



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Uthenting av akkumulatorflasker fra WOCS containere



Bacheloroppgave utført ved
Høgskolen Stord/Haugesund – Avdeling Haugesund – Ingeniørfag

Studieretning: Maskin, Marin Konstruksjonsteknikk

Av: Dagfinn Gjørde

Kand.Nr.29

Jan Christian Hovland

Kand.Nr.10

Eirik Spilde

Kand.Nr.24

Haugesund

Våren 2014



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



HOVEDPROSJEKT

Studentenes navn: Jan Christian Hovland, Eirik Spilde og Dagfinn Gjørde

Linje & studieretning: Maskin, Marin konstruksjonsteknikk

Oppgavens tittel: Design av en mekanisme for uthenting av akkumulatorflasker i WOCS container.

Oppgavetekst:

Advantec AS ønsker å konstruere en ny og forbedret metode for uthenting av akkumulatorflasker, diameter fra 100mm til 300mm, vekt til 700 kg, som står i rekke i WOCS (Work Over Control System) containere.

Uthenting skal være tre delt: 1. ta tak i akkumulator, 2. bevege opp og ned, tilting.

3. inn og ut bevegelse. Ulemper med dagens metode, risiko med å skade flasken.

Arbeid med akkumulatorflasker, område og behov av vedlikehold og manipulasjon, grunnleggende funksjoner og vanskeligheter skal forklares. Det skal gjøres en vurdering av eksisterende arbeidsmetoder og mulige løsninger med redskaper på en metodisk måte. Studentene skal konkretisere, konstruere og beregne en teknisk løsning.

Endelig oppgave gitt: 07.03.2014

Innleveringsfrist: 09.05.2014

Intern veileder: Runald Meyer – HSH, tlf: 52 7026 55

Ekstern veileder: Jostein Brekke – Advantec AS, tlf: 95210183

Adresse ekstern veileder: Amlievegen 9, 5416 Stord

Godkjent av studieansvarlig:

Dato:



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

ADVANTEC
TECHNOLOGY & SERVICE FOR THE FUTURE

HOVEDPROSJEKT

Studentenes navn: Jan Christian Hovland, Eirik Spilde og Dagfinn Gjørde

Linje & studieretning: Maskin, Marin konstruksjonsteknikk

Oppgavens tittel: Design av en mekanisme for uthenting av akkumulatorflasker i WOCS container.

Oppgavetekst:

Advantec AS ønsker å konstruere en ny og forbedret metode for uthenting av akkumulatorflasker, diameter fra 100mm til 300mm, vekt til 700 kg, som står i rekke i WOCS (Work Over Control System) containere. Uthenting skal være tre delt: 1. ta tak i akkumulator, 2. bevege opp og ned, tilting, 3. inn og ut bevegelse. Ulemper med dagens metode, risiko med å skade flasken.

Arbeid med akkumulatorflasker, område og behov av vedlikehold og manipulasjon, grunnleggende funksjoner og vanskeligheter skal forklares. Det skal gjøres en vurdering av eksisterende arbeidsmetoder og mulige løsninger med redskaper på en metodisk måte. Studentene skal konkretisere, konstruere og beregne en teknisk løsning.

Endelig oppgave gitt: 07.03.2014

Innleveringsfrist: 09.05.2014

Intern veileder: Runald Meyer – HSH, tlf: 52 7026 55

Ekstern veileder: Jostein Brekke - Advantec AS, tlf: 95210183

Adresse ekstern veileder: Amlievegen 9, 5416 Stord

Godkjent av studieansvarlig:

Dato:

Brt Fulls
23/4 -14



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Høgskolen Stord/Haugesund
Studie for ingeniørfag
Bjørnsonsgt. 45
5528 HAUGESUND
Tlf. nr. 52 70 26 00
Faks nr. 52 70 26 01

Oppgavens tittel		Rapportnummer
Design av en mekanisme for uthenting av akkumulatorflasker i WOCS container		(Fylles ikke ut)
Utført av Jan Christian Hovland, Eirik Spilde og Dagfinn Gjærde		
Linje	Studieretning	
Maskin	Marin konstruksjonsteknikk	
Gradering	Innlevert dato	Veiledere
Åpen		Runald Meyer

Forord

Som avslutning for en 3-årig maskiningeniør utdannelse ved Høgskolen Stord/Haugesund, er det obligatorisk med en bacheloroppgave. Målet med denne oppgaven er at studentene skal bruke kunnskapen som er opparbeidet gjennom studiet til å løse en gitt problemstilling.

Oppgaven er blitt til etter at vi kontaktet Advantec AS for å undersøke om de hadde en egnet problemstilling for en bacheloroppgave. Gruppens oppgave gikk ut på å designe et konsept av en metode for horisontal uthenting av akkumulatorflasker fra WOCS containere. Videre skulle det være mulig å bruke metoden til å plassere flaskene på bord for vedlikehold av kvalifisert personell.

Oppgaven har bydd på utfordringer, men med kunnskaper som gruppen har tilegnet seg gjennom tre år på HSH, har en løsning alltid presentert seg selv. Relevante fag har vært Maskinkonstruksjon I, Stålkonstruksjon, Statikk og Fasthetslære, Materialer og Tilvirkning, Fysikk og Teknisk Tegning (Inventor).

Gruppen ønsker å rette en stor takk til følgende personer:

- Runald Meyer, intern veileder fra Høgskolen Stord/Haugesund
- Jostein Brekke, ekstern veileder fra Advantec AS

I tillegg ønsker vi å takke:

- Romano Pastidio Ambrad, "Engineer Mechanical Department", Advantec AS

Haugesund 09.05.2014

Dagfinn Gjørde

Jan Christian Hovland

Eirik Spilde

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse

Forord.....	i
Figurliste	iii
Tabelliste	iv
Sammendrag	v
1. Innledning.....	1
1.1. Bakgrunn for oppgaven.....	1
1.2. Målsetting med oppgaven	1
2. Bakgrunnshistorikk	2
2.1. Advantec AS.....	2
2.1.1. Generelt	2
2.1.2. "Workover Control Systems" (WOCS)	3
3. Konstruksjon av uthentingsmekanisme.....	4
3.1 Eksisterende uthentingsmetode.....	4
3.2 Kinematiske løsninger	5
3.2.1 Eliminering.....	14
3.2.2 Valg av løsning.....	16
3.3 Designpremisser	19
3.4 Løfteutstyr til truck som finnes på markedet i dag	21
4. Utvikling av festeanordning/spesialverktøy	22
4.1 Festeanordning	22
4.1.1 Utviklingsprosessen.....	23
4.1.2 Materialvalg og sammensetningsmetode.....	24
4.2 Krefter i sving	25
4.2.1 Utregning av maksimalt tillatt bøyemoment i UG III	26
4.2.2 Utregning av bøyemoment ($M_{P_{tot}}$) i svakeste punkt (P) på UG III med spesialverktøy og tyngste akkumulatorflaske	26
4.2.3 Utregning av nødvendig løftekapasitet på gaffeltruck	28
4.2.4 Utregning av krefter på stropp, vinsj og momentnøkkel	30
4.2.5 Utregning av krefter i sveis	33
5. Ferdig produkt	39
6. Konklusjon	43
Referanser.....	I
Vedlegg	II

Figurliste

Figur 1 Hovedkontor Stord. Advantec AS. www.advantec.no . (Brukt med tillatelse).	2
Figur 2 Illustrerende bilde av WOCS containere. Advantec AS. www.advantec.no . (Brukt med tillatelse).	4
Figur 3 Eksisterende uthentingsmetode. Advantec AS. (Brukt med tillatelse).	4
Figur 4 Eksisterende uthentingsmetode. Advantec AS. (Brukt med tillatelse).	5
Figur 5 Kinematiske løsninger 1-5	6
Figur 6 Kinematiske løsninger 6-8	7
Figur 7 Kinematiske løsninger 9-11	8
Figur 8 Kinematiske løsninger 12-14	9
Figur 9 Kinematiske løsninger 15-17	10
Figur 10 Kinematiske løsninger 18-20	11
Figur 11 Kinematiske løsninger 21-23	12
Figur 12 Kinematiske løsninger 24-26	13
Figur 13 Kinematisk løsning nr. 12	16
Figur 14 Kinematisk løsning nr. 15	17
Figur 15 Kinematisk løsning nr. 17	18
Figur 16 Begrenset tilgang på areal offshore. Advantec AS. (Brukt med tillatelse).	19
Figur 17 Største akkumulatorflasker i krybber, og med målerør. Privat bilde. (Brukt med tillatelse).	20
Figur 18 Ultra Grip III. Valley Craft Industries Inc. www.valleycraft.com (Brukt med tillatelse)	21
Figur 19 Idemyldring, spesialverktøy	23
Figur 20 Illustrasjon av spesialverktøy	25
Figur 21 Målsatt illustrasjon av truck, "UG III", spes.verktøy og flaske. Illustrasjon av truck. STILL GmbH. www.still.co.uk . (Brukt med tillatelse)	25
Figur 22 Frittlegemediagram akk.flaske	30
Figur 23 Frittlegemediagram stropper	31
Figur 24 Frittlegemediagram momentnøkkel	32
Figur 25 Snitt av spesialverktøy	33
Figur 26 Frittlegemediagram horisontal sveis	35
Figur 27 Horisontal buesveis	36
Figur 28 Frittlegemediagram vertikal sveis	38
Figur 29 Komplet oppsett. Illustrasjon av truck. Ricardo Noble Cenicerros.	39
Figur 30 Illustrasjon av "Ultra Grip III" og spesialverktøy	40
Figur 31 Illustrasjon av spesialverktøy	40
Figur 32 Sett forfra	41
Figur 33 Sett fra siden	41
Figur 34 Sett bakfra	42
Figur 35 Sett ovenfra	42

Tabelliste

Tabell 1 Poengtavle	14
Tabell 2 Total poengscore	15
Tabell 3 Akkumulatorspesifikasjoner. Advantec AS. (Brukt med tillatelse).....	19

Sammendrag

Rapporten tar for seg en ny uthentingsmetode av akkumulatorflasker fra WOCS containere, og går videre inn i dybden ved å utføre beregninger for å vurdere bruksgraden av prinsippet i praksis.

Oppgaven er gitt av Advantec AS som ønsker en ny og forbedret måte å hente akkumulatorflaskene på. Virksomheten anser den eksisterende metoden som lite effektiv, ugunstig økonomisk og innebærer risiko grunnet høye løft. Det fokuseres derfor på en løsning som eliminerer disse utfordringene.

For enkelhetens skyld og for å redusere kostnadene ved eventuelle innkjøp, blir det i denne rapporten tatt utgangspunkt i en horisontal uthentingsmetode hvor eksisterende utstyr kan anvendes. Løsningen presentert består likevel av en komponent som gruppen måtte designe selv.

Videre forklarer rapporten framgangsmåten gruppen brukte for å komme frem til endelig produkt. Blant annet tar den for seg kinematiske løsninger, designpremisser, eksisterende utstyr, utvikling av nytt utstyr og styrkeberegninger. Kinematiske løsninger ble skissert for å finne den mest effektive måten å få flaskene ut av containerne på, designpremisser ble oppsummert for å få frem hvilke hindringer som var aktuelle og styrkeberegninger ble gjort for å gi et inntrykk av hvilke krefter som inntreer på ulike de ulike komponentene i gruppens løsning.

Det fremtrer av rapporten at løsningen presentert fungerer og kan anvendes i praksis. Den vil opptre mer effektiv, samt utøve en betydelig lavere risiko enn eksisterende metode.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



1. Innledning

1.1. Bakgrunn for oppgaven

Som en del av ingeniør utdannelsen vår er en avsluttende bachelor oppgave obligatorisk. Denne oppgaven blir skrevet for og i samarbeid med Advantec AS. Denne virksomheten hadde flere problemstillinger som var av interesse for oss. Vi fikk et møte med Jostein Brekke, disiplinleder for instrumentering ved bedriften. Dette møtet hadde som formål å gi oss en bedre innsikt i de forskjellige problemstillingene som virksomheten kunne tilby. En oppgave som appellerte til alle i gruppen var horisontal uthenting av akkumulatorflasker i WOCS containere. Bakgrunnen for denne oppgaven er at Advantec AS i en vanlig vedlikeholdsoperasjon bruker kran til å heise akkumulatorflaskene ut gjennom en luke i taket på containeren. Containeren står kanskje på en flyterigg der det kan oppstå bevegelse i container og løftewire på grunn av bølger og vind. Container kan også befinne seg et sted der en kran ikke er tilgjengelig. Advantec AS ønsker derfor en løsning der man tar ut flaskene uten bruk av kran.

1.2. Målsetting med oppgaven

Med bakgrunn i problemstillingen som er beskrevet i 1.1 ønsker Advantec AS en løsning som er enklere og mer effektiv ved uthenting av diverse akkumulatorflasker fra WOCS containere. De ønsker også at løsningen har et enkelt design, er brukervennlig og lett å vedlikeholde, henter ut akkumulatorflaskene horisontalt, og er billig å kjøpe/produsere.

Målet gruppen ønsker å oppnå med prosjektet, er et forslag til et konsept som tilfredsstiller bedriftens behov. For å komme frem til et slikt forslag, vil det bli gjort en kartlegging av eksisterende uthentingsmetode, samt eventuelle hindringer eller begrensinger som kan oppstå ved horisontal uthenting. Det vil også bli kartlagt hvilke eksisterende utstyr som finnes på markedet i dag, grad av anvendelse ved våres konsept, nye konseptløsninger og krefter som opptrer dersom en mulig løsning presenterer seg selv.

Som overordnet mål med oppgaven, ønsker gruppen å tilegne seg erfaring med prosjektarbeid og hvordan det er å jobbe i samspill med andre mennesker.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



2. Bakgrunnshistorikk

2.1. Advantec AS

2.1.1. Generelt

Advantec AS ble etablert i 2005 på Stord i Norge, og er en underleverandør innen offshorebransjen. Kontorene deres er lokalisert i Norge, Storbritannia, USA, Litauen, og Brasil. Hovedkompetansen til Advantec AS har vært innenfor instrumentering, elektronikk, hydraulikk, og «Safety Shutdown» systemer. I senere tid har de spesialisert seg på å vedlikeholde og levere "Work Over Control Systems" (WOCS), og er per dags dato en hovedleverandør innenfor dette. Siden Advantec AS først ble etablert har firmaet vokst betraktelig. Med en omsetning på 500 millioner kroner (2013) og mer en 350 ansatte spredt over 5 land, er dette et firma i fremdrift. (Advantec AS)



Figur 1 Hovedkontor Stord. Advantec AS. www.advantec.no. (Brukt med tillatelse).



