

HØGSKOLEN i Buskerud

Avdeling for Ingeniørutdanning
Institutt for Teknologi

Hovedprosjektrapport

Oppgave/gruppetittel: Automatisk skru stasjon – A.S.S Gruppe #1 Y-engineering
Gruppemedlemmer: Ole Gunnar Leer Halvor Aschjem Svein G. Nordbø Henrik Mathiesen
Oppdragsgiver: OSO Hotwater AS
Ekstern veileder: Jørn Haflan
Intern veilder: Kjell Enger, Ingerid Fossum
Dato: 30.05.11
Vi bekrefter at den innleverte besvarelsen fullt og helt er vårt verk. Ole Gunnar Leer Halvor Aschjem Svein Gjoran Nordbø Henrik Mathiesen



1 Innholdsfortegnelse

1	Innholdsfortegnelse	2
2	Figurliste	5
3	Forord	7
4	Ordliste	8
5	Maskinoversikt	9
6	Innledning	11
7	Presentasjon av prosjektgruppen Y-engineering	11
8	Sammendrag og konklusjon	12
9	Analysemetoder	13
9.1	CAFCR	13
9.2	FEM analyse	16
9.3	Fysiske målinger	16
10	Konseptutvikling	17
10.1	Konseptforslag	18
10.1.1	Konsept 1	18
10.1.2	Evaluering av konsept 1	20
10.2	Innføring av nye palletter	20
10.3	Konsept 2	21
10.3.1	Konseptmatrise	21
10.3.2	Evaluering av konsept 2	29
11	Deleutvalgelse	30
11.1	Mekanisk	30
11.1.1	Motorer	30
11.1.1.1	Tankrotasjonsmotor	30
11.1.1.2	Beltedriftsmotor	31
11.1.2	Lineær kulebane, påhold	31
11.1.3	Rotasjon, påhold	32
11.1.4	Transportkjeder	33
11.1.5	Lager	33
11.1.5.1	Lager i båndmodul	33
11.1.5.2	Rotasjonslager påhold	34
11.2	Pneumatisk	34
11.2.1	Skillejigg (køsystem)	34
11.2.2	Stopper	35
11.2.3	Oppløft	36
11.2.4	Påhold	37



11.2.5	Ventiler.....	37
11.3	Elektrisk.....	38
11.3.1	Styring av system.....	38
11.3.2	Operatørpanel.....	39
11.3.3	Motorstyring.....	40
11.3.4	Sensorer.....	41
11.3.4.1	Induktive givere.....	41
11.3.4.2	Fotoceller.....	41
11.3.4.3	Fiberoptisk giver.....	41
11.3.5	Lystårn.....	42
11.3.6	Absoluttgiver.....	43
12	FEM analyse.....	44
12.1	Motorboss.....	44
12.1.1	Materialer.....	45
12.1.2	Laster.....	45
12.1.3	Analysér.....	46
12.1.4	Krefter ved rotasjon:.....	49
12.2	Påhold.....	50
12.2.1	Materialer.....	51
12.2.2	Laster.....	51
12.2.3	Analysér.....	52
12.2.4	Redesign.....	53
12.2.5	Konklusjon for FEM analyser.....	55
13	Ressursplan og økonomi.....	56
13.1	Økonomi.....	61
13.2	Materiell.....	61
13.2.1	Innvesteringer.....	64
13.2.2	Tidsanalyse.....	64
13.2.3	Businesscase.....	65
14	Byggeprosessen.....	67
14.1	Uke 1, Produksjon av smådeler.....	67
14.2	Uke 2, Sveising av sikkerhetsbur og modifisering av deler fra vannskjæring.....	69
14.3	Uke 3, Ferdigstilling av sikkerhetsbur og båndmodul, samt maling av deler.....	72
14.3.1	Maling.....	74
14.4	Uke 4, Montert påhold m/ sensorbrakett, flyttet buret og kobling av el.skap.....	75
14.5	Uke 5, Koblet el.skap, lagt opp elektrisk og pneumatisk system, montert absoluttgiver.....	80



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

14.6	Uke 6, Sluttmontering og testing	85
15	Elektrisk systemoversikt	90
15.1	Oversikt el. skap.....	91
16	Pneumatisk systemoversikt	93
17	Testing.....	94
17.1	Mål med testing.....	94
17.2	Tester.....	94
17.3	Utførelse.....	96
17.4	Testkonklusjon	99
18	Vedlegg	100



2 Figurliste

Figur 1 Maskinoversikt	9
Figur 2 CAFCR modellen.	13
Figur 3 Whiteboardtavlen i prosjektrummet.	14
Figur 4 System med post-it lapper.	15
Figur 5 Wallsmart står på ramme.	18
Figur 6 Slank står kun på treplate.	18
Figur 7 Tegning av pallett.	20
Figur 8 SEW motor til oppløft.	30
Figur 9 SEW motor til bånddrift.	31
Figur 10 Linjær kulebane til påhold.	32
Figur 11 Transportkjede.	33
Figur 12 Skillejigg.	34
Figur 13 Stopper montert på sylinder med ISO styring.	35
Figur 14 Bosch sylinder med ISO styring.	36
Figur 15 Påhold.	37
Figur 16 Siemens S7-300.	38
Figur 17 Mitsubishi E1070.	39
Figur 18 Frekvensomformere.	40
Figur 19 Posital Fraba absoluttgiver.	43
Figur 20 Motorboss.	44
Figur 21 Boss montert på oppløft med påskrudd stålplate.	44
Figur 22 På platen ble det montert en POM sentreringsplate.	45
Figur 23 Bosset og stålplaten er her belastet med 970,6 N.	46
Figur 24 Spenningsamling i bosset.	46
Figur 25 Forstørrelse av bosset viser hvor spenningene samler seg.	47
Figur 26 Motorboss belastet i y og z retning.	47
Figur 27 Her ser vi at spenningene har blitt spredd utover ett større område enn ved kun belastning i y-retning, og dette fører til at vi får en mindre spenningstopp.	48
Figur 28 Forstørrelse av y og z retningsplot.	48
Figur 29 Største spenning ligger på 121,3 MPa, mens flytegrensen til materialet er på 355MPa. Den store sikkerhetsfaktoren gir en ekstra trygghet sett i forhold til driftsikkerhet.	49
Figur 30 Bilde av påhold.	50
Figur 31 Påholdsring prøvemontert på tank.	50
Figur 32 Påholdet blir belastet med maksimalt 480 N.	51
Figur 33 God margin til flytegrense, med spenningstopp på 19 MPa.	52
Figur 34 Deformasjon i delen, maksimalt 0,075mm.	52
Figur 35 Påholdet med støttebjelke.	53
Figur 36 Litt mer spenning, 30 MPa, men ikke i nærheten av materialets flytegrense på 220MPa.	53
Figur 37 Forskyvning i redesign.	54
Figur 38 Fresing av slissespor.	67
Figur 39 Dreining av motorboss.	68
Figur 40 Ole kapper stål til sikkerhetsbur.	69
Figur 41 Svein freser slissespor.	69
Figur 42 Sikkerhetsbur blir punktet sammen i sveisebua på OSO.	70
Figur 43 Deler hentet fra vannskjæring hos vannskjæringssenteret i Sande.	70
Figur 44 Svein kontrollmålte deler fra vannskjæring, og sjekket de opp mot tegningene.	71



Figur 45 Deler fra vannskjæring ble modifisert med planlagte hull og gjenger før montering.	71
Figur 46 Båndmodul prøvemontert etter vannskjæring.	71
Figur 47 Strukturen til buret er ferdig.	72
Figur 48 Prøvemontering av båndmodul, venstre.	73
Figur 49 Prøvemontering av båndmodul, høyre.	73
Figur 50 Dreining av POM sentreringsplate, venstre.	73
Figur 51 Sentreringskon på 10 grader, høyre.	73
Figur 52 Montering av vogner for linjær kulebane i påhold.	73
Figur 53 Buret ferdig malt i blåfargen Himmelblau.	74
Figur 54 De gulmalte delene trenger flere strøk for å bli dekket.	74
Figur 55 Buret på vei ut i verkstedet. Diskusjon om strategisk plassering.	75
Figur 56 Montering av båndmodul og linjære kulebaner.	76
Figur 57 Prøvemontering av påhold og oppmåling for sensorbrakett.	76
Figur 58 El. skapet sin spede begynnelse.	76
Figur 59 Nesten alle komponenter montert, mangler en kontaktor og rekkeklemmer til Nødstoppp.	77
Figur 60 Begynt kabling, alle kabler blir merket med kontaktpunkt i hver ende.	77
Figur 61 Programmering på kontoret.	77
Figur 62 Sylinderrekke i påhold montert.	78
Figur 63 Påhold stående helt i bunn.	78
Figur 64 Plate for montering av luftbehandling, ventilblokker og koblingsboks.	78
Figur 65 Sikkerhetsdører montert.	79
Figur 66 Intern kobling ferdig, innmat snart klart for innmontering i selve skapet.	80
Figur 67 Stativ til skap for operatørpanel.	81
Figur 68 Innmaten i el. skapet montert.	81
Figur 69 Pneumatiske slanger legges systematisk.	82
Figur 70 Sensorbrakett m/sensorer til stopper.	82
Figur 71 Skillejigg montert.	82
Figur 72 Luftbehandlingssystem montert og koblet opp nederst til venstre.	83
Figur 73 Weber skrutrekker koblet opp og ledninger lagt i kabelgater.	83
Figur 74 Kabelkjeder og braketter for føring av pneumatiske slanger og sensorledninger til påholdet.	83
Figur 75 Kabelkjeder under montering, Svein kobler i el. skapet.	84
Figur 76 Montering av absoluttgiver (grønn).	84
Figur 77 Ferdig monterte kabelkjeder.	85
Figur 78 Operatørpanel i skap med nødstoppbryter og resetknapper til nødstoppp og grindstoppp.	86
Figur 79 Skap montert på fot. Inngående ledninger lagt i plastrør.	86
Figur 80 Montert lexan beskyttelsesvegg.	87
Figur 81 Første tvangskjøring av påholdet, passer bra på tanken.	87
Figur 82 El. skap ferdig koblet.	88
Figur 83 El.skap komplett.	88
Figur 84 Påholdsbejelken hevet med 100mm for å passe alle tankene.	89
Figur 85 Ferdig bygget og avduket.	89
Figur 86 Før skruing av FAT tank.	89
Figur 87 Oversikt el.skap.	91
Figur 88 Oversikt pneumatisk styring.	93
Figur 89 Test av skruedyde, skrudd 100 testskruer.	98



Forord

Vi vil få lov å takke OSO Hotwater AS for å ha gitt oss muligheten til å løse en problemstilling både i teori og praksis. Det har gitt oss store utfordringer, og vi har underveis lært mye. Det var en stor oppgave vi påtok oss, og vi må takke alle som har bistått for at resultatet har blitt slik det står idag. En spesielt stor takk til Jørn Hafan som ekstern veileder, Kjell Enger og Ingerid Fossum som interne veiledere. Videre må vi få takke gutta på verkstedet ved OSO Hotwater AS, for deres store tålmodighet og evne til å lære bort. Vi må også få takke Arild Mathiesen for hjelp med planlegging, og til alle andre som har stått oss bi i løpet av dette året med hovedprosjekt.



4 Ordliste

A.S.S – Automatisk skru stasjon.

HA – Halvor Aschjem.

HM – Henrik Mathiesen.

Induktiv giver – Giver som gir signal i nærheten av stål.

Mesh – Mønster av elementer i en FEM analyse, tett mønster gir fint mesh.

OGL – Ole Gunnar Leer.

OSO – OSO Hotwater AS

POM – Plast av typen polyoxymethylene/acetal.

PLS – Programmerbar logisk styring.

Solenoidbasert – ventiler med elektrisk styring.

Selvborende skrue – Skrue med lite bor i tuppen.

Sfærisk lager – Yttering kan bevege seg i vinkel fra innerring.

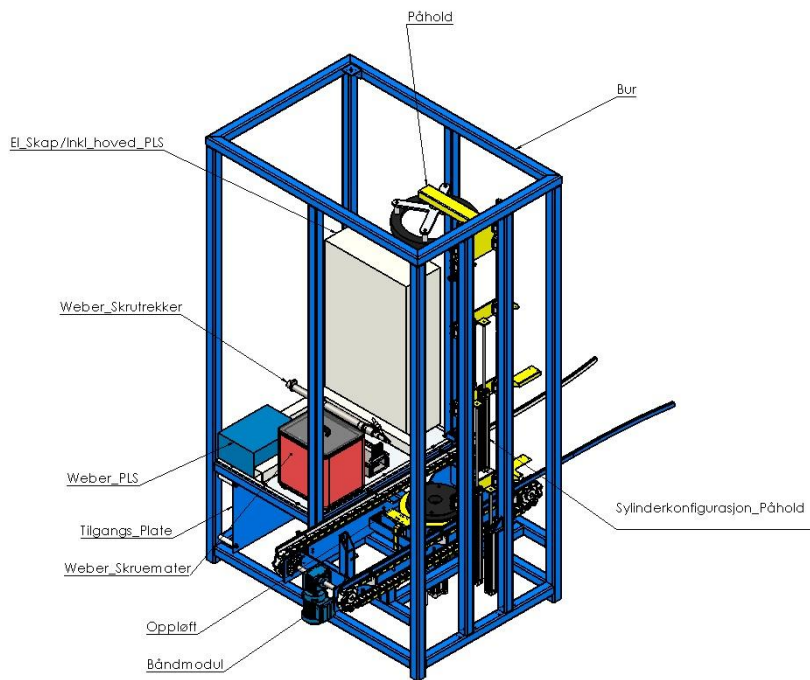
SGN – Svein Gjøran Nordbø.

VSM – Value stream mapping, analyseverktøy for produksjonsflyt og informasjon.



5 Maskinoversikt

Dette er tegning og beskrivelse av Automatisk skru stasjon, bygget og konstruert av Y-engineering.



Figur 1 Maskinoversikt

Påhold	Sirkulær ramme som senkes ned over toppen av bereder. Bidrar til å låse berederen i posisjon og holde den stabil under skruprosessen.
Sylinder Konfigurasjon Påhold	Pneumatisk, innstillbar sylinderrekke som senker og løfter påholdet. Slaglengde settes i forhold til størrelse av bereder.
El.skap	Elektrisk hovedfordelingskap. Gir også plass til hoved PLS og frekvensomformere.
Hoved PLS	Den programmerbare logiske styringen. Styrer sekvensene mellom de forskjellige operasjonene fra fremmating, posisjonering, skruing og utmating av ferdig bereder.
Weber PLS	Den logiske programmerbare styringen som styrer sekvensene av de forskjellige bevegelsene til Weber skrutrekkeren.



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

Weber Skrutrekker	Skrutrekker som skrur inn 4 skruer i hver bereder.
Weber Skruemater	Magasin av selvborende skruer med fremblåsing av nye skruer etter behov. Fremmating styres av Weber PLS.
Oppløft	Pneumatisk oppløft med elektrisk motor som løfter og posisjonerer bereder til riktig posisjon i forhold til skrutrekker. Roterer horisontalt i 90gr steg. Roterer og settes i startposisjon ved hjelp av en posisjoneringssensor.
Båndmodul	Fremmating og utmating av bereder. Styres, startes og stoppes av hoved PLS.
Tilgangsplate	Konsoll for plassering av luftbehandlingssystem, pneumatiske ventilblokker og el.koblingsboks til Weber skrutrekker.
Bur	Hovedstruktur som alle komponentene er festet til. Tjenestegjør også som feste for alle dører og plater som hindrer adgang til bevegelige deler i drift, ref. Maskindirektivet. Dører er påsatt brytere som stopper maskinen ved åpning.
Pallett	Ramme/fot som bunnseksjonen av bereder settes i. Bidrar sammen med Oppløft til at alle størrelser og typer av de definerte beredere blir riktig i forhold til skrutrekkeren.
Rullebord inn	Elektrisk drevne bord som mater bereder fram til båndmodul. Styres av sammenstillings montør.
Rullebord ut	Utmatingsbord etter båndmodul



6 Innledning

OSO Hotwater AS har produsert varmtvannsberedere i snart 80 år, og har derfor bred erfaring med både manuelle og automatiserte linjer. Per idag er det kun én helmanuell linje igjen på OSO. Bedriften hadde et ønske om å begynne en automatisering av denne linjen, og det er der vårt prosjekt kom inn i bildet.

Linje 4 heter den manuelle linjen, og her blir det produsert bereder av typen Slank og Wallsmart. Disse kommer i forskjellige størrelser, fra 30 – 150l. Alle berederne har samme diameter, men varierer i høyde for å øke volum.

Berederne blir satt sammen på linjen ved at de blir montert på en bunn som er nedre del av ytterskallet. Deretter blir tankene kledd med isolasjon, før toppskallet blir tredd ned over isolasjonen. Når dette er gjort må berederen skrues sammen. Det betyr at operatøren som trer på ytterskallet, må klemme berederen sammen og skru inn 4 skruer for å holde nedre og øvre del av skallet samlet.

Vårt prosjekt har vært å lage en skrustasjon. Det betyr at operatøren kan tre på det øvre skallet før han sender berederen fra seg til en maskin som skrur skallet sammen automatisk. For å få dette til har vi måttet ta hensyn til de forskjellige høydene på berederne og sørge for at de ikke blir skadet. OSO ga generelle krav og ønsker vedrørende funksjonalitet og tidsfrister, bl.a. at en eksisterende Weber skrutrekker skulle benyttes.

7 Presentasjon av prosjektgruppen Y-engineering

Ole Gunnar Leer (prosjektleder)

- Utdannet automatikkmechaniker med fagbrev fra Elko AS.
- Har også jobbet med brønnboring.

Henrik Mathiesen (prosjektansvarlig)

- Utdannet bilmekaniker lette kjøretøy med fagbrev fra Toyota.
- Har jobbet 3 år hos Toyota.

Svein G. Nordbø

- Utdannet fly/strukturmekaniker med fagbrev fra LHK Kjeller.
- Har jobbet 2 år hos LHK.

Halvor Aschjem.

- Utdannet bilmekaniker tunge kjøretøy med fagbrev fra Bertel O. Steen.
- Har jobbet 4 år hos B.O.S.



8 Sammendrag og konklusjon

Prosjektgruppen Y-engineering som består av Ole Gunnar Leer, Henrik Mathiesen, Svein G. Nordbø og Halvor Aschjem, har hatt hovedprosjektoppgave for OSO Hotwater AS (OSO). Oppgaven har gått ut på å utvikle og bygge en automatisk skrustasjon for å sammenføye bunnseksjon og ytterskall på deres varmtvannsbereder serier "OSO Slank" og "OSO Wall smart".

Prosjektgruppen har tegnet, konstruert og bygget en fullt funksjonell maskin til installasjon på produksjonslinje 4 ved OSO Hotwater AS i Hokksund.

Prosjektgruppen har valgt å bruke CAFCR som prosjektmodell. CAFCR går igjennom 5 steg hvor produktet har blitt diskutert og utviklet i samarbeid med oppdragsgiver. Som en del av utviklingen har det blitt gjennomført en økonomisk analyse, innkjøpsplan, budsjett og en FEM analyse av kritiske deler. Det har vært gjennomført 2 idédugnader og møter med oppdragsgiver før prosjektet ble godkjent for bygging.

Y-engineering har med bistand fra OSO gjort nødvendige innkjøp, og har selv bygget en automatisk skrustasjon som vist og beskrevet foran. I tillegg har gruppen produsert brukerinstruks og vedlikeholdsdokumenter.

