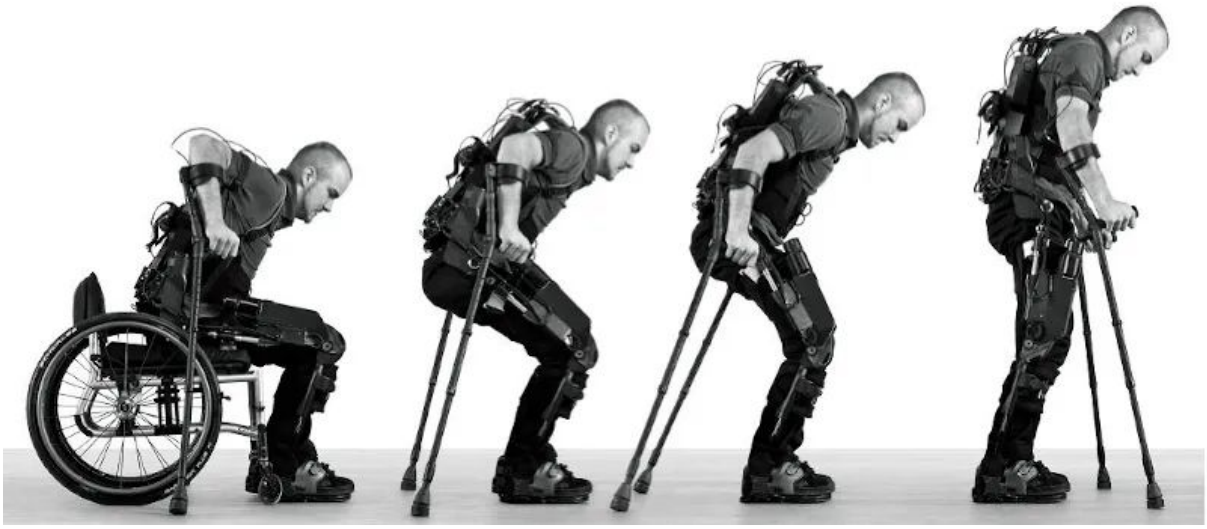
Exoskeletter til ældre



Gruppe V2024809855

Jonas Wolffrom Strandgaard Clausen - jwsc@ruc.dk - 69220

Kristoffer Dyberg Feuk - kdf@ruc.dk - 69217

Rasmus Rosendal Nielsen - raroni@ruc.dk - 68843

Troels Cords Thomsen - tcordst@ruc.dk - 69199

Oliver Weisel - oweisel@ruc.dk - 69226

Abstract

This project is striving to find the problems that come with people with hampede movement, and how a new kind of technology called exoskeletons can help with some of these problems. We are looking at especially how these people can start having problems walking around, and further investigating how exoskeletons might be able help these people to start walking and standing up again. This is done by analysing the criteria of the users, but also the components that are used in the exoskeleton system. Besides the technology itself, we are looking into how these exoskeletons can improve the life quality of the user, and how the user can proceed in the world while being less dependent with this kind of technology opposite to the options available right now.

After analysing the different components in the exoskeleton, we found that the technology lacks in key areas for the users criteria to be met. Due to the motor/battery combination that is available on the market right now. The exoskeleton is not able to lift enough weight, and still have the battery life necessary to perform its purpose. But even though the technology isn't ready yet, the nurses and fysio workers still see promise in exoskeletons.

Indholdsfortegnelse

Abstract 2

Indholdsfortegnelse 3

Afklaring 5

Introduktion 6
- Problemfelt 6
- Motivation 7
- Problemformulering 8
- Arbejdsspørgsmål: 8
- Afgrænsning 9
  - Afgrænsning om interview 10
- Semesterbinding 12

Redegørelse 13
- Post-fænomenologi 13
- Teori 16
- Metode 18
  - TRIN-modellen 18
    - Trin 1 - Teknologiens indre mekanismer og processer 18
    - Trin 2 - Teknologien artefakter 20
    - Trin 3 - Teknologiers utilsigtede effekter 21
    - Trin 4 - Teknologiske systemer 22
    - Trin 6 - Teknologier som innovation 23
  - Interview 24
    - Fænomenologi i interviews 24
    - Briefing / debriefing 24
    - Informeret samtykke 25
    - Fortrolighed 25
    - Interviewformer 26
      - Script 26
      - Semistruktureret interview 26
    - Aktiv lytning og tavshed 26
    - Transskription 27
    - Interview analyse 28
      - Meningskondensering 28
      - Meningsfortolkning 29
    - Refleksion over interviewmetoden 29
    - Transskribering af interviews 30
- Exoskeletter 32
  - Exoskelet begrebet 32
  - Det Strømdrevne Exoskelet 33

Artefakter 34
Elektrisk servo/stepper/DC motor 35
Pneumatisk / Hydraulisk 37
Batterier 40
Basics 40
Opladning 40
Trådløs opladning 42
Produkt/Eksperiment 44

Analyse 45
Analyse af information fra interviews 45
Exoskelettet for de mobilt hæmmede 59
Valg af motor 59
Batterier 62
Trådløs opladning 64
Analyse af funktionsnedsatte i forhold til subjektet og samfundet 65
Mobilitetshjælpemiddel til mennesker med funktionsnedsættelse 65
Brugerens synsvinkel på nuværende mobilitetshjælpemidler 66
Vores vision om exoskelettet på sundhedssektoren 67
Exoskelettets funktionalitet på sundhedssektoren 68

Diskussion 69
Målgrupper til teknologien 69
Gigtsygdom 69
Apopleksi 69
Ældre 70
Lokation 70
Fordele ved exoskelettet 71
Miljøets effekt 71
Frihed 71
Ibrugtagelse 72
Ulemper ved exoskelettet 73
Artefakter 73
Tilvænning 74
Tilpasning til hver enkelt borger 74
Uprøvet 75
Metodekritik 75

Konklusion 76

Litteraturliste 78

Afklaring

Vores opgave er baseret på en teknologi der er udviklet og primært brugt inden for det amerikanske forsvar, derfor vil vores rapport være stærkt medieret gennem amerikanske tekster og engelske begreber hvilket i visse tilfælde er blevet oversat til dansk, men i andre ikke ligeså.

Begreber
Af relevante begreber, har vi følgende der er vigtige for forståelsen af rapporten:

Exoskelet - Et skelet eller en struktur der befinder sig uden på kroppen. Eksempler kan være en rustning fra middelalderen, eller et insekts hårde eksteriør. Vi bruger også begrebet frit som beskrivelse for Strømdrevne Exoskeletter.

Strømdrevne Exoskeletter - Oversættelse af 'Powered Exoskeletons' taget direkte fra den engelske beskrivelse af et exoskelet der er strømdrevet for at lette vægten af skelettet fra brugeren, eller hjælpe med brugerens motorik.

Livsverden - Dagligdagen for en informant baseret på hvordan informanten selv har oplevet den. Denne information er ofte abstrakt da informanten får mulighed for at fortælle uden forudsætninger for andet, og der kan ibrugtages metaforer, kropssprog, ansigtsudtryk med mere til at indikere noget andet end transskriptionen siger på sort og hvid.

Mening - Når vi gennemfører vores interviews, og begynder at analysere dem, da ønsker vi at finde en "mening" med hvad vi er blevet fortalt. Denne mening kan være svær at finde frem til da vi ofte bliver givet abstrakt information. For at finde "meningen" med hvad vi bliver fortalt skal vi kigge på: Stemmeføring, ansigtsudtryk, andre kropslige gestus, metaforer som skal forstås ens, mm.

Introduktion

Dette projekt vil undersøge om et exoskelet kan blive implementeret i sundhedssektoren, samt undersøge hvordan et exoskelet vil fungere som et hjælpemiddel til mennesker der er mobilt hæmmede. Ydermere vil projektet undersøge hvordan et exoskelet fungerer og hvilke artefakter der indgår i det.

Problemfelt

Ifølge Sundhed.dk (Rønholt, *Tab af muskelmasse hos ældre*) er det et faktum, at vi taber muskelmasse, som vi bliver ældre. Det bliver gradvist sværere for os at rejse os op, gå og vi falder oftere. Der ikke er konkrete tal på, hvor mange der lige nu i Danmark har mobilitetsproblemer. (Dansk Handicap Forbund, *Tal på handicap i Danmark*)

For at klarificere, påstår vi ikke at ældregruppen automatisk bliver mobilt nedsat så snart de når 65-års alderen. Artiklen fra Sundhed.dk siger, at processen hvorved vi taber muskelmasse begynder helt fra 20-års alderen og fortsætter så længe vi lever. Ifølge Danmarks Statistik øges vores forventede levealder (Danmarks Statistik, *Middellevetid*). Nedbrydningen af muskelmassen sammenholdt med, at vi lever længer, øger sandsynligheden for, at vi i vores senere år kan få problemer med nedsat mobilitet. Dette på trods af, at mobilitetsnedsættelsen kan reduceres ved regelmæssig motion.

Med afsæt i Sundhed.dk og Danmarks Statistik, forudser vi således, at problemet med mobilitetsnedsættelse vil vokse. Det ændrer ikke på, at der allerede nu er problemer i befolkningen i forhold til nedsat mobilitet.

Ifølge en oversigt fra Grand View Research, er der en årlig vækst i kørestole markedet (Grand View Research, 2019). Det anslås her, at der vil ske en forøgelse i markedet hele vejen frem til år 2026. Et citat fra oversigten lyder:

> *"Rise in aging population and high prevalence of chronic disorders compared to other diseases are factors responsible for increase in disability among large population, which in turn is boosting market growth."* (Grand View Research, 2019)

Man mener således, at væksten i levealder og en høj forekomst af kroniske lidelser, er de faktorer, der er årsag til at store befolkningsgrupper får nedsat mobilitet. Derfor forventer man også en markedsvækst. Det forventes, at flere mennesker får behov for at bruge kørestole i deres dagligdag for at kunne transportere sig rundt. Kørestol er dog også en hjælpemiddel, der tager noget frihed fra et individ. Mennesker, der bruger kørestole, bliver begrænset i hvor selvhjulpne de kan være og vil således få begrænset deres frihed sammenlignet med, hvis de havde haft deres fulde førlighed. Vi antager således, at tab af mobilitet vil påvirke livskvaliteten negativt hos et menneske. (Brandt & Jensen, 2010 s. 136)

Motivation

Vi har valgt at fokusere på denne problemstilling, fordi vi synes det er spændende og interessant, hvordan en ny teknologi, som exoskelettet, vil kunne påvirke mennesker der er mobilt hæmmede og samtidig ser vi en stor potentiale i, at exoskeletter bliver inkluderet i sundhedssektorens hjælpemidler.

Motivationen for gruppen er at skabe en debat omkring exoskeletters formål i verdenen, da exoskeletter stadig er et relativt nyt koncept og dets formål er stadig i gang med at blive skabt.

Samtidig er problematikken spændende, fordi den kan redegøre hvordan et exoskelet egentlig fungere og hvordan det er bygget op. Det er også interessant at prøve at forme teknologiens formål og at den ikke allerede har ét bestemt formål.

Problemformulering

Hvis vi går ud fra det vi nævnte i problemfeltet, er vores problem at der kommer flere mobilitetshæmmende mennesker som bruger en form for teknologi der er frihedsbegrænsende.

Dertil, lyder vores problemformulering:

- **Hvad er de eventuelle barriere for at exoskelettet kan implementeres i samfundet som et hjælpemiddel for mennesker med reduceret mobilitet?**

Arbejdsspørgsmål:

- **Hvad er et exoskelet, hvordan bruges det og hvilke problemer indebærer det?**

  Vi vil kigge rent teknisk på hvad et exoskelet består af, hvordan det virker og og hvad til. Hvorefter spørgsmålet lægger op til en analyse ud fra TRIN-modellen samt en etisk diskussion over teknologiens problemer.

- **Hvad er levevilkårene for mobilt hæmmede, hvilke hjælpemidler og problemer gør sig gældende i deres dagligdag?**

  Vi vil i rapporten foretage interviews med fagpersoner, som har at gøre med borgerer der i deres hverdag har brug for mobilitetshjælpemidler. Via dette vil vi skabe os et overblik over hvilke krav der er for brugerne af et hjælpemiddel.

- **Hvordan kan exoskeletter supplementere nuværende hjælpemidler for mobilt hæmmede og hvilken effekt kan det have?**

Vi vil undersøge hvorvidt det er muligt at supplementere de hjælpemidler mobilt hæmmede har brug for i deres dagligdag. Ved hjælp af en analyse af teknologien ud fra Whale and The Reactor, TRIN-modellen og Grundbog for hjælpemidler.

Hvilke fordele og ulemper kan et exoskelet have som kan påvirke implementeringen af teknologien i sundhedssektoren.
Vi vil diskutere hvilke fordele og ulemper teknologien kan have, samt hvilke barriere disse fordele ulemper kan skabe.

Afgrænsning

I dette afsnit vil vi beskrive de afgrænsninger gruppen har foretaget i projektforløbet i forhold til omfanget af rapportens indhold. Dertil vil vi afklare begreber og nøgleord der bruges gennem hele opgaven.

Eftersom at der findes mange forskellige typer af exoskeletter til varierende formål, er det vigtigt, at dette projekt afgrænser sig inden for et fokusområde. I dette projekt vil vi fokusere på exoskeletter til folk med mobilitetsproblemer, mere præcist exoskeletter til knæene. Fordi exoskeletter kan variere i kompleksitet fra dragter der omfavner hele kroppen til noget der passer til en finger, har gruppen valgt et mindre omfavne koncept, som er meget muligt med nutidens teknologi.

Gruppen har valgt at benytte sig af TRIN-modellen, som både teori og metode til undersøgelse af exoskelet teknologien. Dog har gruppen valgt at arbejde med trin 1, 2, 3, 4 og 6 da det teoretiske og metodiske indhold fremviser de tekniske aspekter ved exoskelet teknologien. Dermed er trin 5 blevet fravalgt, da trinnet omhandler modeller af teknologier, hvilket vi ikke kan finde en uniform modeltype på, da teknologien er anderledes fra producent til producent og vi hellere vil lægge vægt på andre punkter.

Afgrænsning om interview

Indenfor interview har vi valgt at afgrænse os på forskellige punkter for at gøre vores information mere strømlinet, og undlade unødvendigt indhold i håb om at dette vil hjælpe til ikke at vildlede læseren.

Vi har undladt at gå i dybden omkring samtykke når det kommer til børn. Samtykke med børn i et interview øjemed er ikke så ligetil som det er med borgere som har myndighed til selv at give deres samtykke. Dette er et af grundlaget for at vi har fravalgt at inddrage teorier om dette specifikke emne. Det andet og mere afgørende grundlag for at vi har valgt ikke at inddrage informationer omkring samtykke med børn i interviews er, at vi ikke har tænkt os at have interviews med børn.

Ligeledes har vi valgt ikke at inddrage informationer om fortrolighed når det kommer til børn. Den mest afgørende årsag til dette er ligesom i emnet samtykke, at vi ikke har valgt at benytte os med interviews der involverer børn.

Grundet den nuværende Covid-19 situation har vi valgt at foretage vores interview via opkald, i stedet for i person. endvidere har vi, grundet tekniske problemer, ikke kunne foretage vores interview med kamera på, men kun med lyd. Alle disse faktorer har været med til at ændre en smule på vores interviews. Vi har blandt andet ikke kunnet, i vores interviews, gøre brug af læsning af ansigtsudtryk og/eller kropssprog. Vi har i stedet været nødsaget til kun at kigge på de udtalelser vi har fået , samt tolke på det sagte og tonelejet som blev brugt dertil.

Vi har ønsket at snakke med ældre borgere som har været mobilt hæmmede, men grundet den nuværende Covid-19 situation, samt at mange af dem vi har ønsket at snakke med har været i risiko-zonen, der har vi besluttet os for ikke at snakke med dem. I stedet har vi snakket med informanter fra områder der har med disse borgere at gøre for bedst muligt at kunne dække områder ind som vi tror borgerne ville få en fordel af. Vi har specifik gået efter plejepersonale og fysioterepeuter for at finde

fagfolk som har med borgerne at gøre på forskellig vis. Dette har vi gjort med henblik på at dække borgernes behov bedst ind med det produkt vores projekt omhandler.

Semesterbinding

Projektet ankres i faget STS, Subjektivitet, Teknologi og Samfund. Dette har vi valgt at kombinere i en semesterbinding med faget TSA, Teknologiske Systemer og Artefakter.

For at kunne svare på, og holde STS som en central del af vores opgave har vi valgt at basere vores opgave på at kunne hjælpe mennesker med nedsat mobilitet, og dertil interviewede fagpersoner i og omkring pleje af disse borgere. Ved at foretage interviews med disse fagpersoner håber vi på at kunne spore os ind på hvilke krav borgerne, og personalet har for at kunne have gavn af en teknologi som exoskelettet.

Måden vi binder projektet sammen med TSA, er ved at benytte os af TRIN-modellen. Her kigger vi blandt andet på hvilke artefakter som indgår i teknologien. Disse artefakter vil vi holde sammen med vores information fra vores interviews, for at beslutte hvilke der har mulighed for at fungere bedst i teknologien på præcis dette område.

Til sidst vil vi diskutere fordele og ulemper i teknologien, og holde de artefakter vi har fundet, op med de forskellige krav fra fagpersonerne. Derudfra vil vi beslutte om vi mener vores teknologi er klar til at kunne komme i brug.

Redegørelse

Post-fænomenologi

I dette afsnit vil der blive redegjort for den post-fænomenologiske videnskabsteori og hvordan vi benytter os af den post-fænomenologiske synsvinkel gennem projektet, både i forhold til teknologien vi benytter, men også måden hvorpå vi tilgår og indsamler empiri.