2.1.2. "Workover Control Systems" (WOCS)

"Workover Control Systems" (WOCS) er et system som sørger for kontroll og sikkerhet under installasjon og overhalingsoperasjoner av undervannsbrønner.

WOCS systemene ved Advantec AS består av følgende hoveddeler:

- WOCS container
- "Workover Reels"
- "Workover Umbilicals"
- Oppkoblingssystem
- "Umbilical" frakoblingssystem
- Trinser, transportkorgar og oppkoblingsklemmer

I denne rapporten står WOCS containere i fokus. For å møte kundens krav kommer disse i en rekke størrelser, funksjonalitet og forskjellig teknologi. Dette kan være:

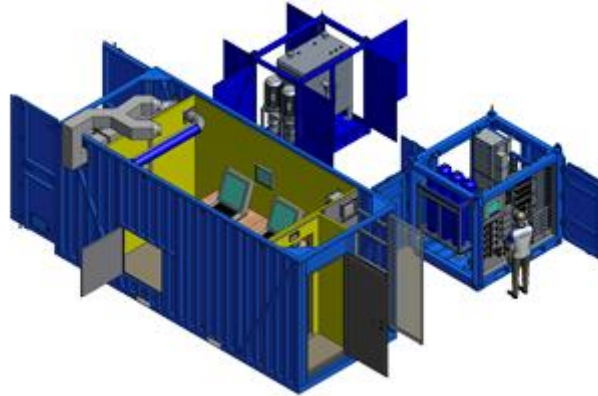
- Manuelt ventil opererte systemer
- Elektrohydraulisk (EH) system som drives gjennom et elektronisk styringssystem og "Directional Control Valves" (DCV) for direkte kontroll av det hydrauliske trykket i "Umbilical" ned til undervanns ventilene og koblingene.
- Multiplekset (MUX) WOCS system for dypvanns installasjoner ned til 3000 meters dyp, hvor DCV og elektronikk er plassert i undervanns "Workover Control Moduls" (WOCM).

WOCS systemene ved Advantec AS oppfyller de mest krevende "Health Safety Environment and Quality" (HSEQ) kravene. Nedstengingsfunksjonen til EH systemet er designet slik at det imøtekommer kravene SIL2 stiller for sikkerhetsfunksjoner. Alle WOCS containere ved Advantec AS er DNV 2.7-1 sertifisert. (Advantec AS)



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

ADVANTEC
TECHNOLOGY & SERVICE FOR THE FUTURE



Figur 2 Illustrerende bilde av WOCS containere. Advantec AS. www.advantec.no. (Brukt med tillatelse).

3. Konstruksjon av uthentingsmekanisme

3.1 Eksisterende uthentingsmetode

Ved eksisterende løfteoperasjon bruker Advantec AS kran for å få akkumulatorflaskene inn og ut av containeren gjennom en luke i taket. På grunn av størrelsen på de største flaskene fører dette til høye løfte operasjoner.



Figur 3 Eksisterende uthentingsmetode. Advantec AS. (Brukt med tillatelse).



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

ADVANTEC
TECHNOLOGY & SERVICE FOR THE FUTURE

Under løfteoperasjonen av de største akkumulatorflaskene er det også nødvendig at 1 – 2 personer hjelper til med å styre flasken ned i rett posisjon.



Figur 4 Eksisterende uthentingsmetode. Advantec AS. (Brukt med tillatelse).

3.2 Kinematiske løsninger

Som det ble spesifisert i oppgaveteksten ønsket Advantec AS en enklere måte å hente flaskene inn og ut av containeren på. For å komme frem til en løsning på dette problemet, ble kinematiske løsninger skissert. For å unngå at noen bevegelser ble utelukket ble det ikke tatt hensyn til omgivelser.

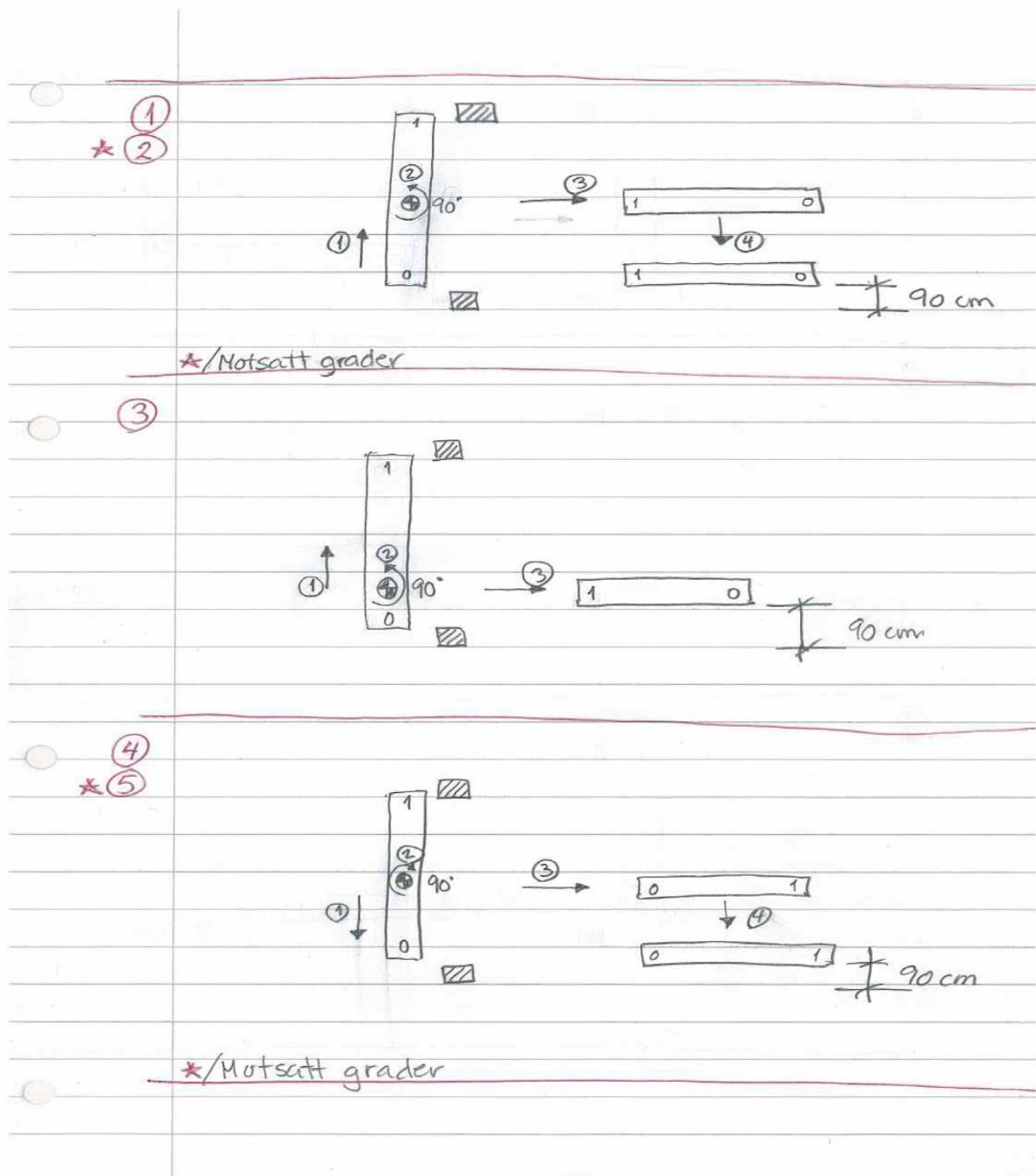
Ved å anvende denne metoden kunne man finne den kinematiske løsningen som passet best ved en eventuell ny uthentingsmetode.

Forklaring på tegnene i de kinematiske løsningene:

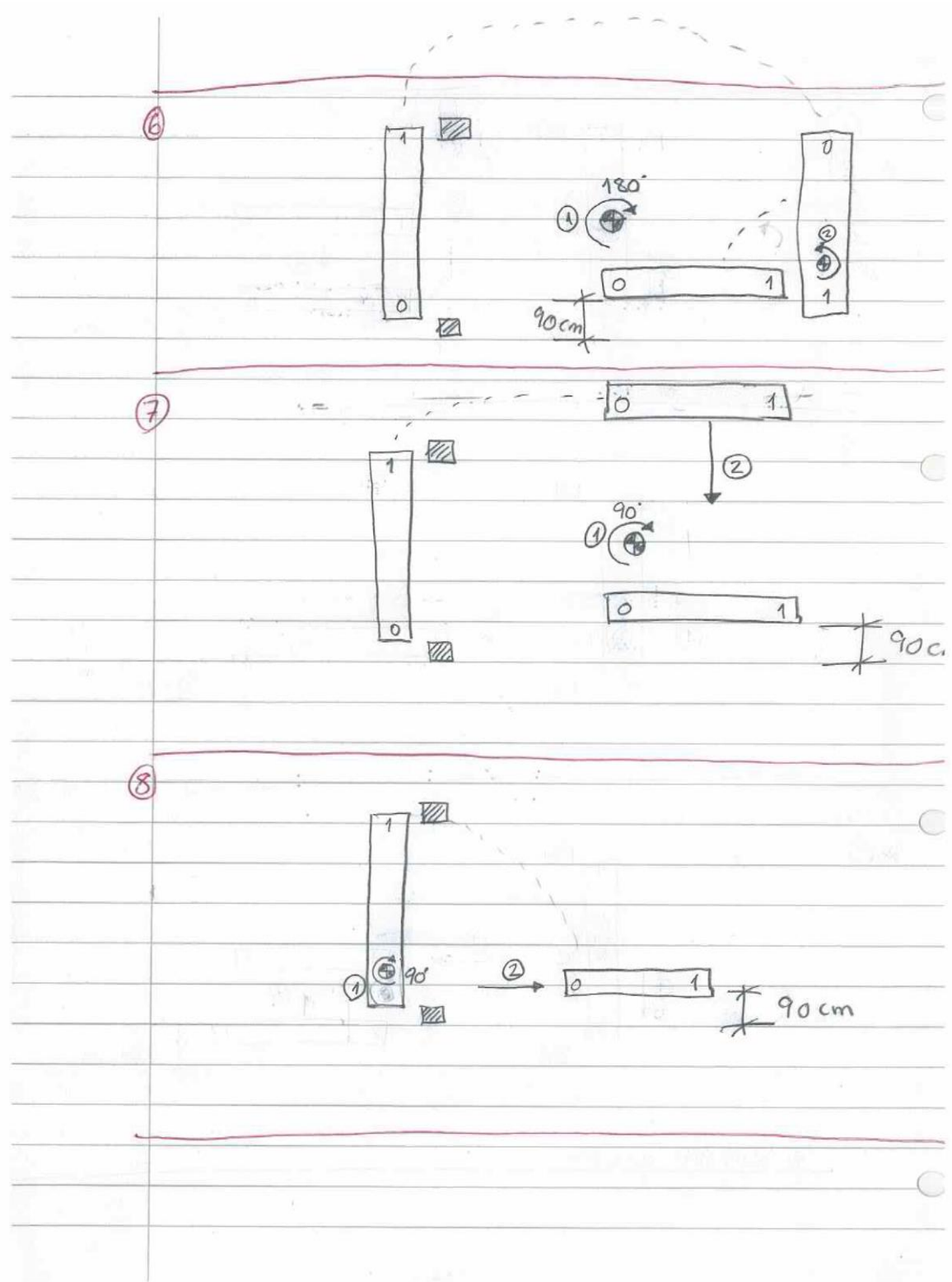
	Rotasjonspunkt
	Vertikal translasjon
	Horisontal translasjon
	Skrå translasjon
	Rotasjon



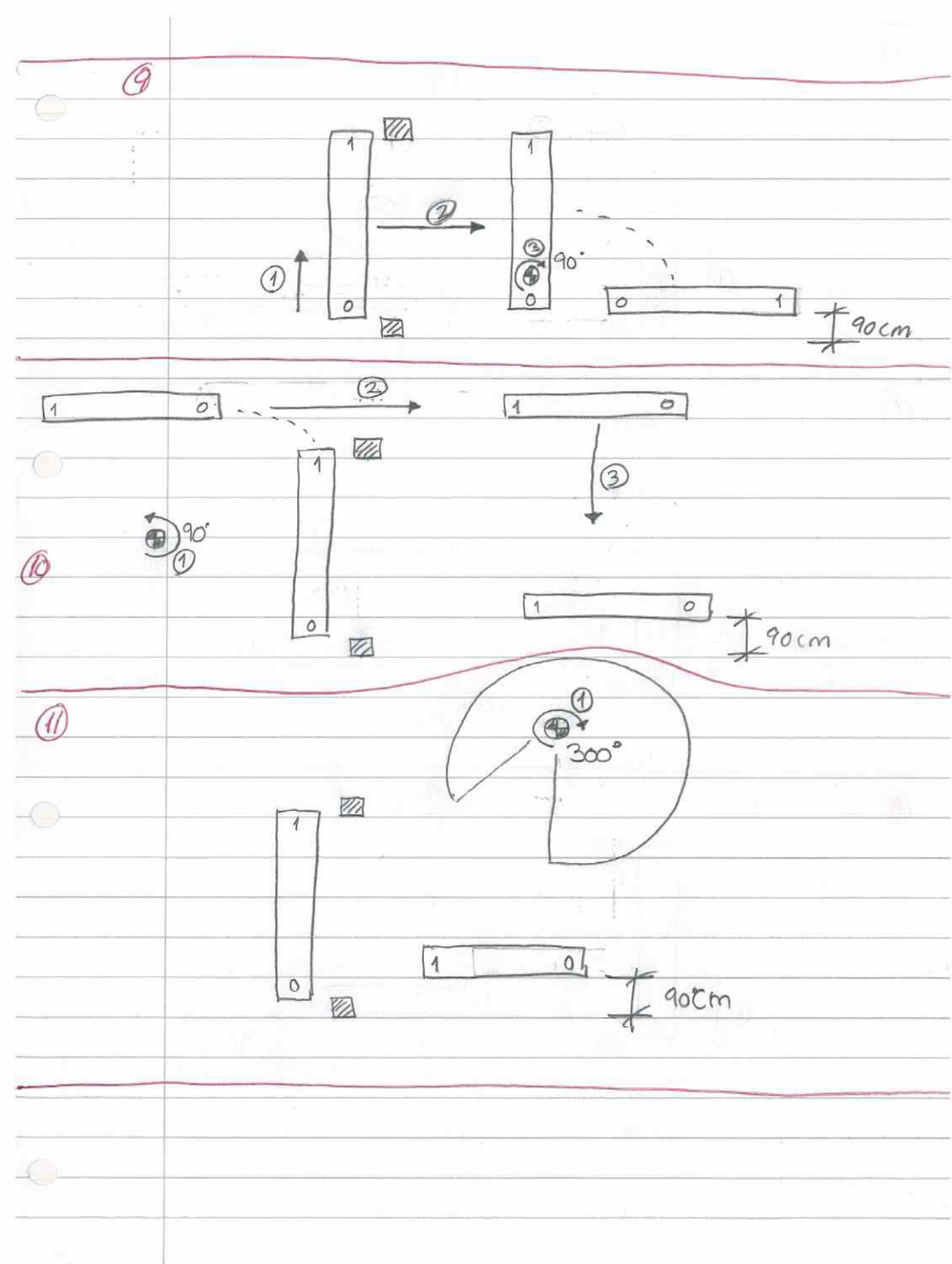
HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



