

Utvikling av rullestol for bruk i paralympisk skyting

Marius Rudi Melbø

Master i produktutvikling og produksjon

Innlevert: juni 2017

Hovedveileder: Knut Einar Aasland, MTP

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for maskinteknikk og produksjon

Forord

Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet (NTNU), Senter for Idrettsanlegg og Teknologi (SIAT) og Olympiatoppen. Utgangspunktet for oppgaven er gitt basert på et ønske om å utvikle en rullestol som er egnet for paralympisk skyting. Prosjektet er en prosess som har gått over et år, og ble startet opp høsten 2016 i form av en prosjektoppgave, og ferdigstilt våren 2017.

Jeg vil først og fremst starte med å takke min veileder og førsteamanuensis Knut Einar Aasland ved institutt for Maskinteknikk og Produksjon (MTP) for hans engasjement, tålmodighet og oppfølging av prosjektet. En takk til Hans-Kristian Hofsrud for samarbeidet under prosjektoppgaven. Takk til Gudrun Reikvam og Bjørn Åge Berntsen hos SIAT for deres bidrag og støtte. Videre vil jeg takke prosjektleder for paralympisk idrett i Olympiatoppen, Yvette Hoel og integreringsansvarlig for paralympisk skyting i Norges skytterforbund (NSF), Bjørn Myrset for deres bidrag og etablering av gode aktuelle kontaktforbindelser. Til slutt vil jeg takke Heidi Sørli-Rogne, hennes mann Stian Sørli-Rogne og Amanda Dybendal, i tillegg til de andre norske utøverne for konstruktive tilbakemeldinger og dispensasjon av personlige erfaringer. Disse ressurspersonene har dannet grunnlaget for hvordan prosjekt- og masteroppgaven har blitt utformet.

Trondheim 11.06.2017



Marius Rudi Melbø

Sammendrag

Norge har i de senere årene satset stort for å hevde seg i de paralympiske idrettene, dette inkluderer også paralympisk skyting. For å lykkes som paralympisk skytter i dag er det nødvendig å ha en rullestol som holder følge med teknologiens framgang. Som den presisjonsidretten skyting er, er det viktig med nøyaktighet. Derfor er det nødvendig at samspillet mellom utøveren og utstyret fungerer optimalt. Denne masteroppgaven har derfor hatt som formål å utvikle en rullestol som er egnet for paralympiske skyttere, eller tilleggsutstyr til eksisterende rullestoler som gjør den egnet for paralympisk skyting.

Oppgaven bygger på tidligere prosjektoppgave som ble skrevet høsten 2016. Det meste av nødvendig kartlegging og informasjonsinnhenting ble foretatt og beskrevet i prosjektoppgaven. Masteroppgaven, som tar utgangspunkt i den oppstartete konseptgenereringsfasen, hadde som hovedfokus å gjennomføre en utvelgelsesfase for å finne det rette konseptet for utøverne. Deretter ble det valgte konseptforslaget presentert gjennom prototyper. Konseptforslagene er basert på bruker- og produktspesifikasjonene, hvor tilbakemeldingene fra utøvere formet disse spesifikasjonene. Utvelgelsesfasen er utformet ut fra erfaringer gjennom møter og antakelser fra utøvere og spesialister.

Hovedfokuset i denne oppgaven har vært å komme fram til løsninger som dekker det behovet utøverne ønsker, og som samtidig tilfredsstillende krav og spesifikasjoner som er satt. Det har vært som mål å presentere funksjonalitetene til hver av de valgte løsningene innenfor skytebord, ryggstøtte og løftmekanisme på en konkret måte. Utviklingsmetodikken er fulgt etter IPM-modellen hvor det å innhente grunnleggende og nødvendig informasjon var essensielt for forståelsen rundt idretten. Videre har konseptløsningene gjennomgått tre ulike steg for å finne fram til den beste løsningen som tilfredsstillende brukernes krav. De løsningene som resulterte i høyest score, er det valgt å bygge funksjonelle prototyper av, for å se om løsningen er like god i praksis som den er på papir.

Utviklingsprosessen i oppgaven er dokumentert ved hjelp av tekst, bilder, skisser, tabeller og figurerer som skal bidra til å gi et helhetlig bilde av prosessen og valg av konsept. Dette er gjennomført for å gi leseren nødvendig innblikk i hvordan prosessen har foregått og hvorfor valgene og sluttresultatene har blitt som de har blitt.

Masteroppgaven har resultert i en prototype bestående av tilleggsutstyr med modifikasjoner på rullestolen, som er klargjort for testing av utøvere Dette er en konkurransedyktig, universell og stabil skytestol, som stort sett tilfredsstillter brukernes ønsker og behov, samt gjeldende reglement. Oppgaven gir også forslag til hvilke forbedringer som kan gjennomføres for eventuelt videre arbeid.

Abstract

In the recent years, Norway have invested heavily in claiming Paralympic sports, including Paralympic shooting. As a Paralympic shooter, the interaction between the practitioner and the equipment is important to succeed. Therefore, it is important to have a wheelchair that will follow the progress of technology. As the precision shootings are, accuracy is an important factor for success. This master thesis has therefore been designed to develop a wheelchair suitable for Paralympic shooters or optional wheelchairs that make it suitable for Paralympic shooting.

The assignment is based on a previous project assignment that was written in the autumn of 2016. Most of the necessary mapping and information gathering was undertaken and described in the project assignment. The master thesis, which is based on the start-up concept generation phase, had as its focus to carry out a selection phase to find the right concept for the athletes. Then the proposed draft proposal was presented through prototypes. The draft proposals are based on user and product specifications, where feedback from practitioners formed these specifications. The selection phase is based on experience through meetings and assumptions from practitioners and specialists.

The focus of this assignment has been to come up with solutions that cover the needs of the athletes, while satisfying the requirements and specifications that are set. It has been the goal of presenting the functionalities of each of the chosen solutions within the shooting table, backrest and lift mechanism in a concrete way. The development methodology is followed by the IPM model, where obtaining basic and necessary information was essential for understanding the sport. Furthermore, the conceptual solutions have undergone three different steps to find the best solution that meets user requirements. The solutions that resulted in the highest score, it is chosen to build functional prototypes to see if the solution is as good as it is on paper.

The development process in the task is documented using text, images, sketches, tables and figures that will help to provide a comprehensive picture of the process and choice of concept. This is done to give the reader the necessary insight into how the process has taken place and why the choices and end results have become as they have become.

The master thesis has resulted in a prototype consisting of wheelchair modifications that have been prepared for athletes testing. This is a competitive, universal and stable shooting school that largely satisfies users' wishes and needs, as well as current regulations. The task also provides suggestions for the improvements that can be made for further work.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| Forord..... | i |
| Sammendrag..... | iii |
| Abstract..... | v |
| Innholdsfortegnelse..... | vii |
| Figurer..... | ix |
| Tabeller..... | xi |
| Begrepsavklaring..... | xiii |
| 1. Introduksjon..... | 1 |
| 1.1 Bakgrunn..... | 1 |
| 1.2 Oppgavebeskrivelse..... | 2 |
| 1.3 Målformulering og omfang..... | 2 |
| 1.4 Tidligere arbeid..... | 2 |
| 2. Informasjonsinnhenting..... | 5 |
| 2.1 Forståelse og innsikt i idretten..... | 5 |
| 2.1.1 Besøk hos Heidi Sørлие-Rogne..... | 5 |
| 2.1.2 Konkurransen i Alf-hallen..... | 7 |
| 2.1.3 NM i Alf-hallen 19. og 20. mars..... | 8 |
| 2.2 Presentasjon av dagens løsninger..... | 9 |
| 2.2.1 Amanda Dybendal..... | 9 |
| 2.2.2 Heidi Sørлие-Rogne..... | 11 |
| 3. Metode..... | 13 |
| 3.1 Produktutviklingsmetodikk..... | 13 |
| 4. Spesifikasjoner..... | 15 |
| 4.1 Produktspesifikasjon..... | 16 |
| 4.1.1 Skytebord..... | 17 |
| 4.1.2 Rullestol..... | 17 |
| 4.1.3 Ryggstøtte..... | 17 |
| 4.1.4 Sete..... | 17 |
| 4.1.5 Løftemekanisme..... | 17 |
| 4.2 Brukerspesifikasjon..... | 18 |
| 5. Konseptgenerering..... | 21 |
| 5.1 Skytebord..... | 22 |
| 5.2 Ryggstøtte..... | 27 |
| 5.3 Løftemekanisme..... | 30 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.4 | Tilbakemeldinger på konseptforslagene..... | 35 |
| 5.4.1 | Amanda Dybendal..... | 35 |
| 5.4.2 | Heidi og Stian Sørli-Rogne | 35 |
| 6. | Konseptvalg | 37 |
| 6.1 | Steg 1 - Vurdering av konseptet i forhold til reglementet..... | 38 |
| 6.2 | Steg 2 og 3 - Konseptsortering og konseptrangering..... | 39 |
| 6.2.1 | Skytebord | 41 |
| 6.2.2 | Ryggstøtte..... | 43 |
| 6.2.3 | Løftemekanisme | 45 |
| 7. | Prototyper | 47 |
| 7.1 | Skytebord | 48 |
| 7.2 | Ryggstøtte | 51 |
| 7.3 | Løftemekanisme..... | 52 |
| 7.4 | Resultat av prototypen | 53 |
| 8. | Konklusjon..... | 55 |
| 9. | Videre arbeid..... | 57 |
| 10. | Referanseliste | 59 |
| 11. | Vedlegg | ii |
| 11.1 | Prosjektoppgave..... | iv |
| 11.2 | Tilbakemelding på brukerspesifikasjoner..... | I |
| 11.3 | Risikoanalyse..... | liv |

Figurer

| | |
|--|----|
| Figur 1 - Heidi Sørлие-Rogne under konkurranse | 7 |
| Figur 2 - Heidi Sørлие-Rogne med assistent..... | 7 |
| Figur 3 - NM konkurranse klasse SH2-R5..... | 8 |
| Figur 4 - Bordjustering i det vertikale planet (Dybendal, 2017)..... | 9 |
| Figur 5 - Forskyvningsløsning til Amanda (Dybendal, 2017) | 9 |
| Figur 6 - Løftemekanismen – Amanda (Dybendal, 2017)..... | 10 |
| Figur 7 - Bordløsningen | 11 |
| Figur 8 - Løsningen for det avtakbare bordet | 11 |
| Figur 9 - Lastestropper for stramming av bord (Sørлие-Rogne, 2016) | 11 |
| Figur 10 - Ryggstøtte..... | 12 |
| Figur 11 - Ryggstøtte sett bakfra | 12 |
| Figur 12 - Støtteklossene til drivhjulene | 12 |
| Figur 13 - Støttekloss under fothvilerne..... | 12 |
| Figur 14 - IPM modellen..... | 13 |
| Figur 15 - Knutepunkt mellom rullestol og skytebord | 48 |
| Figur 16 - Justeringsalternativ i vertikal retning - skytebord | 48 |
| Figur 17 - Bordplate..... | 49 |
| Figur 18 - Justering sideveis - bordplate..... | 49 |
| Figur 19 - Festeløsning - bordplate..... | 49 |
| Figur 20 - Forskyvningsløsning med t-stykke..... | 49 |
| Figur 21 - Justeringsløsningen med t-stykke | 49 |
| Figur 22 - Separert forskyvningsledd - stålplater | 50 |
| Figur 23 - Forskyvningsledd påmontert med justering..... | 50 |
| Figur 24 - Forskyvning bordstøtten - fremste ledd | 50 |
| Figur 25 - Forskyvning bordstøtten - bakerste ledd | 50 |
| Figur 26 - Ryggstøtten..... | 51 |
| Figur 27 - Justering - ryggstøtten | 51 |
| Figur 28 - Løftemekanisme..... | 52 |
| Figur 29 - Løftemekanisme i aksjon | 52 |
| Figur 30 - Prototype forfra | 53 |
| Figur 31 - Prototype sett fra siden | 53 |
| Figur 32 - prototype bakfra..... | 53 |

Tabeller

| | |
|--|----|
| Tabell 1- Produktspesifikasjon – Skytebord..... | 17 |
| Tabell 2- Produktspesifikasjon – Rullestol | 17 |
| Tabell 3- Produktspesifikasjon – Ryggstøtte | 17 |
| Tabell 4 - Produktspesifikasjon – Sete | 17 |
| Tabell 5 - Produktspesifikasjon – Løftemekanisme | 17 |
| Tabell 6 - Brukerspesifikasjoner..... | 19 |
| Tabell 7 - Skytebord - Konsept 1.1 | 22 |
| Tabell 8 - Skytebord - Konsept 1.2 | 22 |
| Tabell 9 - Skytebord - Konsept 1.3 | 23 |
| Tabell 10 - Skytebord - Konsept 1.4 | 23 |
| Tabell 11 - Skytebord - Konsept 1.5 | 24 |
| Tabell 12 - Skytebord - Konsept 1.6 | 24 |
| Tabell 13 - Skytebord - Konsept 1.7 | 25 |
| Tabell 14 - Skytebord - Konsept 1.8 | 25 |
| Tabell 15 - Skytebord - Konsept 1.9 | 26 |
| Tabell 16 - Skytebord - Konsept 1.10 | 26 |
| Tabell 17 - Ryggstøtte - Konsept 2.1 | 27 |
| Tabell 18 - Ryggstøtte - Konsept 2.2..... | 27 |
| Tabell 19 - Ryggstøtte - Konsept 2.3 | 28 |
| Tabell 20 - Ryggstøtte - Konsept 2.4..... | 28 |
| Tabell 21 - Ryggstøtte - Konsept 2.5..... | 29 |
| Tabell 22 - Ryggstøtte - Konsept 2.6..... | 29 |
| Tabell 23 - Løftemekanisme - Konsept 3.1..... | 30 |
| Tabell 24 - Løftemekanisme - Konsept 3.2..... | 30 |
| Tabell 25 - Løftemekanisme - Konsept 3.3..... | 31 |
| Tabell 26 - Løftemekanisme - Konsept 3.4..... | 31 |
| Tabell 27 - Løftemekanisme - Konsept 3.5..... | 32 |
| Tabell 28 - Løftemekanisme - Konsept 3.6..... | 32 |
| Tabell 29 - Løftemekanisme - Konsept 3.7..... | 33 |
| Tabell 30 - Løftemekanisme - Konsept 3.8..... | 33 |
| Tabell 31 - Løftemekanisme - Konsept 3.9..... | 34 |
| Tabell 32 - Regelbrudd av konsepter..... | 38 |
| Tabell 33 - Grunnlag for karakterskala | 40 |
| Tabell 34 - Beskrivelse av valgkriterier – Skytebord..... | 41 |
| Tabell 35 - Konseptsortering – Skytebord | 41 |
| Tabell 36 - Konsepttrangering - Skytebord | 42 |
| Tabell 37 - Beskrivelse av valgkriterier – Ryggstøtte | 43 |
| Tabell 38 - Konseptsortering - Ryggstøtte | 43 |
| Tabell 39 - Konsepttrangering - Ryggstøtte | 44 |
| Tabell 40 - Beskrivelse av valgkriterier - Løftemekanisme..... | 45 |
| Tabell 41 - Konseptsortering - Løftemekanisme | 45 |
| Tabell 42 - Konsepttrangering - Løftemekanisme..... | 46 |

Begrepsavklaring

| | | |
|------|---|---|
| IPC | = | International Paralympics Committee |
| NSF | = | Norges Skytterforbund |
| SIAT | = | Senter for Idrettsanlegg og teknologi |
| NTNU | = | Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet |
| SH1 | = | Funksjonsnedsettelse i nedre del av kroppen |
| SH2 | = | Funksjonsnedsettelse i øvre del av kroppen |
| SH3 | = | Synsnedsettelse |
| MTP | = | Maskinteknikk og Produksjon |

1. Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Denne masteroppgaven er en videreføring av en prosjektoppgave som ble skrevet av Hans-Kristian Hofsrud og Marius Melbø høsten 2016 (Vedlegg 1). Oppgaven er gjennomført i samarbeid med institutt for Maskinteknikk og Produksjon, Senter for Idrettsanlegg og Teknologi og Olympiatoppen. Bakgrunnen for oppgaven er basert på et ønske om å videreutvikle dagens løsninger for å gi de norske utøverne et konkurransefortrinn innenfor paralympisk skyting. Oppgaven baserer seg på teorigenerering, valg av konsepter og utarbeidelse av utstyr for paralympiske utøvere. Det skal designes funksjonelle prototyper innenfor de tre ulike hovedkomponentene: skytebord, ryggstøtte og løftemekanisme.

Som i alle andre idretter, er paralympisk idrett også i stadig utvikling. Norge har satsset mye og lagt store ressurser i paralympisk skyting de siste årene. I 2008 sendte det paralympiske idrettsforbundet én utøver til de paralympiske lekene i Beijing, mens i de paralympiske lekene i Rio i 2016 deltok 6 utøvere (Myrset, 2016). Dette viser at satsningen og fremgangen i Norge er på riktig vei med en økonomisk støtte som hjelper idretten å formere seg nasjonalt.

Nasjoner og utøvere er alltid på utkikk etter nye og bedre løsninger eller teknikker som skal hjelpe til for å bli bedre (Goosey-Tolfrey, 2010). Dette beskrives på en god måte ved at man i en idrett hvor det benyttes rullestol er avhengig av tre faktorer: idrettsutøveren, rullestolen og samspillet mellom idrettsutøver og rullestol. For å hevde seg i toppen av idretten er derfor utøveren avhengig av å ha en rullestol som holder følge med teknologiens framgang. Et viktig grunnleggende prinsipp som fremheves er å optimalisere passformen på rullestolen slik at stolen og utøveren blir til én person (R. A. Cooper & De Luigi, 2014).

1.2 Oppgavebeskrivelse

I denne masteroppgaven skal det utarbeides en rullestol som er egnet for paralympiske skyttere, eller nødvendig tilleggsutstyr til eksisterende rullestol som gjør den egnet for paralympisk skyting. Konseptgenereringsfasen, som ble påbegynt i prosjektoppgaven høsten 2016, skal gjennomføres og ferdigstilles. Konseptene skal ta hensyn til utøvere som konkurrerer innenfor konkurranseklassene SH1 og SH2 (IPC-Shooting, 2017, pp. 39-43).

Det skal velges én løsning fra hver av hovedkomponentene skytebord, ryggstøtte og løftemekanisme. Samtidig skal hver av løsningene bli presentert som en funksjonell prototype. Det skal legges vekt på en universell løsning som passer de fleste utøvere og gjennomføringen av en god utviklingsmetodikk.

1.3 Målformulering og omfang

Formålet med oppgaven er å videreutvikle dagens løsninger for å gi de norske utøverne et konkurransefortrinn innenfor paralympisk skyting. Med et mål om å gjennomføre en utviklingsprosess som skal resultere i én presentabel og funksjonell prototype innenfor hver av hovedkomponentene: skytebord, ryggstøtte og løftemekanisme. I prosessen skal det utarbeides en solid konseptgenereringsfase som er basert på de gitte spesifikasjonene. Det må velges ut konseptforslag for hver av hovedkomponentene, hvor det skal utvikles prototyper som skal klargjøres for testing av utøvere. Prototypene må tilfredsstille reglementet til IPC og den internasjonale paralympiske komités retningslinjer om bruk av utstyr under konkurranse, i tillegg til de satte kravspesifikasjonene om produktets funksjonaliteter som er gjengitt i kapittel 4 og 5.

1.4 Tidligere arbeid

Hovedfokuset i prosjektoppgaven omhandlet oppbygging av kunnskap og teori rundt skyting i paralympisk idrett. Det ble foretatt kartlegging av reglene rundt skyteklassene SH1 og SH2, som er nødvendige for utvikling av en ren skytestol eller tilleggsutstyr til en skytestol. Informasjonsinnhenting var hovedsakelig generert gjennom samtaler og møter med ulike utøvere og spesialister innenfor idretten, samt deltakelse på arrangementer og litteratursøk. Dette dannet grunnlag for å få forståelse om hvordan en ønskelig skytestol skal fungere under konkurranse.

For å få en innsikt i hva som finnes av utstyr under konkurranse ble det presentert løsninger fra utvalgte nasjonale og internasjonale utøvere som ligger i verdenstoppen eller har interessante løsninger innenfor idretten. De ulike løsningene ble evaluert og tatt med i betraktning når konseptgenereringsfasen skulle påbegynnes.

Det ble besluttet at det beste resultatet ville være å utvikle en egen skytestol med nødvendig tilleggsutstyr framfor en fleksibel stol som kunne benyttes både for de hverdagslige behovene og for skytingen. Beslutningen ble tatt etter dialoger med utøvere og spesialister.

Prosjektoppgaven viser at det er store nasjonale variasjoner i utstyret til dagens utøvere. Noen nasjonale idrettsforbund og sponsorer gir sine utøvere mye økonomisk støtte, men de fleste av utøverne har begrenset med ressurser. Dette kan resultere i enkle, «hjemmesnekrete» løsninger. Et mål med oppgaven er derfor også å kunne bidra til å utligne forskjellene mellom Norge og de største nasjonene: Kina, Storbritannia og Tyskland, gjennom å utvikle økonomiske, enkle løsninger, som samtidig er solide og presentable.

2. Informasjonsinnhenting

Informasjonsinnhenting er en nøkkelfaktor som danner et solid fundament for utvikling av et produkt. Gjennom å inkludere utøvere i en utviklingsprosess kan dette resultere i bedre produkter som en utøver ønsker å benytte seg av. Den grunnleggende teorien rundt hvordan en skytekonkurranse foregår, hvilke regler som må tas hensyn til og de ulike klassifiseringene innenfor idretten, er detaljert beskrevet i prosjektoppgaven (Vedlegg 1).

2.1 Forståelse og innsikt i idretten

For å få bedre innsikt og forståelse av området og hvilke faktorer som er nødvendig for å utbedre en konkurransedyktig skytestol, har det i prosjektperioden blitt gjennomført samtaler og møter med utøvere og spesialister, samt deltakelse på arrangementer.

2.1.1 Besøk hos Heidi Sørli-Rogne

28. desember 2016 ble det foretatt et hjemmebesøk hos Heidi Sørli-Rogne og hennes mann Stian Sørli-Rogne på Strømmen i Akershus. Stian er en entusiast innenfor idretten og har hjulpet Heidi med utviklingen av utstyret hun benytter seg av i dag, og ser stadig etter nye løsninger som vil forbedre utstyret ytterligere. Stian har opparbeidet seg god erfaring når det gjelder utvikling av utstyr innenfor idretten, og var til stor hjelp med konkrete tilbakemeldinger på tidligere og nåværende løsninger som han og Heidi hadde prøvd.

For å unngå at utøveren skal komme ut av posisjon med albuen, viste ekteparet til at det er viktig å ha en form for anti-skli materiale fastmontert på skytebordsplaten. Regulering i høyden er en fordel om det skal designes et universalt bord. Ved å støpe et bord i karbon eller glassfiber vil dette gi et lettere bord, som gjør frakt av utstyr enklere og rimeligere. Om utøveren har et separat bord kan dette settes opp på forhånd før konkurranse, i likhet med et fastmontert bord.

Med tanke på stabilitet til stolen, er det sidehjulene som gir de største bevegelsene, det er dog viktig å ha disse stødige og stabile. Da vi diskuterer løsningen som Paul Aksel ønsket seg (Vedlegg 1) om en automatisert løftemekanisme med fire sylindere som løftet opp stolen, mener Stian at denne løsningen ikke er stabil nok på grunn av liten kontaktflate mellom stol og gulv.

Anbefalingene hans er da å finne en løsning med stor kontaktflate som fordeler lastene utover kontaktområdet.

En utøver er avhengig av å ha en god og stabil sitteposisjon under konkurranse. Her vil en formstøpt rygg- og setestøtte til hver enkelt utøver hjelpe utøveren til alltid å havne på samme plass når en skal finne sitt nullpunkt. Det blir da vanskeligere å «jukse» med kroppen for å lete etter den optimale posisjonen. Når det skal konkurreres i 60 minutter er det viktig å finne en posisjon som hjelper utøveren å slappe av. Hvis ryggen er ustabil når skytteren er i posisjon kan dette gi varierende skyting.

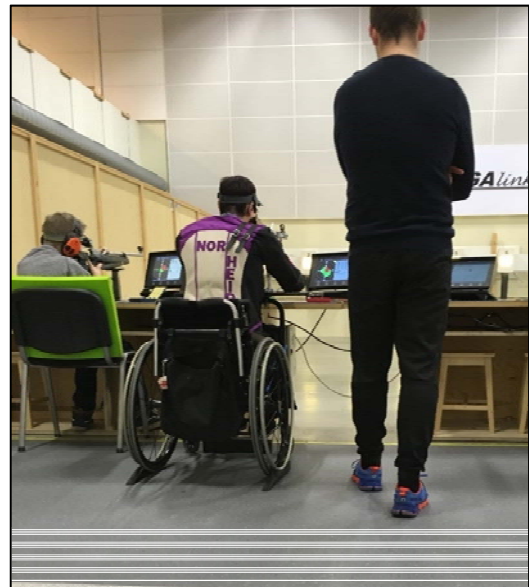
Heidi og Stian tilføyer at de ønsker en lett løsning for rullestolen og tilleggsutstyret, dette er med tanke på fraktvannlighet til arrangementer hvor fraktkostander og andre spektre spiller en rolle. Dette strider midlertidig mot ønskene til Paul Aksel Johansen og hans trener Tore Reksterberg (Vedlegg 1). Deres ønske var å få en så tung og robust løsning som overhode mulig, for å kunne gi stolen den stabiliteten de ønsker.

2.1.2 Konkurransen i Alf-hallen

29. desember 2016 ble jeg invitert til å observere Heidi Sørлие-Rogne under konkurranse i Alf-hallen. Dette var en lokal konkurranse hvor det ikke var stort tidspress, strenge regler eller stor konkurranse fra andre utøvere innenfor samme skyteklasse. Likevel ga konkurransen meg et bedre inntrykk av hvordan det er å være utøver og hvordan en konkurranse foregår. Figur 2 viser Heidis assistent som hjelper henne til å lade våpenet. Dette er lov grunnet hennes handikap som gjør at hun ikke har mulighet til å lade våpen selv (IPC-Shooting, 2017, p. 44). Under konkurransen var det kun Heidi som benyttet seg av rullestol innenfor de paralympiske øvelsene. Dette medførte at det ikke ga et fullstendig godt inntrykk av hvordan de forskjellige utøverne oppfører seg, og hvordan deres utstyr og posisjon er under konkurranse.



Figur 1 - Heidi Sørлие-Rogne under konkurranse



Figur 2 - Heidi Sørлие-Rogne med assistent

2.1.3 NM i Alf-hallen 19. og 20. mars

19. og 20. mars 2017 ble det arrangert NM i Alf-hallen i de ulike SH-klassene. Her deltok mange av de fremste paralympiske skytterne til start, og finalene ble jevne og spennende. Målet var å observere dagens løsninger, samt å komme i kontakt med utøvere for å få tilbakemeldinger om deres ønsker og krav for en løsning som fungerer for deres behov.

Observeringene fra konkurransen viser at det kan bli utfordrende å ha flere bordstøtter enn to. Imidlertid kan dette være i strid med reglementet som tilsier at det ikke er lov å oppnå fordelaktig støtte fra bordet som kan gi et konkurransefortrinn (IPC-Shooting, 2017, p. 35). For å ha en bordløsning med flere benstøtter enn to, vil bordet være avhengig av å være stort hvor benstøttene må gå ned til bakkenivå eller plasseres ned til fothvileren.

Under arrangementet ønsket jeg å komme i kontakt med noen av utøverne for å vise frem mine konseptforslag og diskutere disse. Dette for å få tilbakemelding på hva utøverne mente løsningene kunne gi dem av forbedringer, og om utøverne så noen forbedringspotensialer som jeg kunne ta med meg videre i arbeidet. Jeg fikk to vellykkete møter med de norske landslagsskytterne Amanda Dybendal og Heidi Sørлие-Rogne. Tilbakemeldingene presenteres i kapittel 5.4.



Figur 3 - NM konkurranse klasse SH2-R5

2.2 Presentasjon av dagens løsninger

For å finne fram til en mest mulig tilfredsstillende konsept, er det ønskelig å få utøvernes vurdering av hva som fungerer og ikke fungerer i deres eksisterende løsninger. Disse tilbakemeldingene hadde som hensikt å gi inspirasjon og nye synspunkter i den videre konseptutviklingen. Eksisterende løsninger ble også presentert i prosjektoppgaven (Vedlegg 1), men disse var uten utøvernes synspunkter på hva som fungerte og ikke fungerte. Dette ansees som en viktig faktor for å lykkes med å finne en løsning som kan benyttes av flest mulig utøvere. De utøverne som ønsket å presentere og diskutere deres løsninger var Amanda Dybendal og Heidi Sørlie-Rogne.

2.2.1 Amanda Dybendal

Amanda Dybendal er en norsk landslagsskytter som konkurrerer i klassen SH1 (IPC-Shooting, 2017, pp. 39-43). I dag benytter hun seg av bordstøtter som er justerbare i det vertikale planet, med noen flate skruer som presses inn mot de justerbare bordbena (figur 4). Hun trives ikke med denne løsningen, fordi at når hun lener seg på bordet med tyngde, forskyver bordet seg nedover. Det vil si at bordstøttene ikke kan strammes godt nok til festene. Bordløsningen til Amanda gjør at bordet kan forskyves frem og tilbake med en vinkel opp mot 5 grader (figur 5). Funksjonene til bordløsningen er gode, men de er ikke stabile nok, noe Amanda har ønsket om skal endre seg.



Figur 4 - Bordjustering i det vertikale planet
(Dybendal, 2017)



Figur 5 - Forskyvningsløsning til Amanda
(Dybendal, 2017)

Fra hennes ståsted, er det viktig å ha en løsning på ryggstøtten hvor ryggen er avtakbar. Dette er fordi at Amanda ikke får lov til å benytte seg av ryggstøtte under konkurranse, da hennes kjernemuskulatur er sterkere enn den er hos enkelte andre utøvere (IPC-Shooting, 2017, p. 33).

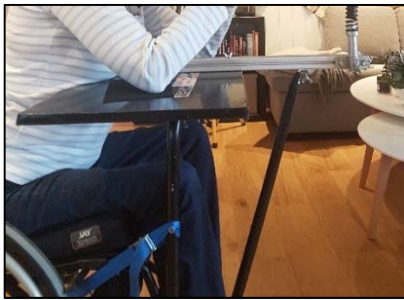
Figur 6 viser løsningen for Amandas løftemekanisme, hvor to støtter med gjenger skrur ned til gulvet for å gi stabilitet. Støttene hever de fremre hjulene ved fothvileren, mens drivhjulene er i kontakt med bakken. Dette er en meget tungvinn løsning som krever tid og energi, men Amanda mener at det er en bedre løsning enn ikke å ha støtte. Grunnen til at hun benytter seg av denne løsningen er at hun er alene og ikke har hjelpepersonell slik som enkelte andre utøvere har.



Figur 6 - Løftemekanismen – Amanda (Dybendal, 2017)

2.2.2 Heidi Sørлие-Rogne

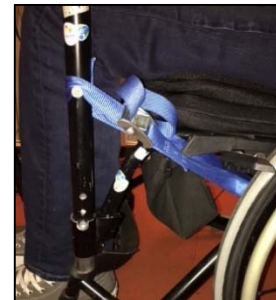
Heidi er en norsk landslagsutøver som konkurrerer i skyteklassen SH2 (IPC-Shooting, 2017, pp. 39-43). I denne klassen benytter utøverne seg av en fjærstøtte som hjelper til med å holde våpenet oppe, på grunn av at de ikke er sterke nok til å holde våpenet selv (IPC-Shooting, 2017, pp. 36-38). Dette gjør at Heidis bordløsning er noe ulikt andre løsninger, med tanke på at det må gis ekstra stabilitet til bordet for å holde fjærstøtten stabil (figur 7). Løsningen viser at bordet lett kan tas av for transport ved å dra i spakene som vist i figur 8. Heidi benytter også lastestropper for å forhindre bevegelse da dette gir mer stabilitet til bordet (figur 9). Denne løsningen fungerer bra for Heidi, men den er ikke fleksibel nok. Dette gjør at Heidi må snu bordet når hun konkurrerer i ulike disipliner, noe som kan bli tungvint når hun skal konkurrere i både sittende og stående skyting (IPC-Shooting, 2017, pp. 41-43).



Figur 7 - Bordløsningen



Figur 8 - Løsningen for det avtakbare bordet



Figur 9 - Lastestropper for stramming av bord (Sørлие-Rogne, 2016)

Som ryggstøtte benytter Heidi seg av originalstøtten til rullestolen som er en Pantera rullestol (figur 10). Denne støtten fungerer som den skal, uten å ha form for justeringer. Heidi har prøvd å modifisere ryggstøtten ved å montere på en treplate bak ryggen. Hun sier at dette umiddelbart følte bedre ut, men at det i lengden ble ubehagelig og ugunstig. De har nå gått bort fra denne løsningen.



Figur 10 - Ryggstøtte



Figur 11 - Ryggstøtte sett bakfra

Løftemekanismen går ut på to treklosser som er formet og plassert under drivhjulene på rullestolen for å heve de bakre hjulene over bakkenivå (figur 12). Under fothvilerne er det plassert én trekloss som hjelper for å holde stolen stabil ved å heve de fremre hjulene. Dette er en prosess som ikke er tidskrevende og som Heidi mener fungerer bra med sin hensikt. Den gir også den stabiliteten hun ønsker, samtidig som den er lett å frakte.



