

# BACHELOROPPGAVE



## STYRING AV TRAVERSKRAN

Ken Andre Klæhaug (8)

Kristian Steen (7)

Helene Navdal (4)

Gjermund Fleten (5)

**Avdeling for ingeniør- og naturfag**

*HO2-300 Hovedprosjekt*

23.05.2014

<http://studprosjekt.hisf.no/~14sat/>

 HØGSKULEN i  
SOGN OG FJORDANE

## Referanseside

<b>TITTEL</b> Styring av traverskran Control of overhead crane	<b>RAPPORTNR.</b> 01	<b>DATO</b> 23.05.2014
<b>PROSJEKTTITTEL</b> HO2-300 Hovedprosjekt	<b>TILGJENGELIGHET</b> Åpen	<b>ANTALL SIDER</b> 53
<b>FORFATTERE</b> Ken André Klæhaug Gjermund Fleten Kristian Steen Helene Navdal	<b>ANSVARLIGE RETTLEDERE</b> Joar Sande - Prosjektansvarlig	
<b>OPPDRAKSGIVER</b> Massiv Lust AS		
<b>SAMMENDRAG</b> Prosjektets mål har vært å sette i drift en traverskran med vakuumbgriper som henter og stabler lameller for oppdragsgiver <i>Massiv Lust AS</i> . Traverskranen har tidligere vært i drift til et annet formål. Gjennom prosjektperioden har ny maskinvare blitt installert. Løsninger ble prosjektert og utviklet i prosjektet. Ny PLS, brukergrensesnitt og koblinger i styrestrømskap har vært en del av disse løsningene. Prosjektet har vært utfordrende og gitt gruppen et stort læringsutbytte.		
<b>SUMMARY</b> The goal of this project has been to put an overhead crane with a vacuum gripper into operation for <i>Massiv Lust AS</i> . The crane will be used in production of cross-laminated timber. Through the project new PLS, user interface and re-wiring in the control system has been part of the solution.  The project has been challenging and given us new experience and knowledge.		
<b>EMNEORD</b> HO2-300 Hovedprosjekt 2014 VÅR, traverskran, styresystem, massivtre, automasjon.		

## Forord

Dette prosjektet er gjennomført som hovedprosjekt av fire studenter ved *Høgskulen i Sogn og Fjordane*, ved avdeling for ingeniør- og naturfag, våren 2014.

Grappa startet opp i høstsemesteret med prosjekt hos Massiv Lust AS, der vi så på ulike løsninger som kan forbedre produksjonen av massivtre elementer. Gjennom dette prosjektet fant vi en spennende oppgave vi kunne videreføre til hovedoppgave. Dette omhandlet å sette i drift en traverskran Massiv Lust hadde anskaffet. Denne skal brukes til henting og stabling av lameller (planker, limt sammen på kryss og tvers) på samlebandet.

Prosjektgruppen har bestått av:

Ken André Klæhaug	Prosjektleder
Kristian Steen	Student
Helene Navdal	Student
Gjermund Fleten	Student

Prosjektansvarlig i dette prosjektet var Joar Sande. Gruppen vil også takke andre personer som har vært til stor hjelp med gjennomføringen av prosjektet:

Olav Sande	Høgskulen i Sogn og Fjordane
Eli Nummedal	Høgskulen i Sogn og Fjordane
Marcin Fojcik	Høgskulen i Sogn og Fjordane
Alexander Lien	Massiv Lust AS

*Førde 23.05.2014*

Ken André Klæhaug

Kristian Steen

Helene Navdal

Gjermund Fleten

---

## Innholdsfortegnelse

Referanseside .....	1
Forord.....	2
Innholdsfortegnelse .....	3
1. Sammendrag .....	6
2. Innledning .....	7
2.1 Bakgrunn.....	7
2.2 Rammer .....	7
2.3 Problemstilling.....	8
2.4 Kritiske suksessfaktorer .....	8
3. Massiv Lust AS.....	9
3.1 Massivtre-element.....	9
3.2 Produksjonen .....	10
4. HMS og risikovurdering .....	11
4.1 Lover og regler for maskinstyring .....	11
4.2 Sikring av arbeidsområde.....	11
4.3 Risikoanalyse av prosjektet.....	12
5. Bargstedt traverskran .....	13
5.1 Opphavlig funksjon.....	13
5.2 Komponenter på traverskran.....	14
5.3 Kontrollstasjon.....	15
6. Planlagt styrefunksjon.....	16
6.1 Manuell styring .....	17
6.2 Semi-automatisk styring .....	19
6.3 Kalibrering .....	21

6.4 Andre funksjoner .....	22
6.5 HMI .....	23
7. Komponenter og programvare benyttet .....	24
7.1 Hardware.....	24
7.1.1 Beckhoff Embedded PC CX5020 (CPU) .....	24
7.1.2 EL6751 - CANopen Master terminal .....	25
7.1.3 Acer Veriton X - maskin .....	26
7.1.4 Lenze, LECOM - A/B/LI.....	26
7.2 Software .....	27
7.2.1 TwinCAT 3 .....	27
7.2.2 IGSS Free50 License.....	28
7.3 Kommunikasjon.....	29
7.3.1 CAN-bus .....	29
7.3.2 I/O terminaler (digitale inn-/utganger).....	30
7.3.3 OPC UA .....	33
8. Resultat .....	34
8.1 Kommunikasjon.....	34
8.2 PLS - program.....	35
8.2.1 Initialisering.....	35
8.2.2 Kjøring av akser .....	35
8.3 HMI med IGSS .....	36
8.3.1 Grensesnitt i IGSS .....	36
8.3.2 Overvåking.....	37
8.3.3 Observasjon med kamera.....	38
8.3.4 Alarmer .....	38
9. Testing.....	39

---

10. Teknisk evaluering.....	40
10.1 utfordringer .....	40
10.1.1 Nytt kontra gammelt kontrollsystem .....	40
10.1.2 Informasjon fra frekvensomformere .....	40
10.1.3 Kommunikasjon med styresystem.....	40
10.2 Forbedringer.....	40
10.2.1 PLS program.....	41
10.2.2 Defekt Bus Coupler .....	41
10.2.3 HMI .....	41
10.2.4 Omkoblinger.....	41
11. Konklusjon .....	42
12. Prosjektadministrasjon.....	43
12.1 Organisering.....	43
12.2 Gjennomføring i forhold til plan.....	45
12.2.1 Milepæler .....	45
12.2.2 Fremdriftsplan .....	45
12.2.3 Møter .....	46
12.3 Økonomi.....	47
12.4 Generell prosjektevaluering.....	48
12.5 Nettside .....	48
13. Bilde, figur og tabelliste.....	49
14. Referanseliste.....	51
15. Vedlegg .....	53

## 1. Sammendrag

Målet med hovedprosjektet HO2-300 våren 2014 har vært å sette i drift massivtreprodusenten, Massiv Lust AS, sin traverskran. Den skal brukes til å hente og stable lameller med en vakuumbriker. Systemet til traverskranen har tidligere vært benyttet til et annet formål. Vi skal gjennom prosjektet legge til ny maskinvare og program i traverskranens kontrollsystem, slik at den kan brukes i produksjonen hos oppdragsgiver.

Tidlig i prosjektet valgte gruppen å bruke ny maskinvare til styring og brukergrensesnitt. På grunnlag av pris og ytelse valgte gruppen en Beckhoff Embedded PC til PLS-styring og ny PC med IGGIS til brukergrensesnitt.

Gjennom prosjektperioden har gruppen gjort seg kjent med traverskranens gamle system og komponenter. Det nye kontrollsystem ble prosjektert og utviklet basert på dette.

Styringen skjer via en ekstern kontrollstasjon med manuelle brytere og en HMI. Gruppen ønsket å lage et kontrollsystem som skulle hente lameller ved manuell og semi-automatisk styring. Underveis i prosjektet ble målet nedjustert til manuell styring. Under testing av programvare kom det frem mangler i programvare og styrestrømskap. Dette førte til at gruppen ikke oppnådde hovedmålet innen prosjektets tidsramme.

Prosjektet har gitt gruppen nye erfaringer og kunnskap. Hva det innebærer å jobbe med en stor og krevende oppgave, og hvilke feil som kan oppstå. Gruppen har hatt ambisiøse mål og selv om ikke alle målene ble gjennomført har prosjektet gitt gruppen et stort læringsutbytte.

Vi takker Massiv Lust for en god prosjektoppgave og et godt samarbeid.

## 2. Innledning

Faget HO2-300 Hovedprosjekt ved *Høgskulen i Sogn og Fjordane*, avdeling for ingeniør- og naturfag i Førde går over vårsemesteret. Prosjektet er delt inn i en forprosjektperiode og sluttprosjektperiode. Det skal føres dagbok og timelister gjennom hele prosjektperioden.

### 2.1 Bakgrunn

Vi kontaktet oppdragsgiver første gang høsten 2013, etter en bedriftspresentasjon. Da fortalte daglig leder, Alexander Lien, om bedriften og produksjon av massivtre. Etter vår prosjektering av nye løsninger på fabrikken deres i prosjektfaget 5. semester, ble det levert inn som en rapport. Rapporten omhandlet blant annet en utredning for oppstart og bruk av traverskran i produksjonen. Sammen med oppdragsgiver ble vi enige om å jobbe videre med traverskranen som hovedprosjekt.

Traverskranen var ikke satt i drift hos Massiv Lust og har tidligere vært brukt av en annen bedrift. Kranen var utstyrt med en vakuumbriper som ble brukt til å hente ferdige dører for innpakning.

### 2.2 Rammer

Prosjektet skal være praktisk og/eller teoretisk, helst et utviklings- eller utledningsprosjekt for industrien/næringslivet eller offentlig forvaltning [1]. Prosjektet er estimert til 500 arbeidstimer per student, og skal helst gjennomføres i grupper på 2 til 4 studenter. Studentene skal lage plakat og pressemelding mot slutten av prosjektet. Det skal også opprettes en nettside hvor prosjektet blir publisert og regelmessig oppdatert underveis.



## 2.3 Problemstilling

Massiv Lust ønsker å avlaste de ansatte ved å overføre mye av det fysiske arbeidet de nå utfører ved henting og stabling av lameller over til en traverskran med vakuumgriper. Våre utfordringer blir å koble traverskranen til styreskap og endre styringen slik at den kan brukes til å stable lameller i massivtre-produksjonen.

### Hovedmål:

Programmere og sette i drift massivtre-produsenten, Massiv Lust AS, sin traverskran. Traverskranen skal brukes til å hente og stable lameller i produksjonen av massivtre, og skal kunne styres med et kontrollpanel via en soft PLS.

### Delmål:

1. Lage en funksjonsbeskrivelse
2. Bestille nytt styresystem og utstyr.
3. Opprettholde god sikkerhet rundt traverskran.
4. Fungerende, sikker og brukervennlig styresystem til traverskran
  - Installasjon
    - Koble traverskran til styrestrømskap.
    - Hovedstrøm til styrestrømskap.
    - Vakuumgriper som kan hente flere lameller.
  - Programmering
    - Definere I/O.
    - Vakuumpumpe
    - Hente og stable lameller.
    - HMI.
    - Automatisk og manuell styring.
    - Brukervennlig styresystem.

## 2.4 Kritiske suksessfaktorer

En kritisk suksessfaktor er en faktor som vil hindre prosjektet i å bli gjennomførbart om den oppstår. En risikovurdering vil fortelle oss om det er en eller flere kritiske suksessfaktorer som vi da kan følge opp underveis i prosjektperioden.

Vi undersøkte virkemåten og tilhørende dokumentasjon som var tilgjengelig for traverskranen tidlig i prosjektet. Dette viste seg å være en god måte å avdekke de kritiske suksessfaktorene på for oss.

For at prosjektet skal ha noe verdi for bedriften er vi også avhengig av å få installert ny vakuumgriper som kan hente flere lameller samtidig. Det skal også være mulig for bedriften å utvide denne styringen i fremtiden til en helautomatisk produksjon av uformaterte massivtre-elementer.

### 3. Massiv Lust AS

Massiv Lust produserer massivtre-element i Luster, Sogn og Fjordane og var nyoppstartet i 2012/-13. Bedriften prosjekterer, produserer og monterer massivtrekonstruksjoner. De har også et arkitektkontor i Oslo [2].



Bilde 1: Massiv Lust sin produksjonshall

#### 3.1 Massivtre-element

Bygging med massivtre-elementer er en metode som startet opp i Mellom-Europa tidlig på 1990-tallet. Senere har det blitt mer populært også i Norden. Massivtre-element blir benyttet til bygging av bolighus, fleretasjers hus, næringsbygg, barnehager og skoler. [3] Bruk av massivtre kan ha flere fordeler.

- Stor fleksibilitet.
- Kort byggetid.
- Lav vekt og enkel montering av tekniske installasjoner.
- Godt inneklima.



