom en armstrumpa är något som flitigt används inom idrotten är det bevisligen något som klarar mycket aktivitet utan att glida av eller bli för varmt. - Finns potential att tydligt kunna indikera höger och vänster utan risk för missförstånd genom att placera produkten på respektive arm - Användaren kan eventuellt bestämma om den ska vara på över- eller underarmen - <i>Om delbar:</i> kan välja att ev bara ha riktning - Finns potential att ifall man vill kunna upprepa en signal, så kan lätt komma åt givaren igen	- Svår att dölja då den sitter på armen - Täcker en eventuellt stor del av kroppen vilket gör att det kan bli varmt under varmare årstider - Krävs en större storleksanpassning jämfört med exempelvis armbandet - Armar konstant i rörelse vilket kan påverka känsselförmåga och riktning - Har du en produkt på arm kanske det är svårt att gå med vit käpp då riktningen ändras - Kan vara skiljd behåring vilket kan ge olika känslighet från individ till individ - Kommer synas om du har på dig tunnare kläder - Kan eventuellt behöva placeras under kläder och därav svårare att ta på sig

Intuition/ fakta (Blå/ Röd hatt) :

Känns som det borde finnas större potential att kunna överföra mer haptisk feedback per enhet gentemot armbands-konceptet. Produkten kan vara enklare att få till att den ligger tätt mot huden än till exempel västen.

Skulle kunna gå att hitta någon lösning som använder sig av västen och strumpan tillsammans, då det skulle ge ännu större yta att ge feedback på (gäller i och för sig förmodligen för de flesta koncept, dvs att många skulle kunna kombineras). Dock ej säkert om större yta är bättre när det gäller feedbacken sig, kanske blir mindre distinkt om feedbacken ges över ett större område.

4. Halvhandsken



Generellt om konceptet: Någon form av handske som inte täcker handflatan och ockuperar handens rörelsefunktion.

Fördelar (grön hatt)	Nackdelar (svart hatt)
- Handen är enligt våra urvalstester och tidigare forskning en av de mest känsligaste delarna på kroppen. - Utnyttjandet av fingrarna kan var fördelaktigt då det är enkelt att separera känselpunkter mellan dem. - Finns potential att ifall man vill kunna upprepa en signal, så kan lätt komma åt givaren igen - Borde vara relativt enkelt att ta på sig, konkurrerar inte med kläder, dvs du behöver sannolikt inte ta av dig kläder för att ta på dig den - Liten och smidig och enkel att förvara - Drar ev till sig mindre uppmärksamhet eftersom att den är liten	- Ockuperar yttre sida av handen, kan påverka rörelseförmåga eller påverkas av rörelse. - Ligger i gråzonen till att kravet om att ej ockupera händerna - Använder händerna till att känna sig om, då kan haptisk info på handen eventuellt störa annan info - Kan vara relativt begränsad information då det är en relativt liten yta - Går inte att dölja om man inte har vantar - Den kan vara besvärande i kombination med vit käpp - svårt att få sitta tight - Behöver tas av varje gång man ex ska tvätta händerna, äta osv- oeffektivt att hålla på och ta av o på (ex vid toabesök) - Har du en produkt på arm kanske det är svårt att gå med vit käpp då armen är i rörelse - Tänka på att kanske ev kan störa användandet av andra produkter, ex mobil - Om bara en handske används: Betydligt mycket mindre yta att jobba med, kan bli svårare att urskilja signaler - Kan ev störa ex ringar, armband, klocka etc

Intuition/ fakta (Blå/ Röd) :

Efter att vi gjort en enkel prototyp så kändes det som det dels skulle bli svårt att göra något som ger tillräckligt med feedback på sådan liten yta + samt att det konceptet kommer skära väldigt nära gränsen på kravet från uppdragsgivaren om att inte skapa något som ockuperar händerna.