Figur 12 - Støtteklossene til drivhjulene



Figur 13 - Støttekloss under fothvilerne

3. Metode

Metodekapittelet beskriver systematisk framgangsmåten for hvordan et prosjekt er løst. Kapittelet er en viktig del av rapporten for å gi leseren muligheten til å følge prosessen og hvilken tilnærming som er valgt (Rienecker, Stray Jørgensen, Skov, & Landaas, 2013). Metodekapittelet tar for seg hvilken produktutviklingsmetodikk som er fulgt fra tidligere prosjektoppgave og videre inn i påfølgende masteroppgave.

3.1 Produktutviklingsmetodikk

Den tidligere prosjektoppgaven og denne masteroppgaven er lagt opp etter IPM-modellen som er vist i figur 14. Denne produktutviklingsmodellen er en Stage-Gate metode som innebærer at det brukes god tid på kartlegging av teori rundt idretten for å tilegne seg mest mulig kunnskap før man går videre til konseptgenerering, eventuell prototyping og videre til endelig løsning. En Stage-Gate produktutviklingsmodell inneholder sjekkpunkter mellom hver fase av prosjektet. Dette innebærer at det gjennomføres kontroller etter hver fase som grunnlag for å avgjøre om man skal gå videre til neste fase, gjennomføre fasen på nytt, eller hvis resultatet ikke tilfredsstillende de kravene som er satt elimineres prosjektet før man gjør nye investeringer (Elverum, 2016).



Figur 14 - IPM modellen

En av utfordringene med Stage-Gate tilnærming kan være fleksibiliteten i prosjektet hvis man ikke implementerer metodikken på en god måte. Det finnes imidlertid ulike måter å løse dette på. Én av løsningene er å kombinere Agile produktutvikling med Stage-Gate produktutviklingsmetodikk. Agile produktutvikling er en iterativ produktutviklingsmetodikk som kan implementeres innunder de ulike fasene i Stage-Gate modellen (R. G. Cooper & Sommer, 2016).

Ved å kombinere Agile med Stage-Gate skaper man en balanse mellom en fast gjennomføringsplan og en mer iterativ problemløsning (Sommer, Hedegaard, Dukovska-Popovska, & Steger-Jensen, 2015). Kombinasjonen gir en mer dynamisk utvikling av prosjekter hvor brukeren nødvendigvis ikke helt vet hva den vil ha, hvor informasjonen er begrenset, i helt nye systemer eller en kombinasjon av de forskjellige faktorene (R. G. Cooper & Sommer, 2016). På bakgrunn av dette er denne tilnærmingen valgt i denne oppgaven. Hovedgrunnen til valget er at det tidlig ble klart at viktig informasjon knyttet til arrangementer og fra møter med utøvere ville framkomme på et senere tidspunkt. Derfor vil det være viktig å ha en fleksibilitet så langt som mulig i prosjektgjennomføringen.

I prosjektoppgaven ble fasene 1 og 2 (vist i figur 14) gjennomført gjennom litteratursøk, møter med ressurspersoner, utøvere og deres støtteapparat. Dette danner grunnlag for teorien knyttet til regler, klassifiseringer og annen nødvendig bakgrunnsinformasjon.

Konseptgenereringsfasen (fase 3) som ble påbegynt med noen konseptforslag under prosjektoppgaven, er sluttført i denne masteroppgaven. Fasen er gjennomført med å skissere flere idéer basert på spesifikasjonene og prioriteringsskalaene, jf. kapittel 4. Idéene er hovedsakelig hentet inn gjennom diskusjoner med utøvere og støttepersonell, studering av eksisterende løsninger, innspill fra interesserte personer og egen inspirasjon fra å overvære stevner og konkurranser.

Utvelgelsesprosessen av konseptforslagene er basert på metoden til Ullrich og Eppinger (2003). På grunn av deres gode måte å fremstille prosessen på, fordi denne metoden gir et godt innsikt i hvordan man skal komme fram til en løsning som brukeren skal være fornøyd med. De konseptene som fikk best resultater ble laget om til prototyper. Formålet med de prototypene som ble designet var å finne deres virkemåte for å teste om de fysisk tilfredsstilte de teoretiske kravene. Ifølge Lim og Stolterman (2008) er den beste prototypen den som på den enkleste og mest effektive måten gjør mulighetene og begrensningen til en designidé synlig og målbar. Dette innebærer at det ikke er nødvendig å bruke mye ressurser på å finne ut om en idé fungerer eller ikke, men heller fokusere og bruke tiden på bruksområdene og funksjonalitetene til produktet.

4. Spesifikasjoner

Ethvert prosjekt er avhengig av spesifikasjoner for å kartlegge hvilket behov det er for utvikling av produktet. Det å vite hva brukerne ønsker av et produkt og hva produktet skal gjøre, blir definert gjennom disse spesifikasjonene. Denne masteroppgaven presenterer de ferdigstilte spesifikasjonene som ble påbegynt under den tidligere prosjektoppgaven.

Spesifikasjonene er presentert gjennom produkt- og brukerspesifikasjoner. Brukerspesifikasjonene presenterer brukernes ønsker om hvordan et produkt skal være, mens produktspesifikasjonene skildrer hva et produkt skal gjøre ved å fortelle hvordan produktutvikleren ønsker å gjennomføre prosessen for å tilfredsstille kundens behov. Malen som er fulgt er utarbeidet av Ulrich & Eppinger (2003), på grunnlag av deres fremstilling og presentering av spesifikasjonene, som tilfredsstilte ønskene i hvordan denne oppgaven skulle presenteres. Formålet med disse spesifikasjonene er å gi en spesifikk veiledning om hvordan det skal utarbeides et produkt som tilfredsstiller spesifikasjonene med presise og målbare detaljer. Tilfredsstiller ferdigproduktet disse kravene, kan produktet sies å være vellykket (Ulrich & Eppinger, 2003).

4.1 Produktspesifikasjon

En viktig hovedfaktor for å gjennomføre en vellykket produktutvikling er å definere målbare og objektive krav til produktet i produktspesifikasjoner. Det er kun når en spesifikasjon er målbar, at produktutvikleren kan finne ut om produktet har tilfredsstilt spesifikasjonene når utviklingen av produktdesignet er gjennomført (Solutions). Det at en spesifikasjon er målbar vil som nevnt tidligere si at spesifikasjonen forteller produktutvikleren konkret hva produktet skal gjøre for å gi veiledning underveis i prosessen. De beste målbare dataene er de som reflekterer direkte til produktet som tilfredsstiller brukerens behov (Ulrich & Eppinger, 2003).

Det å spesifisere konkrete og spesifikke mål for produktspesifikasjonene vil kunne gi det mest tilfredsstillende konseptet. Dette fordi designeren selv kan vurdere de beste forslagene for å selv finne fram til den beste løsningen. Ullrich og Eppinger (2003) nevner i sin utredning at i en produktspesifikasjon vil det ideelle være å kun ha én målbar data for hvert av de ønskete behovene. Dette er dessverre ikke realiteten, på grunn av utøvernes anatomiske forskjeller, skyteteknikker og prioriteringer som gjør det utfordrende å lage en ideell produktspesifikasjon for skytestolen. Et eksempel på dette kan være Paul Aksel Johansen som nevnte at skytestolen skal være så tung som mulig med tanke på stabilitet (Johansen, 2016), mens Stian Sørli-Rogne nevnte at stolen bør være så lett som mulig med tanke på frakt til ulike arrangementer (Sørli-Rogne & Sørli-Rogne, 2016). Det er derfor viktig å fastsette hva som er den viktigste prioriteten og fokusere på det.

Det har vært ønskelig under masteroppgaven å finne målbare data på de komponentene som skal utvikles. Men på grunn av utfordringsgraden rundt det å sette detaljerte og målbare spesifikasjoner, vil de følgende delkapitlene bli presentert som foreslåtte og antatte produktspesifikasjoner, og ikke fastsatte. Det er også et usikkerhetsmoment at brukerne har ulike meninger om hva som er viktig å ta hensyn til og hvordan de ønsker at produktet skal oppføre seg, uten å vite hva som faktisk gir de beste resultatene. For å kunne fastsette slike spesifikasjoner må det testes og utvikles mer fra forskjellige prototypeforslag enn det jeg har anledning til i denne oppgaven.

4.1.1 Skytebord

| Nr. | Spesifikasjon | Enhet | Verdi |
|-----|----------------------------------|--------|----------------|
| 2.1 | Rotasjonsvinkel i vertikalplanet | Grader | $\leq 5^\circ$ |
| 2.2 | Diameter på bordplaten | cm | ≤ 90 |

Tabell 1- Produktspesifikasjon – Skytebord

4.1.2 Rullestol

| Nr. | Spesifikasjon | Enhet | Verdi |
|-----|---------------|-------|-----------|
| 5.1 | Vekt | kg | ≤ 40 |

Tabell 2- Produktspesifikasjon – Rullestol

4.1.3 Ryggstøtte

| Nr. | Spesifikasjon | Enhet | Verdi |
|-----|----------------------|-------|----------|
| 3.1 | Dybde fleksibel rygg | cm | ≤ 8 |
| 3.2 | Dybde fast rygg | cm | ≤ 3 |

Tabell 3- Produktspesifikasjon – Ryggstøtte

4.1.4 Sete

| Nr. | Spesifikasjon | Enhet | Verdi |
|-----|---------------|-------|----------|
| 4.1 | Setedybde | cm | ≤ 5 |

Tabell 4 - Produktspesifikasjon – Sete

4.1.5 Løftemekanisme

| Nr. | Spesifikasjon | Enhet | Verdi |
|-----|---------------|-------|--------|
| 1.1 | Løftetid | s | < 30 |

Tabell 5 - Produktspesifikasjon – Løftemekanisme

4.2 Brukerspesifikasjon

Brukerspesifikasjonen blir generelt sett på som den spesifikasjonen som snakker brukernes språk. Disse parameterne er viktig i den form at det er faktisk dette brukeren ønsker at produktet skal kunne gjøre eller gjennomføre (Ulrich & Eppinger, 2003). Spesifikasjonene i denne oppgaven er basert på de parameterne som ikke er målbare, og skal gi en vurdering av ønsker og krav fra utøvere som skal dekke deres behov.

Behovene er evaluert og satt sammen til en brukerspesifikasjon. Disse er kategorisert på en skala fra 1 til 5, hvor 5 er det viktigste og kategori 1 er minst viktig. Den satte prioriteringsskalaen i brukerspesifikasjonene er basert på tilbakemeldinger fra Heidi Sørli-Rogne og Paul Aksel Johansen, hvor de skulle sette inn deres personlige prioriteringer på hvilket av behovene som var viktig fra deres perspektiv (Vedlegg 2). Det var også ønskelig at flere utøvere kunne gi tilbakemelding, men det var en frivillig prosess. Dette arbeidet ble gjennomført tidlig under masteroppgaven per mail. Tilbakemeldingene fra Paul Aksel og Heidi var noe varierende, dette kan ha en sammenheng med at utøverne deltar i ulike skyteklasser, og har dermed ulike prioriteringer. En annen grunn kan være at det per dags dato ikke er funnet opp den perfekte løsningen for hvordan en ideell skytestol skal være, dermed har personer ulike synspunkt på hva som er viktig for å komme fram til den ideelle skytestolen. Prioriteringsskalaen er medianen fra tilbakemeldingene til Heidi og Paul Aksel, som danner fundamentet for konseptgenereringsfasen. Brukerspesifikasjonene er presentert med de nødvendige behovene innenfor fem hovedkomponenter: skytebord, rullestol, ryggstøtte, sete og løftemekanisme. Disse fem hovedkomponentene er ansett til å danne basen for videreutvikling av en konkurransedyktig skytestol.

| Nr. | Komponent | Behov | Prioritering |
|-----|-----------|---------------------------------|--------------|
| 1.1 | Skytebord | Enkel montering på skytebanen | 4 |
| 1.2 | Skytebord | Mykt material på bordflaten | 2 |
| 1.3 | Skytebord | Vekt | 5 |
| 1.4 | Skytebord | Fastmontert i rullestol | 5 |
| 1.5 | Skytebord | Ben som går helt ned til gulv | 2 |
| 1.6 | Skytebord | Vinkel i det horisontale planet | 1 |
| 2.1 | Rullestol | Hverdagslig bruk | 4 |
| 2.2 | Rullestol | Avtakbare hjul | 4 |

| | | | |
|-------------|-----------------------|---|----------|
| 2.3 | Rullestol | Sammenleggbar | 1 |
| 2.4 | Rullestol | Robust | 4 |
| 2.5 | Rullestol | Universalbruk – Passe til alle utøvere | 2 |
| 2.6 | Rullestol | Vekt | 2 |
| 2.7 | Rullestol | Fastmonterte deksler/skjermer over hjul | 3 |
| 2.8 | Rullestol | Justerbare håndtak for eventuell ledsager | 3 |
| 2.9 | Rullestol | Vinkling på hjulene | 1 |
| 3.1 | Ryggstøtte | Spesialtilpasset | 4 |
| 3.2 | Ryggstøtte | Justerbar i forhold til skyteposisjon | 3 |
| 3.3 | Ryggstøtte | Avtakbar | 1 |
| 3.4 | Ryggstøtte | Myk rygg | 4 |
| 3.5 | Ryggstøtte | Hard rygg | 1 |
| 4.1 | Sete | Komfort | 4 |
| 4.2 | Sete | Kjølesystem for avkjøling ved høye temperaturer | 2 |
| 4.3 | Sete | Enkel å montere | 1 |
| 4.4 | Sete | Sensorer som indikerer god sitteposisjon | 3 |
| 4.5 | Sete | Støpt sete til hver enkelt bruker | 4 |
| 5.1 | Løftemekanisme | Enkel å montere | 5 |
| 5.2 | Løftemekanisme | Automatisert | 3 |
| 5.3 | Løftemekanisme | Inneholder ikke fluider. (Hydraulikkolje) | 3 |
| 5.4 | Løftemekanisme | Enkel å vedlikeholde | 4 |
| 5.5 | Løftemekanisme | Justerbar høyde | 2 |
| 5.6 | Løftemekanisme | Lang levetid | 4 |
| 5.7 | Løftemekanisme | Reduserer sideveis bevegelse | 4 |
| 5.8 | Løftemekanisme | Stabilitet | 5 |
| 5.9 | Løftemekanisme | Lønnsom/Ikke for dyr | 2 |
| 5.10 | Løftemekanisme | Forholder seg stiv ved vibrasjoner | 5 |

Tabell 6 - Brukerspesifikasjoner

Behovene som er uthevet i tabell 6, er de med høyest prioritering og dermed skal fokuseres på når konseptgenereringsfasen skal påbegynnes.

5. Konseptgenerering

Konseptgenereringsfasen ble påbegynt under prosjektoppgaven, men ikke ferdigstilt. Mye av grunnen til dette var at det skulle overværes et stevne i romjulen, med påfølgende møte med Heidi Sørli-Rogne og hennes mann Stian. I tillegg skulle NM for paralympiske skyttere arrangeres i mars, hvor de beste utøverne fra hele landet skulle delta. Deltakelsen på de nevnte arrangementene skulle gi et bedre inntrykk og en større forståelse rundt det å være utøver, samtidig gi nødvendig inspirasjon til nye idéer for konsepter.

Hensikten med konseptgenereringen er å foreslå mange ulike konsepter som tilfredsstillende de kravene og ønskene som brukeren har skildret i bruker- og produktspesifikasjonen. Et konsept blir ofte fremstilt gjennom skisser eller en grov tredimensjonal modell med en kort beskrivelse av konseptet (Ulrich & Eppinger, 2003, p. 98). Konseptene i denne oppgaven er fremstilt i tabellform hvor hvert enkelt konsept er presentert med en grov skisse og en beskrivelse av konseptet med fordeler og ulemper.

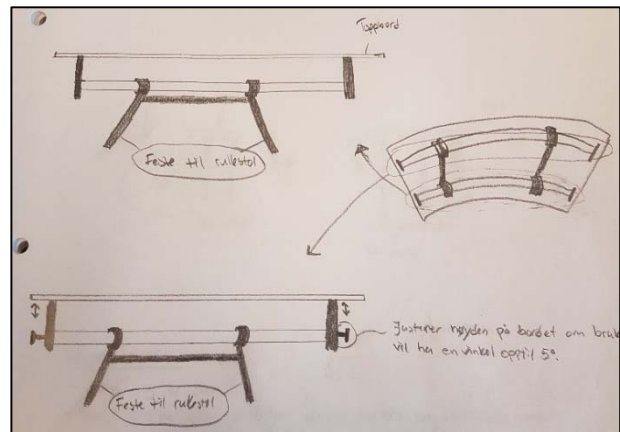
Ulrich og Eppinger (2003) konstaterer at med et effektivt utviklings team, vil teamet generere flere hundre forskjellige konsepter. Av disse vil om lag 5-20 konsepter bli tatt med i seriøs betraktning gjennom prosessen. De nevner videre at det gjennom en god konseptgenereringsfase vil gi produktutviklingsteamet trygghet på at de har dekket alle alternativer som kan bli utforsket. Dette vil redusere risikoen for å få tilbakeslag sent i utviklingsprosessen, som for eksempel at konseptet allerede er utviklet av konkurrenter. I denne oppgaven er det presentert mellom 6-10 seriøse konsepter fra hver av hovedkomponentene som skal bli tatt med i betraktning når prototyper skal velges.

I kapittel 4.2 er brukerspesifikasjonene presentert gjennom fem hovedkategorier. Dette fordi det er de fem antatte komponentene som er ansatt til å være nødvendig å modifisere for å få en ønsket konkurransedyktig skytestol. Men det er valgt å se bort ifra rullestolens utforming og sete basert på antakelser om at dette kan bli for utfordrende med tanke på at dette må spesialtilpasses hver utøver. Selv om dette ikke er prioritert gjennom denne oppgaven, presenteres de likevel i kapittel 11 om videre arbeid. På grunnlag av dette er det bestemt at det kun skal fokuseres på de tre hovedkomponentene: skytebord, ryggstøtte og løftemekanisme,

som nevnt tidligere i rapporten. De påfølgende delkapitlene presenterer konseptforslag for de nevnte hovedkomponentene.

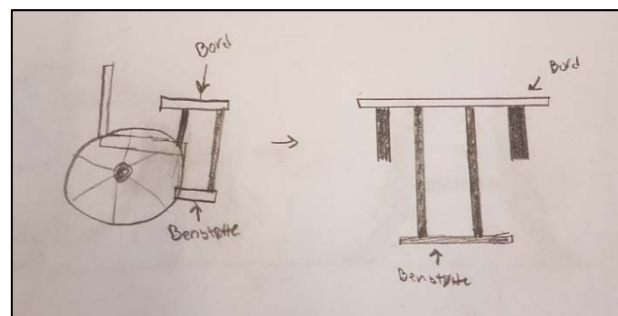
5.1 Skytebord

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| Justerbart bord hvor det er muligheter for å justere bordet horisontalt for å komme i ønsket posisjon. Det er også en mulighet å justere fremre del på bordet opp til en 5 graders vinkel om ønskelig. |
| Fordeler: |
| - Gir fleksibel skytestilling |
| Ulemper: |
| - Kan bli ustabilt |
| - Kan være vanskelig å justere høyden på bordet |



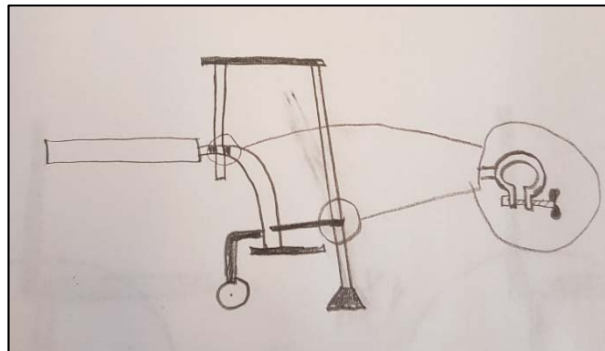
Tabell 7 - Skytebord - Konsept 1.1

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Et enkelt og solid bord som er montert fast i rammen på rullestolen og i benstøttene til rullestolen. |
| Fordeler: |
| - Enkel å montere |
| - Stabil |
| Ulemper: |
| - Vanskelig å justere høyden |
| - Ikke fleksibel i det horisontale planet |



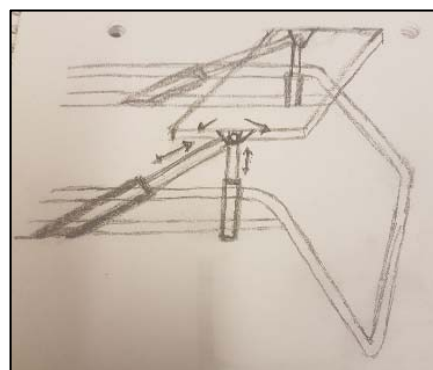
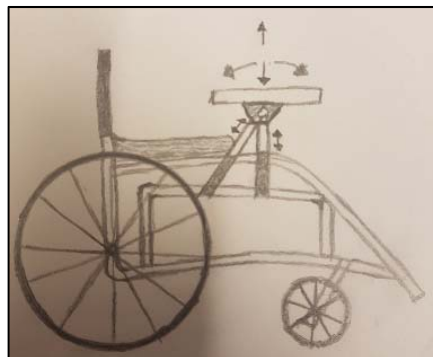
Tabell 8 - Skytebord - Konsept 1.2

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| Et fleksibelt bord som har lett tilgang til å montere og demontere. Den har et fastmontert stag på benstøtten som holder bordet stabilt med å feste på en rørklamme. Benet går helt ned til bakkenivå, og det er montert en rørklamme på siden av rullestolen. |
| Fordeler: |
| - Enkelt å montere |
| Ulemper: |
| - Kan bli ustabil - Justerer ikke høyden - Ikke fleksibel i det horisontale planet. |



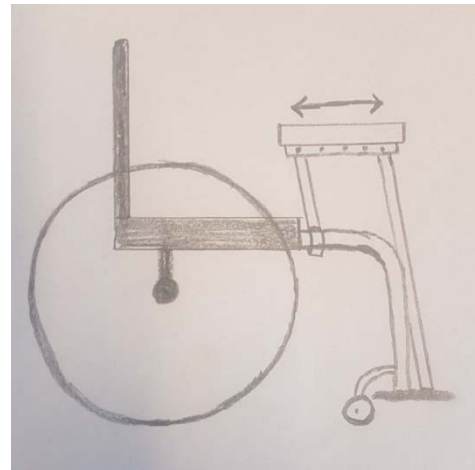
Tabell 9 - Skytebord - Konsept 1.3

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Et enkelt og fleksibelt bord som kan justeres i tre akser, enkel å monter med et «klikk» system. På de skrå sylindrene er det montert en skinne på for å gi fleksibilitet under løft/senk og vinkelingsendring på bordet. |
| Fordeler: |
| - Fleksibelt - Enkel å montere |
| Ulemper: |
| - Utfordrende å få sylindren til å flytte seg etter ønsket posisjon på bordet - Komplisert løsning |



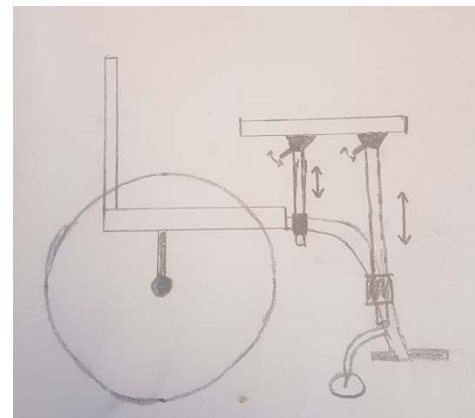
Tabell 10 - Skytebord - Konsept 1.4

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Bordplate som er festet i skinner. Denne løsningen kan justeres frem og tilbake og låses med en splint eller skrue. |
| Fordeler: |
| - Justerbar i fremre og bakre posisjon |
| Ulemper: |
| - Ikke justerbar i vertikal retning. - Kan bli ustabil |



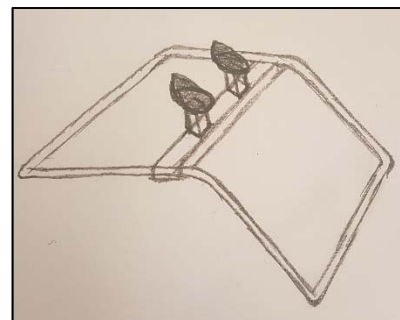
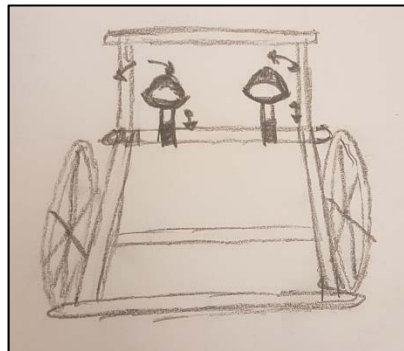
Tabell 11 - Skytebord - Konsept 1.5

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| Justerbar bordstøtte med sugekopper som ved å dra i en spake presses luften ut og vakuum skapes. Med denne løsningen kan både høyden og posisjonen på bordet justeres. Innfestningen festes med en splint eller skrue. |
| Fordeler: |
| - Justerbar i horisontal og vertikal retning. - Lett å montere - Lett å frakte - Kan være stabil |
| Ulemper: |
| - Kan være vanskelig å få en nøyaktig skyteposisjon. - Komplisert løsning |



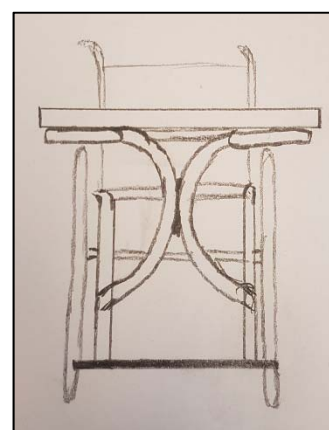
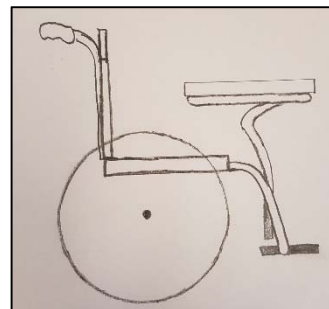
Tabell 12 - Skytebord - Konsept 1.6

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| <p>To fleksible albuestøtter hvor utøveren plasserer en albue i hver av støttene. Støttene kan justeres og låses i ønsket posisjon. Det vil også være mulighet å få en ekstra støtte hvor ammunisjon kan plasseres.</p> |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Enkel løsning |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Kan gi ulovlig mye stabilisering. - Må ha hjelp for å stille inn støttene når utøveren sitter i posisjon. |



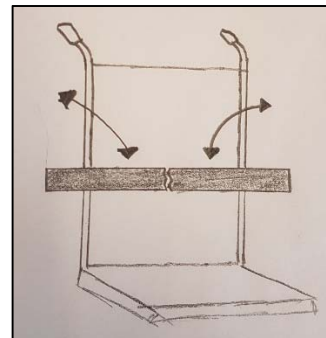
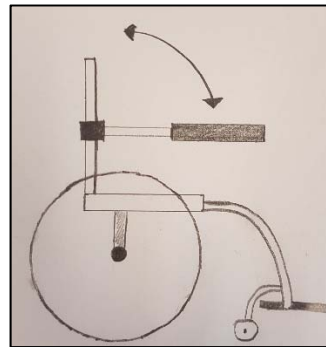
Tabell 13 - Skytebord - Konsept 1.7

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| <p>Et fastmontert bord, med kun to støtter. Den er formet slik for å få ta opp mest mulig krefter, hvor tyngdepunktet ligger ca. på midten av bordet. Det skal være plass til bein gjennom støtten.</p> |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Kan gi god støtte |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vanskelig å forme - Vanskelig å få påmontert - Justerer ikke høyden - Kan bryte mot reglementet |



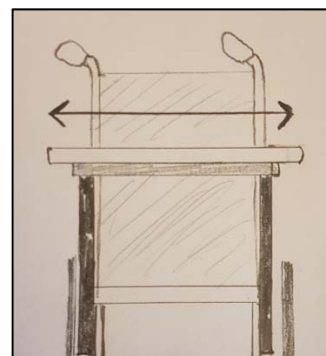
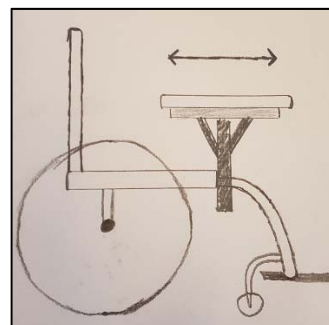
Tabell 14 - Skytebord - Konsept 1.8

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| En enkel løsning som er festet på ryggstøtten el. Bordplaten er to-delt som kan monteres og demonteres hurtig. Det er en slags låsemekanisme for å låse bordplatene sammen når den er i nedre stilling. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Lett å montere - Justerbar høyde |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Kan bli ustabil - I faresonen til brudd mot reglement |



Tabell 15 - Skytebord - Konsept 1.9

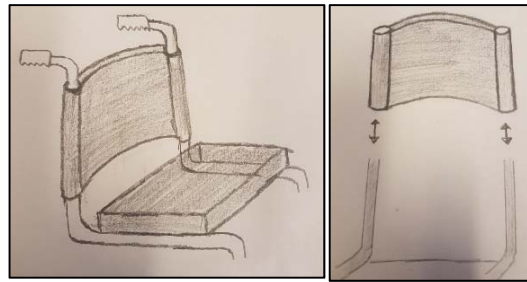
| |
|--|
| Beskrivelse: |
| Et justerbart bord i to ulike akser i det horisontale planet. Kan være en mulighet å justere bordet i det vertikale planet. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Lett å komme i riktig skyteposisjon. - Fleksibel |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Et komplisert design - Være vanskelig å få bordet til å låses helt. |



Tabell 16 - Skytebord - Konsept 1.10

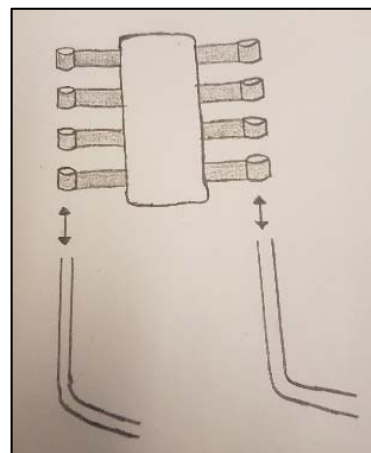
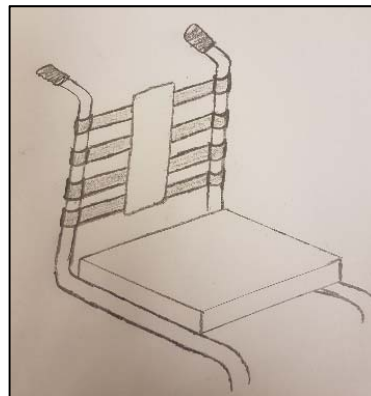
5.2 Ryggstøtte

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| En avtakbar, hard ryggstøtte for universalbruk. Denne ryggstøtten er lagd av hard plast eller lignende materiale. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none">- Gir god støtte- Avtakbar |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none">- Kan være utfordrende å få den optimale skyteposisjonen grunnet anatomiske forskjeller. |



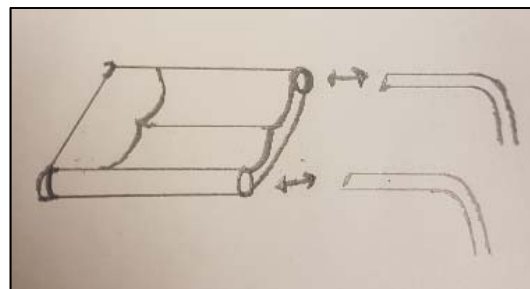
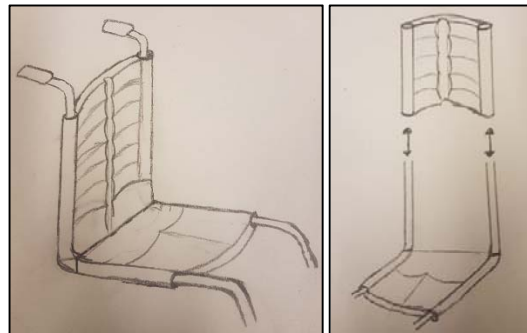
Tabell 17 - Ryggstøtte - Konsept 2.1

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| En fleksibel ryggstøtte med en strikk som kan forme seg etter hvor mye man lener seg tilbake. Strikken er designet til å justere dybden opp til 8 cm. Den midterste støtten er for komfort til utøveren. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none">- Universal- Lett å montere- Avtakbar- Formbar |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none">- Kan bli slitasje- Må justere strekkfastheten på strikken grunnet anatomiske forskjeller |



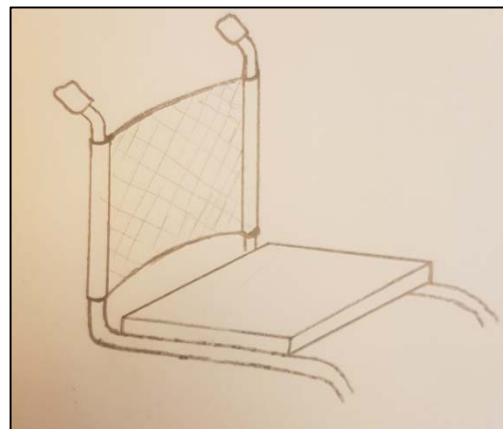
Tabell 18 - Ryggstøtte - Konsept 2.2

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| En spesialstøpt, avtakbar rygg og setestøtte. Støtten er spesialbygd til hver enkelt utøver. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Kan gi den optimale skyteposisjonen. - Enkel å montere - Avtakbart |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Må spesialtilpasset hver enkelt utøver - Må tilpasses kun til en posisjon, siden utøverne sitter i forskjellige posisjoner i forhold til om det er sittende, knestående eller stående skyting. |