Bilde 2: Truck stabler ferdige elementer

### 3.2 Produksjonen

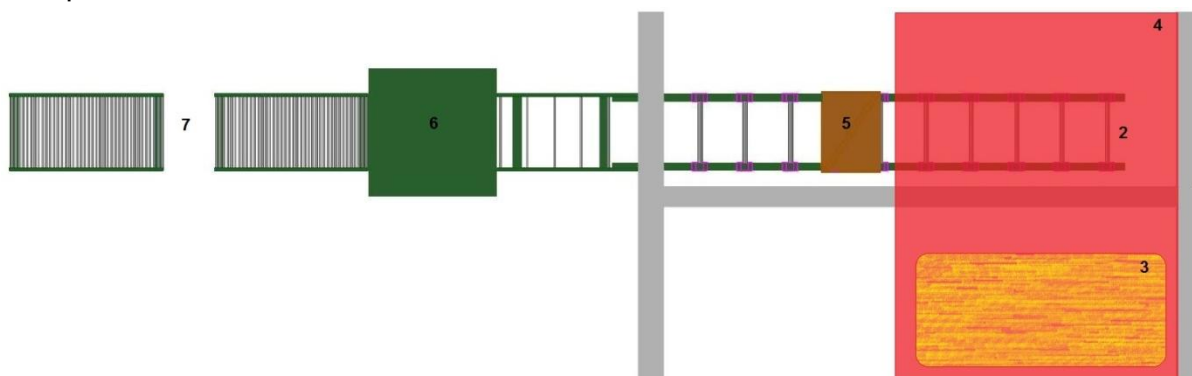
Slik det fremstår i Massiv Lust sin mal er massivtre-elementene hovedsaklig satt sammen av lameller (planker), selve konstruksjonen til et element er av lange og korte lameller fordelt på 3 lag.

**Lag 1:** lange lameller på langs.

**Lag 2:** korte lameller på tvers.

**Lag 3:** lange lameller på langs.

Produksjonen består av et stablingsområde der lamellene blir kryssstabled, deretter sendt videre til en limstasjon som fører på lim mellom hvert lag. Når alle tre lagane er lagt blir de sendt videre til siste stasjon - en vameovn/presse. Når elementet er ferdig komprimert kjøres det videre til en CNC-maskin som finkutter elementet. Traverskranen vi skal sette i drift står på stablingsområdet og skal ta seg av plasseringen av plankene på transportbåndet.



Figur 1: Oversikt over produksjonen

1. Traverskran.
2. Stablingsområdet.
3. Gult skravert: Området traverskranen skal hente lameller fra.
4. Rødt område: Operasjonsområde for vakuumgriper på traverskran.
5. Limstasjon.
6. Varmeovn/Presse.
7. Ferdig element blir hentet av truck og kjørt videre til CNC-maskin.

## 4. HMS og risikovurdering

I forprosjektet lagde gruppen en todelt risikovurdering av prosjektet. Første del inneholder risikovurdering ut fra HMS(helse, miljø og sikkerhet), forskrifter, normer og regler. Andre del inneholder risikopunkter som kan ha innvirkning på resultatet av prosjektet. For en detaljert risikovurdering av HMS se NELFO - 5 sikre.

### 4.1 Lover og regler for maskinstyring

Prosjektet ble utført i henhold til lover og regler for å opprettholde god standard og et sikkert arbeidsmiljø. For dette prosjektet gjelder *Forskrift om maskiner* og *Forskrift om bruk av arbeidsutstyr*. Siden det ble utført elektrisk installasjon måtte vi også ta hensyn til normsamlingen *NEK - 400* og *NELFOs 5 sikre* (Se utfylt dokumentasjon i vedlegg 7).

I *FOR 2009-05-20 nr 544: Forskrift om maskiner* blir maskin definert som:

“Med maskin menes:

- en enhet som er utstyrt med eller beregnet til å utstyres med et drivsystem, som ikke kommer fra direkte drivkraft fra mennesker eller dyr, og som består av sammensatte deler eller komponenter, hvor minst en del er bevegelig og som er sammensatt for et bestemt bruk, (...)” [4]

I *FOR 1998-06-26 nr 608: Forskrift om bruk av arbeidsutstyr* blir arbeidsutstyr definert som:

“Med arbeidsutstyr menes tekniske innretninger o.l. som maskiner, løfteredskap, sikkerhetskomponenter, beholdere, transportinnretninger, apparater, installasjoner, verktøy og enhver annen gjenstand som nyttes ved fremstilling av et produkt eller ved utførelse av arbeid.” [4]

### 4.2 Sikring av arbeidsområde

Kjøring av traverskran kan medføre fare for liv og helse. Området bør derfor sikres med synlig varsellampe og synlig oppmerking rundt traverskranen. Ved automatisk styring er fysisk sikring rundt arbeidsområde til traverskranen et krav [5]. Dette kan løses med sikkerhetsgjerder.

Se vedlegg I: Krav til vern mot skade på liv og helse ved konstruksjon og bygging av maskiner.

### 4.3 Risikoanalyse av prosjektet

Det er laget oversikt og rangering av risikoer ved forskjellige hendelser som kunne oppstå i prosjektperioden. I forprosjektrapporten estimerte vi sannsynlighets- og alvorlighetsgraden til de aktuelle hendelsene. Se vedlegg 1 for risikoanalyse.

På følgende fem punkter er de risikoene vi vurderte som størst:

- Ingen tilgang til industriell PC.
- Feil i styreskap/defekte komponenter.
- Feil ved programmering.
- For lite tid.
- Økonomi.

## 5. Bargstedt traverskran

### 5.1 Opphavlig funksjon

Traverskranen ble tidligere brukt til å sortere dører av bedriften Dooria etter ordre/type ved hjelp av barkode skanner. Den var utstyrt med en vakuugriper som hentet dører fra et transportbånd og plassert i seksjoner før innpakning.

Hovedfunksjonen til traverskranen var helautomatisk styring. Dette medførte strenge sikkerhetskrav rundt traverskranen. Arbeidsområdet var sikret med gjerder og flere dører. Disse dørene hadde som funksjon å detektere om det oppholdt seg personer innenfor arbeidsområdet. Dørene kunne også låses mens traverskranen var aktivert. Det var installert varsellamper på området som ble aktivert når traverskranen var operativ.

I styrestrømskapet ble både traverskran og annet utstyr som barkode skanner, samlebånd, pneumatikk og vakuumpumpe styrt. Styringen ble utført av en industriell PC fra Eltec. Det var seks frekvensomformere brukt til styring av motorer. Tre av motorene ble brukt til styring av aksene på traverskranen. De resterende tre ble brukt til styring av transportbåndene.

Systemet kommuniserte gjennom CAN-bus og de ulike handlingene og kontrolleringene foregikk ved hjelp av I/O terminaler (digitale inn- og utganger). Alle handlinger og ordre ble lagret i en database.

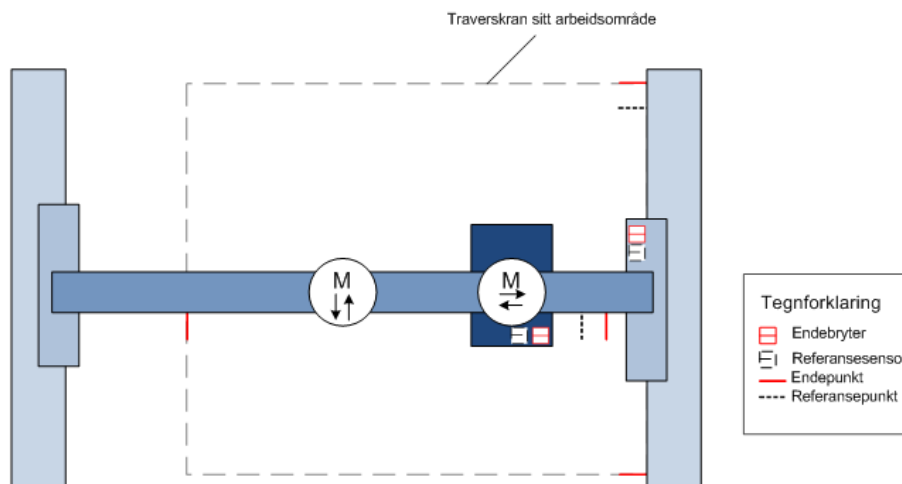


Bilde 3: Traverskranens plassering

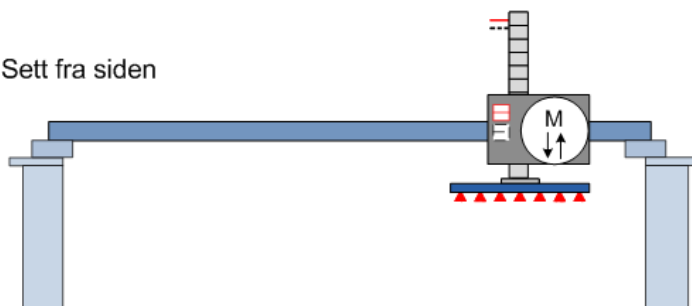
## 5.2 Komponenter på traverskran

Alle motorer, sensorer og brytere var montert på traverskranen fra tidligere. Plasseringene til disse komponentene vil ikke endres og skal bli brukt på samme måte i det nye styresystemet.

Sett ovenfra



Sett fra siden



Figur 2: Plassering av komponenter på kran

- **Endebryter:** Mekanisk bryter. Går logisk “høy” når en akse går til et endepunkt. Vil også bryte styrespenning ved aktivering. [6]
- **Endepunkter:** Punkt som kommer i kontakt med endebryter og gir logisk “høy”
- **Referansepunkt:** Punkt som vil gi logisk “høy” ved kontakt med referansesensor.
- **Referansesensor:** Induktiv sensor som detekterer referansepunkt. [7]

På hver akse brukes det Lenze servo frekvensomformere til å styre Lenze asynkronmotorer. Motorene er installert med resolver som gir tilbakemelding på bevegelse.

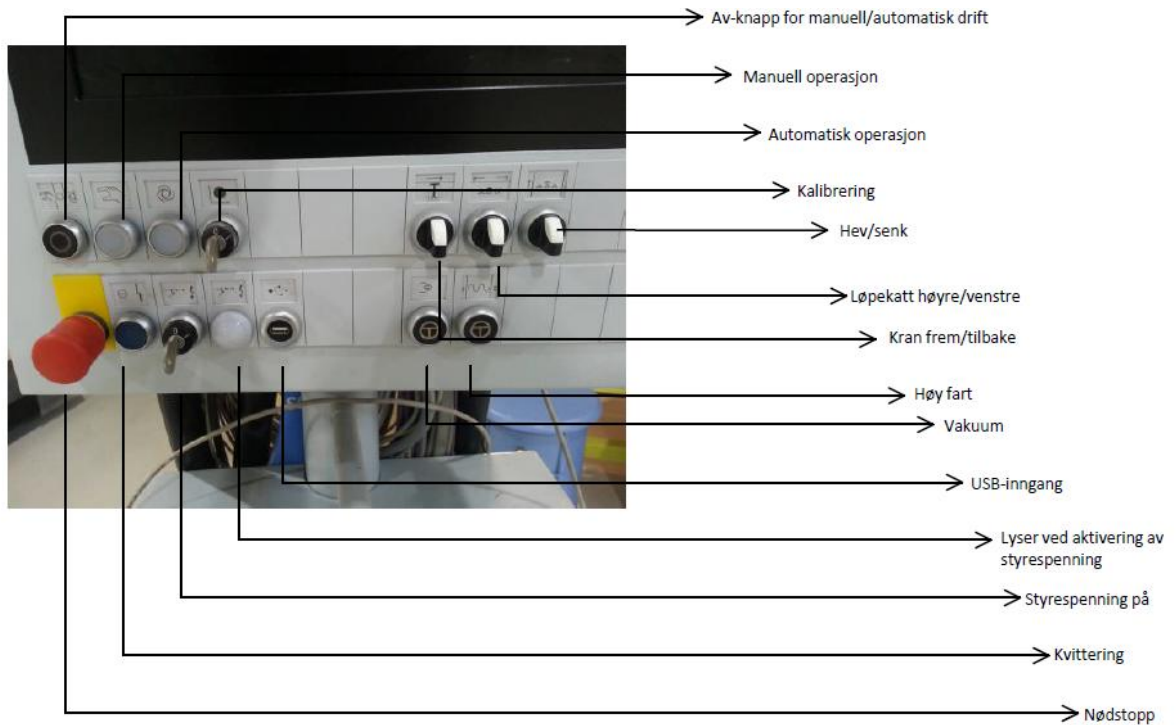


### 5.3 Kontrollstasjon



Bilde 4: Kontrollstasjon

Kontrollstasjonen til traverskran har vært benyttet til å styre traverskran. Styringen er utført med trykknapper og brytere som vil sende og motta digitale signaler fra styrestrømskapet. Den nye styrefunksjonen vil benytte kontrollstasjonen på samme måte, der bryterne på kontrollstasjonen blir benyttet både ved manuell og semi-automatisk styring. Illustrasjonen nedenfor viser funksjonen til hver av bryterne.