Vi har valgt at bruge post-fænomenologi, da exoskelet-teknologien har et medierende aspekt til verden. Teknologien kan give mere mobilitet ved at støtte muskler og derved blive et mellemled mellem mennesket og verden.
I dette projekt er der fokus på mobilt hæmmede mennesker og ældre mennesker, der er mobilt-nedsat, da det vil give dem muligheden for en hverdag med mere frihed. Vi er gået ind i projektet med en post-fænomenologi tilgang hvilket har den synsvinkel, at exoskelettet har en medierende effekt af omverdenen til brugeren. At det kan forandre menneskets sanselige aspekt til verden. (Rosenberger R & Verbeek, 2015)

Den post-fænomenologiske tankegang ligger, ligesom i fænomenologi, i fænomenet. Post-fænomenologiens tankeprocesser har oftest samme spørgsmål, hvordan mennesket anvender en teknologi, et såkaldt mellemled for mennesket til verden.
En bil er et godt eksempel, da det er både bilen og bilisten der har et samspil i hvor sikker kørsel på vejene er. Bilisten står for styringen og farten, bilen står for lys, sensorer, airbags osv. Post-fænomenologi omhandler hvordan mennesket ser verden igennem en bestemt teknologi.
Post-fænomenologi er baseret på specifikke måder at anse teknologien på, herunder er der “Relationstyper”, “Forstærkning og Reduktion”, “Teknologisk Mediering”, “Multistabilitet” og “Teknologi og Etik”. (Olesen, Bille & Riis, 2020, s. 4)

Relationtyper - Menneskets relation til en bestemt teknologi, for eksempel briller, at man kan se verden bedre igennem dem. (Olesen, Bille & Riis, 2020, s. 4)

Forstærkning og Reduktion - At teknologien kan justeres efter menneskets sanseerfaringer, for eksempel høretelefoner, at de kan skrues op og ned. (Olesen, Bille & Riis, 2020, s. 7)

Teknologisk Mediering - Hvordan en teknologi kan forandre mennesket og verden, et eksempel kan vær ure, de har den medierende effekt, i den forstand, at alle kender klokken dermed har man bestemte mødetider, på den måde ændre ure mennesket og verden de er i. (Olesen, Bille & Riis, 2020, s. 7)

Multistabilitet - At en teknologi kan anvendes forskelligt af forskellige mennesker, i dette projekts perspektiv kan exoskelet kan bruges i et militært anliggende, hvor et exoskelet kan hjælpe soldater til at aflaste en del af den vægt de skal bære på. Men exoskelettet kan også indføres i sundhedssektoren, til at hjælpe mobilt hæmmede mennesker med at gå eller genoptræning. Samtidig kan exoskeletter også anvendes på arbejdsmarkedet, for at aflaste fysiske hårde jobs. (Olesen, Bille & Riis, 2020, s. 8)

Teknologi og Etik - Denne måde fremviser hvordan teknologien er hverken god eller dårlig, men er neutral og det er mennesket der står for hvordan teknologien anvendes godt eller dårligt. (Olesen, Bille & Riis, 2020, s. 9)

Disse ovenstående begreber er med til at definere post-fænomenologi, samt post-fænomenologiens historie, men disse begreber betyder ikke, at der en bestemt metode man skal anvende når man bruger videnskabsteorien. Det er rettere en tilgang til, hvordan de menneskelige relationer til teknologien kan foregå, men anvendelsen af videnskabsteorien forpligter dog, at man har fokus på menneskelig væren og sanser. Derfor skal man have empiriske eksempler til at understøtte ens teoriudvikling. (Olesen, Bille & Riis, s. 9)

Et exoskelet kan anses, ligesom en bil, til at være et mellemled for mennesket og verden. I bogen "*Postphenomenological Investigations"* beskriver en af metoderne,

“A century on speed”, hvordan man kan anvende teknologier på. (Rosenberger et. al, 2015)
Metoden omhandler, hvordan mennesket udvikler/anvender teknologier til at komme hurtigere fra A til B. Hvilket kan rigtigt godt beskriver et exoskelet, da exoskelettet kan hjælpe mennesket til at både løbe hurtigere, hoppe højere, løfte mere, rejse sig, og hjælpe med at gå. At komme fra A til B betyder ikke at komme fra den ene ende af verden til den anden, men kan betyde at komme fra sin seng til toilettet eller til sit eget køkken. Derfor er post-fænomenologi, for os, åbenlyst at bruge, da den inkludere hvordan mennesket kan bruge teknologier på forskellige måder, som begrebet “Multistabilitet” indikere. Ældre kan bruge exoskelet til at gå bedre eller rejse sig fra sin stol, hvor folk på arbejdsmarkedet kan bruge exoskelettet til at løfte mere. Forstærkning-reduktion er et begreb der beskriver hvordan, man ville kunne anvende exoskelettet til at genopbygge svage muskler eller som hjælp til at gå. Forstærkning-reduktion er også noget exoskelettet kan justeres efter, hvilket betyder, at exoskelettet kan justeres efter hvilket menneske der anvender teknologien, desto svagere mennesket desto mere kan exoskelettet løfte. (Rosenberger et. al, 2015)

Vi vil analysere hvordan sundhedssektoren ville kunne gøre brug af et exoskelet på plejehjem eller i fysioterapien til genoptræning af muskler. (Rosenberger et. al, 2015)

Teori

I det næste afsnit vil der blive redegjort for Langdon Winner's teori, “technologies as forms of life” som som dele af analysen er baseret på.

Technologies as forms of life
Langdon winner, (1988),*“The whale and the Reactor”* (K. 1 S. 1-18).
Herunder bliver der redegjort for Langdon Winners teori om teknologiers effekt på omverden, hvor begreber som technological somnambulism og teknologisk determinisme bliver brugt.

Langdon Winners bog “The whale and the reactor”, har haft en stor effekt på filosoffers forståelse af teknologiens påvirkning på omverden. Winner har opfundet

mange begreber, der i dag bliver brugt til at beskrive den teknologiske verden. I ”Technologies as forms of life” giver Langdon Winners udtryk for et af hans mest kendte begreb, “Technological somnambulism”, som beskriver menneskes dårlige egenskaber til at reflektere over teknologiers mulige effekter på omverdenen, hvorimod udviklingen af nye teknologier er i fuld gang. (Winner, 1988, s. 5)

> *“The language of the notion of "use" also includes standard terms that enable us to interpret technologies in a range of moral contexts. Tools can be "used well or poorly" and for "good or bad purposes"; I can use my knife to slice a loaf of bread or to stab the next person that walks by.”* (Winner, 1988, s. 6)

Som Langdon Winner beskriver I ovenstående citat, hvor han bruger kniven som eksempel, at man kan bruge den til at skære brød og begå mord, hvilket er en positiv og negativ effekt som teknologien har på omverden. Dermed reflekterer vi ikke over teknologiernes ulemper og fordele, men udvikler en teknologi med et specifikt mål forude, selvom teknologien kan skabe andre problematikker. Vi går villig i søvne imens teknologier rekonstruerer verden som vi kender den. (Winner, 1988, s. 7)

Selvom Langdon Winner mener, at teknologier kan have en negativ og positiv effekt på verden, så mener han samtidig, at teknologien i sig selv neutral, og det er mennesket der bestemmer om teknologien bliver brugt negativt eller positivt. Hvis vi igen tager eksemplet ovenstående med kniven, så er det Langdon Winner selv der bestemmer om kniven har en negativ eller positiv effekt. (Winner, 1988, s. 9)

> *“The idea that technological innovation is a Philosophy of Technology the basic cause of changes in society and that human beings have little choice other than to sit back and watch this ineluctable process unfold.* But the concept of determinism is much too strong, far too sweeping in its implications to provide an adequate theory.*” (Winner, 1988, s. 9)*

Winner modsiger ideen om den teknologiske determinisme, der betyder at teknologiers udvikling er fastlagt i forvejen, og mennesker ikke kan have nogen indflydelse på udviklingen. Winner beskriver i stedet teknologien som værende en

influens for mennesket, men at vi går i søvne og lader den styrer os. Winner prøver, at fortælle hvordan vi skal analysere effekten af en teknologi, før vi udvikler den og sætter den i brug, da den muligvis kan have flere ulemper end fordele. Han prøver at fremvise den usynlige effekt teknologien kan have på mennesket, som ikke er fysisk, som for eksempel psykiske, sociale eller politiske effekter, der kan ændre hvordan menneskets psykologiske tilstand. (Winner, 1988, s. 10-12)

Teorien giver os dermed mulighed for at analysere de usynlige effekter en teknologi kan have på både samfundet og mennesket, så man ikke går i blinde imens man udvikler en teknologi, som begrebet somnambulisme lyder fra Langdon Winner.

Metode

I det nedenstående afsnit vil der blive redegjort for den teoretiske forståelse for TRIN-modellen og de trin vi vil benytte os af igennem opgaven, samt hvordan vi vil bruge trinene som en metode i forhold til analyse og diskussion.

TRIN-modellen

Vi Benytter os i dette projekt af TRIN-modellen. TRIN-modellen er kreeret af tre lektorer på Instituttet for Mennesker og Teknologi på Roskilde Universitet. Disse lektorer er: Erling Jelsøe, forsker indenfor sundhedsfremme og sundhedsstrategier, Thomas Budde som er forsker indenfor METRIK og Niels Jørgensen som er lektorer indenfor videnskabs studier, intelligente systemer og programmering. Trinmodellen består af seks forskellige trin som alle sammen er med til at forklare forskellige aspekter af en teknologi, eller et teknologisk system. (Jørgensen, 2019)
Til denne rapport vil vi gøre brug af trin 1, teknologiens indre mekanismer og processer. Trin 2, teknologiens artefakter. Trin 3, teknologiens utilsigtede effekter. Trin 4, teknologiske systemer. Trin 6, teknologier som innovation. Trin 5 er udeladt, fordi det ikke har en stor indflydelse på opgaven. I de næste afsnit vil der redegøres for hvordan vi bruger vores tilvalgte trin i TRIN-modellen.

Trin 1 - Teknologiens indre mekanismer og processer

Trin 1 i TRIN-modellen, beskriver de centrale/indre mekanismer og processer i en teknologi og hvordan de bidrager til at opnå formålet for teknologien. De indre

mekanismer og processer er mindre artefakter indeni teknologien, som arbejder sammen for at opnå teknologiens formål (Jørgensen, 2019, s. 6)
I denne kontekst vil exoskeletters indre mekanismer og processer være, for eksempel, batteriets indvirken i samspillet med resten af teknologien. Som citatet fra Digital Signatur beskriver herunder.

> *"De centrale mekanismer og processer i en teknologi, som bidrager til at opfylde teknologiens form˚al. For eksempel i en vindmølle, hvis formål er at transformere vindens bevægelsesenergi til elektricitet, er de centrale mekanismer at vingerne drejes rundt af vinden, og at vingerne driver en generator, som skaber elektricitet."* (Jørgensen, 2019, s. 6)

Indre mekanismer og processer er bygget på på Walter Vincentis teknologiske operationelle princip begreb, og det betyder kort hvordan en teknologi fungere. (Jørgensen, 2019, s. 33) Ifølge Vincentis vil alle teknologier have et operationelt princip, og da TRIN-modellen er bygget ud fra dette princip, vil det også antages her. (Jørgensen, 2019, s. 34)
Selvom TRIN-modellen er bygget på Vincentis operationelle princip, er det ikke en kopi af princippet. TRIN-modellen bygger videre på princippet ved at ændre hvordan begrebet bliver opfattet. I stedet for det operationelle princip, vil de indre mekanismer og principper lægge op til en diskussion om hvilke artefakter der findes i teknologien. (Jørgensen, 2019, s. 40)
Selvom det er vigtigt at vide hvordan en teknologi fungere, ved at forklare om de indre mekanismer og processer, er det ikke nødvendigt at forklare alle artefakternes operationelle principper i teknologien, da det vil afvige fokuset fra selve teknologien. (Jørgensen, 2019, s. 35) Denne rapport vil ikke forklare om alle artefakterne i en særlig dybde, men derimod udvælge nogle specifikke artefakter og redegøre for dem yderligere da de har en større indflydelse på exoskeletter.

Vi vil benytte os af trin 1, de indre mekanismer og processer, for at forstå formålet for exoskeletter, samt redegøre for de artefakter der muliggør at exoskelettet kan opfylde dets formål. Med andre ord, vil vi redegøre for de hovedkomponenter, eller

artefakter, der er i exoskelettet og er med til at kunne opfylde exoskelettets formål. Denne viden vil derefter skabe en ramme for hvordan vi vil udarbejde vores analyse. Vi fokusere på allerede eksisterende hovedkomponenter i exoskelettet, og vil redegøre for mange mulige hovedkomponenter der kan opfylde exoskelettets formål. f.eks. de mange forskellige former for batterier teknologien kan bruge.

Trin 2 - Teknologien artefakter

Trin 2 i TRIN-modellen beskriver teknologiens artefakter helt ned til den mindste komponent, samt artefakternes funktionalitet. Dette kan være hver enkelt del af teknologien, såvel som vigtige komponenter i en mere kompliceret teknologi. Disse kan bruges til at få en dybere forståelse at en teknologi ned til en finere detalje. (Jørgensen, 2019, s. 8) Som Jørgensen beskriver i Digital Signatur;

> *"Artefakter er menneskeskabte genstande og adskiller sig som sådan fra genstande frembragt gennem processer i naturen. Et teknologisk artefakt er et artefakt, som har en teknologisk funktion. Teknologi er omformning af natur (stof og energi) under anvendelse af naturlige og sociale ressourcer samt information, viden og praktisk erfaring med henblik på at opfylde menneskelige behov."* (Jørgensen, 2019, s. 7)

Et vigtigt punkt i dette trin er beskrive de artefakter som er med til at opfylde teknologiens formål, specielt når der arbejdes med teknologier er det de tekniske artefakter der er fokuset i dette trin. (Jørgensen, 2019, s.42)

Men det er ikke kun de fysiske komponenter der beskrives i trin 2, software som computerprogrammer der styrer, eller regulere teknologien skal beskrives da de samspiller med hvordan teknologien opfylder sit formål. Samtidig skal hardwaren, eller de fysiske artefakter der får softwaren til at virke, beskrives og behandles som artefakter af teknologien. (Jørgensen, 2019, s. 44)

Til sidst er der standarder i forhold til teknologien og hvordan den produceres.

Standarder er med til at sikre, at teknologien er i forsvarlig tilstand og følger lovene i det eller de lande hvor teknologien bliver produceret i. (Jørgensen, 2019, s. 45)

I denne kontekst vil vi anvende trin 2 af TRIN-modellen til at beskrive de tekniske artefakter der er med til at opnå exoskelettes formål, samt de artefakter der kan tilføjes til exoskelettet der kan forbedre eller ændre teknologien. Det vil give et bedre indblik på hvert artefakt der er i teknologien. Ydermere vil softwaren der kontrollere, og styre, exoskelettet blive redegjort for. Da exoskeletter er et forholdsvis nyt koncept findes der ikke en industristandard i forhold til hvordan de skal bygges eller bruges, og firmaer stadig i gang med at udvikle deres prototyper.

Trin 3 - Teknologiers utilsigtede effekter

Trin 3 i TRIN-modellen omhandler de primært negative utilsigtede konsekvenser der skabes ved en teknologi. Der er forskelle om en utilsigtede effekt har en risiko, ved for eksempel en designfejl i teknologien eller økonomiske omstændigheder. Hvis den utilsigtede effekt er indbygget og medregnet i teknologien, hvilket betyder at det bare af en negativ effekt og ikke en utilsigtet effekt af teknologien, (Jørgensen, 2019, s. 8) hvilket kan ses i citatet:

> “De utilsigtede effekter er effekter, som vurderes at være negative. For eksempel at en vindmølle støjer og ødelægger udsigten. Man kan skelne mellem utilsigtede effekter, som har karakter af risici, nogle som skyldes designfejl og endelig nogle som skyldes økonomiske hensyn” (Jørgensen, 2019, s. 8)

Dertil vil trinnet da være forbundet ligeledes med trin 1 og 2, da teknologiens indre processer eller artefakter er med-faktorer i designprocessen, samt diskussionen om økonomisk nedskæring. Trin 3 har fokus på at finde, identificere og analysere de utilsigtede effekter ved en teknologi. (Jørgensen, 2019, s. 45)
Eksempelvis støjen der kom af vindmøllen; Støjen er relateret til teknologiens indre mekanismer og ligeledes dens artefakter, da det er lyden af generatoren der producerer strøm. Støjen kommer af den strømproducerende process, hvilket er

fokuset af et artefakt der indgår i teknologien. Derfor, er problemet relateret til disse trin, men som nævnt ovenfor, baner disse utilsigtede effekter ud i risici, designfejl eller økonomiske hensyn. Det kan være at artefaktet eller den indre process i teknologien skaber støj, men et bedre design af vindmøllen eller dyrere komponenter kan gøre at den støjer mindre, og fejl i disse hensyn skaber da de utilsigtede effekter.

Vi vil anvende trin 3 af TRIN-modellen til at identificere og analysere de utilsigtede effekter ved brugen af exoskeletter, det vil skabe en større forståelse for effekterne af exoskelet-teknologien og samtidig vurdere alvorlighedsgraden af de forskellige effekter af teknologien.

