

Harald Thingbø
Mehwish A. Awan
Monika S. Bakkehaug

Kjørebrille til elektriske rullestol

Mai 2020

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Bacheloroppgave

2020

Harald Thingbø
Mehwish A. Awan
Monika S. Bakkehaug

Kjørebrille til elektriske rullestol

Bacheloroppgave
Mai 2020

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Kjørebrille til elektrisk rullestol

BACHELOROPPGAVE

NTNU i Gjøvik
Bachelor i Teknologidesign og ledelse
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk

Innlevert: 20. mai 2020
Veileder: Kari Oline Øverseth
Oppdragsgiver: NAV HMS Innlandet.



Harald Thingbø
Mehwish A. Awan
Monika S. Bakkehaug

 NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Oppgavens tittel: Kjørebilte for elektrisk rullestol	Dato: 20.05.2020		
	Antall sider: 131		
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave:	X
Navn: Harald Thingbø, Mehwish A. Awan og Monika S. Bakkehaug			
Veileder: Kari Oline Øverseth			

Sammendrag:

Oppgaven har tatt for seg konseptutvikling av kjørebilte for elektrisk rullestol. Bakgrunnen for valget av tema er at ikke alle brukere av elektrisk rullestol kan bruke standard joystick for styring. Flere av alternativene som finnes tilfredsstillr ikke disse brukernes ønsker og behov på en tilstrekkelig måte. Oppgaven har kommet med et konsept der en bilte styrer rullestolen ved å registrere brukerens hodebevegelser. For å redusere stigmatiseringen for brukeren, er styringssystemet utformet for å se ut som en tilnærmet vanlig bilte. Konseptet er utformet for å gi brukeren mest mulig selvstendighet ved at løsningene skal være mulig å bruke selv med nedsatt førlighet i hender og fingre.

Konseptet har blitt utviklet ved bruk av innsamling av data ved hjelp av undersøkelser og intervju, i tillegg til bruk av produktutviklingsmetodikk.

Stikkord:

Rullestolstyring
Elektrisk rullestol
Kvadriplegi



Institutt for vareproduksjon
og byggtknikk

Abstract

This assignment has looked into concept development of driving glasses for electrical wheelchairs. The background for the chosen theme is that not all users of electrical wheelchairs can use the standard joystick steering system. Most of the alternatives that exist do not meet the users wants and needs in a satisfactory way. The assignment has come up with a concept where glasses control the wheelchair by registering the users head movements. To reduce stigma, the steering system is developed to look like seemingly regular glasses. The concept is developed to give the user more independence by the solution being possible to use even with reduced mobility in hands and fingers.

The concept has been developed by using data from surveys and interviews, as well as product development methods.

Forord

Denne oppgaven er utarbeidet av tre studenter ved studieprogrammet Teknologidesign og ledelse ved NTNU i Gjøvik våren 2020. Selv med litt utfordringer med situasjonen rundt covid-19, har gruppen funnet nye samarbeidsmåter for å utveksle kreativitet.

Gruppen ønsker å takke oppdragsgiver Arne Hansen i NAV Hjelpemiddelsentral, avdeling Elverum for gode innspill gjennom perioden. Sunrise Medical AS har sponset oppgaven med økonomiske midler som har gitt mulighet til å kjøpe inn materialer og utstyr for å lage konseptmodeller og en stor takk rettes til disse. Videre takkes Kari Oline Øverseth for god veiledning gjennom hele oppgaven.

Til slutt vil vi takke alle andre som har hjulpet oss underveis, blant annet Mohammed Bouzidi, Bjørn Erik Evensen, Roy Akselsen og alle informanter til spørreundersøkelse og intervju. Vi vil også takke Institutt for vareproduksjon og byggteknikk for lån av 3D-printer og annet utstyr for å kunne gjennomføre oppgaven selv med stengt campus.

Innholdsfortegnelse

Abstract	9
Forord	10
Innholdsfortegnelse	11
Figurliste.....	14
Tabelliste	17
Ordforklaringer.....	18
1 Introduksjon	20
1.1 Oppdragsgiver og sponsor	20
1.2 Bakgrunn for prosjektvalg	21
1.3 Problemstilling.....	22
1.4 Mål.....	22
1.4.1 Effektmål	22
1.4.2 Resultatmål.....	22
1.5 Kravspesifikasjon	23
2 Teori	25
2.1 Rullestolen som brukes i oppgaven	25
2.2 Teknologi.....	26
2.2.1 Sensorer og IMU	26
2.3 Generelt om bruker	27
2.3.1 Primærbruker, sekundærbruker og tertiærbruker	27
2.3.2 Kvadriplegi.....	28
2.4 Eksisterende løsninger for styring	28
2.4.1 Joystick.....	28
2.4.2 R-Net styringssystem	29
2.4.3 Alternative styringer til joystick.....	29
2.4.4 Synsvinkel ved bilkjøring.....	33
2.5 Brillor.....	34
2.5.1 Bærbar teknologi - Smartbriller	34
2.5.2 Stråling fra trådløs teknologi.....	35
2.5.3 Tilpasning av brillor	36

2.6	Stigma.....	37
2.7	Produksjonsmetoder	38
2.8	Materialer.....	39
2.9	Fargeteori.....	41
3	Metode.....	43
3.1	Etikk.....	43
3.1.1	Tilpasninger rundt covid-19	44
3.2	Kontrollert observasjon	46
3.2.1	Løypa.....	47
3.2.2	Registrering av data.....	49
3.2.3	Dataanalyse fra observasjon.....	52
3.2.4	Alternativt opplegg for kontrollert observasjon	52
3.3	Produktutvikling	54
3.3.1	Brainstorming/ tankekart.....	54
3.3.2	Idéutviklingsmodellen.....	55
3.3.3	Designmetodikk	57
3.3.4	SWOT-analyse	60
3.4	Spørreundersøkelse.....	61
3.5	Intervju.....	64
4	Resultat.....	67
4.1	Undersøkelser	67
4.1.1	Kontrollert observasjon	67
4.1.2	Markedsundersøkelse design.....	71
4.2	Elektroniske komponenter og sensorer.....	76
4.3	Produktutvikling	78
4.3.1	Brainstorming.....	78
4.3.2	Fortelle en historie.....	79
4.3.3	Rammer	80
4.3.4	Konsepter utseenderiktig modell.....	80
4.3.5	Ferdig konsept.....	90
4.4	Produktutvikling teknisk modell	93
4.5	SWOT.....	100
4.6	Hodebevegelser	101

4.6.1	Aktivering og deaktivering.....	102
4.6.2	Akselerasjon	106
4.6.3	Bremsing	107
4.6.4	Retningsendring fra forover til revers	108
4.6.5	Normal sving.....	109
4.6.6	Presisjonsstyring for skarpe svinger.....	110
4.6.7	Andre vurderte alternativer	112
4.7	Intervju med bruker	112
5	Analyse / diskusjon	115
5.1	Stigma og sosial persepsjon.....	115
5.2	Designvalg	116
5.2.1	Frontramme	116
5.2.2	Stang.....	117
5.2.3	Fargevalg.....	118
5.2.4	Aktiveringsknapper	119
5.2.5	Lading.....	120
5.3	Teknisk modell	121
5.4	Produksjon og materialvalg	122
5.5	Covid-19-tilpasninger.....	122
5.6	Kravspesifikasjon	123
6	Konklusjon	125
	Litteraturliste	127
	Vedleggsliste	131

Figurliste

Figur 1: Quickie Puma 40 elektrisk rullestol som er utlånt fra oppdragsgiver for å løse denne oppgaven. Foto: Harald Thingbø	25
Figur 2: Arduino Nano. Foto: Harald Thingbø	26
Figur 3: Joystickenheten på en Puma 40 elektrisk rullestol. Foto: Harald Thingbø	28
Figur 4: Ledsagerstyring. Knappen til høyre skifter mellom styring på rullestolens joystick og ledsagers joystick. Foto: Harald Thingbø.	28
Figur 5: Hvordan man kjører framover. Foto: Monika S. Bakkehaug.....	32
Figur 6: Hvordan man kjører bakover. Foto: Monika S. Bakkehaug.....	32
Figur 7: Illustrasjon av hvordan sjåfører ser inn i en sving. Tangenpunktet er markert med TP. Illustrasjon: Harald Thingbø	33
Figur 8: Vuzix Blade. Foto: Vuzix Corporation. Brukt med tillatelse fra Vuzix/Mustard PR (Vuzix Corporation, 2020).	34
Figur 9: Bose Alto og Bose Rondo. Foto: Bose Corporation. Brukt med tillatelse fra Bose Corporation/Släger (Bose Corporation, 2020).	35
Figur 10: Riktig tilpasning av briller som forklart av De Gennaro (2010). Illustrasjon: Harald Thingbø.	36
Figur 11: Transparent acetat rundt nesebroen. Foto: Harald Thingbø.	38
Figur 12: Kart over løypa. Illustrasjon: Harald Thingbø.	48
Figur 13: Mikrokontrolleren er festet til en papirbøyle som passer rundt testpersonenes hode. En PC er festet på en plate bak nakkestøtten for å logge dataene fra mikrokontrolleren. Et mobilkamera er festet på en stang over PC-en. Foto: Harald Thingbø	49
Figur 14: En Arduino Nano BLE er festet til en papirbøyle for å ha på hodet.	50
Figur 15: Graf over en enkel hodebevegelse der hodet tiltes sakte til venstre, så raskt til høyre.....	51
Figur 16: Alternativ løype i hjemmet til en av gruppemedlemmene.	53
Figur 17: Fiskars X7 Kløyveøks. Foto: (Fiskars, u.å.). Bilde brukt med tillatelse fra Fiskars Norge.	58
Figur 18: Skissene presentert under spørsmålet om frontrammer.....	63
Figur 19: Skissene som ble presentert under spørsmålet om brillestenger.	63
Figur 20: Skissene som ble presentert under spørsmålet om lading.	64
Figur 21: Resultater fra testkandidat 1. Testkandidaten har gitt tillatelse til å bruke disse bildene.	68
Figur 22: Resultater fra testkandidat 2. Testkandidaten har gitt tillatelse til å bruke disse bildene.	69
Figur 23: Resultater fra sensor festet direkte på rullestol. Testkandidat 1 kjørte rullestolen...	70
Figur 24: Styringsenhet fra R-Net. Foto: Harald Thingbø	77
Figur 25: Alternativ 1 for komponenter med kretskort i fremre del av brillestangen og batteri i bakre del. Illustrasjon: Harald Thingbø.....	77

Figur 26: Alternativ 2 for komponenter med kretskort i fremre del av den ene brillestangen og batteri i fremre del av motsatt brillestang. I tillegg batterier i bakre del av begge brillestenger. Illustrasjon: Harald Thingbø.	77
Figur 27: Tankekart laget i begynnelsen av prosjektet.	78
Figur 28: Skisser av tenkte brukssituasjoner for en bruker med kvadriplegi.	79
Figur 29: Grove former for ramme rundt øyne.	81
Figur 30: Grove skisser av ramme rundt øyne.	81
Figur 31: Skisse av frontramme til bruk i undersøkelsen.	81
Figur 32: Formvariasjon av brilleinnfatning 3.	82
Figur 33: Formvariasjoner av brilleinnfatning 9.	82
Figur 34: CAD-render.	83
Figur 35: 3D-print med Prusa i3 MK2.5.	83
Figur 36: Skisser av brillestenger.	85
Figur 37: Modellering av brillestang med TecClay.	86
Figur 38: Skisseforslag, CAD-render og 3D-print av aktiveringsknapp.	87
Figur 39: Ladekonsept 2. Brilleetui med lading. I nedre venstre hjørne ser man også utløsermekanismen til lokket.	89
Figur 40: CAD-render av briller.	90
Figur 41: Utseenderiktig modell fra framside med aktiveringsknappen synlig.	91
Figur 42: Utseenderiktig modell fra bakside.	91
Figur 43: Skisse og CAD-modell av etui for kjørebrillene.	92
Figur 44: CAD-render av brilleetui.	93
Figur 45: Testing av komponenter.	94
Figur 46: Pappmodell for å teste funksjonaliteten til funksjonsmodellen.	94
Figur 47: CAD-modell av understellet til den tekniske modellen med komponentene som trengs.	95
Figur 48: Ramme 3D-printet og komponentene montert. De er fortsatt ikke koblet til, så ledningene henger fortsatt løst utenfor.	96
Figur 49: Lakkering av deler til teknisk modell.	96
Figur 50: Setepute, ryggstøtte, fothviler, framhjul og armlene modelleres etter bilder av rullestolen.	97
Figur 51: Den ferdige tekniske modellen.	98
Figur 52: Den tekniske modellen sammen med mobiltelefon festet på caps for styring.	99
Figur 53: Tankekart over hodebevegelser.	101
Figur 54: Akser som måles av gyroskop for å registrere hodebevegelser. Illustrasjon: Monika Skaug Bakkehaug.	102
Figur 55: Aktiveringsknapp på brillene.	102
Figur 56: Illustrasjon og graf som viser hodebevegelsen for aktivering og deaktivering. Et lyssignal på innsiden av brilleinnfatningen indikerer om styringen er aktiv eller ikke.	104
Figur 57: Knapp for å skru brillene av og på, i tillegg til aktivering og deaktivering. Samme lyssignal vil vises på innsiden av brilleinnfatningen.	105
Figur 58: Hodebevegelse for akselerasjon forover.	106
Figur 59: Diagram og illustrasjon over hodebevegelse for bremsing.	107

Figur 60: Diagram som viser hodebevegelser for å foreta en retningsendring fra forover til revers.	108
Figur 61: Diagram og illustrasjoner som viser hodebevegelser for normal svinging.	109
Figur 62: Diagram og illustrasjon over hodebevegelser for presisjonsstyring i skarpe svinger.	111
Figur 63: Eksempel på hodeposisjon ved presisjonsstyring. Personen har gitt tillatelse til å bruke bildet.	111

Tabelliste

Tabell 1: Ordforklaringer.....	18
Tabell 2: Kravspesifikasjon.....	23
Tabell 3: Symbolforklaring til løypekart.....	67
Tabell 4: Spørreundersøkelse: Aldersfordeling.....	72
Tabell 5: Spørreundersøkelse: Frontramme.....	73
Tabell 6: Spørreundersøkelse: Brillestang.....	73
Tabell 7: Spørreundersøkelse: Lading.....	74
Tabell 8: Spørreundersøkelse: Åpent spørsmål med kommentarer.....	74
Tabell 9: SWOT-analyse.....	100

Ordforklaringer

Nedenfor er en kortfattet forklaring av diverse faguttrykk brukt i denne rapporten. Nærmere forklaringer finnes i de respektive kapitler.

Tabell 1:
Ordforklaringer.

Ord	Forklaring
AI	Artificial intelligence, på norsk kunstig intelligens. Smart og ofte selvlærende programvare.
Akselerometer	Sensor som måler krefter i X-, Y- og Z-retning i forhold til tyngdeakselerasjon. Nærmere forklaring på side 27.
AR	Augmented Reality, på norsk utvidet virkelighet. Se side 34 For nærmere forklaring
BMI – Brain Machine Interface	System for å registrere signaler fra hjernen og gjøre om til styringssignaler for maskiner og kjøretøy.
Gyroskop	Sensor som måler vinkelendring og -hastighet. Nærmere forklaring på side 27.
IMU	Inertial Measurement Unit. Måler tyngdeakselerasjon (akselerometer), vinkelhastighet (gyroskop) og magnetfelt (magnetometer). Nærmere forklaring på side 27.
Joystick	Styringsenhet for kjøretøyer. Vertikal spak som skyves i ønsket kjøreretning.
Kjørebrille	Styringssystem for rullestol som er integrert i en brille.
Kjøreprogram	Rullestolen kan ha ulike kjøreprogram eller profiler for kjøring i ulike situasjoner. Dette kan være et innendørsprogram med lav hastighet og et utendørsprogram med høyere hastighet.

Kvadriplegi	Diagnose for pasienter med skade på ryggmargen som gir lammelse i armer og bein. Se side 28 for nærmere forklaring.
NAV HMS	NAV Hjelpemiddelsentral. Offentlig tjeneste som tilbyr hjelpemidler til pasienter som har behov for dette.
Omgivelseskontroll	Mulighet for at rullestolen kan kontrollere dører, TV-er, klimaanlegg og likende i omgivelsene.
Sensor	Enhet som registrerer endringer i lys, lyd eller bevegelse. Se side 26.
Stigma	Kjennetegn ved en person som gjør at den skiller seg ut fra andre. Kjennetegnet skaper ubehagelig oppmerksomhet for personen og folk rundt. Se side 37 for nærmere forklaring.

1 Introduksjon

1.1 Oppdragsgiver og sponsor

I forbindelse med denne oppgaven er NAV Hjelpemiddelsentral Innlandet, avdeling Elverum oppdragsgiver. NAV vil ikke bli produsent av det ferdige produktet, men ønsker å tilby det når det kommer på markedet. For å bidra til utviklingen av nye systemer som kan gjøre situasjonen for deres brukere bedre, ønsker de å tilby denne oppgaven for å drive utviklingen fremover. Som støtte i arbeidet tilbyr de en elektrisk rullestol til utlån som står på NTNU i Gjøvik. Denne kan brukes som utgangspunkt i arbeidet, men systemet skal ikke låses til denne bestemte rullestolen. De tilbyr også kompetanse i form av Arne Hansen og optiker Bjørn Erik Evensen.

For å dekke de økonomiske utgiftene til denne oppgaven har det blitt søkt ekstern støtte. Sunrise Medical AS sponser oppgaven med kr 5000 som skal dekke de budsjetterte kostnadene. Sunrise Medical er produsent av rullestolen som er utlånt av NAV, men det er ikke noe forhold mellom NAV og Sunrise Medical i forbindelse med denne oppgaven. Vi har heller ingen forpliktelser fra Sunrise Medical når det gjelder gjennomføring av oppgaven. De har valgt å sponse oppgaven med den begrunnelse at det driver den generelle utviklingen innen bransjen fremover, og dermed også kan gagne dem på lang sikt. På grunn av denne støtten vil det på noen av bildene være en synlig logo fra Sunrise Medical på rullestolen. Vi takker Sunrise Medical for den økonomiske støtten.

1.2 Bakgrunn for prosjektvalg

I Norge er det i dag ca. 17 000 elektriske rullestoler for utendørs bruk utlånt av NAV. Av disse rullestolene er ca. 45 prosent utstyrt med annen styring i tillegg til, eller i stedet for standard joystick. For innendørs bruk er det ca. 15 000 elektriske rullestoler utlånt, hvorav ca. 6 prosent har alternativ styring til joystick. Dette er opplysninger presentert av NAV i forbindelse med tildeling av denne oppgaven. De rullestolene som har alternativ styring, har dette fordi brukeren ikke klarer å bruke vanlig joystick. De fleste av disse rullestolene med alternativ styring har ledsagerstyring i tillegg til standard joystick, slik at ledsager kan ta over styringen hvis rullestolbrukeren blir sliten eller mangler evner for å manøvrere på trange plasser, for eksempel inn og ut av bil.

De alternativene som finnes til standard joystick har en del utfordringer ved seg. De ulike alternativene til styring vil bli nærmere forklart senere i rapporten. Det er ønskelig med en løsning som er enklere og mer anvendelig for disse brukerne. Et slikt produkt vil kunne være med på å gi brukerne større frihet og selvstendighet ved å være mindre avhengig av ledsager.

Idéen til oppgaven ble først presentert av NAV Innlandet Hjelpemiddelsentral på et seminar på Bright House sommeren 2019. Representanter fra NTNU viste interesse for oppgaven og sammen med NAV kom de frem til begynnelsen av et konsept der rullestolen kan styres ved hjelp av gyroskop festet til en brille. Oppgaven ble høsten 2019 videreformidlet til studieprogramleder for Teknologidesign og Ledelse ved NTNU i Gjøvik. Her ble oppgaven presentert til studentene som et tema til bacheloroppgave, og denne gruppen valgte å ta fatt på dette temaet.

1.3 Problemstilling

Konseptutvikling av et alternativ til joystick for styring av elektrisk rullestol, med fokus på brukere med kvadriplegi.

1.4 Mål

1.4.1 Effektmål

Enkel og brukervennlig styring av elektrisk rullestol.

Økt selvstendighet for brukere som ikke kan bruke standardløsning for styring av elektrisk rullestol.

Redusert stigmatisering ved erstatning av andre alternative styringssystemer.

1.4.2 Resultatmål

I denne oppgaven skal vi oppnå et konsept til en alternativ styring av rullestol for brukere som ikke har mulighet til å bruke standardløsningen.

Konseptet skal vises gjennom utseenderiktig modell og teknisk modell.

Prosjektet skal gjennomføres innenfor rammene for tid og kostnader.

1.5 Kravspesifikasjon

Det ble ved tildeling av oppgaven presentert en kravspesifikasjon fra NAV med ønsker til kjørebrillen. Gruppen har også selv satt opp utfyllende punkter den ønsker å jobbe ut fra.

Tabell 2:
Kravspesifikasjon

Egenskap	Nødvendig	Ønskelig
Fra NAV:		
Start, stopp og manøvrere stol med hodebevegelser.		X
Start og stopp ved hjelp av bryter (øyne, pust, stemme eller bevegelse), manøvrere med hodebevegelser.		X
Gyro innlemmet i eller klipset på kjørebrille (kommunisere med gyro montert på eks. stolrygg).		X
Følere på stol som detekterer hindringer i omgivelsene og reagerer på disse ved å unngå eller stoppe stolen.		X
Meny kjøreprogram (typisk 5 kjøreprogrammer). Velge disse med øyne.		X
Meny for setefunksjoner (typisk 5 stk.) kunne velge og kjøre disse med øyne.		X
Lys, horn, mm. Kunne velge disse funksjonene med øyne.		X
Omgivelseskontroll (typisk døråpner, tv, radio, gardintrekk, vindusåpner, telefon mm.).		X
GPS/kart, kunne bestemme destinasjon og stolen tar deg dit.		X
Løsningen bør kunne fungere sammen med stolens originale betjeningsmuligheter.		X
Egen kravspesifikasjon:		
Lav vekt.	X	
Unisex.		X
Må sitte godt og ikke falle av under normal bruk eller med brå hodebevegelser.	X	
God passform som minimerer behov for justering gjennom dagen.	X	
Aktivering og deaktivering som er mulig å gjøre uten å løfte arm opp til brillene.	X	
Om nødvendig, reim bak hodet.		X
Tilbakemelding fra brille til bruker om modus, batterinivå, m.m.		X

Batteritid som holder en arbeidsdag.		X
Kunne lades fra rullestolen.		X
Enkel å sette til lading.	X	
Kunne justeres hos vanlig optiker.		X
Enkel å rengjøre.		X
Selvrensende glass.		X
Vanntett i henhold til IP67.	X	
Kunne styre rullestol med logiske hodebevegelser.	X	
Skal ikke se ut som et hjelpemiddel.		X
Ha mulighet for AR.		X
Ha mulighet for å justere rullestolens setefunksjoner.		X
Minimalt tilpasningsarbeid på eksisterende rullestol. Helst Plug-and-play.	X	
Kunne tilpasses individuelle brukere.		X

2 Teori

2.1 Rullestolen som brukes i oppgaven

Til oppgaven har vi fått låne en Quickie Puma 40 elektrisk rullestol fra oppdragsgiver NAV Innlandet Hjelpemiddelsentral, avdeling Elverum. Dette er en rullestol som produseres og selges av Sunrise Medical som også leverer andre typer manuelle og elektriske rullestoler, scootere og sittesystemer (Sunrise Medical, u.å.-a).

Rullestolen Quickie Puma 40 er bygget på et modulbasert system, som gir den en stor fleksibilitet. Vi har en rullestol som er satt opp med drivhjulene bak, men samme rullestol kan også settes opp som forhjulsdrevet ved at setemodulen monteres motsatt vei på understellet. Setet kan justeres i en rekke posisjoner, blant annet opp og ned, seteryggen kan vippe bakover og selve seteputen kan tiltes. Benstøtten kan også justeres inn og ut, og all denne justeringen skjer ved å trykke på egne betjeningsknapper eller ved bruk av joysticken (Sunrise Medical, u.å.-b).



Figur 1: Quickie Puma 40 elektrisk rullestol som er utlånt fra oppdragsgiver for å løse denne oppgaven. Foto: Harald Thingbø

Sammen med rullestolen ble det også utlevert et softwareprogram for å programmere om rullestolen til egne preferanser. Ifølge Arne Hansen i NAV kan man her programmere sensitivitet og følsomhet, hastighet og andre funksjoner som tilpasses hver enkelt brukers preferanser.

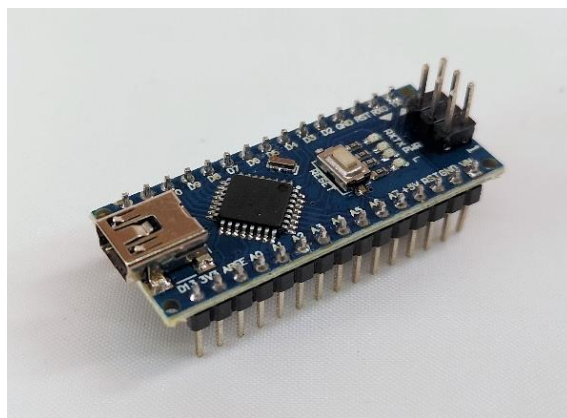
Selv om dette er rullestolen som er gitt til disposisjon for å løse oppgaven, er ikke arbeidet direkte rettet mot denne rullestolen. Oppgavens mål er å skape et bedre styringssystem som kan brukes til alle elektriske rullestoler.

2.2 Teknologi

2.2.1 Sensorer og IMU

En *sensor* er en elektronisk enhet satt sammen av andre elektroniske enheter designet for å kartlegge endringer i miljøet, som lys, lyd og bevegelse. Sensoren vil så sende denne informasjonen tilbake til den elektriske enheten den er koblet til (Pao, 2018). Sensoren måler kontinuerlig data som sendes til enheten den er koblet til. Denne dataen kommer i en ordnet sekvens hvor det er lite kontroll over hvilke elementer som kommer inn. Det er en del begrensninger med denne dataoverføringen, som batterilevetid, båndbredde, prosessorkraft og driftsminne. Dette gir utfordringer når det kommer til programmering av sensornettverket. Det har vært en del fremskritt de siste årene innenfor denne type teknologi som har ført til rimelige, lav effekt multifunksjonelle moderne sensorer. Moderne sensorer består av føleenhet(er), innebygd minne, mikrokontroller og en sender/ mottaker (Iyengar *et al.*, 2010). I denne oppgaven undersøkes hovedsakelig Arduino og Inertial Measurement Unit [IMU].

Arduino er en åpen elektronikkplattform som baserer seg på maskinvare og programvare som er brukervennlige. Arduino leser data som kommer inn og bruker dataen til å utføre handlinger, som å slå på et led-lys. Et Arduino-brett kan bli programmert ved bruk av Arduino-programvare (Arduino, u.å.-a). Det er valgt å se nærmere på Arduino Uno og Nano i denne oppgaven. Arduino Uno er en mikrokontroller



Figur 2: Arduino Nano. Foto: Harald Thingbø

med 14 pinner for digitale signaler, 6 analoge innganger, USB-tilkobling, tilbakestillingsknapp, strømkontakt og prosessor (Arduino, u.å.-b). Arduino Nano har tilsvarende innganger og utganger, men størrelsen er bare 45 x 18 mm (Arduino, u.å.-c). Både Arduino Uno og Nano er blant de mest brukte brettene for rask prototyping og enkle elektronikkprosjekter. Programmering og koding er også identisk mellom Uno og Nano. Vi har valgt å bruke Nano på grunn av at størrelsen er mindre slik at den passer inn i funksjonsmodellen vår, og er enklere å bruke til å registrere data.

IMU er et sensorsystem som måler vinkelhastighet og kraft ved bruk av en kombinasjon av 3-akse gyroskop og 3-akse akselerometer, kan også noen ganger ha et 3-akse-magnetometer for å også kunne måle magnetfelt. Begrepet IMU refererer kun til sensorene, men er ofte satt sammen med en programvare som kombinerer data fra flere sensorer for å kartlegge miljøet rundt. Begrepet kan derfor brukes til å beskrive hele enheten med sensorer og programvare. Denne kombinasjonen kan også bli kalt Attitude Heading Reference System [AHRF] (Pao, 2018). Et gyroskop måler vinkelhastigheten langs 3 akser. Et akselerometer gir en måling av hvor mye kraft den opplever i X-, Y- og Z-retning (Kumar, 2017).

2.3 Generelt om bruker

2.3.1 Primærbruker, sekundærbruker og tertiærbruker

Primærbrukeren i denne oppgaven er brukere av elektrisk rullestol. Det er valgt å legge hovedfokuset på brukere med kvadriplegi. Primærbrukeren er de brukerne løsningen er tiltenkt til (Reitan *et al.*, 2011). Alle som kjører rullestol kan bruke produktet, men det er tiltenkt til brukere som ikke har mulighet til, eller utfordringer med å bruke eksisterende løsninger. Det er valgt å fokusere på voksne brukere og ikke barn.

Sekundærbrukeren vil kunne være brukeren sin assistent/hjelper eller andre pårørende av brukeren. Det kan også være annet helsepersonell eller innkjøper av produktet. Tertiærbrukeren er ikke direkte brukere, men kan påvirke resultatet til produktet. Dette kan være for eksempel myndigheter. Uønskede brukere er også noe som må tas hensyn til (Reitan *et al.*, 2011). Om brillen lagrer sensitiv informasjon om brukeren, kan en uønsket bruker være noen som hacker brillen og får tilgang på denne sensitive informasjonen.

2.3.2 Kvadriplegi

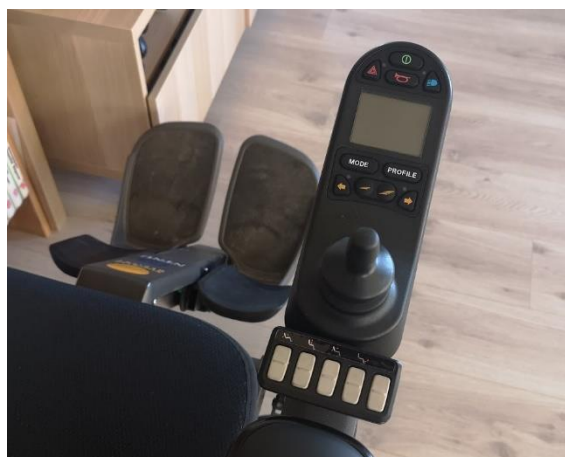
Kvadriplegi oppstår ved en skade på hjernen eller høyt i ryggmargen, som kan føre til lammelse i alle fire lemmer, altså begge ben og armer. Slike skader er årsaken til at problemet begynner i hjernen eller ryggmargen, og enkelte ganger i begge deler. Vanligvis vil ryggmargen sende signaler til og fra hjernen, og hjernen behandler og tolker disse signalene. Ved en ryggmargsskade vil dette forhindre hjernen fra å sende disse signalene, som vil si at pasienter utsatt for kvadriplegi klarer ikke å bevege kroppen sin fra nakken og ned (Spinalcord.com, u.å.).

2.4 Eksisterende løsninger for styring

2.4.1 Joystick

Joystick er den vanligste styringsmetoden for elektriske rullestoler (Halawani *et al.*, 2012). En joystick er en styringsenhet som brukes i mange ulike kjøretøy. Dette fungerer ved at man skyver joysticken, utformet som en vertikal spak, i den retningen man ønsker å kjøre. Styringssignalene sendes så til motorene i rullestolen som gjør at den kjører i den retningen man ønsker. Man kan betjene flere akser samtidig, som vil si at dersom man holder joysticken skrått forover til høyre, som i retning nord-øst, vil stolen kjøre framover og svinge til høyre samtidig. Holder man den kun til høyre vil den snu på stedet.

I tillegg til hovedjoysticken, kan det leveres ledsagerstyring til rullestolen. Rullestolen brukt i denne oppgaven har dette, og det er for at ledsager skal kunne overstyre eller ta over styringen når primærbrukeren ikke kan kjøre selv.



Figur 3: Joystickenheten på en Puma 40 elektrisk rullestol. Foto: Harald Thingbø



Figur 4: Ledsagerstyring. Knappen til høyre skifter mellom styring på rullestolens joystick og ledsagers joystick. Foto: Harald Thingbø.

2.4.2 R-Net styringssystem

Mange rullestolprodusenter velger å kjøpe inn styringssystemet fra andre. R-Net fra Curtiss Wright er et eksempel på styringssystem som brukes av blant annet Sunrise Medical (u.å.-b) og Permobil (u.å.). Det er dette styringssystemet som sitter på rullestolen lånt til dette prosjektet. Dette systemet består av en styringsenhet som festes bak eller under rullestolen. Dette er selve "hjernen". På armstøtten monteres en joystick og et styringspanel som kan betjene kjøringen og stolens andre funksjoner. Det finnes også mange andre alternativer til joystick, og noen av disse er beskrevet i neste delkapittel.

R-Net sitt styringssystem kan programmeres på en slik måte at det tilpasses den enkelte brukers preferanser. Funksjoner kan aktiveres og deaktiveres, og følsomhet kan justeres. Det kan også settes opp egne profiler for innekjøring, utekjøring og andre aktiviteter det kan være praktisk med egen profil til.

De forskjellige styringsenhetene, rullestoler og annet utstyr kan fritt sammenkobles slik man selv ønsker, noe som gir en høy fleksibilitet (Curtiss Wright, 2017). Joysticken eller det andre styringssystemet som brukes kan også styre funksjoner i hjemmet som PC, TV, nettbrett, dørlås, med mer. Dette gir brukerne store muligheter til å bruke utstyr de ellers kunne hatt utfordringer med, ved hjelp av kjente kontrollere på rullestolen (Sunrise Medical, u.å.-b).

2.4.3 Alternative styringer til joystick

For å danne et teorigrunnlag til å utforme en brukervennlig styring til rullestol, har litteratur om andres forsøk på alternativer til joystickstyring av elektrisk rullestol blitt undersøkt. Det er også blitt sett på styringer fra andre bransjer, som kan være relevante for rullestolstyring.

