

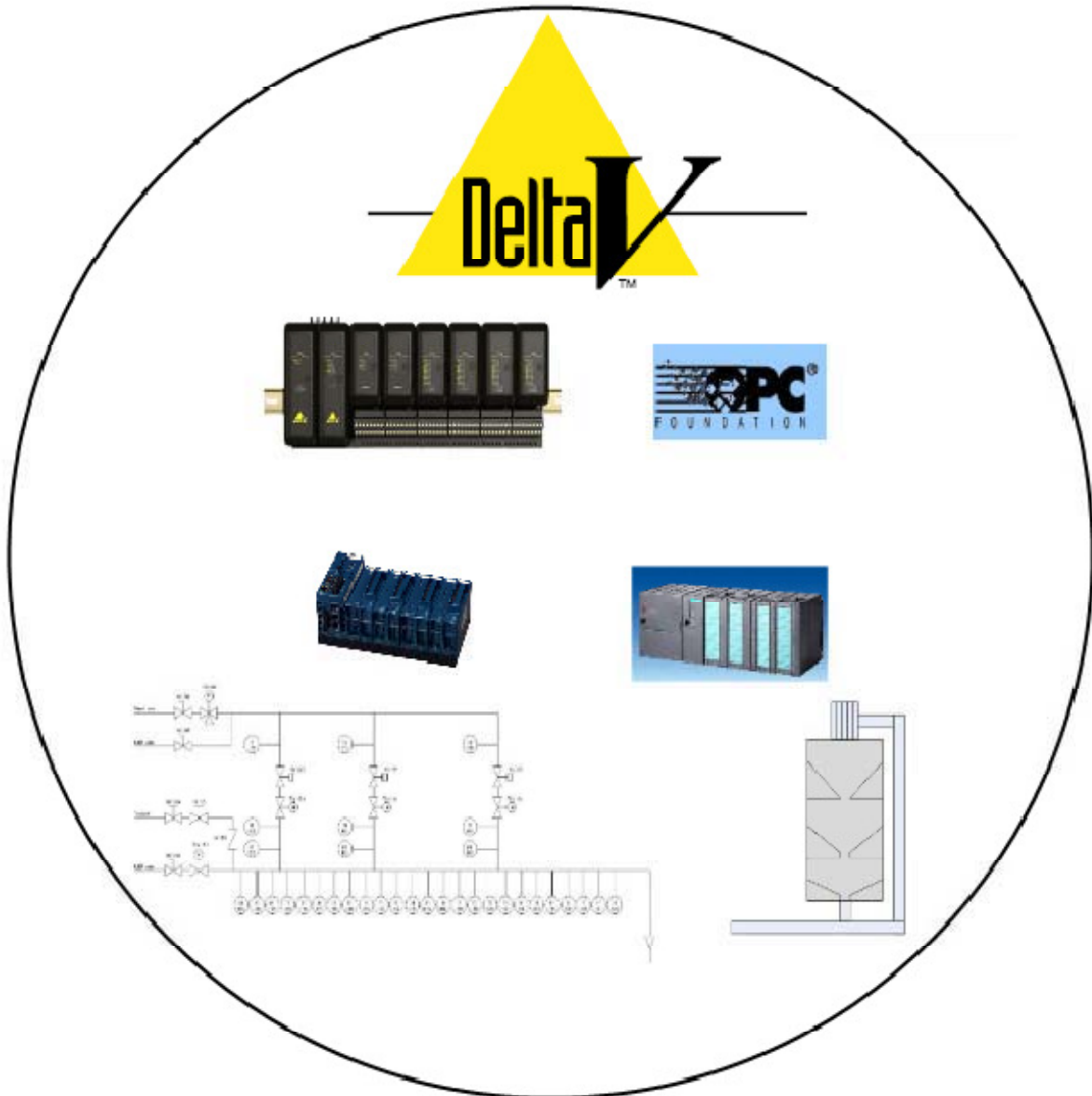


**RAPPORT FRA 6. SEMESTERS PROSJEKT VÅREN 2009**

PRH606 Hovedprosjekt

IA6-07-09

**Styring av to prosesser med DeltaV**





# Høgskolen i Telemark

Avdeling for teknologiske fag

Bachelorutdanningen

---

## RAPPORT FRA 6. SEMESTERS PROSJEKT VÅREN 2009

**Emne:** PRH606 Hovedprosjekt

**Tittel:** Styring av to prosesser med DeltaV

Rapporten utgjør en del av vurderingsgrunnlaget i emnet.

**Prosjektgruppe:** IA6-07-09

**Tilgjengelighet:** Åpen

### Gruppedeltakere:

*Kent Andresen*

*Idar G. Bergli*

*Kristian Foss*

**Hovedveileder:** Morten Pedersen

**Sensor:**

**Biveileder:** Saba Mylvaganam

**Prosjektpartner:** Emerson Process Management  
avd. Porsgrunn

**Godkjent for arkivering:** \_\_\_\_\_

### Sammendrag:

Formålet med denne prosjektoppgaven var å lage et SCADA-system for styring av to prosesser i prosesshallen ved Høgskolen i Telemark, avdeling Porsgrunn, med styresystemet DeltaV.

De to prosessene, UBD- og silomodellen, kan styres fra en datamaskin på DeltaV-laben ved bruk av skjermbilder utviklet i prosjektet. Det er brukt teknologier som Ethernet, HART, feltbuss, WirelessHART og OPC for å hente inn dataene.

SCADA-systemet er kablet, konfigurert og nødvendige styreskap er blitt bygget eller ombygget som en del av prosjektgjennomføringen. Alt utført arbeid er dokumentert i rapporten og tilhørende vedleggshefte. Silomodellens instrumentering er modifisert og utvidet. Det er lagd en kaskaderegulering for å stabilisere lufttrykket til silomodellen.

Det trekkes ingen konklusjoner i dette prosjektet så det valgt å avslutte med en oppsummering av oppnådde mål og forslag til videre arbeid på anlegget. Samtlige mål anses som oppnådd.

**Høgskolen tar ikke ansvar for denne studentrapportens resultater og konklusjoner**



Avdeling for teknologiske fag

## FORORD

Dette prosjektet er utført av tre ingeniørstudenter ved Høgskolen i Telemarks avdeling Porsgrunn. Studentene har bakgrunn fra yrkesfag med fagbrev innen elektro og automasjon. De følger studieretningen informatikk og automatisering, Y-vei. Dette hovedprosjektet gjennomføres i sjettede semester på grunnlag av et forprosjekt gjennomført i femte semester. Prosjektgruppa ønsker å rette en stor takk til Bjørn Olav Løvåsen og Lars Petter Isdahl hos Emerson Process Management AS i Porsgrunn for støtte og trådløst utstyr i forbindelse med prosjektgjennomføringen.

Det er laget en hjemmeside for prosjektet som er tilgjengelig på:

<http://tfweb.hit.no/2009/IA6-07-09/>

De viktigste dataverktøyene som er blitt brukt i prosjektet er:

- DeltaV versjon 9.3 til utarbeiding av styringer, datainnsamling og skjermbilder
- PCschematic og Microsoft Office Visio 2007 for utarbeiding av tegninger
- Screenhunter 5.1 og Microsoft Office One Note 2007 for å ta skjermutklipp
- Windows 2003 Server

Målgruppen for rapporten er andre studenter på samme studie som er kommet til tredje året i utdannelsen. Det er blitt lagt vekt på at målgruppen skal kunne lese rapporten uten å måtte bruke støttelitteratur.

---

*Andresen, Kent*

---

*Bergli, Idar Gusdal*

---

*Foss, Kristian*

## NOMENKLATURLISTE

AWG-	American Wire Gauge
COM-	Component Object Model
CSMA/CD-	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection
DCS-	Distributed Control System
DDE-	Dynamic Data Exchange
FAS-	Fieldbus Access Specification
FMS-	Fieldbus Message Specification
HART-	Highway Addressable Remote Transducer
HMI-	Human-Machine Interface
IEC -	International Electrotechnical Commission
ISO -	International Organization for Standardization
LAN-	Local Area Network
LAS-	Link Active Scheduler
MAC-	Medium Access Control
OLE-	Object Linking and Embedding
OPC-	OLE for Process Control eller Open Process Control
OSI-	Open Systems Interconnection
P&ID-	Process and Instrumentation Diagram
PLS -	Programmerbar Logisk Styling
SCADA-	Supervisory Control And Data Acquisition
STP-	Shielded Twisted Pair
UBD-	Underbalanced Drilling
USB -	Universal Serial Bus
UTP-	Unshielded Twisted Pair

## ADMINISTRATIVT SAMMENDRAG

Dette sammendraget baserer seg på prosjektdefinisjonen som ble godkjent på første prosjektmøte, se Vedlegg B.

### Resultatmål

Levere et komplett anlegg for styring av to modeller med automasjonssystemet DeltaV fra et sentralt plassert kontrollrom og i fra prosesshallen. Leverer fullstendig dokumentasjon for virkemåte over anlegget og enkeltkomponenter i form av en rapport.

### Effektmål

Øke kunnskapene for studentene i prosjektarbeid, industrielle datanettverk, automasjonssystemet DeltaV, sammenkobling/kommunikasjon mellom utstyr fra forskjellige leverandører og utprøving av ny teknologi som trådløse instrumenter. Bidra til at HiT får et anlegg som kan brukes til opplæring i DeltaV og gjennomføring av prosjekter i bachelor/master utdanning.

### Utstyr og ressursbruk

I dette prosjektet har det meste av utstyret vært tilgjengelig før prosjektstart. Silomodellen og UBD-modellen som har blitt brukt har vært tilnærmet komplette, samt at soft-og hardware for DeltaV-laben var tilgjengelig. Av utstyr som har blitt kjøpt inn til prosjektet kan det nevnes; UTP nettverkskabel, RJ-45-plugger, feltbuskabel, instrumentkabel, rekkeklemmer, endehylser, merketape, patentbånd, rørdeler, analogt inngangskort til DeltaV, Ethernet-modul til Fieldpoint, ny lisensnøkkel til DeltaV og lisens for OPC Mirror. Totalt er det brukt ca. 43 000,- kr på utstyr til prosjektet, dette er ca. 9 000,- mindre enn anslått i forprosjektet. Grunnen til lavere kostnad er at det ble besluttet å ikke kjøpe inn en lisens for en operatørstasjon.

I forbindelse med prosjektet er det donert trådløse instrumenter med tilhørende gateway fra Emerson Process Management i Porsgrunn.

Tidsforbruket på dette prosjektet for tre personer er i overkant av 1000 timer totalt, dette inkluderer alt administrativt, teoretisk og praktisk arbeid.

### Planlagte mål

Ettersom oppgaveteksten, vedlegg A, til prosjektet var noe diffus ble det valgt å jobbe etter prosjektdefinisjonen. Målet med oppgaven ble da å utføre alt det praktiske arbeidet beskrevet i prosjektdefinisjonen og dokumentere dette på en god måte. Det ble også lagt vekt på å få med teori innen industriell kommunikasjon i rapporten for å dekke effektmålet om økte kunnskaper innen industrielle datanettverk.

### Oppnådde mål

Alle punkter i prosjektdefinisjonen er utført og besvart på en god måte i rapporten. De få problemene som har oppstått i løpet av prosjektet har ikke hatt store innvirkninger på sluttresultatet.

**Oppnådde resultater**

I prosjektet er det satt opp et SCADA-system for kontroll og overvåking av silomodellen og UBD-modellen. All praktisk tilrettelegging for å få til dette er gjennomført og det er laget tre skjermbilder i DeltaV ver.9.3 for overvåkning og styring. Det er laget en rapport med vedlegg som dokumenterer gjennomførelsen.

# INNHALDSFORTEGNELSE

<b>Forord .....</b>	<b>2</b>
<b>Nomenklaturliste.....</b>	<b>3</b>
<b>Administrativt sammendrag .....</b>	<b>4</b>
<b>Innholdsfortegnelse.....</b>	<b>6</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>8</b>
1.1 Bakgrunn for prosjektet.....	8
1.2 Anleggsbeskrivelse .....	8
1.2.1 <i>DeltaV-lab</i> .....	9
1.2.2 <i>Prosesshall</i> .....	9
1.2.3 <i>Silomodell</i> .....	10
1.2.4 <i>UBD modell</i> .....	11
1.3 Leserveiledning .....	12
<b>2 Industrielle datanettverk.....</b>	<b>13</b>
2.1 Styresystemer .....	13
2.1.1 <i>PLS-system</i> .....	13
2.1.2 <i>DCS</i> .....	14
2.1.3 <i>SCADA</i> .....	14
2.2 Hva er DeltaV .....	15
2.3 Kommunikasjonsmodellen OSI.....	17
2.4 IEEE 802.3 standarden.....	18
2.4.1 <i>IEEE 802.3i</i> .....	18
2.4.2 <i>MAC og CSMA/CD</i> .....	19
2.4.3 <i>Ethernet-rammeformat</i> .....	20
2.5 TCP/IP-suiten .....	20
2.5.1 <i>Nettverkslaget</i> .....	21
2.5.2 <i>Transportlaget</i> .....	21
2.6 Feltsignaler .....	21
2.6.1 <i>HART</i> .....	22
2.6.2 <i>WirelessHART™</i> .....	23
2.6.3 <i>Feltbuss</i> .....	24
2.6.4 <i>Foundation Fieldbus</i> .....	25
2.7 OPC-standard .....	28
2.7.1 <i>OPC-historie</i> .....	28
2.7.2 <i>Hva er OPC</i> .....	29
2.7.3 <i>De forskjellige OPC-spesifikasjonene</i> .....	30
<b>3 Installasjon og montering .....</b>	<b>31</b>
3.1 Anlegget som skal styres med DeltaV.....	31
3.2 Styresystemets arkitektur.....	32
3.3 DeltaV-lab.....	33
3.3.1 <i>PRO+</i> .....	33

---

3.3.2 Skap 4100.....	34
3.4 Modellene i prosesshallen.....	35
3.4.1 Silomodell.....	35
3.4.2 UBD-modell.....	40
<b>4 Konfigurering av programvare .....</b>	<b>41</b>
4.1 Konfigurering av DeltaV systemet .....	41
4.1.1 Kontrollstrategi.....	42
4.1.2 Kontrollmoduler.....	42
4.1.3 Kaskaderegulering av lufttrykket på silomodellen .....	46
4.2 OPC-konfigurasjon.....	49
4.2.1 OPC-servere.....	49
4.2.2 Oppsett av OPC-servere.....	50
4.2.3 OPC for UBD-modellen .....	50
4.2.4 OPC for silomodellen .....	51
4.2.5 OPC Mirror.....	52
4.2.6 OPC DataHuB.....	53
4.2.7 OPC for DeltaV.....	54
4.3 Skjermstyring i DeltaV.....	55
4.3.1 DeltaV Operate Configure.....	55
4.3.2 DeltaV Operate Run .....	57
4.3.3 Skjermbildet Start.grf.....	57
4.3.4 Skjermbildet UBD.grf.....	58
4.3.5 Skjermbildet Silo.grf.....	59
4.4 Fjernstyring med av anlegget med Teamviewer .....	61
<b>5 Oppsummering.....</b>	<b>62</b>
<b>Referanser.....</b>	<b>66</b>
<b>Vedlegg.....</b>	<b>68</b>



# 1 INNLEDNING

I dette kapittelet blir utstyret presentert slik det fremsto i starten av 6. semester og arbeidet som skal utføres i løpet av prosjektet. I siste delkapittel gis en kort leserveiledning for rapporten.

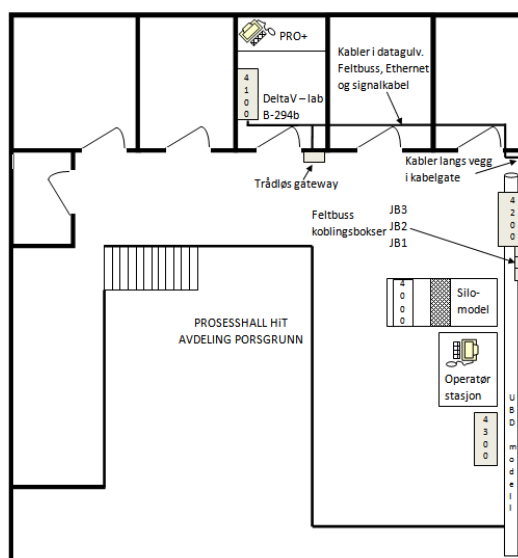
## 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Dette hovedprosjektet er et samarbeid mellom HiT og Emerson Process Management AS i Porsgrunn. Målet med prosjektet er å opprette kommunikasjon mellom to forskningsrigger og automasjonssystemet DeltaV. Prosjektet vil gi et godt grunnlag for videre arbeid mot forskningsriggene og utvikling av styringer og reguleringer i DeltaV. Dette skal oppnås ved å benytte seg av teknologier som Ethernet, Feltbuss, trådløs kommunikasjon og OPC.

Forskningsriggene som brukes i prosjektet befinner seg i prosesshallen ved HiTs avdeling Porsgrunn og kalles UBD-modellen og silomodellen.

## 1.2 Anleggsbeskrivelse

I dette delkapittelet gis en kort introduksjon til anlegget med tilhørende utstyr, se *Figur 1-1*. Det vil ikke bli lagt vekt på inngående informasjon om modellenes virkemåte da dette prosjektets hovedmål er datainnsamling og kommunikasjonsmetoder mellom feltutstyr og styresystemet DeltaV. Ønskes det utfyllende informasjon om modellene og bruksområder henvises det til tidligere prosjekter.<sup>1</sup>



*Figur 1-1 Oversiktstegning over prosesshallen med DeltaV - lab og tilhørende styreskap og modeller. Se Vedlegg C for større tegning.*

<sup>1</sup> Styringsprogram i DeltaV, bruk av integrerte reguleringsrutiner og PI-database samt Datalogging fra temperatursensorry for strømningsmåling.

### 1.2.1 DeltaV-lab

Rom B-294b i prosesshallen ved HiT avdeling Porsgrunn kalles DeltaV-laben og det er her datamaskinen med DeltaV-programvaren og OPC-servere, heretter kalt PRO+, skal plasseres. Det skal også monteres et styreskap, 4100, som skal inneholde en DeltaV-kontroller, DeltaV I/O kort, strømforsyning, hub-er for DeltaV-nettverket og en hub for OPC-nettverket.

Arbeid som skal utføres på DeltaV-laben:

- Ferdigstille styreskap 4100
  - Montere hub-er for DeltaV
  - Montere hub for OPC-nettverk
  - Trekke og terminere nettverkskabler
  - Montere rekkeklemmer
  - Utføre kabling av DeltaV-kontroller, strømforsyning og hub-er
- PRO+
  - Installere og konfigurere DeltaV-programvare
  - Installere og konfigurere OPC-server for Fieldpoint 1601
  - Installere og konfigurere OPC-server for Siemens Simatic S7
  - Installere og konfigurere OPC Mirror
  - Installere og konfigurere webserver
  - Lage skjermstyring for de to prosessene i DeltaV
  - Lage regulering for lufttilførsel til silomodell i DeltaV
- Trekke flerleder kabel fra styreskap 4100 til krysskoblingsskap 4200

### 1.2.2 Prosesshall

Silomodellen og UBD-modellen er lokalisert i prosesshallen og for å knytte de opp mot DeltaV-laben må følgende arbeid utføres:

- Montere opp krysskoblingsskap 4200
  - Koble til flerleder kabel fra styreskap 4100 i DeltaV-lab til krysskoblingsskapet
  - Koble til instrumenter fra silomodellen til krysskoblingsskapet
  - Utføre krysskoblinger
- Montere operatørstasjon
  - Installere DeltaV ver 9.3
  - Konfigurere operatørstasjon

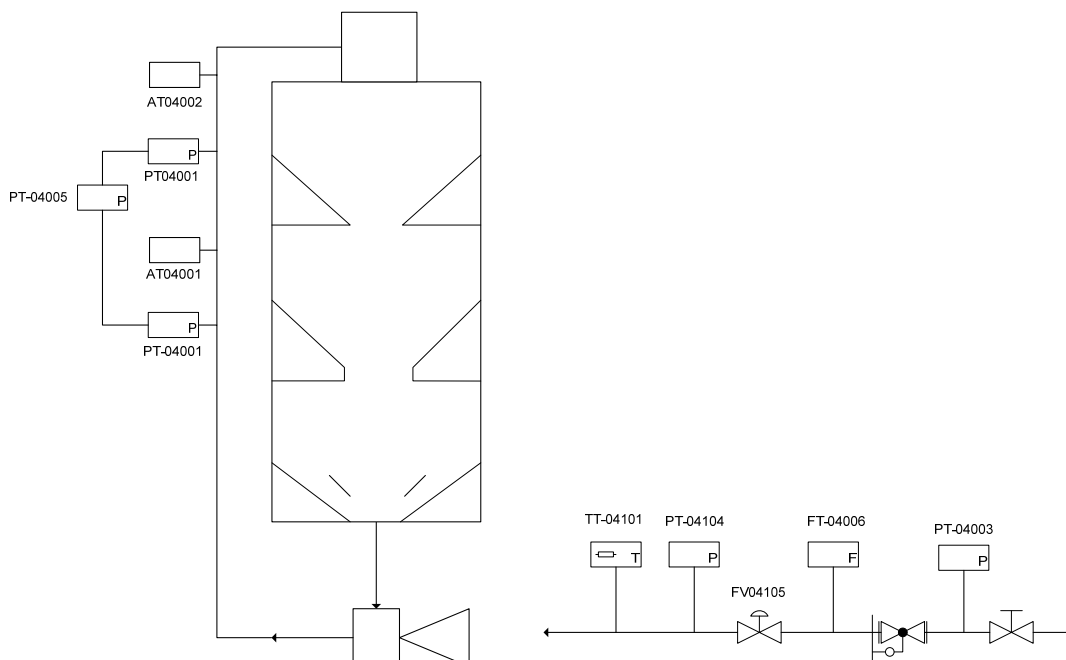
### 1.2.3 Silomodell

Silomodellen, Figur 1-2, simulerer hvordan ulike utforminger av en silo påvirker gjennomstrømningen.



