

BACHELOROPPGAVE

Fresing med industrirobot

Er det lønnsomt for Sogndalsbedriften nLink å investere i en robotfres?



Av

(5) Lars Martin Gjeraker
(14) Morten Sundsøy
(6) Svanhild N. Thomsen
(3) Christian Marås

Industrial robot milling

Ingeniørfag - elektro, automatiseringsteknikk, bachelorstudium

HO2-300 Bacheloroppgave

22.05.2015

I Referanseside

TITTEL H02-300 Bacheloroppgave	RAPPORTNR. 1	DATO 22.05.2015
PROSJEKTTITTEL Fresing med industrirobot	TILGJENGELIG Åpen	TALL SIDER 54 pluss vedlegg
FORFATTERE - Christian Marås - Morten Sundsøy - Svanhild N. Thomsen - Lars Martin Gjeraker	ANSVARLIGE RETTLEDERER - Joar Sande	
OPPDRAUGSGIVER - nLink AS		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Denne bacheloroppgaven er utført av fire automasjonsstudenter ved Høgskulen i Sogn og Fjordane avd. ingeniør- og naturfag våren 2015. Robotbedriften nLink ønsker å anvende sin Motoman IA20-robot som 3D-fres. Oppgaven de gav studentene var å finne, teste og anbefale en løsning for deres robot.</p> <p>Programvareløsningen som ble testet på Motoman IA20-roboten var fra Robotmaster. Resultatet fra fresingen ble ikke optimalt og konklusjonen er at Motoman IA20 ikke er egnet for fresing. Dersom nLink velger å investere i robotfresing, anbefaler studentene at de kjøper en ny robot. Det ble gjennomført en markedsundersøkelse som tok for seg seks bransjer. Resultatet fra markedsundersøkelsen viser at det er et behov for freste produkter innenfor noen av de mindre bransjene.</p>		
<p>SUMMARY</p> <p>This bachelor thesis is conducted by four automation students at Sogn og Fjordane University College dept. of Engineering and science spring 2015. The Robot company nLinks wish to apply their Motoman IA20 robot as a 3D milling machine. The task they gave the students was to find, test and recommend a solution for their robot.</p> <p>The software solution tested at Motoman IA20 robot was from Robotmaster. The Results from the milling was not optimal and the conclusion is that Motoman IA20 are not suitable for milling. If nLinks choose to invest in robot milling, it is recommended that they purchase a new robot. It was conducted a market study that examined six industries. Results from market research show that there is a need for milled products within some of the smaller industries.</p>		
<p>EMNEORD</p> <p>H02-300, 3D-fres, robot, automasjon, elektro, bachelor, prosjekt, robotmilling, Motoman IA20, markedsundersøkelse, RMS-Robot milling solution, HiSF, nLink</p>		

II Forord

Vi er en gruppe på fire studenter som går ingeniørutdanningen «automatiseringsteknikk» ved Høgskulen i Sogn og Fjordane. Vi vil takke Håvard Halvorsen, Tom Asle Henninge og Halvor Gregusson i nLink, for en spennende oppgave og lån av robot. Gjennom oppgaven har vi fått fordype oss i robotteknologi, noe samtlige i gruppen har lyst til å jobbe med etter endt utdanning. Joar Sande har vært vår veileder gjennom denne bacheloroppgaven, og vi er svært takknemlig for all rettleiding han har gitt oss.

Det rettes også en takk til kontaktpersonen vår ved AME Sverige for all hjelp i prosjektet. Til slutt vil vi rette en takk til VRI-prosjektet for økonomisk støtte til gjennomføring av oppgaven.

Førde, 22.05.2015

Lars Martin Gjeraker

Svanhild N. Thomsen

Morten Sundsøy

Christian Marås

III Sammendrag

Denne bacheloroppgaven er utført av fire automasjonsstudenter ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, avd. ingeniør- og naturfag våren 2015.

Til tross for Norge sin aktive rolle som pioner innen robotteknologi så er det i dag ikke like utbredt her som i nabolandene våre Sverige og Danmark. nLink er et firma som ser på muligheten til å øke antall roboter i Norge. Målet deres er å være verdensledende innen robotteknologi til byggebransjen og utvikle roboter som skal erstatte tungt og farlig arbeid som blir utført av mennesker i dag.

3D-modellering er stort på markedet og robotarm blir stadig mer brukt som 3D-fres og -printer. nLink ønsker å anvende sin Motoman IA20-robot som 3D-fres. De gav studentene i oppgave å finne, teste og anbefale en løsning for deres robot, og vurdere om dette kom til å bli en lønnsom investering.

Motoman IA20-roboten har et vidt spekter av bruksområder som for eksempel montering, pakking, håndtering av maskiner og overføring av deler. Programvareløsningen som ble testet på Motoman IA20-roboten var fra Robotmaster. Resultatet ble ikke optimalt og konklusjonen er at Motoman IA20 ikke er egnet for fresing. Dersom nLink velger å investere i robotfresing anbefaler studentene at de kjøper en ny robot.

Det ble gjennomført en markedsundersøkelse som tok for seg seks bransjer: renovering av bygg, mekanisk, kunstskoler, arkitektur, film og teater. Resultatet fra markedsundersøkelsen viser at det kan være et behov for freste produkter på Vestlandet, men mest innenfor de mindre bransjene teater og renovering av bygg.

IV Akronymer og forkortelser

AIN	Avdeling for ingeniør og naturfag
HiSF	Høgskulen i Sogn og Fjordane
FTP	File Transfere Protocol
CAD	Computer-aided design
CAM	Computer-aided manufacturing
G-Code	Kode for å lage fresebane.
APT	Kode for å lage fresebane.
EOAT	End of arm tooling
JBI-fil	Fil som inneholder robotkode for Motoman-robot
Robotcelle	Ett eller flere robotsystemer inkludert tilhørende maskineri, utstyr og beskyttelsesanordninger
OLP	Off-line programmering
OPC	Open platform communications
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
RUH	Rapportering av uønsket hendelse
nLink	Sogndalsbedrift som jobber med robotløsninger for byggebransjen (oppdragsgiver)
Robotmaster	Leverandør av CAD/CAM programløsninger
AME	Advanced Mechanical Engineering, nordisk distributør av Robotmasters Mastercam med kontor i Sverige
Annuiteter	Like årlige kontantstrømmer
UR	Universal robots
Ekstern akse	Akser som kommer i tillegg til de interne aksene på roboten. Eksempel: roterende bord, skinner osv.
Fresedetaljen	Objektet som skal fresas
Plug-in	Tilleggsprogram
FileZilla	Gratis FTP klient/server
KUKA KR210	En robotmodell fra produsenten KUKA
Ugra	Amerikansk leverandør av el-freser

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Formål og problemstilling	4
1.3 Avgrensinger	5
2.0 Robot, fresing og sikkerhet	6
2.1 Teori robot og fresing	6
2.1.1 Motoman IA20	6
2.1.2 Motoman NX100	7
2.1.3 Hvordan frese med robot.....	8
2.2 Sikkerhetskrav for roboter i industrielt miljø	9
2.2.1 Norsk Standard NS-EN ISO 10218 Del 1 og 2.....	9
2.2.2 Norsk Standard del 1: Roboter.....	10
2.2.3 Norsk Standard del 2: Robotsystemer og Integrering	10
2.3 Metode robot, fresing og sikkerhet	12
2.3.1 Sikring og plassering av Motoman IA20	12
2.3.2 Off-line programmering	13
2.3.3 Montering av fresespindel på Motoman IA20	15
2.3.4 Klargjøring av IA20 til fresing	18
2.4 Resultat	20
2.4.1 Resultat fresing og robot	20
2.4.2 Alternative løsninger.....	21
3.0 Markedsundersøkelse	22
3.1 Industriell markedsundersøkelse	22
3.1.1 Forarbeid på markedsundersøkelse	22
3.1.2 Definere marked for undersøkelsen	22
3.1.3 Intervjurunden	23
3.1.4 BKP-analyse	23
3.2 Metode markedsundersøkelse.....	25
3.2.1 Gjennomgang av markeder og produkter	25
3.2.2 Planlegging av markedsundersøkelse	27
3.2.3 Ringerunden	28
3.3 Resultat markedsundersøkelse.....	29
3.3.1 Behovsgraf	29
3.3.2 Resultat BKP-analyse	30

3.4 Alternativ teknologi	33
3.5 Hypotetisk investeringsanalyse	35
4.0 Diskusjon	37
5.0 Konklusjon	39
6.0 Prosjektstyring	40
6.1 Organisering	41
6.2 Prosjektgjennomføring	42
6.2.1 Tidsbruk	42
6.2.2 Nettside	42
6.2.3 Møter	42
6.2.4 Loggføring	42
6.2.5 Fremdriftsplan	43
6.3 Økonomi	44
6.4 Plan, risiko og avvik	45
6.5 Prosjektdiskusjon	47
6.5.1 Kommunikasjon	48
6.5.2 utfordringer	48
6.5.3 Læringsutbytte	48
7.0 Figurliste	50
8.0 Tabelliste	51
9.0 Kilder	52
10.0 Vedlegg	1

1.0 Innledning

Hva om du kunne lage hva du ville og den eneste begrensningen var fantasien? Det er mange som går rundt med tanker og ideer, men mangler kunnskapen og verktøyet til å gjennomføre de. Hva om det fantes et tilbud hvor man kunne få laget spesialdeler? Er dette noe som markedet har behov for?

Dette kapitlet vil ta for seg historien bak industriroboten, hvordan prosjektet ble til og hva problemstillingen er. Det tar også for seg prosjektets avgrensninger.

1.1 Bakgrunn

Den første industriroboten ble utviklet i 1959 av Georg Devol og Joseph Engelberger og ble tatt i bruk av General Motors i 1961. Roboten laget dør- og vindushåndtak, knotter på girstangen, lysarmaturer og annen maskinvare for bilindustrien [1].

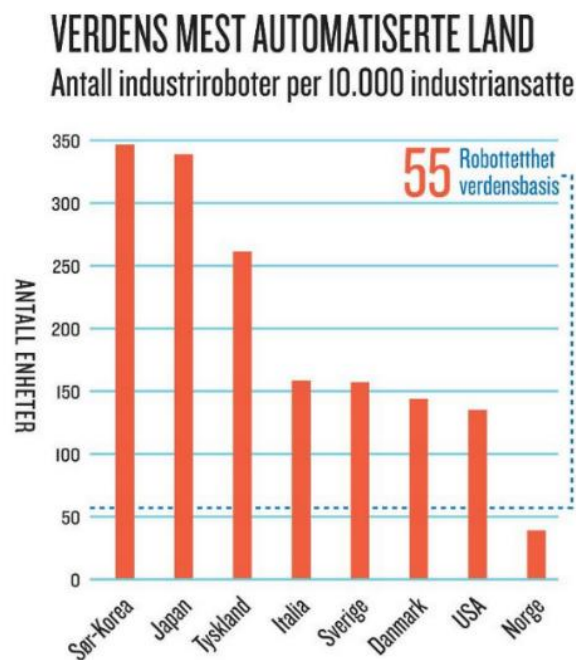
I 1964 startet det norske firmaet Trallfa utviklingen av verdens første industrirobot for lakkering. Trillebår-produzent Trallfa trengte mer effektiv lakkering av trillebårene, og i 1967 ble roboten "Ole" satt i gang med sprøytepipetten i hånden [2]. To år senere ble roboten kommersiell og levert til Gustavsbergs fabrikk i Sverige.



Figur 1: Første lakkeringsroboten til Trallfa

I dag har roboten fått større arbeidsoppgaver. Bilindustrien bruker roboter til nesten hele produksjonen, skipsindustrien bruker roboter for å effektivisere sveisearbeidet på båtene sine og møbelprodusenter benytter robot til å lage møbler [3].

Selv om Norge var en av pionerne på robotteknologi, er vi ikke langt fremme til å benytte oss av dem. Det presenteres i rapporten fra Teknologirådet «MADE IN NORWAY» fra 2013 at Norge har ca. 40 industriroboter per 10.000 ansatte i industrien. Til sammenligning har Sverige og Danmark nesten tre ganger så mange industriroboter. Figur 2 fra vedlegg 1 viser graf over antall industriroboter per 10.000 industriansatte.



Figur 2: Graf som viser antall roboter per 10 000 arbeidere i forskjellige land.

Et firma som har muligheten til å øke antall roboter i Norge er robotbedriften nLink. De har satt seg som mål å være verdensledende innen robotteknologi til byggebransjen og utvikler roboter som skal erstatte tungt og farlig arbeid som blir utført av mennesker i dag. Figur 3 viser verdens første borerobot i arbeid [4].



Figur 3: nLink sin borerobot i aksjon

For å få en mer effektiv utvikling av robotløsninger ønsker nLink å undersøke muligheten for å frese deler, samt andre ønsker de måtte ha, ved å benytte en robot. De har i dag en 3D-printer tilgjengelig som lager smarte deler til robotløsningen deres. Noen av ulempene med 3D-printeren er at den har begrenset materialvalg, lang konstruksjonstid og begrenset volum på modellen. Ved å benytte robot til å frese ut deler kan man bruke de fleste materialer som for eksempel plastikk, tre, stein og forskjellig utvalg av metaller. Den jobber også mye fortere enn 3D-printeren.

Om det viser seg at en robotfres kan utføre oppgaver på lik linje med 3D-printeren og samtidig være lønnsom for nLink, kan denne type robot være en mulig investering for bedriften.

1.2 Formål og problemstilling

Problemstilling

nLink hadde sett at det var en økende trend innenfor 3D-fresing og 3D-printing med robot. De ville finne ut om dette var noe de burde starte med i Sogndal. Derfor gav de studentgruppen utfordringen med å finne, teste og anbefale en god løsning slik at de kunne bruke Motoman-roboten deres til 3D-fresing. I tillegg ønsket de at studentene skulle utføre en markedsundersøkelse for å vurdere om dette kom til å bli en lønnsom investering.

Hovedmål

Målet med prosjektet er å finne, teste og anbefale en løsning slik at nLink kan lettere ta stilling til om de burde starte med robotfresing.

Delmål

- Teste om roboten deres, en Motoman IA20, kan brukes som en fres
- Gjennomføre en markedsundersøkelse for å se om det er et behov for freste produkter på Vestlandet
- Finne programvareløsninger og freseutstyr
- Tilegne oss kunnskap om teknologi innen 3D-fresing og 3D-printing
- Rapportere arbeidet gjennom prosjektperioden

1.3 Avgrensinger

Når vi ser på målet «å finne, teste og anbefale en løsning slik at nLink kan lettere ta stilling til om de burde starte med robotfresing» er det viktig å sette avgrensinger. Avgrensingene i prosjektet er med på å lede oss i riktig retning.

Med de tre hovedmålene «finne», «teste» og «anbefale» har vi disse avgrensingene.

Finne:

- Se nærmere på de tre «store» leverandørene for programvare til 3D-fresing med robot

Teste:

- Teste ett av programvarene på Motoman IA20-roboten

Anbefale:

- Utføre en markedsundersøkelse innenfor markedsgruppene arkitektur, mekanisk, renovering, kunstskoler, film og teater
- Gjøre oss kjent med den nærmeste konkurrenten til robotfresing, 3D-printeren

2.0 Robot, fresing og sikkerhet

Ordet *robot* ble først introdusert av den tsjekkiske kunstneren Josef Čapek og kommer fra det tsjekkiske ordet *robot* som betyr «arbeid» [5]. Robot Institute of America sin definisjon av en robot er: “A robot is a reprogrammable, multifunctional manipulator designed to move material, parts, tools or specialized devices through variable programmed motions for the performance of a variety of tasks [5].”

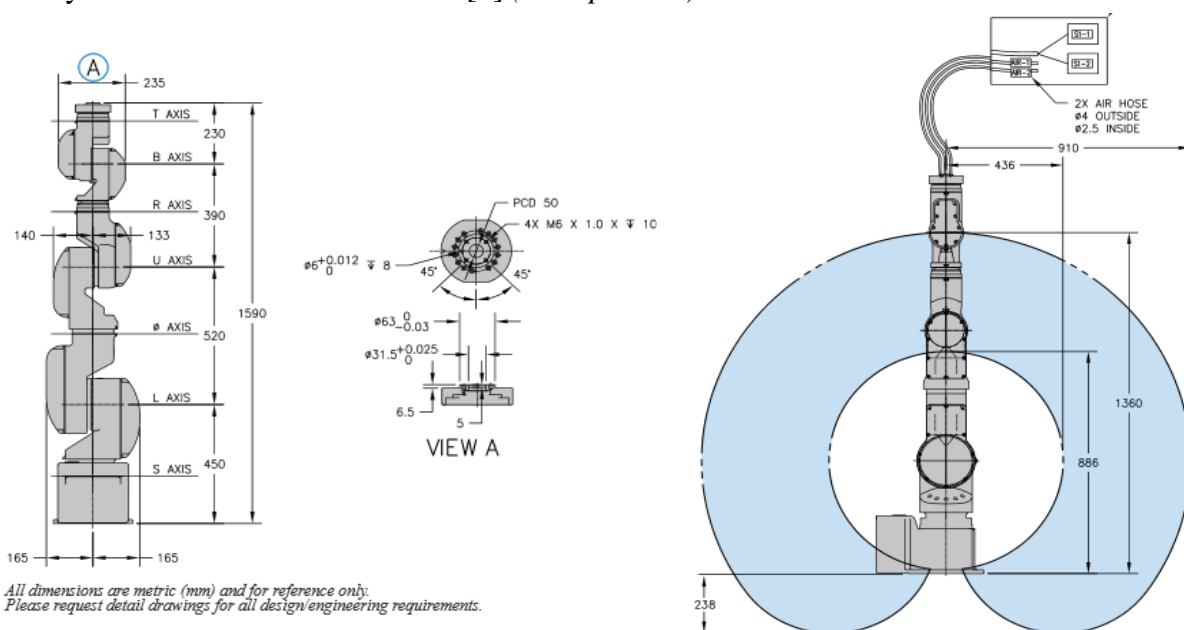
Dette delkapittelet tar først for seg teorien bak robotfresing og roboten vi har brukt i prosjektet. Deretter tar det for seg hvilke sikkerhetskrav det stilles til bruk av robot og hvilke løsninger som finnes på markedet. Til slutt skal vi ta for oss vårt arbeid med testing av Motoman IA20 som robotfres.

2.1 Teori robot og fresing

Dette kapittelet vil ta for seg teorien bak roboten vi har brukt i prosjektet og hvordan man kan frese med en robot.

2.1.1 Motoman IA20

Tilbake i 2006 da Motoman IA20-roboten ble lansert, hadde den en revolusjonerende 7-akset aktuator-drevet design som gjorde at den hadde utrolig bevegelsesfrihet og evnen til å manøvrere på trange områder. Roboten har en nyttelast på 20 kg, en rekkevidde på 1598 mm, og en repeterbarhet på $\pm 0,1$ mm. Den har et vidt spekter av bruksområder som for eksempel montering, pakking, håndtering av maskiner og overføring av deler. Standardkontroller som styrer IA20 er Motoman NX100 [6] (Se kap. 2.1.2).



Figur 4: Viser aksesystemet, rekkevidde og dimensjoner på Motoman IA20

2.1.2 Motoman NX100

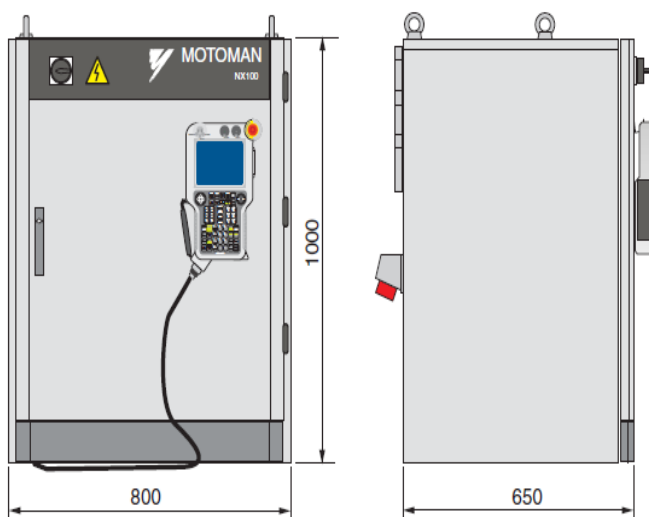
Kontrollskapet til IA20-roboten heter Motoman NX100 og inneholder robust PC-arkitektur, Windows CE programmeringspanel og INFORM II programmeringsspråk [7]. Kontrollskapet har mulighet til å styre fire roboter samtidig og inneholder minne som kan lagre 60.000 punkter og 10.000 introduksjoner [8]. Se Tabell 1 for flere fakta [9].

Kontrollskapet har tilkoblingsmåter som RS-232C og Ethernet. Den sistnevnte gir adgang til å koble seg til kontrolleren via WEB, FTP og OPC [8].

Tabell 1: Programmeringskapasitet NX100

Data type	Maximum size	Explanation
Maximum position data	60.000	
Maximum No of instructions	10.000	Does not contain pos. data
Maximum position step	60.000	Area shared with variable
Maximum position variables	4.992	Area shared with step
Maximum PLC step (ladder)	10.000	
Maximum No of steps in a job	999	
Maximum position lines in a job	9.999	
One position data size	36 byte	
Maximum No of jobs	13.609	

Styrepanelet gir deg adgang til å styre roboten fritt som du vil. Panelet blir brukt til alt fra å kjøre programmene som den inneholder, programmering og til vedlikehold av roboten [8]. Figur 5 viser kontrollskapet og figur 6 viser styringspanelet.



Figur 5: Motoman NX100 kontrollskap

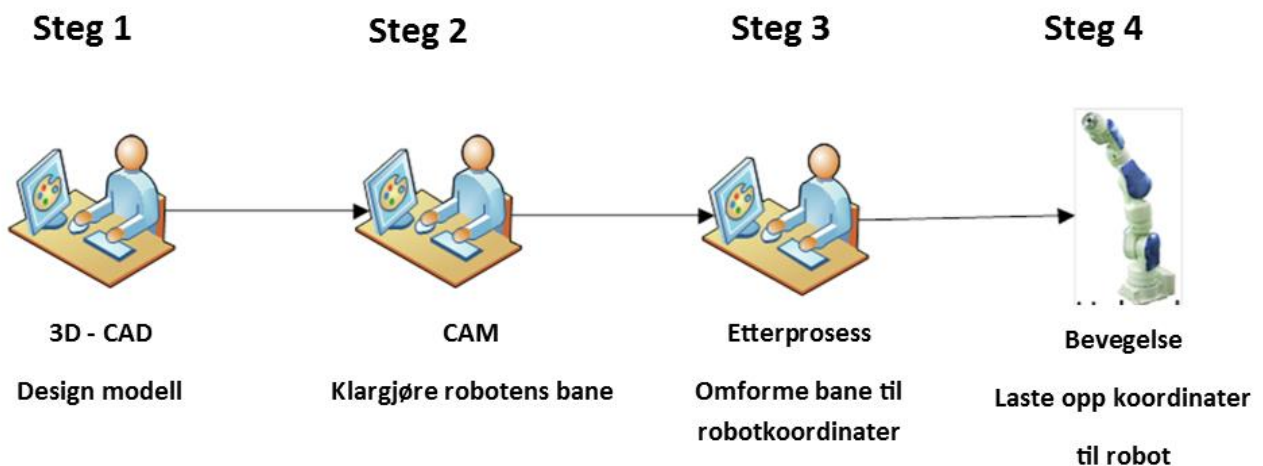


Figur 6: Motoman NX100 styringspanel

2.1.3 Hvordan frese med robot

Programmeringsmetoden som blir benyttet ved robotfresing er off-line programmering(OLP): programmet blir utviklet uten å være tilkoblet styresystemet til roboten. Når programmet er ferdig utviklet blir det lastet opp til roboten som kjører koordinatene fra programmet. Denne metoden stiller krav til at alle posisjoner og dimensjoner på roboten, verktøyet og arbeidsstykket er eksakte, slik at simulasjonen i programmet samsvarer med virkeligheten. De mest brukte programmene i denne metoden er Computer aided design(CAD) og Computer aided manufacturing (CAM) [10].

Prosessen fra tegning til ferdig-frest produkt med robot er delt inn i fire steg. Figur 7 viser en illustrasjon av prosessen, steg 1 til 3 er det vi kaller OLP.