Trin 4 - Teknologiske systemer

De første trin i TRIN-modellen har som fokuspunkt med de individuelle dele af teknologien og hvordan de virker for sig selv. Trin 4 udvider dette til at fokusere på det system som teknologien er indlejret i (Jørgensen, 2019, s. 8), som Jørgensen forklarer i dette citat;

> *Teknologiske systemer er sammenhængende systemer af teknologiske artefakter, som samlet besidder en bestemt funktionalitet, der muliggør omformning af natur med henblik p˚a opfyldelse af menneskelige behov."* (Jørgensen, 2019, s. 9)

Der findes ikke kun et teknologisk system, men der kan være flere forskellige systemer. Der kan være et teknologisk system inde i selve teknologien, også, samtidig, kan der være et andet teknologisk system der involvere andre teknologier eller det er et system der påvirker hvordan mennesker bruger teknologien. (Jørgensen, 2019, s. 48)

Da et teknologisk kan omfatte mange forskellige artefakter og andre teknologier er det vigtigt at prioritere de vigtige elementer først i det teknologiske system. (Jørgensen, 2019, s. 51)

Trin 4 læner sig meget op af trin 2, da begge trin arbejder med artefakterne i teknologien, og derfor kan nemt blandes sammen, men trin 2 fokusere mere på artefakterne hver for sig, hvorimod trin 4 har større fokus på hvordan de fungere sammen som en helhed i teknologien og dens system. (Jørgensen, 2019, s. 50)

I forbindelse med denne rapports emne, som er exoskelettet, vil ét teknologiske system være måden hvorpå exoskelettet bøjer benet på den person der bruger exoskelettet. Det system som får ledet til at strække og bøje, ved hjælp af elektricitet og motorkraft, er et teknologisk system. Et andet teknologisk system, omkring exoskelettet, kan være at zoome ud og kigge på hvordan man kan bruge elnettet til at få strøm eller oplade batterier. Derudover kan der være andre teknologiske systemer hvordan exoskelettet kan fungere sammen med andre teknologier i en hverdag for brugeren.

Trin 6 - Teknologier som innovation

Innovation handler, til dels, om teknologiens formål, hvilken også er et fokuspunkt af trin 1.
Det første trin i TRIN-modellen handler om teknologiens formål i dets nuværende tilstand, hvorimod trin 6 beskriver hvordan implementering af en ny teknologi, kan have en barrierer for at blive udbredt. (Jørgensen, 2019, s. 10) Som der bliver beskrevet i citatet herunder.

> *"Innovation er implementering af nye eller væsentligt forbedrede produkter, produktionsprocesser eller organisationsformer. Innovationsteorier handler ofte om hvilke forhold, der driver en ny teknologi frem, og om barriererne for at teknologien bliver udbredt."* (Jørgensen, 2019, s. 10)

Der er ikke en måde at se på en teknologi på, nogle vil se fordele hvor andre ser ulemper, og andre kan se et andet formål for teknologien end hvad den er designet til. (Jørgensen. 2019, s. 10)
Trin 6 lægger også op til at diskutere hvorfor et teknologi egentlig er blevet til som den er, (Jørgensen, 2019, s. 53) og ydermere har trin 6 fokus på hvorfor en teknologi er udbredt eller ikke er udbredt og hvilke barrierer der står i vejen for yderliger udbreddelse af teknologien. Hvor i forbindelse med vores rapport har vi fokus på barrieren for exoskeletter. (Jørgensen, 2019, s. 11)
Der vil diskuteres om forholdene for exoskelettets fremdrift og barrieren for hvorfor exoskeletter ikke er mere udbredt. Dette knytter sig automatisk til trin 3, utilsigtede

effekter for teknologien, da disse effekter spiller en stor rolle for hvad exoskeletters barrierer er, for at blive udbredt. Formålet med trin 6 er at samle alt analyserende fra de andre trin og skabe en ny form for kontekst om hvordan det påvirker udbredelsen af produktet.

Interview

I denne rapport benytter vi os interview. Dertil vil vi benytte os af *bogen ´InterView; Introduktion til et håndværk´ (*2009) af Brinkmann og Kvale.
Vi har skabt vores interviews med en fænomenologisk vinkel. Vi forsøger altså at finde information baseret på oplevelser, sanser, og hvordan noget det føles. Vores interviews er foretaget via opkald da det ikke har været muligt i person grundet den globale Covid-19 pandemi, og dertil er informanter fundet via et gruppemedlems netværk.

Fænomenologi i interviews

Når det kommer til kvalitativ forskning kan fænomenologi bruges som et værktøj. Begrebet fænomenologi peger på en interesse i at forstå sociale fænomener, og hvordan informanten oplever disse, samt at få et indblik i fænomenet set fra informantens synsvinkel.
Når vi foretager os et kvalitativt interview med fænomenologi i forsædet, er det for at få indsigt i informantens livsverden. Informanten har således mulighed for at kunne fortælle ud fra hans/hendes umiddelbare oplevelser i dagligdagen.
Fænomenologiske interviews er oplevelsesbaserede, og derfor bliver interviewet ikke ligesom at hente informationer fra en bog eller et kort. Det er i stedet en fortælling om en oplevelse, og mere abstrakt information man får tilegnet sig. Disse informationer kan have forskellige meninger. Her er det interviewerens rolle at tolke disse meninger for at kunne bringe interviewet videre. I en fortolkning er der flere vigtige faktorer såsom: Stemmeføring, ansigtsudtryk og andre krops gestus. Det er vigtigt, som interviewer, at have gode kompetencer for at forstå og fortolke disse faktorer så korrekt som muligt for at kunne danne de bedst mulige følgespørgsmål, og således hente god information. (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 44-50)

Briefing / debriefing

Iscenesættelsen af et interview er meget vigtig. Intervieweren bør her sætte informanten ind i projektet via en briefing. Her kan man sætte informanten ind i intervieweren, projektet og gruppens view på projektet. Intervieweren kan i denne briefing også fortælle om formålet med interviewet, hvad optagelserne skal bruges til og hvordan de skal optages, dette kunne for eksempel være via lyd, billede eller andet. Et interview bør afsluttes med en debriefing, hvor informanten får mulighed for at komme med yderligere kommentarer til det som er blevet diskuteret. Dette giver mulighed for at kunne bringe punkter på banen som intervieweren ikke har tænkt på, eller som måske ikke har fungeret så godt til interviewet som en form for feedback.

Informeret samtykke

I et informeret samtykke skal informanten informeres omkring undersøgelsens overordnede formål og designets hovedformål, samt mulige risici og fordele ved at deltage i projektet. Når man involverer en informant i projektet skal man også sikre sig at de deltager frivilligt, samt at de har mulighed for at trække sig fra projektet når det passer dem. Informanten skal desuden informeres om hvem der kan få adgang til interviewet, desuden bør informanten fortælles om forskerens ret til at offentliggøre hele interviewet eller dele af det. Her bør informanten ydermere informeres om at han/hun har adgang til transskriptionen og analysen af den kvalitative data.

Når man skal informere informanten om designet på projektet så handler det her om at finde en god balance. Denne balance er imellem for meget og for lidt information om designet på produktet. På den ene side kan man informere informanten for meget og for udførligt, og på den anden side, kan man komme til at undlade information som er vigtigt for informanten at vide forinden interviewet (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 89-90).

Fortrolighed

Fortrolighed når det kommer til forskning indebærer at information som kan hjælpe til at identificerer en informant ikke afsløres. Hvis informationerne fra informanten kan være med til at identificerer vedkommende, og informationerne alligevelle benyttes,

da skal informanterne først erklære sig indforstået med at disse informationer offentliggøres. Desuden bør det bemærkes at nogle informanter der har ofret en del af deres tid og energi med vigtig information til projektet måske gerne vil krediteres med navns nævnelse som i et journalistisk interview. (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 91-92).

Interviewformer

Script

Der findes flere måder at kunne strukturere et interview på. En måde er ved at lave et script. Dette script er stramt struktureret, og kan derfor hjælpe til at skabe et klart overblik for intervieweren. Dette sikre intervieweren at han får spurgt de specifikke spørgsmål, og på den rigtige måde, samt at det er de samme spørgsmål der bliver spurgt i tilfælde af at man skal bruge flere informanters mening om de samme spørgsmål. Et stærkt struktureret interview med brug er et script kan derfor være at foretrække i tilfælde af flere informanter. Deres svar vil samtidig være nemmere at skemalægges til en mulig analyse (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 151).

Semistruktureret interview

En anden måde man kan strukturere et interview på kan være semistruktureret interview. Dette kunne være med spørgsmål skrevet ned i punktform uden en specifik måde at stille dem på. Dette kan skabe en anderledes dynamik i interviewet, derudover kan spørgsmålene ende med at blive stillet på forskellige måder hvilket kan fremtrække forskellige svar af ellers formodede ens informanter. Et semistruktureret interview kan derfor give ”dårlige svar” hvis man har til sinde at analysere en stor pulje af informanter med ens spørgsmål. Hvis man ønsker denne form for analyse kan man benytte sig af en mere kvantitativ spørgeform såsom et spørgeskema. Til gengæld giver et semistruktureret interview mulighed for at kunne dreje samtalen ud på andre veje, og derved kunne komme ind på information man ellers ikke ville havde kunnet skaffe sig. Det er også muligt at kunne komme i dybden med det gældende emne på en anden måde ved at kunne stille følgespørgsmål, i stedet for at skulle følge en stram struktur som kan resultere i kun at berører overfladen (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 151-161).

Aktiv lytning og tavshed

Når man foretager sig et interview er det en god ide at benytte sig af korte og enkle spørgsmål for at gøre det så let som muligt for informanten at kunne svare fyldestgørende på dem. Efter at intervieweren har stillet sit spørgsmål er det herefter vigtigt at påbegynde aktiv lytning. Aktiv lytning foregår ved at lytte nært til hvad informanten fortæller, så vidt som måden informanten fortæller dette på. Dette giver intervieweren mulighed for at komme med gode følgespørgsmål som kan komme et spadestik dybere i emnet. Et andet vigtigt element at huske for intervieweren er tavshed. Tavshed giver informanten mulighed for at reflekterer over spørgsmålet, og eventuelt også sit svar, samt mulighed for at kunne uddybe sit svar uden afbrydelser (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 159-161).

Transskription

> "*Transskriptionen af interview fra mundtlig til skriftlig form strukturerer interviewsamtalerne i en form, der egner sig til nærmere analyse, og udgør i sig selv en første analytisk proces."* (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 202).

Ofte i forskning giver forskeren transskriptionen videre til en sekretær, men i tilfælde af at forskeren vælger selv at skrive den kan meningsdannelsen allerede være gået i gang. Forskeren kan her huske tilbage på ansigtsudtryk mm. som kan have ændret meningen af det sagte.

Transskription fra lydfil til tekst indeholder i sig selv tekniske og fortolkningsmæssige problemer. Dette gælder især hvis man oversætter hvis man forsøger at oversætte ordret talesprogs stil til noget som kunne minde om skriftsprogs stil. Der findes ikke mange regler når det kommer fra at skulle oversætte talesprog til skriftsprog, men snarere en masse valg som skal tages. Disse valg kunne omhandle om hvorvidt man ønsker at transskribere ordret med medtagelse af udtryk som "øh", hvis man ønsker at beskrive ansigtsudtryk, latter, suk eller pauser. Transskriptionen behøver ikke kun omhandle de udtrykte ord, men kan være en beskrivelse af hele samtalen, også kropssproget på interviewer og informant.

Hvis man ønsker at transskribere og samtidigt forenkle sproget, for at gøre det mere læseligt, da skal man passe på at man ikke ændre i sprogets betydning. Der kan være tvetydigheder man fortolker på eller dobbelt negativ der bliver tolket som positiv, der evt kunne havde været en gentagelse grundet talesprog osv. (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 202-206).

Interview analyse

En analyse kan foregå på flere forskellige måder. En måde at analysere på er i interviewsituationen i sig selv. Dette kan være med til at skabe gode følgespørgsmål eller skabe en dybere forståelse for et svar informanten har givet. Et overordnet eksempel kunne være at man stiller informanten et spørgsmål. Derefter kommer informanten med et svar på spørgsmålet. Hvis intervieweren her vælger at godtage svaret her og gå videre vil der ikke ske mere i samtalen, svaret vil hverken blive uddybet eller valideret. Til gengæld hvis intervieweren vælger at sætte svaret i relation til noget andet eller spørger om det kunne minde om x, så kan man få flere svar ud af informanten. Man kan ende med at have analyseret svaret forkert, og få et svar i retning af “det var ikke det jeg mente” eller “det var nu mere sådan og sådan jeg mente”, ellers kan man også blive bekræftet i sin analyse og få et simpelt ja.

En form for analyse som først træder senere frem i forløbet er den analyse man gør sig når først det optagede indhold er kommet på skrift. Her kan man give sig i kast med at analysere på det skrevne, med henblik på at få informantens mening sat frem. (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 217-218).

Meningskondensering

Meningskondensering indebærer at man tager en informants svar og tolker på dem med hensigt at gøre dem kortere og lettere tilgængelige til senere brug. Her er det stadig vigtigt at informantens hovedformål bliver udtrykt, blot med brug af færre ord. Denne form for analyse kan benyttes i tilfælde af man har en meget kompleks eller lang analysetekst man skal igennem. Dertil kan svarene så kortes ned til dets betydning på kortest muligt vis. Dernæst er det muligt at skemalægge det nærmere

og bruge det til behandling af denne data. Dog uden nødvendigvis at gøre det til kvantitativ data (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 227-230).

Meningsfortolkning

Meningsfortolkning er anderledes i forhold til meningskondensering, ikke en omformulering af det som informanten har udtrykt. Det er i stedet mere ligesom det man kan være stødt på i danskundervisningen i folkeskolen, det gælder altså om at man skal trænge mening ud fra en tekst som ikke står på linjerne. Et punkt som kan blive udforsket indenfor meningsfortolkning er multiple fortolkninger. Når man forsøger sig med en meningsfortolkning kan man sætte flere forskellige personer til at analysere på den samme tekst og komme frem til vidt forskellige svar. Det kan derfor være vigtigt at tage fat i informanten efterfølgende og validere at man har tolket rigtigt på interviewet (Kvale & Brinkmann, 2009 s. 230).

Refleksion over interviewmetoden

Til vores interviews specifikt har vi valgt at fokuserer på fænomenologi. Dette har vi gjort på den måde, at vi har spurgt vores informanter ind til deres oplevelser i dagligdagens arbejde. Her har vi ønsket information omkring hvordan deres daglige praksis forløber, samt hvilke hjælpemidler de har til rådighed og gør brug af på deres arbejdsplads. Vi har også valgt specifikt at spørge informanterne om hvordan de kan se at deres arbejde påvirker deres borgere, og om deres arbejde forbedre borgernes lykke, som for eksempel set på borgernes ansigtsudtryk. Al denne information har vi spurgt efter, fordi vi har ønsket information omkring hvordan personalet bruger deres hjælpemidler, og om hvordan vi kan gøre deres hverdag lettere, samt hvordan vi eventuelt ville kunne være med til at skabe en større glæde i den del at borgerne som er mobilt hæmmede.

Inden hvert interview bliver der gennemgået et samtykke mellem interviewer og informanten, her bliver der også gennemgået hvilke muligheder informanten har for at trække deres samtykke tilbage og hvordan de kan få adgang til transskriptionen og rapporten i sin helhed. Informanterne er også bliver forsikret om at for eksempel

deres navn, samt andet personlig information bliver holdt hemmeligt, og ude af rapporten. Altså i absolut fortrolighed.

Som interviewform har vi valgt at benytte et semistruktureret interview. Dette har vi gjort grundet vi ikke har ret mange informanter. Derfor er det ikke så vigtigt at kunne foretage interviews via et script som kan gøres på samme måde hver gang. I stedet har vi ønsket at dykke dybere ned i samtalen, have nogle generelle punkter at komme ind over, men ellers at dykke ned i informanternes svar via aktiv lytning. Via denne aktive lytning får vi mulighed for at uddybe svar informanten giver, og eventuelt få irettesat misfortolkninger vi måtte have ved at spørge om vi har forstået det rigtigt. Det semistrukturerede interview giver os også mulighed for at kunne anskaffe os information som vi ikke før havde vist grundet at informanterne er fra andre faggrupper end os selv, og vores information på disse emner er begrænset.

Til at analysere vores interview gør vi, i stor grad, brug af meningskondensering. Grunden til dette er, at vores interviews er blevet af en længde der gør det uoverskueligt at se hvilke holdninger vi kan benytte os af i designet af vores produkt. Derfor vil en meningskondensering kunne tage disse meninger og kondenserer dem ned til mindre punkter. Dette vil kunne skemalægges, og være med til at give os et større overblik over hvilke punkter der skal forbedres og kigges på i forhold til produktet.

Transskribering af interviews

Interviewene er blevet transskriberet ud fra en lydfil som intervieweret har optaget imens han udførte interviewet. Derefter har et andet gruppemedlem modtaget lydfilen og påbegyndt transskribering. Da et andet gruppemedlem, end den der har udført interviewet, transskribere interviewet, kan det medvirke til, at transskribenten ikke forstår den fulde kontekst af det der bliver talt om i interviewet. Det er fordi transskribenten ikke var med til selve interviewet og mangler derfor andre sanseindtryk som ansigtsudtryk eller fagter med hænder. Dog, på grund af Covid-19 pandemien har det været nødvendigt at udføre interviewet over telefon, så ingen har

haft mulighed for at opfange andre sanseindtryk, derfor har transskribenten en lige så stor forståelse af samtalen som intervieweren.

Siden interviewet har været optaget på en computer og selve interviewet er foregået via telefonen blev optagelsen af interviewet i ikke så høj kvalitet som man kunne havde håbet på. Det betyder, at under transskriberingen ville optagelsen skratte eller en stemme vil falde ud så man ikke kunne høre hvad der blev sagt. Herefter har transskribenten været nødsaget til at fortolke hvad der blev sagt i kontekst af hvad der ellers bliver sagt i selve sætningen og hvad der bliver talt om. Det er dog sjældent i interviewene at stemmerne blev afbrudt og når det skete var det tit kun et ord man ikke kunne høre. Fordi interviewene er foregået hen over telefon frem for i person, hænder det, at der tit bliver talt over hinanden, fordi der specielt mangler disse sanseindtryk fra ansigtet og kroppen som bedre ville vise hvem der vil snakke nu.