Figur 1-2 Silomodellen i forkant. Silomodellen har to ulikt utformede siloer som påvirker gjennomstrømningen av pellets.

Silomodellen er utstyrt med sensorer for å måle temperatur, trykk, akustikk og gjennomstrømning, se Figur 1-3, og får trykkluft fra skolens trykkluftsanlegg via en slange med en håndventil og en trykkreduseringsventil. Luften går igjennom en ejetor som tar med seg pellets fra bunnen av siloen. En fluidisert pelletstrømning går i røret til toppen av siloen hvor et filter skiller ut luften. Pelletsene faller da igjennom to forskjellige innsnevringninger til bunnen av siloen.



Figur 1-3 Teknisk flytskjema for silomodellen før sammenkobling av lufttilførsel og modell.

De akustiske sensorene er koblet til egne kontrollenheter i styreskap 4000 som igjen er koblet til et analogt inngangskort på en Siemens Simatic S7 PLS. På PLS-en er det montert et PROFIBUS-DP-kort.

Arbeid som skal utføres på silomodellen:

- Lage regulering av gjennomstrømning
- Montere rør for lufttilførsel
- Endre plassering av FT-04006 slik at den er overens med manual med tanke på rett rørstrekk før og etter transmitter
- Montere trådløse instrumenter
- Kalibrere instrumenter i reguleringsløyfen
- Fjerne PROFIBUS kort på PLS og koble til CP-modul for Ethernet-kommunikasjon
- Duplisere signalet fra de akustiske giverne slik at de kan brukes av DeltaV-kontrolleren
- Endre PLS program slik at det kan kommunisere over en Ethernet-modul
- Oppdatere tegninger og tilhørende dokumentasjon
- Trekke nettverkskabel fra styreskap 4000 til styreskap 4100
- Trekke kabler fra instrumenter til krysskoblingsskap 4200
- Montere koblingsbokser for Foundation Fieldbus og trekke kabler fra instrumenter til disse og videre inn til styreskap 4100

#### 1.2.4 UBD modell

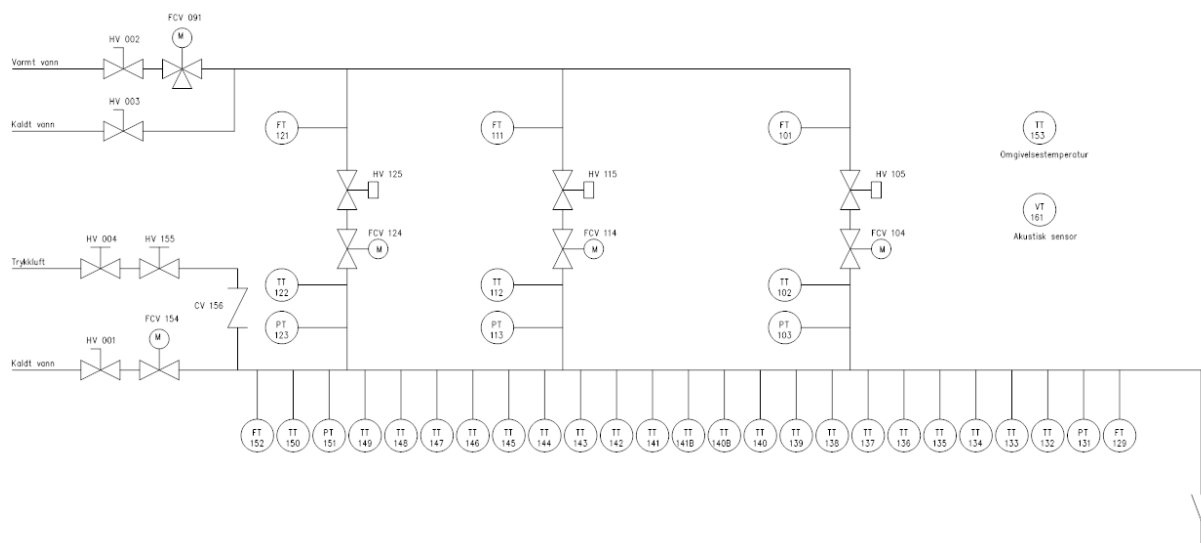
UBD modellen, Figur 1-4, er en forskningsmodell for UnderBalanced Drilling, UBD.

Kort fortalt er UBD en metode for å optimalisere oljeutvinning ved å la trykket i en borestreng være lavere enn trykket i reservoaret.[15]



*Figur 1-4 Seksjon av UBD-modellen til høyre i bildet, rør med påmonterte PT-100-elementer og reguleringsventil.*

UBD-modellen er bygd opp som et langt rør hvor det er påmontert instrumentering, se Figur 1-5. Det er totalt 46 instrumenter som er koblet opp mot et datainnsamlingsystem fra National Instruments som samler inn måledataene.



Figur 1-5 Teknisk flytskjema for UBD-modell. Større tegning i Vedlegg C. [21]

Arbeid som skal utføres på UBD-modellen:

- Bytte en modul på datainnsamlingsystemet til National Instruments slik at det blir kommunikasjon over Ethernet istedenfor RS485

### 1.3 Leserveiledning

Etter innledningen er rapporten delt opp i et teorikapittel, to kapitler for installasjon og konfigurering og til slutt et kapittel med en oppsummering av prosjektet.

I teoridelen, industrielle datanettverk, blir teknologiene som er brukt i prosjektet beskrevet på en generell basis og en leser med gode kunnskaper innen industriell kommunikasjon vil kunne starte rett på kapittel 3 i rapporten.

I kapitlet for installasjon og montering beskrives anlegget og utstyret som inngår, mens kapitlet for konfigurering av programvare beskriver softwarearbeidet som er blitt utført.

I det siste kapitlet gis en oppsummering av prosjektet og forslag til videre arbeid.

## 2 INDUSTRIELLE DATANETTVERK

Dette kapittelet inneholder teori om teknologiene som er brukt i prosjektet og vil gi leseren et godt grunnlag for påfølgende kapitler.

### 2.1 Styresystemer

Utviklingen av styringssystemer har gått hånd i hånd med utviklingen av datamaskiner. Datamaskinene har gått fra å være for upålitelige til å inngå i styringssystemene til å bli uunnværlige. I dette underkapittelet gjennomgås tre arkitekturer for styresystemer; PLS-systemer, DCS og SCADA. Definisjonene på systemene varierer i ulik litteratur, i rapporten bygger de på [3].

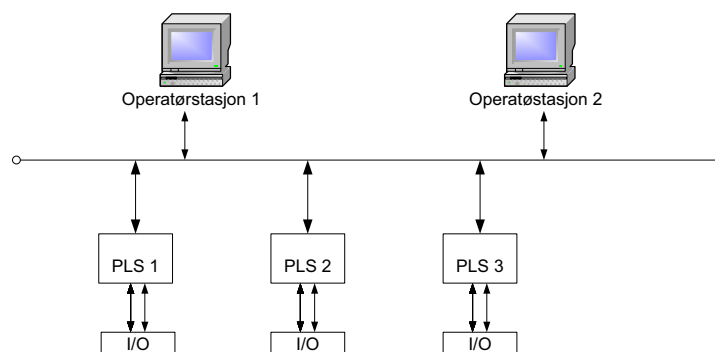
Valg av styringssystem avhenger i stor grad av hva som skal kontrolleres. Man skiller ofte mellom to typer industri og tre typer produksjon. Industriene er fabrikkasjons- og prosessindustri, mens produksjonen kan være [3]:

- Diskret, vanligvis forbundet med merking eller pakking og karakteriseres av at det er atskilte handlinger
- Batch, satsvis bearbeiding som gjerne utføres sekvensielt
- Kontinuerlige, brukes ved produksjon hvor man regulerer prosesser til å befinne seg i nærheten av ønskede grenseverdier

#### 2.1.1 PLS-system

Historisk har PLS-er sin styrke i håndtering av diskret I/O og var i begynnelsen nærmest en relé erstatte. PLS-en har etter hvert utviklet seg til å håndtere analoge signaler og det er nå små skiller mellom PLS-er og prosesskontrollere som man har i DCS-systemer. PLS-er er både robuste og til dels billige og brukes derfor ofte på feltnivå/signalinnsamling i DCS og SCADA systemer. PLS-er er også velegnet i diskrete systemer, enklere batch-prosesser og til sekvensstyring[3].

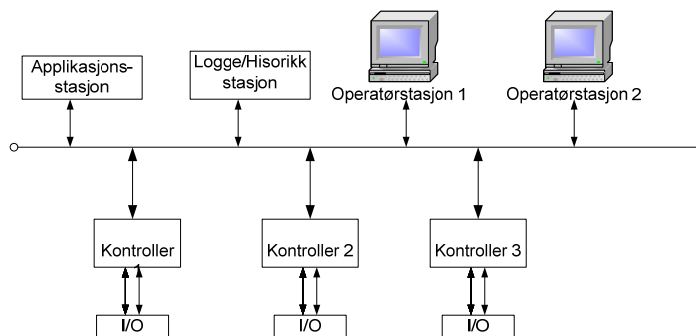
Figur 2-1 viser et enkelt PLS-system med HMI.



Figur 2-1 PLS-system med skjermstyring og innhenting av I/O fra prosess.

## 2.1.2 DCS

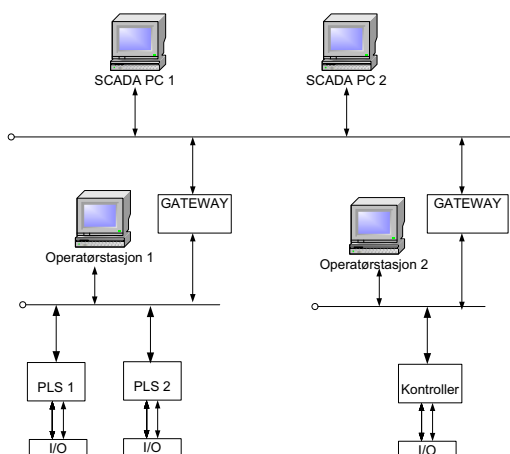
Med DCS-er gikk en bort fra å bruke et sentralisert kontrollsystem til distribuerte. Kontrollere knyttes opp i et nettverk og spres ut i anlegget hvor de styrer sine prosesser. Avanserte tilleggsfunksjoner og lagring av data kan utføres i egne datamaskiner for å avlaste kontrollerne. DCS-er er tradisjonelt brukt i prosessindustrien for styring av kontinuerlige prosesser [3]. Figur 2-2 viser et eksempel på et DCS-system.



Figur 2-2 Et DCS system med flere kontrollere som kan benytte seg av en applikasjonsstasjon ved prosessorkrevende oppgaver. Historikkstasjonen muliggjør lagring av store mengder data som kan brukes i statistisk optimalisering.

## 2.1.3 SCADA

Supervisory Control And Data Acquisition brukes til styring, overvåking og logging når man har flere ulike kontrollsystemer samlet i ett overordnet system, som på Figur 2-3. De underordnede kontrollsystemene kobles opp mot nettverket hvor SCADA PC-ene er. De overordnede SCADA PC-ene brukes ofte bare til justering av settpunkt og overvåking. De ulike kontrollsystemene, som både kan være DCS- og PLS-systemer, er oftest selvstendige. [3]



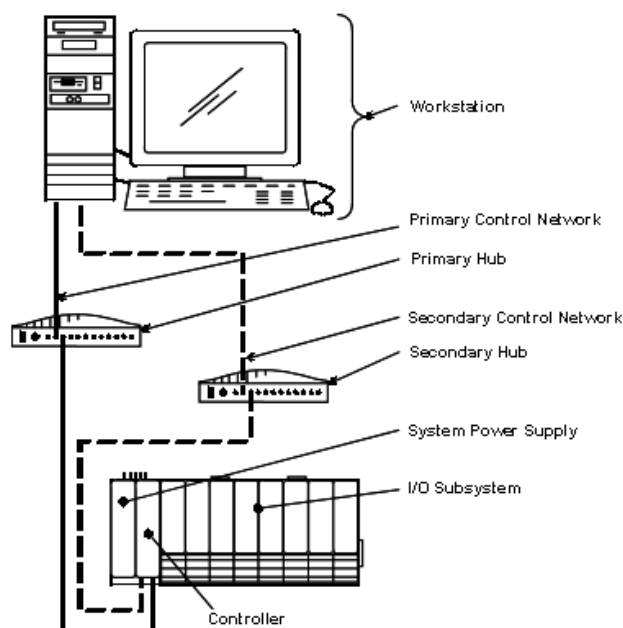
Figur 2-3 Et SCADA-system med selvstendige styresystemer knyttet sammen på et høyere hierarkisk nivå.

## 2.2 Hva er DeltaV

Dette delkapittelet bygger på DeltaV Books Online<sup>2</sup> 9.3[7].

DeltaV er et digitalt automasjonssystem fra Emerson Process Management AS. DeltaV inngår i PlantWeb, som er en digital arkitektur for prosesskontroll. DeltaV kan beskrives som et komplett kontrollsystem bestående av både hardware- og softwarekomponenter.

DeltaV-hardware er de fysiske komponentene som inngår i automasjonssystemet. På Figur 2-4 er det framstilt et minimum av hardwarekomponenter som må inngå i et anlegg.



Figur 2-4 DeltaV-hardwareoppsett med arbeidsstasjon, I/O-kort, kontroller og kontrollnettverk [7].

En Workstation, PRO+, er en PC med DeltaV-softwarepakke installert. PRO+ må i tillegg utstyres med en fysisk lisensnøkkel, System Identifier.

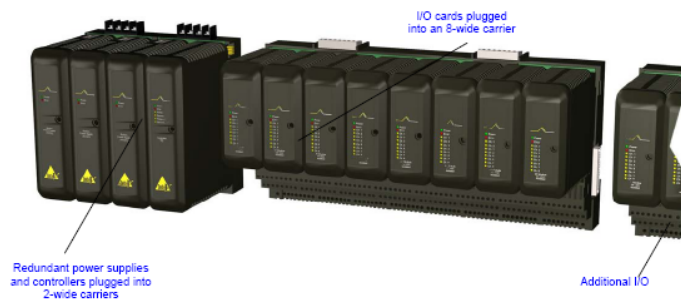
Kontrollnettverket er et isolert LAN for kommunikasjon mellom arbeidsstasjoner og kontrollere og baserer seg på standard Ethernet-komponenter. Økt pålitelighet tilbys gjennom valgfri redundans, framhevet med stiplede linje for Secondary Control Network på Figur 2-4.

Kontrolleren styrer grensesnittet mot prosessen og monteres sammen med System Power Supply på en carrier<sup>3</sup>, som på Figur 2-5. Carrier-en kobles sammen med en eller flere carrier-re for I/O-kort og tilkoblingsklemmer. I/O-kort velges ut fra ønsket funksjonalitet og systemet bygges opp kort for kort.

<sup>2</sup> DeltaV Books Online er et oppslagsverk for DeltaV fra Emerson Process Management.

<sup>3</sup> Carrier er bakplaten som kortene monteres på.





*Figur 2-5 Kontroller, strømforsyning og I/O- kort monteres på bakplater som kobles sammen. [8]*

DeltaV ver. 9.3 er en pakke med applikasjoner for konfigurasjon, operasjon, dokumentasjon og optimalisering av prosesser. En grov inndeling av applikasjonene kan gjøres i hovedgruppene Engineering Tools og Operator Tools. I tillegg finnes verktøy som Advanced Control, Installation og Online Help.

I Engineering Tools gruppen, som er for oppsett og konfigurasjon, er de viktigste applikasjonene:

- Configuration Assistant kan brukes til førstegangskonfigurasjon av anlegget.
- DeltaV Explorer er et verktøy for å sette opp hardwarekonfigurasjon og organisere anleggets kontrollmoduler i henhold til ønsket kontrollstrategi.
- Control Studio er et grafisk programmeringsmiljø som støtter bruk av funksjonsblokker og sekvensprogrammering.

I Operator Tools gruppen er de viktigste applikasjonene:

- DeltaV Operate, som kan kjøres i run eller configure mode. I configure mode lages skjermbilder med funksjonaliteten operatøren skal forholde seg til når det kjøres i run mode.
- Process History View innhenter prosessverdier, både gamle og sanntid, samt hendelseslogg for systemet.
- Diagnostics brukes til å kontrollere status og tilstand for tilknyttet hardware.

Kontrollstrategien i DeltaV bygges opp hierarkisk i flere nivåer. Det laveste nivået som kan lastes ned til en kontroller er kontrollmoduler. Kontrollmodulene utvikles i Control studio og knytter sammen kontrollalgoritmer, I/O og alarmer for en anleggsdel. Det kan for eksempel være utstyr knyttet til operasjonen av en ventil.

## 2.3 Kommunikasjonsmodellen OSI

Dette delkapittelet bygger på [14].

OSI-modellen, Tabell 2-1, er blitt laget av ISO for å få til en internasjonal standard for protokoller i et nettverk. Den bygger på en standardisering gjort i 1983, men kom slik som den brukes i dag i 1995. Standarden fikk navnet ISO OSI Reference Model. OSI-modellen standardiserer koblinger mellom systemer som er åpne for kommunikasjon. OSI har syv forskjellige lag og prinsippene som ligger til grunn for oppbygningen er:

- Et lag skal lages hvor noe nytt kommer inn.
- Hvert lag skal ha en veldefinert funksjon.
- Funksjonen til laget skal være tilrettelagt mot en felles protokoll.
- Lagene lages for å minimere informasjonen som skal sendes mellom grensesnittene.
- Antall lag må være få nok til å oppnå en enkel arkitektur, men mange nok til at forskjellige funksjoner ikke er på samme lag.

OSI-modellen er ikke en nettverksmodell, den spesifiserer bare hva som skal skje på de forskjellige lagene.

Tabell 2-1 OSI-modellen med dens 7 lag for kommunikasjon. [4]

Nr.	Lag
7	Applikasjon
6	Presentasjon
5	Sesjon
4	Transport
3	Nettverk
2	Link/Linje
1	Fysisk

### Fysisk lag

Dette laget tar seg av overføring av signaler gjennom forskjellige medium, for eksempel trådpar og fiberoptikk.

### Link/Linje lag

Link/linje laget administrerer bruken av det fysiske laget ved å bestemme hvem som skal sende og når. Det er bestemte regler for overføring og administrering avhengig av fysisk medium. For å få best mulig overføring av data deles den opp i rammer og sendes sekvensielt. Laget tilbyr en feilfri forbindelse for lagene over.

### Nettverkslag

Nettverkslaget tar seg av routing av pakker<sup>4</sup> mellom avsender til mottaker. Når man sender data kan forbindelsen mellom avsender til mottaker være forbundet med mange ulike typer medier.

For at dette laget skal klare å sende data riktig trengs det to ting:

- Nettverks adresser fra sender og mottaker
- Tabeller for ruterne som kobler sammen de fysiske linjene

### Transportlag

Transportlaget tar seg av oppkobling, flytkontroll og feilkontroll i nettverk. Feilkontrollen i dette laget sjekker ikke om dataene er feilfri som i link/linje laget, men om pakkene kommer frem.

Laget sorterer pakkene slik at de presenteres til neste lag i samme rekefølgen som de ble sendt.

### Sesjonslag

Dette laget oppretter en sesjon mellom to enheter og kan brukes til å kontrollere:

- hvem sin tur det er til å sende
- forhindre at enhetene prøver å utføre en kritisk operasjon samtidig
- synkronisering av enhetene slik at kommunikasjonen kan gjenopptas fra samme sted etter en feil

### Presentasjonslag

Presentasjonslaget behandler data og presenterer det riktig til neste lag, for eksempel ved kryptering/dekryptering.

### Applikasjonslag

I applikasjonslaget ligger tjenestene som tilrettelegger for kommunikasjon med brukerprogram.

## 2.4 IEEE 802.3 standarden

IEEE 802.3 standarden definerer protokoller for det fysiske laget og link/linje laget. Standarden omtales ofte som Ethernet. IEEE 802.3 er et kablet kringkastingsnettverk hvor alle tilkoblede stasjoner har like rettigheter. Den ble først beregnet for bruk med tykk koaksial kabel. I dag er tvunnet parkabel og fiberoptiske kabler mest vanlig. [14]

### 2.4.1 IEEE 802.3i

IEEE 802.3i er Ethernet-nettverket som brukes i prosjektet. Det er en underkategori av nettverk i IEEE 802.3 standarden.

Nettverk kan deles i to hovedgrupper avhengig av om det kan ha flere forbindelser samtidig, bredbåndsnettverk, eller bare en forbindelse, basisbåndsnettverk. Den sistnevnte er det billigste

---

<sup>4</sup> Pakker er en ramme fra link/linjelaget med informasjon fra nettverkslaget.

