

Konstruksjon og Prototypebygging av rommaskinsete for handikappet utøver

Ola Tomter Kyrkjebø

Produktutvikling og produksjon

Innlevert: juni 2015

Hovedveileder: Knut Einar Aasland, IPM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for produktutvikling og materialer

MASTEROPPGAVE VÅR 2015
FOR
STUD.TECHN. OLA TOMTER KYRKJEBØ

**KONSTRUKSJON OG PROTOTYPEBYGGING AV ROMASKIN-SETE FOR
HANDIKAPPET UTØVER**

Design and prototyping of row-machine seat for handicapped athlete

Kandidaten har i sin prosjektoppgave gjort forarbeid for å utvikle et sete til romaskiner som er tilpasset utøvere med lammelser i beina. I første omgang er det meningen at det skal kunne bedre treningsforholdene for Birgit Skarstein fram mot Paralympiske Leker i Rio i 2016, men tanken er at dette skal være et generelt anvendbart sete som skal kunne selges til treningssentere slik at de skal ha et tilbud til handikappede som ønsker å trene.

Oppgaven utføres i samarbeid med Skeno AS.

I oppgaven skal kandidaten:

- Videreutvikle produktkravspesifikasjon for setet og seteinnfestingen
- Finne løsninger på alle funksjoner og delfunksjoner i samsvar med god produktutviklingsmetodikk
- Konstruere alle komponenter og beskrive alle strukturer
- Bygge funksjonsmodeller etter behov
- I den grad tida tillater det: Bygge en prototype av det endelige produktet

Formelle krav:

Senest 3 uker etter oppgavestart skal et A3 ark som illustrerer arbeidet leveres inn. En mal for dette arket finnes på instituttets hjemmeside under menyen masteroppgave (<http://www.ntnu.no/ipm/masteroppgave>). Arket skal også oppdateres en uke før innlevering av masteroppgaven.

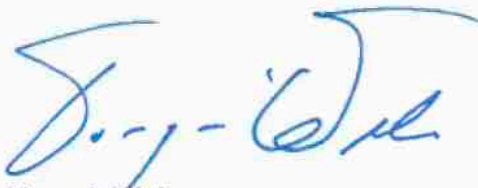
Risikovurdering av forsøksvirksomhet skal alltid gjennomføres. Eksperimentelt arbeid definert i problemstilling skal planlegges og risikovurderes innen 3 uker etter utlevering av oppgavetekst. Konkrete forsøksvirksomhet som ikke omfattes av generell risikovurdering skal spesielt vurderes før eksperimentelt arbeid utføres. Risikovurderinger skal signeres av veileder og kopier skal inngå som vedlegg til oppgaven.

Besvarelsen skal ha med signert oppgavetekst, og redigeres mest mulig som en forskningsrapport med et sammendrag på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, innholdsfortegnelse, etc. Ved utarbeidelse av teksten skal kandidaten legge vekt på å gjøre teksten oversiktlig og velskrevet. Med henblikk på lesning av besvarelsen er det viktig at de

nødvendige henvisninger for korresponderende steder i tekst, tabeller og figurer anføres på begge steder. Ved bedømmelse legges det stor vekt på at resultater er grundig bearbejdet, at de oppstilles tabellarisk og/eller grafisk på en oversiktlig måte og diskuteres utførlig.

Besvarelsen skal leveres i elektronisk format via DAIM, NTNUs system for Digital arkivering og innlevering av masteroppgaver.

Kontaktpersoner ved Skeno AS: Anders Seim og Peder Kjærnli



Torgeir Welo
Instituttleder



Knut Aasland
Faglærer



NTNU
Norges teknisk-
naturvitenskapelige universitet
Institutt for produktutvikling
og materialer

FORORD

Denne masteroppgaven er gjennomført ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) ved institutt for produktutvikling og materialer (IPM). Prosjektet er også i samarbeid med Senter for idrettsanlegg og teknologi (SIAT) og Skeno AS. Oppgaven teller 30 studiepoeng og er en videreføring av prosjektoppgave "Romaskinprosjekt" (10.1, Prosjektoppgave) gjennomført høst 2014, på 15 studiepoeng.

Prosjektet er et utviklingsprosjekt av utstyr til personer som ikke kan oppnå god sittestilling på romaskin og trenger et annet sete for å kunne bruke dette treningsverktøyet. Skeno AS har tidligere utviklet setet som Birgit Skarstein bruker i sin konkurransébåt, og som hun tok gullmedalje med under VM i Amsterdam 2014. Det nye setet har Birgit et ønske om å bruke på romaskinen hun trener på. Det er tenkt at prosjektet skal tjene hennes ønske om å bruke dette setet på en Concept2 romaskin i satsingen mot Paralympics. På sikt skal hennes sete være utgangspunktet til et kommersielt produkt for personer med behov for en annen sittestilling for trening på romaskin.

Takk til Knut Einar Aasland, for veiledning ved IPM. Alle venner og familie som har lest igjennom teksten underveis. Anders Seim og Peder Kjærnli som eksterne veiledere i Skeno AS. Spesielt til Anders, for korrekturlesing. All opplæring og hjelp du har gitt meg har vært viktig for min gjennomføring av denne masteroppgaven.

Om Birgit når målet om gull i Paralympics gjenstår å se. Jeg er veldig glad for at jeg fikk være med og håper selvfølgelig på edelt metal!

Ola Kyrkjebø

Trondheim, juni 2015

SAMMENDRAG

Denne produktutviklingsoppgaven har til hensikt å gi Birgit Skarstein et økt treningsutbytte. Hun vil bruke sete montert i konkurransebåten på romaskin i treningsperioden mot de Paralympiske leker i Rio De Janeiro 2016. Målet er å ta gullmedalje. Romaskinsetet skal på sikt bli et kommersielt produkt som skal være til hjelp for personer med behov for en annen sittestilling. Setesystemet som blir tilrettelagt for romaskin til Birgit skal være utgangspunktet for dette. Festemekanismen som er blitt utviklet vil være tilstrekkelig for henne slik at hun får bedre trening.

Primærbehovet til Birgit er en god total funksjon for bruk som øker treningsutbytte. Birgit skal kunne bruke setesystemet uten hjelp. Sekundære behov er enkel montering, helst uten verktøy for fastlåsing av setesystemet på robommen. Justering av de individuelle delene i setesystemet skal kunne gjøres i robommens lengderetning for å oppnå ønsket sitteposisjon. Transportering av setesystemet skal gjøres med bag. Derfor skal festemekanismen ikke være for stor med hensyn til plass og vekt. Det stilles også krav til komfort, der utøver ikke skal ha mulighet til å skade seg selv på setet og sitteposisjonen skal alltid føles behagelig. Holdbarheten må være tilstrekkelig slik at den trenger minimalt med vedlikehold, samtidig skal festemekanismen utformes med så enkle deler som mulig av aluminium for en rask og rimelig produksjon.

Et konsept for fastholding ble definert, funksjonsmodellen ble testet på testrigg og gav et tilfredsstillende resultat. Konseptet fikk navnet "brakettefestet" og to Prototyper ble bygget med funksjonsmodellen som underlag. Fra Prototype 1 til 2 har det blitt gjennomført en videreutvikling av utformingen til brakettefestet. Hovedsakelig er det brakettleppen som har gjennomgått en forandring for hver Prototype, denne viser seg å være kritisk for å oppnå godt kontaktrykk mellom robommen og båtsetet.

Birgit er veldig fornøyd med festemekanismen som ble presentert og testet. Prototypene gav ytterlig informasjon for forbedringer etter test med utøver og det er flere punkter som det må gjøres mer arbeid på. Ny utforming av brakettleppe må testes ut for å bekrefte at den gir en bedre funksjon. Stropp for tilstramming og festing av brakettefestet må gjennomgå en fullstendig vurdering. Ny plassering av reim for fastholding rundt livet på sitteflaten må også vurderes.

Kravene som Birgit har bekreftet eller avkreftet vil stå gjeldende for kommersielt produkt inntil det blir gjort brukerundersøkelser med potensielle personer for å se om de er riktige. Eventuelt om det er andre behov som ikke er blitt oppdaget.

ABSTRACT

This master thesis is a product development undertaking with a purpose to give Birgit Skarstein an improved basis for exercise with her new fitted boat seat on a Concept2 rowing machine. Her target is a gold medal in Paralympics Rio De Janeiro 2016. On a long term timeline the rowing seat is meant to become a product to people with need of different seating for use on a rowing machine. Brigit's seating system is the starting point of this commercial product. The developed fastening mechanism will be sufficient for Brigit's needs, and she will achieve a higher degree of exploitation from her rowing sessions

The primary need is a product with a total function that is sufficient and increases the value of training. It is important that Birgit can operate without assistance. Secondary needs are simple mounting and locking without tools. Desired seating position must be achieved through adjustments of the individual parts rowing machine beam direction. Transport of the seating system is completed with a bag, this means the fastening mechanism is constrained by weight and can not build too much in spacing. The seat must be comfortable and injuries created from the seating system can not occur. Maintenance must be kept to a minimum and a durable construction is desirable. Parts of fastening mechanism should consist of simple pieces, short assembly time is essential to keep costs at a fair level.

Defined concept was tested as a function model on a test rig. Satisfied by the result, fastening mechanism was named "bracket fastening" and two prototypes were built with function model in mind. The development through prototype 1 and 2 is focused on designing the bracket lip, this feature is critical to achieve a sufficient contact pressure between the rowing machine beam and boat seat.

A try out of prototype 1 with Birgit was accomplished, her perception gave a positive statement that the solution will suffice. Test proved different improvements had to be made, new design of bracket lip needs testing to confirm a better function of the fastening mechanism. Evaluation of fastening- and removing strap fixed on bracket remains, as well a new placement of waist harness.

User demands either confirmed or disproved by Birgit is current regarding commercial product until specified user tests are completed and confirmation of needs and user demands. Maybe new undiscovered demands appear.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	3
1.1	Betydning av setesystem som et produkt for VB	3
1.1.1	Rekruttering til pararoing	3
1.1.2	Roing som trening og dens effekt	4
1.1.3	Behov for trening	4
1.1.4	Bedret psykisk tilstand	4
1.1.5	Aktuelle diagnoser av funksjonshemninger	4
1.2	Masteroppgave vår 15	5
1.2.1	Problemstilling	5
1.2.2	Visjon og misjon	5
1.3	Metodikk for produktutvikling av festemekanisme skjematisk	5
1.3.1	Illustrasjon av gjennomført arbeid i masteroppgave	6
2	Behov	7
2.1	Grunnbehov	7
3	Bruksanalyse av hele setesystemet	8
3.1	Primær brukssituasjon	8
3.1.1	Krefter under henting av tak	8
3.1.2	Sitteposisjon og høydeanslag	9
3.1.3	Knevinkel	10
3.2	Sekundære brukssituasjoner	11
3.2.1	Krefter ved på- og avstigning	11
3.2.2	Montering og plassering av setesystemet	11
3.2.3	Fastlåsing og justeringsmuligheter	12
3.2.4	Komfort	13
3.2.5	Vedlikehold	13
3.3	Øvrige behov	14
3.3.1	Vekt	14
3.3.2	Tilkomst	15
3.3.3	Regler	15
3.3.4	Design	16
3.3.5	Robusthet	16
3.3.6	Produksjon	16
4	Produktkravspesifikasjon	17
4.1	Funksjon	17
4.2	Montering	20
4.3	Fastlåsing	21
4.4	Justering	22
4.5	Transport	23
4.6	Komfort	23
4.7	Vedlikehold	23
4.8	Øvrige behov	24
5	Konseptutvikling av feste mellom sitteflaten og robom	26
5.1	Testing	26
5.2	Hovedtrekk for innfesting av sitteflate på robom	27
5.3	Fastlåsing og justering i samme funksjon	28
5.4	Delfunksjoner som festemekanismen må oppfylle	28
5.5	Funksjonsmodell 1: Brakettfeste	29
5.5.1	Test av kontaktrykk	29
5.5.2	Delresultat 1 av Brakettfeste	30
5.5.3	Videreføring av Brakettfeste	30

5.5.4	Funksjonstest av Brakettfeste	30
5.5.5	Delresultat 2 av Brakettfeste	30
5.6	Mulige Komponenter til Prototyp	31
5.6.1	Kopling av brakettfestet til sitteflaten	31
5.6.2	Utforming av brakettleppe.....	32
5.6.3	Tilstrammingsmekanisme for kontakttrykk.....	33
5.7	Prototype 1 Brakettfeste i Aluminium	34
5.7.1	Delresultat 3	35
5.7.2	Test av Prototype 1 Brakettfeste i Aluminium med BS	36
5.8	Prototype 2 Brakettfestet i Aluminium	37
5.8.1	Delresultat 4	38
5.8.2	Test av Prototype 2 Brakettfeste i Aluminium uten BS.....	38
6	Oppfyllelse av krav	39
6.1	Funksjon i Bruk.....	39
6.2	Montering.....	40
6.3	Fastlåsing	40
6.4	Justering	41
6.5	Transport	41
6.6	Komfort.....	41
6.7	Vedlikehold	42
6.8	Øvrige behov	42
7	Videre arbeid	43
7.1	Generelle endringer av Setesystemet.....	43
7.1.1	Endring i sitteflate- og knestruktur	43
7.1.2	Festepunkt for romaskinhåndtak (årefeste).....	43
7.2	Endringer til BS sitt treningssete	43
7.2.1	Brakettleppe: Ny utforming.....	43
7.2.2	Låsing av brakett.....	44
7.2.3	Stropp for tilstramming og avtaking av brakett	44
7.2.4	Festepunkt for reim på sitteflate.....	45
7.2.5	Ny innfesting for bryststropp i Ryggstøtte	45
7.3	Kommersielt rosete	46
7.3.1	Frigjøring av plass	46
7.3.2	Heving av sitteflate	46
7.3.3	Brukertest av setesystemet med utvalg av VB.....	46
8	Avslutning og evaluering av gjennomført arbeid	47
8.1	Start av prosjekt og målsetting Masterprosjekt 2015	47
8.2	Kommersielt setesystem.....	47
8.3	Bygging av funksjonsmodell og Prototyper	47
8.4	Formulering av tekst i oppgave	48
8.5	Konklusjon masterprosjekt	48
9	Kilder	49
10	Vedlegg	51
10.1	Prosjektoppgave	51
10.2	Masterkontrakt	75
10.3	Risikovurdering	77

FIGUROVERSIKT

Figur 1: Oversikt over arbeid og videre prosjekt.	3
Figur 2 Arbeidsmetodikk.	6
Figur 3 Birgit sin posisjon av båtsetet på robom.	9
Figur 4 Målepunkter for beinlengde.	10
Figur 5 Bilde hentet fra (Icon100, 2015)	20
Figur 6 Bilde hentet fra (123RF, 2015)	24
Figur 7 Bilde hentet fra (Bingoforum, 2015).....	25
Figur 8 Testtrigg (ombygget "rigg" fra PO).....	26
Figur 9 Plass under sitteflaten.	27
Figur 10 Prinsippet for brakettefestet på. testtrigg.	29
Figur 11 "Brakettlepper".....	29
Figur 12 Bøyd brakett.	29
Figur 13 Forsterket brakett.....	29
Figur 14 Bevegelig brakett.....	30
Figur 15 Fastholdt brakett.	30
Figur 16 Plassering av festepunkt på aluminiumprofil i sitteflatestruktur.....	31
Figur 17 Mulige profiler for utforming av Brakett.	32
Figur 18 L- og U-profil rundt flens.	32
Figur 19 Mekanismer for tilstramming av brakett.....	33
Figur 20 L-profil mellom brakettprofilene.	34
Figur 21 Brakettprofil (1) og utfrest emne (2).....	34
Figur 22 Økt kontaktflate i brakettleppe, Gule piler angir økt prinsipiell lengde.....	34
Figur 23 Prototype 1 Brakettefeste, prøving på aluminiumrigg av bevegelse til løs brakett (rød pil).....	35
Figur 24 Skruefeste med hendel.	35
Figur 25 Birgit Skarstein under test av Prototype 1.....	36
Figur 26 Vridning av brakettene brukt på ryggstøttestrukturen, legg merke til sølvteip brukt for å ha fastholding av den ene braketten.	36
Figur 27 Utbøying av brakettleppe med tilstrammet skrue.	37
Figur 28 Skrånende brakettleppe <i>med</i> nedsenkning (Pkt. 1, gul markering) av skrånende flate.	37
Figur 29 Ny utforming av brakett på ryggstøtte.	37
Figur 30 Skrånende brakettleppe uten nedsenkning (gul markering).....	43
Figur 31 Eksempel på låsing av fiksert brakett.....	44
Figur 32 Eksempel på tilstrammingsfunksjon med stropp festet til løs brakett.....	44
Figur 33 Nye festepunkter for stropp rundt livet på sitteflaten.....	45
Figur 34 Forlengelse av ryggstøtte. Plassering av dagens festepunkt (2). Område for ny plassering (1).....	45
Figur 35 Heving av bryststropp (markert i brunt).....	45
Figur 36 Endre bakre støttestruktur i ryggstøtten.	46

1 Innledning

Dette prosjektet tar utgangspunkt i arbeid tidligere gjennomført og det anbefales å lese kapittel 1,2,3,5 og 6 (10.1 Prosjektoppgave) for å få et innblikk i hva som er starten på dette prosjektet, hva som er gjennomført av arbeid og for å få en innføring på ordterminologi av komponentene som brukes i oppgaven.

Forkortelser brukt i oppgaven:

BS- Birgit Skarstein.

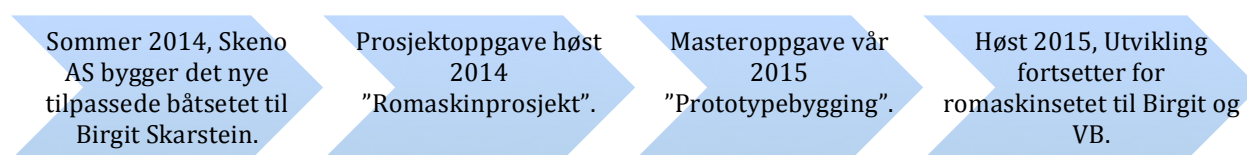
VB- Vanlig bruker av kommersielt setesystem.

PO- Prosjektoppgave, "Romaskinprosjekt"

PKS- Produktkravspesifikasjon.

I prosjektoppgaven (10.1 PO) ble behovene for setesystemet kartlagt og en bruksanalyse med hensyn til BS ble startet. Denne ble ikke fullført og inn i masteroppgaven er det BS og oppfyllelse av hennes behov som er hovedfokuset. Oppgaven ble i samarbeid med Skeno AS definert til å finne behov, eventuelt redefinere behov og fullføre produktkravene så langt det lar seg gjøre i en PKS (4 Produktkravspesifikasjon). Videre skulle det sees på en festemekanisme mellom båtsetet (Bilde 2 Birgits nye komplette sete, 1.2, Prosjektoppgave) og robommen (Bilde 3 Concept2 Model E Indoor Rower PM5 , PO), for så å lage funksjonsmodell. Til slutt å bygge en Prototype og gjennomføre test av denne. Optimalt skal BS kunne trene med dette produktet etter endt prosjekt.

Romaskinprosjektet skal på sikt bli et kommersielt produkt, og underveis i arbeidet med BS sitt setesystem skulle dette ligge i bakhodet, så lenge deres behov for tilpasset sittestilling vil være tilsvarende BS sin situasjon. Erfaringer fra BS sitt sete skal brukes videre inn i arbeidet med et kommersielt setesystem.



Figur 1: Oversikt over arbeid og videre prosjekt.

1.1 Betydning av setesystem som et produkt for VB

1.1.1 Rekruttering til pararoing

For personer med funksjonsnedsettelse som vurderer å begynne med pararoing kan det tenkes at terskelen for å dra til en roklubb for å prøve og ro, er høy. Om det hadde vært et setesystem tilgjengelig for romaskin på et treningssenter antas terskelen for å prøve pararoing, ikke bare øvelser i apparatur, som betraktelig mindre. Hovedargumentet er at en slipper å dra langt for å finne ut om dette er en form for trening som kan være givende, og en slipper å få en dårlig første erfaring med en ekte båt på vann hvis man i utgangspunktet er skeptisk til dette.

Et annet aspekt er kostnaden ved å slippe å kjøpe seg en sculler (konkurranserobåt brukt i pararoing). Disse er svært dyre, og dette kan være en begrensende faktor for å ikke ville prøve sporten, på lik linje med andre utstyrskrevede aktiviteter.

1.1.2 Roing som trening og dens effekt

Roing er en allsidig treningsform der bevegelsene i henting av tak og selve åretaket gir stort utslag i kjernemuskulaturen i rygg og buk samtidig (The Biomechanics of Rowing, 2015). Påkjenningen av bevegelsen styres av den fysiske formen roeren har og vil uansett bidra positivt for økt aktivitetsnivå, styrke i muskler, ledd og utholdenhet.

1.1.3 Behov for trening

For personer med funksjonsnedsettelse vil ikke behovet for trening være noe mindre enn for funksjonsfriske. Fra Helsedirektoratet (Helsedirektoratet, 2015) anbefales det for en voksen person å trene minst 150 minutter med moderat intensitet per uke, eller minimum 75 minutter med høy intensitet per uke. Dette er et minimumskrav, og begrunnelsen ligger i at fysisk aktivitet fremmer god helse og er et viktig virkemiddel i forebygging og behandling av over 30 ulike diagnoser og tilstander.

1.1.4 Bedret psykisk tilstand

Et scenario kan beskrives med personer som har vært utsatt for ulykker, sykdom eller andre hendelser som medfører en kroppslig funksjonsnedsettelse. De vil kunne få en reaksjon som følge av endringen i livet. På sikt kan dette føre til vanlige psykiske lidelser som angst og depresjon av den nye tilværelse en blir kastet inn i. Det finnes informasjon og forskning som viser til at fysisk aktivitet gir positiv effekt på milde og moderate former av depresjon (Martinsen, 2000)

1.1.5 Aktuelle diagnoser av funksjonshemninger

Det er viktig å ta hensyn til at personer med behov for annen sittestilling kan ha ulik kroppsfasong enten det er en skade eller medfødt misdannelse. En optimal løsning vil dekke behovet for alle som er bevegelseshemmet. Definisjonen hva bevegelseshemning er tar utgangspunkt i formuleringen:

”Problemer med bevegelse og kraftutvikling – Årsakene kan være mange og det kan være medfødte eller ervervede skade eller sykdom. Det kan også være sykdommer eller skader som er knyttet til det å bli eldre” (NIF, 2010).

Et utdrag av spesifikke diagnoser som kunne ha hatt behov for et slikt setesystem kan deles inn i forskjellige grupper: *Medfødte eller ervervede deformiteter i muskel- og skjellettsystemet* som tar for seg dysmeli, medfødt tilstand der det er underutvikling i bein og armer. Sammen med personer som har amputasjoner, spesielt beinamputasjon, vil dette være en høyaktuell gruppe. *Deformiteter i ledd, rygg og bekken* er personer som enten har medfødt eller pådratt seg en skade igjennom sykdom eller ulykke i ledd, rygg eller bekken. *Muskelsykdommer* gir muskelsvakhet og muskelsvinn som vil føre til kraftsvikt. Denne typen sykdom virker i muskelgrupper og sjelden på enkeltmuskler. *Sykdom og skade i perifere nerver* er skade ved avriving, kraftige slag og dårlig blodsirkulasjon. Dette er personer som kan ha midlertidige lammelser eller en

varig nerveskade. Andre spesifikke diagnoser kan være Multippel Sklerose, Cerebral Parese og Ryggmargsbrokk.

Slik som det nye båtsetet (Bilde 2, PO) er utformet i dag, er det lår-/ knestøtten som den viktigste delen for stabilitet forutsatt at en har knær som kan støttes opp. Det kan tenkes at setesystemet ikke vil ha en god nok funksjon for personer som er beinløse og/ eller mangler deler av bekken. Dette produktet vil ikke passe alle typer funksjonshemninger, men det skal higes etter at det treffer så mange som mulig.

1.2 Masteroppgave vår 15

1.2.1 Problemstilling

Problemstillingen på masteroppgaven er noenlunde lik problemstillingen i PO (1.4, PO). Hovedforskjellen er at vi skal lage et produkt som skal brukes av flere brukere og ikke bare BS.

"Det skal utvikles en festemekanisme til båtsetet som tilfredsstillter Birgit sine krav, slik at hun får en høyere treningskvalitet på romaskin inn mot Paralympics i Rio 16"

1.2.2 Visjon og misjon

Visjon: Birgit Skarstein skal vinne gull i Paralympics Rio 2016.

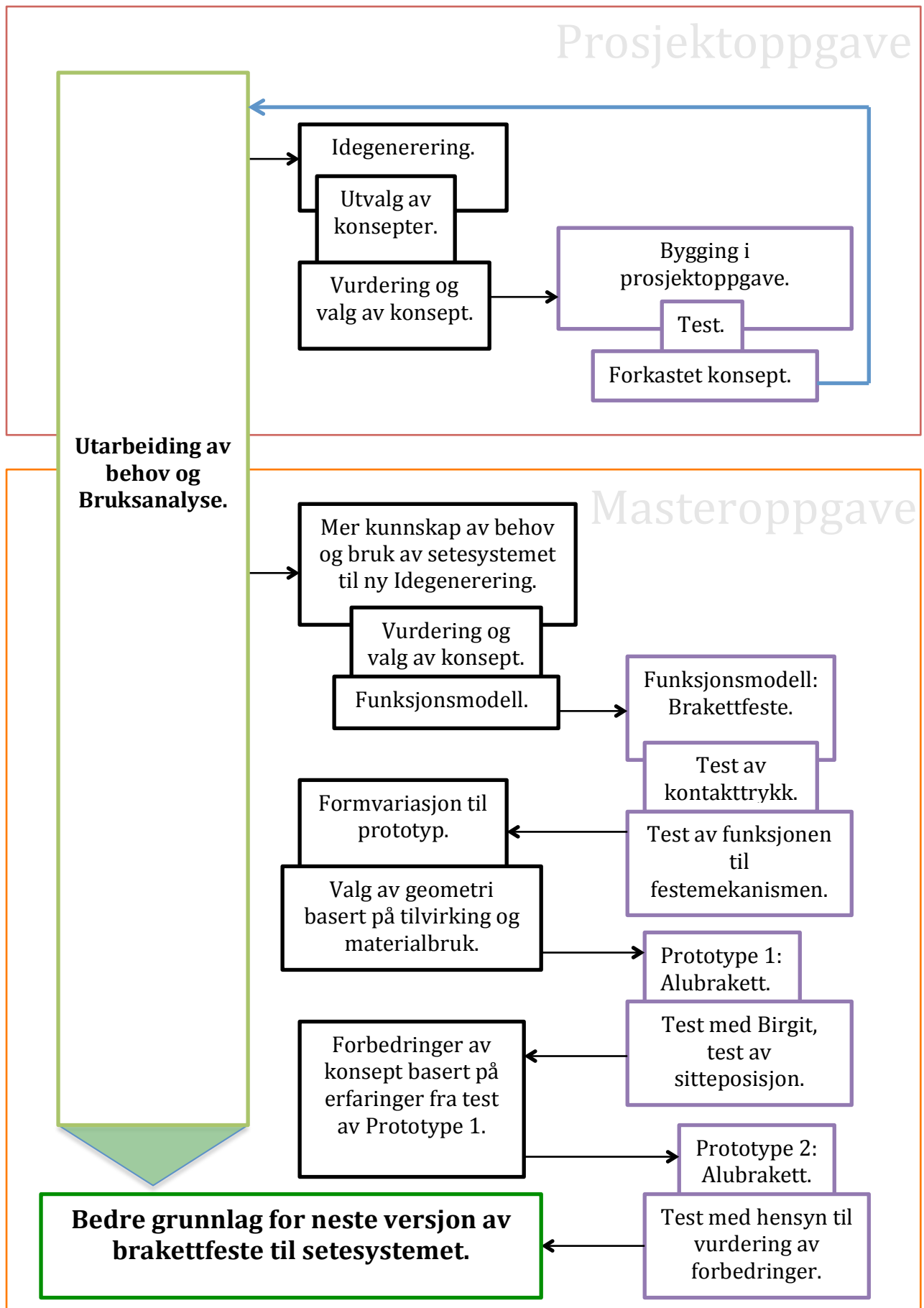
Misjon: Fortsette kartleggingen av Birgits behov og bekrefte disse. Undersøke om behovene er overførbare til et kommersielt produkt. Utvikle et konsept og bygge prototyp.

1.3 Metodikk for produktutvikling av festemekanisme skjematisk

Metodikken for produktutvikling som er brukt i denne masteroppgaven ligner på IPM modellen (Grave, 2010) med en analyse for behov, konseptutvikling og vurdering av konsept. Det har blitt lagt størst vekt på å gjøre kontinuerlig testing for å ta modellen videre steg for steg etter å ha valgt konsept. Igjennom prosjektoppgaven (10.1) ble hovedsakelig grunnlaget for konseptet laget basert på ideer, tegning og bygging gjennomført. Kapittel 0 tar for seg valgt konsept og bygging.