Figur 7: Illustrasjon på de ulike stegene i freseoperasjonen

- 1) *Tegning og modellering*: Dette blir gjort i et CAD-program.
- 2) *Tegning blir omgjort til fresebane*: Dette skjer ved hjelp av et CAM-program som genererer APT eller G-kode.
- 3) *Fresebanen blir omgjort til robotkoordinater*: Til dette brukes det et program som kan generere robotkode som roboten kan frese etter. Ved å simulere freseoperasjonen kan dette programmet også fjerne potensielle feil i roboten sin utførelse av utfresingen, som kollisjon og rekkevidde.
- 4) *Robotkoden lastes opp til roboten*: Det siste steget går ut på å overføre filen med fresekoordinatene til robot og starte utfresingen.

2.2 Sikkerhetskrav for roboter i industrielt miljø

HMS (Helse, miljø og sikkerhet) er noe en bedrift refererer til når det er snakk om arbeidsforhold, skader, helserisiko, miljøskade osv. Definisjonen til arbeidstilsynet på HMS eller internkontroll er: *Produksjon, produkter og tjenester skal oppfylle forskjellige sikkerhets- og kvalitetsbetingelser. Krav til lokaler, verneinnretninger og tilrettelegging av arbeid* [11]. Videre står det at hver bedrift er pålagt å følge HMS-tiltak for å hindre og forebygge arbeidsulykker.

Når man arbeider med robot er sikkerhet viktig ettersom mennesker, dyr og materialer kan komme til skade dersom det ikke er gode rutiner og regler for dette. Helse og miljø er også viktige faktorer som man må ta høyde for, spesielt med tanke på hvordan avfallet fra utfresingen blir håndtert og hvordan arbeidsforholdene rundt roboten er.

Kapittel 2.2.2 og 2.2.3 tar for seg hva Norsk Standard NS-EN ISO 10218 1:2011 [12] og 2:2011 [13] sier om hvilke sikkerhetstiltak det stilles krav til ved bruk av industrielle roboter.

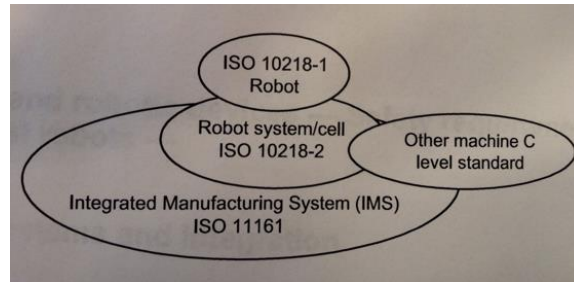
2.2.1 Norsk Standard NS-EN ISO 10218 Del 1 og 2

Del 1 av standarden omhandler «Roboter» og retningslinjer for hvilke sikkerhetskrav det er til design og informasjon, som bruksanvisning, merking osv. I tillegg beskriver den de grunnleggende risikoene assosiert med industrielle roboter og sier hvilke krav det stilles for å fjerne eller redusere risikoen. Del 2 omhandler «Robotsystemer og integrering». Denne delen forteller hvilke krav det stilles til sikkerhet for integrering av industrielle roboter og industrielle robot-celler. Under er det forklaring på noen sentrale begrep i standardene. Figur 8 viser relasjonene mellom de ulike standardene og andre standarder som maskindirektivet [14].

Hazard Motion: Motion that is likely to cause personal physical injury or damage to health [12]

Industrial Robot: automatically controlled, reprogrammable multipurpose manipulator, programmable in three or more axes, which can be either fixed in place or mobile for use in industrial automation. [12]

Industrial robot cells: one or more robot systems including associated machinery and equipment and the associated safeguarded space and protective measures [13]



Figur 8: Relasjoner mellom de ulike standardene

2.2.2 Norsk Standard del 1: Roboter

I Del 1, kapittel 4, står det oppsummert hvordan du utfører risikovurdering ut i fra Annex A (Informative). Annex A lister opp de mest signifikante risikoene som kan forekomme ved bruk av en robot. Oppsummert må en ta høyde for:

- a) *The intended operations of the robot, including teaching, maintenance, setting and cleaning*
- b) *Unexpected start-Up*
- c) *Access by personnel from all directions*
- d) *Reasonably foreseeable misuse of the robot*
- e) *The effect of failure in the control system*
- f) *Where necessary, the hazards associated with the specific robot application* [12]

2.2.3 Norsk Standard del 2: Robotsystemer og Integrering

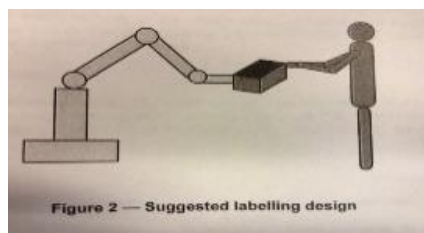
Dette delkapittelet tar for seg hvilke krav det stilles til sikkerhet rundt en industriell robot i produksjon. Videre vil vi fokusere på et utvalg fra kapittel 5, «*safety and protective measures*», og ta for oss de punktene vi så på som mest signifikante og informative.

- 5.3.2: Kontrollpanel og annet utstyr skal være utenfor sikkerhetsgjerdet
- 5.3.8: Robotcellen og roboten skal ha beskyttelsesstopp og en uavhengig nødstoppsfunksjon. De skal også ha mulighet for tilkobling av eksterne beskyttelsesenheter.
- 5.3.10: Forteller hvilke krav det stilles til redskap som festes på enden av robotarmen.

Under står punktene fra dette delkapittelet:

End-effector (end of arm tooling) requirements

- a) *Loss or change of energy supply (e.g. electrical, hydraulic, pneumatic, vacuum supply) does not cause release of the load that would result in a hazardous condition*
 - b) *The static and dynamic forces created by the load and the end-effectors together are within the load capacity and dynamic response of the robot*
 - c) *Wrist plates(mounting flange) and accessories properly align(couple)*
 - d) *Detachable tools are securely attached while in use*
 - e) *Release of detachable tools only occurs in designated locations or under specific, controlled conditions, if the release could result in hazardous situation*
 - f) *The end-effector withstands the anticipated force for its expected life [13]*
- 5.6.3: Forteller om krav til roboten når den kjører automatiske operasjoner. F.eks. når roboten skal utføre arbeidet automatisk etter gitt fresebane. Videre i delkapittelet er det og presisert at nødstoppp skal ha den høyeste funksjonen som vil si at ingenting kan overstyre den. Til slutt står det at alle automatiske operasjoner skal settes i gang utenfor sikkerhetssone.
 - 5.6.4: Forteller om krav til styringsenheter når en robot skal kjørers manuelt. Blant annet står det at roboten skal bli styrt av lokalt kontrollpanel som møter kravene til ISO 10218-1.
 - 5.10: Forteller om *Safeguarding*, som er det største delkapittelet og omhandler regler for sikring av robot og robotceller. I tillegg refererer dette delkapittelet til mange andre enkeltstandarder. Et eksempel på dette er «*Guards and protective devices shall meet the requirements of ISO 12100*».
 - 5.11: Forteller hvilke krav det stilles når mennesker og maskin er innenfor samme arbeidsområde og skal arbeide i lag



Figur 9: Viser menneske og robot som jobber i lag

2.3 Metode robot, fresing og sikkerhet

I dette delkapittelet vil vi ta for oss arbeidsprosessen vi har hatt rundt roboten gjennom prosjektet og sikkerhetstiltak som vi har gjort. Vi vil utdype virkemåten til programvaren, fremgangsmåten vi har fulgt og valgene vi har tatt. Det vil også bli forklart nærmere hvordan Motoman IA20 fungerer som fres og hvordan omgjøringen fra tegning til robotbevegelse ble gjort.

2.3.1 Sikring og plassering av Motoman IA20

De forskjellige robotprodusentene har alle sine krav til hvordan du skal sikre arbeidsplassen rundt en robot. F.eks. har UR (Universal Robots) [15] fått sin robot godkjent til å jobbe i lag med mennesker. Roboten vi har brukt har ikke en slik godkjenning, derfor er reglene for sikring strengere. Sikring av Motoman IA20 er gjort på grunnlag av det som står i delkapittel 2.2 Sikkerhetskrav for roboter i industrielt miljø.

Hovedkriteriet for plassering av roboten var at det måtte være god plass rundt roboten og et uttak på 400 volt. Gymsalen på høgskolen hadde disse kriteriene og vi ble tildelt plass der.

For å sikre at ingen startet roboten når gruppen ikke var tilstede ble kontrollskapet låst med hengelås (LOTO, se vedlegg 2). Området rundt roboten ble merket med fareskilt.

Sikkerhetstiltak som ble gjort når roboten var aktiv:

- Roboten skal kun startes av noen i gruppen
- Det skal alltid være to personer tilstede
- En person skal alltid stå klar ved nødstoppbryteren
- Området rundt roboten skal være sikret og ryddet
- Ingen skal være innenfor roboten sitt avgrensede område.
- Vernebriller er påbudt til enhver tid

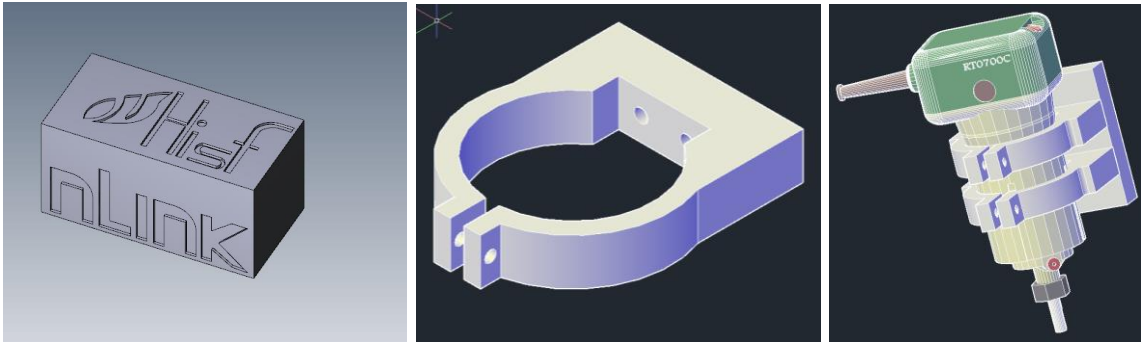


Figur 10: Viser arbeidsplassen

Ved eventuelle skader eller nestenulykker skulle ett RUH-skjema (rapportering av uønsket hendelse) føres og robotansvarlig skulle bli informert. Vedlegg 3 viser lapp om retningslinjer for bruk av robot. Denne hang ved arbeidsområdet.

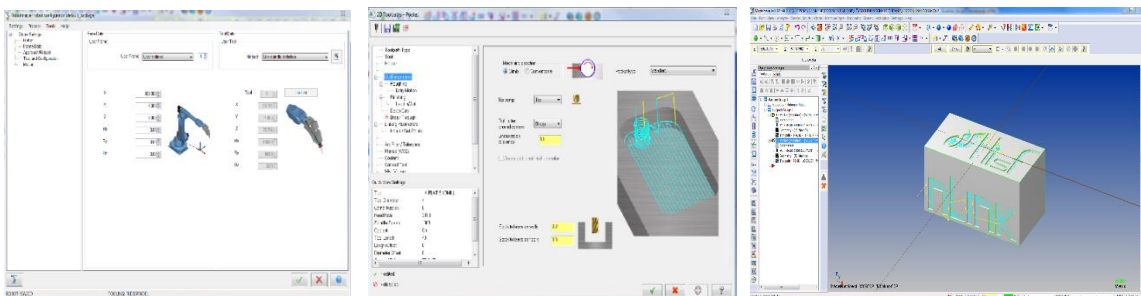
2.3.2 Off-line programmering

Vår fremgangsmetode da vi skulle teste utfresing med Motoman IA20 var basert på det som står i kapittel 2.1.3 om hvordan du freser med robot. Vi skal nå ta for oss steg 1 til 4, fra tegninger til vi mottok robotkode.



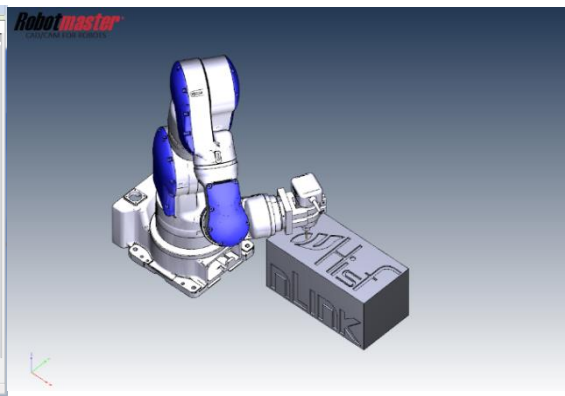
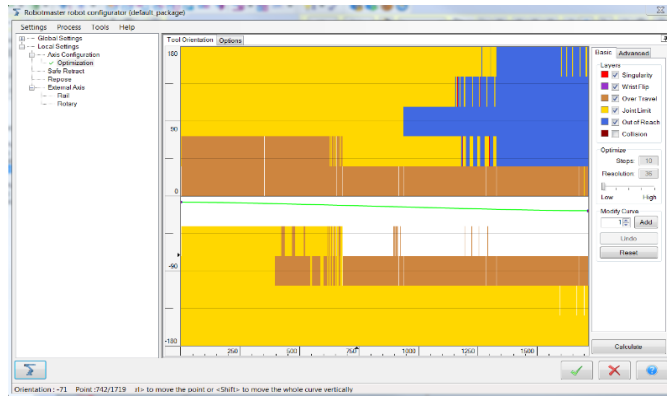
Figur 11: Steg 1 tegning av fresedetaljen, feste og fres med feste

Steg 1) Tegning og modellering: For å tegne festet og fresedetaljen brukte vi Autodesk Autocad og Inventor. Selve CAD-modellen av Makita-fresen eksporterte vi fra Google Sketchup [16] og modifisert i Autocad og Inventor. Se kapittel 2.3.3 for mer forklaring rundt fres og festet.



Figur 12: Steg 2 tegning blir omgjort til fresebane i Robotmasters Mastercam

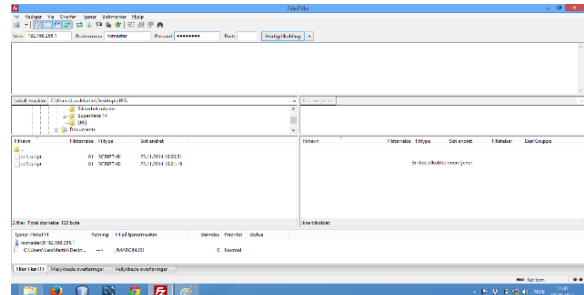
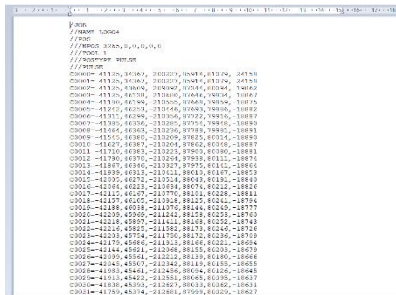
Steg 2) Tegning blir omgjort til fresebane: Vi sendte tegningene av fresen, festet og fresedetaljen til AME (distributør av programpakken til Robotmaster i Norden) [17]. Robotmaster [18] er et selskap som leverer CAD/CAM-løsninger for roboter. AME lastet inn fres og feste på programmets simuleringsrobot. Deretter laget de fresebane på fresedetaljen ved hjelp av Mastercam.



Figur 13: Steg 3 Plug-in i som fjerner potensielle feil

Figur 14: Steg 3 Simulering av freseoperasjonen

Steg 3) Fresebanen blir omgjort til robotkoordinater: Programpakken til Robotmaster simulerte deretter freseoperasjonen gjennom feilsøkningsprosessen. Fjerning av potensielle feil i roboten sin utførelse av utfresingen blir gjort ved hjelp av en plug-in. Det er lagt ut [video](#) på hjemmesiden som viser hvordan steg 2 og 3 fungerer.



Figur 15: Steg 4 Robotkoden lastes opp til roboten

Steg 4) Robotkoden lastes opp til roboten: Da kontaktpersonen vår hos AME hadde bearbeidet utfresingen vår, fikk vi tilsendt en JBI-fil som inneholdt robotkoordinatene vi måtte ha for å frese med Motoman IA20. Fortsettelsen på dette steget kommer i kapittel 2.3.4, etter at vi har fortalt om valg av fres og feste.

2.3.3 Montering av fresespindel på Motoman IA20

Som et ledd i vår oppgave med å frese med Motoman IA20 måtte vi finne en måte å montere en fres på roboten. Slik som festet ble og hvordan vi monterte det på roboten er basert på erfaringer, diskusjoner i gruppen og videoer av CNC- og robotfresing. Tabell 2 tar for seg hvilke kriterier vi har satt for fres og feste.

Tabell 2: Kriterier for fres og feste

Kriterier fres	Kriterier feste
Pris	Stabilitet
Lokal forhandler	Enkel vedlikehold
Vekt	Robust
Robust	Sikkert
Gode festemuligheter	Liten vekt
Fresebit 6-8mm	Brukervennlig
Ment for fresing	Tidsbruk

På let etter fres oppsøkte vi lokale forhandlere for å innhente informasjon og høre hva de anbefalte til vårt formål. Ut i fra informasjonen vi innhentet satt vi den viktigste informasjonen opp mot hverandre som vist i tabell 3. Valget falt på Makita som hadde alle kriteriene vi hadde sett oss. Det var også den fresen vi mente hadde den beste festemuligheten med tanke på stabilitet. Figur 16 viser Makita-fres.

Tabell 3: Informasjon om de forskjellige fresene

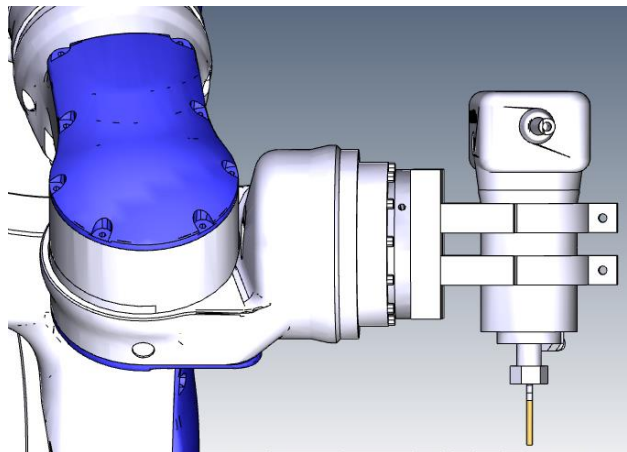
Merke	Makita rt700c	Bosch GGS 27 LC	Wurth GS 700-E	Cotech multimaskin
Pris(NOK)	2400,-	3400,-	Ukjent	299,-
Watt	710W	650W	710W	150W
Levering dager	4	0	Ukjent	0 dager
Formål	Fres	Sliping	Sliping	Sliping
Vekt kg	1,8	1,6	1,7	0,6
Max rpm	30k	28k	34k	35k
Fresestørrelse	6/8 mm	6/8 mm	6 mm	3,2 mm



Figur 16: Makita rt700c som vi valgte til prosjektet

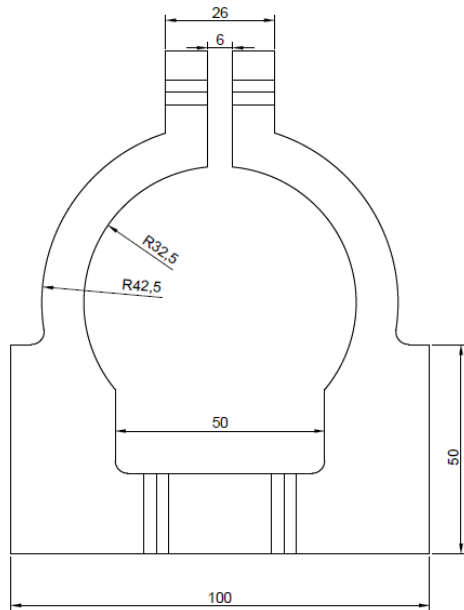
Samtlige i gruppen fikk grunnleggende kunnskaper i AutoCAD etter et kurs vi deltok på tidligere i semesteret. Dette gjorde jobben lettere når vi skulle designe festet til roboten. I diskusjonene på hvordan fresen skulle stå i forhold til roboten ble vi enige om å gå videre med å enten montere den rett ut fra robot, 45 grader ut fra robot, eller vinkelrett på robot. Fra opplæring i Mastercam, av AME, ble vi fortalt at festet på roboten kan ha mye å si for rekkevidde til roboten og hvordan den beveger seg. AME anbefalte oss å lage festet slik at fresen stod 90 grader på roboten.

Løsningen vår ble et feste som plasserer fresen 90 grader i forhold til endestykket til roboten, slik som vist på figur 17.

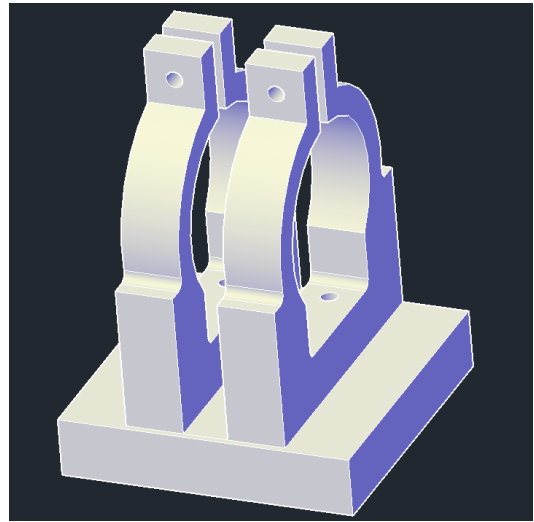


Figur 17: Fres montert vinkelrett på robot.

Utforming av designet til festet tenkte vi enklest mulig med et sylinder-hull som holder fresen godt. For å låse fresen i festet lagde vi klemmefunksjon på toppen av festet. Ved å stramme til med en skrue håpte vi at fresen holdt seg på plass. Se figur 18 og 19 for resultat.

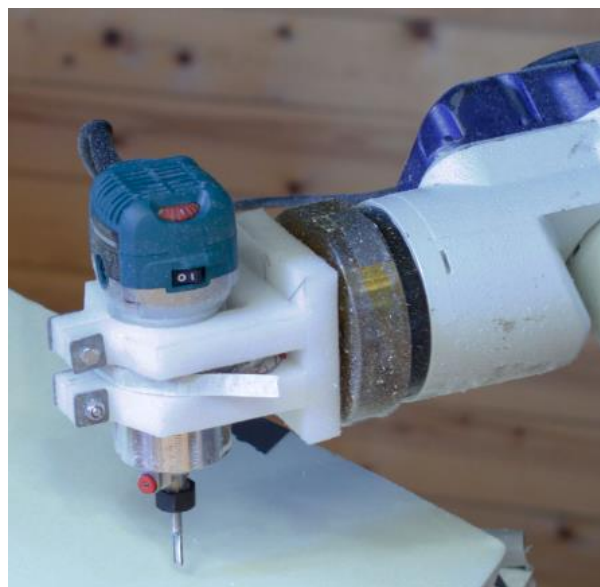


Figur 18: Festet tegnet i AutoCAD inkl. dimensjoner



Figur 19: Festene montert på et bakstykke for bedre stabilitet

Materialet som ble brukt for å lage festene er *POLYETYLEN* hd, dette er hardplast-materiale som blir mye brukt i industrien for å lage F.eks. flenser, skyveskinner og fester. For å lage festene vi hadde tegnet kontaktet vi yrkesskolen, Mo og Øyrane videregående skole. Skolen har en linje som gir opplæring i CNC-maskiner, og de kunne ta på seg jobben med å frese ut festene etter tegningen vår. Etter noen uker fikk vi festene tilbake og resultatet av festene montert på robot kan sees på figur 20.

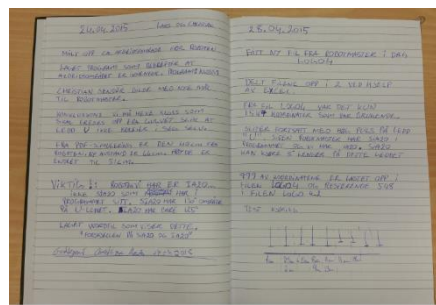


Figur 20: Fres festet på robot

2.3.4 Klargjøring av IA20 til fresing

Fra problemstillingen «Finne», «Teste» og «Anbefale» fikk vi benytte en robot lånt av nLink til å «teste» utfresingen. Tidlig i prosjektet fikk vi til et samarbeid med AME, distributør av Robotmasters Mastercam i Norge og Sverige, som tilbydde oss kurs i «hvordan bruke Mastercam». Kurset tok oss igjennom prosessen fra import av fresedetaljen(CAD), generering av robotkode, til simulering av utfresingen.