Tidlig i prosjektfasen ble det presenterte flere ulikeforslag til løsninger for bedriften. Det startet med et konsept der de forskjellige tankene gikk med ulik bunnramme. I løpet av prosjektets gang ble det innført en standard bunnramme (pallett) for å ha samme utgangspunkt for skruerhøyde på de ulike tankene. Denne løsningen ga maskinen økt nøyaktighet og sikret presisjon med hensyn på plassering av skruene i høyderetning. Testene viser at maskinen er stabil og jobber med stor nøyaktighet

I moderne produksjon er syklustid et viktig begrep, det vil si tiden man bruker fra start på en ny syklus, og til neste kan begynne. Kravet fra oppdragsgiver var å klare en hel syklus på under 30 sekunder, dvs. fra en bereder mates inn på båndmodul og til stasjonen er klar til å motta neste bereder. Maskinen tilfredsstillte foreløpig ikke dette kravet, men prosjektet har identifisert at det finnes innsparingspotensial ved å omprogrammere Webertrekkeren, slik at maskinens syklustid kommer under kravet. Dessverre ble tiden for knapp til å få løst og testet dette før rapporten skulle leveres.

Forutsatt at maskinen greier kravet på 30 sekunder, viser de økonomiske beregningene våre at denne maskinen vil spare inn ca 0,5 årsverk i produksjonen – tilsvarende 714.000 kr, som enten kan tas ut ved økt produksjon eller nedbemanning, avhengig av kundebehovet.

Prosjektet har fulgt milepølsplanen som ble laget i forstudiet fram til ca. 14 dager før prosjekt leveranse. Avvik fra planen oppstod bl.a. pga. forsinket leveranse av deler. Da det ikke er mulig for oss å kompensere med flere ressurser for å få dette ferdig, må dette gå ut over sluttidspunktet.

Prosjektet har levert en maskin som er i stand til å oppfylle kravene som ble stilt fra oppdragsgiver.



9 Analysemetoder

9.1 CAFCR

CAFCR modellen er et hjelpemiddel for design og utviklingsprosjekter. I første halvår av 3. klasse ble vi introdusert for denne måten å drive utviklingsprosjekter gjennom kurset Systems design. Metoden er forholdsvis enkel i bruk og har en spennende framgangsmåte for å løse ulike oppgaver.

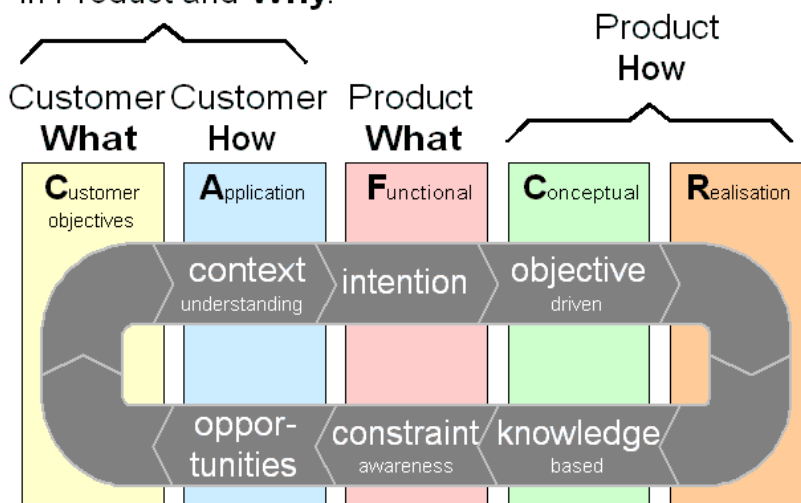
Metoden hjelper til å forstå innsiden av et system på bakgrunn av helheten. CAFCR står for Customer objectives, Application, Functional, Conceptual, Realisation.

Modellen hjalp prosjektgruppa med å forstå kundens behov, hvorfor de ønsket produktet og hva som kreves av det. Videre ble maskinens ønskede funksjonalitet definert, og omskrevet til krav som f.eks kapasitet, hurtighet, sikkerhet osv. Neste trinn i metoden er å beskrive de forskjellige konseptene og alternative løsninger. Vi brukte en *konseptanalyse* med tallkarakterer for å hjelpe oss å ta de riktige valgene. Til slutt satt vi igjen med en endelig løsning, som bestod av deler fra de forskjellige forslagene.

Ut fra disse trinnene blir kundens ønsker ivaretatt gjennom utviklingsprosessen. Endelig løsning kommer etter godkjenning fra kunde.

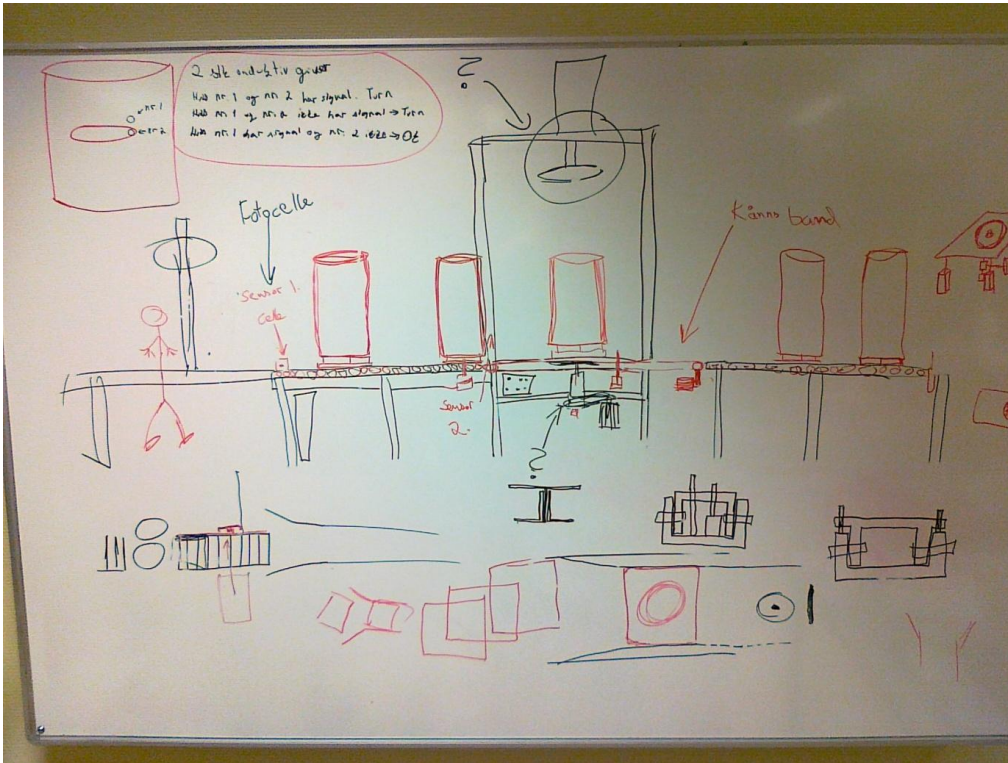
Det spesielle med CAFCR metoden er at den ikke anvendes fra topp til bunn slik som med f. eks vann fall metoden. CAFCR metoden ser på problemet fra mange forskjellige synsvinkler og ønsker å bygge opp en forståelse av helheten.

What does Customer need
in Product and **Why?**



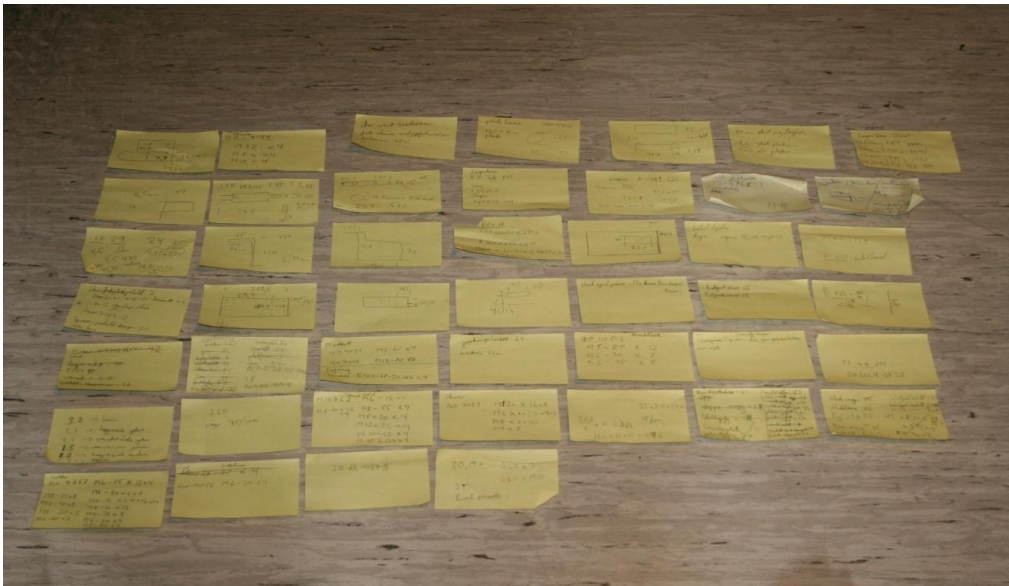
Figur 2 CAFCR modellen.

For å finne gode løsninger har vi brukt mye whiteboardtavle. Vi begynte med å tegne opp en mulig struktur, dette gav oss en oversikt over hva vi manglet, og hvilke deler av maskinen vi hadde mulige løsninger på.



Figur 3 Whiteboardtavlen i prosjektrummet.

Her ser vi muligheter for søking øverst til venstre, hovedstruktur med spørsmåltegn ved oppløft og påhold, mulig oppløftløftløsning ytterst til høyre og sentringsvant til pallett helt nederst.



Figur 4 System med post-it lapper.



9.2 FEM analyse

FEM analyse er idag en av de mest anerkjente metodene for å beregne spenninger og deformasjoner i konstruksjoner. Analysen blir gjort på pc ved hjelp av et analyseprogram, vi har brukt Solid Works Simulation.

FEM står for Finite Element Method. Kort forklart deler programmet opp konstruksjonen i mange små elementer. Disse elementene settes så inn i en stivhetsmatrise. Løsningen av denne matrisen lager bevegelse i hvert element. Spenningene som oppstår er gitt av disse bevegelsene.

Analysen gjennomføres ved å bruke en tegning av delen i programmet, og oppgi riktige parametere for materialtyper og hvilke belastninger delen blir utsatt for.

FEM analyser kan brukes til å beregne f.eks utholdenhet i forhold til utmatting, dynamiske laster, termisk ledeevne, statiske belastninger og slag. Vi har kun brukt statiske belastninger i våre utregninger, og isteden gått opp på sikkerhetsfaktoren for å hindre utmatting.

For å utføre våre analyser har vi hatt særlig bruk for mesh-control på utsatte steder, og kjørt et enklere mesh på steder der det ikke var nødvendig med like nøyaktige resultater. Vi har sett på von Mises stress plot for spenninger, og displacement plot for å se på forskyvninger i delen under belastning.

9.3 Fysiske målinger

Vi har brukt fysiske målinger for å finne ut hvor mye trykk vi trenger for å klemme tanken sammen, og for å sjekke at A.S.S får plass på produksjonslinjen.

For å sjekke hvor mye kraft som krevdes for å presse en tank sammen før skruing, så satte vi en tank på en badevekt, og presset på tanken til den var helt sammen. Deretter trakk vi fra vekta av tanken. Etter 5 forsøk, så fant vi ut at det nødvendige presset ligger mellom 10-20kg.

For å måle om stasjonen passer på produksjonslinja, så har vi brukt målebånd.



10 Konseptutvikling

OSO Hotwater AS som er oppdragsgiver og eier, kom tidlig på banen med krav og retningslinjer for prosjektet. De ønsket en fullt funksjonell maskin som kan benyttes til daglig produksjon. Dette betyr at maskinen vi skulle utvikle måtte være robust, laget for å tåle normal drift og utvikles ut fra krav til bruk i industrien. Ut fra disse forutsetningene var det opp til oss å definere oppgaven og finne mulige løsninger.

For å løse denne typen oppgave bør man bruke en prosjektmodell. Vi valgte å bruke CAFCR metoden, da vi har lært mye om den gjennom et kurs i system design ved HiBu. (Se vedlegg for å lese mer om CAFCR metoden). Derfor sørget vi for at kravspesifikasjonen inneholdt målbare og klart definerte krav og rammer.

Vi begynte å tenke løsninger som kunne være aktuelle umiddelbart etter første presentasjon. For å oppnå maksimal idébredde og kreativitet bestemte vi oss for å lage individuelle løsningsforslag. Ideene skrev vi ned hver for oss, og når disse var klare ble de presentert for resten av prosjektgruppa. Systemet ble delt opp i ulike grupper for å ha bedre oversikt over de forskjellige sub systemene i strukturen. Det gav også mulighet til å se på hvert system separat. De forskjellige gruppene var:

- Transportering av varmtvannsbereder
- Sentrering og oppløft
- Posisjonering og søking
- Påhold/ topp support
- Skru-systemet
- Sensorer og kø system

Det ble jobbet i dybden med de forskjellige løsningsforslagene gjennom en åpen diskusjon der det ble fokusert på fordeler og ulemper. I fellesskap ble vi enige om noen forslag og alternativer vi ønsket å gå videre med. Dette ble lagt fram for ekstern veileder i et møte på bedriften.

Det ble i stor grad fokusert på at vi skulle drive prosjektet og komme opp med løsningene. Derfor var vi på gjentatte besøk ved OSO for å gjøre målinger, ta bilder og innhente nødvendig data.

Vi brukte CAFCR til å sortere de alternative løsningene, og fant fordeler og ulemper med hver av dem, deretter satte vi tallkarakterer på dem. Vi var kritiske i vurderingene og forsøkte å finne den enkleste, men beste metoden for å løse problemet. Lavere antall operasjoner og minst mulig bevegelse er en fordel, siden dette minsker muligheten for feil.

10.1 Konseptforslag

I utgangspunktet kom de to beredertypene på båndet med to forskjellige typer bunnrammer. Slank RD berederne har en flat plate, siden de ikke har uttak i bunn. På Wallsmart (WS) har de tatt hensyn til bunnuttak ved å sette den på en høyere ramme.



Figur 6 Slank står kun på treplate.



Figur 5 Wallsmart står på ramme.

Dette gav en stor utfordring da vi måtte ta hensyn til dette og søke høyden på kanten der skruene skal sitte. En annen ting var sentreringen av tanken inn i stasjonen. Plassering på bunnrammene er tilfeldig, og maskinen må sentrere tankene før den kan skru.

Vi arbeidet med de første løsningsforslagene og tok hensyn til at bunnrammene var ulike. Det dukket opp en del utfordringer og problemer rundt dette, men de lot seg løse med litt kreativitet. En forlengelse av sekvensene og flere operasjoner var resultatet. Vi diskuterte mulighetene for en ny type bunnramme innad i gruppa og nevnte det for oppdragsgiver.

10.1.1 Konsept 1

Dette var det første konseptet, vi utviklet før vi ble presentert for de nye pallettene. Derfor jobbet vi ut fra de bunnrammene OSO brukte på linjen. Dette gav utfordringer når det gjaldt posisjonen på Webertrekkeren, da denne enten måtte justeres i to forskjellige høyder eller søke inn rett høyde.

Vi satte opp en mulig løsning bestående av 4 små sylindere for sentrering, og et mothold som holdt tanken på plass under selve skruprosessen. Sekvenslisten ble da seende slik ut:

1.
 - Bånd inn.
 - Stopperplate opp.
2.
 - Rotasjonsbord, løft ut/opp.



3.
 - Sentreringssylindere ut.
4.
 - Sentreringssylindere inn.
 - Detekteringssylinder ut
5.
 - Rotere til deteksjon. → stopp
6.
 - Mothold ut.
 - Detekteringssylinder inn.
7.
 - Weber "in action" → sluttkittering
8.
 - Mothold inn.
9.
 - Rotere 90°
10.
 - Mothold ut.
 - Weber "in action" → sluttkittering
11.
 - Mothold inn.
12.
 - Rotere 90°
13.
 - Mothold ut.
 - Weber "in action" → sluttkittering
14.
 - Mothold inn.
15.
 - Rotere 90°
16.
 - Mothold ut.
 - Weber "in action" → sluttkittering
17.
 - Mothold inn.
18.
 - Søkeaktuator til utgangsposisjon.
 - Rotasjonsbord , løft inn/ned.
 - Stopperplate ned.
19.
 - Bånd ut.

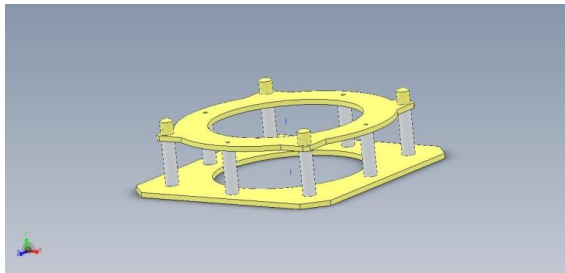


10.1.2 Evaluering av konsept 1

Dette systemet er komplisert med hensyn på at skruene skal plasseres i to forskjellige høyder. Dette fører til en maskin med flere bevegelige deler og den trenger flere operasjoner til å utføre jobben. Det er også en ulempe at tankene kan stå ulikt plassert på rammene sine. Det gjør at sentrering må skje direkte på tankene og øker faren for riper og lakkskader forårsaket av spon fra skruene. Syklustiden per tank øker også med større antall hendelser.

10.2 Innføring av nye paletter

15 februar, på et idémøte ved OSO ble vi presentert for en ny løsning på bunnrammene. Vi hadde på et tidligere møte lagt frem et forslag om en standardisert fot, og bedriften hadde engasjert seg i saken ved å lage en tegning på en pallett. Denne er konstruert slik at de ulike seriene med beredere har nøyaktig samme høyde, og i tillegg sentrerer den tanken ved hjelp av styretapper. Grunnlaget for den nye bunnrammen er fremtidsrettet, med tanke på videre utvikling og automatisering på linjen.



Figur 7 Tegning av pallett.

Palletten ble et vendepunkt i arbeidet med løsningen. Vi gikk tilbake til start, og begynte på nytt med sekvenslister. Flere av operasjonene falt bort, og prosessen ble enklere å gjennomføre grunnet mindre bevegelser og økt nøyaktighet på plassering av berederen.

Det kreves at operatørene plasserer Slank RD serien med uttaksrøret 90 grader i forhold til fartsretning på båndet. Denne må plasseres slik fordi dette røret er utgangsposisjon for plassering av første skruen. Det er krav om å lage et system som søker for å finne riktig plassering av første skruen, men med en grov plassering blir det lettere å finne fram til dette punktet. Det er også vesentlig for å unngå at skrutrekkeren heretter kalt Webertrekkeren, kommer i konflikt med palletten i skruprosessen.



10.3 Konsept 2

Det andre konseptet vi kom frem til tok med seg de beste løsningene fra konsept 1. Disse satte vi sammen med nye løsninger som var spesielle for konsept 2. Alle løsningene kom frem under muntlig diskusjon ved hjelp av CAFCR metoden og en whiteboard tavle.

10.3.1 Konseptmatrise

Ved hjelp av CAFCR metoden ble løsningsforslagene satt opp i et system for å gi en enklere oversikt, det kalles en konseptanalyse. Her ble de forskjellige løsningsforslagene vurdert opp mot hverandre og vektet med tall fra 1-5. Metoden er meget effektiv og de forslagene med best poengsum går videre til vurdering, mens andre blir forkastet der og da. Viktigste er å se på flere forslag til løsninger og ikke henge seg opp i kun ett design. Det er med på å generere kreativitet og variasjon i prosessen.



Analyse		V1.1 per 03.05.2011		
	Karakter	Fordeler	Ulemper	Karakter grunnlag/bakgrunn
(AP=Assembly pallet)(Karakter=1-5, hvor en ikke passer og fem passer bra) (forutsetter at vi må bruke weber drill og AP etter krav)(WS=wallsmart,RD=Slank RD, RV=Firkantet luksuskabinett)				
Transportere				
Ruller med drivbånd, hele veien	3	OSO har det på linja fra før.	Bli vanskelig å lage åpning i linja der A.S.S skal stå. Kan skape klemfare.	Bli en kombinasjon. Vi vil bruke ruller på vei inn mot maskinen der tankene står i kø. Og smalt bånd på begge sider inne i maskinen. Bruker dette fordi vi trenger plass i midten for hev/senk.
Bånd i hele bredden, hele veien	2	Passer generelt dårlig til vår bruk.	Bli vanskeligere å lage åpning i linja der A.S.S skal stå. Kan skape klemfare	
Ruller inn mot maskinen, og smalt band på begge sider inni maskinen. Ruller etter.	4	Gjør det lett for oss å integrere stasjonen mellom. OSO har det på lager.	Kan lage problemer for firkanta tanker som skal gjennom maskin uten å skrues.	



