Automatisk Kappanlegg

[Automatic cross-cut saw machine]

Øyvind Borgersen
Thomas Wasenden
Per Marius Ødegaard

Automatisk Kappanlegg

[Automatic cross-cut saw machine]

Øyvind Borgersen
Thomas Wasenden
Per Marius Ødegaard

Hovedprosjekt
Bachelor i ingeniørfag, elektro – micro data
15 studiepoeng
Gjøvik
22. Mai 2006

Sammendrag

Tittel:	Automatisk Kappanlegg
Nr/Dato:	4 / 22. mai 2006
Forfattere:	Øyvind Borgersen, Thomas Wasenden, Per Marius Ødegaard
Veileder:	Vegar Johansen
Oppdragsgiver:	Toten Lauvtre AS
Kontaktperson:	Jarle Nordengen
Nøkkelord:	Automasjon, PLS, treforedling, kappanlegg
Antall sider:	58 + 37
Antall vedlegg:	12 interne, og 1 ekstern (brukerveiledning)
Tilgjengelighet:	åpen

Abstrakt:

Toten Lauvtre AS på Skreia har spesialisert seg i bearbeiding av trevirke fra lauvtre. De har investert i et kappanlegg av eldre årgang og det har vist seg at styringen til dette anlegget er i en dårlig forfatning. Hovedprosjektet har gått ut på:

1) Prosjektering og tegning av ny styring til anlegget.

2) Beregninger, valg og innkjøp av elektriske og mekaniske komponenter

3) Kobling av styreskap, styretablå og tilhørende fordelingspunkter i anlegget.

4) Programmering og igangkjøring av kappanlegget.

5) Utarbeide en sikkerhetsvurdering og brukerveiledning for maskinen.

Prosjektet har resultert i ett funksjonelt kappanlegg med ny styring og nye funksjoner.

Summary

Title:	Automatic cross-cut saw machine
No/Date:	4 / 22. mai 2006
Authors:	Øyvind Borgersen, Thomas Wasenden, Per Marius Ødegaard
Supervisors:	Vegar Johansen
Employer:	Toten Lauvtre AS
Contact person:	Jarle Nordengen
Key words:	Automation, PLC, wood conversion, automatic cross-cut saw machine
Pages:	58 + 37
Attachments:	12 internal and 1 external (user manual)
Availability:	Open

Abstract:

Toten Lauvtre AS at Skreia is a specialized factory for treating wood from hardwood. They have invested in an older cross-cut saw machine, but it has shown that the control for this machine is in a bad condition. The main prosject is:

1) Project and draw a new electric installation for the machine.
2) Calculate, choose and buy electrical and mechanical components.
3) Build an electric installation, steeringdesk and main cabinet.
4) Programming and startup of the machine.
5) Prepare a safetyassessment and a users manual of the machine

The project has result in a functional automatic cross-cut saw machine with new steering and new functions.

Forord

I dagens industri er det kvalitet og lave produksjonskostnader som er de to viktigste faktorene for å kunne overleve i en stadig større konkurranse hverdag. I industrien generelt ser vi en stadig økning i bruk av automatiske produksjonslinjer. Ved å innføre en slik linje vil vi kunne oppnå lavere produksjonstid, god kvalitet på det ferdige produktet og lavere lønnsutgifter.

Toten Lauvtre AS har sett dette behovet, og har ønsket seg en ny styring for sitt kappanlegg, tilpasset deres behov. Bedriften er under etablering og holder til i lokalene til Takstolfabrikken på Skreia. Toten Lauvtre AS leier produksjonsutstyr av Jarle Nordengen Skogtjenester.

Bedriften har et unikt produkt, der lauvtre er basisen i all produksjon. De leverer alt fra ferdige benkeplater til panel. Det som skiller lauvtre fra eksempelvis gran og furu er at den ikke har kvae og i tillegg har veden en glansfull overflate med duse mønstre.

Prosjektgruppen bestående av tre elektroingeniørstudenter har lagt ned mye jobb og innsats i prosjektering og bygging av ny styring til kappanlegget. Prosjektet omhandler hele prosessen; fra planlegging og tegning, til igangkjøring og testing av en ferdig produksjonslinje.

Gjøvik 22.mai 2006

_____	_____
Øyvind Borgersen	Thomas Wasenden

_____
Per Marius Ødegaard

Takk til

Underveis i prosjektet vårt har vi fått god hjelp og veiledning fra flere personer som vi gjerne vil få gi en stor takk til her.

Vil vil takke Kjetil Kløverud ved Hydro Raufoss Automotive Structures, for hjelp med generell oppbygning av et automasjonssystem.

Takk til Bjørn Strande ved NAMMO, som var til stor hjelp innen sikkerhetsvurdering og dokumentasjon av anlegg.

I tillegg vil vi takke John Milch i Siemens, Jo Sterten ved HIG, John Elvesveen ved HIG.

Til slutt vil vi rette en stor takk til Vegar Johansen, som har vært en god støtte og veileder gjennom hele prosjektet.

Innhold

1 Innledning 13
1.1 Problemstilling 13
1.2 Bakgrunn 14
1.3 Målsetting 14
1.3.1 Formål 14
1.3.2 Resultatmål 14
1.3.3 Effektmål 15
1.4 Metode 15
1.5 Organisering av rapporten 15

2 Prinsipper 16
2.1 Nye fagemner 16
2.1.1 PLS 16
2.1.2 Microkontroller 16
2.1.3 Frekvensomformer 17
2.1.4 AC motor 17
2.1.5 DC motor og DC drive 17
2.1.6 Pneumatikk 18
2.1.7 Vision system 18
2.1.8 Kamera 19
2.1.9 Fotocelle 19

3 Programvare 20
3.1 EPLAN 5.0 20
3.2 Step 7-micro/WIN 21
3.3 Proteus 21

4 Prosjektering 22
4.1 Utgangspunkt 22
4.1.1 Vurdering av kappanlegget 22
4.1.2 Vurdering og krav til nytt anlegg 23
4.2 Valg av motor og motorstyring for framdrift 23

4.2.1 AC motor med frekvensomformer 24
4.2.2 DC motor med drive 24
4.2.3 Valget av løsning 25
4.2.4 Beregning av motor og frekvensomformer 25
4.2.5 Valg av frekvensomformer 27
4.3 Valg av programmerbar styring 27
4.3.1 Valg av PLS eller microkontroller 28
4.3.2 PLS Styringen 28
4.4 Pneumatikk 30
4.4.1 Eksisterende pneumatikk system 30
4.4.2 Nytt pneumatikk system 31
4.4.3 Konstruksjon av nytt system 31
4.5 Valg av komponenter og komponent størrelse 33
4.5.1 Sikringer 33
4.5.2 Motorvern 34
4.5.3 Kontaktorer 34
4.5.4 Ledninger 34
4.6 Vurdering av vision system 34
4.7 Koblingsskjema 37
4.8 Prisoverslag 37
4.9 Sikkerhet 37
4.9.1 Risikovurdering 38
4.9.2 Merking av farlig områder 38
4.10 Nødstopp 39
4.10.1 Sikkerhetsrele 40
4.10.2 Anbefalinger for utbedring av sikkerheten ved anlegget 41

5 Ferdigstilling 42
5.1 Oppkobling 42
5.2 Oppkobling av styreskap og styretablå 43
5.3 Igangkjøring 44
5.4 Testing 45

6 Resultater 47
6.1 Fotocelle 48
6.2 Faste lengder 49
6.3 Hastighet / effektivitet 50

7 Diskusjon av resultater 51
7.1 Resultater 51
7.1.1 Fotocelle 52
7.1.2 Faste lengder 52
7.1.3 Hastighet / effektivitet 53
7.2 Feilkilder 53

7.2.1 Slark i mekanisk overføring 53
7.2.2 Vibrasjoner ved klamping 53
7.2.3 Vibrasjoner i underlag 53
7.2.4 Montering av fotoceller 53
7.2.5 Montering av pulstellere 54
7.2.6 Friksjon mellom transportbånd og arbeidsstykke. 54
7.2.7 Optimalisering av PLS kode 54
7.3 Tiltak for forbedring 55
7.3.1 Slark i den mekaniske overføringen 55
7.3.2 Påvirkninger på pulstellere 55
7.3.3 Montering av fotoceller 55
7.3.4 Friksjon på transportbånd 56
7.3.5 Optimalisering av PLS kode 56

8 Konklusjon 57

Referanser 58

Vedlegg 1

Vedlegg A: Dokumentasjon av kort A100 2
Vedlegg B: Dokumentasjon av kort A101 3
Vedlegg C: Prosjektloggbok med statusrapporter 4
Vedlegg D: Beregning av motor 6
Vedlegg E: Koblingsskjema styreskap 9
Vedlegg F: Koblingsskjema pnaumatikk 20
Vedlegg G: Kostnadsoverslag 22
Vedlegg H: Risikoanalyse 23
Vedlegg I: Stykkliste komponenter 30
Vedlegg J: Kode for PLS 31
Vedlegg K: Forprosjekt 32
Vedlegg L: Måleresultater 33

Figurer

Figur 1.1 Prinsippiell skisse over systemet 13
Figur 2.1 Eksempel på PLS fra Siemens 16
Figur 2.2 Eksempel på Microkontroller fra Microchip 16
Figur 2.3 Frekvensomformer fra Siemens 17
Figur 2.4 AC motor fra Siemens 17
Figur 2.5 Servomotor fra Siemens 18
Figur 2.6 Pnaumatikksystem 18
Figur 2.7 Kamera beregnet for industribruk 19
Figur 2.8 Fotocelle 19
Figur 3.1 Eplan 20
Figur 3.2 Eplan 5.0 20
Figur 3.3 Step 7-micro/WIN 21
Figur 3.4 Proteus-ISIS/ARES 21
Figur 4.1 Motor for posisjonering 26
Figur 4.2 Foring og festing av kobling på aksling 26
Figur 4.3 Micromaster 440 med tilkoblet BOP 27
Figur 4.4 SIMATIC PLS S7 226 29
Figur 4.5 ISO tegning av en 5/2ventil som styrer en sylinder 31
Figur 4.6 Det nye pneumatikk skapet. 32
Figur 4.7 Automatsikring for DIN-skinne 33
Figur 4.8 Motorvern 34
Figur 4.9 Kontaktor for styring av motorer 34
Figur 4.10 Ledninger i styreskap 34
Figur 4.11 Kamera fra Parameter AB, med framegrabber 35
Figur 4.12 E3Z – serie fotoceller fra Omron 36
Figur 4.13 Eksempel på tegning i EPLAN 37
Figur 4.14 Innmatning sagområde 38
Figur 4.15 Utmatning sagområde 38
Figur 4.16 Fareskilt på maskina 38
Figur 4.17 Plassering av nødstopp på tablå 39
Figur 4.18 Plassering av fareskilt 39
Figur 4.19 Plassering av nødstopp på transportbånd. 39

Figur 4.20 Sikkerhetsbryter på beskyttelseslokk. 40
Figur 4.21 Reset nødstopp knapp 40
Figur 4.22 Jokab sikkerhetsrele RT6 41
Figur 5.1 Styretablå med operatørpanel. 42
Figur 5.2 Organisering av styreskapet. 43
Figur 5.3 Plassering av fotoceller 44
Figur 5.4 Plassering under testing 44
Figur 5.5 Testing av anlegget 45
Figur 5.6 Bilde fra testing av fotocelle kapp. 46
Figur 6.1 Testserie av faste lengder. 47
Figur 6.2 Måleresultater fra fotocellekapp av lister. 48
Figur 6.3 Måleresultater fra fotocellekapp av 2”x4” 48
Figur 6.4 Måleresulter fastlengde 2300mm. 49
Figur 6.5 Måleresultater fastlengde 550mm. 49
Figur 6.7 Måleresultater fastlengde 100mm 49
Figur 7.1 Kullstift på arbeidsstykke. 52
Figur 7.2 Overføring mellom motor og girkasse. 53
Figur 7.3 Montering av fotoceller. 53
Figur 7.4 Montering av pulstellere. 55
Figur 7.5 Friksjon mellom arbeidsstykke og transportbånd. 56

Tabeller

Tabell 4.1 Prisoverslag på frekvensomformere 24
Tabell 4.2 Prisoverslag på AC - motor løsninger 24
Tabell 4.3 Oversikt over tilbud på PLS fra ulike leverandører 29
Tabell 4.4 Priser på vision alternativer 36
Tabell 6.1 Standardavvik og gjennomsnitt for fastlengde. 49
Tabell 6.2 Måleresultater fra hastighetsmålinger. 50
Tabell 7.1 Oversikt over feilkilder 51

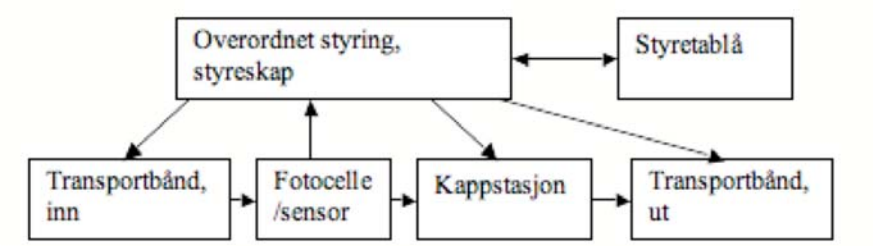
1 Innledning

1.1 Problemstilling

Toten Lauvtre AS er en bedrift under etablering og holder til i lokalene til Takstolfabrikken på Skreia. Toten Lauvtre AS leier produksjonsutstyr av Jarle Nordengen Skogtjenester.

Jarle Nordengen Skogtjenester overtok våren 2004 et gammelt kappanlegg av typen WACO KS300. Anlegget består opprinnelig av feilmarkeringsstasjon, innmatningstransportør, datastyrt kappestasjon og lengdesorteringsenhet (bane med avkastere)

Anlegget er konstruert og produsert i første halvdel av 80-tallet. De mekaniske komponentene er bra, men elektronikken er gammeldags og dessuten ute av fullverdig funksjon.



