



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2017

30 stp

Institutt for matematiske realfag og teknologi

Mulighetsrom for nyutvikling av benken Follo Corpus Masolett.

Oppurtunity for new development of the bench Follo
Corpus Masolett.

Mohammad Ali Ahmed

Maskin, prosess og produktutvikling

Mulighetsrom for nyutvikling av benken Follo Corpus Masolett

Av
Mohammad Ali Ahmed



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet



**Mastergradsoppgave ved Norges miljø- og biovitenskapelige
universitet,
Institutt for matematiske realfag og teknologi,
Høstsemester 2017.**

FORORD

Mastergradsoppgaven er en rapport som er tilknyttet studiet mitt som er Maskin, prosess- og produktutvikling ved institutt for matematiske realfag og teknologi på NMBU. Denne oppgaven ble gjennomført i høst 2017. Masteren har et omfang på 30 studiepoeng. Oppgaven ble gjennomført i samarbeid med NMBU og Follo futura.

Forarbeidet som ble utført før rapporten var å lese gjennom en god del teori. Dette var for å få et bredt kunnskap innenfor fysioterapi og relevante ting om kroppen. Masteroppgaven inneholder bakgrunn og ide og oppdragsrammer som gir oss kort innføring av prosjektet. Deretter videreføre prosjektet gjennom konseptutvikling. Fokuset i prosjektet var hovedsakelig er nyutvikling av et eksisterende konsept.

Motivasjonen til å ta imot et slik prosjekt var interessen jeg har for å ny-utvikle eldre konsepter. Grunnen er at jeg har store interesser for fagene dette studiet er bygget opp av. Produktutvikling er et av de fagene jeg har stor interesse for pga. de utfordrende man møter på og løser de gjennom metodikk og tilegnet kunnskap innenfor gitte feltet.

Jeg vil først og fremst takke min hovedveileder, førsteamanuensis Jan Kåre ved institutt for matematiske realfag og teknologi for gode veiledningstimer og oppfølging, spesielt mot slutten av perioden. Videre vil jeg takke Ole Bjørn Johansen fra Follo futura som har vært tilgjengelig for meg under hele perioden.

En del personer har vært involvert i dette prosjektet og fortjener en stor takk. Jeg vil takke Turpal Atabaev for konstruktive diskusjoner gjennom hele master perioden, venner og familie som har støttet meg under master og tilslutt deltagere i spørreundersøkelsen.

Ås den 15 desember 2017

M. Ali Ahmed

SAMMENDRAG

Med en del forskjellige behandlingsbenker ute i markedet, er konkurransen ganske stor. Follo Futura er en produsent av lege- og fysioterapibenker, medisinsk treningsterapi samt rehabiliteringsprodukter. Hensikten med masteroppgaven er å nyutvikle en eksisterende behandlingsbenk fra produsenten Follo Futura. Det er ønskelig å bygge et fremtidsrettet konsept som dekker brukernes behov. Benken har ikke blitt endret på nesten 30 år, noe benken bærer tydelig preg av. Dermed tar denne rapporten for seg designprosessen av understellet. Understellet ble valgt som fokuspunkt tidlig i rapporten.

Hovedmålet er å konseptualisere og utvikle et ergonomisk design. Follo futura ønsket å integrere sjokkleie stilling som et av funksjonene til benken. De er ikke fornøyd med at benken har for mange små deler som må kobles sammen gjennom sveising. Det er en god del sveis og det vil de helst unngå å ha. Det første som må gjøres er å kartlegge en oversikt over konkurrerende løsninger i markedet. Deretter ble det lagd arbeidsplan med gitte tidsfrister. Gjennomføringen ble vist gjennom prosesstrinn og delmål som viser til arbeidsprosessen systematisk.

Ulike metoder har blitt brukt, og blant annet gjennom idemyldring har det vært enklere å oppnå gode resultater. Osbourns SCAMPER metodikken hjalp blant annet veldig mye med å tenke utenfor boksen. Pughs metoden og integrert produktutvikling har bidratt med utvikling og seleksjon av konseptet.

Under teoriutredningen har fokuset vært på all studie som kan være relevant som bakgrunnskunnskap for denne oppgaven. Funnene fra studiene har blitt delt inn i hovedtemaer og disse har videre blitt delt inn i ulike kategorier. Vi har også studert den eksisterende produksjonsprosessen, dette for å få mer informasjon om benken og Follo futuras produksjon. Dette ble gjort for å kartlegge eventuelle styrker ved produksjon, og hvilke konsept det eventuelt er mulig å utvikle.

Hensikten var å lage et konsept med organiske former som er fremtidsrettet. Endelige løsningsalternativet ble valgt gjennom seleksjonsmatrise og deretter ble det igjen vurdert etter eksterne spørreundersøkelser. Undersøkelsen var veldig avgjørende for endelige resultatet av konseptet. Gode innspill ble gitt og det hjalp oss med å utvikle en bedre behandlingsbenk.

Konseptet ble vist i 3D gjennom Solid Works. Vi tok FEA analyse til det mest kritiske punktet i benken for å teste ut om den holder. Det endelige designet ble vist gjennom designløsning i et markedspresentasjon.

ABSTRACT

The competition is quite large with several different treatment tables out on the market. Follo Futura is a manufacturer of medical and physical therapy tables, medical training therapy and rehabilitation products. The purpose of the master thesis is to re-develop an existing treatment table from the manufacturer Follo Futura. It is desirable to build a forward-looking concept that covers the needs of the users. The table has not been changed on for almost 30 years, something it clearly shows, hence why this report addresses the design process of the substructure. The substructure was chosen as the focus point early on during the report.

The primary goal is to conceptualize and develop an ergonomic design. Follo Futura wanted to integrate shock position as one of the features of the table. They are not pleased with the table having too many small parts that must be connected through welding. There are a lot of processes of welding which they rather would avoid having. The first thing to do is to chart an overview of competing solutions on the market. Then there was a work schedule made with certain deadlines. The implementation was shown through process steps and sub-goals that refer to the work process systematically.

Various methods have been used, and through brainstorming it has been easier to achieve good results. Osbourn's SCAMPER methodology helped a lot to think outside the box. The Pugh matrix and integrated product development have contributed to the development and selection of the concept.

During the theory evaluation the focus has been on all studies that may be relevant as background knowledge for this task. The discoveries from the studies have been divided into main themes and these have again been divided into different categories. We have also studied the existing production process to get more information about the table and Follo Futura's production. This was done to examine any potential strengths of the production, and what concept it may be possible to develop.

The purpose was to create a concept of organic shapes which are forward-looking. The final solution option was selected through selection matrix and then again evaluated after external surveys. The survey was very crucial for the final outcome of the concept. Good input was provided, and it helped us to develop a better treatment table.

The concept was shown in 3D through Solid Works. We took FEA analysis to the most critical point of the table to see if it holds. The final design was shown through the design solution in a market presentation.

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD.....	1
SAMMENDRAG.....	2
ABSTRACT.....	3
1 INNLEDNING.....	9
1.1 Bakgrunn.....	9
1.2 Tidlige ide og oppdragsrammer.....	10
1.3 Utviklingen av Follo Corpus Masolett.....	11
1.4 Konkurrerende løsninger.....	12
1.5 Markedsbehov og potensiale.....	15
1.6 Fokusområder for videreutvikling.....	16
1.6.1 Putene.....	17
1.6.2 Løftemekanismen.....	18
1.6.3 Bunnrammen.....	18
1.6.4 Valg av fokuselementer for masterarbeidet.....	19
1.7 Problemstilling.....	19
1.8 Teknologiske flaskehalsar.....	20
2 PROSJEKTPLAN.....	21
2.1 Prosjekt målsettinger.....	21
2.1.1 Hovedmål.....	21
2.1.2 Delmål.....	21
2.2 Tids- og Arbeidsplan med Milepeler.....	22
2.3 Begrensninger for arbeidet.....	23
3 METODEBESKRIVELSE.....	24
3.1 Viktige begreper.....	24
3.1.1 Terminologi og begreper.....	24
3.1.2 Symboler og enheter.....	25
3.1.3 Formler.....	26
3.1.4 Bevegelsesakse.....	27
3.2 Metodebruk og løsningsverktøy.....	28
3.2.1 IPD (Integrert produktutvikling).....	28
3.2.2 Pughs Metode.....	28
3.2.3 SCAMPER.....	29
3.2.4 Skisseteknikk.....	29

3.2.5	Programvare som vil bli brukt til prosjektet:	30
3.3	Prosesstrinn	30
3.3	Kvalitetssikring	32
4	TEORI OG TEKNOLOGIUTREDELSE	33
4.1	Ergonomi	34
4.1.1	Antropometri	35
4.1.2	Fysiologi	37
a)	Huden	38
b)	Skjelettmuskelsystemets anatomi og fysiologi	38
c)	Muskelfibertyper	40
d)	Involvering i behandlingssituasjoner for fysioterapeuter	40
4.2	Bruk og bruksløsninger	41
4.2.1	Typiske behandlingsbenker og stillinger	41
a)	Forskjellige benkstillinger	41
b)	Hoved behandlingsstillinger for mennesket	42
4.2.2	Benken Follo Corpus Masolett	43
4.2.3	Tilleggsutstyr og diverse	44
4.2.4	Eksisterende motor	44
a)	Hydraulisk motor	44
b)	Elektrisk motor	46
5	EKSISTERENDE PRODUKSJONSPROSESS	47
5.1	Materialbruk, uttak og tilkapping	48
5.2	Dreing og fresing	49
5.3	Platearbeid	50
6	PRODUKTSPEISIFISERING	54
6.1	Produktmållsetting	54
6.2	Beskrivelse og rangering av viktige produkttegnaker	55
6.2.1	Den eksisterende benken bunnramme	56
6.2.2	Den eksisterende benkens løftemekanisme	57
6.3	Metriske grensespesifikasjoner, variasjonsbredde	59
7	KONSEPTGENERERING	62
7.1	Funksjonsanalyse for produkttypen	62
7.2	Modulariserings-teknikk med rearrangering	64
a)	Lineær rearrangering	64
b)	Rettvinklet rearrangering	65

7.3	Funksjonsalternativer med skisser	66
7.3.1	Løsninger for bunnrammen	66
7.3.2	Løsninger for løftemekanisme	69
7.4	Tidligvurdering av brukspåkjenninger	70
7.5	Forslag av materialvalg	76
8	EGENSCREENING OG KONSEPTVALG	77
8.1	Utvikling av seleksjonsmatrise	77
8.2	Egen konseptscreening	77
8.2.1	Bunnrammen	77
8.2.2	Løftemekanisme	78
8.3	Foretrukne konsepter	78
9	KONSEPTUTVIKLING	80
9.1	Løsningsvarianter for hovedkonseptet	80
9.2	funksjonsalternativer med skisser	81
9.3	Foretrukne løsning	83
9.4	Form- og estetikkalternativer med skisser	84
10	EKSTERN KONSEPTTESTING	87
10.1	Målsettinger for testing	87
10.2	Valg av testpopulasjon	87
10.3	Innhold og form på testskjemaer, kommunikasjonsform	88
10.4	Resultater	89
10.5	Resultattolkning	91
11	REVURDERING OG VIDEREUTVIKLING AV KONSEPTET	92
11.1	Revurdering av løftemekanismen	92
11.2	Konstruksjonsforslag til løftemekanismene	93
11.3	Videreutvikling av konseptet	96
11.3.1	Komponentene til benken	96
a)	Bunnrammen	96
b)	Stålplate	97
c)	Monteringsbrakettene	97
d)	Sengeramme	99
e)	Løftekolonne og lineær aktuator	99
11.4	Brukspåkjenninger	100
11.5	Materialvalg	107
12	PRODUKTARKITEKTUR OG KONSEPTDESIGN	108

12.3	Sammenstillingen	108
12.4	Design av hovedelementer	110
12.5	Design av innkjøpte komponenter	111
13.3.1	DL2 løftekolonne	111
13.2.1	LA23 lineær aktuator	112
13.3	Design av komponenter.....	112
13.3.1	Bunnrammen	112
13.3.2	Stålplate.....	113
13.3.3	Monteringsbrakettene.....	113
a)	Monteringsbrakett 1	113
b)	Monteringsbrakett 2	114
c)	Monteringsbrakett 3	114
d)	Monteringsbrakett 4	115
13.3.1	Rammen	115
13.4	FEA analyse av behandlingsbenken.....	116
13.5	Logo og benkens innpakningsmetoder.....	124
13.5.1	Logo	124
13.5.2	Innpakningsmetoder	124
14	ROBUSTHET, VEDLIKEHOLD OG RESIRKULERING	127
14.1	Materialegenskaper, overflatebehandling og vedlikehold	127
15	PROTOTYPEFRAMSTILLING OG ØKONOMI	129
15.1	Valgte produksjonsmetoder.....	129
15.1.1	Prototype	129
15.1.2	Serieproduksjon.....	131
15.2	Kostnadskalkyler.....	131
15.2.1	Prototype	131
15.2.2	Serieproduksjon.....	133
16	MARKEDSPRESENTASJON.....	134
16.1	Renderte framstillinger	134
16.2	Tekniske beskrivelser	138
17	PROSESSEVALUERING OG DISKUSJON.....	141
17.1	Konseptutviklingsarbeid og forbedringspotensialer.....	141
18	KONKLUSJON	143
18.1	Resultater og anbefalinger.....	143
18.2	Videre arbeid	144

19	REFERANSER	145
20	VEDLEGG	148

1 INNLEDNING

I dette kapittelet vil det bli gitt en kort gjennomgang av bakgrunnen til bedriften Follo futura. Deretter ser vi på ideutredningen for å vise hensikten med prosjektet. Deres konkurrerende løsninger beskrives ved å se på markedspotensialet. Tilslutt blir det laget problemstilling og teknologiske flaskehalser for benken.

1.1 Bakgrunn



Figur 1: Illustrasjonsfoto av Follo futura (Oblad 2007)

Follo Futura er en produsent av fysioterapi- og rehabiliteringsutstyr som ligger i Ås. De etablerte seg i 1974 og eies av flere kommuner. Deres hovedkontor ligger i Ås. De har spesialkompetanse innenfor mennesker i omstilling. Hovedoppgaven til Follo Futura er å tilrettelegge, motivere og ikke minst åpne dører for de som trenger det. Dette gjøres blant annet for å hjelpe mennesker ut i jobb og aktivitet. De har planer om å ny-utvikle en behandlingsbenk og ønsket å inngå et samarbeid med NMBU.

Hittil i år har de solgt 80 stykker av den benken, hvorav 40 er hydrauliske. Totalt sett har de solgt langt over 100 benker. De har produsert behandlingsbenker i flere år med moderne produksjonsteknologi. Utviklingen av disse benkene skjer ved hjelp av tett samarbeid med fysioterapeuter og de tilbyr flere typer benker tilpasset forespørsel og behov.

Follo Corpus Masolett heter benken vi skal ta ny-utvikle. Den er veldig stabil og billig. Benken ble først produsert i 1993 og siden har den ikke blitt endret. Det sies at deres behandlingsbenker går i arv fra fysioterapeut til fysioterapeut, noe som er aldeles positivt. Follo Futura bruker plateteknikk som samarbeidspartner for produksjon av eksterne tjenester. Da blir delen bestilt inn og deretter satt sammen med resten av benken.

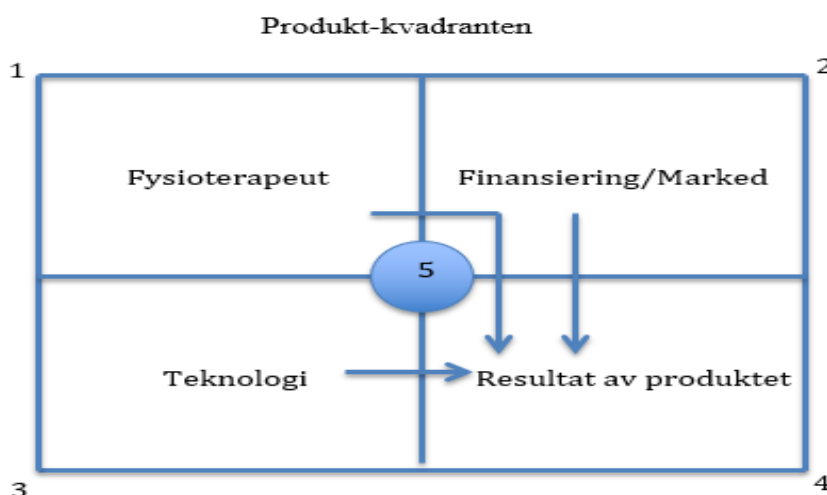
Er du en fysioterapeut så har du valgt et yrke der berøring av andre er en viktig del av jobben. Vi kan se for oss selv som en kropp, altså et biologisk vesen av levende celler med fysiologiske prosesser og

reaksjoner. Vi bruker da teknologi for å måle våre fysiologiske reaksjoner. På den andre siden er vi mennesker erfarende, tenkende, opplevende, handlende og tolkende vesener i sosiale sammenhenger. Vi pleier å tolke både bevisst og ubevisst av alt vi sanser og gir våre meninger gjennom tidligere erfaringer. Vår største sanseorgan er huden. Det er ulikt fordelt av følelegemer i forskjellige kroppsområder når det gjelder berøring, trykk og temperatur. (fysioterapiser 2017; spesialistrådet 2015)

1.2 Tidlige ide og oppdragsrammer

Masteroppgaven omhandler om å ny-utvikle en eksisterende behandlingsbenk. Oppgaven er gitt fra Follo Futura og skal gjennomføres i samarbeid med dem. Det blir gjort arbeid videre fra tidligere forprosjekt. Follo futura ønsker da å modernisere, samtidig som den skal være mest mulig produksjonsvennlig. De har produsert behandlingsbenker i flere år med moderne produksjonsteknologi. Utviklingen av disse benkene skjer ved hjelp av tett samarbeid med fysioterapeuter og de tilbyr flere typer benker. Benkene er veldig stabile, men samtidig billig i pris sammenlignet det med øvrige markedet.

Hovedfokuset er alltid pasienten. Noe av de viktigste punktene benken bør ha er å være regulerbar i høyden. Den benken skal også kunne rekke terapeuten til øvre tredjedel av låret. Benken må kunne være justerbar ettersom pasienten er stor eller liten. Fysioterapeuten må kunne være i stand til å benytte kroppstygden i arbeid ved å felle frem fra hoftedeppet. Personen må ikke være nødt til å bøye ryggen for å utføre behandlingen. Benkens liggeflate bør være i fast form med en viss mykhet, altså kroppen bør heller ikke synke mer enn 2-3 cm. Viktig at underlaget på benken ikke er ujevn og minst mulig oppdeling av flaten. Det bør være en utskjæring for ansiktet slik at pasienten kan ligge godt i mageleie selv om de har stiv nakke.



Figur 2: Produktkvadranten illustrert med piler «eget bilde»

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1. Fysioterapeut | 3. Teknologi |
| 2. Finans/kapital | 4. Fjerde grunnelementet |
| 5. Justis/bestemmer | |

Figuren ovenfor gir oss innblikk i alle punktene som kommer til å være avgjørende. Ordet kvadrant ble brukt siden vi deler firkanten inni fire kvadrat-deler. Denne kvadranten er definert som produkt-

kvadrant. Den gir oss grunnlaget for ny verdiskaping. I midten (5) har vi alle avtalene som knytter alle disse 4 punktene sammen, og har kalt den for ”Produktet i femte dimensjon”. Der skal man klare å finne tid, sted og avtaler som binder resterende 4. ledd sammen. Ved hjelp av hjørne 1-3. skaper vi et hjørne 4. der resultatet av produktet ligger.

Hovedoppgaven vil bli å komme fram til en helhetlig løsning der alt er gjennomtenkt. For å få realisert dette må det blant annet fokuseres på produksjonsprosessen og andre partnere Follo Futura har et samarbeid med. Dette gjøres for å få kartlagt hvilket materiale og maskiner som er tilgjengelig for å utføre løsningen som blir utviklet. Slik vil man få bærekraftig kunnskap som er med på å styrke grunnlagkunnskapen. Dermed har vi en felles forståelse og samarbeid med alle ledd som er inkludert i produksjonen.

Dette vil fremme innovasjon, teknologi, forskning og utvikling som Follo Futura vil ha nytte av. Det handler også om å ny-utvikle benken gjennom nytenkning ved hjelp av internasjonal dimensjon. Dette vil si samspill internasjonalt gjennom utveksling av teknologi.

1.3 Utviklingen av Follo Corpus Masolett



Figur 3: Benken Follo Corpus Masolett(Alfacare 2017)

Benken vi skal jobbe med heter Follo Corpus Masolett. Den er fra masolett-serien og er basert på moderne teknologi med deres prinsipper. Vi skal ta for oss benken og se litt på arbeidet som har blitt gjort hittil. Benken ble endret sist i 1993. Dette gjenkjennes blant annet gjennom deres uorganiske design. Benken løftes ved hjelp av elektrisk- eller hydraulisk motor.

Follo Futura jobber hovedsakelig med stål. Stålet kommer inn som råmateriale og blir behandlet hos dem gjennom deres maskiner. Som nevnt tidligere så blir noen deler hentet eksternt ettersom behov. Det er en del deler som må settes sammen gjennom skruing og sveising. Som nevnt tidligere blir benken laget hos Follo Futura gjennom deres produksjonsprosess. Noen deler blir hentet eksternt og det er der de største kostnadene ligger. Viktige å se på Follo Futuras konkurransefortrinn slik at man får utnyttet disse. Disse gir oss grunnlaget for bedriftens identitet.

1.4 Konkurrerende løsninger

Det finnes en rekke produsenter som er ledende innenfor produksjon av fysioterapibenker i Norge. Vi skal også ta en titt på de leverandørene som er størst verdensbasis for å få noen innspill fra deres benker. Markedsbehovet og potensiale for behandlingsbenker belyses i dette delkapittelet ved å se på løsninger som finnes i markedet.

For å kunne få inspirasjon fra de fleste stedene i markedet, vil man se på de relevante løsningene. Det vil også være hensiktsmessig å se på enkle løsninger som finnes i markedet. Etter en diskusjon med Kristian kom vi frem til å se på treningsbenk, behandlingsbenk og stillas. Dette vil gi oss en innføring i et globalt perspektiv på hvordan de forskjellige produktene har blitt bygget på. Denne informasjonen kan være veldig nyttig å ta med seg videre. SCAMPER metodikk blir brukt veldig tidlig i fasen. Denne metodikken blir beskrevet under delkapittelet metode og løsningsverktøy. Ved hjelp av å se på konkurrerende løsninger vil man enklere klare å finne fokuspunktet for masteren.

Cardon CCT 3 section treatment table

De har utviklet seg i 40 år gjennom konsept, design og produksjon med fokus på sikkerhet, styrke og bærekraft. De produserer behandlingstabeller, terapeutisk treningsutstyr, treningsbenker og behandlingsutstyr. (Rehab 2017)



Figur 4: Behandlingsbenken Cardon cct 3(clinicsuppliescanada 2017)

Denne benken er en av de mest kjente cardon har på markedet. Denne benken var en de mest solgte behandlingsbenker i 2016. Den er bygget for lang levetid. Det er veldig komfortabelt å se på benken og dermed har man full fokus i de riktige tingene.

Løftemekanismen har patentert «soft touch footswitch» som er plassert på undersiden av benken. Minimal trykk som påføres fra foten vil heve/senke benken. (clinicsuppliescanada 2017)

Produkt detaljer og spesifikasjon

Tabell 1: Spesifikasjoner til benken Cardon cct 3

Elektrisk høy/lav kontroll	Soft touch technology
Høydejustering	48.26 - 93.35 cm
Hodejustering	Låsesystem
Midt seksjon	fiks
Ben seksjon justering	gassfjær
Rammekonstruksjon	Høy styrke og rørformet
Farge	Pulverlakk i hvit eller grått
Produksjonstid	6-8 uker
Løftekapasitet	226.79 kg
Dimensjoner	69 - 196 cm
Strømforsyning	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 120 Volt AC ➤ 60 Hz ➤ Max 2.7 Amp

Denne benken er et av de meste kjente på verdensbasis. Slik kan man få innspill om eventuelle trekk og funksjoner som mangler i Norge.

Pivot 430 treningsbenk

Gjennom treningsbenken pivot for man sett på enkle mekanismer. Enkle løsninger er vel de beste løsningene og slike konkurrerende løsninger kan man få gode inspirasjoner fra som hjelper til videreutvikling av et nytt konsept. Denne benken er godt egnet for tunge løft og kan justeres veldig enkelt. (sportsmaster 2017)



Figur 5: Treningsbenken Pivot 430(sportsmaster 2017)

Produkt detaljer og spesifikasjon

Tabell 2: Spesifikasjoner til treningsbenken Pivot 430

Putebredde	31-24 cm
Vektbelastning	280 kg
Montert vekt	29 kg
Belastning	280 kg
Justering	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 6 nivåer på rygg ➤ 3 nivåer på sete

Steen physical

De har produsert utstyr i over 60 år og er ganske kjent merke for både fysioterapeuter og behandlingsinstitusjoner. Har utallig stort sortiment av behandlingsbenker, treningsapparater og rehabiliteringsutstyr.



Figur 6: Benken steen physical(Slapsale 2017)

Deres benker har vært markedsledende i over 30 år med deres solide rammeverk. Det er lettere å flytte benken ved hjelp av de nye sentrallåsbare tvillinghjulene. Hode-delen er regulerbar og ben-delen er vinkel regulerbar (opptil 70 grader).

Produkt detaljer og spesifikasjon

Tabell 3: Spesifikasjoner til benken steen physical

Bredde	65 - 80 cm
Høyde	43 - 92 cm
Lengde	195 cm
Vekt	Ca. 80 kg
Løftekapasitet	200 kg

UCO

De er de største i Norge når det kommer til utleie av stillas. Disse kan både være enkeltvis komponenter eller at kunden monterer selv. Den mest brukte stillasene er haki-murstillas og leveres i stål. Det er nødvendig å bruke stillas når man skal jobbe i høyden.

Vi skal se på selve oppbyggingen av stillas for å vite hvordan den kan bygges struktur- og designmessig. Lengde på stillas er 2.5m og dybden er 1.3m. Deretter kan man montere den etter eget behov, slik at det blir trygt å jobbe i høyden.



Figur 7: Stillas fra UCO(UCO 2017)

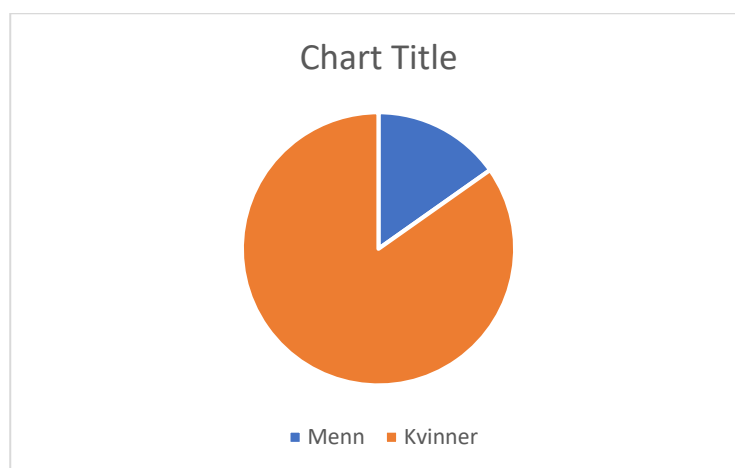
Da har man fått undersøkt markedet og sett på noen relevante konkurrenter.

1.5 Markedsbehov og potensiale

Tabellen under viser til antall personer med helse- og sosialfaglig utdanning i Norge. Den ble sist oppdatert den 29.03.17. (SSB 2017)

Tabell 4: Viser til personer med helse- og sosialfaglig utdanning

	Antall
Helse- og sosialfaglig utdanning	497 939
Menn	75 767
kvinner	422 172



Sektordiagrammet viser at kvinnene utgjør den største delen som ligger på 84.8%. Ettersom det var vanskelig å finne hvor mange av disse er fysioterapeuter, ser vi på statistikken fra 2012. Dette kan gi oss et prosentvis estimat.

Tabell 5: Viser tabell fra Statistisk sentralbyrå

	Alle aldre	15-39 år	40-54 år	55-66 år	55-66 år
Helse- og sosialfaglig utdanning	292 162	115 485	108 500	62 711	5 466
Fysioterapeut	9 224	4 258	2 712	2 024	230

I 2012 utgjør fysioterapeuten 3.52% av helse- og sosialfaglig utdanning. Hvis vi antar en økning på 0.48% til 2017, ligger vi på omtrent 20 000 fysioterapeuter.(ssb 2012)

Follo futuras konkurransefortrinn:

- Billig arbeidskraft
- Har få bevegelige deler som hjelper med justering og fleksibilitet
- Billigst i markedet

Disse tre punktene er follo futuras verdifulle ressurser som bygger på deres rykte og identitet.

Prisleie for slike behandlingsbenker ligger på alt fra 350- til 1000 per time. Undersøkelsen ble gjort i området rundt Oslo. Mennesker trenger behandling for å gjøre deres hverdag lettere. Dermed er markedet ganske stor for slike behandlingsbenker. Vi ser også at teknologien tar mer over arbeidet og det er et større fokus på ergonomiske forhold. Det blir alltid stilt krav til teknologi og deres bruk.

Mennesker finnes i alle slags mål og derfor er det tilnærmet umulig å kunne lage en behandlingsbenk som er for alle. Fokuset må ligge i å treffe majoriteten og dette gjøres gjennom å analysere markedet ved å stille noen nøkkelspørsmål:

- Hva har du som konkurrentene ikke har?
- Hvilken målgruppe?
- Hvorfor vil noen kjøpe denne benken når det finnes så mange andre konkurrenter?
- Går prisen i hånd med kvalitet?

Ved å se på konkurrerende løsninger i forrige delkapittel fant vi produsenten «Steen Physical». Disse vil nok være et av de største produsentene i Norge som Follo futura må konkurrere med i markedet. Disse har vært i markedet i over 60 år og er kjent i store deler av verden.

1.6 Fokusområder for videreutvikling

Før vi går nærmere inn på benken er det viktig å gjøre en tidlig seleksjon av fokuspunktet i denne oppgaven. For å kunne ny-utvikle benken best mulig er det viktig å ha fokuset på et område. Dette gjør man for å utnytte tiden best mulig slik at man får gode resultater. Første stadiet blir å finne et fokusområde som vi skal jobbe med.

For å kunne gjøre det har man valgt å dele benken inn i 3 hovedkategorier som vist i figuren nedenfor. Det tas en poengvurdering som forteller oss om hvilken fokusområdet som gir best resultat med tanke på funksjonalitet, estetikk, og design. Ved å ha sett på markedet og konkurrerende løsninger før, vil valget om å velge et fokusområde bli gjort fra et bedre synsvinkel.



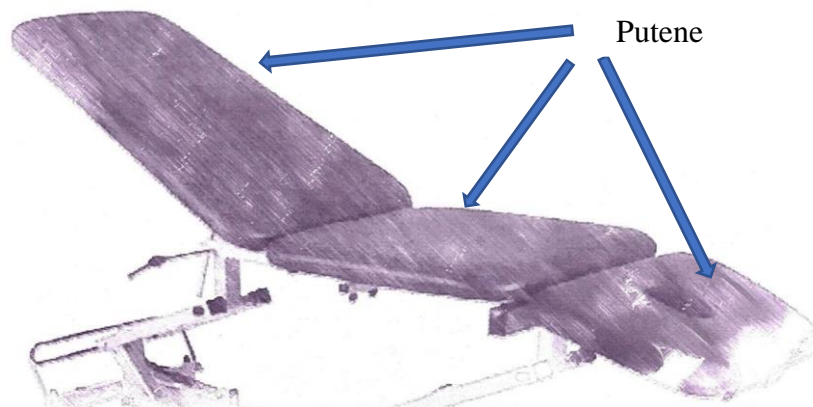
Figur 8: Behandlingsbenken Follo Corpus Masolett(Alfacare 2017)

1. Putene (overdel)
2. Løftemekanismen (del av understellet)
3. Bunnrammen (del av understellet)

Disse 3 hoveddelene skal man prate om videre hver for seg i underkapitlene 1.6.1, 1.6.2 og 1.6.3.

1.6.1 Putene

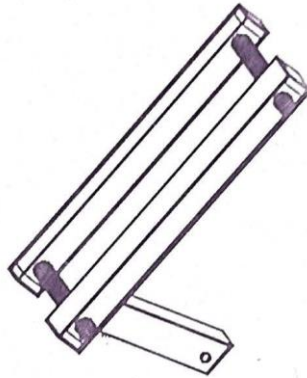
Putene er som regel standardisert når vi analyserer de forskjellige putene som finnes i markedet. Det er marginale endringer man finner p.ga. deres gode ergonomiske kvalitet. Puten er det området av benken som kommer i kontakt med pasienten, og derfor er en viktig del. Sengerammen er festet til bunnrammen som også er standardisert med sitt rektangulære struktur. Som figuren under viser har man 3 putedeler.



Figur 9: Viser til overdelen av Benken Follo Corpus Masolett(Alfacare 2017)

1.6.2 Løftemekanismen

Løftemekanismer er ganske enkel i design. Tre rotasjonspunkter som får bevegelsen i benken. Det er en ganske stabil bevegelse som får pasienten til å føle seg komfortabel. To slike løftemekanismer som er vist i figuren under er festet til bunn- og sengerammen. Denne mekanismen kan være elektrisk eller hydraulisk, alt avhenger av kundens behov. Den beveger seg stort sett i den vertikale retningen, men beveger seg litt i den horisontale retningen.



Figur 10: Løftemekanismen til Follo Corpus Masolett (vedlegg)

1.6.3 Bunnrammen

Rammen inneholder en del sveising, og oppleves å være veldig lite fremtidsrettet med tanke på modernitet, funksjonalitet og estetikk. Det ligger et stort potensiale til å endre rammen og vil frembringe et mer ergonomisk design. Bunnrammen har en stor betydning når det gjelder utseende. Den har blitt delt- inn i mange deler som blitt satt sammen gjennom sveis eller skruer.



Figur 11: Understellet til Follo Corpus Masolett «eget foto»

1.6.4 Valg av fokuselementer for masterarbeidet

Her stilles det enkle spørsmål som skal hjelpe oss med å velge ut det beste fokuspunktet. Det gis poengvurdering fra skala 1-10, der 10 er godt egnet.

Tabell 6: Poengvurdering av tidlig seleksjon av hovedfokus

	Putene	Løftemekanismen	Bunnrammen
Hvor stor endring vil skje med benken?	4	8	8
Er det stor potensiale for endring?	6	6	9
Hvor viktig er den til benken?	7	7	9
Blir benken modernisert?	7	7	9
Behøves det endring?	4	5	8
SUM	28	33	43

Poengvurderingen viser klart og tydelig at bunnrammen skal være fokuselementet for videre arbeid. Forslaget ble tatt med videre til Follo futura. Etter en del diskusjoner med Follo Futura, kom vi fram til at understellet av benken skal være hovedfokuset. De ville at det eksteriør designet til understellet skal endres.

Benken har ikke blitt endret siden 1993 og derfor trengs det forandring. Forandringen i understellet kan gi oss en del gode og drastiske endringer som vil være mer fremtidsrettet.

1.7 Problemstilling

Dette er et prosjekt som handler om å ny-utvikle eksisterende benk. Flere problemstillinger må tas hensyn til ved utvikling av behandlingsbenken. Viktige problemstillinger i dette masterarbeidet er punktvis oppført under hovedproblemstillingen og lager grunnlaget for systematisk utviklingsarbeidet:

Hovedproblemstilling:

«Utvikling av behandlingsbenk med hensyn på kravspesifikasjonene til Follo Futura med hovedfokus på ergonomiske design og reel produksjon av benken.»

Oppdeling av hovedproblemstillingen:

- Hvilke mulighetsrom finnes for nyutvikling av benken Follo Corpus Masolett(M)
- Hvordan designe og konstruere benken slik at den får et mer ergonomisk design.
- Hvordan ha god ergonomi og stor fleksibilitet med hensyn på både pasienten og terapeuten.
- Hvordan skal man tilpasse det funksjonelle og det estetiske i en løsning slik at benken ser mest mulig attraktiv og fremtidsrettet ut.
- Hvordan benytte seg av produksjonsprosessen til Follo Futura for å for å oppnå lav vekt og kostnader.

1.8 Teknologiske flaskehalsar

Kostnader: Prøve å bruke mest mulig av Follo Futura sitt produksjonsprosess for å holde kostnadene lave.

Festemekanisme: Fjerne en god del sveis og sette på festemekanisme som er enkelt å montere/demontere.

Material: Bruke egnet materialer som Follo Futura også komfortabel med.

Bruk: Viktig at benken har minimalt med vedlikeholds behov og enkelt å bruke. Ved valg av design må dette tas med i betraktning.

Interesse: Viktig at designet vekker interesse i markedet og spesielt blant potensielle kjøpere.

2 PROSJEKTPLAN

Dette kapittelet omhandler seg å lage seg prosjektmålsetting. Dette gjøres for å sikre at prosjektet gjennomføres innenfor gitte tidsfrister med spesifikke mål. Her vil hoved- og delmål spesifiseres, og milepæler som skal nås. Tilslutt ser man på begrensinger som settes til arbeidet.

2.1 Prosjektmålsettinger

For å få best mulig gjennomføring av prosjektet er det viktig med klare mål. Delmålene forteller noe om hva som skal gjøres, mens milepælene når man etter delmålene er gjort.

2.1.1 Hovedmål

Målet med dette mastergradsarbeidet er å videreutvikle Follo Corpus Masolett behandlingsbenk for å kunne øke potensialet for dette produktet. Dette innebærer både hensynet til god funksjon, ergonomi, fremtidsrettet design og estetikk. Masterrapport som dekker alle trinnene i dette utrednings- og utviklingsarbeidet skal utformes, med tilhørende tekniske spesifikasjoner, anvisninger og tegningsgrunnlag.

2.1.2 Delmål

Tabellen under viser oss rekkefølgen på ting som skal gjøres.

Tabell 7: Delmål

Nummer	Delmål	Trinn
1	Å erverve bakgrunnskunnskap om fysioterapeut	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ergonomi ➤ Fysiologi og psykofysiologi ➤ Antropometri ➤ Anatomi
2	Å gjennomføre konseptvalg	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utvikle konsept for understellet ➤ Dele understellet i flere komponenter og deretter sette rammekrav ➤ Finne løsningsalternativ for konseptet gjennom metoder som blir beskrevet i kapittel 3.
3	Å gjennomføre markedsundersøkelse	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Intervjue fysioterapeuter som gir oss innspill fra innsiden. ➤ Intervjue medlever. ➤ Se behovet i markedet.
4	Å klargjøre ergonomi og design	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ergonomisk design ➤ Designe enkel deler og plassering av komponentene
5	Å gjøre beregning av konstruksjonen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Styrke beregning ➤ Bolteforbindelser ➤ Fasthetsberegning

6	Materialvalg	➤ Utrede valg av materialet
7	Å modulere det valgte konseptet	➤ Solid Works ➤ FEA analyse
8	Å vurdere økonomien	➤ Utredning om lønnsomheten ved å ta ved å kalkulere av kostnaden av alle komponentene og betraktning i eget arbeid.
9	Å gjennomføre markedspresentasjon	➤ Fremvise prosjektet
10	Å evaluere	➤ Evaluere prosessen og resultatet
11	Å rapportere	➤ Utarbeidet en skriftlig rapport ➤ Produsere tegninger ➤ Tekniske anvisninger
12	Å presentere	➤ Presentere prosjektet ovenfor sensor og veileder

2.2 Tids- og Arbeidsplan med Milepeler

Tabellen under viser milepeler som viser når ting skal bli gjort.

Tabell 8: Milepeler vist med uker

Delmål	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Å erverve bakgrunnskunnskap om fysioterapeut	■	■																		
Å gjennomføre konseptvalg			■	■																
Å gjennomføre markedsundersøkelse					■	■														
Å klargjøre ergonomi og design							■	■												
Å gjøre beregning av konstruksjonen									■	■										
Materialvalg											■	■								
Å modulere det valgte konseptet													■	■	■					
Å vurdere økonomien																■				
Å gjennomføre markedspresentasjon																	■			
Å evaluere																		■		
Å rapportere																			■	
Å presentere																				■

Ovenfor er det vist til milepæler med dato som måned. Dette viser til når de forskjellige stadiene må være ferdig slik at man kommer seg i mål.

2.3 Begrensninger for arbeidet

For å kunne begrense arbeidsomfanget innenfor den tidsrammen som er til rådighet er det nødvendig å gjøre følgende begrensninger:

- Eksterne varer som hjul og tjenester vil ikke bli tatt med i betraktning når man designer bunnrammen både i skisse og Solid Works
- Skal ikke designe putene og deres festemekanisme på Solid Works, men bare komme med løsningsforslag til hvordan sjokkleie funksjonen kan fungere
- Gjør kun forenklete beregninger av kreftene som brukes videre til å finne sveis, avskjæring i boltene, hullkantrykk i boltene, brudd i grunnmateriale og utrivning. Alt utenom disse beregningene blir ikke tatt med i rapporten.
- Festemekanismene velges ut mot slutten når man skal sette sammen delene. Disse blir ikke valgt ut gjennom seleksjon.
- Løftemekanisme blir valgt gjennom seleksjonsmatrise, men videreutvikles ikke. Velger ut beste alternativet som vil gjøre jobben.

3 METODEBESKRIVELSE

Dette kapitlet omhandler metoder som ble har blitt gjort gjennom rapporten for å sikre en ryddig prosess i utviklingsarbeidet, terminologi og begreper, formler, metoder, teknikker, programvarer. Hensikten bak denne metodikken er å danne en begreps og metodisk verktøykasse som man kan bruke. Avslutningsvis har man laget en prosesstrinn som gir helhetlig perspektiv av hvordan man skal løse hovedmålet.

3.1 Viktige begreper

Dette underkapitlet viser til terminologi, begreper, symboler, enheter og bevegelsesakse som skal brukes i denne rapporten.

3.1.1 Terminologi og begreper

Under dette underkapitlet tar vi for oss medisinske ord som få defineres for at rapporten blir lettere forståelig.

Relevant fysiologi-terminologi begreper er samlet i tabell 9.

Tabell 9: Viser fysiologi-terminologi begreper

Begreper for fysiologi-terminologi	
Epitelvev	Finnes i ytre og indre overflater og deres oppgave er å beskytte oss fra inntrengere
Plateepitel	Tynneste av epitelene
Keratinocytter	Medisinske navnet for hudceller
Keratin	Lages av hudcellen som er et protein
Bindevev	Holder organene sammen og finnes overalt i kroppen
Kollagen	Bindevevsprotein
Lymfårer	
Hårfolliklene	Kalles for den usynlige delen av håret og ligger omtrent 4 millimeter under huden
Talgkjertlene	Produserer talg(fettstoff)
Svettekjertlene	Hjelper oss med å kvitte oss med varme fra kroppen
Fettvev	Type bindevev som består av fettceller

Disse begrepene er formulert ved hjelp av «store norske leksikon».

Utstyr og begreper tilknyttet benken Follo Corpus Masolett er samlet i tabell 10.

Tabell 10: Viser til begreper for benken

Begreper for benken	Beskrivelse
Pute	Myke overdelen pasienten ligger på
Drenasjefunksjon	
Hjulløfts-system	System som regulerer hjulene
Betjeningsbøyle	
Liggeflate	Flaten pasienten ligger på
Understellet	Alt under liggeflata (bunnramme, løftemekanisme o.s.v.)
Løftesystem	Hever/senker benken
Terapistol	Stol/benk der behandling blir gjort
Nesekloss	Pute som plugges åpningen i behandlingsbenken mens pasienten er på ryggen.
Papirrullholder	Søyleformet stål som papirrullen kan ligge i
Håndkontroll H8 81	Kontroll som kontrollerer et elektrisk system
Batteri BA 21	Batteritype som blir brukt

3.1.2 Symboler og enheter

Tabell 11 viser samlingen av grunnenheter som symboler som ble benyttet i rapporten.

Tabell 11: Viser til symboler og enheter

Symbol	Betydning	Enhet
ρ	Trykk	Pa
V	Volum	m ³
Q	Volumstrøm	M ³ /s
I	Strøm	A
I ₀	Amplitude	Mm
t	tiden	S
w	vinkelfrekvens	Rad/s
a	akselerasjon	m/s ²
μ	friksjonstall	-
N	Normalkraft	N
L	Lengde	Mm
H	Høyde	Mm
t	Tykkelse	Mm
D	Diameter	Mm
A	Areal	Mm ²
W	Motstandsmoment	Mm ³
I	Tregghetsmoment	Mm ⁴
σ	Spenning	MPa = N/mm ²
M	Moment	Nm
F	Kraft	N
F _{1y}	Kraften i y retning	N

F_{2y}	Kraften i y-retning	N
F_{1x}	Kraften i x-retning	N
F_{2x}	Kraften I x-retning	N
g	Tyngdeakselerasjon	m/s^2
τ	Skjærkraft	$MPa = N/mm^2$
σ_{till}	tillatt spenning	$MPa = N/mm^2$
n	antall snittflater	-
d_h	Hulldiameter	Mm
ρ_h	hullkantrykk	$MPa = N/mm^2$
σ_{netto}	Spenning netto tverrsnitt	$MPa = N/mm^2$
b	bredde	Mm
l_{eff}	effektiv lengde	Mm
G	Gravitasjonskraft	N
R_p	Flytegrense	$MPa = N/mm^2$
R_m	Strekfasthet	$MPa = N/mm^2$
$R_{p,b}$	Flytegrense for bolt	$MPa = N/mm^2$
$R_{m,b}$	Strekfasthet for bolt	$MPa = N/mm^2$

3.1.3 Formler

Tabell 12 viser til formler som ble benyttet i rapporten.

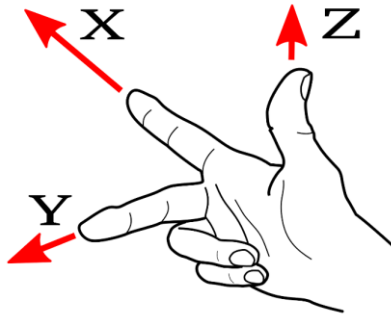
Tabell 12: Formelsamling

Benevning	Formel	Indeks
Trykk	$\rho = \frac{P}{A}$	4.1
Trykk	$P = \rho \times g \times h$	4.2
Volum gjennom et snitt	$V = vA$	4.3
Volumstrøm	$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$	4.4
Bernoullis ligning	$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g}$	4.5
Strøm i AC motor	$I = I_0 \sin \omega$	4.6
Newtons 2. lov	$F = ma$	7.1
Tyngdekraften	$G = mg$	7.2
Friksjonskraften	$F = \mu N$	7.3
Moment	$M = Fr$	7.4
Likevekts betraktning i y-retning	$\sum F_y = 0$	12.1
Likevekts betraktning i x-retning	$\sum F_x = 0$	12.2
Avskjæring i bolte forbindelse	$\tau = 0.6 * \sigma_{till} = \frac{F}{\frac{\pi * d_h^2 * n}{4}}$	12.3
Avskjæring i bolte forbindelse	$\rho_h = \sigma_{till} = \frac{F}{t * d_h}$	12.4
Brudd i nettotverrsnittet i grunnmaterialet	$\sigma_{netto} = \sigma_{till} = \frac{F}{t * (b - d_h)}$	12.5

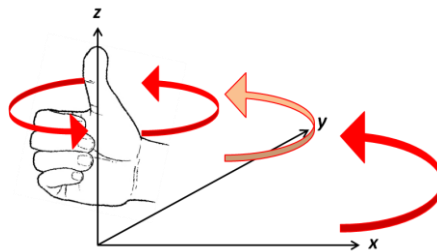
Utrivning i grunnmaterialet	$\tau = 0.7 * \sigma_{till} = \frac{F}{2 * l_{eff} * t}$	12.6
-----------------------------	--	------

3.1.4 Bevegelsesakse

Aksen under henviser til alle 3 aksene og rotasjonene rundt deres akse.



Figur 12: Viser til 3 frihetsgrader x, y og z (Stackoverflow 2017)



Figur 13: Viser til 3 frihetsgrader som beveger seg rundt aksene x, y og z (Stackoverflow 2017)

Seks frihetsgrader vil si at man kan bevege seg på seks måter som vist ovenfor. Første figuren viser oss bevegelse langs aksene, mens den andre figuren viser bevegelse rundt aksene. Under har vi satt alle frihetsgradene i en figur. Hver kroppsdel kan bli betraktet å ha 6 frihetsgrader.