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

Stoppe tank i maskin				
Fysisk stopping som kommer opp som en bom, Båndet går hele tiden.	4	Gir minst som kan gå galt.	Eneriforbruk og slitasje på både bånd og AP	Gruppen har funnet ut at fysisk stopping med bånd som går hele tiden vil være den beste løsningen. Men det krever konferering med oso om dette før det blir endelig avgjort.
Fysisk stopping som kommer opp som en bom. Båndet stopper da oppløftet går i innslag.	4	Gir mindre slitasje enn uten stopp. Mindre energiforbruk og slitasje.	Mer programmering	
Induktiv/optisk/laser giver som gir signal om at tanken er i posisjon og båndet stopper.	3	Gir minst bevegelige deler	Mer programmering, flere komponenter	
Oppløft				
Løfte i AP, sentrere i hullet på AP	5	Sirkel sentrerer naturlig, lite bevegelige deler	Ingen kjente	Det er helt sikkert at vi vil bruke hullet i AP til å sentrere. De andre vil lage unødvendige problemer.
Løfte i AP, sentrere ved hjelp av kantene på AP	3	Gir god sentrering	Mange bevegelige komponenter, og mye programmering.	
Løfte i tank, noe som holder i tanken. Sentrere rundt tanken	1	Ingen		
Løfte under tanken. Sentrere i ringformen under tanken.	1	Sirkel sentrerer naturlig.	Fungerer bare på RD, WS har ikke denne formen under.	
Påhold topp				
En ring, formet som en vinkel mer enn 90 grader går ned, denne holder og sentrerer tanken i topp.	5	Sirkelformen gir en naturlig sentrering. Gir minst mulig bevegelige deler.	Ingen kjente	Vi vil velge en ring som kommer ned, sentrerer og holder tanken. Dette er den letteste og mest fornuftige metoden.
Sugekopper kommer ned og tar tak i tanken, Kan sentrere med sirkelformen til tanken.	2	Gir mulighet til å løfte i topp.	Mye bevegelige deler. Sugekoppene kan bulke tanken.	
En plate kommer ned og sentrerer ved hjelp av hullet i toppen av tanken.	1	Ingen kjente	Mye bevegelige deler. Fare for skade på tanken.	



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

Finne posisjon for første hull i rotasjonsretning				
Bruke induktiv/optisk/laser giver til å søke etter der vannrøret kommer ut på siden av slank tanken.	2	Gir et konkret punkt å søke på.	Vil bare fungere på RD	Vi vil søke på hullet til veggbraketten fordi det er det eneste søkepunktet som er likt på begge tanktypene.
Bruke induktiv/optisk/laser giver til å søke etter hullet der veggbraketten kommer ut.	4	Dette hullet er ca likt på begge typer tanker.	Hullet er avlangt, dette kan gi flere utslag for første hull.	
Bruke induktiv/optisk/laser giver som søker etter vannrøret som kommer ut under wallsmart tanken.	2	Gir et konkret punkt å søke på.	Vil bare fungere for WS	
Finne posisjon i høyderetning				
Manuelt justerbar brakett for finjustering.	4	Gir slingringsmann i installasjon av weber. Gir endringsmuligheter for seinere modifikasjon.	Kan gi litt variasjon i plassering av skrue i høyderetning.	OSO ville ha en manuell justering. Det vil være godt nok etter deres toleranser.
Søke på flens med induktiv/optisk/lasergiver	3	Da får vi alltid riktig kant distanse til flensene.	Liten flens, vanskelig å søke på. Tidkrevende.	
Fast høyde siden AP er fast høyde og bunnplata er fast høyde.	2	Ingen bevegelige deler.	Er alltid en liten variasjon i høyderetning.	
Sette i skruer				
Weber inn, skru, ut Ferdigrapport. Roterer bunn og topp påhold, Drivkraft på bunnplata.	5	Plassbesparende, lavere tyngdepunkt, god tilgang for service, eliminerer mulighet for å lage riper.	Ingen kjente	Dette er opplagt.
Weber inn, skru, ut Ferdigrapport. Roterer bunn og topp påhold, Drivkraft på topplata.	2	Kan minske maskinvolumet på gulvplan	Høyt tyngdepunkt, dårlig tilgang for service, kan lage riper.	
Weber inn, skru, ut Ferdigrapport. Roterer bunn og topp påhold, Drivkraft med hjul på siden av tanken.	1	Ingen kjente	Mange bevegelige komponenter, fare for riper, mye slitasje.	
Weber inn, skru, ut Ferdigrapport. Rotere verktøyet. (rotering og skruing på repeteres tre ganger ved alle tilfeller)	1	Ingen kjente	Mange bevegelige komponenter, kan bli vanskelig i dette tilfellet.	



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

Rotere klart til å senke				
Rotere tanken til samme posisjon som den sto da den ble løftet opp	3	Få komponenter.	Tar lang tid.	Vi vil bruke en absoluttgiver som roterer til nærmeste 90 grader for å bruke kortest mulig tid.
Rotere tanken til nærmeste 90 grader	5	Lav syklustid	Mye programmering	
Rotere tanken 90 grader på vantet ved hjelp av induktiv/optisk/lasergiver.	3	Garanterer riktig posisjon.	Mye programmering, Mye komponenter.	
Alarm				
Visuelt lystårn som gir feilvarsel i fargekoder. Rød, gul, og grønn.	4	Oversiktlig, vanlig metode.	Begrenset antall feilvarsler et lystårn kan gi.	Det blir en kombinasjon av lystårn og feilkode på skjerm.
Lydalarm som gir beskjed om hva som er feil.	2	Operatør blir advart umiddelbart.	Det er meget støyende i lokalene til OSO. Vanskelig å høre/lokalisere lyd.	
Visuell alarm på skjerm som sier hva som er feil.	4	Gir direkte feilkode.	Krever at en operatør må være i nærheten av denne skjermen for å se feil.	
Løftesystem for nedsenk topp.				
Elektrisk	4	Robust, lett å posisjonere, nøyaktig.	Avhengig av strøm.	Her har vi funnet ut at vi skal bruke pneumatikk fordi det er enkelt å regulere trykket, systemet er raskt og robust.
Hydraulisk	3	Stor styrke, lett å posisjonere.	Høytrykk kan lage faremomenter. Blir fort tungvint.	
Pneumatisk	4	Enkelt system med to posisjoner. Raskt system.	Ingen.	



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

Løftesystem for omjustering mellom størrelser				
Hydraulisk	3	Stor styrke, lett å posisjonere.	Høytrykk kan lage faremomenter. Blir fort tungvindt.	Etter møte med OSO har vi funnet ut at vi skal bruke pneumatikk for hele systemet.
Pneumatisk	4	God tilgang på trykkluft, billig.	Trenger mange sylindere for å få de bevegelsene vi ser etter.	
Elektrisk "gaffeltruck" prinsipp. Der vi har en motor og kjeder som går opp og ned på en skinne.	3	Enkelt og utprøvd	Den bygger en del på baksiden av båndet, dvs at vi ikke får brukt denne designen.	
Elektrisk, fire gjengestaver som løfter en ramme opp og ned mellom størrelser.	3	Stabilt og robust.	Tar lang tid å justere mellom størrelser. Det er en liten mulighet at det kan kile seg når den skal gå jevnt på fire gjengestaver.	
Elektrisk en stor aktuator som har kapasitet til alle høyder vi trenger	4	Robust, lett å posisjonere, miljøvennlig for operatører.	Avhengig av strøm. Dyrt, og det bygger veldig i høyden på maskinen.	



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

Festebrakett for Weber				
To U-bjelker som ligger i hverandre med slissepor vertikalt fire steder. Den ene vil ha fire slissepor i bredderetning slik at vi kan finjustere i høyde med høy nøyaktighet. Den vil skli fritt i bredderetning.	3	Stabilt system, enkelt å bygge, ganske fleksibelt	Kan kile seg viss gulvet eller ramma er veldig ute av vater. Kan bli en del komponenter. Kan bli veldig klumpete viss den ikke skal komme i veien for weber trekkeren. Boltene blir veldig lange.	Den sistnevnte er den vi vil gå videre med og få laget prototype av. Dette fant vi ut etter møte med oso.
Sveise fire gjengestaver i en plate, disse stavene skal passe i en annen plate som har slissepor i bredderetning. Denne øverste platen vil bli justert med fire muttere under den øverste platen og festes med låsemuttere over.	3	Veldig enkelt å bygge. Og vi vil kunne rette i eventuelle skjevheter fra rammen eller gulvet.	Kan kile seg viss gulvet eller ramma er veldig ute av vater.	
Fire bolter sveiset i en plate, disse går gjennom en plate til. Platen som sklir på disse boltene må være ganske tykk, de må ha en nøyaktig passning slik at de ikke slarker. I midten av den ene platen vil det være en justerings skrue som kan justere i høyderetning. Denne sklir i den ene platen uten gjenger og er låst med en segerring. I den andre platen vil det være sveiset en metallbit formet som en U, justerings-skruen vil gå gjennom denne og plata under. Mellom er det en mutter, på den måten vil vi kunne justere låst i høyderetning opp og ned. I bredderetning gjør vi det på samme måte bare med to bolter i stede for en.	3	Det vil være veldig lett for operatøren å justere weber til riktig posisjon. Stabilt system	Tar ikke opp eventuelle skjevheter fra gulv eller ramme. Den har mye bevegelige deler og kraver ganske høy nøyaktighet.	
En ubjelke under, og en ubjelke med ører ut på toppen. På den måten kan vi justere med små settskruer på kanten til ubjelken.	4	Her kan vi justere enkelt ved å skru på settskruene, og den blir stabil og robust.	litt tungvind å lage, da den ene bjelken må spesiallages.	



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

Køsystem				
Fysisk stopping inn, sensor ut. Bånd inn i maskin går kontinuerlig. Fysisk stopping en avstand etter som setter opp tanker klart til neste stasjon. Båndet kan stoppe etter en viss lengde, eller tid.	4	Minst mulig bevegelige komponenter og programmering	Slitasje på AP.	Vi vil velge fysisk stopping fordi det er færre mulige feilkilder.
Sensor inn. Sensor ut. Båndet går steppvis ettersom det er plass.	3	Miljøvennlig metode, lite slitasje på AP	Mye programmering	

I hovedsak forenklet vi søking av rett skruehøyde og påholdet som klemmer på tanken fra konsept 1. Videre ble det forandringer i sentreringsmetode og fjerning av mothold på baksiden ved skruing.

Vi må ta hensyn til syklustiden på hele prosessen. Det er gitt i kravspesifikasjonen at denne ikke skal overstige 30 sekunder. Det er derfor et ønske om færrest mulige operasjoner inne i maskinen, for å holde tiden nede.

De største forandringene kom i gruppen for Sentrering/oppløft og påhold. Med den nye paletten blir sentreringen gjort gjennom et hull i midten av bunnplaten. Vi vil også bruke et pneumatisk påhold for å klemme tanken sammen før skruingen begynner. Høyden på tankene er nå like og et system som søker på plassering av skruene er ikke lenger nødvendig. En brakett med manuell justering kan være en fordel og gi en mulighet for finjustering.



10.3.2 Evaluering av konsept 2.

Det ble foretatt nye møter med OSO hvor løsningsforslag med tegninger og underlag ble lagt frem. Vi diskuterte ulike detaljer rundt løsningene, hvor det ble lagt spesielt vekt på fordeler og ulemper. Vi endte med å få godkjent konseptet fra OSO sin side etter å ha endret antall sensorer i køsystemet, og økt godstykkelsen i materialet brukt til buret. Grunnen til at OSO ønsket mer gods i materialet var muligheten for å bore og gjenge rett i godset, for å slippe løse muttere. Det står et løftebord etter vår stasjon, som brukes når de skal fylle skumisolasjon i tankene. Dette bordet kan senkes ned i gulvet. Derfor må køsystemet ha ekstra sensorer, så ikke maskinen forsøker å kjøre tanker ut på det bordet når det er nedsenket.

Det ble gjort avtaler på bruk av ulike deler og tilgjengelighet på utstyret. OSO hadde også noen deler liggende på lager, som det var ønskelig at vi benyttet til vårt prosjekt. Deler og tjenester vi behøvde ble bestilt fra bedriftens leverandører.



11 Deleutvelgelse

11.1 Mekanisk

11.1.1 Motorer

Under et møte med OSO sa de at SEW Eurodrive var en av deres motorleverandører og at vi kunne se om de hadde motorer som kunne passe våre formål. Vi trengte motor både til rotasjon av tanken, og til drift av båndet som går inn og ut av stasjonen.

11.1.1.1 Tankrotasjonsmotor

Til rotasjon av tanken trengte vi en motor som går fort nok rundt til å holde oss innenfor tidskravet, og sakte nok til at tanken ikke vrir seg på palletten. Etter litt tenking og prøvesnurring av tank, kom vi frem til at 4 sekunder på runden kunne være passe. Ett sekund pr. 90grader. Når vi la dette frem for OSO, så var de enige, men foreslo en motor som gikk litt raskere. På den måten kunne vi heller redusere hastigheten med en frekvensomformer ved start-stopp. Vi endte da opp med en SEW Eurodrive motor som roterer med 18 o/min. Dette gir rett i overkant av 3 sekunder på runden.

Motor:

SEW Eurodrive DRS L4

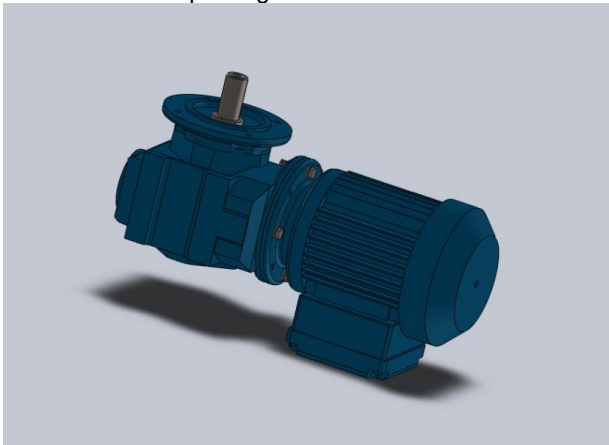
Effekt: 0,25 kW

Hastighet: 1300 o/min

Girkasse:

SEW Eurodrive SF37 Vinkelgir

Hastighet: 18 o/min ved 1300o/min på inngående aksel.



Figur 8 SEW motor til oppløft.



11.1.1.2 Beltedriftsmotor

Driften på beltet inn i motoren sto mellom 2 forskjellige motorkonfigurasjoner. Vi kunne enten bruke en 2 akslet vinkelgirksom, eller en motor som ligner tankrotasjonsmotoren med en vinkelgirksom med én aksling. Da må kraften overføres fra det ene beltet til det andre. Belte hastigheten vil vi tilnærme den hastigheten som er på transportbåndene inn og ut per idag.

Dagens hastighet: Rulle 80mm, motorhastighet 60 o/min

$$V = 2\pi r * v \Rightarrow = 2\pi * 40\text{mm} * 60 \text{ o/min} = \underline{15072\text{mm/min}}$$

Vår hastighet: Beltediameter på tannhjul =150mm, belte hastighet 15072mm/min

$$v = \frac{V}{2\pi r} \Rightarrow = \frac{15072\text{mm/min}}{2\pi * 75\text{mm}} \approx \underline{32 \text{ o/min}}$$

Vi bestilte den motoren i SEW sitt sortiment som er ligger nærmest våre krav. Dette er en motor med vinkelgir, hvor vinkelgiret har hulaksel slik at vi kan bruke en gjennomgående drivaksel. Hastigheten på utgående aksel er 35 o/min. Vi må utjevne hastigheten med en frekvensomformer, slik at hastigheten blir lik som transportbåndet. Dette vil føre til en jevn overgang for tanken fra transportbåndet til båndet som går inn i stasjonen.

Motor:

SEW eurodrive DR63 S4.

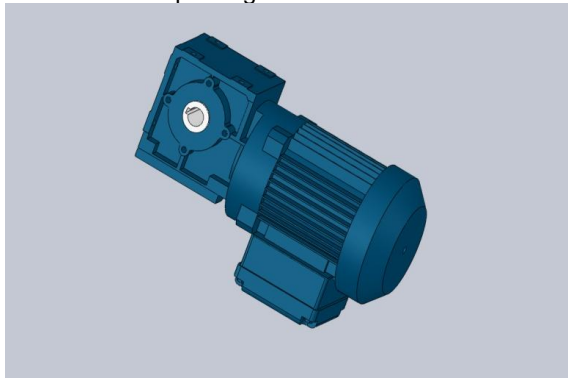
Effekt: 0,12 kW.

Hastighet: 1380 o/min.

Girkasse:

SEW eurodrive WA20 Vinkelgir m/hulaksel.

Hastighet: 35 o/min ved 1380 o/min på inngående aksel.



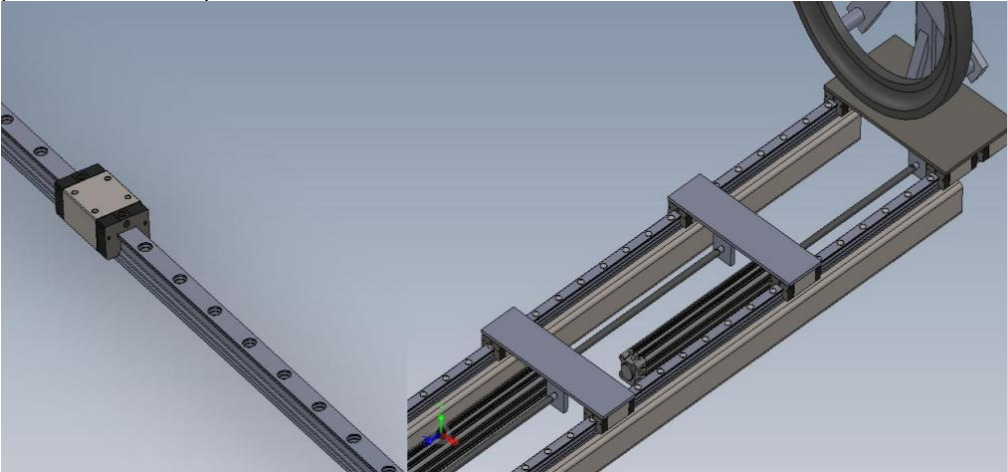
Figur 9 SEW motor til bånddrift.

11.1.2 Lineær kulebane, påhold.

Da det ble klart at påholdet skulle være pneumatisk drevet, betød det at vi trengte guiding av påholdet. Guiding er nødvendig for å sørge for stabil vandring og trykk mot tanken. Etter en idémyldring kom det frem at Ole hadde kjennskap til noen lineære kulebaner fra Aratron. Men da vi diskuterte det med OSO, så sa de at de hadde brukt noe lignende fra Star Rexroth, og var godt fornøyd med dem. Siden de ville fortsette å bruke dem som leverandør, og Star Rexroth kulebanene hadde ganske like spesifikasjoner som Aratron sine, så ble kulebaner fra Star Rexroth bestilt.



Lineære kulebaner skal guide sylinderkonfigurasjonen som fører påholdet, og oppta de kreftene som blir påført av vekta til påholdet nedover, og kraften som presser opp når påholdet klemmer på tanken.



Figur 10 Linjær kulebane til påhold.