Det er blitt forsket en del på styring ved hjelp av brain-machine-interface [BMI]. Dette er et system av sensorer som leser av signaler fra hjernen ved hjelp av elektroder festet på hodeskallen og gjør dem om til kommandoer for rullestoler. I undersøkelsen til Millán *et al.* (2008), laget de et system som tolker signalene når brukeren tenker på ulike oppgaver i hodet. Om brukeren tenker på å løfte den venstre hånden gir dette annerledes signaler som kan leses av forskjellig fra om brukeren tenker på å løfte den høyre hånden. Ved å tolke signalene fra ulike bestemte tanker utviklet de kommandoer for å kjøre fram og stoppe, og styring til venstre og høyre. I tillegg til brukerens kommandoer hadde de en delvis intelligent rullestol som i

teorien skulle kunne navigere seg fram til ønsket mål på egenhånd. Det viste seg at den ikke klarte dette på noen god måte, men i samarbeid med brukerens signaler oppnådde de bedre resultater.

Undersøkelsen til Lee, Kim og Kim (2016) utviklet et system som styrer rullestolen både ved hjelp av hodebevegelser og bio-signaler. De brukte elektroder festet ved tinningen til brukeren som registrerer om tennene bites sammen. Sammenbiting av tennene aktiverte enten en forhåndsinnstilt hastighet, eller stoppet rullestolen hvis man bet tennene sammen under kjøring. Ved å se til siden styrte man svingen på rullestolen, og dette ble registrert ved hjelp av en posisjonssensor som registrerte vinkelen på hodet i forhold til nøytralposisjonen (Lee, Kim og Kim, 2016).

Et av problemene som har vist seg ved BMI-styring er å stoppe rullestolen (Wang, Li og Yu, 2014). Flere systemer har fått til å kjøre framover og svinge til venstre og høyre, men stoppfunksjonen har man enten ikke fått til, eller den har fungert dårlig. Wang, Li og Yu (2014) utviklet et system som bruker BMI for å kjøre forover og svinge, mens de har stemmestyring for å stoppe stolen. Systemet bygger på noen av erfaringene til Millán *et al.* (2008). Dette er også utviklet med tanke på pasienter som enten er sterkt psykisk utviklingshemmet eller har pådratt seg hjerneskade og ikke klarer mange muskelbevegelser. Rullestolen stopper derfor ved hjelp av lyden "ah" som er den eneste lyden noen av disse pasienter klarer å uttale. Dette systemet viste seg å virke ganske bra, men har noen svakheter, blant annet at det er utmattende å bruke (Wang, Li og Yu, 2014).

De tre nevnte undersøkelsene har gjort interessant funn rundt styring ved hjelp av BMI, men alle tre har brukt friske, unge testpersoner. Det betyr at man ikke kan vite om det fungerer like bra på pasienter med kvadriplegi og eventuelle andre skader, men likevel er undersøkelsene deres på et tidlig stadie, og poenget var å se på mulighetene for slik alternativ styring.

Undersøkelser som bruker hodebevegelser omfatter blant annet arbeidet til Machangpa og Chingtham (2018). De laget et styringssystem med kvadriplegi-pasienter som hovedmålgruppe. Systemet registrerer hodebevegelsene ved hjelp av både akselerometer og gyroskop for å oppnå nøyaktige og reliable signaler. Deres system kunne kontrollere en manuell rullestol ombygget til elektrisk drift, men undersøkelsen sier ikke mye om resultater fra prøvekjøring (Machangpa og Chingtham, 2018).

Andre systemer utviklet med tanke på kvadriplegipasienter inkluderer ulike former for tungestyring. Huo, Wang og Gnovanloo (2008) utviklet et system der man limte en permanentmagnet til tungen på brukeren, og brukte en form for headset som registrerte bevegelsene til magneten. Headsettet ser ut som et litt stort telefonheadset med mikrofon på begge sider, men i stedet for mikrofon har det magnetometre. Headsettet sendte videre signaler trådløst til rullestolen som styringskommandoer (Wang, Li og Yu, 2014).

Systemer kalt «sip-n-puff» fungerer ved at brukeren blåser inn i et rør (Therafin, u.å.). Dette er et av få kommersielt tilgjengelige alternativer til joystickstyring. Hvor hardt brukeren blåser, og måten han blåser på, avgjør hvilke kommandoer som sendes til stolen. Likevel er styringen treg, og det er utfordrende å få til nøyaktige kommandoer (Machangpa og Chingtham, 2018).

Hakestyring brukes av rullestolbrukere som ikke har nok funksjon i hendene til å bruke standard joystick ved armlenet. Systemet består av en type joystick montert under haken på brukeren. I enden av joysticken er det en slags «kopp» som brukeren legger haken ned i. På denne måten kan brukeren bevege hodet for å styre rullestolen med denne joysticken under haken (Shibata *et al.*, 2015). Ifølge oppdragsgiver er den største utfordringen med slike systemer at dersom brukeren kommer ut av posisjon med overkroppen, fungerer styringen dårlig, da de ikke klarer å holde hodet i riktig nøytralposisjon. Dette kan være at de mangler muskler i overkroppen, og dermed sklir noe til siden over en hump. Da trenger disse brukerne hjelp til å reise seg opp igjen for å få styrt rullestolen videre med hakestyring. Systemet har også forholdsvis store festeanordninger som holder joysticken oppe ved haken på brukeren (Shibata *et al.*, 2015). Det ble påpekt av brukeren som ble intervjuet at dette bidrar til økt stigmatisering i forhold til standard joystick nede ved armlenet.

Munevo Drive er en av de eksisterende løsningene på markedet som likner mest på idéen som presenteres i denne oppgaven. Munevo Drive bruker Google Smartglasses som kommuniserer med en adapter festet til rullestolen. De bruker teknologien som allerede finnes i smartbrillene, blant annet gyroskop. Denne løsningen gjør at elektriske rullestoler kan styres ved hjelp av hodebevegelser. Brillene har også noe annen funksjonalitet som setejustering, kamera og nødalarm, og de ulike funksjonene kan tilpasses i den medfølgende appen for smarttelefoner (Munevo, u.å.).

Styring av hastighet til kjøretøy er vanlig i mange bransjer. Vi har derfor undersøkt hvordan andre kjøretøy styres. I større moderne traktorer er det vanlig med trinnløs transmisjon som gjør

at fart kan styres nøyaktig slik man ønsker. Et eksempel på slik styring er New Holland AutoCommand. Det ble utført en prøvekjøring hos A-K Maskiner Gjøvik for å teste og dokumentere denne styringsmetoden for hastighet.



Figur 5: Hvordan man kjører framover. Foto: Monika S. Bakkehaug

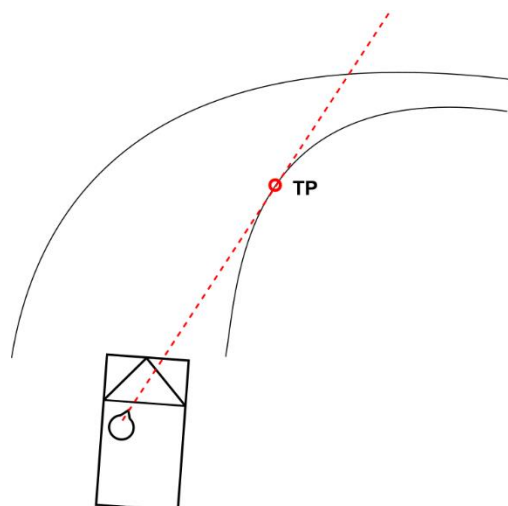


Figur 6: Hvordan man kjører bakover. Foto: Monika S. Bakkehaug

2.4.4 Synsvinkel ved bilkjøring

Undersøkelser viser at man ved bilkjøring ofte ser inn i kommende sving ved tangentpunktet [TP] til svingen (Land og Lee, 1994). Tangentpunktet er det punktet som oppstår hvis man trekker en rett linje fra sjåførens synsvinkel til punktet der linjen tangerer innsiden av svingen.

Dette ble først undersøkt grundig av Land og Lee (1994), og har senere blitt studert nærmere av flere forskere. Resultatene tyder på at det er et forhold mellom hvor sjåføren ser inn i svingen, og styringsvinkelen til forhjulene på bilen med en til to sekunders forsinkelse (Land og Lee, 1994). Ikke alle er enige i denne teorien (Mars, Navarro og Paterson, 2012), og mener det kan være andre objekter øynene helst vil feste blikket på. Likevel er de fleste enige at tangentpunktet er et av de vanligste punktene i veibildet å feste blikket på når man skal svinge (Mars, Navarro og Paterson, 2012).



Figur 7: Illustrasjon av hvordan sjåfører ser inn i en sving. Tangentpunktet er markert med TP. Illustrasjon: Harald Thingbø

Mars, Navarro og Paterson (2012) undersøkte videre om det er forskjell på aktiv og passiv kjøring, og fant at sjåførene så mer på tangentpunktet hvis de styrte bilen selv, enn hvis bilen var selvkjørende, men krevde at sjåføren fulgte med.

For rullestolstyringen i denne oppgaven, kan disse funnene bli relevante for hvordan styringskommandoene skal utføres. Det at sjåførene av biler ser i den retningen de kjører, tyder på at styring av rullestol ved hjelp av hodebevegelser kan være et brukervennlig alternativ. Det artiklene ikke beskriver er om det er forskjell på hodebevegelser og bare øyebevegelser.

2.5 Brillor

2.5.1 Bærbar teknologi - Smartbriller

I dagens samfunn kommer det mer og mer teknologi som man har på seg. Smartklokker er et godt eksempel på slik bærbar teknologi. En annen type bærbar teknologi vi bare ser mer av er smartbriller. Microsoft HoloLens og Google Glass er to ulike eksempler på typer smartbriller som bruker blant annet Augmented Reality [AR]. Denne type teknologi setter sammen ekte og virtuell informasjon foran en brukers synsfelt (Rauschnabel og Ro, 2016). Bruken av AR er mest vanlig i smartbriller og sjeldent funnet i annen type bærbar teknologi. En annen merkbar forskjell er fokuset på mote. Når det kommer til smartklokker så blir de som oftest kategorisert under mote, teknologi eller begge. Fokuset på produktet er derfor ikke bare funksjon, og brukbarhet, men også utseende (Rauschnabel, He og Ro, 2018).

Lifewire (Sharma, 2020) rangerte de 8 beste smartbrillene på markedet i 2020. På topp kom Vuzix Blade, brillene har blant annet AR, Bluetooth, Wi-Fi og 1080p videoopptak. Det negative ifølge Lifewire var at brillene var dyre og klumpete i utseende. Brillene er også de første smartbrillene på markedet med Amazon Alexa, virtuell assistent. For å gi stemmekommandoer til Alexa har brillene en integrert mikrofon. Batteriet i brillene kan lades opp.



Figur 8: Vuzix Blade. Foto: Vuzix Corporation. Brukt med tillatelse fra Vuzix/Mustard PR (Vuzix Corporation, 2020).

Bose har kommet med to solbriller med høyttalere (John Lewis, u.å.). Bose Frames Rondo som er den nyeste modellen, og Bose Frames Alto som er den første modellen de kom ut med. Brillene bruker Bluetooth for å kobles opp mot mobil, har et oppladbart batteri og høyttalere som spiller musikk inn i ørene (John Lewis, u.å.)



Det Bose har klart å gjøre er å beholde mye av utseendet som vi er vant med å se i solbriller, dette er noe Vuzix Blade ikke klarte. En stor grunn til dette er nok mengden teknologi som er i Vuzix Blade. Mengden teknologi, og størrelsen på den gir noen bestemmelser i forhold til hva som er mulig å gjøre i forhold til design på brillene.

Figur 9: Bose Alto og Bose Rondo. Foto: Bose Corporation. Brukt med tillatelse fra Bose Corporation/Släger (Bose Corporation, 2020).

2.5.2 Stråling fra trådløs teknologi

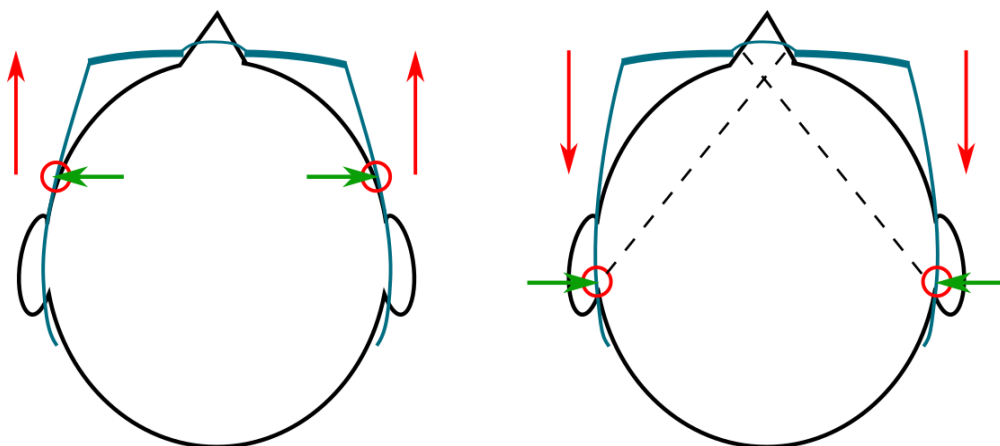
All trådløs kommunikasjon medfører en viss grad av elektromagnetisk stråling. I Norge er det Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet som har ansvaret for å følge opp om produkter som selges er innenfor fastsatte grenseverdier i forhold til stråling (Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, u.å.). En kjørebrille for rullestol vil medføre noe stråling i overføringen av signaler mellom brillen og rullestolen, og det må derfor godkjennes i de riktige kanaler. Det finnes felles europeiske og internasjonale organer som godkjenner alle elektroniske produkter.

Grenseverdiene som er fastsatt er laget for å hindre farlige mengder med stråling. En av flere artikler fra Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (2018) sier at det ikke er grunn til å bekymre seg over strålingen fra trådløs teknologi. Dette støttes av blant annet World Health Organization (2014) som beskriver strålingen fra mobiltelefoner. En mobiltelefon har i dag ofte sender for mobilsignaler, WiFi, Bluetooth og NFC for å nevne noen av signalene som sendes. Sammenliknet med kjørebrillen som utvikles i denne oppgaven, ser det ut til at en mobiltelefon er en større kilde til stråling enn en kjørebrille med en enkel Bluetooth-sender som beskrives i kapittel 4.2 Elektroniske komponenter og sensorer.

2.5.3 Tilpasning av briller

Når en får et nytt par med briller er det viktig at disse tilpasses den enkelte bruker. De fleste optikere og brilleforhandlere har utstyr for å tilpasse briller, men ikke alle gjør dette riktig. En dårlig tilpasset brille vil skli frem og nedover på nesen til brukeren, slik at den må dyttes på plass flere ganger daglig. Dette er irriterende og ubehagelig for brukeren. En riktig tilpasset brille vil derimot tendere til å skli forsiktig bakover og oppover nesen, slik at den holder seg på plass av seg selv (De Gennaro, 2010). For pasienter med kvadriplegi, vil en riktig tilpasset brille som sitter komfortabelt hele dagen være særdeles viktig, da de ikke klarer å justere plasseringen av brillen på hodet selv.

Den vanligste feilen ved tilpasning av briller er at de klemmer brukeren i området mellom tinningen og øret. Dersom brillestengene er i kontakt med dette området, vil de presses utover med det resultatet at brillen presses fremover. Det riktige er at brillen har kontakt rett over og bak øret, i tillegg til at fremre del av brillen hviler på nesebenet. På den måten oppnås et diagonalt festepunkt fra venstre side av nesen til høyre øre, og omvendt. Dette gjør at brillen vil holde seg på plass naturlig (De Gennaro, 2010).



Figur 10: Riktig tilpasning av briller som forklart av De Gennaro (2010). Illustrasjon: Harald Thingbø.

2.6 Stigma

Kjørebrillen er noe som brukeren skal ha på seg. Sosial persepsjon blir derfor et område som kan være nyttig å undersøke. Spesielt med tanke på stigma. Sosial persepsjon er vurderingen og opplevelsen av andre mennesker og sosiale situasjoner. Ofte kan man være svært forutinntatt i sin persepsjon av andre mennesker eller grupper. Dette kommer av generell oppfatning eller stereotypier av en person eller gruppe personer. Stereotypier er at vi behandler individer eller en gruppe som svært like. Det tas ikke hensyn til individuelle variasjoner innenfor en gruppe (Kaufmann og Kaufmann, 2015, s. 196-197). Stigma er at en person har noe som gjør den personen annerledes, hvor det fører til at persepsjonen av status til personen er redusert. Dette kan for mange føles som et handikap, da det er forskjeller mellom persepsjonen av identiteten og den faktiske identiteten til personen som blir stigmatisert (Goffman, 2017).

Goffman (2017) foreslår at en stigmatisert person blir ifølge sosial definisjon, ikke behandlet som menneske. Dette mener han på grunnlag av at personer utfører ulik grad av diskriminering mot den stigmatiserte. Den stigmatiserte har noen trekk ved seg som tar til seg oppmerksomhet fra andre, hvor denne interaksjonen fører til ubehag for begge parter. Den stigmatiserte føler ubehag ved blikkene de får, mens den andre personen ignorerer personen og behandler den stigmatiserte som at hun eller han ikke er der (Goffman, 2017).

2.7 Produksjonsmetoder

Briller kan produseres på flere forskjellige måter. Her beskrives generelle produksjonsmetoder som er vanlig for briller laget av acetatplast.

For produksjonen av brilleinnfatningene, starter prosessen oftest med å kappe plater av acetatplast til størrelser som kan håndteres i produksjonslinjen (Branton Frameworks, u.å.). Før maskinering av formen til brilleinnfatningen limes det på to små transparente acetatplater der neseputene kommer (Warby Parker, u.å.). Dette for å bygge opp til riktig høyde her, og spare materialet ved at ikke hele brilleinnfatningen trenger å lages av tykkere plate og frese bort alt unntatt ved neseputene. Neste steg er CNC-maskinering der åpninger for brilleglassene og formen på brilleinnfatningen freses ut. Innfatningene legges i en poleringstrømmel for å få finere overflate.



Figur 11: Transparent acetat rundt nesebroen. Foto: Harald Thingbø.

Brillestengene lages på tilsvarende måte, og etter polering festes hengsler på både brillestenger og innfatninger, og brillene monteres. Glass settes inn, og neseputer monteres. Til slutt gjøres noen justeringer og opprettinger før de pakkes og sendes til butikk (Marcolin Eyewear, u.å.).

Et annet vanlig materiale for brilleinnfatninger er metall av ulike typer. Her tar man utgangspunkt i en rull med metalltråd som vales til riktig profil, bøyes til riktig form og kappes til riktig lengde. I valsingen legges det inn profil med spor for brilleglass, og andre former som trengs. Sammenføring gjøres med hardlodding og ulike komponenter som hengsler, holder for neseputer og liknende, festes på samme måte med hardlodding. Til slutt behandles de i ulike kjemiske bad for rensing, og får en galvanisk beskyttelse som avslutning. Maling eller andre overflatebehandlinger kan også brukes, ettersom hvilket design som produseres (Marcolin Eyewear, u.å.).

Med stadig flere smartbriller på markedet, har behovet for hule brillerammer med mulighet for å legge inn komponenter økt. Andre metoder er derfor nødvendig for å produsere disse

brillerrammene, og sprøyttestøping er blant metodene som brukes for dette. Det er en av de vanligste produksjonsmetodene for deler i plast, og er veldig godt egnet for å masseprodusere deler. Materialet som brukes er termoplast og produksjonen foregår i en sprøyttestøpemaskin. Denne har en matetrakt for råmateriale, mateskrue med varmebånd rundt og to formhalvdeler. Plasten mates gjennom skruen og komprimeres på vei mot dysen. Denne komprimeringen utvikler hoveddelen av varmen for å smelte plasten, tillegg til varmen fra varmebåndene. Deretter skyves hele skruen innover og presser smeltet plast inn i formen, før den trekker seg tilbake mens plasten i formen kjøles ned. Deretter åpnes formhalvdelerne og ferdige deler faller ut. Prosessen gjentas til ønsket antall er produsert. Denne metoden egner seg godt til tynnveggede deler, og ved å produsere to halvdeler som monteres sammen, får man et hulrom inni. På innsiden av delene kan man også lage festebraketter eller skruehull for komponenter (Milacron, 2018).

2.8 Materialer

For å velge materialer må vi ta mange hensyn. Blant disse kan det nevnes styrke og materialeegenskaper, produksjonsmetoder, pris, design og utseende, vekt og allergi. Sistnevnte er viktig da brillene skal ha hudkontakt, og noen kan dermed få problemer med å ha på seg brillene. For vanlige briller løses dette som regel ved å velge briller i et annet materiale, men skal det lages kjørebriller som i denne oppgaven, vil man ikke ha samme valgmulighet, så da må materialet være så allergivennlig som mulig (Hellem, 2018). I tillegg til allergivennlig materiale, kan for eksempel loddetynet som brukes til sammenføring føre til allergisk reaksjon. Dette kan løses med andre sammenføyningsmetoder. Og for å gi ekstra allergibeskyttelse til en rekke materialer kan man bruke en spesiell coating som gjør overflaten allergivennlig (Arden Jewelers, 2018). Materialene som nevnes i dette kapitlet er materialer som brukes i briller i dag og andre materialet som er egnet til de produksjonsmetodene nevnt i kapitlet over.

Acetat er en bioplast der råmateriale som oftest er bomull eller tremasse som foredles til plastplater (Bartlett, 2019). Disse råmaterialene brukes på grunn av deres høye konsentrasjon av cellulose. Acetat er allergivennlig, lett i vekt og har store muligheter for fargevariasjon. De

kan leveres i gjennomgående farge, eller delvis transparente med fargeeffekter som gir et levende mønster (Morgan, 2018).

Nylon er en type herdeplast som også egner seg til brilleinnfatninger. Materialet er både allergivennlig, lett, sterkt og fleksibelt. Når det gjelder utseende må det brukes en coating for å endre fargen (Morgan, 2018).

ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) er en termoplast som brukes mye i sprøytstøping. Råmaterialet er petroleum, og det blir raffinert til et av de vanligste plastmaterialene vi omgås, og er blant annet materialet LEGO bruker i sine byggeklosser. Det er vanskelig å finne god informasjon om allergivennlighet, men det er generelt regnet som et ikke giftig materiale (Rogers, 2015a).

PLA (PolyLactid Acid) er en termoplast som brukes mye i 3D-printing med FDM-teknologi, men også i engangsartikler som skåler til næringsmidler og til medisinske formål, for eksempel nedbrytbare skruer. PLA er en bioplast, lages ofte av maisstivelse, og kan brytes ned i naturen. Det gjør den mer miljøvennlig enn mange andre materialer. Når det gjelder materialeegenskaper har PLA en relativt lav glasstemperatur, som gjør at den mykner ved rundt 60° C. Det betyr at hvis deler laget av PLA ligger i en bil på en solskinnsdag, kan de deformeres av varmen. PLA er regnet som trygg i kontakt med mennesker, og brukes derfor blant annet til skruer under operasjoner. Disse skruene holder ting på plass til det har grodd, men kan brytes ned i kroppen i løpet av seks måneder. De avgir heller ingen farlige gasser i nedbrytningen (Rogers, 2015b).

HIPS (High Impact PolyStyrene) er en termoplast basert på polystyren, men modifisert med gummi for å gi den mer fleksible egenskaper. Det er et billig og ikke giftig materiale som egner seg godt for sprøytstøping (Midstate Mold, 2017).

PP (Polypropylen) er en veldig vanlig plast i sprøytstøping og brukes gjerne der det trengs fleksible deler. Materialet tåler godt vann, syrer og en del kjemikalier, har høyt smeltepunkt og tåler mye før det sprekker. PP er godkjent for bruk i kontakt med næringsmidler da det ikke avgir kjemikalier eller andre stoffer til innholdet (Midstate Mold, 2017).

Polyetylen har vært en av de mest populære plasttypene siden det ble introdusert på 1950-tallet. Det kan deles inn i to kategorier, HDPE og LDPE. Førstnevnte er sterkere og tåler mer, mens sistnevnte er mer fleksibel og lettere. Plasttypen er anvendelig til mange ulike formål da den er

formbar, har høy strekkfasthet, høy slagfasthet, er tett for vann og mange kjemikalier og er godt egnet for resirkulering (Midstate Mold, 2017).

PC (Polykarbonat) brukes der det stilles krav til slagfasthet og mulighet for å tåle stor grad av plastisk deformasjon før det sprekker. Materialet brukes ofte i drivhus, DVD-disker, brilleglass, medisinsk utstyr, bildeler og mobiltelefoner (Midstate Mold, 2017).

Monel er en samlebetegnelse på metallegeringer som ofte brukes i brillerammer. De er formbare og korrosjonsbestandige, og er for det meste allergivennlige. Noen brukere med nikkelallergi kan reagere hvis metallet har direkte hudkontakt, men dette kan bedres ved hjelp av galvaniserende beskyttelse eller andre måter å dekke metallet på, for eksempel gummi rundt enden på brillestengene (Morgan, 2018).

Titan og titanlegeringer er brukt en del i brillerammer på grunn av den lave vekten i forhold til styrke, at det er korrosjonsbestandig og allergivennlig.

Rustfritt stål er kanskje det mest allergivennlige materialet som kan brukes i brillerammer. Mange av de rustfrie stallegeringer er frie for nikkel, og brukes til mange medisinske formål. Legeringene kan gjøres lette, de er sterke og har veldig god korrosjonsbeskyttelse på grunn av den høye konsentrasjonen av krom.

I tillegg til plast og metall, er det også mange andre materialer som kan brukes til brilleinnfatninger. Det inkluderer andre metallegeringer, tre, bein, horn og stein kan nevnes (Morgan, 2018).

2.9 Fargeteori

Å velge farger til et produkt kan i stor grad avgjøre hvordan folk oppfatter produktet. Det er derfor viktig å tenke over fargevalget, og hva det betyr for brukerne av produktet. Fargeopplevelse er svært subjektivt, og en farge kan vekke en bestemt følelse hos en person, og det motsatte hos en annen (Chapman, 2017).

Farger kan deles inn i kategorier på flere forskjellige måter, men det er vanlig å dele de inn som varme, kalde og nøytrale farger. Den tyske professoren Johannes Itten gjorde forsøk på hvordan

farger påvirker oss, og fant ut at fargene i et rom, kunne gjøre at det følte varmere eller kaldere enn det faktisk var (Gundersen, Kjærsmo og Reinhardtzen, 1998, s. 23-24).

De varme fargene er rødt, oransje og gult, med alle nyanser av disse. Fargene er i den vestlige verden forbundet med å blant annet gi energi, være oppmuntrende og tiltrekkende. Rødt brukes også som en farge for å signalisere fare, blant annet i trafikklys og varsellys i industrien.

Grønt, blått og fiolett er regnet som kalde farger, og man får disse fargene ved å blande blått med rødt eller gult. Grønt og lilla har dermed noen fellestrekk med gult og rødt, men samtidig også med blått som er en beroligende og stille farge (Gundersen, Kjærsmo og Reinhardtzen, 1998, s. 22).

Nøytrale farger inkluderer svart, hvitt, grått og nyanser av disse. Grått kan gjerne blandes svakt med andre farger og fortsatt kalles nøytral. Disse fargene kan brukes i seg selv og uttrykke profesjonalitet og gi et moderne uttrykk, men de er også egnet til å la andre farger komme bedre fram (Chapman, 2017).

For å ha en felles måte å snakke nøyaktig om fargenyanser, er det utviklet flere fargesystemer. Det offisielle fargesystemet vedtatt av Standard Norge er NCS, "The Natural Color System" (Gundersen, Kjærsmo og Reinhardtzen, 1998, s. 33). Den opprinnelige grunnleggeren av systemet, Ewald Hering mente at våre fargeopplevelser bygger på seks fargereferanser som har forbindelse mellom øyet og hjernen. Dette er fargene hvitt, svart, blått, rødt, gult og grønt og betegnes som elementærfarger. NCS bygger på en fargesirkel med fire hovedpunkter fordelt rundt sirkelen. Fra toppen og med klokka rundt sirkelen er disse gul, rød, blå og grønn. Mellom disse dannes kulører ut fra hvor mange prosent det er av hver farge. Det finnes også andre varianter av fargesirkelen innenfor NCS-systemet.

Innenfor fargesetting av produkter er det en rekke forhold å ta hensyn til. Dette inkluderer fargeharmonier og fargekontraster som handler om hvilke typer farger som egner seg til å kombineres i samme produkt. Det kan være farger som passer sammen, eller motstående farger som får den ene fargen til å fremheves veldig i forhold til den andre. Dette handler også om hvor stort område de ulike fargene dekker (Gundersen, Kjærsmo og Reinhardtzen, 1998, s. 48-85).

3 Metode

3.1 Etikk

Etikk handler om bevissthet rundt prinsipper, verdier og normer, altså handlingsregler som inngår i normalen. Hva er rett og galt? I forskning er et av de viktigste spørsmålene rundt etikk knyttet til individets rett til selvbestemmelse og privatliv mot forskernes rett til fri kunnskapsinnhenting og samfunnets behov for ny kunnskap for å løse sosiale og helsemessige problemer (Halvorsen, 2008, s. 246-247). Et aktuelt eksempel på dette er den nye smittesporingsappen fra Folkehelseinstituttet. Her er det flere som har stilt spørsmål ved mengden data som samles inn, og hva denne skal brukes til i etterkant av pandemien. Innsamling av slike mengder posisjonsdata om individuelle mennesker gir en mulighet for sporing av enkeltindivider i befolkningen, selv om dette ikke er formålet. Folkehelseinstituttet sier selv at appen baserer seg på tilliten mellom borgere og stat i Norge (Skille og Gundersen, 2020).

I denne oppgaven blir etiske utfordringer belyst på to områder, brukersituasjonen for kjørebrillen som utvikles, og i forhold til arbeidet med oppgaven, blant annet tilpasning til situasjonen rundt covid-19.

I forhold til brukersituasjon ønskes det i denne oppgaven å komme fram til en løsning som ikke bidrar til økt stigmatisering av brukeren. Dilemmaer rundt innsamling av persondata er også relevant, da brillene loggfører alle bevegelsene brukeren gjør. Dersom disse dataene blir lagret i en database og kan brukes av produsenten senere til andre formål enn å styre rullestolen, må det være gitt samtykke fra hver enkelt bruker. Det er ikke tenkt å ha GPS i konseptet som utvikles i denne oppgaven, men dersom det på sikt vil monteres inn GPS for å øke funksjonalitet, vil denne problemstillingen være enda mer aktuell (Halvorsen, 2008, s. 249-250). Videre vil styringssystemet ha en teoretisk mulighet til å bli hacket, slik at enten persondata kommer på avveie, eller at noen overtar styringen av rullestolen. Begge deler er alvorlige konsekvenser, og bruken av trådløs teknologi må derfor veies opp mot risikoen for at dette kan skje. Det kan i stor grad unngås ved kryptering, mindre rekkevidde for signaler og andre forhold, men dette blir ikke gått inn på i denne oppgaven da det ikke er vårt fagfelt. Det

nevnes derfor bare de etiske utfordringene knyttet til problemstillingen. Til slutt vil det også være noe stråling fra styringssystemet som følge av kommunikasjonen mellom kjørebrillen og rullestolen. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 2.5.2 Stråling fra trådløs teknologi.

Forskningsarbeidet knyttet til oppgaven har måttet tilpasses som følge av covid-19. Dette har gitt noen flere etiske utfordringer enn det hadde blitt regnet med, og tilpasningene som er gjort kan ha redusert validiteten av arbeidet på noen områder, selv om det har blitt tilstrebet å unngå dette. Dette gjelder særlig tilpasninger knyttet til brukeren og mangelen på reelle brukertester. Dette forklares nærmere under (Halvorsen, 2008, s. 256-257).

3.1.1 Tilpasninger rundt covid-19

Den 12. mars tok arbeidet i denne oppgaven en ny vending. Da ble det besluttet å stenge blant annet alle universiteter og andre utdanningsinstitusjoner i Norge for å begrense spredningen av Covid-19. Det ble også innført restriksjoner på hvordan folk kan omgås hverandre gjennom de mest inngrepene tiltakene på folks liv i Norge siden andre verdenskrig (Helsedirektoratet, 2020). Før dette møttes gruppen nesten daglig på campus for å jobbe sammen, mens etter nedstengningen måtte det brukes nye samarbeidsmåter.

For å begrense smitte så godt vi kunne ble det valgt å jobbe hver for oss, i stedet for å jobbe sammen, hjemme hos et av gruppemedlemmene. For å klare dette ble verktøyet Microsoft Teams tatt i bruk for å kunne ha videosamtaler. I tillegg til videosamtaler, ga dette oss mulighet til å dele skjerm og samskrive, lage tankekart og liknende mens alle var aktivt med.

Noe av det første som ble gjort i arbeidet med bacheloroppgaven var å opprette en Sharepoint-side for å kunne samarbeide i delte dokumenter. Dette kom veldig godt med da campus ble stengt, siden det allerede var opprettet et sted å dele alle dokumenter, filer og bilder.

Ønsket var i utgangspunktet å invitere inn primærbrukere i målgruppen til campus eller Norsk laboratorium for universell utforming for å gjøre praktiske tester av kjørebrillen. Dette ville gitt veldig verdifulle tilbakemeldinger i arbeidet med utforming og konseptutvikling, men dette ble utelukket med stengt campus. Det ble valgt å ikke gjøre disse testene i det hele tatt, da det ville innebære at flere brukere måtte tatt på seg de samme brillene, eller brukt samme rullestol. Siden det ikke var smittevernmessig forsvarlig å utføre slike brukertester ble det nødt til å tenkes alternativt. Dokumentarer om kvadriplegipasienters liv ble sett for å få et innblikk i disse

brukernes hverdag. Gjennom kontaktperson i NAV ble en bruker kontaktet, og det ble holdt et telefonintervju. Dette var ikke en fullgod erstatning for reelle brukertester, men det var den beste løsningen vi fant som var gjennomførbar innenfor tidsrammen. Dette kan ha påvirket validiteten i noen av våre funn, men det ble forsøkt å tilpasse oppgaven slik at konseptet som helhet fortsatt er bra, mens detaljer som utforming, komfort og ergonomi ikke er tatt like stort hensyn til som opprinnelig planlagt.

