

Hovedrapport

Hovedprosjekt: Motolift

Knut Inge Lundevold Max-Even Jacobsen
Runar Kristoffersen Terje Larsen





FORORD

I alle fagskolens tekniske linjer inngår det en større prosjektoppgave som skal gjennomføres det siste halvåret av studiet. Studentene velger selv tema for prosjektet og bruker sine tillærte kunnskaper gjennom studiet til å løse oppgaver, med veiledning av styringsgruppen.

Dette prosjektet er gjennomført i vårsemesteret 2016 av fire studenter ved fagskolen i Kristiansand, med et forprosjekt høsten 2015. Det omhandler utvikling, dimensjonering og bygging av en takmontert løfteanordning for motorsykler. Hensikten er å utvikle en løsning for å forenkle vedlikehold, gjennom å heise opp hele motorsykkelen til ønsket høyde, samtidig som begge hjulene og de fleste andre delene på motorsykkelen er tilgjengelig for demontering.

Det har vært en utfordringer og lærerik prosess hvor alle har bidratt. Gruppen har hatt godt utbytte av hverandres ulike fagkunnskaper innen mekatronikk, maskinteknikk og automasjon. Et stort nettverk rundt prosjektgruppen har også vært til stor hjelp for anskaffelse av ressurser og gjennomføringen av prosjektet.

Det er et ønske å takke ansatte ved Fagskolen i Kristiansand, spesielt Helge Espeland som har vært vår veileder. Her er en mann som alltid setter av tid, og gir gode, gjennomtenkte svar.

I samme anledning vil vi også takke Bjørn Kittelsen, for hjelp og bistand med beregninger av garasjebjelker.

Prosjektgruppen er takknemlige ovenfor dens samarbeidspartnere for produksjon og anskaffelse av deler. En takk må også gis til lokale motorsykkelforretninger, for tips, samtaler og veiledning rettet mot Motolift. Dette har vært særdeles nyttig.

Våre samarbeidspartnere:

- Kvadraturen vgs
- Søgne vgs
- Øvrebø vgs
- AS Nymo
- T O Slettebøe AS
- Motorsyklisten Hunsfos
- Motor-Teknikk Sørlandsparken
- MC Senteret Kristiansand

.....
Knut Inge Lundevold

.....
Max-Even Jacobsen

Runar Kristoffersen

.....
Terje Larsen



SAMMENDRAG

Prosjektet har omhandlet utvikling av en takmontert løfteamordning for motorsykkel, som fungerer på en måte som gjør at begge hjulene kan løsnes samtidig, for å forenkle vedlikeholdsarbeidet.

Garasjens utforming, samt ønsket om god tilgjengelighet av de viktigste delene på motorsykkelen under vedlikehold ble utgangspunktet for løfteamordningens kravspesifikasjoner. Ved selve utformingen av hovedstrukturen ble det tidlig sett på prinsippet med saksearmer. Da dette sørger for lite opptatt plass av løfteamordningen når den ikke er i bruk, samt et stabilt utgangspunkt. Sistnevnte løsning ble vurdert som den mest passende og ble utgangspunkt for videre utformingen.

Det ble også nødvendig å sette en begrensning til løfteamordningens maksimale nyttelast for å kunne begynne dimensjoneringen av konstrukasjonen.

Dimensjoneringen er hovedsakelig gjort etter NS 5514, som omfatter beregninger av stålkonstruksjoner for kraner og løfteutstyr.

Alle viktige komponenter på konstruksjonen er gjort rede for med illustrasjoner og/eller konstruksjonstegninger.

Den ferdige konstruksjonen består av en topp- og bunnramme med saksearmer festet til hjul i den ene enden og fastmontert i andre enden, samt justerbare gripearmer montert til bunnrammen.

Konstruksjonen er tilpasset en standard garasje med 600 mm mellom takbjelkene og vil være til liten hindring for garasjens tilkomstmuligheter sammenslått.

INNHOLD

HOVEDRAPPORT

Hovedrapport

1	MÅLOPPNÅELSE	7
1.1	HOVEDMÅL	8
1.2	DELMÅL	9
1.3	KONKLUSJON AV DELMÅL	23
1.4	EVALUERING AV LØSNING	24
2	BEREGNINGER	27
2.1	MOTOLIFT	31
2.2	GARASJE	53
3	ØKONOMI	57
3.1	ARBEIDSKOST	58
3.2	UTGIFTER	59
3.3	GANTT-DIAGRAM	60
4	HELSE, MILJØ OG SIKKERHET	61
4.1	MOTOLIFT	62
4.2	SJA	62
5	KONKLUSJON	65
6	EVALUERING	67

Vedlegg

I	STATUSRAPPORT 1	69
II	STATUSRAPPORT 2	79
III	PROSJEKTBESKRIVELSE	89
IV	ARBEIDSTEGNINGER	103
V	PROSJEKTPLAKAT	143
VI	STATIKK-RAPPORT (FORCEEFFECT)	145
VII	KOMPATIBLE SYKLER	161
VIII	TIMELISTE (FELTNOTAT)	163
IX	LOGG (FELTNOTAT)	167
X	BILDER	173

Tillegg

KILDEHENVISNINGER	179
LISTE OVER FIGURER	180
LISTE OVER TABELLER	181



INNLEDNING

På det norske motorsykkelmanmarkedet i dag finnes det mange ulike motorsykler. Som alt annet mekanisk kjøretøy, må det vedlikehold og reparasjon til. Videre blir motorsykler ofte oppgradert og personalisert. Dette er tidkrevende arbeid.

I tillegg til mekanikere på motorsykkelverksted, utfører også motorsykkelentusiaster mye av dette arbeidet selv. Dette kan være oppgaver som f.eks:

- Demontere felger for dekkbytte
- Bytte støtdempere
- Oljeskift
- Bytte oljefilter
- Bytte drivkjede
- Bytte tannhjul
- Bytte bremseklosser
- Vasking
- Polering
- og mye mer...

Dette krever en god og stabil metode for å løfte og stabilisere motorsykkelen mens arbeidet utføres. Eksisterende løfteinstyr løfter ofte bare i hjulene, slik at noen operasjoner som dekkbytte blir problematisk. Andre løsninger hindrer ofte tilgang til andre essensielle deler på motorsykkelen. Arbeidshøyden er også her svært ofte noe lav, som kan være belastende for nakke, rygg og knær.

Prosjektgruppen har tatt for seg å løse dette problemet, gjennom en fleksibel, stabil og universal løfteinordning, med gode muligheter for høydejustering. Større vedlikehold og reperasjon kan da gjøres mer ergonomisk, og mer lystbetont.

Ved at Motolifter montert i innvendig tak, vil gulv holdes mer fritt for en ryddigere arbeidsoperasjon. Samtidig kan Motoliftogså brukes til vinterlagring av en motorsykkel i tak, slik at det vil være mulig å lagre andre ting under den.

Etter at idéen til Motolift kom til, er det kommet fram flere områder hvor den kan brukes til løft, over både kort og lengre tid. Alt fra ATV og båtmotorer til elg har blitt nevnt. Mulighetene er mange.

1

Måloppnåelse



1.1 HOVEDMÅL

Følgende hovedmål ble formulert ved prosjektets start

Det skal projektere, utvikles og dokumenteres et produkt som skal kunne heise opp en motorsykkel for mekanisk reperasjon og vedlikehold. Da motorsykler er svært individuelt utformet med tanke på både festepunkter og egenvekt, er dette noe prosjektgruppen må ta høyde for.

(tillegg III.2 på side 94)

Tilhørende kravspesifikasjoner

- Begge hjulene skal kunne demonteres samtidig på motorsykkelen.
- Produktet skal monteres i taket, med det formål å ikke ta opp plass på gulvet.
- Produktet skal være konstruert slik at det ved mekanisk svikt, så skal ikke konstruksjonen falle ned.
- Når konstruksjonen ikke er i bruk, skal den kunne slås sammen for å ikke oppta så mye plass.
- Produktet skal konstrueres slik at det ikke reduserer tilgangen eller er nevneverdig i veien for mekanisk reperasjon og vedlikehold.
- Produktet skal kunne operere med en nyttelast på opptil 400 kg.

(tillegg III.1 på side 93)

Prosjektgruppen har produsert en prototype der det mangler ytterst få deler for å anse denne som komplett. Noen av delene har blitt så forsinket at det ikke har lett seg gjøre å få montert prototypen sammen innen denne hovedrapporten trykkes opp. Det vil bli gjort et forsøk på å fullføre dette til presentasjon, men det viser seg utfordrende da deler fortsatt ikke er levert.

På grunn av de utfordringer det har vært med produksjon av deler, rent tidsmessig, så har dette gjort at prosjektgruppen ikke har fått konstruert noen motordrift for Motolift.

Etter en validering mot nevnte kravspesifikasjoner, sees hvert av disse leddene som fullført. For mer informasjon se *Delmål 2: Utforming* på side 11.

Det er blitt gjort en grundig jobb gjennom alle ledd, slik det går frem av gjennomgang av delmålene på etterfølgende sider. Med dette som grunnlag anser prosjektgruppen hovedmålet som fullført.





1.2 DELMÅL

I prosjektbeskrivelsen ble det utformet følgende delmål, som vil på etterfølgende sider bli gjennomgått i tur og orden:

1: Skisse for løfteanordning

Utarbeide en grov skisse/idé for mulig utførelse av løfteanordningen.

2: Utforming

Valg av metode for feste i tak og sykkel, og utforming av Motolift.

3: Prosjektplakat

Produsere en prosjektplakat.

4: Styrkeberegning

Prosjektgruppen skal gjennomføre styrkeberegnning for garasjebjelker og løfteanordning. Dette skal utføres manuelt og ved bruk av datasimuleringer. Ved behov, vil det innhentes ekstern hjelp.

5: Samarbeidspartner

Utrede mulighet for å anskaffe en samarbeidspartner.

6: Tegning

Lage 3d-tegning og målsatt arbeidstegning i AutoDesk Inventor.

7: Prototype

Få laget en prototype, samt teste denne.

8: Anbefaling

Utarbeide anbefalinger for installasjon.

9: Liste over kompatible sykler

Det skal utarbeides en liste over motorsykler som er kompatibel med løfteanordningen.

10: Hovedrapport

Hovedrapporten skal produseres og printes. Se tillegg III.7.3 på side 98.

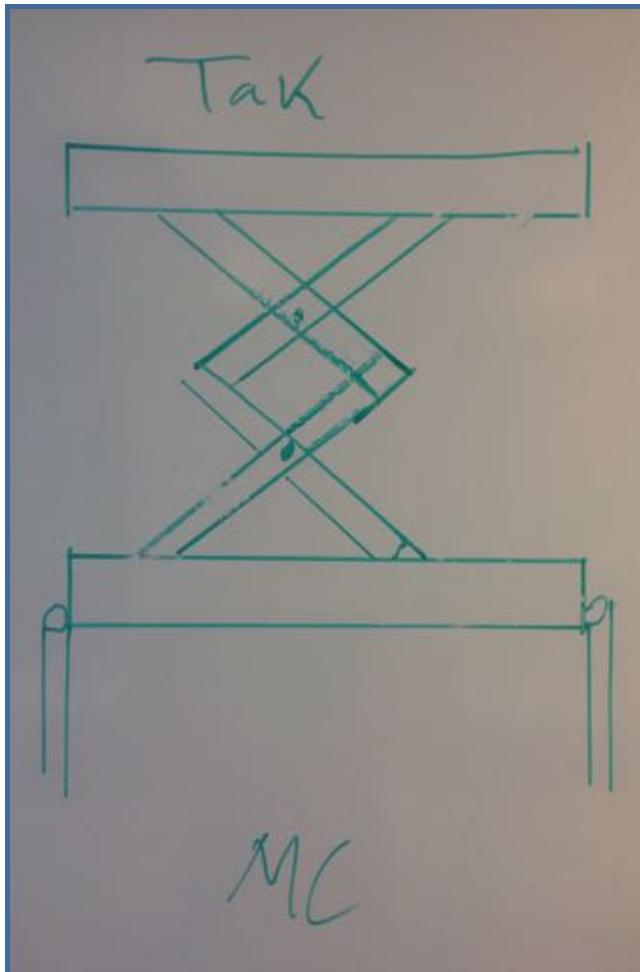
11: Presentasjon

Utarbeide og øve inn presentasjon.



DELMÅL 1: SKISSE FOR LØFTEANORDNING

På et tidlig stade ble det utarbeidet gode og enkle skisser, med en fullskala tre-modell for å få et raskt innblikk i virkningen i sakseliften. Denne modellen har vært til særdeles stor nytte, og har erstattet funksjonen av skisser.



Figur 1.1: Bilder av prototype

DELMÅL 2: UTFORMING



DELMÅL 2.1: UTGANGSPUNKT

Viktige punkter



Figur 1.2: Eksempel på sportsmotorsykkelen og sentrale festepunkter

Typer motorsykler

Motorsykler kommer i mange ulike modeller og varianter etter bruksområde og smak (InvisibleMC 2016):

STANDARD	Dette er en sykkel med rett sittestilling
HYBRID	En sykkel som er en miks av flere typer
SPORT	Laget for fart, fremoverliggende sittestilling
TOURING	Også kalt tursykkel, rett sittestilling
CRUISER	Denne har høyt styre, fremstrakte ben, bakoverlent sittestilling



Ettersom motorsykler har forskjellig geometri, kreves det mulighet for regulering av løfteanordning for å kunne tilpasses best mulig hver enkelt modell.

DELMÅL 2.2: KONSEPTSPESIFIKASJON

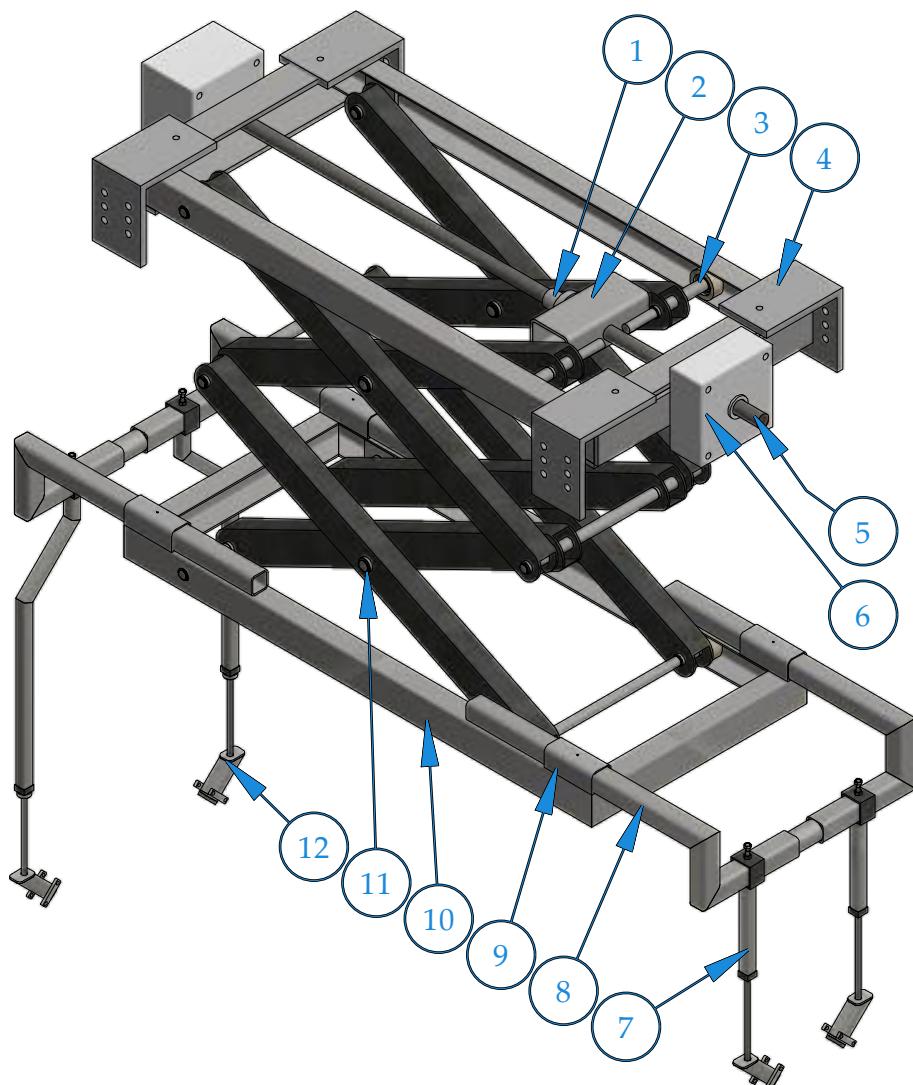
Prosjektgruppen ønsker at heisen skal monteres på en måte som gjør at det ikke er behov for endring på eksisterende bærekonstruksjon. Montering og plassering er også avhengig av takets bæreevne. Dimensjoneringen av takfestet er noe avhengig av vekten på resten av utstyret i tillegg til nyttelasten.

Løfteanordningen skal klare å løfte en motorsykkel 1 meter fra bakkenivået og være utstyrt med motor. Styrkeberegningen er avhengig av valgt nyttelast på 400 kg.

Motorsykkelen skal festes på en måte som gjør at den blir stabil, med minimalt med bevegelse under utførelse av arbeid på den.

DELMÅL 2.3: VALGT LØSNING

1. Løftemutter
2. Forsterket aksel
3. Polyamid-hjul
4. Takfester
5. Trapes-gjengestang
6. Lagerhus
7. Gripearm foran
8. Forlenger
9. Støtte for forlenger
10. Bunnramme
11. Saksearm
12. Gripearm bak



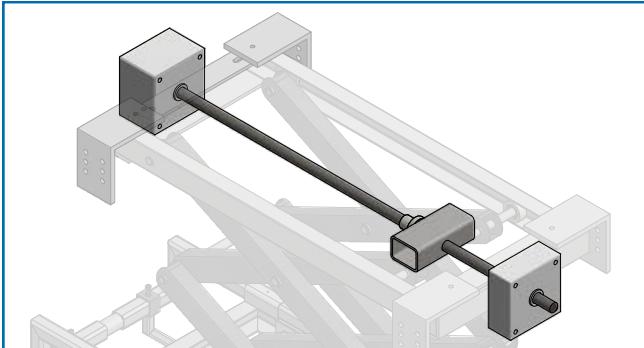
Figur 1.3: Motolift med anvisning av deler

DELMÅL 2.4: HOVEDKOMPONENTER

Gjengestang

Det er benyttet en trapes-gjengestang hvor rotasjonskraften går over til en lineær bevegelse som skyver i saksearmen for å løfte konstruksjonen. Det er benyttet gjengestang for å sikre lasten, i tilfelle sviktende komponenter.

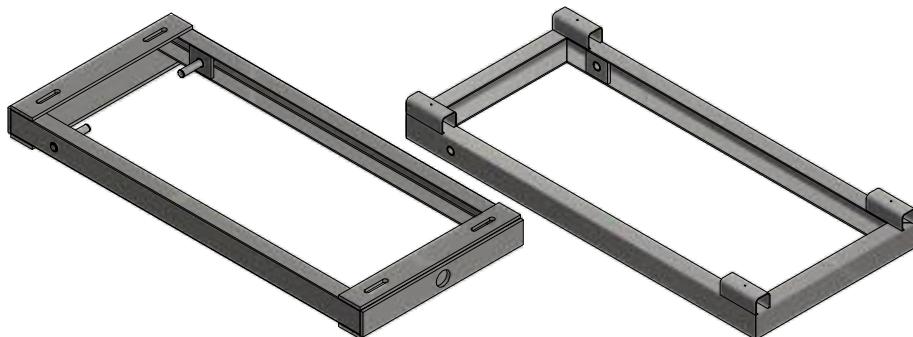
For prototype, grunnet begrenset budsjett og tilgjengelige deler, er det benyttet en redusert dimensjon på gjengestang med tilhørende deler. Det medfører at det blir en begrensning for kombinasjonen av høy last og heising til øverste heiseposisjon. For mer info, med beregninger og diagram over denne begrensningen, se avsnittene 2.1.8 og 2.1.9 på side 40 og på side 42.



Figur 1.4: Gjengestang med lagerhus

Topp- og bunnramme:

Rammene er begge laget av kanalstålprofiler. Topprammen er designet med hensyn til avstanden mellom takstolene i mindre bygg på 600 mm, og forsterket i endene for å kunne ta opp bøyemoment fra gjengestangen. Den horisontale bevegelsen til løfte armene var avgjørende for lengden på konstruksjonen.



Figur 1.5: Venstre: Toppramme Høyre: Bunnramme

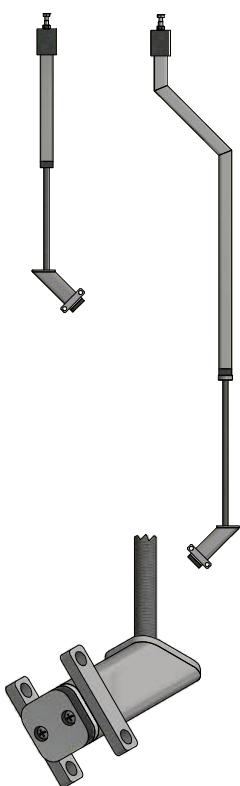
Saksearmer

Saksearmene består av hulprofiler som er leddet sammen som en saks. Den ene siden av armene er festet til topp- og bunnramme, og den andre til hjul som beveger seg i topp- og bunnramme.

Hensikten med å bruke to ledd er at det krever mindre horisontal bevegelse, som ville ført til lengre rammer for å få den nødvendige løftehøyden.



Figur 1.6: Saksearmer



Gripearmer

Gripearmer har blitt utformet for å være universale og fleksible, slik at de kan brukes til å løfte ved forskjellige punkter (fothvilere, feste under sete, nær senter av ratt, forgafler osv.), men også for forskjellige typer motorsykler.

Begge armer kan justeres individuelt på høyden, langs bredden av motorsykkelen, og gjennom forlengere langs lengden. Det er også mulig å justere vinkelen som gripearmen griper i.

Bakre gripearmer er utformet for å smyge seg rundt kåpe, og inn på fothvilere. Dette anses som et spesielt godt punkt, da det vil stabilisere motorsykkelen veldig, slik at det blir minimalt med bevegelse under arbeid på motorsykkelen.

Fremre gripearm er kortere og rett. Dette ettersom styret er plassert lengre opp enn fothvilere, og det er dermed ikke nødvendig med ekstra høyde.

Om ønskelig er det mulig å bruke fire like gripearmer, fremfor parvisse gripearmer, om dette skulle være ønskelig fra kunde.

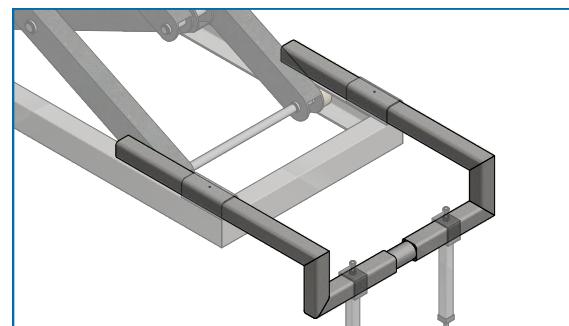
Griehånden, slik vist nederst i figur 1.7, har en gummiert ende som settes mot festepunktet på motorsykkelen. Så benyttes det en godkjent spennbånd for å stramme godt til. Dette gir en fleksibel løsning, som stabiliserer lasten, uten å skade motorsykkelen. Dette er en noe midlertidig løsning for bruk i prototypen, da spennbånd ikke er godkjent for å løfte med. Se avsnitt 1.4.3 på side 25 for mer info om mulige andre løsninger.

Figur 1.7: Bakre og fremre gripearmer, med griehånd

Forlengere

Forlengerene består av sveiste firkantede hulprofiler, som glir på bunnrammen i en støtte. Dette gir en god og stabil forlengning.

På midten av forlengeren er det et rør, som er ment for å kunne benyttes til å skyve gripearmer over, for å justere vinkelen på disse, slik at de kan legges flatt under bunnrammen, eller ned mot motorsykkelen. Se figur 1.9.



Figur 1.8: Forlenger

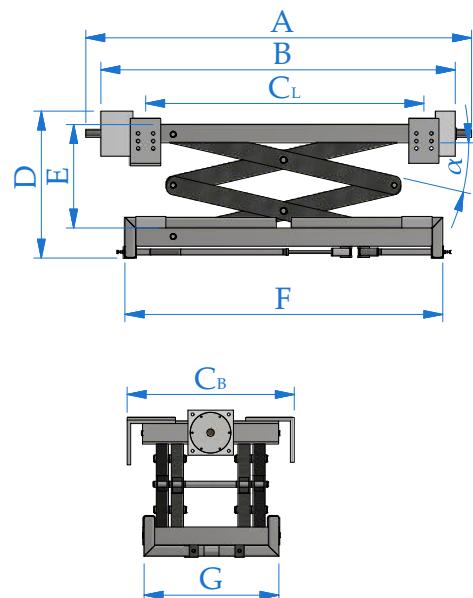


Figur 1.9: Serievisning av vinkling av gripearm mot forlenger

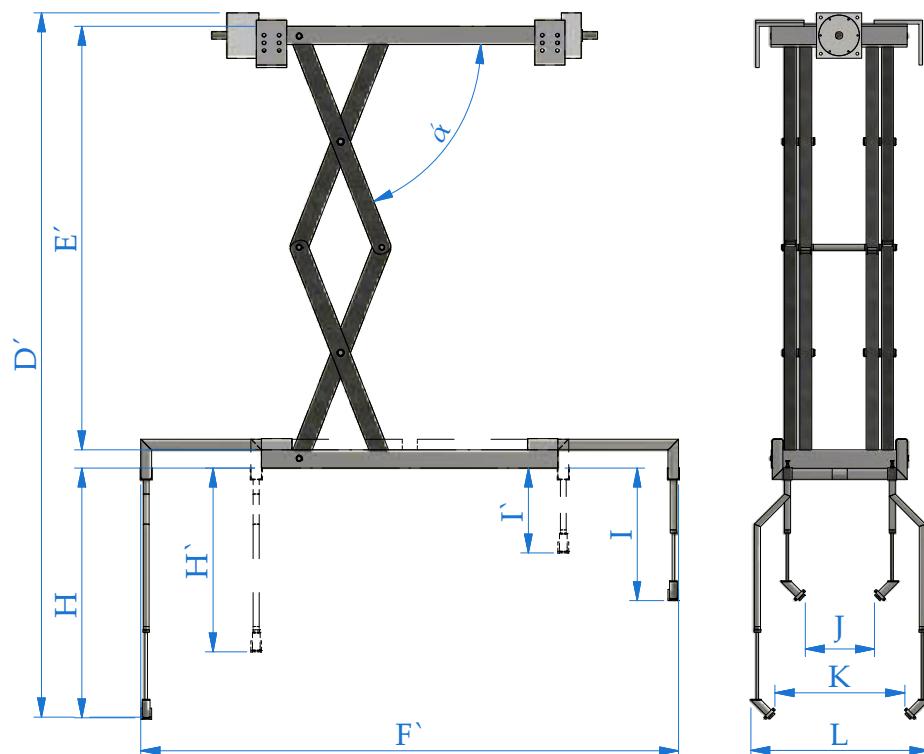
DELMÅL 2.5: SPESIFIKASJONER

Mål.	Pos.1 [mm]	Pos.2 [mm]	Beskrivelse
A	1 276		Lengde med gjengestang
B	1 172		Lengde topptramme
C _L	920		Monteringsbrakett lengde
C _B	500	600	Monteringsbrakett bredde
D	486	2 328	Total høyde
E	342	1 400	Avstand topp- til bunnramme
F	1 050	1 778	Lengde bunnramme
G	450		Bunnramme bredde
H	608	826	Gripearm bak
I	281	438	Gripearm foran
J	0	230	Gripearm foran avstand
K	0	430	Gripearm bak avstand
L	0	590	Gripearm bak ytre bredde
α	13°	69°	Tillatte vinkel med nyttelast

Tabell 1.1: Viktige lengder for Motolift, i mm



Figur 1.10: Motolift sammenlagt



Figur 1.11: Motolift Utstrekkt



DELMÅL 3: PROSJEKTPLAKAT ✓

Prosjektplakaten ble fullført vell innenfor tidsfristen. Her har tanken vært å skape nysgjerrighet gjennom å vise en svevende motorsykkel. Fargevalget er gitt for å skape ekstra assosiasjoner til spenning, som motorsykler har blitt et symbol på. Dette har vært kombinert med et stilrent design i lyse farger for å gi en profesjonelt og rent look til en verkstedoperasjon.

Bilder er lisensiert fra profesjonelle fotografer gjennom *DreamsTime*, med Motolift-logo laget gjennom *Logoist 2*.

Prosjektplakaten kan ses på side 143.

DELMÅL 4: STYRKEBEREGRNING ✓

Styrkeberegrningen er gjort i henhold til NS 5514 for Motolift. For garasjens taksperrer er det også gjort beregninger, i samråd med bygg-linjen ved Fagskolen i Kristiansand (FIK), da dette ikke er prosjektgruppens fagområde. For detaljer, se kapittel 2 på side 27. Det er mottatt mye nytteige tips og informasjon fra veileder Helge Espeland, og Bjørn Kittelsen fra styringsgruppen. Dette har vært til stor nytte, og nevnte personer belønnes med takk.

Data simuleringer var opprinnelig ment utført i AutoDesk Inventor, men dette viste seg å være en større oppgave enn først antatt. Prosjektgruppen mangler opplæring på dette punkt, og rapportene som lages av programvaren blir på flere hundre sider. Dermed ble det besluttet å heller støtte oss på rapport utarbeidet gjennom AutoDesk ForceEffect. Se vedlagt rapport, tillegg VI på side 145.

Dette er ikke en fullverdig simulering av konstruksjon ned i detaljer, men det støtter klart opp om manuelle beregninger, som var intensjonen med datasimuleringer.

Dermed anses delmålet som fullført

DELMÅL 5: SAMARBEIDSPARTNER



Flere lokale motorsykkelforhandlere er brukt gjennom idéprosesssen, med tilbakemelding og tips for forbedringer til produktet. Disse er plassert nedenfor til venstre.

Det er opprettet et samarbeid for produksjon av deler til Motolift, med instanser i høyre kolonne.

Prosjektgruppen er særdeles takknemlige for all hjelp mottatt, og vil anbefale instansene videre.



Figur 1.12: Samarbeidspartnere. Venstre kolonne har bidratt med bla.a. tips. Høyre kolonne har bidratt med produksjon av deler.

T O Slettebøe AS vært meget behjelpeelig ved anskaffelse av deler og noe sponsring.



-En enklere arbeidsdag!

AS Nymo har stilt deres verksted til utlån, og sponset prosjektet.



DELMÅL 6: TEGNING



Det er modellert 3d-tegninger, med tilhørende arbeidstegninger. For dette arbeid er det benyttet AutoDesk Inventor, som flere av prosjektgruppen har gode kunnskaper i. Det har derimot vært noen tekniske utfordringer i starten, ved synkronisering og samarbeid på Inventor-filer. Dette førte til en del ekstra arbeid i form av opprydding og å sette seg inn i innstillinger for dette.

Arbeidstegninger er å finne på tillegg IV på side 103.

DELMÅL 7: PROTOTYPE

Prototype har blitt produsert, og delvis montert. Prosjektgruppen har hatt kontakt med andre instanser for å få produsert noen av delene, i håp om å få avlastet gruppemedlemmen i forhold til arbeidsmengde. Det viste seg fort at logistikk og kommunikasjon er en utfordring. Selv om prosjektgruppen holdt tett oppfølging med produsentene våre, ble det problemer ved levering av enkelte deler til prosjektet, noe som har gjort at tidsfristen har løpt ut. Det jobbes videre med å få montert resterende deler til presentasjon, men det kan bli utfordrende å få fullført dette i tide, da deler i skrivende stund fortsatt ikke er ferdig levert.

Det som mangler er 3 stk dreide bolter, og lagerhus. Det vil bli gjort et forsøk på å ferdigstille prototypen frem mot presentasjonen, onsdag, 25. mai, men det er svært usikkert om dette lar seg gjøre.

Ettersom prototypen ikke er ferdig, har det naturlig nok ikke lyktes prosjektgruppen å teste denne.

Prosjektgruppen har fra starten ikke sett seg fornøyd med kun å prosjektere Motolift, men ønsket også å lage en prototype. Dette har gjort prosessen mer utfordrende, men også veldig interessant og lærerikt. Selv om den ikke har blitt helt ferdig, har prosessen vært spennende, fra idé til prototype.



Figur 1.13: Bilder av prototype

DELMÅL 8: ANBEFALING



DELMÅL 8.1: INSTALLASJONSANBEFALING

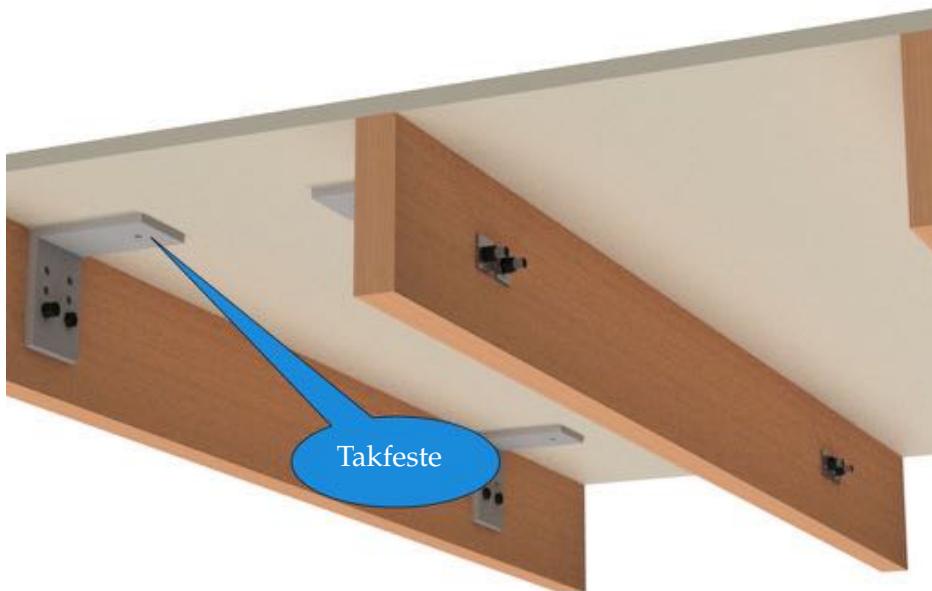
Motolift leveres med 4 stk takfester beregnet for takserrer i følgende dimensjon:

- 198 mm × 48 mm
- 148 mm × 48 mm

De medfølgende takfestene og Motolift er konstruert for å monteres i en standard lysåpning på 60 mm c/c avstand mellom takserrer. Takfestene kan også justeres ca 45 mm ut av senteravstanden dersom det er annen avstand mellom taksperrene.

NB! Dersom taksperrene er av annen dimensjon så vil ikke denne installasjonanbefaling være gyldig, og dermed bør byggteknisk kompetanse innhentes for å vurdere det aktuelle tilfellet.

DELMÅL 8.2: PLASSERING AV TAKFESTER:

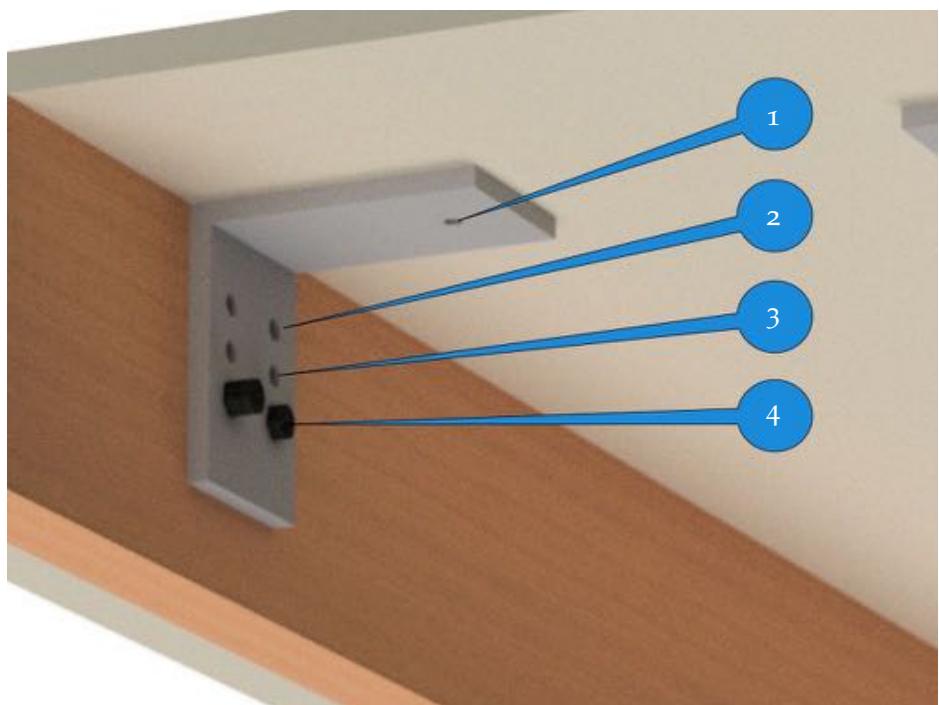


Figur 1.14: Visning av takfester mot bjelkelag

Motolift leveres med 4 stk takfester, og disse skal monteres på takserrerne slik illustrasjonen viser. Takfestene skal plasseres helt opp mot loftsgolv eller slik at oversiden av takfeste flukter med oversiden av taksperren.



DELMÅL 8.3: TAKFESTER

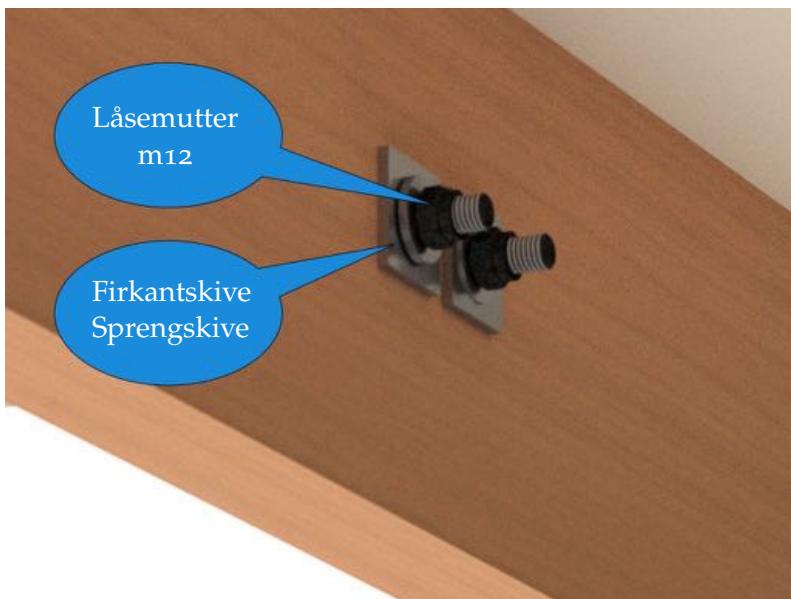


Figur 1.15: Detaljvisning av takfester

Når takfestene skal monteres til taksperrene, så skal det bores hull til festeskruer. Det er av stor betydning at disse hullene blir tatt ut i midten av taksperren, da dette er den mest gunstige stedet for å ta ut materiale ettersom at styrken til taksperren ikke reduseres så mye i forhold til å ta ut hullet andre steder. Takfestene er designet for å passe til taksperre av dimensjon 148 mm og 198 mm høyde.

1. Dette hullet er utført med **M12** gjenger. Det er dette hullet som brukes til å feste Motolift til takfestet.
2. Disse 2 hullene i denne hullraden skal IKKE brukes når taksperren er i dimensjon 148/198 mm.
3. Disse 2 hullene i den midterste hullraden skal brukes dersom det er taksperre med dimensjon 148 mm
4. Disse 2 hullene i den nederste hullraden skal brukes dersom det er taksperre med dimensjon 198 mm.

DELMÅL 8.4: FESTESKRUER



Figur 1.16: Skruer gjennom sperre

Når hull er tatt ut i taksperran så skal det brukes m12 skruer I kombinasjon med firkantskive og sprengskive samt låsemutter. Det er spesielt viktig at firkantskiven blir brukt da denne sørger for et større areal slik at det oppnås større motstand mot at festemidlene forsvinner inn i treverket. På denne måten sikrer man seg bedre mot at festet vil løsne med tiden.

DELMÅL 8.5: MONTERING AV MOTOLIFT TIL TAKFESTER.



Figur 1.17: Skruer i Motolift for takfeste

Når alle 4 takfester er montert opp I riktig avstand til slissesporene I topprammen, så skal Motolift løftes opp og festes med en stk m12 skrue påsatt en stoppskive. Denne skruen skal gjengesikres med for eksempel Loctite 222.



DELMÅL 8.6: BEREGNING AV LAST PÅ TAKSPERRER

Det er utarbeidet tabell nedenfor over hvor stor lysåpning (lengde på taksperrene mellom opplagringspunkter) det kan være, ved ulike dimensjoner og fasthetsklasser på trevirket. Det er beregnet både for konstruksjoner med og uten loft.

Uten loftslast

Dimensjon		Fasthetsklasser etter NS-EN 14081			
B	H	C14	C18	C24	C30
36	148	1,6	2	2,7	3,3
36	198	2,8	3,6	4,7	5,9
48	148	2,1	2,7	3,6	4,4
48	198	3,7	4,7	6,3	7,7

Tabell 1.2: Sperrenes lengste spenn i meter *uten* loftslast

Med loftslast¹

Dimensjon		Fasthetsklasser etter NS-EN 14081			
B	H	C14	C18	C24	C30
36	148	1,4	1,7	2,3	2,7
36	198	2,3	2,9	3,7	4,4
48	148	1,9	2,2	2,9	3,5
48	198	3	3,7	4,6	5,4

Tabell 1.3: Sperrenes lengste spenn i meter *med* loftslast

For videre detaljer om hvordan beregningene er utført, se eksempel under avsnitt 2.2 på side 53.

NB!

Verdiene er veiledende og er rent teoretisk beregnet. Det bør derfor gjøres en individuell vurdering av det aktuelle stedet monteringen av Moto-lift skal gjøres, og dette bør gjøres av en person med byggteknisk kompetanse. Det kan være forhold som påvirker bæreevnen til takstolene som ikke lar seg forutse dersom man ikke innhenter slik kompetanse.

¹Loftslast: (100 kg/m², 19 mm, egenvekt sperre og 150 mm isolasjon) NS-EN 1991-1 tabell A3.

**DELMÅL 9: LISTE OVER KOMPATIBLE SYKLER**

Det er utarbeidet en liste over kompatible sykler, se tillegg VII på side 161

DELMÅL 10: HOVEDRAPPORT

Hovedrapport skrevet, printet og levert innen tidsfrist

DELMÅL 11: PRESENTASJON

Presentasjonen er satt til onsdag, 25. mai. Det sees ingen utfordringer som gjør at presentasjonen ikke skulle la seg gjøre, og delmålet settes dermed som fullført.

1.3 KONKLUSJON AV DELMÅL

Alle delmål anses som ferdig, med unntak av *Delmål 7: Prototype*, som skyldes at deler ikke har blitt levert. I bakgrunn av det stramme tidskravet, generelt mye arbeid og de forsininkelser som har oppstått i leveringen av deler, er prosjektgruppen meget fornøyd med gjennomføringen av alle delmål.



1.4 EVALUERING AV LØSNING

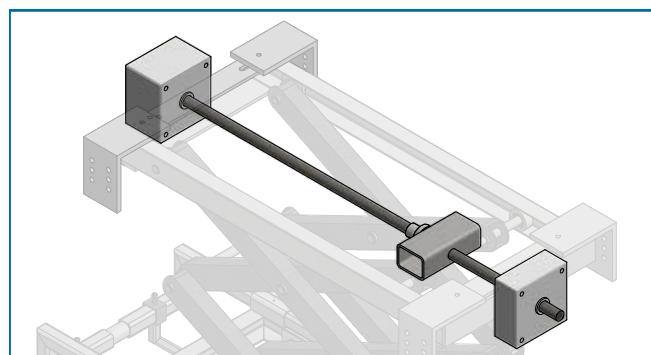
Motolift har vært et prøveprosjekt, hvor det kreves flere prototyper for å utarbeide en salgbar løsning. Den prototypen som har blitt produsert gir et godt utgangspunkt, men det er rom for forbedringer. Dette kom godt fram i produksjon av prototypen, og etter tilbakemelding fra lokale motorsykkelverkteder, noe som har vist seg å være særdeles nyttig.

1.4.1 GJENGESTANG SOM DRIVKRAFT

Dette har vært en avgjørende komponent, som burde testes ut. Dessverre har ikke prosjektgruppen kommet i mål med å montere den mekaniske drivkraften. Det har dermed ikke vært mulig å evaluere den i forhold til andre mulige drivkrafter som for eksempel hydraulikk, som kunne vært meget interresant.