Figur 1.1 Prinsippiell skisse over systemet
Figuren viser hvordan de forskjellige elementene i systemet er plassert og kommuniserer

Anlegget skal angivelig ha vært i drift fram til det ble tatt ned i 1997. Det har ikke vært mulig å få full start på anleggets dataprogram selv etter betydelig feilsøking og skifting av komponenter i elektronikken.

Siden den mekaniske delen av anlegget er god og svært godt egnet til vår produksjon med kapping av lameller til limtreproduksjon og lengdeskjøting av listverk og panel, tror vi at det er riktig å forsøke å bygge opp ny styring i anlegget.

Anlegget trenger følgende prinsippielle funksjonalitet:

- Automatisk detektering av feil i trevirket basert på bildebehandling.

- Utkapping av feilene, helst basert på optimalisering ut i fra vekting av lengder eller pris.

- Styring av avkastere som sorterer de kappede emnene

1.2 Bakgrunn

Bakgrunn for prosjektet er at vi skal gjennomføre et hovedprosjekt ved Høgskolen I Gjøvik, I forbindelse med det avsluttende semester ved Bachelor ingeniørfag, elektro. Vi er alle interesserte i automasjon og industriprosesser, og vi ser det dermed veldig motiverende med en hovedprosjektoppgave innen dette tema.

Oppgaven ble gitt til skolen av Jarle Nordengen i Toten Lauvtre. Problemstillingen skapte straks interesse blant medlemmene i gruppen. Vi så prosjektet som en utfordring, og det var innenfor det fagområdet vi interesserer oss for.

1.3 Målsetting

1.3.1 Formål

Ved å lage en ny styring og dermed gjøre kappanlegget til Toten Lauvtre AS funksjonelt, vil bedriften kunne øke sin effektivitet og en mere kostnadseffektiv produksjon.

1.3.2 Resultatmål

- Prosjektere og konstruere ny styring for et kappanlegg
- Se på muligheter for feildeteksjon vha kamera.
- Overholde tidsrammer fastlagt av skolen og internt i gruppen

1.3.3 Effektmål

- Øke effektiviteten og produktkvalitet hos Toten Lauvtre AS
- Kompetanseheving for gruppen innen automasjon
- Gruppen lærer seg å jobbe effektivt i et prosjektteam
- Gruppen utvider sitt kontaktnett innenfor bransjen

1.4 Metode

Vi har under prosjektperioden tilegnet oss ny og nødvendig kunnskap gjennom litteraturstudier. Vi har også fått hjelp og veiledning av leverandører og fagpersoner innen bransjen.
Vi har i prosjektperioder jobbet individuelt og i gruppe med forskjellige problemstillinger og temaer. Vi har hele tiden hatt en nær dialog oss imellom, og med veileder og oppdragsgiver.

1.5 Organisering av rapporten

Kapittel 1 Innledning
Innledende kapittel med en overordnet beskrivelse av oppgaven. Kapittelet omhandler også de mål og metoder som er sentrale for prosjektet.
Kapittel 2 Prinsipper
Gjennomgang av fagfelt og løsninger vi har forholdt oss til gjennom prosjektet.
Kapittel 3 Programvare
Kort presentasjon av programvare vi har benyttet oss av i større og mindre grad.
Kapittel 4 Utførelse
Beskrivelse av prosjektering og oppbygning av anlegget. Kapittelet omhandler også valg og vurderinger av tekniske løsninger.
Kapittel 5 Ferdigstilling
Beskrivelse av oppkobling av de ulike delene i prosjektet, igangkjøring og test metoder.
Kapittel 6 Resultater
Presentasjon av måleresultater av det ferdige produktet.
Kapittel 7 Diskusjon av resultater
Diskusjon og kommentering av resultatene i kapittel 6
Kapittel 8 Konklusjon
En endelig konklusjon av hele prosjektet.

2 Prinsipper

2.1 Nye fagemner

2.1.1 PLS

Figur 2.1 Eksempel på PLS fra Siemens

PLS styring er en programmerbar logisk styring. Den består av en modul med inn og utganger, og muligheter for tilkobling av tilleggsenheter. Det finnes utallige typer og varianter av PLS, med mange muligheter for tilleggsenheter blant annet tilkobling for buss kommunikasjon, ethernet, egne posisjoneringsmoduler, osv. Alle typer PLS har et standardisert programmeringsspråk, men det er noen leverandører som har noen egne protokoller for kommunikasjon med annet tilkoblingsutstyr. Alle PLS'er bruker 24V DC styrespenning.

2.1.2 Microkontroller

Figur 2.2 Eksempel på Microkontroller fra Microchip

En microkontroller er en programmerbar IC. Den finnes i mange ulike varianter og mulige tilkoblinger. For å kunne benytte en microkontroller, må man plassere den på et kretskort og lage tilkoblinger for inn og utganger. En microkontroller har mange muligheter for komplisert styring. Den kan blant annet utføre tunge matematiske operasjoner. En microkontroller bruker 5V DC styrespenning.

En microkontroller bruker høynivå programmerings språk, ofte C/C++. Dette er et standardisert språk.

2.1.3 Frekvensomformer

Figur 2.3 Frekvensomformer fra Siemens

En frekvensomformer er styringsmodulen til AC motorer. Den er laget for hastighetsregulering av motorer. Frekvensomformeren blir brukt i alle typer industri, og i mange sammenhenger. Hastighetsstyring av vifter, pumper og transportering av forskjellige typer objekter er oppgaver en frekvensomformer blir brukt til.

Den fungerer ved at den tar inn frekvensen på strømnettet, ”hakker” opp denne og ved hjelp av fouriertransformasjoner lager den seg nye frekvenser som den kjører motoren på. På denne måten kan man hastighetsregulere motoren ved å bestemme forskjellig frekvens motoren skal arbeide på.

Det finnes utallige typer frekvensomformere, i forskjellig størrelse og med mange finesser. Bremsemotstand for absorbering av effekt, er viktig når det er behov for hurtig nedbremsing. Ved hjelp av ulike parametere, kan man stille inn frekvensomformeren til ulike oppgaver.

2.1.4 AC motor

Figur 2.4 AC motor fra Siemens

AC motorer er motorer som blir drevet av veksel strøm. Det mest vanlige er at de blir drevet av 230V eller 400V. Det finnes ulike varianter av disse motorene; asynkrone og synkrone motorer. En AC motor er bygget opp av viklinger og en rotor. Det er viklingene i motoren som danner magnetfelter slik at motoren går rundt. En AC motor, uansett type, kan bli styrt av en frekvensomformer. Da er det frekvensomformeren som bestemmer rampetid, og forskjellige måter å bremse på. Hvordan en frekvensomformer virker, er beskrevet i forrige avsnitt.

En AC motor har størst moment når den har litt turtall, den er med andre ord ikke så sterk når den tar i gang. Det er også da den trekker mest strøm, ofte opp til 4x merkestrøm på motoren.

Styring av en motor med frekvensomformer kan skje ved hjelp av en PLS, der PLS’en kommuniserer med frekvensomformeren og frekvensomformeren styrer motoren.

2.1.5 DC motor og DC drive

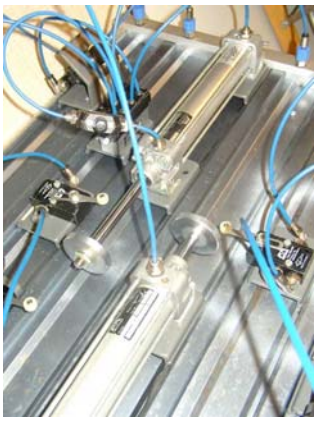
DC motorer, omfatter alle motorer som blir drevet med likestrøm. Vi har ulike varianter av slike motorer. Vi har bl.a. steppemotor og servomotor. I tillegg finnes ulike typer av disse. Styringen til disse er ganske forskjellig, fordi de ulike motorene har sin særegne måte å bli styrt på. DC motorer er godt egnet til hurtig start og stopp av tunge

laster. Det er fordi den har et høyt moment fra start, og at den kan stoppe veldig hurtig uten at motoren tar skade av det. Til sammenligning med en AC motor, fungerer ikke en DC motor som en generator når strømmen slås av. Dermed unngår man at det produseres spenning tilbake i systemet etter at motoren er slått av.

Rampetiden til en slik motor er liten, og den kan dermed stoppe relativt fort. Den styres ofte av en PLS som sender start og stopp til motoren, og driveren til motoren er med og bestemmer når motoren skal starte og stoppe. Ved hjelp av enkodere eller pulstellere sendes det ofte et pulstog til driveren som dermed stopper motoren etter antall pulser.

Figur 2.5 Servomotor fra Siemens

2.1.6 Pneumatikk



Figur 2.6 Pnaumatikksystem Illustrasjonsbilde som viser sylindere og ventiler.

I mye av dagen industri brukes pneumatikk som en viktig del i automasjons prosesser. Det er fordi det ofte er billiger og enklere å bruke til små operasjoner enn hydraulikk. Man slipper dyre oljefylte hydraulikk aggregater som må til for å kunne drive hydrauliske sylindere.

Ved å bruke pneumatikk har man også den fordelen at man kan ta ut luften til andre formål enn det å bevege sylindere. Pneumatikk er trykkluft som kan brukes til blant annet å bevege sylindere, motorer og andre anretninger. For å styre trykkluften benyttes ventiler og vendere slik at en kan sjalte luften der det er ønskelig.

For å kunne åpne og lukke ventilene når det er ønskelig brukes ofte ventiler med magnet vender. Disse typene styres ved at det settes spenning på når handlig skal skje og slås av når den skal opphøre. For å kunne styre dette på en god måte blir ofte disse ventilene koblet til en styreenhet for eksempel en PLS. Ved å gjøre det på denne måten vil det være enkelt å styre ventilen på og av ut i fra en ønsket sekvens.

2.1.7 Vision system

Et vision system er betegnelse på et system som benytter kamera eller fotoceller for å automatisere prosesser. Dette er ofte arbeidsoppgaver som tidligere er utført av ansatte. Det kan være telling av enheter, måling av lengder, deteksjon av feil og liknende.

2.1.8 Kamera

Figur 2.7 Kamera beregnet for industribruk

Et kamera benyttet i vision system er ofte et såkalt linjekamera (Line Scan). Dette detekterer kontraster/farger på en linje med x antall piksler, i stedet for et ”tradisjonelt” felt/areal med x●y piksler.

Mange av disse kameraene har mulighet for å utføre prossesering av bilder internt i kamera, og sende dette ut på gitte utganger. Disse kalles smart-kamera.

Arealkamera er kameratyper som kun fanger opp og sender bilder. Disse trenger et eget ”frame-grabber” kort til PC for å utføre bildetagning og prosessering.

2.1.9 Fotocelle

Figur 2.8 Fotocelle
Flere typer finnes, kan bla. detektere bestemte farger eller kontraster.

Vision ved bruk av fotocelle er et enklere og mer økonomisk alternativ der dette er aktuelt.

Disse kopples direkte opp til f.eks en PLS, og gir oftest bare høy/lav etter hva de er fokusert på.

En har enten en sender og en mottaker, eller så sitter sender og mottaker i en enhet.

Det finnes forskjellige typer fotoceller for deteksjon av objekter. Noen er kun av og på, andre kan stilles inn slik at ulike farger detekteres og noen kan detektere kontrast.

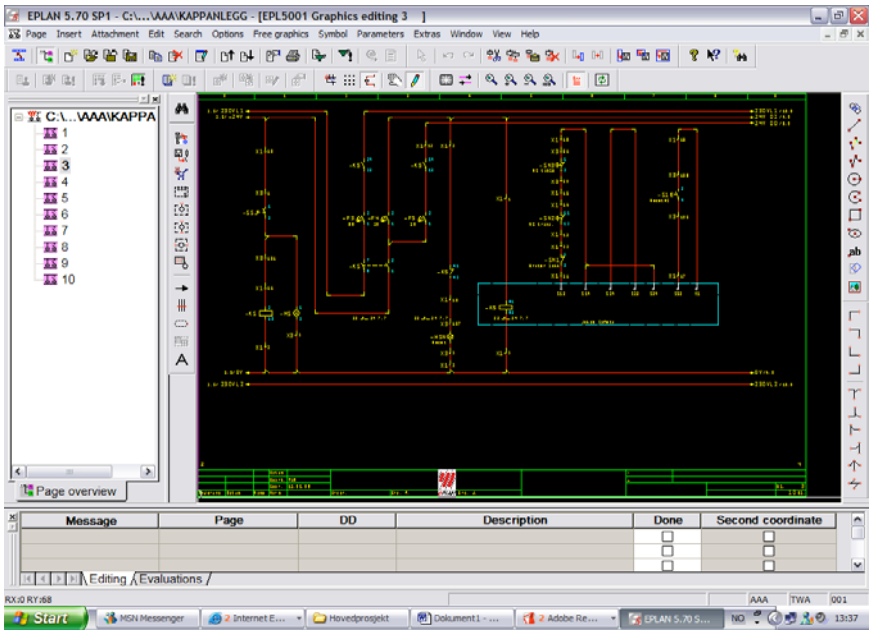
3 Programvare

3.1 EPLAN 5.0

Figur 3.1 Eplan
Programvare for utlegg av koblingsskjemaer.

For konstruksjon av koblingsskjemaer benyttet vi tegneprogrammet EPLAN 5.0. Dette er et program utviklet for å tegne fullstendige koblingsskjemaer i ISO standard. EPLAN 5.0 er laget og utviklet for konstruksjon av automatiske prosesser. Programpakken inneholder ferdige symboler og automatisk trekking av ledninger. Det er også muligheter for å beskrive hver komponent og generere en stykkliste til slutt.

Grafisk tegning av styreskap og eventuelle styretablå er det også muligheter for, men det har ikke vi benyttet oss av. Programvaren blir benyttet av store internasjonale selskaper som for eksempel BMW, ABB og Siemens.



Figur 3.2 Eplan 5.0
Slik ser det grafiske arbeidsmiljøet i Eplan ut. Programmet inneholder ferdige komponenter.