For å gjøre undersøkelser på design, ble det valgt å lage et nettbasert spørreskjema. Det kunne svares på uavhengig av smittesituasjonen, men var ikke en fullgod erstatning for en test av brillene på mange hoder. Ønsket var i utgangspunktet å lage noen prototyper som flere personer kunne prøve for å se hva som passet best på deres hoder, og hvordan brillene kunne blitt utformet for å passe flest mulig. Formålet ble endret fra å finne design på en godt tilpasset brille for flest mulig til et design flest mulig liker. Tilpasning av designet for brukerkomfort og ergonomi ble vanskelig da det kun var mulighet til å prøve på ett av gruppemedlemmene.

Den utlånte rullestolen fra NAV stod i utgangspunktet på campus. Dette var et problem da den var klargjort til å utføre brukertester og målinger med IMU. Det ble derfor søkt om å få hente ut denne rullestolen etter ca. 2 uker, og kjørte den hjem til ett av gruppemedlemmene. Det kunne dermed bli gjort forenklete målinger i stua hos dette gruppemedlemmet med familiemedlemmer som testkandidater. Der kunne det gjøres omtrent samme målinger som det var planlagt å gjøre i laboratoriet på campus. Dermed ble det mulig å 3D-printe og montere enkle deler på rullestolen.

For å underbygge de teorier og idéer som ble gjort rundt styring av rullestolen med hodebevegelser er det gjort målinger med sensorer. Disse målingene er gjort med utstyr som i utgangspunktet ikke er omfattet av vårt studieprogram. Kunnskap om utstyret og hvordan det skal brukes har derfor måtte tilegnes under arbeid med oppgaven, samtidig som noe veiledning har blitt gitt fra Mohammed Bouzidi ved Institutt for elektroniske systemer ved NTNU i Gjøvik. Det er gjort flere målinger som viser tilnærmet like resultater, noe som viser tendens til reliabilitet, men det kan ikke garanteres at resultatet hadde blitt det samme om profesjonelle aktører hadde gjort samme målinger og luket ut noen av våre feilkilder. Hensikten med målingene har ikke vært å bruke de til konkret styring av rullestolen, men heller illustrere prinsippene som presenteres i oppgaven, og at slike målinger er mulige å gjøre med enklere sensorer (Halvorsen, 2008, s. 256-257).

3.2 Kontrollert observasjon

For å undersøke om styring av rullestol er praktisk gjennomførbart med det tenkte utstyret ble det brukt kontrollert observasjon. Ønsket var å se om det kunne registreres hodebevegelser til brukere av rullestolen mens de kjørte, og om disse bevegelsene ble forstyrret av selve kjøringen. For å gjøre dette ble det designet en løype i laboratoriet i Smaragd-bygget på NTNU i Gjøvik. Løypen har innlagt flere elementer som skal utfordre brukeren og avdekke normale og unormale hodebevegelser under kjøringen. Flere detaljer om løypen og gjennomføringen kommer senere.

Kontrollert observasjon handler om å observere brukere i bestemte situasjoner, og mens brukeren er klar over at den blir observert (Eikhaug *et al.*, 2010, s. 68). Det kan derfor kalles en åpen, strukturert og ikke-deltakende laboratorieundersøkelse (Halvorsen, 2008, s. 134). Slik observasjon lar oss innhente både kvantitativ og kvalitativ data fra flere brukere i samme omgivelser og scenarier. Til disse observasjonene skulle det brukes friske studenter som testkandidater, da hensikten ikke var å finne ut hvordan reelle rullestolbrukere kjører i disse situasjonene, men i stedet se på sammenhengen mellom hodebevegelser, kjøremønster og hindringer i løypa.

En svakhet ved denne type observasjon, er at testkandidatene vet at deres hodebevegelser blir registrert, og dermed kan ubevisst påvirkes av dette (Halvorsen, 2008, s. 136). Det kan skje ved at de overdriver hodebevegelsene siden de begynner å tenke over dem, eller at de beveger hodet mindre enn de ville gjort til vanlig. Siden de får festet en sensor til hodet, vil det uansett føles unaturlig. De blir informert før undersøkelsen om løypa de skal kjøre, at hodebevegelsene blir registrert og at de blir filmet. Dette er også informasjon som må gis av personvern hensyn, og testkandidatenes skriftlige godkjenning trengs før de kan filmes. Det vil også bli tatt notater underveis av andre forhold som oppdages.

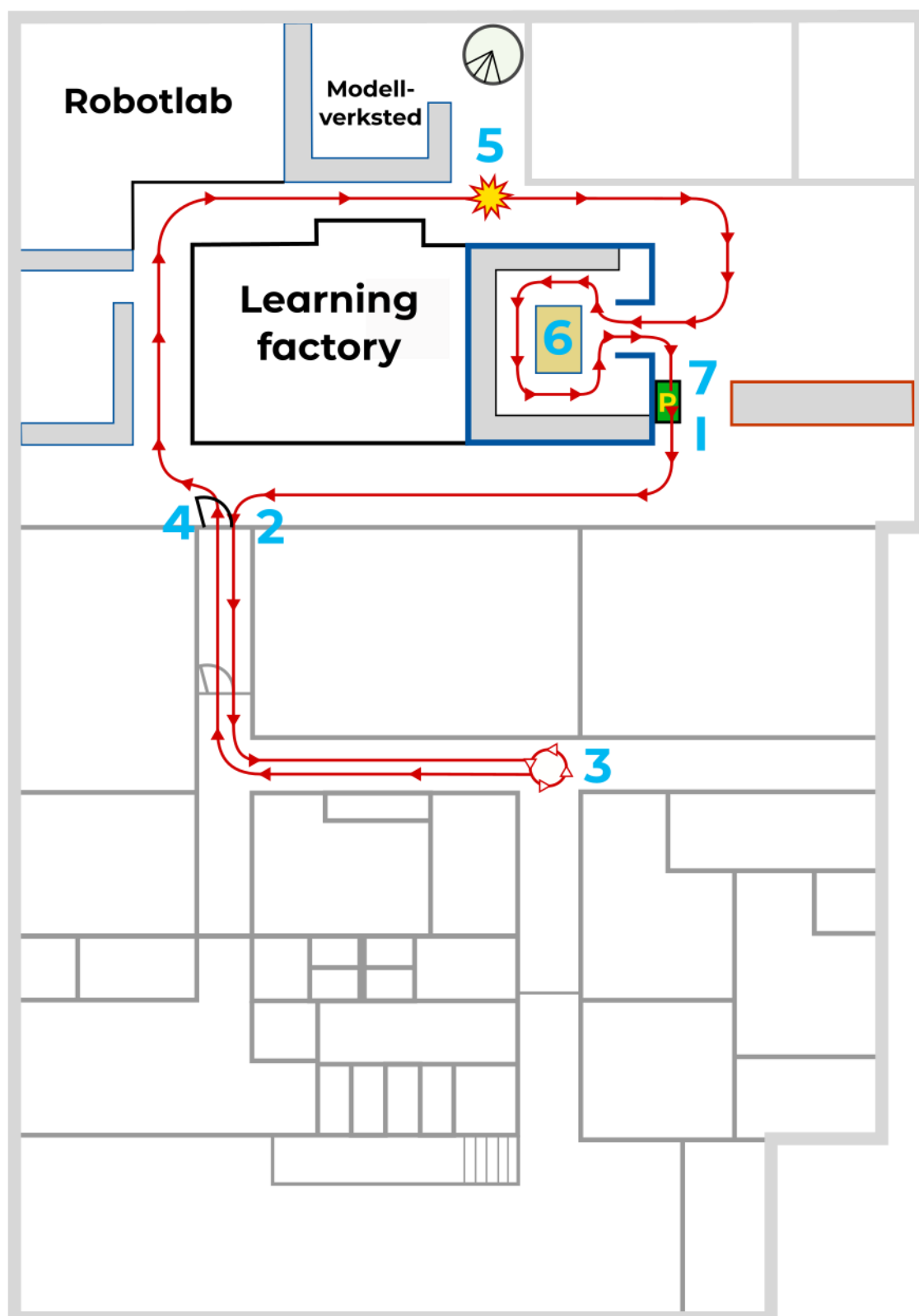
En annen svakhet det er nødt til å være bevisst på er at måten som løypa blir presentert og rullestolens funksjoner demonstrert, kan påvirke hvordan testpersonene gjennomfører undersøkelsen (Eikhaug *et al.*, 2010, s. 68). Det må derfor forsøkes å gjøre dette så objektivt som mulig. Det kan ikke vises hvordan rullestolen kjøres i noen av elementene i løypa. Hvis rullestolens funksjoner må demonstreres for brukerne må dette gjøres utenfor løypa. Ellers er sannsynligheten stor for at testkandidatene kjører på samme måte som det blir vist.

Scenariet som planlegges er ikke et naturlig scenario, men det er fordi det ikke er ute etter å studere naturlige brukeropplevelser i dette tilfellet. Dersom det hadde vært aktuelt, ville det ha vært forsøkt å få tak i testkandidater i målgruppen for problemstillingen, og studere disse i hjemmet, eller i et mer realistisk laboratorium, for eksempel Norsk Forskningslaboratorium for universell utforming ved NTNU i Gjøvik.

Styrken ved denne undersøkelsen er at den sammenlikner data fra flere testkandidater under like forhold. Det samles kvantitative data som kan sammenliknes direkte, og disse dataene bør få høy reliabilitet. Det kan også registreres noen kvalitative data ved å beskrive testkandidatenes reaksjoner til ulike forhold underveis, som kan ha noe påvirkning på dataene. Dette vil ikke ha like høy reliabilitet, men kan likevel være viktig for å enten filtrere bort data fra visse deler av gjennomføringen, eller forklare hvorfor noen brukeres gjennomføring avviker fra andre.

3.2.1 Løypa

Det ble først satt opp en liste over elementer som var ønsket å ha med i undersøkelsen. Dette resulterte i en løype bestående av skarpe og slake svinger, rette partier, dører, sving med rygging og parkering. Løypen kan sees i kartet under.



Figur 12: Kart over løypa. Illustrasjon: Harald Thingbø.

Løypen går som følger:

1. Starte fra parkert posisjon.
2. Kjøre til dør som går ut fra S-lab. Må åpne døra selv ved å trykke på døråpneren.
3. Kjøre til "krysset" i gangen som leder mot Krus Kaffebar og hovedinngang. Her skal de snu ved å rygge minst én gang.
4. Kjøre tilbake til døren inn til S-lab og åpne denne selv ved å trykke på døråpneren.
5. Kjøre rundt Learning Factory. Utenfor modellverkstedet vil de bli overrasket av en ball som blir kastet ut i kjørebanelen.
6. Kjøre videre inn mot "hesteskoen" hvor de skal kjøre rundt arbeidsbordet i midten.
7. Parkere stolen der de startet.

3.2.2 Registrering av data

For å registrere data fra undersøkelsen vil det bli benyttet flere metoder. Hodebevegelsene registreres ved hjelp av en mikrokontroller, nærmere bestemt en Arduino Nano BLE med IMU. Denne har et program som logger data fra gyroskopet 20 ganger i sekundet. Dette programmet er et av eksempelprogrammene som følger med mikrokontrolleren, men det har blitt lagt inn en forsinkelse på 50 mikrosekunder mellom hver registrering, for å begrense mengden data. Mikrokontrolleren er festet til en bøyle laget av papir, som passer på hodet til testkandidatene. Herfra går det en kabel til en PC som er festet bak nakkestøtten på rullestolen.

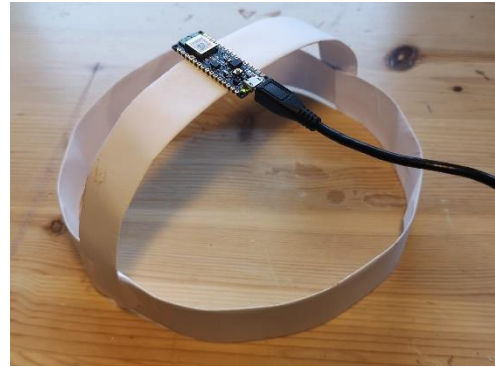


Figur 13: Mikrokontrolleren er festet til en papirbøyle som passer rundt testpersonenes hode. En PC er festet på en plate bak nakkestøtten for å logge dataene fra mikrokontrolleren. Et mobilkamera er festet på en stang over PC-en. Foto: Harald Thingbø

Selve loggingen av data gjøres i programmet CoolTermWin144. Dette programmet leser av data som registreres av Arduinoen, og lagrer dataene i en tekstfil. Formatet den lagrer data i er tid, verdi for x-akse, verdi for y-akse og verdi for z-akse. Det er én linje per registrering.

Eksempel:

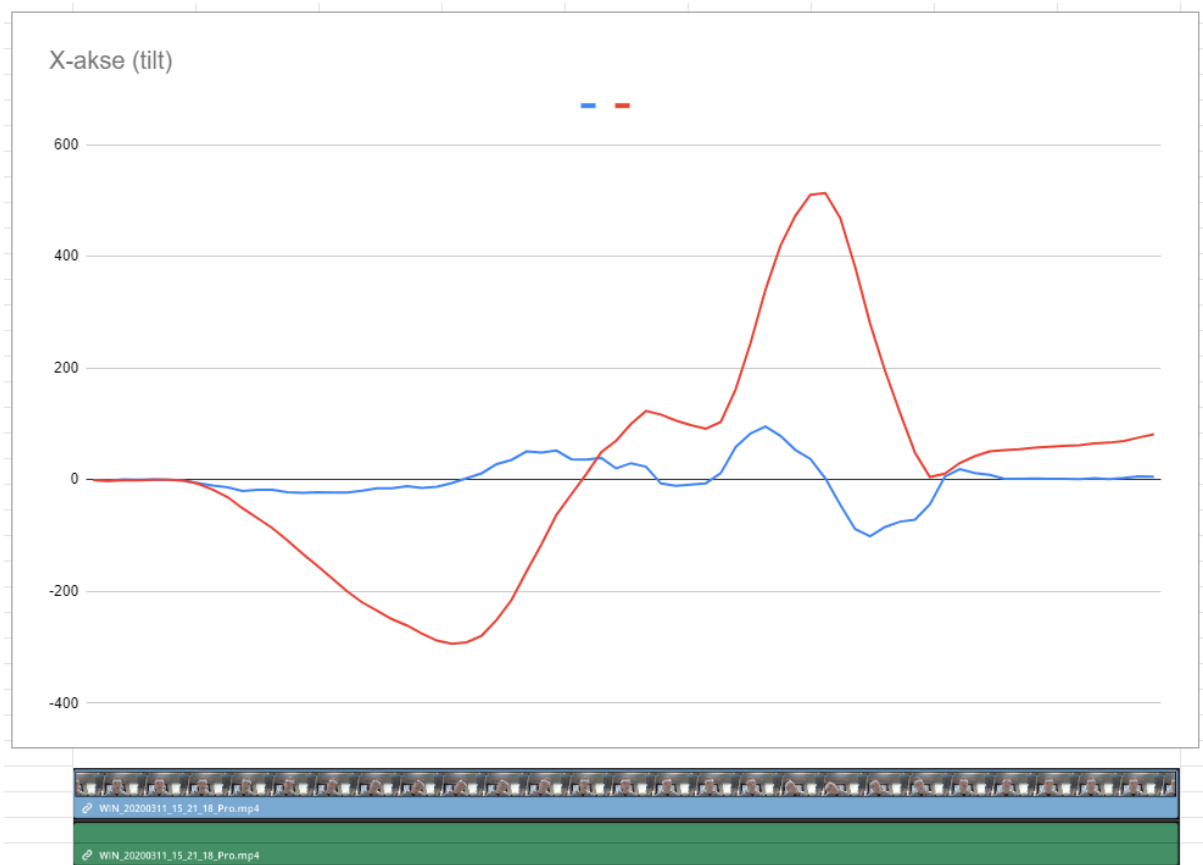
2020-03-11 15:21:23	-15.08	0.00	10.86
2020-03-11 15:21:23	-15.01	-0.79	15.87
2020-03-11 15:21:23	-11.35	7.02	26.86



Figur 14: En Arduino Nano BLE er festet til en papirbøyle for å ha på hodet.

Samtidig som mikrokontrolleren registrerer data fra hodebevegelsene, blir undersøkelsen filmet av et mobilkamera festet på en bøyle bak brukeren. Dette gjør det mulig å se hodebevegelsene og hvor i løypa brukeren befinner seg. Det å tolke seg fram til hvor i løypa brukeren er bare ut fra tallverdiene fra mikrokontrolleren er vanskelig. Ved å filme samtidig kan tidspunktene sammenliknes, og det blir mulig å vite hvor i løypa brukeren er, og hvilke hodebevegelser den gjør til enhver tid.

Etter registrering importeres dataene til et regneark. Her lages det tre nye kolonner som viser summerte verdier. Det vil si at hver rute nedover i kolonnen for X-akse summerer ruten over seg. Det samme gjelder for Y og Z. Verdiene øker i positiv verdi i X-akse så lenge hodet tiltes til høyre og de viser negativ verdi når hodet tiltes til venstre. Når bevegelsen stopper, er verdiene som registreres lik 0. Derfor skal teoretisk sett summen av de positive verdiene mens hodet tiltes ned, og de negative verdiene som kommer når hodet reises opp igjen til sammen bli 0. De summerte verdiene gir derfor et bilde av posisjonen til hodet i forhold til nøytralposisjon, mens de reelle verdiene viser om hodet tiltes til venstre eller høyre til enhver tid. Begge disse verdiene settes inn i samme graf, slik at det er mulig å sammenlikne. Stillbilder fra videoen blir også lagt til under grafen, slik at disse kan sammenliknes med posisjon av hodet og posisjon i løypa.



Figur 15: Graf over en enkel hodebevegelse der hodet tiltes sakte til venstre, så raskt til høyre..

Bildet viser en eksempelregistrering. Her ble hodet tiltet sakte til siden venstre, så raskt til høyre. Den blå grafen viser reelle verdier, mens den røde grafen viser summerte verdier. Dette gjør at den røde grafen ender opp omtrent på null, men ikke helt. Dette er sannsynligvis fordi testpersonen ikke vendte hodet tilbake til nøyaktig samme posisjon. Det kan også være at siden hodet ble beveget raskt, og registrering kun skjer 20 ganger i sekundet, så har den mistet noe data underveis.

Mulige feilkilder i disse registreringene er blant annet at når rullestolen svinger til venstre, vil gyroskopet registrere positive verdier for X, da det skjer en akselerasjon i motsatt retning. Dette kan sammenliknes med å svinge skarpt til venstre i en bil. Da vil kroppen drive mot høyre. Andre feilkilder kan være at noen registreringer kan bli gått glipp av når det blir gjort raske bevegelser og brå bevegelser. En frekvens på 20 registreringer i sekundet bør være nok for å fange opp det meste, men det kan være noen bevegelser som ikke blir registrert fullstendig, som gir en feil i de summerte verdiene. Dette kan gjøre at nullpunktet forskyves i positiv eller negativ retning.

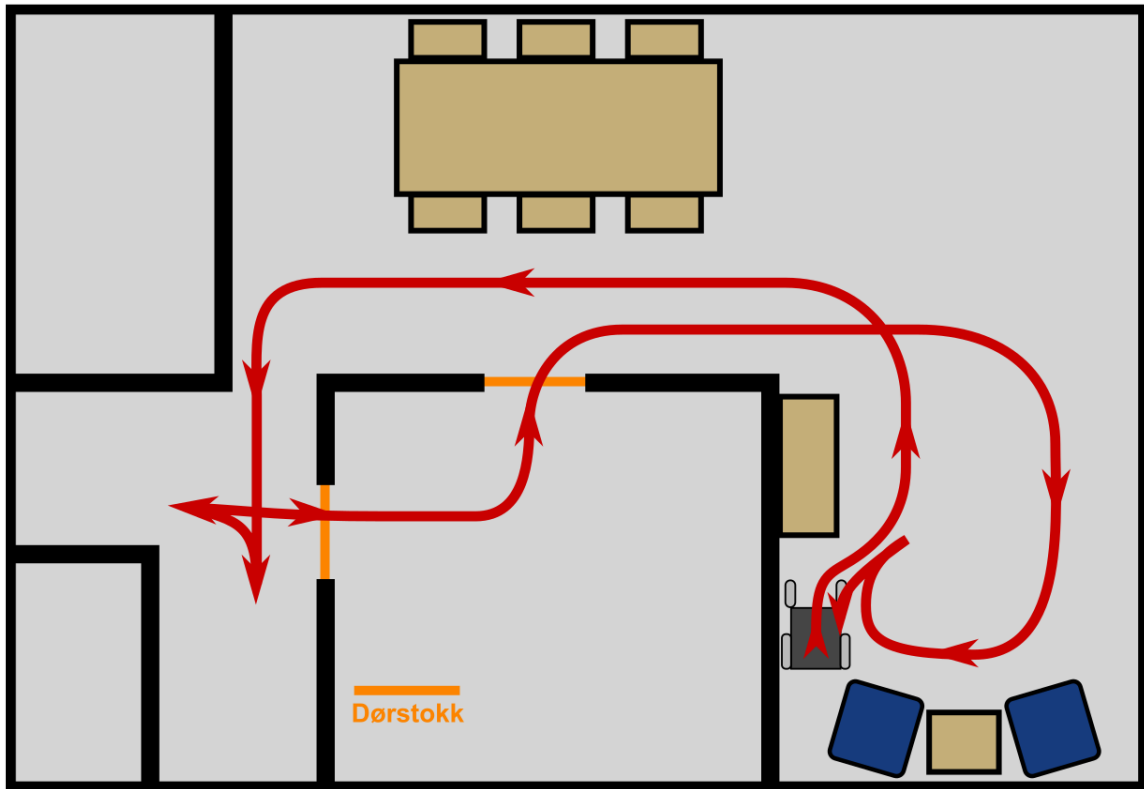
3.2.3 Dataanalyse fra observasjon

Dataene fra observasjonen vil analyseres ved hjelp av grafer beskrevet over og video. Dette sammenliknes også med notater tatt underveis. For å gi et best mulig grunnlag, planlegges to økter med observasjon. Først en økt med to til tre testpersoner, deretter en økt med fem til seks testpersoner. Dette gjør det mulig å teste undersøkelsesopplegget på de to til tre første personene, og kan begynne å analysere data fra disse. Da kan det oppdages noen forhold i undersøkelsesopplegget som bør endres, og gjøre disse endringene før hoveddelen av observasjonen. Da vil de siste personene som observeres forhåpentligvis gi bedre data enn om alle hadde blitt observert samtidig. En slik analyse underveis, der det skiftes mellom teori, metode og data muliggjør en dynamisk studie som fanger opp mer enn et strukturert undersøkelsesopplegg som følges slavisk (Næss og Pettersen, 2017, s. 95). Det gjør også at det kan oppdages nye spor som er interessante å følge, og disse kunne blitt utelatt om det ikke hadde blitt brukt en dynamisk fremgangsmåte.

3.2.4 Alternativt opplegg for kontrollert observasjon

På grunn av at universitetet stengte som følge av koronaviruset, ble et alternativt testopplegg utarbeidet. Det er et ønske å få registrert mest mulig likt, men det kan ikke benyttes de planlagte testkandidater og løype. Rullestolen ble tatt med hjem til en av gruppedeltakerne, og observasjonen ble gjort i dette huset med familiemedlemmer, slik at det ikke var risiko for smittespredning.

Under vises en alternativ løype utarbeidet i stua, gangen og kjøkkenet til en av medlemmene. Løypa har fortsatt med elementer som skarpe og slake svinger, rette partier, snuing med rygging og parkering. Det er også tre døråpninger som skal kjøres igjennom, men disse er nå åpne siden de ikke har automatisk døråpner.



Figur 16: Alternativ løype i hjemmet til en av gruppe medlemmene.

3.3 Produktutvikling

3.3.1 Brainstorming/ tankekart

Brainstorming er en fellesbetegnelse for metoder som brukes for å komme opp med masse idéer i forhold til et emne eller en problemstilling. Felles for disse metodene er å komme opp med idéer uten å være kritisk. Disse metodene brukes oftest i grupper på temaer og oppgaver som ikke er veldig komplekse. I gruppen bygger man på hverandres idéer, eller får inspirasjon fra hverandre. Brainstorming er ikke alltid en god metode hvis gruppen tenker veldig likt, da det gjør det vanskelig å komme frem til nytenkende idéer.

I denne oppgaven ble det i en tidlig fase brukt tankekart, som er en brainstormingsmetode. Denne metoden kan både gjøres i gruppe eller individuelt. Tankekart er en måte å skrive ned ulike assosiasjoner for å få en oversikt over et felt. Istedenfor å skrive ned assosiasjonene i liste blir det skrevet i et såkalt assosiasjonstre. Det er vanlig å begynne på midten av et ark og deretter bygge seg utover. Arket som brukes er ofte ganske stort, minimum A3 størrelse. Tankekartet blir ofte seende ut som et tre sett ovenfra med grener som bygger seg utover i alle retninger. I midten starter det med tema eller et nøkkelord. Rundt nøkkelordet skrives det ord som blir assosiert med det tema eller nøkkelordet. Når det ikke er flere ord som kommer i tankene rundt tema/nøkkelordet bygges det videre med å skrive hva som assosieres med de nye ordene som ble skrevet. Denne metoden gir mulighet til å se koblinger som ellers kanskje ikke ville ha blitt tenkt på. Ting som kanskje virker fjernt kan gi en ny innfallsvinkel på oppgaven. Denne prosessen kan gjerne gjentas flere ganger, eller det kan lages nye tankekart for enkelte deler fra forrige tankekart for å se om det kommer frem flere tanker. Farger og illustrasjoner kan hjelpe med å gjøre assosiasjonene mer konkret, samt gir et raskere overblikk enn kun ord (Lerdahl, 2007).

For å lage tankekart etter at universitetet ble stengt, ble dette gjort digitalt. Det ble brukt videomøte over Microsoft Teams for kommunikasjon, og skjermen ble delt fra en av gruppemedlemmenes PC med tilkoblet tegnebrett. På denne måten kunne alle komme med idéer, mens dette gruppemedlemmet la inn idéene i tankekartet ved å tegne på tegnebrettet. Med skjermdeling kunne alle se tankekartet mens det ble laget. Det ble tegnet i OneNote, slik at det også var delt med de andre gruppemedlemmene for å kunne finne det igjen senere.

3.3.2 Idéutviklingsmodellen

Idéutviklingsmodellen tar for seg fem områder. Finne problem og behov, finne informasjon og inspirasjonsmateriale, finne verdier og kriterier, finne idéer og finne konsepter og løsninger. Finne idéer står i sentrum. I senere faser vil hovedfokuset gå over til konsepter og løsninger. Modellen har to faser, divergerende fase og konvergerende fase. I den divergerende fase genereres en mengde forslag og alternativer. I den konvergerende fase tas det valg for å kunne gå videre til neste steg i modellen. Det er seks steg i idéutviklingsmodellen. De to fasene gjøres i hvert steg. De seks stegene er: søkemuligheter, søke fakta, søke problem, søke idéer, søke løsninger og søke aksept (Lerdahl, 2007).

Idéene som kommer frem må bearbeides for å komme frem til løsninger, og argumentasjon for de idéene som kommer frem. Det er mange måter å gjøre dette på. Det kommer helt an på hvilket problem som skal løses. Metoden må kunne passe oppgavens karakter og innhold. Ofte gir det best resultat om ulike metoder kombineres. Disse metodene faller ofte innenfor designmetodikk, som både omhandler innovativ tenking, men også prosjektprosessen i søken på løsninger og argumentasjon. I Farstad (2008) skilles det mellom innovativ tenking og prosjektprosessen, hvor designmetodikk er et tema, og prosjekteringsmetodikk er et annet. Problemene som skal løses kan klassifiseres inn i åpne problemer og lukkede problemer. Åpne problemer har mange løsningsmuligheter, mens lukkede problemer har kun én eller få løsninger. Boken deler prosessen inn i fire kjerneområder: Søkefilosofi, logisk-visuelle søketeknikker, eksperimentelle søketeknikker og undersøkelsesteknikker (Farstad, 2008, s. 208).

Det første området i idéutviklingsmodellen er å finne problem og behov. Dette vil gi en klarhet i forhold til hva som er det reelle problemet, behovet eller ønsket. En klarhet i hva som er det faktiske problemet eller behovet som må bli dekket gir en bedre forståelse om hva løsningen må være eller inneholde. Dette kan også gi en del rammer i forhold til hvor fokuset bør ligge, og hvilken retning prosjektet burde ta. Neste område er å finne informasjon og inspirasjon. Her er det viktig å bruke mange ulike kilder (Lerdahl, 2007). Her blir søkefilosofi omtalt av Farstad (2008) et viktig hjelpemiddel. Søkingen bør ha en stor frihetsgrad, samtidig som den er målstyrt. Frihetsgraden er viktig slik at det ikke for tidlig blir låst til ett bestemt konsept (Farstad, 2008). Dette er viktig for å få mer dekkende informasjon rundt prosjektet. Lite informasjon gjør det vanskeligere å komme på gode konsepter (Lerdahl, 2007). Litteratursøking hvor det blir

innhentet informasjon fra tidsskrift, forskningsrapporter, og andre utgitte dokumenter er en metode som kan gi inspirasjon og informasjon om hva som alt finnes på markedet. Den nye løsningen kan være å forbedre noe som allerede finnes (Farstad, 2008). I denne oppgaven ble Oria.no og Google Scholar brukt for å innhente data fra tidsskrift, forskningsrapporter eller andre relevante dokumenter. For inspirasjon og informasjon som ikke kunne ble funnet på disse sidene ble det brukt bøker, Google-søk og YouTube. Informasjonen som blir innhentet vil i noen grad innvirke på idéene som utvikles. Det er derfor viktig å undersøke og se ting fra ulike synsvinkler (Lerdahl, 2007). Noen måter å gjøre dette på er å bruke ytterligheter, problemutvidelse og idésporing. Ved å bruke ytterligheter kan det finnes løsningsalternativer ved å blant annet se på den rimeligste løsningen, den mest bruksfunksjonelle løsningen, den mest fremtidsrettede løsningen og lignende ytterligheter. Problemutvidelse gjøres ved å utvide eller abstrahere problemformuleringen. Dette er en god måte å få økt forslagsmengde eller nye løsninger. Hvis problemformuleringen er veldig snever, er det vanskelig å generere mange ulike løsningsforslag. Ved å utvide eller generalisere problemet er det lettere å komme på flere idéer. Idésporing brukes for å få en variasjon, samt forbedre de løsningsforslagene som har kommet frem. Dette gjøres ved å utfordre idéene ved hjelp av spørsmål (Farstad, 2008).

Etter informasjon og inspirasjon er innhentet vil neste steg være å sette noen rammer for produktutviklingen. Her handler det om å sette kriterier, mål og verdier (Lerdahl, 2007, s. 56-57). En måte for lettere sette disse kriteriene, mål og verdiene som vil gi rammer for den videre idéutviklingen er å fortelle en historie. Dette går ut på å fortelle en tenkt historie som gir ett bilde av nåtiden, samtidig en naturlig utvikling av fremtidige tenkte situasjoner. Det gir en bevissthet rundt dette, og avdekker eventuelle behov. Det kan gi et innblikk i bruksmåten og opplevelsen til produktet. Fortellingen kan ha ulike utgangspunkt. Her velger designeren det utgangspunktet som passer best til problemstillingen. Flere historier om den ene ikke gir et klart nok bilde. Fortellingen kan ta utgangspunkt i en situasjon, en konkret beskrivelse av en person i brukssituasjonen, eller bare ta utgangspunkt i det behovet produktet skal dekke. I denne oppgaven vil det nok være mest naturlig å fortelle om en person i en brukssituasjon. Om historien handler om fremtidige brukssituasjoner er det viktig at disse er relevante, plausible, og overraskende (Farstad, 2008, s. 206). Det kan også brukes en kravspesifikasjon for å sette disse rammene. De kriteriene, mål og verdier som blir satt må være med på å stimulere til utvikling av idéer, og ikke utgjøre rammer som hemmer kreativiteten. Rammene er en viktig del da de gir en retning for idéprosessen.

Det siste området er å finne konsepter og løsninger. Et konsept er en idé eller flere idéer som er mer detaljert og gjennomarbeidet. Når konsepter og løsninger blir bearbeidet er det ofte at nye idéer eller varianter av løsning eller konsept kommer frem. Idéer blir utforsket og testet på et mer detaljert nivå. Dette gir et innblikk i konsekvensene av en idé eller flere idéer, og om de holder mål i forhold til de problem og behov som ble funnet i første område. Når det har blitt kommet frem til konsepter og løsninger kan det brukes andre metoder for å materialisere, bearbeide og konkretisere disse (Lerdahl, 2007, s. 56-57).

3.3.3 Designmetodikk

Ulike designere liker å starte den innledende fasen veldig forskjellig. Noen liker å begynne med modellering for å se en fysisk form, mens andre liker å begynne med skisser. Det spiller liten rolle hvilken type uttrykksmiddel den innledende fasen starter med, da viktigheten er å få designprosessen i gang. Siden det er en kreativ prosess, er det viktig at metodene ikke blir for styrende, da det ikke går an å programmere seg selv til å tenke kreativt. Derfor er det viktig å bruke den metoden som gir mest kreativ flyt (Farstad, 2008, s. 209). Uansett hvordan prosessen starter er det viktig at tegninger ikke blir presentert som en utarbeidet visuell løsning som et ferdig svar på problemet. Tegninger er et fint verktøy for å få frem diskusjon eller fremme idéer. Tegninger alene som representasjon av den ferdige løsningen kan gi et feil bilde av designprosessen. Derfor egner det seg bedre med en utarbeidet visuell modell (Farstad, 2008, s. 217-218).

De visuelle løsningsteknikker som blir brukt må ha utgangspunkt i et problem som skal løses. Med fokus på funksjonen produktet skal ha, som igjen er med på å sette visse designkriterier for videre prosess. Disse designkriteriene blir satt da funksjonen til produktet gir noen bestemmelser i forhold til form, struktur, materiale, overflater og dimensjoner. Løsningene kan komme frem ved å forenkle og dele funksjonene opp i hovedfunksjoner og delfunksjoner. Funksjonene er med på å være idéskapende, og som et hjelpemiddel for å generere produktløsninger som i dag ikke eksisterer. Komplekse produkter deler opp funksjonene i flere ulike nivåer. Produktet kan ha flere hovedfunksjoner, som hvordan produktet skal fungere teknisk og bruksfunksjonelt. Videre må produktet ha noen delsystemer, eller delfunksjoner som deles inn i et annet nivå. Funksjonene kan videre splittes ned til underfunksjoner. De ulike nivåene kan visualiseres gjennom blokker ved bruk av funksjons- og bestanddelstre. Dette er en måte å få oversikt over problemområdet på. Her startes det med hovedfunksjonen, og

detaljerer videre helt til alle de viktigste funksjonene er visualisert (Farstad, 2008, s. 219). Løsningen som kommer frem ved å koble sammen de ulike bestanddelene med hver sin delfunksjon kalles prinsipiell struktur.