Bilaga I - Utvärdering prototyper inför fas 3

Utvärdering av prototyper i Fas 3

Syfte: Målet med testet är att se vilket av de tre konceptområden tillåter användarna att bäst urskilja de vibrationspunkter som är placerade på koncepten, och få en första indikation på hur språket kan anpassas till produkten.

Metod: Faktorerna nedan används som kriterier för att utvärdera de tre prototyperna vilka testas i följd. Motorernas placering på varje prototypskelett är förutbestämda enligt en mall för att säkerställa att alla testpersoner får testa likadana prototyper. Varje försöksperson får känna signaler från sju utplacerade vibrationsmotorer, där signalerna skickas en i taget. Försökspersonen får peka ut vilken motor på mallen som hen tror att vibrationerna kommer från. Försökspersonen får inte veta om svaret är rätt eller fel förrän efter avslutat test, detta för att inte kunna använda uteslutningsmetoden. För att öka reliabiliteten och se till att alla uppfattade de olika faktorerna lika så skrivs en ytterligare förklaring till varje utvärderingskategori.

Olika styrkor på signalerna testas för att kunna få en uppfattning om var gränsen för att kunna urskilja signaler väl gick. Signaler ges i form av olika vibrationsmönster för att skapa känslan av en smekning eller sträck.

Utvärderingskriterier	Ytterligare förklaring
Urskiljbarhet	Hur väl går det att känna skillnad på olika typer av signaler
Känslighet	Hur väl känns signalen i sig
Bekvämlighet produkt	Hur bekväm är produkten i sig att bära på
Bekvämlighet signal	Hur störande signalen är (exempelvis om den kittlas)

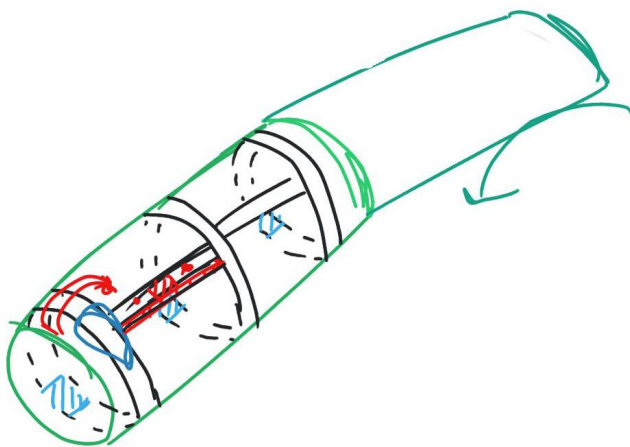
Testmiljö: Tyst och lugn miljö. Få störmoment. Ej lik den kontext som produkten normalt kommer att användas i, men då syftet med testerna är att få en första uppfattning om hur väl signalerna känns i kombination med de olika prototyperna så är det inte av lika stor vikt ännu. Då sladdarna sitter fast med datorn så kan vi inte utföra testerna utomhus eller med en gående FP, dvs så som ett riktigt scenario hade varit. Detta kommer vi istället inkludera i det användartest som vi föreslår att i3tex ska använda med slutkonceptet, som då kommer kunna utföras med personer ur tänkt användargrupp.

Bilaga J - Utarbetande av konstruktion för slutkoncept

Urval 2 slutkoncept: Utformning

De flesta konceptet är byggda med tanken av att det finns ett elastiskt "skelett" där elektroniken sitter fast, och en strumpa som används för att hålla skelettet på plats och enklare kunna dra produkten över armen. Tanken med dessa två delar är att man skall kunna separera dem från varandra och rengöra strumpan separat. Produkterna behöver alltså endast monteras isär då de skall tvättas.

A



Princip

Principen i koncept A är att strumpans delar är sammanhängande varvid den övre delen träs över den undre och skelettet. Man trär alltså på sig ena delen av "tuben", sätter sedan fast skelettet och trär sedan över den andra delen av tuben ovanpå. Skelettet är uppbyggt av ett något elastiskt material vilket möjliggör att användaren kan trä på skelettet på armen.