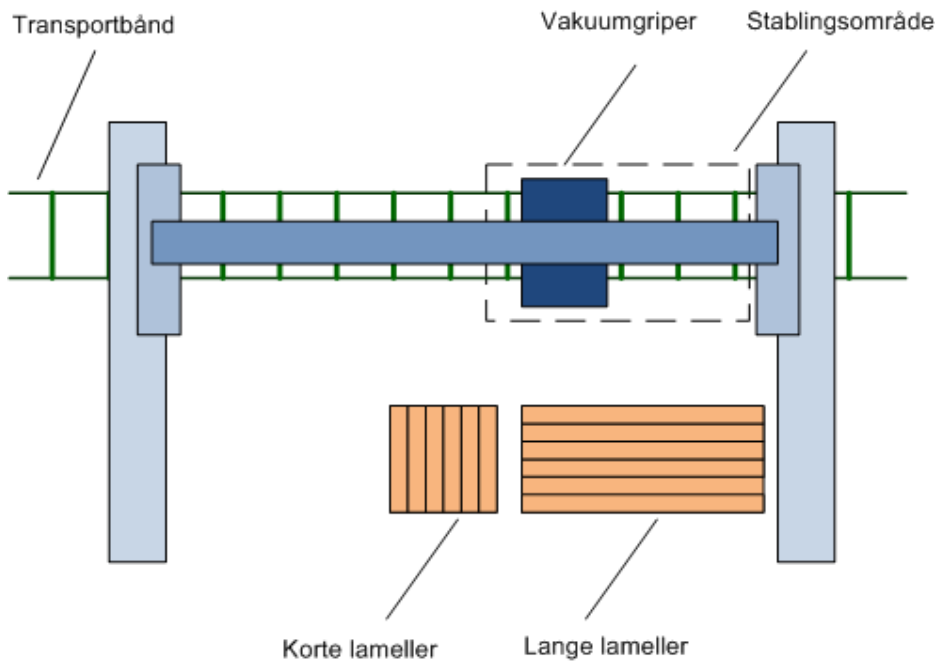


Bilde 5: Oversikt over manuelle brytere



## 6. Planlagt styrefunksjon

Det nye systemet skal ha tre forskjellige operatør-moduser, manuell styring, semi-automatisk styring og kalibrering. I tillegg vil det være noen funksjoner som kan bli aktuelle i alle de tre operatør-modusene. Systemet skal kunne hente korte og lange lameller som vist på figur 3 under.



Figur 3: Traverskran sett ovenfra

## 6.1 Manuell styring

Ved manuell styring kan operatøren styre traverskran med brytere fra kontrollpanel.



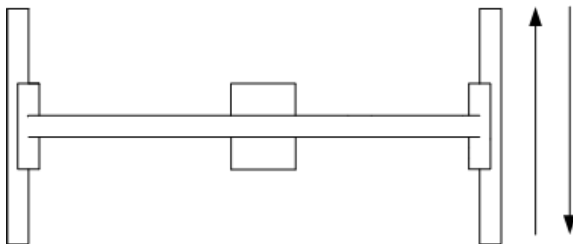
Figur 4: Ikon manuell styring

---

### Kran frem/tilbake

---

Sender kran fremover eller bakover med brytere på kontrollpanel.



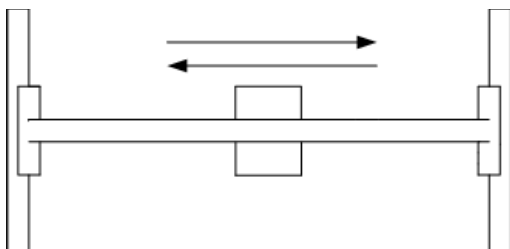
Figur 5: Kjøreretning frem/tilbake

---

### Løpekatt høyre/venstre

---

Sender løpekatt på traverskran høyre eller venstre med brytere på kontrollpanel.



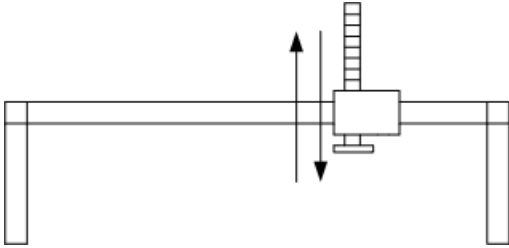
Figur 6: Kjøreretning høyre/venstre

---

## Heve/senke

---

Hever eller senker vakuumgriper med brytere på kontrollpanel.



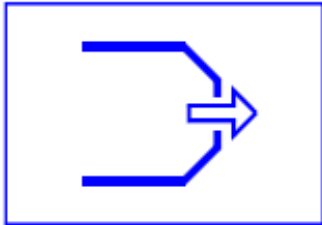
Figur 7: Kjøreretning heve/senke

---

## Vakuum

---

Slipper vakuum. Lameller som er fastsugd til vakuumgriper vil bli sluppet.



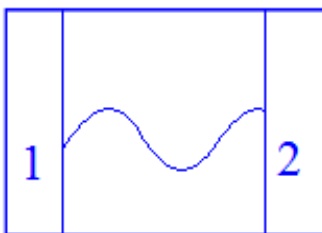
Figur 8: Ikon slipp vakuum

---

## Høy fart

---

For høy fart må knapp holdes inne mens bryter *frem/tilbake*, *høyre/venstre* eller *heve/senke* betjenes.



Figur 9: Ikon høy fart

## 6.2 Semi-automatisk styring

Ved Semi - automatisk styring velger operatøren mellom to programmer som skal utføres. Det ene programmet vil hente lange lameller mens det andre vil hente korte lameller. Programmet styres på HMI med IGSS. Se kapittel 8.3.1 Grensesnitt i IGSS



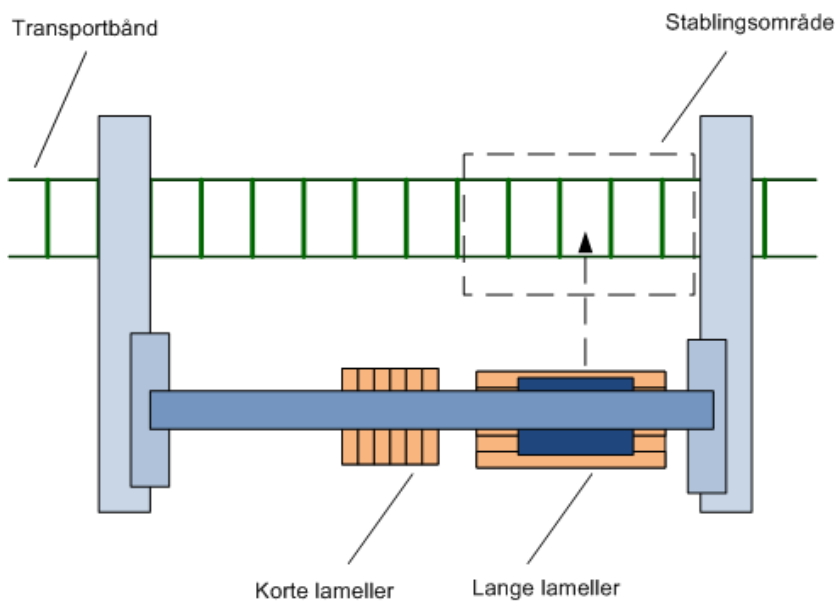
Figur 10: Ikon semi-automatisk styring

---

### Hente lange lameller

---

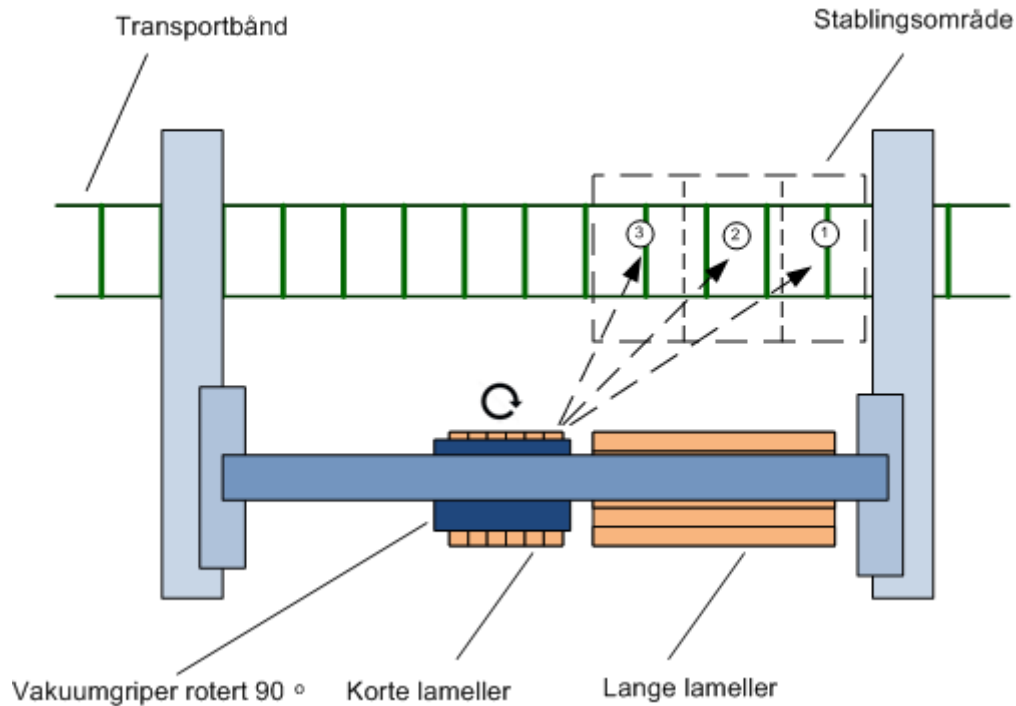
Traverskran henter lange lameller fra en fast posisjon og plasserer lameller på transportbånd.



Figur 11: Hente lange lameller

## Hente korte lameller

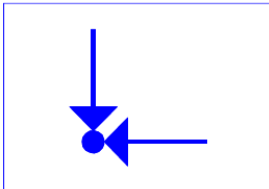
Traverskran henter korte lameller fra en fast posisjon og plasserer lameller på transportbånd. Vakuumbriper roteres 90° for å plukke opp lamellene. Det skal kunne velges om lameller skal plasseres i sone 1, 2 eller 3 (se figur 12).



Figur 12: Hente korte lameller

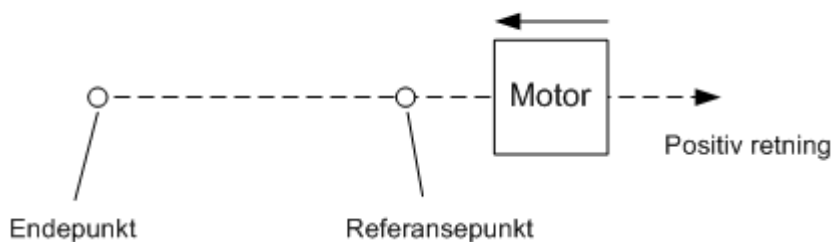
### 6.3 Kalibrering

Ved kalibrering skal hver av aksene gå i negativ retning til bryter for endeveisposisjon slår inn. Aksene skal deretter gå i positiv retning til referansesensor trigges. Når referansesensor trigges vil frekvensomformerer for hver av aksene vite sitt referansepunkt. Referansepunktet vil senere kunne brukes av frekvensomformerene til å kalkulere sin nåværende posisjon i forhold til dette punktet.



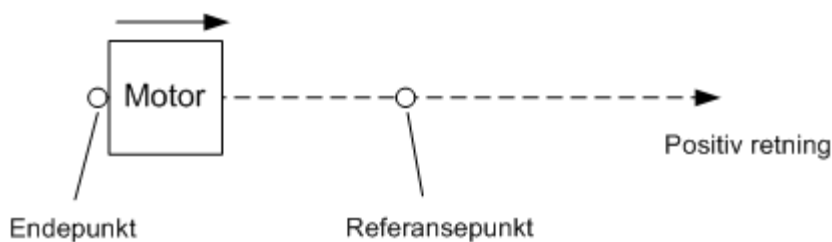
Figur 13: Ikon kalibrering

①



Figur 14: Kalibrering del 1. Akse går i negative retning

②



Figur 15: Kalibrering del 2. Akse går i positiv retning og registrer referansepunkt

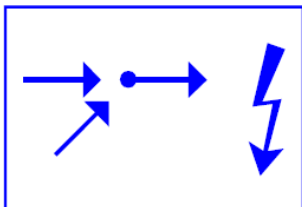
## 6.4 Andre funksjoner

---

### Styrespenning

---

Når nøkkelbryteren for styrespenning er på, har traverskranen fått tilført spenning. Lampen ved siden av nøkkelbryter vil lyse for å bekrefte at styrespenning er på.