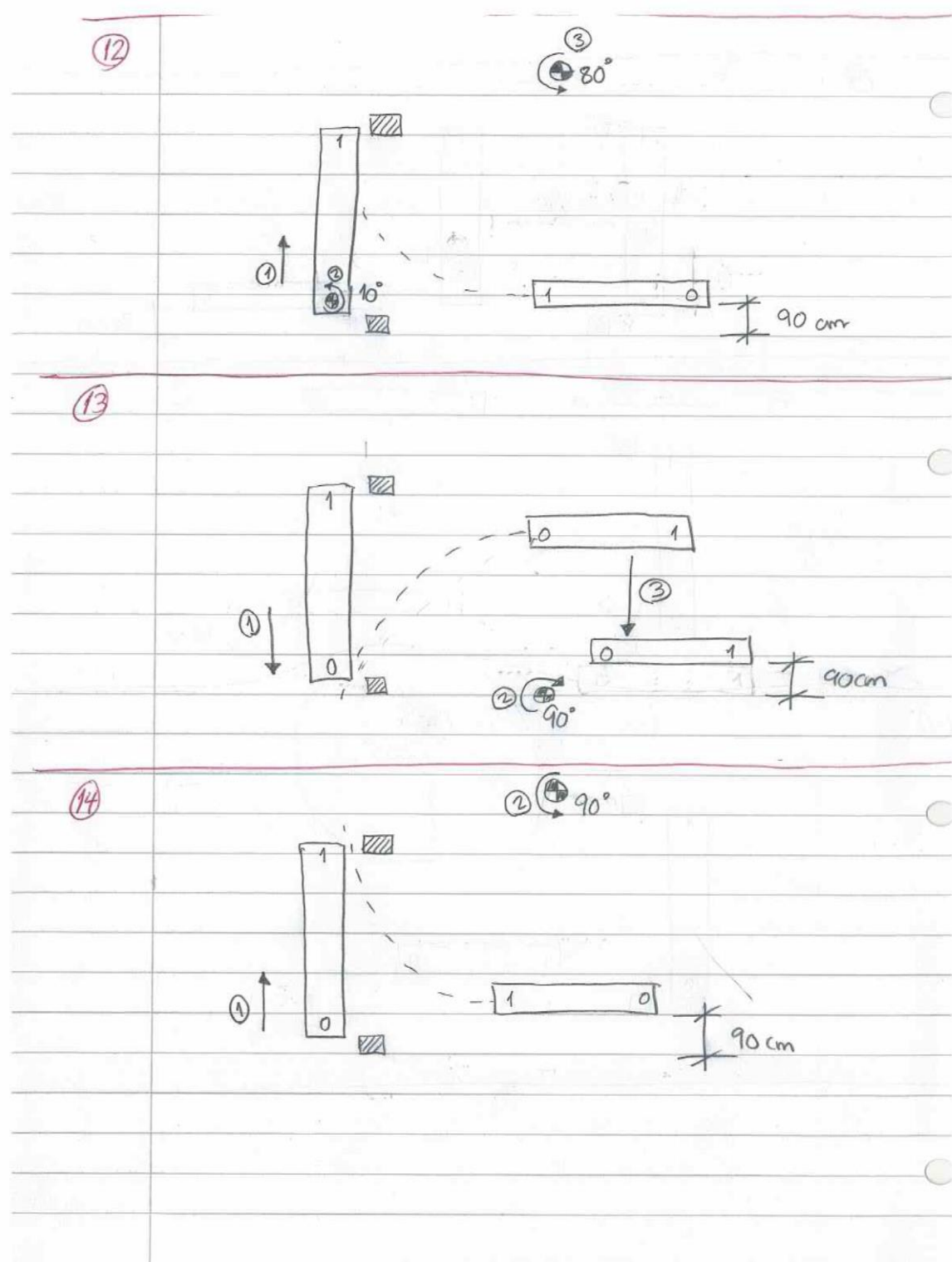
Figur 5 Kinematiske løsninger 1-5



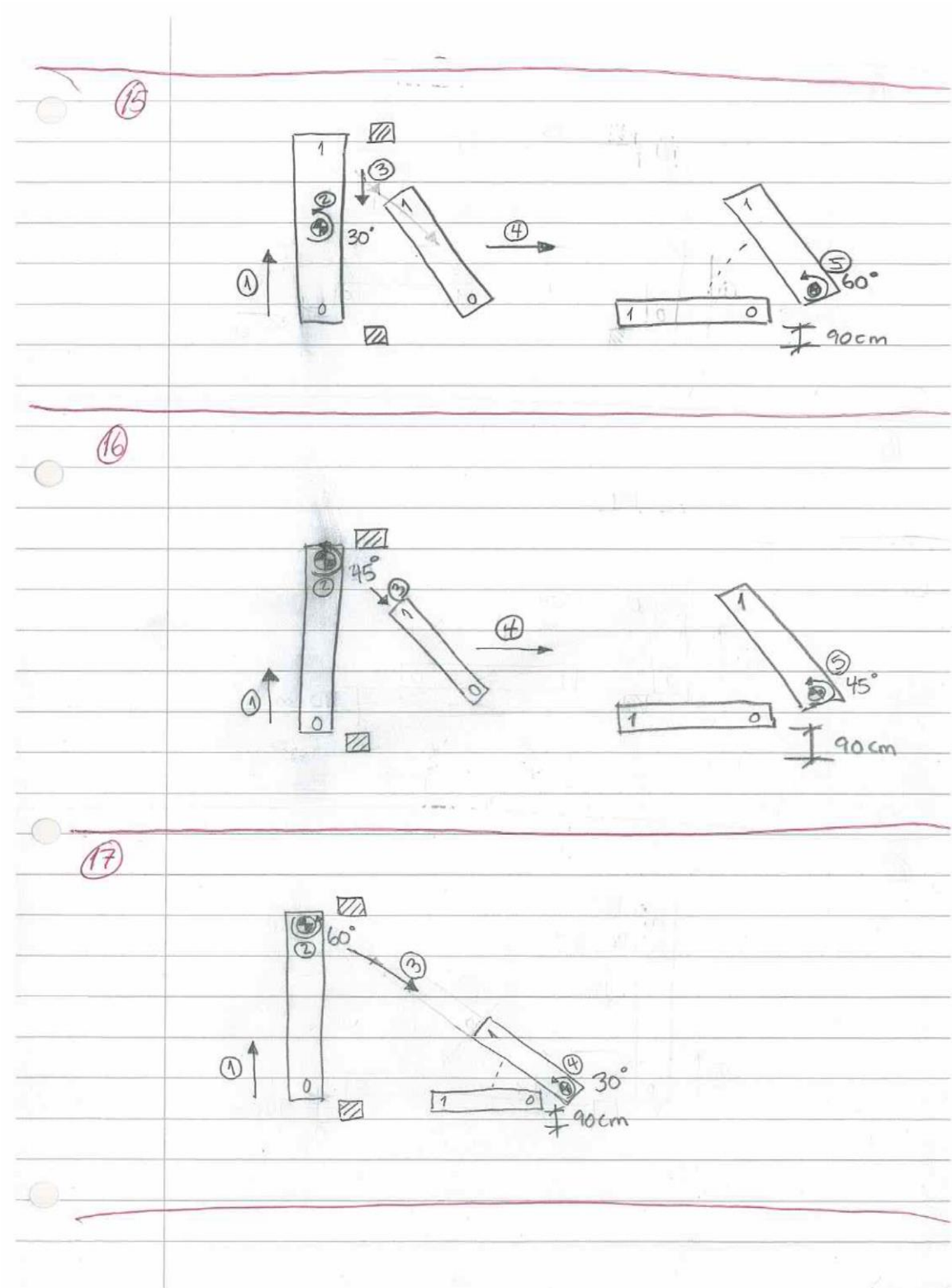
Figur 6 Kinematiske løsninger 6-8



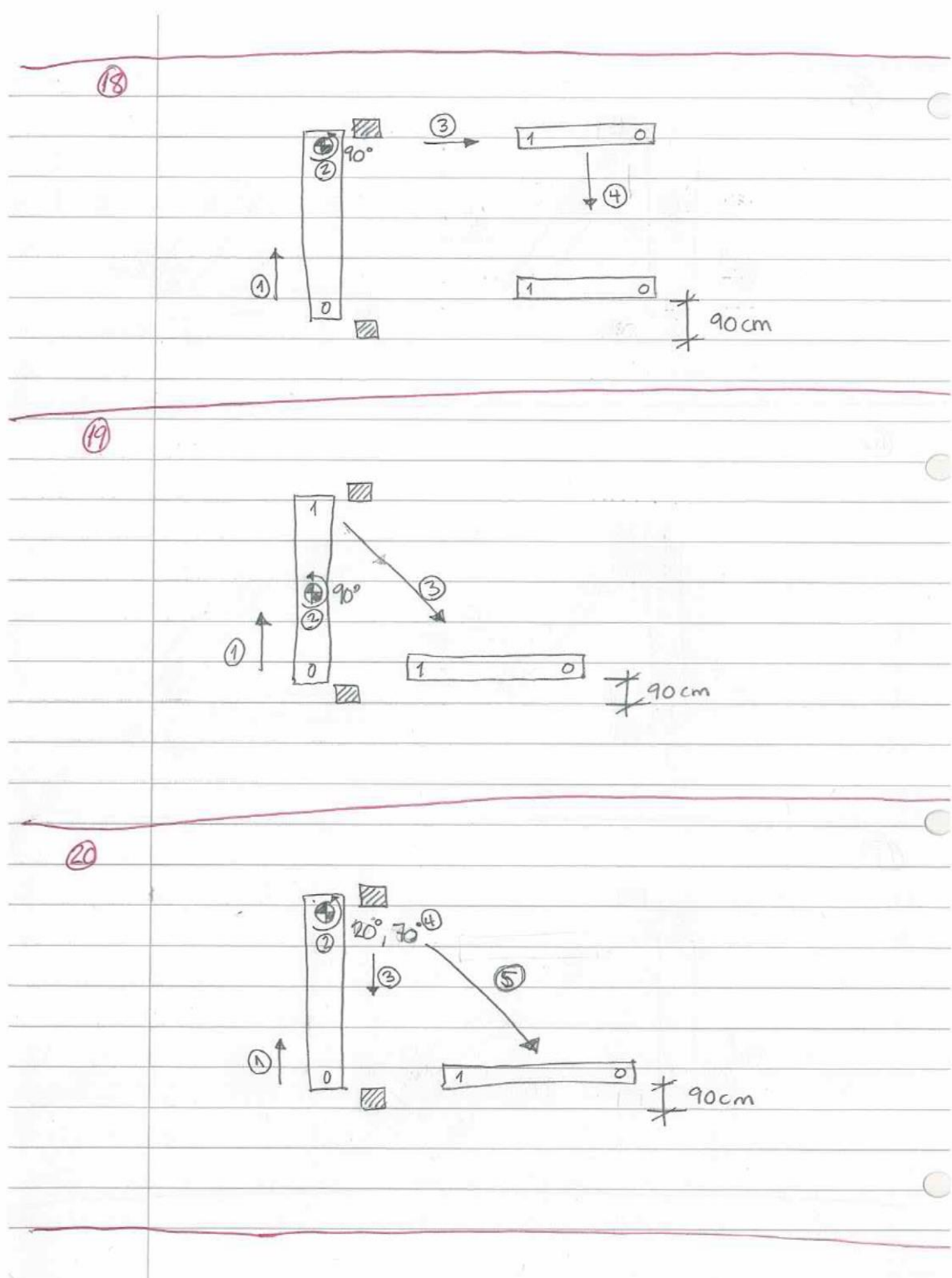
Figur 7 Kinematiske løsninger 9-11



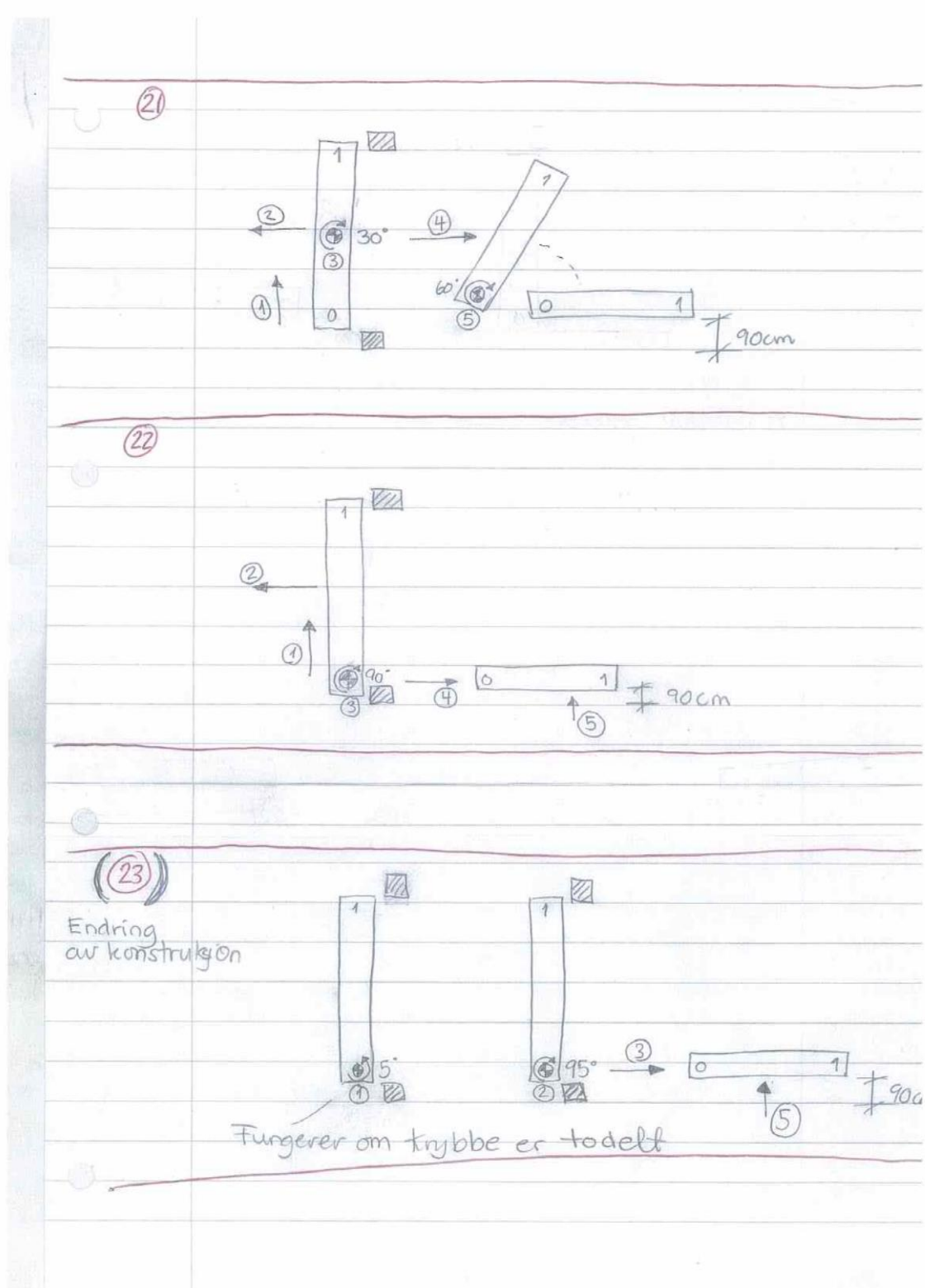
Figur 8 Kinematiske løsninger 12-14



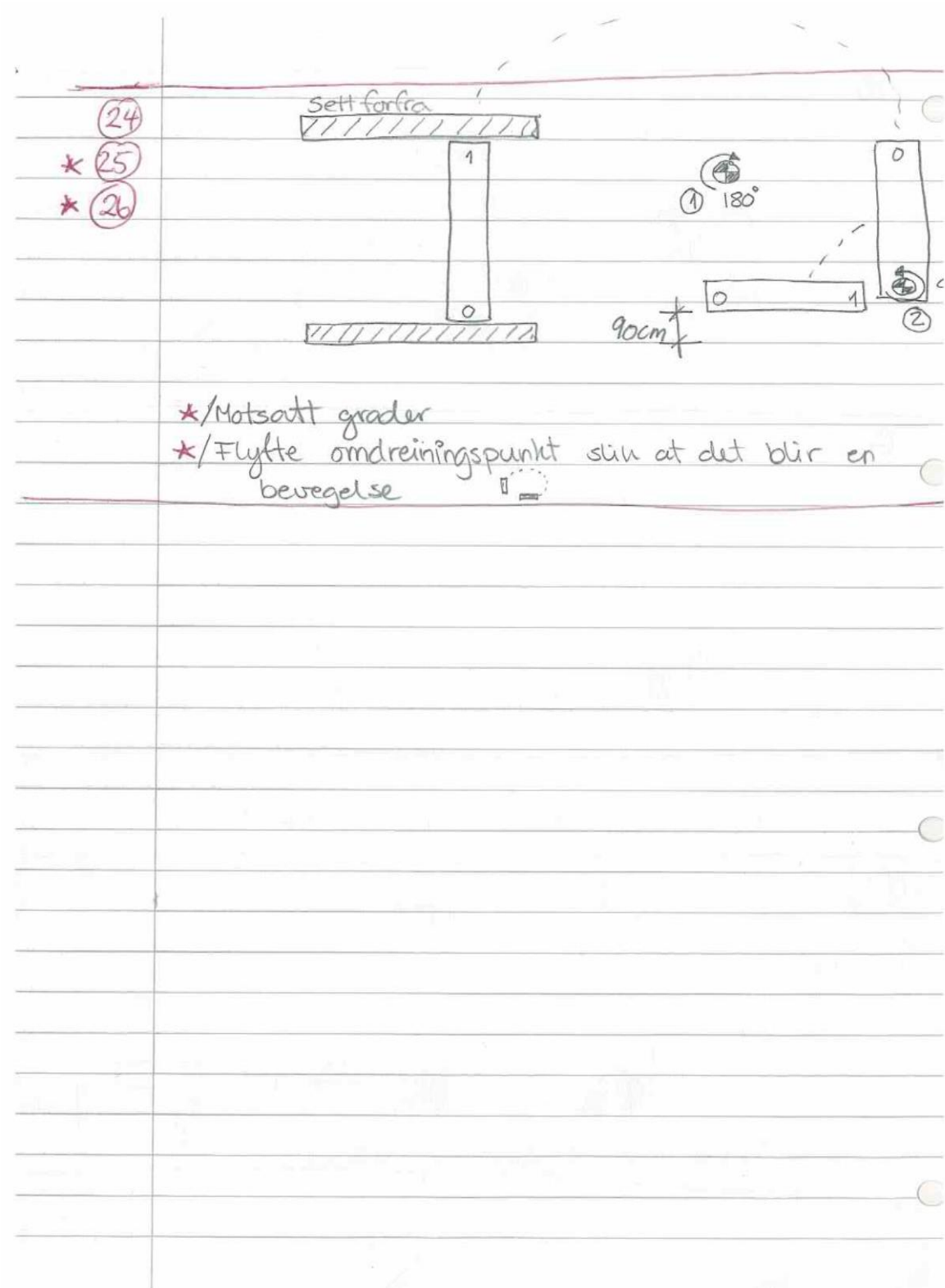
Figur 9 Kinematiske løsninger 15-17



Figur 10 Kinematiske løsninger 18-20



Figur 11 Kinematiske løsninger 21-23



Figur 12 Kinematiske løsninger 24-26



3.2.1 Eliminering

Ved eliminering ble hindringene som dukket opp i de kinematiske løsningene listet ned. Dette ble gjort for å luke ut de løsningene som ikke fungerte optimalt. Det ble valgt ut fem forskjellige situasjoner og disse ble rangerte etter vanskelighetsgrad, der -4 var laveste poeng og +4 var høyeste poeng. De fem situasjonene med tilhørende poeng er vist i tabellen under.

Poengtavle		
Hindringer	Ja	Nei
Omgivelser	-4	+4
Komplisert omdreingspunkt	-3	+3
Lineær bevegelse	-2	+2
Høye løft	-2	+2
Antall bevegelser	-1	+1

Tabell 1 Poengtavle

Hver student i gruppen rangerte så løsningene uavhengig av hverandre, og deretter ble poengenscorene addert sammen for å se hvilke tre som utmerket seg.

Det viste seg at alle hadde vurdert nokså likt, og de tre som skilte seg ut var nr. 12 og nr. 17 med 24 poeng, og nr. 15 med 30 poeng.

Det viser til tabellen under med total poengscore.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Løsninger	Poengscore			Totalscore
	Dagfinn	Jan Christian	Eirik	
1 og 2	2	-2	2	2
3	4	4	4	12
4 og 5	2	2	2	6
6	2	-6	2	-2
7	2	-6	2	-2
8	4	4	4	12
9	4	4	4	12
10	2	-6	2	-2
11	2	-6	2	-2
12	12	6	6	24
13	0	-6	-6	-12
14	12	-2	6	16
15	10	10	10	30
16	10	6	6	22
17	10	8	6	24
18	-2	-1	-2	-5
19	0	0	0	0
20	6	6	2	14
21	10	2	10	22
22	2	2	10	14
23	2	0	4	6
24, 25 og 26	2	-6	2	-2

Løsning nummer 12, 15 og 17 utmerket seg med høyest poengscore