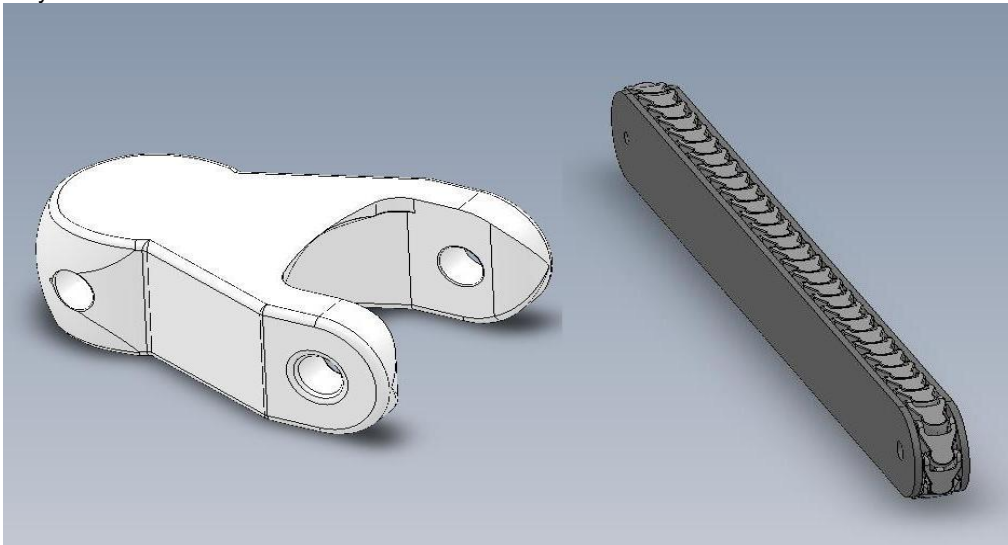
11.1.3 Rotasjon, påhold

For at tanken i stasjonen skal kunne rotere fritt selv om påholdet klemmer den sammen, så må påholdet være lagret opp. Dette gjør vi ved å bruke en lagerholder og et lager fra SKF. Dette sitter montert på armen som kommer ut fra sylinderkonfigurasjonen.



11.1.4 Transportkjeder

Vi måtte finne en løsning for å få tankene fra transportbåndet og inn i maskinen. Vi kunne ikke bruke transportbånd med ruller, fordi vi hadde behov for å løfte tanken. Vi la frem en løsning med transportkjeder på sidene, med flexlink sine plastkjeder som forslag for OSO. De likte løsningen, og fortalte at de allerede bruker endel plastkjeder, og lagerfører Mölndals Industriprodukter. Derfor ble vi bedt om å finne noen passende kjeder fra Mölndal. Vi plukket da ut en kjedetype som heter båndkjede 50x70. Dette er et plastkjede i POM, som blir guidet i stålprofiler. De er robuste og krever lite vedlikehold. Hvis det er nødvendig, så er det enkelt å bytte ut ett eller flere ledd.



Figur 11 Transportkjede

11.1.5 Lager

11.1.5.1 Lager i båndmodul

I båndmodulen vil vi bruke:

4x SKF FY 25 TF

Disse lagrene lar akslene i båndmodulen rotere fritt, og tar opp de radielle belastningene drivmotoren skaper.



11.1.5.2 Rotasjonslager påhold

Belastningen på lageret i påholdet vil være mellom 10 og 20 Kg, altså max $20 \cdot 9,81 = 196,2$ N. Dette fant vi ut ved fysisk testing, se punkt for analysemetoder.

Vi valgte å bruke en lagerholder med et kulelager som hovedsakelig er beregnet på å ta opp belastning i radiell retning, men også noe i aksial retning. Grunnen til at vi valgte å bruke en lagerenhet som ikke er beregnet for aksial belastning, er at det er den billigste og enkleste løsningen. Den aksiale belastningen er så liten at den ligger godt innenfor de oppgitte maksverdien for denne typen lager.

Lagerenhet: FYTJ 20 TF

Max belastning (Radiell): 6,55 kN

Max Belastning (Aksial): $6,55 \text{ kN} \cdot 0,2 = 1,31 \text{ kN}$

Altså, vi har $1,31 - 0,1962 = 1,11 \text{ kN}$ i sikkerhetsmargin.

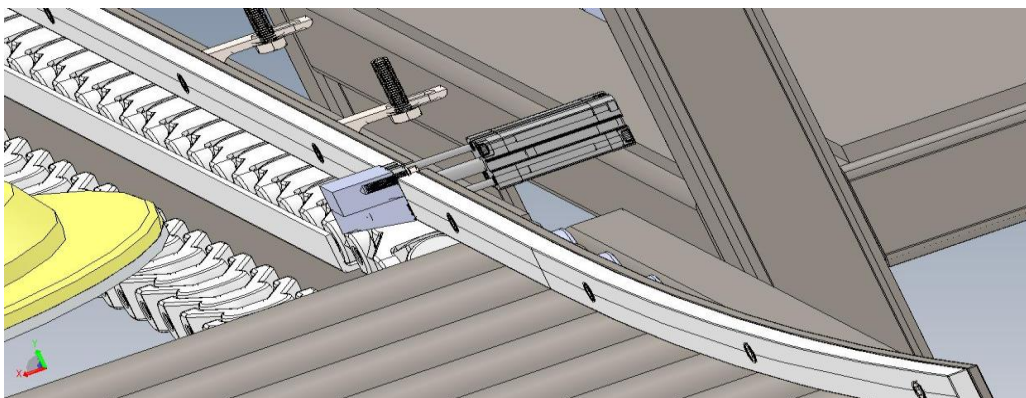
11.2 Pneumatisk

11.2.1 Skillejigg (køsystem)

For å kun kjøre én og én tank av gangen, så trengte vi en skillejigg. Vi valgte å bruke en liten sylinder fra Festo:

Festo ADNGF-16-30

Køsystemet vil ha flere følere som følger med og vet når tanken er på vei inn i maskinen. De vil gi et signal, slik at den pneumatisk sylindren blir kjørt ut, og stopper den neste tanken som er på vei inn. Sylindren har en kile i POM montert på enden av stempelstanga. Denne kilen vil klemme seg mellom pallettene og skille dem. Ved å holde bakre pallett fast, og sørge for at første pallett kommer seg videre, så gir dette jevn gange i køsystemet.



Figur 12 Skillejigg.



11.2.2 Stopper

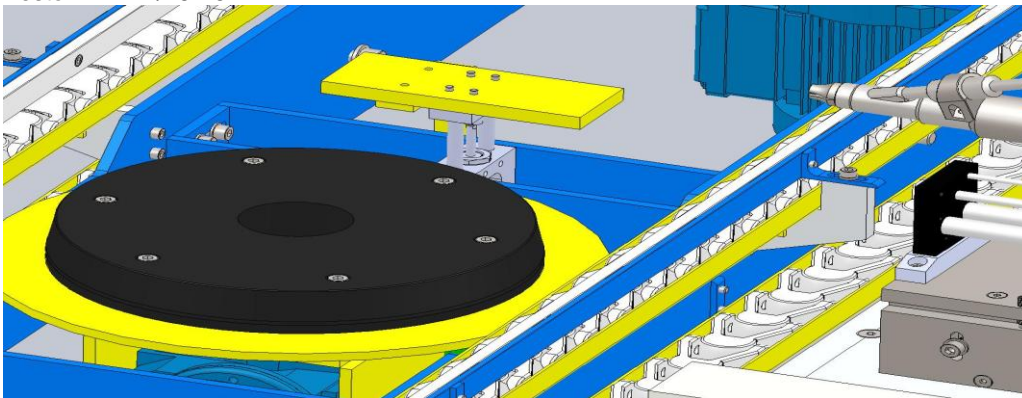
For å stoppe tanken på rett sted i maskinen bruker vi en stoppskinne montert på en sylinder. Dette gjør at vi kan senke stoppskinnen når skruingen er ferdig, slik at tanken kan bli ført ut av maskinen.

Sylinder:

Festo DSNU-16-25-PPV

Styring:

Festo FEN-12/16-25

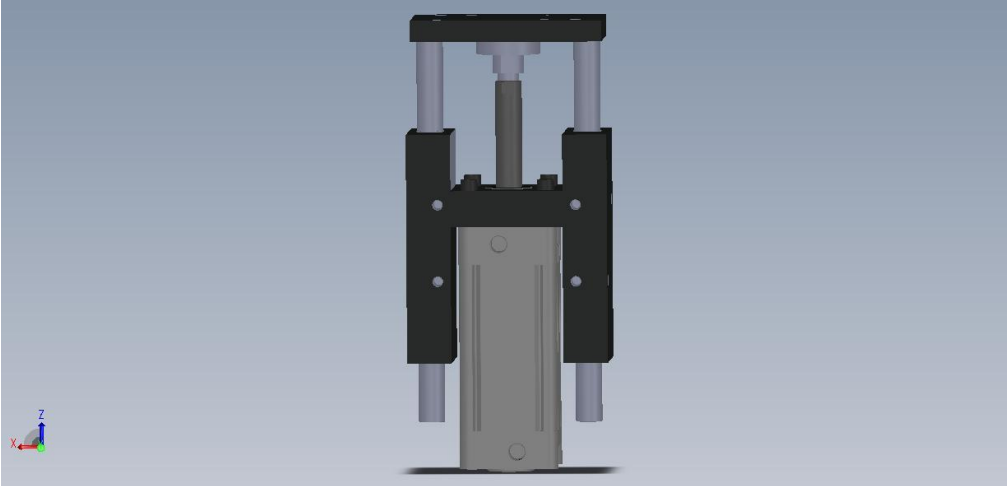


Figur 13 Stopper montert på sylinder med ISO styring.



11.2.3 Oppløft

Vi hadde flere forskjellige pneumatiske konfigurasjoner som mulige løsninger på oppløftet, men tilslutt falt valget på å løfte hele rotasjonsmotoren. Vi har valgt bort de andre løsningene fordi denne har færrest bevegelige deler. For å sikre stødig forflytning av motor med rotasjonsplate, så bruker vi en linjær føring med ISO sylinder som er levert av Bosch.



Figur 14 Bosch sylinder med ISO styring.

Sylinder

Standard sylinder DNC-80-100-PPV
ISO 15552
Stempeldiameter 80mm
Slaglengde 100mm
Teoretisk kraft i plussretning 3016 N
Teoretisk kraft i minusretning 2721 N



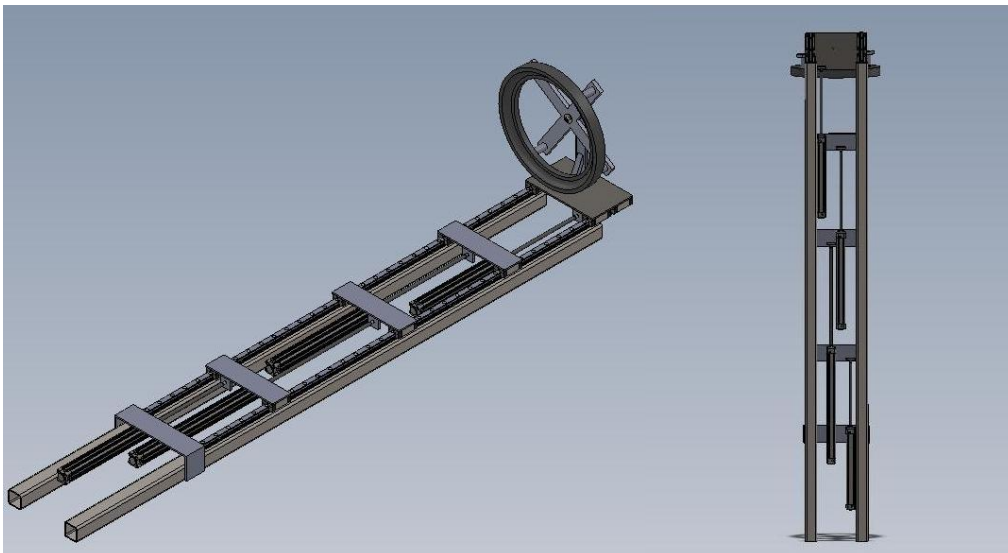
11.2.4 Påhold

Vi brukte lang tid i konseptfasen for å finne ut hvilken løsning vi skulle bruke. Vi diskuterte flere mulige løsninger, men det var først med tips og innspill fra OSO at vi kom frem til en løsning som var enkel og robust nok.

Vi valgte bruke en sylinderkonfigurasjon bestående av 4 sylindere med forskjellig slag. På denne måten kan vi justere stasjonen for de forskjellige høydene til berederne på en enkel og rask måte. Dette gjøres ved å ha f.eks én sylinder inne, og to ute. Den øverste sylindere brukes til å klemme ned tanken og holde den fast.

Sylindere:

- 2x Festo DNC-32-300,
- 1x Festo DNC-32-400
- 1x Festo DNC-32-500



Figur 15 Påhold.

11.2.5 Ventiler

Til å styre de pneumatiske sylindrene ved hjelp av PLSen vil vi bruke en solenoidbasert ventilblokk levert av Festo. Webertrekkeren kommer med en ferdig ventilblokk, også den fra Festo.

Ventilblokk:

MPA/CPX m/profibus



11.3 Elektrisk

11.3.1 Styring av system

OSO satte krav om at vi skulle bruke en PLS fra Siemens, en S7-300. Denne PLSen ble valgt fordi den er velegnet til å utføre våre oppgaver, samtidig som den er modul basert. Dette letter arbeidet når linja etterhvert skal videreautomatiseres, fordi de da kan bygge på moduler, for å utføre andre oppgaver



Figur 16 Siemens S7-300.

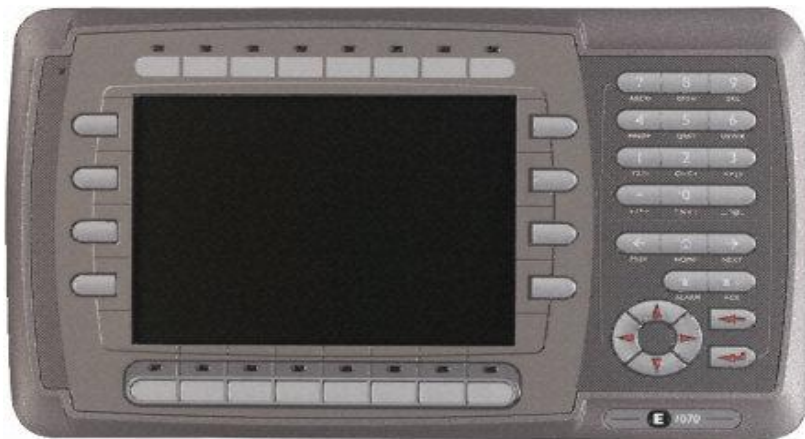


11.3.2 Operatørpanel

For å kontrollere PLSen, så har vi valgt et operatørpanel fra Mitsubishi sin E1000 serie. Dette panelet gir operatøren mulighet til å endre tankstørrelse i maskinen, eller avlese feilkoder ved maskinstans.

Mitsubishi E1070 har følgende spesifikasjoner:

- Skjermstørrelse 6,5"
- Fargeskjerm
- Oppløsning 640x480 pixler
- Kommunikasjon via ethernet
- 24v driftspenning



Figur 17 Mitsubishi E1070



11.3.3 Motorstyring

For å ha muligheten til å styre hastigheten på motorene, så måtte vi bruke frekvensomformere. Vi må kunne kjøre transportkjedet i samme hastighet som rullebåndet, og justere rotasjonshastigheten på oppløftet. For å kunne gjennomføre dette brukte vi frekvensomformere fra SEW eurodrive, som er OSOs leverandør på denne type komponenter.

Frekvensomformer:

2x SEW eurodrive Movitrac B (Feltbusgrensesnitt PROFIBUS)

DFP21B



Figur 18 Frekvensomformere.



11.3.4 Sensorer

11.3.4.1 Induktive givere

Vi måtte bruke en induktiv giver for å søke og finne hullet bak på kabinettet for å få posisjonen til første skruen. I tillegg måtte vi ha posisjonsbekreftelser fra oppløft, og stopper. Vi har studert forskjellige givere, men valget falt til slutt på givere fra Omron grunnet gode spesifikasjoner og bra priser.

For posisjonsbekreftelser fra sylindrene i påholdet og skillejigg, så brukte vi induktive givere fra Festo som passer i de vertikale sporene i sylindrene. Det sitter en sensor i hver ende, og "føler" det magnetiske stampelet i inne i sylindren.

Givere:

5x Omron E2A-M12KS

10x Festo SMT-8-PS-K-LED (15064) - proximity sensor

11.3.4.2 Fotoceller

Fotocellene brukes til å fortelle maskinen om det er ledig i selve skrustasjonen, og om det er fullt på utgangssiden grunnet at vi bare har plass til tre tanker av gangen. I tillegg skal en giver følge med på om løftebordet i enden av produksjonslinja står i hevet posisjon slik at maskinen kan kjøre tanker ut på bordet

Giver:

Schneider Electric FOTOCELL M18 0,1M. 12- 24VDC XUB-4APAN-M12

11.3.4.3 Fiberoptisk giver

Vi brukte fiberoptisk giver i køsystemet ved inngangen til maskinen. Vi valgte denne typen giver fordi vi trengte konsentrert rekkevidde for å oppdage en pallett på vei inn. Giveren kan også justeres fra lang til kort rekkevidde, slik at man kan velge tidspunkt for deteksjon av neste bereder som er på vei inn.

Giver:

Omron D3X-DA41

Formatted: Font: (Default) Arial, 11 pt

Formatted: Font: (Default) Arial, 11 pt



11.3.5 Lystårn

For at maskinen skal kunne gi operatørene opplysninger om driftstilstand vil det bli montert et lystårn. Vi har valgt ut et lystårn fra Schneider.

Lystårn:

Lysmodul Ba 15d Grønn uten Pære XVBC33

Lysmodul Ba 15d Rød uten Pære XVBC34

Lysmodul Ba 15d Orange uten Pære XVBC35

Grunnmodul med topplokk XVBC21

Veggfeste XVBC12

LED-pære grønn DL1BDB3

LED-pære rød DL1BDB4

LED-pære gul DL1BDB8



11.3.6 Absoluttgiver

For å styre både søking og rotasjon må PLSen vite hvor tanken befinner seg til enhver tid. For å gi den data om dette, brukte vi en absoluttgiver. Vi valgte å bruke Posital Fraba OCD-DPC1B-1212-C100-H3P på grunn av dens nøyaktighet og OSO sin gode erfaring med givere fra Posital Fraba. Denne giveren teller 65536 step pr. runde, den høye oppløsningen gir meget nøyaktige signaler om posisjon.



Figur 19 Posital Fraba absoluttgiver.

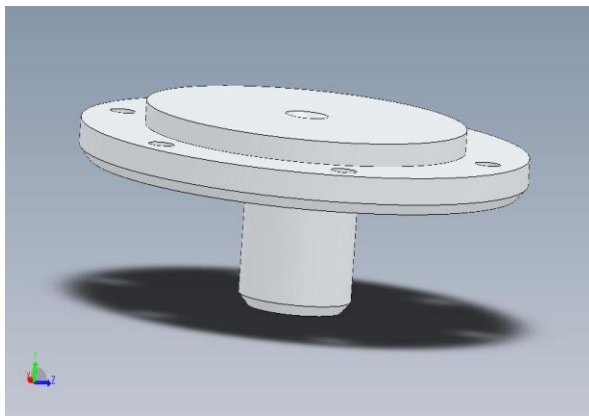


12 FEM analyse

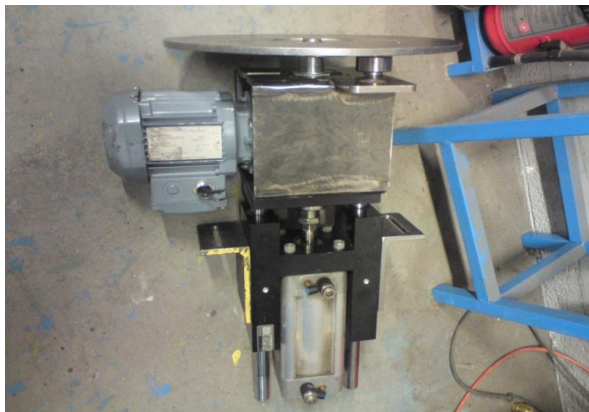
Vi har valgt å kjøre en FEM analyse på de delene som er utsatt for de høyeste belastningene i maskinen. Vi har fått bruk for elementer vi har lært om i FEM faget, og dette har gitt oss en større innsikt i hvordan kreftene påvirker de utsatte delene. Se punkt for analysemetoder.