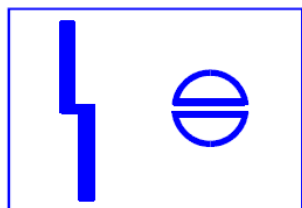
Figur 16: Ikon styrespenning

---

### Kvittering

---

Ved feil på anlegget må operatør kvittere. Det vil ikke være mulig å kjøre traverskran før feil er kvittert. Knappen for kvittering vil lyse dersom forespørsel om kvittering oppstår.



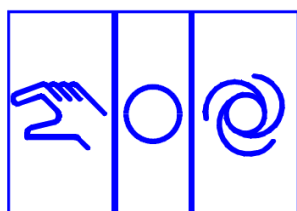
Figur 17: Ikon kvittering

---

### Valg av standby modus

---

Når *standby* aktiveres vil både manuell og automatisk drift deaktiveres. Traverskranen vil ikke kunne styres før ny operativ-modus er valgt.



Figur 18: Ikon standby

---

### Nødstopp

---

Ved nødstopp vil styrespenningen kuttes. Traverskran vil stoppe og ikke kunne kjøres igjen før nødstopp er deaktivert.

## 6.5 HMI

I grensesnittet skal det være oversikt over alle de fire motorgruppene. Det skal være lys på motorene som indikerer om motorene er startet, stoppet eller i alarm. Grensesnittet skal være enkelt og lett for oppdragsgiver å forstå. Det skal være to objekter i automatisk styring[kap aut styring]. Slik kan operatøren velge om traverskranen skal hente lange eller korte planker. Det skal også bli laget en sjekkboks der alle viktige statuser vises. Det skal være alarmer for feil på alle motorene, disse vil alle ha et unikt alarmnummer og alvorlighetsgrad.



## 7. Komponenter og programvare benyttet

Ved den nye styringen har vi valgt å benytte oss av noe gammelt og nytt utstyr. Vi går mer detaljert inn på teknisk oppbygging i dette kapittelet.

### 7.1 Hardware

Gruppen ønsket å benytte seg av moderne maskinvare for bedre support, lettere tilgang til informasjon og lenger levetid.

#### 7.1.1 Beckhoff Embedded PC CX5020 (CPU)

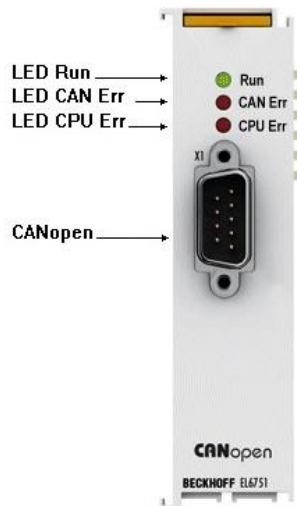
Til behandling av I/O og styring av de forskjellige aksene på traverskran har vi anskaffet ny PLS. CX5020 er en kombinasjon av industriell PC og PLS med medium ytelse som har mulighet til å håndtere ulike typer kontrolloppgaver. Sammen med I/O - modulene bruker den liten plass i styreskapet og er et rimelig produkt i forhold til sine konkurrenter. CX5020 kjører på 24V og har opprinnelig mulighet for kommunikasjon gjennom RS232, ethernet og USB. [8]



Bilde 6: Beckhoff Embedded PC CX5020

Programvaren i PLS kjøres i Windows Embedded 7. Denne programvaren krever liten plass og ytelse, noe som egner seg godt i vårt kontrollsystem.

### 7.1.2 EL6751 - CANopen Master terminal



Bilde 7: CANopen Master terminal

EL6751 er en utvidelsesmodul til Beckhoff Embedded PC.

Denne modulen er en CANopen terminal og kan brukes som både master og slave i et system. Gruppen bruker denne modulen som master og vil styre kommunikasjonen gjennom CAN-nettverket. Modulen vil tolke informasjon som kommer fra PLS og sender dette videre til I/O-terminalene via CAN - bus. Denne terminalen kan benyttes som både master og slave i et system på grunn av EtherCAT nettverket som Beckhoff benytter. I tillegg kan en sende og motta CAN meldinger uten å måtte ta hensyn til CAN-bus protokoller. [9]

### 7.1.3 Acer Veriton X - maskin



Bilde 8: Acer Veriton X

Selv om oppdragsgiver hadde en datamaskin tilgjengelig var denne av noe eldre modell og hadde for liten kapasitet til å inneholde den nye programvaren. Gruppen valgte derfor å kjøpe en Acer stasjonær datamaskin med stor nok prosessor til å drive IGSS til styring av PLS. Siden den nye datamaskinen skulle plasseres i kontrollstasjonen var størrelsen også et av kriteriene for valget av denne datamaskinen. [10]

### 7.1.4 Lenze, LECOM - A/B/LI



Bilde 9: Lenze, LECOM - A/B/LI

LECOM - A/B er en kommunikasjonsmodul til Lenze sine frekvensomformere. Den gjør det mulig å koble seg på frekvensomformeren via en RS232 inngang. Ved hjelp av en ekstern datamaskin med programmet Global Drive Control (GDC) kan en hente ut nødvendig informasjon og eventuelt legge inn nye parametre. GDC Easy er en gratis programvare fra Lenze som brukes til parametersetting på deres frekvensomformere.

## 7.2 Software

Programvaren vi har brukt er valgt ut fra funksjoner og pris. Programvaren TwinCAT 3 fulgte med i pakken til Beckhoff Embedded PC. Siden systemet er nytt og ikke helt ferdig utviklet hos Beckhoff kunne ikke de levere sin HMI til TwinCAT 3. Etter samtale med rettleider valgte gruppen å benytte IGSS grensesnittet (*Interactive Graphics SCADA System*).

### 7.2.1 TwinCAT 3

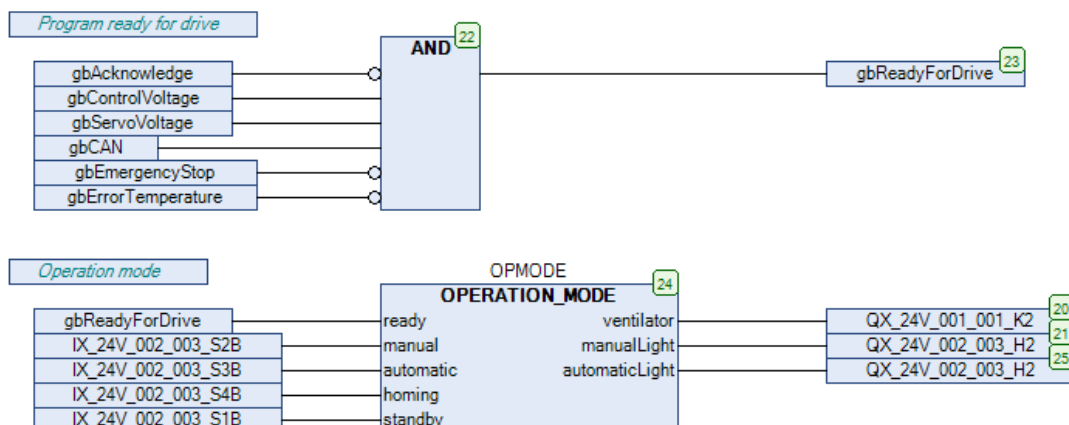
TwinCAT 3 er Beckhoffs nyeste programvare for utvikling og kjøring av program. Utviklingsplattformen er integrert med Microsoft Visual Studio. Her kan de fem programmeringsspråkene beskrevet i IEC-61131-3 standarden benyttes. [11] TwinCAT 3 kan skilles i to hovedkomponenter. Utviklingsplattformen *TwinCAT 3 XAE*, og plattformen der den ferdige koden kjøres, *TwinCAT 3 Runtime*.

Vi har også benyttet ekstra funksjoner til TwinCAT 3 som gjør kommunikasjon og bevegelseskontroll enklere.

**TwinCAT OPC UA** - Gjør det mulig å etablere server/klient kommunikasjon mellom PLS og HMI.

**TwinCAT NC PTP 10 Axes** - Bibliotek og programvare som styrer bevegelseskontrollen. Denne vil kunne kommunisere mellom både PLS-program og frekvensomformerene.

Til vårt program ønsker vi å benytte oss av programmeringsspråkene *Structured Text (ST)* og *Continuous Function Chart (CFC)*.

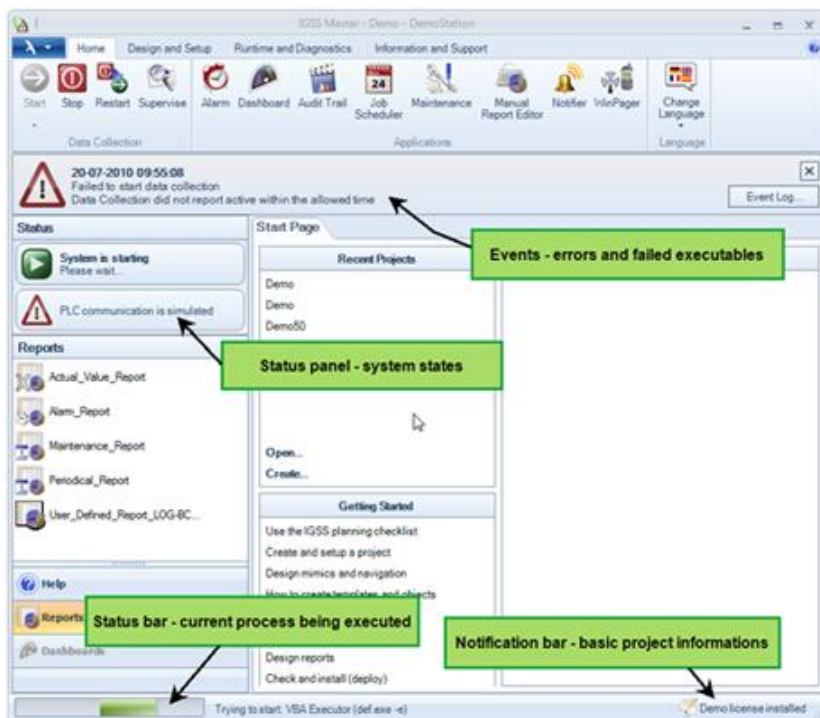


Figur 19: Eksempel på programmering med CFC

### 7.2.2 IGSS Free50 License

IGSS Free50 er en lisens som er gratis opptil 50 objekter i *definition module*. Dette er et SCADA-system (*Supervisory Control And Data Acquisition*) fra Schneider Electric som brukes til å overvåke og kontrollere industrielle prosesser. Med denne lisensen brukes til mindre prosjekt som trenger overvåkning. Det er også muligheter for å oppgradere programvaren med flere objekter underveis ved kjøp av lisens. I IGSS er det to viktige moduler *supervise* og *definition*. [12]

- **Definition module** - Utvikler lager og designer grensesnittet til prosjektet. Denne modulen vil ikke operatøren ha tilgang til.
- **Supervise module** - Operatør styrer systemet fra denne modulen. Her vil det også komme frem alarmer og lys ved eventuelle feilmeldinger som er beskrevet i kapittel 8.3 HMI med IGSS



Bilde 10: IGSS Master

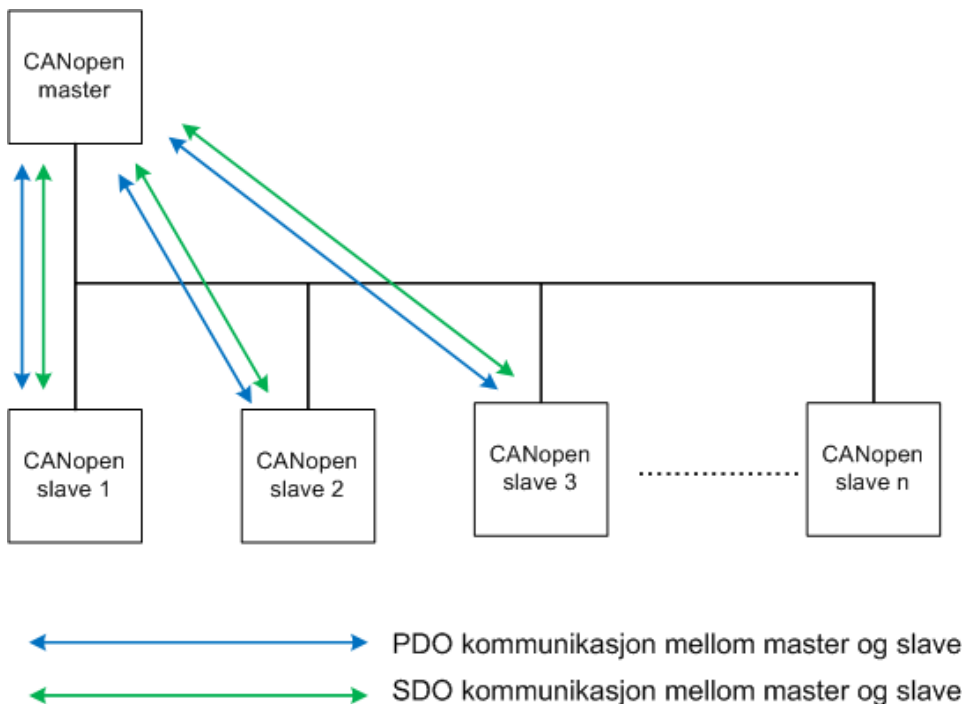
Systemet har også mulighet til å kommuniserer sammen med TwinCAT 3 runtime gjennom en OPC UA Server. Se kapittel 7.3.3 OPC UA

## 7.3 Kommunikasjon

### 7.3.1 CAN-bus

CAN-bus (Controller Area Network) er en meldings-basert protokoll til kommunikasjon mellom kontrollere og komponenter. Typiske komponenter i CAN-bus nettverket er sensorer, aktuatorer, PLS og frekvensomformere. Hver melding som blir sendt på bussen er registrert med en ID som representerer prioriteringen til meldingen. Prioriteringen gjør at det ikke er mulig å sende flere meldinger på bussen samtidig. [13]

CANopen er et mye brukt applikasjonslag til CAN-nettverk [9]. CANopen vil brukes i vår løsning for kommunikasjon mellom PLS og resten av komponentene. CANopen systemer består av en *CANopen master* og *CANopen slaver*. I dette systemet vil master styre all kommunikasjon. De to viktigste datapakkene som brukes i CANopen er SDO (service data objects) og PDO (Process data objects). PDO er brukt til rask overføring av datapakker. SDO brukes til å lese og skrive data fra parameterbeskrivelsene til komponentene i et CAN-nettverk.