Tabell 2 Total poengscore



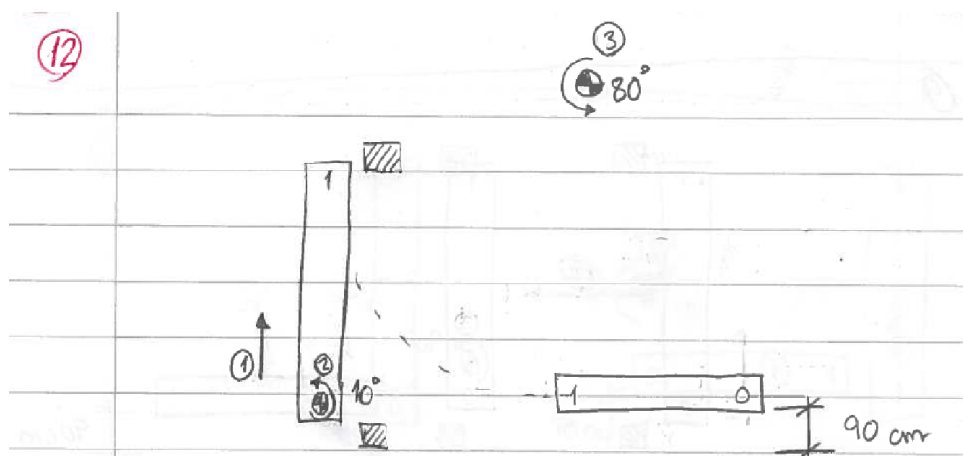
3.2.2 Valg av løsning

Valg av løsning ble først tatt etter en runde med for og mot argumenter av de tre utkårede. Her listet man opp fordeler og ulemper, samt beskrivelse av de kinematiske bevegelsene.

Løsning nr. 12

Beskrivelse:

- 1) Flasken løftes opp.
- 2) Flasken roterer ca. 10 grader mot klokken om et rotasjonspunkt lavt på flasken.
- 3) Flasken roteres ut av containeren om et høyt rotasjonspunkt utenfor flasken, til en arbeidshøyde på 90cm.



Figur 13 Kinematisk løsning nr. 12

Fordeler:

- Få bevegelser
- Flasken ender i riktig arbeidshøyde
- Lav operasjonshøyde for flaske

Ulemper:

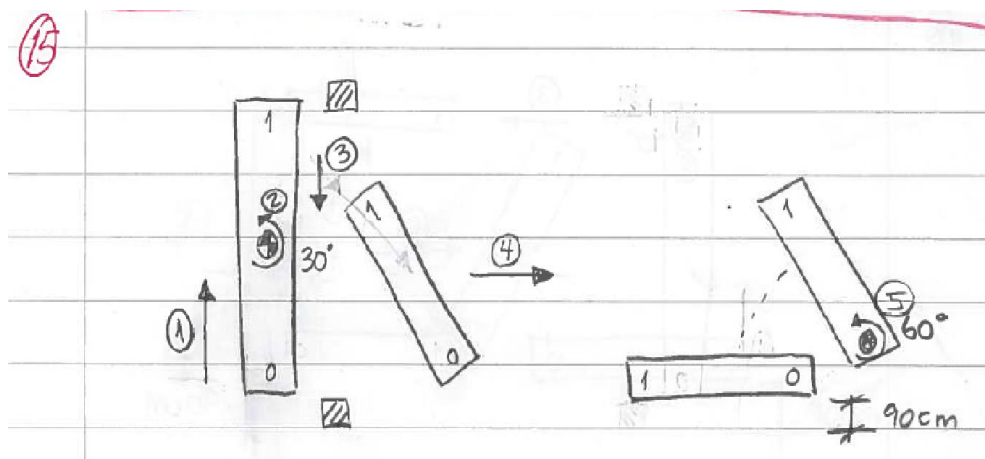
- Endring av rotasjonspunkt
- Rotasjonspunkt flyttes ut av flasken og til en komplisert/høy posisjon
- Flasken kan komme i kontakt med omgivelsene



Løsning nr. 15

Beskrivelse:

- 1) Flasken løftes opp.
- 2) Flasken roteres ca. 30 grader mot klokken om et rotasjonspunkt midt i flasken.
- 3) Flasken senkes ned til den går klar øvre bjelke.
- 4) Flasken tas ut liggende med 30 graders helning.
- 5) Flasken roteres ned i horisontal stilling om et rotasjonspunkt lavt i flasken.



Figur 14 Kinematisk løsning nr. 15

Fordeler:

- Flasken har ingen kontakt med omgivelsene
- Rotasjonspunkt midt i flasken gjør rotasjonen lettere og mer stabil
- Flasken ender i riktig arbeidshøyde
- Rotasjonspunkt forblir i flasken
- Lav operasjonshøyde for flasken

Ulemper:

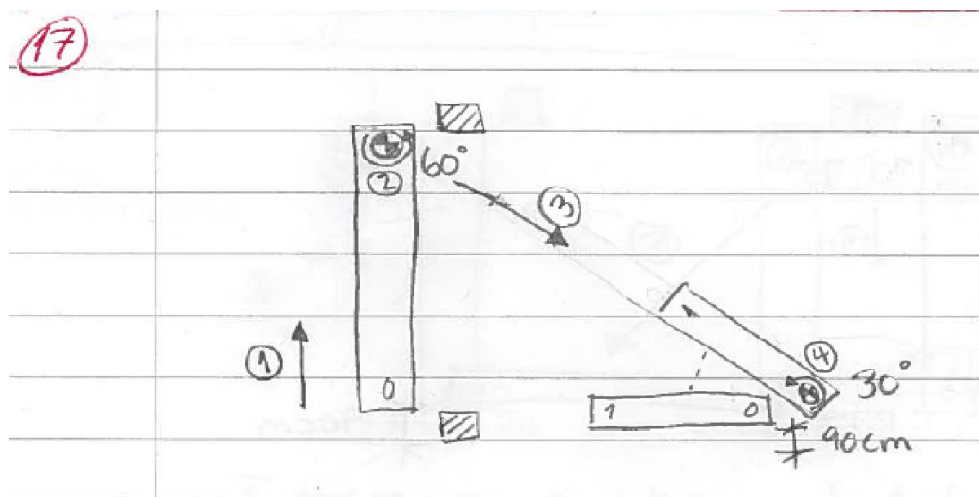
- Endring av rotasjonspunkt
- Mange bevegelser



Løsning nr. 17

Beskrivelse:

- 1) Flasken løftes opp.
- 2) Flasken roterer ca. 60 grader mot klokken om et høyt rotasjonspunkt i flasken.
- 3) Flasken tas ut liggende med 60 graders helning i en skråbevegelse.
- 4) Flasken roteres til horisontal stilling om et lavt rotasjonspunkt i flasken.