NB! Positiv retning er med urviseren

Rød farge indikerer farlig bevegelse/rotasjon



Figur 14: Rød pil

Grønn farge indikerer ufarlig bevegelse/rotasjon



Figur 15: Grønn pil

Videre i oppgaven vil det bli brukt enten rød eller grønn rotasjonspiler som vil fortelle oss om hvor farlig denne bevegelsen/rotasjonen er.

3.2 Metodebruk og løsningsverktøy

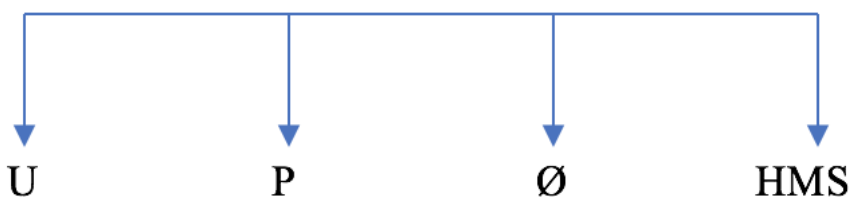
For å finne den beste løsningen er det nødvendig å gå gjennom et seleksjonssystem. Delkapittelet handler om verktøy og deres metoder.

3.2.1 IPD (Integrert produktutvikling)

Det er en arbeidsmetode for å jobbe med design, og en metode som handler om å utføre arbeidet på riktig måte slik at man oppnår større effekt med mindre gjennomføringstid. Slik får man et større læringsutbytte og vi kan trekke inn flere fagområder inn til produktutvikling. Sivilingeniører blir utdannet gjennom IPD for å få kompetanse innen produktdesign.

Dataintegrasjon

Dataintegrasjon er en del av IPD og forteller oss om de forskjellige hovedpunktene masteroppgaven har og hvordan disse er sammenkoblet. Alle disse leddene går inn i hverandre og er avhengig av hverandre.



Figur 16: Viser til hvordan disse forskjellige fagområdene er knyttet til hverandre «eget foto»

U = Utviklingsarbeide og designe

P = Prosess, produksjonsplanlegging og utvikling

Ø = Økonomiplanlegging og oppfølging

HMS = Helse, miljø og sikkerhet

3.2.2 Pughs Metode

Pughs metode er en type seleksjonssystem som gjør det mulig å sammenligne en del idevurderinger. Metoden ble laget av Stuart Pugh som var veldig interessert i å lage en slik modell som skulle være til hjelp med å vurdere konseptene på like prinsipper. Dette gjøres ved hjelp av å se på kriteriene og krav til design.

Dette her kommer veldig til nytte når ting blir komplisert. Metoden hjelper oss med å ha flere faktorer i betraktning. Dette hjelper oss med å få en mer objektiv mening enn subjektiv mening av konseptene. Denne metoden skal hjelpe oss med å finne den beste løsningsalternativet ved å velge mellom de forskjellige designkonseptene.

Seleksjonssystemet har følgende metodikk:

- Utarbeide en utvalgsmatrise
- Poengvurdering av alle konseptene ved hjelp av å se på kriteriene og krav.
- Videreutvikle konseptet
- Ta en avgjørelse av det endelige konseptet
- Evaluering

Metoden kan deles inn i to kategorier. For det første en vurdering av ideen/konseptet ved å se opp til et referansenivå som definerer et eksisterende konsept. Den andre metoden inngår med å ha et vurderingssystem som vurderer alle konseptene ved hjelp av poengsetting. Begge disse går gjennom et matrisystem.

Alle de nyutviklingskonseptene kommer til å bli rangert fra **1-10** der **10** er best. Neste stadiet blir å rangere disse konseptene ved å se på ergonomi, moderne med ny teknologi og økonomi. Alle vurderingene vil bli inkludert ved å vektlegges alle rangeringene etter deres viktighetsgrad. For så å vurdere hvilke konseptet som er best egnet.

3.2.3 SCAMPER

Den kreative brainstormingsteknikken vil være til hjelp for å se benken og deres oppbygging på mange forskjellige måter. Scamper er en metode som hjelper med å drodle rundt en del ideer og generere ideer til nye produkter og tjenester. Man oppfordres til å tenke annerledes og forbedre det eksisterende produktet. Denne metoden skal bli brukt i stor grad gjennom masteren. Derfor har vi med tabellen under som viser hva de forskjellige bokstavene står for.

Tabell 13: Mal av brainstorming metoden SCAMPER

SCAMPER	Forbedring	Fordel
S – substituere/erstatte (substitute)		
C – kombinere (combine)		
A – Tilpasse (adapt)		
M – Modifisere (modify):		
P – Hensikt (purpose, put to other use)		
E – Fjerne (eliminate)		
R – Reversere og omorganisere (Reverse or re-arrange)		

3.2.4 Skisseteknikk

Store deler av arbeidet går ut på å tegne håndtegninger. Dette er et nøkkelverktøy for å kunne ta riktige designvalg i tidlig stadiet. Noen vil kunne si at skissering er på vei ut p.g.a. teknologi, men man får aldri et helhetlig perspektiv før man skisser detaljene. Ved hjelp av skissering kan man prøve ut forskjellige konsepter, idemyldring og komme med konkrete designskisser som man vil videreføre til neste stadiet.

Skisseringen i tidligfasen ble gjort veldig overfladisk. De avslutningsskissene har blitt gjort veldig detaljert med farger. Første fasen ser man på eksteriørdesign utvendig og da trengs det ikke skisser som er detaljert. Senere i rapport har detaljene veldig stor betydning.

Hjelpemiddel for tegning av skissene:

- Leksjoner på youtube som viser til skisseteknikker
- Boken Sketching – the basics

3.2.5 Programvare som vil bli brukt til prosjektet:

Flere programmer ble benyttet under masteroppgaven. Dette ble gjort for å få god kvalitet og ikke minste tydlige fremvisninger av innholdet i rapporten.

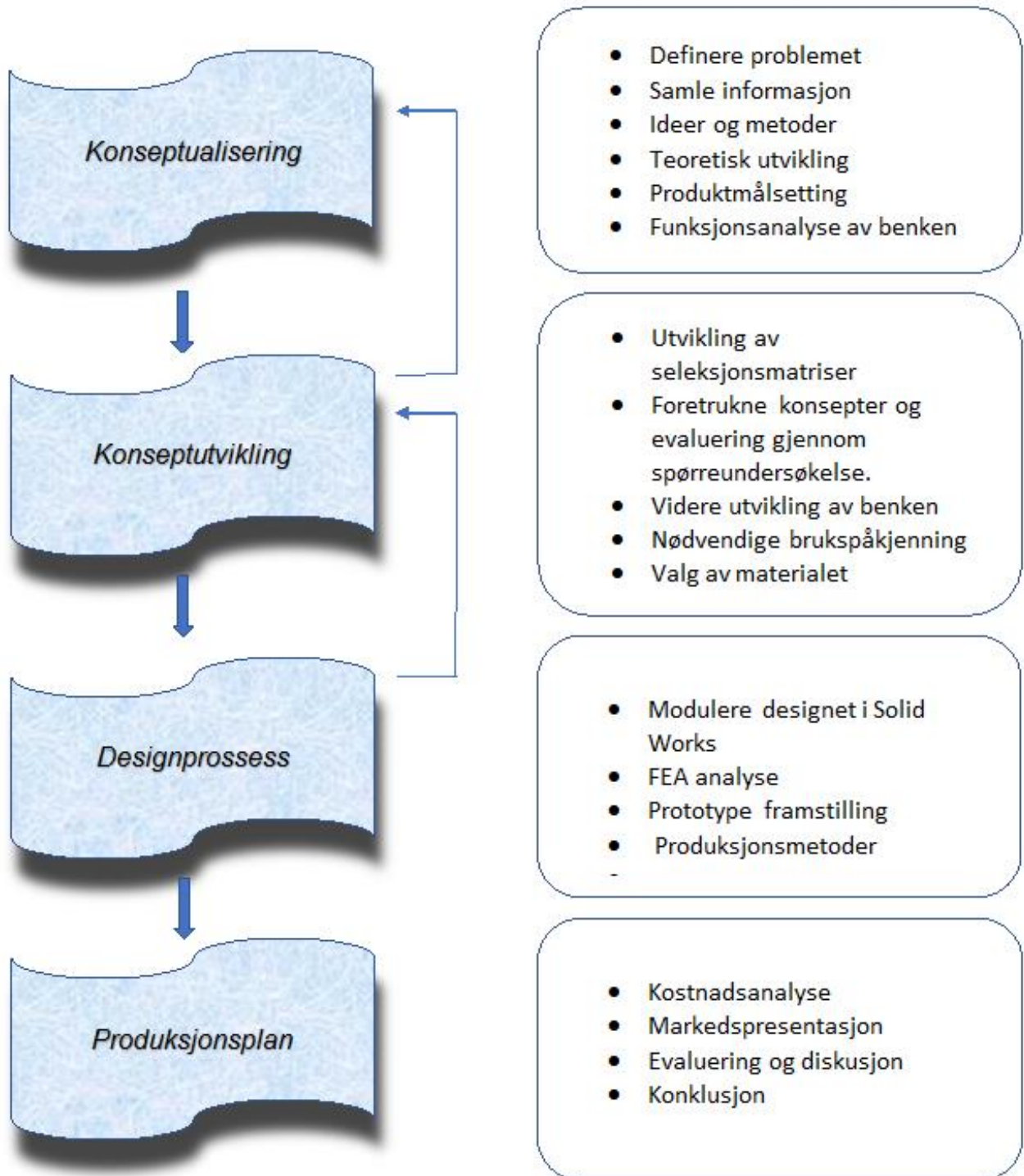
- SolidWork 2016 X64 Edition ble brukt til 3D modellering.
- Excel 2016 med brukt for å lage tabeller og diagrammer.
- Word 2016 ble brukt til tekst.
- CES edupack 2016 er materialbibliotek som ble brukt for å finne informasjon om spesifikke materialer.
- Endnote ble brukt for å legge til og sortere referansene.

3.3 Prosesstrinn

Det er mange måter man kan nå hovedmålet på. Figur 18 viser utviklingsprosessen trinn for trinn. Det er vist med piler der er nødvendig med iterasjoner. Senere i rapporten kan det være lurt å kvalitetssikre arbeidet gjennom undersøkelse og bruk av ekspertise. Forskjellige metoder vil føre til forskjellige løsninger. Metoden vi skal bruke vises gjennom funksjonsanalysen. I funksjonsanalysen har vi pasienten som hovedfokus. Derifra analyserer vi alle funksjonsdelene som skal brukes.

Prosesstrinnet har blitt delt inn i fire faser:

1. Konseptualisering
2. Konseptutvikling
3. Designprosess (finnes et annet ord)
4. Produksjonsplan



Figur 17: Prosesstrinn i funksjonsanalysen

3.3 Kvalitetssikring

Under dette kapittelet henvises det til beregningsstandarder. Tekniske standarder, standarder for behandlingsmedisinsk utstyr og spesial bøker som at resultatene skal få en bedre gyldighet.

For å kvalitetssikre arbeidet har vi brukt følgende verktøy:

- Kompendium fra faget TMP301 ble veldig mye brukt ved beregning av brukpåkjenninger.
- Faglige bøker som Elektroteknikk, measures of Man, menneskelige aspekter i design, konstruksjonsteknikk, statikk og bios1 og bios2.
- Sentrale relevante litteraturer. Disse blir nevnt underveis i rapporten.
- En god del rapporter og innlegg skrevet om behandlingsbenker. Blant annet instruksjonsboken fra Follo futura.
- Ekspertise av fagfolk innenfor fysioterapi.
- Brukt ANSI B18 og ISO bolter til behandlingsbenken.
- TIP 300 kompendium

4 TEORI OG TEKNOLOGIUTREDELSE

Dette kapittelet tar for seg viktige bakgrunnskunnskap som er viktig å kunne før videreutviklingen av behandlingsbenken. Delkapitlene under vil ta å gjøre rede for ergonomi, antropometri, bruk og bruksløsning. Vi tar en nærmere titt på behandlingsbenken Follo corpus masolett og deres eksisterende motor.

Ergonomi er relativt nytt og vi kan spore den tilbake til 1700-tallet. Bernardino Ramazzini (1633-1714) var en lege, og grunnleggeren av yrkesmedisin. Hans interesser var å se på sykdomstegn som oppstod hos arbeidere. Arbeidere med tilknytning til kjemikalier, metaller og støv med repeterende arbeidsbevegelser. Han publiserte sitt verk ved å studere 52 forskjellige yrker som hadde tittelen ” *De Morbis Artificum Diatraba* ”. Den direkte oversettelsen til norsk vil være ” sykdommer hos arbeidere”.

Han ga et forslag om å ha egen lovgivning som skulle hjelpe med å forbedre arbeidernes vilkår og sikre erstatning/kompensasjon for arbeidere som hadde fått yrkessykdom. Verket hans ga ingen utslag og fikk veldig lite oppmerksomhet mot slutten av den industrielle revolusjonen. Perioden mot 1. Verdenskrig begynte man å forstå alvoret med ulykker, arbeidsskader og sykefravær. Menneskene begynte å skjønne alvoret av den teknologiske utviklingen og at utviklingen ikke bare var av det gode.

Ergonomi handler om læren ved hjelp av tverrfaglig kunnskap om hvordan man best mulig kan tilpasse og utføre deres arbeidsoppgaver. Det kan være veldig viktig med tett samarbeid mellom arbeidsgiver og arbeidstaker. Belastning og bevegelse er veldig bra for kroppen, men man må ha et mål om å redusere feilbelastninger. Arbeid som er tungt og ensformig, gir uheldig arbeidsstilling. Jobb under tidspress blir sett som dårlig ergonomiske forhold. Gjennom forskningsresultater, arbeid og erfaring innenfor hvert fagfelt, har vi klart å få en behagelig og sikker hverdag. Dette er det vi kaller for god ergonomi.

Det er viktig å ta betraktning i ergonomi når man utvikler et produkt. Ergonomi hjelper oss med å sikre et godt resultat ved eksempelvis gjennomgå bestemte arbeidssteg fra alle fagmiljøer som er inkludert. Dette vil illustrere hvordan utviklingsprosjektet gjennomgår kunnskapsoppbygging og løsningsutvalg. Det er veldig viktig å forstå at ergonomi fremviser disiplin og derfor må tas med i alle faser av produktutvikling. (Øritsland 1997)

Anatomi handler om hvordan menneskekroppen er bygget opp. Fysiologi handler om hvordan menneskekroppen fungerer. Her er det viktig å forstå sammenhengen mellom anatomi og fysiologi. Da får man en grunnleggende forståelse innenfor fysioterapi. (Mooc 2017)

Antropometri er studien om form og størrelse av menneskekroppen. Det vil si læren om menneskelig mål og hvilke størrelser man legger til for å tilpasse menneskekroppen.

Videre viser man til moderne fysioterapi metodikk. Dette vil si metoder og utstyr tilknyttet benken. Metoder handler om hvordan man gjør og organiserer ting, herunder også en fysioterapeuts daglige virke mot pasienten.

4.1 Ergonomi

Begrepene Antropometri(menneskemål) og Bio-mekanikk er viktige deler av underkapittelet 4.1. Bio-mekanikk handler om fagområde mellom biologi og mekanikk. Det er ganske spredt felt, men vi skal begrense den. Vi skal fokusere på sammenhengen mellom krefter som virker på menneskekroppen og hva slags bevegelse den forårsaker. Dette blir vist i delkapittel 4.1.2.

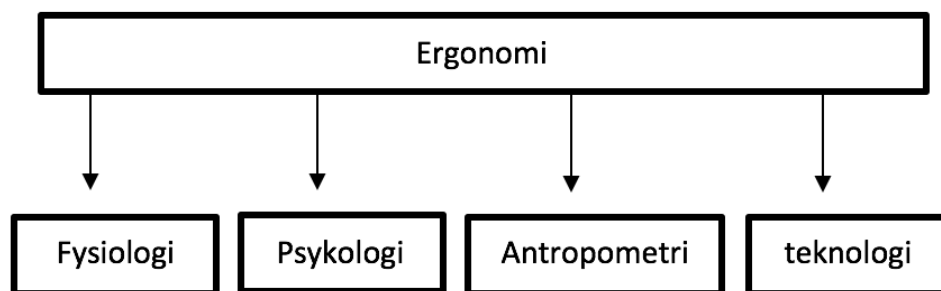
Ergonomi handler om å planlegge arbeidsmiljøet der mennesket er i midten. Arbeidsutstyr må vurderes ut fra en ergonomisk synsvinkel. Utstyr og arbeidsområder skal formes slik at ingen utsettes for skade som både kan være fysisk eller psykisk. Alt skal tilrettelegges slik at faren for feilhandlinger er redusert betraktelig. (Wikipedia 2017a; Yrkesfisker 2015)

Ergonomi i design vil ha en vitenskapelig, teoretisk side der man er ut etter og søke etter ny viten og en praktisk side hvor man anvender seg til kunnskap. Man er alltid ute etter og finne relevant kunnskap om mennesker og deres forhold til gjenstander og omgivelser. Deretter skal man kunne gi anbefalinger om design, forutse og verifisere ferdige løsninger.

Figur 20 viser til underpunktene ergonomi kan inndeles i.



Figur 18: Bildet av forskjellige posisjoner mennesker kan sitte på(ergostart 2017)



Figur 19: Viser til temaer ergonomi kan deles inn i

Fysiologi

Handler om hvordan kroppen fungerer. Pasienten skal til behandling og derfor er veldig viktig å kunne forstå hvordan alt henger sammen. Det er arbeidsfysiologien og læren om hvordan kroppens virker under fysisk arbeid.

Psykologi

Handler stort sett om hvordan man tilpasser seg til omgivelsene rundt. Handler også om hvordan våre sanser mottar og omsetter inntrykk, tar opp læring, lagrer, forstår og behandler informasjonen.

Antropometri

Antropometri handler om kroppsmål, fordeling og spredning. Høyde, vekt, dimensjoner, rekkevidde og krefter er sentrale temaer.

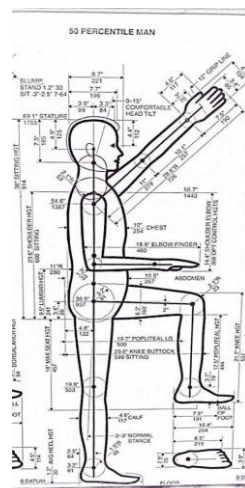
Teknologi

Her inngås det fysiske arbeidsmiljøfaktorene og deres påvirkning. Innebærer utførelse og anvende seg kunnskap om blant annet maskiner, redskaper, teknikker, system og metoder. (Wikipedia 2017d)

Alle disse punktene som ble nevnt ovenfor er sentrale for å kunne forstå pasienten og hvordan benken kan være best mulig egnet til pasienten.

4.1.1 Antropometri

Mennesker er forskjellige og det skaper en del problemer. Velger man å gå for stor størrelse på benken for å være sikker på at den er passelig for alle former, vil det skape nye problemer for mindre personer. Statistikk sett har det blitt vist at mål på menneskekroppen vil falle på midten. Det blir veldig upraktisk å designe hele populasjonen og derfor velge ut fra midt-delen. Derfor er en del av antropometriske data uttrykt i form av persentil. Figuren under viser til 50 persentil mann. Med dette menes det at 50 prosent av den studerte populasjonen vil være innenfor gitte mål, mens de andre 50 prosent vil være større enn gitte mål. (liv 2017)



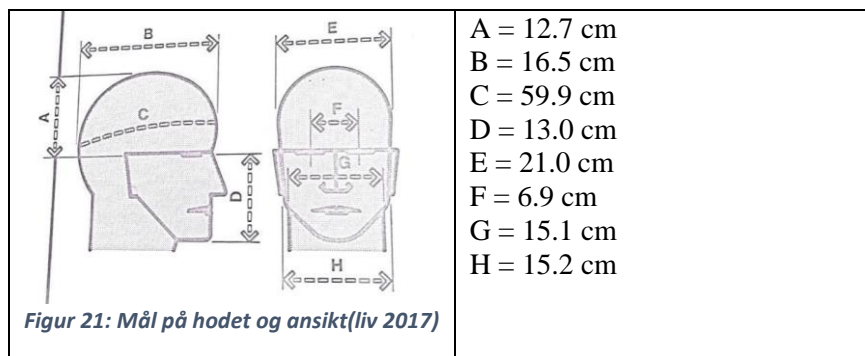
Figur 20: Mål som viser 50 persentile av en mann(liv 2017)

50 persentil representerer nærmest en gjennomsnittlig verdi av dimensjonene for en gitt gruppe. Dette må ikke mistolkes med å foreslå at en gjennomsnittlig mann har kroppsdimensjonen indikert.

Alle målene som er gitt under for menn er fra undersøkelsene som ble tatt av USA luftstyrke og USA marinen mellom 1950-1973. Vi ser på 95 persentil i målene under. Vi skal ta fokus i målene for menn. Resultatet kommer til å være like relevant for begge kjønn og dette gjøres for å begrense oppgaven.(Zelnik 1979)

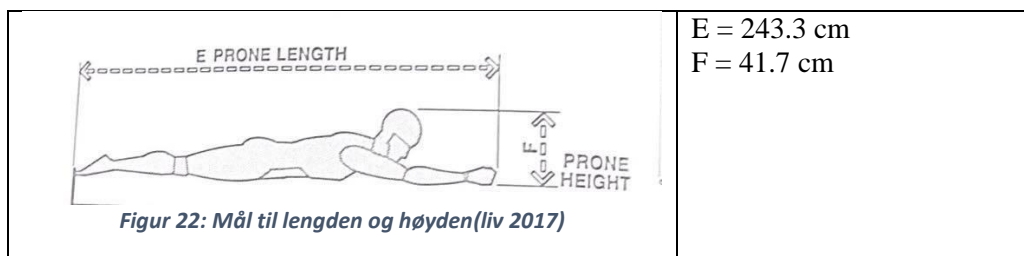
Mål for hode og ansikt:

Tabell 14: Mål på hodet og ansikt



Mål for utsatt lengde:


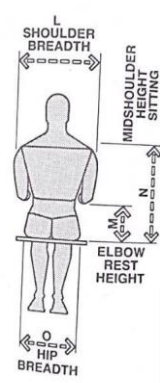

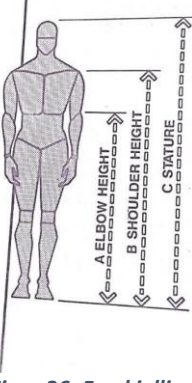
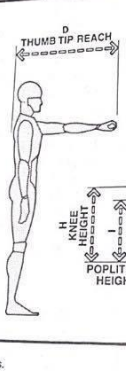
Tabell 15: Mål til lengden og høyden



Relevante kroppsmål:

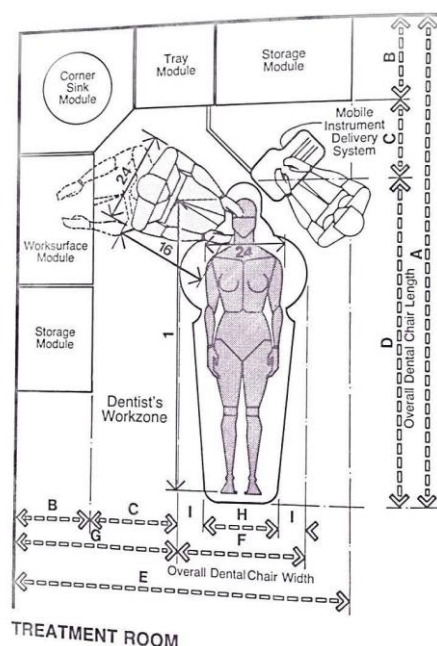
Figurene 23, 24, 25, 26 og 27 er hentet fra (liv 2017).

Tabell 16: Relevante kroppsmål

 <p>Figur 23: Dybden i menneskekroppen</p>	 <p>Figur 24: Bredden til begge skuldrene</p>	 <p>Figur 25: Maksimum bredde</p>	 <p>Figur 26: Forskjellige høyder</p>	 <p>Figur 27: Avstanden fra ryggen til tommelen</p>
<p>B = 33.0 cm</p>	<p>L = 52.9 cm M = 29.7 cm N = 69.6 cm O = 42.2 cm</p>	<p>A = 57.9 cm</p>	<p>A = 120.9 cm B = 155.7 cm C = 188.6 cm</p>	<p>D = 87.4 cm (H og I er ikke ment til det bildet)</p>

Teknologi når det gjelder design og fabrikasjon av utstyr resulterer til bedre behandling av pasienten. Figur under viser de generelle antropometriske mål og dimensjoner som må tas med i konsiderasjon. Disse målene vil hjelpe oss med å lage design som er mer ergonomisk. Både tegningen og klarering

mellom blant annet stol og behandlingsbenken er tilrettelagt for både pasienten og terapeuten. (Dreyfuss 2002)



Figur 28: Nødvendige mål til i en behandlingssituasjon (Dreyfuss 2002)

Tabell 17: Gitte mål for behandlingssituasjonen

	cm
A	264.2 - 299.7
B	45.7 - 55.9
C	45.7 - 55.9
D	172.7 - 182.9
E	167.6 - 213.4
F	50.8 - 66.0
G	91.4 - 116.8
H	40.6 - 45.7
I	5.1 - 10.2
J	188.0 - 218.4

Da har vi fått med oss de viktigste antropometriske mål der vi først tokk i betraktning bare kroppen og deretter omgivelsene rundt som spiller en stor rolle under behandling.

4.1.2 Fysiologi

Under dette delkapittelet vil fokuset være kroppens fungering. Dette er veldig viktig for å forstå hvordan alt henger sammen. Det er pasienten som blir behandlet og derfor er det viktig å kunne vite om alle delene i kroppen som blir påvirket. (Friskogfunksjonell 2013)

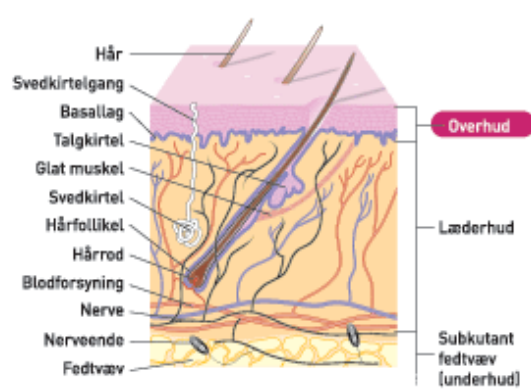
a) Huden

Når man skal behandle pasienten, er det huden som blir berørt selv om vi har lett av å tenke at det er muskler og ledd vi påvirker for å redusere smerte og anspenhet. Dermed blir det veldig relevant å se på hudens anatomi og fysiologi.

Gjennomsnittlig flate utbredelse er 1,5-2 m² hos voksne og utgjør 5% av kroppens vekt. Huden spiller sentral rolle i temperaturreguleringen og er vår største forsvarslinje mot infeksjoner. Blant annet så beskytter huden oss mot skadelige bestråling. Hudens anatomi og fysiologi er relevant i forbindelse med massasje når vi først og fremst ser huden som taktilt sanseorgan. Huden er vår største organ som formidler emosjonelle signaler til omgivelsene. (helse 2017)

Huden består av:

- Overhud(epidermis), som består av plateepitel
- Lærhuden(dermis), som består av bindevev
- Underhuden(hypodermis), som består av mye løst vev



Figur 29: Huden(digopaul 2017)

Huden har også mange andre strukturer som negler, hår og andre kjertler (som vist på figuren ovenfor).

Huden er den delen som skiller oss selv og verden. Den er med på å karakterisere oss som vår etniske bakgrunn, vår alder osv. Huden er med på å kommunisere med fysioterapeuten og gi et sannere bilde av situasjonen av pasienten enn ordene de veksler med hverandre.

(Mer om huden og deres forskjellige lag har blitt lagt som vedlegg)

b) Skjelettmuskelsystemets anatomi og fysiologi

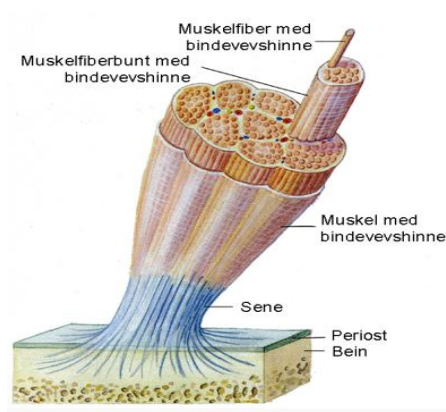
Handler om læren om hvordan bevegelse fungerer i kroppen. Spesielt muskel- og skjelettsystemet. Vi må gå inn og hente kunnskap fra både fysikk og biologi. Feltet er veldig bredt og derfor skal begrense oss ved å se sammenhengen mellom krefter og bevegelse i menneskekroppen. Dette gir oss grunnlaget til å vurdere ulike former for arbeid, belastninger på muskel- og skjelettsystem og utforming. (Ole AnThon Haugeland 2003)

Muskelens anatomi

- *Sene*: Vev som forbinder muskelen til beinet og på den måten blir muskelkraften overført til beinet. (Wikipedia 2017c)
- *Bindevev*: Er vev som styrker, støtter, avstiver og holder organene sammen. (Holck 2009)
- *Leddbånd*: Fiber-aktig vev som finnes rundt leddene som er der for å forsterke leddet som sammenbinding mellom to ulike bein. (Wikipedia 2017b)

Skjelettmuskler består av muskelfiber og bindevev med blodkar. Ytterst blir muskelen dekket av en tykk bindevevshinne; epimysiet. Ved hjelp av krefter får vi en bevegelse eller kan endre en bevegelse. Indre krefter er muskelkrefter og krefter som vi har i sener, leddbånd og bindevev. Ved hjelp av sener er musklene festet til knoklene og disse vil bevege seg i forhold til hverandre for å danne hensiktsmessige bevegelsesløsninger. Alt dette styres via nervesystemet vårt. (Ole AnThon Haugeland 2003)

Kollagenfibre: Er i sener, ledd og bindevev. De er uelastiske, men består også av elastiske fibre. De tåler stor strekkpåvirkning og er egnet for strukturer som utsetter seg for store strekkrefter, som eksempelvis muskelhinner, sener og leddbånd.



Figur 30: Muskel (naturfag 2017)

Muskelfiber: Kalles for muskelens grunnleggende byggestein. Tverrstripet muskulatur er spesialisert for å kunne trekke seg sammen, altså å kontrahere. Det er nerveimpuls som utløser da en kontraksjon. Disse muskelfibrene er omgitt av fibre som samles i lag (bunter) som igjen blir omgitt av bindevev. Disse lagene blir samlet til en hel muskel som er omgitt av bindevevshinne. Disse går over til sener i endene av muskulaturen og disse senene blir festet til beinet.

Når vi strekker musklene, får den tilført energi. Denne kan vi ta opp i bindevevet og dette blir etter hvert frigjort som bevegelsesenergi i motsatt retning. Aktin og myosin er proteiner som hjelper oss å få evnen til kontraksjon (trekke sammen) i en muskel. Disse går videre og danner myofibrillene (sarkomer; sammensatt av grupper) som ligger i lag etter hverandre. Alt dette sørger for muskelens sammentrekning. Vi får kontraksjon ved at myosinhodene danner tverrbroer mellom myosin- og aktinfilamentene ved å gå i inngrep med aktinfilamentene. (Ole AnThon Haugeland 2003)

c) Muskelfibertyper

Vi kan dele muskelfibrene inn i to hovedtyper, I-fibre og II-fibre

I-fibre: De er langsommere som betyr at de når deres maksimale spenning ganske seint. Disse har god aerob energifrigjøring som ved nedbrytning av glykogen, fett og oksygentilførsel skaffer seg energi til muskelarbeid. Disse passer meget bra til utholdenhetsidretter.

II-fibre: Er hurtigere som betyr at de når raskt deres maksimale spenning. Man kan dele disse inni type IIa- og IIx-fibre.

(Litt om nervesystemet og refleks er lagt som vedlegg)

d) Involvering i behandlingssituasjoner for fysioterapeuter

Under fysiologi blir det relevant å prate litt om de forskjellige behandlingssituasjonene fysioterapeuter er involvert i. Noen av disse behandlingene skal vi prate om punktvis under og ganske overfladisk.

Leddsmerter: Kan bland annet skyldes inflammasjon i ledde eller vitaminmangel.

Prolaps: Prolaps kommer som regel uten noen forvarsel og kan føre til altoverskyggende smerter og i verste fall lammelser.

Frossen skulder: Det er betennelse i leddhinnen utvikler seg til langvarige smerter og nedsatt bevegelighet i skuldrene.

Senebetennelse: Det skyldes ofte ved overbelastning og trening er nok den beste løsningen.

Artrose: Gjør leddene stive og smertefulle.

Smerter i nakken: Disse oppstår gjerne akutt og i noen tilfeller så forsvinner de av seg selv.

Skuldersmerte: Et av årsakene til skuldersmerter kan være sener i klem gjennom tunge løft.

Disse begrepene ble definert med hjelp av helse-Norge.

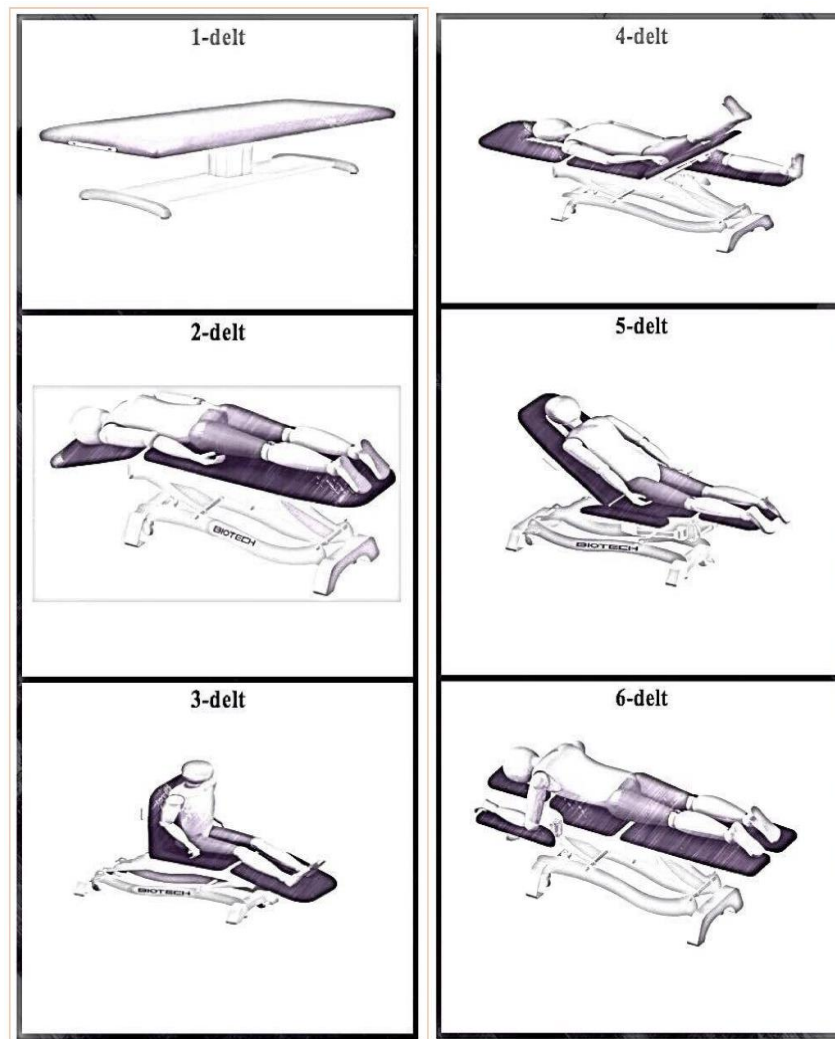
4.2 Bruk og bruksløsninger

Liten ingress, Teknologi er utstyr og metoder per definisjon

4.2.1 Typiske behandlingsbenker og stillinger

Her ser vi på de forskjellige benkstillinger og de hovedstillingene et menneske har på benken.

a) Forskjellige benkstillinger






Figur 31: Forskjellige typer benkstillinger (Rehabmart 2017), (Biotechphysiotherapy 2017)

Figuren ovenfor viser oss antall delinger benken kan ha. Da er mulig for oss å lage et seleksjonssystem ut ifra alle kroppsstillinger man kan få ut fra hvert enkelt. De tre hoved behandlingsposisjonene er sideleie, magen og på ryggen.

b) Hoved behandlingsstillinger for mennesket

Tabellen under viser til de 3 hovedstillingene menneske har på behandlingsbenken. Disse bildene har blitt tatt selv

Tabell 18: Hoved behandlingsstillinger for mennesket «eget foto»

Stilling	Illustrasjon
På ryggen	 <p><i>Figur 32 Ligger på ryggen</i></p>
Sideleie	 <p><i>Figur 33 Sideleie stilling</i></p>
På magen	 <p><i>Figur 34 Ligger på magen</i></p>

4.2.2 Benken Follo Corpus Masolett

Follo Corpus Masolett er en universalbenk og blir levert i ulike varianter. Etter som behov blir bredden på putene valgt og om det trengs drenasjefunksjon. Disse benkene blir levert med hjulløftsystem som gjør det lettere å flytte på benken. Betjeningsbøyle følges med for enten elektrisk eller hydraulisk fotpumpe som hever og senker benken. Disse benkene er veldig fleksible med bevegelige deler og komfort puter med myke liggeflate.

Hovedfokuset vil være understellet og vi skal prøve å unngå mest mulig sveis. Designet har ikke vært endret på ca 30. år og trenger derfor et nyere” look”. Som nevnt før vil vi at benken skal være billigst mulig, men like bra i kvalitet. Oppgaven går ut på å endre utseendet til benken til en mer moderne stil samtidig som man ser på endringer som også kan gjøres ved benken.

Tabell 19: Benken Follo Carpos Masolett

Løftekapasitet	170 kg
Maks statisk ladet	250 kg
Benkens vekt	75 kg
Heves	97 cm
senkes	45 cm
Tilleggsutstyr	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Batteri med kabel BA21 ➤ Nesehullkloss ➤ Papirrullholder ➤ Håndkontroll HB81

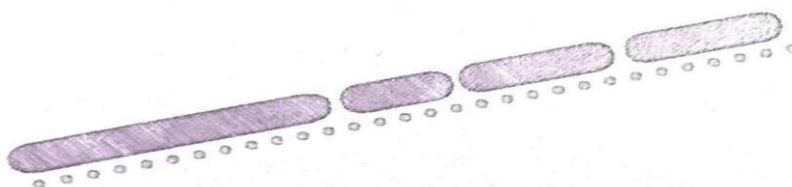


Figur 35: benken Follo Corpus Masolett(Alfacare 2017)

4.2.3 Tilleggsutstyr og diverse

Benken har ikke blitt endret i over 20 år. Dette betyr at det er en del nye funksjoner som benken ikke har. De nye funksjonene kan gjøre slik at benken kan benyttes til andre formål, eksempelvis massasjebenk. Benker som har blitt laget i nyere tid ser vi disse har logiske funksjoner som gjør det lettere for begge parter. Follo Futura ville veldig gjerne ha en funksjon som heter sjokkleie. Denne kommer til veldig nytte når pasienten ved en årsak legges i mellom 0.15 vinkel som vist i figure under.

Sjokkleie



Figur 36: Sjokkleie stilling (15°)

Den forebygger sirkulasjonssvikt som vil si at blodtrykket har falt. Årsakene kan være alt fra hjertesvikt, allergisk reaksjon eller blødninger. Derfor skal alle som har fått sirkulasjonssvikt eller bevisstløse legges i sjokkleie

Nå skal vi ta en titt på de eksisterende motorene som benken bruker. Vi skal ikke så veldig mye inn i detaljer, men skal ha en forståelse over de grunnleggende prinsippene.

4.2.4 Eksisterende motor

Vi har både elektrisk og hydraulisk motor som brukes for denne benken. Vi skal gjennomgå disse litt og deretter poeng-vurdere disse. Da får vi vite hvilke typer motor vi vil bruke i denne oppgaven. Som nevnt tidligere så har vi for lite tid til å fokusere på alt, og derfor er viktig å velge seg et fokuspunkt. Av tidligere kapittel har vi valgt understellet som hovedfokus og nå skal vi velge type motor som skal bli brukt for understellet.

a) Hydraulisk motor

Hydraulikk handler om forholdet med væsker. Hydraulikkteorien består av hydrostatikk og hydrodynamikk (energilikningene/bernoullis likning). For å prate om forholdet mellom kraft og areal, blir begrepet definert som spenning i fasthetslæren. Men i hydraulikken kaller vi det for trykk:

$$P = \frac{F}{A} \quad 4.1$$

der F er kraften som måles i N og arealet i m². Benevnningen for p er N/m², som også skrives som Pa(pascal).

Videre vet man:

$$P = \rho \times g \times h \quad 4.2$$

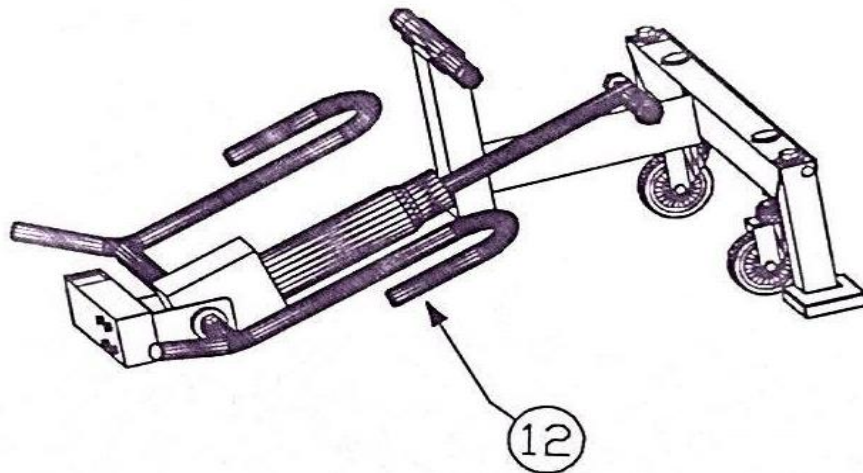
Hvor,

ρ er tettheten

g er tyngdens akselerasjon

h er trykkhøyden

Det vil alltid være strømmende væsker og friksjonskrefter som vil virke mot bevegelsen. Under ser man hydraulikk-systemet som fysioterapibenken har.



Figur 37: Eksisterende hydraulisk motor (Alfacare 2017)

Det strømmer en idealvæske gjennom systemet med hastighet v_1 og volumet gjennom snittet blir:

$$V = vA \quad 4.3$$

Hvis vi deler røret i to slik at vi får to snitt, må det strømme like mye væskemengde i snitt 1 (v_1A_1) som snitt 2 (v_2A_2). Væskevolumet som blir passert som passerer gjennom disse to tverrsnittene per tidsenhet kaller vi for Q . (Kindem 2003)

$$Q = V_1A_1 = V_2A_2 \quad 4.4$$

Viser oss sammenhengen mellom v_1 og v_2 som vi kaller for kontinuitetsligningen.

Bernoullis ligning:

$$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad 4.5$$

Prinsippet for det systemet kan man demonstrere med to stempel med forskjellig tverrsnitt.

Fordeler:

- Er ikke stor fare for brann
- Den har enten roterende eller lineær bevegelse
- Er mulig å regulere kraften og hastigheten ettersom behov
- Trenger ingen stikk-kontakt

Ulemper:

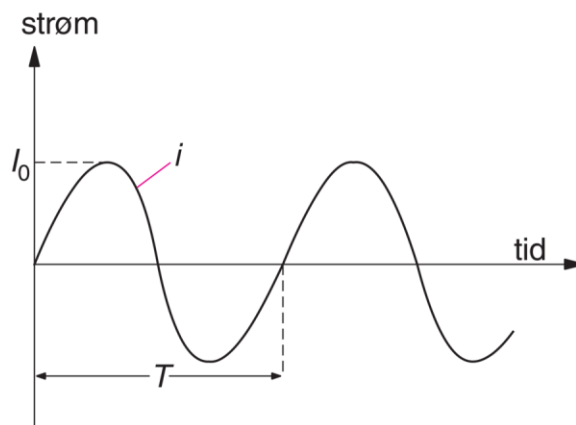
- Mye søl av væske
- Virkningsgraden er ganske lav
- Blir særdeles vanskelig å få synkrone bevegelser ved ulik belastning
- Lager en del støy som blir vanskelig

b) Elektrisk motor

Elektrisk motor ved at elektrisk energi blir omsatt til mekanisk energi. Grunnlaget for en elektrisk motor er elektromagnetisk induksjon. I våre liv så bruker vi AC (vekselstrøm) og DC (direct current). Begge er elektriske strømmer som en god del forskjell med tanke på deres funksjon. AC motor er den vanlige formen som gir elektrisitet til våre hjem, kontorer og andre virksomheter. Grunnen er at AC strømmen kan overføres veldig enkelt fra deres kilde til forbruker. (ovs0.com 2017)

Vekselstrøm endrer retning periodisk. Denne perioden kan beskrives som en sinusfunksjon:

$$I = I_0 \sin \omega t \quad 4.6$$



Figur 38: Periodisk sinusfunksjon (biology 2017)

der;

I = strømmen

I_0 = Amplitude

t = tiden

ω = vinkelfrekvensen som er $2\pi f$ (f = frekvens)

Fordelen med vekselstrøm er at den kan transformere høy spenning for energioverføring med små tap. Dette gjør det mulig å transportere mye energi med lite strøm. (snl 2017)

5 EKSISTERENDE PRODUKSJONSPROSESS



Figur 39 Lageret til Follo futura

I dette kapitlet tar vi oss produksjonsprosessen til Follo futura. Tidlig i fasen valgte vi å se på produksjonsdetaljer før vi går videre med oppgaven. Det er hensiktsmessig å se på produksjonsprosessen til benken for å gjøres oss godt kjent med produksjonen og om deres sterke sider. Dette tas med videre under konseptgenerering. Det er viktig å komme med konsepter som faktisk Follo Futura kan få nytte av gjennom å se på enkle løsninger. Dermed er det viktig å vektlegge produksjonsprosessen tidlig. Da ser man på mulighetsområde for ny-utvikling av benken ved hjelp av deres maskinering og arbeidskraft. Gjennom produksjonsprosessen vil man blant annet komme frem til materialvalg.

Follo Futura bruker stål som råmaterialet. Alt av behandling av stål skjer hos dem, unntatt noen få deler som de ikke har maskiner til å behandle. Når det gjelder mekanisk, bruker de plateteknikk som samarbeidspartner for produksjon av eksterne tjenester. Da blir den delen bestilt inn og satt sammen med resten av benken. Overflatebehandling foregår eksternt. Deler som ikke er stål må bestilles inn. Det må også bestilles inn hydrauliske- og elektriske deler. De største kostnadene ved produksjonen er å bestille inn disse delene. Etter å ha fått inn delene til puten, blir den satt sammen hos dem.

Det koster 6500 kr å produsere benken og da er det tatt med alt av kostnadene. Follo Futura har veldig billig arbeidskraft som gjør det mulig å produsere det i billig pris. Siden det blir laget flere deler samtidig, er det vanskelig å anta tiden det vil ta å produsere en benk. Men de har en leveringstid på 4 uker. Vi tar for oss produksjonsprosessen til benken Follo Futura corpus masolett og ser på alle maskinene som blir brukt til å lage benken. Alle bildene som er vist i produksjonsprosessen er fra Follo Futura, og har blitt tatt selv ved gjennomgang av deres bearbeidingsprosess.

5.1 Materialbruk, uttak og tilkapping

Tabell 20 Viser til råmateriale



Figur 40: Råmateriale av stål «eget foto»

Første steget er råmateriale. Som nevnt tidligere jobber Follo Futura bare med stål. Disse standardprofilene går gjennom en del prosesser for å komme til sitt endelige resultat.

Det er alt fra rør, plater, stenger osv. Disse standardprofilene går gjennom bearbeiding som boring, freining, kapping, sveising, fresing og CNC maskiner.

Platesaks

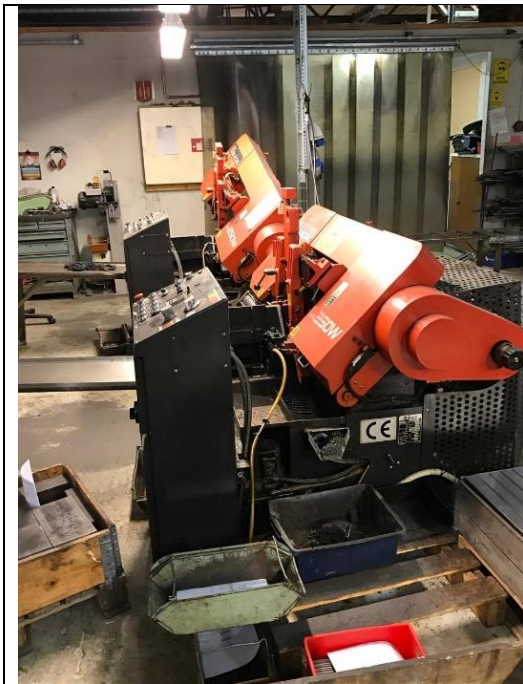
Tabell 21 Platesaks



Figur 41: Platesaks «eget foto»

Stålplatene blir klipt i riktig størrelse gjennom denne platesaksen. Denne er velegnet til metal som stål og blir brukt en del gjennom prosessen.