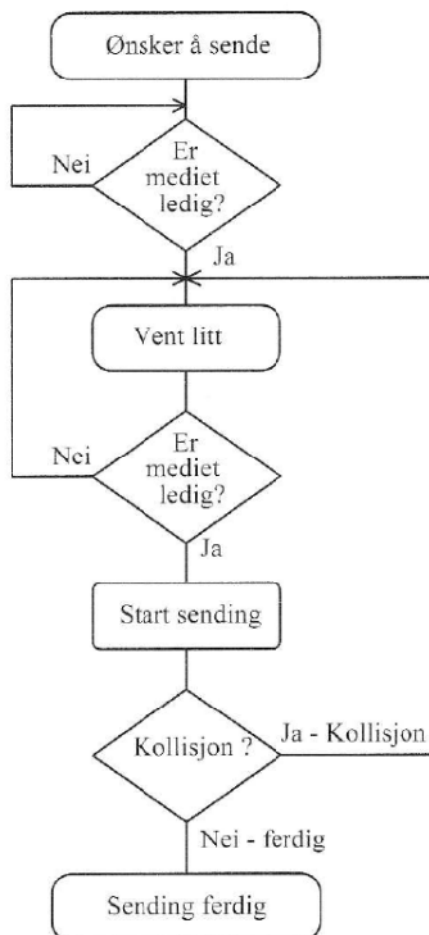
og vanligste nettverket. Benevnelsen av nettverk bygger på en standardisert form hvor feltene i benevnelsen har betydningen: <hastighet><signaleringsform><rekkevidde\*100m>. [4]

10BaseT er Ethernet over tvunnet parkabel i henhold til IEEE 802.3i. 10 står for 10 Mb/s, base at det er et basisbåndsnettverk og T-en står for tvunnet trådpar og innebærer en rekkevidde på 100 m. [23]

## 2.4.2 MAC og CSMA/CD

MAC er et sublag av link/linje laget og kontrollerer tilgang til mediet.

Protokollen som Ethernet bygges på kalles CSMA/CD. CSMA/CD bygger på et konkurranseprinsipp siden alle stasjonene i prinsippet kan sende samtidig. Protokollen jobber for å minimere antall kollisjoner som skjer under en overføring, se Figur 2-6. Når en av stasjonene detekterer en kollisjon vil den sende ut et støysignal for å advare de andre stasjonene at en kollisjon har skjedd. [14]



Figur 2-6 Sekvensiell framstilling av virkemåten til CSMA/CD [4].

### 2.4.3 Ethernet-rammeformat

For at en stasjon skal kunne sende data til en annen stasjon over Ethernet må den pakkes inn i et spesielt rammeformat, se Tabell 2-2.

Tabell 2-2 Ethernet-rammeformat med beskrivelse av felter. [4]

Ethernet-ramme	Beskrivelse
<b>Forord</b>	Bitmønstre for synkronisering av sender og mottaker.
<b>SFD</b>	Start Frame Delimiter, forteller hvor starten på rammen er.
<b>DA</b>	Destination Adress, mottakerens MAC adresse
<b>SA</b>	Source Adress, senderens MAC adresse
<b>Lengde</b>	Lengden på dataen som blir sendt
<b>LLC<sup>5</sup> Data</b>	Datapakken som kommer fra lagene ovenfor og går igjennom LLC sub laget i link/linje laget
<b>Pad</b>	Brukes til å fylle ut rammen til minimumstørrelsen som er 64 bytes
<b>Kontrollsum</b>	Kontrollsummen til rammen. Brukes av mottakeren for å finne ut om det som ble sendt er det samme som er mottatt

## 2.5 TCP/IP-suiten

Dette kapittelet baserer seg på [17].

TCP/IP-suiten har fått navnet sitt fra de to viktigste protokollene, TCP og IP, den bruker. Den ble designet for å koble sammen nettverk med forskjellige protokoller på link/linje laget og det fysiske laget. TCP/IP-suiten har slått sammen flere av lagene i OSI-modellen og opererer med fire lag, se Tabell 2-3. Internett er den største brukeren av denne protokollsuiten.

Tabell 2-3 Sammenligning av OSI-modellen og TCP/IP-suiten.[4]

OSI Lag	Lag i TCP/IP-suiten
5-7	Applikasjon
4	Transport
3	Nettverk
1-2	Link/Linje

<sup>5</sup> LLC er Logical Link Control og er standardisert under IEEE 802.2 og er det andre sublaget under link/linje laget. Det er grensesnittet mellom link/linje og nettverkslaget.

## 2.5.1 Nettverkslaget

På dette laget ligger Internet Protokollen, IP. IP er en 32 bits adresse<sup>6</sup> som forteller hvilket nettverk enheten tilhører og hvilken adresse den har i nettverket. I tillegg til å ha en adresse pakker den ned eller opp data som inneholder en TCP eller UDP header. Denne dataen er da pakket ned i en IP-header, se Figur 2-7, som brukes for ruting.

Version	Hlen	Service Type	Total Length
Identification		Flags	Fragment Offset
Time to live		Header	Checksum
Avsender Adresse			
Mottaker adresse			
Options + Padding			

Figur 2-7 IP-header som inneholder informasjon om pakken som sendes.[17]

## 2.5.2 Transportlaget

På transportlaget er det to forskjellige protokoller, TCP og UDP.

### TCP

Dette er en feilfri og oppkoblingsorientert protokoll. Før sending etableres det en oppkobling til mottakeren, data sendes når mottakeren bekrefter at den er klar. Ved mottakelse blir pakken sjekket for feil, hvis en feil er oppstått sendes pakken på ny.

### UDP

I denne protokollen blir det ikke laget noen oppkobling eller gjennomført feilkontroll på dataene som blir sent. Denne protokollen blir mest brukt for å sende små mengder data og data som ikke trenger feilkontroll.

## 2.6 Feltsignaler

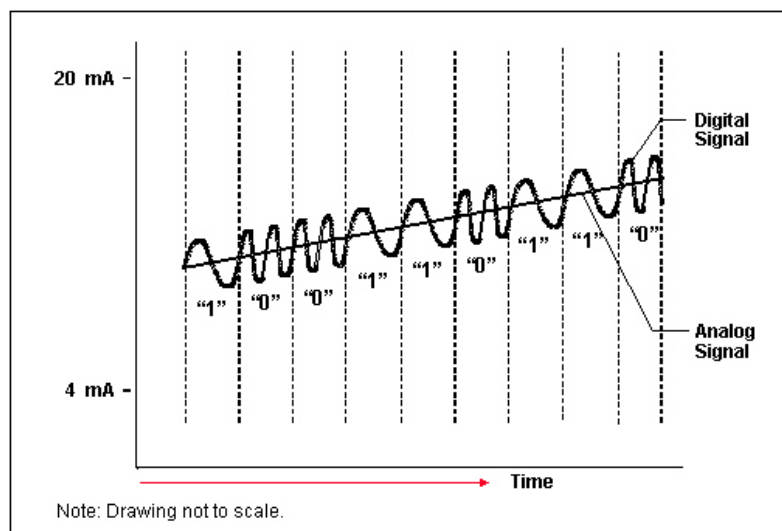
I løpet av siste halvdel av 1900-tallet ble 4-20 mA strømsløyfer en industristandard for overføring av signaler for prosessinstrumentering. Etter hvert som feltinstrumentene ble mer avansert med funksjoner for kalibrering, diagnose, overvåkning, regulering og multidrop<sup>7</sup> var det ikke lenger tilstrekkelig med analoge strømsignaler. Parallelt med den utvidede funksjonaliteten ble digital kommunikasjon tatt i bruk, først gjennom en hybridløsning med både analoge og digitale signaler, HART. Senere som en helt digital løsning, feltbuss. [3]

<sup>6</sup> Denne adressestørrelsen er ved IP v4, ved IP v6 er adressen 128 bit.

<sup>7</sup> Mulighet for flere instrumenter på et ledningspar.

## 2.6.1 HART

HART kan ses på som en forløper til de nyere feltbuss-standardene [3]. HART baserer seg på både analog og digital kommunikasjon. Et serielt digitalt signal, i form av et frekvensskiftet strømsignal, overlages det analoge signalet slik at det sendes mer informasjon over samme ledningspar. Frekvensskiftingen i det digitale signalet forgår etter den amerikanske telestandarden BELL 202, hvor 1200 Hz gir logisk "1" mens 2200 Hz gir logisk "0"[12].



Figur 2-8 Oppbyggingen av et HART signal [11]

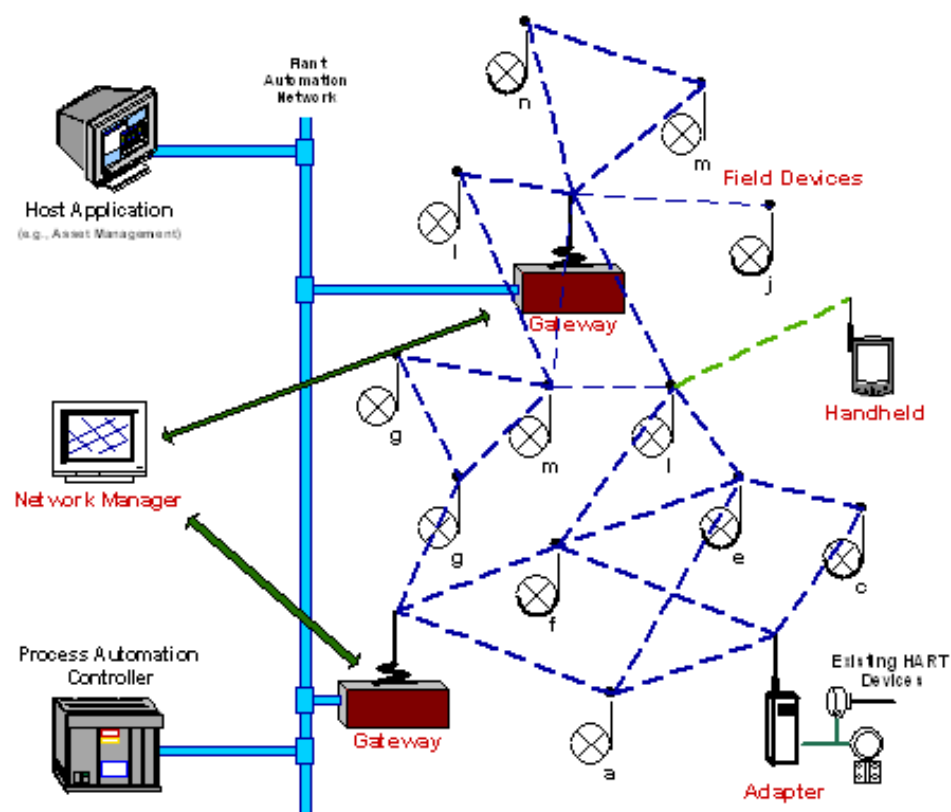
HART bygger på en master-slave protokoll. Dette innebærer at feltinstrumentene sender informasjon når de blir forespurt. HART kommunikasjon kan foregå som punkt til punkt eller som multidrop [11]. Kommunikasjonen forgår både analogt og digitalt. Prosessverdien sendes som et analogt strømsignal, instruksjoner og annen informasjon sendes digitalt. Gjennomsnittsverdien av det digitale signalet er null, og det forstyrrer da ikke det analoge målesignalet. HART benytter seg av lagene 1,2 og 7 i OSI-modellen for å kommunisere med konfigurasjonsverktøy.

## 2.6.2 WirelessHART™

Dette underkapittelet bygger på [19].

I 2007 kom spesifikasjonen HART 7 hvor WirelessHART er spesifisert. Dette er en åpen trådløs kommunikasjonsstandard utviklet spesielt for prosessindustrien. WirelessHART har en såkalt selvorganisert og selvrettende mesh-arkitektur som bruker IEEE 802.15.4 kompatible radiosendere. Mesh-arkitekturen vil si at nettverket selv styrer organiseringen av sensorene og at hver enhet kan fungere som en ruter for andre enheter, se Figur 2-9. Denne funksjonaliteten sørger for redundant kommunikasjon og økt rekkevidde. WirelessHART består av tre deler:

1. Trådløse feltenheter koblet opp mot prosess/feltutstyr.
2. En gateway som har kommunikasjon mot disse feltenhetene og som kan sende data over på et annet nett, for eksempel Ethernet.
3. En nettverks-manager til å konfigurere nettverket, styre kommunikasjonen mellom enheter og overvåke tilstanden til nettverket. Denne kan være implementert i selve gateway-en.



Figur 2-9 Mesh-nettverk med gateway som nettverks-manager og tilkobling mot et annet nettverk.[19]



### 2.6.3 Feltbuss

Feltbuss er en heldigital, to-veis, flerpunkts kommunikasjonsform for kommunikasjon mellom intelligente måle- og kontrollenheter. Feltbuss er som et LAN for avansert prosesskontroll, distribuert I/O og høyhastighets fabrikkautomasjonsapplikasjoner [9]. Hensikten med feltbuss var opprinnelig at man skulle ha en standard protokoll for å koble sammen feltenheter og styresystemer, samt innbyrdes sammenkobling mellom feltenheter. Det skulle kunne integreres i det øvrige nettverket på en fabrikk og sørge for enkel innhenting av sanntidsdata. [3]

Det finnes i dag mange former for feltbuss på markedet. En av årsakene til dette er at det er et delt syn på hvilken funksjonalitet som skal legges i feltbussen. I hvilken grad den skal brukes til kontroll eller bare til kommunikasjon. Arbeidet for en felles feltbusstandard begynte i 1985, men de ulike produsentene er i skrivende stund ikke blitt enige. Feltbusstandarden, IEC 61158, spesifiserer åtte typer feltbuss ut fra spesifikasjonene de har til det fysiske laget, datalinklaget og applikasjonslaget i OSI modellen. De åtte typene er [16]

1. Foundation Fieldbus
2. ControlNet
3. Profibus
4. P-Net
5. FF High Speed Ethernet
6. Swiftnet
7. WorldFIP
8. Interbus

I tillegg er det utviklet egne bussystemer for bruk i spesielle sektorer og nisjer som ikke er nedfelt i feltbusstandarden. Blant disse kan AS-Interface, CAN og DeviceNet nevnes.

Feltbussystemene kan deles opp ytterligere i typer eller undersystemer med ulike bruksområder [3]. I Tabell 2-4 er noen av de mest brukte systemene klassifisert med hensyn på bruksområde og datamengde som sendes over bussen.

*Tabell 2-4 Feltbuss typer sortert ut fra datamengde og vanligste bruksområde. [16]*

Buss type	Bruksområde	Type
<b>Sensor buss</b>	Diskrete I/O på bit-nivå.	Interbus, AS-Interface, Seriplex
<b>Device buss</b>	Diskret I/O på byte-nivå. Diskret logikk i små systemer. Brukes gjerne i fabrikkautomasjon.	DeviceNet, ControlNet, Profibus DP
<b>Process buss</b>	Store mengder data og prosessautomasjon.	Foundation Fieldbus, WorldFip, ProfibusPA,

### Fordeler og ulemper med feltbuss

Fordelene som en oppnår ved å bruke feltbuss kan ses på både fra et teknologisk og et økonomisk perspektiv. På et generelt grunnlag kan argumentene for feltbuss deles inn i to hovedgrupper som i Tabell 2-5.

*Tabell 2-5 De viktigste fordelene med feltbuss.[3]*

Økonomiske fordeler	Teknologiske fordeler
Data og energi i samme kabel samt multidrop fører til mindre kabling.	Signalene er mindre støyfølsomme og kommunikasjonen går raskere.
Færre tilkoblinger og mindre plassbehov ettersom det er færre kabler	Mer nøyaktige målinger
Mindre ressurskrevende å vedlikeholde på grunn av diagnoseverktøy.	Behov for færre instrumenter på grunn av multivariabletransmittere. En transmitter kan for eksempel brukes til både temperatur- og trykkmåling.
Sjeldnere produksjonsstans på grunn av diagnoseverktøy.	Intelligent instrumentering kan erstatte eksterne regulatorer og kontrollere.

Selv om det er mange fordeler ved å benytte feltbuss, kan en ikke se bort fra ulempene det kan innebære. Blant disse nevnes [3]

- begrenset med funksjonalitet ettersom alle fabrikanter ikke støtter alle systemer
- dyrere instrumenter
- mer sårbart med tanke på at en feil kan sette en hel buss ut av funksjon
- krav til mer kompetanse hos brukerne ettersom det er teknologisk mer avansert enn konvensjonelle signaler

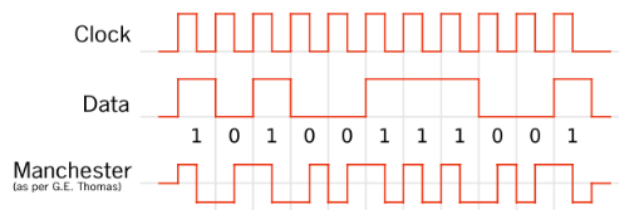
#### 2.6.4 Foundation Fieldbus

Fieldbus Foundation er organisasjonen som videreutvikler og vedlikeholder Foundation Fieldbus (FF). FF H1 er busstypen som brukes i prosjektet. I tillegg til spesifikasjonene i IEC 61158, er det spesifisert et eget brukerlag for FF som støtter distribuerte reguleringssløyfer på feltbussen [3].

##### Det fysiske laget

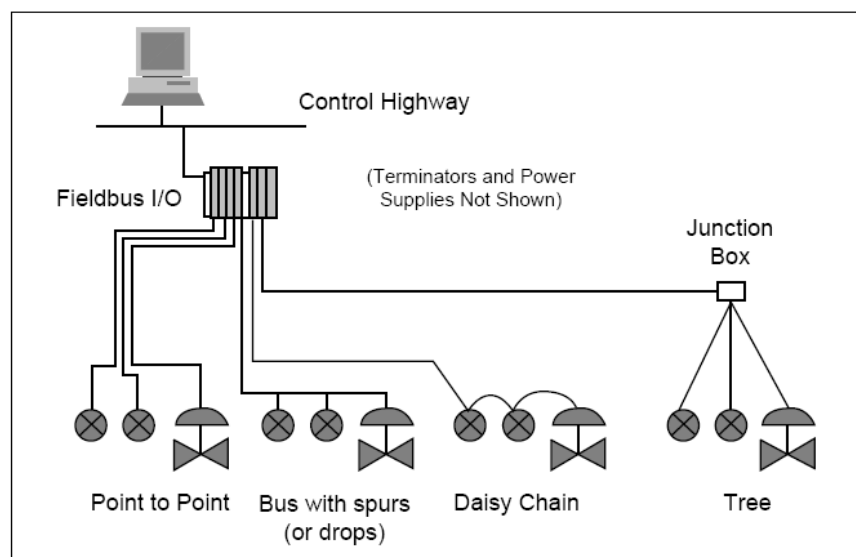
Feltbussignalene sendes med 31,25 kbit og signaleres med et 1 V peak-to-peak signal overlappet forsyningsspenningen på bussen. Signalene kodes med Manchester koding, som går ut på flankedeteksjon i bitene som sendes. En klokkefrekvens blir innbakt i signalet sammen med spesielle bit for synkronisering samt start og slutt på ramme. Dette sikrer at signalene tolkes

riktig. Positive flanker tolkes som logisk "0", mens negative flanker tolkes som logisk "1" [2]. Se Figur 2-10 for eksempel på Manchester kode.



Figur 2-10 Manchester kode hvor positive flanker gir logisk "0", mens negative flanker gir logisk "1". [13]

FF-nettverk kan bygges opp med ulike nettverkstopologier, som på Figur 2-11. Bussen må ha endetermineringer i begge ender i form av en impedans. Denne er vanligvis bygget inn i FF-interfacekort og annet utstyr som er beregnet for bruk sammen med FF [18].



Figur 2-11 Anbefalte FF H1 topologier. [18]

### Datalinklaget

FF benytter seg av LAS for å administrere bruken av det fysiske mediet. LAS sørger for distribusjon av variabler fra instrumenter til kontrollenheter og andre intelligente instrumenter. Det foregår to typer kommunikasjon i et FF H1 nettverk, planlagt og ikke planlagt kommunikasjon. Ved planlagt kommunikasjon distribueres variabler syklisk ut fra instrumentene som produserer variablene. Mellom den sykliske kommunikasjonen håndteres asynkrone hendelser såkalt ikke planlagt kommunikasjon.[2]

LAS bygger på en tabell med informasjon om hvilke variabler som må etterspørres, samplingsfrekvens, variabel-typer og syklustid. FF er beregnet for sanntidskontroll og innhenting av data er synkron med fastsatt frekvens og fastsatt samplingstid. [3]

### **Applikasjonslaget**

Applikasjonslaget er bindeleddet mellom brukerlaget og kommunikasjonen ut på bussen [3]. Applikasjonslaget i FF kan deles opp i to sublag; FAS og FMS. FAS benytter datalinklagets funksjoner til å sette opp kommunikasjonsforbindelser for FMS, som er feltbusskommunikasjonen. Det finnes tre typer forbindelser [2]:

1. Kommunikasjon mellom to enheter som ikke er planlagt, for eksempel ved settpunkt forandringer, alarmkvitteringer og endring av parameter.
2. Rapportering av hendelser fra en til mange som er ikke planlagt kommunikasjon, for eksempel alarmtilstander.
3. Planlagt kommunikasjon fra en til mange, såkalt publisher-subscriber, som distribusjon prosessvariable.

### **Brukerlaget**

FF har definert et eget brukerlag. Dette er basert på bruk av blokker og skal bidra til et bedre samspill mellom enheter fra forskjellige leverandører. Blokkene kan deles i tre kategorier [2]:

1. Ressursblokk (Resource Block) med informasjon om enhetens navn, fabrikkat og serienummer. Kan sammenlignes med en hardwaredriver.
2. Funksjonsblokker (Function Blocks eller FB) gir mulighet for å implementere reguleringsløyper direkte på enhetene uten å blande inn en ekstern kontroller.
3. Transducer Blokker (Transducer Block) brukes for kalibrering og til å overstyre FB-ene når en skal lese og skrive til enheten.

Den utvidede funksjonaliteten FF tilbyr med desentralisert regulering muliggjør avlastning av kontrolleren. Likevel må en ta hensyn til at anlegget kan bli uoversiktlig med flere distribuerte reguleringer å forholde seg til.

## 2.7 OPC-standarden

Dette delkapittelet tar for seg historie og bruksområder for OPC som er en åpen teknologisk standard for sanntidskommunikasjon mellom utstyr fra forskjellige leverandører innen industriell automasjon.

### 2.7.1 OPC-historie

Dette underkapittelet bygger på informasjon fra [1].

