

Sensur av hovedoppgaver Høgskolen i Buskerud Avdeling for Teknologi



Prosjektnummer: 2012-5
For studieåret: 2011/2012
Emnekode: [SFHO-3200](#)

Prosjektnavn
VibraCut.

Utført i samarbeid med: Esko-Graphics Kongsberg.

Ekstern veileder: Roger Berntsen

Sammendrag: Vår hovedoppgave gikk ut på å fornye/forbedre et verktøy til Kongsberg XP24 skjærebord som Esko-Graphics utvikler. Verktøyet brukes for å kutte resirkulert bølgepapp. Verktøyet vi har utviklet er en forbedring av en oscillerende kniv som Esko har brukt, men som har nådd sin holdbarhetsbegrensning. Det ble utviklet en prototype av verktøyet, samt dokumentasjon for videre utvikling.

Stikkord:

- Skjærebord
- Elektromekanisk design
- Oscillerende kniv

Tilgjengelig: DELVIS

Prosjekt deltagere og karakter:

Navn	Karakter
Anders Ivar Holm	
Eirik Hatlevik	
Lars Emil Jensen	
Olav Haugen	
Ole André Granum	
Petter Viken	

Dato: 14. Juni 2012

Hallstein Asheim Hansen
Intern Veileder

Olaf Hallan Graven
Intern Sensor

Roger Berntsen
Ekstern Sensor

Hovedoppgave for ingeniørutdanning ved Høgskolen i Buskerud avdeling Kongsberg.

Del 1: Administrative dokumenter

Gruppe 5: H11/V12



Vibra Cut

Innhold:

- Del 1: Administrative dokumenter
 1. Prosjektplan
 2. Siste Iterasjonsrapport
 3. Risikodokument
 4. Etteranalyse
- Del 2: Tekniske dokumenter
 1. Kravspesifikasjon
 2. Testplan og Testspesifikasjon
 3. Testrapporter
 4. Teknologirapport
 5. Designdokument for prototype

Anders Ivar Holm

Petter Viken

Lars Emil Jensen

Eirik Hatlevik

Ole Andre Granum

Olav Haugen

29.05.2012

Forord

Faget hovedprosjekt er slutfaget av bachelorstudiet på Høgskolen i Buskerud avdeling Kongsberg. Hovedprosjektet gir 20 studiepoeng og er et fag som går på tvers av de ulike ingeniørretningene. Prosjektgruppen, VibraCut, består av 6 studenter.

3års Kybernetikk:

Anders Ivar Holm
Petter Viken

3års Mekatronikk:

Ole André Granum

3års Produktutvikling:

Eirik Hatlevik
Olav Haugen
Lars Emil Jensen

Vår oppdragsgiver er Esko-Graphics Kongsberg med Roger Berntsen som eksterne veileder og sensor. Fra Høgskolen i Buskerud Kongsberg var Hallstein Asheim Hansen interne veileder, og Olaf Hallan Graven intern sensor.

Denne permenn, "Del 1 – Administrative Dokumenter", tar for seg de administrative dokumentene prosjektplan, risikodokument og etteranalyse. Disse dokumentene ble laget av prosjektgruppe 5 (VibraCut) på Høgskolen i Buskerud Kongsberg, i løpet av skoleåret 2011/2012. Denne versjonen av dokumentene er åpen for offentligheten og inneholder derfor ikke tegninger og modellfiler på medfølgende DVD. Dette er etter ønske fra Esko-Graphics AS.

Takk til!

For Esko Graphics Kongsberg:

Roger Berntsen, Principal engineer, ekstern veileder og sensor, for veiledning og god hjelp gjennom prosjektet.

Ivar Holm, Principal engineer, for hjelp og veiledning i prosjektperioden.
Sondre Hustveit, Mechanical engineer, for hjelp med mekaniske aspekter av oppgaven.
Dag Melland, Mechanical engineer, for veiledning av utforming og design.

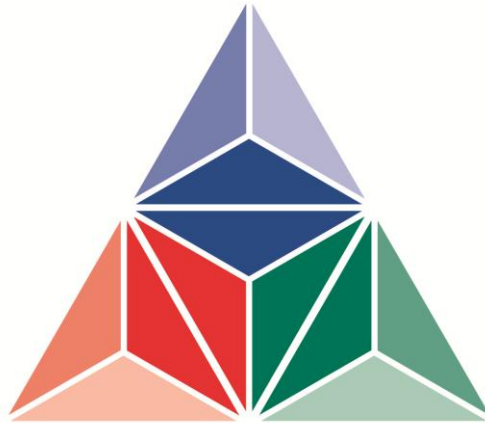
For Høgskolen i Buskerud:

Olaf Hallan Graven, intern sensor, for forelesninger i prosjektarbeid.
Hallstein Asheim Hansen, intern veileder, for hjelp med prosjektstyring og dokumentasjon.

Dag Samuelsen, for veiledning angående motorer og styring.
Åge Skaug, for hjelp med grupperom.
Richard Thue, utlån av datautstyr.
Arne Bjørnar Næss, veiledning i forbindelse med elektriske komponenter.
Rolf Longva, utlån av utstyr og lab-testing
Barbro L. Gulbrandsen, generell hjelp og kontor-supplement.

Familie og venner for tålmodighet gjennom prosjektet.

Prosjektplan



HØGSKOLEN i Buskerud

Oppgavetittel: Vibra Cut
Fag (nr./ navn) Hovedprosjekt
Gruppemedlemmer: Anders Ivar Holm, Eirik Hatlevik, Petter Viken, Ole Andre Granum, Lars Emil Jensen, Olav Haugen
Eksternveileder: Roger Berntsen
Internveileder: Hallstein Asheim Hansen
Emneord:
Dato: 29.05.2012
Vi bekrefter at denne innleverte besvarelsen helt og fullt er vårt verk:
..... Anders Ivar Holm
..... Lars Emil Jensen
..... Eirik Hatlevik
..... Petter Viken
..... Ole Andre Granum
..... Olav Haugen

Dokumentegenskaper

Tittel:	Prosjektplan
Dato:	29.05.2012
Gruppeleder:	Anders Ivar Holm
Forfattere:	Anders Ivar Holm, Olav Haugen, Lars Emil Jensen
Oppdragsgiver:	Esko-Graphics Kongsberg AS
Internveileder:	Hallstein Asheim Hansen
Eksternveileder:	Roger Berntsen
Antall sider:	38
Antall vedlegg:	9

Revisjonshistorie

Rev.	Revisjon	Dato	Navn
0.1	<ul style="list-style-type: none"> • Opprettet dokumentet • Innledning • Definert aktiviteter og tidsbruk • Prosjektgruppen • Mål 	22.11.2011	Anders H
0.2	<ul style="list-style-type: none"> • Prosjektets faser • Iterasjoner 	07.12.2011	Olav H Anders H
0.3	<ul style="list-style-type: none"> • Rettskrivning • Vedlegg • Retningslinjer 	08.12.2011	Anders H Lars Emil
0.4	<ul style="list-style-type: none"> • Budsjett • Aktiviteter 	15.12.2011	Lars Emil Olav H
0.5	<ul style="list-style-type: none"> • Aktiviteter • Aktiviteter i fasene • Milepæler 	29.12.2011	Anders H Olav H
1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Oppdatert iterasjonsbeskrivelse • Laget gantt-diagram for hver iterasjon • Rettskriving • Design endret 	05.01.2012	Anders H Olav H
1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Fjerning av A3-ark 	05.01.2012	Viken
2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Ferdigstilling 	05.01.2012	Anders H
2.1	<ul style="list-style-type: none"> • Tatt bort milepæl Bestilling av komponenter 	02.02.2012	Anders H

2.2	<ul style="list-style-type: none">• Tatt bort aktivitet E02 Elektronisk tegning• Lagt til aktivitet O20 Rapport for forkastede løsninger• Endret noe i budsjettet.	06.02.2012	Anders H
2.3	<ul style="list-style-type: none">• Satt inn O21 Konseptdokument	07.03.2012	Anders H
2.4	<ul style="list-style-type: none">• Lagt til iterasjon 4 fase 2• Endret vedleggs nummer	12.03.2012	Anders
2.5	<ul style="list-style-type: none">• Lagt til O03 i fase 2 iterasjon 3	16.03.2012	Anders
3.0	<ul style="list-style-type: none">• Klargjort for innlevering	19.03.2012	Anders
3.1	<ul style="list-style-type: none">• Endret total timebruk for fase 2	23.03.2012	Anders
3.2	<ul style="list-style-type: none">• Endret fase 3 iterasjon 1 og 2. Flyttet M03 til Iterasjon 2 og lagt til O21 og O03 til iterasjon 1.• Endret innledningstekst i forbindelse med endring ovenfor.	20.04.2012	Anders
3.3	<ul style="list-style-type: none">• Slått sammen iterasjon 2 og 3 i fase 3• Endret dato for milepæler test og sammenstilling	15.05.2012	Anders
3.4	<ul style="list-style-type: none">• Korrekturlest	21.05.2012	Anders
4.0	<ul style="list-style-type: none">• Klargjort for levering	21.05.2012	Anders

Innholdsfortegnelse

Dokumentegenskaper.....	i
Revisjonshistorie.....	i
Innholdsfortegnelse.....	iii
Vedlegg.....	iv
Tabelloversikt.....	v
Figuroversikt.....	v
1. Introduksjon.....	1
2. Prosjektgruppen.....	2
2.1. Gruppeinformasjon.....	2
2.2. Veileder og sensor informasjon.....	2
2.3. Gruppen.....	3
3. Retningslinjer for prosjektgruppen.....	4
3.1. Møteinnkalling.....	4
3.2. Innsending av dokumenter.....	4
3.3. Møtereferat.....	4
3.4. Oppfølgingsdokument.....	4
3.5. Timeføring.....	4
3.6. Loggføring.....	4
4. Budsjett.....	5
4.1. Generelt budsjett.....	5
4.1.1. Utskrifter.....	5
4.1.2. Presentasjonskostnader.....	5
4.1.3. Gruppemateriell.....	5
4.2. Spesifikt budsjett.....	5
5. Mål.....	6
5.1. Effektmål.....	6
5.2. Resultatmål.....	6
6. Prosjektets aktiviteter, faser og iterasjoner.....	7
6.1. Aktiviteter.....	7
6.1.1. Organisering.....	7
6.1.2. Analyser.....	8
6.1.3. Elektronikk.....	8
6.1.4. Maskin.....	8

6.2. Faser og iterasjoner	9
6.2.1. Fase I	10
6.2.2. Fase II	11
6.2.3. Fase III	15
7. Milepæler.....	17
8. Aktiviteter i fasene.....	18
8.1. Fase 1	18
8.2. Fase 2	18
8.3. Fase 3	19

Vedlegg

VEDLEGG 1: Gantt diagram for hele prosjektet

VEDLEGG 2: Gantt diagram for fase 1

VEDLEGG 3: Gantt diagram for fase 2, iterasjon 1

VEDLEGG 4: Gantt diagram for fase 2, iterasjon 2

VEDLEGG 5: Gantt diagram for fase 2, iterasjon 3

VEDLEGG 6:-Gantt diagram for fase 2, iterasjon 4

VEDLEGG 7: Gantt diagram for fase 3, iterasjon 1

VEDLEGG 8: Gantt diagram for fase 3, iterasjon 2

VEDLEGG 9: Aktivitetsbeskrivelser

Tabelloversikt

Tabell 1: Prosjekt gruppen	2
Tabell 2: Sensorer/veiledere	2
Tabell 3: Generelt budsjett	5
Tabell 4: Spesifikt budsjett.....	5
Tabell 5: Aktiviteter Organisering	8
Tabell 6: Aktiviteter Analyser	8
Tabell 7: Aktiviteter Elektronikk.....	8
Tabell 8: Aktiviteter Maskin	8
Tabell 9: Informasjon om fase 1	10
Tabell 10: Aktiviteter og milepæler i fase 1 – iterasjon 1/1	10
Tabell 11: Informasjon om fase 2 - iterasjon 1/4.....	11
Tabell 12: Aktiviteter og milepæler i fase 2 – iterasjon 1/4	11
Tabell 13: Informasjon om fase 2 – iterasjon 2/4.....	12
Tabell 14: Aktiviteter og milepæler i fase 2 – iterasjon 2/4	12
Tabell 15: Informasjon om fase 2 – iterasjon 3/4.....	13
Tabell 16: Aktiviteter og milepæler i fase 2 – iterasjon 3/4	13
Tabell 17: Informasjon for fase 2 – iterasjon 4/4	14
Tabell 18: Aktiviteter og milepæler i fase 2 - iterasjon 4/4	14
Tabell 19: Informasjon om fase 3 – iterasjon 1/2.....	15
Tabell 20: Aktiviteter og milepæler i fase 3 – iterasjon 1/2	15
Tabell 21: Informasjon om fase 3 – iterasjon 2/2.....	16
Tabell 22: Aktiviteter og milepæler i fase 3 – iterasjon 2/2	16
Tabell 23: Milepæler	17
Tabell 24: Aktiviteter i Fase 1.....	18
Tabell 25: Aktiviteter i Fase 2.....	19
Tabell 26: Aktiviteter i Fase 3.....	19

Figuroversikt

Figur 1 Kongsberg XP24	1
------------------------------	---

1. Introduksjon

Esko-Graphics Kongsberg AS er en del av EskoArtwork, som leverer system for design og bearbeiding av emballasje. I Kongsberg utvikles og produseres digitale maskiner for skjæring av emballasje og reklamemateriell. Et eksempel er maskinen XP24 i Figur 1.



Figur 1 Kongsberg XP24

Maskinene har bevegelser i XY retning. De er utrustet med en rekke forskjellige verktøy som beveges i Z (vertikalt) og styres tangentielt i forhold til XY bevegelsene. Verktøyene kan skiftes ut etter ønske, og ut i fra materiale som skal bearbeides. Av verktøy som er tilgjengelig kan det nevnes kniv, fres, penn m.m.

Verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre eller fornye heter "Frequency VibraCut knive tool", en kniv som beveges hurtig opp og ned (oscillerer) ved bruk. Et materiale som dette verktøyet ofte bearbeider er resirkulert bølgepapp. Pappen er ofte av så dårlig kvalitet at det rives opp dersom kniven dras igjennom materialet. Løsningen på dette problemet er som nevnt å bruke en oscillerende kniv, men ettersom pappkvaliteten stadig blir dårligere må verktøyet stadig øke frekvensen på oscillasjonen. Dette har ført til at verktøyet har nådd sin begrensning med hensyn på holdbarhet. Grunnen til den lave holdbarheten er blant annet en kompleks kraftoverføring som både overfører den oscillerende og den roterende bevegelsen til kniven. Dette medfører i tillegg uønsket støy og vibrasjon.

Dette dokumentet beskriver de ulike fasene i prosjektet og hva de inneholder. Oppgavene som skal utføres kalles for aktiviteter, og disse vil bli listet opp og forklart. Under prosessen kan disse aktivitetene bli endret og det vil bli tilført nye. Tidsbruket for aktivitetene er kun et estimat, og disse vil også bli endret under prosessen.

Prosjektmodellen vi har valgt å bruke er en enkel versjon av Rational Unified Process (RUP). Vi tror denne vil passe vår oppgave best da den kan brukes til å planlegge livsløpet til prosjektet nøyaktig. Med RUP deles prosjektet i Innledningsfase, Designfase og Konstruksjon/Testfase. Innenfor disse fasene vil vi ha flere iterasjoner som vi bruker for å få en mer detaljert oversikt.

Dokumentet inkluderer et Gantt-diagram over de forskjellige aktivitetene som skal utføres underveis.

Prosjektplanen er et verktøy som vi bruker for å nå de målene og resultatene vi ønsker i prosjektet. Vi bruker den for å måle fremdriften slik at vi kan ha kontroll over tidsbruken.

2. Prosjektgruppen

2.1. Gruppeinformasjon

Navn:	Alder:	Utdanning:	Epost:	Telefon nr:
Anders Ivar Holm	22	Kybernetikk	anders.holm.89@gmail.com	94 19 85 80
Eirik Hatlevik	22	Produktutvikling	eirik.hatlevik@gmail.com	95 87 96 99
Lars Emil Jensen	22	Produktutvikling	larsej6@gmail.com	95 77 90 76
Olav Haugen	29	Produktutvikling	olavhaugen1982@hotmail.com	99 60 09 00
Ole Andre Granum	22	Mekatronikk	ole_andre_granum@hotmail.com	94 36 84 36
Petter Viken	32	Kybernetikk	petter@vikens.net	41 55 44 41

Tabell 1: Prosjekt gruppen

Felles epost for hele gruppen:

vibracut@gmail.com

Det er laget en hjemmeside for prosjektet. Den er laget for at alle kan se progresjonen i prosjektet:

<http://home.hibu.no/AtekStudenter1105/>

2.2. Veileder og sensor informasjon

Navn:	For:	Rolle:	Epost:
Roger Berntsen	Esko Graphics	Ekstern sensor/veileder	roger.berntsen@esko.com
Hallstein Asheim Hansen	HiBu Kongsberg	Intern veileder	hallstein.asheim.hansen@hibu.no
Olaf Hallan Graven	HiBu Kongsberg	Intern sensor	olaf.hallan.graven@hibu.no

Tabell 2: Sensorer/veiledere

2.3. Gruppen



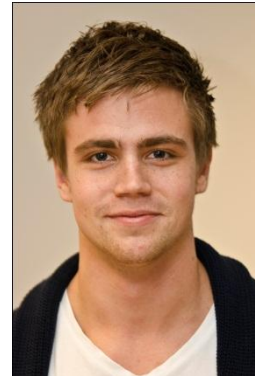
Prosjektleder og
Økonomiansvarlig
[Anders Ivar Holm](#)
Kybernetikk



Web- og Dokumentansvarlig
[Petter Viken](#)
Kybernetikk



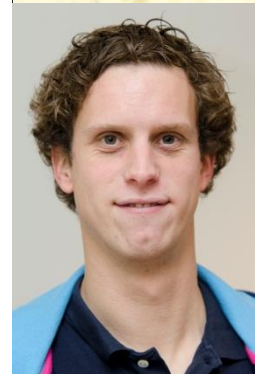
Risiko- og Testansvarlig
[Lars Emil Jensen](#)
Produktutvikling



Designansvarlig
[Eirik Hatlevik](#)
Produktutvikling



Kravansvarlig
[Ole Andre Granum](#)
Mekatronikk



Implementasjons-
ansvarlig
[Olav Haugen](#)
Produktutvikling

3. Retningslinjer for prosjektgruppen

3.1. Møteinnkalling

Møteinnkalling sendes ut senest *6 dager før* møtet finner sted for eksterne sensorer/veiledere og *2 dager* for interne sensor/veileder. Det gir både gruppen og veileder tid til å forberede seg og eventuelt endre til et mer passende tidspunkt.

3.2. Innsending av dokumenter

Dokumenter sendes ut senest *48 timer før* møtet. Det er vanskelig å forberede størrelsesorden på dokumenter, og med tidsfristen får veiledere tid til å se over dokumenter før møtet.

3.3. Møtereferat

Etter hvert møte skrives det et møtereferat, og dette sendes ut innen *24 timer* etter møtet er holdt. Møtereferat skal inneholde temaene tatt opp ved møtet.

3.4. Oppfølgingsdokument

Oppfølgingsdokumentet oppdateres en gang i uken, og viser status for den enkeltes arbeidsoppgaver. Dokumentet viser arbeidsoppgaver utført forrige uke, og planlagte arbeidsoppgaver for neste uke. Eventuelle avvik kommenteres.

3.5. Timeføring

Hvert gruppemedlem fører antall timer brukt til prosjektarbeid, og dette oppdateres fortløpende. Der vil også aktivitet, aktivitetsnummer og dato angis.

3.6. Loggføring

I tillegg til punkt 3.5 Timeføring, har gruppemedlemmene mulighet til å gi detaljert dokumentering på hva som utføres til en hver tid, og dette oppdateres fortløpende.

4. Budsjett

4.1. Generelt budsjett

Her vises utgifter forbundet med gruppen. For eksempel utgifter fra presentasjoner, transport og dokumentasjon.

Utgiftspost	Pris (Nok)
Utskrifter	5000 kr (Esko)
Presentasjonskostnader	500 kr
Gruppemateriell	1000 kr

Tabell 3: Generelt budsjett

4.1.1. Utskrifter

Til hver innlevering skal dokumentene skrives ut og bindes i perm. Esko Graphics vil dekke utskriften som skolen skal ha til hver presentasjon og sluttinnlevering. De vil også støtte hvert enkelt gruppelem med 50 % av utskrift til sluttpresentasjon for eget bruk.

4.1.2. Presentasjonskostnader

For hver presentasjon skal drikke og snacks kjøpes inn.

4.1.3. Gruppemateriell

Gruppen har kjøpt inn ting som brukes innad i gruppen. Blant annet kaffetrakter, kopper etc.

4.2. Spesifikt budsjett

Her vises utgifter forbundet med produktet. For eksempel utgifter til materialer, elektronikk og testing.

Produktbudsjett	Pris (Nok)
Elektriske komponenter	Dette dekkes av Esko
Mekaniske komponenter	Dette dekkes av Esko

Tabell 4: Spesifikt budsjett

5. Mål

Vårt mål med prosjektet er å undersøke og dokumentere ulike teknologier og design på verktøyet som kan brukes av Esko. Vi vil også lage en prototype av verktøyet ferdig til siste presentasjon. Den vil vise en ny løsning som har den samme mekaniske funksjonen som den gamle. Det er ikke et krav om at vi må komme med en prototype, men at vi skal komme med løsningsdokumenter som Esko kan bygge videre på. Esko ønsker at vi skal designe nye mekaniske og elektriske løsninger som gjør at vi kan utbedre de svakheter som finnes i dagens system.

Vi har delt målene i grupper. Effektmål og resultatmål.

5.1. Effektmål

Effektmål dreier seg om de resultatene prosjektet gir i forhold til bedriftens mål på ulike områder. Bedre effektivitet, lavere kostnader, bedre inntjening, etc.

- Esko får innsikt i teknologi, forskning og utvikling fra et nytt perspektiv
- Økt produktivitet
- Økt kundetilfredsstillelse
- Bedre inntjening
- Bedre service

5.2. Resultatmål

Resultat mål er hva prosjektet frembringer av konkrete resultater for at effektmålene skal nås.

- Nye mekaniske og elektriske løsninger
- Mindre slitasje
- Mindre støy
- Varierende slaglengde, for prosessering av ulike materialer
- Varierende frekvens
- Lavere kostnad av verktøy

6. Prosjektets aktiviteter, faser og iterasjoner

6.1. Aktiviteter

6.1.1. Organisering

Navn	ID
Prosjektorganisering	O01
Kravspesifikasjon	O02
Testspesifikasjon	O03
Presentasjon	O04
Webside	O05
Timeliste	O06
Risikoanalyse	O07
Økonomi	O08
Interne møter	O09
Eksterne møter	O10
Iterasjonsrapport	O11
Prosjektplan	O12
Forstudierapport	O13
Visjonsdokument	O14
Bestilling av komponenter	O15
Innlevering av dokumenter	O16
Loggføring	O17
Oppfølgingsdokument	O18
Iterasjonsplan	O19

Rapport for forkastede løsninger	O20
Konseptdokument	O21

Tabell 5: Aktiviteter Organisering

6.1.2. Analyser

Navn	ID
Analysere grensesnittet	A01
Materialundersøkelse	A02
Motoranalyse	A03
Sensor- og overgangsundersøkelse	A04

Tabell 6: Aktiviteter Analyser

6.1.3. Elektronikk

Navn	ID
Utvikle reguleringsystem	E01

Tabell 7: Aktiviteter Elektronikk

6.1.4. Maskin

Navn	ID
Lage modell i Solid Works	M01
Fem-Analyse	M02
Samstilling av verktøyet	M03
Test	M04

Tabell 8: Aktiviteter Maskin

For nærmere informasjon om de ulike aktivitetene(beskrivelse, hensikt og fremgangsmåte), se vedlegg 9.

6.2. Faser og iterasjoner

Vi har tre faser i løpet av prosjektiden. Disse fasene er for å gi oss et overblikk over prosjektets fremgang. For å gi medlemmene i gruppen en enda bedre oversikt, deler vi opp hver fase i iterasjoner. En iterasjon er et mini-prosjekt for en begrenset del av løsningen. Dette gir da en forklaring for gruppemedlemmene hva som skal gjøres og til hvilken tidsfrist. Det første vi har gjort er å finne et overordnet mål for iterasjonen, og deretter velge ut de krav som må tilfredsstilles for å nå dette målet. Under gjennomføringen av iterasjonen skal de utvalgte kravene designes, implementeres og testes. Hvis da resultatet av iterasjonen når opp til de kravene som er satt og målet er nådd kan man starte med neste iterasjon. Oversikt over hvilke gruppemedlemmer som skal være med i hvilke aktiviteter finnes i kapittel 8, Aktiviteter i fasene.

Etter endt iterasjons skal det reflekteres over hvordan iterasjonen har gått. Det skal reflekteres over hva vi har lært i forhold til fremdrift, produkt og prosess. Vi skal finne ut hva som er bra og dårlig, både med løsningen som vi laget og med arbeidsformen. Hvis planen, kravene eller prosessen bør justeres bør dette komme frem i refleksjonen. Dette gir oss en økt og kontinuerlig prosessforbedring slik at sjansen for å lage riktig løsning på en effektiv måte øker betraktelig. Dette skal fremkomme i en iterasjonsrapport.

Når neste iterasjon starter skal vi umiddelbart starte med planlegging. På dette tidspunktet kan det, i tillegg til krav som skal løses, også ha dukket opp feil som må rettes eller ønsker om endringer eller forbedringer. Disse må prioriteres inn på samme måte som nye krav.

Vedlegg 1 viser en overordnet Gantt-diagram for prosjektet.

6.2.1. Fase I

I denne fasen skal visjonsdokument, forstudierapport, kravspesifikasjon, testspesifikasjon og prosjektplan produseres. Disse dokumentene skal presenteres 11. januar og skal gi en innføring i hva oppgaven går ut på og hva som skal gjøres videre. Vi kommer til å ha fokus på å gjøre en grundig jobb med dokumentasjon i denne fasen av prosjektet. Dette er for å være godt forberedt til det tekniske arbeidet som starter etter første presentasjon, i tillegg til at det skal gjøre det enklere å følge prosjektplanen.

I *første fase* bestemte vi oss for å ha en iterasjon, innlednings-iterasjonen. Dette er fordi vi har valgt å bruke alle resurser på å produsere dokumentene, og derfor trengte vi ikke dele denne fasen opp i flere iterasjoner. I denne iterasjonen skal vi gjøre den grunnleggende delen for starten av et prosjekt. Her vil vi gjøre en forstudie til prosjektet og lage noen grunnleggende retningslinjer for hvordan vi skal jobbe.

Hensikten med denne iterasjonen er å skape et grunnlag for videre arbeid med prosjektet. Den skal gi retningslinjer som skal hjelpe gruppen til å fungere. Den skal også gi en forståelse av prosjektet som til slutt skal ende ut i første presentasjon, der vi presenterer hva vi skal utvikle.

Fase:	1
Iterasjonsnavn:	Innledning(1/1)
Startdato:	04.10.2011
Sluttdato:	11.01.2012

Tabell 9: Informasjon om fase 1

Aktiviteter under iterasjon	O02 Krav
	O03 Test
	O04 Presentasjon
	O05 Webside
	O06 Timelister
	O07 Risikoanalyse
	O11 Iterasjonsrapport
	O12 Prosjektplan
	O13 Forstudierapport
	O14 Visjonsdokument
O18 Oppfølgingsdokument	
Milepæler	Første innlevering og presentasjon (11.01.2012)

Tabell 10: Aktiviteter og milepæler i fase 1 – iterasjon 1/1

Vedlegg 2 viser Gantt-diagram for denne iterasjonen.

Resultat for iterasjonen finnes i iterasjonsrapporten.

6.2.2. Fase II

I denne fasen skal vi starte jobben med den tekniske løsningen i forhold til kravspesifikasjonen. Denne fasen strekker seg fra første presentasjon til andre presentasjon. Datoen for andre presentasjon er 22. mars 2012. Denne presentasjonen skal gi svar på hva vi har gjort og hva vi skal gjøre videre, det vil si en oppdatert prosjektplan. Presentasjonen skal også ha et teknisk fokus, slik at vi kan forklare endelig design og planlagt implementasjon for veileder og sensor, men det skal samtidig fortsatt være mulig å gjøre endringer. I *andre fase* har vi 4 iterasjoner.

6.2.2.1. Første iterasjon

Første iterasjon i fase 2 er utdypnings-iterasjonen hvor fokus er satt på start av selve prosjektet. Vi vil ha dypere undersøkelser av teknologien og løsningene vi ser for oss. I denne iterasjonen skal vi undersøke og komme frem til en elektrisk og mekanisk løsning som skal brukes. Vi vil undersøke dypere hva som kan forbedres av eksisterende løsning. Hvis vi har tid vil også gruppen starte å designe.

Hensikten med denne iterasjonen er å få en dypere forståelse og kunnskap om den løsningen vi skal bruke. Vi ønsker å komme frem til nye problemstillinger på dette tidspunktet, slik at de kan løses på et tidlig stadium i prosjektet.

Fase:	2
Iterasjonsnavn:	Utdypning (1/4)
Startdato:	12.01.2012
Sluttdato:	02.02.2012

Tabell 11: Informasjon om fase 2 - iterasjon 1/4

Aktiviteter under iterasjon	A01 Analysere grensesnitt
	A02 Materialundersøkelse
	A03 Motoranalyse
	O05 Webside
	O06 Timelister
	O09 Interne møter
	O10 Eksterne møter
	O11 Iterasjonsrapport
	O12 Prosjektplan
	O17 Loggføring
	O18 Oppfølgingsdokument
	O19 Iterasjonsplan
	M01 Lage modell i SolidWorks

Tabell 12: Aktiviteter og milepæler i fase 2 – iterasjon 1/4

Resultat for iterasjonen finnes i iterasjonsrapporten.

Vedlegg 3 viser Gantt-diagram for denne iterasjonen.

6.2.2.2. Andre iterasjon

I andre iterasjon i fase 2, design-iterasjonen har vi fokus på å komme opp med design og analysere hvilke design som vil fungere eller ikke. Gruppen skal utvikle og velge design. I denne iterasjonen vil prosjektgruppen deles i elektro og maskin grupper for å konstruere og beregne det som må til for å få produktet til å fungere. Videre i denne iterasjonen vil vi simulere både elektriske og mekaniske modeller for å optimalisere design. I slutten av denne iterasjonen skal designet være ferdig og det grunnleggende være på plass slik at komponenter og utstyr kan bestilles til prototypen.

Hensikten med denne iterasjonen er å komme opp med løsninger for design og velge hvilken som passer for vår prototype. Vi kommer til å bruke Solid Works for å lage en modell og vi vil også lage en skjematisk tegning for å beskrive hvordan det elektriske systemet skal settes opp. Videre skal designet testes ved hjelp av simuleringsverktøy. Vi vil her bruke simuleringsdelen(Simulation) i SolidWorks og utsette vår modell for ulike tester. Dette er for at modellen skal dimensjoneres riktig. Vi vil også lage et dokument for forkastede løsninger som vil gi oppdragsgiver et innblikk i hva gruppen har undersøkt, og konkludert at ikke vil oppfylle kravene.

Fase:	2
Iterasjonsnavn:	Design (2/4)
Startdato:	03.02.2012
Sluttdato:	02.03.2012

Tabell 13: Informasjon om fase 2 – iterasjon 2/4

Aktiviteter under iterasjon	M01 Lage modell i SolidWorks
	M02 FEM-Analyse
	A04 Sensor- og overgangsanalyse
	O05 Webside
	O06 Timelister
	O08 Økonomi
	O09 Interne møter
	O10 Eksterne møter
	O11 Iterasjonsrapport
	O12 Prosjektplan
	O15 Bestilling av komponenter
	O17 Loggføring
	O18 Oppfølgingsdokument
	O19 Iterasjonsplan
	O20 Rapport for forkastede løsninger
Milepæler	Ferdig med design (27.02.2012)
	Bestilling av deler og komponenter (02.03.2012)

Tabell 14: Aktiviteter og milepæler i fase 2 – iterasjon 2/4

Resultat for iterasjonen finnes i iterasjonsrapporten.

Vedlegg 4 viser Gantt-diagram for denne iterasjonen.

6.2.2.3. Tredje iterasjon

Tredje iterasjon i fase 2 er Andre presentasjons-iterasjonen. I denne iterasjonen samles dokumentene som er laget i de to tidligere iterasjonene sammen. Det vil si det vi har kommet frem til i utdypningsiterasjonen og når vi har designet modellen og gjort simuleringer. I slutten av denne iterasjonen skal andre presentasjon holdes. Denne presentasjonen skal ha et teknisk fokus og gi svar på hva vi har gjort og hva vi skal gjøre videre.

Hensikten med denne iterasjonen er å danne dokumenter som beskriver løsningen vår og alt vi har undersøkt. Dette skal være dokumenter som støtter opp om prototypen som skal lages. Dette er dokumenter som for eksempel beregninger av motorer, overføringer og kontrollere. Dokumentene skal senere bli brukt for å lage et konseptdokument som skal gi oppdragsgiver innblikk og informasjon om hvordan gruppen ser for seg verktøyet.

Fase:	2
Iterasjonsnavn:	Andre presentasjon(3/4)
Startdato:	07.03.2012
Sluttdato:	23.03.2012

Tabell 15: Informasjon om fase 2 – iterasjon 3/4

Aktiviteter under iterasjon	O04 Presentasjon
	O05 Webside
	O06 Timelister
	O09 Interne møter
	O10 Eksterne møter
	O11 Iterasjonsrapport
	O12 Prosjektplan
	O16 Innlevering av dokumenter
	O17 Loggføring
	O18 Oppfølgingsdokument
	O19 Iterasjonsplan
	O03 Testspesifikasjon
	Milepæler

Tabell 16: Aktiviteter og milepæler i fase 2 – iterasjon 3/4

Resultat for iterasjonen finnes i iterasjonsrapporten.

Vedlegg 5 viser Gantt-diagram for denne iterasjonen.

6.2.2.4. Fjerde iterasjon

Siste iterasjon i fase 2 er Konseptdokument-iterasjonen. I denne iterasjonen lager gruppen et dokument som forklarer hvordan gruppen ser for seg verktøyet ferdigstilt og hvilke endringer som må gjøres fra prototypen til ferdigstilt verktøy.

Hensikten med denne iterasjonen er å danne et komplett dokument som beskriver løsningen vi har valgt å utvikle. Dette gjøres for at oppdragsgiver skal få et innblikk i hvordan vi ønsker at verktøyet skal være hvis de senere vil videreutvikle vår løsning.

Fase:	2
Navn:	Konseptdokument
Startdato:	26.03.2012
Sluttdato:	02.04.2012

Tabell 17: Informasjon for fase 2 – iterasjon 4/4

Aktiviteter under iterasjon	O21 Konseptdokument
	O03 Testspesifikasjon
	O05 Webside
	O06 Timelister
	O09 Interne møter
	O10 Eksterne møter
	O11 Iterasjonsrapport
	O12 Prosjektplan
	O17 Loggføring
	O18 Oppfølgingsdokument
	O19 Iterasjonsplan

Tabell 18: Aktiviteter og milepæler i fase 2 - iterasjon 4/4

Resultat for iterasjonen finnes i iterasjonsrapporten.

Vedlegg 6 viser Gantt-diagram for denne iterasjonen.

6.2.3. Fase III

Denne fasen strekker seg fra andre presentasjon til tredje og siste presentasjon. Denne presentasjonen er satt til å være 13.06.12. Den siste presentasjon vil bestå av 2 deler på 20 minutter hver. Disse 2 delene er salgspresentasjon av produktet og teknisk presentasjon, der produktet skal beskrives i tekniske termer. I denne perioden kommer vi til å ha fokus på videre design og implementasjon, og vi vil forsøke å lage en prototype.

Siste og *tredje fase* har vi satt opp 2 iterasjoner.

6.2.3.1. Første iterasjon

Første iterasjon i tredje fase er konstruksjons-iterasjonen. Her er fokus satt på konstruksjon og utvikling av en prototype på grunnlag av dokumentene produsert i sluttbehandlings-iterasjonen. Vi vil fortsette med noen av aktivitetene fra fase 2, siste iterasjon, men disse vil være mer rettet for konstruksjon. I denne iterasjonen vil prosjektgruppen deles i elektro og mekanisk for å lage det som må til for å kjøpe prototypen samt hvordan den skal sammenstilles.

Hensikten med denne iterasjonen er for maskindelen av gruppen å sørge for at verktøyet får en manual for hvordan prototypen skal bli sammensatt. Elektrodelen av gruppen vil i denne perioden utvikle et reguleringssystem for å få prototypen til å fungere. Gruppen vil også fortsette arbeid på testspesifikasjonen.

Fase:	3
Iterasjonsnavn:	Konstruksjon (1/2)
Startdato:	03.04.2012
Sluttdato:	04.05.2012

Tabell 19: Informasjon om fase 3 – iterasjon 1/2

Aktiviteter under iterasjon	E01 Utvikle reguleringssystem
	O21 Konseptdokument
	O03 Testspesifikasjon
	O05 Webside
	O06 Timelister
	O09 Interne møter
	O10 Eksterne møter
	O11 Iterasjonsrapport
	O12 Prosjektplan
	O17 Loggføring
	O18 Oppfølgingsdokument
O19 Iterasjonsplan	
Milepæler	Reguleringssystemet er utviklet(02.05.2012)

Tabell 20: Aktiviteter og milepæler i fase 3 – iterasjon 1/2

Resultat for iterasjonen finnes i iterasjonsrapporten.

Vedlegg 7 viser Gantt-diagram for denne iterasjonen.

6.2.3.2. Andre iterasjon

Andre iterasjon i fase 3 er sluttdesign og sluttarbeids-iterasjonen. Her har vi satt en rekke aktiviteter til å gå parallelt. Grunnen til dette er at det har oppstått en del forsinkelser i leveransen av deler slik at vi er nødt til å kjøre fler av disse aktivitetene parallelt. Her vil vi starte på den avsluttende delen av prosjektet. Vi vil i denne iterasjonen sette sammen prototypen parallelt med testing, og vi vil jobbe med å ferdigstille de dokumentene som er laget i tidligere iterasjoner slik at de er klare til endelig levering. Vi skal i starten av denne iterasjonen ha klar en fullstendig testplan. Testingen vil bli gjort på flere måter. Både enkelte komponenter og sammensatte deler vil bli testet. På slutten av denne iterasjonen skal det holdes en avsluttende presentasjon. Dette er en presentasjon på 40-45 minutter som skal bestå av 2 hoveddeler, salgspresentasjon og teknisk presentasjon.

Hensikten med denne iterasjonen er at prototypen skal bli sammensatt, testet, justert og godkjent, slik at det er klart for levering. Vi skal også avslutte alt arbeid og sørge for at alt blir rettet og levert inn til tide. I tillegg skal også veiledere, sensorer og medstudenter få en innføring i produktets egenskaper, både med tanke på salg og det tekniske.

Fase:	3
Iterasjonsnavn:	Sluttdesign og Sluttarbeid (2/2)
Startdato:	07.05.2012
Sluttdato:	13.06.2012

Tabell 21: Informasjon om fase 3 – iterasjon 2/2

Aktiviteter under iterasjon	M04 Test
	M03 Sammenstilling av verktøyet
	O16 Innlevering av dokumenter
	O04 Presentasjon
	O05 Webside
	O06 Timelister
	O09 Interne møter
	O10 Eksterne møter
	O11 Iterasjonsrapport
	O12 Prosjektplan
	O17 Loggføring
	O18 Oppfølgingsdokument
	O19 Iterasjonsplan
Milepæler	Verktøyet er sammenstilt(29.05.2012) Test godkjent(29.05.2012) Ferdig med dokumenter for sluttinnlevering(29.05.2012) Sluttpresentasjon(13.06.2012)

Tabell 22: Aktiviteter og milepæler i fase 3 – iterasjon 2/2

Resultatet for iterasjonen finnes i iterasjonsrapporten.

Vedlegg 8 viser Gantt-diagram for denne iterasjonen.

7. Milepæler

Navn:	Dato:
Første innlevering og presentasjon	11.01.2012
Bestilling av komponenter og deler	02.03.2012
Ferdig med design	02.03.2012
Andre innlevering og presentasjon	22.03.2012
Reguleringssystemet er utviklet	02.05.2012
Verktøyet er sammenstilt	29.05.2012
Test godkjent	29.05.2012
Ferdig med dokumenter for sluttinnlevering	29.05.2012
Sluttpresentasjon	13.06.2012

Tabell 23: Milepæler

8. Aktiviteter i fasene

Her følger en oversikt over de ulike aktivitetene, hvor mye tid som er satt av til hver aktivitet og hvilke gruppemedlemmer som skal være med på hva. Dette er beregnet ut i fra hvor mange dager i uken som er tilgjengelige for arbeid med prosjektet, og hvor mange personer vi har til rådighet til enhver tid. Disse tabellene er lagd for å gi oss et godt utgangspunkt når vi skal sette opp Gantt-diagram.

8.1. Fase 1

Aktivitet:	Deltakere:	Tidsbruk per deltaker:	Total tid:
O02 Kravspesifikasjon	Eirik, Ole Andre	33,75 timer	67,5 timer
O03 Testspesifikasjon	Lars Emil, Ole Andre, Eirik	15 timer	45 timer
O04 Presentasjon	Alle	7,5 timer	45 timer
O05 Webside	Petter	4 timer	4 timer
O06 Timelister	Alle	5,25 timer	31,5 timer
O07 Risikoanalyse	Lars Emil	30 timer	30 timer
O11 Iterasjonsrapport	Alle	3,33 timer	20 timer
O12 Prosjektplan	Anders, Olav	37,5 timer	75 timer
O13 Forstudierapport	Alle	37,5 timer	225 timer
O14 Visjonsdokument	Alle	22,5 timer	135 timer
O18 Oppfølgingsdokument	Alle	3,5 timer	21 timer
Samlet tid:			699 timer

Tabell 24: Aktiviteter i Fase 1

8.2. Fase 2

Aktivitet:	Deltakere:	Tidsbruk per deltaker:	Total tid:
A01 Analysere grensesnitt.	Olav, Eirik, Lars Emil	22,5 timer	67,5 timer
A02 Materialundersøkelse	Olav, Eirik, Lars Emil	15 timer	45 timer
M01 Lage modell i SolidWorks	Olav, Eirik, Lars Emil	22,5 timer	225 timer
A03 Motoranalyse	Anders, Petter, Ole Andre	60 timer	180 timer
M02 FEM-Analyse	Olav, Eirik, Lars Emil	22,5 timer	67,5 timer
A04 Sensor- og overgangsundersøkelse	Anders, Petter, Ole Andre	75 timer	225 timer
O05 Webside	Petter	12 timer	12 timer
O06 Timelister	Alle	8,75 timer	52,5 timer
O09 Interne møter	Alle	8,75 timer	52,5 timer
O10 Eksterne møter	Alle	12 timer	72 timer
O11 Iterasjonsrapport	Anders	6 timer	6 timer
O12 Prosjektplan	Anders	12 timer	12 timer

O17 Loggføring	Alle	3,5 timer	21 timer
O18 Oppfølgingsdokument	Alle	3 timer	18 timer
O19 Iterasjonsplan	Anders, Olav	22,5 timer	135 timer
O08 Økonomi	Alle	7,5 timer	45 timer
O15 Bestilling av komponenter	Alle	7,5 timer	45 timer
O20 Rapport for forkastede løsninger	Petter	22,5 timer	22,5 timer
O21 Konseptdokument	Alle	15 timer	90 timer
O04 Presentasjon	Alle	45 timer	270 timer
O16 Innlevering av dokumenter	Alle	22,5 timer	135 timer
O03 Testspesifikasjon	Ole Andre	45 timer	45 timer
Samlet tid:			1843,5 timer

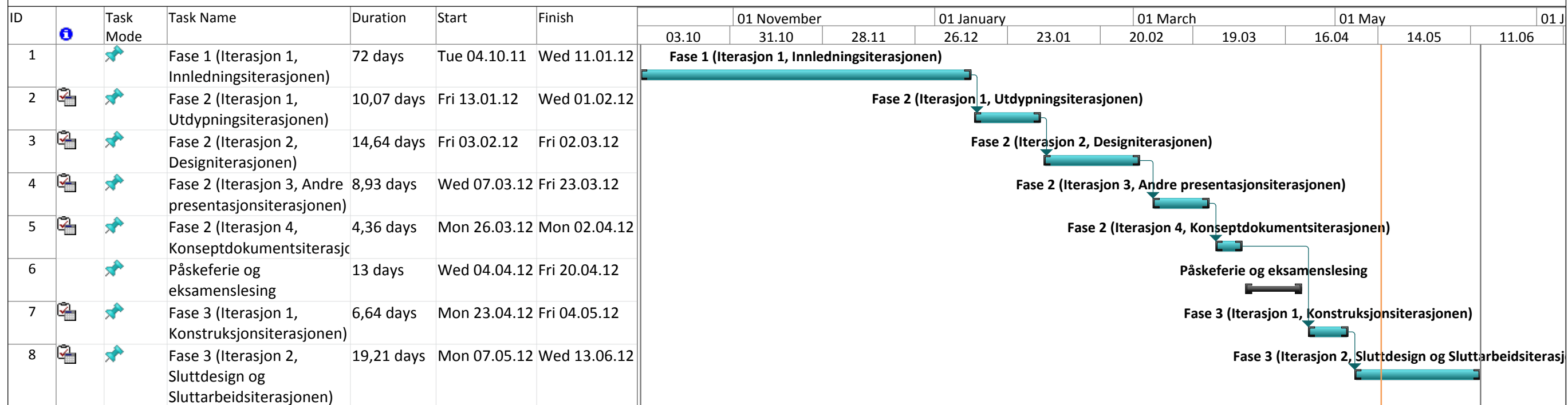
Tabell 25: Aktiviteter i Fase 2

8.3. Fase 3

Aktivitet:	Deltakere:	Tidsbruk per deltaker:	Total tid:
E01 Utvikle reguleringssystem	Anders, Petter	67,5 timer	135 timer
O21 Konseptdokument	Eirik	67,5 timer	67,5 timer
O03 Testspesifikasjon	Ole Andre, Lars Emil, Olav	67,5 timer	202,5 timer
M03 Sammenstilling av verktøyet	Olav, Eirik, Lars Emil	52,5 timer	157,5 timer
M04 Test	Alle	30 timer	180 timer
O04 Presentasjon	Alle	22,5 timer	135 timer
O16 Innlevering av dokumenter	Alle	67,5 timer	405 timer
O05 Webside	Petter	6 timer	6 timer
O06 Timelister	Alle	7,75 timer	46,5 timer
O09 Interne møter	Alle	7,75 timer	46,5 timer
O10 Eksterne møter	Alle	9 timer	54 timer
O11 Iterasjonsrapport	Anders	4,5 timer	4,5 timer
O12 Prosjektplan	Anders	10 timer	10 timer
O17 Loggføring	Alle	3,25 timer	19,5 timer
O18 Oppfølgingsdokument	Alle	1,5 timer	9 timer
O19 Iterasjonsplan	Anders, Olav	22,5 timer	45 timer
Samlet tid:			1523,5 timer