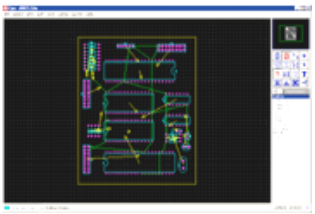
3.2 Step 7-micro/WIN

Figur 3.3 Step 7-micro/WIN Programvarepakke fra Siemens som benyttes for å programmere PLS.

Dette er programmet som er laget av Siemens, for å kode Siemens PLS. Det er enkelt å bruke, og en kan velge opp til 3 forskjellige former for programmering. Mens PLSer fra ulike leverandører stort sett kan programmeres med like språk, er det noen spesielle funksjoner som er forskjellige.

For å kommunisere med for eksempel frekvensomformer og display, må en bruke USS protokollen. Siemens har gjort kommunikasjon over denne veldig enkelt ved å lage ferdige funksjoner. Disse ligger derimot i et eget tilleggsbibliotek, som må kjøpes til Step7.

3.3 Proteus



Figur 3.4 Proteus-ISIS/ARES Programvare for design og kortutlegg av elektronikkretser.

For å tegne koplingsskjema for så å overføre dette til printkort bruker vi Proteus. En kan velge komponenter fra store ferdige bibliotek, eller en lage egne dersom dette er nødvendig. Det er også muligheter for å simulere og måle på tegnede kretser.

Programmet tilbyr tegning på opp til 16 kopperlag (vi bruker for det meste bare 2 lags kort), og kan lagre i bla Gerber, Excellon og DXF formater. Disse formatene er ofte brukt av firma som produserer kretskort. Figur 3.4 viser eksempel på bruk av Proteus.

4 Prosjektering

4.1 Utgangspunkt

For å vurdere hvilken tilstand kappanlegget var i, og for å komme fram til en best mulig løsning, må vi gjennomgå en prosjekteringsfase. Vi vil vurdere i hvilken stand anlegget er, og hvilke grep som må gjøres for å få anlegget i drift. Oppdragsgiver ønsket at anlegget skulle bli billigst mulig, men tilfredsstille de krav som er satt til nøyaktighet. Han ønsket også at vi benyttet komponenter som allerede var i anlegget så langt det lot seg gjøre.

4.1.1 Vurdering av kappanlegget

Kappanlegget hadde fra før en gammel styring uten noe dokumentasjon. Det var denne styringen som oppdragsgiver ville at vi skulle skifte ut og erstatte den med en ny. Siden det manglet dokumentasjon på nærsagt hele anlegget, var det vanskelig for oss å si noe om hva slags type styring som hadde drevet kappanlegget og hvordan denne styringen har fungert i praksis.

Fra oppdragsgiver har vi fått fortalt at anlegget kappet lengder på planker ut i fra markering ved hjelp av en ”arm” som førtes fram og tilbake ved transportbånd inn. På denne ”armen” er det montert brytere som en operatør kvitterte på når det var et ønsket kappunkt. Videre var det da enkodere som gav beskjed om lengden ved de forskjellige markeringene, og sendte dette videre til styringen av framdriftsmotor som stoppet ved korrekt kappunkt.

Framdriftsmotoren hadde egen styring som startet og stoppet ved gitte merker. Når framdriftsmotoren stoppet ved merke var det pneumatikk som klampet arbeidsstykket og løftet sagbladet.

Etter saging ble bitene transportert videre på transportbånd ut. Her ble de forskjellige lengdene sortert ved hjelp av sylindere som ble

aktivisert av pneumatikk. Disse sylindrene dyttet forskjellige lengder ned i ulike kasser som stod ved transportbåndet. Denne funksjonen er ikke ønskelig på det nye anlegget.

Som nevnt tidligere var det ikke mulig å oppdrive noen form for dokumentasjon av anlegget. Vi kontaktet Waco, som har levert anlegget, og BBC som er leverandør av servomotoren men ingen av dem hadde noen form for dokumentasjon å fremlegge.

Vi så på muligheten til å konstruere en ny styring til servomotoren, men konkluderte med at dette var tidkrevende og ville føre til at vi sannsynligvis ikke ville komme i mål.

Vi bestemte oss dermed for å forkaste den gamle styringen og framdriftsmotoren, starte helt på nytt og prosjektere en helt ny styring for motoren og anlegget.

4.1.2 Vurdering og krav til nytt anlegg

Fra oppdragsgiver hadde vi en del krav som måtte oppfylles, slik at anlegget skulle fungere på ønsket måte.
Vi hadde følgende krav å forholde oss til:

1. Toleranse. Det var ønskelig med en toleranse på +/-2,5mm på kappunktet.
2. Hastighet. Det var ønskelig at prosessen hadde en hastighet på ca 3km/t(gangfart).
3. Pris. Det var ønskelig at så mye som mulig av gammelt utstyr ble brukt på ny.

Ut i fra disse tre kravene, måtte vi sette oss ned å finne den beste og rimeligste løsningen.

4.2 Valg av motor og motorstyring for framdrift

Da vi hadde bestemt oss for å forkaste den eksisterende motoren og motorstyringen for framdrift av arbeidstykke. Vi bestemte oss derfor for å finne en ny motorløsning løsning for framdrift. Løsningen vi skulle velge, måtte tilfredsstille toleransekravene på +/- 2,5mm. Vi hadde valget mellom en DC motor med drive eller en AC motor med frekvensomformer. Nevnt i kapittel 2.

4.2.1 AC motor med frekvensomformer

Det å bruke en AC motor med frekvensomformer vil si at motoren blir styrt via en omformer som kjører opp og ned hastigheten til motoren. Det vil si at når hastigheten skal kjøres ned for å posisjonere må omformeren bremse motoren og stoppe den ved angitt kappunkt. Det som er kritisk her er hvor fort vi kan stoppe motoren for at nøyaktigheten skal være innenfor toleransen. Hvis vi stopper motoren for raskt vil det genereres så mye effekt at frekvensomformeren vil brenne seg, det vil si at vi må ha en bremsemotstand på motoren som gjør om denne effekten til varme.

Vi har vært i kontakt med flere leverandører der vi har innhentet tilbud og forslag til løsninger.

De ulike leverandørene har litt forskjellige løsninger på hvordan dette skal løses med tanke på PLS'en, men hovedtrekkene er like. Tabell 4.1 viser oversikt over priser på motor og frekvensomformer fra de leverandørene vi var i kontakt med.

Levrandør:	Frekvensomformer:	Motor:	Pris:
Siemens	Mricromaster 440	1,1kW	5.930
Omron	3G3MV	1,1kW	5.800
ABB	ACS350	1,1kW	6.120

Tabell 4.1 Prisoverslag på frekvensomformere
Tabellen viser en oversikt over innhentede priser fra de aktuelle leverandørene vi har vært i kontakt med. Omron leverer ikke AC motorer, så her er det beregnet en ca. pris.

4.2.2 DC motor med drive

En DC motor med drive, er en motorløsning som egner seg spesielt til det vi skal gjøre, og det var det som satt på anlegget før. Den er laget for å kjøre opp og ned hastigheten veldig ofte. Den styres hovedsakelig av en PLS som sender start og stopp til motoren, og styringen til motoren er med og bestemmer når motoren skal starte og stoppe.

Levrandør:	DC drive:	Motor:	Pris:
Siemens	Simodrive	Tilhørende motor	12.400
Omron	Sigma II	Tilhørende motor	10.900

Tabell 4.2 Prisoverslag på AC - motor løsninger
Tabellen viser en oversikt over innhentet tilbud fra Siemens og Omron. ABB har ikke AC – motor løsninger i sitt sortiment.

Ved hjelp av enkodere eller pulstellere sendes det ofte et pulstog til driven som dermed stopper motoren etter antall pulser. Vi har etterspurt tilbud på denne løsningen fra de samme leverandørene som har kommet med AC løsninger. Tabell 4.2 viser oversikt over priser på motor og frekvensomformer fra de leverandørene vi var i kontakt med.

4.2.3 Valget av løsning

Vi har valgt å gå for en løsning med AC motor og frekvensomformer. Grunnene til det er for det første pris. En AC motor med frekvensomformer er billigere enn en DC motor med drive. Samtidig er kommunikasjonsenheten mellom en DC motor og PLS styringen dyrere enn den måten vi styrer en AC motor på.

En annen grunn er at vi kommer innenfor de gitte toleranser med en AC motor til den type jobb som anlegget skal gjøre. Selv om det ofte er en DC motor som blir benyttet i anlegg som skal drive med posisjonering, er det ofte betydelig større masser som skal flyttes hurtig og mer presist enn i vårt tilfelle. Derfor vil en AC motor være bra nok, og samtidig en rimeligere løsning.

Når vi velger en AC motor med frekvensomformer vi det si at start og stopp av framdriften styres av ett start og stoppsignal fra en PLS. Frekvensomformeren styrer hastigheten til motoren ut i fra parametere som sendes serielt fra PLS til omformeren. Her må vi ha en måling på hastigheten til motoren slik at vi hele tiden har kontroll på hvor fort motoren går, slik at posisjoneringen blir nøyaktig. Når vi skal starte motoren trenger vi ikke å ta spesielt hensyn til rampetid. Det er stort sett bare å akselerere opp motoren til maks turtall så fort som mulig. Når vi skal posisjonere arbeidsstykke må vi ta hensyn til rampetiden, dvs. hvor fort vi kan tillate oss å bremse motoren uten at det går utover nøyaktigheten. Så vi må starte nedbremsingen av motoren en liten tid før stopp punktet.

Som sagt innhentet vi tilbud fra ulike leverandører. Det var de samme leverandørene som vi fikk tilbud på PLS styring. Vi ønsket å bestille en total pakke fra en leverandør.

Det var tilslutt Siemens som var den totalleverandøren som gav det beste tilbudet.

4.2.4 Beregning av motor og frekvensomformer

For å kunne velge riktig motor og frekvensomformer er det en del momenter vi må ta hensyn til. Vi må først ta utgangspunkt den massen som motoren skal akselerere og bremse. Vi har også en

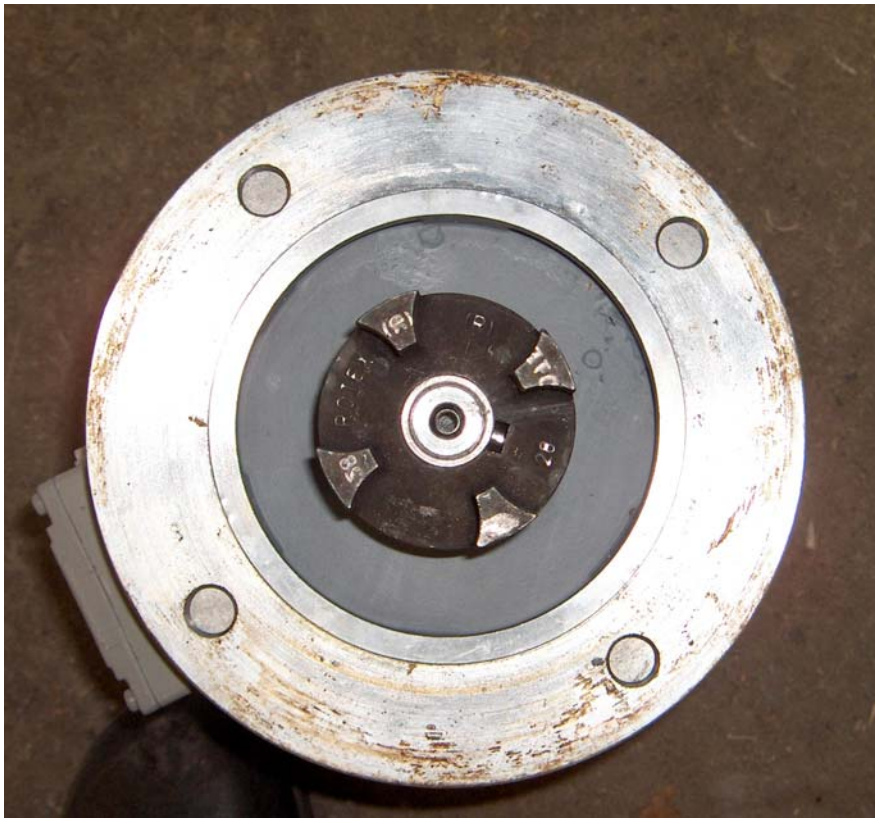
girkasse i overføringen mellom motor og framdriftsskovler, så vi må også tenke på hvor stor hastighet vi ønsker på framdriften.

Når vi har beregnet motorstørrelse, kan vi velge en frekvensomformer som passer til den motoren. Beregning av motor er lagt i vedlegg D.

Ut i fra beregningene i vedelegg D valgte vi en motor ut i fra motor katalogen til siemens, og vi valgte en motor på 1.1kW, med 3.7Nm i moment og 2845rpm.

Vi konfererte valget vårt med service personer i Siemens og fikk bekreftet at det var lurt å velge en litt større motor enn det vi hadde beregnet. Vi skulle også ha den flensmontert, slik at den skulle passe der den forrige motoren satt.

Figur 4.1 Motor for posisjonering
Bilde viser vårt valg av AC-motor fra Siemens.



Figur 4.2 Foring og festing av kobling på aksling
Vi måtte dreie en ny foring mellom motorens aksel og koblingstapp. Denne har har gjennomgang for kile som sikrer godt feste.

En flensmontert motor blir montert i front ved akslingen som vist på figur 4.2 vha fire skruer.

For at den nye motoren skulle passe på maskinen, måtte vi tilpasse den gamle koblingen slik at den passet på akslingen til den nye. Den nye akslingen hadde en diameter på 19mm, men den gamle hadde 22mm. Vi måtte derfor lage en foring, slik at den gamle koblingen passet på den nye akslingen. Vi kontaktet Gjøvik Mek. verksted som gjorde tilpassningen for oss. De freste en foring og fikk festet

koblingen til den nye motoren slik at den ikke skulle skli på akslingen. Se figur 4.2.

4.2.5 Valg av frekvensomformer

Figur 4.3 Micromaster 440 med tilkoblet BOP
Vårt valg av frekvensomformer fra Siemens.