Gjengstang som drivkraft har vist seg utfordrende ettersom den løfter på en ugunstig måte, ved å gjøre en horisontal bevegelse om til en løftekraft. Den kraften som kreves øker kraftig etterhvert som det løftes høyere opp. Dette har krevd noe store dimensjoner, et kompromiss på kombinasjonen løftekraft og nytte last, og forsterkning av topplamme og aksel for hjul. Denne løsningen er ikke ideell.

Uten å fått testet dette, kan det allerede nå ses på andre muligheten for å benytte andre drivkilder.



Figur 1.18: Gjengestang med lagerhus, gjengitt fra figur 1.4 på side 13

1.4.2 TOPP- OG BUNNRAMME

Lengden på rammene, spesielt bunnrammen kunne vært kortet inn noe. Dette ville gjort det enklere å feste kortere motorsykler, og spesielt mopeder og scooterer. Dette kunne vært løst ved å kutte spor i toppen av bunnrammens ende, slik at saksarmene kunne fått rom til å strekke seg helt ut langs enden. Dette krever forsterkning og styrkeberegnung av ny løsning. Tilsvarende kunne dette blitt gjort i topplammen. Dette ville også redusert egenvekten til Motolift noe.

På bunnramma er det kommet tilbakemelding fra et MC verksted om at det ville vært praktisk med forskjellig kroker langs rammen. Dette for å feste kåpe og andre løser deler under arbeid på motorsykkelen. Dette kan lett løses ved å feste flere kroker langs bunnrammen, på alle fire sider.

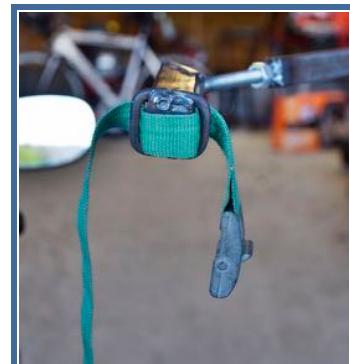
1.4.3 GRIPEARMER

Gripearmene kunne med fordel vært utformet noe annerledes. Justering av høyde og vinkel ved bruk av gjengestang er noe tregt, men fungerer greit på privatmarkedet hvor man ofte bare har en sykkel. Da er det ikke behov for å justere dette ofte. Men for verksteder blir dette noe helt annet, og her burde det vært en raskere løsning, f.eks. et klikkbart system.

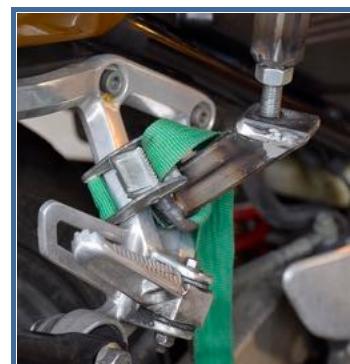
For å gi ekstra beskyttelse til motorsykkelen, kunne også innsiden av gripearmene vært dekket i et gummitrekk. Griehåndene kunne vært utformet slik at de griper mekanisk om løftepunkt gjennom en gummibelagt krok som samtidig klemmer rundt for å stabilisere. Dagens løsning med en gummibelagt motstykke og en godkjent spennbånd er ikke idéell med tanke på sikkerhet. Den er derimot veldig fleksibel.

Prosjektgruppen har diskutert flere andre løsninger her. Griehånden kunne vært utformet slik at f.eks. føthviler ligger i et spor i gripearmen, og vekten legger seg over den fremfor spennbåndet.

For å gjøre Motolift mer tilpasningsdyktig, kunne det også vært produsert flere forskjellige gripearmer, som kjøpes individuelt etter kundens behov.



Figur 1.19: Gripearm med spennbånd



Figur 1.20: Gripearm mot føthviler

1.4.4 FORLENGERE

Løsningen for forlengere har vært nokså god, da den er fleksibel og lett å operere. Men hullet som strammeskruen står i blir noe kort, og det burde vært gjort noe tilsvarende som i toppen av gripearmene, hvor det er sveist på en mutter, for å gi flere gjenger til å feste på.

Videre kunne det vært sett på en annen løsning for hvordan gripearmer legges flatt under rammen og vinkles ut. Dagens løsning innebærer et rør på midten, i samme ytre dimensjon som firkantrøret, som forlengeren består av. Tanken har vært å gli gripearm bort til midten over dette røret for å vinkle den. Dette fungerer, men det kunne vært forbedret.



Figur 1.21: Serievisning av vinkling av gripearm mot forlenger, gjenngitt fra figur 1.9 på side 14

2

Beregninger

INNHOLD

BEREGNINGER

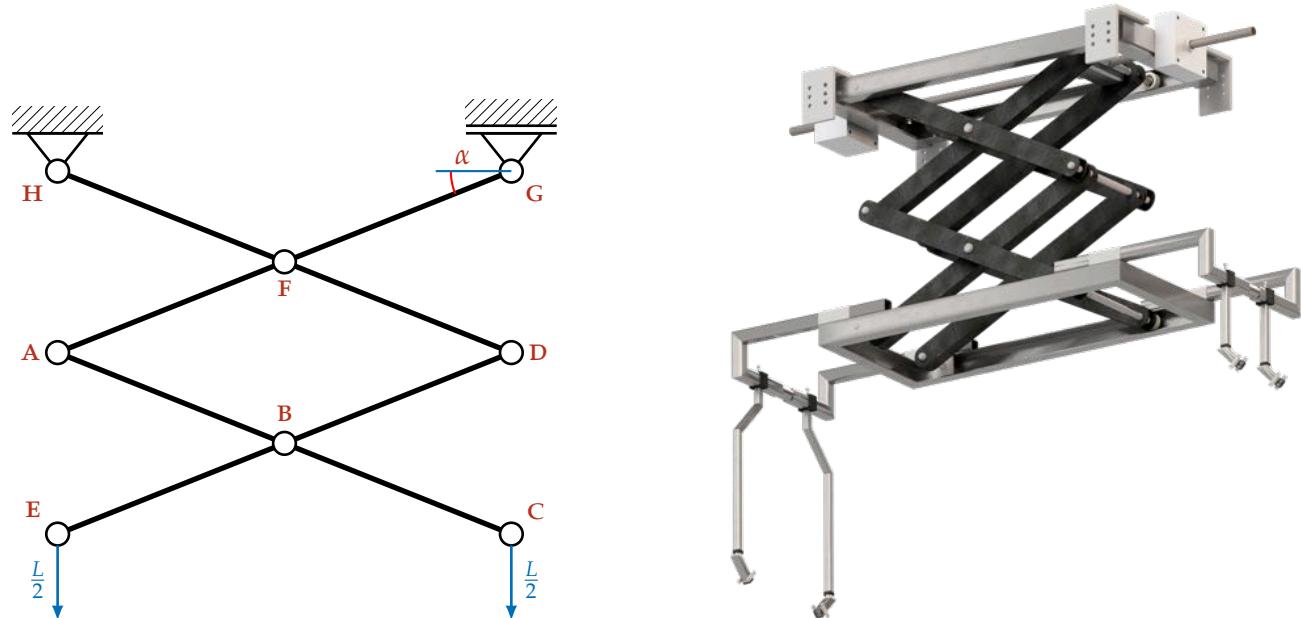
	2.1 MOTOLIFT	31
	2.1.1 Forutsetninger	31
	2.1.2 Bestemmelser etter NS 5514	32
2.1.3	Saksekonstruksjon som leddforbindelse	34
	2.1.4 Oppsummering av formler	36
	2.1.5 Armer	37
	2.1.6 Skjærspenning bolt	38
	2.1.7 Kontroll av hulltrykk i armer	38
2.1.8	Minste løftehøyde og horisontal kraft	40
	2.1.9 Lagerdimensjonering	42
	2.1.10 Forlenger	47
	2.1.11 Bunnramme	49
	2.1.12 Gripearm	52
	2.2 GARASJE	53
	2.2.1 Beregning av loftslast	53
2.2.2	Maksimalt bøyemoment på dragere	54
	2.2.3 Sperrens tverrsnittmodul	55
	2.2.4 Tillatt spenning i sperre/drajer	55

2.1 MOTOLIFT

2.1.1 FORUTSETNINGER

Beregninger gjøres etter NS 5514.

- Saksen beregnes som en leddkonstruksjon.
- Horizontal forsskyvning i øvre saksearm, punkt G.
- Vekten fordeler seg jevnt på de fire festepunktene.
- Nyttelast 400 kg.
- Egenvekt 80 kg.
- Minste løftevinkel settes til 13° , se avsnitt 2.1.8 på side 40



Figur 2.1: Illustrasjon av Motolift



2.1.2 BESTEMMELSER ETTER NS 5514

Klassifisering etter bruksområde

«Kranene er i denne standard gruppert i forskjellige krangrupper avhengig av hva de skal brukes til. Faktorer for fastsettelse av krangruppe er *bruksklasse* og *lastklasse*» (1.1)

Bruksklasse:	A	Uregelmessig drift fulgt av lange hvileperioder
Lastklasse:	3	Kran som regelmessig løfter opp mot tillatt arbeidslast
Krangruppe:	4	

Hovedlaster

Alle bevegelige deler skal antas å være i den posisjon som gir ugunstigste belastninger.

Hvert konstruksjonselement skal beregnes for den stilling av kranen og med den nyttelast (...) som gir de største spenninger. (1.21)

Verdier for den dynamiske faktor ψ

Ettersom løftekastigheten for Motolift vil være nokså lavt, vil den minste påkrevde verdien her benyttes. «Den dynamiske faktor skal ikke i noe tilfelle være lavere enn 1,15.» (1.2211)

Valg av faktor M

Faktoren hentes fra Tabell T i avsnitt 1.34 i standarden, for krangruppe 4 M=1,06.

Lasttilfeller

Lasttilfelle I benyttes her, Kran i arbeid uten vind. Avsnitt 1.2341 spesifiserer at for horisontalhastigheter under 0,70 m/s skal det ikke tas hensyn til bufferkeftene i S_H , og denne utelates dermed. Dette gir følgende formel, hentet fra avsnitt 1.31:

$$G = M(S_G + \psi S_L + S_H)$$

$$S_H = 0\text{ N}$$

$$G = M(S_G + \psi S_L)$$

$$G = 1,06(80\text{ kg} \cdot 9,81\text{ m/s}^2 + 1,15 \cdot 400\text{ kg} \cdot 9,81\text{ m/s}^2) = \underline{5,62 \cdot 10^3\text{ N}} \quad (2.1)$$

Skadeårsaker

Fra avsnitt 1.4 i standarden, skal det kontrolleres mot tre mulige skadeårsaker:

- overskridelse av flytegrensen
- overskridelse av den kritiske last for knekning og plateknekning
- overskridelse av utmattingsgrensen

Ettersom konstruksjonen i all hovedsak utsettes for strekk, er det ingen fare for knekk. Utmatting regnes som irrelevant, da det vil være relativt få lastvariasjoner.

Sikkerhetsfaktor for flyt

Standarden, avsnitt 1.4111 gir en sikkerhetsfaktor v_E til 1,50.

For s235-stål, som brukes i bunn- og topplamme:

$$\sigma_{as355} = \frac{\sigma_{s235}}{v_E}$$

$$\sigma_{as355} = \frac{235 \text{ N/mm}^2}{1,50} = \underline{156,67 \text{ N/mm}^2}$$

For s355-stål, benyttes for øvrige deler:

$$\sigma_{as355} = \frac{\sigma_{s355}}{v_E}$$

$$\sigma_{as355} = \frac{355 \text{ N/mm}^2}{1,50} = \underline{236,67 \text{ N/mm}^2} \quad (2.2)$$

Tillatt skjærspenning

Slik beskrevet i avsnitt 1.41112 i standarden, skal følgende formler benyttes:

$$\tau_a = \frac{\sigma_a}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_{as355} = \frac{\sigma_{s355}}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_{as355} = \frac{355 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3}} = \underline{136,64 \text{ N/mm}^2} \quad (2.3)$$

Bolter i armer er uten gjenger, dermed ikke skruforbindelser. Det er da valgt å bruke beregningene for enkle nagleforbindelser. Kravet er likevel høyere til nagleforbindelser, og dermed sikrere. Det regnes som enkelt-snitte forbindelser. Se avsnitt 1.4121

$$\tau_a = \sigma_a \cdot 0,6$$

$$\tau_{ans355} = \sigma_{as355} \cdot 0,6$$

$$\tau_{ans355} = 236,67 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,6 = \underline{142 \text{ N/mm}^2} \quad (2.4)$$

Beregning av jevnføringsspenning

$$\sigma_{cp} = \sqrt{\sigma + 3\tau^2} \leq \sigma_a \quad (2.5)$$



2.1.3 SAKSEKONSTRUKSJON SOM LEDDFORBINDELSE

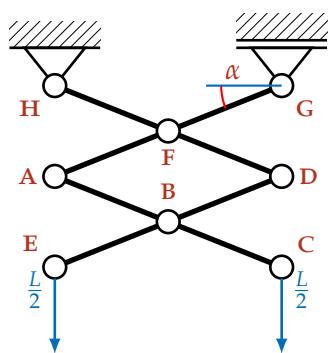
I etterfølgende beregninger vil det først foretas forenklinger av formler, før det settes inn tall. Talleksempler følger på avsnitt 2.1.4 på side 36.

G ble regnet ut i likning (2.1) på side 32

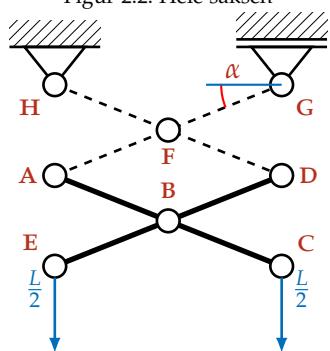
α er vinkelen i saksearmen.

l er avstanden mellom det midterste hullet på en arm, ut til hver av endehullene, her 375 mm.

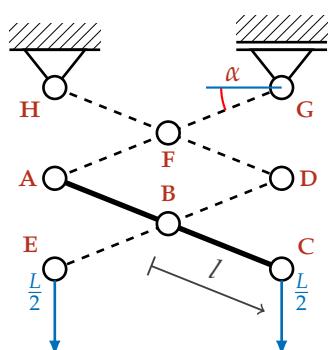
$$\text{Total last for denne saksen, } L = \frac{G}{2} \quad (2.6)$$



Figur 2.2: Hele saksen



Figur 2.3: Nedre saks



Figur 2.4: Arm A-C

$$\sum F_y \uparrow^+ = -L + F_{Gy} + F_{Hy} = 0 \text{ N}$$

$$F_{Gy} = F_{Cy}$$

$$\sum F_y \uparrow^+ = L - 2F_{Gy}$$

$$F_{Gy} = \frac{L}{2} = F_{Hy}$$

(2.7)

Ser så på kun nedre del av saksen

$$\sum F_y \uparrow^+ = -\frac{L}{2} + F_{Ay} + F_{Dy} = 0 \text{ N}$$

$$F_{Ay} = F_{Dy}$$

$$\sum F_y \uparrow^+ = -\frac{L}{2} + 2F_{Ay} = 0 \text{ N}$$

$$F_{Ay} = -\frac{L}{2} = F_{Dy}$$

(2.8)

Beregner nedre del av saksen, arm A-C

$$\sum F_y \uparrow^+ = -\frac{L}{2} + F_{Ay} + F_{By} = 0 \text{ N}$$

$$F_{By} = -\frac{L}{2} + F_{Ay}$$

$$F_{By} = -\frac{L}{2} + \frac{L}{2}$$

$$F_{By} = 0$$

(2.9)

$$\sum M_A \circlearrowleft = -F_{Bx} \cdot l \sin \alpha + F_{By} \cdot l \cos \alpha - \frac{L}{2} \cdot 2 \cdot l \cos \alpha$$

$$F_{Bx} = -\frac{\frac{L}{2} \cdot 2l \cos \alpha}{l \sin \alpha}$$

$$F_{Bx} = -\frac{L}{\tan \alpha}$$

(2.10)

$$\sum \vec{F}_x^+ = F_{Bx} - F_{Ax} - F_{Cx} = 0 \text{ N}$$

$$F_{Ax} = F_{Bx}$$

$$F_{Ax} = -\frac{L}{\tan \alpha}$$

(2.11)

Ettersom arm D-E er speilvendt av arm A-C, blir også x-kreftene her like

$$F_{Dx} = F_{Ax}$$

$$F_{Dx} = -\frac{L}{\tan \alpha}$$

(2.12)

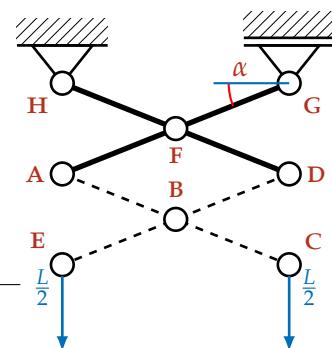
Ser så på kun øvre del av saksen, og gjøre tilsvarende som i likning (2.9) på forrige side

$$\sum F_y \uparrow^+ = -F_{Ay} - F_{Dy} + F_{Gy} + F_{Hy} + F_{Fy} = 0 \text{ N}$$

$$\sum F_y \uparrow^+ = -\frac{L}{2} - \frac{L}{2} + \frac{L}{2} + \frac{L}{2} + F_{Fy} = 0 \text{ N}$$

$$F_{Fy} = 0$$

(2.13)



Går så videre til å beregne øvre del, arm A-G

$$\sum M_H \circlearrowleft^+ = F_{Dy} \cdot 2 \cdot l \cos \alpha + F_{Dx} \cdot 2 \cdot l \sin \alpha - F_{Fy} \cdot l \cos \alpha - F_{Fx} \cdot l \sin \alpha = 0 \text{ kN}$$

$$0 = \frac{L}{2} \cdot 2l \cos \alpha + \frac{L}{\tan \alpha} \cdot 2l \sin \alpha - F_{Fx} \cdot l \sin \alpha$$

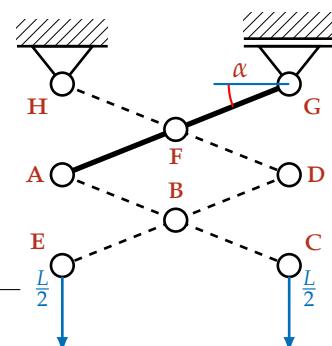
$$F_{Fx} = \frac{L \cdot l \cos \alpha}{l \sin \alpha} + \frac{L \cdot 2l \sin \alpha}{\tan \alpha \cdot l \sin \alpha}$$

$$F_{Fx} = \frac{L}{\tan \alpha} + \frac{2L}{\tan \alpha}$$

$$F_{Fx} = \frac{3L}{\tan \alpha}$$

(2.14)

Figur 2.5: Øvre saks



Figur 2.6: Arm A-G

$$\sum \vec{F}_x^+ = F_{Ax} - F_{Fx} + F_{Gx}$$

$$F_{Gx} = -F_{Ax} + F_{Fx}$$

$$F_{Gx} = -\frac{L}{\tan \alpha} + \frac{3L}{\tan \alpha}$$

$$F_{Gx} = -\frac{2L}{\tan \alpha}$$

(2.15)

Ettersom arm D-H er speilvendt av arm A-H, blir også x-kreftene her like

$$F_{Hx} = F_{Gx}$$

$$F_{Hx} = \frac{2L}{\tan \alpha}$$

(2.16)



2.1.4 OPPSUMMERING AV FORMLER

Oppsummert gjelder følgende for saks med horisontal løft:

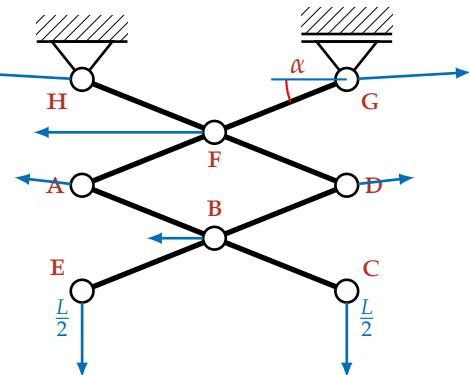
$$\begin{aligned}
 F_{BX} &= F_{DX} = F_{AX} = \frac{L}{\tan \alpha} & F_{AY} &= F_{DY} = \frac{L}{2} \\
 F_{GX} &= F_{HX} = \frac{2L}{\tan \alpha} & F_{GY} &= F_{HY} = \frac{L}{2} \\
 F_{FX} &= \frac{3L}{\tan \alpha} & F_{FY} &= F_{BY} = 0
 \end{aligned}$$

Av formlene ovenfor, er det klart at jo lavere vinkel α man benytter, jo høyere krefter oppstår det. Altså holder det å gjøre beregninger for den laveste tillatte vinkelen, som er bestemt til 13° , se avsnitt 2.1.8 på side 40. Dette er benyttet for videre beregninger, samt L , som er belastning på hver halvdel av saksen.

$$L = \frac{G}{2} = 2,81 \cdot 10^3 \text{ N} \quad (2.17)$$

	X [kN]	Y [kN]	Resultant [kN]
F_A	12,16	1,40	12,24
F_B	12,16	0	12,16
F_C	0	1,40	1,40
F_D	12,16	1,40	12,24
F_E	0	1,40	1,40
F_F	36,48	0	36,48
F_G	24,32	1,40	24,36
F_H	24,32	1,40	24,36

Tabell 2.1: Krefter i forskjellige punkter i armer i saks



Figur 2.7: Krefter i saks

Resultant

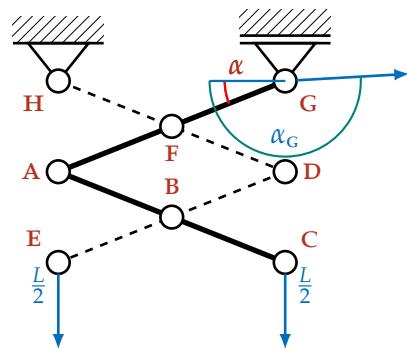
$$F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

2.1.5 ARMER

Bøyemoment i armer

For å beregne bøyningen i armene, holder det å beregne en nedre arm, ABC, og en øvre arm AFG, ettersom de andre armene er like eller speilvendte. For å kunne gjøre beregningene, vil det benyttes krefter perpendikulært på armene. Disse må beregnes i forhold til vinkelen på kreftene, og vinkelen på armen, som forsøkt illustrert i figur 2.8.

Kraft F og B skaper her ikke noe bøyemoment, ettersom de danner et motsatt rettet kraft mot seg selv i den armen som ligger på kryss over den.



Figur 2.8: Vinkler på krefter og arm

De perpendikulære kreftene er beregnet slik:

$$\begin{aligned} F_{A\perp} &= F_{AR} \cdot \sin(\alpha_A + \alpha) \\ F_{A\perp} &= 12,24 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \sin(353,42^\circ + 13^\circ) = 1,37 \cdot 10^3 \text{ N} \\ F_{G\perp} &= F_{GR} \cdot \sin(\alpha_G - \alpha) \\ F_{G\perp} &= 24,36 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \sin(183,30^\circ - 13^\circ) = 4,10 \cdot 10^3 \text{ N} \quad (2.18) \end{aligned}$$

Bøyemomentet blir da:

$$\begin{aligned} M_{B\text{Nedre}} &= F_{A\perp} \cdot l \\ M_{B\text{Nedre}} &= 1,37 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 375 \text{ mm} = 512,94 \cdot 10^3 \text{ N mm} \\ M_{B\text{\Ovre}} &= F_{G\perp} \cdot l \\ M_{B\text{\Ovre}} &= 4,10 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 375 \text{ mm} = 1,54 \cdot 10^6 \text{ N mm} \quad (2.19) \end{aligned}$$

Minste tverssnittsmodul: (Tillatt spenning hentet fra likning (2.2) på side 33)

$$\begin{aligned} W_{x\min\text{\Ovre}} &= \frac{M_{B\text{\Ovre}}}{\sigma_{as355}} \\ W_{x\min\text{\Ovre}} &= \frac{1,54 \cdot 10^6 \text{ N mm}}{236,67 \text{ N/mm}^2} = 6,50 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \\ W_{x\min\text{Nedre}} &= \frac{M_{B\text{Nedre}}}{\sigma_{as355}} \\ W_{x\min\text{Nedre}} &= \frac{512,94 \cdot 10^3 \text{ N mm}}{236,67 \text{ N/mm}^2} = 2,17 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (2.20) \end{aligned}$$

Det er valgt å benytte 60x40x4 hulprofil, s355J2H fra *Leif Hubert*. For å forenkle prototypen benyttes det sammen dimensjon på øvre og nedre armer. For dimensjonen kontrolleres tverrsnittmodulen mot kravet ovenfor. Denne oppgis i NS-EN 10219-2:2006 til $W_{x\text{arm}} = 10,30 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$, og er dermed godt innenfor.

Opptredende bøyespenninger, største spenning opptrer i øvre arm.

$$\begin{aligned} \sigma_{B\text{arm}} &= \frac{M_{B\text{\Ovre}}}{W_{x\text{arm}}} \\ \sigma_{B\text{arm}} &= \frac{1,54 \cdot 10^6 \text{ N mm}}{10,30 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 149,40 \text{ N/mm}^2 \quad (2.21) \end{aligned}$$

$$\sigma_{B\text{arm}} \leq \sigma_{as355}$$

$$149,40 \text{ N/mm}^2 \leq 236,67 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK!}$$



2.1.6 SKJÆRSPENNING BOLT

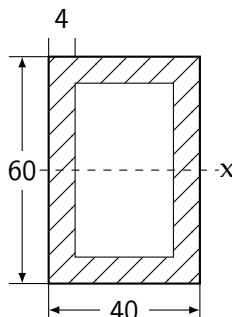
Etter beregninger i avsnitt 2.1.3 på side 34, er det klart det er flere punkter hvor det oppstår forskjellige krefter. Noen punkter er derimot mer interessant enn andre. Punkt G gir den største belastningen.

Skjærkraften V vil her være resultanten beregnet i avsnitt 2.1.4 på side 36. Tillat skjærspenning gitt ut fra likning (2.4) på side 33.

	V [kN]	A min [mm ²]	D min [mm]	Valgt bolt [mm]
Minste areal for bolt:				
$A_{\text{bolt}} = \frac{V}{\tau_{\text{ans}355}}$	A 12,24 B 12,16 C 1,40	86,21 85,64 9,89	10,48 10,44 3,55	16 20 16
Minste diameter for bolt	D 12,24 E 1,40	86,21 9,89	10,48 3,55	16 16
$D_{\text{bolt}} = \sqrt{\frac{4A_{\text{bolt}}}{\pi}}$	F 36,48 G 24,36 H 24,36	256,93 171,57 171,57	18,09 14,78 14,78	20 16 16

Tabell 2.2: Beregningstall for bolter

Med bakgrunn i dette, og for å forenkle produksjon av prototype, er det valgt å benytte like boltedimensjoner.



2.1.7 KONTROLL AV HULLTRYKK I ARMER

Tverrsnitt av arm:

$$A_{\text{arm}} = H \cdot T \cdot 2 + (B - 2 \cdot T) \cdot T \cdot 2$$

$$A_{\text{arm}} = 2T(B + H - 2T)$$

$$A_{\text{arm}} = 2 \cdot 4 \text{ mm}(40 \text{ mm} + 60 \text{ mm} - 2 \cdot 4 \text{ mm}) = 736 \text{ mm}^2$$

Redusert areal grunnet hull

$$A_{\text{armRed}} = A_{\text{arm}} - H_{\text{valgt}} \cdot 2T$$

Kraft, parallelt med arm
(se figur 2.8 på forrige side)

$$F_{\parallel} = F_R \cdot \cos(\alpha + \alpha_x)$$

Strekkspenning ved hull

$$\sigma_{\text{hull}} = \frac{A_{\text{armRed}}}{F_{\parallel}}$$

	Valgt hull D [mm]	A_{armRed} [mm ²]	F_{\parallel} [kN]	σ_{hull} [$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$]
A	20	353,42	12,17	21,12
B	25	0	11,85	22,11
C	20	90	1,37	2,37
D	20	186,58	12,17	21,12
E	20	90	1,37	2,37
F	25	0	35,55	66,32
G	20	183,30	24,01	41,69
H	20	356,70	24,01	41,69

Tabell 2.3: Hulltrykkspenning

Minste forankringslengde, skjærkraft og jevnføringsspenning

Bøyespenningen for arm ble vist i likning (2.21) på side 37

$$l_{\text{eff min}} = -\frac{V}{2 \cdot 2T\tau_{as355}} \quad \tau_{\text{hull}} = \frac{V}{2 \cdot 2Tl_{\text{eff valgt}}} \quad \sigma_j = \sqrt{(\sigma_{B\text{arm}} + \sigma_{\text{hull}})^2 + 3\tau_{\text{hull}}}$$

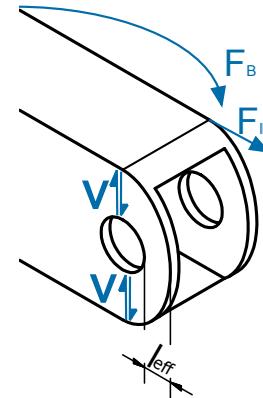
	$V = F_{\perp}$ [kN]	$l_{\text{eff min}}$ [mm]	$l_{\text{eff valgt}}$ [mm]	σ_{hull} $\left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right]$	τ_{hull} $\left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right]$	σ_j $\left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right]$
A	1,37	0,63	10	21,12	8,55	171,16
B	2,74			22,11		171,51
C	0,32	0,14	20	2,37	0,99	151,78
D	1,37	0,63	10	21,12	8,55	171,16
E	0,32	0,14	20	2,37	0,99	151,78
F	8,21			66,32		215,72
G	4,10	1,88	20	41,69	12,82	192,38
H	4,10	1,88	20	41,69	12,82	192,38

Tabell 2.4: Jevnføringsspenning over hull i saks. σ_{hull} og F_{\parallel} hentet fra tabell 2.3 på forrige side

Jevnføringsspenningen her beregnes siden det vil oppstå en kombinasjon av krefter i ethvert snitt langs armen. Den største kombinasjonen vil her være et snitt midt på endehull. Her vil det oppstå strekkkrefter langs toppflaten grunnet bøyespenninger, skjærkrefter ved hull, og normalkrefter.

Ettersom at jevføringsspenningene her, alle er under $\sigma_{as355} = 236,67 \text{ N/mm}^2$, og opptrædende skjærkraft τ_{hull} også er under $\tau_{as355} = 136,64 \text{ N/mm}^2$, er dette innenfor kravet satt etter NS 5514.

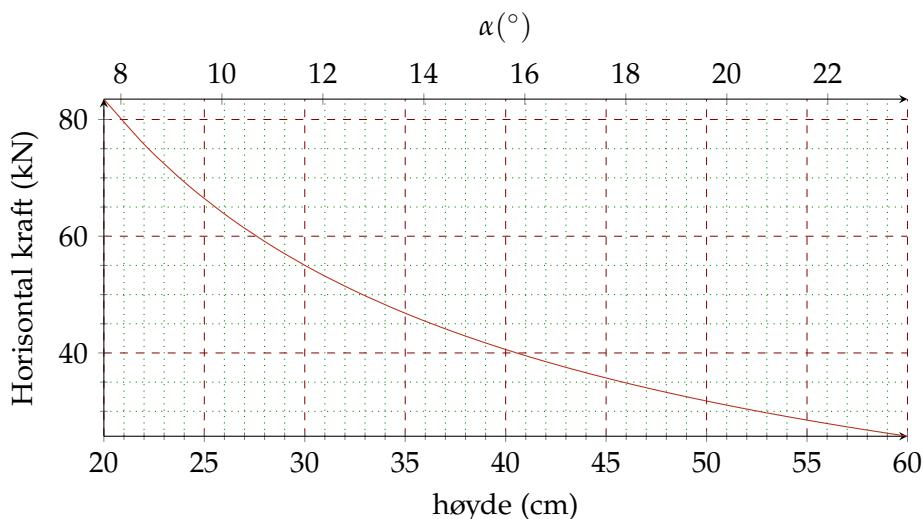
$$\begin{aligned} \sigma_j &\leq \sigma_{as355} \\ 0 \text{ N/mm}^2 &\leq 236,67 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK} \\ \tau_{\text{hull}} &\leq \tau_{as355} \\ 0 \text{ N/mm}^2 &\leq 136,64 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK} \end{aligned}$$



Figur 2.9: Kombinasjon av krefter

2.1.8 MINSTE LØFTEHØYDE OG HORIZONTAL KRAFT

For å kunne løfte med horisontal løftemetode er det ment å benytte en gjengestang som vil trekke horisontal i punkt C. Ettersom det er to sakser på hver side, vil gjengestangen måtte ta opp dobbelt så mye kraft som i et punkt C. Nødvendig horisontal kraft vil øke etterhvert som saksen blir mer og mer sammenlagt, som kommer frem av likning (2.15) på side 35. Dette kan vi også se på figur 2.10 nedenfor. Her er det gitt en visuell visning av kreftene gjengestangen på ta opp for vinkelen på saksermen, og hvilken høyde saksen nå befinner seg i, målt fra øvre opphengspunkt.



Figur 2.10: Fremstilling av opptrædende krefter(venstre) i punkt C, ved $G=5,62 \cdot 10^3$ N, i forskjellige vinkler(topp),høyder(bunn) målt fra øvre forankringspunkt.

Det viser seg at det blir snakk om ganske store krefter når saksen blir mer og mer sammenlagt. Det betyr at å løfte med horisontal løftemetode vil kunne bli utfordrende.

Etter sammenligning med Mekanex 2015a, s. 1:60, kolonne "Max Dragraft N", settes minste mulige vinkel i saksen til 13° , og en gjengestang TR32x6 med maksimal dragkraft $50,13 \cdot 10^3$ N. For denne vinkelen, vil man få følgende opptrædende krefter over gjengestang, og følgende byggehøyde for saksen:

$$G_{13} = 2 \frac{G}{\tan \alpha}$$

$$G_{13} = 2 \cdot \frac{5,62 \cdot 10^3 \text{ N}}{\tan 13^\circ} = 48,64 \cdot 10^3 \text{ N} \quad (2.22)$$

$$h_{\min} = 2l \sin \alpha$$

$$h_{\min} = 2 \cdot 750 \text{ mm} \cdot \sin 13^\circ = 337,43 \text{ mm} \quad (2.23)$$

Aksling

For å kunne ta opp kreftene mellom gjengestang og festet for armer, vil det benyttes et firkantrør festet til bolter. Etter tegning MLS_1000, *Moto-Lift Posisjonsvisning ovenfra* på side 109, er avstanden c/c mellom armene i toppen, ved hjul, oppgitt til 220 mm.

$$\begin{aligned} M_{\text{Baksel}} &= G_{13} \cdot \frac{l_{\text{aksel}}}{2} \\ M_{\text{Baksel}} &= 48,64 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \frac{220 \text{ mm}}{2} = \underline{5,35 \cdot 10^6 \text{ N mm}} \\ W_{x \text{ min aksel}} &= \frac{M_{\text{Baksel}}}{\sigma_{\text{as355}}} \\ W_{x \text{ min aksel}} &= \frac{5,35 \cdot 10^6 \text{ N mm}}{236,67 \text{ N/mm}^2} = \underline{22,61 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} \quad (2.24) \end{aligned}$$

Av dette velges det et firkantrør Hulprofil s355J2H fra *Leif Hubert*, 100x60x4. Denne har en tverrsnittmodul $W_{x \text{ aksel}} = 30,50 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ifølge NS-EN 10219-2:2006, tabell C3.

Opptrædende spennin:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{aksel}} &= \frac{M_{\text{Baksel}}}{W_{x \text{ aksel}}} \\ \sigma_{\text{aksel}} &= \frac{5,35 \cdot 10^6 \text{ N mm}}{30,50 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = \underline{175,44 \text{ N/mm}^2} \\ \sigma_{\text{aksel}} &\leq \sigma_{\text{as355}} \\ 175,44 \text{ N/mm}^2 &\leq 236,67 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK} \end{aligned}$$



2.1.9 LAGERDIMENSJONERING

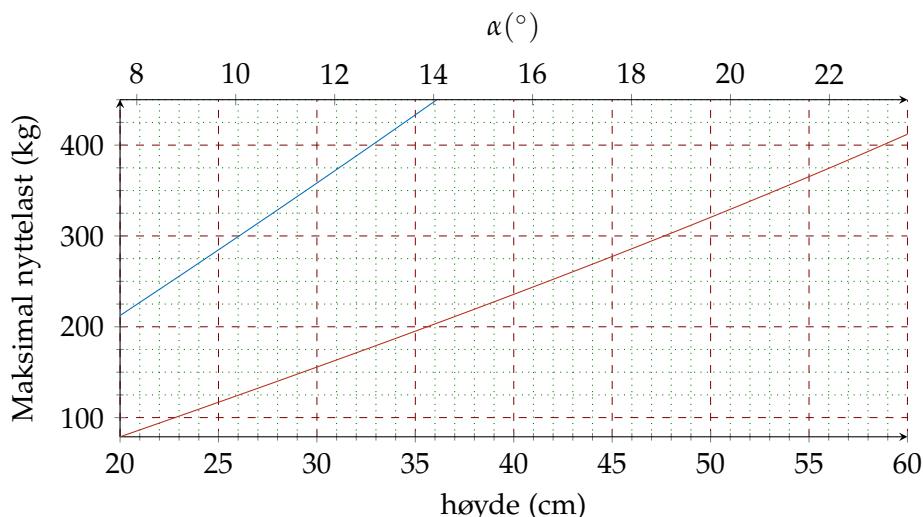
Det er beregnet en spindeldiameter på 32 mm i avsnitt 2.1.8 på side 40 for å kunne oppta 48,64 kN, i dragkraft, ved 6 ganger sikkerhet.

Prosjektgruppen hadde tilgang på en 24 mm trapesgjenget spindel. Av økonimske hensyn er det valgt å benytte denne, selv om dette reduserer muligheten for å kombinere maksimalt last og maksimal løftehøyde.

Valgt gjengestang har kapasitet til å oppta en maksimal dragkraft på 26,39 kN ved 6 ganger sikkerheten (Mekanex 2015b).

Gäng-dim	Max dragkraft N	Max trykkraft N vid spindellängd (m) med 6-faldig säkerhet											
		0,15	0,20	0,30	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
Tr 10x3	3237	1334	735	323	117	52	29						
Tr 12x3	5591	3855	2168	964	347	154	87	38					
Tr 14x4	6965	6003	3384	1500	541	241	135	59	33				
Tr 16x4	10202		7259	3227	1157	524	289	128	72	46	32	17	
Tr 18x4	14028		13812	6131	2207	981	552	245	137	88	61	34	21
Tr 20x4	18540			10643	3835	1704	958	425	239	153	105	59	38
Tr 22x5	20993			13684	4924	2187	1231	547	308	190	136	76	49
Tr 24x5	26388			21601	7789	3462	1942	865	486	310	215	121	77
Tr 26x5	32373				11772	5218	2943	1304	733	466	326	183	117
Tr 28x5	39043				16990	7553	4247	1888	1061	678	472	264	169
Tr 30x6	42575				20228	9005	5071	2246	1285	809	562	315	202
Tr 32x6	50129				28056	12468	7014	3119	1746	1121	778	438	280
Tr 36x6	67002				50227	22366	12556	5581	3139	2011	1394	784	502
Tr 40x7	81423				74163	32961	18540	8240	4630	2962	2060	1157	741
Tr 44x7	102612					52287	29430	13066	7357	4708	3266	1834	1177
Tr 50x8	132729					87701	49246	21876	12311	7887	5473	3080	1971
Tr 60x9	200300					191980	107910	47971	26977	17275	11988	6749	4316

Figur 2.11: Utdrag fra *Trapetsstänger Tabell* fra Mekanex



Figur 2.12: Maksimal nyttelast(venstre) ved forskjellige vinkler(topp) i saks, med byggehøyde når sammenlagt(bunn).

Ovenfor i figur 2.12 viser maksimal nyttelast ved forskjellige høyder beregnet ut fra å bruke nevnt gjengestang på **24 mm (i rødt)**, med en maksimal belastning på **26,39 kN**. Det vises også for sammenligningens skyld, for gjengestang **32 mm (i blått)**, maksimal belastning **50,13 · 10³ N**. Denne høyden er målt fra øvre forankringspunkt ned til bunnrammen. Det vil gjøres et eksempel på beregning her, for nyttelast 250 kg.

Hovedlast beregnes, på samme måte som i likning (2.1) på side 32

$$G_{250} = M(S_G + \psi S_L)$$

$$G_{250} = 1,06(80 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 + 1,15 \cdot 250 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2) = \frac{3,82 \cdot 10^3 \text{ N}}{(2.25)}$$

Høyde beregnes, som i likningene (2.22) og (2.23) på side 40, men løses for vinkel, ettersom maksimal dragkraft er kjent.

$$G_{24\text{mm max}} = 2 \frac{G_{250}}{\tan \alpha_{24\text{mm max}}}$$

$$\alpha_{24\text{mm max}} = \tanh \left(2 \frac{G_{250}}{G_{24\text{mm max}}} \right)$$

$$\alpha_{24\text{mm max}} = \tanh \left(2 \cdot \frac{3,82 \cdot 10^3 \text{ N}}{26,39 \text{ kN}} \right) = 16,15^\circ$$

$$h_{24\text{mm max}} = 2l \sin \alpha_{24\text{mm max}}$$

$$h_{24\text{mm max}} = 2 \cdot 750 \text{ mm} \cdot \sin 16,15^\circ = 417,31 \text{ mm} \quad (2.26)$$

Prosjektgruppen har derfor designet opplagringen av 24 mm spindel med følgende lagring.

1 stk aksialkulelager som tar opp belastningen i aksialretning. Grunnlaget for beregningen er en kraft på spindelens kapasitet tilsvarende 26,39 kN og en rotasjonshastighet på 800 o/min. Omgivelsestemperatur er satt til 40 °C, og at lageret går med 100 % belastning hele tiden.

Med ytre mål som spindeldiameter, anleggsflate og ytre diameter på mutter så er det valgt å gjøre beregninger på følgende lager: Aksialkulelager 52212 fra Fag.

For beregninger er det benyttet selskapets egne kalkulatorer (Medias 2016a; Medias 2016b), med inndata og resultater gjengitt nedenfor

Loadcase 1

Loadcase		
Designation	Bez	Load case 1
Time portion	q	100.000 %
Axial load	Fa	26000.0 N
Axial preload force	Fav	0 N
Type of movement	n_i	rotating
Speed	n_i	800.00 1/min
Mean operating temperature	T	40 °C

OK Cancel Help ...

Figur 2.13: Inndata i kalkulator (Aksialkulelager 52212)



medias® Home => Rolling and plain bearings, accessories => 522 => 52212 => Calculation

Series Products Product data Description Calculation CAD Shopping basket Datasheet

Axial deep groove ball bearings 52212
main dimensions to DIN 711/ISO 104, double direction, separable

Loadcase 1

Rolling bearing catalogs
52212
Loadcase 1

Description Name Value Unit

Total rating life in hours (nominal)	Lh10	282 h
Modified rating life in hours	Lh_nm	598 h
Static load safety factor	S0_min	5.385
Dynamic load safety factor	SD	2.385

The calculations are carried out with great care and are checked for correctness. Nevertheless, the Schaeffler Technologies AG & Co. KG cannot accept any liability for loss or damage of any type whatsoever arising directly or indirectly from the use of the calculations and software offered here. Please take note of our [Conditions of use](#).

- The calculations correspond to the current level of technology and standardisation.
- In those cases where the influence of the adjacent construction must be taken into consideration, we use our BEARINX® program. Ask our [External Sales](#).

Figur 2.14: Resultat fra kalkulator (Aksialkulelager 52212)

Dette gir en levetid på 282 timer ved 26,39 kN belastning. Forutsatt at Motolift bruker 30 sekunder på hver syklus (opp og nedheiseing) så gir dette en levetid på 33840 sykluser ved full belastning på spindelen.

Antall syklyser

$$C = \frac{282 t \cdot 60 \text{ min}}{500 \cdot 10^{-3} \text{ min}} = 33,84 \cdot 10^3$$

Ved 20 fullbelastedet sykluser pr. dag så gir dette en levetid 1692 dager. Dette tilsvarer ved 5 arbeidsdager i uken ca. 6.5 år.

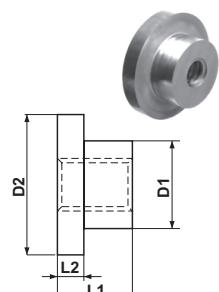
På grunnlag av at man kun har lagring som opptar krefter aksialt så trenger opplagringen et lager som tar krefter i radiell retning. Med 24 mm spindeldiameter, er tilhørende mutter oppgitt til å ha en utvendig dimensjon på 50 mm.