Videre blir det sett på funksjonsflater, hvor formgivingen her handler om hovedformer, og elementformer. Hver av formene henger sammen, men må ses på parallelt. Her er det funksjonen elementet skal ha i relasjon til andre elementer eller til hovedformen som er i fokus. Det beskriver flaten til elementet som forholder seg til bruksfunksjonen eller den tekniske funksjonen. Dette kan for eksempel være feste mellom en kopp og lokket til koppen. Variasjoner av hvordan funksjonsflaten skal utformes er en del av idégenereringen. Her tas det avgjørelser basert på antallet funksjonsflater, deres plassering, geometri og dimensjoner. Det er viktig at de blir utformet på en slik måte at de ikke er i veien for andre bevegelige eller stasjonære elementer. Materiale på funksjonsflaten er også veldig viktig, spesielt om dette for eksempel skal være et håndtak. Her er det viktig at materialet er valgt i forhold til bruk. Et håndtak vil gjerne være i et materiale som er godt å holde i og gir et godt grep. Det kan også gjerne gi brukeren en idé om hva funksjonsflaten skal brukes til i forhold til materiale brukt. Et godt eksempel her er produktene fra Fiskars, her har produktet et annet materiale og farge på håndtaket, dette gir ett bilde av bruksfunksjonen til funksjonsflaten til produktet.



Figur 17: Fiskars X7 Kløyveøks. Foto: (Fiskars, u.å.). Bilde brukt med tillatelse fra Fiskars Norge.

Det neste steget blir å lage grove utforminger av produktet. Dette gjøres ved å skisse grove variasjoner av produktet ved bruk av ulike formgeometri og dimensjoner. Her kan streker brukes som stenger, skravert plan for å vise flater, eller skravert område for en massiv form.

Variasjonene tegnes ut ifra noen parametere som antall, plassering, dimensjoner og formgeometri (Farstad, 2008, s. 228). Videre jobbes disse parameterne med i forhold til fordeling. Her ses det på de ulike elementene av produktet, eller deler av produktet. Antallet elementer eller hvordan produktet deles opp har mye å si i forhold til fremstillingen. Her må produksjonsmetoder bli lagt vekt på, da det kan gi noen tekniske bindinger til formgeometrien til produktets totalform. Andre ting å betrakte er hvordan elementene eller oppdelingen påvirker produktets funksjonelle sider, de fysiske synspunktene og visuelle betraktninger. Fysiske synspunkter kan for eksempel være at de ulike elementene kan tas fra hverandre. Visuelle betraktninger er i forhold til om produktet blir utformet i henhold til estetikk og visuelle ønsker. De ulike metodene blir satt sammen til slutt for en detaljkonstruksjon av produktets totalform.

Formmodellering er en av måtene som blir brukt for visualisering. Modelleringen kan deles inn i flere kategorier. Disse er skissemodell, funksjonsmodell, utseenderiktig modell, rapid prototyping-modell, teknisk modell og prototyp. En skissemodell er i målestokk for å kunne arbeide med og beskrive oppbygging og struktur. En funksjonsmodell er i skala 1:1 som tester ergonomiske eller tekniske forhold ved løsningen. En utseenderiktig modell blir laget for å utforske og bestemme estetiske og visuelle forhold ved løsningen. En rapid prototyping-modell beskriver både tekniske, funksjonelle og til noen grad de visuelle og estetiske forholdene ved løsningen. En teknisk modell tar for seg utforskning av de tekniske sidene ved løsningen. En prototyp er en modell hvor både det tekniske, ergonomiske og formalestetiske er løst.

Det er ulike typer materiale som kan bli brukt til modelleringen. Valget er avhengig av hvilket steg du er på i utviklingsprosessen, og hva som best egner seg for å kunne beskrive det som skal vises. I denne oppgaven ble det valgt å bruke TecClay, også kalt billeire som er formbar etter oppvarming og enkel å bearbeide (Staedler, u.å.).

Et ganske nytt felt for designprosessen er bruk av dataverktøy som digitale tegneprogram. Dette åpner opp for å jobbe med produktet i tredimensjonale rom, hvor det kan jobbes med lys, refleksjoner og produktet i ulike miljøer. Ved bruk av dataverktøy kan det oppnås mer kompleks geometri enn det som er mulig med tradisjonelle visualiseringsmetoder. Computer-aided design (CAD) er ett av dataverktøyene som kan brukes. I denne oppgaven er det blitt brukt et CAD-program av Autodesk som heter Fusion 360. Dette programmet har en funksjon for friformmodellering (Autodesk, u.å.-b). Dette verktøyet gjør det mulig å lage produkter med organiske former på en enkel måte. En annen grunn til å bruke akkurat dette verktøyet var muligheten for å kunne samarbeide om en modell uten å måtte sende filer frem og tilbake (Autodesk, u.å.-a).

CAD ble brukt som et verktøy for å få bearbeidede skisser til å bli en tredimensjonal form. Modellen vil kunne gi et bedre bilde av endelig produkt, enn kun en todimensjonal skisse. Etter å ha kommet frem til en eller flere modeller i CAD, kan disse bli 3D-printet ut for å kunne ha en fysisk versjon av produktet.

I denne oppgaven ble det blant annet brukt metoden Fused Deposition Modeling (FDM) for 3D-printing. Denne metoden er en additiv metode hvor modellen blir laget ved å legge en selektiv mengde smeltet materiale lag for lag i en forhåndsbestemt bane. Materialet som blir brukt for en slik metode er ulike termoplastiske polymerer i filamentform (Varotsis, u.å.). I denne oppgaven ble det brukt Prusa MK2.5 og Prusa MK3S. Begge disse printerne har et byggevolum på 25 x 21 x 21 cm (Prusa Research, u.å.). Dette gjorde den godt egnet for print av produktet i 1:1 skala da produktet ikke overskrider det byggevolumet. For å forberede modellen fra CAD til print ble det brukt Prusa sin software PrusaSlicer.

De siste prototypene ble 3D-printet i en Formlabs Form 3. Dette er en 3D-printer som bruker stereolithography-teknologi (SLA). Den bruker herdeplast, i form av flytende resin som råmateriale og herder resinene ved hjelp av en konsentrert laser på 250 mW. Denne teknologien muliggjør veldig høy presisjon ned til 0,25 mm. Dette gjør at laginndelingen fra printingen blir tilnærmet usynlig, og overflaten blir sammenliknbar med sprøytstøpte deler. Delene forberedes her i programmet PreForm, hvor plassering og støttestruktur legges til og filene klargjøres for 3D-printeren. Etter 3D-printing må delene først vaskes for å fjerne overflødig flytende resin og deretter herdes i et UV-kammer med varme for å oppnå full styrke (Formlabs, u.å.).

3.3.4 SWOT-analyse

SWOT-analyse blir oftest brukt på allerede eksisterende produkter. Analysen gir et godt overblikk over internt og eksternt miljø. Det gjør den godt egnet for å forbedre allerede eksisterende produkter, eller utvikle et produkt i et eksisterende marked. SWOT er en forkortelse på de engelske ordene, Strengths (styrker), Weaknesses (svakheter), Opportunities (muligheter) og Threats (trusler). Styrker og svakheter omhandler internt miljø, gjerne produktet i seg selv, mens muligheter og trusler omhandler eksternt miljø, slik som markedet og andre forhold (Kotler *et al.*, 2016, s. 94-98).

Strengths handler om fordelene til produktet. Det kan være unikheten ved produktet, tiltalende form og utseende, kjent merkenavn, enkel å produsere, solid konstruert og lignende fordeler. På samme måte kan svakhetene analyseres under weaknesses. Dårlig kvalitet, for høy pris og vanskelig å produsere kan være noen svakheter. Opportunities handler om produktets muligheter på markedet. Potensiale til å gjøre forbedringer på allerede eksisterende produkt på markedet og trender som er til fordel for produktet som utvikles, kan også være muligheter til å møte behov som dagens produkt ikke helt tilfredsstillende. Threats handler om truslene som produktet kan møte. Dette kan være nye konkurrenter hvor produktet står svakt i sammenheng (Lerdahl, 2007, s. 75-76). Analysen kan brukes til å gi føringer for idéutviklingen av produktet og brukes som grunnlag for en målformulering der hensikten er å skape mål som setter bedriften i en bedre markedsituasjon enn konkurrentene (Kotler *et al.*, 2016, s. 98).

3.4 Spørreundersøkelse

Utsendelse av spørreskjemaer er en undersøkelsesmetode som egner seg godt der formålet er å samle inn data fra mange individer på kort tid, ha mulighet for generalisering og kunne sammenlikne fenomener (Eikhaug *et al.*, 2010, s. 56-57). Ved utforming av spørreundersøkelser, er det vanlig å bruke lukkede, prekodete, spørsmål. Dette er spørsmål som har på forhånd oppgitte svaralternativer (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2011). Slike spørsmål gjør det enkelt og raskt for respondenten å svare, og det gjør det lett for de som har sendt ut skjemaet å analysere svarene. Slike spørsmål brukes gjerne for å få respondenten til å gjenkjenne noe (Halvorsen, 2008). Prekodete spørsmål åpner ikke for tilleggsinformasjon respondenten kan sitte på. Det kan også oppleves som en "tvangstrøye" av respondenten, på den måten at de tvinges til å velge et svaralternativ de egentlig ikke er helt enig i, fordi deres mening ligger utenfor de oppgitte svaralternativer (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2011).

Et alternativ til prekodete spørsmål er åpne spørsmål. Disse får gjerne respondenten til å huske noe (Halvorsen, 2008). Slike spørsmål kan gi mer utfyllende svar, og åpner for tilleggsinformasjon fra respondentene, men har også vesentlige ulemper. Ikke alle er vant til å uttrykke seg skriftlig. Svarene blir ofte klisjepreget, på den måten at respondenten forsøker å

skrive på en sosialt "riktig" måte. Åpne spørsmål kan heller ikke generaliseres på samme måte som prekodete spørsmål, da svarene ikke kan direkte sammenliknes (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2011).

Siden både prekodete og åpne spørsmål har sine fordeler og ulemper, er det vanlig å kombinere disse i et semistrukturert spørreskjema. Det kan være prekodete spørsmål med et utfyllingsfelt der respondenten kan komme med tilleggsinformasjon, eller noen prekodete og noen åpne spørsmål.

Spørsmål i spørreskjemaer kan som hovedregel kategoriseres i fire kategorier. Kunnskapsspørsmål spør om hva folk vet, handlingsspørsmål spør om hva folk gjør, holdningsspørsmål spør om hva folk mener og bakgrunnsspørsmål handler om opplysninger som kjønn, alder, jobb og liknende. Når det settes opp et spørreskjema bør antall spørsmål begrenses og gjøres så konkrete og enkle å forstå som mulig (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2011). Det bør unngås kompliserte fagbegreper, ledende spørsmål og ikke slå sammen flere spørsmål i ett (Halvorsen, 2008).

Noe av det viktigste ved spørreskjemaer, er å ha reflektert nøye over hvilken informasjon som ønskes å innhente på forhånd. Det kan være vanskelig i startfasen av et prosjekt, særlig hvis det finnes lite bakgrunnsinformasjon og erfaring fra før. Derfor går utformingen av spørreskjemaer gjerne gjennom tre faser. Den første fasen er en kreativ fase der det ved åpenhet og kreativitet danner en oversikt over alt som ønskes å innhente informasjon om. Den andre fasen handler om strukturering, kategorisering av spørsmål, prioritering av spørsmålene som skal være med og rekkefølgen av disse. Til slutt handler tredje fase om utseende på undersøkelsen. Herunder må det velges om undersøkelsen skal gjøres på papir, på internett eller i andre former. Etter valg av format må spørsmålene og svarene settes opp på en oversiktlig og tiltalende måte, slik at respondentene får lyst til å svare, og ikke blir overveldet av spørsmålmengden (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2011). Det kan ofte være en fordel å bruke tjenester på internett for å sette opp og sende ut spørreskjemaet, da disse tjenestene hjelper til med å sette opp spørsmålene på en oversiktlig måte, og sorterer dataene etterpå (Milton og Rodgers, 2013).

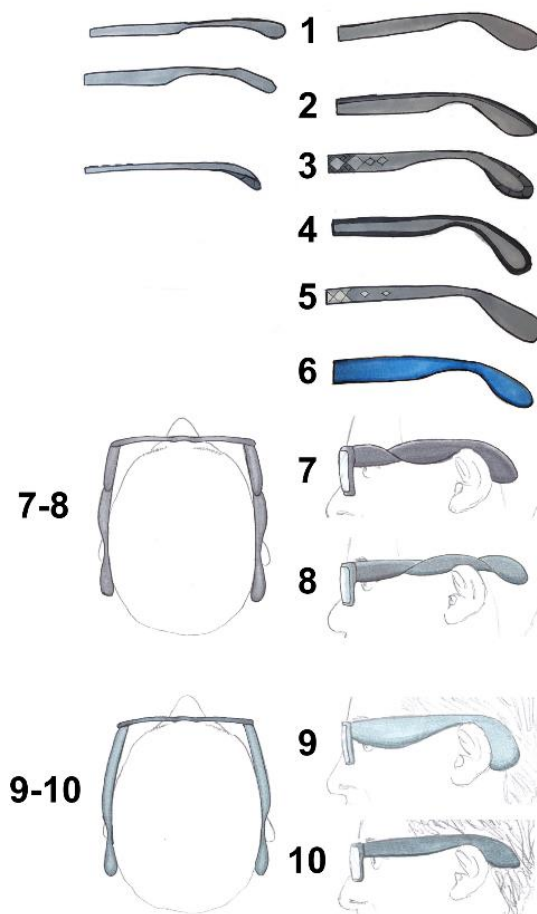
I denne oppgaven var ønsket å finne ut hva slags type design på briller folk liker. Dette er et veldig subjektivt tema, men målet er å finne et design som treffer flest mulig. Spørreundersøkelsen ble derfor delt inn i temaene frontrammer, brillestenger, lading og egne kommentarer. På de tre første temaene ble det presenter skisser av de brillerammene det var

ønsket å gå videre med, og respondentene ble bedt om å velge de tre variantene de likte best. Dette for å se om noen av variantene skilte seg ut fra de andre. Det å velge tre stykker gjør det også lettere for respondenten enn å måtte rangere, da noen synes dette er vanskelig. Det ble skrevet kun en til to setninger per spørsmål for å gjøre det raskere og mindre omfattende for respondentene å gå gjennom undersøkelsen.

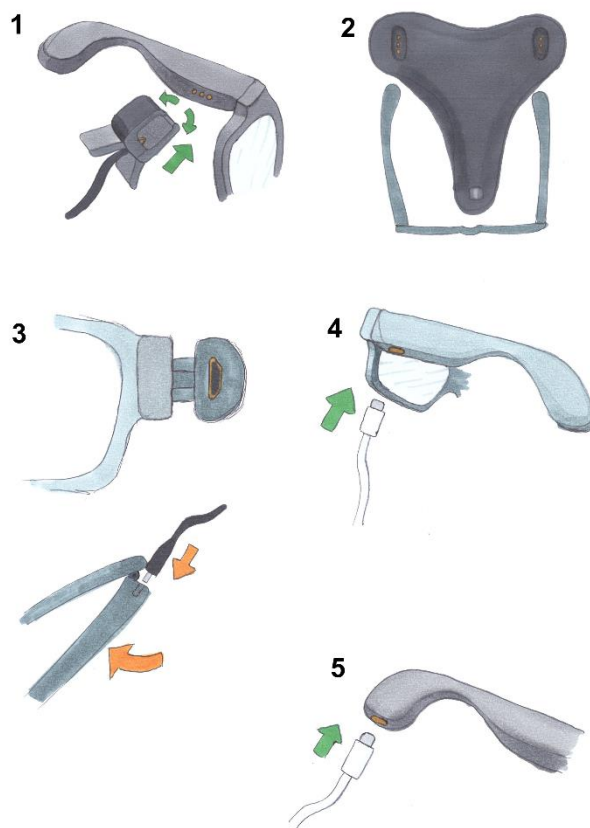
Spørreundersøkelsen ble innledet med spørsmål om kjønn og alder, for å se om dette ville påvirke svarene, og for å se hvordan aldersspredningen og kjønnsfordeling ble. Selve spørreundersøkelsen ble laget og gjennomført i SurveyMonkey, en gratis tjeneste på internett for å opprette spørreundersøkelser. Dette er en tjeneste som brukes av flere, og det er enkelt å dele lenke til de som skal svare. Informasjon om undersøkelsen og invitasjon til å delta ble delt på alle tre gruppe-medlemmenes Facebook-profiler, med oppfordring om å dele videre.



Figur 18: Skissene presentert under spørsmålet om frontrammer.



Figur 19: Skissene som ble presentert under spørsmålet om brillestenger.



Figur 20: Skissene som ble presentert under spørsmålet om lading.

3.5 Intervju

Intervju er en datainnsamlingsmetode egnet for å skaffe innsikt i individuelle personers oppfatninger av et tema, produkt, løsning, konsept eller liknende områder. Dette er en kvalitativ metode som gir mulighet for å skaffe tilgang til viktige opplysninger det kan være vanskelig å skaffe på andre måter (Milton og Rodgers, 2013, s. 72).

Før en gjennomfører et intervju, er det viktig å tenke gjennom noen etiske aspekter ved intervjuet (Næss og Pettersen, 2017, s. 80). For det første må personen som intervjues informeres om tema for intervjuet og prosjektet, og hva informasjonen skal brukes til. Det er også viktig at denne informasjonen ikke senere brukes til andre prosjekter enn det informanten har sagt seg villig til. Det må også tas stilling til om personen skal anonymiseres eller ikke. I de

fleste tilfeller er dette anbefalt. For å komme i kontakt med pasienter eller brukere i sykehus eller hos NAV, må dette skje gjennom en ansatt i institusjonen med myndighet til å ta slike avgjørelser. Den ansatte kan spørre pasienter eller brukere om de ønsker å være med i en undersøkelse, og at deres kontaktinformasjon dermed blir videreformidlet til forskeren. Forskeren har ikke anledning til å få utlevert liste over pasienter eller brukere og selv ta kontakt (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2011, s. 101-102).

For selve gjennomføringen er det gunstig å utforme en intervjuguide. Dette kan gjøres på tre hovedmåter, strukturert, semistrukturert og ustrukturert. I et strukturert intervju stilles alle spørsmål i oppsatt rekkefølge, og det muliggjør enklere sammenlikning mellom flere informanter. I et semistrukturert intervju, brukes spørsmålene i intervjuguiden mer som en huskelapp, og det kan improviseres underveis. Dette tillater at informanten kan komme med bidrag underveis som intervjueren ikke har tenkt på før intervjuet. Det er likevel viktig at intervjueren passer på å holde seg til temaet, og spore tilbake til intervjuguiden hvis informanten begynner å snakke om ting som er helt irrelevant. Til slutt brukes ofte ustrukturerte intervjuer der forskeren har lite kunnskap rundt temaet på forhånd, og ønsker å la intervjupersonen snakke fritt. Dette er vanlig i ekspertintervjuer (Næss og Pettersen, 2017, s. 81).

I denne oppgaven er det valgt å legge opp til en semistrukturert intervjuguide. Dette åpner opp for å kunne få svar på spesifikke spørsmål som er bestemt på forhånd, i tillegg til å åpne opp for flere synspunkter og data som ikke var tenkt på at var relevant for oppgaven. Gjennomføringen av intervjuet ble gjort over telefon, noe som ikke er ideelt for intervjuer da det utelater viktig informasjon som kroppsspråk og ansiktsuttrykk, men det er det eneste som er mulig for informanten vår av hensyn til smittevern.

For å "varme opp", er det vanlig å starte med noen generelle spørsmål om intervjupersonen og deres livsstil. Dette er temaer personen er godt kjent med, og kan få samtalen i gang. Det er også viktig for å danne kontekst til svarene de gir senere i intervjuet, og kan brukes om svarene fra flere informanter skal sammenliknes. Etter de generelle spørsmålene blir det spurt om mer spesifikke forhold knyttet til prosjektet. Dette innebærer hva informanten tenker om løsningen som en helhet, hva den synes om detaljer som utforming av brillen, knapper og vanlig bruk. Ved disse spørsmålene må det gis rom for utdyping og la informanten resonnerer ut fra sitt liv og sin brukssituasjon (Eikhaug *et al.*, 2010, s. 62-63).

Etter selve intervjuet er det to viktige spørsmål å inkludere. Det første handler om å spørre om informanten har noe mer den ønsker å fortelle. Det kan være forhold de tenker på som det ikke har blitt spurt om, eller ting de har kommet på underveis, men som ikke har passet seg å si på det tidspunktet. Dette kan vise seg å være relevant informasjon senere. Det andre spørsmålet handler om nye informanter. Vet intervjupersonen om andre personer som bør kontaktes, og kan de hjelpe med å formidle kontakt? Dette kalles snøballmetoden for å skaffe kontakter, og er nyttig for å finne nye relevante personer (Næss og Pettersen, 2017, s. 81).

Selve gjennomføringen planlegges gjort i Google Meet med informanten på telefon. Da trenger ikke informanten å installere egen programvare, og kan snakke som i en vanlig telefonsamtale. På denne måten kan alle grupped medlemmene snakke med informanten samtidig, uten å være i samme rom. Dette er vanskelig med vanlig telefonsamtale. Det vil bli spurt om å ta lydopptak av samtalen, slik at det er lettere å analysere etterpå, og opptaket vil bli transkribert i etterkant. I tillegg vil det bli tatt notater underveis i OneNote, slik at alle grupped medlemmene kan se notatene under møtet. Dette kan fungere som en huskelapp, om vi lurer på om noe er blitt sagt før. Ett av grupped medlemmene vil ha rollen som intervjuer og stille spørsmålene, og de andre skal hovedsakelig være stille, og kun komme med oppfølgingsspørsmål om nødvendig og ta notater. Dette gjør telefonsamtalen og intervjuet mer oversiktlig, da det kan være vanskelig å skille alle stemmene uten å se hvem som snakker. For å sikre anonymitet vil det ikke nevnes navn på informanten i samtalen, og opptaket vil bli slettet etter transkribering.

4 Resultat

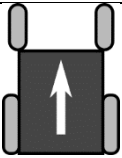
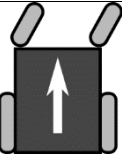
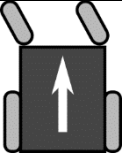
4.1 Undersøkelser

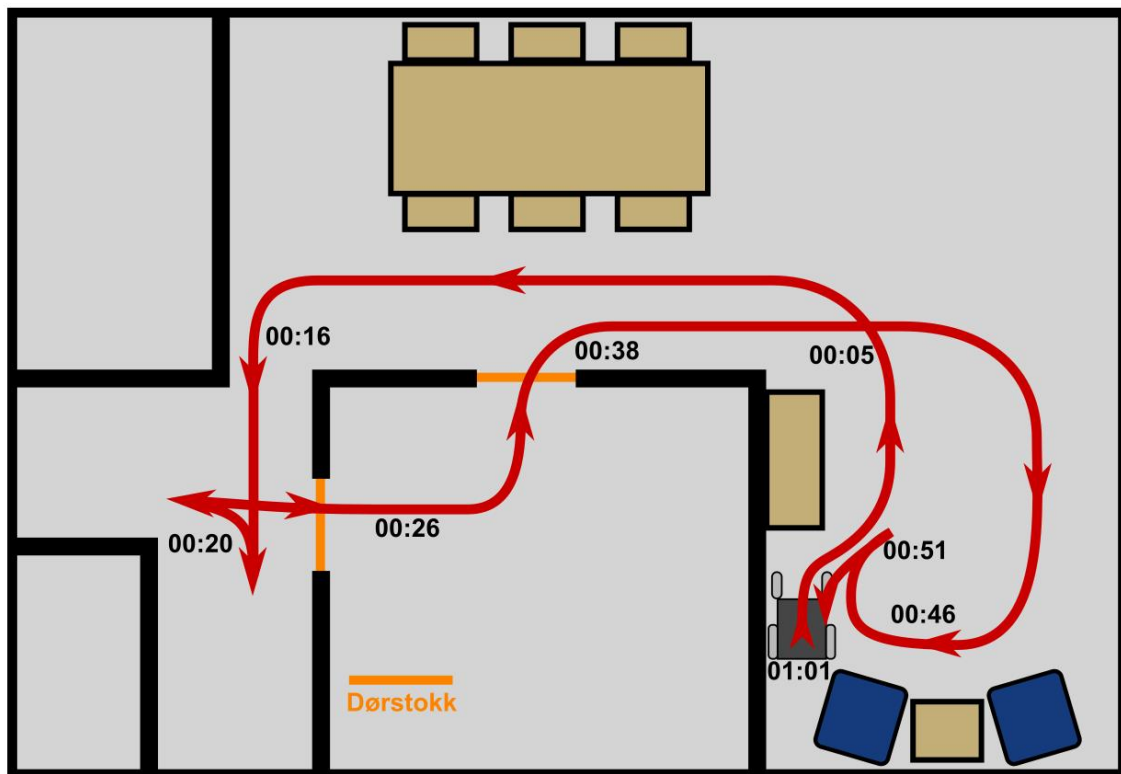
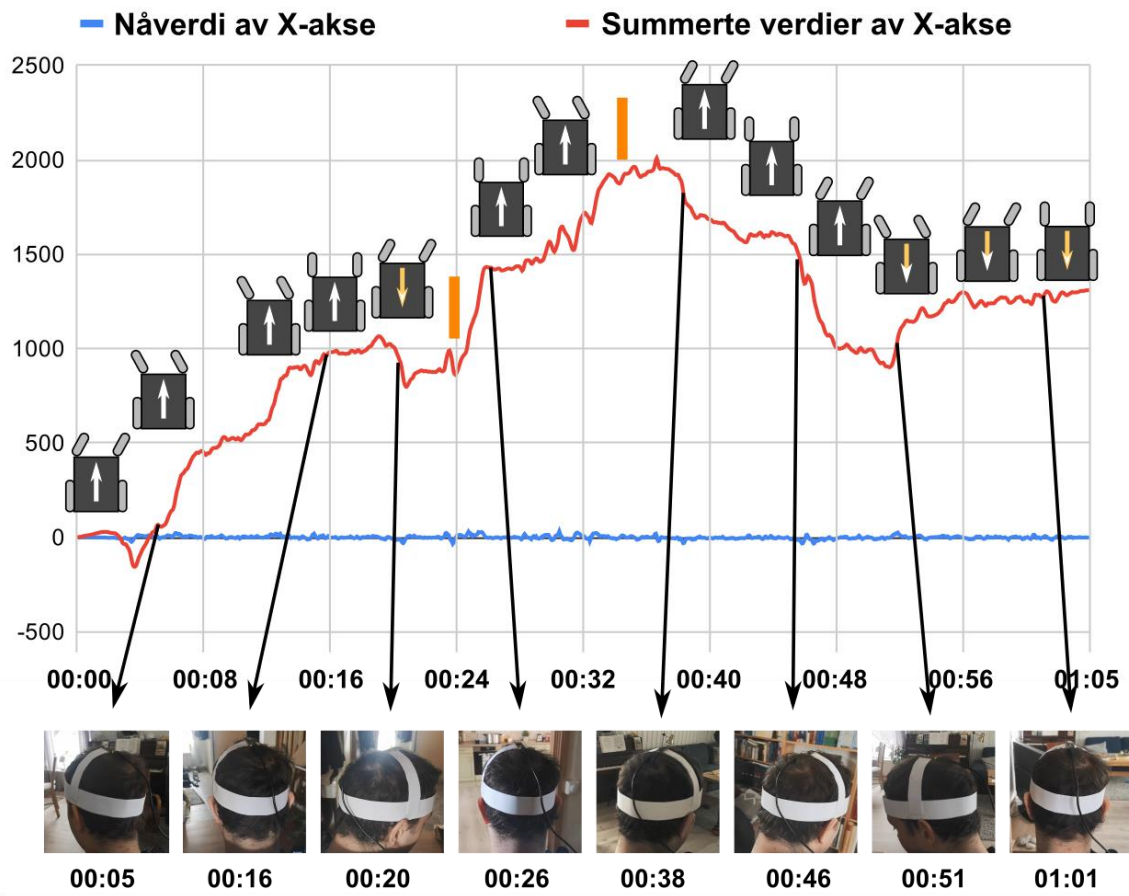
4.1.1 Kontrollert observasjon

Resultatene fra den kontrollerte observasjonen viser hodebevegelsene til testpersonene. Det er også med noen feilkilder som kommenteres lenger ned. To av resultatene kommenteres her i rapporten.

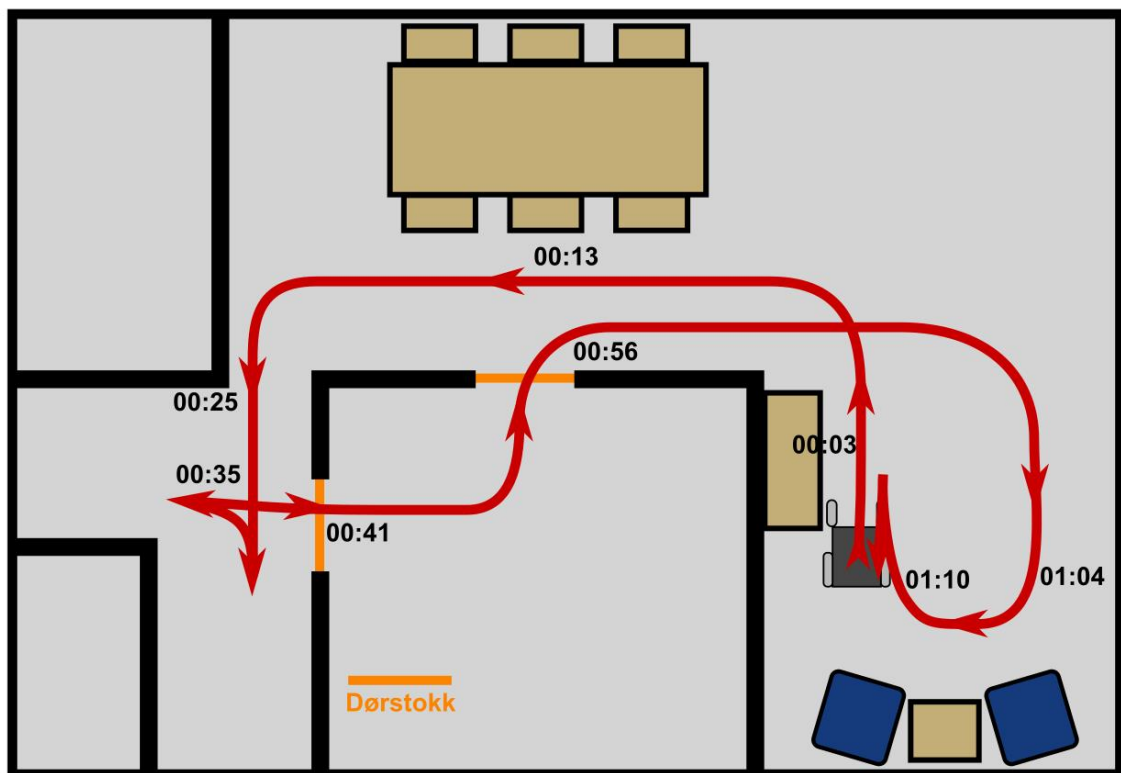
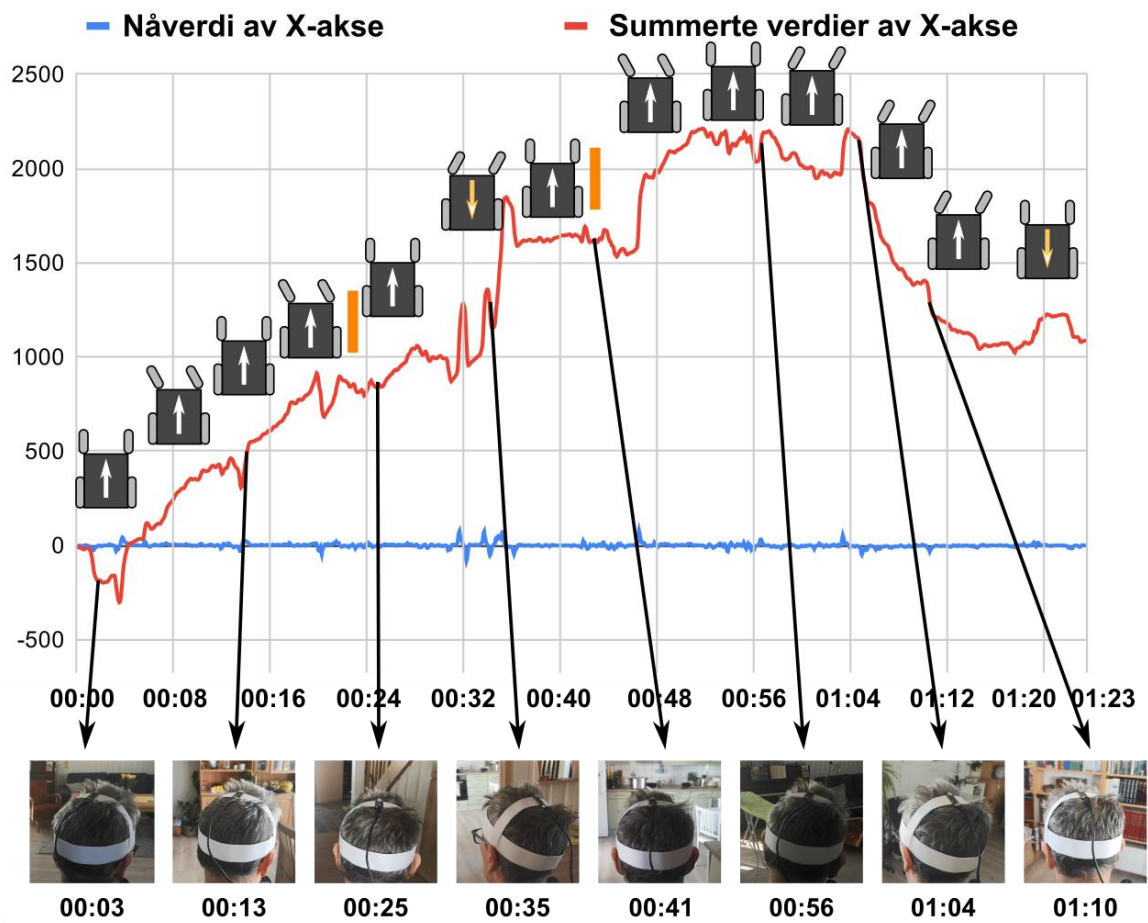
Resultatene presenteres i et diagram som sammenliknes med stillbilder fra video og et kart over løypa. Dette gjør dataene mer forståelige. Over grafen vises også symboler av rullestolen, og hvordan denne kjører. Symbolene er forklart under.