Det har vært en veksling mellom praktisk arbeid som bygging og testing. Nye impulser og erfaringer fra dette hjalp til å finne forbedringer på utformingen. Dette bidro til å sette mer presise krav enn de som var satt tidligere i Prosjektoppgaven (10.1), og ikke minst bekrefte at det er reelle krav til bruker.

1.3.1 Illustrasjon av gjennomført arbeid i masteroppgave



Figur 2 Arbeidsmetodikk.

2 Behov

Behovene utarbeidet i 2.1 vil være gjeldende for BS og det kommersielle setesystemet. Det tar utgangspunkt i behovene satt i PO med en liten endring, til at G3 "fastlåsing" har blitt lagt til som et nytt grunnbehov. G7 Holdbarhet har blitt endret til G7 Vedlikehold.

2.1 Grunnbehov

- G1 Funksjon i bruk: Oppnå best mulig treningskvalitet og øke treningsutbyttet. (Primært behov).
- G2 Montering: Skal gjøres uten eller med få verktøy. Må være enkel å gjennomføre. (Sekundært behov).
- G3 Fastlåsing: Setesystemet skal ha en låsmekanisme for fastholding på robommen. (Sekundært behov).
- G4 Justering: Utøver skal kunne endre sittestilling under trening og sitte i sin egen ønskede posisjon. (Sekundært behov).
- G5 Transport: Skal kunne transporteres hensiktsmessig av utøver. (Sekundært behov).
- G6 Komfort: Utøver skal ikke få slitasjeskader eller lignende av å bruke setesystemet. (Sekundært behov).
- G7 Vedlikehold: Systemet skal tåle en hel vintersesong (trening kun på romaskin) med mindre vedlikehold. (Sekundært behov).
- G8 Vekt, tilkomst regler, design, sikkerhet og produksjon. (Øvrige behov)

3 Bruksanalyse av hele setesystemet

I kapittel 5, PO er det startet på en bruksanalyse av hele setesystemet. Denne var i hovedsak rettet mot BS og var ut i fra hvordan hun i en tenkt situasjon angrep de forskjellige brukssituasjonene. Det vil refereres til gjennomført test av Prototype 1 i 5.7.2 og det vil bli tatt stilling til om det som er tenkt ut i teorien gir et riktig bildet på den faktiske treningssituasjonen. Samtidig som det også henvises til test av Prototype 2, 5.8.2 som er en iterasjon videre av Prototype 1. Deler av BS sin brukssituasjon kan vi videreføre til produktet for VB, hvis det er en forskjell her vil dette også bli forklart. Brukerkravet vil ha enten BS, VB, Skeno AS eller annet etter seg. Meningen er at dette skal vise til hvem som stiller kravet.

3.1 Primær brukssituasjon

3.1.1 Krefter under henting av tak

Brukerkrav: Sikker fastspenning av setet systemet. BS, VB.

Sitteflaten skal aldri løsne fra robommen under trening.

Påkjeningen som opptrer i festet når utøveren gjennomfører et rotak har en dimensjonerende kraft lik 1,2kN (5.1.2, PO), og er hentet fra en undersøkelse utvalg av profesjonelle- og hobbyroere. Denne vil være tilstrekkelig med hensyn for dimensjonering i forhold til det kommersielle setet.

Med bakgrunn i at festet mellom setesystemet og robommen skal kunne tåle dimensjonerende kraft, vil det være uhensiktsmessig med et design som tåler mindre i en retning. Geometrien burde gjøres så enkel som mulig, gjerne symmetrisk slik at det tåler samme påkjening i robevegelsen (Bilde 18, 5.1.1, PO). En kan argumentere for at dette er en tilstrekkelig løsning så lenge det ikke gir et produkt som veier for mye.

Etter at setesystemet var fastmontert var det etter test 5.7.2 og 5.8.2 klart at innfestingen tåler kreftene som oppstår under roing med BS.

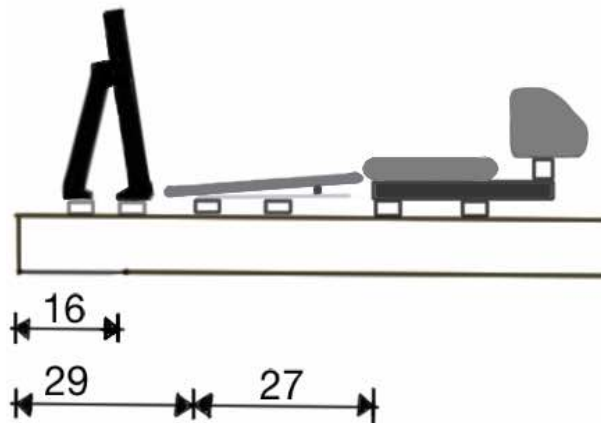
3.1.2 Sitteposisjon og høydeanslag

Brukerkrav: Rommaskinen skal ikke demonteres. VB.

Setesystemet skal monteres uten at det eksisterende rullestet på rommaskinen må demonteres.

Til nå har BS brukt et sete fra Wintech (WinTech, 2014)(1.2, PO). For å oppnå en tilstrekkelig sittestilling med Wintech-setet er rullestet fjernet på grunn av plassmangel på robommen.

I PO ble det vurdert at det er god nok plass til å ha rullestet bakerst på robommen for BS, basert på antagelser og en tidlig posisjonstest med de individuelle delene (Bilde 2, 1.2, PO). Dette stemmer ikke etter gjennomført test med BS og det er heller ikke et krav hun vil stille til setesystemet da hun i hovedsak kommer til å trene på *egen* rommaskin som står på Toppidrettssenteret i Oslo. Hennes oppmålte posisjon i Figur 3 viser plasseringen av båtsetet.



Det å ha rullestet fastmontert er et krav som blir viktig med tanke på et fremtidig kommersielt produkt. Begrunnelsen for dette er at setesystemet skal også brukes på rommaskiner som benyttes av funksjonsfriske.

Montering og plassering må gjøres i sammenheng med de individuelle faktorene som kroppshøyde, fasong og eventuell funksjonshemming. Samtidig er det beinlengden som vil være mest førende om det er plass til en person eller ikke. To personer kan ha samme høyde, men stor forskjell i lengdene på lår og legger. Med bakgrunn i dette finnes det ikke en sittestilling som er universell, må det settes noen veiledende føringer for plassering til gitt høyde. Man unngår da for store justeringer må til for å finne en posisjon som føles god nok etter at utøver er fastspent i setet.

Tanken var at setesystemet skal kunne brukes av alle personer uavhengig av høyde, men det har kommet frem etter undersøkelse med brakettfestet (5.7) montert på rommaskinen at det er en høydebegrensning for å oppnå en god sittestilling. Den ene testeren hadde en høyde på 182 centimeter, og fant nesten, men ikke en fullstendig god sitteposisjon som fungerte. Testperson nummer to, med høyde 170 centimeter, fant en god posisjon. Den maksimale høyden på en person kan være, med et forbehold, opptil 178 centimeter med setesystemet montert og rullestet i bakre ende av robommen. Over dette vil det bli for spiss knevinkel slik at beina ikke hviler i kne-/lårstøtten og det vil bli en glippe som gjør at innspenningen rundt beina ikke tjener sin hensikt, samtidig som posisjonen ikke føles rett. Forslag til frigjøring av plass utdypes i 7.3.1.

3.1.3 Knevinkel

Brukerkrav: Behagelig sitteposisjon. BS, VB.

Setesystemet skal gi utøver en knevinkel som er behagelig å trene med.

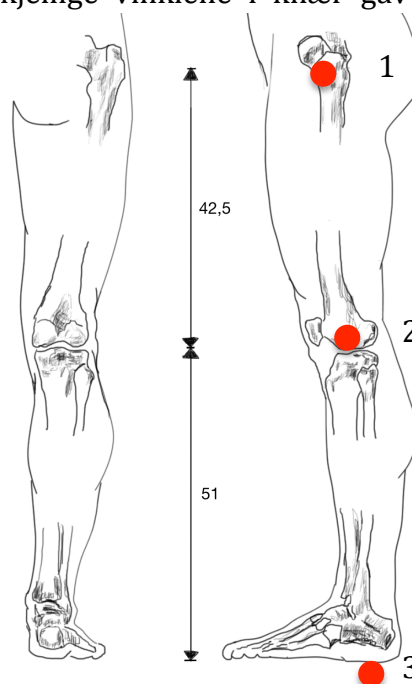
Vurdering av hvilken knevinkel som passer for en person er vanskelig å si eksakt. Det er en individuell bedømmelse om følelsen er riktig eller ikke. En toppidrettsutøver som BS vil ha brukt mye tid på å finne den posisjonen som gir best "feeling" for roing under konkurranse og trening. Under test 5.7.2 fant BS sin posisjon utformingen av festet 5.7.

For en person med behov for en annen sitteposisjon er det viktig at de finner en posisjon kjapt så de kan komme i gang med trening uten å bruke for mye tid på dette. Derfor er det viktig å kunne gi en beskrivelse på hva som er god sittestilling for VB.

Vinkelanslaget ble gjort ved å bruke sitteflaten på rombommen og prøve 15-20 rotak. Poenget her var å kjenne om de forskjellige vinklene i knær gav en forskjellig opplevelse av roingen

Total lengde av bein ble målt ved å sitte rakrygget inntil en vegg med strake ben langs gulvet, for så å måle avstanden fra vegg til hel. Denne målemetoden er lik den som ble brukt for å måle beinlengder for kjelkehockeylandslaget (Kjærnli, Seim, Ålgård, & Kvasheim, 2013). Lårlengden er målt fra hoftebeinkant Pkt. 1 (Figur 4) til rotasjonspunktet på siden av kne Pkt. 2 (Figur 4). Lengden av legg ble målt fra rotasjonspunkt til gulv stående Pkt. 3 (Figur 4).

Kroppsdel	Mål i cm
Total lengde bein	111
Lårlengde	42,5
Legglengde	51



Figur 4 Målepunkter for beinlengde.

Denne testen resulterte i at sittestillingen føles best når beina er mer strake en bøyde. Med spisse knær er man nødt til å løfte håndtaket over knærne, noe som er upraktisk. Her påpekes det at målingen har noe unøyaktighet, men den gir en indikasjon på riktig vinkel mål. Konklusjonen av vinkelanslaget er at beinvinkelen bør ligge mellom 100 til 140 grader under roing på romaskin med det nye setesystemet. Dette ble bekreftet av BS under test 5.7.2.

3.2 Sekundære brukssituasjoner

3.2.1 Krefter ved på- og avstigning

Brukerkrav: Tåle vekten av BS og VB. BS, VB.

Setesystemet skal tåle påkjenningene forårsaket av vekten til alle personer som har behov for en annen sitteposisjon på romaskin.

Tidligere anslag om krefter ved på- og avstigning (5.2.1, PO) tar utgangspunkt i BS sin vekt. Det nye anslaget tok utgangspunkt i en høyere vekt som passer både kvinner og menn, og det ble sett på øvre tillatt personvekt til treningsapparater som ergometersykel (spinningsykel), løpemøller og Concept2. Disse oppgir en maksimalvekt på utøver fra 120 til 130 kg (AMF, 2014) på ergometersykler og romaskin (Concept2, USA, 2014). For løpemøller er 150 kg satt som øvre grense, mulig fordi her er det større påkjenning på utstyret igjennom løpebevegelsen som er brå og mer aggressiv enn robevegelsen (5.1.1, PO). I samråd med Anders Seim er maksimal vekt for setesystemet satt til 100 kg fordi vi ikke har så kraftige påkjenninger på setesystemet som ved løping, og fordi produktet skal i første omgang dimensjoneres til BS som har en vekt under kravet. Det føles også ut som et fornuftig krav til vekt for VB, med bakgrunn i gjennomsnittsvekt for vernepliktige ligger i underkant av 80 kg for menn (Vernepliktsverket, 2011). Det er grunn til å tro at enkelt rullestolbrukere vil ligge over gjennomsnittet naturlig eller på grunn av inaktivitet som følge av funksjonshemmingen.

Det tenkes at en ugunstig belastning på selve sitteflaten og tilhørende feste kan oppstå enten når utøver sitter i setesystemet og kommer i ubalanse under roing eller når utøver skal forflytte seg fra rullestol og opp i setet. Kraften fra utøver vil gi et torsjonsmoment (5.2.1, PO) i festet når massepunktet av utøver ikke virker normalt på robommens midtpunkt. Festet må holde ved slike eventuelle påkjenninger. Det er rimelig å anta at den største påkjenningen vil skje når utøver skal opp i sitteflaten og ned fra den. Denne antagelsen går ut ifra vekten av utøver blir fordelt på kne-/ lårstøtte og ryggen når utøver sitter i riktig sittestilling i setesystemet. Setesystemet satt godt fast og løsnet ikke når BS satte seg på sitteflaten, ved test av Prototype 1 (5.7.2).

3.2.2 Montering og plassering av setesystemet

Brukerkrav: Enkel montering av delene. BS, VB.

Setesystemet skal ha en intuitiv montering av delene, den skal være selvforklarende og enkel å forstå.

Et viktig poeng for alle som skal bruke setesystemet er at de selv skal forstå hvordan det skal fastsettes på robommen. Intuitiv montering betyr at det er selvforklarende hvordan en skal plassere ryggstøtten, sitteflaten og kne-/ lårstøtten. BS brukte kort tid på å skjønne hvordan delene skulle festes ved test av Prototype 1. Det viktigste for henne er at monteringen kan gjennomføres raskt og uten knoting som opptar treningstid. Utformingen anses som intuitiv i forhold til BS og hennes bruk. Om dette er tilfellet med andre aktuelle brukere av setet må det mer undersøkelser til med et riktig utvalg av potensielle personer som vil ha nytte av et slik sete.

3.2.3 Fastlåsing og justeringsmuligheter

Brukerkrav: Justering av setesystemet. BS, VB.

Setesystemet skal kunne ha muligheten for justering i bommens lengderetning av sitteflate, knestøtte og rygg.

Brukerkrav: Delene skal kunne låses. BS, VB.

Etter at justeringen av posisjon er gjennomført skal delene kunne låses fast med håndkraft som gir tilstrekkelig feste.

Brukerkrav: Vinkeljustering av ryggstøtten. BS, VB.

Ryggstøtten skal ha mulighet for vinkeljustering.

Siden delene (Bilde 2, 1.2 PO) skal kunne flyttes med utøver fastspent sittende, må det være en enkel måte å få løsnet og låst delene fast. Det skal ikke være nødvendig med verktøy og da er alternativet håndkraft som vil gi en tilstrekkelig klemmekraft. Det å ha samme mekanisme for innfesting på robommen og for justering tenkes å være mest praktisk for å ikke gjøre konstruksjonen for fastlåsing overkomplisert og for å bygge minst i vekt og plass. Den må være plassert lett tilgjengelig slik at personen som skal bruke setesystemet når mekanismen sittende i setet og fra rullestol.

Under test (5.7.2) brukte BS noen minutter på flytte på delene før hun fant den riktige plasseringen av setesystemet, det vil si at posisjonen stemte med det hun er vant med i båt. Det var ikke store justeringer som skulle til og hun klarte å skyve delene mens hun satt uten nevneverdige problemer. Siden hun har muligheten til å gjøre klare markeringer på romaskinen vil hun kunne oppnå den samme sittestillingen hver gang setesystemet monteres. Med dette i bakhodet argumenteres det for at hun ikke trenger å ha en mekanisk justeringsfunksjon, hun får gjort de nødvendige justeringene tilstrekkelig slik brakettfestet er utformet. Før test var det et spørsmål om BS krevde en mekanisk justering eller om forskyving med håndkraft var tilstrekkelig. Om det viser seg at dette er et behov som stilles til kommersielt sete, må det sees på hvordan dette kan løses med brakettfeste og hvilke eksisterende løsninger finnes for lengdejustering.

3.2.3.1 Justering av ryggvinkel

Ryggvinkelen må kunne justeres i et passende intervall fordi enkelte av VB vil være nødt til å ha støtte i ryggen igjennom hele robevegelsen (Bilde 18, 5.1.1, PO). Her er det tenkt at personer som ikke klarer å sitte oppreist uten støtte skal finne en posisjon som er behagelig ved hjelp av muligheten for vinkeljustering av ryggen. Det kan også tenkes at enkelte VB kan sitte uavhengig av støtte i ryggen og kan bruke setesystemet uten ryggstøtte. Personer som har fysiske utfordringer som gjør det vanskelig å bruke rullestol kan være aktuelle. Dette må undersøkes mer med en test av aktuelle personer.

Etter prøving har intervall for ryggvinkel blitt satt til fra 50 til 70 grader for et kommersielt sete. BS finner en god ryggvinkel in dette intervallet.

3.2.4 Komfort

Brukerkrav: Setesystemet skal være behagelig å bruke. BS, VB.

Det skal føles komfortabelt og trygt, det skal ikke være mulig å skade seg i form av akutte- og slitasjeskader.

Brukerkrav: Universelt utformet sitteflate. VB, Skeno AS.

Sitteflaten skal passe alle de aktuelle brukerne med hensyn til forskjellig fasonng på rumpe og hoftebredde.

BS er kjent med utformingen. Hun har vært med under utviklingen av det nye båtsetet (Bilde 2, 1,2, PO) slik at det har blitt, mer eller mindre, etter hennes preferanser. For henne er det et komfortabelt nok og dette ble bekreftet under testing 5.7.2

Komfort vil ha størst betydning for et kommersielt produkt og for VB. Deres opplevelse skal være at de sitter godt uten skader kan forkomme. Samtidig må sitteflaten og knestøtten være utformet slik at den passer til flest mulig, på sikt bør sluttproduktet betegnes som et universelt utformet setesystem.

3.2.5 Vedlikehold

Brukerkrav: Tåle en vintersesong med begrenset vedlikehold. BS, Skeno AS, Treningssenter.

Setesystemet skal kunne brukes en hel vintersesong (innesesong) med trening på romaskin med begrenset vedlikehold.

Når vintersesongen begynner, varierer med vær og vind. En innesesong defineres fra midt i oktober til midt i april, 6 måneder. BS oppgir antall treningstimer gjennomført på romaskin til 3 timer per uke om sommeren og 9 timer per uke om vinteren. Hvis vedlikeholdsrutinen for Concept2 skal følges (3.6, PO) vil et naturlig intervall for lett vedlikehold være hver 5 uke om vinteren der sjekk av løse muttere og tilstramming av skruer kan være aktuelt å gjennomføre. Og hver tredje måned under sommersesong.

250 timer tilsvarer cirka 28 uker med 9 timer trening i uken, derfor kan vi sette at grundig vedlikehold må gjøres hvert halve år. Slitasje av skum og de langsiktige virkningene for av- og påmontering med brakettfestet vil være interessant å dokumentere og evaluere.

BS bør orienteres om at det kan oppstå uoppdagede problemer når setesystemet brukes for fullt. Dette må meldes til Skeno AS raskt, for å finne årsaken og finne måter å fikse det på.

3.3 Øvrige behov

3.3.1 Vekt

Brukerkrav: Lavest mulig vekt. BS, VB, Skeno AS.

Setesystemet skal ikke veie mye mer enn båtsetet, det skal ikke føles tungt å løfte og håndtere.

Del	Vekt i kg
Ryggstøtte	1,51
Sitteflate	0,98
Lår-/ knestøtte	1,54
Totalvekt setesystem	4,05

For å kunne si noe om hva som vil være en maksimal vekt på setesystemet med tilhørende fester, har det blitt gjort en test med manualer sittende i rullestol. Meningene med dette var å få en følelse på hva som ble oppfattet som tungt. Testen gikk ut på å holde forskjellige manualer og strekke armene ut og ned på siden av rullestolen som utøver må gjøre ved montering. Som representant for VB med gjennomsnittlig styrke vil min vurdering om vekt passe for alle potensielle VB. En kan også tenke seg at personer med nedsatt funksjon i bein eller ingen funksjon i bein, vil være vant til å bruke overkropp mer enn personer uten nedsatt førlighet og vil derfor ha en større styrkekapasitet.

Etter å ha testet med 5-,6-,7- og 8 kg kom jeg frem til at ved 8 kg begynte det å føles for tungt å håndtere, spesielt med utstrakte armer. Med 8 kg manualer i fanget føltes det også litt upraktisk og rulle rundt i rullestol siden vekten ikke blir fordelt på fanget i en hensiktsmessig bag. Her vil det være mulig å ha enda høyere vekt under frakt i rullestol, men det er en selvfølge at lav vekt er enklere å håndtere.

Maksimal totalvekt av setesystemet vil ha størst betydning når en frakter det i bag, siden hver del vil bli montert individuelt fra rullestol. De enkelte delene har en vekt som er uproblematisk å håndtere for personer med vanlig førlighet i armene. Som *konklusjon* på testen ble det satt et vektkrav på at setesystemets totalvekt skal ikke overstige 5 kg.

Prototypene (5.7, 5.8) som er blitt bygget ville ha bidratt med en økt vekt på henholdsvis 0,7 og 0,9 kg. Samlet så har vi hittil med utformingen gjort holdt oss under 5 kg.

BS opplevde ikke vekten av hele setesystemet med påsatt brakettfeste (5.7), løftet i en enhet, som tungt. For fremtidige versjoner vil det være mulig å legge på mer vekt uten at det skal utgjøre et problem for henne, om det skulle være nødvendig.

3.3.2 Tilkomst

Brukerkrav: Enkelt å komme seg opp og ned ifra setesystemet. VB, BS.

Skal ikke føles noe mer anstrengende å komme til og fra setesystemet enn opp i rullestol.

Rullesetet på romaskinen har en høyde på 40 cm målt fra gulvet til oversiden av rullesetet. Sitteflaten satt på robom måler noe lavere enn rullesetet, men dette ansees ikke som et problem. Det gjør ingen ting om det ikke sitter helt i samme høyde og det er ikke utslagsgivende for selve robevegelsen (Bilde 18, 5.1.1, PO) om personen er under 178 cm. Sannsynligvis vil det oppleves som lettere å komme seg i setet fra rullestolen. Etter en test av forflytting fra rullestol til sitteflate oppfattet jeg det som ganske krevende å komme på plass uten å bruke beina (Latet som om jeg ikke hadde funksjonelle bein). Det å forflytte seg fra sitteflaten og opp i rullestol igjen opplevdes som mer krevende. For meg, som er funksjonsfrisk, er det snakk om å gjøre unaturlige bevegelser for forflytting.

BS opplevde ikke overgangen fra rullestol som noe problem i det hele tatt. Hun mente at de som er lamme har sin egen teknikk for å komme seg rundt. Hennes teknikk var å gå ned på gulvet, ake seg bort og løfte seg opp i setesystemet med armkraft. Tankegangen fra starten var at hun måtte plassere rullestolen i så nærme som mulig. Etter å ha observert henne, ansees dette som et krav som er av mindre betydning for henne.

For andre brukere som aldri har rodd før er det høy sannsynlighet for en annen tilnærming for å komme seg opp i setet. BS driver med roing profesjonelt og for henne er det viktigste at hun får trent og ikke hvordan det føles å komme seg opp i setet. Her må det mer undersøkelser til for å danne seg et realitetsbilde til VB av et kommersielt setesystem.

3.3.3 Regler

Brukerkrav: Garantien på romaskinen skal alltid gjelde. VB, Treningscenter.

For det kommersielle setesystemet må garantien for Concept2 romaskinen være gjeldende.

Concept2 Norge henviser til at tredjepart installasjoner (annet eksternt påsatte modifikasjoner) brukt på deres romaskiner bryter med garantien på romaskiner brukt enten privat eller på treningscenter. I et langsiktig perspektiv må setesystemet for BS og VB godkjennes av Concept2 som et tredjepart-/tilleggsprodukt. Det betyr at Skeno AS må sende et eksemplar av setesystemet til test for vurdering om det er innenfor garantien i fremtiden.

Med hensyn til BS og hennes oppkjøring til Paralympics 2016, er dette noe som ikke vil bli tatt hensyn til foreløpig.

3.3.4 Design

Designet på setesystemet er av liten betydning for BS. Så lenge funksjonen tilfredsstillende hennes behov vil det ikke fokuseres på flott design. Hun har heller ikke et ønske, per nå, om et ansiktsløft av båtsetet. Skeno AS har selv mulighet til dette om nødvendig, eventuelt har NTNU Designhjelpen som tilbyr gratis workshop og drives av studenter på industridesignstudiet. (Designhjelpen, 2015)

For et kommersielt produkt vil trolig designet være av større betydning, men det tas ikke stilling til design i denne oppgaven. Oppsummert om design vil jeg sitere prosjektoppgaven:

"Best mulig funksjon skal ikke gå på bekostning av et flott design" (3.7.4, PO)

3.3.5 Robusthet

Brukerkrav: Skal tåle frakt. BS.

Setesystemet skal ikke ta skade ved transport og eventuelle uhell ved transport.

Med tanke på at det skal kunne fraktes rundt må delene i setesystemet sammen med festet være så robust at det ikke blir ødelagt under transport. Dette gjelder spesielt flytransport der bagasjebånd og stuerhåndtering kan gi uheldige påkjenninger. Det bør også tåle å ligge i press av annet materiell. Derfor settes robusthet kravet til at setesystemet skal tåle å ligge i et press på maksimalt 25kg. Dette tilsvarer en stor bag. Setesystemet må også tåle et fall fra en høyde, som ved plassering på en hylle. Denne blir satt til maksimalt 2 meter.

3.3.6 Produksjon

Produksjonskrav: Enkle og komponenter som ikke er tidkrevende. Skeno AS.

Produksjonen av komponentene skal gjøre med "enkle" materialer som stål eller aluminium, og skal kunne gjøres med standard maskineringsmaskiner.

Hovedkostnaden ved produksjon av en festemekanisme til setesystemet er arbeidstimer for tilvirkning av delene. At det brukes få og enkle deler er derfor ønskelig. For brakettfestet er det en standard type hulprofil som er brukt sammen med et frest emne, totalt er en brakett sammensatt av tre deler. Det vil ikke være fokus på hva en eventuell salgspris vil være, men total produksjonskostnad av arbeidstimer og material skal holdes så lav som mulig. Produksjonskostnaden for et nytt båtsete med tilhørende brakettfester for bruk på rommaskin er beregnet til 3000 kroner. Dette er for et lavt produksjonsvolum. Med et høyere volum kan kostnadene komme ned under 1000 kroner. Tallene kommer fra Skeno AS.

Forslag til endringer på båtsetet for å forenkle produksjon av brakettfestene kan leses i avsnitt 7.1.1.

4 Produktkravspesifikasjon


Brukerkravene har blitt bekreftet av BS og noen har fått status som mindre viktig etter test (5.7.2). Enkelte av satte produktkrav kan vi ikke si om er oppfylt eksakt fordi det kreves nøyaktige målinger med kraftsensorer. Mulighet for gjennomføring av slike målinger har ikke vært til stede. Andre produktkrav krever at setesystemet blir brukt over en tidsperiode for å registrere langtidspåvirkninger igjennom trening.


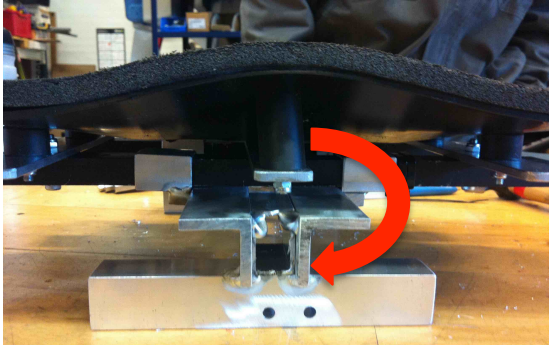
Med bakgrunn i at det må gjennomføres forsøk med VB (7.3.3) vil de avkreftede behovene fortsatt stå, før vi kan verifisere om det er et faktisk behov for disse.