Flänsmuttrar

Material

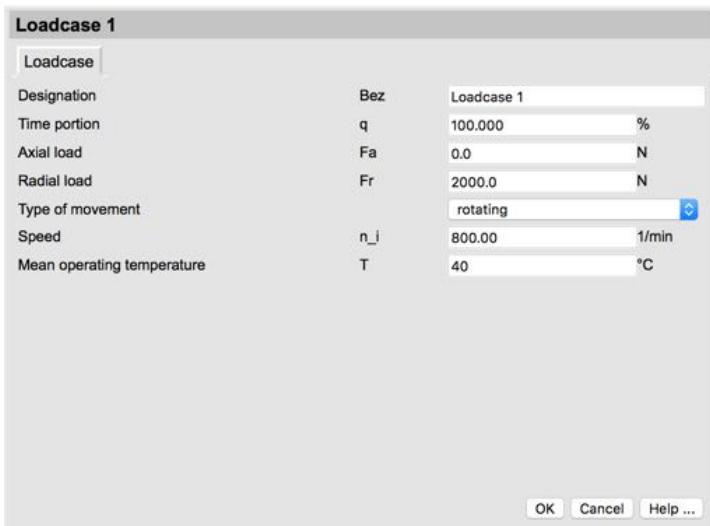
Stål SS EN 10087-11SMnPb30 (1.0718)

Gängdim.	Högergång	Vänstergång	D1	D2	L1	L2
Tr 10x3	TFLH10	TFLV10	20	35	15	6
Tr 12x3	TFLH12	TFLV12	24	40	20	8
Tr 14x4	TFLH14	TFLV14	30	50	24	9
Tr 16x4	TFLH16	TFLV16	30	50	24	9
Tr 20x4	TFLH20	TFLV20	38	60	26	10
Tr 24x5	TFLH24	TFLV24	50	80	33	13
Tr 30x6	TFLH30	TFLV30	58	90	48	20



Figur 2.15: Utdrag fra (Mekanex 2015b, s.2)

På grunn av design og praktiske løsning av lagerhus har ytterdiamteren på lageret stor betydning i forhold til montering. Det er blitt valgt et sporkulelager 6310, som det er gjort beregninger for. Radiale krefter er anslått til 2 kN , som kan komme fra skjevhets og ubalanse i konstrukasjonen.



Figur 2.16: Inndata i kalkulator (Sporkulelager 6310)

[medias® Home](#) => Rolling and plain bearings, accessories => 63...-2RSR => 6310-2RSR => Calculation

Series Products Product data Description **Calculation** CAD Shopping basket Datasheet

Deep groove ball bearings 6310-2RSR

main dimensions to DIN 625-1, lip seals on both sides

Loadcase 1

Rolling bearing catalogs
6310-2RSR
Loadcase 1

Description	Name	Value	Unit
Total rating life in hours (nominal)	Lh10	818801	h
Modified rating life in hours	Lh_nm	>1000000	h
Static load safety factor	S0_min	19.250	
Dynamic load safety factor	SD	34.000	

- The calculations are carried out with great care and are checked for correctness. Nevertheless, the Schaeffler Technologies AG & Co. KG cannot accept any liability for loss or damage of any type whatsoever arising directly or indirectly from the use of the calculations and software offered here. Please take note of our [Conditions of use](#).
- The calculations correspond to the current level of technology and standardisation.
- In those cases where the influence of the adjacent construction must be taken into consideration, we use our BEARINX® program. Ask our [External Sales](#).

Figur 2.17: Resultat fra kalkulator (Sporkulelager 6310)



Dette vil gi en levetid på sporkulelageret på 81800 timer, og lageret anses som noe overdimesjonert for oppgaven i dette lasttilfellet. Et mindre lager kan derimot ikke velges da betingelsene med 50 mm hulldiameter på lager kreves. Dette gir et stort lager i alle tilfeller. En annen design av opplagringen måtte da ha vært gjort, noe som prosjektgruppen ikke så som nødvendig i dette tilfellet.

I dette tillfellet vil den ene enden av spindelen stå fastlåst med i både aksial og radiell retning. Glidesiden av lageret vi være på motorsiden der lengdeutvidelsen som følge av for eksempel varmeutvidelse skal kunne opptas mellom akselkobling, motor og spindel. Sporkulelager i motorsiden skal da ha en glidepasning slik at lager og spindel kan bevege seg i radiell retning. Det vil ikke da oppstå krefter i radiell retning, som vil føre til ugunstig press på motor/konstruksjon/lagringer som igjen vil utøve skade på komponenter.

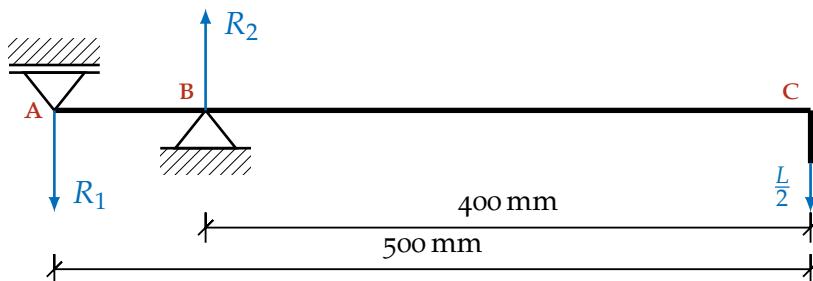
Konklusjon

Ut ifra ovenstående så ser man at begge lager 6310 og 52212 vil være et naturlig valg for spindelen på 24 mm. Ved 36 mm spindel vil man måtte foreta en redesign av opplagringen.

Sett i lys av teoretisk beregnet levetid så er dette innenfor av hva Motolift er designet for, med tanke på brukssyklus og belastninger.

2.1.10 FORLENGER

Forlengeren består av sveise firkantrør, sett fra siden. Den kan skyves ut inntil $l_{FL_ARM} = 400$ mm.



Figur 2.18: Forenklet statikk-figur av forlenger med påførte krefter

Momentbetrakting for punkt A

$$\begin{aligned}\sum M_A^{\circ+} &= \frac{L}{2} \cdot l_{FL} - R_2 \cdot l_{FL_ARM} = 0 \text{ N} \\ R_2 &= \frac{L \cdot l_{FL}}{2 \cdot l_{FL_ARM}} \\ R_2 &= \frac{2,81 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 500 \text{ mm}}{2 \cdot 100 \text{ mm}} = 7,02 \cdot 10^3 \text{ N}\end{aligned}\quad (2.27)$$

Betrakting av sum av y-krefter

$$\begin{aligned}\sum F_y \uparrow^+ &= -R_1 + R_2 - \frac{L}{2} = 0 \text{ N} \\ R_1 &= R_2 - \frac{L}{2} \\ R_1 &= 7,02 \cdot 10^3 \text{ N} - \frac{2,81 \cdot 10^3 \text{ N}}{2} = 5,62 \cdot 10^3 \text{ N}\end{aligned}\quad (2.28)$$

Beregner bøyemoment for forlenger.

$$\begin{aligned}M_b_FL &= \frac{L}{2} \cdot l_{FL_ARM} \\ M_b_FL &= \frac{2,81 \cdot 10^3 \text{ N}}{2} \cdot 400 \text{ mm} = 561,52 \cdot 10^3 \text{ N mm}\end{aligned}\quad (2.29)$$

Minste tillatte tverrsnittmodul:

$$\begin{aligned}W_x minFL &= \frac{M_b_FL}{\sigma_{as355}} \\ W_x minFL &= \frac{561,52 \cdot 10^3 \text{ N mm}}{236,67 \text{ N/mm}^2} = 2,37 \cdot 10^3 \text{ mm}^3\end{aligned}\quad (2.30)$$



Ut fra dette er det valgt å bruke en HULPROFILER S355J2H. Denne dimensjonen er ikke å finne i tabeller fra NS-EN 10219-2:2006, og det blir for omfattende å beregne dette ut fra beregningsmetodene i standarden. Tverrsnittmodulen kan beregnes gjennom formler i Johannessen 2002, s.64, men disse gir et mye større resultat enn det standarden ville gitt. Dermed brukes en enkel metode; gjennomsnitt av dimensjonene 30x30x3 og 40x40x2. Disse er oppgitt til henholdsvis $2,34 \text{ cm}^3$ og $3,47 \text{ cm}^3$.

$$W_x F_L = \frac{2,34 \text{ cm}^3 + 3,47 \text{ cm}^3}{2} = \underline{2,91 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} \quad (2.31)$$

Opptredende spenning:

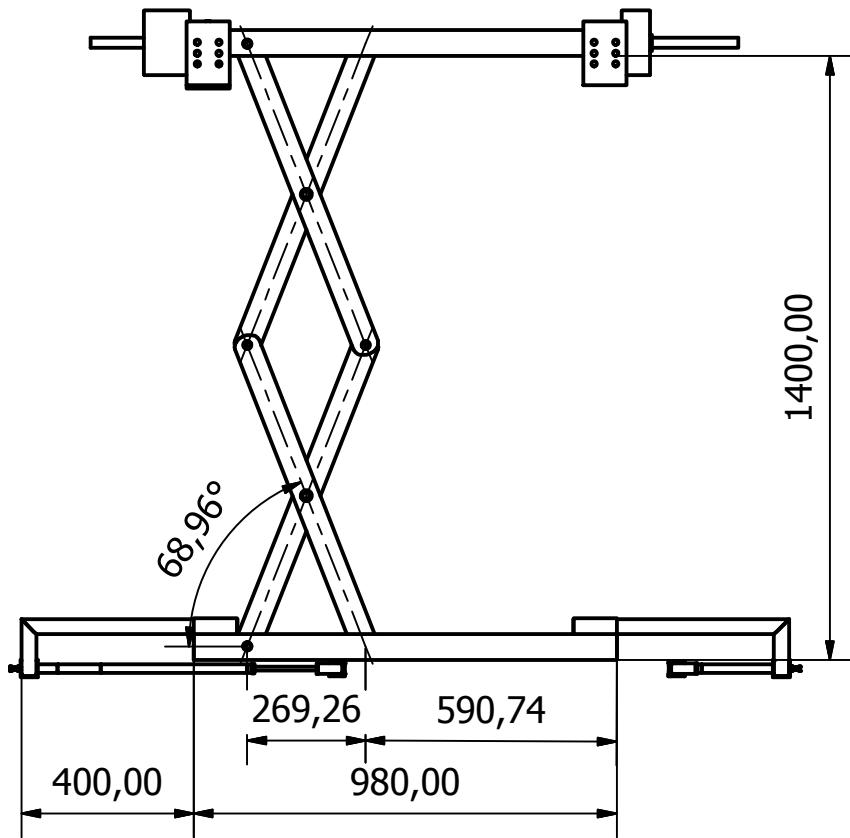
$$\sigma_{F_L} = \frac{M_b F_L}{W_x F_L}$$

$$\sigma_{F_L} = \frac{561,52 \cdot 10^3 \text{ N mm}}{2,91 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = \underline{193,30 \text{ N/mm}^2} \quad (2.32)$$

$$\sigma_{F_L} \leq \sigma_{a\ s355}$$

$$193,30 \text{ N/mm}^2 \leq 236,67 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

2.1.11 BUNNRAMME



Figur 2.19: Illustrasjon av Motolift sett fra siden

For bunnrammen vil det beregnes krefter i det den er i den laveste posisjon, når saksen er maksimalt utstrekkt. Dette grunnet at den lengste armen for bøyemoment vil opptre her. Det er bestemt at den laveste posisjonen skal av praktiske grunner være 1,40 m.

Dermed må det beregnes hjulets avstand for denne posisjonen.

Finner vinkel på armene (deler på 2 ettersom det er en dobbel saks):

$$\alpha_{\max} = \arcsin \left(\frac{l_{\max}}{2 \cdot l} \right)$$

$$\alpha_{\max} = \arcsin \left(\frac{1,40 \text{ m}}{2 \cdot 750 \text{ mm}} \right) = \underline{\underline{68,96^\circ}} \quad (2.33)$$

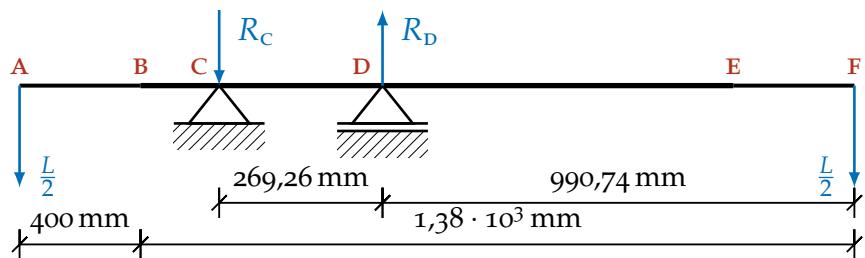
Avstand mellom hjul og fastlager:

$$l_{\max} = \cos(\alpha_{\max}) l$$

$$l_{\max} = \cos(68,96^\circ) \cdot 750 \text{ mm} = \underline{\underline{269,26 \text{ mm}}}$$



Figuren forenkles til følgende statikk-figur:



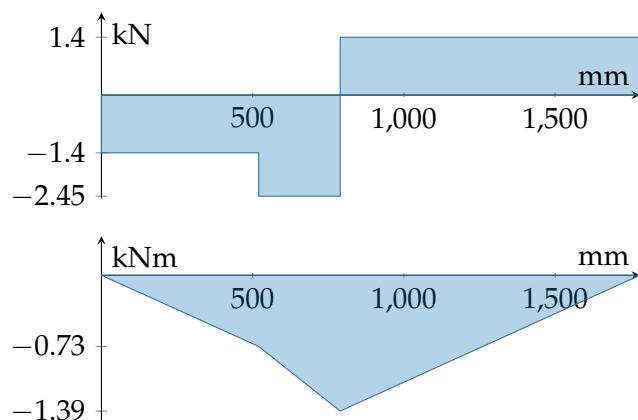
Figur 2.20: Forenklet statikkfigur av bunnrammen med forlengere

Momentbetrakting for punkt c

$$\begin{aligned}\sum M_c^{\circlearrowleft} &= -\frac{L}{2} \cdot l_{A-C} - R_D \cdot l_{MAX} + \frac{L}{2} \cdot l_{C-E}) = 0 \text{ N} \\ R_D &= \frac{-\frac{L}{2} \cdot l_{A-C} + \frac{L}{2} \cdot l_{C-E})}{l_{MAX}} \\ R_D &= \frac{-\frac{2,81 \cdot 10^3 \text{ N}}{2} \cdot 520 \text{ mm} + \frac{2,81 \cdot 10^3 \text{ N}}{2} \cdot 1,26 \text{ m}}{269,26 \text{ mm}} = 3,86 \cdot 10^3 \text{ N}\end{aligned}\quad (2.34)$$

Betrakting av sum av y-krefter

$$\begin{aligned}\sum F_y \uparrow^+ &= L + R_C + R_D = 0 \text{ N} \\ R_C &= -L + R_D \\ R_C &= -2,81 \cdot 10^3 \text{ N} + 3,86 \cdot 10^3 \text{ N} = 1,05 \cdot 10^3 \text{ N}\end{aligned}\quad (2.35)$$



Figur 2.21: V- og M_b -diagram for bunnrammen

Største bøyemoment for bunnramme oppstår i punkt C

$$M_{b_br} = \frac{L}{2} \cdot l_{C-E}$$

$$M_{b_br} = \frac{2,81 \cdot 10^3 \text{ N}}{2} \cdot 1,26 \text{ m} = \underline{\underline{1,39 \cdot 10^6 \text{ N mm}}} \quad (2.36)$$

Minste tillatte tverrsnittmodul:

$$W_{x\min_br} = \frac{M_{b_br}}{\sigma_{as235}}$$

$$W_{x\min_br} = \frac{1,39 \cdot 10^6 \text{ N mm}}{156,67 \text{ N/mm}^2} = \underline{\underline{8,88 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}} \quad (2.37)$$

Av dette er det valgt å benytte en kanalstål kaldvalset s235 levert av Leif Hübert Stål AS, 40x60x40x3.

Tverrsnittmodul for valgt profil:

$$W_{x\br} = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$$

$$W_{x\br} = \frac{40 \cdot 60^3 - 44 \cdot 54^3}{6 \cdot 60} = \underline{\underline{9,13 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}} \quad (2.38)$$

Opptrædende spenninger i profil:

$$\sigma_{br} = \frac{M_{b_br}}{W_{x\br}}$$

$$\sigma_{br} = \frac{1,39 \cdot 10^6 \text{ N mm}}{9,13 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = \underline{\underline{152,36 \text{ N/mm}^2}} \quad (2.39)$$

$$\sigma_{br} \leq \sigma_{as235}$$

$$152,36 \text{ N/mm}^2 \leq 156,67 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$



2.1.12 GRIPEARM

Gjengestang

Det er fire stk gripearmer, og det antas jevn fordeling av krefter. Dermed er opptrædende kraft lik $F_{gj} = 1,40 \cdot 10^3 \text{ N}$.

NS 1073-6:1971 oppgir minste diameter for gjengestang M10X1.5MM, toleranseklasse middels (6g) til $d_{gj} = 9,73 \text{ mm}$.

Areal:

$$A_{gj} = \frac{\pi d_{gj}}{4}$$

$$A_{gj} = \frac{\pi \cdot 9,73 \text{ mm}}{4} = 7,64 \text{ mm}^2$$

Opptrædende spenning:

$$\sigma_{gj} = \frac{F_{gj}}{A_{gj}}$$

$$\sigma_{gj} = \frac{1,40 \cdot 10^3 \text{ N}}{7,64 \text{ mm}^2} = 183,66 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{gj} \leq \sigma_{as355}$$

$$183,66 \text{ N/mm}^2 \leq 236,67 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK!}$$

Firkantrør

Det er valgt å bruke Leif Hübert Stål AS firkantrør 40x40x2 MM S235JR etter NS-EN 10305-5:2010. Beregning av tverrsnitt er hentet fra nevnt formel, tilpasset for svar i mm^2 .

Areal:

$$A_{gj} = 2T(B + H - 2T) - (4 - \pi)(0,5T)^2$$

$$A_{gj} = 2 \cdot 2 \text{ mm}(40 \text{ mm} + 40 \text{ mm} - 2 \cdot 2 \text{ mm}) - (4 - \pi)(0,5 \cdot 2 \text{ mm})^2 =$$

Opptrædende spenning:

$$\sigma_{gj} = \frac{F_{gj}}{A_{gj}}$$

$$\sigma_{gj} = \frac{1,40 \cdot 10^3 \text{ N}}{303,14 \text{ mm}^2} = 4,63 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{gj} \leq \sigma_{as355}$$

$$4,63 \text{ N/mm}^2 \leq 236,67 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK!}$$



2.2 GARASJE

Under delmål 8.6, s.22, ble det vist tabeller over tillatt spennlengde og dimensjon på fritt opplagrede dragere når Motolift er plassert midt i spennet. Det vil på etterfølgende sider gis et eksempel på en slik beregning.

2.2.1 BEREGNING AV LOFTSLAST

Loftslast jevnt fordelt pr. drager	0,30 kN/m
Egenvekt sperre/drager	0,07 kN/m
Sponplate gulv (19 mm)	0,15 kN/m
Isolasjon 150 mm	0,05 kN/m
Sum total last og egenvekt	0,57 kN/m

Sikkerhetsfaktor: $sf_s = 1,20$

Dimensjonerende moment sperre/drager:

$$q = sf_s \cdot \sum G$$

$$q = 1,20 \cdot 0,57 \text{ kN/m} = \underline{0,68 \text{ kN/m}} \quad (2.40)$$

Vekt motorsykkel	400 kg
Egenvekt Motolift	80 kg
Sum vekt motorsykkel og Motolift	480 kg
Nødvendig løftekraft, $\sum L$ ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$)	4,80 kN

Forenkling: Motolift henger i 4 punkter, som forenkles til 2 punkter (1 i hver drager)

$$F_p = \frac{\sum L}{2}$$

$$F_p = \frac{4,80 \text{ kN}}{2} = \underline{2,40 \text{ kN}} \quad (2.41)$$

Sikkerhetsfaktor punktlast: $sf_p = 1,50$

Dette gir en punktlast pr. drager på:

$$F_{\text{DIM.P}} = F_p \cdot sf_p$$

$$F_{\text{DIM.P}} = 2,40 \text{ kN} \cdot 1,50 = \underline{3,60 \text{ kN}} \quad (2.42)$$



2.2.2 MAKSIMALT BØYEMOMENT PÅ DRAGERE

Med loftslast

Sperrelengde $L = 5,40 \text{ m}$

Dimensjonerende moment loftslast og egenlast:

$$M = \frac{q \cdot L^2}{8}$$

$$M = \frac{0,68 \text{ kN/m} \cdot (5,40 \text{ m})^2}{8} = \underline{2,49 \text{ kN m}} \quad (2.43)$$

Dimensjonerende moment punktlast:

$$M_p = \frac{F_{\text{DIM.P}} \cdot L}{4}$$

$$M_p = \frac{3,60 \text{ kN} \cdot 5,40 \text{ m}}{4} = \underline{4,86 \text{ kN m}} \quad (2.44)$$

Maks bøyemoment med loftslast:

$$M_b \max = M + M_p$$

$$M_b \max = 2,49 \text{ kN m} + 4,86 \text{ kN m} = \underline{7,35 \text{ kN m}} \quad (2.45)$$

Uten loftslast

Egenvekt sperre: $q_s = 0,07 \text{ kN/m}$

$$M = \frac{q_s \cdot L^2}{8}$$

$$M = \frac{0,07 \text{ kN/m} \cdot (5,40 \text{ m})^2}{8} = \underline{0,26 \text{ kN m}} \quad (2.46)$$

Dimensjonerende moment punktlast:

Maks bøyemoment uten loftslast: $M_p = 4,86 \text{ kN m}$

$$M_b \ max = M + M_p$$

$$M_b \ max = 0,26 \text{ kN m} + 4,86 \text{ kN m} = \underline{5,12 \text{ kN m}} \quad (2.47)$$



2.2.3 SPERRENS TVERRSNITTMODUL

Tverrsnittmodul for bjelke beregnet ut fra følgende formel(Johannessen 2002, s.63): Dette er beregnet for følgende dimensjoner:

$$W_x = \frac{BH^2}{6} \quad (2.48)$$

Bredde [mm]	Høyde [mm]	W_x [mm ³]
36	148	131 424
36	198	235 224
48	148	175 232
48	198	313 632

Beregner dimensjonerende bøyespenning for 48x198 med loftslast og sperrelengde $L = 5,40\text{ m}$.

$$\sigma_{\text{DIM}} = \frac{M_b \max}{W_x}$$

$$\sigma_{\text{DIM}} = \frac{7,35 \text{ kN/m}}{313 632 \text{ mm}^3} = 23,45 \text{ N/mm}^2 \quad (2.49)$$

Bøyefasthet c_{30} , 48x198 er 24 N/mm^2 (tabell 2.5)

$$\sigma_{\text{DIM}} \leq \sigma_{c_{30}\text{bf}}$$

$$23,45 \text{ N/mm}^2 \leq 24 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK} \quad (2.50)$$

2.2.4 TILLATT SPENNING I SPERRE/DRAGER

Partialfaktor for *konstruksjonstre*, , er hentet fra NS-EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + NA:2010

Eksempel på utregning for c_{30} :

$$c_{30} = \frac{30}{1.25} = \sigma_{c_{30}\text{bf}}$$

Fasthetsklasse	Verdi [N/mm ²]	Dimensjonerende bøyefasthet [N/mm ²]
C14	14	11,20
C18	18	14,40
C24	24	19,20
C30	30	24

Tabell 2.5: Dimensjonerende bøyefastheter for forskjellige fasthetsklasser

3

Økonomi



3.1 ARBEIDSKOST

I tabellen nedenfor er det hentet planlagte timer og lønnskostnad fra prosjektbeskrivelse(tabell III.1 og figur III.2 på side 95 og på side 101). Faktiske timer til og med 8. mai 2016 er hentet fra *Gantt-diagram*, figur 3.1 på side 60.

Ettersom det er blitt satt av timer til presentasjon, og presentasjonen foregår etter denne hovedrapporten leveres, er det gjort et noe generøst estimat at hvert gruppemedlem bruker 10 timer på dette. Dette for å kunne gjøre en sammenligning med det som var planlagt i prosjektbeskrivelsen.

Navn	Timepris	Planlagte timer fra PB	Planlagt arbeidskost PB	Faktiske timer til 8.mai	Anslåtte timer til 25.mai	Anslått arbeidskost til 25.mai	Differanse arbeidskost	Avvik arbeidskost %
Runar	850	101	85 850	135,5	145,5	123 675	-37 825	44,1%
Knut	600	113,5	68 100	100,5	110,5	66 300	1 800	-2,6%
Terje	600	106	63 600	102,5	112,5	67 500	-3 900	6,1%
Max	600	108	64 800	97,5	107,5	64 500	300	-0,5%
Sum		428,5	282 350	436	476	321 975	-39 625	14 %

Tabell 3.1: Arbeidskost

Dermed resulterer dette i et anslått overforbruk på 47,50 timer, 12 %. Alt-så har det vært en økning i overforbuk av timer siden Statusrapport 2 på 8 timer(se tabell II.1 på side 84). Det ble anslått den gang et overforbruk på omlag 10 %.

I arbeidskost utgjørt dette 39 625 kr, et avvik på 14 % grunnet ulik timelønn.

Prosjektleder sitter med et betydelig overforbuk av timer, selv om det var avsatt færrest timer her.

I ettertid ser prosjektgruppen at det burde vært estimert annerledes i forprosjektet, da noen aktiviteter har krevd mer arbeid enn andre, og planlagte timer for prosjektleder burde vært høyere. Det burde vært et større påslag for usikkerhet for flere poster.

Overforbruket skyldes, i tillegg til det som tidligere er nevnt i Statusrapport 2, underaktiviteten *Sponsor*. Dette har vært en aktivitet som har krevd ekstra tid, spesielt siden det ble besluttet å benytte to gruppemedlemmer til aktiviteten, fremfor en. Det var satt av 6 timer, og det ble benyttet 27 timer.

For mer utfyllende informasjon om tidsbruk, se *Gantt-diagram* i figur 3.1 på side 60.



3.2 UTGIFTER

Dato	Beskrivelse	Beløp(kr)
8. april 2016	Slettebøe, 2 Lager, Spindel og mutter	2 962
9. april 2016	4 hjul til Motolift fra Blickle	630
10. april 2016	Pneumatikk sylinder	200
21. april 2016	Sosial tilstelning med Søgne vgs	1 431
	Sum kr:	5 223

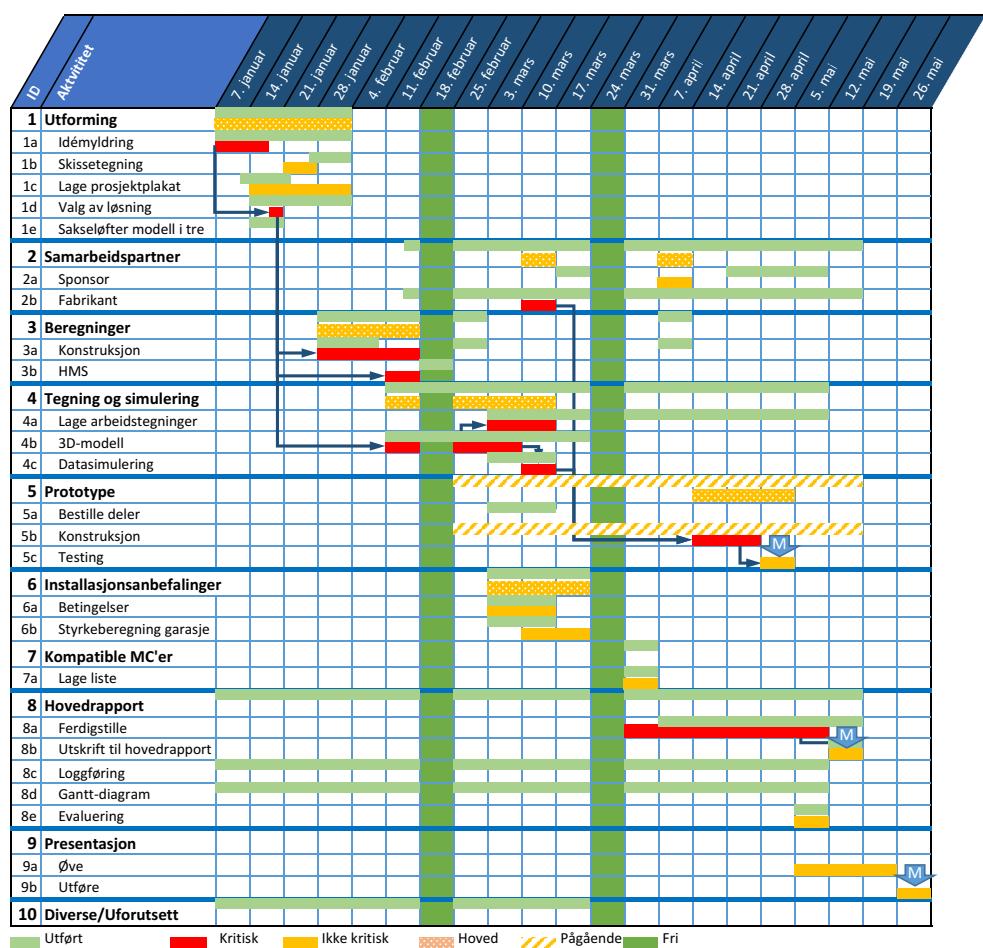
Tabell 3.2: Utgifter i prosjektet

Det har ikke lyktes prosjektgruppen å skaffe sponsor, men enkelte deler har blitt sponset og velges derfor å ikke tas med her.

Prosjektmedlemmene deler utgiften på 5 223 kr seg imellom.



ID	Aktivitet	Ansvarig	Foreslende	Planlagt start	Planlagt slutt	Planlagte timer	Runnar	Krutt	Terje	Max	Faktisk start	Faktisk slutt	Faktiske timer	Gjenstående timer	% Gjenvendende timer	% Gjenvendende timer	% Fullført	
1 Utforming				80							91	-11,0	-14,0	-14%				
1a	Idémyldring	Knut		7.1	14.1	48	12	14	12	16	7.1	14.1	54	-6,0	-13%			
1b	Skissetegning	Knut	2	21.1	21.1	24	6	4	5	9	21.1	28.1	24	0,0	0%			
1c	Lage prosjektplakat	Runar		7.1	28.1	6	4				7.1	21.1	4	2,0	33%			
1d	Valg av løsning	Runar		14.1	14.1	2	1	1	1	1	14.1	14.1	4	-2,0	-100%			
1e	Sakseløfter modell i tre	Terje				0			5		14.1	14.1	5	-5				
2 Samarbeidspartner				12							34	-22,0	-18,0	-183%				
2a	Sponsor	Knut	12	7.4	7.4	6	13	15			15.3	8.5	27	-21,0	-350%			
2b	Fabrikant	Max	12	10.3	10.3	6		2	3	2	5.2		7	-1,0	-17%			
3 Beregninger				24							30	-6,0	-25	-25%				
3a	Konstruksjon	Terje	5	28.1	11.2	18	16	5	6		28.1	7.4	27	-9,0	-50%			
3b	HMS	Terje	5	11.2	11.2	6			3		18.4	18.4	3	3,0	50%			
4 Tegning og simulering				42							72,5	-30,5	-7,5	-75%				
4a	Lage arbeidstegninger	Terje	14	3.3	10.3	18	9	6	6	4	3.3	8.5	25	-7,0	-39%			
4b	3D-modell	Runar	9	11.2	3.3	18	19			13	14,5	11.2	17.3	46,5	-28,5	-158%		
4c	Datasimulering	Runar	14	10.3	10.3	6	1				3.3	10.3	1	5,0	83%			
5 Prototype				39							51,5	-12,5	-3,5	-31%				
5a	Bestille deler	Max	14	10.3	10.3	1			4,5	2	3,3	10.3	6,5	-5,5	-550%			
5b	Konstruksjon	Max	17	14.4	21.4	24		25	8	12	10.3		45	-21,0	-88%			
5c	Testing	Knut	18	28.4	28.4	14					0	14,0		100%				
6 Installasjonsanbefalinger				18							12	6,0	-3,0	-33%				
6a	Betingelses	Knut	13	3.3	10.3	12			6		3,3	10.3	6	6	50%			
6b	Styrkeberegnung garasje	Terje	13	10.3	17.3	6			6		18.4	18.4	6	0	0%			
7 Kompatible MC'er				12							3	9	-7,5	-75%				
7a	Lage liste	Knut	13	31.3	31.3	12		3			30,4	30,4	3	9	75%			
8 Hovedrapport				83,5							91	-7,5	-9,0	-9%				
8a	Ferdigstille	Runar	31.3	5.5	50	38	6,5	7,5	17	21.1		68,5	-18,5	-37%				
8b	Utskrift til hovedrapport	Runar	26	12.5	12.5	2	2					2	0	0%				
8c	Loggføring	Knut		7.1	5.5	7,5		2,5	2		7,1		4,5	3	40%			
8d	Gantt-diagram	Max		7.1	5.5	12				12	7,1		12	0	0%			
8e	Evaluering	Runar		5,5	5,5	12	1	1	1	1		4	8	67%				
9 Presentasjon				68							6	62	62	91%				
9a	Øve	Terje	5,5	19.5	44	1	1		1		7,4		3	41	93%			
9b	Utføre	Terje	26,5	26,5	24	1	1		1		7,4		3	21	88%			
10 Diverse/Uforutsett	Terje		7.1	19.5	35	13	14	14	5	14,1		45	-10	-29%				



Figur 3.1: Gantt-diagram oppdatert 8. mai 2016

4

Helse, Miljø og Sikkerhet



Under hele gjennomføringen fra begynnelse til slutt har HMS blitt belyst fra ulike perspektiver gjennom hele prosjektet, i alle faser fra design, produksjon til ferdig prototyp av Motolift.

4.1 MOTOLIFT

Sikkerheten til selve Motolift som konstruksjon har vært belyst i alle deler av prosjektet. Prosjektgruppen har vurdert sikkerheten til disse delene av Motolift:

- Statiske beregninger av konstruksjonen
- Sikkerhet ved sviktende komponenter
- Sikker bruk
- Nødsenkning
- Installasjon

I alle disse tilfellene har sikkerheten vært en tungtveiende og ofte eneste avgjørende faktor når beslutninger vedrørende design har blitt tatt.

4.1.1 PRODUKSJON VIA SAMARBEIDSPARTNERE

Prosjektgruppen har valgt å sette bort store deler av arbeidet med produksjon av komponenter til våre samarbeidspartnere. I denne forbindelse har det ikke blitt tillagt føringer for våre samarbeidspartnere med tanke på hvordan produksjonen skal foregå i forhold til HMS.

4.2 PROSJEKTGRUPPENS ARBEID OG SIKKER JOBB ANALYSE (SJA)

Prosjektgruppen har også jobbet med montering av prototype i lånt verksted. Før oppstart av arbeid har vi hatt en sikker jobb analyse (SJA), der temaer som angår antrekk, verneutstyr, opptreden ved bruk av maskiner, varme arbeider, brann og evakuering, og miljøhensyn har vært på dagsorden.

Etter denne analysen så har prosjektgruppen kommet frem til følgende ved arbeid i verksted:

Antrekk

- Normalt tettsittende kjledress med flammehemmende stoff grunnet gnistregn og slagg.

Personlig verneutstyr

- Vernebriller med klart glass brukes hele tiden i verksted.
- Vernesko brukes i verksted og tilhørende lokasjoner.
- Åndedrettsmaske ved uønsket inhalering av aerosoler.



4.2.1 BRUK AV MASKINER

Bruk av maskiner som for eksempel dreiebenker, fres og boremaskiner skal foregå med spesiell aktsomhet. Det er store krefter i sving og løstsittende antrekk eller langt hår kan ta tak og dra en person inn rundt den roterende spindelen. Oppspenning og fastsetting av arbeidsstykke er på samme måte like viktig. Løsner et slikt arbeidsstykke så kan det slynges som et prosjektil gjennom lokalet og forårsake stor skade. Bruk av vernebriller er et ufravikelig krav.

4.2.2 VARMT ARBEID

Før bruk av utstyr som faller inn under kategorien varmt arbeid skal man gjøre seg kjent med hvor brannslukkere finnes i lokalet og likeså for brannmelder og nødutganger. Bruk av gass (Acetylen) brukes under god ventilasjon og på egnet eller anvist sted.

4.2.3 BRANN OG EVAKUERING SAMT FALSK ALARM

Det ble avtalt samlingsplass ved brann og hvem som har ansvar for å melde og møte brannvesen med informasjon dersom uhellet skulle være ute. Opptellingen burde gå raskt. Det er også blitt gitt informasjon til hva prosjektgruppen skulle foreta seg dersom det oppstod falsk alarm.

4.2.4 FØRSTEHJELP

Prosjektgruppen anså det som svært viktig å vite hvor førstehjelpsutstyr og øyeskyllvæske forefinnes i lokalet og dets innhold. Dette for å kunne spare tid ved en skade. Det er blitt avtalt at det skal være en mobiltelefon liggende tilgjengelig for alle på avtalt sted i lokalet slik at hvem som helst kan få tak i nødetatene ved behov.

4.2.5 MILJØHENSYN

Prosjektgruppen skal utvise forsiktighet og respekt for miljøet. Søl skal tørkes opp og samles opp på godkjent sted. Utslipp til luft som følge av bruk av løsemidler og kjemikalier skal reduseres til et minimum. Utslipp til jord skal ikke forekomme. Dersom utilsiktet utslipp oppstår, så skal situasjonen vurderes med hensyn på om man kan gjøre skadereduserende tiltak selv. Hvis ikke må man bringe inn hjelp fra brannvesen eller lokale myndigheter.

4.2.6 OPPSUMMERING HMS

Prosjektgruppen har ikke hatt noen skader eller uønskede hendelser i forbindelse med arbeidet. En sikker jobb analyse har bidratt til at alle har fokus på HMS i alt hver enkelt foretar seg og som gruppe.

Prosjektgruppen har heller ikke fått tilbakemeldinger fra våre samarbeidspartnere om oppståtte skader. Det skal sies at vi heller ikke har etterspurtt slik informasjon.

5

Konklusjon

I denne hovedrapporten er det blitt ferdigutviklet og delvis lagd en takmontert løfteanordning for motorsykler. Motolift er dimensjonert for en nyttelast på 400 kg, og den er utformet til å passe mellom takstolene i mindre bygg, med en avstand mellom sperrene på 600 mm.

Med sakselslift-prinsippet vil løfteanordningen forbli stabil ved heising og arbeid på motorsykkel, mens den tar liten plass ved sammenslåing. De justerbare gripearmene gjør også dette til en meget fleksibel og anvendelig løsning for mange typer motorsykler. Dimensjoneringen er gjort etter NS 5514.

For å redusere material- og tilvirkningskostnaden er det lagt vekt på bruk av profiler i karbonstål, istedenfor aluminium som kunne gjort deler av konstruksjonen betydelig lettere.

- Løfteanordningen er utviklet i samråd med krav til funksjon og utforming gitt i prosjektbeskrivelsen
- Diverse faktorer og tillate verdier er tatt fra enten tekniske tabeller eller relevante standarder
- Viktige konstruksjonslementer og forbindelser er dimensjonert, detaljnivået står i forhold til tidsberegningen
- Montering- og fremstillingsprosess for øfteanordningens er beskrevet, i tillegg til at detaljerte konstruksjonstegninger er vedlagt

6

Evaluering

Teamet har jobbet godt og stått på, selv om det har vært mye å gjøre. Alle har bidratt i arbeidet og kommet med løsninger og ideer. Den forskjellige bakgrunn, erfaring og fagkunnskap som hvert enkelt medlem har bidratt med, har vært uvurderlig for prosjektet.

Spesielt nyttig har dette vært i møte med utfordringer, som det har vært en del av under dette prosjektet. Her kan det nevnes beregninger, modellering, tegning, tilvirkning og rent IT-tekniske utfordringer. Disse har blitt løst enten i fellesskap, eller med tips og hjelp fra hele prosjektgruppen.

Arbeidsmengden har vært høyere enn forventet, og prosjektgruppen kan ha tatt på seg for mye. Det kunne vært laget en bedre løsning om prosjektgruppen ikke hadde tatt på seg arbeidet med å produsere en prototype, spesielt så tidlig i prosjektfasen.

KOMMUNIKASJON

Samarbeid i gruppen har gått fint, til tross for at prosjektet består av flere sterke personligheter og høye krav. Noe gnissing i starten har det vært, men dette har bedret seg.

Kommunikasjonen i gruppen har til tider vært problematisk. I starten ble det noen diskusjoner vedrørende tilbakemelding på utført arbeid, men dette ble tatt opp på en god måte, og situasjonen skal ha bedret seg etter dette.

Prosjektgruppen er satt sammen av personer fra tre forskjellige studieretninger, og har dermed veldig forskjellige timeplaner. Det har dermed vært vanskelig å få samlet gruppen på andre dager enn de avsatte torsdagene, for å diskutere mindre saker. Etterhvert som det ble en vane for gruppen å kommunisere på andre måter, ble også torsdagsmøtene redusert, for også å redusere timeforbruket.

Det ble i starten av prosjektet opprettet en felles kommunikasjonskanal, men beklageligvis har ikke denne blitt brukt av alle medlemmene. Dette har ført til at prosjektleder har tredd inn som knutepunkt for kommunikasjon.

Igjen har dette medført at ikke alle gruppemedlemmene har hatt oversikt over hva de andre i gruppen gjorde, og det kunne oppleves som at arbeidsfordelingen var ujevn fordelt.

Fra prosjektleder har det vært ønsket noe mer initiativtaking fra gruppemedlemmene, noe som gjorde at starten på prosjektet ikke ble like godt fulgt opp. Dette har bedret seg gjennom prosjektets gang, både



fra prosjektleder, men også fra de andre prosjektmedlemmene.

Samarbeid med andre instanser har gått veldig fint, men det har blitt noen misforståelser med en instans. For videre lærdom settes det fokus på å gi tydelige beskjeder, med all nødvendig informasjon.

PROSJEKTGJENNOMFØRING

Prosjektgruppen er stolte over resultatet som er fremlagt, spesielt med tanke på arbeidsmengden involvert, med så mange store poster som man føler har blitt utført på relativt kort tid.

Det er noe skuffende at prototypen ikke ble ferdig innen tidsfrist, men dette har vært til dels utenfor prosjektgruppens kontroll, ettersom deler ikke er levert. Noen av detaljene for prototypen, som nevnt under *Forslag til forbedringer*(avsnitt 1.4 på side 24), kunne vært tenkt ut på et tidligere stadie.

Det har blitt noe høyere utgifter i prosjektet, og det burde vært satt et tak på dette ved oppstart.

Generelt burde kanskje prosjektgruppen ikke tatt på seg en så stor arbeidsmengde. Men samtidig har de utfordringene som dette prosjektet har gitt, vært særdeles lærerikt, og ikke minst, interresante.

Oppsummert kan en si at dette har vært en læringsprosess for alle, innenfor flere felt. Dette gjelder for det faglige arbeidet, administrering av prosjekt, men også på et sosialt nivå.

Helhetlig, gjennom alle de forskjellige aktivitetene, som konstruering, beregning, montering, samhandling med eksterne bedrifter, og alt annet som er blitt gjort, må det sies at dette har vært en realistisk erfaring i forhold til prosjektarbeid. Her er det mye man kan dra videre med seg i yrkeslivet.

Statusrapport 1

Hovedprosjekt: Motolift

Knut Inge Lundevold Max-Even Jacobsen
Runar Kristoffersen Terje Larsen



INNHOLD

STATUSRAPPORT 1

	I.1 FREMDRIFT	73
	I.1.1 Delmål realisert	73
	I.2 TIDSFORBRUK	74
	I.2.1 Begrunnelse for avvik	74
I.3	KOMMENTARER TIL AKTIVITETER	74
	I.3.1 Utforming (7.–28. januar)	74
I.3.2	Beregninger (28. januar – 11. februar)	74
I.3.3	Tegning og simulering (3.–10. mars)	75
	I.3.4 Fabrikant (10. mars 2016)	75
	I.4 PROSESSEN	75
	I.4.1 Samarbeid	75
I.4.2	Utforming og konstruksjon	76
	I.4.3 Veileiders bidrag	76
	I.4.4 Informasjon	76
I.5	GANTT-DIAGRAM	77



SAMMENDRAG

Denne statusrapporten er ment for å gi et innblikk i fremdriften i hovedprosjektet med navnet MotoLift. Prosjektgruppen har blitt overrasket over kompleksiteten av statikk-beregningene, samt å sette seg inn i gjeldende regelverk med beregningsmetoder. Dette har påvirket valg av utforming, og prosjektgruppen har sett seg nødt til å revurdere valg av løsning.

Grunnet dette har timeforbruket gått noe opp, men prosjektgruppen opplever samtidig at andre påbegynte og avsluttede aktiviteter har foregått meget effektivt.

Det har vært fokus på samarbeid og kommunikasjon i gruppen, og dette har dannet et godt grunnlag for trivsel og et effektivt og godt team.

I.1 FREMDRIFT

Fremdriften er god og prosjektet ligger å jour med fremdriftsplanen. Aktivitet 1 er fullført, og aktivitet 3 er påbegynt.

I.1.1 DELMÅL REALISERT

1: Skisse for løfteanordning

Ettersom det ble laget en god modell av saksefunksjonen i tre, samt noen enkle inventør-tegninger, ble det besluttet at noen ekstra skisse for dette ikke var nødvendig.

2: Utforming

Etter idèmyldringen ble det gjort beslutninger om utformingen. Noen av beslutningene måtte forandres etter at beregningene fremlyste problemer med tanke på styrke i konstruksjonen. Prosjektgruppen opplever nå at den har god kontroll på dette punktet, og delmålet anses dermed som ferdig.