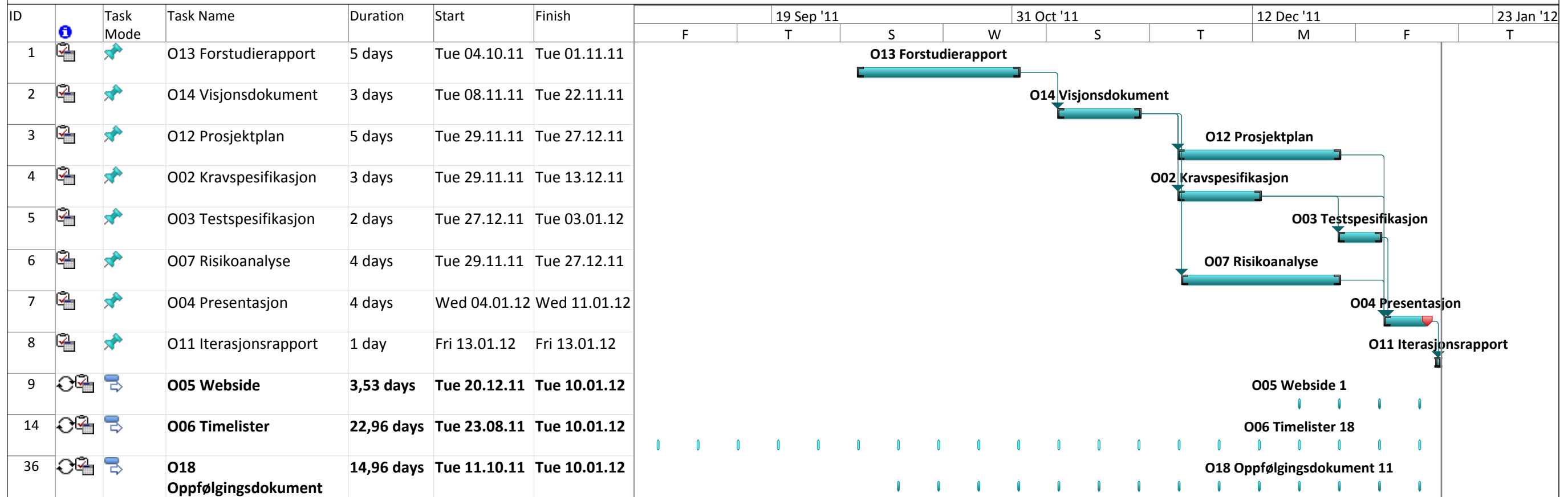
Tabell 26: Aktiviteter i Fase 3

VEDLEGG 1: Gantt-diagram for hele prosjektet



Project: Prosjektplan_Gantt_over Date: Tue 15.05.12	Task		External Tasks		Manual Task		Finish-only	
	Split		External Milestone		Duration-only		Deadline	
	Milestone		Inactive Task		Manual Summary Rollup		Progress	
	Summary		Inactive Milestone		Manual Summary			
	Project Summary		Inactive Summary		Start-only			

VEDLEGG 2: Gantt diagram for fase 1



Project: Prosjektplan_Gantt_Fase
Date: Mon 13.02.12

Task		External Tasks		Manual Task		Finish-only	
Split		External Milestone		Duration-only		Deadline	
Milestone		Inactive Task		Manual Summary Rollup		Progress	
Summary		Inactive Milestone		Manual Summary			
Project Summary		Inactive Summary		Start-only			

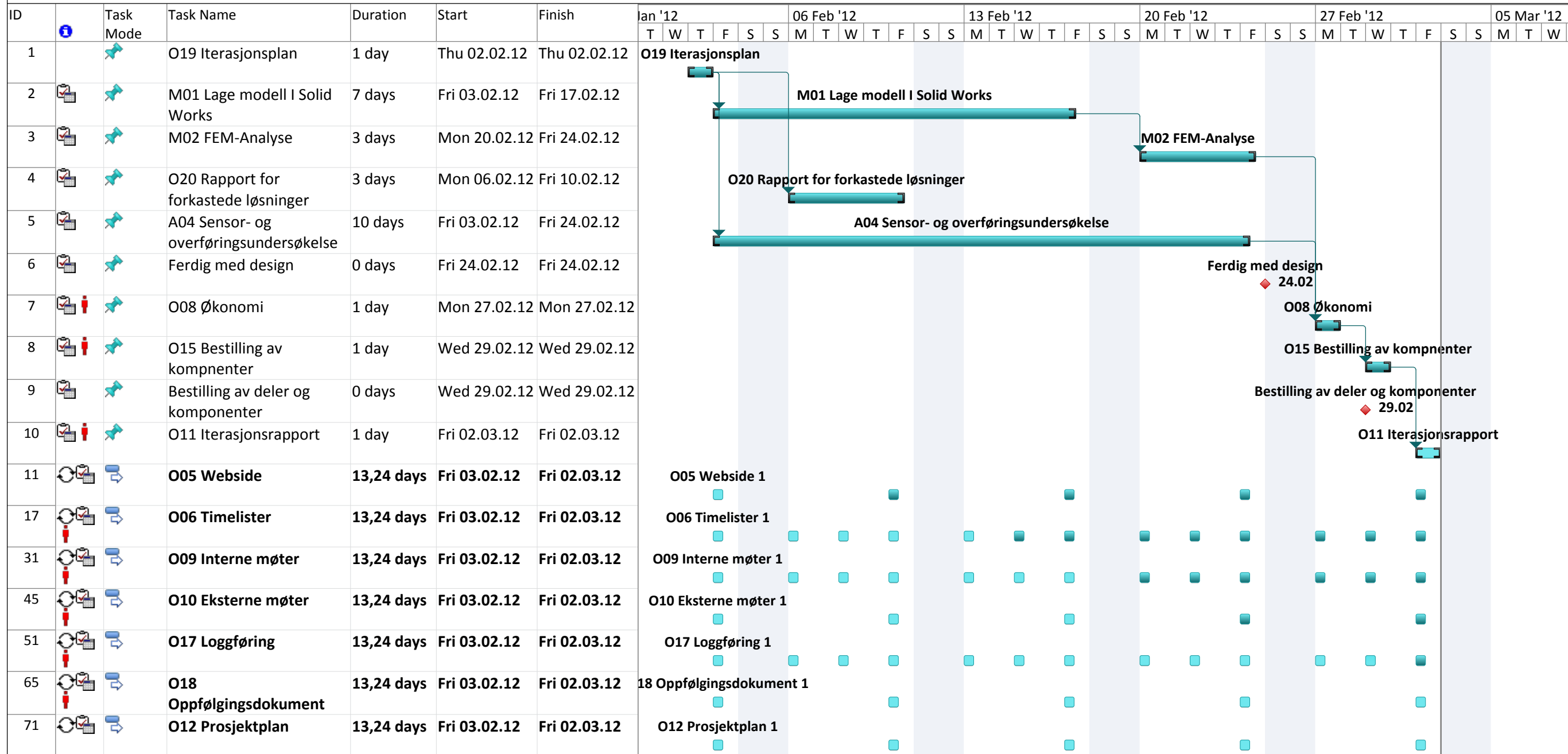
VEDLEGG 3: Gantt diagram for fase 2, iterasjon 1

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	16 Jan '12							23 Jan '12							30 Jan '12						
						W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F				
1		O19 Iterasjonsplan	1 day	Thu 12.01.12	Thu 12.01.12	O19 Iterasjonsplan																				
2		A01 Analysere grensesnitt	3 days	Fri 13.01.12	Wed 18.01.12	A01 Analysere grensesnitt																				
3		A02 Materialundersøkelse	4,36 days	Fri 20.01.12	Fri 27.01.12	A02 Materialundersøkelse																				
4		A03 Motoranalyse	3 days	Fri 13.01.12	Wed 18.01.12	A03 Motoranalyse																				
5		A04 Sensorundersøkelse	4,36 days	Fri 20.01.12	Fri 27.01.12	A04 Sensorundersøkelse																				
6		O08 Økonomi	1 day	Mon 30.01.12	Mon 30.01.12	O08 Økonomi																				
7		O15 Bestilling av komponenter	1 day	Wed 01.02.12	Wed 01.02.12	O15 Bestilling av komponenter																				
8		O11 Iterasjonsrapport	1 day	Wed 01.02.12	Wed 01.02.12	O11 Iterasjonsrapport																				
9		O05 Webside	7,79 days	Fri 13.01.12	Fri 27.01.12	O05 Webside 1																				
13		O06 Timelister	9,24 days	Fri 13.01.12	Wed 01.02.12	O06 Timelister 1																				
23		O18 Oppfølgingsdokument	6,96 days	Fri 13.01.12	Fri 27.01.12	O18 Oppfølgingsdokument 1																				
27		O09 Interne møter	9,24 days	Fri 13.01.12	Wed 01.02.12	O09 Interne møter 1																				
37		O10 Eksterne møter	6,96 days	Fri 13.01.12	Fri 27.01.12	O10 Eksterne møter 1																				
41		O17 Loggføring	9,24 days	Fri 13.01.12	Wed 01.02.12	O17 Loggføring 1																				
51		O12 Prosjektplan	6,96 days	Fri 13.01.12	Fri 27.01.12	O12 Prosjektplan 1																				

Project: Prosjektplan_Gantt_Fase
Date: Tue 15.05.12

Task		External Tasks		Manual Task		Finish-only		Deadline	
Split		External Milestone		Duration-only		Progress			
Milestone		Inactive Task		Manual Summary Rollup					
Summary		Inactive Milestone		Manual Summary					
Project Summary		Inactive Summary		Start-only					

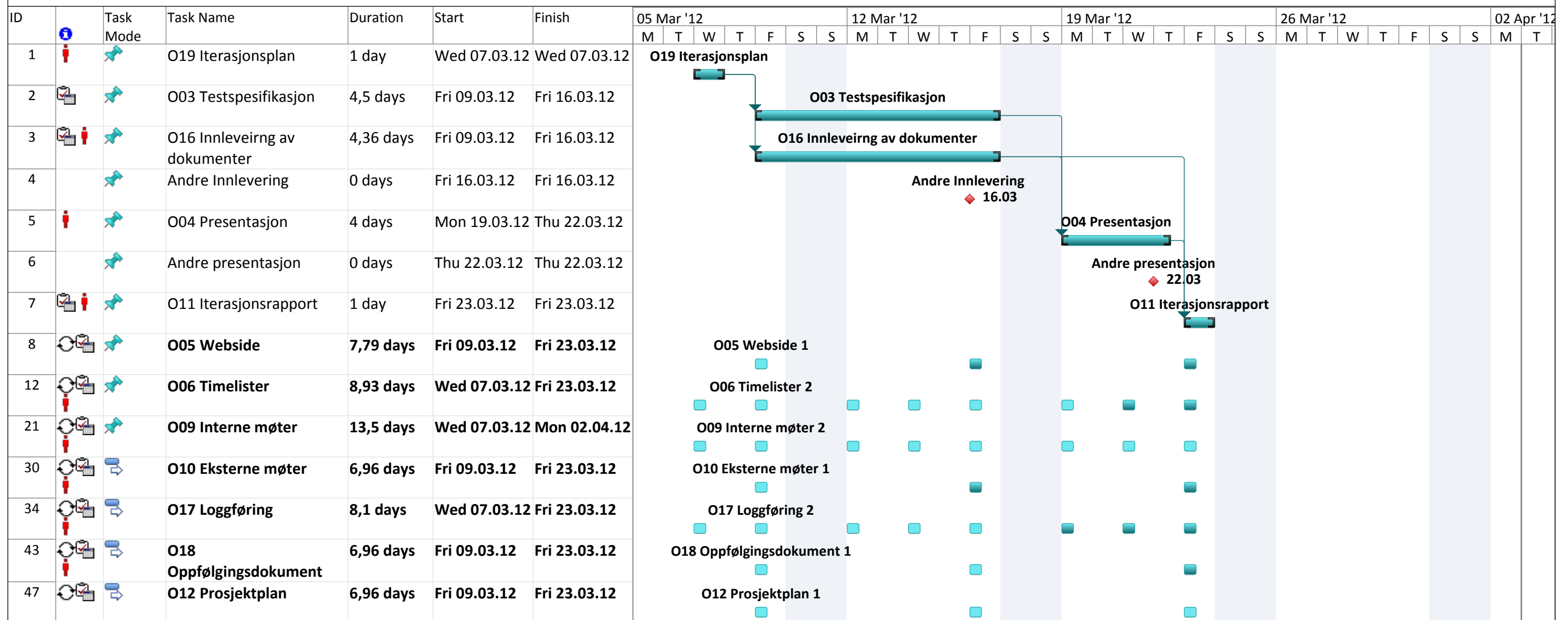
VEDLEGG 4: Gantt diagram for fase 2, iterasjon 2



Project: Prosjektplan_Gantt_Fase 2
Date: Tue 15.05.12

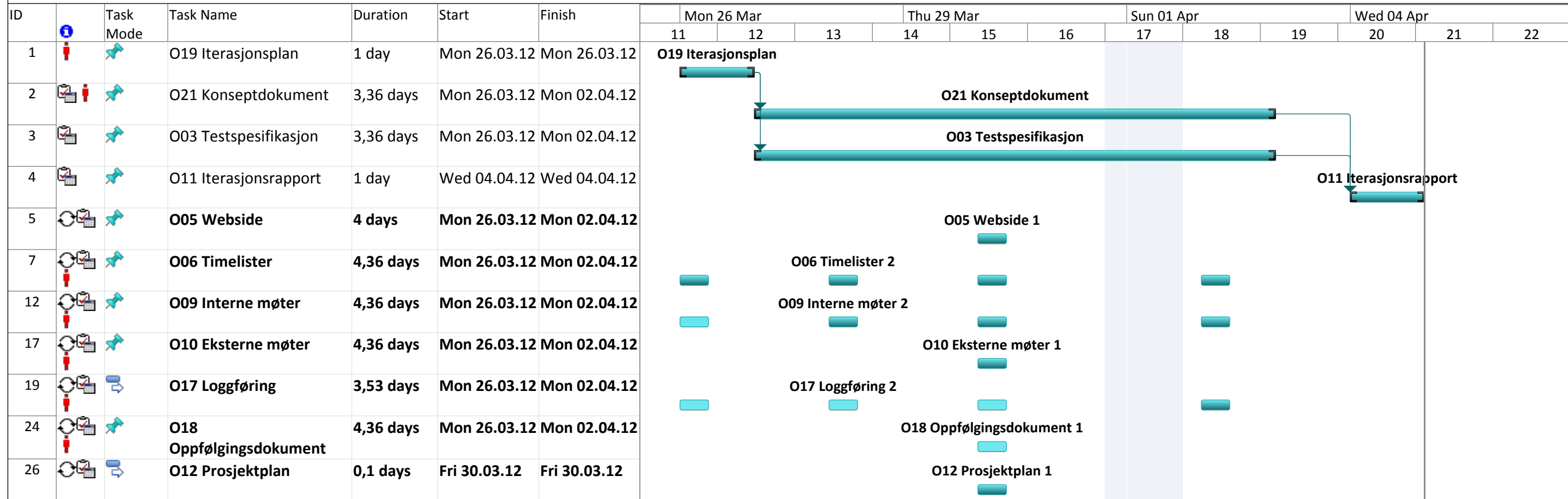
Task		External Tasks		Manual Task		Finish-only		Deadline			Progress
Split		External Milestone		Duration-only		Deadline		Manual Summary Rollup		Manual Summary	
Milestone		Inactive Task		Manual Summary Rollup		Progress		Project Summary		Inactive Summary	
Summary		Inactive Milestone		Manual Summary		Progress					
Project Summary		Inactive Summary		Start-only		Progress					

VEDLEGG 5: Gantt diagram for fase 2, iterasjon 3



Project: Prosjektplan_Gantt_Fase Date: Tue 15.05.12	Task		External Tasks		Manual Task		Finish-only	
	Split		External Milestone		Duration-only		Deadline	
	Milestone		Inactive Task		Manual Summary Rollup		Progress	
	Summary		Inactive Milestone		Manual Summary			
	Project Summary		Inactive Summary		Start-only			

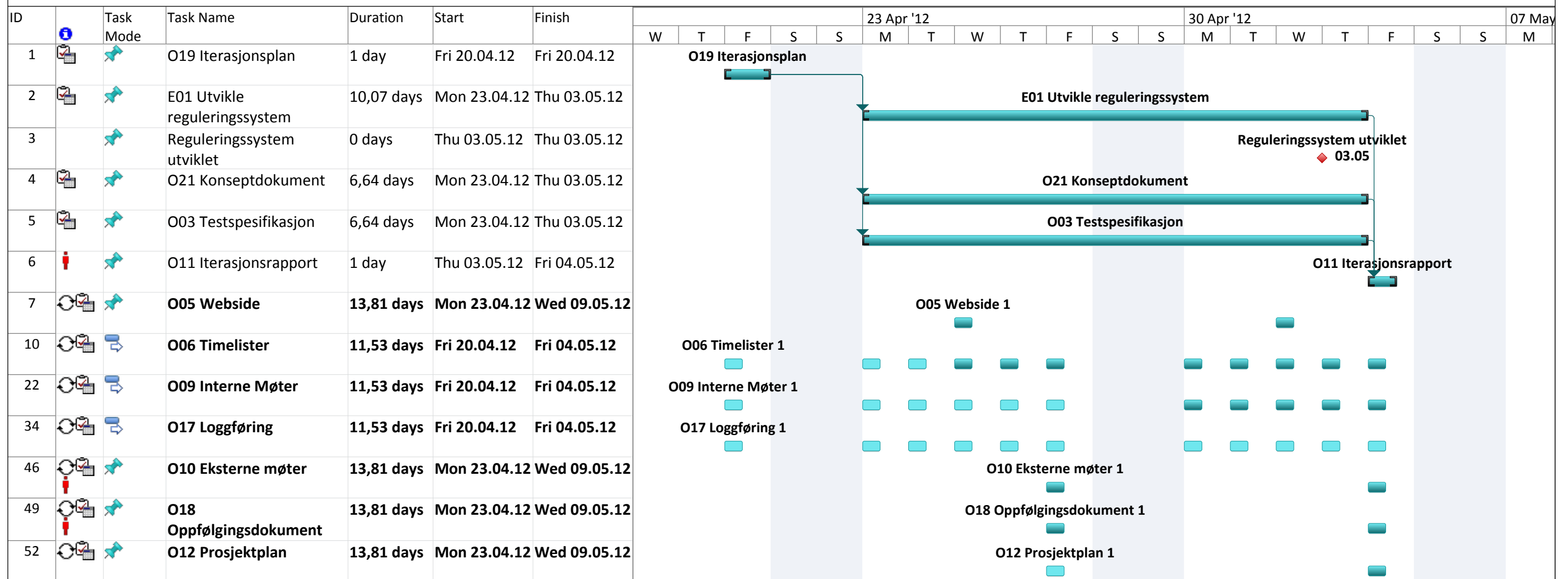
VEDLEGG 6: Gantt diagram for fase 2, iterasjon 4



Project: Prosjektplan_Gantt_Fase
Date: Tue 15.05.12

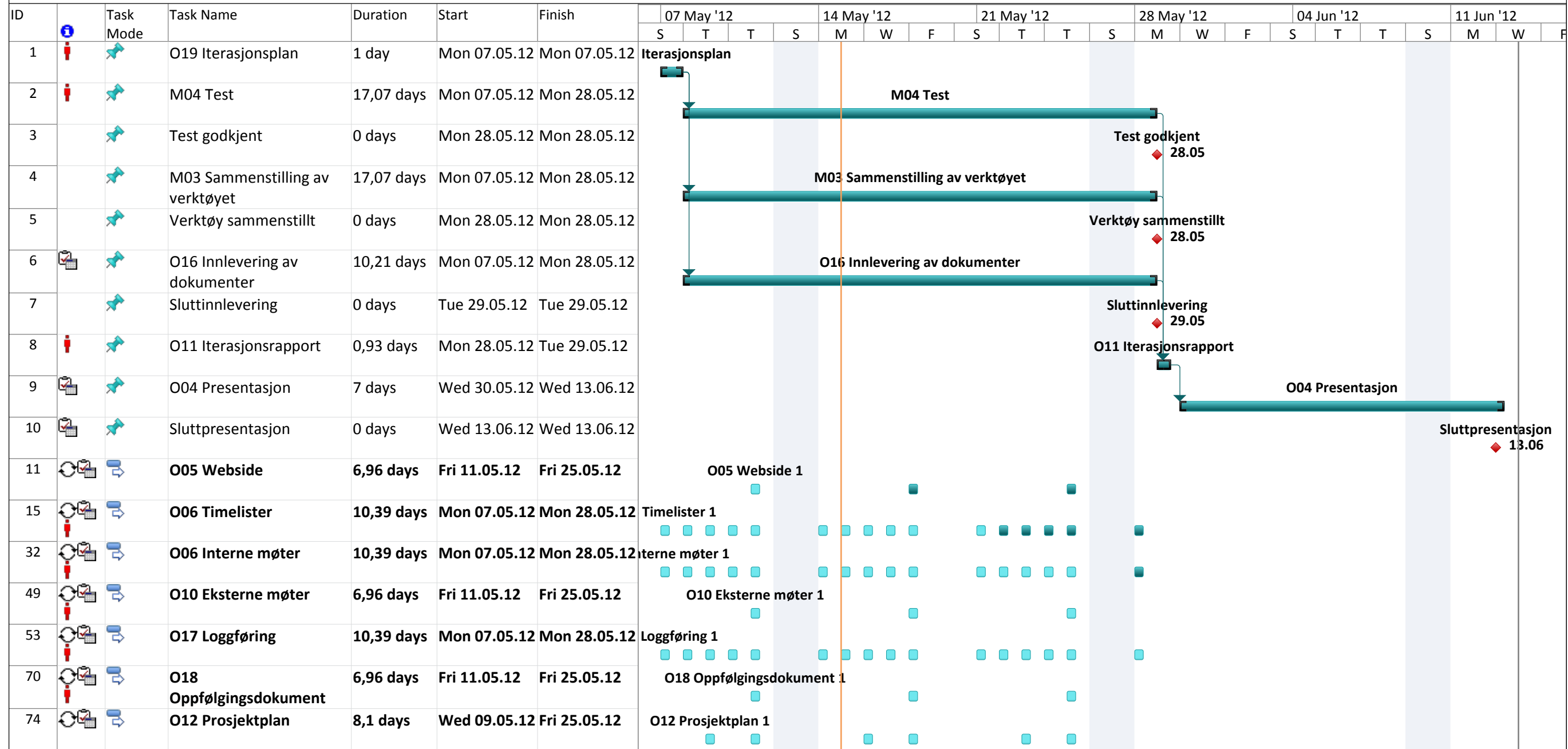
Task		External Tasks		Manual Task		Finish-only	
Split		External Milestone		Duration-only		Deadline	
Milestone		Inactive Task		Manual Summary Rollup		Progress	
Summary		Inactive Milestone		Manual Summary			
Project Summary		Inactive Summary		Start-only			

VEDLEGG 7: Gantt diagram for fase 3, iterasjon 1



Project: Prosjektplan_Gantt_Fase Date: Tue 15.05.12	Task		External Tasks		Manual Task		Finish-only		Deadline	
	Split		External Milestone		Duration-only		Deadline			
	Milestone		Inactive Task		Manual Summary Rollup		Progress			
	Summary		Inactive Milestone		Manual Summary					
	Project Summary		Inactive Summary		Start-only					

VEDLEGG 8: Gantt diagram for fase 3, iterasjon 2



Project: Prosjektplan_Gantt_Fase
Date: Tue 15.05.12

Task		External Tasks		Manual Task		Finish-only	
Split		External Milestone		Duration-only		Deadline	
Milestone		Inactive Task		Manual Summary Rollup		Progress	
Summary		Inactive Milestone		Manual Summary			
Project Summary		Inactive Summary		Start-only			

VEDLEGG 9: Aktivitetsbeskrivelser

Organisering

Aktivetsnavn: Prosjekt organisering	Aktivetskode: O01	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Prosjektet skal styres slik at det blir så effektivt så mulig.			
Hensikt: Sørge for at hvert enkelt medlem i gruppen til enhver tid har nok arbeid å gjøre, samtidig som alle i gruppen skal ha like mye å gjøre. I tillegg å sørge for at prosjektplanen følges.			
Fremgangsmåte: Arbeide systematisk etter prosjektplanen som er satt opp og følge opp medlemmene av gruppen.			

Aktivetsnavn: Kravspesifikasjon	Aktivetskode: O02	Ansvarlig: Eirik Hatlevik	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Sette opp krav til prosjektet.			
Hensikt: Definere oppgaven vi skal utføre og hvilke begrensninger vi har.			
Fremgangsmåte: Definere hva slags system vi vil ha, hva skal det gjøre, hvordan skal det virke og hvordan skal det se ut gjennom en liste med krav.			

Aktivetsnavn: Testspesifikasjon	Aktivetskode: O03	Ansvarlig: Ole Andre Granum	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Lage en testspesifikasjon for å teste alle kravene.			
Hensikt: Sørge for at systemet fungerer i henhold til kravene.			
Fremgangsmåte: Finne ut hvilke komponenter som skal testes og hvilke metoder vi skal bruke for testing.			

Aktivetsnavn: Presentasjon	Aktivetskode: O04	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Vi skal holde tre presentasjoner for sensorer, veiledere og studenter som vil høre på.			
Hensikt: Presentere arbeidet vi har gjort samt planer for videre arbeid. Tilbakemelding fra veiledere og sensorer.			
Fremgangsmåte: Lage en PowerPoint presentasjon, innkalling til presentasjon, booking av presentasjonsrom og møterom.			

Aktivetsnavn: Webside	Aktivetskode: O05	Ansvarlig: Petter Viken	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Designe en webside og oppdatere jevnlig.			
Hensikt: Legge ut informasjon om gruppelemmer, oppdragsgiver og oppgaven i tillegg til oppdateringer om progresjonen i prosjektet.			
Fremgangsmåte: Lage en hjemmeside: http://home.hibu.no/AtekStudenter1105/			

Aktivetsnavn: Timelister	Aktivetskode: O06	Ansvarlig: Olav Haugen	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Et system for å loggføre timene vi har jobbet med prosjektet.			
Hensikt: Timelister er viktig både for gruppen og oppdragsgiver for å se hvor mye arbeid som er lagt ned i prosjektet både totalt og av hver enkel person.			
Fremgangsmåte: Vi har et system i Excel hvor vi loggfører timene vi jobber.			

Aktivetsnavn: Risikoanalyse	Aktivetskode: O07	Ansvarlig: Lars Emil Jensen	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Lage en risikoanalyse.			
Hensikt: Identifisere eventuelle risikoer og være forberedt på eventuelle problemer som kan oppstå.			
Fremgangsmåte: Vurderer ulike risikoer som kan være aktuelle, og hvor stor sannsynlighet det er for at risikoen inntreffer. Samtidig sette opp forslag til løsninger på risikoer.			

Aktivetsnavn: Økonomi	Aktivetskode: O08	Ansvarlig: Lars Emil Jensen	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Holde økonomien i orden samt gi oversikt over utgifter			
Hensikt: Vise oppdragsgiver og veiledere oppdatert økonomisk status, samtidig som vi selv har kontrollen på økonomien i prosjektet.			
Fremgangsmåte: Holde budsjett og notere utgifter (og inntekter).			

Aktivetsnavn: Interne møter	Aktivetskode: O09	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Møte med gruppemedlemmene.			
Hensikt: Medlemmene får oppdatert hverandre om progresjon i arbeidet. Planlegge dagen og videre arbeid.			
Fremgangsmåte: Møtet blir holdt internt, ca. 30 min hver morgen.			

Aktivetsnavn: Eksterne møter	Aktivetskode: O10	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Møter med veiledere, sensorer eller oppdragsgiver. Møte med intern veileder fast en gang i uken etter jul.			
Hensikt: Sørge for at prosjektgruppen får oppdatert veiledere/sensorer og oppdragsgiver slik at oppfølging kan bli gitt underveis i prosjektet.			
Fremgangsmåte: Det vil bli kalt inn til møte på vanlig måte med en sakliste. Møtet vil ha en møteleder og en møtereferent.			

Aktivetsnavn: Iterasjonsrapport	Aktivetskode: O11	Ansvarlig: Lars Emil Jensen	Dato: 15.12.2011
Beskrivelse: Rapporter etter endt iterasjon.			
Hensikt: For å finne ut hvordan sist iterasjonen har gått og planlegge neste. Skal gi oss en kontinuerlig prosessforbedring slik at sjansen for å lage riktig løsning øker.			
Fremgangsmåte: Etter endt iterasjons skal det reflekteres over hvordan iterasjonen har gått og skrives rapport.			

Aktivetsnavn: Prosjektplan	Aktivetskode: O12	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 15.12.2011
Beskrivelse: Dokument som viser hvordan prosjektet planlegges.			
Hensikt: At vi har et godt planleggingsverktøy som gir oss et godt grunnlag for arbeidet med de tekniske løsningene.			
Fremgangsmåte: Lage et dokument og et Gantt-diagram over arbeid frem til prosjektslutt			

Aktivetsnavn: Forstudierapport	Aktivetskode: O13	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 01.12.2011
Beskrivelse: En rapport som skal gi en innføring i hvordan vi har tenkt å jobbe med prosjektet.			
Hensikt: Gi oss bedre grunnlag for å jobbe systematisk videre med prosjektet.			
Fremgangsmåte: Undersøke ulike prosjektmodeller og se på ulike teknologier.			

Aktivetsnavn: Visjonsdokument	Aktivetskode: O14	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 01.12.2011
Beskrivelse: Dokument med informasjon om systemet vi skal lage.			
Hensikt: Gi skolen grunnlag for å godkjenne oppgaven og få oversikt over hva den går ut på.			
Fremgangsmåte: Beskrive systemet som skal lages i løpet av prosjektet.			

Aktivetsnavn: Bestilling av komponenter	Aktivetskode: O15	Ansvarlig: Olav Haugen	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Aktivitet for når deler skal bestilles.			
Hensikt: Få inn i prosjektplanen når delene skal bestilles slik at dette kan bli gjort i god tid.			
Fremgangsmåte: Kontakte ulike leverandører når vi trenger komponenter.			

Aktivetsnavn: Innlevering av dokumenter	Aktivetskode: O16	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Utskrift og sammensetning av dokumenter som skal leveres. Vi skal også ha tilgjengelig CD med dokumenter på.			
Hensikt: God orden på dokumenter som skal leveres inn.			
Fremgangsmåte: Skrive ut dokumenter både på skolen og hos kopisenter.			

Aktivetsnavn: Loggføring	Aktivetskode: O17	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Loggføring av arbeid			
Hensikt: Brukes for at prosjektleder skal kunne ha en oversikt over hva som gjøres. Denne blir mer detaljert enn loggføring av timer.			
Fremgangsmåte: Hver enkelt deltager av gruppen har et loggføringsdokument hvor de fører opp hva som har blitt gjort hver dag.			

Aktivetsnavn: Oppfølgingsdokument	Aktivetskode: O18	Ansvarlig: Ole Andre Granum	Dato: 08.12.2011
Beskrivelse: Kort oppsummering av denne ukes arbeid og neste ukes arbeid.			
Hensikt: Gi oss en oversikt over hva hver enkelt person i gruppen gjør til enhver tid.			
Fremgangsmåte: Dokument som fylles ut av alle i gruppen en gang i uken.			

Aktivetsnavn: Iterasjonsplan	Aktivetskode: O19	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 05.01.2012
Beskrivelse: Lages en detaljert plan for hver enkelt iterasjon.			
Hensikt: Skal gi gruppelemmene en detaljert oversikt over hva de skal gjøre. Både aktiviteter og tidsbruk.			
Fremgangsmåte: Lag en plan i starten av hver iterasjon.			

Aktivetsnavn: Rapport for forkastede løsninger	Aktivetskode: O20	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 06.02.2012
Beskrivelse: Dokumentere de forkastede løsningene.			
Hensikt: Disse dokumentene er viktige for oppdragsgiver. Disse vil beskrive løsninger og resultater vi har funnet som ikke vil fungere.			
Fremgangsmåte: Skrive detaljert rapport over de forkastede løsningene.			

Aktivetsnavn: Konseptdokument	Aktivetskode: O21	Ansvarlig: Anders Holm	Dato: 07.03.2012
Beskrivelse: Dokumentere konseptet for verktøyet.			
Hensikt: Dette dokumentene er viktige for oppdragsgiver. Det vil beskrive konseptet som vi ser for oss, og de kan senere bruke dette til videreutvikling.			
Fremgangsmåte: Skrive et detaljert dokument for designet og løsning.			

Analyser

Aktivetsnavn: Analysere grensesnittet	Aktivetskode: A01	Ansvarlig: Eirik Hatlevik	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Analysere grensesnittet før videre design av systemet			
Hensikt: Utrede begrensninger med hensyn på spenninger og krefter.			
Fremgangsmåte: Forhøre med ekstern veileder og bedriften om begrensninger			

Aktivetsnavn: Materialundersøkelse	Aktivetskode: A02	Ansvarlig: Olav Haugen	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Utfør en materialanalyse			
Hensikt: Finn ut hvilke materialer som kan benyttes til verktøyet.			
Fremgangsmåte: Finn ut materialegenskaper til forskjellige materialer, det være seg styrke, vekt, korrosjonsbestandighet, pris og tilgjengelighet.			

Aktivetsnavn: Motoranalyse	Aktivetskode: A03	Ansvarlig: Petter Viken	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Utfør en analyse over løsninger på motorer			
Hensikt: Finne den motoren som er mest egnet til verktøyet			
Fremgangsmåte: Undersøk tilgjengelige motorer med hensyn på effekt, brukervennlighet, styringsmuligheter, slitasje, pris, tilgjengelighet, og så videre.			

Aktivetsnavn: Sensor- og overgangsundersøkelse	Aktivetskode: A04	Ansvarlig: Ole Andre Granum	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Undersøke ulike type sensorer og overganger.			
Hensikt: For å finne ut hva slags type sensorer vi skal bruke i systemet vi designer. Finne ut hvordan vi skal få overført signal, strøm og spenning.			
Fremgangsmåte: Finne ut hva slags type sensorer og overganger som finnes og hvilke som passer best i vårt system.			

Elektronikk

Aktivetsnavn: Utvikle reguleringssystem	Aktivetskode: E01	Ansvarlig: Petter Viken	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Få verktøyets elektriske komponenter til å samkjøre på en tilfredsstillende måte			
Hensikt: Få motorene til å samkjøre med kuttebordet i planene x, y og z.			
Fremgangsmåte: Utvikle et reguleringssystem for verktøyet			

Maskin

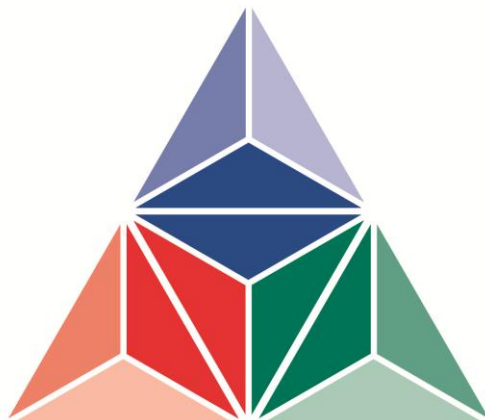
Aktivetsnavn: Lage modell i Solid Works	Aktivetskode: M01	Ansvarlig: Eirik Hatlevik	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Lage modellen av verktøyet i SolidWorks.			
Hensikt: Designe en modell som kan gi et bilde av hvordan verktøyet vil se ut.			
Fremgangsmåte: Bruk Solid Works til å tegne alle komponenter til verktøyet og sett det sammen i en sammenstilling.			

Aktivetsnavn: FEM-analyse	Aktivetskode: M02	Ansvarlig: Lars Emil Jensen	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Simulere spenningene som påføres verktøyets grensesnitt ved bruk.			
Hensikt: Optimalisere design med hensyn på spenninger.			
Fremgangsmåte: Plasser låsinger og krefter på 3d-modellen av verktøyet og se etter spenninger.			

Aktivetsnavn: Samstilling av verktøyet	Aktivetskode: M03	Ansvarlig: Olav Haugen	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Sette sammen verktøyet.			
Hensikt: Ha klart en prototyp til fremvisning og testing.			
Fremgangsmåte: Følg anvisninger og oppskrifter laget for å sette sammen utstyret.			

Aktivetsnavn: Test	Aktivetskode: M04	Ansvarlig: Ole Andre Granum	Dato: 29.12.2011
Beskrivelse: Teste komponenter, <i>subsystem</i> og ferdig prototype.			
Hensikt: Sjekke at alle komponenter, <i>subsystem</i> og prototype fungerer slik som ønsket.			
Fremgangsmåte: Følge testspesifikasjonen.			

Rapport for iterasjon 2, fase 3



HØGSKOLEN i Buskerud

Oppgavetittel: Vibra Cut
Fag (nr./ navn) Hovedprosjekt
Gruppemedlemmer: Anders Ivar Holm, Eirik Hatlevik, Petter Viken, Ole Andre Granum, Lars Emil Jensen, Olav Haugen
Eksternveileder: Roger Berntsen
Internveileder: Hallstein Asheim Hansen
Emneord:
Dato: 29.05.2012
Vi bekrefter at denne innleverte besvarelsen helt og fullt er vårt verk:
..... Anders Ivar Holm
..... Lars Emil Jensen
..... Eirik Hatlevik
..... Petter Viken
..... Ole Andre Granum
..... Olav Haugen

Dokumentegenskaper

Tittel: Rapport for iterasjon 2, fase 3

Dato: 29.05.2012

Gruppeleder: Anders Ivar Holm

Forfattere: Anders

Oppdragsgiver: Esko-Graphics Kongsberg AS

Internveileder: Hallstein Asheim Hansen

Eksternveileder: Roger Berntsen

Antall sider: 8

Antall vedlegg:

Revisjonshistorie

Rev.	Revisjon	Dato	Navn
0.1	Opprettet dokument, lagt til rapport og tidsbruk tabell	20.02.12	Anders
0.2	Skrevet rapporten.	21.05.12	Anders
0.3	Lagt til nevneverdige risikoer i konklusjonen.	22.05.12	Lars Emil
1.0	Klargjort for levering	25.05.12	Anders

Innholdsfortegnelse

Dokumentegenskaper	i
Revisjonshistorie	i
Innholdsfortegnelse	ii
Tabelloversikt.....	ii
Figuroversikt	ii
1. Introduksjon.....	1
2. Rapport	2

Tabelloversikt

Tabell 1: Rapport for iterasjonen.....	3
Tabell 2: Tidsbruk for hver aktivitet.....	4

Figuroversikt

Figur 1: Kongsberg XP24	1
-------------------------------	---

1. Introduksjon

Esko-Graphics Kongsberg AS er en del av EskoArtwork, som leverer system for design og bearbeiding av emballasje. I Kongsberg utvikles og produseres digitale maskiner for skjæring av emballasje og reklamemateriell. Et eksempel er maskinen XP24 i Figur 1.



Figur 1: Kongsberg XP24

Maskinene har bevegelser i XY retning. De er utrustet med en rekke forskjellige verktøy som beveges i Z (vertikalt) og styres tangentielt i forhold til XY bevegelsene. Verktøyene kan skiftes ut etter ønske, og ut i fra materiale som skal bearbeides. Av verktøy som er tilgjengelig kan det nevnes kniv, fres, penn m.m.

Verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre eller fornye heter "Frequency VibraCut knife Tools", en kniv som beveges hurtig opp og ned (oscillerer) ved bruk. Et materiale som dette verktøyet ofte bearbeider er resirkulert bølgepapp. Pappen er ofte av så dårlig kvalitet at det rives opp dersom kniven dras igjennom materialet. Løsningen på dette problemet er som nevnt å bruke en oscillerende kniv, men ettersom pappkvaliteten stadig blir dårligere må verktøyet stadig øke frekvensen på oscillasjonen. Dette har ført til at verktøyet har nådd sin begrensning med hensyn på holdbarhet. Grunnen til den lave holdbarheten er blant annet en kompleks kraftoverføring som både overfører den oscillerende og den roterende bevegelsen til kniven. Dette medfører i tillegg uønsket støy og vibrasjon.

Dette dokumentet inneholder en iterasjonsrapport som vi skriver etter endt iterasjon. Disse blir lagd for å få frem eventuelle endringer som må gjøres. Dette kan for eksempel være endringer i prosjektplanen, krav og generell prosess i prosjektet. Disse refleksjonene er veldig viktig for at vi ikke skal ta med oss feil inn i neste iterasjon. Dette vil føre til økt prosessforbedring.

2. Rapport

Tabell 1 viser rapporten for iterasjonen.

Tabell 2 viser tidsbruk for hver aktivitet som er brukt av hver enkelt deltaker.

Hvordan iterasjonen ble utført	Iterasjonen ble ikke utført etter iterasjonsplanen. Etter opprinnelig plan skulle iterasjonen være delt opp i to iterasjoner. En for testing og en for dokumentasjonsarbeid. De ble satt sammen til en iterasjon grunnet forsinkelse av deler. Vi har da kjørt de aktivitetene som var satt for de to iterasjonene parallelt slik at testing av deler og komponenter kunne utføres så fort delene ankom Esko. I mellomtiden jobbet gruppen med å fullføre dokumentasjonen til sluttinnlevering. På slutten av iterasjonen fikk vi vite at delene kommer før presentasjonen.
Hva som ble gjort under iterasjonen	Gruppen har fått testet noe av systemet. Det er for det meste elektriske komponenter og styringen av motoren som har blitt testet. Vi måtte endre prosjektplanen og iterasjonsplanen grunnet forsinkelser i leveransen, slik at vi har jobbet med dokumentasjonsarbeid under ventetiden for delene. Alle dokumenter har blitt korrekturlest og gjort klar for å skrives ut. Gantt-diagrammet for iterasjonen ble endret slik at sammenstilling og test ble forlenget frem til fremføring 13.06.12
Hva som må gjøres	Etter levering av dokumentene skal gruppen jobbe med å lage <i>poster</i> og presentasjon. Dette skal gjøres i perioden 31.05.12 – 13.06.12. Vi vil også sammenstille prototypen i løpet av denne tidsperioden slik at vi får testet den og vist den frem på presentasjonen.
Konklusjon for iterasjon	Etter endt iterasjon er delene fortsatt til maskinering, og vi har ikke fått fullført iterasjonen etter planen. Det har vært en risiko for at bestillinger ikke vil komme i tide, og for å forebygge en slik konsekvens, har vi vært påpasselige med å bestille i god tid. Likevel har vitale komponenter ikke nådd frem i tide, og som en løsning har vi sørget for komplett dokumentasjon som skal overleveres til Esko. Hvis man ser på timebruken for denne iterasjonen vil den ikke stemme med iterasjonsplanen. Vi vil etter levering av dokumenter bruke flere timer på sammenstilling og testing enn det som er

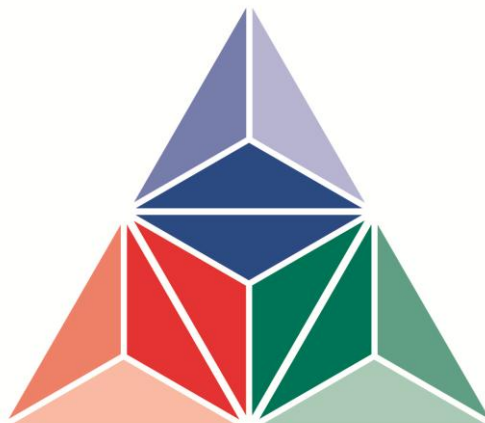
oppgitt nå. Denne planlagte tiden har blitt skrevet i kursiv parentes.
Vi ser fra samlet tid i timebruken at vi kommer til å bruke noe mer tid enn planlagt.

Tabell 1: Rapport for iterasjonen

Aktivitet:	Deltakere:	Eirik	Anders	Lars Emil	Olav	Ole Andre	Petter:	Total tid:
M04 Test	Alle	16 (30)	14 (30)	14 (30)	14 (30)	16 (30)	15 (30)	89 (180)
M03 Sammenstilling av verktøy	Eirik, Olav, Lars Emil	5 (52,5)	-	- (52,5)	5	5 (52,5)	-	15 (157,5)
O16 Innlevering av dokumenter	Alle	75	81	79	80	81,5	78,5	475
O04 Presentasjon	Alle	(22,5)	(22,5)	(22,5)	(22,5)	(22,5)	(22,5)	(135)
O05 Webside	Petter	-	-	3	-	-	0	3
O06 Timelister	Alle	0,5	3,5	2,5	2,5	1,5	3,5	14
O09 Interne møter	Alle	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	21
O10 Eksterne møter	Alle	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
O11 Iterasjonsrapport	Anders	-	3	-	-	-	-	3
O12 Prosjektplan	Anders	0	0	0	0	0	0	0
O17 Loggføring	Alle	0,5	3,5	2,5	2,5	1,5	3,5	14
O18 Oppfølgingsdokument	Alle	0,5	3,5	2,5	2,5	1,5	3,5	14
O19 Iterasjonsplan	Anders, Olav	-	1,5	-	-	-	-	1,5
Planlagt tid merkes med <i>(tall)</i> . Vi har brukt dette fordi vi leverer dokumentene før vi er ferdige med alle aktivitetene frem til presentasjonen.				Samlet tid: 652 Samlet tid etter levering av dokumenter: 1124,5				

Tabell 2: Tidsbruk for hver aktivitet

Risikodokument



HØGSKOLEN i Buskerud

Oppgavetittel: Vibra Cut
Fag (nr./ navn) Hovedprosjekt
Gruppemedlemmer: Anders Ivar Holm, Eirik Hatlevik, Petter Viken, Ole Andre Granum, Lars Emil Jensen, Olav Haugen
Eksternveileder: Roger Berntsen
Internveileder: Hallstein Asheim Hansen
Emneord:
Dato: 29.05.2012
Vi bekrefter at denne innleverte besvarelsen helt og fullt er vårt verk:
..... Anders Ivar Holm
..... Lars Emil Jensen
..... Eirik Hatlevik
..... Petter Viken
..... Ole Andre Granum
..... Olav Haugen

Dokumentegenskaper

Tittel:	Risikodokument
Dato:	29.05.2012
Gruppeleder:	Anders Ivar Holm
Forfatter:	Lars Emil Jensen
Oppdragsgiver:	Esko-Graphics Kongsberg AS
Internveileder:	Hallstein Asheim Hansen
Eksternveileder:	Roger Berntsen
Antall sider:	19
Antall vedlegg:	0

Revisjonshistorie

Rev.	Revisjon	Dato	Navn
1.0	Generelle risikoer	26.10.2011	Jensen
1.1	Lagt til mer spesifikke risikoer	09.11.2011	Jensen
1.2	Lagt til layout, forside og sammendrag. Lagt til flere spesifikke risikoer. Utført rettskriving og finpussing.	22.11.2011	Jensen
1.3	Spesifisere detaljer rundt produktet.	07.12.2011	Jensen
1.4	Legge til risikoer ifm krav.	15.12.2011	Jensen
1.5	Lagt til komplett introduksjon	19.12.2011	Jensen
1.6	Endret risikobeskrivelser, lagt til løsninger.	03.01.2012	Jensen
1.7	Endret tabell-løsning, endret risikobeskrivelser.	04.01.2012	Jensen
	Skrevet løsninger.	05.01.2012	Jensen
1.8	Endret MAL.	05.01.2012	Viken og Jensen
2.0	Justere utseende og korrektur	06.01.2012	Hatlevik, Jensen
2.1	Lagt til løsning, endret risikoforklaringen og lagt til risikofigur, lagt til sannsynlighet på alle tabeller. Kort korrektur.	12.01.2012	Jensen
2.2	Endret nummerering og lagt til detaljer	15.02.2012	Jensen
2.3	Lagt til risikoer	12.03.2012	Jensen
2.4	Gjort endringer ifm. rettskrivning og korrektur	18.03.2012	Alle, Jensen
3.0	Ferdigstilling før levering	19.03.2012	Haugen
3.1	Lagt til risiko og endret formulering ang. dokumentasjon	23.03.2012	Jensen
3.2	Korrekturlest	11.05.2012- 18.05.2012	Granum Holm Viken Hatlevik Haugen
4.0	Korrekturlesing og ferdigstilling	21.05.2012	Jensen

Innholdsfortegnelse

Dokumentegenskaper.....	i
Revisjonshistorie.....	ii
Innholdsfortegnelse.....	iii
Tabelloversikt.....	iv
Figuroversikt.....	iv
1. Innledning.....	1
2. Risikoanalyse.....	2
2.1. Risikokjematikk.....	2
2.1.1. Eksempel på risiko.....	2
2.1.2. Inndeling av risikoer.....	3
2.2. Oppgavens risikoer.....	4
2.2.1. Oppgaven.....	4
2.2.2. Ikke fullført A-krav.....	4
2.2.3. Ikke fullført B-krav.....	4
2.3. Menneskelige risikoer.....	5
2.3.1. Prosjektmedlemmer.....	5
2.3.1. Oppdragsgiver.....	5
2.3.2. Veileder.....	5
2.3.3. Menneskelige faktorer.....	6
2.3.4. Intern konflikt.....	6
2.3.5. Unyttig tidsbruk.....	6
2.3.6. Forsentkomming.....	7
2.4. Tekniske risikoer.....	8
2.4.1. Teknisk svikt.....	8
2.4.2. Pris.....	8
2.4.3. Holdbarhet.....	8
2.4.4. Vekt.....	9
2.4.5. Støy; B-krav.....	9
2.4.6. Størrelsesbegrensning i bredderetning.....	9
2.4.7. Knivens rotasjon.....	10
2.4.8. Knivens frekvens.....	10
2.4.9. Temperatur.....	10
2.4.10. Slaglengde.....	11

2.4.11.	Belastninger	11
2.4.12.	Strømforsyning	11
2.4.13.	Bestillinger	12
2.4.14.	Motorer.....	12
2.4.15.	Reimer.....	12
2.4.16.	Sammenstilling.....	13

Tabelloversikt

Tabell 1: Eksempel på tabell	2
Tabell 2: Oppgaven	4
Tabell 3: Ikke fullført A-krav.....	4
Tabell 4: Ikke fullført B-krav.....	4
Tabell 5: Prosjektmedlemmer	5
Tabell 6: Oppdragsgiver	5
Tabell 7: Veileder	5
Tabell 8: Menneskelige faktorer	6
Tabell 9: Intern konflikt.....	6
Tabell 10: Unyttig tidsbruk	6
Tabell 11: Forsentkomming	7
Tabell 12: Teknisk svikt	8
Tabell 13: Pris.....	8
Tabell 14: Holdbarhet	8
Tabell 15: Vekt	9
Tabell 16: Støy: B-krav	9
Tabell 17: Størrelsesbegrensning i bredderetning	9
Tabell 18: Knivens rotasjon.....	10
Tabell 19: Knivens frekvens	10
Tabell 20: Temperatur	10
Tabell 21: Slaglengde	11
Tabell 22: Belastninger	11
Tabell 23: Strømforsyning.....	11
Tabell 24: Bestillinger	12
Tabell 25: Motorer	12
Tabell 26: Reimer	12
Tabell 27: Sammenstilling.....	13

Figuroversikt

Figur 1: Kongsberg XP24	1
Figur 2: Graf med risiko	2

1. Innledning

Esko-Graphics Kongsberg AS er en del av EskoArtwork, som leverer system for design og bearbeiding av emballasje. I Kongsberg utvikles og produseres digitale maskiner for skjæring av emballasje og reklamemateriell. Et eksempel er maskinen XP24 i Figur 1.