Figur 15 Kinematisk løsning nr. 17

Fordeler:

- Rotasjonspunkt forblir i flasken
- Flasken ender i riktig arbeidshøyde

Ulemper:

- Flasken kan komme i kontakt med omgivelsene
- Utbevegelsen blir ikke rettlinjet
- Endring av rotasjonspunkt

Den kinematiske løsningen som utmerket seg var løsning nr. 15. Denne ble valgt fordi den fikk høyest poengsum og hadde klare praktiske fordeler.



3.3 Designpremisser

WOCS containerne til Advantec AS er designet for å stå offshore hvor er det begrenset tilgang på areal. Det er derfor naturlig å komprimere innholdet og dermed gjøre containeren så liten så mulig. Dette gir utfordringer ved konstruering av uthentingsmetoden til flaskene, da disse må tas ut på en forsvarlig og effektiv måte.



Figur 16 Begrenset tilgang på areal offshore. Advantec AS. (Brukt med tillatelse).

Bedriften har seks forskjellige dimensjoner og vekt på akkumulatorflaskene (Se tabell 3). Det er i denne rapporten tatt utgangspunkt i de største akkumulatorflaskene, da disse flaskene gir flest utfordringer.

Type	Dimension (mm)			Weight (Kg)	Ref. Drawing
	OD	Length	Total (w/ pipe for indicator)		
PISTON	305	2300	2400	534	LT43812
PISTON	317,5	2400	2500	710	LT43811
PISTON	203,0	1470		180	LT39530
PISTON	180	1448	1483	115	170-4064
BLADDER	229	1864 ±30	NA	130	170-10992
BLADDER	246	1369 ±30	NA	180	170-10993
		- biggest and heaviest			
		- smallest and lightest			

Tabell 3 Akkumulatorspesifikasjoner. Advantec AS. (Brukt med tillatelse).



Det er ikke bare størrelsen og tyngden på noen av flaskene som presenterer en utfordring. I Advantec AS sine WOCS containere er det flere hindringer å forholde seg til. Dette inkluderer hovedramme på container, det vil si bjelker i gulv, tak og vegger. I tillegg til dette står akkumulatorflaskene side om side, i to rader og i en liten krybbe med en høyde på ca. 50mm. Avstanden mellom flaskene varierer noe, men mellom de største og tyngste er avstanden 25mm. Da er det ikke tatt hensyn til et målerør på høyre side av flaskene, noe som reduserer denne avstanden betraktelig.



Figur 17 Største akkumulatorflasker i krybber, og med målerør. Privat bilde. (Brukt med tillatelse).

Som tidligere fastslått ble det bestemt at en horisontal uthentingsmetode som inkluderer løft, rotasjon og inn/ut bevegelse var nødvendig. Etter mye "brainstorming", ble det bestemt at en uthentingsmetode som inkluderer bruk av gaffeltruck ville fungere best. Gaffeltruck ble derfor valgt som hoveddrivkraftsystem og vil bli brukt til løft og inn/ut bevegelsen. Ved Advantec AS er gaffeltruck tilgjengelig, og dermed reduseres kostnadene mer enn hva det hadde gjort ved utvikling av alternativ utstyr.

Til rotasjonsbevegelsen trengs det et drivkraftsystem, som enten drives av trucken, er selvforsynt, eller drives manuelt. Dette undersøkes nærmere i neste delkapittel.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

ADVANTEC
TECHNOLOGY & SERVICE FOR THE FUTURE

3.4 Løfteutstyr til truck som finnes på markedet i dag

Å konstruere nytt design gir økt kostnad, og krav om sertifisering. Før å unngå dette ble det konkludert med og først undersøke markedet for eksisterende utstyr.

Kriterier som ble tatt hensyn til under prosessen med å finne det rette løfteutstyret var at det:

- Kan anvendes på en standard gaffeltruck
- Har stor nok løftekapasitet
- Kan rotere/tilte
- Innehar et drivkraftsystem, som enten drives av trucken, er selvforsynt, eller drives manuelt
- Er brukervennlig
- Er innenfor virksomhetens økonomiske rammer

Det dukket opp mye forskjellig tilleggsutstyr til gaffeltruck. Av de produktene som dukket opp, var det svært få som hadde alle de nødvendige funksjonene integrert. Den som skilte seg ut blant mengden var en Ultra Grip III (UG III). UG III blir distribuert av Valley Craft Industries Inc. Denne anordningen hadde mange av de nødvendige funksjonene som uthentingsmetoden krevde.

UG III består av følgende systemer:

- Selvforsynt elektrohydraulisk system
 - Hydrauliske gripearmer
 - 120 graders tiltfunksjon
 - 360 graders rotasjon
- (Valley Craft Inc.)



Figur 18 Ultra Grip III. Valley Craft Industries Inc. www.vallevcraft.com (Brukt med tillatelse)



Det gjenstod likevel ett problem. Liten avstand mellom flaskene, samt målerør på de større flaskene, hindret gripearmerne i å komme til. I tillegg var diameteren på flaskene for små til å passe med gripearmerne til UG III. Det var derfor nødvendig med et ledd mellom akkumulatorflaske og UG III dersom UG III skulle fungere. Det gjenstod dermed å utvikle en festeanordning/spesialverktøy mellom flaske og UG III. Dette løses i neste kapittel.

4. Utvikling av festeanordning/spesialverktøy

4.1 Festeandordning

Festeandordning/spesialverktøy som skulle konstrueres måtte fungere som et ledd mellom flaske og gripearmer, og måtte derfor designes slik at det var kompatibelt med gripearmerne til UG III. Hindringer/obstruksjoner rundt og på akkumulatorflasken, gjorde at designet av andordningen etter hvert utviklet seg i en bestemt retning.

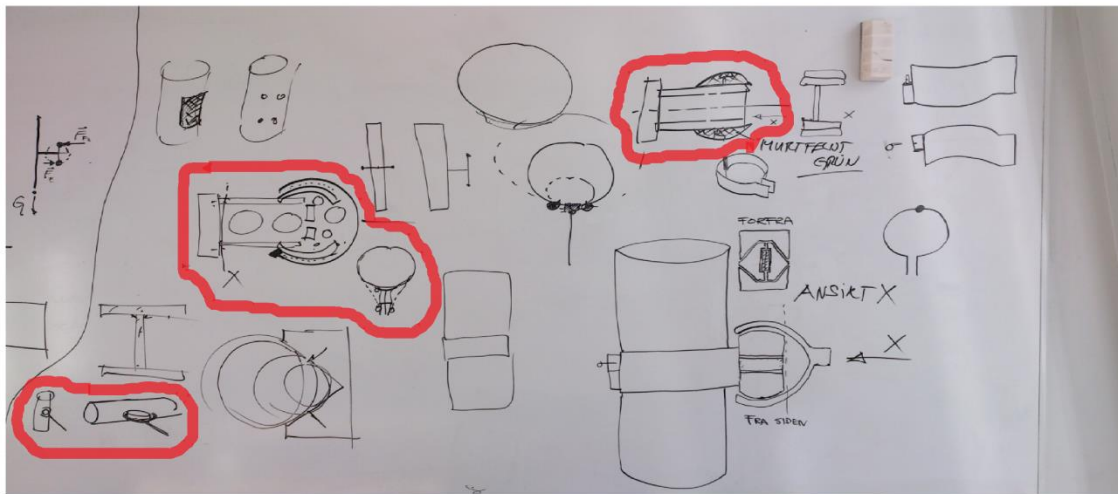
I utviklingsprosessen ble det tatt hensyn til:

- Økonomi
- Materialvalg
- Styrke
- Brukervennlighet
- Konstruksjonsmetode
- Sammensetningsmetode
- Vektreduksjon/minimal bruk av materiale

Dette var alle viktige kriterier som spilte en stor rolle i utvikling av designet på spesialverktøyet.

4.1.1 Utviklingsprosessen

Som med alle andre produktutviklingsprosjekter var "brainstorming" en stor del av prosessen. Figur 19 illustrerer hvordan denne prosessen gikk for seg.



Figur 19 Idèmyldring, spesialverktøy

Områdene i tegningen merket med rødt, ble utgangspunkt for videre design av verktøyet. Det ble konkludert med at denne formen ville fungere best sammen med UG III. Ved hjelp av utskårede spor til gripearmene vil spesialverktøyet låse seg fast til UG III når de griper rundt. For selve løfteoperasjonen derimot, manglet det fortsatt en måte å feste flaskene til anordningen.

Som nevnt tidligere var målerør (kun på de største flaskene) og liten avstand mellom flaskene en betydelig hindring. Det ble derfor bestemt at stropper var det eneste materialet som var fleksibelt og smalt nok til å få rundt flaskene. En metode for å stramme stroppene var altså nødvendig.

Det eksisterer mange metoder for stramming av stropper, men det ble det fastslått at en momentnøkkel sammen med vinsj ville være mest brukervennlig og økonomisk. Ved hjelp av disse komponentene skal da en person ha mulighet til å stramme stroppene slik at løft kan utføres. Vinsjer måtte altså integreres inn i designet av verktøyet.



4.1.2 Materialvalg og sammensetningsmetode

Formen på anordningen var bestemt, men hvilke material og sammensetningsmetode som skulle anvendes var fortsatt uklart. Kriterier som ble vurdert ved valg av materiale og sammensetningsmetode var:

- Tilgjengelighet
- Pris
- Kvalitet
- Styrke

På grunn av disse kriteriene ble det valgt å bruke S355 flattstål som material i anordningen, da det er en vanlig, billig og sterk ståltype.

Ved sammensetning av spesialverktøy ble sveising valgt for verktøyets ramme, bøyer for stroppene og støtterammer for vinsjer. Sveising er svært effektivt og oppfyller kriteriene som er listet opp. Resten av komponentene skrues fast med bolter. Kan nevne at der flattstålet er buet, vil valsing bli anvendt.

For å oppsummere vil altså spesialverktøyet bestå av:

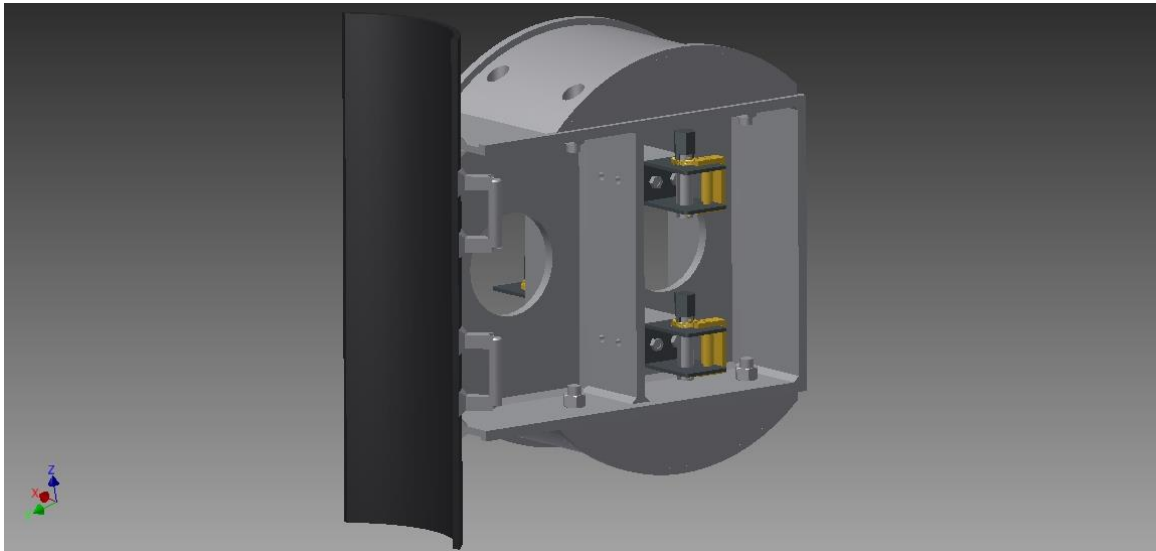
- Støtteplate: Valset flattstål S355. Funksjonen er å støtte inn til flasken, samt gi friksjon mellom seg selv og flasken ved et løft. (Vedlegg 11)
- Halvsirkler: Halvsirkler i S355 stål med hull til M20 festeskruer. Fungerer som kontaktflate til gripearmerne på UG III. (Vedlegg 7)
- Rammer: Kuttet S355 flattstål plater. Senterplate inkluderer vektreduksjonshull. Fungerer som ramme til spesialverktøyet. (Vedlegg 9,10,12,13)
- Støtterammer for vinsjer: Valset flattstål S355. Konstruksjon som vinsjer monteres på. (Vedlegg 14)
- Bøyer for stropper: Bøyer som funksjon er å gi mer kontaktflate mellom akkumulatorflaske og stropper. (Vedlegg 15,16,17)
- Vinsjer: Ferdigproduserte fra leverandør. Kapasitet på 1500kg. (Vedlegg 5,6)
- Stropper: Ferdigproduserte fra leverandør. Kapasitet på 1500kg.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