Da vi ikke kunne finne en konkret metode for hvordan vi skulle gå frem for å frese med Motoman IA20 måtte vi benytte oss av «prøve- og feilemetoden». Ved å benytte en slik fremgangsmetode ble det mye å prosessere på kort tid. Det ble da nødvendig å dokumentere alt som ble utprøvd. Alt av arbeidet ble dokumentert i egen bok som vi plasserte ved roboten og feilsøkinger ble loggført i egne dokumenter (se vedlegg 4). Slik kunne vi enkelt gå tilbake og se hva vi hadde gjort, hva som fungerte og ikke. Disse loggene kan også komme oppdragsgiver og andre til gode.

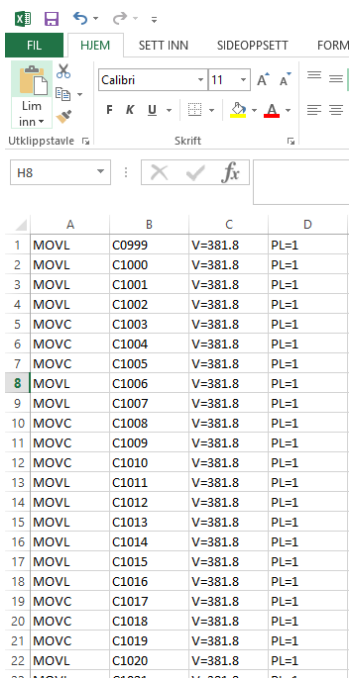


Figur 21: Loggbok for robot

JBI-filen som AME hadde generert var fra en annen robotmodell som heter Motoman SIA20. Denne roboten er nesten lik vår Motoman IA20 (se vedlegg 5). Forskjellen er at SIA20 har noen ledd som kan bevege seg noen grader lenger enn IA20. De ekstra gradene gjør at leddene kan telle høyere pulser enn IA20 og den kan dermed kollidere med seg selv. Men det betyr ikke at koden/filen er ubrukelig for vår IA20. For at roboten ikke skulle kollidere med seg selv ble vi nødt til å filtrere ut alle koordinater som inneholdt pulser som var utenfor IA20 sitt arbeidsområde.

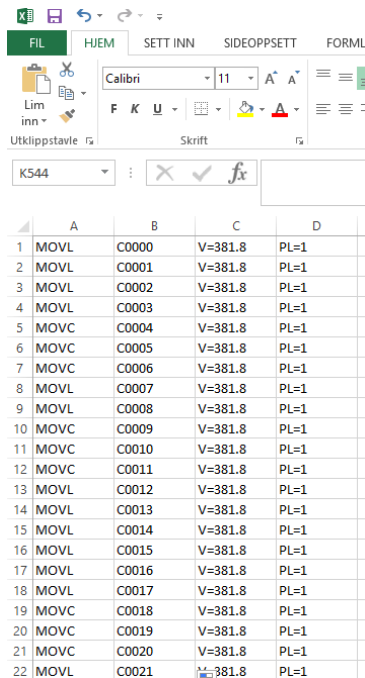
Filen som ble oversendt fra AME inneholdt 3265 koordinater (se vedlegg 11.2). Av disse koordinatene var det kun 1547 som var innenfor arbeidsområdet til IA20. Fra teorien til NX100 (kap. 2.1.2) er det ikke mulig å kjøre jobber på roboten som inneholder mer enn 999 koordinater. For å laste opp koordinatene ble vi nødt til å dele opp filen til to filer, 999 punkter i den ene filen og 548 i den andre.

For å dele opp filen som inneholdt 1547 punkter til to filer, benyttet vi Excel. Under prøve- og feilemetoden oppdaget vi at variabelnavnet som koordinatene inneholdt måtte begynne med C0000 og fortsette i stigende rekkefølge. Vi kunne ikke da kopiere C0998-C1546 over til en annen fil og laste opp til NX100. Vi måtte endre alle variabelnavnene til C0000-0547 for at det skulle fungere. Løsningen ble Excel som delte teksten opp i kolonner for enkel redigering. Kolonne B i figur 22 ble slettet og endret til stigende rekkefølge fra C0000 som vist i figur 23. Sammensettingen av kolonnene vises i figur 24 som også viser koden for operasjonen.



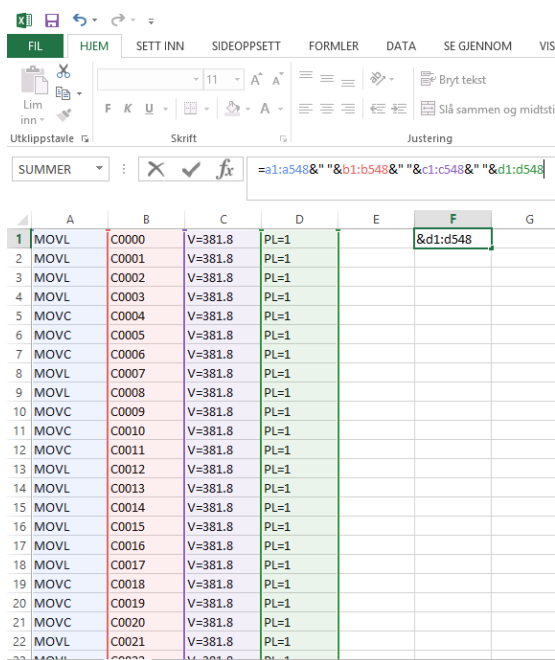
	A	B	C	D
1	MOVL	C0999	V=381.8	PL=1
2	MOVL	C1000	V=381.8	PL=1
3	MOVL	C1001	V=381.8	PL=1
4	MOVL	C1002	V=381.8	PL=1
5	MOVC	C1003	V=381.8	PL=1
6	MOVC	C1004	V=381.8	PL=1
7	MOVC	C1005	V=381.8	PL=1
8	MOVL	C1006	V=381.8	PL=1
9	MOVL	C1007	V=381.8	PL=1
10	MOVC	C1008	V=381.8	PL=1
11	MOVC	C1009	V=381.8	PL=1
12	MOVC	C1010	V=381.8	PL=1
13	MOVL	C1011	V=381.8	PL=1
14	MOVL	C1012	V=381.8	PL=1
15	MOVL	C1013	V=381.8	PL=1
16	MOVL	C1014	V=381.8	PL=1
17	MOVL	C1015	V=381.8	PL=1
18	MOVL	C1016	V=381.8	PL=1
19	MOVC	C1017	V=381.8	PL=1
20	MOVC	C1018	V=381.8	PL=1
21	MOVC	C1019	V=381.8	PL=1
22	MOVL	C1020	V=381.8	PL=1

Figur 22: Før endring av metode



	A	B	C	D
1	MOVL	C0000	V=381.8	PL=1
2	MOVL	C0001	V=381.8	PL=1
3	MOVL	C0002	V=381.8	PL=1
4	MOVL	C0003	V=381.8	PL=1
5	MOVC	C0004	V=381.8	PL=1
6	MOVC	C0005	V=381.8	PL=1
7	MOVC	C0006	V=381.8	PL=1
8	MOVL	C0007	V=381.8	PL=1
9	MOVL	C0008	V=381.8	PL=1
10	MOVC	C0009	V=381.8	PL=1
11	MOVC	C0010	V=381.8	PL=1
12	MOVC	C0011	V=381.8	PL=1
13	MOVL	C0012	V=381.8	PL=1
14	MOVL	C0013	V=381.8	PL=1
15	MOVL	C0014	V=381.8	PL=1
16	MOVL	C0015	V=381.8	PL=1
17	MOVL	C0016	V=381.8	PL=1
18	MOVL	C0017	V=381.8	PL=1
19	MOVC	C0018	V=381.8	PL=1
20	MOVC	C0019	V=381.8	PL=1
21	MOVC	C0020	V=381.8	PL=1
22	MOVL	C0021	V=381.8	PL=1

Figur 23: Etter endring av metodenavn



	A	B	C	D	E	F	G
1	MOVL	C0000	V=381.8	PL=1		&d1:d548	
2	MOVL	C0001	V=381.8	PL=1			
3	MOVL	C0002	V=381.8	PL=1			
4	MOVL	C0003	V=381.8	PL=1			
5	MOVC	C0004	V=381.8	PL=1			
6	MOVC	C0005	V=381.8	PL=1			
7	MOVC	C0006	V=381.8	PL=1			
8	MOVL	C0007	V=381.8	PL=1			
9	MOVL	C0008	V=381.8	PL=1			
10	MOVC	C0009	V=381.8	PL=1			
11	MOVC	C0010	V=381.8	PL=1			
12	MOVC	C0011	V=381.8	PL=1			
13	MOVL	C0012	V=381.8	PL=1			
14	MOVL	C0013	V=381.8	PL=1			
15	MOVL	C0014	V=381.8	PL=1			
16	MOVL	C0015	V=381.8	PL=1			
17	MOVL	C0016	V=381.8	PL=1			
18	MOVL	C0017	V=381.8	PL=1			
19	MOVC	C0018	V=381.8	PL=1			
20	MOVC	C0019	V=381.8	PL=1			
21	MOVC	C0020	V=381.8	PL=1			
22	MOVL	C0021	V=381.8	PL=1			

Figur 24: Kode for sammensetting av kolonner

For å overføre JBI-filene til roboten benyttet vi FTP. Motoman NX100 har innebygget FTP-server for å motta og sende filer. Programmet vi benyttet for overføring av filer var FTP-klienten FileZilla [19].

2.4 Resultat

I dette kapittelet kommer vi til å ta for oss det resultatet vi fikk når vi testet Motoman IA20 som en 3D-fres. Vi presenterer også alternative løsninger til Motoman IA20.

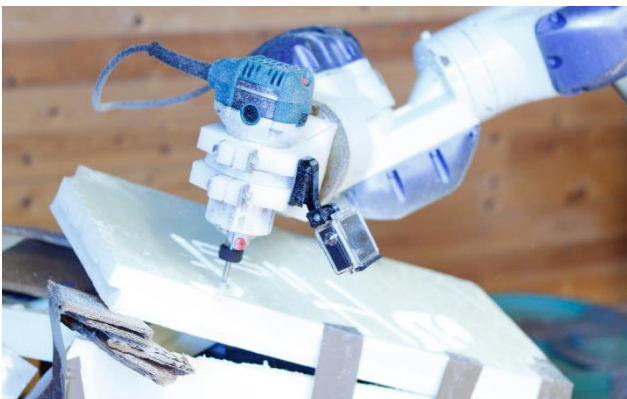
2.4.1 Resultat fresing og robot

Tidligere har vi nevnt at det ikke var IA20-robot, men SIA20 som Robotmaster hadde i programmet sitt. Tre av seks ledd på SIA20-roboten er forskjellig fra vår robot. Dette er med på å forskyve planet den jobber på betraktelig. For at vi skulle få et brukbart plan å jobbe på, måtte vi bygge opp arbeidsstykket slik at det ble skråstilt. Figur 25 viser hvordan vi skråstilte arbeidsstykket.

Som teorien sier stilles det store krav til samkjøring av robot, arbeidsbenk og verktøy. Plasseringen for fresedetaljen er basert på sirka-mål fra simulasjonsfilen til Robotmaster. Siden vår utfresing var HiSF-logoen og veldig basert på x-, y- og z-akse i forhold til tuppen av fresebitsen har ikke dette så mye å si for vår del. Når vi startet utfresingen på roboten stoppet vi programmet når roboten var nesten nede ved fresedetaljen, og flyttet objektet slik at utfresingen havnet i senter på platen.

Ved utfresing av F.eks. en byste er det absolutt nødvendig at klossen som skal freses er plassert nøyaktig i forhold til plasseringen som er simulert i programmet. Høyde, vinkling og dimensjoner må stemme overens med hva som er programmert.

Resultatet ble ikke optimalt ettersom vi måtte filtrere vekk sirka halvparten av koordinatene. De resterende koordinatene holdt til utfresing av HiSF-logo. Figur 26 viser resultatet av utfresingen.



Figur 26: Utfresing av HiSF logo



Figur 26: Resultat av utfresing

2.4.2 Alternative løsninger

For å gi nLink oversikt over hvilke alternativer som finnes på markedet, har vi blant annet vært i kontakt med Globalrobots [20] fra Storbritannia. De leverer ferdige robotløsninger fra alle de største robotleverandørene som KUKA, ABB og Fanuc. De kjøper og selger brukte roboter og robotutstyr, samt installerer de hos kundene. Robotløsningene de setter sammen er tilpasset etter kundenes bruksområde, som i vårt tilfelle er 3D-fresing.

Globalrobots anbefalte at det brukes en robot fra produsenten KUKA til vårt formål. Disse robotene kjører på operativsystemet Windows, noe som gjøre det lettere å overføre ferdige fresbare filer til roboten. KUKA har også eget freseutstyr og eksterne akser til robotene sine. Globalrobots sa at de eventuelt kunne ta Motoman roboten i innbytte, eller kjøpe den.

Vi har i tillegg til Globalrobots kontaktet et utvalg av selskaper som leverer programvareløsninger og freseutstyr. Tabell 4 viser et prisoverslag på et utvalg startløsninger basert på tilbud vist i Vedlegg 6. For full priskalkulator se [hjemmesiden vår](#).

Tabell 4: Prisoverslag over anbefalte løsninger

Løsning	Robot	Programvare	Ekstraustyr	Beholde/innbytte	Kostnad
1	Motoman IA20	Robotmaster*	Ugra Fresespindel	Beholde Motoman IA20	Sum
	0,-	350 000,-	2718,-	0,-	352 718,-
2	KUKA KR210 med kontroller.	IRBCAM+ SurfCAM	Sikkerhetsgjerde, Wago IO og spindel (Globalrobots)	Motoman robot byttepris (Globalrobots)	Sum
	172 000,-	166 866,-	110 331,-	-88 274,- (Globalrobots)	361 000,-
3	KUKA KR210 med kontroller.	Robotmaster (Globalrobots)	Sikkerhetsgjerde, Wago IO og spindel (Globalrobots)	Motoman robot byttepris (Globalrobots)	Sum
	172 000,-	222 123,-	110 331,-	-88 274,-	416 921,-
4	KUKA KR210 med kontroller.	IRBCAM+ SurfCAM	Alt av ekstra utstyr (Globalrobots)	Motoman robot byttepris (Globalrobots)	Sum
	172 000,-	166 866,-	218 171,-	-88 274,-	469 504,-

*Løsning 1 forutsetter at Robotmaster legger inn Motoman IA20 i programmet sitt.

3.0 Markedsundersøkelse

Etter forprosjektperioden hadde vi et møte med oppdragsgiver angående gjennomføringen av spørreundersøkelsen. På dette møtet kom vi frem til at vi skulle gjøre en markedsundersøkelse der vi skulle finne ut om det er et marked for robotfresing. Formålet med markedsundersøkelsen var å gjøre det lettere for nLink å ta stilling til om det lønner seg å investere i robotfresing.

3.1 Industriell markedsundersøkelse

Boken vi har basert metoden vår på heter *Industrimarkedsføring: markedsundersøkelse, reklame, salg og planlegging* [21].

Fremgangsmetoden er som følger:

1. Studere offisiell statistikk og relevante undersøkelser
2. Finne informasjon om hva som finnes på markedet (konkurrenter, andre løsninger)
3. Definere marked: F-Marked (personer, husstander) eller P-Marked (firma, organisasjoner)
4. Markedsundersøkelse: Ringe de ulike bransjene
5. Analysere funnene i markedsundersøkelsen: BKP-analyse

3.1.1 Forarbeid på markedsundersøkelse

Det første steget i en markedsundersøkelse er å lete opp hva informasjon om markedet som allerede finnes. Ved å se på statistikk, bransjeutredninger og tidligere undersøkelser kan man danne et grunnlag for en eventuell intervjurunde. For å lettere velge undersøkelsen sin fokusgruppe må man se på hva som er på markedet fra før og hvem konkurrentene er.

3.1.2 Definere marked for undersøkelsen

Når det skal utføres en markedsundersøkelse deles markedet opp i to hovedkategorier: F og P-marked. F-marked er privatpersoner og husstander. Ved en undersøkelse på F-marked brukes det standardiserte spørreskjema med kryss-spørsmål, skalaer osv. [21]. Det er for å lettere bearbeide og analysere mengden av data som kommer fra en slik undersøkelse. P-marked er firma og organisasjoner dvs. en juridisk person. En undersøkelse på et P-marked foregår ved å ha «Diskusjonsguider». Det gjøres ved å innlede en samtale med nøkkelpersoner innenfor de ulike markedene og feltene. Til slutt analyserer du inntrykket, tendenser og informasjon du får ut av samtalen. [21:70]



Figur 27: Illustrasjon F- og P-marked

3.1.3 Intervjurunden

Ved valg av P-marked er det viktig at spørsmålene er formulert på et teknisk høyt nivå slik at informasjonen du får ut fra samtalen blir relevant. Det vil da stilles et gjensidig krav til tekniske sakkunnskaper hos intervjuer og intervjuobjekt. Det er også viktig å ringe et bredt og relevant utvalg av bransjer.

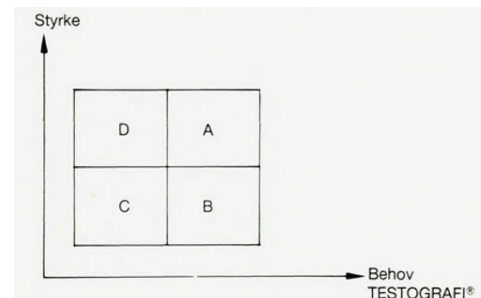
3.1.4 BKP-analyse

Formålet med BKP-analyse er å finne frem til hvilke behov som eksisterer i markedet. BKP står for behov, krav og problem.

Behovsanalyse

Meningen med behovsanalyser er å finne ut hva behovsgraden og behovstyrken i markedene du har undersøkt er. Figur 28 viser sammenhengen mellom behov og styrke. Betydningen til bokstavene blir forklart under.

- D: Er den gruppen der det er et lite, men sterkt, behov hos de få som har det
- C: Er den gruppen der det er lite behov og behovet er svakt, noe som tilsier et lite marked
- A: Er den gruppen hvor det er mest sannsynlig å få et habilt volumsalg grunnet sterkt og stort behov
- B: Er den gruppen hvor det er behov, men det er ikke så sterkt [21:47]



Figur 28: Behovsanalyse

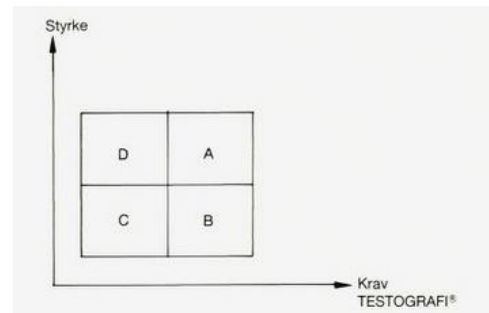
Kravanalyse

Kravanalyse går ut på å finne ut hva krav markedet stiller til firmaet og produktet. Eksempel på krav kan være:

- Tid
- Pris
- Kvalitet
- Spesialprodukt
- Leveranse

Figur 29 viser sammenhengen mellom krav og styrke. Betydningen til bokstavene blir forklart under.

- **A: Godt aksepterte og sterke krav:** Dette er sterke krav som en stor del av markedet stiller. En *må* kunne oppfylle disse kravene.
- **B: Godt aksepterte, men ikke så sterke krav:** Man *bør* oppfylle disse kravene for å kunne skille seg ut i fra andre med tilsvarende produkt
- **C: Marginale krav:** Få stiller kravet og kravet er svakt.
- **D: Nisjekrav:** Få stiller det kravet, men det er et sterkt krav hos de få. Kanskje de er villig til å betale mer? Dette kan også være med på å skille produktet ut i fra andre med tilsvarende produkt. [21:48]



Figur 29: Kravanalyse

Problemanalyse

Problemanalysen går ut på å finne eventuelle problemstillinger som har kommet frem som et resultat av undersøkelsen, som for eksempel:

- Hva er markedet? Er det noe marked?
- Er det noen problemer i forbindelse med...? Er det viktig å få løst problemet?
- Hvem er konkurrentene og hvor sterkt står de?
- Hva slags oppdrag er det konkurrentene tar? Se på hvilke deler av markedet som ikke er dekt. [21:51]

3.2 Metode markedsundersøkelse

I kapittel 3.1 tok vi for oss teorien bak gjennomføringen av en markedsundersøkelse. Kapittel 3.2 tar for seg hvordan vi gjennomførte markedsundersøkelsen.

I møte med nLink forklarte de hvordan de så for seg at markedsundersøkelsen bli gjennomført. Det ble også diskutert hvilke markeder gruppen skulle undersøke.

Påliteligheten til en markedsundersøkelse kan avhenge av måten den blir gjennomført på og menneskelige faktorer. Vårt ønske var å snakke med nøkkelpersoner innenfor de forskjellige industrigruppene, personer som hadde kunnskap om behovet og hvordan de tenkte om markedet fremover.

3.2.1 Gjennomgang av markeder og produkter

For å kunne avgjøre hvilke markeder som skulle bli tatt med i undersøkelsen var det viktig å finne ut hvordan produktet kunne være. Hva slags type material var det vi så for oss, og hva var begrensningen for hva som var mulig å frese ut med en robotfres?

Avgrensingen som ble sett var:

- Produktet skulle ikke være større enn 2x2x2 meter
- Material: isopor, tre, mykt metall

Med hjelp av disse avgrensningene skilte vi ut hvilke markeder som var mest aktuelle.

Nedenfor viser vi eksempler på modeller som vi så for oss innen de forskjellige markedene:

Arkitektur:

Snøhetta, som er en av Norges største arkitekturbedrift, freser ut fysiske modeller. Siden Snøhetta freses ut modellene sine ønsket vi å se om det var flere som gjorde dette. Se figur 30 for eksempel [22].



Figur 30: Viser en modell av bygninger

Mekanisk:

Mekanisk var et naturlig marked å undersøke siden vi vet at CNC-maskiner og vannkuttere er mye brukt. Var det deler som CNC-maskiner og vannkuttere ikke klarte å lage? Se figur 31 for eksempel [23].



Figur 31: Maskinert flens

Film og teater:

Film og teater bruker ofte store og flotte modeller i sine forestillinger. Vi så helt klart for oss at en robotfres ville kunne forme modeller fortere og billigere, noe som kunne vært lønnsomt for film- og teaterindustrien. Se figur 32 for eksempel [24].



Figur 32: Viser en skulptur som blir lagd manuelt

Renovering av bygg:

Før var det vanlig å ha detaljerte utskjæringer på og i huset. Er dette noe som er på vei inn igjen? Dette var noe som var verdt å undersøke. Se figur 33 for eksempel [25].



Figur 33: Viser detaljert utskjæring i tre

Kunstskoler:

Basert på noen av de første internettsøkene fant vi ut at kunstskoler rundt om i verden bruker robot aktivt til utfresing. Hvordan gjør de dette i Norge? Se figur 34 for eksempel [26].



Figur 34: Viser en robotfres frese ut en puff

3.2.2 Planlegging av markedsundersøkelse

Gruppen rådførte seg med nLink om hvordan undersøkelsen skulle bli gjennomført. Boken *Industrimarkedsføring: markedsundersøkelse, reklame, salg og planlegging* [21] gav oss et godt innblikk i hvordan en markedsundersøkelse blir utført. Kapittel 3.1 *Industriell markedsundersøkelse* tok for seg fremgangsmetoden i fem punkt, vi skal nå gå nærmere inn på de tre første.

1. Studere offisiell statistikk og relevante undersøkelser
2. Finne informasjon om hva som finnes på markedet (konkurrenter, andre løsninger)
3. Definere marked: F-Marked eller P-Marked?

Før vi kunne begynne å tenke på hvem vi skulle ringe eller hvilke spørsmål vi skulle stille, sjekket vi om det var relevante undersøkelser. Vi baserte nettsøkene våre kun på undersøkelser og statistikker rundt det norske markedet, ettersom det er det markedet som er relevant for nLink. Avgjørelsen for hvilket marked vi skulle undersøke tok vi i lag med nLink. Vi kom til enighet om at det var P-markedet som passet vår problemstilling.

Selv om robotfresing har eksistert lenge i det internasjonale markedet er det ikke like utbredt i Norge. Visste bedriftene vi kom til å kontakte hva robotfresing innebar og mulighetene med det? Hvordan kunne de se behovet om de ikke var klar over mulighetene? Dette var spørsmål som vi måtte ta i betraktning da vi planlagte fremgangsmetoden.

