

Sensur av hovedoppgaver Høgskolen i Buskerud Avdeling for Teknologi



Prosjektnummer: 2011-06

For studieåret: 2010/2011

Emnekode: [SFHO-3200](#)

Prosjektnavn

Pneumatisk girskiftesystem, SmoothShift

Pneumatic gear shift system, SmoothShift

Utført i samarbeid med:

Kongsberg Automotive

Ekstern veileder:

Håkon Solberg

Sammendrag:

Oppgaven gikk ut på å lage et girskiftesystem for lastebiler. Det skulle være et pneumatisk system bygd opp av en sylinder og ventiler. Systemet skulle styres av en regulator, programmert på en mikrokontroller, med tilbakemelding på posisjonen fra en sensor. Det skulle designes et aktuatorhus og lages en prototype.

Stikkord:

- Girskiftesystem
- Pneumatikk
- Regulator

Tilgjengelig: JA

Prosjekt deltagere og karakter:

Navn	Karakter
Fredrik-André Lund	
Tommy Langen	
Marvin Kother	

Dato: 10. Juni 2011

Jørn Breivoll
Intern Veileder

Olaf Hallan Graven
Intern Sensor

Håkon Solberg
Ekstern Sensor



SmoothShift

Hovedprosjekt

Gruppe 6 - 2010/11

30.05.2011

FORORD

Dette heftet omhandler dokumentene gruppe 6 2010/2011 har utarbeidet gjennom hovedprosjektet. Prosjektet skal gi studentene en erfaring i det å jobbe med større oppgaver. Oppgaven er en del av en avsluttende prosess ved Høgskolen i Buskerud avdeling Kongsberg, studieåret 2010/2011, for at studentene skal få en bachelor grad.

Oppgaven er utført ved Kongsberg Automotive i Kongsberg. Den gikk ut på å lage et girskiftesystem for lastebil. Det er et pneumatisk system med ventiler og sylindere, som styres av en mikrokontroller med analog tilbakemelding på posisjonen.

Dette dokumentet er delt opp i flere mindre dokumenter. Dokumentene tar for seg forstudiene av prosjektet, kravene som stilles, prosjektets fremgang, tester som skal gjennomføres og rapporter på disse og tilslutt en etteranalyse av produktet og prosessen.

INNHALDSFORTEGNELSE

Under er en oversikt over alle dokumenter i heftet

1. Visjonsdokument
2. Forstudierapport
3. Prosjektplan
4. Kravspesifikasjon
5. Testspesifikasjon
6. Analysedokument
7. Designdokument
8. Implementeringsdokument
9. Testrapport
10. Etteranalyse



SmoothShift

Visjonsdokument

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

INNHOLDSFORTEGNELSE

KONTAKTINFORMASJON TIL DELTAKERE	3
INNLEDNING	4
HENSIKTEN MED PROSJEKTET	5
OPPGAVETEKST	6
SYSTEMBESKRIVELSE	7

FIGURLISTE

Figur 1: Systemoversikt	7
-------------------------------	---

DOKUMENT HISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	01 des 2010	Skrevet introduksjon og lagt til oppgave beskrivelse
0.1	02 des 2010	Lagt til hensiktet med prosjektet
1.0	05 des 2010	Det første produserte dokumentet
1.1	07 jan 2011	Lagt til systembeskrivelse og kontaktinformasjon
2.0	08 jan 2011	Den andre produserte dokumentet
3.0	29 mai 2011	Rett opp i feil som manglet

AKRONYM

HiBu	-	Høgskolen i Buskerud
KA	-	Kongsberg Automotive
AMT	-	Automatisk Manuell Transmisjon

KONTAKTINFORMASJON TIL DELTAKERE

Fredrik-André Lund
Mekatronikk
452 76 475
fre.lund@hotmail.com

Tommy Langen
Maskin
452 41 658
tommy_langen@hotmail.com

Marvin Kother
Maskin
906 32 625
marves90@hotmail.com

INNLEDNING

Dette dokumentet er det første i et større prosjekt. Dette dokumentet tar for seg visjonen til en oppgave som er en prosess ved høghskolen i Buskerud avdeling Kongsberg, studieåret 2010/2011.

Vår oppdragsgiver i prosjektet er Kongsberg Automotive. KA lurer på om studentene kan lage et gir styring system. I denne forbindelsen har de gitt oss én oppgave. De vil finne ut hvorvidt det er mulig å benytte nye pneumatiske ventiler og enkle sylindere for en rask og presis utførelse.

En AMT girkasse (automatic manual transmission) er en manuell girkasse hvor alle bevegelsene blir gjort automatisk. KA ønsker at vi skal bruke elektroniske styrte ventiler og sensor for posisjonsmåling av sylindere. Ved å måle posisjonen til sylindere ønsker vi å oppnå en jevnere og mer presis styring som fører til bedre og raskere girskift.

Oppgaven tar for seg bevegelsen fra et gir til et annet og fra et gir til nøytral.

Studentene skal lage én prototype i prosjektet, en aktuator. Det må lages et beskyttelseshus som skal kapsle inn ventil, sylinder og sensor og ha utganger/innganger for pneumatiske og elektriske tilkoblinger. Denne prototypen vil bli montert på en girkasse som skal gjøre det mulig å teste systemet under mer realistiske forhold. Prototypen skal kunne brukes for å kjøre flere tester og måle ytelsen. Den skal kobles opp mot en PC og betjenes av en joystick.

Denne aktuatoren må kunne fungere under høye temperaturer. Den blir montert under tøffe forhold i en lastebil, så det stilles krav til holdbarhet.

Det ferdige produktet skal kunne monteres på en girkasse og gjøre en gir operasjon. Den skal kunne gjøre dette hurtig men samtidig presist, og den skal kunne klare et fastsatt antall giringer uten å ta skade av det. Gir skiftingen skal kunne styres av en datamaskin.

HENSIKTEN MED PROSJEKTET

Prosjektet skal munne ut i en prototype som kan brukes til å utføre flere tester. Testene skal vise hvor god ytelse girkassen har. Da får man svar på om det er mulig å bruke nye elektroniske ventiler til å få et mer presist og et raskere girskiftesystem.

Studentene skal gjennom prosjektet få erfaringer med gruppesamarbeid og det å forholde seg til en kunde. De får erfaringer med å omsette kundes ønsker til et ferdig produkt. Dette gjør at studentene kommer innom alle sekvenser som alle større prosjekter går igjennom.

I prosjektet kommer studentene til å måtte tilegne seg bredere kunnskaper om pneumatiske systemer, skjemategninger, materiallære og prosessarbeid. Dette er fag som er sentrale for den utdanning de er i ferd med å fullføre.

I tillegg vil prosjektets gang ha fordel for oppdragsgiveren. Den fordelen er at den oppdragsgivende bedriften vil få belyst et av sine problemer. Studentene forsker på én idé bedriften har. Bedriften kan kanskje bruke denne dokumentasjonen i videre arbeid.

OPPGAVETEKST

Det skal lages en funksjonsprototype av et gir skift kontroll system. Der det mekaniske designet skal omfatte:

- Pneumatisk dobbeltvirkende sylinter med integrert posisjonssensor.
- Hus for ventilenhet med pneumatiske og elektriske tilkoplinger.
- Det mekaniske grensesnittet skal være omskiftbar med en lastebil girkasse, og en detent kraft simulator (girkasse og kraft simulator er tilgjengelig på KA)
- Det vil bli lagt vekt på enkel og robust integrering av ventil styreenhet og sensor.
- Designet skal være kompakt og enkelt, og være egnet for industrialisering.

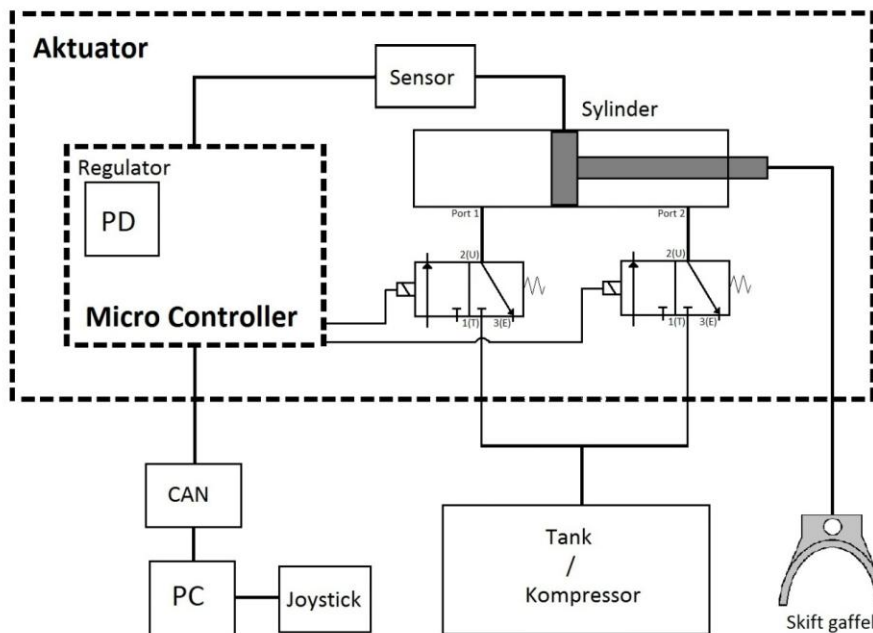
Elektronikk styresystem:

- Studentene må sette seg inn i ventil kontroll enheten og lage en lukket sløyfe PD regulator for styring av aktuator posisjon.
- I forbindelse med testing og utvikling av regulator skal det lages en enkel simuleringsmodell i Matlab Simulink.
- Det skal lages et grensesnitt i LabView med seriell kommunikasjon (CAN) til ventil kontroll enheten.
- Posisjon på pneumatisk sylinter skal kunne kjøres direkte fra PC eller via en joystick

SYSTEMBESKRIVELSE

Systembeskrivelse er en fremstilling av systemet, både skriftlig og ved hjelp av en tegning.

Dette systemet består av to deler. Vi har den ene delen med en PC og joystick. Den andre delen er et sammensatt system som består av to ventiler, en mikrokontroller med regulator og en sylinder. Denne delen kalles for en aktuator. Under er en figur som illustrerer sammenhengen av systemet.



Figur 1: Systemoversikt

Systemet starter ved joysticken. Her blir det gitt et signal om å bytte gir. Signalet går inn til en PC som sender informasjonen videre til en mikrokontroller ved hjelp av en protokoll type som er designet spesielt for bilindustrien, CAN.

En sensor leser av hvilken posisjon sylindere har. Sensoren sender denne informasjonen til mikrokontrolleren. Programmert i mikrokontrolleren er en regulator. Regulatoren sjekker ønsket posisjon gitt av joysticken mot den posisjonen som sylindere har.

Ut i fra denne informasjonen sender mikrokontrolleren et signal til ventilene. Sylindere i systemet er dobbeltvirkende. At den er dobbeltvirkende vil si at den trenger trykkluft for å beveges i begge retninger. Mikrokontrolleren bestemmer hvem av sidene på sylindere som det skal settes trykkluft på, og hvem side det skal tappes luft fra.

Når sylindere beveger seg er den festet til en skiftegaffel. Skiftegaffelen er plassert over girkasseakselen. Dens oppgave er å skyve tannhjul inn eller ut av et gir. Det fører til et skifte fra et gir til et annet.



SmoothShift

Forstudierapport

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

INNHALDSFORTEGNELSE

INNLEDNING	3
PROSJEKTETS BAKGRUNN	4
2.1 Oppdragsgiver	4
2.2 Størrelsen på prosjektet	4
OPPGAVENES BAKGRUNN	5
3.1 Problemstilling	5
PROSJEKTMÅL	6
4.1 Prosessmål	7
KONSEKVENSER AV PROSJEKTET	8
5.1 Bedriften	8
5.2 Skolen	8
5.3 Studentene	8
5.4 Begrensninger	9
5.5 Problemer	9
5.6 Mulighet for gjennomføring	9
PROSJEKTMODELL	10
6.1 Inkrementell utvikling	10
MULIGE LØSNINGER	12
AKTIVITETSPLAN	14

FIGURLISTE

Figur 1: Kongsberg Automotiv sine nye lokaler i Kongsberg.....	4
Figur 2: Inkrementell utvikling.....	10
Figur 3: Illustrasjon PD-regulator	12

TABELLISTE

Tabell 1: Aktivitetsfordeling	14
Tabell 2: Gant plan	14

DOKUMENT HISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	24 nov 2010	Lagt prosjektmodell, informasjon om oppdragsgiver, prosjektmål
0.1	10 des 2010	Satt sammen alle ferdige deler til et dokument
0.2	13 des 2010	Lagt til konsekvenser av med prosjektet
0.3	15 des 2010	Lagt til drøfting og aktivitetsplan
1.0	15 des 2010	Første ferdige utkast av dokumentet
2.0	29 mai 2011	Rettet opp i småfeil

AKRONYM

HiBu	-	Høgskolen i Buskerud
KA	-	Kongsberg Automotive
AMT	-	Automatisk Manual Transmisjon
MNOK	-	Millioner Norske Kroner

INNLEDNING

Dette dokumentet tar for seg forstudien for SmoothShift, også kjent som gruppe nummer seks ved Høgskolen i Buskerud avdeling Kongsberg.

Hensikten med denne forstudierapporten er å få en oversikt over hva oppdragsgiveren til prosjektet ønsker å oppnå med denne oppgaven.

I tillegg gir denne rapporten oversikt over alle som er involvert i prosjektet, utfordringer vi måtte støte på underveis, begrensninger og mulige løsninger på problemet.

Til slutt informerer rapporten noen retningslinjer for gruppa og en aktivitetsplan som beskriver gruppens arbeid med prosjektet frem til jul.

PROSJEKTETS BAKGRUNN

Denne prosjektgruppen er blitt dannet for å gjennomføre en avsluttende oppgave for studieåret 2010/2011 på Høgskolen i Buskerud avdeling Kongsberg, for å avslutte en bachelor grad.

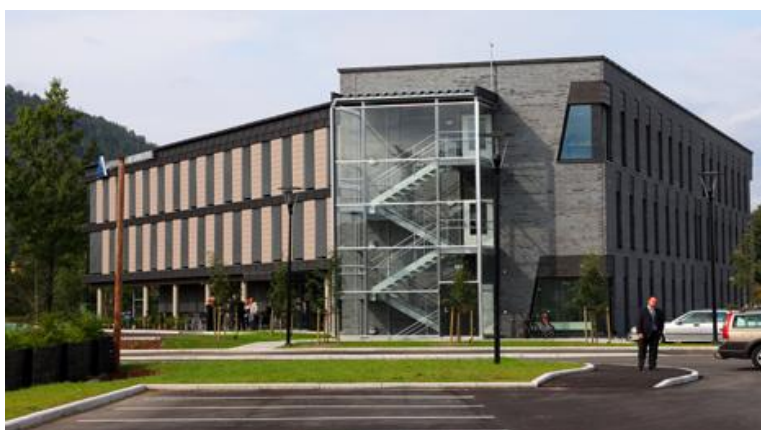
Et prosjekt på denne størrelsen skal gi studentene erfaringer og la dem vise kunnskaper. Slike prosjektarbeid gir studentene viktige innføringer i dokumentasjon, utvikling, testing og organisering.

Prosjektgruppen er satt sammen av fire medlemmer. To studerer maskin og en student studerer mekatronikk.

2.1 Oppdragsgiver

Vår oppdragsgiver i prosjektet er Kongsberg Automotive. KA er ledende i verden innen design, produksjon og levering av kontrollsystemer for kjøretøy, høyteknologiske pedalsystemer og styringsenheter. Bedriften produserer produkter som girskifte, clutch utløsere, setekomfort og stabiliserings stag.

I dag er KA representert i ca 50 lokasjoner i 20 forskjellige land i både Europa, Asia og Amerika. Bedriften har en størrelse på nesten 9000 ansatte. Omsetningen har gått fra ca 200 MNOK ved oppstart i 1987, til 8000 MNOK i 2009. KA har vokst veldig ved å kjøpe opp andre bedrifter, spesielt i de siste årene med bedrifter som Milan og GMS.



Figur 1: Kongsberg Automotiv sine nye lokaler i Kongsberg

2.2 Størrelsen på prosjektet

Prosjektet skal ligge på 500 timer arbeid pr student. Skolen stiller med intern sensor og intern veileder som er Olaf Hallan Graven og Jørn Breivoll. KA stiller med ekstern sensor og veileder som er Sven Bjørkgård og Håkon Solberg

OPPGAVENS BAKGRUNN

KA lurer på om de kan forbedre sin nåværende girskiftesystem. I denne forbindelsen har de gitt oss en oppgave. De vil finne ut hvorvidt det er mulig å bytte ut dagens mekanisme i girskiftesystem med ende stopp styring og trinnløs regulering.

3.1 Problemstilling

Oppgaven dreier seg om girskifte styring til en automatisert girkasse. Denne har noen nye elektronisk styrte pneumatiske ventiler som burde være bedre enn det som finnes på markedet i dag, for å oppnå et raskere og mer presist girskifte.

Den automat girkassen prosjektet dreier seg om er en AMT girkasse. Dette vil si at det er en manuell girkasse som har blitt automatisert. Det skjer de samme bevegelsene i denne girkassen som i en manuell girkasse, bare automatisk hvor luft sylindre gjør jobben.

Dagens AMT girkasse er styrt med to sylindere, én med tre- og én med to posisjoner for stopp. Disse sylindrene styrer opp/ned og bortover bevegelsen til giret. Girkassen har tre gir.

KA ønsker at vi tar utgangspunkt i en eksisterende girkasse, kartlegger dens ytelser når det gjelder girskifte, konstruere en ny ventilenhet, integrere denne i girkassen og kjøre tilsvarende målinger og tester. Ønsket er å lage en funksjonsprototypen av et girskifte kontroll system.

Det som finnes av slike girskiftesystemer i dag er luftsylindre med 3 faste posisjoner for stopp. Følgen av dette er at sylindren kan hoppe litt frem og tilbake før det beveger seg dit det skal, dette kan kjennes som hakkete og innskrenket flyt i skiftingen. I tillegg stopper ikke giret av seg selv når det har nådd sin ønsket posisjon. Det blir først stopp når sylindren kjøres helt ut og stopper på grunn av ende stopp dempingen. Ulempen med dette er at dette medfører en uønsket slitasje og skaper mer vedlikehold.

Prosjektet skal dreie seg om gir bevegelsen fra første til andre gir. KA ønsker nå å se om vi kan klare å regulere et pneumatisk system hvor vi bruker posisjonstilbakemelding på sylindren og har en nøyaktig ventilkontroll for å slippe å kjøre sylindrene til endestopp. Dermed kan man bruke enkle sylindere og få lettere og nøyaktige overganger i giringen. Det skal legges vekt på en kompakt, enkel og produksjonsvennlig løsning.

PROSJEKTMÅL

Resultatet av prosjektet skal være en funksjonsprototype av et gir skift kontroll system. Det mekaniske designet av dette kontroll systemet skal omfatte:

- Pneumatisk dobbeltvirkende sylinter med integrert posisjonssensor slik at posisjonen kan måles og fastlegges nøyaktig.
- Et hus for ventilenheten med pneumatiske og elektriske tilkoblinger.
- Det mekaniske grensesnittet skal være omskiftbar med en lastebil girkasse, og en detent kraft simulator, slik at produktet kan monteres på en alminnelig AMT – girkasse (girkasse og kraft simulator er tilgjengelig på KA).
- Det blir lagt stor vekt på en enkel og robust integrering i girkassa av ventil styreenheten og sensoren.
- Designet skal være kompakt og enkelt, og være egnet for industrialisering.

Elektronikken i styresystemet:

- Det skal lages en lukket sløyfe PD regulator for styring av aktuator posisjonene, slik at studentene må sette seg inn i ventil kontroll enheten som finnes i dag.
- I forbindelse med testing og utvikling av regulator skal det lages en enkel simuleringsmodell i Matlab Simulink.
- Det skal lages et grensesnitt i LabView med seriell kommunikasjon(CAN) til ventil kontroll enheten.
- Posisjon på de pneumatiske sylindere skal kunne kjøres direkte fra PC eller via en joystick

4.1 Prosessmål

I dette prosjektet har også selve prosessen en viktig rolle til oppstarten og igangsettingen av prosjektet. Tanken bak dette hovedprosjektet er at studentene som deltar i prosjektet skal lære å samarbeide, gjennomføre og lede et større prosjekt.

I tillegg er et viktig poeng at studentene skal få et innblikk i hva det betyr å være en ingeniør. Det er viktig for det videre studiet av studentene at de får inntrykk av hvordan en ingeniør arbeider, og få trening i dette. Ved siden av dette hovedpoenget er hovedprosjekt ordningen også en mulighet for oppdragsgiveren å satse på rekruttering av nye ansatte.

Bedriften vil etter prosjektets avslutning kunne skape seg et bilde av hvordan vedkommende studenter jobber i realiteten. Dette kan være mer relevant enn hva som står skrevet i en karakterbok for en senere eventuell ansettelse. Ikke minst får oppdragsgiver mulighet til å se hvor interesserte og engasjerte studentene er i å jobbe som ingeniører. I tillegg kan bedriften få en forskning/utvikling på et produkt som han etterpå eventuelt vil bruke og jobbe videre på eller produsere.

Det er viktig at studentene har en full forståelse av oppgaven, at de klarer å fordele arbeidet mellom seg og planlegge den tiden de har til rådighet.

KONSEKVENSER AV PROSJEKTET

Starter gruppen dette prosjektet eller ikke, vil det føre fram til forskjellige konsekvenser. Det er både konsekvenser for skolen, bedriften og studentene. I tillegg er det flere konsekvenser av ting som kan gå galt ved selve oppgaven.

5.1 Bedriften

For det første vil bedriften få belyst problemet sitt og finne ut om det er en løsning på dette problemet som er mulig å bruke, for videre utvikling eller produksjon. Hvis vi bestemmer oss for ikke å starte vil dette ha følger for bedriften. Bedriften er da selv nødt til å bruke mer tid og ressurser på å forske på problemet sitt hvis de fortsatt ønsker en forbedring.

5.2 Skolen

Gjennomføres prosjektet av studentene, og er vellykket, vil skolen ha muligheten å lære bort ting fra dette prosjektet til eventuelt andre studenter og kunne benytte seg av alle resultater og dokumentasjon. Ikke minst vil skolen kunne lære av feil i f.eks ledelsen av prosjektet. De vil da ha muligheten til å lære av disse feilene og utbedre metoder og opplegget for hovedprosjektet. Startes ikke prosjektet vil de ikke kunne finne ut av om hovedprosjekt opplegget eventuelt har noen mangler eller om det er noe de skulle ha gjort annerledes senere. Samtidig har skolen da ikke like god mulighet til å forberede studentene på arbeidslivet som student.

5.3 Studentene

En oppstart av et slikt prosjekt gir store muligheter for studentene som er inkludert i det. Her får de mulighet til å lære seg å jobbe som ingeniører og bli kjent med bedrifter også i realiteten. Konsekvensene av ikke å starte dette prosjektet er store. For det første får vi ikke muligheten til å bidra i forskningen om prosjektets innhold. Det fører til at det vil ta lengre tid før en forbedret versjon av girkasse styringssystemet kommer ut.

I tillegg til dette vil det å ikke gjennomføre prosjektet medføre negative konsekvenser for studentene selv. Kunnskapen om hvordan det jobbes i det realistiske livet vil gå tapt, samt treningen i å drive fram et større prosjekt. Begge disse to faktorene er svært avgjørende for en student, om den kan hoppe rett inn i yrkeslivet eller om det blir en stor overgang med mange vanskeligheter og unødvendig store hindringer.

5.4 Begrensninger

Begrensninger i dette prosjektet vil være forkunnskapen til gruppa. Her trenger vi hjelp av eksterne fagpersoner for å kunne dekke all den kunnskapen som er nødvendig for å gjennomføre prosjektet. I tillegg er det begrensninger for design og produksjon i henhold til produksjonsmetoden og plassen hvor styreenheten skal plasseres. Denne styreenheten må forholde seg til visse mål og begrensninger slik at den kan plasseres på girkassa uten problemer. KA vil produsere og levere alle delene vi trenger for å fullføre en prototype.

En annen begrensning kan være at vi ikke har mulighet til å gjøre store endringer til selve girkassa men bare styreenheten. Dette gjør det vanskelig å gjøre større endringer på for eks. hvordan sylindrene skal bevege seg.

5.5 Problemer

Et stort problem for prosjektet og en usikkerhets faktor er at flere gruppe medlemmer er nødt å bestå kontinuasjons eksamener (gjennomtagning av strøket eksamen) for å ha muligheten til å fortsette med hovedprosjektet. Stryker et av de medlemmene vil prosjektgruppa ikke bestå av mange nok studenter for å gjennomføre prosjektet. I tillegg er en av studentene på sykehuset lengre enn planlagt og en annen student skal også straks på sykehuset. Dette kan føre til at jobbingen kan ta en del ekstra tid til tider, spesielt hvis disse sykehusoppholdene skulle ta lengre tid enn planlagt.

Det kan oppstå problemer som mistet data. Risikoen for dette er lav hvis vi er flinke på å sikkerhetskopiere filene våre. Mangel på komponenter for å gjennomføre prosjektet kan bli et problem. Sann som det er i dag ser det ut til at KA kan skaffe eller har de komponentene vi har behov for.

Et siste problem kan være at oppdragsgiver trekker seg. Grunner til dette kan være kapasitet eller finansielle problemer.

5.6 Mulighet for gjennomføring

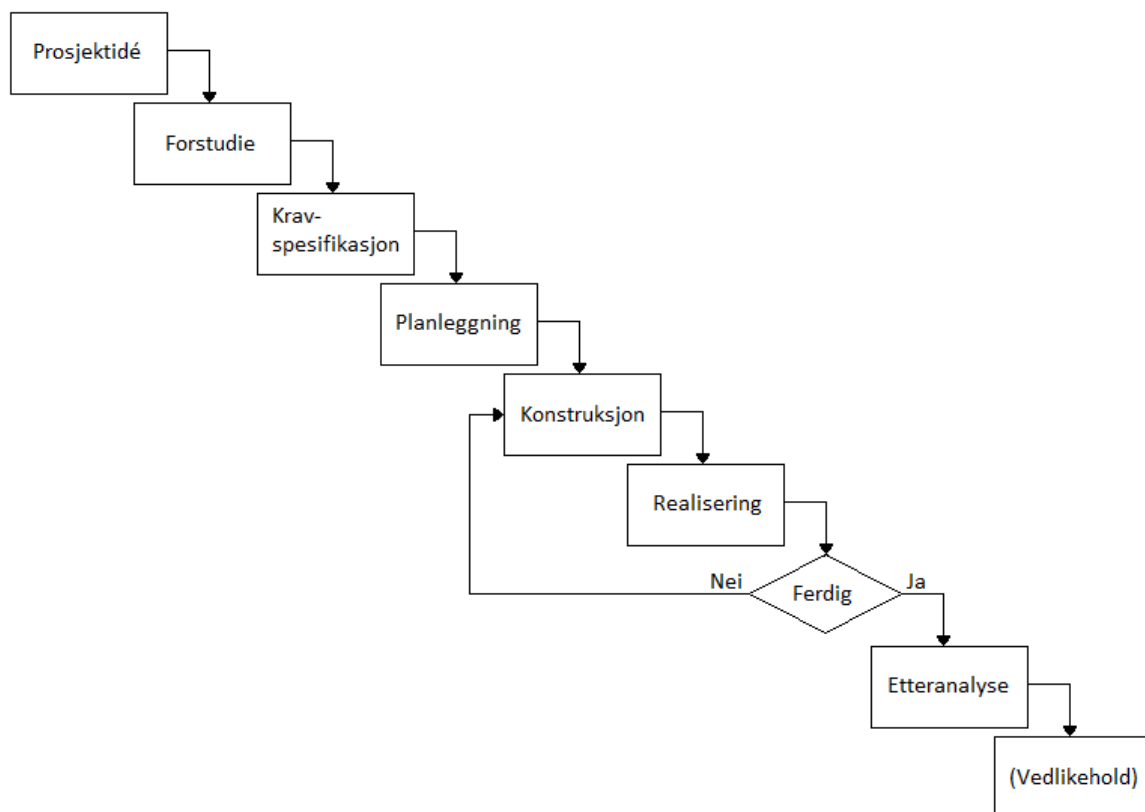
Oppgaven er delt inn i to deler, én del med maskin- og én del med elektronikk i styreenheten. Vi ser prosjektet som gjennomførbart. Elektronikkstudentene vil bruke verktøy som labview og Simulink, mens maskinstudentene vil bruke Solidworks.

PROSJEKTMODELL

En prosjektmodell kan utvikles fra grunnen av for å dekke spesielle behov, eller man kan benytte eksisterende modeller som er tilgjengelige. En modell skal inneholde en oversikt over utviklingsarbeidet. Arbeidet deles inn i faser. Det er viktig å velge riktig løsning for et konkret prosjekt. Modellen skal være et hjelpemiddel som kan tilpasses den aktuelle situasjonen og er ingen påtvunget retningslinje. Prosjektarbeid styres av kreativitet og det er derfor viktig å finne en modell som passer sitt prosjekt.

6.1 Inkrementell utvikling

Denne modellen er en variant av fossefall og går ut på at man skal kunne lage en enkel modell, eller en prototype av produktet. Forskjellen fra fossefall er at man har en mulighet for å gå tilbake i prosjektet. Når man har satt opp en kravspesifikasjon til produktet, bruker man denne for videre utvikling. Man begynner å jobbe med enheter som er viktig for at prosjektet skal fungere. Når de er testet begynner man å legge til flere krav, helt til man er ferdig.



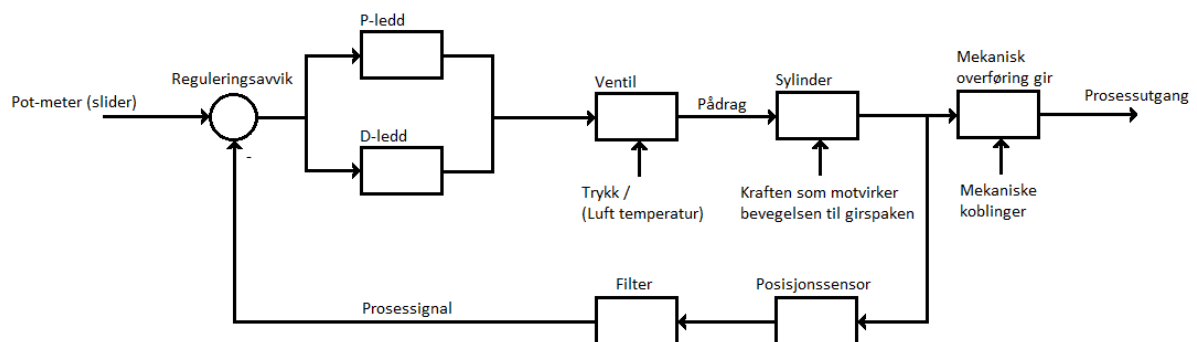
Figur 2: Inkrementell utvikling

Ved å bruke denne modellen så håper vi å lære av våre feil. Vi har her muligheten å gå tilbake og endre på deler som ikke skulle fungere. Ved å lage produktet i forskjellige deler gir det oss mulighet til å gi tilbakemeldinger til bedriften om hvordan det går. Dette er greit siden KA ønsker møte med oss annenhver uke. Vi håper også på at denne modellen kommer til å synliggjøre problemer som kommer til å oppstå, så vi raskt kan prøve å behandle disse. Vi utfører de vanskeligste og mest kompliserte delene først, slik at de får mest testing. Og skulle det oppstå problemer, har vi lengre tid på oss til å løse dem. For oss så er også teknologien til prosjektets innhold litt ukjent så det er viktig å bli fortrest mulig kjent med den og skaffe oss kunnskap rundt emnene.

MULIGE LØSNINGER

Vi skal finne ut om det er mulig å gjøre dagens AMT girkasser raskere og mere presise ved å bruke elektronisk styrte ventiler. Oppgaven vår vil derfor komme med en konklusjon som forteller oss om det er eller ikke er mulig å få det til. Vi skal lage en prototype som skal illustrere det nye systemet.

Som nevnt over så kommer vi til å benytte oss av en inkrementell prosjektmodell. Denne sier at vi skal dele opp prosjektet vårt i deler og starte med det viktigste. En mulig løsning for oss er å begynne med å få luftsylinderen til å bevege seg og kunne klare å lese av posisjonen dens. Da må vi begynne med litt programmering av mikrokontrolleren, tilkobling av ventiler, sylinder og sensor og får dermed også en oversikt over hvordan dette henger sammen og fungerer. Senere kan dette bygges på med å utvikle styringskretsen. Vi ser for oss å benytte en PD regulator, Figur (3). P står for det proporsjonale leddet som gir på med en bestemt kraft ut fra avvik. D-leddet er den deriverte og skal gi oss en hurtigere regulering. Grunnen til at vi tenker å ikke benytte noe integralledd er fordi at sylinderen fungerer som et integral. Den bruker tid på å fylles med luft og regulatoren er kjapp nok til å regulere pådraget mange ganger før vi oppnår riktig posisjon på sylinderen.



Figur 3: Illustrasjon PD-regulator

Vi ser for oss at reguleringen vil skje via et potensiometer. Det kan også bli aktuelt å bruke en joystick for å sette en referanse. Det vi ønsker er å stille inn pot-meteret og se at sylinderen følger denne justeringen. For å få til dette er det mulig å benytte seg av en tilbakekobling. På denne tilbakekoblingen kobler vi inn i en sensor som så skal lese av posisjonen til sylinderen. Sensorer lager ofte en del støy, så her må det vurderes å ha med et filter. PD-regulatoren skal oppfatte et avvik fra ønsket posisjon, og den virkelige posisjonen til sylinderen. Ut i fra dette skal den elektronisk styrte sylinderen gi et pådrag. Den vil enten tilføyer eller taper ut luft fra sylinderen.

Vi kan også tenke oss å bygge på med en forover kobling på reguleringsløyfen. En tilbakekobling tar utgangspunkt i hva som har skjedd, mens en forover kobling er basert på kunnskap om hva som kommer til å skje. Denne kombinasjonen av bakover- og forover kobling vil gi oss en raskere regulering.

Dette er en vanskelig måte å regulere på, fordi det er et matematisk oppsett. Alle variabler i forover koblingen må være konstanter som blir kjente gjennom å gjøre målinger.

Det er noen forstyrrelsesmomenter i denne koblingen. Disse kan være ytre påvirkninger vi ikke ønsker. Den største av disse er kraften som girkassen kommer til å prøve å motvirke bevegelsen til sylindren med. Ustabilt trykk kan være en forstyrrelsesfaktor for ventilene.

Det skal lages en simuleringsmodell i Simulink, Matlab. Denne modellen skal vi benytte under testing og utvikling av produktet. Denne modellen må være god for at vi skal kunne få til en forover kobling i kretsen vår. Modellen kan brukes for å kjøre tester og målinger, slik at vi kan oppnå det beste resultatet.

Vi skal lage et hus som skal romme ventiler, sylindrer og sensorer. Vi må lage en god løsning for plassering med tanke på plass, brukervennlighet og effektivitet. Vi må bestemme oss for et materiale som tåler noe varme, men samtidig gjerne tenke på miljø og andre krav som slitestyrke. Vi ser for oss å benytte enten metall eller plast. Det finnes mange plasttyper som tåler høy varme og samtidig har høy slitteevne. Plast er et materiale som også er lett å gjenvinne med tanke på miljø. Det vil være mulig å lage huset hos KA, siden de har mange avdelinger som både bruker plast og metall. Huset skal passe på både én girkasse og én simulator. Simulatoren må derfor ha samme grensesnitt som girkassen. Kongsberg Automotiv har muligens én simulator liggende som da trenger litt oppgraderinger for å passe.

Vi har sett på flere typer sensorer og har funnet én sensor veldig interessant, en snorsensor. Dette forutsetter at vi finner en mindre og billigere utgave enn den vi har funnet til nå. Plass og pris er to viktige krav som må oppfylles. Vi har også sett på andre sensorer, blant annet optiske sensorer. Forholdene sensoren skal overleve i er dårlige. Det er mye støv og andre legemer som kan skitne det til for en optisk sensor. Selv om vi ikke skal konsentrere oss om slike ytre påvirkninger kan det være upraktisk for oss å bruke en slik optisk sensor som vil være lite slitesterk når systemet skal brukes for godt. Dette er omgivelser som man må ta hensyn til for alle typer sensorer. Man kan også bruke en rotasjonssensor som er koblet til en stang. Når sylindren beveger seg utover trekker med seg stangen og rotasjonssensoren roterer. Dette tar igjen litt mer plass og kan derfor være en dårlig løsning. På grunn av begrenset rotasjon av sensoren kan målingene bli få og unøyaktige i forhold til det vi ønsker oss. På grunn av forholdene kan det se ut som en mekanisk måling er en god løsning. Det som spiller en stor rolle er hvordan vi løser det hele med huset til sylindre og ventiler. Der kan vi forhåpentligvis få til en god løsning som gir sensoren et godt arbeidsmiljø.

AKTIVITETSPLAN

Aktivetsplanen gir studentene mulighet til å følge med på de delmål som skal gjøres. Tabell (1) viser en oversikt over hva vi har brukt tiden på, og hva vi skal gjøre frem til den første presentasjonen. Vi har vært igjennom det å lete etter en oppgave, bestemme oss for oppgaven å få tildelt en oppgave tekst. Videre nå har vi forstudierapport, kravspesifikasjon og test spesifikasjon. Vi skal også lage en forberedelse til den første presentasjonen i januar.

Aktivitet nr:	Aktivitet:	Start dato:	Sluttdato:
1	Finne én oppgave	5. okt	25.okt
2	Bestemme seg for oppgave	1.nov	5.nov
3	Forstudierapport	23.nov	15.nov
4	Kravspesifikasjon	15.des	23.des
5	Testspesifikasjon	20.des	7.jan
6	Presentasjon 1	3.jan	14.jan

Tabell 1: Aktivitetsfordeling

Tabellen over illustrerer aktivitetene med aktivitetsnummer. Aktivitetsnummert kan vi finne igjen i Tabell (2), en Gant plan som illustrerer tiden vi har brukt og satt av for videre arbeid. Denne dokumentasjonen tar kun for seg delene av prosjektet som skjer før jul.

	1.okt	15.okt	1.nov	15.nov	1.des	15.des	1.jan	15.jan
1	█							
2			█					
3					█			
4						█		
5							█	
6							█	

Tabell 2: Gant plan



SmoothShift

Prosjektplan

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	3
INNLEDNING	4
MÅLSETNING	5
AVGRENSNINGER	5
3.1 Vibrasjon.....	5
3.2 Resirkulering.....	5
3.3 Redusert produksjons kostnader	6
3.4 Antall girskifte.....	6
FORUTSETNINGER	6
OPPGAVEBESKRIVELSE	7
5.1 Hovedoppgaven.....	7
5.1.1 Hus.....	7
5.1.2 Styring av prototype	7
5.1.3 Regulering.....	8
5.1.4 Valg av sensor.....	8
5.1.5 Stempel.....	8
5.1.6 Simuleringsprogram	8
5.1.7 Testing	8
AKTIVITETER	9
6.1 Tidsplan	10
HOVEDPLAN	11
7.1 Kostnadsbudsjett.....	11
7.3 Ny Gantt plan.....	11
PROSJEKTDELTAKERE	14

TABELL

Tabell 1: Aktivitetsplan	9
Tabell 2: Kostnadsbudsjett	11
Tabell 3: Oppdatert aktivitetsplan.....	12
Tabell 4: Ansvarsområde	14

FIGURLISTE

Figur 1: Tidsplan	10
Figur 2: Oppdatert tidsplan	13

DOKUMENT HISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	05 jan 2011	Satte sammen Introduksjon, målsetning, avgrensning og oppgavebeskrivelse
0.1	11 jan 2011	Lagt til aktiviteter, hovedplan og prosjektdeltakere
1.0	12 jan 2011	Første ferdig utkast av dokument
1.1	10 mai 2011	Skrevet om innledning og mål
2.0	29 mai 2011	Endring nummerering av dokumentet

AKRONYM

HiBu	-	Høgskolen i Buskerud
KA	-	Kongsberg Automotive
AMT	-	Automatisk Manuell Transmisjon
MC	-	Mikrokontroller

SAMMENDRAG

Dette dokumentet er det siste dokumentet som skal leveres før den første muntlige presentasjonen. Dette dokumentet tar for seg målsetningen, avgrensninger og forutsetninger. Vi går nærmere inn på oppgavebeskrivelse og skal sette opp en plan for tid, resurser og kostnader.

Prosjekt arbeid er en organisasjonsmodell for hvordan oppgaver kan og skal løses. Et prosjekt må administreres. Det skal planlegges, styres, gjøres oppfølginger og rapporteres. Det administrative arbeidet er viktig for at prosjektet skal fungere og nå de fastsatte avtalte spesifikasjonene.

For å sette opp en ressursplanlegging har vi brukt Microsoft sitt program Project. Her kan vi sette opp en Gant plan over de oppgaver som skal utføres og når de skal utføres. Det vil bli holdt ukentlige møter med intern veileder. Det vil også bli holdt møter med ekstern veileder ved behov. Det vil bli skrevet oppfølgingsdokumenter ukentlig.

INNLEDNING

Vår oppdragsgiver i prosjektet er Kongsberg Automotive. KA lurer på om studentene kan lage et gir skift system. I denne forbindelsen har de gitt oss én oppgave. De vil finne ut hvorvidt det er mulig å benytte nye pneumatiske ventiler og enkle sylindere for en rask og presis utførelse.

En AMT girkasse (automatic manual transmission) er en manuell girkasse hvor alle bevegelsene blir gjort automatisk. KA ønsker at vi skal bruke elektroniske styrte ventiler og sensor for posisjonsmåling av sylindere. Ved å måle posisjonen til sylindere ønsker vi å oppnå en jevnere og mer presis styring som fører til bedre og raskere girskift.

Du gir et signal med joysticken om at du ønsker å endre gir. Datamaskinen sender dette signalet ved hjelp av en spesiell protokolltype til mikrokontrolleren. Sensoren sin oppgave er å sende informasjon til mikrokontrolleren om hvordan posisjon sylindere har.

Mikrokontrolleren har en programmert regulator som måler forskjellen på ønsket verdi og den faktiske verdien.

Mikrokontrolleren sender et signal videre til to ventiler. Sylindere er dobbeltvikende, så den ene ventilen får beskjed om å tappe ut luft, men den andre sylindere får beskjed om å fylle på med trykkluft. Dette gjør at sylindere beveger seg den ene eller andre veien. Sylindere er festet til en skiftegaffel. Skifte gaffelens bevegelse sørger for en operasjon fra et gir til et annet eller fra et gir til nøytral.

Studentene skal lage én prototype i prosjektet, en aktuator. Det må lages et beskyttelseshus som skal kapsle inn ventil, sylindere og sensor og ha utganger/innganger for pneumatiske og elektriske tilkoblinger. Denne prototypen vil bli montert på en girkasse som skal gjøre det mulig å teste systemet under mer realistiske forhold. Prototypen skal kunne brukes for å kjøre flere tester og måle ytelsen. Den skal kobles opp mot en PC og betjenes av en joystick.

Denne aktuatoren må kunne fungere under varierende temperaturer. Den blir montert under tøffe forhold i en lastebil, så det stilles krav til holdbarhet.

Det ferdige produktet skal kunne monteres på en girkasse og gjøre en gir operasjon. Den skal kunne gjøre dette hurtig men samtidig presis, og den skal kunne klare et fastsatt antall giringer uten å ta skade av det. Gir skiftingen skal kunne styres av en datamaskin.

MÅLSETNING

Målet med prosjektet er å få designet en prototype av et pneumatisk styrt gir skiftesystem. Det skal utvikles et program som skal styre systemet. KA skal lage en testtrigg som vi skal teste programmet på. Det skal lages 2D tegninger av prototypen, og hvis mulig skal det lages en prototype av systemet.

Dette prosjektet vil gi oss studentene et viktig innblikk i hvordan det er å jobbe som en prosjektgruppe, og studentene vil bli mer kjent med bedriften Kongsberg Automotive. En slik oppgave vil forberede studentene på videre jobb. I arbeidslivet blir mange oppgaver utført som prosjekter. En viktig del av oppgaven blir prosessen studentene tilegner seg. Det skal dokumenteres. Under et prosjektarbeid så må den enkelte deltaker ta initiativ og ansvar. Det ligger store utfordringer i å finne gode løsninger på problemer. I et samfunn i rask utvikling vet vi at kunnskap fort blir foreldet og må fornyes. Det er derfor er viktig mål at studentene klarer å omsette det de har lært på skolen til en bedrifts problemstilling.

Etter at prosjektet er godkjent og bestått vil studentene få studiepoeng, og kan fullføre sin bachelor grad.

AVGRENSNINGER

Prosjektgruppa er noe redusert på grunn av manglende gruppemedlemmer. Og siden jobbing med selve oppgaven foregår over bare et semester har vi utelukket noen funksjoner og egenskaper for å rekke målene. Disse avgrensningene hjelper oss å ikke føre prosjektet på avveie, og vi vil holde oss etter tidsplan.

3.1 Vibrasjon

Mens en lastebil kjører, oppstår det varierende vibrasjoner. Vibrasjonene kan føre til at festeanordninger løsner, sensorer blir forflyttet og mekaniske deler blir slakke. Hvis dette skjer vil effektiviteten til systemet bli redusert og i verste fall vil systemet bli ødelagt.

3.2 Resirkulering

Ved å velge noen materialer ovenfor andre, kan man gjøre resirkuleringen mye lettere. En gang i fremtiden vil systemet bli utdatert eller ødelagt, og vil derfor bli kastet. Hvis produktet består av materialer som er lettere å resirkulere, vil dette hjelpe på miljøet.

3.3 Redusert produksjons kostnader

Ved å designe et produkt som er lett å produsere vil kostnadene per produkt bli redusert. Når man har serieproduksjon i tankene vil det redusere kostnadene, dog dette er noe vi ikke vil ta hensyn til. Vi vil ikke velge overdrevne dyre komponenter, men vi vil heller ikke investere mye tid med å gjøre dette billigs mulig. Dette er noe man forventer av en prototype.

3.4 Antall girskifte

Oppgaven går ut på å skifte ett gir over til et annet, og ett gir over til nøytralt. Dette betyr at vi skal ta for oss én giring. For eksempel fra 1.gir til 2.gir, eller 3.gir til 4.gir. Vi skal ikke ta for oss alle giringene (altså fra første til sjette).

FORUTSETNINGER

Forutsetninger er de betingelser som ligger til grunn for at prosjektet skal lykkes.

En forutsetning for at prosjektet skal lykkes er at vi klarer å lage én prototype. Da må vi bruke tiden vår godt, samtidig som alle deler vi trenger blir bestilt og kommer. De delene vi ikke har håper vi lar seg produseres.

En forutsetning for at prosjektet skal lykkes er at reguleringen virker. Et av målene er å se om det er mulig å elektronisk regulere et sånt system.

Når prototypen er ferdig skal den testes. For at den skal fungere må vi sørge for at systemet alltid kobles til ren og pen trykkluft, med riktig trykk. Når huset skal monteres på girkassen må dette skje på riktig måte.

Ved å ha en god kommunikasjon med oppdragsgiver håper vi på et godt produkt vi rekker og blir ferdig med. De sitter på en bred kompetanse som vi kan dra nytte av.

OPPGAVEBESKRIVELSE

Oppgavene i prosjektet går i hovedsak ut på to ting. Det er å lage en aktuator og det å konstruere en regulering til dette systemet. Dette skal hele tiden dokumenteres godt, og tester skal utføres til slutt.

Aktuatoren skal bygges opp av en ventil, en mikrokontroller, en sensor og en sylinder. Dette skal være et kompakt system som skal være monteringsvennlig, lett å tilvirke, konkurransedyktig og innovativt.

Mikrokontrolleren tar for seg en regulering som styrer stempelets bevegelse. Hovedforskjellen mellom vårt system og andres, er at dette skal styres elektronisk med analogiske signaler.

5.1 Hovedoppgaven

Oppdraget fra arbeidsgiver går ut på å utvikle et system som gjør at en manuell girkasse kan utføre et automatisk girskifte. Systemet skal sitte inne i et beskyttelseshus og skal inneholde mikrokontroller, ventiler, sylinder og sensor. Vi vil lage en prototype av produktet for å teste om løsningen vår fungerer. Denne prototypen vil bli montert på en girkasse som skal gjøre det mulig å teste systemet under mer realistiske forhold.

5.1.1 Hus

Huset skal inneholde hele systemet og må derfor designes slik at det møter alle krav. Det er ikke lagt noe krav om størrelse, men minst mulig er ønskelig. Huset skal være robust, støv- og vanntett. En del av huset skal være en integrert løsning av en sylinder. Sylindren skal dimensjoneres og tilpasses den arbeidsoppgaven den skal utføres.

5.1.2 Styring av prototype

For å få testet prototypen trenger vi å kontrollere den. Derfor trenger vi å montere en kobling slik at man kan enkelt styre prototypen ved hjelp av en joystick.

Det skal også være mulig å koble systemet til en datamaskin ved hjelp av LABVIEW for å lese av informasjon og endre referanseposisjon.

5.1.3 Regulering

Systemet må ha en reguleringsmetode for å styre luft inn og ut av sylindren.

Reguleringsmetoden skal programmeres i mikrokontrolleren. Regulatoren styrer åpning og lukking av ventilene som slipper inn og ut luft av sylindren.

Reguleringen skal sammenlikne referanseverdien mot posisjonen. Den returnerer en status og sender et styresignal videre til ventilen.

5.1.4 Valg av sensor

Ut i fra plass, presisjon og måleoppgave må sensoren velges ut. Sensoren plasseres i huset slik at den er lett å montere, og på en slik måte at ingen bevegelse/rotasjon blir påført på den. Det må bygges en ramme som sensoren kan monteres i. Sensoren kan kobles direkte til stempelstanga, eller på en slik måte at bevegelsen blir overført til sensorens mottaker.

5.1.5 Stempel

Stempelet i systemet skal bevege seg, slik at girskifte kan skje. Den må kalkuleres til riktig størrelse, slik at pneumatikken vil kunne fungere optimalt. Stempelet skal være en integrert del av aktuatorhuset.

5.1.6 Simuleringsprogram

Vi skal teste systemet ved å lage en matematisk modell i Matlab Simulink. Matematikken vil gi studentene en god grunnleggende forståelse av alle parameterne som spiller inn på et girskifte. Modellen kan brukes for å teste parametere til regulatoren.

5.1.7 Testing

Under prosessen skal det utføres flere deltester av systemet. Når prototypen er ferdig produsert, skal det utføres tester i et realistisk miljø.

AKTIVITETER

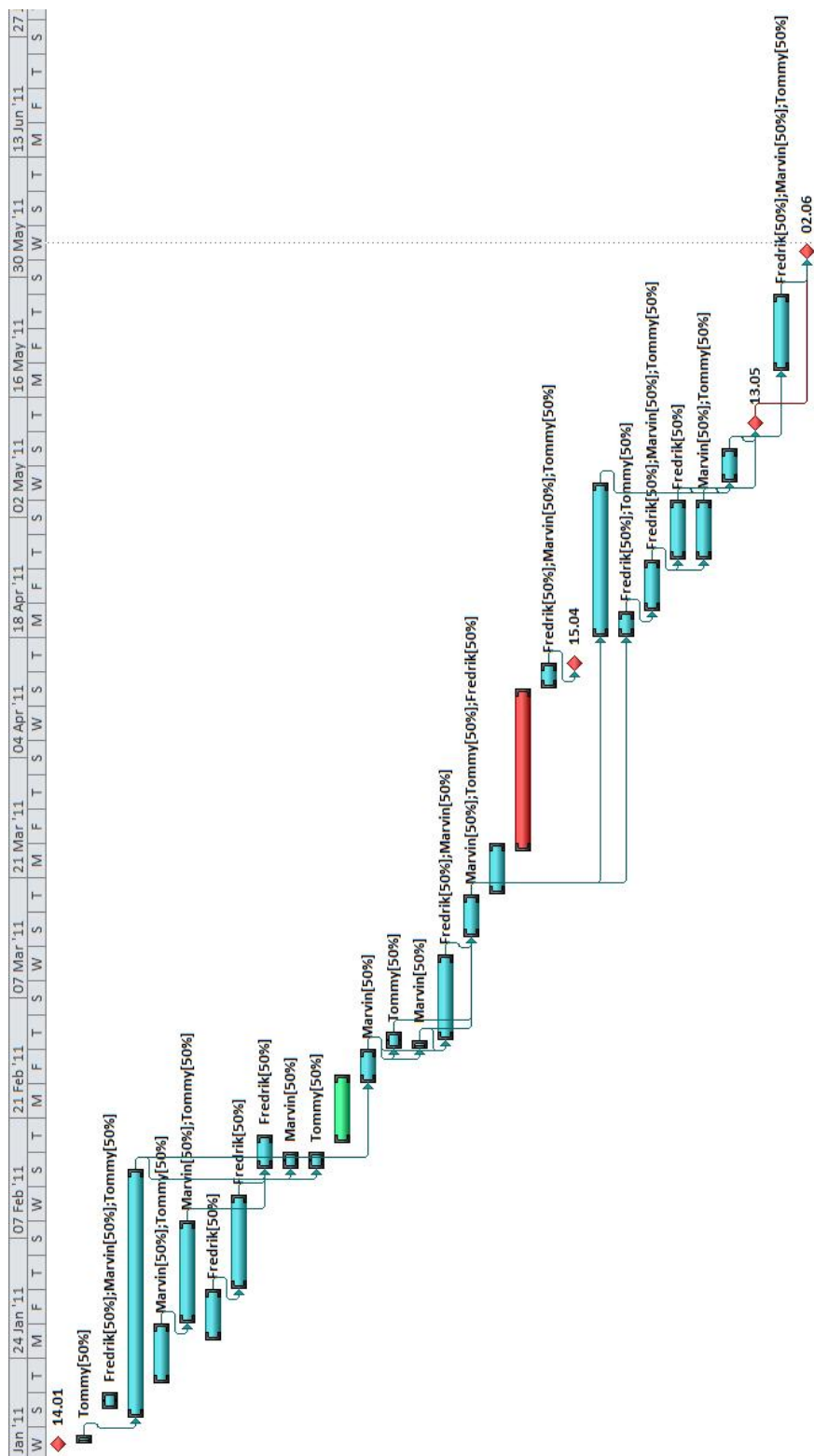
Her er alle aktivitetene i prosjektet listet opp. Hver aktivitet står aktivitetsnavn, antatt arbeidsperiode og hvem som er tildelt oppgaven. Dette er den første utgaven.

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
1. fremføring	0 days	Fri 14.01.11	Fri 14.01.11		
Lage nettside	1 day	Fri 14.01.11	Fri 14.01.11		Tommy[50%]
Finne ut grovt hvordan huset skal se ut	2 days	Tue 18.01.11	Wed 19.01.11		Fredrik[50%];Marvin[50%];Tommy[50%]
Soft Ware programmering	21 days	Mon 17.01.11	Mon 14.02.11	2	
Sette seg inn i matlab , labwiev	5 days	Fri 21.01.11	Thu 27.01.11		Marvin[50%];Tommy[50%]
Simulere systemet i matlab	8 days	Fri 28.01.11	Tue 08.02.11	5	Marvin[50%];Tommy[50%]
Studere dagens mc	4 days	Wed 26.01.11	Mon 31.01.11		Fredrik[50%]
Programere ny mc	9 days	Tue 01.02.11	Fri 11.02.11	7	Fredrik[50%]
CAN tilpassing	4 days	Tue 15.02.11	Fri 18.02.11	4;6;8	Fredrik[50%]
Valg av sylinder	2 days	Tue 15.02.11	Wed 16.02.11	4	Marvin[50%]
Valg av sensor	2 days	Tue 15.02.11	Wed 16.02.11	4	Tommy[50%]
Vinterferie	6 days	Fri 18.02.11	Fri 25.02.11		
3d tegning av huset	2 days	Fri 25.02.11	Mon 28.02.11	4	Marvin[50%]
Grensesnitt av huset	2 days	Tue 01.03.11	Wed 02.03.11	13	Tommy[50%]
Velge material til hus	1 day	Tue 01.03.11	Tue 01.03.11	13	Marvin[50%]
Produsere hus deler hos KA	8 days	Wed 02.03.11	Fri 11.03.11	13;15	Fredrik[50%];Marvin[50%]
Lage hus	5 days	Mon 14.03.11	Fri 18.03.11	16;14;15	Marvin[50%];Tommy[50%];Fredrik[50%]
Forberedelse til eksamen	5 days	Sat 19.03.11	Thu 24.03.11		
Eksamenstid	13 days	Thu 24.03.11	Mon 11.04.11		
Forberede 2. fremføring	3 days	Tue 12.04.11	Thu 14.04.11		Fredrik[50%];Marvin[50%];Tommy[50%]
2. fremføring	0 days	Fri 15.04.11	Fri 15.04.11	20	
Sammenstilling av prototypen	14 days	Mon 18.04.11	Thu 05.05.11	17	
Sammenkobling av systemet(ledninger)	3 days	Mon 18.04.11	Wed 20.04.11	17	Fredrik[50%];Tommy[50%]
Sette sammen prototype	4 days	Thu 21.04.11	Tue 26.04.11	23	Fredrik[50%];Marvin[50%];Tommy[50%]
Testing av alle krav på hibu	5 days	Wed 27.04.11	Tue 03.05.11	24	Fredrik[50%]
Testing av krav hos KA	5 days	Wed 27.04.11	Tue 03.05.11	24	Marvin[50%];Tommy[50%]
Dokumentere testingen	2 days	Fri 06.05.11	Mon 09.05.11	22;25;26	
Levering av dokumenter	0 days	Fri 13.05.11	Fri 13.05.11	25;26;27	
Forberede 3. fremføring	7 days	Thu 19.05.11	Fri 27.05.11	27	Fredrik[50%];Marvin[50%];Tommy[50%]
3. fremføring	0 days	Thu 02.06.11	Thu 02.06.11	29;28	Fredrik[50%];Marvin[50%];Tommy[50%]

Tabell 1: Aktivitetsplan

6.1 Tidsplan

Dette er tidsplanen for prosjektet. Denne figuren representert tidsplanen ved hjelp av et Gant diagram. Til høyre for bjelken står ansvarlig, og tallene til venstre er prosess nummeret, som man kan se i aktivitetstabellen (Tabell 1).



Figur 1: Tidsplan

HOVEDPLAN

Under hovedplan er det listet opp til hvilket tidspunkt de forskjellige aktivitetene skal gjøres i et oversiklig diagram, samt et kostnadsbudsjett over komponenter og andre forbruksvarer.

I dette avsnittet har vi laget en revidert utgave av gantt planen som står i kapittel 6.

7.1 Kostnadsbudsjett

Prisene er foreløpig antatt. Forbeholdt endringer.

Produkt navn	Antall	Pris pr. stk
Sylinder	1	1 500 kr
Micro Kontroller	1	400 kr
Pneumatisk ventil 3-2	2	15 000 kr
Bevegelses sensor	2	2 000 kr
Hus	1	10 000 kr
Ledninger	5 meter	4 kr pr. meter
Joystick	1	200 kr
Bolt og skruer	30	5 kr
Sveiseutstyr	1	KA
Testingsfasiliteter	2	KA
Kontorrekvisita		500 kr
Andre utgifter		1000 kr
Totalt		47 800 kr

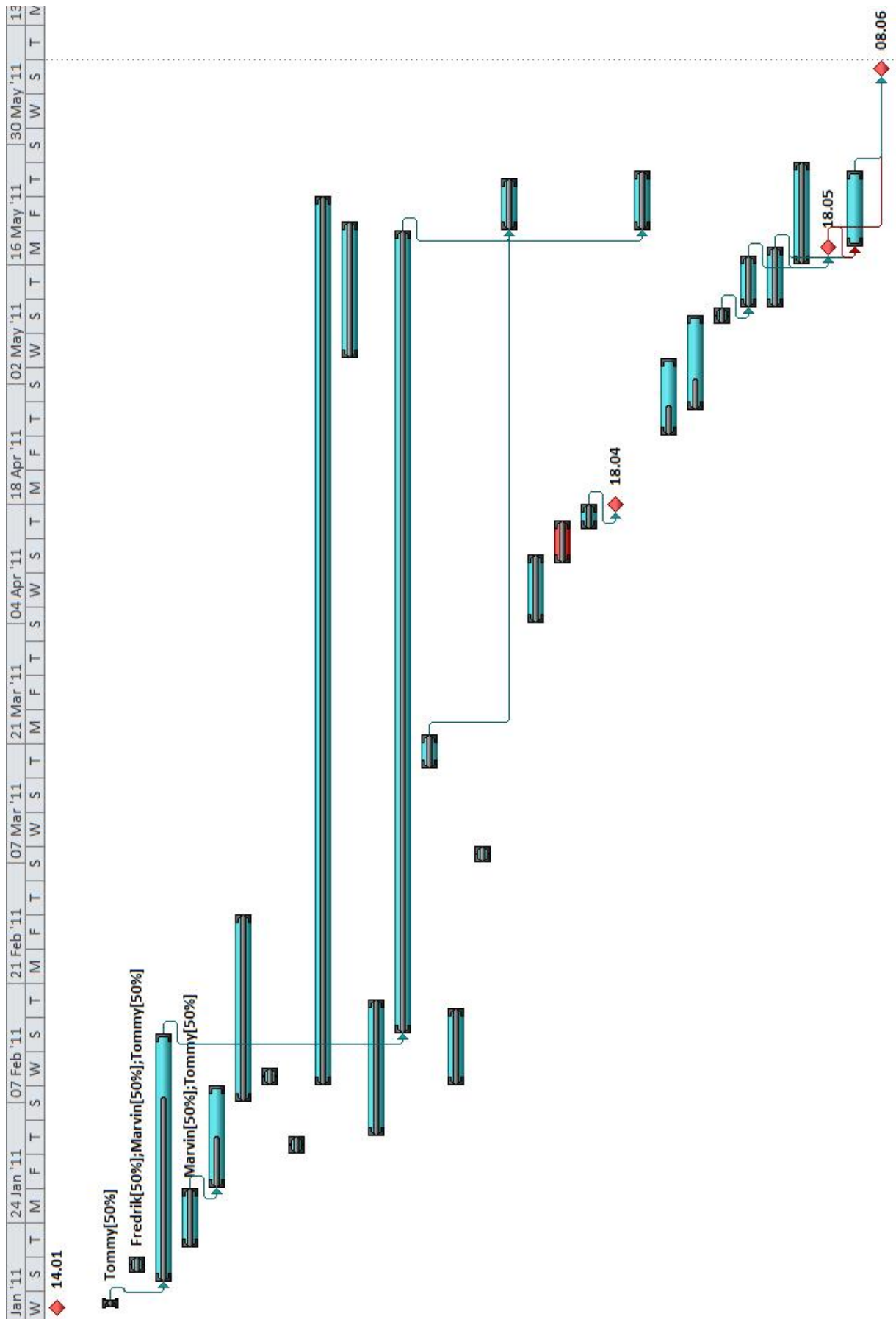
Tabell 2: Kostnadsbudsjett

7.3 Ny Gantt plan

I Gantt planen i tabell 3 har vi oppdatert alt sammen etter siste standpunkt. Det er slik det ble til slutt, etter at alt var avsluttet. Her ser vi at vi jobbet mer parallelt med aktivitetene, i motsetning fra de første, hvor det ble en mer trappetrinnsformet modell. I tillegg er det to store aktiviteter som drar seg utover nesten hele prosjektet. Disse to aktivitetene beregnet vi feil i starten, siden de tok mye lenger tid enn vi antok. Det er også lett å se at aktivitetene ikke har så mange avhengigheter fra hverandre som vi i første omgang mente. Vi lærte at det å jobbe parallelt var mer effektivt.

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
1. fremføring	0 days	Fri 14.01.11	Fri 14.01.11		
Dokumentasjon og organisering					
Lage nettside	1 day	Fri 14.01.11	Fri 14.01.11		Tommy[50%]
Finne ut grovt hvordan huset skal se ut	2 days	Tue 18.01.11	Wed 19.01.11		Fredrik[50%];Marvin[50%];Tommy[50%]
Software programmering	21 days	Mon 17.01.11	Mon 14.02.11	3	
Sette seg inn i matlab , labview	5 days	Fri 21.01.11	Thu 27.01.11		Marvin[50%];Tommy[50%]
Simuering i matlab og LabView	8 days	Fri 28.01.11	Tue 08.02.11	6	
Studere dagens MC	16 days	Mon 07.02.11	Mon 28.02.11		
Regne ut størrelse på sylinder	2 days	Wed 09.02.11	Thu 10.02.11		
Tegne elektrisk koblingskjema	2 days	Tue 01.02.11	Wed 02.02.11		
Programere ny MC	74 days	Wed 09.02.11	Mon 23.05.11		
CAN tilpassing	12 days	Thu 05.05.11	Fri 20.05.11		
Testing av regulering	12 days	Thu 03.02.11	Fri 18.02.11		
3D tegning av huset	68 days	Tue 15.02.11	Thu 19.05.11	5	
Grensesnitt av huset	2 days	Fri 18.03.11	Mon 21.03.11		
Tilpassing av huset mht komponenter	7 days	Wed 09.02.11	Thu 17.02.11		
Velge material til hus	2 days	Mon 07.03.11	Tue 08.03.11		
Produsere prototype	4 days	Fri 20.05.11	Wed 25.05.11	14;15	
Forberedelse til eksamen	6 days	Mon 04.04.11	Mon 11.04.11		
Eksamenstid	5 days	Mon 11.04.11	Fri 15.04.11		
Forberede 2. fremføring	2 days	Fri 15.04.11	Sun 17.04.11		
2. fremføring	0 days	Mon 18.04.11	Mon 18.04.11	21	
Lage 2D tegninger	5 days	Fri 20.05.11	Thu 26.05.11	14	
Ta i bruk LabView i programmeringen	7 days	Tue 26.04.11	Wed 04.05.11		
Installere og ta i bruk CAN	7 days	Fri 29.04.11	Mon 09.05.11		
Sette sammen prototype	2 days	Mon 09.05.11	Tue 10.05.11		
Testing av krav hos KA	4 days	Wed 11.05.11	Mon 16.05.11	26	
Dokumentere testingen	5 days	Wed 11.05.11	Tue 17.05.11		
Dokumentasjons levering	10 days	Mon 16.05.11	Fri 27.05.11		
Levering av dokumenter	0 days	Wed 18.05.11	Wed 18.05.11	27;28	
Forberede 3. fremføring	7 days	Wed 18.05.11	Thu 26.05.11	28;30	
3. fremføring	0 days	Wed 08.06.11	Wed 08.06.11	31;30	

Tabell 3: Oppdatert aktivitetsplan



Figur 2: Oppdatert tidsplan

PROSJEKTDELTAKERE

Her er en tabell hvor det er tildelt ansvarsområde på gruppemedlemmene.

Navn:	Studieretning	Ansvarsområde	Rolle
Fredrik André Lund	Mekatronikk	Programmering, krav	Deltager
Tommy Langen	Maskin	LABVIEW Webside, testing	Deltager
Marvin Kother;	Maskin	Design, økonomi, planlegging	Gruppeleder

Tabell 4: Ansvarsområde



SmoothShift

Kravspesifikasjon

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

INNHOLDSFORTEGNELSE

INNLEDNING	4
SYSTEMBESKRIVELSE	5
RAMMEKRAV	6
3.1 Omgivende temperatur	6
3.2 Tilført spenning	6
3.3 Over spennings tilstand	7
3.4 Pneumatisk arbeidsmedium	7
3.5 Trykkluftsområde for ventil	7
3.6 Maksimum trykk	8
3.7 Beskyttelses klasse	8
3.8 Størrelse	8
3.9 Nøyaktighet	9
3.10 Toleranse	9
3.11 Levetid	9
FUNKSJONELLE KRAV	10
4.1 Styring av prototype del 1	10
4.2 Styring av prototype del 2	10
4.3 Regulering	10
4.4 Sylinder	11
4.5 Sensor	11
4.6 Aktuatorhus	11
MASKINVARE KRAV	12
5.1 LABVIEW	12
5.2 Simulering MatLab	12
VEDLIKEHOLDS INFORMASJON	13
6.1 Miljø	13
6.2 Programmer	13
6.3 Ventilhuset	13

TABELL

Tabell 1: Omgivende temperatur	6
Tabell 2: Tilført spenning.....	6
Tabell 3: Over spennings tilstand	7
Tabell 4: Pneumatisk arbeidsmedium	7
Tabell 5: Trykkluftsområde for ventil	7
Tabell 6: Maksimum trykk	8
Tabell 7: Beskyttelses klasse.....	8
Tabell 8: Størrrelse.....	8
Tabell 9: Nøyaktighet	9
Tabell 10: Toleranse	9
Tabell 11: Levetid	9
Tabell 12: Styling av prototype del 1	10
Tabell 13: Styling av prototype del 2	10
Tabell 14 - Regulering.....	10
Tabell 15: Sylinder	11
Tabell 16: Sensor	11
Tabell 17: Aktuatorhus	11
Tabell 18: Simulering	12
Tabell 19: Simulering	12

FIGURLISTE

Figur 1- Systemoversikt	5
-------------------------------	---

DOKUMENT HISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	16 des 2010	Skrev Funksjonelle krav
0.1	17 des 2010	Skrev egenskapskrav og satt sammen til et dokument
0.2	21 des 2010	Lagt til maskinvare og introduksjon
0.3	22 des 2010	Lagt til rammekrav
1.0	23 des 2010	Første ferdige utkast av dokumentet
1.1	06 jan 2011	Lagt om strukturen, lagt til og fjernet flere krav
2.0	07 jan 2011	Det andre ferdige utkast av dokument
2.1	17 mar 2011	Delt opp krav 3.1 til to krav, la til krav 2.6
3.0	29 mai 2011	Ordning av oppsett

AKRONYM

KA - Kongsberg Automotive

AMT - Automatisk Manuell Transmisjon

INNLEDNING

Dette dokumentet er en oversikt over de krav som oppdragsgiver og vi som prosjektgruppe har satt til det ferdige systemet.

Vår oppdragsgiver i prosjektet er Kongsberg Automotive. KA lurer på om studentene kan lage en gir styring. I denne forbindelsen har de gitt oss én oppgave. De vil finne ut hvorvidt det er mulig å benytte nye pneumatiske ventiler og enkle sylindere for en rask og presis utførelse.

En AMT girkasse (automatic manual transmission) er en manuell girkasse hvor alle bevegelsene blir gjort automatisk av sylindere. Dagens kjente AMT girkasser har enklere ventiler og mer kompliserte sylindere som stopper ved bestemte posisjoner.

KA ønsker at vi skal bruke elektroniske styrte ventiler og sensor for posisjonsmåling av sylinderen. Ved å måle posisjonen til sylinderen ønsker vi å oppnå en jevnere og mer presis styring. Dette burde gi en bedre flyt hvor vi unngår faste stoppesteder. Ved å bruke faste stoppesteder kan dette føre til at sylinderen kan hoppe litt frem og tilbake før det stanser i den posisjonen den skal ha. Dette kan kjennes som hakkete og innskrenket flyt i skiftingen. I tillegg stopper ikke giret av seg selv når det når en endeposisjon. Det blir først stopp når sylinderen kjøres helt ut og stopper i en demper som er montert på girkasseveggen. Ulempen med dette er at det medfører en uønsket slitasje og skaper mer vedlikehold. Ved å måle posisjonen ønsker vi en hurtig bevegelse av sylinderen som skal klare å stoppe før sånne uheldigheter skjer.

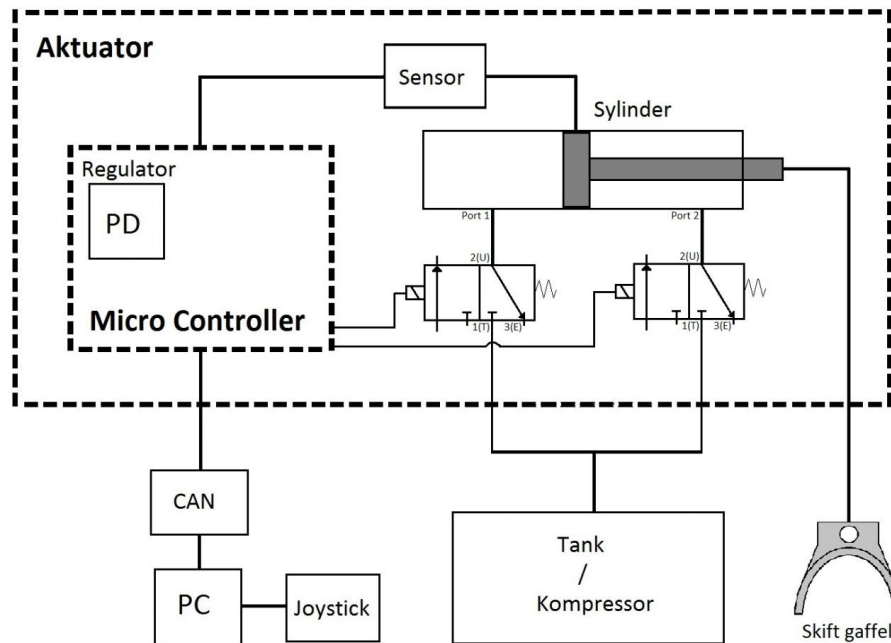
Oppgaven tar for seg bevegelsen fra et gir til et annet og fra et gir til nøytral.

Studentene skal lage én prototype i prosjektet. Det må lages et beskyttelseshus som skal kapsle inn mikrokontroller, ventil, sylinder og sensor og ha utganger/innnganger for pneumatiske og elektriske tilkoblinger. Denne prototypen vil bli montert på en girkasse som skal gjøre det mulig å teste systemet under mer realistiske forhold.

SYSTEMBESKRIVELSE

Systembeskrivelse er en fremstilling av systemet, både skriftlig og ved hjelp av en tegning.

Dette systemet består av to deler. Vi har den ene delen med en PC og joystick. Den andre delen er et sammensatt system som består av to ventiler, en mikrokontroller med regulator og en sylinder med posisjonsmåling. Denne delen kalles for en aktuator. Under er en figur som illustrerer sammenhengen av systemet.



Figur 1: Systemoversikt

Systemet starter ved joysticken. Her blir det gitt et signal om å bytte gir. Signalet går inn til en PC som sender informasjonen videre til en mikrokontroller ved hjelp av en protokoll type som er designet spesielt for bilindustrien, CAN.

En sensor leser av hvilken posisjon sylindere har. Sensoren sender denne informasjonen til mikrokontrolleren. Programmert i mikrokontrolleren er en regulator. Regulatoren sjekker ønsket posisjon gitt av joysticken mot den posisjonen som sylindere har.

Ut i fra denne informasjonen sender mikrokontrolleren et signal til ventilene. Sylindere i systemet er dobbeltvirkende. At den er dobbeltvirkende vil si at den trenger trykkluft for å beveges i begge retninger. Mikrokontrolleren bestemmer hvem av sidene på sylindere som det skal settes trykkluft på, og hvem side det skal tappes luft fra.

Når sylindere beveger seg er den festet til en skiftegaffel. Skiftegaffelen er plassert over girkasseakselen. Dens oppgave er å skyve tannhjul inn eller ut av et gir. Det fører til et skifte fra et gir til et annet.

RAMMEKRAV

Rammekrav er en felles betegnelse på pålitelighetskrav og miljøkrav som stilles til systemet. Innunder dette punktet så kommer det krav om hvordan miljø det er i og ved girkassen som vi må ta hensyn til.

3.1 Omgivende temperatur

Omgivende temperatur er det temperaturområdet alle komponenter i aktuator må tåle.

Kravkode: RP-01	Kongsberg Automotive	20 desember 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 1: Omgivende temperatur

Alle komponenter i aktuator må kunne tåle temperaturer fra -40°C til $+125^{\circ}\text{C}$.

Den normale arbeidstemperaturen skal ligge på mellom -25°C og $+120^{\circ}\text{C}$.

Den høyeste temperaturen skal ikke overstige 130°C mer enn 30 minutter.

3.2 Tilført spenning

Den tilførte spenningen er spenningsnivåer som blir tilført de elektroniske komponentene.

Kravkode: RP-02	Kongsberg Automotive	20 desember 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 2: Tilført spenning

Systemet skal operere med en spenning på 24V. Alle komponenter må operere på dette spenningsnivået.

Den normale spenningstilstanden i kjøretøyet skal ligge på 28V.

Spenningsområdet skal ligge på mellom 20V og 30V, med en godtatt rippel på 300 mVRMS, 3-5 kHz.

Fallet (slope) skal ligge på $+26\text{ dB/dekade}$ ved frekvensen er mindre enn 3 kHz og -40 dB/dekade når frekvensen er mer enn 5 kHz.

3.3 Over spennings tilstand

Solenoiden i ventilen skal ikke ta skade under spenningsforholdene.

Kravkode: RP-03	Kongsberg Automotive	20 desember 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 3: Over spennings tilstand

Solenoiden i ventilen skal tåle

- 36V, i én time (når lade regulatoren svikter)
- 48V, i 5 minutter fra -40°C til +30°C (når starttrinnet slår inn)

3.4 Pneumatisk arbeidsmedium

Dette punktet forklarer hva slags arbeidsmiljø systemet blir utsatt for.

Kravkode: RP-04	Kongsberg Automotive	20 desember 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 4: Pneumatisk arbeidsmedium

Ventilen med en solenoid enhet er tilført trykkluft fra et eget system som er montert om bord på kjøretøyet. Trykklufttilførselen inneholder noen mengder av vann, mineraloljer og støvpartikler. Systemet skal tåle:

- Trykkområde for luft tilførsel: 5.0 – 10.0 bar
- Nominell operasjonstrykk: 8.0 – 8.7 bar
- Maksimalt innhold av mineralolje: ISO 8573.1 (KLASSE 5)
- Maksimalt innhold av mineralolje: ISO 8573.1 (KLASSE 5)
- Maksimalt innhold av luftfuktighet: ISO 8573.1 (KLASSE 4)

3.5 Trykkluftsområde for ventil

Trykkluftsområdet for ventilen beskriver hva slags trykkforskjeller vi må operere med. Her får vi oppgitt de områdene som er arbeidsområder, lavt- og høyt trykk

Kravkode: RP-05	Kongsberg Automotive	20 desember 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 5: Trykkluftsområde for ventil

Trykkluftsområdet for ventilen skal være:

- Trykkluftområde, siden for høytrykk 5.0 – 10.0 bar
- Nominell trykkluft område, siden for høytrykk 8.0 – 8.7 bar
- Trykkluftområde, siden for lavtrykk 0.0 bar

3.6 Maksimum trykk

Ventilen må kunne klare å operere i og tåle dette trykket.

Kravkode: RP-06	Kongsberg Automotive	20 desember 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 6: Maksimum trykk

Ventilene i systemet skal kunne klare å opprettholde et trykk på 15 bar i 5 minutter. Ventilene skal ikke ta skade av dette arbeidet.

3.7 Beskyttelses klasse

Forklarer hvordan beskyttelses klasse for støv og vann det blir brukt.

Kravkode: RP-07	Kongsberg Automotive	20 desember 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 7: Beskyttelses klasse

Systemet blir montert på et tyngre kjøretøy. Enheten må tåle IP67 og en IP 69K.

IP67

- 6: Støvtett. Intet støv skal trenge inn
- 7: Vanntett. 1 meter under vann i 30 minutter

IP69K

- Spyler vann (80°C) ved 8-10 MPa og en strømnings på 14-6L/min. Dyse er 5-10 cm fra objektet i en vinkel på 30, 60 og 90 grader. Skal tåle 30 sekunder på hver grad.

3.8 Størrelse

Når vi skal designe systemet, er det viktig hvordan formen og størrelsen på systemet er.

Kravkode: RS-01	SmoothShift	17 desember 2010
------------------------	-------------	------------------

Tabell 8: Størrelse

Størrelsene er nødt å tilpasses den plassen vi har i en lastebilgirkasse. En enkel montering av systemet er ønskelig, så bedriften ønsker et kompakt design.

- Total vekt skal ikke overstige 0,7 kg
- Størrelsen kan ikke overstige 250 mm x 180 mm x 150 med mer (LxBxH)

3.9 Nøyaktighet

Nøyaktigheten går på sylinderens avvik fra den gitte posisjonen er så liten som mulig.

Kravkode: RS-02	Smoothshift	06 januar 2011
------------------------	-------------	----------------

Tabell 9: Nøyaktighet

Systemet skal ikke ha et avvik på mer enn 0,5 mm fra senterposisjon.

3.10 Toleranse

Toleransen på produksjon av huset er hvor mye vi har å gå på fra tegningene

Kravkode: RS-03	SmoothShift	17 desember 2010
------------------------	-------------	------------------

Tabell 10: Toleranse

Toleranse skal ikke overstige 0,1mm.

3.11 Levetid

Levetiden på systemet uten at noe trengs å vedlikeholdes eller byttes.

Kravkode: RS-04	SmoothShift	05 januar 2011
------------------------	-------------	----------------

Tabell 11: Levetid

- Systemet skal tåle 5'000'000 girskift i løpet av sin levetid.
- Systemet skal tåle 120'000 timer driftstid.

FUNKSJONELLE KRAV

Her skal det beskrives hvilke funksjoner systemet skal utføre.

4.1 Styring av prototype del 1

For å få testet prototypen trenger vi å kontrollere den.

Kravkode: FP-01	Kongsberg Automotive	26 november 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 12: Styring av prototype del 1

Systemet skal kunne ta i mot signaler fra en datamaskin.

4.2 Styring av prototype del 2

For å få testet prototypen trenger vi å kontrollere den.

Kravkode: FP-02	Kongsberg Automotive	26 november 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 13: Styring av prototype del 2

Systemet skal kunne ta i mot signaler fra en joystick

4.3 Regulering

Systemet skal ved hjelp av tilbakemelding fra en sensor regulere sylinderposisjonen.

Kravkode: FP-03	Kongsberg Automotive	26 november 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 14 - Regulering

Krav fra KA om å bruke en PD sløyfe for regulering av systemet

- Overskyt skal ikke overskride 1 mm
- Stabiliseringsperioden skal være på 2 sekunder

4.4 Sylinder

Sylindren i systemet skal bevege seg, slik at girskifte kan skje.

Kravkode: FP-04	Kongsberg Automotive	26 november 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 15: Sylinder

Ved hjelp av pneumatikk, skal luft kontrollere bevegelsen til sylindren.

- Sylindren skal gi en bevegelse fra et gir til et annet, og fra et gir til nøytral.
- Sylinderbevegelsen skal være på ± 20 mm, med nullposisjon i nøytral.
- Sylindren skal kunne dytte 150 N

4.5 Sensor

Sensoren i systemet skal måle posisjonen til sylindren.

Kravkode: FP-05	Kongsberg Automotive	10 desember 2010
------------------------	----------------------	------------------

Tabell 16: Sensor

- Posisjonssensoren skal ha en nøyaktighet på 0.05 mm.
- Sensoren må tåle en temperatur fra -40°C til 125°C

4.6 Aktuatorhus

Aktuatorhuset skal kunne tåle de kreftene den blir utsatt for.

Kravkode: FS-01	SmoothShift	01 februar 2011
------------------------	-------------	-----------------

Tabell 17: Aktuatorhus

- Sylinderkammeret skal tåle minst 10 bar
- Stempelet skal tåle et trykk på minst 10 bar

MASKINVARE KRAV

Under maskinvare så spesifiseres flere av komponentene som skal brukes. Under dette punktet stilles det krav til programmer.

5.1 LABVIEW

For å teste systemet så skal man bruke LABVIEW for å endre posisjonen.

Kravkode: MP-01	Kongsberg Automotive	23 mai 2011
------------------------	----------------------	-------------

Tabell 18: Simulering

Studentene har som krav å bruke LABVIEW i utføring av oppgaven. Grensesnittet i LABVIEW skal ha en seriell kommunikasjon til enheten. LABVIEW programmet skal styre posisjonen til mikrokontrolleren.

5.2 Simulering MatLab

For å teste systemet skal det lages en matematisk modell i MatLab

Kravkode: MP-01	Kongsberg Automotive	23 mai 2011
------------------------	----------------------	-------------

Tabell 19: Simulering

Studentene skal utføre en simulering av modellen i MatLab. Det skal være en matematisk modell som forklarer alle påvirkninger av systemet.

VEDLIKEHOLDS INFORMASJON

Denne delen beskriver de forutsetninger systemet er basert på. Denne delen tar for seg de endringene som kan skje på grunn av utvikling av maskinvare, endring i miljø osv.

6.1 Miljø

De komponentene som skal bli brukt i systemet må kunne tåle det miljøet de blir plassert i. Vi har fått noen få krav som er tilpasset den prototypen vi skal lage. Her trenger vi ikke ta hensyn til viktige faktorer som trafiksikkerhet, saltede veier eller støv. Dette blir et større problem senere i prosessen.

6.2 Programmer

Systemet trenger et program som styrer prosessene. En mikrokontroller vil bli brukt, grunnet færre linjekoder, som igjen betyr en raskere utført operasjon.

Ved at reguleringen blir mer avansert, mikrokontrolleren raskere, posisjonssensoren mer nøyaktige kan man bedre styre ventilene og benytte seg av enklere sylindre. Dette kan bety redusert vekt og pris.

6.3 Ventilhuset

Utformingen av ventilhuset er stor jobb for å oppnå et kompakt og brukervennlig design. Her kan valg av materialet spare bedriften for utgifter og miljøkrav til resirkulasjon. Vekten til hele ventilhuset skal prøves å holde så langt nede som mulig (samt ikke overskride pris og materialets egenskaps krav).



SmoothShift

Testspesifikasjon

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

INNHALDSFORTEGNELSE

INNLEDNING	3
HENSIKTEN MED TESTING	4
TESTTYPER	4
TESTPLAN.....	4
4.1 Utførelse av testene	4
4.2 Mal for testene	5
4.3 Testkode	5
TESTSPESIFIKASJON	6
5.1 Modultester	6
4.2 Systemtester	20
VEDLEGG 1.....	24
Testrapport.....	24

TABELLISTE

Tabell 1: Oversikt over tester	4
Tabell 2: Regulering	6
Tabell 3: Posisjonstest 1-1	7
Tabell 4: Posisjonstest 3-2	8
Tabell 5: Posisjonstest 2-1	9
Tabell 6: Posisjonstest 2-3	10
Tabell 7: Avlesning fra sensor	11
Tabell 8: Strekkgrense i sylinderkammeret	12
Tabell 9: Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret	13
Tabell 10: Strekkgrense på sylinderstang	14
Tabell 11: Sikkerhetsfaktor i sylinderstang	15
Tabell 12: Mottar LABVIEW data	16
Tabell 13: MatLab: Massestrøm	17
Tabell 14: MatLab: Stempelbevegelse	18
Tabell 15: MatLab: Sylinderkammer	19
Tabell 16: Langtidstest av regulator	20
Tabell 17: Strekkgrensen i aktuatorhuset	21
Tabell 18: Sikkerhetsfaktor for aktuatorhus	22
Tabell 19: Regulering av testtrigg	23

DOKUMENT HISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	06 jan 2011	Skrevet testplan
0.1	11 jan 2011	Laget test mal
1.0	12 jan 2011	Lagt til testspesifikasjon, Første ferdige dokument
1.1	18 apr 2011	La til de nye modultestene inn i dokumentet
1.2	25 apr 2011	La til nye systemtester. Lagt til punkt med utførelse av testene
2.0	29 mai 2011	Oppdatering av oppsett og retting av småfeil

INNLEDNING

I dette dokumentet beskrives de testerne som skal utføres for å teste om kravene i kravspesifikasjonen er oppfylt. Det er funksjonstester vi kommer til å gjøre. I kravspesifikasjonen var det mange krav til miljø som vi ikke kommer til å teste, men som vi antar er tilfelle. Det at det er riktig trykk i systemet er det vi som må stille inn når vi gjør en funksjonstest.

Det utføres forskjellige tester som skal passe til de forskjellige kravene. Vi kommer til å kjøre tester på deler av systemet, for så å teste systemet som en helhet til slutt.

Testdokumentet inneholder både testplan, testspesifikasjon og maler for hvordan testene skal gjennomføres når systemet er klart for testing. Bakerst som vedlegg [1] ligger det med et testdokument. Dette testdokumentet skal fylles ut for test som blir gjort. Ut i fra de testdokumentene skal det lages en testrapport.

Vi kommer til å utføre testing av flere del systemer før vi setter de sammen. Ut i fra prosjektmodellen skal vi begynne med de vanskelige kravene. Dette gir oss mulighet til å teste de kravene flere ganger. Vi har fått laget en testtrigg som gir oss mulig til å teste og jobbe med reguleringen.

HENSIKTEN MED TESTING

Det er viktig at oppdragsgiveren skal bli fornøyd med prosjektet og få det han har spurt etter. Testing er en viktig del i produktutviklingen. Dette vil gjøre det mulig for oss å teste del-systemer å sjekke at vi kan gå videre i prosessen. Det sørger for at produktet fungerer og at produktet blir mest mulig slik kunden ønsker.

I tillegg kan det ved testing unngås at produktet har unødvendige mangler. Test resultatene viser oss hva som eventuelt må forbedres for at systemet er mer fullkomment.

Ved å utføre tester håper vi på å fjerne feil ved et tidlig tidspunkt.

TESTTYPER

Vi skal gjennomføre flere forskjellige tester. De testene er:

Navn	Utførelse
Modultest	Test på deler av et system
Systemtest	Teste det komplette systemet
Integrasjonstester	Testing av funksjonalitet i rette omgivelser
Brukbarhetstest	Testing av bruker når systemet er ferdig

Tabell 1: Oversikt over tester

TESTPLAN

Her skal vi beskrive hvordan vi har tenkt å gjennomføre testingen av kravene, lage maler for hvordan testene skal se ut og gangen i testen.

4.1 Utførelse av testene

Det er viktig å lage gode tester. Testene må tydelig vise om et krav er oppfylt eller ikke. Er testen for dårlig eller utydelig kan resultatet være misvisende og føre fram til at resultatet bare blir delvis korrekt eller feil og i verste fall at produktet får mangler.

Før testingen kan begynne må prosjekt deltakerne sørge for at delene eller systemet som skal testes er mest mulig ferdig og møter eventuelle krav til delen. Slik blir mange påfølgende tester unngått da det er større sjanse for at testen er positiv og det ikke er behov for store endringer.

Under selve testingen blir det viktig at resultatet blir godt og nøyaktig dokumentert. Slurvefeil eller grov avrunding i tester av mindre elementer kan føre til at det sammensatte systemet svikter. Viktig er det også at denne dokumentasjonen blir lik for alle tester slik malen i testspesifikasjonen viser. Likevel vil selve test dokumentasjonen variere med testene da noen tester ender ut i ja/nei resultater mens det er drøfteresultat på andre.

4.2 Mal for testene

Punkter som lager en mal for hva som skal testene skal inneholde

- Navn på testen
- Testkode
- Referansen til kravspesifikasjon
- Sammendrag av kravet
- Beskrivelse
- Forfatter
- Testutstyr
- Godkjenningkriterier
- Feil som kan oppstå
- Dato

4.3 Testkode

Testene er delt inn etter kode så de skal være lettere å spore opp. Testene står på formen:

TM-01

Den første bokstaven er for å indikere at det er en test. Den andre bokstaven sier hva slags test det er. M står for modultest og en eventuell S står for systemtest. Tallet bak er hvilket nummer testen har fått.

TESTSPESIFIKASJON

Under så er det satt opp tabeller over de testene vi har tenkt til å utføre i prosjektet. Det er delt inn i modultester og systemtester. Tabellen opplyser om sporbarhet og informasjon om hvordan testene skal utføres.

5.1 Modultester

Modultester er del-tester av systemet. Under er det satt opp de modultestene vi kommer til å utføre.

TM-01 – Regulering	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-01
Testnavn:	Regulering
Kravkode:	FP-03
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Systemet skal ved hjelp av tilbakemelding fra en sensor regulere sylinderposisjonen
Beskrivelse av testen:	Bruker LABVIEW for å lese av en graf. Grafen viser en verdi over overskyten til sylinderposisjonen og stabiliseringsperioden.
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koble mikrokontroller til sensoren på testtriggen 2. Koble PC til mikrokontroller ved hjelp av USB-CAN adapter 3. Start LABVIEW programmet 4. Huk av for manuell posisjonering og bestem posisjonen 5. Les av overskyt og stabiliseringstiden i grafen
Testutstyr:	<ul style="list-style-type: none"> - Mikrokontroller - Sensor - Testtrigg - LABVIEW
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent når overskyten er mindre enn 1mm og stabiliseringsperioden er mindre enn 2 sekunder
Mulige feil som kan oppstå:	Vi kan få en upresis posisjonering med for lang stabiliseringstid
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 2: Regulering

TM-02 – Posisjonstest 1-2	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-02
Testnavn:	Posisjonstest 1-2
Kravkode:	FP-04
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Sylinderen i systemet skal bevege seg, slik at girskifte kan skje
Beskrivelse av testen:	Kobler mikrokontrolleren til datamaskinen. Bruker debug vindu til å sette en posisjon. Testen gjøres fra posisjon 1 til posisjon 2. (Posisjon 1 er sylindrestangen helt inne i sylinderkroppen. I posisjon 2 er sylinderkroppen i midtstilling)
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koble mikrokontroller til PC ved hjelp av programmeringspuck 2. Last programmet ned på mikrokontrolleren ved å åpne debug vindu. 3. Sett referanseverdien til 5200 4. Start programmet og sett referanseverdien til 3400.
Testutstyr:	<ul style="list-style-type: none"> - Testtrigg - Mikrokontroller med programmeringsverktøy
Godkjenningskriterier:	Sylinderen skal stoppe i den angitte posisjonen
Mulige feil som kan oppstå:	Sylinderen kan gå over i feil gir eller har problemer med å bevege seg ut av det giret den står i. Kan også oppstå problemer med stabiliseringen.
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 3: Posisjonstest 1-1

TM-03 – Posisjonstest 3-2	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-03
Testnavn:	Posisjonstest 3-2
Kravkode:	FP-04
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Sylinderen i systemet skal bevege seg, slik at girskifte kan skje
Beskrivelse av testen:	Kobler mikrokontrolleren til datamaskinen. Bruker debug vindu til å sette en posisjon. Testen gjøres fra posisjon 3 til posisjon 2. (Posisjon 3 er sylindrestangen helt ute av sylinderkroppen. Posisjon 2 er i midtstilling)
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koble mikrokontroller til PC ved hjelp av programmeringspuck 2. Last programmet ned på mikrokontrolleren ved å åpne debug vindu. 3. Sett referanseverdien til 1900 4. Start programmet og sett referanseverdien til 3400.
Testutstyr:	<ul style="list-style-type: none"> - Testtrigg - Mikrokontroller med programmeringsverktøy
Godkjenningskriterier:	Sylinderen skal stoppe i den angitte posisjonen
Mulige feil som kan oppstå:	Sylinderen kan gå over i feil gir eller har problemer med å bevege seg ut av det giret den står i. Kan også oppstå problemer med stabiliseringen.
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 4: Posisjonstest 3-2

TM-04 – Posisjonstest 2-1	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-04
Testnavn:	Posisjonstest 2-1
Kravkode:	FP-04
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Sylinderen i systemet skal bevege seg, slik at girskifte kan skje
Beskrivelse av testen:	Kobler mikrokontrolleren til datamaskinen. Bruker debug vindu til å sette en posisjon. Testen gjøres fra posisjon 2 til posisjon 1. (Posisjon 2 er midtstilling. Posisjon 1 er sylinderstangen helt inne i sylinderkroppen)
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koble mikrokontroller til PC ved hjelp av programmeringspuck 2. Last programmet ned på mikrokontrolleren ved å åpne debug vindu. 3. Sett referanseverdien til 3400 4. Start programmet og sett referanseverdien til 5200.
Testutstyr:	<ul style="list-style-type: none"> - Testtrigg - Mikrokontroller med programmeringsverktøy
Godkjenningskriterier:	Sylinderen skal stoppe i den angitte posisjonen
Mulige feil som kan oppstå:	Sylinderen kan gå over i feil gir eller har problemer med å bevege seg ut av det giret den står i. Kan også oppstå problemer med stabiliseringen.
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 5: Posisjonstest 2-1

TM-05 – Posisjonstest 2-3	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-05
Testnavn:	Posisjonstest 2-3
Kravkode:	FP-04
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Sylinderen i systemet skal bevege seg, slik at girskifte kan skje
Beskrivelse av testen:	Kobler mikrokontrolleren til datamaskinen. Bruker debug vindu til å sette en posisjon. Testen gjøres fra posisjon 2 til posisjon 3 (Posisjon 2 er midtstilling. Posisjon 3 er sylinderstangen ute av sylinderkroppen)
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koble mikrokontroller til PC ved hjelp av programmeringspuck 2. Last programmet ned på mikrokontrolleren ved å åpne debug vindu. 3. Sett referanseverdien til 34200 4. Start programmet og sett referanseverdien til 1900.
Testutstyr:	<ul style="list-style-type: none"> - Testtrigg - Mikrokontroller med programmeringsverktøy
Godkjenningskriterier:	Sylinderen skal stoppe i den angitte posisjonen
Mulige feil som kan oppstå:	Sylinderen kan gå over i feil gir eller har problemer med å bevege seg ut av det giret den står i. Kan også oppstå problemer med stabiliseringen.
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 6: Posisjonstest 2-3

TM-06 – Avlesning fra sensor	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-06
Testnavn:	Avlesning fra sensor
Kravkode:	FP-05
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Sensoren i systemet skal måle posisjonen til sylindren
Beskrivelse av testen:	Bruker debug vindu til mikrokontrolleren for å lese av verdien til sensoren
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koble mikrokontroller til PC ved hjelp av programmeringspuck 2. Last programmet ned på mikrokontrolleren ved å åpne debug vindu. 3. UTEN å ha trykkluftluft på systemet eller motstand på riggen, beveg sylindren i flere posisjoner 4. Trykk "refresh" i debug vindu og se at tallverdien forandres
Testutstyr:	<ul style="list-style-type: none"> - Mikrokontroller - Sensor - Testtrigg - Debugger
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent når vi får lest av flere varierte verdier fra sensoren
Mulige feil som kan oppstå:	At kraften blir ustabil, lav eller for høy.
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 7: Avlesning fra sensor

TM-07 – Strekkgrensen i sylinderkammeret	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-07
Testnavn:	Strekkgrensen i sylinderkammeret
Kravkode:	FS-01
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Aktuatorhuset skal kunne tåle de kreftene den blir utsatt for
Beskrivelse av testen:	Bruker FEM-analyseprogrammet Simulation (som følger med SolidWorks) til å kjøre kalkulasjoner på 3D modellen
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kjører simulasjonen i programmet Simulation (SolidWorks) 2. Sett materialet til 1060 Alloy 1. Lås aktuatorhuset i feste bak, og veggen i front 3. Tilføy et trykk på 20 bar i kammeret 4. Plott strekkanalyse
Testutstyr:	- SolidWorks (Simulation)
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent om strekkfastheten ikke overstrider materialets strekkgrense. Altså at vi ikke får en plastisk deformasjon
Mulige feil som kan oppstå:	Designet er underdimensjonert og en plastisk deformasjon vil oppstå
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 8: Strekkgrense i sylinderkammeret

TM-08 – Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-08
Testnavn:	Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret
Kravkode:	FS-01
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Aktuatorhuset skal kunne tåle de kreftene den blir utsatt for
Beskrivelse av testen:	Bruker FEM-analyseprogrammet Simulation (som følger med SolidWorks) til å kjøre kalkulasjoner på 3D modellen
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 2. Kjører simulasjonen i programmet Simulation (SolidWorks) 3. Sett materialet til 1060 Alloy 4. Lås aktuatorhuset i feste bak, og veggen i front 5. Tilføy et trykk på 20 bar i kammeret 6. Plott sikkerhetsfaktor
Testutstyr:	- SolidWorks (Simulation)
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent om sikkerhetsfaktoren er over 1
Mulige feil som kan oppstå:	Designet er underdimensjonert som fører til at sikkerhetsfaktoren er under 1, og aktuatorhuset vil ikke tåle de kreftene den blir påført
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 9: Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret

TM-09 – Strekkgrensen på sylindrestang	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-09
Testnavn:	Strekkgrensen på sylindrestang
Kravkode:	FS-01
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Aktuatorhuset skal kunne tåle de kreftene den blir utsatt for
Beskrivelse av testen:	Bruker FEM-analyseprogrammet Simulation (som følger med SolidWorks) til å kjøre kalkulasjoner på 3D modellen
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kjører simulasjonen i programmet Simulation (SolidWorks) 2. Sett materialet til 1060 Alloy, PA Type 6 på sensorarm 3. Lås sylindrestanga i enden av stanga 4. Tilføy et trykk på 20 bar på stempelet 5. Plott strekkanalyse
Testutstyr:	- SolidWorks (Simulation)
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent om strekkfastheten ikke overstrider materialets strekkgrense. Altså at vi ikke får en plastisk deformasjon
Mulige feil som kan oppstå:	Designet er underdimensjonert og en plastisk deformasjon vil oppstå
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 10: Strekkgrense på sylindrestang

TM-10 – Sikkerhetsfaktor i sylindrestang	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-10
Testnavn:	Sikkerhetsfaktor i sylindrestang
Kravkode:	FS-01
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Aktuatorhuset skal kunne tåle de kreftene den blir utsatt for
Beskrivelse av testen:	Bruker FEM-analyseprogrammet Simulation (som følger med SolidWorks) til å kjøre kalkulasjoner på 3D modellen
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kjører simulasjonen i programmet Simulation (SolidWorks) 2. Sett materialet til 1060 Alloy, PA Type 6 på sensorarm 3. Lås sylindrestanga i enden av stanga 4. Tilføy et trykk på 20 bar på stempelet 5. Plott sikkerhetsfaktor
Testutstyr:	- SolidWorks (Simulation)
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent om sikkerhetsfaktoren er over 1
Mulige feil som kan oppstå:	Designet er underdimensjonert som fører til at sikkerhetsfaktoren er under 1, og aktuatorhuset vil ikke tåle de kreftene den blir påført
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 11: Sikkerhetsfaktor i sylindrestang

TM-11 – Mottar LABVIEW data	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-11
Testnavn:	Mottar LADVIEW data
Kravkode:	MP-01
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	For å teste systemet så skal man bruke LABVIEW for å endre posisjonen.
Beskrivelse av testen:	Bruker et program som leverandøren av USB-CAN adapteret har. Sender her en data pakke og ser om du mottar noe tilbake. Da ser vi om kommunikasjonen virker.
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koble CAN-USB adapter til PC 2. Åpne leverandørens software 3. Trykk på "play" knappen og du er klar til å sende
Testutstyr:	<ul style="list-style-type: none"> - USB-CAN adapter - PC - Program: CANUSB (WGSoft)
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent hvis vi mottar svar på datapakkene
Mulige feil som kan oppstå:	Mulige feil er at vi ikke mottar noe svar på det vi sender
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 12: Mottar LABVIEW data

TM-12 – MatLab: Massestrøm	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-12
Testnavn:	MatLab: Massestrøm
Kravkode:	MP-02
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	For å teste systemet skal det lages en matematisk modell i MatLab
Beskrivelse av testen:	Tilfører et trykk i programmet og ser hva slags verdi vi får ut på massestrømmen. Bruker en graf for å lese av verdien ut
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Åpne MatLab modell og script med samme navn 2. Sett en konstant blokk for trykk (5bar) inn på subsystemet 3. På utgangen, sett på en graf og les av utgangssignalet
Testutstyr	- MatLab programvare
Godkjenningkriterier:	Testen er godkjent hvis vi får en realistisk massestrøm ut fra programmet
Mulige feil som kan oppstå:	Vi kan få feil verdi ut. Enten for liten eller for stor.
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 13: MatLab: Massestrøm

TM-13 – MatLab: Stempelbevegelse	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-13
Testnavn:	MatLab: Stempelbevegelse
Kravkode:	MP-02
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	For å teste systemet skal det lages en matematisk modell i MatLab
Beskrivelse av testen:	Tilfører en kraft på sylindrestangen og ser om den beveger seg. Bruker et step med PID regulator. Leser av verdien i en graf
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Åpne MatLab modell og script med samme navn 2. Sett en step blokk med en kraft på 900N inn på subsystemet 3. På utgangen, sett på en graf og les av utgangssignalet 4. Varier step lengde
Testutstyr:	- MatLab programvare
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent hvis stempelposisjonen er lik step posisjonen
Mulige feil som kan oppstå:	Stempelverdien kan bli for høy eller for lav utover det vi ønsker.
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 14: MatLab: Stempelbevegelse

TM-14 – Matlab: Sylinderkammer	
SPORBARHET	
Testkode:	TM-14
Testnavn:	MatLab: Sylinderkammer
Kravkode:	MP-02
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	For å teste systemet skal det lages en matematisk modell i MatLab
Beskrivelse av testen:	Tilfører en massestrøm og setter på et step på lengden. Leser av kraften med en graf
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Åpne MatLab modell og script med samme navn 2. Sett en step blokk med et step fra 0 til 1 inn på subsystemet 3. På utgangen, sett på en graf og les av utgangssignalet
Testutstyr:	- MatLab programvare
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent om kraften vi får ut ligger i underkant av 900 N
Mulige feil som kan oppstå:	At kraften blir ustabil, lav eller for høy.
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 18.04.2011

Tabell 15: MatLab: Sylinderkammer

4.2 Systemtester

Under er det beskrevet de tester vi skal utføre på hele systemet for å se om det holder mål.

TS-01 – Langtidstest av regulator	
SPORBARHET	
Testkode:	TS-01
Testnavn:	Langtidstest av regulator
Kravkode:	FS-01
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Systemet skal ved hjelp av tilbakemelding fra en sensor regulere sylinderposisjonen. Overskyt skal ikke overskride 1mm og skal stabilisere seg under 2 sekunder
Beskrivelse av testen:	For å gjennomføre testen må regulatoren kobles opp mot LABVIEW. Programmet må så kjøre kontinuerlig over lang tid.
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koble mikrokontroller til sensoren på testtriggen 2. Koble PC til mikrokontroller ved hjelp av USB-CAN adapter 3. Start LABVIEW programmet 4. Start testingen 5. Diagnoser testresultatene
Testutstyr:	<ul style="list-style-type: none"> - LABVIEW - Testtrigg - Mikrokontroller
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent hvis regulatoren holder seg stabil over tid og ikke overskrider kravene om overskyt og stabilisering, selv etter langtidstesting
Mulige feil som kan oppstå:	Regulatoren kan bli ustabil under langtidstesting
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 25.04.2011

Tabell 16: Langtidstest av regulator

TS-02 – Strekkgrensen i aktuatorhuset	
SPORBARHET	
Testkode:	TS-02
Testnavn:	Strekkgrensen i aktuatorhuset
Kravkode:	FS-01
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Aktuatorhuset skal kunne tåle de kreftene den blir utsatt for
Beskrivelse av testen:	Bruker FEM-analyseprogrammet Simulation (som følger med SolidWorks) til å kjøre kalkulasjoner på 3D modellen
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kjører simulasjonen i programmet Simulation (SolidWorks) 2. Sett materialet til 1060 Alloy 3. Lås aktuatorhuset i feste bak, og i enden av stanga 4. Tilføy et trykk på 20 bar i kammeret og på stempelet 5. Plott strekkanalyse
Testutstyr:	- SolidWorks (Simulation)
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent om sikkerhetsfaktoren er over 1
Mulige feil som kan oppstå:	Designet er underdimensjonert som fører til at sikkerhetsfaktoren er under 1, og aktuatorhuset vil ikke tåle de kreftene den blir påført
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 25.04.2011

Tabell 17: Strekkgrensen i aktuatorhuset

TS-03 – Sikkerhetsfaktor for aktuatorhus	
SPORBARHET	
Testkode:	TS-03
Testnavn:	Sikkerhetsfaktor for aktuatorhus
Kravkode:	FS-01
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Aktuatorhuset skal kunne tåle de kreftene den blir utsatt for
Beskrivelse av testen:	Bruker FEM-analyseprogrammet Simulation (som følger med SolidWorks) til å kjøre kalkulasjoner på 3D modellen
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kjører simulasjonen i programmet Simulation (SolidWorks) 2. Sett materialet til 1060 Alloy 3. Lås aktuatorhuset i feste bak, og i enden av stanga 4. Tilføy et trykk på 20 bar i kammeret og på stempelet 5. Plott sikkerhetsfaktor
Testutstyr:	- SolidWorks (Simulation)
Godkjenningskriterier:	Testen er godkjent om sikkerhetsfaktoren er over 1
Mulige feil som kan oppstå:	Designet er underdimensjonert som fører til at sikkerhetsfaktoren er under 1, og aktuatorhuset vil ikke tåle de kreftene den blir påført
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 25.04.2011

Tabell 18: Sikkerhetsfaktor for aktuatorhus

TS-04 – Regulering av testtrigg	
SPORBARHET	
Testkode:	TS-04
Testnavn:	Regulering av testtrigg
Kravkode:	MP-02
INFORMASJON	
Sammendrag av krav:	Studentene skal utføre en simulering av modellen i MatLab. Det skal være en matematisk modell som forklarer alle påvirkninger av systemet.
Beskrivelse av testen:	Systemet må testes som et helt system. Det skal settes en referanseverdi inn, så skal systemet regulere seg selv så posisjonen til sylindrestangen blir korrekt
Utførelse av testen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Åpne MatLab modell og script med samme navn 2. Sett en step blokk med referanseverdi inn på PID regulator 3. På utgangen av stempelbevegelsen, sett på en graf og les av utgangssignalet 4. Varier step lengde og se at sylindrestangen stanser i riktig posisjon
Testutstyr:	- MatLab
Godkjenningskriterier:	At sylindrestangen stopper på den angitte posisjonen
Mulige feil som kan oppstå:	At den stopper langt unna, ikke beveger seg eller programmet får opp flere feilmeldinger.
Forfatter: Prosjektgruppe 2010/2011 - 6	Dato: 25.04.2011

Tabell 19: Regulering av testtrigg

VEDLEGG 1

TESTDOKUMENT

På dette dokumentet føres de tester som er gjort. Testene leveres til Tommy og samles for og kollektivt legges inn i testrapporten mot slutten av prosjektet.



Testrapport

Testrapportkode:	
Testnavn:	
SPORBARHET	
Kravkode:	
Testkode:	
INFORMASJON	
Utført dato:	Ansvarlig:
Forventet resultat:	
Test nummer:	
Faktisk resultat:	
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	
Feilbeskrivelse:	
Utbedring:	

Underskrift: _____



SmoothShift

Analysedokument

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	4
PRODUKTUVTIKLINGSPROSESSEN AV 3D MODELLEN.....	5
2.1 VERSJON 1.0	6
2.1.1 Design	6
2.1.2 Sensor og ventil	6
2.2 VERSJON 2.0	7
2.2.1 Design	7
2.2.2 Sensor	8
2.2.3 Ventil	8
2.3 VERSJON 3.0	9
2.3.1 Design	9
2.3.2 Sensor og ventil	9
2.4 VERSJON 4.0	10
2.4.1 Design	10
2.4.2 Sensorhus	11
2.5 VERSJON 4.1	12
2.5.1 Design	12
2.5.2 Sylindren	13
2.5.3 Sensor stang	13
2.6 VERSJON 5.0	14
2.6.1 Sylinderlokket	14
2.6.2 Materialsparing	15
2.6.3 Sensoren	15
2.6.4 Sammensetting.....	15
2.7 VERSJON 5.1	16
2.7.1 Kontaktpunkter for ventilen	16
2.7.2 Tetning mot omgivelsene	16
2.8 VERSJON 5.2	18
2.8.1 Ytre tetning	18
2.8.2 Sensorhuset og innfesting	19
2.8.3 Mindre ventilenhet.....	20
2.8.4 Ytre design	20

Styrkeberegninger og FEM analyse	21
3.1 Sylinderberegning.....	21
3.2 FEM analyse av sylinderhuset	22
3.2.1 Design Insight av systemet	23
MATTEMATISK MODELL AV SYSTEMET	25
4.1 Regulering med tilbakekobling.....	25
4.2 Oppbygging.....	25
4.3 Friksjons beregning.....	26
4.4 Statisk friksjon	26
4.5 Kinetisk friksjon	26
4.6 Massestrømmen.....	27
MIKROKONTROLLER	29
6.1 PID-verdier.....	30
6.2 Derivasjon.....	30
6.3 Beregne tid mellom sensoravlesning	30
6.4 Integrasjon.....	31
6.5 Differensiert Kp verdi	31
TEST RIGG	33
7.1 Virkemåte	33
7.2 Tuning av rigg	34

FIGURLISTE

Figur 1: Versjon 1.....	6
Figur 2: Versjon 2.....	7
Figur 3: Versjon 3.....	9
Figur 4: Versjon 4.....	10
Figur 5: Sensorhus for V4	11
Figur 6: Versjon 4.1.....	12
Figur 7: Versjon 5.....	14
Figur 8: Sensorhus for V5	15
Figur 9: Versjon 5.1.....	16
Figur 10: Versjon 5.2.....	18
Figur 11: Sensorhus og sensorarm for V5.2	19
Figur 12: Stempelstangvandring.....	22
Figur 13: Design Insight 1,8 %.....	23
Figur 14: Design Insight 5 %.....	24
Figur 15: Regulering med tilbakekobling.....	25
Figur 17: Illustrasjon av u	28
Figur 16: Sub systemet for massestrømmen.....	28
Figur 18: Tidlig flytskjema av mikrokontroller programmet	29
Figur 19: Illustrasjon til integralberegning	31
Figur 20: 3D bilde av testtriggen.....	33

DOKUMENTHISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	05 apr 2011	Begynte å skrive om de 3 første versjonene
0.1	08 apr 2011	opp strukturen til dokumentet, skrevet innledning
0.2	12 apr 2011	Skrevet om versjon 4.0 og 4.1. Lagt til bilder av de forskjellige versjonene
0.3	13 apr 2011	Skrevet om versjon 5.0 og 5.1. Renskrive og fylle på i alle punkter
1.0	14 apr 2011	Utskrift av første utkast av dokumentet
1.1	27 apr 2011	Test rigg og matematisk modell av systemet
1.2	11 mai 2011	Lagt til utregninger og FEM analyse
1.3	24 mai.2011	Lagt til versjon 5.2
1.4	27 mai.2011	Nye bilder, forandret litt på oppsettet. Rettet småfeil
2.0	29 mai 2011	Oppdatering av sider, formler og generell oppsett

INNLEDNING

I dette dokumentet vil vi gå igjennom prosessen som førte til det ferdige produktet. En produktutviklingsprosess av 3D modellen er beskrevet fra versjon til versjon, styrkeberegninger og hvordan vi analyserte styrkeberegningene på modellen, hvordan den matematiske modellen av systemet er oppbygd, samt programmeringen av mikrokontrolleren og hvordan vi utførte regulering ved hjelp av testtriggen.

PRODUKTUVTIKLINGSPROSESSEN AV 3D MODELLEN

Gjennom perioden fra første fremføring har vi jobbet med designet av aktuatorhuset. Vi har vært igjennom flere designløsninger hvor vi til slutt havnet opp med et alternativ vi mener er en god løsning. Denne løsningen tar vi for oss i designdokumentet.

I dette dokumentet skal vi se på de løsningene vi har forkastet på vei mot det endelige resultatet. I aktuatorhuset skal det være en sylinder, en ventil som tilfører luft, en sensor som forteller hvor selve stempelet befinner seg, og en mikrokontroller som overvåker og styrer hele prosessen.

Vi har støtt på en del utfordringer på veien til den siste. Hele tiden har vi jobbet med å spare mest mulig plass. Vi har gått fra å ha et "boks i boks" system til å sitte igjen med en kropp som tar for seg alle rommene vi har behov for. Sylindere er blitt en integrert enhet av huset.

Aktuatoren har gått igjennom flere prosesser. Vi har sett på flere løsninger om hvordan vi skal kunne klare å åpne og lukke den. Det startet med at vi hadde mange deler som skulle settes sammen, men har jobbet oss mot en løsning som består av to hoveddeler.

Mikrokontrolleren er i alle løsningene festet fast på ventilen. Der sitter også tilkoblingskontakt for strøm, og for avlesning fra sensoren.

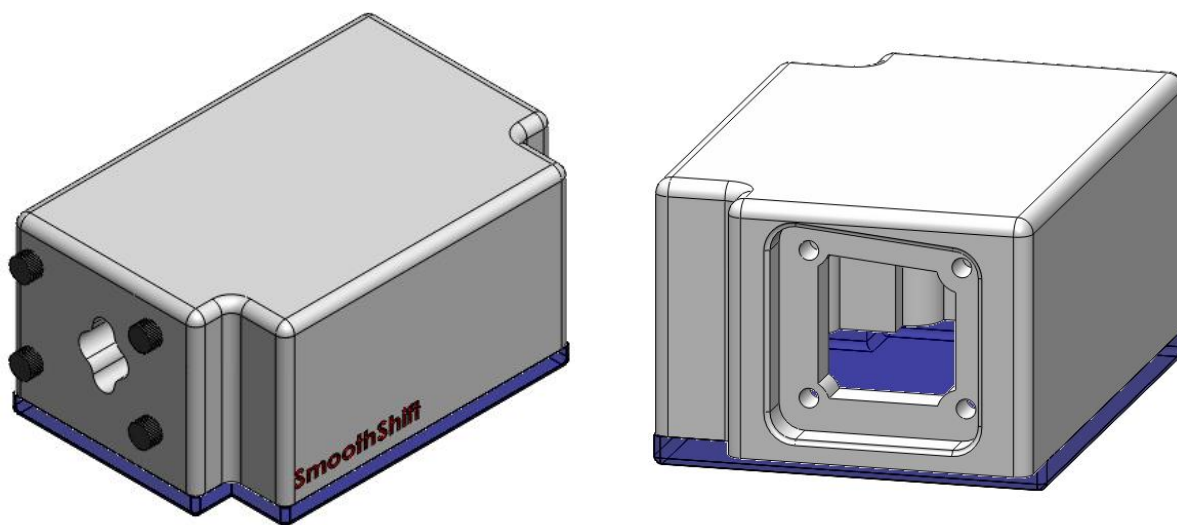
2.1 VERSJON 1.0

Dette er det absolutt første vi designet i dette prosjektet. Denne skissen lagde vi uten å ha snakket noe med ekstern veileder, men bare ut fra hvordan vi hadde forstått oppgaven på dette tidspunktet. Funksjonene er også bare slik vi trodde det skulle være den gang.

2.1.1 Design

I dette utkastet har vi tenkt at huset skal omslutte sylindere som gjør jobben, ventilen og mikrokontrolleren. Vi trodde at sylindere skulle være en kommersiell sylindere som er ferdig produsert. Funksjonene som vi bygde inn i huset var et grensesnitt vi fikk av oppdragsgiver, skruehull og en åpning hvor en kontakt for luft og strøm skulle festes.

Dette var en veldig firkantet versjon med et "boks i boks" prinsipp. Vi så for oss at vi skulle ha spor vi kunne plassere den pneumatiske sylindere ned i, også et lite utstikk som ventilen skulle plasseres i.



Figur 1: Versjon 1

2.1.2 Sensor og ventil

Sylindere skulle ta det meste av huset, mens ventilen ligger på siden av den. Måten dette skulle monteres på var at man tok av bunnplata for å sette huset på sylindere. Deretter kunne lokket settes på igjen og skrues fast, samtidig som huset er skrudd fast i girkassa med skruene rundt grensesnittet. Sensoren hadde ikke fått så mye betenkning enda på dette stadiet.

2.2 VERSJON 2.0

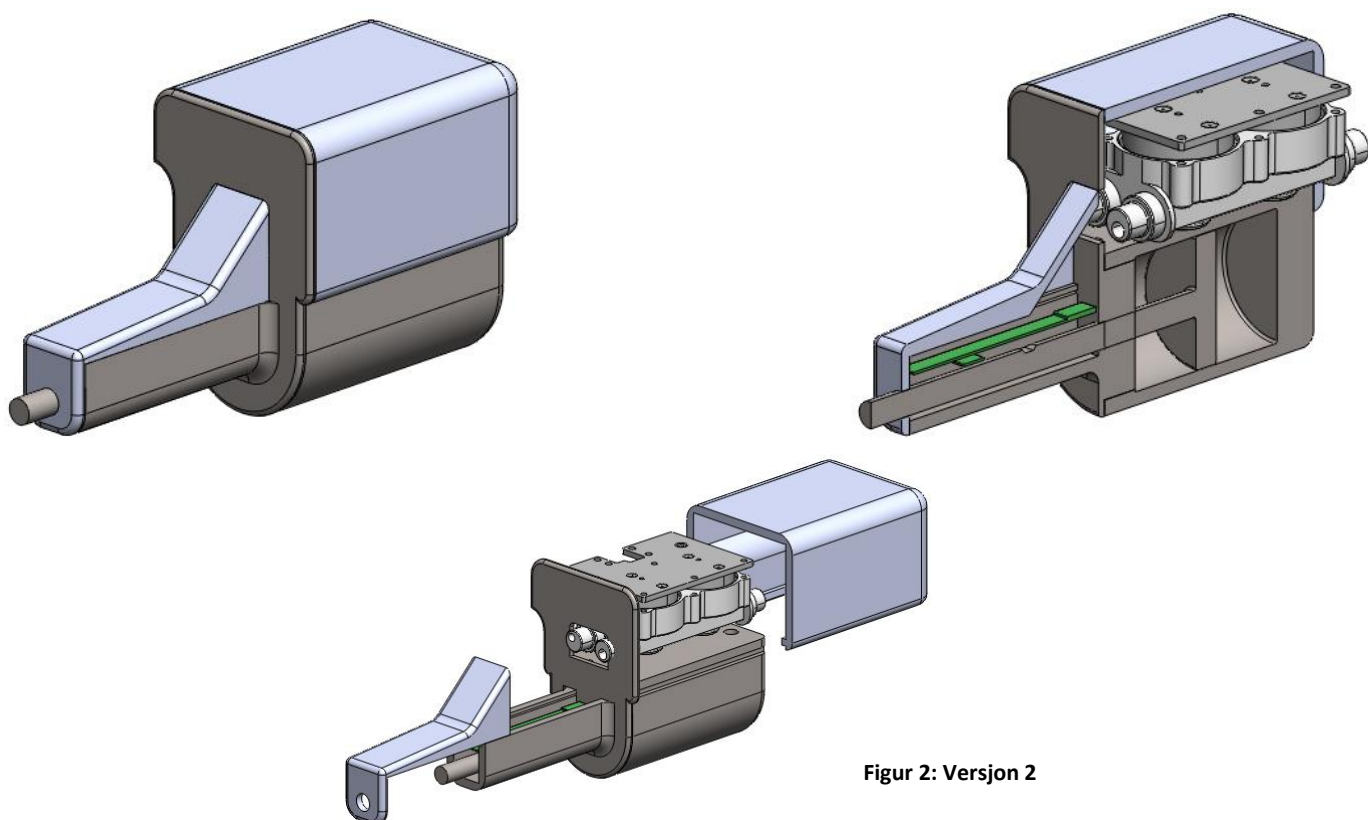
Denne versjonen er en stor utvikling fra det første vi tegnet. Nå har vi snakket en del med ekstern veileder og fått informasjon om hvordan ting skal være og hva huset skal gjøre. Den vesentligste forskjellen på dette huset er at sylindren nå er inkludert i selve huset. Så nå består huset av tre deler. Selve huset, med to lokk som festes på.

2.2.1 Design

På toppen av huset er det plassert et lokk som settes på ved hjelp av et spor i husveggen og som da festes i fronten av huset. Så har vi tenkt at ventilen plasseres over sylindren. Vi har nå med en sensor som sitter over stempelstanga. Her sitter det også et lokk som skal monteres på og beskytte sensoren.

Selve stempelet er nå en del av huset, og er lukket inne. Stempelet og sylindren skal vi designe Det sylindrerformede sporet som stempelet skal bevege seg i skal maskineres ut i kroppen til denne aktuatoren.

Etter å ha studert dette utkastet ser vi at det kan være vanskelig å tette dette huset med så mange deler som skal skyves og monteres sammen. Med å ha sensoren der den ligger, blir dette huset både høyt og langt på en gang. Sylindren har her en veldig lang vandring. Den er nesten like lang som det ventilen er.



Figur 2: Versjon 2

2.2.2 Sensor

Sensoren har nærmest fått sitt eget rom langs stempelstanga for at pucken skal kunne festes til stempelstanga og følge dens bevegelse. Sensoren er den samme vi kommer til å bruke hele veien. Den benytter seg av PWM (pulse-width modulation) signaler. Sensoren er en PCB (printed circuit board) brikke som en mottaker, og en mindre PCB brikke som vi kaller en puck, som beveger seg langs denne mottakeren. På denne måten sørger vi for at vi alltid får den riktige posisjonen til stempelet.

I fronten av huset er det et hull slik at kablen til sensoren kan kobles sammen med mikrokontrolleren. Dette hullet er da lukket med en plate som skyves over og samtidig kapsler inn sensoren.

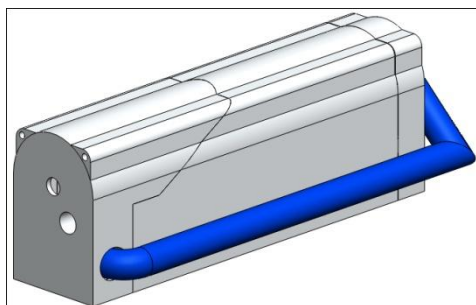
2.2.3 Ventil

Vi valgte tidlig å plassere ventilen rett over sylindren. Dette skal for oss gjøre det mulig å lage borer i aktuatorveggen så vi slipper å bruke luftslanger. Ventilen skal plasseres i kanten av boringene som går rett ned i hvert sitt sylinderkammer. Dette er et design vi kommer til å benytte oss av hele veien.

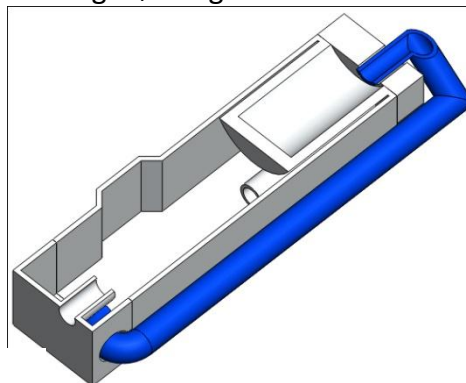
Ventilen har et innløp for trykkluft, en utgang for eksos og to utganger for trykkluft diagonalt ovenfor hverandre. De to utgangene skal pumpe luft inn i hvert sitt sylinderkammer.

2.3 VERSJON 3.0

Dette utkastet tar for seg problemet på en helt annen måte. Her er ventilen plassert langs sylinderen. Vi har beholdt samme løsningen hvor pucken til sensoren er festet rett på sylindrestanga. Denne versjonen ble laget samtidig med versjon 4.0. Hensikten med det var at ekstern sensor skulle velge hva han mente var den beste design løsningen.



Figur 3: Versjon 3



2.3.1 Design

Her ser vi at sylinderen ligger i den ene enden av huset mens ventilenheten skal ligge i den andre. Her er tanken at stempelstanga går helt igjennom huset og at dette også gjør det lett å plassere sensoren under stempelstanga. Dette huset er mye lavere enn V4.0. Ulempen er at det er veldig langstrukket. Designet er veldig kompakt og det er ikke mye tomrom, men lengden gjør det sårbart og lite brukervennlig.

Denne løsningen var også vanskelig å tette på en god måte. Alle delene skal også kunne monteres på en enkel måte. Vi så på muligheten for å ha et lokk i hver ende. Inntil sylinderen ville det fungert bra, men inntil ventilen ville vi ha møtt flere utfordringer. Å få det tett ville ikke vært noe problem, men å klare å montere sensoren på sylindrestanga, og feste ventilen på en god måte ville blitt en utfordring.

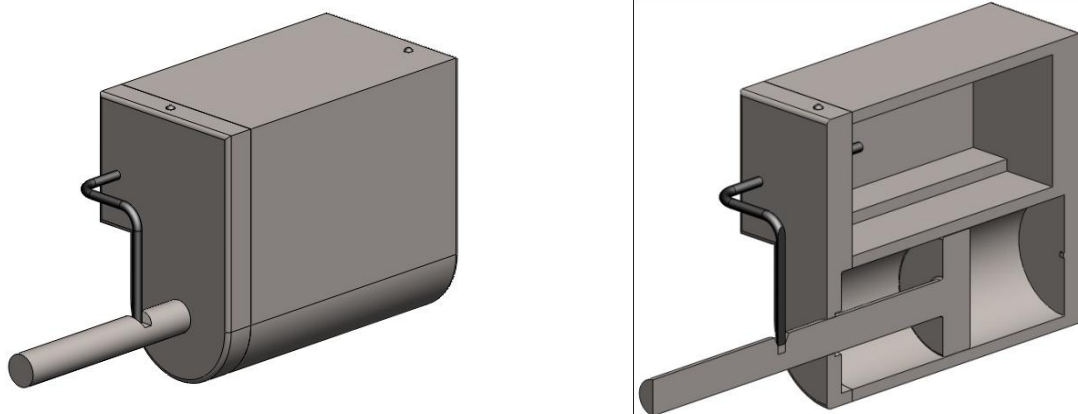
2.3.2 Sensor og ventil

Du ser på tegningen at sylindrehuset er plassert helt bakerst. Ved å ha en lang stempelstang som gikk tvers igjennom huset ga det oss et par praktiske detaljer. Vi kunne da feste sensoren rett på stempelstanga. Det var ingen stang som hadde behov å overføre denne bevegelsen. Samme gjaldt med ventilen. Vi kunne legge den ved siden av stempelstanga og benytte den plassen som var der.

Løsningen ble veldig kompakt men langstrakt. Det var enkelt å bore hull inn i minussiden av sylinderen, men lange borer og tykkelsen på veggen gjorde at vi sannsynligvis måtte hatt en utvendig luftslange som gikk fra ventilen og inn på den positive siden av sylinderen.

2.4 VERSJON 4.0

Som nevnt over jobbet vi parallelt med denne versjonen av huset, og versjon 3.0. Denne utgaven bygger videre på versjon 2.0 men har sine forbedringer med tanke på brukervennlighet, tetninger m.m. Nå er sensoren inne i huset, mens det er en sensorstang som viderefører bevegelsen fra stempelstanga til sensoren. Det er også en viktig endring at hele huset er i én del med et lokk.



Figur 4: Versjon 4

2.4.1 Design

Her ser man at vi har tatt bort det tidligere huset til sensoren som lå langs stempelstanga. Den er nå plassert inne i huset, der sensorstanga kommer inn utenfra. Dette gjør at huset blir litt bredere mot venstre side men det bygger ikke lengre like langt i lengden. Fordelen med dette er at huset vil bli lettere å montere der det skal arbeide og det er mindre bruk av material, samt lettere montasje.

Huset har nå et lokk som sitter foran. I avluken fører man inn ventilen med mikrokontrolleren på, og sensoren. Samtidig er dette lokket også sylindrelokket hvor stempel og stang føres inn.

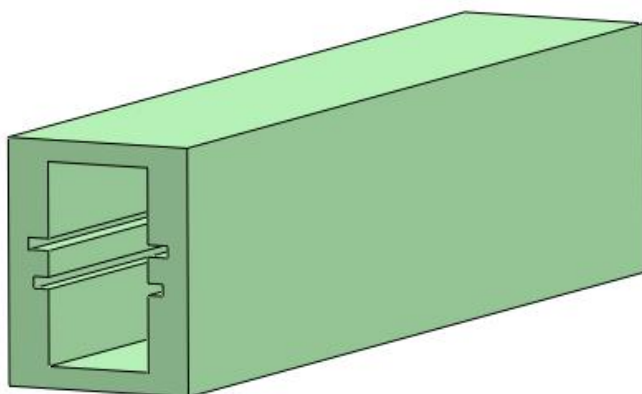
Luftkanalene er endret. Ventilen er fortsatt plassert over sylinderen. Nå ser vi for oss at det går borer helt fra toppen av huset, nedover den fremre vegg, bortover den plata midt i huset og inn i sylinderen på fremre side. Bak så vi for oss å bare bore rett ned og inn i den positive siden av sylinderen. Ventilen skal da settes inn i veggene slik at luftuttakene møter luftkanalene. På toppen av huset skal disse luftkanalene tettes ved at det blir slått metallkuler inn i hullene, slik at det deformerer tett.

Måten denne versjonen er designet på gjør den tungvind å maskinere. Den består av flere avlukkede rom. På det tidspunktet her har vi enda ikke begynt å redusere overflødig tomrom i huset. Det var viktigere for oss å få på plass alle de ønskelige funksjonene på en god måte.

2.4.2 Sensorhus

Vi har laget et eget lite hus som sensoren skal ligge i. Som vist på figur 4, går det en stang gjennom det fremre lokket i huset og ned til stempelstanga. Med dette førte det med seg flere problemer. For det første trenger man en tetning hvor sensorstanga kommer ut. For det andre får man et problem med å montere selve sensorstanga. Det må nemlig gjøres etter at lokket er montert. At sensorstanga er så lang og utenpå huset gjør at den må tåle en del ytre påkjenninger. Dette blir da en dårlig løsning som må rettes opp i.

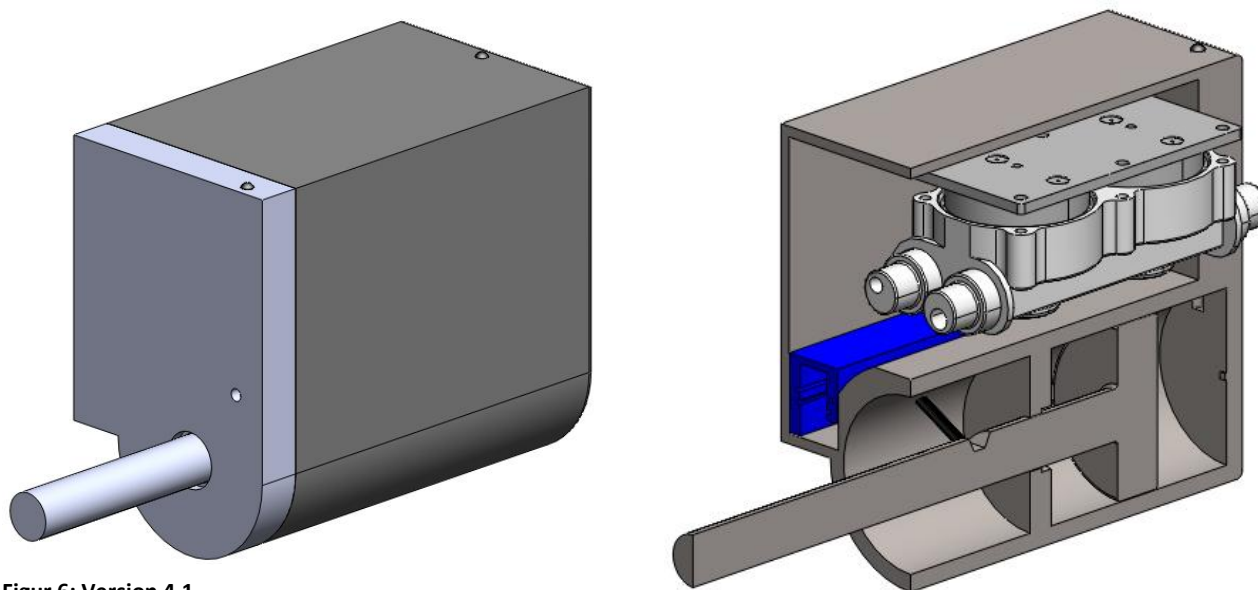
På figur 5 ser vi sensorhuset som hørte til. Sensorstanga kommer rett inn forfra.



Figur 5: Sensorhus for V4

2.5 VERSJON 4.1

Nå begynner huset å bli ganske gjennomtenkt. Nå er sylindren mindre, slik at det er mer plass på siden. Dette gjør at vi har fått plassert sensorstanga inne i huset og slipper å ha denne på utsiden. Så har sensoren fått et sensorhus som skal sørge for at den holder tilstrekkelig avstand til aluminium og at det blir lettere å komme til med sensorarmen. Huset lokkes også her i fronten ved at hele forsiden kan løsnes.



Figur 6: Versjon 4.1

2.5.1 Design

Den vesentlige endringen er midtveggen som skapes ved at sylindren er avgrenset. Måten vi har tenkt å montere dette på er at frontlokket (litt lysere farge enn resten av huset) løftes av. Deretter føres stempel med stang inn, så settes sylindrelokket inn. Denne settes inn enten ved at den har gjenger og blir skrudd inn i sylindreboringen, eller så føres den inn i spor. Til slutt settes fronten på igjen. Denne løsningen er ikke fullgod. Skulle vi hatt gjenger måtte det da designes et verktøy som klarer å skru ned den midtveggen så langt. Det kunne også blitt problemer med at sylindrelokket ville begynt å flytte på seg under drift.

Skulle vi hatt et spor måtte den kunne låses på en måte. Igjen ville det vært en vanskelig oppgave. Vi måtte hatt stedvis tykkere vegg, og en fjærbelastet løsning som hadde holdt den fast i sporene sine. Dette var to lite holdbare løsninger som gjorde at vi måtte legge om designet på huset.

2.5.2 Sylindere

Vi har nå gjort en del beregninger på størrelsen til sylindere og stempelet. Disse beregningene ligger under **3.1**. Vi har nå justert lengden på sylindereutslaget så det skal passe. Vi har gjort noen beregninger som sier at tverrsnittet på sylinderekroppen er nødt til å være minimum 45 mm, for at vi skal klare å utføre et girskifte ved et trykk på 5 bar. Vi tar i litt og runder opp til 50 mm som er en standardstørrelse på sylindere. Noe som fører til en lettere oppave for å finne riktige tetninger.

Under utregningene må vi regne ut i fra minussiden på sylindere. Minussiden er den siden som øker når stempelet forsvinner inn i sylinderekroppen. Grunnen til at vi må ta utgangspunktet i denne siden, er fordi at arealet her er mindre enn på den positive siden. Arealet på stempelstanga tar bort et område som luft ikke kan presse mot.

2.5.3 Sensor stang

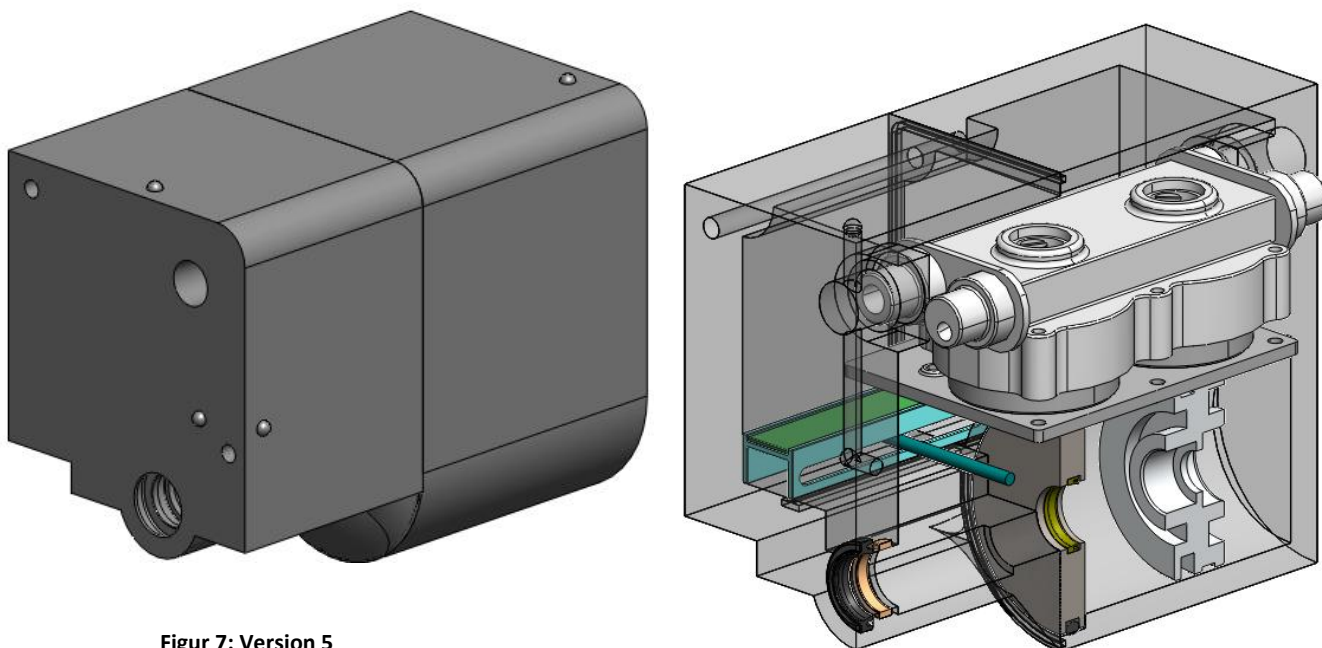
Det andre store gjennombruddet i dette designet er at vi har flyttet sensorstanga på innsiden. Ved å redusere lengden på sylindere og fjerne den ene vegg i den fremre delen av huset, har vi fått plass til både sylindere og den veien som sensorstanga må bevege seg, inne i huset. Det vil i praksis si at plassen inne i huset er dobbelt så lang som sylindere. Dette passer også veldig bra med tanke på ventilen. Sånn som oppsettet er her er ventilen like lang som innvendig lengde på aktuatorhuset. Sensoren sitter fremdeles ved siden av sylindere, mens sensorstanga går rett til sensoren. Som vist som en svart pinne på figur 6.

2.5.4 Tetninger

I tillegg har vi begynt å tenke på tetninger. Ser man nøye på bildet, blir det synlig at vi har satt inn en leppemansjett for å tette rundt stempelstanga som beveger seg frem og tilbake gjennom sylinderekroppen. Samt en fordypning på forsiden rundt stempelstanga. Der er det gjort plass for en avstryker. Denne skal forhindre skitt i å trenge inn i huset. Vi må her komme på noe smart for at luften kommer seg fram til fremre del av sylindere. I tillegg må lokket festes på en måte, og det har vi ikke funnet noe løsning på i denne versjonen.

2.6 VERSJON 5.0

I denne versjonen har vi bygget opp huset helt på nytt. Nå er huset delt i midten, istedenfor at det er åpning i fronten. Det er gjort innsparinger på den fremre delen, da vi ikke hadde behov for plassen under stempelstanga. Tetningene ser vi nøye på for at det faktisk skal være mulig å konstruere dette huset. Ekstern veileder gav oss tegninger på et stempel vi kunne bruke, samt føringer som vi kan plassere i huset. Sylinderringen inn til sylindringen er nå løs og festes ved at de to husdelene presses sammen. I tillegg har vi fått en ny utgave av ventilen vi skal bruke i prototypen vår. I tillegg til leppemansjetten som nå sitter i sylinderringen, har vi også laget en avstryker på forsiden av huset.



Figur 7: Versjon 5

2.6.1 Sylinderringen

I samarbeid med ekstern veileder fant vi ut at det vil lønne seg å dele huset på midten. Den største grunnen til dette var festingen til den løse vegg som skal dele av til sylindringen. Nå settes denne på plass med en O-ring, på bakre del av huset. Deretter settes fremre husdel på, slik at den holder sylinderringen på plass. I midten av vegg er det en leppetetning som tetter for luft rundt stempelstanga. Denne midtveggen er altså sylinderringen. Et problem som ikke er løst i denne versjonen er hvordan vi skal få luft fra ventilen, forbi sylinderringen og inn i minussiden av sylindringen. Vi ser for oss å skjære oppover fra innsiden av sylindringen, slik at vi når den kryssende luftkanalen.

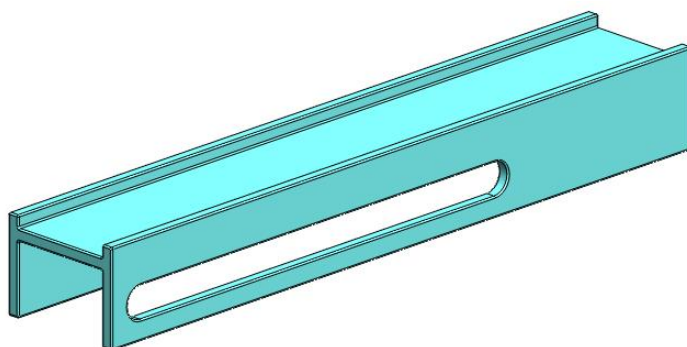
2.6.2 Materialsparing

Det er kuttet bort mye av innmaten i fremre del av huset, siden det ikke er noe sylinder i denne delen av aktuatoren. Det er flere innsparinger av material på huset. Vi har kuttet bort det som ikke trengs under stempelstanga pluss at husveggene er bedre tilpasset lengden på den nye ventilen. Dette har vi gjort ved å lage innfestninger som "møter" ventilen, istedenfor at veggen blir tilpasset ventilen. Den nye ventilen er nemlig litt kortere enn den første vi jobbet med.

2.6.3 Sensoren

Sensoren har fått et nytt hus som gjør det mulig at sensorstanga kan gli frem og tilbake. Pucken har også fått en egen holder, slik at den ikke blir utsatt for friksjon når den glir frem og tilbake. Samt at sensorstanga ikke drar den nedover og fører til enda mer friksjon.

Her har vi også fokusert på innfesting av sensoren. Det er viktig at den sitter stødig, så den ikke beveger seg i noen retninger. Vi så på muligheten til å frese ut et T-formet spor vi kunne skli sensorens hus inn i. Men denne løsningen var vrien å maskinere (ikke representert på figur8).



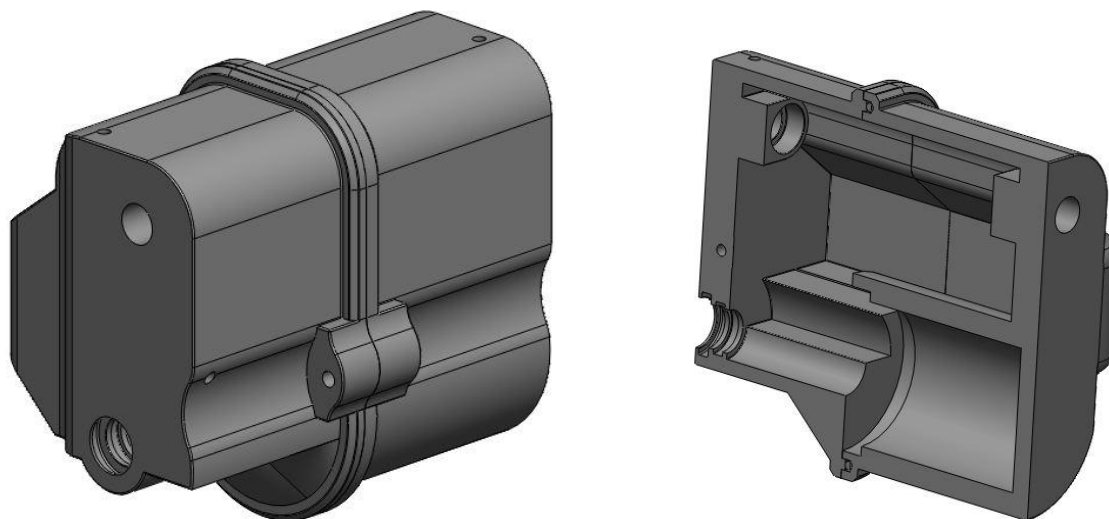
Figur 8: Sensorhus for V5

2.6.4 Sammensetting

Det er boret ut tre hull til skruer som skal gå igjennom hele fordelen av huset og festes i bakdelen. Slik kan de to store delene presses sammen ved hjelp av skruene. Hullene skal gjenges i den bakre delen av huset. Nå er huset veldig nært ferdig, likevel ble det en del endringer, som førte til den siste og endelige versjonen.

2.7 VERSJON 5.1

Sensoren har laget en del utfordring for oss. Det er viktig at vi presist klarer å overføre bevegelsen fra stempelstanga over til sensoren. I denne delen så har vi jobbet med den utvendige tetningen, tetninger rundt luftgangene og innfesting av en ny ventil.



Figur 9: Versjon 5.1

2.7.1 Kontaktpunkter for ventilen

Vi har nå fått enda en ny ventil som skal designes inn i systemet. Den nye ventilen er litt kortere enn det den gamle var. Vi velger da å bygge på litt på innsiden. Det fører til at det blir en slags trappekontakt som man setter ventilen ned i (som man kan se på figur 9). Denne kontakten følger fasongen som tilkoblingspunktene som ventilen har. Formen på ventilen er trappeformet og det gjør det enkelt for oss og sette inn o-ringer. Tetningene skal sørge for at luften forsvinner ned i luftkanalene og ikke inn i aktuatorhuset.

2.7.2 Tetning mot omgivelsene

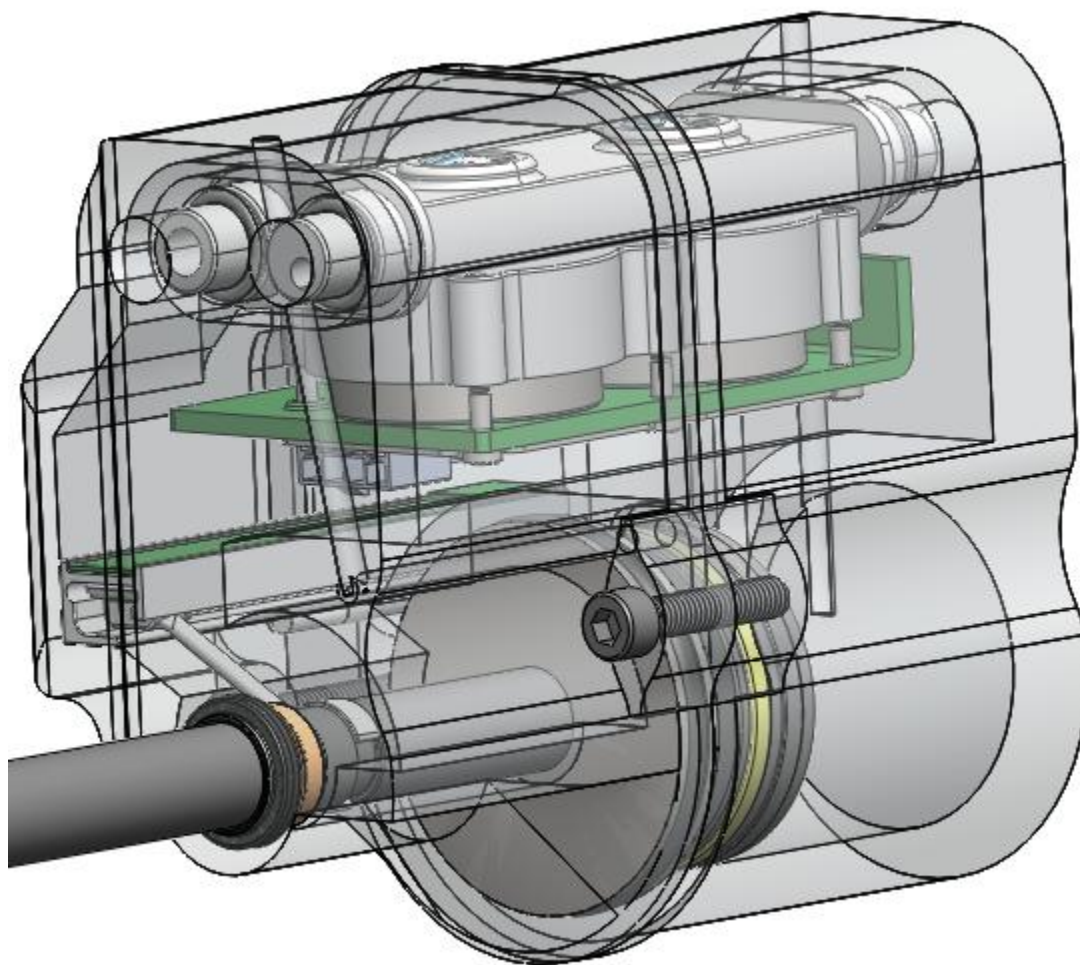
For å unngå smuss inn i aktuatoren er den ytre tetningen vesentlig. Vi tenkte å bruke en o-ring for denne oppgaven. Vi har hele veien jobbet med å bruke standard mål på tettingene våre. Det førte til at vi måtte bruke en o-ring med tverrsnitt på 3 mm. Veggene rundt huset er ikke tykke nok til at det ble plass til den uten. For å få plass til den måtte vi legge på en 3 mm høy søm akkurat der hvor huset deler seg.

I den bakre delen av huset laget vi et dypt spor som vi la tetningen ned i. På den fremre delen laget vi en firekantet forhøyning som skulle passe ned i det sporet. Den skulle hjelpe oss å presse godt på o-ringen.

Luftgangen som skal inn på minussiden av sylindren kommer fra den fremre delen av huset og skal passere åpningen og inn i den bakre delen av huset. Vi bestemte oss derfor for å bruke det samme prinsippet rundt hullet til boringen til luftgangen. Ved å ha en grop med plass til en o-ring med 1 mm tverrsnitt kunne vi forhindre at luften gikk ut fra luftkanalen og inn i aktuatoren.

Vi har brukt aksielle tetninger fram til nå, men da er tetningen veldig avhengig av kraften/trykket når vi monterer alt sammen. Derfor er vi nå nødt til å gå over til radiell tetning.

2.8 VERSJON 5.2



Figur 10: Versjon 5.2

2.8.1 Ytre tetning

I denne versjonen har det skjedd en stor forandring i den ytre tetningen på aktuatorhuset. Etter mye frem og tilbake har vi kommet fram til å ikke benytte oss av en o-ring som ytre tetning. Dette gjorde alt bare vanskeligere og førte til større forbruk av material.

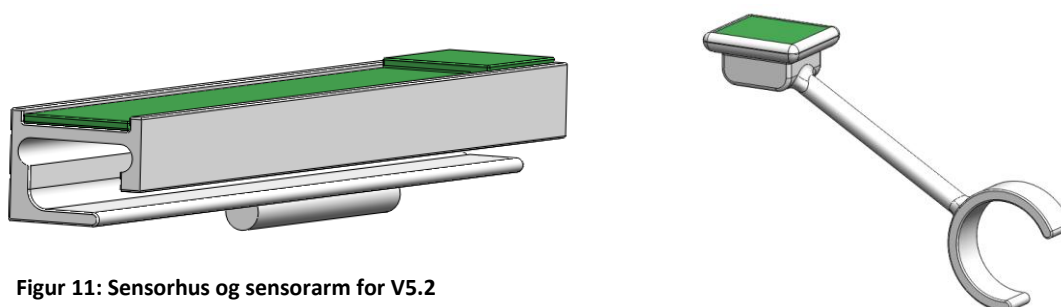
Det største problemet med o-ringen var at vi trengte en større kontaktflate som vi kunne forsenke ringen i. I tillegg ble det mer å maskinere ut med tanke på å lage sporet til ringen og sporet i den motsatte delen som skal presse på ringen. Vi har lett en del etter en ring vi kan bruke til dette. Det var ikke mulig å finne en standard ring som hadde den størrelsen vi trengte, samtidig som den var tynn nok. Det var en mulighet å klippe og lime til en egen ring. Ulempen med dette er at det kan være uheldig å ikke ha standard deler ved senere produksjon, og kvaliteten på resultatet kan variere. Samtidig er det nok en grunn til at en så stor ring ikke er så tynn som vi vil ha den.

Etter samtykke med ekstern veileder har vi nå kommet fram til å bruke en heldekkende flat pakning. Prinsippet fungerer akkurat som en toppakning i en bilmotor. Den er en tettende plate mellom to deler som skal tettes. Denne tetter når den blir presset sammen mellom to deler.

Med denne måten å tette på sparer vi en god del arbeid og blir kvitt flere problemer. Det er ikke nødvendig med en like tykk vegg mellom husdelene og det er tilstrekkelig med glatte flater. Nå er det bare å lage en mal å stanse ut en tetning med. Denne legges mellom flatene og alt er ferdig til å bli montert sammen.

2.8.2 Sensorhuset og innfesting

Sensorhuset er kanskje den delen som har forandret seg mest fra den siste versjonen. Her har vi gjentatt ganger sittet sammen med ekstern veileder og forsøkt å finne smarte løsninger som også lar seg produsere. Nå er vi borte fra den enkle H-hus konstruksjonen som vi har jobbet med. Nå har vi et mer avrundet hus og spor som pucken skal skli i. Puckholderen, sensorstanga og klipsen på stempelstanga er nå én hel del. Grunnen til dette er at vi skal få mest mulig stabilitet og så nøyaktig avlesning som mulig.



Figur 11: Sensorhus og sensorarm for V5.2

En annen ting som er annerledes er at sensorhuset nå hviler på en rett flate i aktuatorhuset på nedsiden av sensorhuset. Det hele blir festet ved at vi var en rund bjelke i bunnen av sensorhuset. Denne bjelken vil skyves inn i et passende spor, slik at huset ikke kan flytte på seg.

Dessverre ble det flere mangler med denne modellen. For det første er ikke sensorhuset maskinerbart, og det er vanskelig å lage sporet til bjelken. I tillegg vil det bli vanskelig å få huset til å sitte korrekt når de to store husdelene monteres sammen. Da er vi nemlig avhengig av at alt stemmer på millimeteren ved montering.

2.8.3 Mindre ventilenhet

Ventilenheten har det skjedd noe viktig med i denne versjonen av aktuatorhuset. Nå har vi fått vite av oppdragsgiver at ventilen blir mindre enn vi hadde antatt. Vi har fått en 3D tegning av denne nye ventilen, slik at vi kan sette den inn i aktuatorhuset. I SolidWorks har vi nå gjort endringer på huset, så det er mulig å få plassert denne litt mindre ventilen. Dette må skje uten at vi mister tetteevnen til systemet.

Det som er blitt endret for å sikre en god integrering er trappesporene til ventilen. Disse er nå enda lengre slik at de møter ventilen. På denne måten slipper vi å endre noe mer på huset eller på luftkanaler. Innfesting og tetning skjer altså på samme måte som de har gjort før.

2.8.4 Ytre design

I det ytre design har det bare skjedd mindre forandringer. De fleste endringer er pga plass besparelse. Ellers er det å plassere komponenter enda litt mer optimalt. Gi det mer plass der det trengs grunnet montering, eller mindre der vi har noe å gå på.

Den kortere ventilen gjør at vi kan spare litt plass i baken av huset. Dette har ført til en liten innsnevring på siden. På denne måten sparer vi enda litt mer material. Det har blitt gjort noen flere småendringer, men de fleste av de på venstre siden av huset der hvor ventilenhet og sensor "stikker ut".

Styrkeberegninger og FEM analyse

Vi har brukt både teoretiske beregninger og FEM (Finite Element Methode) i Simulation for å finne ut om systemets deler er riktig dimensjonert.

3.1 Sylinderberegning

Vi har to forskjellige krefter på stampelet. En i positiv retning, og en annen i negativ retning. I positiv retning trenger vi en kraft på 90 Nm. I negativ retning kreves det at den er på 54 Nm. Så det må beregnes for hver av bevegelsene. Det vi vil finne ut av først, er hvor stor kraft vi trenger for å flytte på stempelstanga med tanke på at vi har et moment med en vinkel. Denne vinkelen kommer fra gir skifte gaffelen.

Arbeidsområdet for hver bevegelse er på 25 mm. 50 mm for både positiv og negativ stempelretning. Vi vet også vinkelen, og setter den til å være 14,3°.

$$\tan 14,3^\circ = \frac{25 \text{ mm}}{b} \rightarrow b = 98,08 \text{ mm}$$

$$\sin 14,3^\circ = \frac{25 \text{ mm}}{c} \rightarrow c = 101,21 \text{ mm}$$

For å gjøre om momentet til normalkraft bruker vi formelen:

$$\tau = F \cdot r \tag{1}$$

r er lengden fra rotasjonspunktet til enden av armen.

For 90 Nm:

$$F = \frac{90 \text{ Nm}}{0,10121 \text{ m}} = 889,24 \text{ N}$$

Når vi nå har kraften F , samt vi vet hva trykket skal være i kammeret (8,3 bar), finner vi arealet av stampelet ved hjelp av formelen:

$$\rho = \frac{F}{A} \tag{2}$$

$$A = \frac{889,24 \text{ N}}{0,55 \text{ MPa}} = 1616,8 \text{ mm}^2$$

Når vi vet arealet kan vi finne diameteren på stampelet.

$$D = \sqrt{\frac{1616,8 \cdot 4}{\pi}} = 45,37 \text{ mm}$$

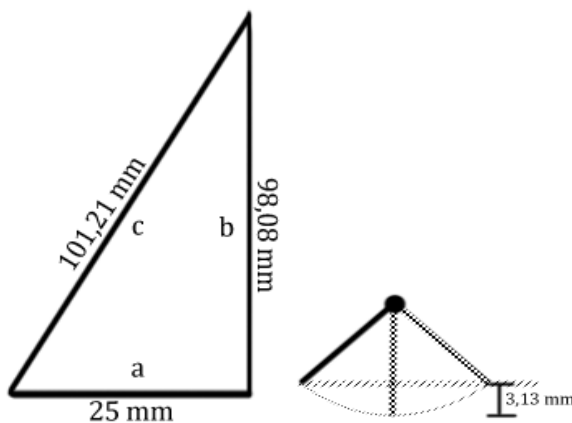
For 54 Nm:

$$F = \frac{54 \text{ Nm}}{0,1012 \text{ m}} = 533,54 \text{ N}$$

$$A = \frac{533,54 \text{ N}}{0,55 \text{ MPa}} = 970,17 \text{ mm}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{970,17 \cdot 4}{\pi}} = 35,14 \text{ mm}$$

Ut i fra disse utregningene, ser vi at diameteren burde være på 45 mm. Derfor bestemte vi oss for å velge et 50 mm stempel, for å gjøre det enklere med tanke på standardmål.



Figur 12: Stempelstangvandring

3.2 FEM analyse av sylinderhuset

Vi kjørte FEM analyse ved hjelp av tilleggsprogrammet til SolidWorks, kalt Simulation.

Låsepunktet i simuleringen er satt i skjøten mellom fremre og bakre del av huset, og trykket er satt til å gå i sylinderveggene i kammeret. Arbeidstrykket for systemet er på 8,3 bar, men vi har satt simuleringstrykket høyere (20 bar), hvis det skulle oppstå noe feil i systemet som førte til at trykket ble en del høyere. For eksempel at ventilen har en feil og slipper igjennom et for høyt trykk.

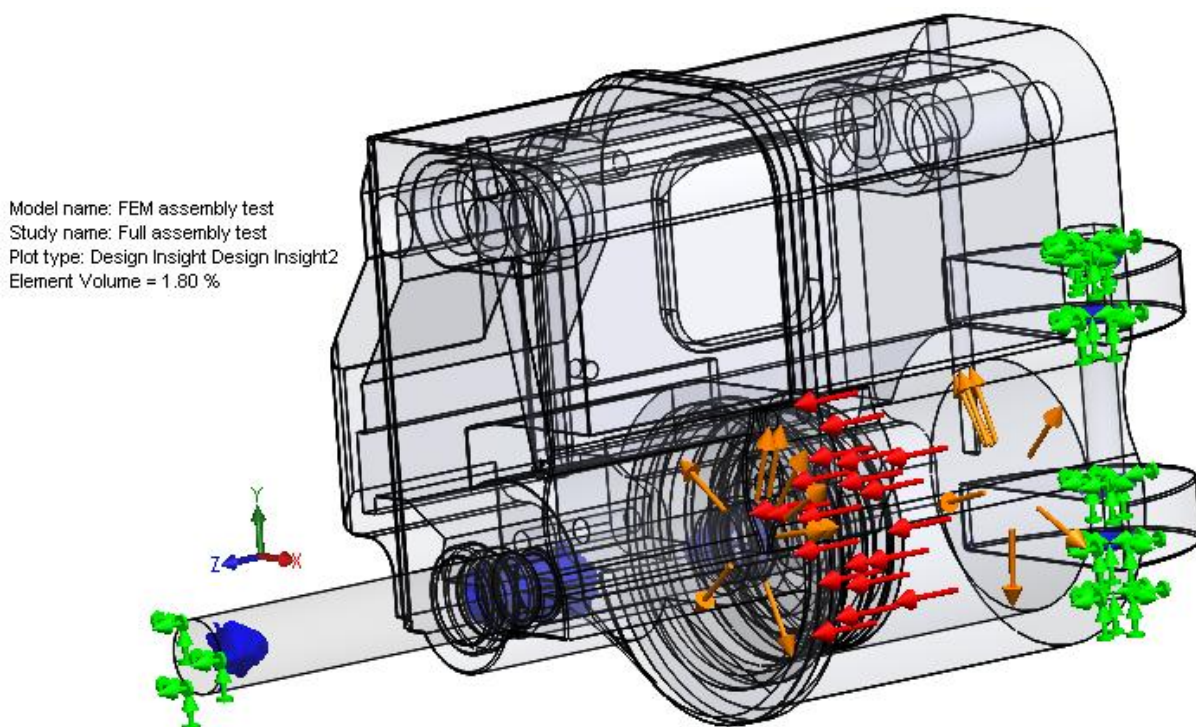
Aktuatorhuset skal lages i aluminium, men noe mer spesifikt enn det har vi ikke fått noen opplysninger om. Derfor har vi valgt en type selv. 1060 Alloy er en kjent og mye brukt aluminiumstype, derfor har vi valgt å ta utgangspunktet i den varianten.

Testresultatene finner man i testrapporten. Kort fortalt besto komponentene de påkjenningene som ble påført.

3.2.1 Design Insight av systemet

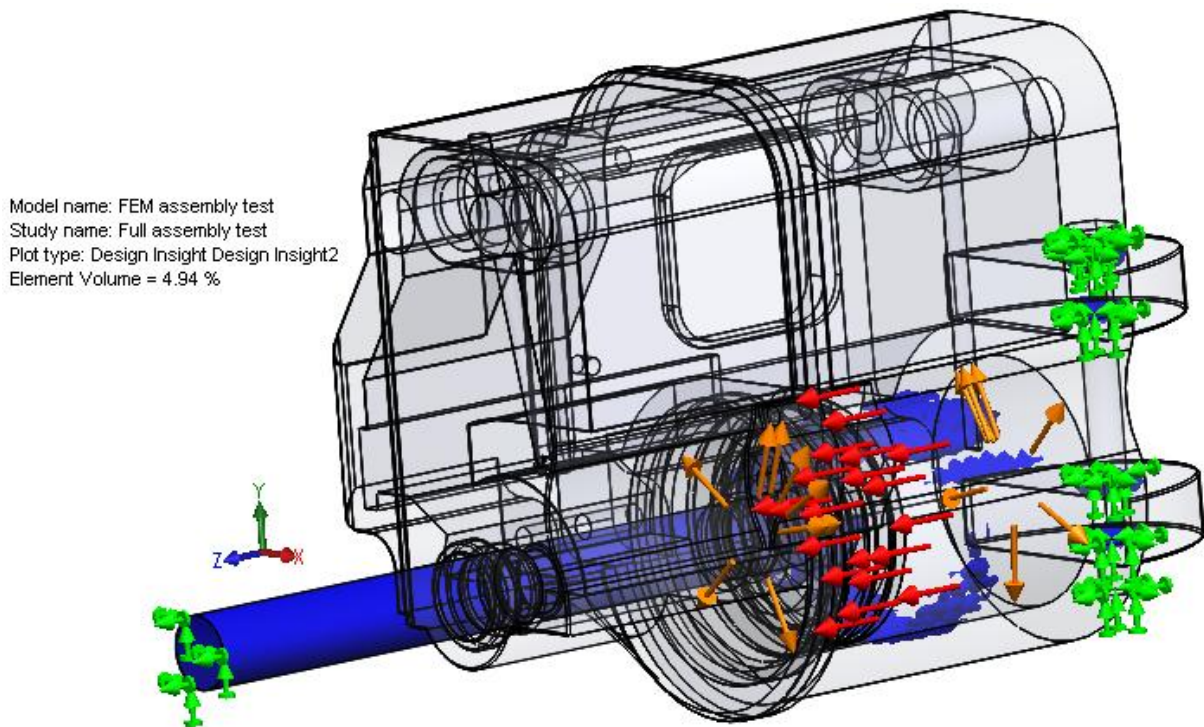
Design insight er en funksjon i Simulation hvor man kan se hele modellen i transparent og kan gradvis se hvor stresset i modellen oppstår.

Som vi ser på det første bildet, oppstår det først spenning i sporet til sensorarmen. Og videre i overgangen fra selve stampelet og stanga, og enden av stanga. Vi kan også se at det er litt spenning i bolten som skal feste aktuatorhuset.



Figur 13: Design Insight 1,8 %

Som vi ser på figur 14, ser vi at spenningen som påvirker veggene kommer helt mot slutten, og skal være ganske sikker i forhold til en deformasjon i selve aktuatorhuset. Dette betyr at hvis noe blir ødelagt, er det mest trolig at det er selve stempelstanga som ryker. Og det er ikke den verste å bytte ut hvis man vil reparere den.



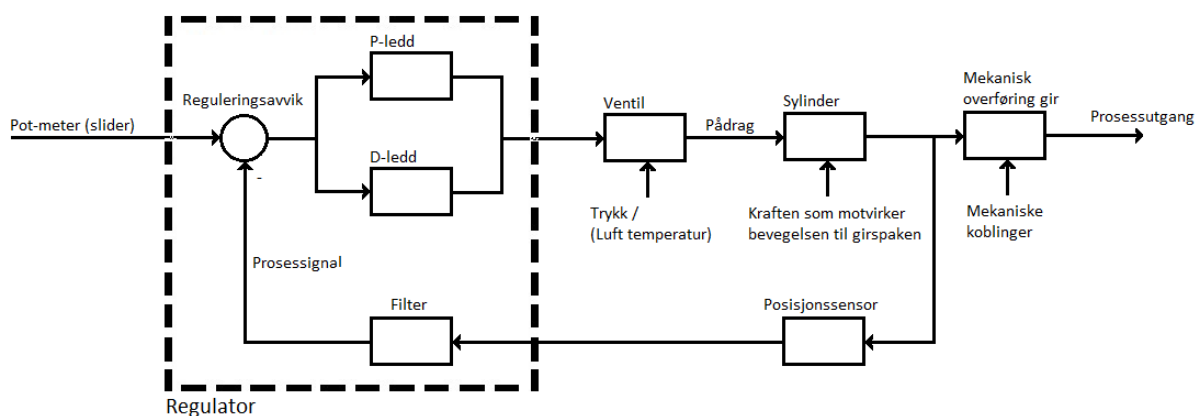
Figur 14: Design Insight 5 %

MATTEMATISK MODELL AV SYSTEMET

Vi skal sette opp en matematisk modell av systemet. Programmet som skal benyttes er Simulink i Matlab.

4.1 Regulering med tilbakekobling

Vi har valgt en regulering med tilbakekobling. Det vil si at man måler et prosessignal mot den faktiske ønskede verdien.



Figur 15: Regulering med tilbakekobling

4.2 Oppbygging

En PID-regulator sjekker forholdet mellom den ønskede verdien og den faktiske posisjonen til stempelstangen. Disse verdiene trekkes fra hverandre og det regnes ut et avvik. Avviket skal videre brukes for å gi på et pådrag ut av regulatoren.

I Matlab er PID regulatoren ferdig programmert. Det står bare opp til oss å tune den. Men det øvrige systemet skal bygges opp av matematiske blokker.

Vi har valgt å lage flere undersystemer. Dette skal gjøre det mer oversiktlig å se for seg oppbyggingen. Systemet vil bestå av en modell av stempelstangens bevegelse, en modell av luftkamrene i sylindren og to ventiler. Vært undersystem henter inn info fra de andre blokkene.

Systemet skal være selvregulerende. Så ut i fra endringen av stempelposisjonen skal systemet åpne og lukke de to ventilene. Når den ene ventilen åpner for supply skal den andre automatisk åpne for eksos. Det vil være en god idé å få til en slave/master kobling her.

4.3 Friksjons beregning

Beregning av friksjonskraften mellom glidepakningene på stempel og sylinderveggen.

Stempelstanga og selve stempelet går under benevnningen tørr aluminium, og gir en glidekontakt med polytetrafluoreten, som har en veldig lav friksjonskoeffisient (0,05-0,1). Den anslåtte friksjonskoeffisienten mellom de to setter vi da på 0,3 i statisk tilstand, og 0,2 i kinetisk tilstand. Det er ikke lett å finne dokumenterte verdier for dette. Vanligvis utfører man fysiske tester for å kunne måle den faktiske friksjonskoeffisienten.

For å finne ut vekta av stempelet, har vi oppgitt volum og tettheten til aluminium.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

$$m = \rho \cdot V = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (4,939 \cdot 10^{-5} \text{m}^3) = 0,133 \text{kg}$$

4.4 Statisk friksjon

Ved å bruke formelen til den statiske friksjonen, kan vi finne ut hva friksjonen er, ved begynnelsen av bevegelsen.

$$f_s = \mu_s m \quad (4)$$

$$f_s = 0,3 \cdot (0,133 \text{kg}) \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 0,39 \text{ N}$$

Hvis aktuatorhuset er satt til å operere vertikalt, vil friksjonen bli enda lavere.

4.5 Kinetisk friksjon

Når stempelet er i bevegelse, vil det oppstå en mindre friksjonskoeffisient. I bevegelse er den kinetiske friksjonskoeffisienten lik 0,2. Som vi da altså ser, er den kinetiske friksjonen lavere enn den statiske.

$$f_k = \mu_k m \quad (5)$$

$$f_k = 0,2 \cdot (0,133 \text{kg}) \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 0,26 \text{ N}$$

4.6 Massestrømmen

Vi har brukt en del tid på å beregne massestrømmen i systemet. Etter hva vi har forstått etter å ha sett i bøker for pneumatikk og termodynamikk, er at hastigheten forandrer seg når tverrsnittetsarealet varierer. Det som var vanskelig var at vi jobbet med luft. For vi fant ut en del om hvordan massestrøm i hydraulikk fungerte. Forskjellen mellom pneumatikk og hydraulikk, er luft og væske. Væske er konstant, mens luft komprimeres i en viss grad. Det er flere faktorer som spiller inn på komprimeringen. De bøkene vi fant om pneumatikk var på et veldig grunnleggende nivå.

I termodynamikk boken "GRUNNLEGGENDE TERMODYNAMIKK" som er et undervisningskompendium av Øyvind Johannesen versjon fra 2010, fant vi til slutt noe vi kunne bruke.

Her fant vi en formel for massestrømmen \dot{m} :

$$\dot{m} = \frac{1}{v_1} \cdot c_1 \cdot A_1 \quad (6)$$

v_1 = Spesifikk volumet ved innløpet (av gasses)	m^3/kg
c_1 = Hastigheten ved innløpet	m/s
A_1 = Arealet til innløpet	m^2
\dot{m} = Massestrømmen	kg/s

Det spesifikke volumet har vi ikke fra før, men det kan vi finne ved hjelp av den generelle gassloven:

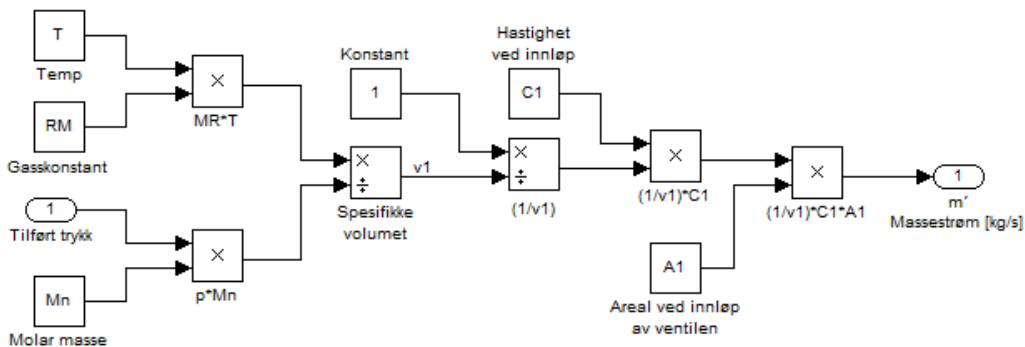
$$v_1 = \frac{RmT}{pM} \quad (7)$$

Rm = Gasskonstanten	$bar \cdot l / mol \cdot K$
T = Temp i kelvin	273,15 K
p = Operasjonstrykket	bar
M = Molar masse	g/mol

Dette regner vi ut:

$$v_1 = \frac{0,08315 \times 273,15}{5 \times 28,97} = 0.157 m^3/kg$$

Denne verdien for v_1 bruker vi da i formelen for massestrømmen. Det er dette vi har gjort i Matlab. Dessverre legger vi merke til at dette likevel ikke fungerer fullt og helt for oss. Vi får ikke ut de verdiene vi skulle ha fått. Etter å ha spurt flere lærere om assistanse har det framdeles ikke vært mulig å finne en bedre måte å løse massestrømsproblematikken på. Derfor jobber vi med denne simuleringen av den og prøver å gjøre det beste ut av det.



Figur 16: Sub systemet for massestrømmen

Illustrasjonen over er massestrømmen på supply siden. Det eneste denne ser ut til å mangle er variabelen omega. Omega er en verdi som skal avta når posisjonen til sylindrestangen nærmer seg referanseverdien. Omega forklarer lukking av ventilen åpningsareal så luften ikke passerer. Illustrasjonen over er også en illustrasjon av luftmasse for supply. Denne er bare avhengig av høytrykk. Massestrømmen for eksos er lik med et unntak. Den bygger på høytrykk, minus lavtrykk. I vårt tilfelle ville lavtrykk blitt én atmosfæres trykk, for ventilen ville sluppet luftstrømmen ut i omgivelsene.

Vi har tatt utgangspunkt i to formler som er en veldig forenkling av systemet. For supply:

$$\dot{m} = A_{vS} (\omega C) P_H \quad (8)$$

For eksos så blir det

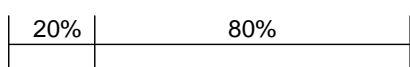
$$\dot{m} = A_{vE} C (P_H - P_L) \quad (9)$$

A_{vS} og A_{vE} er basert på åpningsarealet til ventilen ganger pådraget u

$$A_{vS} = A_v \cdot u \quad (10)$$

$$A_{vE} = A_v \cdot (1 - u) \quad (11)$$

u er et tall mellom én og null. Hvis u er satt til 0.5 så slippes det ut like masse eksos som supply inn.

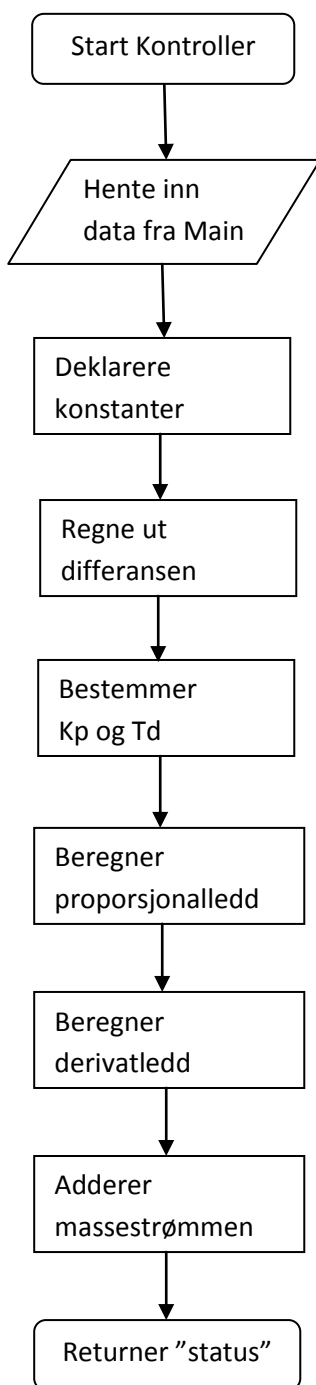


Figur 17: Illustrasjon av u

MIKROKONTROLLER

Mikrokontrolleren styrer reguleringen. Vi har fått et program fra KA som vi har måtte endre på for å tilpasse våres system. I dette avsnittet av analysedokumentet skal vi se på de løsningene vi prøvde på før vi forkastet dem.

Figur 16 er et flytskjema fra en tidlig fase av programmet. I dette skjema så benytter vi en enkel PID-kontroller med faste verdier for pådrag. Dette skjema har det blitt gjort mer etterarbeid på for å komme opp med bedre løsninger for å kunne takle de problemene vi har hatt.



Figur 18: Tidlig flytskjema av mikrokontroller programmet

6.1 PID-verdier

Det første vi begynte med var en enkel p-regulator. Denne regulatoren ble upresis, men det var en god start. Vi tok og regnet ut differansen mellom ønsket verdi og den faktiske verdien, også ganget vi opp dette avviket med en passende K_p . K_p måtte vi bare prøve oss frem til før vi fant en relativt god verdi som ga et passe stort pådrag.

6.2 Derivasjon

For å få til en demper i systemet har vi valgt å legge til et derivasjonsledd i programmet. Dette derivasjonsleddet har vi løst på to forskjellige måter.

For å derivere prøvde vi først å trekke fra nåværende differanse mellom referansen og den faktiske posisjonen, og den tidligere differansen. Så tok vi denne verdien og ganget opp med verdien "dt". Verdien "dt" er tiden mellom to avlesninger på sensoren.

$$\text{derivative} = (\text{error} - \text{previous_error})/\text{dt}; \quad (12)$$

Denne "dt" er en tid mellom hver gang vi leser av sensoren. Vi har gjort flere forsøk på å hente ut denne tiden. Denne "dt" verdien er årsaken til at vi ikke kan bruke den formen som står beskrevet over, men har valgt å gjøre det på en litt annen metode.

6.3 Beregne tid mellom sensoravlesning

For å finne tiden det tar mellom hver avlesning fra sensoren brukte vi først en variabel `t_period`. Denne variabelen finnes i en "bean" som heter `input capture`. Denne verdien er tiden mellom to pulser på stigende flanke. Vi gjorde variabelen global som gjorde at vi fikk lov til å bruke den i kontroller rutinen. Men denne verdien kunne ikke brukes fordi dette er fast verdi som er tilknyttet PWM signalet, ikke direkte sensoravlesningen.

I stede så prøvde vi oss på en timer som finnes i `Main`, `mainloop_running_time`. Denne timeren teller hvor lang tid programmet bruker på å kjøre en runde. Da har den vært innom alle de forskjellige "beans" en gang. Det vil si at den i løpet av den perioden vil lese av sensoren en gang.

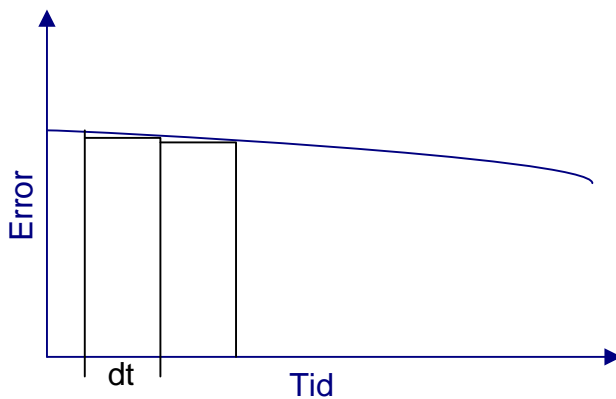
`Main` sender allerede tre verdier inn til kontrollerrutinen. Så derfor la vi til denne timerverdien inn i samme setningen. Så hver gang posisjonen blir returnert så blir også tiden mellom avlesningene returnert. Ved å bruke denne løsningen fikk vi ikke noe utslag på pådraget. Det så ikke ut til at denne måte å gjøre det på ga noe bidrag til D-leddet. Vise seg at denne timeren ikke har noe med millisekunder å gjøre.

6.4 Integrasjon

Vi har lagt til et integrasjonsledd i programmet vårt. Dette er for å øke stabiliteten litt. For å integrere så begynner vi med å ta den differansen som er mellom den faktiske posisjonen og det referansen er. Denne differansen ganges så opp med variabelen "dt". Og "dt" var som nevnt over tiden mellom første og andre avlesning fra sensoren. Så plusser vi dette sammen med den forrige integralverdien.

$$\text{integral} = \text{integral} + (\text{error} * \text{dt}) \quad (13)$$

Vi kan se på dette som en graf med en kurvebevegelse. Ved å gjøre det på denne måten kommer det til å dannes et stolpediagram som lager et areal under kurven. Arealet består av en høyde som er samme som error, og en bredde som er lik "dt" som er tiden mellom avlesningene.



Figur 19: Illustrasjon til integralberegning

Vi ser at stolpene gjør at arealet under kurven bare blir tilnærmet lik riktig. Jo oftere avlesningen man gjør fra sensoren jo mindre blir bredden på stolpene. Når bredden på stolpen blir mindre blir arealet mer korrekt. Men igjen kan vi ikke bruke denne "dt" verdien.

6.5 Differensiert Kp verdi

Vi så at det å prøve å bruke en fast Kp verdi for alle stempelbevegelser ble vanskelig. I den ene retningen ble bevegelsen upresis, mens motsatt retning ble det dårlig med bevegelse. Sylinderen har et større areal på den positive siden, enn på den negative. På den negative siden sitter stempelstanga som tar bort litt volum på den siden. Fra den matematiske modellen over vet vi at massen til luften og arealet på sylinderkroppen bestemmer kraften til stempelet. Det vil si at stempelstanga får en større kraft på vei ut av sylinderkroppen, enn på vei inn i den. Derfor trenger vi et større pådrag fra Kp for å få stempelet inn i sylinderkroppen.

For å få dette til å fungere bruker vi flere if-løkker. En if-løkke inneholder flere parametre som må være oppfylt for at programmet skal gå inn i den. I if-løkken så settes det krav til hva posisjonen er og hva referanseverdien er satt til. Programmet går inn i if-løkken og sjekker først hva posisjonen er for noe. Dette er for å se hvem gir den står plassert i. Det neste programmet gjør er å sjekke referanseverdien. Referanseverdien forklarer hva slags gir det skal gires til. Ut i fra disse opplysningene går programmet inn i den riktige if-løkken for så å settes den riktige Kp verdi.

Programmet fungerte ikke helt som det skulle. Med en gang vi blandet inn referansen så ble stampelet stående stille. Det ble ingen bevegelse. Vi valgte derfor å bruke error, differansen mellom ønsket og virkelig posisjon. Ved å sette at error skulle være større en én, eller mindre enn minus én kunne vi fastslå hvem retning den skulle bevege seg i.

Dette skapte også litt problemer, for to av if-løkkene ble like, og programmet forvekslet parametrene. Dette var imidlertid en hurtig regulering som stoppet veldig presist, med unntak av en posisjon. På grunn av flere if-løkker var dette en tung måte og gjøre det på, så sammen med ekstern veileder fra KA kom vi frem til at vi var inne på noe, men det måtte løses på en litt annen måte.

TEST RIGG

KA har laget en rigg til oss som vi kan teste regulatoren vår på. Rikken er realistisk med oppsett for en motkraft. Her har vi en rigg som skal etterlikne funksjonene til aktuatoren vi vil lage. Det er en stang med spor som prøver å passere mellom to stolper. Disse stolpene er fjærbelastet og strammes med en skrue. Denne innretningen skal illustrere den kraften som oppstår i girkassa, og virker i mot i når du prøver å gire.

Det vi har gjort på denne riggen er å montere ventilene til sylindren og koble til nødvendige luftslanger. Vi har også koblet opp mikrokontrolleren, satt på 24v strømforsyning og trukket de elektriske kablene bort til ventilene. Vi har også fått montert på posisjonssensoren.

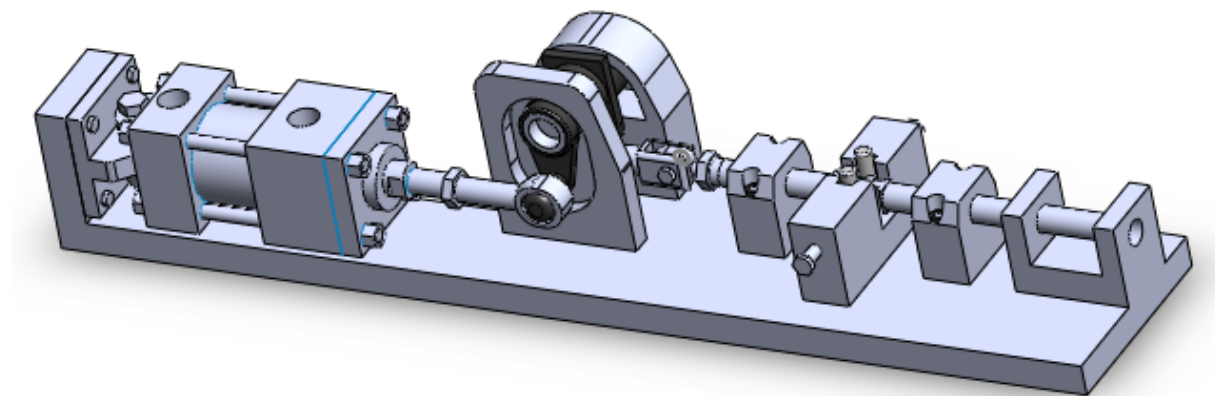
KA har også et program i LABVIEW vi har fått. Dette programmet gir oss lov til å kommunisere med mikrokontrolleren. Her kan vi sette referanseverdi og motta posisjonen til stempelstangen. I LABVIEW så er det mulig å få opp grafer over bevegelsen til stampelet. Denne grafen kan brukes for å tune inn et derivat- og et integral ledd.

For å sjekke om USB CAN adaptere fungerte kunne vi laste ned program fra leverandørens hjemmeside. Der kunne vi sende og motta datapakker for å sjekke at kommunikasjonen var i orden.

Utfordringen her er å tune riggen og reguleringen slik at vi får det ønskede resultatet.

7.1 Virkemåte

Testriggen har koblet til seg en sylinder som igjen beveger en stang. Helt bakerst på høyre side sitter den boksen hvor sensoren er blitt plassert på. Sensoren plasseres på toppen mens giveren sitter festet på stangen. Det gjør at området som stampelet kan bevege seg er litt begrenset. Her snakker vi et utslag på sensoren som ligger mellom 18mm og 52mm.



Figur 20: 3D bilde av testriggen

Litt lengre bortover fra sensorfestet stikker det opp to søyler. De to søylene påføres en kraft fra en fjær. Fjære kan strammes ved å vri på to bolter. Dette skaper en større motstand som sylindren må klare å bevege på. Akkurat der hvor de to søylene presses sammen er det laget tre spor i den stangen som beveger seg mellom dem. Sporene indikerer spor til gir, og denne forhøyningen mellom to spor skaper en ekstra utfordring for å få til en god regulering.

7.2 Tuning av rigg

Først så begynte vi å programmere mikrokontrolleren. Vi startet med en enkel p-regulator. I følge alle modeller vi har lært på HiBu skal tuning av en regulator skje ved å prøve å feile. Modellene sikter seg inn på å starte med en Kp lik en og justere den.

Det var et utgangspunkt å starte med. Når vi skulle utføre den første testen på riggen hadde vi ingen regulering. Dette tallet viste seg å være så stort at systemet ikke visste hvor det var. Det bare ble stående og slå frem og tilbake.

For å tune inn en brukbar verdi på Kp leddet skalerte vi nedover med ti og ti om gangen helt til det ble tungt for stampelet å flytte seg. Det skjedde ved 0.0001. Ved 0.001 var det fortsatt noe upresist som vi regnet med å kunne forbedre. Herfra brukte vi halveringsmetoden til vi fant den verdien vi synes var den beste, som et utgangspunkt. Vi havnet til slutt på en Kp verdi lik 0.00084. Denne verdien viste seg å være noe høy. Når vi fikk stilt inn andre verdier så nærmet Kp seg 0.0006.

Vi eksperimenterte med flere Kp verdier, men vi så fort at vi måtte ha med et derivasjonsledd og integralledd. Ved å legge til disse to leddene fikk vi til en demperfunksjon og reguleringen ble mer presis. Det var flere alternativer vi prøvde for å få dette til å fungere på en god måte.

Vi valgte å bygge på regulatoren med å legge til differensierte Kp verdier etter hvilken posisjon stempelstangen hadde. På stanga i riggen er det som nevnt spor som det er plassert to sylindre i. Dette er for å skape en motstand. Det bygges opp et trykk som skal skyve stangen opp av det sporet og over den uthevingen mellom to spor. På vei opp så er det tungt og det krever mer krefter. På andre siden blir det motsatt tilfelle. På vei ned i et nytt spor så kan vi ikke bruke samme kraften for det kreves mye mindre krefter og skyve stangen fra en topp og ned i et spor. Ved for høy Kp her vil den prøve å gå opp på andre siden før den detter tilbake igjen i midtposisjonen. Dette er en av grunnene til at vi har valgt å differensiere Kp så den avtar når differansen mellom den ønskede verdien og den faktiske verdien avtar.



SmoothShift

Designdokument

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	5
INNLEDNING	6
AKTUATORHUSET	7
2.1 Materialvalg.....	7
2.2 Plassering av komponenter	8
2.2.1 Plasseringen av sylinderen	8
2.2.2 Plassering av ventilenheten.....	8
2.2.3 Plassering av sensorhuset	8
2.3 Sylinderen og stempelet.....	9
2.4 Sensoren.....	10
2.4.1 Innfesting av sensoren	11
2.4.2 Sensorarmen	11
2.4.3 Materialvalg.....	12
2.5 Ventilenheten.....	12
2.6 Tetninger	13
2.6.1 Avskraper.....	14
2.6.2 U-mansjett.....	14
2.6.3 O-ringer	14
2.6.4 Glidepakning.....	15
2.6.5 Utvendig tetning.....	15
2.6.6 Føringer	16
2.7 Luftkanaler.....	17
2.8 Konnektoren.....	18
2.8.1 Montasje av konnektoren	19
2.9 Bolter	19
2.10 Montering av delene	20
MATTEMATISK MODELL AV SYSTEMET	22
3.1 Oppbygning	22
3.2 Modell av stempelbevegelsen.....	22
3.3 Subsystem av sylinderkamre.....	23
3.4 Massestrøm inn til sylinderkamrene.....	24
3.5 Scriptet	25

MIKROKONTROLLER	26
4.1 Kontroller.....	29
4.2 Beregne K_p , T_i og T_d	30
4.3 Integrasjon.....	31
4.4 Derivasjon.....	31

FIGURLISTE

Figur 1: Systemtegning	6
Figur 2: Aktuatorhuset.....	7
Figur 3: Komponentplassering.....	9
Figur 4: Sylinderstang	10
Figur 5: Sensorhus og sensorarm	10
Figur 6: Sensorhus innfestning	11
Figur 7: Ventilenheten.....	13
Figur 8: Avskraper og føring	14
Figur 9: Stempel- og sylindarlokk-tetninger	14
Figur 10: Tette skive mellom husdelene i brunt.....	15
Figur 11: Altomsluttende o-ring	16
Figur 12: Luftkanaler i blått	17
Figur 13: Luftkanal inn i sylinderen	17
Figur 14: kontaktflate til konnektoren	18
Figur 15: Konnektoren.....	19
Figur 16: Komponentmontering.....	21
Figur 17: Stempelbevegelse	23
Figur 18: Den positive siden av luftkammeret	24
Figur 19: Massestrømmen gjennom ventilen	25
Figur 20 Utdrag fra scriptet som viser oppsettet	25
Figur 22: De forskjellige "beans" som mikrokontroller programmet er bygd opp av	26
Figur 23: Illustrasjon, stoppesteder i sylinderen	27
Figur 24: Flytskjema over mikrokontroller program	28
Figur 25: Presis regulering	30

DOKUMENT HISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	08 apr 2011	Laget disposisjonen til dokumentet, la opp til en struktur
0.1	11 apr 2011	Sensor og ventil
0.2	12 apr 2011	Bilder og skrevet om hele systemet
1.0	14 apr 2011	Ferdigstilling av dokumentet
1.1	17 apr 2011	Retting av skrivefeil, med noen småforandringer
1.2	05 mai 2011	Matematisk modell av systemet
1.3	07 mai 2011	Modell av stempelbevegelse, innledning til mikrokontroller og starten på kontrollerdelen
1.4	10 mai 2011	Fortsette på kontrolleren
1.5	12 mai 2011	Plassering av komponenter
1.6	16 mai 2011	Videre utfylling av alle punkter
1.7	20 mai 2011	Den matematiske modellen
1.8	25 mai 2011	Nye bilder og konnektoren
1.9	28 mai 2011	Rydding av dokumentet
2.0	29 mai 2011	Siste finpuss

AKRONYM

KA – Kongsberg Automotive

PID – Proportional-Integral-Derivative controller

PCB – Printed Circuit Board

PWM – Pulse-Width Modulation

Bean – En subrutine i mikrokontrollerprogrammet

SAMMENDRAG

Hensikten med designdokumentet er at man får en god oversikt over hvilke løsninger vi har valgt og hvorfor vi har valgt å gjøre de på den måten. Det har hele tiden skjedd store og små forandringer på utformingen av huset, reguleringen og den matematiske modellen, og de største er beskrevet i prosjektets analysedokument.

INNLEDNING

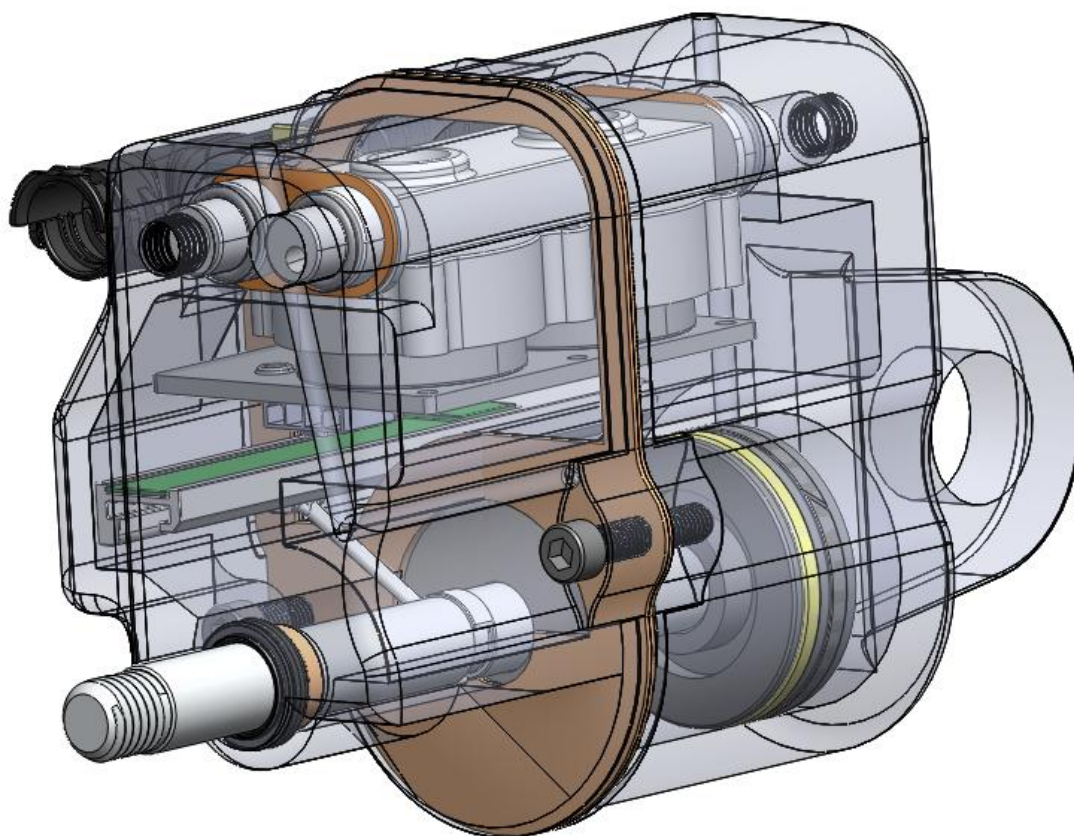
I dette dokumentet skal vi beskrive designet til den prototypen vi har laget og hvorfor vi har tatt de beslutningene vi har tatt i forhold til designet.

I designet er det lagt vekt på at produktet skal være enkelt å produsere. Alle deler som skal lages i plast er utformet slik at de skal være enkle å støpe. I tillegg er det spart så mye plass som mulig slik at også prisen på produksjonen holdes så langt nede som mulig.

Det totale systemet består av en sylinder, en ventil, en mikrokontroller, en konnektor og en sensor. Alt dette skal samvirke og bli kapslet inn av et beskyttelseshus i aluminium. Systemet skal reguleres av mikrokontrolleren.

I dette dokumentet finnes en oversikt over tankemetode når det gjelder å bygge opp en PID-regulator i et mikrokontrollerprogram. Det vises til et flytskjema som forklarer oppbyggingen av programmet.

Det finnes også en matematisk modell som skal gi studentene innsikt i alle påvirkningene systemet blir utsatt for. Dette skal også gi studentene innsikt i reguleringen av systemet.

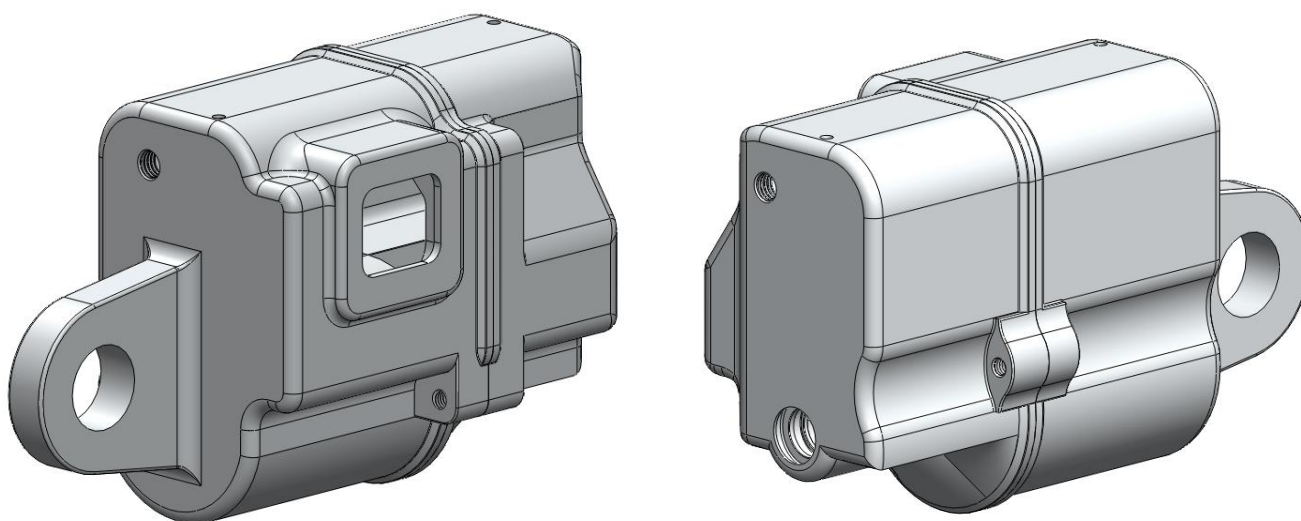


Figur 1: Systemtegning

AKTUATORHUSET

Huset har som funksjon å kapsle inn de gjeldene delene og beskytte de mot ytre påvirkninger. Det stilles derfor store krav til at det skal være tett for smuss og væsker, samtidig som det skal være kompakt og lett å montere sammen.

Det finnes 2D tegninger av alle delene vedlagt i implementeringsdokumentet.



Figur 2: Aktuatorhuset

2.1 Materialvalg

Aktuatorhuset vil bestå av aluminium. Grunnen til dette er at det er et material som er lett å tilvirke, samtidig som det er solid og lett. Oppdragsgiver har også mye erfaring med å produsere deler i aluminium, så det faller naturlig for han å bruke dette materialet. Aluminiumet vi tenker å bruke er alminnelig 1060 Alloy.

2.2 Plassering av komponenter

Plasseringen av komponentene skal være smart og gjennomtenkt. Løsningen skal være så kompakt som mulig for å spare plass og dermed penger. Det skal som nevnt tidligere være mulig og enkelt å sette dette systemet sammen i virkeligheten, noe som setter grenser for hvordan plasseringen kan være.

2.2.1 Plasseringen av sylindren

Vi har plassert sylindren i bunn av aktuatoren. Huset er designet rundt komponentene. Poenget med dette er at aktuatoren skal være mest mulig i én del, slik at det blir færre overganger og minst mulig behov for tetning. Dette var noe vi tok i betraktning tidlig i stadiet av design av aktuatorhuset. I flere tidligere versjoner av huset er sylindren en del for seg selv og det ble vanskelig å realisere.

En annen grunn til at sylindren er plassert der den er at det dermed er veldig lett å lage luftkanaler fra ventilen og ned til sylindren.

2.2.2 Plassering av ventilenheten

Luftkanalene går altså rett fra ventilen og inn i sylindren. Dette forutsetter at ventilen ligger rett opp på sylindere. Da disse to delene er de to største delene i aktuatoren, er det også plassmessig gunstig å plassere disse over hverandre. Mikrokontrolleren sitter fast på toppen av ventilen og disse to delene sammen gir det vi kaller *ventilenheten*.

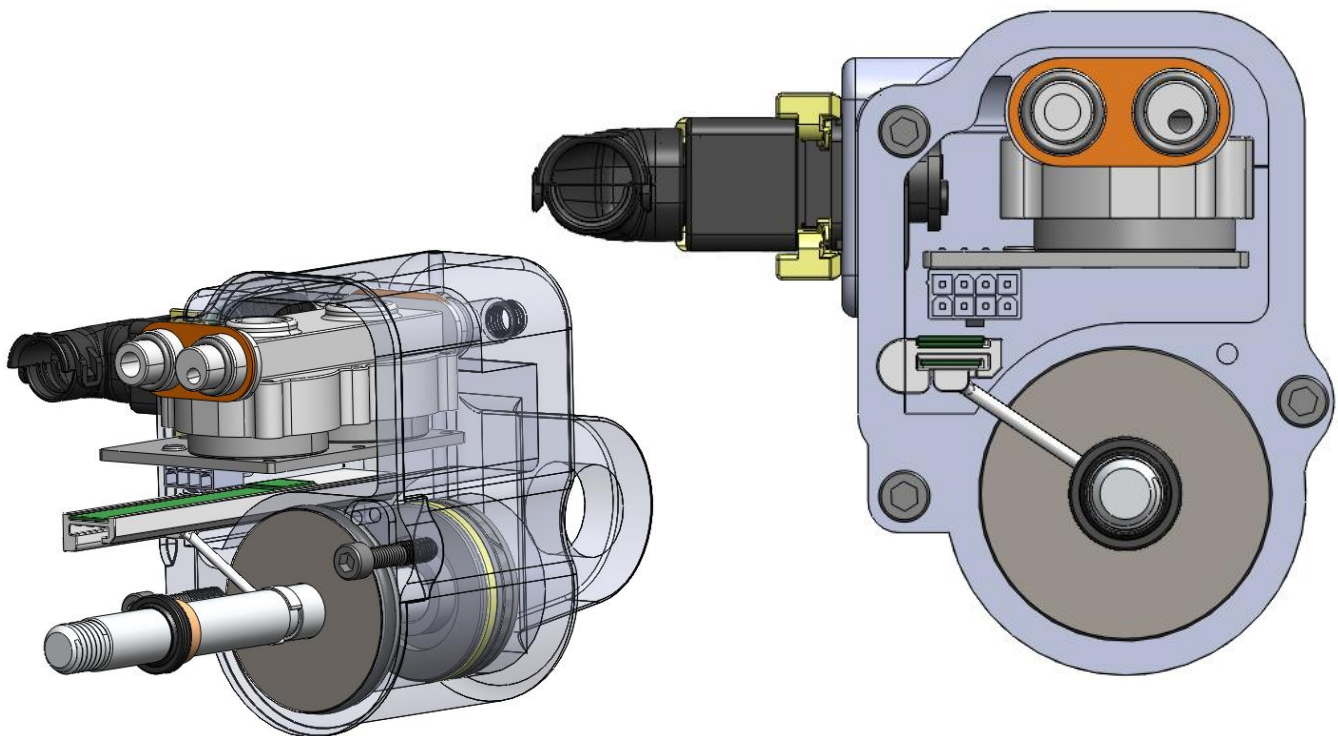
Vi har i det siste designet valgt å snu ventilenheten på hodet. Dette gjør vi for å spare enda mer plass. Det som gjorde huset en del høyere før var at kontaktene på mikrokontrolleren går et godt stykke høyere enn selve kroppen til mikrokontrolleren. Nå er ventilenheten snudd slik at disse kontaktene kommer på siden av ventilen og ikke tvinger taket til huset i høyden. Dette gjør at huset blir en del lavere, samtidig som det ikke blir bredere siden plasseringen av sensorhuset selv gjør aktuatorhuset bred nok til at kontakten får plass.

2.2.3 Plassering av sensorhuset

Plasseringen av sensoren har det skjedd en del med i løpet av prosjektet. De største endringene som er gjort er at den er plassert slik at den ved hjelp av en rett arm kan være i kontakt med stempelstanga. Dette gjør det mye lettere i forhold til eldre versjoner hvor vi hadde en knekk i armen eller hadde armen på utsiden. Måten dette er mulig på, er at sensoren er plassert helt inntil sylindren og over stempelstanga

Stempelstanga er nå så mye inne i aktuatorhuset at det er plass til hele vandringsen av stempelet på sensoren. Med andre ord er aktuatorhuset dobbelt så lang som sylinderen. Dette er hovedårsaken til at vi har plass til å ha sensorarmen på innsiden av huset og ikke på utsiden. Den store fordelen med dette er at armen blir så kort som mulig, at vi ikke får en skjør del på utsiden av huset og at vi får færre tetninger.

Som nevnt i forrige avsnitt om plassering av ventilenheten, sitter det nå mikrokontrollerkontakter over sensorhuset. For at det skulle være plass til disse i det vertikale planet, ble sensorhuset flyttet litt nedover. Dette var bare et lite kompromiss, da dette verken økte bredden eller høyden av aktuatorhuset.



Figur 3: Komponentplassering

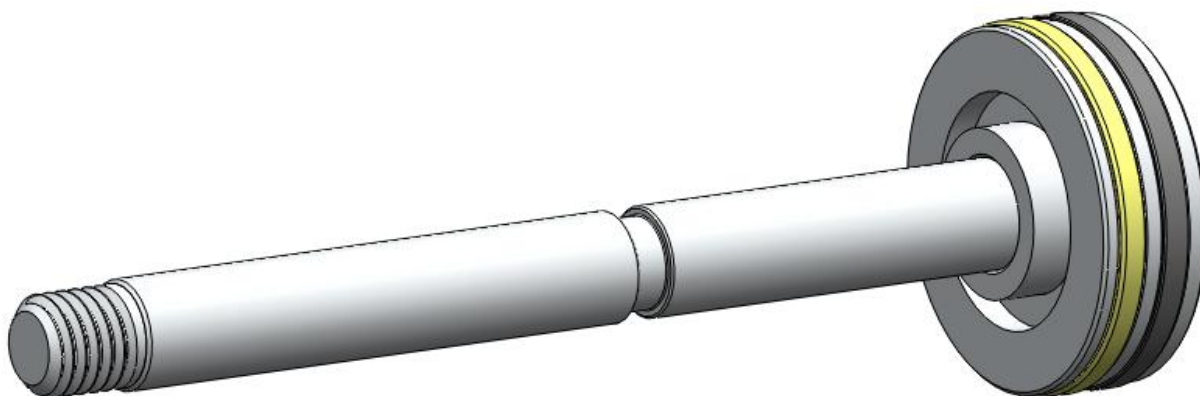
2.3 Sylinderen og stempelet

En del av oppgaven i prosjektet var å designe sylinderen. Vi fikk oppgitt en del informasjon om funksjonen. Sylinderen består av sylinderkammeret, stempelstanga, stempelet og tetninger/glidepakning.

Stempelstanga skal tåle en stor kraft og belastning. Den er derfor satt til en tykkelse på 15mm. Rundt selve stempelet må det sitte en tetning. Det er viktig at det er tett rundt kanten av kroppen på stempelet så trykklufta ikke lekker fra minussiden til plussiden og motsatt, i sylinderkammeret. Det kommer her til å bli brukt en o-ring og en glidepakning for

å unngå dette problemet. På slutten av stempelstanga sitter det gjenger for at stempelstanga skal kunna monteres der den skal utføre jobben sin.

For at stempelet skal gli lett og stabilt må det sitte en føring der. Føringen er konstruert for å redusere friksjon og slitasje. Det blir også en føring ute ved åpningen til den fremre delen av sylinderveggen. Dette blir forklart mer under punkt 2.6. På figur 4 ser vi glidepakningen som den gule ringen rundt stempelet og føringen som den grå ringen.

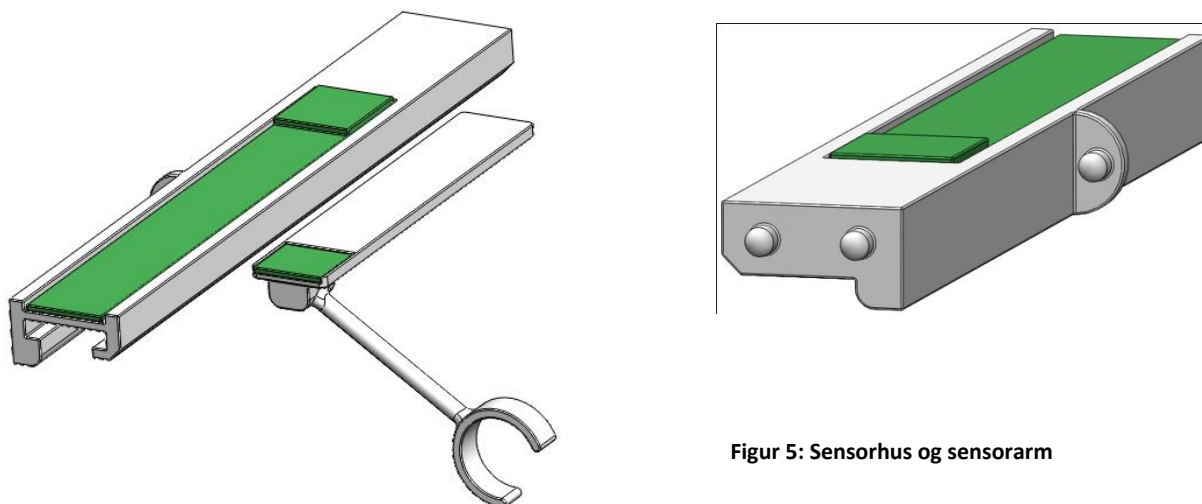


Figur 4: Sylinderstang

2.4 Sensoren

Som sensor har vi brukt PCB (Printed Circuit Board) brikker. De består av en sender/mottaker med spoler på. Under denne brikken ligger det en "puck". Pucken beveger seg frem og tilbake på undersiden av mottakeren. Ut i fra hvor pucken befinner seg, vil mottaker-kortet kunne kalkulere ut en verdi. Med denne verdien kan vi finne ut hvor sensorarmen befinner seg.

Det er mikrokontrolleren sin jobb å motta denne verdien. Mikrokontrolleren bruker PWM (Pulse-Width Modulation) for å lese av fra sensoren.

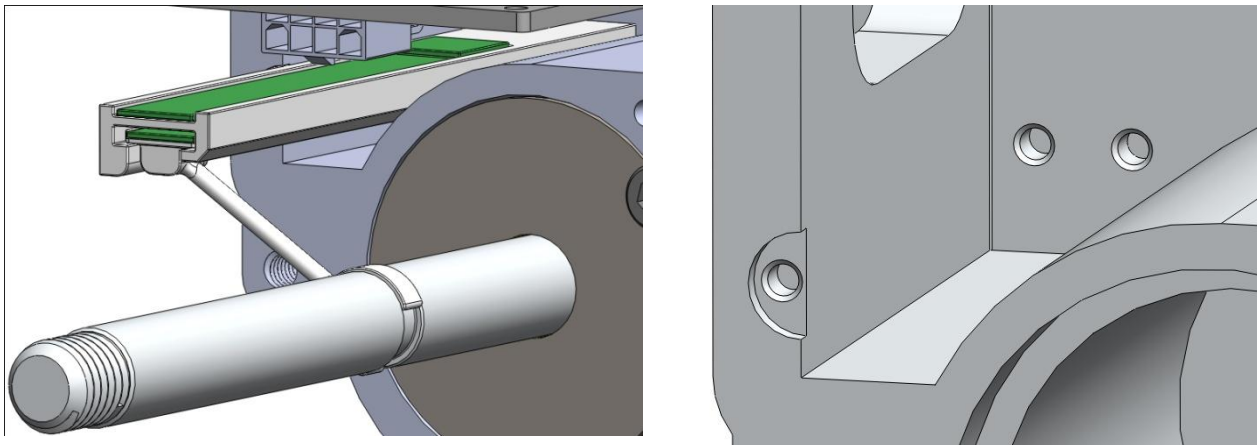


Figur 5: Sensorhus og sensorarm

2.4.1 Innfesting av sensoren

Mottakeren til sensoren har et hus utformet i plast som den skal hvile på. Det er viktig at sensoren ligger 8mm unna alle metaller (i vertikal plan) for at avlesningen ikke skal bli forstyrret. Sensorhuset er designet slik at det skal være enkel å montere, samtidig som det skal sitte stabilt slik at avlesningen blir best mulig. PCB vil limes på sensorhuset.

Det sitter to små tapper på bakre del av sensorhuset, samt en tapp på et "øre". Ved montering vil man sette disse tappene ned i hullene på bakre del av aktuatorhuset. Deretter festes det lille "øret" med en liten plast klips inn i aktuatorhusveggen. Når man da monterer på fremre del av aktuatorhuset, vil sensorhuset bli låst fast på grunn av at "øret" blir klemt fast mellom de to aktuatorhus-delene. Tappene bak vil holde sensorhuset stabilt i horisontalt plan.



Figur 6: Sensorhus innfestning

2.4.2 Sensorarmen

Sensorarmen har skiftet mye på formen sin. Den siste versjonen er mer firkantet slik at den er lettere å produsere. Likevel er den største forandringen lengden på holderen. Holderen til pucken er så lang som den kan være. Grunnen til dette er at den skal skli mest mulig nøyaktig. Samt kreftene blir fordelt så mye som mulig, som fører til at den ikke vil kile seg fast.

Sensorarmen blir festet på stempelstanga ved hjelp av en klipp. I selve stempelstanga er det et spor som gjør at klipsen vil kunne nøyaktig følge bevegelsen på stampelet. Klipsen er rundt og uten spor grunnet det at i tilfelle stempelstanga skal rotere, vil sensorarmen holde seg stabilt på det horisontale planet.

Selve armen mellom klipsen og holderen til pucken har en rett design grunnet det gir en mest stabil avlesning. Avlesningen vil vi ha så nøyaktig som mulig, derfor måtte vi redesigne aktuatorhuset noe, for å kunne få til en rett stang mellom stempelstanga og sensorhuset.

Selve pucken limes rett og slett inn i utsparingen den har fått. Slik blir det en glatt flate over hele pukholderen.

2.4.3 Materialvalg

Vi har et krav om at alle deler skal tåle -40 til $+125^{\circ}\text{C}$. Vi har da valgt en plasttype som heter PA 6.6. Dette er en plasttype som KA bruker på flere produkttyper. Denne platen har en høy smeltetemperatur, den er billig og har veldig mange fordeler når det kommer til lav forurensning. Tidligere var planen å ha sensorarmen i metall. Dette gikk vi bort fra da det ikke lenger var nødvendig med en så sterk arm etter at vi fikk armen på innsiden av aktuatorhuset.

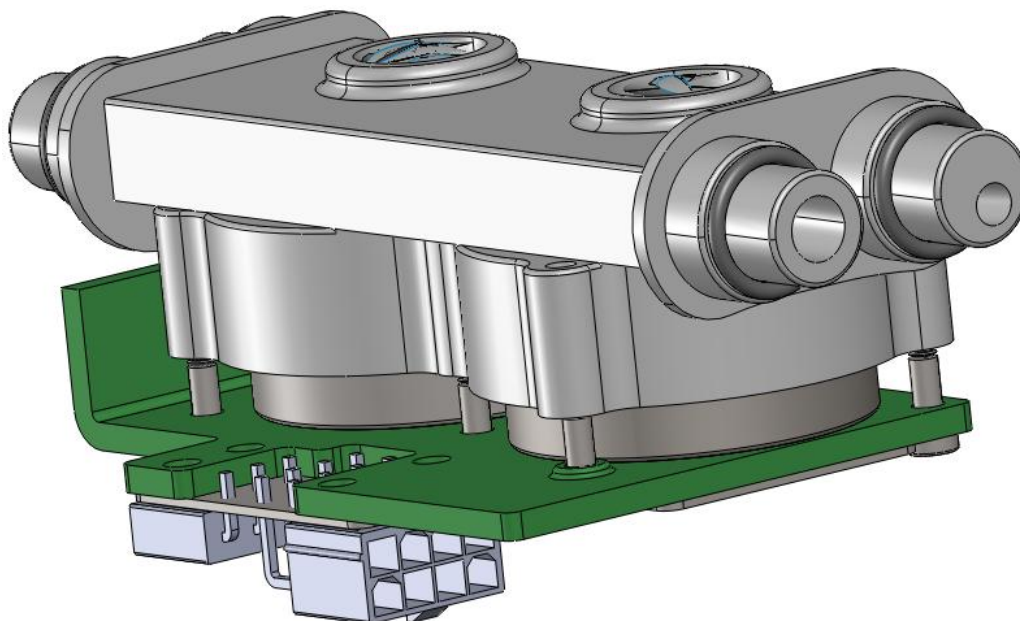
2.5 Ventilenheten

Ventilen henger i toppen av aktuatoren. Den har en innfesting på hver side. Innfestingen er et trappespor som følger ventilens form. I dette trappesporet ligger det også en o-ring som skal tette for luftlekkasjer. Det er viktig å klare å styre lufttrykket i den retningen vi ønsker.

Ventilen skal bare skli inn i de to sporene på hver side. Det som er litt av utfordringen med denne løsningen er at alt må stemme på millimeteren. Vi tenker at når de to husdelene monteres sammen så skal de presse ventilen på plass. Utfordringen med dette er så klart nøyaktigheten. Hvis sporene er for store så vil ikke ventilen sitte ordentlig. Er de for små, så vil vi ikke kunne klare å sette husedelene sammen.

Vi har derfor laget en flatepakning mellom ventilkroppen og kontakten mot aktuatorhuset. Dette gjør at vi har et par millimeter og gå på, og ventilen vil fortsatt sitte der den skal og gi den tetningen vi trenger.

Som nevnt tidligere henger ventilenheten opp ned i aktuatorhuset. Dette gjør at vi har flyttet trappesporene lenger opp. I tillegg har vi fått en ny ventil som er litt kortere enn den vi opprinnelig jobbet med. For å kunne bruke denne går trappesporene ventilen i møte ved at de stikker ut av aktuatorhusveggen. Dermed trenger vi ikke å tenke på å flytte luftkanaler eller endre lengden på huset.



Figur 7: Ventilenheten

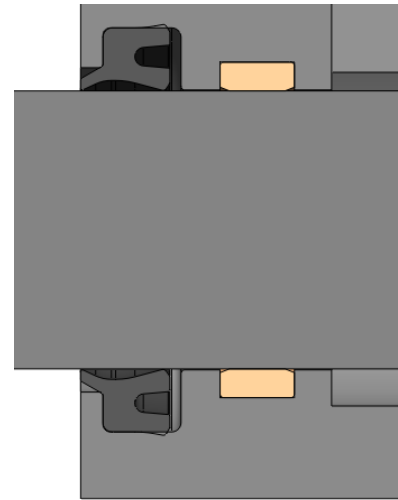
2.6 Tetninger

Tetninger skal brukes der det kan oppstå lekkasje av trykkluft, og der det ikke er ønskelig at smuss eller vann trenger inn i systemet eller over et skille. Vi har tatt i bruk flere forskjellige måter å tette på, avhengig av hva som skal tettes og hva det skal tettes mot.

Inne i sylindren trengs det en tetning som forhindrer at luft passerer over stempelet og en som forhindrer at luften slipper ukontrollert ut av sylindren. Så må smuss og skitt stoppes fra å trenge inn i der stempelstanga forlater huset. Til slutt må det tettes mellom den fremre og bakre husdelen som monteres sammen for at ingenting skal kunne trenge inn i aktuatoren.

2.6.1 Avskraper

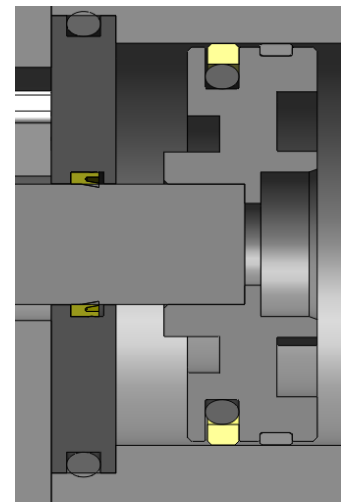
Meningen med en avskraper er å hindre støv, skitt, sand og metallspen i å trenge inn i systemet. Sylinderstanga vil gå både inn og ut. Derfor har vi valgt å gå for en dobbelvirkende avskraper som vil kunne tette både når sylinderstanga går ut og inn. Avskraperen er lett å montere, og trenger ingen form for ekstra festeanordning. Vi har plassert avstrykeren rett ved inngangen, siden avstrykeren er den første barrieren inn i et tett system.



Figur 8: Avskraper og føring

2.6.2 U-mansjett

I sylinderlokket er det ikke like store krav med tanke på skitt og møkk, men vi må likevel kunne stanse luft som uønsket vil trenge igjennom. Derfor har vi plassert en U-mansjett (leppetetning) i åpningen i sylinderlokket. Denne blir påvirket av trykket inne i sylinderen. Når dette trykket øker, vil mansjetten presse seg rundt stempelstanga. Dette skjer da trykket kommer inn i den hule delen av mansjetten. Når trykket øker, åpner mansjetten seg og tetter.



Figur 9: Stempel- og sylinderlokk-tetninger

2.6.3 O-ringer

Denne type tetning er veldig effektivt. Vi har benyttet oss av radiell tetning ved bruk av o-ringer på de fire tilkoblingene til ventilen, samt tetningen for sylinder lokket. Hvis vi ser på sylinder lokket er det lett å se hvordan denne tetningen fungerer. O-ringen ligger inne i et spor som den har en litt for stor radius for. Når o-ringen så blir presset lenger inn i dette sporet av det den skal tette mot, fyller den sporet og opprommet mot det den skal tette mot. Den hindrer dermed luft i å passere der ringen sitter.

Tidligere hadde vi også tenkt å ha en stor o-ringtetning rundt hele huset. Dette gikk vi bort fra da det ble vanskelig å finne en passende o-ring. I tillegg gjorde dette det vanskelig å plassere boltene, noe som førte til at vi måtte bruke mer material for å få til det.

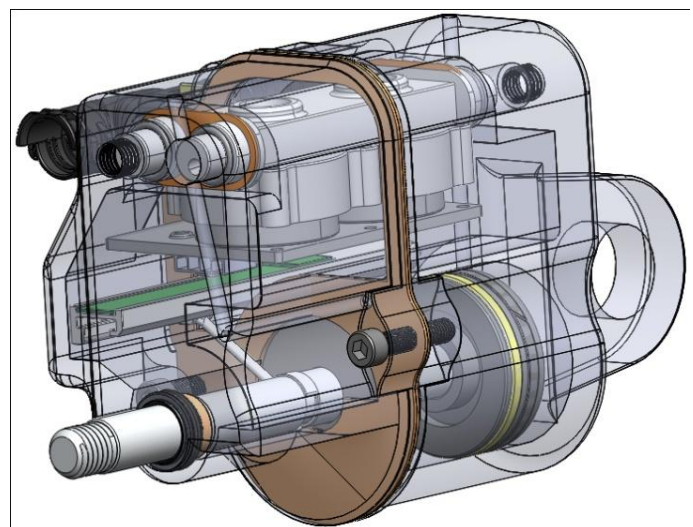
I stampelet sitter det en o-ring til. Denne sitter under glidepakningen og virker som en fjør for denne. Når glidepakningen presses på ringen, vil denne forsøke å presse tilbake og dermed holde glidepakningen godt inntil sylinderveggen.

2.6.4 Glidepakning

Glidepakningen er veldig viktig for sylinders funksjon. Denne forhindrer at vi får en metall mot metall slitasje i sylindere når stempelet beveger seg fram og tilbake. Like viktig er at den sammen med o-ringen under den, forhindrer at luften passerer stempelet. O-ringen kunne klare å tette alene, men den ville da blitt utsatt for stor slitasje og den er ikke ment til å ha noe bevegelse når den tetter. Sammen med glidepakningen holdes luften på plass av ringen mens pakningen tar seg av slitasjen. Glidepakningen er altså det som er lyst gult på figur 9.

2.6.5 Utvendig tetning

For at huset skal bli tett er det viktig at vi bruker en god tetning i ytterkantene der de to husdelene møtes. Vi skal bruke en hel tetningsplate som følger formen til huset. Den vil bli 7 mm bred og 4 mm tykk, så det blir en stor flate å presse mot når de to husdelene skrues sammen. Måten dette tetter på er veldig likt en toppakning i en motor, hvor en tetteskive blir presset sammen mellom to deler. Det er her ikke noe problem å lage hull til boltene. Disse blir stanset ut, og likevel er det masse material til å tette rundt boltene.



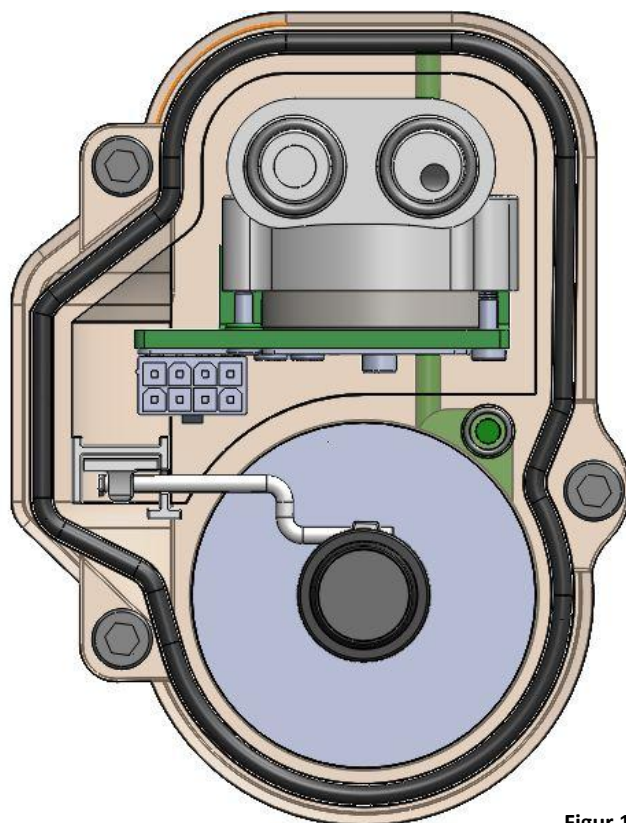
Figur 10: Tette skive mellom husdelene i brunt

Denne flatepakningen skal enten skjæres ut eller stanses ut. Slik er det lett å lage en mal for denne tetningen ved en eventuell masseproduksjon. Vi har ikke bestemt hvilket material denne pakningen skal bestå av. Grunnen til dette er at det kan variere veldig i hvilket material en har lyst å bruke til dette. To slike tetninger har vi også på ventilenheten, der legger vi på en tetteplate på hver side rundt luft inn og utgangene. Dette for å få en mer fleksibel tetning mot aktuatorhuset.

Som nevnt i avsnitt 2.6.3, skapte vi tidligere denne tetningen med en stor o-ring rundt hele kanten av huset. Dette gikk vi altså bort fra, da det ble vanskelig å plassere boltene som skal holde aktuatorhuset sammen. Vi hadde da to muligheter å plassere boltene på. Den ene er at boltene er på utsiden av ringen, men dette gjør at vi må bruke en del mer material for å få plass til dette. Den andre muligheten var å ha boltene på innsiden av den store o-ringen. Ulempen med dette er at tetningen blir vanskelig. Da må det i tillegg være o-ringer som tetter rundt boltene slik at det ikke slipper inn/ut noe luft der boltene sitter. Dette er også vanskelig da boltene vil slite veldig på disse ringene når gjengene passerer ringen.

I tillegg fant vi ut at det ble vanskelig å finne en o-ring som er passende til denne jobben. Fant vi riktig størrelse så ble ringen altfor tykk. Det er også mer arbeid å maskinere ut sporet til o-ringene i husveggen. Det ble rett og slett på flere måter mye enklere for oss å bruke en.

På figur 11 ser vi den eldre versjonen hvor boltene sitter på utsiden av den altomsluttende o-ring.



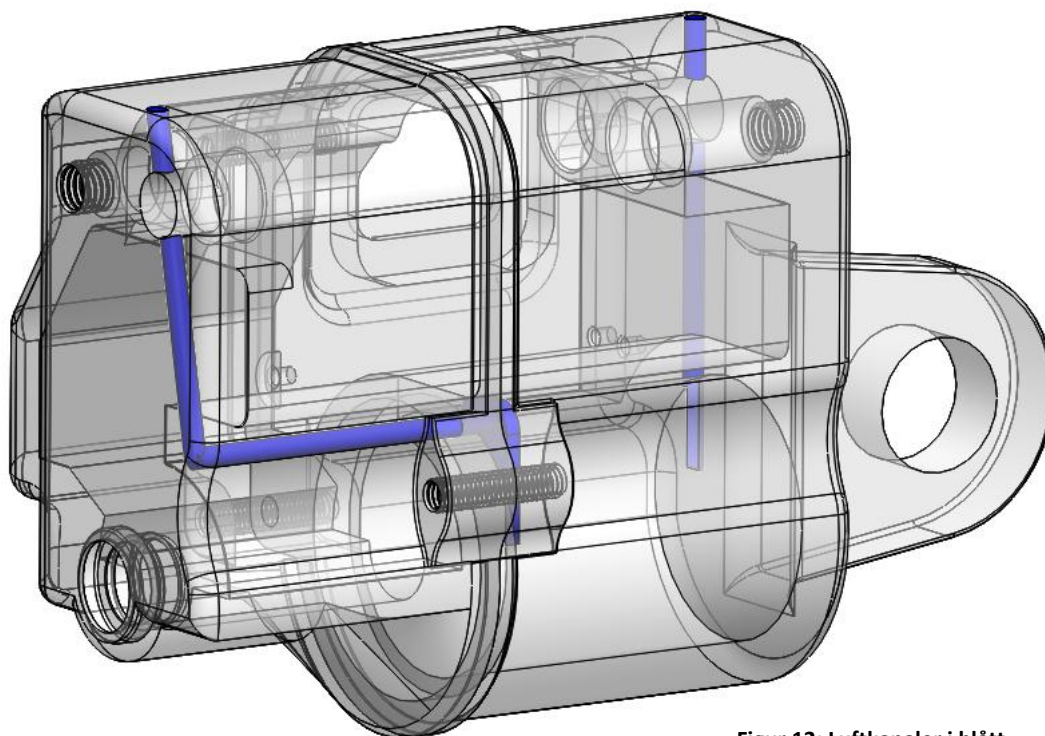
Figur 11: Altomsluttende o-ring

2.6.6 Føringer

Stempelet og stempelstanga hviler på to føringer. Disse føringene har en veldig lav friksjon. Stempelet og stanga sitter i hverandre og fungerer som én del. Poenget med føringene er at denne sammensatte delen støttes av føringer på to steder. Slik kan den ikke bevege seg opp og ned, men bare fram og tilbake. Hadde vi bare hatt én føring, er det fare for at stempelet kiler seg litt inne i cylinderen og skraper inn i sylinderveggen. Nå hviler altså stempelet på føringen sin, og stanga hviler på føringen som sitter i fronten av huset (lys oransje på figur 8).

2.7 Luftkanaler

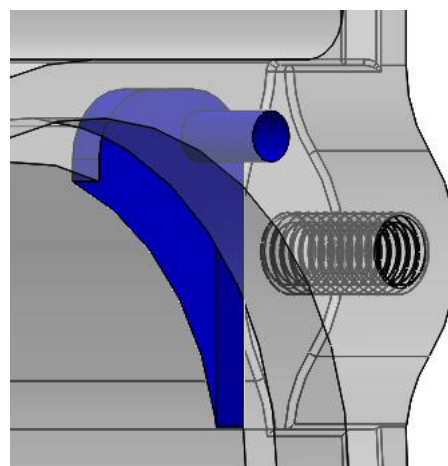
Vi har valgt å bore ut luftkanaler i huset slik at lufta vil kunne gå fra ventilen til sylindren og tilbake. Alternativet ville vært å legge luftrør, men dette ville resultert i flere deler, flere koblinger, flere tetninger og krav til større plass i og utenfor huset. Lengden til aktuatorhuset er tilpasset slik at sensoren har plass, like mye som at luftkanalene kan være så enkle og korte som mulige.



Figur 12: Luftkanaler i blått

Luftkanalene blir boret med et 4mm stort bor, for denne diameteren er stor nok til at lufta kan lett reise til og fra endepunktene. For å kunne bore ut luftkanalene må vi starte fra overflaten av huset. Dette gjør at vi får to hull som vil gå rett ut i friluft, noe som ikke er ønskelig. For å tette de to hullene, vil vi plassere en kule i hvert hull, og slå disse inn. Dette fører til at kula blir deformert og vil tette igjen luftkanalen. Dette er en vanlig prosess og vi vil få det fullstendig tett. Vi har nå to slike hull som må fylles.

Luftkanalene er plassert slik at de går innom forlengelsen av trappesporene som ventilenheten er festet i. På denne måten går lufta rett fra ventilen og inn i kanalen. Mye av kanalsystemet måtte tenkes igjennom på nytt i det vi gikk fra ideen med en åpning i fronten av aktuatorhuset, til midten. Dette var også en fordel for kanalene, da vi med dette behøvde færre hull å tette.



Figur 13: Luftkanal inn i sylindren

På baksiden av huset er plasseringen optimal. Her trenger vi bare én kanal som går innom ventilen og rett ned i sylinderkammeret.

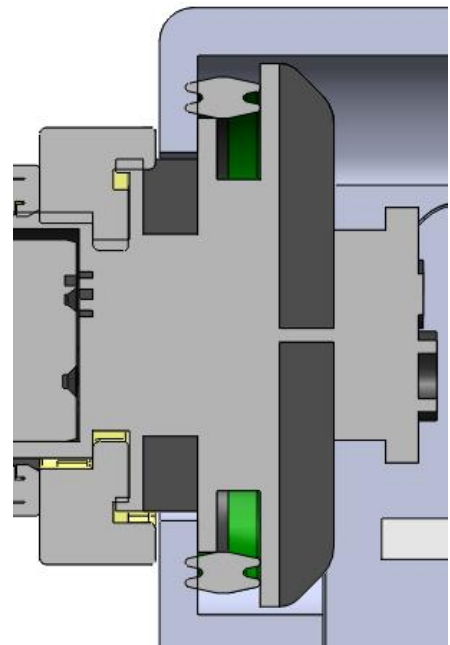
På forsiden av huset er det ikke like enkelt og det har skapt oss litt hodebry. Her har vi gått mye fram og tilbake, men har kommet fram til det vi mener er mest gunstig. Nå går det en kanal skrått fra toppen av huset, innom ventilen og ned til neste kanal. Denne andre kanalen går fra fronten og inn i huset. Den passerer sylindreløkket i veggen av huset og munner ut i sylinderen. For at luften skal komme inn i sylinderkammeret, maskineres det ut en grop fra sylinderen og opp i luftkanalen. Denne ser vi på figur 13.

2.8 Konnektoren

For at aktuatoren vår skal kunne åpne og lukke ventilene, trenger den strøm til ventilenheten. Strømmen blir ført inn i huset ved hjelp av en konnektor. Denne har vi fått av oppdragsgiveren vår, så det var opp til oss å plassere den mest hensiktsmessig. Konnektoren er veldig stor i forhold til resten av huset, så det krevde at vi skapte litt plass til den.

Konnektoren har vi plassert på siden av huset hvor sensoren sitter. Det er flere grunner til dette. Den første grunnen er at det på den andre siden er helt tett p.g.a. ventilenheten. Den sitter nemlig helt inntil husveggen på høyre side. Konnektoren er altså mellom sensorhuset og ventilenheten. Vi var nødt til å husveggen litt breiere for å få plass til konnektoren og ledningene som kommer til å stikke ut. Konnektoren kom nemlig i konflikt med mikrokontrolleren slik det var før vi tok konnektoren i betraktning.

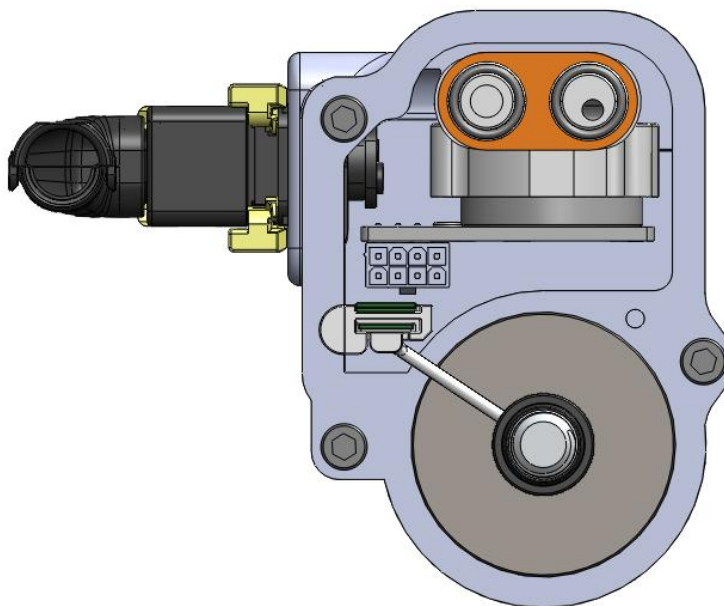
Konnektoren tetter med en slags dobbeltsidig leppetetning (denne ser vi i grønt på figur 14). Forskjellen fra leppetetningen er at den ikke tetter ved hjelp av lufttrykk. Denne tetningen blir presset sammen når konnektoren monteres på plass.



Figur 14: kontaktflate til konnektoren

2.8.1 Montasje av konnektoren

Konnektoren monteres fra innsiden av aktuatorhuset. Den store gule klipsen er da demontert. Konnektoren føres igjennom hullet sitt fra innsiden. Så presses den inn i veggen slik at tetningen komprimeres. Denne må komprimeres så mye at det er mulig å sette på den gule klipsen fra utsiden av. Klipsen vil sørge for at tetningen forblir i en komprimert posisjon, slik at den tetter og holder konnektoren på plass. Nå gjenstår det bare å legge ledningene vi trenger, slik at disse kan kobles til komponentene sine på innsiden av huset.



Figur 15: Konnektoren

2.9 Bolter

Vi har brukt 3 stykk standard M6 bolter for å montere sammen huset. De sitter i en trekantformasjon for å stramme de to delene godt sammen. Lengden på boltene er 30 mm. De blir montert på utsiden av aktuatoren. Det må bores ut hull der de skal sitte, også skal hullene gjenges opp. Vi benytter gjenger med 1mm stigning.

Det er ikke tilfeldig at vi bruker tre bolter til å feste huset. Grunnen er at tre stykker er det minimale antallet vi er nødt å bruke for at det skal bli stabilt nok. Vi ønsket å unngå å ha flere enn dette, da det ville føre med seg flere utskjæringer hvor boltene skal plasseres. Med andre ord ville det bety at vi trenger mer materiale og plass.

Vi har kommet fram til å gjøre det slik, etter å ha hatt lange bolter. Tidligere begynte boltene i fronten av huset, slik at de gikk igjennom hele forsiden og inn i baksiden. Dermed måtte de "ørene" vi har til boltene i dag, gått langs hele forsiden av huset. Vi har altså funnet ut at det er tilstrekkelig å bruke korte bolter som fester mest i midten av huset. I tillegg er aktuatorhuset mer stabilt, da de lange boltene kan gi en tendens til at forsiden forskyver seg litt fra baksiden.

Vi måtte ta hensyn til at boltene må kunne monteres. Dette betyr at de ikke kan sitte for tett inntil huset, da det må kunne være plass til en pipe eller en skiftnøkkel for montering.

2.10 Montering av delene

Vi har lagt mye vekt på enkel montering av alle delene i aktuatoren. Vi har laget spor som alle delene kan skli inn i og holde seg på plass i alle retninger. Vi har prøvd å unngå å bruke skruer for montering. Selv ikke sensoren er festet med skrue. Vi trodde skruer var den beste løsningen å få festet den på, men fant ut at vi kan gjøre det enklere uten. Det er veldig viktig at den ikke flytter på seg, da vi er nødt til å ha en veldig nøyaktig avlesning.

Når alt skal monteres sammen så begynner vi med å sette på tetninger på de enkelte delene. Cylinderlokket skal ha en u-mansjett i senter som skal tette rundt stempelstangen. Den skal også ha en o-ring i ytterkant som må plasseres i sporet sitt. Ventilenheten får på ringene sine og tetningsplatene. Så er det føringer, o-ringer og avskrapere som må på plassene sine.

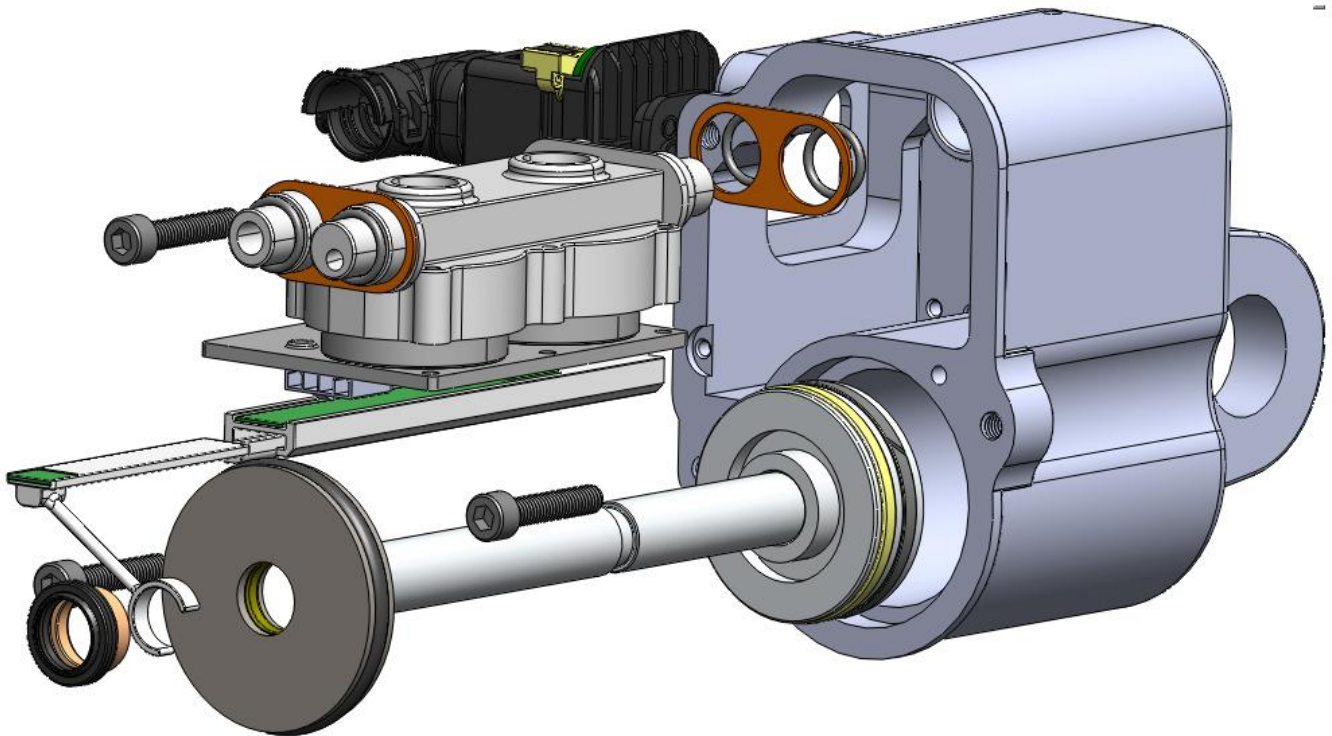
Vi ser for oss å ta utgangspunkt i den bakre delen av huset. Vi setter så denne på ryggen og monterer inn alle delene ovenifra. Vi begynner med å føre konnektoren igjennom hullet sitt, og fester denne på utsiden av huset. Så trekkes ledningene inn i huset. Deretter settes stempelstangen og stempelet inn i sylindere, også trer vi cylinderlokket utenpå der igjen. Så kan vi ta o-ringene til ventilen og legge opp i trappesporene før vi skyver ventilen inn i sporet sitt. Sensorhuset skal settes fast med tappene i baken av huset. Så føres det lille øret på sensorhuset inn i plassen sin i aktuatorhusveggen. Dette øret blir låst fast ved hjelp av en liten plastsplint som går igjennom øret og inn i aktuatorhusveggen. Det siste vi gjør med den bakre delen er å legge den ytre tetningen langs kontaktflatene på toppen av bakdelen.

Så monterer vi føringen og avskraperen i enden av den fremre delen til huset. Nå er det viktig å føre sensorarmen med pucken inn i sensorhuset. Klipsen som sitter på sensorarmen må klipses på stempelstanga i det passende sporet.

Nå setter man på den store flatepakningen på den nedre husdelen. Til slutt tar du den fremre delen av huset og fører ned mot den bakre delen, slik at pakningen presses sammen. Eneste man må passe på at ventilen og stempelstanga treffer sporene sine.

Det er tre bolter som skal feste de to husdelene sammen. Når du skrur de sammen kommer alt til å presses mot kantene og alt blir sittende låst og fast.

Eksplodert visning ser du på figur 16. Fremre del av huset er ikke tatt med i dette bildet.



Figur 16: Komponentmontering

MATTEMATISK MODELL AV SYSTEMET

For å lage en god regulering av systemet må vi sette opp en matematisk modell som kan hjelpe oss. En s nn modell gir oss en god oversikt over de fysiske lover vi jobber med og hva slags utfordringer vi må overvinne for å lage et godt og holdbart system. Matematikken gir oss innblikk i de små endringer i naturen som kan skape forstyrrelser for oss.

Pneumatikk   sårbart for luftens fysiske egenskaper. Temperaturendringer f r luften til å trekke seg sammen eller ekspandere. Dens innhold av fuktighet kan skape frostproblemer med minusgrader. Ved utregninger i forbindelse med tilstandsendringer i trykkluft, baserer man seg på absolutte verdier. I v r matematiske modell går vi ut i fra konstant temperatur på 293.15 Kelvin (20  C).

3.1 Oppbygning

Systemet er bygd opp slik at man setter inn en referanseverdi. Det regnes ut en differanse mellom posisjonen til stempelstanga og referanseverdien. PID regulatoren er ferdig programmert i MatLab. Vi fyller bare inn tre betingelsene for å fin innstille den.

Regulatoren skal gi et pådrag til en blokk med massestrøm. Denne blokken representerer ventilen. Her skal det lages en luftstrøm som senere skal brukes til å skyve stempelstangen. Kraften som skal skyve sylindrestangen blir produsert i subsystemet for luftkamrene. Disse burde vi ha to stykker av. Vi kunne ikke simulere disse da vi ikke klarte å beskrive luftkamrene matematisk.

Det skal sitte en sensor i det virkelige systemet v rt. Denne posisjonen kommer i den matematiske modellen fra stempelbevegelsen. Det er denne lengden vi får fra stempelbevegelsen blir sendt tilbake og brukt for å regne ut differansen mellom målt posisjon og referanseposisjon.

3.2 Modell av stempelbevegelsen

Når vi simulerte stempelet i systemet, har vi tatt utgangspunkt i et Masse-Fjær-Demper-system.

Masse-Fjær-Demper-system er som teksten sier, bestående av tre komponenter. Det hele går ut på å flytte en masse når du tilfører den en kraft. Massens forflytning blir motvirket av en fjær og en demper. Forskjellen fra dette oppsettet og v rt er at vi ikke direkte har en demper og en fj r. Vi har to andre motkrefter. En kraft som vil prøve å motvirke bevegelsen til stempelet, en statisk kraft, og en friksjonskraft, den kinetiske friksjonen. Denne friksjonskraften oppstår mellom glidepakningen og aluminiumen til sylinderveggen.

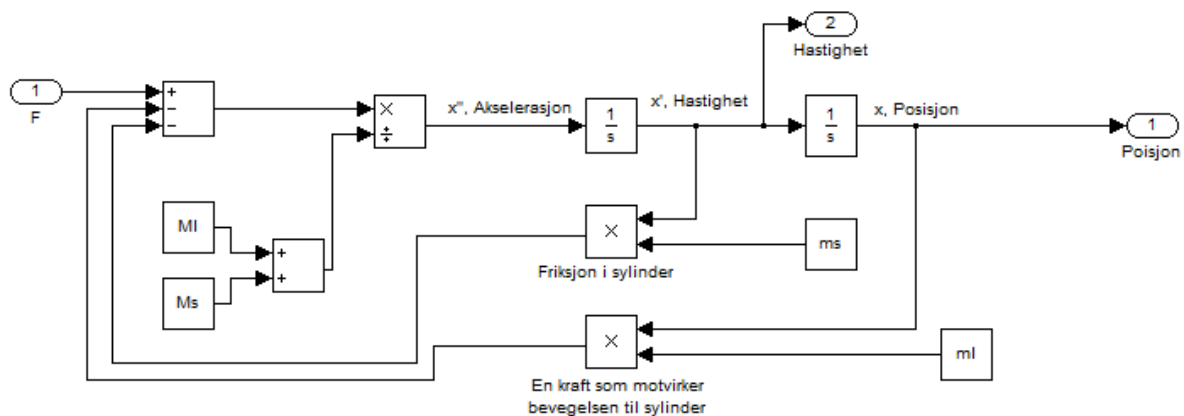
Vi har laget et eget sub-system for dette i Simulink. Vi får en tilført kraft som virker på stampelet. Massen som skal forflyttes er tyngden til stempelkroppen pluss den massen som skal forflyttes. Ved å multiplisere disse to faktorene på hverandre benytter vi oss av Newton's andre lov

$$F = m \cdot a \quad (1)$$

Denne loven forteller oss at vi får ut en akselerasjon til stampelet. Ved å integrere denne akselerasjonen to ganger får vi først hastigheten stampelet beveger seg med, også får vi posisjonen til stampelet. Denne posisjonen representerer sensoren i systemet. Posisjonen er gitt i et bestemt punkt.

Ved å gange hastigheten med en friksjonskoeffisient får vi friksjonskraften som oppstår mellom legemer i bevegelse. Vi har også tatt med en statisk friksjonskraft. Denne gjelder når stempelkroppen står stille og skal begynne å bevege seg. Ved å lage posisjonen med en koeffisient får vi denne kraften.

Disse to friksjonskreftene trekkes tilslutt fra den totale kraften som stempelstangen blir tilført.



Figur 17: Stempelbevegelse

3.3 Subsystem av sylinderkamre

I den matematiske modellen er det to systemer som forklarer det positive og negative kammeret i sylindren. Det positive kammeret er på den siden som øker i volum når sylindrestangen beveger seg ut av sylinderkroppen. Det som kalles en minusside er den siden som øker i volum når sylindrestangen beveger seg innover i sylinderkroppen.

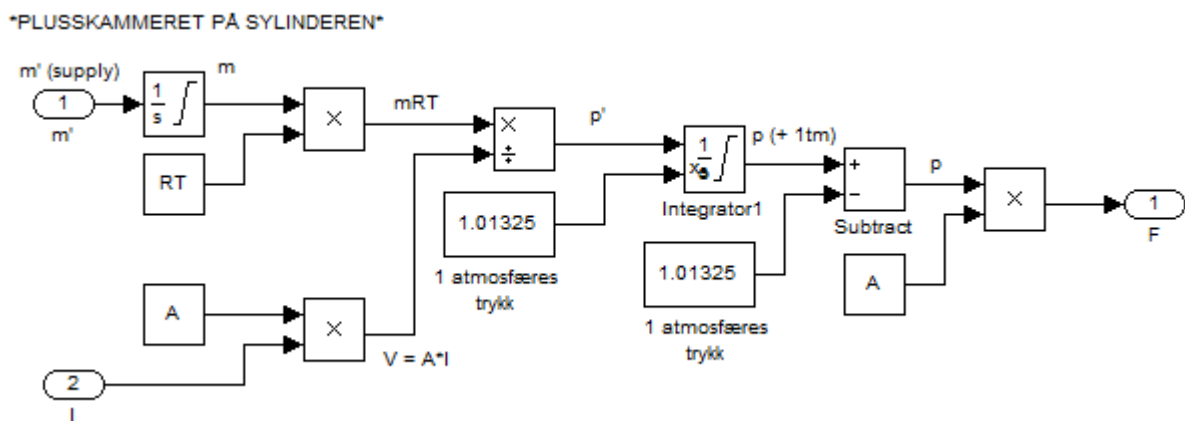
Når sylindrestangen beveger seg frem og tilbake, varierer volumet på de to sidene. Arealet av sylinderkroppen er likt, så det er lengden av stempelstanga som varierer. Denne lengden

kan vi hente ut i fra "modell av stempelbevegelsen". Den gir en beskrivelse av posisjonen til stempelstangen.

På den positive siden så er volumet beregnet av lengden vi får ut. Vi sier at stempelet står i nullposisjonen når volumet på den positive siden er tilnærmet lik null. Så i den matematiske modellen er det laget to kamre. I kammeret for den negative siden regnes volumet ut i fra full lengde, minus den lengden som er på den positive siden.

Ved å multiplisere I begge kamrene er det lagt til en initialbetingelse som sier at det aldri blir under én atmosfæres trykk i sylindren. Ved å bruke dette trykket og gange opp med arealet på stempelstangen så får vi en kraft F som skyver stempelet i den ene retningen.

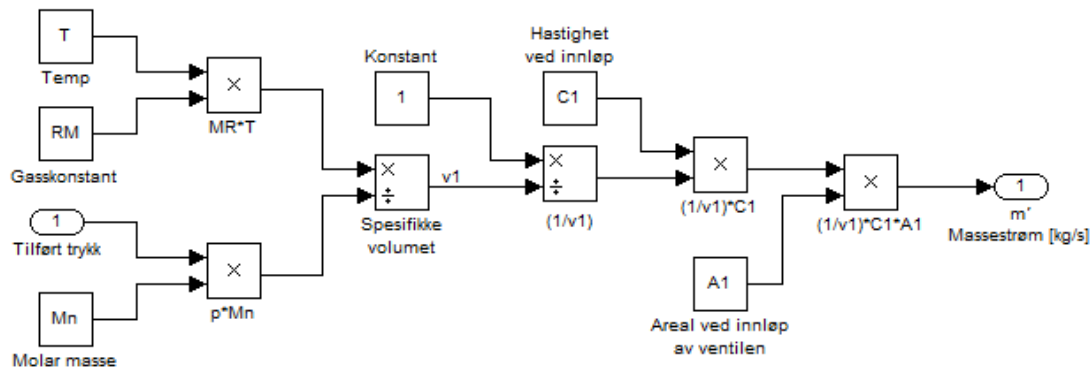
På minussiden så fungerer det på lik linje. Forskjellen er at volumet på denne siden er litt mindre. Her må vi trekke fra volumet til stempelstangen.



Figur 18: Den positive siden av luftkammeret

3.4 Massestrøm inn til sylinderkamrene

Denne delen av systemet skal forklare funksjonen til ventilen. Den masse strømmen av luft som passerer igjennom.



Figur 19: Massestrømmen gjennom ventilen

Ved å multiplisere sammen gasskonstanten med temperaturen, og igjen dele det på det tilførte trykket multiplisert med molar masse får vi det spesifikke volumet. Temperaturen har vi satt som en konstant og sier at den er 293,15 Kelvin. Vi har også brukt konstanten molar masse for tørr luft. Ved å dele med én på dette volumet, multiplisere med den maksimale hastigheten luft kan ha ved innløpet, og så gange opp med maksimalt åpningsareal på ventilen så får vi ut en massestrøm.

3.5 Scriptet

Vi benytter oss av et script for å deklarere alle konstanter og variabler. Skriptet er organisert etter temaer

- Referanse i step
- PID parametre
- Massestrøms parametre
- Sylinderen

I modellfilen så er alle blokker fylt med bokstaver. Alle bokstavene settes inn i scriptet og gis en verdi der. Dette skal gjøre det enklere å redigere parametre og holde oversikten for den som bruker det. Bak alle variabler står en forklaring på hva variabelen er og hva slags benevning den har. For å simulere modellen må skriptet kjøres først. I bunn av skriptet ligger verdier for simuleringsparametre, og navnet på den modellfila som skriptet er knyttet mot. Under så er et lite utrag av scriptet.

```

$Massestrøms parametre
RM=0.08315; ..... $[bar*l/mol*K] Gasskonstanten
p=500; ..... $[kPa] Operasjonstrykket
Mn=28.97; ..... $[g/mol] Molar masse til luft

C1=1.25; ..... $[m/s] Hastighet ved innløpet
A1=0.19625; ..... $[m^2] Åpningsarealet ved innløpet til ventil

```

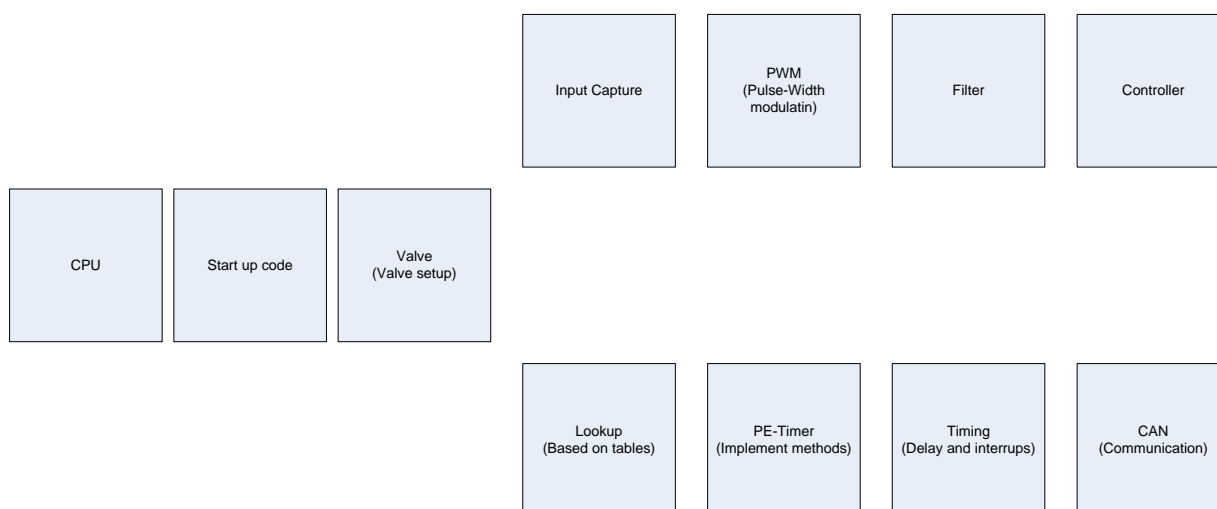
Figur 20 Utdrag fra scriptet som viser oppsettet

MIKROKONTROLLER

Mikrokontrolleren skal sørge for kommunikasjon mellom sensor, ventiler, joystick og PC. Mikrokontrolleren er også programmert som en PID regulator.

Det programmet vi har er basert på et tidligere clutchprogram som KA har brukt på sine clutchsystemer. Vår del av oppgaven har vært å endre på kontroller delen og se på CAN kommunikasjon. CAN kommunikasjon er kommunikasjon mellom PC og mikrokontrolleren for å motta og sende datapakker til LABVIEW. Det vil si at kommunikasjon til ventilene og avlesning fra sensor er allerede laget fra KA sin side.

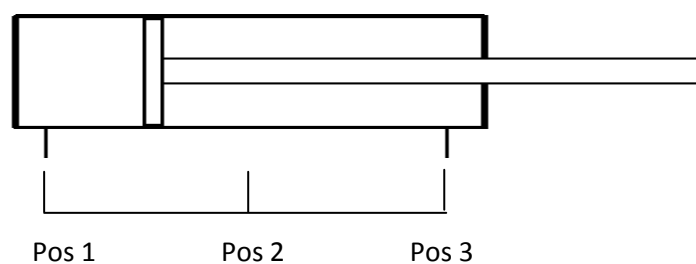
Under så vises et skjema over alle "beans" som er med i programmet. Blokkene under er sub-programmer som hentes opp å kjøres fra Main rutinen.



Figur 21: De forskjellige "beans" som mikrokontroller programmet er bygd opp av

På venstre side er den noen oppstartsrutiner som blir kjørt først. Mot høyre så ser vi rutinene for å hente inn PWM signal fra sensoren (pulse-width modulation), timere, filter og database som brukes som et oppslagsverk. Helt til høyre så er de to rutinene som vi har sett på.

Sylindren skal være trinnløst programmert, men i hovedsak stoppe i tre posisjoner. Mikrokontrolleren skal kunne tolke de tre posisjonene. Under så er en illustrasjon over hvordan de tre posisjonene er valgt. Ved posisjon 1 så er det null lengde på sylindren. I posisjon 2 sier vi at det er halv lengde, altså i midtposisjonen. Mens ved posisjon 3 er sylindren ved sin fulle lengde.

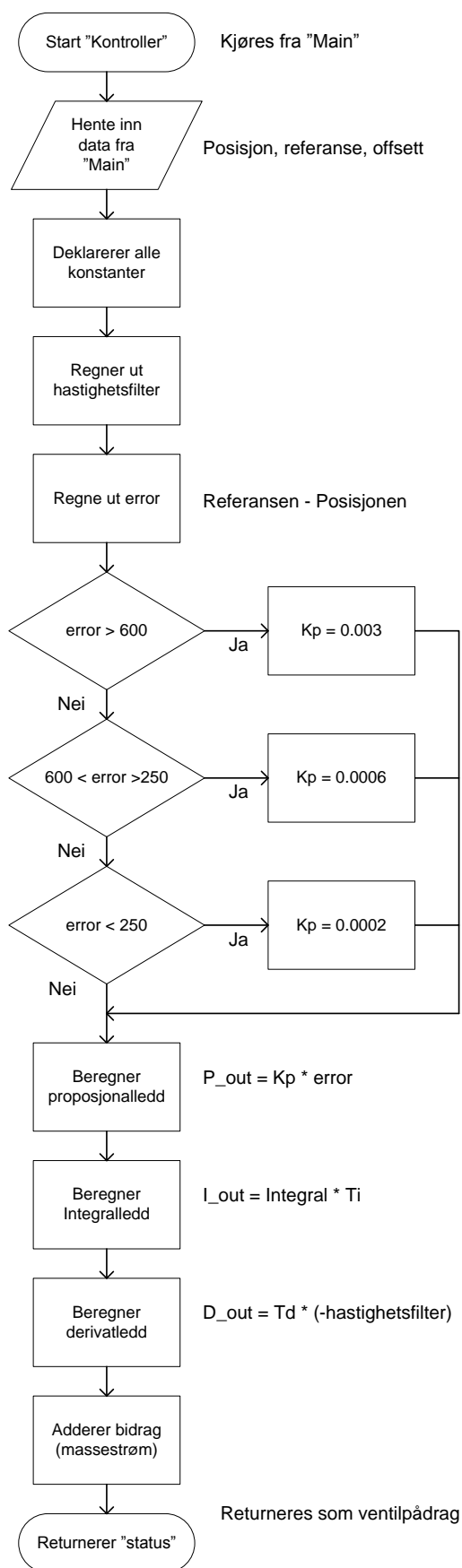


Figur 22: Illustrasjon, stoppesteder i sylindren

Dette benytter vi oss av på neste siden år vi har satt opp et flyskjema over hvordan vi ønsker at programmet skal fungere.

I korte trekk blir kontrollrutinen hentet opp og kjørt i fra Main rutinen. Alle data til rutinen hentes inn fra andre rutiner. Programmet gjør først noen interne beregninger. Så gjør den et par sjekker på beregningene før den avgjør hva den gjør videre. Så benyttes dette resultatet for å regne ut et resultat som skal returneres.

Programmeringskoden og elektrisk koblingsskjema på reguleringsriggen finnes i implementeringsdokumentet.



Figur 23: Flytskjema over mikrokontroller program

4.1 Kontroller

Kontrolleren er der hvor regulatoren blir programmert. Denne delen skal behandle data fra sensoren og data om den ønskede posisjonen. Den skal bruke disse verdiene og returnere et pådrag som skal brukes for å styre ventilene.

I starten av rutinen så deklarerer alle konstanter. Det blir brukt "float 32" på alle variabler Dette er en tung måte for mikrokontrolleren å regne på, men det er for å få et mest mulig eksakt verdi.

I programmet ligger det en Main rutine. Dette er hovedrutinen og Main gjør et kall, henter opp og kjører Kontroller rutinen. Når kontrolleren er ferdig kjørt så slettes alle variabler igjen. Så derfor er alle variabler som skal holde på én verdi etter at kontrolleren er kjørt, satt til "static". Da husker programmet verdien til neste gang.

Noen av verdiene som kommer inn til kontrollerrutinen er lagret som int verdi (integer). Disse gjøres om i starten av programmet til float. Dette er for å gjøre det lettere å holde orden. Float brukes også fordi du slipper å tenke på skalering av tallene.

Kontrolleren er bygd opp rundt én PID-regulator. Denne rutinen får tilsendt 3 variabler fra Main: Posisjonen til stempelstangen, referanseverdien og en offset verdi. Ut i fra posisjonen til stempelet og referanseverdien så regner programmet ut en "error". Dette er en differanse mellom referanseverdien og posisjonen.

Det er satt inn to betingelser i programmet. Dette gjør at det ikke går å velge posisjoner som er utenfor måleområdet. Alle verdier som er utenfor måleområdet blir satt til den minste eller største verdien som er mulig å måle. Dette gjøres ved at programmet sjekker hva referanseverdien er satt til, og hvis den er for høy eller lav så skriver den over verdien med en ny verdi.

Videre så brukes denne differansen til å gange opp med en konstant for å gi et pådrag til ventilene. Desto større differansen er jo høyere blir pådraget. Denne konstanten K_p må tunes inn ved å testes. Ved for høy K_p blir reguleringen unøyaktig. For når den er høyere får vi et høyt pådrag som igjen fører til at ventilen slipper inn masse luft. Det vil da bli vanskelig å stanse presist i det punktet vi ønsker når luftmengdene er så brå og så store. Samtidig så kan den heller ikke være for lav. Da vil pådraget bli for lite og ingen ting vil skje. Så kommer selve regulatoren. Først så er et område for å differansiere K_p verdien. Etter dette blir P-leddet regnet ut. Dette første P-leddet som er vist under er et proposjonalledd. Den ganger opp differansen mellom ønsket verdi og den faktiske verdien med en fast konstant.

$$P_out = error * K_p; \tag{2}$$

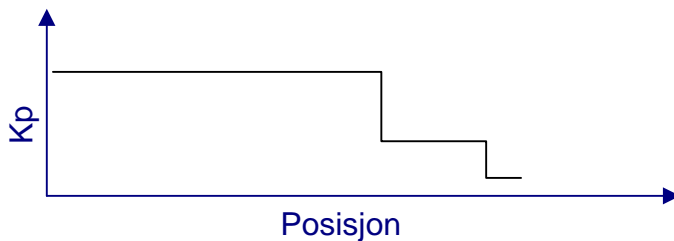
Det neste som skjer er at vi legger til integralleddet og derivasjonsleddet. Både P_{out} , I_{out} og D_{out} skal så plusses sammen til å bli en variabel, "mass_flow". Denne variabelen representerer massestrømmen og skal gi et pådrag til ventilene. På slutten av kontroller rutinen så returneres denne statusen.

4.2 Beregne K_p , T_i og T_d

For å få en best mulig regulering har vi valgt å endre K_p etter hvem posisjon stempelstangen har. Sylinderkroppen har to sider, og de to sidene har forskjellig areal. På den negative siden er arealet mindre på grunn av sylinderstangen går ut på denne siden. Derfor så blir flatearealet som trykklufta dytter mot mindre, og det trengs et større pådrag.

Så vi har valgt å dele opp, så K_p endrer seg etter hvem posisjon stempelet har, og hvilke retning stempelstangen skal forflytte seg. Når sylinderstangen skal bevege seg innover i sylinderkroppen er det et behov for et større pådrag enn ved motsatt tilfelle.

Vi har også valgt å differensiere verdiene enda mer. I starten når differansen mellom den ønskede posisjonen og den faktiske posisjonen er stor så har vi en stor K_p verdi som gir en stort pådrag med en gang. Når denne differansen reduseres og posisjonen nærmer seg referansen så setter vi ned K_p som reduserer pådraget for å få en mer presis regulering mot slutten. Dette er illustrert av den enkle grafen under.



Figur 24: Presis regulering

Vi har lagt opp til tre trinn. Dette ser ut til å være tilstrekkelig for vår del. T_d og T_i har samme verdi hele tiden. Vi har funnet ut to verdier her som fungerer i alle tilfeller.

T_i er satt til å være 0.000001 mens T_d er 0.0001. Under er det vist en tabell over de K_p verdiene som blir brukt

Tilstand	K_p
error > 600	0.003
600 < error < 250	0.0006
error < 250	0.0002

Tabell 1: Viser hva K_p er satt til ved forskjellig "error"

4.3 Integrasjon

Vi har med et integrasjonsledd i programmet våres. Dette leddet gjør at presisjonen blir bedre. For å regne ut integralet så legger vi til differansen mellom ønsket posisjon og den faktiske posisjonen, og legger denne "error" verdien til den forrige integralverdien. Dette fører til at integralleddet øker og øker.

$$\text{integral} = \text{integral} + \text{error}; \quad (3)$$

For at integralleddet ikke skal bli for stort har vi lagt til en betingelse. Når sylindren er mindre enn én millimeter fra den ønskede posisjonen så settes "integral" til null. Når dette leddes multipliseres med T_i blir bidraget her lik null.

Vi kan ikke lese av verdien fra sensoren for ofte, for da får vi feil integralverdi. Siden vi adderer samme verdi til integralet flere ganger så må vi passe på å vente til sensoren har lest en gang før vi legger til en ny verdi. Ellers så legger vi til den samme verdien flere ganger.

4.4 Derivasjon

Vi bruker derivasjon for å skape en demper i kretsen. Vi har laget et enkelt hastighetsfilter som sier at nåværende posisjon minus den forrige posisjonen, også dele dette på ett millisekund. Ved å sette et negativt fortegn på dette hastighetsfilteret og multiplisere det med T_d får vi et bidrag.

$$D_{\text{out}} = T_d * (-v_{\text{hat}}); \quad (4)$$

Grunnen til at vi deler på ett millisekund er fordi dette er tiden mellom hver avlesning fra sensoren. Da får vi endring i posisjonen delt på den tiden det har tatt å utføre endringen.

Ytelsespådraget til D-leddet kommer nå fra referanseverdien. Opprinnelig så vi på muligheten for å ta det ut fra error signalet, men det har gitt oss et bedre resultat å ta det direkte fra posisjonen.



SmoothShift

Implementeringsdokument

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

INNHALDSFORTEGNELSE

INNLEDNING	3
C-KODE FOR MIKROKONTROLLEREN.....	4
2.1 Koden.....	4
KOBLINGSSKJEMA TESTRIGG	7
2D TEGNINGER	8

FIGURLISTE

Figur 1: Elektronsik koblingsskjema testrigg 7

DOKUMENT HISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	25 mai 2011	Laget disposisjonen til dokumentet, la opp en struktur og la til C-kode
0.1	26 mai 2011	Lagt til 2D tegninger
1.0	29 mai 2011	Oppdatering av oppsett og endring av småfeil

AKRONYM

BoM - Bill of Material

INNLEDNING

Dette dokumentet inneholder alle 2D tegninger av aktuatorhuset. Den inneholder også den koden som er blitt laget med hensyn på reguleringen av systemet. Det ligger også vedlagt en skjematisk tegning av den elektriske koblingen i testtriggen.

C-KODE FOR MIKROKONTROLLEREN

Under så ligger den koden som ble brukt for å programmere mikrokontrolleren. Programmet er laget ved hjelp av C-kode i et program fra Freescale CodeWarrior.

2.1 Kodan

```
/**
 * \file controller.c
 *
 * \date 20113005
 * \author fredrik
 *
 * \A control routine to calculate the PID controller
 *****/

/* Include section
 * Add all #includes here
 *****/

#include "controller.h"
#include "filter.h"
#include "valve.h"
#include <math.h>

UI_16 control (UI_16 position_mmDiv100, UI_16 reference_mmDiv100, UI_16
position_offset_mmDiv100)
{

/* Declaration section
 * Add all declaration here
 *****/

F_32 v_hat; // Estimated velocity
F_32 mass_flow;
F_32 p_hat = 400000.0; // Estimated absolut pressure, [pa]

UI_16 relative_position_mmDiv100=0;
UI_16 status = 0;

static filter_data f_velocity;
static F_32 integral;
static F_32 previous_error = 0;
static F_32 previous_position = 0;

F_32 error;
F_32 P_out = 0;
```

```
F_32 I_out = 0;
F_32 D_out = 0;
F_32 derivative;
F_32 position;

// PID Terms
F_32 Kp = 0; // Used to reset the previous value
F_32 Ti = 0.000001;
F_32 Td = 0.0001;

position = (F_32) position_mmDiv100 / 100.0; // Converts from int to float
reference = (F_32) reference_mmDiv100 / 100.0; // Converts from int to float

// Calculate velocity
status |= discrete_2nd_order_filter(position, &f_velocity);

// Result from filter
v_hat = (position - previous_position) / 0.001;

// Determines the values of reference so they do not exceed the maximum value for motion
if (reference > 5200)
{
    reference = 5200; // Determines the maximum value
}

if (reference < 1800)
{
    reference = 1800; // Determines the minimum value
}

// PD controller
error = reference - position;

// Kp value
if ((error > 600) || (error < (-600)))
{
    Kp = 0.003;
}

if ((error < 600 && error > 250) || (error < (-600) && error > 250))
{
    Kp = 0.0006;
}

if ((error < 250) || (error > (-250)))
{
```

```
Kp = 0.0002;
}

integral = integral + error;           // Integral term
if (error < 1 && error > -1)
{
    integral = 0;
}

P_out = error * Kp;
I_out = Ti * integral;
D_out = Td * (-v_hat);               // Derivative term

mass_flow = (P_out + I_out + D_out) * 100; // Gain

previous_position = position;

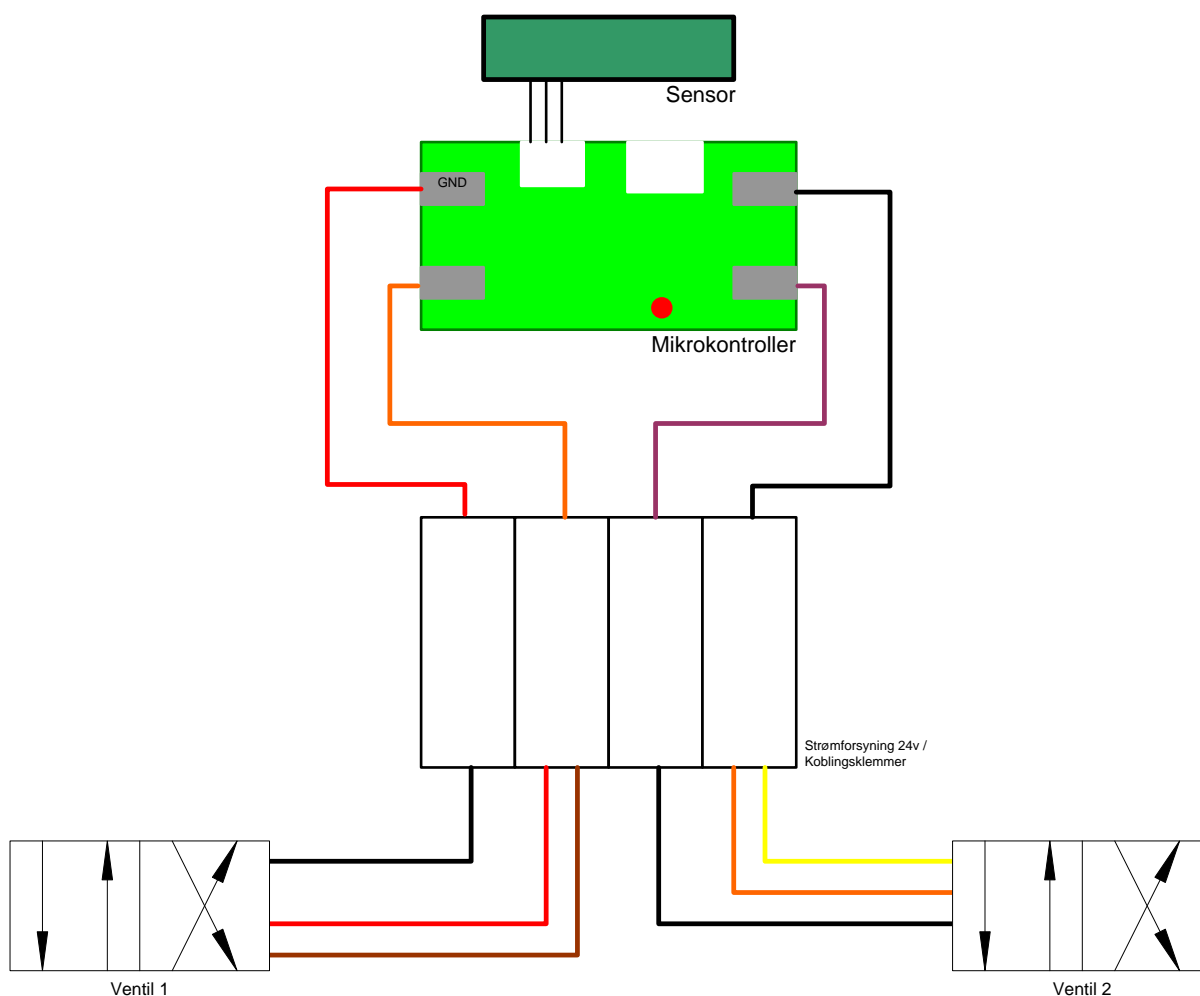
status |= valve_output (mass_flow, p_hat);

return status;
} /* control */
```

KOBLINGSSKJEMA TESTRIGG

Under er vist det elektroniske koblingsskjema over testriggen. Skjema er laget i farger for å vise til fargene du finner igjen på mikrokontrolleren og ventilene.

Elektrisk koblingsskjema



Figur 1: Elektrisk koblingsskjema testrigg

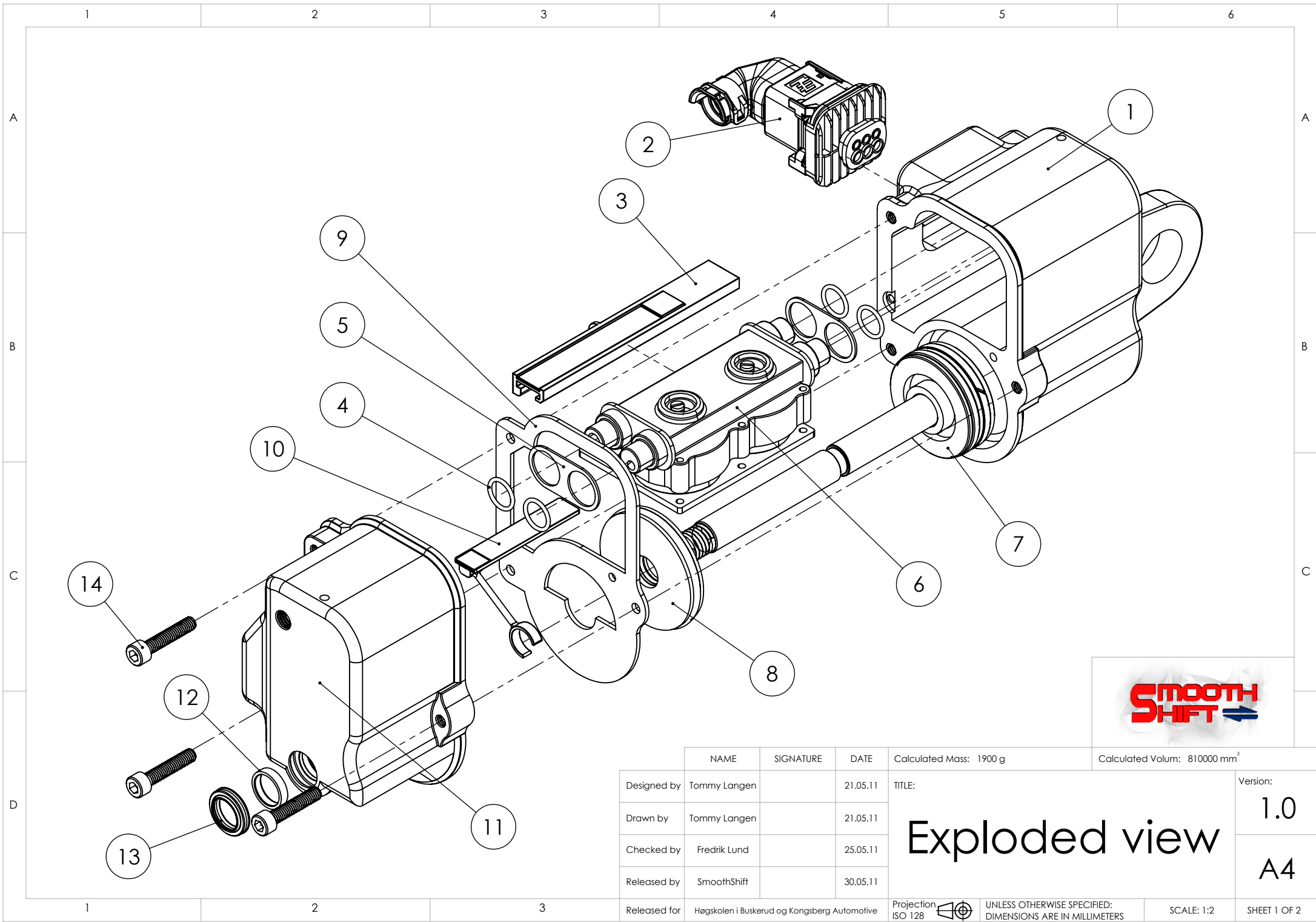
2D TEGNINGER

Under har vi samlet 2D tegningene av aktuatoren vi har designet. Det er tegninger av alle delene, bortsett fra tetninger, bolter og komponenter som vi har fått fra andre produsenter.

Vi har valgt å lage vår egen mal på 2D-tegningene, siden vi har da friheten til å ta med det som trengs å ha med, og luke bort det vi ikke har bruk for. I tabellen har vi plassert logoen våres, samt man vil kunne finne ut hva komponenten er laget av, vekt og masse, dimensjonstoleransen, hvem som har designet den, med mer.

Først har vi et sammenstillingsbilde som viser hvordan ting skal settes sammen, og i hvilken rekkefølge. Videre har vi en BoM (Bill of Material) som er en oversiktlig tabell over komponentene i aktuatoren.

Vi valgte å ta 2D-tegningene på A4 ark, siden det er det enkleste med tanke på dokumentasjon i denne forbindelsen. Vanligvis vil man bruke en del større ark, og få det meste på ett ark.



NAME	SIGNATURE	DATE	Calculated Mass: 1900 g	Calculated Volum: 810000 mm ³
Designed by	Tommy Langen	21.05.11	<p>TITLE:</p> <h1>Exploded view</h1>	
Drawn by	Tommy Langen	21.05.11		
Checked by	Fredrik Lund	25.05.11		
Released by	SmoothShift	30.05.11		
Released for	Høgskolen i Buskerud og Kongsberg Automotive			
Projection: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS			SCALE: 1:2	Version: 1.0
				A4
				SHEET 1 OF 2

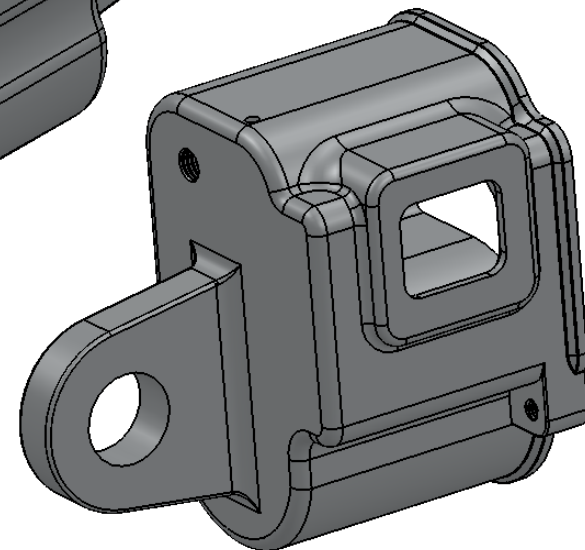
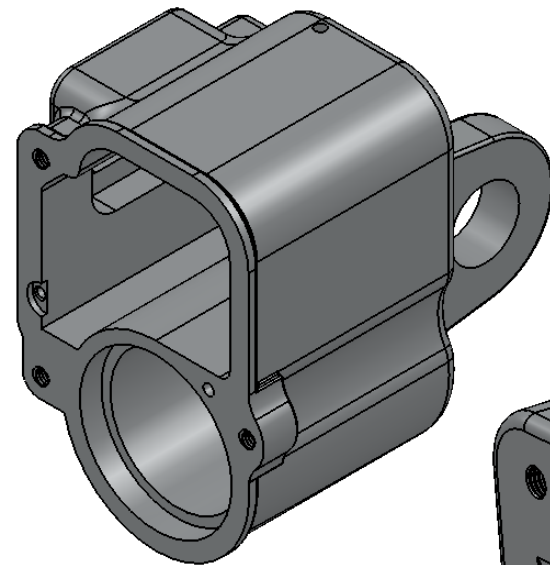
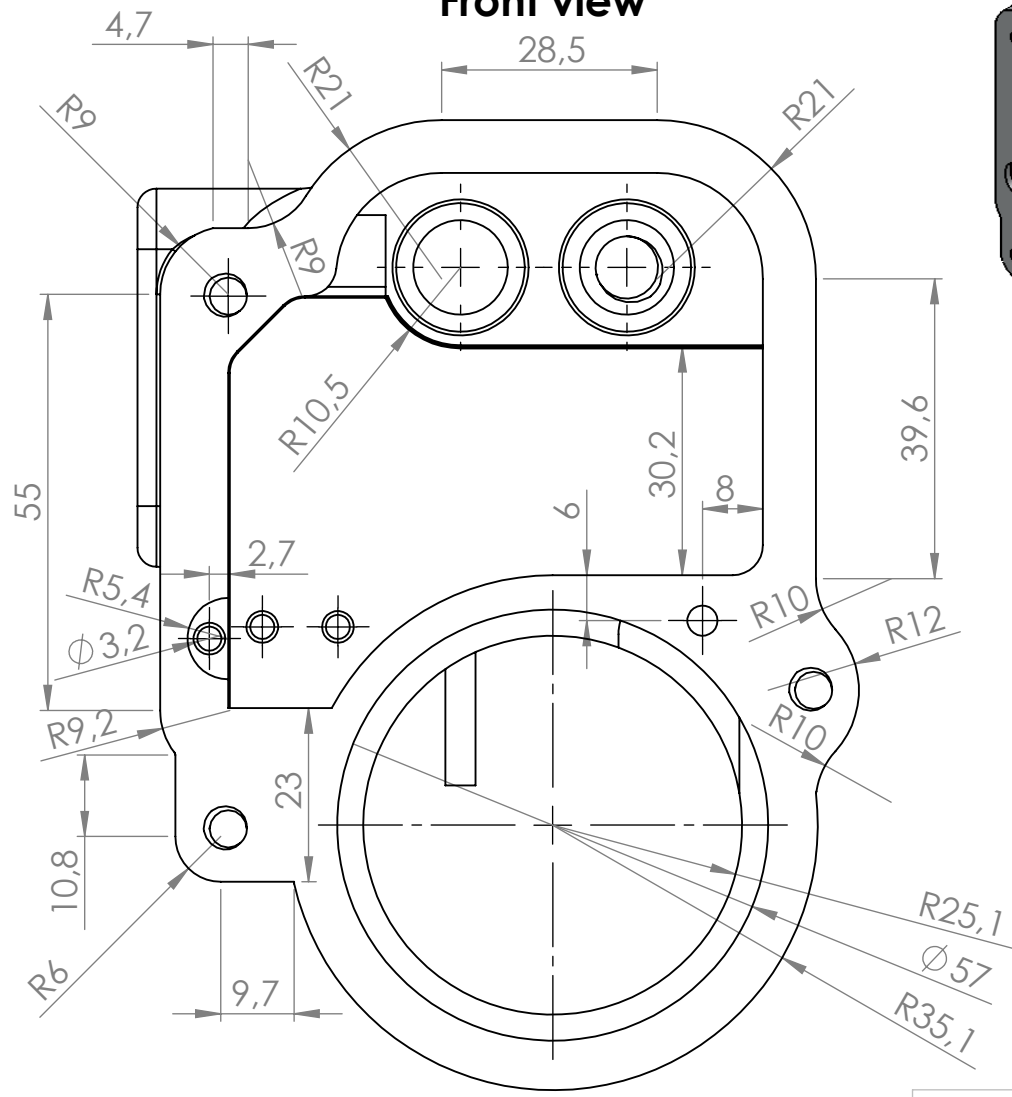
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Aktuator hus - bakside	Baksiden av aktuatorhuset	1
2	Konnektor	Electrical connector	1
3	Sensorhus	Sammenstilling av sensorhuset og PCB-sensoren	1
4	O-ring 12,42 mm	12,42 mm tykk O-ring for ventilinnfestningen	4
5	Ventilpakning	Utvendig pakning for ventilkontakten	2
6	3-2 Ventil	3-2 ventil enhet	1
7	Stempel	Sammenstilling av stempelet med tetning og føring	1
8	Sylinderlokk	Sylinderlokk med O-ring og u-mansjett montert	1
9	Aktuator hus-pakning	Pakningen som er mellom de to husdelene	1
10	Sensorarm	Sammenstilling av sensorarmen og puck	1
11	Aktuator hus - forside	Forsiden av aktuatorhuset	1
12	Føring 15 mm	15 mm føring som festes inne i "Aktuator hus - forside"	1
13	Avskraper 15 mm	15 mm avskraper som monteres i "Aktuator hus - forside"	1
14	M6 bolt	Bolt som fester sammen aktuatorhuset	3



TITLE: **Bill of Material**

Version: 1.0
A4

Front view

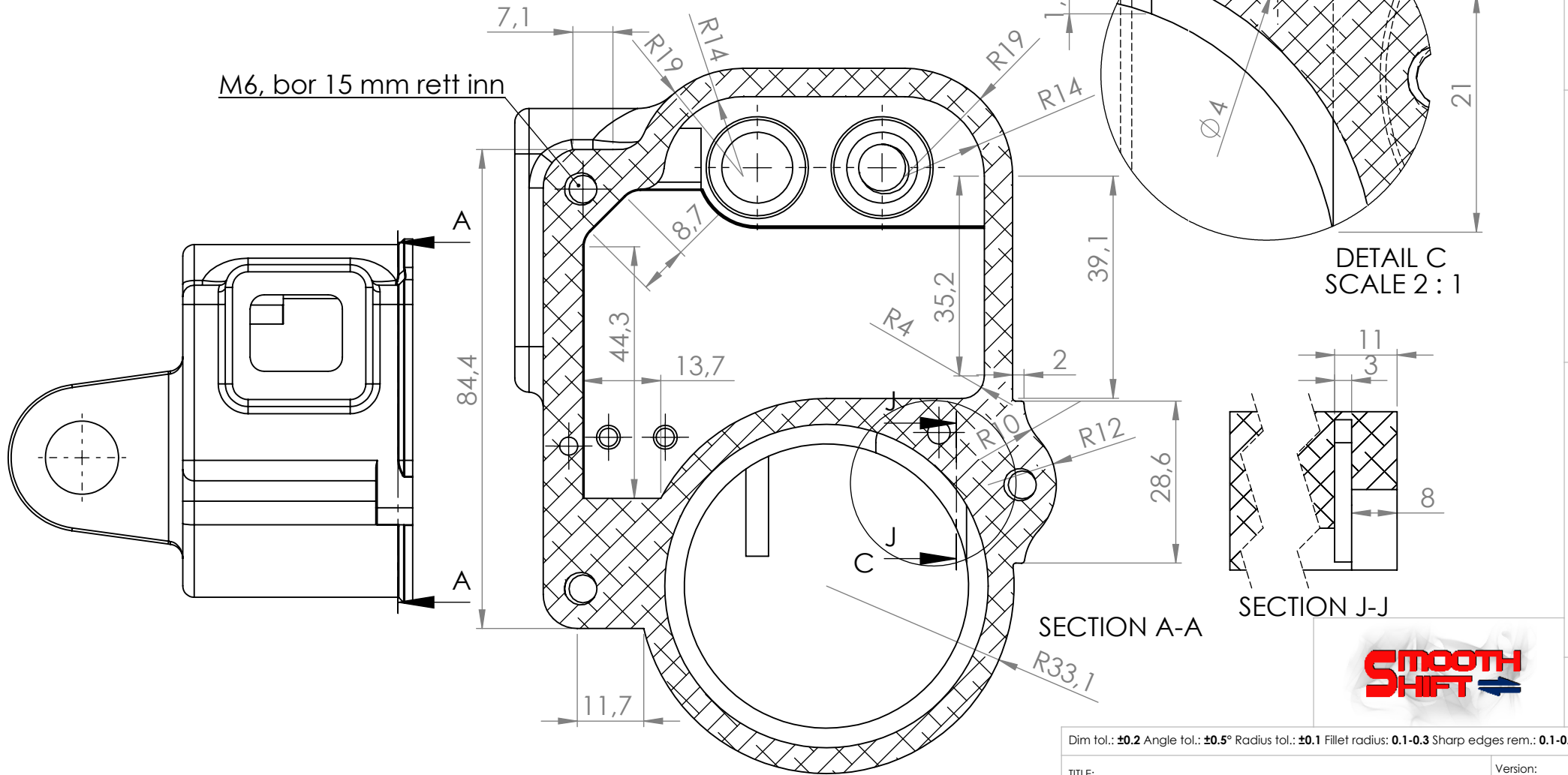


Material Type:	Aluminium	
----------------	-----------	--

Dim tol.: ± 0.2	Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$	Radius tol.: ± 0.1	Fillet radius: 0.1-0.3	Sharp edges rem.(R or 45°): 0.1-0.3
---------------------	-----------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------------------

NAME	SIGNATURE	DATE	Calculated Mass: 918 g	Calculated Volum: 340034 mm ³
Designed by	Tommy Langen	21.05.11	TITLE: <h1>Bakre Aktuatorhus</h1>	Version:
Drawn by	Tommy Langen	21.05.11		1.0
Checked by				A4
Released by	SmoothShift	30.05.11		
Released for	Høgskolen i Buskerud og Kongsberg Automotive			

Nom dia.	Stiging	Toleranse	Stor diameter	Midtdiameter		Liten diameter	
				min mm.	maks mm.	min mm.	maks mm.
M6	1.0	6H	6.000	5.350	5.500	4.917	5.136



DETAIL C
SCALE 2:1

SECTION A-A

SECTION J-J



Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.: 0.1-0.3

TITLE:

Version:

BA - Framside

1.0

A4

Projection
ISO 128

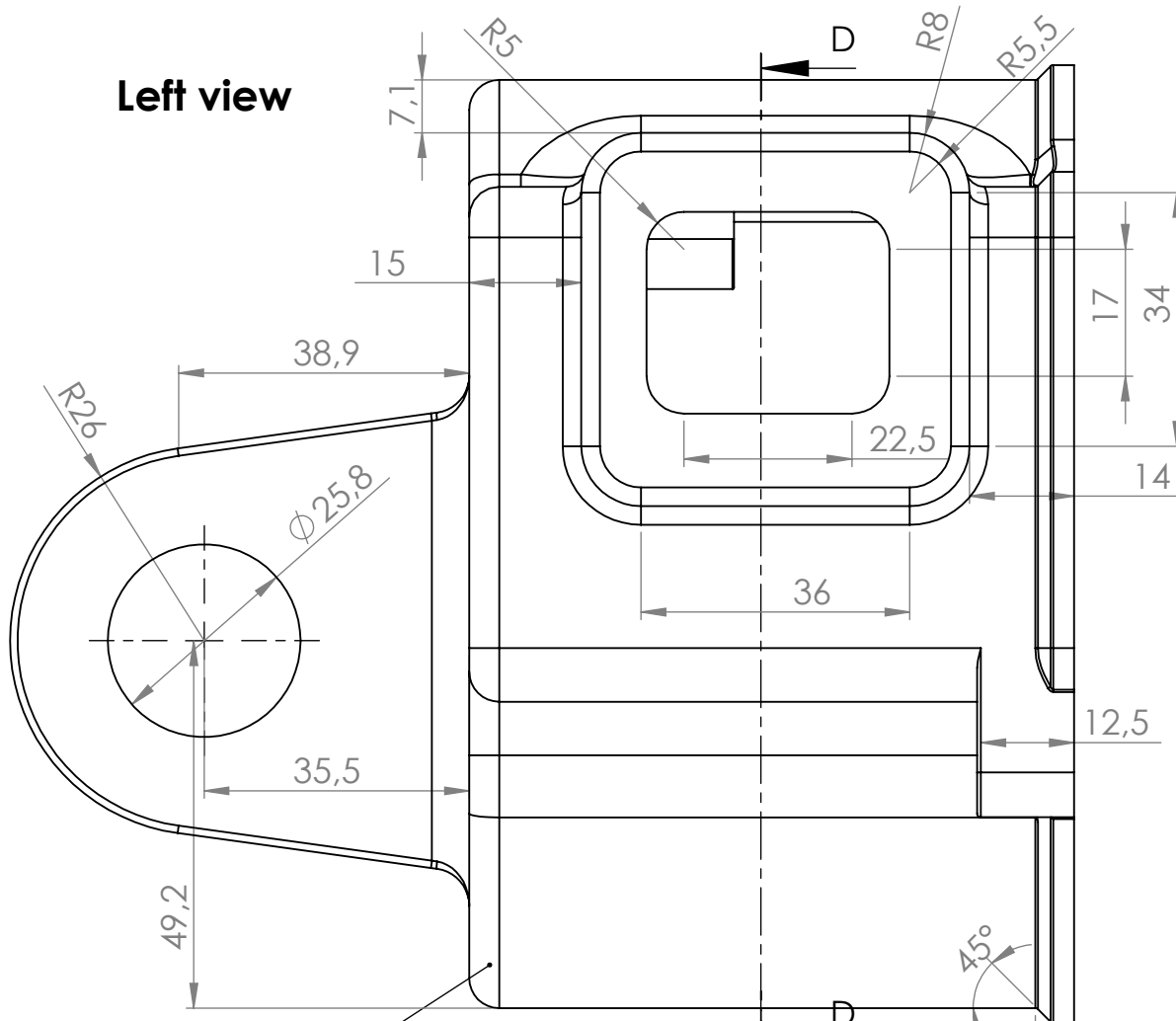


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

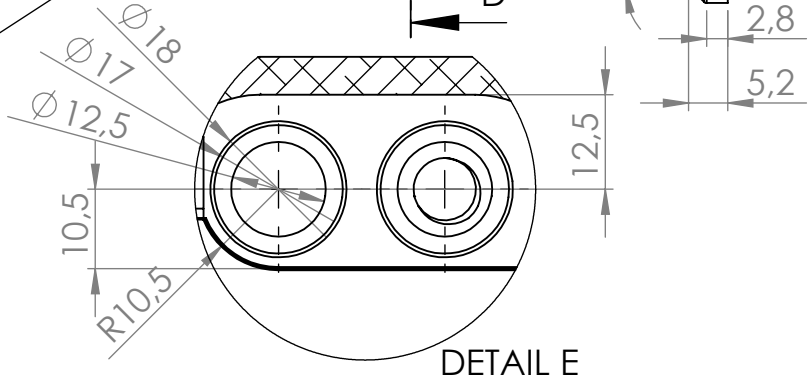
SCALE:1:1

SHEET 2 OF 5

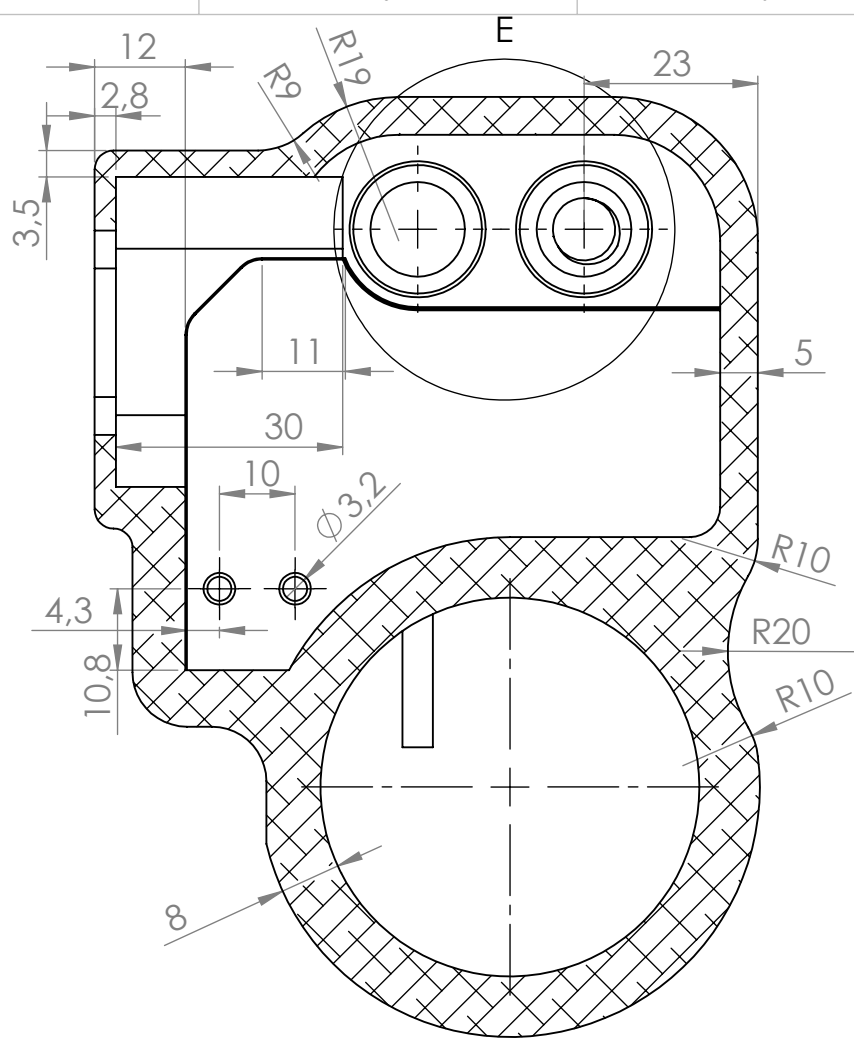
Left view



R4 Avrunding



DETAIL E



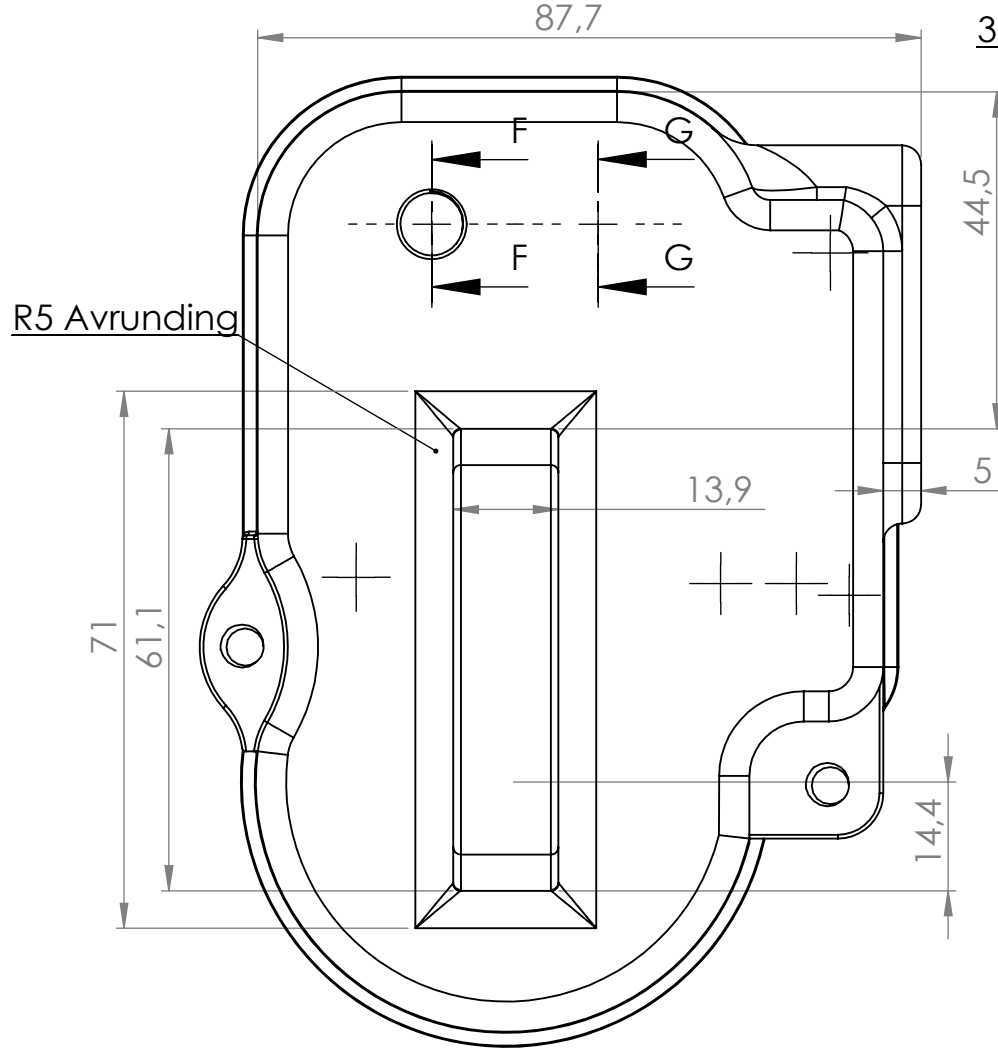
SECTION D-D



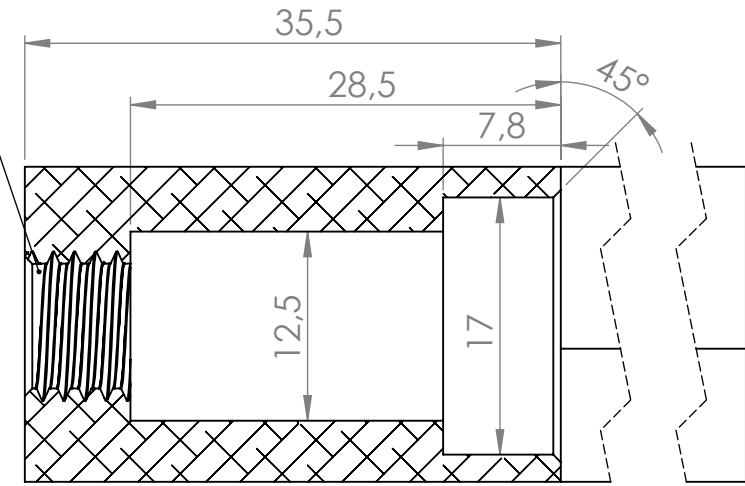
Dim tol.: $\pm 0,2$ Angle tol.: $\pm 0,5^\circ$ Radius tol.: $\pm 0,1$ Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.: 0.1-0.3

TITLE:	BA - Venstre side	Version:	1.0
			A4

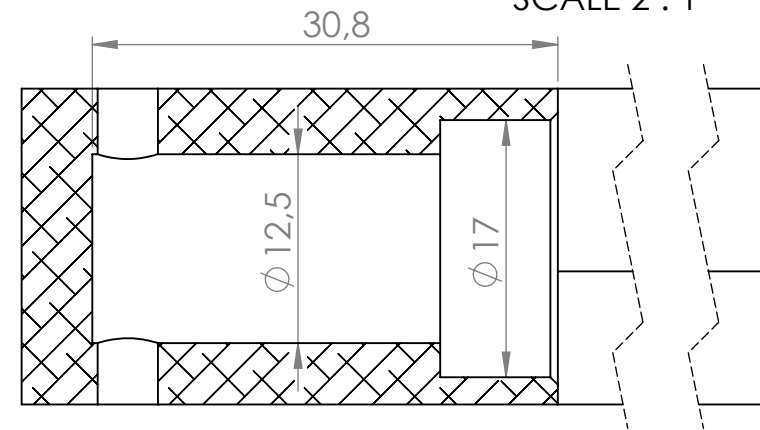
Back view



3/8 gjenger



SECTION F-F
SCALE 2 : 1



SECTION G-G
SCALE 2 : 1



Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.: 0.1-0.3

TITLE:

Version:

BA - Bakside

1.0

A4

Projection
ISO 128



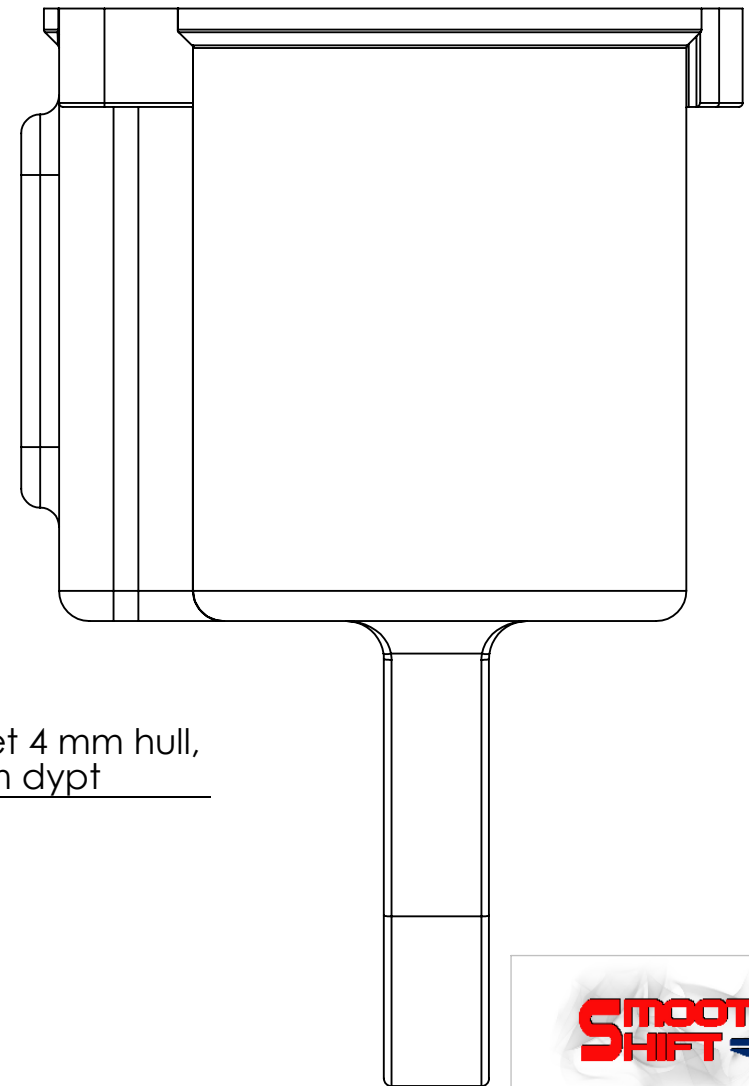
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

SCALE:1:1

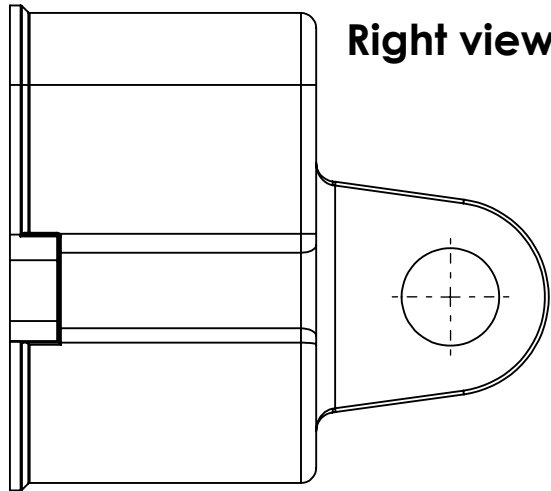
SHEET 4 OF 5

Size	Diameter inch	TPI	Root Dia.	Hex Head Size	SAE Washer ID	SAE Washer OD	SAE Washer Thickness
3/8"	0.3750	24	0,294	9/16"	13/32"	13/16"	1/16"

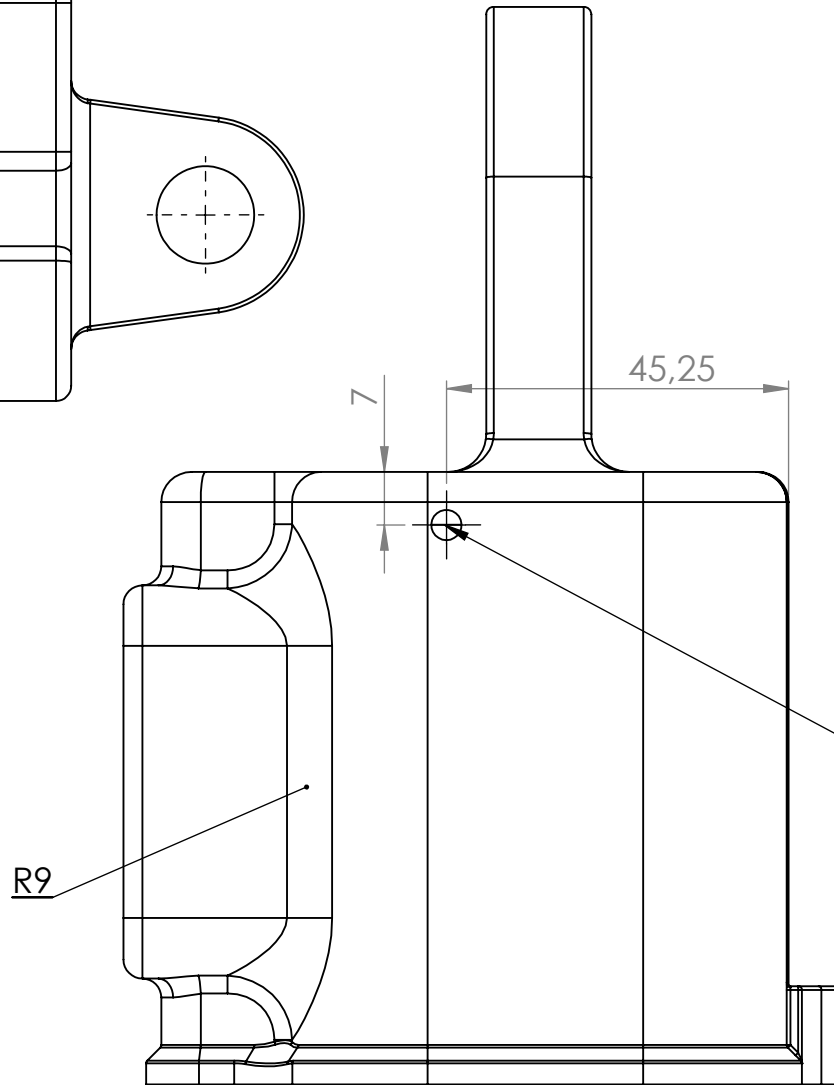
Bottom view



Right view



Top view



Bore et 4 mm hull,
86 mm dypt

R9



Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.: 0.1-0.3

TITLE:

BA - Høyre,
topp og bunn

Version:

1.0

A4

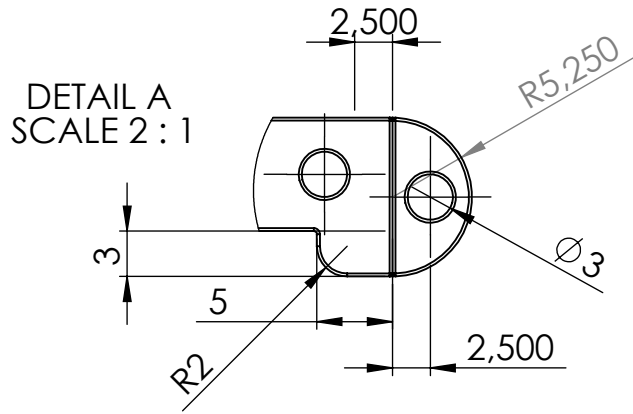
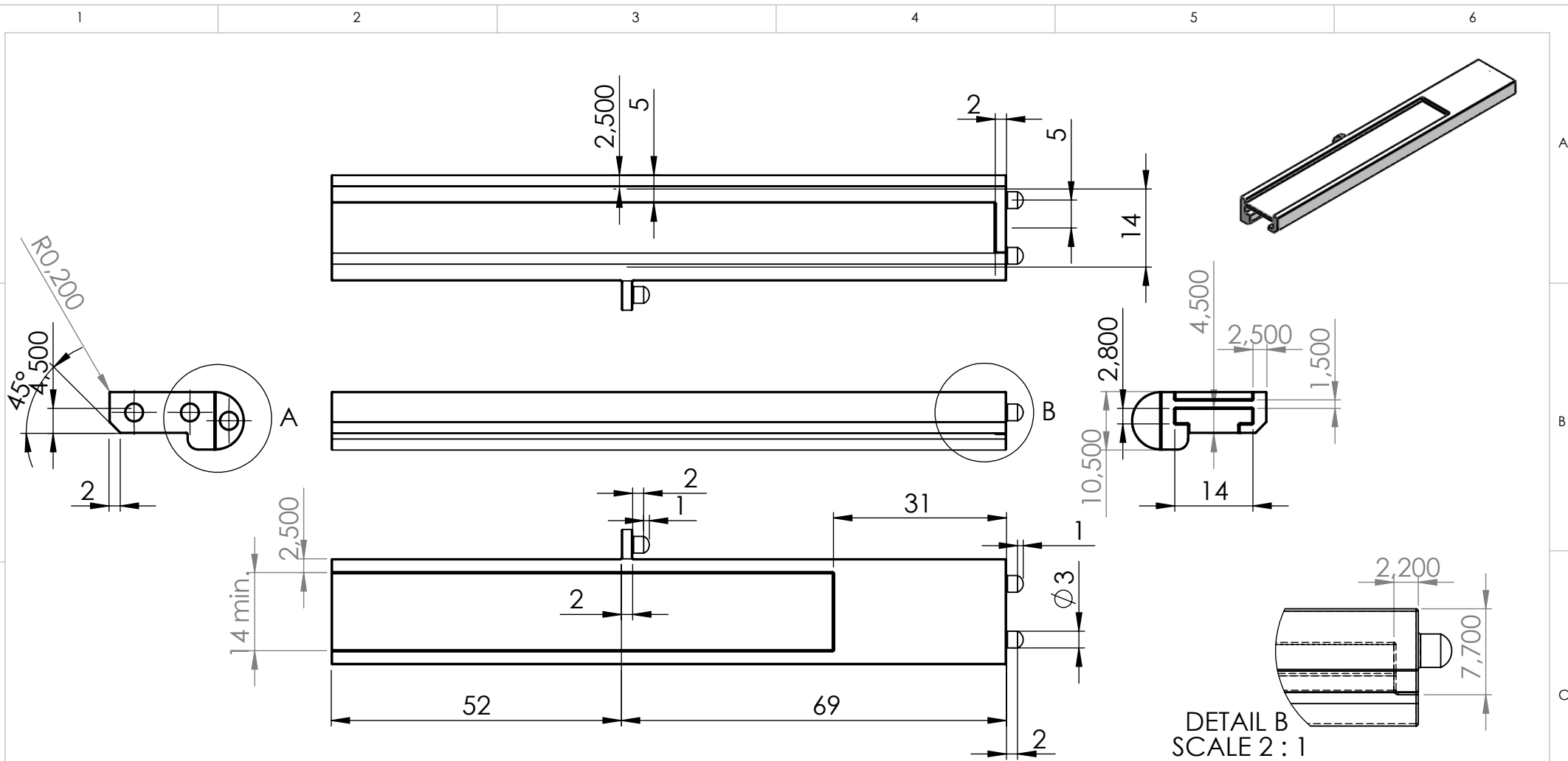
Projection
ISO 128



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

SCALE:1:1

SHEET 5 OF 5

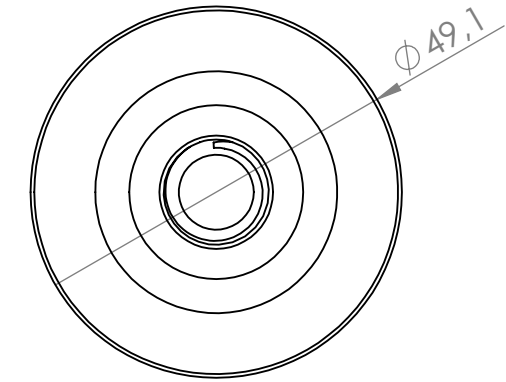
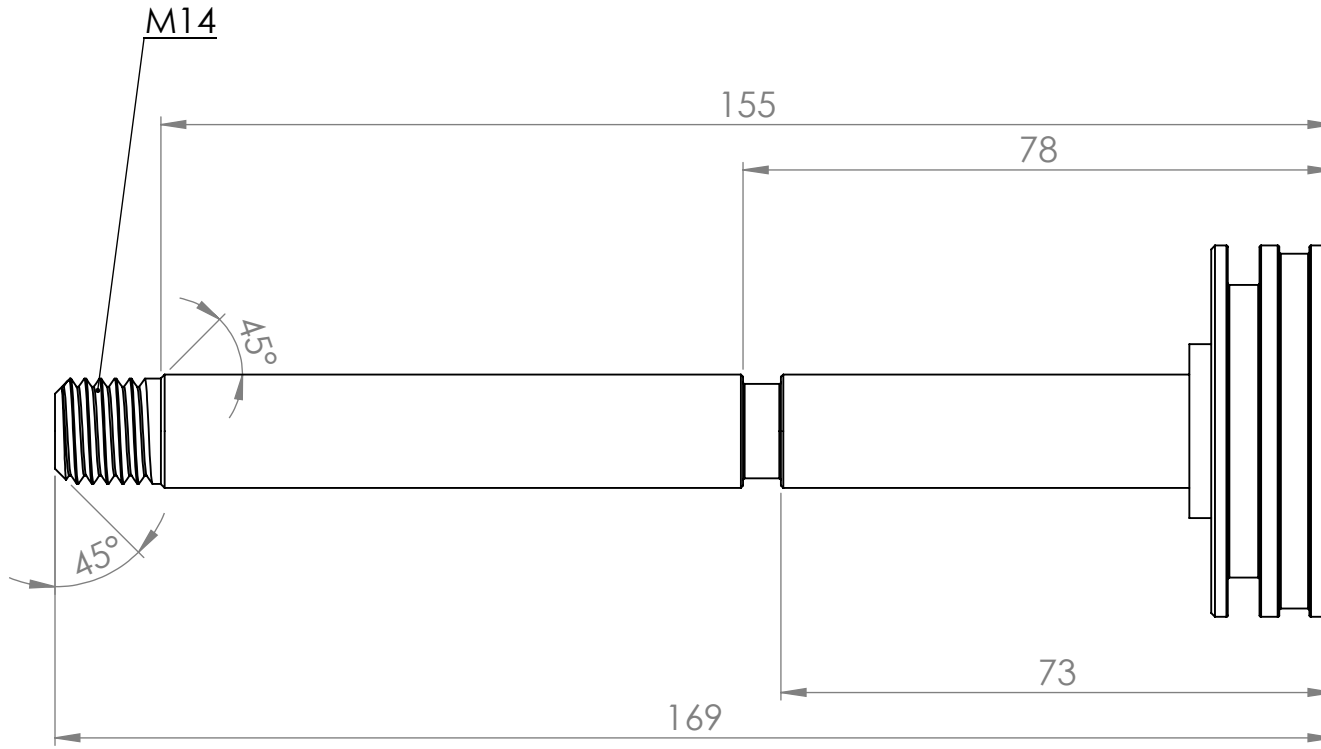
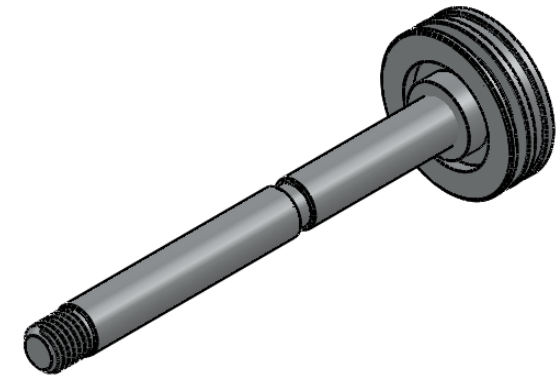


Material Type:
Plastic

Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem. (R or 45°): 0.1-0.3

NAME	SIGNATURE	DATE	Calculated Mass: 12 g	Calculated Volum: 10610 mm ³		
Designed by	Tommy Langen	21.05.11	TITLE: <h1>Sensorhus</h1>	Version: 1.0		
Drawn by	Tommy Langen	21.05.11		A4		
Checked by						
Released by	SmoothShift	30.05.11				
Released for	Høgskolen i Buskerud og Kongsberg Automotive		Projection ISO 128	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS	SCALE:1:1	SHEET 1 OF 1

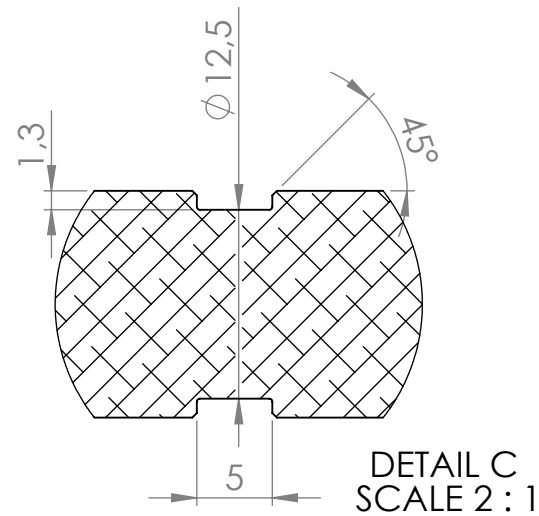
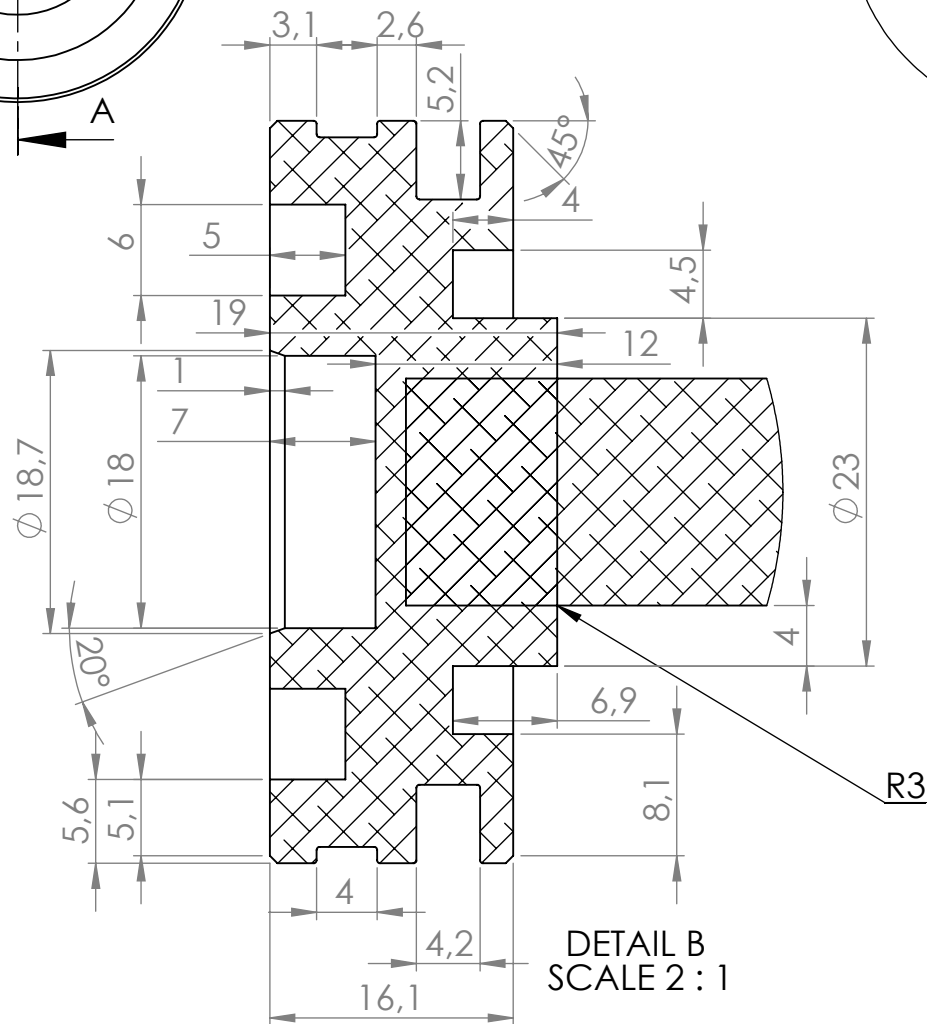
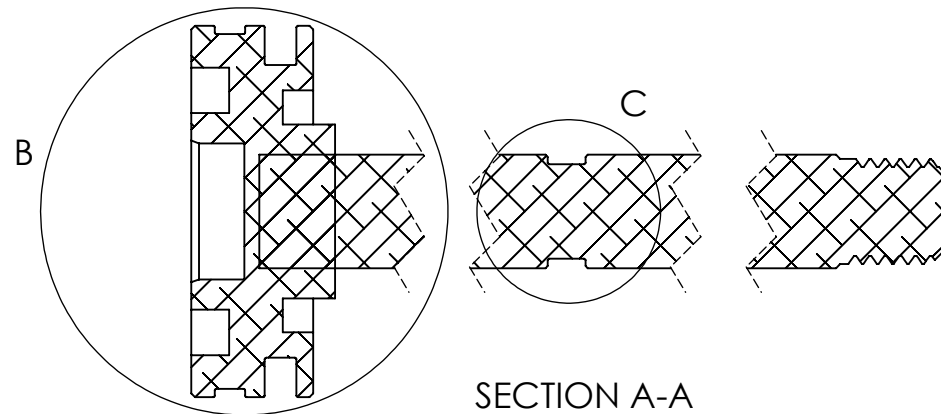
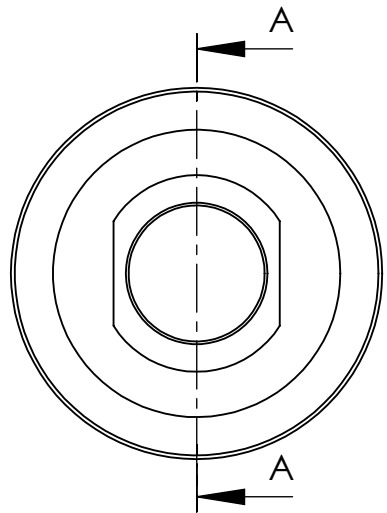
Nom dia.	Stigning	Toleranse	Stor diameter	Midtdiameter		Liten diameter	
				min mm.	maks mm.	min mm.	maks mm.
M14	2.0	6H	14.000	12.701	12.913	11.835	12.210



Material Type:
Aluminium

Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.(R or 45°): 0.1-0.3

NAME	SIGNATURE	DATE	Calculated Mass: 132 g	Calculated Volum: 48739 mm ³
Designed by	Tommy Langen	21.05.11	TITLE: <h1>Stempel</h1>	Version: 1.0
Drawn by	Tommy Langen	21.05.11		A4
Checked by				
Released by	SmoothShift	30.05.11		
Released for	Høgskolen i Buskerud og Kongsberg Automotive			



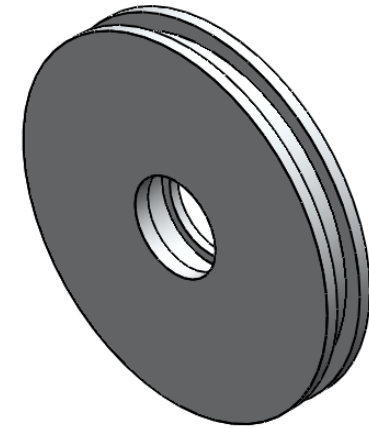
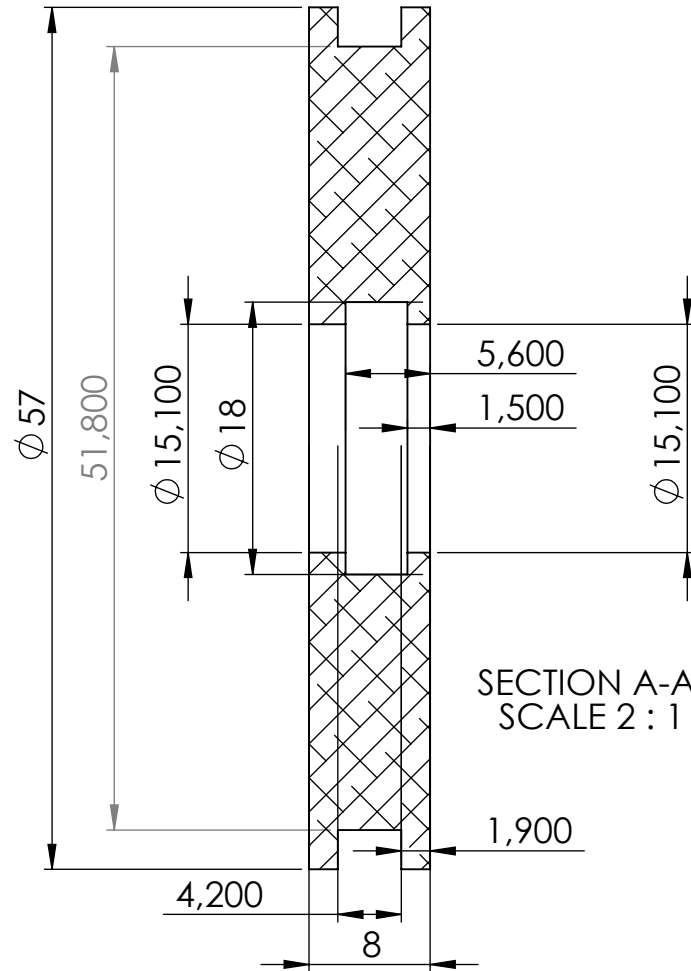
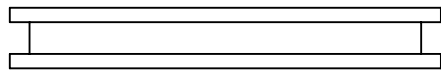
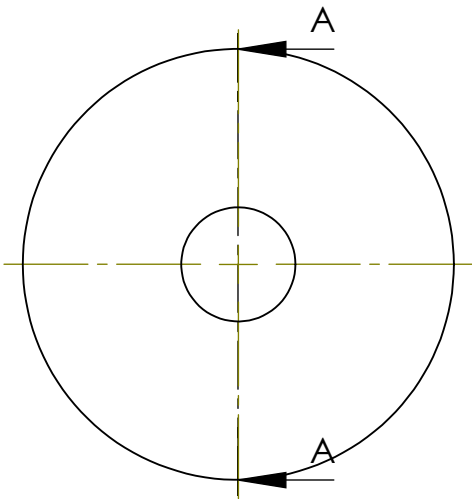
DETAIL B
SCALE 2:1

DETAIL C
SCALE 2:1



Dim tol.: ±0.2 Angle tol.: ±0.5° Radius tol.: ±0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.: 0.1-0.3

TITLE:	Version:
Stempel detailjert	1.0
	A4
Projection: ISO 128	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SCALE:1:1	SHEET 2 OF 2



Material Type:

Aluminium



Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem. (R or 45°): 0.1-0.3

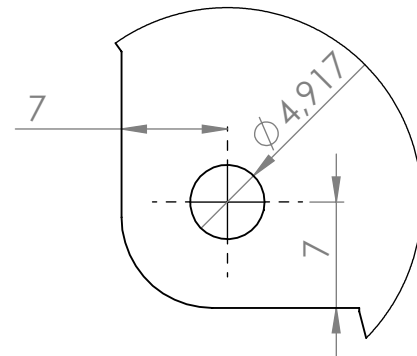
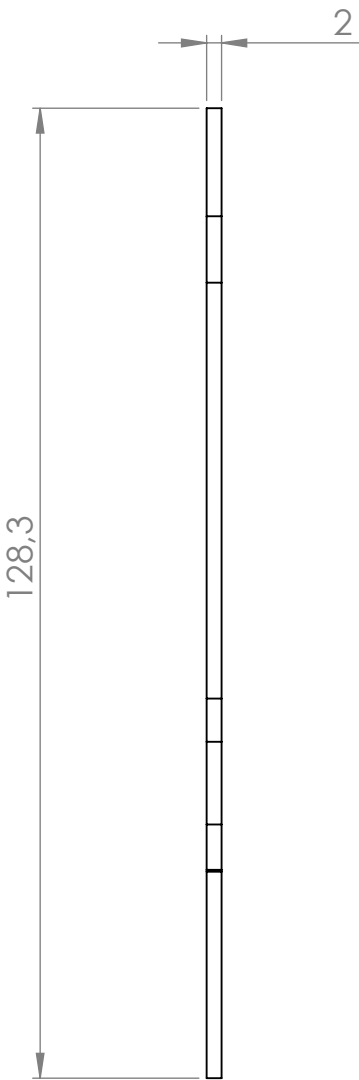
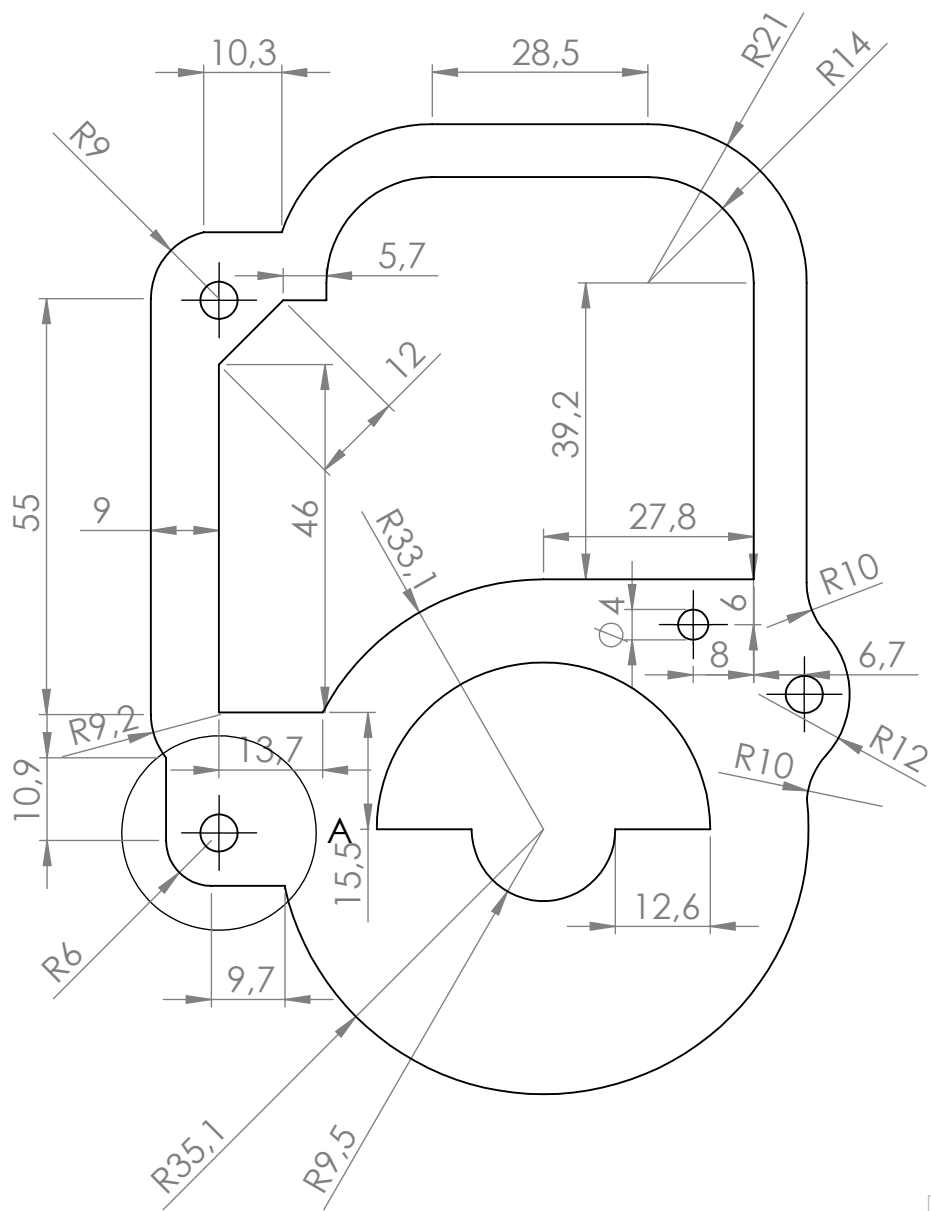
NAME	SIGNATURE	DATE	Calculated Mass: 45 g	Calculated Volum: 16806 mm ³
Designed by	Marvin Kother	24.03.11	TITLE: <h1>Sylinderlokk</h1>	Version:
Drawn by	Tommy Langen	21.05.11		1.0
Checked by				A4
Released by	SmoothShift	30.05.11		
Released for	Høgskolen i Buskerud og Kongsberg Automotive			

Projection:

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1



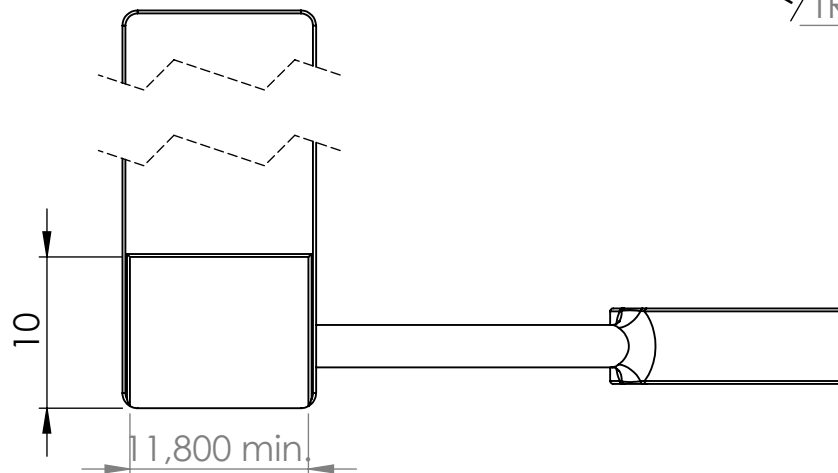
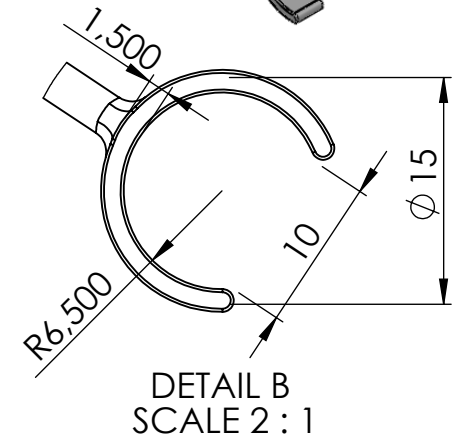
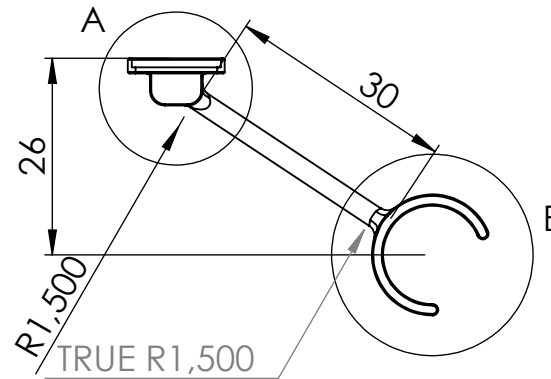
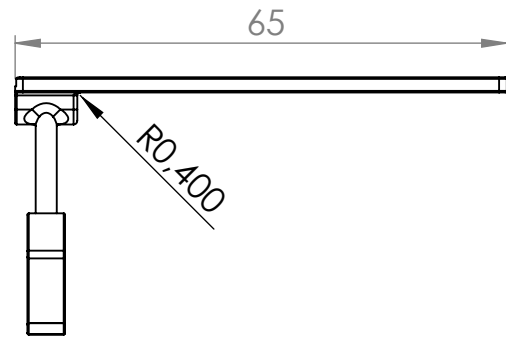
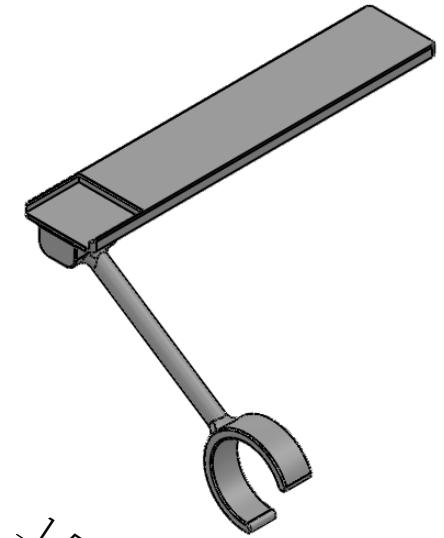
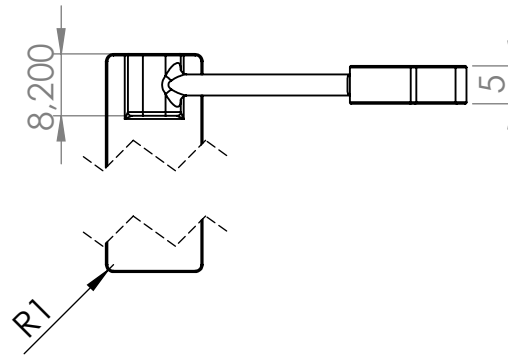
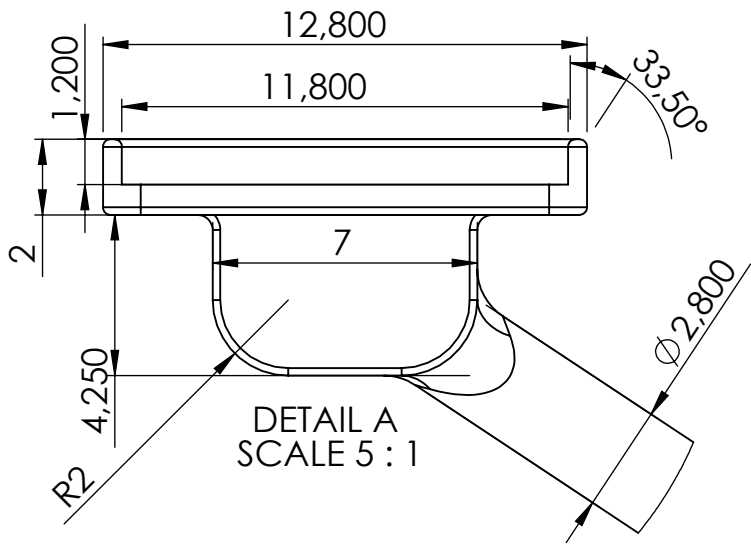
DETAIL A
SCALE 2 : 1



Material Type:
Silicon Rubber

Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem. (R or 45°): 0.1-0.3

NAME	SIGNATURE	DATE	Calculated Mass: 12.5 g	Calculated Volum: 9956 mm ³
Designed by	Tommy Langen	21.05.11	<p>TITLE:</p> <h1>Aktuator hus-pakning</h1>	Version:
Drawn by	Tommy Langen	21.05.11		1.0
Checked by				A4
Released by	SmoothShift	30.05.11		
Released for	Høgskolen i Buskerud og Kongsberg Automotive			



Material Type:

Plastic



Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.(R or 45°): 0.1-0.3

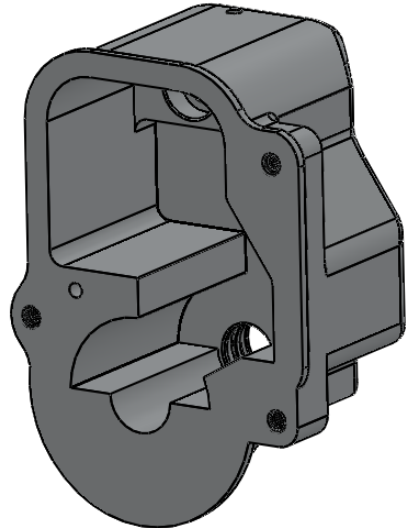
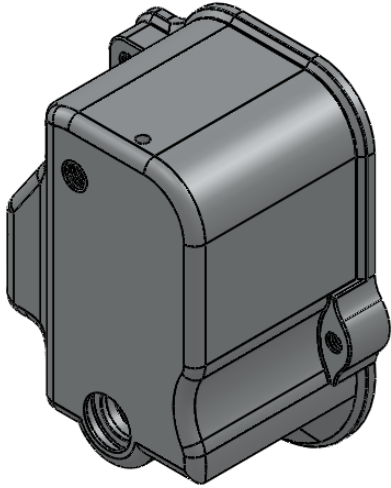
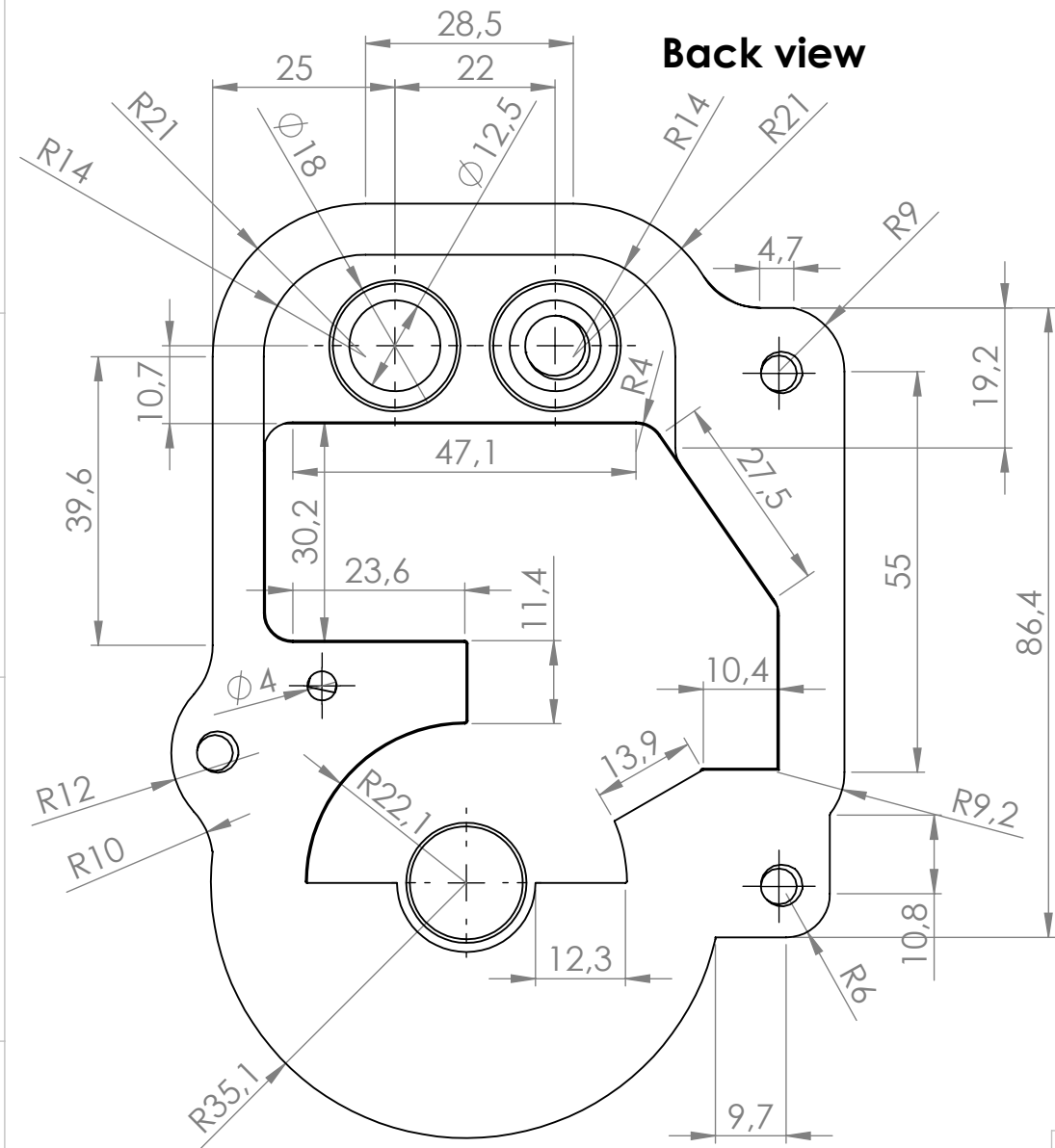
NAME	SIGNATURE	DATE	Calculated Mass: 2.5 g	Calculated Volum: 2176 mm ³
Designed by	Tommy Langen	21.05.11	TITLE: <h1>Sensorarm</h1>	Version:
Drawn by	Tommy Langen	21.05.11		1.0
Checked by				A4
Released by	SmoothShift	30.05.11		
Released for	Høgskolen i Buskerud og Kongsberg Automotive			

Projection: ISO 128

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1



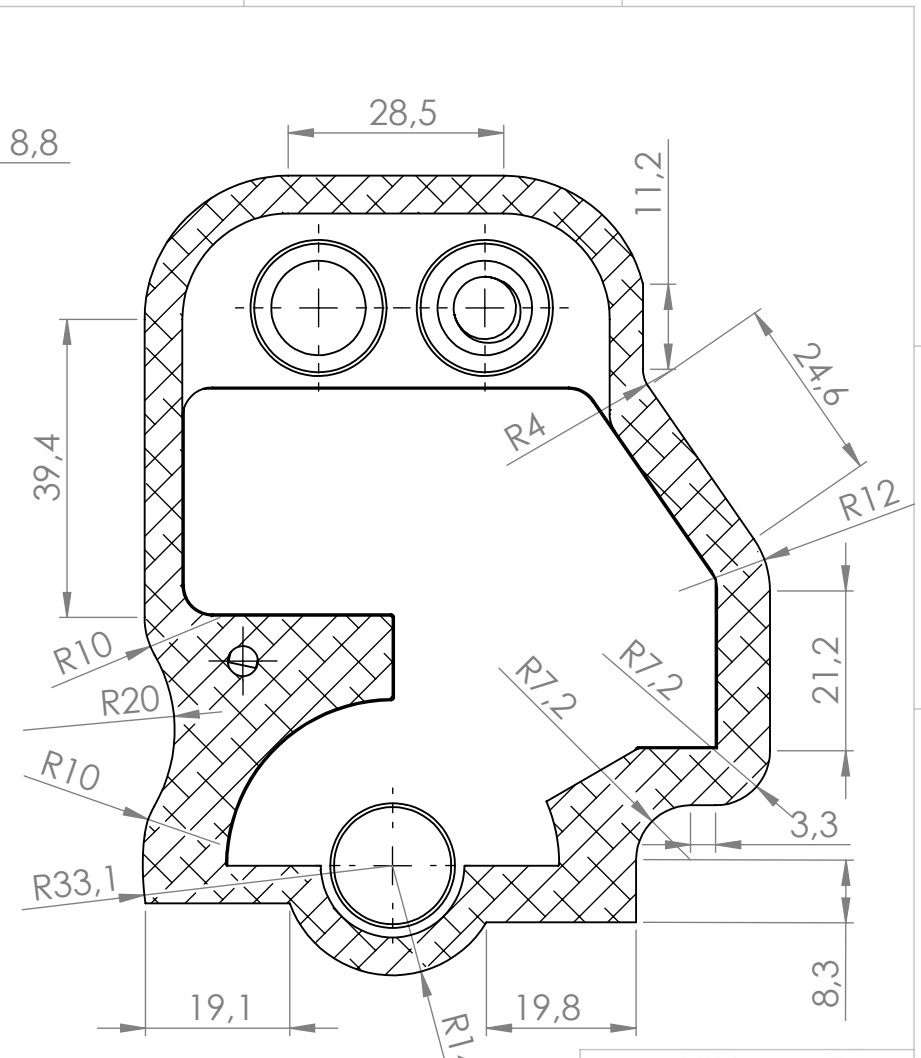
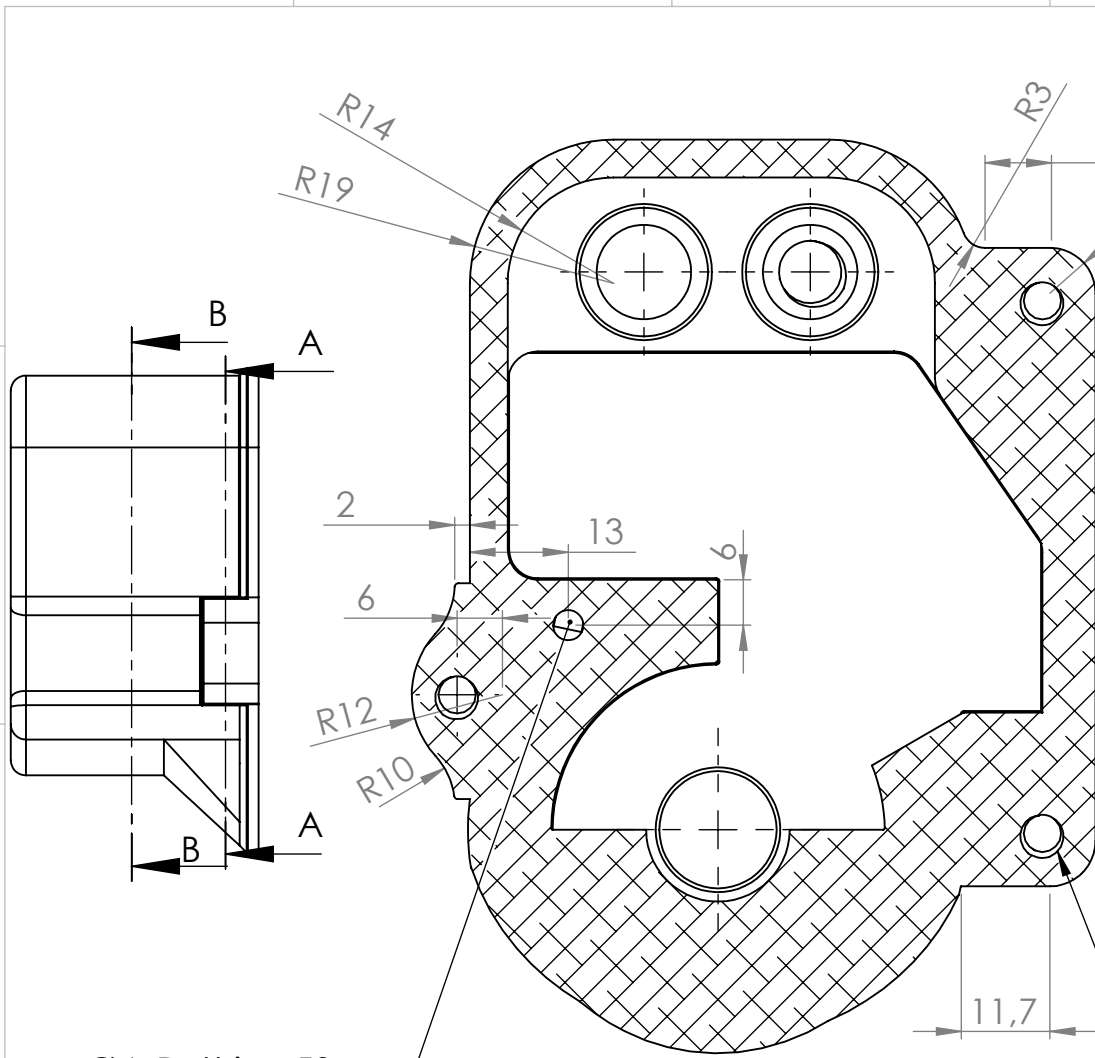
Baksiden av Fremre aktuatorhus

- Merk dette er dimensjonene for sømmen.
- Avrundingene på innsiden er R4.
- Skruerhull(3) er M6, ergo 4,917 mm hull

Material Type:	Aluminium	
----------------	-----------	--

Dim tol.: ±0.2 Angle tol.: ±0.5° Radius tol.: ±0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.(R or 45°): 0.1-0.3

NAME	SIGNATURE	DATE	Calculated Mass: 1585 g	Calculated Volum: 586980 mm ³	Version:	
Designed by	Tommy Langen	21.05.11	<p>TITLE:</p> <h1>Fremre Aktuatorhus</h1>		1.0	
Drawn by	Tommy Langen	21.05.11			A4	
Checked by						
Released by	SmoothShift	30.05.11				
Released for	Høgskolen i Buskerud og Kongsberg Automotive		Projection: ISO 128	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS	SCALE:1:1	SHEET 1 OF 5



Ø4, Rett inn 59 mm

SECTION A-A

SECTION B-B

M6



Nom dia.	Stigning	Toleranse	Stor diameter	Midtdiameter		Liten diameter	
				min mm.	maks mm.	min mm.	maks mm.
M6	1.0	6H	6.000	5.350	5.500	4.917	5.136

Dim tol.: ±0.2 Angle tol.: ±0.5° Radius tol.: ±0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.: 0.1-0.3

TITLE:

Version:

FA - Baksida

1.0

A4

Projection
ISO 128



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

SCALE:1:1

SHEET 2 OF 5

Left view

Right view

Avrunding er R4, bortsett fra et lite område lenger ned

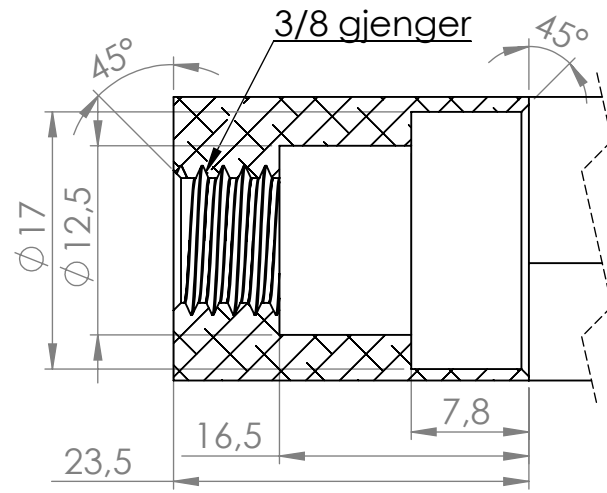
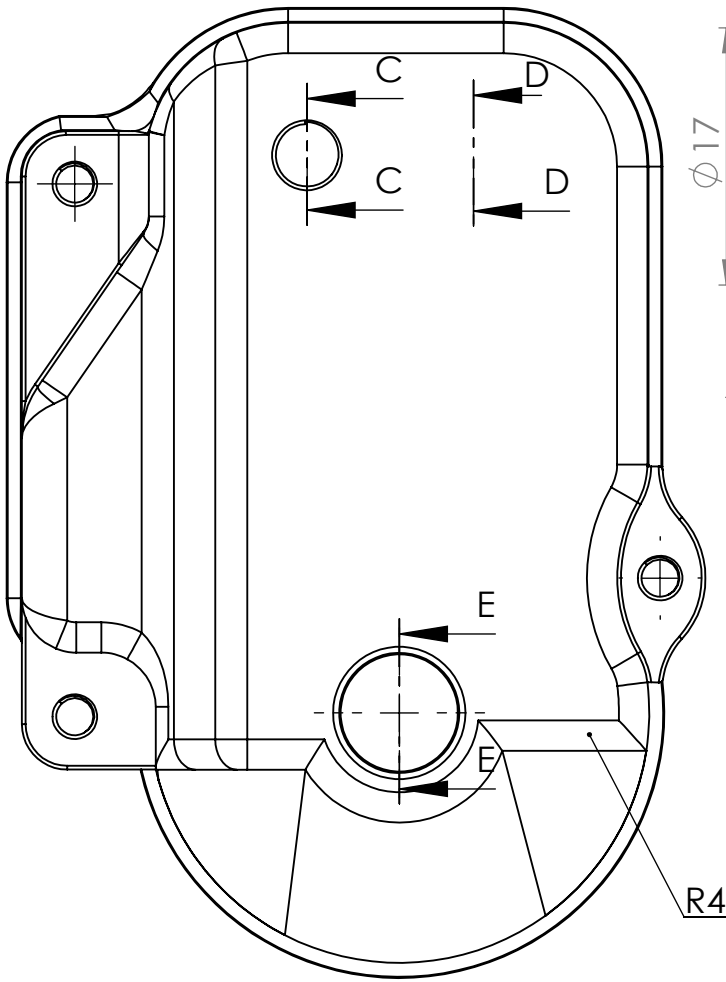
Avrunding er R5 på denne strekningen



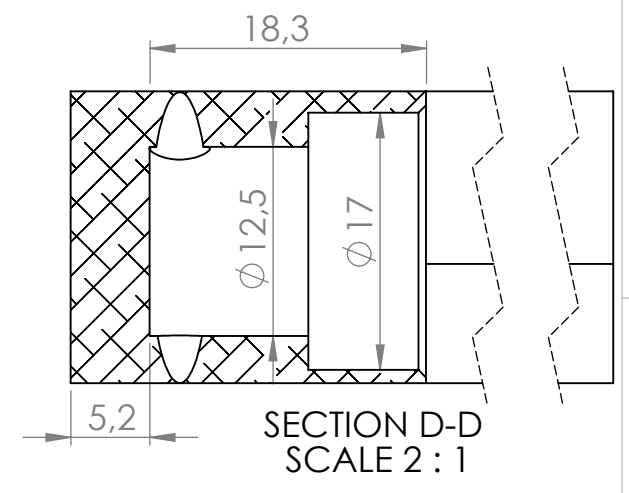
Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.: 0.1-0.3

TITLE:	Version:
FA - Venstre/Høyre side	1.0
	A4

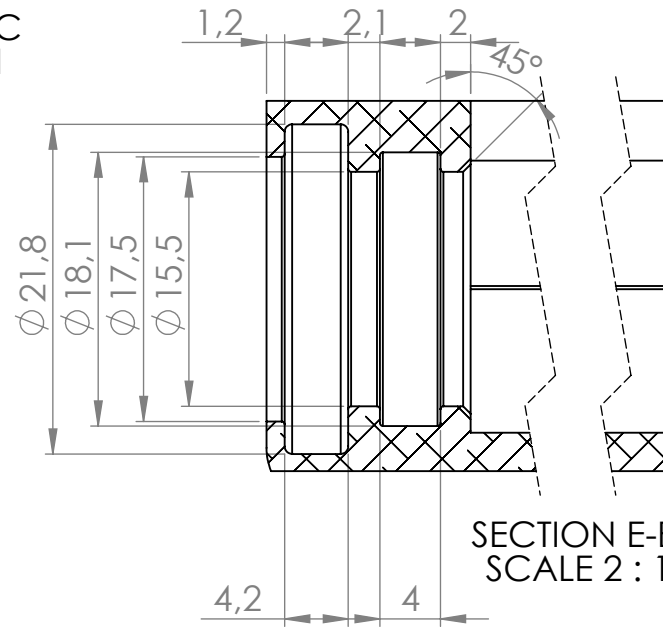
Front view



SECTION C-C
SCALE 2 : 1



SECTION D-D
SCALE 2 : 1



SECTION E-E
SCALE 2 : 1



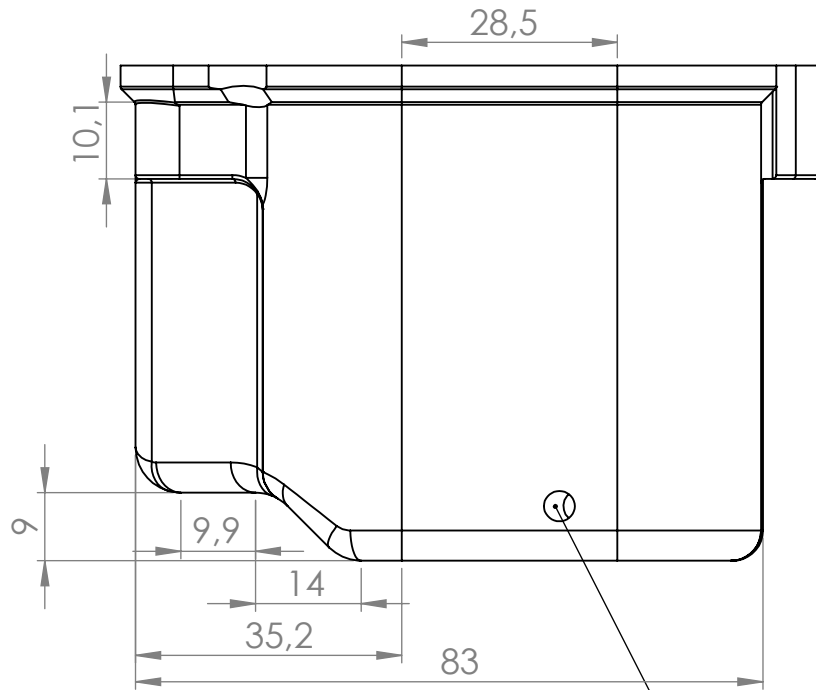
Size	Diameter inch	TPI	Root Dia.	Hex Head Size	SAE Washer ID	SAE Washer OD	SAE Washer Thickness
3/8"	0.3750	24	0,294	9/16"	13/32"	13/16"	1/16"

Dim tol.: ±0.2 Angle tol.: ±0.5° Radius tol.: ±0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.: 0.1-0.3

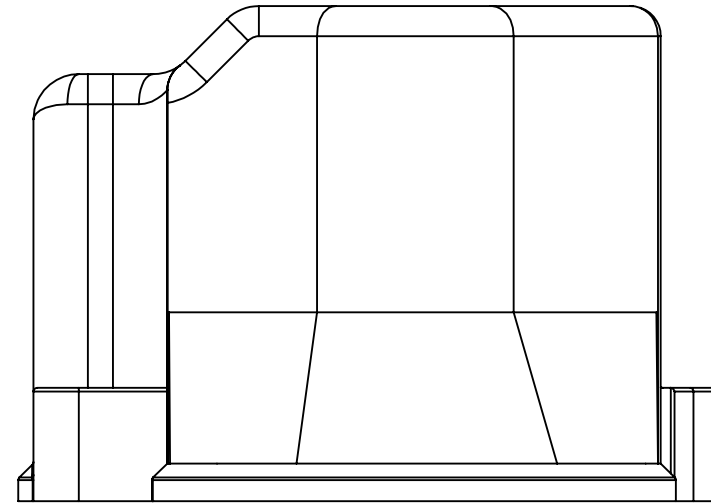
TITLE: **FA - Front** Version: **1.0**

A4

Top view



Bottom view



Bore et 4mm hull, med vinkel på 12°
(fra venstre ned mot høyre), 70,55mm dypt



Dim tol.: ± 0.2 Angle tol.: $\pm 0.5^\circ$ Radius tol.: ± 0.1 Fillet radius: 0.1-0.3 Sharp edges rem.: 0.1-0.3

TITLE:

FA - Topp
og bunn

Version:

1.0

A4

Projection
ISO 128



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

SCALE:1:1

SHEET 5 OF 5



SmoothShift

Testrapport

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

INNHALDSFORTEGNELSE

INNLEDNING	4
HENSIKTEN MED TESTRAPPORTEN	5
HVA ER TESTET	5
HVA ER IKKE TESTET	5
EVALUERING	6
TESTRAPPODKODE	6
TESTRAPPORT	7

TABELLISTE

Tabell 1: MatLab: Massestrøm	7
Tabell 2: MatLab: Stempelbevegelse	8
Tabell 3: Posisjonstest 1-2	9
Tabell 4: Posisjonstest 3-2	9
Tabell 5: Posisjonstest 2-1	10
Tabell 6: Posisjonstest 2-3	10
Tabell 7: Avlesning fra sensor	11
Tabell 8: Strekkgrensen i sylinderkammeret	11
Tabell 9: Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret	13
Tabell 10: Strekkgrensen på sylinderstanga	14
Tabell 11: Sikkerhetsfaktor i sylinderstanga	15
Tabell 12: Strekkgrensen i aktuatorhuset	16
Tabell 13: Sikkerhetsfaktor for aktuatorhuset	18
Tabell 14: Posisjonstest 1-2	19
Tabell 15: Posisjonstest 3-2	19
Tabell 16: Posisjonstest 2-1	20
Tabell 17: Posisjonstest 2-3	20
Tabell 18: Posisjonstest 1-2	21
Tabell 19: Posisjonstest 3-2	21
Tabell 20: Posisjonstest 2-1	22
Tabell 21: Posisjonstest 2-3	22
Tabell 22: MatLab: Sylinderkammer	23
Tabell 23: Posisjonstest 1-2	23
Tabell 24: Posisjonstest 2-3	24
Tabell 25: Posisjonstest 2-1	24
Tabell 26: Posisjonstest 3-2	25

FIGURLISTE

Figur 1: Til venstre er step funksjonen. Til høyre ser vi stempelbevegelsen	8
Figur 2: Strekkgrensen i sylinderkammeret	12
Figur 3: Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret	13
Figur 4: Strekkgrensen på sylinderstanga	14
Figur 5: Strekkgrensen på sylinderstanga	15
Figur 6: Strekkgrensen i aktuatorhuset	17
Figur 7: Sikkerhetsfaktor for aktuatorhuset	18

DOKUMENT HISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	26 mai 2011	Lagt opp strukturen og fylt ut testene som er gjort
0.1	27 mai 2011	La til tekst. Ferdig dokument
1.0	29 mai 2011	Oppdatering av struktur

INNLEDNING

I denne rapporten er en oversikt over de testene vi har utført og hva slags resultat testene fikk. Flere tester har feilet og måtte gjøres flere ganger.

Testene er gjort på ulike tidspunkt og er sortert etter test dato.

Resultatet på testene er varierende. Mange tester har ikke gått igjennom som godkjent. Vi evaluerer i denne rapporten hvordan testene gikk, hva slags miljø de ble testet i og resultatet på testene.

HENSIKTEN MED TESTRAPPORTEN

Testrapporten skal vise resultatet på de testene vi har gjort. Her skal vi også evaluere ting som miljø og hva som kunne vært endret på. Det er en oversikt over hva slags tester vi har gjort, og hvem vi ikke har gjort.

Rapporten skal gi et bilde av hvordan testene gikk, hva slags resultater vi fikk og hva som måtte forbedres hvis testen fikk feil.

HVA ER TESTET

Det er utført flere modultester av systemene. I riggen så er det testet at vi leser av fra sensoren, og det er gjort flere tester for å regulere sylindrestangen i riktig posisjon. Vi har gjort et par tester på den matematiske modellen. På aktuatorhuset har vi gjennomført både modelltester og systemtestene vi hadde planlagt.

HVA ER IKKE TESTET

Det er ikke utført noe systemtester på den matematiske modellen og på reguleringen. Grunnen til dette er at den matematiske modellen ikke ble helt ferdig, og at reguleringen ikke ble helt perfekt. Vi fikk et program som kan langtidsteste riggen, men hadde samtidig problemer med å brukt det. Vi har ikke gjort noe tester på en ferdig prototype, fordi den har blitt laget i gips istedenfor aluminium. Mangler også den riktige ventilen som skulle blitt brukt i prototypen.

EVALUERING

Det er gjennomført en del tester i perioden. Alle testene i de forskjellige kategoriene er testet i samme miljø med samme betingelser. Så forholdene har vært like.

Testene har vært utført over en ganske kort tidsperiode. Testene ble i stor grad påbegynt den siste perioden av prosjektet. Hadde prosjektgruppen begynt før med flere viktige deler ville tiden til å utføre flere tester vært lettere, og resultatet på testene kunne blitt bedre.

På riggen er sensoren plassert bakerst. De boltene som holder avlesningsbrikken til sensoren er for breie. Dette gjør at området å regulere på blir litt for smalt. Det er spor på den ene stangen i riggen som skal vise til at den er i gir. Ved reguleringen må vi nå stoppe helt i kanten av sporet, ellers går boltene i veggen. Det kan påvirke reguleringen litt, men satte bare målet om høy presisjon til å bli enda større. Dette er en av de tingene man kan se på siden hvis det er aktuelt å fortsette med prosjektet.

Det har vært varierende resultat på de testene vi har gjort. Når det kommer til resultatene på testene gjort av aktuatorhuset i FEM analysen, har de vært bra. Alle testene har blitt godkjent på første forsøk. Når det kommer til testene av reguleringen så har resultatene her vært en del dårligere.

TESTRAPPORTKODE

Testene er delt inn etter kode så de skal være lettere å spore opp. Testene står på formen:

TRM-01

Den første bokstaven er for å indikere at det er en test. Den andre bokstaven står for at det er en rapport kode. Den tredje bokstaven sier hva slags test det er. M står for modultest og en S står for systemtest. Tallet bak er hvilket nummer testen er utført.

TESTRAPPORT

Under følger en rekke med tabeller over de testene som er gjennomført. Flere av testene er gjort flere ganger. Testene er ført i kronologisk rekkefølge etter hvem dato de ble utført.

TRM-01 – MatLab: Massestrøm	
Testrapportkode:	TRM-01
Testnavn:	MatLab: Massestrøm
SPORBARHET	
Kravkode:	MP-02
Testkode:	TM-12
INFORMASJON	
Utført dato: 03.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	Forventer å få en realistisk massestrøm ut
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Vi får en veldig liten massestrøm. ("Flau bris")
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Ut i fra de formler og deklarererte konstanter fikk vi en for liten massestrøm.
Utbedring:	Gjennomgang av formel. Så på andre muligheter for å løse massestrømsformelen.
Godkjent:	Nei

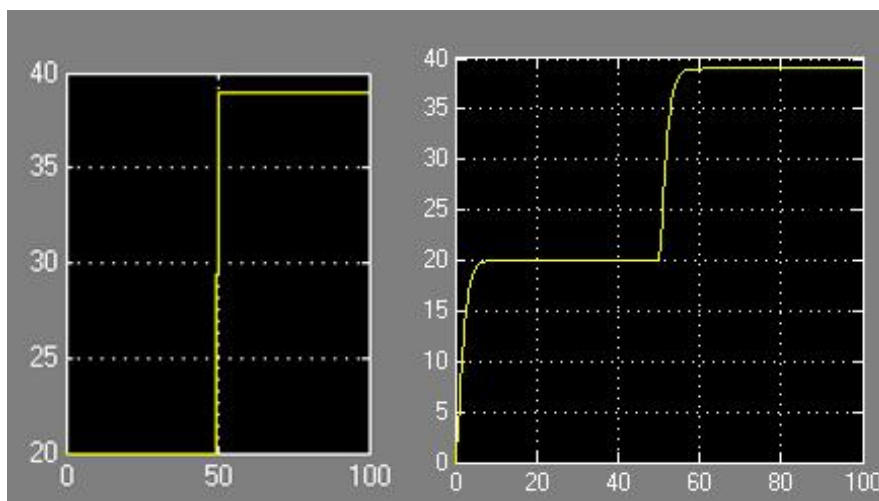
Tabell 1: MatLab: Massestrøm

TRM-02 – MatLab: Stempelbevegelse	
Testrapportkode:	TRM-02
Testnavn:	MatLab: Stempelbevegelse
SPORBARHET	
Kravkode:	MP-02
Testkode:	TM-13
INFORMASJON	
Utført dato: 03.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At stempelet stasjonierer seg rundt den fastsatte posisjonen når vi utfører et step på inngangen.
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Den la seg rundt den ønskede verdien
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	0
Feilbeskrivelse:	-
Utbedring:	-
Godkjent:	Ja

Tabell 2: MatLab: Stempelbevegelse

Kommentar

Vi kjørte inn et step som gikk fra 20 mm til 40 mm. Stempelbevegelsen har en initialverdi så den starter på null og beveger seg først opp til 20mm. Den ligger så rundt først 20mm og når det skjer et step stabiliserer den seg like under 40mm.



Figur 1: Til venstre er step funksjonen. Til høyre ser vi stempelbevegelsen

TRM-03 – Posisjonstest 1-2	
Testrapportkode:	TRM-03
Testnavn:	Posisjonstest 1-2
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-02
INFORMASJON	
Utført dato: 09.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 1 til posisjon 2 og stabiliserer seg
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Sylinderen gikk fra posisjon 1 til posisjon 3
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Sylinderstangen gikk fra posisjon 1 til posisjon 3. Den stanset ikke i midtposisjonen
Utbedring:	Bruker referanseverdien og posisjonen til å differensiere Kp.
Godkjent:	Nei

Tabell 3: Posisjonstest 1-2

TRM-04 – Posisjonstest 3-2	
Testrapportkode:	TRM-04
Testnavn:	Posisjonstest 3-2
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-03
INFORMASJON	
Utført dato: 09.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 3 til posisjon 2 og stabiliserer seg
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Sylinderen gikk fra posisjon 3 til posisjon 2
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Sylinderstangen gikk fra posisjon 3 til posisjon 1. Den stanset ikke i midtposisjonen
Utbedring:	Bruker referanseverdien og posisjonen til å differensiere Kp.
Godkjent:	Nei

Tabell 4: Posisjonstest 3-2

RM-05 – Posisjonstest 2-1	
Testrapportkode:	TRM-05
Testnavn:	Posisjonstest 2-1
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-04
INFORMASJON	
Utført dato: 09.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 2 til posisjon 1 og stabiliserer seg
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Sylinderen gikk fra posisjon 2 til posisjon 1
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Sylinderstangen gikk fra posisjon 2 til posisjon 1. Går veldig hardt på og kjører rett i veggen.
Utbedring:	Bruker referanseverdien og posisjonen til å differensiere Kp.
Godkjent:	Nei

Tabell 5: Posisjonstest 2-1

TRM-06 – Posisjonstest 2-3	
Testrapportkode:	TRM-06
Testnavn:	Posisjonstest 2-3
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-05
INFORMASJON	
Utført dato: 09.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 2 til posisjon 3 og stabiliserer seg
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Sylinderen gikk fra posisjon 2 til posisjon 3
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Sylinderstangen gikk fra posisjon 2 til posisjon 3. Går veldig hardt på og kjører rett i veggen.
Utbedring:	Bruker referanseverdien og posisjonen til å differensiere Kp.
Godkjent:	Nei

Tabell 6: Posisjonstest 2-3

TRM-07 – Avlesning fra sensor	
Testrapportkode:	TRM-07
Testnavn:	Avlesning fra sensor
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-05
Testkode:	TM-06
INFORMASJON	
Utført dato: 11.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At vi mottar posisjonen fra sensoren.
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Vi fikk opp alle verdiene i debugger vindu, uansett hvem posisjon sensoren ble satt til.
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	0
Feilbeskrivelse:	-
Utbedring:	-
Godkjent:	Nei

Tabell 7: Avlesning fra sensor

TRM-08 – Strekkgrensen i sylinderkammeret	
Testrapportkode:	TRM-08
Testnavn:	Strekkgrensen i sylinderkammeret
SPORBARHET	
Kravkode:	FS-01
Testkode:	TM-07
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Tommy
Forventet resultat:	Strekkfastheten er under materialets strekkgrense
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Strekkfastheten er 50 % under materialets strekkgrense
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	0
Feilbeskrivelse:	-
Utbedring:	-
Godkjent:	Ja

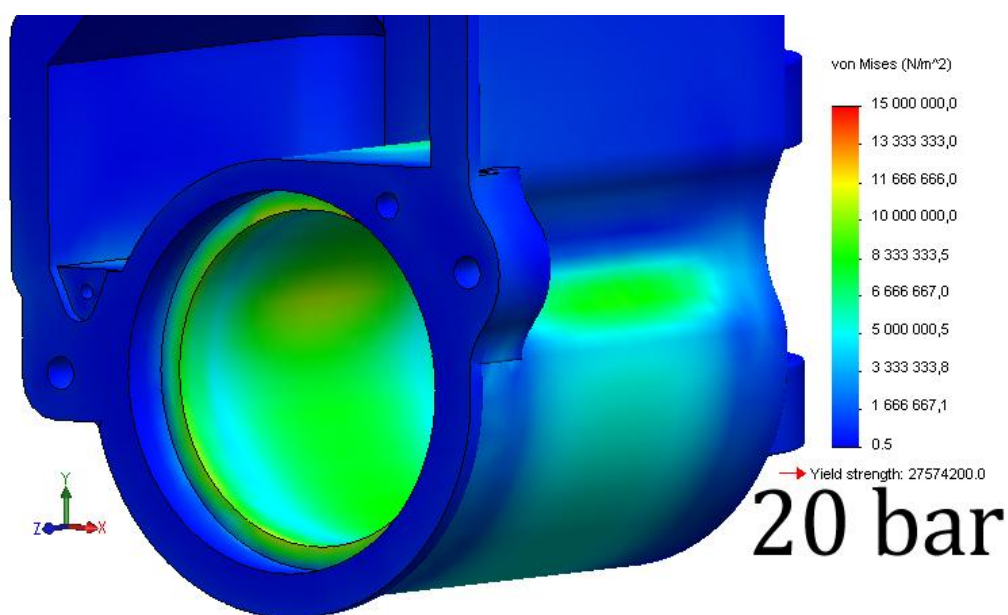
Tabell 8: Strekkgrensen i sylinderkammeret

Kommentar

Strekkgrensen (Yield Strength) er et uttrykk for når materialet begynner å deformere seg plastisk. Altså at det skjer en deformasjon, og konstruksjonen ikke går tilbake til sin originale form. Materialet som vi bruker (1060 Alloy) har en strekkgrense på 275,74 MPa.

Ut i fra FEM analysen ser vi at den største kraften når opp til 150 MPa. Men andre ord så er det under strekkgrensen. Dette er bra, for da vet vi at det ikke vil oppstå varig deformasjon i aktuatorhuset når den blir brukt på riktig måte.

Vi har brukt 20 bar etter ønske fra arbeidsgiver. Ønsket var at test-trykket burde være en del høyere enn arbeidsområdet.



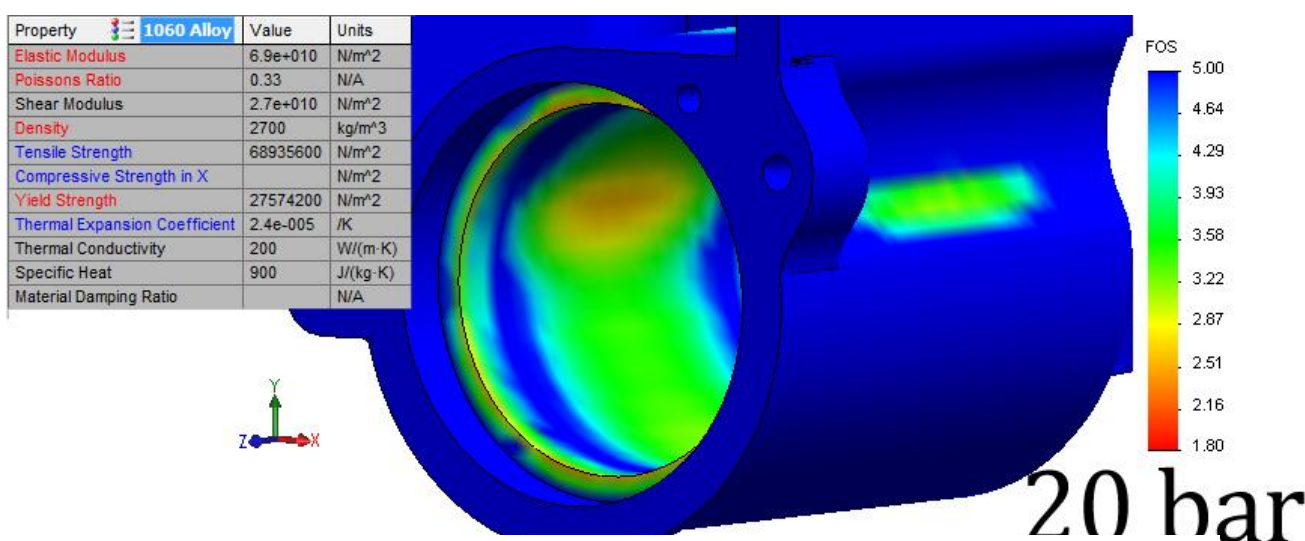
Figur 2: Strekkgrensen i sylinderkammeret

TRM-09 – Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret	
Testrapportkode:	TRM-09
Testnavn:	Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret
SPORBARHET	
Kravkode:	FS-01
Testkode:	TM-08
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Tommy
Forventet resultat:	Sikkerhetsfaktor over 1
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Sikkerhetsfaktor på 1,8
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	0
Feilbeskrivelse:	-
Utbedring:	-
Godkjent:	Ja

Tabell 9: Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret

Kommentar

Sikkerhetsfaktorer (Factor of Safety) er en benevning som forteller oss hvor mye over den teoretiske holdbarheten modellen er på. Ved en sikkerhetsfaktor på 1 holder den akkurat. 0,9 så vil den teoretisk sett bli ødelagt. En FoS på 2 tåler dobbelt så mye kraft enn hva modellen er designet for. Det er viktig å ha en høy sikkerhetsfaktor, for det er noen uforutsette faktorer som kan spille inn. Faktorer som dårlig kvalitet på materialet, feil FEM analyse, og omgivelsesfaktorer som ikke er tatt i betraktning (for eksempel varmeeksponering). Med de samme kreftene og låsningene som i forrige analyse, og med et trykk på 20 bar, får vi en sikkerhetsfaktor på 1,8 på det mest utsatte stedet. Dette er en veldig akseptabel verdi, med tanke på at vi har satt på et veldig høyt trykk, samt FoS er på nesten 2.



Figur 3: Sikkerhetsfaktor i sylinderkammeret

TRM-10 – Strekkgrensen på sylindrstanga	
Testrapportkode:	TRM-10
Testnavn:	Strekkgrensen på sylindrstanga
SPORBARHET	
Kravkode:	FS-01
Testkode:	TM-09
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Tommy
Forventet resultat:	Strekkfastheten er under materialets strekkgrense
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Strekkfastheten er under materialets strekkgrense
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	0
Feilbeskrivelse:	-
Utbedring:	-
Godkjent:	Ja

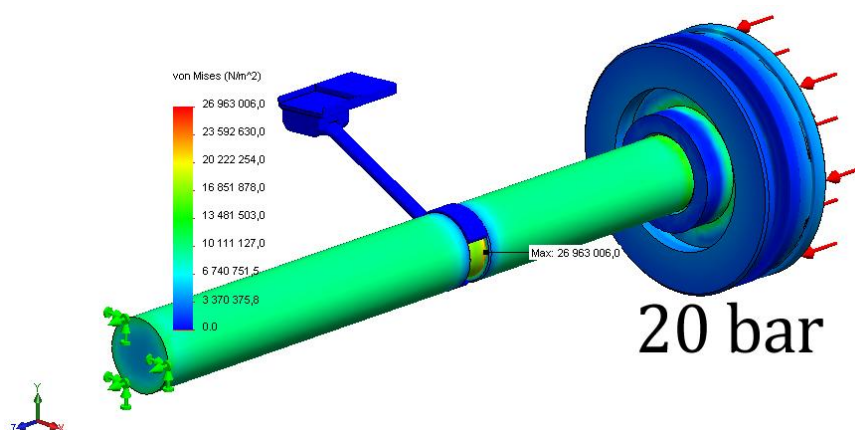
Tabell 10: Strekkgrensen på sylindrstanga

Kommentar

Sylindrstanga er også en av delene som blir utsatt for ekstra mye krefter, så det kreves at det ikke vil oppstå defekter i denne delen. Materialet er satt til å være det samme som resten av huset. Altså 1060 Alloy med en strekkgrense på 275,74 MPa. Sensorarmen er tatt med på grunn av at kontakten til armen vil kunne gi en liten støtte til sporet i stempelstanga hvis denne skulle deformere seg. Armen er laget i PA Type 6, en plastikk med høy styrke.

Pakningene er ikke tatt med i analysen for å gjøre simulasjonen enklere, samt pakningene vil ikke utgjøre noe stor forskjell på kalkulasjonene.

Ikke uventet er det størst belastning i sporet til sensorarmen. Dette punktet er det tynneste punktet på stempelstanga, pluss at en brå form fører til høyere utsettelse for krefter. En design forbedring er å gjøre de brå hjørnene mer runde. Men et rundere spor vil gjøre at neste mellom stanga og sensorarmen blir dårligere og kan hoppe ut av sporet.



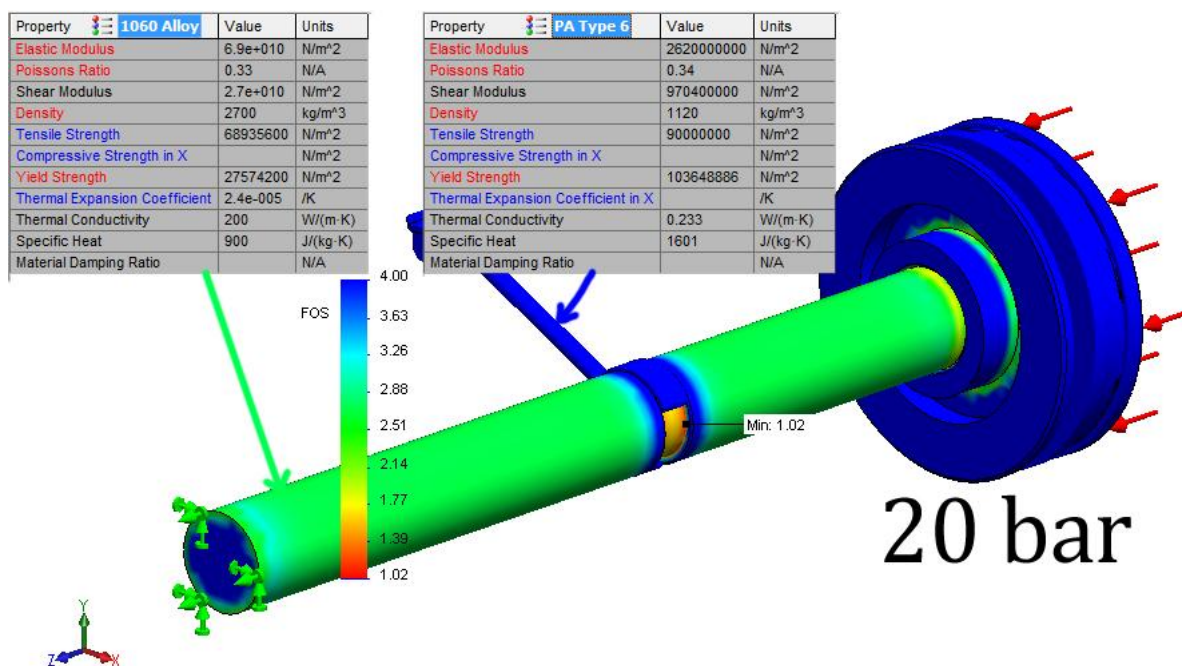
Figur 4: Strekkgrensen på sylindrstanga

TRM-11 – Sikkerhetsfaktor i sylindrestanga	
Testrapportkode:	TRM-11
Testnavn:	Sikkerhetsfaktor i sylindrestang
SPORBARHET	
Kravkode:	FS-01
Testkode:	TM-10
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Tommy
Forventet resultat:	Sikkerhetsfaktor over 1
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Sikkerhetsfaktor på 1,02
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	0
Feilbeskrivelse:	-
Utbedring:	-
Godkjent:	Ja

Tabell 11: Sikkerhetsfaktor i sylindrestanga

Kommentar

Når vi ser på sikkerhetsfaktor er den på grensen til akseptabelt. Den er over 1, så den skal teoretisk holde i et tilfelle hvor det er påført 20 bar (som er en del høyere enn arbeidsområdet). Derfor velger vi å ha designet slik som det er. For 20 bar er egentlig ikke noe som skal skje, men kan skje ved en feil i systemet. Og med tanke på at arbeidsområdet er på under 9 bar, vil denne utformingen av sylindrestanga være godt nok designet.



Figur 5: Strekkgrensen på sylindrestanga

TRS-12 – Strekkgrensen i aktuatorhuset	
Testrapportkode:	TRS-12
Testnavn:	Strekkgrensen i aktuatorhuset
SPORBARHET	
Kravkode:	FS-01
Testkode:	TS-02
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Tommy
Forventet resultat:	Strekkfastheten er under materialets strekkgrense
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Strekkfastheten er under materialets strekkgrense
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	0
Feilbeskrivelse:	-
Utbedring:	-
Godkjent:	Ja

Tabell 12: Strekkgrensen i aktuatorhuset

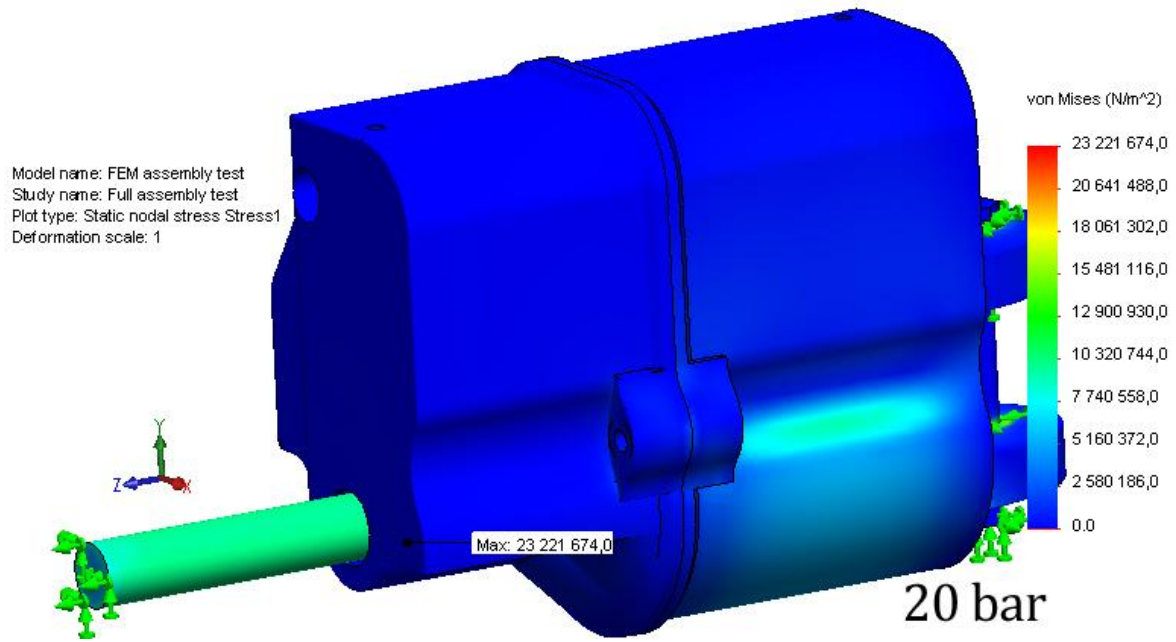
Kommentar

Dette er testen hvor hele systemet er tatt i betraktning. Ved å kjøre analyse på de individuelle delene får vi en mer nøyaktig og enklere kalkulasjon. Med en analyse på hele systemet kan vi se om del-analysene er gode og ganske like. Er de ikke like, har vi glemt noe eller satt på feil krefter og andre relasjoner. Her ser det ut til at alt stemmer. Men vi vil likevel forklare kort om resultatene.

Vi har låst punktene for bolten som skal feste aktuatorhuset til det området det skal jobbe i, samt enden av stempelstanga for å simulere feste til girgaffelen. Trykket er plassert på to steder. 20 bar på stempelet, og 20 bar på sylinderveggen.

Vi ser også her at punktet som blir utsatt for mest spenning er sporet til sensorarmen. Den er litt lavere enn i den mer spesifikke analysen av sensorstanga.

Dette fører jo også til at sikkerhetsfaktoren er litt høyere. På bildet ser vi ikke sporet, men det er et notat der som viser hvor stor spenningen er.



Figur 6: Strekkgrænsen i aktuatorhuset

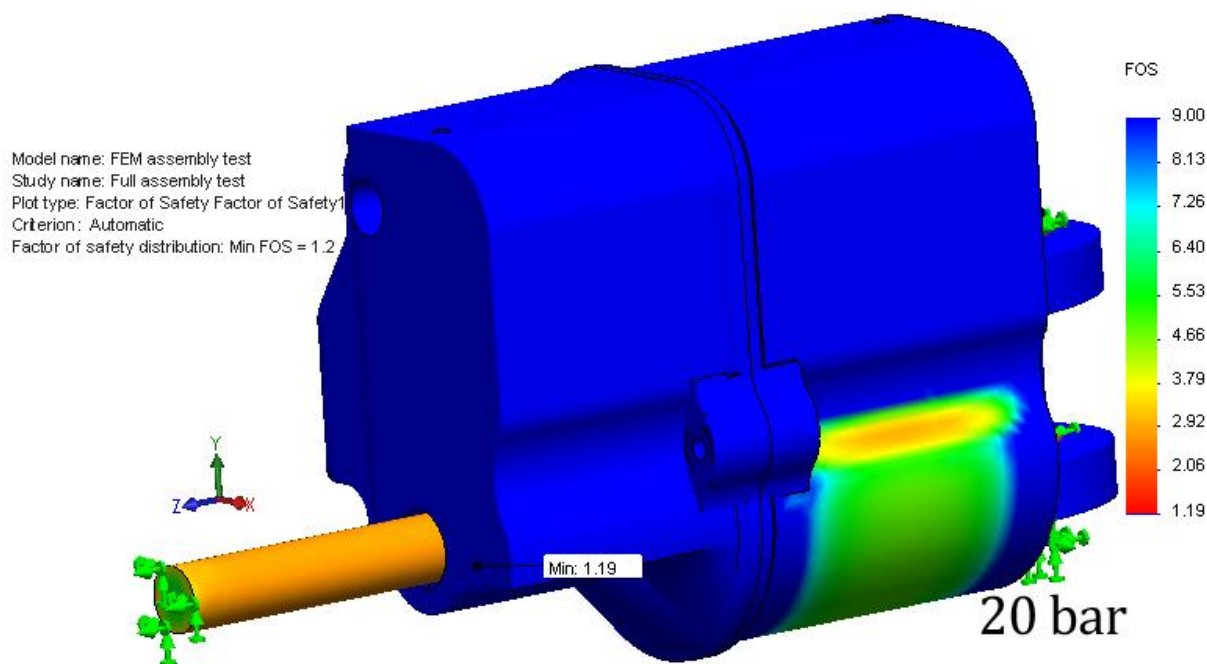
TRS-13 – Sikkerhetsfaktor for aktuatorhuset	
Testrapportkode:	TRS-13
Testnavn:	Sikkerhetsfaktor for aktuatorhuset
SPORBARHET	
Kravkode:	FS-01
Testkode:	TS-03
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Tommy
Forventet resultat:	Sikkerhetsfaktor over 1
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Sikkerhetsfaktor på 1,19
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	0
Feilbeskrivelse:	-
Utbedring:	-
Godkjent:	Ja

Tabell 13: Sikkerhetsfaktor for aktuatorhuset

Kommentar

Ut i fra resultatene i fra forrige test, er ikke resultatene for sikkerhetsfaktoren overraskende. Sikkerhetsfaktoren er over 1, som er bra. Som vi har sett tidligere, er det knekken i sylindrestanga som er det svakeste punktet i designet.

Som en siste konklusjon kan vi konkludere med at designet er solid nok til den jobben den skal gjøre.



Figur 7: Sikkerhetsfaktor for aktuatorhuset

TRM-14 – Posisjonstest 1-2	
Testrapportkode:	TRM-14
Testnavn:	Posisjonstest 1-2
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-02
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 1 til posisjon 2 og stabilisere seg
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Sylinderen stod fast i samme posisjon, uansett referanse verdi.
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	2
Feilbeskrivelse:	Skjedde ingen ting. Trøbbel med å bruke referanseverdien for å differensiere Kp.
Utbedring:	Gjort om koden. Bruker error i stede for referanse til å differensiere Kp
Godkjent:	Nei

Tabell 14: Posisjonstest 1-2

TRM-15 – Posisjonstest 3-2	
Testrapportkode:	TRM-15
Testnavn:	Posisjonstest 3-2
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-03
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 3 til posisjon 2 og stabilisere seg
Test nummer:	2
Faktisk resultat:	Sylinderen stod fast i samme posisjon, uansett referanse verdi.
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Skjedde ingen ting. Trøbbel med å bruke referanseverdien for å differensiere Kp.
Utbedring:	Gjort om koden. Bruker error i stede for referanse til å differensiere Kp
Godkjent:	Nei

Tabell 15: Posisjonstest 3-2

TRM-16 – Posisjonstest 2-1	
Testrapportkode:	TRM-16
Testnavn:	Posisjonstest 2-1
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-04
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 2 til posisjon 1 og stabiliserer seg
Test nummer:	2
Faktisk resultat:	Sylinderen stod fast i samme posisjon, uansett referanse verdi.
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Skjedde ingen ting. Trøbbel med å bruke referanseverdien for å differensiere Kp.
Utbedring:	Gjort om koden. Bruker error i stede for referanse til å differensiere Kp
Godkjent:	Nei

Tabell 16: Posisjonstest 2-1

TRM-17 – Posisjonstest 2-3	
Testrapportkode:	TRM-17
Testnavn:	Posisjonstest 2-3
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-05
INFORMASJON	
Utført dato: 12.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 2 til posisjon 3 og stabiliserer seg
Test nummer:	2
Faktisk resultat:	Sylinderen stod fast i samme posisjon, uansett referanse verdi.
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Skjedde ingen ting. Trøbbel med å bruke referanseverdien for å differensiere Kp.
Utbedring:	Gjort om koden. Bruker error i stede for referanse til å differensiere Kp
Godkjent:	Nei

Tabell 17: Posisjonstest 2-3

TRM-18 – Posisjonstest 1-2	
Testrapportkode:	TRM-18
Testnavn:	Posisjonstest 1-2
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-02
INFORMASJON	
Utført dato: 16.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindren skal gå fra posisjon 1 til posisjon 2 og stabiliserer seg
Test nummer:	3
Faktisk resultat:	Sylindren stanser i nærheten av riktig posisjon. Men gjør et overskyt. Hurtigheten er OK
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	2
Feilbeskrivelse:	Overskyten før den stabiliserer seg er for høy. Stanser også et par millimeter unna referanseverdien.
Utbedring:	Gjort om koden. Lagt opp til å bruke hastighetsfilter og integralverdi.
Godkjent:	Nei

Tabell 18: Posisjonstest 1-2

TRM-19 – Posisjonstest 3-2	
Testrapportkode:	TRM-19
Testnavn:	Posisjonstest 3-2
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-03
INFORMASJON	
Utført dato: 16.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindren skal gå fra posisjon 3 til posisjon 2 og stabiliserer seg
Test nummer:	3
Faktisk resultat:	Sylindren stanser i nærheten av riktig posisjon. hurtigheten er OK
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Stanser et par millimeter unna referanseverdien.
Utbedring:	Gjort om koden. Lagt opp til å bruke hastighetsfilter og integralverdi.
Godkjent:	Nei

Tabell 19: Posisjonstest 3-2

TRM-20 – Posisjonstest 2-1	
Testrapportkode:	TRM-20
Testnavn:	Posisjonstest 2-1
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-04
INFORMASJON	
Utført dato: 16.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 2 til posisjon 1 og stabiliserer seg
Test nummer:	3
Faktisk resultat:	Sylindere stanser i nærheten av riktig posisjon. Hurtigheten er OK
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Stanser et par millimeter unna referanseverdien.
Utbedring:	Gjort om koden. Lagt opp til å bruke hastighetsfilter og integralverdi.
Godkjent:	Nei

Tabell 20: Posisjonstest 2-1

TRM-21 – Posisjonstest 2-3	
Testrapportkode:	TRM-21
Testnavn:	Posisjonstest 2-3
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-05
INFORMASJON	
Utført dato: 16.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 2 til posisjon 3 og stabiliserer seg
Test nummer:	3
Faktisk resultat:	Sylindere stanser i nærheten av riktig posisjon. Overskyten er litt høy. Går i veggen. Hurtigheten er OK
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Stanser et par millimeter unna referanseverdien. Overskyten er for høy så bolten til sensorfestet går i veggen.
Utbedring:	Gjort om koden. Lagt opp til å bruke hastighetsfilter og integralverdi.
Godkjent:	Nei

Tabell 21: Posisjonstest 2-3

TRM-22 – MatLab: Sylinderkammer	
Testrapportkode:	TRM-22
Testnavn:	MatLab: Sylinderkammer
SPORBARHET	
Kravkode:	MP-02
Testkode:	TM-08
INFORMASJON	
Utført dato: 17.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At kraften ut fra sylinderkammeret ligger i underkant av 900 N
Test nummer:	1
Faktisk resultat:	Verdien som kommer ut er lineær og stadig økende. Den bare øker i det uendelige.
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Kraften skulle stoppen rundt 900 N men bare fortsetter i en lineær bevegelse i det uendelige.
Utbedring:	Jobbet med å utbedre leddet ω . Dette leddet forestiller ventilåpningen og skal lukke seg når posisjonen er oppnådd.
Godkjent:	Nei

Tabell 22: MatLab: Sylinderkammer

TRM-23 – Posisjonstest 1-2	
Testrapportkode:	TRM-23
Testnavn:	Posisjonstest 1-2
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-02
INFORMASJON	
Utført dato: 25.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylinderen skal gå fra posisjon 1 til posisjon 2 og stabiliserer seg
Test nummer:	4
Faktisk resultat:	Overskyten er for høy, men drar seg tilbake og stopper presist i posisjonen
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	For høy overskyt
Utbedring:	-
Godkjent:	Nei

Tabell 23: Posisjonstest 1-2

TRM-24 – Posisjonstest 2-3	
Testrapportkode:	TRM-24
Testnavn:	Posisjonstest 2-3
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-05
INFORMASJON	
Utført dato: 25.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 2 til posisjon 3 og stabiliserer seg
Test nummer:	4
Faktisk resultat:	Beveger seg litt ustabil til posisjonen. Men presisjonen er veldig nøyaktig
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	2
Feilbeskrivelse:	Litt treg og litt mye overskyt før den blir trukket tilbake til posisjonen
Utbedring:	-
Godkjent:	Nei

Tabell 24: Posisjonstest 2-3

TRM-25 – Posisjonstest 2-1	
Testrapportkode:	TRM-25
Testnavn:	Posisjonstest 2-1
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-04
INFORMASJON	
Utført dato: 25.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At sylindere skal gå fra posisjon 1 til posisjon 2 og stabiliserer seg
Test nummer:	4
Faktisk resultat:	Beveger seg litt ustabil til posisjonen. Men presisjonen er veldig nøyaktig
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	1
Feilbeskrivelse:	Jevn og fin bevegelse. Litt treg
Utbedring:	-
Godkjent:	Nei

Tabell 25: Posisjonstest 2-1

TRM-26 – Posisjonstest 3-2	
Testrapportkode:	TRM-26
Testnavn:	Posisjonstest 3-2
SPORBARHET	
Kravkode:	FP-04
Testkode:	TM-03
INFORMASJON	
Utført dato: 25.05.2011	Ansvarlig: Fredrik
Forventet resultat:	At cylinderen skal gå fra posisjon 3 til posisjon 2 og stabiliserer seg
Test nummer:	4
Faktisk resultat:	Beveger seg fint ned i posisjonen. Stopper veldig eksakt.
FEILRAPPORT	
Antall Feil:	0
Feilbeskrivelse:	-
Utbedring:	-
Godkjent:	Ja

Tabell 26: Posisjonstest 3-2



SmoothShift

Etteranalyse

30.05.2011

Navn

Fredrik-André Lund
Tommy Langen
Marvin Kother

Signatur

INNHALDSFORTEGNELSE

INNLEDNING	3
MÅLOPPFYLLELSE	4
2.1 Prosjektresultat	4
2.1.1 Aktuatorhuset.....	4
2.1.2 Mikrokontrolleren	5
2.1.3 LabView og Matlab	6
2.2 Virkelige kostnader.....	6
2.3 Evaluering av produktet	7
PROSJEKTETS GJENNOMFØRING.....	8
3.1 Arbeidsmetoder	8
3.2 Samarbeid i gruppa	8
3.3 Administrasjon av prosjektet	9
KONKLUSJON	9

TABELLISTE

Tabell 1: Utgifter.....	7
-------------------------	---

DOKUMENT HISTORIE

Versjon	Dato	Anmerkning
0.0	12 mai 2011	Laget disposisjonen til dokumentet, la opp til en struktur
0.1		
0.2	27 mai 2011	Lagt til det meste
0.3	28 mai 2011	Rettskrivning og oppdatering av oppsett
1.0	29 mai 2011	Siste gjennomgang av dokumentet

AKRONYM

KA – Kongsberg Automotive

AMT – Automatic Manuel Transmition

μC - Mikrokontroller

INNLEDNING

Dette dokumentet skal evaluere resultatet av prosjektet. Studentene skal se tilbake på tiden og evaluere både resultatet av produktet og prosessen de har vært i gjennom.

Det ferdige produktet skal vurderes ut i fra funksjon i forhold til målet, ut i fra utførelsen og tekniske løsninger, samt dokumentasjonen rundt det hele. Vurderingen av prosjektgruppen skjer på grunnlag av arbeidsinnsats, fleksibilitet, administrasjonen av prosjektet og gruppens evne til å samarbeide.

Prosjektoppgaven gikk ut på å lage et girskiftesystem til en AMT girkasse. En AMT girkasse er en manuell girkasse hvor alle girskifter blir gjort automatisk av pneumatiske sylindre. Et reguleringsystem skal programmeres og styre en ventil. Vår oppdragsgiver, Kongsberg Automotive, ønsker seg en trinnløs regulering av systemet. Det vil bli brukt en sensor for å lese av posisjonen til sylindren.

Ved å bruke elektronisk styrte ventiler, posisjonssensor og et reguleringsystem ønsket vi å oppnå en jevnere og mer presis styring av systemet enn den som finnes fra før. Vi vil prøve å unngå hakkete girskifte og at stempelet stopper før den treffer endeveggen.

Oppgaven vi fikk har vært spennende og utfordrende å jobbe med. Hovedoppgaven har gitt oss et innblikk i hvor kompleks et system kan være når man jobber med det helt fra grunnen av. I startfasen, da det meste var litt diffust, hadde vi god selvtillit at vi skulle klare dette. Men etter å ha mistet ekstra kompetanse i gruppa, samt forstå hvor dypt vi skulle gå i dette, forsto vi at dette kom til å bli en utfordrende oppgave. Når man deler opp et stort problem i mindre deler, blir det fort mye enklere å overkomme de vanskelige hindringene.

MÅLOPPFYLLELSE

Dette kapitlet tar for seg resultatet av hovedprosjektet. Her har vi evaluert produktet vi har utviklet gjennom prosjektets gang, samt sett litt på utgiftene bedriften har hatt gjennom denne perioden, med tanke på produktet vi har jobbet frem.

2.1 Prosjektresultat

I prosjektbeskrivelsen står det at oppdragsgiver lurer på om problemstillingen vi fikk, kunne løses. Med andre ord kan det kalles en suksess selv om det ikke blir et produkt som er fullstendig ferdig. Prosjektgruppa gikk inn for å gi oppdragsgiver et positivt resultat på problemstillingen. Om ikke ferdig, ha et produkt som kan videreutvikles.

Vi skulle gjerne ønsket å fått et mer fullkommet produkt, samt mer tid til å løse. Underveis støttet gruppa på hindringer og uforutsigbare problemer som fort ble større enn hva vi hadde beregnet. Det oppstod også mange uforutsigbare problemer. Eksempler på dette er at designet av aktuatorhuset ble gjort mer detaljert enn beregnet, eksterne deler forandret størrelse og form, samt at vi ofte måtte endre på designet grunnet ønske fra ekstern veileder.

Det så litt mørkt ut midt i prosessen. Finne løsninger på hvordan vi skulle lage en matematisk korrekt modell av reguleringen, selve programmeringen av reguleringen, og de forskjellige utfordringene i aktuatorhuset, var noe vi aldri så ende på. Men mot slutten av arbeidsperioden klarte vi å komme et godt stykke på vei mot et ferdig produkt. Mye jobbing og forandring på riggen gav resultater.

Det ble jobbet ekstra mye mot slutten. Gruppemedlemmene tok ekstra fag, samt tok opp eksamen i enkelte fag, som førte til at det ble mindre tid til dette prosjektet. Med i siste del av semesteret var vi ferdig med de andre fagene, som førte til at vi kunne fokusere på hovedoppgaven.

2.1.1 Aktuatorhuset

Aktuator huset har forandret seg utrolig mye under hele prosessen. Det ble investert mer tid i utforming av aktuatorhuset enn vi hadde antatt. Grunnen til dette var bl.a. at vi hele tiden måtte høre med ekstern veileder om han ville godkjenne endringene vi hadde gjort, og om vi hadde oppnådd det han hadde ønsket seg. Til tider tok det også en stund før vi fikk tilbakemelding, grunnet ekstern veileder var opptatt med andre ting. Da vi ikke alltid kunne få svar på dette med en gang ble det ofte litt venting før designet kunne fortsette. Mens vi ventet på godkjenningen, jobbet vi med andre deler av oppgaven. En annen grunn for at vi

brakte mye tid på designet var at vi hadde hele tiden i baktanke at dette skulle kunne produseres på en realistisk måte.

Det ble gjort en del endringer på aktuatorhuset og sensorinnfestningen grunnet vi fikk underveis ferdiglagde tegninger av komponenter vi skulle ha med i systemet. 3-2 ventil som vi skulle bruke var under utvikling, så vi fikk til tider en oppdatert versjon av den, som førte til at vi måtte endre på aktuatorhuset.

3D-modellen av systemet er den delen vi har kommet mest i mål med i dette prosjektet. Det som ikke gikk etter planen var at det ikke ble maskinert ut en prototype i aluminium, og det at vi ikke fikk ventilen (grunnet den ikke ble ferdig utviklet i tide). Det vi gjorde istedenfor var å produserte en prototype som ikke var funksjonell, men kunne gi en visualisering på hvordan den skal se ut og hvordan systemet settes sammen. Prototypen ble 3D-printet i gips og plastikk, og med denne blir det lettere å demonstrere hvordan komponentene jobber sammen, i motsetning til å bare vise på bilder. Denne modellen gjør det også enklere å se hva som kan forbedres med designet.

I det endelige designet er det tatt hensyn til en del ting. Det er lagt mest vekt på funksjonalitet, kompakthet, pris, monteringsvennlighet og produksjon av komponentene, og dette er kriterier vi føler vårt design har oppnådd. Vi har jobbet med smarte løsninger for enkel montering hvor alt settes sammen uten skruer (bortsett fra selve huset). Sensorinnfestningen er noe vi har jobbet mye med, og vi føler vi har havnet på en god løsning.

Vi har også laget tekniske tegninger (2D tegninger) til alle delene vi har designet. Hvis man vil kan man maskinere ut modellen ved å følge tegningene.

2.1.2 Mikrokontrolleren

Vi ser i ettertid at det kunne vært en smartere løsning og bruke case istedenfor mange if-løkker. If-løkkene ble laget for at det skulle være enkelt, men etter hvert ble det mange av dem. Ved å bygge opp et program rundt en case ville det blitt mer oversiktlig i programmet.

Vi har også satt faste verdier på K_p og T_d ut i fra hvem posisjon stempelstangen står i og hvem posisjon den er på vei til. Dette er en bedre løsning enn å kun ha en fast verdi uansett hvor den skal bevege seg. Men vi ser at det kanskje kunne vært løst på enda en annen måte.

I ettertiden så tenkte vi ut at vi kunne brukt en teller. Vi har en variabel i programmet vårt som forteller oss hvor stort åpningsareal ventilen har. Dette er en verdi mellom 0 og 40 000. Vi kunne laget en teller som teller opp en K_p verdi. Denne telleren kan plusse på en bestemt verdi hver gang den er innom kontrolleren. Denne telleren vil da telle opp til den når en høy nok K_p verdi til at åpningsarealet på ventilen blir stort nok og stempelstanga beveger seg.

Dette er en mye mer krevende og vanskelig måte å gjøre det på, og ganske uvisst om vi hadde klart å få det til i den tidsperioden vi hadde.

2.1.3 LabView og Matlab

I starten av prosjektet jobbet gruppa mye med Matlab og LabView. Dessverre har det ikke helt gått vår vei med disse to tingene. Dårligst ut gikk det med LabView. Her har vi brukt mye tid bare på å installere programmet, grunnet en del software problematikk. Da vi begynte med å sette oss inn i dette, virket det som det ikke skulle være store forskjeller fra Matlab. Slik begynte vi også med å jobbe i programmet. Etter en større periode hvor vi ikke fikk gjort noe mer med det, fikk vi hjelp av en ansatt hos oppdragsgiveren. Han viste oss at dette var utrolig store saker og nesten håpløst for oss å sette oss inn i. Vi forsøkte å gjøre dette likevel for å lære mest mulig av det, men grunnet mangel på tid og prioritering av andre ting, samt trøbbel med kommunikasjon innad i systemet, fikk vi ikke testet ut dette på systemet.

At vi ikke fikk en brukbar LabView modell gjorde at vi ikke var i stand til å langtidsteste reguleringa eller riggen. Dette var en del an oppgaven vår, men vi hadde dessverre ikke nok tid til dette.

Matlab kom vi litt lengre med. Her var vi i stand til å prøve oss fram en del med å lage modeller. Likevel har vi møtt utrolig mye motstand her. Vi fikk store problemer med å beskrive massestrømmen i en matematisk modell. I tillegg klarte vi ikke å regne oss ut til et ω -ledd som beskriver lukkingen av ventilen. Gruppemedlemmene gjorde alt de kunne med å se etter i mange forskjellige bøker og høre med flere faglærere. Ingen var i stand til å gi oss den hjelpen vi behøvde for å få en fullkommen modell. Men vi har i hvert fall fått laget en del, hvor vi har fått opp verdier og grafer å måle på.

2.2 Virkelige kostnader

Under er det satt opp en oversikt over de kostnader bedriften har hatt med oss i dette prosjektet.

Alle kostnader i prosjektet har Kongsberg Automotive betalt for. De fleste deler, for eksempel mikrokontrolleren og ventilene, er deler som de kan bruke senere.

Artikkel	Brukes til	Kalkulert pris	Pris
CAN-USB adapter	Kommunikasjon mellom PC og μ C	0	1200
Puck μ C	Brukes for å programmere μ C	0	800
Ventil	Brukes i aktuatorhuset	15 000	3000
Sylinder	Denne delen utgår. Kalkulert i prototype	1500	-
Tilkoblinger/slanger	2x tilkoblinger, 50cm slanger		0
Sensor	PWM sensor	1000	1000
Prototype	Deler produsert i gips	10 000	900
Prototype	Deler produsert i plast		2000
Mikrokontroller		400	2000
Kontorrekvisita	Printing av prosjektet på papirform	500	800
Andre utgifter	Bolter, lakk etc.	1000	200
SUM		29 400 kr	11 900kr

Tabell 1: Utgifter

Den kalkulerte prisen er mye høyere enn det prisene ble. Vi kalkulerte med at prototypen skulle maskineres i aluminium, ikke printes i gips og plastikk. Vi ventet også at den ventilen KA skulle bestille og produsere til oss skulle komme i tide, noe den ikke gjorde. Dette hadde vært to utgifter som hadde utgjort et større resultat på regnskapet. Så de kostnadene som så er oppført for ventilen er prisen for de ventilene vi brukte som erstatning.

Testriggen vi har operert på har vært en rigg KA har brukt på andre produkter. De har tilpasset den litt for å passe vårt system. Dette gjorde at de ikke hadde noen ekstra utgifter for denne riggen.

2.3 Evaluering av produktet

Vi skulle ønsket at vi hadde kommet nærmere ett ferdig produkt enn det vi gjorde. Den fysiske prototypen ble ikke maskinert i aluminium, men vi fikk til en god gipsmodell som representerer hvordan et eventuelt ferdigprodukt ville ha sett ut. Vi har lakkert modellen litt slik at den ser litt mer ut som den er laget i aluminium. Selve 3D-modellen er ferdig, men den er bygd opp på en slik måte at det skal være lett å modifisere den hvis det er ønskelig. Delen er også klar til å produseres da vi har ferdige 2D tegninger til alle delene vi har designet selv.

Det digitale resultatet av prosjektet ble ikke helt ferdig og mangler noe. Likevel har vi kommet så langt at vi kan si at dette er et prosjekt som kan fortsettes på og kan være interessant til videreutvikling. Vi kunne til slutt regulere sylinderen i riggen slik at den gikk relativt fint dit den skulle. Så det å lage en bedre regulering til AMT girkassen er noe man kan få til med litt mer testing og programmering.

PROSJEKTETS GJENNOMFØRING

Dette kapittelet tar for seg arbeidsmetodene vi har brukt for å gjennomføre prosjektet. Det vil bli sett på hvordan administreringen av prosjektet er bygd opp, og hvordan gruppa har klart å samarbeide for å løse de forskjellige oppgavene.

3.1 Arbeidsmetoder

Opprinnelig valgte vi den inkrementelle modellen for prosjektet. Den sier at man skal begynne med de vanskeligste delene av prosjektet, slik at man får brukt mest tid til å teste det som er de mest kritiske faktorene. Dette så vi som en god måte å løse det på, men prosessen har ikke helt fulgt denne måten å jobbe på. Grunnen til dette er at vi til tider ikke helt forstod hvilke faktorer som er de virkelig kritiske.

Vi har jobbet med flere aktiviteter samtidig, og det har vært litt endringer i hva vi mente var det viktigste. Det var en missforståelse mellom gruppa og oppdragsgiver over hva som var de aller viktigste oppgavene. Gruppa fokuserte litt for mye på aktuatorhuset som skulle kapsle inn hele systemet. Men KA ville at vi la mer vekt på reguleringen. Vi konsentrerte oss på å få ferdig huset til fristen vi ble satt. Denne fristen sa oppdragsgiver at var deadline for å sende inn 2D tegninger for produksjon av huset. Dette ble hovedgrunnen til missforståelsen slik at KA til tider følte at vi ikke jobbet med det de mente var viktigst.

3.2 Samarbeid i gruppa

Noe som har vært en utfordring med gruppearbeidet er at gruppelederen bodde et godt stykke unna oppdragsgiver og de andre gruppemedlemmene. Han kom derfor til Kongsberg og prøvde å fordele oppgaver slik at alle kunne jobbe en god del hver for seg. Dette har ikke alltid fungert like bra siden en del av problemløsningene krevde et tett samarbeid. Dog er det også viktig å kunne klare å jobbe sammen på avstand.

Mot slutten av prosjektet møttes gruppa en del oftere, noe som fikk litt mer fart i sakene. De siste ukene har vært vesentlige for prosjektet. Også teamfølelsen har økt en del i denne perioden. Også oppdragsgiveren var positiv til dette, da de ønsket at vi skulle jobbe mer sammen. Vi så en klar forbedring.

Til tider har gruppa slitt litt med at noen gjorde noe andre ikke visste noe om. Dette har vært tatt opp i møter og forandret på. Konsekvensen ble at det ble mange færre missforståelser om hva som var gjort og ikke gjort.

3.3 Administrasjon av prosjektet

Prosjektet har til tider vært litt lite kontrollert og beveget seg for lite målrettet. Vi har satt opp en Gant plan vi forsøkte å holde, men denne måtte jevnlig oppdateres. Den endelige versjonen av denne planen har en del forskjeller fra den første, men det er å forvente.

Det har tatt seg opp etter påske. Gruppen har laget en liste over hva som stod igjen å gjøre på prosjektet. På den listen har alle fylt på hva de mener gjenstår, så kunne hver enkelt plukke en oppgave og notere hva som var fullført. Da har alle hatt en oversikt over hva som må gjøres og hvem som gjør hva.

Prosjektgruppa har benyttet seg av Microsoft Groove under hele prosjektet. Dette har vært svært nyttig og effektivt. På denne måten hadde alle til en hver tid oversikt over hva som ble gjort og når ting ble endret. Når gruppelemmer ikke befant seg ved en datamaskin var vi også flinke til å kommunisere over telefon og e-post.

KONKLUSJON

Selv om produktet ikke er ferdig, er dette noe man kan jobbe videre på, siden regulering og aktuatorhuset er på veldig god vei. Vi tror det er muligheter for å få til en bra regulering ved å benytte seg av trinnløs regulering og posisjonering av stempelet.

Vi syns vi har laget en god prototype av aktuatorhuset. Designet er produksjonsvennlig samtidig som det er monteringsvennlig. Alle deler er tilpasset så det skal være solid, enkle og brukervennlig.

Når det kommer til reguleringen er den ikke helt perfekt, men vi ser mulighetene til at det er en fremtid for å videreutvikle den. Vi så hvor vanskelig det kan være å kombinere hurtighet sammen med presisjon. Dette er to ting som jobber mot hverandre i dette systemet. Her må det jobbes med kompensering.

Ved å jobbe med å utvikle et mer avansert program og investere mer tid i tuning av regulatoren har vi tro på at dette kan bli et veldig godt produkt i fremtiden.