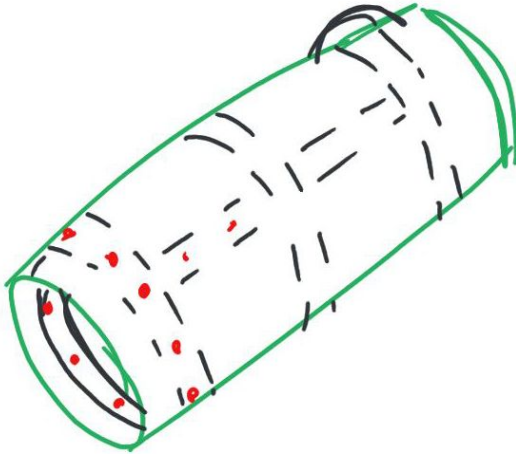
Fördelar

- Enkel princip
- Enkelt att få tajt
- Fastnar inte i saker då skelettet är täckt
- Lätt att passa in, lätt att få rak, endast en grej du behöver passa in
- Enkel att få av och på skelettet
- Bara två delar

Nackdelar

- Två lager tyg över hela produktens längd blir eventuellt varmare
- Motorernas vibrationer kan absorberas mer i och med det trycket från tuben
- Klumpig med tuben som hänger ner när man ska sätta på den på armen (vid montering)
- Problem med fasthållning av skelett relativt strumpan som kan korva sig

B



Princip

Sätter fast skelettet på strumpan och vänder sedan ut och in på strumpan för att få skelettet (och motorerna) mot huden när man tar på sig den. Skelettet sitter fast med spännen på insidan.

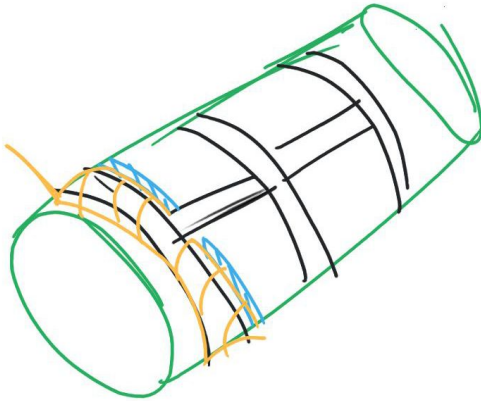
Fördelar

- Vibrationsmotorerna ligger närmare huden genom att det inte finns nått undre tyg vilket ökar känsligheten
- Endast ett lager av tyg
- Bara två delar
- Mindre materialåtgång- bra ur miljöaspekt?

Nackdelar

- Finns en risk att den fastnar i saker i och med att skelettet är öppet mot omgivningen
- Risk att skelettet glider runt då det inte sitter lika tight mot huden
- Elektroniken får inget skydd gentemot svett eller fukt
- Omständigt att ta på sig
- Påfrestande för elektroniken att hålla på och vända ut och in

C



Princip

Flera fickor (en ficka ritad, markerad i gul) som knäpps fast över skelettets tre "band" med exempelvis kardborreband (markerat i blå).

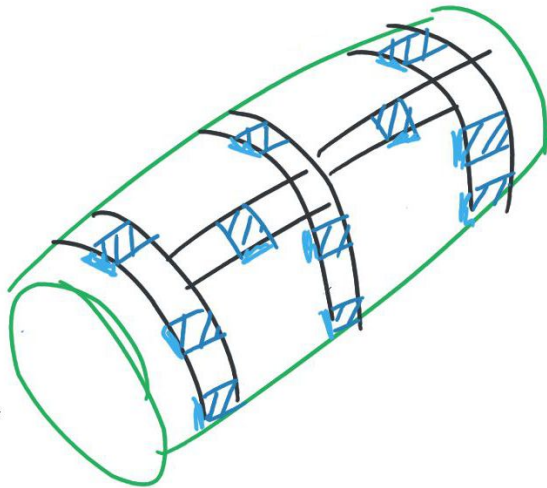
Fördelar

- Behöver inte trä igenom skelettet
- Bara tyg där det behövs för att hålla fast, så blir inte lika varmt jämfört med A
- Stabil då varje del för sig fästs mot strumpan