3: Prosjektplakat

Prosjektplakaten ble gjort ferdig på et tidlig stadie.



1.2 TIDSFORBRUK

Prosjektgruppen har vært noe optimistiske med tanke på planlagt tidsbruk på enkelte aktiviteter da det er brukt en del timer enn estimert.

Estimert tidsbruk frem til 9. februar 2016	80 t
Reell tidsbruk frem til 9. februar 2016	91 t
Avvik	-11 t

Tabell 1.1: Estimert og reelt tidsbruk frem til 9. februar 2016

1.2.1 BEGRUNNELSE FOR AVVIK

Avviket begrunnes hovedsaklig ved at beregningene viste seg å være noe mer komplekse enn først antatt. Videre skyldes det også lite erfaringer med gjeldende standarder. Se vedlegg 1.3.2 for mer utfyllende info.

1.3 KOMMENTARER TIL AKTIVITETER

1.3.1 UTFORMING (7.–28. JANUAR)

Kvalitet

Hovedaktiviteten med tilhørende underaktiviteter er avsluttet. Aktiviteten har blitt utført på en effektiv måte og resultatet innehar en høy grad av kvalitet ettersom det er lagt mye tid i å utvikle en fornuftig løftemethode. Idemyldringen og valg av løsning har fått stor oppmerksomhet. Aktiviteten har forløpt med stor tilfredshet, men dog med et noe høyere timeantall enn forventet.

Tidsfrister og timeforbruk

Det er brukt 91 timer mot 80 budsjetterte timer, noe som er 11 timer overforbruk. Dette kommer av at det er lagt ned et større arbeid som følge av at det har vært flere ideer å vurdere enn først antatt i forprosjekteringen, samt at beslutningstid for endelig valg av løsning dermed også tok lenger tid. Til tross for økt tidsforbruk ble tidsfristen for aktiviteten overholdt. Det økte timeforbruket har til gjengjeld gitt prosjektet et godt fundament for videre arbeid. Det har også blitt utviklet en tremodell av løfteanordningen (kun mekaniske komponenter), for å kunne visualisere og på den måten å lettere kunne diskutere problemstillinger som valg av løftekilde. Dette har også bidratt til det økte timeforbruket.

1.3.2 BEREGNINGER (28. JANUAR – 11. FEBRUAR)

Kvalitet

Det har vært knyttet utfordringer til gjennomførelse av denne aktiviteten. For det første er det valgt å bruke "sakse-løfte"-prinsippet. Dermed har valg som type materiale, profiltype og ulike typer drivkilder i kombinasjon med hverandre gjort at det har tatt lenger tid enn først antatt for å kunne starte beregningene. Valg av drivkilde har også endret forutsetningene og beregningene betraktelig, slik at det å ta en endelig avgjørelse for valg av løsning har vært utfordrende.



På den annen side har det vært behov for å lese seg opp på enkeltemner i statikk, standarder og gjeldende regelverk da det har vært beregninger som har vist seg mer utfordrende enn det gruppen hadde sett for seg. Bistand fra andre gruppemedlemmer har vært essensielt for å løse oppgaven. HMS har vært et sentralt emne i alle valg og beregninger.

I sum av dette har beregningene oppnådd en høy grad av kvalitet, som anses som uvurderlige for det videre arbeidet. Sett sammen med arbeidet rundt utformingen, er det selv i denne tidlige fasen slått fast at prosjektet har et trygt og godt fundament å bygge videre på.

Tidsfrister og timeforbruk

Tidsmessig er vi helt på kanten hva gjelder timeforbruk for denne aktivitet, og det har vært brukt 27 timer mot 24 budsjetterte timer, og således er budsjettet overskredet med 3 timer. Overforbruket vil derimot nesten kunne tas inn igjen på aktivitet 6B, (Styrkeberegnung garasje), ettersom gruppen har nesten ferdig oppsatte beregningsmetoder for den typen arbeid tilgjengelig. Likevel er overforbruket å betrakte som vel anvendt overtid da dette er beregninger som virkelig legger grunnlaget for å sikre prosjektets kvalitet og videre fremdrift. Aktiviteten vil se ut til å bli avsluttet innen tidsfrist.

I.3.3 TEGNING OG SIMULERING (3.–10. MARS)

Kvalitet

Det har i skrivende stund blitt produsert 3D-modeller og simuleringer er allerede i oppstartsfase. Det foreligger gode skisser og fysisk tremodell som vil gjøre gjennomføringen lettere. I og med at aktiviteten akkurat er kommet i gang så har prosjektet på dette tidspunkt lite informasjon utover det nevnte å berette om. Neste statusrapport vil således kunne utfylle denne kommentar.

Tidsfrister og timeforbruk

Aktiviteten er allerede kunnet påbegynnes, og vår prognose viser at aktiviteten vil forløpe som antatt når det gjelder timeforbruk og tidsfrist.

I.3.4 FABRIKANT (10. MARS 2016)

Gruppen har vært i kontakt med Søgne Videregående Skole, og har fått positiv tilbakemelding på mulighet for fabrikering av deler til prototypen.

I.4 PROSESSEN

I.4.1 SAMARBEID

Gruppen snakket om å ha en god kommunikasjon og samarbeid i begynnelsen av prosjektet, og var enig i at dette ville bli viktig utover i prosessen.

Samtidig som denne statusrapporten skulle skrives, tok gruppen igjen opp den interne kommunikasjonen og samarbeidet i gruppen for å høre hvordan hvert medlem følte samarbeidet hadde gått til nå. Det



har vært tilfeller hvor arbeidsoppgaver ikke har vært riktig fordelt på forhånd, og hvor tilbakemeldinger på utført arbeid ikke var gitt på riktig måte. Etter en intern samtale Torsdag 4. februar 2016 hvor dette var lagt vekt på, følte prosjektgruppen et bedret og mer knyttet samarbeid. Prosjektgruppen opplever også at det har vært en god kommunikasjon helt fra starten av prosjektet og har ikke opplevd samarbeidsproblemer utenom det overnevnte.

1.4.2 UTFORMING OG KONSTRUKSJON

Utforming og konstruksjon av Motolift har vært krevende. Gruppen har måtte prosjektere mekaniske løsninger, mekaniske krefter, vekt og fleksible løftemuligheter.

1.4.3 VEILEDERS BIDRAG

Helge Espeland, prosjektgruppens veileder, har vært til stor hjelp for gruppen på den mekaniske-delen i forhold til mekaniske ideer, styrkeberegning og utforming. Videre har det blitt vist til særdeles nyttige deler av lærebøker og gjeldende standarder, som har gjort prosjekteringen mer oversiktlig og gjennomførbar.

1.4.4 INFORMASJON

Gruppen har hentet informasjon og tanker til prosjektet ut fra en av gruppemedlemmernes behov og ønsker for MC-løfter i garasje. Ellers er det hentet informasjon fra lærebøker, standarder, materialleverandører, men også mekanikere fra MC Senteret Kristiansand og selger for Motor Teknikk Sørlandsparken.

Med vennlig hilsen,

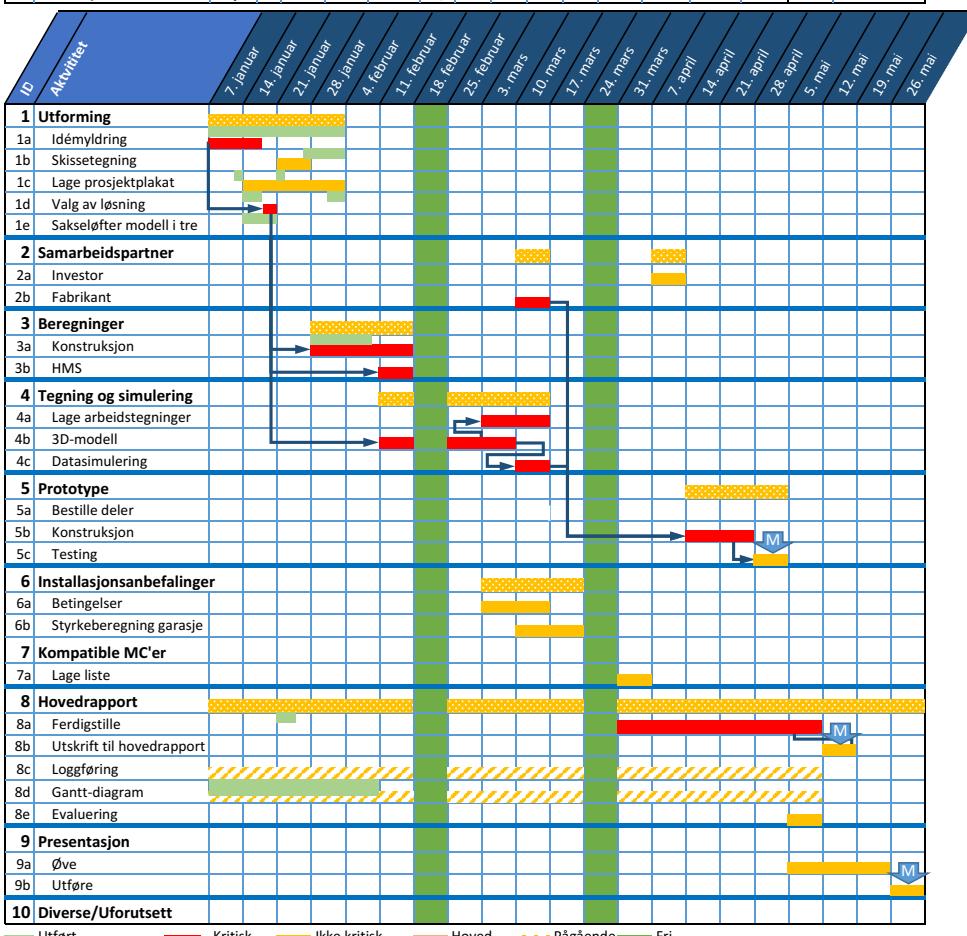
Runar Kristoffersen
Prosjektleder



I.5. GANTT-DIAGRAM

ID	Aktivitet	Ansvarlig	Førebærende	Planlagt start	Planlagt slutt	Planlagte timer	Runar	Knut	Terje	Max	Faktisk start	Faktisk slutt	Faktiske timer	Gjenstående timer	% Gjenverende timer	% Fullført
1 Utforming				80							91	-11,0	-14 %			
1a Idémydring	Knut	7.1	14.1	48	12	12	12	12	7.1	14.1	54	-6,0	-13 %			
1b Skissetegning	Knut	2	21.1	21.1	24	6	6	6	6	21.1	28.1	24	0,0	1	0 %	
1c Lage prosjektplakat	Runar	7.1	28.1	6	6				7.1	21.1	4	2,0		33 %		
1d Valg av løsning	Runar	14.1	14.1	2	0,5	0,5	0,5	0,5	14.1	14.1	4	-2,0	100 %			
1e Sakseløfter modell i tre	Terje			0					14.1	14.1	5	-5				
2 Samarbeidspartner				12							0	12,0		100 %		
2a Investor	Knut	12	7,4	7,4	6		6					6,0		100 %		
2b Fabrikant	Max	12	10,3	10,3	6					6		6,0		100 %		
3 Beregninger				24							27	-3,0	-13 %			
3a Konstruksjon	Terje	5	28.1	11.2	18			18	28.1		27	-9,0	50 %			
3b HMS	Terje	5	11.2	11.2	6			6				6,0		100 %		
4 Tegning og simulering				42							12,5	29,5		70 %		
4a Lage arbeidstegninger	Terje	14	3,3	10,3	18	6		6	6			18,0		100 %		
4b 3D-modell	Runar	9	11.2	3,3	18	10		8			12,5	5,5		31 %		
4c Datasimulering	Runar	14	10,3	10,3	6	6						6,0		100 %		
5 Prototype				39							0	39,0		100 %		
5a Bestille deler	Max	14	10,3	10,3	1			1				1,0		100 %		
5b Konstruksjon	Max	17	14,4	21,4	24		12	12				24,0		100 %		
5c Testing	Knut	18	28,4	28,4	14	3	5	3	3			14,0		100 %		
6 Installasjonsanbefalinger				18							0	18,0		100 %		
6a Betingelser	Knut	13	3,3	10,3	12		12					12		100 %		
6b Styrkeberegnung garasje	Terje	13	10,3	17,3	6		3	3				6		100 %		
7 Kompatible MC'er				12							0	12		100 %		
7a Lage liste	Knut	13	31,3	31,3	12		6	6				12		100 %		
8 Hovedrapport				83,5							10,5	73		87 %		
8a Ferdigstille	Runar	31,3	5,5	50	20	10	10	10	21,1		4	46		92 %		
8b Utskrift til hovedrapport	Runar	26	12,5	12,5	2	2						2		100 %		
8c Loggføring	Knut	7,1	5,5	7,5		7,5						2,5	5		67 %	
8d Gantt-diagram	Max	7,1	5,5	12				12	7,1		4	8		67 %		
8e Evaluering	Runar	5,5	5,5	12	3	3	3	3				12		100 %		
9 Presentasjon				68							0	68		100 %		
9a Øve	Terje	5,5	19,5	44	11	11	11	11				44		100 %		
9b Utføre	Terje	26,5	26,5	24	6	6	6	6				24		100 %		
10 Diverse/Uforutsett	Terje			35	9,5	14	14	14				14	21		60 %	

Figur 1.1: Gantt-diagram oppdatert
9. februar 2016



Statusrapport 2

Hovedprosjekt: Motolift

Knut Inge Lundevold Max-Even Jacobsen
Runar Kristoffersen Terje Larsen



INNHOLD

STATUSRAPPORT 2

II.1	FREMDRIFT	84
II.2	TIDSBRUK	84
II.2.1	Begrunnelse for avvik	84
II.3	KOMMENTARER TIL AKTIVITETER	84
II.3.1	Samarbeidspartner (10. mars – 7. april)	84
II.3.2	Tegning og simulering (11. februar – 10. mars)	85
	II.3.3 Prototype (14.–28. april)	86
II.3.4	Innstallasjonsanbefaling (3.–17. mars)	86
II.3.5	Hovedrapport (7. januar – 26. mai)	86
II.4	PROSESSEN	87
II.4.1	Samarbeid	87
II.4.2	Utforming og konstruksjon	87
II.5	GANTT-DIAGRAM	88

SAMMENDRAG

Denne statusrapporten er ment å gi et innblikk i fremgang i prosjektet Motolift per 18. mars 2016. Det er en stor stolthet i gruppen over kvaliteten og mengden arbeid som er blitt gjort. Dette til tross over at tidsbruken er noe overskredet.

Prosjektgruppen har fått et godt innblikk i forskjellige typer løsninger og drøftet disse med beregninger, og gjort valg ut fra dette. Det aller meste av digitale tegninger er ferdige og arbeidstegninger levert til samarbeidspartnere for produksjon. Det har vært benyttet flere partnere for å kunne oppnå en parallel fremgang. Det regnes med at prosjektgruppen vil utføre monteringen i uke 15/16, og få testet løfteanordningen.

Prosjektet har ikke vært uten utfordringer, men dette var noe som gruppen var klar over ved oppstart. Det har vært et mål å heller gå for en løsning prosjektgruppen kan være stolt over, isteden for å ro inn noe trygt og enkelt. Markedet strømmer over av billigprodukter, og Motolift vil her fremgå som et profesjonelt verktøy.





II.1 FREMDRIFT

Fremdriften er god og prosjektet ligger fortsatt a jour med fremdriftsplangen. De kritiske hovedaktivitetene beregninger og tegning/simulering er fullført, i tillegg til installasjonsanbefalinger. Arbeidet med prototypen, samarbeidspartner og hovedrapporten er påbegynt.

II.2 TIDSBRUK

Prosjektgruppen har brukt flere timer enn estimert per 18. mars 2016. Foreløpig ser det ut som prosjektet vil bruke noen flere timer enn først estimert. Som tiltak for å hente inn noen timer og begrense tidsforbruket vil listen over kompatible MC'er bli noe forkortet. Flere tiltak ser vi på nåværende tidspunkt som ikke nødvendig.

Estimert tidsbruk frem til 18. mars 2016	216,5 t
Reell tidsbruk frem til 18. mars 2016	256,0 t
Avvik	-39,5 t

Tabell II.1: Estimert og reelt tidsbruk frem til 18. mars 2016

II.2.1 BEGRUNNELSE FOR AVVIK

Noe av avviket (11 timer) henger igjen fra forrige statusrapport, mens 20 timer skyldes aktiviteter som er påbegynt tidligere enn planlagt. Så det reelle antallet er 19,5 timer, og det skyldes at arbeidet med 3D-modellen og tegninger har tatt betydelig lengere tid enn planlagt.

II.3 KOMMENTARER TIL AKTIVITETER

II.3.1 SAMARBEIDSPARTNER (10. MARS – 7. APRIL)

Kvalitet

Søgne-, Kvadraturen- og Øvrebø VGS har bidratt til å lage deler for oss og AS Nymo har støttet med materiale og stilt sitt verksted til disposisjon for å lage armene. Det jobbes fortsatt med å skaffe sponsor.

Tidsfrister og timeforbruk

Det er brukt 7 mot 12 planlagte timer. Vi har ikke kommet noe videre i arbeidet med å skaffe sponsor og det ser problematisk ut i forhold til tidsfristen.



II.3.2 TEGNING OG SIMULERING (11. FEBRUAR – 10. MARS)

Kvalitet

Denne aktiviteten har, til tross for noen problemer, blitt utført svært tilfredsstillende. Den inneholder en kvalitet som tilsier at 3D-modellen med fordel kan brukes i presentasjoner ettersom den er virtuelt montert i et garasjelignende 3D-miljø, og således kan man informativt betrakte modellen fra alle tenkelige posisjoner og på den måten også promotere produktet.

Arbeidstegninger er laget og det finnes nå et komplett tegningsett av alle deler som er nødvendige for produksjon av en prototype. Konstruksjonen er designet med tanke på utførte beregninger, gitte standarder iht. lagertoleranser og for eksempel spordimesjoner til blant annet seegeringer og lignende.

Materialvalgene er også spesielt tilpasset av praktiske årsaker, uten å gå i detalj, så er faktorer som tilgjengelighet til ressurser vedrørende maskinering og ikke minst materialekostnader vil måtte passe innenfor prosjektgruppens økonomiske bæreevne. Prosjektgruppen har således unngått å bruke for kostnadskrevende og unødig mange typer dimensjoner og profiltyper av konstruksjonsstål, slik at bestillingslengdene som blir kjøpt inn blir utnyttet mest mulig, og evt. kan brukes til andre ting i konstruksjonen.

Når det gjelder datasimuleringer var det tiltenkt å benytte simuleringer og analyser i Autodesk Inventor. Dette sees nå på som for tidskrevene å sette seg inn i, og det vil istedet legges fram rapport fra AutoDesk ForceEffect.

Tidsfrister og timeforbruk

Tidsfristen er overholdt og aktivitetens hovedformål er avsluttet. Med hovedformål så menes det at pr. dags dato ikke ser ut til å være behov for noe nytt i konstruksjonen annet enn å fikse eller endre på detaljer.

Det er planlagt brukt 42 timer og det er brukt 65,5 timer. Dette er et overforbruk på 23,5 timer. Overforbruket skyldes at det oppstod store problemer rent IT-teknisk vedrørende samarbeid gjennom AutoDesk Inventor gjennom DropBox. DropBox er benyttet istedet for Vault, som er Inventors løsning for samarbeid, og krever tilgang til en egen server. Dette løste seg etter en opprydding i filer med gjennomgang og justering av prosjektinnstillingene.

Det er satt av 6 timer til datasimulering, og det antas at det ikke trengs å bruker mer enn 2 timer på dette nå, ettersom det ble besluttet å benytte ForceEffect, slik nevnt ovenfor.



II.3.3 PROTOTYPE (14.–28. APRIL)

Kvalitet

Deler er bestilt, armene til sakseliften har blitt laget på verkstedet til AS Nymo. Det var en del arbeid med å bore 24 hull i totalt åtte armer, og det ble sveiset på rør som går igjennom hullene. Resultatet ble bra og armen er klar til å monteres. Topp- og bunnramme, bolter, og gripearmer er laget ferdig og det er kun sammenstilling og testing av konstruksjonen som gjenstår.

Tidsfrister og timeforbruk

Aktiviteten er påbegynt og det er brukt 16 timer mot 39 planlagte. Siden det kun er sammenstilling og testing som gjenstår, så ser det ut som at denne aktiviteten vil klare å overholde både tidsfrist- og timeforbruk.

II.3.4 INNSTALLASJONSANBEFALING (3.–17. MARS)

Kvalitet

Aktiviteten er gjennomført og den har forløpt tilfredsstillende. Det er blitt laget en liste over lengste tillatte lysåpning som det kan være mellom 2 takdragere i forskjellige dimensjoner som er fritt opplagret i hver sin ende, med tanke på lastpåvirkning fra Motolift og bæreevnen takdragene kan oppta. Det er i beregningene benyttet de mest vanlige dimensjoner som er benyttet som takdragere i garasjer med saltak.

Tidsfrister og timeforbruk

Aktiviteten er avsluttet innen tidsfrist og det er som antydet i statusrapport 1 at denne aktiviteten ville forløpe forttere enn planlagt. Det er brukt 6 timer mot 18 planlagte timer.

II.3.5 HOVEDRAPPORT (7. JANUAR – 26. MAI)

Kvalitet

Denne aktiviteten pågår hele tiden, og det er allerede produsert underlagsmateriale slik som arbeidstegninger, beregninger og installasjonsanbefalinger som kan føres inn i rapporten. Arbeid med denne aktiviteten vil ta seg betraktelig opp så fort prototypen er produsert og fokus kan flyttes over på utarbeidelse av hovedrapport.

Tidsfrister og timeforbruk

Aktiviteten er påbegynt og det er i skrivende stund brukt 11,5 timer mot 83,5 planlagte timer. Pr. dag dato finne det ingen indikasjoner som tilsier at tidsfristen ikke vil bli overholdt.



II.4 PROSESSEN

II.4.1 SAMARBEID

Gruppen har jobbet videre med prosjektet, samarbeidet og kommunikasjon er fortsatt bra. Med det at prosjektet har gått over til mer praktisk arbeid med å lage en prototype, har gruppen ikke møtt så mye på skolen. Da har kommunikasjon gått over til dropbox, sms, telefon og facebook. Og med det at informasjonsflyten har til tider vært stor i forskjellige informasjonskanaler og til stadig opptattning, har gruppeleder tatt på seg ansvaret for oppfølging med at alle gruppemedlemmene er oppdatert.

Nå som prosjektet har gått fra idéer/tegninger/beregninger, til det å få produsert en prototypen har gruppen jobbet med og skaffet seg samarbeidspartnere til å få produsert deler til Motoliften. Gruppen har skaffet seg bedrifter som AS Nymo, Søgne VGS, Kvadraturen VGS og Øverbø VGS. Gruppen delte oppfølging til bedrift og ansvar for å produsere deler seg i mellom.

Men det har vært hendelser der kommunikasjon sviktet litt. Det oppsto misforståelser internt i gruppen som ledet ut til at det ble brukt noe tid, penger og krefter på å skaffe informasjon og deler til liften, som det har vist seg i etterkant at gruppen bestemte seg ikke for å bruke.

II.4.2 UTFORMING OG KONSTRUKSJON

Nå som prosjektet har gått over til å få produsert en prototypen, har jobben vært å få utarbeidet gode arbeidstegninger som kunne sendes ut til samarbeidspartnerne.

Det har vært ekstra utfordrende å få produsert alle delene, siden de skulle produseres på forskjellige steder og noen måtte gruppemedlemmer produsere selv på grunn av tidsfrister og noen skulle bedrifter produsere. Dette førte til logistikk utfordringer og oppfølgingsarbeid, noe gruppen følt har vært lærerikt.

Delene ble laget på forskjellige steder:

Søgne VGS	Topp- og bunnramme
Kvadraturen VGS	Bolter for saksearmer og hus for spindel
AS Nymo	Saksearmer
Øvrebø VGS	Gripearmer for MC

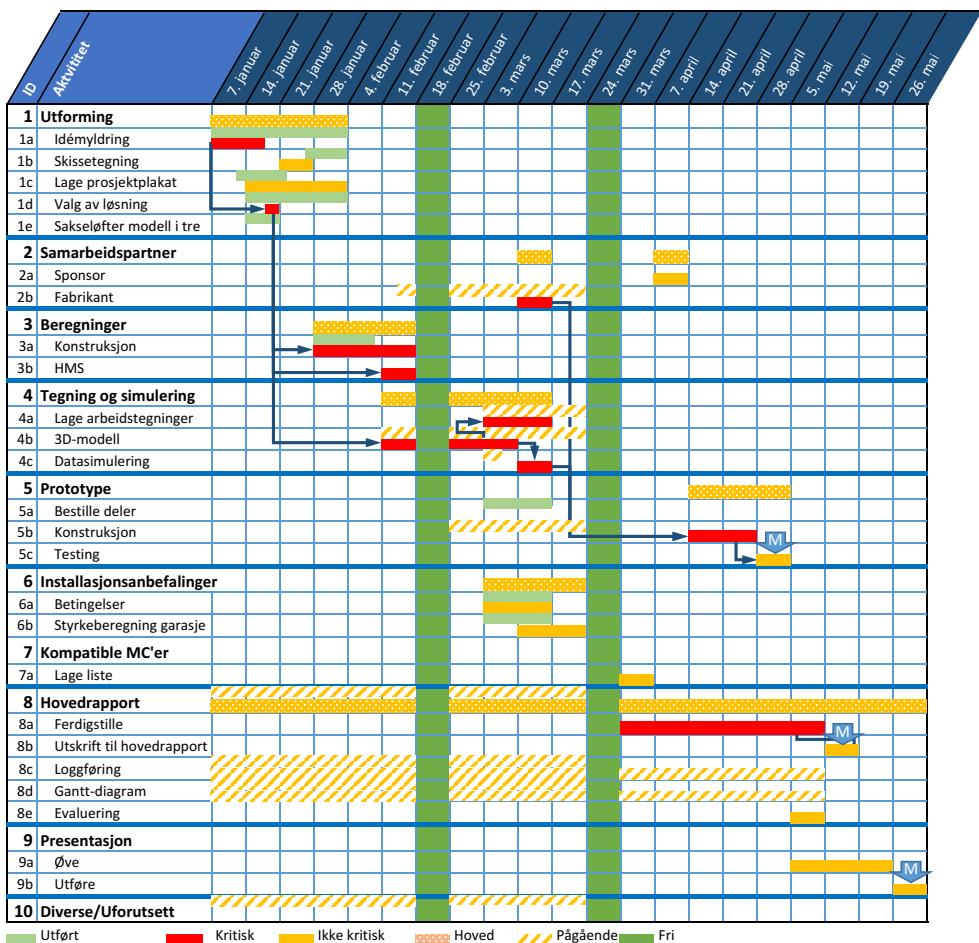
Med vennlig hilsen,

Runar Kristoffersen
Prosjektleder



ID	Aktivitet	Ansværlig	Foresøende	Planlagt start	Planlagt slutt	Planlagte timer	Runar	Knut	Terje	Max	Faktisk start	Faktisk slutt	Faktiske timer	Gjennrørende timer	% Gjenværende timer	% Fullført
1 Utforming						80							91	-11,0	-14%	
1a Idémyldring	Knut		7.1	14.1	48	12	14	12	16	7.1	14.1	54	-6,0	-10%		
1b Skissetegning	Knut	2	21.1	21.1	24	6	4	5	9	21.1	28.1	24	0,0	0%		
1c Lage prosjektplakat	Runar	7.1	28.1	6	4				7.1	21.1	4	2,0	31%			
1d Valg av løsning	Runar	14.1	14.1	2	1	1	1	1	14.1	14.1	4	-2,0	100%			
1e Sakseløfter modell i tre	Terje				0		5		14.1	14.1	5	-5				
2 Samarbeidspartner						12						7	5,0	42%		
2a Sponsor	Knut	12	7.4	7.4	6							6,0	100%			
2b Fabrikant	Max	12	10.3	10.3	6		2	3	2	5,2		7	-1,0	-17%		
3 Beregninger						24						27	-3,0	-11%		
3a Konstruksjon	Terje	5	28.1	11.2	18	16	5	6	28.1	11.2	27	-9,0	50%			
3b HMS	Terje	5	11.2	11.2	6							6,0	100%			
4 Tegning og simulering						42						71,5	-29,5	50%		
4a Lage arbeidstegninger	Terje	14	3.3	10.3	18	9	6	6	4	3.3	25	-7,0	50%			
4b 3D-modell	Runar	9	11.2	3.3	18	19		13	14,5	11.2	46,5	-28,5	158%			
4c Datasmulering	Runar	14	10.3	10.3	6	1				3.3		6,0	100%			
5 Prototype						39						29	10,0	20%		
5a Bestille deler	Max	14	10.3	10.3	1		2	2	3.3	10.3	4	-3,0	300%			
5b Konstruksjon	Max	17	14.4	21.4	24		13		12	10.3		25	-1,0	10%		
5c Testing	Knut	18	28.4	28.4	14							14,0		100%		
6 Installasjonsanbefalinger						18						12	6,0	33%		
6a Betingelses	Knut	13	3.3	10.3	12		6		3.3	10.3	6	6	50%			
6b Styrkeberegnung garasje	Terje	13	10.3	17.3	6		6				6	0	0%			
7 Kompatible MC'er						12						0	12	100%		
7a Lage liste	Knut	13	31.3	31.3	12							12		100%		
8 Hovedrapport						83,5						16,5	67	80%		
8a Ferdigstille	Runar	31.3	5.5	50	5	3		21.1		8	42	81%				
8b Utskrift til hovedrapport	Runar	26	12.5	12.5	2						0	2	100%			
8c Loggføring	Knut	7.1	5.5	7,5		2,5	2		7.1		4,5	3	40%			
8d Gantt-diagram	Max	7.1	5.5	12				4	7.1		4	8	67%			
8e Evaluering	Runar	5.5	5.5	12							0	12	100%			
9 Presentasjon						68						0	68	100%		
9a Øve	Terje	5.5	19.5	44								0	44	100%		
9b Utføre	Terje	26.5	26.5	24								0	24	100%		
10 Diverse/Uforutsett	Terje	7.1	19.5	35	5,5	13	5,5		14.1		24	11	31%			

Figur II.1: Gantt-diagram oppdatert 18. mars 2016



Prosjektbeskrivelse

Hovedprosjekt: Motolift

Knut Inge Lundevold Max-Even Jacobsen
Runar Kristoffersen Terje Larsen



INNHOLD

PROSJEKTBESKRIVELSE

III.1	PROSJEKTETS INNHOLD	93
III.2	HOVEDMÅL	94
III.3	DELMÅL	94
III.4	BETINGELSER	95
III.4.1	Tidsplan	95
III.4.2	Ressurser	95
III.4.3	Økonomi/Budsjett	95
III.5	KONSEKVENSER	96
III.5.1	"Positive"	96
III.5.2	"Negative"	96
III.6	PROSJEKTORGANISASJON	97
III.6.1	Prosjektleder	97
III.6.2	Prosjekt-gruppe	97
III.6.3	Styringsgruppe	97
III.7	RAPPORTERING	98
III.7.1	Underveis	98
III.7.2	Logg	98
III.7.3	Hovedrapport	98
III.7.4	Presentasjon	98
III.7.5	Eksamensrapport	98
III.8	EVALUERING	99
III.8.1	Egenvurdering	99
III.8.2	Skolens vurdering	99
III.9	ANSVARSKART	100
III.10	GANTT-DIAGRAM	101



III.1 PROSJEKTETS INNHOLD

Motorsykkelentusiaster bruker ofte mye tid i garasjen med vedlikehold, reperasjon og oppgradering. Arbeidshøyden her er ikke alltid idéell, og kan være vanskelig å tilpasse. Dette kan gå ut over nakke, rygg og knær.

Prosjektgruppen vil i den forbindelse ta for seg å projektere og konstruere en prototype for en takmontert løfteanordning. Løfteanordningen skal kunne monteres i en privat garasje, med det formål å gjøre arbeid på motorsykkelen, som f.eks. å skifte dekk, og annet generelt vedlikehold.

Videre er prosjektgruppen kommet frem til følgende krav:

- Begge hjulene skal kunne demonteres samtidig på motorsykkelen.
- Produktet skal monteres i taket, med det formål å ikke ta opp plass på gulvet.
- Produktet skal være konstruert slik at det ved mekanisk svikt, så skal ikke konstruksjonen falle ned.
- Når konstruksjonen ikke er i bruk, skal den kunne slås sammen for å ikke oppta så mye plass.
- Produktet skal konstrueres slik at det ikke reduserer tilgangen eller er nevneverdig i veien for mekanisk reperasjon og vedlikehold.
- Produktet skal kunne operere med en nyttelast på opptil 400 kg.



III.2 HOVEDMÅL

Det skal prosjektere, utvikles og dokumenteres et produkt som skal kunne heise opp en motorsykkel for mekanisk reperasjon og vedlikehold. Da motorsykler er svært individuelt utformet med tanke på både festepunkter og egenvekt, er dette noe prosjektgruppen må ta høyde for.

III.3 DELMÅL

1: Skisse for løfteanordning

Utarbeide en grov skisse/idé for mulig utførelse av løfteanordningen.

2: Utforming

Valg av metode for feste i tak og sykkel, og utforming av Motolift.

3: Prosjektplakat

Produsere en prosjektplakat.

4: Styrkeberegnning

Prosjektgruppen skal gjennomføre styrkeberegnning for garasjebjelker og løfteanordning. Dette skal utføres manuelt og ved bruk av datasimuleringer. Ved behov, vil det innhentes ekstern hjelp.

5: Samarbeidspartner

Utrede mulighet for å anskaffe en samarbeidspartner.

6: Tegning

Lage 3d-tegning og målsatt arbeidstegning i AutoDesk Inventor.

7: Prototype

Få laget en prototype, samt teste denne.

8: Anbefaling

Utarbeide anbefalinger for installasjon.

9: Liste over kompatible sykler

Det skal utarbeides en liste over motorsykler som er kompatibel med løfteanordningen.

10: Hovedrapport

Hovedrapporten skal produseres og printes. Se vedlegg III.7.3 på side 98.

11: Presentasjon

Utarbeide og øve inn presentasjon.



III.4 BETINGELSER

III.4.1 TIDSPLAN

Startdato: 7. januar 2016

Sluttdato: 26. mai 2016.

Se figur III.2 på side 101, Gantt-diagram.

III.4.2 RESSURSER

Se tabell III.4 på side 100, Ansvarskart.

III.4.3 ØKONOMI/BUDSJETT

Prosjektdeltager	Kost pr. time(kr)	Timer
Runar Kristoffersen	850	101
Knut Inge Lundevold	600	113,5
Max-Even Jacobsen	600	108
Terje Larsen	600	106
Sum	282 350	428,5

Tabell III.1: Timefordeling m.lønn



III.5 KONSEKVENSER

III.5.1 "POSITIVE"

Produktet kan hjelpe med å få utført arbeid på MC, f.eks. reperasjon og vedlikehold, på en sikker og enkel måte. Dette i en komfortabel og behagelig arbeidshøyde, hvor man f.eks kan sitte eller stå oppreist. Det vil kunne spare knær, rygg og nakke for unødig slitasje, og gjøre arbeidet mer lystbetont. Motolift vil også kunne være svært tidsbesparende ettersom begge hjul, motor og de fleste andre delene man jevnlig utfører arbeid på, vil være fritt tilgjengelige.

Det vil være sannsynlig at Motolift kan få andre bruksområder, som f.eks. heising av båtmotor for vedlikehold og vinterlagring.

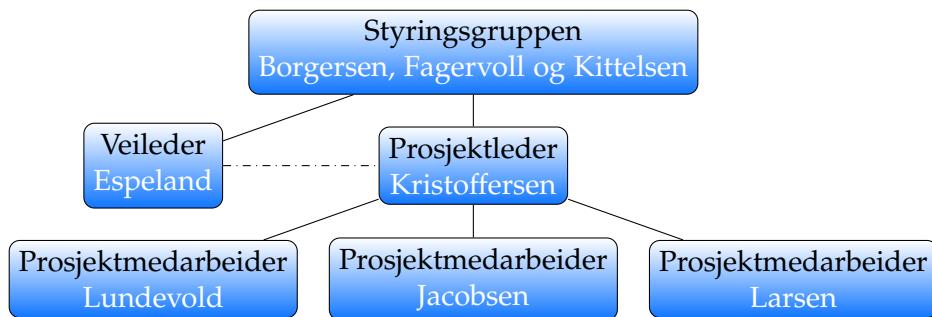
III.5.2 "NEGATIVE"

Det finnes verktøy på markedet for å løfte MC litt opp fra gulvhøyde hvor MC står på minst ett av hjulene, og MC-heisebord som løfter hele sykkelen på hjulene. Motolift kan bli en konkurrent mot disse, og det er knyttet noe usikkerhet til produktets konkuransedyktighet når det gjelder pris. Dette avhenger svært mye av hvilken teknisk løsning prosjektgruppen går for.

Det vil også være usikkert hvor mange forskjellige typer MC og MC-vekt-klasser, heisen vil være kompatibel for.

Om Motolift kommer for salg, er det også en risiko for uhell og personskader, om ikke brukeren følger innstallasjon- og bruksanvisning.

III.6 PROSJEKTORGANISASJON



Figur III.1: Organisasjonskart

III.6.1 PROSJEKTLEDER

Runar Kristoffersen ble valgt av prosjektgruppen som prosjektleder, og det samsvarer med eget ønske.

III.6.2 PROSJEKT-GRUPPE

Navn	Linje	Tittel	Funksjon
Runar Kristoffersen	Mekatronikk	Elektriker	Prosjektleder
Knut Inge Lundevold	Automatisering	Automatikkmekaniker	Prosjektmedarbeider
Max-Even Jacobsen	Mekatronikk	Industrirørlegger	Prosjektmedarbeider
Terje Larsen	Maskinteknikk	Automatikkmekaniker	Prosjektmedarbeider

Tabell III.2: Prosjektgruppe

III.6.3 STYRINGSGRUPPE

Navn	Tittel	Funksjon
Reidar Borgersen	Sivilingeniør	Rådgiver
Anne Siri Lied Fagervoll	Sivilingeniør	Rådgiver
Bjørn Kittelsen	Sivilingeniør	Rådgiver

Tabell III.3: Styringsgruppe



III.7 RAPPORTERING

III.7.1 UNDERVEIS

17.desember 2015	Innleveringsfrist for prosjektbeskrivelse
28.januar 2016	Innleveringsfrist for prosjektplakat
18.februar 2016	Innleveringsfrist for statusrapport nr. 1 til veileder.
07.april 2016	Innleveringsfrist for statusrapport nr. 2 til veileder, samt presentasjon i plenum.

III.7.2 LOGG

Logg skal skrives for hver samlet arbeidsdag, og skal være tilgjengelig for prosjektgruppen til enhver tid.

III.7.3 HOVEDRAPPORT

12.mai 2016	Innleveringsfrist for hovedrapporten
--------------------	--------------------------------------

Hovedrapporten skal leveres som ett eksemplar til hvert medlem av styringsgruppen og prosjektgruppen, totalt 7 eksemplarer.

Hovedrapport skal inneholde følgende:

- Forside
- Sammendrag
- Innholdsfortegnelse
- Innledning
 - Bakgrunn
 - Mål
- Hovedrapport
 - Planlagt utførelse
 - Resultater
 - Vurdering av resultater
- Konklusjon
- Vedlegg / Bilag

III.7.4 PRESENTASJON

Uke 21, 2016	Resultatet av prosjektet skal presenteres ved Fagskolen i Kristiansand (FIK).
---------------------	---

III.7.5 EKSAMEN

Uke 22-24, 2016	Individuell muntlig eksamen for hver prosjektgruppedeltaker.
------------------------	--



III.8 EVALUERING

Det vil holdes løpende kontakt med veileder Helge Espeland for å kvalitetssikre arbeidet i gruppen. Prosjektgruppen er opptatt av å få frem en god evaluering, da dette kan være veldig nyttig for fremtidig arbeid. Det vil bli utført en intern evaluering, samt en evaluering av prosjektet.

III.8.1 EGENVURDERING

Egenvurdering vil bli basert på:

- Oppnåelse hovedmål og delmål
- Budsjett og tidsrammer
- Helhetlig samarbeid i gruppen

III.8.2 SKOLENS VURDERING

Styringsgruppen vil gi en sluttvurdering av prosjektet.