Tabell 22 Sag som blir brukt under produksjonen



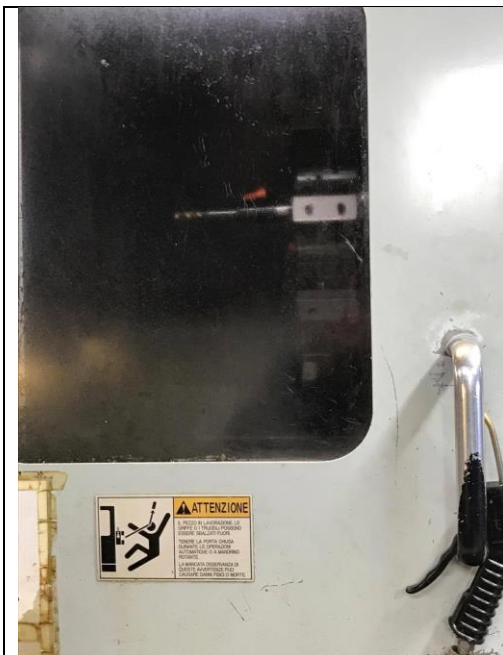
Figur 42: To sag som Follo futura har «eget foto»

Etter å ha valgt formen, må stål kuttes. Bildet til venstre viser sag som kutter stålet. Der ser vi både liten sag som blir brukt til smådeler og to store sag som tar for seg store deler.

Etter å ha pratet med arbeidere der så ser det slik ut at den mindre sagen nesten aldri blir brukt. Grunnen er at de to store sagene er mye mer enklere å bruke.

5.2 Dreing og fresing

Tabell 23 CNC dreiebank



Figur 43: CNC Dreiebank «eget foto»

Denne dreiebanken er veldig godt egnet til maskinering av ståldeler. CNC står for "computer numerical controll" som viser til at den er datastilt.

CNC fres

Tabell 24 CNC fres



Figur 44: CNC freser «eget foto»

Det er en freser som er datastilt. Som dere ser i bildet til venstre så er den i bruk akkurat når bildet ble tatt. Da har det blitt stilt inn arbeidet freseren skal gjøre gjennom dataen.

5.3 Platearbeid

Stansmaskiner

Tabell 25 Stansmaskiner



Figur 45: Stansmaskiner «eget foto»

Stansmaskinen utformer stålet ved hjelp av presskraft. Dette gjøres for mange forskjellige formål. Fordelen med denne teknikken er at det ikke trengs varme. Dette gjøres for å nå store krav som homogenitet og høy styrke. Dette er veldig viktige egenskaper for eksempelvis maskinsdeler.

Det var flere stansmaskiner der, bildet viser den største.

Kantpresse

Tabell 26 Kantpresse



Figur 46: Kantpresse «eget foto»

Denne brukes til å forme stålen gjennom å presse den til en viss vinkel. Er ikke alltid like lett å få til vinklene. Det er spesielt vanskelig å få vinkler fra forskjellige punkter i platen grunnet lite plass.

Revolverstanse

Tabell 27 Revolverstanse



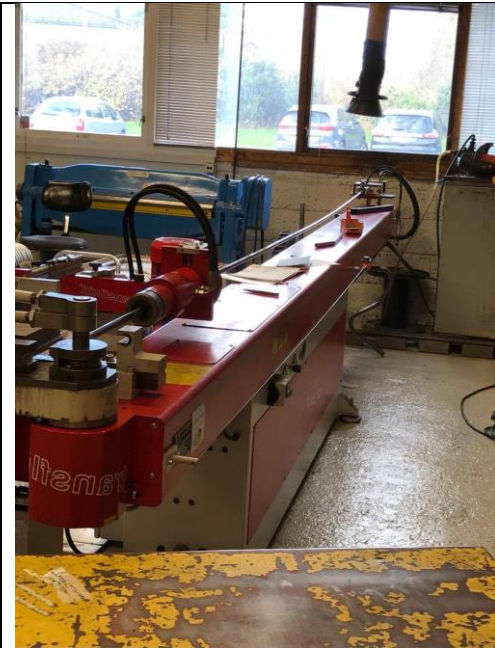
Figur 47: Revolverstanse «eget foto»

Det er maskin som platebearbeider. Follo Futura har begrenset til størrelse 750x1000mm plate. De bestiller inn delen fra plateteknikken om de trenger å bearbeide større plate enn det.

Arbeiderne kunne fortelle at høres det slik at maskinen er gammel, og de fleste delene kommer eksternt.

Rørbøyer

Tabell 28 Rørbøyer



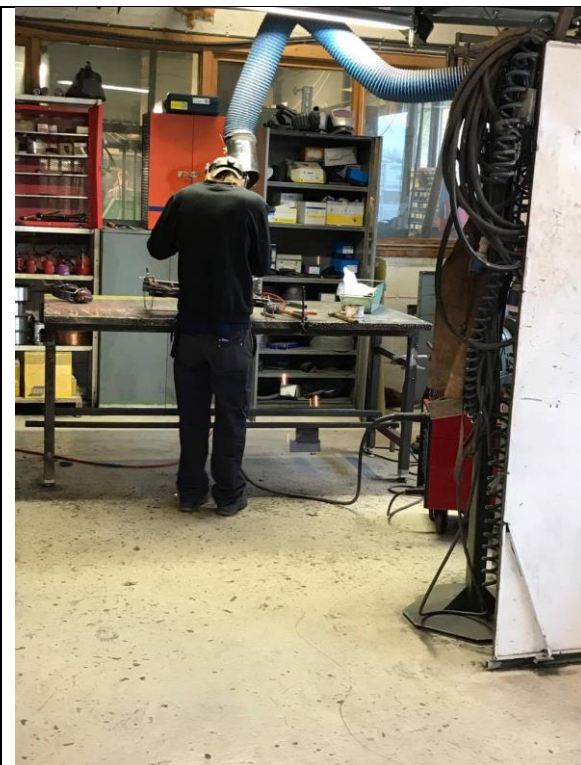
Figur 48: Rørbøyer «eget foto»

Rør-bøyer maskinen bøyer stål. Denne maskinen bøyer stålet på simpel måte. For kompliserte bøying av stålet, gjøres eksternt.

Bildet til venstre viser til to forskjellige type bøyer. Ene lager vanlige bue, mens den maskinen under lager søyleform.

Sveiseavdeling

Tabell 29 Sveiseavdelingen



Figur 49: Sveiseavdelingen «eget foto»

Her er deres sveiseavdeling. Det brukes forskjellige sveisemetoder ettersom behov. Standard profiler kan gå gjennom andre bearbeidingsprosess før de kommer til sveising. Her kan disse delene sveises sammen til et større produkt.

Vi har gått gjennom en del maskinering i denne produksjonsprosessen, disse er blant annet:

- Fresing
- Boring
- Saging
- Sliping
- Dreiing

Man bruker maskinering til forskjellige oppgaver, men en del maskinering har opptil 6 frihetsgrader og kan være til hjelp når man skal produsere komplekse former.

Avslutningsvis kan man konkludere med å si at Follo Futura har nok det meste av bearbeidingsmetode som trengs. For å gjøre produksjonen billigst mulig er det lurt å være innenfor disse gitte rammene.

6 PRODUKTSPEISIFISERING

I dette kapitlet legges det fysiske og økonomiske rammer for videre arbeid. Dette gjøres ved å ta for seg hovedmålet med produktet som skal utvikles, de viktige produkttegenskapene og grensespesifikasjoner. Behandlingsbenken skal ha plass til menneskekroppen og må konstrueres med mest mulig standard mål. Eksisterende mål blir tatt som utgangspunkt for videreutvikling av dimensjonene.

6.1 Produktmålsetting

Produktmålsettingen til behandlingsbenken kan deles inn i 3 hoved-kundegrupper:

1. Pasientens behov
2. Fysioterapeutens behov
3. Produsentbedriftens behov

Disse behovene skal bli dekket gjennom utviklingen av konseptet. Produktmålene for eksteriør designe som skal utvikles er vist punktvis under:

- Ergonomisk- og fremtidsrettet design
- God løsning for løftemekanismen
- Legge vekt på materialet og produksjonsprosessen som er best egnet for Follo futura
- Skal være ganske rimelig i pris

For å kunne oppnå disse produktmålene laget vi oss noen delmål som vil hjelpe oss med å oppnå disse.

Tabell 30: Delmål med deres undermål for produktmålsettingen

Delmål	Trinn
Brukersiden	<ul style="list-style-type: none"> • Lett brukelig for begge parter • Komfortabel og enkel • Brukervennlig med tanke på sikkerhet
Teknologiløsning	<ul style="list-style-type: none"> • Lite vedlikehold • Fremtidsrettet teknologi • Løftemekanismen må skje med god bevegelse slik at pasient føler seg trygg.
Produksjon og Økonomi	<ul style="list-style-type: none"> • Fokusere på produksjon som blir økonomisk rimelig • Være en av rimeligste i markedet • Balanseringen mellom økonomi og produksjon.

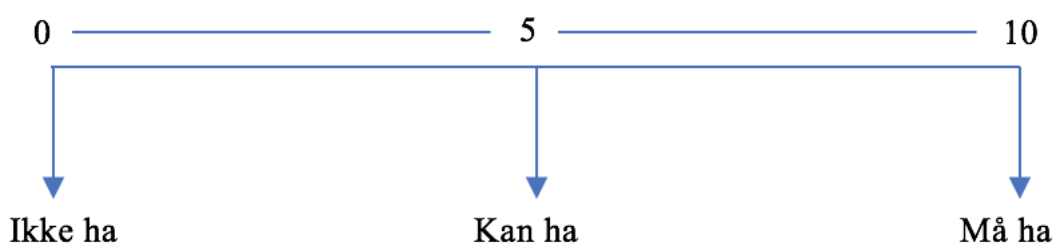
6.2 Beskrivelse og rangering av viktige produktegenskaper

For å finne den beste optimale eksteriørdesignen, settes det krav til designe vil vi kunne oppnå best mulige resultater. Follo Futura vil at vi skal se på understellet. Dermed blir hovedoppgaven å lage bunnramme samt at vi skal se på noen fine løsninger for løftmekanismen. Løftmekanismen og bunnrammen har forskjellige rammekrav. Grunnen er at de vektlegger ulikt på egenskaper. Dermed må de gå gjennom seleksjonsmatrisen gjennom pughs metode med ulike rammekrav. Rammekravene gir retningslinjer for videre utviklingsarbeid. Dette gjør det lettere å vurdere konseptene.

For å kunne sette rammekravene, ser vi på eksisterende produktet av benken. Da ser vi på de forskjellige egenskapene hver av disse bør ha. Disse blir da brukt videre når man skal gjennom pughs metode for å velge ut konseptet.

Før vi setter rammekravene, viser vi til hvordan de skal vektlegges og poeng vurderes. Poengvurderingen skjer ikke før kapittel 8, etter en gjennomgang av alternative-løsninger.

Løsningene skal bli poeng vurdert fra 1-10 som vist i figuren nedenfor. Ved å se på figuren ser vi at poengvurdering 0 er noe vi ikke trenger, mens 10 er noe som er veldig relevant for benken.



Figur 50: Viser rangeringen av poengvurdering

Generelle produkt- og konseptegenskaper som er viktige før vi går inn på rammekravene.

Konseptegenskaper

Tabell 31: Konseptegenskaper

Egenskap	Beskrivelse	Vektlegging
Brukssikkerhet	Med det elektriske og mekaniske.	
Funksjonalitet	Gjøres innen gitte tidsrammer	
Bevegelighet	Heve/senke og rotasjon	
Vedlikehold	Minimalt med vedlikehold	
Vekt	Være lett som mulig	
Produksjonskostnader	Lite som mulig	

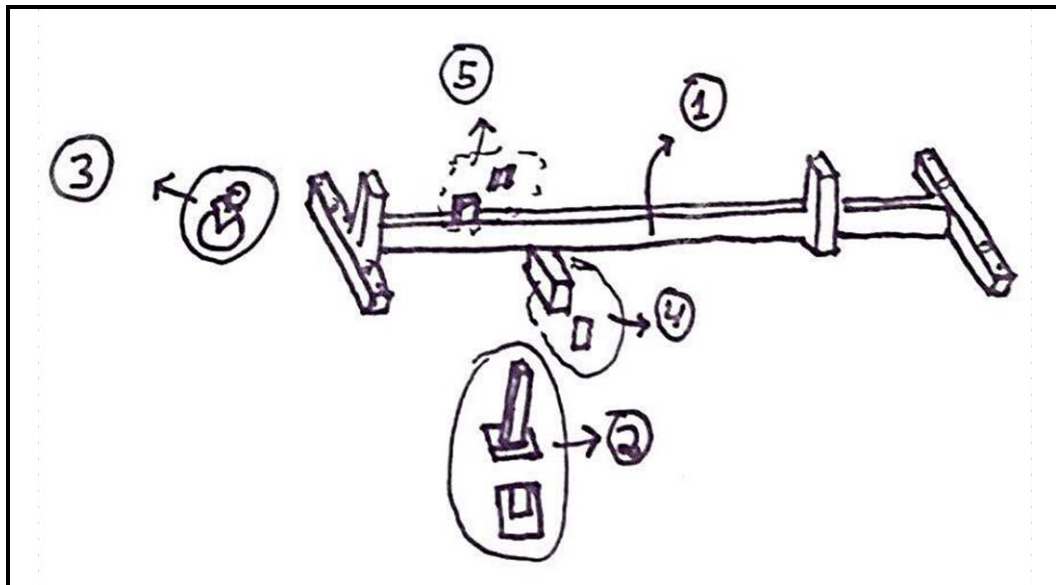
Produktegenskap

Tabell 32: Produktegenskaper

Egenskap	Beskrivelse	Vektlegging
Bruk	Enkel å bruke	
Design	Være lett og enkel konstruksjon	
Montering	Enkel montering	

6.2.1 Den eksisterende benken bunnramme

I skissen under har man skissert bunnrammen med de forskjellige delene som har blitt nummerert.



Figur 51: Skissering av bunnrammen

1. Bunnramme
2. Fot
3. Hjul
4. Plastplugg
5. Plastplugg

Vi har laget en tabell under som forteller oss om fordeler og ulemper med den eksisterende bunnrammen.

Tabell 33: Fordeler og ulemper av den eksisterende bunnrammen

Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none"> • Bunnrammen er stabil • Tåler en god del vekt • Lett konstruksjon og ikke komplisert design • Enkle deler som må kobles sammen • Bra materialvalg for rammen • God løsning på hjul og fot 	<ul style="list-style-type: none"> • Uorganisk form med spisse kanter • Unødvendige deler som kan unngås • Stor i lengden og bredden (stor bunnramme) • Rektangulær og firkantet form • Ser ikke moderne ut • Får ikke kjøpsfølelse av å se den • God del sveis • Ikke fremtidsrettet • Ikke estetisk • Utgått design • Veldig mange smådeler

Selektert rammekrav for bunnrammen

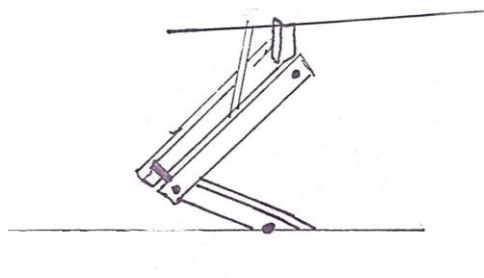
Bunnrammen er hoveddelen av understellet og har veldig stor betydning for ny-utvikling av benken. Denne delen er koblet til hjul, fot, diverse plugger og løftemekanismen. Kravene under beskriver de viktige egenskapene bunnrammen må ha for at vi får gode resultater.

Tabell 34: Rammekrav for bunnrammen

Egenskaper	Begrunnelse
Enkel konstruksjon	Ikke være komplisert for da er den som regel dyrere i produksjon.
Sikkerhet	Understellet må har en viss sikkerhet for de som er involvert med benken og deres omgivelser.
Originalitet	Det er viktig å kunne skille seg ut fra resten av benkene. De fleste som skal kjøpe vil se hvordan den skiller seg ut med mange goder.
Stabilitet	Utseendemessig er det viktig at understellet ser stabil ut og dette kan være utfordrende.
Moderne	Den må se moderne ut med tanke på utseende og design
Fremtidsrettet	Den må ha et preg av fremtiden slik at den fullfører alle krav som fremtiden vil bringe.
Tåle intern- og eksternvekt	Den må tåle maks vekten som er på 250 kg + egenvekt
Estetikk	Siden det er en designoppgave så har estetikk mye å si. Den må se fin ut og ha fine overganger.
Lønnsomt	Sluttproduktet må være lønnsomt for bedrift for at de kan gå videre med ideen.
Funksjonalitet	Ha en del funksjoner og være praktisk

6.2.2 Den eksisterende benkens løftemekanisme

Dette er slik løftemekanismen til behandlingsbenken ser ut nå. Det er 3 rotasjonspunker der de forskjellige delene er koblet sammen. Disse punktene forteller oss noe om bevegeligheten.

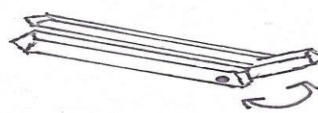
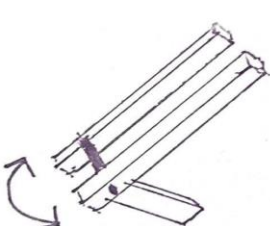



Figur 52: Eksisterende løftemekanisme

Forskjellige festepunkt

Denne løftemekanismen er veldig mye brukt hos Follo Futura. Dermed følte det behov for å vise overfladisk til rotasjonskonseptet som blir brukt. En slik løftemekanisme gjør at benken ikke løftes rett opp. Den blir skyvet litt i den horisontale retningen. Tabellen under viser de 3 festepunktene som løftemekanismen har.

Tabell 35: De forskjellige festepunktene

Område	Rotasjonspunktene
Fester overstellet(putene) og løftemekanismen sammen og gir rotasjon begge veier.	
Midtpunktet i løftemekanismen som er mellom overstellet(putene) og bunnrammen. Gir rotasjon begge veier.	
Fester bunnrammen til løftemekanismen og gir rotasjon begge veier.	

Slike løftesystemer har sine fordeler og ulemper. Dette ble vist i tabellen under.

Tabell 36: Fordeler og ulemper til den eksisterende løftemekanismen

Fordel	Ulempe
<ul style="list-style-type: none"> • Vi ser at det er en enkel modell og tar veldig lite plass. • Løftemekanismen har få deler og gjør den veldig fin å se på. • Gjør jobben sin utmerket og er lønnsomt. • Har alle funksjonene som trengs • Lett • Lønnsomt 	<ul style="list-style-type: none"> • Ser standard ut og ikke moderne ut • Uorganisk form med spisse kanter • Rette linjer • Ikke estetisk • Løftemekanismen går ikke rett opp som forårsaker at den har bevegelse i den horisontale retningen • Får lite lyst til å kjøpe den pga utseende • God del sveis • Ikke fremtidsrettet

Selektert rammekrav for løftemekanismen

Hovedoppgaven til løftemekanismen er å heve/senke benken. Løftemekanismen må være betryggende for at pasienten skal få fullstendig utbytte av deres terapi. Tabellen under viser rammekravene til løftemekanismen.

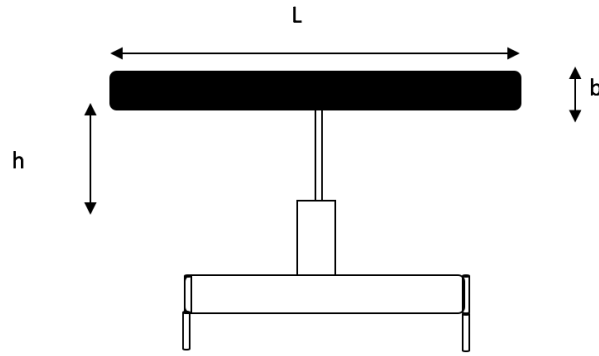
Tabell 37: Selektert rammekrav for løftemekanismen

Egenskaper	Begrunnelse
Enkel konstruksjon	Ikke være komplisert for da er den som regel dyrere i produksjon.
Sikkerhet	Må ha en viss sikkerhet for de som er involvert med benken og deres omgivelser.
Originalitet	Det er viktig å kunne skille seg ut fra resten av benkene. De fleste som skal kjøpe vil se hvordan den skiller seg ut med mange goder.
Moderne	Den må se moderne ut med tanke på utseende og design
Fremtidsrettet	Den må ha et preg av fremtiden slik at den fullfører alle krav som fremtiden vil bringe.
Løftemekanisme	Den må klare å tåle vekten av benken og pasienten.
Estetikk	Siden det er en designoppgave så har estetikk mye å si. Den må se fin ut og ha fine overganger.
Lønnsomt	Sluttproduktet må være lønnsomt for bedrift for at de kan gå videre med ideen.
Bevegelse	Pasienten må føle seg sikker når benken er under bevegelse

Da har man sett på de to forskjellige rammekravene som ble satt. Disse kommer til å være nøkkelen til videre arbeid gjennom å selektere de forskjellige løsningsalternativet skissene etter poengvurdering.

6.3 Metriske grensespesifikasjoner, variasjonsbredde

I dette underkapittelet skal vi se på tekniske spesifikasjoner til Follo Corpus Masolett benken. Dette gir oss en god antydning på målene og størrelsen som den nye benken bør ha. Målene for dette underkapittelet blir å finne gjennomsnittlige mål på grunn av den naturlige variasjonen av menneskestørrelser. Først ser vi på målene til selve benken og deretter på yttermålet av bunnrammen.



Figur 53: De forskjellige målene benken har

Follo Corpus Masolett Benken

Det er en stor variasjon i størrelsen på mennesker. Alt avhenger av om det er en tykk eller tynn person. Dermed delte vi inn i maksimum og minimum.

Minimum

Tabell 38: Minimumsdimensjoner av benken

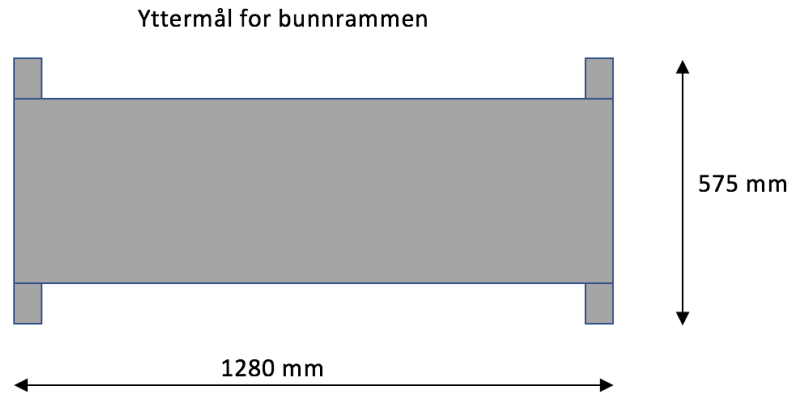
Høyde(cm)	Lengde/bredde(cm)	Puter	løftesystem	Vekt
45-97	196x70	3	Elektrisk/hydraulisk	75 kg
45-97	196x70	5	Elektrisk/hydraulisk	75 kg
45-97	196x70	2	Elektrisk/hydraulisk	75 kg

Maksimum

Tabell 39: Maksimumsdimensjoner av benken

Høyde(cm)	Lengde/bredde(cm)	Puter	løftesystem	Vekt
45-97	210x95	3	Elektrisk/hydraulisk	85 kg
45-97	210x95	5	Elektrisk/hydraulisk	85 kg
45-97	210x95	2	Elektrisk/hydraulisk	85 kg

Vi ser at det er lengden/bredden og vekten som er forskjellig mellom disse to. Gjennomsnittslengde/bredde blir 203/82.5 og gjennomsnittsvekten blir 80 kg. Figuren under viser oss yttermål til bunnrammen.



Figur 54: Skisse som viser til nødvendige yttermål

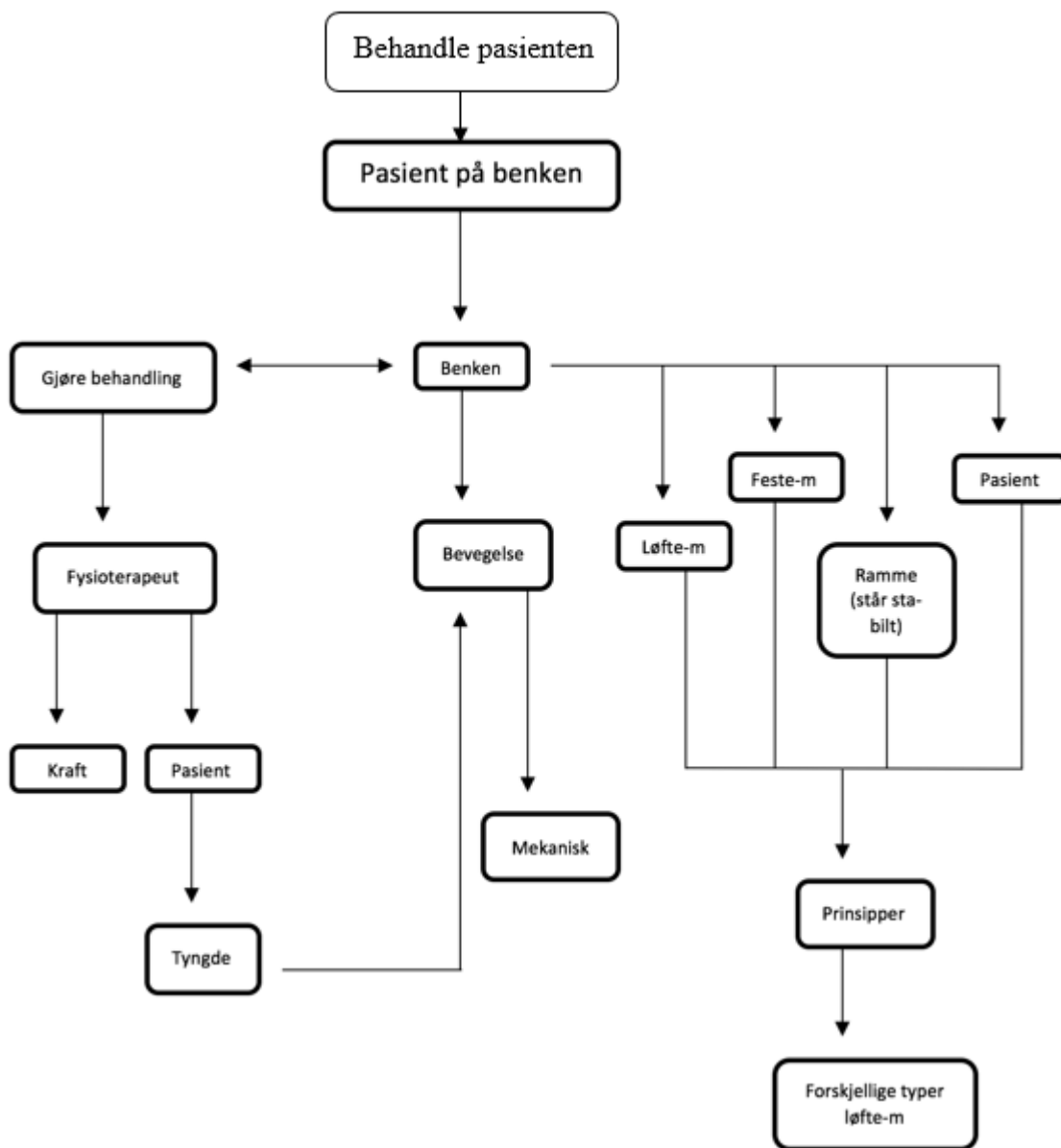
Bunnrammen som skal designes senere må ha tilnærmet likt yttermål siden vi ikke endrer hele benken. Da må man forholde seg til hvordan resten av benken har blitt satt opp. Derfor er det viktig å kunne ha like mål slik at resten av koblingen passer inn.

7 KONSEPTGENERERING

I dette kapittelet skal vi ta funksjonsanalyse av benken. Vi vil ikke gå inn på komponenter som ikke blir like mye prioritert på grunn av tidsbegrensning. Etter det tar vi for oss alternativet skissene, tidligvurdering av brukspåkjenninger og tilslutt forslag til materialvalg.

7.1 Funksjonsanalyse for produkttypen

Pasienten må føle seg komfortabel og sikker. Vi har putene, løftemekanismen som hever/senker og bunnrammen som gjør det mulig for pasienten å ligge stabilt. Dermed er det naturlig å gjøre funksjonsanalyse der pasienten på benken er utgangspunktet. Figuren under viser til funksjonsanalysen.

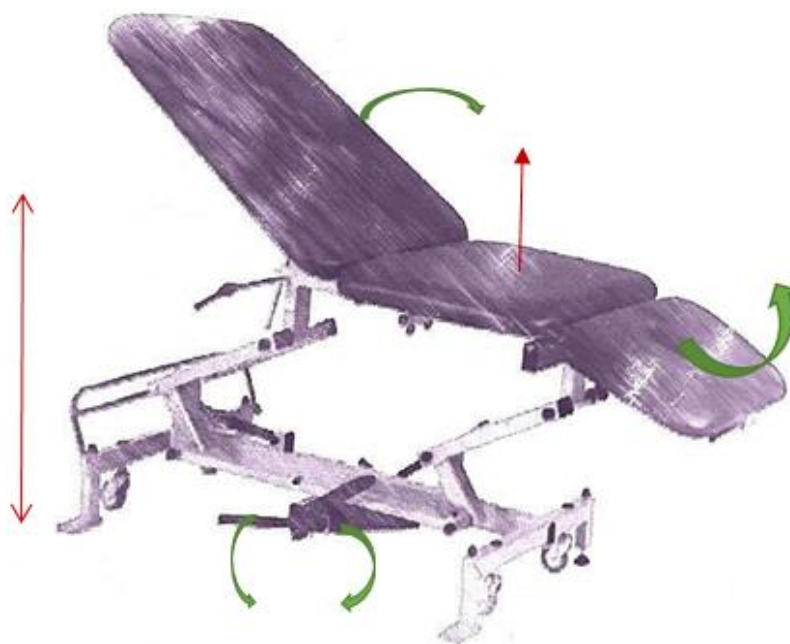


Figur 55: Funksjonsanalysen der pasienten er i fokus

Funksjonsanalysen starter ved å behandle en pasient. Veien videre ble valgt gjennom å analysere alle nødvendige stegene under behandlingen. Disse stegene blir videre sett mer detaljert og får et helhetlig perspektiv av hele behandlingsprosessen.

Mulige bevegelser for benken med bevegelsesakse

Figuren under viser benkens mulige bevegelser. Dette har blitt vist med grønne og røde piler slik det ble nevnt i delkapittelet 3.1.1.



Figur 56: Bevegelsesakse for benken

I tabellen under har vi drodlet med spørsmål for å få andre tenkemåter inn i bildet. Ved å stille enkle og relevante spørsmål kan man se ting fra flere perspektiv. Dette får oss til å tenke og ikke minst stille spørsmål som vi ikke nødvendigvis hadde tenkt på. Dette er en viktig del av funksjonsanalysen.

Tabell 40: Drodling av relevante temaer

	Typer Løftemekanismer	Typer bunnrammer	Stabiliteten til benken under løfting	Størrelsen til bunnrammen
Enkel å bruke	Vertikale mekanismer er best?	Organisk design er det beste?	Ikke relevant	Ikke relevant
Enkel å løfte/senke benken	Løsning som er enklest?	Med riktig form kan det hjelpes?	Hjelper med mindre bevegelser i h-retning?	Hjelper med å bære?
Komfortabel	Minst mulig bevegelse for pasienten?	Ikke relevant	Pasienten må ikke føle seg utrygg?	Ikke relevant

Pasient som hovedfokus	Vertikale mekanismen best egnet?	Stabil?	Pasienten får mer ut av terapien om benken er betryggende.	At pasienten føler seg trygg?
------------------------	----------------------------------	---------	--	-------------------------------

7.2 Modulariserings-teknikk med rearrangering

Gjennom Osbornes SCAMPER metodikk skal vi re-arrangere hele benken. Dette gjøres for å kunne analysere benken og se om det finnes andre løsninger som er mer relevant. Prosessen er delt inn i to deler, lineær- og rettvinklet re-arrangering.

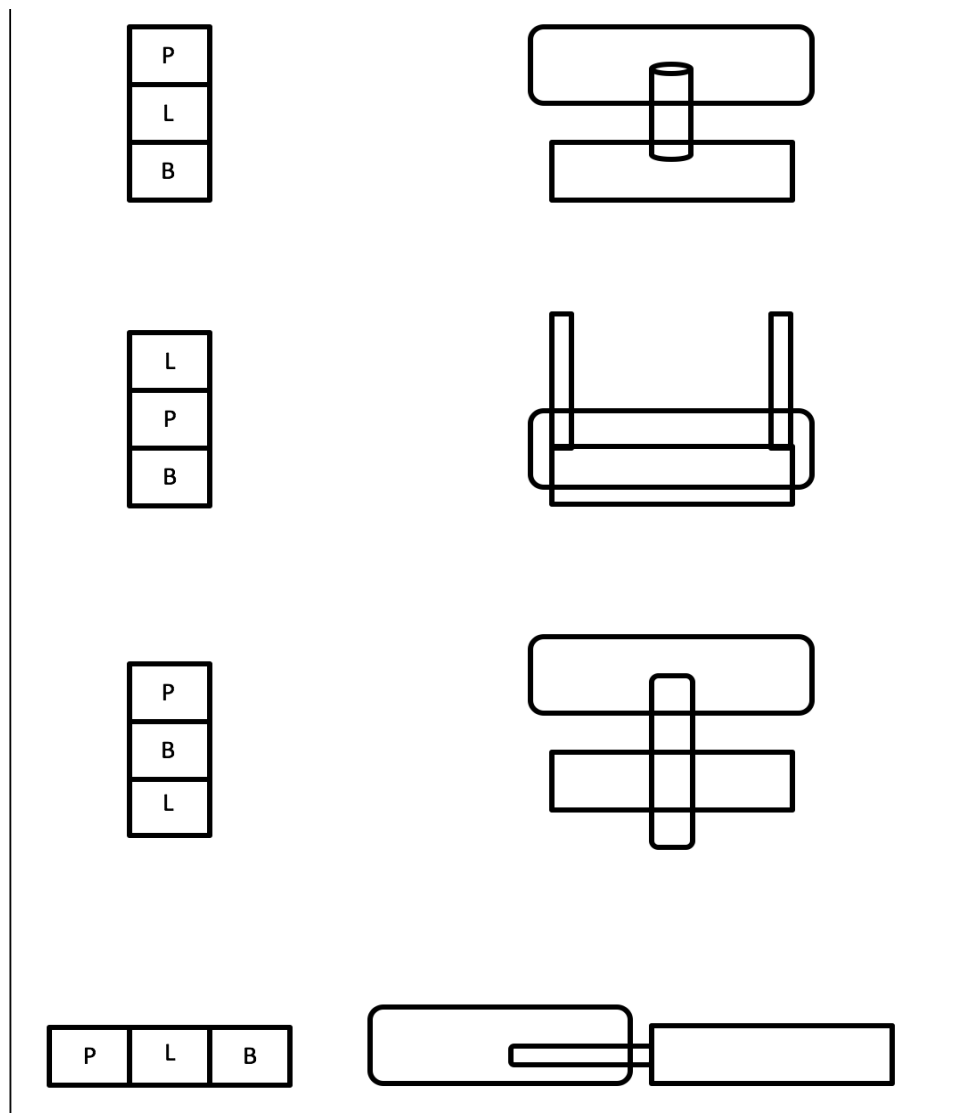
P = puter

L = løftmekanisme

B = bunnramme

a) Lineær rearrangering

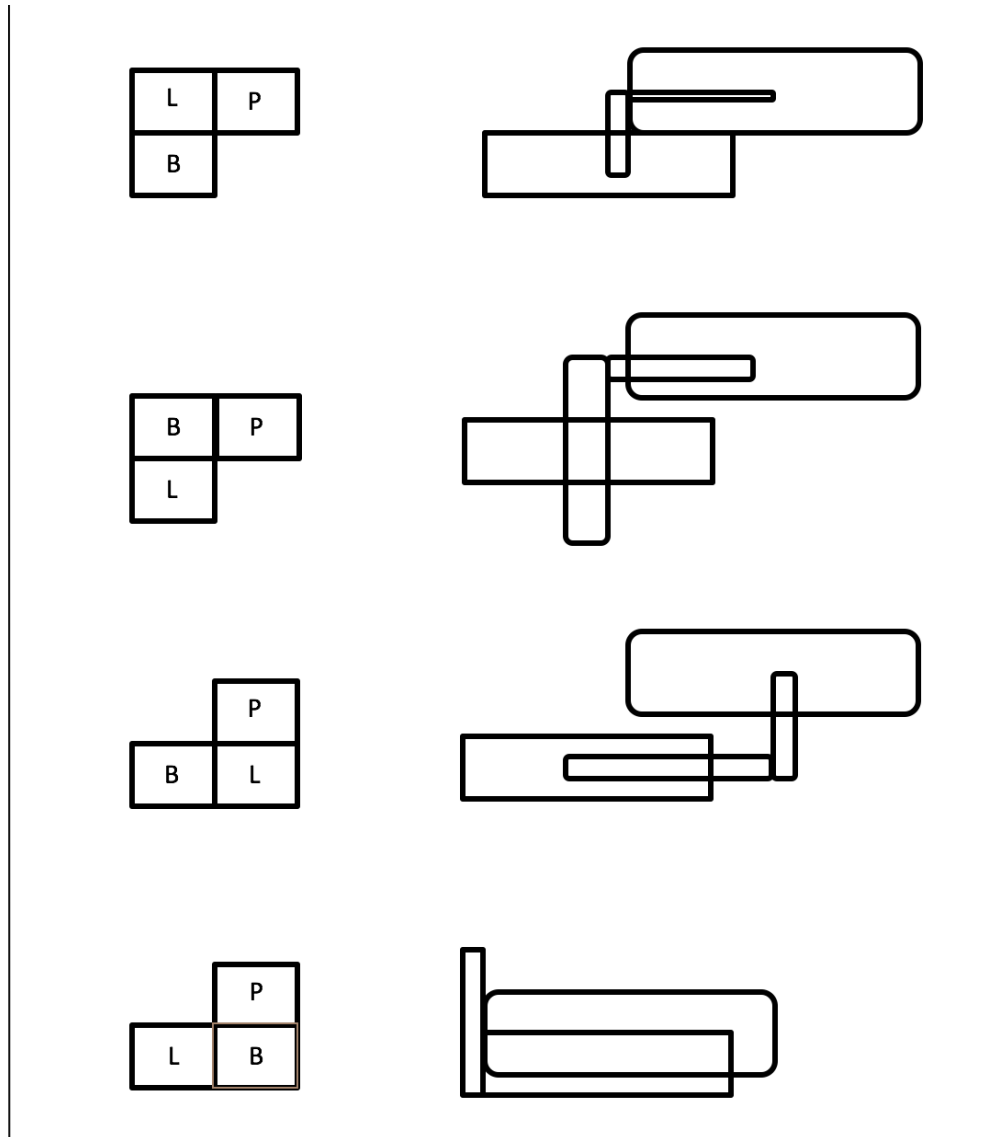
Her arrangeres de forskjellige delene lineært. Dette er ren brainstorming for å se ting fra flere synsvinkler.



Figur 57: Lineær rearrangering

b) Rettvinklet rearrangering

Med rettvinklet rearrangering vil det si at delene ligger rettvinklet fra hverandre. Dette er vist i figuren under.



Figur 58: Rettvinklet rearrangering

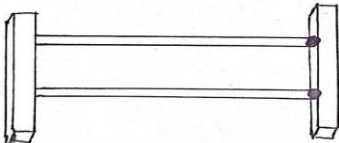
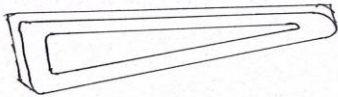
Da har man sett gjennom noen alternativer måter å re-arrangere benken på. Dette gir ikke nødvendigvis andre tenkemåter med det samme, men det åpner en del av dine lukkede synsvinkler. Dette vil hjelpe til med å se ting annerledes og kanskje komme med et mer innovativt konsept for eksteriør designe.

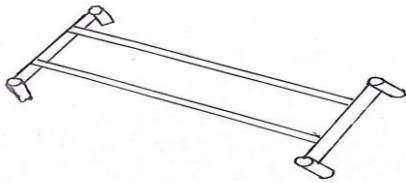
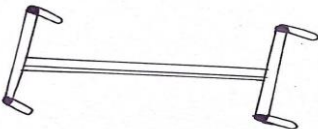
7.3 Funksjonsalternativer med skisser

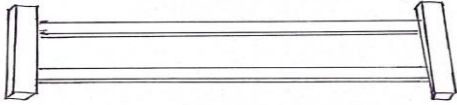
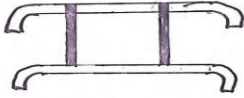
Nå har vi nok av bakgrunnskunnskap (gjennom å se på konkurrerende løsninger, produksjonsprosessen, rammekrav, funksjonsanalysen, produktmålsetting, målspesifikasjon osv.) til å lage alternative skisser for bunnrammen og løftemekanismen.

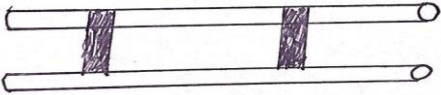
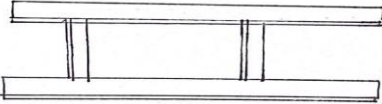
7.3.1 Løsninger for bunnrammen

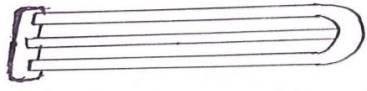
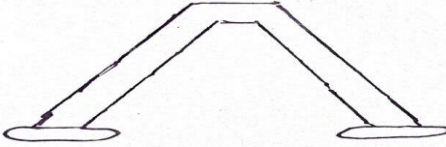
Vi har totalt skissert 13 forskjellige bunnrammer. I dette stadiet ser vi på grove trekk av bunnrammen. Foretrukne alternativet blir da tatt med til videreutvikling. Under hver av skissene har man skrevet om fordeler og ulemper skissen har.

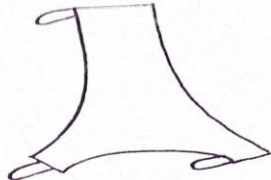
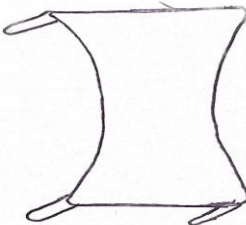
Løsning	 <p style="text-align: center;"><i>Figur 59: Løsning 1</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figur 60: Løsning 2</i></p>
Fordeler	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel konstruksjon • Stabil • Tåler mye vekt • Nok med materialet • Lett å montere 	<ul style="list-style-type: none"> • Fin design • Tåler en god del vekt • Trekant er veldig solide i konstruksjon • Ergonomisk design • Runde kanter
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> • Gammel design • Spisse kanter • Ikke fremtidsrettet 	<ul style="list-style-type: none"> • Ujevn fordeling av kraften • Må sveises • For mye bruk av materialet

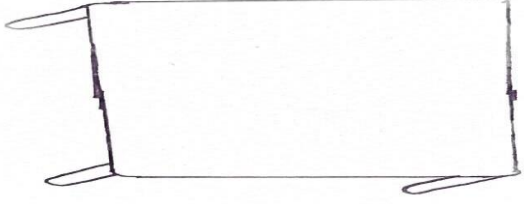
Løsning	 <p style="text-align: center;"><i>Figur 61: Løsning 3</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figur 62: Løsning 4</i></p>
Fordeler	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel konstruksjon • Lite material • Runde bein • Romslig 	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel konstruksjon • Lite materiale • Runde bein med enkel lang stålplate i mellom
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> • Ikke fremtidsrettet • Tåler ikke så mye vekt • Ikke så god plass til løftemekanismen 	<ul style="list-style-type: none"> • Veldig grunnleggende design • Tåler veldig lite vekt • Blir for lite å sette løftemekanisme

<p>Løsning</p>	 <p><i>Figur 63: Løsning 5</i></p>	 <p><i>Figur 64: Løsning 6</i></p>
<p>Fordele r</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stabil design • Enkel konstruksjon • Store og fine deler 	<ul style="list-style-type: none"> • Veldig fin å se på • Ergonomisk • Fremtidsrettet • Rundt former • Organisk form
<p>Ulempe r</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ikke ergonomisk design • Veldig rektangulært • Tenkt lite på sikkerhet • Mye bruk av sveis • Uorganisk form 	<ul style="list-style-type: none"> • Usikker om den vil tåle vekten • Lite sted for løftesystemet • For enkel og kjedelig ut • Lite bruk av materiale

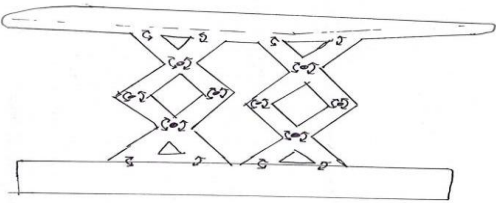
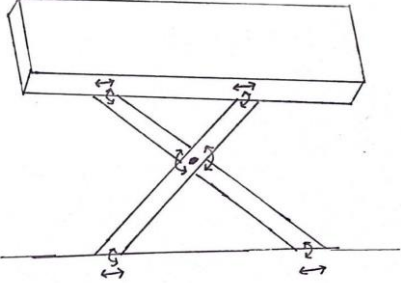
<p>Løsning</p>	 <p><i>Figur 65: Løsning 7</i></p>	 <p><i>Figur 66: Løsning 8</i></p>
<p>Fordeler</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ser veldig stilig ut • Ergonomisk design • Fremtidsrettet design • Organisk form 	<ul style="list-style-type: none"> • Stabil • Samme form hele veien • Lett gjenkjennelig design
<p>Ulempe r</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ser ut som stige • Føler ikke ut som bunnramme • For enkel og lite struktur i design 	<ul style="list-style-type: none"> • Rektangulær form • Ikke ergonomisk • Uorganisk form

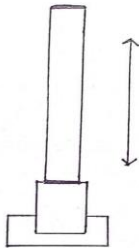
<p>Løsning</p>	 <p><i>Figur 67: Løsning 9</i></p>	 <p><i>Figur 68: Løsning 10</i></p>
<p>Fordeler</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ergonomisk design • Runde kanter • Fremtidsrettet • Lett montering • Organisk form 	<ul style="list-style-type: none"> • Veldig enkel design • Lett montering • Ser kul ut • Lite materiale brukt • Veldig bra bruk av areal
<p>Ulemper</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bøye stål • Litt vanskelig med å feste pga rørbøying 	<ul style="list-style-type: none"> • Ikke ergonomisk • Uorganisk form • Enkel konstruksjon

<p>Løsning</p>	 <p><i>Figur 69: Løsning 11</i></p>	 <p><i>Figur 70: Løsning 12</i></p>
<p>Fordeler</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stor overflate • Moderne • Lett montering • Enkel 	<ul style="list-style-type: none"> • Symmetrisk design • Fine buer • Lett montering
<p>Ulemper</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Spisse kanter • Lite organisk design • To av sidene kommer langt ut til sidene 	<ul style="list-style-type: none"> • Stor overflate • Spisse kanter • Ganske populær form

Løsning	 <p style="text-align: center;"><i>Figur 71: Løsning 13</i></p>
Fordeler	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel konstruksjon • Egner seg til vekten • Rette linjer
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> • Uorganisk og kjedelig design • Rektangulær • Ikke noe innovativt med designet • Ser ut som bord

7.3.2 Løsninger for løftemekanisme

Løsning	 <p style="text-align: center;"><i>Figur 72: Løsning 1</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figur 73: Løsning 2</i></p>
Fordeler	<ul style="list-style-type: none"> • Saksemekanisme som ser kul ut • Tåler en god del vekt • Har god flyt i bevegelsen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ganske enkel løftemekanisme • Tåler en god del vekt • Veldig enkel å montere
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> • For komplisert konstruksjon • Ser ut som heis • Forholdet seg til flere smådeler 	<ul style="list-style-type: none"> • Beveger seg litt i horisontale retning • Ser for enkel ut og svak ut • Uorganisk design

Løsning	 <p style="text-align: center;"><i>Figur 74: Løsning 3</i></p>
Fordeler	<ul style="list-style-type: none"> • Ser veldig enkel og elegant ut • Har veldig fin vertikal bevegelse • God flyt • Lett montering og konstruksjon
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> • Ser for enkel og lett ut • Stor diameter for at den skal tåle vekten

7.4 Tidligvurdering av brukspåkjenninger

I dette underkapittelet skal vi gå gjennom generelle brukspåkjenninger man kan ta i betraktning tidlig i fasen. Senere vil vi legge til flere relevante brukspåkjenninger til den valgte bunnrammen og løftemekanismen.