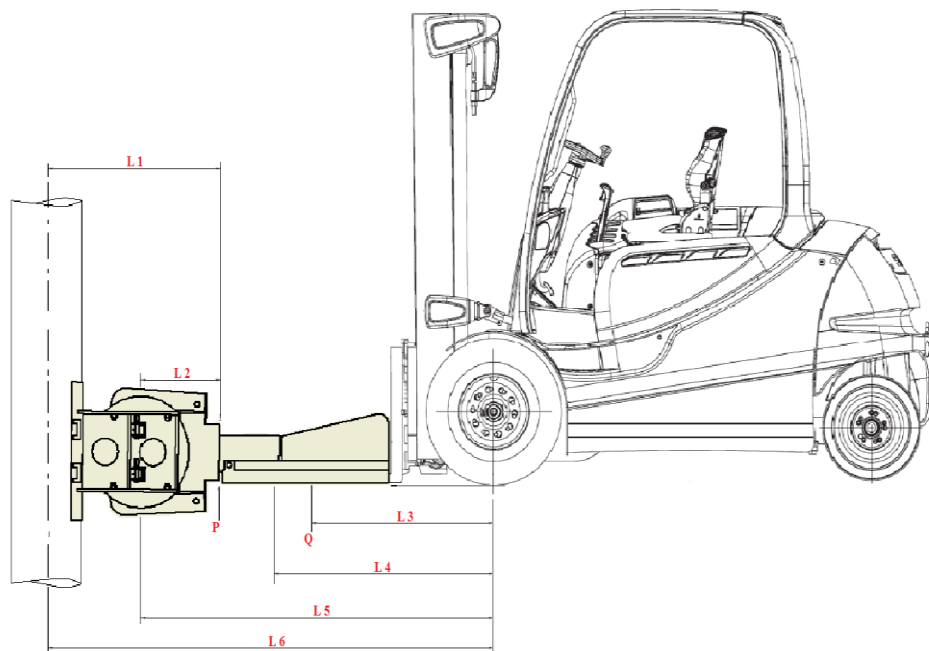


Her presenteres et bilde av hvordan spesialverktøyet vil se ut ferdigprodusert:



Figur 20 Illustrasjon av spesialverktøy

4.2 Krefter i sving



Figur 21 Målsatt illustrasjon av truck, "UG III", spes.verktøy og flaske. Illustrasjon av truck. STILL GmbH. www.still.co.uk. (Brukt med tillatelse)



4.2.1 Utregning av maksimalt tillatt bøyemoment i UG III

UG III:

- Vekt: 410kg
- Lastekapasitet: 910 kg
- Avstand fra senter gripearmer til svakeste punkt i UG III (L_2): 0,584 m

$$\vec{F}_{maks} = 910kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 8927,100N$$

$$M_{UG III maks} = 8927,100N \cdot 0,584m = \underline{\underline{5213,426Nm}}$$

4.2.2 Utregning av bøyemoment (M_{Ptot}) i svakeste punkt (P) på UG III med spesialverktøy og tyngste akkumulatorflaske

Den tyngste akkumulatorflasken brukes som referanse fordi den gir det største bøyemomentet.

- Avstand fra senter akkumulatorflaske til punkt P på UG III (L_1): 1,096 m
- Avstand fra senter spesialverktøy på til punkt P i UG III (L_2): 0,584 m

Akkumulatorflaske:

- Høyde: 2400 mm
- Vekt: 710 kg
- Diameter: 317,5 mm

Spesialverktøy:

- Vekt: Antatt 30 kg



$$\vec{F}_{akk.flaske} = 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 710 \text{ kg} = \underline{6965,100N}$$

$$M_{P_{akk.flaske}} = 6965,100N \cdot 1,096m = \underline{7633,750Nm}$$

$$\vec{F}_{spes.verktøy} = 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 30 \text{ kg} = \underline{294,300N}$$

$$M_{P_{spes.verktøy}} = 294,300N \cdot 0,584m = \underline{171,871Nm}$$

$$M_{P_{tot}} = 7633,750Nm + 171,871Nm = \underline{\underline{7805,621Nm}}$$

Beregningene tilsier at:

$$\underline{\underline{M_{P_{tot}} = 7805,621Nm}} > M_{UG III_{maks}} = 5213,426Nm$$

Dette betyr at bøyemomentet som oppstår med spesialverktøy og den tyngste akkumulatorflasken er større enn det UG III har kapasitet til. Videre beregning viser at den kan løfte 4 av 6 akkumulatorflasker. For å kunne løfte alle seks, må UG III ha en løftekapasitet på ca. 1400 kg.

Etter kontakt med det amerikanske firmaet Valley Craft, som leverer UG III, ble det slått fast at design og konstruksjon av en tilsvarende enhet med større løftekapasitet kan la seg gjøre. Dette innebærer derimot ekstra kostnader, da UG III må endres strukturelt og hydraulisk.

I og med at prinsippet fungerer, UG III kan løfte 4 av 6 flasker, og at Valley Craft kan konstruere en tilsvarende "Ultra Grip", velges det å fortsette med spesialverktøyet og UG III som uthentingsmetode.



4.2.3 Utregning av nødvendig løftekapasitet på gaffeltruck

Det er tatt utgangspunkt i en Still RX-60-40. Denne trucken har en gaffellengde på 1200mm og en løftekapasitet 4000 kg. (STILL Materials Handling Ltd)

Det regnes ut hver for seg de aktuelle bøyemomentene i forhjulet på trucken, da dette er vippepunktet. Videre brukes det totale momentet ($M_{tot\ Forhjul}$) for å finne ut hvor stor løftekapasitet trucken trenger.

Bøyemoment fra akkumulatorflaske (M_1):

- Avstand fra senter forhjul til senter akkumulatorflaske (L_6): 2,561 m

$$\vec{F}_{akk.flaske} = 6965,100N$$

$$M_1 = 6965,100N \cdot 2,561m = \underline{17837,621Nm}$$

Bøyemoment fra spesialverktøy (M_2):

- Avstand fra senter forhjul til senter verktøy (L_5): 2,049 m

$$\vec{F}_{verktøy} = 30kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 294,300N$$

$$M_2 = 294,300N \cdot 2,049m = \underline{603,021Nm}$$



Bøyemoment fra UG III (M_3):

- Avstand fra senter forhjul til senter UG III (L_4): 1,262 m

$$\vec{F}_{UG III} = 410kg \cdot 9,81 m/s^2 = 4022,100N$$

$$M_3 = 4022,100N \cdot 1,262m = \underline{5075,890Nm}$$

Utrekning av totalvekt ($V_{Q tot}$) i punkt Q ved hjelp av det totale bøyemoment ($M_{tot Forhjul}$):

Q er leverandørens utgangspunkt for maks. løftekapasitet ("Rated Capacity").

- Avstand fra punkt Q til senter forhjul (L_3): 1,025 m

$$M_{tot Forhjul} = M_1 + M_2 + M_3$$

$$M_{tot Forhjul} = 17837,621Nm + 603,021Nm + 5075,890Nm = \underline{23516,532Nm}$$

$$V_{Q tot} = \frac{M_{tot Forhjul}}{L_3} = \frac{23516,532Nm}{9,81 m/s^2 \cdot 1,025m} = \underline{\underline{2338,732kg}}$$

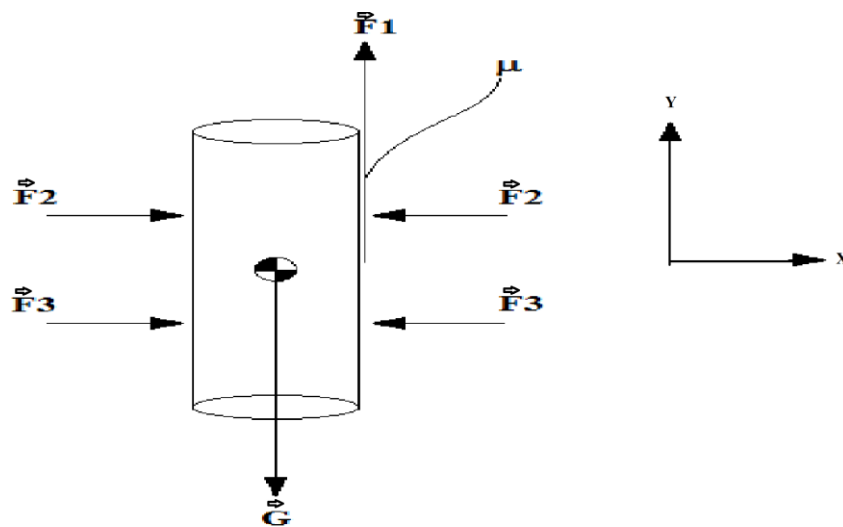
Det oppstår et bøyemoment i forhjulet på gaffeltrucken, som tilsvarer en vekt på 2338,732kg i punkt Q. En må bruke en truck som har en løftekapasitet på minst 2400kg, dersom gaffellengde lik 1200mm anvendes. Ved andre gaffellengder må utregninger gjøres på nytt, da Q vil forlytte seg.

4.2.4 Utregning av krefter på stropp, vinsj og momentnøkkel

Det oppstår en friksjonskraft (F_1) mellom spesialverktøyet og akkumulatorflasken når en strammer stroppene ved hjelp av vinsjene. Disse utregningene er gjort for å finne den nødvendige kraften stroppene og hver vinsj trenger for oppnå stor nok friksjon mellom flaske og spesialverktøy, slik at friksjonskraften (F_1) er lik tyngdekraften (G). I tillegg er kraften en person må utøve for å oppnå tilstrekkelig moment på vinsjen, slik at friksjonskraften (F_1) er lik tyngdekraften (G), utregnet. Det er blitt brukt en 300mm lang momentnøkkel med ett nøkkelhode på 28mm diameter som utgangspunkt.

Her er det brukt en friksjonskoeffisient (μ) for stål mot stål på 0,74 (Pedersen, Gustavsen, Kaasa, & Olsen, 2010).

Krefter i stropper og vinsjer:



Figur 22 Frittlegemediagram akk.flaske

$$\sum \vec{F}_x = 0 \Rightarrow \vec{F}_2 - \vec{F}_2 + \vec{F}_3 - \vec{F}_3 = 0$$

$$\sum \vec{F}_y = 0 \Rightarrow -\vec{G} + \vec{F}_1 = 0 \Rightarrow \underline{\vec{F}_1 = \vec{G} = m \cdot g}$$



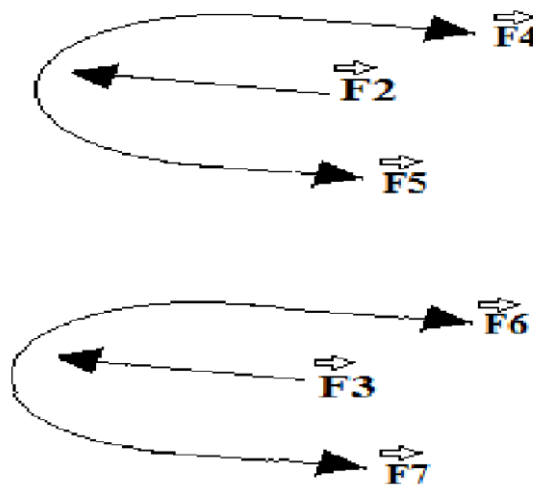
$$\vec{F}_1 = \mu \cdot (\vec{F}_2 + \vec{F}_3) \Rightarrow \vec{G} = \mu \cdot (\vec{F}_2 + \vec{F}_3)$$

$$\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \frac{m \cdot g}{\mu} = \frac{710 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{0,74} = \underline{9412,300 \text{ N}}$$

Antar at begge stroppene strammes like mye som medfører at:

$$\vec{F}_2 = \vec{F}_3 = \frac{9412,300 \text{ N}}{2} = \underline{4706,100 \text{ N}}$$

Videre regnes ut kraften hver vinsj og stropp utsettes for, når $\vec{F}_1 = \vec{G}$:



Figur 23 Frittlegemediagram stropper

$$\sum \vec{F}_x = 0 \Rightarrow \vec{F}_2 - \vec{F}_4 - \vec{F}_5 = 0$$

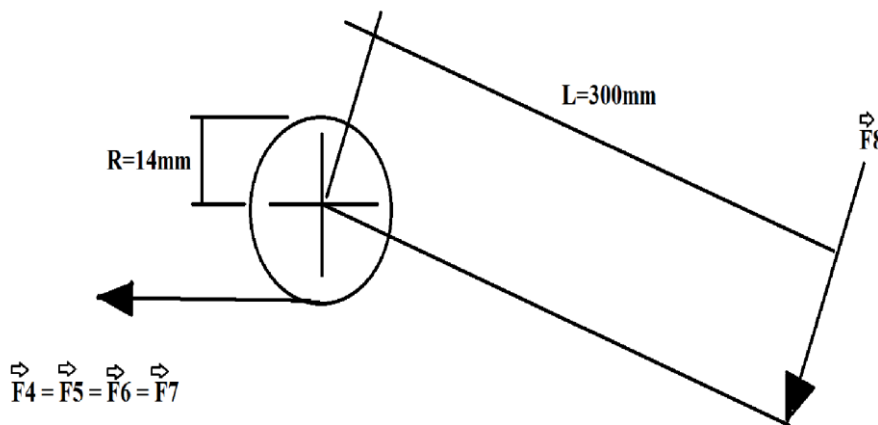
$$\vec{F}_4 = \vec{F}_5 = \vec{F}_6 = \vec{F}_7 = \frac{\vec{F}_2}{2} = \frac{4706,100 \text{ N}}{2} = \underline{\underline{2353,100 \text{ N}}}$$



Dette er kraften hver vinsj utsettes for, og det tilsvarer en vekt på tilnærmet lik 240kg. Vinsjene har ingen problem med å håndtere denne vekten, da de har en lastekapasitet på 1500kg. Dette tilsvarer også vekten hver stropp utsettes for. Stroppene har heller ingen problem med å håndtere denne vekten, da de har en lastekapasitet på 1500kg.

Kraft på momentnøkkel:

Nå regnes ut kraften (\vec{F}_8) en person må utøve på en momentnøkkel med lengde 300mm og diameter på nøkkelhodet lik 28mm, for å oppnå tilstrekkelig moment på vinsjene.