III.9 ANSVARSKART

A	Ansvarlig
R	Rådspørres
U	Utfører
I	Informeres

ID	Aktivitet	Runar	Knut	Terje	Max
1	UTFORMING				
1a	Idémyldring	U	AU	U	U
1b	Skissetegning	U	AU	U	U
1c	Lage prosjektplakat	AU	IR	IR	IR
1d	Valg av løsning	AU	U	U	U
2	SAMARBEIDSPARTNER				
2a	Investor	RI	A	RI	RI
2b	Fabrikant	RI	URI	RI	A
3	BEREGNINGER				U
3a	Konstruksjon	RI	R	A	R
3b	HMS	I	RI	AU	I
4	TEGNING OG SIMULERING				U
4a	Lage arbeidstegninger		I	A	
4b	3D-modell	AU	I	U	URI
4c	Datasimulering	AU	I	URI	RI
5	Prototype	U			
5a	Bestille deler	I	RI	RI	A
5b	Konstruksjon	I		I	AU
5c	Testing			AU	U
6	INSTALLASJONSANBEFALINGER	U	U	U	U
6a	Betingelser	I	A	I	I
6b	Styrkeberegning garasje	I	U	A	I
7	KOMPATIBLE MC'ER			U	U
7a	Lage liste	RI	A	RI	RI
8	HOVEDRAPPORT			U	U
8a	Ferdigstille	A			
8b	Utskrift til hovedrapport	AU	UI	UI	UI
8c	Loggføring	UI	AI	I	I
8d	Gantt-diagram	RI	URI	RI	A
8e	Evaluering	A			U
9	PRESENTASJON	U	U	U	U
9a	Øve				A
9b	Utføre	U	U	AU	U
10	DIVERSE/UFORUTSETT	U	U	AU	U

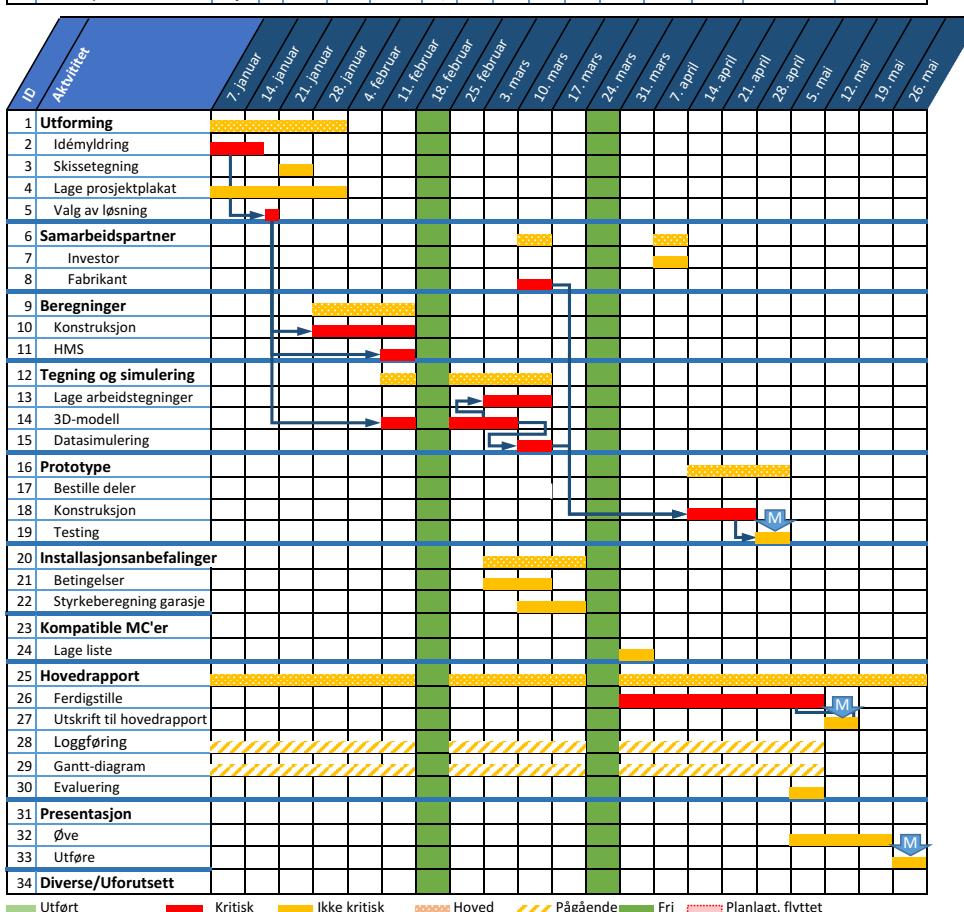
Tabell III.4: Ansvarskart



III.10. GANTT-DIAGRAM

ID	Aktivitet	Anslagtid	Foresømde timer	Planlagt start	Planlagt slutt	Runnar	Knut	Terje	Max	Faktisk start	Faktisk slutt	Faktiske timer	Gjenstående timer	% Gjenværende timer	% Fullført	
1	Utforming												0,0			
2	Idémyldring	Knut	7.1	14.1	48	12	12	12	12			48,0	100 %			
3	Skissetegning	Knut	2	21.1	21.1	24	6	6	6			24,0	100 %			
4	Lage prosjektplakat	Runar	7.1	28.1	6	6						6,0	100 %			
5	Valg av løsning	Runar	14.1	14.1	2	0,5	0,5	0,5	0,5			2,0	100 %			
6	Samarbeidspartner											0,0				
7	Investor	Knut	12	7.4	7.4	6						6,0	100 %			
8	Fabrikant	Max	12	10.3	10.3	6						6,0	100 %			
9	Beregninger											0,0				
10	Konstruksjon	Terje	5	28.1	11.2	18						18,0	100 %			
11	HMS	Terje	5	11.2	11.2	6						6,0	100 %			
12	Tegning og simulering											0,0				
13	Lage arbeidstegninger	Terje	14	3.3	10.3	18	6		6			18,0	100 %			
14	3D-modell	Runar	9	11.2	3.3	18	10		8			18,0	100 %			
15	Datasimulering	Runar	14	10.3	10.3	6	6					6,0	100 %			
16	Prototype											0,0				
17	Bestille deler	Max	14	10.3	10.3	1						1,0	100 %			
18	Konstruksjon	Max	17	14.4	21.4	24			12			24,0	100 %			
19	Testing	Knut	18	28.4	28.4	14	3	5	3	3		14,0	100 %			
20	Installasjonsanbefalinger											0,0				
21	Betingelsjer	Knut	13	3.3	10.3	12			12			12	100 %			
22	Styrkeberegnung garasje	Terje	13	10.3	17.3	6			3	3		6	100 %			
23	Kompatible MC'er											0				
24	Lage liste	Knut	13	31.3	31.3	12			6	6		12	100 %			
25	Hovedrapport											0				
26	Ferdigstille	Runar	31.3	5.5	50	20	10	10	10			50	100 %			
27	Utskrift til hovedrapport	Runar	26	12.5	12.5	2	2					2	100 %			
28	Loggføring	Knut	7.1	5.5	7,5				7,5			7,5	100 %			
29	Gantt-diagram	Max	7.1	5.5	12							12	100 %			
30	Evaluering	Runar	5.5	5.5	12	3	3	3	3			12	100 %			
31	Presentasjon											0				
32	Øve	Terje	5.5	19.5	44	11	11	11	11			44	100 %			
33	Utføre	Terje	26.5	26.5	24	6	6	6	6			24	100 %			
34	Diverse/Uforutsett	Terje				35	9,5	14	14	14			35	100 %		

Figur III.2: Gantt-diagram



VEDLEGG IV

Arbeidstegninger

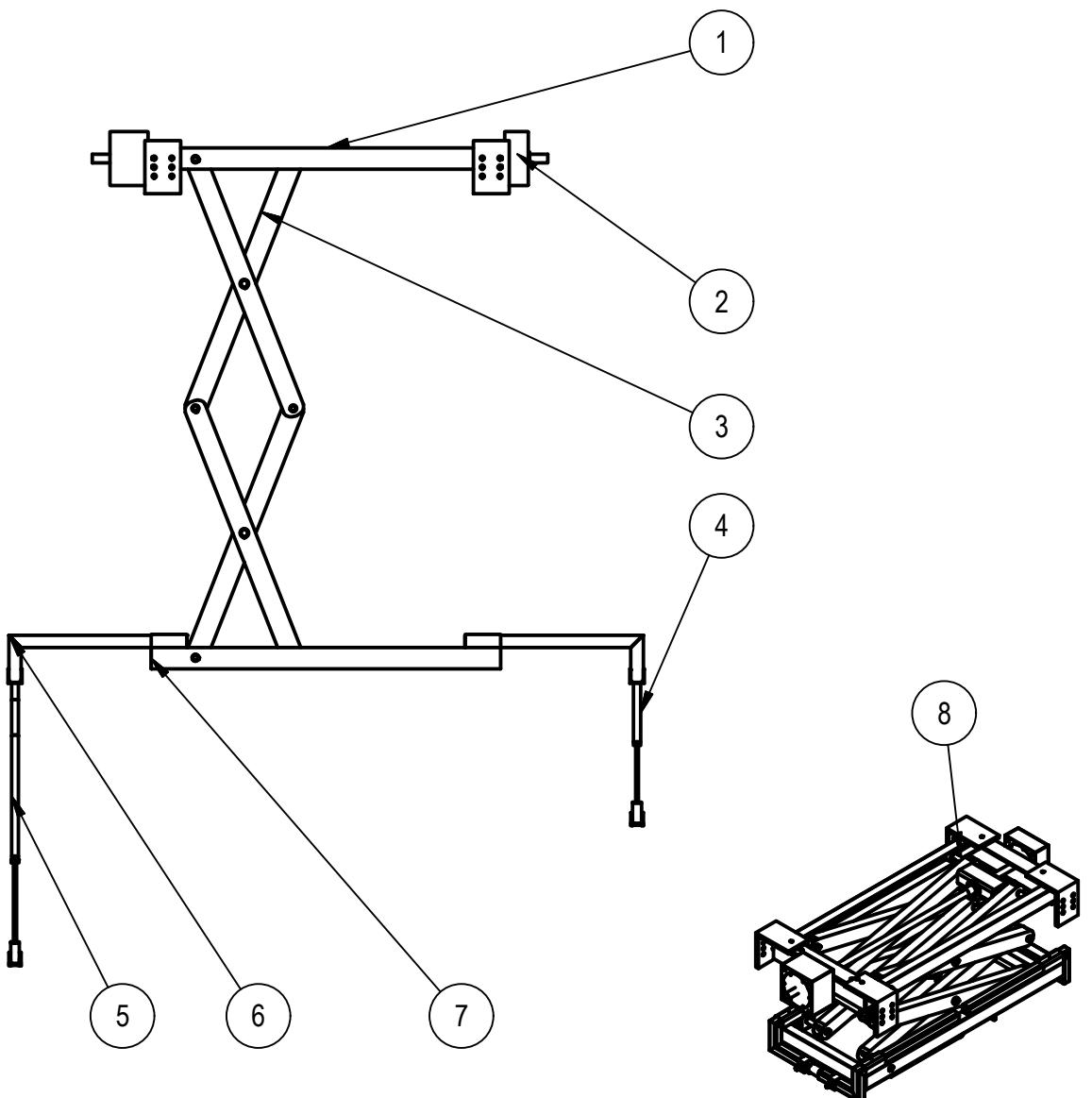
Det er lagt ved tegninger i A4-format, ettersom dette passer bedre inn i en hovedrapport enn arbeidstegninger ment for printing til verksted.

Arbeidstegninger i A3-format kan oversendes ved forespørsel.

INNHOLD

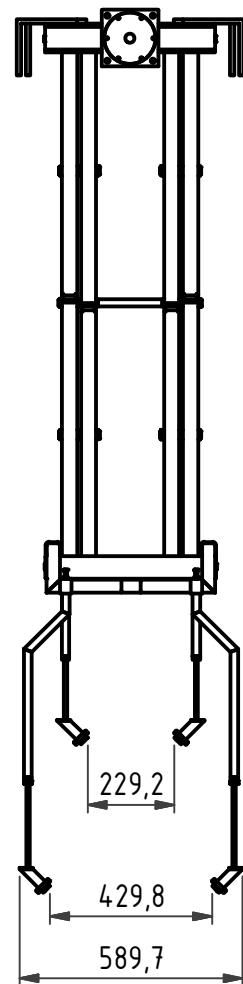
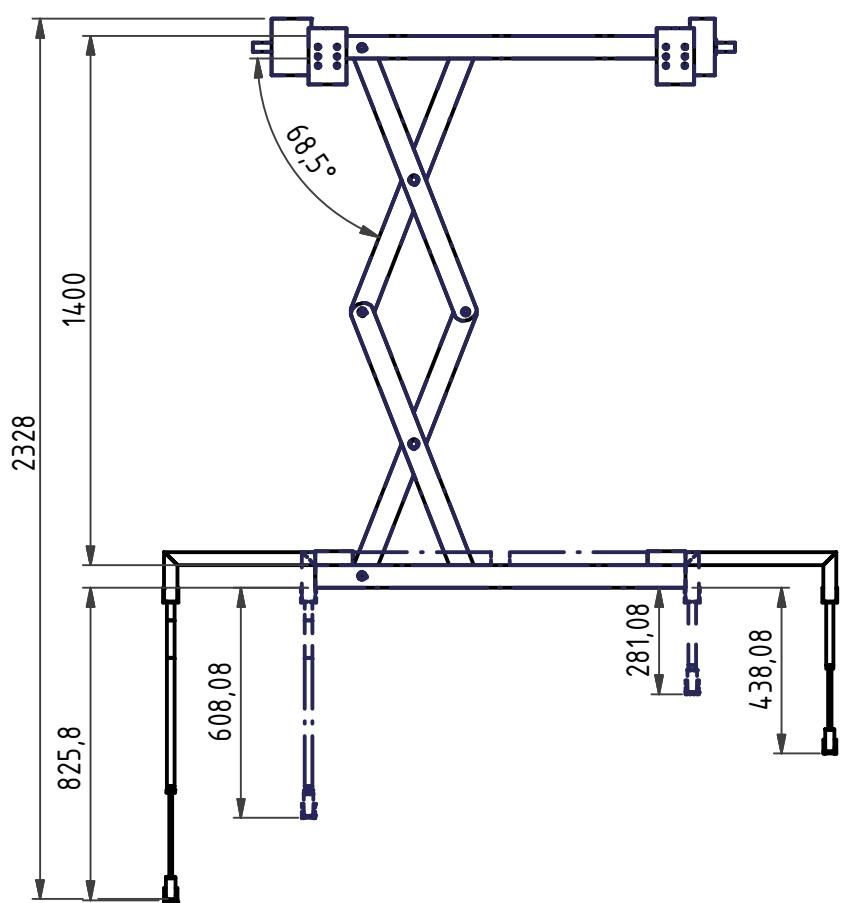
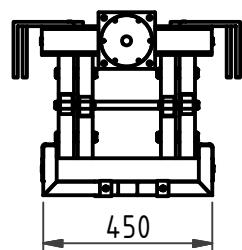
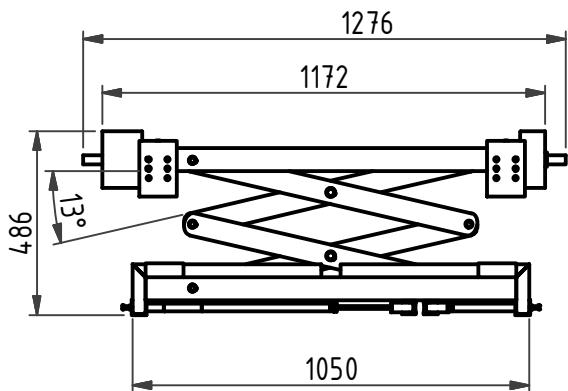
ARBEIDSTEGNINGER

MLS_1000 SAMMENSTILLING, MotoLIFT	107
MLS_1000 MotoLift Posisjonsvisning	108
MLS_1000 MotoLift Posisjonsvisning ovenfra	109
MLS_1001 BUNNRAMME	110
MLS_1001A Forlenger skyverør	111
MLS_1002 TOPPRAMME	112
MLS_1003 ARM MED RØR	113
MLS_1004 FORLENGER	114
MLS_1004A Rør i rør	115
MLS_1010 GRIPEARM BAK POSISJONSVISNING	116
MLS_1010 Gripearm Bak Sammenstilling	117
MLS_1010A Feste firkantrør 40x2	118
MLS_1010B Plate for gjengestang	119
MLS_1011 GRIPEARM ENDE	120
MLS_1010A Plate for gjengestang, ende	121
MLS_1010B Endeplate	122
MLS_1010C Holder for reim	123
MLS_1010D Endegummi	124
MLS_1012 GRIPEARM FORAN POSISJONSVISNING	125
MLS_1012 Gripearm foran Sammenstilling	126
MLS_1020 SPINDEL MED TILHØRENDE DELER	127
MLS_1020A Hus Motorside	128
MLS_1020B Hus Opplagring	129
MLS_1020C Mutter Endegavel	130
MLS_1020D Mutter motorside	131
MLS_1020E Aksel	132
MLS_1020F Lokk Endegavel	133
MLS_1020G Lokk Motorside	134
MLS_1105 BOLTEPLASSINGER	135
MLS_1105A Tversgående Aksling Saksearmer ø16	136
MLS_1105B 16mm Bolt FastlagerToppramme	137
MLS_1105C Bolt Fastlager Bunnramme 16mm	138
MLS_1105D Bolt Hjul Bunnramme 15/16mm	139
MLS_1105E Midtbolt	140
MLS_1105F Bolt hjul toppramme	141



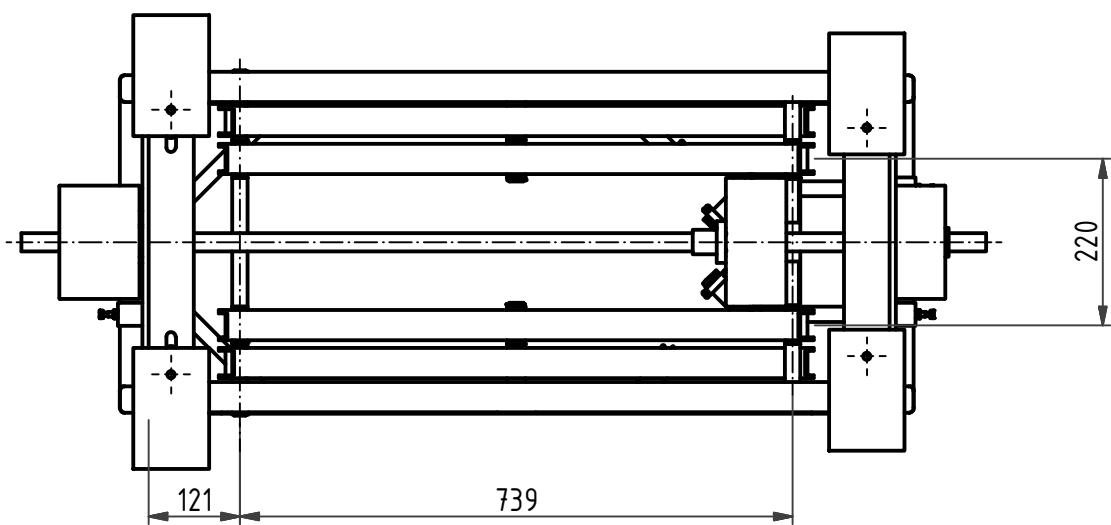
Plasseringer av bolter vist på tegning MLS_1105

Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.stk.
4	8	HjulPolyamid l50_20 Med Lager 62022RS	MLS_1101		0,071 kg
1	7	Bunnramme m. feste for ferlenger	MLS_1001		27,287 kg
2	6	Forlenger	MLS_1004		4,594 kg
2	5	Gripearm bak	MLS_1010		0,945 kg
1	4	Gripearm foran	MLS_1012		0,514 kg
8	3	Arm med rør	MLS_1003		4,603 kg
1	2	Spindel med tilhørende deler	MLS_1020		
1	1	Toppramme	MLS_1002		16,662 kg
Sammenstilling, MotoLift					
MLS_1000					

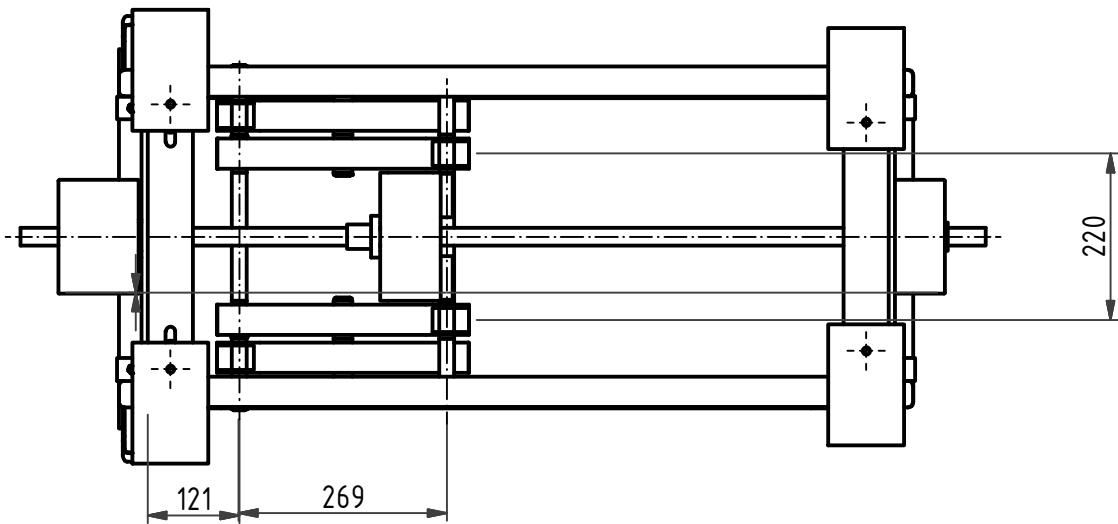


Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1 : 20	
Godkjent				
Sammenstilling, MotoLift				MLS_1000
Posisjonsvisning				

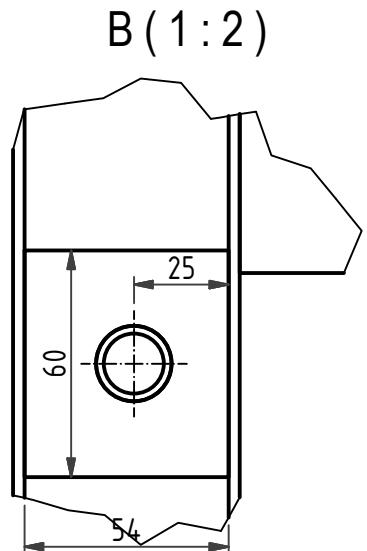
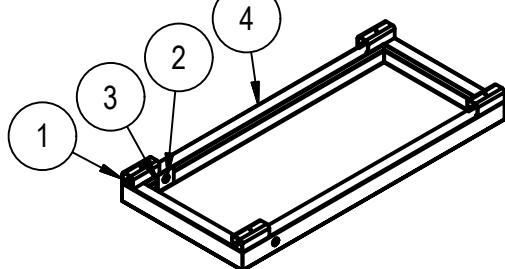
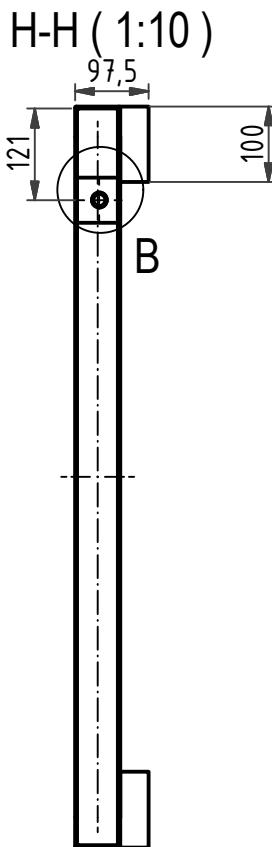
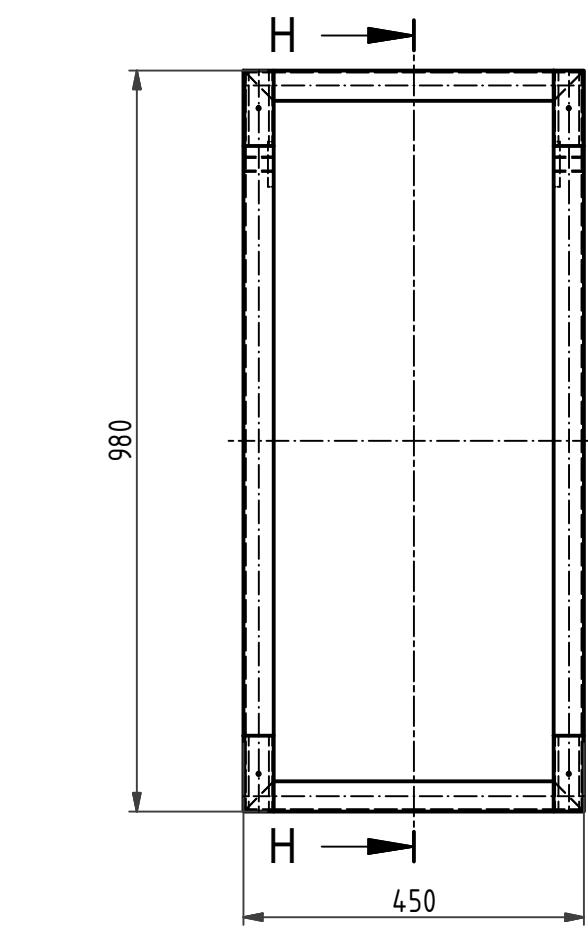
Posisjon: Sammenlagt (1 : 10)



Posisjon: Utstrekkt (1 : 10)

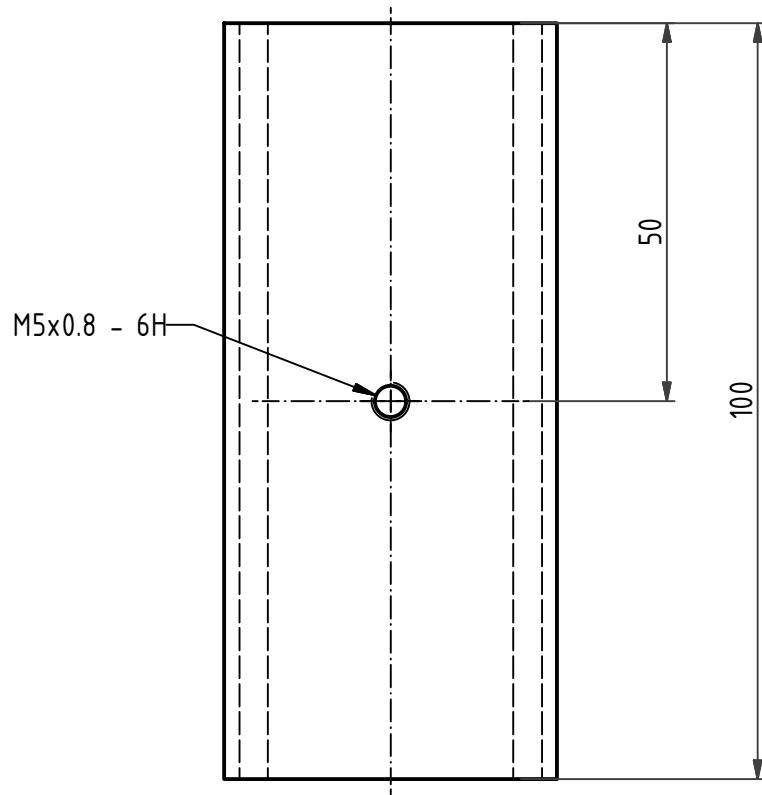
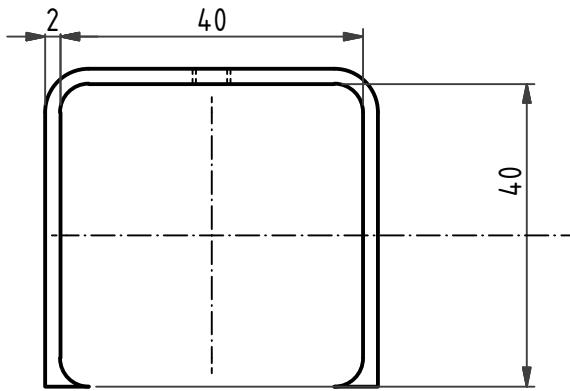
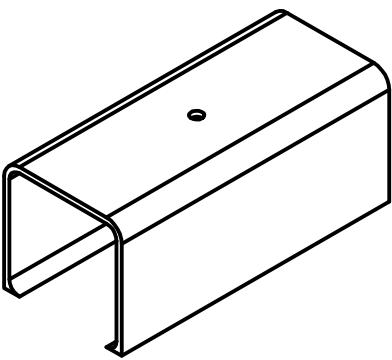


Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1 : 10	
Godkjent				
Sammenstilling, MotoLift				
Posisjonsvisning ovenfra				MLS_1000



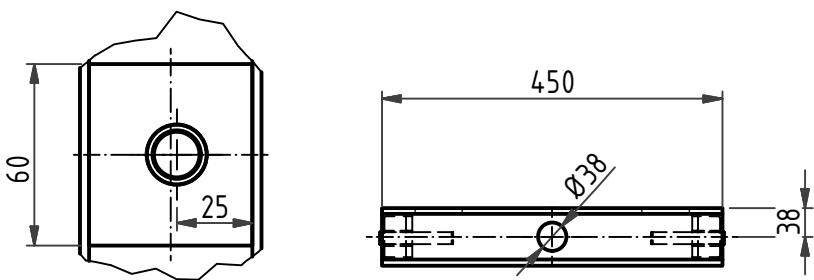
Toleranser for ikke
tolerancesatte mål
NS-ISO 2768-1 Middels

4	1	Forlenger skyverør	MLS_1001a	S235	4,617 kg
40,000 mm	2	Rør 20mm ø16x2mm		S235J8	0,036 kg
2860,000 mm	4	KANALSTÅL KF 40X60X40X3		S235J8	8,92 kg
120,000 mm	3	Flattstål 60x80x8mm		S235	0,023 kg
Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1 : 20		
Godkjent					
Bunnramme m. feste for ferlenger				MLS_1001	

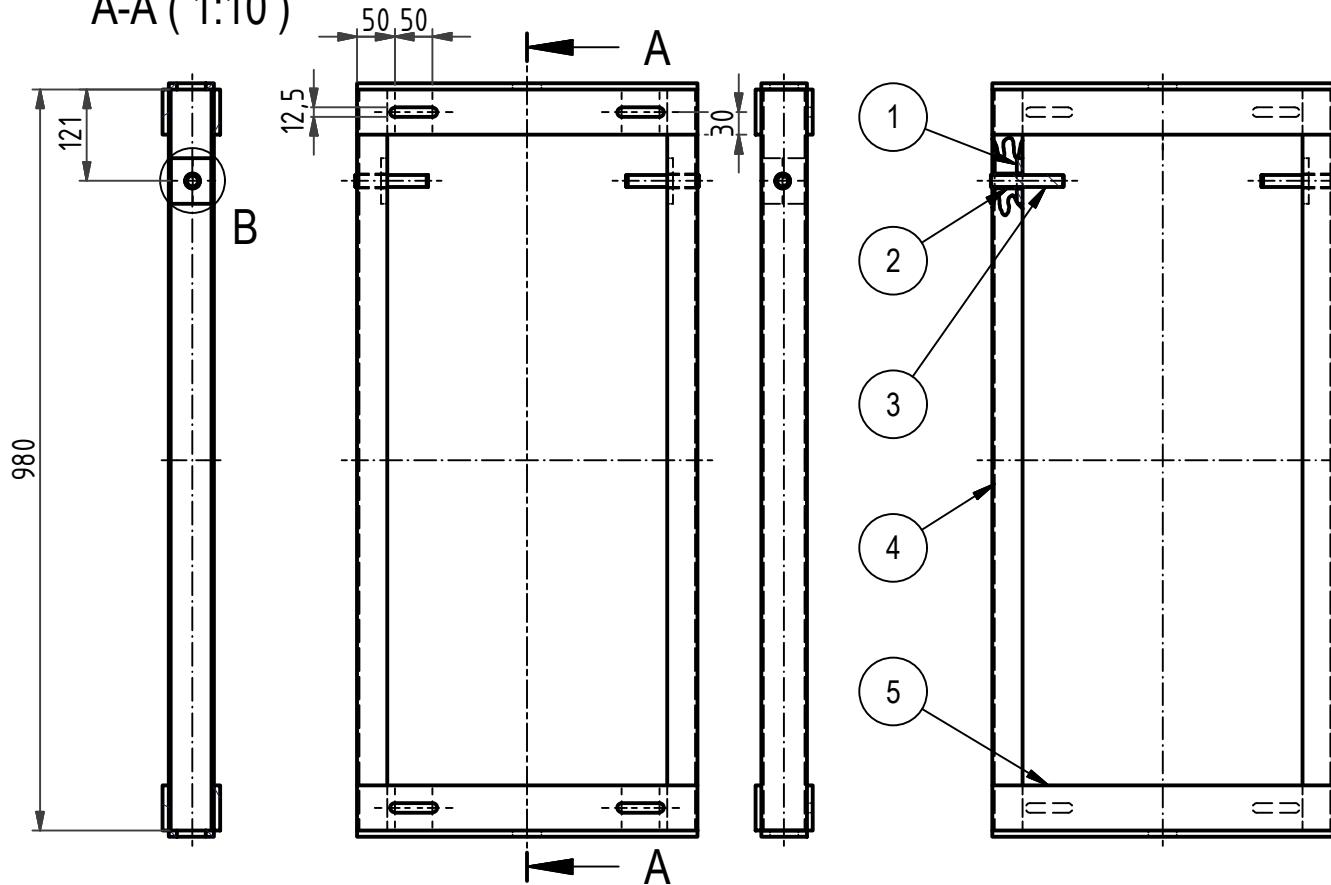


Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:1	
Godkjent				
Forlenger skyverør				MLS_1001a
				.

B (1 : 2.5)



A-A (1:10)



Toleranser for ikke
tolerancesatte mål
NS-ISO 2768-1 Middels

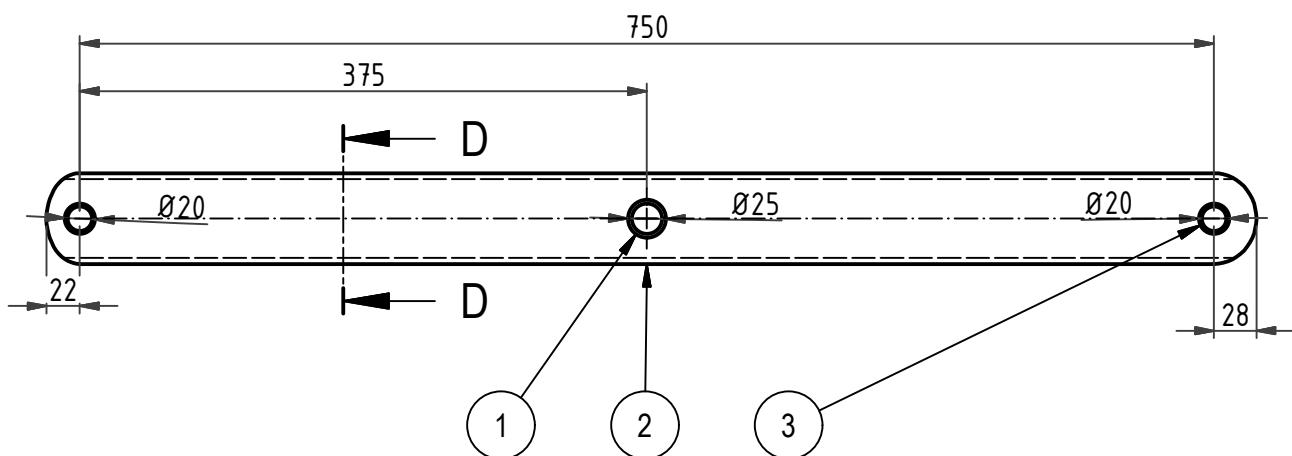
2700,000 mm	5	Flattstål 450x80x8		S235	1,696 kg
1960,000 mm	4	KANALSTÅL KF 40X60X40X3 MM		S235J8	3,045 kg
2	3	16mm Bolt FastlagerToppramme	MLS_1105b	S355J2	0,152 kg
40,000 mm	2	Rør 20mm ø16x2mm		S235J8	0,036 kg
120,000 mm	1	Flattstål 60x80x8mm		S235J8	0,184 kg

Ant. Pos. Navn,type,dimensjon Tegning Materiale kg. pr.st

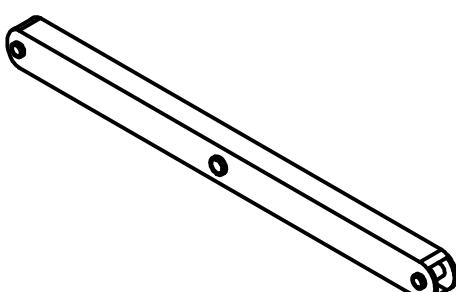
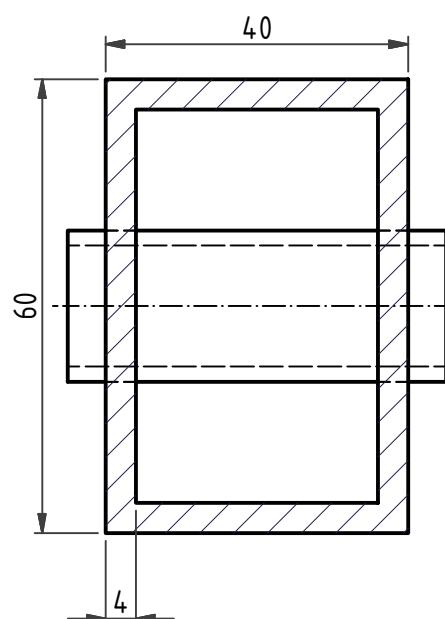
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:10	
Godkjent				

Toppramme

MLS_1002

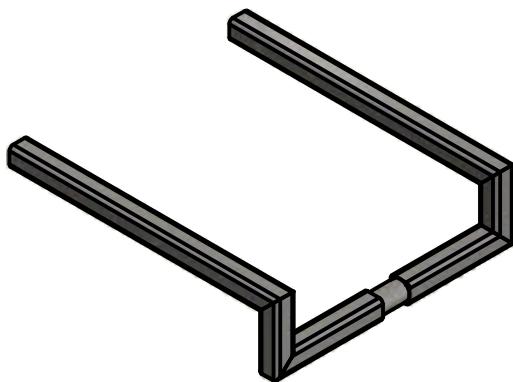
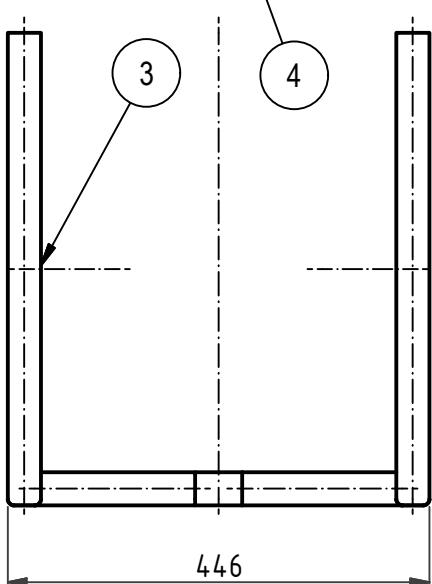
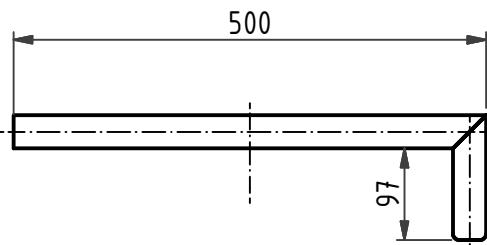
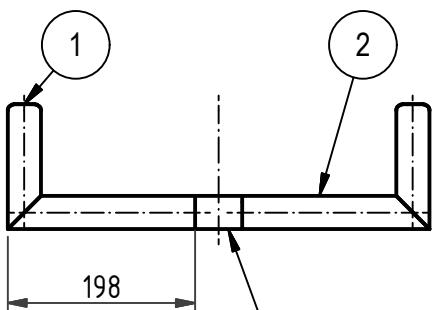


D-D (1:1)



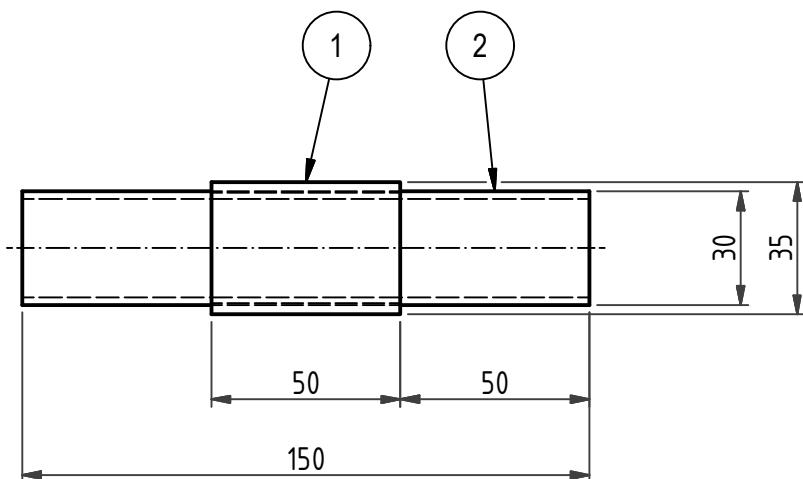
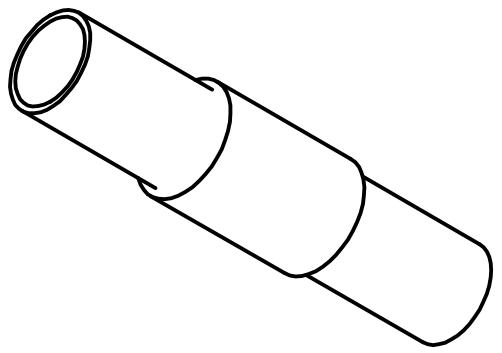
Toleranser for ikke
tolerancesatte mål
NS-EN ISO 2768-1 Middels

Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st	Anmerk.
2	3	Rør20x2x50mm		S235J8	0,044 kg	
1	2	HULPROFIL KF 60X40X4	MLS_1002	S235J8	4,445 kg	
1	1	Rør25x2.5x50mm		S235J8	0,069 kg	
Date 20.02.2016		Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1 : 5		
Godkjent						
Arm med rør					MLS_1003	

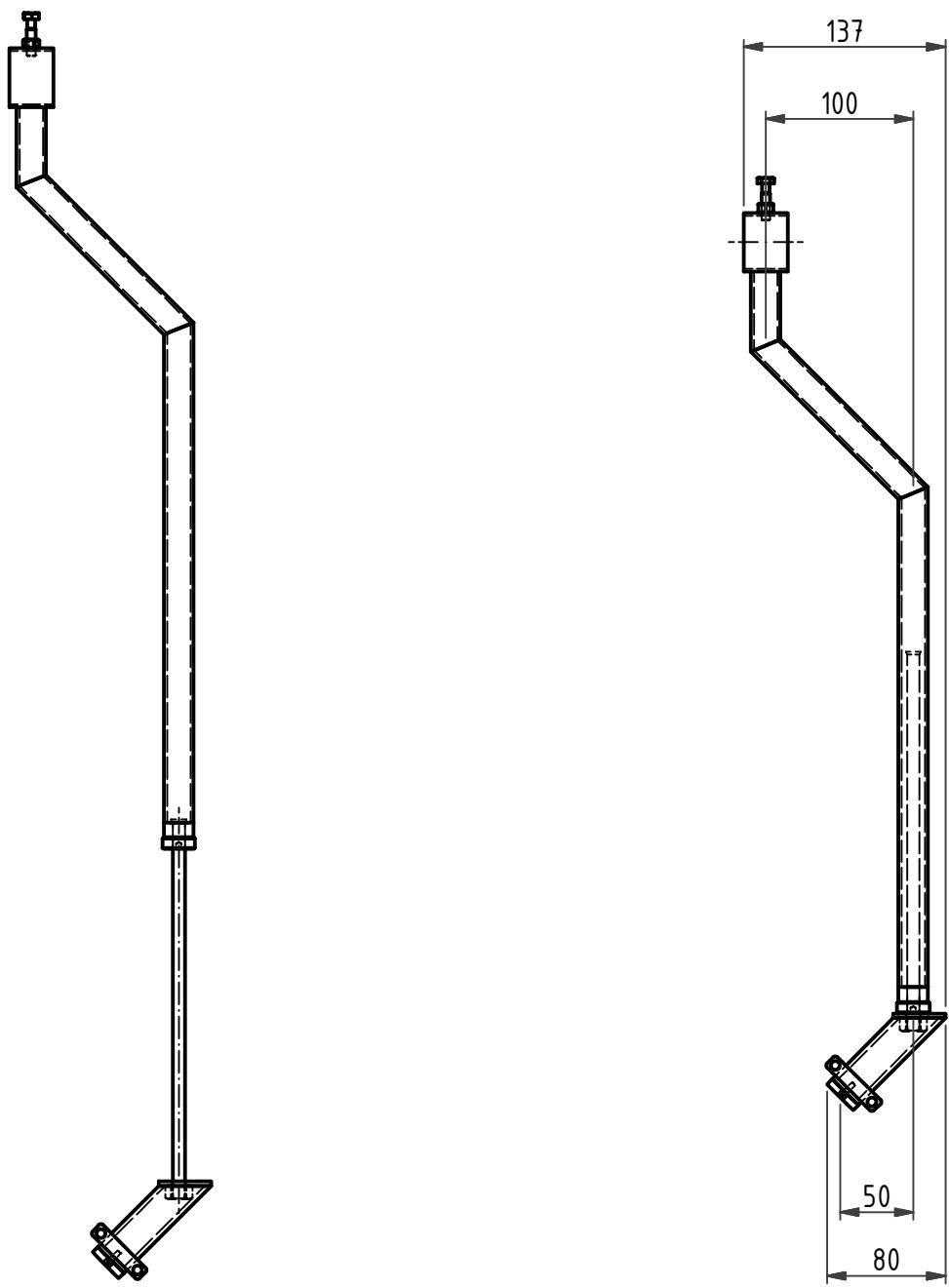


Toleranser for ikke
toleransesatte mål
NS-ISO 2768-1 Middels

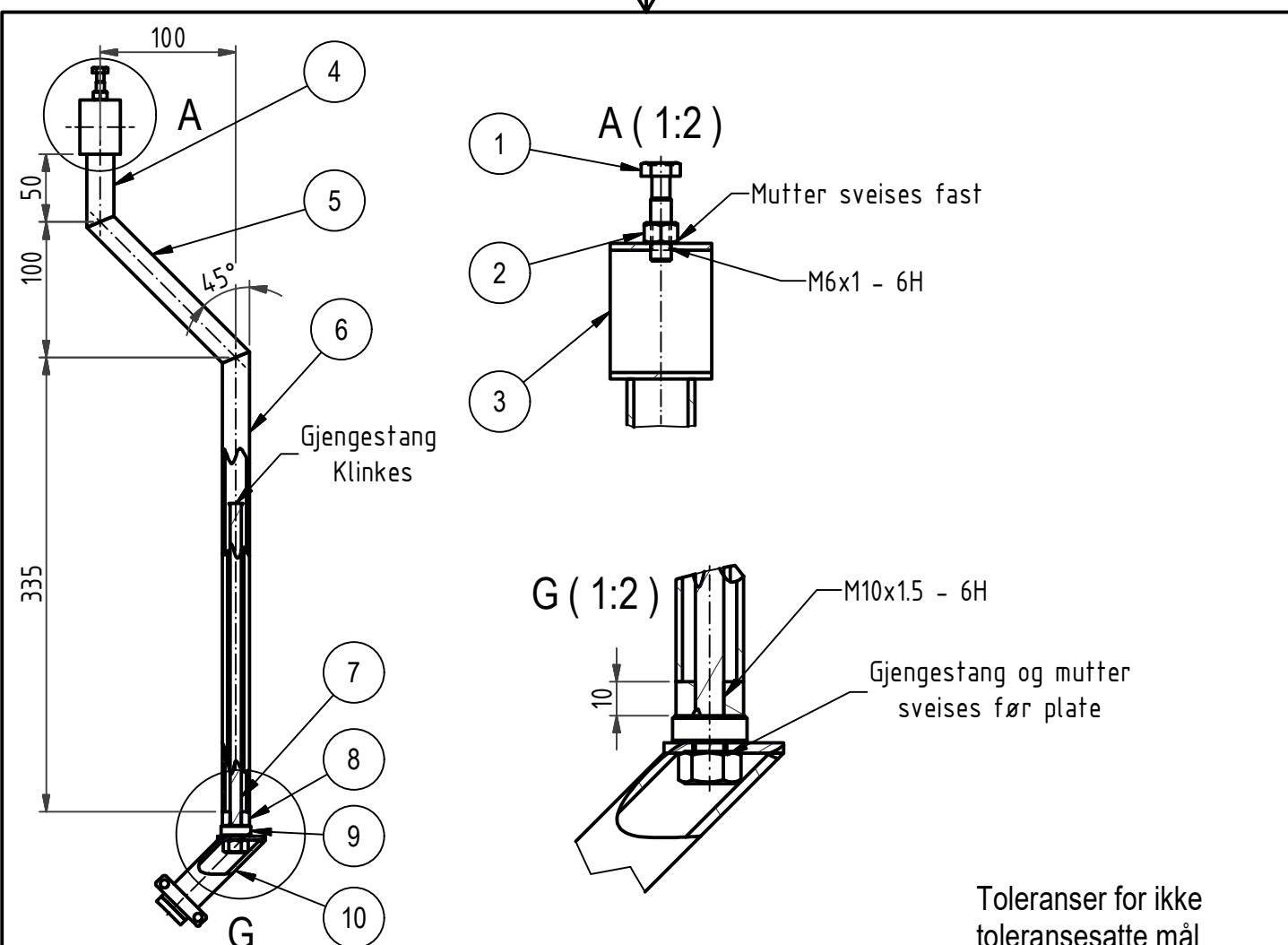
1	4	Rør i rør	MLS_1004a		0,326 kg
1000,000 mm	3	Hulprofil	35x35x2	S235	1,355 kg
396,000 mm	2	Hulprofil	35x35x2	S235	0,507 kg
264,000 mm	1	Hulprofil	35x35x2	S235	0,272 kg
Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1 : 8		
Godkjent					
Forlenger				MLS_1004	