Figur 1: Kongsberg XP24

Maskinene har bevegelser i XY retning. De er utrustet med en rekke forskjellige verktøy som beveges i Z(vertikalt) og styres tangentielt i forhold til XY bevegelsene. Verktøyene kan skiftes ut etter ønske, og ut i fra materiale som skal bearbeides. Av verktøy som er tilgjengelig kan det nevnes kniv, fres, penn m.m.

Verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre eller fornye heter "Frequency VibraCut knife tool", en kniv som beveges hurtig opp og ned (oscillerer) ved bruk. Et materiale som dette verktøyet ofte bearbeider er resirkulert bølgepapp. Pappen er ofte av så dårlig kvalitet at det rives opp dersom kniven dras igjennom materialet. Løsningen på dette problemet er som nevnt å bruke en oscillerende kniv, men ettersom pappkvaliteten stadig blir dårligere må verktøyet stadig øke frekvensen på oscillasjonen. Dette har ført til at verktøyet har nådd sin begrensning med hensyn på holdbarhet. Grunnen til den lave holdbarheten er blant annet en kompleks kraftoverføring som både overfører den oscillerende og den roterende bevegelsen til kniven. Dette medfører i tillegg uønsket støy og vibrasjon.

Hvor enn man går, og hvor enn man er i verden, vil man kunne støte på problemer eller dilemmaer. Dette gjelder ikke minst for oppgaver som den vi skal utføre dette året. Disse hindringene kan være av større eller mindre omfang, og man må regne med å møte noen før eller siden. Noen kan også være av så alvorlig grad at prosjektet må innstilles. I dette dokumentet vil vi utføre en risikoanalyse for å se på mulige hinder som kan oppstå gjennom prosjektets levetid. Vi som gruppe vil se på sannsynligheten for en slik hendelse og anta konsekvens for å finne risikoen for hver hendelse.

2. Risikoanalyse

2.1. Risikoskjematikk

Her følger et eksempel på et risikoskjema med forklaring og hvordan inndelingen er utformet.

2.1.1. Eksempel på risiko

Det følger en utdypende forklaring i samsvar med tittelen, og deretter kommer et skjema med sannsynlighet, konsekvens, risiko, forebyggende tiltak og løsning. Tabell 1 viser et eksempel på hvordan vi har valgt å illustrere en risiko.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Forslag til forebyggende tiltak.		
Løsning:	a. Ett forslag til løsning om risikoen skulle inntreffe. b. Annet forslag til løsning om risikoen skulle inntreffe.		

Tabell 1: Eksempel på tabell

Sannsynlighet, konsekvens og risiko er delt opp i antagelsene liten, middels og stor. Bakgrunnsfarge angir antagelsen vi mener er mest korrekt i forbindelse med risikoen. I dette eksempel er antas det stor sannsynlighet og middels konsekvens. For å finne risikoen benytter vi følgende ligning:

$$\text{Risiko} = \text{Sannsynlighet} * \text{Konsekvens}$$

Denne kan illustreres med Figur 2, og viser risikoene i form av farger.



Figur 2: Graf med risiko

I Figur 2 vises fargene grønn, gul og rød. Grønn betyr liten risiko. Gul er middels risiko, og betyr at man må følge med, og kanskje gjøre aksjoner. Rød er stor risiko, og betyr at dette må følges opp og sette i gang tiltak.

Det følger også forslag til forebyggende tiltak, som viser en måte å unngå denne risikoen.

Til slutt kommer en løsning og disse er alfabetisk inndelt, og alle løsninger er likestilt uavhengig av alfabetiseringen. Alfabetiseringen er et hjelpemiddel for henvisning mellom risikoer, og for bedre oversikt.

2.1.2. Inndeling av risikoer

På grunn av mange risikoer har vi valgt å dele risikoene inn i mindre grupper, hvor inndelingen er som følger:

- 2.2. Omhandler risikoer forbundet med oppgaven
- 2.3. Omhandler menneskelige risikoer
- 2.4. Omhandler risikoer forbundet med det tekniske i oppgaven

2.2. Oppgavens risikoer

2.2.1. Oppgaven

Det største problemet vi kan støte på er at vi ikke får fullført oppgaven/ kravene på en tilfredsstillende måte. Det være seg alt fra dårlig oppgaveløsning til mangelfull dokumentering.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuerlig dialog med veileder. • Husk å dokumentere fortløpende. • Oppdater prosjektplan 		
Løsning:	Ingen løsning.		

Tabell 2: Oppgaven

2.2.2. Ikke fullført A-krav

Vi har fått krav fra oppdragsgiver og noen er viktigere enn andre. A-krav er de viktigste kravene. Gruppen vil derfor ha som førsteprioritet å gjennomføre A-kravene, på en enkel måte.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Ha som mål å få gjort A-krav innen tiden som er angitt.		
Løsning:	a. Viktig å dokumentere hvis A-krav ikke er gjort innen tiden som er angitt.		

Tabell 3: Ikke fullført A-krav

2.2.3. Ikke fullført B-krav

Vi har fått krav fra oppdragsgiver og noen er viktigere enn andre. De viktigste kravene er A-kravene, men målet er B-kravene. Er A-kravene fullført, kan vi jobbe med B-kravene.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Ha som mål å få gjort A-krav, så B-krav.		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon.		

Tabell 4: Ikke fullført B-krav

2.3. Menneskelige risikoer

2.3.1. Prosjektmedlemmer

Det kan være vanskelig hvis medlemmer ikke gjør jobben sin, eller hvis medlemmer trekker seg fra gruppen.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Aktiv oppfølging og godt samhold. Samtlige medlemmer innføres i prosjektets omfang.		
Løsning:	a. Den bestemte jobben fordeles ut til de andre på gruppen.		

Tabell 5: Prosjektmedlemmer

2.3.1. Oppdragsgiver

Det kan forekomme at oppdragsgiveren trekker seg. Dersom oppdragsgiver legger til eller endrer oppgavens egenart kan det gjøre at gruppen ikke rekker å fullføre.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Aktiv kontakt med kontaktpersoner i ESKO.		
Løsning:	a. Ved endringer av oppgave, sørg for at hovedkrav blir oppfylt, og nedprioriter mindre viktige krav.		

Tabell 6: Oppdragsgiver

2.3.2. Veileder

Gjennom prosjektet kan det være mulig at veiledere ikke er tilgjengelig når gruppen trenger hjelp.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Avtale møter i tide.		
Løsning:	a. Forhør med andre fagkyndige til veileder er tilgjengelig. b. Gjør andre arbeidsoppgaver i mellomtiden.		

Tabell 7: Veileder

2.3.3. Menneskelige faktorer

Det er alltid en mulighet for at gruppe­med­lem­mer eller veile­dere kan gjennomgå sykdom og skader av kortere eller lengre karakter.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Ingen.		
Løsning:	a. Hvis gruppe­med­lem, fordel oppgaven til de andre i gruppen. b. Hvis veile­der, se løsning i Tabell 7 pkt. a.		

Tabell 8: Menneskelige faktorer

2.3.4. Intern konflikt

Uenighet og spenninger mellom gruppe­med­lem­mer som ikke løses kan føre til at verdifull tid og viktig arbeid kan gå tapt. Viktig at alle får komme med sine meninger, og at uenigheter løses.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Viktig at alle får si sin mening.		
Løsning:	a. Ta problemet opp med dem/den det gjelder. b. Forhør med prosjektleder ved problemer.		

Tabell 9: Intern konflikt

2.3.5. Unyttig tidsbruk

Til tider kan spill og nettsider friste mer enn de respektive oppgavene som skal løses. Dersom gruppe­med­lem­mer bruker mye tid på slikt kan det være et problem for resten av gruppen. Dette kan føre til forsinkelser både for enkelt­med­lem­mer og gruppen totalt sett.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Sørg for å gjøre nyttig arbeid først.		
Løsning:	a. Ta problemet opp med dem/den det gjelder. b. Forhør med prosjektleder ved problemer.		

Tabell 10: Unyttig tidsbruk

2.3.6. Forsentkomming

Gruppen har avtalt å møte 09:15 hver arbeidsdag. Vi har også andre møter med både oppdragsgiver og veiledere. Ved forsentkomming er straff aktuelt.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Vær bevisst på egen atferd og døgnrytme, spesielt før møter.		
Løsning:	a. Internt har gruppen et eget system for registrering ved forsentkomming.		

Tabell 11: Forsentkomming

2.4. Tekniske risikoer

2.4.1. Teknisk svikt

Gruppen kommer til å utføre en del oppgaver som krever datamaskiner, slik som simuleringer og dokumentering. Dersom strømmen går, eller maskiner bryter sammen under slikt arbeid kan data gå tapt og vi må starte forfra, noe som er tidkrevende.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Sørg for fortløpende sikkerhetskopiering og streb etter god og entydig datakvalitet.		
Løsning:	<ul style="list-style-type: none"> a. Fortsett der man lagret sist b. Utarbeid enda strengere rutiner 		

Tabell 12: Teknisk svikt

2.4.2. Pris

Det er ønskelig at prisen ikke overstiger pris på nåværende løsning. Ved for dyr løsning kan det hende at produktet ikke kan benyttes.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Husk å optimalisere løsninger med hensyn på sikkerhet først og så pris.		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon		

Tabell 13: Pris

2.4.3. Holdbarhet

Det er ønsket at holdbarheten før utskiftning av verktøy skal være minimum 5000 driftstimer. Dersom dette ikke skjer vil vi risikere at kravet ikke tilfredsstilles.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Se alltid etter løsninger som gir god holdbarhet.		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon.		

Tabell 14: Holdbarhet

2.4.4. Vekt

Vekt er noe man må ta hensyn til, da en for tung løsning kan medføre treghet i det totale systemet, eller uønsket vibrasjon. Vi har som A-krav å få til maks 5kg.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Sikt på B-kravene, men ha som mål å fullføre A-krav innen de tider som er angitt.		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon.		

Tabell 15: Vekt

2.4.5. Støy; B-krav

Støy i arbeidsmiljø kan være skadelig og forstyrrende. Siden verktøyet skal kunne benyttes i kontorlandskap er det ønskelig at støyen begrenses til maksimum 70dB. Vår prototype er beregnet for bruk i forskning og utvikling, og det er derfor ikke et A-krav.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Ha alltid med støy i beregninger.		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon.		

Tabell 16: Støy; B-krav

2.4.6. Størrelsesbegrensning i bredderetning

Siden verktøyet skal kobles til et allerede eksisterende festepunkt på kuttebordet, må størrelsen begrenses. Ved alternativ posisjon settes det et maksimum på 270mm i bredderetning, og dette er et A-krav. Hvis dette ikke fullføres, vil eventuell prototyp ikke kunne testes på skjærebord.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Plasser elementene slik at bredden er innenfor angitt maksimum.		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon.		

Tabell 17: Størrelsesbegrensning i bredderetning

2.4.7. Knivens rotasjon

Kniven skal kunne bevege seg fritt i x-y-planet. Dermed er det satt et minimum på 18rev/sek på kniven. Dersom dette ikke overholdes kan kniven i verste fall knekke, eller pappen rives opp.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Ta hensyn til en motor som kan utføre slike rotasjoner		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon.		

Tabell 18: Knivens rotasjon

2.4.8. Knivens frekvens

I dagens løsning har kniven en frekvens på 200Hz eller 12.000rpm. Hvis vi ikke får en slik frekvens på vår løsning er oppgaven i praksis ikke løst, og det er alvorlig konsekvens, siden dette er A-krav.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Sørg for å ta hensyn til alle faktorer i motorberegninger.		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon.		

Tabell 19: Knivens frekvens

2.4.9. Temperatur

Det er viktig å holde jevn temperatur slik at alle komponenter virker tilfredsstillende. Det er også en fare for antennelse ved for høy temperatur. Innenfor dekselet er det derfor ønsket maks 50 °C.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Sørg for kjøling ved behov.		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon. b. Se etter alternativer til kjøling.		

Tabell 20: Temperatur

2.4.10. Slaglengde

Dagens løsning har en slaglengde på $\pm 0,6\text{mm}$, og det er ønskelig med denne slaglengden da den er optimal med hensyn på slitasje. Hvis slaglengden ikke overholdes kan man risikere at kniven slites raskere enn ønsket, eller at man ikke får kuttet gjennom pappen. Dette er et A-krav.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Sørg for at eksentere våres har en offset på 0,6mm i forhold til senter.		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon.		

Tabell 21: Slaglengde

2.4.11. Belastninger

Det kan hende at visse komponenter ikke tåler de belastninger de utsettes for, og det kan sette oss tilbake til start.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Prøv å ta hensyn til alle faktorer i beregninger Utfør FEM- og motorberegninger		
Løsning:	Dokumenter komponenter som har blitt underdimensjonert.		

Tabell 22: Belastninger

2.4.12. Strømforsyning

Kuttbordet opererer med en strømforsyning til verktøyet på 48 volt DC. Hvis utstyret som benyttes i verktøyet ikke samkjører med dette, er konsekvensen at vi må benytte en omformer.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Ha strømforsyning på 48V DC med i beregninger		
Løsning:	a. Sørg for komplett dokumentasjon. b. Benytt en omformer.		

Tabell 23: Strømforsyning

2.4.13. Bestillinger

Når vi kommer så langt at vi skal bestille komponenter til systemet, er det en risiko for at de ikke vil bli ferdig og sendt i tide. Dermed er det en fare for at vi ikke kan få testet en prototyp, eller får vist prototypen ved presentasjoner.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Jobb effektivt og bestill i god tid.		
Løsning:	<ul style="list-style-type: none"> a. Sørg for komplett dokumentasjon. b. Lage digitale animasjoner ut ifra modell som best viser hvordan produktet skulle oppføre seg. 		

Tabell 24: Bestillinger

2.4.14. Motorer

Vi kommer til å benytte nye motorer og det er en risiko for at det ikke finnes motorer i ønsket prisklasse eller at motorene ikke er kraftige nok. Det kan gjøre at vi ikke har en prototyp ved endt prosjekt.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Se på alle muligheter for å få motoren i ønsket hastighet.		
Løsning:	<ul style="list-style-type: none"> a. Lag en løsning som tåler angitte spesifikasjoner. b. Gi plass til en motor. 		

Tabell 25: Motorer

2.4.15. Reimer

Det vil bli brukt reimer og reimhjul i systemet. Det kan være at det ikke finnes reimhjul med ønskede dimensjoner og forholdstall, og da vil det gå ut over designet og motorene vi har valgt.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Gi plass til reimer og reimhjul under designprosessen.		
Løsning:	<ul style="list-style-type: none"> a. Lag en løsning som har plass til reimspesifikasjoner. b. Gi plass til en reim. 		

Tabell 26: Reimer

2.4.16. Sammenstilling

Gruppen skal selv sette sammen verktøyet. Vi vil få litt veiledning av fagkyndige ved behov. Det kan være at deler ikke passer sammen, og da vil disse måtte tilpasses. Dette er viktig å dokumentere avvik.

Sannsynlighet:	Liten	Middels	Stor
Konsekvens:	Liten	Middels	Stor
Risiko:	Liten	Middels	Stor
Forebyggende tiltak:	Sørg for riktige toleranser og gode dimensjoneringer.		
Løsning:	a. Sørg for at det blir satt av tid til tilpassing i prosjektplanen. b. Sørg for komplett dokumentasjon.		

Tabell 27: Sammenstilling

Etteranalyse



HØGSKOLEN i Buskerud

Oppgavetittel: Vibra Cut
Fag (nr./ navn) Hovedprosjekt
Gruppemedlemmer: Anders Ivar Holm, Eirik Hatlevik, Petter Viken, Ole Andre Granum, Lars Emil Jensen, Olav Haugen
Eksternveileder: Roger Berntsen
Internveileder: Hallstein Asheim Hansen
Emneord:
Dato: 29.05.2012
Vi bekrefter at denne innleverte besvarelsen helt og fullt er vårt verk:
..... Anders Ivar Holm
..... Lars Emil Jensen
..... Eirik Hatlevik
..... Petter Viken
..... Ole Andre Granum
..... Olav Haugen

Dokumentegenskaper

Tittel:	Etteranalyse
Dato:	29.05.2012
Gruppeleder:	Anders Ivar Holm
Forfattere:	Anders
Oppdragsgiver:	Esko-Graphics Kongsberg AS
Internveileder:	Hallstein Asheim Hansen
Eksternveileder:	Roger Berntsen
Antall sider:	16
Antall vedlegg:	

Revisjonshistorie

Rev.	Revisjon	Dato	Navn
0.1	Opprettet dokumentet Skrevet introduksjon Skrevet kapittel 2.1, 2.2, 2.3 & 2.5	14.05.12	Anders
0.2	Individuell evaluering	24.05.12	Viken
1.0	Klargjort for levering	25.05.12	Anders

Innholdsfortegnelse

Dokumentegenskaper	i
Revisjonshistorie	i
Innholdsfortegnelse	ii
Figuroversikt	ii
1. Introduksjon	1
2. Evalueringer	2
2.1. Oppgaven	2
2.2. Faget Hovedoppgave	2
2.3. Prosjektresultater	2
2.4. Mål	3
2.5. Økonomi	3
2.6. Gruppesamarbeid	3
2.7. Organisering	4
2.7.1. Intern veileder	4
2.7.2. Ekstern veileder	4
3. Individuelle evalueringer	5
3.1. Anders Ivar Holm	5
3.2. Eirik Hatlevik	6
3.3. Lars Emil Jensen	7
3.4. Olav Haugen	8
3.5. Ole André Granum	9
3.6. Petter Viken	10
4. Konklusjon	11

Figuroversikt

Figur 1: Kongsberg XP24	1
-------------------------------	---

1. Introduksjon

Esko-Graphics Kongsberg AS er en del av EskoArtwork, som leverer system for design og bearbeiding av emballasje. I Kongsberg utvikles og produseres digitale maskiner for skjæring av emballasje og reklamemateriell. Et eksempel er maskinen XP24 i Figur 1



Figur 1: Kongsberg XP24

Maskinene har bevegelser i XY retning. De er utrustet med en rekke forskjellige verktøy som beveges i Z (vertikalt) og styres tangentielt i forhold til XY bevegelsene. Verktøyene kan skiftes ut etter ønske, og ut i fra materiale som skal bearbeides. Av verktøy som er tilgjengelig kan det nevnes kniv, fres, penn m.m.

Verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre eller fornye heter "Frequency VibraCut knife tool", en kniv som beveges hurtig opp og ned (oscillerer) ved bruk. Et materiale som dette verktøyet ofte bearbeider er resirkulert bølgepapp. Pappen er ofte av så dårlig kvalitet at det rives opp dersom kniven dras igjennom materialet. Løsningen på dette problemet er som nevnt å bruke en oscillerende kniv, men ettersom pappkvaliteten stadig blir dårligere må verktøyet stadig øke frekvensen på oscillasjonen. Dette har ført til at verktøyet har nådd sin begrensning med hensyn på holdbarhet. Grunnen til den lave holdbarheten er blant annet en kompleks kraftoverføring som både overfører den oscillerende og den roterende bevegelsen til kniven. Dette medfører i tillegg uønsket støy og vibrasjon.

I dette dokumentet vil vi evaluere prosjektet og hvordan arbeidet har gått. Dokumentet vil markere slutten på prosjektet og vil gi veiledere og sensorer et innblikk i gruppens mening om prosjektet. Vi vil oppsummere resultater og kostnader i løpet av prosjektet samt evaluere det endelige produktet. Vi vil også oppsummere hvordan gruppearbeidet og fordelingen av ansvarsområder har gått. Hvert medlem av prosjektgruppen vil også gi en individuell evaluering av prosjektet.

2. Evalueringer

2.1. Oppgaven

Oppgaven ble gitt av Esko-Graphics Kongsberg. Den ble presentert for oss november 2011 av kontakter hos Esko. Målet var å undersøke mulige teknologier for å utvikle et verktøy Esko bruker i en skjæremaskin de utvikler. Dette ble da en oppgave både for elektroingeniører og maskiningeniører, noe som passet vår sammensetning av gruppemedlemmer bra. Fra Esko fikk vi beskjed om at prosjektet kunne være for stort, men vi kunne til en viss grad få være med å forme oppgaven selv. Dette gjaldt da graderinger av viktighet for verktøyets funksjonalitet. Først og fremst var det nytt design av oscillasjonsfunksjonen og holdbarheten til verktøyet som var viktig. Det at vi fikk en viss grad av frihet i oppgaven gjorde at vi kunne fokusere på det som var viktig, og hvis vi fikk tid til overs var det alltid noe som kunne gjøres. I starten av oppgaven var det ikke bestemt om vi skulle lage en prototype, men etter en presentasjon av designet, bestemte Esko at en prototype skulle bestilles. For gruppen har oppgaven vært spennende da vi både har fått utfordringer i å utvikle et nytt produkt, samt erfare hvordan bestilling og leveringsprosessen fungerer.

2.2. Faget Hovedoppgave

Faget Hovedoppgave startet høsten 2011, og pågikk frem til sommeren 2012. Fordelingen av arbeidsmengde i faget var 5 studiepoeng høsten 2011, og 15 studiepoeng våren 2012. Det betyr at det var avsatt fler timer for arbeid på våren 2012. I starten av faget hadde vi forelesning med intern sensor om prosjektarbeid og prosjektmodeller. Dette var en god start i faget med tanke på at ingen i gruppen hadde erfaring i prosjektarbeid i denne størrelsesorden. Det vi kunne tenkt oss for en bedre innføring i prosjektarbeid var å ha en bedre bakgrunn i å skrive god dokumentasjon, siden dette har vært en såpass stor del av prosjektet. Dette er noe vi har lært i løpet av prosjektet. Det kunne også vært en tydeligere beskrivelse av det fysiske formatet på innleveringen, utydigheten har ført til at vi har måtte prøve oss fram til hver innlevering.

Totalt sett har opplevelsen av dette faget vært bra. Vi har lært mye om prosjektarbeid, og det har vært spennende å få en innføring i hvordan ingeniøryrket fungerer i praksis. Det har også vært interessant å lære hvordan det er å jobbe i gruppe med mennesker med ulik bakgrunn, og hvordan det er å jobbe sammen med en bedrift.

2.3. Prosjektresultater

Resultatet fra prosjektet er en rekke dokumenter som forteller hva gruppen har undersøkt av teknologier og design som vi så for oss at kunne bedre holdbarheten til verktøyet. Her er det både dokumenter hvilke løsninger vi har brukt, samt hvilke løsninger som har blitt forkastet. I tillegg har vi også produsert en prototype som kan settes på skjærebordet å testes. Sammenstillingsprosessen er også dokumentert sammen med styring av verktøyet slik at Esko kan videreutvikle prototypen ytterligere.

2.4. Mål

Vi har hatt som mål å utføre noen milepæler gjennom prosjektets levetid. Milepælene er som følger:

- ✓ Første innlevering og presentasjon (11.01.2012)
- ✓ Bestilling av komponenter og deler(02.03.2012)
- ✓ Ferdig med design(02.03.2012)
- ✓ Andre innlevering og presentasjon(22.03.2012)
- ✓ Reguleringsystemet er utviklet(02.05.2012)
- ✗ Verktøyet er sammenstilt(29.05.2012)
- ✗ Test godkjent(29.05.2012)
- ✓ Ferdig med dokumenter for sluttinnlevering(29.05.2012)
- Sluttpresentasjon(13.06.2012)

Alle milepælene merket med ✓ er fullførte, mens de merket med ✗ ikke vært mulige å holde på grunn av forsinkelser i bestillinger. Målet er å se om vi av like vel kan utføre disse før presentasjonen den 13.06.2012. Selv om noen av milepælene ikke er fullført på tiden, er fortsatt Sluttpresentasjon(13.06.2012) i rute.

2.5. Økonomi

Den økonomiske delen av prosjektet har vært delt på både Esko og prosjektgruppen. Esko har dekket de materielle kostnadene av prototypen, og utskrifter til endelig levering. De dekker også halvparten av kostnadene forbundet med andre utskrifter. Prosjektgruppen har stått for utgiftene forbundet med presentasjonene.

2.6. Gruppesamarbeid

Gruppesamarbeidet har fungert veldig bra. Fra starten av prosjektet har gruppen jobbet med samme type arbeidsoppgaver. Og alle var med på å bestemme og forme prosjektet. Senere har hvert enkelt medlem tatt større del i sin ansvarsrolle og oppgaven vi fikk, har gitt utfordringer både for maskiningeniørene som har designet verktøyet, og elektroingeniørene som har jobbet med de elektriske delene av prototypen. Det var derfor naturlig at gruppen delte seg opp i en elektro- og maskindel, samtidig som hele gruppen fungerte sammen. Vi har under hele prosjektet hatt fokus på at alle skal ha noe å gjøre til en hver tid, slik at det har ikke vært en strengt oppdelt gruppe. Alle har bidratt til alle oppgaver vi har gjort.

2.7. Organisering

2.7.1. Intern veileder

Hallstein Asheim Hansen har vært vår interne veileder. Hallstein underviser i datafag og fikk derfor en utfordring da han fikk oss som gruppe siden vi hadde en elektromekanisk oppgave. Men han har gjort en veldig god jobb når det kommer til veiledning av prosjektstyring og dokumentasjon. Vi har hatt en god kommunikasjon med Hallstein. For å holde Hallstein oppdatert på arbeid og progresjon har vi hatt møte 1 gang uken, samt at vi har sendt inn oppfølgingsdokument.

2.7.2. Ekstern veileder

Roger Berntsen fra Esko-Graphics har vært vår eksterne veileder, men vi har også fått hjelp av flere på bedriften. Roger har hjulpet gruppen med tekniske spørsmål, samt veiledning av teknisk dokumentasjon. Vi har hatt en åpen og god kommunikasjon både vi telefon og mail, og det har aldri vært problem og møtes. Ivar Holm fra Esko-Graphics har hjulpet gruppen med tekniske spørsmål. Sondre Hustveit og Dag Melland fra Esko-Graphics har hjulpet gruppen med mekaniske deler og bestillinger.

3. Individuelle evalueringer

3.1. Anders Ivar Holm

Prosjektoppgaven startet høsten 2011. Vi startet med undervisning om prosjektarbeid, og vi dannet grupper. Gruppen vår besto av 6 studenter. 3 studenter fra produktutvikling og 3 studenter fra kybernetikk/mekatronikk. Oppgaven videre var å finne en prosjektoppgave som passet vår sammensetning av gruppemedlemmer. Vi var tidlig inne på Esko-Graphics Kongsberg, da vi hadde kontaktpersoner innenfor bedriften.

Oppgaven vi fikk av Esko-Graphics har vært utfordrende og spennende. Den har gitt oss muligheten for nytenkning og gitt oss erfaring innen prosjektarbeid med gruppemedlemmer fra ulike bakgrunner, samt erfaringer med å arbeide med erfarne ingeniører. Oppgaven inneholdt utfordringer for de to ulike studieretningene. Vi startet oppgaven med idemyldring og ulike konsepter. Vi brukte mye tid på undersøkelser av ulike teknologier og design, og dokumentering av dette. I starten av denne fasen hadde vi stor tro på "solenoid" som mulig løsning på oppgaven, men det viste seg at et redesign og forbedringer av løsningen Esko har i dag var et bedre alternativ. I perioden frem til mars brukte gruppen mye tid på å designe og finne ut hvilke deler som kunne brukes for en løsning. Dette ble presentert for Esko som ville at vi skulle lage en prototype. Da delene var bestilt jobbet gruppen med å lage god dokumentasjon for prototypen.

Min rolle i prosjektet har vært prosjektleder. Dette har jeg trivdes godt med, da jeg er avhengig av en viss mengde oversikt og kontroll. Det har vært en stor utfordring å sette opp en plan for gruppemedlemmer fra ulike bakgrunn, men dette har jeg fått hjelp til av resten av gruppen. Det å vite hva gruppen skal gjøre fremover i tid har vært noe av det vanskeligste, men jeg føler at planen har blitt fulgt uten drastiske endringer og at alle i gruppen har hatt noe å gjøre til en hver tid. Jeg føler at tiden jeg har brukt har gått til litt for mye prosjektstyring enn hva jeg ønsket, slik at jeg ikke har fått bidratt like mye på det tekniske som de andre. Men hele gruppen har vært med på alle avgjørelser som har blitt tatt. Gruppen har vært godt sammensveiset og har bidratt på alle områder. Vi har hatt god kommunikasjon og vi har alltid startet dagen med oppdateringer på progresjon i arbeidet, slik at de som har hatt lite å gjøre har hjulpet de andre.

Vi har også hatt veldig god kommunikasjon med oppdragsgiver. Det har ikke vært noe problem med å få avtalt møter, og de har svart raskt og bra på alle spørsmål vi har stilt. Jeg håper og tror også at Esko er fornøyd med hva gruppen har kommet frem til i løpet av prosjektet.

Jeg er godt fornøyd med det resultatet gruppen har kommet frem til. Både løsningen og dokumentasjonen. Hvis det var noe jeg kunne ønsket var annerledes var det at vi kunne vært foruten forsinkelsen på leveransen av delene. Men det viktigste var at vi fikk dokumentasjonen for prototypen på plass, slik at Esko kan fortsette der vi slapp. Totalt sett er jeg veldig fornøyd med utbyttet jeg har fått av prosjektet. Jeg har lært veldig mye om hvordan man kan planlegge prosjekt og gjennomføring av prosjekt med mange deltakere. Det har gitt en god tilnærming av hva som venter oss når vi kommer ut i arbeid.

3.2. Eirik Hatlevik

I starten av prosjektet hadde vi alle høye ambisjoner om nyutvikling og innovasjon med en resulterende prototype. Vi innså fort at med vår bakgrunn og begrensede tidsramme at det lønnet seg for oss å gå for mer kjent teknologi.

Min oppgave i alt dette har vært å ta ansvar for det mekaniske designet. Dette har ikke vært noe problem. De største utfordringene vi har hatt i forhold til dette er dokumenthåndtering og datakvalitet når flere jobber med de samme tingene. Hovedårsaken til dette har vært at vi har valgt å bruke Dropbox som dokumenthåndteringsprogram, noe det ikke helt egner seg til. Samtidig hadde vi i starten litt dårlige rutiner for revidering.

Når det gjelder det ferdige produktet vil har laget er dette et resultat av god kommunikasjon og samarbeid i prosjektgruppa. Samt mye godt samarbeid med vår eksterne veileder, Roger Berntsen, og hans erfarne kollegaer. Vi som maskin ingeniører med hovedfokus på mekanisk design har hatt mest å gjøre med konstruktør Sondre Hustvedt, men har også hatt en del idemyldring med Ivar Holm, Roger Berntsen og Dag Melland.

Faget i seg selv har vært bra. Vi har fått mye god veiledning fra vår interne veileder Hallstein Asheim Hansen som vi har hatt ukentlige møter med og som hjulpet oss på den administrative delen av prosjektet. Alt i alt har prosjektet gitt meget nyttig erfaring, og jeg er veldig fornøyd med det resultatet vi har kommet frem til. Dette på tross av lange forsinkelser og upålitelige leverandører på maskineringsfronten, som igjen førte til at vi aldri fikk sammenstilt systemet.

3.3. Lars Emil Jensen

Vi startet prosjektoppgaven høst2011, og fikk relativt raskt en oppgave tildelt av Esko-Graphics Kongsberg, som vi opplevde utfordret vår kompetanse. Denne oppgaven omhandlet både elektriske og mekaniske segmenter, og passet godt da gruppen bestod av både elektro- og maskiningeniør-studenter. Da vi startet dette prosjektet, høst 2011, var vi alle forberedt på å lage noe revolusjonerende, noe som var helt nytt. Etter planleggingen og forstudie oppdaget vi, på nyåret 2012, at vi ikke hadde god nok tid tilgjengelig til å revolusjonere teknologien ved å lage noe helt nytt. Dette gjorde at vi valgte å forbedre kjent teknologi.

I begynnelsen av prosjektet har jeg vært dårlig på å dokumentere oppfølgingsdokumenter og timeplaner som skal føres opp til daglig. Har også hatt problemer med å stå opp om morgenen, og som gruppe har vi derfor laget noen regler internt som skal gjøre det lettere å komme seg opp om morgenen. Dette har sørget for kaker i ny og ne, til begeistring for resten av gruppen. Har en opplevelse at vi gjennomgående har blitt mer fininnstilte på oppgaven og strukturerte på utførelse av rutinepregede dokumenter.

Gjennom prosjektets levetid har jeg hatt ansvaret for å gi et oppdatert risiko- og test-dokument. I starten var det rart å skulle lage slike dokumenter, hvor man brukte tid på å skrive risikoer som kanskje aldri ville forekomme, men etter hvert har det gått opp for meg at det er viktig å være føre var, enn etter snar. I tillegg har jeg bidratt i designet og utformingen av konseptet vi har kommet frem til, fått være med på å bestille komponenter og bidratt til å få alle dokumenter så leveringsklare så mulig. Dette har vært lærerikt, og har gitt en forklaring på hva, og hvorfor det skal utføres alt fra forstudie til etter-analyse.

Gruppen har hele tiden vært innstilt på å få gjort de oppgaver oppdragsgiver ønsker, og samarbeidet innad i gruppen har vært godt. Vi har alle bidratt til at de oppgaver som til en hver tid skal gjøres blir gjort. Samarbeidet med Esko har også gått utmerket, og Roger Berntsen har vært behjelpelig som veileder og ved spørsmål. Som en del av maskiningeniørene har jeg også jobbet mye med Sondre Hustveit, og har hatt idemyldring med Ivar Holm, Dag Melland og Roger. Vår veileder Hallstein Asheim Hansen har vært en god pådriver for å få oss til å gjøre det administrative, og veiledet oss i de ukentlige møtene.

Totalt sett har dette vært et lærerikt år, hvor jeg har fått prøve meg på både teoretiske og praktiske fagkunnskaper. Det har også vært spennende å kunne jobbe med andre ingeniørgrener, å få innspill derifra. Håper Esko får nytte av vår dokumentasjon fremover.

3.4. Olav Haugen

Denne gruppen har bestått av 6 personer, 3 fra produktutvikling, 2 fra kybernetikk og 1 fra mekatronikk. Vi har vært en sammensveiset gruppe som stort sett har jobbet sammen på skolen hver dag. Dagene har som regel startet med en internt møte hvor gruppen har oppdatert hverandre på progresjon, og blir enige om hva som skal gjøres videre. Det har vært mange saklige diskusjoner hvor alle har vært involvert og fått sagt sin mening. Disse diskusjonene har stort sett vært grunnlag for avgjørelser tatt i prosjektet.

I starten av prosjektet brukte vi relativt lang tid på utdyping og konsept fase. Dette skulle sørge for at vi fikk kontroll på det som fantes av teknologier og gikk for riktig løsning. Tidlig i prosjektet virket det mest interessant med nye og ukjente teknologier som for eksempel "Solenoids" og "Voice Coil Actuators". Vi fant ut at dette var teknologier som ikke ville fungere så bra til dette formålet på grunn av for dårlige egenskaper i forhold til for eksempel holdbarhet. Det vi gjorde videre var å se på dagens løsning for å se om det var muligheter til å bygge om denne for å øke holdbarheten. Dette gjorde vi ved å designe en annen overføringsmekanisme fra motoren til kniven, i tillegg til å sørge for at kniven får en pendlene bevegelse. Jeg tror det vil bli mindre slitasje med vår løsning enn det er på dagens løsning og det blir veldig spennende å se om pendlingen til kniven vil få en positiv effekt. Jeg har stort sett jobbet med Basen til prototypen i tillegg til 2D-tegninger og Alternativ Design, dette har ført til økt kunnskap om mekanisk design generelt, i tillegg til å lage maskinerings tegninger. Veldig nyttig! Største utfordringen med denne jobben har vært å få bestilt deler i god nok tid.

Som intern veileder har vi hatt Hallstein Asheim Hansen. Vi har hatt møter med han ca. 1 gang i uken og fått konstruktive tilbakemeldinger på dokumentasjon, presentasjoner og arbeidet generelt. Som ekstern veileder har vi hatt Roger Berntsen fra Esko. Både han og de andre vi har hatt kontakt med hos Esko har vært veldig greie å forholde seg til og vi har fått veldig mye god hjelp og veiledning når det gjelder de tekniske løsningene.

Når det gjelder prosjektet som helhet føler jeg at det har vært en veldig nyttig erfaring før vi skal ut i arbeidslivet. Jeg har lært mye om hvordan det fungerer å jobbe i et prosjekt med tanke på planlegging, bestille ting i god tid og fungere sammen som et lag for å nå et mål i et gitt tidsrom. Vi har fått produsert veldig mye god dokumentasjon på vår løsning som Esko forhåpentligvis kommer til å få mye nytte av.

3.5. Ole André Granum

Høstsemesteret 2011 startet med forelesninger i prosjektstyring, deretter fikk vi i oppgave å danne en prosjektgruppe. Størrelsen på gruppen kunne variere mellom 4-6 studenter, på kryss av studieretninger innenfor ingeniørutdanning. Vi valgte en tverrfaglig prosjektgruppe med medlemmer som representerer 3 forskjellige studieretninger. Produktutvikling, Kybernetikk og Mekatronikk. En av de største utfordringene ved å ha vært i en tverrfaglig prosjektgruppe var å finne en oppgave som fordeler jobben noenlunde likt på medlemmene. Vi bestemte relativt tidlig å gå for en oppgave vi fikk fra ESKO Graphics. Denne oppgaven hadde alle aspekter vi hadde behov for, samt stor frihet fra arbeidsgiver.

Vi fikk i oppgave å rekonstruere et eksisterende skjæreverktøy ESKO har levert til sine skjærebord i flere år. Skjæreverktøyet består i hovedsak av to funksjoner, rotasjon av kniven samt en oscillasjon som hjelper kniven med å kutte skjæreemnet. Hovedutfordringen vi hadde var å finne en mer robust oscillering-mekanikk. Eksisterende skjæreverktøyet hadde løst dette ved å omforme rotasjonsbevegelse til lineærbevegelse. Det åpenbare valget var å ta en klikk på lineærmotorer, henholdsvis "Solenoid" og "Voice Coil Actuator". Etter en relativt omfattende teknologiundersøkelse konkluderte vi at lineærmotor har for dårlig holdbarhet for de hastighetene vi er avhengig av. Naturlig nok gikk vi tilbake til eksisterende løsning ved å bruke en rotasjonsmotor. Spørsmålet var nå hvordan kraftoverføring vi skulle benytte for å forandre rotasjon til lineærbevegelse samtidig som kniven skulle ha fri rotasjon. Løsningen viste seg å lage oscillasjonsdelen så liten at denne kunne roteres inni en base-struktur. Dette har blitt en robust løsning som både vi og ESKO er veldig fornøyde med.

Jeg har hatt rollen som testansvarlig, målet mitt har vært å produsere en komplett dokumentasjon for å teste om prototypen vi har designet møter de kravene som ESKO og prosjektgruppen har utarbeidet. Testperioden ble noe forkortet da maskineringsverkstedet har forsinkelser, per 25.05.12 har vi ikke mottatt deler som skulle maskineres. De testene som vi har hatt mulighet til å gjennomføre er dokumentert i rapporten «Testrapporter». Siden vi ikke fikk mulighet til å sammenstille en prototype, har vi fokusert på å lage en komplett testspesifikasjon slik at ESKO kan gjennomføre dette uten store utfordringer.

Vi har hatt et godt prosjektsamarbeid, oppgavene er blitt fordelt utover gruppemedlemmene. Ekstern veileder har vært veldig hjelpelig, lett tilgjengelig og svært kunnskapsrik. Samtidig har vi hatt god dialog med andre ansatte hos ESKO, gjennom kontinuerlige møter hos ESKO for å sørge for at vi har produsert ønsket dokumentasjon samt at designet av prototypen tilfredsstiller ønskede krav. Faget har vært svært lærerikt og mest sannsynlig veldig relevant for veien videre. Til tider har jeg hatt en følelse at vi har overprodusert dokumenter, men ser nå i etterkant at det kan være kjekt å ha dokumentert små endringer og påfunn som har blitt diskutert for et halvt år tilbake.

3.6. Petter Viken

Etter to år som kybernetikkstudent på ingeniørlinjen her på HiBu var det stor spenning rundt det å begynne med hovedoppgaven. Gjennom skolegangen har vi ved flere anledninger jobbet med gruppearbeid og trent på rapportskrivning. I den forbindelse var jeg klar over en del av de utfordringer det kunne medbringe i prosjektarbeidet. Min erfaring fra gruppearbeid har vært at det kan være stor variasjon på de faglige kvalifikasjonene så vell som arbeidsmoralen innad i gruppen. I vår prosjektgruppe, derimot, har ikke dette vært noe problem. Alle grupped medlemmene har et relativt godt kunnskapsnivå på sine respektive fagfelt. Arbeidsmoralen i gruppa har også vært forbausende god.

Personlig har jeg likt å bidra i fagområder hvor jeg egentlig ikke har noen faglig kompetanse. Det har vært meget lærerikt for meg å diskutere med maskinstudentene under utviklingen av vårt produkt. Jeg opplevde også en stor interesse fra maskinstudentene når det elektriske systemet skulle utvikles.

Skal man se kritisk tilbake på dette prosjektet skulle jeg ønske vi var i stand til å løse vår oppgave med mer nytenkende innovasjon. Med det tidsrommet vi hadde til rådighet var det hensiktsmessig å forbedre det eksisterende verktøyet, utviklet av Esko, men vi fikk dokumentert noen tanker om hvordan produktet kanskje kan "revolusjoneres".

Til sist vil jeg takke alle medlemmene, og veiledere i prosjektgruppen, for ett godt samarbeid gjennom ett interessant prosjekt.

4. Konklusjon

Dette prosjektet har vært lærerikt, og har gitt oss en grundig innføring i ingeniørarbeid. Oppgaven har ikke vært for liten i omfang, og vi kunne godt ha hatt litt mer tid på å få gjort ferdig arbeidet. Selv om tiden har gått fort, har vår oppdragsgiver vært tilgjengelig for møter og veiledning gjennom hele perioden. Dette har vært med på å gi oss positive erfaringer som vi vil ta med videre.

Selv om vi ikke ble ferdig med produktet, og dermed alle testene, håper vi at vi har bidratt til at Esko er et steg nærmere sine målsettinger. Vi har kommet frem til en design og et elektrisk system for et verktøy.

Sensur av hovedoppgaver Høgskolen i Buskerud Avdeling for Teknologi



Prosjektnummer: 2012-5
For studieåret: 2011/2012
Emnekode: [SFHO-3200](#)

Prosjektnavn
VibraCut.

Utført i samarbeid med: Esko-Graphics Kongsberg.

Ekstern veileder: Roger Berntsen

Sammendrag: Vår hovedoppgave gikk ut på å fornye/forbedre et verktøy til Kongsberg XP24 skjærebord som Esko-Graphics utvikler. Verktøyet brukes for å kutte resirkulert bølgepapp. Verktøyet vi har utviklet er en forbedring av en oscillerende kniv som Esko har brukt, men som har nådd sin holdbarhetsbegrensning. Det ble utviklet en prototype av verktøyet, samt dokumentasjon for videre utvikling.

Stikkord:

- Skjærebord
- Elektromekanisk design
- Oscillerende kniv

Tilgjengelig: DELVIS

Prosjekt deltagere og karakter:

Navn	Karakter
Anders Ivar Holm	
Eirik Hatlevik	
Lars Emil Jensen	
Olav Haugen	
Ole André Granum	
Petter Viken	

Dato: 14. Juni 2012

Hallstein Asheim Hansen
Intern Veileder

Olaf Hallan Graven
Intern Sensor

Roger Berntsen
Ekstern Sensor

Hovedoppgave for ingeniørutdanning ved Høgskolen i Buskerud avdeling Kongsberg.

Del 2: Tekniske Dokumenter

Gruppe 5: H11/V12



Vibra Cut

Innhold:

- Del 2: Tekniske dokumenter
 1. Kravspesifikasjon
 2. Testplan og Testspesifikasjon
 3. Testrapporter
 4. Teknologirapport
 5. Designdokument for prototype
- Del 1: Administrative dokumenter
 1. Prosjektplan
 2. Siste Iterasjonsrapport
 3. Risikodokument
 4. Etteranalyse

Anders Ivar Holm

Petter Viken

Lars Emil Jensen

Eirik Hatlevik

Ole Andre Granum

Olav Haugen

29.05.2012

Forord

Faget hovedprosjekt er slutfaget av bachelorstudiet på Høgskolen i Buskerud avdeling Kongsberg. Hovedprosjektet gir 20 studiepoeng og er et fag som går på tvers av de ulike ingeniørretningene. Prosjektgruppen, VibraCut, består av 6 studenter.

3års Kybernetikk:

Anders Ivar Holm
Petter Viken

3års Mekatronikk:

Ole André Granum

3års Produktutvikling:

Eirik Hatlevik
Olav Haugen
Lars Emil Jensen

Vår oppdragsgiver er Esko-Graphics Kongsberg med Roger Berntsen som eksterne veileder og sensor. Fra Høgskolen i Buskerud Kongsberg var Hallstein Asheim Hansen interne veileder, og Olaf Hallan Graven intern sensor.

Denne permenn, "Del 2 - Tekniske Dokumenter" tar for seg de tekniske dokumentene og resultat som er oppnådd av prosjektgruppe 5 (VibraCut) på Høgskolen i Buskerud Kongsberg, i løpet av skoleåret 2011/2012. Denne versjonen av dokumentene er åpen for offentligheten og inneholder derfor ikke tegninger og modellfiler på medfølgende DVD. Dette er etter ønske fra Esko-Graphics AS.

Takk til!

For Esko Graphics Kongsberg:

Roger Berntsen, Principal engineer, ekstern veileder og sensor, for veiledning og god hjelp gjennom prosjektet.

Ivar Holm, Principal engineer, for hjelp og veiledning i prosjektperioden.
Sondre Hustveit, Mechanical engineer, for hjelp med mekaniske aspekter av oppgaven.
Dag Melland, Mechanical engineer, for veiledning av utforming og design.

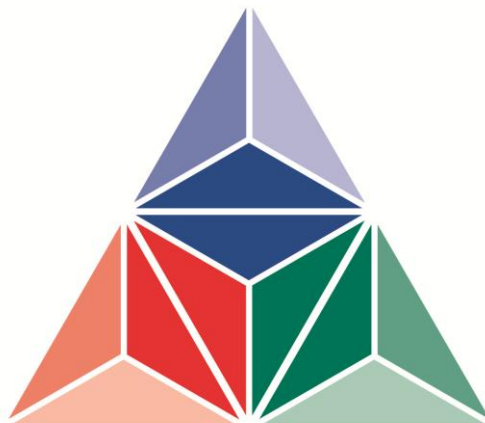
For Høgskolen i Buskerud:

Olaf Hallan Graven, intern sensor, for forelesninger i prosjektarbeid.
Hallstein Asheim Hansen, intern veileder, for hjelp med prosjektstyring og dokumentasjon.