Figur 20: Oversikt kommunikasjon med CANopen

I et CANopen system kan en skille mellom to tilstander. [14]

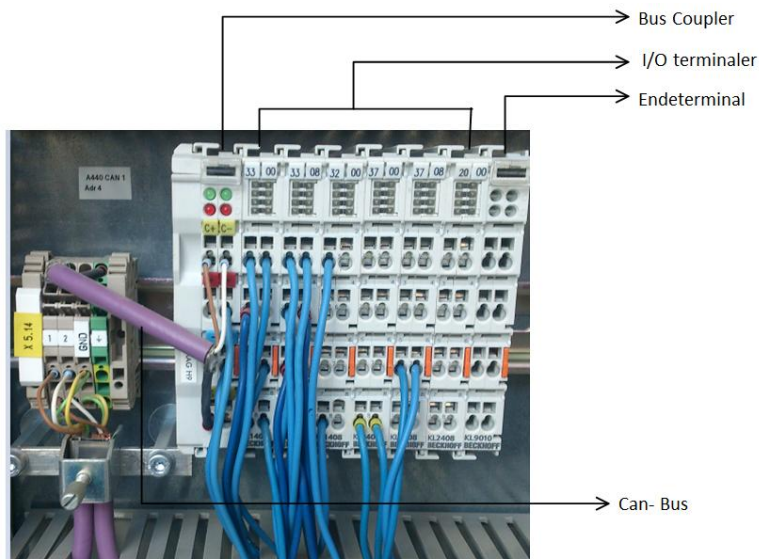
**1. Pre-Operational:** I denne tilstanden vil det bare være kommunikasjon med SDO. Her vil parameterene til slavene settes.

**2. Operational:** I denne tilstanden er både SDO og PDO kommunikasjon mulig. Systemet kan overføre datapakker.

For kommunikasjon mellom komponenter fra forskjellige leverandører må en ofte laste inn EDS-fil til *CANopen master*. EDS (Electronic Data Sheet) er en fil som beskriver parameteriseringen til slaven som skal kommunisere med master. Hver komponent må også ha egen nodeadresse og samme baudrate som *CANopen master*.

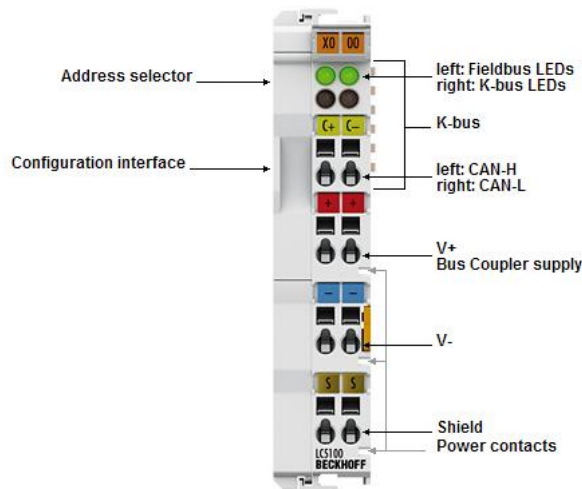
### 7.3.2 I/O terminaler (digitale inn-/utganger)

Gruppen valgte å benytte noen av de I/O-terminalene som var i skapet fra tidligere styring. Her var det montert både digitale inn- og utganger. Disse terminalane har en inngangsspenning på 24V DC. Hver modulrekke må bli terminert med en *endeterminal* som er nødvendig for datautveksling mellom *Bus Coupler* og terminalene.



Bilde 11: I/O terminaler

## Bus Coupler



**Bilde 12: Bus Coupler**

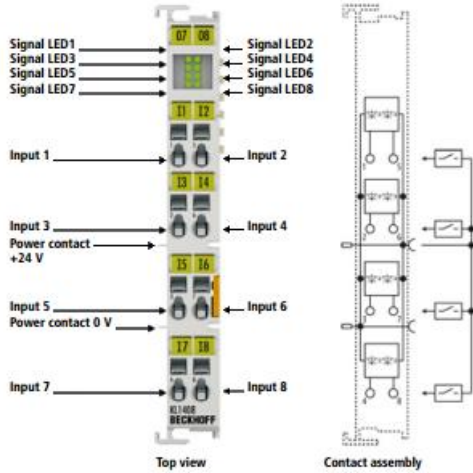
LC5100 er en Bus Coupler av en tilkoblingsmetode som kobler CAN-bus systemet til de elektroniske terminal blokkene.

En enhet består av max 64 terminaler (digitale inn-/utgangsterminaler) og en endeterminal.

Denne type terminal passer best i de systemene der de økonomiske utgiftene er noe lavere. Den 24 V DC forsyningsspenningen gir spenning til de eksterne enhetene via strømkontakter. [15]



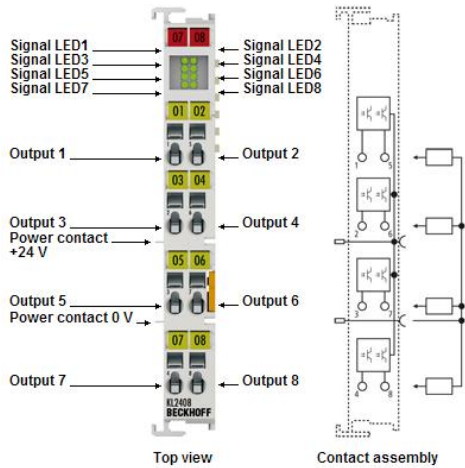
### Inngangsmodulene



Bilde 13: Inngangsmodulene

De digitale inngangsterminalene, KL1408, mottar binære kontrollsignal fra prosessen. Disse signalene blir transmittert til en elektrisk isolert form og videre til automasjonsenheten. Terminalen består av åtte tilkoblingspunkt, der hver av punktene har en egen lysemittert lysdiode som indikerer signalstatusen. Ved bruk av disse terminalene sparer en mye plass og koblinger i styrstrømskapet og da mye arbeidstid. [16]

### Utgangsmodulene



Bilde 14: Utgangsmodulene

KI 2408 er digitale utgangsterminaler som kobler kontrollsignalene fra den automasjonsstyrte enheten til akuatorene ved prosessnivået med elektrisk isolasjon. Disse terminalene er beskyttet mot revers polaritets koblinger og behandler belastningstrømmen med utganger som er beskyttet mot overbelastning og kortslutning. [17]

### 7.3.3 OPC UA

OPC er en teknologi for kommunikasjon mellom komponenter i automasjon og med kontrollsystemer. Dette er en veletablert teknologi innen automatisering. Blant de mer sentrale spesifikasjonene i teknologien er [18]:

- **DA (Data Access)** - Lese og skrive data i sanntid.
- **AE (Alarm and Events)** - Overvåke hendelser og alarmer.
- **HDA (Historical Data Access)** - Tilgang til historisk data

OPC UA er et noe nyere tillegg til denne teknologien. OPC UA er en plattform for kommunikasjon mellom forskjellige systemer som gir standardisert tilgang til data i DA, AE og HDA servere.

I dette prosjektet blir OPC UA benyttet som en programvare til å sende og motta objekter mellom server på PLS og klient på HMI.

## 8. Resultat

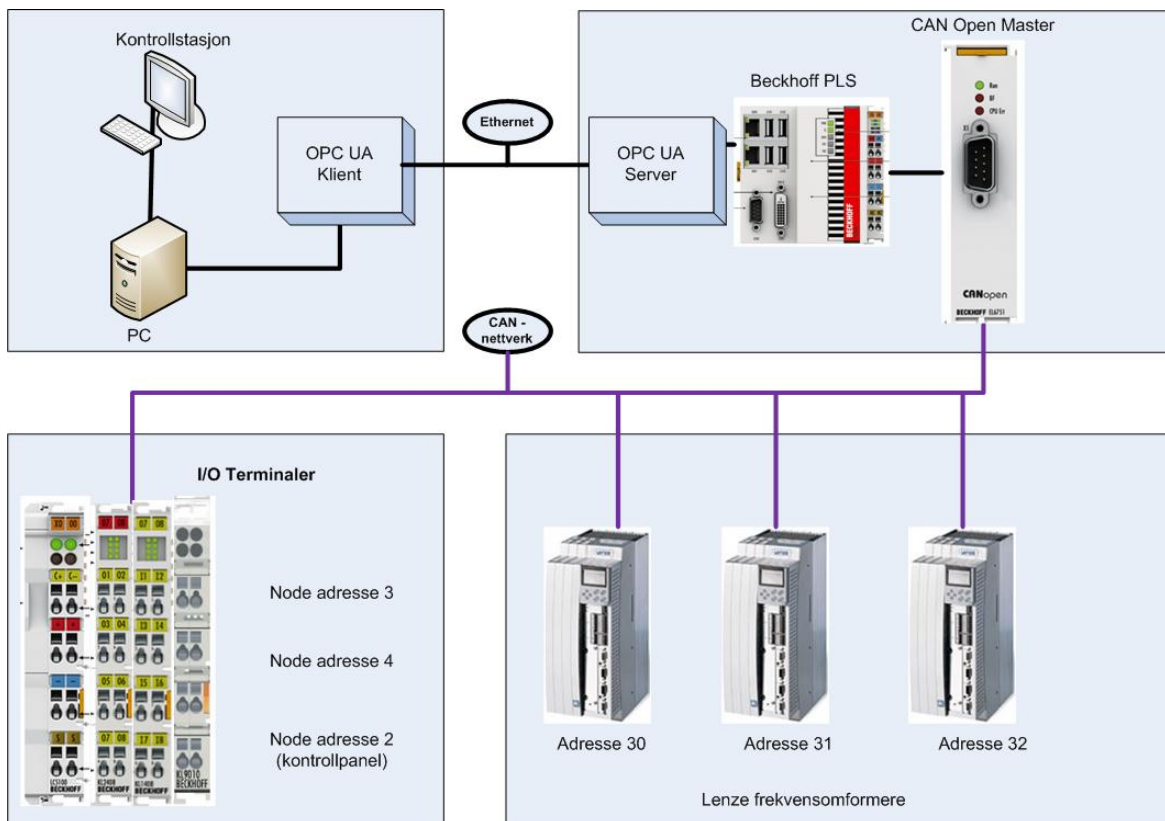
I dette kapittelet vil vi fortelle om hva som er blitt utført ut ifra hva som var planlagt. I prosjektets resultat er ikke alle planlagte funksjoner implementert. Utover i prosjektperioden har det vært fokus på å lage manuell styring til traverskran. Vakuumbriper er ikke laget styring til grunnet sen leveranse. Systemet er likevel tilrettelagt for utvidelse med semi-automatisk styring.

### 8.1 Kommunikasjon

PLS kommuniserer med HMI på kontrollstasjon ved hjelp av OPC UA server i Beckhoff PLS og OPC UA klient i programmet IGSS. Systemet er satt opp slik at noen objekter fra PLS er synlig for IGSS, og noen er synlige men kan også endres på. Data sendes bare ved endringer av verdier.