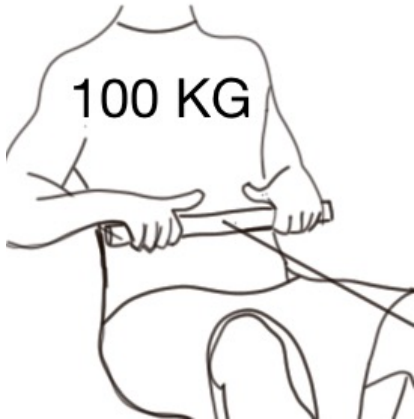
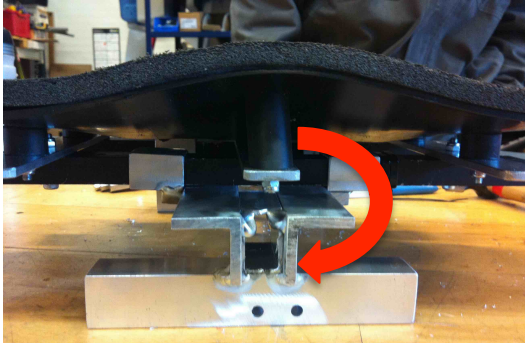
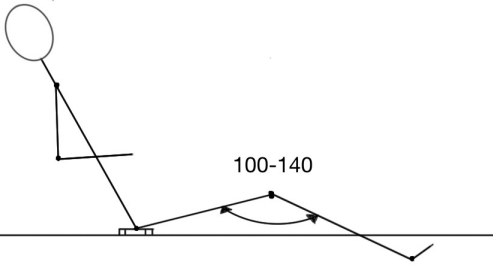
I kolonne for brukerkrav kommer det frem hva som er kravet og hvem som krever det. Produktkrav peker på hva setesystemet skal oppfylle med målbare krav. Illustrasjon er ment for forklaring og/ eventuelt hva konsekvensen er om produktkravet ikke blir oppfylt. Grønn farge betyr at behovet er bekreftet, Oransje at det må ytterlige undersøkelser for bekreftelse. Rød betyr at det er usikkerhet knyttet til brukerkravet eller produktkravet.

Brukerkrav	Produktkrav	Illustrasjon
	Sikker, må bekreftes ytterligere, usikker.	

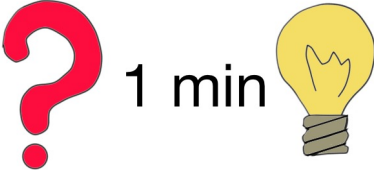

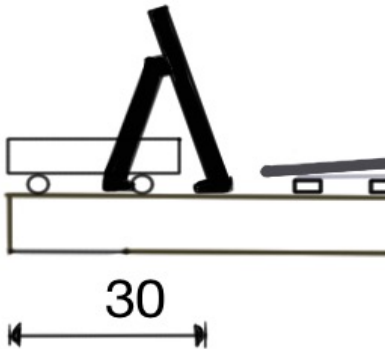
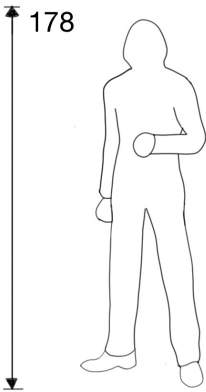
4.1 Funksjon

G1 Funksjon		
<p>Overordnet: Øke treningsutbyttet. BS, VB</p> <p>Festet skal være dimensjonert for kreftene som oppstår under trening. Skeno AS</p>	<p>1. Setesystemet skal tåle en ytre horisontal kraft fremover på 1200 [N] (maks belastning ved rotak). Angrepspunkt er koblingspunkter mellom utøver og båtsetet.</p>	

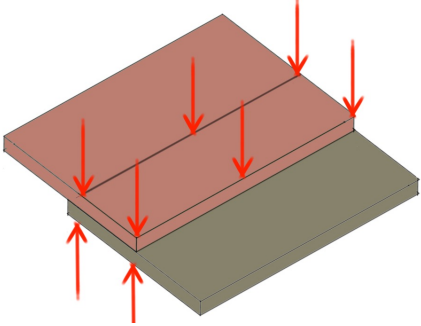

<p>Systemet skal aldri løsne under trening BS, VB Treningssenter.</p>	<p>2. Setesystemet skal tåle en ytre horisontal kraft bakover på 1200 [N] (Utøver lener seg frem for å "hente" et nytt tak).</p>	
<p>Systemet skal tåle vekten av både kvinner og menn. Skeno, VB, BS</p>	<p>3. Setesystemet montert skal tåle BS sin vekt målt i [kg]</p>	
	<p>4. Sitteflatens innfesting skal tåle torsjonsmoment av BS sin vekt på målt i [kg]</p>	 <p><i>Konsekvens: Brudd i innfesting og avbrutt trening.</i></p>

	<p>5. Kommersielt produkt må tåle en utøver på maksimalt 100 [kg] sittende i setesystemet.</p>	
	<p>6. Kommersielt produkt skal tåle torsjonskraft av person på 100 [kg]</p>	
<p>Systemet skal gi utøver en knevinkel som er behagelig å trene med. BS, VB</p>	<p>7. Knevinkel som skal kunne oppnås skal minimalt være 100- og maksimalt 140 grader.</p>	 <p><i>Konsekvens: Ubehagelig knevinkel gjør roingen vanskelig å gjennomføre.</i></p>

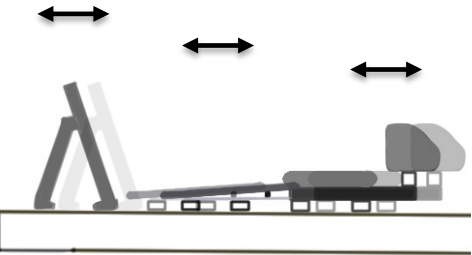
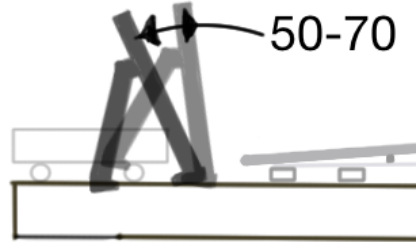
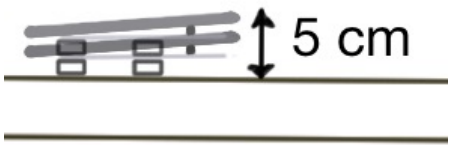
4.2 Montering

G2 Montering		
Setesystemet skal ha en intuitiv festemekanisme BS , VB .	1. Brukerne skal ikke bruke mer enn ett minutt [min] til å forstå hvordan setesystemet skal monteres på robommen.	 1 min
Setesystemet skal ha en enkel og praktisk festemekanisme BS , VB .	2. Brukerne skal ikke bruke mer enn 30 sek på å feste en av de individuelle delene på robommen.	 Figur 5 Blide hentet fra (Icon100, 2015)
Setesystemet skal monteres uten at rullesele på romaskinen må demonteres VB .	3. Ryggstøtten kan ikke monteres nærmere enn 30 [cm] målt fra robommens bakende til rotasjonspunkt i ryggstøtten.	 <i>Konsekvens: Ikke mulig å få til vinkeljusterings intervallet.</i>
Setesystemet skal passe til et størst mulig utvalg av personer, VB , Skeno AS .	4. Maksimal høyde på person med rullesele bak i bakre ende av robommen er opptil 178 cm .	 178

4.3 Fastlåsing

G3 Fastlåsing		
<p>Setesystemet skal kunne låses fast med håndkraft ved montering. BS,VB.</p>	<p>1. Ryggstøtte, sitteflate og knestøtte må kunne festes med håndkraft av brakettfestet som gir en kontakttrykk på minimalt X [Mpa]</p>	
<p>Låsingen skal skje med person sittende i setesystemet, delene skal låses individuelt BS,VB.</p>	<p>2. Brakettfestet skal kunne låses fast med håndkraft på minimalt X [N]</p>	 <p><i>Konsekvens: Vil ikke kunne få tilstrekkelig kontakt.</i></p>

4.4 Justering

G4 Justering		
<p>Ha individuell justering av setet, knestøtte og rygg i bommens retning uten mekanisk mekanisme. BS, VB.</p>	<p>1. De individuelle delene i setesystemet skal kunne justeres opptil 2 [cm] i robommens lengderetning, sittende i setesystemet.</p>	 <p><i>Konsekvens: Oppnåelse av behagelig sittestilling vanskelig.</i></p>
<p>Ryggstøtten skal kunne ha vinkeljustering BS,VB.</p>	<p>2. Ryggstøtten skal kunne justeres i intervallet fra 50 grader til 70 grader.</p>	 <p><i>Konsekvens: Ubehagelig ryggvinkel, vil ikke finne passende sittestilling.</i></p>
<p>Sitteflaten skal ha høydejustering VB.</p>	<p>3. Sitteflaten skal kunne løftes opptil 5 cm målt fra robommens overside til undersiden av sitteflatestruktur.</p>	

4.5 Transport

G5 Transport		
Setesystemet kan kunne fraktes enkelt fra bil til garderobe og garderobe til romaskin. BS.	1. Setesystemet skal med alle deler plassert hensiktsmessig passe i en treningsbag på 55L bag med målene: L=5,5 B=3,5 H=2,5. [Dm]	 <p><i>Konsekvens: Vanskelig å få plass i bag for frakt av setesystemet.</i></p>


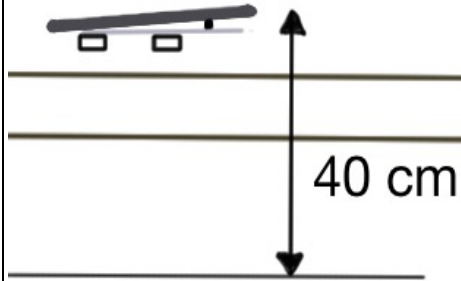

4.6 Komfort


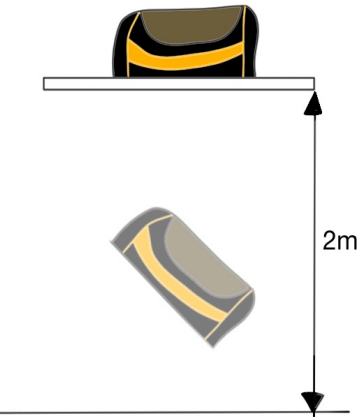
G6 Komfort		
Setesystemet skal føles behagelig å sitte i under roing. BS, VB.	1. Setet skal være ergonomisk utformet , med hull til sitteknuter eller form som gir tilsvarende effekt.	<i>Konsekvens: Ubehagelig å ro, smerter i rumpa og dårlig opplevelse av å ro på romaskin.</i>
Sitteflaten skal passe til alle. VB, Skeno AS.	2. Sitteflaten må ha en bredde minimalt xxx [cm] og en lengde på minmalt xxx [cm] slik at den passer alle bakender.	<i>Konsekvens: Vil ikke passe til alle.</i>

4.7 Vedlikehold

G7 Vedlikehold		
Setesystemet skal holde en vintersesong med lett vedlikehold. BS, Skeno AS.	1. Setesystemet skal tåle 50 [t] trening med kun mindre vedlikehold.	<i>Konsekvens: For kort tid mellom vedlikehold.</i>
	2. Setesystemet skal tåle 250 timer [t] trening før omfattende inspeksjon.	<i>Konsekvens: Deler blir for slitt for videre bruk.</i>

4.8 Øvrige behov

G8 Øvrige behov		
Vekt		
Setesystemet skal ikke veie mye mer enn båtsetet, skal ikke føles tungt å løfte og håndtere. BS, VB.	1. Totalvekt av setesystemet skal ikke overstige 5 [Kg] .	 <p><i>Konsekvens: Føles tungt å løfte bag med strake armer.</i></p>
Tilkomst		
Skal enkelt komme seg fra rullestol og opp/ ned fra setet BS,VB.	1. sitteflaten skal ikke være høyere enn 40 cm målt fra gulvet opp til øvre nivå av sitteknutehullene.	 <p><i>Konsekvens: Utøver vil oppfatte det som anstrengende å komme seg opp.</i></p>
Regler		
Setesystemet skal være utformet slik at garantien på romaskinen alltid vil gjelde. Treningscenter.	1. Setesystemet skal etter hver treningsøkt ikke gi synlige skader eller gi slitasje på romaskin.	 <p>Figur 6 Bilde hentet fra (123RF, 2015)</p> <p><i>Konsekvens: Garantien gjelder ikke.</i></p>

<p>Setesystemet utforming og bruk skal være innenfor reglementet til treningscenter. Treningscenter</p>	<p>Må vurderes av hvert enkelt treningscenter</p>	 <p>Figur 7 Bilde hentet fra (Bingoforum, 2015)</p> <p><i>Konsekvens: Bruk av setesystemet er ikke tillatt.</i></p>
<p>Design</p>		
<p>Design skal ikke komme i veien for funksjonen. Skeno AS, VB.</p>		
<p>Robusthet</p>		
<p>Setesystemet med komponenter skal ikke ta skade under transport og ved et eventuelt uhell. BS, Skeno AS.</p>	<p>1. Setesystemet med komponenter skal tåle et fall fra en høyde på 2m nedpakket i bag.</p>	
	<p>2. Setesystemet med komponenter pakket i bag skal tåle å ha en vekt på maksimalt 25 [kg] i press.</p>	<p><i>Konsekvens: Utstyr ødelagt.</i></p>
<p>Produksjon</p>		
<p>Produksjon av komponenten skal utføres med "enkle" materialer som stål eller aluminium ved benyttelse av standard maskineringsmaskiner. Skeno AS.</p>	<p>1. Komponentene skal kunne lages med verktøy som: Dreiebenk, fres, båndsg, vinkelsliper, bøyning, håndsveis, boring.</p>	<p><i>Konsekvens: Tilvirking av for eksempel kompositt materialer krever kunnskap som ikke er tilgjengelig hos Skeno AS sitt verksted.</i></p>
	<p>2. Kostnad 3000 [Kr].</p>	<p><i>Konsekvens: For dyr til at den er hensiktsmessig</i></p>

5 Konseptutvikling av feste mellom sitteflaten og robom

Dette kapittelet skal ta for seg fremgangsmåten for å finne et feste mellom robom og sitteflate. Hensikten med dette var å komme frem til en funksjonsmodell som skal tilfredsstillе de viktigste kravene med hensyn til innfesting av sitteflaten på robommen på en god nok måte. Med "godt nok" menes at løsningens funksjon skal virke til sin hensikt ved at den sitter godt fast og at det er mulighet for å ro med valgt utforming. Dette skal gi en god pekepinn på en mulig løsning av innfesting av for setesystemet. Målet for funksjonsmodellen var i første omgang og vurdere løsningen med hensyn til montering og fastlåsing på en testrigg (Figur 8). Prototypene testet med BS gav ytterlige erfaringer og tilbakemelding for videre arbeid mot en forbedret versjon som hun kan trene med.

Kravene det ble tatt spesielt hensyn til var *G1.1*, *G1.2*, *G1.3*, *G1.4*, *G1.5* og *G1.6*, der påkjenningen av personvekt i setet og fastholding var hovedfokuset. Optimal knevinkel, *G1.7*, var også av høy interesse å bekrefte under test som et viktig ledd i oppnåelsen av et godt nok produkt for BS.

5.1 Testing

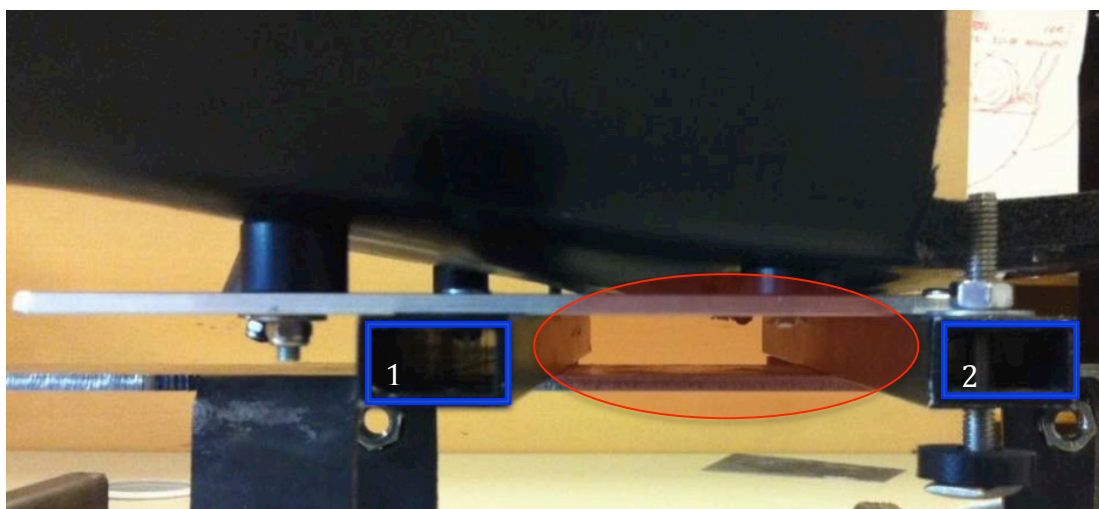
For å kunne prøve ut prinsipper ble "riggen" (4.1.2, PO) brukt til å lage en testrigg for innfesting av sitteflaten. Denne er mer fleksibel enn den faktiske robommen, men gjør seg godt for å få en praktisk tilnærming hvordan en festeløsning fysisk kan la seg gjøre. Den nye testriggen ble senere byttet ut til en mindre aluminiumrigg for tesing av Prototypene på verkstedet hos Skeno AS.



Figur 8 Testrigg (ombygget "rigg" fra PO)

5.2 Hovedtrekk for innfesting av sitteflate på robom

Sitteflatens geometri gjør at det er begrenset hvor mye vi kan bygge i et feste under selve setet (rødt område). Jeg går ut i fra og velger at festet skal være lokalisert i dette området fordi jeg ikke vil ta opp plass venstre side av profil 1 og på høyre side av profil 2. Profilene er uthevet med blå kvadrater i Figur 9 (heretter kalt sitteflatestruktur). Aluminiumprofilene som er i kontakt med oversiden av robommen i Kne-/ lårstøtten kaller vi knestruktur og tilsvarende ryggstruktur for profilene i ryggstøtten. Begrunnelsen å ha festepunktet så tett på midten av sitteflatestrukturen og i hovedsak under rumpa er at dette vil gi et sterkere og mer rigid feste for å motstå kreftene (3.1.1, 3.2.1)(5.2.1, PO), enn om de var plassert i lengre avstand fra midtpunktet. Samtidig finner jeg det naturlig at undersiden av sitteflatestrukturen er i kontakt med robommen fordi dette gir en god støtteplattform for stabilitet.



Figur 9 Plass under sitteflaten.

Et annet argument for at dette er et godt utgangspunkt er fra en posisjonstest av båtsetet (Bilde 2, 1.2, PO). Det følte ut som om friksjonen i form som kontaktrykk av min vekt var tilstrekkelig for å kunne holde igjen kraften som oppstår under roing. Det vil si at jeg oppfattet at friksjonen mellom sitteflatestrukturen og robommen som tilstrekkelig og god nok. Under testen skled jeg av bommen etter å ha endret stilling, derfor er det viktig at festet holder sitteflaten sentrert over robommen til enhver tid. Den må alltid holde setet i posisjon selv om det ikke er godt nok kontaktrykk mellom båtsetet og robommen.

For å kunne gjøre plasseringen av sitteflaten så enkel som mulig er det tenkt å bruke robommens flens som referanse til å få sitteflaten sentrert, dette vil styrke innfestingen i forhold til følelsen av en enkel montering av setesystemet.

5.3 Fastlåsing og justering i samme funksjon

For å gjøre fastlåsing så enkel som mulig ble det vurdert enklest å ha kun et festepunkt mellom sitteflate og robommen. Derfor skal det være *en* mekanisme som holder delene i båtsetet *på robommen*. Eksempel på hvordan fastsettingen av setesystemet kan gjøres kan sammenlignes med fastsettingen av et sykkelhjul, der en får sykkelhjulet på plass for deretter å stramme til og god kontakt er oppnådd. Det er en slik gjennomføring av påsettingen av setesystemet det ble siktet til å oppnå.

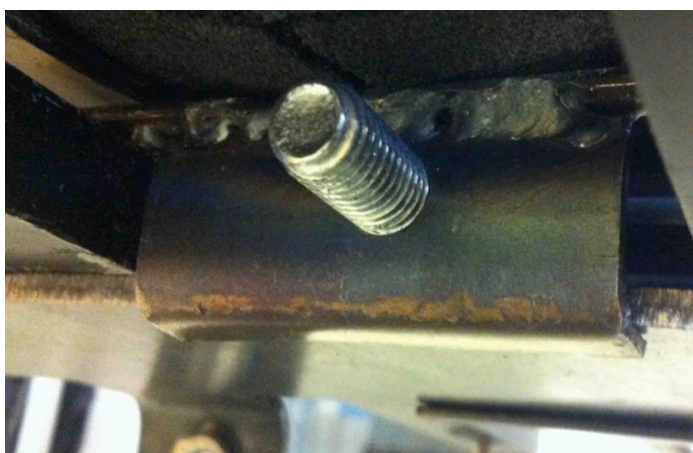
Justering av delene skal man enkelt få til etter at mekanismen er løsnet, selv om utøver sitter på sitteflaten. Dette kan løses med bakgrunn i at utøver vil montere setesystemet på robommen, sette seg oppi og justere delene hver for seg. Faren ved å falle av er liten hvis en gjør justeringen hver for seg, slik at en og en del (Bilde 2, 1.2, PO) blir flyttet på robommen. Da vil to deler være fastlåst, disse blir ansett som "trygge" og ha vekt på. I test 5.7.2 ble dette bekreftet som en tilfredsstillende mekanisme for å kunne låse fast og samtidig ha mulighet for justering i en og samme funksjon.

5.4 Delfunksjoner som festemekanismen må oppfylle

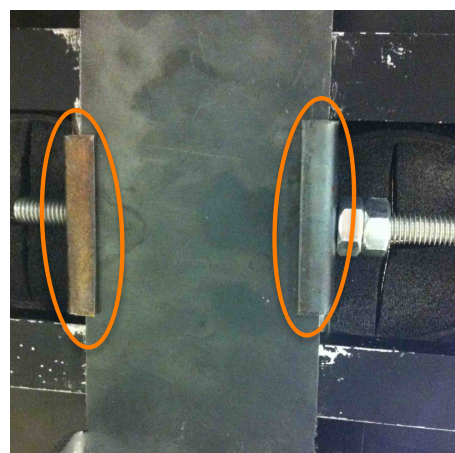
- D1 Mekanismen skal utformes for å passe geometrien til robommen på Concept2 romaskin.
- D2 Båtsetedelene (Bilde 2, PO) må kunne beveges i robommens retning med utøvers vekt på sitteflaten.
- D3 Mekanismen skal være utformet slik at utøver ikke kan falle av robommen sittende i setesystemet.
- D4 Festet skal gi godt kontaktrykk og låse fast alle delene til robommen.

5.5 Funksjonsmodell 1: Brakettfeste

Velger å kalle modellen for brakettfeste. Den er utformet av 2 millimeter stålplater som er blitt kuttet til og bøyd for å passe under sitteflaten. Brakettene holder sitteflatestrukturen i kontakt med oversiden av robommen. Figur 10 viser prinsippet hvordan fastholdingen oppnås ved å ha braketten på oversiden av sitteflatestrukturen, samtidig som den bøyde delen av braketten er i kontakt med undersiden av flensen i robommen. Delen av brakettfestet som er i kontakt med undersiden av robomflensen får navnet *brakettleppe* (Figur 11). I denne modellen er det brukt en skrue for å få til kontaktrykk. Skruestramming er ikke nødvendigvis den mest praktiske strammemekanismen for en bruker, men for funksjonsmodellen er den ansett som en tilstrekkelig tilstrammingsmekanisme for å øke kontaktrykket og for gjennomføring av en enkelt test 5.5.1.



Figur 10 Prinsippet for brakettfestet på.



Figur 11 "Brakettlepper"

5.5.1 Test av kontaktrykk

Formålet med denne testen var å se om klem fra siden vil gi tilstrekkelig kontaktrykk. Om den tålte påkjenning i form av gynging fra side til side med person sittende i setet og påkjenningen som gir torsjonsmoment 3.2.1. Delfunksjonskrav D2 blir sett bort ifra på dette stadiet. Brakettene ble festet slik at sitteflaten var sentrert på riggen, deretter ble de strammet til med skruetaget.

På den første gyngetesten satt sitteflaten fast i 10 vekslinger før den løsnet, på disse sideveis-vekslingene følte det som om den satt god fast. Men det endte med en bøyde brakett (Figur 12) og det var grunnen til at setet løsnet. Etter å ha doblet tykkelsen (Figur 13) på den bøyde delen satt setet fast hele tiden under gyngingen og jeg oppfattet setet som trygt å sitte på. Dette ble bekreftet av en ekstern person som også prøvde å gyng i setet.



Figur 12 Bøyd brakett.



Figur 13 Forsterket brakett.

5.5.2 Delresultat 1 av Brakettfeste

Selve innfestingen av setet på testtriggen var en suksess. Testen viste at et brakettfeste gir tilstrekkelig kontaktrykk og den tåler påkjeningen som oppstår under ved på og avstiging 3.2.1. Resultatet blir at en innfesting kan gjøres med klemmekraft inn fra siden rundt flensene på robommen og det ble valgt å gå videre med denne løsningen.

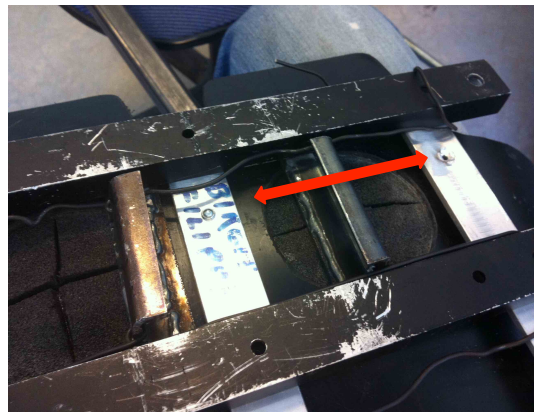
5.5.3 Videreføring av Brakettfeste

Med løse deler ble det mye knot for å få satt setet helt rett på robommen. For å kunne montere sitteflaten ved å bare sette det ned, å stramme til, må den ene braketten være fiksert i sitteflatestrukturen for å gi mothold. Dette vil også fungere som guide for sentrering av sitteflaten på robommen.

De samme brakettene ble brukt igjen, med to hull boret i hver som modifisering. I Figur 15 har braketten blitt festet med ståltråd. Den andre må være løs slik at muligheten for forskyving frem og tilbake i pilens (Figur 14) retning er tilstede. Ståltråden virker i dette tilfellet som en føring for den bevegelige braketten og gjør at den ikke faller av sitteflatestrukturen. Denne funksjonen må være med for å oppnå fastholding rundt flensen.



Figur 15 Fastholdt brakett.



Figur 14 Bevegelig brakett.

5.5.4 Funksjonstest av Brakettfeste

Testen ble gjort på samme måte som beskrevet i 5.5.1. Det skulle også vurderes hvorvidt den praktiske funksjonen, med en brakett fastspent og en bevegelig, vil gjøre opplevelsen av monteringen enklere.

5.5.5 Delresultat 2 av Brakettfeste

Følelsen av at en slik innfesting er riktig vei å gå argumenteres med at tiden det tok for meg å sette setet ned på testtriggen og stramme til ikke tok mer enn et minutt. Det ble oppfattet som mye enklere å plassere sitteflaten på robommen med tilleggene og den satt like godt fast som ved første utprøving av kontaktrykk. Guiden fungerte, men den fastmonterte braketten var litt unøyaktig plassert på sitteflatestrukturen slik at det ikke ble oppnådd optimal sentrering på robommen. Prinsippet av å ha et brakettfeste som også fungerer som guide for sitteflaten, er en suksess i veien mot å gjøre montering av setet så enkel som mulig. Brakettfeste vil bli brukt som utgangspunkt for festemekanisme til alle delene (Bilde 2, 1.2, PO) i setesystemet.

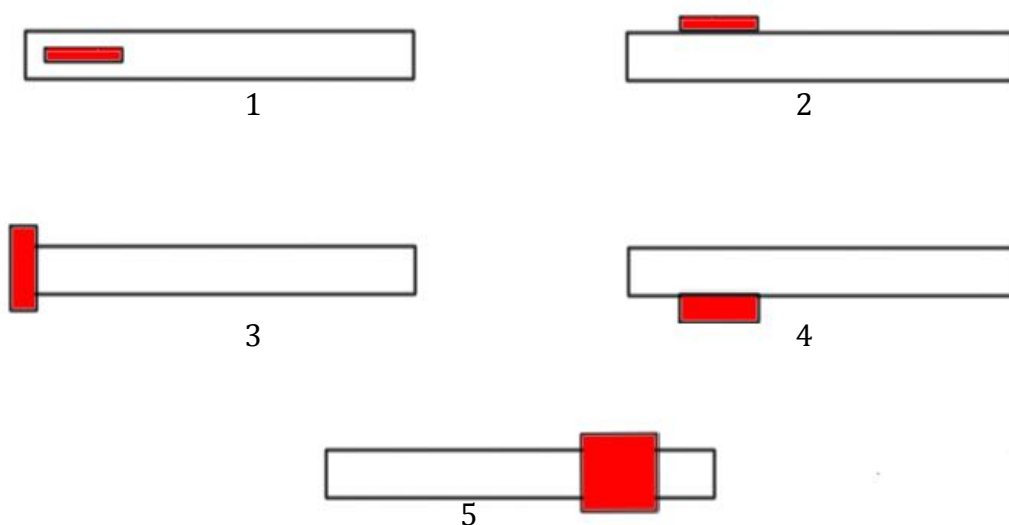
5.6 Mulige Komponenter til Prototyp

Funksjonsmodellen ble utformet uten en vurdering av hvilke komponenter den skulle bestå av, og den skulle bare oppnå visse funksjoner uavhengig utforming av geometrien. For eksempel er det blitt brukt en skrue for å oppnå tilstramming, men det er grunn til å tro at det kan løses med andre mekanismer for å få til kontakten vist i Figur 18. Dette kapitlet tar for seg komponentene vurdert for utformingen til Prototype 1 (5.7) og 2 (5.8).