Fremgangsmetode for undersøkelsen:

- Ta kontakt på telefon
- Forklar hvorfor du ringer
- Snakk med en nøkkelperson som vet prosessen i bedriften (sjef, teknisk sjef, Senioringeniør, avdelingssjef)
- Spør om prosessen de driver med og om de bruker mye spesialdeler
- Fortell om prosjektet og mulighetene med robotfresing
- Spør litt om hvordan de ser retningen markedet deres kommer til gå
- Høre om de vet om noen andre bedrifter som kanskje kunne være interessert i robotfresing

Hadde bedriften ønske om en slik tjeneste fulgte vi opp med flere og mer konkrete spørsmål, som f.eks.:

- Forventet pris
- Hvordan de hadde ønsket at bestillingen skulle foregå
- Forventet leveringstid
- Hvem som skulle lage tegningen av evt. modell

Hvis nøkkelpersoner ikke hadde tid til å snakke, avtalte vi en ny tid. Var det ønskelig at vi kontaktet dem via e-post så var det også en mulighet. Det var ikke det vi hovedsakelig ønsket siden en åpen samtale lettere gir inntrykk av bedriftens interesse.

Nå som fremgangsmetoden var lagt opp kunne vi sette i gang med å finne bedrifter og forskjellige marked vi ønsket å undersøke. Markedene og bedrifter vi valgte vises i tabell 5.

Tabell 5: Oversikt over markeder og bedrifter som ble kontaktet

Mekanisk verksted	Teater	Film	Renovering av bygg	Arkitektur	Kunst skoler
Daco mekanisk	Sogn og Fjordane teater	Bright	Bygg og Bevar	Arki	Kunsthøgskolen i Oslo
Hellenes	Hordaland teater	Fiksern AS	Gamle trehus	Griegarkitekter	Hardanger Kunsthøgskule
Luster mekanisk	Høgskulen i Volda	Set Design	Nedre Jølster Bilelag	Arkitektcompagniet	Kunsthøgskolen i Bergen
OneSubSea		Stagecraft		Artec	
		Monster Media		Vikøren	

3.2.3 Ringerunden

Dette avsnittet tar for seg gjennomførelsen av punkt fire i kapittel 3.1:

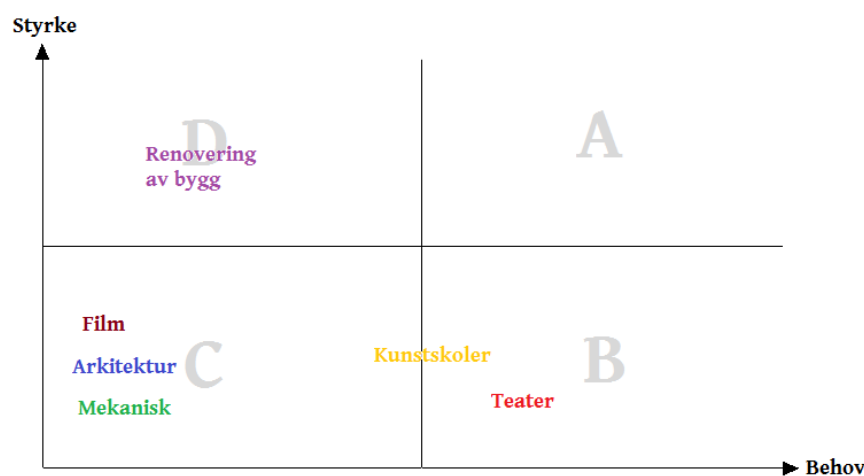
4. Markedsundersøkelse: Ringe de ulike markedsgruppene

Det var lagt opp en tidsramme på en uke hvor alle bedriftene skulle bli kontaktet. Tidsrammen ble utvidet med noen dager grunnet seint svar fra noen bedrifter. Etter hver samtale ble det ført logg der vi skrev litt om hva som var blitt snakket om og hvordan bedriften viste interesse for produktet. Se vedlegg 11.1 på minnepenn for hele samtaleloggen.

3.3 Resultat markedsundersøkelse

Resultatet fra markedsundersøkelsen blir framstilt i en BKP-analyse hvor hvert marked blir plassert i en graf som framstiller hvilket type behov de har. I dette delkapittelet vil vi også gå nærmere innpå de ulike kravene de forskjellige markedene har. En slik analyse av markedsundersøkelsen vil gjøre det lettere for oss å gi en anbefaling til nLink, noe som var en del av problemstillingen.

3.3.1 Behovsgraf



Figur 35: Behovsgraf

Figur 35 illustrerer hvilket behov det er hos de forskjellige markedene. Kapitlet 3.1.4, BKP-analyse, forklarer hva de enkelte feltene i grafen representerer. Horisontal-aksen skal beskrive mengden som markedet har behov for, noe som i dette tilfelle er antall spesiallagde deler. Vertikal-aksen skal beskrive hvor sterkt behovet for slike deler er i det individuelle markedet. Med en analyse av mengden et marked trenger og hvor sterkt de trenger det kan vi plassere de i grafen og lage en oversikt over behovet til de markedene vi har undersøkt. Videre kan grafen hjelpe oss å avgjøre hva vi kommer til å anbefale nLink. Vi kommer til å gå nærmere innpå de forskjellige markedene videre i kapitlet, forklare hvilket behov de har og begrunne plasseringen på behovsgraf.

3.3.2 Resultat BKP-analyse

Arkitektur

Behov	Arkitekter benytter seg av 3D-modeller vist frem på skjerm. Dette er noe som de mener er en god måte å vise frem produktet sitt til kunden. Samlet sett ser arkitekturbransjen lite behov for å realisere tegningene til fysiske modeller.
Krav	Pris må være rett om arkitekturbransjen skal lage modeller av tegningene sine. Siden kundene er fornøyd med måten modellene blir fremvist i dag, ser de vanskeligheter for å fakturere ekstrakostnader for en modell.
Problem	Største konkurrenten til produktet er gode 3D-modelleringsprogrammer. Disse viser ikke bare hvordan bygget kommer til å se ut, men også detaljert hvordan det blir seende ut innvendig.
Oppsummering	Ettersom 3D-modelleringsprogrammer er så sterke konkurrenter plasserer vi arkitektur som en C på behovsanalysen. Det skal også nevnes at før 3D-visningene på data kom, ble det laget fysiske modeller som ble fremvist til kunde. Norges største arkitektfirma, Snøhetta, lager fysiske modeller i dag. Hvorfor gjør de det?

Renovering av bygg

Behov	Bedrifter som driver med renovering av bygg har et mangfold av oppdrag som ofte tar lang tid grunnet detaljerte utskjæringer. Det kan være et behov, men ikke så sterkt.
Krav	Ved renovering av bygg er kvalitet en faktor. Nytt skal kopieres med det gamle, og helst veldig nøyaktig. Rett pris er helt nødvendig for å konkurrere i et trangt marked.
Problem	Det er problemer i forbindelse med at bedrifter ikke er klar over mulighetene med robotfresing. Konkurrentene innenfor dette markedet er byggmestere som gjør det for hånd.
Oppsummering	Renovering kan være et marked, og det bør undersøkes nærmere. Det ble bare kontaktet et renoveringsfirma, men de viste stor interesse. Er det kanskje et marked her som kan være lønnsomt? Vi plasserer renovering av bygg i kategori D.

Kunstskoler

Behov	Behovet for å realisere 3D-modeller er der, men behovet for tjenesten er svakt ettersom de har verksted med CNC-maskiner på skolene.
Krav	God kommunikasjon og «riktig» pris var krav som de satt høyt. Det var også ønskelig at 3D-modelleringen var en del av tjenesten.
Problem	Siden kunstskolene har egne verksted med mange maskiner, kan de lage mye av delene selv. De blir automatisk en konkurrent til produktet.
Oppsummering	Kunstskolene vi har kontaktet har egne verksted og verksmestere på skole derfor plasserer vi de i kategori C/B. Det er et lite behov der, men det er ikke så sterkt.

Teater

Behov	Teater bruker mange spesiellagde rekvisitter og kulisser i forestillingene sine. I dag lages disse på egne verksteder, men mye av det de lager kunne blitt gjort fortere og billigere med en robotfres. Her er det klart et behov, men ikke så sterkt.
Krav	Teater setter høye krav til rekvisittene og kulissene de lager. Dette krever ofte at de må lage rekvisitter i materialer som tre og metal. De setter også krav til «riktig» pris.
Problem	Mangen av rekvisittene blir brukt om igjen ved nye forestillinger. De er ikke klar over alle mulighetene med robotfresing.
Oppsummering	Det kan være et lite marked innenfor teater. Teater har et behov, men det er ikke så sterkt og er derfor plassert i kategori B.

Film

Behov	Filmindustrien bruker mye greenscreen for å lage kulisser og rekvisitter i bakgrunnen. Vi ser ikke et behov innenfor dette markedet i Norge.
Krav	De setter krav til rask levering og pris.
Problem	Problemet med filmindustrien i Norge er at den er liten og det er få selskap som driver med film i forhold til kanskje andre land. Konkurrentene innenfor filmindustrien er spesialeffekter laget med data og de står sterkt.
Oppsummering	Ettersom filmindustrien bruker mye greenscreen ser vi ikke at det er noe klart behov her. Derfor plasseres film i kategori C.

Mekanisk

Behov	CNC- maskiner og vannkuttere er vanlig på de fleste verksteder. Med disse maskinene klarer de å lage det meste selv og har dermed ikke et behov.
Krav	Kvalitet er et stort krav her siden deler til denne bransjen blir utsatt for stor belastning.
Problem	Problemet her er at konkurrentene, som er dem selv, står sterkt.
Oppsummering	Dette markedet bruker mye spesialdeler og var et naturlig valg når vi gjorde undersøkelsen. Men de fleste mekaniske verkstedene har også den muligheten til å lage disse selv. De vil neppe bestille eksternt når de kan produsere deler internt. På bakgrunn av dette plasserer vi mekanisk i kategori C

3.4 Alternativ teknologi

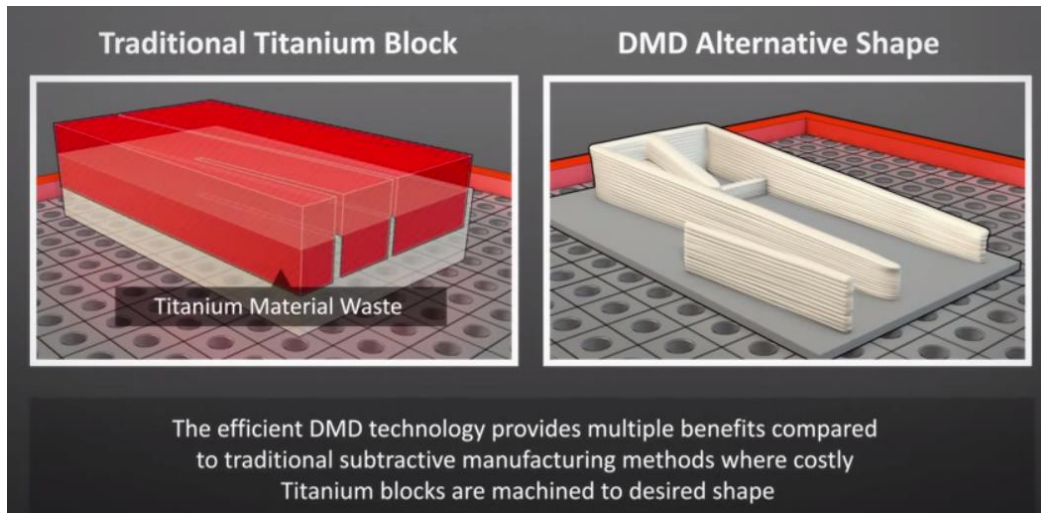
Når vi til slutt i oppgaven skal anbefale nLink å investere eller ikke, er det viktig å ha sett på den nærmeste konkurrenten til robotfresing. Robotfresing foregår på den måten at den freser vekk alt utenom det som er angitt. En 3D-printer bygger lag for lag til den har skapt det som er angitt. Ved konstruksjon av en gjenstand i 3D-printer vil det ikke bli produsert avfall slik som det vil bli med fresing. Ved fresing begynner vi f.eks. men en klosse som er 20x20x20 cm. Ut i fra denne klossen skal det freses en kopp. Hulrommet i koppen må freses vekk og blir til avfall. En 3D-printer bygger koppen lag for lag, kanskje i millimeter-tykkelse, uten avfall.

Vil det være overflødig med en robotfres om noen år? Er det andre muligheter enn robotfresing? Er det noe nytt rett rundt hjørne som kommer til å utkonkurrere robotfresing? For å undersøke dette nærmere har vi brukt rapporten «MADE IN NORWAY» forfattet av Teknologirådet og en del statistikk på utvikling av 3D-printere de siste årene.

Teknologirådet skriver dette om 3D-printer:

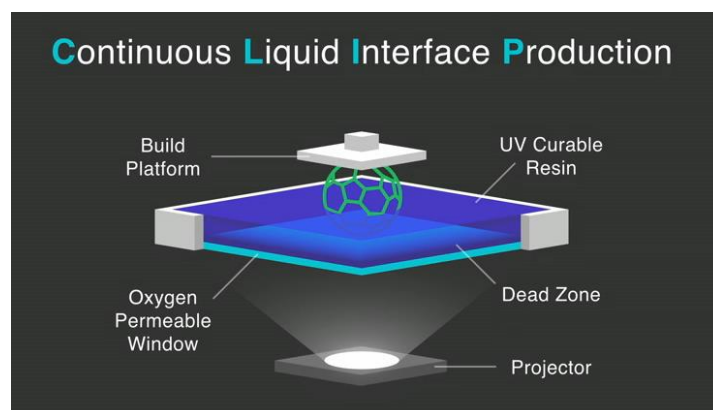
3D-printere bygger gjenstander lag for lag i ett stykke. Med utgangspunkt i digitale filer, kan de enkelt bygge svært komplekse geometriske figurer, som vil være nærmest umulig å bygge på annet vis. 3D-printere er allerede et kraftfullt hjelpemiddel i design- og produktutviklingsprosesser. Teknologien testes samtidig ut til produksjon av blant annet bilkarosserier, deler til flymotorer, proteser, bygninger og en rekke ulike forbruksvarer. Utviklingen går raskt, og det er grunn til å tro at 3D-printere vil bli en stadig mer avansert produksjonsteknologi, og at denne teknologien integreres i mer etablerte produktutviklings- og produksjonsprosesser. [3]

Det finnes også bedrifter som har kombinert disse to teknologiene. NTi (Norsk Titan Industri) lager deler i titan til flere industrier, blant annet flyindustrien. De har utviklet en 3D-printer som printer titan i ca. en cm tykt lag. Etter at modellene er blitt printet er det ujevne lag som blir frest vekk til nøyaktige mål. Denne metoden bidrar til at avfallet minskes og materialet utnyttes bedre. Figur 36 viser en illustrasjon fra prosessen hos NTi [27].



Figur 36: Viser en illustrasjon fra prosessen hos NTi

Det har kommet en ny metode å 3D-printe på. CLIP (Continuous Liquid Interface Production) metoden går ut på at modellen blir dyrket frem istedenfor å bygge modellen lag for lag. Måten de dyrker modellen på er ved å ta ut to av de faktorene stoffet trenger for å vokse, lys og oksygen. Når de styrer disse to faktorene kan de kontrollere prosessen og lage modeller. Fordelen med denne metoden er at det fjerner svakheter ved å bygge modellen lag for lag og printeprosessen går hundre ganger fortare enn en ordinær 3D-printer [28]. Figur 37 viser hvordan denne metoden fungerer.



Figur 37: Viser hvordan CLIP fungerer

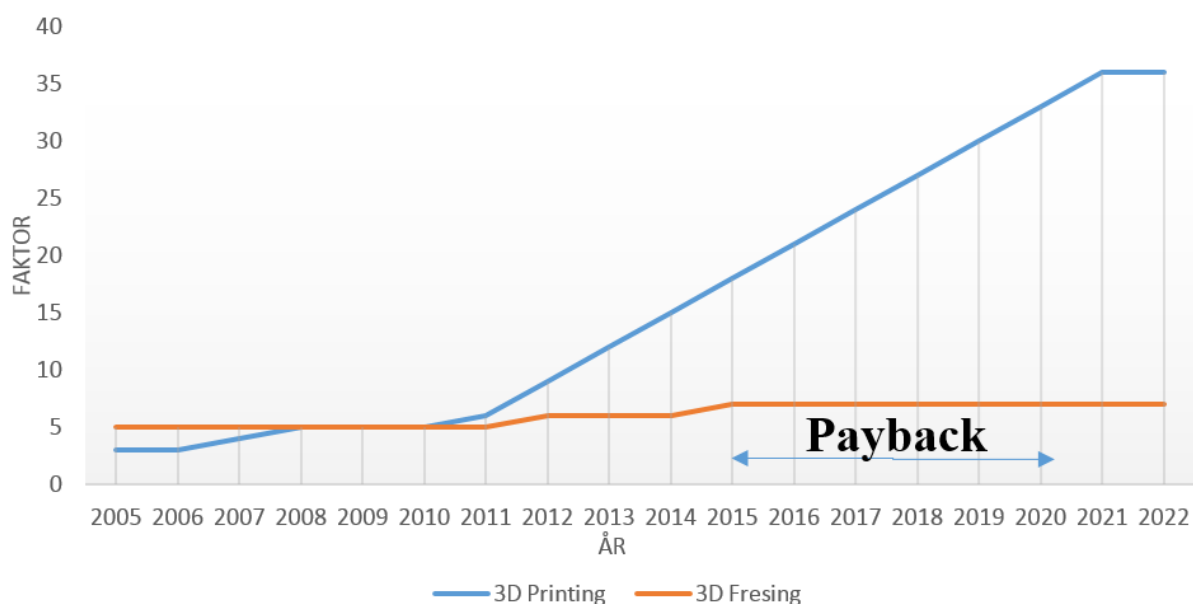
3.5 Hypotetisk investeringsanalyse

Vi skal i dette delkapittelet ta for oss en hypotetisk investeringsanalyse som er gjort på grunnlag av funn i markedsundersøkelsen og egne estimat.

Hvis vi går ut i fra at nLink tar 600kr per robottime og 750 kr per tegnetime, da vil samlet inntekt på ett år bli 148680kr dersom det utføres to utfresinger i måneden. Tabell 6 viser hele utregningen. *Kapittel 3.4* forteller om alternativ teknologi i forhold til 3D-fresing. Det vi har funnet ut er at det har vært en stor utvikling innen 3D-printeteknologi [29] og at utviklingen vil vokse raskere i tiden fremover. Derimot ser vi ikke noen store muligheter for utvikling innen 3D-fresing, utenom på programvarefronten. Figur 38 viser vår antatte vekstforskjell mellom 3D-printing og 3D-fresing, og hva vi tror er den mest gunstige nedbetalingstiden.

Tabell 6: Estimert inntjening og prising av oppdrag

Estimert inntekt en utfresing robotimer 600kr*6t	3 600
Estimert inntekt for tegning 750kr *7,5t	5 250
Utsalgspris for en utfresing	8 850
Minus 30% i lønnsutgifter	-2 655
Total inntekt en utfresing	6 195
Intekt 2 utfresinger i måneden	12 390
Total sum inntekt 12 mnd	148 680



Figur 38: Payback og antatt vekst 3D-printing VS 3D-fresing

Investeringsanalysen er gjort ut ifra vår anbefalte nedbetalingstid på 5 år mellom 2015 og 2020, med lik kontantstrøm hvert år (*annuiteter*) [30]. Dette er fordi vi tror teknologien innen 3D-printing vil bli så god og tilgjengelig at en tjeneste som 3D-fresing vil bli overflødig [29]. Tabell 7 viser utrekning av nettonåverdi og internrente dersom de velger løsning 4 (*se tabell 4*). Vi kom frem til at nLink vil på 5 år klare å nedbetale kjøpet av robot, robotutstyr og programvare. Analysen viser at de vil få en nåverdi på 28894kr på investeringen sin etter 5 år dersom de har et avkastningskrav på 15%. Investeringen vil derfor være lønnsom ettersom $NNV > 0$ og internrenten er på 18% [30]. Ut i fra tallene vi har brukt er dette en lønnsom investering, men vi har ikke tatt hensyn til tilleggskostnader på material, logistikk og leie av lokaler hvert år. Figur 39 viser forklaring på utrekningene i *tabell 7*.

Tabell 7: Utrekning av NNV og IR ved kjøp valg av løsning 4

År(n)	Kontantstrøm		
0	-469504	CF ₀	
1	148680	CF _t	
2	148680	CF _t	
3	148680	CF _t	
4	148680	CF _t	
5	148680	CF _t	
		CF _t	Bankrente (i)
			0,15
NNV	kr 28 894,42		NNV(E21;C6:C20)+C5
Internrente	18 %		IR(C5:C20)

NNV = (netto)nåverdi er nåverdien av investeringen

IR = Det avkastningskravet som gir $NNV=0$

CF₀ = Investering på tidspunkt 0

CF_t = Prosjektets kontantstrøm på tidspunkt t

i = Avkastningskrav totalkapitalen (15%)

n = Totalt antall perioder (år 1-2-3-...n)

$$NNV = -CF_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}$$

Figur 39: Forklaring til utregning av NNV og IR

4.0 Diskusjon

Prosjektet har hatt mange utfordringer, noe som har vært lærerikt og spennende.

Planlegging har blitt en viktig del i dette prosjektet siden det har to mål, Motoman IA20 som 3D-fres og en markedsundersøkelse. Å dele opp hovedmålet i delmål gjorde det lettere å planlegge tidsrammene på de forskjellige oppgavene i prosjektet. God planlegging tror vi har vært nøkkelen til at prosjekt har gått så bra.

Under arbeidet med roboten møtte vi mange utfordringer. Hvordan festet til fresen skulle se ut og hva fres vi skulle bruke er noen av de. I begynnelsen brukte vi en Cotech multimaskin festet til en metallplate som var skrudd fast på roboten. Løsningen var alt for ustabil og ville ikke gi et bra resultat. Den andre løsningen hvor vi brukte et selvlaget feste og en håndfres av typen Makita rt700c var mer stabil og gav et bedre resultat. Dette ble derfor den endelige løsningen.

For å teste IA20 som en 3D-fres måtte vi finne en programvareløsning som kunne lage 3D-tegninger om til robotbevegelser. Som forklart i kapittel 2.3.2, fikk vi hjelp av AME i Sverige til å gjøre dette. Samarbeidet gjorde at vi kunne få testet å frese med roboten uten å gå til innkjøp av programvare. Problemet var at det programmet som de brukte ikke hadde IA20-robot i biblioteket, men en søster robot som heter SIA20.

Det var ingen av programvareløsningene vi undersøkte som hadde IA20 i biblioteket sitt. En leverandør av Motoman kunne fortelle at fresing med IA20-roboten ikke var et tenkt bruksområde. Dette fikk vi erfare siden JBI-filen til Motoman ikke kunne inneholde mer enn 999 koordinater og filen vi fikk fra AME inneholdt over 3000 koordinater. Dette er en svakhet med roboten.

En annen svakhet er minnet til NX100, som bare kan lagre 2,16MB. På Globalrobots sine sider presiserer de at man bør ha mer enn 20MB hvis du bruker filer som inneholder komplekse fresedetaljer [20]. Tabell 8 viser utrekning av minnekapasitet ut ifra tabell 1.

Tabell 8: Viser utrekning av minne på NX100

1 punkt i filen bruker	36 byt
1 punkt i filen bruker	0,036 Kb
1 punkt i filen bruker	0,000036 Mb
NX100 max punkt på minne:	60 000 pos
NX100 max lagringsplass	2,16 MB

I kapittel 2.4.1 forteller vi at planet måtte skråstilles for å få et brukbart freseresultat. Grunnen til dette er fordi simuleringsroboten som ble brukt hadde pulsområde utenfor vår robot sin rekkevidde. Selv om sluttresultatet ikke ble som vi hadde forventet, er vi fornøyd med å ha fått teste Motoman IA20 som en 3D-fres og at vi klarte å bevise teorien i kapittel. 2.1.3.

Den andre delen av oppgaven var å utføre en markedsundersøkelse. For å sikre at markedsundersøkelsen ble så bra som mulig måtte mye forarbeid til. For å finne ut hvilken metode vi skulle jobbe ut ifra, brukte vi god tid på planlegging og litteratursøk. En klar metode gjorde utførelsen av markedsundersøkelsen lettere.