PLS med *EL6751 CAN Open Master* er koblet gjennom CAN-bus. I/O terminaler og frekvensomformere vil her fungere som CANopen slaver. Baudrate og adresser til komponenter er satt opp til å samsvare med CANopen slaver. For kommunikasjon med frekvensomformerene er EDS-fil lastet inn i TwinCAT 3.

Figur 21 under viser hvordan kommunikasjon mellom de forskjellige komponentene er gjort.



Figur 21: Kommunikasjon i kontrollsystemet

## 8.2 PLS - program

I PLS behandles alle innganger og utganger fra I/O-terminalene og kontrollpanel med *TwinCAT 3 runtime*.

Programmet består av to hoveddeler, initialisering og kjøring av aksene.

### 8.2.1 Initialisering

Ved initialisering vil program behandle de digitale inngangene, kommunisere med IGSS og klargjøre for kjøring av traverskran.

- Aktivere spenning til servo frekvensomformere.
- Kontrollere feilmeldinger. Ved feil, sendes forespørsel om kvittering til kontrollpanel. Styrespenning vil også brytes til feil er kvittert.
- Kontrollere at kommunikasjon med komponenter i CAN-nettverk fungerer.
- Kontrollere at styrespenning er aktivert.
- Dersom ingen feil, eller feil er kvittert skal program tillate kjøring av akser.
- Lese innganger fra kontrollpanel for å velge operatør-modus.
- Ved valg av manuell kjøring skal ventilator til bremsemotstand aktiveres.

### 8.2.2 Kjøring av akser

Her er det laget program for når ingen operatør-modus er valgt (standby-modus) og manuell kjøring. Før traverskran kan kjøres, vil hver av aksene kontrolleres.

- Kontrollere at strømgjennomgang gjennom hver av motorene ikke er for høy.
- Kontrollere at frekvensomformerene kan kjøres og at ingen feilmelding er sendt.
- Aktivere frekvensomformere.
- Slippe bremsemotstand.
- Dersom endeposisjon er nådd skal videre kjøring i samme retning ikke være mulig. Ved aktivering av brytere på kontrollpanel for kjøring i en retning, vil programmet kjøre ferdige funksjonsblokker fra Beckhoff til å styre aksene med valgt fart.

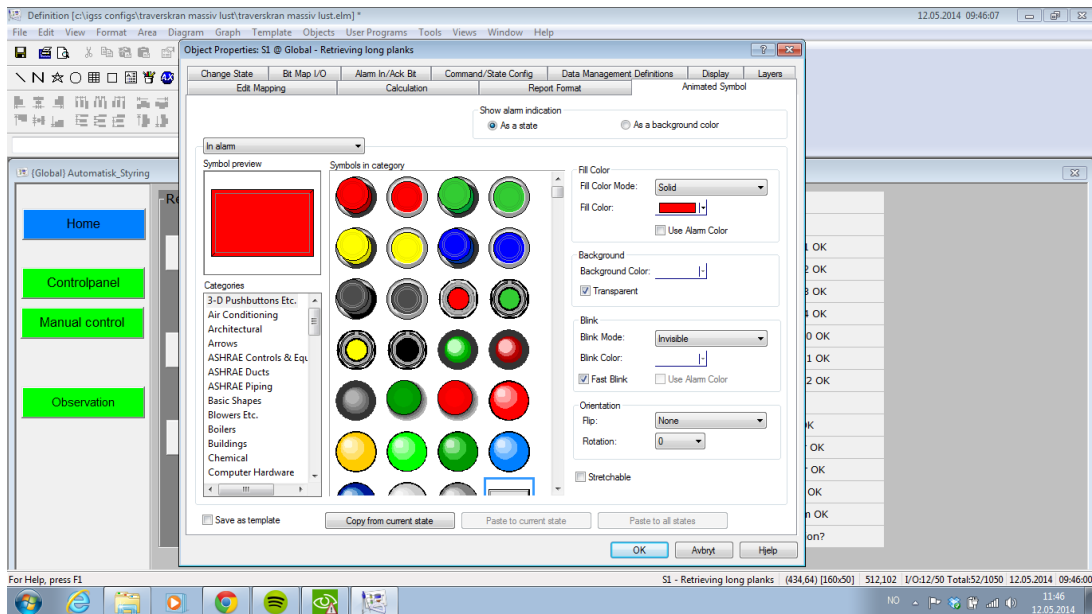


Figur 22: Kjøring av akser i TwinCAT 3

## 8.3 HMI med IGSS

### 8.3.1 Grensesnitt i IGSS

Når grensesnittet ble laget måtte vi lage dette i *Definition module* i IGSS [kap til igss free 50]. Programmet har et bibliotek med ferdige knapper og lys som kan brukes til å styre systemet.



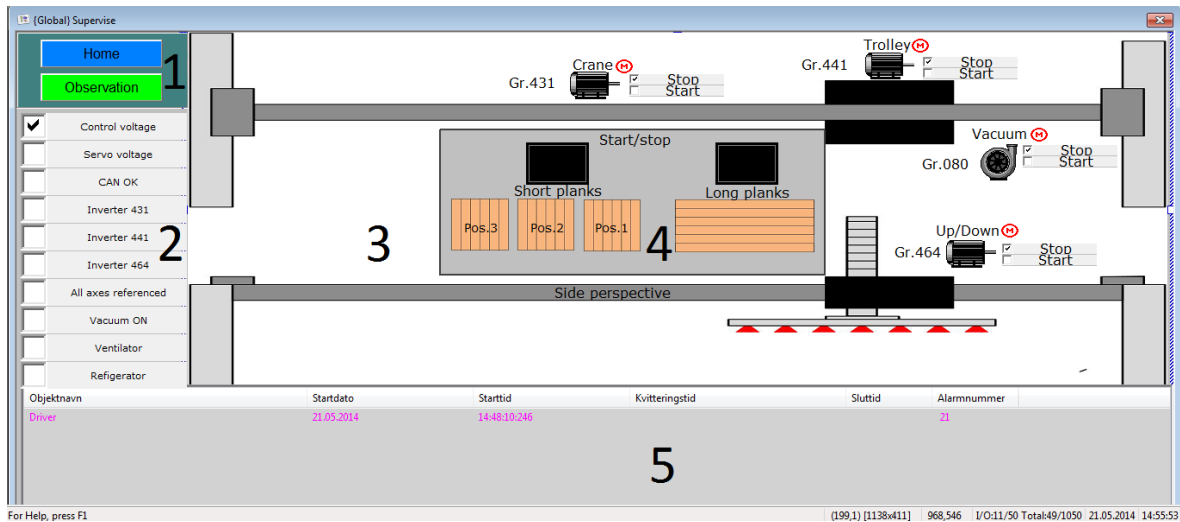
Bilde 15: Valg av animasjon til objekt

I *Definiton module* ble det laget en *Template* for hver gruppe av objekter som ble definert. En *Template* (IGSS objekt mal) er en tilpasset mal for objekter der utvikleren oppretter en rekke prosesskomponenter som er svært like og deler flere egenskaper. Når det lages flere prosesskomponenter som er ulike, for eksempel brytere og motorer, vil disse bli laget i to forskjellige objekt maler.

Prosesskomponentene er definert ved hjelp av en objektmal og vil kopiere det samme objektet med lik informasjon for hver lik komponent (som ved flere brytere). Brukeren må kun registrere den forskjellige PLS - adressen og navnet til komponenten ved bruk av denne malen. [19]

### 8.3.2 Overvåking

Med diagrammet *Supervise* kan operatør styre og overvåke kranen. Her har operatøren også mulighet for å velge mellom manuell og automatisk styring på kontrollpanelet. Se info om kontrollpanel i kapittel 5.3 Kontrollstasjon.



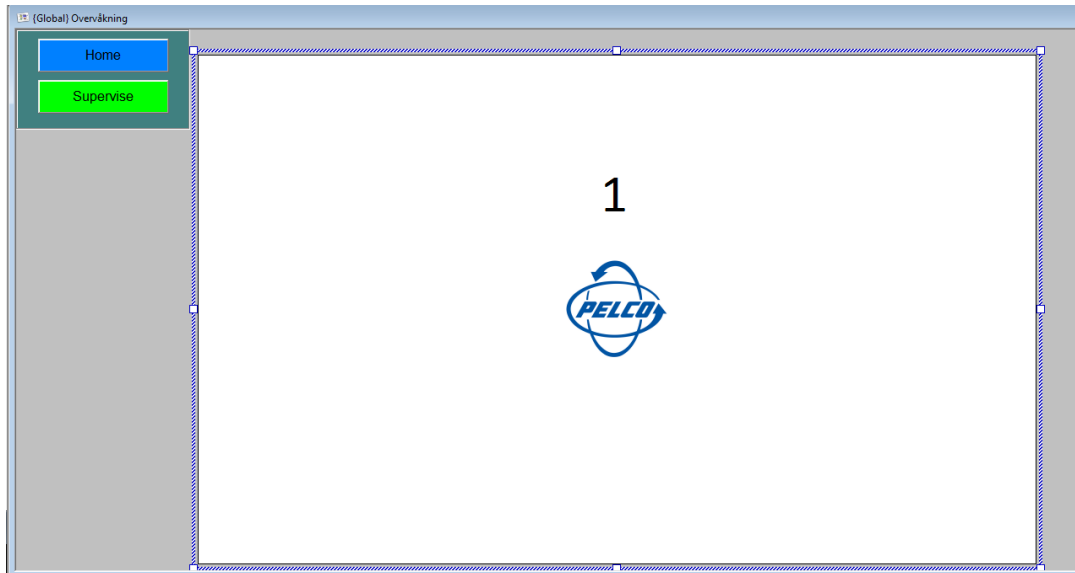
**Bilde 16: Overvåking av prosess**

- 1: Valg av skjermbilde. Figur over står i *Supervise* modus, operatør har mulighet å gå til *Home* og *Observation* i dette moduset.
- 2: Liste for status på komponenter i styresystemet se kapittel 8.2.
- 3: Oversikt over motorene sin status
- 4: Indikerer hvilket program kranen utfører (henting av korte eller lange lameller).
- 5: Alarmliste med alvorlighetsgrad på eventuelle feil i systemet.

Se vedlegg 8 for bruksanvisning til IGSS.

### 8.3.3 Observasjon med kamera

Oppdragsgiver hadde et ønske om å kunne se hvor kranen var til enhver tid. Da valgte gruppen å lage et diagram i IGSS der man ser kranen fra oppsiden ved hjelp av et IP-kamera.



Bilde 17: Obsjersjonsvindu for IP-kamera.

### 8.3.4 Alarmer

Det er implementert alarmliste slik at operatør blir varslet ved eventuelle feil i systemet. Denne vil vise både type feil og hvor kritisk denne er. Det ble opprettet en skala på alarmlisten der skalaen går fra "1-10", "10" er høyeste prioritet. Hvis operatøren får feilmelding som er i prioritet "8" og høyere vil det ikke være mulig å starte traverskranen før feilen er ordnet og kvittert. Hvis operatøren får en lavere prioritet enn "8" kan disse kviteres ut og operatøren kan fortsette ønsket operasjon. Hvis feilen ikke blir fikset og operatør kviterer vil denne alarmen komme tilbake i systemet. Alarmliste med navn, alarmnummer og prioritet er definert i vedlegg 8 Alarmliste. [19]

## 9. Testing

Gjennom en rekke kontrollringer testet gruppen om alt utstyr fra kontrollpanel, traverskran og styrestrømskap kommuniserer optimalt, se vedlegg 10.

Gruppen testet først om alle sensorer, endebrytere og manuelle brytere ble aktiverte i I/O-terminalene. Deretter ble alle nødstoppbrytere sjekket opp mot reléene i styrestrømskapet.

**Tabell 1: Forenklet sjekkliste**

	Beskrivelse	JA	NEI	Kommentar
1	I/O-terminalene detekterer manuelle brytere	X		Vi får kontakt ved at I/O-terminalene sine lysdioder lyser
2	I/O-terminalene detekterer sensorer og endebrytere	X		Vi får kontakt, ved at kontaktor slår inn og lysdioder på I/O-terminalene lyser.
3	Kommunikasjon via CAN-bus		X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SDO syntaks error til frekvensomformere.</li> <li>• Feil ved <i>nodeadresse</i> 3. PLS programmet registrerer ikke alle PDO sendt fra I/O terminalen.</li> </ul>
4	Vakuumbryter		X	Sen leveranse. Bestilt av oppdragsgiver.
5	Ryddig i skap og på området	X		Ryddig på området for å opprettholde god standard og HMS.
6	Sikkerhet, lover og forskrifter opprettholdt gjennom hele prosjektet	X		Sikkerhetstiltak har vært første prioritet i hele prosjektperioden.
7	Brytere på kontrollpanel fungerer		X	Styrespenning aktiveres ikke.



## 10. Teknisk evaluering

### 10.1 utfordringer

Gruppen møtte på noen utfordringer i prosjektet, hvor enkelte var mer kritiske enn andre. Blant annet å skaffe seg oversikt over innholdet til traverskranen sitt styrestrømskjema, kommunikasjon gjennom CAN-bus og planlegging av ny programvare til PLS.