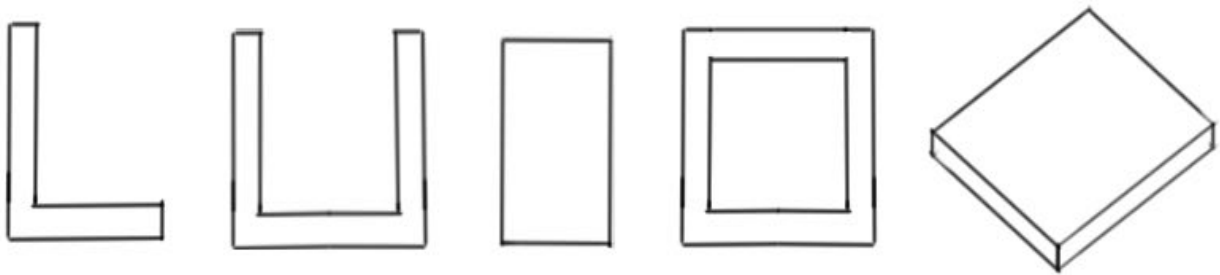
5.6.1 Kopling av brakettfestet til sitteflaten

I Figur 16 er plasseringen av mulige koblingspunkter markert med rødt. Det svarte kvadratiske rektangelet er ment som illustrasjon av et aluminiumprofil i sitteflate-, kne- og ryggstrukturen.

I funksjonstest 5.5.4 ble braketten plassert hvilende på oversiden Pkt. 2 (Figur 16). Et problem ved denne er at brakettene sitter løst, ved frakt og montering kan de lett skli ut av posisjon som vil gjøre at monteringen tar ekstra tid fordi en må plassere braketten på nytt. Det er også vanskelig få plassert brakettene på grunn av begrensingen av plass (Figur 9), og vil være et irritasjonsmoment hvis det må gjøres hver gang. Kopling gjort under i fra Pkt. 4 (Figur 16) vil være upraktisk fordi den sannsynligvis ikke vil kunne trykke sammen sitteflaten mot robommen like godt som punkt 2, derfor utgår denne uten videre vurdering. Plassering på siden Pkt. 3 (Figur 16) vil trolig være den som krever mest materialbruk da det blir en avstand fra kanten av profilet og inn til barkettleppa, denne utgår med bakgrunn i vurdering om plassering gjort 5.2 med i betraktningen. Utfresing av et spor Pkt. 1 (Figur 16) i sitteflatestrukturen vil mulig oppfylle fastholding og bevegelighet (5.3) for montering, men i frykt for å svekke profilet med et spor, velges Pkt. 5 (Figur 16) profil rundt sitteflatestrukturen. Denne anses som mest fornuftig med hensyn til å oppnå funksjonene beskrevet i 5.5.3



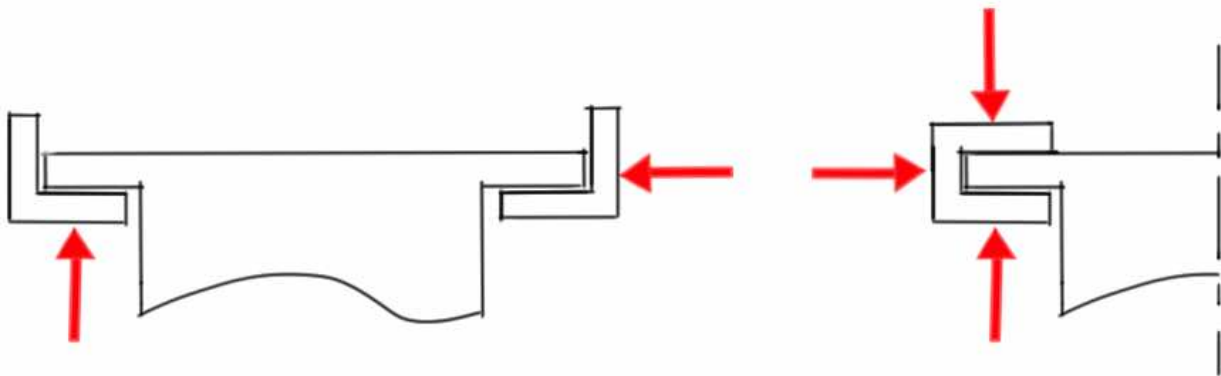
Figur 16 Plassering av festepunkt på aluminiumprofil i sitteflatestruktur.



Figur 17 Mulige profiler for utforming av Brakett.

5.6.2 Utforming av brakettleppe

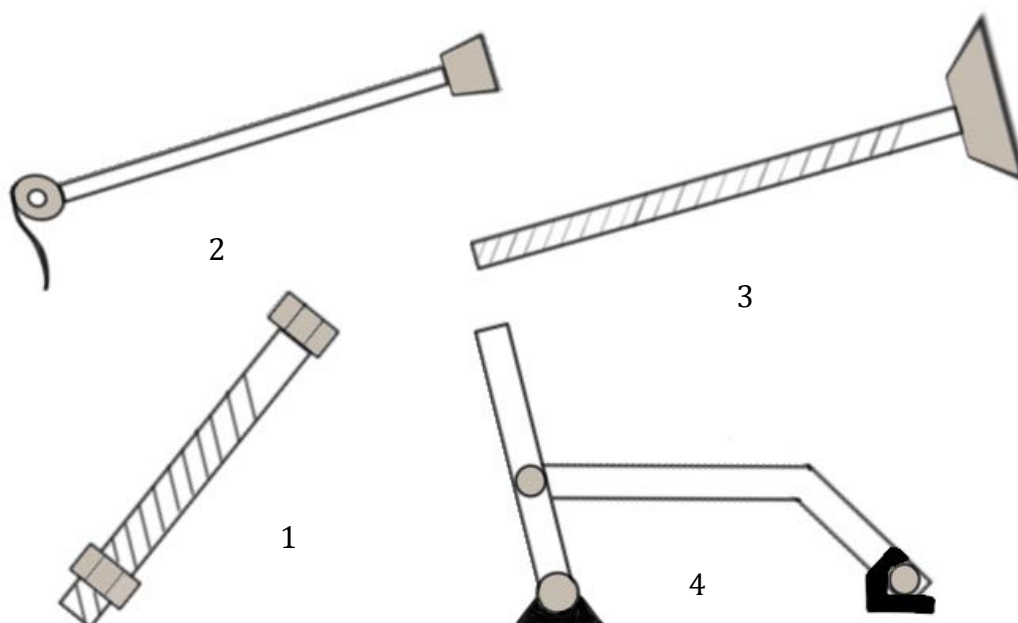
Det ble vurdert å bruke en L-profil, eventuelt en U-profil som har en åpning slik at flensen på robommen kan få plass i sporet av profilet. Siden det ikke blitt testet hvordan kontaktrykket blir med en U-profil rundt flensen og siden L-profilen ligner på en naturlig brakettleppe (Figur 11) tas det utgangspunkt i denne. Kun en flate som presses fra undersiden eller rett inn fra siden på flensen (Figur 18). Ved bruk av hulprofiler som brakettleppe må den deles opp, som fører til mer arbeid, noe man kan unngå med L-profiler. Bøying av plater blir vurdert til å ta enda mere tid for tilvirkning. Det måtte flere forsøk til for å få bøyd stålplater som passet i funksjonsmodellen, selv om lengdene på de bøyde flatene skulle passe sitteflatestrukturen og robommen teoretisk ble det for store avvik. Tiden brukt til å starte på nytt eller rette opp tok unødvendig lang tid og derfor utgår plater som et alternativ til utforming av brakettleppa, det samme gjelder for hulprofiler.



Figur 18 L- og U-profil rundt flens.

5.6.3 Tilstrammingsmekanisme for kontaktrykk

For å oppnå tilstrekkelig klemmekraft har det blitt vurdert følgende mulige komponenter. Bolt med mutter Pkt.1 (Figur 19) utgår med hensyn til at det ikke skal være verktøy som skal brukes for stramming. Hurtigstrammer som brukes på sykkelhjul Pkt.2 (Figur 19) vil trolig gi en god klemmekraft på lik linje med skruestrømning Pkt. 3 (Figur 19) og er vurdert som de to mest aktuelle kandidatene. De har en lineær bevegelse i tilstrømningen og trenger ikke plass for rotasjon til hendelen som ved bruk av spenne Pkt. 4 (Figur 19). Spennen vil trolig ta for mye plass på undersiden av sitteflaten og den må ha en mothake for som vil bidra til flere små deler. Med bakgrunn i bevegelsen for tilstrømning og tenkt plassbruk vil en spenne trolig være en mindre god løsning, selv om klemmekraften er potensielt like god om ikke bedre enn hurtigstrammer og skruestrømning.



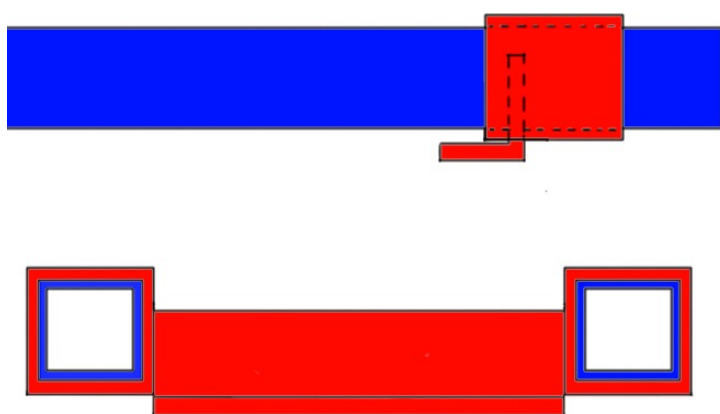
Figur 19 Mekanismer for tilstrømning av brakett.

En mekanisme for strømning som ikke ble vurdert under bygging men som senere har vist seg, etter testing, som en potensiell og enkel metode for å oppnå tilstrekkelig klemmekraft er å ha en stropp festet til den løse braketten som kan dras/ nappes i begge retninger. Dette utdypes mer i kapittel 7.2.3

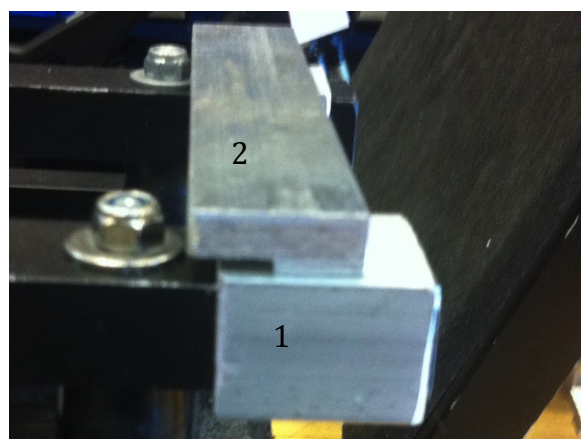
5.7 Prototype 1 Brakettfeste i Aluminium

For den nye utformingen av brakettfestet var målet å oppnå de samme egenskapene etter prinsippet som ble testet i funksjonsmodell 5.5. Her blir det vurdert hvordan komponentene i 5.6 kan kombineres. I figurene er fargene rødt og blått benyttet for å skille brakettfestet fra aluminiumprofilen i sitteflate-, kne/lår- og ryggstruktur. Disse vil i virkeligheten bli lakkert svarte.

Ved å legge en ny profil (heretter kalt brakettprofil) rundt eksisterende profil i sitteflatestrukturen Pkt. 5 (Figur 16) og Pkt. 1 (Figur 21), her oppnådde vi bevegelsen som trengs for den braketten som ikke skal være fastlåst. Løsningen som ble vurdert mest praktisk for å få til brakettleppa var å sette en L- profil imellom brakettprofilene (Figur 20). Denne ble forkastet til fordel for et utfrest helprofil Pkt. 2 (Figur 21) med argumentet at det er lettere å sveise emnet fast til brakettprofilene ved at det kan legges rett på brakettprofilen og fastholdes med en sveiseklype. Tiden for utfresing antas å ta kortere tid enn tiden for plassering av L-Profilløsningen mellom brakettprofilene for sveis.

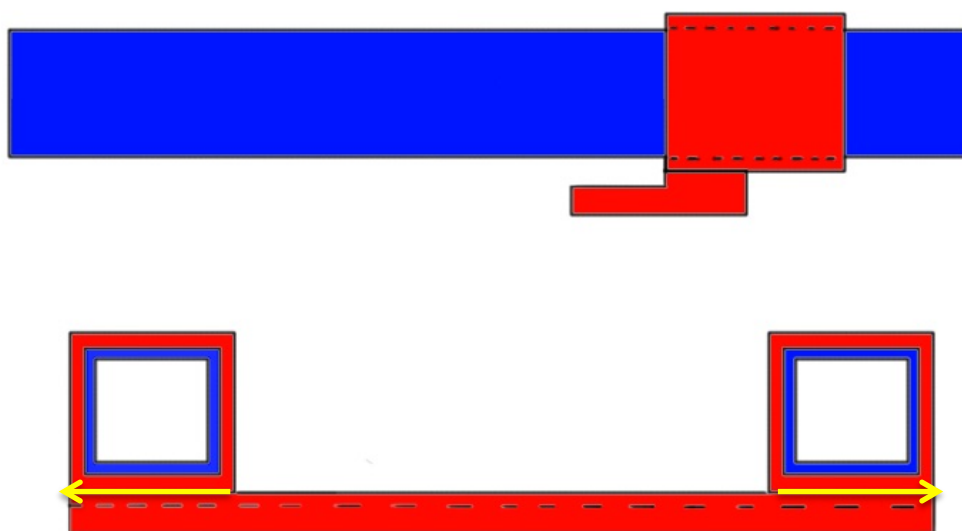


Figur 20 L-profil mellom brakettprofilene.

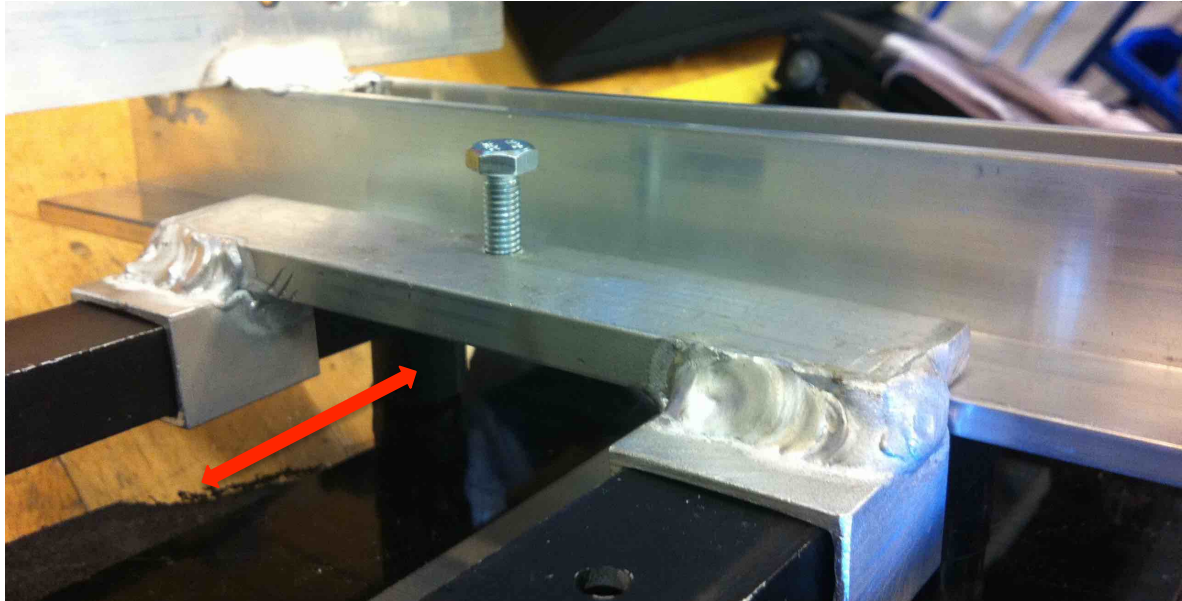


Figur 21 Brakettprofil (1) og utfrest emne (2)

Kontaktflaten mellom flens og brakettleppe øker (gule piler, Figur 22) fordi samlet bredde av begge brakettprofilene brukes nå også i brakettleppe, dette anses som en positiv utvikling i forhold til å bruke et standard L-profil i mellom.



Figur 22 Økt kontaktflate i brakettleppe, Gule piler angir økt prinsipiell lengde.



Figur 23 Prototype 1 Brakettfeste, prøving på aluminiumrigg av bevegelse til løs brakett (rød pil)

Det ble benyttet Aluminium 6082 og TIG- sveising. Sammenføyingsmetoden skal i prinsippet gi reduksjon av fastheten (IPM, 2012), slik at en kun kan spekulere i hvor stor reduksjon som har oppstått av sveising. Og om brakettene er over- eller underdimensjonert. Testen utført 5.7.2 viser at det er tilstrekkelig kapasitet for BS og tiden vil vise om brakettfestet har hold med hensyn til utmatting og sprekkdannelse i sveis.

For å sette fast de nye brakettene på sitteflate- og lårstrukturen måtte de skrues delvis fra hverandre.

5.7.1 Delresultat 3

Resultatet ble et feste som ser mer for seg gjort enn om det skulle blitt bøyd til av stålplater. Utseende fremstår mer robust ut i koplingen med sitteflatestrukturen, samtidig som utprøving på testrigg gav indikasjon på enkel montering og godt nok kontaktrykk. Figur 23 viser braketten skjøvet inn på testriggen og målet om å ha en bevegelig brakett er som sitter godt på sitteflatestrukturene er nådd.

Denne Prototypen har ikke en strammemekanisme som vurdert i 5.6.3. Grunnen til at vi ikke har satt på en skrue- eller hurtigstrammer er etter en riggtest hvor det virket som om braketten sammen med sitteflaten sitter godt nok på, at vi har oppnådd en kontaktrykk som er tilfredsstillende uten å mekanisk presse brakettene mot hverandre. I stedet ble en skrue med hendel vist i Figur 24 satt på for å se hvordan den vil påvirke kontaktrykket med setesystemet montert og låst fast i robommen. Skruen er i dette tilfellet ment som en sikring for at brakettleppene ikke skal gli ut eller vri seg under roing.



Figur 24 Skruefeste med hendel.

5.7.2 Test av Prototype 1 Brakettfeste i Aluminium med BS



Figur 25 Birgit Skarstein under test av Prototype 1.

"Dette kommer til å endre treningshverdagen min drastisk"

- Birgit Skarstein

BS sin opplevelse av utformingen etter at setesystemet hadde blitt plassert i hennes riktige posisjon var veldig positiv. Reaksjonen hennes var på sett og vis et tegn på at hovedmålet med oppgaven, å øke hennes treningsutbytte, er godt innen rekkevidde. Med hensyn til funksjonen så fungerte innfestingsmetoden som antatt med henne sittende i setesystemet og hun gav uttrykk for at det følte trygt å sitte, samtidig som hun mente det var komfortabelt. I forhold til det gamle setet (1.2, PO) er dette et stort skritt i riktig retning.

5.7.2.1 Forbedringspotensial

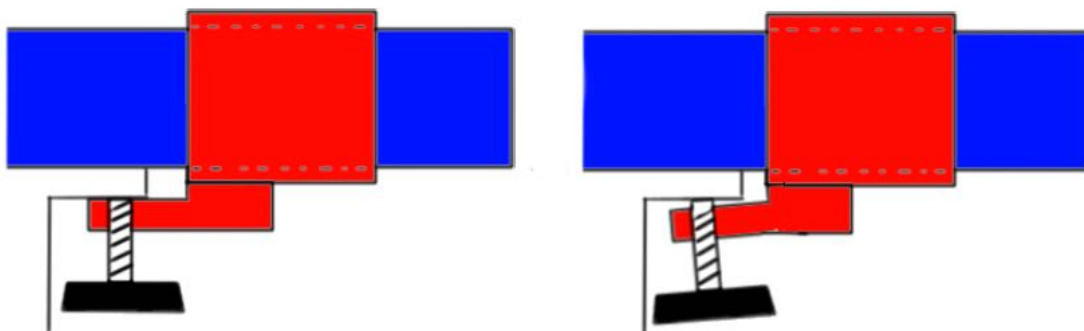
Videre var det flere punkter som har et stort forbedringspotensial. Innfestingen fungerte bra, men det var slark i brakettene, spesielt i ryggstøtten. Her la vi på fire lag med teip for å gjøre kontakten mellom brakettleppe og flens tilfredsstillende, dette var godt nok for sitteflate og kne-/lårstøtten. Brakettene på ryggstøtten vred seg ut av posisjon etter noen minutter med intensiv roing, da det var ikke tilstrekkelig kontaktrykk. Her ble det oppdaget at påkjeningen



forårsaket av at ryggen treffer platen i ryggstøtten var mye større enn først antatt, og kombinasjonen av denne kraften og slarkete braketter førte til vridning.

Figur 26 Vridning av brakettene brukt på ryggstøttestrukturen, legg merke til sølvteip brukt for å ha fastholding av den ene braketten.

Skruestrammingen bøyde ut brakettleppene som vist i Figur 27, dette er ugunstig fordi det reduserer kontaktflaten til arealet av enden av skruen. For så vidt blir det et godt trykk for fastlåsing men det virker på en mindre flate og kan gi stygge merker på undersiden av flensen. Under testen ble det brukt en stram tilskruing og etter setesystemet var tatt av var det betydelige merker på underside av flensen forårsaket av skruen, dette er svært ugunstig med hensyn til å ikke skade romaskinen på sikt.

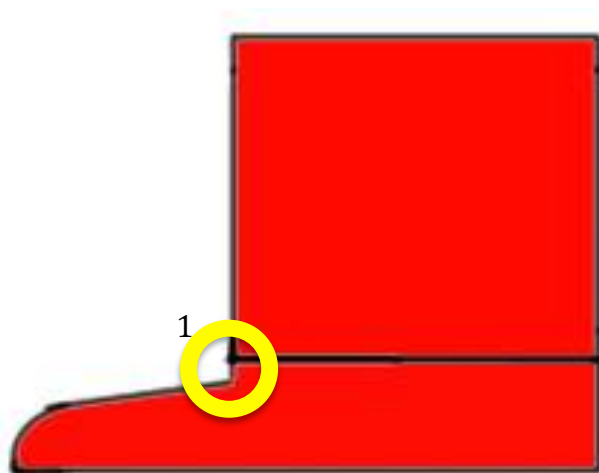


Figur 27 Utbøying av brakettleppe med tilstrammet skrue.

5.8 Prototype 2 Brakettfestet i Aluminium

Utgangspunktet er Prototype 1. Målet var å bli kvitt slarket i alle brakettene og få et ryggfeste som tåler påkjenningen nevnt i 5.7.2.1. Skrånende brakettlepper med nedsenkning Pkt.1 (Figur 28) er en forandring i forhold til den tidligere modellen. Her vil kontaktrykket øke gradvis dess lenger og hardere braketten blir skjøvet inn på robomflensen. Åpningen blir mindre og mindre med en helning på kontaktsiden av brakettleppa.

Brakettleppa vil også ha en avrunding slik at den blir enklere å skyve inn om den skulle treffe robommens kant. En forsikring som vil gjøre montering av delene i setesystemet enda enklere.



Figur 28 Skrånende brakettleppe med nedsenkning (Pkt. 1, gul markering) av skrånende flate.



Figur 29 Ny utforming av brakett på ryggstøtte.

Ryggstøtten fikk skruer for tilstramming, slik at alle brakettene har mulighet for å bli låst. Skruen vil også presse brakettleppa opp i flensen fordi brakettprofilen har en liten klaring til profilet i sitteflatestrukturen. I Figur 29 ser vi en av brakettene på ryggstøtten med tilskruing og med skrånende brakettleppe. Dette virket lovende under testing på rigg med hensyn til problemene som ble oppdaget i test 5.7.2.

5.8.1 Delresultat 4

Sammen med skrånende brakettlepper og låsing på alle brakettene på ryggstøtten fikk vi en god nok fastholding ved test på rigg, uten vridning eller forflytting. De nye brakettfestene til sitteflaten og kne-/lårstøtten hadde enda høyere kontaktrykk enn i Prototype 1, som forventet. Et meget tilfredsstillende resultat. De satt til tider så godt fast at de måtte lirkes ut med en skrutrekker for å få løsnet på de. Skrånende brakettlepper (Figur 28 og Figur 29) vil bli brukt på alle delene i setesystemet.

5.8.2 Test av Prototype 2 Brakettfeste i Aluminium uten BS

I denne testen skulle var målet å se om forbedringene har virket til sin hensikt og siden vi vet at prinsippet for fastsetting av setesystemet fungerer med BS, var det ikke kritisk med hennes deltagelse i testen.

Til stor misnøye for Ola Kyrkjebø var det fortsatt slark i brakettene på sitteflaten, kne-/lårstøtte og ryggstøtten etter å ha montert delene. Ikke like stor som ved test i 5.7.2, men betydelig. Det ble lagt på to lag med teip for at slarking ble borte. Etter å ha lagt på teip var det et tilfredsstillende resultat av innfestingen, brakettene ble lett skjøvet rundt flensene. I hovedsak så skulle skrånende brakettlepper gjøre at det ikke skulle være rom for slark, men det er grunn til å tro at utformingen av skråningen er for unøyaktig i forhold til tykkelsen av flensen på robommen. Forslag til ny utforming vil stå beskrevet i videre arbeid 7.2.1.

Brakettfestet til ryggen hadde ingen vridning etter noen minutter med roing og slagene fra min rygg inn i ryggplaten. Valget med å ha skruestrapping på alle delene av festet til ryggstøtten, vurderes som en klar forbedring, fordi det har oppfylt en bedre funksjon for trening. Selv om det blir flere skruhendler å skru på, vil BS enkelt kunne løsne disse for justering om nødvendig. At de er plassert slik at utøver må ta armene bak inn i et området hvor hun ikke kan se, er på sett og vis upraktisk. Med bakgrunn i at hun har muligheten til å sette opp ryggen etter markeringer er det lite trolig at det vil by på utslagsgivende problemer som gjør at det kreves en annen løsning for henne.

Med en enda høyere nøyaktighet på utformingen kan det tenkes at skruene på oversiden blir overflødige, men de vil uten tvil bidra til bedre kontakt.

6 Oppfyllelse av krav

Her vil det oppsummeres hvilke krav som er oppfylt, delvis oppfylt og ikke oppfylt, med hensyn til grunnbehov 2.1 og produktkravspesifikasjon 4.



Kravet er Oppfylt.



Kravet er delvis oppfylt, må arbeides mer med for å bekrefte.











Kravet er ikke oppfylt



6.1 Funksjon i Bruk

G1	Funksjon i Bruk	
	Det kan med sikkerhet konkluderes med at BS vil få et høyere treningsutbytte med Prototypene bygget. Dette vil oppfylle hennes primær- grunnbehov.	
G1.1	G1,1 og G1,2 er delvis oppfylt fordi det er en usikkerhet med hensyn til 1200 N som er et satt krav på maksimal trekraft. Det kan ikke konkluderes med nøyaktighet fordi det ikke er gjort tilstrekkelige målinger av trekraften til BS, men vi vet at utformingen av festemekanismen tåler hennes kraftpåkjenning under roing. Må testes med VB.	
G1.2		
G1.3 G1.4	Prototype 1 og 2 tåler vekten av BS, ingen tegn til svakhet eller fare for av vridning i sitteflate.	
G1.5 G1.6	Har ikke blitt testet med personer på 100 Kg, kan ikke gjøre rede for om innfestingen vil tåle dette.	
G1.7	God knevinkel oppnådd for BS.	
	God knevinkel oppnådd for en VB under 178cm.	






6.2 Montering

G2	Montering	
	Intuitiv montering oppfylt for BS.	
	Må testes med VB for oppfyllelse.	
G2.1	Oppfylt for BS.	
	Ikke bekreftet for VB.	
G2.2	Oppfylt for BS.	
	Ikke bekreftet for VB.	
G2.3	Oppnådd for VB under 178 cm.	
G2.4	Ikke fullstendig oppfylt. Må jobbes mer for å frigjøre mer plass slik at den maksimale høyden ligger rundt snitthøyden for gutter.	