Der har været, så vidt muligt, fokus på at beholde talesproget i interviewet, da det bevare betydningen af det der bliver snakket om og samtidig vedligeholder talerens karakter. Der er der ikke transskriberet ord for ord, da det vil gøre interviewet ulæseligt, udtryk som øh eller suk er ikke taget med i transskriberingen. Halvfærdige sætninger hvor intervieweren eller interviewpersonen stopper lige pludselig for at sige noget andet eller sige det om er heller ikke med i transskriberingen. Dog så er latter inkluderet i transskriberingen, i form af ha ha eller he he, for at vise hvor der bliver grint. Hvilket er et symptom af, at man ikke kan mærke hvilken stemning der er i interviewene, fordi man ikke kan høre om der er glæde eller vrede i stemmerne. Det gør, at transskriberingerne føles meget neutrale og endda måske lidt tørre. Derfor har vi så vidt muligt prøvet at beholde talesproget for at give interviewene deres egen karakter.

Exoskeletter

I nedenstående afsnit vil der blive redegjort om hvad exoskeletter er, og hvilke artefakter der indgår i et exoskelet

Exoskelet begrebet

Beskrivelsen af et exoskelet, er ifølge den danske ordbog, (Den Danske Ordbog, eksoskelet) en kombination af det latinske ord 'ekso' og 'skeletos'. Ekso værende græsk for "udenfor" eller "ydre" og ligeledes skelet værende et ord for skelet. Dertil, er 'exoskelet' den uofficielle måde at omtale ordet på, men meget almindelig. Hvilket ligeledes er årsagen til brugen af ordet exoskelet i mange kilder, ligeledes vores rapport.

Ordet har primært betydning indenfor insektverdenen, da det er ordet for det ydre der omslutter insekter og lignende dyrs krop som en form for beskyttelse samt erstatning for et manglende indre skelet.

> *"Struktur af kalkholdige plader eller læderagtig hud der omslutter kroppen hos dyr uden indvendigt skelet."* (Den Danske Ordbog, eksoskelet, betydning 1.)

Terminologien kommer derfor fra dyreverdenen, hvori insekter ofte har udviklet skeletter, der ligger udenom deres krop, hvilket gør at de lettere kan overleve og forbliver hårdføre på trods af deres lille størrelse.

(fårekylling skelet, Billede fra https://sketchbookblue.wordpress.com/2017/04/11/insect-exoskeleton/)

Dertil ligger der den anden betydning, hvilket er en struktur eller en ramme noget kan støttes af:

> *“Bærende struktur i form af fx et stativ eller en ramme som noget støttes af eller bygges op inden i.”* (Den Danske Ordbog, eksoskelet, betydning 1.a)

Hvilket vil sige, at alt der har en bærende effekt og som støttes eller bygges op indvendigt kan defineres som et exoskelet.

Dette vil sige at teknologier såsom benproteser eller middelalder rustninger teknisk set også er former for exoskeletter. Dertil kommer, hvad vi betegner, som det **Strømdrevne Exoskelet** der er teknologien i fokus gennem resten af rapporten.

Det Strømdrevne Exoskelet

Det strømdrevne exoskelet, også kaldet robotiske exoskeletter, på engelsk *Robotic Exoskeleton* (Beyond Robotics GmbH, 2017b) er en videreudvikling af det førnævnte exoskelet. Hvori brugeren, en person der bærer exoskelettet, bliver støttet af en form for elektronisk drivkraft.

> “Robotic exoskeletons are basically wearable robots that resemble the shape of the human anatomy and, therefore, appear to be an outer (greek: exo) shell or skeleton. In contrast to their robot colleagues that assemble cars or clean our apartments, they are not developed to relieve us from a task by solving it autonomously, but rather to support us in executing a physical task that we cannot do independently.”(Beyond Robotics GmbH, 2017b)

Hvilket betyder, at det er robotisk i form af at det selv kan bevæge sig og derved hjælpe personen der bærer det, men uden at være autonomt. Exoskelettet er derfor sanseligt. Det kan registrere hvornår og hvor det skal bevæge sig når vi har brug for støtten, men uden at bevæge sig af sig selv.

Dette kommer alt sammen af, at det amerikanske forsvar begyndte at investere i exoskelet teknologien som et hjælpemiddel til deres soldater (General Electrics, 2016). Omkring 1965 begyndte udviklingen af det første strømdrevne exoskelet i samarbejde med den amerikanske hær og flåde. General Electric selv (Beyond Robotics GmbH, 2017a, l. 2) blev kontaktet og fik opgaven af at bygge exoskelettet.

De kaldte skelettet Hardiman, som resulterede i en mindre fiasko. Der var adskillige problemer med bevægelsen af skelettet, det vejede 5 ton og hvis brugeren skulle have lyst til at bevæge to lemmer på en gang, ville det kortslutte. Skelettet endte med at blive brugt til transport af tung ammunition, da exoskelettet var god til at løfte meget vægt og exoskelettet havde en vægt kapacitet på 1500 pund. Men der hvor Hardiman skinnede igennem, var hvor det banede vej for en lang række innovationer i årtierne der fulgte (Beyond Robotics GmbH, 2017a).

(*Hardiman*, General Electrics, 2016)

Artefakter

Ifølge artiklen 'Robotic Exoskeletons 101' (Beyond Robotics GmbH, 2017a), og hvad vi kan konkludere baseret på deres forrige artikel (Beyond Robotics GmbH, 2017b), består et strømdrevet exoskelet af følgende artefakter:

- **Rigid Frame** (Exoskelettets skelet)
- **Actuators** (Aktuatorer, dele der skaber bevægelse)
- **Sensors** (Sensorer, dele der registrerer omverdenen)
- **Interfaces** (Brugerflader, dele der kan interageres med)
- **Electronics** (Elektronik, resterende elektroniske komponener of computerchips)
- **Power Supply** (Strømforsyning)

Af disse dele, lægger vi vægt på Strømforsyningen, da vi i analysen og diskussionen sætter specielt fokus på problematikken den rejser.

Rigid frame - Selveste skelettet er oftest lavet ud af lette og hårdføre materialer. I nogle exoskeletter vil skelettet dække dele af kroppen alt efter, hvad der er nødvendigt. I andre er det et valg ikke at have et skelet, der dækker hele kroppen, da støtten eksempelvis kan ligge omkring eller på leddene for at formindske stress på de områder.

Af populære skeletmaterialer er eksempelvis ***Glasfibre***, ***Kulfibre*** og ***Aluminium***.

Actuators - En form for drivkraft, der kan få skelettet til at bevæge sig. I det første exoskelet blev der brugt pneumatiske stempler med højtryksgas, som en form for lavpraktisk energikilde. Når der tales om strømdrevne exoskeletter, er det indforstået, at det har en mobilitetsform, som er strømdrevet. Disse aktuatorer indgår oftest indenfor 2 typer: ***Pneumatiske Stempler*** eller ***Elektriske Servo Motorer***, med et klart flertal under elektriske servomotorer.

Elektrisk servo/stepper/DC motor

Hvis vi ønsker at benytte os af ren strøm til at drive vores exoskelet. Har vi tre valgmuligheder, disse er: Servomotor, stepper motor eller en DC motor.

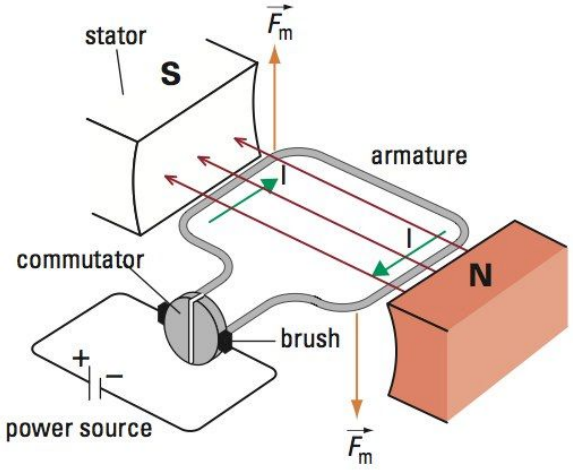
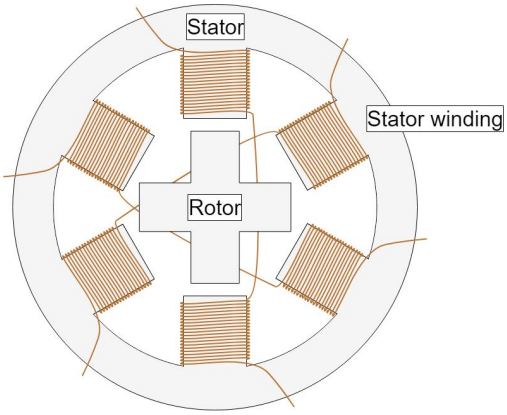


Figure 12.28 A simple DC motor

(Billed fra: https://electronics.stackexchange.com/questions/452474/self-inductance-in-steady-state-equivalent-model-of-brushed-dc-machine)

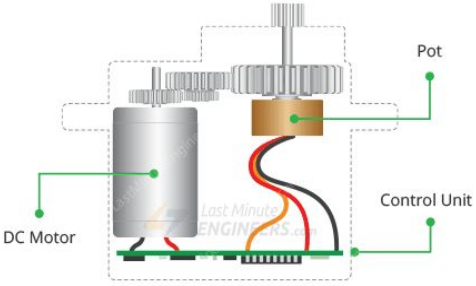
Det overstående billede er en meget simpel model, over hvordan en DC motor er bygget op på. Der er 2 magneter, med en nord- og en sydpol, i midten er der en spole, hvor der bliver sendt strøm igennem, og afhængig af hvilken vej, man sender strømmen, drejer motoren. En DC motor er specielt god til én ting, og det er at dreje hurtigt rundt. Der er ikke styring, ud over hvor meget strøm, man giver den og retningen. Derfor ser man ikke DC motoren ved opgaver, hvor der er brug for præcision. DC motoren anvendes bedst til opgaver, hvor noget blot skal køre.



Dette er et simplificeret diagram af en stepper motor, den fungere på den måde, at når man sender strøm igennem, en af spolerne, laver man et magnetisk tiltrækning, og trækker den nærmeste magnet til sig, i dette tilfælde har vi drivakslen.

(Billede taget fra https://www.monolithicpower.com/en/stepper-motors-basics-types-uses)

Hvis man skifter hurtigt mellem disse spoler, kan man få drivakslen til at dreje rundt, og dette er i simpleste træk hvordan en stepper motor fungere



(Billed taget fra: https://lastminuteengineers.com/servo-motor-arduino-tutorial/)

En servomotor er mere et system, da motoren indeholder har flere forskellige dele. Her har vi et kontrol board, en dc motor, gearkasse og et potentiometer. En potentiometer, er en variable

modstand, dette betyder at, når man drejer på den, giver den mere eller mindre modstand, dette kan man måle på, da der kommer mindre eller mere strøm igennem. Med denne lille komponent kan man rimelig præcist, finde positionen af drivakslen.

Potentiometeret kan bruges til at vide positionen drivakslen, og med den information kan vi fortælle præcis hvordan skal dreje hen til. Man bruger en gearkasse, fordi dc motoren har ikke meget kraft, men de kan køre rigtig hurtigt, så med hjælp fra en gearkasse, kan den få mere kraft, i stedet for meget hastighed.

Pneumatisk / Hydraulisk

Pneumatik og hydraulik, er baseret på samme princip, der handler omkring at sende kraft for et sted til et andet. Dette kan man gøre på forskellige måder, begge metoder, benytter sig af slanger der leder kraften afsted. Den store forskel mellem pneumatik og hydraulik, er hvilke fase objektet i slanger er. Dette betyder, om stoffet flydende eller gas form, så med et hydraulisk process benytter man sig af flydende stoffer, og med pneumatisk process benytter man sig af gasser (normalt luft).

Begge har deres fordele og ulemper, pneumatisk er i de fleste tilfælde, den billige løsning, da gas kan komprimeres, i mens flydende stoffer kan ikke komprimeres, så når man arbejder med pneumatiske systemer er der mere tolerance. Men denne fordel er også pneumatiske systemer, har sin største ulempe, og det er hvor meget kraft det kan håndtere, fordi da en gas kan komprimeres, skal man også udregne hvor meget den bliver komprimeret an på hvor meget kraft man ligger i systemet, dette giver også et andet problem, da noget af energien, der går ind i system, som skal bruges i den anden ende, bliver brugt til at komprimere denne gas. Hvorpå med et hydraulisk system, har man overhovedet ikke disse problemer, og det er en af grundene til at man bruger hydrauliske systemer, hvor der er brug for rigtig meget kraft for eksempel er der krane og gravkøer, som bruger hydrauliske systemer.

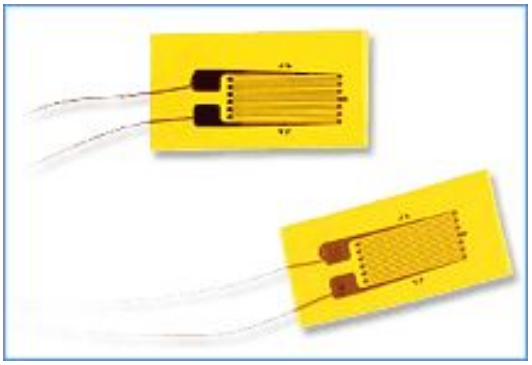
Det vil være for meget at bruge hydrauliske systemer, da vi overhovedet ikke har brug for al den kraft de systemer kan levere, og med et pneumatisk system, ville vi også spare nogle penge.

"Pneumatics are cheaper than hydraulic systems because air is inexpensive, plentiful, easy to obtain, and store. Pneumatic systems generally have long operating lives and require little maintenance because gas is compressible, and the equipment is less subject to shock damage. Unlike hydraulic systems that use liquids that transfers force, gas absorbs excessive force." (Nexflow, 2019)

Nu står vi med 2 meget forskellige måder at sende kraft til vores eksoskelet, den ene er med en servomotor, og den anden er et pneumatisk system. For en prototype ville det give bedst mening, at bruge servomotor, da det er meget lettere at implementere dem, det ville være billigere og det ville også være lettere at styre dem helt præcist. Dog er det vigtigt at vide, at pneumatiske eller hydrauliske systemer, brude bliver kigget mere ind på, når endelig man har en fungerende prototype kørende, og man har brug for mere kraft.

Sensors - Sensorer af mange forskellige typer til at registrere bevægelse i kroppen hos brugeren. Disse sensorer kan bestå af alt fra fysiske knapper i skelettet, til modstand-registrerende sensorer.

Hvis vi ønsker at have en meget hurtig og billig prototype, ville vi bruge knapper, de er rigtig nemme at arbejde med, og de er meget billige, dog har de et meget stort problem, de er meget upræcise, de kan enten være tændt eller slukket. Med dette komponent kan vi lave en prototype, hvorpå vi placere to knapper i benene, vil kan godt putte flere ind for at få mere præcision, men ideen er at vi f.eks. har en knap over og under låret, så hvis brugen begynder at løfte sit ben, ville låret trykke på den ene knap, og motoren ville hjælpe, det samme ville gælde hvis brugeren ønsker at stille sit ben ned.



På den helt anden side, har vi en strain gauge.
Disse kan måle modstanden på et objekt, de bliver brugt til mange bygnings områder, til at finde ud af, hvad stresset på det forskellige dele er.

(Billed fra: https://www.omega.co.uk/prodinfo/StrainGauges.html)

Vi har snakket med fablab omkring disse, og de mener at hvis vi ønsker rigtig meget præcision, hvilket ville være meget godt, ville disse være det bedste. Man bruger dem ved at vi placerer dem på et objekt, dette kan f.eks. være stængerne som ville holde rundt om benene, her kan disse måle hvis objektet begynder at bøje. Disse er så præcise, at de kan måle vi bøjninger før man overhovedet kan se objektet bøje, og forhold til en normal knap, kan de måle hvor meget kraft der bliver sendt til objektet, så vi ville sagtens kunne justere kraften fra motoren an på, hvor meget kraft brugen selv giver (Omega Engineering inc, *Strain Gauge*).

Interfaces - Et eller Brugerflader der står for interaktionen mellem brugeren og exoskelettet. Det kan være fra alt fra en knap der tænder og slukker skelettet til et touch-display som kan styre skelettet alt efter hvad designeren mener er nødvendigt.

Electronics - Et generelt begreb for alt det interne elektronik der er med til sørge for at skelettets komponenter kan kommunikere og som er med til at lave udregninger for skelettets bevægelser. Typisk, vil et industrielt exoskelet i USA have et **Speciallavet Chipset** der passer til skelettet, for at reducere ressourcerne og omkostningerne af skelettet, men det forekommer også (i hobbyist brug, eller til eksperimentering) at et **Arduino Chipset**, eller en **Raspberry PI** bruges i stedet, da de er programmerbare.

Power - Strømkilden som er nødvendig for at skelettets aktuatorer kan få skelettet til at bevæge sig. Denne komponent er oftest et problem, da den i praksis består af opladelige batterier der enten er udskiftelige eller fastmonterede, hvor en af de eneste alternativer er et direkte strømkabel.

Batterier

Her vil der blive forklaret om hvordan batterier fungere, og hvordan batterier kan blive inkorporeret i exoskeletter. Dette er et nøglekomponent for at kunne imødekomme krav for de tiltænkte brugere.