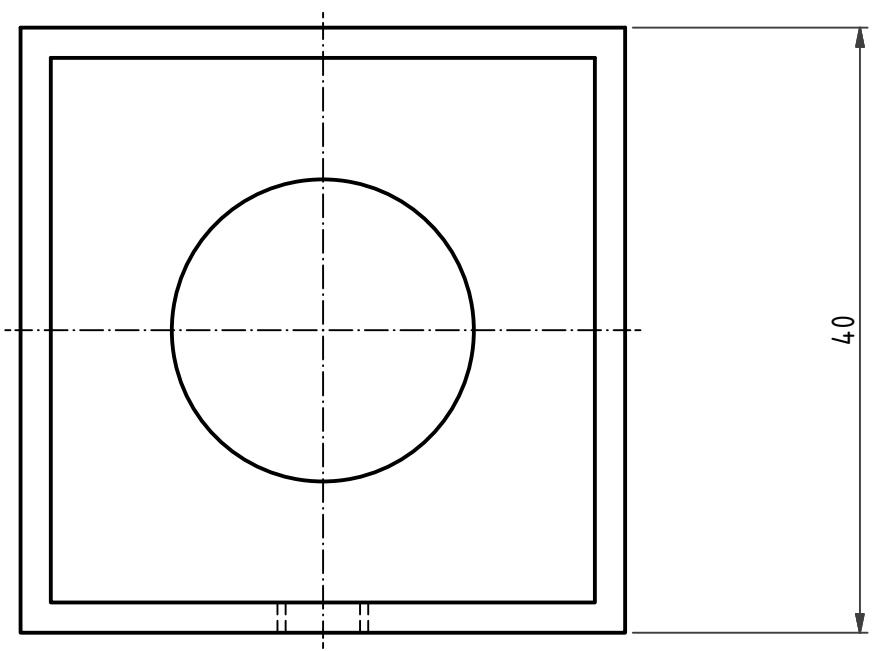
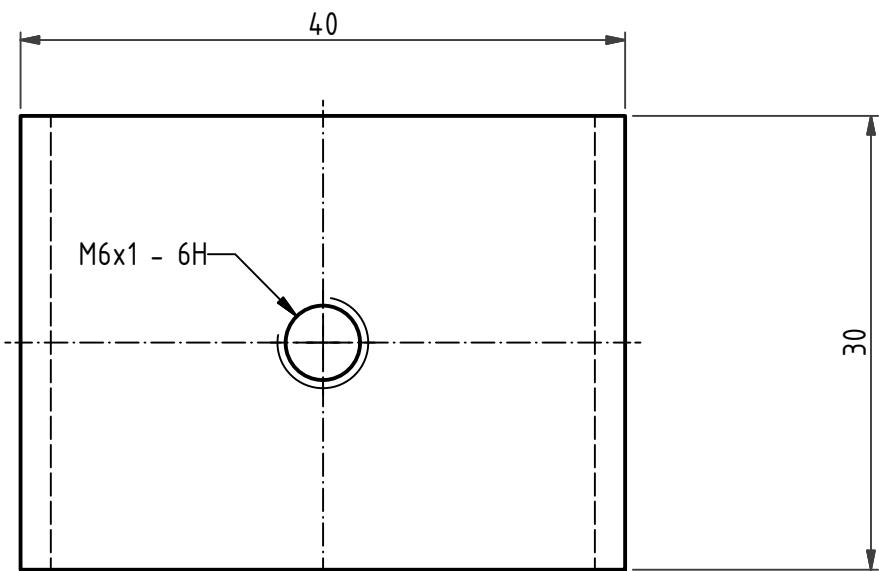
50,000 mm	1	Seamless and welded steel tubes - Series 3	35x2,9	S235	0,115 kg
150,000 mm	2	Rør	30x2	S235	0,211 kg
Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon		Tegning	Materiale
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen			Målestokk 1:2	
Godkjent					
Rør i rør				MLS_1004a	



Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:5	
Godkjent				
Gripearm bak				
				MLS_1010

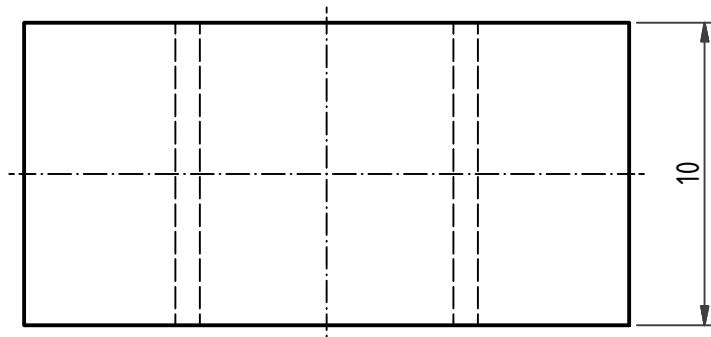
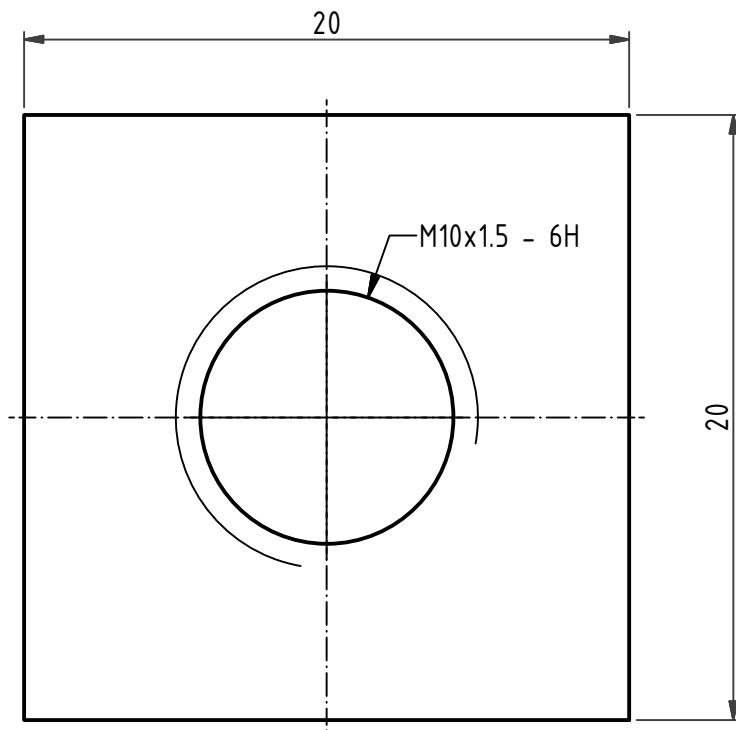


Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:5 (1:1)		
Godkjent					
Gripearm bak				MLS_1010	



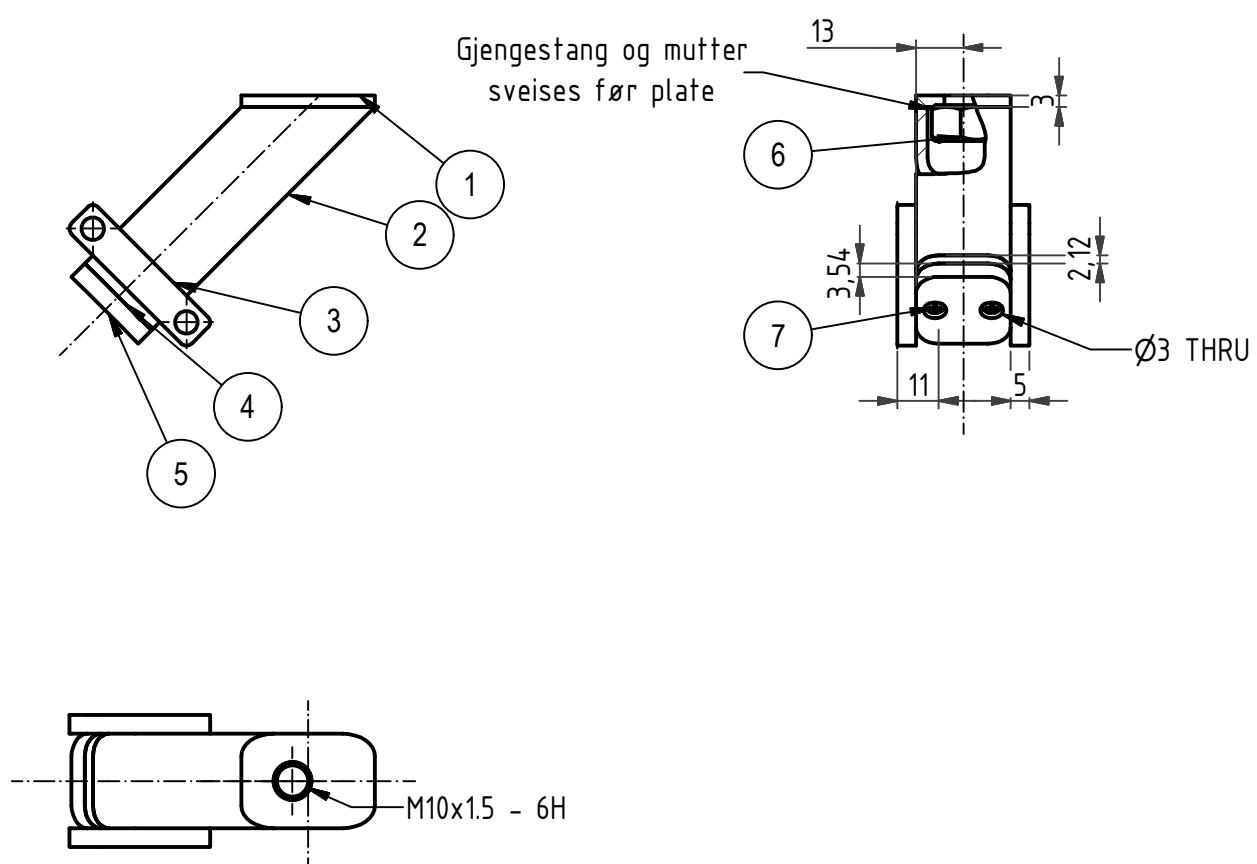
Toleranser for ikke
tolerancesatte mål
NS-EN ISO 13920 AE

Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 2 : 1	
Godkjent				
Feste, firkantrør 40x2				MLS_1010a
				.

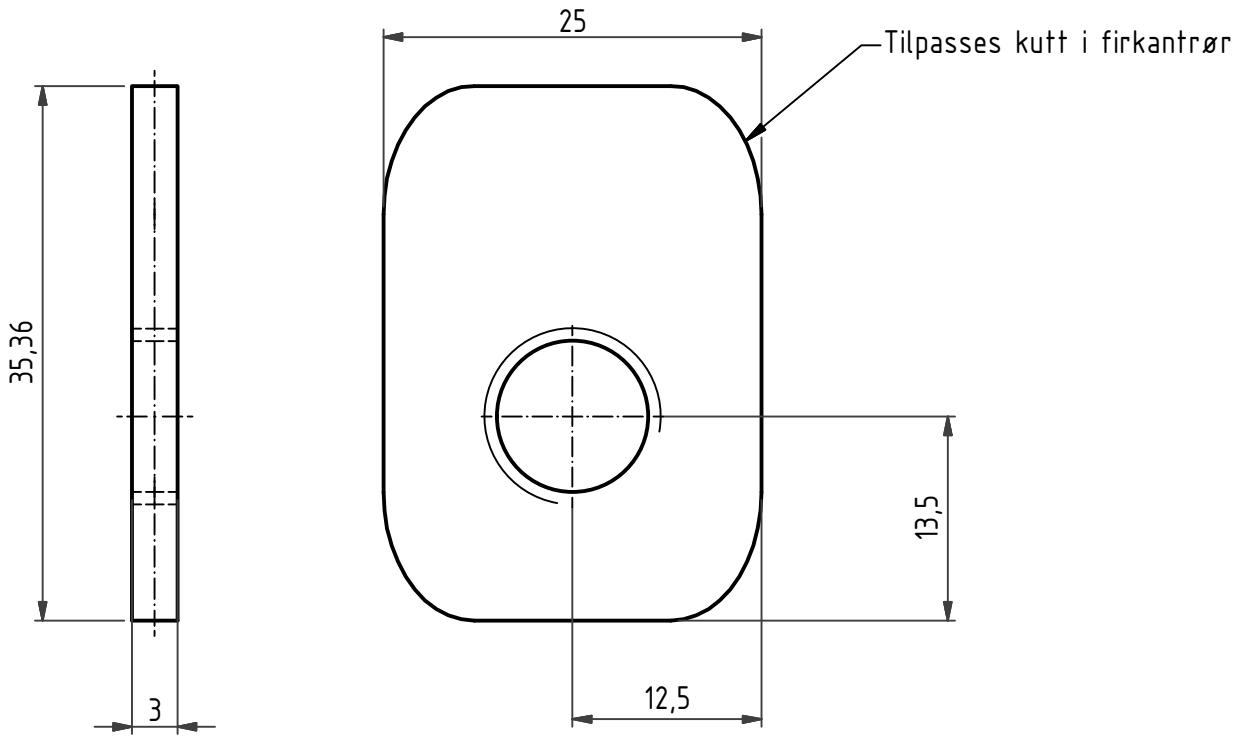


Toleranser for ikke
tolerancesatte mål
NS-EN ISO 13920 AE

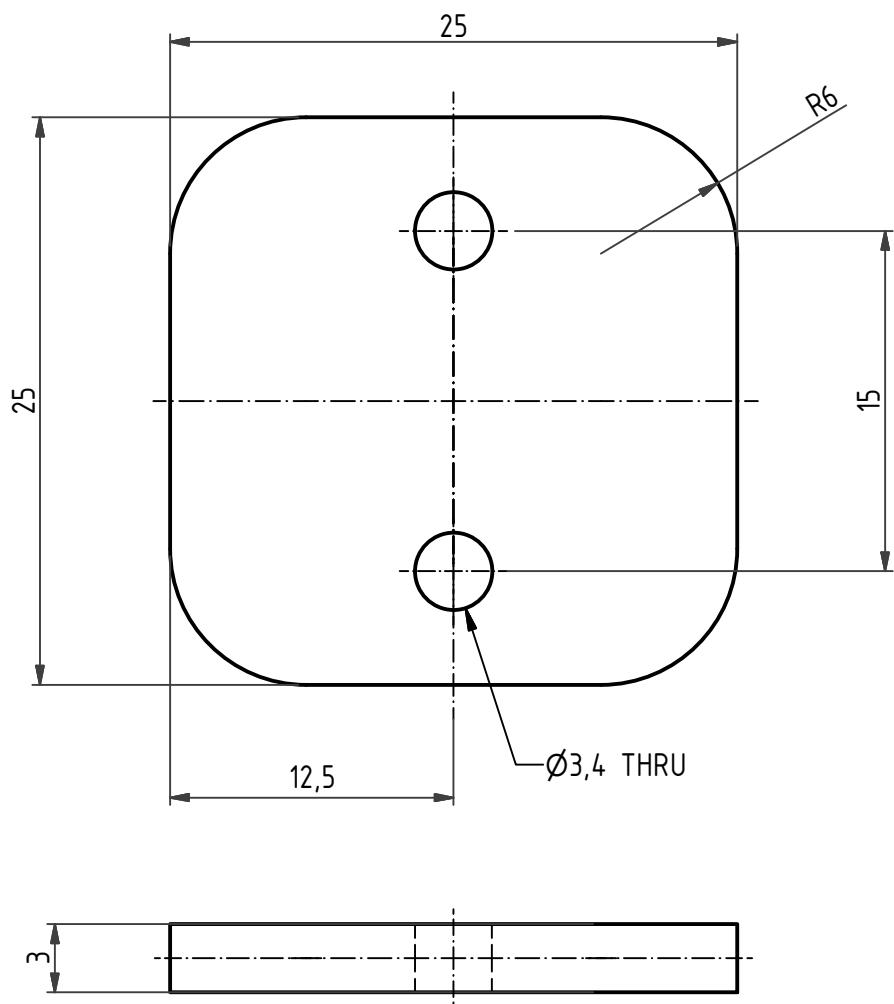
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 4 : 1	
Godkjent				
Plate for gjengestang				
				MLS_1010b



2	7	Maskinskrue	JIS 1111 M3 x10	S235	0,001 kg
1	6	Mutter	ISO 4034 - M10	S235	0,012 kg
1	5	Endegummi	MLS_1011d	Gummi 80shore	0,003 kg
1	4	Endeplate	MLS_1011b	Gummi 80shore	0,002 kg
2	3	Holder for reim	MLS_1011c	S235	0,002 kg
80,500 mm	2	Hulprofil	ISO 4019 - 30x30x3	S235	0,129 kg
1	1	Plate for gjengestang, ende	MLS_1011a	S235	0,002 kg
Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1 : 2		
Godkjent					
Gripearm ende				MLS_1011	

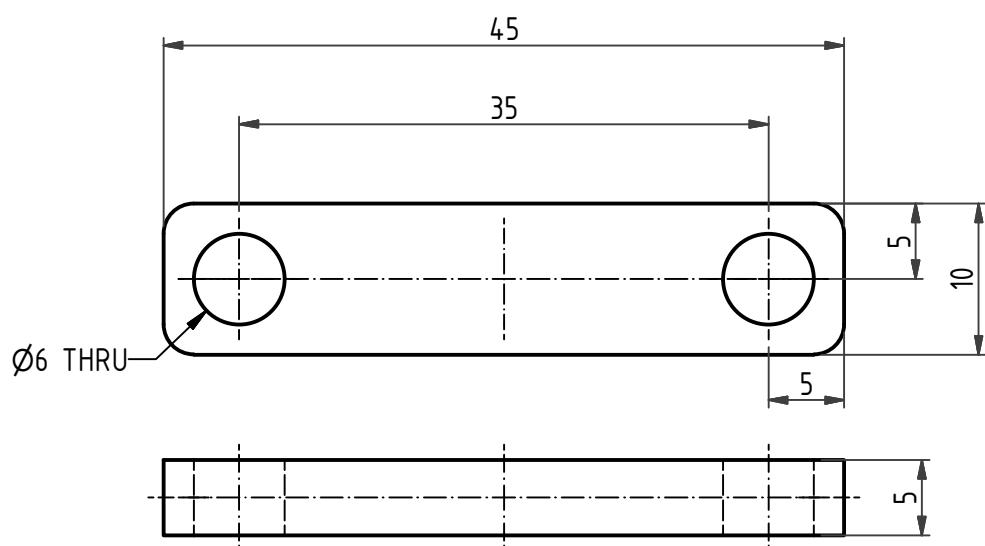


Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 2 : 1	
Godkjent				
Plate for gjengestang, ende				
				MLS_1011a



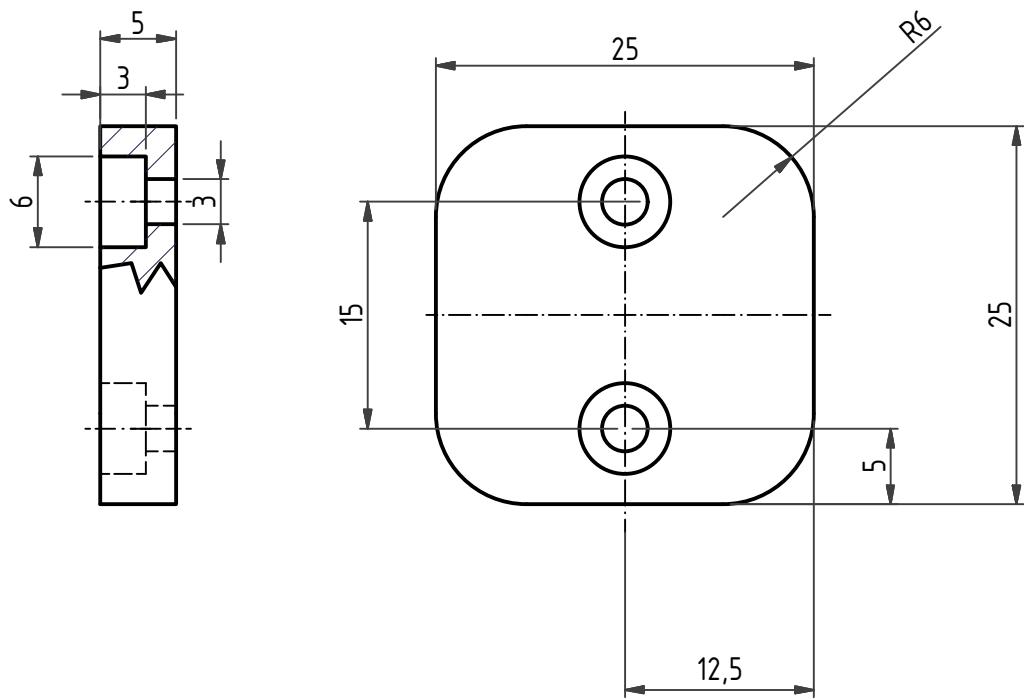
Toleranser for ikke
toleransesatte mål
NS-EN ISO 13920 AE

Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 3 : 1	
Godkjent				
Endeplate				
				MLS_1011b



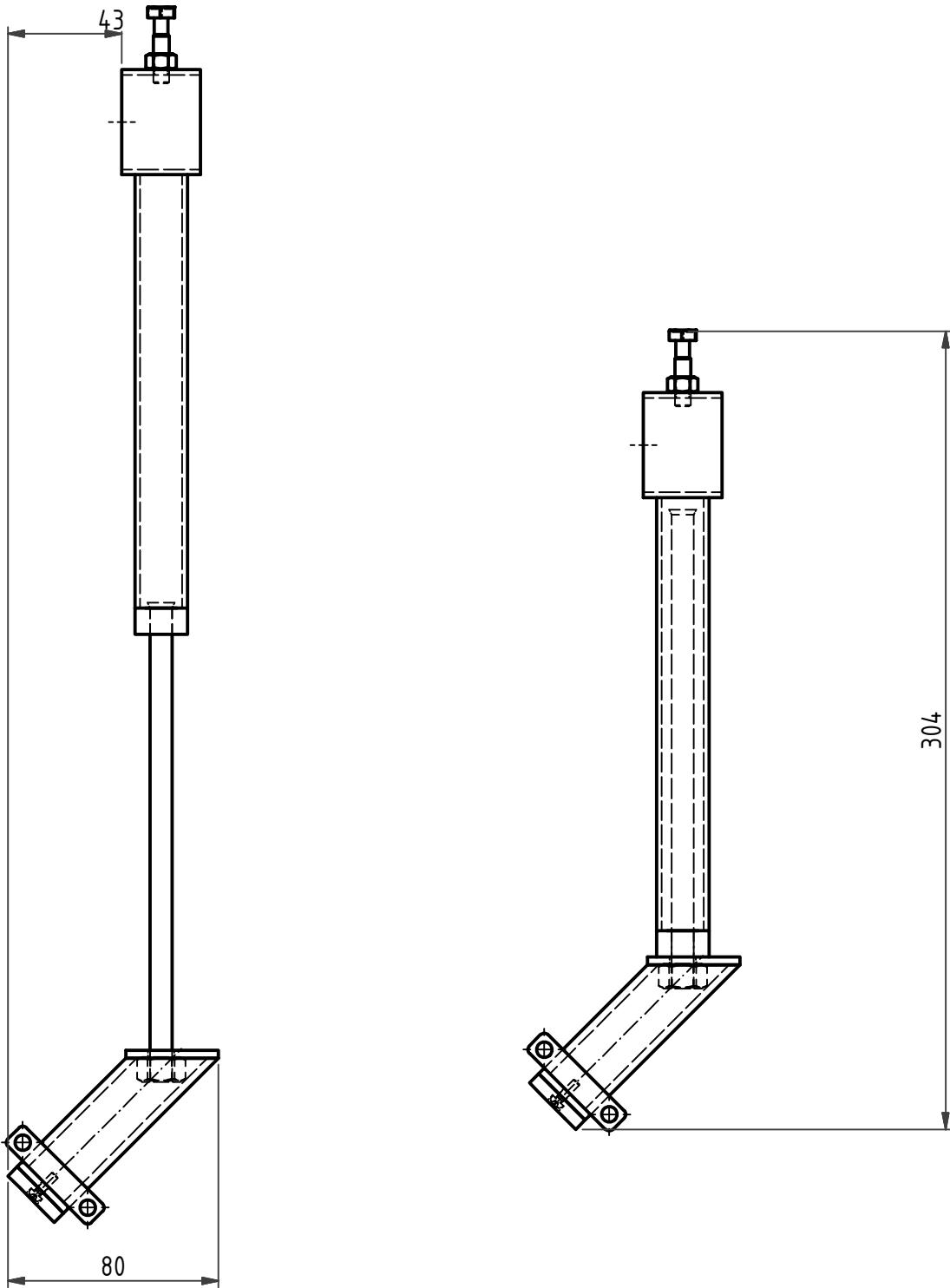
Toleranser for ikke
toleransesatte mål
NS-EN ISO 13920 AE

Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 2 : 1	
Godkjent				
Holder for reim				MLS_1011c
				.

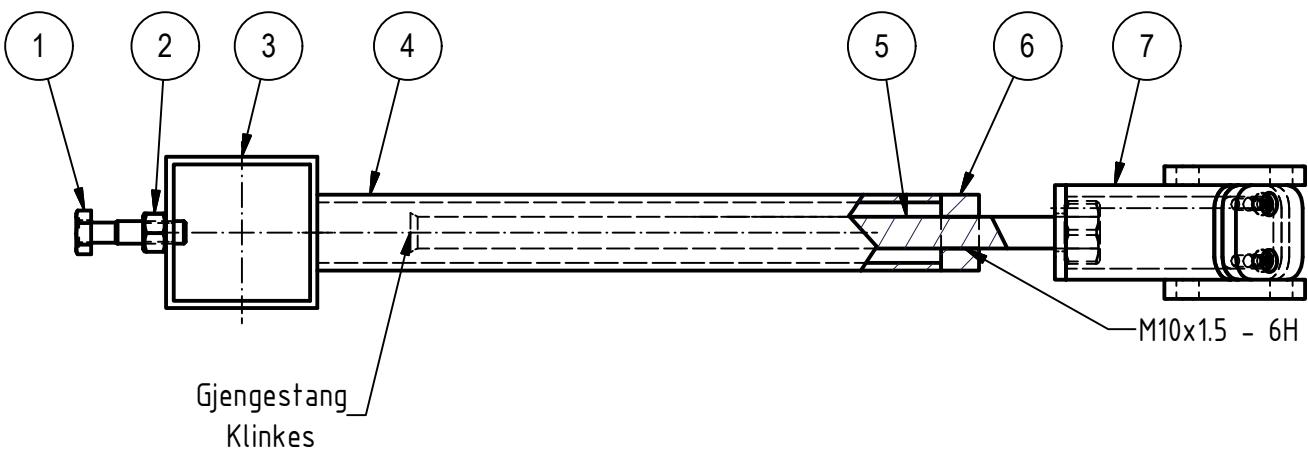


Toleranser for ikke
tolerancesatte mål
NS-EN ISO 13920 AE

Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 2 : 1	
Godkjent				
Endegummi				MLS_1011d
				.

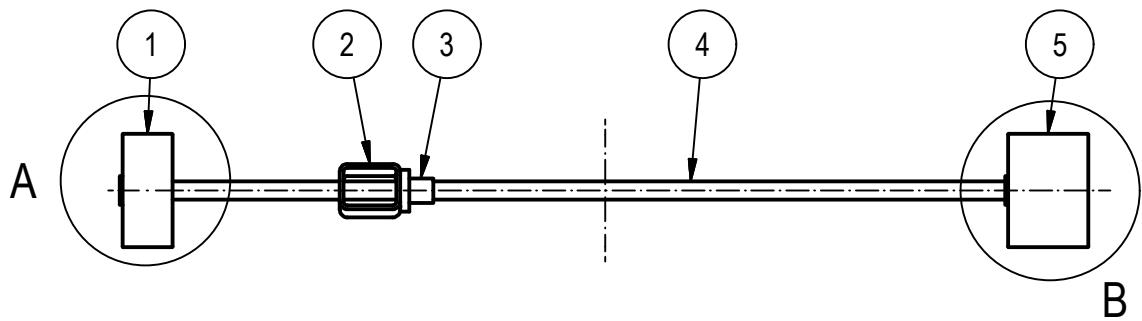


Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:2.5	
Godkjent				
Gripearm foran				MLS_1012
				.

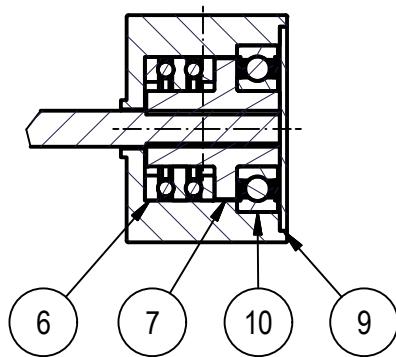


Toleranser for ikke
toleransesatte mål
NS-ISO 2768-1 middels

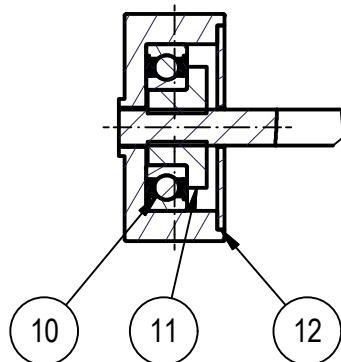
Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:2 (1:1)		
Godkjent					
Gripearm foran				MLS_1012	



B (1:5)

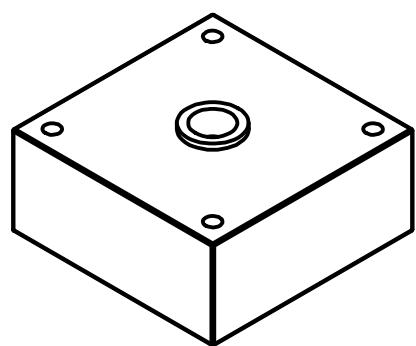
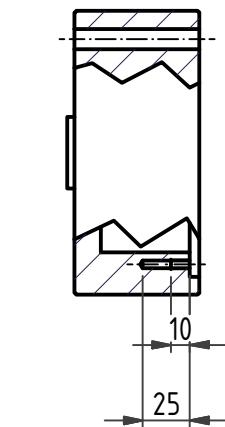
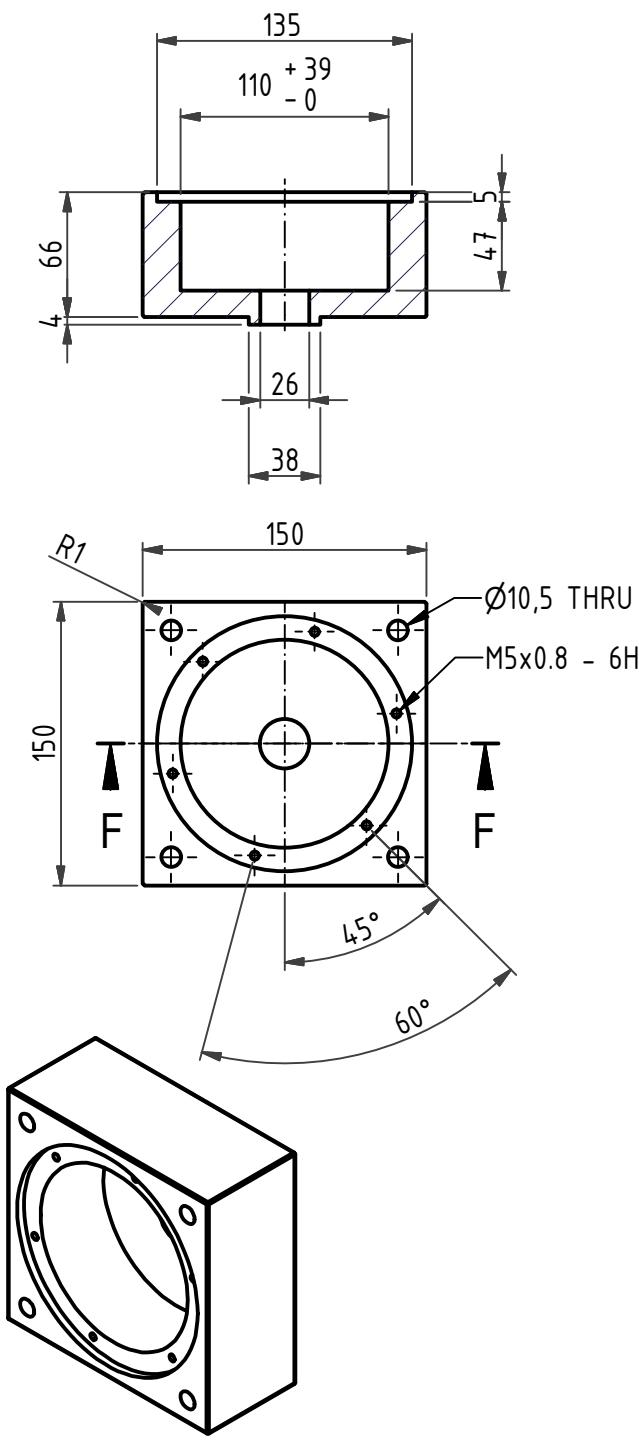


A (1:5)

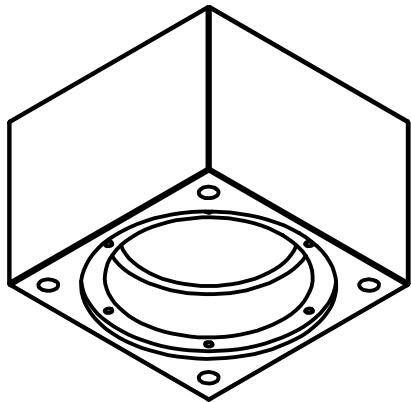


Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
1	12	Lokk Motorside	MLS_1020g	Messing	0,578 kg
1	11	Flensmutter Tr 24x5	TFLH24	Messing	0,105 kg
2	10	Sporkulelager	6310-2RSR		0,150 kg
1	9	Lokk Endegavel	MLS_1020f	Messing	0,600 kg
1	7	Mutter Endegavel	MLS_1020c		0,220 kg
1	6	Aksialkulelager	52212		0,150 kg
1	5	Hus Opplagring	MLS_1020b	Aluminum	4,244 kg
1	4	Trapesstang Tr 24x5	TRUH 24	Stål	5,120 kg
1	3	Flensmutter, innbyggbar Tr 24x5	TFLH24R	Messing	0,039 kg
1	2	Aksel	MLS_1020e	S235	1,648 kg
1	1	Hus Motorside	MLS_1020a	Aluminum	2,529 kg
Date 20.02.2016		Konstr./tegnet Runar Kristoffersen	1:10		
Godkjent					
Spindel med tilhørende deler				MLS_1020	
			Side 1		

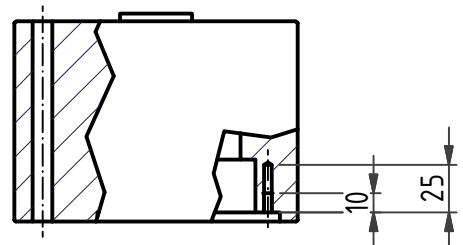
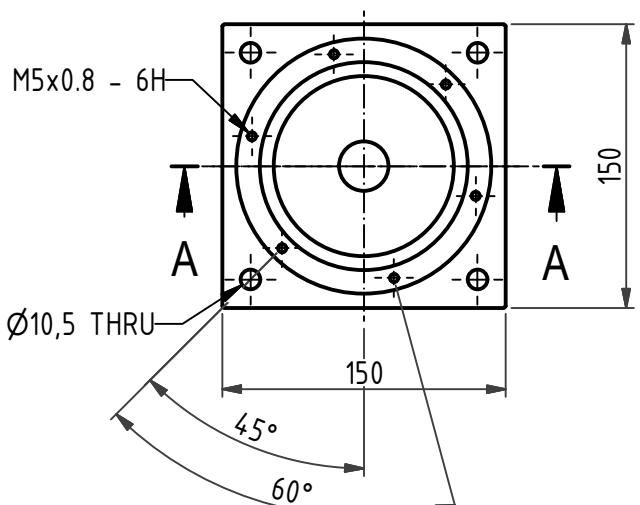
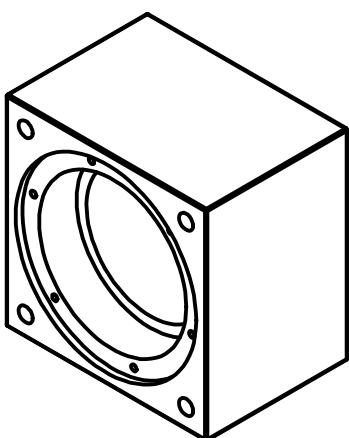
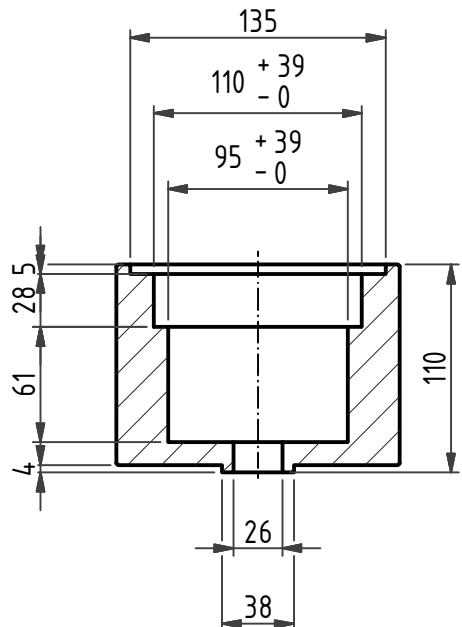
F-F (1 : 4)



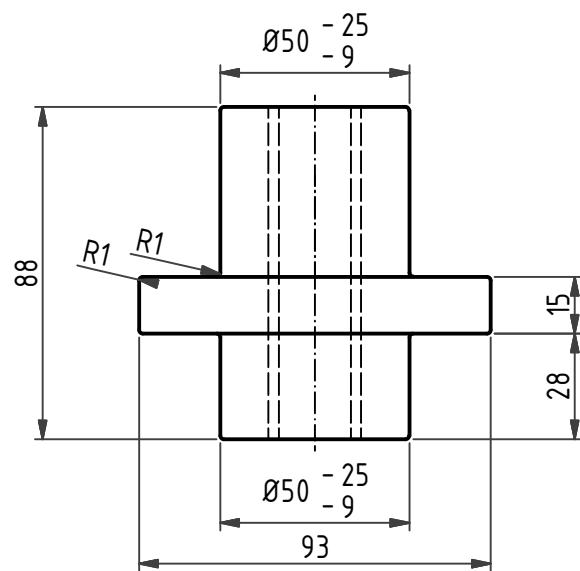
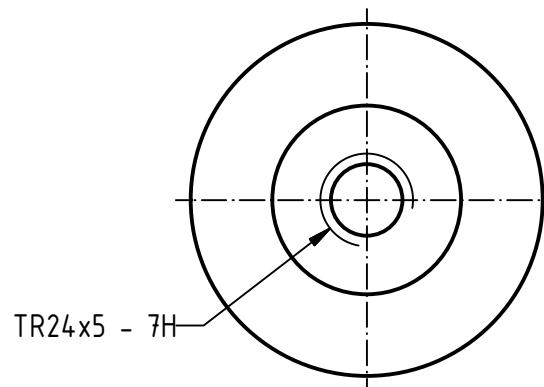
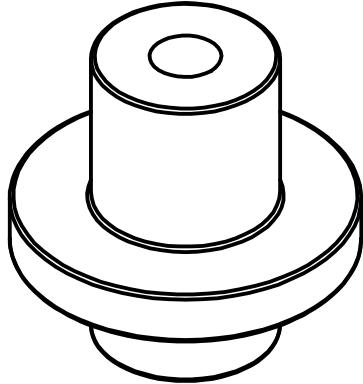
1	1	Hus Motorside	MLS_1020a	Aluminum	2,529 kg
Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1 : 4		
Godkjent					
Hus Motorside					MLS_1020a
					Side 2



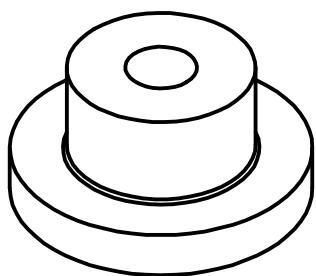
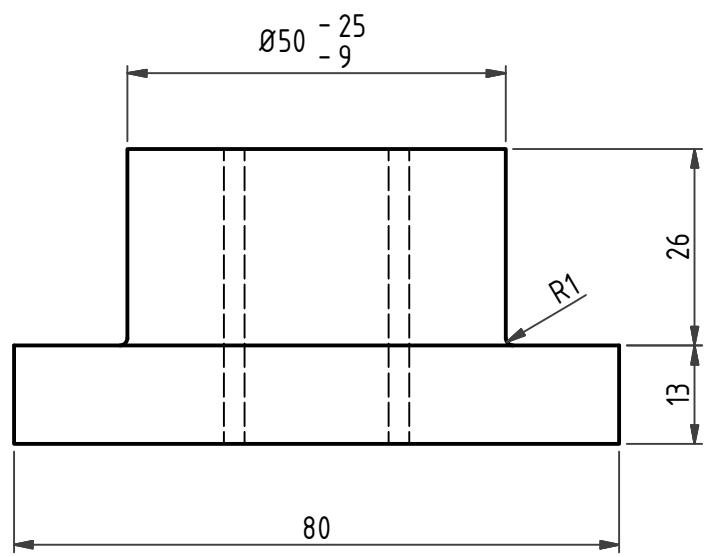
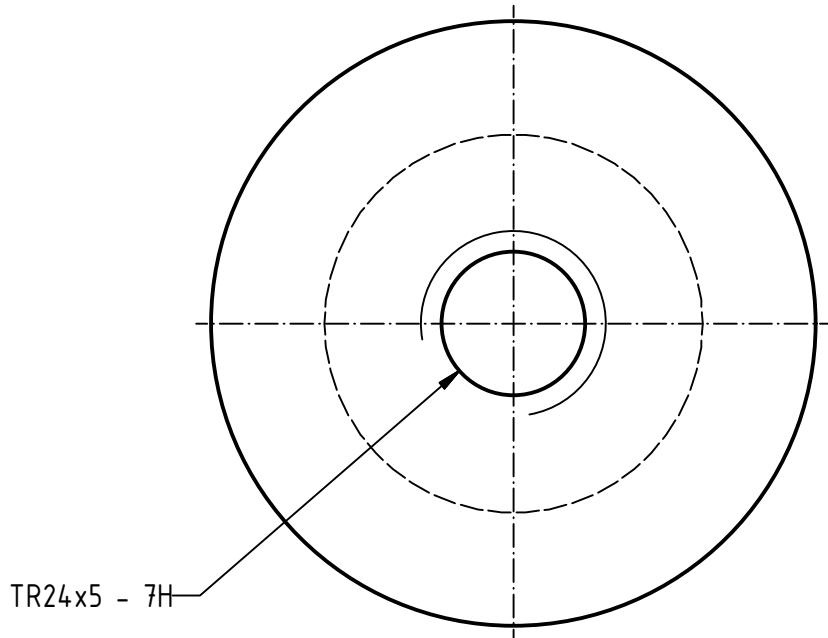
A-A (1 : 4)