#### 10.1.1 Nytt kontra gammelt kontrollsystem

I begynnelsen av prosjektet stod vi over et veivalg, der valget stod mellom å bruke gammelt eksisterende kontrollsystem eller kjøpe inn noe nytt utstyr til kontrollsystemet. Etter at oppdragsgiver var informert om dette, gikk valget på å bestille nytt. Vi trengte likevel å finne ut hva som hadde blitt gjort tidligere. På PC til det gamle kontrollpanel hentet vi ut gammelt program skrevet i en annen utviklingsplattform med kommentarer på tysk. Dette programmet har vært svært omfattende og vanskelig å forstå for gruppen.

#### 10.1.2 Informasjon fra frekvensomformere

Ved henting av informasjon fra frekvensomformerene ble dette fort en større utfordring enn først antatt. CAN-adresseringsmodulene som er tilkoblet frekvensomformerene brukes bare til å sette nodeadressen og stille inn *baudrate*. Vi kunne derfor ikke hente informasjon kun ved hjelp av disse. Etter å snakket med Lenze - support kom det fram at vi måtte benytte oss av en Lecom A/B modul som beskrevet i kapittel 7.1.4 Lenze, LECOM - A/B/LI. Denne enheten gjør det mulig å hente ut informasjonen fra tidligere parametre frekvensomformerene har brukt.

#### 10.1.3 Kommunikasjon med styresystem

Som nevnt i kapittel 9 ble ikke kommunikasjon med frekvensomformerene opprettet. Dette kan skyldes feil oppsett i TwinCAT 3 slik at frekvensomformerene ikke mottar SDO-dataene de forventet. PLS bruker CANopen mens *Lenze frekvensomformere bruker Lenze System Bus CAN*. For at disse skal kommunisere må innstillinger på CANopen master justeres. [14]

### 10.2 Forbedringer

Ut fra mangler oppdaget ved testing, og funksjoner vi ikke har fått tid til å implementere, er det forbedringspotensialer til styresystemet. En må blant annet se på PLS program, defekt komponent i CAN-bus og kommunikasjonen mellom Lenze frekvensomformere og Beckhoff PLS.

### 10.2.1 PLS program

Ut fra den planlagte funksjonen kan følgende forbedres på PLS-programmet:

- Lage program for semi-automatisk. Med tabeller over posisjoner hver akse skal kjøre innom.
- Lage program for styring av vakuugriper og implementere denne i semi-automatisk styring og manuelle styring.
- Konfigurere CANopen master til å kunne styre Lenze sine frekvensomformere.
- Når endebryter aktiveres vil styrespenning kobles ut. Det er koblet utgang som kan aktivere styrespenning selv om endebryter er aktivert, se vedlegg 9. Denne kan programmeres til å tillate kjøring i motsatt retning av aktivert endebryter.

### 10.2.2 Defekt Bus Coupler

Problemet kan løses ved å enten erstatte *Bus Coupler* ved node 3 eller flytte terminaler fra node 3 opp til node 4. Dersom terminalene flyttes, må også konfigurering i PLS-program endres.

### 10.2.3 HMI

Oppdatere IGSS til versjon 11 for å redusere feil i programvare. For å forbedre grensesnittet kan det gjøres ved å lage flere objekter i grensesnitt der posisjonen til x,y og z-aksen vises. Da vil operatør få muligheten til å se og styre aksene ved å sette koordinatene etter ønske. Siden gruppen brukte gratis lisens med opptil 50 objekt vil dette medføre ekstra kostnader.

### 10.2.4 Omkoblinger

For å få styrespenning må vi koble om deler av nødstop-koblingen. I det tidligere systemet har det vært flere nødstopper som nå er koblet vekk.

I dokumentasjonen (Gr.001 side 14) må det lages en lask fra -XS2.3 pin 13 til -X5.1 pin 6 og en lask fra -XS2.3 pin 18 til -X5.1 pin 8).

## 11. Konklusjon

Oppgavens omfang var noe utfordrende enn først antatt der lærekurven har vært bratt. Gruppen har brukt veiledere fra *Høgskulen i Sogn og Fjordane*, og support fra produsenter av komponenter brukt i styresystemet.

Siden oppdragsgiver hadde en traverskran med styring fra en tidligere bedrift var mye av utstyret og styresystemet av eldre versjon. Gruppen valgte tidlig i prosjektet at selve styresystemet måtte byttes ut med nyere produkter og programvarer. På grunn av økonomiske begrensinger i prosjektet ble disse valgene tatt med tanke på kostnad og ytelse hver komponent kunne tilføre styresystemet.

Gruppen hadde to studenter med fagbrev innen elektrikerfaget som utførte demontering og montering av styrestrømskapet samt koblinger på traverskranen. Dokumentasjonen som ble levert med traverskranen var omfattende og vanskelig å forstå. Dette ble en av utfordringene gruppen fikk ved tolking av systemets oppbygging. Ved testing av programvare fikk gruppen problemer med kommunikasjon mellom PLS og frekvensomformere. Dette skyldte en kombinasjon av gammelt og nytt utstyr i styringen. Gruppen søkte da hjelp hos produsentene av disse komponentene uten av dette gav tilstrekkelig resultat.

Arbeidsgiver utfører mye av produksjonen manuelt og ønsket at traverskranen skulle kunne brukes i produksjonen. Både for å bli mer uavhengig av sykdom og fravær av de ansatte og øke produksjonen i bedriften. Gruppen planla derfor en omfattende løsning. En stund ut i prosjektet fant gruppen ut at mange av de planlagte løsningene var for ambisiøse. Gruppen konsentrerte seg derfor mer og mer om å få til en manuell styring av traverskranen for så å bygge videre på dette og senere utvikle en automatisk styring.

Grensesnittet i den gamle styringen kunne ikke brukes i vår nye styring, siden dette ikke var kompatibelt med utstyr og system fra en annen produsent. Gruppen ble derfor anbefalt IGSS fra Schneider electric av rettleider, da vi måtte lage nytt HMI-system. Dette var et system som ingen i gruppen hadde kunnskap med fra tidligere, så vi fikk derfor godt læringsutbytte av dette valget.

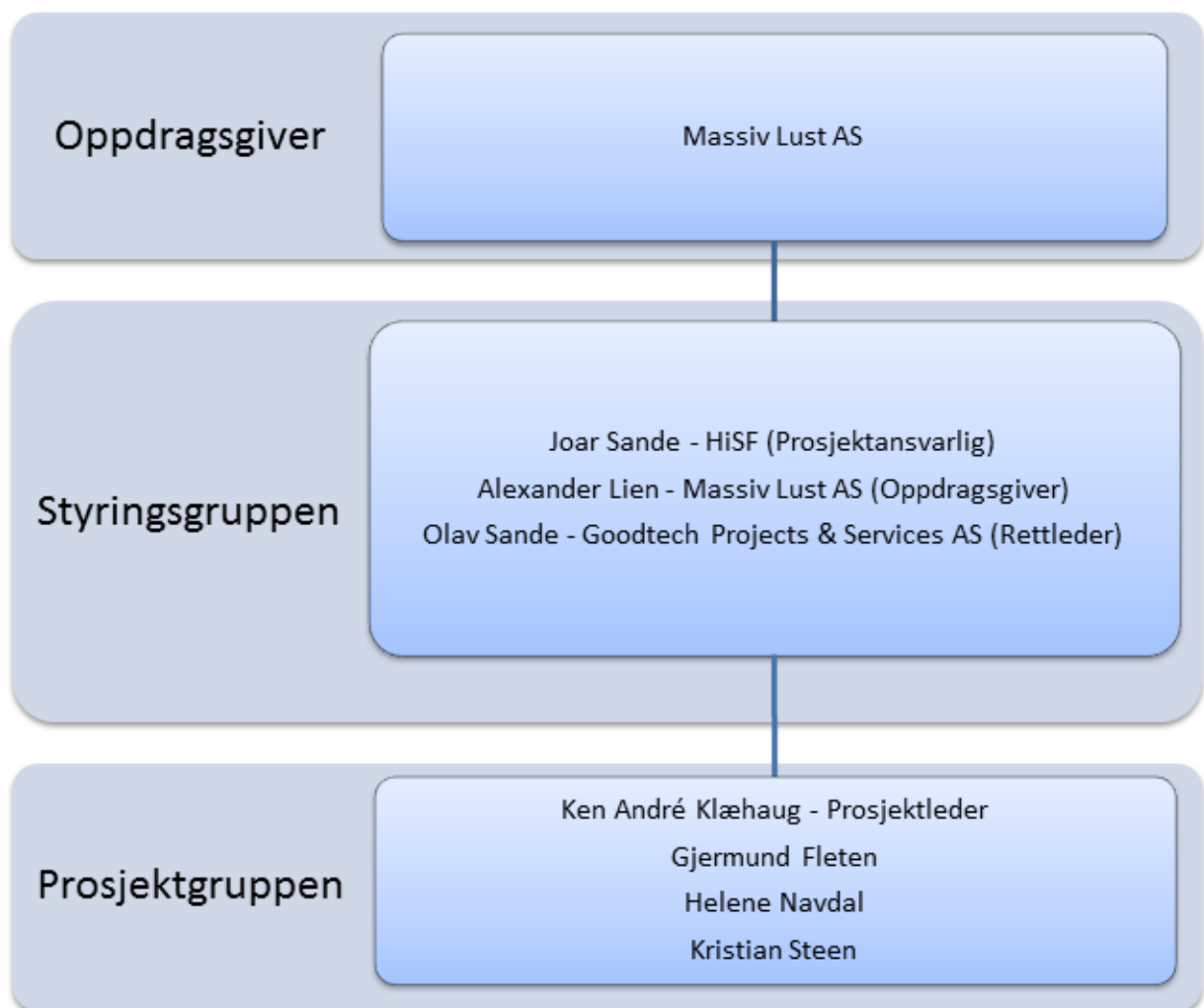
Samarbeidet i gruppen har vært bra gjennom hele prosjektet, der uenigheter og idéer har blitt tatt opp med hele gruppen i plenum. Diskusjonene i gruppa var av positiv karakter der alle har fått uttrykt sine meninger og ønsker. Tidsbruken til gruppemedlemmene er noe forskjellig, dette skyldes valgfagemner og uforutsette hendelser (jobbintervjuer, sykdom ol.). Framgangsmåten i prosjektet gikk etter planen, der valg underveis ble gjort med hensyn på gruppemedlemmenes fravær. Vi fulgte framdriftsplanen etter beste evne og tidsbruken på noen punkter ble noe mer enn det vi estimerte i forprosjektet.

## 12. Prosjektadministrasjon

Prosjektadministrasjon er viktig for at prosjektet skal gjennomføres innenfor budsjett -og tidsrammene. For å oppnå milepæler er god kommunikasjon og samarbeid nødvendig. I dette kapitlet går vi inn på rollene i gruppen, økonomi og tidsfrister i prosjektet.

### 12.1 Organisering

Figur 23 viser hvordan prosjektet er organisert.



Figur 23: Organisasjonskart

### Prosjektgruppen

Prosjektgruppen har bestått av fire avgangsstudenter våren 2014 ved *Høgskulen i Sogn og Fjordane*. Arbeidsoppgavene ble fordelt etter kvalifikasjoner og ønsker der hvert medlem i gruppen har hatt et ansvarsområde.

Ken Andre Klæhaug har vært prosjektleder og har fagbrev som telekom. montør. Han har hatt som hovedoppgave å føre framdriftsplan og fordele oppgaver i prosjektgruppa. Prosjektleder har også hatt hovedansvaret for å føre og holde orden i prosjektperm og prosjektdagbok, sette opp planer, fordele prosjekttiden i passe lange perioder og kalle inn til møter. Gjermund Fleten har allmenn utdanning og har hatt hovedansvaret for programmeringen. Helene Navdal har fagbrev som elektriker og har hatt hovedansvaret med I/O-listene og skjematikk til traverskranen. Kristian Steen har også fagbrev som elektriker og har hatt hovedansvaret for det elektriske anlegget og oppretting av HMI. Utover dette har alle i gruppa samarbeidet for å komme i mål.

#### Kontaktinformasjon:

	E-post:	Telefon:
Ken Andre Klæhaug	<a href="mailto:ka.klehaug@gmail.com">ka.klehaug@gmail.com</a>	911 70 521
Gjermund Fleten	<a href="mailto:gjermund.fleten@gmail.com">gjermund.fleten@gmail.com</a>	918 30 582
Helene Navdal	<a href="mailto:helene.navdal@gmail.com">helene.navdal@gmail.com</a>	482 29 957
Kristian Steen	<a href="mailto:kristiansteen9@gmail.com">kristiansteen9@gmail.com</a>	467 67 536

### Styringsgruppen

Styringsgruppen består av en eller flere interne og eksterne rettleiere. Rettleierene og kontaktperson fra oppdragsgiver utgir styringsgruppen som fatter alle viktige vedtak i prosjektet.