Selv om vi hadde en klar metode så var det ting som påvirket undersøkelsen negativt som f.eks. menneskelige faktorer. Noen av bedriftene vi kontaktet var ikke klar over hva en 3D-fres var, noe som gjorde det vanskeligere siden de kanskje hadde et behov men ikke var klar over det selv. Det at vi bare kontaktet en håndfull bedrifter i hver bransje hadde også en negativ effekt. Dersom vi hadde kontaktet flere bedrifter kunne vi fått et bedre grunnlag for å anslå om det var et behov eller ikke. Grunnen til at ikke flere bedrifter ble kontaktet var at vi hadde begrenset tidsramme.

Resultatet på markedsundersøkelsen har blitt diskutert mye internt i gruppen, med tanke på at resultatet vil være grunnlaget for anbefalingen som blir gitt til nLink. Markedsundersøkelsen viser at det største behovet er hos små bransjene som har et spesielt behov, som f.eks. renovering av bygg. Samtaler med personer innenfor denne bransjen kunne gi eksempel på produkt som de mente kunne bli god butikk.

Hordaland teater kunne fortelle hva de forventet at timepris på roboten var, og ut ifra de tallene har vi laget en hypotetisk investeringsanalyse. Tallene fra analysen tyder på at det kan være en god investering, men tar ikke med utgifter som material, logistikk og leie.

Anbefalingen vår til nLink er basert både på denne analysen, men også hvordan vi selv har opplevd markedet og resultatet fra undersøkelsen.

Under kapittelet 3.4 Alternativ teknologi tar vi for oss 3D-printeren. 3D-modulering er helt klart veien fremover, maskiner som 3D-printeren gjør at bedrifter ser fordelen med å kunne lage deler selv. Er robotfresing den riktige investeringen for nLink? Det som veier imot en investering er utviklingen innenfor 3D-printing, både når det gjelder teknologi og allmenn tilgjengelighet.

5.0 Konklusjon

Hovedmålet med prosjektet var å finne, teste og anbefale en løsning slik at nLink lettere kunne ta stilling til om de burde starte med robotfresing. Vi vil nå ta for oss vår anbefaling og konklusjon, ut i fra våre funn fra arbeidet med robot og markedsundersøkelsen.

Vi vil anbefale nLink å investere i robotfresing. Ut ifra tallene i den hypotetiske investeringsanalysen vår i kapitel 3.5 vil dette være en lønnsom investering.

Markedsundersøkelsen viser at det er et behov for freste produkter innenfor teater og renovering av bygg som kan gi dem pengeinnstrømming. Dersom nLink velger å begynne med robotfresing vil vi anbefale at de kjøper en ny robot ettersom Motoman IA20 og NX100 ikke er gunstig for fresing.

6.0 Prosjektstyring

Dette kapittelet skal ta for seg hvordan vi har arbeidet og styrt prosjektet. Prosjektet inngår i faget HO2-300 Bacheloroppgave 2015 ved Høgskulen i Sogn og Fjordane. Rammene for faget er som følger:

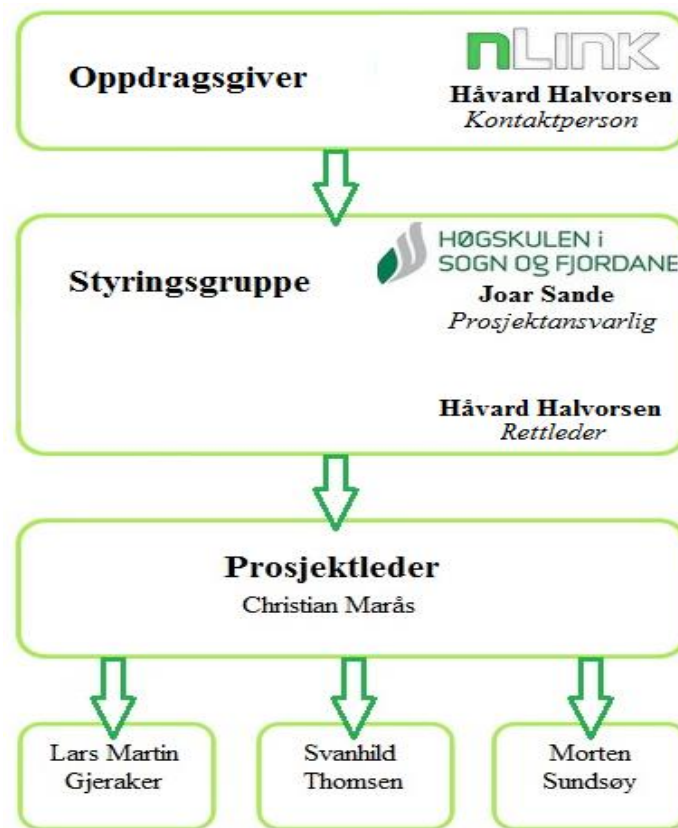
- Det er forventet et timeantall på 500 timer pr student. Hvert gruppe-medlem skal loggføre timer
- Det skal være gruppemøte ca. hver 14 dag der det skrives møteinnkalling og møtereferat
- Det skal opprettes en hjemmeside for prosjektet
- Ca. 14 dager før den muntlige slutt-presentasjonen skal det utarbeides en pressemelding

Milepæler

Mandag 05.01.15	Prosjektstart
Fredag 16.01.15	Innlevering av prosjektbeskrivelse
Fredag 13.02.15	Innlevering av forprosjektrapport
Onsdag 08.04.15	Midtveispresentasjon
Fredag 22.05.15	Innlevering av sluttrapport
Onsdag 27.05.14	Presentasjon m/plakat
Fredag 05.06.14	Nettsiden ferdigstilt. Opprydding på Linus ferdig.

6.1 Organisering

Figur 40 viser hvordan strukturen på prosjektgruppen er.



Figur 40: Prosjektorganisering

Oppdragsgiver

nLink ble startet i 2010. De har hovedkontor og robotikk-laboratorium i Sogndal på Fosshaugane Campus og et kontor i forskningsparken i Oslo. De utvikler nye løsninger for bruk av robot i byggebransjen. Løsningene de utvikler skal bidra til å minimalisere yrkesskader som er relatert til tungt arbeid.

Styringsgruppen

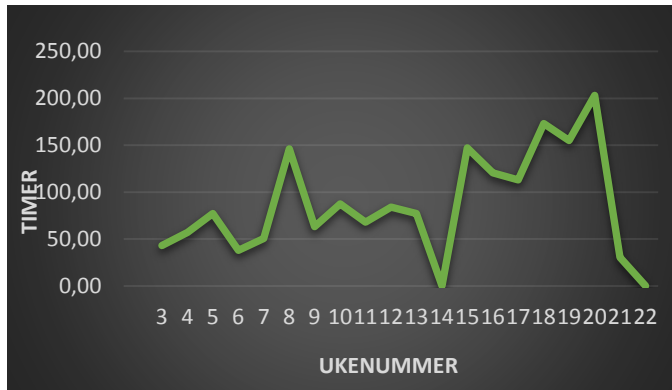
Styringsgruppen sin oppgave er å ha det overordnede ansvaret gjennom prosjektfasen. Vår styringsgruppe består av Joar Sande (HiSF), Christian Marås (Prosjektleder) og Håvard Halvorsen (nLink). Prosjektgruppen står for den praktiske utførelsen av oppgaven i lag med prosjektleder.

Kontaktinformasjon for prosjektgruppen finner man i vedlegg 8.

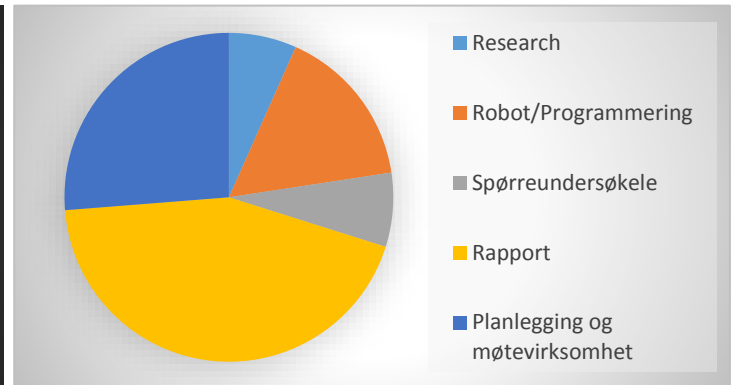
6.2 Prosjektgjennomføring

Dette delkapittelet tar for seg ulike deler av prosjektgjennomføringen.

6.2.1 Tidsbruk



Figur 42: Fordeling av arbeidstimer i prosjektperioden



Figur 41: Fordeling av arbeidstimer i prosjektperioden

I dette prosjektet har vi brukt mest tid på arbeidet med rapport, planlegging og møtevirksomhet. Gjennomsnittlig tidsbruk har vært på ca. 450 timer. Figur 42 viser arbeidsfordeling i prosjektet. Figur 41 viser fordeling av arbeidstimer i prosjektperioden. Vi ser at det er mest arbeid i slutten av prosjektperioden, dette grunnet rapportskrivning. Uke 14 er 0 timer med arbeid grunnet påskeferie.

6.2.2 Nettside

En av oppgavene i prosjektet var å lage og drifte en nettside. Hjemmesiden vår er laget i Wordpress. Gruppen har underveis lagt ut ukentlige oppdateringer, bilder og videoer.

Adressen til hjemmesiden er: <http://studprosjekt.hisf.no/~15nlink/>

6.2.3 Møter

Det var planlagt at det skulle være statusmøte hver onsdag kl. 10:00 i prosjektperioden, men vi avtalte annen tid og dag dersom det ikke passet. På møtene tok vi opp hva hver enkelt hadde gjort den siste uken, arbeidsfordeling og status. Styringsgruppen har hatt møte etter behov.

6.2.4 Loggføring

Gruppen har skrevet personlig logg i form av timeskriving og arbeidsdagbok. Vi har også skrevet en arbeidsdagbok og feilsøkinglogg for roboten. Loggboken vil bli overlevert til nLink ved prosjektslutt.

6.2.5 Fremdriftsplan

På hjemmesiden la vi ut fremdriftsplan med milepæler og ukeplan for hva som skulle gjøres.

Figur 43 viser uke 11 fra fremdriftsplanen med milepælen «start av spørreundersøkelse».

UKE 11 [09.03-15.03] 2015		Mars	Start Spørreundersøkelse
% done	Phase	Due By	Notes
0 %	Møte om spørreundersøkelse	9-Mar-15	kl13.30 Prosjektgruppen + nLink
0 %			
0 %	Søker opp bedrifter på de ulike markedene	15-Mar-15	Lars
0 %	Lage mulig spørsmål for potensielle kunder	15-Mar-15	Alle
0 %	Lage mulig spørsmål for potensielle konkurrenter/samarbeidspartnere	15-Mar-15	
0 %	Hva kan en fres gjøre / vi tilby - formulere det - finne gode linker på eksempel for fresin ulike materialer/muligheter	15-Mar-15	Svanhild
0 %	Ca. priser på ulike materialer	15-Mar-15	Morten
0 %			
0 %			
0 %			

Figur 43: Utdrag fra fremdriftsplan fra uke 11

6.2.6 Verktøy

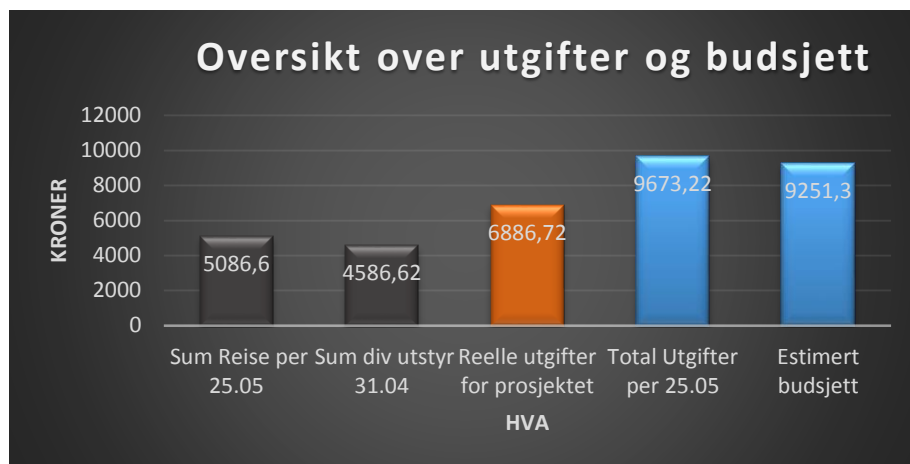
I prosjektet har vi tatt i bruk ulike verktøy som har vært med på å effektivisere og kvalitetssikre prosjektet vårt. Tabell 9 viser oversikt over verktøyene vi har brukt i prosjektet. Elektroniske verktøy er verktøy vi har brukt til kommunikasjon og programmering. Verktøyene vi har brukt for å finne relevante rapporter, litteratur og dokumentasjon er i kategorien Litteratursøk. For rettleiding i prosjektfasen har vi rådført oss med faglærerne på høgskolen, oppdragsgiver og AME i Sverige. Kategorien kurs og opplæring viser verktøyene vi har brukt til å hjelpe oss selv med forståelsen av den praktiske delen av prosjektet.

Tabell 9: Oversikt over verktøy som er brukt i prosjektet

Elektroniske verktøy	Litteratursøk	Rettleider	Kurs og opplæring
Dropbox	Google scholar [31]	Faglærer	Bedriftsbesøk hos Eaysform [32]
Symphonical.com [33]	Brage Bibsys [34]	Lead designer på Easyform	Autocad-kurs
Hjemmesiden vår	Nasjonalbiblioteket [35]	AME	Robotmaster-kurs
Excel	Biblioteket på høgskolen	nLink	
Autodesk Autocad og Inventor [36]	Hjemmesidene til leverandørene		
Facebook	Teknologirådet		
FileZilla	Kildekompasset [37]		

6.3 Økonomi

Figur 44 viser en graf over utgifter og budsjett for prosjektet.



Figur 44: Viser graf over utgifter og estimert budsjett for prosjektet

Det estimerte budsjettet er hentet fra forprosjektet hvor vi hadde funnet ut priser på reise og nødvendig utstyr. Vi endte opp med å få totale utgifter som oversteg budsjettet vårt med 421,92 kr. De reelle utgiftene er utgifter som vi har søkt om å få dekket av høgskolen. De resterende 2786,5 kr på utgiftsposten er kjøp for eget bruk av et grupped medlem, og er markert blått i Tabell 10. Retur av robot er tatt med i totalutgiftene i prosjektet og er markert med grønt i Tabell 11 ettersom kostnaden kommer etter prosjektslutt.

Tabell 10: Viser et utdrag fra vedlegg 11.3

Diverse utstyr		
Gjenstand	Pris(NOK)	Dato
Makita fres	2487,5,-	26.03.2015
Coteh fres	299,-	03.03.2015
Fresemateriale stein	225,-	07.04.2015
Polyesterplast til feste av fres	300,-	27.03.2015
Ferge fra Anda Kai tur/retur	314,-	10.04.2015

Tabell 11: Viser oversikt over reiseutgifter i prosjektet

Kjøring					
Dato	Framkomstmiddel	Tur/Retur	KM	Norsk Taks kr/km [38]	Kostpris(NOK)
09.01.2015	Bil	Førde/Sogndal	210	4,1	861,-
29.01.2015	Avis Leiebil	Førde/Sogndal	X	X	1055,-
09.03.2015	Bil	Førde/Sogndal	210	4,1	861,-
10.04.2015	Bil	Førde/Måløy	306	4,1	1254,6,-
25.05.2015	Avis Leiebil	Førde/Sogndal	X	X	1055,-

6.4 Plan, risiko og avvik

Plan

I forbindelse med forprosjektrapporten ble det laget et gantt-skjema for prosjektet ved hjelp av MS Project. Der delte vi opp prosjektet i tre hovedfaser: rapport, robot/CAD og spørreundersøkelse. Vi bestemte oss for å ikke ha så mange delmål og heller utvide prosjektet etter hvert. Dette var fordi vi så konsekvensene av å ikke ha skikkelige avgrensinger i prosjektet høsten 2014. Vi planlagte også lange frister for de ulike hovedfasene, slik at utvidning og problemer underveis ikke skulle bli en stor risiko. Tabell 12 viser planlagt tidsbruk på de ulike hovedfasene, fullt gantt-skjema ligger i vedlegg 9.

Tabell 12: Utdrag fra vedlegg 8 av hovedfasene

Oppgavenavn	Varighet	Start	Slutt
Robot /CAD	52 dager	Mandag 23.02.15	Fredag 01.05.15
Spørreundersøkelse	27 dager	Mandag 09.03.15	Søndag 12.04.15
Rapport	38 dager	Mandag 06.04.15	Onsdag 27.05.15

Risiko

De største risikoene vi så for oss i prosjektet var feilsøking på robot, sen respons på markedsundersøkelsen og forsinkelser fra leverandørene. Sykefravær og valgfag fikk lavest risikosum fordi oppgavene kan overtas av andre gruppemedlemmer etter behov. Tabell 13 viser risikovurdering av prosjektet vårt.

Tabell 13: Risikovurdering skala 1-5 der risikosum = $S \cdot K$

Risiko	Sannsynlighet(S)	Konsekvens(K)	Risikosum
Sykefravær	2	2	4
Forsinkelser fra leverandører	3	3	9
Internkrangel	1	5	5
Valgfag	2	1	2
Kommunikasjonssvikt	1	4	4
Tid	2	5	10
Feilsøking på robot	5	2	10
Vente på svar på markedsundersøkelsen	4	2	8

Avvik

Det største avviket i forhold til planen kom i spørreundersøkelsen. Denne hovedfasen ble det brukt mer tid på enn planlagt ettersom vi endret det til en industriellmarkedsundersøkelse. Dette førte til endringer i planen slik at noen av punktene under Robot/CAD ble flyttet til etter påske. Det ble brukt mer tid på disposisjon av rapporten enn planlagt, noe som førte til at skrivingen startet en uke senere. For å se fullstendig plan se [fremdriftsplanen](#) på hjemmesiden vår.

6.5 Prosjektdiskusjon

I slutten av prosjektfasen hadde gruppeleder laget en evalueringsskjema på Survio.com [39] hvor gruppen måtte evaluere prosjektet. Evalueringen var anonym, hele resultatet vises i vedlegg 10. Under tar vi for oss tre av spørsmålene, inkludert svar.

- Hvordan synes du kommunikasjonen i gruppen har vært?

Svar: Til dette svarte 50% god og 50% veldig god.

- Ranger de ulike oppgaven ut i fra hvor utfordrende de var?

Svar:

1. Robot
2. Rapport
3. Prosjektstyring
4. Markedsundersøkelse
5. 3D modellering

- Ranger de ulike prosjektoppgaven ut i fra læringsutbytte

Svar:

1. Rapport
2. Prosjektstyring
3. Robot
4. 3D modellering
5. Markedsundersøkelse

6.5.1 Kommunikasjon

Kommunikasjon i prosjektet har vært viktig både i gruppen, med leverandører, rettleidere og oppdragsgiver. Dette har vært med på å gjøre arbeide mer effektivt og vi tror vi fikk et bedre resultat på grunn av dette. I følge evalueringen av prosjektet har kommunikasjonen i gruppen vært god. Dette tror vi er grunnet at vi hadde jevnlig møter, brukte Facebook-gruppen vår og det at vi arbeidet som oftest i lag på skolen.

6.5.2 Utfordringer

Resultatet viser at det var arbeidet med roboten som ble sett på som mest krevende. Dette kommer nok av at denne delen også er den mest teoretiske tunge oppgaven. Derimot kom markedsundersøkelsen lengre nede enn ventet, noe vi tror er fordi vi gikk ut ifra en ganske klar metode ved utførelsen av den.

6.5.3 Læringsutbytte

Det største læringsutbytte vi hadde var fra arbeidet med bachelorrapporten, spesielt den uken vi brukte på disposisjonen. Det var da vi lærte å være bevisst på hva vi skriver og hvordan oppbygging av en rapport skulle være. Fremgangsmåten vi brukte da vi lagde disposisjonen på rapporten var som følger:

1. Vi leste om rapportskrivning og rapportoppbygging i gode bøker som *Praktisk rapportskrivning* [40] og *Akademisk skrivning* [41]. Vi baserte rapportstrukturen vår på disse bøkene.
2. En og en på gruppen skrev en ting som hadde med prosjektet å gjøre på en post-it lapp og limte på tavlen. Dette foregikk helt til vi ikke kom på mer.
3. Vi laget større lapper hvor det stod overskriftene i en standard rapportstruktur.
 - Forside, Forord, Sammendrag, Innholdsfortegnelse
 - Innledning
 - Teori
 - Metode
 - Resultat
 - Diskusjon
 - Konklusjon og anbefalinger
 - Referanseliste, Vedlegg
4. Vi plasserte post-it lappene ved riktig overskrift, deretter fikk vi hjelp av rettleidere fra høgskolen til å plassere, fjerne eller legge til lapper.

5. Alle overskriftene ble skrevet inn i et dokument hvor stikkord fra post-it lappene ble plassert under hvert kapittel.
6. Til slutt laget vi delkapittel og fordelte ansvarsområde for hvert kapittel på gruppe medlem.

Figur 45 viser hvordan vi laget disposisjonen til rapporten ved hjelp av post-it lapper.

Vedlegg 11.6 på minnepenn viser disposisjonen vår.



Figur 45: Rapportdisposisjon ved hjelp av post-it lapper

7.0 Figurliste

Figur 1: Første lakkeringsroboten til Trallfa	1
Figur 2: Graf som viser antall roboter per 10 000 arbeidere i forskjellige land.....	2
Figur 3: nLink sin borerobot i aksjon.....	3
Figur 4: Viser aksesystemet, rekkevidde og dimensjoner på Motoman IA20	6
Figur 5: Motoman NX100 kontrollskap	7
Figur 6: Motoman NX100 styringspanel	7
Figur 7: Illustrasjon på de ulike stegene i freseoperasjonen	8
Figur 8: Relasjoner mellom de ulike standardene	10
Figur 9: Viser menneske og robot som jobber i lag	11
Figur 10: Viser arbeidsplassen	12
Figur 11: Steg 1 tegning av fresedetaljen, feste og fres med feste.....	13
Figur 12: Steg 2 tegning blir omgjort til fresebane i Robotmasters Mastercam	13
Figur 13: Steg 3 Plug-in i som fjerner potensielle feil	14
Figur 14: Steg 3 Simulering av freseoperasjonen	14
Figur 15: Steg 4 Robotkoden lastes opp til roboten	14
Figur 16: Makita rt700c som vi valgte til prosjektet	16
Figur 17: Fres montert vinkelrett på robot.	16
Figur 18: Festet tegnet i AutoCAD inkl. dimensjoner	17
Figur 19: Festene montert på et bakstykke for bedre stabilitet	17
Figur 20: Fres festet på robot	17
Figur 21: Loggbok for robot.....	18
Figur 22: Før endring av metode.....	19
Figur 23: Etter endring av metodenavn.....	19
Figur 24: Kode for sammensetting av kolonner	19
Figur 25: Utfresing av HiSF logo.....	20
Figur 26: Resultat av utfresing	20
Figur 27: Illustrasjon F- og P-marked	22
Figur 28: Behovsanalyse	23
Figur 29: Kravanalyse	24
Figur 30: Viser en modell av bygninger.....	26
Figur 31: Maskinert flens	26
Figur 32: Viser en skulptur som blir lagd manuelt.....	26
Figur 33: Viser detaljert utskjæring i tre	26
Figur 34: Viser en robotfres frese ut en puff	26
Figur 35: Behovsgraf.....	29
Figur 36: Viser en illustrasjon fra prosessen hos NTi.....	34
Figur 37: Viser hvordan CLIP fungerer	34
Figur 38: Payback og antatt vekst 3D-printing VS 3D-fresing	35
Figur 39: Forklaring til utregning av NNV og IR	36
Figur 40: Prosjektorganisering	41
Figur 42: Fordeling av arbeidstimer i prosjektperioden.....	42
Figur 41: Fordeling av arbeidstimer i prosjektperioden.....	42
Figur 43: Utdrag fra fremdriftsplan fra uke 11	43
Figur 44: Viser graf over utgifter og estimert budsjett for prosjektet	44
Figur 45: Rapportdisposisjon ved hjelp av post-it lapper	49

8.0 Tabelliste

Tabell 1: Programmeringskapasitet NX100	7
Tabell 2: Kriterier for fres og feste.....	15
Tabell 3: Informasjon om de forskjellige fresene	15
Tabell 4: Prisoverslag over anbefalte løsninger	21
Tabell 5: Oversikt over markeder og bedrifter som ble kontaktet	28
Tabell 6: Estimert inntjening og prising av oppdrag.....	35
Tabell 7: Utrekning av NNV og IR ved kjøp valg av løsning 4.....	36
Tabell 8: Viser utrekning av minne på NX100	37
Tabell 9: Oversikt over verktøy som er brukt i prosjektet	43
Tabell 10: Viser et utdrag fra vedlegg 11.3.....	44
Tabell 11: Viser oversikt over reiseutgifter i prosjektet.....	45
Tabell 12: Utdrag fra vedlegg 8 av hovedfasene.....	45
Tabell 13: Risikovurdering skala 1-5 der risikosum = $S * K$	46

9.0 Kilder

- [1] International Federation of robotics, «www.ifr.org,» [Internett]. Available: http://www.ifr.org/fileadmin/user_upload/downloads/forms___info/History_of_Industrial_Robots_online_brochure_by_IFR_2012.pdf. [Funnet 21 Mai 2015].
- [2] C. Aadland, «Teknisk ukeblad,» 19 Oktober 2009. [Internett]. Available: <http://www.tu.no/industri/2009/10/19/slutten-for-norsk-robotproduksjon>. [Funnet 19 Mai 2015].
- [3] Teknologirådet, «Teknologirådet,» Teknologirådet, August 2013. [Internett]. Available: http://d2dczhp6dhfxqb.cloudfront.net/sites/19/2013/08/MadeinNorway_IX2OX.pdf. [Funnet 19 Mai 2015].
- [4] nLink AS, «www.nlink.no,» 18 Februar 2015. [Internett]. Available: <http://www.nlink.no/news--events>. [Funnet 21 Mai 2015].
- [5] M. W. Spong, S. Hutchinson og M. Vidyasagar, Robot modelling and controll, John Wiley & Sons, Inc, 2006.
- [6] Motoman, «Motoman,» 8 Mai 2015. [Internett]. Available: <http://www.roboticturnkeysolutions.com/robots/motoman/datasheet/IA20.pdf>.
- [7] Motoman, «Motovisual,» 2004. [Internett]. Available: http://motovisual.com/PDF/NX100_6100EN-01.pdf. [Funnet 8 Mai 2015].
- [8] Motoman, «[roboticturnkeysolutions.com](http://www.roboticturnkeysolutions.com),» Oktober 2006. [Internett]. Available: <http://www.roboticturnkeysolutions.com/robots/motoman/datasheet/IA20.pdf>. [Funnet 13 Mai 2015].
- [9] Motoman, «wenku.baidu.com,» [Internett]. Available: <http://wenku.baidu.com/view/8918ef2058fb770bf78a555f>. [Funnet 12 Mai 2015].
- [10] T. K. Lien, Industrirobotteknikk, Trondheim: TAPIR, 1993.
- [11] Arbeidstilsynet, «[Arbeidstilsynet.no](http://www.arbeidstilsynet.no),» [Internett]. Available: <http://www.arbeidstilsynet.no/hms.html>. [Funnet 09 30 2014].
- [12] Technical Committee ISO/TC, «NS-EN ISO 10218-1 2011 Del 1: Roboter,» Norsk Standard, 2011.
- [13] Technical Committee ISO/TC, «NS-EN ISO 10218-2 Del 2: Robotsystemer og integrering,» Norsk Standard, 2011.
- [14] Regjeringen.no, «regjeringen.no,» [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/nb/sub/eos-notatbasen/notatene/2006/okt/maskindirektivet/id526481/>. [Funnet 11 Mai 2015].