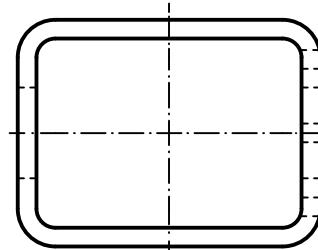
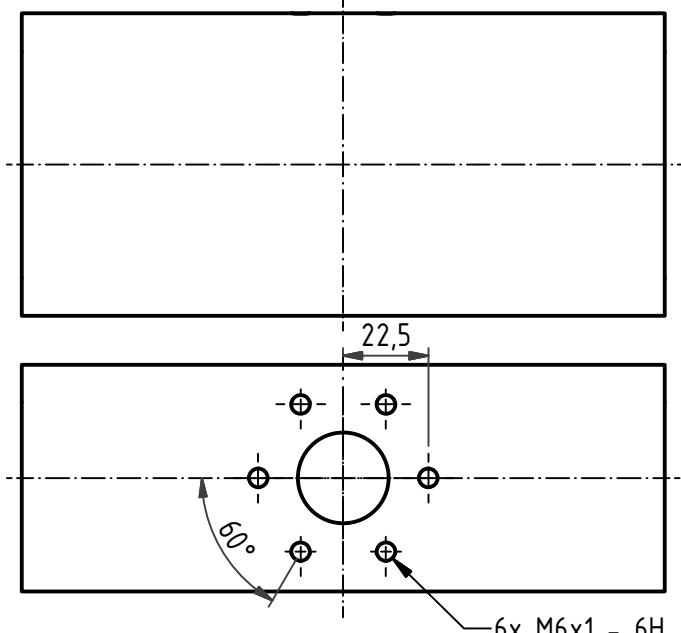
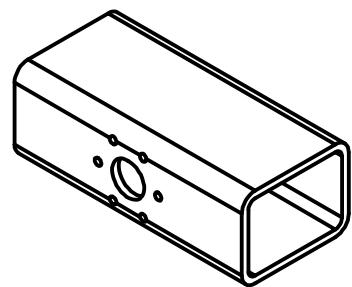
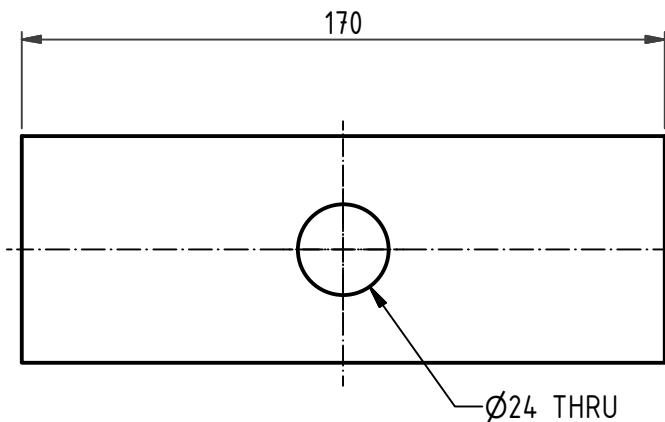
1	1	Hus Opplagring	MLS_1020b	Aluminum	4,244 kg
Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:4		
Godkjent					
Hus Opplagring					MLS_1020b
					Side 3



Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:2	
Godkjent				
Mutter Endegavel				MLS_1020c
				Side 4

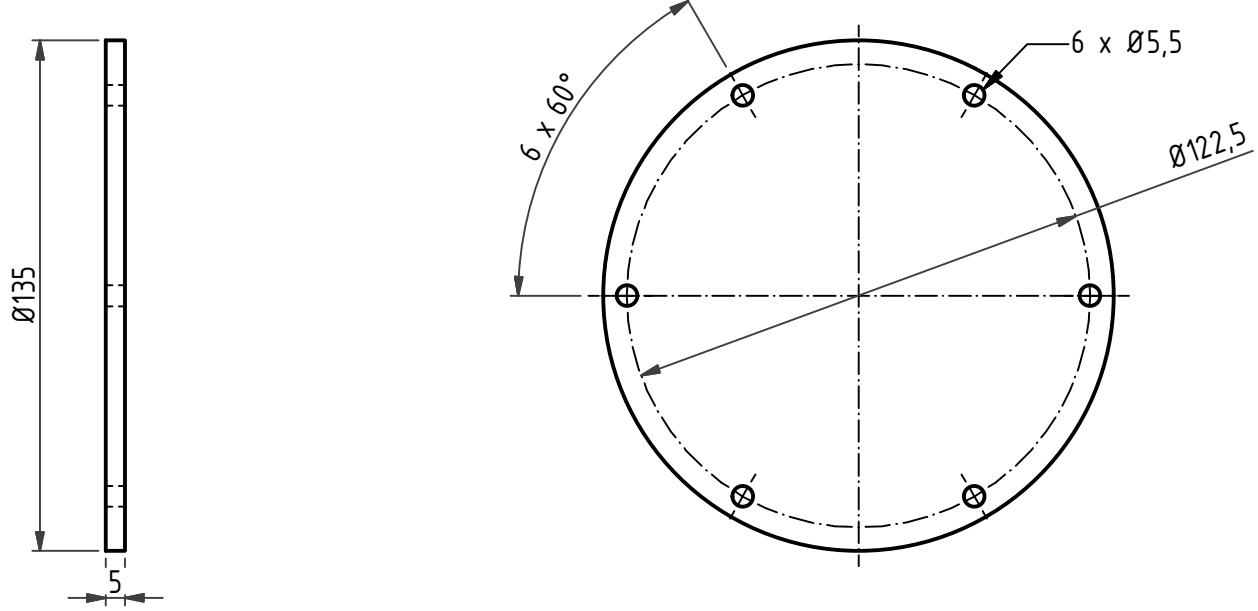


Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:1	
Godkjent				
Flensmutter Tr 24x5				TFLH24
				Side 5

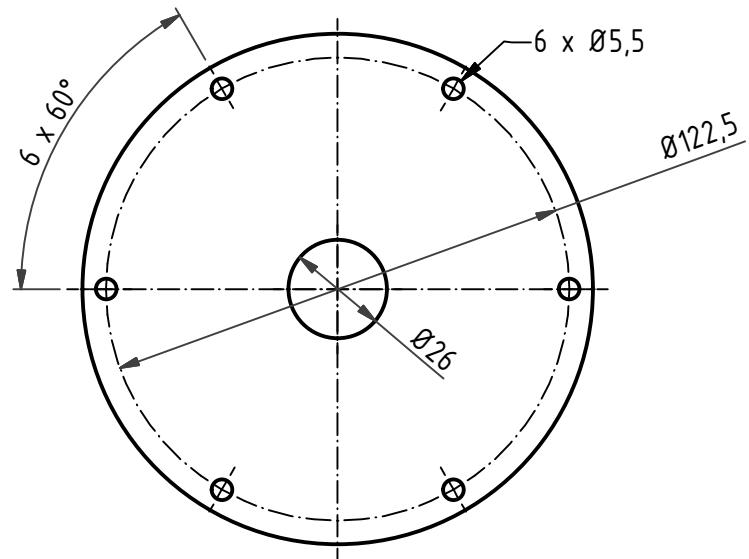
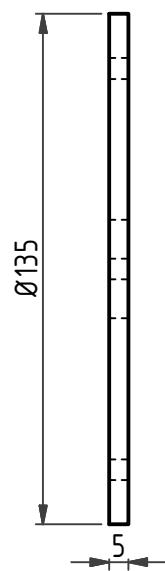


Toleranser for ikke
tolerancesatte mål
NS-ISO 2768-1 Middels

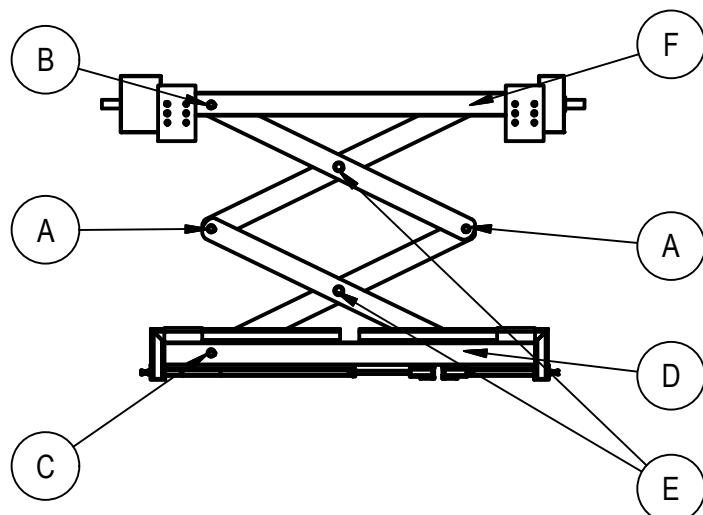
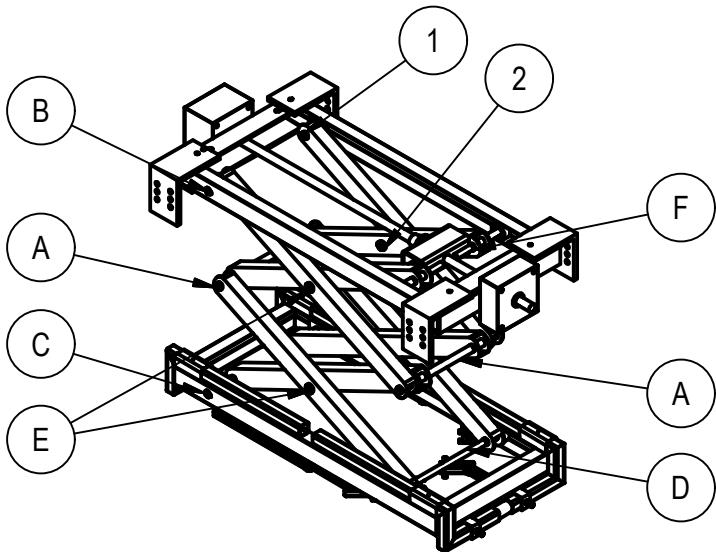
170,000 mm	2	Firkantrør	ISO 4019 - 80x60x5 - 170	S235	1,649 kg
Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:2		
Godkjent					
Aksel					MLS_1020e
					Side 6



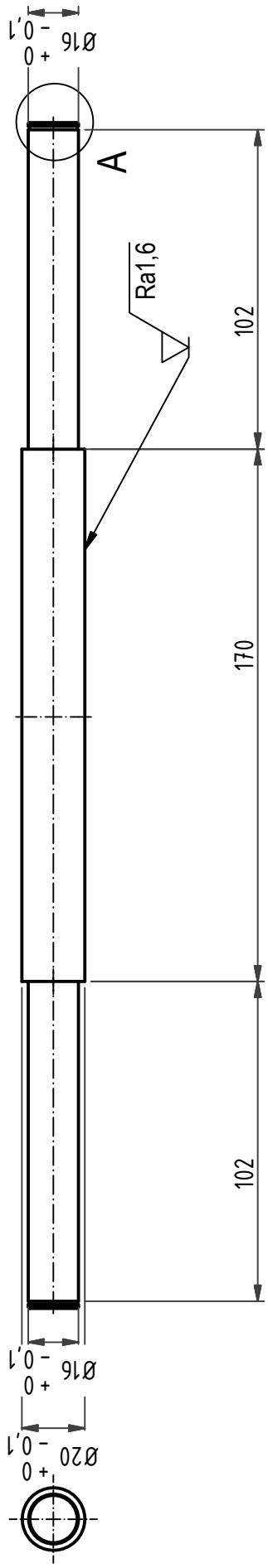
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:2	
Godkjent				
Lokk Endegavel				
				MLS_1020f
				Side 7



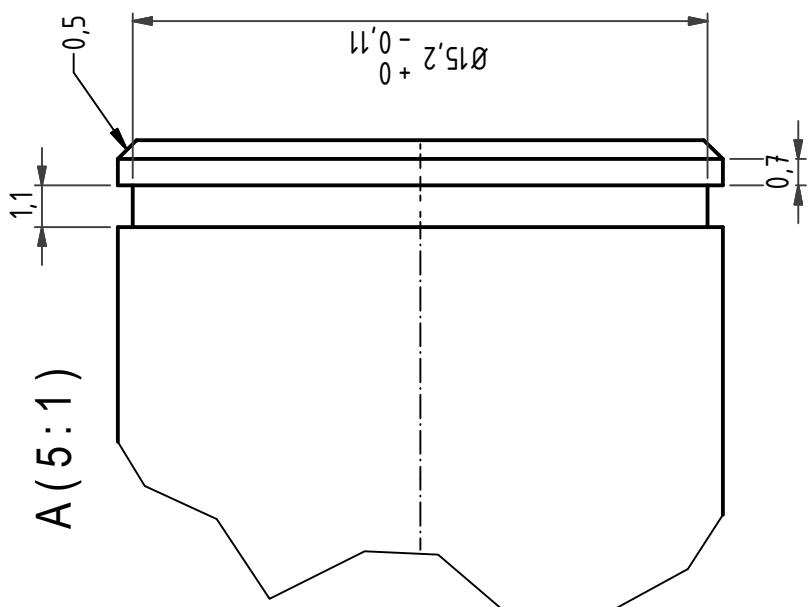
Date 20.02.2016	Konstr./tegnet Runar Kristoffersen		Målestokk 1:2	
Godkjent				
Løkk Motorside				
				MLS_1020g
				Side 8



Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
10	1	Låsing	DIN 471 - 16 x 1	Stål	0,001 kg
8	2	Låsing	DIN 471 - 19 x 1,2	Stål	0,001 kg
2	A	Tversgående Aksling Saksearmer Ø16	MLS_1105a	S355J2	0,748 kg
2	B	16mm Bolt FastlagerToppramme	MLS_1105b	S355J2	0,152 kg
2	C	Bolt Fastlager Bunnramme 16mm	MLS_1105c	S355J2	0,275 kg
1	D	Bolt_Hjul_Bunnramme_Ø15mm16mm	MLS_1105d	S355J2	0,650 kg
4	E	Midtbolt	MLS_1105e	S355J2	0,239 kg
2	F	Bolt hjul toppramme	MLS_1105f	S355J2	0,324 kg
Bolteplasseringer					
MLS_1105					



A (5 : 1)



Toleranser for ikke
toleransesatte mål
NS-ISO 2768-1 Fin

Emne: AKSELSTÅL 20 MM S355J2 (V.nr 41315235 Leif Hubert)

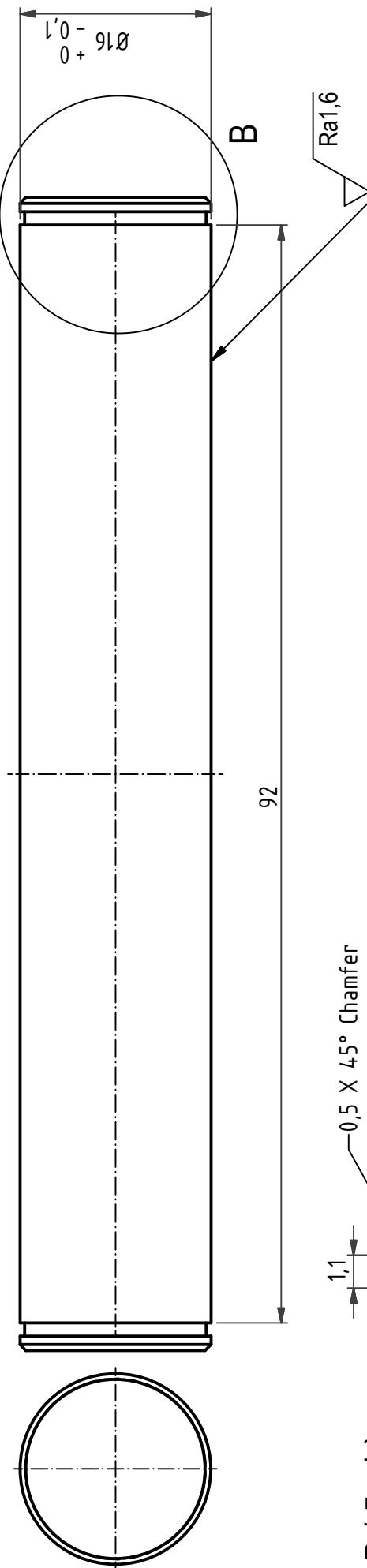
Ant.	Pos.	A	Tversgående Aksling Saksearmer Ø16	MLS_1105a	S355J2	Materiale	0,748 kg kg. pr.st
Date	Konstr./tegnet 20.02.2016	Navn/type/dimensjon Terje Larsen	-	Målestokk 1:2 (5:1)	Tegning		



MLS_1105a

Tversgående Aksling Saksearmer Ø16

4



Toleranser for ikke
toleransesatte mål
NS-ISO 2768-1 Fin

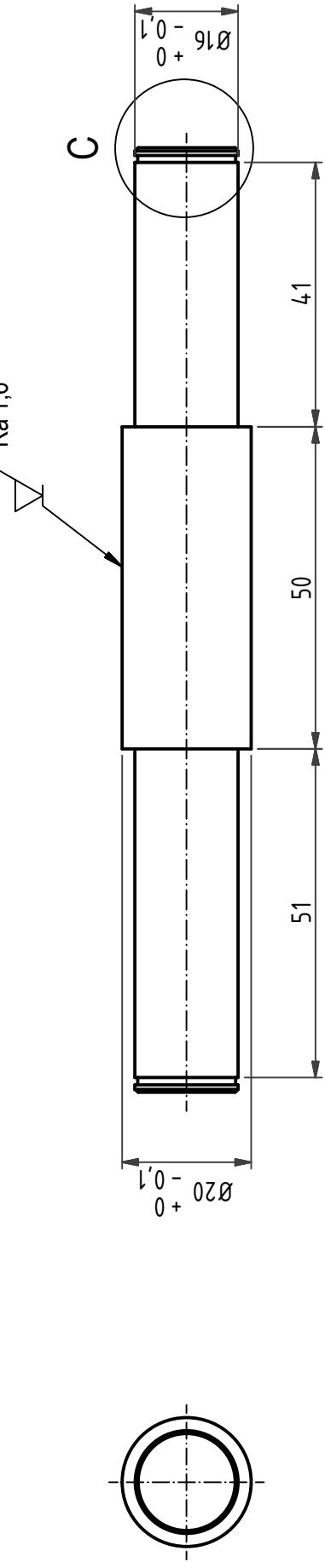
Emne: AKSELSTÅL 16 MM S355J2 (V.nr 41315185 Leif Hubert)

Ant.	B	16mmBolt FastlagerToppramme	MLS_1105b	S355J2	0,152 kg
Pos.		Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date		Konstr./tegnet 20.02.2016 Godkjent	-	Målestokk 2:1 (5:1)	
		Terje Larsen			



MLS_1105b

16mmBolt Fastlager Toppramme



Toleranser for ikke
tolerancesatte mål
NS-ISO 2768-1 Fir

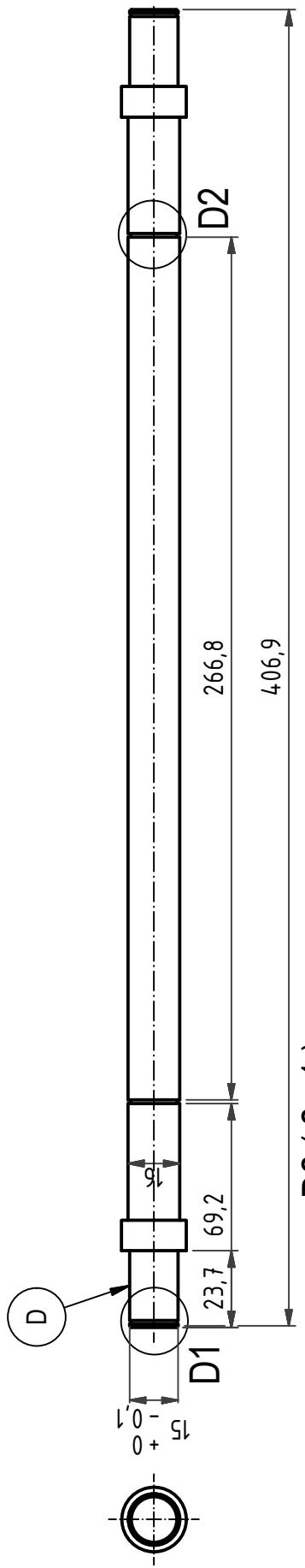
Emne: AKSELSTÅL 20 MM S355J2 (V.nr 41315235 Leif Hubert)

Ant.	Pos.	Navn/type/dimensjon	Matrikk	Tegning	S355J2	Materiale	0,275 kg kg. pr.st
2	C	Bolt Fastslager Bunngamme 16mm	-	Målestokk (5:1)	1:1		

Bolt Fastslager Bunngamme 16mm

MLS_1105c

4



D2 (2 : 1)

D1 (2 : 1)

Toleranser for ikke
toleransesatte mål
NS-ISO 2768-1 Fin

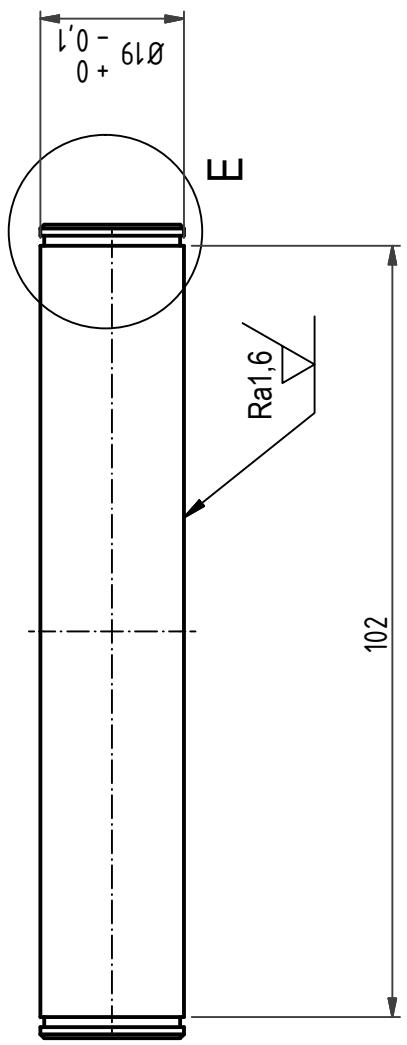
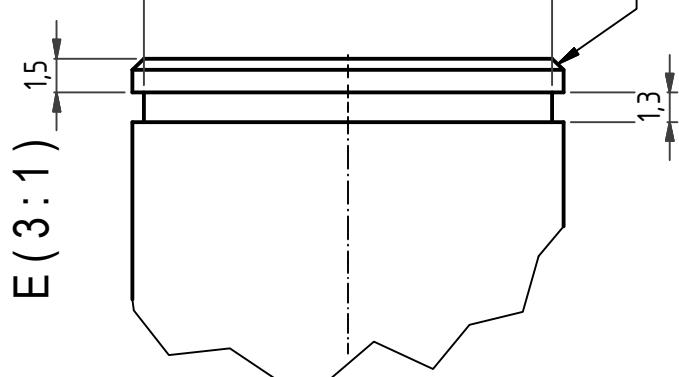
Emne: AKSELSTÅL 20 MM S355J2 (V.nr 41315235 Leif Hubert)

Ant.	D	Bolt Hjul Bunnramme	MLS_1105d	S355J2	0,633 kg
Ant.	Poss.	Navn, type, dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date	Konstr./tegnet 20.02.2016	Terje Larsen	Målestokk 1:2 (5:1)		
Godkjent					



MLS_1105d

Bolt_Hjul_Bunnramme_Ø15mm16mm



Toleranser for ikke
toleransesatte mål
NS-ISO 2768-1 Fin

Emne: AKSELSTÅL 20 MM S355J2 (V.nr 41315235 Leif Hubert)

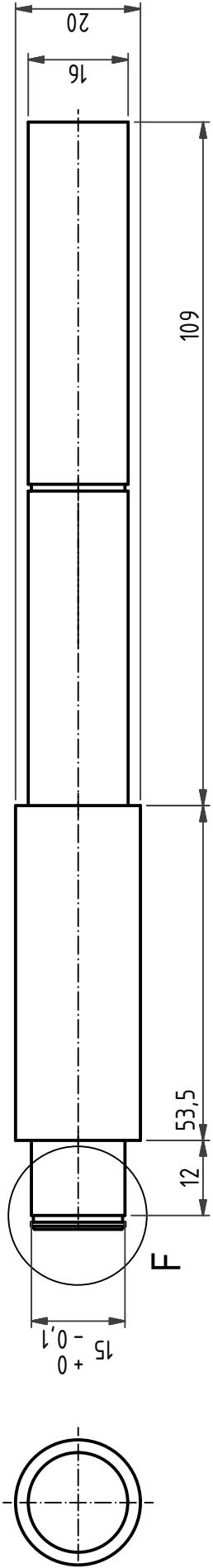
Ant.	E	Middbolt	Navn,type,dimensjon	Målstokk	Tegning	S355J2	Material	0,239 kg kg. pr.st
4			Konstr./tegnet Terje Larsen	1 : 1				



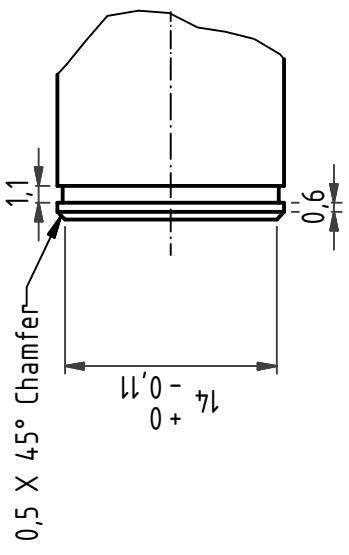
MLS_1105e

Middbolt

4



F (2 : 1)



Toleranser for ikke
toleransesatte mål
NS-ISO 2768-1 Fin

2	F	Bolt hjul toppramme	MLS_1105f	S355J2	0,324 kg
Ant.	Pos.	Navn,type,dimensjon	Tegning	Materiale	kg. pr.st
Date	Konstr./tegnet				

20.02.2016	Terje Larsen	-	Målestokk
Godkjent		1 : 1	

ML S_1105f

Bolt hjul toppramme



VEDLEGG V

Prosjektplakat

Takmontert løfteanordning for motorsykler

Hovedprosjekt 2016



Motorsykkelenthusiaster bruker ofte mye tid i garasjen med vedlikehold, reperasjon og oppgradering. Arbeidsstøydelen her er ikke alltid idéell, og kan være vanskelig å tilpasse.

Prosjektsgruppen skal prosjekte og konstruere en prototype for en takmontert løfteanordning.

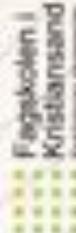
Løfteanordningen skal kunne monteres i en privat garasje.



2AUT: Knut Lundevold,

2MEC: Marc-Evgen Jacobson, Runar Kristoffersen,

2MAS: Terje Larsen

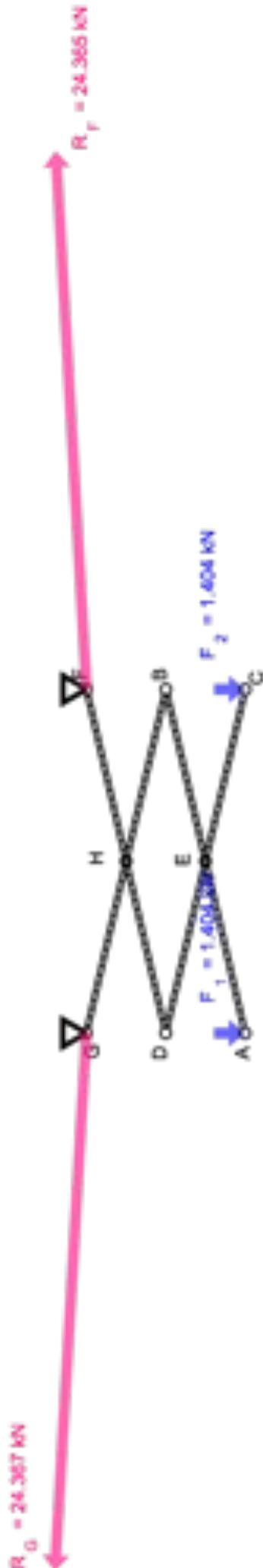


VEDLEGG VI

Statikk-rapport (ForceEffect)

AUTODESK® FORCEFFECT™

146

**Inputs:****Elements**

Element	Length	Weight
A-B	750.000 mm	
C-D	750.000 mm	
D-F	750.000 mm	
B-G	750.000 mm	

Forces

Force	Direction	Size	Angle
F ₁	↓	1.404 kN	270.000°
F ₂	↑	1.404 kN	270.000°

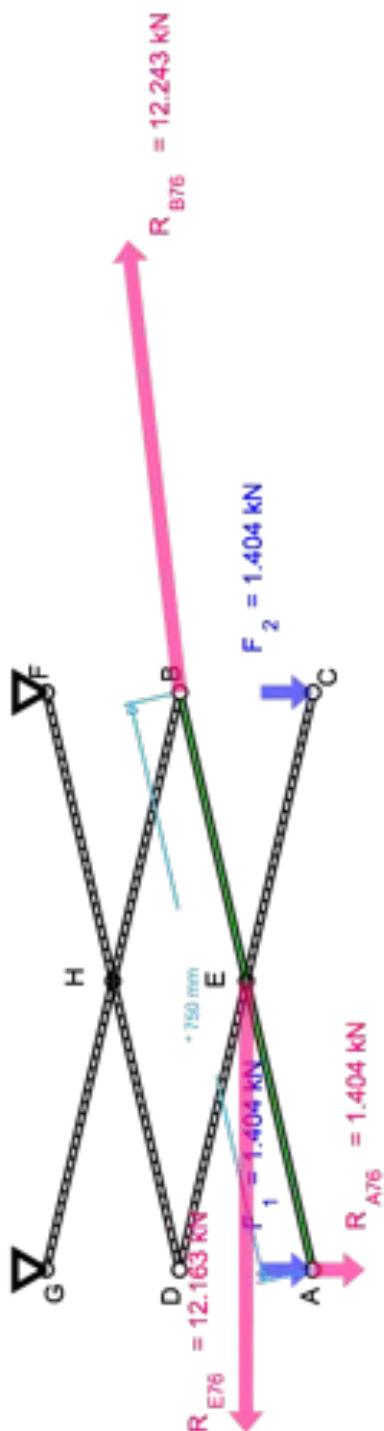
Results:

Reaction Forces

Force	Direction	Size	Angle
R _F	↑	24.365 kN	3.2702°
R _G	↑	24.367 kN	176.6637°

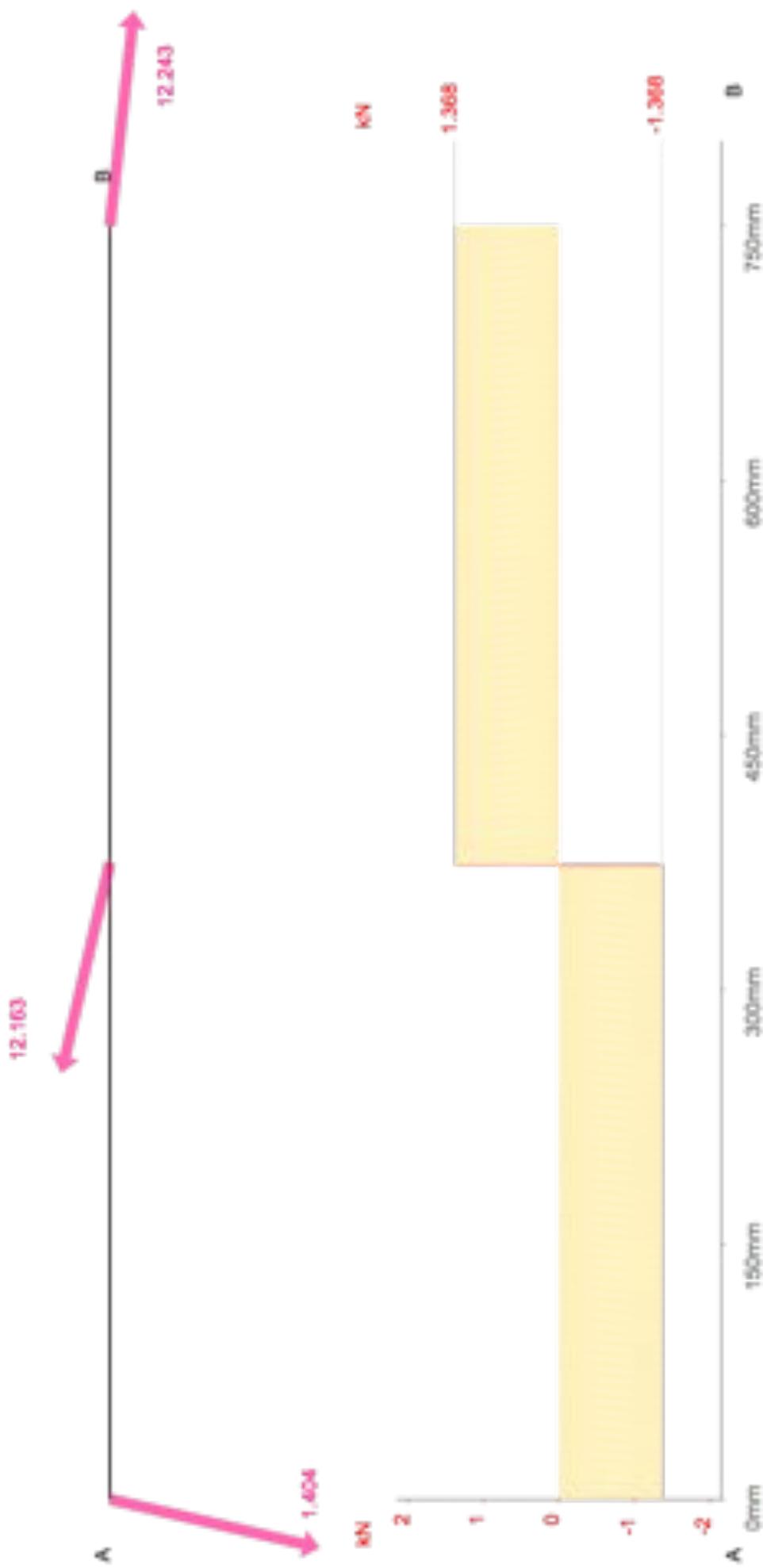
Element A-B

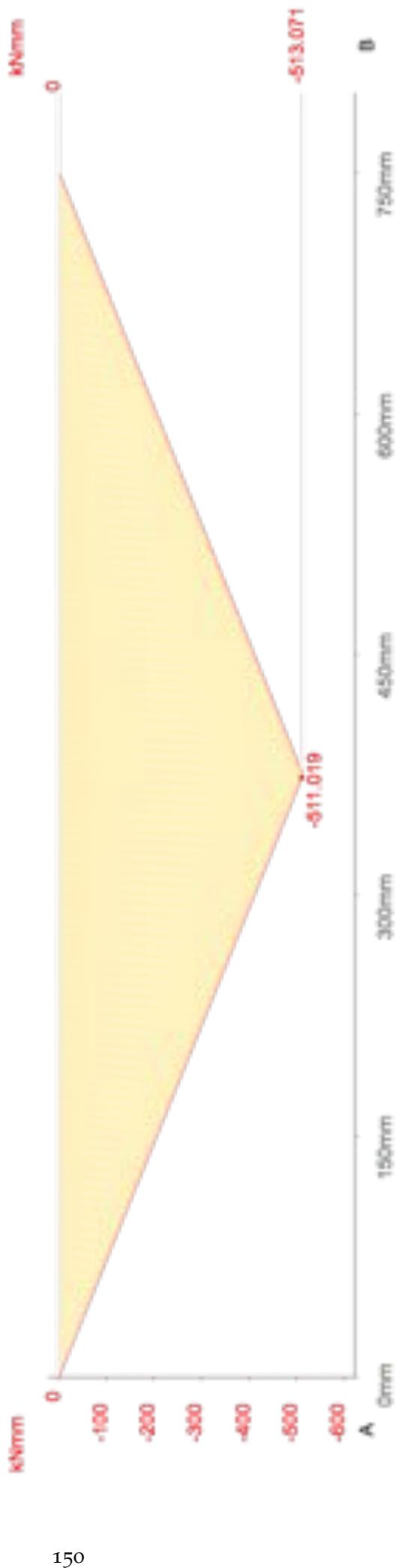
148



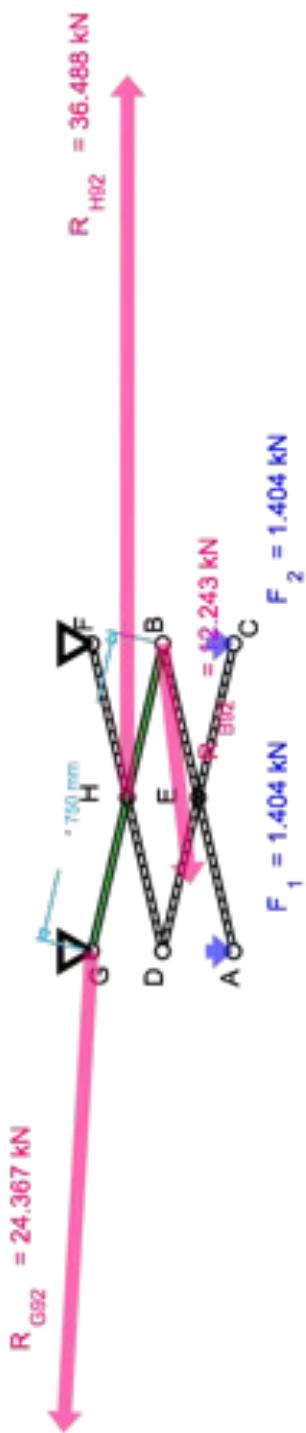
Equations	Results
$\sum M = 0 \Rightarrow 730.870 \times R_{B76}[Y] - 168.312 \times R_{B76}[X] + 365.435 \times R_{E76}[Y] - 84.156 \times R_{E76}[X] = 0$	$R_{A76}[X] = 0.000 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow R_{A76}[X] + R_{B76}[X] + R_{E76}[X] = 0$	$R_{A76}[Y] = -1.404 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow R_{A76}[Y] + R_{B76}[Y] + R_{E76}[Y] = 0$	$R_{B76}[X] = 12.163 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow -R_{A76}[X] = -F_1[X]$	$R_{B76}[Y] = 1.397 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow -R_{A76}[Y] = -F_1[Y]$	$R_{B92}[X] = -12.163 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow -R_{B76}[X] - R_{B92}[X] = 0$	$R_{B92}[Y] = -1.397 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow -R_{B76}[Y] - R_{B92}[Y] = 0$	

Shear Force and Moment Diagram



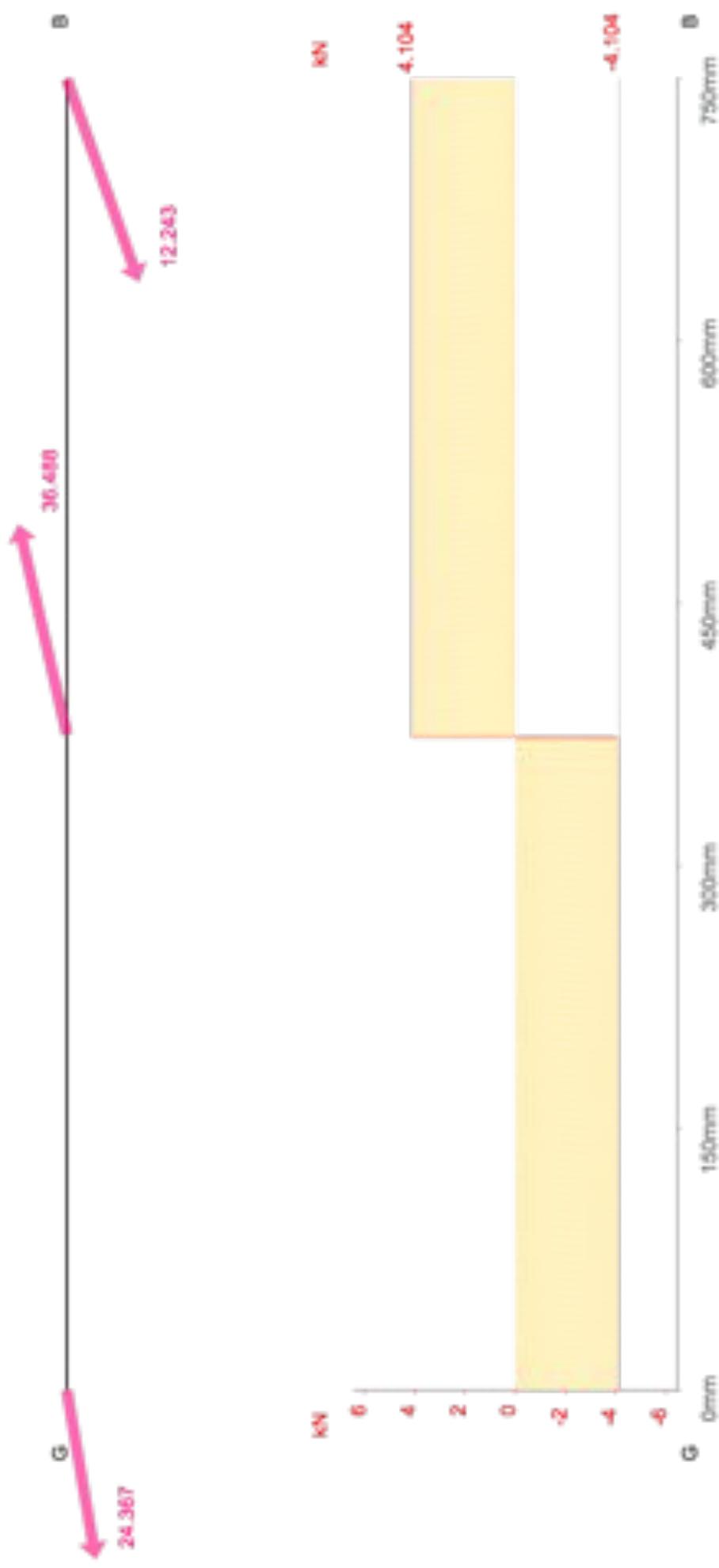


Element B-G



Equations	Results
$\sum M = 0 \Rightarrow -730.685 \times R_{G92}[Y] - 169.115 \times R_{G92}[X] - 365.342 \times R_{H92}[Y] - 84.558 \times R_{H92}[X] = 0$	$R_{B76}[X] = 12.163 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow R_{B92}[X] + R_{G92}[X] + R_{H92}[X] = 0$	$R_{B76}[Y] = 1.397 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow R_{B92}[Y] + R_{G92}[Y] + R_{H92}[Y] = 0$	$R_{B92}[X] = -12.163 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow -R_{B76}[X] - R_{B92}[X] = 0$	$R_{B92}[Y] = -1.397 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow -R_{B76}[Y] - R_{B92}[Y] = 0$	$R_{G92}[X] = -24.326 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow R_{G92}[X] - R_{G92}[X] = 0$	$R_{G92}[Y] = 1.418 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow R_{G92}[Y] - R_{G92}[Y] = 0$	