Basics

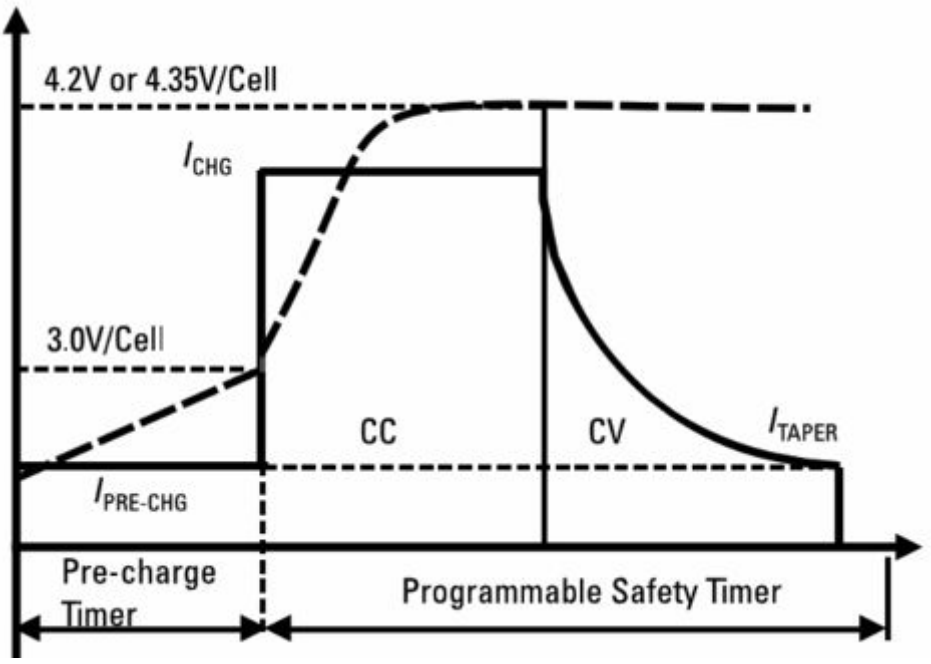
De fleste transporterbare batterier fungerer via de samme principper som ”almindelige batterier” og andre elektrokemiske energikilder såsom brændselsceller (Barsukov & Qian, 2013 s. 2). De fungerer via to elektroder som er forbundet gennem et materiale så de kan reagere med hinanden. Dette vil i næsten alle tilfælde være en syrer, jo stærkere en syrer desto bedre en leder. Disse elektroder er adskilt af en separator. De to elektroder er adskilt således at de ikke kommer i elektrisk kontakt, men at man i stedet kan skabe et ionisk flow. Dette ioniske flow sker ved at den negativt ladede elektron flyder i retning imod den positivt ladede elektrode. Elektroner trækker her med sig en ion, hvilket er med til at give navnet til lithium ion batteriet. (Ted-ed). Når man så forbinder den positivt ladede elektrode med den negative elektrode med en ledning så skaber man en strøm som løber fra den negative- til den positive elektrode. Ligger man her et motherboard eller andet produkt der er afhængig af strøm imellem disse punkter, så løber der nu en strøm igennem. I det tilfælde at alle elektronerne er løbet fra den negative elektrode til den positive, der vil batteriet være afladet (Ted-ed).

Opladning

Litium-ion batterier, som er nogle af de mest udbredte og mest brugte genopladelige batterier, at de kan oplades til at kunne bruges igen. Dette gøres ved at sætte batteriet til en anden strømkilde som kan få elektronerne til at løbe den anden vej. De trækker også ioner med. Dog har batterier stadig en levetid. Jo flere gange et

batteri aflades og oplades igen, desto tættere kommer batteriet på enden af dets livscyklus. Når batteriet oplades, kan der ske mis-formninger på de metaller som er blevet brugt, og dette kan skabe forskellige elektronik skørheder. Batteriet kan risikere at miste noget af dets kapacitet eller aflades hurtigere eller irregulært, og dette medfører til batteriets død. For ikke at skulle spilde for mange ressourcer rådes det derfor også til at man bruger en fast energikilde såsom et stik i vægen til at lade ens batterier op, og ikke et andet batteri eller en power bank. De er mere ”to go” løsninger (TED-ed, 2015)

Typisk er der flere forskellige parametre som karakteriserer måden hvorpå man lader et litium- eller litium-polymer batteri. Den typiske lade form for et litiumionbatteri kommer igennem en ´constant current´ periode og en ´constant voltage´periode som vist på billedet herunder.



(Billede taget fra ´Battery Power Management for Portable Devices´ s. 50 af Barsukov & Qian)

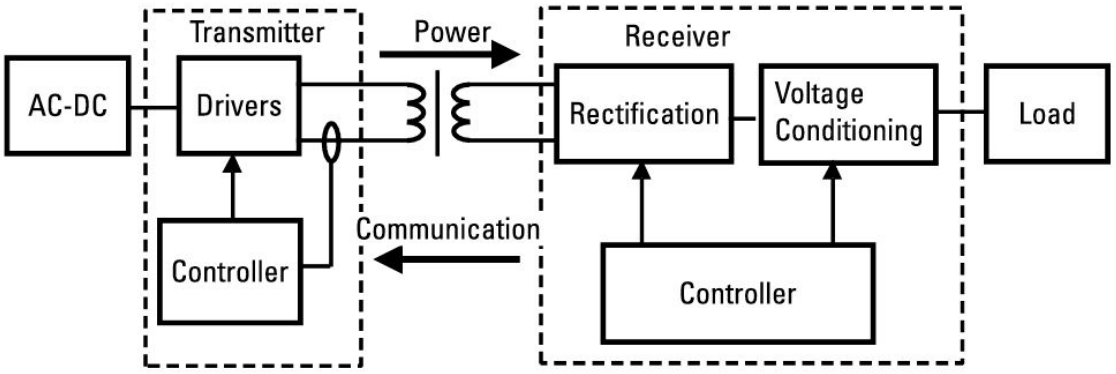
Denne lade form starter med en precharge, som foregår ved en tiendedel af CC-perioden. CC-perioden er den periode hvori batteriet oplades kvikkest. Denne er også kaldt for ´fast charging´ perioden. Pre-charge perioden foregår langsommere for at skåne batteriet da det endnu ikke har regenereret en del af dets metal som angiveligt vil have ætset væk. Denne lavere hastighed er også med til ikke at

overophede batteriet hvis noget af dens kobber skulle være ætset væk. Dette skal ske ved en over-afladning af et batteri. Udover denne langsommere lade-hastighed er der også både en timer og en måler på opladeren. Opladeren er dertil udstyret med en precharge timer som måler på spændingen (volt), som skal overstige 3V indenfor et tidsrum. Hvis dette ikke sker, vil batteriet blive set som værende dødt, og opladningen stoppe, og dette vil typisk blive anvist med en besked som fortæller at batteriet ikke længere kan benyttes, hvis produktet har en skærm hvor sådanne beskeder kan vist (Barsukov & Qian, 2013 s.50-51).
Kommer batteriet volt derimod over 3V så vil fast-charge-perioden påbegynde. Her vil batteriet begynde at lade hurtigere op, men dog er opladningen begrænset til at lade med et sted mellem 0,5 og 1 ampere. Dette gøres for at batteriet helst ikke skal overophede og beskadige sig selv. Batterier skal helst ikke overskride en temperatur på 45 grader celsius. Når så batteriet er kommet op på dets maksimale volt, som oftest ligger på 4,2V eller 4,35V, så vil fast-charge perioden stoppe. Efter CC-perioden vil CV- perioden begynde. Dette er nedtrapningen på opladningen. Her vil batteriet volt blive opretholdt, men amperen vil falde til et prædetermineret punkt. Dette sker omvendt eksponentielt, og når det prædeterminerede punkt er nået, vil opladningen blive færdiggjort. Faldet forekommer fuldstændig naturligt, og er altså ikke noget som opladeren sætter i værk. I fast-charge perioden er der også en timer som sørger for at stoppe for opladningen hvis ikke enten volten eller amperen kommer op på det ønskede niveau. Dette er for ikke at ødelægge batteriet ved at oplade på det for længe (Barsukov & Qian, 2013 s.50-51).

Trådløs opladning

Den mest udbredte teknik for trådløs opladning er via Qi-wireless charching. På markedet findes både håndholdte- industri og medicinske produkter, som benytter sig af Qi-wireless charching. Alle produkter som oplades via enten en USB port eller en 5/9V Jævnstrøms adaptor har mulighed for at blive designet til at kunne oplades via Qi-systemet. Selve systemet fungere ved en transmitter og en receiver. transmitteren sidder på en base eller oplader platform, og er sat til en jævnstrømskilde. Receiveren sidder på produktet. Transmitteren sender strøm til receiveren via en spole, og tilsvarende modtager receiveren strøm fra transmitteren

via en spole. Når så disse to spoler holdes imod hinanden, der kan godt være et tyndt lag af andre materialer imellem, bliver opladningen igangsat via induktion. Det trådløse opladnings system kan ses anvist på beílledet nedenfor.



(Billede taget fra ´Battery Power Management for Portable Devices´ s. 88 af Barsukov & Qian)

Fordele ved at benytte sig af Qi-wireless charching er:

- Der ikke er mulighed for at få stød da al elektricitet er indkapslet i produktet
- Ingen af de metaller der skal bruges til at lade produktet op, for eksempel stikket man sætter i produktet eller tilsvarende med modsatte ende i væggen, kan korroderer da disse også er indkapslet i produktet.
- Der er ingen løse dele såsom kabler.

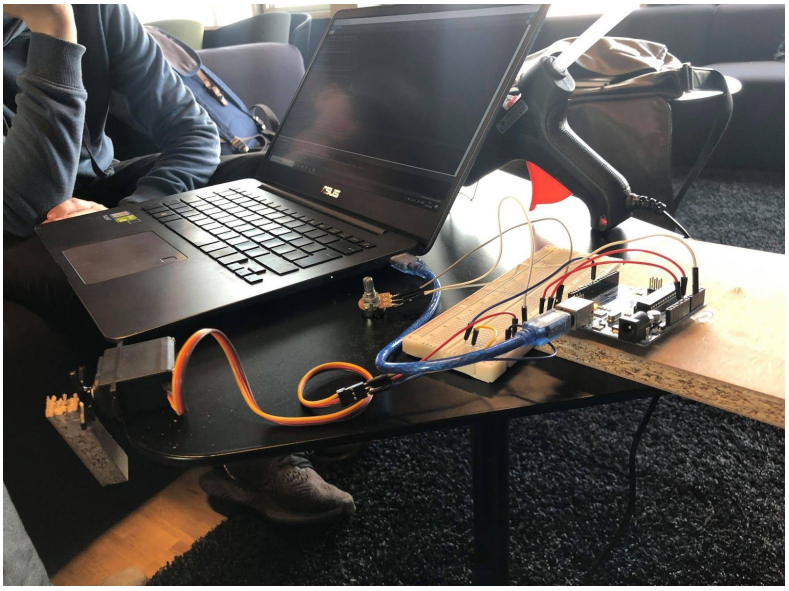
Dog er denne opladetekning begrænset til kun at kunne lade op med en meget lille strøm, og derfor vil opladningen ske meget langsomt. Derudover vil en del af energien gå til spilde. Qi-systemet kan bruge ca. 72% af den strøm som den bliver tildelt, hvorimod en traditionel kablet opladning udnytter ca. 90% af dens tildelte energi.
Løsningen er også dyrere end en traditionel opladning og mere kompleks af fremstille da der både skal en spole i opladerstationen og produktet, og begge parter skal designes specifikt for denne løsning (Barsukov & Qian, 2013 s. 87-88).

Produkt/Eksperiment

I starten af vores projekt havde vi planer om at udvikle vores egen lille prototype af et exoskelet, til at kunne anvise ideen bag projektet. Denne prototype ville blot være en lille teknologi som ville anvise hvordan vores ide kom til at virke, og intet mere end det.

Vores ide til en prototype startede med at vi ville lave et exoskelet til fingeren som bare skulle kunne løfte en meget lille brøkdel af det store exoskelet som projektet ville komme til at handle om. Vi prøvede blot at lave finger-prototypen til at teste om vores metoder kunne fungere, eller om vi måtte tænke i andre baner.

Den teori vi benyttede os af til fremstillingen af prototypen skabte vi selv, i samarbejde med hjælpere fra FabLab på RUC. Teorien gik ud på at vi ville have en sensor som målte dens position i grader. Denne ville vi sætte på fingeren. Når så fingeren bevægede sig til en anden position ville sensoren registrere den nye position og igangsætte en servomotor med at bevæge en skinne til samme position



(Bilag 3, *Billede af eksperiment*).

På denne måde ville det være borgeren selv som igangsatte bevægelsen, men en motor ville hjælpe med at løfte noget vægt efterfølgende.

Selve materialerne var planlagt til at skulle 3D printes, ellers skæres ud af træ. Motor og arduino blev leveret af Fablab, og selve programmet skrev vi i Arduino.

Desværre var den servomotor vi fik fat i defekt. Dette resulterede i at vi ikke fik skabt vores prototype da vi befinder os i en pandemi,
hvori udsigter til at anskaffe sig materialer kan være lange eller uforudsigelige.

Vi valgte her i stedet at holde vores opgave til at omhandle et hypotetisk exoskelet, som vi ville samle teorier omkring. Dette så vi som værende det mest sikre valg.

Al denne information, omkring vores prototype, er blevet givet til informanterne til vores interview forinden deres udførelse. Dette er blevet gjort for at kunne give vores informanter et indblik i hvordan vi så vores teknologi ville fungere, og for at give informanterne et billede på hvad de skulle basere deres svar på.

Analyse

Analysen er skrevet med synsvinklen fra Langdon winner “Technologies as forms of life”, Hvor vi har brugt trin 2, teknologiens artefakter, til at analysere artefakterne, og derefter trin 4, det teknologiske system, til at analysere hele teknologiens systematik i forhold til synsvinklen, subjektet og samfundet vi har tilvalgt.

Analyse af information fra interviews

Denne analyse indeholder både meningskondensering og meningsfortolkning. Informationen er taget fra vores egne interview foretaget af projektets egne forfattere. Analysen fungere således at informationen fra vores interviews er blevet transskriberet, og alle citater er hentet fra transskriptionerne. Vi har specifikt valgt at gøre brug af citater vi tror på vil kunne give et indblik i hvordan vi skal gå videre med designet af vores teknologi. Efter at havde valgt et citat skemalægger vi det og sætter det ind i ´citat´ kolonnen. Dernæst kigger vi på citatet og tolker på hvad det specifikt betyder. Hertil benytter vi os både af transskriptionen og lydoptagelsen, da der kan være ændringer i toneleje mm. som vil kunne ændre betydningen for hvad

meningen for det der er blevet sagt var. Efter at havde udarbejdet en mening af de forskellige citater indsætter vi disse små tekster til højre for det tilsvarende citat. Under ´mening´ kolonnen. Når dette er sat ind har vi kondenseret meningerne til små essentielle bulletpoints vi kan benytte os af til at danne os et hurtigt overblik over punkter vi skal arbejde på, samt vigtige elementer at have med i vores endelige design af produktet, med brugernes mening i forsæde.

Dette øverste skema kommer til at behandle data fra et interview med en informant fra hjemmeplejen i Tønder kommune.

Citat	Mening
”Altså vi har nogle borgere som er primært sengeliggende og sidder i kørestol og der er vi to mand ude når vi har med sådan en borger at gøre. Så der er vi gerne to mand ude også forflytter vi jo med lift og det ene og det andet for at ligesom passe på os selv og skåne vores krop.” (Bilag 1., Side 2)	Hjemmeplejen hjælper borgerne som er mobilt hæmmede, og samtidigt er for tunge for en enkelt plejer.
”De fleste af dem er gamle efter de har fået en blodprop, ellers så virker deres hjerne ikke som før, altså de demente borgere. Vi har noget der mentalt er tre år gamle, benene fungerer ikke, de hænger slet ikke sammen, benene og hjernen hænger slet ikke sammen. Og det er jo en af grundene til at vi har liften til at gøre godt med.” (Bilag 1., Side 2)	Nogle borgere kan kun komme rundt med lift, da de ikke længere kan benytte deres ben.

”Der er mange hjælpemidler, vi har rigtig mange hjælpemidler, men det er vi næsten nødt til at have.” (Bilag 1., Side 4)	Hjemmeplejen har mange hjælpemidler, men det har de også brug for.
”De borgere der ikke er demente, de kan faktisk godt være med til at hjælpe til at bruge de der hjælpemidler […]” (Bilag 1., Side 4)	Borgere uden demens kan godt benytte sig af teknologi i samarbejde med en plejer.
”[…] ellers så får vi jo oplæring i det, hvert halvt år får vi undervisning i det fordi der kommer hele tiden nye ting til.” (Bilag 1., Side 4)	Hjemmeplejen trænes i brug af tekniske hjælpemidler.
”[…] det er meget det samme vi bruger alle steder, fordi borgeren får jo hjælp igennem sygehuset som siger at det er det de skal bruge, jamen så får vi det igennem til dem.” (Bilag 1., Side 5)	De bruger de samme teknologier i de fleste hjemmeplejer da teknologien er tildelt gennem det offentlige.
”De fleste borgere når de har indlagt med en blodprop for eksempel, så kommer de på noget vi kalder for KC, et korttidscenter, hvor de kan blive genoptrænet med alle de hjælpemidler vi skal bruge i hjemmeplejen. Så de bliver genoptrænet på det der korttidscenter, også kommer de hjem, for så ved de hvordan det fungerer.” (Bilag 1., Side 5)	Borgerne med brug for hjemmepleje-støtte bliver vist hvordan deres nye hjælpemidler fungerer.

”Hvis de bliver genoptrænet hurtigt nok eller hvis man finder blodproppen i tide og genoptræner dem fra start af, så kan de faktisk godt bruge fingrene for eksempel, dem kan de godt få til at bruge, men det er svært at få gangfunktionen tilbage og du lam i venstre eller højre ben, så det svært at få gangfunktion tilbage, så hvis de bliver genoptrænet hurtigt nok fra når de bliver indlagt så kan de godt få nogle funktioner tilbage, men ikke med den fulde procent som vi andre kan. Du kan stadigvæk kunne mærke på dem at de har været syge og lamme.” (Bilag 1., Side 6)	Hvis en borger kommer hurtigt i genoptræning, kan noget af mobiliteten reddes.
” […] Det kunne jo hjælpe mange hvis de bare fik lov til at komme op og stå lidt og bare tage nogle enkelte skridt.” (Bilag 1., Side 7)	Det er en hjælp bare at komme op at stå.
”[…] så har vi nemmere ved at forflytte hvis benet kan blive låst på en eller anden måde, fordi nu skal vi være hurtige til at forflytte folk, for eksempel i drejetårnet fordi.” de hænger utroligt hurtigt, så hænger de bare med kroppen den er jo bare slap og tung i den side.” (Bilag 1., Side 7)	En funktion med en låsemekanisme ville hjælpe plejeren med at flytte på borgeren.