6.3 Fastlåsing

G3	Fastlåsing	
	Det er mulig å oppnå tilstrekkelig fastlåsing i form av kontaktrykk med håndkraft. Se 7.2.3.	
G3.1	Kontakttrykket er oppnådd for BS. Setesystemet sitter fast, men det ikke gjort måling/beregning på hvor høy denne er. Låsingen med håndkraft er også oppnådd men vet ikke hvor høy denne kraften er. Må sjekkes nærmere.	
G3.2		




6.4 Justering

G4	Justering
G4.1	<p>Justering av delene i bommes lengde retning er oppfylt for BS. </p> <p>Mer arbeid for VB må til, før dette kravet er fullstendig oppfylt. </p>
G4,2	<p>Justering av ryggvinkel oppfylt for BS. </p> <p>Høydebegrensingen gjør at VB rundt 178 cm ikke vil ha mulighet til å legge setet så langt som 50 grader bakover, mens nesten. Mer arbeid må til. </p>
G4.3	<p>Justering av høyden av sitteflaten ikke bekreftet for VB. </p>


6.5 Transport

G5	Transport
	<p>Det gjenstår å se ved en test med BS for å bekrefte om hun synes frakten oppleves som enkel. </p>
G5.1	<p>Må testes på nytt for å bekrefte om 55 liters bag fortsatt gjelder. </p>










6.6 Komfort

G6	Komfort
G6.1	<p>Oppfylt for BS. </p> <p>Prøving med potensielle VB må til for å bekrefte komfortnivået. </p>
G6.2	<p>Kan ikke svare på om formen på sitteflaten passer til alle VB. </p>

6.7 Vedlikehold

G7	Vedlikehold	
G7.1 G7.2	Det må tas en vurdering etter 50- Og 250 timer etter at BS har begynt å bruke setesystemet for fullt. Kan ikke svare om oppfyllelse av krav på dette tidspunktet.	

6.8 Øvrige behov

G8	Øvrige behov	
Vekt	Setesystemet med påsatt brakettfester har ev vekt under 5 kg.	
Tilkomst	Sitteflaten er ikke montert høyere enn 40 centimeter. BS har ingen problemer med å komme seg opp i setesystemet montert på romaskin. Kan ikke svare på om kravet for VB er oppfylt.	  
Produksjon	Brakettfestet består av enkle komponenter, to profiler og et helemne. Enkel og lite tidkrevende produksjon.	
Regler	Ikke oppnådd med hensyn til garanti. Kan ikke svare om kommersielle treningssentre eller Concept2 vil godta produktet.	
Design	BS er fornøyd med design. Kan ikke svare for VB.	 
Robusthet	Kan ikke svare på nåværende tidspunkt. Test må gjennomføres for bekreftelse.	

7 Videre arbeid

I dette kapitlet skal det gjennomgås hvilke områder hvor det kreves mer arbeid. Dette har kommet frem underveis igjennom samtaler med Anders Seim, arbeid på verksted, under testing med BS 5.7.2. og tanker som har dukket opp underveis.

7.1 Generelle endringer av Setesystemet

7.1.1 Endring i sitteflate- og knestruktur

Det bør gjøres en vurdering på om disse strukturene skal gjøres like. Slik som utformingen er nå, er det et større mellomrom mellom aluminiumprofilene i kneenn i sitteflatestrukturen. Disse bør endres slik at det er én utforming av brakettene som passer til begge strukturene, for å gjøre antallet forskjellige deler mindre i ledd for en effektiv tilvirking.

7.1.2 Festepunkt for romaskinhåndtak (årefeste)

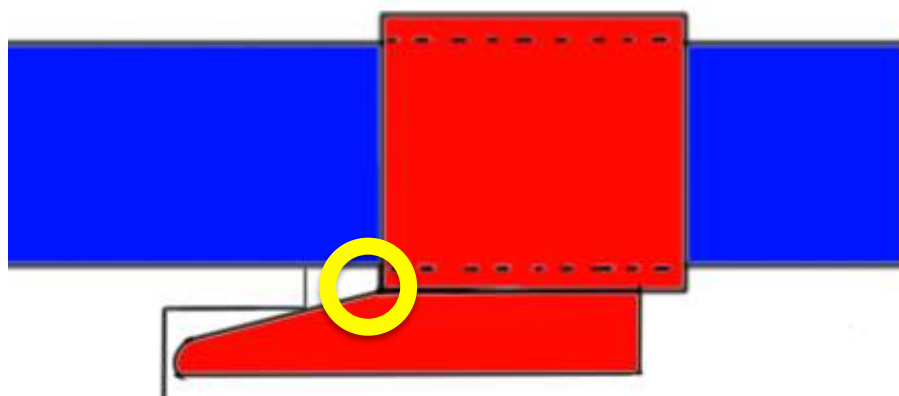
Slik Concept2 er utformet vil det være problematisk å nå håndtaket for en person sittende i setesystemet med kroppen fastspent (Bilde 18, 5.1.1, PO). Det blir for lang avstand frem til hendel og kun de med veldig lange armer vil klare å rekke frem. BS når akkurat frem og har ikke tenkt over at kan gjøres mindre krevende med enkle tillegg. Hun stilte seg positiv til å lage et festepunkt på knestøtten slik at hun og VB kan feste hendelen før en setter seg i setesystemet. Her må det vurderes hvordan festepunktet skal gjøres og plasseringen av det.

7.2 Endringer til BS sitt treningssete

7.2.1 Brakettleppe: Ny utforming

I første omgang så er arbeidet med å finne riktig skråning på braketten punktet som er viktigst å få gjennomført. Det bør tilstrebes en enda høyere nøyaktighet på utformingen av brakettene slik at slarket ikke oppstår og en slipper bruk av teip. Dette vil gi en styrket og mer helhetlig oppfatning av festet til setesystemet som "godt nok".

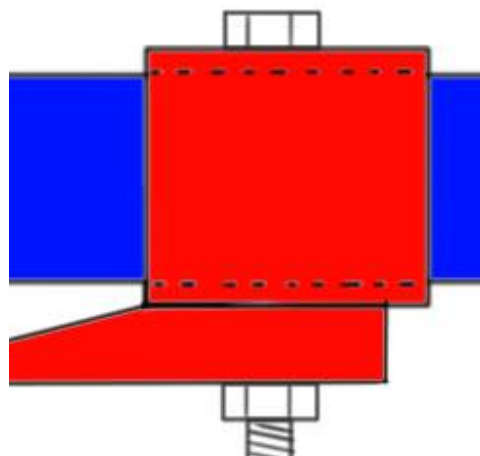
Forslaget til ny utforming av brakettleppen er å droppe nedsenkningen og lage leppa lengre som i Figur 30. Skråningen gir en åpning for rombomflensen som aldri vil kunne være for stor og gi slark i festene.



Figur 30 Skrånende brakettleppe uten nedsenkning (gul markering)

7.2.2 Låsing av brakett

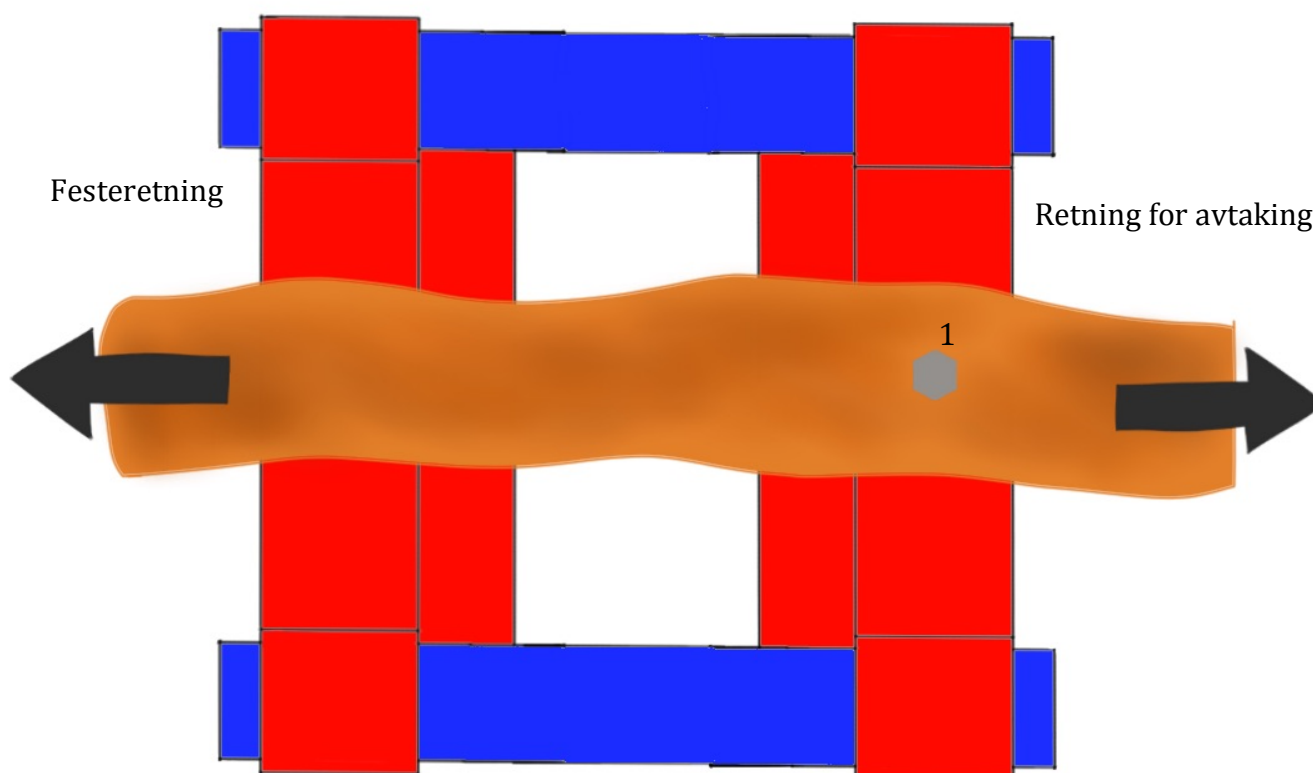
En av brakettene må være fastlåst (5.5.3) og det må gjøres en vurdering på hva som er den enkleste metoden. Gjennom testene som er gjennomført (5.7.2 og 5.8.2) er det blitt brukt ståltråd, strips og teip, men for et mer robust og varig produkt er ikke disse egnet. I utgangspunktet er det tenkt å bruke en skrue med mutter som går igjennom braketten (Figur 31) og aluminiumsprofilen i sitteflatestrukturen. Eventuelt noe enklere som gir mothold slik at den ikke kan skyves utover til siden.



Figur 31 Eksempel på låsing av fiksert brakett.

7.2.3 Stropp for tilstramming og avtaking av brakett

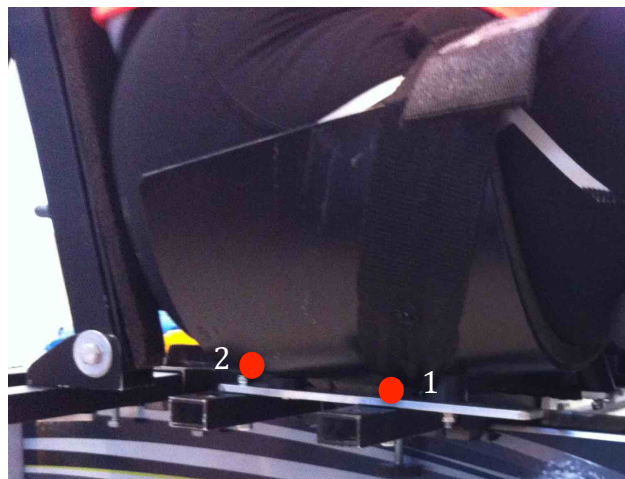
Det må testes om det er tilstrekkelig med å kun låse fast delene med et rykk i en stropp som er festet på den løse braketten. Hvor denne skal være festet vil trolig ha mye og si for hvor enkelt det føles å trekke. Det er essensielt at braketten under trekking er parallell med kanten i flensen så braketten ikke sitter skjevt rundt robommen, eller låser seg under trekking. Figur 32 er en prinsipiell illustrasjon, der grått skruehode Pkt. 1 (Figur 32) er et eksempel på hvor festepunktet for reimen på bevegelig brakett kan festes.



Figur 32 Eksempel på tilstrammingsfunksjon med stropp festet til løs brakett.

7.2.4 Festepunkt for reim på sitteflate

Slik som stroppen er surret rundt i fremre del av sitteflatestrukturen, fører til at stroppen glir ut av posisjon. Den sklir nedover lårene under roing. BS gav uttrykk for at denne optimalt sett ikke bør bevege seg, men ligge på samme sted hele tiden. Her må det undersøkes om stroppen kan festes i en annen del av sitteflatestrukturen. Mulig dette kan løses ved å bruke karabinkroker slik det er gjort på kne-/lårstøtten. Det bør også undersøkes om festepunktet Pkt. 1 (Figur 33) skal flyttes til Pkt. 2 (Figur 33) eller i et sted imellom.



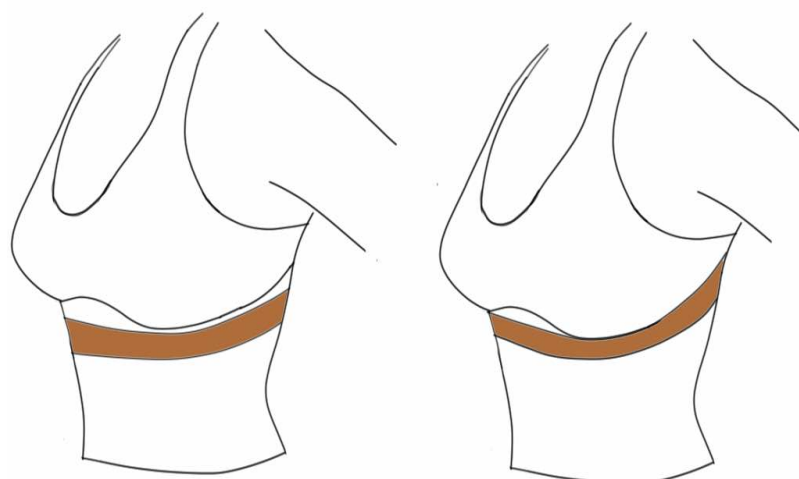
Figur 33 Nye festepunkter for stropp rundt livet på sitteflaten.

7.2.5 Ny innfesting for bryststropp i Ryggstøtte

For at BS skal trene med like forhold som under konkurranse, har hun muligheten til å feste bryststroppen i ryggstøtten. Festet for bryststropp Pkt. 2 (Figur 34) er i dag montert 3-5 cm for lavt med ryggstøttens utforming. Det er ikke en direkte mulighet for å heve denne uten å legge til noe nytt i pilens retning eller lage en høyere ryggstøtte. Dette må undersøkes mer nøyaktig, om hele ryggstøtten skal forlenges eller om det er en mulighet til en form for forlengelse av nye fester på toppen av bøyd profil Pkt.1 (rød firkant, Figur 34). Det er ikke snakk om stor lengdeendring og Figur 35 viser den prinsipielle nye plassering i på kroppen.



Figur 34 Forlengelse av ryggstøtte. Plassering av dagens festepunkt (2). Område for ny plassering (1)



Figur 35 Heving av bryststropp (markert i brunt)

7.3 Kommersielt rosete

7.3.1 Frigjøring av plass

I 3.1.2 har vi antydnet at maksimal høyde på person sittende i setesystemet er 178 centimeter. Optimalt burde den ligge litt over snittet av høyden på menn i befolkningen, som er i underkant av 180 cm (Vernepliktsverket, 2011). For å frigjøre mer plass med rulleasetet i bakre ende av robommen må følgende undersøkes nærmere.

7.3.1.1 Endre utforming av ryggstøtten

Fastlåsing av ryggstøtten med kun et feste i forkant av rulleasetet, vil frigjøre en lengde på opptil 5 cm. Her må det gjøres en vurdering på om bakre støttestruktur i ryggstøtten Pkt.1 (Figur 36) kan endres slik at den hviler oppå rulleasetet, eventuelt ha støtte i gulvet. Innfestingen av ryggflaten kan endres ved å få rotasjonspunktet Pkt. 2 (Figur 36) rett over ryggstøttestrukturen Pkt. 3 (Figur 36) og det må vurderes hvorvidt dette vil bidra til frigjøring av plass eller bare begrense vinkeljusteringen.



Figur 36 Endre bakre støttestruktur i ryggstøtten.

7.3.1.2 Knestøtten oppå rulleasetet

Siden rulleasetet begrenser plasseringen i bakre ende robommen må det vurderes om det er mulighet for implementering av rulleasetet med dens utforming i en knestøtte. Dette vil trolig øke den maksimale høyden opp til 185-190 centimeter for bruker da rulleasetet tar opp 20 centimeter plass i robommens lengderetning. En test kan gi et mer eksakt høydeanslag, men det er grunn til å tro at dette vil løse problemet med høydebegrensning for bruk av setesystemet.

7.3.2 Heving av sitteflate

Heving av sitteflaten vil ikke nødvendigvis frigjøre plass slik at maksimal lengde på person som kan bruke setesystemet øker, men det vil mulig bidra til at en oppnår en mer tilfredsstillende sitteposisjon slik at knær og lår er i optimal kontakt med kne-/lårstøtten. Det er grunn til å tro at dette kan bidra positivt for personer som er i grenseland av høyde med hensyn til setesystemet plassert slik det var gjort under test beskrevet i 3.1.2

7.3.3 Brukertest av setesystemet med utvalg av VB

Med utgangspunkt i BS sitt sete og brakettfestet må det gjøres test av en brukergruppe med fokus på hvordan de kommer seg opp i setet, sittestilling og justering. Vil disse bruke samme teknikk for å komme seg opp i setesystemet fra rullestol, finner de frem til en posisjon som er lik med hensyn til knevinkel og ryggvinkel. Her må vinkelanslaget i 3.1.3 bekreftes for VB. Fra utprøving med potensielle brukere må det redegjøres for hvordan de oppfatter behovet for justering av delen, etter de har satt seg i setet og funnet en god posisjon. Hvordan de mener en justering skal gjøres, for eksempel med grovjustering i fastsatte spor, vil også være nyttig informasjon og samle inn. Kanskje kommer det frem noe som ikke er vurdert.

8 Avslutning og evaluering av gjennomført arbeid

Dette kapittelet skal ta for seg arbeidet gjort igjennom hele oppgaven for å evaluere metodikk og hva som eventuelt kunne ha vært gjort annerledes.

8.1 Start av prosjekt og målsetting Masterprosjekt 2015

Etter at oppgaven ble tatt ut 20. Januar 2015 var jeg bestemt på det skulle lages en minst en Prototype, det å kunne vise til noe fysisk og gjennomføre test med BS anså jeg som et hovedmål. Samtidig som PKS skulle bli så utfyllende som mulig.

Arbeid med PKS var litt forvirrende i starten. Jeg ville i utgangspunktet ha en detaljert tabell for hvordan plasseringen av hver del kunne gjøres i forhold hverandre, ut ifra om de ble plassert langt bak, på midten eller i fremre del av robommen. Det ble gjort lengdemålinger av plasseringer og de ble satt i et system jeg tror de fleste ville hatt problemer med å forstå. Etterhvert innså jeg at det å gjøre oversikten så enkel som mulig vil være mest hensiktsmessig. Det var en stor aha-opplevelse å komme frem til at plassering av setesystemet kunne settes i sammenheng med maksimal høyde på personen. Så lenge vinkeljusteringsintervallet for ryggstøtten var mulig å oppnå, kunne en sette grensen for langt bak monteringen av ryggstøtten kunne være. Dette bestemmer den satte høydebegrensingen. Igjennom prosessen har det gjort at tankegangen generelt har blitt endret fra å gjøre ting komplisert til "hvordan kan jeg gjøre dette så enkelt som mulig" og at jeg er mer på hvordan jeg tenker.

8.2 Kommersielt setesystem

Tankegangen om å ha kommersielt produkt i bakhodet, har på sett og vis påvirket arbeidet i den grad at bruksanalysen tar for seg VB på et teoretisk nivå. Jeg føler ikke jeg har bidratt så mye for å bekrefte behov for denne gruppen. Hvis jeg på et tidligere tidspunkt hadde jobbet for å komme i kontakt med potensielle VB er det en mulighet at test med disse med BS sin Prototype ville ha bidratt til å få et større grunnlag til kommersielt produkt. Dette ble ikke gjort og derfor står mange av behovene til VB som ufullstendig i PKS. På sikt i dokumenteringen av VB sine behov og videre produktutvikling, vil BS sitt setesystem være et godt utgangspunkt for brukertest der målet er å bekrefte behov. Eller finne nye.

8.3 Bygging av funksjonsmodell og Prototyper

Funksjonsmodellen ble bygget på IPM. Arbeidet var preget av ineffektivitet og jeg ser tiden brukt kunne for eksempel vært brukt på å prøve ut andre prinsipper for å ha noe håndfast og sammenligne med. På en annen side var dette modellen som jeg mente uten tvil var den mest praktiske. Anders Seim sa hvis han skulle ha testet ut festemekanisme i en funksjonsmodell, ville han ha gått for en lignende løsning. Mitt forsvar for å ikke kaste bort tid på arbeid som ikke vil ha nytte for prosjektets fremgang er at det ikke ville bidra til noe konstruktivt.

Prototypene ble bygget hos HandiNor i Fetsund hvor Skeno AS holder til, det var veldig gøy og lærerikt å se hvordan Anders Seim og Peder Kjærnli jobber. Det å ha hjelpen nær når jeg ble usikker på fremgangsmåte eller ikke hadde peiling på hvordan jeg skulle gjøre ting bidro til fortgang i byggeprosessen. Jeg ser nytten av å ikke gjøre for grundig teoretiske vurderinger, men heller bygge, se og føle.

Da slipper en å låse seg fast på løsninger som ikke er hensiktsmessige på et tidlig stadiet.

Test av Prototype med relevant testperson var en ny erfaring, her burde jeg ha vært mer forberedt. Jeg hadde tanker om hva som var viktig å finne ut og fant for så vidt ut det som var planen. I ettertid skjønnte jeg at tiden burde vært utnyttet bedre. For eksempel burde jeg ha forberedt spørsmålene knyttet til behov så BS kunne forklart seg uten å eksplisitt vite hva jeg ville oppnå med spørsmålet. Kall det kamuflering spørsmålet. En liste over ting som måtte måles opp og spesifikke punkter som må undersøkes burde vært utarbeidet grundigere for en mer systematisk gjennomgang. Dokumentering med bilder burde også vært mer gjennomtenkt.

8.4 Formulering av tekst i oppgave

Jeg mener jeg har kommet frem til en presentasjon av masteroppgaven som gir en god fremstilling av utført arbeid. Spesielt er jeg fornøyd med hvordan bruksanalysen og PKS sammen med utført test gir et bilde om behov som er blitt definert stemmer overens med utøver.

Figurer og illustrasjoner som er håndtegnet kunne hatt en mer profesjonell glans over seg for en bedre helhet av oppgaven. Min tankegang er at enkle oversiktlige tegninger som er forståelig gjør nytten.

8.5 Konklusjon masterprosjekt

Som konklusjon på arbeid utført vil jeg påstå at oppgaven har blitt besvart tilfredsstillende ut ifra oppgavebeskrivelsen. Mekanismen for fastholding av båtsetet har blitt definert og geometrien av delene har blitt beskrevet. Brukertest er gjennomført med tilfredsstillende tilbakemeldinger. Det gjenstår arbeid i optimalisering av løsningen, men grunnstrukturen er satt. Med bakgrunn i gjenstående arbeid beskrevet kapittel 7 vil det bli en god nok løsning slik at BS kan gjennomført treningsøkter med et høyere utbytte enn før.

9 Kilder

Abilica.no. (2014). *Abilca*. Hentet 4 12, 2014 fra <http://abilica.no/no/produkter/alle-produkter/>

AMF. (2014). *American Motion Fitness*. Hentet 02 27, 2015 fra <http://www.fitnessequipmentsupplier.com/no/exercise-equipment-bike.html>

Arve Lote, H. L. (2014, 8 28). *NRK*. Hentet 12 1, 2014 fra NRK: <http://www.nrk.no/sport/klart-vm-gull-til-skarstein-1.11903772>

123RF. (2015). *Royal free stock photos*. Hentet 25 6, 2015 fra http://www.123rf.com/photo_7313471_industrial-background-from-worn-brushed-metal-sheet.html

Bingoforum. (2015). Hentet 2015 fra http://www.bingoforum.dk/files/bingo_regler.jpg

Concept2. (2014). *Norge*. Hentet 12 4, 2014 fra <http://www.concept2.no/>
Concept2. (2014). *USA*. Hentet 12 4, 2014 fra Concept2:

<http://www.concept2.com/indoor-rowers/adaptive-rowing/adapting-indoor-rower>

Concept2. (2014). *Vedlikehold*. Hentet 11 26, 2014 fra <http://www.concept2.no/support>

Dalsgaard, H. V., Luchsinger, H., Landskaug, R. S., Palmer, K., & Rodahl, M. (2014). *Rosete. Ekspert i Team Idrettsteknologi*.

Designhjelpen. (2015). *Designhjelpen*. Hentet 4 1, 2015 fra <http://designhjelpen.com/>

FISA. (2014). *Worldrowing*. Hentet 9 15, 2014 fra <http://www.worldrowing.com/para-rowing/>

FISA.PDF. (2014). *Worldrowing*. Hentet 09 15, 2014 fra <http://www.worldrowing.com/para-rowing/>

Grave, J. H. (2010). *Produktmodellering/ Produktutvikling*. Trondheim: NTNU, IPM.

Helsedirektoratet. (2015, 3 18). Hentet 3 24, 2015 fra <https://helsedirektoratet.no/folkehelse/fysisk-aktivitet/anbefalinger-fysisk-aktivitet>

Hoel, Yasmin Sunde. (2013, 08 29). *NRK*. Hentet 12 1, 2014 fra NRK: <http://www.nrk.no/sport/se-ingen-grenser-birgits-solvlop-1.11208951>

Hofmijster, A. ". (2009, 2009). Strapping rower to their sliding seat improves performance during start og ergometer rowing. 9.

Icon100. (2015). Hentet fra <http://www.icon100.com/up/3972/256/5-30-seconds-on-a-timer.png>

Infinity. (2014). *Infinity*. Hentet 12 4, 2014 fra <http://www.infiniti.com.au/light-commercial-rowers/140-infinitir100apm-infiniti-rowercommercial-.html>

IPM. (2012). *Plastisk deformasjon og brudd*. Trondheim: Institutt for produktutvikling og materialer.

Kjærnli, P., Seim, A., Ålgård, T., & Kvasheim, T. A. (2013). *Kjelkehockey masteroppgave*. Trondheim: NTNU.

Martinsen, E. W. (2000, 10 20). *Tidsskrift for Den norske legeforening*. Hentet 2 15, 2015 fra <http://tidsskriftet.no/article/198276>

NIF. (2010). *Norges idrettsforbund*. Hentet 2 15, 2015 fra www.idrett.no/SiteCollectionDocuments/2010Modul_8_Bevegelseshemmede.pdf

NRK. (2014, 8 28). *Sport*. Hentet 11 15, 2014 fra <http://www.nrk.no/sport/klart-vm-gull-til-skarstein-1.11903772>

NSF. (2014). *NSF*. Hentet 2014 fra <http://www.skiforbundet.no/funksjonshemmede/landslag/utover-langrenn/birgit-skarstein/>

Oartec. (2014). *Oartec.co.uk*. Hentet 12 5, 2014 fra http://static.wixstatic.com/media/edcd05_3ed76f6913b540dbb6a738324b72c160.jpg_srz_396_297_75_22_0.50_1.20_0.00_jpg_srz

The Biomechanics of Rowing. (2015). *Concept2 USA*. Hentet 3 4, 2015 fra <http://www.concept2.com/indoor-rowers/training/muscles-used>

Vernepliktsverket. (2011). *Statistisk Sentralbyrå*. Hentet 3 6, 2015 fra SSB: <https://www.ssb.no/helse/artikler-og-publikasjoner/vernepliktige-opp-i-vekt>

WinTech, R. (2014). *WinTech Racing*. Hentet 11 23, 2014 fra <http://www.wintechracing.com/index.php?target=/boats/recreational/AdaptiveEquipment.php>

10 Vedlegg

10.1 Prosjektoppgave

Prosjektoppgave høst 2014

"Romaskinprosjekt"

Av Ola Kyrkjebø

Forord

Denne prosjektoppgaven er gjennomført ved NTNU i samarbeid med Skeno AS, høsten 2014 og er en videreføring av et pågående prosjekt mellom Skeno AS, Birgit Skarstein og Olympiatoppen mot Paralympics 2016. Det er starten på "romaskinprosjektet", en utviklingsoppgave som tar utgangspunkt i Birgit Skarstein sitt behov for å kunne trene på en romaskin med tilpasset utstyr.

Takk til Anders Seim og Peder Kjærnli for tilrettelegging av oppgave, gode innspill og hjelp underveis. En ekstra takk til Anders som har hjulpet med retting under skriveprosessen. Takk til Knut Einar Aasland og Bjørn Åge Berntsen for veiledning og støtte.