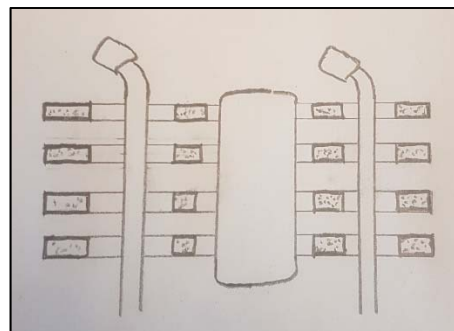
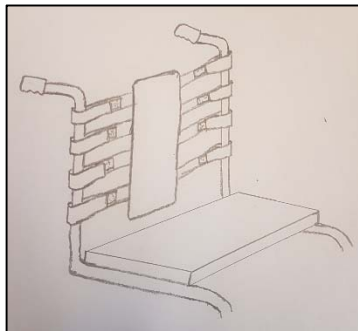
Tabell 19 - Ryggstøtte - Konsept 2.3

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| Dagens løsning med fleksibelt tøystoff som er festet fast i ryggstøttene. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gir komfort |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Ikke justerbar i ryggdybden - Ikke justerbar i rygghøyden |



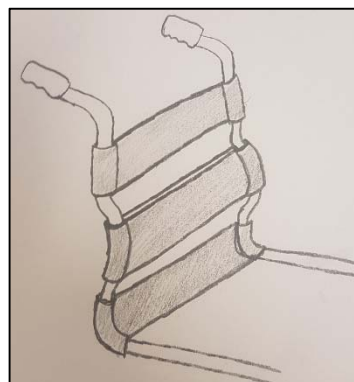
Tabell 20 - Ryggstøtte - Konsept 2.4

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| <p>En justerbar ryggstøtte hvor man kan justere ryggdybden med borrelås.</p> <p>Støtteputa i midten kan være avtakbar med borrelås. Mulighet til flere stropper enn fire som vist på tegning.</p> |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Enkel å justere - Kan finne fram til god skyteposisjon |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Kan gi slitasje i borrelåsen |



Tabell 21 - Ryggstøtte - Konsept 2.5

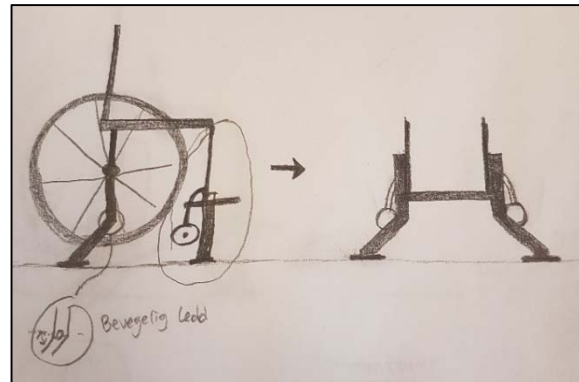
| |
|---|
| Beskrivelse: |
| <p>En ryggstøtte med en utforming for å støtte opp i korsryggen. Kan eventuelt erstatte utformingen med en pute.</p> |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gir god støtte til rygg - Bearbeider utmattelse i rygg |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Får ikke utnyttet maksimaldybde på 8 cm best mulig. - Uvisst om dette vil gi den beste sitteposisjonen. - Kan stride imot reglementet |



Tabell 22 - Ryggstøtte - Konsept 2.6

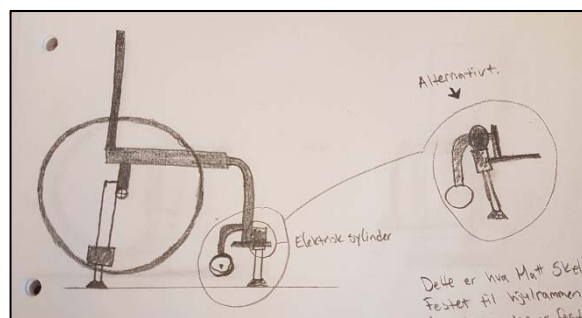
5.3 Løftemekanisme

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Bruker elektriske trim tabs, som benyttes på båter for å regulere styringen. Her brukes det for å heise opp rullestolen med en knapp eller spak. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gir god stabilitet i det horisontale planet. - Sparer tid under opprigging - Gir god tyngde |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Må kunne håndtere elektronikk - Dyr løsning |



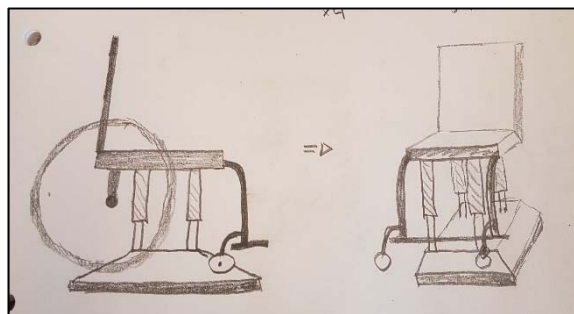
Tabell 23 - Løftemekanisme - Konsept 3.1

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| Rullestolen heises opp av fire elektriske sylindere som er montert på rullestolen. To er festet bak ved akselen og to er festet foran ved benstøttene. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gir god stabilitet - Sparer tid under opprigging - Lett å montere |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Må kunne håndtere elektronikk - Kan bli en dyr løsning |



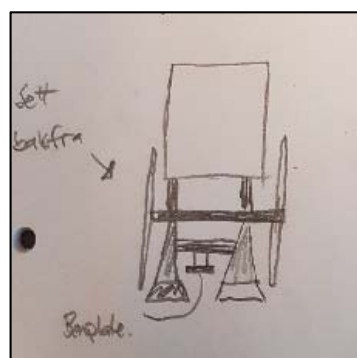
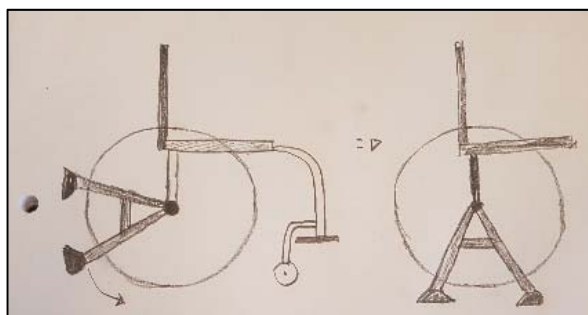
Tabell 24 - Løftemekanisme - Konsept 3.2

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| En plate av et material med god tyngde som senkes av fire elektriske sylindre for å gi en god, stabil sitteposisjon. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gir god tyngde - Gir god stabilitet - Sparer tid under opprigging |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vanskelig å bevege seg - Må kunne håndtere elektronikk - Komplisert og dyr løsning - Lite fraktvennlig |



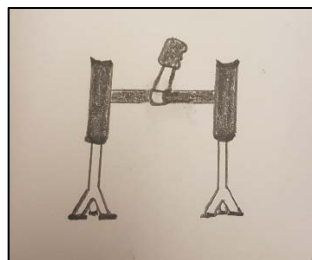
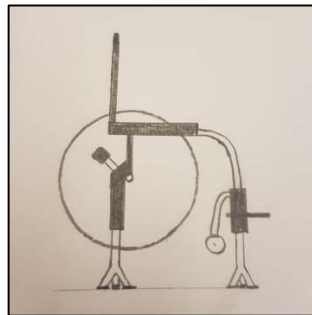
Tabell 25 - Løftemekanisme - Konsept 3.3

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Støttehjul konsept hvor du har en benplate som dytter støttene ned, samtidig som stolen blir dratt bakover. Her låses støtten i riktig posisjon. Viktig å ha avrundete kanter på fremste støtteben for å gjøre prosessen enkel og effektiv. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Lett å montere - Kan gi god stabilitet |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Er avhengig av en andreperson - Kan bli ustødig |



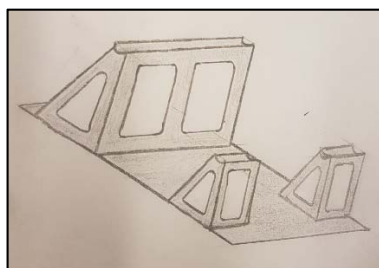
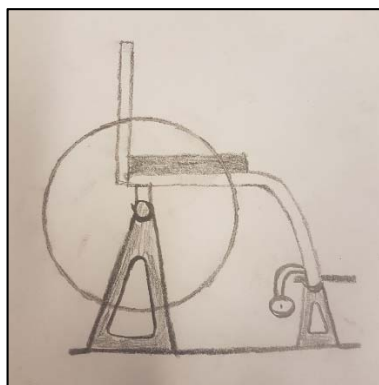
Tabell 26 - Løftemekanisme - Konsept 3.4

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| En mekanisk jekke-løsning med innebygd tannhjul som kan justere høyden på rullestolen. Støtten er en tre-fot støtte som tar opp krefter i forskjellige akser. |
| Fordeler: |
| - Ikke avhengig av elektronikk |
| Ulemper: |
| - Kan bli ustabil - Kan være vanskelig og få det synkront |



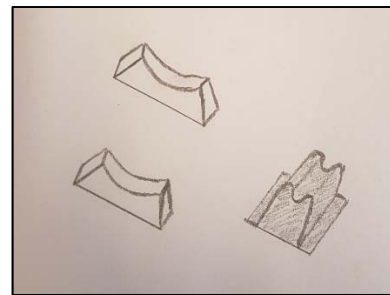
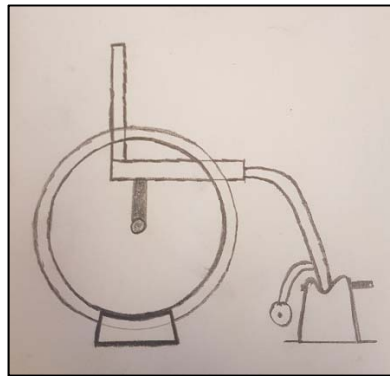
Tabell 27 - Løftemekanisme - Konsept 3.5

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| En massiv støtte som er laget i for eksempel aluminium. Her plasserer man stolen oppå støtten. Støtten er designet til akslingen og benstøttene. |
| Fordeler: |
| - Er meget stabil |
| Ulemper: |
| - Vanskelig å frakte. - Avhengig av støtteapparat ved opprigging. - Vanskelig å finne den optimale posisjonen |



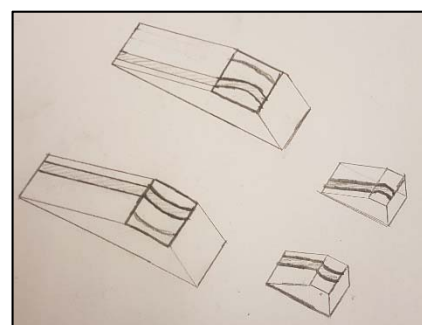
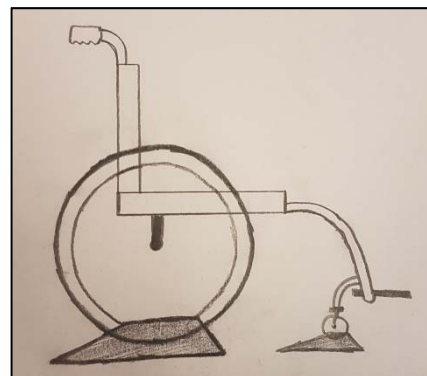
Tabell 28 - Løftemekanisme - Konsept 3.6

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Dagens løsning med to klosser under hver av drivhjulene slik at hjulene heves over bakkenivå. I front er det en aluminiums innretning med spordybde som legges under fothvilerne. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Lett å montere og frakte - Enkel løsning |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vanskelig å finne den perfekte skyteposisjon - Avhengig av støtteapparat for hjelp |



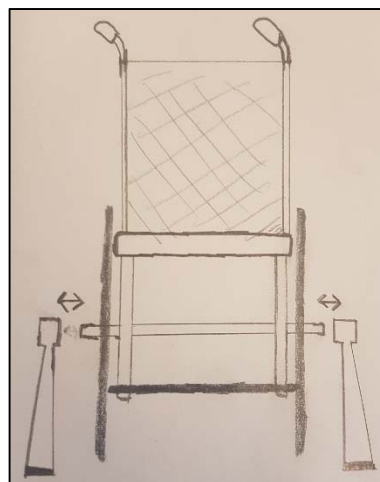
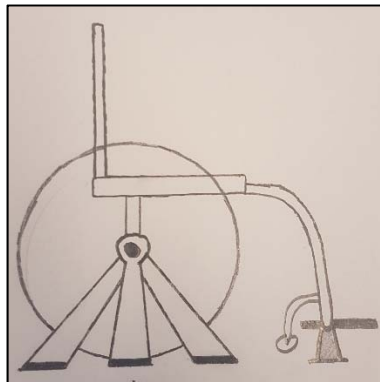
Tabell 29 - Løftemekanisme - Konsept 3.7

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Klosser med spor hvor rullestolen kan trille rett inn i sporene. Undersiden av klossene er designet med gummi for at disse ikke skal skli når stolen skal inn i posisjon. Det er også påtenkt mulighet for å feste drivhjulene fast slik at klossene og hjulene blir «sammensveiset». |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Lett tilgjengelig - Lett å montere og rulle rett oppi sporet |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Må måle avstand og plassering - Må være så spesialtilpasset hvis denne skal gi solid stabilitet |



Tabell 30 - Løftemekanisme - Konsept 3.8

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| Et støtteben for rullestolen som tres utenpå hoved hjulet. Her må rullestolen modifiseres med en ekstra lang aksling som stikker ut på begge sider. Støtte har også mulighet for å være sammenleggbar. Fremre støtte er identisk med fremre støtte på konsept 3.7. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gir god stabilitet på sideveis bevegelse. - Enkel å frakte - Enkel å montere |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Kan bli vanskelig å få stabil om den skal være sammenleggbar |



Tabell 31 - Løftemekanisme - Konsept 3.9

5.4 Tilbakemeldinger på konseptforslagene

Konstruktive tilbakemeldinger på konseptforslagene er essensielt for å gi et innblikk og en forståelse av brukernes ønsker og behov i en fungerende skytestol. Konstruktive tilbakemeldinger fra utøvere og spesialister innenfor emne vil bidra til å øke kunnskapene rundt produktet. Dette var også et av formålene med å overvære NM i Alf-hallen den 18. og 19. mars. Det ble da som tidligere nevnt, forsøket å komme i kontakt med flere utøvere for å få tilbakemeldinger på konseptforslagene. De som ønsket å stille opp for å gi sine tilbakemeldinger og evalueringer angående mine foreslåtte konsepter var Amanda Dybendal, Heidi Sørлие-Rogne og hennes mann Stian Sørлие-Rogne.

5.4.1 Amanda Dybendal

Av mine konseptforslag ga Amanda kun tilbakemelding på konsept 3.8. Amanda mente denne løsningen kan bli utfordrende for en utøver som er alene uten hjelp fra støttepersonell. Utøveren må derfor selv plassere støtteklossene på egen hånd, noe som kan være utfordrende hvis noen av klossene blir plassert feil ved første anledning. Da må utøveren på egenhånd komme seg ned fra støttene, og omplassere klossene på nytt. Dette kan være en tidskrevende prosess hvor resultatet kan bli dårligere enn antatt.

5.4.2 Heidi og Stian Sørлие-Rogne

Tidligere nevnt i kapittel 2.1 er det Heidis mann, Stian, som står for den tekniske utviklingen av utstyret til Heidi. Basert på tidligere erfaringer med utvikling av utstyr, hadde de mange tilbakemeldinger på konseptforslagene. Det er derfor valgt å presentere et kort sammendrag av ekteparets tilbakemeldinger.

Når det gjelder konseptforslagene til skytebordet mente Stian at en kombinasjon mellom konsept 1.1 og 1.2 er noe han hadde mest tro på ville fungere. Stian likte hensikten med konsept 1.3, med utstyr som kan klipses og tas lett av og på, da dette kan være en fordel med tanke på montering og tid. Løsninger som kom i veien for ben og midje mente Stian var i faresonen for, eller ikke ville tilfredsstillende reglementet, og henviser til konsept 1.8 og 1.9. Et annet moment er å unngå å ha en komplisert løsning med mye elektronikk eller lignende. Dette for å hindre unødvendige problemer som kan oppstå med tanke på støttepersonell som ikke er drillet på disse løsningene, eller om det skulle dukke opp et problem under konkurranse som kan hindre deltakeren å delta videre i konkurransen.

Konsept 2.2 kan bli vanskelig på grunn av kombinasjon mellom strikk og utøverens tyngde. Utøverne er ulik i størrelse, noe som medfører i at det kan være vanskelig å finne en universell strikk. Men det å benytte seg av justerbare stropper istedenfor strikker som støtte, er et alternativ som kan ende i et godt resultat.

Økonomisk sett vil det å ha løsninger som inneholder elektronikk og lignende utstyr være for kostbart for de fleste utøverne, spesielt når det gjelder løsninger innenfor løftmekanismen. Konsekvensen vil da være at utøverne ikke vil benytte seg av løftmekanismeløsninger som inneholder elektronikk. På grunn av frakt av utstyr, vil det i tillegg være nødvendig å finne en løsning som ikke er plasskrevende. Et forslag fra Stian for de løsningene som har tre klosser, som gjelder konsept 3.7 og 3.8, er å lage en underlagsmatte på 1x1 meter hvor klossenes plassering skal være markert på denne matten. Underlagsmatten må derfor være spesialtilpasset hver utøver i henhold til hvor de ønsker å plassere stolen, men på langsikt sparer utøveren tid under oppriggingen av utstyret.

6. Konseptvalg

Det å velge et konsept er en del av produktutviklingsprosessen, hvor man innsnevrer et sett av konseptalternativene og tar disse under evaluering. Konseptvalg er en konvergerende prosess, som ofte er iterativ med et formål å ikke velge et dominant konsept med en gang. Utvelgelsen av konseptene gjennomføres derimot gjennom evalueringer hvor det skal tas hensyn til kundens behov og andre viktige kriterier. Basert på dette skal fordeler og ulemper av konseptforslagene vurderes, før det tilslutt skal velges én eller flere konsepter for videre undersøkelse, testing og utvikling (Ulrich & Eppinger, 2003).

Gjennom de neste delkapitlene skal det velges ett konsept innenfor hver av hovedkomponentene som skal designes og konstrueres til en funksjonell prototype. Valgprosessen er funnet mest hensiktsmessig å gjennomføre i tre steg. Oppgaven er bygget opp gjennom en rekke ulike konseptforslag, hvor det gjennom valgprosessen skal luke ut ulovlige og kompliserte konsepter som ikke vil fungerer i praksis. Tilslutt skal det med utgangspunkt i de fastsatte valgkriteriene velges et konsept som skal prototypes. Prosessen skal på denne måten veilede fram til den beste løsningen. Stegene presenteres i de neste delkapitlene.

6.1 Steg 1 - Vurdering av konseptet i forhold til reglementet

Under en konseptgenereringsfase er det risiko for å foreslå konsepter uten å ta hensyn til reglementet. Det første steget i utvelgelsesprosessen gjennomføres ved å kontrollere de foreslåtte konseptene opp mot det gjeldende reglementet til IPC, dette gjøres for å luke ut de løsningene som er i strid med dette (IPC-Shooting, 2017). Tabellen nedenfor (tabell 32) presenterer de konseptene som ikke tilfredsstiller reglementet, herunder beskrivelse av hvilke regler det gjelder og hvorfor de ikke tilfredsstiller kravene. Kun de konseptene som er i tråd med reglementet til IPC vil bli tatt med til videre vurdering i steg 2.

| Konseptnummer | Regelmotstriding | Forklaring | Konklusjon |
|---------------|-------------------------|---|------------------|
| 1.7 | 2.8.1.7.b | Ikke lov med hule rom til albue på bordet. | Utelukkes |
| 1.9 | 2.8.1.6 | Ikke lov med støtte til mageregionen, noe som kan bli utfordrende. | Utelukkes |
| 2.2 | 2.7.11.1.a, 2.7.11.2 | Ikke lov å overskride en ryggdybde på støtten med over 8 cm. Det blir utfordrende med strikk på grunn av utøvernes ulike anatomiske størrelser. | Utelukkes |
| 2.6 | 2.7.7 | Ikke lov med forming eller modifisering av strukturen på rullestolen. | Utelukkes |

Tabell 32 - Regelbrudd av konsepter

6.2 Steg 2 og 3 - Konseptsortering og konseptrangering

Steg 2 og steg 3, er i henhold til Ulrich & Eppinger (2003) de stegene hvor konseptet skal velges. Utvelgelsesprosessen omhandler å ikke ta noen faste beslutninger før alle konseptene er evaluert. Det er knyttet risiko til at man i en eventuell utvelgelsesprosess kun fokuserer på det produktet som utvikleren selv mener er den beste løsningen, uten å evaluere alle konseptforslagene og vurdere de opp mot brukerens krav. Konsekvensene av dette kan være at feil produkt blir utviklet, som igjen kan innebære at ingen av brukeren ønsker å benytte din løsning.

Gjennom dette kapittelet vil utvelgelsesfasene bli representert, valgkriterier med prioriteringsskala blir fastsatt, og sammenligning mellom de ulike konseptene blir gjennomført og presentert. Hvor det tilslutt skal stå igjen med én løsning for hver av hovedkomponentene som det skal designes prototype av.

Når det skal velges ut riktig konsept er det avgjørende å komme med detaljerte og spesifikke kriterier som kan skille et bra konsept fra et dårlig et. Konseptsortering og -rangerings tabellene er hentet fra Ulrich og Eppinger (2003), hvor oppsettet er basert på beslutningsmatrisen, såkalt Pugh matrise. En Pugh matrise er en metode som på en oversiktlig måte veier konseptforslagene i forhold til hverandre for å gi utvikleren et bedre grunnlag for å ta de riktige beslutningene og finne fram til det beste produktet (Pugh, 1981). Denne metoden er valgt for masteroppgaven fordi konseptvalgprosessen blir presentert på en god og oversiktlig måte, noe som samsvarer med ønskene for denne oppgaven. Det er utarbeidet en konseptsorteringstabell og en konseptrangeringstabell for hver av de tre hovedkomponentene: skytebord, ryggstøtte og løftemekanisme.

For sammenligning og rangering av de foreslåtte konseptene, har det vært ønskelig å basere utvelgelsesprosessen på kriteriene som er satt i produktspesifikasjonene. Men fordi det har vært utfordrende og nesten umulig å finne frem til gode, målbare parametere, ble det besluttet å lage egne valgkriterier som skal danne grunnlaget for utvalget. Disse valgkriteriene er satt basert på vurderinger gjennom erfaring av møtevirksomheter og observasjoner. Ved fastsettelse av valgkriterier er det viktig å ikke ta med overflatiske og unødvendige kriterier, men kun de konkrete og generelle kriteriene (Ulrich & Eppinger, 2003).

Konseptsorteringen er en effektiv metode som innebærer å luke ut konsepter som ikke når opp til de fastsatte kravene. Sorteringen gjennomføres for å kun fokusere på de konseptene som er alternativer til en god løsning (Ulrich & Eppinger, 2003). Sorteringen foretas ved en enkel rangering hvor det settes (+), (-) eller (0), ut fra hvor godt konseptet tilfredsstillende de gitte valgkriteriene, sammenlignet med dagens løsning som Heidi Sørli-Rogne benytter i dag, jf. kapittel 2.2.2. Hvor (+) er «bedre enn» dagens løsning, (-) er «dårligere enn» dagens løsning og (0) er «samme som» dagens løsning. Når konseptsorteringsfasen er gjennomført skal minimum tre av de konseptene med høyest score tas med videre til neste steg, hvor det vil skje en mer nøyaktig og detaljert utvelgelse.

Det neste, og siste steget, etter konseptsorteringen er konseptrangering. Metodikken bak denne metoden er sammenlignbart med konseptsorteringen, men gir en mer detaljert og konkret måte å gjennomføre utvelgelsen på. Tabellen nedenfor viser en rangeringsskala fra 1-5 og forklaringen på dens rangering. Rangeringsskalaen i konseptrangeringsfasen er i likhet med konseptsorteringsfasen basert på Heidi Sørli-Rognes løsning som hun benytter i dag. Hennes løsning er rangert med karakter 3.

| Forklaring | Rangering |
|----------------------------------|------------------|
| Mye dårligere enn dagens løsning | 1 |
| Dårligere enn dagens løsning | 2 |
| Samme som dagens løsning | 3 |
| Bedre enn dagens løsning | 4 |
| Mye bedre enn dagens løsning | 5 |

Tabell 33 - Grunnlag for karakterskala

Utvelgelsen i konseptrangeringsfasen foregår gjennom å multiplisere rangeringsskalaen med prioriteringsskalaen. Prioriteringsskalaen, med en rangering hvor 5 er viktig og 1 er minst viktig, er satt ut ifra hvilke av valgkriteriene som er viktig for brukeren og hvilke av valgkriteriene som ikke er så viktig. Disse prioriteringene er satt med bakgrunn på tilbakemeldinger fra utøvere, møtearrangementer og egne erfaringer. Påfølgende delkapitler er presentert gjennom tabeller som representerer valgkriteriene og deres rangering. Hvert delkapittel er presentert med tre tabeller, hvor tabellene i kronologisk rekkefølge viser forklaring på valgkriterier, konseptsortering og til slutt konseptrangering hvor det endelige produktet er valgt.

6.2.1 Skytebord

| Valgkriterier | Forklaring |
|--|--|
| Lett å montere | Forklarer om skytebordet er lett å påmontere for utøveren eller støttepersonell. |
| Fleksibel skytestilling | Forklarer om utøveren kan bevege på bordet og justere dette til den optimale skytestillingen før konkurranse. |
| Ukomplisert design | For å ikke overkomplisere løsninger som kan bli gjort med enklere design. |
| Stabil | Det viktigste for å få en solid og stabil gjennomføring av skudd. |
| Robust | Må tåle frakt og behandling av reiser ol. |
| Lett å finne fram til ønsket skyteposisjon | Om det å justere bordet til ønsket skytestilling er komplisert og tidskrevende, eller om det er håndterbart innenfor gitte tidsrammer. Under er konkurranse. |

Tabell 34 - Beskrivelse av valgkriterier – Skytebord

| | Konsepter | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----|-----|-----------|-----------|-----|-----------|
| | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 1.10 |
| Valgkriterier | | | | | | | | |
| Lett å montere | - | 0 | + | - | 0 | + | - | 0 |
| Fleksibel skytestilling | + | 0 | 0 | + | + | + | - | + |
| Ukomplisert design | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - | - | 0 |
| Stabil | - | 0 | - | + | 0 | 0 | + | 0 |
| Robust | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | + | 0 |
| Lett å finne fram til ønsket skyteposisjon | - | 0 | - | - | + | - | - | + |
| Sum antall (+) | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sum antall (-) | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 4 | 0 |
| Sum antall (0) | 2 | 6 | 2 | 1 | 4 | 2 | 0 | 4 |
| SUM | -2 | 0 | -2 | -1 | 2 | 0 | -2 | 2 |
| Rangering | 6 | 3 | 6 | 5 | 1 | 3 | 6 | 1 |
| Videre arbeid? | Nei | Ja | Nei | Nei | Ja | Ja | Nei | Ja |

Tabell 35 - Konseptsortering – Skytebord

| | | Konsepter | | | |
|--|---------|-----------|-----|-----|-----------|
| | | 1.2 | 1.5 | 1.6 | 1.10 |
| Valgkriterier | Vekting | | | | |
| Lett å montere | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Fleksibel skytestilling | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| Ukomplisert design | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Stabil | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Robust | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| Lett å finne fram til ønsket skyteposisjon | 4 | 3 | 4 | 2 | 5 |
| SUM | | 18 | 19 | 16 | 21 |
| Total sum | | 63 | 69 | 58 | 77 |
| Rangering | | 3 | 2 | 4 | 1 |
| Design prototype | | Nei | Nei | Nei | Ja |

Tabell 36 - Konseptrangering - Skytebord

6.2.2 Ryggstøtte

| Valgkriterier | Forklaring |
|--------------------------------|---|
| Avtakbar | Om ryggstøtten er avtakbar med tanke på utøvere som ikke kan benytte seg av ryggstøtte, og må derfor ta av denne. |
| Justeringsmuligheter ryggdybde | Utøvere har ulike ønsker og anatomiske størrelser innenfor hvordan de ønsker ryggdybden på støtten. |
| Justeringsmuligheter rygghøyde | Forklart i regelverk, har de ulike utøverne forskjellige krav om hvor langt opp ryggstøtten kan støtte i henhold til kroppens handikap. |
| Komfortabel | Konkurranser kan vare opptil én time og det da viktig med en komfortabel støtte som gjør at utøveren kun fokuserer på blinken og ikke andre faktorer. |
| God ryggstøtte | Støtter ryggstøtten ryggen på en bra og stabil måte. |
| God vedlikehold | Ryggstøtten skal holde lenge og ikke være krevende å vedlikeholde. |

Tabell 37 - Beskrivelse av valgkriterier – Ryggstøtte

| | Konsepter | | | |
|--------------------------------|-----------|-----|-----|-----|
| | 2.1 | 2.3 | 2.4 | 2.5 |
| Valgkriterier | | | | |
| Avtakbar | + | + | 0 | 0 |
| Justeringsmuligheter ryggdybde | - | - | 0 | + |
| Justeringsmuligheter rygghøyde | - | - | 0 | + |
| Komfortabel | 0 | + | 0 | 0 |
| God ryggstøtte | - | + | 0 | + |
| God vedlikehold | + | 0 | 0 | 0 |
| Sum antall (+) | 2 | 3 | 0 | 3 |
| Sum antall (-) | 3 | 2 | 0 | 0 |
| Sum antall (0) | 1 | 1 | 6 | 3 |
| SUM | -1 | 1 | 0 | 3 |
| Plassering | 4 | 2 | 3 | 1 |
| Videre arbeid | Nei | Ja | Ja | Ja |

Tabell 38 - Konseptsortering - Ryggstøtte

| | | Konsepter | | |
|--------------------------------|---------|-----------|-----|-----------|
| | | 2.3 | 2.4 | 2.5 |
| Valgkriterier | Vekting | | | |
| Avtakbar | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Justeringsmuligheter ryggdybde | 3 | 1 | 3 | 4 |
| Justeringsmuligheter rygghøyde | 3 | 1 | 3 | 4 |
| Komfortabel | 4 | 4 | 3 | 3 |
| God ryggstøtte | 4 | 4 | 3 | 4 |
| God vedlikehold | 2 | 3 | 3 | 3 |
| | | | | |
| SUM | | 17 | 18 | 21 |
| Total sum | | 60 | 60 | 70 |
| | | | | |
| Rangering | | 2 | 2 | 1 |
| | | | | |
| Designe prototype | | Nei | Nei | Ja |

Tabell 39 - Konseptrangering - Ryggstøtte

6.2.3 Løftemekanisme

| Valgkriterier | Forklaring |
|-------------------------------------|---|
| Lett å montere | Monteringen skal ikke være en stor utfordring, de fleste personer skal kunne gjennomføre dette. |
| Stabil | Holde stolen stabil om det skulle forekomme uønskete frekvenser som kan forstyrre konsentrasjonen til utøveren. |
| God holdbarhet | En løftemekanisme som har god holdbarhet ved gjennomsnittlig bruk og behandling. |
| Enkel å vedlikeholde | Er produktet lett å vedlikeholde om det skal dukke opp problemer under konkurranse og ikke tidskrevende. |
| Komme hurtig i riktig skyteposisjon | Effektivitet under opprigging for å bruke tid på prøveskuddene, og ikke på å komme i riktig posisjon. |
| Selvstendig bruk | Er løsningen ment for selvstendige skyttere eller er utøveren avhengig av en sekundær person. |
| Ukomplisert løsning | Om løsningen er lett å produsere uten overkompliserte og unødvendige deler. |
| Håndterbar | Er løsningen lett og håndterbar under opprigging. |
| Lett å frakte | Frakt er viktig for å få løftemekanismen på reise under ulike arrangementer. |

Tabell 40 - Beskrivelse av valgkriterier - Løftemekanisme

| | Konsepter | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 |
| Valgkriterier | | | | | | | | | |
| Lett å montere | - | - | - | - | - | - | 0 | 0 | - |
| Stabil | + | + | + | 0 | 0 | + | 0 | 0 | + |
| God holdbarhet | - | - | - | 0 | - | + | 0 | 0 | 0 |
| Enkel å vedlikeholde | - | - | - | - | - | + | 0 | 0 | 0 |
| Komme hurtig i riktig skyteposisjon | + | + | + | - | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Selvstendig | + | + | + | 0 | 0 | 0 | 0 | + | 0 |
| Ukomplisert løsning | - | - | - | 0 | - | - | 0 | - | - |
| Håndterbar | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lett å frakte | - | - | - | - | - | - | 0 | 0 | 0 |
| Sum antall (+) | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| Sum antall (-) | 6 | 6 | 6 | 4 | 5 | 4 | 0 | 1 | 2 |
| Sum antall (0) | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 2 | 9 | 7 | 6 |
| SUM | -2 | -2 | -2 | -3 | -5 | -1 | 0 | 0 | -1 |
| Resultat | 5 | 5 | 5 | 8 | 9 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| Videre arbeid | Nei | Nei | Nei | Nei | Nei | Ja | Ja | Ja | Ja |

Tabell 41 - Konseptsortering - Løftemekanisme

| | | Konsepter | | | |
|-------------------------------------|---------|-----------|-----|-----|-----|
| | | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 |
| Valgkriterier | Vekting | | | | |
| Lett å montere | 4 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| Stabil | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 |
| God holdbarhet | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| Enkel å vedlikeholde | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| Komme hurtig i riktig skyteposisjon | 5 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| Selvstendig | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| Ukomplisert løsning | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Håndterbar | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Lett å frakte | 4 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| SUM | | 20 | 27 | 26 | 24 |
| Total sum | | 74 | 96 | 91 | 90 |
| Rangering | | 4 | 1 | 2 | 3 |
| Designe prototype | | Nei | Ja | Nei | Nei |

Tabell 42 - Konseptrangering - Løftemekanisme

7. Prototyper

«Den beste prototypen er en som på den enkleste og mest effektive måten gjør mulighetene og begrensningen til en designidé synlig og målbar» (Lim, Stolterman, & Tenenbergh, 2008). Denne uttalelsen beskriver hvor fokuset vil være rundt prototypen i denne masteroppgaven. Det er ikke alltid den mest kompliserte prototypen som gir best resultat, det handler mer om å få fram virkemåten og budskapet med prototypene.