- [15] Universal Robots, «www.universal-robots.com,» [Internett]. Available: <http://www.universal-robots.com/no/produkter/fordelene-ved-ur-roboter/>. [Funnet 18 Mai 2015].
- [16] Google, «www.sketchup.com,» [Internett]. Available: <http://www.sketchup.com/>. [Funnet 08 05 15].
- [17] AME, «www.ameab.se,» [Internett]. Available: <http://www.ameab.se/>. [Funnet 12 Mai 2015].
- [18] Robotmaster, «[robotmaster.com](http://www.robotmaster.com),» [Internett]. Available: <http://www.robotmaster.com/products>. [Funnet 23 01 15].
- [19] FileZilla, «[www.filezilla-project.org](https://filezilla-project.org),» [Internett]. Available: <https://filezilla-project.org/>. [Funnet 21 Mai 2015].
- [20] Global robots, «[globalrobots.com](http://www.globalrobots.com),» [Internett]. Available: <http://www.globalrobots.com/robotcadcam.aspx>. [Funnet 23 04 2015].
- [21] Å. F. mf., «Industriell marknadsføring,» i *Industrimarkedsføring : markedsundersøkelse, reklame, salg og planlegging*, Oslo, TANO, 1988 , pp. 38-69.
- [22] «<http://www.allgronn.org>,» [Internett]. Available: <http://www.allgronn.org/risorholmen.jpg>. [Funnet 22 Mai 2015].
- [23] «<http://www.hellebeuk.nl>,» [Internett]. Available: <http://www.hellebeuk.nl/core/wp-content/uploads/2012/05/RVS-Voorlasflens-ANSI-300x300.jpg>. [Funnet 22 Mai 2015].
- [24] «<https://www.flickr.com>,» [Internett]. Available: <https://www.flickr.com/photos/48289717@N00/3270807249>. [Funnet 22 Mai 2015].
- [25] «<http://2.bp.blogspot.com>,» [Internett]. Available: http://2.bp.blogspot.com/-kJ0m8B2uZGw/T10OFvUStqI/AAAAAAAAACI/TBIHDFqeaXw/s1600/decorative_board_2-600.jpg. [Funnet 22 Mai 2015].
- [26] «<http://www.arisplex.com>,» [Internett]. Available: http://www.arisplex.com/wp-content/uploads/2014/03/Wood_Carving_1.jpg. [Funnet 22 Mai 2015].
- [27] Norsk titanium, «<http://www.norsktitanium.no>,» 2008. [Internett]. Available: <http://www.norsktitanium.no/no/Topmenu/Our%20technology.aspx>. [Funnet 22 Mai 2015].
- [28] Joseph DeSimone, «Ted,» [Internett]. Available: http://www.ted.com/talks/joe_desimone_what_if_3d_printing_was_25x_faster. [Funnet 19 mai 2015].
- [29] effektivit.no, «effektivit.no,» [Internett]. Available: <http://effektivit.no/sw-hw/fremtiden-utviklingen-av-3d-printing-mot-ar-2040/>. [Funnet 15 Mai 2015].

- [30] K. G. Hoff, *Bedriftens Økonomi*, Oslo: Universitetsforlaget, 2010.
- [31] Google, «scholar.google.no,» [Internett]. Available: https://scholar.google.no/schhp?hl=no&as_sdt=0,5. [Funnet 28 04 2015].
- [32] C. Marås, «studprosjekt.hisf.no/~15nlink/,» [Internett]. Available: <http://studprosjekt.hisf.no/~15nlink/?p=448>. [Funnet 29 04 2015].
- [33] Symphonical., [Internett]. Available: <https://www.symphonical.com>. [Funnet 28 04 2015].
- [34] Bragebibsys, «brage.bibsys.no,» [Internett]. Available: <http://brage.bibsys.no/xmlui/>. [Funnet 28 04 2015].
- [35] Nasjonalbiblioteket, «[nb.no](http://www.nb.no),» [Internett]. Available: <http://www.nb.no/>. [Funnet 28 04 2015].
- [36] Autodesk, «[Autodesk.com](http://www.autodesk.com),» [Internett]. Available: <http://www.autodesk.com/>. [Funnet 28 04 2015].
- [37] Kildekompasset, «<http://kildekompasset.no>,» [Internett]. Available: <http://kildekompasset.no/referansestiler/ieee.aspx>. [Funnet 22 Mai 2015].
- [38] Skatteetaten, «[skatteetaten.no](http://www.skatteetaten.no),» [Internett]. Available: <http://www.skatteetaten.no/no/Tabeller-og-satser/Bilgodtgjorelse-kilometergodtgjorelse/>. [Funnet 16 Mai 2015].
- [39] Survio, «www.survio.com,» [Internett]. Available: <http://www.survio.com/en/>. [Funnet 11 Mai 2015].
- [40] N. Olsson, *Praktisk rapportskriving*, Trondheim: Tapir akademisk, 2011.
- [41] T. Busch, *Akademisk rapportskriving*, Berge: Fagbokforlaget, 2013.
- [42] O. S. & H. Administration, «UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR,» 2 Mai 2011. [Internett]. Available: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=9804&p_table=STANDARDS. [Funnet 19 05 2015].

10.0 Vedlegg

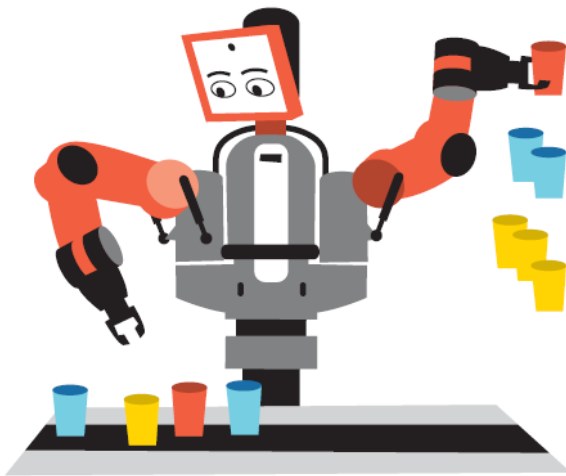
Vedlegg 1 Avansert industri skrevet av Teknologirådet	2
Vedlegg 2 LOTO	5
Vedlegg 3 Retningslinjer for bruk av Motoman IA20	6
Vedlegg 4 Feilsøkingslogg på Motoman	7
Vedlegg 5 Forskjell på Motoman SIA20 og Motoman IA20	13
Vedlegg 6 Priser på robot, programvare og ekstrautstyr	14
Vedlegg 7 Svar på prisforespørsler per e-post.....	19
Vedlegg 8 Kontaktinformasjon	22
Vedlegg 9 Gantt-skjema	23
Vedlegg 10 Evaluering av prosjekt	26
Vedlegg 11 Minnepenn	32
11.1 Samtalelogg fra markedsundersøkelse.....	32
11.2 Motoman fresekode	32
11.3 Økonomi	32
11.5 Timelister	32
11.5 Møtereferat.....	32
11.6 Rapportdisposisjon.....	32
11.7 Material oversikt og kontaktlister	32
11.8 Simulasjon av utfresing.....	32

Vedlegg 1 Avansert industri skrevet av Teknologirådet

NYE AVANSERTE PRODUKSJONSTEKNOLOGIER

Teknologirådet

01.11.2013

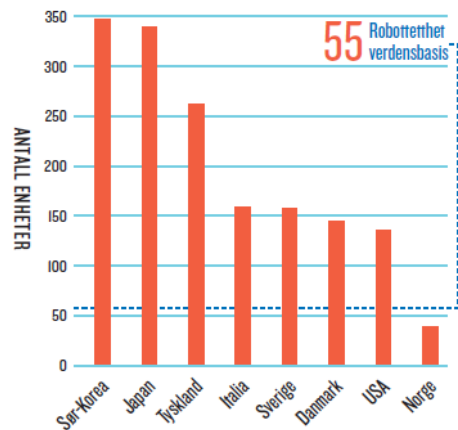


EN NY GENERASJON ROBOTER

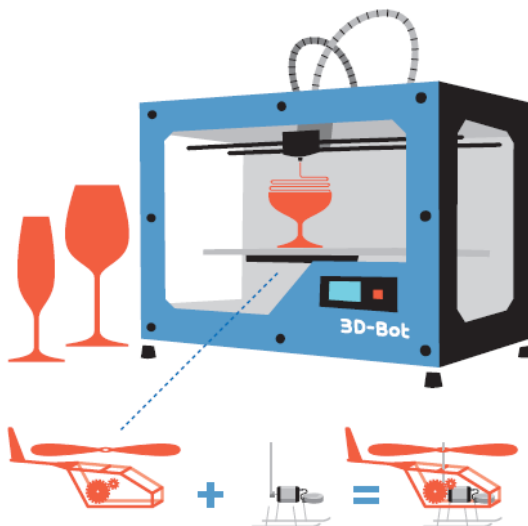
Industriroboter effektiviserer produksjonsprosesser og bedrer produktkvaliteten. Den nye generasjonen roboter kan utføre vanskeligere oppgaver, er mer presise, enklere å programmere og kan i større grad jobbe ved siden av mennesker uten å utgjøre en risiko.

VERDENS MEST AUTOMATISERTE LAND

Antall industriroboter per 10.000 industriansatte



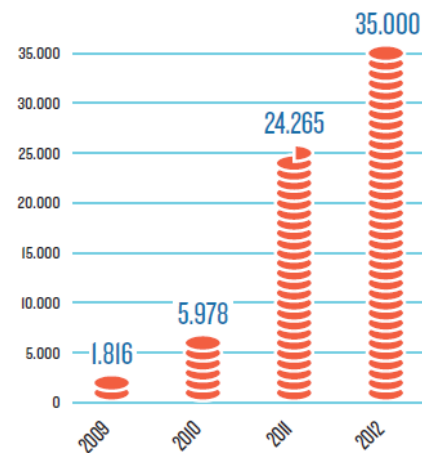
Norge har færre roboter per ansatt i industrien enn land som Sverige og Danmark, og langt færre enn Sør-Korea, Japan og Tyskland, landene med den mest automatiserte industrien. (Kilde: International Federation of Robotics).



3D-PRINTERE

3D-printere bygger objekter lag for lag i ett stykke. De kan bygge komplekse geometriske former. De er svært nyttige til visualisering av fysiske objekter og ved bygging av prototyper. De brukes også til bygging av proteser og andre spesialiserte sluttprodukter, og kan kombineres med andre typer objekter til et sluttprodukt.

3D-PRINTERE FOR HJEMMEBRUK ØKER



Det omsettes stadig flere 3D-printere for hjemmemarkedet, og de blir stadig billigere. Enhver kan bli konstruktør og produsent. Antallet solgt printere under 5.000 \$ til privat bruk har økt fra 1.816 i 2009 til 35.000 i 2012.

DEN NYE INDUSTRIARBEIDEREN

INDUSTRIEN DIGITALISERES

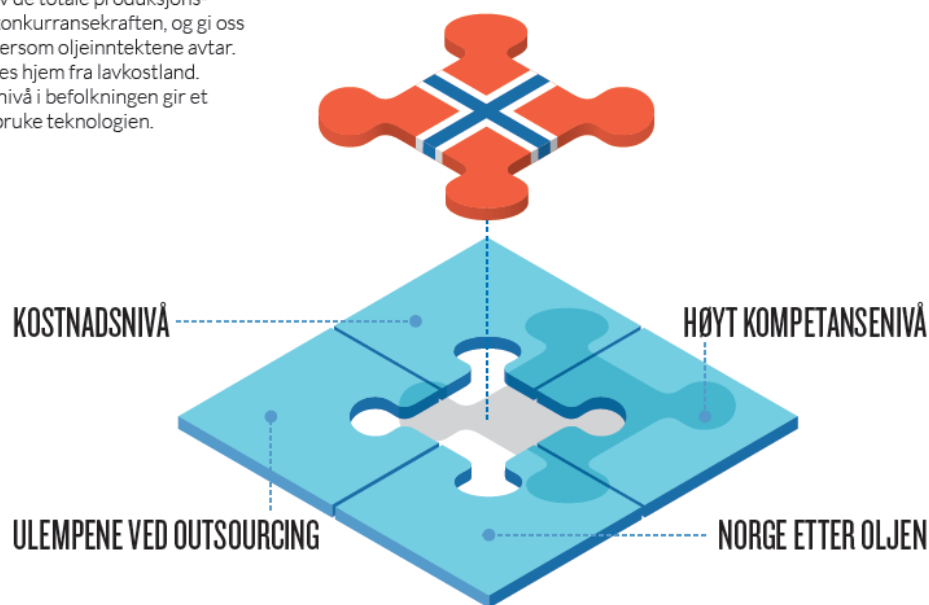
Fra kroppsarbeider til «flygeleder»

Digitale hjelpemidler gir en sømløs integrasjon av design, produktutvikling og produksjon. Fremtidens industriarbeider vil ha høy digital kompetanse og kontrollere helautomatiserte produksjonsprosesser gjennom digitale verktøy.

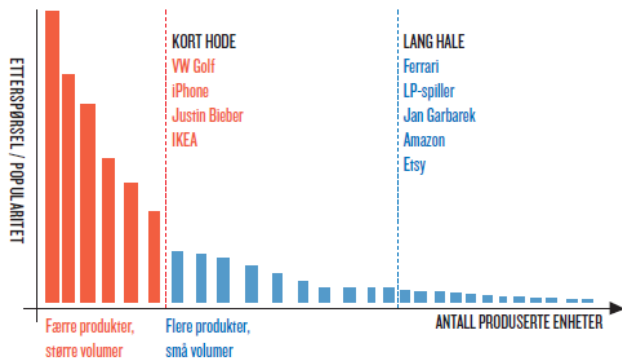


EN MULIGHET FOR NORGE

Bruk av moderne produksjonsteknologi vil være avgjørende for å sikre industriell produksjon i høykostlandet Norge. Det kan redusere lønnskostnadens andel av de totale produksjonskostnadene, styrke konkurransekraften, og gi oss flere ben å stå på ettersom oljeinntektene avtar. Produksjon kan flyttes hjem fra lavkostland. Et høyt kompetansenivå i befolkningen gir et godt grunnlag for å bruke teknologien.



NYE FORRETNINGSMODELLER



THE LONG TAIL

Bruk av 3D-printere og fleksible roboter øker muligheten for skreddersøm av produkter tilpasset kundens krav, og for at produksjon for nisjemarkeder kan bli mer økonomisk lønnsomt.

OUTSOURCING



Produksjon i lavkostland gir lange forsyningslinjer og transportavstander, og kvalitetskontroll blir vanskeligere. Når avansert teknologi reduserer produksjonskostnader hjemme, øker incentivet for å flytte produksjon hjem.

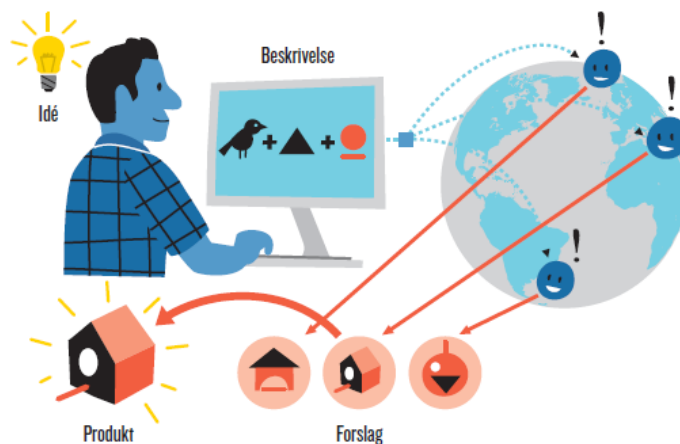
HOMESHORING



Produksjon hjemme kan gi bedre kvalitetskontroll, kortere forsyningslinjer, og gjøre det lettere å respondere raskt på endringer i markedet. Opprettholdelse av produksjonskompetanse blir lettere.

CROWDSOURCING

Internett skaper nye forretningsmodeller og muligheter for produktutvikling. «Crowdsourcing» gjør det mulig å realisere ideer ved å trekke på ressurser spredt over hele kloden. Man trenger ikke være del av et etablert produksjonsmiljø/ virksomhet for å kunne designe og realisere egne ideer.



Vedlegg 2 LOTO

Lockout. The placement of a lockout device on an energy isolating device, in accordance with an established procedure, ensuring that the energy isolating device and the equipment being controlled cannot be operated until the lockout device is removed.

Tagout. The placement of a tagout device on an energy isolating device, in accordance with an established procedure, to indicate that the energy isolating device and the equipment being controlled may not be operated until the tagout device is removed.

Lockout device. A device that utilizes a positive means such as a lock, either key or combination type, to hold an energy isolating device in the safe position and prevent the energizing of a machine or equipment. Included are blank flanges and bolted slip blinds.

Tagout device. A prominent warning device, such as a tag and a means of attachment, which can be securely fastened to an energy isolating device in accordance with an established procedure, to indicate that the energy isolating device and the equipment being controlled may not be operated until the tagout device is removed. [42]

Vedlegg 3 Retningslinjer for bruk av Motoman IA20

Instruks for bruk av Motoman IA20 robot

1 Bakgrunn/hensikt (for instruksen)

Denne instruksjonen beskriver hvordan roboten skal håndteres på en sikker måte.

2 Opplæring

Alle som skal jobbe rundt roboten skal ha hatt en gjennomgang av sikkerhetsreglene med sikkerhetsansvarlig, Morten Sundsøy.

Sikkerhetsansvarlig har ansvar for at alle i gruppen følger sikkerhetsinstruksene som er gitt.

3 Instruks

Følgende regler må følges ved bruk av roboten:

- Roboten skal være inngjerdet
- Roboten skal **kun** startes av instruert personell
- **Ingen** skal være innenfor sikkerhetsgjerdet når roboten kjøres
- Nødstoppknappen skal være lett tilgjengelig
- Roboten er et verktøy og **ikke** et leketøy, og skal behandles med forsiktighet
- Meld fra til Morten Sundsøy ved uønsket hendelse

Vedlegg 4 Feilsøkningslogg på Motoman

Feilsøking: 15.04.2015

Skal teste hvorfor vi ikke får lastet på JBI fil til Motoman.

Proessen blir å eliminere hver enkelt linje hver for seg, og dokumentere hva som skjer.

JBI filen vi tester vet vi at fungerer.