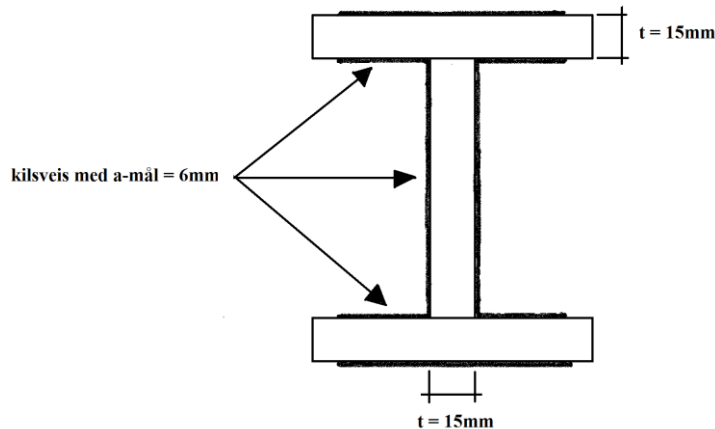
Figur 24 Frittlegemediagram momentnøkkel

$$2353,100N \cdot 0,014m = 0,300m \cdot \vec{F}_8$$

$$\vec{F}_8 = \frac{2353,100N \cdot 0,014m}{0,300m} = \underline{\underline{109,800N}}$$

Dette er kraften en person må utøve for å stramme stroppene slik at flasken holdes i ro, dvs. $\vec{F}_1 = \vec{G}$. Denne kraften tilsvarer en vekt på tilnærmet lik 11,2kg. Vekten anses som overkommelig. I tillegg kan en lengre momentnøkkel brukes, som igjen vil redusere kraften betraktelig.

4.2.5 Utregning av krefter i sveis



Figur 25 Snitt av spesialverktøy

Det velges et a-mål på sveis, på 6mm. I tillegg er S355 platene rett avskåret, slik at kilsveis anvendes.

I følge NS-EN 1993-1-8:2005+NA:2009 sier forenklet metode for utregning av sveisekrefter at:

Dimensjonerende kapasitet for en kilsveis antas tilstrekkelig hvis resultatene av alle krefter per lengdeenhet i hvert punkt langs sveisens lengde oppfyller følgende kriterium:

$$F_{wEd} \leq F_{wRd}$$

der

F_{wEd} er dimensjonerende verdi av kraften som virker på sveisen per lengdeenhet.

F_{wRd} er dimensjonerende kapasitet til sveisen per lengdeenhet.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

F_{wRd} bestemmes uavhengig av kilsveisarealets orientering i forhold til den påførte kraften F_{wRd} som påfølger:

$$F_{wRd} = f_{vw d} \cdot a$$

der

$f_{vw d}$ er sveisens dimensjonerende skjærfasthet.

a er a-målet til sveisen.

$f_{vw d}$ bestemmes som følger:

$$f_{vw d} = \frac{\frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

der

β_w , f_u , og γ_{M2} er definerte. (Standard Norge, 2009)

Som nevnt tidligere brukes det S355 stål, noe som gir følgende verdier:

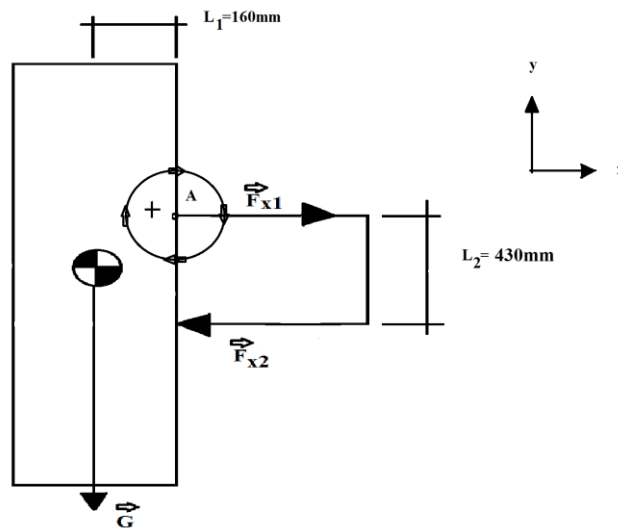
$f_u = 510 \text{ N/mm}^2$ Tabell 3.1
(Standard Norge, 2008)

$\beta_w = 0,9$ Tabell 4.1

$\gamma_{M2} = 1,25$ Tabell 2.1
(Standard Norge, 2009)

Horizontal sveis:

Det blir kun tatt for seg horizontal sveis på øvre plate av spesialverktøy. Denne horisontale sveisen sveises i en bue på oversiden og undersiden av den øvre platen og påkjennes av en strekkraft (\vec{F}_{x1}). For å finne ut om sveisen er sterk nok må F_{wEd} og F_{wRd} utregnes.



Figur 26 Frittlegemediagram horizontal sveis

Først må kraften (\vec{F}_{x1}) regnes ut:

$$\vec{G} = \underline{6965,100N}$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow -\vec{G} \cdot 160mm + \vec{F}_{x2} \cdot 430mm = 0$$

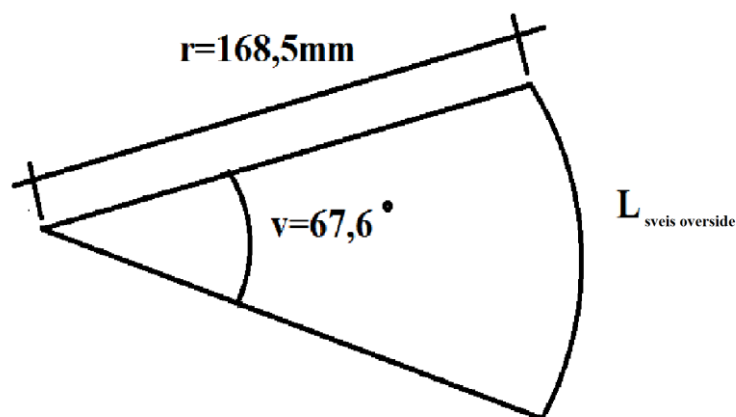
$$\vec{F}_{x2} = \frac{6965,100N \cdot 160mm}{430mm} = \underline{2591,665N}$$

$$\sum \vec{F}_x = 0 \Rightarrow \vec{F}_{x1} - \vec{F}_{x2} = 0 \Rightarrow \vec{F}_{x1} = \vec{F}_{x2} = \underline{2591,665N}$$



Nå skal kraften, \vec{F}_{x1} , fordeles over hele den horisontale sveiselengden, $L_{Eff. \text{ tot horisontal sveis}}$. Som nevnt tidligere sveises den horisontale sveisen i en bue på oversiden og undersiden av platen.

Sveiselengden på oversiden regnes ut:



Figur 27 Horisontal buesveis

$$L_{Eff. \text{ sveis overside}} = 2\pi r \cdot \left(\frac{v}{360^\circ}\right) - 2 \cdot a = 2\pi \cdot 168,500\text{mm} \cdot \left(\frac{67,6^\circ}{360^\circ}\right) - 2 \cdot 6\text{mm}$$

$$L_{Eff. \text{ sveis overside}} = \underline{186,803\text{mm}}$$

Sveiselengden på undersiden regnes ut:

For å finne $L_{Eff. \text{ sveis underside}}$ trekkes det fra tykkelsen (t), til senterplaten i spesialverktøyet, fra $L_{Eff. \text{ s overside}}$.

$$t = 15\text{mm}$$

$$L_{Eff. \text{ sveis underside}} = 186,803\text{mm} - 15\text{mm} = \underline{171,803\text{mm}}$$



Total horisontal sveiselengde regnes ut

$$L_{Eff. \text{ tot horisontal sveis}} = 186,803\text{mm} + 171,803\text{mm} = \underline{358,606\text{mm}}$$

Til slutt regnes ut dimensjonerende verdi per lengdeenheter (F_{wEd}) av kraften (\vec{F}_{x1}) som virker på sveisen:

$$F_{wEd} = \frac{\vec{F}_{x1}}{L_{Eff. \text{ tot horisontal sveis}}} = \frac{2591,665\text{N}}{358,606\text{mm}} = \underline{7,227\text{N/mm}}$$

Dimensjonerende kapasitet per lengdeenheter (F_{wRd}) til sveis med a-mål lik 6mm regnes ut:

$$f_{vw d} = \frac{510\text{N/mm}^2}{\frac{\sqrt{3}}{0,9 \cdot 1,25}} = \underline{261,732\text{N/mm}^2}$$

$$F_{wRd} = 261,732\text{N/mm}^2 \cdot 6\text{mm} = \underline{1570,393\text{N/mm}}$$

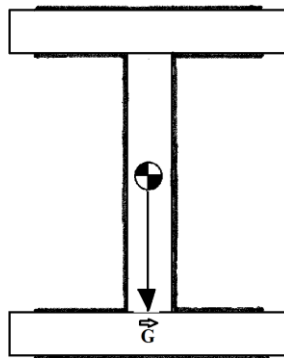
$$\underline{\underline{F_{wEd} = 7,227\text{N/mm} < F_{wRd} = 1570,393\text{N/mm}}}$$

Den horisontale sveisen, med a-mål = 6mm, tåler mer enn nok kreftene den blir utsatt for.



Vertikal sveis:

Nå blir det tatt for seg vertikal sveis på senterplate av spesialverktøy. Denne vertikale sveisen sveises på hver side av senterplaten og påkjennes av en skjærkraft (\vec{G}). For å finne ut om sveisen er sterk nok må F_{wEd} utregnes. F_{wRd} er allerede funnet.



Figur 28 Frittlegemediagram vertikal sveis

$$\vec{G} = \underline{6965,100N}$$

Total vertikal sveiselengde finnes:

$$L_{tot \text{ vertikal sveis}} = 2 * L_{\text{vertikal sveis}} = 2 * 400mm = \underline{800mm}$$

Dimensjonerende verdi per lengdeenhet (F_{wEd}) av kraften (\vec{G}) som virker på sveisen regnes ut:

$$F_{wEd} = \frac{\vec{G}}{L_{tot \text{ vertikal sveis}}} = \frac{6965,100N}{800mm} = \underline{8,706 N/mm}$$



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



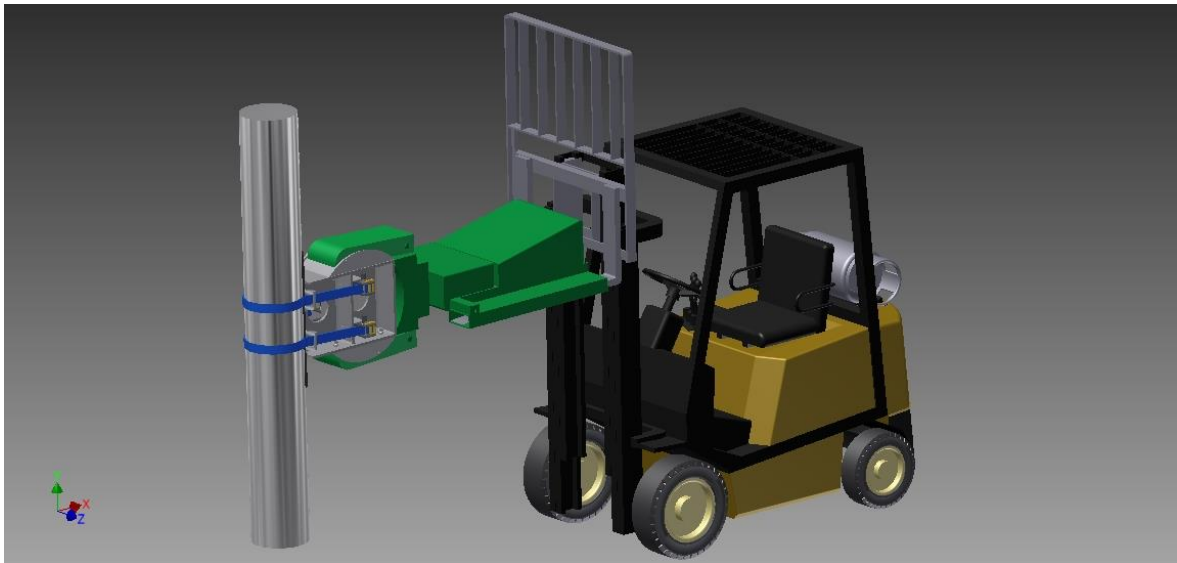
Som utregnet tidligere er:

$$F_{wRd} = \underline{1570,393 \text{ N/mm}}$$

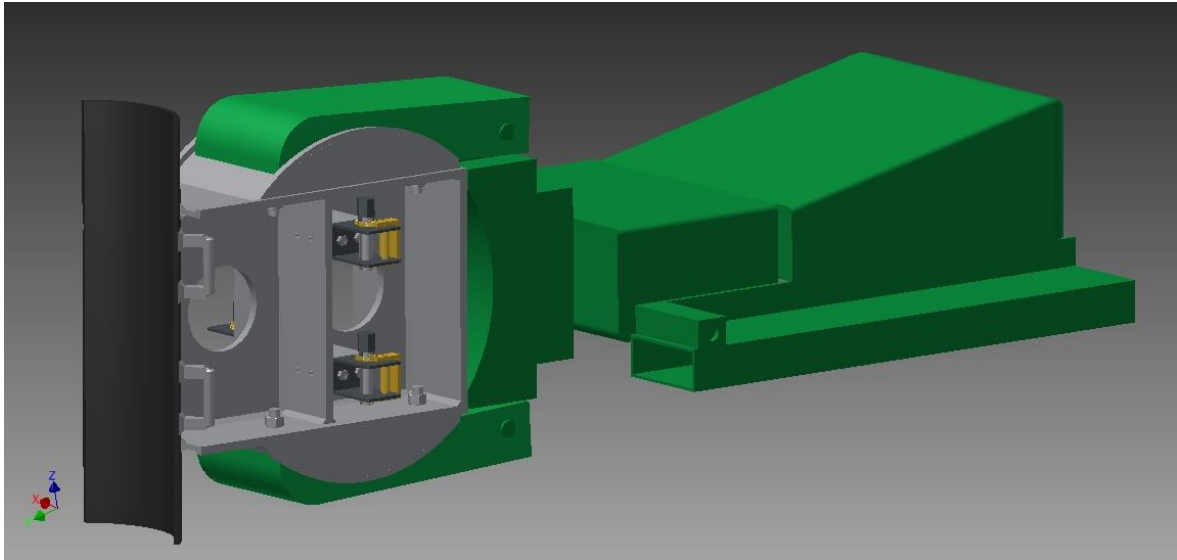
$$\underline{F_{wEd} = 8,706 \text{ N/mm} < F_{wRd} = 1570,393 \text{ N/mm}}$$

Den vertikale sveisen, med a-mål = 6mm, tåler mer enn nok kreftene den blir utsatt for.