Tabell 3:
Symbolforklaring til løypekart.

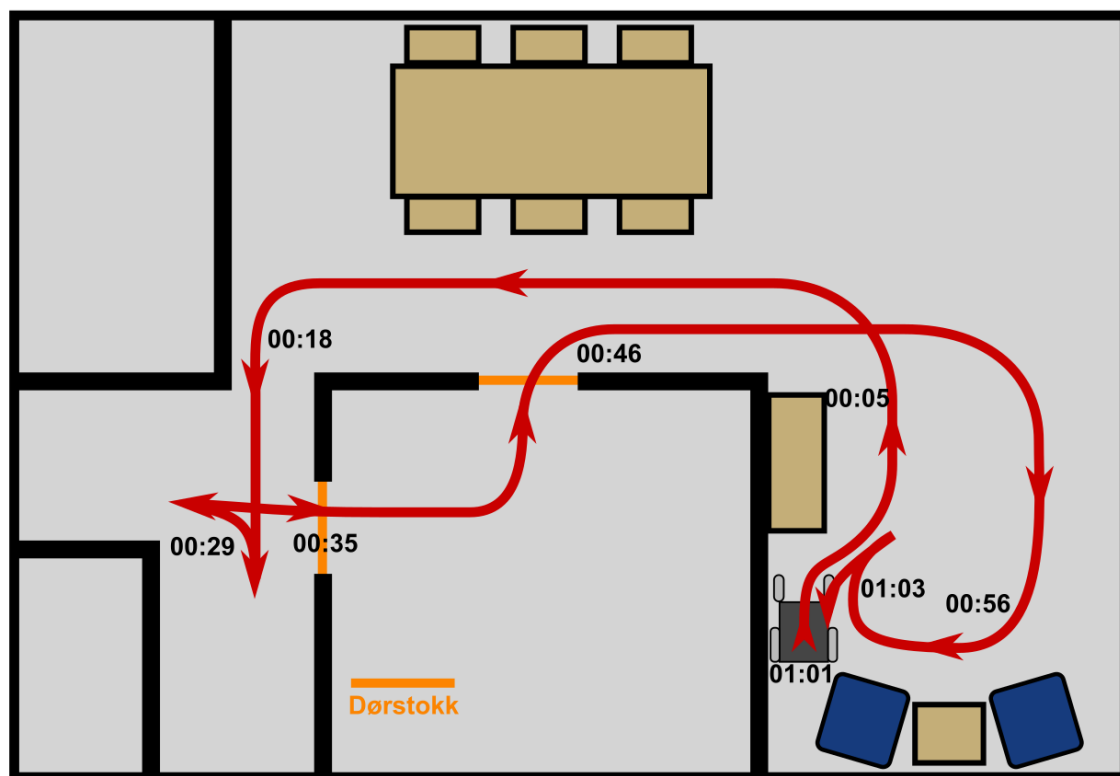
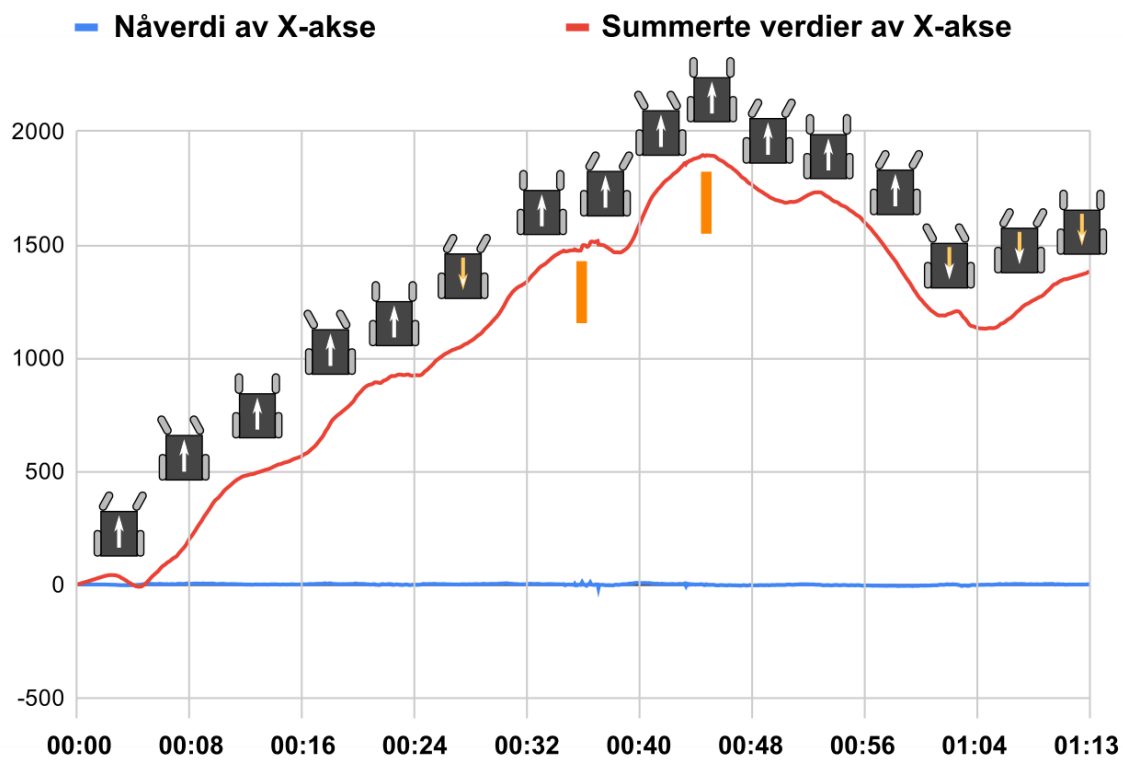
	Rullestol kjører framover.
	Rullestol svinger til høyre. Dette gir utslag på dataloggingen som hodetilt mot venstre (negative X-verdier).
	Rullestol svinger til venstre. Dette gir utslag på dataloggingen som hodetilt mot høyre (positive X-verdier).
	For revers gjelder tilsvarende symboler og forhold, men da med oransje pil i motsatt retning.



Figur 21: Resultater fra testkandidat 1. Testkandidaten har gitt tillatelse til å bruke disse bildene.



Figur 22: Resultater fra testkandidat 2. Testkandidaten har gitt tillatelse til å bruke disse bildene.



Figur 23: Resultater fra sensor festet direkte på rullestol. Testkandidat 1 kjørte rullestolen.

I diagrammene preges første 2/3 av løypa av venstresvinger. Derfor forskyves grafen stadig mer oppover, men i siste 1/3 av løypa er det høyresvinger, og da går grafen tilbake mot 0 på Y-aksen. Det ble gjort sammenlikninger mellom de registrerte gyroskopverdiene og videoen fra kameraet festet på rullestolen. Slik kunne det tolkes sikkert hvor i løypa de ulike registreringene ble gjort, og dermed vite hva de forskjellige utslagene betyr.

Resultatene viser at hodebevegelsene kan skilles fra stolens bevegelser, men at de krever en del tolkning. De største utslagene på dataregistreringen kommer som følge av svingene. Dette ser man i Figur 23 som viser sensorens registreringer når den er festet direkte på rullestolen og dermed ikke tar med hodebevegelser. Grovt sett er grafen ganske lik de to andre, men der sensoren er festet på testkandidatens hode, kan det også ses flere utslag i tillegg til svingene. Dørstokkene gir også bølgete utslag på grafen og disse bølgene forsterkes der sensoren er festet på testkandidatens hode.

Ved å bruke en egen IMU på rullestolen i tillegg til testkandidatens hode, kunne mange av feilkildene som utslag på grunn av svinger og dørstokker blitt fjernet fra grafen. Dette har gruppen valgt å ikke gjøre, da det krever mer kunnskap om elektronikk og programmering enn dette studieprogrammet tilbyr. Det viktigste var å se at hodebevegelser kan registreres ved hjelp av relativt enkle komponenter.

4.1.2 Markedsundersøkelse design

Det ble gjennomført en markedsundersøkelse i forhold til design på brillen i perioden 08.04.2020 - 15.04.2020. I perioden var det 92 som svarte på undersøkelsen. Den bestod av til sammen seks spørsmål, hvor det siste spørsmålet bestod av at deltakerne selv kunne komme med ytterlige kommentarer. Undersøkelsen var anonym. De første spørsmålene var kjønn og aldersgruppe. Dette var for å kunne gi en idé om hvilken brukergruppe som valgte å svare på undersøkelsen. Utenom aldersgruppe og kjønn var det ingen annen informasjon innhentet i forhold til deltakerne av undersøkelsen. Facebook var plattformen som ble brukt for å kunne nå ut til potensielle deltakere.

Det var 45 kvinner og 46 menn som svarte, samt en person som valgte annet. Dette svaralternativet ble gitt for at de som ikke identifiserer seg som verken mann eller kvinne hadde et valg, samt de som ikke ønsket å oppgi kjønn kunne velge å ikke gjøre det. Undersøkelsen ble delt inn i seks aldersgrupper: 15-19, 20-30, 31-44, 45-60, 61-75 og 76 pluss. I undersøkelsen

var det ingen over 75 år som svarte. Under er en tabell som viser fordelingen i de ulike aldersgruppene.

*Tabell 4:
Spørreundersøkelse: Aldersfordeling*

Alder	Antall deltakere
15-19	7
20-30	51
31-44	11
45-60	21
61-75	2
76 +	0

Det var tre hovedspørsmål i undersøkelsen som fokuserte på design og utforming av brillen. Det første spørsmålet gikk på selve frontrammen av brillen. Det var 16 brilledeign som ble vist i undersøkelsen. Alle brilledeignene var todimensjonale skisser. Under er det bilde av skissene som var med i undersøkelsen. Av disse 16 brilledeignene kunne deltakerne velge opptil fire stykker de likte. Brillerammen med flest stemmer var nummer 9, med 35 stemmer totalt. Tett etterfulgt av nummer 3, med 34 stemmer. For resultat av de resterende 14 skissene, se tabell under. Neste spørsmål gikk på brillestang. Her ble deltakerne vist ti skisser, hvor de kunne velge ut opptil tre stykker de likte. I forhold til brillestang ble det gitt en del kommentarer i siste spørsmål av undersøkelsen. Av de ti skissene var den første skissen en klar vinner med 50 stemmer. For oversikt over de resterende ni skissene se tabell under. Siste spørsmål i forhold til utforming og design gikk på lading av brillen. Her kunne deltakerne velge en av fem skisserte lademuligheter. Også lademulighetene ble mye nevnt under kommentarene til slutten av undersøkelsen. Her var det skisse nummer 5 som fikk flest stemmer med 38 stemmer. Resten av svarene er vist i tabell under.

Tabell 5:
Spørreundersøkelse: Frontramme

Frontramme brille			
Nummer	Stemmer	Nummer	Stemmer
1	22	9	35
2	13	10	13
3	34	11	17
4	12	12	29
5	17	13	4
6	11	14	21
7	3	15	2
8	5	16	18

Tabell 6:
Spørreundersøkelse: Brillestang

Stang			
Nummer	Stemmer	Nummer	Stemmer
1	50	6	13
2	30	7	9
3	33	8	4
4	15	9	6
5	20	10	11

Tabell 7:
Spørreundersøkelse: Lading

Lading av brille	
Nummer	Stemmer
1	14
2	9
3	17
4	13
5	38

Undersøkelsen endte med et kommentarfelt hvor spørsmålet var “Har du noen kommentarer å komme med?”. Her var det 24 av deltakerne som kom med en kommentar, hvor seks av disse hadde svart “nei”. Det var seks deltakere som hadde kommentert ting som ikke er relevante i forhold til undersøkelsen. Dette var blant annet “Lykke til” og “For en genial idé!”. De resterende tolv svarene er skrevet under og nummeret for lettere å vise til senere i oppgaven.

Tabell 8:
Spørreundersøkelse: Åpent spørsmål med kommentarer.

Nummer	Kommentar
1	“Jeg ville gjerne hatt stenger som ikke hindrer sidesynet.”
2	“Trådløst lading? Best på rammen synes jeg”
3	“Skulle hatt flere konsepter på smalere brillerammer, de så veldig store ut”
4	“lading burde vel optimalt sett vert med induksjonslading for å forhindre partikler å komme inn i elektronikken. Induksjonslading ville også vert optimalt ettersom det er JÆVLIG vanskelig å se hvor man skal sette inn den lille pluggen når man ikke har briller på seg.. 😞”
5	“Forsøk å lag alt så slankt som mulig konsentrer elektronikken i kun en del av brille som sa bør bære utskiftbar”
6	“Synes 1 har en fin lademekanisme. I tillegg til det er det kun en enkel struktur på den. Hvis det skulle vært en åpenbar lademetode, hadde det vært 1.”
7	“Lade muligheten på brillene bør gi en mulighet til å slippe å ta av brillene for å lade de”
8	“Det er viktig at brillene ikke er for tunge eller for tykke”
9	“bør være glass som blir mørkere ved sollys.”
10	“Jeg bruker høreapparat, det kan ikke kombineres med batteri eller lader i bøylene bak øret, men ok i stanga.”
11	“Det er ikke alle illustrasjonene som er like enkle å skille fra hverandre når det kommer til utforming, ved at detaljeringen forsvinner litt i illustrasjonsformen (måten illustrasjonene er tegnet på). Burde kanskje i denne sammenheng ha

	<p>vært litt mindre "frihåndstegning" og mer fokus på mer naturtro detaljegjengivelse. Slik kunne man lettere skilt mellom faktiske ulikheter og unngått usikkerhet/tvil på om det er illustrasjonsformen som gjør at enkelte elementer er ulike, eller om det faktisk er designet slik. Denne opplevelsen retter jeg i hovedsak mot spm. 4 og sidebøylene til brillen hvor de små detaljenyansene er svært viktig. Når det kommer til lademuligheter har jeg svart nummer 2, da jeg antar at det er et slags stativ/dokking som brillen kan settes på (det som ser litt ut som et sykkelsete sett ovenfra :D), men det hadde vært forbeholdt hjemmelading. Nå vet jeg ikke hvem målgruppen er, men ut fra produkt og funksjonalitet, kan man anta at det er for personer som har noen former for kognitiv svikt og som har behov for elektrisk rullestol. I den sammenheng tenker jeg at brillene må være enkle å lade (lett å koble opp lader, og lett å få av og på lading) og da tenker jeg med en gang på trådløs lading eller ved hjelp av magnetisme (slik ladeledningen til Mac fungerer). På denne måten kan kanskje brukeren selv få brillene ladet, dersom de har litt bevegelse i armene, som igjen kan bidra til følelse av mestring, selvstendighet og frihet i hverdagen. Kan være vanskelig å oppnå med en fysisk kobling som USB-C, lightningsbolt el.l., ved at det kan være krevende, tungt og frustrerende å få koblet til. Det som også hadde vært kjekt hadde vært et brilleetui som lader brillene "on the go" ved behov, samtidig som brillen er beskyttet når den ikke er i bruk (Bare se på air pods og andre trådløse hørepropper hvordan de har løst det). Prosjektet deres høres meget spennende ut, og jeg håper tilbakemeldingene kan bidra til noe konstruktivt. Jeg har stor tro på at dere kommer opp med en god løsning til slutt. Mvh Tidligere TDL'er og optimistisk nordlønning 😊"</p>
12	"Viktig at brille stang ikke er for tykk over øret og at den ikke blir for tung."

4.2 Elektroniske komponenter og sensorer

Da vår utdanning ikke handler om elektroniske komponenter og styringssystemer er det valgt en undersøkelsesmetode som er innenfor vår kompetanse. Ved å sammenlikne eksisterende produkter med tilsvarende teknologi, er det funnet et utvalg komponenter som trengs til kjørebrillen. Mohammed Bouzidi ved Institutt for elektroniske systemer på NTNU har også vurdert disse valgene og sagt at dette er gjennomførbart.

Det viktigste kjørebrillene trenger er en IMU, en bryter for å slå systemet av og på, en prosessor, en Bluetooth-sender og -mottaker, i tillegg til batteri. Dette er grunnkomponentene som må være i brillen, men små enheter som motstander, kondensatorer, dioder og transistorer vil også trenges for å få alt til å fungere. Dette vil måtte settes sammen på ett eller flere små kretskort, men Bouzidi mener at med dagens teknologi er det ikke noe problem å få plass til alt dette på et lite kretskort som passer i brillestengene.

Det ble undersøkt produkter som har tilnærmet samme funksjon som vår kjørebrille. Et av disse produktene er Fitbit Flex 2. Dette er et aktivitetsbånd som består av en separat sporingsenhet og et armbånd som denne enheten settes inn i. Som et alternativ kan den også legges i et smykkelignende etui og henge rundt halsen, eller festes rundt en fot. Størrelsen på selve sporingsenheten er 31,7 x 8,9 x 6,8 mm og vekten er 23,5 gram. Fitbit gir ikke opplysninger om alle komponentene som er inni sporingsenheten, men ut fra funksjonene de annonserer, kan det tenkes at den minst må ha en form for IMU, en prosessor og Bluetooth-enhet, en touch-sensor for å gjøre enkle valg og et batteri (Fitbit Inc, 2020). En rapport fra FCC ID, den amerikanske godkjenningmyndigheten for produkter som sender trådløse signaler, viser bilder fra innsiden av denne sporingsenheten. De har gjort tester og målinger, og demontert enheten for å studere innsiden. Dette viser bilder av et lite kretskort som er noe kortere og smalere enn de utvendige målene, og et smalt, sylindereformet LiPo-batteri (Turcotte, 2016). Dette brukes som utgangspunkt i vår utforming av brillen, i forhold til hvor stor plass komponentene trenger.

I tillegg til komponentene i selve kjørebrillen, vil det være en styringsenhet festet på rullestolen. Denne vil ha en større prosessor for å bearbeide de rå dataene som kommer fra sensorene i kjørebrillen, og konvertere disse dataene i sanntid til styringssignaler på rullestolen. En slik styringsboks finnes allerede for joysticken på rullestolen som brukes i denne oppgaven, så styringsenheten til kjørebrillene vil bli tilsvarende i form og fasong til enheten fra R-Net.



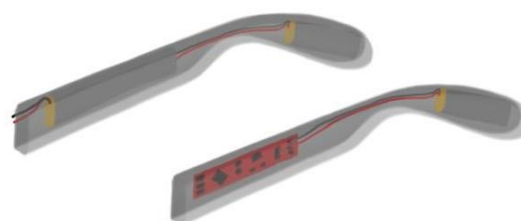
Figur 24: Styringsenhet fra R-Net. Foto: Harald Thingbø

For batterier er det utarbeidet to alternativer. Disse er avhengige av hvor stor kapasitet som trengs. For brillestang nr. 1 i Figur 19 er det plass til kretskort i fremre del av brillestangen, og et batteri i bakre del. Her er det plass til ett eller to batterier på størrelse med det som brukes i Fitbit Flex 2. Det kan også brukes et lite flatt LiPo-batteri.



Figur 25: Alternativ 1 for komponenter med kretskort i fremre del av brillestangen og batteri i bakre del. Illustrasjon: Harald Thingbø

Alternativ 2 er å ha kretskort i høyre brillestang og batteri i venstre, eller omvendt. Dette gir større plass til batteri, og kan i tillegg ha batterier i bakre del for å øke batteritiden. Denne løsningen krever en kabeloverføring gjennom brilleinnfatningen for å overføre strøm fra den ene til den andre brillestangen. Her kan det være utfordrende med kabel



Figur 26: Alternativ 2 for komponenter med kretskort i fremre del av den ene brillestangen og batteri i fremre del av motsatt brillestang. I tillegg batterier i bakre del av begge brillestenger. Illustrasjon: Harald Thingbø.

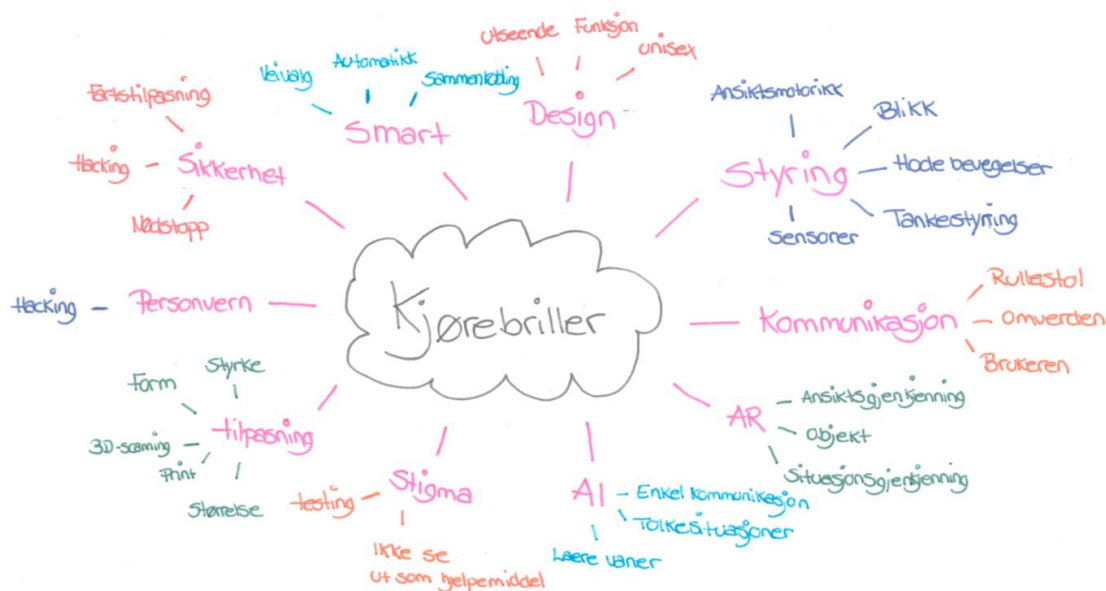
gjennom hengslingen til brillestengene, men dette kan løses ved å ha kontaktpunkter som gjør at kabelen ikke trenger å følge hengslingen, men kun ha kontakt når brillestengene er brettet ut.

Batteritiden i Fitbit Flex 2 er opp til fem dager (Fitbit Inc, 2020), men det er rimelig å anta at den vil være betraktelig lavere i kjørebrillen. Det antas at Fitbit sender data mellom springsenhet og mobiltelefon noen ganger i minuttet, mens kjørebrillen er nødt til å sende data mellom kjørebrillen og styringsenheten på rullestolen mange ganger i sekundet. Det trengs derfor mye større batterikapasitet.

4.3 Produktutvikling

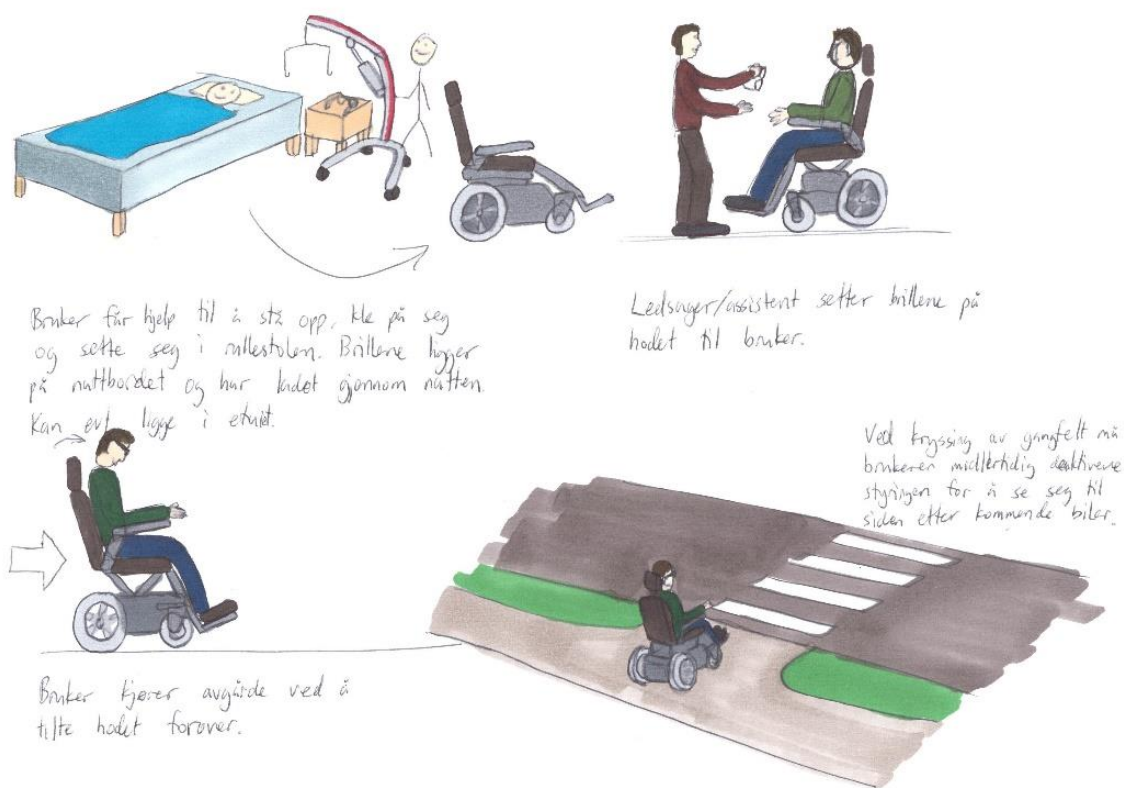
4.3.1 Brainstorming

For å kunne kartlegge faktiske behov og finne ut hvor fokuset videre i oppgaven burde være ble det brukt ulike former brainstorming, som tankekart. Etter å ha brainstormet individuelt, ble det gjort en felles brainstorming for å skrive ned alle ideer rundt kjørebrillen. Fra kjørebrille kom det fram ti ulike hovedgrupper: personvern, sikkerhet, smart, design, styring, kommunikasjon, AR, AI, stigma og tilpasning. Dette gav en god idé om hvilke områder som var viktige å undersøke og finne mer informasjon om. Det ble gjort mye research rundt allerede eksisterende styringsmekanismer. Dette gav en god idé om hvordan lignende problemer har blitt løst tidligere. Det er ikke første gangen briller har blitt sett på i forhold til bruk for styring av rullestol. Styringsmekanismer som ikke hadde med rullestol å gjøre ble også undersøkt, for å se om noe inspirasjon kunne bli hentet fra dem. I forhold til utseende ble mye inspirasjon hentet fra allerede eksisterende briller på markedet. Både vanlig brilleinnfatning, men også smartbriller.



Figur 27: Tankekart laget i begynnelsen av prosjektet.

4.3.2 Fortelle en historie



Figur 28: Skisser av tenkte brukssituasjoner for en bruker med kvadriplegi.

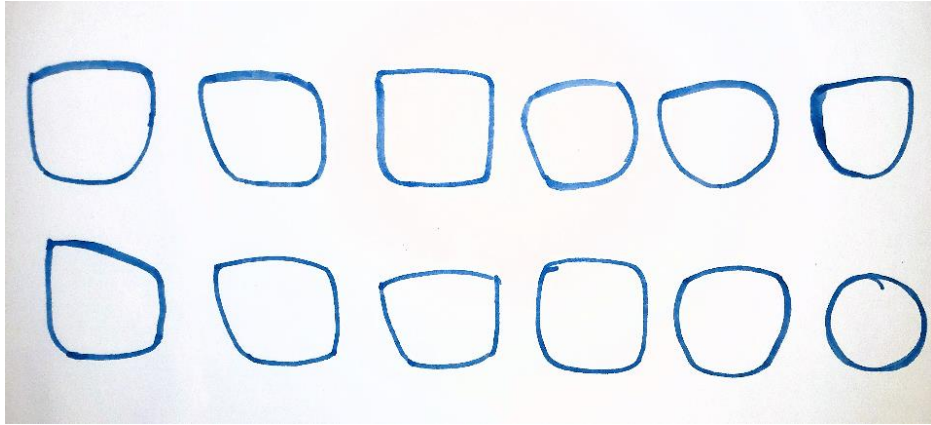
Bildet over viser en illustrasjon av tenkte brukssituasjoner for en potensiell bruker. Brillene ligger på nattbordet. Gjerne i et etui. Pårørende eller assistent hjelper bruker opp av sengen og i rullestol for så å sette brillene på bruker. Etter at brillene er slått på kan brukeren styre rullestolen. Illustrert på tegningen så kjører brukeren fremover ved å tilte hodet. Siste illustrasjon viser hvordan brillen kan brukes hvis bruker skal over gangfelt. Her må bruker deaktivere brillen for å kunne se seg til siden før veien krysses.

4.3.3 Rammer

Utenom kravspesifikasjonen på side 23 var det også satt noen rammer, verdier og kriterier som gav noen føringer for konseptutviklingen. Rammene for oppgaven var tiden som var gitt og budsjettet. Forprosjektet ble levert innen 01.02.2020 og oppgaven skal leveres innen 20.05.2020. Tiden til disposisjon blir da tre måneder og 20 dager. Oppgaven har blitt sponset med 5000 kroner av Sunrise Medical AS. Dette er da budsjettet oppgaven har måtte holde seg innenfor. Kriteriene for produktet er at det oppfyller de krav som var sett på som nødvendig i kravspesifikasjonen.

4.3.4 Konsepter utseenderiktig modell

For å komme fram til konsepter for frontramme ble rammen delt i tre deler. Rammen rundt hvert øye og delen som skal hvile på neseryggen. Her ble det først tegnet flere grove skisser med ulike formgeometrier for formen rundt hvert øye. Noen av formgeometriene ble brukt til videre skisser, denne gang mer detaljert. Disse ble så satt sammen til skisser av hele frontrammen, som ble brukt til undersøkelsen for design. Her ble de to frontrammene som fikk flest stemmer jobbet videre med. Det ble laget en tredimensjonal modell av begge i Fusion 360. For å lage formen ble det brukt “Create form”-funksjonen. Skissene av brillene ble lagt inn ved bruk av “Canvas” i front plane. Formen ble laget ved bruk av “faces”. Etter å ha kommet fram til formen ble det brukt funksjonen “Thicken”, dette brakte modellen fra å være todimensjonal til å bli en tredimensjonal form. Denne ble jobbet videre med til ønsket form ble oppnådd. Modellene ble så eksportert til STL-fil som så ble så printet ut på en Prusa MK2.5 med 0.15 mm laghøyde. Da brillene ikke er flate, men avrundet for å passe hodet bedre, måtte modellen bli printet ut med støttestruktur. Før det ble bestemt hvilken av de to modellene som skulle bli brukt, ble det skissert formvariasjoner for begge to, for å se om de kunne bli forbedret på noen måte.



Figur 29: Grove former for ramme rundt øyne.



Figur 30: Grove skisser av ramme rundt øyne.



Figur 31: Skisse av frontramme til bruk i undersøkelsen.



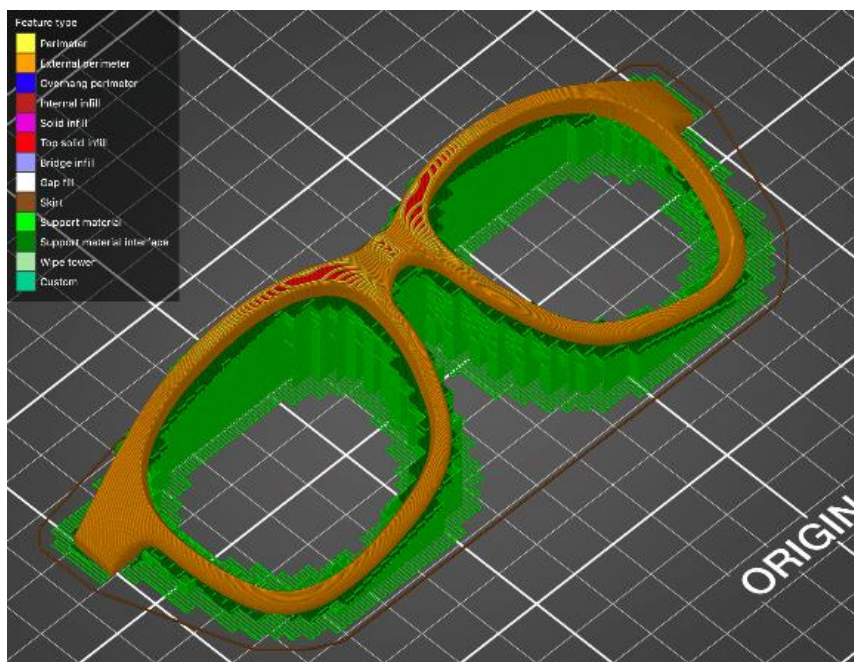
Figur 32: Formvariasjon av brilleinnfatning 3.



Figur 33: Formvariasjoner av brilleinnfatning 9.