Ola Kyrkjebø

Sammendrag

Pararoing er roing for personer med en fysisk nedsettelse, og gjennomføres i scullere, som ved vanlig roing. Konkurranselengden er 1000m, båten har ekstra støttepontoger og konkurranseklassene stiller krav til type funksjonshemming. Utøvere har tilpasset utstyr for optimal sittestilling.

Birgit Skarstein er Norges landslagsutøver i pararoing og har et behov om å kunne trene på romaskin med seteløsningen som er brukt i hennes konkurransebåt. I dag har hun ikke mulighet til å enkelt feste dette tilpassede setet fast på en romaskin og det finnes heller ikke produkter som vil tilfredsstille hennes behov. Båtsetet er utviklet av Skeno AS, med bakgrunn i at Birgit skled ut av posisjon under roing med setet brukte i starten av karrieren.

Primærbehovet for Birgit er at seteløsningen gir henne et høyere utbytte av treningen gjennomført på romaskin. Hun skal enkelt kunne transportere og montere setet på en romaskin uten hjelp av eksterne personer og det skal være en justeringsmulighet for posisjon av setet. Setet skal føles trygt å bruke på romaskin for utøver og det skal være sikkert å bruke med hensyn til andre personer på treningscenter og treningsapparater.

Resultatet av prosjektoppgaven ble et bygget forslag som en mulig løsning til Birgit behov, denne ble vurdert som ikke hensiktsmessig. Oppgaven endret fokus fra å være løsningsorientert til en mer grundig gjennomgang av behovene til Birgit, for å danne grunnlaget til brukerkrav og produktkrav. Prosjektoppgaven har vært med på å øke innsikten av situasjonen til Birgit og er et godt grunnlag for videre arbeid inn i masteroppgave 2015.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
1.1	Utøver	3
1.2	Tilpasset sete	3
1.3	Utviklingsprosjektet i et langsiktig perspektiv	4
1.4	Prosjektoppgaven høst 2014: Visjon og misjon	4
1.5	Problemstilling	4
1.6	Eksisterende produkter	5
1.7	Pararøing	5
1.7.1	Gruppering basert på funksjonshemming	5
1.7.2	Klasseinndeling for konkurranse	5
2	Prosjektoppgavens avgrensinger	6
2.1	Romaskiner	6
2.2	Båtsetet	7
2.3	Innfesting av båtsetet til romaskinen	7
3	Behov	8
3.1	Funksjon i bruk	8
3.2	Transport	8
3.3	Montering	8
3.4	Tilpassing	8
3.5	Komfort	8
3.6	Holdbarhet	8
3.7	Øvrige behov	9
3.7.1	Vekt	9
3.7.2	Tilkomst	9
3.7.3	Regler	9
3.7.4	Design	9
3.7.5	Robusthet	9
3.7.6	Produksjon	9
3.7.7	Hukommelse	9
3.8	Grunnbehov	10
4	Tidlig fase av prosjektoppgaven	11
4.1	Typer av innfestingmetoder	12
4.1.1	Brukerkrav som ble stilt til riggen på dette tidspunktet	12
4.1.2	Rigg	14
4.1.3	Fastspenning	14
4.2	Valgt festeløsning for rigg	16
4.3	Justering av posisjon og feste på rigg	16
4.4	Bygging av Rigg og setefeste	18
4.5	Resultat	19
4.5.1	Test av rigg på romaskin	19
4.5.2	Erfaringer fra byggingen	19
5	Bruksanalyse for hele setesystemet	20
5.1	Primær brukssituasjon	20
5.1.1	Utøvers bevegelse under roing	20
5.1.2	Krefter under et rotak	21
5.1.3	Krefter under henting av tak	21
5.2	Sekundære brukssituasjoner	22
5.2.1	Krefter ved på og avstigning	22
5.2.2	Transport	22

5.2.3	Montering.....	22
5.2.4	Tilpassing.....	23
6	Videre Arbeid.....	23
6.1	Brukerkrav	23
6.2	Produktkrav	23
6.3	Prototype.....	23
7	Vurdering av prosjektoppgave	23
8	Vedlegg.....	25
8.1	Vedlegg A: Annbjørg Engeseth	25
8.2	Vedlegg B: Kategorisering av brukerkrav og produktkrav.....	26

1 Innledning

1.1 Utøver

Birgit Skarstein (BS) er født i 1989 og er fra Levanger. Hun er Norges representant på ro-landslaget i pararoing og konkurrerer i klassen arms and shoulders single sculler (ASW1x). Tidligere meritter er sølv i VM Chungju, Sør-Korea 2013 (Hoel, Yasmin Sunde, 2013) og gull i VM i Amsterdam 2014 (Arve Lote, 2014). Pararoing gjennomføres på samme måte som roing for funksjonsfriske i scullere, der målet er å komme først over målstreken etter en strekning på 1000m. Den eneste forskjellen er at båtene har to ekstra støttepontonger og et årefeste som er motsatt montert.

Hun konkurrer også i langrennspigging og deltok i OL i Sochi, der hun stilte klassen LW 11 på distansene 12,5km, 1km sprint og 5km hvor hun endte på 12, 8- og 12 plass. (NSF, 2014) Birgit har ambisjoner om å ta gull i sommer OL Rio 2016 og i vinter OL i Pyeongchang 2018.

1.2 Tilpasset sete

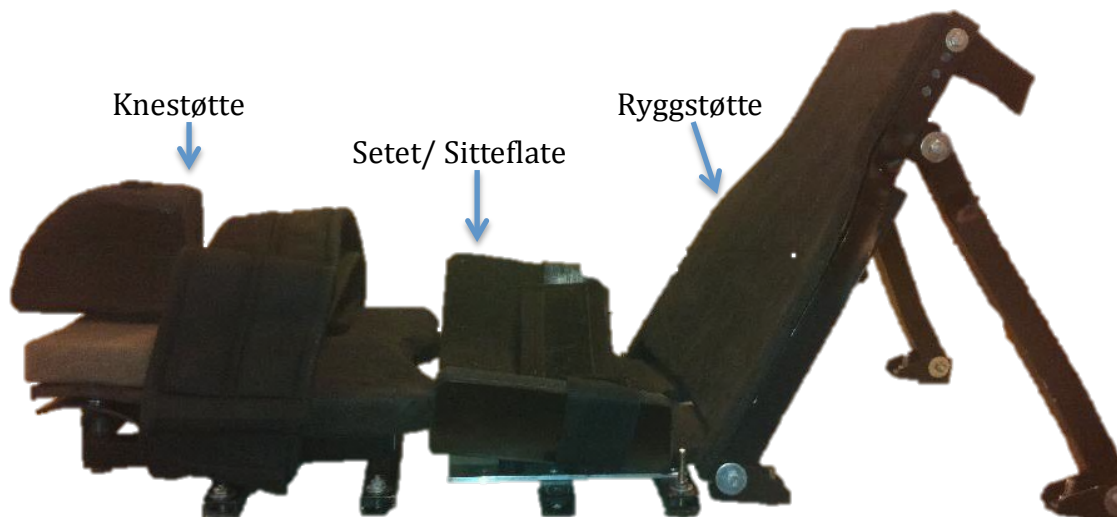
Utgangspunktet til utviklingsprosjektet er setet Birgit brukte i starten av karrieren, som ikke var godt nok. Setet er levert av WinTech (WinTech, 2014). Det var en utfordring med å sitte fast under roing fordi nedre del av kroppen skled ut av posisjon med ro-bevegelsen i setet. Problematikken med å skli ut av posisjon påvirket roteknikk og hun måtte bruke ekstra krefter for å rette seg opp. Summen av å skli ut av posisjon og påvirkning av teknikk førte til redusert fremdrift og førte til belastningsskade i form av ribbeinsbrist.



Bilde 1 WinTech Adaptive seat.

For å løse stabilitetsproblemet brukte Birgit mye unødvendig tid på å støtte opp beina med skum og gaffatape, tid som heller kunne vært utnyttet til trening. Et av tiltakene for å løse dette bevegelsesproblemet er en tilpasset sitteplate (sete, sitteflate, sitteplate). Prosjektet for sitteplaten ble gjort igjennom faget Eksperter i team ved NTNU, landsby idrettsteknologi, i regi av Skeno AS. (Dalsgaard, Luchsinger, Landskaug, Palmer, & Rodahl, 2014).

Inn mot VM Amsterdam 2014, ble det laget et nytt komplett sete (seterygg, sitteplate, lår-/kne støtte)(bilde 2) til båten der erfaringer fra EiT ble brukt. Kne støtten som ble laget er det viktigste tiltaket for å forhindre uønsket bevegelse. Hun sitter nå godt fast og sklir ikke ut av posisjon under roing med tilpassingene, samtidig som det er komfortabelt.



Bilde 2 Birgits nye komplette sete.

Dette setet er kun tilpasset bruk i båten og kan ikke brukes direkte på en romaskin slik det er i dag. Hun har et klart behov for å ha et tilpasset sete som gjør det enklere for henne å trene og at hun får trent med utstyr som dekker hennes behov. Det skal heve kvaliteten på treningen. Enklere menes med at hun får et oppsett der hun ikke er avhengig av hjelp til å sette utstyret fast, komme seg opp og ned i setet og frakte utstyret.

Videre vil dette setet bli omtalt som *båtsetet* eller *parasetet* der alle delene er samlet som en enhet. Komponentene av båtsetet er da henholdsvis ryggstøtte, sitteplate og lårstøtte. *Setesystemet* defineres som båtsetet sammen med innfestingen (festemekanisme) som ikke finnes ennå for at vi kan sette båtsetet på en romaskin.

Utviklingsprosjektet i et langsiktig perspektiv

Utviklingsprosjektet har en langsiktig målsetting der målet skal være et kommersialisert produkt. Produktet skal være basert på det setesystemet som utvikles for BS, og er tiltenkt alle personer med et behov for tilpasset sitteposisjon på romaskin.

1.3 Prosjektoppgaven høst 2014: Visjon og misjon

Visjon: Birgit Skarstein skal vinne gull i Paralympics Rio 2016.

Misjon: Kartlegge Birgits behov og utarbeide kravspesifikasjon for båtsetet til en romaskin.

Prosjektoppgaven som gjennomføres har til formål å kartlegge Birgit sine behov til en romaskin og bruke disse som grunnlag til produktkrav. Den vil danne et grunnlag for masteroppgaven som skal levers Juni 2015

1.4 Problemstilling

Prosjektets problemstilling bygger på BS sitt behov for å kunne trene med utstyret hun ror med i båt inn i treningsperioden før OL i Rio 2016

"Det skal utvikles fester til båtsetet som gjør at hun kan bruke dette på en romaskin"

1.5 Eksisterende produkter

I dag finnes det ikke et produkt som Birgit kunne tatt i bruk i dag for å bruke det nyutviklede sete (Bilde 2 Birgits nye komplette sete) på romaskinen. Det er blitt søkt på nettet med søkeordene: *rowing equipment for disabled, handicap rowing machine*. Produktene som kom opp er ikke på noen som helst måte det en er ute etter for Birgit.

WinTech- setet er nevnt tidligere (1.2) har et klemmefeste som gjør det mulig å ro på romaskiner, men denne løsningen er ikke direkte overførbart til båtsetet. Det er mulig å hente inspirasjon til et feste fra dette systemet.

1.6 Pararoing

Første gang pararoere konkurrerte i et verdensmesterskap var i Seville 2002, og i Beijing 2008 ble det en gren i de paralympiske leker for første gang. Under sommerlekene i London 2012 stilte 48 båter og 96 utøvere fordelt på 12 medaljer. Det internasjonale ro-forbundet FISA (fra det franske Fédération Internationale des Sociétés d'Aviron) setter hovedføringene for sporten sammen med nasjonale forbund, nasjonale og internasjonale olympiske komiteer. FISA bistår arrangører med hjelp til organisering og gjennomføring av regattaer og passer på at sporten er i utvikling. (FISA, 2014)

1.6.1 Gruppering basert på funksjonshemming

Parautøvere har forskjellige grader av funksjonshemming og blir derfor gruppert etter hvordan type hemning (FISA.PDF, 2014)

LTA (Legs, Trunks, Arms)

Utøvere som kan bruke bein, armer, mage- og ryggmuskulatur. Utøverne må ha en dokumentert og permanent nedsatt funksjon. Disse utøverne kan også utnytte setets rullefunksjon i båten. Ingen modifikasjoner på båt.

TA (Trunks, Arms)

Samme som LTA, men kan ikke utnytte setes rullefunksjon i båten. Utøveren sitter fast og et kjennetegn er betydelig nedsatt bevegelighet/ funksjon fra livet og ned.

AS (Arms, Shoulders)

Utøverne her har lite eller ingen funksjon i mage- og ryggmuskulatur. En roer i denne klassen vil bruke skulder og armer primært. Bein og setefunksjon brukes ikke for fremdrift og utøver sitter fast som i TA samtidig som en ekstra stropp benyttes i øvre del av brystet slik at kun armer og skuldere blir benyttet.

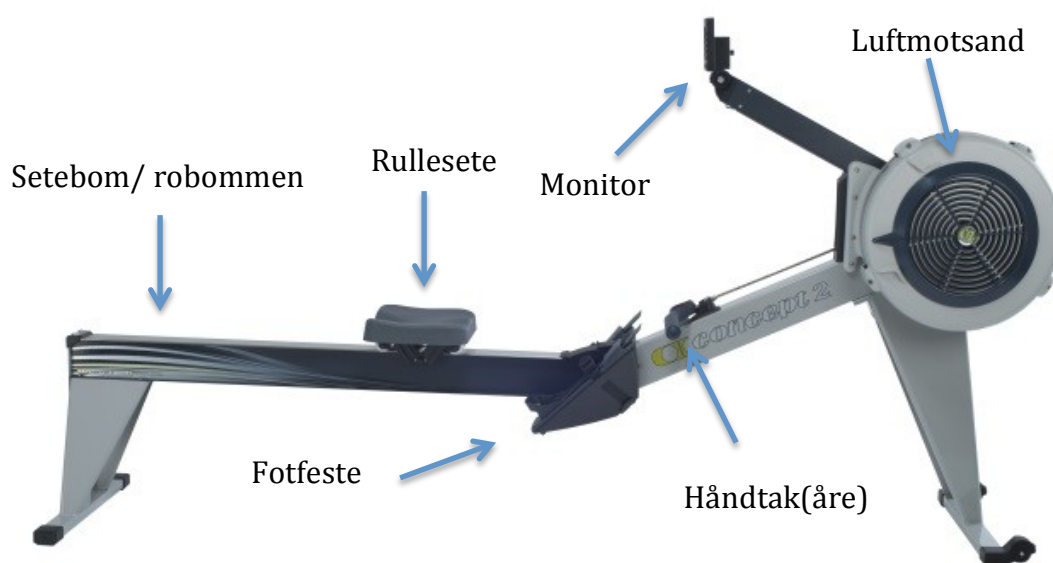
1.6.2 Klasseinndeling for konkurranse

- ASM1x single menn
- ASW1x single damer
- LTAMix2X miks dobbel sculler
- TAMix2x miks dobbel sculler
- TAMix4+ miks firemanns sculler med cox.

2 Prosjektoppgavens avgrensinger

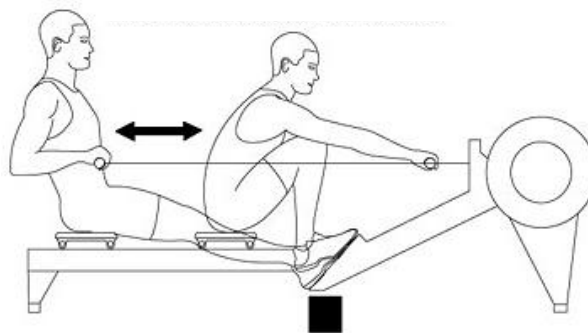
2.1 Romaskiner

Romaskiner finnes i alle treningssentre og er et treningsverktøy som blir solgt til privatpersoner. Det finnes flere merker og et utvalg av romaskinmerker som finnes er Concept 2 (Concept2, Norge, 2014), Abilica (Abilica.no, 2014) og Infiniti (Infinity, 2014). Etter et besøk på SITs treningssenter på Gløshaugen og Portalen er inntrykket at Concept2 romaskinen mest brukt. Dette blir bekreftet av Annbjørg Engeseth, avdelingsleder for Toppidrettsenteret (Vedlegg A: Annbjørg Engeseth) i Oslo, der BS trener med landslaget i roing. Concept2 er maskinen det norske laget bruker og med bakgrunn i dette er det grunn til å ta utgangspunkt i denne romaskinen med hensyn til hvordan festet mellom robom og parasetet skal være.



Bilde 3 Concept2 Model E Indoor Rower PM5 (Concept2, USA, 2014)

Setebommen (robom, robommen) er et ekstrudert aluminiumprofil som rullesetet (rullesetet, romaskinsetet) er festet til og ruller på. Rullesetet er en av flatene på maskinen den roende personen har kontakt med. Rumpa er plassert på platen, som når en sitter på en krakk, den er også ergonomisk utformet for rumpeballene. Fotfestet (fotplate) er det andre kontaktpunktet på maskinen, denne gir roeren mulighet til å bruke beina for å få mer kraft i hvert tak. Håndtaket trekkes bakover som ved et åretak. Denne er koblet med et kjede til mekanismen som gir motstand, dette for å simulere motstanden som ved roing på vann med ekte årer. Motstanden kommer av en luftbremse, der akslingen er koblet til kjedet og opprullingsmekanisme har finner som vil bremse roteringen.



Bilde 4 Viser hvordan robevegelsen gjennomføres på en romaskin (Oartec, 2014)

2.2 Båtsetet

Båtsetet skal ikke endres på, behov og produktkrav er til utformingen som vist i Bilde 2 Birgits nye komplette sete.

2.3 Innfesting av båtsetet til romaskinen

Festemekanismens utforming ikke er definert ennå, derfor er det ikke bestemt om båtsetets komponenter (Bilde 2) skal ha et felles eller individuelle fester, og heller ikke hvilken type.

3 Behov

Innledningsvis er situasjonen for BS beskrevet, men for å organisere hennes behov ytterligere må de systematiseres slik at det totale bildet av hva som skal til for at hun får et bedre utgangspunkt for trening på romaskin kartlegges.

3.1 Funksjon i bruk

Produktet skal brukes primært til trening og den totale funksjonen til setesystemet skal være så god at BS får et høyere treningsutbytte fra hver økt enn tidligere.

3.2 Transport

Setesystemet skal kunne fraktes av utøver. Det betyr at det må få plass i en bag som har en hensiktsmessig størrelse, med hensyn til transport av setesystemet fra bil og inn på treningssenter sammen med treningstøy. Båtsetet med festet kan ikke være av for stor størrelse slik at utøver må ta flere turer for å få med seg alt.

3.3 Montering

Utøver skal kunne montere systemet selv uten hjelp fra eksterne. For å gjøre monteringen så enkel som mulig er det behov for løsninger som krever få eller ingen verktøy. De skal være enkle og gi tilstrekkelig fastspenning på robommen. Monteringen av setesystemet skal kunne gjøres uten at rulleasetet på romaskin må tas av. Utformingen av festet til knestøtten må ha med rulleasetet i vurderingen, fordi den kan ikke plasseres for langt frem der den vil være i veien for fotfestet. Ikke for langt bak da dette vil gå utover justeringsmulighet på grunn av plassmangel.

3.4 Tilpassing

Produktet skal kunne ha funksjoner som gir utøver mulighet til å tilpasse sittestillingen på romaskinen, for å prøve ut forskjellige sitteposisjoner og oppnå den optimale sittestillingen. Denne justeringen skal kunne gjøres i bommens lengderetning, fremover og bakover.

3.5 Komfort

Utøver skal kunne bruke systemet uten å skade seg det vil si akutte og slitasjeskader, og det må tas hensyn til dette i utformingen. Det skal føles komfortabelt og trygt å bruke setesystemet.

3.6 Holdbarhet

Concept2 (Concept2, Vedlikehold, 2014) oppgir at maskiner som brukes på treningssentre skal ha lett vedlikehold etter 50 timer rengjøring og smøring av kjedet og en mer omfattende inspeksjon etter 250 timer. Det er upraktisk med vedlikehold etter hver treningsøkt, setesystemet skal minimum tåle bruk i 250 timer uten vedlikehold.

3.7 Øvrige behov

3.7.1 Vekt

Vekten av systemet skal være slik at det ikke oppleves som tungt å frakte. En test i rullestol med manualer vil gi en god indikasjon på hvilken vekt som er praktisk å frakte i rullestol, og vil da sette den maksimale vekten setesystemet kan ha. Siden vekten av båtsetet er (x)kg kan ikke koblingene mellom delene (Bilde 2) og robom overstige (x) kg.

3.7.2 Tilkomst

Systemet skal være enkelt å komme seg opp i fra rullestol, sitteflaten bør ligge på samme høyde som rullestolen Birgit bruker til å komme seg frem med til vanlig. Det er ugunstig at utøver skal bruke mer krefter enn nødvendig for å komme seg opp og ned fra setet. Det påmonterte setet på rommaskinen har en oppgitt høyde fra distributør i Norge på 0,5m.

3.7.3 Regler

Garantien for eksternt påsatt utstyr en Concept2 rommaskin er dog problematisk. Den tillater ikke eksternt påsatt utstyr laget av en tredjepart og nevner eksempelvis WinTech 1.2 setet som et produkt som bryter med garantien på rommaskinen.(Concept2, USA, 2014)

Toppidrettssenteret i Oslo bekreftet at de ikke har spesielle regler for bruk av eksternt påmontert utstyr såfremt det ikke går utover sikkerheten for utøver, andre personer og apparatur. De ville ha en mer detaljert beskrivelse på produktet før et endelig svar om tillatelse av bruk er innvilget. Med sikkerhet menes fysisk skade på utøver, mennesker rundt og skade på treningsapparater. (Denne personen ville ikke ha navnet sitt oppgitt)

3.7.4 Design

Setesystemet skal ikke være stigmatiserende. Det betyr at utøver ikke skal oppleve setesystemet som negativt å ha med seg på trening, men best mulig funksjon skal ikke gå på bekostning av flott design.

3.7.5 Robusthet

Utstyret skal kunne fraktes uten å bli ødelagt, det skal ikke skade eller bli skadet av annet materiell under transport med bil, fly og tog.

3.7.6 Produksjon

Med tanke på at det skal lages få eksemplar i førsteomgang til bruk av Birgit, skal det higes etter å finne løsninger som er enkle slik at det kan produseres raskt og effektivt. Avanserte materialer, som kompositt, som krever spesialkompetanse skal unngås.

3.7.7 Hukommelse

Det er en fordel om setesystemet "husker" posisjonen som utøver har stilt inn under en treningsøkt. Det vil være hensiktsmessig å ha en type merking som gjør at utøver lett finner tilbake til sin optimale posisjon, som for eksempel slik en justerer setehøyden på en spinningssykkel.

3.8 Grunnbehov

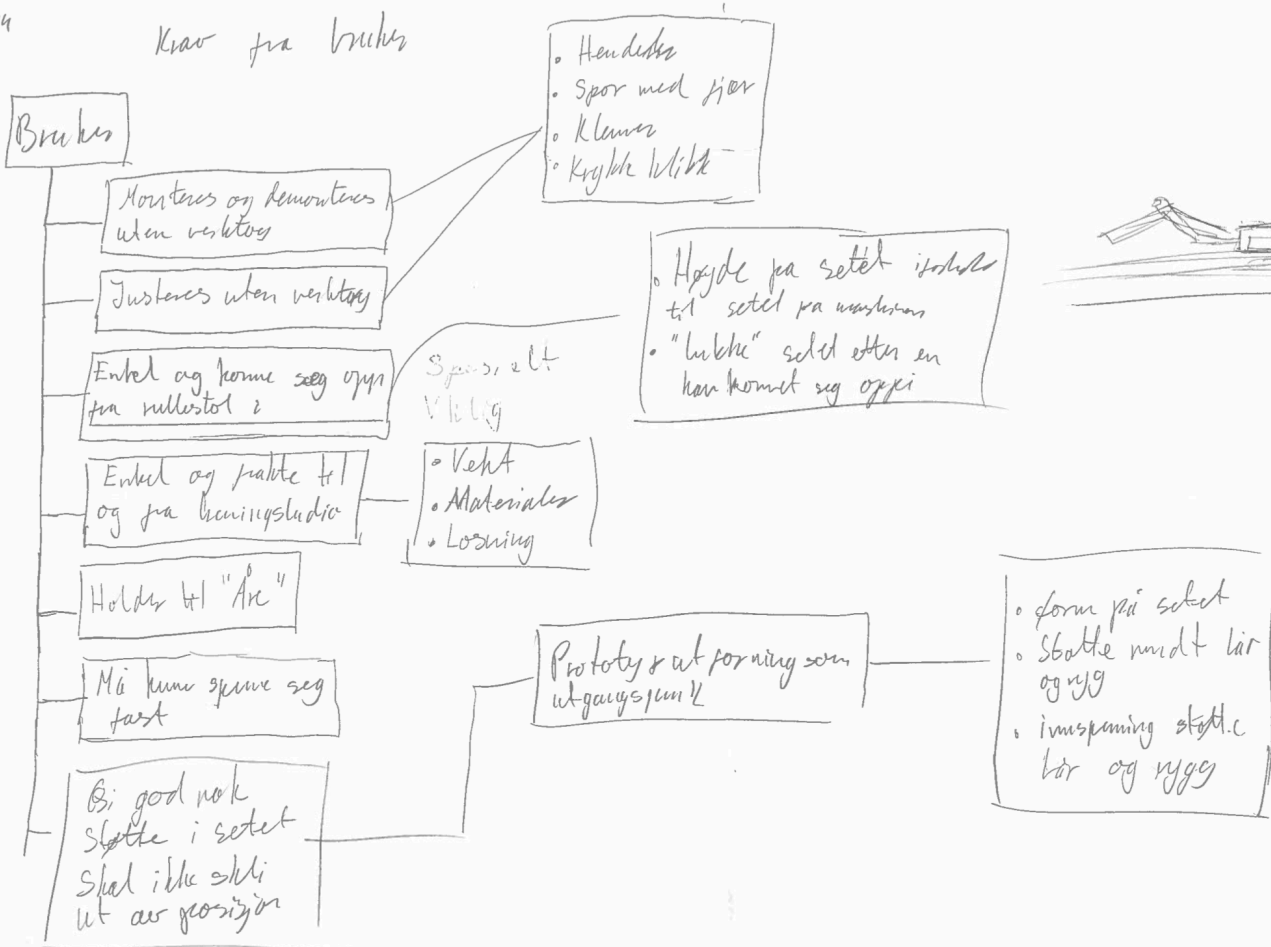
- G1 Funksjon i bruk: oppnå best mulig treningskvalitet (Primært behov)
- G2 Transport: Skal kunne transporteres hensiktsmessig av utøver. (Sekundært behov)
- G3 Montering: skal gjøres uten-, eventuelt med få verktøy (Sekundært behov)
- G4 Tilpassing: utøver skal kunne tilpasse sittestilling under trening og sitte slik de ønsker (Sekundært behov)
- G5 Komfort: Utøver skal ikke få skader av å bruke systemet som slitasjeskader. (Sekundært behov)
- G6 Holdbarhet: Systemet skal tåle en hel "innesesong" uten å måtte vedlikeholdes (Sekundært behov)
- G7 Vekt, tilkomst regler, design, sikkerhet og produksjon

4 Tidlig fase av prosjektoppgaven

Etter prosjektoppgaven ble gitt i august/ september 2014 tok tid å forstå hva som skulle bli gjort og inntrykket i starten at det skulle bygges en modell så raskt som mulig. Dette kapitelet skal ta for seg hva som var tankegangen før byggingen med bakgrunn i oppfordring av veiledere til å lage funksjonsmodeller for å teste løsninger. Store deler av semesteret gikk til å tenke ut løsninger til en ferdig funksjonsmodell, med utgangspunkt i problemstillingen "Det skal bygges en testmodell av valgt utforming, slik at Birgit har en funksjonell seteløsning for trening". Uten å ha definert klare brukerbehov og produktkrav som guide på hva som egentlig skulle oppnås ble det laget et forslag og en prototyp der. Tanken var at prosjektoppgaven skulle konkludere om dette var noe å jobbe videre med.

3.9.14

Krav fra bruker



Bilde 5 Tidlig utgave av brukerbehov.