12.1 Motorboss

Den første delen vi kjørte en analyse på var et motorboss. Bosset skal overføre løft og rotasjon fra motor til varmtvannsberederen som behandles i skrustasjonen, samt motstå krefter sideveis når tanken blir skrudd. Etter analysen valgte vi ut de materialene vi ønsket å bruke til de forskjellige delene.



Figur 20 Motorboss.



Figur 21 Boss montert på oppløft med påskrudd stålplate.



Figur 22 På platen ble det montert en POM sentreringsplate.

12.1.1 Materialer

Materialene delene ble produsert av, vises i tabellen under. Selve bosset ble produsert av en bolt i S355JO stål. Stålplaten ble vannskåret ut av en S235JR plate ved hjelp av vannskjæring, og sentreringskiven ble skåret ut og dreid ned fra en plate av Acetal plate(POM).

Navn:	Fasthetsgrense(MPa):	Flytegrense(MPa):
Stål S355JO	470	355
Stål S235JR	360	235
POM (Acetal plast)	67	67

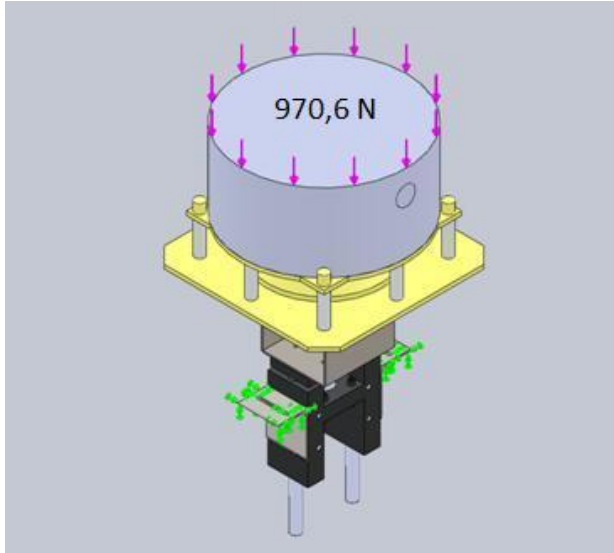
12.1.2 Laster

Bosset med stålplaten vil bli utsatt for krefter fra vekten av varmtvannstanken (50kg), samt påtrykk fra påholdet(maksimalt 49kg). Dette utgjør 970.6 N i trykk normalt på bosset(y-retning).

Vi så også på kreftene ved start av rotasjon og krefter sideveis som blir påført av skrutrekkeren.

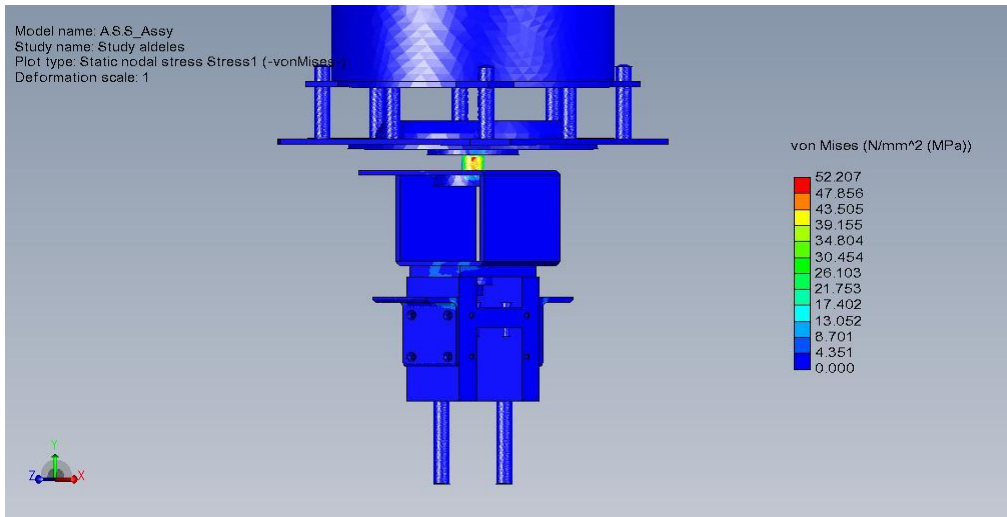


12.1.3 Analyser

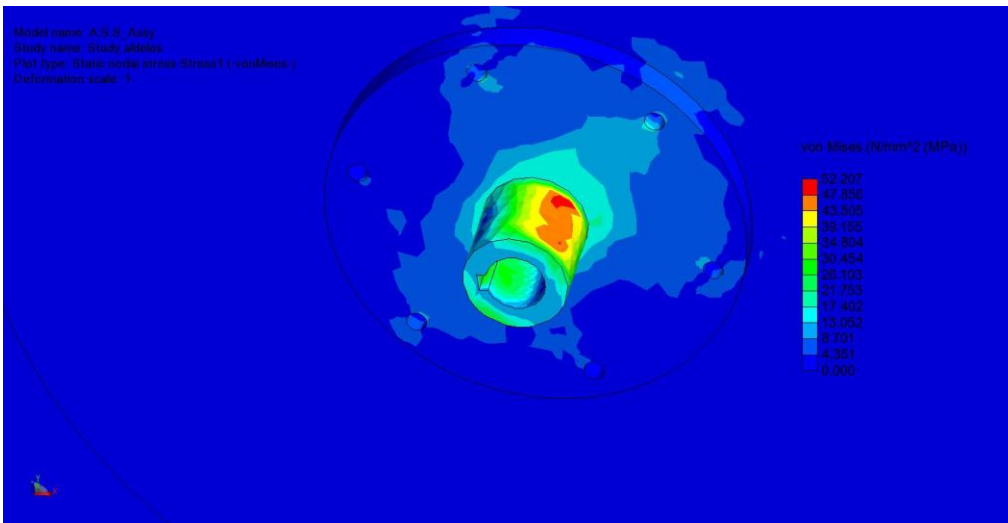


Figur 23 Bosset og stålplaten er her belastet med 970,6 N.

Som vi ser samler spenningene seg i det smaleste punktet, som er bosset. Derfor valgte vi å bruke en stor sikkerhetsfaktor, for å øke driftsikkerhet og stabilitet i skrutasjonen. Som vi ser av spenningsplotet under, så er maksimal spenning 52,2 MPa. Dette gir en sikkerhetsfaktor på 6,8.



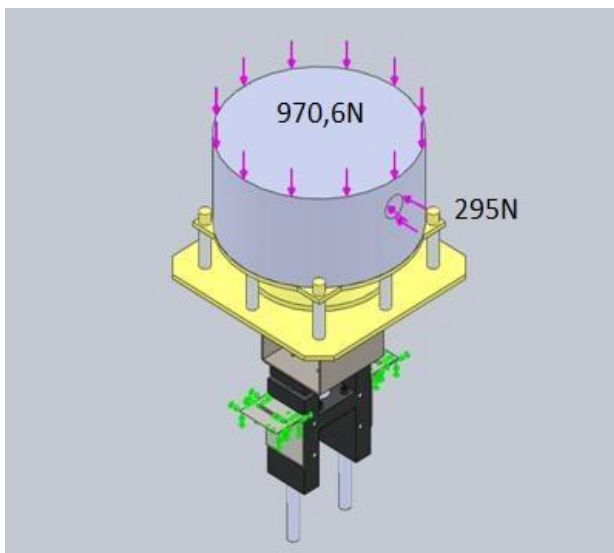
Figur 24 Spenningssamling i bosset.



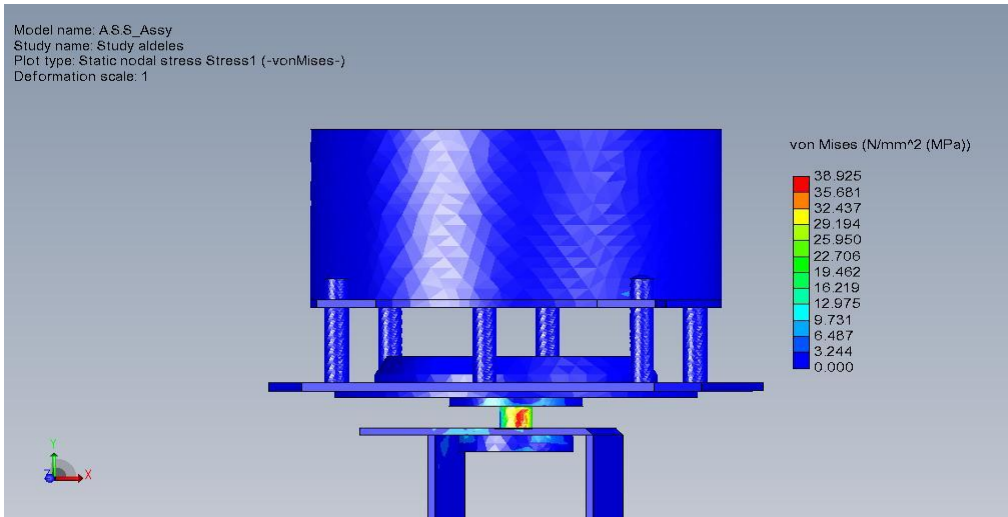
Figur 25 Forstørrelse av bosset viser hvor spenningene samler seg.

Belastning ved skruing betyr belastning i to forskjellige retninger. Både i y-retning fra påholdet som presser tanken ned, og press fra weber skrutrekkeren som skal skru inn en selvborrende skrue.

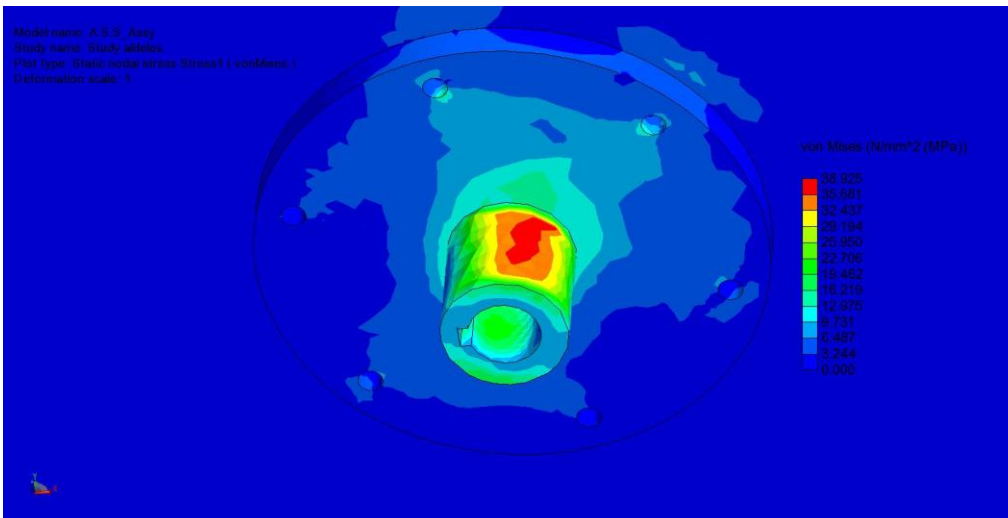
Weber skrutrekker har en skyvekraft på $30\text{kg} = 295\text{N}$
Tank og påhold presser med $970,6\text{N}$



Figur 26 Motorboss belastet i y og z retning.



Figur 27 Her ser vi at spenningene har blitt spredd utover ett større område enn ved kun belastning i y-retning, og dette fører til at vi får en mindre spenningstopp.



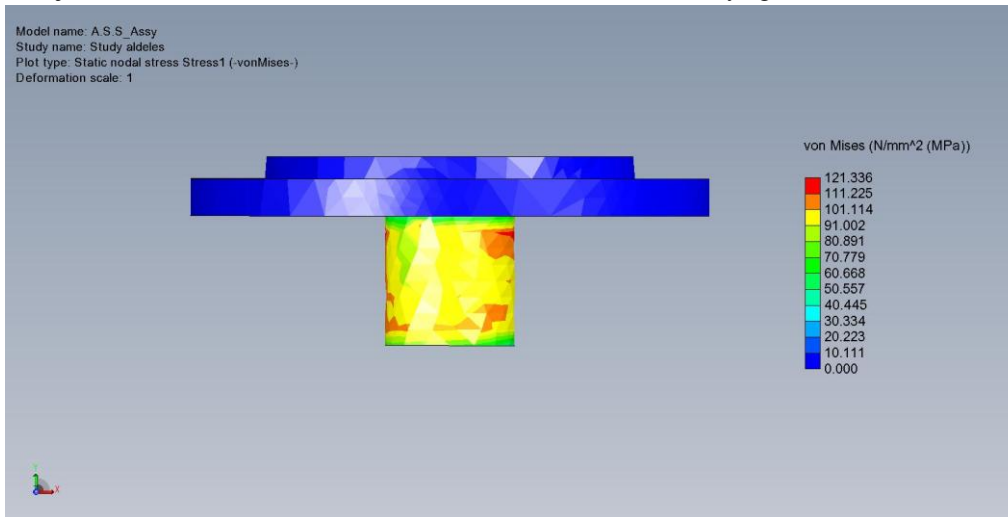
Figur 28 Forstørrelse av y og z retningsplot



12.1.4 Krefter ved rotasjon:

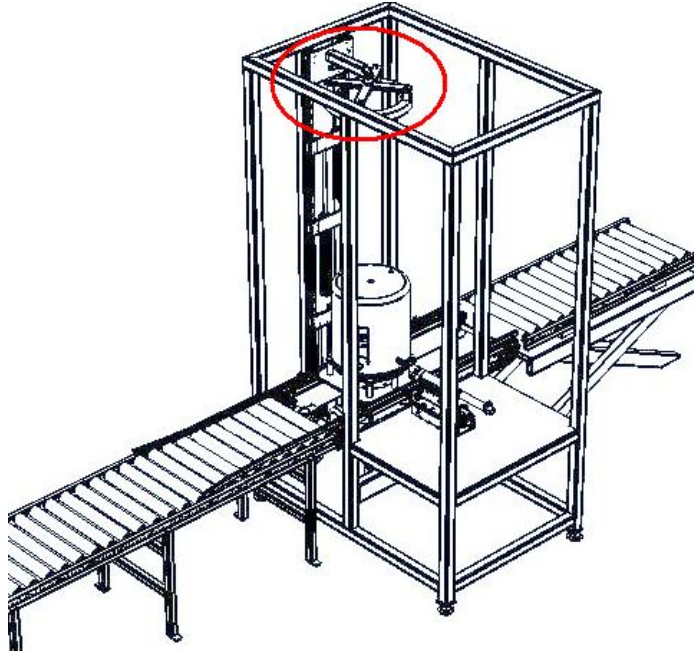
$$\Sigma M = I * \alpha$$
$$I = \frac{1}{2} * 50kg * 0,215^2m = 1,15kg * m^2$$
$$\alpha = \frac{a_T}{r}$$
$$V = \frac{s}{t} \Rightarrow \frac{90^\circ}{1s} \Rightarrow \frac{(2\pi * 0,215m)/4}{1s} = 0,337m/s$$
$$a_T = \frac{V^2}{2s} \Rightarrow \frac{0,337^2m/s}{2 * 0,337m} = 0,168m/s^2$$
$$\alpha = \frac{a_T}{r} \Rightarrow \frac{0,168m/s^2}{0,215m} = 0,783s^{-2}$$
$$\underline{\underline{\Sigma M = I * \alpha \Rightarrow 1,15kgm^2 * 0,783s^{-2} = 0,9Nm}}$$

Som vi ser, så er det lite belastning på bosset under igangsetting av rotasjon. Vi kjørte derfor en analyse med overdimensjonert kraft på 500Nm. Men selv med 500 ganger mer rotasjonskrefter, så var ikke resultatene i nærheten av materialets flytegrense.



Figur 29 Største spenning ligger på 121,3 MPa, mens flytegrensen til materialet er på 355MPa. Den store sikkerhetsfaktoren gir en ekstra trygghet sett i forhold til driftsikkerhet.

12.2 Påhold



Figur 30 Bilde av påhold.

Påholdet består av en plate festet på de linjære kulebanene. Fastsveiset i denne platen sitter det en horisontal bjelke. I denne bjelken er påholdsringen festet ved hjelp av et lager med sfærisk lagerholder.



Figur 31 Påholdsring prøvemontert på tank.



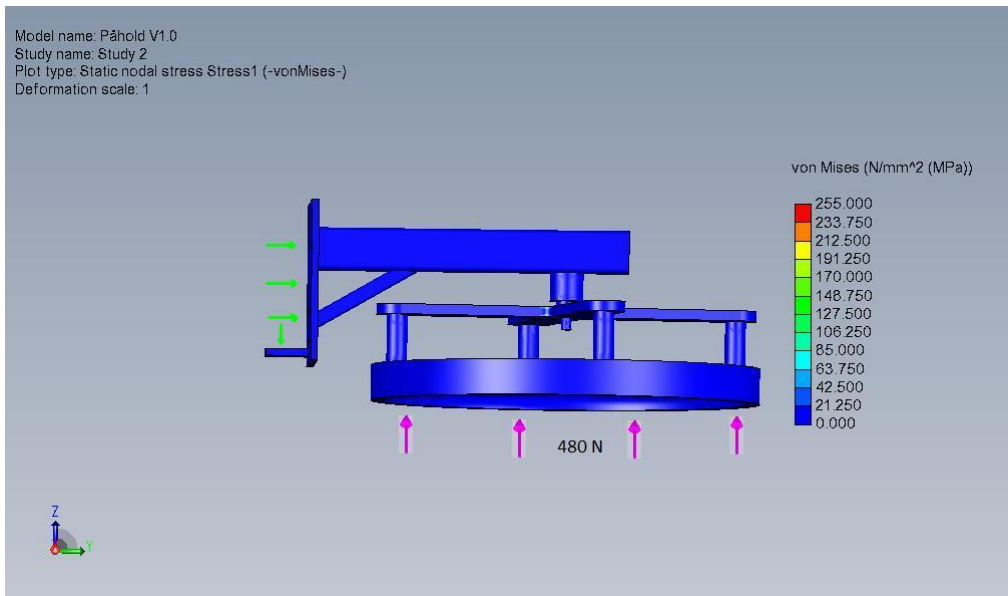
12.2.1 Materialer

I påholdet er det brukt forskjellige materialer. Stålpata er laget av S235JR, firkantbjelken og akselen som sitter i lageret og holder aluminiumskrysset er av S355JR stål, krysset er laget av 5052 aluminium, påholdsringen er laget av acetal plast og spacerne som støtter den opp til krysset er laget i 6082 aluminium.

Navn:	Fasthetsgrense MPa	Flytegrense MPa
Stål S235JR	360	235
Stål S355JO	470	355
Alu 5052_H22/H32	355	220
Alu 6082-T6	295	255
POM (Acetal plast)	67	67

12.2.2 Laster

Det vil maksimalt virke en kraft på 480 N i y-retning. Dette forestiller den teoretiske påførte kraften fra en pneumatisk sylinderr med 32mm stempel ved luftrykk på 6,3 bar.

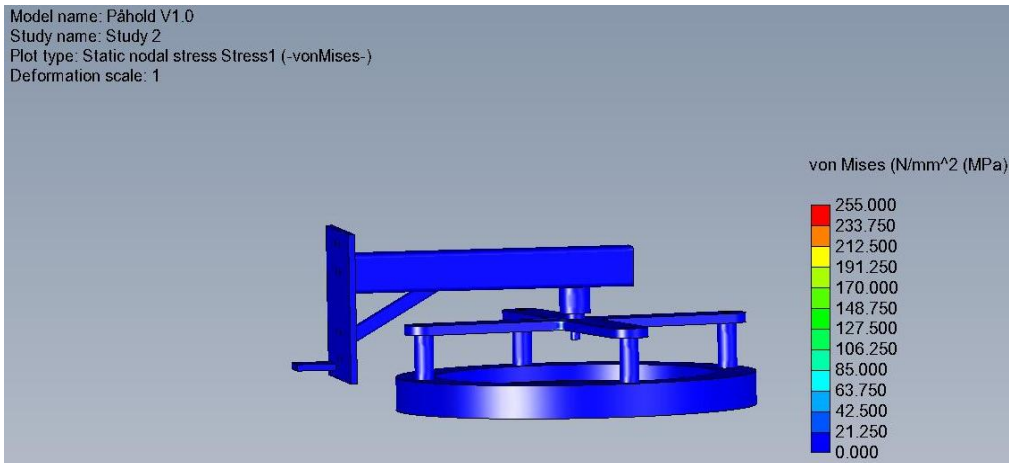


Figur 32 Påholdet blir belastet med maksimalt 480 N.