Dag Samuelsen, for veiledning angående motorer og styring.
Åge Skaug, for hjelp med grupperom.
Richard Thue, utlån av datautstyr.
Arne Bjørnar Næss, veiledning i forbindelse med elektriske komponenter.
Rolf Longva, utlån av utstyr og lab-testing
Barbro L. Gulbrandsen, generell hjelp og kontor-supplement.

Familie og venner for tålmodighet gjennom prosjektet.

Kravspesifikasjon



HØGSKOLEN i Buskerud

Oppgavetittel: VibraCut
Fag (nr./ navn) Hovedprosjekt
Gruppemedlemmer: Anders Ivar Holm, Eirik Hatlevik, Petter Viken, Ole Andre Granum, Lars Emil Jensen, Olav Haugen
Eksternveileder: Roger Berntsen
Internveileder: Hallstein Asheim Hansen
Emneord:
Dato: 29.05.2012
Vi bekrefter at denne innleverte besvarelsen helt og fullt er vårt verk:
..... Anders Ivar Holm
..... Lars Emil Jensen
..... Eirik Hatlevik
..... Petter Viken
..... Ole Andre Granum
..... Olav Haugen

Dokumentegenskaper

Tittel:	Kravspesifikasjon
Dato:	29.05.2012
Gruppeleder:	Anders Ivar Holm
Forfattere:	Eirik Hatlevik, Ole André Granum
Oppdragsgiver:	Esko-Graphics Kongsberg AS
Internveileder:	Hallstein Asheim Hansen
Eksternveileder:	Roger Berntsen
Antall sider:	27
Antall vedlegg:	

Revisjonshistorie

Rev.	Revisjon	Dato	Navn
0.1	Opplisting av krav	15.12.2011	Hatlevik
0.2	Strukturering	25.12.2011	Hatlevik
0.3	Inndelt i kategorier og lagt til UseCase	03.01.2012	Hatlevik
0.4	Lagt til tabelloversikter over kravene	04.01.2012	Granum
0.5	Lagt til ny dokumentutførelse	05.01.2012	Hatlevik
0.6	Korrektur	05.01.2012	Hatlevik, Holm, Haugen
0.7	Layout justeringer	05.01.2012	Viken
1.0	Ferdigstilling	06.01.2012	Hatlevik
1.1	Lagt til KIF017A under ytelse	03.02.2012	Holm
1.2	Ytelse kategori fjernet fra ikke-funksjonelle krav. Lagt til krav KF008A, KF009A, KF012A, KF010A, KF011A.	10.02.2012	Hatlevik
2.0	Opprydding og synkronisering med test spesifikasjon. Fjernet krav KF012A	16.02.2012	Hatlevik
2.1	Endret testnavnene	30.04.2012	Jensen
2.2	Ny UseCase	10.05.2012	Hatlevik
3.0	Korrektur og ferdigstilling	29.05.2012	Hatlevik

Innholdsfortegnelse

Dokumentegenskaper.....	i
Revisjonshistorie.....	i
Innholdsfortegnelse.....	ii
Tabelloversikt.....	iii
Figuroversikt.....	iii
1. Introduksjon.....	1
2. Beskrivelse av dokumentet.....	2
3. UseCase.....	3
3.1. Verktøyet steg for steg.....	3
3.2. Bruk.....	3
3.3. Dokumentering.....	3
4. Funksjonelle krav.....	4
4.1. Tabelloversikt for funksjonelle krav.....	4
4.1.1. Brukervennlighet.....	5
4.1.2. Funksjonalitet.....	6
4.1.3. Dokumentasjon.....	7
4.1.4. Ytelse.....	8
4.1.5. Design.....	11
5. Ikke-funksjonelle krav.....	12
5.1. Tabelloversikt for ikke-funksjonelle krav.....	12
5.1.1. Holdbarhet.....	13
5.1.2. Størrelse.....	13
5.1.3. Elektrisk.....	15
5.1.4. Innfestning.....	17
5.1.5. Vekt.....	17
5.1.6. Vibrasjon, varme og støy.....	18
5.1.7. Slaglengde.....	20
5.1.8. Opplagring.....	21

Tabelloversikt

Tabell 1: Funksjonelle krav	4
Tabell 2: Ikke-funksjonelle krav	12

Figuroversikt

Figur 1: Kongsberg XP24.....	1
------------------------------	---

1. Introduksjon

Esko-Graphics Kongsberg AS er en del av EskoArtwork, som leverer system for design og bearbeiding av emballasje. I Kongsberg utvikles og produseres digitale maskiner for skjæring av emballasje og reklamemateriell. Et eksempel er maskinen XP24 i Figur 1.



Figur 1: Kongsberg XP24

Maskinene har bevegelser i XY retning. De er utrustet med en rekke forskjellige verktøy som beveges i Z (vertikalt) og styres tangentielt i forhold til XY bevegelsene. Verktøyene kan skiftes ut etter ønske, og ut i fra materiale som skal bearbeides. Av verktøy som er tilgjengelig kan det nevnes kniv, fres, penn m.m.

Verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre eller fornye heter "Frequency VibraCut knife tool", en kniv som beveges hurtig opp og ned (oscillerer) ved bruk. Et materiale som dette verktøyet ofte bearbeider er resirkulert bølgepapp. Pappen er ofte av så dårlig kvalitet at det rives opp dersom kniven dras igjennom materialet. Løsningen på dette problemet er som nevnt å bruke en oscillerende kniv, men ettersom pappkvaliteten stadig blir dårligere må verktøyet stadig øke frekvensen på oscillasjonen. Dette har ført til at verktøyet har nådd sin begrensning med hensyn på holdbarhet. Grunnen til den lave holdbarheten er blant annet en kompleks kraftoverføring som både overfører den oscillerende og den roterende bevegelsen til kniven. Dette medfører i tillegg uønsket støy og vibrasjon.

Kravspesifikasjonen er en liste av krav som definerer spesifikasjonene til produktet. Her er alle kravene gitt enten av Esko Graphics eller prosjektgruppen. Dokumentet beskriver ikke hvordan oppgaven skal løses, men hva som skal løses.

2. Beskrivelse av dokumentet

Kravene er delt inn i funksjonelle og ikke funksjonelle krav i tillegg til underkategorier:

1. Funksjonelle krav
 - Beskriver hva systemet skal gjøre

2. Ikke-funksjonelle krav
 - Produktkrav (brukervennlighet, effektivitetskrav, pålitelighetskrav, portabilitetskrav)
 - Prosesskrav (leveransekrav, implementasjonskrav, krav til standard)
 - Eksterne krav (etiske krav, lovmessige krav)

3. Underkategorier
 - Brukervennlighet, ytelse, funksjonalitet osv.

Videre har kravene prioriteringer: A- og B- prioritet:

- A-prioritet definerer kravene som systemet må ha og er derfor de viktigste kravene.
- B-prioritet definerer kravene som systemet bør ha, men som ikke kreves av oppdragsgiver.

I tillegg er det UseCase som spesifiserer et sett handlinger utført av systemet som gir resultater av verdi for en eller flere aktører.

I tillegg til tabellene i tabelloversikten har hvert krav også listet sine detaljer i egne tabeller. Oversikt over disse tabellene står før kravene, en før funksjonelle og en før ikke-funksjonelle (se innholdsfortegnelse).

3. UseCase

3.1. Verktøyet steg for steg

- 1.1. Verktøyet er montert i sin respektive plass på den eksisterende traversen.
- 1.2. Verktøyets strømkabel er koblet til traversen.
- 1.3. Motorene og eventuelle sensorer kan kommunisere med styringssystemet på Kongsberg XP24.
- 1.4. Rotoren som kniven er festet til er lagret opp med glidelager og kan da rotere i planet samt bevege seg opp og ned.
- 1.5. Kniven kan rotere ved hjelp av en elektrisk motor.
- 1.6. Kniven kan oscillere opp og ned med ønsket frekvens avhengig av emnet.
- 1.7. Kniven vil da kunne skjære i emnet, de forhåndsprogrammerte konturene, med en tilfredsstillende nøyaktighet og kuttefinhet.

3.2. Bruk

- 2.1. Brukeren kan ved hjelp av en liten unbrakonøkkel skifte knivblad.
- 2.2. Brukeren kan fjerne verktøyet fra traversen for evt. verktøyskifte eller vedlikehold.
- 2.3. Brukeren kan operere verktøyet fra "kontrollsenteret".

3.3. Dokumentering

- 3.1. Uavhengig av hvorvidt utforsket eller utviklet teknologi blir tatt i bruk eller forkastet, skal alt dokumenteres.

4. Funksjonelle krav

4.1. Tabelloversikt for funksjonelle krav

Tabell 1 viser oversikt over alle de funksjonelle kravene.

Krav ID	Beskrivelse	UseCase	Test ID
Brukervennlighet			
KF001A	Knivskifte	2.1	TI005
KF006A	Montering	2.2	TI003
Funksjoner			
KF002A	Skjærbarhet	1.6	TI011, TI012, TS002
KF003A	Kuttefinhet	1.6	TS003
KF004A	Kommunikasjon	1.3	TK004, TS001
Dokumentasjon			
KF005A	Dokumentasjon	3.1	TK005
Ytelse			
KF007A	A-krav til oscilering	1.6	TI010, TI011, TS011
KF007B	B-krav til oscilering	1.6	TI010, TI011, TS011B
KF008A	Rotasjonsakselerasjon	1.6	TI012, TS012
KF009A	Frihetsgrad	1.5	TK003, TK006, TS013
KF010A	Rotasjonshastighet	1.5	TI012, TS014
KF013A	Oscillasjonskraft	1.6	TI011, TS015
KF014A	Skjærekraft	1.7	TI011, TI012, TS004
Design			
KF011A	Sammenstilling	3.1	TI004, TI011, TI012

Tabell 1: Funksjonelle krav

4.1.1. Brukervennlighet

Identifisering	
ID	KF001A
Navn	Knivskifte
Beskrivelse	Brukere skal kunne skifte kniven i knivholderen med en enkel unbrakonøkkel. Dette skal brukeren kunne gjøre uten noen form for kompetanse.
Kategori	Brukervennlighet
Kryssreferanser	
UseCase	2.1
Test ID	TI005
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Godkjent
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KF006A
Navn	Montering
Beskrivelse	Brukeren skal kunne montere og demontere verktøyet fra sin posisjon på traversen.
Kategori	Brukervennlighet
Kryssreferanser	
UseCase	2.2
Test ID	TI003,
Informasjon	
Opphav til krav	Ole André Granum (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

4.1.2. Funksjonalitet

Identifisering	
ID	KF002A
Navn	Skjærbarhet
Beskrivelse	Det ferdige verktøyet må kunne skjære alle materialene som kreves av det.
Kategori	Funksjonalitet
Kryssreferanser	
UseCase	1.6
Test ID	TI011, TI012, TS002
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KF003A
Navn	Kuttefinhet
Beskrivelse	Skjæringen skal skje med samme presisjon og finhet på kuttet som dagens verktøy.
Kategori	Funksjonalitet
Kryssreferanser	
UseCase	1.6
Test ID	TS003
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KF004A
Navn	Kommunikasjon
Beskrivelse	Hovedreguleringssystemet som styrer Kongsberg XP24 må kunne kommunisere med verktøyet.
Kategori	Funksjonalitet
Kryssreferanser	
UseCase	1.3
Test ID	TK004, TS001
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

4.1.3. Dokumentasjon

Identifisering	
ID	KF005A
Navn	Dokumentasjon
Beskrivelse	Siden prosjektgruppen har et begrenset antall timer til disposisjon ser vi på det som en risiko at vi ikke får tak i alle deler som trengs for å bygge vår prototype (se risikodokument). Det vil da være av stor viktighet og fullstendig dokumentere alt arbeid, uavhengig av hvorvidt utforsket eller utviklet teknologi blir tatt i bruk eller forkastet.
Kategori	Dokumentasjon
Kryssreferanser	
UseCase	3.1
Test ID	TK005
Informasjon	
Opphav til krav	Ivar Holm (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Godkjent
Kommentarer	

4.1.4. Ytelse

Identifisering	
ID	KF007A
Navn	A-krav til oscillering
Beskrivelse	For å kutte i det vanskelige skjæreemnet bølgepapp, må kniven oscillere med en regulerbar frekvens på min. 12000rpm
Kategori	Ytelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.6
Test ID	TI010, TI011, TS011
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Integrasjonstester for Oscillasjonsmotor testet og godkjent. Komponenter for testing av beltedrift er ikke mottatt. Systemtest ikke utført.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KF007B
Navn	B-krav til oscillering
Beskrivelse	Kniven skal oscillere med en regulerbar frekvens opp til 18000rpm
Kategori	Ytelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.6
Test ID	TI010, TI011, TS011B
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	B
Status	Integrasjonstester for Oscillasjonsmotor testet og godkjent. Komponenter for testing av beltedrift er ikke mottatt. Systemtest ikke utført.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KF008A
Navn	Rotasjonsakselerasjon
Beskrivelse	Kniven skal akselerere minimum 700 rad/s^2 .
Kategori	Ytelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.5
Test ID	TI012, TS012
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	03.02.2012
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KF009A
Navn	Frihetsgrad
Beskrivelse	Kniven skal kunne rotere minimum ± 200 grader
Kategori	Ytelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.4
Test ID	TK003, TK006, TS013
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	02.02.2012
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Komponent tester er godkjent, men systemet må sammenstilles før det systemtestets. Komponenter til sammenstilling ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KF010A
Navn	Rotasjonshastighet
Beskrivelse	Kniven skal ha min 18 rev/sek rotasjonshastighet.
Kategori	Ytelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.5
Test ID	TI012, TS014
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KF013A
Navn	Oscillasjonskraft
Beskrivelse	Kniven skal trykke nedover i skjæreemnet med en kraft på 100 N.
Kategori	Ytelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.6
Test ID	TI011, TS015
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KF014A
Navn	Skjærekraft
Beskrivelse	Kniven blir påført en kraft på 100 N i planet. Dette er en funksjon av at kniven presses mot skjæreemnet.
Kategori	Ytelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.6
Test ID	TI011, TI012, TS010
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

4.1.5. Design

Identifisering	
ID	KF011A
Navn	Sammenstilling
Beskrivelse	Verktøyet må kunne la seg sammenstille. Sammenstillingen skal være mulig å gjennomføre etter en monterings anvisning fra prosjektgruppen.
Kategori	Design
Kryssreferanser	
UseCase	3.1
Test ID	TI004, TI011, TI012
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	10.02.12
Type	Funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

5. Ikke-funksjonelle krav

5.1. Tabelloversikt for ikke-funksjonelle krav

Tabell 2 viser oversikt over alle de funksjonelle kravene.

Krav ID	Beskrivelse	UseCase	Test ID
Holdbarhet			
KIF001A	Levetid	1.4	TI011, TI012, TS008
Størrelse			
KIF002A	Høydebegrensning	1.1	TI006
KIF003A	A-krav til breddebegrensning	1.1	TI007,
KIF003B	B-krav til breddebegrensning	1.1	TI007B
KIF004A	Dybdebegrensning	1.1	TI008
Elektrisk			
KIF005A	Tilkobling	1.2	TI002,
KIF009A	Spenningsforsyning	1.2	TK002
KIF017A	Strømforsyning	1.2	TK001
Innfestning			
KIF006A	Grensesnitt	1.1	TI001,
Vekt			
KIF007A	A-krav til maks vekt	1.1	TI009
KIF007B	B-krav til maks vekt	1.1	TI009B
Vibrasjon, varme og støy			
KIF011A	Vibrasjon	2.3	TS005
KIF012B	Støy	2.3	TI010, TS006B
KIF013A	Temperatur	2.3	TS007
Slaglengde			
KIF014A	A-krav til slaglengde.	1.6	TI011, TS004
KIF014B	B-krav til slaglengde.	1.6	TI011, TS004B
Opplagring			
KIF015A	Opplagring	1.4	TK006, TS009

Tabell 2: Ikke-funksjonelle krav

5.1.1. Holdbarhet

Identifisering	
ID	KIF001A
Navn	Levetid
Beskrivelse	Verktøyet skal ha min. 5000 driftstimer i alle materialer.
Kategori	Holdbarhet
Kryssreferanser	
UseCase	1.4
Test ID	TI011, TI012, TS008
Informasjon	
Opphav til krav	Ivar Holm (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

5.1.2. Størrelse

Identifisering	
ID	KIF002A
Navn	Høydebegrensning
Beskrivelse	Verktøypissen skal ikke stikke under traversen når verktøyet står i øvre posisjon. Ingen begrensninger oppover. Maskinen skal selvsagt skal se ut som en helhetlig maskin.
Kategori	Størrelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.1
Test ID	TI006
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KIF003A
Navn	A-krav til breddebegrensning
Beskrivelse	Verktøyet skal være maks 270 mm i bredderetning.
Kategori	Størrelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.1
Test ID	TI007,
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Godkjent
Kommentarer	Verktøyet skal stå i en alternativ posisjon i forhold til hvor dagens verktøy står.

Identifisering	
ID	KIF003B
Navn	B-krav til breddebegrensning
Beskrivelse	Verktøyet skal være maks 110 mm i bredderetning.
Kategori	Størrelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.1
Test ID	TI007B
Informasjon	
Opphav til krav	Ivar Holm (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	B
Status	Godkjent
Kommentarer	Verktøyet skal passe i den posisjonen dagens løsning står i.

Identifisering	
ID	KIF004A
Navn	Dybdebegrensning
Beskrivelse	Ingen begrensning i dybde. Verktøyet skal selvsagt skal se ut som en helhetlig maskin.
Kategori	Størrelse
Kryssreferanser	
UseCase	1.1
Test ID	TI008
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Godkjent
Kommentarer	

5.1.3. Elektrisk

Identifisering	
ID	KIF005A
Navn	Tilkobling
Beskrivelse	Tilkobling skal skje via den eksisterende styringsport og strømuttak som er på traversen.
Kategori	Elektrisk
Kryssreferanser	
UseCase	1.2
Test ID	TI002
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KIF009A
Navn	Spenningsforsyning
Beskrivelse	48 VDC spenningsforsyning skal brukes.
Kategori	Elektrisk
Kryssreferanser	
UseCase	1.2
Test ID	TK002
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KIF017A
Navn	Strømforsyning
Beskrivelse	5A tilgjengelig fra strømforsyning til motorkontroller for oscillasjonsmotoren. 3A tilgjengelig fra strømforsyning til motoren som står for verktøyets tangentielle posisjon.
Kategori	Elektrisk
Kryssreferanser	
UseCase	1.2
Test ID	TK001
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

5.1.4. Innfestning

Identifisering	
ID	KIF006A
Navn	Grensesnitt
Beskrivelse	De to tappene som holder dagens verktøy på plass på traversen skal også brukes på det nye verktøyet.
Kategori	Innfestning
Kryssreferanser	
UseCase	1.1
Test ID	TI001,
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

5.1.5. Vekt

Identifisering	
ID	KIF007A
Navn	A-krav til maks vekt
Beskrivelse	Z1 aksen har en maks begrensning på 5000g. Dette er aksen til den alternative posisjonen verktøyet kan stå i. Kravet avhenger derfor av Krav ID [KIF002A, Kap. 5.1.2].
Kategori	Vekt
Kryssreferanser	
UseCase	1.1
Test ID	TI009
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KIF007B
Navn	B-krav til maks vekt
Beskrivelse	Z2 aksen har en maks begrensning på 2000g. Dette er aksen til den posisjonen dagens løsning står i. Kravet avhenger derfor av Krav ID [KIF002B, Kap. 5.1.2].
Kategori	Vekt
Kryssreferanser	
UseCase	1.1
Test ID	TI009B
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	B
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

5.1.6. Vibrasjon, varme og støy

Identifisering	
ID	KIF011A
Navn	Vibrasjon
Beskrivelse	Verktøyet designes for å overføre minimalt med vibrasjoner til traversen. Vi har ingen spesifikk verdi.
Kategori	Vibrasjon, varme og støy
Kryssreferanser	
UseCase	2.3
Test ID	TS005
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KIF012B
Navn	Støy
Beskrivelse	Verktøyet skal ikke avgi støy over 70dB. Dette er det maksimale lydnivået som er forsvarlig i et vanlig innendørs arbeidsmiljø uten videre beskyttelsesutstyr i følge arbeidsmiljøloven.
Kategori	Vibrasjon, varme og støy
Kryssreferanser	
UseCase	2.3
Test ID	TI010, TS006B
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	B
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KIF013A
Navn	Temperatur
Beskrivelse	Maks 50 °C innenfor dekslet som dekker selve verktøyet.
Kategori	Vibrasjon, varme og støy
Kryssreferanser	
UseCase	2.3
Test ID	TS007
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	

5.1.7. Slaglengde

Identifisering	
ID	KIF014A
Navn	A-krav til slaglengde
Beskrivelse	Slaglengden skal være på +/- 0.6mm
Kategori	Slaglengde
Kryssreferanser	
UseCase	1.6
Test ID	TI011, TS004
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Godkjent
Kommentarer	

Identifisering	
ID	KIF014B
Navn	B-krav til slaglengde
Beskrivelse	Justerbar slaglengde på +/- 0.15mm til +/-2mm.
Kategori	Slaglengde
Kryssreferanser	
UseCase	1.6
Test ID	TI011, TS004B
Informasjon	
Opphav til krav	Roger Berntsen (Esko)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	B
Status	Ikke godkjent
Kommentarer	

5.1.8. Opplagring

Identifisering	
ID	KIF015A
Navn	Opplagring
Beskrivelse	Verktøyet skal ha opplagringer som kan absorbere de maks 100N som virker på kniven i planet (dvs. kreftene som kommer av at kniven presser mot skjære emnet).
Kategori	Opplagring og kraft
Kryssreferanser	
UseCase	1.4
Test ID	TK006, TS009
Informasjon	
Opphav til krav	Eirik Hatlevik (Prosjektgruppen)
Dato	15.12.2011
Type	Ikke-funksjonelt
Prioritet	A
Status	Ikke testet. Komponenter ikke mottatt.
Kommentarer	Momentet som opplagringen må klare å ta opp vil være en funksjon av denne kraften og avstanden mellom skjæreemnet og lageret.

Testplan og Testspesifikasjon



HØGSKOLEN i Buskerud

Oppgavetittel: Vibra Cut
Fag (nr./ navn) Hovedprosjekt
Gruppemedlemmer: Anders Ivar Holm, Eirik Hatlevik, Petter Viken, Ole Andre Granum, Lars Emil Jensen, Olav Haugen
Eksternveileder: Roger Berntsen
Internveileder: Hallstein Asheim Hansen
Emneord:
Dato: 29.05.2012
Vi bekrefter at denne innleverte besvarelsen helt og fullt er vårt verk:
..... Anders Ivar Holm
..... Lars Emil Jensen
..... Eirik Hatlevik
..... Petter Viken
..... Ole Andre Granum
..... Olav Haugen

Dokumentegenskaper

Tittel: Testplan og Testspesifikasjon

Dato: 29.05.2012

Gruppeleder: Anders Ivar Holm

Forfattere: Petter Viken

Oppdragsgiver: Esko-Graphics Kongsberg AS

Internveileder: Hallstein Asheim Hansen

Eksternveileder: Roger Berntsen

Antall sider: 39

Antall vedlegg:

Revisjonshistorie

Rev.	Revisjon	Dato	Navn
0.1	Lage test ut i fra kravene	27.12.2011	Jensen
0.2	Spesifisert testene, laget liste over fullførte tester, lagt til kontaktinfo, forside.	28.12.2011	Jensen og Haugen
0.2	Spesifisere tester	29.12.2011	Haugen og Granum
0.2	Korrektur	29.12.2011	Granum
0.3	Tilpassing ift. kravspek. Tabeller, skrift osv..	03.01.2012	Granum
0.4	Lagd liste over tester	03.01.2012	Granum
0.5	Ny mal	05.01.2012	Viken
0.6	Korrektur	05.01.2012	Haugen, Jensen
1.0	Lagt til UseCase, korrektursetting, omplassert krav, endelig	06.01.2012	Granum
1.1	Lagt til testplan	12.01.2012	Granum
1.2	Lagt til tester?	08.02.2012	Granum
1.3	Rettet tester og lagt til spesifikke tall	13.02.2012	Jensen
1.4	Omorganisert og synkronisert med kravspesifikasjon	13.03.2012	Granum
2.0	Finpuss	19.03.2012	Granum
2.1	Omstrukturert tester	02.04.2012	Granum
2.2	Tester lagt til	17.04.2012	Granum
2.3	Flere tester lagt til	24.04.2012	Granum
2.4	Omstrukturert Gitt nye testnavn (fra TF og TIF til TK, TI og TS)	27.04.2012 27.04.2012	Granum Jensen
2.5	Forbedret tekst i testene	02.05.2012	Jensen, Haugen
2.6	Lagt til slepering test	08.05.2012	Granum
2.7	Endret test av strømforsyning	09.05.2012	Granum
2.8	Endret introduksjon	18.05.2012	Granum
2.9	Korrektur og referanser er ordnet, endret tittel til Testplan og Testspesifikasjon	21.05.2012	Granum
3.0	Ferdigstilling	21.05.2012	Granum

Innholdsfortegnelse

Dokumentegenskaper.....	i
Revisjonshistorie.....	ii
Innholdsfortegnelse.....	iii
Tabelloversikt.....	iii
Figuroversikt.....	iii
1. Introduksjon.....	1
2. Testplan.....	2
2.1. Komponent testing.....	2
2.2. Integrasjons testing.....	2
2.3. System testing.....	2
3. UseCase.....	3
3.1. Verktøyet steg for steg.....	3
3.2. Bruk.....	3
3.3. Dokumentering.....	3
4. Testspesifikasjon.....	4
4.1. Komponenttest.....	4
4.2. Integrasjonstester.....	9
4.3. Systemtester.....	20
5. Referanser.....	33

Tabelloversikt

Tabell 1: Komponenttester i testtilpasset rekkefølge.....	4
Tabell 2: Integrasjonstester i testtilpasset rekkefølge.....	9
Tabell 3: Systemtester i testtilpasset rekkefølge.....	20

I tillegg til overstående tabeller har hver test listet sine detaljer i egne tabeller. Oversikt over disse tabellene står før testene, en før test av funksjonelle og en før test av ikke-funksjonelle krav (se innholdsfortegnelse).

Figuroversikt

Figur 1 Kongsberg XP24.....	1
-----------------------------	---

1. Introduksjon

Esko-Graphics Kongsberg AS er en del av EskoArtwork, som leverer system for design og bearbeiding av emballasje. I Kongsberg utvikles og produseres digitale maskiner for skjæring av emballasje og reklamemateriell. Et eksempel er maskinen XP24 i Figur 1



Figur 1 Kongsberg XP24

Maskinene har bevegelser i XY retning. De er utrustet med en rekke forskjellige verktøy som beveges i Z (vertikalt) og styres tangentielt i forhold til XY bevegelsene. Verktøyene kan skiftes ut etter ønske, og ut i fra materiale som skal bearbeides. Av verktøy som er tilgjengelig kan det nevnes kniv, fres, penn m.m.

Verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre eller fornye heter "Frequency VibraCut knife tool", en kniv som beveges hurtig opp og ned (oscillerer) ved bruk. Et materiale som dette verktøyet ofte bearbeider er resirkulert bølgepapp. Pappen er ofte av så dårlig kvalitet at det rives opp dersom kniven dras igjennom materialet. Løsningen på dette problemet er som nevnt å bruke en oscillerende kniv, men ettersom pappkvaliteten stadig blir dårligere må verktøyet stadig øke frekvensen på oscillasjonen. Dette har ført til at verktøyet har nådd sin begrensning med hensyn på holdbarhet. Grunnen til den lave holdbarheten er blant annet en kompleks kraftoverføring som både overfører den oscillerende og den roterende bevegelsen til kniven. Dette medfører i tillegg uønsket støy og vibrasjon.

Dette dokumentet tar for seg testplan og testspesifikasjon. Testplanen beskriver teststrategier og hvordan testspesifikasjonen er bygd opp. Testspesifikasjonen er laget for å teste spesifikke krav som er satt opp av oppdragsgiver. Resultatet av testingen vil bli ført i et eget dokument: Testrapporter [1]

2. Testplan

Det finnes en hel rekke forskjellige teststrategier. [1] Strategiene som det er skrevet om under er hvordan vi kommer til å utføre testingen. Testingen er delt opp i 3 hovedkategorier, Komponent, Integrasjon og System testing. Hvor vi vil starte med Komponenttesting i fase 3 iterasjon 2 som vil foregå fra 7.05.12. Ettersom komponentene blir testet vil testingen skli mere over mot Integrasjonstesting, før verktøyet blir sammenstilt og systemtestingen begynner. All testingen skal være ferdig 29.05.12.

2.1. Komponent testing

Komponenter vil bli testet individuelt. Vi vil bruke FEM-analyse i SolidWorks Simulation for å teste deler som er designet i SolidWorks. Elektrodeler vil bli testet ved å bruke forskjellige måleinstrumenter. Når vi tester deler, må vi ta hensyn til en sikkerhetsfaktor. Hvis en del er beregnet for å tåle en viss mengde stress, så må vi teste slik at vi vet at den tåler høyere belastning enn beregnet.

2.2. Integrasjons testing

Når komponenttestingen er fullført vil vi teste komponentene sammen som er system. Vi kommer til å bruke tester hvor det er beskrevet hvordan vi skal gå fram for å finne ut om funksjonen fungerer som de skal. «Bottom up» inngår i integrasjonstesting, testingen foregår slik at vi starter med å teste små moduler, for så å øke til større moduler for deretter å ende opp med et komplett system. Inkluderer å teste funksjoner mot hverandre for å oppdage om de er i konflikt.

2.3. System testing

Systemtesting vil foregå når hele systemet er tilnærmet komplett. Det vil forgå i de omgivelsene systemet er laget for. Inkluderer å teste om endelig produkt tilfredsstill alle kravene fra oppdragsgiver.

3. UseCase

UseCase spesifiserer et sett handlinger utført av systemet som gir resultater av verdi for en eller flere aktører og interesser i systemet.

3.1. Verktøyet steg for steg

- 1.1. Verktøyet er montert i sin respektive plass på den eksisterende traversen.
- 1.2. Verktøyets strømkabel er koblet til traversen.
- 1.3. Motorene og eventuelle sensorer kan kommunisere med styringssystemet på Kongsberg XP24.
- 1.4. Rotoren som kniven er festet til er lagret opp med glidelager og kan da rotere i planet samt bevege seg opp og ned.
- 1.5. Kniven kan rotere ved hjelp av en elektrisk motor.
- 1.6. Kniven kan oscillere opp og ned med ønsket frekvens avhengig av emnet.
- 1.7. Kniven vil da kunne skjære ut i emnet, de forhåndsprogrammerte konturene, med en tilfredsstillende nøyaktighet og kuttefinhet.

3.2. Bruk

- 2.1. Brukeren kan ved hjelp av en liten unbrakonøkkel skifte knivblad.
- 2.2. Brukeren kan fjerne verktøyet fra traversen for evt. verktøyskifte eller vedlikehold.
- 2.3. Brukeren kan operere verktøyet fra "kontrollsenteret".

3.3. Dokumentering

- 3.1. Uavhengig av hvorvidt utforsket eller utviklet teknologi blir tatt i bruk eller forkastet, skal alt dokumenteres.

4. Testspesifikasjon

Testspesifikasjonen er en liste med tester av kravene som er definert i kravspesifikasjonen. Dokumentet definerer ikke kravene, men hvordan de skal testes. Resultatet av testene vil bli dokumentert i Testrapporter.

4.1. Komponenttest

Test ID	Testnavn	UseCase	Krav ID	Status
TK001	Strømforsyning	1.2	KIF017A	Ikke utført
TK002	Spenningsforsyning	1.2	KIF009A	Ikke utført
TK003	Rotasjonsmotor	1.5	KF009A	Godkjent
TK004	Nullpunktsensor	1.3	KF004A	Ikke utført
TK005	Dokumentasjon	3.1	KF005A	Ikke utført
TK006	Kulelager	1.5	KF009A, KIF015A	Godkjent
TK007	Slepering	1.5	KF009A	Godkjent

Tabell 1: Komponenttester i testtilpasset rekkefølge

Identifisering	
Test ID	TK001
Testnavn	Strømforsyning
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF017A
UseCase	1.2
Informasjon	
Kort om kravet	5A tilgjengelig fra strømforsyning til motorkontroller for oscillasjonsmotoren. 3A tilgjengelig fra forsterker til rotasjonsmotoren.
Beskrivelse av testen	Testen skal bekrefte at strømforsyningen leverer 3A til rotasjonsmotor og 5A til oscillasjonsmotor.
Utførelse av testen	Denne testen vil bli utført med et amperemeter som er koblet i serie med strømforsyningen og en last som trekker 3A og 5A henholdsvis for rotasjons og oscillasjonsmotor.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - XP skjærebord (strømforsyningen sitter på traversen) - Amperemeter - Elektrisk last 3A og 5A
Godkjenningskriterier	Strømforsyningen klarer å levere 3A kontinuerlig til rotasjon og 5A kontinuerlig til oscillasjonsmotoren.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	17.02.2012

Identifisering	
Test ID	TK002
Testnavn	Spenningsforsyning
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF009A
UseCase	1.2
Informasjon	
Kort om kravet	48V DC Spenningsforsyning skal benyttes
Beskrivelse av testen	Måler for å bekrefte at spenningsforsyning leverer 48V DC, sjekker at komponenter som er brukt i verktøyet er dimensjonert til spenningen.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bekrefter at spenningsforsyningen leverer 48VDC ved hjelp av et voltmeter. 2. Kryssjekker med databladet at elektriske komponenter er dimensjonert for 48VDC for hver komponent.
Testutstyr	<ol style="list-style-type: none"> 1. XP skjærebord 2. Voltmeter 3. Datablader til elektriske komponenter.
Godkjenningskriterier	Bekrefter stabil spenning fra spenningsforsyning og at elektriske komponenter virker som planlagt.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TK003
Testnavn	Rotasjonsmotor
Kryssreferanser	
Krav ID	KF008A, KF009A
UseCase	1.5
Informasjon	
Kort om kravet	Kniven skal kunne ha en vinkelakselasjon på min 700 rad/s ² og kunne rotere minimum ±200 grader.
Beskrivelse av testen	Denne testen kontrollerer at motoren er operativ, men vi har dessverre ikke noe utstyr til å måle rotorhastighet. Så det eneste vi får ut av denne testen er å bekrefte at motoren roterer.
Utførelse av testen	Kobler strøm på motoren fra en ekstern spenningsforsyning, ser at rotoren beveger seg ettersom vi øker spenningen.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Rotasjonsmotor RE40 - Strømforsyning > 40V 3A - Diverse ledninger
Godkjenningskriterier	Motor roterer hurtigere ettersom vi øker spenningen.
Status	Godkjent
Forfatter	Ole André Granum
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TK004
Testnavn	Nullpunktsensor
Kryssreferanser	
Krav ID	KF004A
UseCase	1.3
Informasjon	
Kort om kravet	Hovedreguleringssystemet som styrer Kongsberg XP24 må kunne kommunisere ned verktøyet
Beskrivelse av testen	Testen skal avdekke eventuelt defekt nullpunktsensor
Utførelse av testen	Nullpunktsensor fastmonteres i skrustikke e.l. Oscilloskop kobles til sensoren for å lese av pulsendringer. Tilhørende magnet blir ført foran sensoren i riktig distanse.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Oscilloskop - Nullpunktsensor m/magnet - Div ledninger - Skrustikke eller lignende for å montere sensor.
Godkjenningskriterier	Sensoren sender pulser til oscilloskopet som ønsket.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TK005
Testnavn	Dokumentasjon
Kryssreferanser	
Krav ID	KF005A
UseCase	3.1
Informasjon	
Kort om kravet	All teknologi og utvikling skal dokumenteres
Beskrivelse av testen	Bekrefter at alt av informasjon som kommer opp under arbeidet med oppgaven blir dokumentert.
Utførelse av testen	Kontrollere at nødvendige dokumenter er produsert.
Testutstyr	- Dokumenter
Godkjenningskriterier	Oppdragsgiver og sensorer er tilfredsstilte.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TK006
Testnavn	Kulelager
Kryssreferanser	
Krav ID	KF009A, KIF105A
UseCase	1.5
Informasjon	
Kort om kravet	Alle kulelager som benyttes, må kunne rotere fritt.
Beskrivelse av testen	Ser at hver enkelt av kulelagrene roterer fritt og at de virker.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ta et og et kulelager. 2. Se at kulelageret har fri rotasjon.
Testutstyr	- Kulelager
Godkjenningskriterier	Godkjent hvis kulelagrene roterer kontinuerlig uten ujevnheter eller tregheter.
Status	Godkjent
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	20.04.2012

Identifisering	
Test ID	TK007
Testnavn	Slepering
Kryssreferanser	
Krav ID	KF009A
UseCase	1.5
Informasjon	
Kort om kravet	Behovet for sleperingen kommer opprinnelig fra kravet at kniven skal minimum rotere ± 200 grader hver retning.
Beskrivelse av testen	Kontrollere at overføringen mellom den statiske og roterende delen på verktøyet er kontinuerlig ved påføring av 2A ved 20V
Utførelse av testen	Setter 20v på spenningskilden mens den er koblet serie med sleperingen og effektmotstanden. Gjennomfører dette for hver leder i sleperingen.
Testutstyr	Slepe-ring, 10 Ω effektmotstand, spenningskilde
Godkjenningskriterier	Sleperingen tåler 2A kontinuerlig igjennom hver leder.
Status	Godkjent
Forfatter	Ole André Granum

4.2. Integrasjonstester

Test ID	Testnavn	UseCase	Krav ID	Status
TI001	Grensesnitt	1.1	KIF006A	Ikke utført
TI002	Tilkobling	1.2	KIF005A	Ikke utført
TI003	Montering	2.2	KF006A	Ikke utført
TI004	Sammenstilling	3.1	KF011A	Ikke utført
TI005	Knivskifte	2.1	KF001A	Godkjent
TI006	Høydebegrensning	1.1	KIF002A	Ikke utført
TI007	A-krav til breddebegrensning	1.1	KIF003A	Godkjent
TI007B	B-krav til breddebegrensning	1.1	KIF003B	Godkjent
TI008	Dybdebegrensning	1.1	KIF004A	Godkjent
TI009	A-krav til maks vekt	1.1	KIF007A	Ikke utført
TI009B	B-krav til maks vekt	1.1	KIF007B	Ikke utført
TI010	Oscillasjonsmotor m/kontroller.	1.6	KF007A, KF007B, KIF012B,	Godkjent
TI011	Beltedrift oscillasjon	1.6	KF002A, KF007A, KF007B, KF013A, KF014A, KF011A, KIF001A, KIF014A, KIF014B	Ikke utført
TI012	Reimdrift	1.5	KF002A, KF008A, KF010A, KF014A, KF011A, KIF001A	Ikke utført

Tabell 2: Integrasjonstester i testtilpasset rekkefølge

Identifisering	
Test ID	TI001
Testnavn	Grensesnitt
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF006A
UseCase	1.1
Informasjon	
Kort om kravet	Festepunktene som dagens verktøy bruker skal benyttes.
Beskrivelse av testen	Kontrollerer at festepunktene på prototypen er plassert riktig ved å kontrollmåle på eksisterende fester i verktøyposisjonen på XP skjærebord
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mål avstanden mellom festepunktene på verktøyposisjonen 2. Mål avstanden mellom festepunktene på prototypen, kontroller mål med målene fra verktøyposisjon. 3. Monter verktøyet i verktøyposisjonen, verifiser at verktøyet sitter som det skal.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototype av verktøyet - Måleutstyr - XP skjærebord - Innfestingsbolter
Godkjenningskriterier	Verktøyet passer i det eksisterende festet og sitter som det skal.
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TI002
Testnavn	Tilkobling
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF005A
UseCase	1.2
Informasjon	
Kort om kravet	Tilkobling skal foregå med eksisterende styringsport og strømuttak på traversen.
Beskrivelse av testen	Kontrollere at verktøyets kontakter er plassert riktig, og at de passer sammen med korresponderende kontakter i XP-skjærebord.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kontroller at kontaktene er plassert riktig på prototypen med tanke på de eksisterende kontaktene i verktøyposisjonen på XP skjærebord. 2. Monter verktøyet i verktøyposisjonen, se om grensesnittet på kontaktene passer.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - PC med SolidWorks - Prototype av verktøyet - XP skjærebord - Innfestningsbolter
Godkjenningskriterier	Skjærebordet kommuniserer med verktøyet ved at gitte oppgaver blir utført.
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TI003
Testnavn	Montering
Kryssreferanser	
Krav ID	KF006A
UseCase	2.2
Informasjon	
Kort om kravet	Brukeren skal kunne montere og ta av verktøyet fra sin posisjon på traversen.
Beskrivelse av testen	Vi skal på en enkel måte kunne montere og deretter demontere prototypen av verktøyet fra sin posisjon på traversen.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none">1. Prototypen monteres i verktøyposisjonen på skjærebordet.2. Verktøyet skrus fast.3. Kontrollerer at verktøyet sitter som det skal.4. Løsne verktøyets skruer.5. Ta av verktøyet.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none">- Prototype av verktøyet- Verktøy- Skjærebord XP- (festeverktøy)
Godkjenningskriterier	Brukeren har enkelt kunne montere og demontere verktøyet i verktøyposisjonen på traversen.
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TI004
Testnavn	Sammenstilling
Kryssreferanser	
Krav ID	KF011A
UseCase	3.1
Informasjon	
Kort om kravet	Verktøyet må kunne la seg sammenstille. Sammenstillingen skal være mulig å gjennomføre etter en monteringsanvisning fra prosjektgruppen.
Beskrivelse av testen	Under konstruksjonen er det hele tiden tatt høyde for at verktøyet skal la seg fysisk sammenstille. Bekreftelse på dette vil vi ikke få før vi har alle delene og er klare til å montere.
Utførelse av testen	Testen vil bli utført mens montasje foregår.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Alt av deler som trengs for å ferdigstille verktøyet - Diverse verktøy og utstyr
Godkjenningskriterier	Verktøyet lar seg sammenstille uten større utfordringer.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	15.02.2012

Identifisering	
Test ID	TI005
Testnavn	Knivskifte
Kryssreferanser	
Krav-ID	KF001A
UseCase	2.1
Informasjon	
Kort kravbeskrivelse	Brukere skal kunne skifte kniv med enkle verktøy.
Beskrivelse av testen	Verktøyets kniv skal kunne byttes ved hjelp av tilsvarende enkle verktøy som er benyttet tidligere.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monterer knivblad og skrur til festeskruen. 2. Løsner festeskruen, tar ut kniven. 3. Setter på ny kniv.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Knivblad - Verktøy
Godkjenningskriterier	Knivbladet skal kunne byttes enkelt.
Status	Godkjent
Forfatter	Olav Haugen
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TI006
Testnavn	Høydebegrensning
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF002A
UseCase	1.1
Informasjon	
Kort om kravet	Verktøyet skal ikke stikke under traversen i øvre posisjon.
Beskrivelse av testen	Sjekker visuelt at knivbladet eller andre deler på verktøyet ikke stikker ut under traversen når verktøyet er i øvre posisjon.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fest verktøyet i verktøyposisjonen på traversen. 2. Flytt verktøyet til øvre posisjon. 3. Sjekk visuelt at knivbladet ikke stikker under traversen.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototype av verktøyet - XP skjærebord
Godkjenningskriterier	Godkjent hvis verktøypisspen ikke stikker under travers i øvre posisjon av verktøyet.
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TI007
Testnavn	A-krav til breddebegrensning
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF003A
UseCase	1.1
Informasjon	
Kort om kravet	Verktøyet skal være maks 270mm i bredderetning.
Beskrivelse av testen	Bruker 3D-modelleringsprogramet Solid Works til å lage en modell som er maks 110mm i bredderetning. Sjekkes også med 2D tegninger som blir sendt til maskineringsverksted.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Åpne modellen i Solid Works. 2. Mål bredden på modellen. 3. Kontroller at målene på 2D er riktig.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - PC utstyrt med SolidWorks - Måleutstyr - 2D tegninger
Godkjenningskriterier	Ved bredde \leq 270mm er testen godkjent.
Status	Godkjent
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TI007B
Testnavn	B-krav til breddebegrensning
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF003B
UseCase	1.1
Informasjon	
Kort om kravet	Verktøyet skal være maks 110mm i bredderetning
Beskrivelse av testen	Bruker 3D-modelleringsprogramet Solid Works til å lage en modell som er maks 110mm i bredderetning. Sjekkes også med 2D tegninger som blir sendt til maskineringsverksted.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Åpne modellen i Solid Works. 2. Mål bredden på modellen. 3. Kontroller at målene på 2D er riktig.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - PC med SolidWorks - Måleutstyr - 2D tegninger
Godkjenningskriterier	Ved bredde \leq 110mm er testen godkjent.
Status	Godkjent
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TI008
Testnavn	Dybdebegrensning
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF004A
UseCase	1.1
Informasjon	
Kort om kravet	Ingen dybdebegrensning, men verktøyet må se helhetlig ut.
Beskrivelse av testen	Verktøyet skal ha en passe mengde luft mellom komponentene. Deksel skal kunne designes enkelt, uten komplekse former.
Utførelse av testen	Designet besiktiges og godkjennes av ekstern veileder.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototyp av verktøy - XP skjærebord
Godkjenningskriterier	Samtykke fra ekstern veileder.
Status	Godkjent
Forfatter	Ole André Granum
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	T1009
Testnavn	A-krav til maks vekt
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF007A
UseCase	1.1
Informasjon	
Kort om kravet	Maks begrensning på 5000g.
Beskrivelse av testen	Sjekk modellens vekt i Solid Works simulasjon, og prototypen veies.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Åpne modellen i Solid Works 2. Gi alle partene deres materiale 3. Finn vekten i Solid Works 4. Ved prototype: veies på vekt
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Solid Works - Vekt - Prototype av verktøy
Godkjenningskriterier	Ved vekt \leq 5000g er testen godkjent
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	T1009B
Testnavn	B-krav til maks vekt
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF007B
UseCase	1.1
Informasjon	
Kort om kravet	Maks begrensning på 2000g.
Beskrivelse av testen	Sjekk at modellens vekt er innenfor 2000g med Solid Works simulasjon, og prototyp på vekt.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Åpne modellen i Solid Works simulasjon 2. Gi alle partene deres materiale 3. Finn vekten 4. Ved prototyp: veies på vekt
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Solid Works - Vekt - Prototyp
Godkjenningskriterier	Ved vekt \leq 2000g er testen godkjent
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TI010
Testnavn	Oscillasjonsmotor m/kontroller.
Kryssreferanser	
Krav ID	KF007A, KF007B, KIF012B,
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Kravene går ut på forholdet mellom størrelse – kraft på motoren, mens størrelse var den største utfordringen på motorkontrolleren
Beskrivelse av testen	Testen er beregnet til å avdekke eventuelle feil eller utbedringer som må bli gjort for å styre oscillasjonsmotoren slik som ønsket.
Utførelse av testen	Motoren må monteres i en rigg eller lignende, kontrolleren kobles til motoren etter anvisningen til produsent. Vi vil forsyne kontrolleren med strøm fra en ekstern strømforsyning vi har tilgang på igjennom HiBu. Vi vil måle hastighet ved å bruke Fluke 45 til å lese av på utgangen for måling av hastighet som finnes på kontrolleren. Vi vil bruke eksterne spenningskilder for å gi ulike innganger på kontrolleren ønsket spenningsignal slik at vi får testet styrbarheten til kontrolleren.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Strømforsyning > 40V og 3A - EC-4POLE børsteløs DC - DEC MODULE 50/5 - Mikrokontroller - Fluke 45 frekvensmåler
Godkjenningskriterier	Motoren lar seg regulere og klarer en hastighet på 16800rpm eller mer.
Status	Godkjent
Forfatter	Ole André Granum
Dato	19.04.2012