En prototype er et forslag til et produkt hvor formålet er å teste funksjoner og design før det endelige produktet skal utvikles. Prototyper finnes i mange forskjellige skisser og modeller på ulike nivåer som «ser ut som», «oppfører seg som» og «fungerer som», for å utforske og kommunisere forslagene rundt designet og konteksten. Ved å utvikle en prototype vil en få mer innsikt om hvordan brukernes situasjon kan påvirke beslutningene rundt prosessen (Buchenaus & Suri, 2000). Det å lage en prototype vil også hjelpe designeren å se løsninger og funksjoner fra utøvernes perspektiv. Denne oppgaven skal utarbeide en prototype av en rullestol som skal brukes til å skyte med i konkurranser. Spørsmål en da må stille seg i utarbeidelsen av prototypen er da hvilke krav som gjelder, hvordan skal prototypen fungere ved skyting og hvordan skal prototypen ivareta brukernes ønsker.

Et uttrykk som Lim og Stolterman (2008) bruker, er *filtreringsdimensjonene*. Med begrepet filter, mener de at designeren kun skal fokusere på bestemte regioner av konseptet som skal utvikles. Ved å kunne filtrere ut hva som er de viktigste fokuseringsmomentene, vil det resultere i en mer presis og effektiv prototype, hvor man blir mer bevisst på kompleksiteten og ansvaret rundt designet. Det kan trekkes paralleller med hva denne masteroppgaven går ut på, ved at det kun er fokusert på de tre hovedkomponentene: skytebord, ryggstøtte og løftemekanisme, og deres funksjonaliteter.

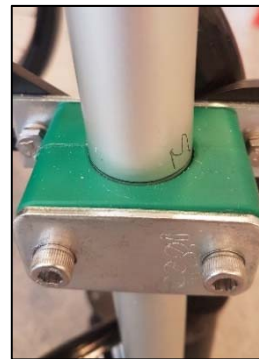
Dimensjoner, materiell og utforminger er grunnleggende for å få en presentabel prototype som fungerer som ønskelig. Under utviklingen av prototypene har fokuset ligget på å designe enkle, fleksible og rimelige løsninger, men samtidig solide nok til å teste ut dens funksjonalitet. I de neste delkapitlene presenteres de valgte konseptene som det er designet prototype av, dette gjelder konseptforslagene 1.10, 2.5 og 3.7.

7.1 Skytebord

Gjennom utviklingen av konsept 1.10 lå fokusområdet rundt det å presentere funksjonalitetene og deres virkemåter på en god måte. Forskyvningene frem og tilbake, sideveis og vertikalt var nøkkelkriteriene. Figur 15 viser knutepunktene mellom rullestolen og skytebordet. Knutepunktet består av en påmontert rørklamme som holder bordstøttene fast ved hjelp av skruer. Rørklammene er påsatt slik at bordstøttene kan justeres i høyden ved å stramme og slakke på rørklammene med hjelp av en unbrakonøkkel. Ettersom dette ikke er en prosess som blir iterert ofte, har det ingen hensikt i å ha en avansert justerbar løsning. Bordstøttene merkes etter ønskelig høyde, ved å markere posisjonen med en penn eller lignende. Denne markeringen gjør det lett å komme tilbake til samme høyde under en eventuell demontering av bordet.



Figur 15 - Knutepunkt mellom rullestol og skytebord



Figur 16 - Justeringsalternativ i vertikal retning - skytebord

For å enkelt kunne av- og påmontere bordplaten med bordstøttene er bordplaten fastmontert med skruer og vingemuttere (figur 19). Figur 18 viser at det er boret hull i bordplaten, disse hullene representerer forskyvningen sideveis. I likhet med bordhøyden, er justeringen sideveis ikke en prosess som gjentas ofte, det tilsier at justeringen gjennomføres og tilpasses før hver konkurranse.



Figur 17 - Bordplate



Figur 18 - Justering sideveis -
bordplate



Figur 19 - Festeløsning - bordplate

Forskyvningen i de fremre og bakre posisjonene var en utfordrende prosess. Her ble det først påmontert et t-stykke for å koble festerørene med bordstøttene, som vist i figur 20. Denne løsningen er justerbar ved hjelp av en håndholdt strammer (figur 21) som strammes til for å holde bordet på plass i ønsket posisjon. Forskyvningen på denne løsningen fungerte som den skulle, men t-stykke gjorde at koblingen mellom festerørene og bordstøttene ikke ble stabile nok. På bakgrunn av dette var det nødvendig å konstruere en ny løsning som gjorde koblingspunktet og selve bordet mer stabilt.



Figur 20 - Forskyvningsløsning med t-stykke



Figur 21 - Justeringsløsningen med t-stykke

Figur 23 viser den forbedrede løsningen av forskyvningsleddet. Denne delen består av to konstruerte stålplater som er skrudd sammen (figur 22). Platene er boret og formet slik at de skal fungere som t-stykket, men gi mer stabilitet. Forskyvningsdelen er basert på det samme prinsippet som med t-stykket, men med to justerbare skruer som strammer forskyvningsleddet mot festerørene. Ved å øke justeringsskruene fra én til to, låses forskyvningsdelen på to punkter som gir en mer stabil løsning. Figur 24 og 25 viser potensialet til forskyvningene i det fremre

og bakre ledd. Forskyvningsleddet er konstruert slik at utøveren enkelt kan av- og påmontere bordet ved å løfte opp forskyvningsleddet fra bordstøttene.



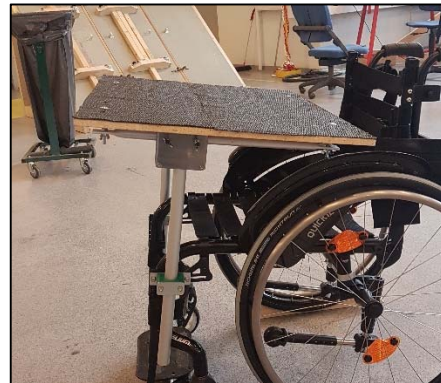
Figur 22 - Separert forskyvningsledd - stålplater



Figur 23 - Forskyvningsledd påmontert med justering



Figur 24 - Forskyvning bordstøtten - fremste ledd



Figur 25 - Forskyvning bordstøtten - bakerste ledd

De viktigste kriteriene til skytebordet var å ha et stabilt og fleksibelt bord som er universelt, så langt det lar seg gjøre. Disse kriteriene er tilfredsstillt på en god måte med smarte løsninger som har resultert i et stabilt bord med de nødvendige justeringsmulighetene i de ønskete retningene.

7.2 Ryggstøtte

Under konseptvalgfasen ble det besluttet å bygge en prototype av konsept 2.5. Denne løsningen er en enkel og fungerende løsning med gode justeringsmuligheter for ryggghøyden og ryggdybden. Stroppene skal ikke være avhengig av hverandre, og kan lett av- og påmonteres. Den originale ryggløsningen til Quickie Helium stolen som jeg hadde fått til dispensasjon, var meget lik konsept 2.5. På bakgrunn av dette ble det bestemt at det ikke skal designes noen ny løsning, men benytte seg av originaldelen til Quickie Helium rullestolen. Selv om det ikke skal designes en ny løsning er det viktig at den eksisterende løsningen skal testes av utøvere for å få bekreftelse på at denne løsningen fungerer som ønskelig, eller om den eventuelt må modifiseres for å gi det ønskelige resultatet.

Viktige momenter når det kom til ryggstøtten var at den skulle være justerbar i ryggdybden og i ryggghøyden. Ryggstøtten består av fem justerbare stropper som er festet ved hjelp av borrelås. De fem stroppene er ikke avhengig av hverandre, det vil si at hver enkelt av stroppene er avtakbare uten å ha noen påvirkning på de andre stroppene. På denne måten kan ryggghøyden justeres til ønskelig høyde. Stroppene hjelper til med å gi en forholdsvis myk og tilpasset ryggstøtte, hvor man enkelt kan justere ryggdybden til ønsket posisjon.



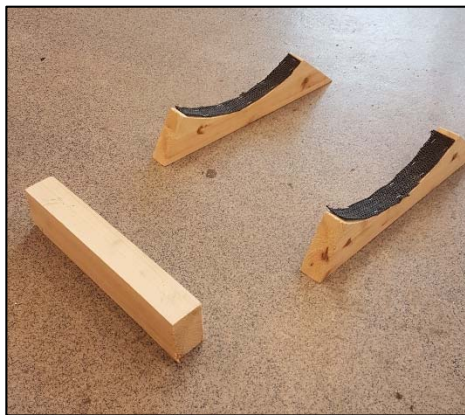
Figur 26 - Ryggstøtten



Figur 27 - Justering - ryggstøtten

7.3 Løftemekanisme

Konsept 3.7 er en enkel løsning som gir den stabiliteten som er ønskelig. Dette ligner de løsningene som blant annet Paul Aksel Johansen og Heidi Sørлие-Rogne benytter seg av i dag. Konseptforslaget består av to støtter rundt drivhjulene til rullestolen, som er laget av tre. Støttene løfter opp rullestolen de nødvendige centimeterne som trengs for å unngå bakkekontakt. Formålet til de bakre støttene er å holde drivhjulene stabile med tanke på at det er der de største bevegelsene foregår. Den fremre støtten som er plassert under fothvileren gir ingen ekstra stabilitet, men den holder rullestolen plan med hensyn på reglementet til IPC (IPC-Shooting, 2017, p. 35).



Figur 28 - Løftemekanisme



Figur 29 - Løftemekanisme i aksjon

Det har vært et hovedfokus å ha en stabil løftemekanisme som både er håndterbar, fraktvannlig og gir utøveren eller hjelpepersonellet en enkel oppgave i å rigge opp rullestolen. Støttene til drivhjulene er tilpasset drivhjulenes radius for å unngå slingringsområder. Det er også montert på et gummibelegg på kontaktflaten mellom drivhjulet og støttene. Dette er hovedsakelig for å unngå at noe skal bevege seg under posisjonering og justering. Den fremre støtten består kun av et tilpasset konstruksjonsvirke som løfter fothvileren og de fremre hjulene opp for å få rullestolen plan.

Denne løsningen tilfredsstillende de fleste faktorene om at løsningen skulle være stabil, ukomplisert, håndterbar og lett å montere. Produktet er ikke kostbart, noe som betyr at flere har mulighet til å benytte seg av denne løsningen. Alle disse faktorene er tilfredsstillende på en god måte, noe som også kan bekreftes fra samtaler med Heidi og Paul Aksel som benytter seg av lignende løsninger (Johansen, 2016), (Sørлие-Rogne & Sørлие-Rogne, 2016).

7.4 Resultat av prototypen

Den ferdigstilte prototypen er presentert fra ulike vinkler gjennom figur 30, 31 og 32. Prototypen består av en modifisert Quickie Helium rullestol med påmontert skytebord, ryggstøtte og løftemekanisme. Gjennom utviklingsprosessen har det vært viktig å tilfredsstille utøvernes foreslåtte ønsker og prioriteringer så langt det er mulig. Dette ble gjort gjennom å fokusere på funksjonalitetene rundt produktene og ikke hovedsakelig på produktet. I følge Lim & Stolterman (2008), er den mest effektive prototypen den mest ufullstendige, men som fortsatt filtrerer de egenskapene designeren ønsker å undersøke og utforske. Gjennom utviklingsprosessen har det blitt lagt vekt på muligheten rundt det å gjøre løsningene rimelige og universelle, slik at flere utøvere kan benytte seg av sammen løsning, uten å ta hensyn til økonomi og diverse.



Figur 30 - Prototype forfra



Figur 31 - Prototype sett fra siden



Figur 32 - prototype bakfra

8. Konklusjon

Gjennom prosessen har det blitt utviklet en prototype bestående av en modifisert rullestol med de nødvendige tilleggskomponentene skytebord, ryggstøtte og løftemekanisme. Kunnskapsfundamentet ble dannet gjennom møter, kartlegging av gjeldende reglement, litteratursøk og deltakelser på arrangementer. Det har vært viktig å ta hensyn til utøvernes ønsker slik at flest mulig vil ønske å ta stolen i bruk. Basert på dette er kravspesifikasjonene designet, som danner grunnlag for konseptforslag og valg av prototyper.

Kombinasjonen mellom Agile og Stage-Gate fremgangsmåten har vist seg å være en god måte å fremstille utviklingsprosessen på i denne oppgaven. Hvor det å ha fleksibilitet i arbeidet, med muligheten til å gjøre endringer underveis i prosessen, har vært elementært. Det viste seg imidlertid å bli en utfordring at utøverne hadde ulike prioriteringer i forhold hva de mente det bør legges vekt på i utviklingen. Dette har ført til noe uklare aspekter, som har resultert i at jeg har fastsatt de usikre spesifikasjonene ut fra egen oppfatning av idretten og hva jeg mener er mest praktisk og lønnsomt.

Utviklingen av prototypen til skytebordet er gjennomført på en god og tilstrekkelig måte, med et formål om å klargjøre prototypen for testing av funksjonaliteter opp mot kravspesifikasjonene. Prototypen tilfredsstillende kravene om et stabilt skytebord med flere justeringsmuligheter. Det ble imidlertid en utfordring å finne en løsning for knutepunktet mellom rullestol og bordstøttene. Her var det ønskelig å finne en løsning som gir et ekstra festepunkt i tillegg for hver av bordstøttene, som igjen vil gi bedre stabilitet til bordet, og holde bordet plant. På bakgrunn av dette fikk skytebordet en helning som er over 5 grader, noe som strider imot reglementet til IPC (IPC-Shooting, 2017, p. 35).

Når det gjelder prototypen til ryggstøtten ble det ikke designet en ny løsning for denne. Dette hovedsakelig fordi den eksisterende løsningen som var montert på stolen passet godt med beskrivelsene av hvordan konseptforslaget skulle presenteres. Det er heller ikke tatt hensyn til et mykt overtrekk på ryggstøtten for ekstra komfort. Grunnen til dette er at utøvernes synspunkter ikke ble innhentet, og for å unngå unødig bruk av ressurser hvis ikke løsningen skulle tilfredsstillende utøvernes ønsker, ble dette derfor nedprioritert. Løftemekanismen er basert på en enkel og solid løsning som fungerer som ønskelig. Den tilfredsstillende de viktigste av

utøvernes krav, samt reglementet. I tillegg viste det seg at den er både solid, håndterbar og rimelig.

Det har i utviklingen også vært viktig å ta hensyn til totalvekten på rullestolen, hvor formålet har vært å ha en lett, solid og fraktvennlig rullestol med tilleggskomponenter som er håndterbare og monteringsvillige. Ettersom utøverne ikke har testet prototypene har det har vært utfordrende å komme med konkrete og spesifikke produktspesifikasjoner som kan fastsette de målbare dataene. Det har også vært en utfordring å tilfredsstillere utøvernes behov på grunnlag av deres ulike behov, prioriteringer og anatomiske størrelser.

Totalt sett er formålet med oppgaven om å videreutvikle dagens løsning blitt gjennomført på en solid og presentabel måte med gode prototypeforslag, som stort sett tilfredsstiller brukernes ønsker og reglement. Gjennom arbeidet har jeg opparbeidet meg mye kunnskap innenfor paralympisk skyting, og fått observert idretten fra utøvernes perspektiv. Utviklingsprosessen har derfor vært gjennomført i tråd med planene og har vært vellykket, helt fra startfasen ved informasjonsinnhenting og til slutfasen hvor prototypene ble ferdig. Jeg vil likevel fremheve at det ville vært en fordel om det hadde vært flere som jobbet med denne utviklingsprosessen. Dette for å kunne se problemstillingene fra andre synspunkter, som igjen ville tilføyd nye og eventuelle bedre løsninger. Forslag for eventuelle endringer for å forbedre prototypene er presentert i kapittel 9.

9. Videre arbeid

Hensikten med å designe prototypene er å klargjøre disse for testing av utøvere. Det at en utøver tester løsningene og gir konkrete tilbakemeldinger er vesentlig for videre utvikling av rullestolen. Tilbakemeldingene skal gi nødvendig kunnskap og innspill for å få fastsatt konkrete og målbare spesifikasjoner. De er også avgjørende for hvordan designet skal se ut, og for å få en funksjonell skytestol med riktig valg av materialer. Om enkelte løsninger etter testing viser seg å ikke tilfredsstillende kravene og brukernes ønsker, er det to muligheter. Enten må produktet modifiseres, eller så må man gå tilbake til utvelgelsesfasen å konstruere den løsningen som fikk nest høyeste score, for å teste om denne løsningen er mer passende.

Skytebordet var en større utfordring enn først antatt. Forskyvningsleddet som ble designet i stål fungerte som ønsket, men med tanke på kravspesifikasjonene (jf. kapittel 4) var det ønskelig at løsningen skulle være så lett som mulig. Løsningen bør derfor designes i enten aluminium eller kompositt for å redusere totalvekten sammenlignet med stål. For å få en fin forskyvning er det også anbefalt å ha en type belegg utenpå festerørene for å redusere friksjonen. I knutepunktsleddet mellom rullestolen og skytebordet er det ønskelig å ha to rørklammer, og ikke én som vist i figur 15. Dette for å gi en mer stabil og plan løsning. Ved justering i høyden kan det påmonteres vingemuttere eller lignende for at denne prosessen skal bli mer håndterbar, og at man unngår å ha med verktøy under konkurranse. Bordplaten kan potensielt formes mer etter utøveren, med tanke på bordstørrelsen. I tillegg bør materialet til bordplaten bli byttet ut med enten heltre, glassfiber, karbon eller aluminium for å gi en mer stabil og solid bordplate, og samtidig unngå for stor vektøkning av totalvekten. I masteroppgaven er det ikke tatt hensyn til den ekstra støtta som utøvere i SH2 klassen benytter seg av (jf. kapittel 2.2.2). I et videre arbeid anbefales det derfor å ha et bord hvor denne støtten eventuelt kan påmonteres. Det vil også være hensiktsmessig å kombinere denne med en ekstra støtte under selve fjærstøtten for å gi stabilitet på grunnlag av endring i tyngdepunktet

Ryggstøtten fungerer som ønskelig med å være avtakbar og justerbar i rygghøyden og ryggdybden. Den bør tildekkes av en tynn skumgummistøtte med et trekk utenpå av et mykt materiale for å gi komfort til brukeren, men dette bør først prioriteres etter at utøverne har testet produktet. Som nevnt i kapittel 5.4.2 anbefales det å lage en underlagsmatte som viser plasseringen til løftemekanismen. Underlagsmatten må tilpasses hver enkelt utøver hvor de

finner ønsket posisjon og markerer plasseringen på matten. Ved å gjøre dette sparer utøveren tid under oppringingsfasen, som gir bedre tid til prøveskudd og andre faktorer.

I kapittel 4 var utforming av setestøtte og rullestolen en del av spesifikasjonene som ble vurdert. Basert på tilbakemeldingene fra utøvere har det vært ønskelig å ha et formstøpt sete som er tilpasset hver utøver, hvor sete er dekket med et tynt behagelig materiale. Dette vil gi nødvendig komfort og støtte for å holde seg stabil under hele konkurransen. Men det er viktig å ikke bryte reglementet om å ha for tykt underlag til sete (IPC-Shooting, 2017, p. 31). Når det gjelder rullestolen har mange stoler ulikt design, noe som kan gjøre utformingen på komponentene utfordrende. Men her var det viktig å ha en rullestol som er robust, men samtidig ikke for tung og finne en løsning som passer på de fleste rullestoler.

10. Referanseliste

- Buchenau, M., & Suri, J. (2000). Experience prototyping (pp. 424-433).
- Cooper, R. A., & De Luigi, A. J. (2014). Adaptive Sports Technology and Biomechanics: Wheelchairs. *PM&R*, 6(8), S31-S39. doi:10.1016/j.pmrj.2014.05.020
- Cooper, R. G., & Sommer, A. F. (2016). The Agile–Stage–Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. *Journal of Product Innovation Management*.
- Dybendal, A. (2017).
- Elverum, C. W. (2016, 10.10.2016). [Advanced Product Development].
- Goosey-Tolfrey, V. (2010). Supporting the paralympic athlete: focus on wheeled sports. *Disability & Rehabilitation*, 2010, Vol.32(26), p.2237-2243, 32(26), 2237-2243. doi:10.3109/09638288.2010.491577
- IPC-Shooting. (2017). Shooting Technical Rules and Regulation. 53.
- Johansen, P. A. (2016, 10.10.2016). [Besøk, Ørland].
- Lim, Y.-K., Stolterman, E., & Tenenbergh, J. (2008). The anatomy of prototypes: Prototypes as filters, prototypes as manifestations of design ideas. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 15(2), 1-27. doi:10.1145/1375761.1375762
- Myrset, B. (2016, 18.11.2016). [Møte, NTNU].
- Pugh, S. (1981). Concept selection: a method that works. In: Hubka V (ed) Review of design methodology. Proceedings international conference on engineering design, March 1981. Rome. Zürich: Heurista, blz. 497-506.
- Rienecker, L., Stray Jørgensen, P., Skov, S., & Landaas, W. (2013). *Den gode oppgaven : håndbok i oppgaveskriving på universitet og høyskole* (2. utg. ed.). Bergen: Fagbokforl.
- Solutions, N. Assuring Quality in the Product Development Process.
- Sommer, A. F., Hedegaard, C., Dukovska-Popovska, I., & Steger-Jensen, K. (2015). Improved Product Development Performance through Agile/Stage-Gate Hybrids: The Next-Generation Stage-Gate Process? *Research-Technology Management*, 58(1), 34-45.
- Sørli-Rogne, H. (2016).
- Sørli-Rogne, H., & Sørli-Rogne, S. (2016). Besøk hjemme.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2003). *Product design and development* (3rd ed. ed.). Boston: McGraw-Hill.

11. Vedlegg

11.1 Prosjektoppgave



Norwegian University of
Science and Technology

Utvikling av rullestol og tilleggsutstyr til rullestol for paralympisk skyting

Marius Melbø og Hans Kristian Hofsrud

Desember 2016

PROSJEKTOPPGAVE

Institutt for produktutvikling og materialer
Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet

Veileder: Knut Einar Aasland

Forord

Prosjektoppgaven er skrevet i samarbeid med Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet (NTNU) og Olympiatoppen. Formålet med oppgaven er å utvikle en rullestol eller tilleggsutstyr til en rullestol for paralympiske skyttere.

For å gjennomføre denne prosjektoppgaven har eksterne ressurspersoner vært viktig i tillegg til veiledere ved NTNU. Først og fremst vil vi takke prosjektleder for paralympisk idrett i Olympiatoppen, Yvette Hoel og veileder ved NTNU, Knut Einar Aasland for engasjement, oppfølging og konstruktive tilbakemeldinger. Videre vil vi takke Gudrun Reikvam og Bjørn Åge Berntsen hos Senter for Idrettsanlegg og Teknologi (SIAT) for deres bidrag. Til slutt må vi takke integreringsansvarlig for paralympisk skyting i Norges skytterforbund (NSF), Bjørn Myrset og utøverne på landslaget som har bidratt med sine meninger, med bilder av eksisterende løsninger og sin erfaring innenfor fagfeltet. Personene har gitt oss viktig informasjon samt opprettet gode kontaktforbindelser som blir viktige i det videre arbeidet gjennom prosjektet.

Trondheim, 21.12.2016


Hans Kristian Hofsrud


Marius Rudi Melbø

Sammendrag

Prosjektoppgaven er et samarbeid mellom Institutt for Produktutvikling og Materialer, SIAT og Olympiatoppen. Det overordnede målet med prosjektet er å utvikle en rullestol spesialtilpasset for paralympisk skyting. Dette er en presisjonsidrett som stiller store krav til nøyaktighet og kontroll, og utstyret som benyttes kan være med å påvirke disse parameterne. Oppgaven er et resultat av et ønske om utvikling av utstyret som benyttes i dag med hensikt i å oppnå et konkurransefortrinn.

Ettersom vårt arbeid ikke bygger videre på tidligere prosjekt- eller masteroppgaver er det en utfordring å kartlegge viktig og riktig informasjon. Det å bruke god tid på informasjonsinnhentingfasen og opprette kontakt med sentrale ressurspersoner som innehar kunnskap innenfor fagfeltet har vært viktig. De kan bidra med sin kjennskap til eksisterende utstyr og med tilbakemelding på hvor forbedringspotensialet ligger. I utarbeidelsen av produkt- og brukerspesifikasjon er det gjort flere antakelser ut i fra disse tilbakemeldingene, men det kan senere vise seg at antakelsene ikke stemmer eller kan by på andre utfordringer enn de som er kartlagt per dags dato.

Hovedfokuset i oppgaven har vært å dokumentere og vurdere bakgrunnsinformasjon, teknisk regelverk, hvilke øvelser og klassifiseringer det konkurreres i, utarbeide produkt- og brukerspesifikasjon samt påbegynne konseptgenereringsfasen.

Prosjektoppgaven har resultert i en konklusjon som danner fundamentet for utvikling av ulike konsepter som skal tilfredsstillende produktspesifikasjonen, teknisk regelverk, og krav og ønsker fra de ulike utøverne.

Utviklingsprosessen i oppgaven er dokumentert ved hjelp av tekst, bilder, skisser, tabeller og figurer som skal bidra til å gi et helhetlig bilde av prosessen og den bakgrunnsinformasjonen som er kartlagt. Dette er gjort for å gi leseren nødvendig innblikk i hva som eksisterer av løsninger og hvilken bakgrunnsinformasjon som danner grunnlaget for videre arbeid.

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|-----|
| Forord | i |
| Sammendrag | ii |
| Figurliste | v |
| Liste over tabeller | vi |
| Begrepsavklaring | vii |
| 1 Introduksjon | 1 |
| 1.1 Bakgrunn | 1 |
| 1.2 Innhold | 3 |
| 1.3 Målformulering | 3 |
| 1.4 Historie | 4 |
| 2 Metode | 6 |
| 2.1 Produktutviklingsmetodikk | 6 |
| 3 Teori og informasjonsinnhenting | 8 |
| 3.1 Skytestolen | 8 |
| 3.2 Regler og klassifisering | 10 |
| 3.2.1 Teknisk regelverk | 10 |
| 3.2.2 Klassifisering | 12 |
| 3.2.3 De ulike skyteposisjonene | 14 |
| 3.2.4 Konkurransen | 18 |
| 3.2.5 Poengberegning. | 19 |
| 3.3 Møtevirksomhet og arrangementer | 20 |
| 3.3.1 Besøk hos Paul Aksel Johansen på Ørlandet | 20 |
| 3.3.2 Besøk på Hjelpemiddelmesse 2016 | 21 |
| 3.3.3 Dialog med Bjørn Myrset – Integreringsansvarlig NSF | 21 |
| 3.3.4 Møte med integreringsansvarlig NSF – Bjørn Myrset | 21 |
| 4 Eksisterende løsninger | 23 |
| 4.1 Skytebord | 24 |
| 4.1.1 Paul Aksel Johansen | 24 |
| 4.1.2 Sonja Tobiassen | 24 |
| 4.1.3 Heidi Sørli-Rogne | 25 |
| 4.1.4 Cédric Fèvre | 26 |
| 4.1.5 Andre universiteter | 27 |
| 4.2 Løftemekanisme | 28 |
| 4.2.1 Paul Aksel Johansen | 28 |
| 4.2.2 Veronica Vadovicova | 28 |
| 4.2.3 Leopold Dupp | 29 |
| 4.2.4 Matt Skelhon | 30 |
| 4.3 Rullestolutforming | 31 |
| 4.4 Vurdering av eksisterende konsepter | 32 |
| 5 Produkt- og brukerspesifikasjon | 33 |
| 5.1 Løftemekanisme | 34 |
| 5.2 Skytebord | 34 |
| 5.3 Ryggstøtte | 34 |
| 5.4 Rullestolramme | 34 |
| 5.5 Brukerspesifikasjon | 35 |
| 6 Konseptgenerering | 37 |
| 6.1 Skytebord | 38 |
| 6.2 Ryggstøtte | 40 |

| | | |
|------------|-----------------------------------|----|
| 6.3 | Løftemekanisme | 42 |
| 6.4 | Diskusjon - konsepter | 45 |
| 7 | Konklusjon | 46 |
| 8 | Videre arbeid | 47 |
| | Referanseliste | 48 |
| | Appendix 1 – IPC regelverk | |
| | Appendix 2 – Risikoanalyse | |

Figurliste

| | |
|---|----|
| Figur 1 - Paul Aksel Johansen (Melbø, 2016)..... | 2 |
| Figur 2 - IPM-modellen..... | 6 |
| Figur 3 - Skytestol..... | 9 |
| Figur 4 - Mål på skytebord for liggende skyting (IPC-Shooting, 2015, p. 22) | 11 |
| Figur 5 - Fleksibilitet i ryggstøtte (IPC-Shooting, 2015, p. 20) | 11 |
| Figur 6 - Fjærstøtte - SH2 (folkestonejack.wordpress.com, 2016b) | 13 |
| Figur 7 – Ryggmerke (Melbø, 2016)..... | 14 |
| Figur 8 - SH1 - Liggende skyting (china.org, 2016a) | 15 |
| Figur 9 - SH2 - Liggende skyting (china.org, 2016b) | 15 |
| Figur 10 - SH3 - Liggende skyting (Skytterforbund, 2016)..... | 16 |
| Figur 11 - SH1 - Stående skyting (zimbio.com, 2016)..... | 16 |
| Figur 12 - SH2 - Stående skyting (blogspot.com, 2016)..... | 16 |
| Figur 13 - SH1 - Stående skyting (ssaa.org.au, 2016)..... | 17 |
| Figur 14 - SH1 - Knestående skyting (Skytterforbund, 2016) | 17 |
| Figur 15 – 50m rifle blink (myactivesg.com, 2016)..... | 19 |
| Figur 16 – Bordinnfestning (Melbø, 2016) | 24 |
| Figur 17 - Nærbilde av bordinnfestning (Hofsrud, 2016) | 24 |
| Figur 18 - Skytebord sett fra undersiden (Hofsrud, 2016) | 24 |
| Figur 19 – Tidligere skytebord sett fra siden (Tobiassen, 2016a) | 25 |
| Figur 20 – Forkastet løsning (Tobiassen, 2016a) | 25 |
| Figur 21 – Dagens løsning (Tobiassen, 2016a) | 25 |
| Figur 22 - Skytebord sett ovenfra (H. Sørli-Rogne, 2016) | 26 |
| Figur 23 - Heidi Sørli-Rogne (H. Sørli-Rogne, 2016) | 26 |
| Figur 24 - Lastestropp for stramming av bord (H. Sørli-Rogne, 2016)..... | 26 |
| Figur 25 - Cédric Fèvre (ffhtir.fr, 2016)..... | 26 |
| Figur 26 - Cédric Fèvre 2 (forum.home.news.cn, 2016) | 26 |
| Figur 27 - Nærbilde av skytebord (ffhtir.fr, 2016) | 26 |
| Figur 28 – Hjulstøtte P. A. Johansen (Melbø, 2016)..... | 28 |
| Figur 29 – Frontstøtte P. A. Johansen (Hofsrud, 2016)..... | 28 |
| Figur 30 - Veronica Vadovicova (totallympics.com, 2016)..... | 28 |
| Figur 31 - Gjenget løftemekanisme (gettyimages.no, 2016)..... | 28 |
| Figur 32 - Leopold Dupp (Myrset, 2016a)..... | 29 |
| Figur 33 - Heisemekanisme - L. Dupp (Myrset, 2016a) | 29 |
| Figur 34 - Matt Skelhon (folkestonejack.wordpress.com, 2016a) | 30 |
| Figur 35 - Nærbilde av løftemekanisme (folkestonejack.wordpress.com, 2016a)..... | 30 |

Liste over tabeller

| | |
|--|----|
| Tabell 1 - Historisk oversikt over paralympiske skyteøvelser (IPC, 2016b)..... | 5 |
| Tabell 2 - Klassifisering | 12 |
| Tabell 3 - SH 1 - Liggende skyting | 15 |
| Tabell 4 - SH2 - Liggende skyting | 15 |
| Tabell 5 - SH3 - Liggende skyting | 16 |
| Tabell 6 - SH1 - Stående skyting..... | 16 |
| Tabell 7 - SH2 - Stående skyting..... | 16 |
| Tabell 8 - SH1 - Stående skyting..... | 17 |
| Tabell 9 - SH1 - Knestående skyting..... | 17 |
| Tabell 10 - Produktspesifikasjon - Løftemekanisme..... | 34 |
| Tabell 11 - Produktspesifikasjon - Skytebord | 34 |
| Tabell 12 - Produktspesifikasjon - Ryggstøtte | 34 |
| Tabell 13 - Produktspesifikasjon - Rullestolramme | 34 |
| Tabell 14 - Brukerspesifikasjon | 36 |
| Tabell 15 - Skytebord - Konsept 1 | 38 |
| Tabell 16 - Skytebord - Konsept 2 | 38 |
| Tabell 17 - Skytebord - Konsept 3 | 39 |
| Tabell 18 - Skytebord - Konsept 4 | 39 |
| Tabell 19 - Ryggstøtte - Konsept 1..... | 40 |
| Tabell 20 - Ryggstøtte - Konsept 2..... | 40 |
| Tabell 21 - Ryggstøtte - Konsept 3..... | 41 |
| Tabell 22 - Løftemekanisme - Konsept 1 | 42 |
| Tabell 23 - Løftemekanisme - Konsept 2 | 42 |
| Tabell 24 - Løftemekanisme - Konsept 3 | 43 |
| Tabell 25 - Løftemekanisme - Konsept 4..... | 43 |
| Tabell 26 - Løftemekanisme - Konsept 5..... | 44 |
| Tabell 27 - Løftemekanisme - Konsept 6 | 44 |

Begrepsavklaring

- IPC = International Paralympics Committee
- NSF = Norges Skytterforbund
- SIAT = Senter for Idrettsanlegg og teknologi
- NTNU = Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet
- SH1 = Funksjonsnedsettelse i nedre del av kroppen
- SH2 = Funksjonsnedsettelse i øvre del av kroppen
- SH3 = Synsnedsettelse

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Prosjektoppgaven er et samarbeid mellom Institutt for Produktutvikling og Materialer, SIAT og Olympiatoppen hvor målet er å utvikle en spesialtilpasset rullestol for paralympisk skyting. Det er første gang en slik oppgave utarbeides og bakgrunnsinformasjonen om utstyret er begrenset. Dette er begynnelsen på et utviklingsarbeid som skal resultere i en fungerende rullestol ved endt masteroppgave våren 2017. Bakgrunnen for prosjektet er et ønske om å utvikle en skytestol som gir bedre stabilitet enn eksisterende løsninger, enklere oppriggingsfase og som er en universal løsning som flere utøvere kan benytte seg av. Fordelen med begrenset informasjon av eksisterende utstyr er at dette gir muligheter for forbedringer, nyteknik og innovative løsninger.