Behovet for OPC kan spores tilbake til 1990 da Windows 3.0 ble introdusert. Med Windows 3.0 ble det mulig å kjøre flere applikasjoner samtidig på en rimelig dataplattform, samt at det inneholdt en standard teknikk for å utveksle data i sanntid kalt DDE. Mange brukere så fordeler med å kunne koble prosess- eller fabrikkdata inn til universelle programmer som for eksempel Microsoft Excel. Men DDE var ufullstendig; det var ustabilt, manglet støtte for nettverksoverføring og hadde lav båndbredden.

I 1992 ble OLE 2.0 lansert og det ble klart at denne teknologien ville erstatte nesten all bruk av DDE. OLE var mer fleksibelt, mer robust og brukte mer effektive overføringsteknikker. I 1994 var interessen for å bruke OLE teknologien for å overføre data mellom applikasjoner stor og en gruppe SCADA leverandører ønsket spesielt å standardisere grensesnittet mellom kjernen i SCADA-systemer og selve enhetene som sto for datainnsamlingen.

I 1995 ble OPC Task Force startet og de opprinnelige medlemmene var Fisher-Rosemount (nå Emerson Process Management), Intellution, Intuitive Technology, OPTO 22 og Rockwell Software. Microsoft var også involvert og hadde en støttende og rådgivende rolle. Den første OPC spesifikasjonen, versjon 1.0, ble lansert august 1996.

I industrien var det ønske om at OPC-spesifikasjonen skulle håndteres av en uavhengig organisasjon som ikke arbeidet for egen vinning. Dette førte til at OPC Foundation ble opprettet i 1996. Dette er hva de sier om seg selv:

*"The OPC Foundation is dedicated to ensuring interoperability in automation by creating and maintaining open specifications that standardize the communication of acquired process data, alarm and event records, historical data, and batch data to multi-vendor enterprise systems and between production devices. Production devices include sensors, instruments, PLCs, RTUs, DCSs, HMIs, historians, trending subsystems, alarm subsystems, and more as used in the process industry, manufacturing, and in acquiring and transporting oil, gas, and minerals."*[5]

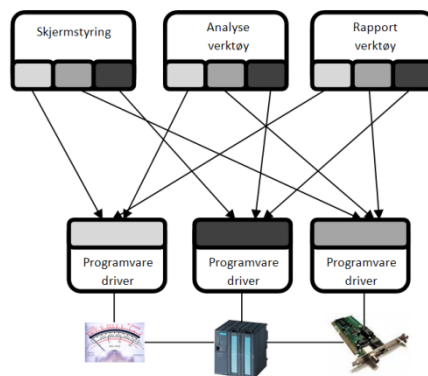
Kommersielle produkter begynte å komme på markedet i slutten av 1996 og i midten av 1998 bekreftet den utbredte bruken at OPC var tatt godt imot som en industristandard. OPC Foundation jobber stadig med å utvikle spesifikasjonene og for øyeblikket er det 11 standard spesifikasjoner som er ferdige.

## 2.7.2 Hva er OPC

Dette underkapittel bygger på [2].

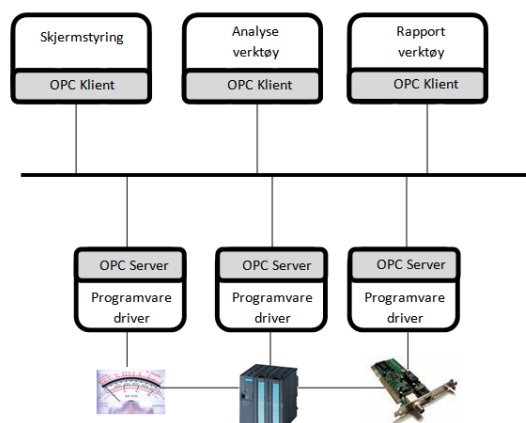
OPC sto opprinnelig for OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control, men i dag består OPC-standarden av mange spesifikasjoner og blir ofte kalt Open Process Control, Openness Productivity and Connectivity, eller rett og slett bare OPC.

OPC er i dag delt opp i flere spesifikasjoner som alle har sine bruksområder, men hovedmålet er å forenkle kommunikasjon mellom feltutstyr og programvare. Før OPC ble tatt i bruk var man nødt til å utvikle spesifikke drivere for hver enkelt utstyrsenhet som man ønsket å hente data fra, se Figur 2-12.



Figur 2-12 Før OPC, hver enkelt utstyrsenhet trengte en spesifikk driver både på utstyret og i programvaren som det skulle kommuniseres med.

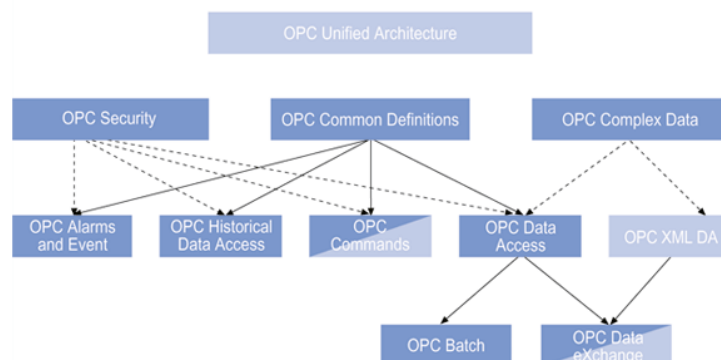
OPC løste altså dette problemet ved å lage en felles standard for kommunikasjon mellom programvare og utstyrsenheter. OPC kan sees på som en programvarebuss, se Figur 2-13, og jobber kun over det øverste laget i OSI modellen.



Figur 2-13 OPC, en felles standard for industrien med spesifikasjoner for kommunikasjon mellom utstyr og programvare, fleksibelt og leverandøruavhengig.

### 2.7.3 De forskjellige OPC-spesifikasjonene

For tiden er det 11 ferdige spesifikasjoner, se Figur 2-14 og Tabell 2-6, men de er stadig under utvikling. De mest brukte er OPC Data Access, OPC Alarms and Event og OPC Historical Data Access.



Figur 2-14 Oversikt over de 11 utgitte OPC- spesifikasjonene.[6]

Tabell 2-6 Utgitte OPC-standarder med beskrivelse.[5]

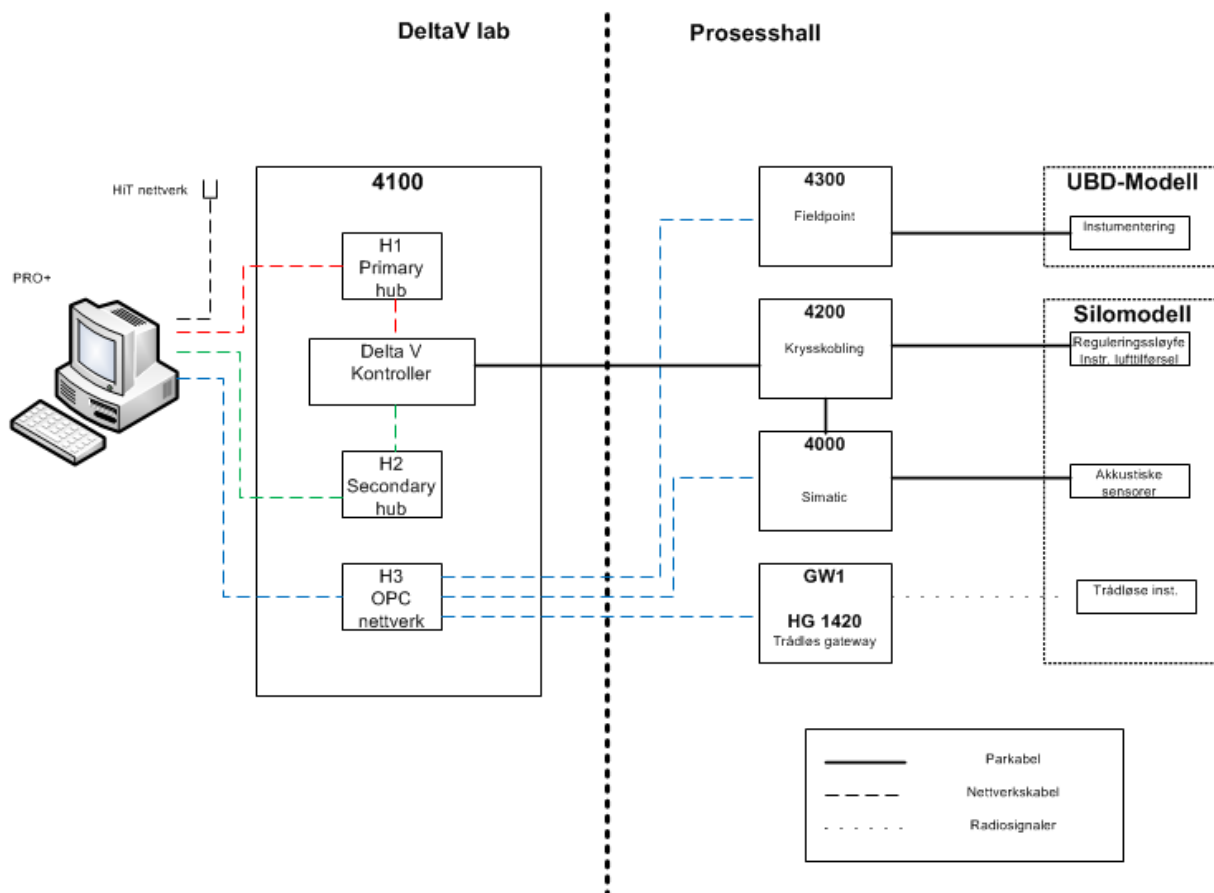
Spesifikasjon	Beskrivelse
<b>Unified Architecture</b>	Nyeste standard som innbefatter alle underliggende spesifikasjoner
<b>Security</b>	Standard som spesifiserer klientaksess til OPC-utstyr og systemer
<b>Common Definitions</b>	Definisjoner som gjelder for flere spesifikasjoner
<b>Complex Data</b>	Standard som spesifiserer kommunikasjon med komplekse datatyper som binærdata og XML dokumenter
<b>Alarm and Events</b>	Standard som spesifiserer overvåking av hendelser
<b>Historical Data Access</b>	Standard som spesifiserer kommunikasjon med lagret/historisk data
<b>Commands</b>	Standard som spesifiserer kommunikasjon av kontrollkommandoer til utstyrsenheter og systemer
<b>Data Access</b>	Standard som spesifiserer kommunikasjon med sanntidsdata
<b>XML Data Access</b>	Standard som bygger på Data Access spesifikasjonen, men med mulighet for kommunikasjon med XML
<b>Batch</b>	Standard som bygger på Data Access spesifikasjonen, men med tillegg tilpasset batch-prosesser
<b>Data eXchange</b>	Standard som spesifiserer kommunikasjon mellom OPC-servere i industrielle nettverk

### 3 INSTALLASJON OG MONTERING

I dette kapittelet beskrives det ferdige anlegget og arbeidet som er blitt utført.

#### 3.1 Anlegget som skal styres med DeltaV

Hovedkomponentene som inngår i anlegget er framstilt i blokker på Figur 3-1, og befinner seg i prosesshallen og DeltaV-laben ved HiT.



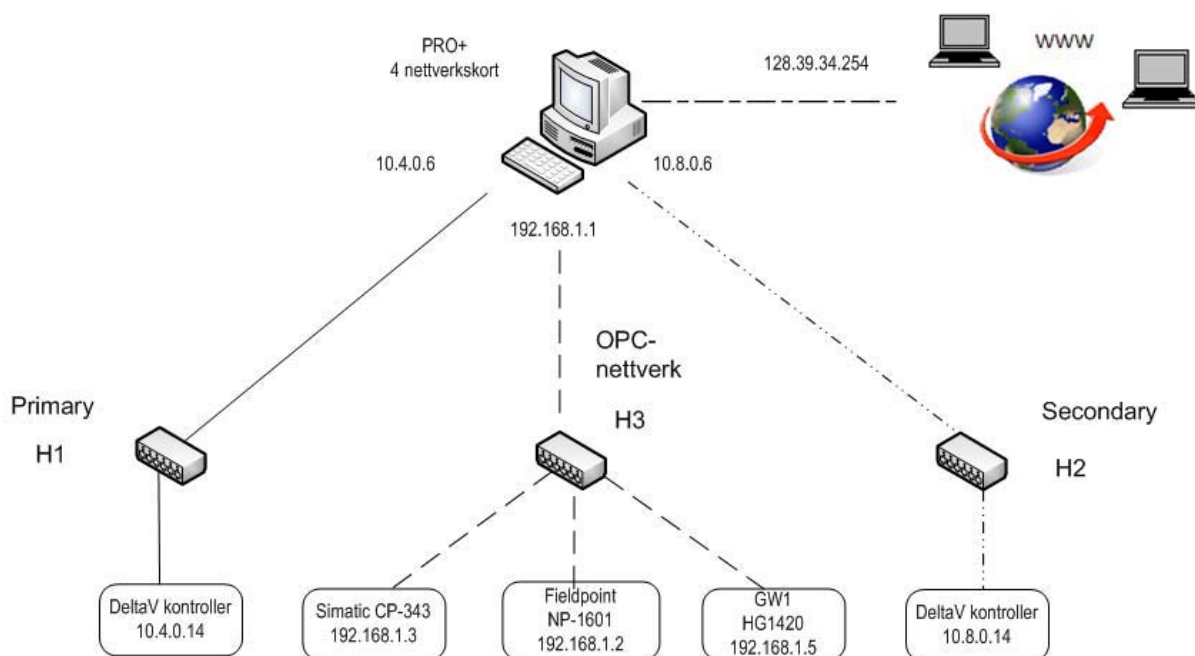
Figur 3-1 Oversiktsbilde for anlegget som styres med DeltaV. Forbindelsene på tegningen viser fysisk medium for innhenting av data fra de ulike anleggsdelene.

Kommunikasjonsteknologiene som benyttes i styresystemet; Ethernet, TCP/IP, HART, WirelessHART, Foundation Fieldbus og OPC er beskrevet i kapittel 2.



### 3.2 Styresystemets arkitektur

Det er lagd et eget Ethernet-nettverk for kommunikasjon mellom de ulike komponentene som inngår i styresystemet. Nettverket er bygget opp som et SCADA-system, se Figur 3-2.



Figur 3-2 Oversiktstegning med de fire ulike nettverkene som inngår i styresystemet og tilhørende IP-adresser. De ulike nettverkene er framstilt med forskjellige linjer.

Kontrollernettverket, primary og secondary, skal fortrinnsvis kun bestå av DeltaV komponenter da andre typer komponenter kan virke forstyrrende.

I industrielle sammenhenger ville det blitt brukt skjermet nettverkskabel, STP, og switch-er i nettverket. En avveining av økonomiske og praktiske hensyn har ført til at det er blitt benyttet UTP og hub-er i stedet.

UTP kablen er lettere og arbeide med og billigere i innkjøp enn STP. Den har en trase som gjør at påvirkningen fra elektromagnetisk støy skal bli minimal.

Hub-ene har vært i bruk tidligere og trengtes derfor ikke å kjøpes inn.

Nettverkene inneholder få komponenter og selv om hub-ene arbeider på lag 1 i OSI-modellen og sender til alle tilkoblede enheter blir belastningen minimal. Det benyttes ikke andre virkemidler for å styre nettverket enn de innebygde protokollene i TCP/IP og Ethernet-standarden, se kapittel 2.

### 3.3 DeltaV-lab

Dette delkapittelet beskriver utstyret i DeltaV-laben og arbeidet som er utført der.

#### 3.3.1 PRO+

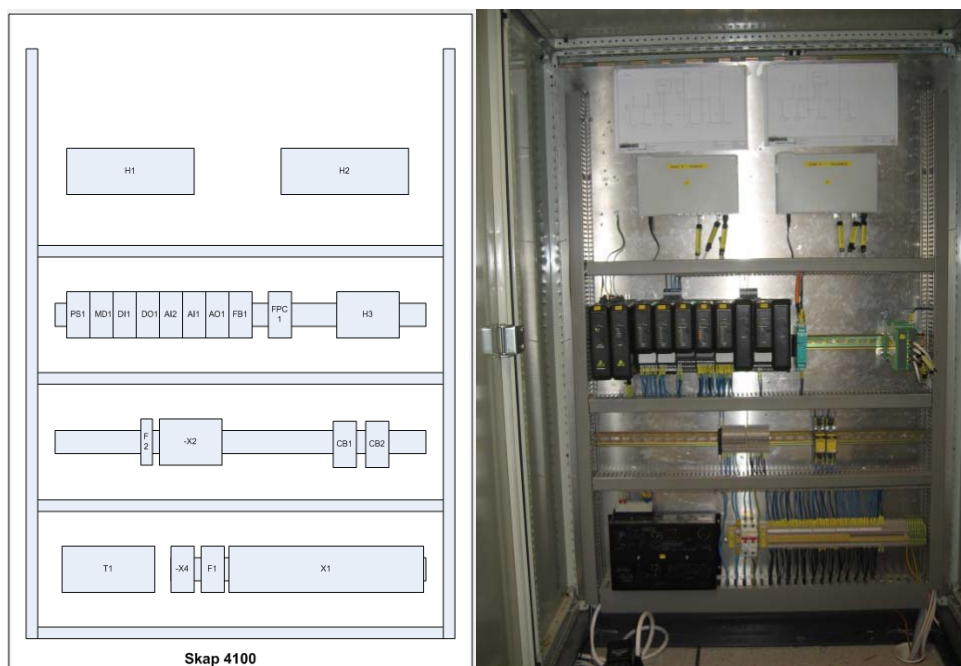
PRO+ bruker Windows 2003 Server som operativsystem. Harddisken har to partisjoner som anbefalt ved installasjon av DeltaV ver. 9.3. Det har blitt installert OPC-servere og software for bruk av OPC-verdier. PRO+ er satt opp med fire ulike nettverkskort, et for hvert tilkoblet nettverk. Tabell 3-1 gir en fullstendig oversikt over nettverkskort og aktuell konfigurasjon. Nettverkskonfigurasjonen av nettverkskortene til kontrollnettverket gjøres automatisk av DeltaV Ver.9.3.

*Tabell 3-1 Nettverkskort i PRO+ med aktuell konfigurasjon.*

Nettverk	IP-adresse	Nettmaske	DNS	Gateway	Fabrikat
HiT	128.39.34.254	255.255.254.0	128.39.198.39	128.39.34.1	Broadcom
Primary	10.4.0.6	255.254.0.0	10.4.0.6	-	3Com
Secondary	10.8.0.6	255.254.0.0	10.8.0.6	-	3Com
OPC-nettverk	192.168.1.1	255.255.255.0	-	-	Realtek

### 3.3.2 Skap 4100

Styreskap 4100, se Figur 3-3, er hovedskapet for anlegget. Figur 3-1 og Tabell 3-2 gir en oversikt over utstyr i skapet. Det er blitt lagt vekt på å få samlet alt koblingsutstyr i ett skap på DeltaV-labben for å gjøre anlegget kompakt og oversiktlig. Skap 4100 er bygget om og overflødig utstyr er fjernet og nytt satt inn. Se Vedlegg C for dokumentasjon.



Figur 3-3 Skap 4100, styreskapet på DeltaV-lab, med koblingsutstyr, DeltaV-utstyr og nettverkshub-er. Arrangementstegning til venstre og bilde til høyre. Se Vedlegg C for større tegning.

Tabell 3-2 Oversikt over DeltaV-utstyr i skap 4100.

Tag	Utstyr	Tag	Utstyr
PS1	System Power Supply DCC	H1	Hub Primary
MD1	Controller MD	H2	Hub Secondary
DI1	Discrete In 24 VDC Isolated	H3	Hub OPC-nettverk
DO1	Discrete Out 24 VDC Isolated	FPC1	KLD2-PC
AI1	Analog In 4-20 mA HART	F1-2	Sikringer
AI2	Analog In 4-20 mA HART	CB1-2	Galvaniske skiller
AO1	Analog Out 4-20 mA HART	T1	Powersupply
FB1	Fieldbus H1	X1,2,4	Rekkeklemmer

### 3.4 Modellene i prosesshallen

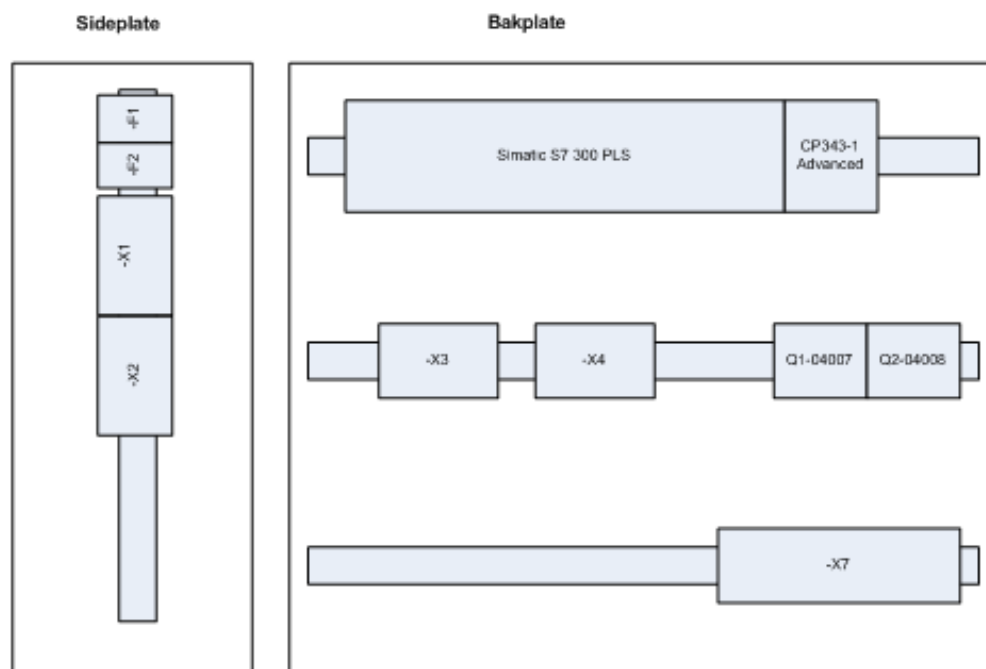
Arbeidet som er blitt gjort i prosesshallen kan knyttes opp mot de to respektive modellene. Elektriske koblinger og ombygning er dokumentert i Vedlegg C.