Da vi hadde bestemt oss for motor, kunne vi velge en frekvens omformer som passet. Fra Siemens fikk vi valget mellom 2 typer. Det var en Micromaster 420 og en Micromaster 440. Disse to er veldig like, men en 420 er mer egnet for styring av pumper og vifter. Det vil si at den ikke er så godt egnet for posisjonering. Den har ingen mulighet for å koble til en bremsemotstand som kan absorbere effekten som motoren gir ved hurtig nedbremsing eller såkalt DC bremsing. Hvis oppgaven til anlegget hadde vært å kappe like lengder, hadde 420 vært en bra løsning, men siden det også skal være mulig å kappe ulike lengder vil en 440 være mer egnet.

En Micromaster 440 er en litt større omformer, med mulighet for tilkobling av bremsemotstand. Det finnes mange ulike omformere innenfor hver serie. En velger en omformer som er tilpasset motoren som den skal styre. Det vil si at vi velger en omformer som er tilpasset en motor på 1.1kW.

Vi bestilte omformeren med en såkalt BOP (basic operator panel). Dette brukes til å kunne stille inn ulike parametere direkte på omformeren. Det gjør både programmeringen og styringen av motoren enklere. Figur 4.3 viser frekvensomformeren med BOP.

4.3 Valg av programmerbar styring

Styringen av selve prosessen skal skje ved at ulike følere, givere og sensorer skal gi signaler om ulike tilstander. For å ta hånd om de forskjellige situasjoner og handlinger må vi bruke et styringssystem som kan takle dette. Det betyr at vi må ha muligheter til et antall innganger og et vist antall utganger. Vi må også ha mulighet til å legge inn tidsforsinkelser og gjøre enkle matematiske operasjoner. Vi hadde valget mellom en PLS styring og en microkontroller som nevnt i kapittel 2.

4.3.1 Valg av PLS eller microkontroller

De ulike mulighetene vi har er en microkontroller styring og en PLS styring. Begge disse måtene å styre systemet på vil fungere. De har begge sine fordeler og ulemper.

Styringen skal stå i et produksjonslokale med mye miljøforurensing. Vi er litt usikre på hvor stabil en microkontroller vil være. Ved senere vedlikehold vil det kanskje bli vanskelig å få noen til å serve anlegget, siden en microkontroller er en litt uvanlig styring i industrisammenheng. En PLS er laget for industrien. PLS har i tilegg spenningsnivåer på 24v som er standard i industrisammenheng. En microcontroller har spenningsnivå på 5 v, og vi måtte dermed ha foretatt spenningstilpassninger fra pereferikomponenter. Ut i fra disse kriteriene valgte vi å bruke en PLS styring.

Det er fordi denne er laget og konstruert for bruk i industri og kan håndtere aritmetiske og logiske operasjoner. Den kan også enkelt utvides med tilleggsenheter som flere innganger og muligheter for tilkobling av analoge tilleggsmoduler. Ved service senere er det mange firmaer som har kjennskap til den PLS styring og som enkelt kan feilsøke på feil som oppstår.

4.3.2 PLS Styringen

Da vi hadde bestemt oss for hvilken styring vi skulle velge, begynte vi å hente inn informasjon om de ulike leverandørene på markedet. Det er i grove trekk 3 store leverandører, Siemens, ABB og Omron. Det finnes også noen andre leverandører, men vi ønsket i utgangspunktet å velge samme leverandør for både PLS styring og motorstyring. Derfor konsentrerte vi oss i all hovedsak om disse tre.

Når en skal velge styringssystemet til et mindre anlegg, som kappanlegget vårt er, er det ikke alltid at det lønner seg å velge det aller største og mest kraftfulle systemet. Vårt utgangspunkt er å velge en PLS som er tilpasset den oppgaven den skal gjøre på anlegget vårt. Utvalget av PLS'er er ganske stort og hver leverandør har mange ulike typer, tilpasset de ulike behov og oppgaver. Siden vi i gruppa ikke har så mye bakgrunn i de forskjellige typer PLS, og hva de forskjellige leverandørene har å tilby av PLS styringer, valgte vi å ta kontakt med noen personer i fagmiljøet i industriparken på Raufoss.

Vi fikk ordnet et besøk på Hydro Raufoss Automotive, der vi fikk se hvordan PLS systemer var integrert i større prosesslinjer. Vi fikk også en liten innføring i hvordan de går fram i oppbygging av PLS program. De hadde også en testbenk som blir brukt som trening for elektrikere og vedlikeholdsarbeidere, som vi fikk koblingsskjemaer og PLS program til. Dette var fin erfaring og bra eksempler som vi fikk bruk

for senere. Vi tok også kontakt med en ingeniør på Nammo på Raufoss, som kom en tur på skolen og så på maskinen. Han kom med anbefalinger til hvordan vi skulle løse det, og hvilke personer vi skulle ta kontakt med.

Ved hjelp av disse rådene tok vi kontakt med Siemens, ABB og Omron, som var de leverandørene som disse personene hadde anbefalt.

Vi innhentet informasjon fra de tre leverandørene, og selgeren fra Omron kom en tur til skolen for å se på anlegget for å kunne gi oss en best mulig løsning på ei totalpakke.

Han utarbeidet to løsninger for oss, og ut i fra dette sjekket vi opp tilbud fra de andre leverandørene på tilsvarende løsninger.

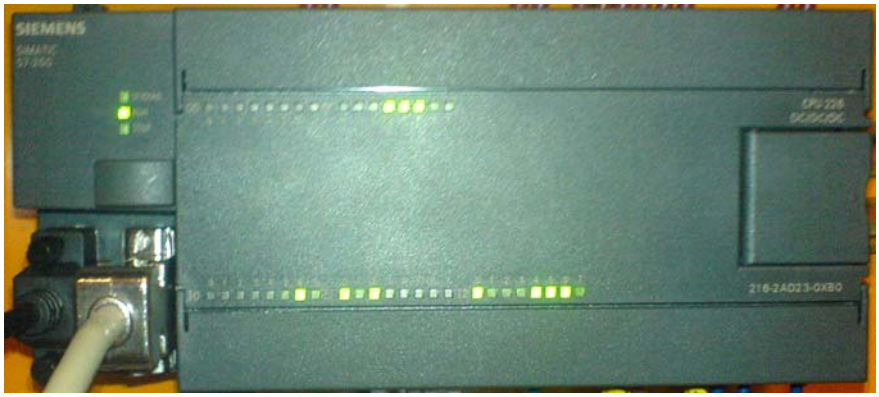
Når det gjelder PLS, etterspurte vi tilbud på likeverdige enheter, slik at vi skulle få likt sammenligningsgrunnlag.

Tabell 4.3 viser en oversikt priser vi fikk på PLS fra de ulike leverandørene.

Leverandør:	PLS:	Pris:
Siemens	S7-226, 24inn/16ut, 2xCOM	5.200
Omron	Kompakt PLS, intill 160inn/ut	12.880
ABB	Advant Cont. 31, 24inn/16ut, 8analoge	5.000

Tabell 4.3 Oversikt over tilbud på PLS fra ulike leverandører

Vi valgte Simens som total leverandør, og dermed ble det Siemens PLS. Siemens PLS er også det som vi har her på skolen, og bruker i undervisningen. Vi valgte også Siemens fordi vi hadde god tilgang på programmeringseksempler og hjelp via support sider. Den hadde i tilegg den enkleste kommunikasjonen med en frekvensomformer. Siemens er også det som blir brukt i Hydro Automotive på Raufoss, og vi kunne få hjelp fra dem om det var behov for det. Vi har også programvaren her på skolen, slik at vi slipper å kjøpe det.



Figur 4.4 SIMATIC PLS S7 226
Vårt endelige valg av PLS fra Siemens.

Siemens S7 226 er en kompakt og kraftfull PLS. Responstiden er rask og kommunikasjonsmulighetene er mange. Den har inntil 6 høyhastighetstellere. Den har mulighet til å gruppere inngangene slik at halvparten har PNP innganger og halvparten har NPN. Vi har noen typer sensorer som har NPN logikk, så da er det nødvendig å ha den muligheten. Den er godt tilpasset vårt system.

Som nevnt er grensesnittet opp mot frekvensomformeren seriell. Siemens har sin egen utviklede protokoll for kommunikasjon mellom sine styringer og tilleggsenheter som heter USS protokoll. Ved å bruke ferdige funksjoner fra programmeringsbiblioteket, kan vi enkelt få PLS'en og frekvens omformeren til å snakke sammen.

4.4 Pneumatikk

Kappanlegget bruker pneumatikk til ulike handlinger. Pneumatikk systemet på vårt anlegg skal ta for seg operasjoner som heving og senking av sagblad, klamping av arbeidstykke og renblåsing av fotocelle inne i arbeidsområde. I kapittel to er en forklaring på hva pneumatikk er.

4.4.1 Eksisterende pneumatikk system

Det eksisterende pneumatikk systemet som satt på anlegget var i meget dårlig forfatning. Det bar preg av at det var gammelt og slitt, og det hadde blitt foretatt reparasjoner som ikke var lett og spore.

Noe dokumentasjon og koblingsskjema på systemet var ikke å oppdrive slik at det var vanskelig for oss å kunne gjengi hvordan det hadde fungert. Testing av de ventilene som allerede satt der viste at det var kun en av de tre som fungerte som de skulle. Det satt tre 5/2 ventiler i styringen. Den ene ble brukt til opp og ned bevegelsen på sagbladet, og de to andre var plugget på den ene utgangen slik at de fungerte som en 3/2 ventil. Disse to ventilene fungerte ikke optimalt, de var trege og sjaltet ikke over når det ble satt på spenning.

Slanger og tilkoblinger var også blitt gamle og sprø. Noen av hurtigkoblingene tettet ikke ordentlig og de fleste av slangene hadde gammel type kobling, denne type kobling er på vei ut av markedet og det tar lang tid å skifte en slange hvis den ryker.

Vi bestemte i samråd med oppdragsgiver å bygge nytt pneumatikk system. Vi skulle da skifte ut ventiler som ikke fungerte og alle slanger og dårlige tilkoblinger.

4.4.2 Nytt pneumatikk system

Det ble bestemt at vi skulle lage helt nytt pneumatikk system. Vi skulle så langt det var mulig bruke det vi allerede hadde, men for at systemet skulle virke skikkelig ble vi enige om å kjøpe nye slanger, koblinger og ventiler der det var nødvendig. Slik at systemet fungerer optimalt når det skal tas i bruk.

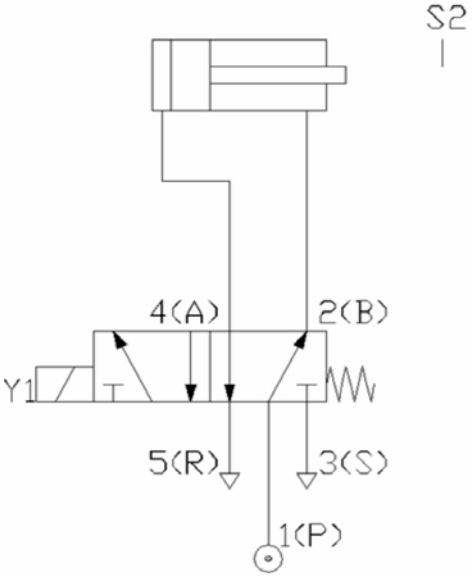
4.4.3 Konstruksjon av nytt system

Når vi skal konstruere et nytt pneumatikk system, må vi vurdere hvordan vi ønsker at sekvensen skal løses, og hva vi trenger av komponenter. Vi vet at pneumatikken skal brukes til tre formål:

- Opp og ned bevegelse av sagblad
- Klamping av arbeidsstykke
- Reinblåsing av fotocelle ved sagblad

Vi startet da med å tegne et ISO skjema for hvordan vi skal koble opp systemet. Figur 4.5 viser et eksempel på en ISO tegning av en 5/2 ventil som styrer en sylinder, S2.

I vedlegg F finnes fullstendig koblingsskjema for systemet vårt.



Figur 4.5 ISO tegning av en 5/2ventil som styrer en sylinder

1(P) er luft inn, 2(B) er der luften går når sylinder er stengt, 3(S) er sikkerhets utgang for luft, 4(A) er den vegen eksos luften går når ventilen sjalter, 5(R) er den andre eksos utgangen. S2 er sylinder og Y1 er magnetventil.

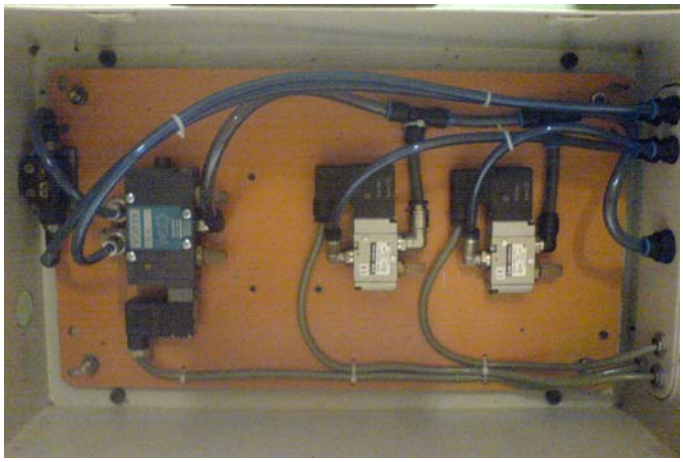
Siden pneumatikk er et forholdsvis nytt område for oss, kontaktet vi Jo Sterten ved HiG for råd og veiledning. Han forklarte oss hvordan vi skulle koble opp og tegne ISO tegninger for pneumatikk.

Ett viktig punkt i ISO tegninger var at luften alltid skal gå opp i tegningen. Han gav oss også et eksempel på ISO tegning, figur 4.5, samt en oversikt over andre typer ISO figurer. Vi brukte de rådene vi fikk og symbolene over de ulike funksjonene, og tegnet et fullstendig koblingsskjema for oppkobling av systemet. Dette ligger i vedlegg F.