”[…] vi står jo som hjælpere for at støtte så de ikke falder, hvis de kunne stå selv så havde vi ikke den vægt vi skulle stå og holde på bagved når vi skal forflytte og holde dem oppe.” (Bilag 1., Side 7)	Hjemmepleje Personalet vil få en hjælp ud af at der bliver løftet vægt fra borgeren. Plejeren vil også kunne fungere som støtte til at balancerer borgeren.
”Hvis vi nu tager en af mine borgere, det er en dame på 100-110 kg som er halv lammet, den skal kunne tåle meget når hun først kommer op og stå, lige nu er vi to mand til at flytte hende fordi hun er så tung, men hvis hun nu havde sådan en så ville være nemmere at forflytte hende en mand, fordi nu havde hun det der og hun kunne stå fast.” (Bilag 1., Side 8)	Exoskelettet skal kunne løfte meget vægt. Gerne 100-110 kg.
[Adspurgt om 50kg er passende eller deromkring.] *”Ja i hvert fald, så har vi i hvert fald sikret det.” (Bilag 1., Side 8)*	Minimum 50 kg løft.
”[…] hvis sådan en sidder i et stik om aftenen, altså nu lægger vi dem i seng også sætter vi den i stik, jamen så det opladet til næste morgen også hvis det kan holde strøm en hel dag for eksempel så kunne man bare sætte den i stikket igen om aftenen.” (Bilag 1., Side 9)	Produktet skal kunne holde strøm til en hel dags brug.

”[…]de elektriske kørestole som borgerne har, de kan faktisk holde strøm op til to dage, men vi sætter dem bare i opladeren når vi har lagt dem i seng og det er jo faktisk smart nok at du bare lige kan sætte dem i opladeren.” (Bilag 1., Side 9)	Hjemmeplejen bruger i forvejen teknologier som holder strøm en hel dag.
”Når man vænner sig til at der er noget der skal til opladning, så gør man det jo af automatik jo, så bliver det rent refleks at man gør det.” (Bilag 1., Side 9)	Opladning af teknologier er en del af plejernes daglige rutine.
”Jeg tror, at det vil virke sådan okay faktisk, hvis de kommer op og går bare en lille smule, altså bare lidt hver dag, så kan vi komme derhen hvor de kan gå en hel dag, men så hvor de bare er totalt trække om aftenen. Men hvis man kan få dem til at gå bare lidt, jamen det vil hjælpe utroligt meget, ikke kun for dem, men også for os.” (Bilag 1., Side 9)	Det vil både kunne hjælpe borger og plejepersonale, hvis borgeren kan begynde at gå lidt igen.
”Lad os sige at de sidder i kørestol og de kommer op og gå igen, så kommer de ud af den kørestol der som de har været låst i gud ved hvor mange år, måneder. Jeg tror det vil hjælpe meget	Exoskelettet har en chance for at give borgeren mere livsglæde ved at give dem noget tilbage de har mistet.

på deres livsglæde at komme op af den kørestol." (Bilag 1., Side 9)	
"Nogen har det jo sådan at de er overlykkelige når vi kommer og vil gå en tur med dem eller bare køre dem en lille tur i en kørestol, men mange giver udtryk for at "vi vil hellere selv" fordi det er meget nemmere at selv kunne gå en tur." (Bilag 1., Side 10)	Nogle borgere bliver meget glade for hjælp. Mange borgere har en vilje til at ville kunne mere selv.
[Adspurgt om exoskelet ideen virker som en god ide at arbejde videre med] *"Ja, det synes jeg helt sikkert man kan." (Bilag 1., Side 10)*	Exo-skellet virker som en god ide i hjemmeplejen.
"Jeg tror det vil være et af svære at lære at bruge, også for borgeren at bruge for eksempel. Jeg tror godt at man kan lære det, men det vil nok være et af svære produkter som man skulle kunne bruge eller lære at kunne bruge." (Bilag 1., Side 11)	Exoskelettet vil være svært at lære at benytte, både for borger og plejer, men det kan godt læres.

”[…] når du kommer op i en lift og du bare hænger op over jorden i et sejl der sidder under lårene og bliver krydset også kommer du op og hænge, man føler virkelig at man glider ud af det her, men man glider ikke for hvis man sidder rigtig så falder man ingen steder, bliver det sat forkert så kan du godt glide ud af den. Men det er jo rart nok at få prøvet det på os selv fordi vi har mange borgere der kommer op i sådan en og de er bange for at de faktisk falder ud af den.” (Bilag 1., Side 12)	Hjemmeplejerne afprøver teknologierne på egen krop i deres undervisning. Derfor ved de hvordan teknologierne føles på deres egen krop, og dette hjælper dem til at guide borgerne.
”Hvis de siger så ”jeg glider jeg glider” så kan vi jo bare lige køre borgeren ned igen også lige få sat sejlet ordentligt ind under, for hvis de ikke sidder ordentligt, så er det at de føler at de glider, men hvis det sidder rigtigt, så burde det bare føles som at de sidder der og ikke glide nogen steder.” (Bilag 1., Side 12)	Borgerne kan mærke hvornår noget sidder korrekt, og hvornår det ikke gør.

Dette næste skema kommer til at behandle data fra et interview med en informant som er fysioterapeut på en privatklinik på midtsjælland.

Citat	Mening

”Der forholdsvis mange, både ældre, svækkede som kunne have gavn af sådan nogen skinner i forhold til at få genoptrænet og få nok repetitioner ind.” (Bilag 2., Side 1)	Mange mobilt hæmmede borgere kunne have gavn af hjælp til flere repetitioner i genoptræningen.
”Det kan være det hele vil jeg mene, det kan både være i forhold til noget vedligeholdelsestræning, det der med at der er en hjælp, men at det samtidig er dig selv der laver arbejdet, det primære arbejde. Det kan også være i forhold til at du er blevet opereret i knæet og har behov for noget ekstra der, men jeg tænker primært det her vedligeholdende også det her, også muligvis men det er ikke så tydeligt, men neuro patienter der har behov for mange repetitioner i træning.” (Bilag 2., Side 1)	Exoskelettet vil kunne anvendes til flere formål. Heriblandt: - Vedligeholdelse - Genoptræning efter operation - Hjælp til flere repetitioner for neuro patienter
”I forhold til neurologiske patienter der har man brug for, fordi det netop er nervesystemet der er påvirket, så har man brug for rigtig mange repetitioner for at man ligesom kan genoptræne det, og på grund af skaden er det bare ikke altid muligt for patienterne at lave nok repetitioner før at de bliver udtrættet og det kan være rigtig hårdt både for patienten, men også terapeuten at skulle lave så mange repetitioner. Så	Både patient og terapeut vil kunne få gavn af exoskelettet i forhold til at ´bekæmpe´ træthed i genoptræningen af neuro patienter.

der er det en rigtig stor have noget med inde over som kan fungere som hjælpemiddel både for patient og terapeut.'' (Bilag 2., Side 2)	
[Adspurgt om de på nuværende tidspunkt har hjælpemidler til at på dette emne (Hjælp til bevægelse for neuro patienter / skabelse af flere repetitioner)] *"Ikke der hvor jeg er lige nu, der er snak om at der skal indkøbes sådan nogle elektroder, som man sætter på benet der sætter strøm, som ligesom kan gå ind og facilitere musklerne til bevægelse. Men vi har ikke noget i øjeblikket.'' (Bilag 2., Side 2)*	Der er ikke på nuværende tidspunkt hjælpemidler til hjælp med flere repetitioner alle steder i fysioterapien.
[Adspurgt om krykker og andre hjælpemidler] *"Ja altså det kan vi jo heller ikke udlevere fordi vi er en privatklinik. Men det vil jo være andre former for hjælpemidler i forhold til gang.'' (Bilag 2., Side 2)*	Privatklinikker kan ikke sende hjælpemidler hjem med patienten. Dette er kun det offentlige.

”[…] hvis den kan laves til at den kan reguleres, så vil du jo også kunne nedregulere hvor meget exoskelettet laver så vil patienterne der har funktion lave så meget som muligt selv. Så hvis det rent teknisk er en mulighed, så vil jeg mene at det er en god idé. Og samtidig dem som ikke har meget funktion vil få ekstra hjælp fordi du kan gå ind og justere. ” (Bilag 2., Side 3)	Justerbar vægt vil være en god funktionalitet i exoskelettet hvis det skal ind i fysioterapien.
”Det kan jo så vidt muligt være mobilt, fordi når det er til benene så er det i forhold til gangtræning så du skal jo kunne gå 3-5 m frem og vende rundt og gå tilbage. Så på den måde vil der være en eller anden form for fleksibilitet, men det ville ikke være noget man sende med hjem.” (Bilag 2., Side 3)	Exoskelettet skal være batteridrevet for at gøre det mest muligt mobilt. Private klinikker vil ikke kunne sender patienter hjem med exoskelettet.

”I privatklinikken har vi forskellige behandlingstyper men ikke rettet mod bevægelse det er for eksempel kortbølge terapi og det er laserterapi, og shockwave behandling og sådan noget, men ikke noget rettet mod bevægelse. Jeg har været i praktik hvor de har haft det der hedder en logomat, altså en gangrobot, som faktisk er lidt af samme koncept, der bliver du spændt op fra livet og ned, det er primært til disse neurologiske patienter, så bliver den indstillet helt præcist til dit naturlige gangmønster, altså det bliver justeret i forhold til hvor meget din knæ kan bukke, hvor brede dine hofter er og hvor brede dine knæ så er. Der kan den jo justere i forhold til hvor meget maskinen skal gøre for dig og hvor meget du selv kan bidrage i bevægelsen, også kommer du op på et løbebånd, gangbånd også kan du ellers gå derudaf. Og fordi man er løftet op i den her gangrobot, så kan komme op og få de her mange repetitioner som er nødvendigt når det er neurologiske skader man har. Og der er jo justeret på hvor meget du er liftet op og hvor meget du selv kan bære din egen vægt.” (Bilag 2., Side 4)	Der findes flere forskellige hjælpemidler i fysioterapien, men ikke alle klinikker har hjælpemidler til bevægelse. Der findes dog gang robotter spændt til løbebånd som kan hjælpe med at tage noget af vægten og få patienter op at gå lidt igen.

”Nu har jeg jo ikke gennemgået de længste forløb her, men der er tilfælde hvor man mærke forskel. Der er jo også nogen gange at man ser en klient som har det rigtig godt og så ugen efter har de en dårlig dag, altså det er jo også tilfældet der er jo opture og nedture, men uden tvivl at det påvirker ens humør hvordan det går med skaden, også i forhold til skader osv.” (Bilag 2., Side 5)	Det påvirker en patients humør at gå ned med en skade.
Jeg tænker, at det kunne være et fint supplement, hvilket regime man kommer til at bruge det mest i kan være svært at sige, men der er jo rigtig mange forskellige niveauer af fysioterapi, så jeg tænker at på et eller andet plan vil kunne være brugbart *(Bilag 2., Side 5)*	Fysioterapien har mange forskellige hjælpemidler, men exoskelettet kunne ses som et supplement til resten.
[Adspurgt om hvordan på nuværende tidspunkt kan hjælpe ældre borgere med gangbesvær] *”Det kommer igen an på niveauet, men det kan være alt fra nogle siddende øvelser, med eller uden belastning, det kan være elastik man bruger, at man ligesom sørger for at man får bukket i hoften, strakt knæet og sådan en funktion som at rejse og sætte sig er*	En god øvelse for at hjælpe de ældre er at kunne stå og sidde.

rigtig god, fordi den er med til at styrke hele benet […]" (Bilag 2., Side 7)	
[Adspurgt om en låsefunktion vil være til fordel for genoptræning] *"Nej ikke i forhold til træning, der vil det ikke umiddelbart give mening."*	En låsefunktion vil ikke være til hjælp for genoptræningen af benene.

Ud fra disse meningsfortolkninger kan vi derved analysere hvilke kapabiliteter et exoskelet skulle præsentere.

Exoskelettet for de mobilt hæmmede

Herunder er trin 2, teknologiens artefakter, af TRIN-modellen blevet brugt, hvor vi analysere de forskellige artefakter. Hvilke artefakter der bedst muligt kan benyttes af vores subjekt, som er beregnet på vores information hentet fra vores interviews, samt information hentet omkring de specifikke artefakter. Desuden benytter vi trin 4, teknologiske systemer, til at kunne afgøre hvilke teknologiske artefakter vi benytter os af, og om hvordan de kan indgå i et samspil med hinanden.

Valg af motor

Dette afsnit vil analysere hvilken motor der bedst passer til et exoskelet.
Til vores projekt, ville det ikke give mening at bruge en DC motor, fordi de ikke har nok kontrol, det er nødvendigt at kunne styre motoren mere præcist, og samtidig vil den ikke generer nok kraft. Det vil heller ikke være mulighed for at bruge en stepper motor, dog har motoren den ønskede præcision den giver, men stepper motoren er ikke hurtig nok, fordi personen der benytter exoskelettet skal ikke blive holdt tilbage, fordi man skal vente på motoren har fulgt med bevægelsen.

Når markedet undersøges efter en servomotor, der kan levere den kraft der er ønsket til et exoskelet, er det ikke helt nemt at finde en motor, fordi der er mange forskellige krav til hvad exoskelettet kan såsom, at skal kunne hjælpe et menneske med at gå, skal skulle kunne tage rigtig meget vægt, og skal kunne give meget kraft fra stillestående. I det næste afsnit er der en gennemgang hvordan vi udvalgte en mulig af elmotor.

Normalt finder man ud af hvor meget energi man har til rådighed, men i exoskelettets tilfælde vælger vi energiforsyningen efter elmotoren.

Derefter skal der findes ud af hvor meget vægt motoren skal kunne løfte, Det kan man finde interviewene, hvor der er blevet talt om som minimum 50 kg til 110 kg, og da der skal bruges en motor til hvert ben, skal motoren kunne løfte mindst 25 kg.

Nu skal der laves noget matematik og udregnes nogle tal, da en elmotor er bedømt på enheden Nm, som er Newton meter.

$$F := 25\text{kg} \cdot (9.8 + 2)\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 295.0\ \text{N}$$

Med denne formel finder man Newton. Man skal gange vægten med hastigheden objektet skal have, her skal vi have 9.8 m/2, som er tyngdekraften, og er hvad det kræver for at holde objektet stille, derefter pluses der med to, så objektet for en hastighed op af.

Nu skal man finde Nm, som er at gange Newton med længden af objektet er fra motoren.

$$Fr := F \cdot 0.5\text{m} = 147.50\ \text{Nm}$$

Her tager man Newton og ganger med 0.5 meter, som er ca. hvor langt der er fra knæ til hofte er, det kan sagtens være mindre, men der tilregnes lidt mere, så motoren kan lidt mere. Det giver 147.5 Nm, hvilket er rigtig meget og betyder at der skal bruges en virkelig stor motor. nedenfor kan man se på de præcise tal fra en rigtig motor

AKM2G-3x Specifications

Parameter	Sym	Unit	AKM2G-31	AKM2G-32	AKM2G-33
Max Continuous Torque (Stall)[1]	T_{cs}	Nm	1.73	2.89	3.83
Max Peak Torque	T_p	Nm	6.14	10.7	14.6
Max Rated Speed	N_{rtd}	rpm	7800	6400	4700
Max Rated Power (speed)	P_{rtd}	kW	1.15	1.51	1.50
Rotor Inertia (includes Resolver feedback)[2]	J_m	kg-cm^2	0.426	0.813	1.2
Weight without brake[3]	W	kg	1.8	2.5	3.3

(Billede Fra:
https://www.kollmorgen.com/en-us/products/motors/servo/akm-series/akm-low-voltage-servo-motor/akm-dc-servo-motor-low-voltage/)

Hvis man tager motoren AKM2G-32 og kigger på Max rated speed, kan den køre rundt med 6400 rpm, rotationer pr. minut, dette betyder at AKM2G-32 motoren kan køre ca. 106 gange rundt i sekundet, men det er der ingen grund til. Ved at sætte en gearkasse ind, der kan tage hastigheden ned, og motoren får mere kraft. AKM2G-32 motoren kan levere 2.89 Nm i stillestående tilstand, det er det tal som er fokuspunktet og ikke Max Peak Torque, da det tal bliver taget når motoren er i fuldt hastighed.

$$Fm := 2.89\mathrm{N}\cdot\mathrm{m} = 2.89\ \mathrm{Nm}$$

$$Fmg := Fm\cdot 70 = 202.30\ \mathrm{Nm}$$

Her for at finde ud af hvor meget motoren skal levere af kraft, ganges forskellen mellem starten af gearkassen og slutningen af gearkassen, altså en 1:70 gearkasse, skal ganges med 70, så det er 202 Nm, some er mere en rigeligt. Det er dog vigtigt at holde øje med, at hastigheden for slutpunktet af gearkassen er:

$$\frac{6400\mathrm{rpm}}{70} = \frac{640}{7}\ \mathrm{rpm} \xrightarrow{\text{at 5 digits}} 91.429\ \mathrm{rpm}$$

Hvilket stadig er godt over en omdrejning i sekundet.

Til sidst kan der kigges på skemaet igen, og se hvor meget strøm disse motorer bruger, hvilket er 1.51 kW, der er brug for to motorer, en til hver ben hvilket betyder at 3kW er nok strøm, fordi 1.51 kW er maksimal ydeevne, og man skal virkelig presse dem, hvis de skal op på den strøm mængde.
De specifikke krav for et exoskelet vil ekskludere de ovennævnte motorer, men en servomotor vil passe godt til exoskelettet der er omdrejningspunkt i dette projekt. Servomotoren vil giver den ønskede kontrol, motoren er samtidig hurtig nok til at følge med bevægelser, og ved hjælp fra en god gearkasse, vil servomotoren have nok kraft til at støtte et menneske.