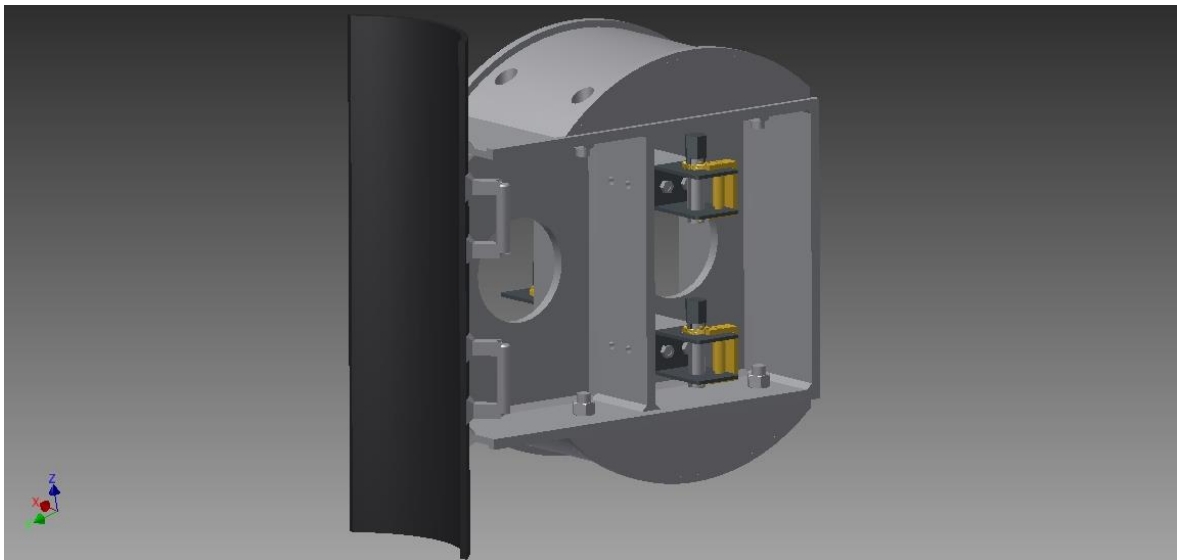
5. Ferdig produkt



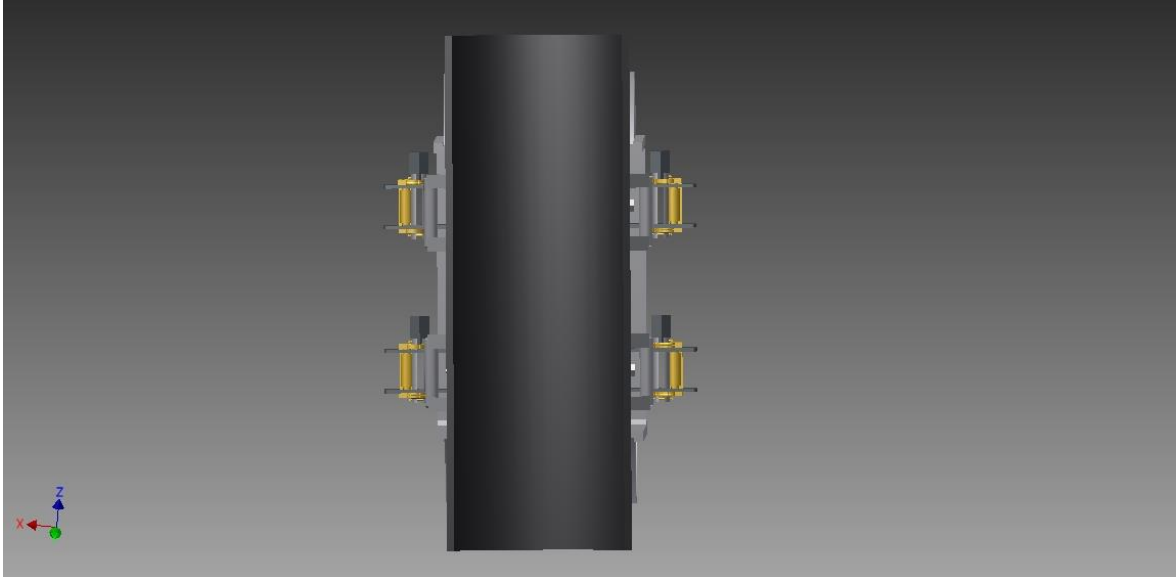
Figur 29 Komplet oppsett. Illustrasjon av truck. [Ricardo Noble Cenicerros](https://grabcad.com/library/forklift-1/files).
<https://grabcad.com/library/forklift-1/files>. (Brukt med tillatelse)



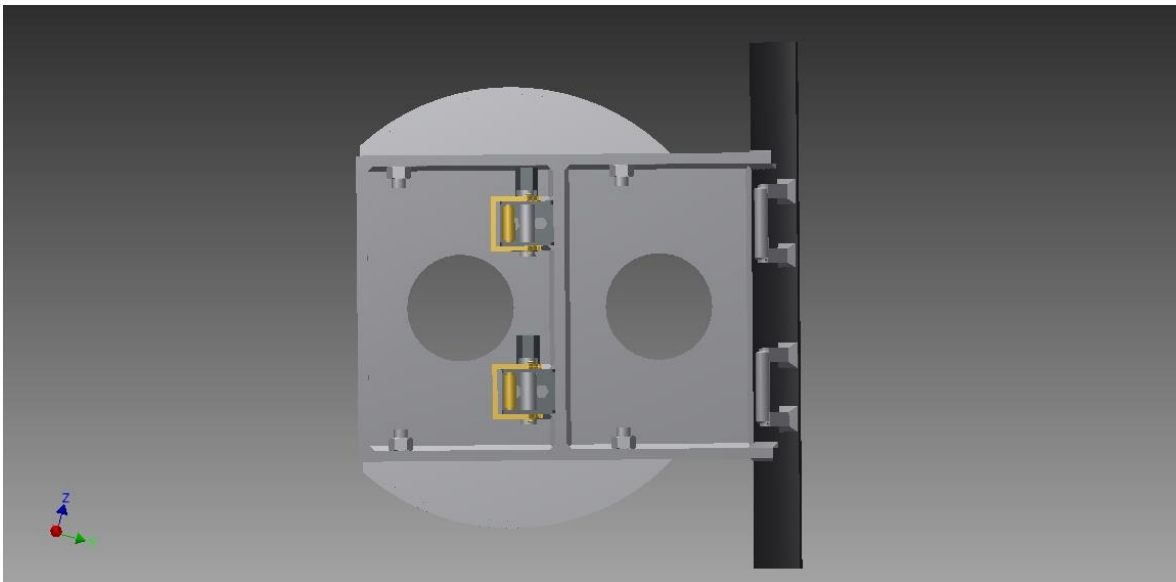
Figur 30 Illustrasjon av "Ultra Grip III" og spesialverktøy



Figur 31 Illustrasjon av spesialverktøy



Figur 32 Sett forfra

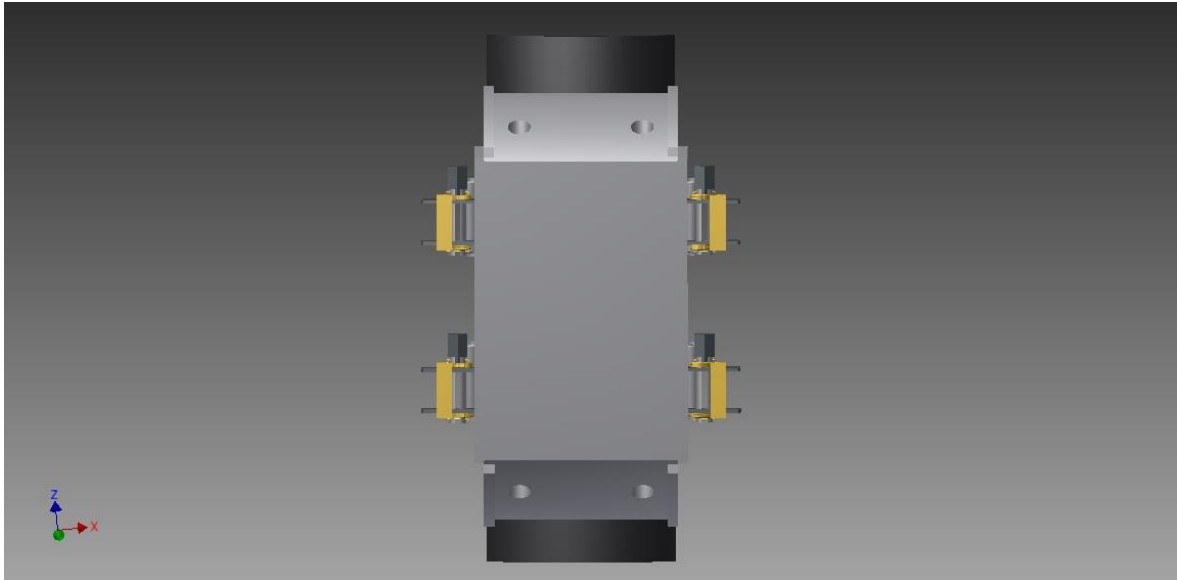


Figur 33 Sett fra siden



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

ADVANTEC
TECHNOLOGY & SERVICE FOR THE FUTURE



Figur 34 Sett bakfra



Figur 35 Sett ovenfra



6. Konklusjon

Hensikten med denne rapporten, var å finne en alternativ løsning for uthenting av akkumulatorflasker fra WOCS-containerer. Det er i denne rapporten blitt presentert en løsning på dette problemet.

Det å utvikle et verktøy med alle de nødvendige funksjonene for å utføre operasjonen viste seg å være en utfordring, men ved å kombinere flere eksisterende verktøy forenklet det seg noe. Ved å bruke truck og "Ultra Grip III" gjenstod det kun å utvikle et ledd mellom akkumulatorflaske og UG III.

Det er blitt tatt for seg kinematiske løsninger, og designpremisser er blitt oppsummert og vurdert. Spesialverktøy er blitt utviklet, og styrkeberegninger av de forskjellige komponentene i konseptet er blitt fremstilt.

Spesialverktøyet kombineres med truck og UG III. Ved hjelp av stropp, vinsj og momentnøkkel, vil man da ha mulighet for å feste flaskene og hente de ut.

Videre ble det fastslått at UG III ikke hadde mulighet til å løfte de tyngste flaskene. Siden prinsippet fungerte, og Valley Craft Industries Inc. hadde mulighet for å konstruere en "Ultra Grip" med større kapasitet, ble det valgt å fortsette med konseptet.

Beregningene i denne rapporten er blitt gjennomført for å finne kreftene som oppstår i de forskjellige komponentene på grunn av tyngdekraften. Når systemet er i bevegelse må noe større kraft påregnes. Disse kreftene blir vanskelig å regne ut, da akselerasjonen trucken og UG III utøver under bruk, vil variere.

Resultatene viser derimot en svært god tilnærming og at konseptet vil fungere i praksis. Metoden vil være mer effektiv, brukervennlig, og vil utøve en lavere risiko enn eksisterende metode ved anvendelse.

Til slutt kan det oppsummeres at gruppen har lært mye om hvordan nye løsninger utvikles, og hvordan slike løsninger presenteres i en rapport. Studentene har lært hvordan teori fra diverse fag i studietiden anvendes i praksis, og oppgaven har gitt innblikk i hvordan det jobbes metodisk for å løse ulike problemstillinger. Å samarbeide mot et felles mål har vært svært lærerikt og har gitt studentene en forsmak på hvordan det er å arbeide som ingeniør.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Referanser

Advantec AS. (u.d.). *www.advantec.no*. Hentet 2014 fra <http://advantec.no/about-us>
Pedersen, S. E., Gustavsen, J., Kaasa, S., & Olsen, O. (2010). *Teknisk formelsamling med tabeller*. Oslo: Gyldendal Undervisning.

Standard Norge. (2008, 02 20). NS-EN 1993-1-1:2005+NA:2008. *Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner - Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger*. Standard Norge.

Standard Norge. (2009, 10 01). NS-EN 1993-1-8:2005+NA:2009. *Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner - Del 1-8: Knutepunkter og forbindelser*. Norge: Standard Norge.

STILL Materials Handling Ltd. (u.d.). *www.still.co.uk*. Hentet 2014 fra <http://www.still.co.uk/16308.0.0.html>

Valley Craft Inc. (u.d.). *www.valleycraft.com*. Hentet 2014 fra https://valleycraft.com/index.php/drum-handling/product/show/616-ultra-grip-iii-self-powered-hydraulic-fork-lift-attachment/category_pathway-15



Vedlegg

Vedlegg 1:	Forenklet tegning av konsept	(tegn.nr.07051405)
Vedlegg 2:	3D tegning av UG III og spesialverktøy	(tegn.nr.02051401)
Vedlegg 3:	3D tegning av Ultra Grip III	(tegn.nr.07051402)
Vedlegg 4:	Spesialverktøy	(tegn.nr.06051401)
Vedlegg 5:	Spesialverktøy: Vinsj (venstre)	(tegn.nr.02051402)
Vedlegg 6:	Spesialverktøy: Vinsj (høyre)	(tegn.nr.07051405)
Vedlegg 7:	Spesialverktøy: Halvsirkler	(tegn.nr.01051405)
Vedlegg 8:	Spesialverktøy: Sveisetegning	(tegn.nr.01051401)
Vedlegg 9:	Spesialverktøy: Over og underplate	(tegn.nr.13040403)
Vedlegg 10:	Spesialverktøy: Senterplate	(tegn.nr.13041401)
Vedlegg 11:	Spesialverktøy: Støtteplate	(tegn.nr.13041406)
Vedlegg 12:	Spesialverktøy: Bakplate	(tegn.nr.13041405)
Vedlegg 13:	Spesialverktøy: Sideplater	(tegn.nr.13041402)
Vedlegg 14:	Spesialverktøy: Støtterammer vinsjer	(tegn.nr.01051406)
Vedlegg 15:	Spesialverktøy: Bøyle for stropper	(tegn.nr.01051402)
Vedlegg 16:	Spesialverktøy: Bøyle for stropper: Støtte	(tegn.nr.01051404)
Vedlegg 17:	Spesialverktøy: Bøyle for stropper: Aksling	(tegn.nr.01051403)