For opp og ned bevegelse av sagblad bruker vi den eksisterende 5/2 ventilen. Se figur 4.5. Dette er en unistabil magnet og pilotventil med manuell styring. Det vil si at når det blir satt 24V DC på magneten vil den åpne pilotventilen og lufttrykket vil presse over sjaltingen i ventilen. Manuell styring vil si at den kan sjalte uten spenning ved å vri en bryter på og av. Dette er i hovedsak for bruk i test sammenheng.

For å løfte sagbladet opp og ned benyttes eksisterende sylinder. Dette er en dobbeltvirkende sylinder med magnetisk klave bakerst på sylinderstangen og endedemping. Ved å plassere to induktive følere på sylinderen, kan en enkelt bestemme hvor høyt og lavt sagbladet skal bevege seg. For å kunne justere hastigheten på opp og ned bevegelsen bruker vi en eksisterende strup tilbakeslag ventil. Se figur 4.6. Ved å justere åpningen på denne ventilen kan vi bestemme hvor fort sagbladet skal gå opp. Denne er koblet på returluften fra sylinderen når den går opp. Ved å gjøre det på den måten unngår vi at sylinderen ”hakker” eller går støtvis opp, noe den ville ha gjort hvis vi hadde koblet den på tilførselsluften til sylinderen.

Ved klamping av arbeidstykke bruker vi en 3/2 ventil, som er normalt stengt. Se figur 4.6. Det er en unistabil magnet og pilotventil med manuell styring. Denne styres også av 24V DC. Videre er luften koblet via et eksisterende manometer og en strup ventil som viser trykket på klampingen. Vi kan justere ventilen til et passende trykk på klampingen. Klampe sylinderen er en enkeltvirkende sylinder som virker i en retning. Returslaget skjer ved hjelp av en fjær som dytter stempelet tilbake.



Figur 4.6 Det nye pneumatikk skapet.
Vi ser de tre ulike ventilene, luftslangene og signalkablene for styring av ventilene. (tv. 5/2 sylinder, midten 3/2 klamping, th. 3/2 reinblåsing

Ved sagbladet sitter det to fotoceller. For at det ikke skal samle seg flis som blokkerer sikten for disse og gir feilsignaler, må det blåses rent ved jevne mellomrom. For reinblåsing av fotocelle ved sagblad bruker vi en 3/2 ventil, som er normalt stengt. Se figur 4.6. Det er en unistabil magnet og pilotventil med manuell styring og styres av 24V DC. Denne er lik den vi benytter ved klamping av arbeidstykke.

Vi har tegnet et koblingsskjema som viser hvordan vi har koblet opp systemet, se vedlegg F. Vi monterte og koblet opp systemet i det eksisterende skapet, og koblet følere og givere via rekkeklemmer og inn på PLS styringen. Hvordan vi har koblet givere og følere til PLS'en er vist på koblingsskjemaene som ligger i vedlegg E.

Figur 4.6 viser hvordan det nye skapet er organisert.

Vi brukte bevegelige luftslanger til å lede luften. Samt en del hurtigfiks koblinger, for enkel montering.

4.5 Valg av komponenter og komponent størrelse

Figur 4.7 Automatsikring for DIN-skinne
Norm for maskinsikkerhet - EN 60204 er grunnlag for valg av sikringsverdier.

Valg av komponenter går ut på at vi velger komponenter som tåler effekten som skal gå gjennom dem. De mest kritiske komponentene er sikringer, kontaktorer, ledninger og motorvern. Vi tar for oss dette punktvis nedenunder. Vi har benyttet forskrift EN60204 som underlag for valgene våre. Koblingsskjema er vist i vedlegg E.

4.5.1 Sikringer

Sikringer skal sørge for at strømtilførselen til kretsen blir brutt, hvis det oppstår en feil eller det skjer en kortslutning. Dersom det er koblet flere sikringer etter hverandre, skal neste skiring ikke være større enn forankoblede sikring. Størrelsen på en sikring bestemmes ut i fra den forventede kortslutningsstrøm i det aktuelle punktet.

Sikringer som står i forbindelse med styrestrøm skal være så små som mulig, men ikke gå utover stabiliteten på systemet.

Vi har koblet inn en sikring for beskyttelse av frekvensomformer. Denne er 16A, tre fase. Størrelsen er anbefalt fra datablad til frekvensomformeren.

Sikringen for 230V styrestrøm, er en 10A, to leder. Etter denne sikringen er det tatt ut tre styrestrøms kurser. To 24V DC etter en trafo og en 230V AC stryestrøm.

Figur 4.8 Motorvern
Alle motorer over 0,5 kW skal beskyttes med motorvern, og stilles inn på motorens merkestrøm.

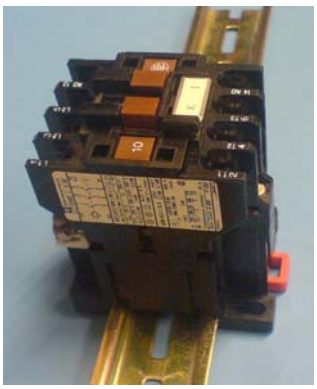
Disse kursene er beskyttet med en 6A enleder sikring for 230V styrestrøm, og to 2A enleder skikring for 24V DC styrestrøm.

4.5.2 Motorvern

Motorene til transportbånd og sagmotor er beskyttet med motorvern. Alle motorer med en merkeeffekt på over 0,5kW som normalt er i kontinuerlig drift, skal være beskyttet mot overbelastning. Våre motorer er på 5,5kW og to på 1,1kW. Vernene skal stilles inn på merkestrømmen til motorene. Motoren på 5,5kW har en merkestrøm på 20A, og de to på 1,1kW har en merkestrøm på 4,7A.

Ut i fra disse dataene har vi kjøpt nye motorvern og stilt dem korrekt.

4.5.3 Kontaktorer



Figur 4.9 Kontaktor for styring av motorer

Kontaktorene er start releene for motorene. Disse blir styrt av 230V AC. Alle kontaktorer skal velges ut i fra merkeeffekten på motorene. Alle motorstyringene våre skal ha en kontaktor som benyttes for start og stopp. Vi har brukt kontaktorer som er tilpasset merkeeffekten til motorene våre. Det mest kritiske for kontaktorene er at de kan brenne seg hvis de er underdimmensjonert.

4.5.4 Ledninger

Figur 4.10 Ledninger i styreskap
Alle valg av tverrsnitt og farge er foretatt jmf normen ”Forskrifter for maskinsikkerhet”

Ledninger skal velges ut i fra forventet strømgjennomgang i lederne. Strømføringsledere til motorene er bestemt ut i fra merkeeffekt til motorene, og verdien på sikringer. Alle ledere skal tåle mer enn sikringer slik at det ikke er fare for varmegang. Vi har brukt 10mm2 for tilførsel, 6mm2 for tilførsel på sagmotor, 2,5mm2 for tilførsel på transportbåndsmotorer og framdriftsmotor. Ellers har det vært benyttet 0,83mm2 for all styrestrøm.

4.6 Vurdering av vision system

Et av elementene i prosjektoppgaven var å utrede muligheter for hel-automatisering av anlegget ved hjelp av kamera, og eventuell oppsett av dette.

Det ville være ønskelig i fremtiden å kunne knytte anlegget til et hel-automatisk styresystem, som vha kamera kan ”se” felter på arbeidsstykker, f.eks kvist, som ønskes kappet bort.

Den type kamera som brukes mest til denne type arbeid kalles linjekamera. Et slikt kamera har kun en linje med piksler, som eksponeres med en gitt frekvens. Det var på et slikt kamera vi ønsket å innhente priser.

Siden hastigheten vi har gitt er gangfart, og maksimal bredde 152,4mm, vil verken oppløsning eller linjefrekvens bli kritisk på noen av dagens kamera.

Vi tok utgangspunkt i et kamera vi hadde på skolen.Dette var et Lord Ingeniere CIL2048.

Siden vi hadde problemer med å finne leverandører i Norge, tok vi kontakt direkte med Lord Ingeniere i Frankrike. Disse kunne levere direkte til oss, og sendte oss et pristilbud.

Vi hadde kjennskap til en leverandør av kamera for automasjon som har levert løsninger til NAMMO. Vi tok kontakt med firmaet Congnex, som hadde levert kamera av typen DVT Lengend.

Linjekamera som disse leverte hadde en prisklasse på over 80.000 kroner, og ville klart bli en investering utover de rammene vi har i vårt system. Vi fikk imidlertid anbefaling om å se på kamera av den mer

Figur 4.11 Kamera fra Parameter AB, med framegrabber

tradisjonelle typen. Dvs kamera som tar bilder av et areal.

Den tredje leverandøren vi kontaktet er Parameter AB. Disse kunne gi oss anbefaling om deres kamera av typen Piranha2 P2, produsert av Dalsa. I tillegg til dette kamera måtte en ha en framegrabber, av typen X64 CL iPRO, for å ta og prosserere bildet. Denne framegrabberen har PCI tilknyttning, og krever da en datamaskin i tillegg, se figur 4.11.

Vi valgte da ikke å følge dette alternativet ytterligere, da vi trenger en industri PC i tillegg til selve kameraet. En slik PC ville ført til en

ytterliggere utgift, som ville gå utover de økonomiske rammer vi hadde.

Tabell 4.4 viser prisene vi innhentet. Etter å ha presentert disse løsningene for oppdragsgiver ble det klart at dette prismessig var litt i største laget. Det ble da ønskelig at vi kikket på muligheter med en fotocelle som kan detektere en manuell merking av ønsket kapp-punkt på arbeidsstykket.

	Line SCAN:	Areal SCAN:	Fotocelle:	Oppløsning:
Lord Ing.	44.580,-			2048 pix.
Cognex		20.000,-		640x480pix.
Omron			500,-	1 pixel

Tabell 4.4 Priser på vision alternativer
Vårt endelige valg ble fotocellen fra Omron, en enkel vision løsning.

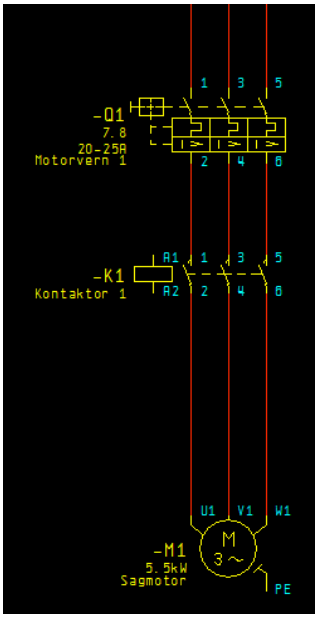
Vi visste Omron leverte optiske sensorer, og gikk nærmere inn på deres utvalg.

Deres E3Z – serie av fotoceller har høy motstand mot støv-forurensning og elektrisk støy, se figur 4.12. Dette er egenskaper som er svært viktig når en tenker på det aktuelle arbeidsmiljøet. Merket som er aktuelt å detektere er en mørk linje, laget ved bruk av f.eks en kullstift. Vi fant da en "Thin beam type reflective model" som mest aktuell, og som var meget prisgunstig, se tabell 4.4.

Denne, sammen med en fotocelle som sitter på anlegget fra før, ble løsningen vi anbefalte og installerte.

Figur 4.12 E3Z – serie fotoceller fra Omron
Vårt endelige valg av fotocelle-løsning for deteksjon av kullstift streker.

4.7 Koblingsskjema



Figur 4.13 Eksempel på tegning i EPLAN
Hele systemet er konstruert og tegnet i EPLAN. Utdraget viser komponentene mellom 230v trefase og sagblad-motoren.

For å ha et underlag for oppkobling av styreskap må vi tegne koblingsskjema. Til denne jobben har vi brukt programpakken EPLAN som er nevnt i kapittel 3.

Koblingsskjema er en nødvendighet for oppkobling, feilsøking og reparasjoner i ettertid. I henhold til forskriftene er det pålagt å ha korrekte og oppdaterte koblingsskjema til en hver tid. Skjemaene inneholder informasjon om hvor ledninger er koblet, hvilke komponenter som er brukt og hvilke rekkeklemmer de er koblet til. Alle rekkeklemmer en nummerert, det samme er ledningene som er koblet til de forskjellige rekkeklemmene.

Vi har 4 forskjellige skap/koblingsbokser som det er montert rekkeklemmer i. Disse er nummerert fra X1 til X4. Styreskapet som er hovedskapet er nummerert med X1, koblingsboks på sag er X2, styretablå er X3 og koblingsboks på transportbånd inn er X4.

Figur 4.13 viser et eksempel på tegning i EPLAN. Her er et motorvern, en kontaktor og motoren koblet inn. Resten av koblingsskjemaene ligger i vedlegg E.

4.8 Prisoverslag

Når valgene var tatt og vi hadde fått en oversikt over hva vi trenger av komponenter og utstyr, satte vi opp ett prisoverslag, og oversendte dette til oppdragsgiver. Slik at han hadde oversikt over hva som ble kjøpt og hvilke løsninger vi anbefalte å velge. Dette prisoverslaget er lagt i vedlegg G.

4.9 Sikkerhet

Sikkerhet er et viktig punkt i dagens industri. Alle anlegg som lages, eller bygges om krever at sikkerheten til operatøren blir ivaretatt. Det vil si at alle brukere av anlegget skal føle seg trygge og ikke kunne skade seg ved bruk av utstyret.

Dette medfører at farlige områder og steder på anlegget sikres tilstrekkelig og skjermes på en sånn måte at det ikke er mulig å komme til.

4.9.1 Risikovurdering

Figur 4.14 Innmatning sagområde
Alle kritisk fareområder på maskina blir vurdert i risikoanalysen.

For å kunne vurdere risikoen ved bruk av anlegget har vi utarbeidet en risikoanalyse for drift. Denne finnes i vedlagt.

Her tar vi for oss alle typer farer, beskriver faren og forteller om faren er godt nok sikret eller hva som bør gjøres for at faren blir godt nok sikret.

Det er et krav om at en slik risikoanalyse blir utført i henhold til forskrift EN 60204. Der står det at ved bygging av en ny maskin eller ombygging av en gammel maskin skal det gjøres en risikovurdering av anleggets sikkerhet.