Batterier

Da exoskelettet skal benytte sig af store servo-motorer kræver det er stort batteri for at kunne trække den strøm der kræves. I interviewet med Clara, fra hjemmeplejen, at exoskelettet skulle kunne løfte 50 kg. Dette kræver en servomotor som skal bruge 1,5 kW strøm for at kunne fungere. Da vi skal bruge en til hvert ben vil det kræve at vores batteri kan levere 3 kW strøm. Sådanne et batteri kan allerede nu findes rundt omkring på markedet. Et bud på sådanne et batteri kunne være et batteri fra CTS som laver batterier til motorcykler (CTS, *lithium battery electric scooter*). Sådanne et motorcykel batteri kan levere den nødvendige strøm, men til gengæld vejer batteriet også meget. For et batteri som kan levere 4kW på sin max ydeevne vil batteriet komme op at veje 18 kg. Dette vil så kunne lægges ud på to batterier i stedet som hver kan trække 1,6 kW og tilsammen vil veje 16 kg. Hvis ikke batterierne kan holde til at skulle yde maksimal kapacitet konstant er det nødvendigt at skulle investerer i større batterier der kan køre den nødvendige strøm kontinuerligt. Disse er større batterier vil også veje betydeligt mere. Her ville et enkelt batteri som trækker 4kW komme op i en vægt på 40 kg, og to mindre batterier (2 kW) komme op på en samlet vægt af 36kg. Så alt efter hvilket batteri vi kommer til at vælge kommer vi til at bruge en større del af motorens kræfter på at trække selve batteriet, og der vil altså være en mindre kræft dedikeret til personen som benytter sig af exoskelettet. Alt efter hvilke(t) batteri(er) der bliver brugt vil der gå mellem 16 og 40 kg tabt, og vores exoskelet vil altså i værste tilfælde kun komme til at løfte i omegnen af 10 kg person, og i bedste tilfælde komme til at løfte 34 kg person.

	72V 12AH	72V 20AH	72V 30AH	72V 40AH	72V 60AH
Size(mm) adjustable	53*207*380 (H*W*L)	75*209*396 (H*W*L)	178*172*290 (L*W*H)	200*200*270 (L*W*H)	178(*2)*172*290 (L*W*H)
Weight	8kg	12kg	18kg	22kg	40kg
Continue power	800W	1200W	2000W	2500W	4000W
Max power	1600W	2400W	4000W	5000W	8000W
Working Volt	60-84V				
Charging Volt	84V				
Discharge End Volt	60V				
Max Charge Current	6A	10A	15A	20A	30A
Operating Temp	0°C~45°C Charging Operating -20°C~45°C Discharging Operating				
Cycle life	1500cycles @ 90% DOD				

(Billede taget fra alibaba´s handle platform på CTS motorcykel batteri produkt på hjemmeside: https://www.alibaba.com/product-detail/60-volt-72-volt-lithium-battery_62001309967.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.93057a8dXOZQtj)

For at øge de kilo exoskelettet skal løfte for at opnå kravet på de 50 kg kan man gå op i størrelse på motorer og tilsvarende op i størrelse af batterier, men her kan man ende med at have utroligt store maskiner til sidst, som måske ikke så nemt kan færdes i hjemmet.

I stedet kan man også kigge på selve batterierne, og se på om man kan få mindre batterier til at levere den samme strøm. En måde dette måske kan realiseres er via graphene, graphene er et eksperimentelt metal skabt af to forskere fra Manchester omkring 2004, og denne opfindelse er så banebrydende at de vandt nobelprisen for dette i 2010 (ColdFusion, 2020). Dog er det ikke rigtig blevet set på markedet før nu. YouTube kanalen Digital Trends har interviewet CEO af Real Graphene, Samuel Gong, om hans firma og hvordan graphene kommer på markedet. Gong fortæller så at:

> *"Det først er kommet på markedet her i 2020, og at inden for det næste år kommer vi til at se store brands som benytter sig af graphene"* (ColdFusion, 2020).

Dette er et spændende materiale som efter sigende kan levere 2-3 gange den op/afladnings hastighed som de tilsvarende litium batterier før har kunnet producere (ColdFusion, 2020). Da afladningen af et batteri er tilsvarende den strøm som batteriet kan levere vil dette batteri måske kunne skæres ned på i vægt, og dertil kunne få exoskelettet til at blive lettere. Dette er endnu svært at determinere eftersom graphene først har ramt markeret i 2020, men dette er et marked som er værd at holde øje med i de kommende år hvis exoskeletter skal realiseres. (Barsukov & Qian, 2013)

Trådløs opladning

Når det kommer til opladnings former, har vi gruppen diskuteret omkring om trådløs opladning var en funktion vi skulle overveje at inkludere i et evt. hypotetisk produkt. Der findes i forvejen Qi-wireless charching som vil kunne implementeres til opladningen, Men de har indtil nu kun været implementeret i håndholdte produkter der har mindre batterier.

Trådløs opladning kan i øjeblikket kun udnytte 72% af den strøm den bliver tildelt, hvorimod traditionel opladning via et opladningskabel udnytter cirka 90% af den tildelte strøm (Barsukov & Qian, 2013 s. 87-88). Derfor lader trådløs opladning også en smule langsommere end traditionel ladning. I vores interview med hjemmeplejeren Clara, fortæller hun, at de kører i en fast rutine med tilslutning af oplader til deres forskellige batteridrevne hjælpemidler til sidst på dagen. Derfor er det måske ikke nødvendigt med en hurtig opladning hvis exoskelettet står til strøm natten over. Men hjemmeplejerne er offentligt ansatte, og derfor kan man spekulere i at staten ville vælge den klimatisk bedste løsning som ville være traditionel opladning. Fusioterapeuten Morten, i vores interview med ham, fortæller om at han arbejder i den private fysioterapi, og at de selv køber deres hjælpemidler ind. Derfor kan omkostninger være vigtige for, at de ville vælge et produkt som dette. Trådløs opladninger er både dyrere at implementere i selve konstruktionen af exoskelettet. Men det vil den også være i strøm da den kan udnytte mindre af den strøm den får tildelt, så hvis den skal oplade det samme som en trådet opladningen så skal den tildeles mere strøm (Barsukov & Qian, 2013, s. 87-88). Der findes også en nyere og eksperimentel opladning form som er trådløs, men over længere afstande, som er

kaldet Wi-charge. Men denne opladnings form lader kun med maksimalt 2,25 Watt, hvilket er det kvarte af hvad Qi-wireless charging kan levere. Denne teknologi er også kun som ´Engineering sample´ i dette øjeblik og kan derfor ikke implementeres direkte i nye projekter med det samme (Wi-Charge, *long-range wireless Wi-Chargers*).

Trådløs opladning er en mulighed for både et produkt der er fremstillet til den offentlige- og den private sektor, men det er en dårligere mulighed end i forvejen eksisterende og billigere muligheder i trådet opladning. I forhold til sælgeren af et evt produkt ville en traditionel opladning også være bedre at inkludere, fordi den er billigere at fremstille, og at det derfor ville være nemmere at lancere sit produkt med en mere konkurrencedygtig pris. Samtidigt ville den være bedre for klimaet da den trådede opladning kan udnytte mere af den tildelte strøm.

Analyse af funktionsnedsatte i forhold til subjektet og samfundet

Dette afsnit vil analysere hvordan et exoskelet kan blive brugt som et hjælpemiddel til mobilt hæmmede mennesker i samfundet.
Når vi har analyseret exoskelettets artefakter og hvilken effekt de har på implementeringen af exoskelettet, kan vi kigge på exoskelettet som helhed og effekten den vil have som et hjælpemiddel hos mennesker med funktionsnedsættelse. Dette ville være baseret på trin 4 i Trin-modellen. Om produktet vil have en negativ effekt eller positiv, samt er det muligt at introducere produktet med den nuværende effektivitet, uden det har en negativ effekt på brugeren. Denne analyse af hele produktet har fokus på teorien *"Technology as forms of life"* af Langdon Winner og bogen af Åse Brandt og Lilly Jensen *"Grundbog om hjælpemidler",* hvor vi prøver at forudse hvilken effekter teknologien kunne have på funktionsnedsatte mennesker og i samfundet det implementeres. Dette er baseret på vores interview med fysioterapeut og hjemmepleje, samt vores analyse af teknologiens artefakter og deres fordele og ulemper.

Mobilitetshjælpemiddel til mennesker med funktionsnedsættelse

Analysen af exoskelettet som hjælpemiddel er baseret på bogen *"Grundbog om hjælpemidler"*, hvilket forklarer hvordan de forskellige hjælpemidler har en effekt på hverdagens aktiviteter. Hvor vores fokus vil være mobilitetshjælpemidler. Så det er kapitel 8 om mobilitet i bogen, at analysen har fokus.

Når der tales om mobilitetshjælpemidler er der mange forskellige måder, at et hjælpemiddel kan fungere på, for eksempel kan et hjælpemiddel til, at "Færdes i egen bolig", "at sikre indkøb af hverdagens varer", "at færdes udendørs" og "at anvende kollektive transportmidler". Vi har begrænset det nuværende exoskelet til et hjælpemiddel til hjemmet/hjælp til at færdes i egen bolig. (Brandt og Jensen, 2010, s. 129) Ideen med et mobilitetshjælpemiddel med evnen til at komme fra A til B, om det er indenfor husets vægge eller det omkringliggende samfund.

Brugerens synsvinkel på nuværende mobilitetshjælpemidler

Der er ikke udgivet præcise statistikker på antal af danskere der anvender mobilitetshjælpemidler, andet end at i alderen 80+ var det hele 46,5% (kvinder) og 35,7% (mænd) der brugte et eller andet form for mobilitetshjælpemiddel. Så det er svært at have fokus på en bestemt målgruppe indenfor mobilitetshjælpemiddels produkter, men folk der bruger disse mobilitetshjælpemidler, er oftest tilfredse med hjælpemidler som for eksempel el-kørestole og rollatorer, da de kunne bruges til mange af deres aktiviteter, men ikke alle, el-kørestolen har fået kritik fordi den ikke kan anvendes til alle hverdags formål. En kritik til rollatoren er, at der er ingen oplæring til dens funktionalitet.

En anden problematik ved mobilitetshjælpemidler er, at det kan få brugeren til at føle sig stigmatiseret, siden der er forhindringer som for eksempel kantsten, trapper, ujævne veje osv. Der er stigning i brug af el-scootere og rollatorer hos mennesker med funktionsnedsættelse. Det er ikke nemt for alle at tilvænne sig brug af mobilitetshjælpemidler, som el-kørestol og rollator, specielt hvis personen ikke har

accepteret at et mobilitetshjælpemiddel er nødvendigt for, at deres hverdag bliver bedre (Brandt og Jensen, 2010 s. 137-140).

Vores vision om exoskelettet på sundhedssektoren

Den nuværende version af exoskelettet, vil vi gerne have skal kunne give frihed til brugeren ved at de kan gå, eller hjælpe en fysioterapeut med træningsøvelser. Vi vil bruge exoskelettet som et hjælpemiddel til mennesker med funktionsnedsættelse. Det er svært at sige hvor det bedst kan anvendes, da både vores interview med fysioterapeuten og hjemmeplejen mener der kunne bruges et hjælpemiddel som exoskelettet, da fysioterapeuten nævner, at det vil kunne bruges til vedligeholdelse, genoptræning efter operation og hjælp til repetitioner for neuro patienter. Og hjemmeplejen forklarer problematikkerne ved vægten hos deres ældre, at der ofte skal to hjælpere til at rykke dem.

I vores interview med fysioterapeuten fortæller han at der allerede er mange hjælpemidler til funktionsnedsatte mennesker. Men at exoskelettet ville kunne hjælpe med for eksempel træthed i genoptræningen, fordi exoskelettet vil kunne tage noget vægt af patienten. Det ville samtidig give både patienten og fysioterapeuten frihed, da patienten ville kunne gøre sine repetitioner af øvelser uden hjælp fra fysioterapeuten. Samtidig kan exoskelettet kan justeres efter hvem der bruger den, hvilket betyder den har multi stabilitet, men exoskelettet skal justeres og det kræver tid fra fysioterapeuten så den sidder korrekt på patienten.

Hjemmeplejen er også en mulighed at implementere exoskelettet, som sagt i interviewet ville det være en stor hjælp, da der oftest skal to plejehjælpere til, for at hjælpe en patient i plejehjemmet. Exoskelettets funktionalitet kunne dermed være et støtteværktøj, så der kun skal bruges en plejehjælper. Og endda give mulighed for patienten at bevæge sig selv frit. Det er svært at sige præcist hvor længe batteriet på et exoskelet vil vare, da det er en nyudviklet teknologi, men vi har estimeret et fuldt opladet batteri ville kunne bruges en hel dag, men om vægten fra batteriet og exoskelettets andre artefakter bliver for tung, kan vi ikke analysere før teknologien er

sat i praksis. Hvis ikke et batteri med optimal strøm levetid, så kan et opsat kabel til hele huset også være en mulighed, dette medfører at brugeren kan blive fanget i kablerne i hjemmet, som formindsker friheden til brugeren. Det giver stadig brugeren mulighed for at opleve et liv på benene igen uden hjælp fra andre, men med begrænset bevægelse i huset.

Exoskelettets funktionalitet på sundhedssektoren

Det er svært at analysere hvilken effekt exoskelettet vil have på de forskellige brugere da exoskelettet ikke er sat i praksis, men ud fra tidligere mobilitetshjælpemidler, er der store forhåbninger i udviklingen af exoskelettet til praksis brug hos hjemmeplejen eller fysioterapeuten, fordi produkter med samme hentydning som exoskelettet i sundhedssektoren for eksempel el-scootere, rollatorer, og forbruget af dem er voksende. (Brandt og Jensen, 2010, s. 137-140)

Men det er svært at anvende exoskelettet og få folk til at anvende det, da funktionaliteten er begrænset på grund af det er en nyudviklet teknologi, samt at mobilitetshjælpemidlet bliver sat fast på brugeren, hvilket kræver en stor tilvænning! El-scooteren har krævet tilvænning, fordi man skal lære et nyt køretøj, så at skulle tilvænne sig et produkt som exoskelettet, ville kræve sikkerhed i produktets funktionalitet, så brugeren kan føle sig tryk, samt en manual, og muligvis en ekspert der hjælper indtil brugeren har tilvænnet sig produktet. Som nævnt i interviewet med hjemmeplejen, så afprøver de teknologier på egen krop før de hjælper guide borgeren, hvilket betyder hvis man uddanner en hjemmepleje til hjælp med exoskelettet, ville det være muligt at inddrage til hjemmeplejen, vægten exoskelettet skal kunne bære vil minimum være 50 kg. Gerne mere i forhold til hjemmeplejen, hvilket er svært at realisere uden at sætte det i praksis, hvor meget exoskelettet kan bære uden nogen problemer i funktionaliteten. Men hvis batteriet, servomotoren, skelettet fungerede uden problematikker, ville det give glæde med længde til borgerne efter de har tilvænnet sig produktet.

Diskussion

I det de næste afsnit vil der blive diskuteret om exoskelettets fordele og ulemper, derved vil vi benytte os af trin 3, utilsigtede effekter, fra TRIN-modellen. Diskussionen er baseret på vores analyse, som giver en forståelse af teknologien, samfundet og subjektet. Målet med diskussionen er at veje fordele mod ulemper, samt at finde teknologien bedste målgruppe og lokation. Mange af vores diskussioner er hypotetiske, da teknologien er nyudviklet, eksperimental, og ikke benyttet i praksis endnu.

Målgrupper til teknologien

Herunder bliver der diskuteret om de mulige brugere af exoskelettet og lokationer hvor exoskelettet kan blive brugt.

Gigtsygdom

Folk med gigtsygdomme bruger ofte hjælpemidler til at få deres hverdagsaktiviteter til at fungere, dermed er de en målgruppe, hvor exoskelettet ville kunne optimere funktionaliteten i deres ben.
Gigt er den mest udbredte kroniske sygdom i Danmark, der har mange forskellige effekter, men foresager personen med gigt nedsat funktioner i kroppen. (Gigtforeningen, 2016) ved dette område vil exoskeletter dermed have mulighed for at hjælpe nogen med gigtsygdomme.

Apopleksi

Apopleksi, blodprop eller blødning i hjernen, er en langsigtet målgruppe, da exoskelettet er nyudviklet, men ikke desto mindre en oplagt målgruppe, da apopleksi kan føre til at man mister sine kropsfunktioner og ved hjælp af et exoskelet, kan genoptræne eller få mere kontrol over sin egen krop i hverdagen.
Apopleksi er uforudsigelig, og det vil være svært at anvende med nuværende justeringsmetoder af exoskelettet.

Ældre

Flere ældre udnytter mobilitetshjælpemidler for at bibeholde deres hverdagsaktiviteter, disse hjælpemidler kan være en stok, rollator eller kørestol, hvilket ikke er indviklede teknologier. Dog 46,5% af kvinder over 80 år, bruger en af disse tre hjælpemidler til at gennemfører en hverdag uden problematikker. Hvor 35,7% af mænd over 80 år anvender dem. (Brandt og Jensen, 2010, s. 134). Ældre er vores primære målgruppe, hvilket vil sige at hjemmeplejen vil være et fokuspunkt og hjælp til genoptræning hos fysioterapetuen vil være et andet fokuspunkt. Men man kan se de tre hjælpemidler som målgruppen oftest benytter sig af har ikke store tilvænning krav, hvorimod, at exoskelettet vil højst sandsynligt kræve ekspert tilstedeværende til oplæring.

Lokation

Vores vision til exoskelettet er et mobilitetshjælpemiddel, som muligvis kan bruges til genoptræning hos en fysioterapeut eller i hjemmeplejen til at give borgeren sanselige oplevelser med sin egen krop igen. Det er svært at vurdere, hvor teknologien bedst kan udnyttes, da der kan være mange konsekvenser ved en så indviklet teknologi som et exoskelet. Vi valgte at undersøge om hjemmeplejen og fysioterapien ville kunne udnytte teknologien, hvilket har understøttet vores forhåbninger om, at der kan være en fremtid med exoskelettet hos hjemmeplejen og fysioterapien, hvis den videreudviklet til det formål. Det kan betyde at borgere kan få deres sanselige effekter i deres eget hjem igen, altså et hjælpemiddel til at færdes i hjemmet.