Det er idag store variasjoner blant det eksisterende utstyret. Dette skyldes blant annet store forskjeller på budsjett og ressursbruk blant de ulike utøverne. Flere utøvere har begrensede ressurser og benytter seg av «hjemmesnekrete» løsninger som kan være finansiert av egen lomme, mens andre utøvere har stor ressursmessig støtte fra idrettsforbund og sponsorer, noe som bidrar til at de har godt utstyr som kan bidra til stabilt høyere resultater. Dette kan man trekke paralleller til i andre idretter som for eksempel langrenn, hvor Norge bruker store ressurser for å ha best glid på skiene, noe som oftest resulterer i topplasseringer under konkurranse.

Det er ønskelig at rullestolen er universell slik at flere utøvere kan benytte seg av samme løsning i motsetning til i dag hvor utøverne har sin egen personlige løsning. Det er ønskelig at rullestolen er fleksibel i forhold til graden av funksjonsnedsettelse og hvilke skyteposisjon det skal skytes fra, men dette er varierende og kan by på utfordringer ved utvikling av utstyret.

Rullestoler som benyttes i konkurransesammenheng er avhengig av spesielt tre faktorer:

- Utøveren
- Rullestolen
- Samhandlingen mellom rullestolen og utøveren.

Som andre toppidrettsutøvere uten funksjonsnedsettelse er paralympiske utøvere alltid på leting etter å utvikle utstyret de benytter seg av for å forbedre prestasjonen (Goosey-Tolfrey,

2010). For den paralympiske utøveren kan deler av utstyret som benyttes under konkurranse bli inkludert som en del av kroppen, sammenlignet med hva en funksjonsfrisk utøver normalt ville hatt. Dette fører til at man er avhengig av gode løsninger for å oppnå maksimalt utbytte i prestasjonssammenheng. Det er også viktig å tilpasse rullestolens vekt, materialer og rullemotstand til den aktuelle idretten (Cooper & De Luigi, 2014).

Året 2016 har vært et viktig år for de paralympiske utøverne. De Paralympiske lekene i Rio 2016 er nylig gjennomført. Det er nå viktig å evaluere dette mesterskapet før den kommende sesongen. Flere av utøverne satser videre mot de Paralympiske lekene i Tokyo 2020. Dette prosjektet er viktig for å bidra til utvikling av utstyret til Norges paralympiske skyttere frem mot de kommende verdenscuprundene og det nevnte Paralympiske lekene om fire år, slik at de oppnår et ønsket konkurransefortrinn. Resultatene fra de paralympiske lekene i Rio var ikke på forventet nivå, dette kan utstyret ha hatt en innvirkning på.



Figur 1 - Paul Aksel Johansen (Melbø, 2016)

1.2 Innhold

Denne rapporten danner fundamentet for utviklingen av en fungerende skytestol våren 2017. Det må gjennomføres nødvendig kartlegging av eksisterende løsninger, regelverk, ønsker og krav fra ulike utøvere. Følgende parametere skal kartlegges gjennom prosjektoppgaven:

- Kartlegging av regler og krav fra idrettens organisasjoner – inkludert ulike klassifiseringer av skytterne og beregning/ omregning av resultater.
- Kartlegging og vurdering av eksisterende løsninger
- Avgjørelse om hva som skal utvikles – en komplett skytestol, deler av stolen eller hvilket tilleggsutstyr som skal designes.
- Fullstendig produktspesifikasjon – Målbare parametere
- Fullstendig brukerspesifikasjon – Krav og ønsker fra utøvere, forbund og støtteapparat.
- Konseptgenerering av nye løsninger
- Skissering av ulike konsepter

Når det gjelder konseptgenereringsfasen vil den fortsette en periode ut i masteroppgaven. For denne aktuelle prosjektoppgaven vil fokuset ligge på å utvikle en rullestol eller tilleggsutstyr for de toppidrettsutøverne som har funksjonsnedsettelse i nedre og øvre del av kroppen, som gjelder klassene SH1 og SH2. De ulike klassene beskrives i detalj i kapittel 3.2.2.

1.3 Målformulering

Målet med prosjektoppgaven er å gjøre nødvendig teori- og informasjonsinnhenting av regelverk og eksisterende løsninger samt å påbegynne konseptgenereringsfasen for utvikling av skytestol for paralympiske rifleskyttere. Ved eventuelt tilleggsutstyr skal det være mulighet for at den er avtakbart, ettersom det blant annet vil gjøre frakt av rullestolen gjennom for eksempel flyreiser lett for både utøvere og støtteapparat. Det skal bestemmes om rullestolen kun skal brukes under skyting, eller om den også skal ha muligheten for hverdagsbruk. Det må gjennomføres nødvendig konseptgenerering hvor målet er å komme fram til flere ulike konsepter som skal utvikles i forhold til en utarbeidet brukerspesifikasjon og produktspesifikasjon. Alle konseptene skal være innenfor reglementet til den internasjonale paralympiske komitéen, IPC, som gir retningslinjene for lovlig for bruk av utstyr under konkurranse.

1.4 Historie

Paralympiske idretter er et alternativ for mennesker med funksjonsnedsettelse i deler av kroppen til å konkurrere innenfor ulike idretter. De første paralympiske leker ble avholdt i Roma i 1960, men da kjent under navnet *International Stoke Mandeville Games* (Brittain, 2010). De paralympiske leker avholdes hvert fjerde år i samme by som de olympiske leker. Tidspunktet for Paralympics er vanligvis en månedstid etter de olympiske lekene er gjennomført. Siden de første paralympiske lekene ble arrangert har lekene hatt stadig vekst for hvert arrangement. Fra 21 deltagende land og rundt 400 utøvere fordelt på 113 øvelser under lekene i Roma i 1960 til de paralympiske sommerlekene i London i 2012, hvor det var rundt 4200 deltakende idrettsutøvere fra omtrent 150 nasjoner som konkurrerte i 480 konkurranser fordelt i ulike idretter (Brittain, 2016).

Skyting som paralympisk idrett har vært på OL-programmet siden Paralympics 1976 i Toronto, Canada. I dag er idretten bedrevet i rundt 65 land (IPC, 2016b). På landsbasis i Norge er det 60 aktive skyttere per dags dato som har en form for funksjonsnedsettelse. Dette er en god økning fra de tidligere årene. I følge integreringsansvarlig i NSF, Bjørn Myrset vil det i løpet av noen år sannsynligvis øke til over 100 aktive utøvere i Norge. En slik økning skyldes i hovedsak at budsjettet for utøverne har økt med flere millioner sammenlignet med for 8 år siden, hvor den eneste paralympiske deltageren under de Paralympiske lekene i Beijing måtte betale for utstyr og reise fra egen lomme. Antall deltagere under de Paralympiske lekene de siste tre periodene har økt fra én utøver i Beijing i 2008, til tre utøvere i London 2012 og i år under de Paralympiske lekene i Rio var det seks utøvere.

Fra skyting ble innført i det paralympiske programmet har sporten vokst i antall deltagende land og antall deltakere. Tabell 1 viser hvordan utviklingen har vært fra Paralympics i 1976 til og med Paralympics i Rio i 2016.

| Årstall | Antall land | Medaljeøvelser | Menn | Kvinner | Total |
|----------------|--------------------|-----------------------|-------------|----------------|--------------|
| 1976 | 14 | 3 | 34 | 3 | 37 |
| 1980 | 15 | 11 | 44 | 4 | 48 |
| 1984 | 20 | 29 | 94 | 20 | 114 |
| 1988 | 23 | 23 | 111 | 28 | 139 |
| 1992 | 26 | 16 | 100 | 32 | 132 |
| 1996 | 32 | 15 | 103 | 32 | 135 |
| 2000 | 36 | 12 | 108 | 32 | 140 |
| 2004 | 35 | 12 | 101 | 41 | 142 |
| 2008 | 44 | 12 | 96 | 44 | 140 |
| 2012 | 44 | 12 | 99 | 41 | 140 |
| 2016 | 42 | 12 | 97 | 50 | 147 |

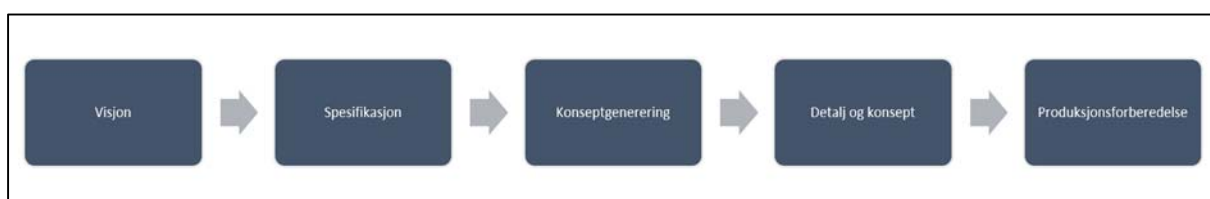
Tabell 1 - Historisk oversikt over paralympiske skyteøvelser (IPC, 2016b)

2 Metode

Metodekapittelet beskriver systematisk fremgangsmåten for å løse prosjektet. Dette er en viktig del av rapporten for å gi leseren muligheten til å følge prosessen og hvilken tilnærming som er valgt (Rienecker, Stray Jørgensen, Skov, & Landaas, 2013). I denne prosjektoppgaven vil metodekapittelet ta for seg hvilken produktutviklingsmetodikk prosjektet har fulgt. Den valgte produktutviklingsmetoden vil benyttes videre i påfølgende masteroppgave, ettersom bare deler av modellen er gjennomført gjennom dette prosjektet.

2.1 Produktutviklingsmetodikk

Prosjektet er lagt opp etter IPM-modellen, og danner grunnprinsippene for hvordan dette prosjektet gjennomføres. Denne produktutviklingsmodellen er en «Stage-Gate metode», som er en metode hvor man ikke nødvendigvis bruker store ressurser i starten av prosjektet, men bruker god tid på kartlegging av eksisterende løsninger og tilegner seg mest mulig kunnskap før man går videre til konseptgenerering, eventuell prototyping og videre til endelig løsning. En stage-gate produktutviklingsmodell inneholder sjekkpunkter mellom for hver fase av prosjektet. Bakgrunnen for dette er at ved å gjennomføre en kontroll vil man bestemme om å gå videre til neste fase, gjøre fasen på nytt eller drepe prosjektet før man gjør nye investeringer hvis resultatet fra fasen ikke tilfredsstillende de kravene som er satt (Elverum, 2016). Dette er vurdert som en god tilnærming til dette prosjektet ettersom tilgangen til ressurser er begrenset og det er utfordrende å finne nødvendig bakgrunnsinformasjon.



Figur 2 - IPM-modellen

En av utfordringene med en stage-gate tilnærming kan være fleksibiliteten i prosjektet hvis man ikke implementerer metodikken på en god måte. Det finnes ulike måter å løse dette på. Én mulighet er å kombinere «Agile» produktutvikling med Stage-Gate produktutviklingsmetodikk i bunnen. Agile produktutvikling er en iterativ produktutviklingsmetodikk som kan

implementeres innunder de ulike fasene i Stage-Gate modellen. (Robert G Cooper & Anita F Sommer, 2016).

Ved å kombinere Agile med Stage-Gate skaper man en balanse mellom en fast gjennomføringsplan og en mer iterativ problemløsning (Sommer, Hedegaard, Dukovska-Popovska, & Steger-Jensen, 2015). Kombinasjonen gir en mer dynamisk utvikling av prosjekter hvor kunden nødvendigvis ikke helt vet hva den vil ha, hvor informasjonen er begrenset, i helt nye systemer eller en kombinasjon av de forskjellige faktorene (Robert G. Cooper & Anita F. Sommer, 2016). Denne tilnærmingen er valgt i denne oppgaven fordi det ble tidlig klart at deler av viktig informasjon vil fremkomme på senere tidspunkt, og også etter levering av prosjektoppgaverapporten. Det er derfor viktig å bevare fleksibiliteten i prosjektet, slik at endringer kan gjøres relativt sent.

For å kartlegge regler, klassifiseringer, eksisterende løsninger og nødvendig bakgrunnsinformasjon har det vært nødvendig å gjennomføre litteratursøk, opprette kontakt med ressurspersoner og arrangere møter med de ulike utøverne samt støtteapparat. Det optimale hadde vært å overvære et nasjonalt eller internasjonalt stevne, for å tilegne seg god bakgrunnsinformasjon. Dette viste seg å være utfordrende med tanke på et nylig gjennomført Paralympics og de fleste utøverne går inn i en såkalt mellomsesong hvor satsningen trappes noe ned og de fleste tar helt pause fra idretten. I tillegg har det vært begrenset med stevner, både nasjonalt og internasjonalt, hvor de ulike utøverne har deltatt høsten 2016. Informasjonsinnhenting basert på møtevirksomhet, deltagelse på Hjelpemiddelmesse 2016 på Lillestrøm og Verdensrankingen for de ulike skyteklassene (IPC, 2016a). Verdensrankingen gir et innblikk i hvilke utøvere som er best i de ulike klassene og det gir muligheten til å undersøke hvilke nasjoner og utøvere som presterer best, og dermed ta en nærmere evaluering av deres løsninger.

Fase 3, konseptgenereringsfasen vil fortsette videre en periode, tilnærmingen til den denne fasen har vært å skissere flest mulig idéer, og bevare disse til spesifikasjonene i kapittel 5 er fastsatt. For å ha en mest mulig effektiv konseptgenereringsfase er det satt av små tidsintervall gjennom den siste perioden hvor vi først har jobbet individuelt, før vi har diskutert og vurdert med hverandre, vi har også forhørt oss med andre personer som kunne komme med innspill eller helt egne idéer.

3 Teori og informasjonsinnhenting

Teori og informasjonsinnhenting er fundamentalt i startfasen av et utviklingsprosjekt som dette. Kartlegging av grunnleggende teori vil gi en forståelse av hvordan det konkurreres innenfor idretten, hvilke regler som gjelder for utstyret som benyttes, hvilke krav som stilles til utøveren og hvordan klassifiseringen som paralympisk skytter fungerer. De mest sentrale parameterne i teori og informasjonsinnhenting er presentasjon av en «typisk» rullestol for skyting, det tekniske regelverket og de aktivitetene som er gjennomført for kartlegging av sentral bakgrunnsinformasjon.

3.1 Skytestolen

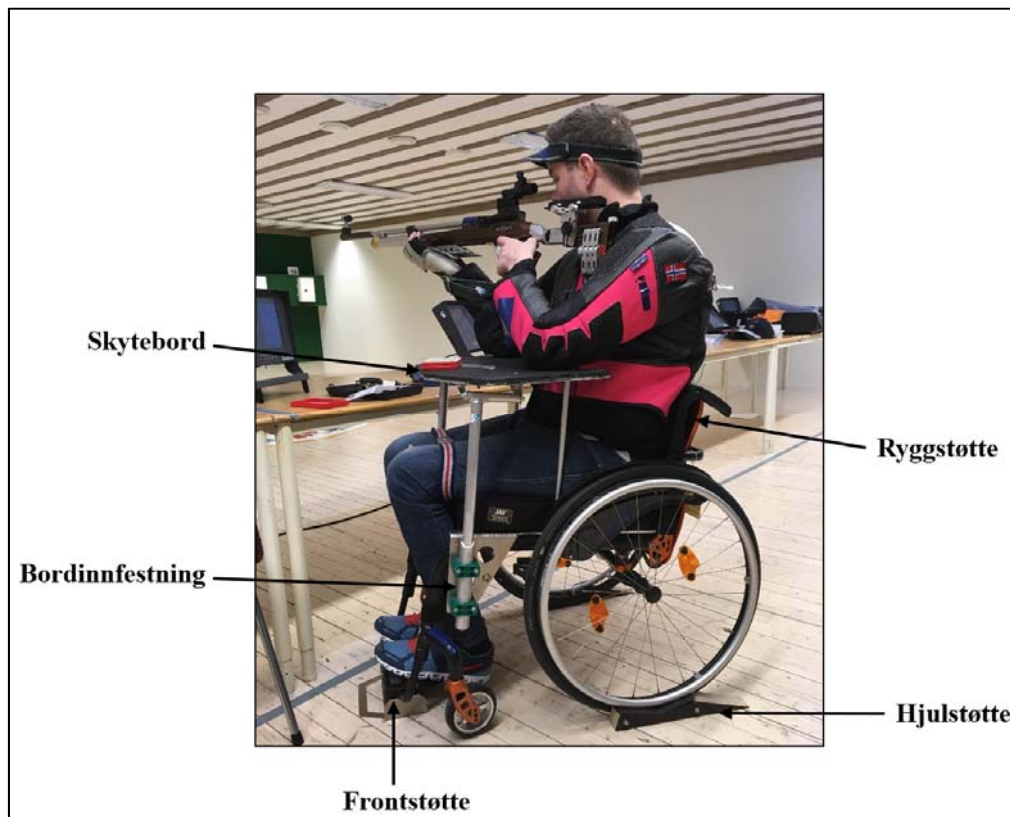
Det er ingen universell løsning for rullestoler og tilleggsutstyr som benyttes i paralympisk skyting. For å gi et innblikk i hvordan en «typisk» skytestol er utformet og hvilke komponenter som er sentrale er dette illustrert i Figur 3. Ulike eksisterende løsninger er presentert og vurdert under Kapittel 4.

Stabilitet i stolen anses som den viktigste parameteren under konkurranse. I riflekonkurransene, hvor det skytes med 0.22 kaliber vil dette gi noe rekyl. Det er viktig at utøveren hele tiden er i «nullstilling» før man trekker av for hvert skudd. Avtrekket er svært sentralt i skyting, og nullstilling vil si at man er i utøveres optimale posisjon, som er posisjonen hvor utøveren føler avtrekket kan gjennomføres. Avtrekket er det som avgjør hvor skuddet sitter i blinken. Det å få stolen til å stabilisere seg i nullstillingen vil hjelpe til å gjøre et godt avtrekk og dermed et godt skudd (Myrset, 2016b).

En annen viktig faktor ved utarbeidelse av utstyr til paralympisk skyting er å tilpasse utstyret til utøverne som gjør dette komfortabelt og stabilt under konkurranse. Det mest sentrale tilleggsutstyret kan deles opp i tre hovedkategorier:

- Skytebord
- Ryggstøtte
- Løftemekanisme

Skytebordet og ryggstøtten vil ikke være like aktuelt i alle klassene, dette grunnet forskjellige skyteklasser og type funksjonsnedsettelse som er diskutert kapittel 3.2.2.



Figur 3 - Skytestol

Tillatt avstand fra skytestolen og frem til blinken er markert med en strek på gulvet som indikerer at rullestolens fremste del ikke skal være over denne. Man kan se denne streken i gulvet på Figur 3, som en grå strek foran rullestolen. Er bordet separat fra rullestolen, vil støttene til bordet være det fremste punktet, mens hvis skytebordet er montert på stolen er det framhjulene som er det fremste punktet. Ved å benytte seg av en løsning hvor bordet er montert på stolen, med framhjulene som fremste punkt, vil man kunne sitte opptil en halv meter nærmere blinken på 10m øvelsene enn de som har bordet som fremste punkt. Dette kan være med å bidra på prestasjonen.

Et sentralt element gjennom prosjektet har vært vurderingen av hvordan utøverne sitter i rullestolen under skyting. Når det gjelder sitteposisjon i forhold til skytebordet, er det noen skyttere som lener seg fremover på bordet med brystet inntil, mens andre lener seg bakover. I og med at utøverne sitter forskjellig i forhold til bordet er det en stor fordel at det er justerbart slik at det kan tilpasses de ulike utøverne (Myrset, 2016b). De ulike utøverne har ulike

sitteposisjoner, men som en fellesnevner er det som oftest slik at de fleste høyrehendte sitter noe ut til venstreside, og motsatt (S. Sørli-Rogne, 2016). For å skape en mest mulig universal løsning bør det vurderes et bord som er justerbart i horisontalplanet.

Det svakeste punktet på skytestolen er bakhjulene. Det kan være mye bevegelse sideveis og det gjelder å ha en løftemekanisme som reduserer denne bevegelsen, og som frigjør hjulene fra underlaget og gir god stabilitet mot eventuelle vibrasjoner (S. Sørli-Rogne, 2016). Det er også viktig at stolen tar hensyn til de fysiske forutsetningene. Det å sitte i en avslappende nullstilling er helt avgjørende. Hvis man ikke sitter riktig vil musklene spennes, pulsen vil øke og det blir vanskelig å gjøre gode avtrekk.

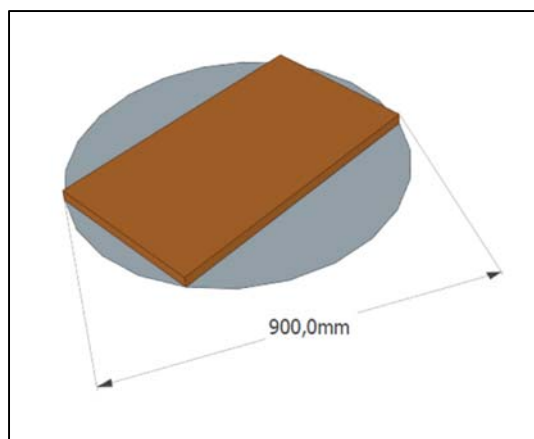
3.2 Regler og klassifisering

Paralympiske skyttere har spesifikke regler og restriksjoner på hvordan rullestolen og tilleggsutstyret kan utformes avhengig av hvilken funksjonsnedsettelse utøverne har, og i hvor stor grad dette påvirker utøveren. I dette delkapittelet vil det kun fokuseres på de mest sentrale reglene for tilleggsutstyret som benyttes i klassene SH1 og SH2. Denne klassifiseringen beskrives nærmere i kapittel 3.2.2.

3.2.1 Teknisk regelverk

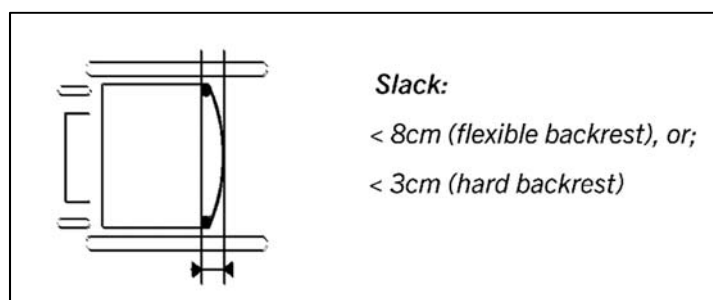
For at utstyret ikke skal utnyttes til å oppnå unormalt fordelaktige egenskaper er det utarbeidet et teknisk regelverk for utforming av de ulike tilleggskomponentene som inngår ved skyting for utøvere med funksjonsnedsettelse. I forhold til de mest sentrale tilleggskomponentene til rullestolen, nevnt i kapittel 3.1 er de viktigste restriksjonene med tanke på skytebordet og ryggstøtten.

Skytebordet kan maksimalt være av størrelsen 90cm i diameter ved liggende skyting (IPC-Shooting, 2015, p. 22), maksimalt 10cm i diameter for albuestøtten ved knestående skyting (IPC-Shooting, 2015, p. 23). Bordet kan maksimalt ha en vinkelendring på 5 grader i vertikalretning og en overflate med kompressibelt material av maksimal tykkelse på 2 cm (IPC-Shooting, 2015, p. 22).



Figur 4 - Mål på skytebord for liggende skyting (IPC-Shooting, 2015, p. 22)

Ryggstøtten har restriksjoner i forhold til om den er fleksibel eller stiv, og hvor mye sidestøtte den kan gi. Ved bruk av fleksibel rygg kan ryggen «gi etter» med maksimalt 8cm, mens ved stiv kan den maksimalt «gi etter» med 3cm (IPC-Shooting, 2015, p. 20). Dette er illustrert i Figur 5.



Figur 5 - Fleksibilitet i ryggstøtte (IPC-Shooting, 2015, p. 20)

Disse reglene vil også presenteres som målbare parametere i produktspesifikasjonen i kapittel 5, se Appendix 1 for utfyllende regelverk fra IPC. Det er viktig å nevne at en rullestol inneholder originale komponenter som det stilles tekniske krav til i tillegg til de komponentene som monteres på for å oppnå optimal skyteposisjon. De fleste rullestolene som benyttes til paralympisk skyting er ombygd fra vanlige rullestoler for hverdagsbruk. Nedenfor følger en stikkordsliste over de komponentene som vanligvis er montert på en rullestol, men som det kan stilles spesifikke krav til når man benytter stolen til skyting:

- Hvis stolen har avtakbare skjermer til hjulene, skal disse tas av ved skyting. Hvis disse skjermene er fastmontert på stolen, kan de sitte på (IPC-Shooting, 2015, p. 19).
- Vippesikring på rullestolen

De nevnte komponentene kan være med på å bidra til en mer stabil skytestilling på lovlig vis, men de kan også virke mot denne hensikten og bør vurderes om de skal endres eller fjernes hvis stolen kun skal brukes som skytestol.

Det presenteres ingen tekniske regler for løftemekanismen i IPC sitt regelverk.

3.2.2 Klassifisering

Paralympisk skyting er en idrett hvor det konkurreres i flere ulike klasser basert på forskjellig type funksjonsnedsettelse. Overordnet klassifiseres paralympiske skyttere inn i klassene SH1, SH2 og SH3, i forhold til om man har funksjonsnedsettelse i øvre eller nedre del av kroppen, og om man er blind eller har redusert syn.

| Klasse | Beskrivelse |
|---------------------|---|
| SH1 – Pistol | Utøverne i denne klassen har en funksjonsnedsettelse i den nedre og/eller i den øvre delen av den armen som det ikke skytes med. Utøverne er i stand til å holde den fulle vekten av våpenet, og konkurrerer enten i en stående eller sittende stilling fra enten en rullestol eller en skytestol (IPC, 2016b). |
| SH1 – Rifle | Utøverne i denne klassen har en funksjonsnedsettelse i nedre del av kroppen. Utøverne er i stand til å støtte den fulle vekten av riflen, og konkurrerer enten i en stående eller sittende stilling fra enten en rullestol eller en skytestol (IPC, 2016b). |
| SH2 – Rifle | Utøverne i denne klassen har en svekkelse i den øvre deler av kroppen som hindrer dem fra å støtte den fulle vekten av riflen. Utøverne benytter seg derfor av et fjærmontert stativ som bidrar til å støtte vekten av riflen, men de må fullt stabilisere, veilede og kontrollere riflen i sikteprosessen. Avhengig av deres funksjonsnedsettelse kan enkelte utøvere i denne klassen i tillegg kreve en assistent til å laste rifle. Mange SH2 idrettsutøvere har også en svekkelse i nedre del av kroppen og kan konkurrere i sittende stilling enten fra en rullestol eller skytestol (IPC, 2016b). |
| SH3 | Personer som er sterkt svaksynte eller blinde |

Tabell 2 - Klassifisering

I klassen SH2 er det krav om hvor støtten skal være montert på riflen og hvordan stillingen til fjæren skal opprettholdes. Fjærstøtten skal stå i mest mulig opprett stilling, den kan ikke presses fremover eller bakover, men kan forskyves litt til siden. Støtten kan ha en slingring opp til 5 cm fra tyngdepunktet (Skytterforbund, 2016). Figur 6 viser en typisk fjærstøtte som benyttes i SH2-klassen.



Figur 6 - Fjærstøtte - SH2 (folkestonejack.wordpress.com, 2016b)

Innenfor klassene SH1 og SH2, har skytterne også en gradering, som tilsier hvilken ryggstøtte de kan benytte seg av. Disse graderingene er delt opp i tre klasser: klasse A, klasse B og klasse C. Om en utøver kategoriseres i klasse A, vil utøveren ha mulighet for å benytte en påmontert ryggstøtte på rullestolen under konkurransen. Ryggstøtten kan kun benyttes mellom hvert skudd for å hvile ryggen. Under hvert skudd skal det ikke være noen form for kontakt mellom ryggstøtten og utøveren. Kategorisering i klasse B tilsier at en utøver må ha minimum 60 prosent av den totale rygg lengden over ryggstøtten. Havner utøveren under klasse C, vil utøveren ha en ryggstøtte som går opp til 10 cm under armhulene. Tildelingen av hvilken klasse utøveren blir delt inn i skjer gjennom klassifiseringen nevnt nedenfor, og blir bestemt ut ifra hvor sterk en utøver er i mage- og ryggmuskulaturen. Avhengig av hvor høy ryggstøtte utøveren kan benytte seg av vil maksimalhøyden markeres med et merke på utøverens skytejakke. Dette er obligatorisk for å få godkjent skytejakken og streken skal være synlig under hele konkurransen. I Figur 7 kan man se dette grønne merket som indikerer maksimal høyde på ryggstøtten. Klassifiseringen vil bli lagret under lisenskortet til utøveren som beskriver hvilken skyteklasse og gradering utøveren er tildelt, klassene er da SH1A, SH1B, SH1C, SH2A, SH2B og SH2C (IPC-Shooting, 2015, p. 21).



Figur 7 – Ryggmerke (Melbø, 2016)

For å få klassifisering som en funksjonshemmet skytter må man gjennom en medisinsk test. Denne testen gjennomføres ved en fysisk sjekk av hele kroppen, har kroppen din en fysisk reduksjon i funksjonalitet på minimum 30 prosent vil vedkommende kategoriseres som funksjonshemmet. Testene gjennomføres hovedsakelig for å avdekke hvor stor grad av funksjonsnedsettelse hver enkelt utøver har, slik at man blir plassert i riktig klasse, se tabell 2. For å kunne konkurrere i nasjonale stevner og mesterskap må utøveren få en nasjonal klassifisering. Vil utøveren konkurrere i internasjonale øvelser vil utøveren fremstilles for en nasjonal klassifisør som bringer informasjonen videre til den internasjonale klassifisøren som fastsetter den endelige klassifiseringen (skyting.no, 2016).

3.2.3 De ulike skyteposisjonene

Under de ulike klassifiseringene konkurreres det i både stående, liggende og knestående skyting. Utstyret som benyttes ved de ulike skyteposisjonene varierer og det stilles ulike krav til for eksempel skytebordet og ryggstøtten i forhold til de ulike posisjonene. Dette kan være en utfordring ved utvikling av utstyr som skal brukes både til liggende og stående skyting. Nedenfor følger en oversikt med forklaring over de ulike posisjonene og illustrasjoner for å få en forståelse av hva forskjellen er mellom dem. Det er viktig å presisere at videre i rapporten vil det kun fokuseres på rifleøvelsene innenfor SH1 og SH2 klassene og det tekniske utstyret som følger disse klassifiseringene. Denne vurderingen er gjort på bakgrunn av at oppgavebeskrivelsen tilsier at det skal utvikles en rullestol eller tilleggsutstyr til en rullestol for paralympiske skyttere.

Det avholdes konkurranse for kvinner, menn og «mixed» i både rifle- og pistoløvelsene. Luftvåpen benyttes under øvelsene hvor det konkurreres i 10 meter, mens under 25 meter pistolskyting og 50 meter rifle og pistolskyting benytter de skarp ammunisjon. Under rifleøvelsene konkurrerer man i både sittende og stående skyting, i tillegg konkurrerer man i knestående skyting under konkurransen 3 posisjoner, 50 meter rifle. Dypere beskrivelse vises i tabellene under (paralympics.org.uk, 2016).