Identifisering	
Test ID	TI011
Testnavn	Beltedrift oscillasjon
Kryssreferanser	
Krav ID	KF002A, KF007A, KF007B, KF013A, KF014A, KF011A, KIF001A, KIF014A, KIF014B
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Vi ønsker en kraftoverføring fra motorene til den vibrerende kniven. Mellom motoren og den eksentriske akselen har vi tannreimdrift. Det kreves at denne skal kunne tilføre tilstrekkelig krefter til den oscillerende kniven.
Beskrivelse av testen	Se at rotasjonen overføres fra motoren til eksenterakselen og at beltet og tannhjulene tåler de belastningene som kreves.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lim tannhjulene på motor- og eksenterakslingen. 2. Benytt linjal/vater for å se at tannhjulene er lineært overfor hverandre. 3. Roter tannhjulene for hånd, og se at delene har fri bevegelse. 4. Fest prototypen på XP-kuttebord. 5. Kjør verktøyet over pappen.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototype av verktøyet - XP skjærebord' - Linjal/Vater
Godkjenningskriterier	Godkjent hvis kniven vibrerer og tåler de krefter som påføres.
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	19.04.2012

Identifisering	
Test ID	TI012
Testnavn	Reimdrift
Kryssreferanser	
Krav ID	KF002A, KF008A, KF010A, KF014A, KF011A, KIF001A
UseCase	1.5
Informasjon	
Kort om kravet	Vi ønsker en kraftoverføring fra motorene til rotasjonen av kniven. Mellom motoren og rotasjonen benytter vi oss av tannreimdrift. Det kreves at denne skal kunne tilføre tilstrekkelig rotasjon til den oscillerende kniven.
Beskrivelse av testen	Ser at rotasjonen overføres fra motoren til rotasjonselementet og at beltet og tannhjulene tåler de belastningene som kreves.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lim tannhjulene på motor- og rotasjonselementet. 2. Benytt linjal/vater for å se at tannhjulene er lineært overfor hverandre. 3. Roter tannhjulene for hånd, og se at delene har fri bevegelse. 4. Fest prototypen på XP skjærebord. 5. Kjør verktøyet over pappen.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototype av verktøyet - XP skjærebord - Linjal/Vater
Godkjenningskriterier	Godkjent hvis kniven roterer og tåler de krefter som påføres.
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	19.04.2012

4.3. Systemtester

Test ID	Testnavn	UseCase	Krav ID	Status
TS001	Kommunikasjon	1.3	KF004A	Ikke utført
TS002	Skjærbarhet	1.6	KF002A	Ikke utført
TS003	Kuttefinhet	1.6	KF003A	Ikke utført
TS004	A-krav til slaglengde	1.6	KIF014A	Godkjent
TS004B	B-krav til slaglengde	1.6	KIF014B	Ikke godkjent
TS005	Vibrasjon	2.3	KIF011A	Ikke utført
TS006B	Støy	2.3	KIF012B	Ikke utført
TS007	Temperatur	2.3	KIF013A	Ikke utført
TS008	Levetid	1.4	KIF001A	Ikke utført
TS009	Opplagring	1.4	KIF015A	Ikke utført
TS010	Skjærekraft	1.7	KF014A	Ikke utført
TS011	A-krav til oscilering	1.6	KF007A	Ikke utført
TS011B	B-krav til oscilering	1.6	KF007B	Ikke utført
TS012	Rotasjonsakselerasjon	1.6	KF008A	Ikke utført
TS013	Frihetsgrad	1.5	KF009A	Ikke utført
TS014	Rotasjonshastighet	1.5	KF010A	Ikke utført
TS015	Oscillasjonskraft	1.6	KF013A	Ikke utført

Tabell 3: Systemtester i testtilpasset rekkefølge

Identifisering	
Test ID	TS001
Testnavn	Kommunikasjon
Kryssreferanser	
Krav ID	KF004A
UseCase	1.3
Informasjon	
Kort om kravet	Hovedreguleringsystemet må kunne kommunisere med verktøyet.
Beskrivelse av testen	Testen skal bekrefte at reguleringsystemet på verktøyet kommuniserer med hovedreguleringsystemet på skjærebordet.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programmerer verktøyet til å gjøre en gitt oppgave. 2. Kontrollerer at verktøyet har utført det som ble programmert.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototyp - Skjærebord XP - Skjærematerialet
Godkjenningskriterier	Verktøyet skal utføre oppgaver slik skjærebordet er programmert.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS002
Testnavn	Skjærbarhet
Kryssreferanser	
Krav ID	KF002A
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Verktøyet må kunne skjære alle materialene som kreves av det.
Beskrivelse av testen	Verktøyet skal kunne skjære de mest krevende materialene med et godt resultat. Testes med prototype på skjærebord.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fest prototypen i verktøyposisjonen på skjærebordet 2. Legg materialet som skal kuttes på skjærebordet 3. Skjær hvert material etter tur 4. Inspiseres av Esko ansatt
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototype av verktøyet - XP Skjærebord - Materiale som skal kuttes
Godkjenningskriterier	Alle de spesifiserte materialene skal kunne kuttes tilfredsstillende, skal godkjennes av Esko ansatt.
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS003
Testnavn	Kuttefinhet
Kryssreferanser	
Krav ID	KF003A
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Skjæringen skal skje med samme presisjon og finhet på kuttet som dagens verktøy
Beskrivelse av testen	Testes ved å skjære i ulike materialer på skjærebordet.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fest prototypen på skjærebordet 2. Legg materialene som skal kuttes på skjærebordet etter tur og orden 3. Skjær hvert materiale etter tur
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototyp - Materiale som skal kuttes - Skjærebord XP
Godkjenningskriterier	Utskårede deler skal være like presise og finheten på kuttet skal være minst like bra som ved det gamle skjæreverktøyet. Inspiseres av Esko ansatt.
Status	Ikke utført
Forfatter	Olav Haugen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS004
Testnavn	A-krav til slaglengde
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF014A
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Slaglengde på +/- 0.6mm
Beskrivelse av testen	Mekanikken som bestemmer slaglengden er tilsvarende som eksisterende løsning benytter. Kontrollerer at eksenterakslingen er forskyvet 6mm fra senter.
Utførelse av testen	Testen blir utført ved å kontrollere 2D tegninger.
Testutstyr	- 2D tegninger
Godkjenningskriterier	Slaglengden på +/- 0.6mm
Status	Godkjent
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS004B
Testnavn	B-krav til slaglengde
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF014B
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Justerbar slaglengde på +/- 0.15mm til +/- 2mm.
Beskrivelse av testen	Mål den justerbare slaglengden på modell i Solid Works og på prototype av verktøyet.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Åpne modellen i Solid Works 2. Mål tilgjengelige slaglengder 3. Etter konstruert prototype benyttes måleutstyr for sjekk av eventuelt justerbar slaglengde.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Solid Works - Måleutstyr - Prototype av verktøyet
Godkjenningskriterier	Er slaglengden justerbar mellom +/- 0.15mm til +/- 2mm så er test godkjent
Status	Ikke godkjent
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS005
Testnavn	Vibrasjon
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF011A
UseCase	2.3
Informasjon	
Kort om kravet	Minimum av vibrasjoner
Beskrivelse av testen	Verktøyet skal kjøres som normalt og vibrasjon skal måles.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Installere prototypen i verktøyposisjonen på XP skjærebord 2. Installere vibrasjonssensorer på travers 3. Kjøre verktøyet som normalt 4. Får ut en vibrasjonsmåling
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototyp av verktøy - XP skjærebord - Vibrasjonsmåler
Godkjenningskriterier	Minimalt med vibrasjoner på travers, godkjennes av ekstern veileder.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole Andrè Granum
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS006B
Testnavn	Støy
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF012B
UseCase	2.3
Informasjon	
Kort om kravet	Verktøyet skal ikke avgi støy over 70dB
Beskrivelse av testen	Prototyp kjøres mens støyen måles.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fest prototyp på XP skjærebordet 2. Rigg opp utstyr for støymåling i henhold til Esko sine retningslinjer 3. Kjør verktøyet 4. Mål støy
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Støymåler - Prototyp av verktøy - XP skjærebord
Godkjenningskriterier	Godkjent ved støy ≤ 70 dB.
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.11.2011

Identifisering	
Test ID	TS007
Testnavn	Temperatur
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF013A
UseCase	2.3
Informasjon	
Kort om kravet	Maks 50 °C innenfor dekslet.
Beskrivelse av testen	Prototypen rigges opp på XP skjærebord, verktøyet kjøres over en gitt periode. Litt ettersom hvordan målemetode vi benytter, kan vi mest sannsynlig måle under kjøring. Deksel vil ikke være installert ved kjøring med prototype.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none">1. Monter prototype i verktøyposisjon2. Kjør verktøyet med normal belastning3. Mål temperatur med IR måler eller lignende under kjøring i henhold til Esko sine retningslinjer
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none">- Prototyp- Temperaturmåler- XP skjærebord
Godkjenningskriterier	Godkjent om temperaturen er under 50 °C innenfor dekslet.
Status	Ikke utført
Forfatter	Lars Emil Jensen
Dato	28.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS008
Testnavn	Levetid
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF001A
UseCase	1.4
Informasjon	
Kort om kravet	Verktøyet skal motstå slitasje i minimum 5000 driftstimer ved kjøring i alle materialer.
Beskrivelse av testen	Vi har ingen mulighet til å teste verktøyet i 5000 timer, tiden strekker ikke til. Derfor er vi nødt til å kjøre en fysisk intensiv test. Denne testen strekker seg over et kortere tidsintervall, men med en høyere intensitet enn hva verktøyet normalt blir utsatt for.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none">1. Verktøyet settes i traversen på XP skjærebek2. Kniven blir belastet med 100N i form av en fjær som simulerer belastningen verktøyet maksimalt ville fått ved skjæring.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none">- Prototype av verktøy- XP skjærebord- Fjær som belaster 100N
Godkjenningskriterier	Resultatet av testen blir vurdert av erfaren Esko ansatt.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole Andrè Granum
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS009
Testnavn	Opplagring
Kryssreferanser	
Krav ID	KIF015A
UseCase	1.4
Informasjon	
Kort om kravet	Verktøyet skal ha opplagring som kan absorbere de maks 100N som virker på kniven i planet.
Beskrivelse av testen	Testen blir kjørt ved at verktøyet blir festet på traversen, utsatt for belastning og inspisert av en Esko ansatt.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verktøyet settes i traversen på XP skjærebord 2. Kniven blir belastet med 100N i form av en fjær som simulerer belastningen verktøyet maksimalt ville fått ved skjæring. 3. Prototypen blir inspisert av erfaren Esko ansatt etter endt kjøring
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototype av verktøy - XP skjærebord - Fjær som belaster 100N
Godkjenningskriterier	Slitasje vil bli inspisert. Esko ansatt skaper seg en konklusjon.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS010
Testnavn	Skjærekraft
Kryssreferanser	
Krav ID	KF014A
UseCase	1.7
Informasjon	
Kort om kravet	Kniven blir påført en kraft på 100 N. Dette er en funksjon av at kniven presses mot skjæreemnet.
Beskrivelse av testen	Vi vil utføre en FEM analyse av 3D modell
Utførelse av testen	<ul style="list-style-type: none">- Det blir laget en 3D modell i SolidWorks som blir testet ved hjelp av en FEM-analyse i SolidWorks Simulation. Dette vil bli gjort ved at stempelråden vil bli lagret opp og at kreftene blir påført kniven. Det vil deretter leses av spenninger.- Blir testet ved å kjøre med belastning i skjæreretning.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none">- PC med SolidWorks Simulation- Prototype
Godkjenningskriterier	Spenninger i modellen overstiger ikke utmattingspenninger for materialet.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	14.03.2012

Identifisering	
Test ID	TS011
Testnavn	A-krav til oscillering
Kryssreferanser	
Krav ID	KF007A
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Kniven skal oscillere med en regulerbar frekvens på min. 12 000rpm
Beskrivelse av testen	Motorkontrolleren har en utgang som ved hjelp av hall sensorene i motoren gir en puls for hver omdreining motorakslingen gjør.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fest prototypen av verktøyet i verktøyposisjonen på skjærebordet. 2. Juster styresignalet til mellom 1-2V for å oppnå 12000rpm. 3. Kjør verktøyet 4. Identifiserer frekvensen ved hjelp av å koble frekvensmåler (Fluke 45) på utgang Motor n (pinne 18)
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - XP skjærebord - Prototype av verktøy - Fluke 45
Godkjenningskriterier	Frekvensen bekreftes til å være 12000rpm eller mer.
Status	Ikke utført
Forfatter	Olav Haugen
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS011B
Testnavn	B-krav til oscillering
Kryssreferanser	
Krav ID	KF007B
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Kniven skal ha regulerbar frekvens opp til 18 000rpm
Beskrivelse av testen	Prototypen kjører med høyere oscillasjonshastighet ved å sette en høyere spenning på styresignal på motorkontrollen.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fest prototypen av verktøyet i verktøyposisjonen på skjærebordet. 2. Juster styresignalet til mellom 2- 2.5V for å oppnå 18000rpm. 3. Kjør verktøyet 4. Identifiserer frekvensen ved hjelp av å koble frekvensmåler (Fluke 45) på utgang Motor n (pinne 18)
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - XP skjærebord - Prototype av verktøy Fluke 45
Godkjenningskriterier	Frekvensen bekreftes til å være 18000rpm eller mer.
Status	Ikke utført
Forfatter	Olav Haugen
Dato	29.12.2011

Identifisering	
Test ID	TS012
Testnavn	Rotasjonsakselerasjon
Kryssreferanser	
Krav ID	KF008A
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Kniven må ha en rotasjonsakselerasjon på 700 rad/s ² .
Beskrivelse av testen	Bekreft at kniven har en vinkelakselerasjon på minst 700 rad/s ²
Utførelse av testen	Motoren er valgt ut ifra å tilfredsstillte gitte krav. Beregninger for dette finnes i dokumentet: Beregninger for rotasjonsmotor [2]
Testutstyr	- Beregninger for rotasjonsmotor [2]
Godkjenningskriterier	Kniven har en vinkelakselerasjon på minst 700 rad/s ² .
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	08.02.2012

Identifisering	
Test ID	TS013
Testnavn	Frihetsgrad
Kryssreferanser	
Krav ID	KF009A
UseCase	1.5
Informasjon	
Kort om kravet	Kniven skal minimum kunne rotere ± 200 grader
Beskrivelse av testen	Vi ser at kniven har fri rotasjon 200grader i begge retninger
Utførelse av testen	Testen utføres etter at en prototype av verktøyet er ferdigstilt. For hånd roteres kniven 200 grader hver retning. Vi tester at motoren klarer de samme oppgavene, ved å koble til strøm.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - Prototype av verktøyet - XP skjærebord
Godkjenningskriterier	Har kniven fri rotasjon 200grader eller mer, i begge retninger er testen godkjent.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	08.02.2012

Identifisering	
Test ID	TS014
Testnavn	Rotasjonshastighet
Kryssreferanser	
Krav ID	KF010A
UseCase	1.5
Informasjon	
Kort om kravet	Kniven skal ha min 18 rev/sek rotasjonshastighet.
Beskrivelse av testen	Testen utføres ved å detektere rotasjonshastighet ved hjelp av nullpunktsensor. Dette må testes før sleperingen blir montert, siden sleperingen tåler maksimalt 300rpm kontinuerlig.
Utførelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fest prototypen av verktøyet i verktøyposisjonen på skjærebordet. 2. Juster hastigheten ved hjelp av motorkontrolleren 3. Måles ved hjelp av nullpunktsensoren.
Testutstyr	<ul style="list-style-type: none"> - XP skjærebord - Prototype av verktøy
Godkjenningskriterier	Kniven roterer 18 rev/sek eller mer.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole André Granum
Dato	15.02.2012

Identifisering	
Test ID	TS015
Testnavn	Oscillasjonskraft
Kryssreferanser	
Krav ID	KF013A
UseCase	1.6
Informasjon	
Kort om kravet	Kniven skal trykke nedover i skjære emnet med en kraft på 100 N.
Beskrivelse av testen	Dette vil beregnes før motoren blir bestilt.
Utførelse av testen	Motoren er valgt ut ifra å tilfredsstillte gitte krav. Beregninger for dette finnes i dokumentet: Beregninger for oscillasjonsmotor [3]
Testutstyr	- Beregninger for oscillasjonsmotor [3]
Godkjenningskriterier	Beregningen blir oppfylt av spesifikasjonene til motoren.
Status	Ikke utført
Forfatter	Ole Andrè Granum
Dato	15.02.2012

5. Referanser

- [1] A. I. Holm, «Testrapporter,» HIBU, Kongsberg, 2012.
- [2] T. S. & O. H. Graven, Prosjekthåndbok, Kongsberg: HiBu, 2010.
- [3] A. I. Holm, «Beregninger for rotasjonsmotor,» HIBU, Kongsberg, 2012.
- [4] A. I. Holm, «Beregninger for vibbmotor,» HIBU, Kongsberg, 2012.

Testrapporter



HØGSKOLEN i Buskerud

Oppgavetittel: Vibra Cut
Fag (nr./ navn) Hovedprosjekt
Gruppemedlemmer: Anders Ivar Holm, Eirik Hatlevik, Petter Viken, Ole Andre Granum, Lars Emil Jensen, Olav Haugen
Eksternveileder: Roger Berntsen
Internveileder: Hallstein Asheim Hansen
Emneord:
Dato: 29.05.2012
Vi bekrefter at denne innleverte besvarelsen helt og fullt er vårt verk:
..... Anders Ivar Holm
..... Lars Emil Jensen
..... Eirik Hatlevik
..... Petter Viken
..... Ole Andre Granum
..... Olav Haugen

Dokumentegenskaper

Tittel:	Testrapporter
Dato:	29.05.2012
Gruppeleder:	Anders Ivar Holm
Forfattere:	Anders
Oppdragsgiver:	Esko-Graphics Kongsberg AS
Internveileder:	Hallstein Asheim Hansen
Eksternveileder:	Roger Berntsen
Antall sider:	24
Antall vedlegg:	

Revisjonshistorie

Rev.	Revisjon	Dato	Navn
0.1	Opprettet dokument Lagt til tester fra testspesifikasjon	18.04.12	Anders
0.2	Endret navn på tester Sortert etter nummer	30.04.12 30.04.12	Anders Lars Emil
0.3	Utført tester	15.05.12	Olav
0.4	Utført tester	18.05.12	Anders
0.5	Driverse tester utført	23.05.12	Granum
1.0	Ferdigstilling	23.05.12	Viken

Innholdsfortegnelse

Dokumentegenskaper	i
Revisjonshistorie	i
Innholdsfortegnelse	ii
Figuroversikt	iii
1. Introduksjon	1
2. Komponenttest	2
2.1. TK001 Strømforsyning	2
2.2. Spenningsforsyning	2
2.3. TK003 Rotasjonsmotor	3
2.4. TK004 Nullpunktsensor	3
2.5. TK005 Dokumentasjon	4
2.6. TK006 Kulelager	4
TK007 Slepering	5
3. Integrasjonstester	6
3.1. TI001 Grensesnitt	6
3.2. TI002 Tilkobling	6
3.3. TI003 Montering	6
3.4. TI004 Sammenstilling	7
3.5. TI005 Knivskifte	7
3.6. TI006 Høydebegrensning	7
3.7. TI007 A-krav til breddebegrensning	8
3.8. TI007B B-krav til breddebegrensning	8
3.9. TI008 Dybdebegrensning	8
3.10. TI009 A-krav til maks vekt	9
3.11. TI009B B-krav til maks vekt	9
3.12. TI010 Oscillasjonsmotor m/kontroller	10
3.13. TI011 Beltedrift oscillasjon	10
3.14. TI012 Reimdrift	11
4. Systemtester	12
4.1. TS001 Kommunikasjon	12
4.2. TS002 Skjærbarhet	12
4.3. TS003 Kuttefinhet	12
4.4. TS004 A-krav til slaglengde	13

4.5. TS004B B-krav til slaglengde	13
4.6. TS005 Vibrasjon	13
4.7. TS006B Støy	14
4.8. TS007 Temperatur	14
4.9. TS008 Levetid.....	14
4.10. TS009 Opplagring	15
4.11. TS010 Skjærekraft.....	15
4.12. TS011 A krav til oscillering	15
4.13. TS011B B krav til oscillering	16
4.14. TS012 Rotasjonsakelerasjon	16
4.15. TS013 Frihetsgrad	16
4.16. TS014 Rotasjons hastighet.....	17
4.17. TS015 Oscillasjonskraft	17
Referanser.....	18

Figuroversikt

Figur 1: Kongsberg XP24	1
-------------------------------	---

1. Introduksjon

Esko-Graphics Kongsberg AS er en del av EskoArtwork, som leverer system for design og bearbeiding av emballasje. I Kongsberg utvikles og produseres digitale maskiner for skjæring av emballasje og reklamemateriell. Et eksempel er maskinen XP24 i Figur 1.



Figur 1 · Kongsberg XP24

Maskinene har bevegelser i XY retning. De er utrustet med en rekke forskjellige verktøy som beveges i Z (vertikalt) og styres tangentielt i forhold til XY bevegelsene. Verktøyene kan skiftes ut etter ønske, og ut i fra materiale som skal bearbeides. Av verktøy som er tilgjengelig kan det nevnes kniv, fres, penn m.m.

Verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre eller fornye heter "Frequency VibraCut knife tool", en kniv som beveges hurtig opp og ned (oscillerer) ved bruk. Et materiale som dette verktøyet ofte bearbeider er resirkulert bølgepapp. Pappen er ofte av så dårlig kvalitet at det rives opp dersom kniven dras igjennom materialet. Løsningen på dette problemet er som nevnt å bruke en oscillerende kniv, men ettersom pappkvaliteten stadig blir dårligere må verktøyet stadig øke frekvensen på oscillasjonen. Dette har ført til at verktøyet har nådd sin begrensning med hensyn på holdbarhet. Grunnen til den lave holdbarheten er blant annet en kompleks kraftoverføring som både overfører den oscillerende og den roterende bevegelsen til kniven. Dette medfører i tillegg uønsket støy og vibrasjon.

Dette dokumentet tar for seg alle testrapporter fra testene gitt i testspesifikasjonen.

Dokumentet vil bli bruk for å gi svar på hvordan testene har blitt utført samt resultatet fra testen. Resultatene vil bli brukt opp mot de krav vi har fått fra Esko for å kunne godkjenne at prototypen fungerer etter deres ønske og behov.

2. Komponenttest

2.1. TK001 Strømforsyning

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TK001			Strømforsyningen klarer å levere 3A kontinuerlig til rotasjon og 5A kontinuerlig til oscillasjonsmotoren.

Beskrivelse av testen: Testen skal bekrefte at strømforsyningen leverer 3A til rotasjonsmotor og 5A til oscillasjonsmotor.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

2.2. Spenningsforsyning

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TK002			Bekrefter stabil spenning fra spenningsforsyning og at elektriske komponenter virker som planlagt.

Beskrivelse av testen: Måler for å bekrefte at spenningsforsyning leverer 48V DC, sjekker at komponenter som er brukt i verktøyet er dimensjonert til spenningen.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

2.3. TK003 Rotasjonsmotor

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TK003	Petter Viken Ole André Granum	07.05.2012	Motor roterer hurtigere ettersom vi øker spenningen.

Beskrivelse av testen: Denne testen kontrollerer at motoren er operativ, men vi har dessverre ikke noe utsyr til å måle rotorhastighet. Så det eneste vi får ut av denne testen er å bekrefte at motoren roterer.

Utstysliste: Rotasjonsmotor RE-40, Strømforsyning Oltronix C 50-5R, multimeter Fluke 8010A og nødvendige ledninger.

Hvordan ble testen utført: Strømforsyningen ble koblet i serie med motoren, multimeteret står parallelt med kretsen for å konstatere spenningen. Setter strøm på kretsen.

Feilkilder:

Konklusjon: Motor fungerer, men vi kan ikke avgjøre om den fungerer i henhold til kravene i dette stadiet.

2.4. TK004 Nullpunktsensor

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TK004			Sensoren sender pulser til oscilloskopet som ønsket.

Beskrivelse av testen: Testen skal avdekke eventuelt defekt nullpunktsensor.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

2.5. TK005 Dokumentasjon

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TK005	Ole André Granum	22.05.12	Oppdragsgiver og sensorer er tilfredsstilte.

Beskrivelse av testen: Bekrefter at alt av informasjon som kommer opp under arbeidet med oppgaven blir dokumentert.

Utstysliste: Fullstendig dokumentasjon

Hvordan ble testen utført: Vi har hatt kontinuerlig dialog med ekstern veileder under hele prosjektet, nødvendig dokumentasjon er produsert underveis. Alle gruppemedlemmene har lest igjennom hvert dokument for korrektur.

Feilkilder: Misforståelser med ekstern veileder (Roger Berntsen)

Konklusjon: Vi har prøvd å produsere all dokumentasjon som er ønsket fra arbeidsgiver, per dags dato ser det ut som vi har lyktes med dette.

2.6. TK006 Kulelager

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TK006	Olav Haugen	15.05.12	Godkjent hvis kulelagrene roterer kontinuerlig uten brems.

Beskrivelse av testen: Sjekke at kulelagrene roterer fritt.

Utstysliste: Alle kulelagrene til prototype.

Hvordan ble testen utført: Her har vi tatt ett og ett kulelager, satt rotasjon på og sjekket at de roterer fritt.

Feilkilder:

Konklusjon: Alle kulelagrene roterer fritt bortsett fra SKF 61813-2RS1. Dette lageret har en forsegling noe som gjør at lageret roterer noe tregere enn det skal.

TK007 Slepering

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TK007	Petter Viken, Anders Holm, Ole André Granum	9.10.12	Sleperingen tåler 2A kontinuerlig igjennom hver leder.

Beskrivelse av testen: Kontrollere at overføringen mellom den statiske og roterende delen på verktøyet er kontinuerlig ved påføring av 2A ved 20V

Utstyrsliste: Slepering, Strømforsyning (Oltronix C 50-5R), nødvendig ledninger, 10Ω effektmotstand

Hvordan ble testen utført: Vi satte 20V igjennom sleperingen i serie med en effektmotstand på 10Ω, for å teste at hver leder tålte 2A.

Feilkilder: Testen ble utført uten rotering av sleperingen.

Konklusjon: Sleperingen fungerer som den skal.

3. Integrasjonstester

3.1. TI001 Grensesnitt

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI001			Verktøyet passer i det eksisterende festet

Beskrivelse av testen: Kontrollerer at festepunktene på prototypen er plassert riktig ved å kontrollmåle på eksisterende fester i verktøyposisjonen på XP skjærebord.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

3.2. TI002 Tilkobling

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI002			Skjærebordet kommuniserer med verktøyet ved at gitte oppgaver blir utført.

Beskrivelse av testen: Kontrollere at kontakter er plassert riktig, og at det er tilfredsstillende kontakt mellom disse.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

3.3. TI003 Montering

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI003			Brukeren skal enkelt kunne montere og demontere verktøyet i verktøyposisjonen på traversen.

Beskrivelse av testen: Vi skal montere og deretter demontere prototypen av verktøyet fra sin posisjon på traversen.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

3.4. TI004 Sammenstilling

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI004			Verktøyet lar seg sammenstille uten større utfordringer.

Beskrivelse av testen: Under konstruksjonen er det hele tiden tatt høyde for at verktøyet skal la seg fysisk sammenstille. Bekreftelse på dette vil vi ikke få før vi har alle delene og er klare til å montere.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

3.5. TI005 Knivskifte

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI005	Olav Haugen	15.05.12	Knivbladet skal kunne byttes enkelt uten problemer.

Beskrivelse av testen: Kunder som kjøper maskin skal skifte kniv med enkle verktøy. Vi skal derfor teste at dette kan gjøres uten problemer.

Utstysliste: Knivfeste, kniv og verktøy.

Hvordan ble testen utført: Vi har montert kniv i knivfestet, deretter har vi løsnet kniven og montert den på nytt igjen.

Feilkilder:

Konklusjon: Vi kan enkelt bytte kniv.

3.6. TI006 Høydebegrensning

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI006			Godkjent hvis verktøyspissen ikke stikker under travers i øvre posisjon av verktøyet.

Beskrivelse av testen: Sjekker visuelt at knivbladet eller andre deler på verktøyet ikke stikker ut under traversen når verktøyet er i øvre posisjon.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

3.7. TI007 A-krav til breddebegrensning

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI007	Olav Haugen	15.05.12	Ved bredde \leq 270mm er testen godkjent.

Beskrivelse av testen: Bruker 3D-modelleringsprogramet Solid Works til å lage en modell som er maks 110mm i bredderetning. Sjekkes også med 2D tegninger som blir sendt til maskineringsverksted.

Utstyrliste: PC med SolidWorks og 2D tegning.

Hvordan ble testen utført: Vi har målt bredden på modellen i SolidWorks og kontrollert 2D tegninger.

Feilkilder: Feil maskinering

Konklusjon: Vi er godt innenfor dette kravet, delen er 105 mm i bredden.

3.8. TI007B B-krav til breddebegrensning

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI007B	Olav Haugen	15.05.12	Ved bredde \leq 110mm er testen godkjent.

Beskrivelse av testen: Bruker 3D-modelleringsprogramet Solid Works til å lage en modell som er maks 110mm i bredderetning. Sjekkes også med 2D tegninger som blir sendt til maskineringsverksted.

Utstyrliste: PC med SolidWorks og 2D tegning

Hvordan ble testen utført: Vi har målt bredden på modellen i SolidWorks og kontrollert 2D tegninger.

Feilkilder: Feil maskinering.

Konklusjon: Vi er godt innenfor dette kravet, delen er 105 mm i bredden.

3.9. TI008 Dybdebegrensning

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI008	Ole André Granum	22.05.12	Samtykke fra ekstern veileder.

Beskrivelse av testen: Verktøyet skal ha en passe mengde luft mellom komponentene. Deksel skal kunne designes enkelt, uten komplekse former. Utformingen av deksel vil ha innvirkning på støy og temperatur.

Utstyrliste: -

Hvordan ble testen utført: 3D-Modell samt 2D tegninger av verktøyet er gitt til veileder, tilbakemelding fra han avgjør om testen er godkjent

Feilkilder: Unøyaktige modell.

Konklusjon: Ekstern veileder har godkjent designet

3.10. TI009 A-krav til maks vekt

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI009	Eirik Hatlevik	18.05.12	Ved vekt \leq 5000g er testen godkjent

Beskrivelse av testen: Sjekk modellens vekt i Solid Works simulasjon, og prototypen veies.

Utstyrsliste: Datamaskin med SolidWorks og prototype.

Hvordan ble testen utført: Vi har satt materialer på alle deler på prototypen som bekrefter at vekten er mindre en 5000g. Har ikke målt ferdig prototype.

Feilkilder:

Konklusjon:

3.11. TI009B B-krav til maks vekt

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI009B	Eirik Hatlevik	18.05.12	Ved vekt \leq 2000g er testen godkjent

Beskrivelse av testen: Sjekk at modellens vekt er innenfor 2000g med Solid Works simulasjon, og prototyp på vekt.

Utstyrsliste: Datamaskin med SolidWorks og prototype.

Hvordan ble testen utført: Vi har satt materialer på alle deler på prototypen som bekrefter at vekten er mindre en 2000g. Har ikke målt ferdig prototype.

Feilkilder:

Konklusjon:

3.12. TI010 Oscillasjonsmotor m/kontroller

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI010	Petter Viken Eirik Hatlevik Ole André Granum	08.05.12	Motoren lar seg regulere og klarer en hastighet på minimum 12000rpm

Beskrivelse av testen: Testen er ment for å avdekke eventuelle feil eller utbedringer som må bli gjort for å styre oscillasjonsmotoren som vi ønsker.

Utstyrliste: Oltronix C 50-5 R, 2stk GW GPS-3030, 4stk Fluke 8010A, Fluke 45, Project Board, Maxon EC-4pole, Maxon DEC Module 50/5, Flatkabel med IDC-kontakt, diverse labbledninger, loddebolt.

Hvordan ble testen utført: Motoren og kontrolleren ble koblet sammen i henhold til kapittel 5.7 i dokumentet "Designdokument for Prototype" [1]. Kablene fra motor og kontroller ble koblet på et koblingsbrett som videre ble koblet til strømforsyningene. Fire stykker multimeter ble brukt for å måle spenningen på essensielle punkter. Fluke 45 ble brukt for å måle motorhastigheten fra kontrollerens "Monitor n" utgang.

Feilkilder: Det er mulig at ledningene fra kontroller til motorviklingene er litt tynne.

Konklusjon: Det hele ser ut til å fungere som det skal, forholdet mellom spenning og motorhastighet ser ut til å stemme godt med tidligere beregninger. ("Designdokument for Prototype", avsnitt 5.7.13.)

3.13. TI011 Beltedrift oscillasjon

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI011			Godkjent hvis kniven vibrerer og tåler de krefter som påføres.

Beskrivelse av testen: Se at rotasjonen overføres fra motoren til eksenteraksen og at beltet og tannhjulene tåler de belastningene som kreves.

Utstyrliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

3.14. TI012 Reimdrift

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TI012			Godkjent hvis kniven roterer og tåler de krefter som påføres.

Beskrivelse av testen: Ser at rotasjonen overføres fra motoren til rotasjonselementet og at beltet og tannhjulene tåler de belastningene som kreves.

Utstyrliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4. Systemtester

4.1. TS001 Kommunikasjon

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS001			Verktøyet skal utføre oppgaver slik skjærebordet er programmert.

Beskrivelse av testen: Testen skal bekrefte at reguleringssystemet på verktøyet kommuniserer med hoved reguleringssystemet på skjærebordet.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.2. TS002 Skjærbarhet

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS002			Alle de spesifiserte materialene skal kunne kuttet tilfredsstillende.

Beskrivelse av testen: Verktøyet skal kunne skjære de mest krevde materialene med et godt resultat. Testes med prototype på skjærebord.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.3. TS003 Kuttefinhet

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS003			Utskårede deler skal være like presise og finheten på kuttet skal være minst like bra som ved det gamle skjæreverktøyet.

Beskrivelse av testen: Testes med prototype på skjærebord.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.4. TS004 A-krav til slaglengde

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS004	Ole André Granum	22.05.12	Slaglengden på +/- 0.6mm

Beskrivelse av testen: Kontrollerer at eksenterakslingen er forskjøvet 6mm fra senter.

Utstysliste: 2D tegninger

Hvordan ble testen utført: Deler ble bestilt ut ifra 2D tegninger som tilfredsstillt kravet om 1.2mm slaglengde.

Feilkilder: Feil under maskinering.

Konklusjon: Siden verkstedet som maskinerer delene har en forsinkelse så vil vi ikke få mulighet til å måle slaglengden fysisk på prototypen.

4.5. TS004B B-krav til slaglengde

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS004B	Ole André Granum	22.02.12	Er slaglengden mellom +/- 0.15mm til +/- 2mm så er test godkjent

Beskrivelse av testen: Mål den justerbare slaglengden på modell i Solid Works og på prototype av verktøyet.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon: Valget av løsning tillater ikke justerbar slaglengde.

4.6. TS005 Vibrasjon

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS005			Minimalt med vibrasjoner på travers, godkjennes av veileder

Beskrivelse av testen: Vibrasjoner detekteres ved hjelp av sensorer som fanger opp vibrasjon. Disse monteres på traversen.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.7. TS006B Støy

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS006B			Godkjent ved støy ≤ 70 dB.

Beskrivelse av testen: Prototyp kjøres mens støyen måles. Setter opp måleinstrumenter i området rundt maskinen.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.8. TS007 Temperatur

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS007			Godkjent om temperaturen er under 50 °C innenfor dekslet.

Beskrivelse av testen: Prototypen rigges opp på XP skjærebord, verktøyet kjøres over en gitt periode. Litt ettersom hvordan målemetode vi benytter, kan vi mest sannsynlig måle under kjøring. Deksel vil ikke være installert ved kjøring med prototype.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.9. TS008 Levetid

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS008			Resultatet av testen blir vurdert av erfaren Esko ansatt.

Beskrivelse av testen: Vi har ingen mulighet til å teste verktøyet i 5000 timer, tiden strekker ikke til. Derfor er vi nødt til å kjøre en fysisk intensiv test. Denne testen strekker seg over et kortere tidsintervall, men med en høyere intensitet enn hva verktøyet normalt blir utsatt for.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.10. TS009 Opplagring

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS009			Slitasje vil bli inspisert. Erfaren Esko ansatt lager seg en konklusjon.

Beskrivelse av testen: Visuelt inspeksjon etter slitasjetest

Utstysrliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.11. TS010 Skjærekraft

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
			Spenninger i modellen overstiger ikke utmattingsspenninger for materialet.

Beskrivelse av testen: FEM analyser av 3D modell

Utstysrliste: SollidWorks

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.12. TS011 A krav til oscillering

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS011			Frekvensen bekreftes til å være 12000rpm eller mer.

Beskrivelse av testen: Motorkontrolleren har en utgang som ved hjelp av hall sensorene i motoren gir en puls for hver omdreining motorakslingen gjør.

Utstysrliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.13. TS011B B krav til oscillering

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS011B			Frekvensen bekreftes til å være 18000rpm eller mer.

Beskrivelse av testen: Prototypen kjører med høyere oscillasjonshastighet ved å sette en høyere spenning på styresignal på motorkontrollen. Bruker utgangen (monitor n) på motorkontrolleren for å lese av hastighet.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.14. TS012 Rotasjonsakelerasjon

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS012			Kniven har en vinkelakselerasjon på minst 700 rad/s ² .

Beskrivelse av testen: Bekrefte at kniven har en vinkelakselerasjon på minst 700 rad/s²

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.15. TS013 Frihetsgrad

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS013			Har kniven fri rotasjon 200 grader eller mer, i begge retninger er testen godkjent.

Beskrivelse av testen: Vi ser at kniven har fri rotasjon 200grader i begge retninger

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.16. TS014 Rotasjonshastighet

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS014			Kniven roterer 18 rev/sek eller mer.

Beskrivelse av testen: Testen skal bekrefte at kniven klarer å oppfylle kravet om å rotere 18 rev/sek.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

4.17. TS015 Oscillasjonskraft

Test ID:	Test utført av:	Dato:	Godkjenningskriterier:
TS015			Beregningen blir oppfylt av spesifikasjonene til motoren.

Beskrivelse av testen: Dette vil beregnes før motoren blir bestilt.

Utstysliste:

Hvordan ble testen utført:

Feilkilder:

Konklusjon:

Referanser

[1] H. Gruppe5, Designdokument for Prototype, HIBU, Kongsberg, 2012.

Teknologirapport



HØGSKOLEN i Buskerud

Oppgavetittel: Vibra Cut
Fag (nr./ navn) Hovedprosjekt
Gruppemedlemmer: Anders Ivar Holm, Eirik Hatlevik, Petter Viken, Ole Andre Granum, Lars Emil Jensen, Olav Haugen
Eksternveileder: Roger Berntsen
Internveileder: Hallstein Asheim Hansen
Emneord:
Dato: 29.05.2012
Vi bekrefter at denne innleverte besvarelsen helt og fullt er vårt verk:
..... Anders Ivar Holm
..... Lars Emil Jensen
..... Eirik Hatlevik
..... Petter Viken
..... Ole Andre Granum
..... Olav Haugen

Dokumentegenskaper

Tittel:	Teknologirapport
Dato:	29.05.2012
Gruppeleder:	Anders Ivar Holm
Forfattere:	Petter Viken et al.
Oppdragsgiver:	Esko-Graphics Kongsberg AS
Internveileder:	Hallstein Asheim Hansen
Eksternveileder:	Roger Berntsen
Antall sider:	18
Antall vedlegg:	

Revisjonshistorie

Rev.	Revisjon	Dato	Navn
0.1	Rammeverket for dokumentet	26.01.2012	Viken
0.2	Tilføyet bidrag fra andre i gruppen	02.02.2012	Viken
0.3	Omskrivinger	03.02.2012	Viken
0.4	Recovery	10.02.2012	Granum
1.0	Ferdigstilling	19.03.2012	Viken
1.1	Endring i disposisjon	23.03.2012	Hatlevik, Viken
1.2	Korekturlest	21.05.2012	Viken
2.0	Ferdigstilling, ny tittel	23.05.2012	Viken

Innholdsfortegnelse

Dokumentegenskaper	i
Revisjonshistorie.....	i
Innholdsfortegnelse.....	ii
Tabelloversikt.....	iii
Figuroversikt	iii
1. Introduksjon.....	1
2. Elektrisk Motor	2
2.1. Rotasjonsmotor	2
2.1.1. DC-motor	2
2.1.2. Børste-løs DC-motor	2
2.2. Lineærmotor	2
2.2.1. Solenoid	2
2.2.2. Voice Coil Actuator	3
3. Kraftoverføring	3
3.1. Veivaksel	4
3.1.1. Veivaksel, opplagret i begge ender	4
3.1.2. Veivaksel, opplagret i midten	5
3.1.3. Åpen veivaksel, opplagret i en ende.....	5
3.1.4. Kamaksel.....	6
4. Drift.....	6
4.1. Vinkeldrev	6
4.2. Reimdrift	6
4.3. Gir	7
4.4. Direkte drift	7
4.5. Lineær drift på råde	7
5. Råde	7
5.1. Leddet råde.....	7
5.2. Pendlende råde.....	8
6. Interessante kombinasjoner	8
6.1. Veivaksling	8
6.1.1. Lineærmotor	8
6.2. Direkte bruk av VCA.....	9
7. Konklusjon	10
Referanser.....	12

Tabelloversikt

Tabell 1: Solenoid; fordeler & ulemper.	2
Tabell 2: Voice Coil Actuator; fordeler & ulemper.	3
Tabell 3: Drift på veivaksel; fordeler & ulemper.....	4
Tabell 4: Vektleggingsmatrise for forkastede løsninger. Høyeste <i>score</i> er best.	11

Figuroversikt

Figur 1: Kongsberg XP24	1
Figur 2: Voice Coil Actuator.	3
Figur 3: Veivaksel med drift på en eller flere råder.	4
Figur 4: Svinghjul med drift på en eller flere råder.....	5
Figur 5: Vinkeldrev.	6
Figur 6: Reimdrift.	6
Figur 7: Gir	7
Figur 8: Leddet råde.....	7
Figur 9: Pendlende råde.....	8
Figur 10: Direkte bruk av VCA.....	9

1. Introduksjon

Esko-Graphics Kongsberg AS er en del av EskoArtwork, som leverer system for design og bearbeiding av emballasje. I Kongsberg utvikles og produseres digitale maskiner for skjæring av emballasje og reklamemateriell. Et eksempel er maskinen XP24 i Figur 1.



Figur 1: Kongsberg XP24

Maskinene har bevegelser i XY retning. De er utrustet med en rekke forskjellige verktøy som beveges i Z (vertikalt) og styres tangentielt i forhold til XY bevegelsene. Verktøyene kan skiftes ut etter ønske, og ut i fra materiale som skal bearbeides. Av verktøy som er tilgjengelig kan det nevnes kniv, fres, penn m.m.

Verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre eller fornye heter "Frequency VibraCut knive tool", en kniv som beveges hurtig opp og ned (oscillerer) ved bruk. Et materiale som dette verktøyet ofte bearbeider er resirkulert bølgepapp. Pappen er ofte av så dårlig kvalitet at det rives opp dersom kniven dras igjennom materialet. Løsningen på dette problemet er som nevnt å bruke en oscillerende kniv, men ettersom pappkvaliteten stadig blir dårligere må verktøyet stadig øke frekvensen på oscillasjonen. Dette har ført til at verktøyet har nådd sin begrensning med hensyn på holdbarhet. Grunnen til den lave holdbarheten er blant annet en kompleks kraftoverføring som både overfører den oscillerende og den roterende bevegelsen til kniven. Dette medfører i tillegg uønsket støy og vibrasjon.

For å bygge en tilfredsstillende prototype er det jobbet mye med tekniske- og teknologiske løsninger, så vell som det overordnede designet på prototypen. Her vil det gjennomgå både underkjente teknologier og tekniske løsninger som kan være av interesse for videreutvikling av *High-Frequency VibraCut knive tool*. Til sist i dokumentet er en konklusjon med en påfølgende vektleggingsmatrise (Tabell 4).

2. Elektrisk Motor

2.1. Rotasjonsmotor

En motor som omdanner elektrisk energi til rotasjonsbevegelse.

2.1.1. DC-motor

En rotasjonsmotor som benytter børster for å sette strøm på riktig vikling i motoren. Dette er et velutprøvd motordesign, som ikke trenger en egen motorkontroller for å fungere. [1]

2.1.2. Børste-løs DC-motor

I stede for å benytte børster (jfr. 2.1.1), benyttes en kontroller for å sette strøm på riktig vikling i motoren. Hall-sensorer registrerer vinkelen på rotor, denne vinkelen blir så mottatt av kontrolleren som så kan kommutere strømmen riktig. [2] Det er også mulig å benytte Back-EMF for å registrere rotors posisjon. Ulempen med back-EMF er at man ikke mottar noe signal ved lavt turtall. [3] Børsteløse DC-motorer er relativt plassbesparende når man ser bort fra behovet for en kontroller.

2.2. Lineærmotor

En motor med lineærdrift er en motor som omvandler elektrisk energi til lineærmekanisk bevegelse. De lineæraktuatorene prosjektgruppen har kommet over har kun en levetid på rundt 50 millioner sykluser¹.

2.2.1. Solenoid

En solenoid er en lineærmotor hvor man har en magnet eller ett magnetiserbart materiale som "rotor" i en spole. Ved å sette strøm på spolen vil det bli påført en lineær kraft på "rotoren". Solenoider kan ofte kun dra med en kraft i én retning, såkalt *push* eller *pull*. Skal solenoiden ha en *push and pull* funksjon må det legges inn en ekstra spole. På grunn av spolens egenskaper har solenoider høy arbeidstemperatur, ofte rundt 170 °C.

Da "rotor" må være en magnet eller ett magnetiserbart materiale blir "rotor" ganske tung. Denne tyngden gjør "rotor" tung å akselerere. Dette vil føre til at det blir vanskelig å oppnå høye frekvenser, i tillegg til at man får mer vibrasjoner.

Slike solenoider kan ha en "rotor" som stikker ut i begge endene av motoren. En slik *gjennomgående "rotor"* gjør at man kan belaste solenoiden i begge ender. Dette kan i noen tilfeller være fordelaktig, og er f.eks. aktuelt i avsnitt 3.1.1.

Tabell 1 viser en oversikt for de aktuelle fordelene og ulempene ved en solenoid.

Fordeler:	Ulemper:
Enkel konstruksjon	Høy arbeidstemperatur (ca. 170°C)
Gjennomgående "rotor"	Kort levetid (>50 millioner sykluser)
	"rotor" er tung å akselerere

Tabell 1: Solenoid; fordeler & ulemper.

¹ Kravet (KIF001A) på 5000 arbeidstimer tilsvarer omtrentlig 3,6 milliarder sykluser

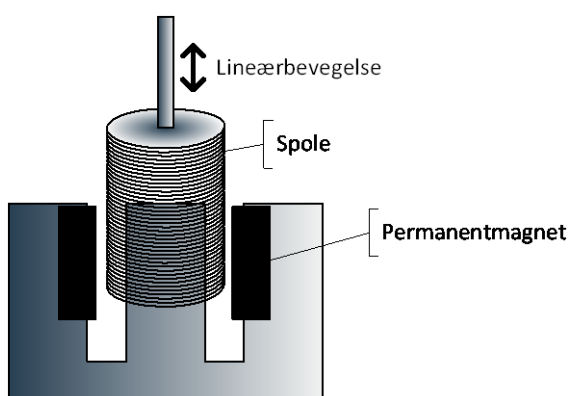
2.2.2. Voice Coil Actuator

Dette er en lineærmotor som er bygd på prinsippet fra et høyttalerelement. En permanentmagnet er formet slik at en spole kan bevege seg i dens magnetfelt, slik som skissert i Figur 2. [4] Slike aktuatorer er gjerne meget presise, og kan kjøpes med innebygde enkodere. [5] Da det som skal beveges her er bare en spole, vil vekten på det som skal flyttes reduseres.

Tabell 2 viser en oversikt over noen fordeler og ulemper ved en VCA (Voice Coil Actuator).

Fordeler:	Ulemper:
Meget presis	Kort levetid (>50 millioner sykluser)
Lett "rotor"	Permanentmagneten gjør motoren tung

Tabell 2: Voice Coil Actuator; fordeler & ulemper.



Figur 2: Voice Coil Actuator.