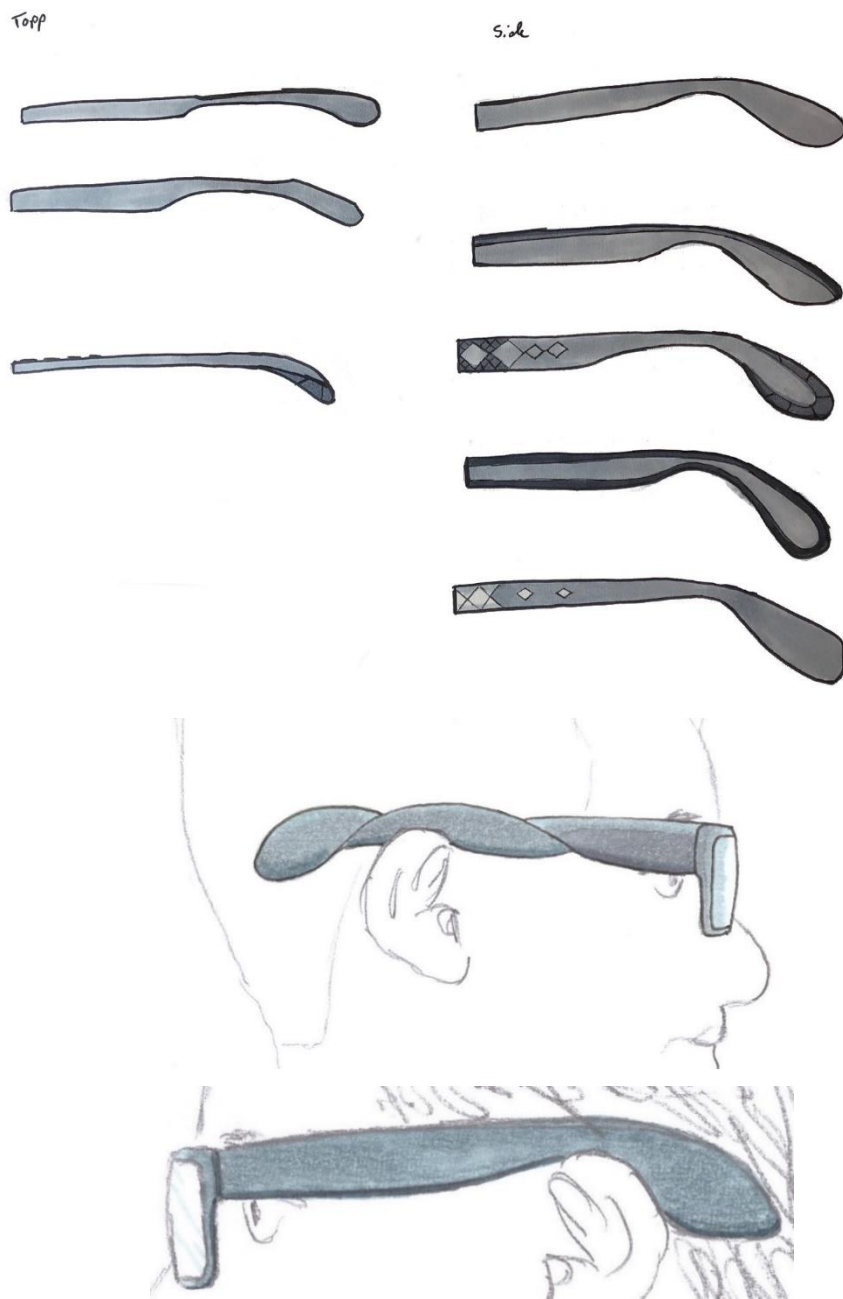
Figur 34: CAD-render.



Figur 35: 3D-print med Prusa i3 MK2.5

Brillestenger

For brillestengene ble lignende metoder brukt. Her ble det tegnet mange formvariasjoner på form på brillestenger hvor flere av disse ble med i undersøkelsen. Det ble også brukt TecClay (Staedler, u.å.) for å modellere rundt en allerede eksisterende brille. Dette gav ett innblikk i hvor tykke brillestengene kunne lages, samtidig som brillene kunne prøves på for å kjenne hvordan ulike former satt på hodet. Modelleringen med TecClay ble gjort før campus ble stengt. Dette gjorde at flere kunne teste brillene for å se hvordan de satt på ulike hoder. Dette var ingen planlagt test, da det var planlagt å senere ha 3D-modeller av ulike briller som ulike personer kunne teste i en senere fase. Etter undersøkelsen var det en klar vinner for hvilken stang flest personer likte. Denne ble modellert i Fusion 360. Det ble senere funnet ut at brillen trengte noen tekniske aspekter som ikke var på den originale skissen. Dette var et område for trådløslading, samt en knapp for aktivering av brillen. For å finne best plassering ble det skissert ut noen forslag for hånd. Det ble også skissert annen lademulighet, da ingen av lademulighetene i undersøkelsen traff alle krav som var ønsket.



Figur 36: Skisser av brillestenger.

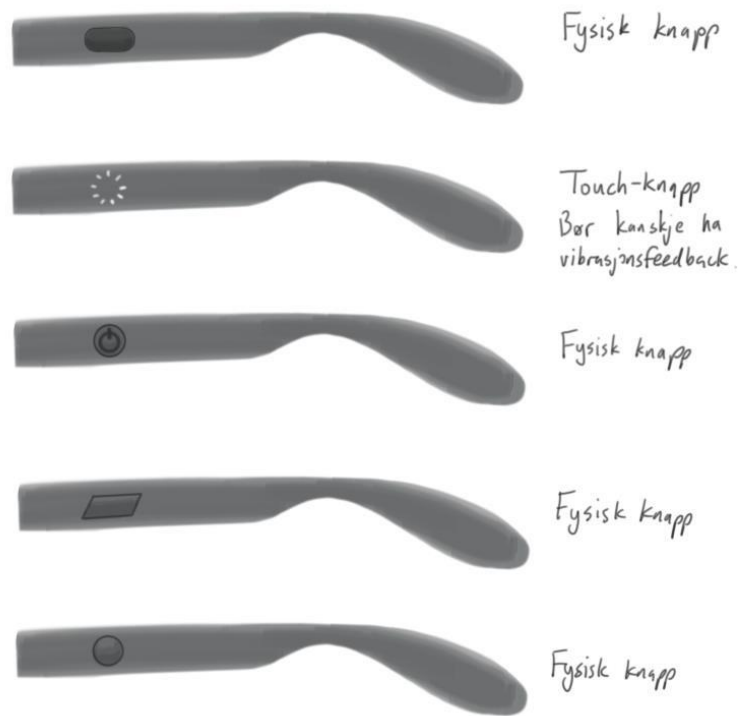


Figur 37: Modellering av brillestang med TecClay.

Aktiveringsknapp på brillestang

Det ble tegnet flere konsepter til aktiveringsknapp på selve brillen, og hvordan denne knappen skulle utformes. Det var hovedsakelig to ulike varianter, fysisk knapp, og touch-knapp. For fysisk knapp er det tenkt en knapp som stikker noe ut fra brillestangen, slik at det er lett å føle seg fram til den.

For touchknappen tenkes et felt på brillestangen som registrerer berøring. Det trengs dermed ikke store krefter for å klemme inn knappen, brukeren må bare kunne løfte hånda opp til brillestanga og berøre den på riktig område. Det tenkes et ganske stort område for å stille mindre krav til presisjon. Tilsvarende løsning brukes blant annet på flere aktivitetsarmbånd.



Figur 38: Skisseforslag, CAD-render og 3D-print av aktiveringsknapp.

Lading

Det ble før spørreundersøkelsen satt opp fem forslag til lading, som kan deles inn i tre hovedkonsepter. Skisse 1, Figur 20 viser lading ved hjelp av en klype som festes rundt brillen. Lading foregår gjennom kontaktpunkter i brillen og på ladeklypen. Dette er tilsvarende løsning som i mange smartklokker. Denne lademetoden er enkel å holde vanntett da den ikke har noen åpninger rundt ladepunktene, og den tar lite plass på selve brillen. Det trengs kun små kontaktpunkter på utsiden. For å lade trengs en proprietær ladeklype som kun kan brukes på denne brillen, i tillegg til at det ikke er mulig å lade mens brillene brukes, på grunn av at klypen går rundt brillestanga.

Ladekonsept 2 har tatt utgangspunkt i skisse 2, Figur 20 med ladestasjon som kan ligge for eksempel på nattbordet. For å lade settes brillene ned i ladestasjonen. Det vil være tilsvarende kontaktpunkter som i konsept 1, men plassert i endene av brillestengene. Etter spørreundersøkelsen ble det jobbet videre med idéen, men da med slik lading i et brilleetui. Dette gir flere muligheter enn ladestasjonen vist i spørreundersøkelsen. På denne måten kan det blant annet være batterier i brilleetuiet, slik at lading kan skje uten å være tilkoblet nettstrøm. Etuiet fungerer da som en powerbank. En liknende løsning brukes av blant annet Vue til deres smartbriller (Vue, 2020). Det foreslås trådløs lading av etuiet, slik at dette kan settes på en ladeplate og lades med Qi-teknologi. Dette er en åpen teknologi som brukes av de store mobilprodusentene. Ladeplater som bruker denne teknologien er å få kjøpt hos forhandlere av forbrukerelektronikk, og så lenge de støtter Qi-standarden kan alle kompatible produkter brukes om hverandre (MobileFun, 2019). Etuiet skal også kunne lades med USB-C-kontakt, men fordelene med den trådløse ladingen er at også brukere uten finmotorikk i fingrene kan sette etuiet til lading uten å være avhengig av hjelp fra ledsager.

Brukerne med redusert finmotorikk kan også ha problemer med å åpne brilleetuiet. Derfor foreslås en åpnemekanisme tilsvarende den som brukes på noen kjøkkenskap, der et lite trykk åpner skapdøren litt. På den måten er det lettere å få inn fingrene og åpne lokket. Detaljløsning for dette er ikke utarbeidet, så løsningen er illustrert med en tapp som stikker opp i det ene hjørnet av etuiet.



Figur 39: Ladekonsept 2. Brilleetui med lading. I nedre venstre hjørne ser man også utløsermekanismen til lokket.

Konsept 3 vises i skisse 3, 4 og 5. Fellestrekket mellom disse skissene er at brillene lades ved hjelp av en mikro-USB eller USB-C-kabel. Dette er standardkabler som brukes i det meste av forbrukerelektronikk. Forskjellen i skissene er hvor ladepunktet er. I skisse 3 er ladepunktet i framenden av brillestangen, og kommer fram ved å legge sammen brillestengene, så de fremre endene av brillestengene blir synlig. For skisse 4 ligger ladepunktet under brillestangen i framkant, og for skisse 5 ligger ladepunktet i bakre ende. Sistnevnte er sannsynligvis mest praktisk dersom brillene må lades mens de er i bruk, da ledningen ikke vil være like mye i veien som for skisse 4. Skisse 3 kan ikke lades mens brillene er i bruk.

En siste konseptløsning som ikke er vist i skissene i Figur 20 er trådløs lading av selve brillene. En slik løsning har blitt diskutert sammen med oppdragsgiver, blant annet at det kunne vært trådløs lading i nakkestøtten. Da kunne brillene hatt mindre batterier og mottatt konstant lading så lenge brukeren har brillene på. Her er utfordringen at det blir stråling rett i nærheten av hodet til brukeren, noe som kan være skadelig, men det er usikkert hvor store stråleverdier slik lading ville gitt. Dette står det mer om i kapittel 2.5.2 Stråling fra trådløs teknologi.

4.3.5 Ferdig konsept

Etter å ha sett på ulike formvariasjoner av de to frontrammene kom gruppen frem til at de originale skissene var best. Det ble valgt å gå for begge frontrammene for den utseenderiktige modellen. For brillestenger ble det valgt å bruke de som fikk flest stemmer i undersøkelsen. Disse passer godt på begge frontrammene. For farger kan brukeren ha flere alternativer. Fargene som kan passe godt er blå, brun, mørk grå og svart. Blå og brun kan passe godt til øyefargen til brukere, samtidig som de kan passe personer som liker å ha litt farger. Mørk grå og svart er nøytrale farger og kan derfor passe veldig mange. Det er kun laget utseenderiktig modell av frontramme 3.



Figur 40: CAD-render av briller.



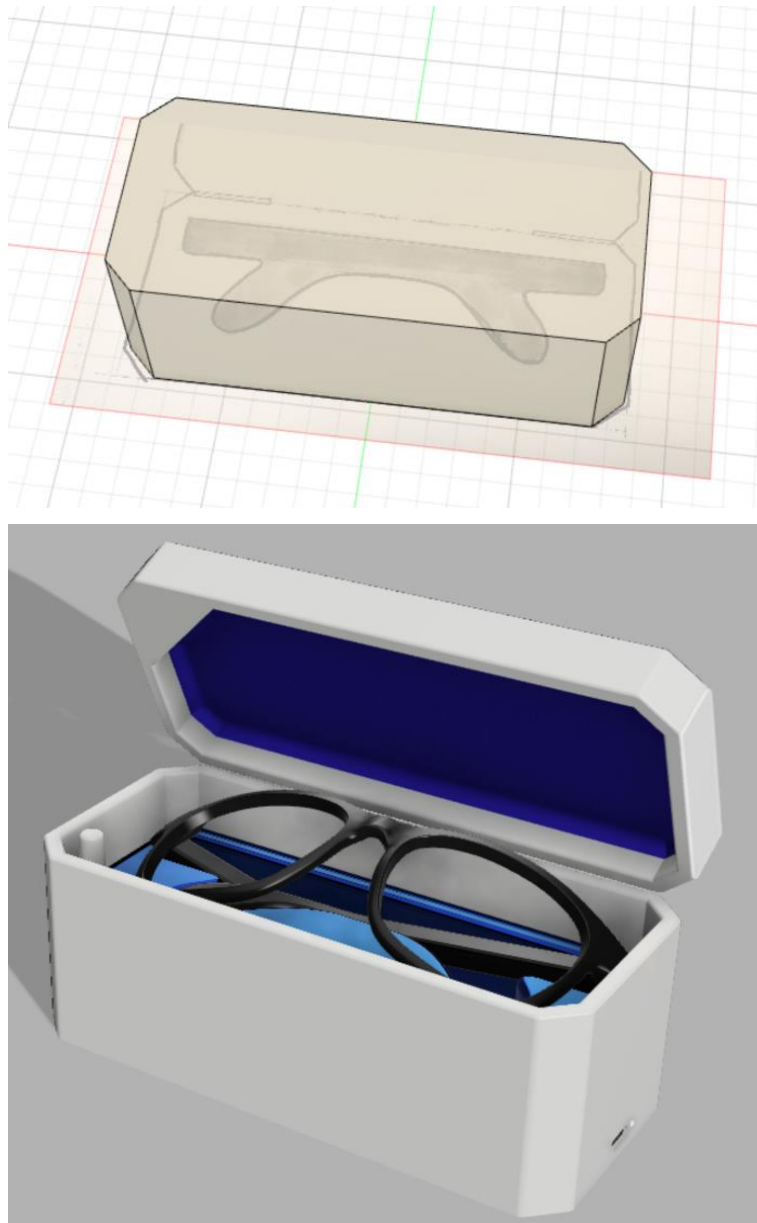
Figur 41: Utseenderiktig modell fra framside med aktiveringsknappen synlig.



Figur 42: Utseenderiktig modell fra bakside.

Etui

Til slutt ble det designet et etui til brillene med innebygd lading. For at brillene skulle passe i etuiet ble det skissert design for hånd basert på dimensjonene til brillene. Skissen var gjort av etuiet sett ovenfra. Dette bildet ble lagt til med bruk av "Canvas" i top plane i Fusion 360. Det ble brukt skissefunksjon i Fusion 360 til å tegne formen til etuiet. Formen ble så ekstrudert. For resten av elementene ble det brukt skissefunksjon, extrude, cut og fillets. Modellen av de to brillene ble så lagt inn sammen med etuiet for å sjekke at brillene passet. Det ble valgt å ikke printe ut denne delen og kun ha en digital utgave.



Figur 43: Skisse og CAD-modell av etui for kjørebrillene.

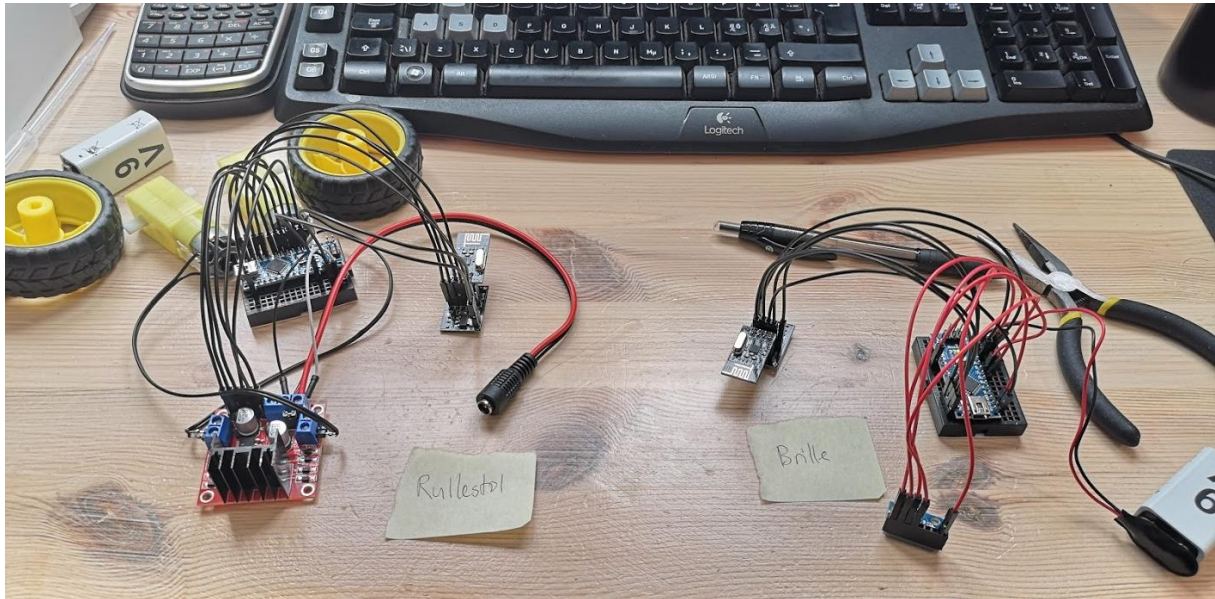


Figur 44: CAD-render av brilleetui.

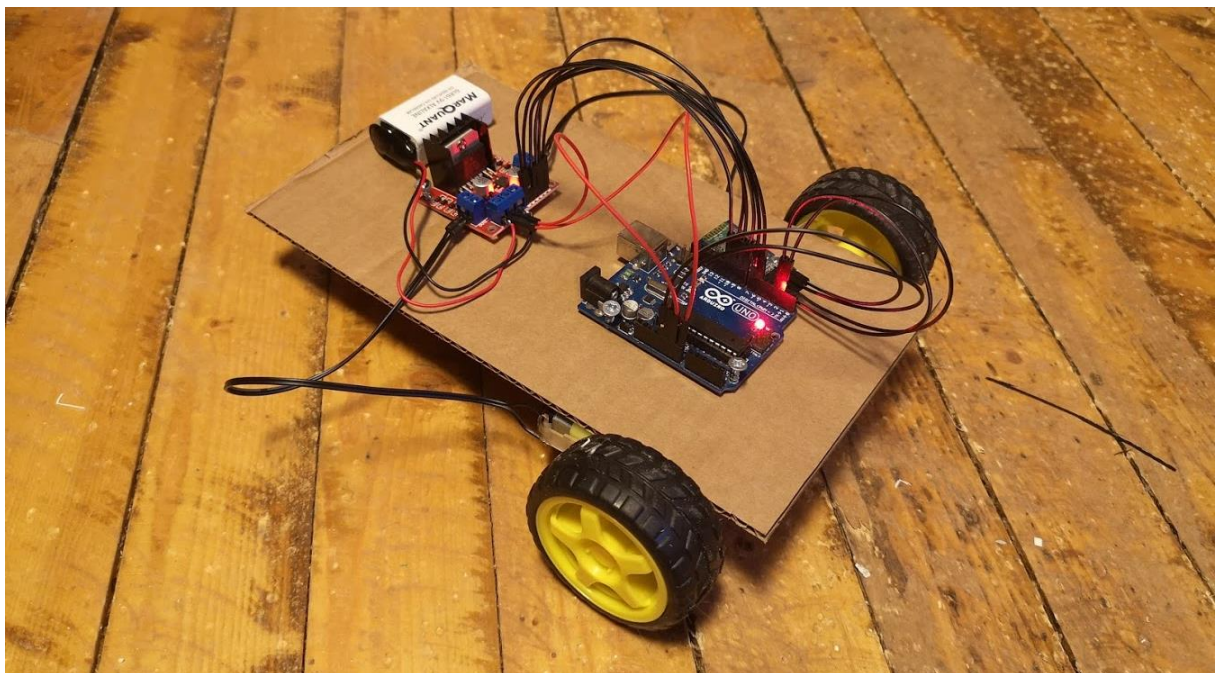
4.4 Produktutvikling teknisk modell

For å vise hvordan kjørebrillen skal fungere ble det utviklet en teknisk modell. Det ble kjøpt inn tekniske komponenter. Dette var blant annet Arduino Nano, HC-05 Bluetoothsender/-mottaker, motorer med hjul, motordriver og batterier. Resterende deler som trengtes, for eksempel ledninger, kontakter, skruer og liknende hadde et av gruppe medlemmene fra før.

Det ble funnet guider på internett om hvordan det kunne lages en radiostyrt bil som styres ved hjelp av gyroskop festet til en hanske. Flere av disse guidene ble kombinert for å lage en løsning tilpasset kjørebrillekonseptet. For å teste at løsningen fungerte, ble komponentene først satt løst sammen. Deretter ble det laget en enkel pappmodell med alle komponentene. Etter å ha laget denne pappmodellen ble det sett på hvordan delene kunne settes sammen mest mulig kompakt, for å passe inn i en rullestolmodell.



Figur 45: Testing av komponenter.

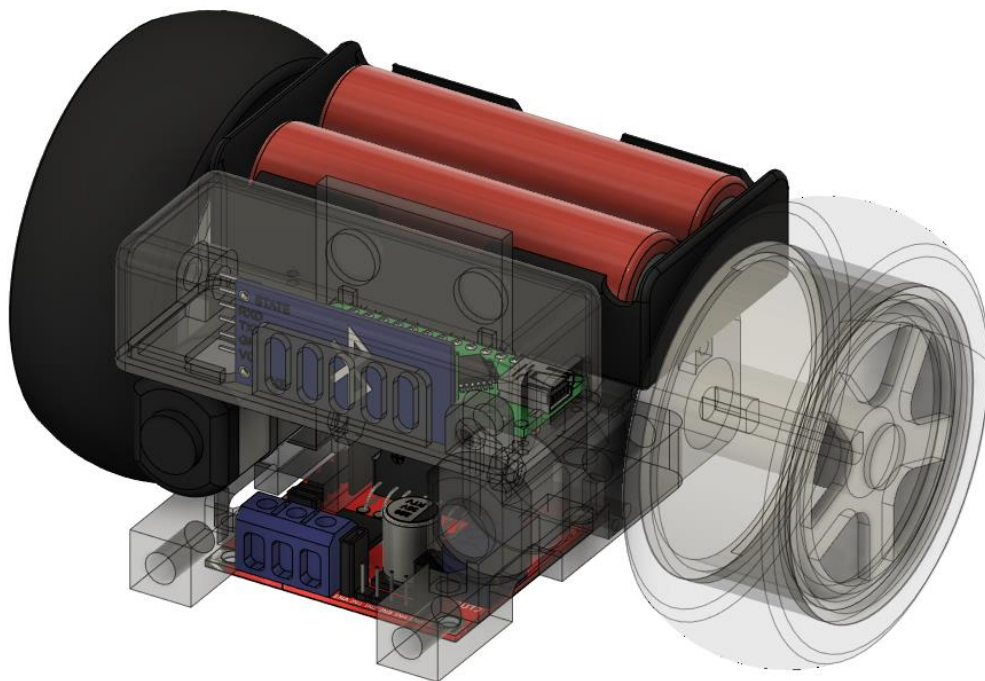


Figur 46: Pappmodell for å teste funksjonaliteten til funksjonsmodellen.

For å best illustrere funksjon ble det laget en modell av rullestolen i Fusion 360 i skala 1:5,5. Skalaen ble valgt ut fra størrelsen på de innkjøpte delene, som for eksempel hjul. Etter å ha funnet ut hvordan de ulike delene kunne kombineres ble disse satt inn i Fusion 360. Modellen av rullestolen ble så modellert rundt disse delene. Det var to stykker i gruppen som jobbet sammen om dette. Den ene så på rammen rundt komponentene, hvor det var en del tekniske hensyn å ta i forhold til delene som måtte få plass og ikke hindre at rullestolen kunne bevege

seg. Den andre så på de ulike delene som stol, armlener og fothviler. Begge måtte ta hensyn til hvordan de ulike komponentene skulle bli printet, og hvordan disse skulle bli satt sammen etter print. For å få modellen mest mulig lik rullestolen ble det brukt “Canvas” hvor bilder av rullestolen fra siden, og front ble lagt inn i programmet.

Etter printing ble delene lakkert i riktig farge før det ble lagt på vanddekalder med sponsorlogo, tilsvarende den store rullestolen.



Figur 47: CAD-modell av understellet til den tekniske modellen med komponentene som trengs.



Figur 48: Ramme 3D-printet og komponentene montert. De er fortsatt ikke koblet til, så ledningene henger fortsatt løst utenfor.



Figur 49: Lakkering av deler til teknisk modell.



Figur 50: Setepute, ryggstøtte, fothviler, framhjul og armlene modelleres etter bilder av rullestolen.



Figur 51: Den ferdige tekniske modellen.



Figur 52: Den tekniske modellen sammen med mobiltelefon festet på caps for styring.

Funksjonsmodellen styres ved hjelp av gyroskopet i en mobiltelefon. Denne telefonen er festet til en caps på hodet til den som skal styre modellen. Mobiltelefonen kommuniserer med HC-05 på funksjonsmodellen, og disse signalene behandles igjen av Arduino Nano som gjør de om til kommandoer for motorene.

Selve hodebevegelsene er ikke identiske med de som er beskrevet i kapitlet om hodebevegelser. Dette på grunn av begrenset funksjonalitet i programmeringen. Svinging er likt, men i stedet for de foreslåtte kommandoene for akselerasjon og bremsing, har rullestolen kun én hastighet forover og bakover. For å kjøre framover, tiltes hodet forover, og tiltes hodet bakover, rygger rullestolen. Vinkelen hodet tiltes har ikke noen betydning for hastighet, men det påvirker hvor skarpe svinger modellen tar.

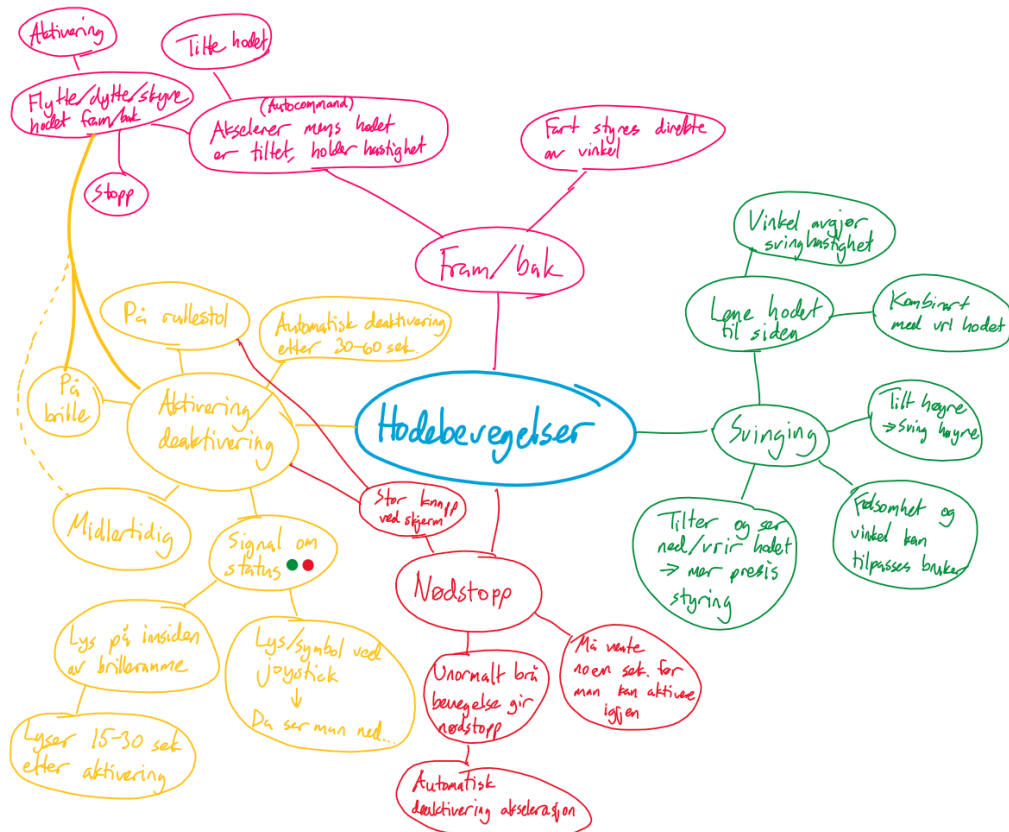
4.5 SWOT

Tabell 9:
SWOT-analyse

Strengths	Weaknesses
<p>Styrkene til produktet er at det ser ut som vanlige briller. Dette kan være en stor fordel mot for et produkt med liknende funksjoner, men som ser ut som et hjelpemiddel.</p> <p>Produktet dekker et behov som andre produkter ikke har klart å tilfredsstille.</p>	<p>Brukere har veldig ulike behov på grunn av forskjeller i funksjonshemming og ulike hodeformer. Brillen er ikke spesialtilpasset hver enkelt bruker.</p>
Opportunities	Threats
<p>Det er et stort marked for produktet, og mange muligheter for videreutvikling som implementering av AR og kunstig intelligens. Dette kan gjøre at brillen også kan passe for andre brukere.</p>	<p>Konkurrenter som har mer kunnskap rundt produksjon av hjelpemiddel eller mer kunnskap om smartbriller og programmering.</p>

4.6 Hodebevegelser

I arbeidet med å kartlegge hva slags hodebevegelser som skal gjøre de ulike kommandoene på rullestolen, ble det blant annet brukt tankekart og brainstorming. Ved hjelp av tankekart kunne sammenhenger mellom funksjoner kartlegges, og det dannet en oversikt over hva som trengtes av kommandoer, og hvordan de kunne kombineres.

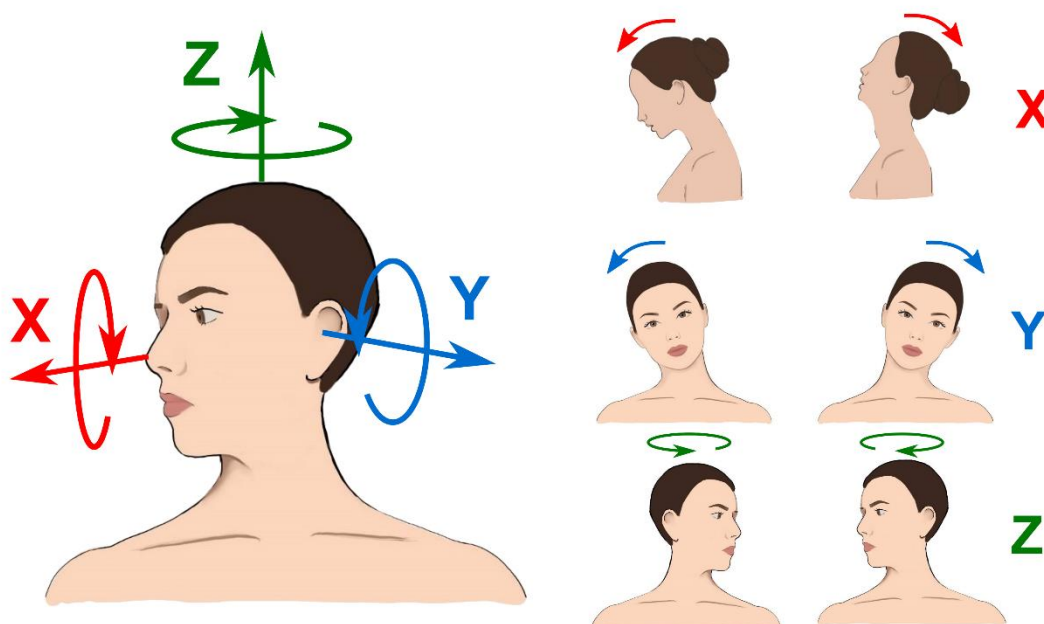


Figur 53: Tankekart over hodebevegelser.

De grunnleggende funksjonene det ble jobbet med var aktivering og deaktivering av styringen, akselerasjon forover og bakover, bremsing og stopping og svinging. Dette er de viktigste funksjonene kjølebrillen skal betjene, og alt annet er tilleggsfunksjoner som ikke er nødvendige for å kjøre rullestolen. Dette kan være funksjoner som justering av seteinnstillinger og liknende.

For å registrere dataene, gjøres dette med et gyroskop som måler vinkelhastigheten i tre akser. Aksene er som vist på Figur 54. Som nevnt i kapittel 3.2.3 Dataanalyse fra observasjon, loggføres både de reelle nåverdiene fra gyroskopet, men det ble også laget en kolonne for

summerte verdier for å undersøke grafen på en mer forståelig måte. For de aktuelle diagrammene er det en graf for nåverdi og en for summert verdi.



Figur 54: Akser som måles av gyroskop for å registrere hodebevegelser. Illustrasjon: Monika Skaug Bakkehaug

4.6.1 Aktivering og deaktivering

Siden hodebevegelsene registreres i sanntid, er det viktig å ha en enkel måte å aktivere og deaktivere styringen. Dersom brukeren kjører mot et gangfelt, er det viktig å kunne se seg til begge sider for å se om det kommer biler, uten at rullestolen svinger rundt og risikerer å kjøre ut i veien, bare fordi brukeren snur på hodet for å se seg for. En enkel aktivering og deaktivering er derfor viktig, slik at brukeren faktisk tar seg tid til å gjøre det, i stedet for å ta sjansen uten.