Joar Sande har vært prosjektansvarlig for prosjektet og har hatt ansvaret for prosjektavtale, økonomistyring og dokumentasjon av bestillinger, fakturering og formell bestilling av utstyr etter gjeldende regler ved HSF-AIN. [1] Alexander Lien er vår kontaktperson og oppdragsgiver ved Massiv Lust AS, oppdragsgiver skal komme med generelle krav og endelige beslutninger i prosjektet som rører ved deres bedrift og utstyr. Olav Sande har vært vår faglige rettleider i prosjektperioden.

#### Kontaktinformasjon:

	E-post:	Telefon:
Joar Sande	<a href="mailto:joar.sande@hisf.no">joar.sande@hisf.no</a>	57 72 26 29/414 40 591
Alexander Lien	<a href="mailto:alex@massivlust.no">alex@massivlust.no</a>	410 79 847
Olav Sande	<a href="mailto:olav.sande@goodtech.no">olav.sande@goodtech.no</a>	55 40 67 50/408 26 444

## 12.2 Gjennomføring i forhold til plan

### 12.2.1 Milepæler

Høgskulen har sett opp milepæler for prosjektet som alle gruppene må følge.

Tabell 2: Milepæler vårsemesteret 2014

06.01.2014	Prosjektstart
17.01.2014	Innlevering av prosjektbeskrivelse
14.02.2014	Innlevering av forprosjektrapport
09.04.2014	Midtvegspresentasjon
07.05.2014	Pressemelding klar
23.05.2014	Innlevering av sluttrapport
28.05.2014	Presentasjon m/plakat
06.06.2014	Nettside ferdigstilt.

### 12.2.2 Fremdriftsplan

I forprosjektet lagde vi en framdriftsplan der vi estimerte antatt tidsbruk på forskjellige punkter i prosjektet. Tidsbruken ble noe større på noen punkter i forhold til det estimerte. Gruppen førte timelister og oppdaterte timeforbruk gjennom hele prosjektet. Timelister og gantt-skjema fra total timebruk se vedlegg 5.

### 12.2.3 Møter

Det ble satt opp en møteplan i forprosjektet, se vedlegg 2. Vi bestemte oss for å holde møte annenhver tirsdag. Denne dagen passet best med tanke på forelesninger i andre emner. Det ble satt opp flere møter enn først planlagt, dette er møter som var høyst nødvendige for å få den framgangen gruppen ønsket. Se vedlegg 2 for sakslister og møtereferat.

**Tabell 3: Møteplan**

Møte nr.	Uke	Dag	Dato	Klokke	Stikkord
1	2	Mandag	06.01.2014	12:30	Oppstart
2	4	Tirsdag	21.01.2014	13:00	Oppsummering og kontrollering av IPC
3	5	Tirsdag	28.01.2014	12:30	Fremdrift og timeforbruk
4	7	Tirsdag	11.02.2014	10:00	Planlegge kjøp av nytt utstyr. Veivalg
5	8	Tirsdag	18.02.2014	14:00	Planlegging av tur til Luster. Motivasjonen i gruppa
6	10	Tirsdag	04.03.2014	13:00	Oppsummering og ny tur til Luster
7	11	Fredag	14.03.2014	12:30	Møte med oppdragsgiver, Alexander Lien
8	13	Mandag	24.03.2014	12:30	Statusmøte med Joar Sande
9	15	Mandag	07.04.2014	12:30	Planlegge midtvegspresentasjon
10	17	Tirsdag	22.04.2014	12:30	Framdrift og timebruk
11	21	Onsdag	21.05.2014	12:30	Status møte med Joar Sande

## 12.3 Økonomi

Skolen dekker alle prosjekter med NOK 1000 pr. gruppe hvis det er nødvendig. I vårt prosjekt får vi dekket transportutgifter tur/retur Luster av Massiv Lust. Oppdragsgiver dekker også alle nødvendige utgifter til materiell og utstyr for å få traverskranen i drift. Bedriften har også vært klar på at nødvendig utstyr og materiell skal være innenfor et begrenset budsjett. Gruppen valgt å oppgradere noe av kontrollsystemet til traverskranen siden dette på noen områder var utdatert og utgjorde derfor en risiko ved levetid. Oppgradering til nytt kontrollsystem var desidert den største utgiften i dette prosjektet. Se vedlegg 4 for detaljert budsjett.

Tabell 4: Utrag fra økonomi

Beskrivelse	Dekket av skolen	Dekket av oppdragsgiver	Planlagt Sum (kr)	Sum (kr)
Utstyr fra Beckhoff og kontorsenteret		X	19 012	19 137,18
Utstyr/materiell fra elektroskandia		X	17 409	2 417,47
Materiell fra Clas Ohlson og andre	X		150	1 022,00
Arbeidstimer fra Fag-elektrikeren		X	3 750	9 000,00
Kjøregodtgjørelse		X	12 078	10 000,00
<b>SUM TOTALT</b>			<b>52 399</b>	<b>41 576,65</b>



## 12.4 Generell prosjektevaluering

Prosjektet gikk ikke helt etter planen og målene vi satte oss i forprosjektet. Men vi har lært veldig mye nytt som vi har måtte lære selv, dette har tatt mye av tiden i prosjektet. Økonomisk sett gikk vi under det som var estimert og kan si oss fornøyde med det vi har fått til i prosjektet og læringsutbyttet.

## 12.5 Nettside

I fagbeskrivelsen for HO2-300 Hovedoppgave var det fastsatt at hver gruppe skulle lage sin egen nettside til prosjektet. Nettsiden skal oppdateres regelmessig i prosjektperioden og skal ferdigstilles i slutten av prosjektet som er 06.06.14. Følg framgangen vi hadde i prosjektet Styring av Traverskran ved å besøke: <http://studprosjekt.hisf.no/~14sat/>

## 13. Bilde, figur og tabelliste

Bilde 1: Massiv Lust sin produksjonshall.....	9
Bilde 2: Truck stabler ferdige elementer .....	9
Bilde 3: Traverskranens plassering.....	13
Bilde 4: Kontrollstasjon .....	15
Bilde 5: Oversikt over manuelle brytere .....	15
Bilde 6: Beckhoff Embedded PC CX5020.....	24
Bilde 7: CANopen Master terminal.....	25
Bilde 8: Acer Veriton X.....	26
Bilde 9: Lenze, LECOM - A/B/LI .....	26
Bilde 10: IGSS Master .....	28
Bilde 11: I/O terminaler .....	30
Bilde 12: Bus Coupler .....	31
Bilde 13: Inngangsmodulene .....	32
Bilde 14: Utgangsmodulene.....	32
Bilde 15: Valg av animasjon til objekt .....	36
Bilde 16: Overvåking av prosess .....	37
Bilde 17: Obsjervasjonsvindu for IP-kamera.....	38
Figur 1: Oversikt over produksjonen .....	10
Figur 2: Plassering av komponenter på kran .....	14
Figur 3: Traverskran sett ovenfra.....	16
Figur 4: Ikon manuell styring.....	17
Figur 5: Kjøreretning frem/tilbake.....	17
Figur 6: Kjøreretning høyre/venstre .....	17
Figur 7: Kjøreretning heve/senke.....	18
Figur 8: Ikon slipp vakuüm .....	18
Figur 9: Ikon høy fart.....	18
Figur 10: Ikon semi-automatisk styring .....	19
Figur 11: Hente lange lameller.....	19
Figur 12: Hente korte lameller .....	20
Figur 13: Ikon kalibrering .....	21
Figur 14: Kalibrering del 1. Akse går i negative retning.....	21
Figur 15: Kalibrering del 2. Akse går i positiv retning og registrer referansepunkt .....	21
Figur 16: Ikon styrespenning .....	22
Figur 17: Ikon kvittering .....	22
Figur 18: Ikon standby .....	22
Figur 19: Eksempel på programmering med CFC.....	27
Figur 20: Oversikt kommunikasjon med CANopen .....	29
Figur 21: Kommunikasjon i kontrollsystemet.....	34
Figur 22: Kjøring av akser i TwinCAT 3 .....	35
Figur 23: Organisasjonskart.....	43

Tabell 1: Forenklet sjekkliste .....	39
Tabell 2: Milepæler vårsemesteret 2014.....	45
Tabell 3: Møteplan .....	46
Tabell 4: Utrag fra økonomi .....	47

## 14. Referanseliste

- [1] Mars 2014. [Internett]. Available: <http://studiehandbok.hisf.no/no/content/view/full/10510>.
- [2] Alexander, Mars 2014. [Internett]. Available: <http://www.massivlust.no/> (05.03.2014).
- [3] Mai 2014. [Internett]. Available: <http://www.trefokus.no/fullstory.aspx?m=22> .
- [4] Februar 2014. [Internett]. Available: [www.lovdatabasen.no](http://www.lovdatabasen.no/).
- [5] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-05-20-544/KAPITTEL\\_6#KAPITTEL\\_6](http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-05-20-544/KAPITTEL_6#KAPITTEL_6) .
- [6] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://www.eecsafety.com/bernstein\\_limitswitches/bernstein\\_enklimit/bernstein\\_enklimit.htm](http://www.eecsafety.com/bernstein_limitswitches/bernstein_enklimit/bernstein_enklimit.htm).
- [7] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://www.wenglor.com/index.php?id=717&L=0&tx\\_wsproductlister\\_pi1%5BArtikelNR%5D=IQ200BK70VA3&tx\\_wsproductlister\\_pi1%5BbackPID%5D=647&cHash=2659fa2113633175d0e45b7d96a2f6d6](http://www.wenglor.com/index.php?id=717&L=0&tx_wsproductlister_pi1%5BArtikelNR%5D=IQ200BK70VA3&tx_wsproductlister_pi1%5BbackPID%5D=647&cHash=2659fa2113633175d0e45b7d96a2f6d6).
- [8] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://download.beckhoff.com/download/Document/Catalog/Main\\_Catalog/english/separate-pages/Embedded\\_PC/CX5010\\_CX5020.pdf](http://download.beckhoff.com/download/Document/Catalog/Main_Catalog/english/separate-pages/Embedded_PC/CX5010_CX5020.pdf).
- [9] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://infosys.beckhoff.com/index\\_en.htm](http://infosys.beckhoff.com/index_en.htm) [14.05.14].
- [10] Mai 2014. [Internett]. Available: <http://igss.schneider-electric.com/products/igss/product-information/system-requirements.aspx>.
- [11] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://www.plcopen.org/pages/tc1\\_standards/iec61131-3/index.htm](http://www.plcopen.org/pages/tc1_standards/iec61131-3/index.htm).
- [12] April 2014. [Internett]. Available: <http://www.engineersgarage.com/articles/scada-systems>.
- [13] «Wikipedia.org,» [Internett]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/CAN\\_bus](http://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus). [Funnet April 2014].
- [14] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://download.lenze.com/AKB/English/200413971/AppI\\_200\\_4\\_3\\_V1\\_0\\_PDO\\_EDSen.PDF](http://download.lenze.com/AKB/English/200413971/AppI_200_4_3_V1_0_PDO_EDSen.PDF).
- [15] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://www.beckhoff.com/fieldbus\\_components/](http://www.beckhoff.com/fieldbus_components/) Lastet ned: 07.05.2014.
- [16] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://download.beckhoff.com/download/Document/Catalog/Main\\_Catalog/english/separate-pages/Bus\\_Terminal/kl1408\\_kl1418.pdf](http://download.beckhoff.com/download/Document/Catalog/Main_Catalog/english/separate-pages/Bus_Terminal/kl1408_kl1418.pdf).

- [17] Mai 2014. [Internett]. Available: [http://www.beckhoff.com/fieldbus\\_components/](http://www.beckhoff.com/fieldbus_components/) .
- [18] F. i. T. J. Jurgen Lange, OPC from data Access to Unified Architecture, 4Th red., Berlin: VDE VERLAG GMBH, 2010.
- [19] Mars 2014. [Internett]. Available: <http://igss.schneider-electric.com/products/igss/support/help-and-manuals-v10.aspx>.

## 15. Vedlegg

Vedlegg 1 Forprosjektrapport

Vedlegg 2 Møtereferat

Vedlegg 3 Pressemelding

Vedlegg 4 Økonomi

Vedlegg 5 Fremdriftsplan

Vedlegg 6 Prosjektrammer 2014

Vedlegg 7 Risikovurdering, 5 sikre

Vedlegg 8 Bruksanvisning IGSS

Vedlegg 9 Dokumentasjon Traverskran

Vedlegg 10 Sjekkliste -Testing av traverskran

Vedlegg 11 Dokumentasjon Frekvensomformer

Vedlegg 12 Vedlikeholdsplan

Vedlegg 13 program i TwinCat 3

Vedlegg 14 Program i IGSS