Nackdelar

- Många moment genom att användaren måste vika över fickorna för varje skelettdel
- Risk att motorerna inte sitter så tätt mot huden
- Kan vara svårt att dra av kardborrebanden om "undertyget" slits med
- Risk att kardborrebandet fastnar i tyget vilket kan skapa slitage
- Samtliga delar av skelettet är inte skyddade av tyg

D



Princip

Version av B. Skelett fästes på flera olika mindre ställen med hjälp av kardborreband.

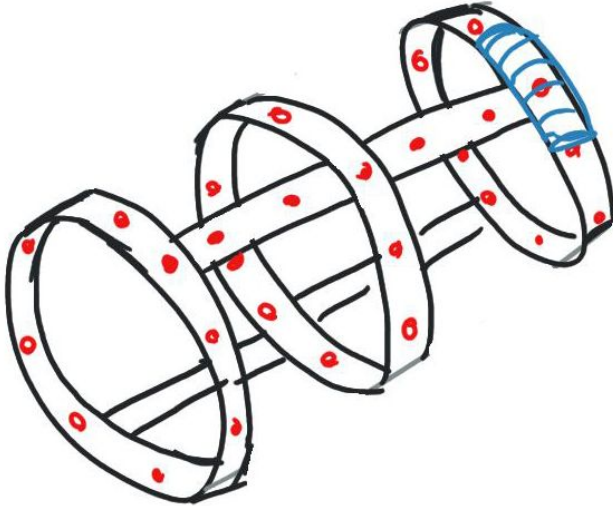
Fördelar

- Många fästningspunkter vilket skapar en stabilitet i produkten
- Mer luftigt då det inte är kardborre över hela skelettet
- Enkel metod att fästa

Nackdelar

- Tidskrävande att montera då ska knäppa fast varje kardborredutt
- Skelettet är ej skyddat mot smuts/svett
- Fler delar som behöver anpassas relativt varandra
- Skelettet risker att haka fast i saker
- Risk att motorena inte sitter så tight mot huden
- Inget övertyg vilket ökar risken för att elektroniken tar skada från smuts och väta
- Kan vara svårt att dra av kardborrebanden om "undertyget" slits med
- Risk att kardborrebandet fastnar i tyget vilket kan skapa slitage
- Svårt att sätta fast rätt och man inte ser

E



Princip

Skelettet fästes på kroppen utan en strumpa. Skelettet är elastiskt och de tre banden sitter ihop med två band för att få den att hålla formen. Blå volym är en skiss av batteri/elektronik som kan behövas fästas. Kan kombineras med andra koncept med tyg.

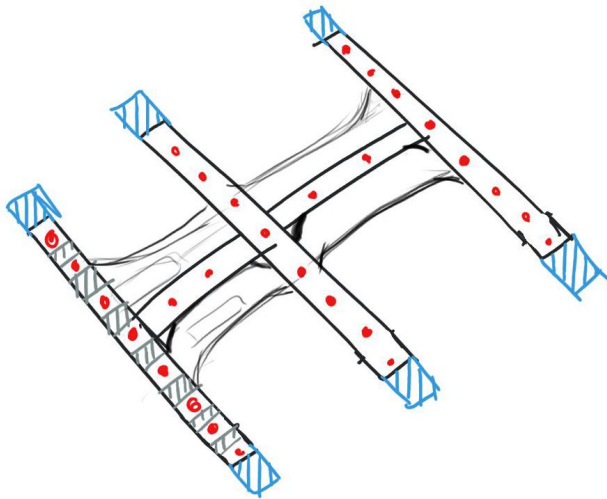
Fördelar

- Enkelt att ta på och av sig då inte behöver fästa ihop skelettet
- Väldigt enkel princip
- Inget som absorberar vibrationerna i något omkringliggande tyg vilket ökar känsligheten
- Luftig då det inte finns något extra tyg
- Resurseffektiv
- Avtorkningsbar
- Mindre varm att ha på sig