3.2.3.1 Liggende skyting

| Klasse: | Våpen: | Posisjon: |
|--|-----------------|------------------|
| SH1 | Luftrifle/rifle | Liggende skyting |
| Distanse: | 10m, 50m | |
| Beskrivelse: | | |
| Her benytter skytteren seg av et bord og reim på riflen. I denne øvelsen er det lov å benytte seg av begge albue på bordet for å få maksimalt med støtte. Utøveren kan også ligge på gulvet om dette er foretrukket. | | |



Figur 8 - SH1 - Liggende skyting (china.org, 2016a)

Tabell 3 - SH 1 - Liggende skyting

| Klasse: | Våpen: | Posisjon: |
|---|-----------------|------------------|
| SH2 | Luftrifle/rifle | Liggende skyting |
| Distanse: | 10m, 50m | |
| Beskrivelse: | | |
| Forskjellen på klassene SH1 og SH2 når det gjelder liggende skyting er støtten til riflen. I SH2 klassen kan utøveren ha en ekstra fjærstøtte som støtter og bærer tyngden av riflen. Begge albue kan støttes oppe på bordet. Det er krav at hendene skal være bak fjærstøtten. | | |



Figur 9 - SH2 - Liggende skyting (china.org, 2016b)

Tabell 4 - SH2 - Liggende skyting

| Klasse: | Våpen: | Posisjon: |
|---|-----------|------------------|
| SH3 | Luftrifle | Liggende skyting |
| Distanse: | 10m | |
| Beskrivelse: | | |
| Her er det fastmontert et sikte på riflen. Når dette siktet nærmer seg midten av blinken vil det bli en mer og mer intensiv lyd som detekterer hvor nærme man er midten. Denne lyden kommer gjennom noen hodetelefoner som utøveren har på seg. | | |



Figur 10 - SH3 - Liggende skyting (Skytterforbund, 2016)

Tabell 5 - SH3 - Liggende skyting

3.2.3.2 Stående skyting

| Klasse: | Våpen: | Posisjon: |
|---|-----------------|-----------------|
| SH1 | Luftrifle/rifle | Stående skyting |
| Distanse: | 10m, 50m | |
| Beskrivelse: | | |
| I denne øvelsen har utøveren verken lov til å benytte seg av reim eller støtte. Ved klassifiseringen (nevnt i kapitel 3.2.2) vil skytteren ha mulighet til en ryggstøtte. | | |



Figur 11 - SH1 - Stående skyting (zimbio.com, 2016)

Tabell 6 - SH1 - Stående skyting

| Klasse: | Våpen: | Posisjon: |
|---|-----------|-----------------|
| SH2 | Luftrifle | Stående skyting |
| Distanse: | 10m | |
| Beskrivelse: | | |
| Det er også tillatt med en fjærstøtte i denne øvelsen, men det er ikke lov å benytte seg av støtte fra albue. Hendene kan heller ikke berøre hverandre under grepet til riflen. | | |



Figur 12 - SH2 - Stående skyting (blogspot.com, 2016)

Tabell 7 - SH2 - Stående skyting

| Klasse: | Våpen: | Posisjon: |
|---|-------------------|-----------------|
| SH1 | Luftpistol/pistol | Stående skyting |
| Distanse: | 10m, 25m, 50m | |
| Beskrivelse: | | |
| Ved pistolskyting må utøveren ha en funksjonell arm som gjør at man kan håndtere pistolen på en sikker måte. Her kan skytteren velge mellom om man vil sitte eller stå. | | |

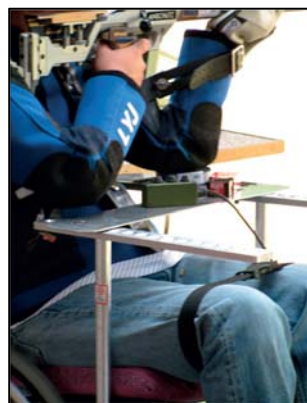


Figur 13 - SH1 - Stående skyting (ssaa.org.au, 2016)

Tabell 8 - SH1 - Stående skyting

3.2.3.3 Knestående skyting

| Klasse: | Våpen: | Posisjon: |
|--|--------|--------------------|
| SH1 | Rifle | Knestående skyting |
| Distanse: | 50m | |
| Beskrivelse: | | |
| Når det skal skytes knestående skyting skal bordet være mindre enn ved liggende skyting, det er kun lov å benytte seg av en albue, men skytteren kan ikke støtte seg på bordet med denne albuen. | | |



Figur 14 - SH1 - Knestående skyting (Skytterforbund, 2016)

Tabell 9 - SH1 - Knestående skyting

3.2.4 Konkurransen

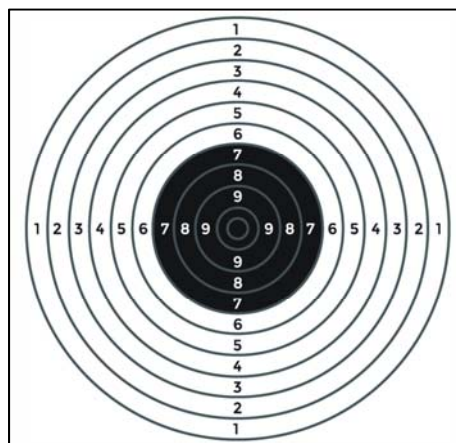
I internasjonal konkurransesammenheng er det påbudt for alle deltakere å ha et validert ID kort som beskriver type klasse og grad av funksjonsnedsettelse, som beskrevet i kapittel 3.2.2. En typisk paralympisk skytekonkurransen fungerer slik at skytteren har en spesifikk tid til å gjennomføre et gitt antall skudd. Tiden avhenger av hvilken øvelse og klasse som utøveren skal delta i. For eksempel i 50m liggende rifleskyting, må utøverne avfyre 60 skudd i løpet av 50 minutter (IPC-Shooting, 2015, p. 25).

I forhold til de ulike konkurranseklassene stilles det ulike krav til oppriggingstiden i en kvalifiseringsrunde enn det gjør i en eventuell finale. Oppriggingstiden er tiden du har fra du kommer inn på standplass til du er klar til å skyte prøveskudd. I finalerundene i internasjonale konkurranser har man kun 8 minutter til opprigging av utstyr og prøveskyting (Myrset, 2016b). Det vil si at innenfor disse minuttene må man komme inn på standplass, sette opp rullestolen i posisjon og avfyre skudd. Som nevnt tidligere er en av de viktigste parameterne ved en ny skytestol å utvikle en oppriggingsmekanisme som er både rask og enkel. Dette vil gi utøverne en fordel ved å ha bedre tid til prøveskuddene.

I finalen benyttes eliminasjonsprinsippet hvor den dårligste etter et gitt antall skudd ryker ut. (IPC-Shooting, 2016). De funksjonsnedsettelsesklassene det konkurreres i på internasjonalt nivå er SH1 og SH2 i rifleskyting, og SH1 i pistolskyting (IPC-Shooting, 2016). De fleste konkurranser består av en kvalifiseringsdel hvor de åtte beste går videre til en finale.

3.2.5 Poengberegning.

Blinken består av ti «ringer» som indikerer ulik poengverdi. Verdien synker ved økende avstand fra sentrum. Senterringen er bedre kjent som «bullseye» og er verdt 10 poeng. I de fleste konkurranser er denne ringen delt opp i ti nye poengsoner, hvor «bullseye» er verdt 10.9 poeng. For å kvalifisere seg for finalerunden i 50m rifle under Paralympics i Rio 2016 var det snitt på 10.3 poeng. Dette viser at det er et svært høyt nivå i toppen i internasjonal rifleskyting. I rifleøvelsene er denne ringen bare 0,5mm bred, noe som krever en enorm presisjon for å treffe (IPC-Shooting, 2016). Alle blinkene blir kontrollert før hver konkurranse for å sikre at kvaliteten og dimensjonene er som de skal være for å kunne brukes under konkurranse (myactivesg.com, 2016).



Figur 15 – 50m rifle blink (myactivesg.com, 2016)

3.3 Møtevirksomhet og arrangementer

Gjennom prosjektperioden er det gjennomført noen spesielt viktige møter og aktiviteter som har gitt godt påfyll av viktig informasjon. Disse vil presenteres i de påfølgende delkapitlene.

3.3.1 Besøk hos Paul Aksel Johansen på Ørlandet

Mandag 10. Oktober 2016 dro vi sammen med prosjektleder for paralympisk idrett i Olympiatoppen, Yvette Hoel til Ørlandet for å møte en av landslagets, og en av verdens fremste paralympiske rifleskyttere i SH1-klassen, Paul Aksel Johansen og hans personlige trener Tore Reksterberg. Her ble vi med på en trening, hvor vi fikk lov til å prøve og skyte selv for å få et innblikk i hvor små marginene er i internasjonal rifleskyting. Videre fikk vi et innblikk i hvilket utstyr Paul Aksel brukte da han deltok under sommerens Paralympics i Rio, og en innføring i hva slags utstyr noen av de andre utøverne bruker under konkurranse. Han ga oss informasjon og sammenlignet utstyr mellom de forskjellige utøverne og nasjonene, og nevnte hvor forbedringspotensialet lå.

Det ene ønske var en automatisert løftemekanisme som reduserte etableringsfasen for rigging av utstyr med opptil minutter, noe som gir utøveren mer tid til å skyte prøveskudd. Her kom det fram et spesifikt navn, Storbritannias Matt Skelhon, som har en elektrisk løftemekanisme med fire støtter som heiser rullestolen over bakkenivå for å gi en mer solid og stabil sitteposisjon. Dette er for å øke stabiliseringen for uventet bevegelse som kan bli overført fra gulv til hjul. Det kom også fram under møtet at verdensener i tre av skyteklassene, Veronika Vadovicova, hadde en form for gjenger som løftet opp framhjulene på stolen. Disse var mekaniske hvor hjelpeassistenten til Vadovicova måtte manuelt skru opp støttene. Ender valget på elektronikk er det viktig å ha muligheten til å frakte elektronikken i en håndbagasje etc. Dette er grunnet under frakt på flyplass hvor utstyret kan ha store muligheter for å bli ødelagt. Det er også vanskelig å komme gjennom sikkerhetskontrollen med mye elektronikk.

Når det gjelder ryggstøtte nevnte Paul Aksel de italienske skytterne, som benytter seg av formstøpte løsninger for ryggstøtten, som er tilpasset hver enkelt utøver. Dette hjelper til med å støtte ryggen og få en mer stabil skytestilling. En av de nevnte utøverne het Massimo Croci.

Alle ønskene ble tatt med videre i betraktning når det skal utvikles nye produkter. Det er mange regler og spesifikasjoner som må på plass før det blir en realitet. Dette vil bli sett på videre i rapporten.

3.3.2 Besøk på Hjelpemiddelmessa 2016

Den 17. og 18. oktober 2016 deltok vi på Hjelpemiddelmessa 2016 i Lillestrøm. Hit dro vi med en usikkerhet rundt hvor relevant dette kunne være. Hovedmålet med å delta på dette arrangementet var å komme i kontakt med relevante bedrifter som jobber med løsninger innenfor idrett for personer med funksjonsnedsettelse. Det utviklet seg til å bli en nyttig tur hvor man fikk god innsikt og informasjon om hva som finnes av tekniske løsninger innenfor flere idretter. Dessverre var det ingen skytestoler her, men mekanismene som brukes i andre paralympiske idretter kan brukes og videreformidles til vårt formål. I løpet av disse to dagene fikk vi god kontakt med mange bedrifter som gjerne ville hjelpe til videre under utviklingen av prosjektet, blant disse må Hjelpemiddeleksperter fra Stjørdal nevnes som nevnte at døra alltid var åpen og kaffen klar for en prat om utvikling av utstyret.

3.3.3 Dialog med Bjørn Myrset – Integreringsansvarlig NSF

Ansvarlig for integreringen av paralympisk skyting i Norges Skytterforbund, Bjørn Myrset er en av dem, om ikke den, som har størst kunnskap om paralympisk skyting i Norge og har vært en viktig ressursperson for utfyllende informasjon i tillegg til den informasjonen utøverne selv har kommet med. Bjørn nevnte flere av de samme parameterne som det utøverne nevnte som blant annet viktigheten med en fleksibel ryggstøtte ettersom utøverne har forskjellig styrke i ryggen. Det er viktig at ryggstøtten både er justerbar og avtakbar.

Nivået innenfor idretten vokser kontinuerlig, nå gjelder det ikke å bare skyte 10.0 poeng under konkurranse. For å kvalifisere seg til en finale i de internasjonale konkurransene er det nødvendig å ligge på et snitt godt over 10.0 poeng per skudd. Dette viser at også utstyret er i kontinuerlig forbedring, og for å holde seg i verdenstoppen må også utstyret kontinuerlig forbedres.

3.3.4 Møte med integreringsansvarlig NSF – Bjørn Myrset

18 november 2016 hadde vi integreringsansvarlig i NSF, Bjørn Myrset på besøk. Her fikk vi først en liten historisk innføring i paralympisk skyting i Norge før hans ønsker og anbefalinger

ble lagt frem fra skytterforbundets side. En av anbefalingene fra Bjørn var å ikke kun fokusere på SH1 klassen, men også SH2 klassen. Ved å designe et bord som er fleksibelt og har mulighet for justeringer i det horisontale planet, vil det være mulig å ha en støtte til riflen som benyttes i SH2 klassen. Ellers er de andre tilleggskomponentene meget like.

Når det gjelder vinkelendringen på opptil 5 grader, ble det nevnt at det ikke var behov for en vinkelendring under øvelsene på 50 meter, her var grunnen at skytteren sitter i samme høyde som blinken. Men under 10 meter øvelsene sitter blinken noe høyere enn høyden til utøveren. Her vil det være mulighet for en positiv effekt av vinkelendring. Dette er da opp til hver enkelt utøver og deres ønsker, men om dette er en fordel må det testes før dette fastsettes.

De største nasjonene når det gjelder utvikling og innovasjon av utstyr for paralympisk skyting er Tyskland, Storbritannia og Kina. Bjørn nevner at Tyskland er en nasjon som ligger fremst når det gjelder løftemekanisme og støtte til rullestolen. De har en aluminiumsplate som legges på bakken og plasserer stolen oppå denne platen som er spesialtilpasset rullestolen. Dette gjør at utøveren sitter helt fast og får god stabilitet. Bjørn har god kontakt med de tyske utøverne og han trekker fram deres løsninger som innovative. Blant annet er Leopold Dupp, som presenteres i kapittel 4.2.3 en kreativ, person med mange løsninger, det var en mulighet å kunne få komme i kontakt med han utover i prosjektet.

Det ble også tatt opp at det var høyest nødvendig å overvære stevner for å se på de ulike løsningene og få et innblikk i utstyret og konkurransene. Bjørn bidro med tips om ulike stevner som bør overværes, men dessverre ingen før denne prosjektoppgaven går i trykken.

4 Eksisterende løsninger

Det finnes utallige eksisterende løsninger på både rullestolen og tilleggsutstyret til rullestolene som benyttes under paralympisk skyting. Som nevnt i kapittel 1.1 er det stor variasjon på utstyret som benyttes blant de ulike nasjonene og de ulike utøverne. I dette kapittelet vil de eksisterende løsningene til noen av utøverne på Norges landslag presenteres. Det vil også presenteres løsninger fra et utvalg av utenlandske utøvere som enten ligger i verdenstoppen eller som har interessante løsninger.

De eksisterende løsningene vil bli presentert på de påfølgende sidene i kategoriene:

- Skytebord
- Ryggstøtte
- Løftemekanisme
- Rullestolutforming

De eksisterende løsningene er vurdert innenfor disse kategoriene ettersom det er vurdert at utviklingspotensialet ligger innenfor disse. Kapittel 4.5 vil ta for seg en generell vurdering av de løsningene som presenteres.

4.1 Skytebord

4.1.1 Paul Aksel Johansen

Paul Aksel Johansen er en norsk skytter som har deltatt i flere OL, og er blant våre fremste skyttere. Han har klare meninger om det tekniske utstyret og fikk blant annet utviklet en ny stol for deltakelse i Paralympics i Rio 2016 som nevnt tidligere. Denne stolen synes han fungerer bra, og det var ikke stolen sin feil at resultatene uteble, ifølge han selv. Utstyret Paul Aksel benytter seg av i dag er en Quicke Helium rullestol med avtakbart bord som har innfestning på selve rullestolen.



Figur 16 – Bordinnfestning (Melbø, 2016)



Figur 17 - Nærbilde av bordinnfestning (Hofsrud, 2016)



Figur 18 - Skytebord sett fra undersiden (Hofsrud, 2016)

4.1.2 Sonja Tobiassen

Sonja Tobiassen er en norsk skytter i klassen SH2. Hun har tidligere skutt med bordløsningen festet på rullestolen, men har følt på at det resulterer i for mye bevegelse i stol/bord når hun beveger seg. Figur 19 illustrerer denne løsningen. En av fordelene med å ha bordet festet til rullestolen er at det var lett å frakte med seg under reise og lett å forandre på vinkel og stilling inn mot skiven ved å vri/bevege på rullestolen. Bakdelen var at det ble for mye bevegelse i stol/bord og det kunne være utfordrende å finne tilbake til samme vinkel/stilling hver gang.

På grunnlag av det overnevnte ble det bygd en løsning med et bord som står rett på gulvet og skulle være stabilt, som vist i Figur 20. For å stabilisere stolen ble det laget et par spor hvor hun kjørte inn for å få fjernet en del bevegelse. Denne løsningen ble gått bort ifra da det viste seg at bordet ikke ble stabilt nok.

Dagens løsning er et bord hvor stolen løftes inn/opp i tilpassede spor i selve bordet (se Figur 21). Tanken bak dette er at hun skal utnytte tyngden som en kraft ned mot gulvet for å stabilisere

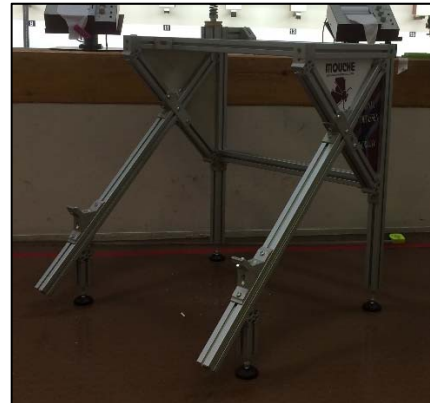
bordet for å få en god stabilitet med lite bevegelse. Det skulle også være enkelt å lage en slags vinkel som man kan sette på bordet for å komme likt inn mot skiven hver gang. Men det fordrer at man vet helt sikkert hvordan man skal sitte i stolen og har en god definert skytestilling, Samt god pute og lik sittestilling i selve rullestolen for hver gang. På selve hjulene på stolen er boltene som går igjennom hjulet for å feste det til rullestolen, byttet ut i spesialbolter som brukes som oppheng av stolen i bordet (Tobiassen, 2016b).



Figur 19 – Tidligere skytebord sett fra siden (Tobiassen, 2016a)



Figur 20 – Forkastet løsning (Tobiassen, 2016a)



Figur 21 – Dagens løsning (Tobiassen, 2016a)

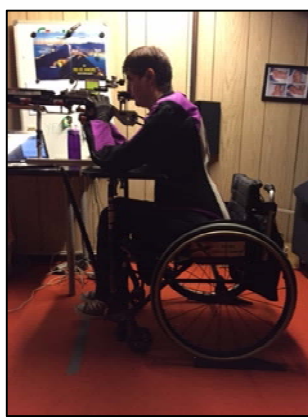
4.1.3 Heidi Sørli-Rogne

Heidi Sørli-Rogne er en norsk skytter som skyter i SH2 klassen. For å tilpasse rullestolen til skyting er det blant annet brukt deler til en tippstøtte og andre standarddeler fra Panthera, som er merket på rullestolen. Bena på bordet kan lett tas av for transport. Fjæra til støtten av riflen har en aluminiumprofil som er skrudd fast i bordet, hvor fjæra kan flyttes frem og tilbake på denne. Heidi benytter også lastestropper for å stramme opp bordet, for å forhindre bevegelse og gi mer stabilitet på (S. Sørli-Rogne, 2016).

Noen utøvere sitter sidelengs inn mot skiva, mens Heidi sitter rett inn mot skiva som vist i Figur 23. Utøvere som deltar i SH2 klassen har veldig varierende sittestillinger, hun mener da at det nesten er umulig med standard-løsninger på grunnlag av dette.



Figur 22 - Skytebord sett ovenfra (H. Sørli-Rogne, 2016)



Figur 23 - Heidi Sørli-Rogne (H. Sørli-Rogne, 2016)



Figur 24 - Lastestropp for stramming av bord (H. Sørli-Rogne, 2016)

4.1.4 Cédric Fèvre

Cédric Fèvre er en paralympisk skytter fra Frankrike som benytter seg av en bordløsning med tre ben. De to bakerste bena er festet i rullestolen, mens det fremste benet står ned mot underlaget. Bordet er justerbart fremover og bakover i horisontalplanet. Man kan se de justerbare skinnene tett oppunder bordplaten i Figur 27.



Figur 25 - Cédric Fèvre (ffhtir.fr, 2016)



Figur 26 - Cédric Fèvre 2 (forum.home.news.cn, 2016)



Figur 27 - Nærbilde av skytebord (ffhtir.fr, 2016)

4.1.5 Andre universiteter

Etter tips fra veileder Knut Einar Aasland om at det kunne være en god idé å undersøke om andre universiteter drev med lignende prosjekter, ble det gjort en innsats for å kartlegge dette. Med utgangspunkt i deltakerlisten fra Vista konferansen, en konferanse som ble grunnlagt i 1993 med den hensikten å øke kunnskapen knyttet til toppidrett for utøvere med funksjonsnedsettelse (paralympic.org, 2016), ble et par interessante universiteter kartlagt. I tillegg ble diverse søk på nettet benyttet for å kartlegge om noen av de ulike nasjonene samarbeidet med andre universiteter for å utvikle sitt utstyr. Et av universitetene var Loughborough University i Leicestershire i Storbritannia som samarbeider tett med de britiske paralympiske utøverne og har et eget institutt for idrettsteknologi. De var dessverre vanskelig å få noe respons fra og virket ikke interesserte i å dele informasjon, men et nytt forsøk vil gjøres etter jul. Dette universitetet satser stort på paralympisk idrett og bør ha en del informasjon.

Det ble også opprettet kontakt med University of Pittsburgh i USA. En meget kjent doktor innenfor paralympisk idrettsforskning, dr. Rory Cooper sendte over en bacheloroppgave som ennå ikke er publisert, men som presenterer «Design and Evaluation of a Novel Shooting Stand». Denne oppgaven er skrevet av en av Coopers studenter, og presenterer likhet med denne prosjektoppgaven en oversikt over historie, regler, eksisterende løsninger og nye konsepter. Oppgaven fra Cooper tok for seg alle typer av skytestoler og ikke bare rullestol som benyttes ved paralympisk skyting, allikevel var dette en fin måte å få kvalitetssikret arbeidet vårt samtidig som vi videre kan rådføre oss med de som jobber innenfor samme fagfelt i Pittsburgh.

4.2 Løftemekanisme

4.2.1 Paul Aksel Johansen

Paul Aksel Johansen har en løftemekanisme, som også benyttes av flere av de andre landslagskytterne, som for eksempel Heidi Sørli-Rogne. Løftemekanismen er en enkel løsning hvor man legger to klosser under hver av drivhjulene slik at hjulene heves over bakkenivå. I front har han en aluminiumsinnretning med en spordybde som legges under fothvilerne og løfter i likhet med de to andre klossene, stolen opp fra underlaget. Treklossene er med på å stabilisere stolen og gir en mer stabil skytestilling.



Figur 28 – Hjulstøtte P. A Johansen (Melbø, 2016)



Figur 29 – Frontstøtte P. A. Johansen (Hofsrud, 2016)

4.2.2 Veronica Vadovicova

En av verdens fremste paralympiske skyttere er Veronica Vadovicova fra Slovakia. Hun benytter seg av en løftemekanisme hvor hun har to gjengede «løftelabber» foran på stolen. Ved å benytte seg av en drill, som hun har hengende på stolen som vist i Figur 30, kan hun enkelt justere støttehøyden på stolen.



Figur 30 - Veronica Vadovicova (totallympics.com, 2016)



Figur 31 - Gjenget løftemekanisme (gettyimages.no, 2016)

4.2.3 Leopold Dupp

Leopold Dupp fra Tyskland har en løsning hvor løftemekanismen er separat fra selve skytestolen. Dette er en aluminiumsramme hvor han løftes opp og sitter fast ved at akselen til drivhjulene «hviler» i et spor som vist i Figur 33. Dette er en løsning som veier mye og krever to personer pluss rullestolbruker på standplass for rigging. Løsningen kan virke noe tungvint og er i tillegg krevende med tanke på reising, men den er svært stabil og man kommer enkelt i posisjon når man har to hjelpere på standplass.



Figur 32 - Leopold Dupp (Myrset, 2016a)



Figur 33 - Heisemekanisme - L. Dupp (Myrset, 2016a)

4.2.4 Matt Skelhon

Matt Skelhon er en av Storbritannias fremste paralympiske skyttere. Matt Skelhon har en løftemekanisme på rullestolen med en påmontert knapp som han trykker på, som heiser rullestolen opp i skytterstilling (Johansen, 2016). Dette minimerer etableringsprosessen og gir mer tid til å fokusere på prøveskudd. Ut ifra Figur 34 og Figur 35 antas det at han har to føtter som løfter opp stolen under akselen til drivhjulene, og støtter som løfter framhjulene opp fra bakken ved bruk av elmotorer som skrur støttene ned mot underlaget og hever stolen.



Figur 34 - Matt Skelhon
(folkestonejack.wordpress.com, 2016a)



Figur 35 - Nærbilde av løftemekanisme
(folkestonejack.wordpress.com, 2016a)

4.3 Rullestolutforming

De fleste rullestolene som brukes i dagens konkurranser er «vanlige» rullestoler til hverdagsbruk, men er bygd om for å gi best mulig utgangspunkt for gode idrettslige prestasjoner. Det benyttes ulike rullestoler av de ulike skytterne. Paul Aksel Johansen bruker for eksempel en rullestol av merket Quickie Helium, mens Heidi Sørli-Rogne bruker en stol fra Panthera. Felles for stolene er at rammen er laget av en aluminiumslegering, mens noen av komponentene på stolen er laget av andre materialer som for eksempel karbonfiber og plast. Forskjellen på stolene er gjerne utformingen på rørene til rammen, hvorav Quicke sin ramme har ovale rør, mens Panthera har sirkulære. Dette kan by på utfordringer ved å skulle tilpasse bordinnfestningen for universalbruk.

De fleste rullestolrammer for bruk i konkurranseidrett er laget av enten aluminium, titan eller komposittmaterialer. Dette avhenger av hvilke vekt som er ønskelig i forhold til den spesifikke idretten som skal utøves (Cooper & De Luigi, 2014). I motsetning til idretter som for eksempel rugby eller basketball hvor man ønsker en lett stol som er lett å manøvrere, ønsker man en stol med stor tyngde under skyteøvelsene. Dette er med på å gjøre stolen mer stabil og mer motstandsdyktig mot bevegelser som forstyrrer skyteposisjonen. I følge Paul Aksel Johansen hadde antakeligvis det beste vært en stol av betong, men dette er nok noe utfordrende med tanke på reise, robusthet og det å rulle inn på standplass. Denne beskrivelsen, selv om den er satt noe på spissen, setter stabilitet og vekt i perspektiv i forhold til hva som er ønskelig for en rullestol som brukes til paralympisk skyting.

4.4 Vurdering av eksisterende konsepter

Dagens løsninger er av varierende kvalitet og utforming. Som vist tidligere i kapitlet er det forskjellige måter å utforme de ulike komponentene på, dette avhenger i stor grad av hva utøverne ønsker, hva støtteapparatet ønsker og hvilken klasse det skytes i.

Det er for eksempel ikke en optimal universal bordløsning og hver enkelt utøver har ofte et eget, spesialdesignet bord som fungerer for deres skyteposisjon og skyteklasse. Som man kan se av de eksisterende konseptene er det utøvere som benytter seg av skytebord fastmontert på stolen, fastmontert på stolen med et ben ned mot underlaget eller et helt separat bord fra stolen.

Som nevnt i kapitel 3.3.1 under samtale med Paul Aksel, hadde de italienske utøverne spesiallaget ryggstøtte for hver enkelt utøver. Det har vært utfordrende å få informasjon ut av dette. De fleste andre utøverne benytter seg av original støtten som følger med rullestolen under kjøp som tilsvarer en helt vanlig fleksibel rygg lagd av tøystoff. Det er dog viktig å presisere at ikke alle utøvere kan benytte ryggstøtte under konkurranse, dette er beskrevet i kapitel 3.2.2. Det har ikke lyktes å finne andre eksisterende, unike løsninger innenfor dette område.

De største forskjellene ligger i hvordan de ulike utøverne har fått designet løftemekanismen. Dette varierer fra elektriske sylindre som heiser opp rullestolen, til noen treklosser hvor man må løfte stolen opp manuelt for å få støtte. Det optimale vil være å konstruere en god, solid løsning som gir en stabilitet hvor utøveren sitter helt i ro uten unødvendige bevegelser som kan påvirke skytingen.

For å oppnå en tyngre rullestol med høy vekt kan tilleggskomponentene spille en stor rolle. Med tunge tilleggskomponenter montert på stolen vil det resultere i en tung stol. Ut ifra de eksisterende skytestolene har det blitt bestemt at det kun skal fokuseres på en rullestol til konkurranse og ikke til hverdagslig bruk. Det har vært viktig å få dette kartlagt ettersom på grunn av hverdagslige gjøremål kan være en fordel med en lett rullestol som er enkel å manøvrere, mens ved bruk av rullestol til skyting er det ønskelig og fordelaktig at den har stor vekt.

5 Produkt- og brukerspesifikasjon

Ethvert prosjekt er avhengig av spesifikasjoner for å kartlegge hvilket behov det er for utvikling av produktet. For å utarbeide produkt- og brukerspesifikasjon i dette prosjektet er en mal utarbeidet av (Ulrich & Eppinger, 2003) fulgt. Ulrich og Eppingers måte å presentere produkt- og brukerspesifikasjonene på under modellen ble vurdert som den mest passende til denne oppgaven.

Spesifikasjonene må gi en refleksjon av hva kunden ønsker, den må differensiere seg fra eksisterende produkter, fra konkurrenter og må være gjennomførbar (Ulrich & Eppinger, 2003, p. 72). Det som skiller en brukerspesifikasjon fra en produktspesifikasjon er at produktspesifikasjonen ikke spesifikk forteller hvordan brukerne ønsker å ha produktet, men det forteller hvordan produktutviklerne ønsker å gjennomføre prosessen for å tilfredsstille kundens behov. En produktspesifikasjon skal konkret beskrive hva produktet skal gjøre (Ulrich & Eppinger, 2003, p. 72).

Brukerspesifikasjonen blir generelt sett på som den spesifikasjonen som snakker kundens språk. Disse parameterne er nødvendigvis ikke målbare, men er viktig i den form at det er faktisk dette kunden ønsker at produktet skal kunne gjøre eller gjennomføre (Ulrich & Eppinger, 2003). Dette prosjektet avhenger i stor grad av hva de profesjonelle skytterne ønsker, som for eksempel at ryggen skal være fast, stolen skal være stabil og at den skal være enkel å frakte med seg under reise. Dette er parametere som er vanskelig å måle, det vi kaller brukerspesifikasjon.

Produktspesifikasjonen skal ha brukerspesifikasjonen i bakhodet, men er avhengig av å konkretisere ned til mer tallfestede data. Den ferdige produktspesifikasjonen skal være en faktor som brukes for å teste produktet eller prototypene opp mot de ulike målbare kravene. Formålet med spesifikasjonene er å gi en spesifikk veiledning om hvordan å utarbeide et produkt som tilfredsstiller spesifikasjonene med presise og målbare detaljer. Tilfredsstiller ferdigproduktet disse kravene, kan produktet sies å være vellykket (Ulrich & Eppinger, 2003).

Prosjektet er utfordrende i den grad at det er få detaljer som er målbare, det gjelder da å bruke brukerspesifikasjonen til å forsøke å finne målbare data på de komponentene hvor forbedringer er ønskelig. Den påfølgende produktspesifikasjonen har en del mangler. Det har vært ønskelig å få

en god utarbeidet og informasjonsrik produktspesifikasjon, men dette har dessverre ikke latt seg gjøre, ettersom det som nevnt er svært få parametere som er målbare og de aktuelle brukerne er usikre på hva som er ønskelig.

5.1 Løftemekanisme

| Nr. | Spesifikasjon | Enhet | Verdi |
|-----|---------------|-------|-------|
| 1.1 | Løftetid | s | 30 |

Tabell 10 - Produktspesifikasjon - Løftemekanisme

5.2 Skytebord

| Nr. | Spesifikasjon | Enhet | Verdi |
|-----|------------------------------------|--------|----------------|
| 2.1 | Rotasjonsvinkel i horisontalplanet | Grader | |
| 2.2 | Rotasjonsvinkel i vertikalplanet | Grader | $\leq 5^\circ$ |
| 2.3 | Høyde fra bakken | Meter | 1 |
| 2.4 | Diameter | mm | 300x300 |

Tabell 11 - Produktspesifikasjon - Skytebord

Rotasjonsvinkelen i horisontalplanet er foreløpig uvisst på grunn av manglende informasjon.