Kommentarer:

svg til jbi converter program, inkluderer CONT i metodene som kjører roboten (Se figur). Dette er noe vi har sjekket opp med INFORM manualen, og det er ikke nevnt i denne.

```
///FRAME BASE
NOP
*1
MOVL C000 V=50 CONT
PAUSE
MOVL C001 V=20 CONT
MOVL C002 V=20 CONT
```

Figur 46: Converter inkluderer CONT

Test av original fil: 15.04.2015

- 1) Endret filnavn inne og ute fra 678 til MOTEST1 - OK
- 2) Fjernet tredje linje (//POS) - Feil
- 3) Endret linje fem fra TOOL 1 til TOOL 0 - OK
- 4) Fjerne linje 6 (///POSTYP PULS) - OK
- 5) Fjerne linje 7 (///PULSE) - OK
- 6) Endre første metode fra C00000 til C000 - OK
- 7) Endre andre metode fra C00001 til C001 - OK
- 8) Fjerne linje 8 (//INST) - Feil
- 9) Endre dato linje 9 - OK
- 10) Fjerner ///ATTR SC, RW - Feil
- 11) Fjerner RW på linje 10 - Feil
- 12) Fjerner SC på linje 10 - OK

- | | |
|--|--------|
| 13) Fjerner linje 11 (///GROUP1 RB1) | - Feil |
| 14) Fjerner RB1 i linje 11 | - OK |
| 15) Fjerne linje 12 (//NOP) | - Feil |
| 16) Endrer kjøring av metodene med å fjerne 2 "nuller" | - OK |
| 17) Endrer MOVJ til MOVL | - Feil |
| 18) Endrer MOVJ til MOVL og VJ til V | - OK |
| 19) Legger til CONT bak linje 13 | - Feil |
| Grunnen til CONT: Converter på nett legger til dette. | |
| 20) Endrer VJ til V på MOVJ-operasjonen | - Feil |
| 21) Endrer VJ=25 til VJ= på MOVJ-operasjonen | - OK |
| 22) Endrer VJ=25 til VJ=-25 | - Feil |

Feilsøking 1: 16.04.2015

Program fra Robotmaster 16.04.2015

```

/JOB
//NAME ROMASTR
//POS
///NPOS 3265,0,0,0,0,0
///USER 1
///TOOL 1
///POSTYPE USER
///RECTAN
///RCONF 1,0,0,0,0,0,0
---KOORDINATER TIL ROBOT
//INST
///DATE 2015/04/16 14:30
///COMM BY-ROBOTMASTER
///ATTR SC,RW,RJ
///FRAME USER 1
///GROUP1 RB1
NOP
    
```

CALL JOB:APPROACH

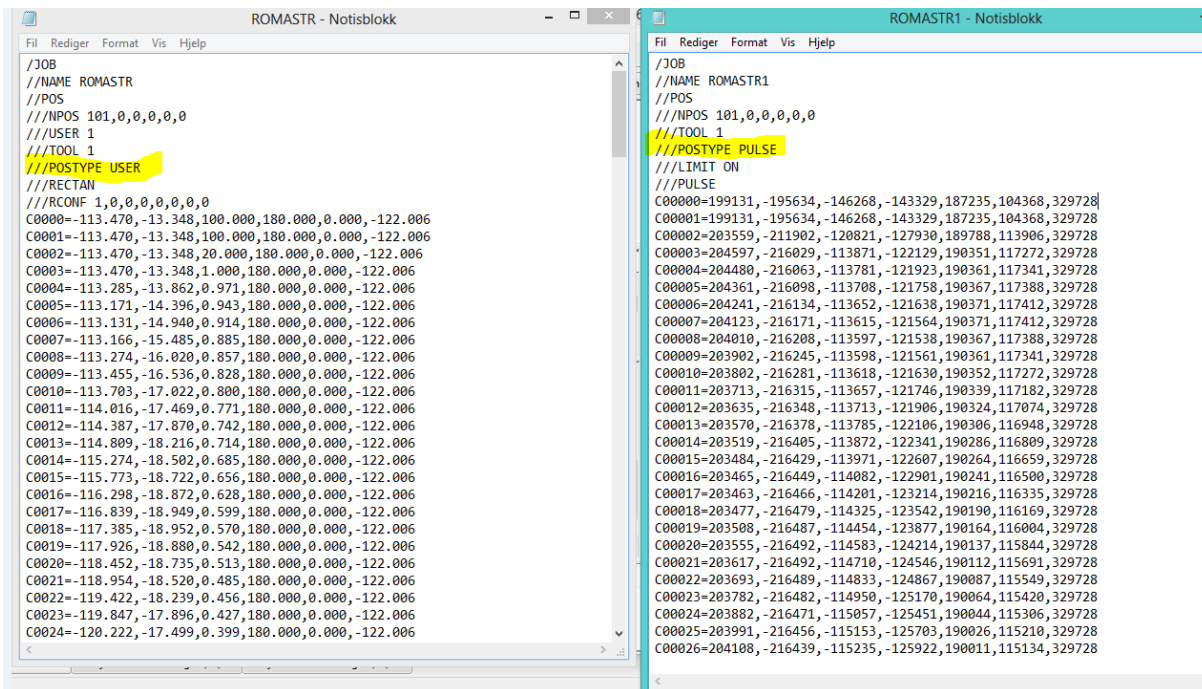
--KJØRING AV KOORDINATER TIL ROBOT

CALL JOB:RETRACT

END

Logg liste feilsøking ROMASTR:

- | | |
|---|------------------|
| 1) Fjerner USER1 | - feil |
| 2) Fjerner CALL JOB: APPROACH | - feil |
| 3) Fjerner CALL JOB:RETRACT | - feil |
| 4) Se fil RELATIVE JOB MANUAL | |
| 5) Legger til PL koordinat i test fil | - ikke problemet |
| 6) Kortet ned fil til 1001 punkt | - feil |
| 7) Kortet ned fil til 101 punkt | - feil |
| 8) Forskjell på 0 posisjon på kartesisk(RELATIV JOBB) og PULS | - Stemmer |



Feilsøking 2: 16.04.2015

Test:

- 1) Prøver å laste opp MOLMG, fil generert fra konverter - Feil
Tester MOTEST1
- 2) Bytter om ///ATTR SC,RW → ///ATTR RW,SC - OK
- 3) Bytter SC,RW til 0,0 - Feil
- 4) Bytter SC,RW til 1,1 - Feil
- 5) Fjerner både SC og RW fra linje ///ATTR SC,RW - Feil
Tester MOLMG Beholder alt vi endre/bytter
- 6) Bytter ///ATTR 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0 til ///ATTR RW,SC - Fremdeles feil
- 7) Fjerner alle CONT i metoder - Fremdeles feil
- 8) Fjerner loop (*1 – Jump *1) - Fremdeles feil
- 9) Fjerner «pause» - Fremdeles feil
- 10) Fjerner ///FRAME BASE - Fremdeles feil
- 11) Fjerner ///RECTAN - Fremdeles feil
- 12) Fjerner ///RCONF - Fremdeles feil
- 13) Ligger til ///GROUP RB1 - Fremdeles feil
- 14) Endrer NPOS fra 18,0,0,0 til 18,0,0,0,0,0 - Fungerte

Feilsøking: 17.04.2015*ALMG-fil**Logg feilsøking:*

```

|JOB
//NAME ALMG
//POS
///NPOS 18,0,0,0,0
///TOOL 0
C000=-161.322,-33.465,100.000,180.00,0.00,0.00
C001=-161.322,-33.465,90.000,180.00,0.00,0.00
C002=148.381,-42.284,90.000,180.00,0.00,0.00
C003=159.274,-50.028,90.000,180.00,0.00,0.00
C004=173.748,-276.206,90.000,180.00,0.00,0.00
C005=173.748,-287.648,90.000,180.00,0.00,0.00
C006=167.053,-309.711,90.000,180.00,0.00,0.00
C007=158.726,-319.155,90.000,180.00,0.00,0.00
C008=120.211,-334.882,90.000,180.00,0.00,0.00
C009=105.366,-335.226,90.000,180.00,0.00,0.00
C010=-202.658,-322.790,90.000,180.00,0.00,0.00
C011=-212.254,-314.089,90.000,180.00,0.00,0.00
C012=-222.273,-86.765,90.000,180.00,0.00,0.00
C013=-221.923,-75.333,90.000,180.00,0.00,0.00
C014=-211.786,-54.064,90.000,180.00,0.00,0.00
C015=-202.035,-45.465,90.000,180.00,0.00,0.00
C016=-161.323,-33.465,90.000,180.00,0.00,0.00
C017=-161.323,-33.465,100.000,180.00,0.00,0.00
//INST
///DATE 2015/04/17 12:48
///ATTR RW,SC
///GROUP1 RB1
NOP
MOVL C000 V=50
MOVL C001 V=2
MOVL C002 V=20
MOVL C003 V=20
MOVL C004 V=20
MOVL C005 V=20
MOVL C006 V=20
MOVL C007 V=20
MOVL C008 V=20
MOVL C009 V=20
MOVL C010 V=20
MOVL C011 V=20
MOVL C012 V=20
MOVL C013 V=20
MOVL C014 V=20
MOVL C015 V=20
MOVL C016 V=20
MOVL C017 V=50
END

```

Figur 47: Bilde av kode som funker

Begynner nå å tilføye kode til den ikke fungerer igjen. Dette er en eliminerings metode

Feilsøking: 21.04.2015

Fått ny fil fra robotmaster i dag.

Opplasting av fil til robot

- 1) Lastet opp fil til robot - **Gikk IKKJE**
- 2) Fjernet koordinater til det gjensto 101 punkter. Lastet opp – **Det FUNKER**

Filen vi fikk fra Robotmaster er U-leddet ute av rekkevidden. Maks- og min puls for U-leddet er -228884 til +228789. I filen vi fikk fra robotmaster er U-leddet pulset F.eks. opp til 242434. Dette er nesten 20000 pulser over det som er mulig. Vi vet ikke hvorfor det er slik, dette må vi høre med robotmaster.

Vi prøver nå å fjerne 20000 pulser på uleddet til de 101 første koordinatene.

- 1) Fjernet 30000 pulser fra Ledd U
- 2) Lastet opp og kjørte programmet. **Det funker**, men det virker som robot ikke er skikkelig i posisjon. Se bilde. **Fil 210415B**
- 3) Konvertert til kartesisk (Robot), **Fil 210415**, alt vrir seg i forhold til **Fil 210415B**. Ledd 7 blir også inkludert i denne kjøringen.
- 4) Konverterer til kartesisk (User#1). Virker som den oppfører seg helt lik som **Fil 210415B**.
- 5) Lagt til 117 nye punkt i Fil 210415B frå original fil
- 6) Teste fil med 1365 punkt – Gikk **ikkje** an å overføre til robot
- 7) Teste fil med 501 punkt - Gikk **ikkje** an å overføre til robot
- 8) Teste fil med 400 punkt – Det **funket** å overføre til robot
- 9) Teste fil med 450 punkt Det **funket** å overføre til robot
- 10) Teste fil med 500 punkt - Gikk **ikkje** an å overføre til robot
- 11) Tester fil med 499 punkt – Det **funket** å overføre til robot
- 12) Tester på ny fil med 500 punkt - Det **funket** å overføre til robot. Vi fant et mellomrom mellom kode, og tenker kanskje at det var det som var feilen.
- 13) Tester på ny fil med 501 punkt - Det **funket** å overføre til robot. Vi fant et mellomrom mellom kode, og tenker kanskje at det var det som var feilen. Kanskje det er mellomrom som er feil. Tester dette på neste linje.
- 14) Får feil på opplasting når vi legger til et mellomrom mellom MOVL C0500 V=190.9 PL=1 OG JUMP *1 I FIL **210415B**
- 15) **Fjerner mellomrom – alt ok**
- 16) Tester på ny fil med 601 punkt - Det **funket** å overføre til robot.
- 17) Tester på ny fil med 1000 punkt - Gikk **ikkje** an å overføre til robot
- 18) Tester på ny fil med 999 punkt - Det **funket** å overføre til robot.
- 19) Lagt inn CALL JOB:MSUND i filen 210415B (som ligger på robot) Funker fint.

Konklusjon:

Det er ikke mulig å ha mer en 999 punkt i en fil for å laste den opp til roboten. Alt over dette får du «Filoverføring mislyktes». Det er heller ikke mulig å begynne metodene på et tilfeldig tal. Det er nødt å være i stigende rekkefølge fra C0000. Eksempel:

C0000=±SSSSSS, ±LLLLLL±UUUUUU, ±,RRRRRR ±BBBBBB, ±TTTTTT±777777

C0998=±SSSSSS, ±LLLLLL±UUUUUU, ±,RRRRRR ±BBBBBB, ±TTTTTT±777777

Vedlegg 5 Forskjell på Motoman SIA20 og Motoman IA20


SIA20 SPECIFICATIONS			IA20 SPECIFICATIONS		
Structure	Articulated		Structure	Articulated	
Mounting	Floor, Wall or Ceiling		Mounting	Floor, Wall, or Ceiling	
Controlled Axes	7		Controlled Axes	7	
Payload	20 kg (44.1 lb)		Payload	20 kg (44.1 lbs)	
Vertical Reach	1,498 mm (59")		Vertical Reach (base to tool mount surface)	1,598 mm (62.9")	
Horizontal Reach	910 mm (35.8")		Horizontal Reach	910 mm (35.8")	
Repeatability	±0.1 mm (±0.004")		Repeatability	±0.1 mm (±0.004")	
Maximum Motion Range	S-Axis (Turning/Sweep)	±180°	Maximum Motion Range	S-Axis (Turning/Sweep)	±180°
	L-Axis (Lower Arm)	±110°		L-Axis (Lower Arm)	±125°
	Ø-Axis	±170°		Ø-Axis	±180°
	U-Axis (Upper Arm)	±130°		U-Axis (Upper Arm)	±125°
	R-Axis	±180°		R-Axis	±180°
	B-Axis (Bend/Pitch/Yaw)	±110°		B-Axis (Bend/Pitch/Yaw)	±120°
	T-Axis (Wrist Twist)	±180°		T-Axis (Wrist Twist)	±180°
Maximum Speed	S-Axis	130°/s	Maximum Speed	S-Axis	130°/s
	L-Axis	130°/s		L-Axis	130°/s
	Ø-Axis	170°/s		Ø-Axis	170°/s
	U-Axis	170°/s		U-Axis	170°/s
	R-Axis	200°/s		R-Axis	300°/s
	B-Axis	200°/s		B-Axis	300°/s
	T-Axis	400°/s		T-Axis	580°/s
Approximate Mass	100 kg (264.6 lb)		Approximate Mass	120 kg (264.6 lbs)	
Power Consumption	2.2 kVA		Power Consumption	3.4 kVA	
Allowable Moment	R-Axis	58.8 N · m	Allowable Moment	R-Axis	58.8 N · m
	B-Axis	58.8 N · m		B-Axis	58.8 N · m
	T-Axis	29.4 N · m		T-Axis	29.4 N · m
Allowable Moment of Inertia	R-Axis	4 kg · m ²	Allowable Moment of Inertia	R-Axis	4 kg · m ²
	B-Axis	4 kg · m ²		B-Axis	4 kg · m ²
	T-Axis	2 kg · m ²		T-Axis	2 kg · m ²

Vedlegg 6 Priser på robot, programvare og ekstrautstyr



Under er et prisoverslag på en robotløsning for 3D fresing Globalrobots foreslo, etterfulgt av fres til Motoman IA20 og andre programvareløsninger til KUKA roboten. Alle prisene er beregnet på norsk valuta i perioden 05.01-31.04. 2015.

Pris på ekstra utstyr fra Globalrobots

Pris(NOK)	Utsyr	Innhold
Inkludert installasjon og igangsettelse 15 740,-	Robotcelle kontrollpanel for å ha på utsiden av robotcellen 	600mm by 600mm by 210mm deep Rittal Panel Isolator switch Estop twist to release button Black Reset push button Green illuminated push button for Cycle Start Blue illuminated push button for Cell Access Request All internal wiring, circuit breakers and relays
Inkludert installasjon og igangsettelse 92 100,-	Roterende bord 	Turntable Mechanical -Drive KSD-16 Modified -Drive Support Plate -Modified KSD supply loom in Control Panel KSD Servo bus Cable KSD Motor supply cable internal plus Hummel Connector Motor supply cable external plus Hummel Connector Motor resolver cable to RDW RDW Seventh Axis Gland Four Mounting Bolts Delivery in the UK (Positioning of the turntable once unloaded is the responsibility of the client)
Inkludert installasjon og igangsettelse 54 902 ,-	Spindel for fresing 	HSD Spindle MT 1090 6 kw ER 32 collet 80 volt 12.6 amps Note: (Cutting Bit client supply) Invertek P2 Optidrive 380 supply , 380 output voltage, 7,5 kw, 18 amps Note: (Mounted internally on Controller Door see below) Inverter Supply circuit breaker (Within Controller) Internal Cable - Inverter to Hummel Connector External Cable - Controller to Robot Base External Cable – Robot Energy supply tube to Spindle Spindle Mounting Bracket Delivery in the UK



<p>Inkludert installasjon og igangsettelse</p> <p>47 068,-</p>	<p>Sikkerhetsgjerde</p> 	<p>4 meter by 4 meter and 2 meter high guarding panels One access door Ferrogard 24VDC. Safety contact 2NC Door safety switch 2M post 50x50 2.5mm powder coated yellow. Panels black powder coated in 2"x2" 10g mesh standard. Panel height 1853mm in sigma framework, normal panel width 1261mm.</p>
<p>Sum ekstra utstyr</p> <p>209 810 ,-</p>		

Pris på robot og programvareløsninger fra Globalrobots



Pris(NOK)	Utsyr	Innhold
<p>Inkludert installasjon og igangsettelse</p> <p>KRC2: 111 991,- (nettpris) KUKA KR210-robot: 111 991,- (Nettpris)</p> <p>Vår samlet pris: 172 741,-</p>	<p>KUKA KR210 robot med KRC2 kontroller</p> 	<p>KUKA KR210-robot - rekkevidde 2700mm - tillat vekt 210 kg</p> <p>Med oppgradert KRC2 kontroller tilpasset med Windows XP og KSS Versjon 5.4.14</p>
<p>Inkludert installasjon og igangsettelse</p> <p>8 361,-</p>	<p>Wago IO modul Standard KRC2 Kontroller kommer med en Master DeviceNet Port som standard, men har faktisk ikke noe IO integrert i kontrolleren</p> 	<p>DeviceNet Coupler Four Modules of Four Inputs giving 16 Inputs Four Modules of Four Outputs giving 16 Outputs DeviceNet Cable from MFC to Coupler with connectors 24VDC Supply from Circuit Breaker F13 24VDC Relay for Spindle start/stop X12 Harting Connector pre-wired with 16 Inputs, 15 Outputs plus 4 Pins for 0V and 4 Pins for 24</p>

<p>Inkludert installasjon og igangsettelse</p> <p>Fra robotmaster 350 000,-</p> <p>Fra global robots 222 123,-</p> <p>For hver ekstra eksterne akse (roterende bord skinner) er det et tillegg på 11 717,-</p>	<p>Robotmaster pris fra global robot pro system for 3D fresing drilling</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mastercam Router Pro functionality (including nesting) - 2, 2.5D toolpaths for contouring, pocketing and drilling - 5 axis Toolkit for auto multi surface edge toolpath calculation - 3D toolpaths and advanced multisurface roughing and finishing - Simultaneous 5 axis toolpaths for advanced multiaxis, multisurface machining - 1 x day onsite installation. - 6 x days training at 4D offices. - 12 months support and software updates.
<p>Sum program + robot 403 225,-</p>	<p>Kontakt: andy.kirkwood@globalrobots.com Kontakt Jan Bohman fra AME Sverige distributør av Robotmaster: jan@ameab.se</p>	

Fres til Motoman IA20 fra UGRA CNC

Pris(NOK)	Utsyr	Innhold
<p>2718 (NOK) (360\$)</p>	<p>800W 24000 rpm <i>Ugra ER Collet</i> Elmotor for Fresing 8mm borr</p>   <p>http://ugracnc.com/AIR-COOLED-SPINDLES/GMT-Air-Cooled-CNC-Spindle-0.8-kW-220-V-R.html</p> <p>Kontakt: vrindavan@ugracnc.com</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensions: OD: 65mm (2.559") L: 300mm (12") ▪ Power: 0.8 kW (1 HP) ▪ Voltage: 220V 3 Phase (Inverter Output Voltage) ▪ Current 3.6A ▪ Frequency: 0~400 Hz ▪ Speed: 0~24000 RPM step less. ▪ Working speed: 6000-24000 RPM ▪ ER11 collet ▪ Grease Lubrication ▪ Run out off: less than 0.02mm (0.001") ▪ Noise level: 77dBA ▪ Air Cooling ▪ Weight: 3 kg (7 lbs)

Alternative programvareløsninger ved valg av KUKA robot

Pris(NOK)	Utsyr	Innhold
<p>166 886 kr (180 000SEK)</p>	<p>http://www.irbcam.com/</p> 	<p>IRBCAM is not limited to a particular manufacturer of robots, CAD/CAM software or operating system. You do not have to switch to a new CAD/CAM software when purchasing IRBCAM. IRBCAM has been tested and works with SurfCAM, Esprit (see video), CATIA, ProEngineer, VisualMill, RhinoCAM, Creo, PowerMill (see video), SolidCam and others. Send us an example APT-CL or G-code file if you want us to test IRBCAM's compatibility with other CAD/CAM software. IRBCAM is currently available for Windows (32/64-bit), Mac OS X (64-bit) and Linux (64-bit).</p>
<p>72 000 kr</p>	<p>Kontakt : mikael@camtek.se</p> <p>RobotWorks</p> 	<p>Automatically create mathematically accurate paths along faces, edges and curves of CAD objects in the SolidWorks window.</p>
	<p>Kontakt: gunnar@robotworks.se</p>	

Vedlegg 7 Svar på prisforespørsler per e-post



Prislista 2015-01-01

RobotWorks - World's Fastest Robot Offline Programming

	SEK
RobotWorks Standard - Singel robot users (one robot make, one robot model) Yearly Subscription Support 1 year (mandatory first year)	62.500:- 8.300:-
RobotWorks Pro - Advanced users (all robot makes, 10 robot models) Yearly Subscription Support 1 year (mandatory first year)	71.000:- 8.300:-
RobotWorks external axes (2 rotary axes, for both versions) Yearly Subscription Support 1 year (mandatory first year)	37.500:- 2.200:-
RobotWorks Linear axis (robot on slide) Yearly Subscription Support 1 year (mandatory first year)	37.500:- 2.200:-
RobotWorks Import 3-axis CNC data (G0,G1,Feed, for both versions) Support Import 3-Axis CNC data (Included in option price first year)	9.500:-
RobotWorks Import 5-axis CNC data (in CLDATA format, See note 4.below) Support Import 5-Axis CNC data (Included in option price first year)	9.500:-
RobotWorks Pro Reach-Study (No output, See note 3.below) Support Reach-Study 1 year (mandatory first year)	39.500:- 5.200:-
RobotWorks Education (See note 1.below, Otherwise like PRO) Support Reach-Study 1 year (mandatory first year)	39.500:- 5.200:-

1. We offer education institutes a deal only if they install RBW in THE CLASS, as follows.
 - A. They install 10-20 RBW seats IN THE CLASS (these seats must be registered).
 - B. They buy support contract (for the teacher seat).
 - C. They get 50% off the PRO version.
 - D. All education licenses are only for SolidWorks education seats.
 - E. If they don't install in the class they pay 100% like commercial seat.
2. RobotWorks does not support network operation. It must be installed on the same PC having SolidWorks.
3. The NO OUTPUT version is for creating path, simulation, reach & collision check, but the path point values can't be exported in any way.
4. Import 5-axes CNC files in CLDATA format, per RobotWorks specification (Document available from support)
5. RobotWorks license is tied to SolidWorks number and will only run on ONE PC. Contact support for SolidWorks network installations options.

For å se mer se [kalkulator på hjemmeside](#)

E-post fra Globalrobots om innbytte av Motoman IA20

Christian hi,
I did mean Euros but I can offer £7500 for it if they will accept that for the robot?

Regards

Andy Kirkwood

Managing Director
Global Robots Ltd
Beancroft Road, Marston Moretaine, Bedford, UK, MK43 0QF
Web: www.globalrobots.com
Email: andy@globalrobots.com
Tel: +44 1234 766 450
Fax: +44 1234 766 400
Mobile: +44 7957 585 440

E-post om pris på IRBCAM

Hej Christian

Jag har kollat detta med Motoman roboten och den stöds inte av IRBCAM i dagsläget, medan däremot Kuka roboten inte är några problem.

Och priserna du fick var education priser ja. Business priset för motsvarande lösning är ca 180 000 SEK.

Mvh

Mikael Hallgren

Camteknik i Ulricehamn

+46 708-704 200

www.camtek.se

E-Post om pris på Robotmaster og bekreftelse på at de kan dele opp filene i programmet

Hej,

S? bra att det fungerade n?gorlunda till slut.

Ja vi kan dela upp filen s? som du ?nskar.

Full packe f?r 350?NOK best?r av Mastercam Mill 3D + Multiaxis + RobotMaster Professional. Med denna l?sning kan du fr?sa vilken form som helst.

?r det enklare 3D former kan det r?cka att k?pa f?r 180? som d? best?r av Mastercam Mill + RobotMaster Basic.