Nackdelar

- Skelettet är ej skyddat mot smuts eller svett
- Går ej tvätta (avtorkningsbar)
- Svårt att få tajt längst ner då man inte kan anpassa diametern på skelettet
- Kan vara svårt att få så pass tajt att den ska sitta kvar då den inte har något annat än sig självt som får den att sitta kvar
- Då den måste sitta tightare än andra produkter kan den lokalt bli mer svettig.
- Kan vara svårt att sätta på sig i och med de många utstickande delarna.

F



Princip

Elastiskt skelett som man fäster ihop med hjälp av kardborreband (blått i bild). Kan kombineras med andra koncept med tyg.

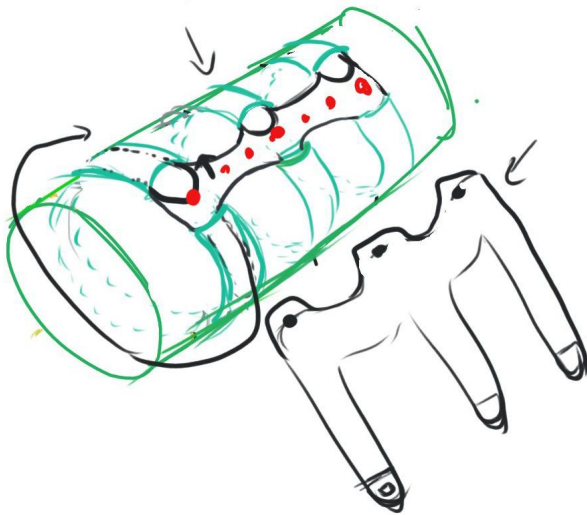
Fördelar

- Resurseffektiv
- Behöver aldrig monteras ihop efter rengöring
- Enklare princip
- Inget som absorberar vibrationerna i något omkringliggande tyg vilket kan öka känsligheten
- Luftig då det inte finns något extra tyg
- Resurseffektiv
- Avtorkningsbar
- Mindre varm att ha på sig

Nackdelar

- Skelettet är ej skyddat mot smuts
- Går ej tvätta (avtorkningsbar)
- Kan vara svår att få så pass tajt att den ska sitta kvar då den inte har något annat än sig självt som får den att sitta kvar

G



Princip

Skelettet träs igenom fickor och fästs med hjälp av t.ex. kardborre, tryckknappar, pluppar, öglor osv. Skelettet är något stelt för att det ska vara enklare att trä igenom det.

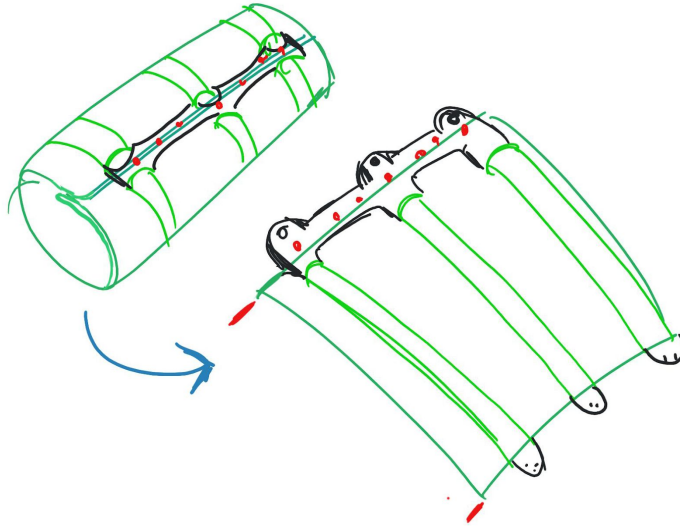
Fördelar

- Enkelt att separera
- Man behöver bara trä igenom och fästa på tre ställen
- Endast två delar
- Fastnar inte i saker då skelettet är täckt
- Lätt att passa in, lätt att få rak, sitter ihop estetiskt
- Enkel att få av och på strumpan när skelettet väl är isatt
- Diskret
- Skelettet är avtorkningsbart (om görs i vattenresistent material), strumpan kan tvättas separat
- Går att göra väldigt snygg

Nackdelar

- Två lager tyg över vissa delar blir eventuellt varmt
- Motorernas vibrationer kan absorberas mer i och med det trycket från tuben
- Skulle kunna vara ett problem och tidskrävande för vissa att trä igenom skelettet
- Vibrationsmotorerna ligger inte lika nära huden som t.ex. koncept F

H



Princip

Variant av G, strumpan går att vika ut för att göra det enklare att trä igenom skelettet, och fästs förslagsvis ihop innan den träs över armen.

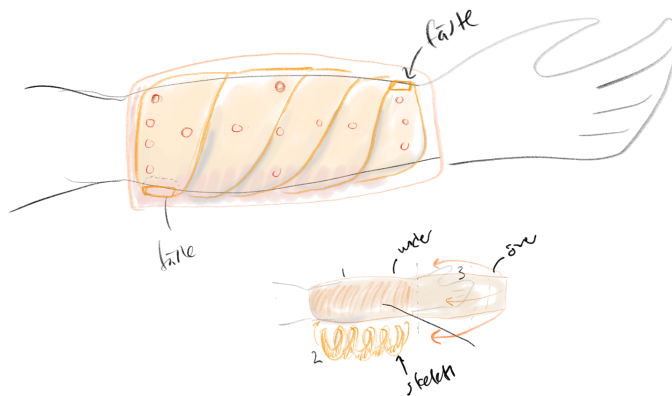
Fördelar

- Enkelt att separera skelett från strumpa
- Man behöver bara trä igenom och fästa på tre ställen
- Endast två delar
- Fastnar inte i saker då skelettet är täckt
- Lätt att passa in, lätt att få rak, sitter ihop estetiskt
- Enkel att få av och på strumpan när skelettet väl i isatt
- Diskret
- Skelettet är avtorkningsbart (om görs i vattenresistent material), strumpan kan tvättas separat
- Inte lika tidskrävande som koncept G att sätta in skelettet i strumpan efter tvätt
- Går att göra väldigt snygg

Nackdelar

- Två lager tyg över vissa delar blir eventuellt varmt
- Motorens vibrationer kan absorberas mer i och med det trycket från tuben
- Vibrationsmotorerna ligger inte lika nära huden som t.ex. koncept F
- Svårare än de flesta andra koncept att ta på sig om det knäpps på efter hand
- Måste även fästa ihop strumpa (gentemot koncept G)
- Strumpan hjälper inte till lika väl som koncept G att hålla skelettet på plats och att hålla vibrationsmotorerna tajt mot huden

I



Princip

En annan princip för konstruktionen av skelettet gentemot övriga koncept där skelettet viras runt armen i en spiral istället för att träs på. I övrigt så är "strump"-principen lik den i koncept A med en tub som man drar över skelettet.

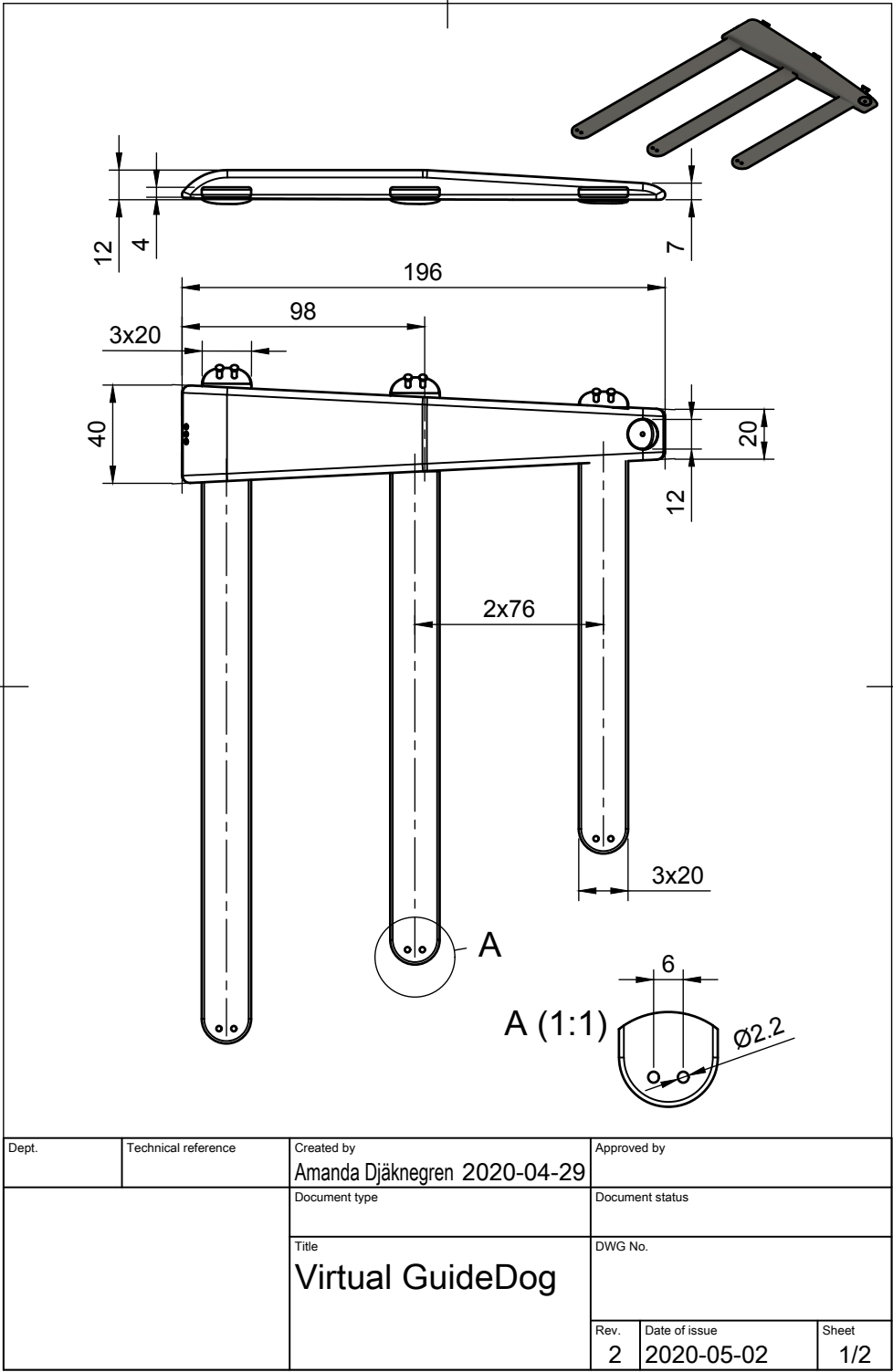
Fördelar

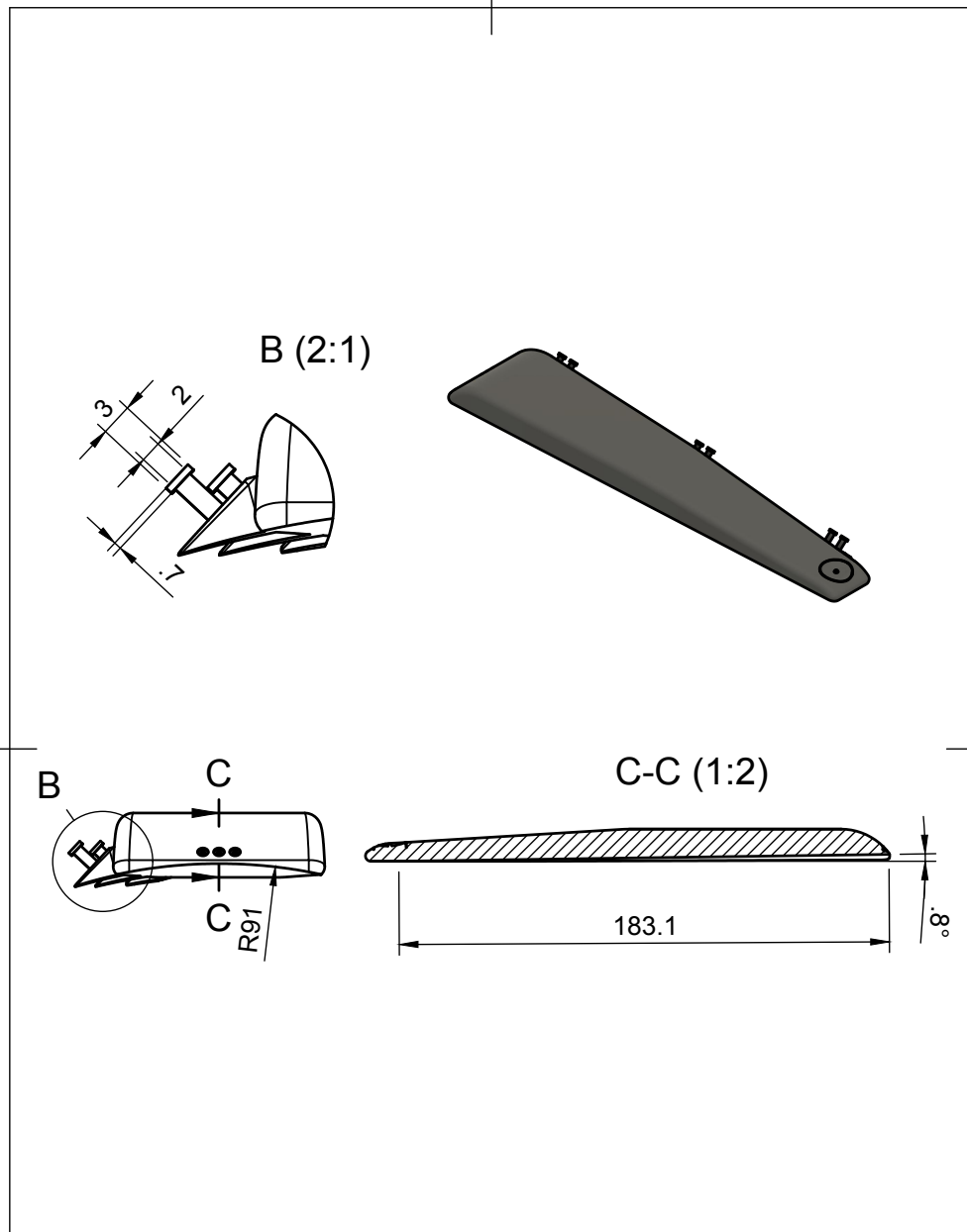
- Enkelt att sätta på skelettet på strumpan, bara att vira runt
- Enkelt att få tajt
- Fastnar inte i saker då skelettet är täckt
- Enkel att få av och på skelettet
- Bara två delar
- Lätt att få diskret då den ser ut som en vanlig strumpa

Nackdelar

- Beroende på storlek på armen kommer det vara svårt att få motorena på rätt plats i förhållande till varandra
- Materialet blir tjockt (3 lager), blir eventuellt varmare än koncept A
- Motorenas vibrationer absorberas mer i och med det trycket från tuben
- Klumpig med tuben som hänger ner när man ska sätta på den på armen

Bilaga K - Teknisk ritning





Dept.	Technical reference	Created by Amanda Djäknegren 2020-04-29	Approved by		
		Document type	Document status		
		Title Virtual GuideDog	DWG No.		
			Rev. 2	Date of issue 2020-05-02	Sheet 2/2



CHALMERS