5.3 Ryggstøtte

| Nr. | Spesifikasjon | Enhet | Verdi |
|-----|----------------------|-------|----------|
| 3.1 | Dybde fleksibel rygg | cm | ≤ 3 |
| 3.2 | Dybde fast rygg | cm | ≤ 8 |

Tabell 12 - Produktspesifikasjon - Ryggstøtte

5.4 Rullestolramme

| Nr. | Spesifikasjon | Enhet | Verdi |
|-----|---------------|-------|-----------|
| 4.1 | Vekt | Kg | ≥ 40 |

Tabell 13 - Produktspesifikasjon - Rullestolramme

5.5 Brukerspesifikasjon

Brukerspesifikasjonen er basert på de parameterne som ikke er målbare, men som skal gi en vurdering av ønsker og krav fra utøvere. Ønskene og kravene har blitt evaluert og satt sammen til en brukerspesifikasjon. Disse har blitt kategorisert fra en skala mellom 1 og 5, hvor 5 er det viktigste og kategori 1 er minst viktig. Kategoriseringene som er gjennomført er basert på våre egne beslutninger på grunnlag av vår forståelse av de ønskene som har kommet frem gjennom dialoger med ulike referanser.

| Nr. | Komponent | Behov | Prioritering |
|-----|------------|---|--------------|
| 1.1 | Skytebord | Enkel montering på skytebanen | 5 |
| 1.2 | Skytebord | Mykt material på bordflaten | 2 |
| 1.3 | Skytebord | Vekt | 3 |
| 1.4 | Skytebord | Fastmontert i rullestol | 4 |
| 1.5 | Skytebord | Ben som går helt ned til gulv | 3 |
| 1.6 | Skytebord | Vinkel i det horisontale planet | 2 |
| 2.1 | Rullestol | Hverdagslig bruk | 1 |
| 2.2 | Rullestol | Avtakbare hjul | 2 |
| 2.3 | Rullestol | Sammenleggbare | 2 |
| 2.4 | Rullestol | Robust | 5 |
| 2.5 | Rullestol | Universalbruk – Passe til alle utøvere | 3 |
| 2.6 | Rullestol | Vekt | 4 |
| 2.7 | Rullestol | Fastmonterte deksler/skjermer over hjul | 3 |
| 2.8 | Rullestol | Justerbare håndtak for eventuell ledsager | 5 |
| 2.9 | Rullestol | Vinkling på hjulene | 2 |
| 3.1 | Ryggstøtte | Spesialtilpasset | 4 |
| 3.2 | Ryggstøtte | Justerbar i forhold til skyteposisjon | 5 |
| 3.3 | Ryggstøtte | Avtakbar | 4 |
| 3.4 | Ryggstøtte | Myk rygg | 3 |
| 3.5 | Ryggstøtte | Hard rygg | 3 |
| 4.1 | Sete | Komfort | 4 |
| 4.2 | Sete | Kjølesystem for avkjøling ved høye temperaturer | 2 |
| 4.3 | Sete | Enkel å montere | 5 |

| | | | |
|------|----------------|---|---|
| 4.4 | Sete | Sensorer som indikerer god sitteposisjon | 3 |
| 4.5 | Sete | Støpt sete til hver enkelt bruker | 3 |
| 5.1 | Løftemekanisme | Enkel å montere | 5 |
| 5.2 | Løftemekanisme | Automatisert | 3 |
| 5.3 | Løftemekanisme | Inneholder ikke fluider. (Hydraulikkolje) | 4 |
| 5.4 | Løftemekanisme | Enkel å vedlikeholde | 4 |
| 5.5 | Løftemekanisme | Justerbar høyde | 5 |
| 5.6 | Løftemekanisme | Lang levetid | 2 |
| 5.7 | Løftemekanisme | Reduserer sideveis bevegelse | 5 |
| 5.8 | Løftemekanisme | Stabilitet | 5 |
| 5.9 | Løftemekanisme | Lønnsom/Ikke for dyr | 3 |
| 5.10 | Løftemekanisme | Forholder seg stiv ved vibrasjoner | 5 |

Tabell 14 - Brukerspesifikasjon

Kategoriseringen i brukerspesifikasjonen viser hvilke parametere som er vurdert som de viktigste og mest sentrale når det videre skal genereres konsepter og videre prototyper. Dette fungerer som en kontroll mot de kravene og ønskene som er satt, og det reduserer risikoen ved å ta et nytt produkt til markedet. Brukerspesifikasjonen er sammen med produktspesifikasjonen med og danner grunnlaget for de neste fasene som nevnt i kapittel 2.1.

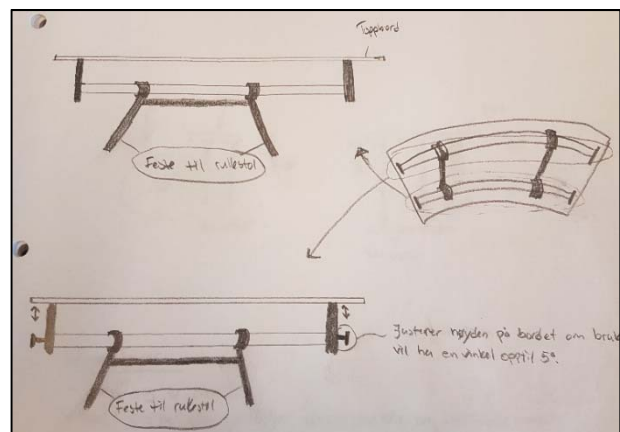
6 Konseptgenerering

Formålet med konseptgenerering er å gjennomføre en fase i prosjektet hvor man genererer ulike konsepter som kan tilfredsstillere de kravene og ønskene som er skildret i bruker- og produktspesifikasjonen. Et konsept blir vanligvis fremstilt ved hjelp av enkle to- og tredimensjonale skisser sammen med en grov skriftlig beskrivelse av konseptet (Ulrich & Eppinger, 2003, p. 98). I dette prosjektet vil konseptene fremstilles i tabellform i de påfølgende delkapitlene. Ettersom produkt- og brukerspesifikasjonen fremstilt i denne rapporten er foreløpige, ettersom det forventes noe mer informasjon fra eksterne ressurspersoner, er det viktig å ikke utelate konsepter for tidlig i prosessen. Dette vil redusere mulighetene for unødvendig omarbeid i prosjektet. Ulrich og Eppinger (2003) konstaterer at med et effektivt utviklings team, vil teamet generere flere hundre forskjellige konsepter, av disse vil om lag 5-20 konsepter bli tatt med i seriøs betraktning gjennom prosessen. De nevner videre at gjennom en god konseptgenereringsfase vil dette gi produktutviklingsteamet trygghet på at de har dekket alle alternativer som kan bli utforsket. Dette vil redusere risikoen for å få tilbakeslag sent ut i utviklingsprosessen, som for eksempel at konseptet allerede er utviklet av konkurrenter. Konseptene skal vurderes opp mot brukerspesifikasjonen og produktspesifikasjonene, hvor de konseptene som tilfredsstiller kravene på best mulig måte vil videreutvikles.

I konseptgenereringsfasen har fokuset vært på tre av tilleggskomponentene med størst potensial for utvikling, som nevnt i kapittel 4. Rullestolutformingen er usikkert om hvor mye det er å gjøre med, så fokuset har vært å generere konsepter for nytt skytebord, ny ryggstøtte og en ny løftemekanisme. Disse vil presenteres i de påfølgende delkapitlene og diskuteres i delkapittel 6.4

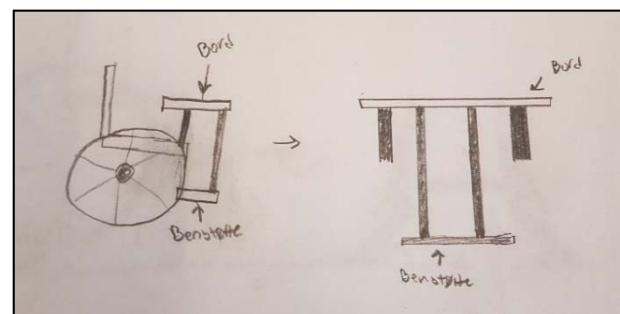
6.1 Skytebord

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| Justerbart bord hvor det er muligheter for å justere bordet horisontalt for å komme i ønsket posisjon. Det er også en mulighet å justere fremre del på bordet opp til en 5 graders vinkel om ønskelig. |
| Fordeler: |
| - Gir fleksibel skytestilling |
| Ulemper: |
| - Kan bli ustabilt |
| - Er avhengig av en stabil stol som ikke vibrerer under skyting |
| - Kan være vanskelig å justere høyden på bordet |



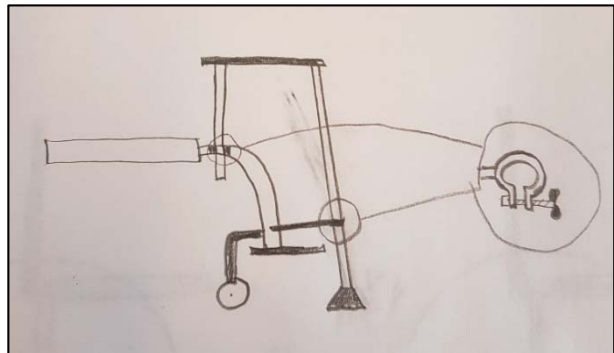
Tabell 15 - Skytebord - Konsept 1

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Et enkelt og solid bord som er montert fast i rammen på rullestolen og i benstøttene til rullestolen. |
| Fordeler: |
| - Enkel å montere |
| Ulemper: |
| - Er avhengig av en stabil stol som ikke vibrerer under skyting |
| - Vanskelig å justere høyden |
| - Ikke fleksibel i det horisontale planet. |



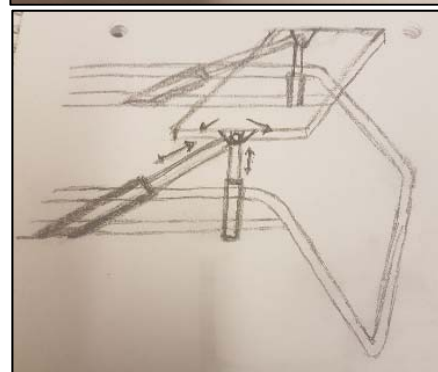
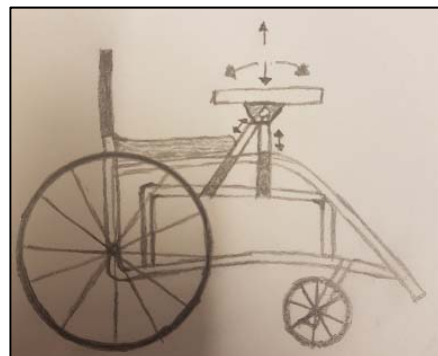
Tabell 16 - Skytebord - Konsept 2

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| Et fleksibelt bord som har lett tilgang til å montere og demontere. Den har et fastmontert stag på benstøtten som holder bordet stabilt med å feste på en rørklamme. Benet går helt ned til bakkenivå, og det er montert en rørklamme på siden av rullestolen. |
| Fordeler: |
| - Enkelt å montere |
| Ulemper: |
| - Kan bli ustabil |
| - Justerer ikke høyden |
| - Ikke fleksibel i det horisontale planet. |



Tabell 17 - Skytebord - Konsept 3

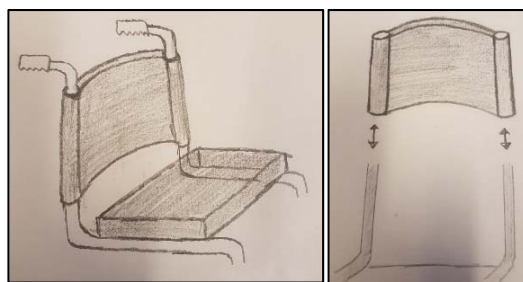
| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Det er et enkelt og fleksibelt bord som kan justeres i tre akser, enkel å montere med et «klikk» system. På de skrå sylindrene er det montert en skinne på for å gi fleksibilitet under løft/senk og vinkelingsendring på bordet. |
| Fordeler: |
| - Flexibelt |
| - Enkel å montere |
| Ulemper: |
| - Utfordrende å få sylindren til å flytte seg etter ønsket posisjon på bordet. |



Tabell 18 - Skytebord - Konsept 4

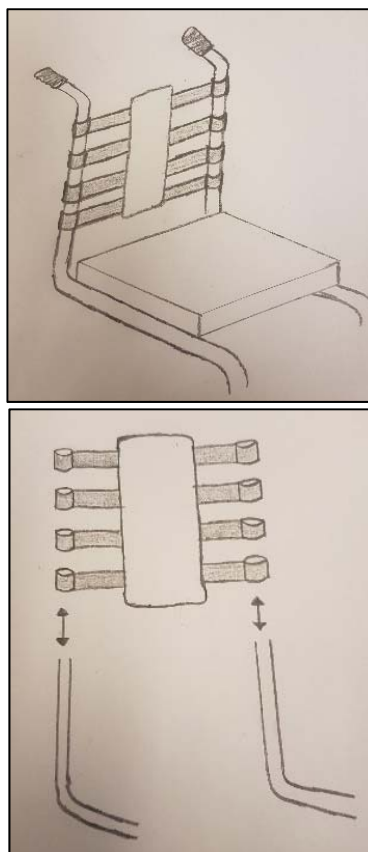
6.2 Ryggstøtte

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| En avtakbar, hard ryggstøtte for universalbruk. Denne ryggstøtten er lagd av hard plast eller lignende materiale. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none">- Gir god støtte- Avtakbar |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none">- Kan være utfordrende å få den optimale skyteposisjonen grunnet anatomiske forskjeller. |



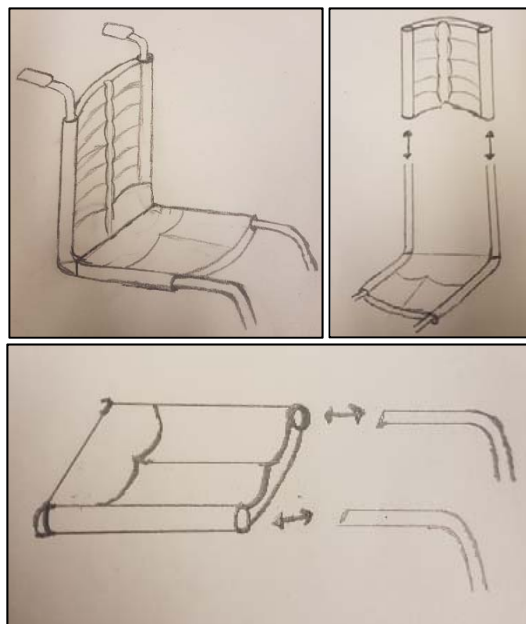
Tabell 19 - Ryggstøtte - Konsept 1

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| En fleksibel ryggstøtte med en strikk som kan forme seg etter hvor mye man lener seg tilbake. Strikken er designet til å justere dybden opp til 8 cm. Den midterste støtten er for komfort til utøveren. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none">- Universal- Lett å montere- Avtakbar- Formbar |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none">- Kan bli slitasje- Må justere strekkfastheten på strikken grunnet anatomiske forskjeller |



Tabell 20 - Ryggstøtte - Konsept 2

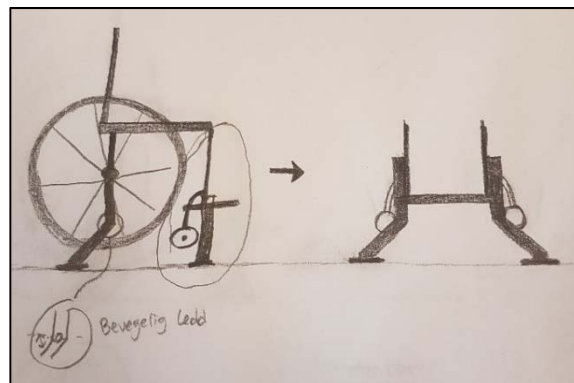
| |
|---|
| Beskrivelse: |
| En spesialstøpt, avtakbar rygg og setestøtte. Støtten er spesialbygd til hver enkelt utøver. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Kan gi den optimale skyteposisjonen. - Enkel å montere - Avtakbart |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Må spesialtilpasset hver enkelt utøver - Må tilpasses kun til en posisjon, siden utøverne sitter i forskjellige posisjoner i forhold til om det er sittende, knestående eller stående skyting. |



Tabell 21 - Ryggstøtte - Konsept 3

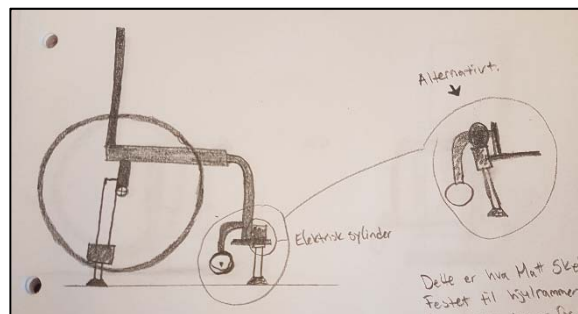
6.3 Løftemekanisme

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Bruker elektriske trim tabs, som benyttes på båter for å regulere styringen. Her brukes det for å heise opp rullestolen med en knapp eller spak. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gir god stabilitet i det horisontale planet. - Sparer tid under opprigging - Gir god tyngde |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Må kunne håndtere elektronikk |



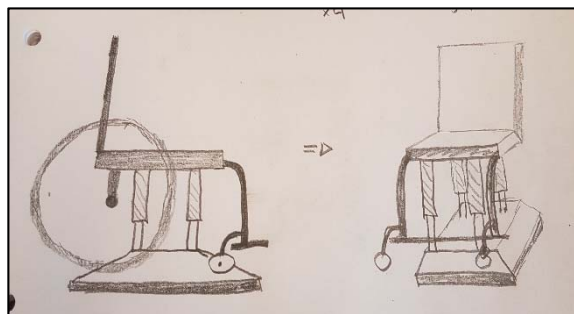
Tabell 22 - Løftemekanisme - Konsept 1

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Rullestolen heises opp av fire elektriske sylindere som er montert på rullestolen. To er festet bak ved akselen og to er festet foran ved benstøttene |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gir god stabilitet - Sparer tid under opprigging - Lett å montere |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Må kunne håndtere elektronikk |



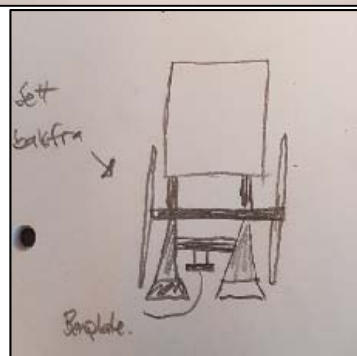
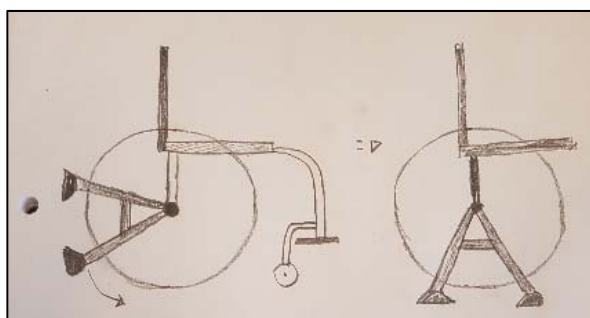
Tabell 23 - Løftemekanisme - Konsept 2

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| En plate av et material mot god tyngde som senkes av fire elektriske sylindre for å gi en god, stabil sitteposisjon. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gir god tyngde - Gir god stabilitet - Sparer tid under opprigging |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vanskelig å bevege seg - Må kunne håndtere elektronikk |



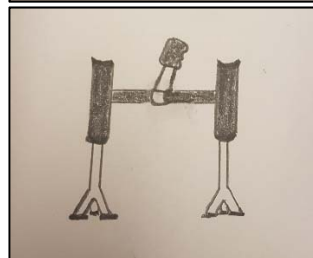
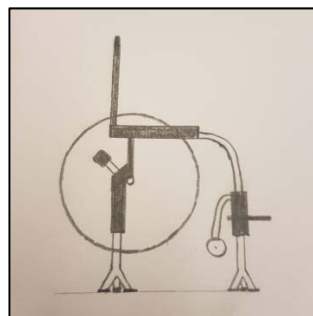
Tabell 24 - Løftemekanisme - Konsept 3

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| Støttehjul konsept hvor du har en benplate som dytter støttene ned, samtidig som stolen blir dratt bakover. Her låses støtten i riktig posisjon. Viktig å ha avrundete kanter på fremste støtteben for å gjøre prosessen enkel og effektiv. |
| Fordeler: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Lett å montere - Kan gi god stabilitet |
| Ulemper: |
| <ul style="list-style-type: none"> - Er avhengig av en andreperson - Kan bli litt ustødig |



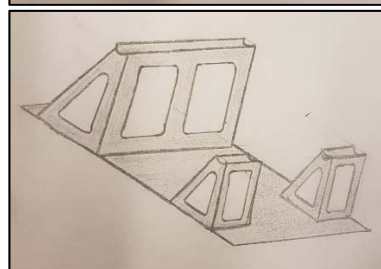
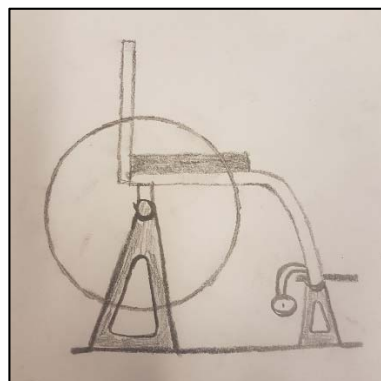
Tabell 25 - Løftemekanisme - Konsept 4

| |
|---|
| Beskrivelse: |
| En mekanisk jekke-løsning med innebygd tannhjul som kan justere høyden på rullestolen. Støtten er en tre-fot støtte som tar opp krefter i forskjellige akser. |
| Fordeler: |
| - Ikke avhengig av elektronikk |
| Ulemper: |
| - Kan bli ustabil |
| - Kan være vanskelig og få det synkront |



Tabell 26 - Løftemekanisme - Konsept 5

| |
|--|
| Beskrivelse: |
| En massiv støtte som er laget i for eksempel aluminium. Her plasserer man stolen oppå støtten. Støtten er designet til akslingen og benstøttene. |
| Fordeler: |
| - Er meget stabil |
| Ulemper: |
| - Vanskelig å frakte. |
| - Avhengig av støtteapparat ved opprigging. |
| - Vanskelig å finne den optimale posisjonen |



Tabell 27 - Løftemekanisme - Konsept 6

6.4 Diskusjon - konsepter

Konseptgenereringsfasen har gitt en portefølje av ulike konsepter som vil bearbeides videre inn i perioden fremover. Det er utarbeidet konsepter i forhold til de sentrale elementene som er nevnt i kapittel 3.1, skytebord, ryggstøtte og løftemekanisme.

Ved utarbeidelse av konsepter for et nytt skytebord er det lagt fokus i å ha et justerbart bord i horisontalplanet for at bordet enkelt skal kunne tilpasses de ulike utøverne og deres skyteposisjon. Tor Reksterberg, treneren til Paul Aksel Johansen nevnte blant annet under besøket på Ørlandet at Paul Aksel kan finne skytestillingen med albuen langt ute på kanten, det er derfor ønskelig med et bord som er justerbart slik at det kan vinkles ut i fra ønsket stilling. Skytebordet skal være enkelt å montere under oppriggingsfasen og gi god stabilitet under konkurranse. Det må videre vurderes om det skal ha en flate med kompressibelt material opptil 2cm, som nevnt i kapittel 3.2.1 eller om dette ikke er nødvendig.

Ryggstøtten har vært en utfordrende del under konseptgenereringen. Dette er delvis på grunnlag av manglende gode eksisterende løsninger og delvis på grunn av noe usikkerhet rundt fleksibiliteten til hvordan de kan utformes. Det er skissert tre ulike løsninger, hvorav potensialet for utvikling innenfor hver av de er stort. Det må tas hensyn til hvor høy ryggstøtten hver enkelt utøver kan benytte seg av, noe som bestemmes under klassifiseringen diskutert i kapitel 3.2.2. Det er viktig å kartlegge om det ønskes en stiv, fleksibel eller formstøpt ryggstøtte for videre utvikling.

Løftemekanismen er en sentral komponent og mye av fokuset er lagt på denne delen. Her er det flere spennende eksisterende løsninger. I denne delen er det flere muligheter og mange valg som må tas. Om løftemekanismen skal være separat fra stolen eller påmontert som en del av stolen er spørsmål som må stilles, det må også bestemmes om den skal være elektrisk, hydraulisk eller manuelt justerbar. Det er generert ulike konsepter med ulike løsninger til disse spørsmålene og det blir viktig å få testet dette opp mot spesifikasjonene. Det er viktig at løftemekanismen bidrar til god stabilitet slik at stolen er motstandsdyktig mot bevegelse, men også at den minimerer oppriggingstiden på standplass slik at skytterne ikke bruker unødvendig mye tid på denne delen, men kan fokusere på prøveskuddene. De manuelle løsningene som for eksempel konsept 5 med tannhjulsøsning er ofte mer pålitelige valg, mens løsninger med elektronikk ofte kan være en mer effektiv løsning hvis dette fungerer og økonomien tillater det.

7 Konklusjon

Gjennom prosjektoppgaven har hovedfokuset vært å skape et kunnskapsfundament for videre utvikling av en rullestol til bruk av paralympisk skyting. Historie, teknisk regelverk og eksisterende løsninger har blitt kartlagt og ut i fra dette har bruker- og produktspesifikasjon blitt utarbeidet, samt at konseptgenereringsfasen er påbegynt. Gjennom møtevirkosomhet, deltakelse på arrangement og litteratursøk er de viktigste parameterne kartlagt for videre arbeid. Et av spørsmålene som var essensielle i starten av prosjektet var om det skulle utvikles en hel stol eller hvilke deler og tilleggsutstyr som skal utvikles. Det er bestemt at det skal utvikles en stol kun beregnet for bruk i skytesituasjon, og de hverdagslige behovene er derfor neglisjerbare. Det skal utvikles nødvendig tilleggsutstyr som skal monteres på en rullestol for å oppnå ønsket konkurransefortrinn.

En rask og effektiv løftemekanisme kan være med på å redusere oppriggingstiden og skape en fordel ved at man får god tid til prøveskyting. Samtidig er det viktig å utvikle en stol som er stabil, med lite bevegelse, spesielt sideveis, og som gir et godt utgangspunkt for å finne riktig skyteposisjon hurtig mellom hvert skudd. Stabiliteten er noe som må tas hensyn til ved utarbeidelse av løftemekanismen. Denne kan være med å bidra til at stolen blir mer stabil og gir et bedre utgangspunkt for en god skyteposisjon. Ryggstøtten på skytestolen bør være både justerbar og avtakbar ettersom det er ulike regler for utformingen av ryggen, avhengig av funksjonsnedsettelse i ryggen og hvilke skyteposisjon det skal skytes i. Skytebordet bør være montert på stolen, fordelene med dette er å komme opp til en halv meter nærmere blinken som nevnt i kapittel 3.1.

Dessverre må det konkluderes med at produktspesifikasjonen ikke er ferdig utarbeidet, dette henger sammen med at det er utfordrende å finne gode målbare parametere, men også at det har vært utfordrende å skape et helhetlig bilde ved å ikke ha overvært et stevne. Totalt sett har det i dette prosjektet blitt fremstilt nødvendig bakgrunnsinformasjon, regelverk og skisser av ulike konsepter som skal jobbes videre med. Gjennom arbeidet har vi opparbeidet oss store kunnskaper om paralympisk skyting, hvor store forskjeller det er mellom utøvere og hvilke parametere som er sentrale i utviklingen av en skytestol.

8 Videre arbeid

Prosjektoppgaven danner grunnlaget for videre utarbeidelse av konsepter, prototyper og til slutt en funksjonell rullestol som er tilpasset paralympisk skyting. Som nevnt under kapittel 3 har det vært ønskelig å overvære et stevne i denne prosjektperioden. Dette lot seg dessverre ikke gjøre, men det er allerede avtalt å overvære et stevne i Alfhallen på Gardermoen, den 27, 28 og 29 desember. Her vil noen av de fremste skytterne i landet delta. Ved å delta her vil det hjelpe oss med å se de ulike utøvernes løsninger på ett sted ettersom de vanligvis er spredt rundt om i Norge. Dette skulle gjerne ha vært gjennomført før prosjektoppgaveinnlevering, men vil være et nyttig påfyll til den informasjonen vi allerede har tilegnet oss gjennom denne perioden og inn i påfølgende masteroppgave. I tillegg til det nevnte stevnet er det avtalt et møte med Stian Sørli-Rogne i løpet av romjulen. Stian er mannen til Heidi Sørli-Rogne, som er presentert i kapitel 4.3.1, og det er han som har bygd og modifisert utstyret som Heidi benytter seg av. Med bakgrunn i deltagelse på stevne og møte med Sørli-Rogne vil det antageligvis komme ny og nyttig informasjon angående de eksisterende løsningene, men også ønsker til fremtidig utstyr. Denne informasjonen skulle gjerne vært kartlagt på et tidligere tidspunkt, men det vil hjelpe oss i fullstendig utarbeidelse av produkt- og brukerspesifikasjon. I tillegg ser vi på det som en fordel at vi har utarbeidet et forslag som vi kan ta med på disse arrangementene og forhøre oss om våre tanker.

Når arbeidet med spesifikasjonene og konseptgenereringen er ferdiggjort vil det utvikles prototyper for de ulike funksjonene, og disse skal testes opp mot produktspesifikasjon og brukerspesifikasjon. Tidlig i masteroppgavearbeidet er det ønskelig at brukerspesifikasjonene er sendt ut til ulike utøvere for kategorisering, dette gjøres for å få et bedre innsyn i hva hver enkelt utøver mener er viktig å ta hensyn til og hva de ønsker skal forbedres.

Det vil avholdes NM rundt midten av mars, dette gir oss muligheter for å vise fram våre ferdigvurderte konsepter, og få tilbakemelding på disse. Hovedmålet er å være ferdig med konseptgenereringen og ha påbegynt eventuell prototypegenerering på dette tidspunktet. En viktig parameter kan være å begynne utarbeidelsen av prototyper tidlig i fase tre og fire nevnt i produktutviklingsmodellen slik at det kan itereres på disse for å få et optimalt sluttprodukt.

Referanseliste

- blogspot.com. (2016). SH2 - Stående skyting. Retrieved from <http://2.bp.blogspot.com/-64RcL2NciSc/UEOh8Mn6MDI/AAAAAAAAAqgQ/s3OCJkFfvA/s1600/03.jpg>
- Brittain, I. (2010). *The Paralympic Games explained*. London: Routledge.
- Brittain, I. (2016). *The Paralympic Games explained*
- china.org. (2016a). SH1 - Liggende skyting. Retrieved from http://china.org.cn/paralympics/2008-09/11/content_16434809.htm
- china.org. (2016b). SH2 - Liggende skyting. Retrieved from http://china.org.cn/paralympics/2008-09/09/content_16421835.htm
- Cooper, R. A., & De Luigi, A. J. (2014). Adaptive Sports Technology and Biomechanics: Wheelchairs. *PM&R*, 6(8), S31-S39. doi:10.1016/j.pmrj.2014.05.020
- Cooper, R. G., & Sommer, A. F. (2016). Agile-Stage-Gate: New idea-to-launch method for manufactured new products is faster, more responsive. *Industrial Marketing Management*. doi:10.1016/j.indmarman.2016.10.006
- Cooper, R. G., & Sommer, A. F. (2016). The Agile–Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. *Journal of Product Innovation Management*.
- Elverum, C. W. (2016, 10.10.2016). [Advanced Product Development].
- ffhtir.fr. (2016). Cedric Fevre. Retrieved from <http://ffhtir.fr/cedric/>
- folkestonejack.wordpress.com. (2016a). Matt Skelhon. Retrieved from https://folkestonejack.wordpress.com/2012/09/01/paralympic-shooting-at-the-royal-artillery-barracks/sh1_finals_03/
- folkestonejack.wordpress.com. (2016b). SH2 - Fjærstøtte. Retrieved from <https://folkestonejack.wordpress.com/tag/royal-artillery-barracks/#jip-carousel-6891>
- forum.home.news.cn. (2016). Cedric Fevre. Retrieved from http://forum.home.news.cn/detail_en.jsp?id=104608950
- gettyimages.no. (2016). Veronica Vadovicova heisemekanisme. Retrieved from <http://www.gettyimages.no/event/paralympics-day-1-shooting-82622521#libby-kosmala-of-australia-competes-in-the-finals-of-the-womens-r210m-picture-id82696992>
- Goosey-Tolfrey, V. (2010). Supporting the paralympic athlete: focus on wheeled sports. *Disability & Rehabilitation*, 2010, Vol.32(26), p.2237-2243, 32(26), 2237-2243. doi:10.3109/09638288.2010.491577
- Hofsrud, H. K. (2016). Shooting Technical Rules and Regulation, (2015). IPC-Shooting. (2016). Paralympic Sports A-Z: Shooting. Retrieved from <https://www.paralympic.org/shooting>
- IPC. (2016a). Official World Rankings 2016.
- IPC. (2016b). What is Shooting Para Sport? Retrieved from <https://www.paralympic.org/shooting/about>
- Johansen, P. A. (2016, 10.10.2016). [Besøk, Ørland].
- Melbø, M. (2016). Paul Aksel Johansen.
- myactivesg.com. (2016). Blink 25m og 50m rifle. Retrieved from <https://www.myactivesg.com/sports/shooting/how-to-play/shooting-for-beginners/target-standards-for-shooting>
- Myrset, B. (2016a). Leopold Dupp - Heisemekanisme.
- Myrset, B. (2016b, 18.11.2016). [Møte, NTNU].
- paralympic.org. (2016). Background to Vista. Retrieved from <https://www.paralympic.org/vista-2015/about/background>

- paralympics.org.uk. (2016). Shooting. Retrieved from <http://paralympics.org.uk/paralympicsports/shooting>
- Rienecker, L., Stray Jørgensen, P., Skov, S., & Landaas, W. (2013). *Den gode oppgaven : håndbok i oppgaveskriving på universitet og høyskole* (2. utg. ed.). Bergen: Fagbokforl.
- skyting.no. (2016). Skyting for funksjonshemmede. Retrieved from <http://www.skyting.no/rifle/skyting-for-funksjonshemmede/>
- Skytterforbund, N. (2016). Skyting for funksjonshemmede.
- Sommer, A. F., Hedegaard, C., Dukovska-Popovska, I., & Steger-Jensen, K. (2015). Improved Product Development Performance through Agile/Stage-Gate Hybrids: The Next-Generation Stage-Gate Process? *Research-Technology Management*, 58(1), 34-45.
- ssaa.org.au. (2016). SH1 - Stående skyting. Retrieved from <https://ssaa.org.au/news-resources/firearms-industry/first-time-paralympian-pitt-places-14th-in-10m-air-pistol/>
- Sørli-Rogne, H. (2016).
- Sørli-Rogne, S. (2016, 08.12.2016). [Telefonsamtale].
- Tobiassen, S. (2016a).
- Tobiassen, S. (2016b, 30.11.2016). [Mail].
- totallympics.com. (2016). Veronica Vadovicova. Retrieved from <http://totallympics.com/index.php?/topic/81-slovakia-national-thread/&page=14>
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2003). *Product design and development* (3rd ed. ed.). Boston: McGraw-Hill.
- zimbio.com. (2016). SH1 - Stående skyting. Retrieved from http://www.zimbio.com/pictures/kMSwRzO__PQ/2012+London+Paralympics+Day+1+Shooting/RZXh8CLMrWg/Natalie+Smith

11.2 Tilbakemelding på brukerspesifikasjoner

Brukerspesifikasjoner skytestol tilbakemelding Heidi Sørli-Rogne

Sett din karakter fra 1-5 hvor 5 er det som dere mener er det viktigste, og 1 er det dere mener er minst viktig. Er det noe som dere mener mangler, er det bare å kommentere under. Takk for hjelpen og tiden!