Best Regards / Med v?nlig h?lsning

Jan Bohman



Vedlegg 8 Kontaktinformasjon

Christian Marås

Stilling: Prosjektleder og nettside

Epost: christian-marås@hotmail.com

Morten Sundsøy

Stilling: Robot og markedsundersøkelse

Epost: morten.sundsoey@gmail.com

Svanhild N. Thomsen

Stilling: Rapport og modellering

Epost: svanhild.thomsen@hotmail.com

Lars Martin Gjeraker

Stilling: Robot og markedsundersøkelse

Epost: larsmgjeraker@gmail.com

Joar sande (HiSF)

Stilling: Prosjektansvarlig, rettleder

Epost: joar.sande@hisf.no

Håvar Halvorsen (nLink)

Stilling: CEO nLink

Epost: haavard@nlink.no

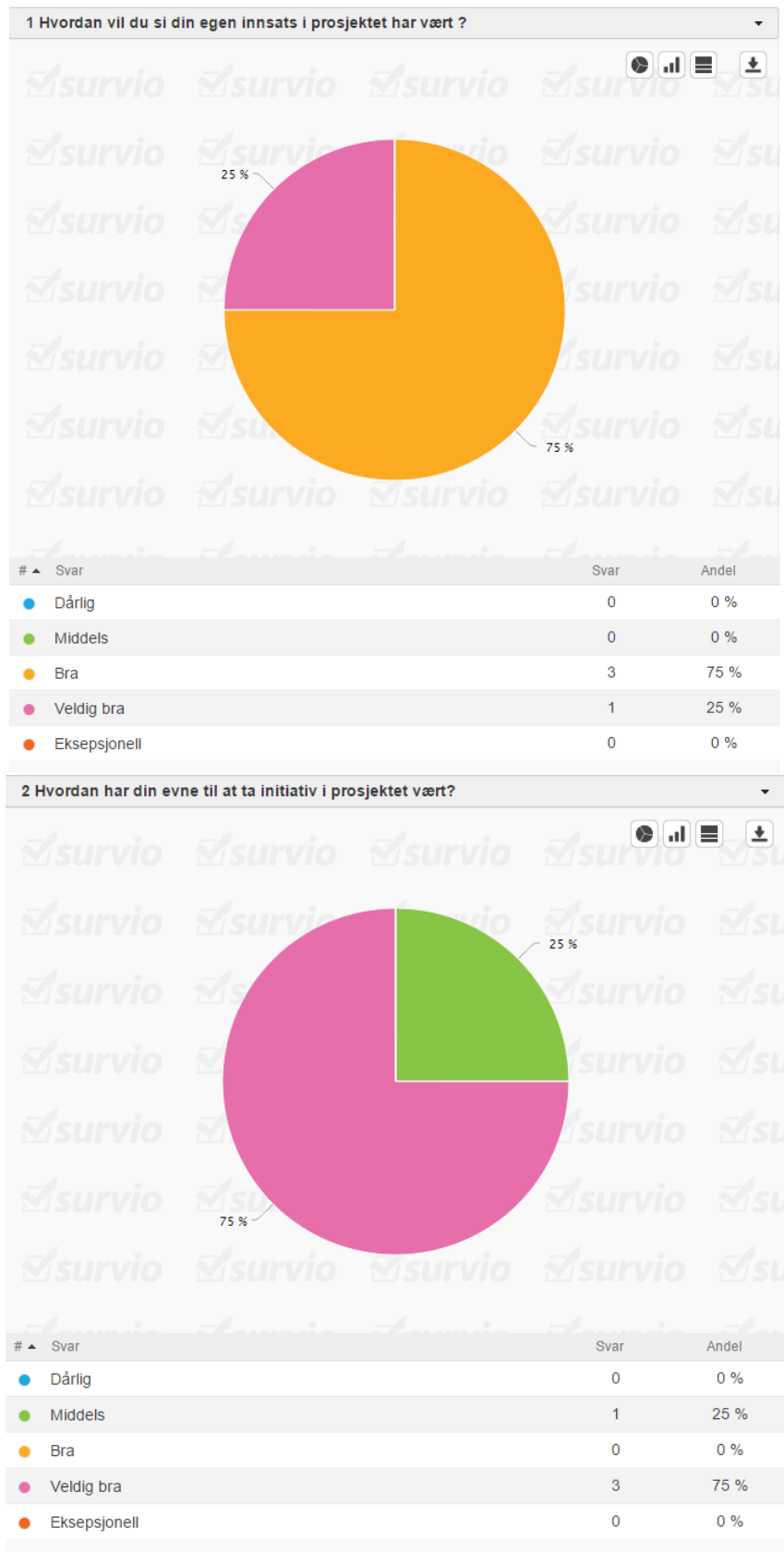
Vedlegg 9 Gantt-skjema

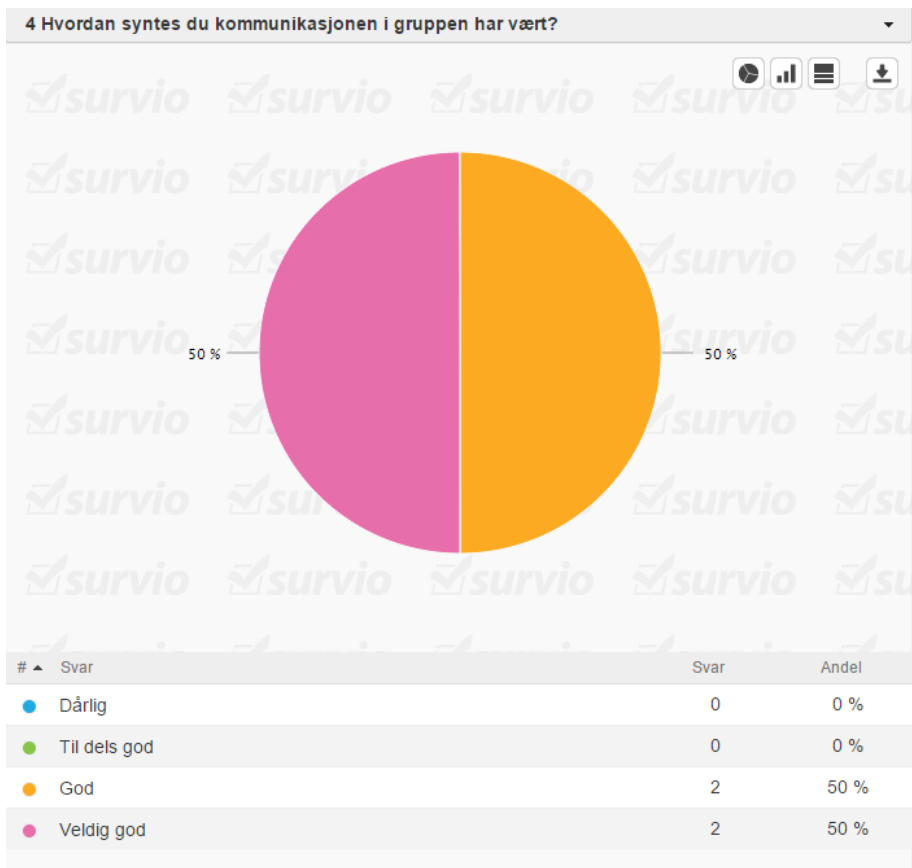
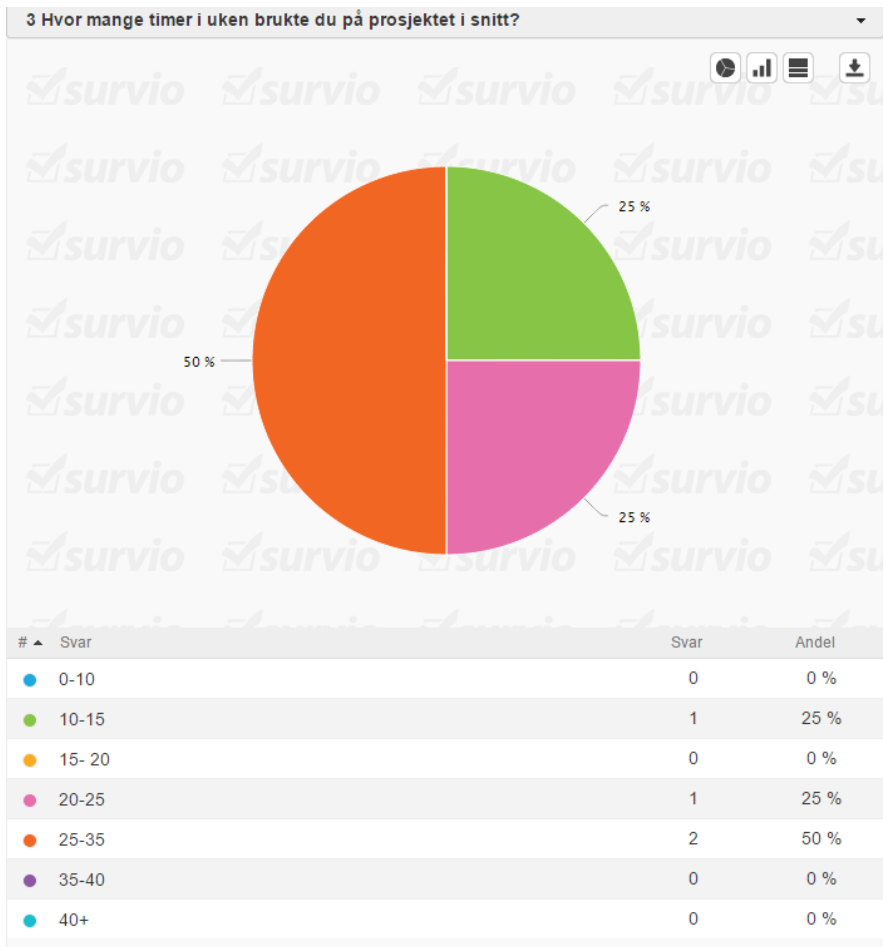


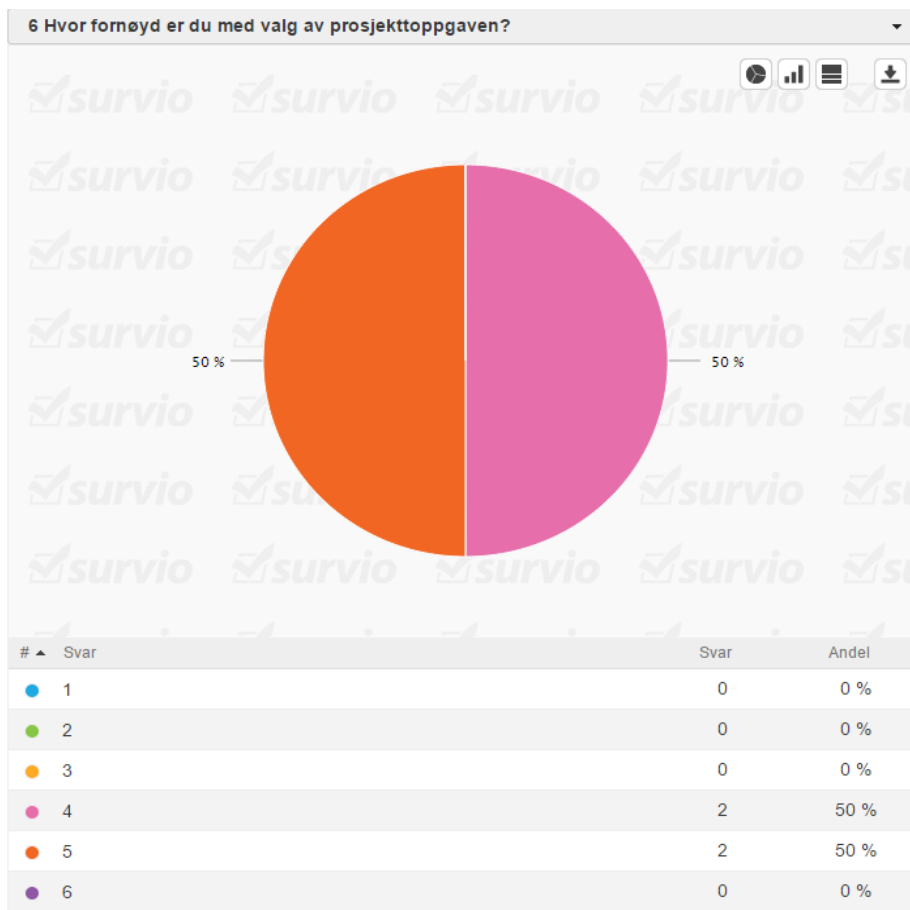
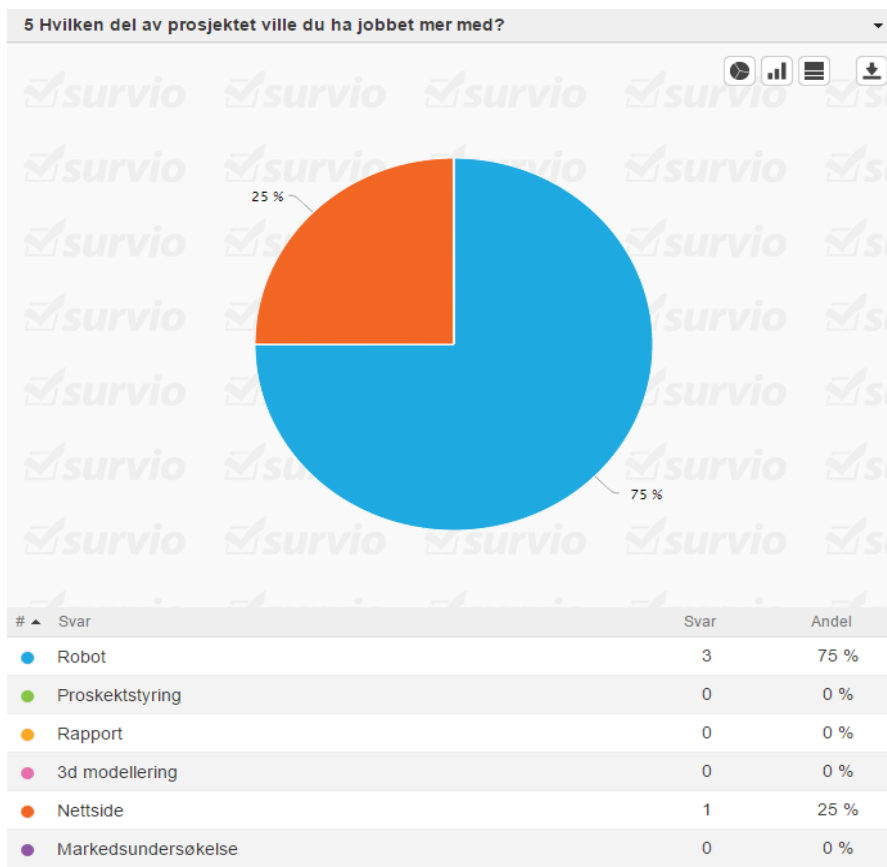
Oversikt over oppgaver fra gantt-skjema

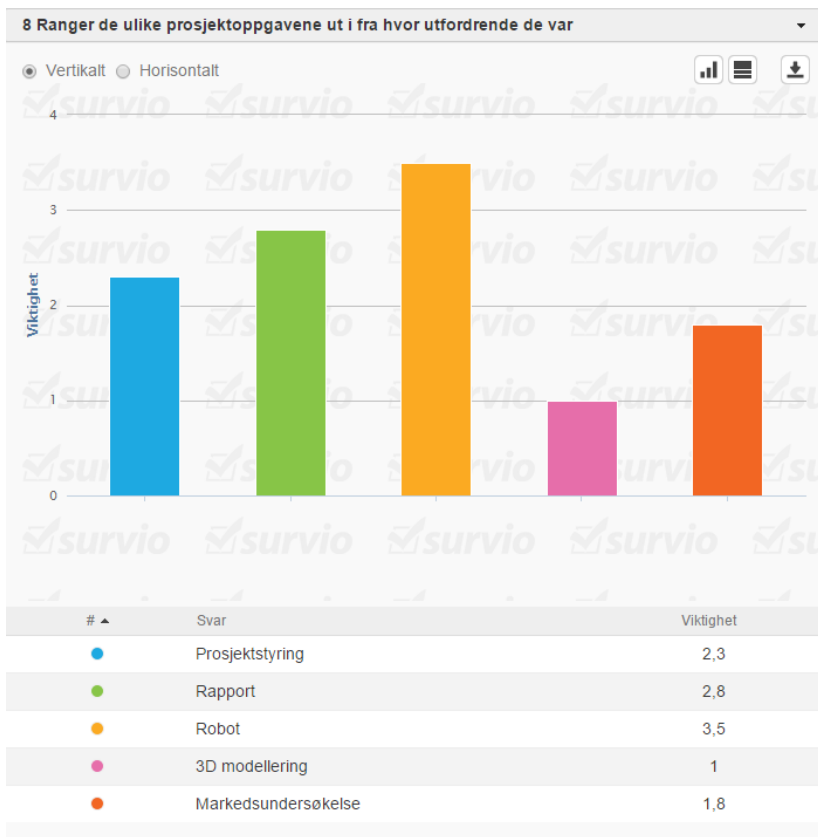
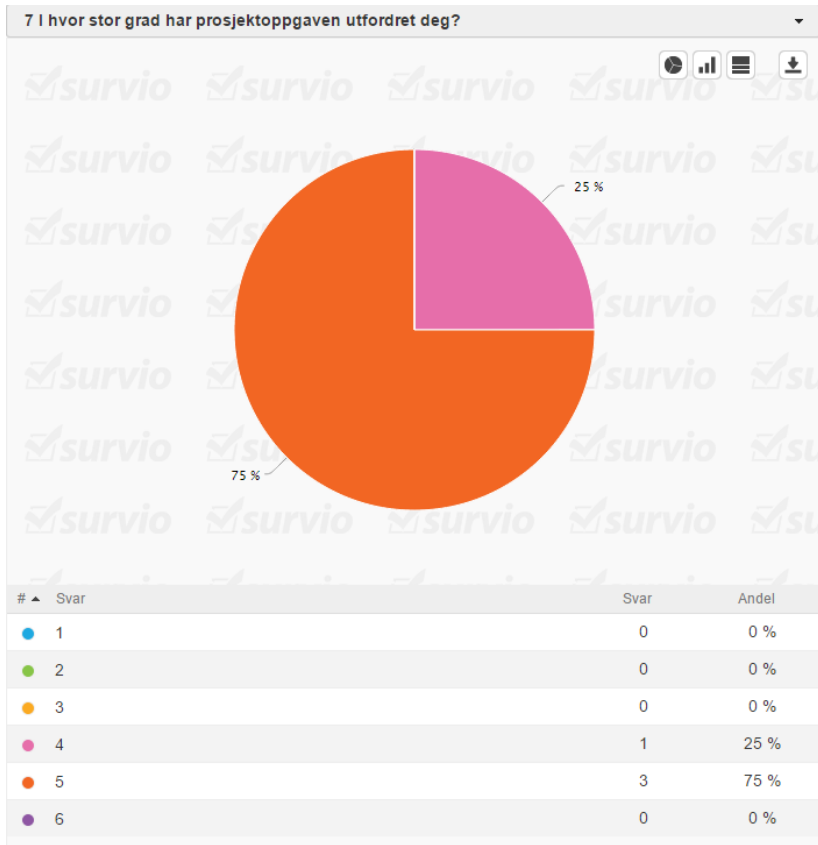
Task Name	Duration	Start	Finish
Robot /CAD	52 days	Mon 23.02.15	Wed 01.05.15
Finne fresemaskin	5 days?	Mon 23.02.15	Sun 01.03.15
Modifisere fresemaskin	6 days?	Mon 02.03.15	Sun 08.03.15
Tegne CAD modell av fres	11 days	Mon 09.03.15	Sun 22.03.15
Finne materiale vi kan frese I aluminium eller mykere	5 days?	Tue 03.03.15	Sun 08.03.15
Teste ut fresebane på robot	36 days	Mon 16.03.15	Fri 01.05.15
Spørreundersøkelse	27 days	Mon 09.03.15	Sun 12.04.15
Midtveispresentasjon	0 days	Wed 08.04.15	Wed 08.04.15
Velge modell for spørreundersøkelse	6 days	Mon 09.03.15	Sun 15.03.15
Utforme spørsmål til spørreundersøkelsen	6 days	Mon 16.03.15	Sun 22.03.15
Finne ut hvilke bedrifter vi skal spørre	6 days	Mon 16.03.15	Sun 22.03.15
Sende ut spørsmål	6 days	Mon 16.02.15	Sun 22.02.15
Analysere svar på spørsmålene	6 days	Mon 06.04.15	Sun 12.04.15
Rapport	38 days	Mon 06.04.15	Wed 27.05.15
Skrive ferdig om spørreundersøkelse	6 days	Mon 06.04.15	Sun 12.04.15
Rapport U/korrektur	11 days	Fri 24.04.15	Fri 08.05.15
Rapport mottatt fra ekstern korrektur	1 day	Tue 12.05.15	Tue 12.05.15
Pressemelding	6 days	Fri 01.05.15	Fri 08.05.15
Rapport FERDIG	8 days	Tue 12.05.15	Thu 21.05.15
Plakat	3 days	Sat 23.05.15	Tue 26.05.15

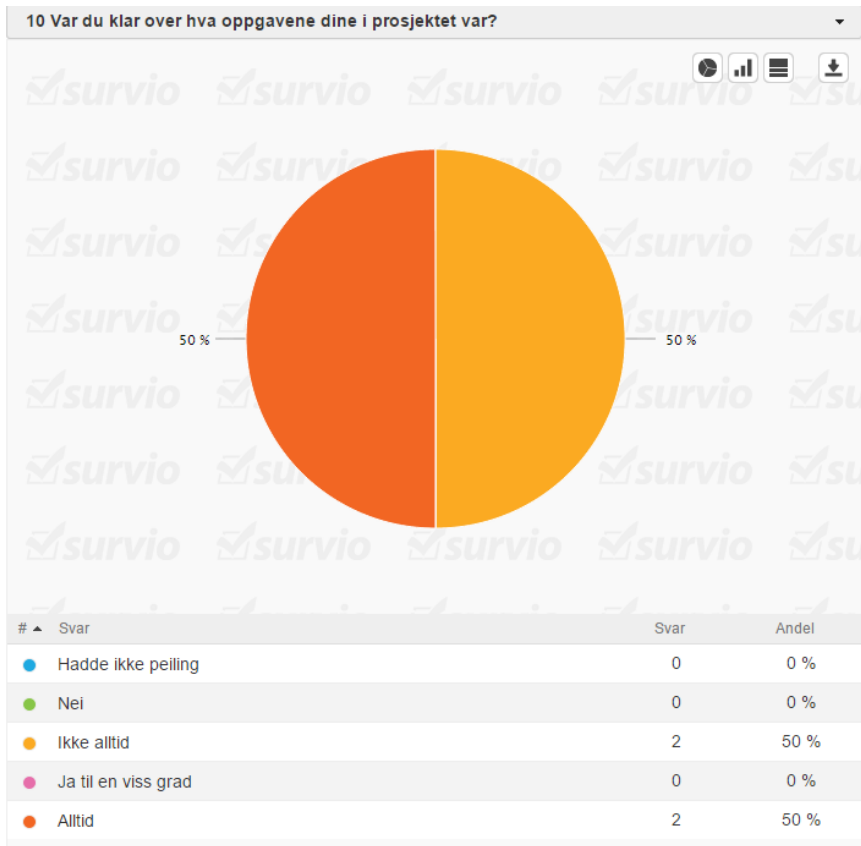
Vedlegg 10 Evaluering av prosjekt

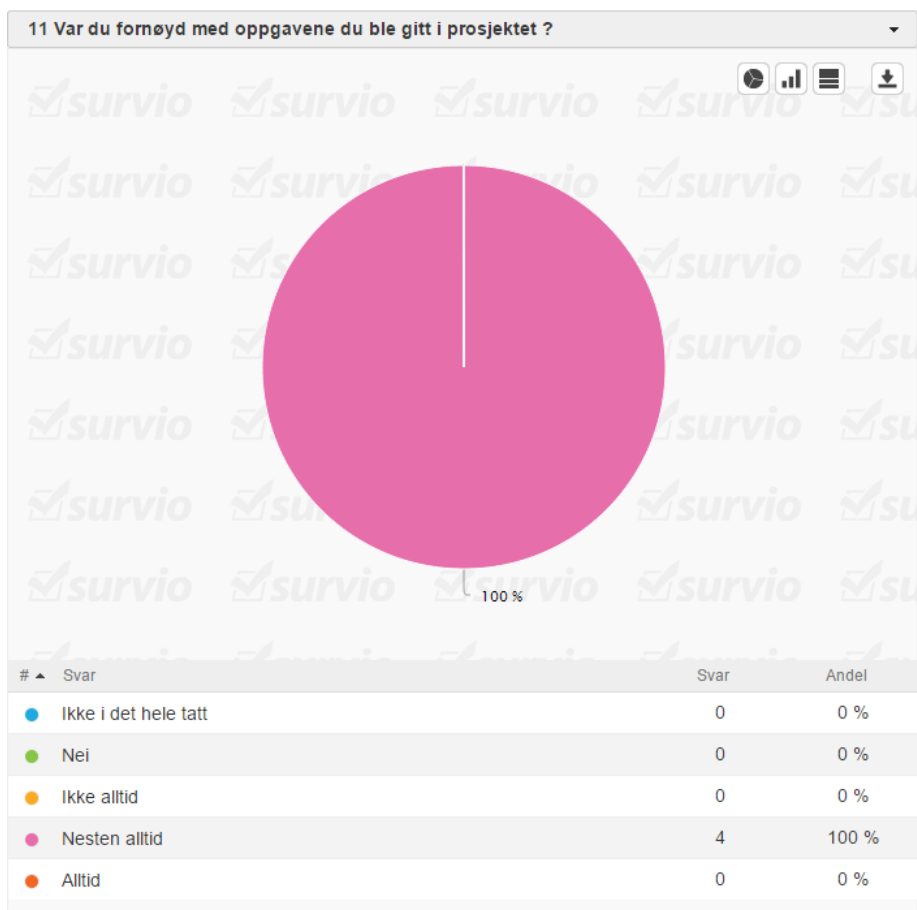












12 Skriv her om du vill legge til noe?

Kunne vært strengere til tider. Og gi mer kred for ting som ble gjort.

Skulle tatt mer initiativ til å jobbe med de andre delene.

Evaliering er viktig. Godt jobba

Vedlegg 11 Minnepenn

11.1 Samtalelogg fra markedsundersøkelse

11.2 Motoman fresekode

11.3 Økonomi

11.5 Timelister

11.5 Møtereferat

11.6 Rapportdisposisjon

11.7 Material oversikt og kontaktlister

11.8 Simulasjon av utfresing