2.2.2.1. Moving Coil Actuator

Dette er en variant av en VCA (2.2.2), hvor prinsippet er det samme, men med ett litt forandret design. Produsenten SMAC fører flere varianter av slike aktuatorer og leveres med enkodere som har en oppløsning helt ned til 0,1 μm . [5]

2.2.2.2. Lineær- og rotasjonsaktuator

SMAC har en serie produkter som har innebygget lineær- og rotasjons-bevegelse i én enhet. Aktuatorene er som standard utstyrt med enkoder for både lineær- og rotasjonsbevegelsen. De er meget nøyaktige, for lineærbevegelsen leveres de med 5 μm nøyaktighet som standard og 0,1 μm om ønskelig, og med 50.000 steg på 360° for rotasjonsbevegelsen.

Slike motorer må utstyres med returfjær for at "rotor" ikke skal synke når det ikke er strøm på motoren. [5]

3. Kraftoverføring

For å skape en oscillerende bevegelse på kniven er det gjort en del undersøkelser på hvordan dette kan løses. Ved å benytte en veivaksel vil man kunne omforme en rotasjonsbevegelse til en ønsket oscillerende bevegelse.

3.1. Veivaksel

Endrer man rotasjonshastigheten til veivakselen vil frekvensen på den oscillerende kniven selvfølgelig også endre seg proporsjonalt, men man vil låse slaglengden. Dette er en effektiv måte å sikre seg meget nøyaktig slaglengde.

En veivaksel i dette systemet vil måtte være enten todelt, eller ha delte lager, dette vil være et fordyrende ledd i produksjonen. For å gjøre veivakselen tilstrekkelig driftssikker vil vekten øke, hvilket vil skape mer vibrasjoner i systemet.

3.1.1. Veivaksel, opplagret i begge ender

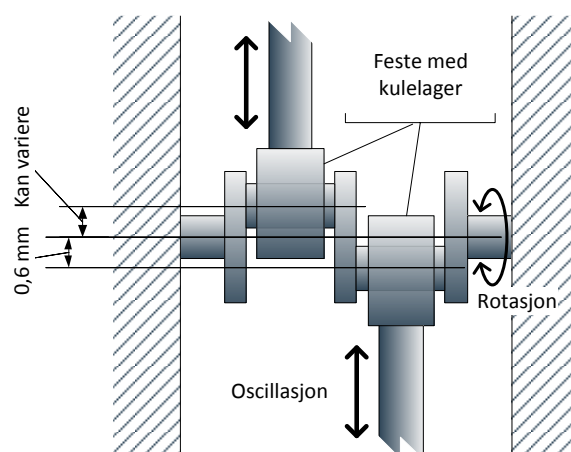
Figur 3 viser en veivaksel hvor en rotasjonsmotor driver veivakselen rundt, eventuelt en lineærmotor som driver én eller flere råder. Dette er en relativt god løsning for å sikre den oscillerende bevegelsen.

Råden som går oppover er ment for å drive en motvekt med formål om å utligne vibrasjoner. Råden som går nedover driver i sin tur kniven. Avstanden til den eksentrisk plasserte råden og til senter av veivakselen gir halvparten av amplituden på kniven. I Figur 3 er det indikert 0,6 mm, noe som gir en amplitude på 1,2 mm.

Tabell 3 viser en oversikt over fordeler og ulemper ved dette designet.

Fordeler:	Ulemper:
Stillegående	Ubalanse
Meget stabil slaglengde	Fast slaglengde
Justerbar frekvens	Komplisert montering av veivaksel (fordyrende)

Tabell 3: Drift på veivaksel; fordeler & ulemper.



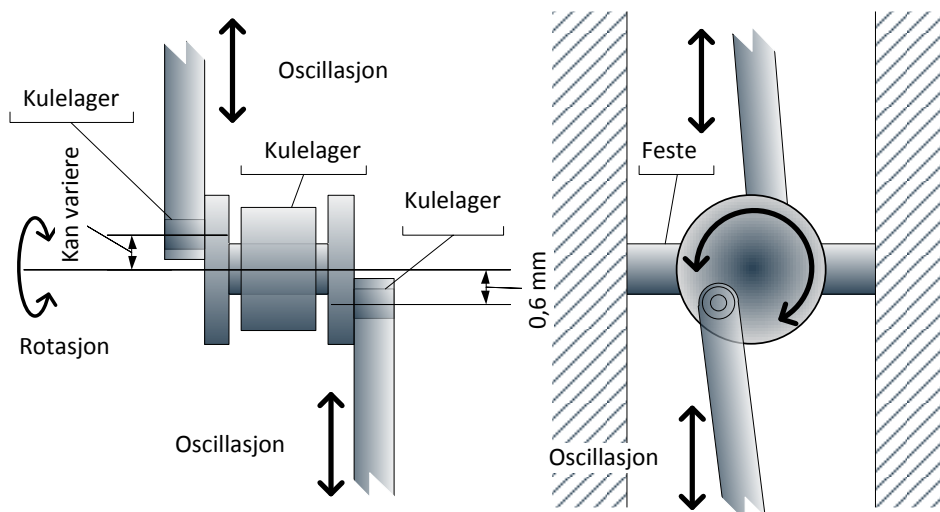
Figur 3: Veivaksel med drift på en eller flere råder.

3.1.2. Veivaksel, opplagret i midten

I prinsippet er denne varianten, meget lik løsningen i avsnitt 3.1.1. Her er veivakselen opplagret i midten i stedet for i endene, se Figur 4. Løsningen har ingen åpenbare fordeler med unntak av at utformingen er annerledes, noe som kunne være aktuelt å utnytte seg av.

På lik linje med løsningen skissert i avsnitt 3.1.1, vil det her også være vanskelig å garantere at svinghjulet roterer.

Fordeler:	Ulemper:
Stabil slaglengde	Fast slaglengde
Justerbar frekvens	Ubalanse/ vridninger i svinghjul
Stillegående	Kan stoppe opp i topp/ bunn-stilling ved bruk sammen med lineær drift på råde
	Komplisert montering av veivaksel (fordyrende)



Figur 4: Svinghjul med drift på en eller flere råder.

3.1.3. Åpen veivaksel, opplagret i en ende

Igjen, samme konsept som i avsnitt 3.1.1 og 3.1.2. Her vil tilvirkningskostnader være mye lavere og sammenstillingen vil være enklere. Dette på grunn av at alle lager og evt. Tannhjul/ pulleys vil kunne bli presset inn på akselen uten at noe må deles.

Fordeler:	Ulemper:
Stabil slaglengde	Fast slaglengde
Justerbar frekvens	Ubalanse/kast
Stillegående	
Enkel montering	
Lav kost	

3.1.4. Kamaksel

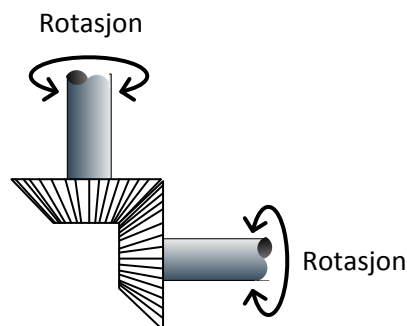
Her vil råden fjærbelastes mot en roterende kamaksel. Når kamakselen roteres vil råden bevege seg langs den eggformede kammen, som fører til en oscillerende effekt.

4. Drift

Ved å gire motordrift kan man oppnå andre hastigheter og krefter enn det motoren er ment for. Metoder brukt for å gire, gir også muligheter for å forandre posisjonen av motoren, noe som vil være av særlig nytte i noen tilfeller.

4.1. Vinkeldrev

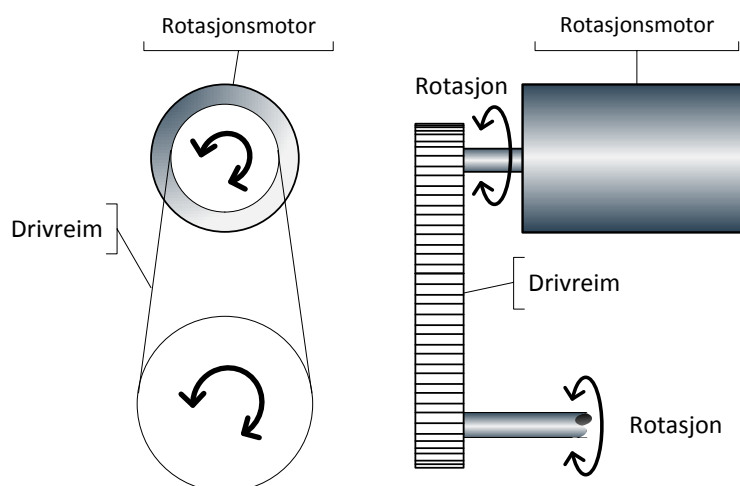
Ved å anvende et vinkeldrev, som skissert i Figur 5, endrer man rotasjonsretningen 90°. Dette er gunstig i fall man har plassproblemer eller bare ønsker å flytte motoren 90°. Ved bruk av et slikt vinkeldrev kan man også gire rotasjonen for å oppnå andre vinkelhastigheter eller vridemoment.



Figur 5: Vinkeldrev.

4.2. Reimdrift

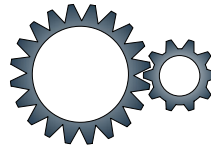
Ved å benytte reimdrift som skissert i Figur 6, vil man kunne gire motordriften. En annen fordel er at man kan "folde" motorakslingen tilbake, slik at man kan korte ned på total lengden av verktøyet.



Figur 6: Reimdrift.

4.3. Gir

Dette er i stor grad det samme som reimdrift (4.2), men skal man være i stand til å folde motorakslingen er man avhengig av at diameter på tannhjulene er tilstrekkelig.



Figur 7: Gir

4.4. Direkte drift

Ved å benytte rotasjonsbevegelsen fra en rotor direkte vil man unngå en del mekaniske deler. Dette krever at motoren er sterk nok til å drive drivverket uten gir.

4.5. Lineær drift på råde

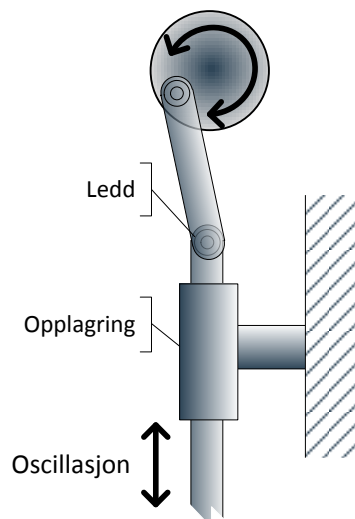
I et tilfelle hvor du har lineærdrift på en råde (se Figur 3 & Figur 4) kan man se på veivakselen som et gir. Dette kan oppnås ved å variere avstanden til senter av veivakselen. Men dette gir ikke rom for å forandre plasseringen av motoren.

5. Råde

Ved bruk av en veivaksel, overføres kreftene til råden via en eksentrisk akse som ligger *offset* i forhold til senteret på veivakselen. Dette fører til at råden "pendler".

5.1. Leddet råde

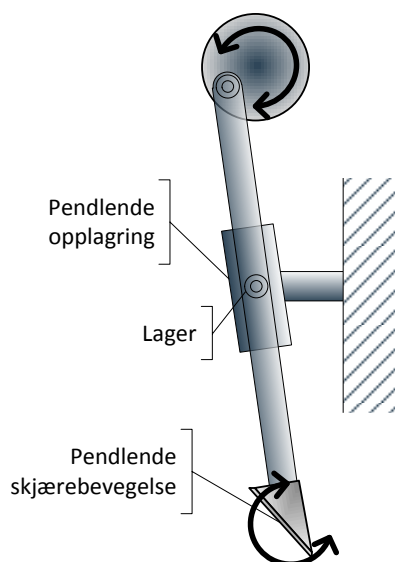
Ved bruk av leddet råde får vi en ren lineær bevegelse. Her kan leddet bli et sårbart punkt, i tillegg bør det være to glidelager som ligger lengst mulig fra hverandre.



Figur 8: Leddet råde

5.2. Pendlende råde

Ved bruk av pendlende råde vil man også få en pendlende kniv, illustrert i Figur 9. Dette er en interessant effekt som vi er nysgjerrige på hva har å si for papir kuttet. Her er det ikke behov for to glidelager, siden rullelageret som lagrer opp råden til veivakselen kan ta opp krefter. Dette er fordelaktig med tanke på at råden vil bli kortere og dermed lettere.



Figur 9: Pendlende råde

6. Interessante kombinasjoner

Ved å kombinere de ulike komponentene, nevnt tidligere i dokumentet, kan det genereres ulike design med ulike fordeler og ulemper. Siden den eksisterende kniven har problemer med slitepunkter hvor rotasjonsbevegelse blir kombinert med lineærbevegelse, er det forsøkt å ta denne delen helt ut av det nye designet. Måten det blir gjort på er å fjerne muligheten for å rotere kniven direkte, og i stede rotere hele systemet som oscillerer kniven. Med det ene unntaket hvor det er benyttet en VCA med lineær og roterende bevegelse, som beskrevet i 2.2.2.2.

6.1. Veivaksling

En lineærmotor driver en veivaksling, som skissert i Figur 3, ved hjelp av en leddet råde, hvor veivakslingen har en forbindelse til kniven. Leddene det her er snakk om er indikert i avsnitt 5.1, og disse sørger for at kniven kun vil bevege seg vertikalt.

6.1.1. Lineærmotor

For å drive en veivaksling med en lineærmotor, slik som det er ment i Figur 4, kan det benyttes en lineærmotor - som nevnt i avsnitt 2.2.

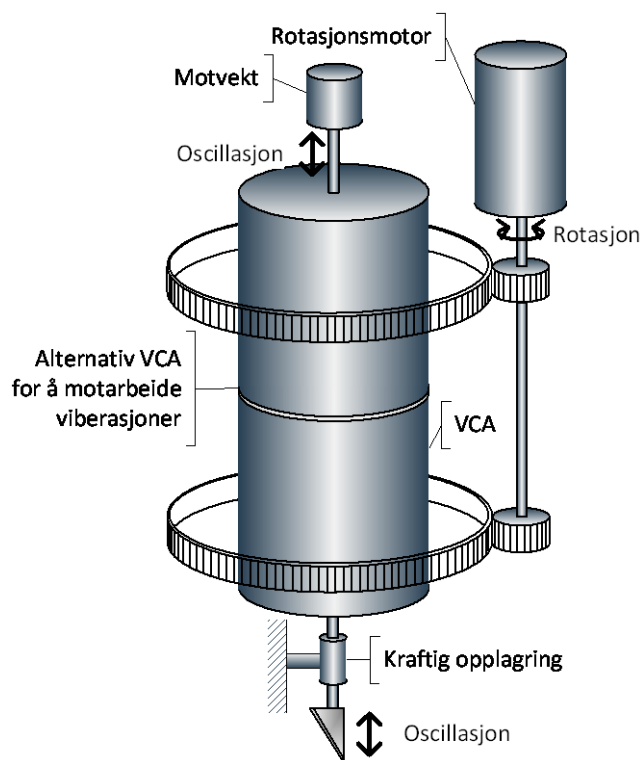
For å redusere arbeidssyklusen kan det monteres en solenoid (2.2.1), med gjennomgående "rotor", på råden som går ned til kniven. På denne måten har man motorkraft på begge rådene og man kan dele arbeidssyklusen mellom de to motorene. Det er også mulig å benytte en solenoid-type som bare har *push* eller *pull*.

6.2. Direkte bruk av VCA

Designet skissert i Figur 10, er en meget enkel og interessant konstruksjon. Problemet er bare å finne en VCA (2.2.2) som er god nok til å gjøre jobben. Avhengig av vekten på selve kniven, vil den muligens kunne kjøre uten noen form for vibrasjonsdemping. Skulle det være behov for vibrasjonsdemping kan det benyttes to VCA-motorer. De vil være av samme type og de vil stå vertikalt overfor hverandre. Den ene vil brukes for å oscillere kniven mens den andre vil flytte en tilsvarende motvekt i motsatt retning. Den vil da lage en motvirkende bevegelse til kniven som vil sørge for at vibrasjonene blir så små som mulig.

For å rotere kniven vil, i likhet med tidligere nevnte løsninger, hele systemet bli rotert av en vanlig rotasjonsmotor.

Da disse VCA kan programmeres for å trykke med en spesifikk kraft, vil den muligens kunne erstatte folie-kniven som ESKO benytter.



Figur 10: Direkte bruk av VCA.

Fordeler:	Ulemper:
God motvirkning av vibrasjoner	Ukjent teknologi
Lite støy	For lav holdbarhet
Mulighet for å justere slaglengde, kraft, fart og akselerasjon.	Horisontale krefter på kniven kan føre til dårligere holdbarhet.
Høy presisjon	
Gode styringsmuligheter	
Lav temperatur	
Enkelt design	
Mulig uten motvekt	

7. Konklusjon

Tabell 4 viser en vektleggingsmatrise over løsningene nevnt i dette dokumentet. Det er jobbet mye med kraftoverføringen og den som kommer best ut er "drift på veivaksel". Dette er løsningen som ligner mest på den vi har valgt til den endelige prototypen. Reimdrift kommer også godt ut, noe som også blir brukt på prototypen.

Når det gjelder helhetlig design, kommer "direkte bruk av VCA" (6.2) best ut. Dette er en meget interessant design om man bare finner en VCA som har lang nok levetid.

Motor:	Kapittel	Temperatur	Levetid	Kompleksitet	Vekt på "rotor"	Hastighet	SUM
Solenoid	2.2.1	1	1	2	1	1	6
Voice Coil Actuator	2.2.2	2	1	1	2	2	8
Roterende motor	2.1	2	2	2	2	2	10
Kraftoverføring (Veivaksel):	3	Levetid	Enkel å sammenstille	Kompleksitet	Vibrasjoner	Støy	
Opplagret i begge ender	3.1.1	2	1	1	2	2	8
Opplagret i midten	3.1.2	2	1	1	2	2	8
Opplagret i én ende	3.1.3	2	2	2	1	2	9
Kamaksel	3.1.4	1	2	1	2	1	7
Drift:	4	Støy	Temperatur	Kompleksitet	Motorplasserings fordeler	Girings- muligheter	
Vinkeldrev	4.1	1	1	1	2	2	7
Reimdrift	4.2	1	1	2	2	2	8
Direkte drift	4.4	2	2	2	1	1	8
Design:	6	Variabel slaglengde	Størrelse	Kompleksitet	Vekt		
Veivaksel	6.1	1	1	2	2		6
Direkte bruk av VCA	6.2	2	2	1	1		6

Tabell 4: Vektleggingsmatrise for forkastede løsninger. Høyeste score er best.

Referanser

- [1] M. R. M. Rex Miller, Electric Motor Controls, Pearson Prentice Hall, 1997.
- [2] W. Bolton, Mechatronics: A Multidisciplinary Approach, Pearson Prentice Hall, 2009.
- [3] J. Chiasson, Modeling and High-Performance Control of Electric Machines, Wiley-IEEE Press, 2005.
- [4] BEI Kimco Magnetics, «www.beikimco.com,» [Internett]. Available: <http://www.beikimco.com/pdf/VCA%20App%20Product%20Guide.pdf>. [Funnet 21 05 2012].
- [5] SMAC, «www.orlin.co.uk,» [Internett]. Available: www.orlin.co.uk/PDFs/SMACCatalogue2011.pdf. [Funnet 21 05 2012].

Designdokument for prototype



HØGSKOLEN i Buskerud

Oppgavetittel: Vibra Cut
Fag (nr./ navn) Hovedprosjekt
Gruppemedlemmer: Anders Ivar Holm, Eirik Hatlevik, Petter Viken, Ole Andre Granum, Lars Emil Jensen, Olav Haugen
Eksternveileder: Roger Berntsen
Internveileder: Hallstein Asheim Hansen
Emneord:
Dato: 29.05.2012
Vi bekrefter at denne innleverte besvarelsen helt og fullt er vårt verk:
..... Anders Ivar Holm
..... Lars Emil Jensen
..... Eirik Hatlevik
..... Petter Viken
..... Ole Andre Granum
..... Olav Haugen

Dokumentegenskaper

Tittel:	Designdokument for prototype
Dato:	29.05.2012
Gruppeleder:	Anders Ivar Holm
Forfattere:	Anders Holm, Olav Haugen, Petter Viken, Eirik Hatlevik, Lars Emil Jensen og Ole Andre Granum
Oppdragsgiver:	Esko-Graphics Kongsberg AS
Internveileder:	Hallstein Asheim Hansen
Eksternveileder:	Roger Berntsen
Antall sider:	37
Antall vedlegg:	6

Revisjonshistorie

Rev.	Revisjon	Dato	Navn
0.1	Opprettet dokument. Lagt til introduksjon til konsept Elektrisk design	07.03.12	Anders
0.2	Lagt til Base-del og motvekts-del Lagt til reimtransmisjoner	28.03.12	Olav Lars Emil
0.3	Endret navn til Designdokument for prototype	18.04.12	Anders
0.4	Lagt til FEM-Analyse Oppdatert resten av dokument		
0.5	Lagt til styring av oscillasjonsdelen	25.04.12	Anders
0.6	Oppdatert vedlegg	30.04.12	Eirik
0.7	Endret kapittel; ToolBoard	02.05.12	Petter
0.8	Referanser	03.05.12	Petter
0.9	Lagt til alternativ design	04.05.12	Olav
1.0	Korrekturlesing og ferdigstilling	21.05.12	Olav
2.0	Fjernet tegninger fra vedlegg, ferdigstilling	22.05.12	Olav

Innholdsfortegnelse

Dokumentegenskaper	i
Revisjonshistorie.....	i
Innholdsfortegnelse.....	ii
Tabelloversikt.....	iii
Figuroversikt	iii
Vedleggsoversikt.....	iv
1. Introduksjon.....	1
2. Introduksjon til designet.....	2
3. Mekanisk design	3
3.1. Base-delen	3
3.2. Oscillasjonsdelen	4
3.2.1. Endringer på oscillasjonsdelen	5
3.3. FEM-Analyse	6
3.3.1. Innledning.....	6
3.3.2. Materiale	7
3.3.3. Låsninger.....	7
3.3.4. Krefter.....	8
3.3.5. Resultater.....	8
3.3.6. Konklusjon	9
3.4. Lager	9
3.4.1. SKF 628/5-2Z – Opplagring av <i>wrist-pin</i> mot motvekts råde.....	10
3.4.2. SKF 634-2Z – Opplagring av motvekts råde mot eksentrisk aksling	10
3.4.3. SKF 61802-2Z – Opplagring av stempel råde mot eksentrisk aksling.	10
3.4.4. SKF 61813-2RS1 – Opplagring av viberasjonsverktøy mot base.....	10
3.4.5. SKF 628/8-2Z – Opplagring av motoraksling.....	10
3.4.6. SKF 608-2Z – Opplagring av eksentrisk aksling.....	10
3.4.7. SKF 627-2Z – Opplagring av eksentrisk aksling.....	10
3.4.8. SKF GE 6 C – Opplagring av "pendlende" <i>piston-rod</i>	11
3.4.9. DIN 179 – Glidelager som lagrer opp <i>piston-rod</i> i <i>bush-holder</i>	11
3.5. Motvekt	11
3.6. Tannreimsett	12
3.6.1. Forhåndsinfo.....	13
3.6.2. Oscillasjonsmotor	13
3.6.3. Rotasjonsmotor	15
4. Alternativ design.....	17
5. Elektrisk design	18
5.1. Oversikt over system	18
5.2. Oversikt over styring.....	18
5.3. Tool Board.....	19
5.3.1. Bytte sikring	19

5.3.2. Bytte overføringskontakt fra TCU til <i>Tool board</i>	19
5.3.3. Modifisere/ flytte kontaktpunktet for HR-enkoder	19
5.3.4. Endringer utenom prototypen.....	19
5.4. Hoderotasjon (HR)	20
5.4.1. Nullpunktsetting (<i>Zero Positioning Sensor</i>)	20
5.4.2. Rotasjonsmotor	20
5.4.3. Enkoder	21
5.5. Oscillerende system.....	21
5.5.1. Beregninger.....	21
5.5.2. Kontroller	22
5.6. Slepering	23
5.7. Styring av oscillasjon.....	23
5.7.1. Innganger og utganger.....	23
5.7.2. Utganger til motorviklingene	25
5.7.3. Spenningsforsyning.....	25
5.7.4. Jordingspunkter	25
5.7.5. Spenningskilde for <i>Hall</i> -sensorene	25
5.7.6. Innganger for motorens <i>Hall</i> -sensorer	25
5.7.7. Avlesning av motorhastighet	25
5.7.8. Statusindikator.....	26
5.7.9. Hastighetsområde og hastighetstilstand	26
5.7.10. Inn/ut-kobling av kontrollerens forsterker.....	26
5.7.11. Rotasjonsretning.....	26
5.7.12. Strømbegrensning	26
5.7.13. Motorhastighet.....	27
Referanser.....	28

Tabelloversikt

Tabell 1: Materialeegenskaper	7
Tabell 2: Krav til oscillasjonsmotoren	14
Tabell 3: Krav til rotasjonsmotoren	16
Tabell 4: Oversikt over innganger og utganger.....	24
Tabell 5: Oversikt over strømgrenser og motstandsverdier	26

Figuroversikt

Figur 1: Kongsberg XP24	1
Figur 2: <i>VibraCut</i>	2
Figur 3: Basen.....	3
Figur 4: Baksiden av basen.....	4
Figur 5: Oscillasjonsdelen(liggende)	4
Figur 6: Snitt av oscillasjonsdelen	5

Figur 7: a) Motor Bracket EC-4pole, b) Motor Bracket RE40.....	6
Figur 9: Bilde av "Piston Rod", den kan sees i midt i snittet til høyre.	7
Figur 10: Låsninger av råden.....	8
Figur 11: Påsatte krefter.....	8
Figur 12: Spenninger detaljer.....	9
Figur 13: Oversikt over lagere.....	9
Figur 14: Opplagring av eksentrisk aksling. Fra venstre vises lagrene SKF 627-2Z og SKF 608-2Z med <i>shield</i> på begge sider.	11
Figur 15: Motvekt.....	12
Figur 16: Snitt av motvekten.....	12
Figur 17: Navnsetting av tannreimhjul.....	13
Figur 18: Navnsetting av tannreimer.....	13
Figur 19: Oscillasjonselementet.....	14
Figur 20: Reimhjulbegrensninger hvor a) viser motorhjulet og b) eksentrisk aksling.....	15
Figur 21: Rotasjonsmotor.....	15
Figur 22: Alternativ design.....	17
Figur 23: Oversikt over system.....	18
Figur 24: Overordnet styringssystem.....	19
Figur 25: Maxon EC-4 pole børsteløs DC-motor.....	21
Figur 26: DEC Module 50/5, digital 1-Q-EC Amplifier 50 V/ 5 A.....	22
Figur 27: Oversikt over kretskort med innganger og utganger.....	23
Figur 28: Koblingsskjema oscilleringsdelen.....	24
Figur 29: Forholdet mellom spenning og motorhastighet.....	27

Vedleggsoversikt

Vedlegg A: Assembly Drawing

Vedlegg B: BOM

Vedlegg C: Materialer

Vedlegg D: Datablad for elektriske komponenter

D.1: RE 40 Ø40mm, Graphite Brushes, 150watt

D.2: Enkoder, RE 40

D.3: EC-4pole 30 Ø30 mm, brushless, 100 watt

1. Introduksjon

Esko-Graphics Kongsberg AS er en del av EskoArtwork, som leverer system for design og bearbeiding av emballasje. I Kongsberg utvikles og produseres digitale maskiner for skjæring av emballasje og reklamemateriell. Et eksempel er maskinen XP24 i Figur 1.



Figur 1: Kongsberg XP24

Maskinene har bevegelser i XY retning. De er utrustet med en rekke forskjellige verktøy som beveges i Z (vertikalt) og styres tangentielt i forhold til XY bevegelsene. Verktøyene kan skiftes ut etter ønske, og ut i fra materiale som skal bearbeides. Av verktøy som er tilgjengelig kan det nevnes kniv, fres, penn m.m.

Verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre eller fornye heter "Frequency VibraCut knife tool", en kniv som beveges hurtig opp og ned (oscillerer) ved bruk. Et materiale som dette verktøyet ofte bearbeider er resirkulert bølgepapp. Pappen er ofte av så dårlig kvalitet at det rives opp dersom kniven dras igjennom materialet. Løsningen på dette problemet er som nevnt å bruke en oscillerende kniv, men ettersom pappkvaliteten stadig blir dårligere må verktøyet stadig øke frekvensen på oscillasjonen. Dette har ført til at verktøyet har nådd sin begrensning med hensyn på holdbarhet. Grunnen til den lave holdbarheten er blant annet en kompleks kraftoverføring som både overfører den oscillerende og den roterende bevegelsen til kniven. Dette medfører i tillegg uønsket støy og vibrasjon.

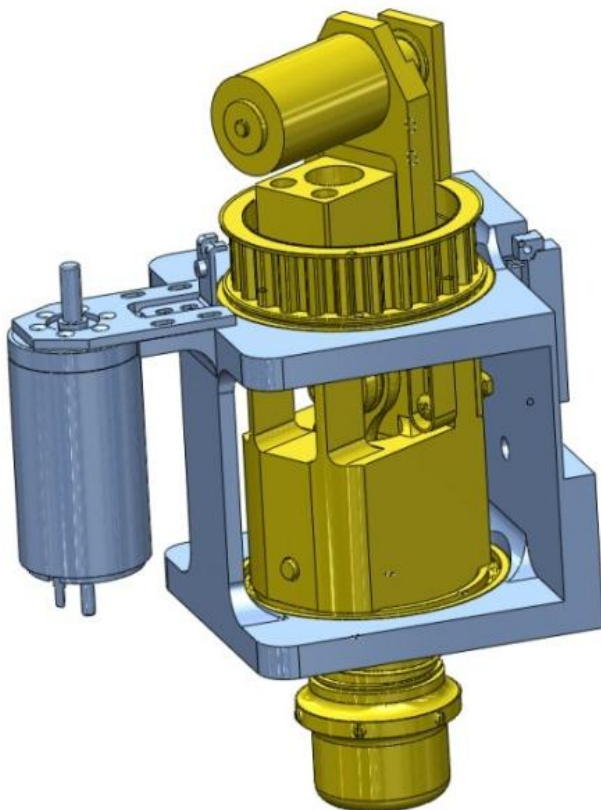
Dette dokumentet tar for seg all dokumentasjon av design og materialvalg for vårt konsept. Dokumentet vil gi et grunnlag for Esko-Graphics til videre arbeid og utvikling av verktøyet. Vi vil i starten av dokumentet gi et kort innblikk i hvordan systemet fungerer. Resten av dokumentet vil ha mer detaljert forklaring for hvordan vi ser for oss at systemet skal være. Vi vil se nærmere på oscillasjonsdelen og basen hver for seg. Kapittel 3 tar for seg mekanisk design som omhandler valg av lager, materialer etc. Kapittel 5 tar for seg elektrisk design som omhandler hvilke modifikasjoner som må gjøres på eksisterende deler, hvordan oscillasjonen skal styres, og grunnlag for valg av motorer, kontroller etc.

2. Introduksjon til designet

For å forbedre det eksisterende verktøyet med hensyn på holdbarhet, slitasje og støy har vi valgt å endre designet. I dagens løsning er rotasjon og oscillasjon overført til knivråden i et punkt, noe som har vist seg og være en stor kilde til slitasje og støy. Vi har derfor valgt å eliminere dette punktet ved å designe verktøyet i to systemer. Ett som står for oscillasjon av kniven og ett som står for rotasjon av kniven.

I hovedsak består verktøyet av en oscillerende del og en base som roterer den oscillerende delen. Figur 2 gir en oversikt over hele verktøyet hvor den gule delen representerer det oscillerende systemet, og den lyseblå delen viser basen. Den lyseblå delen vil festes til travershodet på skjærebordet og vil rotere den gule delen ved hjelp av en motor, reimdrift og 2 store kulelager.

Kommunikasjonen til verktøyet vil bli som for dagens løsning, med unntak av noen modifikasjoner som må gjøres, disse er spesifisert i kapittel 5.



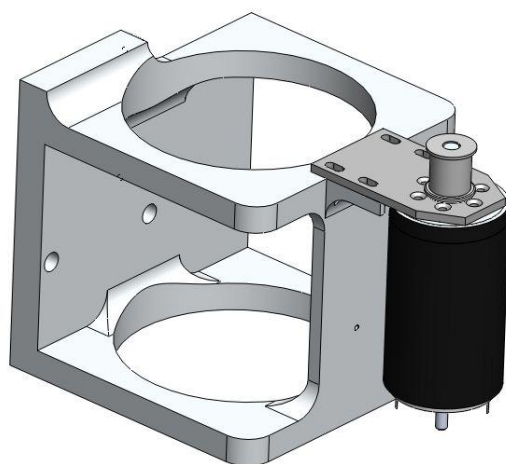
Figur 2: VibraCut

3. Mekanisk design

I dette kapitlet vil vi ta for oss hva den mekaniske designen består av, og hvorfor disse valgene er tatt. Her vil vi først ta for oss base-delen, deretter oscillasjonsdelen. Det er også laget maskineringstegninger til alle komponenter, finnes på vedlagt CD.

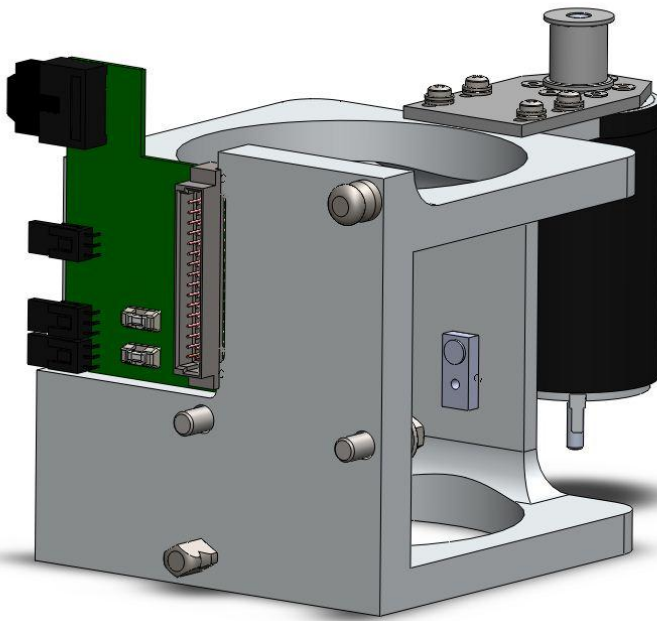
3.1. Base-delen

Figur 3 vises Base-delen av verktøyet. Det er denne delen som festes til Kongsberg XP24 maskinen. Delen består av selve basen, motorfeste for motoren som skal rotere verktøyet, reimhjul samt rotasjonsmotor. Basen lages i Aluminium EN-AW 6082 og motorfestet er lagd av Aluminium EN-AW 5082, egenskaper for disse materialene finnes i Vedlegg F. Delen er bygd opp slik at den vibrerende delen plasseres inne i basen ved hjelp av 2 store kulelager. Motoren i figuren vil da rotere hele den vibrerende delen ved hjelp av reimdrift. Festet til motoren er lagd justerbart, slik at vi enkelt kan justere reima. For å vite posisjonen til det oscillerende systemet vil en magnetsensor benyttes. Dette blir forklart i kapittel 5.4.



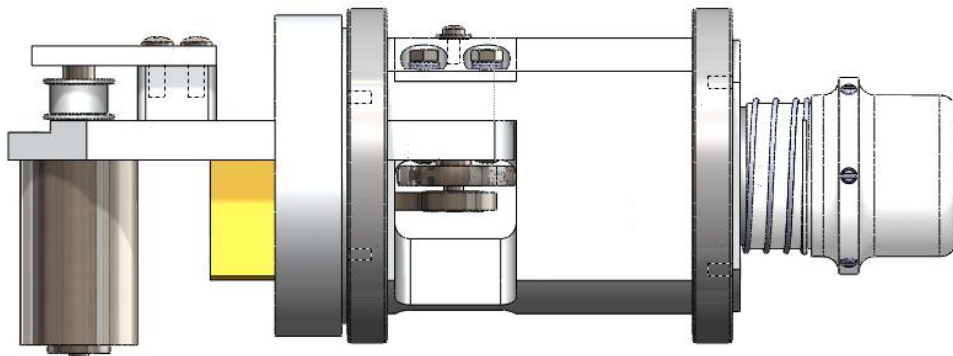
Figur 3: Basen

I Figur 4 ser vi baksiden av basen, det vil si *interfacen* mot Kongsberg XP24. Denne delen festes til Kongsberg XP24 ved hjelp av 2 skruer og 2 styrepinner. Disse to skruene ser vi skrues gjennom basen i de to hullene som ligger horisontalt, litt under midten. I hullene plassert øverst og nederst vil det bli plassert styrepinner. Kontakten vi ser i figuren er en standard IDC-kontakt og i nedsenkningen til venstre for kontakten, sitter kretskortet (heretter kalt *toolboard*).



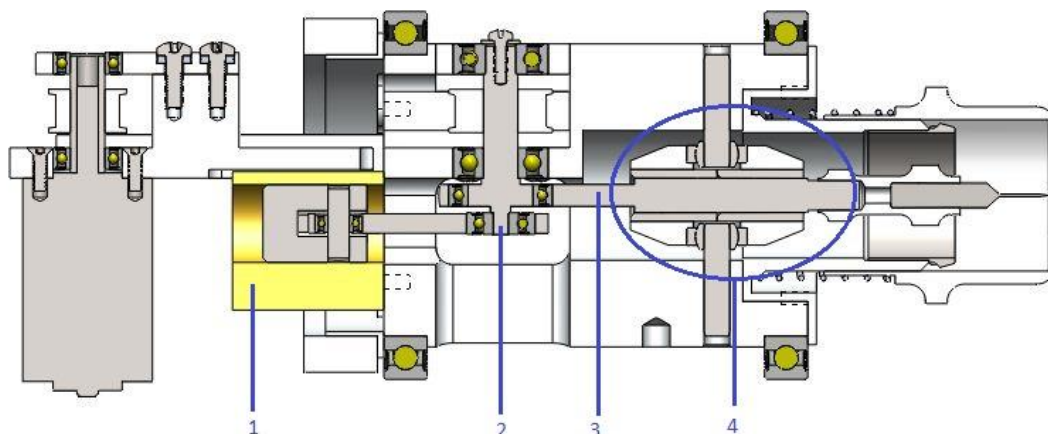
Figur 4: Baksiden av basen

3.2. Oscillasjonsdelen



Figur 5: Oscillasjonsdelen(liggende)

Figur 5 viser den oscillerende delen til verktøyet. Vi vil her forklare mer detaljert hvordan denne fungerer, og bakgrunnen for utformingen av designet. Motoren til venstre i Figur 5 sørger for den oscillerende bevegelsen på kniven ved hjelp av reimdrift. Reimen driver en aksling plassert midt i verktøyet, denne akslingen driver både motvekten og kniven, i motsatte bevegelser. For å forklare nærmere hvordan delen er bygd opp og fungerer har vi kuttet den på midten, og snittet ser man i Figur 6.



Figur 6: Snitt av oscillasjonsdelen

Helt til venstre i figuren ser vi motoren som ved reimdrift er koblet til den eksentriske akslingen (nr 2 i Figur 6), som omdanner rotasjon til oscillasjon. Denne akslingen har to motsatt rettede eksentere, hvor den ene eksenteren vil gi kniven oscillasjon, mens den andre vil gi oscillasjon til motvekten. Disse vil bli plassert slik at når den ene har den laveste posisjonen så vil den andre ha den høyeste. Dette er for å utligne vibrasjoner som vil oppstå. Amplituden som kniven får blir bestemt av plasseringen på eksentere. I vårt tilfelle er den plassert for å opprettholde kravet som Esko har gitt.

Både kniven og motvekten er koblet til den eksentriske akselen (se Figur 6 nr 2) via hver sin råde. Råden til motvekten er sammenkoblet med et sylindrisk stempel, som lineært oscillerer i en sylinder, se Figur 6 nr 1. Råden til kniven lagres opp av to glidelager som ligger i en flytende "pendler" opplagret av kulelager, se Figur 6 nr 4. Dette tillater den pendlende/sirkulære bevegelsen som forårsakes av den eksentriske akselen. I opplagringen vil det bli stor slitasje, så når verktøyet skal serieproduseres anbefaler vi å legge på coating på overflaten av stempelråden i form av Balinit C¹.

Når verktøyet er i bruk vil det senkes ned til pappen som skal bearbeides. For at pappen ikke skal trekkes med kniven når kniven går opp, er det en fjærspennet plastikk tube på bunnen som holder igjen pappen når verktøyet er i drift.

3.2.1. Endringer på oscillasjonsdelen

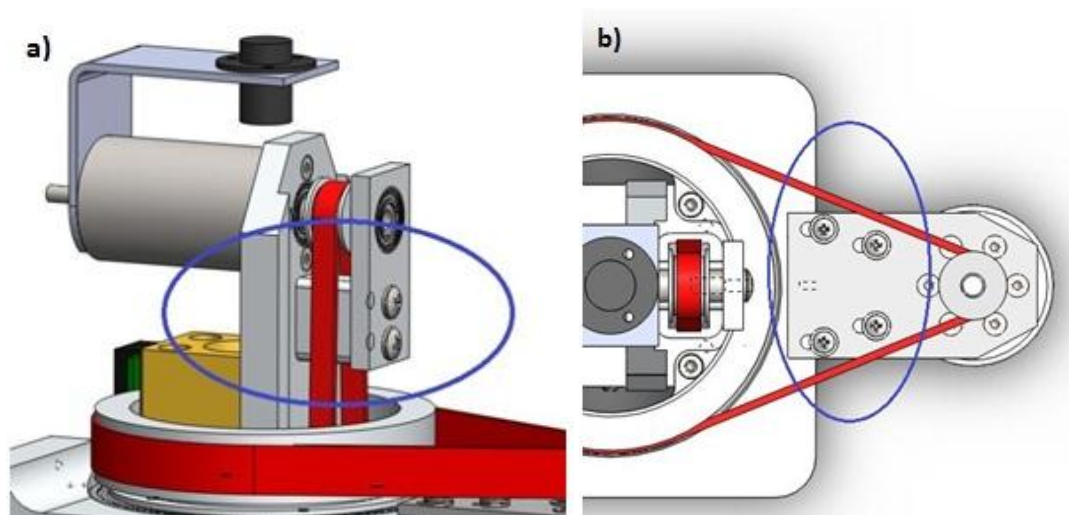
Etter bestilling av oscillasjonsdelen har vi gjort noen modifikasjoner for å få verktøyet til å fungere optimalt. Det er blitt gjort endringer på begge motorfestene slik at reimsystemet skal kunne bevege seg fritt. Endringene er utført på Motor Bracket, EC-4pole, Motor Bracket RE40.

Innringet på Figur 7 a) ser vi at reimen subber inntil Motor Bracket, EC-4pole. Denne har vi gjort smalere slik at reimen ikke subber. For prototype må denne slipes ned. I tillegg er det gjort endringer på Motor Bracket RE40 og dette har ført til endringer på basen også. Disse endringene er innringet på Figur 7 b), **Feil! Fant ikke referanseilden.** hvor vi ser at skruene nærmest motoren har blitt flyttet litt inn for at reima skal få bevege seg fritt. Disse er dermed

¹ <http://www.oerlikon.com/>

revisjon B og finnes elektronisk på CD. I tillegg har vi lagd feste for sleperingen, dette festet ser vi øverst i Figur 7 b).

Vi har også funnet ut at den maskinerte hylsa som er festet på motorakslingen til Maxon EC-4pole(oscillasjonsmotoren) ikke trengs. Det viser seg at reima som vi trodde måtte være 10mm hadde tilstrekkelig sikkerhetsfaktor med 6mm. Dette fører til hylsa ikke trengs for å forlenge aksling og at vi derfor hadde fått en tynnere motoraksling. Dette fører til at vi kunne brukt et standardtannhjul.

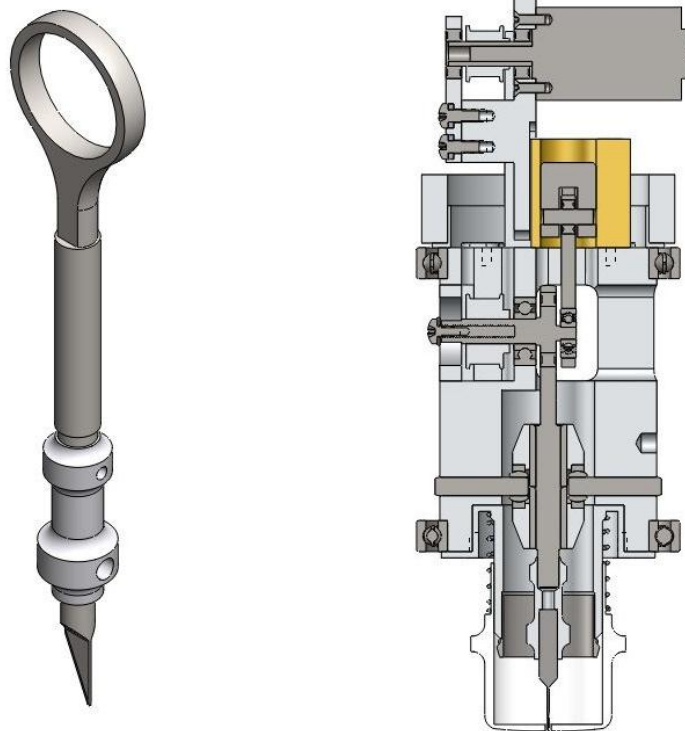


Figur 7: a) Motor Bracket EC-4pole, b) Motor Bracket RE40

3.3. FEM-Analyse

3.3.1. Innledning

Vi har valgt å kjøre en statisk FEM-analyse på delen "Piston Rod" for å få en oversikt over hvor i delen det er mest spenninger, og om disse spenningene er for høye. Delen vi har analysert er råden som går ned fra den eksentriske akselen og helt ned til kniven. I hullet øverst på råden sitter det et kulelager og rundt sylindereen midt på sitter det to glidelager. I Figur 8 er det bilde av råden og hvor i verktøyet den sitter.



Figur 8: Bilde av "Piston Rod", den kan sees i midt i snittet til høyre.

3.3.2. Materiale

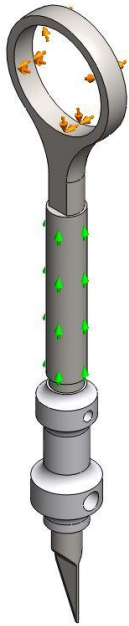
Materialet til "Piston Rod" er en stållegering som heter SS 2541A-03. Dette er et seigherdet stål etter Svensk Standard med en flytegrense på 650 MPa. Se Tabell 1.

Property	Value	Units
Poissons Ratio in XY	0.4	N/A
Shear Modulus in XY	7.9e+010	N/m ²
Mass Density	7700	kg/m ³
Tensile Strength in X	723825617	N/m ²
Compressive Strength in X		N/m ²
Yield Strength	650000000	N/m ²
Thermal Expansion Coefficient in X		/K
Thermal Conductivity in X	0.2256	W/(mK)
Specific Heat	1386	J/(kgK)

Tabell 1: Materialelegenskaper

3.3.3. Låsninger

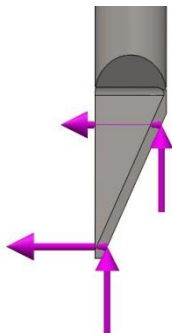
Råden er låst på 2 steder, første stedet er det store øverste hullet. Her har vi satt på en "hengsle-låsning" (oransje piler). Dette betyr at råden kan snurre fritt rundt dette hullet. Låsning 2 er satt på langs den sylindriske flaten midt på råden. Her har vi satt på en "glidelåsning" (grønne piler) slik at råden har mulighet til å skli fritt opp og ned langs denne flaten. Se Figur 9 for detaljer.



Figur 9: Låsninger av råden

3.3.4. Krefter

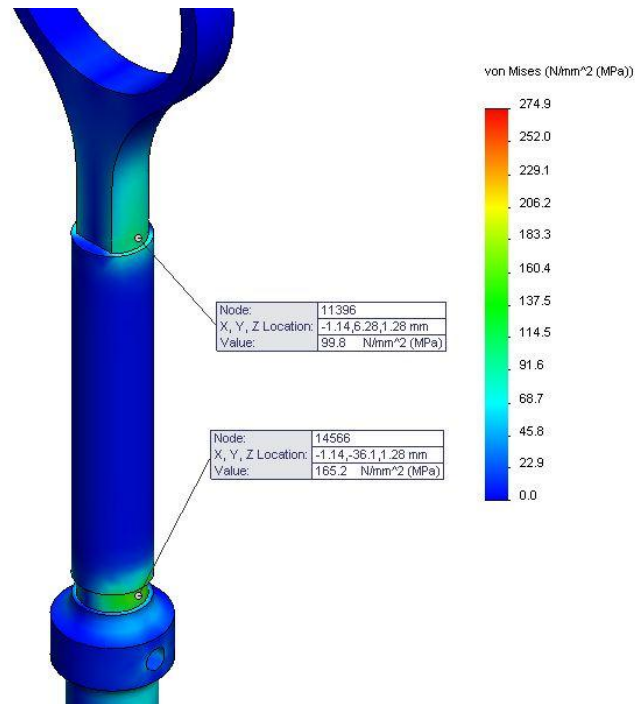
De påsatte kreftene vises i Figur 10, 100N vertikalt og 100N horisontalt på kniveggen.