#### 3.4.1 Silomodell

På silomodellen er kabler til instrumenter skiftet ut og trukket til krysskoblingsskapet 4200. Styreskapet 4000 er montert på silomodellen. Skapet bar preg av flere provisoriske ombygninger, se Figur 3-4, og har tidligere vært brukt i andre oppgaver. Overflødig utstyr er blitt fjernet og dokumentasjon er oppdatert. På Figur 3-5 vises innholdet i skap 4000, og i Tabell 3-3 er det en oversikt over utstyret.



Figur 3-4 Til venstre skap 4000 før gjennomgang, til høyre etter.

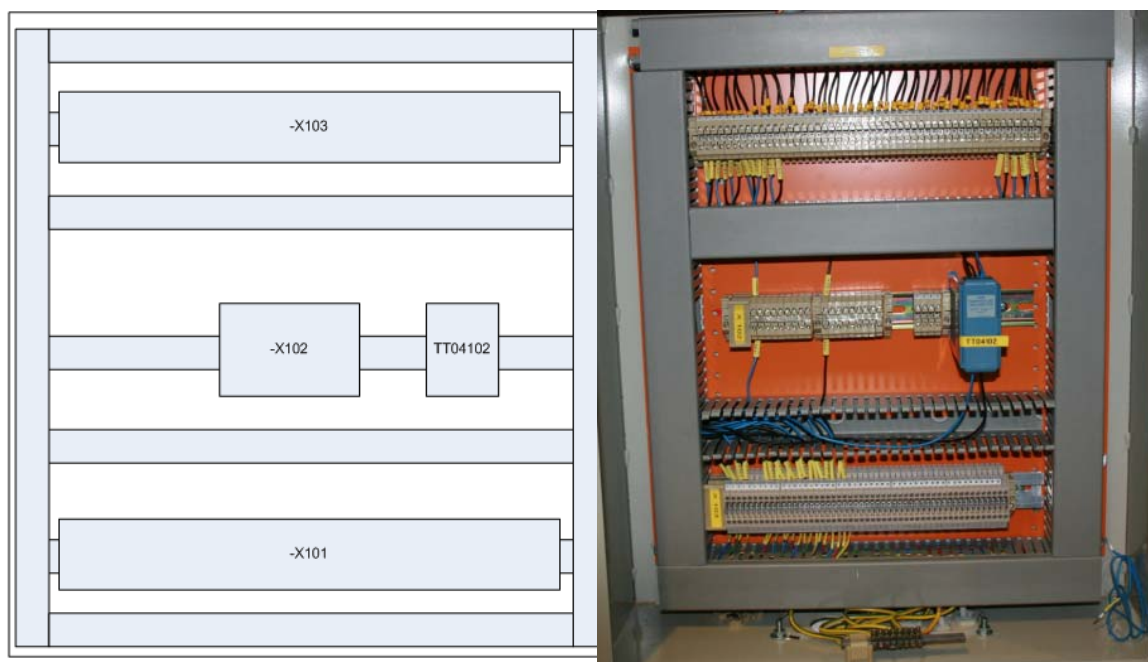


Figur 3-5 Arrangementstegning for skap 4000.

Tabell 3-3 Utstyr i skap 4000.

Tag	Utstyr	Tag	Utstyr
	Simatic S7-300 PLS	Q1-04007, Q2-04008	Millitronics CU-02, omformer for akustikksensorer
	CP343-1 Advanced kommunikasjonsmodul	F1-F2	Sikringer
X1-2	Rekkeklemmer med sikringer	X3,4,7	Rekkeklemmer

Skap 4200, se Figur 3-6, er montert i prosesshallen og brukes som krysskoblingsskap mellom 4100 og instrumentene på silomodellen. Det er lagt en flerlederkabel mellom 4200 og 4100 som gir tilgang til analoge og digitale inn- og utganger i Delta- systemet fra prosesshallen. Det er tilrettelagt for 24 VDC strømforsyning fra omformerer i 4100 slik at det er lett å utvide eller bygge om anlegget etter behov. Skapet er blitt bygget i løpet av prosjektet og montert på vegg i prosesshallen. Utstyret i skapet er rekkeklemmer og en temperaturtransmitter.



Figur 3-6 Krysskoblingsskapet 4200 som er montert i prosesshallen. Til venstre arrangementstegning med rekkeklemmer og transmitter.

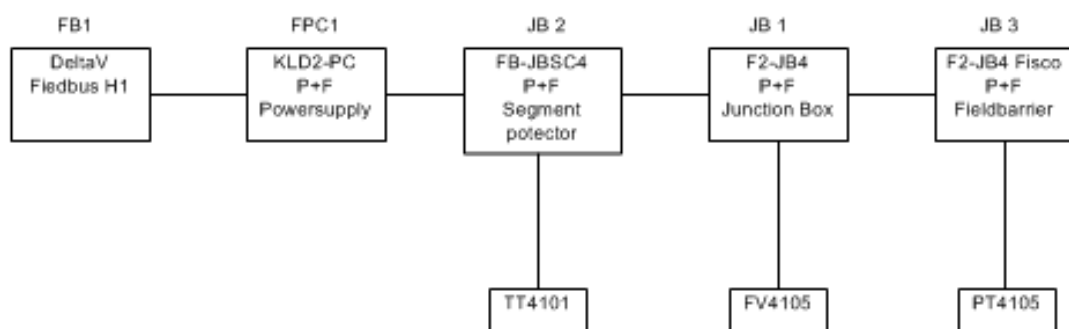
Lufttilførselen, se Figur 3-7, til silomodellen er blitt montert og modifisert. Røret med instrumentering er blitt montert på supportter av tre og plassert langs yttervegg for å oppta minimalt med plass. Trådløse instrumenter er montert sammen med konvensjonelle for sammenligning.



Figur 3-7 Lufttilførsel med instrumenter i forgrunnen. Koblingsbokser for feltbuss og krysskoblingskap i bakgrunnen.

Feltbussinstrumentene som er montert på lufttilførselen er koblet opp som på Figur 3-8. Koblingsboksene og grensesnitt for segmentering er gjort med Fieldconnex fra Pepperl+Fuchs. Topologiene og enhetene fra Pepperl+Fuchs gjør at feltbussanlegget er lett å utvide med tanke på tilkobling og tilgjengelig strømforsyning. Funksjonene til de ulike enhetene i Figur 3-8 er beskrevet i Tabell 3-4.

Feltbussen som brukes er Foundation Fieldbus H1. FB1 fungerer som LAS i anlegget og syklustidene for innhenting av data fra modulene er konfigurert med Control Studio. Topologien er i samsvar med de anbefalingen som er beskrevet i kapittel 2.



Figur 3-8 Feltbusstopologien i prosjektet.

Tabell 3-4 Feltbussutstyr i prosjektet.

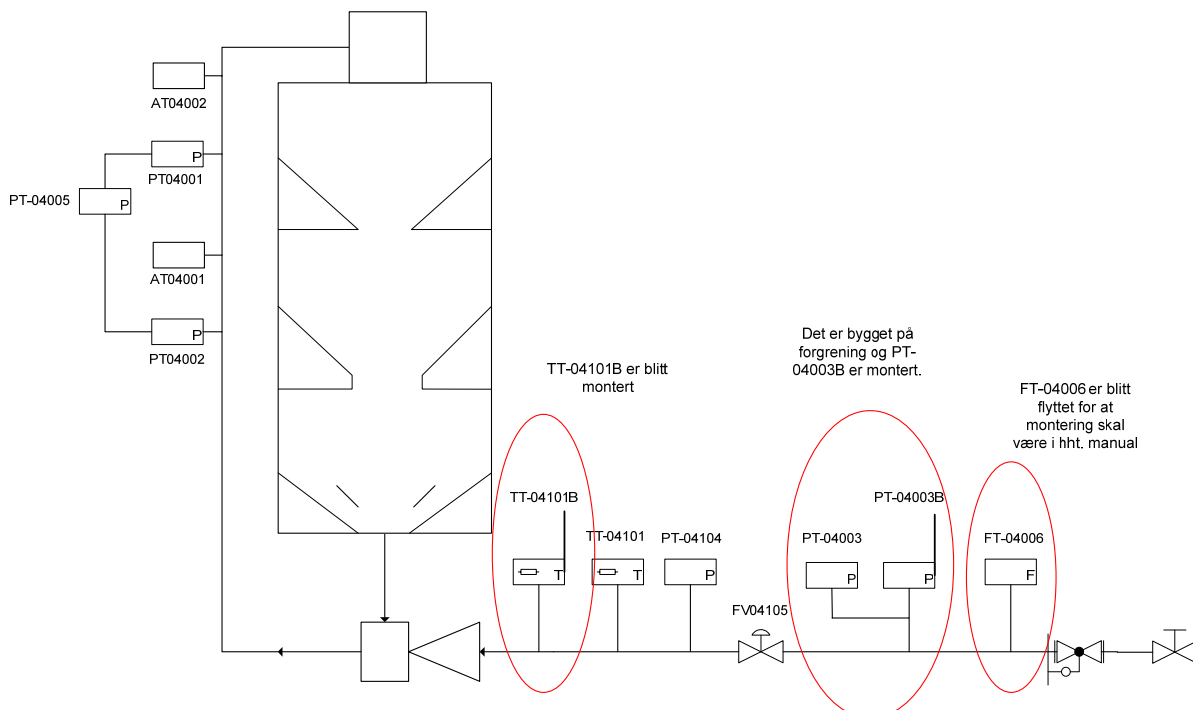
Tag	Utstyr	Funksjon
FB1	DeltaV Fieldbus H1	Inngangskort for å koble FF H1 til DeltaV kontrolleren. Kan brukes som strømforsyning for instrumenter på bussen, maks belastning 300 mA.
FPC-1	Pepperl+Fuchs KLD2-PC	Strømforsyning for feltbussinstrumenter, maks belastning 1 A.
JB2	Pepperl+Fuchs F2-JBSC4 Segment Protector	Deler bussen opp i ulike segmenter. En kortslutning på et segment påvirker ikke resten av bussen, og en oppnår høyere driftssikkerhet.
JB1	Pepperl+Fuchs F2-JB4 Junction Box	Brukes til å lage forgreininger. Lett å koble til nye instrumenter i trestruktur.
JB3	Pepperl+Fuchs F2-JB4 Fisco/Field Barrier	Feltbarriere som begrenser energien ut til tilkoblede instrumenter. For bruk i områder som er med forhøyet eksplosjonsfare.
TT-4101	Rosemount 3244MV	Temperaturtransmitter.
FV-4105	Samson Pneumatic Control valve Type 241-7	Reguleringsventil for lufttilførselen. Brukes som pådragsorgan i reguleringsløyfen for lufttilførsel.
PT-04105	Rosemount 3051	Trykktransmitter, måler differanse trykk mellom tilførsel og atmosfære

Det benyttes to trådløse transmittere og en tilhørende gateway, se Figur 3-9. Gateway-en er montert på vegg med fri sikt til transmitterne. Ettersom transmitterne er foran gateway-en blir blindsonen som oppstår på baksiden uvesentlig for kommunikasjonen. Det begrensede området og de få komponentene som inngår i det trådløse nettverket gjør at hensyn som maksimal avstand til gateway, forbindelser mellom trådløse enheter og bruk av flere gateway-er er irrelevant [20]. Det trådløse utstyret kommuniserer seg i mellom med WirelessHART, se manual i Vedlegg F, og gateway-en benytter seg av Ethernet og OPC DA for kommunikasjon med PRO+.



Figur 3-9 Trådløst utstyr som brukes i prosjektet, til venstre TT04101B, i midten GW1 og til høyre PT04003B.

Silomodellen har fått påmontert lufttilførsel og tilhørende instrumentering, se teknisk flytskjema på Figur 3-10.

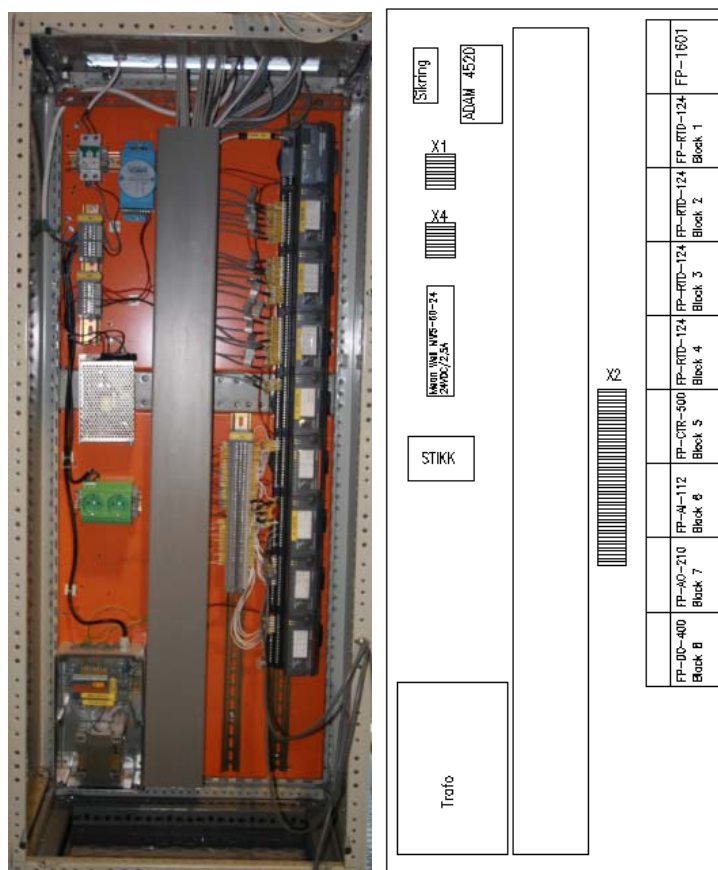


Figur 3-10 Teknisk flytskjema for silomodellen når alt utstyr er montert. Arbeidet som er gjort utover tilstanden på Figur 1-3 er markert ut med ringer.



### 3.4.2 UBD-modell

Skap 4300, se Figur 3-11, er styreskapet for UBD-modellen. Det inneholder rekkeklemmer, strømforsyning og Fieldpoint-moduler, se Tabell 3-5, for å samle inn data fra UBD-modellen. Skapet er ikke modifisert utover at det er satt inn en modul for Ethernet-kommunikasjon i stedet for RS485.



Figur 3-11 Skap 4300, styreskap for UBD-modellen.

Tabell 3-5 Fieldpoint-moduler i skap 4300, for utfyllende informasjon se Vedlegg F.

Tag	Utstyr	Tag	Utstyr
	NP-1601 Ethernet-modul	ADAM 4500	Seriekommunikasjon, ikke i bruk
Block 1-4	FP-RTD-124, tilkobling av RTD-elementer	X1,2,4	Rekkeklemmer
Block 5	FP-CTR-500, tellermodul	Block 6	FP-AI-112 Analog inngangsmodul
Block 7	FP-AO-210, Analog utgangsmodul	Block 8	FP-DO-400 Diskret inngangsmodul

## 4 KONFIGURERING AV PROGRAMVARE

I dette kapittelet beskrives det utførte arbeidet i forbindelse med programvareoppsettet.

### 4.1 Konfigurering av DeltaV systemet

Etter installasjon av DeltaV Ver.9.3 må systemet konfigureres. Lisensene for å bruke systemet må tildeles PRO+ ved å laste dem inn i DeltaV Explorer. En tilkoblet kontroller som ikke er blitt satt i funksjon vil bli liggende under "Decommissioned nodes" til den tilknyttes et fysisk nettverk i DeltaV Explorer. Tilknyttingen skjer ved å dra kontrolleren til det fysiske nettverket og slippe den.

Systemet har en "autosense" funksjon og finner automatisk fram til installerte I/O-kort. Etter at kontrolleren med tilhørende kort er satt opp, sjekkes "system preferences" for å påse at DeltaV-systemet er satt opp til å benytte Foundation Fieldbus.

Lisensen i systemet knyttes til hvor mange tag som benyttes i kontrollstrategien. Det finnes to typer tag i DeltaV:

- Device Signal Tag, DST, er et tag som er knyttet til funksjonsblokker og kontrollmoduler.
- SCADA-tag er verdier som hentes ved hjelp av OPC og brukes til overvåkning. Disse knyttes til datafelter i kontrollmodulene.

Tilkoblede instrumenter som er lagt inn som DST-er i Control Studio tilknyttes deretter kanalene på I/O- kortene der de respektive instrumentene er tilkoblet. Hver enkelt kanal må enables i DeltaV Explorer før den kan brukes.

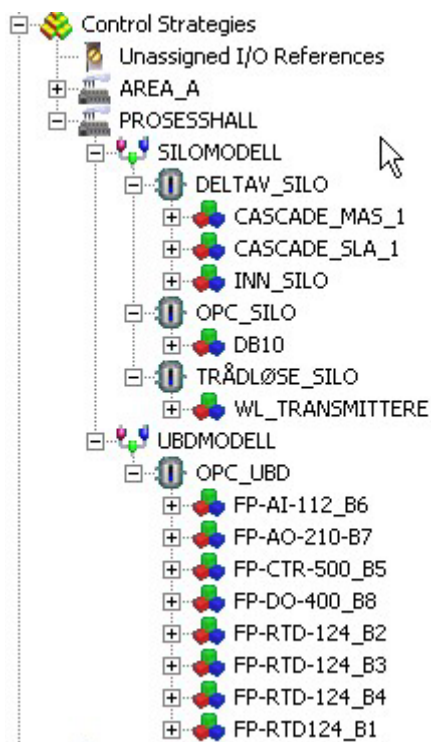
### 4.1.1 Kontrollstrategi

Programmet organiseres hierarkisk med bruk av forskjellige moduler der kontrollstrategi er det øverste nivået. I dette prosjektet er det opprettet et område som heter PROSESSHALL med modellene som egne prosessceller, se Figur 4-1. Prosesscellene i prosjektet heter SILOMODELL og UBDMODELL og er videre delt opp i enhetsmoduler som inneholder kontrollmoduler med datafelter og funksjonsblokker. Silomodellen inneholder følgende enhetsmoduler:

- DELTAV\_SILO, her kommer data fra kontrolleren i skap 4100
- OPC\_SILO, her hentes data inn via OPC fra Simatic S7
- TRÅDLØSE\_SILO, her hentes det inn data fra den trådløse gatewayen.

UBDMODELL har følgende enhetsmodul:

- OPC\_UBD, her hentes OPC-verdiene fra UBD-modellen



Figur 4-1 Hierarkisk oppbygning av kontrollstrategien i DeltaV Explorer.

### 4.1.2 Kontrollmoduler

Kontrollmodulene er modulene hvor selve programmeringen skjer. For å programmere brukes DeltaV Control Studio. I dette prosjektet er kontrollmodulene programmert med funksjonsblokker hvor hver funksjonsblokk har en egen oppgave, som for eksempel behandling av analoge inn- og utganger.

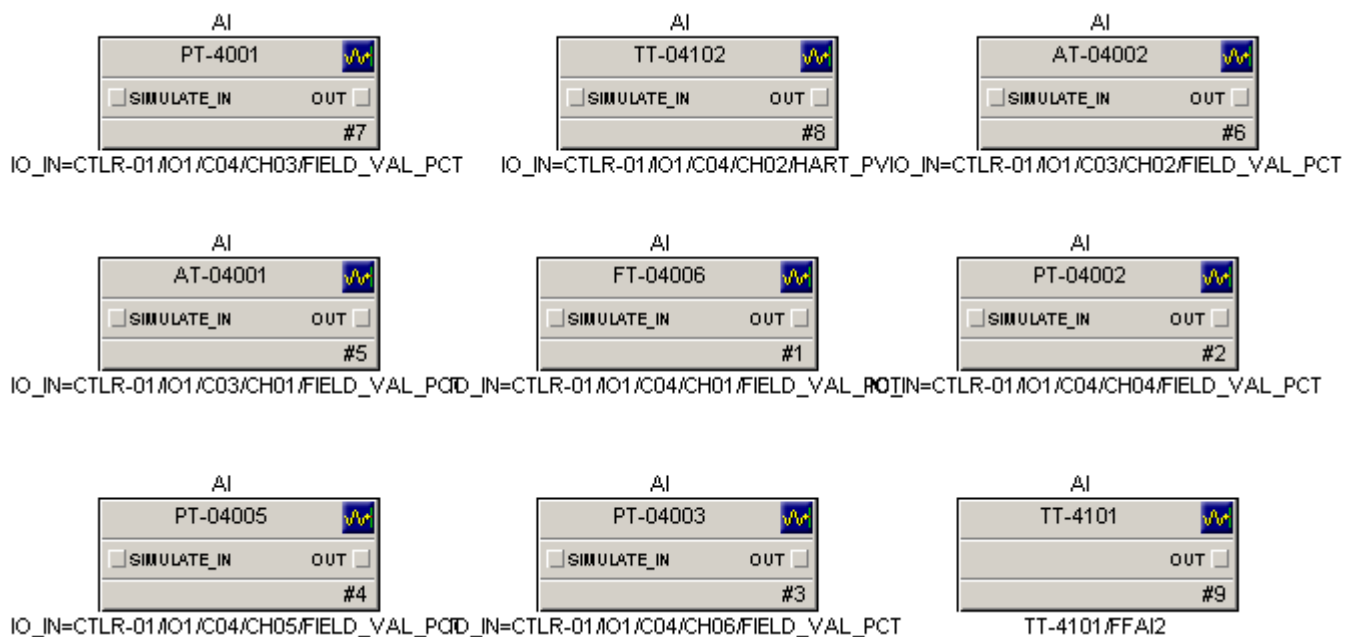
En analog inn- eller utganssblokk må adresseres til tag-et den skal få hente en verdi i fra. For å gjøre dette høyreklikkes det på den blokken som skal adresseres og man velger Assign I/O->To Signal Tag. Hvis det skal brukes en feltbusverdi må man velge Assign I/O->To Fieldbus. Ved

valg av en av disse vil et nytt vindu komme opp hvor man kan trykke på knappen browse og finne tag-et man ønsker å knytte til funksjonsblokken.