Mekanisk: Krefter og bevegelse

Denne delen handler om fysikk og bevegelse, stabilitet og ikke minst forskyvninger. Vi skal gå gjennom en del prinsipper benken har når det gjelder mekanisk.

For å forstå kreftene som virker på fysioterapibenken må vi se på newtons 2. lov.

$$F = ma \tag{7.1}$$

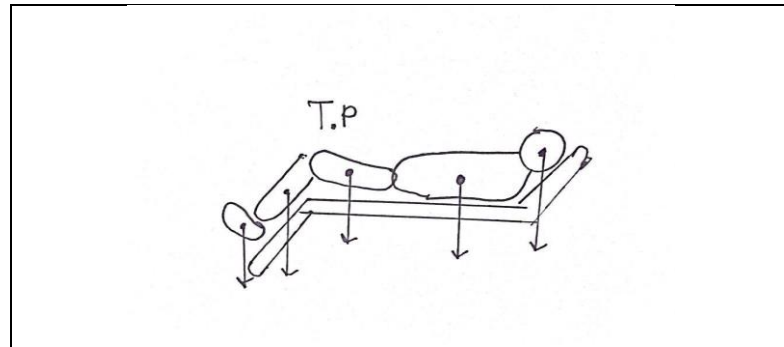
Dette sier oss noe om sammenhengen mellom kraft, masse og akselerasjon. Når summen av kreftene ikke er lik null, blir den akselerert. Hvis kraften er null, er farten konstant som vil si at akselerasjon er null. (Newtons 1. Lov)

Når fysioterapeuten masserer pasienten med en kraft, så vil benken virke tilbake med en kraft som er like stor og motsatt rettet. (Newtons 3. Lov)

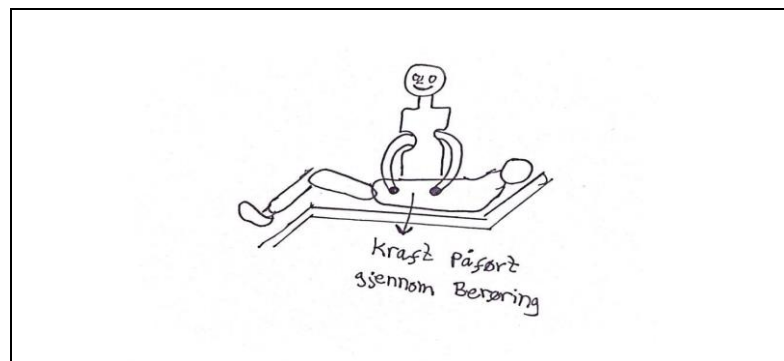
Vi har tyngdekraften som trekker pasienten med en kraft mot jorda:

$$G = mg \tag{7.2}$$

der m er masse til pasienten og tyngdeakselerasjon(g) er 9.81 m/s^2

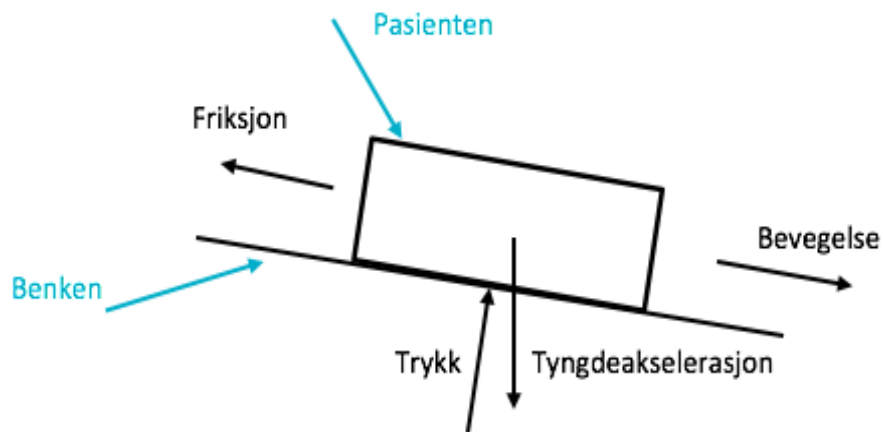


Figur 75: Viser til tyngdepunktet til hver kroppsdel



Figur 76: Viser kraft påført gjennom berøring

I begge disse tilfellene som er vist ovenfor, virker det normalkraft fra underlaget av pasienten som er vinkelrett. Dette er illustrert i figuren nedenfor.



Figur 77: Viser til alle kreftene som virker i dette tilfellet

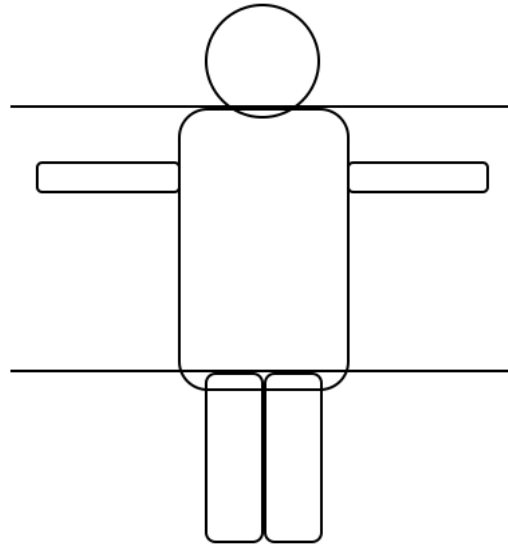
Ovenfor ser man behandlingsbenken og pasienten på benken. Friksjonen avhenger av puteflatens egenskaper og hvor hardt trykket er mot underlaget

$$F = \mu N \quad 7.3$$

der μ er friksjonstallet og N er normalkraften.

Grunnberegninger, statisk

Vi tar for oss menneskekroppen som ligger på bordet og fordeler vekten i 3 deler som vist på figuren under. For å kunne lage et jevnt fordelt last med de forskjellige delene, må vi anta vekten i alle delene. For å gjøre det enkelt, valgte vi en kroppsvekt på 80 kg.



Figur 78: Kroppen delt inni 3 hoved deler

Denne vekten blir delt inn prosentvis som vist i tabellen nedenfor.

Tabell 41: Kroppsdeler og vekten

Kroppsdeler og vekten	Prosentdel (%)
Hode (10 kg)	12.5
Midt-deler (50)	62.5
Bein (20)	25

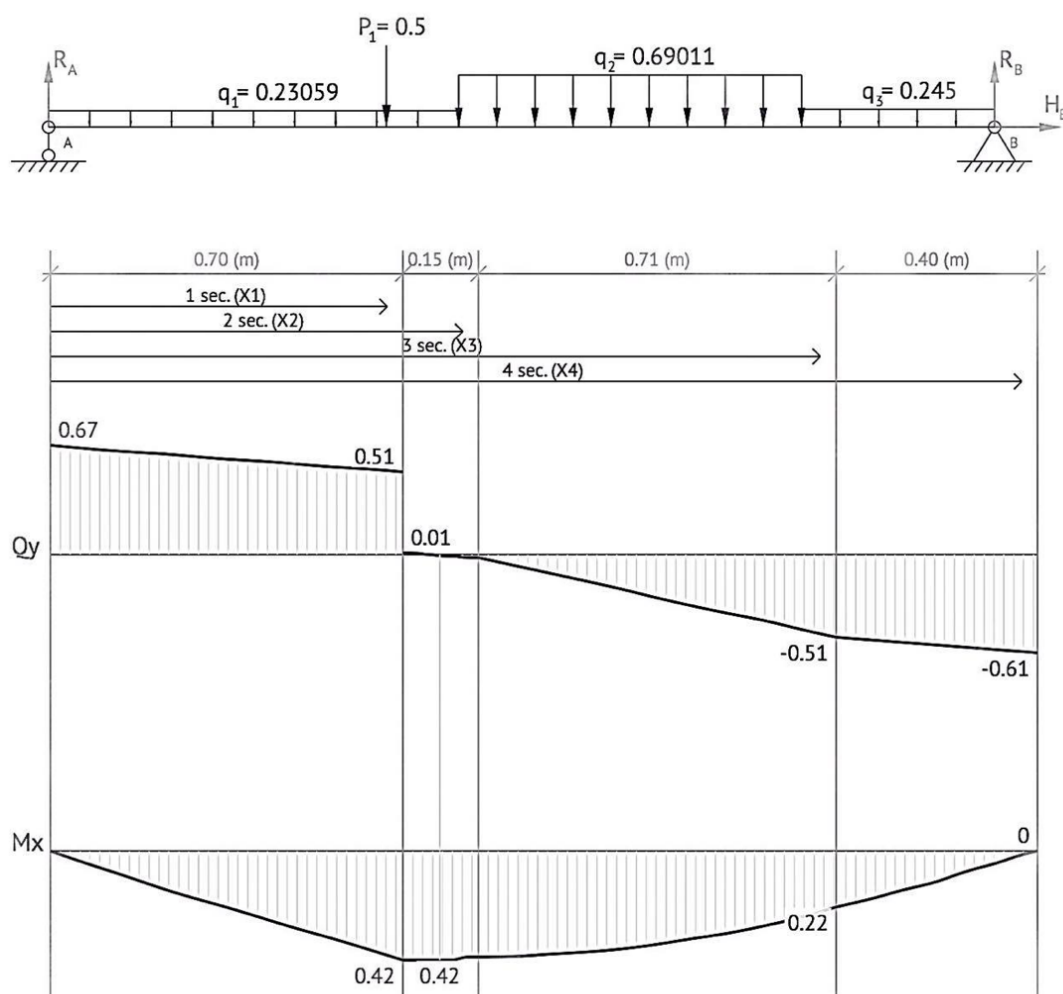
Vekten i tabellen er avrundet til hele tall. Gjennom antropometriske mål har vi funnet mål av de forskjellige kroppsdelerne. Tabellen under viser til kreftene som

Tabell 42: Beregning av statiske krefter gjennom vekt og lengde

	Kg	Lengde (m)	Kg/m	N/m
Hode (0.40m)	10	0.4	25	245
Midt-deler (0.71m)	50	0.71	70.42	690.11
Bein (0.85m)	20	0.85	23.53	230.59
Benken (1.96m)	75	1.96	38.26	375.2

Der 1 kg/m tilsvarer 9.8 N/m

Gjennom tabellen ovenfor har vi fått jevnt fordelt last. P_1 er kraften som blir påført gjennom berøring. Ved å bruke nettsiden beamguru viser vi til moment- og skjærkraftdiagram for bordflaten.



Figur 79: Moment- og skjærkraftdiagram av kreftene som virker på benken

Belastningen som er vist ovenfor vil være pasientens vekt pluss kraft/vektoverføring fra fysioterapeuten ulike steder på kroppen og benken.

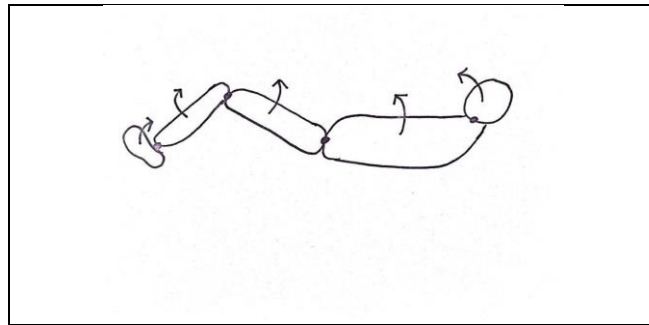
Bevegelse

Fysioterapibenken har rotasjoner og vi kan beskrive det som moment:

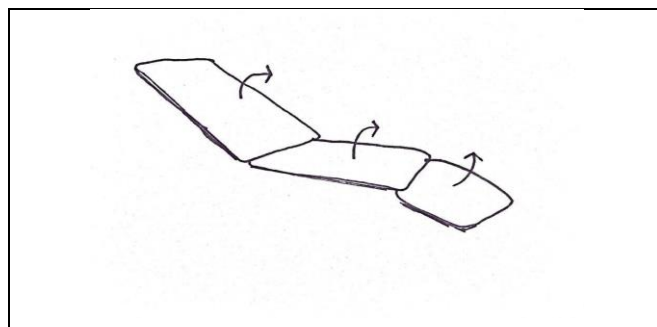
$$M = Fr \quad 7.4$$

avstanden mellom F og r kalles for momentarmen, der F er kraften og r er den vinkelrette avstanden. Dette er vist i momentdiagrammet ovenfor.

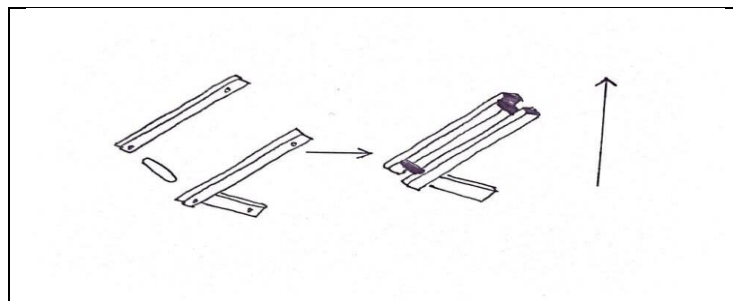
Forskjellige rotasjoner på benken, pasienten og løftemekanismen er vist i figurene under.



Figur 80: Rotasjon på pasienten



Figur 81: Rotasjon av benken



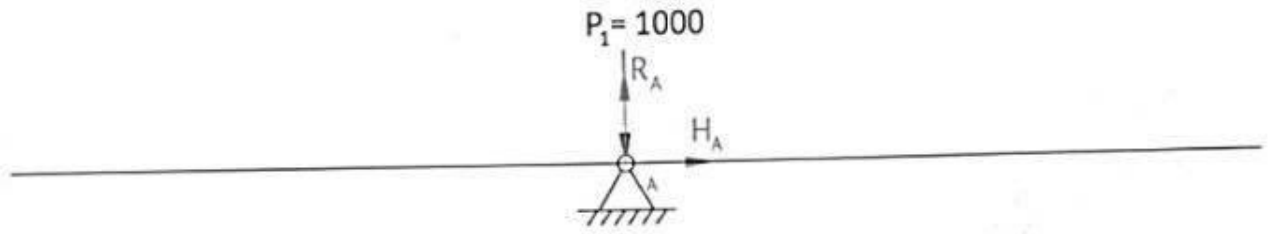
Figur 82: Rotasjon i løftemekanismen

Før vi ser på brukspåkjenninger senere i rapporten med mer konkret valg kan man forsterke denne grovanalysen som ble gjort ved å tenke seg to enkelte statiske tilfeller på dette stadiet. Disse blir illustrert gjennom enkle strekfigurer for å få oversikt over kreftene og momentstabilitet i/mot understellet. To statiske tilfeller som vi skal se på er:

1. En benk med et sentralt understøttelsespunkt
2. En benk med to understøttelsespunkt

Antar en resultantkraft på 1 KN.

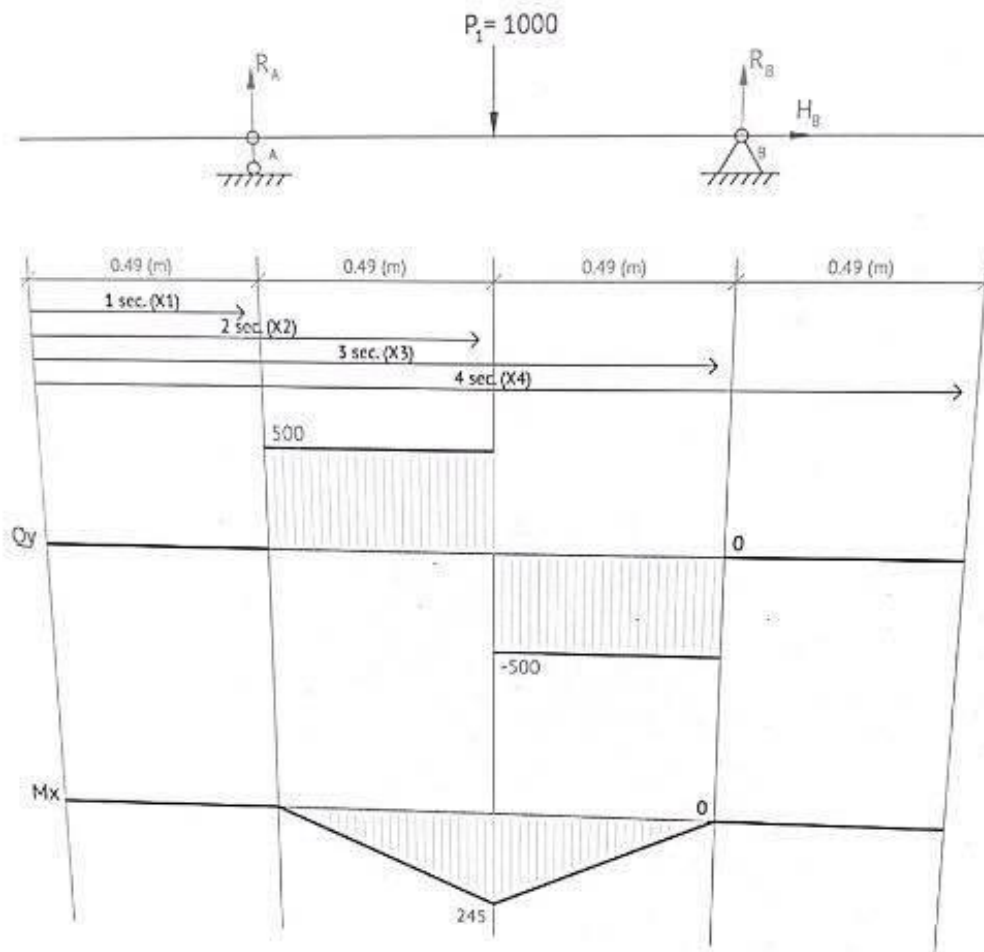
Benk med et sentralt understøttelsespunkt



Figur 83: Viser til sentralt understøttelsespunkt

I denne situasjonen er momentet lik null. Eneste kraften som blir utviklet er motkraften R_A som er like stor, men motsatt rettet som P_1 .

Benk med to understøttelsespunkt



Figur 84: Viser til to understøttelserpunkt

Vi ser at i dette tilfellet utvikles det moment- og skjærkraft fra understellet. Dette viser til punkter der kreftene virker mest og må tas i hensyn ved valg av aktuelle tverrsnitt/materialer.

7.5 Forslag av materialvalg

Da Follo Futura allerede bruker stål og har sin ekspertise for det, vil materiale stål være et naturlig valg.

Stål er legering av Jern(Fe) som hoved metall og karbon(C) som tilsatt stoff. For å unngå kjemiske reaksjonen vil det være lurt å jobbe med rustfritt stål. Materialet vil bli vurdert nærmere etter at vi har valgt konseptet.

8 EGENSCREENING OG KONSEPTVALG

For å kunne vurdere ulike former for løsninger, skal man vurdere alle løsningsalternativene med tanke på de kravene som ble satt i kapittel 7. Gjennom pugh's metode(seleksjonsmatrise) som vist i delkapittel 3.2.3 blir disse kravene brukt for å velge ut beste løsningen. Løsningsalternativene som kommer best frem, vil bli tatt med til videreutvikling.

8.1 Utvikling av seleksjonsmatrise

Kriteriene som ble lagt til grunn i seleksjonsmatrisen er de rammekravene som ble satt i delkapittelet 6.2.1 og 6.2.2. Disse kravene blir brukt for å velge ut beste løsningen gjennom pugh's metode(seleksjonsmetode) som vist i delkapittel 3.2.3. Etter poengvurdering av løsningsalternativene blir det foretatt et valg om den beste løsningen. Dette gjøres ved å summere opp totalsummen og se hvilken løsning som fikk høyest sum.

8.2 Egen konseptscreening

Under dette delkapittelet skal vi gi poengvurdering som vist i kapittel 6.2 til løsningsskissene for bunnrammen og løftemekanismen fra forrige kapittel. Deretter vil vi gå videre med den løsningen som får mest poengsum.

8.2.1 Bunnrammen

Tabell 43: Poengvurdering av alle løsningsalternativene for bunnrammen

Rammekrav	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Egenskaper	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
Enkel konstruksjon	6	9	6	8	7	8	8	8	8	7	7	8	7
Sikkerhet	2	7	6	5	5	6	7	2	8	4	8	5	4
Originalitet	7	8	6	7	7	5	6	8	7	6	8	7	7
Stabilitet	3	8	7	6	3	7	7	2	9	5	8	8	4
Moderne	3	7	6	5	3	6	6	2	7	5	7	6	5
Fremtidsrettet	8	7	8	8	7	7	8	7	8	7	7	8	7
Tåle intern- og eksternevekt	2	8	6	6	4	7	8	3	8	5	7	8	6
Estetikk	8	6	7	6	6	8	7	6	8	8	8	7	8
Lønnsomt	5	8	7	6	6	7	7	7	9	6	7	8	5

Funksjonalitet	3	6	6	5	5	7	7	6	8	3	6	6	3
Sum	55	82	72	70	61	76	79	59	88	64	81	80	65

8.2.2 Løftemekanisme

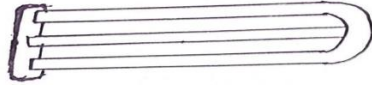
Tabell 44: Poengvurdering av alle løsningsalternativene for løftemekanismen

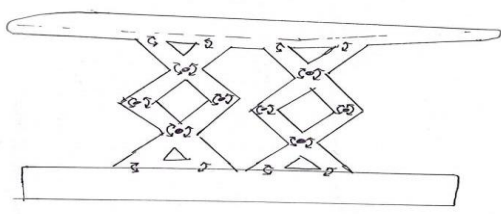
Rammekrav	1	2	3
Egenskaper	7	5	7
Enkel konstruksjon	6	7	7
Sikkerhet	7	3	4
Originalitet	6	5	7
Moderne	7	4	5
Fremtidsrettet	5	5	6
Løftemekanisme	8	6	6
Estetikk	7	6	7
Lønnsomt	7	8	8
Bevegelse	6	7	7
Sum	66	56	64

8.3 Foretrukne konsepter

Etter å ha godt gjennom seleksjonsmatrisen, har vi valgt ut 2 løsningsalternativer fra hver del. Disse løsningene skal videreutvikles.

Tabell 45: Viser til foretrukne løsninger

Foretrukne konsepter	Løsningsalternativet	Kommentar
Bunnrammen	 <p><i>Figur 85: Foretrukne konsept for løftemekanismen</i></p>	Løsning 9: Har fine organiske former med sitt unike design som slo mest fordelaktig ut.

<p>Løftemekanismen</p>	 <p><i>Figur 86: Foretrukne konsept for løftemekanismen</i></p>	<p>Løsning 3: Får minst mulig bevegelse i den horisontale retningen. Ser ut som den enkleste og beste løsningen og dermed slo mest fordelaktig ut.</p>
------------------------	---	--

Da har vi funnet design for bunnrammen som skal videreutvikles. Detaljert skisser blir laget under videreutvikling av konseptet i kapittel 12.

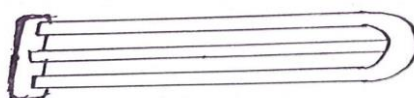
Etter å ha valgt ut løftemekanismen gjennom seleksjonsmatrisen, vil vi finne en god løsning av slike løftemekanismer som allerede finnes i markedet. Som nevnt tidligere i rapporten er vi ute etter å finne et bedre løsningsalternativ for løftemekanismen. Løftemekanismen må være rimelig og stabil for at pasienten skal føle seg komfortabel. Bunnrammen skal dermed videreutvikles gjennom både Osbornes SCAMPER metodikk og pugh's metode.

9 KONSEPTUTVIKLING

I dette kapitlet skal vi videreutvikle bunnrammen som ble valgt ut. Gjennom Osbourne SCAMPER metodikk skal vi «Brain-storme» og videreutvikle et bedre konsept. Vi skal videre se på konstruksjonsforslag og formalternativer som kan brukes.

9.1 Løsningsvarianter for hovedkonseptet

Et av de enkleste løsningene var best egnet, men den kan implementeres på mange forskjellige måter. Gjennom Osbournes metode som vist i kapittel 3.2.4 skal vi se på mange forskjellige måter bunnrammen kan bli satt sammen.



Figur 87: Løsningen som kom videre til videre utvikling

Tabellen under ble hentet fra delkapitlet 3.2.4. Her skal man gå gjennom hvert del trinnvis ved å se deres forbedringspotensialet og fordel. Dette skal hjelpe oss til å lage funksjonsalternative skisser i neste delkapittel. Det vi er ute etter å se nærmere på er hvordan man kan koble løftemekanismen til bunnrammen slik at den beholder sin organiske form og ser fremtidsrettet ut.

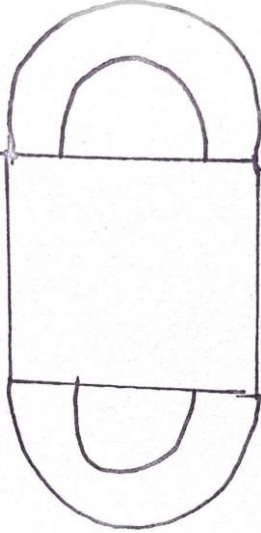
Tabell 46: SCAMPER metoden

SCAMPER	Forbedring	Fordel
S – substituere/erstatte (substitute)	Materialet til bunnrammen	Bunnrammen laget av plast
C – kombinere (combine)	Kombinere benken med løftemekanisme	Understellet blir en hel del
A – Tilpasse (adapt)	Tilpasse andre ideer og objekter	Brukes til fysioterapi, treningsbenk, massasjebenk osv.
M – Modifisere (modify):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Øke lengden og bredden i rammen 2. Minske lengden og bredden i benken 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Veldig komfortabel for pasienten 2. Fysioterapeuten kommer letter til alle kroppspunktene.
P – Hensikt (purpose, put to other use)	Brukes til noe annet	Bedre tilrettelagt for funksjonshemmede
E – Fjerne (eliminate)	Ha mindre deler som holder sammen rammen	Ta bort parallelplatene i bunnrammen og andre unødvendig materialer
R – Reversere og omorganisere (Reverse or re-arrange)	Endre vinkelen til bunnrammen	Bedre ergonomisk design. Enklere å bruke

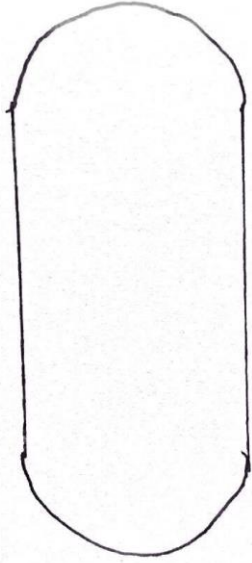
9.2 funksjonsalternativer med skisser

I dette underkapittelet skal man videreutvikle foretrukne konseptet for bunnrammen. Viser til 5 forskjellige løsningsalternativer i tabellform under.

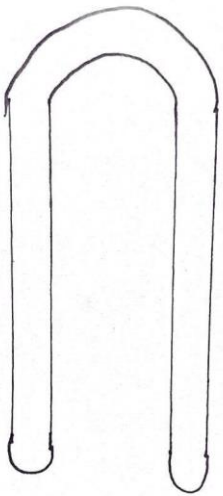
Tabell 47: Viser løsning A

 <p data-bbox="347 1008 545 1034">Figur 88: Løsning A</p>	<p data-bbox="715 448 1468 548">Løsning A: Har et kvadratisk område i midten. Denne kan bli benyttet til motor-plassering og andre tilbehør. En veldig fin avbøying på begge kantene etter det.</p>
--	---

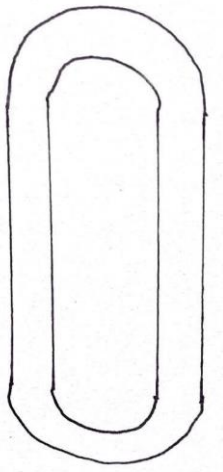
Tabell 48: Viser løsning B

 <p data-bbox="347 1825 545 1852">Figur 89: Løsning B</p>	<p data-bbox="715 1220 1468 1288">Løsning B: Er en hel plate del med avrundet form foran og bak. Dette vil gjøre det mulig å bruke hele platearealet til noe nyttig.</p>
--	--

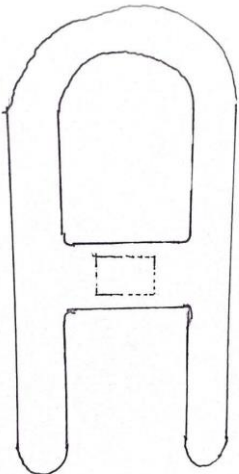
Tabell 49: Viser løsning C

 <p data-bbox="368 831 560 857">Figur 90: Løsning C</p>	<p data-bbox="751 248 1473 315">Løsning C: Viser til to rette rør som er koblet sammen med en buet rør. Ganske lett og lite material brukt.</p>
--	---

Tabell 50: Viser løsning D

 <p data-bbox="368 1581 560 1608">Figur 91: Løsning D</p>	<p data-bbox="751 1016 1473 1084">Løsning D: Er veldig lik C. Eneste forskjellen er at det er buet på begge sidene.</p>
--	---

Tabell 51: Viser løsning E

 <p data-bbox="368 757 560 779">Figur 92: Løsning E</p>	<p data-bbox="751 248 1469 376">Løsning E: Er også lik C. I denne løsning har man lagt på firkant området i midten for å kunne koble noe til. Eksempelvis kan den elektriske motoren koble seg til denne delen.</p>
--	---

9.3 Foretrukne løsning

Etter å ha brukt SCAMPER metoden for å komme frem til disse løsningsalternativene, vil løsning E være den foretrukne løsningen det skal jobbes videre med. Den fullfører alle rammekravene utmerket og skiller seg ut fra de fleste. Løsning E har et bedre potensiale til å utvikle seg til å være bedre enn de andre løsningene. Den har en fin plass der man kan feste til løftmekanismen og andre eksterne deler.

Konstruksjonsforslag til løftmekanismen blir vist i delkapittel 11.1. Det blir riktig å vente til man har fått tilbakemeldingene fra eksterne testing i kapittel 10 og vurdert resultattolkning.

9.4 Form- og estetikkalternativer med skisser

Dette kapittelet vil vise til forskjellige stål former som kan bli brukt til å lage benken. Først og fremst har vi kategorisert dem og deretter vist til de forskjellige formene innenfor disse.

Valg av form og estetikk vil bli vurdert ut fra kreftene som skal påføres, hvordan produksjonsprosessen foregår og hva materiale skal brukes til. Dette vil være med på å sette minimum tverrsnittsareal og motstandsmoment. Disse vil bli satt i forhold til spenninger som virker, knekking og tøying.

Viktig å se hvordan innfestningen mellom to deler har blitt gjort ettersom det finnes opptredende spenning. Kjervfaktor kan komme inn i bildet dersom det finnes uønskede overganger. Mostandsmoment er uttrykk for profilets motstand. Hvis arealmoment og motstandsmoment er stor, vil det være mindre spenninger ved et gitt bøyemoment. Derfor er det viktig å ha kun høymotstandsmoment der det er nødvendig. Vi får en stor kjervpåvirkning om vi har lite tverrsnittendringer. Dette fører til spenningskonsentrasjoner. Viktig å ha i bakhodet at man må prøve å få benken til å være lettest mulig. Under viser man til flere alternativer på tverrsnitts utforming.

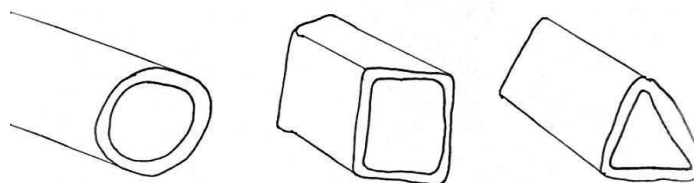
Man kan dele form- og estetikkalternativer inn i to kategorier:

Organisk form: Har rundere former og handler om bevegelighet og sirkel. Som oftest blir de kalt for krumlinjer og har blitt hentet fra naturlige former. Kan betraktes som det motsatte av geometriske former.

Uorganisk form: Denne formen er kjent for deres rette linjer og er som regel laget av kantete linjer.

Rør

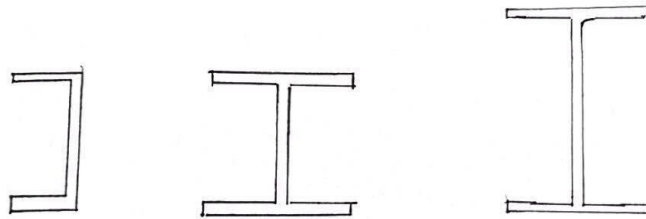
Forskjellige former av rør profiler er vist under.



Figur 93: Profiler til rør

Bjelker

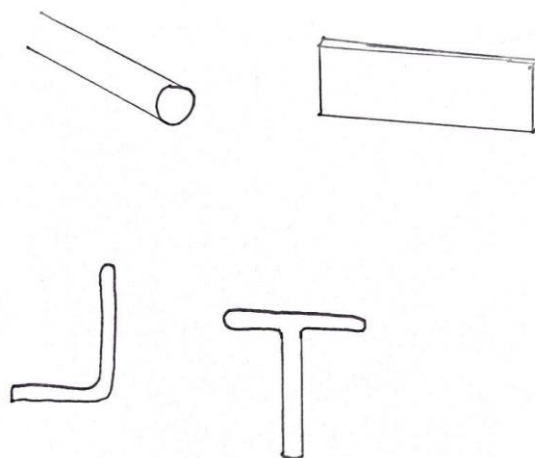
Skisseringen under viser til tre forskjellige profiler for bjelker.



Figur 94: profiler til bjelker

Stangstål

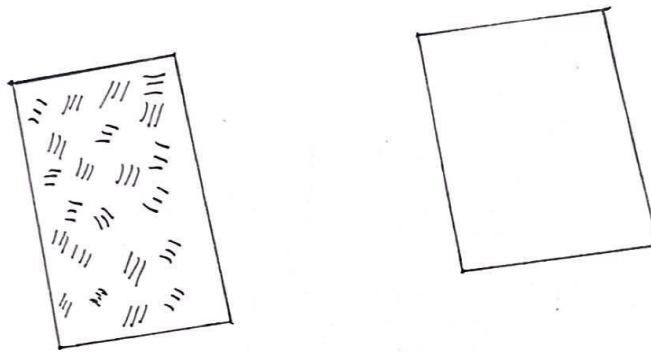
Viser til 4 forskjellige stangstål.



Figur 95: Profiler til stangstål

Plater

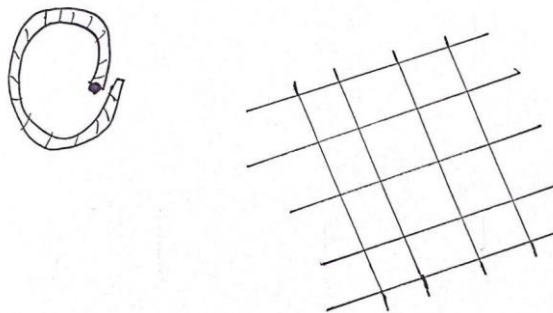
Har skissert to forskjellige typer plater som blir brukt.



Figur 96: Profiler til plater

Armering

To forskjellige typer armering er skissert under.



Figur 97: Profiler til armering

10 EKSTERN KONSEPTTESTING

I dette kapitlet har vi utført en spørreundersøkelse fordi det var ønskelig med tilbakemelding på løsningsalternativet. Vi går gjennom målsettingen for testing beskrevet, på hvilke måte den ble gjennomført, valg av testpopulasjon og tilslutt resultattolkning av gjennomføringen.

10.1 Målsettinger for testing

Det blir valgt å gjøre ekstern testing etter at vi var klar med utkastet av konseptet. Dette gjøres for å få objektive tilbakemeldinger av designet. Spørreundersøkelsen vil gi oss svar på hvordan de opplevde produktet.. Av disse tilbakemeldingene får vi vite om designet har potensialet i markedet. Gjennom spørreundersøkelsen vil vi få frem følgende mål:

- Om de ville ha likt å bruke en slik behandlingsbenk
- Hva de synes om designet
- Hvordan ble løftemekanismen likt
- Innspill som hjelper oss å forbedre designet

10.2 Valg av testpopulasjon

For å få best mulige resultat er det viktig med variasjon i testpopulasjonen.

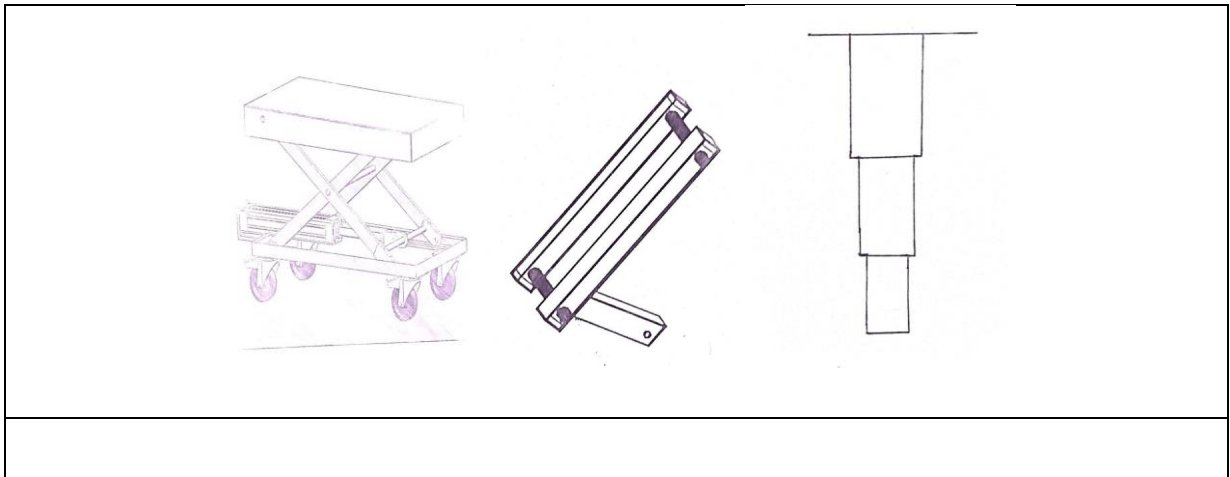
Alle disse 3 personen driver med forskjellig, men felles med alle de er at de bruker behandlingsbenk. For å kunne få forståelse av flere perspektiver, valgte jeg å undersøke personer som drev med litt forskjellig.

I alt har 10 stykker deltatt i spørreundersøkelsen. Halvparten av disse er fagfolk og bruker behandlingsbenken. To stykker som deltar i undersøkelsen har skade i akillesen og benytter seg av behandlingsbenk ofte. Resterende 3 stykker har blitt valgt tilfeldig. Alderen til de forskjellige er mellom 24-60 år. Alder ble ikke tatt i betraktning når det kun ble spurt om kjønn.

10.3 Innhold og form på testskjemaer, kommunikasjonsform

Tabell 52: Spørreundersøkelsen som ble gjort

Spørreskjema	
1. Alder: _____	Kjønn: <input type="checkbox"/> Kvinne <input type="checkbox"/> Mann
<input type="checkbox"/> Tilfeldig plukk	<input type="checkbox"/> Spesialist/ekspertiseområde <input type="checkbox"/> Stilling
2. Hvor mye er dere villig til å betale for en behandlingsbenk?	
3. Vare-tiden på benken?	
4. Hva velger du, (dårlig og billig) eller (bra og dyrt)?	
5. Hvorfor bruker dere akkurat denne benken?	
6. Hvor mye plass trenger dere for å nå frem til pasienten? Kan man eksempelvis sette deksel rundt løftemekanismen eller blir det for trangt?	
7. Hva mangler på benken som dere skulle ønske dere hadde?	
8. Hva er dere meste fornøyd med benken?	
9. Er det mye vedlikehold?	
10. Hva er best, rette former eller runde former på benken?	
11. Hvordan fungerer løftemekanismen og er dere fornøyd med denne? Liker dere å bruke hydraulisk eller elektrisk?	
12. Hvilke av disse løftemekanismene hadde du likt å ha til å løfte benken?	



10.4 Resultater

Resultatet av spørreundersøkelsen har blitt lagt som vedlegg. De meste relevante spørsmålene blir vist under gjennom sektordiagram. Disse svarene kommer til å være avgjørende for arbeidet videre. Undersøkelsen ble gjort skriftlig og i noen tilfeller muntlig. Muntlig i den forstand at jeg fylte skjema etter en muntlig samtale.

Under finner du 3 sektordiagrammer som viser til tre spørsmål fra spørreundersøkelsen. Disse ble selektert ut til å vises frem i oppgaven. Grunnen er at de er veldig avgjørende for arbeidet videre og forteller oss om hvor godt vi traff med designet.

Her ble det spurt om hva de velger mellom “dårlig og billig” eller “bra og dyrt:



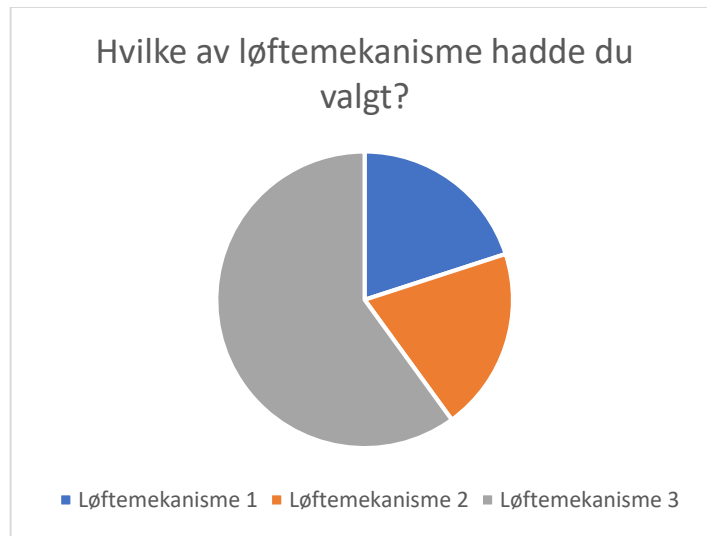
Figur 98: Resultat vist i sektordiagram

Fem av personene som tilsvarer 50% svarte med å si noe imellom. Med dette mener de at de ville valgt en behandlingsbenk som er god i kvalitet og samtidig grei i pris.

To personer som tilsvarer 20 % gikk for det første alternativet som er dårlig og billig. Med dette mener de at den skal være billig og klare å utføre arbeidet. Pasientenes komfort har veldig lite å si for dem så lenge arbeidet blir gjort.

Tre personer som tilsvarer 20 % mente at den må være bra og dyr. Disse tre personene setter da komfort og pasienten først. En av disse mente at det ikke skal ta så lang tid å tjene disse pengene opp igjen. Derfor er det viktig å ha mennesket i fokus.

Som man ser i spørreundersøkelsen, ble det vist frem 3 forskjellige løftemekanismer. Her spurte vi om hvilken mekanisme de likte:



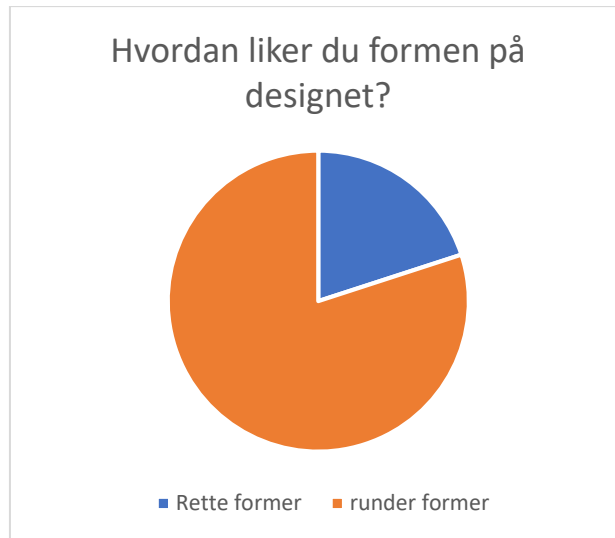
Figur 99: Resultat vist i sektordiagram

To av personene som tilsvarer 20 prosent likte den saksemekanismen. De likte hele konseptet og var veldig imponert av hvor stilig designet ble.

To av personene som tilsvarer 20 % valgte den eksisterende løftemekanismen til follo corpus masolett. De mente at den brukte lite plass og gjør jobben veldig utmerket.

Seks av de 10 personene som tilsvarer 60 % var veldig imponert av søyle løftemekanismen. At benken bare går i vertikal retning og ikke minst bruker veldig lite plass.

I neste spørsmål ble det spurt om hva formen på designet bør være:



Figur 100: Resultat vist i sektordiagram

2 av personen av tilsvarende 20 % mente at designet bør ha rette former. De likte at understellet får en uorganisk form.

Resterende 8 personer som tilsvarende 80% gikk for runde former. De mente at organisk form gjør den mer moderne og mer estetisk.

10.5 Resultattolkning

Omfanget i spørreundersøkelsen er ganske stor ettersom det er stor variasjon i testpopulasjonen. Etter å ha sett gjennom spørreundersøkelsen, ser vi at tilbakemeldingene var både positive og oppløftende. En god del personer kom med gode aspekter ved designet som kunne være nyttig. De fleste mente at det var en interessant konstruksjonsalternativ og så ut til å være lovende løsninger. Løsningsalternativet ble ikke vist slik at ingen skal bli tvunget til å ha den i bakhodet før de besvarer undersøkelsen.

Ved gjennomgang av undersøkelsen ser vi at det var en variasjon i hva de ulike personene vektlegger. Det ble klart at noen områder av understellet krevde videreutvikling. Disse meningene samsvarte med mine egne meninger. Noen var mer opptatt av funksjonen, mens andre var mer opphengt i designet. Man kan si at folk vil gå for organisk form enn uorganisk. Det kom inn gode innspill for hva som er det riktige steget for understellet.

Når personene evaluerte løftesystemet, ble kolonne løftesystemet favorisert. De mente at den gjorde god nytte av seg og førte til bedre utnyttelse av området. Dette vil blant annet hjelpe fysioterapeuten og pasienten ved å ha større område til gode. De fleste favoriserte elektriske motor ovenfor hydraulisk. De fleste mente at elektrisk gjør det mye lettere og man får god bevegelse.

Turpal som medelev ga gode innspill til videre utviklingen av konseptet med tanke på eksteriør design. Med hensyn til de forskjellige alternativene, var det kun et konsept som ble mest favorisert.

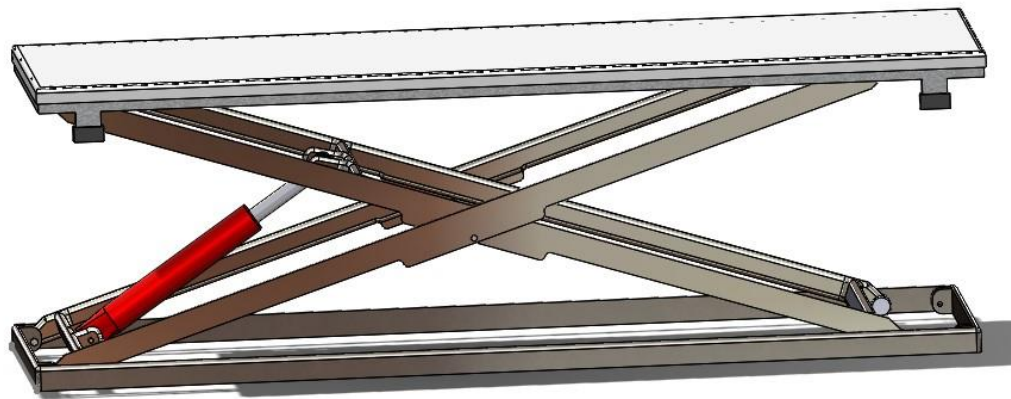
Konklusjonen fra denne eksterne testingen er at de fleste vurderingene var veldig positive og nyttige. Valget som er gjort av konseptet, må bearbeides med videre for at vi kan utvikle et konsept som kan prototypes.