Montering og demontering uten verktøy

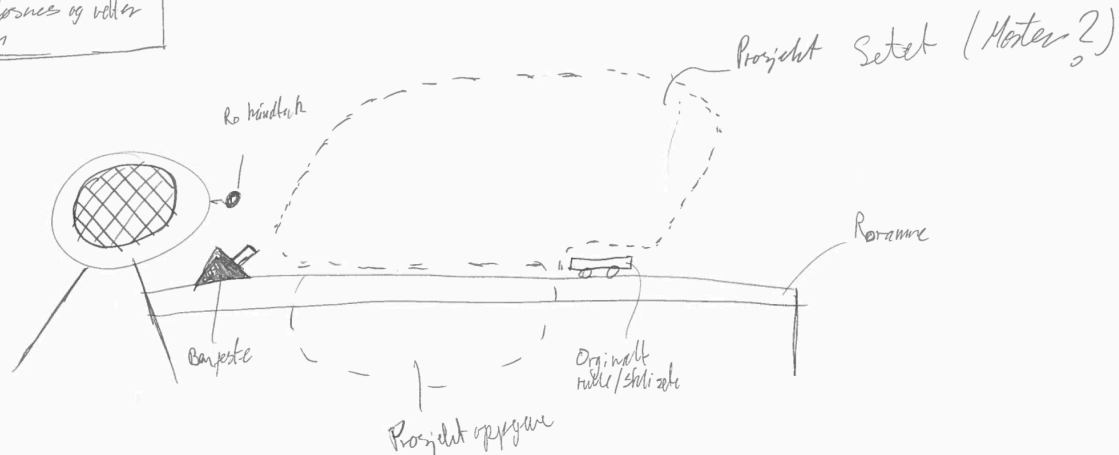
Enkle justeringsfunksjoner

Festet som enten skal være på settet på rommaskinen eller "rammen" er kritisk! Ryker dette festet vil det være høyest sannsynlig fore til at utøver veller og skader seg

-Festet må kunne klemes ut skruer (Oppri høy klemmekraft)

Kritiske funksjoner og fester må ha en sikring slik at det på ingen måte er mulig at utøver løsnes og veller av stelen

Skisse tegning og definering av uttrykk



Bilde 6 Tidlig oversikt av hva prosjektoppgaven skulle gå ut på.

Tanken bak denne vinklingen på oppgaven fra starten var at det i masteroppgave skal bygges en prototyp med bakgrunn i definerte brukerbehov og en utarbeidet produktspesifikasjon. Denne løsningen som blir presentert skulle være en test på om valgte løsninger er noe som kunne jobbes videre med, der produktet svarte på om de valgte funksjonene var gode nok.

4.1 Typer av innfestingsmetoder

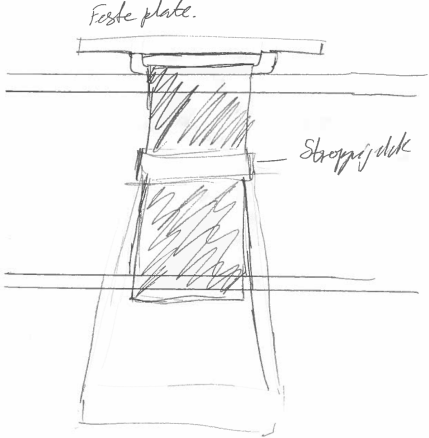
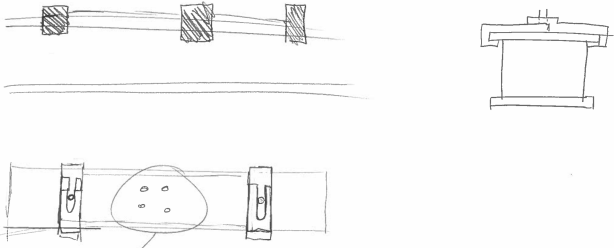
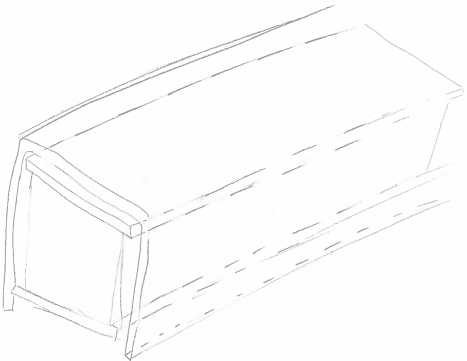
Innfestingsforslagene ble utformet i første omgang som individuelle fester, men ble endret til at de skal festes på en felles plattform (rigg) på robommen. Jeg anså det som lettere å lage fester med justering på et felles plan og ikke ha individuelle fester mellom delene (Bilde 2) rett på robommen. Tanken bak ideene til utforming kan beskrives ut ifra en situasjon der utøver skal trene og feste setesystemet fast på rommaskinen "Birgit skal første sette på riggen for så å feste de tilhørende delene på denne. Riggen har justering i bommens retning for setet, kneholder og rygg. Dette skal gjøres fra rullestol."

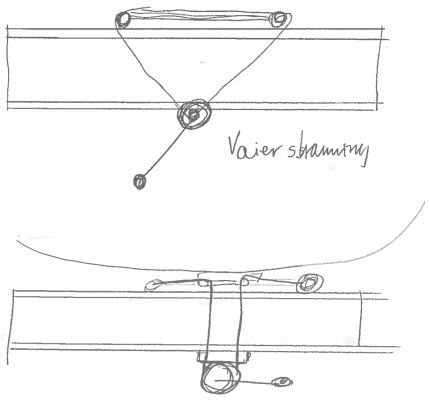
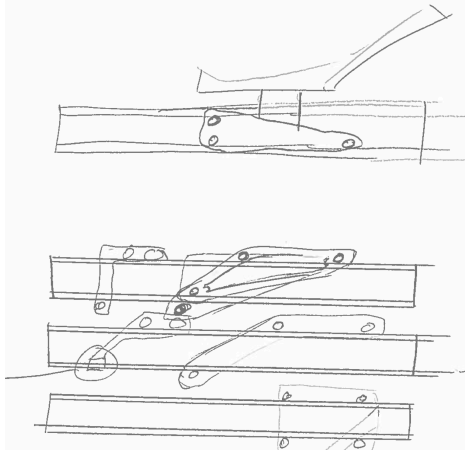
4.1.1 Brukerkrav som ble stilt til riggen på dette tidspunktet

Disse kravene er essensen av Bilde 5 og Bilde 6.

- Skal kunne settes på uten å ha med verktøy
 - Hvordan er dette kravet målbart: Alt av strammefunksjoner skal være "på" Utstyret
- Skal ikke gi belastninger som skader bom eller strukturen av festet under trening.
 - Hvordan er dette kravet målbart: Må testes å se om det blir synlige skader på bom og struktur i form av bøyd materiale og andre skader som riper og sprekker.
- Intuitiv montering

- Hvordan er dette kravet målbart: En hvilken som helst voksen person skal automatisk skjønne hvordan riggen og setet skal festes sammen og i bommen
- Skal ikke ta lengre enn 1 min å sette på.
 - Hvordan er dette kravet målbart: Ta tiden
- Må ha tilstrekkelig stivhet.
 - Riggen må være festet godt nok med valgt mekanisme slik at den er rigid nok til å tåle påkjenningene utøver påfører.

Navn på løsning	Illustrasjon
Jekkestropp	
Sammenskrudde profiler	
Skinne som festepunkt	

<p>Vaierstramming</p>	
<p>Ramme rundt Bom</p>	

Bilde 7 Tabell for mulige løsninger.

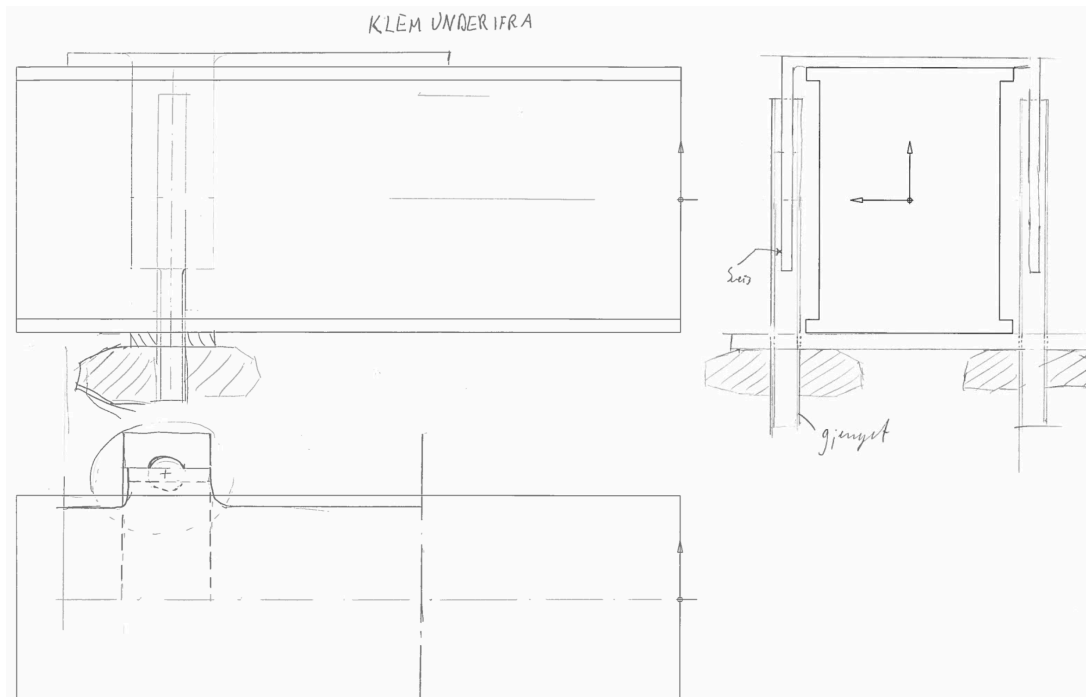
4.1.2 Rigg

Bruk av en skinne som kan legges rett på robommen ble valgt med bakgrunn i at den er lett å plassere, den ligger stabilt uten at den er festet. Her unngår vi at utøver slipper å ha deler som må festes på undersiden av bommen. Vaier og stropp ble vurdert som upraktisk, antagelsen gikk ut på å tre en stropp eller vaier igjennom festepunkter tar lengre tid enn om det kan settes rett på med andre fester. Ramme rundt bom og sammenskrudde profiler ble vurdert som en løsning med for mange deler.

4.1.3 Fastspenning

Riggen må ha en tilstrekkelig fastspenning slik at den aldri vil løsne under bruk, her ble det vurdert mest praktisk å bruke skruer som mekanisme for å spenne riggen fast i robommen. Valget med å bruke skruer er gjort fordi stramningen kan gjøres enkelt med et håndtak, og de må ikke tas av for å montere riggen. Her var kriteriet at skruehåndtakene ikke kom i veien for båtsetet når det er fastmontert.

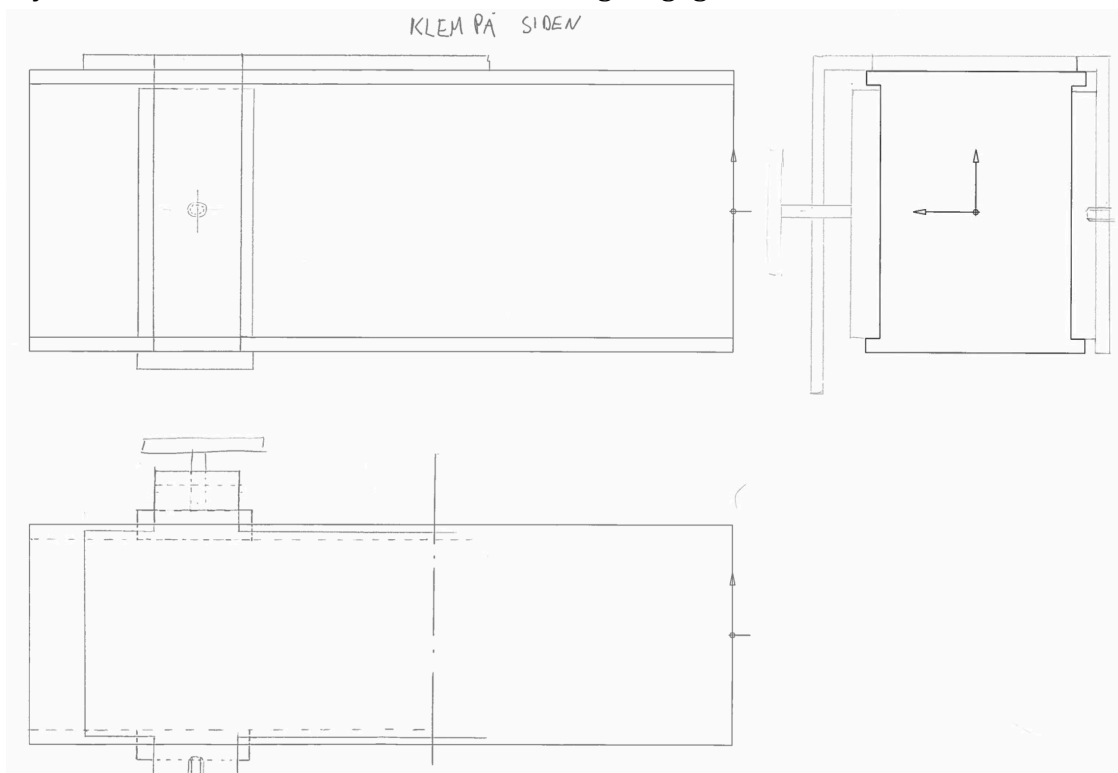
Siden riggløsning med skinne var blitt valgt, ble denne videre forenklet slik at festepunktene ble plassert i flenser fordi det ble mye materiale som ville bidra til økt vekt. De to uttenkte forslagene blir presentert, der kun et feste er illustrert.



Bilde 8 Prinsipp for feste av rigg klem under ifra.

Klem underifra:

Det skal sveises på et gjenget stag i flensen slik at en kan tre en plate på undersiden av staget. Den skal videre strammes via skruhendler med håndkraft underifra. Denne løsningen ble vurdert til god stivhet etter fastlåsing, men siden det må settes på gjenstander for montering ble den tenkt upraktisk for bruker. Styrken med denne er at det er en ramme og vil gi god stivhet.



Bilde 9 Prinsipp for feste av rigg klem fra siden.

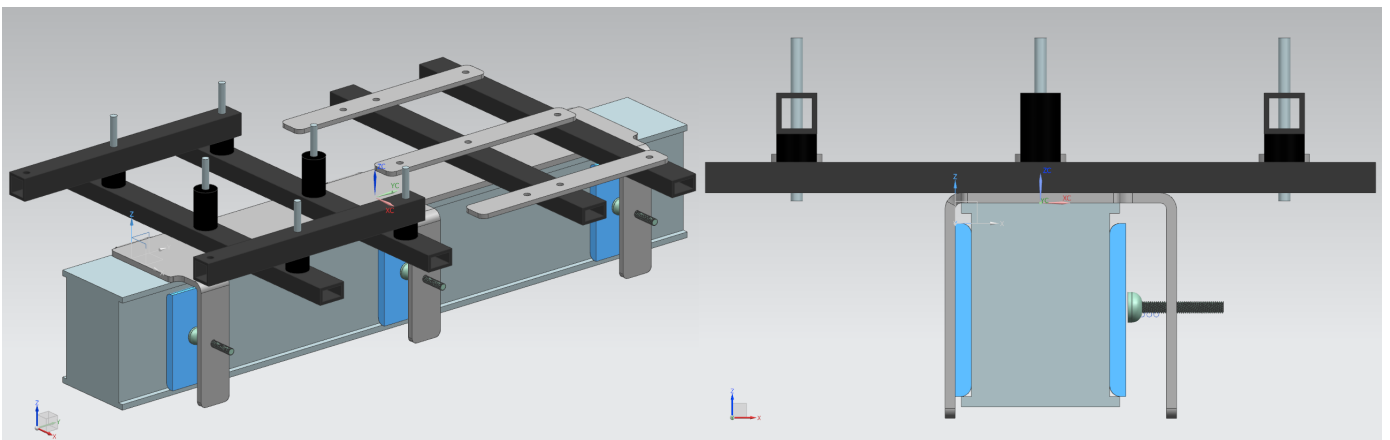
Klem fra siden:

Denne løsningen gir klemkraften på sidene av bommen og skulle bli skrudd med håndkraft via hendler. Tegningen viser skruen festet midt på flensen, denne ble flyttet oppover for å minske momentet stramningen vil skape i flensen i bygget modell. Løsningen ble vurdert som mest praktisk fordi alt "sitter på" riggen når den settes på bommen og en slipper løse gjenstander.

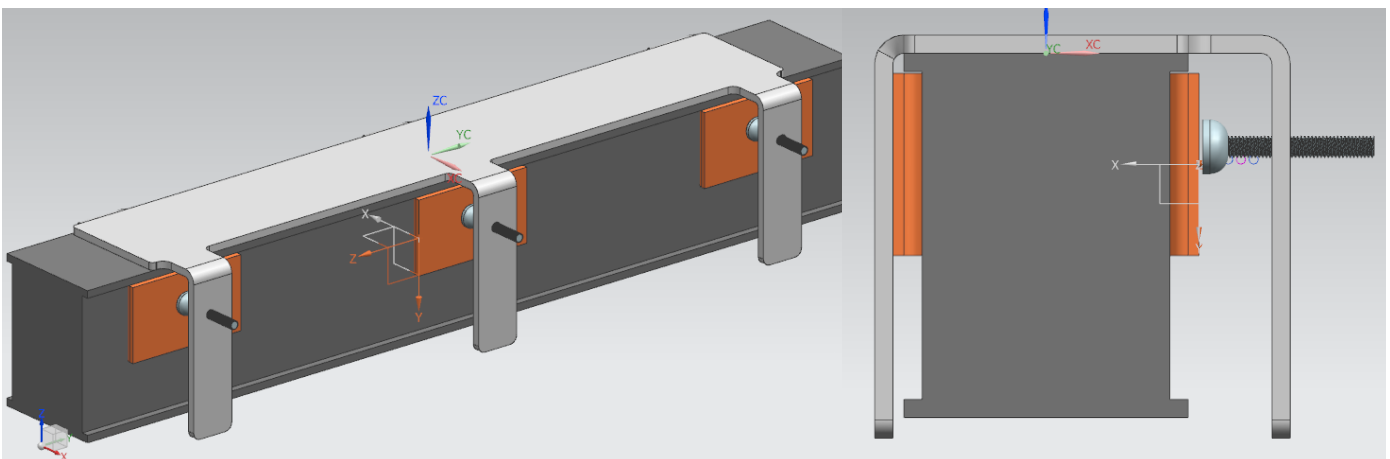
4.2 Valgt festeløsning for rigg

Det ble laget en CAD modell av prinsippet for riggen, og dette var utgangspunktet for testmodellen som ble laget.

Bilde 10 og bilde 11 viser at flaten som klemmes inn på siden av robommen er løs, det var tenkt at denne skulle være festet i skruetaget slik at alt ville henge sammen.



Bilde 10 Første utkast til rigg med sete og knestøtte understell plassert.



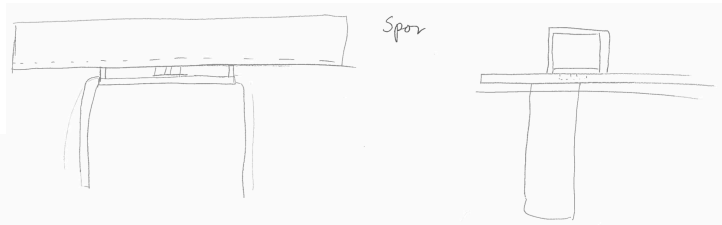
Bilde 11 Modell for bygging av rigg, legg merke til flyttet skruefeste for mindre moment i flens

4.3 Justering av posisjon og feste på rigg

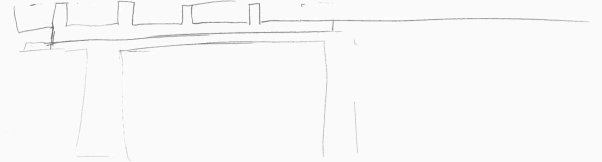
Etter hvert som riggens utforming ble bestemt, ble det laget skisser på løsninger av justeringen for båtsetets posisjon på riggen. Løsningen skulle være et feste for setet som kunne bevege seg i bommens retning. Valget falt på å lage et spor på riggen der en kan skyve setet frem og tilbake til ønsket posisjon. Se Bilde 14.



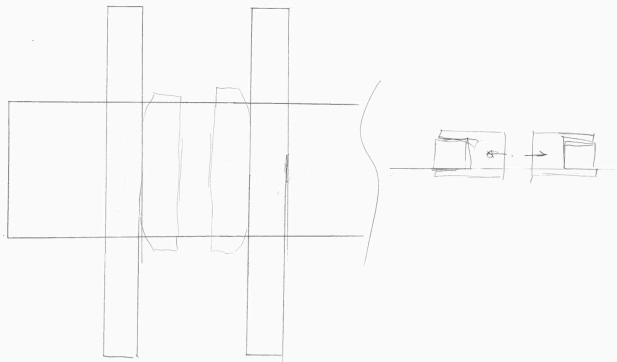
Bilde 13 Prinsipp for feste med et glidende feste



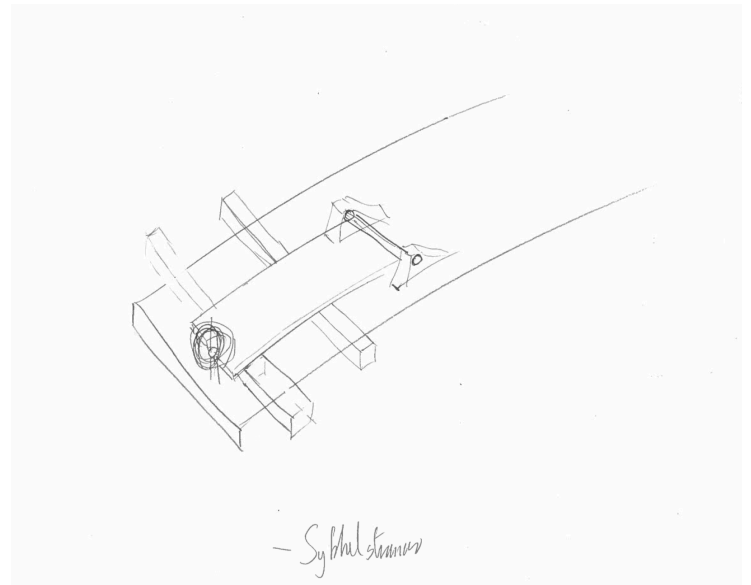
Bilde 12 Prinsipp for fastsatt spor for justering



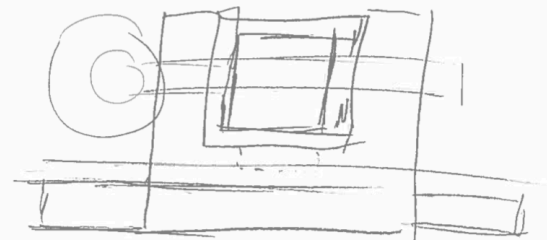
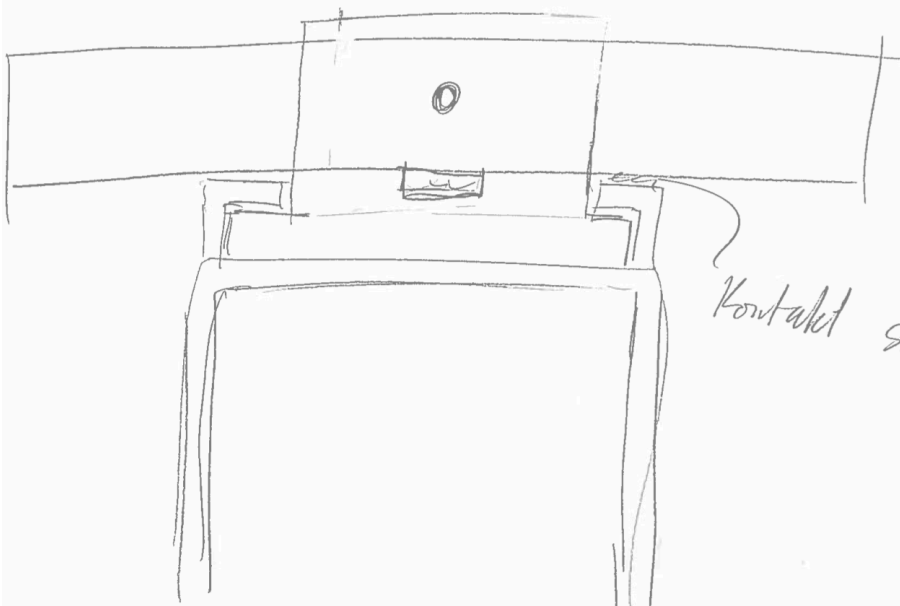
7.10.14



Bilde 15 Prinsipp av klem av struktur



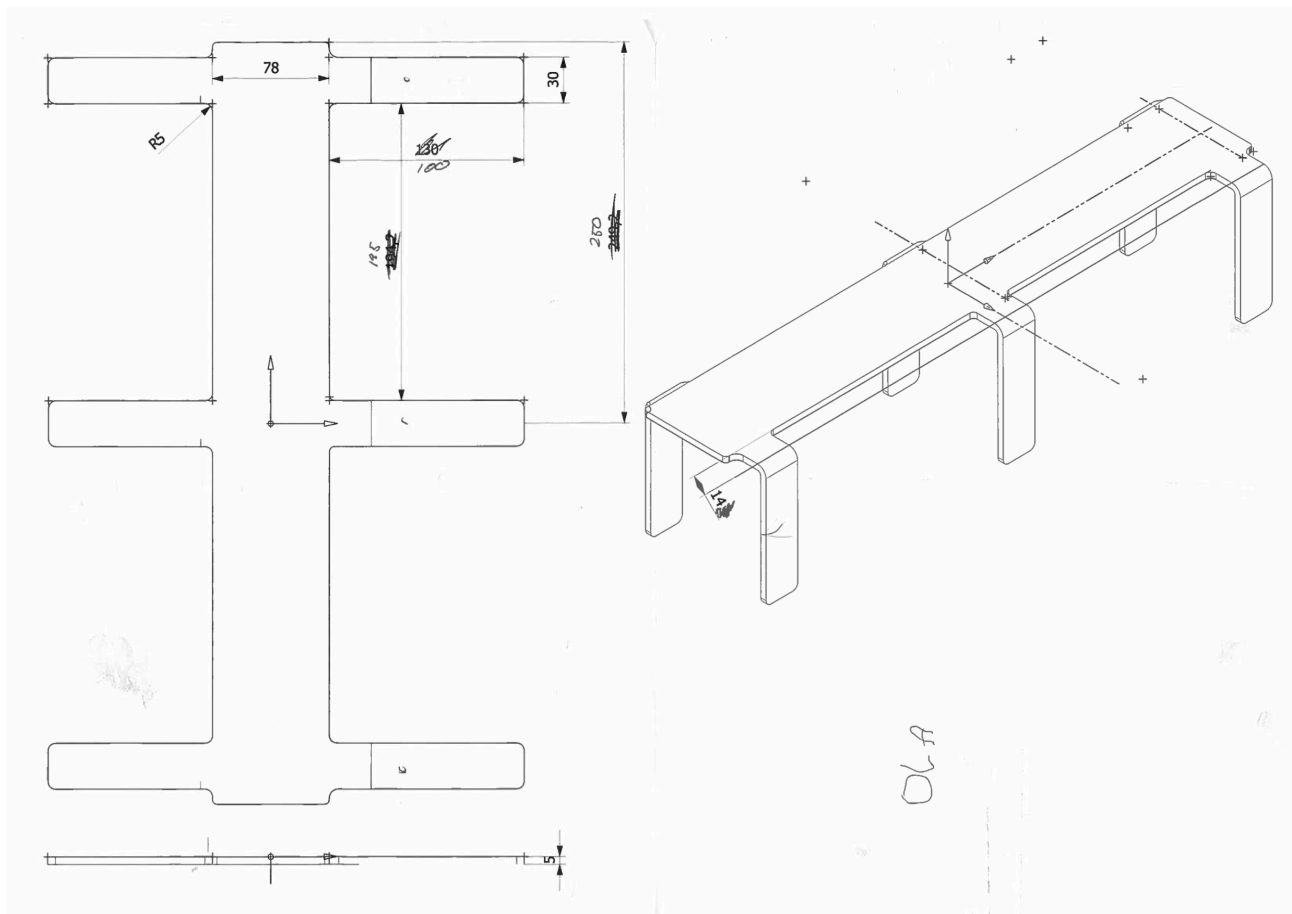
Splintfeste med stjerne



Bilde 14 Prinsipp for splintfastlåsing og justering av setestruktur i bommens retning

4.4 Bygging av Rigg og setefeste

Riggen tok utgangspunkt i en 4 millimeter tykk stålplate som ble skåret som anvist med noen modifikasjoner. Etter å ha fått spørsmål om nøyaktighet på denne utskjæringen av Børge Holen, avdelingsingeniør ved Institutt for produktutvikling og materialer (IPM) ble det bestemt at avrundinger i kanter ikke var nødvendig fordi det ikke vil ha noe og si for selve funksjonen til riggen.



Bilde 16 Mal for utskjæring av plate.