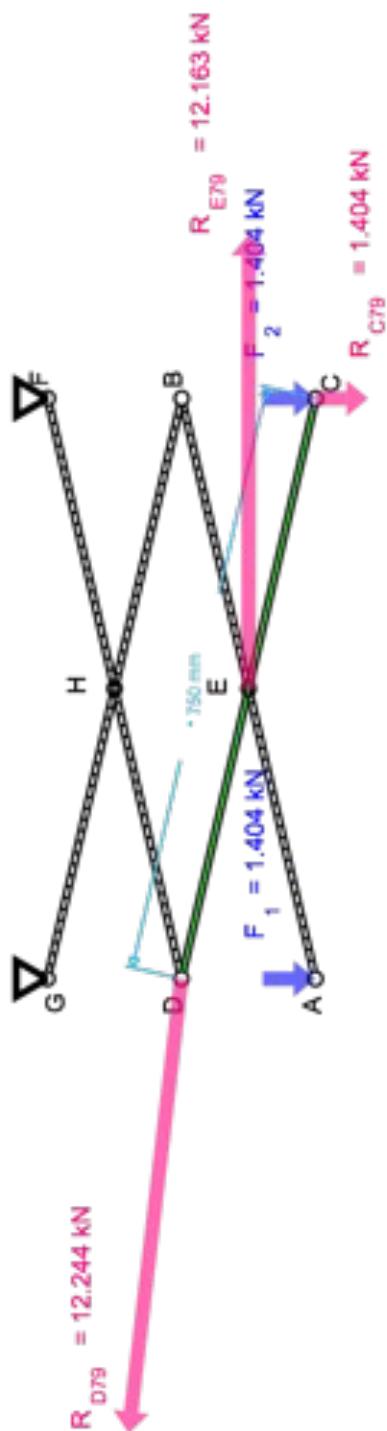
Shear Force and Moment Diagram





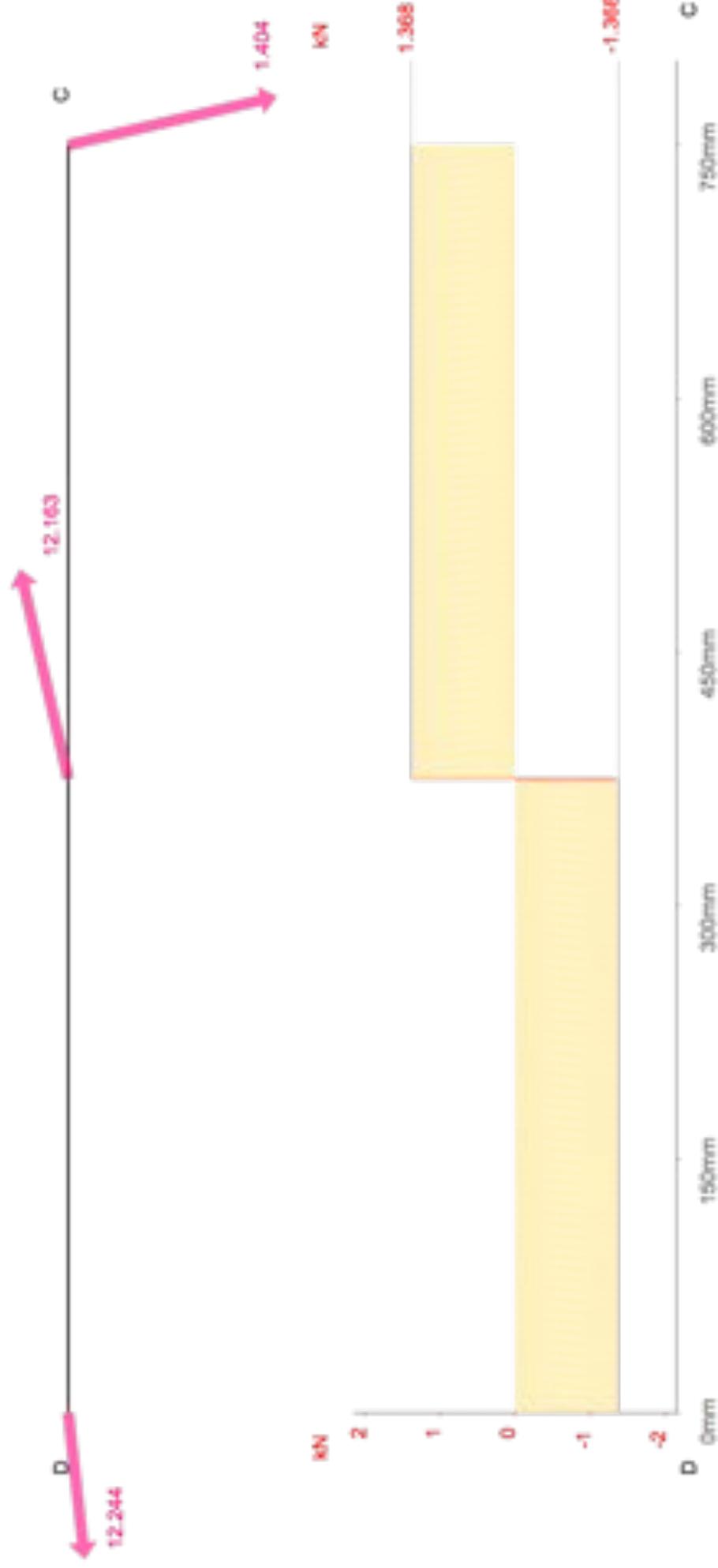
Element C-D

154



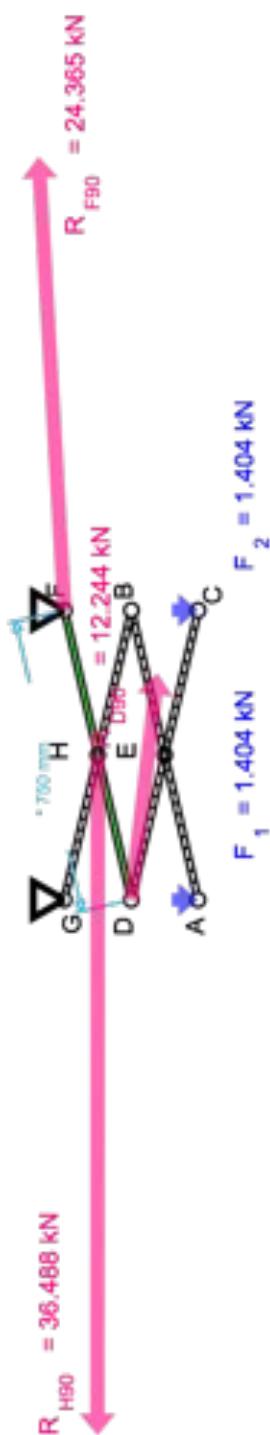
Equations	Results
$\sum M = 0 \Rightarrow -730.685 \times R_{D79}[Y] - 169.1115 \times R_{D79}[X] - 365.342 \times R_{E79}[Y] - 84.558 \times R_{E79}[X] = 0$	$R_{C79}[X] = 0.000 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow R_{C79}[X] + R_{D79}[X] + R_{E79}[X] = 0$	$R_{C79}[Y] = -1.404 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow R_{C79}[Y] + R_{D79}[Y] + R_{E79}[Y] = 0$	$R_{D79}[X] = -12.163 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow -R_{C79}[X] = -F_2[X]$	$R_{D79}[Y] = 1.411 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow -R_{C79}[Y] = -F_2[Y]$	$R_{D90}[X] = 12.163 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow -R_{D79}[X] - R_{D90}[X] = 0$	$R_{D90}[Y] = -1.411 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow -R_{D79}[Y] - R_{D90}[Y] = 0$	

Shear Force and Moment Diagram





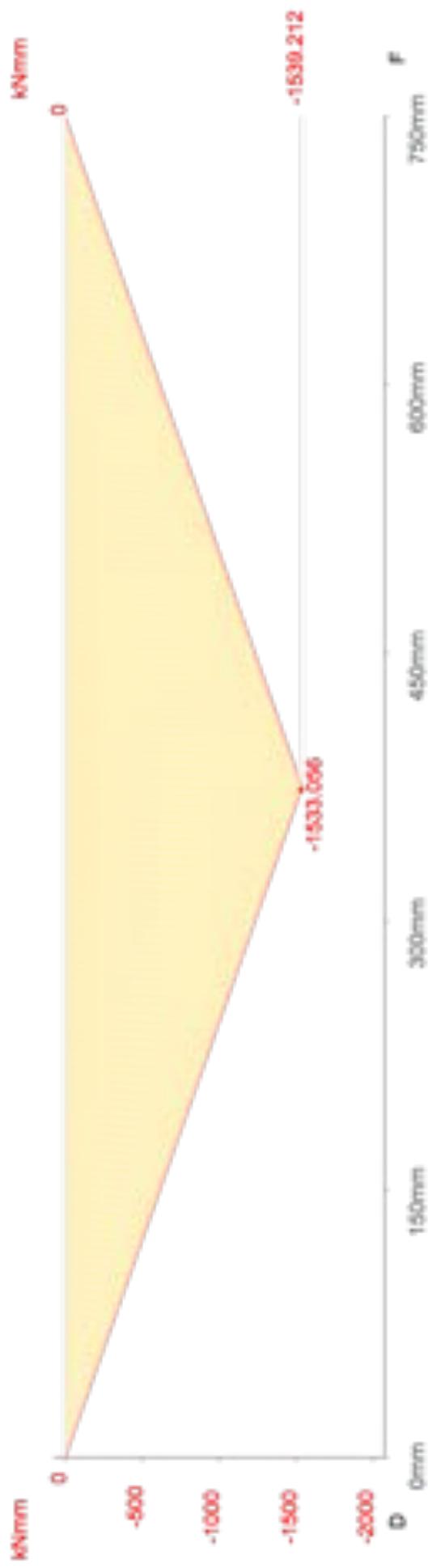
Element D-F



Equations	Results
$\sum M = 0 \Rightarrow 730.870 \times R_{F90}[Y] - 168.312 \times R_{F90}[X] + 365.435 \times R_{H90}[Y] - 84.156 \times R_{H90}[X] = 0$	$R_{D79}[X] = -12.163 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow R_{D90}[X] + R_{F90}[X] + R_{H90}[X] = 0$	$R_{D79}[Y] = 1.411 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow R_{D90}[Y] + R_{F90}[Y] + R_{H90}[Y] = 0$	$R_{D90}[X] = 12.163 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow -R_{D79}[X] - R_{F90}[X] = 0$	$R_{D90}[Y] = -1.411 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow -R_{D79}[Y] - R_{D90}[Y] = 0$	$R_{F90}[X] = 24.326 \text{ kN}$
$\sum F[X] = 0 \Rightarrow R_F[X] - R_{F90}[X] = 0$	$R_{F90}[Y] = 1.390 \text{ kN}$
$\sum F[Y] = 0 \Rightarrow R_F[Y] - R_{F90}[Y] = 0$	

Shear Force and Moment Diagram





VEDLEGG VII

Kompatible sykler

Motolift vil passe til de fleste motorsykler, da den er bygd for å være fleksibel. Det er imidlertid en begrensning for nytte last, på 400 kg. Da motorsykler kommer i særdeles mange typer og utforminger, kan det ikke garanteres at alle sykler er kompatibel med Motolift, selv om nytte lasten er mindre en maksimalt tillatt. Det er derimot utarbeidet, en kort liste over motorsykler som Motolift kan løfte etter den generelle utformingen og vekt på motorsykkelen. Denne listen vil utvides etterhvert.

ADVARSEL: Det taes forbehold om at selv om motorsykkelen er i denne listen, er det opp til kunde å sjekke om motorsykkelen tåler å bli løftet i valgte løftepunkt.

Merke	Type	Modellnr.
BMW	Sport	S1000RR, R1200RS
	Roadster	R1200R, S1000R, F800R, G310R
	Heritage	R nineT, R nineT Scramble
	Adventure	R1200GS Adventure, R1200GS, S1000XR, F800GS Adventure, F700GS
Ducati	Monster	696 , 796 , 795 , 1100 EVO Monster Diesel
	Mulistrada	1200, 1200S sport, 1200S touring, 1200S Pikes Peak
	Diavel	Diavel , Cromo , Carbon AMG
	Superbike	899 Panigale , 1199 Panigale , 1199 Panigale S 1199 Panigale S Tricolore
	Superbike	899 Panigale , 1199 Panigale , 1199 Panigale S 1199 Panigale S Tricolore
	Hypermotard	796 , 1100 Evo 1100 Evo SP
Honda	Streetfighter	Streetfighter 848
	Aventure	VFR1200X, CFR1000L Africa twin, VFR800R, NC750X, CB500X, CBF250M, CBF250L, XL125V
	Naked	CB1000R, NC750S, CB650F, CB500F, MSX125, CB125F
	Sport Touring	VFR1200F, VFR800F, CBR650F
Kawasaki	Classic/ Custom	CB1100EX, VT750 Black Spirit
	Supersport	SBR1000RR, SBR600RR, SBR500R, SBR300R, SBR125R
	Supersport	Ninja 300, Ninja ZX-6R, Ninja ZX-10R, Ninja H2
	Sport	Z250SL, Z300, ER-6, W800, Z800, Z1000, KLX
	Adventure	Versys
	Crusier	Vulcan S, Vulcan S Spesial Edition, Vulcan 900 Classic, Vulcan 900 Classic Spesial Edition, Vulcan 900 Light Tourer, Vulcan 900 Custom



ADVARSEL: Det taes forbehold om at selv om motorsykkelen er i denne listen, er det opp til kunde å sjekke om motorsykkelen tåler å bli løftet i valgte løftepunkt.

Merke	Type	Modellnr.
KTM	MX	450 SX-F, 350 SX-F, 250 SX-F, 150 SX-F, 125 SX-F
	Enduro	690 Enduro R, 500 EXC Six Days, 500 EXC, 450 EXC Six Days, 450 EXC, 350 EXC-F Six Days, 350 EXC-F, 300 EXC, 250 EXC-F Six Days, 250 EXC, 200 EXC, 125 EXC Six Days, 125 EXC
	Freeride	Freeride 350, Freeride 250R
	Ride	Freeride E-SX, Freeride E-XC, Freeride E-SM
	Supermoto	690 SMC R
	Travel	1050 Adventure, 1190 Adventure, 1190 Adventure R, 1290 Super Adventure
	Sport Tourer	1290 Super Duke GT
	Naked	1290 Super Duke R Special Edition, 1290 Super Duke R, 690 Duke, 690 Duke R, 390 Duke, 125 Duke
	Supersport	RC 125, RC 390
Suzuki	Supersport	GSX-R1000, GSX-S1000F, GSX-S1000, GSX-R600
	Sport Tourer	DL1000A, DL650 XT V-Strom, DL650A V-Strom, GW250 Inzuma, GW250F Inzuma F
	Naked	GSR750A, SV650, SV650A 35KW
Yamaha	Cruser	VL800 Intruder C800, VZ800 Intruder M800
	Freeride	RMX450Z
	Hyper naked	MT-10, MT-09, MT-09 Sport Tracker, MT-07 Moto Cage, MT-03, MT-125
	Super Heritage	XSR900, XSR700, SR400, XJR 1300, XJR 1300 Racer, XV900R ABS, XV900, XV900 Racer
	Super Touring	Tracer700, Tracer900, FZ8-S ABS
	Adventure	XT1200ZE Super Ténéré ABS, XT600Z Ténéré ABS, XT600R, WR250R, WR125R, WR250X
	Roadster	XJ6-N ABS, YBR 125

Tabell VII.1: Kompatible motorsykler

VEDLEGG VIII

Timeliste (Feltnotat)

INITIALER	Dato	T	Aktivitet	Beskrivelse
Fellesmøter				
KIL, RK, TL , MEJ	07.01	5		Se logg, datert torsdag, 07. januar, på side 169
KIL, RK, TL , MEJ	14.01	5,5		Se logg, datert torsdag, 14. januar, på side 169
KIL, RK, TL , MEJ	21.01	4,5		Se logg, datert torsdag, 21. januar, på side 169
KIL, RK, TL	03.02	3,5		Se logg, datert torsdag, 04. februar, på side 169
KIL, RK, TL , MEJ	11.02	5,5		Se logg, datert torsdag, 11. februar, på side 170
KIL, RK, TL , MEJ	18.02	5,5		Se logg, datert torsdag, 18. februar, på side 170
KIL, RK, TL , MEJ	04.03	2,5		Se logg, datert fredag, 04. mars, på side 171
KIL, RK, TL	31.03	5,5		Se logg, datert torsdag, 31. mars, på side 171
MEJ,KIL,RK,TL	04.05	4,5		Se logg, datert torsdag, 05. mai, på side 172

Timer utenom fellesmøter

KIL	10.01	4	Konsulent-tid	Besøk Slettedag for designing av lift
KIL	27.01	2	Andersen, spindel	
RK	07.02	8	Beregninger	
RK	08.02	4	Beregninger	
KIL	09.02	2	Spindel	
MEJ	11.02	11	3D-tegninger	
MEJ	13.02	3	3D-tegninger	
RK	17.02	3	3D-tegninger	
RK	17.02	1	Hovedrapport	
TL	18.02	2	3D-tegninger	
RK	18.02	4	3D-tegninger	
KIL	18.02	1	Slettebøe	
TL	19.02	6	3D-tegninger	
RK	19.02	4	3D-tegninger	
TL	20.02	3	3D-tegninger	
MEJ	20.02	4	Diverse	
RK	20.02	4	3D-tegninger	
RK	21.02	4	Arbiedstegninger	
KIL	22.02	1	Slettebøe	
TL	01.03	2	Oppmøte Søgne vgs	Gjennomgang av tegninger for produksjon osv.
TL	01.03	1	Logg-epost Søgne VGS	Ført logg for korrespondanse med Søgne vgs og sendt e-post
KIL	01.03	1	Kontakt med Øvrebø VGS	Spør om å låne Øvrebø vgs



INITIALER	Dato	T	Aktivitet	Beskrivelse
MEJ	03.03	2		Bestilt og hentet firkantrør
TL	04.03	1	2D-tegning Bolter	Laget 2D tegning av bolter
RK	04.03	3	3D-tegninger	
RK	04.03	2	arbiedstegninger	
KIL	06.03	2	Måling og Rev. tegning	Målt MC og revidert bakre gripearm tegninger.
KIL	07.03	1	Kontakt med Kvadraturen VGS	Spørre om de kunne lage bolter
KIL	10.03	4	Laging av deler og skisse	Begynt på de 2 bakre gripearmer og skisse til pneumatikk-sylinder
RK	10.03	1	3D-tegninger	
RK	10.03	3	Arbiedstegninger	
TL	10.03	5	Design av spindel	Laget skisse til løsning på spindel med opplagring
MEJ	10.03	4		Deler og firkantrør
MEJ	11.03	4		Boret firkantrør
TL	12.03	2	3d-tegninger	Diverse oppdatering av bolter, lengder etc.
MEJ	14.03	3		Ferdigstilt armer
MEJ	14.03	1	2D-tegning Bolter	
TL	15.03	4	Bestillinger oppfølging	Bestilling av deler, oppfølging Søgne vgs, føring av Logg
KIL	19.03	6	Laging av deler	Ferdiggjøre bakre-gripearm og begynne på fremre gripearmer
KIL	20.03	6	Laging av deler	Ferdiggjøre fremre-gripearm
KIL	23.03	1	Laging av deler	Begynte på spindeldel MLS_1020.
TL	25.03	3	Statusrapport	skrive statusrapport
TL	31.03	4	installasjonanbefaling	
MEJ	31.03	2	Statusrapport	
TL	31.03	1	Lage film med Runar	
KIL	31.03	5	Konstruksjon	Lokk, spindel
TL	01.04	2	Søgne vgs	Besök Søgne vgs.
TL	01.04	2	Installasjonsanbefalin	
KIL	03.04	3	Konstruksjon	Aksel, spindel
KIL, RK	06.04	1,5	Sponsor	
KIL, RK	07.04	1	Sponsor	
KIL, RK	07.04	1	Diverse	
KIL, RK, MEJ	07.04	2	Presentasjon	Statusrapoort 2
TL	08.04	2,5	hentet deler	Hentet deler Slettebøe, besök Søgne vgs. Tatt bilder og avtalt nøkkelenlevering
TL	13.04	1	Laget filmer	Laget filmer
RK	14.04	3	Hovedrapport	
MEJ	14.04	1	Gantt	
KIL, RK	14.04	4	Sponsorarb.	MC-senteret og Motor-Teknikk (bestille time/Knut) Motorsyklisten Sødal (Runar)
TL, RK	15.04	3	Søgne vgs	Diverse Søgne vgs, pizzaspising
KIL	15.04	1	Sponsorarb.	Motorsyklisten Hunsfos. Bestille time
RK	18.04	1	Oppfølging samarbeidspartner	
TL	18.04	1	Søgne vgs	Spurt om lån av verksted, lage nye bolter.
TL	18.04	3	HMS	Skrevet om HMS, Snakket med Bygg om tabeller for bjelkelag
KIL, RK	18.04	0,5	Sponsorab.	Planlegge spornsorarbeid videre



INITIALER	Dato	T	Aktivitet	Beskrivelse
KIL, RK	19.04	1,5	Sponsorarb.	Fremlegge ide hos Motor-Teknikk
TL	22.04	1	Søgne vgs	Hentet nøkler, snakket med lærer om bolter som lages
TL	22.04	5	Søgne vgs	Montert Motolift med de delene vi hadde
KIL	22.04	4	Søgne vgs	Montere Motolift med de delene vi hadde
TL	24.04	1	Søgne vgs	Hente Motolift med tilhenger og kjøre den hjem - levere nøkler
TL	25.04	2	Lagerberegniger	Laget utkast til lagerberegninger.
RK	26.04	5	Hovedrapport	
KIL, RK	26.04	3	Sponsorarb.	Motor-Teknikk og fremlegge ide hos Motorsyklisten Hunsfos
RK	28.04	5	Hovedrapport	
MEJ	28.04	10	Hovedrapport	
KIL	28.04	3	Hovedrapport	
RK	28.04	3	Diverse	
RK	28.04	2	Hovedrapport	
RK	30.04	5	Hovedrapport	
KIL	30.04	3	Liste over kompatible MC	
RK	02.05	5	Hovedrapport	
RK	04.05	5	Hovedrapport	
MEJ	06.05	1	Gantt	

Tabell VIII.1: Timeliste.
KIL: Knut Inge Lundevold
MEJ: Max-Even Jacobsen
RK: Runar Kristoffersen
TL: Terje Larsen

VEDLEGG IX

Logg (Feltnotat)

TORSDAG, 05. NOVEMBER

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen

Jobbet fra 10.30 til 12.30, 2 t

Gruppen samles for å motta innledende informasjon fra idéinnehaver, Knut Inge Lundevold, og gikk i gang med idémyldring med raske skisser. Vi lar dette ligge i bakhodet fremover. Det ble avtalt et befaringsmøte med bedrift til neste torsdag, 12. november, for å få snakket med noen som jobber med dette til det daglige. Det ble også gitt ut ansvarsområdet og arbeidsoppgaver for prosjektbeskrivelsen, som skal leveres.

TORSDAG, 12. NOVEMBER

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen

Jobbet fra 08.30 til 14.00, 5 t 30 m

Prosjektgruppen prioriterer bedriftsbesøk fremfor samling med andre prosjektgrupper på Fagskolen i Kristiansand (FIK). Det ble satt opp aktivitetsliste og ansvarsområde, diskutert fremgangsmåte og begrensninger. Gantt-skjema ser ut til å være mer omfattende enn tenkt. Dette vil bli forskjøvet til vi har fått mer opplæring i bruk av dette.

Fokus:

- Befaring
- Tidsplan
- Se på teknisk løsning for dokumentasjonen.



TORSDAG, 19. NOVEMBER

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 08.30 til 14.00, 5 t 30 m

Prosjektruppen snakket om ambisjoner for prosjektet. Informasjon om *Innovasjon Norge* ble gitt. En samtale med veileder Helge Espeland angående fremgangsmåte for styrkeberegning av konstruksjon ble gjennomført. Det ble også gjennomført en samtale med Reidar Borgersen fra Styringsgruppen, som informerte om bla.a. fremgangsmåte for styrkeberegning av garasjebjelker. Prosjektgruppen gikk gjennom *Mål* og *Delmål* i prosjektbeskrivelsen, hvor *Mål* ble fullført.

Fokus:

- Hvilke ambisjoner har vi med prosjektet?
- Timeforbruk.

TORSDAG, 26. NOVEMBER

Til stede: Lundevold, Jacobsen og Kristoffersen
Jobbet fra 08.30 til 12.00, 3 t 30 m

Vi snakket videre i gruppen om hvordan vi tenker prosjektbeskrivelsen bør utføres. Arbeidet fortsatte med gjorde ferdig/oppdatere: *Prosjekts innhold*, *Delmål*, *Konsekvenser* og *Prosjektorganisasjon*, og begynt å se på *Betingelser*, *Evaluering* og *Gantt-diagram*. Dette jobbes videre med.

Gruppen bestemte at *Innovasjon Norge* lesses på is. Men heller trekke inn et garasjefirma.

TORSDAG, 03. DESEMBER

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 08.30 til 12.00, 3 t 30 m

Gruppen snakker videre om hvordan prosjektbeskrivelsen bør utformes. Gruppen ferdigstilte i dag betingelser, evaluering. Og jobbes videre med å fylle inn i *Gantt-diagram* (Aktivitet, timeestimering og ansvarsoversikt)

TORSDAG, 10. DESEMBER

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 08.30 til 12.00, 3 t 30 m

Gruppen jobbet videre med å fylle ut *Gantt-diagram*, med å tallfeste start-sluttdato for delmålene til prosjektet. Ressursplan ble skrevet, for å få en oversikt over kronologiske/ «kolliderende» aktiviteter, hvor mange timer vi beregnet prosjektet tar pr. uke og sammenlagt. *Ideemyldring* for prototype påbegynt.



TORSDAG, 07. JANUAR

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 08.30 til 13.30, 5 t

Gruppen jobbet videre med å finne en god løsning på prototypens løfte-anordningen, Max Even kommer med et forslag til løftebom med feste i vegg og tak, samtidig som vi hadde kommet opp med en sakseløftefor-slag. Vi har diskutert fordeler og ulemper med begge løsningene.

TORSDAG, 14. JANUAR

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 08.30 til 14.00, 5 t 30 m

Gruppen bestemte seg i dag for å gå for sakseløsningen (alternativ: bom, stolpe og saks), og begynt å se på løsning for «bunnplate/MC-festedelen» (muligheter for justeringer av løftestakene sideveis og lengde-veis), topplate/takfeste, saksens ytre dimensjoner og løfte/dragekapasitet. Fikk tips av veileder Helge Espelandang. styrkeberegnung.

TORSDAG, 21. JANUAR

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 08.30 til 13.00, 4 t 30 m

Gruppen har begynt å beregne dimensjonene til liften (saksearmene) og tegne den i AutoDesk Inventor (glidespor, hjul, saks, garasje). Prosjekt-plakat er ferdig. Enkle skisser er laget av «bunnplata» som viser plasse-ring av deler. Har også begynt å se på elektriske komponenter til liften (bryter, motorvern, kontaktor, dreierettningsvender)

TORSDAG, 28. JANUAR

Gruppen så det mest fornuftig og praktisk å jobbe hjemme, siden alle i gruppen hadde selvstendige oppgaver å jobbe videre med.

TORSDAG, 04. FEBRUAR

Til stede: Lundevold, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 08.30 til 12.00, 3 t 30 m

Gruppe holder på å lage statusrapport, og tok dermed en statusopp-datering over hvordan gruppearbeidet og prosjektet hadde gått til nå. Gruppen ønsker å gjøre små justeringer, men var generelt fornøyd med statusen så langt.

Gruppen har brukt mye tid på å komme frem til gode løsninger på hvordan Motolift skal løftes. Gruppen bestemte seg nå får at den beste måten er å løfte med vinsj. Det ble sett på ulike vinsjer som kunne brukes og hvordan den kunne festes. Videre så gruppen på hvordan forlengelsen på liften og gripearmene kunne løses best, og hvordan fail safe skulle utformes.



TORSDAG, 11. FEBRUAR

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 08.30 til 14.00, 5 t 30 m

Gruppen har jobbet videre med å finne en god løsning for løft av Motolift. Gruppen gikk bort fra vinsj, pga at etter mer beregning av krefter kom gruppen fram til at gjengestang / spindel kunne være aktuelt igjen. Gruppen har søkt på nettet etter spindel. Beregner spindelens nødvendig drag-evne og dim.

Ellers fortsetter gruppen med å tegne øvre og nedre rammen til sakseliften.

Gruppen her innsett at beregning og konstruering har tatt mer tid enn forventet og drøftet om det ville være en god ide å opptatere Gantt-diagrammet i forhold til oversteget tidsforbruk, men bestemmer seg for vente med det.

Gruppen har også blitt usikker på om det vil la seg gjennomføre å lag en prototype pga. penger og tid til disponibel. Gruppen må diskutere dette og ta et valg snarest. Ang penger, bør arbeidet med å søke en investor startes snarest.

TORSDAG, 18. FEBRUAR

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 08.30 til 14.00, 5 t 30 m

Gruppen jobber videre med beregninger til toppramme, bunnramme og saksearmer, slik at det kan arbeidstegninger kan påbegynnes for å oversendes til produksjon av deler.

Gruppen har begynt å kontakte firma får hjelpe til å produsere prototypen, og har vært i dialog med Søgne VGS og AS Nymo.

Søgne VGS har sakt seg villig til å produsere topp og bunnrammen for oss, pluss sponse oss med materiell. Max Even har vært hos AS Nymo, sin arbeidsgiver, som var villig til å sponse prosjektgruppen med materiell til saksearmene. Gruppen skal også kontakte Kvadratuen VGS, for å spørre om de kan lage saksearmene.

Gruppen har også vært i kontakt med T O Slettebøe ang hjelp til beregning av spindelen, spindelskrue og aksialholder.



FREDAG, 04. MARS

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen

Jobbet fra 11.10 til 13.45, 2 t 35 m

Gruppen bestemte seg for å utsette prosjektarbeidet til fredag, 04. mars, etter engelsktimen for å jobbe videre.

Gruppen jobber med å finne samarbeidspartnere til å produsere deler til Liften. Gruppen skal ha et møte med Kvadraturen vgs torsdag, 10. mars mandag med Frank Fjellvang, for å spørre om de kan lage gripearmene istedenfor sakserarmene. Max Even skal prøve å få laget saksearmene på jobben sin.

Kontakten til Slettebøe strandet, og Knut har vært i kontakt med en som heter Reidar Andersen for hjelp til beregning av spindelopppheng. Reidar har også skaffet oss en spindel og mutter fra Vennesla vgs.

Gruppen lager arbeids/3D-tegninger til gripearmene. Ajourføring av Gantt-diagrammet.

TORSDAG, 10. MARS

Gruppen bestemte seg for at det var ikke behov for å treffes på skolen, ettersom gruppen jobber individuelt denne dagen, og ting som skulle diskuteres kunne tas opp på facebook eller telefon.

Siden prosjektet har gått over til å få laget prototypen, så har gruppen jobbet med å følge opp samarbeidspartnere, og produsere resterende deler selv.

FREDAG, 18. MARS

Fra sist torsdag til i dag har gruppen jobber med oppfølging av samarbeidspartnere, og for å få produsert deler selv.

TORSDAG, 31. MARS

Til stede: Lundevold, Kristoffersen og Larsen

Jobbet fra 08.30 til 14.00, 5 t 30 m

Gruppen treffes for å jobbe med muntlig presentasjon neste torsdag, skriftlig statusrapport og planlegge prosjektets fremdrift videre.

Terje kunne ikke være med på presentasjonen pga. opptatt på PPU-studiet.

TORSDAG, 07. APRIL

Fra sist torsdag til i dag har gruppen jobber med oppfølging og produsere deler til prototypen, sponsorarbeid, sam å lage, forberede, presentere Statusrapport 2.

TORSDAG, 14. APRIL

Fra sist torsdag til i dag har gruppen jobber med innhente deler fra Slettebøe, animere og rendre film i AutoDesk Inventor, skrive hovedrapport, jobbe med mulig sponsor, MC Senteret Kristiansand, Motor Teknikk Sørlandsparken og Motorsyklisten Sødal.



TORSDAG, 21. APRIL

Fra sist torsdag til i dag har gruppen jobber med befaring og sosial tilstending med pizza hos Søgne vgs, oppfølgingsarbeid, lage deler, hovedrapport, sponsorarbeid og fremlegging av ide på Motor-Teknikk.

TORSDAG, 28. APRIL

Fra sist torsdag til i dag har gruppen jobber med montasje av prototype, sponsorarbeid og fremlegging av ide til Motorsyklisten Hunsfos, hovedrapport, lagerberegninger og transport av Motolift.

TORSDAG, 05. MAI

Til stede: Lundevold, Jacobsen, Kristoffersen og Larsen
Jobbet fra 16.00 til 20.30, 4 t 30 m

Fra sist torsdag til i dag har gruppen jobbet med hovedrapporten og oppfølging av de siste deler som ikke er mottatt.

Onsdag, 04. mai hadde prosjektgruppen et møte på skolen for å oppdatere seg på arbeidet som er gjort og hva som står igjen. Arbeidet med hovedrapporten har gruppen fordelt i mellom seg med å lage og skrive i rapporten.

Når det gjelder levering av resterende, har dette stoppet opp, siden det er blitt produsert deler med feil dimensjon. Så det å få ferdig prototypen innen tidfrist er ikke realistisk lengre.

VEDLEGG X

Bilder



Figur x.1: Illustrasjon av Motolift, skrått ovenfra



x.1 PROTOTYPE



Figur x.2: Bunnramme



Figur x.3: Saksearmer



Figur x.4: Motolift sammenlagt



Figur x.5: Motolift utstrekkt

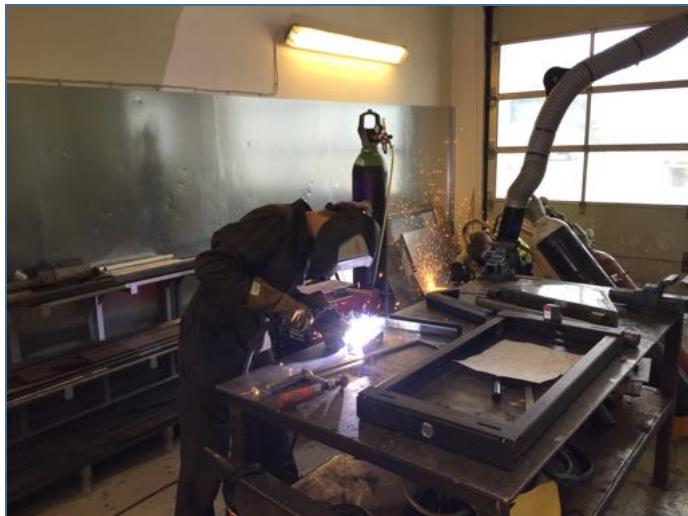


Figur x.6: Gripearmer foran



Figur x.7: Gripearmer bak

X.2 VERKSTED



Figur x.8: Sveising



Figur x.9: Pizza på gutta



Figur x.10: Toppramme



Figur x.11: Forlenger og bunnramme



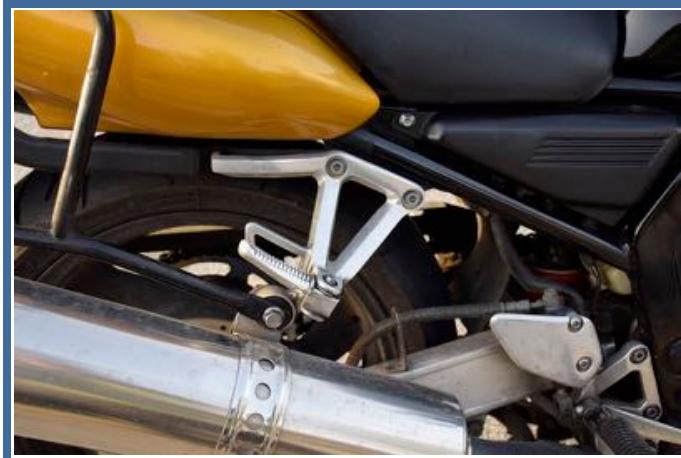
Figur x.12: Saksearmer



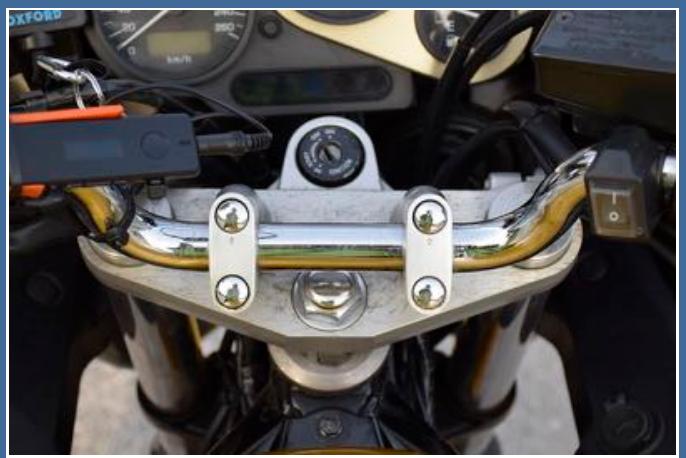
Figur x.13: Saksearm sveis



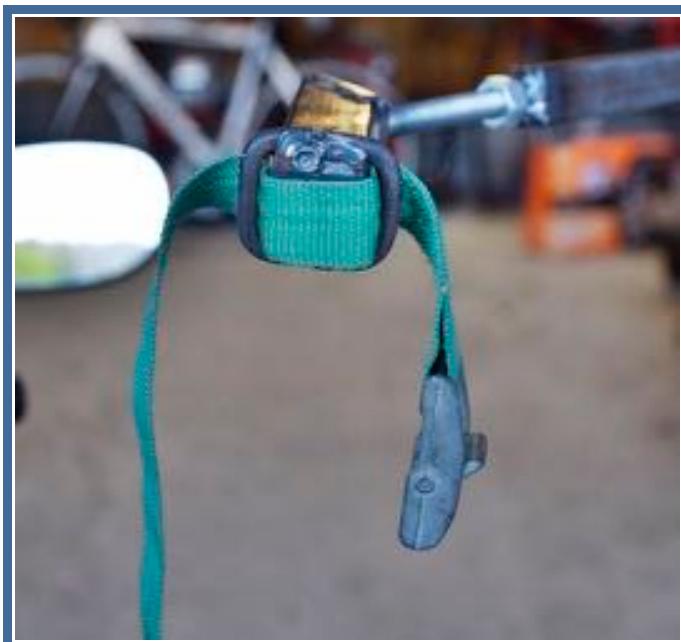
x.3 GRIPEHÅND



Figur x.14: Fothviler



Figur x.15: Senter styre



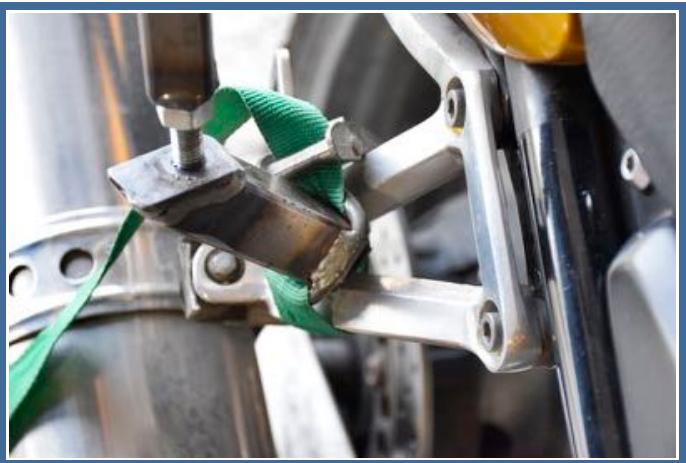
Figur x.16: Fothviler



Figur x.17: Senter styre



Figur x.18: Fothviler



Figur x.19: Senter styre

x.4 DIVERSE



Figur x.20: Første prototype



Figur x.21: Første prototype, topposisjon



Figur x.22: Illustrasjon Motolift i garasje

Kilder

- InvisibleMC (mar. 2016). *Motorsykkelens historie - Invisible MC*. URL: <http://invisiblemc.no> (sjekket 30.04.2016).
- Medias (25. apr. 2016a). *Axial deep groove ball bearings*. 52212. URL: http://medias.schaeffler.de/medias/en!hp.ec.br.pr/522*52212?mode=calc (sjekket 25.04.2016).
- (25. apr. 2016b). *Deep groove ball bearings S6310-2RSR*. 52212. URL: http://medias.schaeffler.de/medias/en!hp.ec.br.pr/S63...-2RSR*S6310-2RSR?mode=calc (sjekket 25.04.2016).
- Mekanex (27. jul. 2015a). *Trapesgjengede skruer og muttere*. Mekanex. URL: <http://www.mekanex.no/produkter/komponenter/trapesgjengede-skruer-og-muttere/> (sjekket 28.01.2016).
- (27. jul. 2015b). *Trapetsstänger Tabell*. Mekanex. URL: http://www.mekanex.se/wp-content/uploads/trapetsskruvar%5C_trapetsmuttrar.pdf (sjekket 28.01.2016).
- Standard Norge (2010). NS-EN 10305-5:2010 - *Presisjonsstålør - Tekniske leveringsbetingelser - Del 5: Sveiste kaldformede kvadratiske og rektangulære rør*. NS-EN 10305-5:2010.
- (2006). NS-EN 10219-2:2006 - *Kaldformede sveiste hulprofiler av ulegerte og finkornbehandlede konstruksjonsstål - Del 2: Toleranser, dimensjoner og tekniske verdier*. NS-EN 10219-2:2006.
- (2004-2010). NS-EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + NA:2010 - *Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner - Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger*. NS-EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + NA:2010.
- Johannessen, Jarle (2002). *Tekniske Tabeller*. 11. utg. Bd. 2. J.W.Cappelens Forlag A/S.
- Standard Norge (1978). NS 5514:1978: *Kraner og løfteutstyr - Stålkonstruksjoner - Beregninger*. NS 5514.
- (1971). NS 1073-6:1971 - *Del 6 - Metriske gjenger - Grensemål - Grov- og fingjenger - ISO-profil - Diametre 1 til 300 mm*. NS 1073-6:1971.

Støttelitteratur

- Selland, Erlend (29. nov. 2013). *Dimensjonering av traverskran*. Høgskolen Stord, Haugesund. URL: <http://www.slideshare.net/erlend4/kandidatnr-4-prcent2cdimensjoneringavtraverskran> (sjekket 05.02.2016).
- Stanley, Macaulay Oletu (1. aug. 2012). «*Scissor Lift Design For Use In The Automotive Industry*». Masteroppg. Niger Delta University. URL: http://www.academia.edu/1949396/scissor_lift_design_for_use_in_the_automotive_industry (sjekket 28.01.2016).
- SKF (mar. 2006). *Hovedkatalog*, K. 6000. SKF.
- Helgesen, Helge (1980). *Løfte- og transportmaskiner*. Universitetsforlaget.
- Kindem, Sverre E. (1973). *Mekanikk: lærebok for tekniske skoler*. 2. utg. Oslo: Fabritius, 240 s. ill. ISBN: 8207016329; 8207018828 (2.oppl.1975).

LISTE OVER FIGURER

<p>1.1 Bilder av prototype 10</p> <p>1.2 Eksempel på sportsmotorsykkel og sentrale festepunkter 11</p> <p>1.3 Motolift med anvisning av deler 12</p> <p> 1.4 Gjengestang med lagerhus 13</p> <p> 1.5 Topp- og bunnramme 13</p> <p> 1.6 Saksearmer 13</p> <p>1.7 Bakre og fremre gripearm, med gripehånd 14</p> <p> 1.8 Forlenger 14</p> <p>1.9 Serievisning av vinkling av gripearm mot forlenger 14</p> <p> 1.10 Motolift sammenlagt 15</p> <p> 1.11 Motolift Utstrektt 15</p> <p> 1.12 Samarbeidspartnere 17</p> <p> 1.13 Bilder av prototype 18</p> <p>1.14 Visning av takfester mot bjelkelag 19</p> <p> 1.15 Detaljvisning av takfester 20</p> <p> 1.16 Skruer gjennom sperre 21</p> <p>1.17 Skruer i Motolift for takfeste 21</p> <p>1.19 Gripearm med spennbånd 25</p> <p>1.20 Gripearm mot fothviler 25</p> <p> 2.1 Illustrasjon av Motolift 31</p> <p> 2.7 Krefter i saks 36</p> <p>2.8 Vinkler på krefter og arm 37</p> <p>2.9 Kombinasjon av krefter 39</p> <p>2.10 Diagram for opptrædende krefter i forskjellig løftehøyder 40</p> <p>2.11 Utdrag fra Trapetsstänger Tabell fra Mekanex 42</p> <p>2.12 Graf for nytte last/høyde redusert gjengestang 42</p> <p> 2.13 Inndata i kalkulator (Aksialkulelager 52212) 43</p> <p> 2.14 Resultat fra kalkulator (Aksialkulelager 52212) 44</p> <p>2.15 Utdrag fra (Mekanex 2015b, s.2) 44</p> <p>2.16 Inndata i kalkulator (Sporkulelager 6310) 45</p>	<p>2.17 Resultat fra kalkulator (Sporkulelager 6310) 45</p> <p>2.18 Forenklet statikk-figur av forlenger med påførte krefter 47</p> <p>2.19 Illustrasjon av Motolift sett fra siden 49</p> <p> 2.20 Forenklet statikkfigur av bunnrammen med forlengere 50</p> <p>2.21 V- og M_b-diagram for bunnrammen 50</p> <p>3.1 Gantt-diagram oppdatert 8. mai 2016 60</p> <p> I.1 Gantt-diagram oppdatert 9. februar 2016 77</p> <p> II.1 Gantt-diagram oppdatert 18. mars 2016 88</p> <p> III.1 Organisasjonskart 97</p> <p> III.2 Gantt-diagram 101</p> <p>x.1 Illustrasjon av Motolift, skrått ovenfra 173</p> <p>x.2 Bunnramme 174</p> <p>x.3 Saksearmer 174</p> <p>x.4 Motolift sammenlagt 174</p> <p>x.5 Motolift utstrektt 174</p> <p>x.6 Gripearmer foran 174</p> <p>x.7 Gripearmer bak 174</p> <p> x.8 Sveising 175</p> <p> x.9 Pizza på gutta 175</p> <p> x.10 Toppramme 175</p> <p>x.11 Forlenger og bunnramme 175</p> <p> x.12 Saksearmer 175</p> <p> x.13 Saksearm sveis 175</p> <p> x.14 Fothviler 176</p> <p> x.15 Senter styrer 176</p> <p> x.16 Fothviler 176</p> <p> x.17 Senter styrer 176</p> <p> x.18 Fothviler 176</p> <p> x.19 Senter styrer 176</p> <p> x.20 Første prototype 177</p> <p> x.21 Første prototype, topposisjon 177</p> <p> x.22 Illustrasjon Motolift i garasje 177</p>
--	--

LISTE OVER TABELLER

1.1	Viktige lengder for Motolift, i mm	15
1.2	Sperrenes lengste spenn i meter <i>uten</i> loftslast	22
1.3	Sperrenes lengste spenn i meter <i>med</i> loftslast	22
2.1	Krefter i forskjellige punkter i armer i saks	36
2.2	Beregningstall for bolter	38
2.3	Hulltrykkspenning	38
2.4	Jevføringspenning over hull i saks	39
2.5	Dimensjonerende bøyefastheter for forskjellige fasthetsklasser	55
3.1	Arbeidskost	58
3.2	Utgifter i prosjektet	59
I.1	Estimert og reelt tidsbruk frem til 9. februar 2016	74
II.1	Estimert og reelt tidsbruk frem til 18. mars 2016	84
III.1	Timefordeling m.lønn	95
III.2	Prosjektgruppe	97
III.3	Styringsgruppe	97
III.4	Ansvarskart	100
VII.1	Kompatible motorsykler	162
VIII.1	Timeliste	165