I prosjektet brukes det også ”input- og output parameter” blokker. Disse blokkene er interne parametre som brukes i forbindelse med OPC. Tilknytning av verdier til disse blokkene gjøres i DeltaV Mirror og OPC DataHub.

## INN\_SILO

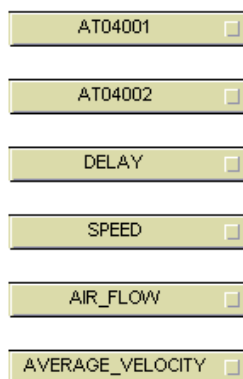
Dette er kontrollmodulen hvor det hentes inn verdier til kontrolleren fra silomodellen. Dette er analoge verdier som hentes inn ved hjelp av ”analog input” blokker. Innholdet i kontrollmodulen vises i Figur 4-2.



Figur 4-2 Analoge inngangsblokker i SILO\_INN.

## DB10

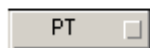
Denne modulen inneholder verdiene som hentes inn fra Simatic S7 PLS-en over OPC, se Figur 4-3.



Figur 4-3 ”Input parameter” blokker i DB10.

## WL\_TRANSMITTERE

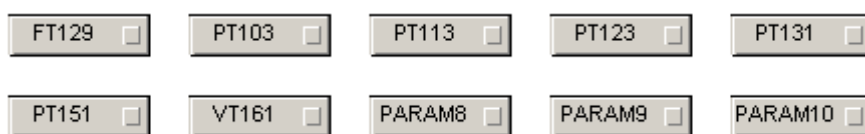
Denne modulen inneholder verdiene fra de trådløse transmitterne som hentes inn over OPC, se Figur 4-4.



Figur 4-4 "Input parameter" blokker i WL\_TRANSMITTERE.

## FP-AI-112\_B6

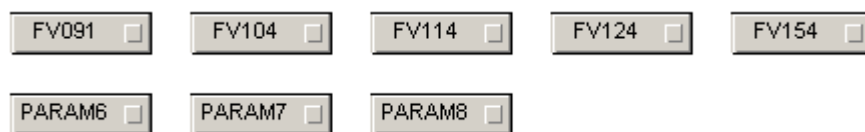
Denne kontroll modulen inneholder en "Input parameter" for hver inngang på Fieldpoint-modulen, se Figur 4-5.



Figur 4-5 "Input parameter" blokker i FP-AI-112\_B6.

## FP-AO-210-B7

Denne kontrollmodulen inneholder "Input parametere" for hver analoge utgang på Fieldpoint-modulen, se Figur 4-6.



Figur 4-6 "Input parameter" blokker i FP-AO-210-B7.

## FP-CTR-500\_B5

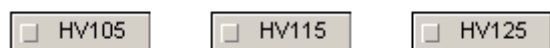
Denne kontroll modulen inneholder "Input parameter" for hver teller på Fieldpoint-modulen, se Figur 4-7.



Figur 4-7 "Input parameter" blokker i FP-CTR-500\_B5.

## FP-DO-400\_B8

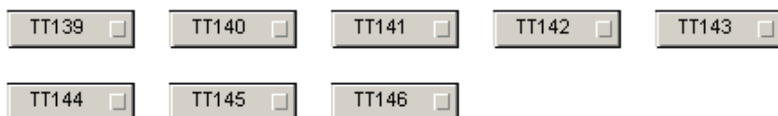
Denne kontrollmodulen inneholder "Output parameter" for hver digitale utgang på Fieldpoint-modulen, se Figur 4-8.



Figur 4-8 "Output parameter" blokker i FP-DO-400\_B8.

**FP-RTD-124\_B2**

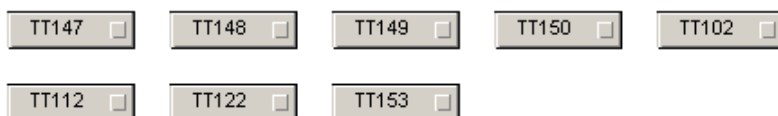
Denne kontrollmodulen inneholder en "Input parameter" for hver inngang på Fieldpoint-modulen, se Figur 4-9.



Figur 4-9 "Input parameter" blokker i FP-RTD-124\_B2.

**FP-RTD-124\_B3**

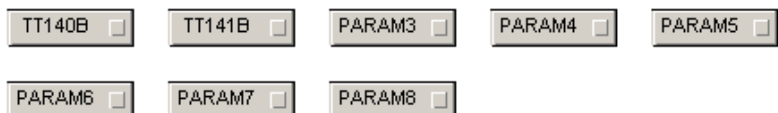
Denne kontrollmodulen inneholder en "Input parameter" for hver inngang på Fieldpoint-modulen, se Figur 4-10.



Figur 4-10 "Input parameter" blokker i FP-RTD-124\_B3.

**FP-RTD-124\_B4**

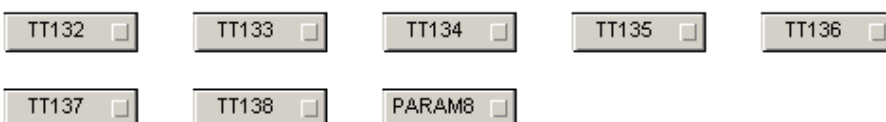
Denne kontrollmodulen inneholder en "Input parameter" for hver inngang på Fieldpoint-modulen, se Figur 4-11.



Figur 4-11 "Input parameter" blokker i FP-RTD-124\_B4.

**FP-RTD124\_B1**

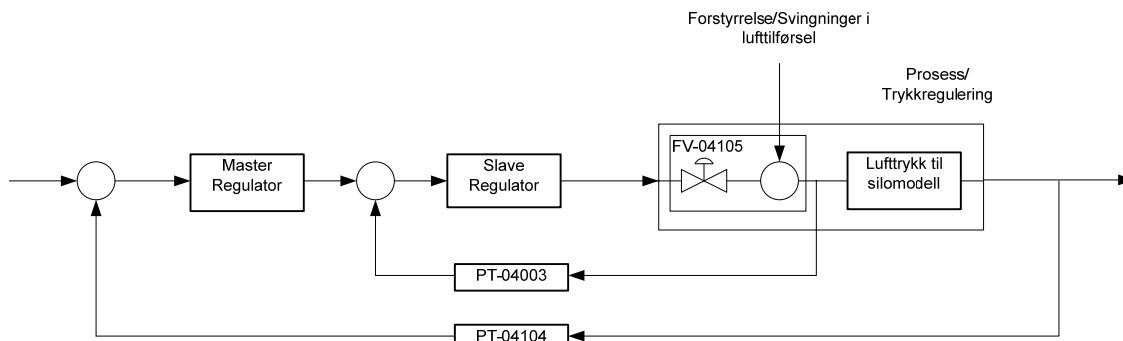
Denne kontrollmodulen inneholder en "Input parameter" for hver inngang på Fieldpoint-modulen, se Figur 4-12.



Figur 4-12 "Input parameter" for FP-RTD124\_B1.

### 4.1.3 Kaskaderegulering av lufttrykket på silomodellen

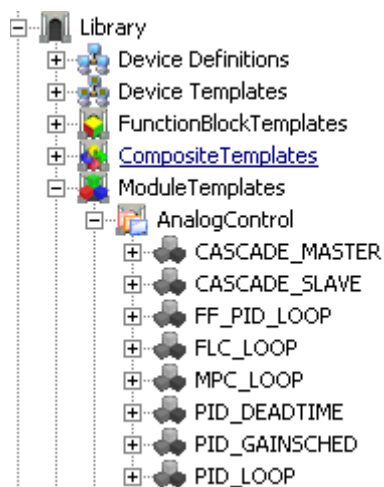
Trykket nedstrøms ventilen i lufttilførselen reguleres med en kaskaderegulering, se Figur 4-13. Reguleringsløyfen består av en reguleringsventil og to trykktransmittere. Det er brukt to ferdiglagde kontrollmoduler fra DeltaV-biblioteket i DeltaV Explorer, se Figur 4-14.



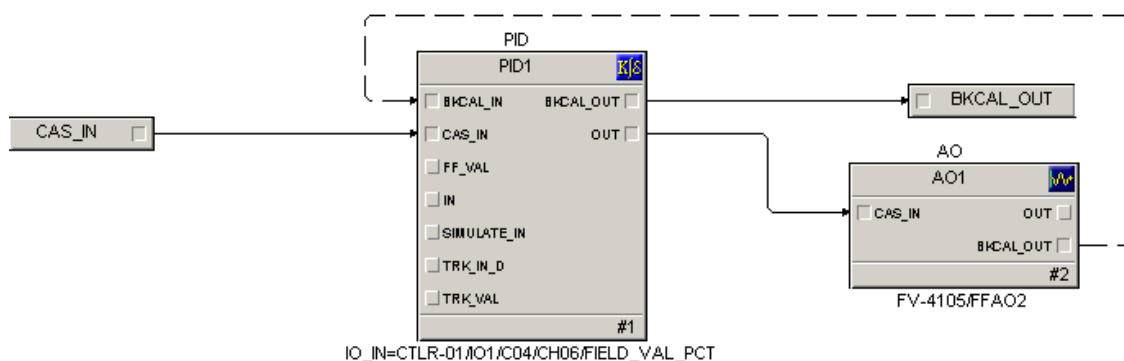
Figur 4-13 Blokkskjema for kaskadereguleringen av trykket nedstrøms ventilen i lufttilførselen.

De to ferdiglagde kontrollmoduler er kopiert ned i enhetsmodulen DELTAV\_SILO og redigert i DeltaV Control Studio:

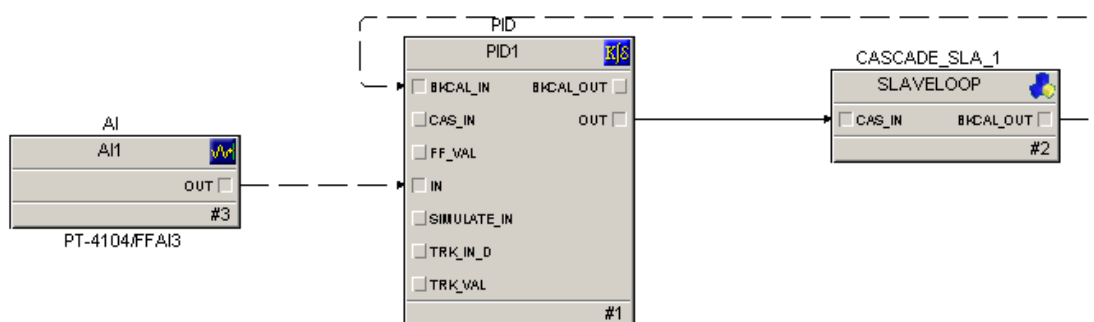
- CASCADE\_SLAVE, se Figur 4-15
- CASCADE\_MASTER, se Figur 4-16



Figur 4-14 Biblioteket i DeltaV Explorer hvor blant annet de ferdiglagde kontrollmodulene for kaskadereguleringen ligger.



Figur 4-15 Funksjonsblokkene i slaveregulatoren. Utgangssignal fra PID1 går til reguleringsventilen FV-4105. CAS\_IN på PID1 er settpunktet til slaveregulatoren og kommer ifra utgangssignalet til masterregulatoren. Prosessvariabelen, IN, er PT-4003 og adresseres internt i PID-blokken. BKCAL\_OUT brukes for å forhindre reset windup.



Figur 4-16 Funksjonsblokkene i masterregulatoren. Utgangssignal fra PID1 går til slaveregulatoren. Prosessvariabelen, IN, er PT-4104 og hentes fra AI1. BKCAL\_OUT brukes for å forhindre reset windup.

Kontrollparametrene for reguleringen er identifisert ved å bruke DeltaV InSight som følger med i DeltaV ver.9.3. InSight er et verktøy som kan brukes til å finne optimale parametre og gjøre innstillinger for bruk i reguleringer, se [7].

Kaskadereguleringen for trykket i lufttilførselen ble tunet som to separate PI-reguleringer. Først ble mastersløyfen satt i manuell og slavesløyfen i auto. Da slavesløyfen var tunet, ble den satt i kaskade og mastersløyfen ble så tunet. Parametrene for reguleringen finnes i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Kontrollparametre for master- og slaveregulator

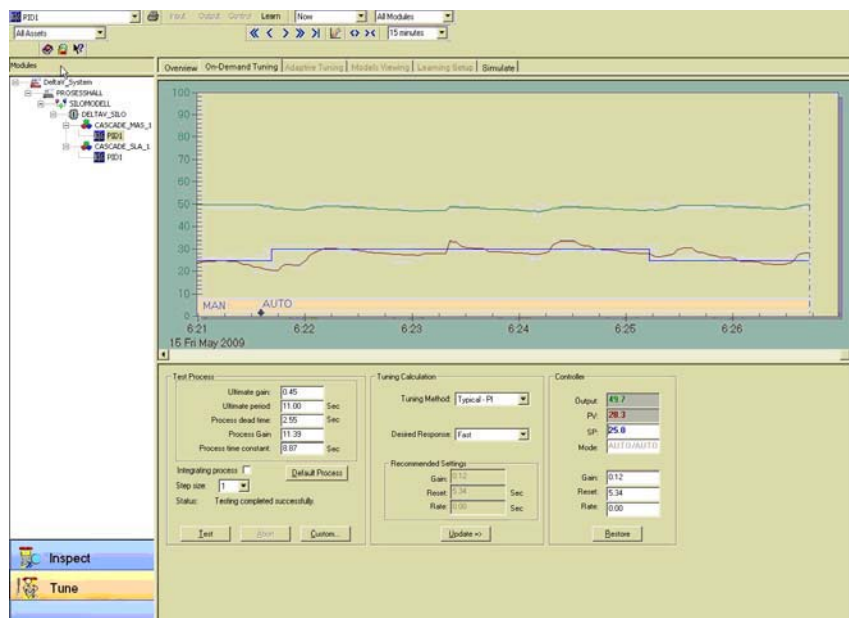
Parameter	Mastersløyfe	Slavesløyfe
Gain (P)	0,13	1,05
Reset (I)	37,18	3,37
Rate (D)	0	0



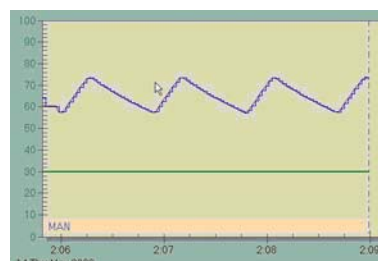
Utprøving av reguleringen, se Figur 4-17, viser at følgeegenskapene til reguleringen er tilstrekkelige, mens kompenseringsegenskapene ikke er gode nok til å holde prosessverdien på settpunktet. Det er for kraftige forstyrrelser i reguleringssløyfen til at prosessverdien lar seg stabilisere. Forstyrrelsen, trykksvingninger på skolens trykkluftanlegg, er logget med DeltaV InSight og kan ses ut av grafen på Figur 4-18.

Settpunktet for mastersløyfen er satt til 50%, tilsvarende 1,24 bar. Settpunktet er valgt med hensyn på utstyret i reguleringen. FV-04105 har for stor kapasitet i forhold til lufttilførselen og regulerer bare i området 0-45 %. Ved 45 % åpning er det full gjennomstrømning og ytterligere pådrag påvirker ikke prosessverdien. Med 50 % som settpunkt for prosessverdien arbeider ventilen i området rundt 25 %, noe som sikrer at det er tilgjengelig pådrag til å regulere.

I utgangspunktet var reguleringen planlagt som en PI-regulering med strømningsmåling fra FT-04006 som prosessverdi. Da det viste seg at trykkvariasjonene gjorde det umulig å få en jevn regulering ble det i stedet lagd en trykkregulering. Kapasitetsproblemet fører til at det er prioritert en trykkregulering på bekostning av pellets-gjennomstrømning i silomodellen.



Figur 4-17 Sprang i settpunkt for mastersløyfen ved bruk av parametre fra Tabell 4-1.



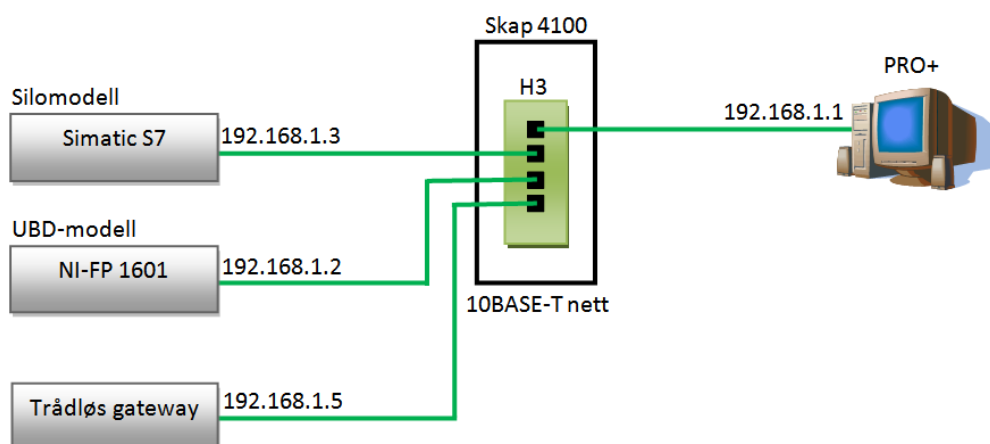
Figur 4-18 Trykksvingninger i lufttilførselen, trykket er målt med PT-04003 mens FT-04006 kjøres i manuell med konstant åpning. PT-04003 hadde et måleområde på 0 – 8 bar under forsøket. Svingningene i trykklufttilførselen tilsvarer da ca. 1,28 bar.

## 4.2 OPC-konfigurasjon

Dette kapittelet tar for seg programvaren for OPC og hvordan OPC-nettverket er satt opp.

### 4.2.1 OPC-servere

I dette prosjektet er det brukt OPC-kommunikasjon mellom DeltaV-programvaren, National Instruments datainnsamlingsystem på UBD-modellen, Simatic S7 PLS-en på silomodellen og den trådløse gateway-en, se Figur 4-19. Dette er gjennomført med bruk fire OPC DA servere og to<sup>8</sup> OPC DX servere, se Tabell 4-2.



Figur 4-19 Fysisk oppkobling av OPC-nettverket, alle OPC-serverne ligger på PRO+.

Tabell 4-2 Oversikt over OPC-servere installert på Pro + som brukes i prosjektet.

Navn	Kommunikasjon mot	Tilhørende utstyr	Type OPC server
<b>National Instrument.OPCFieldpoint</b>	Fieldpoint 1601	UBD-modell	OPC DA
<b>OPC.SimaticNET</b>	Siemens Simatic S7	Silo-modell	OPC DA
<b>EmersonProcess.GatewayOPCServerDA</b>	Trådløs gateway	Silomodell	OPC DA
<b>OPC.DeltaV.1</b>	DeltaV	-	OPC DA
<b>OPC Mirror</b>	-	-	OPC DX
<b>Cogent.OPCDataHub</b>	-	-	OPC DX

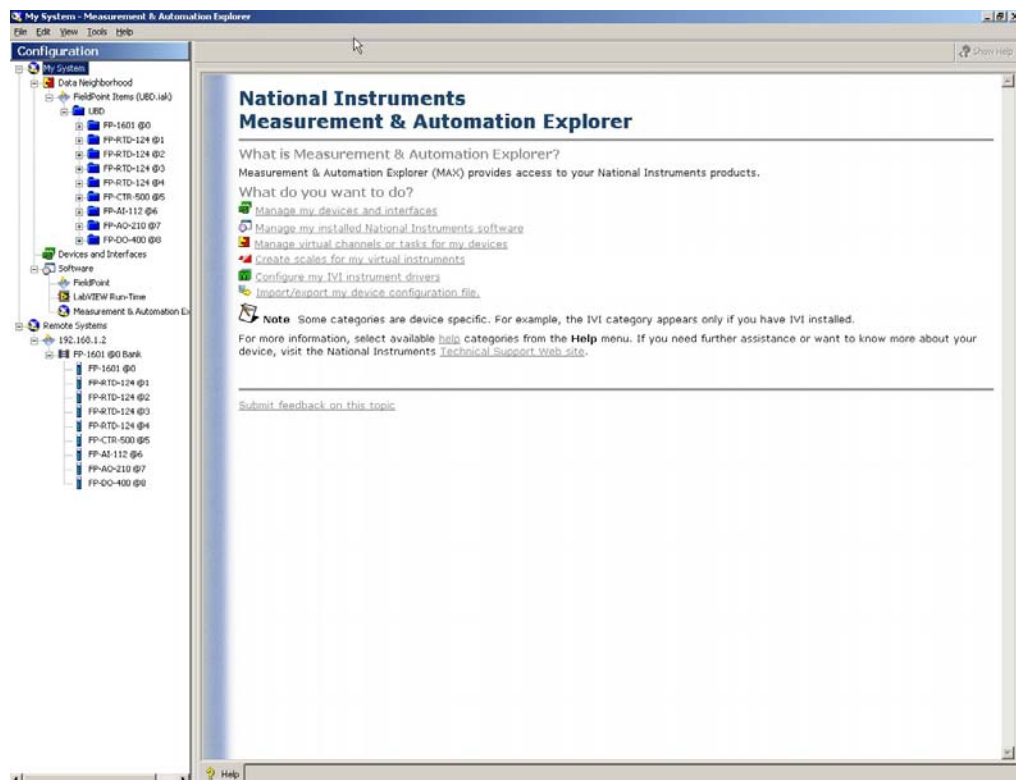
<sup>8</sup> Det brukes to OPC DX servere fordi OPC Mirror kun har lisens for tre OPC DA servere. OPC-data fra de trådløse instrumentene overføres til DeltaV via programvaren OPC DataHub, dette er en gratis demoversjon som kun fungerer en time før den må restarteres.