Bilde 16 Mal for utskjæring av plate var utgangspunkt for opptegningen på en stålplate på 50x28 centimeter. Det ble boret hull platen med diameter på 19 millimeter slik at en M10 mutter kunne plasseres og sveises fast i utboret hull. Flensene ble varmet opp og bøyd ned. Håndtak til gjengestagene ble skåret til av stålplatens avkapp. Resultatet ble en modell som ligner utformingen gitt i Bilde 16 Mal for utskjæring av plate med noe forenkling. Bredden på flensen ble utvidet til 40 millimeter i frykt for at det ikke ville være tilstrekkelig med material ved siden av utboret hull for mutter.

Etter hvert som festet av delene (Bilde 2) og justering (Bilde 14) skulle lages, fikk jeg tilbakemelding av Anders Seim om hva han tenkte om løsningen til festet på riggen. Etter samtale var det klart at utformingen av riggløsning til systemet ikke er hensiktsmessig og fokuset ble endret til å tenke på hvilke behov Birgit faktisk har, behov som ikke bare tar for seg løsning som hittil, men i et større perspektiv.

4.5 Resultat

Resultatet ble en prototype av riggfestet tilnærmet lik den modellerte. Med uerfarne verkstedegenskaper, ble nøyaktigheten på mål og likhet på nedbøying av flenser ikke helt som planlagt, men fokuset på at det skulle være en test av funksjon rettferdiggjorde forenklingene foretatt.

4.5.1 Test av rigg på romaskin

På grunn av det ikke ble laget et feste for setet til riggen, ble setet tapet fast med gaffatape på riggen for deretter å bli plassert på robommen og skrudd fast. Mye tape ble brukt, noe som bygget ca. 3-5mm på undersiden av flaten mellom rigg og robom. Riggen satt godt fast og det følte trygt å sitte på setet selv om en av skruefestene ikke ble strammet til fordi utformingen av setet gjorde at det var i veien. Tanken om at skruhendel for stramming ikke er praktisk nok meldte seg. Jeg tror ikke dette ville ha vært et problem hvis festet vist i Bilde 14 hadde vært laget, fordi riggen ville ha blitt festet uten setet med tape på. Da kunne en ha satt setet i sporet med alle skruene strammet til.



Bilde 17 Riggeren ferdig laget

4.5.2 Erfaringer fra byggingen

Først og fremst var det gøy å bygge det som ble tegnet og tenkt som en løsning, spesielt siden jeg ikke har mye erfaring fra å bygge med stål. Jeg er fornøyd med å ha bygget en funksjonsmodell av riggen, men skulle gjerne også ha bygget setefestet med justeringsfunksjonen fordi jeg tror at selve funksjonen av justering i bommens retning ville ha fungert og at det hadde vært en prototype som kunne blitt testet på en romaskin

I retrospekt ser jeg at løsningen jeg gikk for og som ble bygget ikke var en gjennomtenkt løsning som ville tjent BS sitt totale behov, annet en at muligheten for å trene med båtsetet på romaskin ville bli oppfylt.

5 Bruksanalyse for hele setesystemet

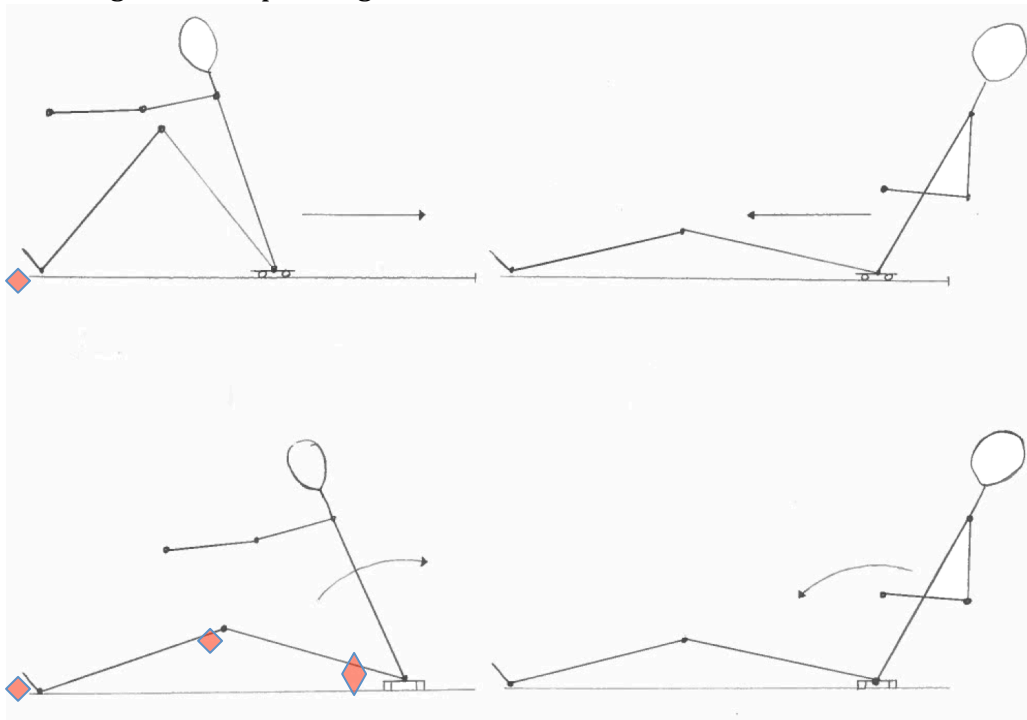
Dette kapittelet tar for seg Birgit sammen med setesystemet i brukssituasjoner med bakgrunn i behovene i Kapittel 3.

5.1 Primær brukssituasjon

Omhandler hva som skjer når utøver sitter i systemet under trening. Her gjøres en forklaring av hvilke bevegelser utøver gjør, hvilke krefter vil oppstå og vurdering hva som er fornuftig å forholde seg til med hensyn til Dimensjonering.

5.1.1 Utøvers bevegelse under roing

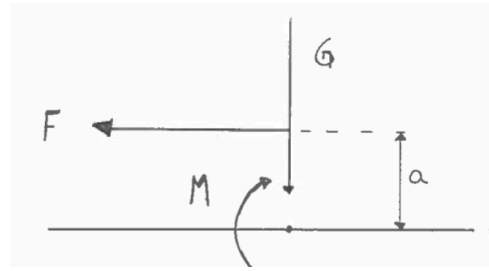
Robevegelsen er en sammensatt bevegelse. Utøveren strekker ut armene og lener seg frem for å "hente" taket. Siden beina er stroppet fast vil det være et rotasjonspunkt i korsryggen og det er kun bevegelse i overkroppen. BS lener seg tydelig frem for å hente taket bruker ryggen for å få kraft, fra video (NRK, 2014) Her presiseres det at utøver er fastspent til fotplate, lårstøtte og sitteflate. Setets rullefunksjon brukes ikke. Bilde 19 er ment for å vise den prinsipielle forskjellen i bevegelse og fastspenning mellom en utøver uten handicap og BS. Røde markeringer er fastspenning.



Bilde 18 Prinsipiell forskjell på robevegelsen: i vanlig roing (øvre) Birgit sin robevegelse (nedre). Røde punkter angir fastspenning av utøver.

5.1.2 Krefter under et rotak

Etter at utøver har "hentet" og trekker den i til seg vil det oppstå en trekraft. Denne kraften vil bidra til at det oppstår et moment i festet mellom sitteplate og bommen, trekraften sees på som dimensjonerende og vil være grunnlaget for hvilke krefter festet maksimalt skal tåle.



Bilde 19 Opptredende kraft under et rotak.

Det har ikke blitt bekreftet målinger på hvilken maksimal trekraft BS har, men i artikkelen "strapping rowers to their sliding seat improves performance during the start of ergometer rowing" (Hofmijster, 2009) er det veldokumentert trekraft hos 11 kvinnelige roere. Forskjellen på disse er beskrevet fra å ha rodd i et år til å konkurrere profesjonelt på landslagsnivå. Snittkraften på disse utøverne på 5 rotak ligger på 1kN.

Vi antar at BS ligger i dette nivået på kraft og det vil være naturlig å legge inn en faktor ekstra sikkerhet slik at dimensjonerende kraft vil være høyere enn faktisk opptredende. 20% antas å være tilstrekkelig tillegg av kraft. Dette ble bestemt i samråd med Anders Seim.

Kraftberegning:

F: Trekraft

G: Utøvers kraft på setet

M: Moment i festepunkt

a: Momentarm (høyde det trekkes i) 0,2m

$$F_t = F \cdot 1,2 = 1200N$$

$$G = 70 \cdot 9,81 = 687N$$

$$M_t = 1200 \cdot 0,2 = 240Nm$$

Brukerkrav: Sikker fastspenning av setesystemet

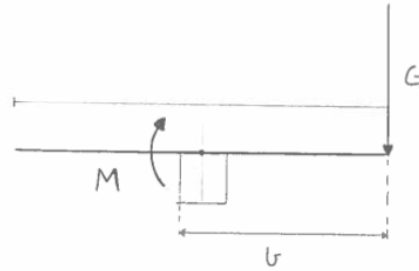
Systemet skal aldri løsne fra bommen under trening. BS, Toppidrettssenteret i Oslo

5.1.3 Krefter under henting av tak

Under henting av et tak vil det på romaskinen ikke være noe motstand i åra slik som ved åretaket. Mekanismen som er festet til kjedet er laget slikt at kjedet med håndtaket rulles inn av seg selv. Kraften som oppstår i festepunktet mellom sitteplate og robom vil være betydelig mindre enn i selve taket.

5.2 Sekundære brukssituasjoner

Går på situasjoner som ikke går direkte på selve treningen med alt som omhandler setesystemet før og etter trening, produksjon og frakt



5.2.1 Krefter ved på og avstigning

Andre krefter som vil oppstå er når

utøver går opp og ned fra setet. Når **Bilde 20 Krefter ved på og avstigning** utøveren skal komme seg fra rullestol til setet må dette gjøres ved å kjøre rullestol ved siden av det påmonterte setet, for så med håndkraft løfte seg selv over. Det er naturlig at det vil bli mer påvirkning på den ene siden av setet, og her har vi et moment som må tas hensyn til slik at festet ikke deformeres eller vrir seg av bom. Kraften som vil gi moment er utøvers vekt og vil i dette tilfellet virke i festepunktet mellom sitteflate og robom.

G: Utøvers kraft på setet

M: Moment i påstigning

b: Momentarm

$$M_p = G \cdot a$$

5.2.2 Transport

BS skal kunne frakte setesystemet i rullestol. Det er tenkt at setesystemet (Bilde 2) plasseres hensiktsmessig (rygg nederst, knestøtte med avtatt topp og seteplate opp-ned) i bag. Den skal hvile på lår eller være festet slik at den ikke har mulighet til å skli av. Det vurderes her som mulig å ha en sekk/ bag med tøy i tillegg.

En optimal brukssituasjon for transport har BS kun en bag med setesystemet plassert nederst og skift øverst, da kan treningstøy tas på i garderobe og klær bli lagt i skap for så å ta med seg utstyret ut til romaskin. Det er høyest sannsynlig at personlige preferanser spiller inn på hvordan frakt vil bli gjennomført.

Brukerkrav: Frakt av setesystem.

Skal enkelt frakte setesystem bil-garderobe, garderobe romaskin i rullestol. BS.

5.2.3 Montering

Siden utøver er fastspent må plasseringen av setesystemet gjøres i bakre halvdel av robommen fordi det vil ikke kunne oppnås en god sitteposisjon ved montering i fremre del. Det blir det for stor tvungen vinkel i kneledd for å feste føttene i fotplate og dette vil føles ubehagelig og unaturlig. Det er også hensiktsmessig at rullestol er plassert helt bakerst av robom fordi det vil være i veien for festet av føttene i fotplaten om det er plassert i fremre halvdel.

Brukerkrav: Romaskin skal ikke demonteres

Setet skal kunne settes på uten å måtte ta av rullestol på maskinen BS

5.2.4 Tilpassing

For å ha mulighet til å justere delene (Bilde 2) er BS avhengig av at det er plass i robommens lengderetning. Tilpassingen er bundet av hvor setesystemet er montert, for langt bak, vil muligheten for lengdejustering ryggen har fra sitteplaten være liten. Justeringsavstanden som må være tilgjengelig, fra sitteflate til ryggstøtte og sitteflate til lårholder må være tilgjengelig selv om setet er plassert i bakre del av robommen.

Brukerkrav: Justering av setet

Setesystemet skal kunne ha muligheten for justering setet, knestøtte og rygg i bommensretning BS

6 Videre Arbeid

Dette kapittelet inneholder en overordnet plan på hva som er målene i masteroppgaven våren 2015, og som er en videreføring av denne prosjektoppgaven. Det som har blitt utarbeidet i prosjektoppgaven må revideres og fullføres, i tillegg til andre behov og krav som ikke kartlagt. Metoden av kategorisering av brukerkrav og produktkrav kan sees i vedlegg B.

6.1 Brukerkrav

Brukerkravene må bekreftes av Birgit, samtidig må det holdes åpent at det kan finnes krav som til nå ikke er avdekket.

6.2 Produktkrav

Produktkravene er avhengig av klare brukerkrav. Arbeidet vil veksle mellom bruker- og produktkrav for å komme frem til en komplett produktspesifikasjon for konsept til løsninger.

6.3 Prototype

Målet i masteroppgaven skal være å ha en produktspesifikasjon som grunnlag til et konsept for setesystemet og at en prototype bygges slik at Birgit får et produkt hun kan bruke til trening.

7 Vurdering av prosjektoppgave

Prosjektoppgaven begynte i hovedsak med å sette seg inn i situasjonen som må løses for Birgit, noe overfladisk. Jeg gikk rett på konsepter for hvordan jeg kunne komme med en løsning for hele setesystemet slik at hun kunne bruke båtsetet sitt på en romaskin.

Det har kommet frem mot slutten av arbeidet med prosjektoppgaven at det har vært en misoppfatning av hva som skulle gjennomføres i oppgaven, knyttet til bygging av funksjonsmodell fra min side. Innledningsvis hadde jeg inntrykket at jeg skulle bygge en funksjonsmodell av "hele" setesystemet, men intensjonen til Skeno AS var å teste ut ulike festepinsipper for å få en følelse av ulike egenskaper som for eksempel skruer og skinner. Altså, ikke fullstendig løsning for innfesting av delene til bommen, men festing av "noe" til "noe" annet. Dette for å ha et grunnlag til vurdering av løsninger som potensielt kunne vært brukt.

Hvorfor jeg ikke oppfattet at det skulle være å teste festeprinsipper, men valgte å komme med et fullstendig forslag til et setesystem har jeg ikke et enkelt svar på. Mye av det ligger i min oppfatning av hva en funksjonsmodell er. Jeg ble oppfordret til å bygge modeller og teste ut så jeg for meg hele systemet skulle bygges som et totalt produkt, ikke enkelte løsninger som kunne vært brukt. Der ifra ble nok fokuset litt låst på en modell av hele setesystemet uten at jeg var tydelig til Anders Seim og Peder Kjærnli på hva jeg faktisk holdt på med. Jeg kan huske Anders snakke om å teste prinsipper når han var på besøk, Skeno AS har vært tydelige, men jeg har nok glemt dette etter jeg begynte å utforme løsningen i kapittel 4 og begynte å bygge.

Et annet aspekt er produktutviklingsmetodikk. Kunnskapen om dette var minimal starten, men underveis har det gått opp for meg hvor viktig det er å ha et ordentlig grunnlag i brukerkrav for å gi presise produktkrav slik at funksjonene til produktet vil bli oppnådd som planlagt. Hadde jeg hatt kunnskapen jeg sitter med nå, i slutten av prosjektoppgaven, ville jeg visst at grunnlaget for å bygge en modell av hele setesystemet var for svakt.

Forslag til hvordan slike misforståelser kan unngås er å ha en ukentlig eventuelt annenhver ukes oppdatering der jeg skriver hva jeg har gjort. Ikke nødvendigvis superdetaljert, men slik at Anders og Peder kan følge med på hva jeg gjør så de har muligheten til å komme med innspill underveis.

Byggingen og arbeidet som ble gjort har gitt meg større innblikk i hvordan en produktutviklingsprosess kan gjøres på et systematisk vis. Jeg føler dette har vært en god læringsprosess igjennom bygging, tilbakemeldinger samt rettleiding. Jeg har endt opp på et format der jeg har større kontroll og oversikt, som vil være god hjelp inn i masteroppgaven.

8 Vedlegg

8.1 Vedlegg A: Annbjørg Engeseth

10.12.2014

NTNU Student Webmail :: SV: Romaskiner - Prosjektoppgave - Kjapt spørsmål

Subject **SV: Romaskiner – Prosjektoppgave – Kjapt spørsmål**
From Engeseth, Annbjørg <Annbjørg.Engeseth@olympiatorppen.no>
To 'olatky' <olatky@stud.ntnu.no>
Date 2014-09-29 12:09



Hei,

Som dei fleste andre som har romaskiner, bruker vi også Concept 2, og den er vi veldig fornøgd med:-)

Mvh
Annbjørg

-----Opprinnelig melding-----

Fra: olatky [mailto:olatky@stud.ntnu.no]
Sendt: 29. september 2014 09:41
Til: Engeseth, Annbjørg
Emne: Romaskiner - Prosjektoppgave - Kjapt spørsmål

Hei,

Jeg er en student som går siste året på NTNU og skal skrive en oppgave om tilpasset utstyr til romaskiner, og håper du tar deg tid til å svare på et spørsmål.

Jeg lurer på hvilket merke har romaskinen som brukes på treningssenteret?

Prøver å kartlegge litt hvilken type som er vanligst og har inntrykket av at dette er Concept 2 romaskinen. Hvis dette ikke er tilfellet, kunne du ha oppgitt hvilket merke som brukes?

På forhånd takk!

Mvh Ola Kyrkjebø
41234109

8.2 Vedlegg B: Kategorisering av brukerkrav og produktkrav

Brukerkrav	Produktkrav (sikker, må bekreftes ytterligere, usikker)	Illustrasjon	Kommentar
G1 Funksjon Øke treningsutbyttet. BS Systemet skal aldri løsne under trening BS, Treningssenter	festet skal være dimensjonert for kreftene som oppstår under trening <i>Generelt for parasetet og koblingen til bommen:</i> 1. Parasetet skal tåle en ytre horisontal kraft fremover på 1200 N (maks belastning ved rotak). Angrepspunkt er koblingspunkter mellom utøver og parasetet. 2. Parasetet skal tåle en ytre horisontal kraft bakover på xxx N (Utøver lener seg frem for å "hente" et nytt rotak). 3. Parasetet skal tåle birgit sin vekt 70 kg . 4. Parasetet skal tåle påstigning med en kraft lik Birgits vekt 70 kg angrepspunkt i kantende av setet .	konsekvens: Brudd i innfesting og avbrutt trening konsekvens: Brudd i innfesting og avbrutt trening konsekvens: Brudd i innfesting og avbrutt trening konsekvens: Brudd i innfesting og avbrutt trening	1. Kraft basert fra Gertjan
G2 Transport Skal kunne fraktes enkelt fra bil-garderobe og garderobe-romaskin BS	1. Setesystemet skal med alle deler plassert hensiktsmessig passe i en treningsbag på 55L bag L=55 B=35 H=25	Konsekvens: For liten bag, ikke plass, vanskelig å frakte	Testet "pacability" med min egen Asics Bag. Høyden på bag kan ikke være under 25cm, bredden 35cm lengden kan være minimum 45cm Pakkerekefølge: Rygg, kneholder med topp tatt av, setet oppned.
G3 Montering Setesystemet skal monteres uten at romaskinen må demonteres BS	1. Ryggplaten må ikke være montert nærmere enn 28 cm fra bakre ende av robommen (rulleaset plassert bak) 2. Sitteflaten skal monteres lengre enn 33 cm målt fra bakre del av robommen til nærmeste aluprofil (Rosetet plasseres i bakre del av bommen) (lengde a) 3. Undersiden av parasetet må ikke være nærmere enn x cm fra oversiden av bommen (rosetet smetter inn under parasetet) 4. Bakre del av knestøtte må ikke være monter nærmere enn 43 cm målt fra bakende av robom til bakre aluprofil på knestøtten (rosetet plasseres bakre del av bomen) 5. Knestrukturen kan ikke monteres lenger enn xx cm målt fra bakende av bom til bakre aluprofil (Rulleaset plassert bak)	1. Konsekvens: ikke mulig å plassere rulleasetet bak ryggflate, for rett vinkel på ryggen 2. Konsekvens ikke plass til rulleasetet og rygg i bakende 3. Konsekvens: ikke plass til rulleasetet, rygg og sitteflate konsekvens: Vil ikke være mulighet å få føttene i holder på maskin	
G4 Tilpassing Ha justering av setet, knestøtte og rygg i bommens retning BS	1. sitteflaten skal kunne plasseres i avstanden 33 cm-xxx cm fra bakre del av robom til nærmeste aluprofil 2. Seteryggen skal kunne plasseres i avstanden xxx-xxx cm fra sitteknutene. 3. Seteryggen skal kunne justeres i vinklene xxx-xxx grader 4. Knetstøtten skal kunne plasseres i avstanden 15-21 cm målt fra sitteknutene til kant der knestøtten starter. 5. Avstand fotplate-rygg. 6. Avstand sitteknuten-seterygg. 7. Avstand seterygg-knehase, fremre kant av knestøtte.	1. Konsekvens: vil ikke være plass til justering av ryggen bakover	
G5 Komfort G6 Holdbarhet Setesystemet skal ikke trenge vedlikehold på en "innsessong" BS, Produksjon, utstyrsansvarlig	1. Parasetet skal tåle 250 timer trening (blandet belastning) uten vedlikehold. 2. Parasetet skal tåle x timer trening med kun mindre vedlikehold.	konsekvens: for kort tid mellom vedlikehold	Tall basert på vedlikeholdsinformasjon fra Concept2 Norge
G7 Øvrigebehov Vekt Setesystemet skal ikke veie mye mer enn båtsetet BS	1. Feste til sitteplate skal ikke veie mer enn XXX kg 2. Festet til knestøtte skal veie mer enn xxx kg 3. festet til ryggstøtte skal ikke veie mer enn xxx kg	Konsekvens: Setesystemet blir for tungt under frakt	
Tilkomst Skal enkelt komme seg fra rullestol og opp/ ned fra setet BS Sitteflaten med innfesting	1. Setet med festet skal ikke være høyere enn 50 cm målt fra gulvet opp til øvre nivå av sitteknutene	Konsekvens: Utøver vil oppfatte det som anstrengende å komme seg opp	
Regler Setesystemet skal være utformet slik at garantien på romaskinen alltid vil gjelde. BS Setesystemet skal være innenfor regelemnet til treningsenter BS, treningssenter	1. Setesystemet skal etter 1 treningsøkt ikke gi synlige skader eller gi slitasje på romaskin. Må sees ann for hvertenkelt treningscenter.	Konsekvens: Garantiregler ikke gjelder Konsekvens: Bruk av setesystemet er ikke tillatt.	
Design Robusthet Produksjon Hukommelse			

10.2 Masterkontrakt



MASTERKONTRAKT

- uttak av masteroppgave

1. Studentens personalia

Etternavn, fornavn Kyrkjebø, Ola Tomter	Fødselsdato 29. nov 1990
E-post olatky@stud.ntnu.no	Telefon 41234109

2. Studieopplysninger

Fakultet Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi	
Institutt Institutt for produktutvikling og materialer	
Studieprogram Produktutvikling og produksjon	Studieretning Produktutvikling, beregning og bearbeidning

3. Masteroppgave

Oppstartsdato 14. jan 2015	Innleveringsfrist 10. jun 2015
Oppgavens (foreløpige) tittel Konstruksjon og prototypebygging av romaskin-sete for handikappet utøver	
Oppgavetekst/Problembeskrivelse I oppgaven skal kandidaten: - Videreutvikle produktkravspesifikasjon for setet og seteinnfestingen - Finne løsninger på alle funksjoner og delfunksjoner i samsvar med god produktutviklingsmetodikk - Konstruere alle komponenter og beskrive alle strukturer - Bygge funksjonsmodeller etter behov - I den grad tida tillater det: Bygge en prototype av det endelige produktet	
Hovedveileder ved institutt Førstemanuensis Knut Einar Aasland	Medveileder(e) ved institutt
Merknader 1 uke ekstra p.g.a påske.	

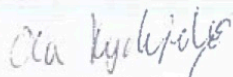
4. Underskrift

Student: Jeg erklærer herved at jeg har satt meg inn i gjeldende bestemmelser for mastergradsstudiet og at jeg oppfyller kravene for adgang til å påbegynne oppgaven, herunder eventuelle praksiskrav.

Partene er gjort kjent med avtalens vilkår, samt kapitlene i studiehåndboken om generelle regler og aktuell studieplan for masterstudiet.

Trondheim 20.01.15

Sted og dato


Student


Hovedveileder

Originalen lagres i NTNUs elektroniske arkiv. Kopi av avtalen sendes til instituttet og studenten.

Side 2 av 2

10.3 Risikovurdering

NTNU	Risikovurdering				Utlarbellet av	Nummer	Dato
HMS					HMS-avd.	HMSRV2601	22.03.2011
		Godkjent av		Erstatler			
		Rektor				01.12.2006	

Enhet: **Dato:** 16.3.14
Linjeleder:
Deftakere ved kartleggingen (m/ funksjon):
(Ansv. Veileder, student, evt. medveiledere, evt. andre m. kompetanse)
Risikovurderingen gjelder hovedaktivitet: Masteroppgave student Ola Kyrkjebø Tilpassing av utstyr til parautøver
Signaturer: Ansvarlig veileder: *[Signature]* Student: *Ola Kyrkjebø*

ID nr	Aktivitet fra kartleggings-skjemaet	Mulig ønsket 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-dømme (A-E)		
1	Skjæring av metalplater/ profiler	Kutt og sårskader	2	A	A	A	A	Jeg anser generelt at risiko for skader ved disse aktivitetene som liten med vanlig forsiktighet på verksted.	
2	Boring av metall plater/ profiler	Bor blir varmt, materiale blir varmt, man kan brenne seg.	2	A	A	A	A	Jeg anser generelt at risiko for skader ved disse aktivitetene som liten med vanlig forsiktighet på verksted.	
3	SVESING	BRANNSKADER BRANN I Metall rundt	2						

Sannsynlighet vurderes etter følgende kriterier:

NTNU	Kartlegging av risikofylt aktivitet			Utarbeidet av	Nummer	Dato
HMS				HMS-avd.	HMSRV2601	22.03.2011
		Godkjent av		Erstatter		
		Rektor		01.12.2006		

Enhet:

Linjeleder:

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon):

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

Kort beskrivelse av hovedaktivitet/hovedprosess:

Er oppgaven rent teoretisk? (JA/NEI):

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

Signaturer: Ansvarlig veileder:

Dato: 16.3.14


Masteroppgave student Ola Kyrkjebø

«JA» betyr at veileder innestår for at oppgaven ikke inneholder noen aktiviteter som krever

Tilpassing av utstyr til parautøver

Student: *Ola Kyrkjebø*

ID nr.	Aktivitet/prosess	Ansvarlig	Eksisterende dokumentasjon	Eksisterende sikringstiltak	Lov, forskrift o.l.	Kommentar
1	Skjæring av metallplater/ profiler	Ola		Vanlig verneutstyr	Verkstedregler, HMS for verksted	Jeg anser generelt at risiko for skader ved disse aktivitetene som liten med vanlig forsiktighet på verksted.
2	Boring av metall plater/ profiler	Ola		Vanlig verneutstyr	Verkstedregler, HMS for verksted	Jeg anser generelt at risiko for skader ved disse aktivitetene som liten med vanlig forsiktighet på verksted.
3	SVEISING av plater og profiler	Ola				

NTNU		Risikomatrixe		Dato	
				08.03.2010	
HMS/KS				Erstatler	
		Utarbeidet av		Nummer	
		HMS-avd.		HMSRV2604	
		godkjent av			
		Rektor		09.02.2010	

MATRISSE FOR RISIKOVURDERINGER ved NTNU

KONSEKVENSENS	Svært alvorlig	E1	E2	E3	E4	E5
	Alvorlig	D1	D2	D3	D4	D5
	Moderat	C1	C2	C3	C4	C5
	Liten	B1	B2	B3	B4	B5
	Svært liten	A1	A2	A3	A4	A5
		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	Risikovurdering		Utlarbeidet av	Nummer	Dato
			HMS-avd.	HMSRV2601	22.03.2011
HMS			Godkjent av		Erstatter
			Rektor		01.12.2006

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 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 aktivitetstans > 1 år.	Troverdighet og respekt betydelig og varig svekket
D Alvorlig	Alvorlig personskade. Mulig uføretet.	Langvarig skade. Lang restitusjonstid	Driftstans > ¼ 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. sannsynlighetsreducerende tiltak foran skjerpet beredskap, dvs. konsekvensreducerende tiltak.