11 REVURDERING OG VIDEREUTVIKLING AV KONSEPTET

Etter en god del gjennomgang av konsepter, skal vi videreutvikle konseptet som ble valgt gjennom spørreundersøkelsen og seleksjonsmatrisen. Deretter blir det sett på brukspåkjenninger og avslutningsvis valgt ut materialet for behandlingsbenken.

11.1 Revurdering av løftemekanismen

Etter å ha gått gjennom spørreundersøkelsen, kom vi frem til å endre løftemekanismen. Man forsto gjennom spørreundersøkelsen at det var feil valg av løftemekanisme. Dermed blir det ikke relevant å ta med konseptet videre til videreutviklingen. Figuren under viser til Solid Works tegning av utkastet med fokuspunktet på løftemekanismen. Man ser videre at det ble brukt hydraulisk motor, noe som heller ikke tas med videre.



Figur 101: Utkastet som ble forkastet vist i Solid Works

Vil takke Turpal for å gi konstruktive tilbakemeldinger som hjalp veldig mye med prosessen videre. Vi velger videre å se på elektriske løftemekanismer til både løftemekanismen og sjokkleie stilling. Dette gjøres i neste delkapittel der vi kommer med konstruksjonsforslag til løftemekanismene.

11.2 Konstruksjonsforslag til løftemekanismene

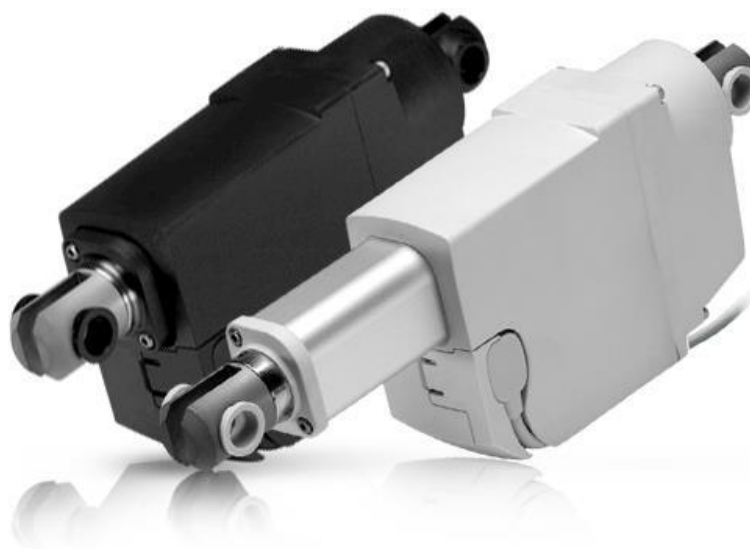
Motoren skal bli brukt to steder, for løftemekanismen og for sjokkleie funksjonen. Viser til to løsninger som kan være relevante. Dette avgjøres etter ytterlige beregninger av kreftene senere i rapporten.

Det er medisinsk bevist at løfte kolonner er med på å forbedre pasientens opplevelser. Vertikal løfting er veldig viktig i medisinske verktøy der man gjennom tilgjengelighet og komfort forbedrer pasientens behandling. En slik type løftemekanisme er ganske billig i kostnad og gir veldig god brukererfaring. Løftemekanismer generelt bør ha fin kombinasjon av fart og ytelse.

LINAK er eksperter på elektriske lineære aktuatorer og løftekolonner. Elektriske lineære aktuatorer og løfte kolonner blir brukt for å skape en jevn bevegelse i rekke forskjellige områder. Dette passer rett i blinken for behandlingsbenken. Etter en god del arbeid med å finne produsenter som tar seg av lineære bevegelser, kom jeg frem til å velge LINAK. I tillegg til deres ekspertise innenfor det felte, er det veldig rimelige i pris.

LA23 Lineær aktuator

LA23 aktuatoren er en liten og sterk trykk- og trekkdriver. Denne kan brukes i mange forskjellige bruksområder. Den tåler en maks press på 2500 N. Dermed passer den meget bra til å få benken i sjokkleie posisjon. Andre fordeler med LA23 er deres unike og kompakte design. Presskraft på 2500 N gir en indikasjon på at den tåler en god del kraft. Maks hastigheten er på 12.6 mm/s. Lager bevegelse i rett linje er også veldig nyttig når det gjelder å bevege behandlingsbenken. (LINAK 2017b)



Figur 102: LA23 lineær aktuator (LINAK 2017b)

DL2 Løftekolonne

DL2 er et løftesystem i robust design. Den er enkel å montere og er ideell for høydejustering i forskjellige bruksområder. Den kan skyve opptil 2500 N. Maks hastighet for løftesystemet er 20 mm/s. Dermed passet DL2 utmerket som løftemekanismen vår. (LINAK 2017a)

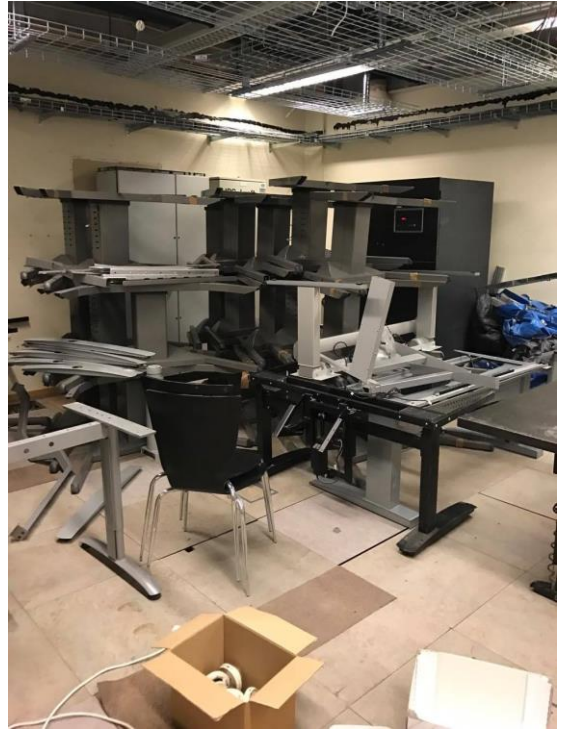


Figur 103: DL2 løftekolonne (LINAK 2017a)

Det ble gjort en god del undersøkelser for å finne den beste løsningsalternativet for løftemekanismen. Jeg dro til flere steder for å se disse løftemekanismene. For å vite om LINAK virkelig vil holde konstruksjonen, ville jeg se løftemekanismen. Etter en god del leting fant jeg et lager i Sandvika som hadde en god del forskjellige LINAK løftemekanismer som i figurene under.



Figur 104: Viser til løftemekanismene funnet i et lager i Sandvika «eget foto»



Figur 105: Viser til løftemekanismene funnet i et lager i Sandvika «eget foto»



Figur 106: Viser til løftemekanismene funnet i et lager i Sandvika «eget foto»

Etter å ha sett LINAK sine løftemekanismer i det lageret, ble jeg mer sikker på valget. Produktene deres er veldig rimelige samt god i kvalitet.

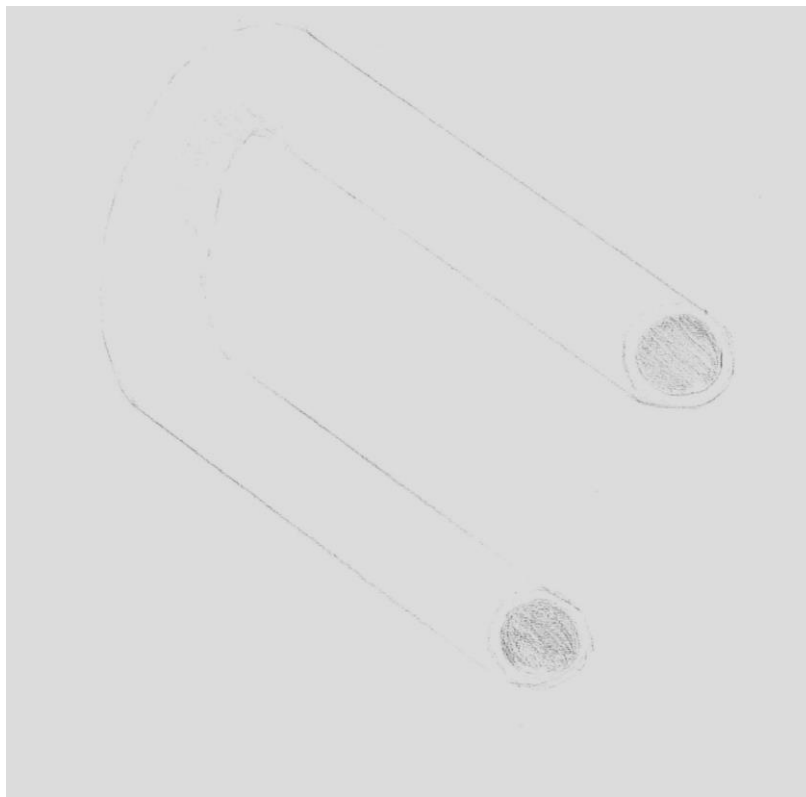
11.3 Videreutvikling av konseptet

Gjennom ekstern konsepttesting og konseptutviklingen som har blitt gjort hittil, viser at konseptet har gode potensialer. Det mangler en god del detaljerte, helhetlig og fullførte løsninger. På grunn av tidsbegrensning til prosjektet har vi ikke rukket å se på alle slags brukspåkjenninger som behandlingsbenken bør gå gjennom. Dette kapitlet tar for seg helhetlig løsning der detaljerte skisser blir laget og diskutert.

11.3.1 Komponentene til benken

Dette underkapitlet tar for seg detaljert skissering av komponentene til benken.

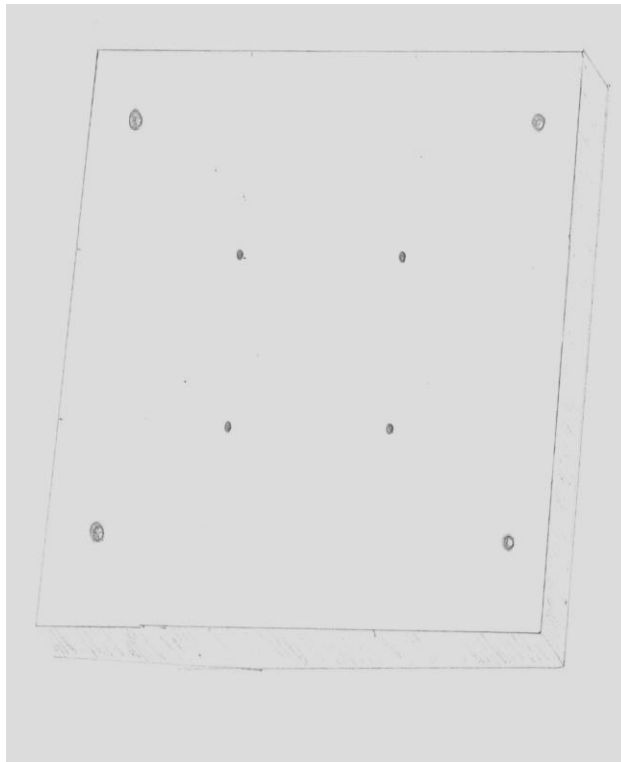
a) Bunnrammen



Figur 107: Skissert bunnramme

Bunnrammen er hoved delen av hele benken. Det ble skal festes 4 bolter for å få stålplaten koblet sammen til bunnrammen. U-formet rammen

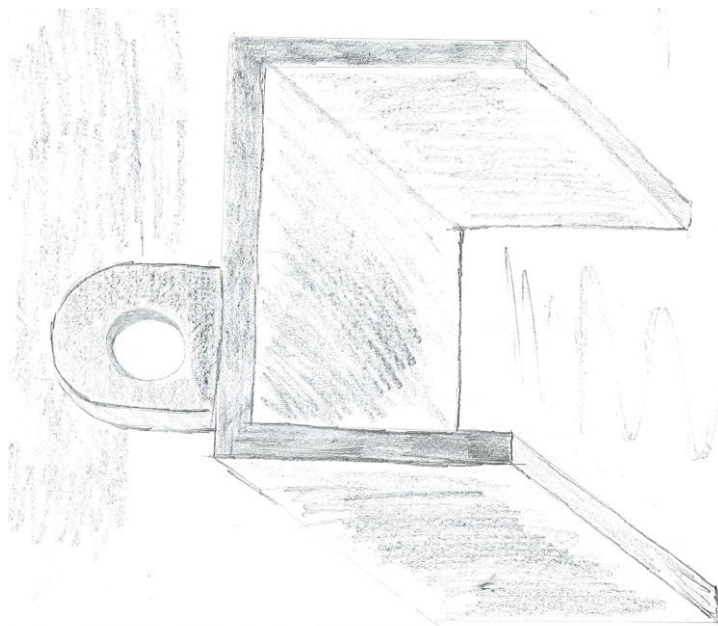
b) Stålplate



Figur 108: Stålplate som fester seg til bunnrammen og løftekolonnen

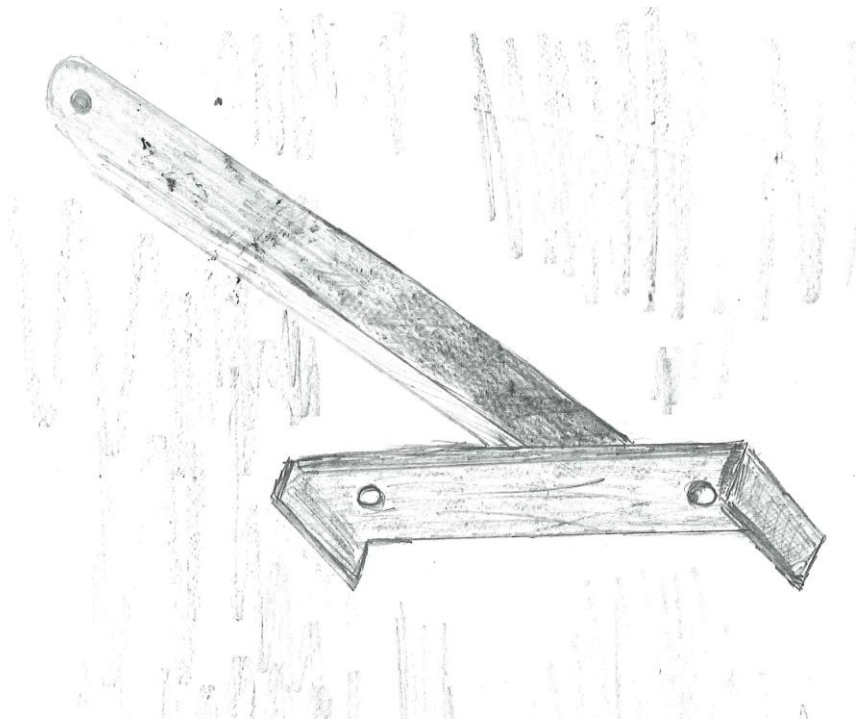
Stålplaten festes til bunnrammen gjennom bolter. Deretter blir den festet til løftekolonnen gjennom bolter.

c) Monteringsbrakettene



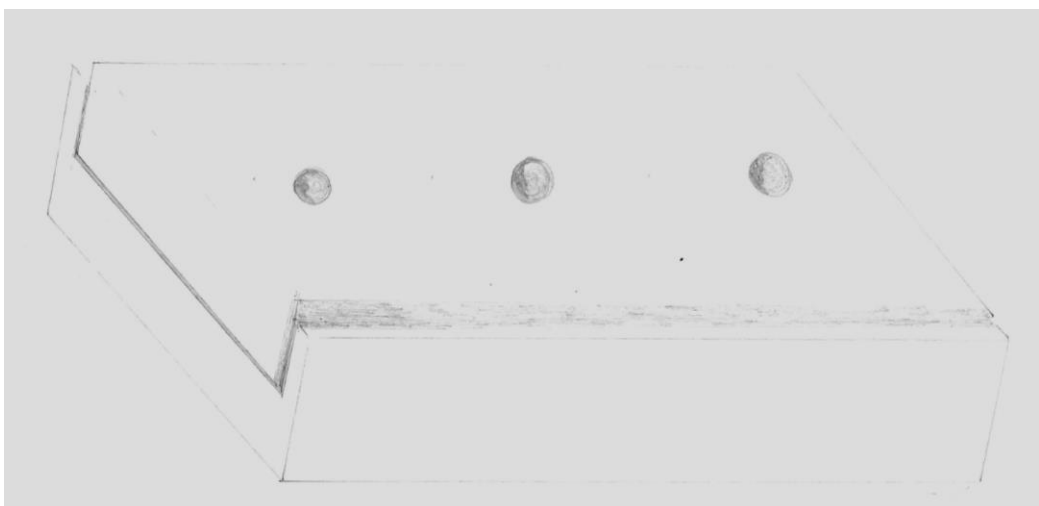
Figur 109: Monteringsbrakett som fester seg til sengerammen

Denne monteringsbraketten kobler aktuatoren til sengerammen. Rektangulære formen fester seg til den rektangulære formen til sengerammen. Aktuatoren kobler seg til brakett delen med tapp.



Figur 110: Monteringsbraketten som fester seg mellom løftmekanismen og sengerammen

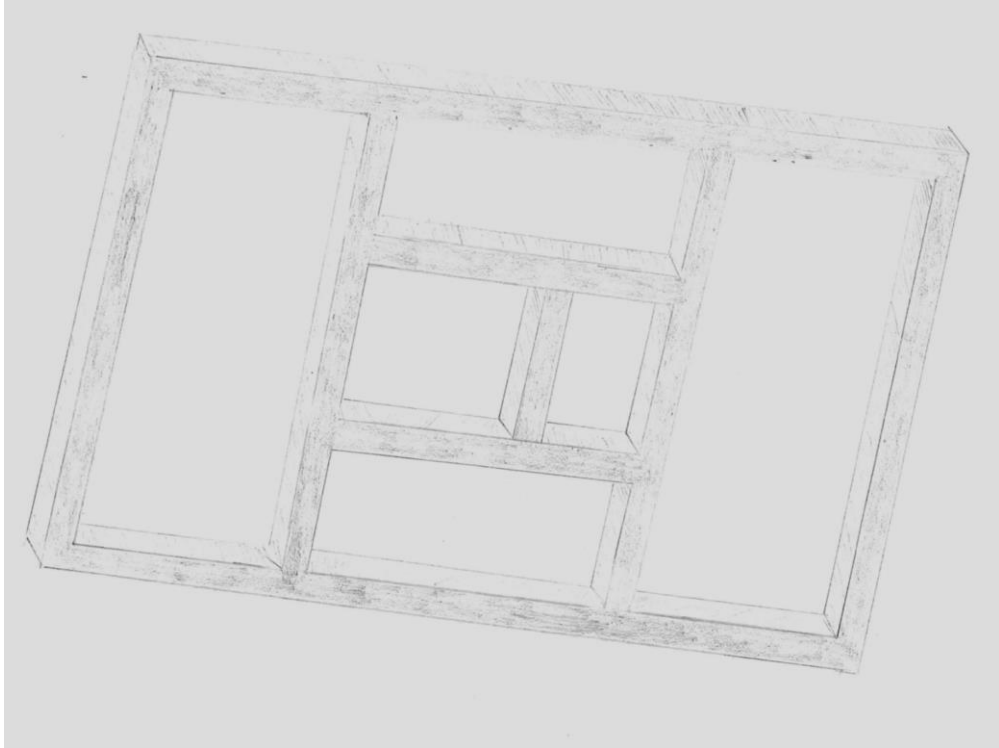
Monteringsbraketten som er vist i figur 110 fester den rektangulære delen til løftekolonnen gjennom monteringsbraketten vist i figur 111. Den andre siden av braketten kobler seg til sengerammen gjennom tapp.



Figur 111: Monteringsbraketten som er koblet til løftekolonnen

Monteringsbraketten vist ovenfor er koblet til løftekolonnen gjennom sveis. Det var enklest med tanke på at det er løftemekanisme og ikke kan skrues eller boltes.

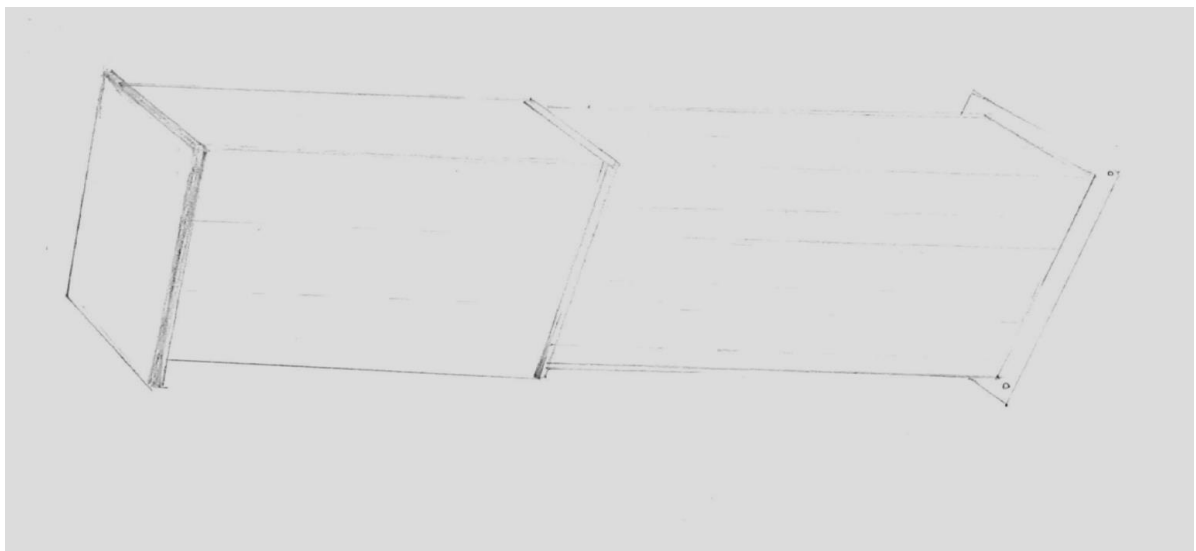
d) Sengeramme



Figur 112: Rektangulær formet sengeramme

Sengerammen er lik som Follo futura har. Grunnen er at putene ikke ble endret og dermed var det mest praktisk å la rammen forbli som den er.

e) Løftekolonne og lineær aktuator



Figur 113: DL2 løftekolonne fra Linak

Vi brukte DL2 løftekolonne fra Linak. Denne vil passe utmerket til arbeidet som skal utføres.



Figur 114: LA23 lineær aktuator

Denne blir koblet til løftekolonnen og sengerammen. Med LA23 lineær aktuator får vi inn sjokkleie stillingen. Dette var et av tingene Follo futura veldig gjerne ville ha.

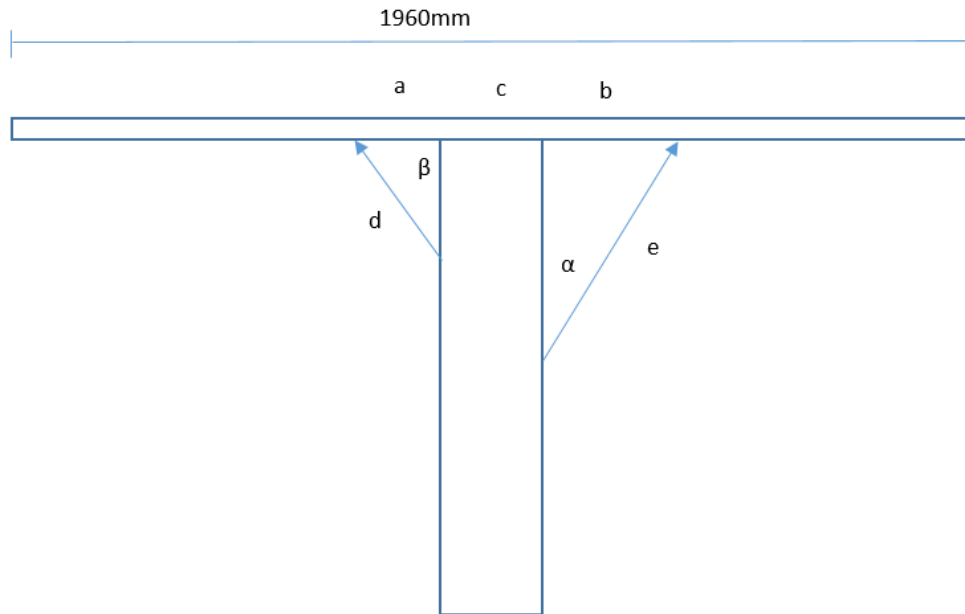
11.4 Brukspåkjenninger

Vi går gjennom den konstruerte benken som ble utviklet. Vi gjør forenklede beregninger for å kunne se på de utsatte delene. Vi tar for oss to situasjoner som benken kan havne i. Ene er når benken er helt rett og den andre er når benken er i sjokkleie. Vi har antatt at pasienten veier 200 kg for å se på «worst case».

Grunnberegninger

Ene casen tar vi for oss lukket lineære aktuator. I den andre casen er lineære aktuatoren strukket ut slik at benken danner 15° vinkel. Ved å vite om de nødvendige kreftene, skal vi se på sveis, avskjæring i bolteforbindelse, hullkantrykk, brudd i grunnmateriale og utrivning.

Figuren under viser til standard avstand og mål



Der:

$$\alpha = 26.57 \text{ grader}$$

$$\beta = 24.28 \text{ grader}$$

$$a = 109.8 \text{ mm}$$

$$d = 282 \text{ mm}$$

$$a = 109.8 \text{ mm}$$

$$a + b + c = 535 \text{ mm}$$

$$b = 278.8 \text{ mm}$$

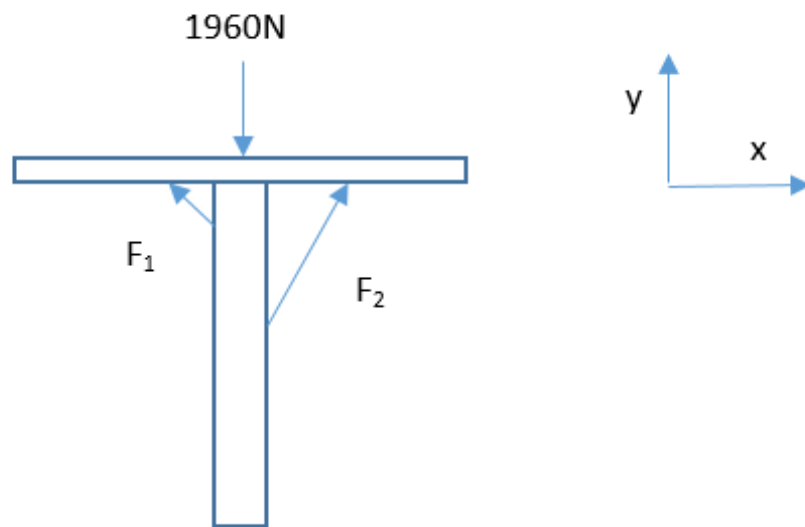
$$e = 549 \text{ mm}$$

Figur 115: Standard mål til benken som blir brukt gjennom hele beregningen

Krefter fra F_1 og F_2

Case 1

Disse kreftene kommer fra sveiste delen fra løftmekanisme og går opp til festningen til rammen. Det område er et av de mest kritiske i benken. Dermed er det viktig å få sjekket ut hvor store disse kreftene er.



Figur 116: Viser resultantkraften på 1960N. Viser også hvilket retning x og y aksen virker.

Tabell 53 Viser til vekt, lengde og kreftene som virker på benken

	Vekt	Lengde(m)	Kg/m	N/m
Pasienten	200 kg	1.96	102	1000

Vi vet:

$$\sum F_y = 0 \quad 12.1$$

$$\sum F_x = 0 \quad 12.2$$

$$\sum F_y = 1960 - (\cos 26.57 * F_2) - \cos 24.28 * F_1 = 0$$

Kreftene i x-retningen er lik null, dermed kan vi sette uttrykke slik:

$$\sum F_x = F_1 = \frac{\sin(26.57)}{\sin(24.28)} F_2$$

$$\sum F_y = 1960 - (\cos 26.57 * F_2) - \cos 24.28 * \frac{\sin(26.57)}{\sin(24.28)} F_2$$

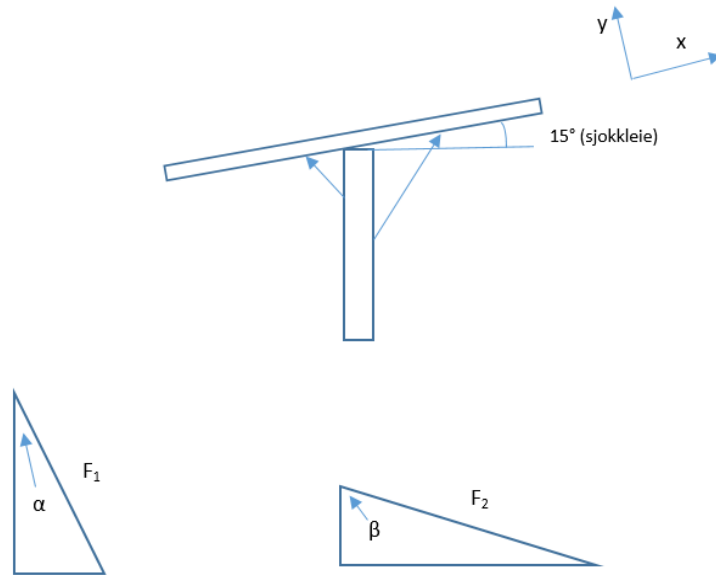
$$F_{2xy} = 1039.78 \text{ N}$$

$$F_{1xy} = 1130.24 \text{ N}$$

Ser at kraften F_{1xy} er større enn F_{2xy} . Det er et godt tegn som sier at lineære aktuator ikke holder på den største vekten.

Case 2

Her er benken i sjokkleie stilling. Skal se på hvordan kreftene virker i denne stillingen.



Figur 117: Viser sjokkleie stilling

Alle standard målene gjelder unntatt vinklene. Disse er:

$$\alpha = 9.28^\circ (24.28^\circ - 15^\circ)$$

$$\beta = 41.57^\circ (26.57^\circ + 15^\circ)$$

$$\sum F_y = -\cos(15) * 1960 + \cos(9.28) * F_1 + \cos(41.57) * F_2$$

$$\sum F_x = -\sin(15) * 1960 - \sin(9.28) * F_1 + \sin(41.57) * F_2$$

$$\sum F_x = F_1 = \frac{\sin(41.57) * F_2 - \sin(15) * 1960}{\sin(9.28)}$$

$$\sum F_y = -\cos(15) * 1960 + \cos(9.28) * \frac{\sin(41.57) * F_2 - \sin(15) * 1960}{\sin(9.28)} + \cos(41.57) * F_2$$

$$F_{2xy} = 252.8 \text{ N}$$

$$F_{1xy} = -2105.57 \text{ N}$$

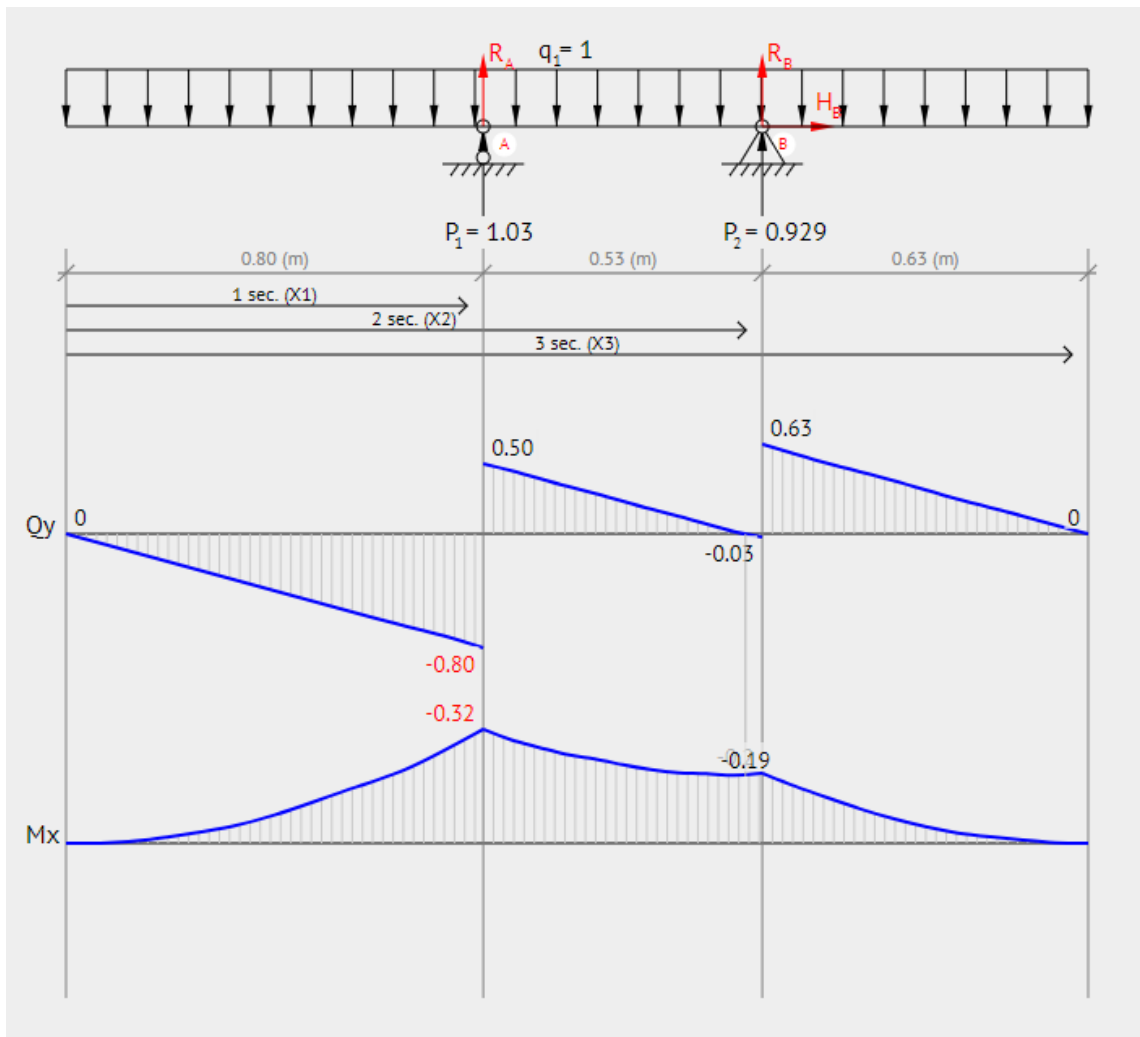
Nå er lineære aktuatoren er sitt strukket tilstand. Vi ser at kraften den trenger for å få benken i sjokkleie ikke er så stor.

Opplagerkreftene til Case 1 og case 2

Case 1

$$F_{1y} = F_{1xy} * \cos(24.28) = 1130.24 * \cos(24.28) = 1030.26 \text{ N}$$

$$F_{2y} = F_{2xy} * \cos(26.57) = 1039.78 * \cos(26.57) = 929.96 \text{ N}$$

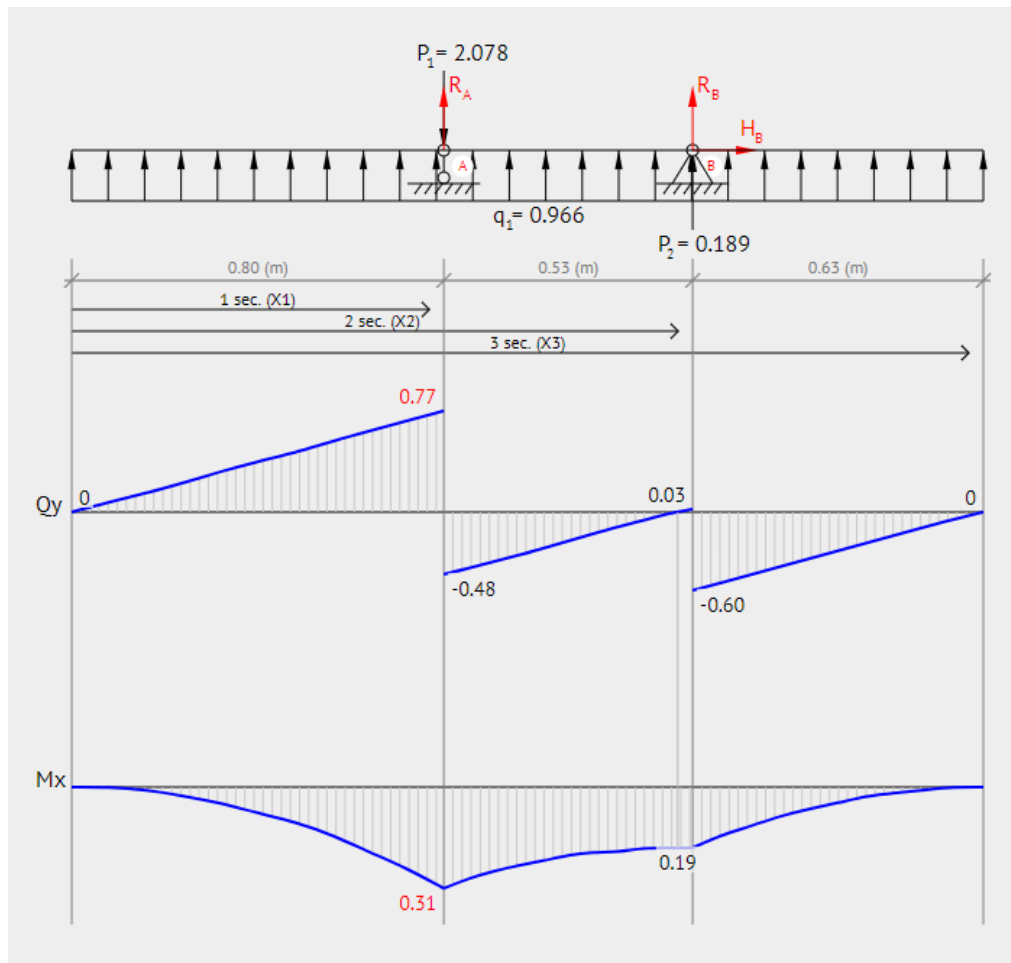


Figur 118: Viser moment- og skjærkraftdiagram fra nettsiden beamguru

Case 2

$$F_{1y} = F_{1xy} * \cos(9.28) = -2105.57 * \cos(9.28) = -2078 \text{ N}$$

$$F_{2y} = F_{2xy} * \cos(41.57) = 252.8 * \cos(41.57) = 189.13 \text{ N}$$



Figur 119: Viser moment- og skjærkraftdiagram fra nettsiden beamguru

Gjennom nettsiden beamguru har man laget moment- og skjærkraftdiagram. Vi velger å gå videre med case 1 som skal bli brukt for å fullføre resterende beregningene.

Bolteforbindelser:

Vi gjør en tidlig antagelse på boltklasse og grunnmateriale. Dette blir vist i tabellen under. Verdiene har blitt hentet fra tmp301 hefte gitt av Geir.

Tabell 54: Boltklasse 10.9

Boltklasse 10.9	Verdi
Flytegrense(R_p)	900 N/mm ²
Strekkfasthet(R_m)	1040 N/mm ²
Sikkerhetsfaktor(n_b)	2.5
Tillatt spenning ($\sigma_{till} = \frac{R_p}{n_b}$)	360 N/mm ²

Tabell 55: Egenskaper for stål

Egenskaper for Stål	Verdi
Flytegrense(R_p)	235 N/mm ₂
R_m	340 N/mm ₂
Sikkerhetsfaktor(n_b)	2.5
Tillatt spenning ($\sigma_{till} = \frac{R_p}{n_b}$)	94 N/mm ₂

Tabell 56: Formler som skal bli brukt med deres beskrivelse

Forbindelsene	Beskrivelse
Avskjæring i bolte forbindelse: $\tau = 0.6 * \sigma_{till} = \frac{F}{\frac{\pi * d_h^2 * n}{4}}$ 12.3	τ = Skjærspenning σ_{till} = tillatt spenning F = Strekk kraft på flaten n = antall snittflater d_h = Hulldiameter
Hullkantrykk i bolte forbindelse: $\rho_h = \sigma_{till} = \frac{F}{t * d_h}$ 12.4	ρ_h = hullkantrykk σ_{till} = tillatt spenning F = Strekk kraft på flaten t = tykkelse d_h = Hulldiameter
Brudd i nettotverrsnittet i grunnmaterialet: $\sigma_{netto} = \sigma_{till} = \frac{F}{t * (b - d_h)}$ 12.5	σ_{netto} = Spenning netto tverrsnitt σ_{till} = tillatt spenning F = Strekk kraft på flaten t = tykkelse b = bredde d_h = Hulldiameter
Utrivning i grunnmaterialet: $\tau = 0.7 * \sigma_{till} = \frac{F}{2 * l_{eff} * t}$ 21.6	τ = Skjærspenning σ_{till} = tillatt spenning F = Strekk kraft på flaten t = tykkelse l_{eff} = effektiv lengde

For å kunne utføre beregningene må vi først vite hva strekk kraften F er. Vi ble enig om at case 1 går videre. Dermed gjelder følgende krefter:

$$F_{2y} = 929.96 \text{ N}$$

$$F_{1y} = 1030.26 \text{ N}$$

Strekk kraften som vil virke på bolten blir.

$$F_{bolt} = 1030.26 + 929.96 = \mathbf{11230.22 \text{ N}}$$

Tabell 57: Svar til formlene

Tilfelle	Verdi
Avskjæring i bolte forbindelsene	$d_h = 5.14 \text{ mm}$
Hullkantrykk(B):	$t = 6.0 \text{ mm}$
Brudd i nettotverrsnittet(G)	$b = 25.05 \text{ mm}$
Utrivning(G):	$l_{eff} = 14.2 \text{ mm}$

11.5 Materialvalg

Å velge ut riktig materiale kan være innviklende og vanskelig. Noen ganger kan det virke umulig å finne beste materiale og det kan bli veldig kostbar å velge feil materiale. Lite gjennomtenkt materialvalg kan føre til:

- Store tilvirkningskostnader
- Lite produkttid
- Produksjonstap
- Store vedlikeholdskostnader
- Materialbrudd
- Korrosjon

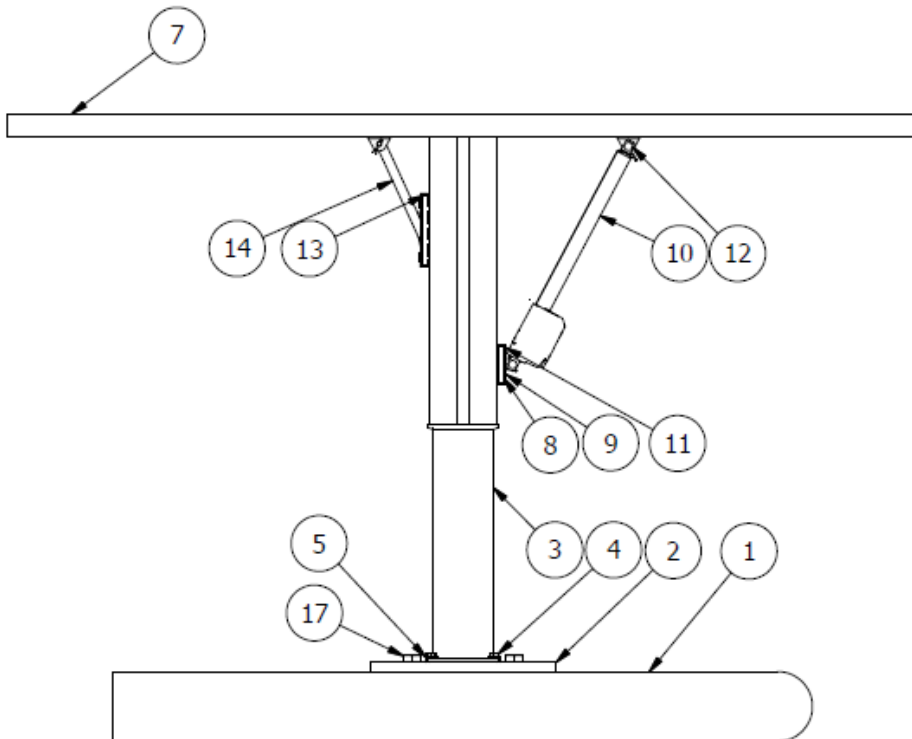
Det er ikke materialene som gjør feil, men ingeniørene/designerne. Dermed er det viktig å velge ut riktig materialet. Materiale må være sterk nok og samtidig lett. Samme materialet skal brukes gjennom hele understellet. Med dette menes alle delene som skal inn til Follo futura og bearbeides. Disse tas ikke med i betraktning når vi velger materiale.

Materiale må ha stor bruddfasthet og høy flytegrense. E-modul må være stor nok til vi ikke får så mye nedbøyning. Jeg tok kontakt med Follo futura for å få informasjon om deres leverandører. De henter deres råvarer fra norskstål. Som nevnt tidligere i rapporten bruker Follo futura kun stål i deres produksjon. Da er det ingen vits i å velge ut forskjellige materialer og sammenligne disse med hverandre gjennom seleksjonsmatrise. Etter disse forutsetningene ble stål S355 JR valgt gjennom å se på katalogen til Norsk stål. Materialeegenskaper, overflatebehandling, styrke og vedlikehold blir videre diskutert i delkapittelet 14.1

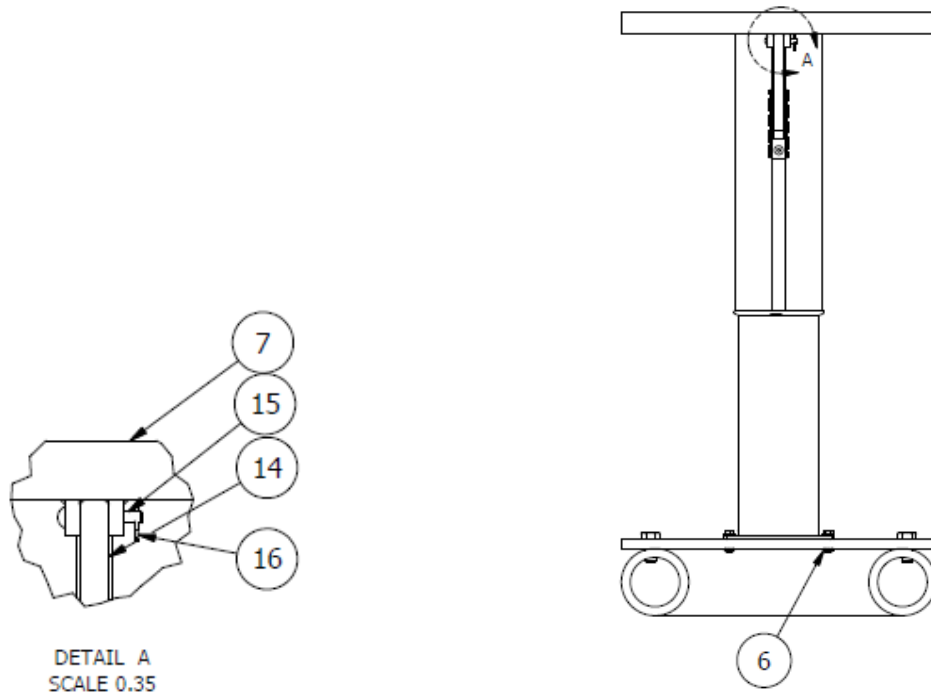
12 PRODUKTARKITEKTUR OG KONSEPTDESIGN

Her skal det vises rendringer av hele benken gjennom Solid Works. Figur 122 viser til hele benken med deler som er designet. Resultatet av behandlingsbenken blir vist i delkapittelet 13.1, 13.2 og 13.3. Videre skal man se på FEA-analyse og modulariseringen av benken.