Komponentene er delt inn i fem hovedkategorier: Skytebord, selve rullestolen, ryggstøtte, sete og en løftemekanisme.

| Nr. | Komponent | Behov | Prioritering |
|-----|------------|---|--------------|
| 1.1 | Skytebord | Enkel montering på skytebanen | 4/5 |
| 1.2 | Skytebord | Mykt material på bordflaten | 1 |
| 1.3 | Skytebord | Vekt | 5 |
| 1.4 | Skytebord | Fastmontert i rullestol | 5 |
| 1.5 | Skytebord | Ben som går helt ned til gulv | 2 |
| 1.6 | Skytebord | Vinkel i det horisontale planet | 1 |
| 2.1 | Rullestol | Hverdagslig bruk | 5 |
| 2.2 | Rullestol | Avtakbare hjul | 4 |
| 2.3 | Rullestol | Sammenleggbare | 1 |
| 2.4 | Rullestol | Robust | 3 |
| 2.5 | Rullestol | Universalbruk – Passe til alle utøvere | 1 |
| 2.6 | Rullestol | Vekt | 3 |
| 2.7 | Rullestol | Fastmonterte deksler/skjermer over hjul | 1 |
| 2.8 | Rullestol | Justerbare håndtak for eventuell ledsager | 4 |
| 2.9 | Rullestol | Vinkling på hjulene | 1 |
| 3.1 | Ryggstøtte | Spesialtilpasset | 3 |
| 3.2 | Ryggstøtte | Justerbar i forhold til skyteposisjon | 3 |
| 3.3 | Ryggstøtte | Avtakbar | 1 |
| 3.4 | Ryggstøtte | Myk rygg | 4 |
| 3.5 | Ryggstøtte | Hard rygg | 1 |
| 4.1 | Sete | Komfort | 5 |

| | | | |
|------|----------------|---|-----|
| 4.2 | Sete | Kjølesystem for avkjøling ved høye temperaturer | 1 |
| 4.3 | Sete | Enkel å montere | 1 |
| 4.4 | Sete | Sensorer som indikerer god sitteposisjon | 1 |
| 4.5 | Sete | Støpt sete til hver enkelt bruker | 3 |
| 5.1 | Løftemekanisme | Enkel å montere | 4/5 |
| 5.2 | Løftemekanisme | Automatisert | 2 |
| 5.3 | Løftemekanisme | Inneholder ikke fluider. (Hydraulikkolje) | 4 |
| 5.4 | Løftemekanisme | Enkel å vedlikeholde | 4 |
| 5.5 | Løftemekanisme | Justerbar høyde | 4 |
| 5.6 | Løftemekanisme | Lang levetid | 4 |
| 5.7 | Løftemekanisme | Reduserer sideveis bevegelse | 5 |
| 5.8 | Løftemekanisme | Stabilitet | 5 |
| 5.9 | Løftemekanisme | Lønnsom/Ikke for dyr | 4 |
| 5.10 | Løftemekanisme | Forholder seg stiv ved vibrasjoner | 5 |

Kommentarer til de enkelte punktene:

1.4 Er egentlig litt usikker på hva du mener her. Det er viktig at bordet kan monteres på rullestolen, men det må være avtakbart så stolen kan brukes uten bord.

1.5 Det behøver ikke være ben som går ned til gulvet, men det forutsetter at det er en stabil løsning. (Husker du lastestroppene jeg brukte samt staget ned fra skytebordet til fotbøylen på stolen?)

2.5 Jeg tror du vil slite veldig med å finne en stol som passer til alle utøvere. Det må være mulig å tilpasse individuelt siden vi både har forskjellig lengde og bredde. Jeg tror nok det er viktig å ta utgangspunkt i en standard rullestol, f.eks en fra Panthera, som så tilpasses den enkelte individuelt. Disse stolene leveres i forskjellig bredde og kan tilpasses lengden til personen. Det er også en stor fordel om stolen er sånn at den kan brukes som vanlig rullestol når man er på reise så man slipper å måtte reise med to stoler.

Brukerspesifikasjoner skytestol tilbakemelding Paul Aksel Johansen

Sett din karakter fra 1-5 hvor 5 er det som dere mener er det viktigste, og 1 er det dere mener er minst viktig. Er det noe som dere mener mangler, er det bare å kommentere under. Takk for hjelpen og tiden!

Komponentene er delt inn i fem hovedkategorier: Skytebord, selve rullestolen, ryggstøtte, sete og en løftemekanisme.

| Nr. | Komponent | Behov | Prioritering |
|-----|------------|---|--------------|
| 1.1 | Skytebord | Enkel montering på skytebanen | 4 |
| 1.2 | Skytebord | Mykt material på bordflaten | 2 |
| 1.3 | Skytebord | Vekt | 5 |
| 1.4 | Skytebord | Fastmontert i rullestol | 5 |
| 1.5 | Skytebord | Ben som går helt ned til gulv | 3 |
| 1.6 | Skytebord | Vinkel i det horisontale planet | 1 |
| 2.1 | Rullestol | Hverdagslig bruk | 4 |
| 2.2 | Rullestol | Avtakbare hjul | 4 |
| 2.3 | Rullestol | Sammenleggbare | 1 |
| 2.4 | Rullestol | Robust | 5 |
| 2.5 | Rullestol | Universalbruk – Passe til alle utøvere | 3 |
| 2.6 | Rullestol | Vekt | 2 |
| 2.7 | Rullestol | Fastmonterte deksler/skjermer over hjul | 5 |
| 2.8 | Rullestol | Justerbare håndtak for eventuell ledsager | 3 |
| 2.9 | Rullestol | Vinkling på hjulene | 1 |
| 3.1 | Ryggstøtte | Spesialtilpasset | 5 |
| 3.2 | Ryggstøtte | Justerbar i forhold til skyteposisjon | 4 |
| 3.3 | Ryggstøtte | Avtakbar | 1 |
| 3.4 | Ryggstøtte | Myk rygg | 4 |
| 3.5 | Ryggstøtte | Hard rygg | 1 |
| 4.1 | Sete | Komfort | 4 |
| 4.2 | Sete | Kjølesystem for avkjøling ved høye temperaturer | 3 |
| 4.3 | Sete | Enkel å montere | 1 |

| | | | |
|------|----------------|---|---|
| 4.4 | Sete | Sensorer som indikerer god sitteposisjon | 5 |
| 4.5 | Sete | Støpt sete til hver enkelt bruker | 5 |
| 5.1 | Løftemekanisme | Enkel å montere | 5 |
| 5.2 | Løftemekanisme | Automatisert | 5 |
| 5.3 | Løftemekanisme | Inneholder ikke fluider. (Hydraulikkolje) | 3 |
| 5.4 | Løftemekanisme | Enkel å vedlikeholde | 4 |
| 5.5 | Løftemekanisme | Justerbar høyde | 1 |
| 5.6 | Løftemekanisme | Lang levetid | 4 |
| 5.7 | Løftemekanisme | Reduserer sideveis bevegelse | 3 |
| 5.8 | Løftemekanisme | Stabilitet | 5 |
| 5.9 | Løftemekanisme | Lønnsom/Ikke for dyr | 1 |
| 5.10 | Løftemekanisme | Forholder seg stiv ved vibrasjoner | 5 |

| | | | |
|---|-------------|-----------|------------|
| NTNU | Utsendte av | Nummer | Dato |
|  | HMS-avd. | HMSRV2001 | 02.02.2017 |
| HMS | Godkjent av | | Erstatter |
| | Rektor | | |

Kartlegging av risikofylt aktivitet

Enhet: Fakultet for ingeniørvitenskap, Institutt for maskinteknikk og produksjon

Dato: 02.02.2017 Linjeleder: Torgeir Welø

Deltakere ved kartleggingen (mv funksjon): Marius Melbø

(Ansv. veileder, student, evt. medveileder, evt. andre m. kompetanse)

Kort beskrivelse av hovedaktivitet/hovedprosess: Masteroppgave Marius Melbø. Utvikling av rullestol for bruk i paralympisk skyting

Er oppgaven rent teoretisk? (JA/NEI): Nei «JA» betyr at veileder innestår for at oppgaven ikke inneholder noen aktiviteter som

krever risikovurdering. Dersom «JA»: Beskriv kort aktiviteten i kartleggings skjemaet under. Risikovurdering trenger ikke å fylles ut.

Signaturer: Ansv. veileder: *Torgeir Welø* Student: *Marius Melbø*

| ID nr. | Aktivitet/prosess | Ansv. veileder | Eksisterende dokumentasjon | Eksisterende sikringsstiltak | Lov, forskrift o.l. | Kommentar |
|--------|---|---------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|-----------|
| 1 | Undersøkelser/Kartlegging av brukertrev, regler og ønsker | <i>Torgeir Welø</i> | | | | |
| 2 | Utlarbeidet prosjektrapport | | | | | |
| 3 | Innhenting/Testing av utstyr | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

11.3 Risikoanalyse

| | | | | |
|-----------------|------|-------------|-----------|------------|
| NTNU | NTNU | Utløst av | Nummer | Dato |
| HMS | | HMS-evt. | HMSRV2601 | 02.02.2017 |
| Risikovurdering | | Godkjent av | | Erstatter |
| | | Rektor | | |
| | | | | |

Enhet: Fakultet for ingeniørvitenskap, Institutt for maskinteknikk og produksjon
 Dato: 02.02.2017 Linjeleder: Torgeir Welø

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Marius Melbø
 (Ansv. Veileder, student, evt. medveiledere, evt. andre m. kompetanse)

Risikovurderingen gjelder hovedaktivitet: Master oppgave Marius Melbø. Utvikling av rullestol for bruk i paralympisk skyting

Signaturer: Ansv. linjeleder:

Student:

| ID nr | Aktivitet fra kartleggings-skjemaet | Mulig uønsket hendelse/ belastning | Vurdering av sannsynlighet (1-5) | Vurdering av konsekvens: | | | | Risiko-Verdi (menneske) | Kommentarer/status Forslag til tiltak |
|-------|--------------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------|----------------|-------------------------|--|
| | | | | Menneske (A-E) | Ytre miljø (A-E) | Øk./materiell (A-E) | Om-damme (A-E) | | |
| 1 | Undersøkelse: Regler, krav og ønsker | - Ryggproblemer - Senebetennelse - Søvnproublener - Underskudd på viktige vitaminer | 3 | A | A | A | A | A3 | - God kontorstol - Regelmessige pauser - Spise godt - Trene regelmessig - God kroppsholdning |
| 2 | Utløst arbeid: prosjektrapport | - Ryggproblemer - Senebetennelse - Søvnproublener - Underskudd på viktige vitaminer | 3 | A | A | A | A | A3 | - God kontorstol - Regelmessige pauser - Spise godt - Trene regelmessig - God kroppsholdning |
| 3 | Utløst arbeid/vesling av utstyr | - Ryggproblemer - Hjertesyrelse - Fingerskade - Hørselskader - Påkjørsel | 3 | B | A | A | B | B3 | - Sette seg inn i nødvendige forholdsregler. - Hørselvern - Følge trafikkregler |


Sannsynlighet vurderes etter følgende kriterier:

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Svært liten 1 | Liten 2 | Middels 3 | Stor 4 | Svært stor 5 |
| 1 gang pr 50 år eller sjeldnere | 1 gang pr 10 år eller sjeldnere | 1 gang pr år eller sjeldnere | 1 gang pr måned eller sjeldnere | Skår ukjentlig |

Konsekvens vurderes etter følgende kriterier:

| Gradering | Menneske | Ytre miljø Vann, jord og luft | Økologisk | Omdømme |
|---------------------|---------------------------------------|--|--|--|
| E Svært Alvorlig | Død | Svært langvarig og ikke reversibel skade | Drifts- eller aktivitetssjans > 1 år. | Troverdighet og respekt betydelig og varig svekket |
| D Alvorlig | Alvorlig personskade. Mulig uføret. | Langvarig skade. Lang restitusjonstid | Driftssjans $> 1/2$ år Aktivitetssjans i opp til 1 år | Troverdighet og respekt betydelig svekket |
| C Moderat | Alvorlig personskade. | Mindre skade og lang restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetssjans < 1 mnd | Troverdighet og respekt svekket |
| B Liten | Skade som krever medisinsk behandling | Mindre skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetssjans < 1 uke | Negativ påvirkning på troverdighet og respekt |
| A Svært liten | Skade som krever førstehjelp | Ubetydelig skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetssjans < 1 dag | Liten påvirkning på troverdighet og respekt |

Risikoverdi = Sannsynlighet x Konsekvens

Beregn risikoverdi for Menneske. Enheten vurderer selv om de i tillegg vil beregne risikoverdi for Ytre miljø, Økologisk/materiell og Omdømme. I så fall beregnes disse hver for seg.

Til kolonnen "Kommentarer/status, foreslag til forebyggende og korrigerende tiltak":

Tiltak kan påvirke både sannsynlighet og konsekvens. Prioriter tiltak som kan forhindre at hendelsen inntreffer, dvs. sannsynlighetsreducerende tiltak foran skjærpet beredskap, dvs. konsekvensreducerende tiltak.

| | | | | |
|---|--|-------------------------|---|------------|
| NTNU | | Utarbeidet av | Nummer | Dato |
|  | | HMS-avd. godkjent av | HMSRV2604 | 02.02.2017 |
| HMSIKS | | Rektor | | Erstatler |
| Risikomatrixe | | |  | |

MATRISE FOR RISIKOVURDERINGER ved NTNU

| | | | | | | |
|----------------------|-------------|--------------------|-------|---------|------|------------|
| | | KONSEKVENNS | | | | |
| | | Svært alvorlig | | | | |
| | Alvorlig | | | | | |
| | Moderat | | | | | |
| | Liten | | | ID 3 | | |
| | Svært liten | | | | | |
| | | Svært liten | Liten | Middels | Stor | Svært stor |
| SANNSYNLIGHET | | | | | | |

Prinsipp over akseptkriterium. Forklaring av fargene som er brukt i risikomatrixen.

| Farve | Beskrivelse |
|-------|---|
| Rød | Uakseptabel risiko. Tiltak skal gjennomføres for å redusere risikoen. |
| Gul | Vurderingsområde. Tiltak skal vurderes. |
| Grønn | Akseptabel risiko. Tiltak kan vurderes ut fra andre hensyn. |



Kartlegging av risikofylt aktivitet

| | | |
|---------------|-----------|------------|
| Utarbeidet av | Nummer | Dato |
| HMS-avd. | HMSRV2801 | 19.12.2016 |
| Godkjent av | | Erstatter |
| Raktør | | |



Enhet: Fakultet for ingeniørvitenskap, Institutt for maskinteknikk og produksjon
 Dato: 19.12.2016 Linjeleder: Torgeir Welø

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Marius Melbø
 (Ansv. veileder, student, evt. medveileder, evt. andre m. kompetanse)

Kort beskrivelse av hovedaktivitet/hovedprosess: Masteroppgave Marius Melbø. Utvikling av rullestol for bruk i paralympisk skyting

Er oppgaven rent teoretisk? (JA/NEI): Nei
 «JA» betyr at veileder innestår for at oppgaven ikke inneholder noen aktiviteter som krever risikovurdering. Dersom «JA»: Beskriv kort aktiviteten i kartleggingskjemaet under. Risikovurdering trenger ikke å fylles ut.

Signaturer: Ansv. veileder: *Torgeir Welø*

Student: *Marius Melbø*

| ID nr. | Aktivitet/prosess | Ansv. veileder | Eksisterende dokumentasjon | Eksisterende sikringstiltak | Lov, forskrift o.l. | Kommentar |
|--------|---|----------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|
| 1 | Flyreise Trondheim – Oslo, Oslo - Trondheim | | | | | |
| 2 | Biltur besøk Strømmen | | | | | |
| 3 | Biltur konkurranse Alf-hallen | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|-----------------|--|--|---------------|------------|---|
| NTNU | Risikovurdering | | | Utarbeidet av | Nummer | Dato |
|  | | | | HMS-avd. | HMSRV/2901 | 19.12.2016 |
| HMS | | | | Godkjent av | | Erstatter |
| | | | | Rektor | |  |

Enhet: Fakultet for Ingeniørvitenskap, Institutt for maskinteknikk og produksjon

Dato: 19.12.2016 Linjeleder: Torgeir Welo

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Marius Melbø

(Ansv. Veileder, student, evt. medveiledere, evt. andre m. kompetanse)

Risikovurderingen gjelder hovedaktivitet: Masteroppgave Marius Melbø. Utvikling av rullestol for bruk i paralympisk skyting

Signaturer: Ansv. Veileder: 

Student: 

| ID nr | Aktivitet fra kartleggings-skjemaet | Mulig uønsket hendelse/ belastning | Vurdering av sannsynlighet (1-5) | Vurdering av konsekvens: | | | | Risiko-Verdi (menneske) | Kommentarer/status Forslag til tiltak |
|-------|---|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------|----------------------|----------------|-------------------------|--|
| | | | | Menneske (A-E) | Ytre miljø (A-E) | Økt/ materiell (A-E) | Om-dømme (A-E) | | |
| 1 | Flyreise Trondheim – Oslo, Oslo - Trondheim | - Flykreusj | 2 | E | D | A | D | 2D | - Reise med et trygt, anerkjent flyselskap. - Følg med på sikkerhetsinstruksene |
| 2 | Biltur besøk Strømmen | - Personellskader - Kollisjon | 3 | D | C | C | C | 3C | - Ha respekt for trafikken - Følg fartsgrenser |
| 3 | Bilturn konkurransen Alf-hallen | - Personellskader - Kollisjon | 3 | D | C | C | C | 3C | - Ha respekt for trafikken - Følg fartsgrenser |



Risikovurdering



| | | |
|---------------|------------|------------|
| Utarbeidet av | Nummer | Dato |
| HMS-avd. | HMSRV/2601 | 19.12.2016 |
| Godkjent av | | Erstatter |
| Rektor | | |



Sannsynlighet vurderes etter følgende kriterier:

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Svært liten 1 | Liten 2 | Middels 3 | Stor 4 | Svært stor 5 |
| 1 gang pr 50 år eller sjeldnere | 1 gang pr 10 år eller sjeldnere | 1 gang pr år eller sjeldnere | 1 gang pr måned eller sjeldnere | Skjer ukjentlig |

Konsekvens vurderes etter følgende kriterier:

| Gradering | Menneske | Ytre miljø Vann, jord og luft | Øk/materiell | Omdømme |
|---------------------|---------------------------------------|--|--|--|
| E Svært Alvorlig | Død | Svært langvarig og ikke reversibel skade | Drifts- eller aktivitetsstans > 1 år. | Troverdighet og respekt betydelig og varig svekket |
| D Alvorlig | Alvorlig personskade. Mulig uføret. | Langvarig skade. Lang restitusjonstid | Driftsstans > ½ år Aktivitetsstans i opp til 1 år | Troverdighet og respekt betydelig svekket |
| C Moderat | Alvorlig personskade. | Mindre skade og lang restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetsstans < 1 mnd | Troverdighet og respekt svekket |
| B Liten | Skade som krever medisinsk behandling | Mindre skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetsstans < 1uke | Negativ påvirkning på troverdighet og respekt |
| A Svært liten | Skade som krever førstehjelp | Ubetydelig skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetsstans < 1dag | Liten påvirkning på troverdighet og respekt |

Riskoverdi = Sannsynlighet x Konsekvens

Beregn riskoverdi for Menneske. Enheten vurderer selv om de i tillegg vil beregne riskoverdi for Ytre miljø, Økonomi/materiell og Omdømme. I så fall beregnes disse hver for seg.

Til kolonnen "Kommentarer/status, forslag til forebyggende og korrigerende tiltak":

Tiltak kan påvirke både sannsynlighet og konsekvens. Prioriter tiltak som kan forhindre at hendelsen inntreffer, dvs. sannsynlighetsreduserende tiltak foran skjerpet beredskap, dvs. konsekvensreduserende tiltak.

**MATRISSE FOR RISIKOVURDERINGER ved NTNU**

| KONSEKVENNS | | | | | | |
|----------------|----------------------|-------|---------|------|------------|--|
| Svært alvorlig | | | | | | |
| Alvorlig | | ID 1 | | | | |
| Moderat | | | ID 2, 3 | | | |
| Liten | | | | | | |
| Svært liten | | | | | | |
| | Svært liten | Liten | Middels | Stor | Svært stor | |
| | | | | | | |
| | SANNSYNLIGHET | | | | | |

Prinsipp over akseptkriterium. Forklaring av fargene som er brukt i risikomatrixen.

| Farge | Beskrivelse |
|-------|---|
| Rød | Uakseptabel risiko. Tiltak skal gjennomføres for å redusere risikoen. |
| Gul | Vurderingsområde. Tiltak skal vurderes. |
| Grønn | Akseptabel risiko. Tiltak kan vurderes ut fra andre hensyn. |

| | | | |
|---|---------------|------------|------------|
| NTNU | Utarbeidet av | Nummer | Dato |
|  | HMS-avd. | HMSRFV2601 | 17.03.2017 |
| HMS | Godkjent av | | Erstatter |
| | Rektor | | |

Kartlegging av risikofylt aktivitet

Enhet: Fakultet for ingeniørvitenskap, Institutt for maskinteknikk og produksjon

Dato: 17.03.2017 **Linjeleder:** Torgeir Welo

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Marius Melbø
(Ansv. veileder, student, evt. medveileder, evt. andre m. kompetanse)

Kort beskrivelse av hovedaktivitet/hovedprosess: Masteroppgave Marius Melbø. Utvikling av nullstol for bruk i paralympisk skyting

Er oppgaven rent teoretisk? (JA/NEI): Nei *«Ja» betyr at veileder innestår for at oppgaven ikke inneholder noen aktiviteter som krever risikovurdering. Dersom «Ja»: Beskriv kort aktiviteten i kartleggingskjemaet under. Risikovurdering trenger ikke å fylles ut.*

Signaturer: Ansv. veileder: *Torgeir Welo* Student: *Marius Melbø*

| ID nr. | Aktivitet/prosess | Ansv. veileder | Eksisterende dokumentasjon | Eksisterende sikringstiltak | Lov, forskrift o.l. | Kommentar |
|--------|---|----------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|
| 1 | Flyreise Trondheim – Oslo, Oslo - Trondheim | | | | | |
| 2 | Biltur konkurranse Alf-hallen | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|-----------------|--|--|---------------|-----------|------------|
| NTNU | Risikovurdering | | | Utarbeidet av | Nummer | Dato |
|  | | | | HMS-avd. | HMSRVZ601 | 17.03.2017 |
| HMS | | | | Godkjent av | Erstatte | |
| | | | | Rektor | | |
|  | | | | | | |

Enhet: Fakultet for ingeniørvitenskap, Institutt for maskinteknikk og produksjon

Dato: 17.03.2017 Linjeleder: Torger Welo

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Marius Melbø
(Ansv. Veileder, student, evt. medveiledere, evt. andre m. kompetanse)

Risikovurderingen gjelder hovedaktivitet: Masteroppgave Marius Melbø. Utvikling av rullestol for bruk i paralympisk skyting

Signaturer: Ansvarlig veileder:

[Handwritten signature]
Student: *[Handwritten signature]*

| ID nr | Aktivitet fra kartleggings-skjemaet | Mulig uønsket hendelse/ belastning | Vurdering av sannsynlighet (1-5) | Vurdering av konsekvens: | | | Risiko-Verdi (menneske) | Kommentarer/status Forslag til tiltak |
|-------|---|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------|-------------------------|---|
| | | | | Menneske (A-E) | Ytre miljø (A-E) | Øk/ materiell (A-E) | | |
| 1 | Flyreise Trondheim – Oslo, Oslo - Trondheim | - Flykassj | 2 | E | D | A | D | 2D - Reise med et trygt, anerkjent flyselskap. - Følge med på sikkerhetsinstruksene |
| 2 | Bilturn konkurranse Alf-hallen | - Personellskader - Kollisjon | 3 | D | C | C | C | 3C - Ha respekt for trafikken - Følg fartsgrensene |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | | | | |
|---|--|---------------|-----------|---|
| NTNU | | Utarbeidet av | Nummer | Dato |
|  | | HMS-avd. | HMSRV2801 | 17.03.2017 |
| HMS | | Godkjent av | | Erstatter |
| | | Rektor | |  |

Risikovurdering

Sannsynlighet vurderes etter følgende kriterier:

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Svært liten 1 | Liten 2 | Middels 3 | Stor 4 | Svært stor 5 |
| 1 gang pr 50 år eller sjeldnere | 1 gang pr 10 år eller sjeldnere | 1 gang pr år eller sjeldnere | 1 gang pr måned eller sjeldnere | Sjker ukentlig |

Konsekvens vurderes etter følgende kriterier:

| Gradering | Menneske | Ytre miljø Vann, jord og luft | Øk/materiell | Omdømme |
|---------------------|--|--|--|---|
| E Svært Alvorlig | Død | Svært langvarig og ikke reversibel skade | Drifts- eller aktivitetstetns > 1 år. | Troverdigheit og respekt betydelig og varig svekket |
| D Alvorlig | Alvorlig personskade. Maling utførhet. | Langvarig skade. Lang restitusjonstid | Driftstetns > ½ år Aktivitetstetns i opp til 1 år | Troverdigheit og respekt betydelig svekket |
| C Moderat | Alvorlig personskade. | Mindre skade og lang restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetstetns < 1 mnd | Troverdigheit og respekt svekket |
| B Liten | Skade som krever medisinsk behandling | Mindre skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetstetns < 1uke | Negativ påvirkning på troverdigheit og respekt |
| A Svært liten | Skade som krever førstehjelp | Ubetydelig skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetstetns < 1dag | Liten påvirkning på troverdigheit og respekt |

Risikoverdi = Sannsynlighet x Konsekvens

Beregn risikoverdi for Menneske. Enheten vurderer selv om de i tillegg vil beregne risikoverdi for Ytre miljø, Økonomimateriell og Omdømme. I så fall beregnes disse hver for seg.

Til kolonnen "Kommentarer/status, forslag til forebyggende og korrigerende tiltak":

Tiltak kan påvirke både sannsynlighet og konsekvens. Prioriter tiltak som kan forhindre at hendelsen inntreffer, dvs. sannsynlighetsreducerende tiltak foran skjerpet beredskap, dvs. konsekvensreducerende tiltak.



Kartlegging av risikofylt aktivitet

| | | |
|---------------|-----------|------------|
| Utarbeidet av | Nummer | Dato |
| HMS-ansv | HMSRV2801 | 27.04.2017 |
| Godkjent av | | Erstatler |
| Rektor | | |



Enhet: Fakultet for Ingeniørvitenskap, Institutt for maskinteknikk og produksjon

Dato: 02.02.2017 Linjeleder: Torgeir Welø

Deltakere ved kartleggingen (mv funksjon): Marius Melbø

(Ansv. veileder, student, evt. medveiledere, evt. andre m. kompetanse)

Kort beskrivelse av hovedaktivitet/hovedprosess: Masteroppgave Marius Melbø. Utvikling av rullestol for bruk i paralympisk skyting

Er oppgaven rent teoretisk? (JA/NEI): Nei «JA» betyr at veileder innestlar for at oppgaven ikke inneholder noen aktiviteter som

kraver risikovurdering. Dersom «JA»: Beskriv kort aktivitetsten i kartleggingskjemaet under. Risikovurdering trenger ikke å fylles ut.

Signaturer: Ansvartlig veileder:

Student:

| ID nr. | Aktivitet/prosess | Ansvartlig | Ekisterende dokumentasjon | Ekisterende sikringsiltak | Lov, forskrift o.l. | Kommentar |
|--------|-------------------|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|
| 1 | Sveisling | | | | | |
| 2 | Dreiling | | | | | |
| 3 | Frasing | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|-----------------|--|--|-------------|------------|------------|
| NTNU | Risikovurdering | | | Utskedet av | Nnummer | Dato |
|  | | | | HANS-avd | HANS:V2801 | 27.04.2017 |
| HANS | | | | Godkjent av | | Erstatning |
| | | | | Revisor | | |

Enhet: Fakultet for ingeniørvitenskap, Institutt for maskinteknikk og produksjon

Dato: 02.02.2017 LInjeleder: Torger Webø

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Marius Melbø

(Ansv. Veileder, student, evt. medveileder, evt. andre m. kompetanse)

Risikovurderingen gjelder hovedaktivitet: Mastetroppgave Marius Melbø. Utvikling av rullestol for bruk i paralympisk skyting

Signaturer: Ansvarlig veileder:

Torger Webø
Student: *Marius Melbø*

| ID nr | Aktivitet fra kartleggings-skjemaet | Mulig ubøysket hendelse/ belastning | Vurdering av sannsynlighet (1-5) | Vurdering av konsekvens: | | | Risiko-Verdi (menneske) | Kommentarer/status Forslag til tiltak |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------|-------------------------|---|
| | | | | Menneske (A-E) | Ytre miljø (A-E) | ØK/ materiell (A-E) | | |
| 1 | Sveiting | - Sveieskjold - Ytre skader | 3 | C | B | A | C | 3C - Ventetider som sveieskjold, drakt, hanske etc. - Ha respekt for utstyr |
| 2 | Dreiling | - Personellleder | 3 | C | B | A | C | 3C - Ventetider - Ha respekt for utstyr |
| 3 | Prøving | - Personellleder | 3 | C | B | A | C | 3C - Ventetider - Ha respekt for utstyr |

| | | | | | | |
|---|---|--|--|----------------|-----------|------------|
| NTNU |  | <h2 style="text-align: center;">Risikovurdering</h2> | | Utført/bedt av | Numerer | Date |
| HÅS | | | | HÅS-ansv. | HÅSRV2001 | 27.04.2017 |
| | | | | Godkjent av | | Ersatt/er |
| | | | | Revisor | | |
|  | | | | | | |

Sannsynlighet vurderes etter følgende kriterier:

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Svært liten 1 | Liten 2 | Middels 3 | Stor 4 | Svært stor 5 |
| 1 gang pr 50 år eller sjeldnere | 1 gang pr 10 år eller sjeldnere | 1 gang pr år eller sjeldnere | 1 gang pr måned eller sjeldnere | Sylt ukjentlig |

Konsekvens vurderes etter følgende kriterier:

| Gradering | Menneske | Ytre miljø Vann, jord og luft | Økoterrell | Omdømme |
|---------------------|--|--|--|---|
| E Svært Alvorlig | Dead | Svært langvarig og tilke reversibel skade | Drifts- eller aktivitetstans > 1 år. | Troverdighet og respekt betydelig og varig svekket |
| D Alvorlig | Alvorlig personskade. Mulig uførhet. | Langvarig skade. Leng restitusjonstid | Driftstans > ½ år Aktivitetstans i opp til 1 år | Troverdighet og respekt betydelig svekket |
| C Moderat | Alvorlig personskade. | Mindre skade og lang restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetstans < 1 mnd | Troverdighet og respekt svekket |
| B Liten | Skade som krever medisinsk behandling | Mindre skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetstans < 1uke | Negativ påvirkning på troverdighet og respekt |
| A Svært liten | Skade som krever førstehjelp | Ubetydelig skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetstans < 1dag | Liten påvirkning på troverdighet og respekt |

Risikoverdi = Sannsynlighet x Konsekvens

Beregn risikoverdi for Menneske. Enheten vurderer selv om de i tillegg vil beregne risikoverdi for Ytre miljø, Økonomi/materiell og Omdømme. I så fall beregnes disse hver for seg.

Til kolonnen "Kommentarer/status, forslag til forebyggende og korrigerende tiltak":

Tiltak kan påvirke både sannsynlighet og konsekvens. Prioriter tiltak som kan forhindre at hendelsen inntreffer, dvs. sannsynlighetsreduserende tiltak foran skjernet beredskap, dvs. konsekvensreduserende tiltak.

| | | | | | | |
|---------|---|---------------|-------------------------|------------|------------|---|
| NTNU |  | Risikomatrise | utarbeidet av | Nummer | Dato |  |
| HMS/IKS | | | HMS-avd. godkjent av | HMS/RV2904 | 27.04.2017 | |

MATRISE FOR RISIKOVURDERINGER ved NTNU

| KONSEKVENNS | | | | | |
|-------------|----------------|-------|----------------|------|------------|
| | Svært alvorlig | | | | |
| Alvorlig | | | | | |
| Moderat | | | • IDI, 2, 3 | | |
| Liten | | | | | |
| Svært liten | | | | | |
| | Svært liten | Liten | Middels | Stor | Svært stor |
| | SANNSYNLIGHET | | | | |

Prinsipp over akseptkriterium. Forklaring av fargene som er brukt i risikomatriisen.

| Farge | Beskrivelse |
|-------|---|
| Rød | Uakseptabel risiko. Tiltak skal gjennomføres for å redusere risikoen. |
| Gul | Vurderingsområde. Tiltak skal vurderes. |
| Grønn | Akseptabel risiko. Tiltak kan vurderes ut fra andre hensyn. |