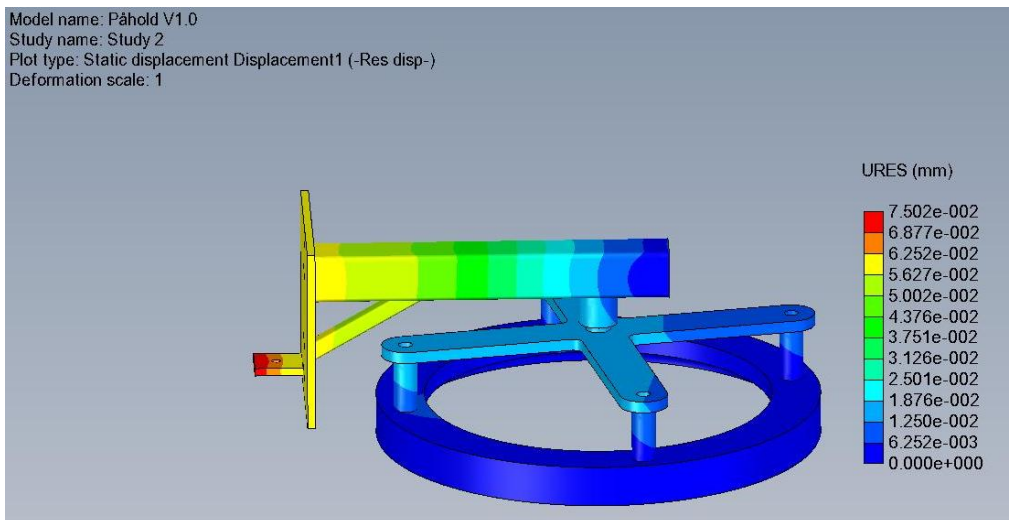


12.2.3 Analyser

I denne testen brukte vi design med støttebjelke slik det var dimensjonert og planlagt i forhold til de opprinnelige tegningene. Denne er satt sammen av relativt grove materialdimensjoner av to grunner: Muligheten for å lage gode gjenger i konstruksjonen, og mest mulig stabilitet i maskinen.



Figur 33 God margin til flytegrense, med spenningstopp på 19 MPa.



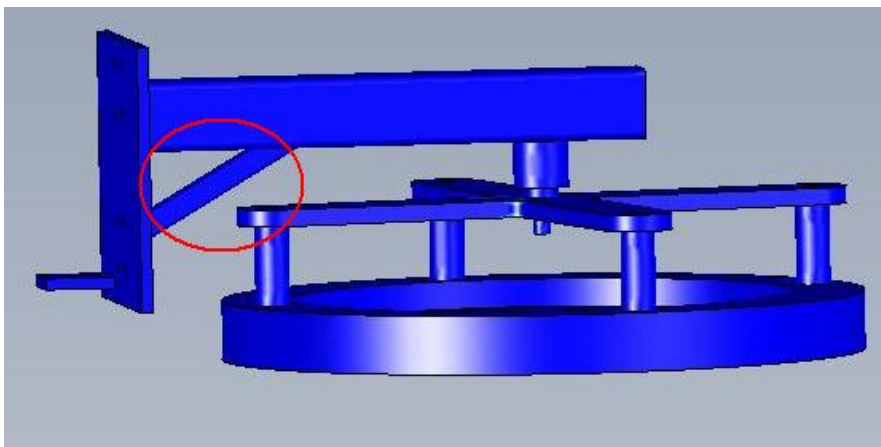
Figur 34 Deformasjon i delen, maksimalt 0,075mm.

Deformasjonen viser seg som liten og ubetydelig. Vi ser den største deformasjonen ligger i feste-øret til cylinderen som styrer hev og senk av påholdet. Dette festet får påkjenningen fra trykk kraften påholdet skal yte ned mot toppen av tanken. Det er viktig med liten deformasjon her siden denne delen går av og på med trykk 120 ganger i løpet av en time hvis maskinen yter maks.



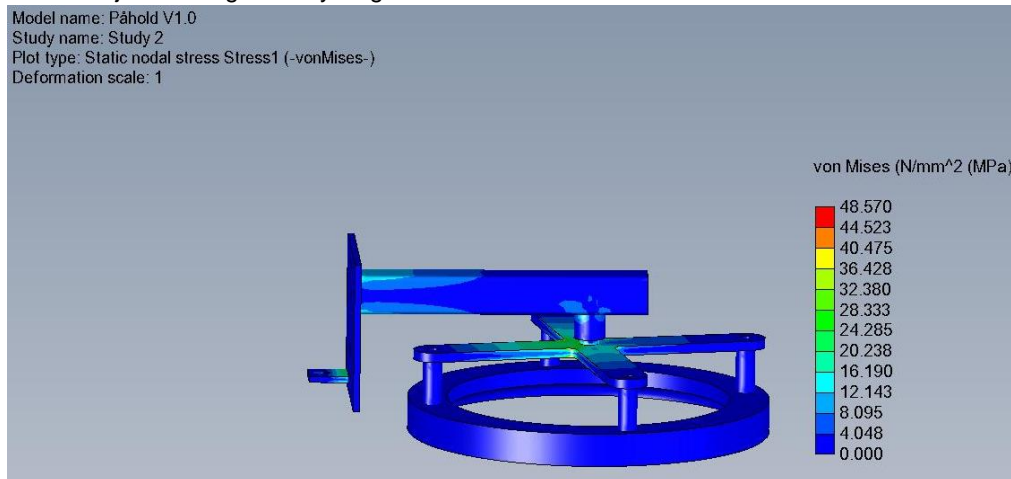
12.2.4 Redesign

.Vi ønsket å se nærmere på om vi trengte den skrå støttebjelken, som er festet fra platen og opp i hovedbjelken på påholdet. Vi kjørte derfor den samme analysen igjen, med de samme dimensjoner, for å se om denne har noen spesiell betydning for konstruksjonen, eller om støttebjelken kan fjernes. Den horisontale bjelken har dimensjoner 60x60x4mm. Mesh parametere er like som i første gjennomkjøring

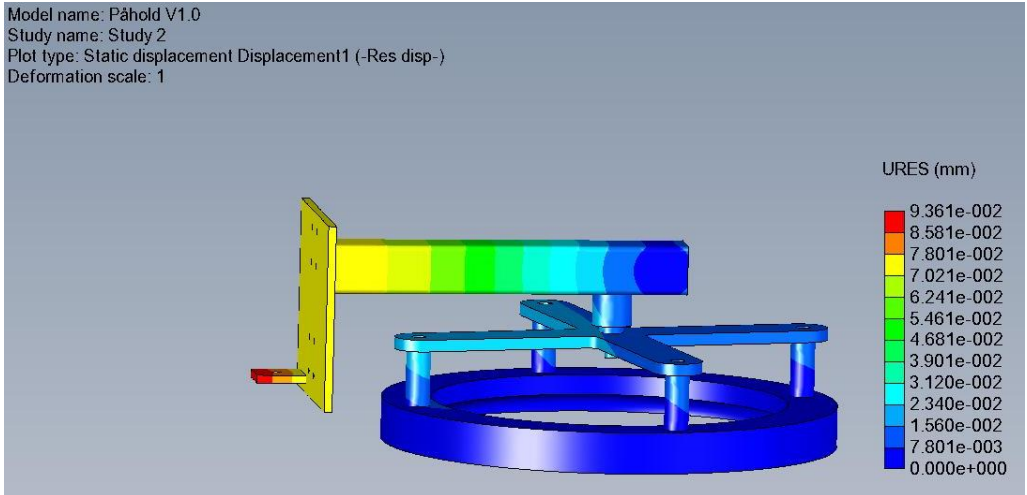


Figur 35 Påholdet med støttebjelke.

Vi ser på resultatet at det er liten endring i forhold til designet med og uten støttebjelken. Det er uansett lite materialet lar seg påvirke, så dette har liten betydning for konstruksjonen. Deformasjonen er også ubetydelig.



Figur 36 Litt mer spenning, 30 MPa, men ikke i nærheten av materialets flytegrense på 220MPa.



Figur 37 Forskyvning i redesign.



Ut fra beregningene ser vi at det planlagte designet er overdimensjonert i forhold til kraften som virker på det. Vi har mulighet til å gå ned på dimensjonering av materialene hvis det er ønskelig. Støttebjelken har svært liten betydning for funksjonen, og kan uten problem fjernes.

12.2.5 Konklusjon for FEM analyser.

Vi konkluderte med å bruke den valgte dimensjonen på både motorboss og påhold, selv om de er overdimensjonert. Dette gjorde vi bl.a på grunn av tilvirkningstekniske hensyn. Det vil for eksempel ikke være spesielt gunstig med gjenger i en 2 mm plate, selv om platen i utgangspunktet vil tåle belastningen den skal utsettes for.

Selv om dette er en spesialdesignet maskin for et spesielt formål, så er det ingen vesentlig større utgift i materialkostnader på disse delene, enn om vi skulle ha gått ned på dimensjoneringen..

Endringene som ble gjort etter denne analysen var at vi fjernet den skrå støttebjelken på påholdet.



13 Ressursplan og økonomi

Som vi ser av ressursplanen har vi noen aktiviteter som det er registrert lite eller ingen timer på. Dette er grunnet endring av ressursplanen etter første fremføring. Den ble først delt opp i alt for små aktiviteter, deretter forenklet litt igjen. Dette resulterte i en del feilregistrerte timer. Vi har ikke vært istand til å rette opp i dette, da det er umulig å vite hva vi gjort.

Av hovedaktiviteter har vi estimert litt mye timer på planlegging, dokumentasjon og design, og så har vi underestimert en del timer på produksjon.

Grunnen til planleggingen gikk raskere enn forventet, var veldig godt samarbeid med OSO. I tillegg fikk vi en del krav fra OSO om produkter de har som standard hos seg. Vi har også en automatikk mekaniker på gruppen som hadde en del erfaring innen maskinbygging. Dette forenklet planleggingen en del. Designet ble også gjort noe raskere enn planlagt da vi har en på gruppa med spesiell interesse for CAD. Dermed har vi spart inn en del tid der også.

Produksjonen gikk noe senere enn forventet av flere årsaker. Noen ting måtte lages flere ganger grunnet ute av toleranse, og så hadde vi 4 avvik som tok opp en del ekstra tid til bygging. Den største faktoren var deler som vi hadde fått bekreftet på lager eller hadde fått levert som da ikke var tilstede, eller feil.

Da vi laget planen trodde vi at dokumentasjonen skulle leveres to dager før presentasjonen. Dette ville gitt oss en ekstra uke registrert i ressursplanen. Vi har planlagt å kjøre SAT og lage 3 presentasjon i uke 22, derfor utgår 150 timer fra planen. Dvs at vi har estimert ganske riktig med tanke på totalt antall timer i prosjektet.



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

Prosjekt: Automatisk skrustajon (A.S.S)			V. 2.0 per 29.05.11										
Nr	Aktivitet	Total			Ole gunnar		Henrik		Halvor		Svein gjøran		
		Estimert totalt	Registrerte timer	Gjenværende / avvik	Estimerte timer	Registrerte timer	Estimerte timer	Registrerte timer	Estimerte timer	Registrerte timer	Estimerte timer	Registrerte timer	
Planlegging			306,0	229,5	76,5	82,0	56,0	62,5	31,0	85,0	71,0	76,5	71,5
2	Planlegging	50,0	67,0	-17,0	12,5	10,0	12,5	13,0	12,5	31,0	12,5	13,0	
4	Forstudium	60,0	59,0	1,0	15,0	20,0	15,0	15,0	15,0	11,0	15,0	13,0	
6	Kravspesifikasjon	56,0	30,5	25,5	17,0	10,0	5,0	0,0	20,0	10,5	14,0	10,0	
8	Testspesifikasjon	40,0	17,5	22,5	12,5	9,0	5,0	0,0	12,5	2,0	10,0	6,5	
10	Prosjektplan	100,0	55,5	44,5	25,0	7,0	25,0	3,0	25,0	16,5	25,0	29,0	
Dokumentasjon			995,0	722,5	272,5	274,0	183,5	332,0	299,5	198,0	136,5	191,0	103,0
44	Administrativt	60,0	77,0	-17,0	51,0	65,5	3,0	10,5	3,0	0,0	3,0	1,0	
12	1. Presentasjon	50,0	36,0	14,0	12,5	12,5	12,5	2,0	12,5	10,5	12,5	11,0	
26	2. Presentasjon	50,0	74,0	-24,0	12,5	27,0	12,5	18,0	12,5	18,0	12,5	11,0	
42	3. Presentasjon	50,0	0,0	50,0	12,5	0,0	12,5	0,0	12,5	0,0	12,5	0,0	
46	Skrive ukesrapport	25,0	15,0	10,0	22,0	14,5	1,0	0,5	1,0	0,0	1,0	0,0	
13	Skrive møtereferat	20,0	2,5	17,5	17,0	1,5	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	
14	Skrive timelister	40,0	39,5	0,5	6,0	9,5	6,0	6,0	6,0	3,5	22,0	20,5	
15	Lage webside	50,0	33,0	17,0	1,0	0,0	47,0	33,0	1,0	0,0	1,0	0,0	



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

43	Backup	5,0	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	3,0
19	Møter med veileder/prosjektgiver	150,0	108,0	42,0	37,5	35,5	37,5	22,5	37,5	25,0	37,5	25,0
17	Dokumenter	180,0	118,5	61,5	16,0	15,5	132,0	56,5	16,0	31,5	16,0	15,0
45	Økonomi	40,0	16,5	23,5	3,0	0,0	3,0	0,0	31,0	0,0	3,0	16,5
18	Rapport	275,0	199,5	75,5	83,0	2,0	64,0	150,5	64,0	47,0	64,0	0,0
	Design	780,0	625,5	154,5	187,5	140,5	147,5	61,0	187,5	172,5	257,5	439,5
21	Idemyldring	200,0	175,0	25,0	50,0	41,5	50,0	24,0	50,0	53,5	50,0	56,0
5	4 Individuelle løsningsforslag	20,0	0,0	20,0		0,0						
5	5 Muntlige diskusjoner	60,0	18,5	41,5		1,0				7,0		10,5
5	6 Skissetegning	32,0	10,0	22,0		10,0						
5	7 Analysere løsningsforslag	80,0	27,5	52,5		0,0				22,5		5,0
5	8 Valg av løsninger	8,0	9,0	-1,0		0,0				8,5		0,5
22	Konstruksjon og tegning	250,0	244,5	5,5	50,0	52,0	50,0	23,5	50,0	40,5	150,0	128,5
4	7 Undersøkelser	20,0	25,5	-5,5		12,0		2,5				11,0
4	8 Modell A.S.S	56,0	2,0	54,0								2,0
4	9 Muntlige diskusjoner	47,0	21,0	26,0		4,0		1,0		8,5		7,5
5	0 Starte analyse av komponenter	16,0	4,0	12,0								4,0
5	1 Beregninger/FEM	26,0	39,0	-13,0		10,0		9,0				20,0



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

	5											
	2	Animasjon	45,0	22,0	23,0							22,0
	5											
	3	Utarbeide sekvensliste og totalforløp	40,0	9,5	30,5					9,5		
23		Diskutere løsninger med produksjon	30,0	0,0	30,0	7,5	0,0	7,5	0,0	7,5	0,0	7,5
24		Ferdigstilling av tegninger og komponentliste	300,0	206,0	94,0	80,0	10,0	40,0	1,0	80,0	22,5	50,0
	5											
	9	Utarbeide ferdig komponentliste	80,0	3,5	76,5							3,5



60	Design sikkerhetsbur	15,0	10,0	5,0						9,0		1,0
61	Design struktur/braketter/oppbygging	80,0	88,5	-8,5		3,0				10,5		75,0
62	Design Vant	15,0	10,0	5,0						3,0		7,0
63	Design Påhold topp	15,0	20,0	-5,0		7,0		1,0				12,0
64	Design Påhold bunn	15,0	2,0	13,0								2,0
65	Design Løftemekanisme	15,0	0,0	15,0								
66	Design Rotasjon	15,0	2,0	13,0								2,0
78	Arbeidstegninger	50,0	70,0	-20,0								70,0
Produksjon		670,0	869,0	199,0	170,0	371,5	170,0	232,5	240,0	474,5	190,0	199,0
27	Innkjøp	40,0	49,0	-9,0	10,0	43,0	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0	6,0
31	Produksjon/maskinering av deler	250,0	567,0	317,0	30,0	89,5	60,0	135,5	100,0	233,0	60,0	109,0
67	Programmering	60,0	111,5	-51,5		2,0		1,5		108,0		
68	Lage braketter	25,0	31,5	-6,5						20,5		11,0
69	Lage stativ for PLS/Weber/Kontrollpanel	25,0	36,5	-11,5		1,0				13,5		22,0
70	Lage sikkerhetsbur	25,0	15,0	10,0		15,0						
71	Sette opp samleband	25,0	7,0	18,0		7,0						
72	Montering	40,0	108,0	-68,0		45,0		18,5		25,5		19,0
73	Sveise	50,0	46,0	4,0						46,0		
33	Sammenstilling / oppkobling	100,0	172,0	-72,0	25,0	97,0	25,0	53,0	25,0	14,0	25,0	8,0
35	FAT	200,0	70,0	130,0	60,0	36,0	30,0	13,0	60,0	7,0	50,0	14,0
74	Kjøre maskin	100,0	12,0	88,0						7,0		5,0
75	Programmere for justering	25,0	6,0	19,0		6,0						
76	Finjustering	50,0	24,0	26,0		19,0						5,0
77	Justere manuelt	25,0	11,0	14,0		11,0						
37	Installasjon	80,0	11,0	69,0	20,0	0,0	20,0	11,0	20,0	0,0	20,0	0,0
40	SAT	100,0	0,0	100,0	25,0	0,0	25,0	0,0	25,0	0,0	25,0	0,0
Sum		2751,0	2446,5	304,5	713,5	608,5	712,0	591,5	710,5	578,0	715,0	668,5



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

13.1 Økonomi

Da vi fikk tildelt oppgaven ved OSO, så ble det stilt spørsmål fra vår side om hvordan vi skulle forholde oss til den økonomiske siden. Vi fikk beskjed om at det ikke ble noe reelt budsjett å forholde oss til, men at OSO ville være med å godkjenne delene vi ville bruke. Derfor har vi isteden sett på total investeringssum, tidsbesparelse og hvilken effekt dette vil ha for linjen.