Før aktivering av selve styringen, må brillene være skrudd på. Til dette trengs en knapp på brillene, gjerne på brillestangen med kretskortet og sensorene for å samle alt på ett sted. For at bruker skal slippe å få hjelp til å skru på brillene flere ganger daglig, må de kunne stå i hvilemodus i mange timer uten å bruke strøm. På den måten kan brillene skrues på om morgenen før de tas på, og deretter

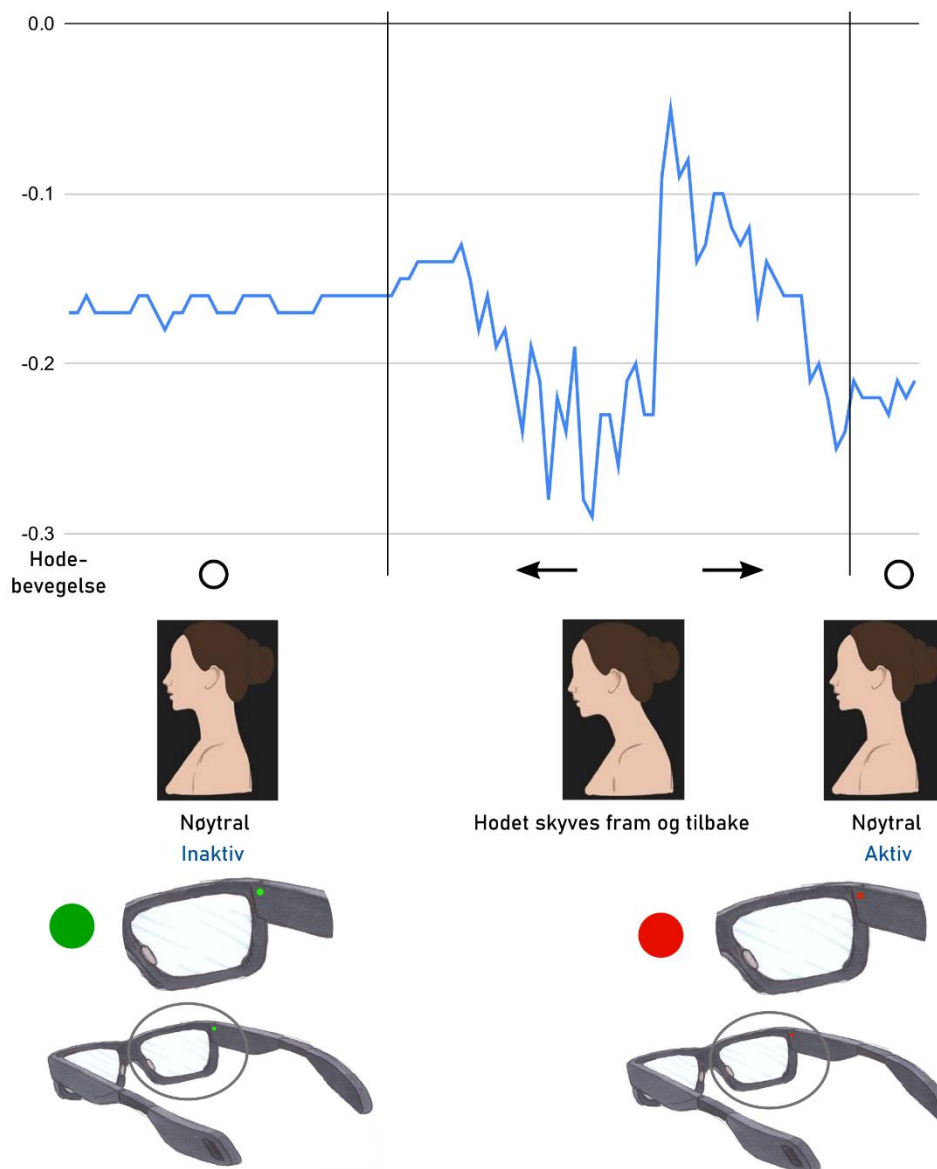


Figur 55: Aktiveringsknapp på brillene.

være i hvilemodus hele dagen om nødvendig. Knappen for å skru på brillene vil være en liten knapp på utsiden, slik at den er lett å treffe uten finmotorikk i fingrene. Når brillene er i hvilemodus, vil oppdateringsfrekvensen på sensorene være lavere, og signaler vil ikke sendes like ofte til rullestolen. Sensorene trenger nå bare å brukes til å oppdage når aktiveringskommandoen gjøres, eller når brukeren aktiverer styringen fra knappen på rullestolen.

Kommandoen det ble enighet om for aktivering og deaktivering var en rask bevegelse der hodet skyves frem og tilbake i en lineær bevegelse. Denne bevegelsen lar seg registrere ved hjelp av akselerometer, noe som vises i Figur 56. Grafen viser g-kreftene i én akse mens nevnte hodebevegelse gjennomføres.

For at brukeren skal vite hvilken modus som er aktiv, vil en indikatorlampe på innsiden av brillestangen lyse. Grønt lys indikerer at styringen er deaktivert og at det er trygt å bevege hodet uten at rullestolen begynner å kjøre. Rødt lys indikerer at styringen er aktiv og at hodebevegelser registreres, og at rullestolen vil kjøre dersom hodet beveges. For at lyset ikke skal bli irriterende, holder det at det lyser i 15-30 sekunder. Har brukeren stått i ro lenger enn dette, foreslås en automatikk som uansett deaktiverer styringen. Det er heller ikke nødvendig at lyset er påskrudd lenger, for det er bare i situasjoner der brukeren akkurat har kjørt og stoppet, eller når brukeren akkurat har gjort bevegelsen for å aktivere eller deaktivere brukeren trenger å vite hva som gjelder nå. Utover denne tiden vil brukeren være klar over modusen da vedkommende enten har stått lenge i ro, eller fortsatt kjører.



Figur 56: Illustrasjon og graf som viser hodebevegelsen for aktivering og deaktivering. Et lyssignal på innsiden av brilleinnfatningen indikerer om styringen er aktiv eller ikke.

I tillegg til denne hodebevegelsen, foreslås en knapp ved betjeningspanelet til rullestolen. Denne må være stor og lett å trykke inn, slik at brukerne som fortsatt har noe førlighet i armer kan trykke på denne knappen. Plasseringen er tenkt mellom armlene og betjeningspanel. Her sitter det i dag et lite bryterpanel for setejustering, men dette har små knapper som må trykkes inn ganske hardt, og disse knappene er dermed ubrukelige for vår målgruppe. I tillegg til knapp for aktivering og deaktivering, kan det også være en knapp for å skru brillene av og på her. Da må signaler sendes trådløst, men det kan for eksempel skje på samme måte som fjernkontrollen i en TV. Video av denne aktiveringsknappen ligger som vedlegg.



Kjørebrille av

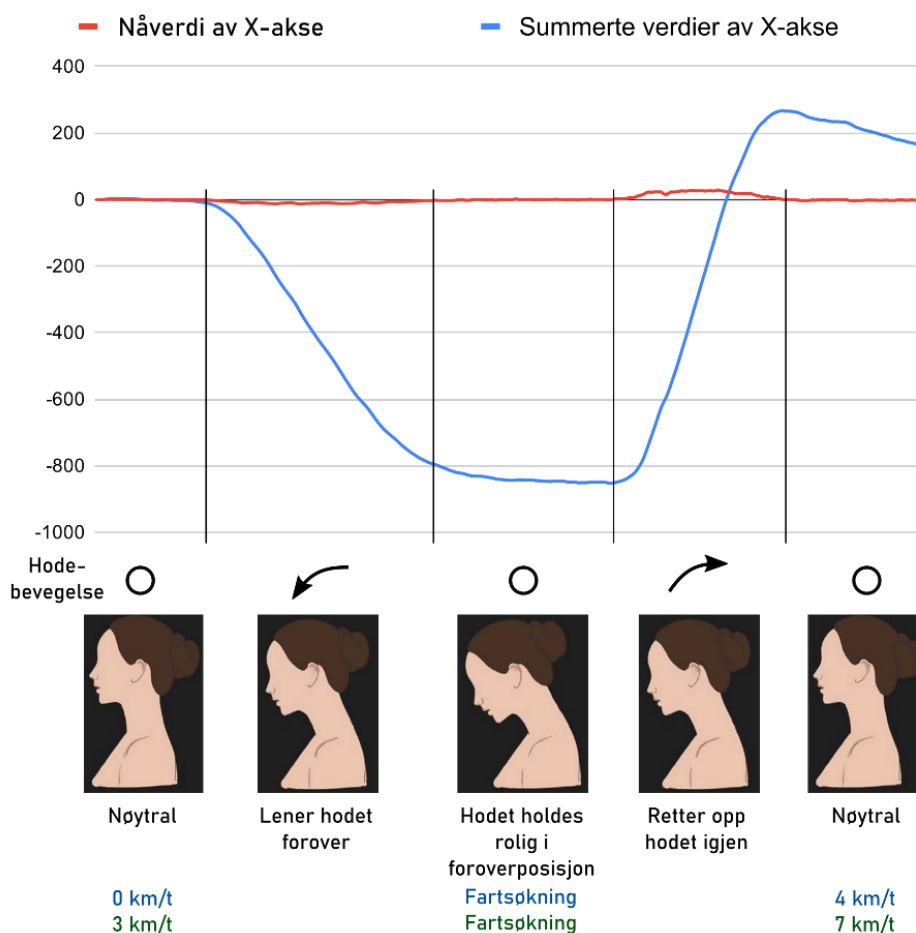
**Kjørebrille på
Kjøremodus inaktiv**

**Kjørebrille på
Kjøremodus aktiv**

Figur 57: Knapp for å skru brillene av og på, i tillegg til aktivering og deaktivering. Samme lyssignal vil vises på innsiden av brilleinnfatningen.

4.6.2 Akselerasjon

For å begynne å kjøre framover, må styringen aktiveres. Deretter kan hodet lenes forover, og da registrerer rullestolen at brukeren ønsker å kjøre framover. Så lenge hodet holdes foroverlent, fortsetter rullestolen å akselerere. Når ønsket hastighet er oppnådd, rettes hodet opp igjen til nøytral posisjon. Da kjører rullestolen i denne hastigheten, og hodet kan holdes oppreist i normal posisjon. Samme kommando brukes for å øke hastigheten, dersom det ønskes å kjøre fortere.

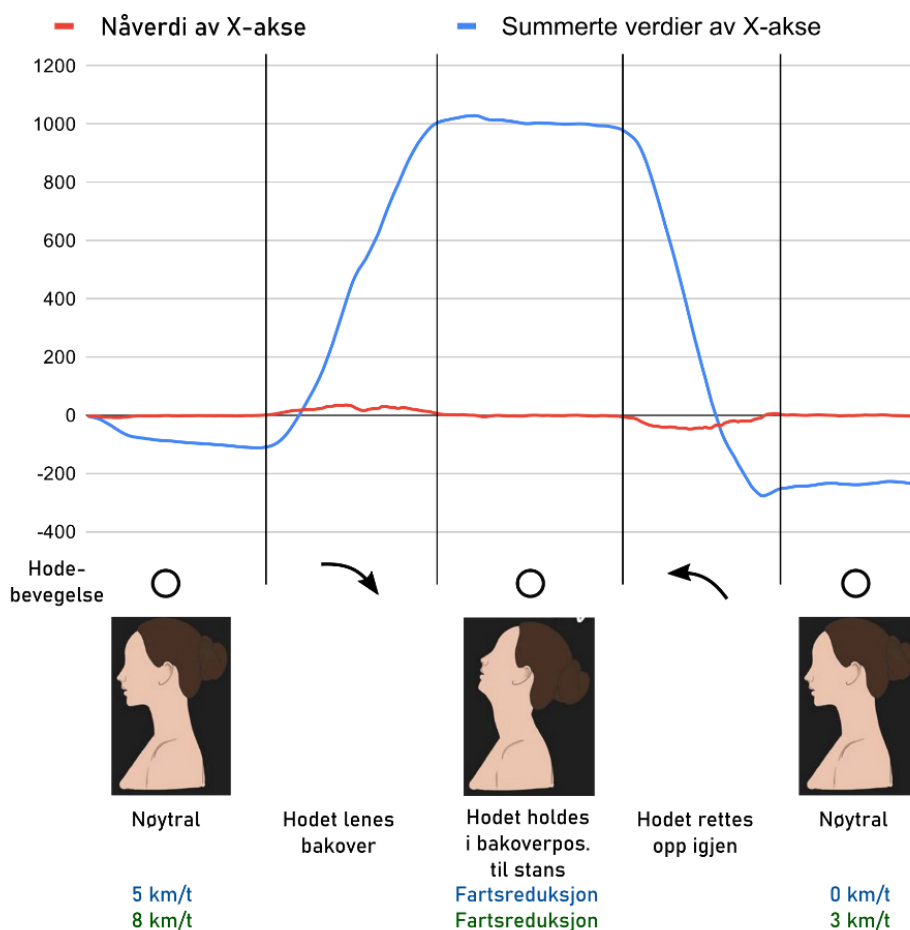


Figur 58: Hodebevegelse for akselerasjon framover.

4.6.3 Bremsing

Dersom rullestolen kjører framover, og brukeren ønsker å bremse, lenes hodet bakover. Da reduseres farten så lenge hodet er i bakoverlent posisjon, og når det rettes opp igjen beholdes hastigheten rullestolen nå har redusert til, eller hodet kan holdes bakoverlent til rullestolen stopper.

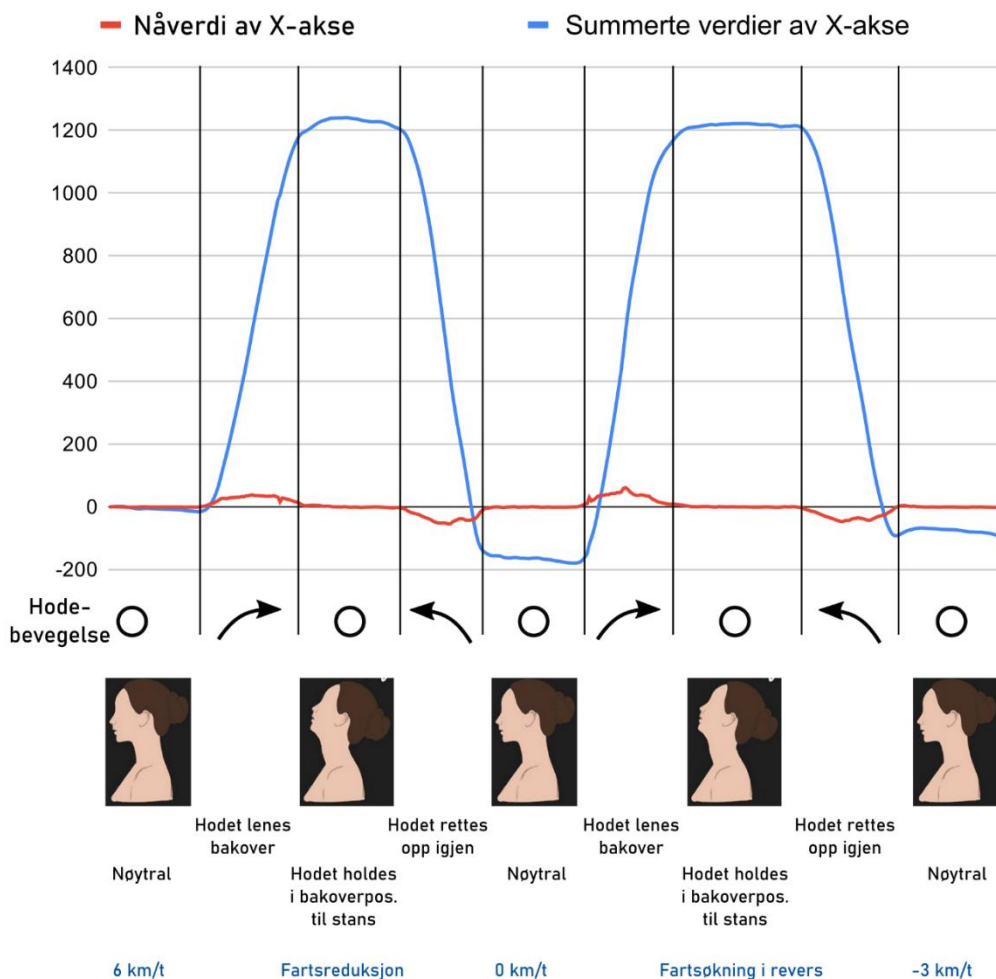
For å stoppe helt, kan alternativt hodebevegelsen for deaktivering vist lenger opp gjøres, i stedet for å holde hodet bakover helt til det stopper. Knappen ved betjeningspanelet kan også benyttes. Dersom styringen deaktiveres under kjøring, vil rullestolen stoppe av seg selv.



Figur 59: Diagram og illustrasjon over hodebevegelse for bremsing.

4.6.4 Retningsendring fra forover til revers

Dersom det kjøres framover og brukeren ønsker å stoppe og rygge, gjøres dette med de samme bevegelsene som forklart over. For å stoppe, holdes hodet bakoverlent og deretter rettes hodet opp igjen når rullestolen har stoppet. Ved å lene hodet tilbake igjen nå, vil rullestolen begynne å rygge.

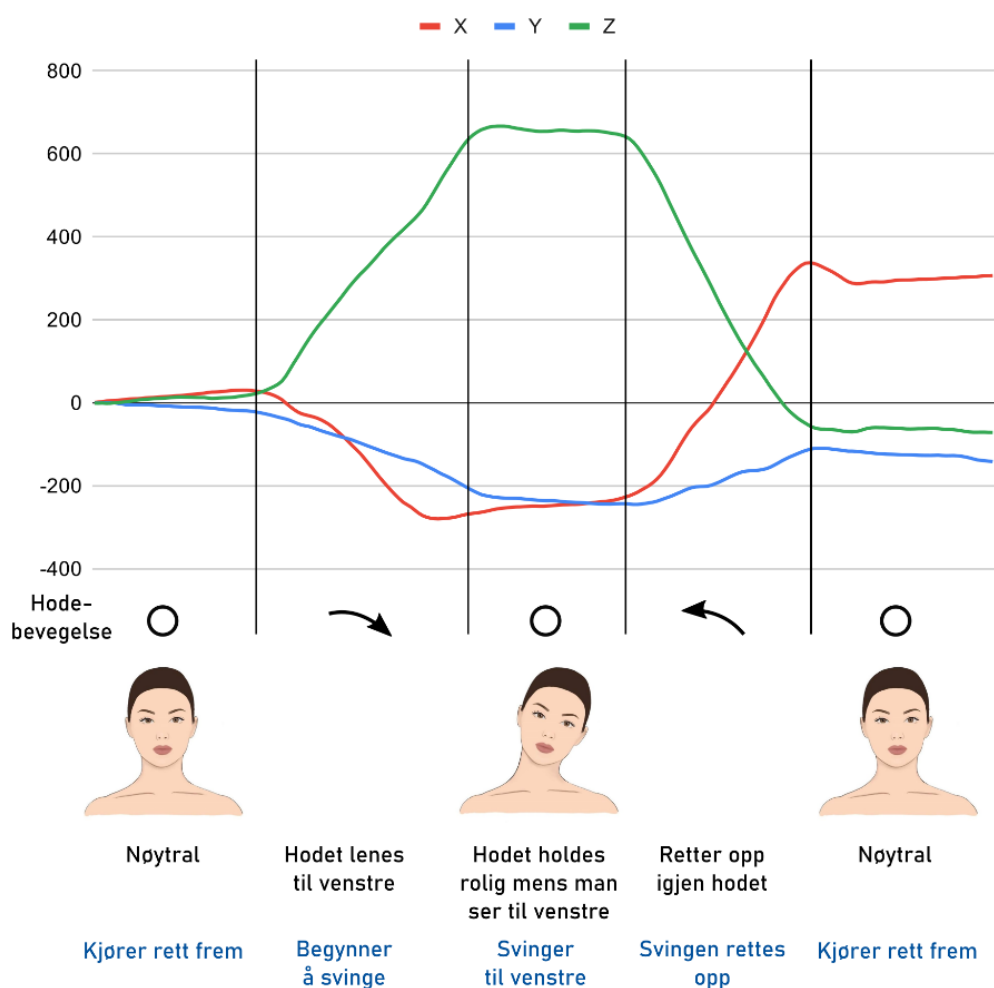


Figur 60: Diagram som viser hodebevegelser for å foreta en retningsendring fra forover til revers.

4.6.5 Normal sving

Det ble valgt å dele sving inn i to hovedkategorier. Den første er normal sving. Det vil si måten brukeren svinger under normal kjøring, uten store krav til presisjon. For slike svinger lenes hodet til siden, eventuelt samtidig med at hodet vriss mot svingen. Utførte målinger viser at det er vanskelig å lene hodet til siden, uten at det også vriss litt på. Det betyr at det er mest naturlig med en kombinasjon av disse bevegelsene, noe som også vises ved at X- og Z-aksene gir størst utslag.

Svingutslaget avgjøres av vinkelen på hodet. Desto mer hodet lenes til siden, desto skarpere svinger rullestolen. Dette henger sammen med funnene fra Mars, Navarro og Paterson (2012) om hvor sjåfører ser når de kjører bil. Desto skarpere sving, desto mer ser de inn i svingen, som gjør at hodet følger svingene i forhold til hvor skarpe de er.



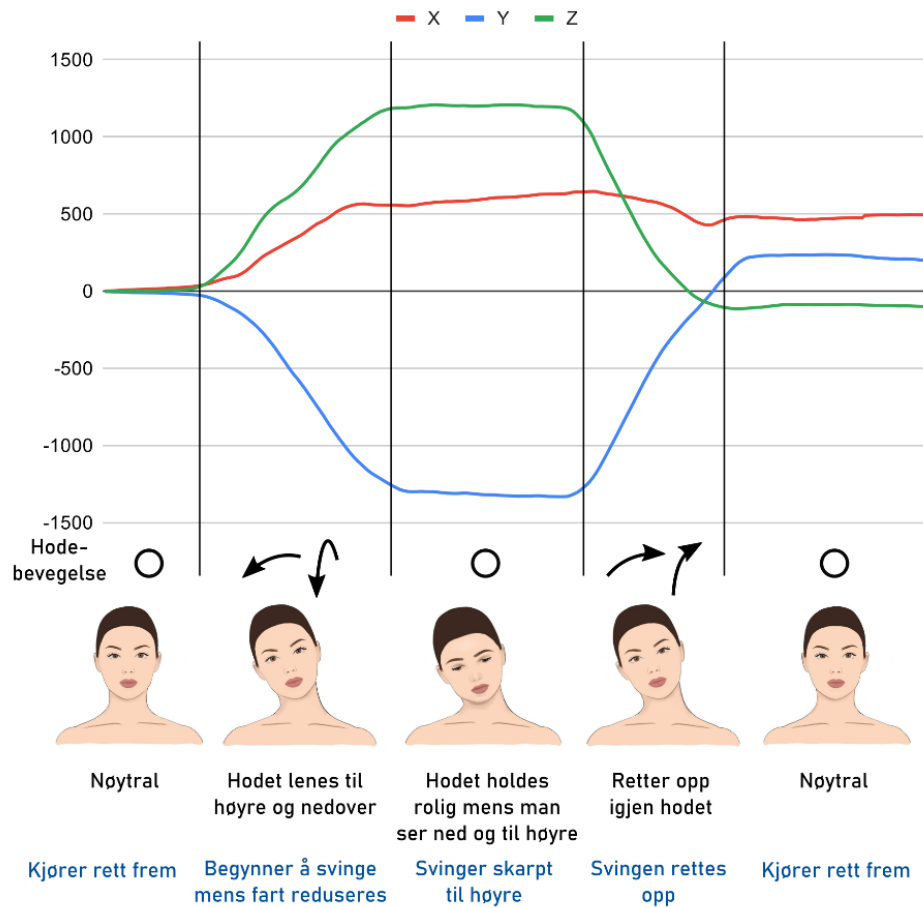
Figur 61: Diagram og illustrasjoner som viser hodebevegelser for normal svinging.

4.6.6 Presisjonsstyring for skarpe svinger

I noen tilfeller ønskes større presisjon ved svinging. Et eksempel kan være at det skal kjøres rundt et hjørne og inntil en kjøkkenbenk. For å vite om hjulene kommer tett nok inntil uten å kollideres, kan det være nødvendig å se ned samtidig som rullestolen svinger.

For slike svinger foreslås det at brukeren ser til siden og ned samtidig. Dette kan skilles fra hodebevegelsen for akselerasjon som bare tilter hodet nedover uten å ha det til siden. Når brukeren ser til siden og ned samtidig, vil hastigheten på rullestolen reduseres automatisk for å oppnå større presisjon. Når svingen rettes opp igjen må det akselereres på nytt dersom brukeren ønsker dette. Det vurderes som tryggest å beholde lav hastighet etter en presisjonsstyring, da denne funksjonen er tenkt brukt inntil objekter, og her vil det ikke være ønskelig å øke hastigheten igjen etter å ha plassert stolen riktig.

Som diagrammet viser, har Y-aksen her et mye større utslag enn for normal sving. Dette fordi hodet bevisst lenes nedover i tillegg til å svinge. I diagrammet for normal sving skyldes utslaget i Y-akse kun den naturlige vinkelendringen som oppstår når brukeren ser til siden.



Figur 62: Diagram og illustrasjon over hodebevegelser for presisjonsstyring i skarpe svinger.



Figur 63: Eksempel på hodeposisjon ved presisjonsstyring. Personen har gitt tillatelse til å bruke bildet.

4.6.7 Andre vurderte alternativer

Det ble diskutert flere alternativer for hodebevegelser. Blant annet ble det diskutert en del rundt aktivering og deaktivering av styringen, spesielt midlertidig deaktivering. Det kunne vært nyttig å ha en midlertidig måte å deaktivere styringen slik at brukeren har mulighet til å se seg rundt mens den kjører. Alternativer som ble vurdert var å bite tennene sammen, liknende det Lee, Kim og Kim (2016) viste i sitt arbeid med styring av rullestol ved hjelp av hodet. For å få til dette ville det vært nødvendig med en sensor mot tinningen på brukeren, som ville krevd flere komponenter både inni og utenpå brillene.

Det kunne også vært mulig å ha tankestyring som blant annet Millán *et al.* (2008) har forsket på, men som nevnt i teorikapitlet, har dette en lang vei å gå enda.

For akselerasjon og hastighetsstyring, var det andre hovedalternativet at vinkelen på hodet bestemmer hastigheten. Det vil si at dersom hodet lenes litt forover, kjører rullestolen sakte, og dersom det lenes mer forover går den fortere. Ved lengre strekninger må hodet holdes foroverlent i fremste posisjon for å kjøre full hastighet over lengre tid, og det kan være slitsomt. Det gir i tillegg mindre overblikk over det som skjer foran rullestolen.

4.7 Intervju med bruker

Det ble gjennomført et intervju med en bruker onsdag 13. mai. Intervjuet forgikk over Google Meet og varte i ca. 45 minutter. Det var en som var intervjuer, en skribent og en observatør i tillegg til brukeren som ble intervjuet. På grunn av noen tekniske feil var det noen avbrudd på intervjuet der skribenten tok over for intervjuer. Dette var for å forklare brukeren som ble intervjuet om de tekniske feilene. Skribenten gav også litt tilbakemelding der brukeren ønsket dette. Intervjuet ble transkribert, og transkripsjonen ligger vedlagt som vedlegg nr. 2.

Brukeren er 55 år gammel, har brukt rullestol permanent i 25 år og brukte før dette rullestol av og til. Personen er betydelig funksjonshemmet med muskelsykdom, og sitter i rullestolen hele tiden. Brukeren bruker også briller. Hverdagsrutiner som å stå opp, dusje og liknende tar opptil to timer på grunn av funksjonsnedsettelsen og at brukeren trenger assistanse til dette. Brukeren er ikke i fast jobb, men liker å drive med utarbeid som å plante i drivhus, er interessert i politikk

og er medlem av en del foreninger. Brukeren drar på handleturer, på byen, til lege, frisør og er glad i konserter. Reiser også til andre byer for å besøke sine barn. Tilbringer ellers mye tid hjemme og bruker mye TV og PC. Brukeren har alltid med seg hjelper.

Brukeren har to Balder-rullestoler med omfattende ombygginger. På grunn av muskelsykdommen, trenger brukeren mye justeringer på seteposisjon, og har derfor flere justeringer enn det som er normalt for slike rullestoler. Den ene av rullestolene har også mulighet for at brukeren kan stå oppreist. Rullestolene styres med joystick, og andre funksjoner er også lagt til joysticken, slik som setejustering, i tillegg til egne knapper for ekstrafunksjoner. Den største utfordringen brukeren har med styringen i dag, er at musklene i overkroppen svekkes, og at den dermed sliter med å løfte armen bort til joysticken. Å bruke joysticken med fingrene er ikke et problem, men å løfte armen er vanskelig. Brukeren foreslo en løsning der noe av styringen kunne vært i hånda, mens denne ligger i fanget.

Videre i intervjuet ble det snakket om løsninger til kjørebrillen. Det første temaet var hvordan brillene skrues av og på, og aktivering og deaktivering. Her snakket brukeren om at det var vanskelig å løfte armen, og at det derfor måtte være noe den kunne ha i hånda, eller ved joystick. Brukeren har krefter i fingrene, men ikke i armene, så klarer ikke å løfte hånda opp til brillen.

Det ble nevnt at det måtte være en god måte for nødstop. Styringen må være slik at brukeren føler seg trygg på hva rullestolen skal gjøre, og at det er lett å stoppe når dette trengs. Styring med hodebevegelser kan være vanskelig i offentlige rom og andre steder der det er trangt, for eksempel i klesbutikker, inn og ut av bil og liknende. Her er det behov mer presis styring.

Brukeren var enig i de presenterte forslagene til hodebevegelser, og synes de virket fornuftige. Likevel må de kunne tilpasses den enkelte bruker i forhold til følsomhet og mobilitet i nakke.

Ladeløsningen som ble presentert ble likt av brukeren, spesielt at det skulle fungere som en powerbank. De fleste brukere som kan ha nytte av kjørebrillen er uansett avhengig av hjelp til å sette de til lading, da de har liten eller ingen funksjon i armer og hender. Det er derfor ikke er så viktig hvordan dette gjøres. Brukeren var positiv til at det gir mer selvstendighet, selv om ikke alle får nytte av det.

Når det gjelder AR og kunstig intelligens, var brukeren veldig positiv til dette, og så store fordeler med det. Blant annet å kunne få opp tekstmeldinger i brillen, og kunne kommunisere med omverdenen ved hjelp av blant annet kunstig intelligens. Dette kunne gi en enklere hverdag

og gjøre ting som å for eksempel åpne dører. Brukeren var ikke bekymret for personvernutfordringer knyttet til dette.

I forhold til stigma var brukeren veldig positiv til at kjørebrillen ikke skal se ut som et hjelpemiddel. Brukeren har selv opplevd stigmatisering, og mener at det vil være en stor forskjell på stigmatisering mellom for eksempel hakestyring og noe som ser ut som en vanlig brille.

5 Analyse / diskusjon

5.1 Stigma og sosial persepsjon

I denne oppgaven har det blitt valgt å legge mye vekt på at produktet skal se ut som en helt ordinær brille. Produktet skal ikke se ut som et hjelpemiddel. Ofte skal produkter se ut som det de er ment til å brukes som, slik at forbrukeren skjønner hva som er tenkt med produktet. Designprosessen i denne oppgaven har derfor blitt noe annerledes.

Grunnen til at det er så viktig at produktet ikke ser ut som et hjelpemiddel er stigma. Ofte kan hjelpemidler føre til økt stigma for en person. Det er viktig at hjelpemiddelet ikke blir et element som vil trekke til seg uønsket oppmerksomhet. Mye av grunnen til dette fokuset er på grunn av etikk. Er det rett å lage et produkt, som en person kanskje er helt avhengig av, til å være det første andre mennesker legger merke til? En stigmatisert person kan bli så dårlig behandlet at personen ikke lenger blir behandlet menneskelig (Goffman, 2017).

Et produkt kan ikke løse alle problemene med stigma og diskriminering, men forhåpentligvis kan det se så ordinært ut at det ikke har noen ekstra påvirkning. Skal produktet erstatte hakestyring for eksempel, kan det være med på å kunne redusere stigmatiseringen. Hakestyringen kan for en person som aldri har sett det før virke skummelt. Dette kan da føre til at personen som bruker hakestyringen blir stigmatisert. Viktigheten av utseende på produktet ble bekreftet etter intervjuet med en bruker. Personen sa at det var utrolig viktig å ha fokus på dette og at det var helt klart forskjell i stigmatisering av person med hakestyring, mot for en person med styring som ser ut som en brille. Det at produktet er utformet som en brille betyr ikke at bruken må ha nedsatt syn for å bruke styringssystemet. Brillene må kunne leveres med glass uten styrke.

5.2 Designvalg

5.2.1 Frontramme

Det viste seg å være noe utfordrende å velge frontramme på brillen. Dette var det ulike grunner til. Brukerne brillene er ment for har veldig forskjellig alder, og er av forskjellig kjønn. Det ble valgt ut 16 skisser av briller til å bli med i undersøkelsen. Denne skulle hjelpe til med å komme frem til et design som passet folk flest. Sånn i ettertid kunne nok noen av skissene ha hatt større forskjeller og noen flere muligheter i forhold til brilleinnfatning. Veldig mange av skissene var ganske like, og gikk etter litt det samme konseptet. De fleste hadde en tykkere ramme. Her har nok tanken om en tykk brillestang ubevisst påvirket idéutviklingen.

Det ble fulgt med på resultatene av undersøkelsen underveis. Her ble det klart at det var to av innfatningene som var favoritter. Dette var skisse 3 og 9. I løpet av tiden undersøkelsen var aktiv, varierte det hvilke av disse to frontrammene som hadde flest stemmer. Det ble derfor valgt å fokusere på begge etter at undersøkelsen hadde blitt gjort. Det ble tegnet seks formvariasjoner av begge brillene for å se om det var noen forbedringer som kunne gjøres på designet. Disse ble gått igjennom av gruppen, hvor alle var enige om at de originale var de beste. Det som gjorde disse så bra var nok hvor enkelt designet var. Skissene hadde en ganske vanlig brilleform og skilte seg derfor ikke så mye ut. Flere av formvariasjonene kunne ha vært stilige å bruke, men passer ikke helt til å bli brukt som en kjørebille. Brillene i denne oppgaven skal ikke skille seg ut, da dette kan være med på å gi uønskede blikk, som kan være ubehagelig for brukeren. De skal også passe veldig mange brukere med veldig ulik stil, derfor falt valget på et enklere design. Av de to designene var det noe uenighet om hvem som var best. De fikk begge veldig likt med stemmer i undersøkelsen og det ble derfor vanskelig å begrunne hvorfor den ene var bedre enn den andre. Brille nummer 9 hadde noe som kanskje kan ses på som et mer maskulint utseende, og vil kanskje ikke helt være brillen for ei jente i 20-årene. Brille nummer 3 er ganske store, noe som gjør at de balanserer godt med brillestengene, men de kan også bli lettere å legge merke til. Derfor ble det valgt å beholde begge designene for frontramme i endelig konsept. Begge passer med brillestengene i oppgaven. Frontrammen skal ikke ha noe teknologi i seg og fungerer som en helt vanlig brilleinnfatning. De er derfor relativt enkle å produsere.