I vårt tilfelle har vi med et ”farlig” anlegg å gjøre. Det vil si at det er fare for at personer kan bli påført store skader ved uvettig bruk.

For at dette ikke skal skje, har vi i vår risikovurdering tatt for oss alle farepunkter og anbefalt mulige løsninger for å kunne sikre disse stedene. Vi mener at det er svært viktig at dette blir gjort, slik at uhell og ulykker unngås.

De mest kritiske områdene er ved inn og utmating av kappstasjon. Se figur 4.14 og figur 4.15.

Figur 4.15 Utmatning sagområde

Her er det veldig viktig at områdene blir sikret på en slik måte at ingen kan komme til og få skadet seg. Det beste er å bygge det inn, men det er også andre måter å sikre disse områdene med. Et eksempel på dette er løsninger med lys – bommer.

Vi har montert en bryter på beskyttelseslokk over arbeidsområdet, denne er koblet til og fungerer som en nødstopp. Men denne er ikke klassifisert som godkjent sikkerhetsbryter. Det er fordi den enkelt kan kobles ut av drift. Men det er noe som aldri skal gjøres. Samtidig anbefaler vi at det blir montert en godkjent sikkerhetsbryter, slik at det ikke er mulig å åpne beskyttelseslokket under drift.

Figur 4.20 viser bryter som er montert på beskyttelseslokk.

4.9.2 Merking av farlig områder

Figur 4.16 Fareskilt på maskina
Med bakgrunn i en risikovurdering og iflg forskrift EN 60204, skal det plasseres fareskilt der det kan oppstå farlige situasjoner.

I henhold til forskrift EN 60204 er det pålagt at alle områder der det kan oppstå farlige situasjoner, skal merkes med godkjente fareskilt. Disse fareskiltene skal opplyse brukeren om hva slags fare som kan oppstå. Eksempel på fareskilt er vist på figur 4.16.

Alle fareskilt skal være gule, med svart skrift og en form for grafisk beskrivelse av type fare.

Vi anbefaler at godkjente fareskilt blir plassert på maskinen, slik at det blir opplyst om hvilke farer som kan oppstå. Vi mener at maskinen trenger to typer fareskilt, og det er advarsel om klemfare, og støynivå. Disse skiltene bør plasseres på kappstasjon, og på begge transport bånd. Figur 4.18 viser hvor egnede plasser kan være.

Figur 4.17 Plassering av nødstopp på tablå
Plasseringen bestemmes av risikovurdering og EN 60204

Figur 4.18 Plassering av fareskilt
Bildet viser hvor det kan være aktuelt å plassere fareskilt ved innmatningsområdet. Anbefales ett på kappstasjon og ett på transportbånd.

4.10 Nødstopp

Figur 4.19 Plassering av nødstopp på transportbånd.
Alle nødstoppinnretninger er tilkoblet Jokab sikkerhetsrele.

I henhold til EN 60204 skal nødstoppinnretninger være plassert ved hver betjeningsplass og ved andre betjeningssteder hvor et nødstopp kan være nødvendig.

Nødstoppinnretningene skal være trykknapp - betjente brytere som er selvsperrende. Det vil si at når den er aktivert, må operatøren løse de ut ved å vri eller dra dem ut. Det er fordi det ikke skal være mulig å gjenopprette kretsen før betjeningsinnretningen på nødstoppinnretningen er tilbakestilt manuelt.

Betjeningsinnretninger på nødstoppinnretninger skal ha rød farge. Bakgrunnen bak nødstoppinnretningen skal være gul, og utformingen av en trykknapp betjent bryter skal være av sopp-typen eller for håndflate betjening.

Dette er krav som stilles for nødstoppinnretninger, og er beskrevet i EN 60204.

På vårt anlegg har vi montert to nødstopp knapper. Den ene sitter på styretablå se figur 4.17. Den andre sitter på transportbånd se figur 4.19.

Figur 4.20 Sikkerhetsbryter på beskyttelseslokk. Bryteren sørger for at styrestrømmen blir brutt om lokket blir åpnet under drift av maskina.

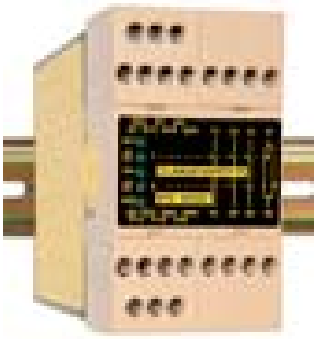
Vi har også koblet inn en bryter som er montert på beskyttelseslokket over arbeidsområdet. Denne er koblet inn i nødstoppkretsen, og vil fungere som en nødstoppknapp hvis lokket åpnes under drift. Se figur 4.20. Denne bryteren er ikke en godkjent sikkerhetsbryter. Vi vil derfor anbefale at denne bryteren skiftes og blir erstattet med en godkjent bryter.

4.10.1 Sikkerhetsrele

Det kreves at alle nødstopp kretser brytes ved hjelp av et eget sikkerhetsrele. Dette releet skal koble ut all styrestrøm til utgangene på PLS og kontaktorer. Den skal ikke kutte drivspenningen til PLS'en. For å kunne starte opp igjen må dette releet resettes ved egen reset knapp. Se figur 4.21.

Figur 4.21 Reset nødstopp knapp
Lys i knappen indikerer at nødstopp er aktivert og må tilbakestilles

Vi har valgt et sikkerhetsrele fra firmaet Automasjon og Sikkerhet. Det heter Jokab safty relay RT6. For å finne hvilken forhandler vi



Figur 4.22 Jokab sikkerhetsrele RT6
2 kanals sikkerhetsrele som sørger for en sikker nødstopp, som ikke er avhengig av programvare på PLS.

skulle bruke og hva slags sikkerhetsrele vi skulle velge kontaktet vi ulike industrimiljøer på Raufoss som gav oss anbefalinger og tips.

Jokab RT6 er et 2 kanals sikkerhetsrele vil si at vi kan koble inn to nødstoppsoner på samme rele. Vi har bare en sone på vårt anlegg, men vi har sammenkoblet begge kanalene på releet. Figur 4.22 viser sikkerhetsrteleet.

4.10.2 Anbefalinger for utbedring av sikkerheten ved anlegget

Vi har gjennom prosjektperioden tenkt en del på sikkerheten på og rundt anlegget, men vår oppgave har vært å lage ny styring og å få anlegget til å gå. Siden dette har vært første prioritet, har sikkerheten kommet i andre rekke. Vi tok opp sikkerheten med oppdragsgiver på møte den 7/3-2006, og han sa at vi skulle komme med anbefalinger til utbedringer. Dette skulle han da følge opp i ettertid.

Vi har tatt høyde for at det er mulig å legge inn enda mer sikkerhetsinnretninger på anlegget. Vi har ledige inn og utganger på PLS og det er også ledige kanaler på jokab sikkerhetsrele. Slik at muligheten for å sikre anlegget er tilstede.

Vi har tidligere nevnt i avsnitt 4.9.2 områder som bør sikres og hvor det kan være passende å plassere fareskilt. Vi anbefaler at dette blir fulgt opp, da dette vil være en god opplysing for brukeren om hvilke farer som kan oppstå.

Vi har også nevnt tidligere at bryteren på beskyttelseslokket må skiftes og erstattes med en godkjent sikkerhetsbryter. Her anbefaler vi en bryter som er mekanisk låst så lenge sagbladet går rundt. Dette krever også litt PLS programmering slik at denne bryteren ikke åpner før den skal.

Vi anbefaler også at det bygges fysiske bur eller vegger inntil kappstasjon ved inn og utmating, slik at det ikke er mulig å komme i nærheten av arbeidsområdet.

Dette er tiltak som vi anbefaler oppdragsgiver å utbedre. I første rekke for sikkerheten for operatøren, men også for eventuelt videre salg og nye brukere.

5 Ferdigstilling

5.1 Oppkobling

Etter endt prosjekteringsfase bygget vi styreskap og styretablå til maskinen. Styreskapet er hovedsentralen til anlegget. Det er her PLS'en og frekvensomformeren sitter, samt alle styrekomponentene. Styretablået er betjeningsstasjonen for operatøren. Her finnes et operatørpanel med display for meldinger og programvalg, og start og stopp knapper for anleggets drift. Disse to skapene kan plasseres uavhengig av hverandre, noe som er vitsen med det hele. Det er ikke alltid at det egner seg å ha styreskapet plassert slik at operatøren kan betjene maskinen fra der det er plassert. Derfor er det mest hensiktsmessig å ha et eget skap hvor man kan betjene maskinen fra. Skapene er vist på figur 5.1.

Figur 5.1 Styretablå med operatørpanel.
Alle funksjoner på maskina blir betjent fra tablået. Det blir også vist statusmeldinger til operatør på displayet. Dette kan være når nødstopp eller motorvern er utløst.

5.2 Oppkobling av styreskap og styretablå

I utgangspunktet hadde vi tenkt å få et firma til å koble opp styreskapet for oss, men etter litt diskusjon i gruppa og med veileder valgte vi å koble det opp selv. Vi følte at vi ville få en praktisk innføring i hvordan styreskap var koblet opp for å virke sammen med annet utstyr.

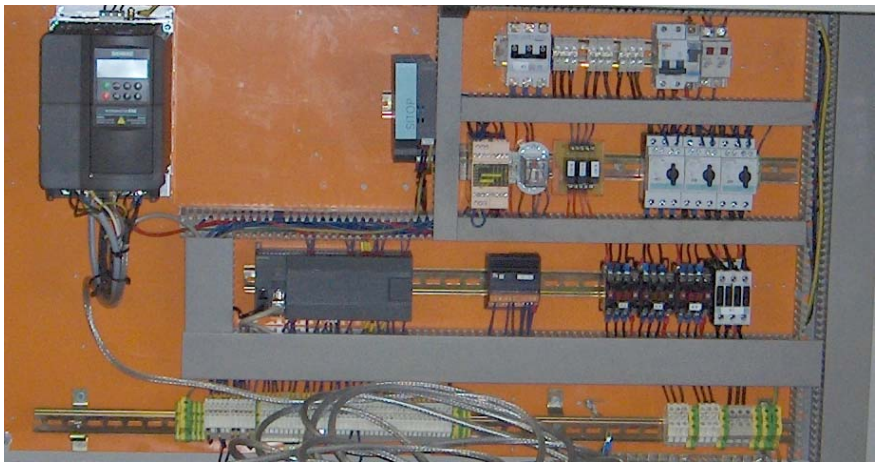
Siden vi valgte å gjøre dette selv, medførte det at vi fikk et visst tidspress på oss. Men selv om vi fikk litt dårligere tid, ville vi sitte igjen med mer erfaring etterpå.

Da vi begynte å koble opp skapene, fulgte vi norm EN60204, Maskinsikkerhet – Elektrisk utstyr i maskiner. Dette er en norm som beskriver generelle krav om hvordan utstyr skal kobles opp, merkes og sikres på rett måte.

Under oppkobling brukte vi koblingsskjemaene som vi tegnet i EPLAN som underlag. Vi fulgte disse og merket alle rekkeklemmer og kabler underveis.

Vi benyttet vanlig PN kabel til kobling. I henhold til EN60204 skal alle DC styrestrømsledninger være blå, AC styrestrøm være rød og tre fas tilførselsledninger være svart. Det er brukt forskjellig tykkelse på kablene ut i fra beregnet strømføring. Alle jordingskabler skal være gul/grønne.

Når det gjelder jording, så er det veldig viktig at det blir gjort ordentlig. Slik at det ikke oppstår jordingsfeil og uønsket støy. Jordingen i skapet skal være stjernekoblet. Det vil si at det skal være ett felles jordingspunkt i skapet og all jording til de ulike komponentene skjer fra felles jordpunkt. Vi har sørget for å jorde skapet og monteringsplate i skap mot felles jordpunkt. Vi har jordingsforbindelse mellom maskinen og styreskap.



Figur 5.2 Organisering av styreskapet.

Det er brukt skjermet kabel til alle motorer slik at støyen skal reduseres. Skjermen er jordet til felles jordingspunkt.

På styretablået har vi montert to vendebrytere, fire lys, operatørpanel og en nødstopp bryter. Trykknapper fargemerkes i overensstemmelse med forskriften. For hver funksjon er det anbefalt hvilke farge som skal brukes. Vi har valgt å bruke grønn for start, rød for stopp og blå for reset nødstopp. Dette er godkjente farger og blir mye brukt. Figur 5.2 viser hvordan styreskapet vårt organisert innvendig.

5.3 Igangkjøring

Figur 5.3 Plassering av fotoceller
De to fotocellene er plassert på en fleksibel brakett midt på transportbånd inn.

Til oppkopling, uttesting og eventuell feilsøking ønsker man en lang igangkjøringsfase. Vi fikk ikke så lang tid som ønsket, men fikk 5 dager hos Toten Lauvtre AS, i tillegg til et par dager med testing vi hadde forberedt på skolen. Vi startet på Skreia 4.mai.

Vi fikk satt inn skap, styretablå og anlegg hos Toten Lauvtre AS. Oppkopling av dette gikk uten store problemer. Det var ikke plass til oppmontering av transportbånd ut fra sagen, så oppkopling av denne må bli gjort når anlegget plasseres i et større lokale. Anlegget ble midlertidig satt på paller, mens skap og styretablå måtte settes på bord så lengde. Siden vi ikke hadde transportbånd inn tilgjengelig før vi kom til Skreia, hadde vi fokusert på ferdig lengde delen av software'n før vi kom dit. Vi hadde laget et utkast til programmet som vi fokuserte på først. Det meste gikk greit, men vi hadde noe problemer med repeterbarhet og presisjon på de første utkastene. Det viste seg at mye av dette kunne rettes på programmeringssiden.

Figur 5.4 Plassering under testing
Anlegget ble midlertidig plassert på paller under uttesting.