13.2 Materieell

Leverandør:	Type:	Mod.nr:	el.nr:	varenr:	Antall:	Tot pris
J.F.						
Knudtzen	Rekkeklemmer	WDU 2,5	12 688 00		100	810,00
		TS 35x7,5x2 mont.skinne				
	DIN-skinner	hullet 2m	12 686 22		2	193,60
	Endestopper	EW 35	12 675 54		10	88,00
	Merking, rekkeklemmer	Dekafix-6-FW 1-50	12 699 34			200,00
	Endeplater	WAP 2,5-10	12 688 45		20	96,00
	Plugglask	ZQV 2,5 N 10				
	Jordingsklemmer	POL	12 690 65			
		WPE 2,5	12 688 15		15	481,50
		GF-DIN-A7/5 50x50HB GRÅ SLISSET				
	Kabelkanaler	KANAL 2M		3884513007	2	432,00
	Endehylser	Enkle/doble				
		Weidemüller gul-nåltype	12 636 XX			
Rittal	Skap/boks	Til display		CP 6540.200	1	1281,00
	Styreskap	600x380x350		AE 1339.500	1	1216,00
	Koblingsboks	200x300x120		1554.500	2	792,00
Siemens	PLS	S7-315- 2PN/DP			1	17000,00
		S7-323 I/O-moduler		16 DI and DO	1	3390,00
		S7-323 I/O-moduler		8 DI and DO	1	1980,00



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

Beijer Electronics Automation	Operatørpanel	Mitsubishi E 1070 - 6,5"fargeskjerm Nettrenne		1	17000,00
Schneider Electric	Nettingrenner Stripsfester	120/60-ø5, L=2,5m	4 176 036 2 494 568	1	384,00 390,00
	Fotoceller	Plast direkt.PNP no m/plugg Endebyter kort	4 354 075 XUB4APANM12	4	552,00
	Mekansik giver	arm m/rulle M12 Lysmodul Ba	4 347 018 XCMD2116C12	1	898,00
	Lystårn:	15d Grønn uten Pære	4 303 637 XVBC33	1	275,00
		Lysmodul Ba 15d Rød uten Pære	4 303 638 XVBC34	1	275,00
		Lysmodul Ba 15d Orange uten Pære	4 303 639 XVBC35	1	275,00
		Grunnmodul med topplokk	4 303 634 XVB-C21	1	239,00
		Veggfeste LED-pære grønn	4 303 621 XVB-C12 4 306 201 DL1BDB3	1 1	178,00 420,00
		LED-pære rød	4 306 202 DL1BDB4	1	420,00
		LED-pære gul	4 306 204 DL1BDB8	1	420,00
	Maskinsikkerhet:	Nødstopp trykk/vri no+nc Skilt Ø60	4 302 959	1	307,00
		Nødstopp gult	4 303 152	1	66,50
Festo	Sylindre:	Skillejigg Stopper inne i maskin	ADNGF-16-30-P-A DSNU-16-25-PPV	1 1	356,00 254,00
		Stopperstyring	FEN-12/16-25	1	1204,00
		Påhold:	DNC-32-300 DNC-32-400 DNC-32-500	2 1 1	1134,00 592,00 617,00
	Ventiler:	MPA/CPX-moduler til alt av sylindre og ventiler			10000,00
	Fittings:	6 og 8 mm			1000,00
	Slanger:	inne og ute på alle sylindre			682,00
Omron	Følere: Induktiv føler	E2A-S12KS		5	2000,00 1690,00
Tore Aamodt SEW Eurodrive	Absolutt rotasjonsgiver	Posital Fraba - optocode - profibus dp MOVITRAC B		1	5100,00
	Frekvensomformere:	0,25kW Gateway-	DFP21B	2	5200,00
				1	1900,00



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

profibus					Gruppe #1	
Oem						
Automatic	Strømforsyning	Puls 220 VAC	66 040 28	CS5.241	1	1604,00
ASI		IGUS				
automatikk	Kabelkjeder	E4.21.080.075.0		E.4.21.080.075.0	2,5m	1825,00
		Braketter				160,00
Diverse	Kabler				1	4000,00
	PG-nipler					500,00
Jokab	Sikkerhetsrelé	RT 6 - 24VDC				1660,00
		AZ 15 ZVRK-1762	1153619			
Schmersal	Dørbrytere				3	1277,60
	Nøkkelse	Az 15 /16 B2				81,20
Norsk staal	8x1000x2000mm	128kg/plate	135185	Stålplater s235JR/DOMEX 240YP- laserplater Varmformede hulprofiler celsius	1	2297,10
	60x60x4mm	7,11kg/m	52137	S355NH Vinkelstål NVA,	40m	5428,90
	50x50x5mm	3,85kg/m	15092	Likebenet	1,5m	157,95
	120x80x8mm	12,40kg/m	16151	Vinkelstål NVA	1m	348,85
	25mm x d	1,34kg/m	712044	Aluminiumbolt, rund EN AW 6082-T6	0,5m	40,20
	12x1000x2000mm	67.2kg/plate	730113	Aluminiumsplater, EN AW 5052/5754-	1	3370,80
	25x5mm	1kg/m	20215	H22/H32 Flattstål S235JR	5m	133,92
	150mm x d	141kg/m	73150	Sort akselstål S 355J2+N	60mm	341,05
	6mm x 4-KT	0,29kg/m	248022	Kilestål firkant E335GC+C	1m	21,66
	25mm x d	3,93kg/m	246043	Centerless akselstål SS2142	2m	409,90
	2x1000x2000mm	32Kg/plate	288120	Kaldvalsede stålplater DC01AM	1	650,66
Astrup	10x1000x2000mm	33kg/plate	3741260120	POMplate	1	3003,00
	40x620x1000mm	62kg/m^2	3741260180	POMplate	1	3498,00
SKF-tools	FYTJ 20 TF	FYTJ 504M	YAR 204-2F	Lager med holder	1	373,00
	FY 25 TF	FY 505M	YAR 205-2F	Lager med holder	4	1740,00
			Iso standard		1	100,00
Jens-s	Tannhjul			30-XL-037-s	2	200,00
					SUM	115011,9



OSO Hotwater lagervare			
SEW Eurodrive	Motor, Transportband		2632,00
	Motor, Oppløft		4285,00
MøIndals	Transportbånd		
Festo	Oppløft	DNC 80-100	1057,00
ISO Styring	Oppløft	FENG-80-100 KF	4340,00
Boch Rexroth	Lineær kulebane	Star 25	8000,00
	Vogner	Star 25	8500,00
Weber	Webersystem		62500,00
		SUM	91314,00

13.2.1 Innvesteringer

Utgift på komponenter: 206325,- kr

Utgift på eksterne tjenester: vannskjæring: 4998,- kr

Totalinvesteringssum: 211323,- kr

13.2.2 Tidsanalyse

Syklustiden for skruing er målt i VSM til 46,39,61,35,40,56,41,47,53,63,38,39,42,45 og 49 dvs. 46,26 sekunder i snitt.

Maskinen vil maksimalt bruke 30 sek på samme operasjon som gir oss $46,26 - 30 = 16,26$ sekunder spart per tank.

Dvs. stasjonen vil øke kapasiteten med $16,26 * 100 / 46,26 = 35,14\%$



Hovedprosjekt vår 2011

13.2.3 Businesscase

Gruppe #1

VSM-Businesscase calculation					
Prosjekt navn	Ny skrustasjon linje 4				
Prosjekt nr:	015-2011				
Utført av:	Y-engineering				
Dato:	06.04.2011				
Kommentarer til investeringen, risiko, etc:					
I dag skrur ytterskall manuelt på linje 4. Dette er i henhold til VSM en flaskehals på linjen, og det er ønskelig med en automatisk skrustasjon for å få opp farten på produksjonen. Syklustiden målt i VSM viser til 440 sekunder, og maskinen vil avlaste dette til under 395 sekunder. Når dette er flaskehalsen i tillegg, så betyr det at ressursene forøvrig på linjen blir benyttet bedre, og det vil produseres flere produkter.					
Valuta	NOK	Kurs	1	Sum	211323
Investeringssum NOK					211323
Direkte kostnader pr år:		Før	Etter	Savings	
Arbeidstid på linjen, 840,-/t, 8 000 stk pr år, 8,5 op		6 981 333	6 267 333	714 000	
				0	
				0	
				0	
Indirekte variable kostnader pr år:					
				0	
				0	
				0	
				0	
Indirekte faste kostnader pr år:					
				0	
				0	
				0	
Payback	0,3	År		Sum pr år:	714 000

Som vi ser av VSM-businesscase malen får vi mindre produksjonskostnader som en funksjon av økt effektivitet. Vi får en tilbakebetalingstid på 0,3 år og en årlig besparelse på 714000 kr. Dette utgjør en 48% stilling. Vi kan da senke antall operatører til 8. Eller vi kan øke produksjonen. Dette er avhengig av kundebehovet.

Hovedprosjekt vår 2011



Gruppe #1



14 Byggeprosessen

Etter at konsept og tegninger ble godkjent hos OSO Hotwater AS, så begynte en av prosjektets store bolker, byggeprosessen. Vi brukte til sammen 6 uker på å bygge maskinen ferdig, med alt av sveising av sikkerhetsbur, tilpasning av vannskjæringsdeler, kobling av det elektriske systemet, pneumatisk oppkobling osv. Det hele var en veldig givende prosess hvor vi fikk med å oss utrolig mye erfaring i forhold til å bygge noe vi hadde designet og tegnet først.

14.1 Uke 1, Produksjon av smådeler

Mandag i påskeuka begynte vi produksjon på OSO. De to første dagene gikk med til opplæring og gjenoppfriskning av dreining og fresing. Vi fikk i løpet av de to dagene produsert:

- Motorakslar
- Braketter til vant og oppløft
- Aksler til påhold og strammehjul
- Motorboss
- Kilespor i aksler, boss og plast tannhjul
- Kiler



Figur 38 Fresing av slissespor.

YE

Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1



Figur 39 Dreining av motorboss.



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

14.2 Uke 2, Sveising av sikkerhetsbur og modifisering av deler fra vannskjæring.

Uka etter påskeferien, så hadde stålet til buret kommet. Stålet ble kappet opp i riktige lengder, med gjæring der det var spesifisert. Vi fikk hjelp til innstilling av sveiseapparat , og fikk da trent litt på å sveise før vi punktet sammen toppen av sikkerhetsburet. I tillegg borret vi opp reimhjul til absoluttgiver så det passet på motorbosset, og laget slissespor i deler av sikkerhetsburkonstruksjonen.



Figur 40 Ole kapper stål til sikkerhetsbur.



Figur 41 Svein freser slissespor.



Hovedprosjekt vår 2011

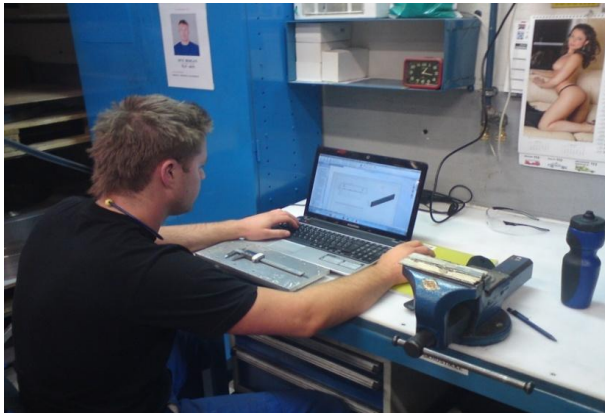
Gruppe #1



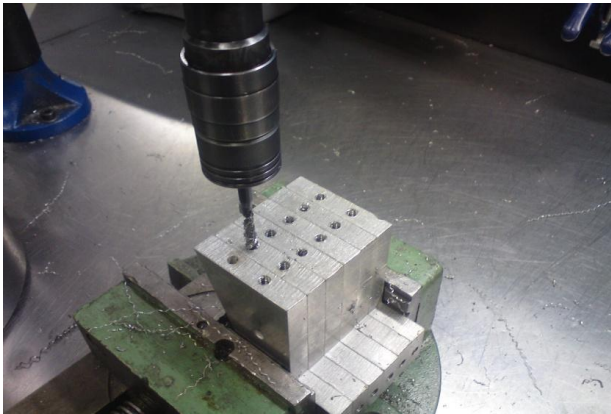
Figur 42 Sikkerhetsbur blir punktet sammen i sveisebua på OSO.



Figur 43 Deler hentet fra vannskjæring hos vannskjæringscenteret i Sande.



Figur 44 Svein kontrollmålte deler fra vannskjæring, og sjekket de opp mot tegningene.



Figur 45 Deler fra vannskjæring ble modifisert med planlagte hull og gjenger før montering.



Figur 46 Båndmodul prøvemontert etter vannskjæring.



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

14.3 Uke 3, Ferdigstillelse av sikkerhetsbur og båndmodul, samt maling av deler.

Den tredje uka brukte vi til å ferdigstille strukturen til sikkerhetsburet. Dette gikk ut på å sveise struktur til båndmodulen, og sveise fester for maskinføtter. Vi laget gjengehull til feste av aluminiumsplatene som skal holde bl.a Weber skrutrekkeren, og monterte skinner til den linjære kulebanen til påholdet.

Båndmodulen ble sveiset sammen, og komplettert med kjedeskinne, kjeder, settskruer til justering av kjedene og motor med tilhørende aksler, lager og tannhjul.

Ved siden av dette produserte vi:

- POM sentreringsplate til oppløftet.
- Påholdet mekanisk bestående av: fire vognplater til den linjære kulebanen, POM ring med 22mm radie som klemmer på tanken med tilhørende spacere i aluminium og forsenkede hull i aluminiumskrysset som holder POM ringen.
- Brakett og POM skillehode til skillejigg.
- Vant/sentreringsgjerder.



Figur 47 Strukturen til buret er ferdig.



Figur 48 Prøve montering av båndmodul, venstre.

Figur 49 Prøve montering av båndmodul, høyre.



Figur 50 Dreining av POM sentreringsplate, venstre.

Figur 51 Sentreringskon på 10 grader, høyre.



Figur 52 Montering av vogner for linjær kulebane i påhold.



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

14.3.1 Maling

Etter å ha prøvemontert alle delene, så måtte de males for å hindre korrosjon, og av sikkerhetsmessige og estetiske grunner.

Stillestående deler som sikkerhetsbur, båndmodul og lignende blir malt i blåfargen OSO bruker på sine maskiner. Blåfargen heter Himmelblau RAL 5015

Deler som er i bevegelse som oppløft, påhold og kjedeskinner blir malt gule for å øke sikkerheten. Gulfargen heter Rapsgebl RAL 1012



Figur 53 Buret ferdig malt i blåfargen Himmelblau.



Figur 54 De gulmalte delene trengte flere strøk for å bli dekket.



14.4 Uke 4, Montert påhold m/ sensorbrakett, flyttet buret og kobling av el.skap.

Den fjerde uka gikk stort sett med til montering av ferdige deler, kun noen få deler har blitt produsert nye. Samtidig la vi stor vekt på programmering og kobling av det elektriske. Buret ble flyttet fra sveisebua, og ut i verkstedet. Dette gav oss et bedre arbeidsmiljø, og større albuerom.

Dette gjorde vi:

- Monterte båndmodul i buret
- Monterte påhold med pneumatiske sylindere
- Laget sikkerhetsdører
- Programmerte
- Dokumenterte
- Koblet el. skap
- Laget plate for montering av ventilblokker, luftbehandlingssystem og koblingsboks for weber.
- Lagt opp kabelbru



Figur 55 Buret på vei ut i verkstedet. Diskusjon om strategisk plassering.



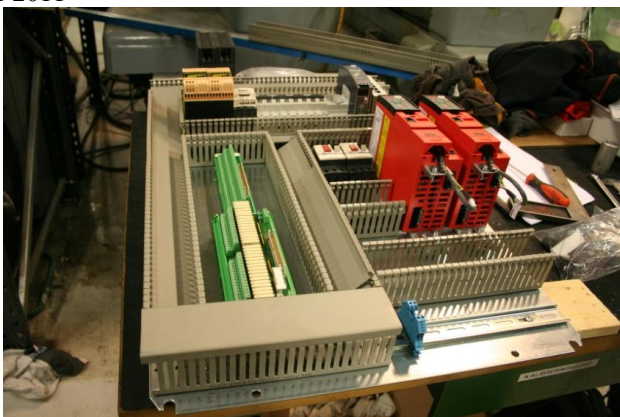
Figur 56 Montering av båndmodul og linjære kulebaner.



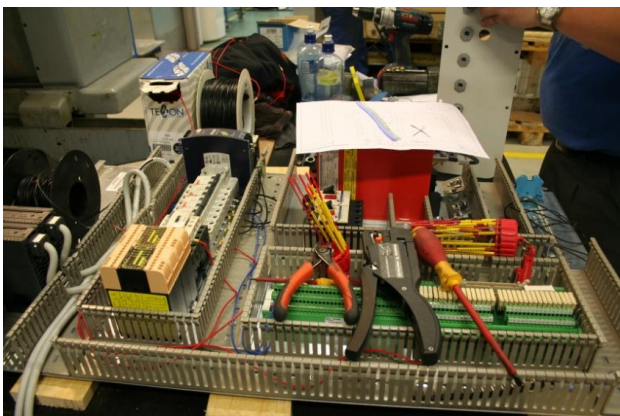
Figur 57 Prøveinstallering av påhold og oppmåling for sensorbrakett.



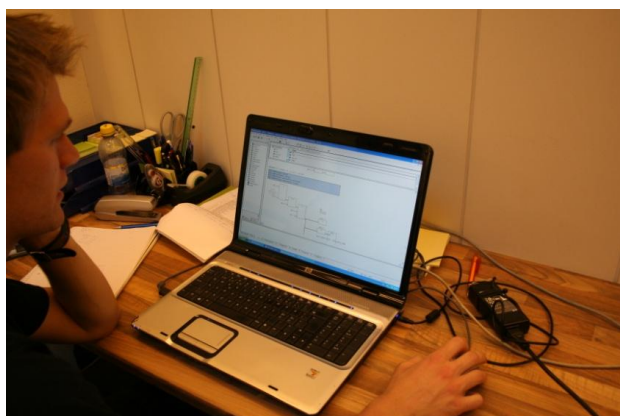
Figur 58 El. skapets sin spede begynnelse.



Figur 59 Nesten alle komponenter montert, mangler en kontaktor og rekkeklemmer til Nødstop.



Figur 60 Begynt kabling, alle kabler blir merket med kontaktpunkt i hver ende.



Figur 61 Programmering på kontoret.



Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1



Figur 62 Sylindrerke i påhold montert.



Figur 63 Påhold stående helt i bunn.



Figur 64 Plate for montering av luftbehandling, ventilblokker og koblingsboks.

YE

Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1



Figur 65 Sikkerhetsdører montert.



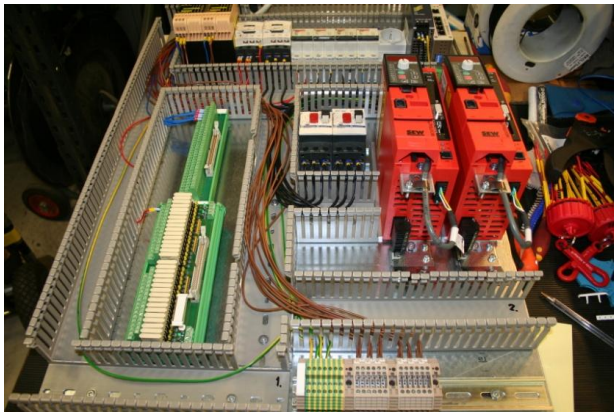
Hovedprosjekt vår 2011

Gruppe #1

14.5 Uke 5, Koblet el.skap, lagt opp elektrisk og pneumatisk system, montert absoluttgiver.

Den femte uka ble i stor grad brukt til å legge opp det elektriske og pneumatiske systemet. Dette er ting som tar lang tid, og virker frustrerende siden den visuelle fremgangen er minimal. Denne uken ble vi, for første gang, liggende etter planen. Testing skulle ha begynt onsdag, men noe forsinkelse på deler og at ting tok lengre tid enn planlagt forsinket oss. Likevel fikk vi gjort mye:

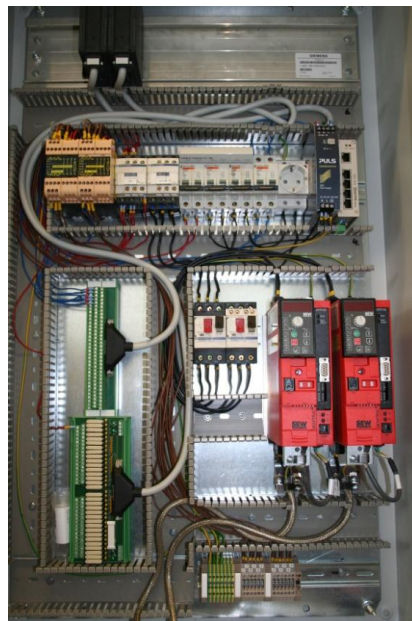
- Monterte innmaten i el.skapet, og koblet det opp mot sensorer og motorer.
- Koblet opp grindstoppbryterne (maskinen stopper hvis man åpner sikkerhetsdørene).
- Koblet opp weber skrutrekker
- Laget stativ til skap for operatørpanel.
- Monterte absoluttgiveren og koblet den opp.
- Koblet opp pneumatiske sylindere i påholdet.
- Laget sensorbrakett til stopperen.
- Montert skillejigg
- Koblet opp luftbehandlingssystem (trykkregulator, vannutskiller og smøring til weber).