## 4.2.2 Oppsett av OPC-servere

I dette underkapittelet gjennomgås programmene som trengs for å installere og konfigurere OPC-serverne. For fullstendig forklaring til konfigurering og muligheter for oppsett henvises det til hvert enkelt programs hjelpefil.

## 4.2.3 OPC for UBD-modellen

UBD-modellen er koblet til OPC-nettverket via datainnsamlingssystemet Fieldpoint fra National Instruments. For å konfigurere Ethernet-modulens nettverksadresse brukes programmet ”Measurement & Automation”, se Figur 4-20, som er installert på PRO+.



Figur 4-20 Measurement & Automation, konfigurasjonsverktøy for Ethernet-modulen NI-FP-1601.

For førstegangsoppsett og endring av innstillinger på Ethernet-modulen henvises det til hjelpefunksjonen i programmet. Når nettverksinnstillingene er korrekte trengs ikke videre konfigurasjon for OPC da dette vil gå automatisk. Serveren ”National Instruments.OPCFieldpoint” vil nå alltid kjøre i bakgrunn på PRO+.

#### 4.2.4 OPC for silomodellen

På silomodellen kjøres det to OPC-servere, en for Simatic S7 PLS-en og en for den trådløse gateway-en.

For å kunne bruke OPC over Ethernet mot Simatic S7 er programvarepakken SIMATIC .NET installert. Her finnes programmene ”SIMATIC NCM Manager” og ”NetPro – Configuring Networks”, se Figur 4-21, som brukes for å konfigurere nettverksinnstillingene. Når nettverksinnstillingene er korrekte trengs ikke videre konfigurering for OPC da dette vil gå automatisk. Serveren ”OPC.SimaticNET” vil nå alltid kjøre i bakgrunn på PRO+.

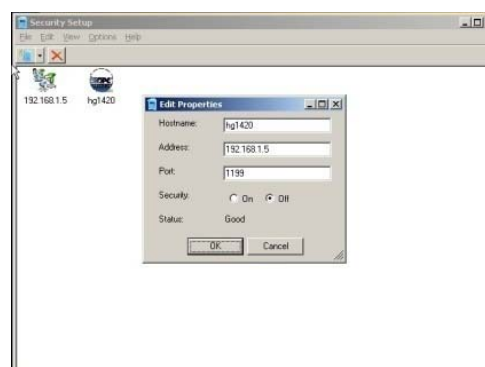


Figur 4-21 Programvare for konfigurering av kommunikasjon mot SIMATIC S7.

Verdiene fra de trådløse transmitterne på silomodellen overføres over Ethernet fra den trådløse gateway-en til PRO+. Programvaren for OPC-serveren følger med gateway-en og er installert på PRO+. For konfigurering av den trådløse gateway-en kan det brukes hvilken som helst nettleser, se Figur 4-22. OPC-serveren ”EmersonProcess.GatewayOPCServerDA” legges automatisk inn ved installasjon av medfølgende programvare. For å opprette kommunikasjon over Ethernet brukes programmet ”Security Setup”, se Figur 4-23.



Figur 4-22 Konfigurering av trådløs gateway i nettleseren Internet Explorer.



Figur 4-23 Programmet Security Setup som brukes for å aktivere OPC-kommunikasjon.

## 4.2.5 OPC Mirror

OPC Mirror er en lisensiert OPC DX server fra Emerson Process Management som for dette prosjektet gjelder for tre OPC-servere. Programvaren ligger på cd1 i DeltaV versjon 9.3 og er installert på PRO+. Når programvaren er installert legger det seg et ikon nede til høyre på oppgavelinjen, se Figur 4-24.



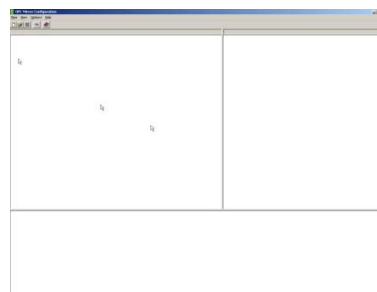
Figur 4-24 Ikon på oppgavelinjen for konfigurering av OPC Mirror.

Ved å høyreklikke på ikonet får man opp en meny hvor man velge "Configure" for å sette opp datalinker mellom OPC-servere, se Figur 4-25.

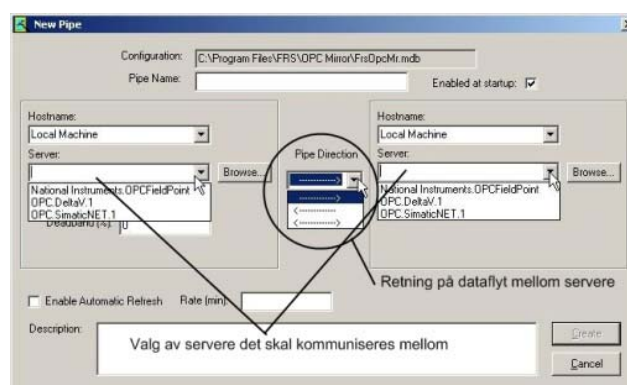


Figur 4-25 Velg Configure for å sette opp datakommunikasjon mellom OPC-servere.

Ved å trykke på "Pipe" i konfigurasjonsvinduet, se Figur 4-26, og velge "New pipe" får man opp vinduet hvor man kan velge hvilke servere man vil kommunikasjonen skal gå mellom, se Figur 4-27.

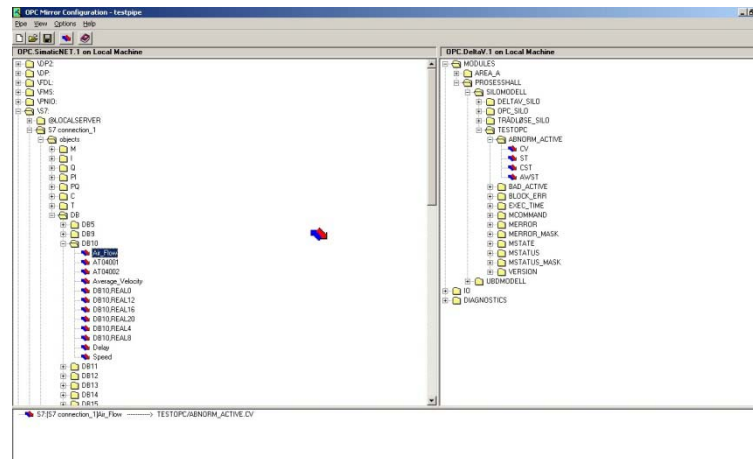


Figur 4-26 Konfigurasjonsvindu for OPC Mirror.



Figur 4-27 Oppsett for kommunikasjon mellom OPC-servere.

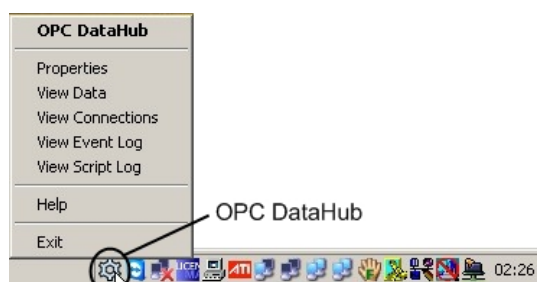
Når det er valgt hvilke OPC-servere det skal kommuniseres mellom og hvilken retning dataene skal flyte vil man få opp et katalogtre for hver OPC-server, se Figur 4-28. Forbindelser opprettes ved å dra ønsket avsenderverdi til ønsket mottakerverdi. I dette prosjektet er det opprettet to ”pipes”, en for UBD-modellen mot DeltaV og en for silomodellen mot DeltaV. For å se hvilke dataverdiforbindelser som er opprettet se Vedlegg D.



Figur 4-28 Dataverdier for OPC servere til høyre og venstre, opprettede forbindelser vises i nederste vindu.

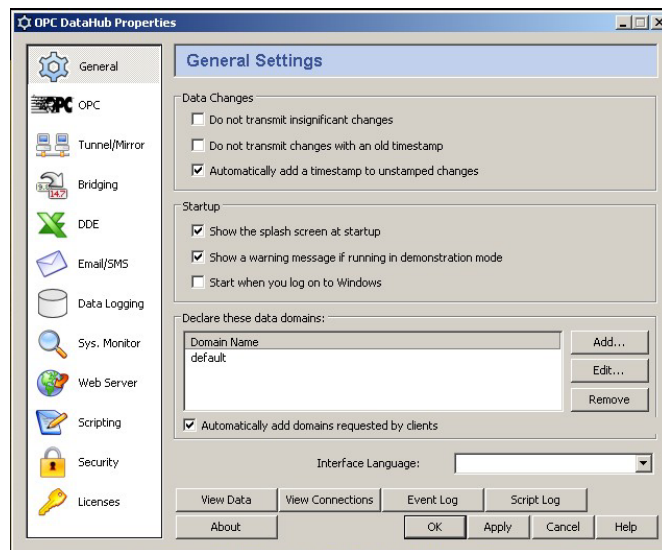
#### 4.2.6 OPC DataHub

OPC DataHub er en programvare med samme funksjon som OPC Mirror. Skolens lisens for OPC Mirror støtter kun tre OPC-servere derfor brukes OPC DataHub for kommunikasjon mellom OPC-serveren for de trådløse instrumentene og DeltaV. Programvaren som er installert er kun en gratisversjon og vil kun fungere en time før det må restarteres. All konfigurering skjer ved å høyreklikke på OPC DataHub ikonet som ligger på oppgavelinjen, se Figur 4-29, og velge Properties.



Figur 4-29 Høyreklikk og velg Properties for konfigurering av OPC DataHub.

Man vil da komme inn i konfigurasjonsvinduet, se Figur 4-30. For å se hvilke dataverdi forbindelser som er opprettet i dette prosjektet se Vedlegg D.



Figur 4-30 Konfigurasjonsvindu for OPC DataHub.

#### 4.2.7 OPC for DeltaV

OPC-serveren for DeltaV installeres automatisk sammen med programvaren til DeltaV ver.9.3. Det trengs ingen konfigurasjon av serveren da all relevant data som konfigureres i ”DeltaV Explorer” automatisk blir tilgjengelig i OPC-serveren ”OPC.DeltaV.1”.

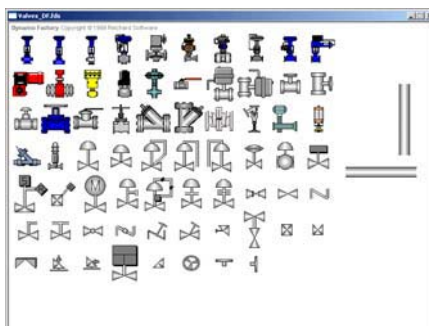
## 4.3 Skjermstyring i DeltaV

I dette kapitlet vil det bli gitt en kort gjennomgang av grunnleggende kunnskaper som trengs for å opprette et skjermbilde samt en forklaring til de tre opprettede skjermbildene i dette prosjektet. Det grafiske grensesnittet er laget i programvaren ”DeltaV Operate Configure” og kjøres i programvaren ”DeltaV Operate Run”. Hvis det ønskes en steg for steg gjennomgang av hvordan skjermbilder opprettes og god praksis for oppbygning anbefales det å bruke DeltaV Books Online, kapitlet ”Getting Started, Creating Operator Pictures” [7].

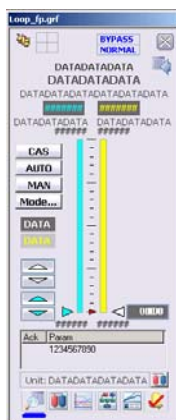
### 4.3.1 DeltaV Operate Configure

DeltaV Operate Configure er programvaren som brukes til å opprette skjermbildene som knyttes opp mot prosessene. For å kunne bruke programmet effektivt bør man kjenne til følgende grunnleggende funksjoner:

- **Dynamos** – Ferdiglagde tegninger/objekter av for eksempel motorer, ventiler og rør som lett kan tilegnes egenskaper som styres av data fra prosessen, se Figur 4-31.
- **Faceplate** – Ferdiglagde pop-up vinduer som for eksempel kan vise data tilknyttet en transmitter i skjermbildet, se Figur 4-32.
- **Links** – Ønskes animasjoner eller måleverdier i skjermbildet må disse linkes (Assign) opp mot for eksempel et DST som er opprettet i DeltaV Control Studio.



Figur 4-31 Ferdiglagde Dynamoer i DeltaV Operate Configure.



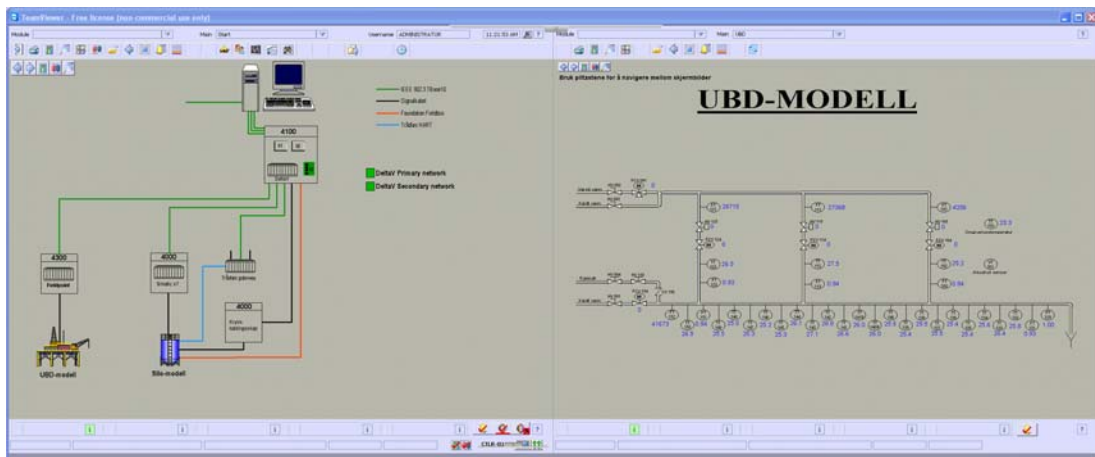
Figur 4-32 Eksempel på ferdiglaget Faceplate, i dette tilfellet for PID modul.





### 4.3.2 DeltaV Operate Run

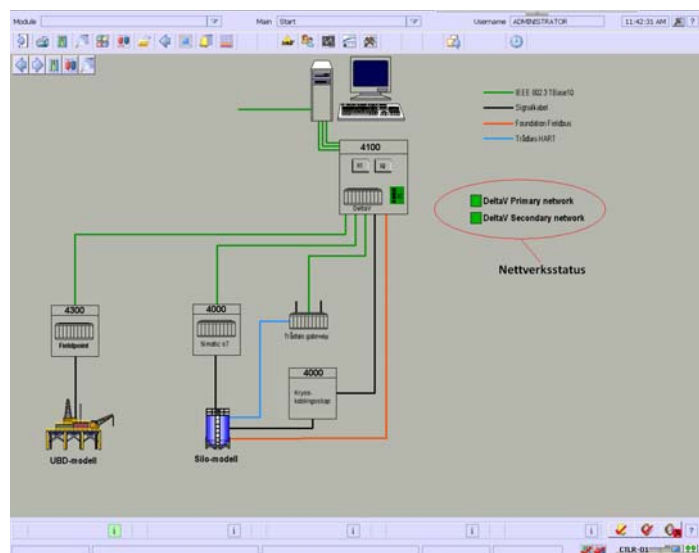
Skjermbildene man har laget kjøres med programmet ”DeltaV Operate Run”, se Figur 4-34. Programmet startes fra startmenyen i Windows, eller man kan bruke hurtigtastene ”Ctrl+W” hvis man er i programmet ”DeltaV Operate Configure”. PRO+ er konfigurert med to LCD skjermer slik at man har et skjermbilde på hver monitor.



Figur 4-34 DeltaV Operate Run med to av skjermbildene opprettet for prosjektet.

### 4.3.3 Skjermbildet Start.grf

Skjermbildet ”Start.grf”, se Figur 4-35, er et oversiktbilde over anlegget som også viser hvilke kommunikasjonsstandarder som brukes mellom de forskjellige enhetene.

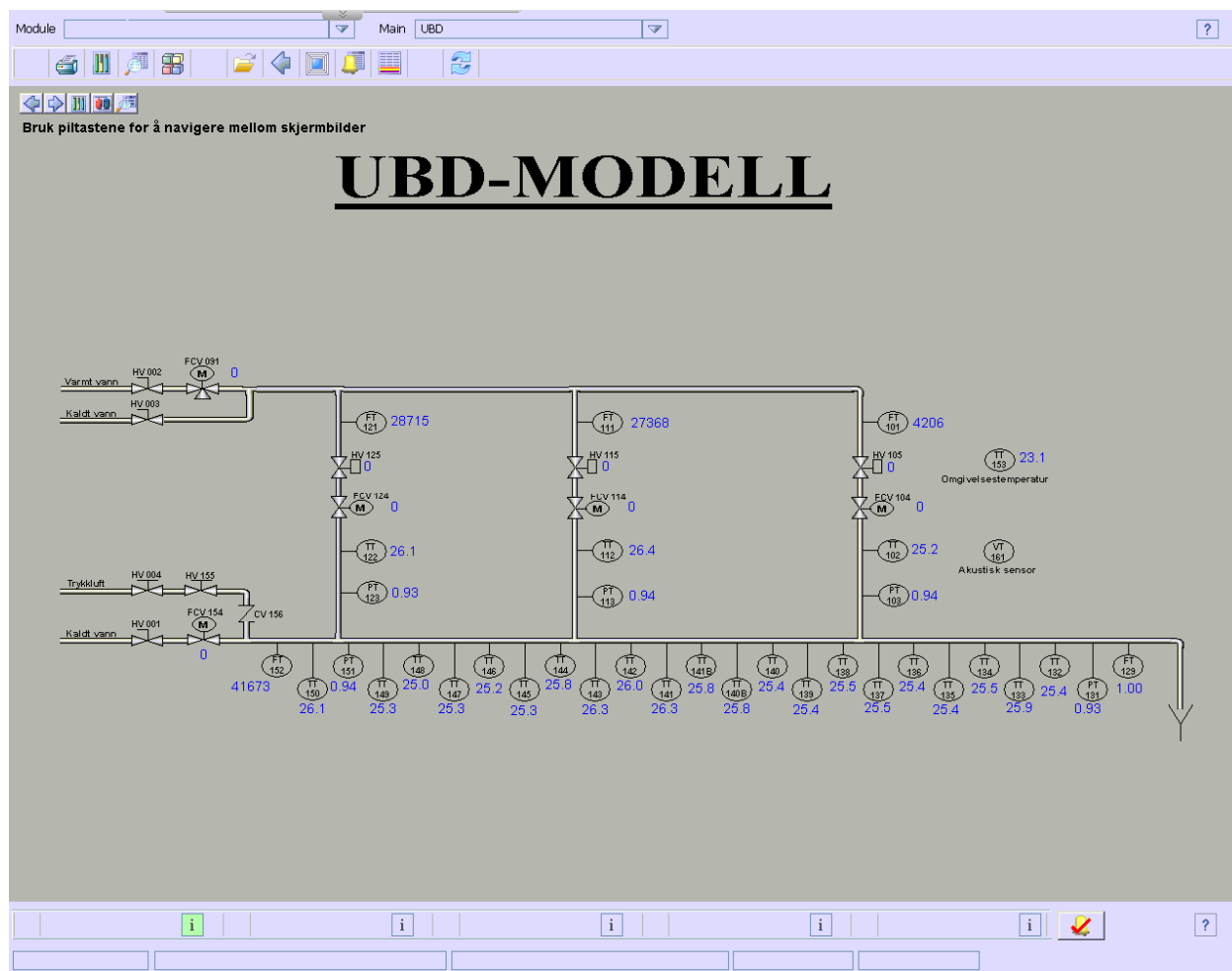


Figur 4-35 Skjermbildet Start.grf som viser en oversikt over utstyret i anlegget.

Skjermbildet viser statusen til primær- og sekundærnett til DeltaV-kontrolleren. De er lysegrønne når kommunikasjonen fungerer. Hvis det oppstår en feil på et av nettene, for eksempel brudd på en nettverkskabel, vil fargen veksle mellom gult og rødt.