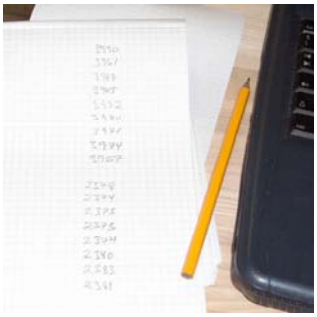
Kappanlegg ble midlertidig satt opp på paller som vist på figur 5.4. Det viste seg imidlertid at en del av ustabiliteten kunne skyldes det mekaniske på saga. Vi foretok en del målinger på enkodere ved ulike påkjenninger: kappblad, klamping osv, som overrasket oss. Vi så at dersom en var uheldig kunne det telles opp til flere hundre pulser på enkoderne ved blant annet kapping av arbeidsstykket. Dette var ikke ønskelig siden en av enkoderne hadde som oppgave å telle lengden på arbeidsstykket. Når denne telte slik, ville en få en uheldig offset. Feilsøkingen under igangkjøringsperioden er beskrevet nærmere i avsnitt 7.2.

Etter forsøk på å få eliminert de største mekaniske feilkildene var det mulig å oppnå en større repeterbarhet under forsøkene våre. Vi fikk bra målinger, og det så ut til at vi ville holde oss innenfor den gitte toleransen. Vi gikk videre, og begynte oppkopling og testing med fotocelle.

I utgangspunktet ble inngangene på PLS'n for sen til å detektere alle kapp-punkt fra fotocellen. Siden fotocellen gir en høy puls i det den detekter et mørkt felt, ble dette for korte tidsrom pga farten på transportbåndet. Vi prøvde da å kople fotocellen på en høyhastighetsteller, noe som fungerte veldig bra.

Da vi hadde fått i gang fotocellen, og laget et program for denne, satte vi dette sammen med programmet for ferdige lengder, og begynte å lage test-serier av kapping på arbeisstykker. Seriene er behandlet i vedlegg L.

5.4 Testing



Figur 5.5 Testing av anlegget
Etter oppkobling ble anlegget testet og måleresultater behandlet.

Når den endelige softwaren til PLS´n var ferdig foretok vi en rekke målinger på nøyaktigheten til kappunkt og hastigheten til anlegget. Vi kjørte forskjellige serier, der vi varierte dimensjoner på arbeidsstykke, hyppighet av kappunkt og kapp i faste lengder eller fotocelle.

Under målinger med fotocelle er alle strek markeringer foretatt med ulike avstander og plasseringer på arbeidsstykkene. Alle målingene ble foretatt under samme vilkår, der anlegget hadde vært i konstant drift en hel arbeidsdag. Det er ikke foretatt noen software endringer underveis i målingene. Alle arbeidsstykker er manuelt

matet inn i kappanlegget, og går dermed ikke automatisk fra transportbånd til kappstasjon. Dette er et moment som vil bli omtalt senere, men dette er en variabel som vil påvirke resultatene da arbeidsstykke går inn med forskjellig kraft og påvirkning.

Figur 5.6 Bilde fra testing av fotocelle kapp.
Vi kan se spotten fra fotocellen på den svarte streken. Det grønne lyset indikerer at fotocellen er stabil og klar til bruk, mens den oransje indikerer godkjent treffpunkt.

6 Resultater

Figur 6.1 Testserie av faste lengder.

Alle resultater er oppgitt i millimeter avvik fra ideelt kappunkt. Positive verdier angir et kappunkt som er forskjøvet etter ønsket kappunkt, dvs. at motoren har rotert for langt. Tilsvarende med negative verdier, der reelt kappunkt er før ønsket kappunkt. Tallgrunnlaget for samtlige måleserier finnes i vedlegg L.

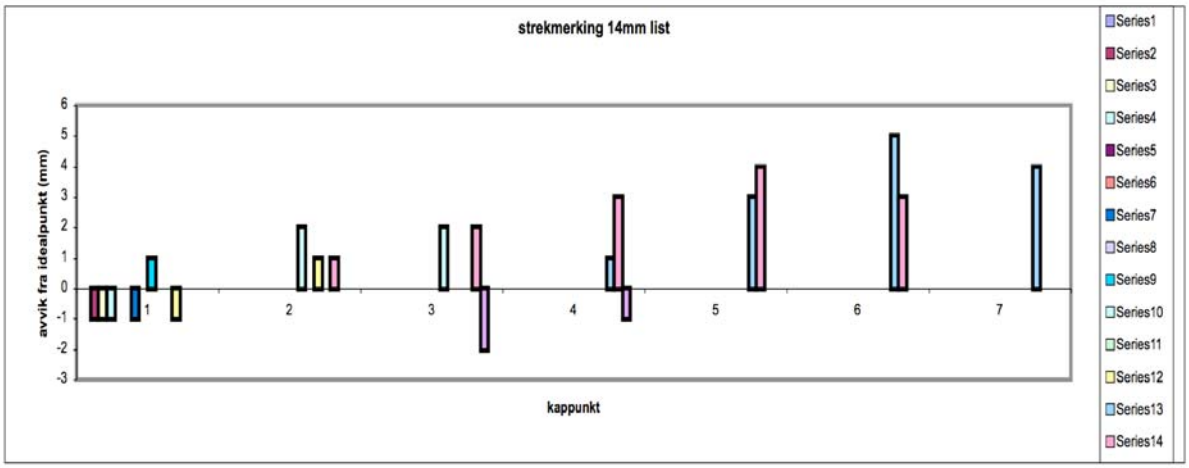
Resultatene er så videre behandlet og fremstilt med standardavvik; pr. måleserie og alle målingene samlet.

Det er også beregnet et gjennomsnitt pr. måling. Dette vil vise hvor nullpunktet til hver enkelt serie ligger. Årsaken til at dette punktet er interessant, er at vi kan justere nullpunktet programvaremessig i PLS.

Målingene vil kunne gi oss ett godt bilde på repeterbarheten, samtidig som de kan gi oss et bilde av hvilke feilkilder som påvirker resultatene.

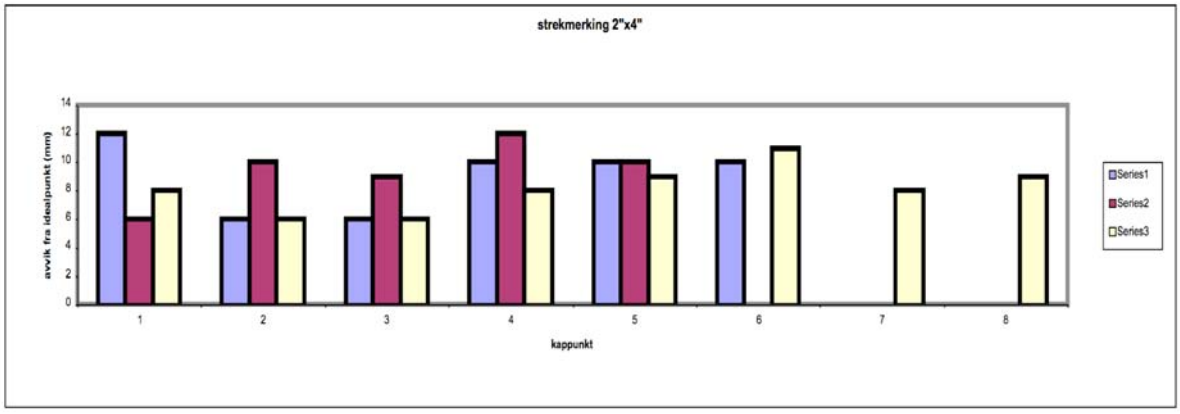
6.1 Fotocelle

Første serie tar for seg kapp ved bruk av strekmerking og fotocelle. Arbeidsstykke som er benyttet er 14 mm tykke lister og 2”x4” bjelker i forskjellige lengder. Det er her foretatt målinger på 19 arbeidsstykker med totalt 60 kapp. Målingene på lister er vist på figur 6.2.



Figur 6.2 Måleresultater fra fotocellekapp av lister.
Diagrammet viser avvik i millimeter fra ønsket kappunkt.

	Lister:	2”x4”__
Standardavvik:	1,55mm	2,02mm
Gjennomsnitt:	0,59mm	8,74mm



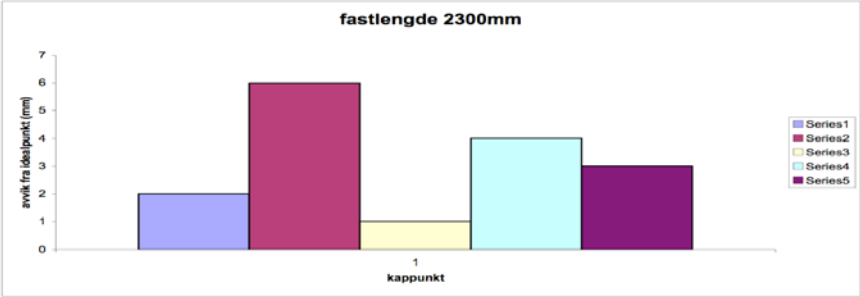
Figur 6.3 Måleresultater fra fotocellekapp av 2”x4”
Diagrammet viser avvik i millimeter fra ønsket kappunkt.

6.2 Faste lengder

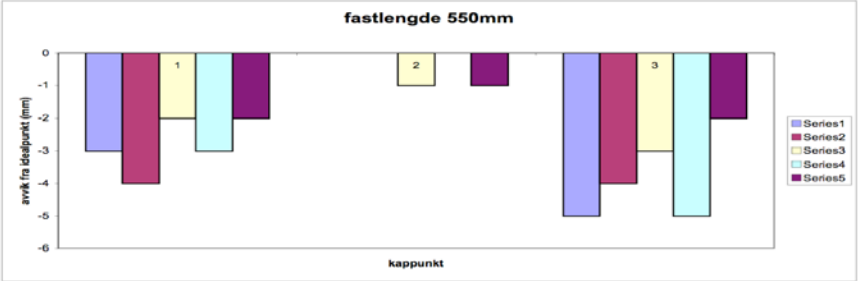
Under testing av ferdige lengder har vi foretatt tre ulike serier på 100mm, 550mm og 2300mm. Disse er valgt på bakgrunn av standard lengder i treforedlingsindustrien. 100 mm er tatt med for å få ytterpunktene mellom verdiene. Resultatene er vist i tabell 6.4, 6.5 og 6.7. Det er her foretatt totalt 40 kapp.

	2300mm:	550mm:	100mm:
standardavvik:	+1,92mm	+1,72mm	+2,56mm
gjennomsnitt:	+3,20mm	-2,33mm	-5,67mm

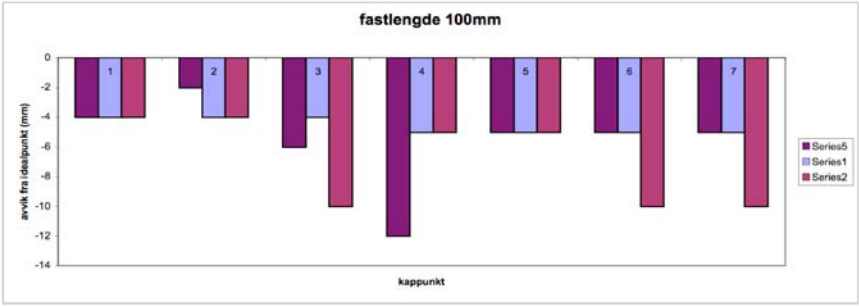
Tabell 6.1 Standardavvik og gjennomsnitt for fastlengde.



Figur 6.4 Måleresulter fastlengde 2300mm.
Diagrammet viser avvik i millimeter fra ønsket kappunkt.



Figur 6.5 Måleresultater fastlengde 550mm.
Diagrammet viser avvik i millimeter fra ønsket kappunkt.



Figur 6.6 Måleresultater fastlengde 100mm
Diagrammet viser avvik i millimeter fra ønsket kappunkt.

6.3 Hastighet / effektivitet

Det er også foretatt målinger på hastigheten til anlegget. Hastigheten på transportbåndet kontrolleres direkte av kontaktorer, og kan dermed ikke forandres.

Vi har ikke foretatt mange målinger, da hastigheten til posisjoneringsmotoren kan forandres på tablået og dermed kunne variere mye. Målingene er foretatt med default verdier mht bremselengder og hastigheter på PLS.

Under målingene har vi plassert arbeidsstykke i enden av transportbåndet, 7 meter fra kapposisjonen. Tiden er tatt fra når transportbåndet startes, til hele arbeidsstykke er ute fra kappstasjonen.

- Ett kappunkt på fastlengde kapp:	28s	1. serie
- To kappunkt på fotocellekapp:	21s	1. serie
	22s	2. serie

Tabell 6.2 Måleresultater fra hastighetsmålinger.

7 Diskusjon av resultater

7.1 Resultater

Vi kan i hovedsak dele inn feilkildene i to kategorier i forhold til hyppighet og virkningsgrad, og dette vil påvirke resultatene i større eller mindre grad.

Verdiene med stor hyppighet og små utslag er typiske kilder som vil påvirke de fleste kappunktene som vil ligge innenfor +/- 5 mm av ønsket kappunkt. Disse er nærmere beskrevet i avsnitt 7.2. og i tabell 7.1

Liten hyppighet og store utslag:	**max. utslag:**
Friksjon mellom arbeidsstykke og transportbånd	86 mm
Overføring mellom pulsteller og skovler	50 mm
Totalt maksimalt utslag	136 mm
Stor hyppighet og små utslag	
Slark i mekanisk overføring	2 mm
Vibrasjoner i kappstasjon	2 mm
Differanse mellom fotoceller	6 mm
PLS kode	
Totalt maksimalt utslag	10 mm

Tabell 7.1 Oversikt over feilkilder
Tabellen gir en indikasjon på hvor stort utslag de ulike feilkildene kan påvirke våre målinger med.

Gruppen av feilkilder beskrevet i tabell 7.1 med store utslag, er kilder vi har observert under måleseriene som har stor innvirkning på resultatene. Et eksempel på et slik utslag er under testing av fastlengde på 100mm, der vi har et avvik på 12mm fra ønsket nullpunkt.