Figur 66 Intern kobling ferdig, innmat snart klart for innmontering i selve skapet.



Figur 67 Stativ til skap for operatørpanel.



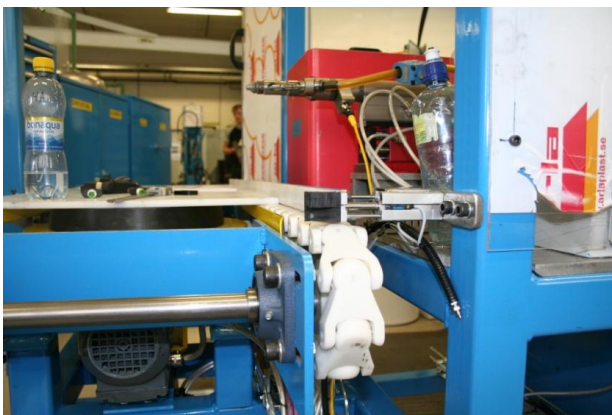
Figur 68 Innmaten i el. skapet montert.



Figur 69 Pneumatiske slanger legges systematisk.



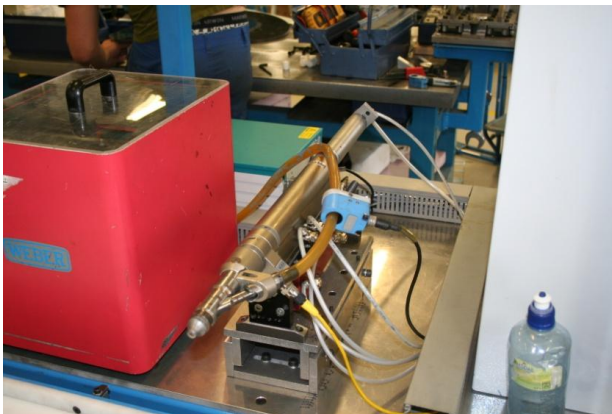
Figur 70 Sensorbrakett m/sensorer til stopper.



Figur 71 Skillejigg montert.



Figur 72 Luftbehandlingssystem montert og koblet opp nederst til venstre.



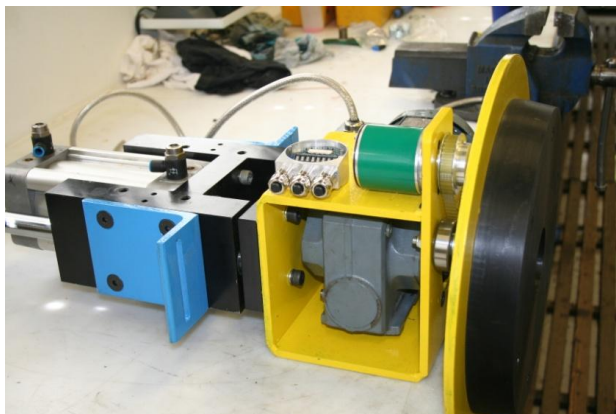
Figur 73 Weber skrutrekker koblet opp og ledninger lagt i kabelgater.



Figur 74 Kabelkjeder og braketter for føring av pneumatiske slanger og sensorledninger til påholdet.



Figur 75 Kabelkjeder under montering, Svein kobler i el. skapet.



Figur 76 Montering av absoluttgiver (grønn).



14.6 Uke 6, Sluttmontering og testing

Den siste byggeuka brukte vi for alt den var verdt. Vi monterte operatørpanelet i eget skap, sammen med nødstoppbryter og reset knapper. Onsdag kveld oppdaget vi en feil under en sjekk av høydene på de forskjellige tankene i påholdet. Dette førte til et redesign for å få påholdet til å passe til alle tankene. Etter litt grubling og diskusjon, så hevet vi bjelken som holder påholdsringen med 100mm.

Når byggingen begynte å gå mot slutten, så la vi programmet inn i PLSen. Deretter kunne vi begynne å teste skrustasjonen ved å tvangskjøre funksjonene ved hjelp av operatørpanelet. Slutten av byggingen og begynnelsen av testing gikk i en glidende overgang, derfor sto maskinen ferdig bygget torsdag ettermiddag. Da hadde vi i løpet av uka:

- Montert kabelkjedene ferdig.
- Laget brakett og lagt ledning i rør fra lystårn.
- Laget lexan beskyttelsesdeksel i bakkant av maskinen.
- Montert sensorer på de pneumatiske luftsylindere i påholdet.
- Lagt opp hovedstrømbryter i el.skapet.
- Lagt opp strøm til weber PLS.
- Endret påhold.



Figur 77 Ferdig monterte kabelkjeder.



Figur 78 Operatørpanel i skap med nødstopbryter og resetknapper til nødstop og grindstop.



Figur 79 Skap montert på fot. Inngående ledninger lagt i plastrør.



Figur 80 Montert lexan beskyttelsesvegg.



Figur 81 Første tvangskjøring av påholdet, passer bra på tanken.

Hovedprosjekt vår 2011

YE

Gruppe #1



Figur 82 El. skap ferdig koblet.



Figur 83 El.skap komplett.



Figur 84 Påholdsbjelken hevet med 100mm for å passe alle tankene.



Figur 85 Ferdig bygget og avduket.



Figur 86 Før skruing av FAT tank.

Byggeprosessen har alt i alt vært spennende, slitsom og veldig lærerik på mange områder.



15 Elektrisk systemoversikt

Til det elektriske anlegget, så har vi brukt komponenter som OSO bruker som standard, og er i samsvar med OSOs retningslinjer og normer for kobling av elektrisk anlegg.

Størrelsen på komponentene er beregnet ut fra strømstyrke. Med dette mener vi ledningstversnitt, størrelse på sikringer og motorvernbytere. Dette fører til at størrelsen på komponenter som rekkeklemmer og gjennomføringsnippler faller naturlig, fordi de blir brukt og beregnet ut i fra ledningstversnitt.

Å lage det elektriske anlegget har bestått av:

- Koble opp el.skap med komponenter.
- Strekke motorledninger, koble opp motorene.
- Strekke og tilkoble sensorledninger.
- Tilkoble weber PLS.
- Montere sensorer

For å koble opp el. anlegget, så har vi laget et koblingsskjema. Se vedlegg for fullt skjema.



Hovedprosjekt vår 2011

15.1 Oversikt el. skap

Gruppe #1



Figur 87 Oversikt el.skap.

1. Siemens S7-300 PLS.
2. Sikkerhetsrelé, nødstop (–KN) og grindstopp (–KG).
3. Kontaktorer (–K1 og –K2)
4. Sikringer 230v (–Q1, –Q2 og –Q3)
5. Sikring 24V (–Q4)
6. Stikkontakt 230V
7. Omformer 230V-24V



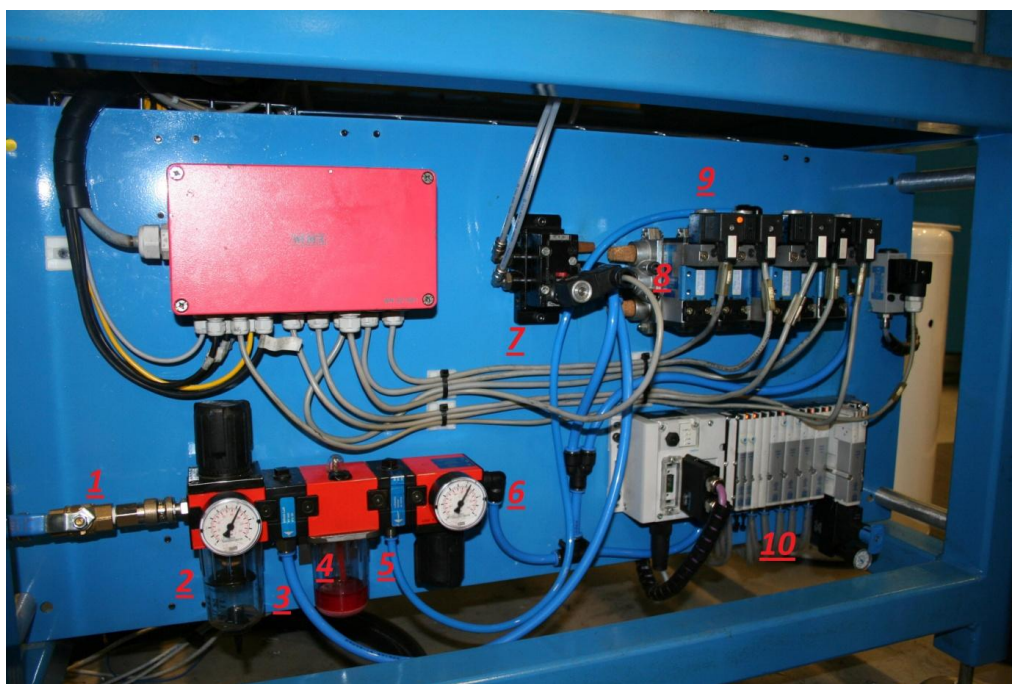
Hovedprosjekt vår 2011

8. Ethernet switch
9. Tilkoblingsmodul til PLS
10. Motorvernbrytere (-Q10 og -Q11)
11. Frekvensomformere (-S10 og -S11)
12. Relémodul PLS
13. Hovedstrømsbryter
14. Rekkeklemmer, jord.
15. Rekkeklemmer, nødstop.
16. Rekkeklemmer, grindstop.
17. Rekkeklemmer, hovedstrøm inn.
18. Rekkeklemmer, weber skrutrekketilkobling

Gruppe #1

16 Pneumatisk systemoversikt

Det pneumatiske systemet er bygget opp ut ifra en gammel ventilblokk som hører til weber skrutrekkeren, en ny ventilblokk, 4 sylindere i påholdet og 2 sylindere i oppløft og skillejigg.



Figur 88 Oversikt pneumatisk styring.

1. Inngang luft fra kompressor.
2. Vannutskiller med systemtrykkregulator.
3. Tørr luft ut til skruemater.
4. Luftsmører ATF olje.
5. Smøreluft til motor weber skrutrekker
6. Strupet smøreluft til ventilblokk sylindere, weber frem og tilbake og weber ventilblokk.
7. Ventil, weber frem og tilbake.
8. Ventilblokk, blåseluft skruemater.
9. Ventilblokk, weber.
10. Ventilblokk, sylindere i påhold, oppløft, stopper og skillejigg.



17 Testing

17.1 Mål med testing

Hovedmålet med testingen var å se om maskinen oppfylte de kravene som er satt av OSO, HiBu og Y-engineering .

Kravene har blitt delt opp i 3 forskjellige typer. Ref kravspesifikasjon vedlegg 1. Vi har A, B og C krav. A krav betyr at kravet skal oppfylles, B krav betyr at det bør oppfylles og C krav kan være oppfylt. Derfor har vi hatt A-kravene som første prioritet, og hatt disse i bakhodet gjennom hele prosessen. A kravene består av å teste:

- Maskinen skal automatisere dagens skruprosess.
- Maskinen skal kunne håndtere de forskjellige høydene på aktuelle beredere.
- Tanken skal være uskadd etter skruing.
- Første skruen skal sitte under uttaket på slank RD.
- Syklustid på maksimalt 30 sekunder.
- Maskinen skal være sikkerhetsmessig etter maskindirektivet.
- Maskinen skal stoppe ved feil, og deretter varsle med blinkende lampe.

17.2 Tester

Test 1	Tester krav 1 Nivå: A	Er det bygd en maskin som automatiserer dagens manuelle skruprosess?	Etter funksjonstesting, så vi ser om maskinen virker tilfredsstillende automatisk.	Testet ok, maskinen skrur skruer på egen hånd. Utført av: OGL
Test 2	Tester krav 2 Nivå: A	Håndterer maskinen alle typer beredere den er bygd for på en tilfredsstillende måte?	Testes under FAT.	Testet ok, Maskinen takler alle typer beredere. Utført av: OGL
Test 3	Tester krav 3 Nivå: A	Holder maskinen seg innenfor tidsrammen på 30 sekunder?	Testes etter finjustering av sykluser, under FAT.	Testet, ikke ok. Testtid 42sek Utført av: Y-engineering



Test 4	Tester krav 4 Nivå: A	Treffer skruen flensen tilfredsstillende for å feste skallet til bunnen?	Testes under FAT.	Testet ok, Testet 100 skruer. Utført av:SGN
Test 5	Tester krav 5 Nivå: B	Sitter skruene innenfor toleransene?	Måles med en mal vi må lage.	Testet ok, Maskinen roterer 90 ° Mellom hver skrue. Utført av:HA
Test 6	Tester krav 6 Nivå: A	Er maskinen sikker nok?	Testing av nødstoppsløyfer og ved å fysisk prøve å komme seg inn i maskinområdet for mulig skade.	Testet ok, Trykket på nødstopp, og prøvd å åpne maskindører under drift. Utført av:HM, OGL
Test 7	Tester krav 7 Nivå: B	Er det en lampe som blinker og varsler operatøren om at skruenivået er lavt?	Sjekkes visuelt under FAT.	Ikke testet. Utgår grunnet krav i daglig vedlikehold om at operatør skal fylle skruer.
Test 8	Tester krav 9 Nivå: B	Passer maskinen inn på produksjonslinja?	Testes under installasjon og under SAT.	Test ok, fysisk målt at maskin passer. Utført av: SGN
Test 9	Tester krav 11 Nivå: B	Er programmeringen i henhold til OSO's standard?	Testes av OSO's programmerer	Testet ok. Utført av: Jørn Haflan
Test 10	Tester krav 12 Nivå: B	Er riktig dokumentasjonen	Testes ved at sensor har fått	Ikke testet. Utføres av:



		innlevert?	grunnlag for vurdering.	Sensor
Test 11	Tester krav 17 Nivå: A	At maskinen stopper ved feil, og varsler hva som er feil.	Sjekkes visuelt under drift.	Testet, hvis feil på weber ok. Ikke testet under full drift.
Test 12	Tester krav 13 Nivå: A	Sjekk om lakken er uskadet.	Sjekkes visuelt og justeres under FAT.	Testet ok, 10 skrudde tanker uskadd. Utført av:OGL
Test 13	Tester krav 14 Nivå: A	Sitter den ene skruen under uttaket?	Sjekkes og justeres under FAT.	Testet ok. Utført av:HM
Test 14	Tester krav 16 Nivå: A	Melder webertrekkeren feil etter tre forsøk?	Sjekkes og justeres under FAT.	Testet, melder feil etter 1 forsøk. Prøver igjen hvis skrue mangler. Utført av:HA

17.3 Utførelse

For ikke å bruke for mange tanker til testingen måtte vi modifisere tankene litt for å simulere plassering av første skruen. Det ble gjort ved å bore hull flere steder rundt tanken.

Vi fikk kun utført testen FAT, dvs vi måtte simulere sensorer som ellers skulle stått før og etter maskinen på linjen. Her har vi fire sensorer vi trenger å manipulere:

1. Sensor som forteller at det kommer en tank.
2. Sensor til køsystem inn i maskin.
3. Sensor som forteller at det er fullt bak maskinen.
4. Sensor som forteller om løftebordet etter maskinen er oppe eller nede.

Vi kjørte hovedtestene ved å holde tanken foran maskinen, deretter satte vi igang båndet ved å gi signal til sensor 1 og 2. Etter fullført syklus måtte vi ta imot tanken og stoppe båndet ved å gi signal om at det er fullt etter maskinen, sensor 3.

På denne måten vet vi at alle sensorene i køsystemet fungerer.



Etter alle funksjonstester var utført satte vi i gang maskinen for full syklus. Vi hadde noen mindre problemer med webertrekkeren da den var justert med for høyt moment. Vi fikk også problemer med skrutiden på webertrekkeren. Dette var en liten sak, og ble raskt rettet opp i. Vi endte opp med å kjøre 10 vellykkede tester på rad, og testen ble godkjent.

Test 2

Vi har ikke utført alle testene i praksis, da dette var unødvendig. Siden det her ble et avvik på designet der vi hadde glemt 100mm fra paletten. Dette resulterte i at vi endre designet, og hevet påholdet 100 mm. For å unngå feil ble tallene dobbeltsjekk av ekstern sensor før vi sveiset det nye påholdet. Etter endret påholdt kan maskinen ta høyder fra 185mm til og med 1700mm . Testen ble godkjent.

Test 3

Denne testen ble utført samtidig som test 1, og vi fikk 42 sekunder flere ganger på rad. Grunnen til dette er at i PLS programmet til webertrekkeren ligger det en ventetid rett før skruing og rett etter. Denne tiden målte vi til ca 2 sek før og 2 sekund etter. Dette fant vi også i programmet til webere trekkeren. Dette utgjør ca 16 sekunder på full syklustid. Vi har estimert at vi kan fjerne ca 14 sekunder av denne tiden, og vil da havne på 28 sekunder.

Da fikk vi et problem fordi vi ikke har vært i stand til å skaffe kommunikasjonskabel til denne typen PLS. Grunnen er at det er en gammel PLS, og OSO bruker ikke denne. Men vi har blitt lovet leveranse av denne kablen 30.05.2011. og vil se om vi kan endre syklustiden til under 30 sekunder. Testen er ikke godkjent



Test 4 og 5

Test 4 og 5 ble utført parallellt med alle andre tester, da vi kan måle dette i ettertid. Test 4 ble utført helt fra funksjonstesting.



Figur 89 Test av skrukehøyde, skrudd 100 testskruer.

Vi ser av figuren resultat av test 4. Alle skrueshull man ser på bildet er innenfor toleranse. Test nr 5 ble målt ti ganger og maskinen bestod testen med glans. Testene er godkjent.

Test 6

Maskinen er utstyrt med sikkerhetsbrytere på alle tilgangsdører, alle andre vegger er sperret med lexanplater. Når maskinen kommer inn på linjen vil det bli montert standard gjerde som OSObruker rundt sine maskiner. Elskapet montert og koblet opp i henhold til reglementet. Disse sikkerhetsbarrierene er konstruert i henhold til Maskindirektivet paragraf 1.3 om *vernetiltak mot mekanisk fare*. Testen er godkjent.

Maskinen har blitt testet utallige ganger på nødstop og grindstopp. Disse sikkerhetssløyfene er i henhold til Maskindirektivet paragraf 1.2 om *styresystemer*. Testen er godkjent.



Test 11

Weber trekkeren varsler at den har fått signal om “skruing feilet” og maskinen vil stoppe. Dette har blitt testet utallige ganger. Det er ikke lagt inn noen varsling om feks feil tank i forhold til programmet. Men det viktigste er at webertrekkeren melder feil. Derfor anser vi testen som Godkjent.

Test 12

Lakken har ikke blitt skadet på noen av testene vi har gjort. Testen er godkjent.

Test 13

Denne testen ble kjørt samtidig med test 1 og traff innenfor toleranse alle gangene. Testen er godkjent.

Test 14

Grunnet Webertrekkerens forhåndsdefinerte feilmeldingstjeneste, blir denne testen omgjort til å gjelde at det meldes feil etter en feilskruing, og at trekkeren fortsetter å prøve dersom den mister skrue. Testen er godkjent.

17.4 Testkonklusjon

Testene har vist at vi har produsert en maskin som er kapabel til å klare de krav som er stilt. Det er kun ett krav som per idag ikke er oppfylt, og vi ser potensialet for å oppfylle dette. OSO har godkjent maskinen med de forutsetninger som foreligger per dags dat

Hovedprosjekt vår 2011



Gruppe #1