### 4.3.4 Skjermbildet UBD.grf

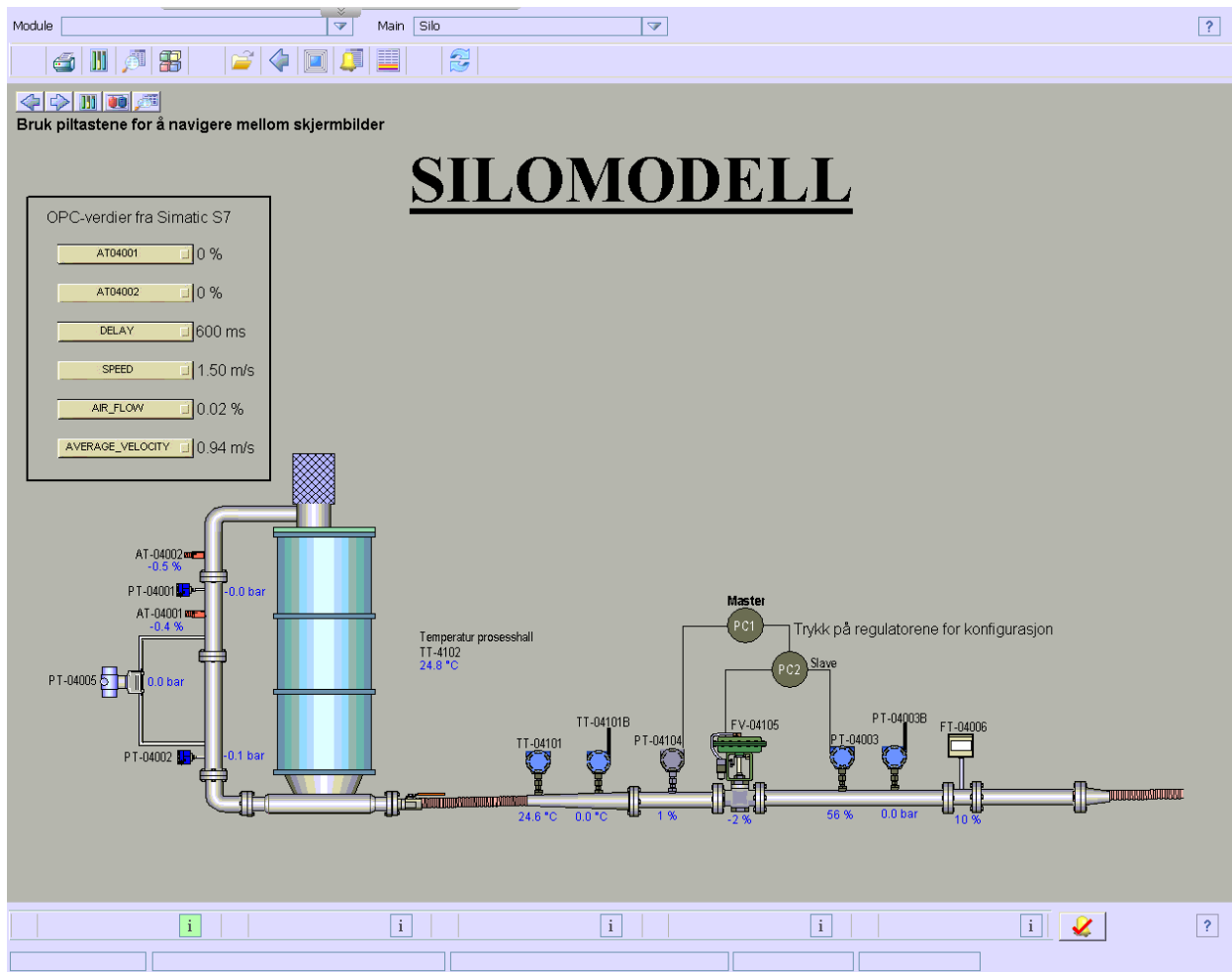
Skjermbildet "UBD.grf", se Figur 4-36, er basert på P&ID-en til UBD-modellen. Alle dataverdiene fra modellen er knyttet opp mot skjermbildet. Dataverdiene til ventilene er skrivbare, det vil si ved å klikke på verdien har man mulighet til å kjøre ventilen til ønsket posisjon ved å skrive inn en verdi. Magnetventilene HV 105, HV 115 og HV 125 har verdien "0" ved lukket og verdien "1" ved åpen. Reguleringsventilene, FCV XXX har verdien "0" ved stengt og verdien "5" ved full åpning. Dataverdiene fra alle måleinstrumentene er kun for indikasjon og kan ikke skrives til.



Figur 4-36 Skjermbildet UBD.grf inneholder alle dataverdier fra UBD-modellen.

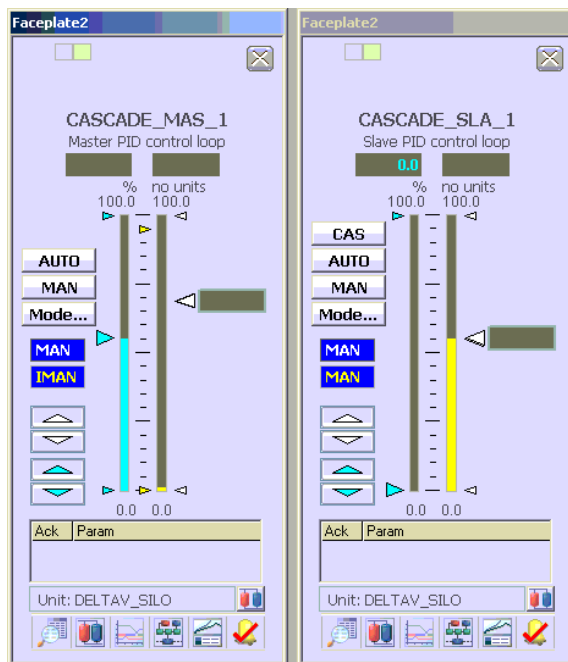
### 4.3.5 Skjermbildet Silo.grf

Skjermbildet "Silo.grf", se Figur 4-37, er basert på silomodellens utseende. Transmitterne og ventilen har indikasjon av måleverdiene samt at det er et vindu til venstre i skjermbildet som viser dataverdiene som er hentet over OPC fra Simatic S7-PLS-en. Silomodellen inneholder en kaskaderegulering av trykket nedstrøms ventilen FV-04105.



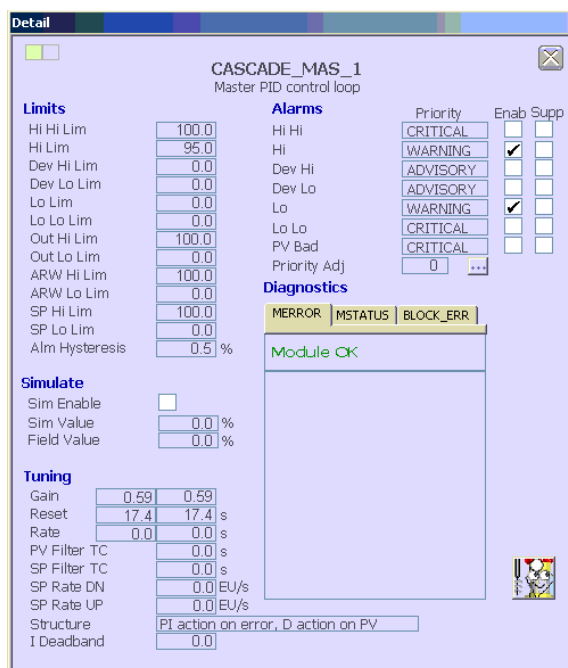
Figur 4-37 Skjermbilde Silo.grf, indikasjon av måleverdier samt mulighet for konfigurering av regulatorene PC1 og PC2.

For konfigurering av regulatorene PC1 og PC2 kan man trykke på regulatorsymbolet for å få opp faceplate-en, se Figur 4-38, til ønsket regulator.



Figur 4-38 Faceplate for masterregulator PC1 til venstre og slave PC2 til høyre.

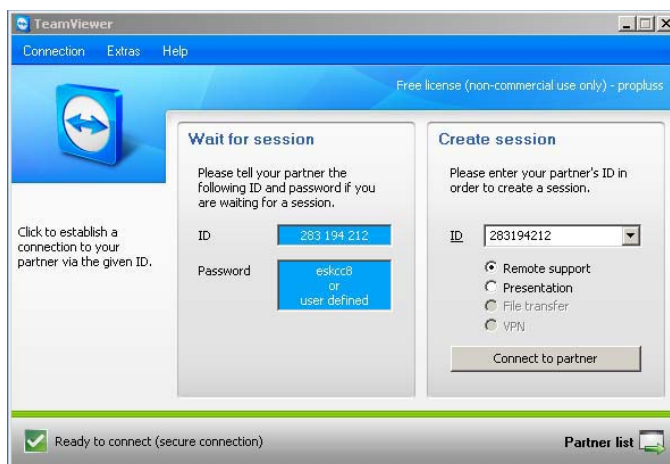
Videre kan man trykke på symbolet nederst til venstre på faceplate-en som illustrerer et forstørrelsesglass for å få opp vinduet "Detail", se Figur 4-39, hvor man kan endre alarmgrenser og regulatorparametre.



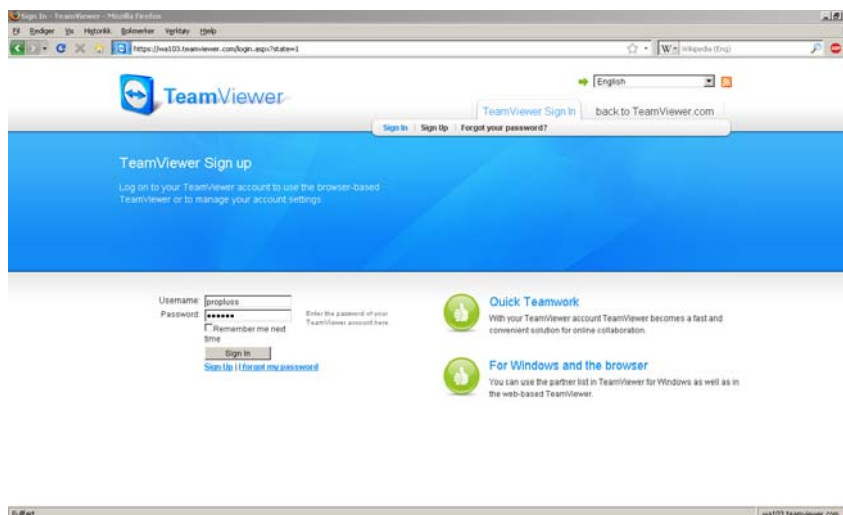
Figur 4-39 Detail vindu for regulator gir mulighet for å endre på alarmgrenser og regulatorparametre.

## 4.4 Fjernstyring med av anlegget med Teamviewer

Oppsettet av en webserver for muligheten for fjernovervåkning ble utelatt fra prosjektet til fordel for programvaren Teamviewer. Teamviewer er et program som muliggjør fjernovervåking og fjernkontroll fra hvilken som helst datamaskin i verden så lenge den har en internett-tilkobling[22]. Programmet er installert på PRO+ og er gratis så lenge det ikke brukes i kommersiell sammenheng. For å logge på fra en annen datamaskin kan man velge om man vil installere programvaren på sin egen PC, se Figur 4-40, eller bruke en nettleser, se Figur 4-41. Best resultat får man ved å installere programvaren på PC-en.



Figur 4-40 Påloggingsvindu for programvaren Teamviewer hvis det er installert på PC-en.



Figur 4-41 Påloggingsvindu hvis man kobler opp via en nettleser.

Programmet er intuitivt laget og lett å konfigurere, strengt tatt trengs det ingen annen konfigurasjon for å få det til å virke enn å vite brukerid og passord til maskinen man vil koble seg til. Men man har mulighet for å endre innstillinger hvis man ønsker, for å sette seg inn i disse mulighetene anbefales det å lese manualen som følger med i Vedlegg F. Påloggingsinformasjon og oppstartsprosedyre finnes i Vedlegg E.

## 5 OPPSUMMERING

Dette prosjektet har hatt både klare mål som i arbeidsoppgavene som er nevnt i innledningen, og noen mindre klare mål som teoretisk fordypning i industriell datakommunikasjon og opplæring i det digitale automasjonssystemet DeltaV. Begge sistnevnte emner er så omfattende at prosjektet kun har tatt for seg grunnleggende elementer. For å best summere opp prosjektets resultater er det valgt å presentere målene på tabellform, se Tabell 5-1, med kommentarer til hvert enkelt punkt.

Tabell 5-1 Oppsummering av prosjektets mål med kommentarer.

Mål	Oppnådd	Kommentar
Fjerne PROFIBUS-kort på PLS og koble til CP-modul for Ethernet-kommunikasjon i styreskap 4000.	Ja	PROFIBUS-kort er fjernet og CP-modul for Ethernet-kommunikasjon er konfigurert. I tillegg er det lagt ned betydelig arbeid i å dokumentere og rydde opp i tidligere kabling.
Ferdigstille styreskap 4100	Ja	Det er montert nye rekkeklemmer og utført kabling av DeltaV-kontrolleren, strømforsyning og hub-er. Det er montert primær- og sekundærhub for DeltaV nettverket samt en hub for OPC-nettverket og trukket nødvendige nettverkskabler.
Duplisere signalet fra de akustiske givene på silomodellen slik at de kan brukes av DeltaV-kontrolleren	Ja	I styreskap 4100 er det montert galvaniske skiller som står i serie med signalet fra de akustiske givene. Dette gjør at mA signalet kan nyttiggjøres av både DeltaV-kontrolleren og Simatic S7 PLS-en.
Montere opp krysskoblingsskap 4200	Ja	Skapet er montert på vegg i prosesshallen og utstyrt med rekkeklemmer og kabelkanaler. Alle krysskoblinger er utført og dokumentert i Vedlegg C.
Montere koblingsbokser for Foundation Fieldbus	Ja	Koblingsboksene JB1, JB2 og JB3 er montert på vegg i prosesshall.

Mål	Oppnådd	Kommentar
Generell kabeltrekking	Ja	Det er trukket nettverkskabler av typen UTP CAT5 til alt utstyr som kommuniserer over Ethernet. Fra kontrollrommet er det også trukket en flerleder signalkabel ut til krysskoblingsskapet og en feltbusskabel. Fra silomodellen er det trukket kabler fra all instrumentering til krysskoblingsskapet. Alt er dokumentert i Vedlegg C.
Oppdatere tegninger og tilhørende dokumentasjon	Ja	Alle tegninger er oppdatert og finnes i Vedlegg C, relevante manualer og datablader finnes i Vedlegg F.
Bytte modul på datainnsamlingssystemet Fieldpoint på UBD-modellen slik at kommunikasjon over Ethernet er mulig.	Ja	Byttet fra modul NI-FP-1001 til NI-FP1601
Montere rør for lufttilførselen til silomodellen	Ja	Rørsystemet er montert langs med veggen i prosesshallen og koblet til silomodellen og skolens lufttrykkssystem.
Montere trådløse instrumenter	Ja	Det er montert to trådløse instrumenter, en trykktransmitter og en temperaturtransmitter, på silomodellen. Den trådløse gateway-en er montert på veggen utenfor kontrollrommet. De trådløse instrumentene ble mottatt ganske sent i prosjektet og er ikke oppdatert til siste firmware. Det ble oppdaget for sent at det er dårlig støtte for den trådløse gateway-en i DeltaV ver.9.3, noe som gjør at verdiene fra instrumentene må hentes til DeltaV over OPC. Siden programvaren OPC Mirror kun støtter tre servere og disse er brukt opp hentes verdiene inn fra en gratisversjon av programvaren OPC DataHub. Ulempen med denne er at den kun varer en time før den må restarteres.



Mål	Oppnådd	Kommentar
Installere og konfigurere OPC-server for Fieldpoint 1601.	Ja	OPC-serveren er installert på PRO+
Installere og konfigurere OPC-server for Siemens Simatic S7.	Ja	OPC-serveren er installert på PRO+
Installere og konfigurere OPC Mirror.	Ja	OPC Mirror er installert på PRO+ og er lisensiert og konfigurert for tre OPC-servere. OPC Mirror lisensen kunne med fordel vært tilgjengelig tidligere i prosjektet og i ettertid har det vist seg at den burde vært lisensiert for fire OPC-servere.
Installere og konfigurere DeltaV Ver.9.3.	Ja	<p>På PRO+ er det installert DeltaV ver.9.3. Bruken av denne programvaren ble dessverre en del forsinket da det viste seg at skolens lisensnøkkel var blitt borte og en ny ikke ble mottatt før sent i prosjektet.</p> <p>Etter at det var blitt lagt ned en del arbeid i DeltaV ver.9.3 ble det forsøkt å oppdatere til versjon DeltaV ver.10.3. Dette forsøket ble mislykket av ukjente grunner, blant annet oppsto det databasefeil og tidligere arbeid forsvant. For å kaste vekk minst mulig tid ble det valgt å rulle tilbake til imaget som ble tatt av DeltaV ver.9.3 før oppdateringen.</p> <p>I forbindelse med nedlastning av ny konfigurasjon til kontrolleren har det vært et gjentakende problem at programvaren ikke har kjent igjen USB-lisensnøkkelen, noe som fører til en feilmelding og avbrytelse av nedlastningen. Dette problemet har til tider skapt stor frustrasjon. Det er usikkert om feilen ligger i DeltaV software-en, USB-nøkkelen eller driverne til USB-portene. Sistnevnte er prøvd avinstallert og oppdatert uten hell.</p>
Lage skjermstyring for de to prosessene i DeltaV.	Ja	Det er laget tre skjermbilder i DeltaV Operate Configure.

Mål	Oppnådd	Kommentar
Lage en regulering på silomodellen.	Ja	Det ble valgt å prøve å lage en kaskaderegulering av trykket nedstrøms reguleringsventilen på silomodellen. Reguleringen fungerer, men den er ikke optimal. For å kunne oppnå en god regulering er det viktig at utstyret i reguleringsløyfen er dimensjonert riktig, noe som ikke tilfredsstilles på silomodell. At det også er store svingninger på skolens trykkluftnett gjør problemet verre.
Montere og konfigurere operatørstasjon.	Nei	Utgår av prosjektet grunnet pris.
Kalibrere instrumenter i reguleringsløyfen	Nei	Det ble bestemt å la være å kalibrere instrumentene på grunn av prioritering av andre oppgaver. I stedet er instrumentene i reguleringsløyfen nullpunktsjustert.
Installere og konfigurere webserver	Nei	Webserver ble droppet til fordel for et program som heter Teamviewer. Dette har bedre muligheter for fjernstyring og overvåking av prosessen da det gis full tilgang til hele PRO+. Med Teamviewer kan enhver PC fungere som en operatørstasjon.

Gruppen anser prosjektet som godt gjennomført og sitter igjen med mye nyttig lærdom. Anlegget fremstår som komplett i forhold til industriell datakommunikasjon og datainnsamling og gir et godt grunnlag for videre utvikling. Som forslag til oppgaver som kan utføres ved senere prosjekt kan det nevnes:

- Oppgradere styresystemet til siste versjon, i skrivende stund DeltaV ver. 10.3.
- Dimensjonere instrumentering på lufttilførselen til silomodellen slik at det blir mulig å få til en god regulering.
- Finne årsaken til de store trykksvingningene på skolens trykkluftanlegg og utbedre det.
- Lage avanserte reguleringer /styringer for silomodellen og UBD-modellen.
- Hente inn data fra flere av riggene i prosesshallen, for eksempel over OPC.

## REFERANSER

- [1] <http://www.opcconnect.com/history.php>, lest 14.03.2009
- [2] Zurawski, Richard, The Industrial Information Handbook, 1 utgave, Taylor & Francis Ltd, USA , 2005
- [3] Love, Jonathan, Process Automation Handbook: A Guide to Theory and Practice, 1 utgave, Springer-Verlag London Limited, London, 2007
- [4] Mikalsen, Arne B.; Borgesen, Per, Drift av lokalnettverk, 6 utgave, Tapir akademiske forlag, Trondheim, 2005
- [5] [http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01\\_about/01\\_history.asp?MID>AboutOPC](http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01_about/01_history.asp?MID>AboutOPC), lest 14.03.2009
- [6] <http://www.softing.com/home/images/ia/products/opc/book/opc-overview-grafik-book.gif>, lest 14.03.2009
- [7] <http://www.easydeltav.com/BOL/MasterBOL.htm>, lest 16.03.2009
- [8] Product Data Sheet Clasic I/O
- [9] [http://www.fieldbus.org/index.php?option=com\\_glossary&Itemid=192](http://www.fieldbus.org/index.php?option=com_glossary&Itemid=192), lest 03.03.2009
- [10] <http://www.fieldbus.org/images/stories/enduserresources/technicalreferences/documents/wiringinstallationguide.pdf> , lest/oversatt 03.03.09
- [11] [http://www.hartcomm2.org/hart\\_protocol/protocol/what\\_is\\_hart.html](http://www.hartcomm2.org/hart_protocol/protocol/what_is_hart.html), lest 03.03.2009
- [12] Larsen, Bjørnar, Industriell måleteknikk for automatiseringsfaget, Vett&Viten, Stabæk, 1993
- [13] [http://en.wikipedia.org/wiki/Manchester\\_code](http://en.wikipedia.org/wiki/Manchester_code), lest 09.03.2009
- [14] Tanenbaum, Andrew S., Computer Networks, 4 utgave, Pearson Education, USA, 2003
- [15] [http://www.rigzone.com/news/insight/insight.asp?i\\_id=26](http://www.rigzone.com/news/insight/insight.asp?i_id=26), lest 10.11.2008.
- [16] Mahalik, N.P, Fieldbus Technology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Tyskland, 2003
- [17] Held, Gilbert, TCP/IP Professional Reference Guide, 1 utgave, Auerbach, USA, 2001
- [18] <http://www.fieldbus.org/images/stories/enduserresources/technicalreferences/documents/wiringinstallationguide.pdf>, lest 05.05.2009
- [19] [http://www.hartcomm2.org/hart\\_protocol/wireless\\_hart/wireless\\_hart\\_main.html](http://www.hartcomm2.org/hart_protocol/wireless_hart/wireless_hart_main.html), lest 12.05.2009
- [20] <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/WirelessNow2.pdf>, lest 12.05.2009
- [21] UBD-rigg, HiT/TF/EIK, Morten Pedersen
- [22] <http://www.teamviewer.com/index.aspx>, lest 12.05.2009

- [23] Hirschmann Competance Center, Pocket Guide Industrial Ethernet, 3 utgave, Hirschman Automation and Control GmbH, 2006

**VEDLEGG**

Vedlegg A Oppgavetekst

Vedlegg B Prosjektdefinisjon

Vedlegg C Tegninger

Vedlegg D Tagliste

Vedlegg E Bruksinstruks Delta V

Vedlegg F Elektronisk vedlegg med

- Datablader og manualer
- Møtereferater og møteinnkallinger
- Rapport og vedleggshefte IA6-07-09
- Referansedokumenter
- Tegninger