7.1.1 Fotocelle

Figur 7.1 Kullstift på arbeidsstykke.
Selv om merket er utydelig blir det registrert av fotocellen.

Generelt for bruk av strek - deteksjon vil ingen verdier være helt eksakte. Dette er pga streken som er satt manuelt. Tykkelsen på streken vil variere, vinkelen vil variere og kanten av streken vil være ”glorete”. Eksempel på en slik strek er vist på figur 7.1.

Den første serien fra målinger med fotocelle viser en god samling av kappunkter rundt ønsket nullpunkt. Det er allikevel seks kappunkt av de 60 som ligger utenfor toleransegrensen på +/- 2,5 mm. Vi har ikke kunnet påvist årsaken til hvert enkelt av disse avvikene, men vi kan anta mulige årsaker.

Vi ser at det er på arbeidsstykkene med flest kappunkt vi finner de største avvikene, og at disse kommer mot slutten av serien. Dette kan tyde på en påvirkning av pulstellerne, som øker med antall kapp etter nullpunktet på arbeidsstykke. Dette blir nærmere omtalt i avsnitt 7.2.

Den andre målingen med fotocelle brukte vi 2” x 4” uhøvlet plank. Disse hadde en meget mørk og varierende overflate, vi var dermed usikker om hvordan deteksjonen av strekmerket ville gå. Det viste seg at dette gikk veldig bra, og systemet detekterte alle de 19 kappunktene. Midtpunktet av målingene ligger på +9,5 mm. i forhold til nullpunktet. Dette er pga. plasseringen av fotocellen for deteksjon av begynnelsen av arbeidsstykkets nullpunkt på transportbånd. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 7.2.4.

7.1.2 Faste lengder

Seriene med målinger av faste lengder viser større og mer uregelmessige avvik. Serien med 550mm lengder viser en tendens der det første og siste kappunktet på hvert arbeidsstykke er mellom to og fem millimeter før ønsket kappunkt, mens det midterste kappunktet ligger akkurat på kappunktet.

Vi har ikke funnet noe årsak til dette, men det kan tyde på at det er en programvare basert feil. Vi kan allikevel ikke si dette med sikkerhet.

Generelt kan vi ikke identifisere hvilke årsaker som påvirker resultatene. Antakelig er det flere kilder som påvirker målingene som er belyst i kapittel 7.2.

7.1.3 Hastighet / effektivitet

Hastigheten på systemet er ikke den vi ønsker. Denne kan imidlertid økes vha operatørpanelet på tablået, ved at bremsetider på posisjoneringsmotoren minskes.

Uten en lengre innkjøringsperiode har vi ikke oppnådd høyere hastighet med ønsket nøyaktighet.

7.2 Feilkilder

7.2.1 Slark i mekanisk overføring

Figur 7.2 Overføring mellom motor og girkasse.
Det vil være noe slark i gummiforingen på posisjoneringsmotoren.

Fra motorfeste, gjennom girkasse, til skovler er det en slark på +/- 1mm Dette er en naturlig slitasje på den mekaniske konstruksjonen av maskinen. Koblingen mellom motor og skovler består av mange ledd, deriblant girkasse og reimdrift. Spesielt pga reimdriften vil det her være en naturlig slark. Det vil også være noe slark mellom motor og girkasse, der overføringen er løst med en gummiforing vist på figur 7.2.

7.2.2 Vibrasjoner ved klamping

Målt utslag på pulsteller ved klamping: 2-4 pulser dvs. 1-2 mm.
Den største vibrasjonspåkjenningen maskinen får, er ved klamping av arbeidsstykke. Vi har på pulstelleren målt en påvirkning fra klampingen på maksimalt 4 pulser.

7.2.3 Vibrasjoner i underlag

Figur 7.3 Montering av fotoceller.
Vinkelen mellom fotocellene vil påvirke resultatene.

Vibrasjoner i underlag kan påvirke pulstellere, men dette er ikke påvist ved målinger.

7.2.4 Montering av fotoceller

Differanse mellom de to fotocellene på transportbånd ved avlesning av krittmerke: 0,16 mm differanse på kappunkt pr. mm økning i høyden på planken. Det er en vinkel på ca 6° mellom de to strålene

vist på figur 7.3. Punktet for avlesning av startpunkt på arbeidsstykke vil dermed variere med en funksjon til høyden av planken.

7.2.5 Montering av pulstellere

Den mekanisk løsning for montering av pulstellere ved skovler er ikke god, og det forekommer store feil. Her er det målt et avvik på 200 pulser eller 50 mm. Det er ikke direkte kontakt mellom skovler og pulsteller. Denne overføringen består av to sirkulære hjul som ligger mot hverandre figur 7.4. Begge disse hjulene er av metaller og det vil derfor være en lav friksjonsfaktor mellom dem, som dermed vil føre til en feilmåling av løpemeter på arbeidsstykkene.

7.2.6 Friksjon mellom transportbånd og arbeidsstykke.

Under måleseriene har vi ikke stoppet transportbåndet under avlesning av krittmerke, men under annen testing har vi observert og målt en treghet i arbeidsstykke under akslerasjon av transportbånd. En situasjon som dette vil ha en stor virkning ved stopp og start av transportbånd der fotocellesensor befinner seg mellom to krittmerker på samme arbeidsstykke. Denne forskyvningen har vi målt til:

- 2”x 4” uhøvlet arbeidstykke: 63mm
- listverk høvlet 86mm

7.2.7 Optimalisering av PLS kode

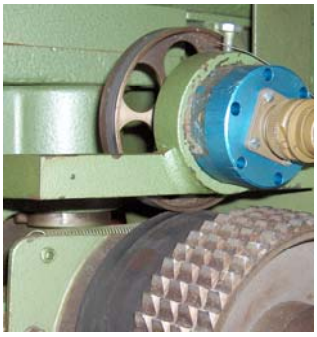
Når det gjelder optimalisering av PLS kode er det vanskelig å tallfeste hvor mye som kan forbedres i forhold til treffsikkerhet på kappunkt. Vi kan ut ifra måleserier se at det er visse mønstre på avvik fra ønsket kappunkt, som mulig kan optimaliseres gjennom kode.
Et eksempel på dette er måleserien med faste lengder på 550 mm jmf. figur 6.7. Vi kan allikevel ikke si med sikkerhet at det er koden som er årsaken til dette avviket, da vi ikke kan identifisere samme mønster i andre måleserier og i tillegg har en rekke andre mekaniske feilkilder.

7.3 Tiltak for forbedring

7.3.1 Slark i den mekaniske overføringen

Den mekaniske overføringen mellom posisjoneringsmotor og skovler kan forbedres noe med den løsningen som sitter på anlegget i dag. Gummiforingen som sitter mellom aksel på motor og girkasse kan med fordel skiftes ut. Den beste løsningen her vil allikevel være å skifte girkasse og overføringsløsning mellom motor og girkasse. Kappstasjonen er konstruert med en girkasse som er montert 180° galt. Dette gjør fylling av gir - olje vanskelig, samtidig fører gal montering av girkasse til en lekkasje i bunnen av girkassa slik den nå er montert.

7.3.2 Påvirkninger på pulstellere



Figur 7.4 Montering av pulstellere.
Hjulene mellom pulstellere og skovler fører til store utslag på resultatene.

Punkt 2, 3 og 5 omhandler alle problematikk med pulstelleren ved kappstasjonen. Denne løsningen er ikke fullgod og fører til store utslag på målingene av arbeidsstykke. Pulstellerens nåværende montering er vist på figur 7.4.

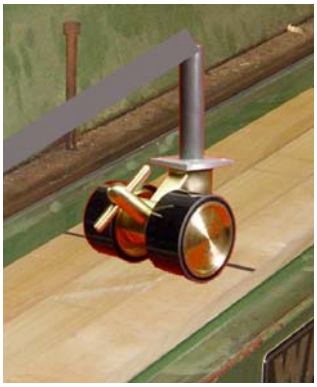
Det finnes flere løsninger på dette problemet, men den beste vil være å sette en ny pulsteller direkte på motoren. En ville da fått en direkte tilbakemelding på motorens absolutte posisjon med utgangspunkt i motorens akselposisjon. Denne posisjonsmålingen ville også få en mye større oppløsning, da det blir et 1:1 forhold til motorens aksel.

7.3.3 Montering av fotoceller

Plassering av fotocelle på transportbånd kan enkelt løses med å flytte fotocellen for måling av arbeidsstykkets startpunkt til en vannrett posisjon. Årsaken til at dette ikke er foretatt, er en kant på transportbåndet som umulig - gjør montering av fotocellen i plan med transportbåndets overflate med dagens tekniske løsning. Den vil derfor ikke kunne fange opp arbeidsstykker med en lav profil.

Det anbefales her at det lages en brakett som felles ned i transportbanens kant. Her kan det også velges andre løsninger, det som er viktig er at fotocellen som detekterer startpunkt på arbeidsstykke blir brutt samtidig som strålen for detektering av strekmerking har nådd arbeidsstykkets startpunkt.

7.3.4 Friksjon på transportbånd



Figur 7.5 Friksjon mellom arbeidsstykke og transportbånd.
Ved å montere et hjul over arbeidsstykke vil friksjonen øke og feilkilden elimineres.

Friksjon mellom arbeidsstykket og underlag på transportbånd kan enklest økes ved å sette ett hjul eller liknende på oversiden, slik at arbeidsstykket blir presset ned mot underlaget. Prinsippielt vist på figur 7.5.

Det er viktig at dette hjulet monteres rett før fotocellesensorene, slik at det får en virkning under registrering av hele arbeidsstykkets lengde. Det kan muligens være hensiktsmessig å montere to hjul, som monteres på hver sin side av sensorene.

7.3.5 Optimalisering av PLS kode

Vi anbefaler at de overnevnte feilkilder utbedres først, da de er målbare og tallfestet.

Optimalisering av PLS kode mht. nøyaktighet kan antakelig bedres ytterligere, men denne usikkerheten er som tidligere nevnt vanskelig å tallfeste, da det er mange andre feilkilder.

8 Konklusjon

Vi har gjennom et halvt års prosjekt hatt mulighet til å følge vårt prosjekt fra en maskin som ikke fungerte, til et automatisert kappanlegg. Vi har gjennom prosjektperioden tilegnet oss mange nye kunnskaper og vært innom mange nye fagområder. Dette har vært en svært lærerik prosess, både teoretisk og praktisk. Den har først og fremst vært lærerikt med tanke på prosjektering av produksjonsutstyr, men også ferdigstilling og mekanisk sammensetning av utstyr. Vi har lært mye om forskjellig utstyr innen automasjonsindustrien, og hvordan dette skal brukes for å få en best mulig løsning.

Programmeringsmessig har vi også tilegnet oss mye ny kunnskap om PLS programmering og ulike typer kommunikasjon mellom automasjonsutstyr. Blant annet USS protokollen, som er utviklet av Siemens, lærte vi mye om.

Vi vil si oss godt fornøyd med prosjektet vårt. Det har vist seg å bli et mye mer omfattende prosjekt enn først antatt, fra å gå fra en styring og en bildebehandlingsdel til å bli prosjektering og oppbygging av et helt nytt automasjonssystem. Dette har ført til et økt tidspress for oss.

Vi har ikke oppnådd tilfredsstillende resultater, ut i fra de krav til nøyaktighet som ble satt til oss. Men dette skyldes i hovedsak den mekaniske konstruksjonen til anlegget.

Anlegget har muligheter for større presisjon, og økt takttid, men på grunn av tidspress har fokus ligget på ferdig produkt. Undervegs har oppdragsgiver kommet med nye ønsker og krav i hen hold til presisjon, men disse kom vi ikke helt i mål med. Det gjelder nøyaktigheten på ferdig lengde kapping.

Vi håper at anlegget fungerer tilfredsstillende, og at all dokumentasjon og brukerveiledning vi har produsert gjennom prosjektet vil hjelpe til med å bruke anlegget på rett måte, og utnytte potensialet med å utvikle det videre.

Referanser

Alvestad, R. (1985). Anleggsdokunentasjon, grunnleggende innførin Universitetsforlaget.

Alvestad, R. (1990). Fordelingssystemer. Elforlaget

Aksdal, A. (1989). Elektriske anlegg – installasjoner. Yrkesopplæring i.s

Lund og Kleiber (1979). Lommebok for elektroingeniører. Tanum-Nordli A/S

Værd at vide om frekvensomformere. Danfoss

FEA-F (1995). Forskrifter for elektriske anlegg Elektrisitetstilsynet

Store Grønne. Inntak i boliger og elektriske installasjoner eller FELL og NEK 400. Moeller

Walderhaug, K. (1979).Sterkstrøm teknikk. Universitetsforlaget

JFKnutzen. Elektroteknikk. CPR A/S

JFKnutzen. Elektroteknikk 2. CPR A/S

Siemens http://www.siemens.com/automation/service&support

Maskinsikkerhet – Elektrisk utstyr i maskiner del 1: Generelle krav. (1992), Nek-EN60204-1

Vedlegg

Vedlegg A: Dokumentasjon av kort A100

Tilleggskort for signal - nivåkonvertering mellom 5v og 24v for enkoder.

Vedlegget finnes på CD

Vedlegg B: Dokumentasjon av kort A101

Styringskort for kontaktorer.

Vedlegg finnes på CD

Vedlegg C: Prosjektloggbok med statusrapporter

Prosjektloggbok inneholder også statusrapporter møtereferat og møteinnkalling. Disse er flyttet ut på CD for å minske størrelse på rapport.

Vedlegg D: Beregning av motor

Vedlegg E: Koblingsskjema styreskap

Vedlegg F: Koblingsskjema pnaumatikk

Vedlegg G: Kostnadsoverslag

Kostnadsoverslag over nødvendige komponenter.

Vedlegget finnes på CD

Vedlegg H: Risikoanalyse

Vedlegg I: Stykkliste komponenter

Vedlegg finnes på CD

Vedlegg J: Kode for PLS

Vedlegg finnes på CD

Vedlegg K: Forprosjekt

Vedlegg finnes på CD

Vedlegg L: Måleresultater