12.3 Sammenstillingen



Figur 120: Nummerert hver komponent



Figur 121: Nummererte koblinger mellom braketten og sengerammen

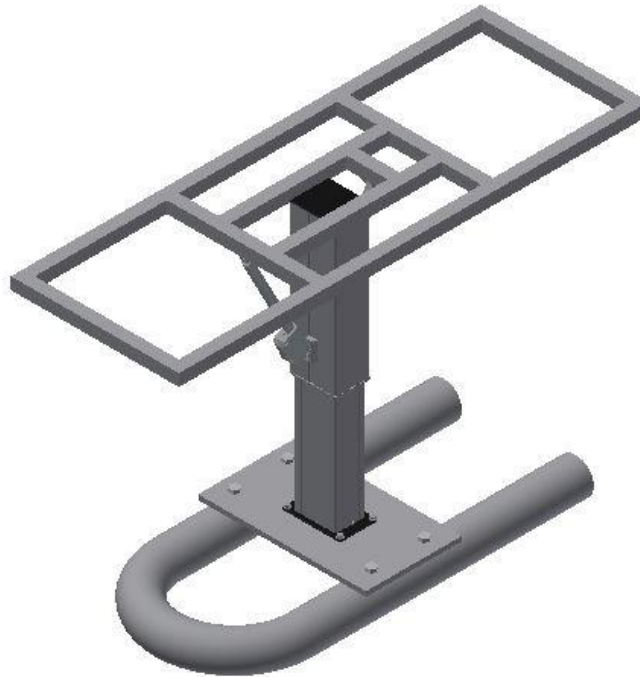
Tabell 58: Viser til alle delene i benken

PARTS LIST		
ITEM	PART NAME	QTY
1	Bunnrammen	1
2	Stålplate	1
3	DL2 Løftekolonne	1
4	Heksebolt ANSI B18.2.3.5M - M12 x 1.75 x 40	4
5	Plain Washer ANSI B18.22M - 12 N	4
6	Mutter ANSI B18.2.4.5M - M12 x 1.75	4
7	Rammen til sengen	1
8	Monteringsbrakett	1
9	"Hex Socket Countersunk" skruer ASME_ANSI B18.3.5M - M10x20(1)	4
10	LA23 Lineær aktuator	1
11	Monteringsbrakett 2	1
12	Tapp	2
13	Monteringsbrakett 5	1
14	Monteringsbrakett4	1
15	Tapp 2	1
16	Tapp ANSI B18.8.1 - 1_8 x 1 Extended Prong Square Cut Type	3
17	Heksebolt ISO 4017 - M24 x 50	4

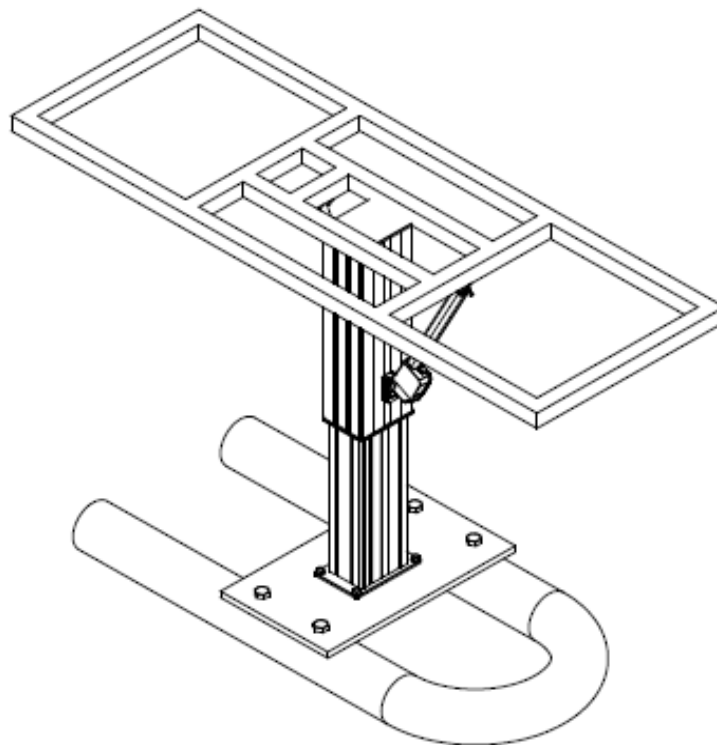
Tabell 58 viser alle delene som er med i behandlingsbenken. Nummereringene blir vist gjennom figuren 120. Antallet som trengs av hver del er også vist i tabellen ovenfor. Boltene som ble brukt er for eksempel standard ANSI (American National Standards Institute) B18.2.3.5. Andre standard som ble brukt var fra ISO (International Organization for Standardization) 4017.

12.4 Design av hovedelementer

Figuren 122 viser hele behandlingsbenken fremstilt i Solid Works.



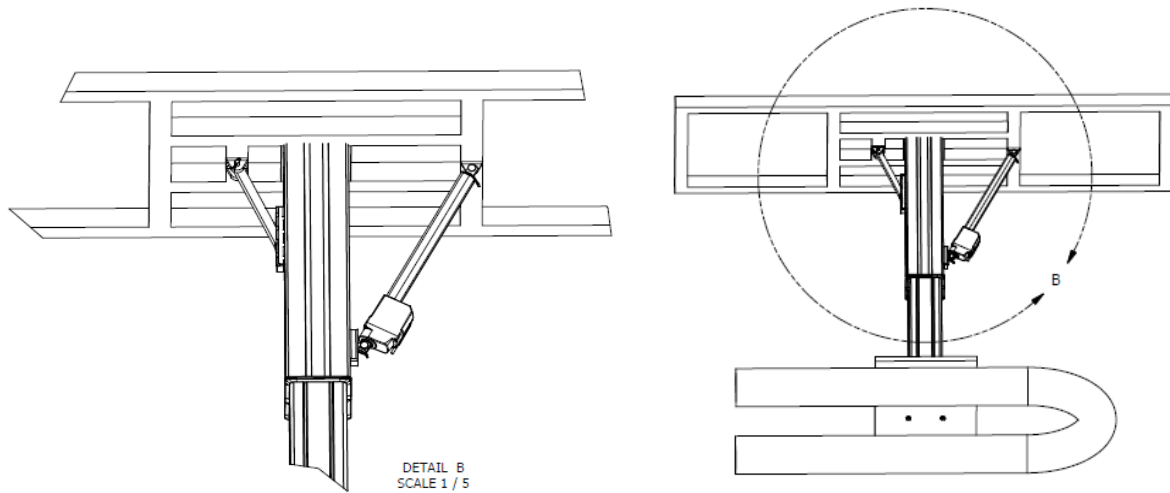
Figur 122: Behandlingsbenken



Figur 123: Behandlingsbenken

12.5 Design av innkjøpte komponenter

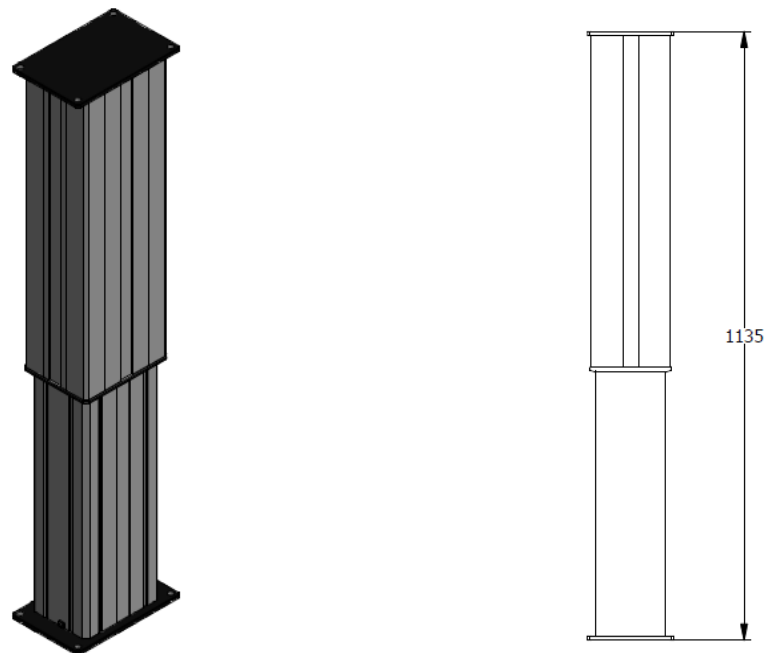
De innkjøpte komponentene er løftekolonnen, lineære aktuatoren og de standard bolteforbindelsene som ble brukt. Figuren under viser denne forbindelsen koblet sammen.



Figur 124: Behandlingsbenken med fokuspunktet på tiltrering og løftemekanismen

13.3.1 DL2 løftekolonne

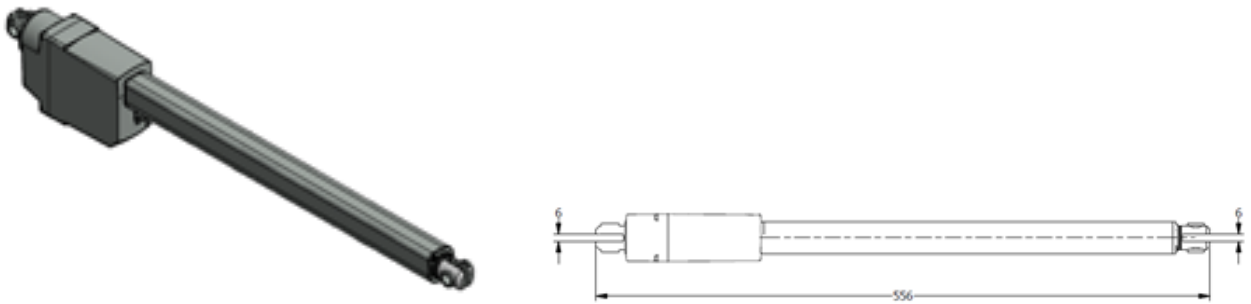
DL2 løftekolonne er merke fra Linak. Figuren 125 viser løftekolonnen i strukket tilstand.



Figur 125: DL2 løftekolonne

13.2.1 LA23 lineær aktuator

LA23 aktuatoren er merke fra Linak. Figur 126 viser aktuator i lukket tilstand.

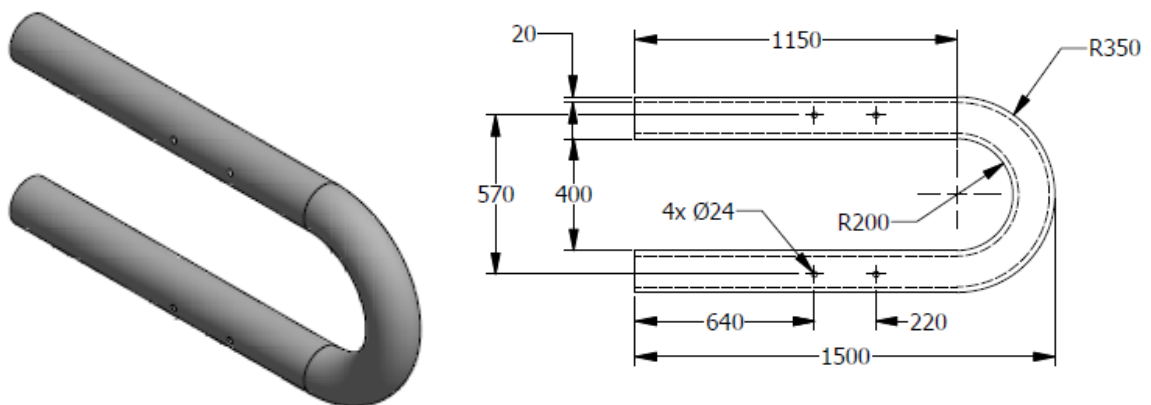


Figur 126: LA23 lineær aktuator

13.3 Design av komponenter

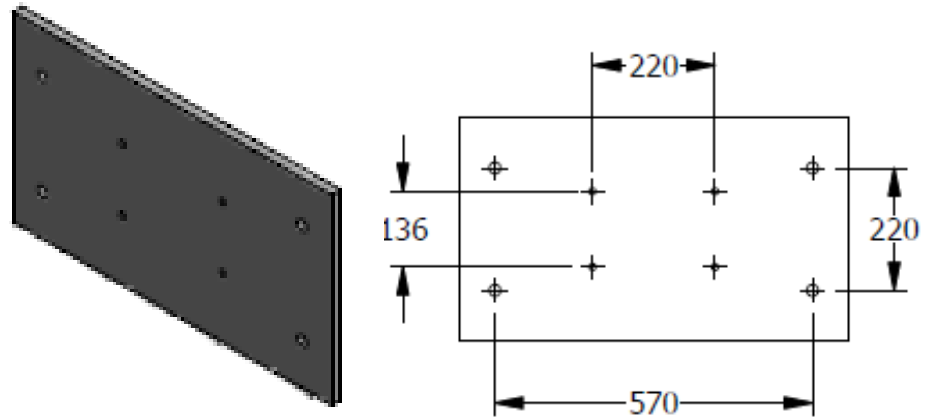
Her viser vi komponenter som skal lages gjennom produksjonsprosessen til Follo futura. Disse er vist med dimensjoneringsbilde. Ordentlige og helhetlige dimensjoner har blitt lagt som vedlegg.

13.3.1 Bunnrammen



Figur 127: Bunnrammen

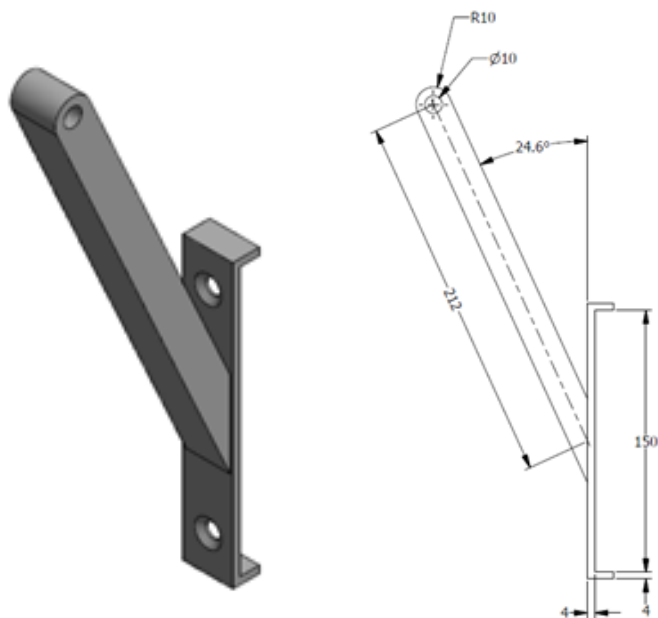
13.3.2 Stålplate



Figur 128: Stålplate

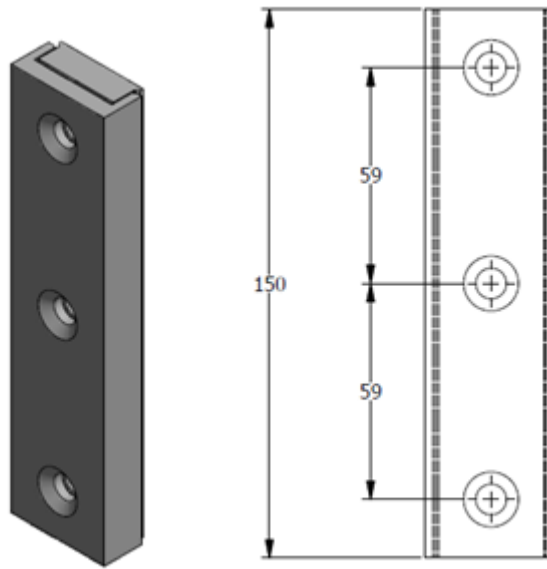
13.3.3 Monteringsbrakettene

a) Monteringsbrakett 1



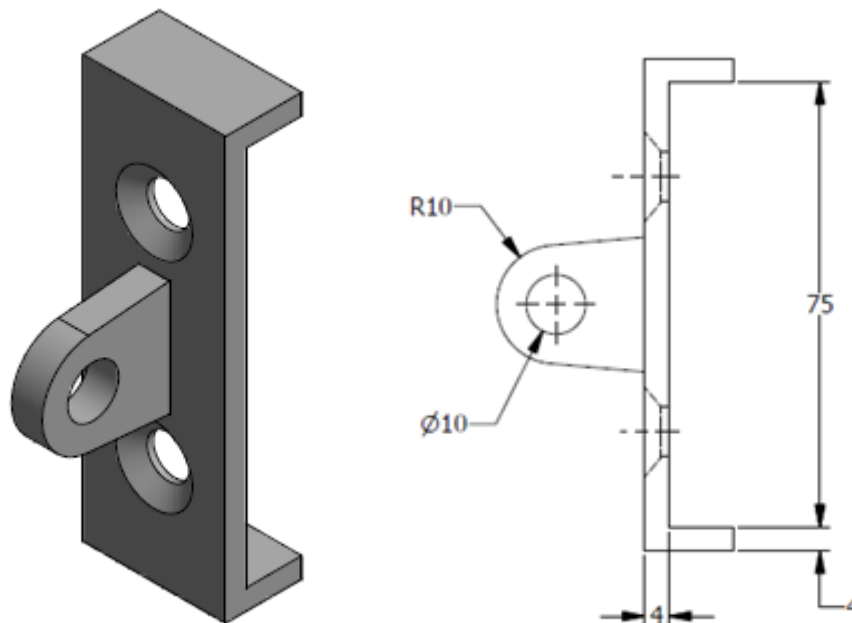
Figur 129: Monteringsbrakett

b) Monteringsbrakett 2



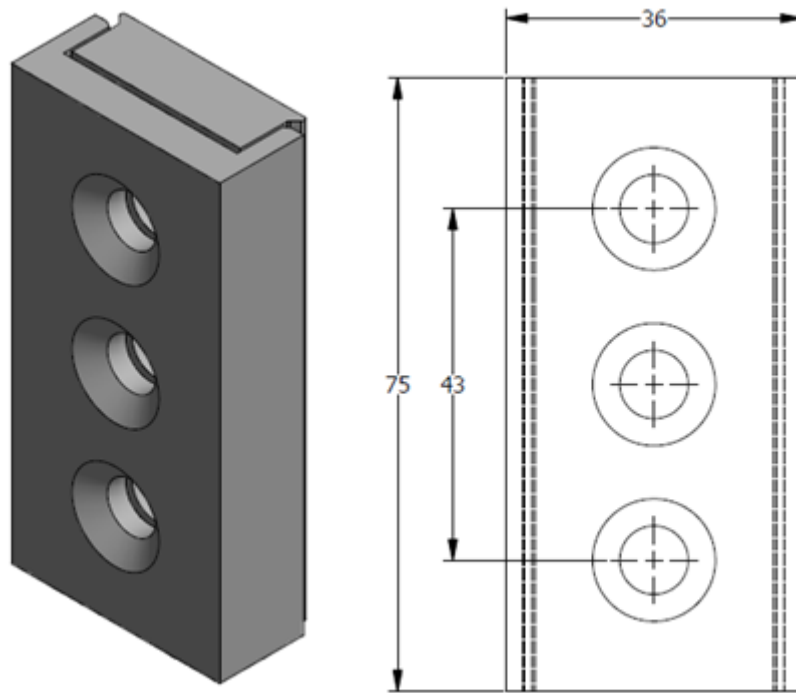
Figur 130: Monteringsbrakett

c) Monteringsbrakett 3



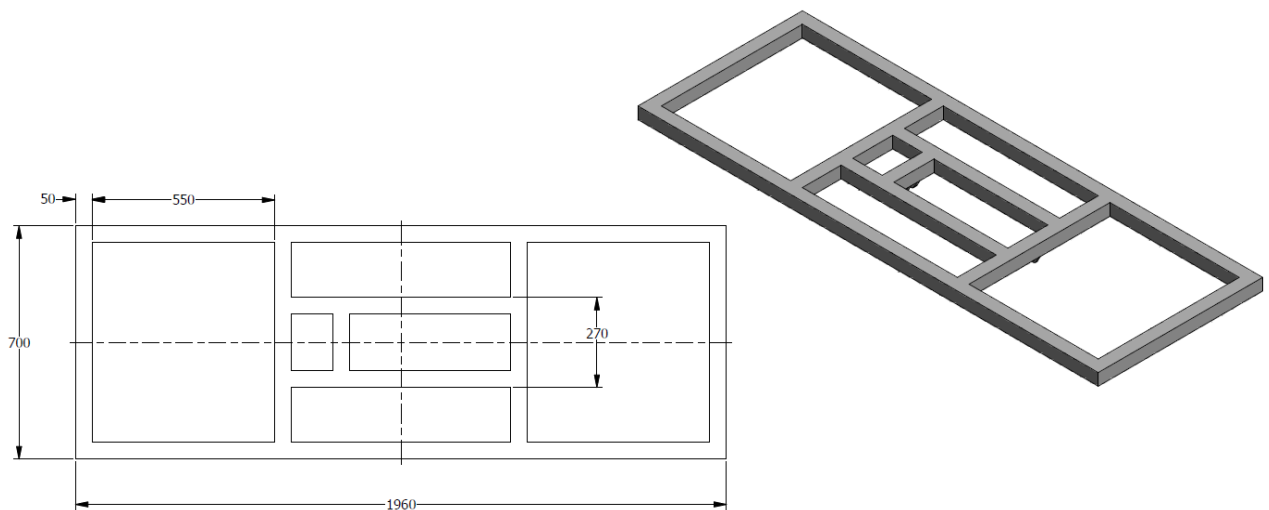
Figur 131: Monteringsbrakett

d) Monteringsbrakett 4



Figur 132: Monteringsbrakett

13.3.1 Rammen



Figur 133: Sengerammen

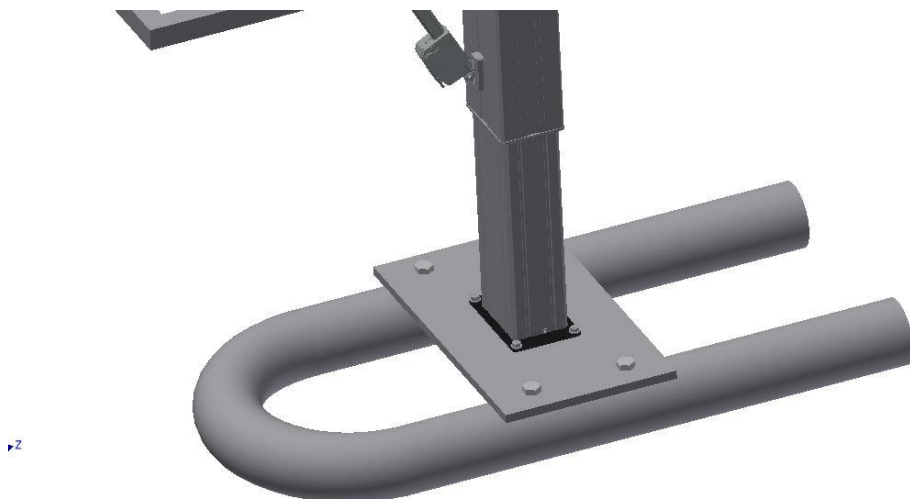
13.4 FEA analyse av behandlingsbenken

Bruker FEA metoder for å beregne forskyvninger og belastninger i benken pga driftsbelastninger som kraft, trykk, temperatur og kontakt mellom komponenter.

Under har vi vist til 3 områder belastningen er mest kritisk.



Figur 134: Viser til festepunktet mellom løftekolonnen og sengerammen



Figur 135: Viser festningen mellom løftekolonnen, stålplate og bunrammen



Figur 136: Viser festpunkt mellom lineære aktuatoren og løftekolonnen

For å kunne utføre simulering, måtte man ta noen antagelser. Antagelsene som ble gjort før simuleringen:

- Materiale for aktuator setter vi som S355JR og ikke det den egentlig er.
- Bunnrammen vil ikke bli vurdert siden den vertikale kolonnen anses å være veldig stiv og ikke ha noe svikt.
- Alle justeringene er i låst tilstand under simuleringen. Grunnen var for å fange «worst case scenario».

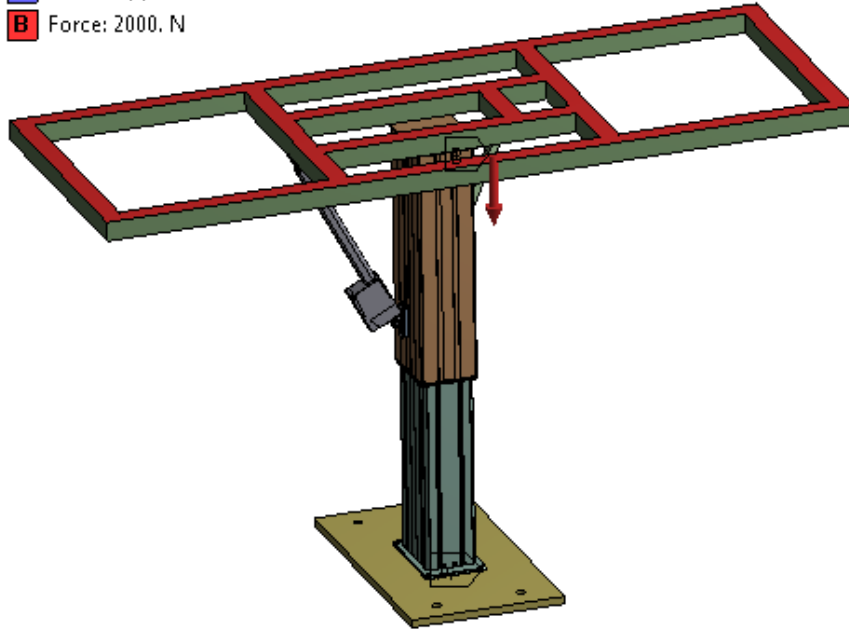
Videre har vi satt last- og betingelser som er:

- En jevnt fordelt last på 2000N påføres på den øverste overflaten av seng-rammen som vist i figur137.
- Undersiden av stålplaten er begrenset i alle grad av frihet som vist i figur138.

C: Static Structural

Static Structural
Time: 1. s
12/6/2017 11:28 PM

- A** Fixed Support
- B** Force: 2000. N

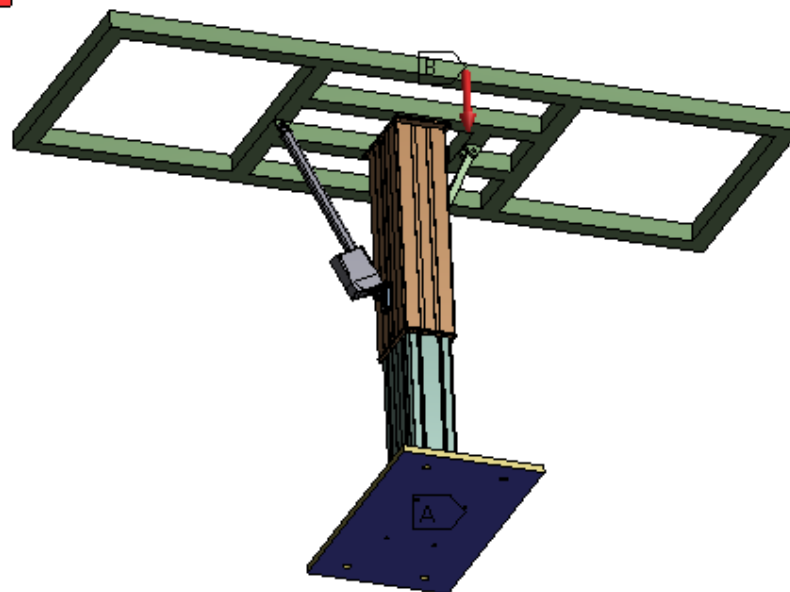


Figur 137: Viser fordelt last på 2000N

C: Static Structural

Static Structural
Time: 1. s
12/6/2017 11:28 PM

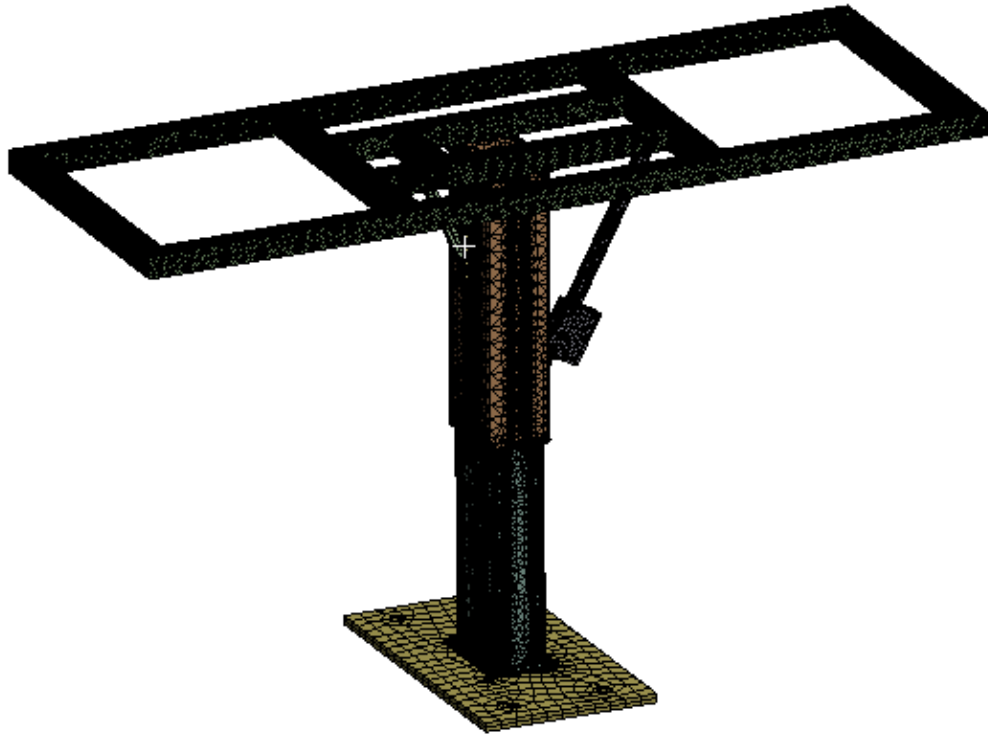
- A** Fixed Support
- B** Force: 2000. N



Figur 138: Viser «fixed support» på undersiden

Mesh data

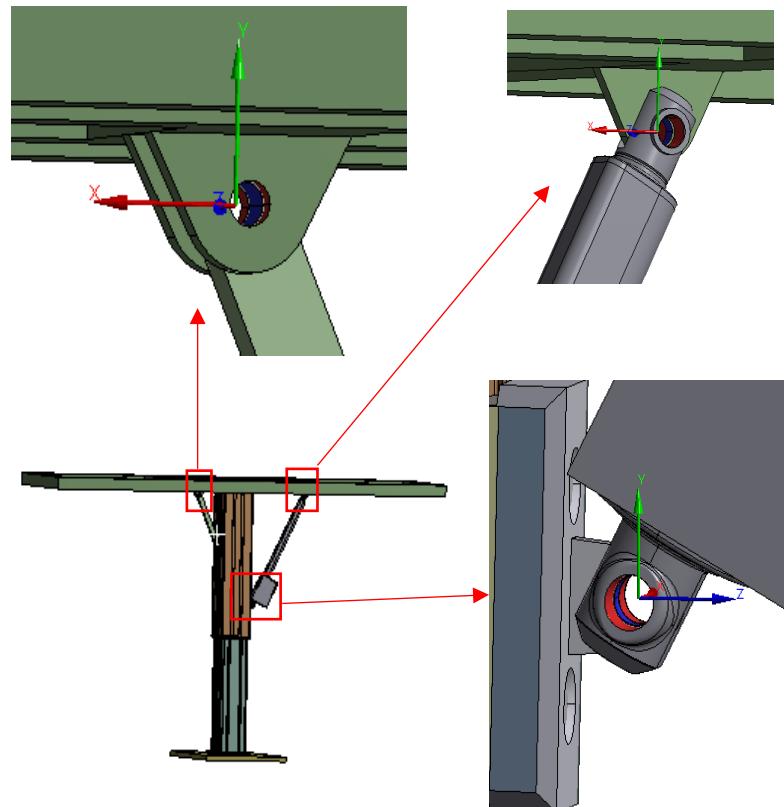
Meshing ble gjort som vist i figuren under. Man kan gjøre meshing finere ved å endre på noder og elementer, men følte ikke behovet for det.



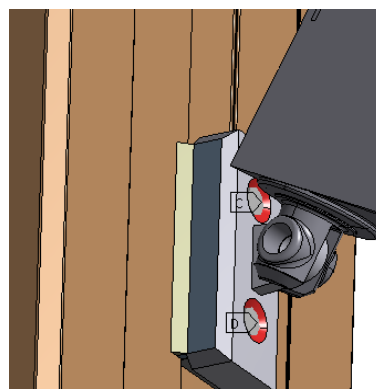
Figur 139: Viser hvordan meshingen er fordelt

Det er viktig å vite om tilkoblingen mellom de viktigste delene. Tilkoblingsinformasjonen er følgende:

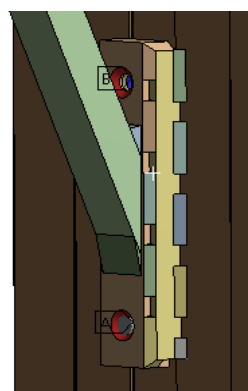
- Sveisene fanges ved hjelp av bundet kontakter
- Hengslene fanges ved hjelp av leddelementer. Dette er vist i figur 140
- Boltene er modellert med strålelementer. Dette er vist i figur 141 og 142



Figur 140: Viser tilkoblingen ved hjelp av leddeligheter



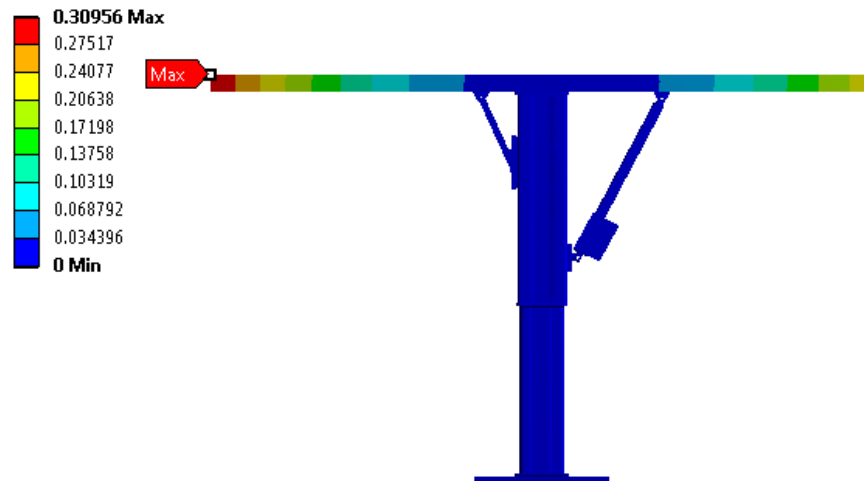
Figur 141: Viser hvordan boltene er modellert



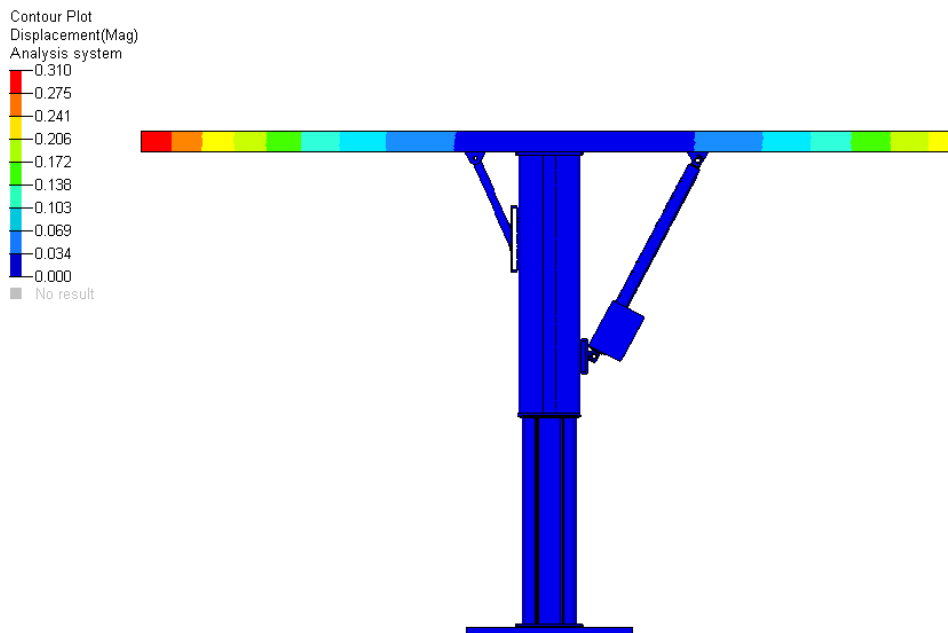
Figur 142: Viser til hvordan boltene er modellert

Forskyvning(mm)

C: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
12/6/2017 11:36 PM



Figur 143: Viser total deformasjon

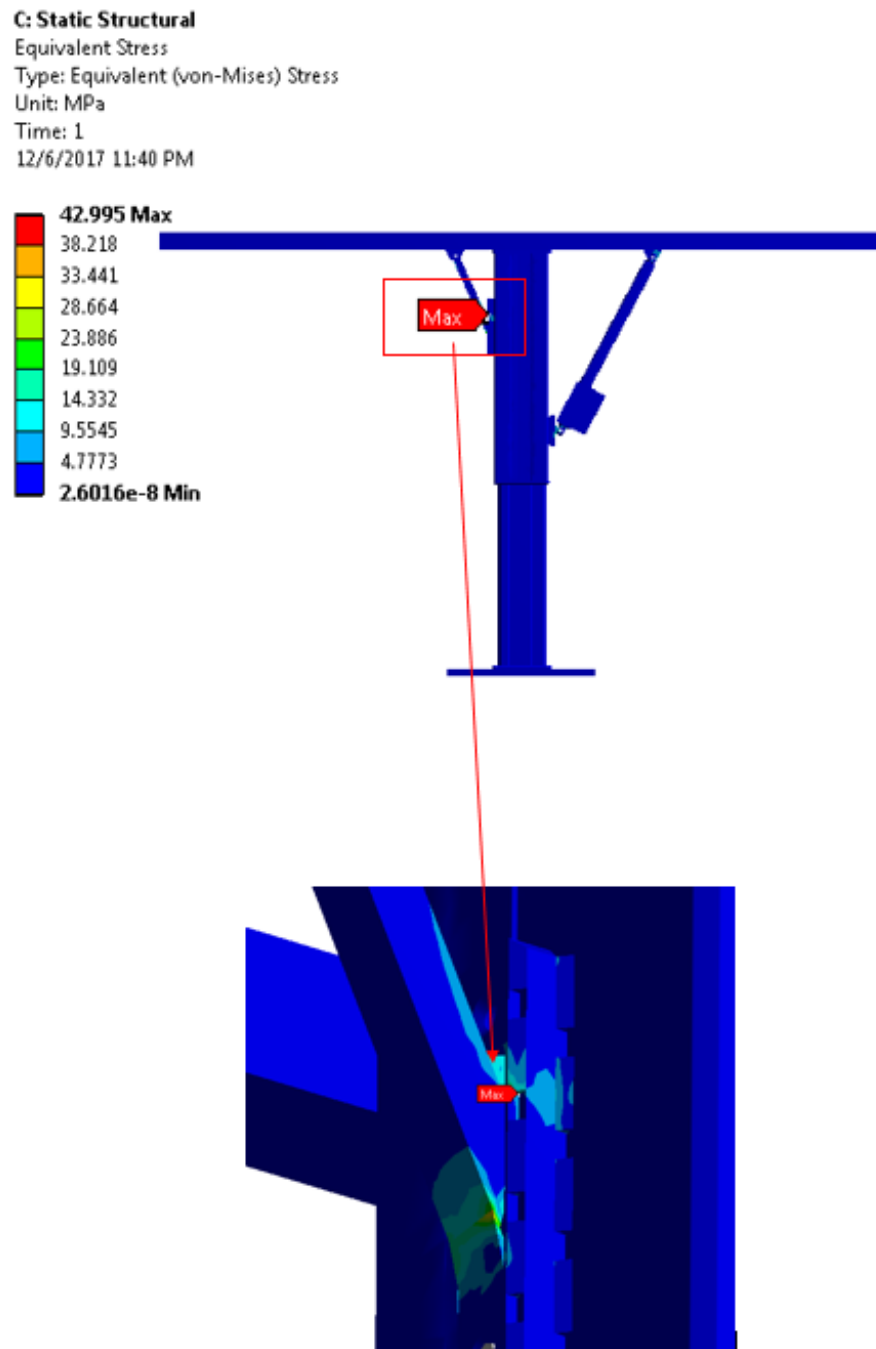


Figur 144: Viser forskyvningsanalysen

Resultat

Behandlingsbenken er i stand til å bære den påførte belastningen som er på 2000N. Den observerte forskyvningen ble på 0.30956mm, noe som er svært lavt for en stål komponent. Dette viser bare til at bøyningen ikke er så stor som forventet. Det ble observert at bøyemomentet på den faste lenken er høyere siden maksverdien ble målt i denne enden.

Von mises(MPa)

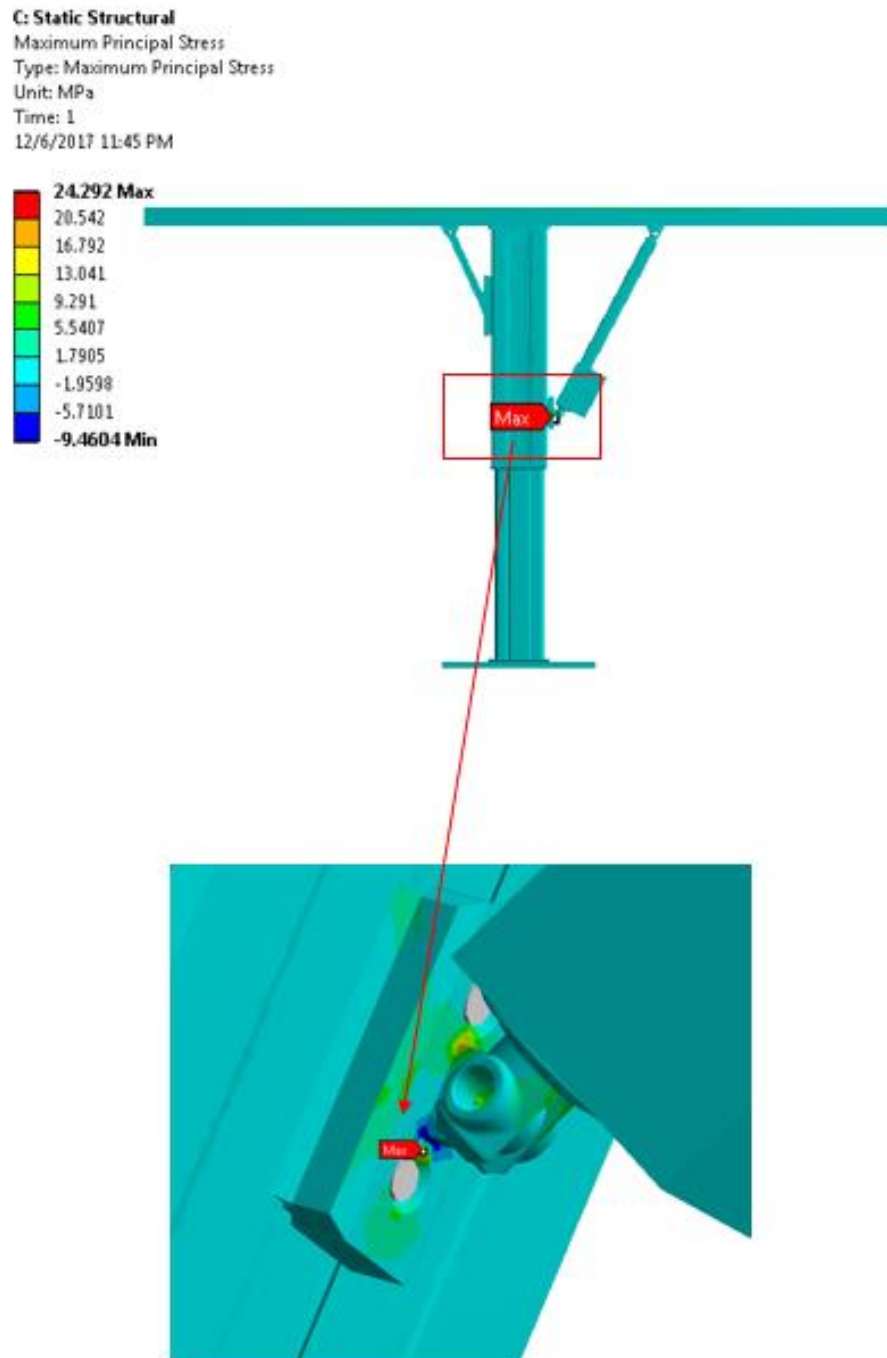


Figur 145: Viser til Von-mises spenning

Resultat

Målte spenningsverdien er 42.995 MPa, som er svært lav sammenlignet med stålmaterialets «yield limit» som ligger på 215 MPa. Dermed kan man konkludere med å si at behandlingsbenken vil tåle den påførte belastningen på 2000N.

Maksimal hovedspenning (MPa)



Figur 146: Viser til maksimal hovedspenning

Resultater

Spenningen som er observer er 24.292(MPa), som er svært lav sammenlignet med avkastningsgrensen for stålmateriale som er på 215 MPa. Dermed kan man konkludere med å si at behandlingsbenken vil tåle den påførte belastningen på 2000N.

13.5 Logo og benkens innpakkingsmetoder

Dette underkapittelet vil ta for seg logo til den ny-utviklede benken og deres innpakkingsmetoder.

13.5.1 Logo

Figuren under viser logoen som ble laget for den ny-utviklede behandlingsbenken. Etter en lang vurdering ble det valgt å kalle den nye behandlingsbenken for Follo Corpus Masolett X.

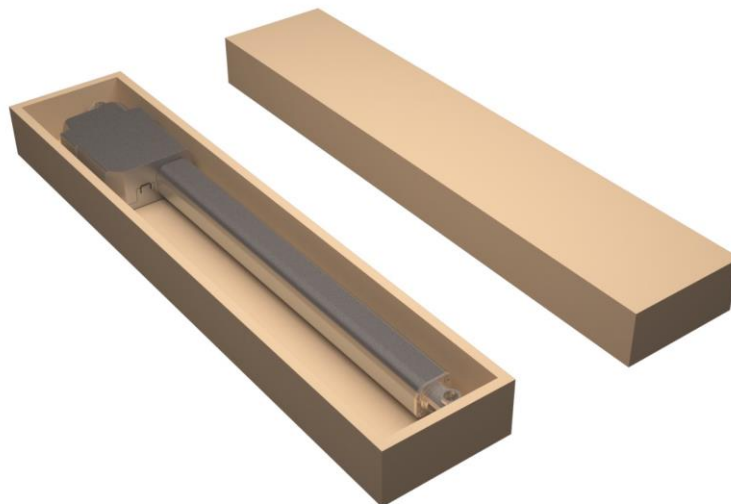
Follo Corpus
Masolett X

Figur 147: Nye logoen til behandlingsbenken

Logoen representerer bedriften Follo futura og det de står for. X representerer den nye versjonen av den gamle behandlingsbenken. Dermed følte det behov for å endre deres logo for å få et moderne og eksentrisk uttrykk.

13.5.2 Innpakkingsmetoder

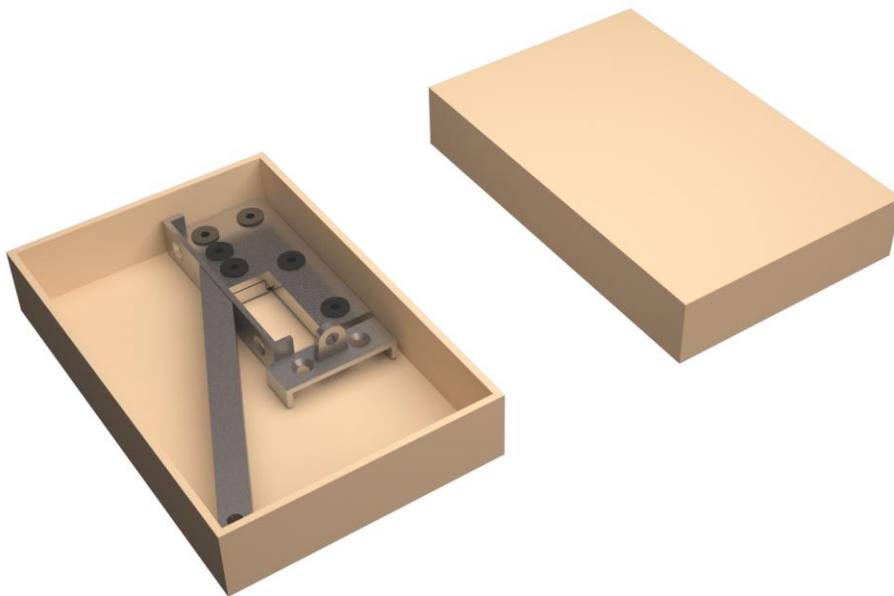
Innpakningen av et så stor produkt krevde litt tid. Tilslutt delte man innpakningene inn i 5 deler. Disse 5 innpakningene er vist under.



Figur 148: Viser innpakningen av lineære aktuatoren



Figur 149: Viser innpakningen av bolter og tapper



Figur 150: Viser innpakningen av monteringsbrakettene



Figur 151: Viser innpakningen av bunnrammen, stålplaten og sengerammen



Figur 152: Viser innpakningen av løftekolonnen

14 ROBUSTHET, VEDLIKEHOLD OG RESIRKULERING

Dette kapittelet omhandler om materialegenskaper til det valgte materiale og deres vedlikehold og overflatebehandling. Vi ser også på relevante miljøkrav og resirkulering.