Figur 10: Påsatte krefter

3.3.5. Resultater

Figur 11 viser delen etter at analyse er kjørt. Vi ser at hele delen har spenninger som ligger godt under flyt. Høyeste spenningen er 165,2 MPa. Spenningene er spenningskonsentrasjoner på grunn av den brå overgangen til opplagringen til glidelagrene.



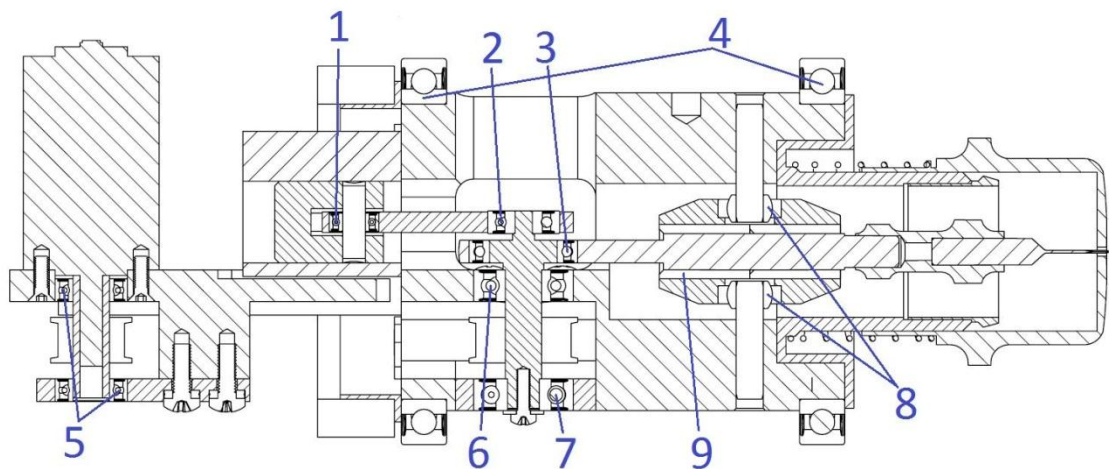
Figur 11: Spenninger detaljer

3.3.6. Konklusjon

Vi ser av resultatene at spenningene i råden ligger langt under flyt. Dette gir oss en god indikasjon på at råden er dimensjonert tilstrekkelig. Når det er sagt vil denne delen bli utsatt for slitasje i opplagringen til glidelagrene. Det er ingen god metode for å kjøre slitasjetester i SolidWorks, derfor vil dette bli testet på prototypen.

3.4. Lager

Dette kapittelet tar for seg bakgrunnen for valg av all opplagring, gjort for å tilfredsstille krav KIF015A til opplagring. Alle lager med unntak av glidelagrene (DIN Standard) blir levert av SKF som er en anerkjent produsent av industrielle høykvalitets lager.



Figur 12: Oversikt over lagere

3.4.1. SKF 628/5-2Z – Opplagring av *wrist-pin* mot motvekts råde.

Deep groove ball bearing, single row, shield on both sides. Tidligere SKF ADRX5ZZ. Et lager som blir brukt i ESKO sitt eksisterende kutteverktøy til å gjøre den samme jobben. [1]

3.4.2. SKF 634-2Z – Opplagring av motvekts råde mot eksentrisk aksling

Deep groove ball bearing, single row, shield on both sides. Et lager som blir brukt i ESKO sitt eksisterende kutteverktøy til å gjøre en tilsvarende jobb. [2]

3.4.3. SKF 61802-2Z – Opplagring av stempel råde mot eksentrisk aksling.

Deep groove ball bearing, single row, shield on both sides. Tidligere NACHI 6802 2Z. Et lager som blir brukt i ESKO sitt eksisterende kutteverktøy til å gjøre en tilsvarende jobb. Bakgrunnen for den relativt store diameteren er at stempel råden skal kunne tas av uten at lageret til motvektsråden må tas av først. [3]

3.4.4. SKF 61813-2RS1 – Opplagring av vibrasjonsverktøy mot base

Deep groove ball bearing, single row, seal on both sides. Et lager som ble valgt for sin store indre diameter. På grunn av størrelsen er dette lageret designet for store krefter og vil gjøre jobben med og lagre opp vibrasjonsverktøyet uten problemer. Dette lageret leveres ikke med *shield on both sides* men med *seal on both sides*. Denne *sealen* kan skape stor motstand for rotasjonsmotoren, vi vil da måtte ta den bort på den ene eller på begge sider. [4]

3.4.5. SKF 628/8-2Z – Opplagring av motoraksling

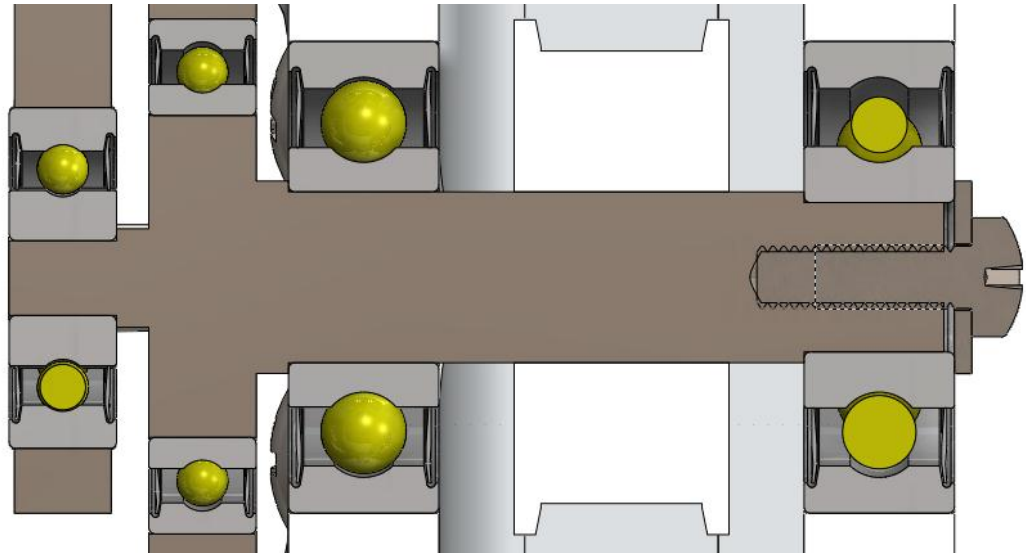
Deep groove ball bearing, single row, shield on both sides. Et lager som blir brukt i ESKO sitt eksisterende kutteverktøy til å gjøre en tilsvarende jobb. [5]

3.4.6. SKF 608-2Z – Opplagring av eksentrisk aksling.

Deep groove ball bearing, single row, shield on both sides. I vår prototype blir det brukt en annen versjon av lageret: SKF 608-Z som har bare *shield* på den ene siden. Dette har vi valgt på grunnlag av at vår arbeidsgiver har brukt dette lageret i sitt eksisterende kutteverktøy til å gjøre en tilsvarende jobb. Det er da lagerført hos ESKO. Vi har da ikke sett det, etter samtale med ESKO, som hensiktsmessig å bestille et lager med *shield* på begge sider til vår prototype, men anbefaler det ved en eventuell produksjon av vårt konsept da et åpent lager i her kan føre til forurensing av lageret og smørings rester på kuttematerialet. [6] [7]

3.4.7. SKF 627-2Z – Opplagring av eksentrisk aksling.

Deep groove ball bearing, single row, shield on both sides. Identisk med SKF 608-2Z (avsnitt 3.4.6) med unntak av indre diameter som er en millimeter mindre på SKF 627-2Z. Dette var det behov for da dette lageret måtte kunne fjernes fra eksenter akslingen ved reimbytte, altså det kunne ikke limes fast. Den reduserte indre diameteren fører til at lageret kan monteres på akslingen, for deretter å låse lageret med en senterbolt med skive, se Figur 13. Også her er det valgt et lager med samme konfigurasjon som forklart om i kapittelet 3.4.6 (med *shield* bare på en side) på samme grunnlag. Også her anbefaler vi bruk av *shield* på begge sider ved eventuell produksjon av konseptet. [8] [9]



Figur 13: Opplagring av eksentrisk aksling. Fra venstre vises lagrene SKF 627-2Z og SKF 608-2Z med *shield* på begge sider.

3.4.8. SKF GE 6 C – Opplagring av "pendlende" *piston-rod*.

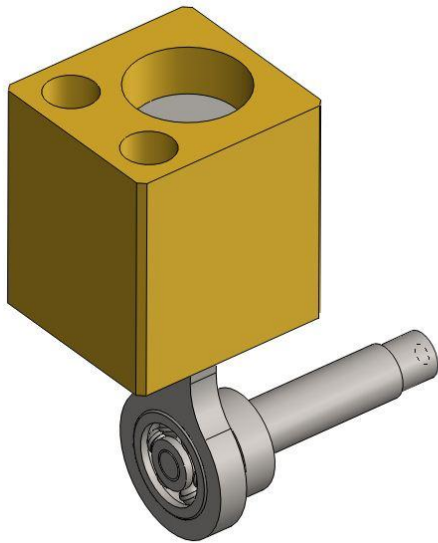
Maintenance-free radial spherical plain bearings, steel/sinter bronze composite. Valgt i samarbeid med ESKO og SKF for sin kontinuerlige kontaktflate mellom indre og ytre ring. Dette lageret beveger seg mindre enn en grad frem og tilbake, noe som i et kulelager ville resultert i at kulene aldri ville rotert en hel runde. Kulene ville da blitt slitt ujevnt. SKF har uttalt at operasjonsfrekvensen vår er noe høy, men akseptabel ved tilstrekkelig kjøling. [10]

3.4.9. DIN 179 – Glidelager som lagrer opp *piston-rod* i *bush-holder*.

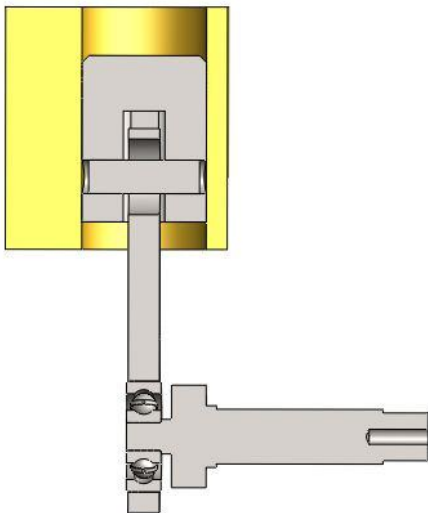
Cylindrical headless drill bushings. Ett lager som blir brukt i ESKO sitt eksisterende kutteverktøy til å gjøre den samme jobben. Glidelageret er en DIN standardvare. [11] Databladet viser hele serien, målene på lageret i VibraCut er: $d_1=8,00$, $d_2=12,00$, $l_1=20,00$, $l_3=1,25$, $r=1,5$, $t=0,02$.

3.5. Motvekt

Figur 14 viser et oversiktsbilde av motvekten til oscillasjons-systemet. Motvekten sitter nesten øverst på verktøyet. Hensikten med motvekten er å motvirke vibrasjoner i systemet. Vekten av stampelet og stempelråden i motvekten tilsvarer derfor vekten av kniven, knivfestet og råden ned til kniven. I Figur 15 ser snitt av motvekten. Her ser vi at når akselen roterer vil stampelet i motvekten gå opp og ned.



Figur 14: Motvekt



Figur 15: Snitt av motvekten

3.6. Tannreimsett

Vi har valgt å benytte oss av kraftoverføring via reimdrift for å oscillere kniven og for å rotere kniven om kutteplanet. Dette er benyttet tannreimdrift i *High frequency vibra cutting tool*, men disse passer ikke med våres design og motorvalg. Derfor er vi avhenging av å konstruere nye kraftoverføringer, både for oscillasjon og roterede system.

3.6.1. Forhåndsinfo

Vi har bestilt reim og tannhjul fra Aratron², som har hovedkontorer i Sverige, og søsterbedrifter blant annet i Norge. Der er navnsetting av tannreimhjul utført slik Figur 16 viser [1], og reimene navngis som vist i Figur 17 [2].

Tannreimhjul	Al	10	AT3 /	17-	2	d=8H7
Materiale						
Total bredde						
Type/pitch						
Antall tenner						
Antall flenser						
Borediameter						

Figur 16: Navnsetting av tannreimhjul

Materialet som benyttes i tannreimhjulene er Aluminium(Al) og er en sammensetning av AlCu4MgSi, også kalt EN AW-2017A. På tannreimhjulene brukes standard galvanisert stål på flensen [3].

Syncroflex	6	AT3 /	252	GEN III
Beltebredde(mm)				
Type/pitch				
Beltelengde(mm)				
Ev. generasjon				

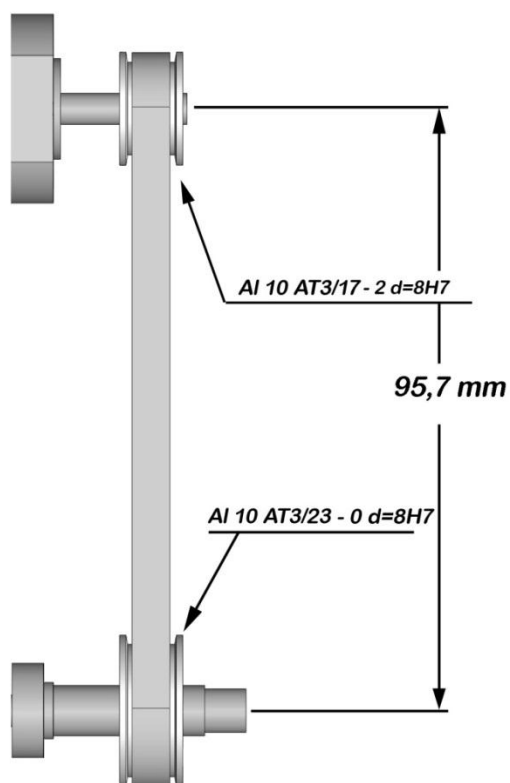
Figur 17: Navnsetting av tannreimer

Tannreimene er tilvirket av et polyuretan armert med stålkorder, noe som gir sterke og driftssikre transmisjonsdrifter. Alle tegninger av reimhjul finnes på CD.

3.6.2. Oscillasjonsmotor

På Figur 18 ser vi illustrert oppsettet til vibrasjonselementet. Vi har valgt en motor som går 16800 RPM, mens det er ønsket at kniven oscillerer med en frekvens på 12000 RPM. Det gir et utvekslingsforhold på $U_{\text{ønsket}} = \frac{12000 \text{ RPM}}{16800 \text{ RPM}} = 0,71$.

² <http://www.aratron.no/>



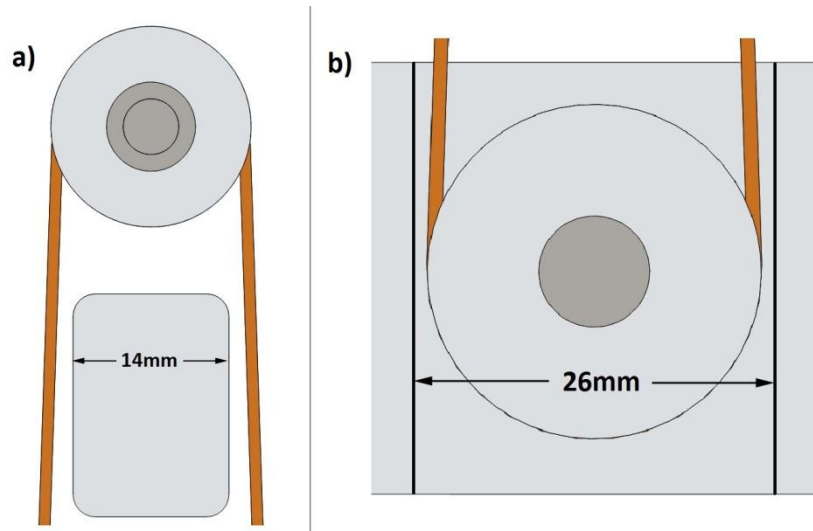
Figur 18: Oscillasjonselementet

Vi har sett på tabeller med tannreimhjul og har funnet et ideelt par med tannhjul i forbindelse med alle begrensninger som kommer med designet. Av begrensninger på designutformingen har vi krav som skal opprettholdes. De mest relevante kravene er listet opp i Tabell 2 og vises i tillegg til navnet på krav.

Krav	Navn
KF007A	A-krav til oscillasjon
KF013A	Oscillasjonskraft
KF014A	Skjærekraft
KIF001A	Levetid
KIF007A	A-krav til maks vekt
KIF007B	B-krav til maks vekt
KIF012B	Støy

Tabell 2: Krav til oscillasjonsmotoren

Vi har også andre begrensninger når det kommer til størrelse og utforming av tannreimhjul, og de nevneverdige begrensningene kan sees på Figur 19a og Figur 19b. Under tannhjulet som er på motorakslingen har vi et feste fra Motor Bracket som skal holde Support Bracket. Denne utstikkeren gir oss en minimumsdiameter på 14mm ved motortannhjulet, se Figur 19a. I tillegg må tannhjulet, med reim, som gir rotasjon til den eksentriske akslingen være mindre enn 26mm på grunn av en inneslutning, se Figur 19b. Begge tannhjul har en breddebegrensning på maks. 17mm.

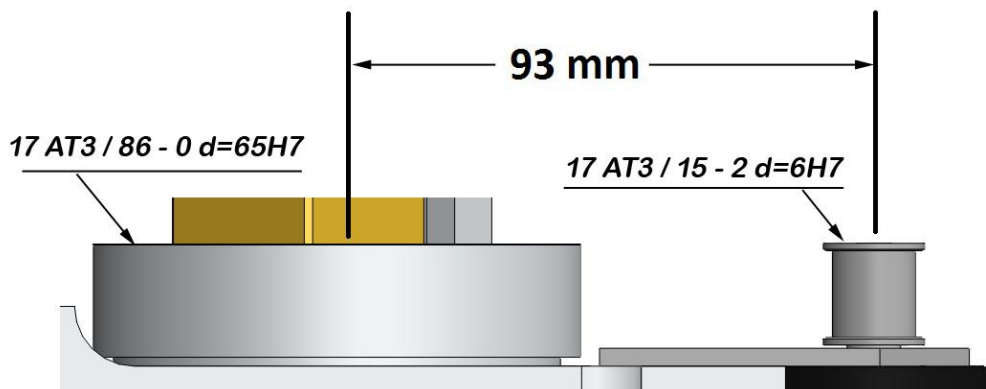


Figur 19: Reimhjulbegrensninger hvor a) viser motorhjulet og b) eksentrisk aksling

Med de nevnte begrensningene, har vi valgt tannreimhjulene *AI 10 AT3/17 – 2 d=8H7* og *AI 10 AT3/23 – 0 d=8H7*, se Figur 18, Figur 16. Disse tannhjulene har henholdsvis 17 og 23 tenner, og utvekslingsforholdet blir $U_{reell} = \frac{17}{23} = 0,74$, noe som er akseptabelt. Reimen vi har valgt er SYNCHROFLEX 6 AT3 / 252 GEN III, se Figur 17. Reimbredden er valgt ut i fra kravet KIF012, støy, fordi kombinasjonen hastighet og bredde gir mer støy ved bredere reim og høy hastighet. Reimen har en sikkerhetsfaktor på 7,4.

3.6.3. Rotasjonsmotor

På Figur 20 har vi en oversikt over rotasjonselementene. Motoren vi skal bruke vil rotere med ca. 6636 RPM, mens ønsket rotasjon på selve kniven er 1080 RPM. Utvekslingsforholdet blir da $U_{\text{ønsket}} = \frac{6636}{1080} = 6$.



Figur 20: Rotasjonsmotor

Her har vi også krav som skal overholdes, og de mest relevante er listet opp i Tabell 3. Vi har tenkt å rotere hele oscillasjonsdelen. For å redusere den totale høyden av verktøyet, har vi valgt at tannreimhjulet skal omringe vibrasjonsdelen. Dette tillater en så stor/liten utveksling som ønsket. Forholdstallet $U_{\text{ønsket}}$ er såpass stort som 6.

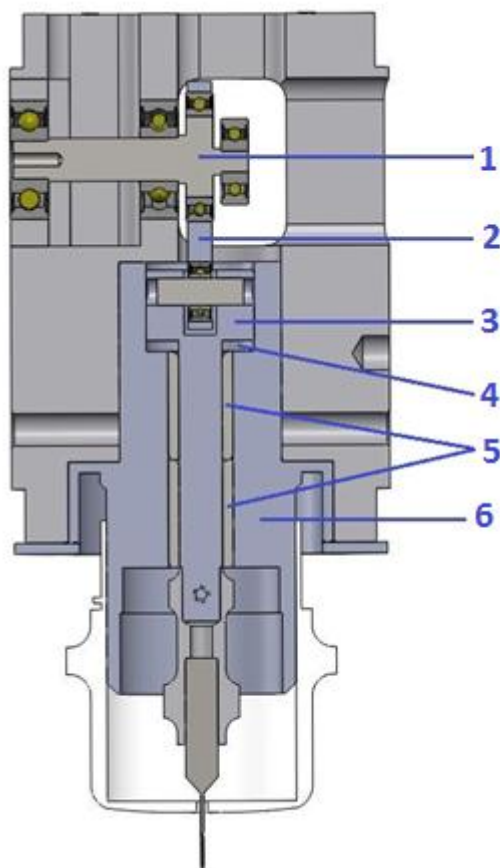
Krav	Navn
KF008A	Rotasjonsakselerasjon
KF010A	Rotasjons hastighet

Tabell 3: Krav til rotasjonsmotoren

Ved motoren er akselen 6mm i diameter, og ved vibrasjonsdelen har vi satt «akselen» til å være 65mm i diameter. Vibrasjonsdelen er satt på en base, og basen har en vegg i den ene enden. Dette gjør at diameteren til tannhjul og reim kan være maks 85mm. Vi har med denne informasjonen funnet tannreimhjulet *Al 17 AT3 / 86 – 0 d=65H7*, som ligger innenfor 85mm. Med utvekslingsforholdet 6 fikk vi det andre tannhjulet til å være *Al 17 AT3 / 15 – 2 d=6H7*, se Figur 20 og Figur 16. Med disse tannreimhjulene får vi $U_{reell} = \frac{86}{15} = 5,7$ som er akseptabelt.

Reimen vi har valgt er SYNCHROFLEX 12 AT3 / 351 GEN III, se Figur 17. Med 10mm reimbredde blir levetiden kort med hensyn på reimtenenes påførte krefter, og da ble det heller 12mm bredde. Reimen har en sikkerhetsfaktor på ca. 3, det vil si at den tåler ca. 3 ganger så mye som kreftene vi har i dette systemet.

4. Alternativ design



Figur 21: Alternativ design

Vi har også lagd et alternativ design, i tilfelle vårt originale design ikke skulle fungere som vi ønsker. I det originale designet, går kniven frem og tilbake, i tillegg til opp og ned, det vil si at kniven får en pendlene effekt. I dette alternative designet har vi lagd en annen overføringsmekanisme, slik at kniven kun går opp og ned, uten pendlene effekt. Nr 1 i Figur 21 viser den eksentriske akslingen, denne roterer ved hjelp av reimdrift og fører til at stempelrâden (nr 2 i Figur 21) driver stempelet (nr 3 i Figur 21) opp og ned. Dette fører igjen til den oscillerende effekten for kniven.

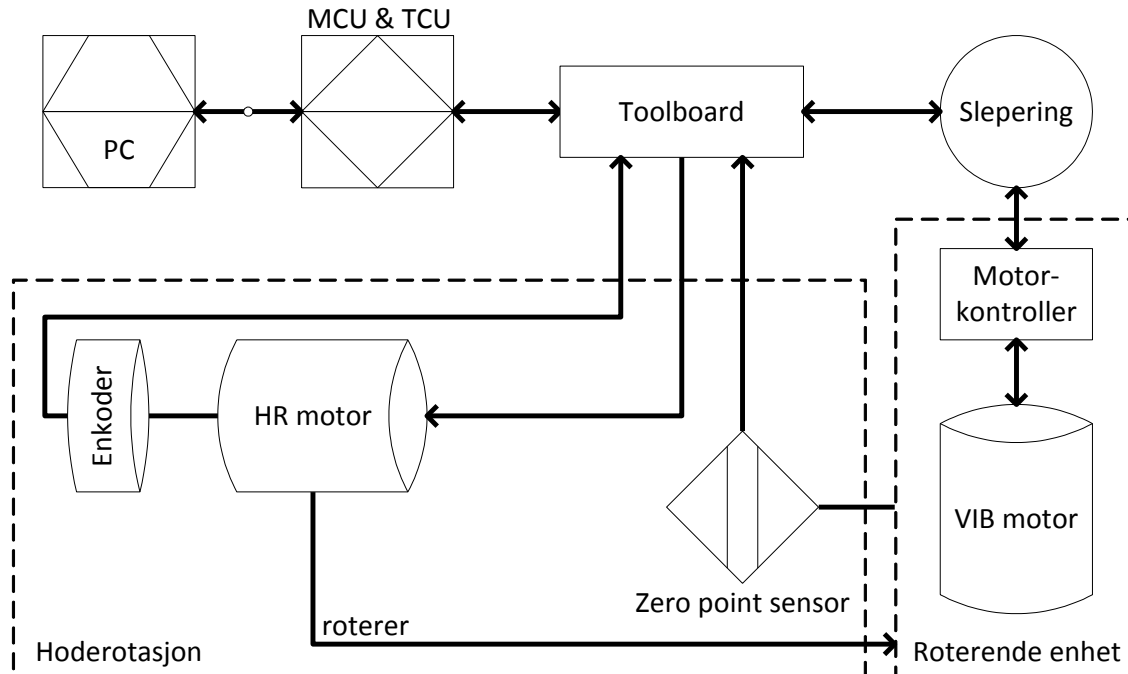
Det alternative designet er bygd opp slik at det skal fungere best mulig sammen med det originale designet, det vil si at færrest mulig deler skal byttes ut eller modifiseres. Stempelrâden (nr 2 i Figur 21) har vi gjort kortere for å få bedre plass til opplagring, stempelet (nr 3 i Figur 21) og stempelhuset/ Tool Tube (nr 6 i Figur 21) er redesignet. Vi har brukt samme type glidelager (nr 5 i Figur 21) i dette designet som i det originale designet. For å unngå motstand for stempelet som følge av lufttrykk mellom stempel og stempelhus (nr 4 i Figur 21) kan man bore inn luftehull fra siden eller legge inn lufteriller i selve stempelet.

Vi har ikke laget maskinerings tegninger av dette designet, siden dette er en backup-løsning, men Esko vil få en kopi av modell-filen på CD slik at de har delene tilgjengelige.

5. Elektrisk design

5.1. Oversikt over system

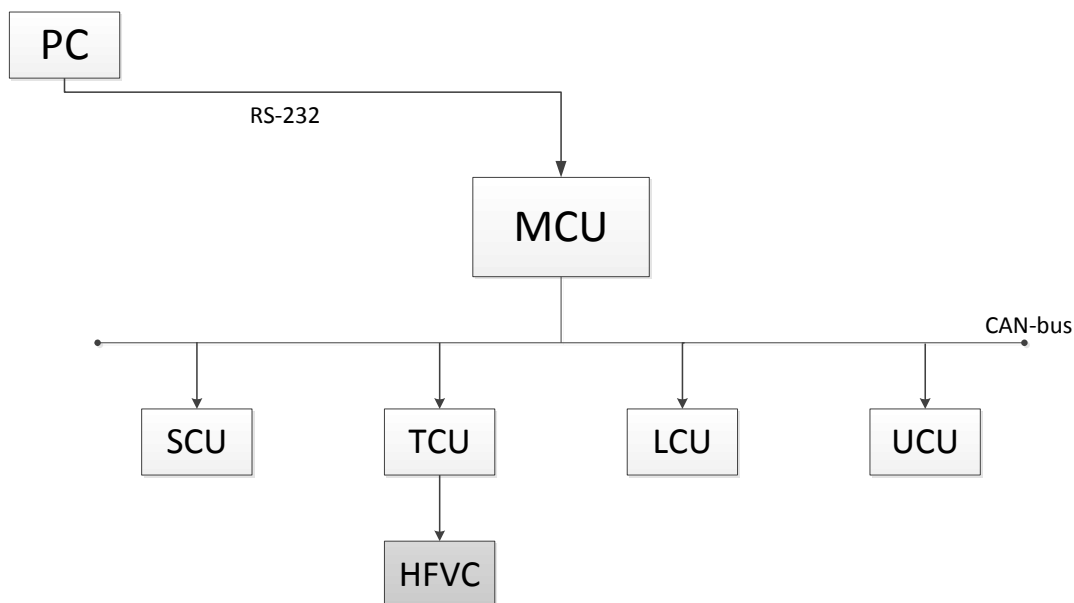
En hovedoversikt over hvordan systemet vil se ut er gitt i Figur 22. Denne viser hvordan systemet vil bli bygget opp og vil gi en oversikt for videre forklaring i dokumentet.



Figur 22: Oversikt over system

5.2. Oversikt over styring

En hovedoversikt over hvordan verktøyet styres i dag er gitt i Figur 23. Den viser hvordan signaler blir overført fra brukerens PC til bordet og videre til verktøyet. HFVC (*High Frequency VibraCut*) er verktøyet vi har fått i oppgave å forbedre. Fra PC sendes styringssignaler til MCU (*Main Control Unit*) som videre sender signaler til TCU (*Tool Control Unit*). Fra denne kontrolleren går signalene ut til HFVC. På HFVC sitter det et *Tool board* som prosesserer signalene som kommer fra brukeren. På prototypen vil vi benytte det eksisterende *Tool board* for å styre verktøyet. Hvis ESKO bygger videre på vår design kreves det fler innganger og utganger på både TCU og MCU, i tillegg til at *Tool board* må designes på nytt (kap.5.3). Dette kreves for å få tilbakemeldinger av status på verktøyet, samt å gi alle styringsparametere fra bruker-PC og MCU.



Figur 23: Overordnet styringsystem

5.3. Tool Board

Det som blir kalt *Tool board* på verktøyet er et kretskort med en fastmontert IDC-kontakt. [1] Dette kretskortet er verktøyets kommunikasjonsbane til skjærbordet. Hele kretskortet burde redesignes, men siden vi ikke har muligheten til å modifisere signalene som går gjennom IDC-kontakten vil det være til liten nytte. Vi vil i stede benytte det samme *Tool board* og gjøre noen modifikasjoner på det. Følgende avsnitt går inn på detaljene rundt disse modifikasjonene. Vi vil benytte ekstern tilkobling for referansesignal og avlesing av motorhastighet.

5.3.1. Bytte sikring

For å kunne benytte det gamle *Tool board* må sikringen FHR (*Fuse Head Rotation*) byttes fra 2A til 3A.

5.3.2. Bytte overføringskontakt fra TCU til *Tool board*

IDC-kontakten må byttes til en modell som ikke er vinklet 90°. Dette er fordi plasseringen på *Tool board* er annerledes på det nye designet.

5.3.3. Modifisere/ flytte kontaktpunktet for HR-enkoder

Det mangler ca. 2 mm klaring for at kontakten til HR-enkoderen (P2T) skal få plass. Derfor må kontakten for HR-enkoderen flyttes på andre siden av *Tool board*, eller tilpasses.

5.3.4. Endringer utenom prototypen

Dette er endringer som må utføres av ESKO, da spesiell kompetanse er påkrevd. Dette vil dreie seg om *software*-endringer. For å gi riktig spenning til motorkontrolleren (5.5.2) på utgang P6t på *Tool board* må det til en endring i forsterkerens styringsystem slik at vi oppnår en ønsket spenning (27-50 V).

Grunnet endring i giringsforhold og tregghetsmoment for hoderotasjon må *software*-kode for HR-styring tilpasses.

5.4. Hoderotasjon (HR)

Fra *Tool Board*, forklart i 5.3, får vi signalene ut til HR-systemet. HR systemet består av hovedsak av 3 deler som vist i Figur 22.

5.4.1. Nullpunktsetting (*Zero Positioning Sensor*)

Nullpunktsetting av verktøyet gjøres for å plassere kniven i et nullpunkt. Dette gjøres ved å bruke en magnet som er plassert på rotasjonsdelen i et punkt hvor kniven har nullposisjon (startposisjon) og en sensor som er plassert på basen. Når sensoren føler magneten vil posisjonen til rotasjonsdelen med kniven være null. Dette brukes på dagens ESKO løsning.

5.4.2. Rotasjonsmotor

Andre del er motoren til hoderotasjonen. Denne er beregnet utfra hvor stor masse som skal roteres og dens massetregghet. Skulle det også vise seg at massetreggheten blir for stor i den roterende delen må det benyttes en kraftigere motor.

5.4.2.1. Beregninger

Hoderotasjonsmotoren vi har valgt å bruke er Maxon RE-40 (art.n 148877). Fra dokumentet «Beregninger for rotasjonsmotor» finner vi at den totale tregghet i systemet. En merknad her er at vekten som er brukt er bare et estimat. Dette vil bli endret når vi ser faktisk vekt. Fra dokumentet leser vi at det momentet som skal til for å kunne drive den roterende delen i henhold til kravene er $T = 1,047\text{Nm}$. Vi har valgt å bruke 48 V motoren, men vi velger å kjøre den på 42 V grunnet spenningsbegrensninger på det som er tilgjengelig.

Ved å kjøre motoren med 42 V så vil farten bli:

$$\text{Speed} = V * Sk = 42V * 158 \frac{\text{rpm}}{V} = 6636 \text{ rpm}$$

For at motoren skal følge kravet KF010A som sier at motoren skal ha en hastighet på 1080 rpm.

Giringen blir da:

$$\text{Giring} = \frac{6636}{1080} = 6$$

Når nedgiringen er 6 så vil momentkonstanten bli:

$$T_k = 6 * T_{ko} = 6 * 60,3 = 0,3618 \frac{\text{Nm}}{\text{A}}$$

Strøm som skal til for å kjøre motoren med det momentet utregnet ovenfor blir da:

$$I = \frac{T}{T_k} = \frac{1,047}{0,3618} = 2,89 \text{ A}$$

Vekt på motoren er 480g.

Datablad for motoren finnes i vedlegg D.1:

5.4.3. Enkoder

Tredje del er enkoderen som settes på HR motoren [2]. Denne brukes for å holde rede på posisjonen til hoderotasjonen. Datablad for enkoderen finnes i vedlegg D.2:.

5.5. Oscillerende system

Det er valgt en børsteløs motor av typen EC-30 for denne jobben. Slike børsteløse motorer benytter en kontroller som styrer strømmen som skal bli satt på de respektive viklingene i motoren. For at det skal kommuteres riktig må kontrollere få informasjon om hvilken vinkel rotor har [3]. Dette gjøres ved hjelp av motorens innebygde hall-sensorer [4]. Det er også mulig å anvende *back-emf*, i stede for hall-sensorer, men det vil ha noen negative konsekvenser [3]. Viktigst av alt er at det blir vanskelig å styre en børsteløs motor i lave hastigheter, noe som må til om man skal få avlest høyden på skjærebladet nøyaktig nok ved oppstart av maskinen.

Ut fra de kravene som er satt og de begrensningene dette gir, samt designet av verktøyet har vi valgt å bruke "EC-4pole 30 Ø30 mm, brushless, 100 watt" (Figur 24). Datablad for denne motoren finnes i vedlegg D.3:.

Fra krav KIF013A så skal kraften som kniven trykker med være 100 N.

$$F_{min} = 100 \text{ N}$$



Figur 24: Maxon EC-4 pole børsteløs DC-motor

5.5.1. Beregninger

Fra datablad i vedlegg D.3: finner vi at den nominelle hastigheten til motoren er 16800 rpm. Ved å gire ned motoren til 12000 rpm vil vi få følgende beregninger:

$$12000 \text{ rpm} = 1257 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\text{Giring} = \frac{12000 \text{ rpm}}{16800 \text{ rpm}} = 0,71$$

$$F_{FG} = F_{min} * \text{Giring} = 100 \text{ N} * 0,71 = 71 \text{ N}$$

Hvor F_{FG} er kraften før giring. Dette vil si at før giring må motoren levere en kraft på 71 N. For å levere denne kraften må motoren bruke en strøm på:

$$I_{71 N} = \frac{F_{FG} * r}{K_t} = \frac{71 N * 0,0006 m}{0,0192 Nm/A} = 2,22 A$$

K_t er momentkonstanten og r er radius på eksenteren. Ved en strøm på 2,22 A vil momentet på rotor være:

$$T = 0,0192 \frac{Nm}{A} * 2,22 A = 42,624 mNm$$

Effekten motoren gir:

$$P = T * \omega = K_t * I * \omega = 0,0192 \frac{Nm}{A} * 2,22 A * 1257 \frac{rad}{s} = 54 W$$

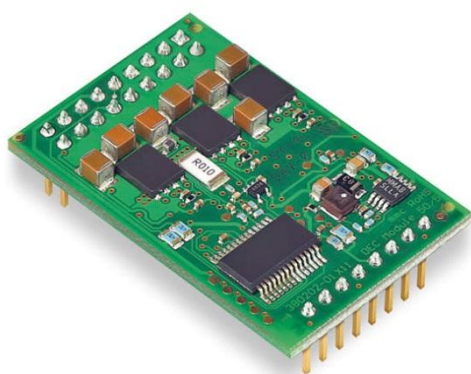
I dokumentet "Beregninger for EC-4pole 30", hvor overstående beregningene kommer fra, er det også beregninger for bruk av denne motoren ikke er giret.

5.5.2. Kontroller

For å finne riktig kontroller for dette formålet ble det skrevet et dokument som heter "Motorkontroller". Det dokumentet presenterer kontrollerne som var ansett som aktuelle, og konkluderer med at "Maxon DEC Module 50/5" er riktig valg (artikkelnummer 380200). [5] Dette er den minste og billigste kontrolleren av de som var aktuelle, se Figur 25.

Signalet som genereres fra motorens hall-sensorer er svake signaler, som er følsomme for støy. Dette vil kunne skape problemer om sleperingen viser seg å være en kilde til for mye støy. For å unngå å sende disse signalene gjennom sleperingen må kontrolleren monteres i det roterende systemet.

Kontrolleren kan motta og sende en rekke signaler angående viberasjonsmotoren. De fleste signalene vil være av liten interesse for dette prosjektet, men noen vil være nyttige. Signalene som kan si noe om status på motoren og motorhastighet er ansett for å være informasjon som er nyttig ved testing av prototype. Dette er signaler som kan leses fra to pinner ved navn "motor n"(digitalt, 0-5 V) og "Ready"(analogt, 0-5 V).



Figur 25: DEC Module 50/5, digital 1-Q-EC Amplifier 50 V/ 5 A

5.6. Slepering

For å kunne rotere den roterende delen fritt har vi valgt å bruke sleperinger for å overføre signaler og strøm til det oscillerende systemet. Se Figur 22. Sleperingene vi har valgt er en rimelig slepering som har 12 ledere som tåler 2 A hver. Det som kreves for å kjøre prototypen er 3 ledere. Siden vi har en strøm som er større enn 2 A vil vi måtte parallell koble flere av lederne. Ved videre utvikling kan det være interessant å benytte en slepering som passer bedre til verktøyet med hensyn på hvilke signaler og strømmer som skal overføres. Vi har valgt å bruke noen som er billige for å kjøre prototypen. Hvor mange ledere som trengs vil være avhengig av hvilke signaler som ønskes. For prototypen vil vi bruke 2 ledere. Disse vil bli brukt for spenning til kontrolleren og hastighetsstyringen. Vi vil benytte en ekstern avlesning av hastighet og vi vil sette retningen og *enable* til høy verdi ved å bruke spenninger som finnes på kontrolleren.

Signaler og spenning som skal gjennom slepering:

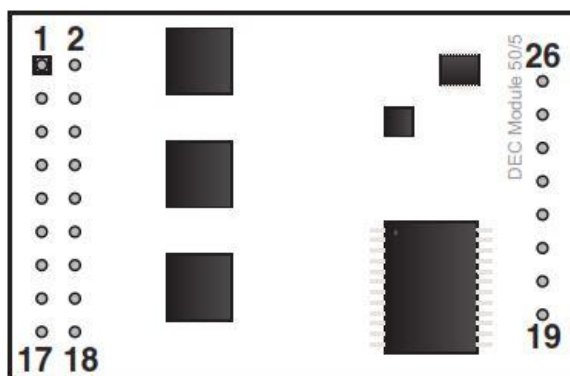
1. Spenning til kontroller samt vibrasjonsmotor (0-36 V / 3-4A)
2. Styringssignaler
 - a. Analogt styringssignal for hastighet (0-5 V)
 - b. Retningsstyring (+2,4 – 36 V)
 - c. *Enable* (+2,4 – 36 V)
3. Statussignaler
 - a. Monitor n, digitalt(5V)
 - b. *Ready*, digitalt (5V)

5.7. Styring av oscillasjon

Dette delkapitlet tar for seg styring av oscillasjonsdelen på verktøyet. Delkapitlet vil først ta for seg de innganger og utganger som er aktuelle for styringen og hvilke signaler som skal brukes. Delkapitlet tar utgangspunkt i at det er motoren Maxon EC-4pole 36 V som skal kjøre oscillasjonen med 12000 rpm.

5.7.1. Innganger og utganger

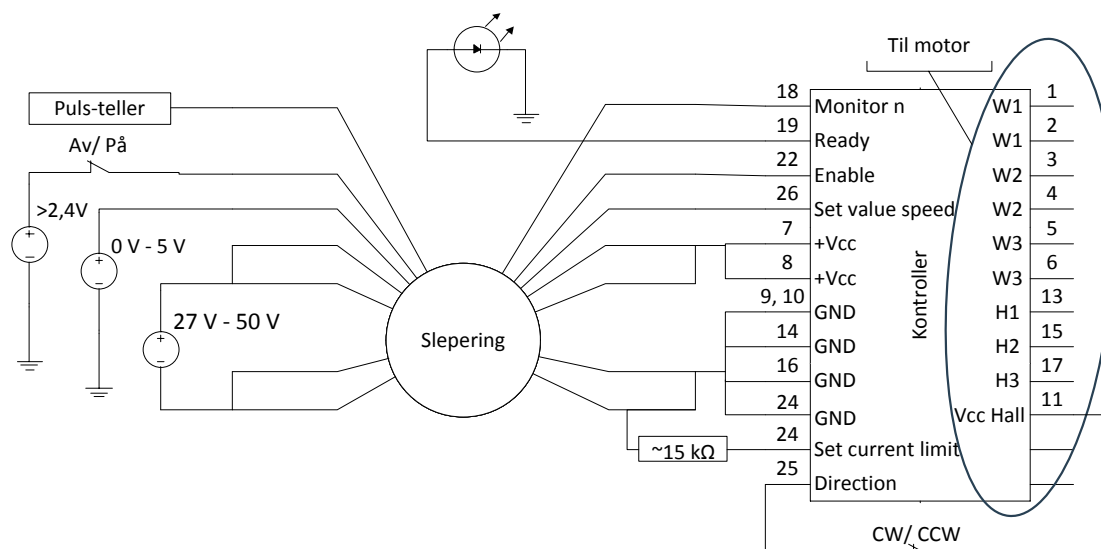
Figur 26 viser en oversikt over kontrolleren for oscillasjonsmotoren. Figuren har nummererte pinner som vi kan bruke sammen med Tabell 4 for videre forklaring i dokumentet. Figur 27 viser ett kretsskjema for hvordan det hele er ment å henge sammen.



Figur 26: Oversikt over kretskort med innganger og utganger

Pin	Signal	Description
1	W1	Motor winding 1
2	W1	Motor winding 1
3	W2	Motor winding 2
4	W2	Motor winding 2
5	W3	Motor winding 3
6	W3	Motor winding 3
7	+Vcc	Supply voltage 6...50 VDC
8	+Vcc	Supply voltage 6...50 VDC
9	Gnd	Ground
10	Gnd	Ground
11	Vcc	Hall +5 VDC output voltage
12	n.c.	do not connect
13	H1	Hall sensor 1
14	Gnd	Ground
15	H2	Hall sensor 2
16	Gnd	Ground
17	H3	Hall sensor 3
18	Monitor n	Speed monitor output
19	Ready	Status indication output
20	DigIN1	Digital input 1
21	DigIN2	Digital input 2
22	Enable	Enable input
23	Direction	Direction input
24	Gnd	Ground
25	Set current limit	Set current limit input
26	Set value speed	Set value speed input

Tabell 4: Oversikt over innganger og utganger



Figur 27: Koblingskjema oscilleringsdelen

Vi vil nå forklare hver enkelt inngang/utgang.

5.7.2. Utganger til motorviklingene

Pinne 1 til 6 er 3 parallellkoblede utganger som går direkte til motorviklingene.

5.7.3. Spenningsforsyning

Spenningsinngangen til kontrolleren er to parallellkoblede pinner kalt +V_{cc} (pinne 7 & 8). For å sette hvilken inngangsspenning som minimum må brukes på EC-4pole for å kjøre med en hastighet på 12000 rpm trenger vi å vite følgende:

- Motorens driftsdreiemoment = 46,624 mNm³
- Motorens driftshastighet = 12000 rpm
- Motorens nominelle spenning = 36 V
- Motorens hastighet uten last = 17800 rpm
- Hastighet/dreiemoment gradient = 12,1 rpm/mNm

For da å finne spenningen som må tilføres bruker vi følgende likning:

$$V_{cc} = \frac{36 V}{17800 rpm} \left(12000 rpm + 12,1 \frac{rpm}{mNm} * 46,624 mNm \right) * \frac{1}{0,95} + 0,3 V = 27,1 V$$

Formelen tar hensyn for en maksimal pulsbreddemodulasjonssyklus på 95 % og et spenningstap på 0,3 volt.

5.7.4. Jordingspunkter

Kontrollerens jordingspunkter finnes på pinne 9, 10, 14, 16 og 24. Alle punktene er internt sammenkoblet, men det er god skikk å koble de sammen eksternt også.

5.7.5. Spenningskilde for Hall-sensorene

Hall-sensorens spenningskilde er på pinne 11. Dette er en spenning på 5V som også kan benyttes for å sette andre innganger på kontrolleren høy. Til sammen kan det trekkes 35 mA fra denne utgangen.

5.7.6. Innganger for motorens Hall-sensorer

Dette er innganger for Maxon EC-4pole's Hall-sensorer. Disse sensorene rapporterer rotors posisjon. Dette er nødvendig for at kontrolleren skal kunne kommutere strømmen riktig. Inngangene finnes på pinne 13, 15 og 17.

5.7.7. Avlesning av motorhastighet

Utgangen brukes for å gi informasjon om hastighet på motorakslingen. Denne er kalt *Monitor n*, og finnes på pinne 18. Utgangssignalet er et digitalt frekvenssignal som kan leses av. Fra denne verdien bruker vi følgende formel for å finne hastighet i omdreininger per minutt (rpm).

$$\text{Motorhastighet} = \frac{f * 20}{2} [\text{min}^{-1}]$$

f er verdien målt på utgangen (pinne 18)

³ Hentet fra dokumentet "Beregninger for EC-4pole".

5.7.8. Statusindikator

Pinne 19 er en utgang som er høy (5 V) så lenge motoren er i orden, signalet kalles *ready*. Om denne er lav (GND) er det tegn på at noe ikke er i orden. Det kan dreie seg om *undervoltage*, *overvoltage*, overoppheting av forsterkeren, og ugyldige signaler fra *Hall*-sensorene. Det kan monteres en diode på denne utgangen for å få en visuell indikasjon på motorens status.

5.7.9. Hastighetsområde og hastighetstilstand

Dette er to digitale innganger (DigIN1 & DigIN2) som brukes for å sette hastighetsområdet på kontrolleren. Disse inngangene er høye så lenge de står åpne (*floating*). Motoren som skal brukes har 2 pol-par, ved å la pinne 20 & 21 stå åpen vil hastighetsområde da være 250 – 40.000rpm. Settes en av pinnene til jord vil maksimumshastigheten gå ned til 10.000 (DigIN1) eller 2.500 (DigIN2). Settes begge pinnene til lav får man en åpen sløyfe hastighetskontroller.