Det at brukeren har friheten til å selv velge mellom to design kan være med på å gi en brille som brukeren selv liker å bruke. I oppgaven har det vært viktig å komme frem til et konsept som ikke ser ut som et hjelpemiddel og som har muligheten til å redusere stigma. En slik frihet som å selv ha valgmuligheter vil kunne hjelpe brukeren til å ha en brille som passer dem og deres stil. Det negative med det er økte produksjonskostnader, men i dette tilfellet vil nok valgmulighetene ha en større betydning.

5.2.2 Stang

Figur 19 viser de ti ulike brillestengene som ble med i spørreundersøkelsen. Valget med å velge en løsning for brillestang ble ganske enkelt da nummer 1 ble en klar vinner. Resultatet av spørreundersøkelsen kunne nok ha vært litt annerledes hvis brillestengene hadde hatt flere varianter. Det var et klart skille mellom de tykke og tynne brillestengene i konseptløsningen. En mulighet kunne vært å slå sammen designelementene fra de tynne og tykke stengene, og fått til enda flere konseptløsninger. En tilbakemelding som ble kommentert av en respondent i spørreundersøkelsen var at det foretrekkes en brillestang som ikke hindrer sidesynet. Flere ulike konsepter av tynnere stenger hadde nok derfor vært en lur løsning. Grunnen til at dette ikke ble med er nok fordi plass til elektroniske komponenter og sensorer har stått sentralt for idéutviklingen. Dette har ligget ubevisst i tankene under idéutviklingen av konseptskisser og har nok derfor påvirket disse. Løsningen som vant undersøkelsen, og som er det konseptet som ble tatt med videre, har et klassisk design og passer godt sammen med frontrammen.

Problemet med løsning 1 er at den er tynnere enn flere av de andre løsningene. Dette gir noen utfordringer i forhold til plassen til de tekniske komponentene. Det ble derfor viktig å utnytte og fordele plassen for komponenter i brillestengene best mulig. Brillestangen kan ikke bli for tykk og heller ikke for tung. At brillestangen er lett er viktig, da brukeren skal ha brillen på over lengre tid. Stengene er veldig stive, og det burde nok vært mer justeringsmuligheter i forhold til tilpassing av dem. Dette kunne ha blitt løst ved å sette en metallstang gjennom brillestengene, og bytte ut materialet bak øret med et mer elastisk materiale for å gi mer frihet til justering av brillen. På møtet med NAV i januar ble slik justering nevnt av optikeren Bjørn Erik Evensen.

Videre ble det sett på tekniske aspekter av brillestengene som trådløs lading og en aktiveringsknapp på siden. Det ble gjort skisser for å komme frem med ulike alternativer for

knapp. Både fysiske og touch-knapper. Her ble det valgt en fysisk knapp med rektangulær form og avrundede hjørner som har samme estetiske uttrykk som resten av brillestangen.

5.2.3 Fargevalg

Fargene til brilleinnfatningen ble først og fremst valgt i forhold til å være så nøytrale som mulig. Farger som mørk grå og svart ble derfor naturlig å velge. Har brukeren veldig lys hudtone kan en helt svart brille ha for mye kontrast. Brillen vil da kunne ta mer oppmerksomhet enn ønsket. Det ble derfor vurdert et alternativ som mørk grå. Siden stengene skal inneholde en del teknologi ble det besluttet at disse skal ha en standard farge. Dette ble valgt da produksjon av stengene blir enklere med kun ett fargevalg. Det var allikevel viktig å ha valgmuligheter for å gjøre brillene mer personlig. I forhold til produksjon ble det valgt at forandringene skulle være på frontrammen, da dette virket som den enkleste løsningen. I denne oppgaven ble det også vurdert blå og brun som alternativer til svart og mørk grå. Blå vil passe godt til hudtoner som kler kalde farger, samt brukere med blå øyne. Som nevnt i teorikapittelet er blå en stille og beroligende farge. Den tar ikke veldig mye oppmerksomhet, og vil derfor virke passende. Brun ble valgt for å ha et varmere alternativ. De andre fargene kan fort virke litt kalde. De vil også kunne komplimentere brukere med brune øyne. Om produksjonskostnadene blir for høye med fire fargealternativer kan det gjøres en markedsundersøkelse hvor brukere stemmer over fargen de liker best, og brukt dette resultatet som en referanse i valget av farge.

På stengene er det en knapp for å slå på brillene. Her er det valgt å bruke oransje. Dette gjør at knappen er synlig. Oransje ble også valgt da den er en farge som gir energi, noe som passer seg på en på/av knapp. Det er også valgt med tanke på modellen av rullestol som er brukt som utgangspunkt i oppgaven. Bedriften Sunrise Medical er produsent av rullestolen, og bruker selv fargen oransje i logoen deres. Det var da en måte å knytte brillene mer til rullestolprodusenten i oppgaven.

For etuiet ble det valgt å ha den hvit på utsiden. Dette var for å gjøre det veldig nøytralt, slik at det kunne passe inn i de fleste hjem. Etuiet er ganske stort for å ha plass til både brille og lading. Det ble derfor valgt en nøytral og moderne farge for å ikke ta for mye oppmerksomhet. Inne i etuiet ble det valgt å ha en litt sprek farge. Her ble det både sett på fargen blå og oransje. Fargen blå ble mest valgt med tanke på NTNU sin blåfarge, samtidig som at det passet godt estetisk med den hvite fargen. Oransje ble sett på av mange av de samme grunnene som av/på knappen. Etuiet skal lade brillen, så det å ha en energisk farge vil derfor virke passende. Fargene var også

tenkt til å kunne virke som en kontrast til brillen. Hvis brukeren har nok funksjon til å kunne hente brillene selv uten en hjelper kan dette være viktig. Om brukeren ser dårlig uten briller, kan en klar kontrast hjelpe til å se hvor brillene ligger i etuiet. For størst mulig kontrast, og en sammenheng med brillene og rullestolen ble det mest naturlig å velge oransje.

5.2.4 Aktiveringsknapper

Løsningen som ble valgt for aktivering og deaktivering er valgt for å fungere for de fleste brukere. Knappene nede ved joystickenheten er store og lette å trykke inn, som gjør at de som har noe førlighet i fingrene og armene kan betjene disse knappene. For brukere uten denne muligheten kan assistenten skru på brillene med knappen på brillestangen, så kan brukeren selv aktivere styringen med hodebevegelsen for dette.

På intervjuet med bruker ble det foreslått en kontroller til å holde i hånda for å gjøre denne aktiveringen. Dette kunne vært en enhet med knapp på, slik at brukeren kunne klemme sammen hånda for å aktivere styringen. Da kan hånda ligge i fanget, eller der brukeren selv vil, og det er mulig å bruke hansker. Brukeren som ble intervjuet nevnte at det å få armen opp på armlenet og fram til joystick kunne være utfordrende med vedkommendes muskelsykdom, noe som også er relevant for brukere med kvadriplegi. Det var også kaldt å kjøre rullestolen vinterstid da det ikke kan brukes hansker og samtidig styre med joystick. Løsningen som presenteres i denne oppgaven med hodebevegelse for å aktivere styringen løser både problemet med å få armen opp på armlenet, og problemet med kulde. Dette kunne også vært løst med en knapp i hånda, men det ble vurdert at løsningen med hodebevegelse er like god, og kan brukes uavhengig av muskelfunksjon i hender.

5.2.5 Lading

De ulike ladeløsningene skissert i Figur 20 har både fordeler og ulemper. Det er derfor ikke én enkelt løsning som er betydelig bedre enn de andre. En utfordring som ble kommentert av en respondent i spørreundersøkelsen var at dersom en person bruker briller, er det gjerne fordi vedkommende ser dårlig. Da kan det være utfordrende å sette inn kabelen riktig i ladekontakten. Dette er et viktig argument, men disse brillene skal også kunne brukes av brukere med normalt syn og dermed styrkefrie brilleglass, så da trenger ikke dette å være en utfordring. Det vurderes som en større utfordring at de fleste brukerne vil ha problemer med krefter og finmotorikk i fingrene, da de ikke klarer å bruke joystickstyring. Det er derfor forsøkt å få til en løsning som brukerne som fortsatt har noe førlighet i hendene kan bruke, mens for de resterende brukerne vil det være assistenten som må sette brillene til lading.

Konsept 2 med lading i brilleetui har tatt det beste fra alle ladekonseptene, og står igjen som den løsningen som vurderes som best egnet. De brukerne som har noe førlighet i hender og fingre kan selv klare å ta av brillene, brette de sammen, og legge de oppi etuiet, uten hjelp fra assistenten. Jo mer brukerne klarer selv, jo mer selvstendighet og frihet vil de oppleve.

I denne ladeløsningen utnyttes plassen i brillestengene best mulig ved at det bare trengs de små kontaktpunktene, og brillene er enkle å sette til lading. Powerbank i etuiet gir også stor frihet for brukeren med tanke på at dersom de går tom for strøm når de ikke er hjemme, kan de lade uten å være avhengig av nettstrøm. Den trådløse ladingen av etuiet er også brukervennlig, da slike ladeplater kan ligge flere steder i huset. Alternativt kan andres USB-C-lader lånes hvis brukeren er hjemmefra, og dermed fortsatt ha mulighet til å lade powerbanken i etuiet.

5.3 Teknisk modell

Det var en del utfordringer med å lage en teknisk modell som viser hvordan produktet skal fungere. Gruppen har lite eller ingen forkunnskaper om programmering. Selv med lite forkunnskaper i forhold til hvordan brillen skulle fungere teknisk var det et ønske å få til en slik modell. Det ble kjøpt inn ulike tekniske komponenter for å finne ut hvilke som best passet sammen i denne modellen. Det å vite hvilke tekniske komponenter som skulle inn i produktet ble viktig i forhold til utseende. Dette gav noen føringer i forhold til dimensjoner på produktet.

For å best illustrere funksjonene ble den tekniske modellen laget til å se ut som den elektriske rullestolen som ble lånt for oppgaven. Det beste hadde vært å kunne programmere den elektriske rullestolen og kunne styre den med brillen. Muligheten for at noen i en senere oppgave kan få til dette, som har mer tekniske kunnskaper er store. Den tekniske modellen fungerer ikke hundre prosent slik som det er tenkt i oppgaven. Istedenfor styring i brillene blir det brukt en mobiltelefon festet på en caps for å illustrere best hvordan styringen ville ha fungert. Her må hodet holdes fremover for at rullestolen skal gå frem. Dette ville ha vært veldig tungvint for en bruker å måtte gjøre, samtidig som brukeren ikke får sett rett frem. Selv om den tekniske modellen ikke viser helt hvordan det er tenkt at brillen skal fungere, viser den at mulighetene for en slik styring er der.

5.4 Produksjon og materialvalg

Siden frontrammene til brillene ikke skal ha noen tekniske komponenter kan disse produseres på samme måte som vanlig brilleinnfatning, med acetatplater. Dette gir frihet til andre farger, og formvariasjoner på sikt. Dette fordi det er liten kostand ved å bytte farge på acetatplater, og for formvariasjoner trengs det kun endringer i programmeringen av CNC.

For stengene er produksjonsmetoden litt mer avansert enn for vanlige briller laget av acetatplater eller metall. Dette er fordi det trengs plass til tekniske komponenter i brillen. Her kan det brukes sprøyttestøping. Om brillen skal ha integrert en metallstang og annet materiale over øret for justering vil dette gjøre produksjonen enda mer komplisert.

Det er ikke tatt et valg for nøyaktig hvilken termoplast som egner seg til brillestengene. I tillegg til de materialene nevnt i kapittel 2.8 Materialer, finnes både flere materialer, og veldig mange varianter av disse. Dette bør derfor velges i samarbeid med produsenten som utfører sprøyttestøpingen.

5.5 Covid-19-tilpasninger

Som nevnt tidligere i oppgaven, ble det nødvendig med en omlegging av planer som følge av covid-19. Hvordan dette ble organisert er beskrevet i kapittel 3.1.1 Tilpasninger rundt covid-19. Samarbeidet innad i gruppen har fungert veldig bra. Det tok et par uker før gruppen kom inn i nye rutiner, men når dette var på plass, kom arbeidet opp igjen på et effektivt nivå. Det ble startet med møter over Teams allerede de første dagene, og det kunne dermed legges planer og gruppemedlemmene kunne holde hverandre oppdatert. Den største forskjellen fra å jobbe på campus var egentlig at det ble brukt mer delegasjon av oppgaver som ble løst individuelt, og deretter gått gjennom på statusmøter to til tre ganger per uke. På denne måten kunne det jobbes ganske effektivt uten å være samlet, og fremdeles få med synspunkter fra alle i gruppen. Det arbeidet som krevde aktivt samarbeid, som for eksempel tankekart, diskusjon om løsninger og liknende ble gjort på videosamtale med delt skjerm. Det som har blitt gått glipp av er små uformelle samtaler, diskusjoner og sosialt samvær som både er viktig for det sosiale miljøet,

men som også kan bidra til å finne løsninger på mange problemer. Det ble i stedet brukt de nevnte videosamtalene, men de er til avtalte tidspunkter og bærer preg av å være mer formelle. Det ble likevel opprettholdt et godt sosialt miljø, og gjennomføringen har gått bra.

At det ikke ble mulig å treffe brukere i målgruppen, er kanskje det som har gitt den største negative påvirkningen av oppgaven. Det ville gitt verdifull tilbakemelding rundt deres opplevelse av våre løsninger og de kunne prøvd noe av det i praksis, blant annet den tekniske modellen. En bruker i målgruppen er likevel intervjuet, og det har gitt mye verdifull tilbakemelding på våre løsninger. Det er vanskelig å vite hvor mange brukere det hadde vært mulig å få tak i hvis det hadde vært en normal situasjon, men det at de kunne sett produktet og prøvd det ville åpnet for annen tilbakemelding enn over et telefonintervju.

De testene som ble gjort med rullestol i det ene gruppemedlemmets hjem kan sammenliknes med resultatene som sannsynligvis hadde blitt oppnådd i lab på campus, bare at det ble færre forsøkspersoner. Disse testresultatene anses derfor som ganske gode, spesielt da poenget først og fremst var å vise hva som er mulig å logge av data ved slik kjøring, ikke å faktisk bruke dataene aktivt til styring.

5.6 Kravspesifikasjon

I starten av oppgaven var det satt en del nødvendige krav og ønsker som produktet skulle tilfredsstillende, se side 23. På den tiden som har blitt gitt og de forkunnskapene gruppen hadde var det ikke realistisk å kunne få til alt som står i denne listen. I forhold til selve brillen er dette alt diskutert over.

Det var en del tekniske ønsker til hva brillen skulle gjøre, som ikke har blitt sett på i denne oppgaven. Et ønske var å kunne justere stolen ved hjelp av brillene. Dette var en av tingene det ble valgt å ikke prioritere. I denne oppgaven ble styringen et viktigere problem, og gruppen valgte derfor å legge hovedfokuset på det. Omgivelseskontroll var også noe som var et ønske om å implementere i brillen. På denne måten kunne brillen for eksempel kommunisere med dører og åpne disse. Dette ville ha vært et supert verktøy å ha med, men det trengs mye mer kunnskap og undersøkning for å kunne få til i praksis. Her måtte det sannsynligvis ha blitt brukt

kunstig intelligens for en slik smart kommunikasjon. Den største utfordringen vil nok være å implementere dette ute i samfunnet, spesielt med tanke på sikkerhet og kostnader relatert til dette.

Implementering av AR var også noe som ble vurdert. I forhold til styring vil den kunne ha fungert som en GPS og kunne gitt veibeskrivelser i brillen. Ellers ville den kunne ha fungert som et hjelpeverktøy til mobiltelefonen. Viktigheten av et slikt verktøy ble enda mer klart etter et intervju med bruker. Med lite funksjon i armer er det vanskelig å snakke i telefonen, og svare på meldinger. Det finnes produkter ute på markedet for å kunne ringe og svare på samtaler som du har i ørene, men ikke for å skrive meldinger, se og sende bilder på Snapchat og lignende. Dette kunne nok ha vært interessant å se på i en annen oppgave. Det finnes allerede AR-teknologi selv om den er ganske ung, og har noen ulemper med seg i dag, så vil det nok ikke være umulig å implementere en slik teknologi. Det største problemet blir om brillen fortsatt kan se ut som briller og ikke som et hjelpemiddel. Et annet problem kan være vekten av en slik brille.

En relativ enkel funksjon å implementere er nok følere på stolen som kan gi brillen informasjon om omgivelsene rundt. Dette kan være med på å kunne gi brillen beskjed om hindringer i veien på bakkenivå som kanskje ikke brukeren oppdager. Dette kan også være med på å hjelpe brukeren inn i en bil. Ofte er det å rygge rullestolen inn i en bil et problem. Brukeren som ble intervjuet hadde selv problemer med dette. Brukeren har ikke mulighet til å se bak seg. Det å ha følere vil kunne gjøre det mulig for brillen å registrere hva som er bak stolen, med for eksempel å gi brukeren lyd om rullestolen er for nærme kanten. Enda bedre hadde vært om følerne eller sensorene kunne være med på å rygge og parkere rullestolen inn i bilen for brukeren. Det finnes biler i dag som kan parkere seg selv, så det å bruke en slik teknologi for rullestol vil kunne være en mulighet.

Det er så utrolig mange muligheter for hva en slik brille kan gjøre. Mangel på tid og kunnskaper er den største hindringen til at dette ikke ble gjort i denne oppgaven. Kostnader er også en stor hindring, da mye av denne teknologien er ny og koster mye penger. Prioriteringene ble derfor satt til de viktigste funksjonene for å få et konsept som kan danne grunnlag for en videre utvikling.

6 Konklusjon

Det ble utformet en problemstilling i starten av oppgaven. Denne er som følger: *“Konseptutvikling av et alternativ til joystick for styring av elektrisk rullestol, med fokus på brukere med kvadriplegi.”* I denne oppgaven har dette blitt besvart som et konsept visualisert med en teknisk og en utseenderiktig modell. Den tekniske modellen er med på å besvare problemene rundt hvordan en slik styring skal fungere. Denne modellen fungerer ikke på samme måte som det er ønsket at styringen skal fungere, men gir allikevel et innblikk i hvordan kjørebrillen vil kunne brukes til styring. Den utseenderiktige modellen gir et innblikk i hvordan kjørebrillen kan se ut. Oppgaven endte med å velge to utseenderiktige modeller. Dette vil også si at resultatmålene i oppgaven er blitt oppfylt.

Effekten som var ønsket å få av produktet som ble konseptutviklet i denne oppgaven var:

- Enkel og brukervennlig styring av elektrisk rullestol.
- Økt selvstendighet for brukere som ikke kan bruke standardløsning for styring av elektrisk rullestol.
- Redusert stigmatisering ved erstatning av andre alternative styringssystemer.

Det er vanskelig å si noe om konseptet i denne oppgaven vil kunne oppfylle effektmålene. Det har blitt vektlagt å gjøre kjørebrillen så brukervennlig som mulig og gi økt selvstendighet. Uten å kunne teste kjørebrillen ut på brukere over lengre tid, er det vanskelig å kunne komme frem til noen konklusjon rundt dette. I forhold til stigmatisering vil nok dette kunne bli redusert eller være nøytralt ved bruk av kjørebrillen. Dette er også noe det er vanskelig å komme med en konklusjon om, før brukeren selv har fått brukt produktet over tid og kan dele sin opplevelse.

Konseptet i denne oppgaven gir muligheter for videre arbeid siden denne gruppen hadde lite kunnskaper rundt det tekniske aspektet. Her er det muligheter for at oppgaven kan utvikles videre av for eksempel elektroingeniører eller andre med nødvendig teknisk kompetanse. Slik kunne det blitt utviklet en funksjonsmodell eller fungerende prototype med IMU i kjørebrillen som kan styre den elektriske rullestolen.

Selv om oppgaven ikke førte fram til et fungerende produkt, er det et skritt framover i utvikling av bedre løsninger for de brukerne som ikke kan bruke eller har utfordringer med bruk av joystick for styring.

Litteraturliste

- Arden Jewelers (2018) *What to Do When Your Ring Irritates Your Skin*. Tilgjengelig fra: <https://www.mygemologist.com/learn/general-info/what-to-do-when-your-ring-irritates-your-skin/> (Hentet: 24.04.2020).
- Arduino (u.å.-a) *What is Arduino?* Tilgjengelig fra: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction> (Hentet: 03.03.2020).
- Arduino (u.å.-b) *Arduino UNO Rev3*. Tilgjengelig fra: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3> (Hentet: 03.03.2020).
- Arduino (u.å.-c) *ARDUINO NANO 33 BLE*. Tilgjengelig fra: <https://store.arduino.cc/arduino-nano-33-ble> (Hentet: 05.05.2020).
- Autodesk (u.å.-a) *Fusion 360 Overview*. Tilgjengelig fra: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview> (Hentet: 06.05.2020).
- Autodesk (u.å.-b) *Industrial Design Software - Fusion 360*. Tilgjengelig fra: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/industrial-designer> (Hentet: 06.05.2020).
- Bartlett, J. (2019) *Cellulose Acetate | Glasses making*. Tilgjengelig fra: <https://www.bantonframeworks.co.uk/blogs/journal/cellulose-acetate> (Hentet: 25.03.2020).
- Bose Corporation (2020) *Bose Frames*. Tilgjengelig fra: <https://globalpressroom.bose.com/no-no/assets/view/15614> (Hentet: 12.03.2020).
- Branton Frameworks (u.å.) *How are glasses made today?* Tilgjengelig fra: <https://www.bantonframeworks.co.uk/pages/how-are-glasses-made> (Hentet: 25.03.2020).
- Chapman, C. (2017) *Color Theory for Designers, Part 1: The Meaning of Color*. Tilgjengelig fra: <https://www.smashingmagazine.com/2010/01/color-theory-for-designers-part-1-the-meaning-of-color/#top> (Hentet: 14.05.2020).
- Curtiss Wright (2017) *R-Net - Benefits for providers and dealers*. Tilgjengelig fra: <https://www.cw-industrialgroup.com/Products/Mobility-Vehicle-Solutions/R-net/Benefits-for-Providers-and-Dealers> (Hentet: 05.04.2020).
- De Gennaro, A. (2010) Tips to avoid a common adjusting error: educate patients about proper fit, value of purchasing from professional dispensary: building your brand.(Dispensing Solutions), *Ophthalmology Times*, 35(24), s. 26.
- Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (2018) *Liten grunn til bekymring for stråling fra trådløs teknologi*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/nyheter/94201/liten-grunn-til-bekymring-for-straaling-fra-traadloes-teknologi> (Hentet: 24.04.2020).
- Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (u.å.) *Om oss*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/om-oss> (Hentet: 24.04.2020).
- Eikhaug, O. et al. (2010) *Innovating with people: The business of inclusive design*. Oslo: Norwegian Design Council.
- Farstad, P. (2008) *Industridesign*. 2. utg. utg. Oslo: Universitetsforlaget.
- Fiskars (u.å.) *Fritidsøks XS X7*. Tilgjengelig fra: <https://www.fiskars.no/produkter/hage/okser/fritidsoks-xs-x7-1015618> (Hentet: 14.05.2020).
- Fitbit Inc (2020) *Fitbit Flex 2*. Tilgjengelig fra: <https://www.fitbit.com/eu/flex2> (Hentet: 16.04.2020).
- Formlabs (u.å.) *Formlabs Form 3 - Industrial-Quality Desktop SLA 3D-Printer*. Tilgjengelig fra: <https://formlabs.com/eu/3d-printers/form-3/> (Hentet: 07.05.2020).

- Goffman, E. (2017) Selections from Stigma, i Davis, L. J. (red.) *The Disability studies reader*. 5th ed. utg. New York: Routledge, s. 133-135.
- Gundersen, A., Kjernsmo, D. og Reinhardttsen, B. (1998) *En enkel fargelære*. 4.utg., bokmål. utg. Oslo: Universitetsforl.
- Halawani, A. et al. (2012) Active vision for controlling an electric wheelchair, *Intelligent Service Robotics*, 5(2), s. 89-98. doi: 10.1007/s11370-011-0098-3.
- Halvorsen, K. (2008) *Å forske på samfunnet : en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. 5. utg. utg. Oslo: Cappelen akademisk forl.
- Hellem, A. (2018) *Can you be allergic to eyeglasses?* Tilgjengelig fra: <https://www.allaboutvision.com/eyeglasses/faq/allergic-reaction-eyeglasses.htm> (Hentet: 17.04.2020).
- Helsedirektoratet (2020) *Helsedirektoratet har vedtatt omfattende tiltak for å hindre spredning av Covid-19*. Tilgjengelig fra: <https://www.helsedirektoratet.no/nyheter/helsedirektoratet-har-vedtatt-omfattende-tiltak-for-a-hindre-spredning-av-covid-19> (Hentet: 10.05.2020).
- Huo, X., Wang, J. og Gnovanloo, M. (2008) Wireless control of powered wheelchairs with tongue motion using Tongue Drive assistive technology (s. 4199-4202).
- Iyengar, S. S. et al. (2010) *Sensor Technology*. Hoboken, NJ, USA: Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., s. 27-38.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. og Tufte, P. A. (2011) *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. 3. utg. utg. Oslo: Abstrakt forl.
- John Lewis (u.å.) *Bose® Frames Rondo Bluetooth Audio Sunglasses*. Tilgjengelig fra: <https://www.johnlewis.com/bose-frames-rondo-bluetooth-audio-sunglasses-small-medium-/p4147648> (Hentet: 05.03.2020).
- Kaufmann, G. og Kaufmann, A. (2015) *Psykologi i organisasjon og ledelse*. 5. utg. utg. Bergen: Fagbokforl.
- Kotler, P. et al. (2016) *Markedsføringsledelse*. 4. utg. utg. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Kumar, H. (2017) *Beginner's Guide to IMU*. Tilgjengelig fra: <https://roboticsclubiitk.github.io/2017/12/21/Beginners-Guide-to-IMU.html> (Hentet: 12.02.2020).
- Land, M. F. og Lee, D. N. (1994) Where we look when we steer, *Nature*, 369(6483), s. 742. doi: 10.1038/369742a0.
- Lee, G., Kim, K. og Kim, J. (2016) Development of hands-free wheelchair device based on head movement and bio-signal for quadriplegic patients, *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 17(3), s. 363-369. doi: 10.1007/s12541-016-0045-5.
- Lerdahl, E. (2007) *Slagkraft : håndbok i idéutvikling*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Machangpa, J. W. og Chingtham, T. S. (2018) Head Gesture Controlled Wheelchair for Quadriplegic Patients, *Procedia Computer Science*, 132, s. 342-351. doi: 10.1016/j.procs.2018.05.189.
- Marcolin Eyewear (u.å.) *The Production*. Tilgjengelig fra: <https://www.marcolin.com/en/group/production> (Hentet: 25.03.2020).
- Mars, F., Navarro, J. og Paterson, K. (2012) Where We Look When We Drive with or without Active Steering Wheel Control (Where We Look during Active and Passive Steering), 7(8), s. e43858. doi: 10.1371/journal.pone.0043858.
- Midstate Mold (2017) *Most common thermoplastics used in injection molding*. Tilgjengelig fra: <https://www.midstatemold.com/common-thermoplastics-injection-molding/> (Hentet: 12.05.2020).

- Milacron (2018) *What is injection moulding?* Tilgjengelig fra: <https://www.milacron.com/mblog/2018/03/22/what-is-injection-molding/> (Hentet: 17.04.2020).
- Millán, J. D. R. *et al.* (2008) A brain-actuated wheelchair: Asynchronous and non-invasive Brain-computer interfaces for continuous control of robots, *Clinical Neurophysiology*, 119(9), s. 2159-2169. doi: 10.1016/j.clinph.2008.06.001.
- Milton, A. og Rodgers, P. (2013) *Research methods for product design*. London: Laurence King.
- MobileFun (2019) *Wireless Charging Guide: What is it and which phones are supported?* Tilgjengelig fra: <https://www.mobilefun.co.uk/blog/wireless-charging-guide/> (Hentet: 07.05.2020).
- Morgan, E. (2018) *Eyeglass frame materials: Metal, plastic and unusual*. Tilgjengelig fra: https://www.allaboutvision.com/eyeglasses/eyeglass_frame_materials.htm (Hentet: 17.04.2020).
- Munevo (u.å.) *Munevo Drive*. Tilgjengelig fra: https://munevo.com/munevo_drive_en (Hentet: 11.05.2020).
- Næss, H. E. og Pettersen, L. (2017) *Metodebok for kreative fag*. Oslo: Universitetsforl.
- Pao, C. (2018) *What is an IMU Sensor?* Tilgjengelig fra: <https://www.ceva-dsp.com/ourblog/what-is-an-imu-sensor/> (Hentet: 30.01.2020).
- Permobil (u.å.) *R-net*. Tilgjengelig fra: <http://www.permobil.com/en-GB/English/Other-products/Electronics/R-Net/> (Hentet: 05.04.2020).
- Prusa Research (u.å.) *The Original Prusa I3 MK3S 3D Printer*. Tilgjengelig fra: <https://www.prusa3d.com/original-prusa-i3-mk3/> (Hentet: 06.05.2020).
- Rauschnabel, P. A. og Ro, Y. K. (2016) Augmented reality smart glasses: An investigation of technology acceptance drivers, *International Journal of Technology Marketing*, 11(2), s. 123-148.
- Rauschnabel, P. A., He, J. og Ro, Y. K. (2018) Antecedents to the adoption of augmented reality smart glasses: A closer look at privacy risks, *Journal of Business Research*, 92, s. 374-384. doi: 10.1016/j.jbusres.2018.08.008.
- Reitan, J. *et al.* (2011) *Behovsdrevet innovasjon. 10 steg til innovasjon i helsesektoren*. Tilgjengelig fra: https://innomed.no/uploads/10_steg_til_innovasjon_i_helsesektoren_1.pdf.
- Rogers, T. (2015a) *Everything you need to know about ABS plastic*. Tilgjengelig fra: <https://www.creativemechanisms.com/blog/everything-you-need-to-know-about-abs-plastic> (Hentet: 17.04.2020).
- Rogers, T. (2015b) *Everything you need to know about Polylactic acid (PLA)*. Tilgjengelig fra: <https://www.creativemechanisms.com/blog/learn-about-poly-lactic-acid-pla-prototypes> (Hentet: 17.04.2020).
- Sharma, R. (2020) *The 8 Best Smart Glasses of 2020*. Tilgjengelig fra: <https://www.lifewire.com/best-smart-glasses-4172796> (Hentet: 05.03.2020).
- Shibata, M. *et al.* (2015) Improvement of a Joystick Controller for Electric Wheelchair User, *Modern Mechanical Engineering*, 5(4), s. 132-138. doi: <http://dx.doi.org/10.4236/mme.2015.54013>.
- Skille, Ø. B. og Gundersen, M. (2020) *Hundrevis av it-eksperter fra hele verden ut mot sporingsapper som norske Smittestopp*. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/norge/hundrevis-av-it-eksperter-fra-hele-verden-ut-mot-sporingsapper-som-norske-smittestopp-1.14988352> (Hentet: 10.05.2020).
- Spinalcord.com (u.å.) *Quadriplegia / Tetraplegia*. Tilgjengelig fra: <https://www.spinalcord.com/quadriplegia-tetraplegia> (Hentet: 10.02.2020).

- Staedler (u.å.) *TecClay*. Tilgjengelig fra: <https://clay.industrial-products.com/en/produkte/superclay-tecclay/tecclay/> (Hentet: 13.05.2020).
- Sunrise Medical (u.å.-a) *Sunrise Medical Firmapresentasjon*. Tilgjengelig fra: <https://www.sunrisemedical.no/om-sunrise/firmapresentasjon> (Hentet: 06.03.2020).
- Sunrise Medical (u.å.-b) *Puma 40 RWD Bakhjulsdrevet elektrisk rullestol*. Tilgjengelig fra: <https://www.sunrisemedical.no/quickie/elektriske-rullestoler/puma-40-rwd> (Hentet: 06.03.2020).
- Therafin (u.å.) *Whisper-Lite Swingaway Sip-N-Puff*. Tilgjengelig fra: <http://www.therafin.com/sipnpuff.htm> (Hentet: 14.02.2020).
- Turcotte, M. (2016) *FB403 Wireless Fitness Tracker Teardown Internal Photos 2 Fitbit*. Tilgjengelig fra: <https://fccid.io/XRAFB403/Internal-Photos/Internal-Photos-2-3114104> (Hentet: 16.04.2020).
- Varotsis, A. B. (u.å.) *Introduction to FDM 3D printing*. Tilgjengelig fra: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/introduction-fdm-3d-printing/> (Hentet: 06.05.2020).
- Vue (2020) *Charging your glasses*. Tilgjengelig fra: <https://help.vueglasses.com/hc/en-us/articles/360021212593-Charging-your-glasses> (Hentet: 16.04.2020).
- Vuzix Corporation (2020) *Vuzix Blade® AR Smart Glasses Product Photos*. Tilgjengelig fra: https://www.vuzix.com/News/Product_Photos?filter=blade# (Hentet: 28.04.2020).
- Wang, H.-t., Li, Y.-q. og Yu, T.-y. (2014) Coordinated control of an intelligent wheelchair based on a brain-computer interface and speech recognition, *Computers & Electronics*, 15(10), s. 832-838. doi: 10.1631/jzus.C1400150.
- Warby Parker (u.å.) *How Warby Parker glasses are made*. Tilgjengelig fra: <https://www.warbyparker.com/how-our-glasses-are-made> (Hentet: 25.03.2020).
- World Health Organization (2014) *Electromagnetic fields and public health: mobile phones*. Tilgjengelig fra: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones> (Hentet: 24.04.2020).

Vedleggsliste

1. Intervjuguide
2. Transkripsjon av intervju
3. Video av hodebevegelser og teknisk modell
4. Mappe med bilder av ferdig konsept
5. Regnskap
6. Spørreundersøkelse
7. Video av aktiveringsknapp ved joystickenhet
8. Bilder fra utviklingsprosess