14.1 Materialegenskaper, overflatebehandling og vedlikehold

Materialegenskaper

Vi sier som oftest om det er et godt eller dårlig materiale, men hva mener vi med det? Med dette spør vi om det aktuelle materiale har de egenskapene som passer til formålet vårt. Det finnes mange forskjellige egenskaper. De viktigste egenskapene blant disse er:

- Strekkfasthet
- Bøyefasthet
- Slagfasthet
- Trykkfasthet
- Forlengelse
- Elastisitetsmodul
- Hardhet

Metaller er gode ledere av varme og elektrisitet. Grunnen er at metallene holdes sammen av sterke krefter. Man legerer ulike grunnstoffer for å få frem metaller med ulike egenskaper og struktur. Disse kan ha betydelig høy styrke og mekaniske egenskaper enn enkelt metallene. Ved å prate om egenskapene til et material menes det å prate om de mekaniske egenskapene som fasthet og flytegrense, materialer som er lett å forholde seg til, kan enkelt bli brukt til dimensjonering og konstruksjon. De fleste materialer har en god del erfaringsdata. Mekaniske egenskaper kan tallfestet eller vises grafisk. (Materiallære 2017)

Stål kan inndeles mellom 4 hovedgrupper:

- Ulegerte konstruksjonsstål
- Legerte stål
- Høylegerte stål
- Rustfrie stål

Vi har valgt S355JR som er ulegert konstruksjonsstål. Diss inneholder maks 0.25% C og 1.5% Mn. De blir mest brukt til jernbanevogner, broer, karosseriplater osv.

Vi skal se på materialets tetthet, flytegrense, hardhet, slagseighet og strekkfasthet til stål S355JR.

Vi har 3 ulike krav til slagsseigheten:

JR: At slagseigheten skal minst være 27 J ved $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

J0: At slagseigheten skal minst være 27 J ved $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

J2: At slagseigheten skal minst være 27 J ved $t = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Vi gikk for NS-EN S355JR. NS-EN er standarder som er utviklet i Europa og deretter fastsatt som Norsk standard.

Tabell 59: Egenskaper til stål S355JR

Egenskap	Verdi	Enhet
E-modul	189	GPa
Flytegrense	355	MPa
Strekkfasthet	490-630	MPa
Tetthet	(7.6-8.1)e3	Kg/m ³
Utmatningsfasthet	175-753	MPa
Slagseighet	27	J ved 20 °C

Overflatebehandling og vedlikehold

For at man ikke skal få korrosjon må stålet behandles. Dette kan gjøres på mange måter. Vi skal se på kald- og varmgalvanisering. Varmgalvanisering er mest ønskelig ettersom den gir god beskyttelse. Det er en metode der man dypper materialet i smeltet sink gjennom forsinking. Forsinker man jern, får man en god beskyttelse mot rust. Slik kan behandlingsbenken bli likt mest mulig.

15 PROTOTYPEFRAMSTILLING OG ØKONOMI

15.1 Valgte produksjonsmetoder


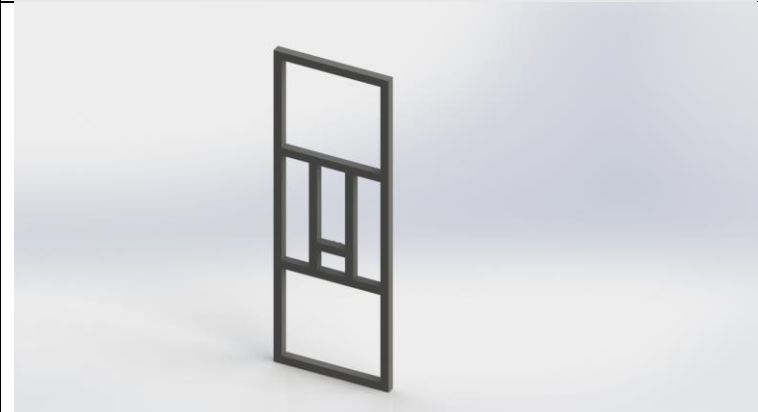
Her tar vi for oss produksjonsmetoder for behandlingsbenken, ved prototyping og avslutningsvis en revisjon av valget under serieproduksjon.


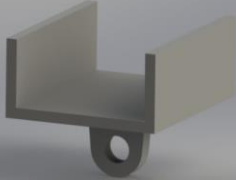


15.1.1 Prototype

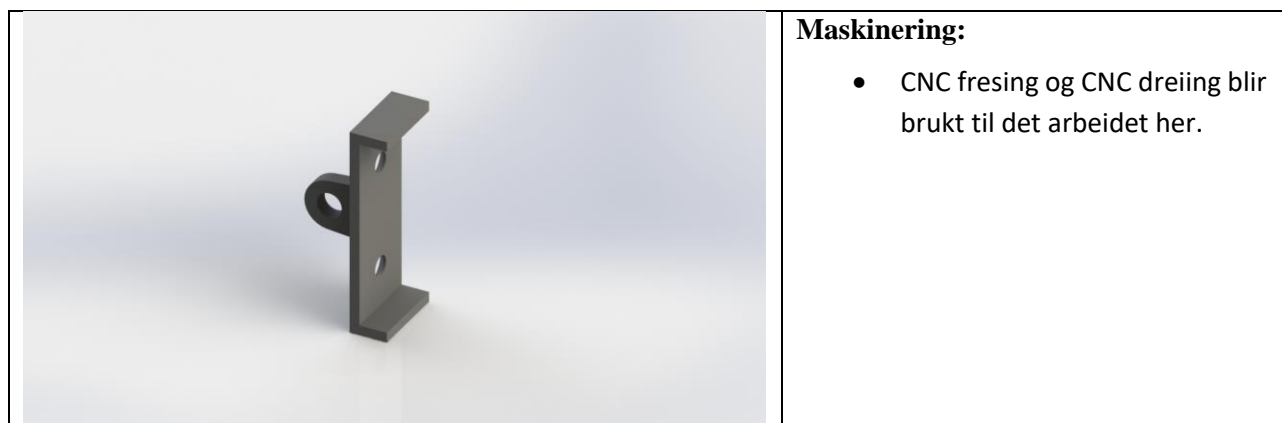
Vi har tidligere gått gjennom produksjonsprosessen til Follo futura og disse har blitt tatt hensyn til valg av produksjonsprosess som bruker for de enkeltkomponentene.

Vi skal gå gjennom produksjonsmetoden til de selvdesignet komponentene.

Tabell 60: Viser til produksjonsprosessen til de produserte delene

Produserte deler	Produksjonsprosess
	<p>Sag blir brukt til å bearbeidet råmateriale til riktige mål.</p> <p>Rørbøyer blir brukt til å bøye bunnrammen til riktige mål.</p>
	<p>Sveiser sammen de forskjellige rektangulære delene.</p>

	<p>Platesaksen kan klippes i riktige størrelse og velegnet til metall som stål.</p>
	<p>Maskinering:</p> <ul style="list-style-type: none">• CNC fresing og CNC dreining blir brukt til det arbeidet her.
	<p>Maskinering:</p> <ul style="list-style-type: none">• CNC fresing og CNC dreining blir brukt til det arbeidet her.
	<p>Maskinering:</p> <ul style="list-style-type: none">• CNC fresing og CNC dreining blir brukt til det arbeidet her.• Det er to komponenter som blir bearbeidet hver for seg



15.1.2 Serieproduksjon

For serieproduksjon vil det kreves en re-design av noen komponenter som har forbedringspotensial. Follo futura driver med produksjon av benken selv og har derfor lite påvirkning under serieproduksjon. For serieproduksjon hadde man kanskje gått for andre produksjonsmetoder enn de som ble nevnt ovenfor. Produksjonsmetoden ovenfor har blitt valgt for prototype.

15.2 Kostnadskalkyler

Dette underkapittelet vil ta for seg et grovt kalkuleringsanslag for en prototype.

15.2.1 Prototype

Tabell 61: Prototype til behandlingsbenken

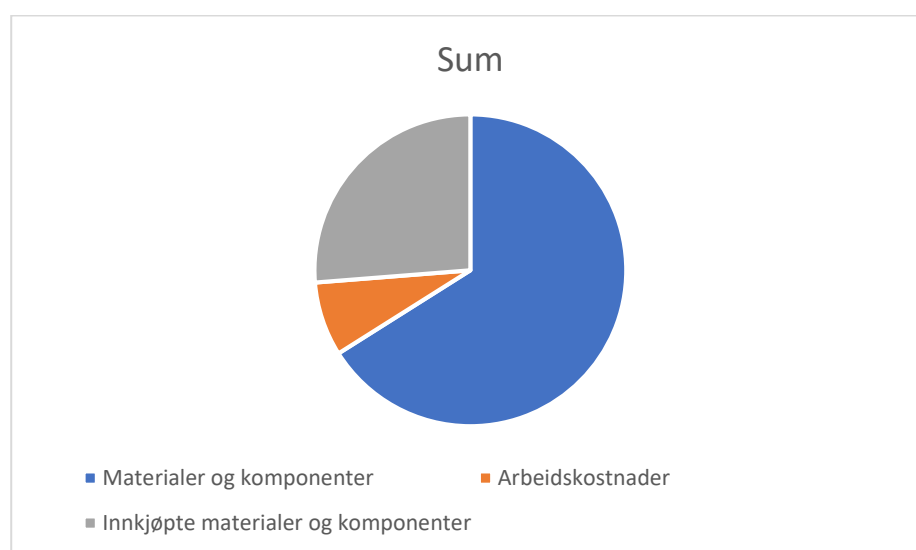
Konseptutvikling	Kvanta	Timer	Pris	Sum
Utredningsarbeid		400	550	220 000
Designutvikling		150	550	82 500
3-D framstilling		130	550	71 500
Prosjektrapport		130	550	71 500
konstruksjonstegninger		10	550	5 500
Delsum, konseptutvikling				379 500
Prototyping				
Materialer og komponenter	Kvanta	Timer	Pris	Sum
Bunnrammen	94,6 kg		50	4730
Stålplate	15,6kg		50	780
Rammen til sengen	25kg		50	1250
Monteringsbrakett	0,310kg		50	15,5
Monteringsbrakett 2	0,105kg		50	5,25
Monteringsbrakett 5	0,645kg		50	32,25
Monteringsbrakett 4	1,001kg		50	50
Delsum, materialer og komponenter				6863
Arbeidskostnader				
Arbeidskostnader	Kvanta	Timer	Pris	Sum

Produksjon		4	200	800
Delsum, arbeidskostnader				800
Innkjøpte materialer og komponenter	Kvanta	Timer	Pris	Sum
DL2 LøFtemekanisme	1		800	800
Heksebolt ANSI B18.2.3.5M - M12 X 1.75 X 40	4		90	360
Plain washer ANSI B18.22M - 12N	4		4	16
Mutter ANSI B18.2.4.5 - M12 X 1.75	4		96	384
Skruer ASME_ANSI B18.3.5M - M10X20	4		60	240
LA23 lineær aktuator	1		400	400
Tapp	2		24	48
Tapp 2	1		24	24
Tapp ANSI B18.8.1 - 1_8 X 1	3		24	72
Heksebolt ISO 4017 - M24 X 50	4		96	384
Delsum, innkjøpte materialer og komponenter				2728
Delsum, prototyping				10391
Total kostnad				389 891

Disse prisene har blitt estimert i samarbeid med Follo futura. På grunn av deres billig arbeidskraft gjennom samarbeid med NAV, har de billig arbeidskostnader. Kjøp av materialer er vist i små kvanta for kun prototypen. Pris for stål S355JR ligger omkring 50 kroner per/kg. For innkjøpte deler har det blitt tatt hensyn til at det kan være en stor variasjon i prisen.

Sektordiagrammet under viser fordelingen av de forskjellige postene i prosent. Ser at de største kostnadene ligger ved innkjøp av materialer og komponenter.

Tabell 62: Sektordiagram til fordelingen av kostnadene



15.2.2 Serieproduksjon

Som nevnt tidligere i underkapittel 15.1.2 vil engangskostnadene være høyere ved en større produksjon. I beregning av produksjon av 10 behandlingsbenker har vi valgt å bruke de samme produksjonsmetodene som er gjort for prototypen.

Konseptutviklingen blir sett som engangskostnad og løpende kostnader vil være prototypekostnaden ganget opp med antall produsering.

Tabell 63 Viser til kostnader for serieproduksjon

Kostnader	Kvanta	Pris	Sum
Engangskostnader	1	379 500	379 500
Løpende kostnader	10	10 391	103 910
Sum av seriekostnad			483 410
Kostnad per enhet			48 341

16 MARKEDSPRESENTASJON

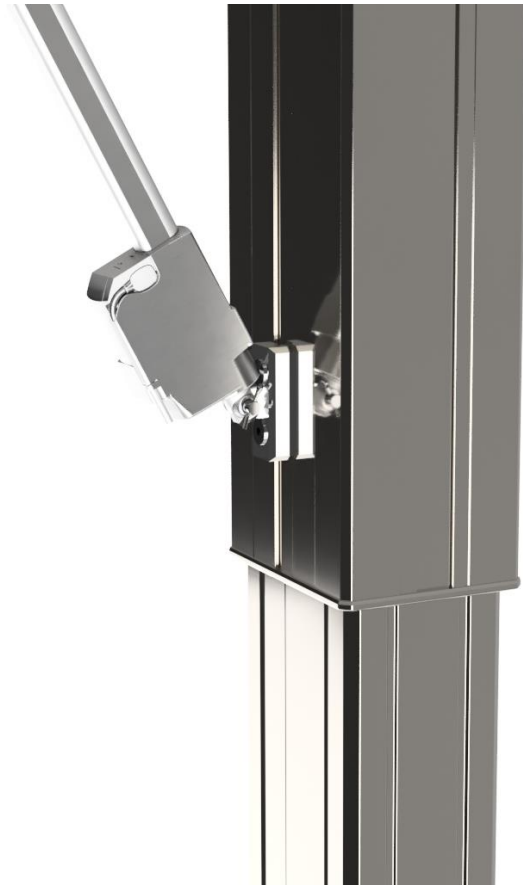
Vi tar for oss rendrerte framstillinger i dette kapitlet, og en grov tekniskbeskrivelse av montering for behandlingsbenk.

16.1 Rendrerte framstillinger

Her blir behandlingsbenken illustrert og tilslutt viser vi hvordan det vil fremstå i forskjellige miljøer.



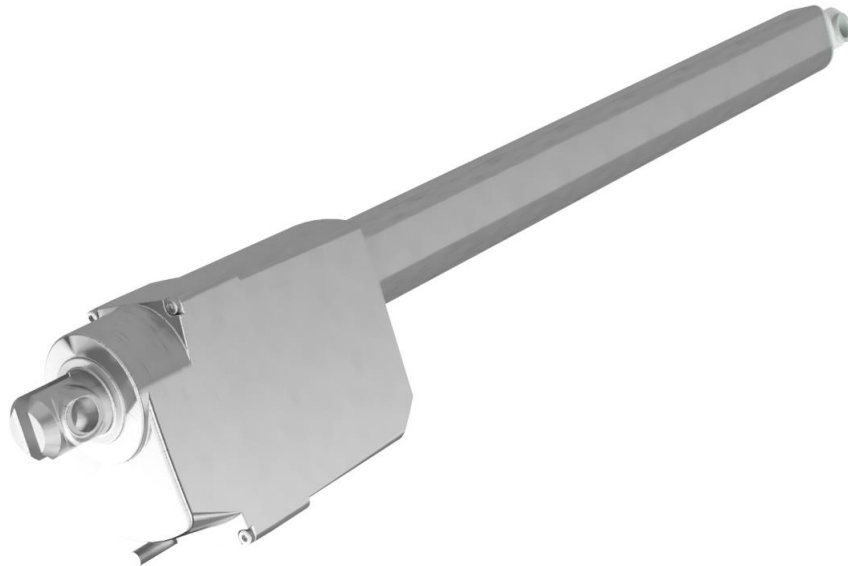
Figur 153: Rendrerte framstilling av hele behandlingsbenken



Figur 154: Renderte framstilling av løftemekanismen med lineære aktuator koblet til.



Figur 155: Renderte framstillingen av festemekanismen fra løftemekanismen til sengerammen



Figur 156: Rendrerte framstilling av lineære aktuatoren



Figur 157: Rendrerte framstilling av bunnrammen



Figur 158: Rendrerte framstilling av løftemekanismen

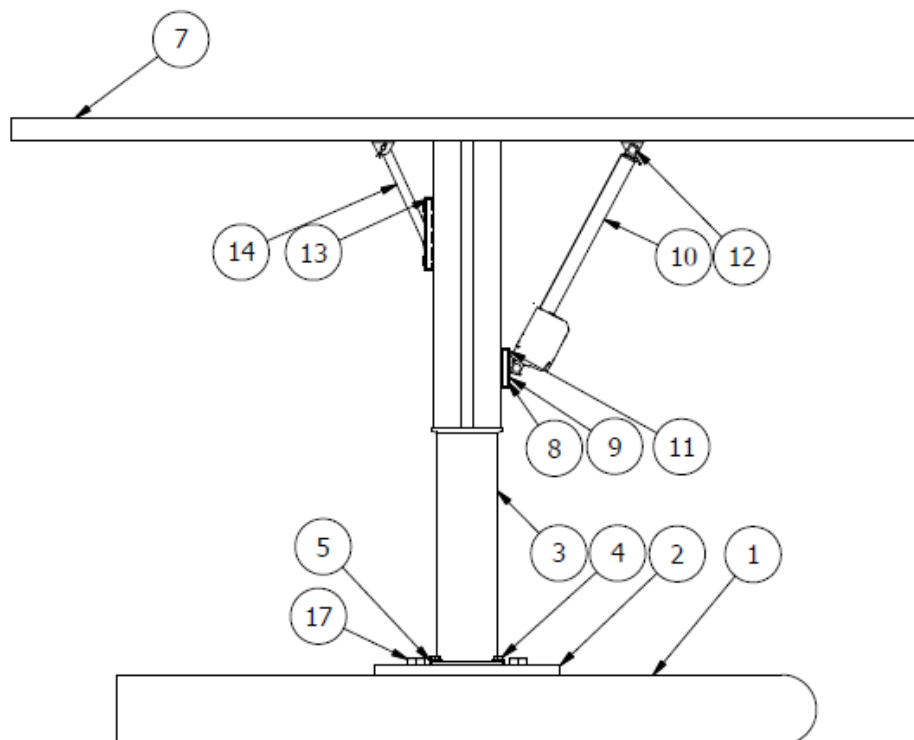


Figur 159: Framstilling av behandlingsbenken



Figur 160: Framstilling av behandlingsbenken i lageret til Follo futura

16.2 Tekniske beskrivelser



Figur 161: Nummerering av de forskjellige delene i behandlingsbenken

Tabell 64: Nummerering av komponentene og deres beskrivelse

Nummer	Part name	Beskrivelse
1	Bunnrammen	<p>ID: 130 mm OD: 150mm Lengde av rette tuben: 3194.9 mm Lengden av U rammen: 1500 mm</p> <p>U- Rammen er bunnrammen til behandlingsbenken. Den plasseres over gulvet og alle de andre komponentene vil bli plassert over det. Eksterne varer som hjul kan legges til for å flytte på bunnrammen. Den har 4 gjengede hull for M24 bolter, som brukes for å koble stålplaten med U-rammen.</p>
2	Stålplate	<p>Størrelsen: 700mm x 400mm x 10mm</p> <p>Denne blir også sett som grunnkomponent og har 8 hull. Fire hull brukes til å koble til U-rammen og ytterlige 4 hull brukes til å koble seg til løftekolonnen.</p>
3	DL2 løftekolonne	<p>Maksimal trykkraft: 2.500 N Maksimal hastighet: 20 mm/s Slaglengden: 500mm ± 4 mm</p> <p>Dynamisk bøyemoment ved 100% slaglengde: $M_{y+}/M_{x+} = 250 \text{ Nm}$ and $M_{y-}/M_{x-} = 200 \text{ Nm}$</p> <p>Som nevnt ovenfor så kan den løfte opptil 2500N. Den kommer med kontroller som kan styres via bluetooth. Den har også plass for montering av brakett hvor vi kan til en annen aktuator. Slik får vi lagt til vippemekanismen.</p>
10	LA23 aktuator	<p>Er en liten og sterk trykk/trekk aktuator (opptil 2500N). Slaglengde: 300mm</p> <p>Den er brukt til å gi vinkelbevegelse til bordet. Den er montert på løftekolonnen ved hjelp av en monteringsbrakett som er festet til løftekolonnen ved hjelp av sveising.</p>
8, 11, 13 og 14	Monteringsbraketter	<p>Hver monteringsbrakett har to deler. En vil bli satt inn i føringen som er</p>

		<p>gitt i løftekolonnen, og en annen vil bli plassert over den fra utsiden. Begge holdes opprinnelig ved hjelp av forsenkede skruer. Deretter sveiset til løftekolonnen.</p>
7	Rammen av sengen	<p>Rektangulært rør: 50mm x 50mm x 10mm Samlet størrelse av sengerammen er: 1960mm x 700mm x 50mm</p> <p>Det er sveiset med 2 braketter som brukes til å lage hengslede ledd med vippemekanismer.</p>

17 PROSESSEVALUERING OG DISKUSJON

17.1 Konseptutviklingsarbeid og forbedringspotensialer

Arbeidsprosessen skal bli evaluert ut fra ting som kunne blitt gjort annerledes. Jeg er meget fornøyd med min egen innsats og jeg har lært mye av masteroppgaven min.

Ved en kritisk vurdering til arbeidet mitt vil jeg påpeke flere ting som kunne ha blitt utført på andre måter. Ting som manglet eller kunne ha blitt gjort annerledes er følgende:

- Masteroppgaven krevde stor kompetanse innenfor fysioterapi og behandlingsbenker. Å ha nok relevant kunnskap var en veldig viktig del av oppgaven for å kunne være i stand til å kunne utvikle konseptet på riktig måte. Derfor hadde det vært lurt å dele prosjektet inn i små delprosjekter. Da hadde man fått et mindre fokuspunkt. Vi måtte begrense oss og derfor kunne vi ikke gå inn i detaljer av understellet. Mye ble begrenset på grunn av ressurser og tid.
- Ble veldig fornøyd med milepælsplanen som ble laget, men burde ha tatt mer hensyn til tegnearbeidet. Skissering tok mye mer tid enn forventet.
- I starten gjorde jeg en del ting som ikke var så lurt med tanke på bruk av tid. Jeg ha gjort planleggingen litt mer systematisk. Jeg måtte omplassere avsnitt for å få en bedre struktur i rapporten. Meningen med å dele oppgaven inn i flere kapitler var for å vise tankeprosessen mer detaljert. Dette førte til at man så feil som man ikke tenkte over. På den andre siden ble det knapp med tid mot slutten.
- Å produkt spesifisere benken var en vrien oppgave. Et av målene med benken var å lage en behandlingsbenk som var fleksibel. Hadde man hatt mye mindre fokuspunkt, kunne man ha rukket å ha tettere samarbeid med Follo futura. På grunn av begrensning med tid ble det vanskelig å ha kontinuerlig samarbeid med Follo futura.
- Jeg er fornøyd med valgene mine når det gjelder design. Spørreundersøkelsen var til stor hjelp. Det økte arbeidet med tanke på å finne nye løsninger med deres konstruksjonsforslag, men det var absolutt verdt det. Under ekstern testing inkluderte vi fagfolk og ansatte som bruker behandlingsbenken. De ga oss gode innspill under testingen og vi fikk et innblikk i hva markedet manglet. Det hadde vært ganske lurt å ha flere eksterne tester underveis. På den måten sparer man tid og blir alltid dyttet i riktig retning.
- Planen var å starte med på modulering i Solid Works i november. Jeg ble urolig og stresset når jeg ikke fikk startet med Solid Works før 10. november. Jeg var inneforstått i at det

krever tid å lage behandlingsbenken. Noen deler var jeg ikke helt fornøyd med og hjernen dro det i vei med gode innspill. På grunn av tidspress gikk jeg for denne løsningen.

- Vi gjorde FEA analyse der vi så på «maks case scenario» gjennom enkle beregninger for å vite om benken tåler påkjenningene. Analysen ga gode resultater som jeg ble fornøyd med.
- Follo futura var veldig klare på at de ville bruke stål som materiale. Jeg hadde valgt aluminium 6006.
- Skulle ha farget de forskjellige rearrangeringene i delkapittelet 7.2, men det rakk jeg ikke å gjøre.
- Brukspåkjenningene skulle ha vært litt mer gjennomtenkt og ikke så grove estimer. Det ble heller ikke gjort på grunn av mangel av tid.

18 KONKLUSJON

Resultatet fra arbeidet i mastergradsoppgaven som har blitt utført skal vises i dette kapitlet. Første delen omhandler resultater og anbefalinger tilknyttet arbeidet. Disse anbefalingene skal reflektere målene som ble satt på starten av rapporten. Deretter skal vi ta en titt på utviklingen som ikke har vært mulig å utføre i rapporten.

18.1 Resultater og anbefalinger

Resultater:

- Bunnrammen har blitt utviklet til et mer ergonomisk design.
- Kan få til sjokkleie stilling som ikke var mulig før.
- Mindre sveiste deler som var et stort problem før.
- Gjort rimelige kjøp av eksterne varer ettersom de var de største kostnadene Follo futura hadde under produksjon.
- Enkel konstruksjon med få deler.
- Benken er modulbasert og veldig modulerbar.
- Midtdelen av behandlingsbenken som er vist i figur 124 har en veldig god mekanisme. Bunnrammen og overdelen kan forandres henholdsvis til denne midtdelen.. Etter tid forandrer man behandlingsbenken ved å endre bunnrammen og overdelen. Det gjør man for å tilpasse seg med tiden. Meningen var å lage flere bunnrammer for å vise hvor fleksibel behandlingsbenken var, men det ble ikke gjort på grunn av lite tid.
- Behandlingsbenken har fin en form og er billig å produsere.
- Vi har tatt hensyn til alle pasienter under konseptutviklingen. Pasienten har vært hovedfokuset gjennom prosjektet.
- Har gjort en omfattende undersøkelse om hva det vil si å være terapeut. Etter å ha tilegnet seg nødvendige bakgrunnskunnskap, ble behandlingsbenken utviklet.
- Spørreundersøkelsen førte til at vi måtte endre løftemekanismen og det førte til gode resultater. De fleste deltagerne mente at elektriske motorer er treige. Jeg dro til et lager i Sandvika der jeg fant LINAK produkter. De var ganske treige i bevegelsen, men fullførte arbeidet meget bra. Da kan det være lurt å undersøke markedet for å finne andre relevante løsninger for løftemekanismen. Alt avhenger av hvor kraftig motor disse har. Utviklingen som har skjedd i den siste perioden for elektriske motorer er at det utvikles kraftige motorer i forhold til størrelsen. Derfor mener jeg at bruk av elektriske motorer er der fremtiden vil ligge og det vil være en smart investering.
- LINAK er ganske billige i pris. Jeg har undersøkt markedet i Kina og nettsiden Alibaba. Der finner man gode produkter som er rimelig i pris og samtidig gjør en utmerket jobb.
- De største kostnadene Follo futura har er innkjøp av eksterne varer og tjenester. Etter å ha introdusert LINAK til Follo futura, har man vist dem et marked som bør tas i bruk. Ved å gjøre det vil Follo futura minske på deres eksterne kostnader.

- Største eksterne kostnadene ligger ved innkjøp av råmateriale. Ved å bruke aluminium istedenfor stål, vil man halvere kostnadene for råmaterialet. Dette kan føre til billigere produksjon av behandlingsbenken.

Anbefalinger:

- Bruk aluminium i konstruksjonen for å minske kostnadene. Aluminium koster halvparten så mye som stål og i tillegg trengs det ikke overflatebehandling for aluminium i motsetning til stål.
- Ha hjullager som festemekanisme mellom løftmekanismen og sengerammen i midten slik at det kun blir aksialkraft og ikke noe moment.
- Produksjonsprosessen til Follo futura bør vurdere liming. Det kan være en bedre produksjonsprosess for behandlingsbenken i noen situasjoner.
- Videre bør produksjonsprosessen analyseres liming kan eventuelt være en bedre produksjonsprosess for behandlingsbenken i noen situasjoner.
- Ikke bruke unødvendig materiale slik at behandlingsbenken blir lettest og rimeligst mulig.

18.2 Videre arbeid

Utvikling av behandlingsbenken er fortsatt i tidlig stadium og det gjenstår en god del arbeid før den kan realiseres. Jeg har punktvis oppført arbeidsoppgaver som er greit å ta fatt i ved eventuelt videre arbeid. Disse arbeidsoppgavene er:

- Videreutvikle løsningene og utføre et materialstudie for testing for å kartlegge det riktige materialet for benken.
- LINAK ble valgt som produsent når det gjelder løftmekanisme og lineære aktuator. Gjøre en nærmere undersøkelse for alternativer av produsenter for levering av lignende utstyr.
- Brukspåkjenningsene kan gjennomføres litt grundigere. Blant annet sjekke ut nødvendig amål på sveis som trengs, kalkulere mot utmatting og andre påkjenninger.
- Kartlegge muligheter for designendringer som bør tas.
- Analysere muligheter for å gjøre benken mer produksjonsvennlig.
- Gjøre et bedre estimat av kostnadsanalyse for utvikling av produktet og produksjon.
- Endre festemekanismen mellom sengerammen og løftmekanismen for å få mindre moment.
- Gjennomføre nødvendige analyser og tester for å sikre at konstruksjonen tåler påkjenningsene.
- Se gjennom metoder for å redusere materialbruk med formål å redusere produktkostnaden.
- Se på miljøkrav og resirkulering
- Fokuserer litt mer på å kvalitetssikre arbeidet.

19 REFERANSER

- Alfacare. (2017). *Follo Corpus M 3-delt EL*: Alfacare. Tilgjengelig fra: <http://www.alfacare.no/klinikkutstyr/behandlingsbenker/benk/follo-futura/follo-corpus-m-3-delt-el-3-delt-elektrisk-113-119100-b-p0000005723> (lest 29.08.17).
- biology. (2017). *trigonometric functions*: biology. Tilgjengelig fra: <http://www.biology.arizona.edu/biomath/tutorials/Trigonometric/Graphtrigfunctions.html> (lest 05.09.17).
- Biotechphysiotherapy. (2017). *Phantom 3 section treatment table*: biotechphysiotherapy. Tilgjengelig fra: <http://www.biotechphysiotherapy.com/phantom-3-section-treatment-table-2514130.html> (lest 04.09.17).
- clinicsuppliescanada. (2017). *Cardon CCT 3 Section treatment table*: Clinicsuppliescanada. Tilgjengelig fra: <https://clinicsuppliescanada.com/cardon-ctt-3-section-treatment-table> (lest 10.10.17).
- digopaul. (2017). *Huden*: digopaul. Tilgjengelig fra: <http://www.digopaul.com/no/english-word/huden.html> (lest 02.09.17).
- Dreyfuss, A. R. T. o. H. (2002). *The measure of MAN & WOMAN REVISED EDITION*: John Wiley & Sons, INC.
- ergostart. (2017). *Ergonomi på arbeidsplassen*: ergostart. Tilgjengelig fra: <http://www.ergostart.no/ergonomi-pa-arbeidsplassen> (lest 1.09.17).
- Friskogfunksjonell. (2013). *Menneskets fysiologi*: Friskogfunksjonell. Tilgjengelig fra: <http://www.friskogfunksjonell.no/menneskets-fysiologi/> (lest 29.09.17).
- fysioterapisenter, A. (2017). *Hva er Fysioterapi*: Aktiv Fysioterapisenter. Tilgjengelig fra: <http://www.aktivfysioterapisenter.no/tjenester.aspx> (lest 20.07.17).
- helse, O. (2017). *Huden*: Om helse. Tilgjengelig fra: <http://omhelse.no/menneskekroppen/organer/huden/> (lest 24.09.17).
- Holck, P. (2009). *Bindevev*: snl. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/bindevev> (lest 21.02.17).
- Kindem, S. E. (2003). *Mekanikk 3.Hydraulikk*: Yrkesopplæring.
- LINAK. (2017a). *DL2*: LINAK. Tilgjengelig fra: <https://www.linak.com/products/lifting-columns/dl2/> (lest 21.10.17).
- LINAK. (2017b). *LA23*: LINAK. Tilgjengelig fra: <https://www.linak.com/products/linear-actuators/la23/> (lest 24.10.17).
- liv, N. h. o. (2017). *Hva er meningen med Antropometri*: Helse. Tilgjengelig fra: <http://helse.010fl.com/no/helse/201307/168498.html#.WibO6UriVaQ> (lest 29.09.17).
- Materiallære. (2017). *Materiallære VG1*: Industriskolen.
- Mooc. (2017). *Anatomi og fysiologi*: Mooc. Tilgjengelig fra: <https://www.mooc.no/course/anatomi-og-fysiologi/> (lest 23.02.17).
- naturfag. (2017). *Modell av en muskelcelle*: naturfag. Tilgjengelig fra: <http://www.naturfag.no/forsok/vis.html?tid=711615> (lest 02.09.17).
- Oblad. (2007). *Follo futura*: oblad. Tilgjengelig fra: <https://www.oblad.no/nyheter/ndash-ansatte-rommer-bedriften/s/2-2.2610-1.3824413> (lest 21.08.17).
- Ole AnThon Haugeland, G. M. (2003). *Biomekanikk i teori og praksis*. munin.uit.no: Eureka. Tilgjengelig fra: <https://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/3383/book.pdf?sequence=1> (lest 22.02.17).
- ovs0.com. (2017). *Forskjellen mellom AC og DC strøm*. ovs. Tilgjengelig fra: <http://www.ovs0.com/7/2014/08/AC%20DC%20STRoM.html> (lest 24.10.17).

- Rehab, C. (2017). *About Cardon*: Cardonrehab. Tilgjengelig fra: <http://www.cardonrehab.com/about-cardon-rehab/> (lest 10.10.17).
- Rehabmart. (2017). *Majestic Powered Massage Tables*: rehabmart. Tilgjengelig fra: <https://www.rehabmart.com/product/majestic-powered-massage-table-9093.html> (lest 03.09.17).
- Slapsale. (2017). *Steens Physical Therapy Table*: Slapsale. Tilgjengelig fra: <https://www.slapsale.com/1-steens-physical-therapy-table-40313> (lest 29.08.17).
- snl. (2017). *Vekselstrøm*: snl. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/vekselstrøm> (lest 24.10.17).
- spesialistrådet, F.-o. (2015). *Hva er Fysiotarepi?*: Fysio.no. Tilgjengelig fra: <https://fysio.no/Hva-er-fysioterapi/Hva-er-fysioterapi-utdypet> (lest 20.07.17).
- sportsmaster. (2017). *Pivot 430 fleksibel treningsbenk*: Sportsmaster. Tilgjengelig fra: <https://www.sportsmaster.no/styrke/treningsbenker/c-33/p-293/pivot-430-fleksibel-treningsbenk> (lest 20.10.17).
- ssb. (2012). *Statistisk sentralbyrå*: ssb. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/117529/sysselsatte-personer-med-helse-og-sosialfaglig-utdanning-som-arbeider-i-helse-og-sosialtjenester-etter-fagutdanning-og-alder.per-4.kvartal> (lest 27.09.17).
- SSB. (2017). *Helse- og sosialpersonell*: ssb.no. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/statistikker/hesospers> (lest 26.09.17).
- Stackoverflow. (2017). *How does coordinate system handedness relate to rotation direction and vertices ordering?*: Stackoverflow. Tilgjengelig fra: <https://stackoverflow.com/questions/19747082/how-does-coordinate-system-handedness-relate-to-rotation-direction-and-vertices> (lest 30.08.17).
- UCO. (2017). *UCO stillas*: UCO. Tilgjengelig fra: <http://www.uco.no/produkter/stillas-stotter-og-rekkverk/Stillas1/Alu-rammestillas/Mal---Alu-rammestillas/Layer-lettstillas/> (lest 30.08.17).
- Wikipedia. (2017a). *Ergonomi*. Wikipedia. Tilgjengelig fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/Ergonomi> (lest 19.07.17).
- Wikipedia. (2017b). *leddbånd*: wikipedia. Tilgjengelig fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/Leddbånd> (lest 21.02.17).
- Wikipedia. (2017c). *Sene*: Wikipedia. Tilgjengelig fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/Sene> (lest 21.07.17).
- Wikipedia. (2017d). *Teknologi*: Wikipedia. Tilgjengelig fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/Teknologi> (lest 29.07.17).
- Yrkesfisker. (2015). *Ergonomi*: Yrkesfisker. Tilgjengelig fra: <https://www.yrkesfisker.no/no/sikker-fisker/arbeidsmiljo-om-bord/ergonomi/> (lest 23.07.2017).
- Zelnik, J. P. o. M. (1979). *Human dimension & interior space*: Whitney library of design.
- Øritsland, T. V. o. T. A. (1997). *Menneskelige aspekter i design*: Tapirtrykk, Trondheim.

Kompendium:

1. Boe, J. K. (2015). *Ideutvikling og tidligseleksjon, Pughs metodikk, Eksempler på prosjektprosesser*: Universitetet for miljø- og biovitenskap (Kompendium).
2. Terjesen, G., *TMP 301, Grunnleggende om utmatting i metaller*. 2013, Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap
3. Andersen, J., *Produksjonsteknikk: Vg2 produksjons- og industriteknikk*. 2008, Oslo: Gyldendal undervisning.
4. Terjesen, G., *TMP 301, Skrueforbindelser*. 2013, Institutt for matematisk realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Masteroppgaver og relevante tip300 rapporter som har blitt brukt:

1. Tip 300 av Glenn C. Johansen
2. Tip 300 av Steffen Fjeldstad
3. Masteroppgave til Jarle Hjertaas Hansen

20 VEDLEGG

Vedlegg A: Resultater fra spørreundersøkelsen.

Vedlegg B: Nummererte tegninger som viser til de forskjellige delene til Follo futura corpus.

Vedlegg C: Dimensjoneringen av behandlingsbenken.

Minnepinnen som er vedlagt inneholder mapper:

- Hele Solid Works løsningen
- Drodling av skisser
- Tankekart og andre temaer som har blitt reflektert
- Poengvurderingsskisser

VEDLEGG A

1. Alder, kjønn og type kandidat

Alder	62
Kjønn	Kvinne
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Stilling
Alder	24
Kjønn	Mann
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Tilfeldig plukk
Alder	26
Kjønn	Mann
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Stilling
Alder	34
Kjønn	Mann
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Spesialist
Alder	36
Kjønn	Kvinne
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Stilling
Alder	42
Kjønn	Kvinne
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Spesialist
Alder	21
Kjønn	Mann
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Tilfeldig plukk
Alder	24
Kjønn	Kvinne
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Tilfeldig plukk
Alder	25
Kjønn	Mann
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Tilfeldig plukk
Alder	26
Kjønn	Mann
Tilfeldig plukk/Spesialist/stilling	Tilfeldig plukk

2. Hvor mye er dere villig til å betale for en behandlingsbenk?

Antall kroner	0 - 10 000	10 000 – 20 000	20 000 – 30 000	30 000 <
Svar	1 (10%)	4 (40%)	3 (30%)	2 (20%)

3. Vare-tiden på benken?

Antall år	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 <
Svar	1 (10%)	3 (30%)	4 (40%)	2 (20%)

4. Hva velger du, (dårlig og billig) eller (bra og dyrt)

Svar	Dårlig og billig	Mellom-ting	Bra og dyrt
Antall	5 (50%)	2 (20%)	3 (30%)

5. Hvorfor bruker dere akkurat denne benken?

Svar	Tilfeldig	Kunderelasjoner	God kvalitet	God i bruk
Antall	2	4	2	2

6. Hvor mye plass trenger dere for å nå frem til pasienten? Kan man eksempelvis sette deksel rundt løftemekanismen eller blir det for trangt? (Dette spørsmålet ble besvart av kun deltagere som benytter benken)

7.

Svare	Forstår ikke helt poenget med deksel.	Har ikke behov for mye plass og derfor kan sette på deksel.	Trenger god med plass, men det er en mulighet for deksel.	Har ikke behov for mye plass, men deksel vi fortsatt være i veien.
Antall	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	0 (0%)

8. Hva mangler på benken som dere skulle ønske dere hadde? (Dette spørsmålet ble besvart av kun deltagere som benytter benken)

Svar	hastighet	Integrere armlenene med hode støtte	Sjokkleie stilling
Antall	1 (20%)	2 (40%)	2 (40%)

9. Hva er det mest fornøyd med benken? (Dette spørsmålet ble besvart av kun deltagere som benytter benken)

Svar	Solid og lett å flytte på	Enkel konstruksjon	Komfortabel for pasienten
Antall	3 (60%)	1 (20%)	1 (20%)

10. Er det mye vedlikehold? (Dette spørsmålet ble besvart av kun deltagere som benytter benken).

Svar	Ja	Nei
antall	1 (20%)	4 (80%)

11. Hva er best, rette former eller runde former på benken?

Svar	Runde former	Rette former
antall	8 (80%)	2 (20%)

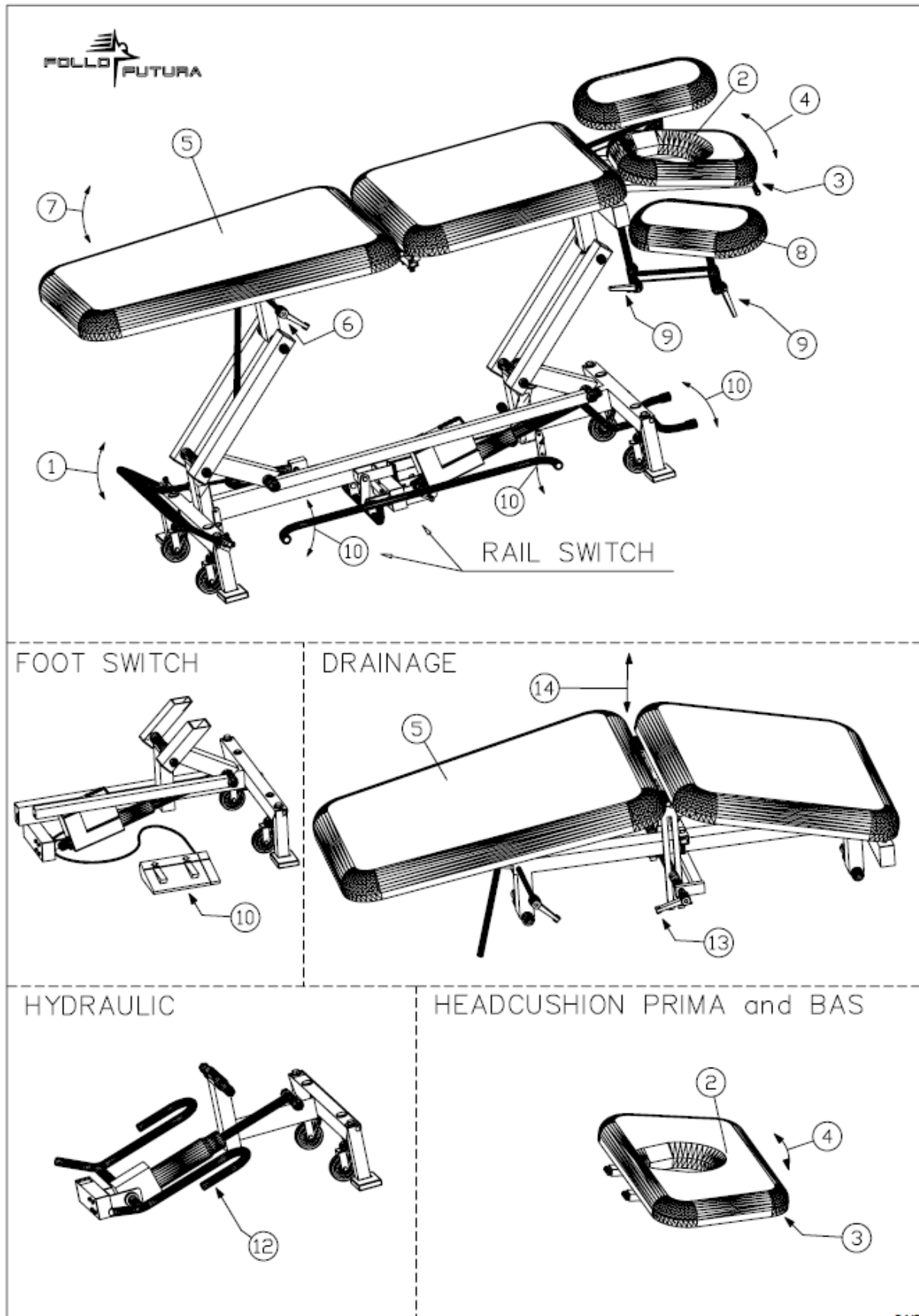
12. Hvordan funker løftemekanismen og er dere fornøyd med denne? Liker dere å bruke hydraulisk eller elektrisk?

Svar	Helt klart elektrisk	Helt klart hydraulisk
Antall	7 (70%)	3 (30%)

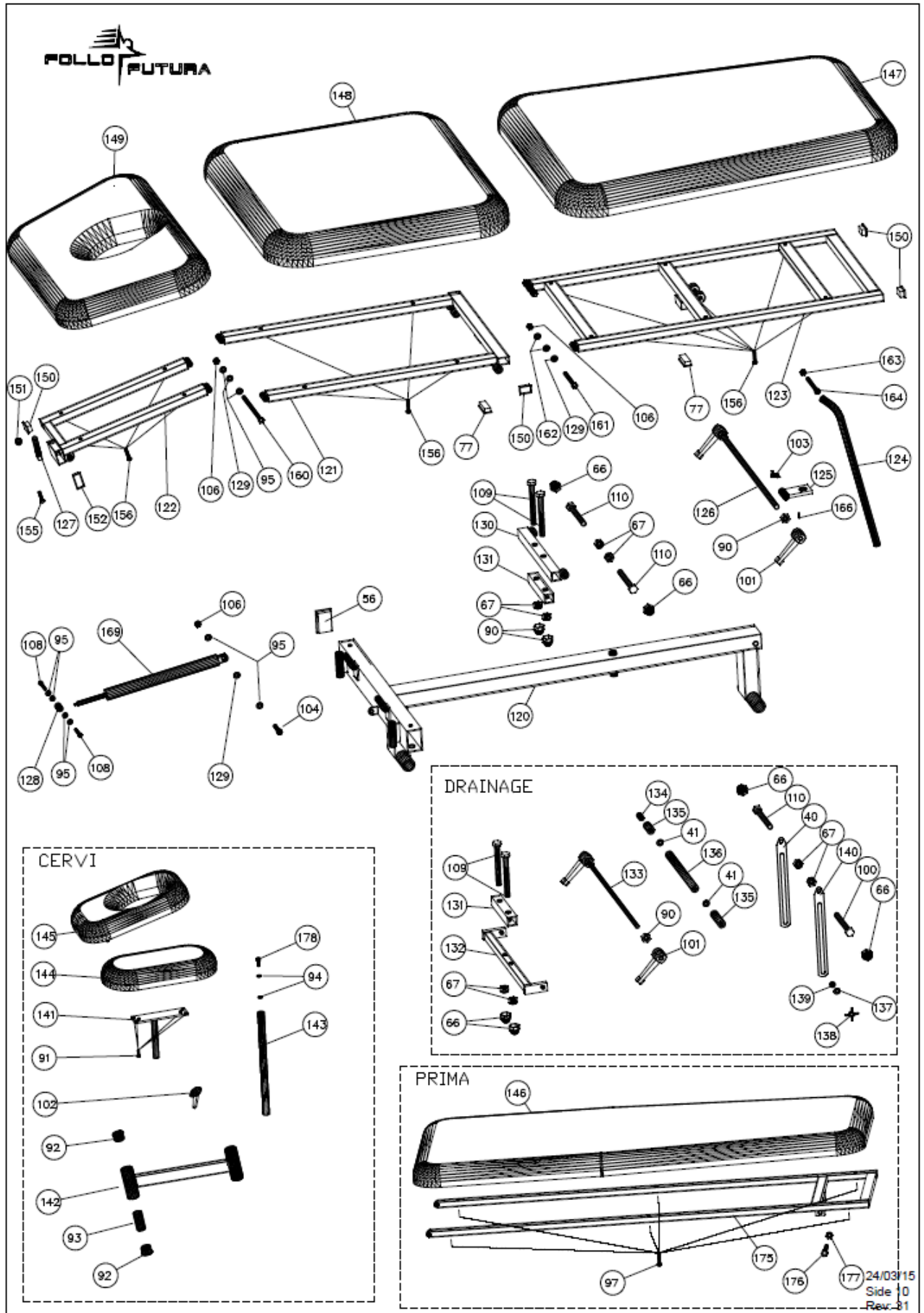
13. Hvilke av disse løftemekanismene hadde du likt å ha til å løfte benken?