5.7.10. Inn/ut-kobling av kontrollereens forsterker

Dette er pinne 22 og heter *enable*. Så lenge denne er satt høy (>2.4 V) er forsterkertrinnet påslått. Det blir utført en gradvis akselerasjon når forsterkertinnet blir påslått. En bryter mellom denne inngangen og en strømkilde blir av/på bryteren for viberasjonsdelen.

5.7.11. Rotasjonsretning

Inngangen brukes for å sette retning til motorens rotasjon (pinne 23). For rotasjon med klokkeretning skal en av følgende inngangssignal brukes:

- Inngang ikke tilkoblet (*floating*)
- Inngang satt til jord
- Inngangsspenning lavere enn 0,8 V.

For rotasjon mot klokkeretning skal følgende inngangssignal brukes:

- Inngangsspenning høyere enn 2,4 V.

For begge retninger har inngangsspenningen et variasjonsområde fra 0 til 5 V.

5.7.12. Strømbegrensning

Pinne 25 brukes for å sette en øvre kontinuerlig strømgrense som har et variasjonsområde fra 0,5 til 10 A. Denne øvre grensen settes med hensyn på motorens maks strøm. Det benyttes en ekstern motstand som settes mellom pinne 25 og pinne 24 (jord). For ulike strømgrenser bruker vi Tabell 5

Strømgrense	Motstand (E24 serie)
5 A	24 kΩ
4 A	16 kΩ
3 A	10.0 kΩ
2 A	5,6 kΩ
1 A	2,7 kΩ
0,5 A	1,2 kΩ

Tabell 5: Oversikt over strømgrenser og motstandsverdier

5.7.13. Motorhastighet

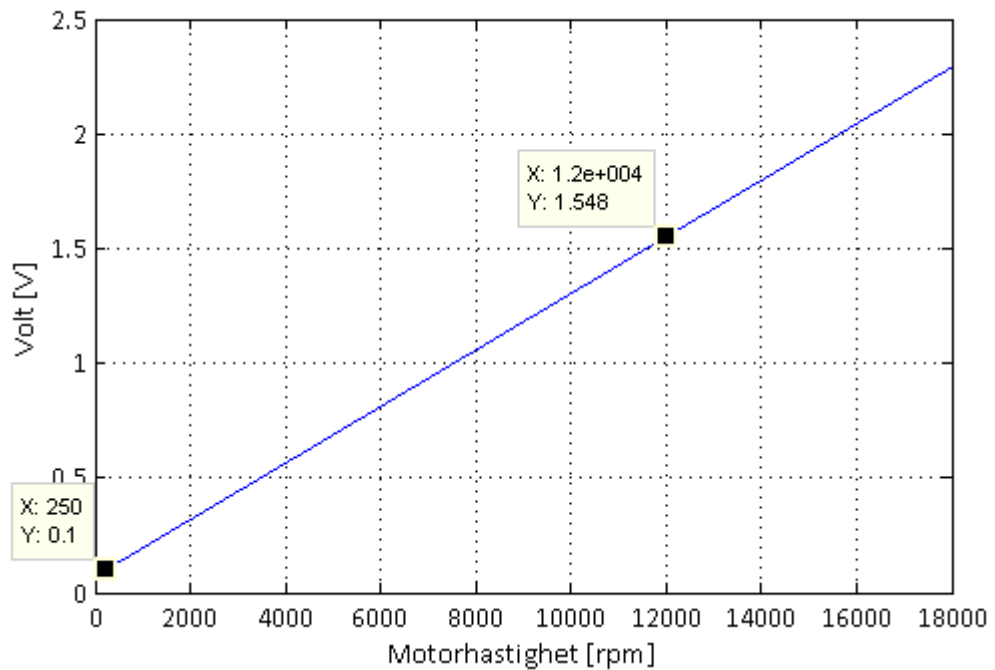
Pinne 26 er en analog inngang, kalt *set value speed*, for å sette hastigheten på motoren. Spenningsområdet for inngangen er fra 0 V til 5 V. Er inngangen 0 V til 0,1 V får man minimumhastigheten bestemt av hastighetsområdet (avsnitt 5.7.9). Fra 0,1 V til 5 V får man lineær hastighetsjustering, se Figur 28. Dette spenningsområdet har en oppløsning på 1024 steg (4,88 mV).

Ved å ta utgangspunkt i at hastigheten skal være 12.000rpm får man følgende utregning⁴:

$$V_{set} = \left(\frac{n - n_{\min}}{n_{\max} - n_{\min}} \times 4,9 V \right) + 0,1 V$$

$$V_{set} = \left(\frac{12.000 \text{ rpm} - 250 \text{ rpm}}{40.000 \text{ rpm} - 250 \text{ rpm}} \times 4,9 V \right) + 0,1 V$$

$$V_{set} = \left(\frac{11.750 \text{ rpm}}{39.750 \text{ rpm}} \times 4,9 V \right) + 0,1 V = 1.5484 V$$



Figur 28: Forholdet mellom spenning og motorhastighet

⁴ Vediene n_{\max} og n_{\min} , representerer hastighetsområdet - hentet fra avsnitt 5.7.9.

Referanser

- [1] SKF 628/5-2Z, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=101008&prodid=1010086285>. [Funnet 24 5 2012].
- [2] SKF 634-2Z, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=101008&prodid=1010086340>. [Funnet 24 5 2012].
- [3] SKF 61802-2Z, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=101008&prodid=1010081802>. [Funnet 24 5 2012].
- [4] SKF 61813-2RS1, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=101027&prodid=1010271813>. [Funnet 24 5 2012].
- [5] SKF 628/8-2Z, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=101007&prodid=1010076288>. [Funnet 24 5 2012].
- [6] SKF 608-2Z, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=105007&prodid=1050076080>. [Funnet 24 5 2012].
- [7] SKF 608-Z, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=105005&prodid=1050056080>. [Funnet 24 5 2012].
- [8] SKF 627-2Z, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=105007&prodid=1050076270>. [Funnet 24 5 2012].
- [9] SKF 627-Z, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=105005&prodid=1050056270>. [Funnet 24 5 2012].
- [10] SKF GE 6 C, «www.skf.com,» [Internett]. Available:
<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=183200&prodid=183200006>. [Funnet 24 5 2012].
- [11] Bohrbuechsen DIN 179, «www.bohrbuechsen.ch,» [Internett]. Available:
<http://www.bohrbuechsen.ch/cms/index.php?id=15&L=2>. [Funnet 24 5 2012].

- [12] Aratron, «www.aratron.se,» [Internett]. Available: <http://www.aratron.se/file/3at-remhjul.pdf>. [Funnet 20 April 2012].
- [13] Aratron, «www.aratron.se,» [Internett]. Available: <http://www.aratron.se/file/1at-profil-sfx-bfx.pdf>. [Funnet 20 April 2012].
- [14] Aratron, «www.aratron.se,» [Internett]. Available: <http://www.aratron.se/file/2allman-information-kuggremhjul.pdf>. [Funnet 20 April 2012].
- [15] HARTING Technology Group, “<http://www.harting.com>,” [Online]. Available: <https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/04372454.pdf>. [Accessed 02 05 2012].
- [16] M. R. M. Rex Miller, Electric Motor Controls, Pearson Prentice Hall, 1997.
- [17] J. Chiasson, Modeling and High-Performance Control of Electric Machines, Wiley-IEEE Press, 2005.
- [18] W. Bolton, Mechatronics: A Multidisciplinary Approach, Pearson Prentice Hall, 2009.
- [19] Maxon Motors, «www.maxonmotor.com,» [Internett]. Available: http://www.maxonmotor.com/medias/sys_master/8800997933086/380200_Operating_Instruction_En.pdf. [Funnet 4 Februar 2012].
- [20] T. L. Floyd, Electronic devices : conventional current version, Pearson Prentice Hall, 2008.
- [21] «Startsidan | Aratron,» Aratron, [Internett]. Available: <http://www.aratron.se/>. [Funnet 04 05 2012].

VEDLEGG A: Assembly drawing

Ball bearing SKF 628/8-2Z (x2) (Esko p/n:42441147)
 Glue against outside ring only,
 not against Morot Shaft
 Glue with Loctite 648

Motor Shaft
 Glue with Loctite 648

Al 10 AT3/17 - 2 d=8H7
 Glue with loctite 648

Support Bracket, EC-4pole Bearing
 M4x10 ISO 7045 (x2)
 M4 Nordlock (x2)

Motor Bracket, EC-4pole
 Fastened along with
 Endplate, Eccentric Shaft
 M4x25 ISO 7045 (x2)
 M4 Nut ISO 4032 (x2)
 M4 Nordlock (x4)

Al 17 AT3/15 - 2 d=6H7
 Glue with loctite 648

Synchroflex 12 AT3/351 Gen III

Motor Bracket RE40
 Torx M3x10 ISO 7045 (x4)
 M3 Nordlock (x4)

Al 17 AT3/86 - 0 d=65H7
 Glue with loctite 648

Synchroflex 6 AT3/252 Gen III

Maxon RE40 150W (Esko p/n: 42423228)
 M3x12 DIN 7991 (x6)
 Glue with loctite 243

House, Eccentric Shaft

HR zero pos sensor (Esko p/n: 32566721)
 M2x8 D963
 A2.0 D137

Parallel Pin ISO 8734 - 6x26 (x2)
 Glue with loctite 648

Spring, Tool Foot

Holder, Knife (Esko p/n: 34046425)
 M3x5 DIN 916

Knife (Esko p/n: 42435030)
 M5x5 DIN 916

Ball bearing SKF 634-2Z (Esko p/n: 42444307)
 Glue with loctite 603

Ball bearing SKF 608-2Z
 Glue with loctite 603

Ball bearing SKF 627-2Z
 M3x10 ISO 7045
 Washer 3,2 DIN 9021
 Glue against outside ring only,
 not against Eccentric Shaft
 Glue with loctite 603

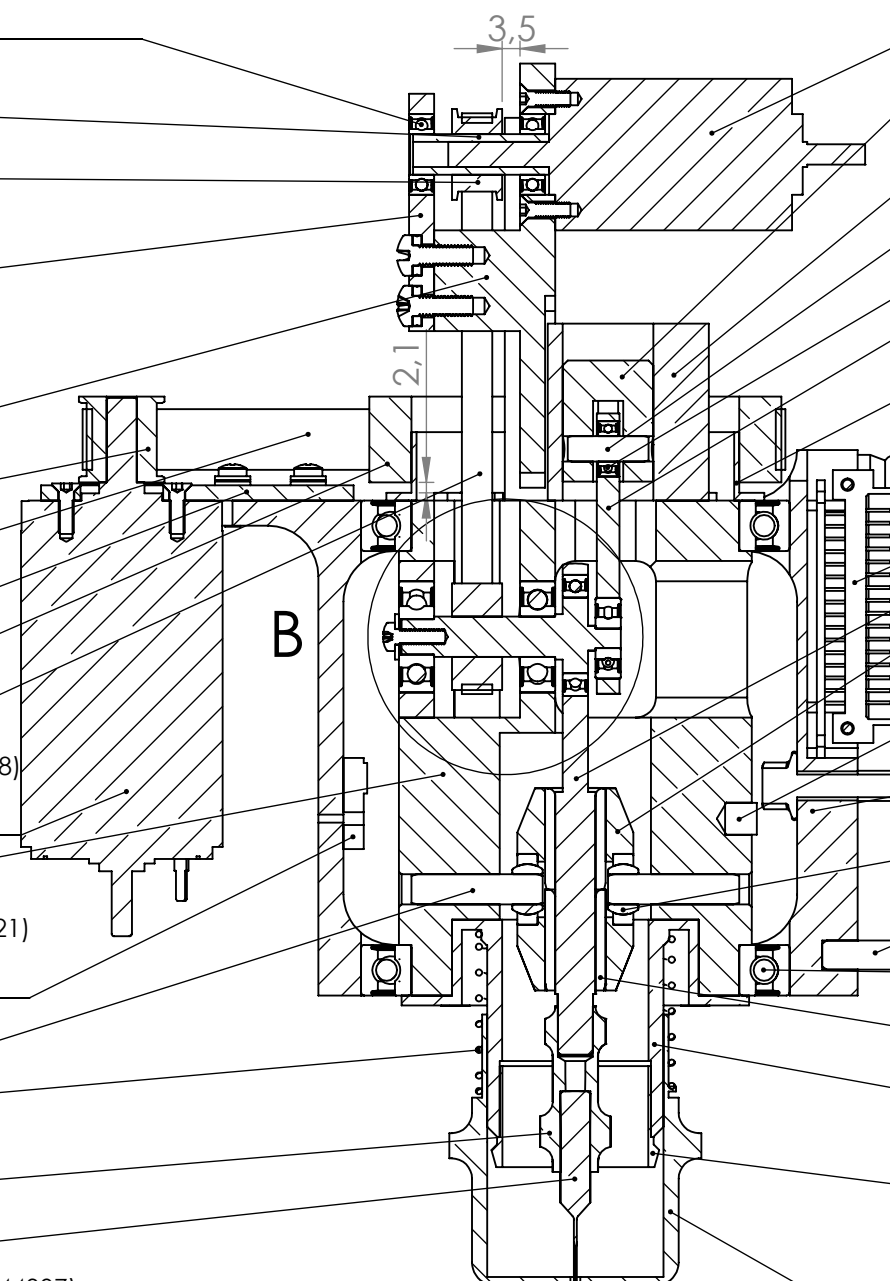
Eccentric Shaft

Al 10 AT3/23 - 0 d=8H7
 Glue with loctite 603

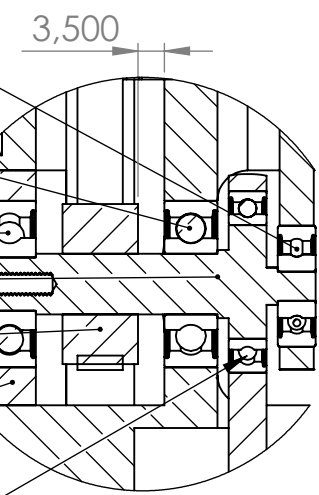
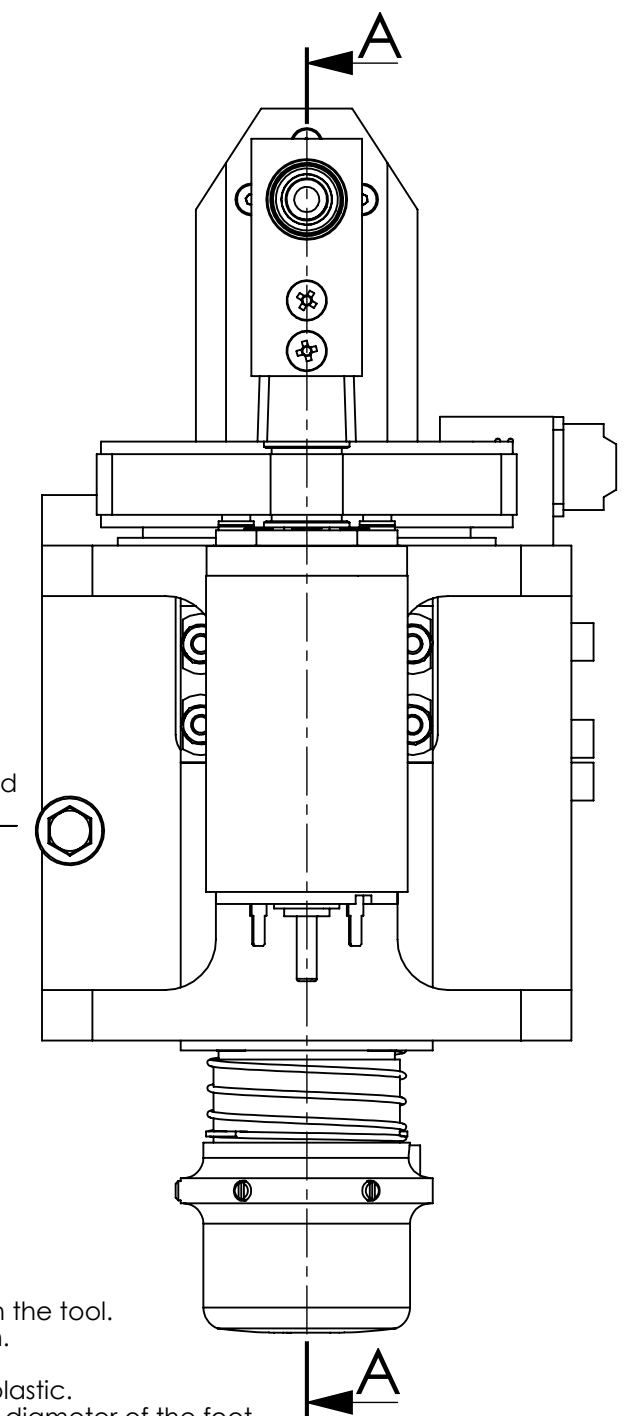
Endplate, Eccentric Shaft
 Fastened along with
 Motor Bracket, EC-4pole
 M4x25 ISO 7045 (x2)
 M4 Nut ISO 4032 (x2)
 M4 Nordlock (x4)

Ball bearing SKF 61802-2Z (Esko p/n: 42417782)
 Glue with loctite 603

SECTION A-A



- Maxon EC-4pole 30 Ø30 mm, brushless, 100 Watt
 M3x10 DIN 7991 (x4)
 Glue with Loctite 243
- Piston, Counter Weight
- Cylinder, Counter Weight
 M3x12 ISO 7045 (2x)
 M3 Nordlock (x2)
- Parallel Pin ISO 8734 - 5x16
 Glue with Loctite 603
- Ball bearing SKF 628/5-2Z (Esko p/n: 42403790)
 Glue with Loctite 603
- Rod, Counter Weight
- Bracket, Top Timing Pulley
 M3x10 DIN 7991 (x4)
- Pin 3108-10 Form B (Esko p/n: 42424093)
 Glue with Loctite 648
- GC900SM Resi. Proc. Tool Board
 M2x12 DIN 84 (x2)
 2,0 DIN 125 (x2)
 Glue with Loctite 243
- Piston Rod
- Holder, Bush
- Censor magnet 101 MG7 BP (Esko p/n: 42420000)
 Glue with Araldit
 Red mark facing inwards
- Base
 Bolts for fastening against XP24 needs to be placed
 in holes before House, Eccentric shaft is inserted.
- Radial spherical plain bearing SKF GE 6 C (x2)
 Glue with loctite 648
- Pin 3108-10 Form D (Esko p/n: 42424101)
 Glue with Loctite 648
- Ball bearing SKF 61813-2RS1 (x2)
 Glue with loctite 648
- Bush Ø12 D179 L=20mm (Esko p/n: 42402057)
 Glue with loctite 648
- Tool Tube
 M3x10 DIN 7991
- Lock Ring, Tool Tube
 Slot needs to be flush with slot in Tool Tube
 Glue with loctite 648
- Tool Foot
 Fastened with ball screw (x5) (Esko p/n: 44238640)
 Adjust the ball screw when the foot is mounted on the tool.
 It should be easy to take the foot on and of again.
 Ball screw is glued with Loctite 243
 Press the Guide Pin (Esko p/n: 34057190) into the plastic.
 The pins flage must not be pressed past the inside diameter of the foot.



DETAIL B

MATERIAL:	-	ROUGHNESS:	- Ra um				
WEIGHT:	-	ALL DIM. INCL. SURFACE TRTMT.					
BROKEN EDGES:	(R. ALT 45) 0,1 - 0,5	THREAD TOOL:	6g/6H (NS1874 - ISO R965/1)	DESCRIPTION:			
DESIGNED BY:	Eirik Hatlevik	DATE:	25.04.2012	DWG NAME:			
DRAWN BY:	Olav Haugen	DATE:	27.04.2012		REVISION:		
CHECKED BY:		DATE:		Assembly drawing	1		
This document is the property Esko-Graphics Kongsberg AS and contains Proprietary and Trade Secret information. It is furnished in confidence and permission is expressly withheld: (1) to disclose the information therein; (2) to reproduce the document; (3) to fabricate the articles shown herein in whole or in part; for others, except upon the written authorisation of Esko-Graphics Kongsberg AS.				PROJECTION:	SCALE:	SHEET NO.:	SHEET SIZE:
					2:3	1	A3

VEDLEGG B: BOM

Tittel	Antall	Esko part nr.	Levrandør part nr.	Prioritet på levering	Plukket
GC900SM Resi. Proc. Tool Board	1	32568909	?	1	<input type="checkbox"/>
Maxon RE 40 Ø40 mm, Graphite Brushes, 150 Watt	1	42423228	148877	2	<input type="checkbox"/>
Bush Ø8/Ø12 D179 L=20mm	2	42402057	?	1	<input type="checkbox"/>
Knife	1	42435032	?	2	<input type="checkbox"/>
Holder, Knife	1	34046417	x	2	<input type="checkbox"/>
Guide Pin, Tool Tube	1	405719	x	2	<input type="checkbox"/>
Ball Bearing NACHI 6802 2Z / SKF 61802-2Z	1	42417782	? / 61802-2Z	1	<input type="checkbox"/>
Ball Bearing SKF ADRX5ZZ / SKF628/5-2Z	1	42403790	ADRX5ZZ / 628/5-2Z	1	<input type="checkbox"/>
Ball Bearing SKF 634-2Z	1	42444307	634-2Z	1	<input type="checkbox"/>
Ball Bearing SKF 608-Z	1	44297190	608-Z	1	<input type="checkbox"/>
Ball Bearing SKF 628/8-2Z	2	42441147	628/8-2Z	1	<input type="checkbox"/>
Sensor Magnet 101 MG7BP	1	42420000	?	1	<input type="checkbox"/>
Cable HR ZeroPos Sencor	1	32566721	?	1	<input type="checkbox"/>
Cable XE HR Motor (prev HFVC Vib-motor)	1	32568891	?	1	<input type="checkbox"/>
Enkoderfeste til RE 40	1	34000893	?	2	<input type="checkbox"/>
Enkoder HEDL 5540 I11 Line drive	1	42416636	?	1	<input type="checkbox"/>
CON.IDC 2x05 flat Cable Female	1	42418780	?	1	<input type="checkbox"/>
Maxon EC-4pole 30 Ø30 mm, brushless, 100 Watt	1	x	309757	1	<input type="checkbox"/>
Comp. Helical spring, squared ends (d=1,25mm; D=38,25mm; p=5mm, h=35mm)	1	x	?	2	<input type="checkbox"/>
Radial Spherical Plain Bearing SKF GE 6 C	2	x	GE 6 C	1	<input type="checkbox"/>
Ball Bearing SKF 627-Z	1	x	627-Z	1	<input type="checkbox"/>
Ball Bearing SKF 61813-2RS1	2	x	61813-2RS1	2	<input type="checkbox"/>
Synchroflex 12 AT3/351 Gen III	1	x	?	2	<input type="checkbox"/>
Synchroflex 6 AT3/252 Gen III	1	x	?	2	<input type="checkbox"/>
Al 10 AT3/17 - 2 d=8H7	1	x	?	2	<input type="checkbox"/>
Al 17 AT3/15 - 2 d=6H7	1	x	?	2	<input type="checkbox"/>
Al 17 AT3/86 - 0 d=65H7	1	x	?	2	<input type="checkbox"/>
Al 10 AT3/23 - 0 d=8H7	1	x	?	2	<input type="checkbox"/>
Maxon DEC Module 50/5	1	x	380200	1	<input type="checkbox"/>
Kabler til Vib-motor	1	?	?	?	<input type="checkbox"/>
Ball Screw M4	5	44238640	x	2	<input type="checkbox"/>
Pin ISO 8734 - 6x25	2	?	?	1	<input type="checkbox"/>
Pin ISO 8734 - 5x16	1	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M4 Nordlock	6	42434373	?	1	<input type="checkbox"/>
M3 Nordlock	6	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M3x5 DIN 916	1	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M5x5 DIN 916	1	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M3x10 ISO 7045	5	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M3x12 ISO 7045	2	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M4x10 ISO 7045	2	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M4x25 ISO 7045	2	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M3x10 DIN 7991	12	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M3x12 DIN 7991	6	?	?	1	<input type="checkbox"/>
M2x12 DIN 84	2	?	?	2	<input type="checkbox"/>
M4 Nut ISO 4032	4	?	?	1	<input type="checkbox"/>
3,2 Washer DIN 9021	1	?	?	1	<input type="checkbox"/>
2,0 Washer DIN 125	2	?	?	2	<input type="checkbox"/>
Elfa IDC kontakt 32-pin	1	x	9221326922	2	<input type="checkbox"/>
Slepering <hyperkobling>	?	?	?	2	<input type="checkbox"/>
Pin 3108-10 Form B	1	42424093	3108-10	2	<input type="checkbox"/>
Pin 3108-10 Form D	1	42424101	3108-10	2	<input type="checkbox"/>
Bracket, Top Timing Pulley	1	x	x	2	<input type="checkbox"/>
Base	1	x	x	2	<input type="checkbox"/>
Motor Bracket, RE 40	1	x	x	2	<input type="checkbox"/>
Motor Bracket, EC-4pole	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
Motor Shaft Ø5/Ø8	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
Support Bracket, EC-4pole Bearing	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
House, Eccentric Shaft	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
Eccentric Shaft	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
Piston Rod	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
Holder, Bush	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
Lock Ring, Tool Tube	1	x	x	2	<input type="checkbox"/>
Tool Tube	1	x	x	2	<input type="checkbox"/>
Tool Foot	1	x	x	2	<input type="checkbox"/>
Endplate, Eccentric Shaft	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
Piston , Counter Weight	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
Cylinder, Counter Weight	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>
Rod, Counter Weight	1	x	x	1	<input type="checkbox"/>

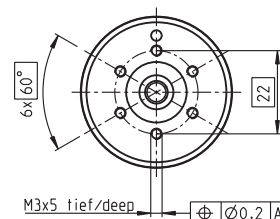
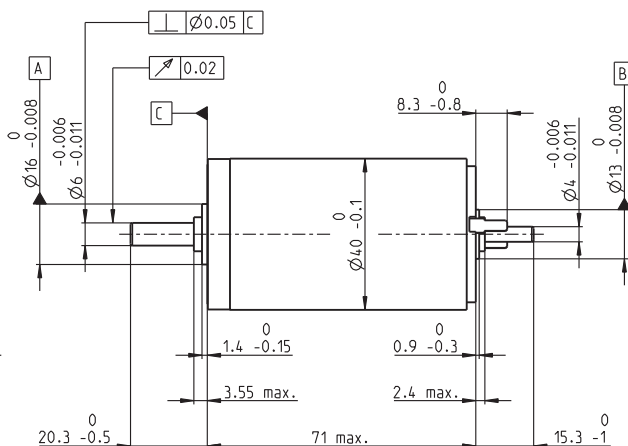
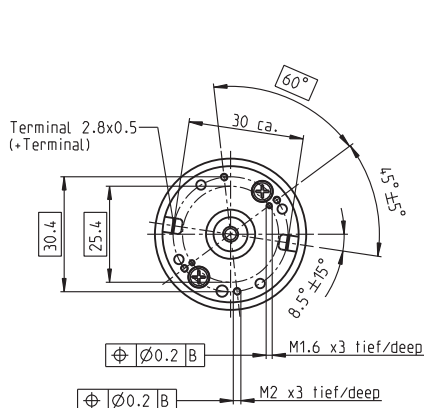
Bestilling
 Lagerført ESKO
 Maskinerte

VEDLEGG C: Materialer

	Angivelse på tegning	Beskrivelse
1	ALUMINIUM EN-AW 5052	Tilsvare AL SIS 144120, sjøvannbestandig og god mot utmatting, også kalt 57 S. Aluminium for bukking/stansing i tykkelse 0,5-6 mm. 0,5-2 mm er ½ hard, dvs. flytegrense min. er 150 MPa. >2 mm er ¼ hard, dvs. flytegrensen min. 130 MPa.
2	ALUMINIUM EN-AW 6082 ALUMINIUM EN-AW 6082-T6	Tilsvare AL SIS 144212 og ALUMINIUM 4212 Magnesium/kisellekert kvalitet med høy styrke og god korrosjonsbestandighet og sveisbarhet. Anvendes der krav til styrke og seighet er høye. Vanlig kvalitet for pressede profiler. Herdetilstand T6(varmutherdet) angis dersom en trenger å øke flytegrensa fra 115 til 245 MPa.
3	ALUMINIUM EN-AW 7075-T6	Legering som inneholder Sink og med styrke som kan sammenliknes med stål. Lav vekt. Høy prisklasse. Flytegrense: 434-476 MPa. Strekkfasthet: 462-538 MPa.
4	ST. SIS 1425A-03 STEEL 2541-03	Seigherdet stål, brukes stort sett i tannhjul eller aksler med store påkjenninger der kravet til seighet er stort. Tempered to 55HRC betyr at stålet er ekstra herdet. HRC er en skala for å måle hardhet og 55 HRC betyr at stålet blir herdet til en strekkfasthet på 2087MPa. Coating med Balinit C betyr at det blir lagt på et tynt belegg som fører til mindre friksjon og bedre holdbarhet.
6	STAINLESS STEEL EN 1.4305 (AISI 303, SIS2346)	Tilsvare AISI Type 303. Allround rustfritt stål for maskinering. Tilstand 02: Tykkelser opp til 10 mm. Flytegrense 215 MPa, strekkfasthet 500-700 MPa. (Tilstand 04 kaldbearbeidet, tykkelse opp til 15 mm, flytegrense 500 MPa og strekkfasthet 700-950 MPa.
7	STAINLESS STEEL EN1.4305	Tilsvare STEEL 2346-2 og AISI Type 303.
8	JOHNSON METALL JM5	Selvsmørende bronselegering.
9	PETP.	Står for Polyethylene terephthalate polyester og er det mest vanlige polyesteren. Dette er et hardt, stivt og stabilt materiale.
10	Aluminium EN AW-2017A AlCu4MgSi	Materialet benyttes på tannreimhjulene, og har god kraftoverføring. Materialet har grei korrosjonsbestandighet og hjulene veier lite.
11	Galvanisert stål	Galvanisert stål som benyttes på styrekantene til tannreimhjulet.

VEDLEGG D.1: RE40

RE 40 Ø40 mm, Graphite Brushes, 150 Watt



M 1:2

- Stock program
- Standard program
- Special program (on request)

Order Number

148866	148867	148877	218008	218009	218010	218011	218012	218013	218014
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Motor Data

Values at nominal voltage		148866	148867	148877	218008	218009	218010	218011	218012	218013	218014
1	Nominal voltage	V	12.0	24.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0
2	No load speed	rpm	6920	7580	7580	6420	5560	3330	2690	2130	1710
3	No load current	mA	241	137	68.6	53.7	43.7	21.9	16.7	12.5	9.67
4	Nominal speed	rpm	6370	6930	7000	5810	4920	2700	2050	1500	1080
5	Nominal torque (max. continuous torque)	mNm	94.9	170	184	183	177	187	189	189	188
6	Nominal current (max. continuous current)	A	6.00	5.77	3.12	2.62	2.20	1.38	1.12	0.898	0.721
7	Stall torque	mNm	1680	2280	2500	1990	1580	995	796	641	512
8	Starting current	A	102	75.7	41.4	28.0	19.2	7.26	4.68	3.00	1.92
9	Max. efficiency	%	88	91	92	91	91	89	88	87	86
Characteristics											
10	Terminal resistance	Ω	0.117	0.317	1.16	1.72	2.50	6.61	10.2	16.0	24.9
11	Terminal inductance	mH	0.0245	0.0823	0.329	0.460	0.612	1.70	2.62	4.14	6.40
12	Torque constant	mNm / A	16.4	30.2	60.3	71.3	82.2	137	170	214	266
13	Speed constant	rpm / V	581	317	158	134	116	69.7	56.2	44.7	35.9
14	Speed / torque gradient	rpm / mNm	4.15	3.33	3.04	3.23	3.53	3.36	3.39	3.35	3.37
15	Mechanical time constant	ms	6.03	4.81	4.39	4.36	4.35	4.31	4.31	4.31	4.32
16	Rotor inertia	gcm ²	139	138	138	129	118	123	121	123	122

Specifications

- Thermal data**
- 17 Thermal resistance housing-ambient 4.65 K / W
 - 18 Thermal resistance winding-housing 1.93 K / W
 - 19 Thermal time constant winding 41.6 s
 - 20 Thermal time constant motor 1120 s
 - 21 Ambient temperature -30 ... +100°C
 - 22 Max. permissible winding temperature +155°C

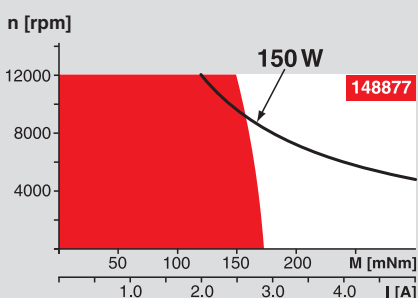
- Mechanical data (ball bearings)**
- 23 Max. permissible speed 12000 rpm
 - 24 Axial play 0.05 - 0.15 mm
 - 25 Radial play 0.025 mm
 - 26 Max. axial load (dynamic) 5.6 N
 - 27 Max. force for press fits (static) 110 N
 - 28 Max. radial loading, 5 mm from flange 1200 N

- Other specifications**
- 29 Number of pole pairs 1
 - 30 Number of commutator segments 13
 - 31 Weight of motor 480 g

Values listed in the table are nominal.
Explanation of the figures on page 49.

- Option**
- Preloaded ball bearings

Operating Range

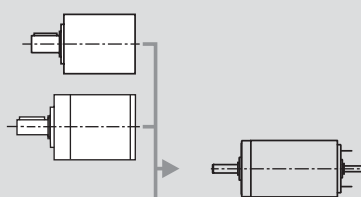


Comments

- **Continuous operation**
In observation of above listed thermal resistance (lines 17 and 18) the maximum permissible winding temperature will be reached during continuous operation at 25°C ambient.
= Thermal limit.
- Short term operation**
The motor may be briefly overloaded (recurring).
- **Assigned power rating**

maxon Modular System

- Planetary Gearhead**
Ø42 mm
3 - 15 Nm
Page 237
- Planetary Gearhead**
Ø52 mm
4 - 30 Nm
Page 240



- Recommended Electronics:**
Page 282
- ADS 50/5 283
 - ADS 50/10 283
 - ADS_E 50/5 283
 - ADS_E 50/10 283
 - EPOS2 24/5 305
 - EPOS2 50/5 305
 - EPOS2 70/10 305
 - EPOS2 P 24/5 308
 - Notes 18

Overview on page 16 - 21

- Encoder MR**
256 - 1024 CPT,
3 channels
Page 263
- Encoder HEDL_5540**
500 CPT,
3 channels
Page 266 / 268
- Brake AB 28**
24 VDC
0.4 Nm
Page 318
- Industrial Version Encoder HEDL 9140**
Page 271
- Brake AB 28**
Page 319

VEDLEGG D.2: Enkoder, RE 40



Encoder Line Drivers

Technical Data

HEDL-550x/554x
HEDL-560x/564x
HEDL-9000/9100
HEDL-9040/9140

Features

- Available on Both Encoder Modules (HEDS-9000 Series) and Encoder Kit Housing (HEDS-5500 Series)
- Complementary Outputs
- Industry Standard Line Driver IC
- Single 5 V Supply
- Onboard Bypass Capacitor
- 70°C and 100°C Versions Available

Description

Line Drivers are available for the HEDS-55xx/56xx series and the HEDS-9000/9100/9200/9040/9140 series encoders. The line driver offers enhanced performance when the encoder is used in noisy environments, or when it is required to drive long distances.

The 70°C version utilizes an industry standard line driver IC (26LS31) which provides complementary outputs for each encoder channel. The 100°C version utilizes an industry standard line driver IC, 26C31, which provides complementary outputs for each encoder channel. Thus, the output of the line driver encoder is A, \bar{A} , B, \bar{B} and I/ \bar{I} for three channel versions. Suggested line receivers are 26LS32 and 26LS33.

For additional information, please refer to: HEDS-5500/5540/5600/5640 data sheet, HEDS-90x0/91x0/92x0 data sheets, HEDS-9000 series extended resolution data sheet, and 26LS31 data sheet.



Note: Agilent Technologies encoders are not recommended for use in safety critical applications. Eg. ABS braking systems, power steering, life support systems and critical care medical equipment. Please contact sales representative if more clarification is needed.

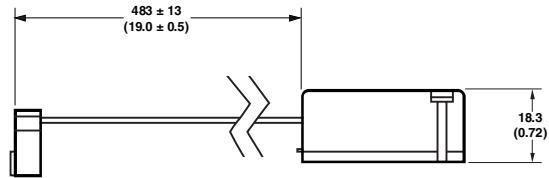
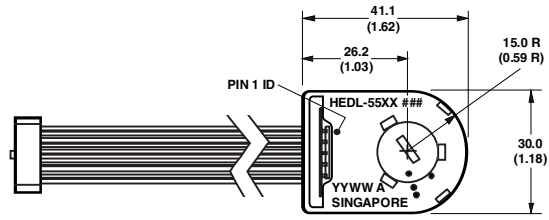
Device Characteristics

Parameter	Characteristic	Notes
Termination	10 conductor ribbon cable with 10 position IDC Berg connector	See pinout
Electrical Outputs	Complementary outputs: A, \bar{A} , B, \bar{B} , I, \bar{I}	I and \bar{I} available only on three channel encoders
Line Driver Components	26LS31 line driver IC, decoupling capacitor on PC board.	
Operating Temperature Range	0°C to 70°C	70°C Series
	0°C to 100°C	100°C Series
Storage Temperature	-40°C to 70°C	70°C Series
	-40°C to 100°C	100°C Series

ESD WARNING: NORMAL HANDLING PRECAUTIONS SHOULD BE TAKEN TO AVOID STATIC DISCHARGE.

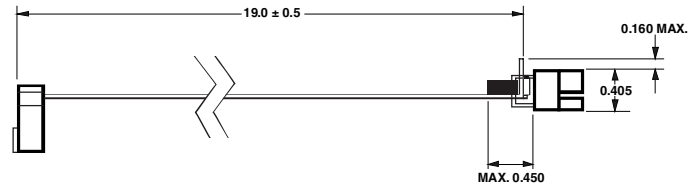
Line Driver Package Dimensions

For Detailed Dimensions on encoder packages, please refer to the respective data sheets.



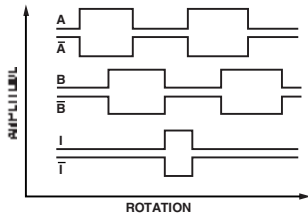
HEDL-550X/554X/560X/564X
HEDL-556X/557X

NOTE: DIMENSIONS IN MILLIMETERS (INCHES)

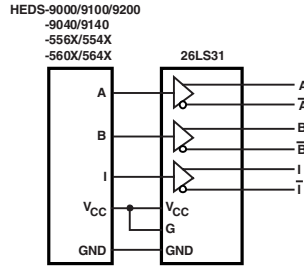


HEDL-9000/9100/9200/9040/9140
HEDL-9060/9160/9260/9061/9161

Waveforms

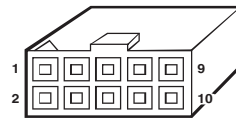


Block Diagram



Pinouts

10-PIN CONNECTOR		
NO.	COLOR	PARAMETER
1	BROWN	NC
2	RED	V_{CC} (+5 V)
3	ORANGE	GND
4	YELLOW	NC
5	GREEN	A
6	BLUE	\bar{A}
7	VIOLET	B
8	GREY	\bar{B}
9	WHITE	I (INDEX)
10	BLACK	\bar{I} (INDEX)



10 POSITION IDC CONNECTOR
CENTER POLARIZED.

Note: \bar{I} only available on three channel encoders.

Line Driver Base Parts Available:

100°C Line Driver Base Part	Channels	Refer to the following encoder data sheet for additional information and option codes (XXX = resolution and/or shaft size)
HEDL-5500#XXX	A, B	HEDS-5500#XXX
HEDL-5505#XXX	A, B	HEDS-5505#XXX
HEDL-5540#XXX	A, B, I	HEDS-5540#XXX
HEDL-5600#XXX	A, B	HEDS-5600#XXX
HEDL-5605#XXX	A, B	HEDS-5605#XXX
HEDL-5640#XXX	A, B, I	HEDS-5640#XXX
HEDL-5645#XXX	A, B, I	HEDS-5645#XXX
HEDL-9000#XXX	A, B	HEDS-9000#XXX
HEDL-9040#XXX	A, B, I	HEDS-9040#XXX
HEDL-9100#XXX	A, B	HEDS-9100#XXX
HEDL-9140#XXX	A, B, I	HEDS-9140#XXX

Ordering Information:

For option code selection, refer to the data sheet for the corresponding "HEDS" part number (see right column).



		01	02	04	05	06	11	12	13	14
HEDL-5500#	A E G H I		*		*	*		*		
HEDL-5505#	A I					*			*	
HEDL-5540#	A C E G I	*	*		*	*	*	*	*	*
HEDL-5560#	B		*				*		*	
HEDL-5561#	J					*				
HEDL-5600#	A H					*				
HEDL-5605#	A C					*				*
HEDL-5640#	A					*		*	*	
HEDL-5645#	A G					*			*	

HEDL-9000#	U00
HEDL-9040#	B00
HEDL-9100#	A00
HEDL-9140#	A00 100

www.agilent.com/semiconductors

For product information and a complete list of distributors, please go to our web site.

For technical assistance call:

Americas/Canada: +1 (800) 235-0312 or (916) 788 6763

Europe: +49 (0) 6441 92460

China: 10800 650 0017

Hong Kong: (+65) 271 2451

India, Australia, New Zealand: (+65) 271 2394

Japan: (+81 3) 3335-8152(Domestic/International), or 0120-61-1280(Domestic Only)

Korea: (+65) 271 2194

Malaysia, Singapore: (+65) 271 2054

Taiwan: (+65) 271 2654

Data subject to change.

Copyright © 2003 Agilent Technologies, Inc.

Obsoletes 5988-2580EN

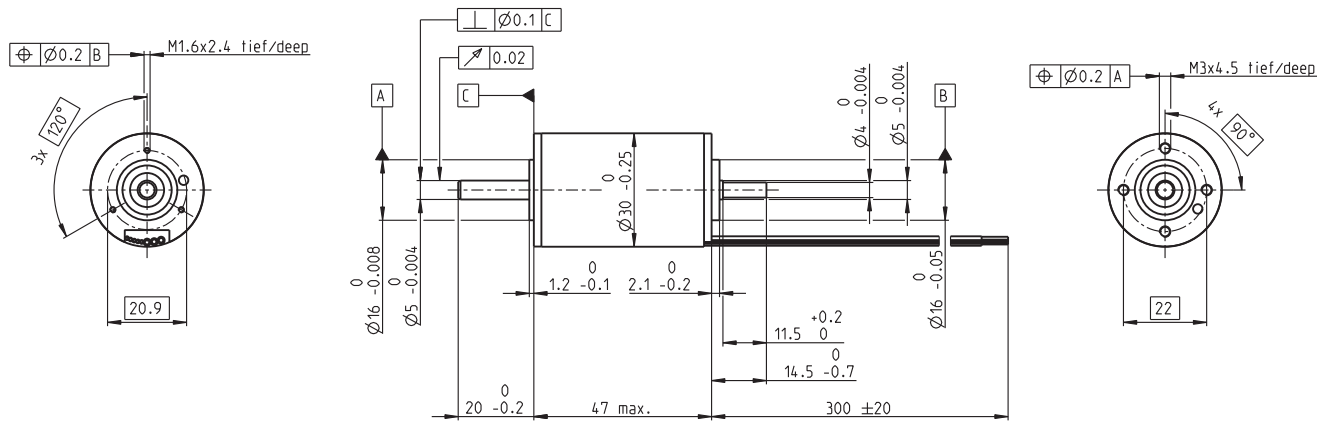
August 11, 2003

5988-5893EN

VEDLEGG D.3: EC-4pole

EC-4pole 30 Ø30 mm, brushless, 100 Watt

High Power



M 1:2

- Stock program
- Standard program
- Special program (on request)

Order Number

309755 **309756** 309757 309758

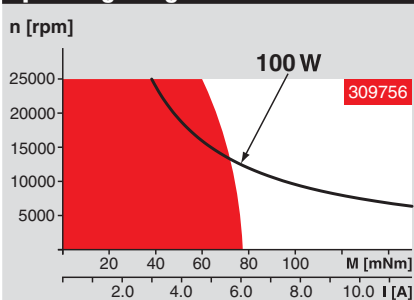
Motor Data (provisional)

Values at nominal voltage		309755	309756	309757	309758
1 Nominal voltage	V	18.0	24.0	36.0	48.0
2 No load speed	rpm	17800	17800	17800	17800
3 No load current	mA	773	580	387	290
4 Nominal speed	rpm	16700	16700	16800	16800
5 Nominal torque (max. continuous torque)	mNm	64.4	63.3	69.7	69.4
6 Nominal current (max. continuous current)	A	7.38	5.45	3.96	2.96
7 Stall torque	mNm	1280	1240	1480	1470
8 Starting current	A	133	96.9	77.2	57.4
9 Max. efficiency	%	86	86	87	87
Characteristics					
10 Terminal resistance phase to phase	Ω	0.135	0.248	0.466	0.836
11 Terminal inductance phase to phase	mH	0.0166	0.0295	0.0664	0.118
12 Torque constant	mNm / A	9.58	12.8	19.2	25.5
13 Speed constant	rpm / V	997	748	499	374
14 Speed / torque gradient	rpm / mNm	14.1	14.5	12.1	12.2
15 Mechanical time constant	ms	2.70	2.78	2.33	2.35
16 Rotor inertia	gcm ²	18.3	18.3	18.3	18.3

Specifications

- Thermal data**
- 17 Thermal resistance housing-ambient 7.95 K / W
 - 18 Thermal resistance winding-housing 0.831 K / W
 - 19 Thermal time constant winding 4.28 s
 - 20 Thermal time constant motor 859 s
 - 21 Ambient temperature -20 ... +100°C
 - 22 Max. permissible winding temperature +155°C
- Mechanical data (preloaded ball bearings)**
- 23 Max. permissible speed 25000 rpm
 - 24 Axial play at axial load < 8.0 N 0 mm
 - > 8.0 N 0.14 mm
 - 25 Radial play preloaded
 - 26 Max. axial load (dynamic) 5.5 N
 - 27 Max. force for press fits (static) 73 N
 - (static, shaft supported) 2000 N
 - 28 Max. radial loading, 5 mm from flange 25 N

Operating Range



Comments

- Continuous operation**
In observation of above listed thermal resistance (lines 17 and 18) the maximum permissible winding temperature will be reached during continuous operation at 25°C ambient.
= Thermal limit.
- Short term operation**
The motor may be briefly overloaded (recurring).
- Assigned power rating**

Other specifications

- 29 Number of pole pairs 2
- 30 Number of phases 3
- 31 Weight of motor 210 g

Values listed in the table are nominal.

Connection motor (Cable AWG 18)

- black Motor winding 2
- white Motor winding 3
- red Motor winding 1

Connection sensors (Cable AWG 26)

- black/grey Hall sensor 2
- blue GND
- green V_{Hall} 3 ... 24 VDC
- red/grey Hall sensor 1
- white/grey Hall sensor 3

maxon Modular System

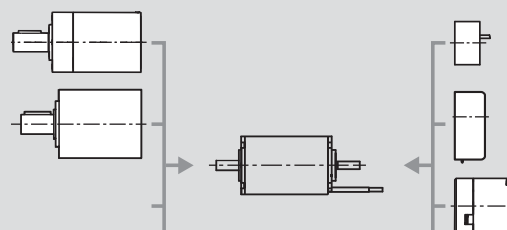
Overview on page 16 - 21

Planetary Gearhead

- Ø32 mm
- 8 Nm
- Page 234

Planetary Gearhead

- Ø42 mm
- 3 - 15 Nm
- Page 238



Recommended Electronics:

- DECS 50/5 Page 289
- DEC 70/10 297
- DES 70/10 298
- EPOS2 70/10 305
- EPOS2 50/5 305
- Notes 20

Encoder MR

- 128 - 1000 CPT,
- 3 channels
- Page 262

Encoder HEDL 5540

- 500 CPT,
- 3 channels
- Page 270

Brake AB 20

- 24 VDC
- 0.1 Nm
- Page 316