Fordele ved exoskelettet

Her vil der blive diskuteret de forskellige fordele der findes ved at benytte et exoskelet som et hjælpemiddel.

Miljøets effekt

Nuværende mobilitetshjælpemidler som el-scooter og el-kørestol, kræver et miljø, hvor vejene ikke er ujævne og der er ramper foran sine butikker. Exoskelettet har ikke samme problematik, fordi teknologiens formål er at hjælpe brugeren med deres

gågang, dermed er at gå op og ned af trapper er også en del af processen. Det er en kæmpe fordel for exoskelettet, at man ikke skal tilrettelægge miljøet omkring for at udnytte teknologien. Dette vil medføre, at brugeren ikke vil føle sig så stigmatiseret, at de skal undgå butikker uden rampe, ujævne veje, kanter, og bumpede fortov. De nuværende hjælpemidler giver brugeren mere frihed, men det er en begrænset frihed, da miljøet ikke er opbygget efter deres vilkår. (Brandt og Jensen, 2010,s. 136). Så hvis man kigger på andre mobilitetshjælpemidler har exoskelettet fordelen at miljøet omkring en ikke har en negativ effekt på, hvor man kan handle eller lave aktiviteter. For denne vision om exoskelettet skal kunne opfyldes, kræver det, at teknologien bliver brugt i praksis, så man kan videreudvikle derefter.

Frihed

Frihed er en svær diskussion, da "mere frihed" er forskelligt for hvert individ. Men mange associere frihed med at være mere selvstændig, at hjemmeplejen ikke skal lave mad for en, hjælpe en på toilettet osv. At man kan foretage sig sine egne hverdagsaktiviteter. Mange nuværende mobilitetshjælpemidler give denne frihed, men er svær at anvende til at færdes i egen bolig, da en el-scooter fylder for meget, en stok ikke kan tage nok af din vægt, så du kan komme fra A til B uden at skade din krop. Som hjemmeplejen sagde til interviewet:

> *"[…] Det kunne jo hjælpe mange hvis de bare fik lov til at komme op og stå lidt og bare tage nogle enkelte skridt."* (Bilag 1, s. 7)

Hvilket indikere hvor meget borgeren længes efter mere funktionalitet i deres ben, men det er som sagt meget svært at vurdere, hvor meget frihed det kan give, men hvis man kigger langsigtet, når folk med reduceret mobilitet har tilvænnet sig exoskelettets funktioner, så ville teknologien give mere mulighed for selvstændighed, exoskelettet er dog ikke udviklet til det punkt, hvor man kan føle sig fuldkommen selvstændig endnu. Exoskelettet ville kunne give den sanselige erfaring som at kunne gå igen, den kan desværre ikke løfte vægten anbefalet endnu til hjemmeplejen, så den er ikke mulig at bruge til alle mennesker, men kan stadig give disse sanselige erfaringer til folk som vejer mindre.

Ibrugtagelse

Da vi foretog vores interview med fysioterapeuten Morten spurgte vi om, hvilke situationer han ser exoskelettet kunne benyttes i fysioterapien, om hvorvidt det var i genoptræningen eller i en form for vedligeholdelse:

> *"Det kan være det hele vil jeg mene, det kan både være i forhold til noget vedligeholdelsestræning, det der med at der er en hjælp, men at det samtidig er dig selv der laver arbejdet, det primære arbejde. Det kan også være i forhold til at du er blevet opereret i knæet og har behov for noget ekstra der, men jeg tænker primært det her vedligeholdende også det her, også muligvis men det er ikke så tydeligt, men neuro patienter der har behov for mange repetitioner i træning."* (Bilag 2, Interview med fysioterapeut, s. 1)

Umiddelbart er der altså mange områder en teknologi som denne ville kunne benyttes, men Morten fremhæver genoptræning, vedligeholdelse, og neuro patienter. Noget som her er gældende er repetitioner, specielt hos neuro patienterne, her fortæller Morten om, at de ekstra repetitioner er med til at kunne give en bedre genoptræning og hjælpe til, at nervebanerne hurtigere finder hinanden og kan arbejde bedre sammen. Morten fortæller også igennem interviewet at nogle borgere kan opleve en træthed en træthed når de skal igennem genoptræningen, og her ville de kunne blive assisteret til at kunne foretage sig flere repetitioner og få hjælp til at komme igennem en genoptræning.

Ulemper ved exoskelettet

Her vil der blive diskuteret de ulemper der findes omkring exoskeletter samt de ulemper der er ved at tage et exoskelet i brug.

Artefakter

Vi har efter vores analyse kunkluderet, at vi skal bruge en større servomotor til hvert ben i exoskelettet. Disse motorer har brug for, til sammen, 3 kW strøm for at kunne fungere. Samtidigt for at kunne imødekomme kravene fra, for eksempel, hjemmeplejeren Clara, om at kunne skabe en højere mobilitet og frihed, har vi set på

mulighederne for at kunne benytte os af batterier til at kunne leverer vores strøm. Dertil har vi kigget på markedet for batterier og fundet et motorcykel batteri der kan levere den nødvendige strøm (CTS, *lithium battery electric scooter*). Disse batterier vejer dog adskillige kilo, og vi kan i bedste tilfælde komme til at løfte 35 kilo fra vores bruger, og i værste tilfælde kun til at kunne løfte 10. Dette ligger væsentligt under de 50 kilo som Clara's krav var på. Da vi spurgte hende om hvor meget den skulle kunne løfte, og fulgte op med om 50 kilo var omtrent det rigtige løft, svarede hun:

"Ja i hvert fald, så har vi i hvert fald sikret det." (Bilag 1, s. 8)

Dette var udtalt med et tryk på at dette altså var et minimumskrav, og at for at hjælpe nogle af sine borgere måtte skelettet meget gerne komme op og kunne løfte 100-110 kg. Her kan vi altså ikke med den nuværende kombination af servo- og batteri teknologi imødekomme de krav brugerne stiller. Dog kan det, i de kommende år se lysere ud, da et nyt batteri med graphene er kommet på markedet i 2020. CEO Samuel Gong fra firmaet Real Graphene som har lanceret dette produkt, udtaler at han ser store brands benytte sig af dette allerede i 2021, og spår at batteri vil kunne blive over dobbelt så kraftige med denne teknologi (ColdFusion). Dog er dette produkt stadig meget nyt, og det er på nuværende tidspunkt svært at vurdere om det ville kunne gøre en forskel i et projekt som dette.

Tilvænning

Tilvænning er en stor ulempe for fremtiden for teknologien hos hjemmeplejen, da hvis de skal kunne bruge exoskelettet privat, kræver det, at de forstår exoskelettets funktioner og begrænsninger. Hvis man kigger på et tidligere mobilitetshjælpemiddel som el scooteren eller el kørestolen, så har begge fået kritik af brugeren, da styresystemet ikke er ligetil og det krævede oplæring af ekspert på emnet. Så det var nødsaget, at behandle det som en køreundervisning, ligesom man får når man tager kørekort. Da de skal vide hvordan man kører sikkert på værktøjet. (Brandt og Jensen, 2010 s. 137-140*)*

Exoskelettet er ikke helt i samme båd, men kræver vil muligvis kræve oplæring og forklaring om begrænsningerne det vil have.

Tilpasning til hver enkelt borger

Justering og regulering har været på tale i projektet, og er i særdeleshed blevet fremhævet i vores interview med fysioterapeuten Morten, som fortæller, at det ville være en rigtig god idé, at kunne regulere blandt andet på hvor meget vægt skelettet løfter kontra hvor meget vægt borgeren selv skal løfte:

> *"[…] hvis den kan laves til at den kan reguleres, så vil du jo også kunne nedregulere hvor meget exoskelettet laver så vil patienterne der har funktion lave så meget som muligt selv. Så hvis det rent teknisk er en mulighed, så vil jeg mene at det er en god idé. Og samtidig dem som ikke har meget funktion vil få ekstra hjælp fordi du kan gå ind og justere."* (Bilag 1, Interview med fysioterapeut, s. 3)

En mulig løsning til dette kunne være at inkludere en form for smartness, eller anden form for regulativ styring i form af app eller lign. Tiltænkt til, at enten brugeren selv eller en ´on board´ computer der vil kunne regulere hvor meget motoren skal lave. Dette er et problem som vi er blevet påpeget af blandt andre Morten, og er et problem vi endnu ikke er kommet op med en konkret løsning på.

Udover dette kommer regulering i forhold til størrelse af produktet, således at det kan passe på hver af de borgere som skal benytte sig af den. Vi er endnu ikke kommet

på et konkret design som kan dække dette behov, men andre teknologier såsom sko og andet som er tiltænkt at kunne påspændes en person, har benyttet sig af henholdsvis: velcro, snørebånd, og andre lukkemekanismer, mm. Så der er i forvejen mange løsninger på tilsvarende problemer som kan benyttes. Disse er tiltænkt justering i breden af produktet, andre kunne være i længden af produktet, hvor en skinne med mulighed for at skydes i længderetningen ville være en løsning. Dog er dette heller ikke et problem vi har en konkret løsning på.

Uprøvet

Et vigtigt punkt at komme ind over er, at mange af disse tanker vi har gjort os gennem projektet er hypotetiske. En teknologi som denne er endnu ikke kommet frem på det globale marked, og er endnu ikke brugt generelt i hverdagen. De tanker vi har gjort os, samt de konklusioner vi har draget har vi gjort på bedst mulige oplyste bilag. Men en teknologi er ikke endnu brugt i praksis, og derfor er det svært at komme frem til et reelt resultat. En teknologi som exoskelettet som er eksperimental og uafprøvet, vil skulle igennem en masse tests, og der vil med stor sandsynlig opstå problemer, som vi ikke har haft tænkt på i processen. Dette er allerede sket i den korte periode vi har arbejdet med området. Nærmere beskrevet tidligere i diskussionen under interviewet med fysioterapeuten, Morten, der gjorde os opmærksomme på problemer i forhold til justering af vægt. Dette kan med sandsynlighed blive et projekt der vil tage en længere årrække at implementerer, og ikke blot et enkelt semester.

Metodekritik

Dette afsnit vil der blive forklaret den kritik der findes ved at bruge metoderne og teorierne i projektet.

Da vi har valgt at kigge på hele projektet med en fænomenologisk, og fokuserer på det sanselige, der har vi også fravalgt andre synsvinkler. Vi har særligt i vores interviews lagt vægt på det sanselige, og på oplevelser hos vores informanter. Dette har vi gjort for at kunne finde ud af hvilke krav brugerne kunne have for en teknologi som exoskeletter. Dog har vi grundet vores skærpede fokus ikke bredt ud til andre

synsvinkler. En anden videnskabsteori vi overvejede at benytte os af, er aktør-netværksteori. Dette havde givet os andre muligheder, end dem vi har udlevet i denne rapport. Der kunne vi havde kunne kigge nærmere på hvordan man kunne implementere teknologien, hvilke interesser de forskellige aktører kunne have i en teknologi som denne, og meget andet.

Vi har benyttet os af TRIN-modellen til at analyserer, og strukturerer en større del af vores opgave. Dette har dog ledt til en masse komplikationer, da trin-modellen i sig selv ikke ser særligt konkret, og kan tolkes på mange forskellige måder.

Konklusion

Vi har skrevet konklusionen ud fra trin 6 i trin-modellen, da den giver henblik på teknologiens mulige barrierer for udbredelse af teknologien. Herunder har vi baseret vores konklusion på andre mobilitetshjælpemidler for at forstå hvordan de bliver brugt i samfundet og teknologiens artefakter for forståelsen af teknologiens funktionalitet hos en borger med funktionsnedsættelse.

Vi gik ind til projektet med en hypotese om, at exoskelettet nærmest kunne implementeres direkte i samfundet, og kunne benyttes af subjektet for mere aktivitet i hverdagen. Men teknologien er stadig i en udviklingsprocess, og er derfor svær at implementerer i en del af samfundet som hjemmeplejen, da den ikke er analyseret i praksis. Vi har prøvet at kigge på andre hjælpemidler i praksis for at kunne danne os et billede af hvordan teknologien vil kunne implementeres, men da exoskeletter har en større teknologisk systematik har det været svært, at vurdere uden at kunne finde analyser om netop exoskelets brug i praksis. Vi har vurderet ud fra vores interviews med fysioterapeut og hjemmeplejer, at teknologien endnu ikke vil kunne dække brugerens behov. Der mangler udvikling på flere punkter i teknologien, såsom udvikling i batteriteknologien. Tilvænningen for teknologien er kompliceret, og derfor være svær at få borgeren til at benytte sig af den, det kan anses som at være en langsigtet investering. Hvis det nogensinde skulle implementeres vil det være for at sætte teknologien i praksis, så borgeren og producenten kan videreudvikle den.

Vores interviewpersoner har været positivt stemt for ideen, og blandt andet hjemmeplejeren vi har interviewet fortæller at, hvis en teknologi som denne bliver implementeret, så kan borgeren få en livsglæde tilbage. Fysioterapeuten fortæller også om, at man kan se vedkommendes patienter bliver negativt påvirket af deres skader, så hvis en teknologi som denne kan opretholde en vis mobilitet for parterne vil dette anses som værende positivt. Teknologien er altså ikke dødsdømt, men der er lang vej for at denne vil kunne implementeres hos borgere med funktionsnedsættelse.

Litteraturliste

Barsukov, Y., & Qian, J. (2013). B*attery power management for portable devices*. Boston: Artech House.

Beyond Robotics GmbH, (2017a), *A Brief History of Robotic Exoskeletons*, EduExo https://www.eduexo.com/resources/articles/exoskeleton-history/

Beyond Robotics GmbH, (2017b), *Robotic Exoskeletons 101*, EduExo https://www.eduexo.com/resources/articles/exoskeleton-101/

Brandt & Jensen, (2010), *Grundbog om hjælpemidler: til personer med funktionsnedsættelse,* K. 8 Mobilitetshjælpemidler

ColdFusion, (2020), *Major Breakthrough: Graphene Batteries FINALLY Hit the Market* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=dnE1nO6o-do Lokaliseret d. 26/11 2020.

CTS, (n.d.), *lithium battery electric scooter,* https://www.alibaba.com/product-detail/60-volt-72-volt-lithium-battery_62001309967.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.93057a8dXOZQtj Lokaliseret d. 26/12 2020.

Danmarks Statistik, (n.d) *Middellevetid 2018-2019*, https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/befolkning-og-valg/doedsfald-og-middellevetid/middellevetid lokaliseret d. 18/12 2020

Dansk Handicap Forbund, (n.d.), *Hvad er et handicap?*, https://danskhandicapforbund.dk/da/presse/fakta-om-handicap/hvad-er-et-handicap/#gsc.tab=0, lokaliseret d. 18/12 2020

Dansk Handicap Forbund, (n.d.), *Tal på handicap i Danmark*, https://danskhandicapforbund.dk/da/presse/fakta-om-handicap/tal-pa-handicap-i-danmark/#gsc.tab=0, lokaliseret d. 18/12 2020

Den Danske Ordbog, (n.d.), *ekso,* https://ordnet.dk/ddo/ordbog?query=ekso-, lokaliseret d. 28/12 2020

Den Danske Ordbog, (n.d.), *eksoskelet,* https://ordnet.dk/ddo/ordbog?query=eksoskelet&tab=ny, lokaliseret d. 28/12 2020

DriveGreen TV, (2019), *Sådan virker Li+batterier* [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=FP_tgp4YHbk

Gigtforeningen, (2018), https://www.gigtforeningen.dk/viden-om-gigt/ lokaliseret 28-12-2020

Rønholt, F., (2019), *Tab af Muskelmasse hos ældre,* https://www.sundhed.dk/borger/patienthaandbogen/aeldre/sygdomme/oevrige-sygdomme/tab-af-muskelmasse-hos-aeldre-sarkopeni/ lokaliseret d. 4/12 2020

General Electrics, (2016), *Do You Even Lift, Bro? Hardiman Was GE's Muscular Take On The Human-Machine Interface*, https://www.ge.com/news/reports/do-you-even-lift-bro-hardiman-and-the-human-machine-interface, Lokaliseret d. 1/12 2020

Grand View Research, (2019), *Wheelchair Market Size & Share Analysis Report 2019-2026*, https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/wheelchair-market lokaliseret d. 18/12 2020

Jørgensen, N. (2019). *Digital signatur. En eksemplarisk analyse af en teknologis indre mekanismer og processer.* Roskilde, Danmark: Roskilde Universitet.

Kvale, S. & Brinkmann, S., (2009). *Interview: Introduktion til et håndværk. 2*. udgave. København: Hans Reitzels Forlag.

NexFlow, (2019), *What is the Difference between pneumatics and hydraulics?,* https://www.nexflow.com/blog/difference-between-pneumatics-and-hydraulics/

Olesen, F., Bille, M. & Riis, S., (2020), *Postfænomenologi: Introduktion*

Omega Engineering, *Strain Gauge,*

https://www.omega.co.uk/prodinfo/StrainGauges.html

Rosenberger, Kiran, A., Verbeek, P., Ihde, A., Langsdorf, L., Kirk, M., Besmer, Sissel, A. H., Carusi, A., Nizzi, M. & Secomand, F., (2015), *Postphenomenological Investigations : Essays on Human–Technology Relations,* Lexington Books

Sherry L. Willis, 2007, *Technology and Learning in Current and Future Generations of Elders*

TED-ed, (2015, Maj 21), *How batteries work - Adam Jacobson* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=9OVtk6G2TnQ Lokaliseret d. 21/11 2020.

Wi-Charge, (n.d), *long-range wireless Wi-Chargers*, https://wi-charge.com/product_cat/transmitters/?fbclid=IwAR1kb5KEegdizWKCYwRzsishpJ6oQmNb5XSfb6hbWllaSGS3j2La2segUgM Lokaliseret d. 21/12 2020.