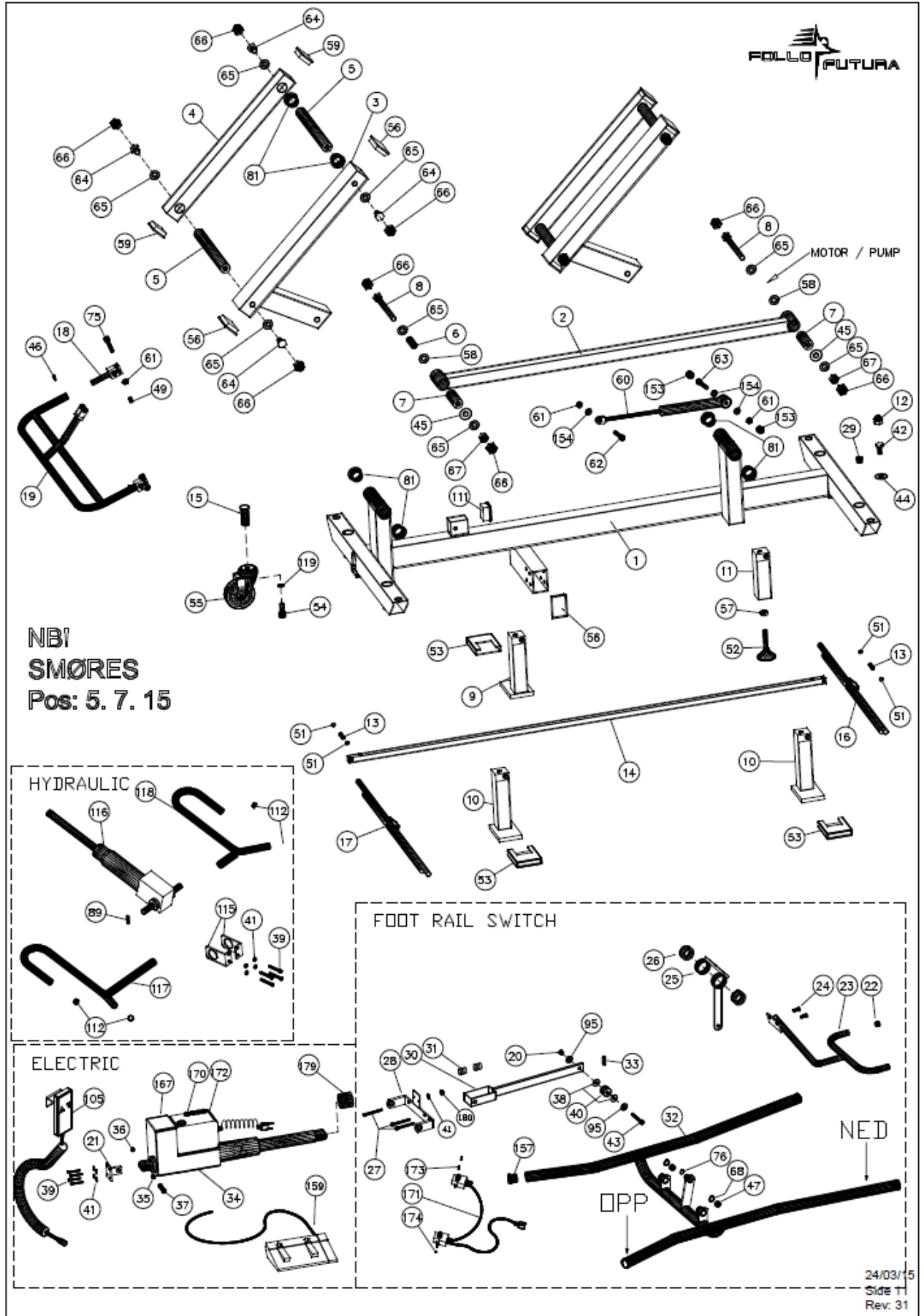
Svar	Løftemekanisme 1	Løftemekanisme 2	Løftemekanisme 3
Antall	2 (20%)	2 (20%)	6 (60%)

VEDLEGG B



24/03/1
Side 9





Pos	Qty	Ref. no.	Dim	Benevnelse	Description
1	1	40000-1		BUNNRAMME	LOWER FRAME
2	1	40000-5		PARALLELLSTAG	TRACK ROD
3	2/1	40000-2		VUGGE /LØFTEARM	LIFTING ARM
4	2	40000-3		STØTTERØR	SUPPORT Ø
5	4	40000-4		AKSEL FOR VUGGE	AXEL FOR LIFTING ARM
6	1	40000-5-4		AVSTANDSRØR	DISTANCE TUBE
7	2	40000-5-3		LAGER/DISTANSERØR	BEARING/DISTANSE TUBE
8	2	560-003805	M12x130	SKRUE	SCREW
9	1	40000-56		VENSTRE FOT	LEFT FOOT
10	2	40000-55		HØYRE FOT	RIGHT FOOT
11	1	40000-58		JUSTREINGS FOT VENSTRE	ADJUSTING FOOT LEFT
12	4	591-001964	SW17	PLAST MUTTERHETTE	PLASTIC CAP
13	2	40000-1-24		BOLT	BOLT
14	1	40000-1-25		MEDBRINGER TIL HJULLØFT	CARRIER
15	4	40000-1-26		GLIDER FOR HJUL	GLIDER FOR WHEEL
16	1	40000-1-28		HJULLØFT AKSEL	WHEEL AXLE SHORT
17	1	40000-1-27		LANG HJULLØFT AKSEL	WHEEL AXLE LONG
18	2	40000-1-51		FESTE FOR FOTBØYLE	FOOT PEDAL FASTENER
19	1	40000-1-33		FOTBØYLE TIL HJULLØFT	FOOT PEDAL LOWERING/RAISING
20	1	562-002005	M8	LÅSEMUTTER	LOCK NUT
21	1	40000-15		MOTORFESTE	MOTOR BRACKET
22	2	591-002998	GL19	PLASTPROPP	PLASTIC PLUG
23	1	40000-77		FRONTPEDAL	FRONTPEDAL
24	2	560-002580	M8x12	UMBRAKO FORSENK. SKRUE	C.SUNK ALLEN SCREW
25	1	40000-76		FRONT OPPHENG	BRACKET
26	2	40000-78		FORING TIL FRONTPEDAL	BUSHING
27	3	560-002397	M6x55	INN.V.6KT SKRUE	ALLEN BOLT
28	1	40000-75		PEDAL FESTE	PEDAL FASTENER
29	4	591-000242	Ø 25.4	HULLPLUGG	PLASTIC PLUG
30	1	40000-71		MEDBRINGER	DRIVER
31	2	581-000511		FJÆR	SPRING
32	1	40000-94		EL-PEDAL	EL. PEDAL
33	1	591-003302	F 30x10	PLASTINNSATS	PLASTIC PLUG
34	1	670-004225		MOTOR LA31 24V 4E	MOTOR LA31 24V 4E
35	1	530-117616		PLAST LAGER	PLASTIC WASHER
36	1	571-000494	A10	SEEGERRING	SEEGERRING
37	1	212-49	Ø12	AKSEL	AXLE
38	2	572-001999	Ø8/Ø25	SKJERM SKIVE	WASHER
39	4	560-002031	M6x50	SKRUE	SCREW
40	1	40000-79		POM HYLSE	TUBE
41	5	572-001851	Ø6.4	SKIVE	WASHER
42	4	560-001971	M10x25	SKRUE	SCREW
43	1	560-002650	M8x60	INN.V.6KT SKRUE	ALLEN BOLT
44	4	572-003200	Ø10,5/30x2,5	SKIVE	WASHER
45	2	572-001997	Ø12/30	SKJERM SKIVE	WASHER
46	2	561-001837	Ø3.5X13	PAN PLATESKRUE	PAN SCREW
47	2	212-93		FORING	BUSHING
48	2	562-001846	M8	LÅSEMUTTER	LOCK NUT
49	2	560-003714	M8x8	SETTSKRUE	PIN SCREW
50	1	562-001985	M8	MUTTER	NUT
51	4	571-002682	A8	SEEGER RING	SEEGER RING
52	1	591-002054	M10x50	STILLBAR FOR	ADJUSTABLE FOOT
53	3	40000-68		GUMMI TIL FOT	RUBBER FOOT
54	4	560-002103	M10x25	INN.V.6-KT SKRUE	SCREW
55	4	532-004170		HJUL	WHEEL
56	8	591-002990	F 60x40	PLAST PLUGG	PLASTIC PLUG
57	1	562-002002	M10	MUTTER	NUT
58	2	572-002691	Ø12	BØLGESKIVE	SPRING WASHER
59	4	591-002146	F40x40	PLASTPLUGG	PLASTICPLUG
60	1	586-003160		GASSDEMPER	GAS SPRING

Pos	Qty	Ref. no.	Dim	Benevnelse	Description
61	4	562-001846	M8	LÅSEMUTTER	LOCK NUT
62	1	560-002824	M8x35	6-KT SKRUE	SCREW
63	1	560-001840	M8x40	6-KT SKRUE	SCREW
64	8	560-002823	M12x25	SKRUE	SCREW
65	12	572-001848	Ø13	SKIVE	WACHER
66	16	591-001963	SW 19	PLAST MUTTERHETTE	PLASTIC CAP
67	8	562-001844	M12	LÅSEMUTTER	LOCK NUT
68	2	571-002597	A16	SEEGERRING	SEEGERRING
69	1	40000-95		PAPIRRULL HOLDER	PAPER ROLL HOLDER
70	1	591-002438	GL25	PLAST PLUGG	PLASTIC PLUG
71	2	560-001840	M8x40	INN.6KT. SKRUE	SCREW
75	2	560-002824	M8x35	INN.6KT. SKRUE	SCREW
76	1	571-002596	A12	SEEGERRING	SEEGERRING
77	2	591-000274	F50x20	PLAST PLUGG	PLASTIC PLUG
79	1	40000-66		FESTERAMME FOR SIDEGRIND	FASTEN FRAME FOR SIDE SUPPORT
80	8	567-004097	MIOx20	STJERNERATT	HANDLE
81	8	530-000546		FORING	BEARING
82	4	572-001959	Ø20/Ø10	SKIVE	WASHER
83	4	572-001997	Ø30/Ø10	STOR SKIVE	LARGE WASHER
84	4	40000-66-5		FESTEARM	ARM
85	4	40000-66-10		PUTEFESTE	FASTEN FOR CUSHION
86	8	561-000761	Ø5x30	TRESKRUE	WOOD SCREW
87	4	591-003302	F 30x10	PLAST PLUGG	PLASTIC PLUG
88	2	480-40000-66-15		PUTE TIL SIDEGRIND	CUSHION FOR SIDE SUPPORT
89	2	576-000696	Ø8x30	SPENNSTIFT	LOCK PIN
90	4	562-002003	M12	MUTTER	NUT
91	8	560-004122	M6x25	PANHODESKRUE	SCREW
92	8	40000-84-04		GLIDEHYLSE	SHELL
93	4	40000-84-03		LÅSEHYLSE	LOCK SHELL
94	4	570-001978	Ø8	TANNSKIVE	WASHER
95	16	572-001847	Ø8	SKIVE	WASHER
96	2	560-003320	M8x20	SKRUE	SCREW
97	10	560-000272	M6x40	MASKINSKRUE	SCREW
98	12	530-0005-16		FORING	BEARING
99	1	560-003804	M12x110	SKRUE	SCREW
100	1	560-003802	M12x90	SKRUE	SCREW
101	4	567-002997	M12	LÅSEHÅNDTAK	LOCK HANDLE
102	4	567-002996	M10x20	LÅSEHÅNDTAK	LOCK HANDLE
103	1	581-002085		FJÆR	SPRING
104	1	560-002824	M8x35	INN. 6KT. SKRUE	SCREW
105	1	670-004230		HÅNDKONTROLL (EKSTRA)	HAND CONTROL (OPTIONAL)
106	5	562-001846	M8	LÅSEMUTTER	LOCK NUT
107	2	560-003700	M4x6	SETTSKRUE	SCREW
108	2	560-002824	M8x35	SKRUE	SCREW
109	2	560-003804	M12x120	SKRUE	SCREW
110	3	560-003804	M12x120	SKRUE	SCREW
111	1	591-001995	F 40x30	PLASTPLUGG	PLASTIC PLUG
112	4	591-002998	GL 19	PLAST PLUGG	PLASTIC PLUG
115	2	40000-14-4		FESTE FOR HYD. PUMPE	FASTEN.HYDRAULIC PUMP
116	1	675-002905		HYDRAULIKKpumpe	HYDRAULIC PUMP
117	1	40000-28		PUMPEPEDAL HØYRE	RIGHT PUMP PEDAL
118	1	40000-29		PUMPEPEDAL VENSTRE	LEFT PUMP PEDAL
119	4	570-003321	Ø10	SPRENGSKIVE	SPRING WASHER
120	1	40000-6		TOPPRAMME	TOP FRAME
121	1	40000-9		MIDTPUTERAMME	MIDDLE CUSHION FRAME
122	1	40000-7		HODEPUTERAMME	HEAD CUSHION FRAME
123	1	40000-10		BAKPUTERAMME	REAR CUSHION FRAME
124	1	40000-10-3		REG.BOLT F/BAKPUTEPAMME	ADJUSTING ROD
125	1	40000-10-4		REGULERINGS LÅS	MOTOR FASTEN (24V MOTOR)
126	1	40000-10-7		REGULERINGS AKSEL	ADJUSTING AXLE
127	1	40000-8-6		HENDEL	HANDLE

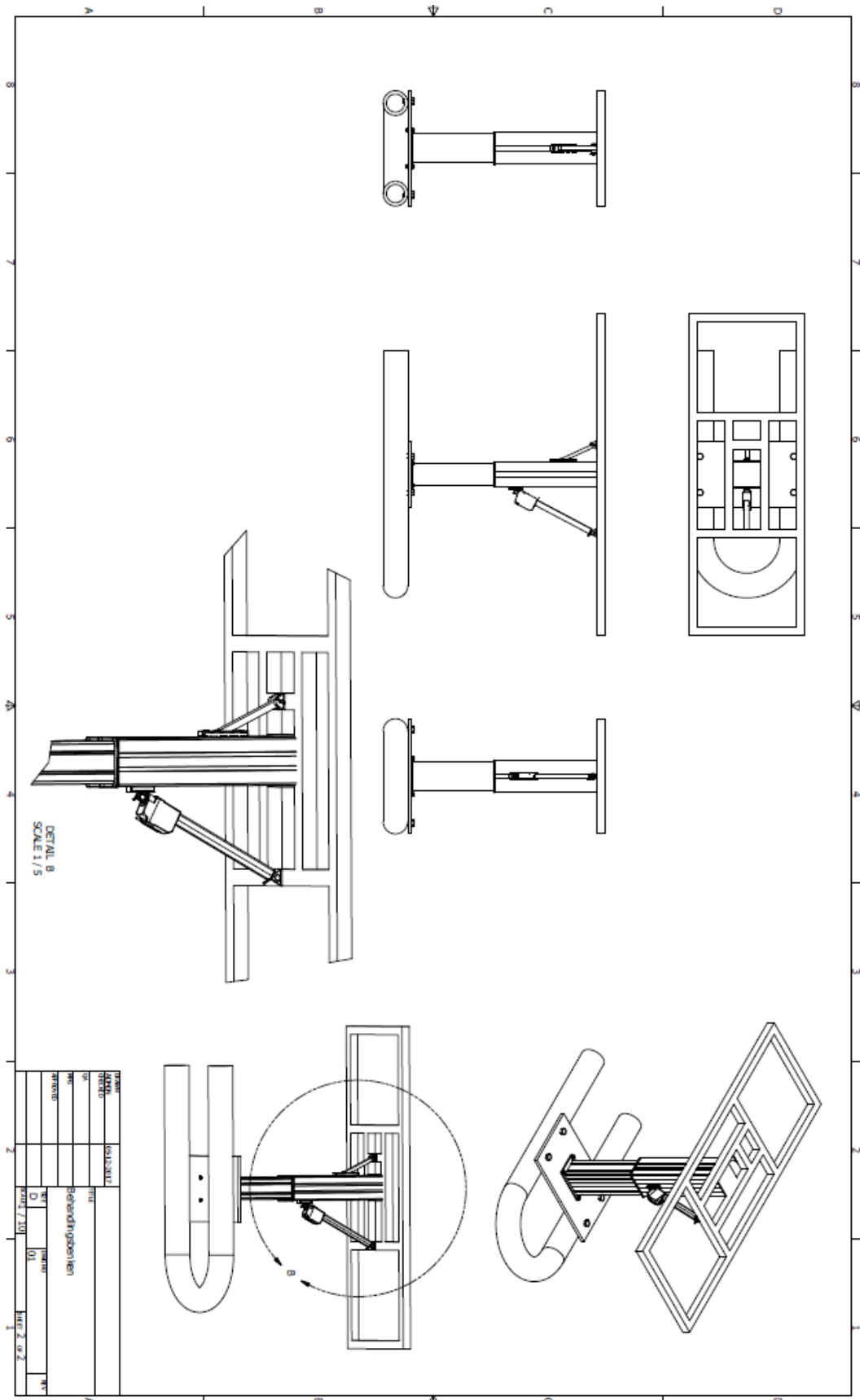
an 43, N-1430 Ås

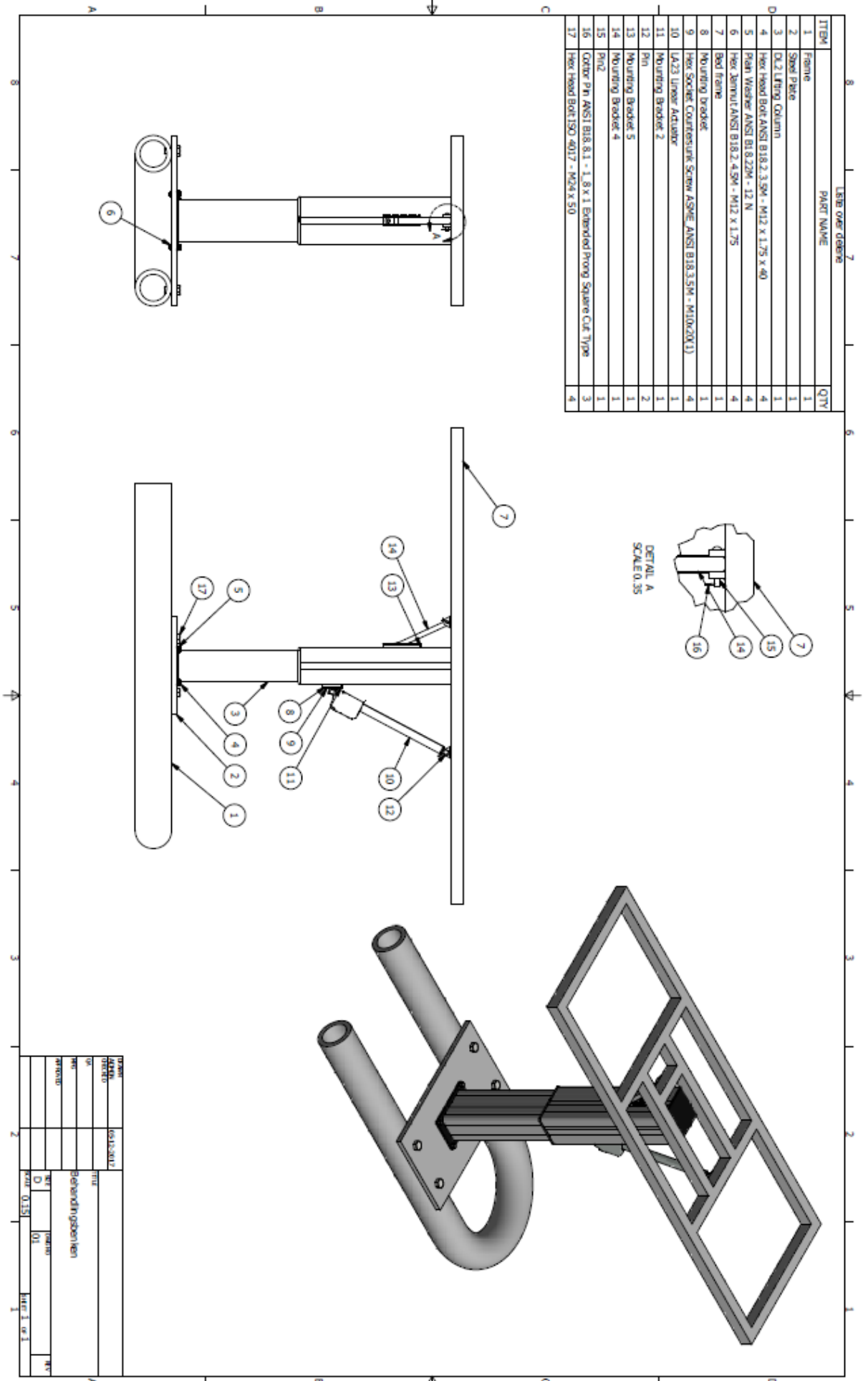
24/03/

Sida 1'

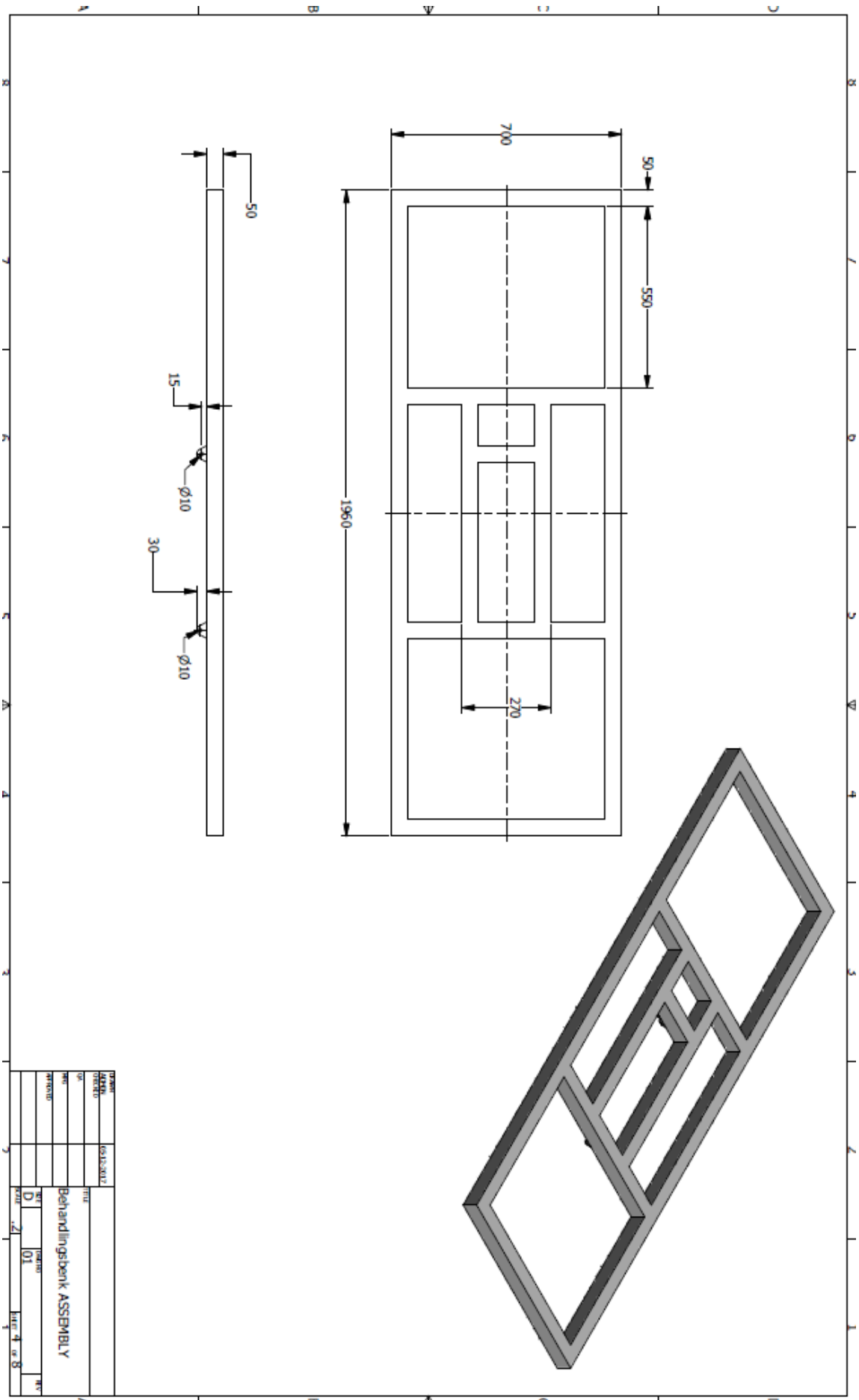
Pos	Qty	Ref. no.	Dim	Benevnelse	Description
128	1	40000-8-3		FESTE	HOLDING TUBE
129	5	572-001979	Ø8,4	POM SKIVE	POM WASHER
130	1	40000-11		FESTEDRAGER	FASTEN FOR CUSHION FRAME
131	1	40000-11-3		STØTERØR	SUPPORT TUBE
132	1	4000-12		FESTEDRAGER FOR DRENASJE	FASTEN FOR DRAINAGE
133	1	40000-12-7		LÅSEAKSEL	LOCK AXLE
134	1	40000-12-8		LÅSERØR	LOCK TUBE
135	2	40000-12-5		KORT DISTANSERØR	SHORT DISTANCE TUBE
136	1	40000-12-4		LANGT DISTANSERØR	LONG DISTANCE TUBE
137	2	572-0416-6		SKIVE	WASHER
138	1	567-000459	M6x17	RATT	HANDLE
139	1	40000-67		MUTTER	NUT
140	2	40000-12-9		GAFFEL TIL DRENASJE	DRAINAGE UNIT
141	2	40000-33		ARMPUTE FESTE	ARM CUSHION FASTEN
142	2	40000-53		ARM TIL ARMPUTE	ARM
143	2	40000-32		AKSEL TIL ARMPUTE	AXEL
144	1	480-200-47		ARMPUTE	ARM CUSHION
145	1	480-200-46		SMAL HODEPUTE	HEAD CUSHION
146	1	480-40000-16-6		HEL LIGGEPUTE	CUSHION
147	1	480-40000-16-5		BAKRE PUTE	REAR CUSHION
148	1	480-40000-16-4		MIDTRE PUTE	MIDDLE CUSHION
149	1	480-200-45		HODEPUTE	HEAD CUSHION
150	5	591-000296		PLAST PLUGG	PLASTIC PLUG
151	1	591-001968		PLAST HETTE	PLASTIC CAP
152	1	591-002044		PLAST PLUGG	PLASTIC PLUG
153	2	591-002581	SW13	PLAST PLUGG	PLASTIC PLUG
154	6	572-001847	Ø8,4	SKIVE	WASHER
155	1	560-002039	M6x30	SKRUE	SCREW
156	12	560-000272	M6x40	SKRUE	SCREW
157	4	591-002438	GL 25	PLASTPLUGG	PLASTIC PLUG
159	1	670-004231		FOTKONTAKT	FOOT SWITCH
160	2	560-002782	M8x150	SKRUE	SCREW
161	2	560-000312	M8x80	SKRUE	SCREW
162	4	572-001847	Ø8	SKIVE	WASHER
163	1	562-001846	M8	LÅSEMUTTER	LOCK NUT
164	1	560-000312	M8x80	SKRUE	SCREW
166	1	576-003324	Ø3x20	SPENNSTIFT	LOCK PIN
167	1	670-004221		KONTROLLBOKS CB09 100V	CONTROL BOX CB09 100V
168	2	567-002997	M12	LÅSEHÅNDTAK	LOCK HANDLE
169	1	586-002088		GASSFJÆR FOR HODEPUTE	GASSPRING FOR HEADCUSHION
170	1	670-004218		KONTROLLBOKS CB9CL 230V	CONTROL BOX CB09 2sOV
171	1	670-004229	SLSx2	BRYTER	SWITCH
172	1	670-004222	100 V	KONTROLLBOKS CB09 120V	CONTROL BOX CB09 120V
173	2	560-002045	M4x35	MASKINSKRUE	SCREW
174	2	562-003319	M4	LÅSEMUTTER	LOCK NUT
175	1	40000-18		HEL BAKPUTERAMME	PRIMA CUSHION FRAME
176	1	560-003802	M12X90	SKRUE	SCREW
177	1	562-001844	M12	LÅSEMUTTER	LOCK NUT
178	2	560-002579	M8X16	INNV 6KT. SKRUE	SCREW
179	1	212-97		POM HYLSE	TUBE
180	1	562-001850	M6	LÅSEMUTTER	LOCK NUT
182	1	591-002840	M8/Ø25	MUTTER PLUGG	NUT
183	1	572-001750	Ø8,5/Ø50	NYLON SKIVE	PLASTIC WASHER
184	1	567-000462	M8	RATT	HANDLE

VEDLEGG C

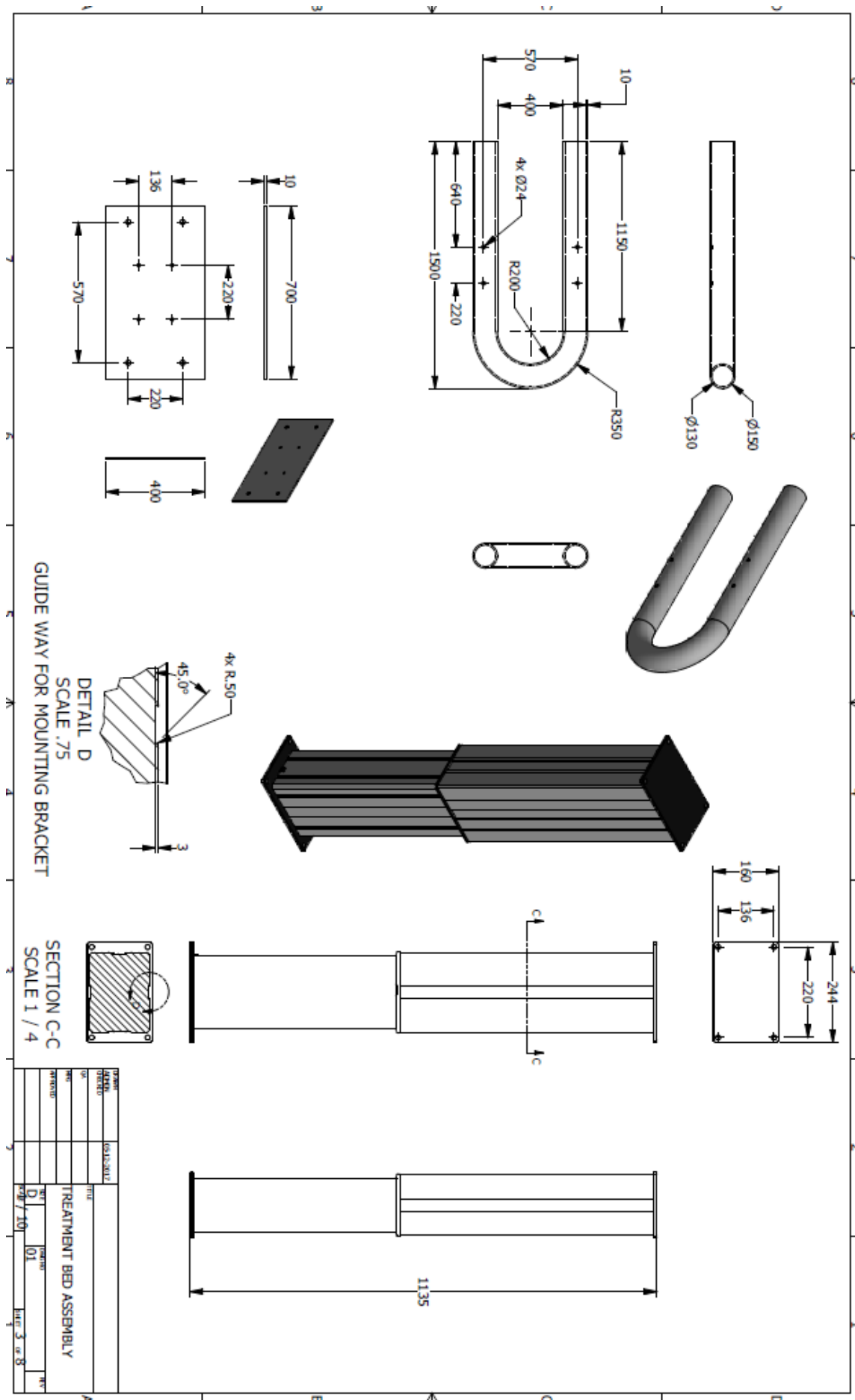


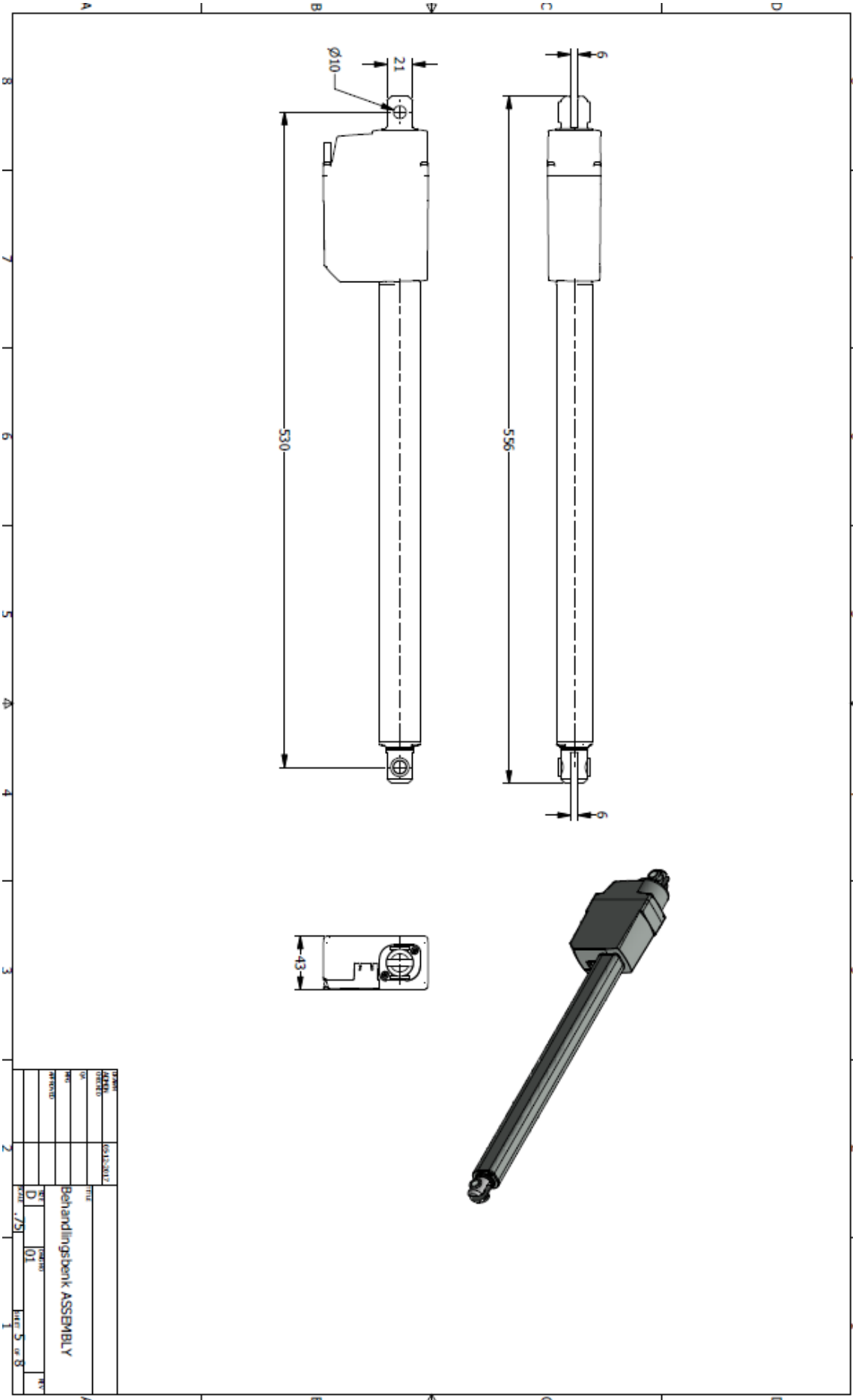


PROJEKT	DESIGN	DATE	BY	REV
0159	0159			
01				
Bekendtgjørelsen				
01				
0159				
01				
01				

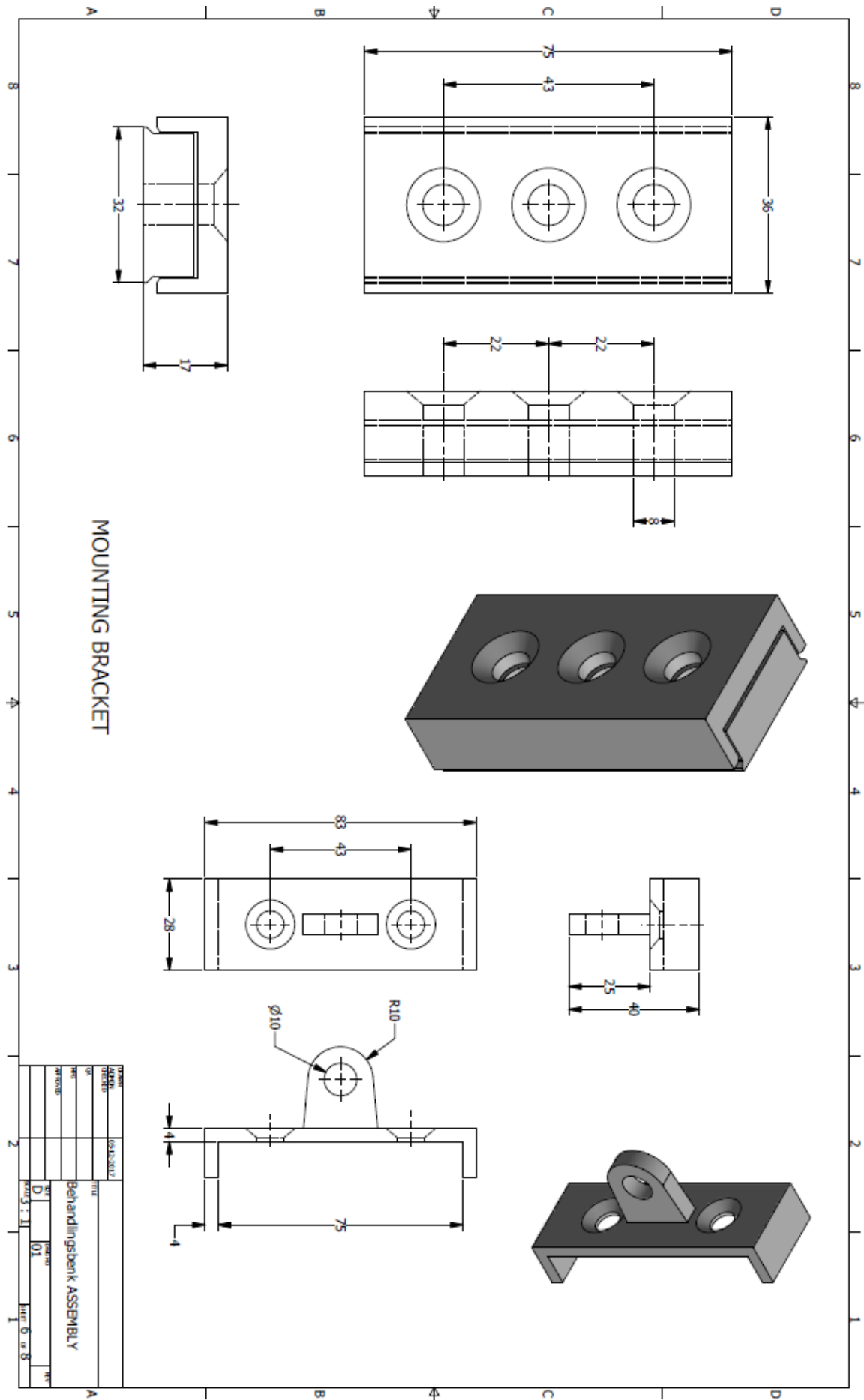


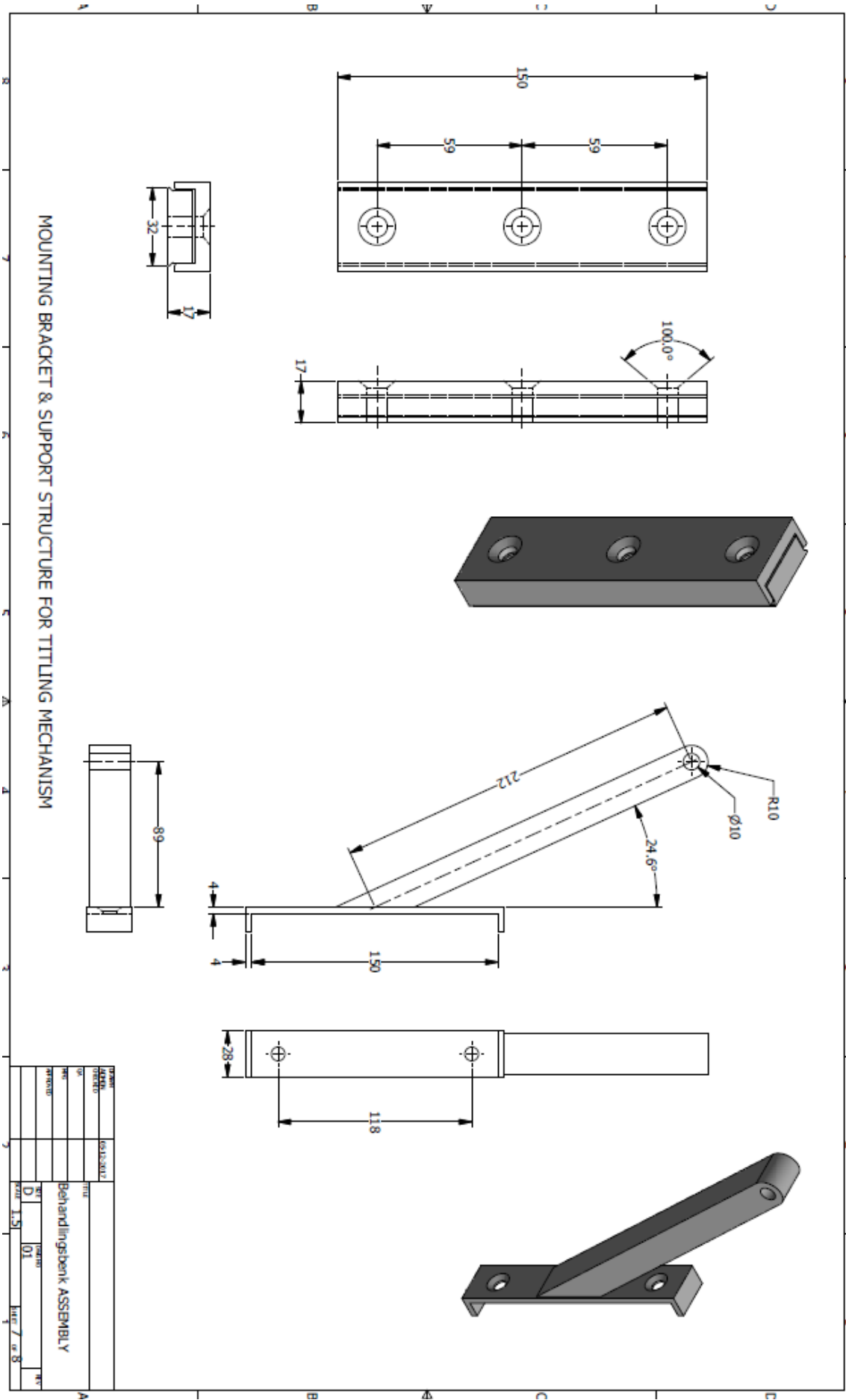
PROJ		DESIGN	
OBJEKT		TITTEL	Behandlingsbenk ASSEMBLY
DR		DR	01
DR	21	DR	1 av 8

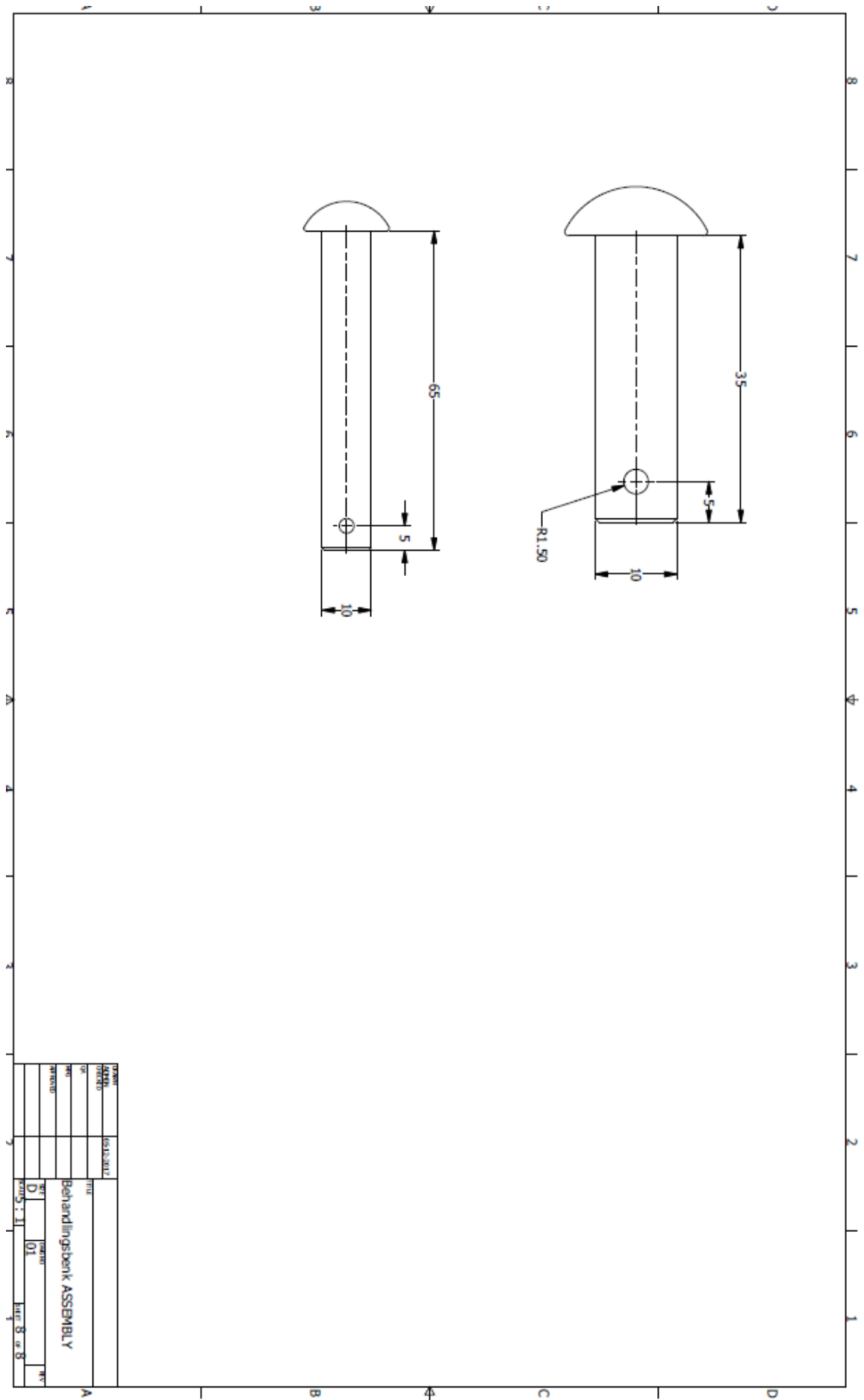




PROJ. NO.	001	REV.	01
DATE	2023-01-15	BY	M. Ali Ahmed
DESCRIPTION	Behandlingsbenk ASSEMBLY		
SCALE	1:1	DATE	2023-01-15
SHEET NO.		5 OF 8	







PROJEKT	DESIGNER	DATE
01		
TITTEL	REVISJON	
Behandlingsbenk ASSEMBLY	01	
UTGAVENUMMER	REVISJON	
D	01	
PROJ. : 11		
11.8.8		



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway